

内部资料 免费赠阅

全国二级造价工程师职业资格考试辅导资料  
**建设工程计量与计价实务( 试行 )**

( 水利工程 )

( 宁夏 ) ( 2021 年版 )

# 前 言

为满足我区水利工程二级造价工程师的应试、教育培训，以及自学工程造价知识等方面的需求，根据人力资源和社会保障部、住房和城乡建设部、交通运输部、水利部联合印发的《造价工程师职业资格制度规定》、《造价工程师资格考试实施办法》和《全国二级造价工程师资格考试大纲(2019年版)》的要求，由区水利厅组织宁夏水利行业协会及相关专家编写了本辅导资料。

二级造价工程师(水利工程)资格考试是国家设置的准入类资格考试，主要考核应试人员应用专业技术知识编制水利工程造价文件的能力；利用计价依据和价格信息对水利工程进行计价的能力；综合运用水利工程造价知识，分析和解决建设工程造价实际问题的职业能力。

本辅导资料由水利工程专业基础知识、水利工程造价构成、水利工程计量与计价和水利工程合同价款管理四部分内容构成，为参加我区二级造价工程师(水利工程)资格考试人员学习所用。

为兼顾非水利专业人员使用，本书加强了水利专业基础知识内容；为取得二级注册人员今后考取国家一级造价工程师，本书强化了一级考试大纲部分内容；为适应我区实际，将《宁夏回族自治区水利水电工程概(估)算编制规定》(2016年版)、宁夏水利建筑工程预算定额(2009)和《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501-2007)等知识纳入本资料。

本书在编写过程中，得到水利厅定额站、高等院校、工程咨询、施工企业等方面专家的指导，引用了大量文献资料，均未在书中注明出处，在此对相关作者表示衷心的感谢!

恳请广大读者发现错误联系宁夏水利行业协会及时更正。

编 者  
2021年6月

# 目 录

第 1 篇 水利工程专业基础知识.....	1
第一章 水文与工程地质.....	1
第一节 水文.....	1
第二节 水文地质.....	5
第二章 常用材料的分类、基本性能及用途.....	12
第一节 建筑材料分类及性能指标.....	12
第二节 常用建筑材料.....	15
第三章 水工建筑物.....	33
第一节 水利工程和水工建筑物.....	33
第二节 常见水工建筑物类型.....	42
第四章 机电设备、金属结构、管材.....	49
第一节 水机设备.....	49
第二节 电气设备.....	53
第三节 自动化控制及信息化.....	58
第四节 金属结构.....	59
第五节 管 材.....	65
第五章 施工技术及施工机械.....	70
第一节 施工技术.....	72
第二节 常用施工机械.....	92
第 2 篇 水利工程造价构成.....	97
第一章 水利工程基本建设程序与水利工程造价构成.....	97
第一节 水利工程基本建设程序.....	97
第二节 水利工程造价构成.....	101
第三节 概算文件组成内容.....	104
第四节 项目组成和项目划分.....	107
第五节 工程部分费用构成.....	111
第二章 工程定额.....	120
第一节 建设工程定额分类.....	120
第二节 人工定额的编制.....	123
第三节 材料消耗定额的编制.....	127
第四节 施工机械台班使用定额的编制.....	129
第五节 施工定额和企业定额的编制.....	132
第六节 预算定额及其基价的编制.....	135
第三章 水利工程概算编制方法及计算标准.....	142
第一节 工程取费等级确定.....	142

第二节	基础单价编制.....	143
第三节	建筑、安装工程单价编制.....	151
第四节	分部工程概算编制.....	157
第五节	独立费用.....	163
第六节	预备费及建设期融资利息.....	166
第七节	建设征地移民补偿、环境保护工程、水土保持工程造价构成.....	170
第 3 篇	水利工程计量与计价.....	181
第一章	水利工程计量.....	181
第一节	工程计量的基本原理与方法.....	181
第二节	水利水电工程工程量计算.....	186
第二章	水利工程量清单与招标控制价文件编制.....	192
第一节	清单计价概述及清单构成.....	192
第二节	工程量清单编制.....	197
第三节	工程量清单计价.....	200
第四节	招标控制价和投标报价文件编制.....	209
第五节	工程量清单计价下的工程量分类及计算规则.....	224
第 4 篇	水利工程合同价款管理.....	239
第一章	实施阶段造价管理要点.....	239
第二章	计量与支付.....	243
第一节	合同类型.....	243
第二节	计量与支付.....	250
第三章	竣工结算及决算.....	258
第一节	竣工结算.....	258
第二节	竣工决算.....	260

# 第1篇 水利工程专业基础知识

水利工程造价管理是一项专业性、经济性、技术性、政策性、综合性均较强的工作，需要广泛的基础知识作为支撑，涵盖工程水文、工程地质、工程建设、机电设备、信息处理等诸多领域。较为系统地学习掌握水利工程相关专业基础知识，包括水工建筑物的类型和功能特点；水文地质条件对水利工程的影响和处理；常用建筑材料的种类和各自性能；常见机电设备及金属结构的基本性能和选用；水利工程施工技术和施工机械选用等，是水利工程造价文件编制和水利工程建设过程造价控制的基础。

## 第一章 水文与工程地质

水文数据决定着水利工程的型式、规模和类别，地质条件是水工建筑物基础设计的依据，都起着极为重要的作用。水文和工程地质条件对水利水电工程造价产生直接影响。

### 第一节 水文

#### 一、水文学

水文是自然界中水的各种变化和运动等的现象。水文学是研究地球大气层、地表及地壳内水的分布、运动和变化规律，以及水与环境相互作用的学科。

水文现象具有以下两方面特点：

1.周期性 with 随机性：水文现象在随着时间推移过程中具有周期性 with 随机性的特征。如河流一般具有以年为单位的周期性变化，河流最大流量每年都发生在多雨的汛期，最小流量多发生在雨雪稀少的枯水期，而河流每一年的流量变化过程与往年的变化都不一样，每年的最大与最小流量数值也各不相同，这些是水文现象在数值上所表现出随机性，即带有偶然性。影响河川径流的因素极为复杂，各因素本身也不断地发生着变化，在不同年份的不同时期，各因素间的组合也不相同，因此受其制约的水文现象都具有随机性。

2.相似性 with 特殊性：水文现象在受到地理位置的约束下，在空间上具有相似性，有时也存在某种特殊性。如在湿润地区的河流，其水量丰富，年内分配也比较均匀，而在干旱地区的大多数河流则水量不足，年内分配也不均匀；降水量和径流量在沿海大、内

陆小，在山区大、平原小，同一地区内的不同河流，其汛期与枯水期都十分相近，径流变化过程也都十分相似。这些现象均可称为地区相似性。相邻流域所处的地理位置与气候因素虽然相似，但由于地形地质等条件的差异，会产生不同的水文规律。如在同一地区，山区河流与平原河流其洪水运动规律就各不相同；沿海与内陆河流，地下径流丰富的河流与地下径流贫乏的河流，其径流变化规律各不相同，这些都属于特殊性。水文现象在经验性的分析上，结果往往具有一定的地域局限性。

水文现象需要分别在各流域设立水文站，进行长期观测，积累资料，统计计算，分析其变化规律，还应对历史上和近期发生过的大暴雨、大洪水及特枯水等进行调查研究，以便全面了解和分析水文现象随机性、特殊性的变化规律。

## 二、水文学的研究对象

水文学的研究领域十分宽广。从大气中的水到海洋中的水，从陆地表面的水到地下水，都是水文科学的研究对象；水圈同大气圈、岩石圈和生物圈等地球自然圈层的相互关系，也是水文学的研究领域；水文科学不仅研究水量，而且研究水质，不仅研究现时水情的瞬息动态，更重要的是预测它未来的变化趋势。

水文学与气象学、海洋学、地质学等学科关系密切。按照研究对象及任务的侧重，水文学分为水文气象学、水文地质学和地表水文学三大类。水文气象学主要研究大气中水汽的变化规律，包括大气中的水循环和水量平衡，以蒸发、凝结、降水为主要方式的大气与下垫面的水分交换，是水文学与气象学的边缘学科；水文地质学是研究地下水的形成、分布、运动、资源特征、开发利用等与地质环境相互作用下时间和空间上的变化的学科；地表水文学是研究地球表面不同水体（如河流、湖泊、湿地、海洋）水文现象的形成、发展变化规律及其相互联系的学科。

按服务范畴水文学可分为工程水文学、农业水文学、森林水文学和城市水文学等。其中工程水文学是为工程规划设计、施工建设及运行管理提供水文依据，直接为工业、农业、水利、交通等生产部门服务的实用性学科。

水文学在工程中的应用主要包括水文测量、水文预报、水文计算和水利计算四个重要部分，亦简称“测、报和两算”。研究内容有：

水文测量：是研究观测与收集基本水文资料和数据（如水位、流量、泥沙、蒸发、水文、冰凌和水质等）的手段和方法。

水文预报：是利用实测的水文气象资料，探索水文现象演变规律，编制预报方案（如水情、冰情、沙情和水质），预测未来水文要素。

水文计算：是估算工程在规划设计阶段和施工运营期间可能出现的水文设计特征值及其在时间和空间上的分布。

水利计算：为水资源系统开发利用和治理中对江河湖库等水体的水文情况、国民经济各个部门的用水需求、径流调节和经济论证等所进行的定量分析与计算。

### 三、水文

地球上的水以液态、固态和气态分布于地面、地下和大气中，形成河流、湖泊、沼泽、海洋、冰川、积雪、地下水和大气水等水体，构成一个浩瀚的水圈。水圈处于永不停息的运动状态，水圈中各种水体通过蒸发、水汽输送、降水、地面径流和地下径流等水文过程紧密联系，相互转化，不断更新，形成一个庞大的动态系统。

在这个系统中，海水在太阳辐射下蒸发成水汽升入大气，被气流带至陆地上空，在一定的天气条件下，形成降水落到地面。降落的水一部分重新蒸发返回大气，另一部分在重力作用下，或沿地面形成地面径流，或渗入地下，形成地下径流，通过河流汇入湖泊，或注入海洋。从海洋或陆地蒸发的水汽上升凝结，在重力作用下直接降落在海洋或陆地上。

水的这种周而复始不断转化、迁移和交替的现象称水文循环。水文循环的实际情况非常复杂，在地面以上平均约 11 公里的大气对流层顶至地面以下 1~2 公里深处的广大空间，无处不存在水文循环的行踪。

水文循环的内因是水在自然条件下能进行液态、气态和固态三相转换的物理特性，而推动如此巨大水文循环系统的能量，是太阳的辐射能和水在地球引力场所具有的势能。

水文循环是自然界最重要的物质循环，它成云致雨，影响着一个地区的气候和生态，塑造地貌和实现地球化学物质的迁移，像链条一样连结着地球上的生命，为人类提供不断再生的淡水资源和水能资源。

水在循环过程中的存在和运动的各种形态，如蒸发、降水、河流和湖泊中的水位涨落、冰情变化、冰川进退、地下水的运动和水质变化等，统称水文现象。水文现象在各种自然因素和人类活动影响下，在空间分布或时间变化上都显得十分复杂。水文现象的时间变化过程存在着有周期而又不重复的性质，一般称为“准周期”性质。例如，潮汐河口的水位存在以半个或一个太阴日为周期的日变化；河流每年出现水量丰沛的汛期和水量较少的枯季；通过长期观测可以看到，河流、湖泊的水量存在着连续丰水年与连续枯水年的交替，表现出多年变化。

形成这种周期变化的基本原因，是地球的公转和自转、地球和月球的相对运动，还包括太阳活动，如太阳黑子的周期性运动的影响。它们导致太阳辐射的变化和季节的交替，使水文现象也出现相应的周期变化。当然，水文现象还受众多其他因素的影响，这些因素自身在时间上也不断地变化，并且相互作用和相互影响。

### 四、研究方法

1.成因分析法：即以收集水文站网的大量实测资料及室内试验资料为基础，研究水文现象的形成过程、物理机理和相互关系，建立水文现象与影响因素的定量关系或水文模型。

2.数理统计法：水文现象兼有确定性和随机性，可以把某些水文现象看作随机事件，用概率论和数理统计的原理和方法，对某些水文现象进行频率分析，推求各种频率（或重现期）的水文数据。

3.地区分析法：气候与自然地理条件具有地区性分布的特点，水文现象也有一定程度的地区相似性，因此可研究水文要素分类和分区的特征值或建立区域性经验公式，或绘制各种特征值等值线图 and 分区图。

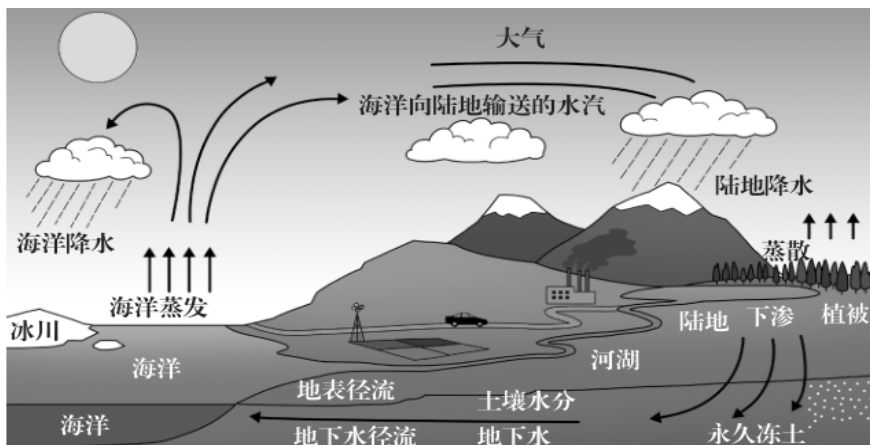


图 1-4 水的循环



## 第二节 水文地质

### 一、工程地质学

工程地质学是应用地质学的原理为工程应用服务的学科，广泛应用于工程规划、勘察、设计、施工与维护等各个阶段，随着大规模工程建设的发展，其研究领域日益扩大。学科主要任务是在查明工程场区的地质条件，对场区及其有关的各种地质问题进行综合评价，分析、预测在工程建筑作用下，地质条件可能出现的变化和作用；选择最优场地，并提出解决不良地质问题的工程措施，为保证工程的合理设计、顺利施工及正常使用提供可靠的科学依据。

#### 工程地质学研究的主要内容

1. 确定岩土组分、组织结构（微观结构）、物理、化学与力学性质（特别是强度及应变）及其对建筑工程稳定性的影响，进行岩土工程地质分类，提出改良岩土的建筑工程性能的方法。

2. 研究由于工程活动的影响而破坏的自然环境的平衡，以及自然发生的崩塌、滑坡、泥石流及地震等地质作用对工程建筑的危害及其预测、评价和防治措施。

3. 研究解决各类工程建设中边坡、路基、坝基、桥墩等的地基稳定性，以及黄土的湿陷、岩石的裂隙破坏等，从而制定出科学的勘察程序、方法和手段，直接为各类工程的设计、施工提供地质依据。

4. 研究建筑场区地下水运动规律及其对工程建筑的影响，制定必要的利用和防护方案。

5. 研究区域工程地质条件的特征，预报工程活动对其影响而产生的变化，作出区域稳定性评价，进行工程地质分区和编图。

### 二、水文地质学

水文地质学是地质学分支学科，是研究地下水的科学。它主要是研究地下水的分布和形成规律，地下水的物理性质和化学成分，地下水资源及其合理利用，地下水对工程建设和矿山开采的不利影响及其防治等。随着科学的发展和生产建设的需要，水文地质学又分为区域水文地质学、地下水动力学、水文地球化学、供水水文地质学、矿床水文地质学、土壤改良水文地质学等分支学科。近年来，水文地质学与地热、地震、环境地质等方面的研究相互渗透，又形成了若干新领域。

工程地质学主要研究内容涉及地质灾害，岩石与第四纪沉积物，岩体稳定性，地震等。工程地质学广泛应用于工程规划，勘察，设计，施工与维护等各个阶段。主要目的是为了查明各类工程场区的地质条件，对场区及其有关的各种地质问题进行综合评价，分析、预测在工程建筑作用下，地质条件可能出现的变化和作用，选择最优场地，并提

出解决不良地质问题的工程措施，为保证工程的合理设计、顺利施工及正常使用提供可靠的科学依据。

水文地质学的主要研究内容是研究地下水的分布和形成规律，地下水的物理性质和化学成分，地下水资源及其合理利用，地下水对工程建设和矿山开采的不利影响及其防治等。目的是为研究与地下水活动有关的岩土工程问题和不良地质现象提供资料。例如，兴建房屋建筑和构筑物时，应研究岩石的渗透性、地下水的埋深和腐蚀性，以判明对基础埋置深度和基坑开挖等的影响。

### 三、岩体

#### （一）岩石的概念

岩石是由矿物或岩屑在地质作用下按一定的规律聚集而形成的自型物体，是一种或多种矿物的集合体，是构成地壳的基本部分。岩石的主要特征包括矿物成分、结构和构造三个方面，决定着岩石的物理力学性质。岩石结构是指岩石中矿物粒的结晶程度、大小、形状及其组合方式特征；岩石构造是指岩石中矿物颗粒的排列与充填方式。

#### （二）岩石的分类

按其成因可分为岩浆岩、变质岩和沉积岩三大类。

1. 岩浆岩：又称火成岩，是由地壳下的岩浆沿地壳薄弱地带上升侵入地壳或喷出地表后冷凝而成。

岩浆岩的矿物成分主要有石英、正长石、斜长石、白云母、角闪石、解石、黑云母、橄榄石等。

岩浆岩的结构按岩石中矿物的结晶程度可分为全晶质结构、半晶质结构和玻璃质结构。

常见的岩浆岩有花岗岩、正长岩、闪长岩和辉长岩。它们都是等粒状结构（显晶质结构），块状构造，岩石种类区别是成岩矿物成分不同。花岗岩以石英和正长石为主；正长岩以正长石和角闪石为主。

2. 变质岩：地壳中的原岩（包括岩浆岩、沉积岩和已经生成的变质岩），由于地壳运动、岩浆活动等所造成的物理和化学条件的变化，即在高温、高压和化学性活泼的物质（水气、各种挥发性气体和热水溶液）渗入的作用下，在固体状态下改变了原来岩石的结构、构造甚至矿物成分，形成一种新的岩石称为变质岩。变质岩不仅具有自身独特的特点，而且还保存着原来岩石的某些特征。

变质岩的矿物成分主要有石英、长石、云母、方解石、白云石、滑石等。

变质岩的结构多为变晶结构。构造有片麻状构造、片状构造、千枚状构造、板状构造和块状构造。

变质岩的构造是鉴定变质岩的主要特征，主要种类有具有片麻状构造的称为片麻岩；具有片状构造的称为片岩；具有千枚状构造的岩石称为千枚岩；具有板状构造的岩石称为板岩石。

3.沉积岩：又称为水成岩，是由成层堆积于陆地或海洋中的碎屑、胶体和有机物等疏松沉积物团结而成的岩石，又称次生岩。

沉积岩的矿物成分主要有石英、长石、白云母、方解石、白云石、石膏和黏土矿物等。

沉积岩的结构有砾状结构、砂状结构、粉砂状结构、泥质结构及化学结构和生物化学结构，主要包括石灰岩、砂岩、页岩等，分布于地球表层，是利用量最大的岩石种类（在地球地表，沉积岩占70%，而从地球表面到16km深的整个岩石圈里，沉积岩只占5%。沉积岩中所含有的矿产，占全部矿产蕴藏量的80%）。

### （三）岩体的概念和特征

#### 1.岩体的概念

岩体是指在一定工程范围内，由包含软弱结构面的各类岩石所组成的具有不连续性、非均质性和各向异性的地质体。岩体中的岩石被各种结构面所切割。这些结构面的强度与岩石本身强度相比要低得多，并且破坏了岩体的连续完整性。岩体的工程性质取决于这些结构面的性质，其次才是组成岩体的岩石性质，其沿软弱结构面方向的强度往往很低。

岩体结构是指岩体中结构面和结构体两个要素的组合特征，它既表达岩体中结构面的发育程度及组合，又反映了结构体的大小、几何形式及排列。结构面是指存在于岩体中的各种不同成因、不同特征的地质界面，如断层、节理、层理、软弱夹层及不整合面等。结构体是指岩体被结构面切割后形成的岩石块体。

岩体稳定是指在一定的时间内，一定的自然条件和人为因素的影响下，岩体不产生破坏性的剪切滑动、塑性变形或胀裂破坏。岩体的稳定性、岩体的变形与破坏，主要取决于岩体内各种结构面的性质及其对岩体的切割程度。大量的工程实践表明，边坡岩体的破坏，地基岩体的滑移，以及隧道围岩的塌落，大多数是沿着岩体中的软弱结构面发生的。岩体结构在岩体的变形与破坏中起主导作用。因此，在岩体稳定性分析中，除了力学分析和对比分析外，对岩体的结构分析也具有重要意义。在工程施工和使用与运转过程中，岩体自身的稳定性和承受工程建筑及运转过程传来的荷载作用下的稳定性，直接关系到施工期间和运转期间工程的安全与稳定，故岩体稳定性分析与评价是工程建设中一项十分重要内容。

#### 2.岩体的特征

岩体本身组成状况与岩石有许多区别，其中比较明显的特征有岩体的非均质性、各向异性和非连续性。

#### 3.工程岩体的分级标准

工程岩体，是指岩石工程影响范围内的岩体。岩石工程是指以岩体为工程建筑物地基或环境，并对其进行开挖或加固的工程，主要包括包括岩石地下工程、岩石边坡工程和岩石地基工程。

岩体基本质量是指岩体所固有的、影响工程岩体稳定性的最基本属性。

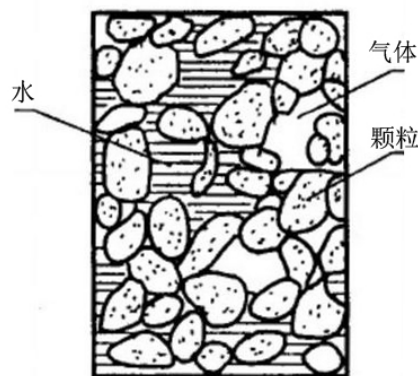
岩石的等级划分：在进行岩土工程勘察时，应鉴定岩石的地质名称和风化程度，并进行岩石坚硬程度、岩体完整程度、岩体基本质量等级和岩石风化程度的划分。根据《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）进行分级。

#### 四、土体

##### （一）土的概念

土是岩石圈表层在漫长的地质年代里，经受各种复杂的地质作用所形成的松软物质，它是矿物和有机物的混合组成部分，存在着固体、气体和液体状态，是地壳表面最主要的组成物质。

土与岩石一样是自然历史产物。土是由固、液、气体多相组成的体系。固相是土的主要成分，称为土的骨架。土颗粒间的孔隙可被液体或气体充填。完全被水充满时，形成二相体系的饱水土，性质柔软；完全被气体充满时，则形成二相体系的干土，其性质有的松散，有的坚硬。土的孔隙中有液、气体共存时，则形成湿土，其性质介于饱水土和干土之间，属三相体系。土中各相系组成的质和量，以及它们之间的相互作用是控制土的工程性质的主要因素。



土的结构是土的存在形式，是土中矿物颗粒的相互关系。土的结构类型有散粒结构和团聚结构两种。土的结构特征除土颗粒的大小、形状、表面特性及粒度级配特征外，还包括颗粒间的排列与集合关系，孔隙的大小，颗粒间联结的特点等。

##### （二）土体的概念

土体是由性质各异、厚薄不等的若干土层以特定的上下次序组合在一起的土层组合体。土体中常产生有原生的层理结构面。在固结排水和温度变化下发生体积胀缩、风化，构造应力等的作用又会不同程度地产生次生结构面。这些原生的和次生的结构面，往往控制着土体的物理力学性质，与工程建筑的安全、经济和正常使用紧密相关。

##### （三）土的分类

在水利工程施工工程量计算中，涉及土方开挖工程、石方开挖工程和土石方回填工程，需要对施工工程土类和岩石进行专门的分级，按《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）和《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）定义，其中土类的级别分为4级，岩石的级别为12级。广义的土包含岩石和一般意义的土，以下所述的“土”均指广义“土”。

我区水利水电工程造价中定额中规定“土壤的分类除注明外，一般按土石十六级分

类法的前四级（I～IV）划分土类级别”。

按《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）把作为建筑地基的这一部分土（包括岩石）分为六大类，即岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土和人工填土。

1.岩石：岩石的坚硬程度和完整程度分别按《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）判别。

2.碎石土：碎石土为粒径大于2mm的颗粒质量超过总质量50%的土。碎石土可根据颗粒形状和粒组含量按表1-1-1分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾。碎石土的密实度，可根据重型圆锥动力触探锤击数分为松散、稍密、中密和密实。

3.砂土：砂土为粒径大于2mm的颗粒质量不超过总质量50%、粒径大于0.075mm的颗粒超过总质量50%的土。砂土可根据粒组含量按规范表分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂（表1-1-2）。砂土的密实度，可根据标准贯入试验锤击数按规范分为松散、稍密、中密和密实。

3.黏性土：黏性土为塑性指数 $I_p > 10$ 的土，当 $I_p > 17$ 时为黏土，当 $10 < I_p \leq 17$ 时为粉质黏土。黏性土的状态，可根据液性指数按规范表分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑。

4.粉土：粉土介于砂土与黏性土之间，塑性指数 $I_p \leq 10$ 、粒径大于0.075mm且颗粒含量不超过全重50%的土。

5.人工填土：通常人工填土的工程性质不良，强度低，压缩性大且不均匀，其中压实填土相对较好。杂填土因成分复杂，平面与立面分布很不均匀、无规律，工程性质最差。在工程建设中所遇到的人工填土，往往各地都不一样。山区建设和新城市建设所遇到的人工填土，其填积年限不会太久，城市的市区所遇到的人工填土不少是炉渣、建筑垃圾及生活垃圾等杂填土。

表 1-1-1：碎石土的分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50%
角砾	棱角形为主	

表 1-1-2：砂土的分类

土的名称	粒组含量
砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量 25%~50%
粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量 50%
中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量 50%
细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 85%
粉砂	径大于 0.075m 的颗粒质量占总质量 50%~85%

在水利工程概预算中，对一个水利工程项目要系统地逐级划分为若干个各级项

目和费用项目，因此需要对施工工程土类和岩石进行专门的分级。在水利工程施工工程量计算中，涉及土方开挖工程、石方开挖工程和土石方回填工程，需要对施工工程土类和岩石进行专门的分级，本书仅列出工程土类分级表（表 1-1-3）。

表 1-1-3：一般工程土分级表

土质级别	土质名称	坚固系数 $f$	自然湿容重 / ( $\text{kN/m}^3$ )	外形特征	鉴别方法
I	1.砂土	0.5~0.6	16.19~17.17	疏松，黏着力差或易透水，略有黏性	用锹或略加脚踩
	2.种植土				
II	1.壤土	0.6~0.8	17.17~18.15	开挖时能成块，并易打碎	用锹需用脚踩开挖
	2.淤泥				
	3.含壤种植土				
III	1.黏土	0.8~1.0	17.66~19.13	黏手，看不见砂粒或干硬	用锹需用力脚踩开挖
	2.干燥黄土				
	3.干淤泥				
	4.含少量砾石黏土				
IV	1.坚硬黏土	1.0~1.5	18.64~20.60	土壤结构坚硬，将土分裂后成块状或含黏粒砾石较多	用镐，三齿耙撬挖
	2.砾质黏土				
	3.含卵石黏土				

#### （四）土的组成及压实性

疏松的土壤微粒组合起来，形成充满孔隙的土壤。这些孔隙中含有溶液（液体）和空气（气体），因此土是由固体颗粒（固相）、液体（液相）和空气（气相）组成的三相体，这三种成分混合分布。如果土中的孔隙全部被水所充满时，称为饱和土；如果孔隙全部被气体所充满时，称为干土；如果孔隙中同时存在水和空气时，称为湿土。饱和土和干土都是二相系，湿土为三相系。这些组成部分的相互作用和它们在数量上的比例关系，决定了土的物理力学性质。

有时建筑物需要建筑在填土上，为了提高填土的强度，增加土的密实度和均匀性，降低其透水性和压缩性，通常用分层压实的办法来处理地基。实践经验表明，要使土的压实效果最好，其含水率一定要适当。在一定的压实能量下使土最容易压实并能达到最大密实度时的含水率，称为土的最优含水率（或称最佳含水率），相对应的干重度称为最大干重度。另外，在同类土中，土的颗粒级配对土的压实效果影响很大，颗粒级配不均匀的容易压实，均匀的则不易压实。

同时必须指出：室内击实试验与现场夯实或碾压的最优含水率是不一样的。所谓最优含水率，是针对某一种土，在一定的压实机械、压实能量和填土分层厚度等条件下测得的。如果这些条件改变，就会得出不同的最优含水率。因此，要指导现场施工，还应该进行现场试验。

### (五) 特殊土

水利工程中特殊土的类别有软土、红黏土、人工填土、膨胀土、黄土、冻土等。

1.软土一般是指天然含水量大、压缩性高、承载力低和抗剪强度很低的呈软塑~流塑状态的黏性土。软土是一类土的总称,并非指某一种特定的土,工程上常将软土细分为软黏性土、淤泥质土、淤泥、泥炭质上和泥炭等。

具有天然含水量高、天然孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低、固结系数小、固结时间长、灵敏度高、扰动性大、透水性差、土层状分布复杂、各层之间物理力学性质相差较大等特点。

2.红黏土是指碳酸盐类岩石经强烈化学风化后形成的高塑性黏土。它广泛分布在我国云贵高原、四川东部、两湖和两广北部一些地区,是一种区域性特殊土。红黏土是红土的一种主要类型。

3.人工填土是由于人类活动而形成的堆积土。物质成分较杂乱,均匀性差,根据组成物质或堆积方式,又可分为素填土(碎石、沙土、粘性土等)、杂填土(含大量建筑垃圾及工业、生活废料)、冲填土(水力充填)及压实填土(分层压实土)等。填土堆积时间愈长,土的密实度愈好,作为地基的强度愈高。判断土体的均匀程度,结合当地建筑经验提出土质改良的某些处理方法,采取与地基不均匀沉降相适应的结构和措施。

4.膨胀土亦称“胀缩性土”。浸水后体积剧烈膨胀,失水后体积显著收缩的黏性土。由于土中含有较多的蒙脱石、伊利石等黏土矿物,故亲水性很强。膨胀土具有的胀缩变形特性的内在机制主要是指矿物成分及微观结构,其含有大量的蒙脱石、伊利石等亲水性黏土矿物,比表面积大。

## 第二章 常用材料的分类、基本性能及用途

### 第一节 建筑材料分类及性能指标

#### 一、建筑材料及分类

建筑材料是建筑工程中所应用的各种材料的统称，作为建筑工程实体的物质基础，用量巨大，在水利水电建设工程造价构成中占绝对主导地位。

建筑材料种类繁多，按组成物质种类和化学成分为无机材料、有机材料和复合材料三大类（见表 1-2-1）。

按功能又分为结构材料、装饰材料和专用材料等。

1. 结构材料，如混凝土、型钢、木材等
2. 防水材料，如防水砂浆、防水混凝土、紫铜止水片、膨胀水泥防水混凝土等。
3. 胶凝材料，如石膏、石灰、水玻璃、水泥、沥青等。
4. 装饰材料，如天然石材、建筑陶瓷制品、装饰玻璃制品、装饰砂浆、装饰水泥、塑料制品等。
5. 防护材料，如钢材覆面、码头护木等。
6. 隔热保温材料，如石棉板、矿渣棉、泡沫混凝土、泡沫玻璃、纤维板等。

表 1-2-1：建筑材料按化学成分分类表

建筑材料	无机材料	金属材料	黑色金属：钢、铁等
			有色金属：铝、铜等及其合金
		非金属材料	天然石料：砂石及各种石材制品
			胶凝材料：水泥、石灰、石膏、水玻璃等
	烧土制品：黏土砖、瓦、玻璃、陶瓷等		
	有机材料	植物质材料	混凝土及砂浆：普通混凝土、砌筑砂浆等
			木、竹及其制品等
		沥青材料	石油沥青、煤沥青及其制品等
	合成高分子材料	塑料、橡胶、涂料、胶合剂、密封材料等	
	复合材料	无机材料基复合材	水泥刨花板、混凝土、砂浆、纤维混凝土等
有机材料基复合材		沥青混凝土、玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）等	

#### 二、材料的性能及指标

工程领域中主要关注材料的物理、力学和加工三个方面性能。

材料的物理性能主要指标包括密度、比重、容重、孔隙率、硬度等。

材料的力学性能是指建筑材料在各种外力作用下抵抗破坏或变形的性质，主要指标



包括强度、弹性与塑性、脆性与韧性、刚度等。

材料的工艺性能是指金属材料在加工过程中所表现出来的加工难易程度的性能，它包括焊接性、铸造性、锻压性、可切削加工性和热处理工艺性等方面。

### （一）材料的基本物理性质

材料的基本物理性质是指材料不需要经过化学变化或没有发生化学反应就表现出来的性质。建筑工程领域主要关注材料与质量和水有关的指标。

#### 1. 与质量有关的指标

（1）材料的密度、表观密度和堆积密度：（见表 1-2-2）

（2）密实度与孔隙率：

密实度指材料体积内，被固体物质所充实的程度。

孔隙率指材料体积内，孔隙体积占总体积的百分率。

表 1-2-2：材料的密度、表观密度和堆积密度

名称	定义	表达式	单位	应用
密度	材料在绝对密实状态下，单位体积的质量	$\rho = \frac{m}{V}$	$\text{g/cm}^3$	钢材等金属
表观密度	材料在自然状态下，单位体积的质量	$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$	$\text{Kg/m}^3$ 或 $\text{g/cm}^3$	粘土砖等
堆积密度	材料在堆积状态下，单位体积的质量	$\rho' = \frac{m}{V_0}$	$\text{Kg/m}^3$	砂石

（3）填充率与空隙率：

填充率指散粒材料在其堆积体积中，被其颗粒填充的程度。

空隙率指散粒材料在其堆积体积中，颗粒之间的空隙体积占材料堆积体积的百分率。

#### 2. 材料与水有关的性质

材料在空气中与水接触时，根据材料表面被水润湿的情况，分亲水性材料和憎水性材料两类。当材料分子与水分子间的相互作用力大于水分子间的作用力时，材料表面就会被水所润湿，这种材料属于亲水性材料；如果材料分子与水分子间的相互作用力小于水本身分子间的作用力，则表示材料不能被水润湿，这种材料称为憎水性材料。大多数建筑材料，如石材、砖瓦、陶器、混凝土、木材等都属于亲水性材料，而沥青、石蜡和某些高分子材料属于憎水性材料。

其他材料与水相关的指标有：

（1）吸水性是指材料在水中吸收水分的性质，其大小用吸水率表示。

（2）吸湿性是指材料在潮湿的空气中吸收空气中水分的性质，大小用含水率表示。

（3）耐水性是指材料长期在饱和水作用下不被破坏，其强度也不显著降低的性质，用软化系数表示。

（4）抗冻性是指材料在吸水饱和状态下，经多次冻结和融化作用（冻融循环）抵抗破坏的性质。材料的抗冻性用抗冻等级  $F_n$  表示（ $n$  是材料试件经  $n$  次冻融循环试验后，

质量损失不超过 5%，抗压强度降低不超过 25% 的次数值。 $n$  的数值越大，说明抗冻性越好。)。材料的抗冻性大小与材料本身的组织构造、强度、吸水性、耐水性等因素有关。

(5) 渗透性（不透水性）是指材料抵抗水、油等液体压力作用渗透的性质。材料的抗渗性以渗透系数（ $K$ ）表示，也可以用抗渗等级（ $S$ ）来表示。

### （二）材料的力学性质

1. 强度：材料在外力（荷载）作用下抵抗破坏的能力，称为强度。当材料承受外力作用时，内部就产生应力。随着外力逐渐增加，应力也相应增大。直至材料内部质点间的作用力不能再抵抗这种应力时，材料即破坏，此时的极限应力值就是材料的强度。根据外力作用方式的不同，材料强度有抗拉、抗压、抗剪和抗弯（抗折）强度。材料的强度主要取决于它的组成和结构。一般来说，材料孔隙率越大，强度越低，另外不同的受力形式或不同的受力方向，强度也不相同。

2. 弹性与塑性：材料在外力作用下产生变形，若除去外力后变形随即消失，这种性质称为弹性。这种可恢复的变形称为弹性变形。材料在外力作用下产生变形，若除去外力后仍保持变形后的形状和尺寸，并且不产生裂缝的性质称为塑性。不能恢复的变形称为塑性变形。

3. 脆性与韧性：材料受力破坏时，无显著的变形而突然断裂的性质称为脆性。在常温、静荷载下具有脆性的材料称为脆性材料。

在冲击、振动荷载作用下，材料能够吸收较大的能量，同时能产生一定的变形而不致破坏的性质称为韧性或冲击韧性。

4. 耐久性：材料的耐久性是指用于建筑物的材料，在环境的多种因素作用下不变质、不被破坏，长久地保持其使用性能的性质。

耐久性是材料的一种综合性质，如抗冻性、抗风化性、抗老化性、耐化学腐蚀性等均属耐久性的范围。此外，材料的强度、抗渗性、耐磨性等也与材料的耐久性有密切关系。材料在建筑物使用过程中长期受到周围环境和各种自然因素的破坏作用，一般可分为物理作用、化学作用、机械作用、生物作用等。

材料的耐久性指标是根据工程所处的环境条件来决定的。例如，处于冻融环境的工程，所用材料的耐久性以抗冻性指标来表示。处于暴露环境的有机材料，其耐久性以抗老化能力来表示。

## 第二节 常用建筑材料

### 一、水泥

水泥是粉状水硬性无机胶凝材料,加水搅拌后成浆体,能在空气中或者在水中硬化,并能把砂、石等材料牢固地胶结在一起成为坚硬而结实的胶结料。水泥最主要的性质是除能在空气中硬化和保持强度外,还能在水中继续硬化,并长期保持和继续提高其强度。按其用途和性能可分为通用水泥、专用水泥与特种水泥三大类。

#### (一) 水泥的分类

1.按用途及性能分,见表 1-2-3。

(1) 通用水泥:一般土木建筑工程通常采用的水泥。通用水泥主要是指《通用硅酸盐水泥》规定的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥六大类,常用五种水泥主要成分及特性见表 1-2-4,常用水泥的选用见表 1-2-5。

(2) 专用水泥:专门用途的水泥。如油井水泥、道路硅酸盐水泥等。

(3) 特种水泥:具有特殊性能或用途的水泥。如快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥等。

1) 白色水泥:以含有着色杂质(如氧化铁、氧化锰)少的石灰石和粘土为原料,用无灰原料(如重油、煤气、天然气)煅烧而成的白色的硅酸盐水泥。在制造过程中尽量避免其它杂质混入生产。由于成本较高,又没有加入添加剂改善初凝和终凝的时间,工程上使用受到很大制约,一般只在做装饰工程中使用。在白水泥中拌入耐碱性的无机颜料,可得彩色水泥,同样是作为装饰材料使用。

2) 快硬硅酸盐水泥:主要用于配置早强混凝土,适用于紧急抢修工程与低温施工工程,制作预应力钢筋混凝土或高强混凝土预制构件。快硬硅酸盐水泥易受潮变质,应及时使用,不能久存。

3) 膨胀水泥:因其具有硬化后体积轻微膨胀的特性,主要用于配制防水砂浆、防水混凝土,构件的接缝与管道接头,结构的加固与修补等。

4) 砌筑水泥:是以活性混合材料或具有水硬性的工业废料为主要原料,加入少量的硅酸盐水泥熟料和石膏,经磨细制成的水硬性材料。因其硬化较慢,强度较低,配置砂浆和易性好,成本低,适用于制备工业与民用建筑的砌筑砂浆及内外墙抹面砂浆;不得用于钢筋混凝土,做其他用途时,必须通过试验确定。

2.按水泥主要水硬性物质可分为硅酸盐水泥(即国外通称的波特兰水泥(Portland cement)、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥、磷酸盐水泥等。

铝酸盐水泥是以铝矾土和石灰石为原料,经煅烧制得,以铝酸钙为主要成分、氧化

铝含量约 50%的熟料，经磨细制成的水硬性胶凝材料。常为黄色或褐色，也有呈灰色的，其密度、堆积密度与硅酸盐水泥相近。详细技术参数参见《铝酸盐水泥》(GB/T201-2015) 的相关规定。

表 1-2-3: 水泥的分类

类别	简称	混合料掺量 (%)	
通用水泥	硅酸盐水泥	0~5	
	普通硅酸盐水泥	普通水泥	6~15
	矿渣硅酸盐水泥	矿渣水泥	20~70
	火山灰硅酸盐水泥	火山灰水泥	20~50
	粉煤灰硅酸盐水泥	粉煤灰水泥	20~40
	复合硅酸盐水泥	复合水泥	15~50
专用水泥	专门用于某些工程的水泥		
特种水泥	某种性能比较突出的水泥		

水泥命名规则：通用水泥以主要水硬性矿物名称冠以混合材料名称命名；专用水泥以其专门用途命名；特种水泥以水泥的主要水硬性矿物名称冠以水泥的主要特性命名。

表 1-2-4: 五种常用水泥的主要性能

项目	硅酸盐水泥 P·I, P·II	普通水泥 P·O	矿渣水泥 P·S	火山灰水泥 P·P	粉煤灰水泥 P·F
主要成分	硅酸盐水泥熟料为主, 0~5% 混合材料	在硅酸盐水泥熟料中允许加入不超过 20% 混合材料	在硅酸盐水泥熟料中掺入占水泥质量 20%~70% 的粒化高炉矿渣	在硅酸盐水泥熟料中掺入占水泥质量 20%~50% 的火山灰质混合材料	在硅酸盐水泥熟料中掺入占水泥质量 20%~40% 的粉煤灰
特性	硬化快, 早期强度高 水化热大 耐冻性好 耐腐蚀性与耐软水性差	早期强度较高 水化热较大 耐冻性较好 耐腐蚀性与耐软水性较差	早期强度低, 后期强度增长快 抗渗性差 耐冻性差 耐硫酸盐侵蚀与耐软水性较好 抗碳化性差 独特性能: 耐热性、耐磨性均较好	抗渗性较好, 耐磨性均较差, 其它同矿渣水泥 独特性能: 干缩大	干缩较小, 抗裂性能较好, 其它同火山灰水泥 独特性能: 流动性好
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	3.0~3.15	3.0~3.15	2.8~3.1	2.8~3.1	2.8~3.1
堆积密度 (Kg/m <sup>3</sup> )	1000~1600	1000~1600	1000~1200	900~1000	900~1000
强度等级和类型	42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R	42.5、42.5R、52.5、52.5R	32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R		

铝酸盐水泥长期强度有降低趋势，不宜用于长期承重的结构及长期处于高温高湿环境的工程中（如高温窑炉炉衬等）。在一般的混凝土工程中应禁止使用。其早期强度增

长快，1d强度可达最高强度的80%，故宜用于紧急抢险工程（堵漏等）、紧急军事工程（筑路、桥）及要求早期强度高的特殊工程。水化热大，不宜用于大体积混凝土工程，但适用于冬季施工的混凝土工程；最适宜的硬化温度为15℃，一般不得超过25℃，故不适用于高温季节施工，也不适合蒸汽养护；耐热性较好、抗硫酸盐侵蚀性强，耐酸性好，但抗碱性极差，不得用于接触碱性溶液的工程。施工时不得与石灰和硅酸盐水泥混合，不得与尚未硬化的硅酸盐水泥接触使用。

表 1-2-5 常用水泥的选用

用途	混凝土工程特点及所处的环境条件		优先选用	可以选用	不宜选用
普通 混凝土	1	在一般气候环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥	
	2	在干燥环境中的混凝土	普通水泥		火山灰水泥 粉煤灰水泥 矿渣水泥
	3	在高湿环境中，或长期处于水中的混凝土	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥	普通水泥	
	4	厚大体积的混凝土	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥	普通水泥	硅酸盐水泥
有特殊 要求的 混凝土	1	要求快硬，高强（>C40）的混凝土	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥 火山灰水泥 复合水泥
	2	严寒地区的露天混凝土、寒冷地区处于水位升降范围内的混凝土	普通水泥	矿渣水泥（强度等级>32.5）	火山灰水泥 粉煤灰水泥
	3	严寒地区处于水位升降范围内的混凝土	普通水泥（强度等级>42.5）		火山灰水泥 矿渣水泥 粉煤灰水泥 复合水泥
	4	有抗渗要求的混凝土	普通水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥		矿渣水泥
	5	有耐磨性要求的混凝土	硅酸盐水泥 普通水泥	矿渣水泥（强度等级>32.5）	火山灰水泥 粉煤灰水泥
	6	受侵蚀性介质作用的混凝土	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥		硅酸盐水泥 普通水泥

### （一）硅酸盐水泥

国家标准《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）规定，不加混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥，代号为P·I；水泥熟料研磨时，加不超过水泥熟料质量5%的石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称Ⅱ型硅酸盐水泥，其代号为P·II。

硅酸盐水泥有不溶物、氧化镁、SO<sub>3</sub>、烧失量、细度、凝结时间、安定性、强度、碱含量和氯离子含量等 10 项技术要求。其中，影响水泥性能的主要指标有细度、凝结时间、体积安定性与强度等 4 项。

1. 密度与堆积表观密度:硅酸盐水泥的密度一般为 3.1~3.2g/cm<sup>3</sup>。松散堆积表观密度一般为 900~1300kg/m<sup>3</sup>，紧密堆积表观密度可达 1400~1700kg/m<sup>3</sup>。

2. 细度:细度是指水泥颗粒的粗细程度，是检定水泥品质的主要指标之一。水泥的细度要控制在一个合理的范围，硅酸盐水泥细度采用透气式比表面积仪检验，要求其比表面积大于 300m<sup>2</sup>/kg；其他五类水泥细度用筛析法检验，要求在 0.08mm 标准筛上筛余量不得超过 10%。

3. 凝结时间:水泥的凝结时间分为初凝时间与终凝时间，国家标准规定，硅酸盐水泥初凝时间不得早于 45min，终凝时间不得迟于 6.5h；其他通用水泥初凝时间不得早于 45min，终凝时间不得迟于 10h。

4. 体积安定性:水泥体积安定性是指水泥在凝结硬化过程中体积变化是否均匀的性能。安定性不良会使水泥制品或混凝土构件产生膨胀性裂缝，降低建筑物质量，甚至引起严重事故。安定性不合格的水泥应作废品处理，不能用于工程中。

安定性不良的主要原因是熟料中所含的游离氧化钙或游离氧化镁过多，或水泥磨细时入石膏过量。安定性不良可用沸煮法检验，分为试饼法、雷氏夹法。

5. 强度及强度等级:水泥的强度是评价和选用水泥的重要技术指标，也是划分水泥强度等级的重要依据。水泥的强度除受水泥熟料的矿物组成、混合料的掺量、石膏掺量、细度、龄期和养护条件等因素影响外，还与试验方法有关。国家标准规定，采用胶砂法来测定水泥的 3d 和 28d 的抗压强度和抗折强度，根据测定结果来确定该水泥的强度等级。

水泥强度测定按照《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》（GB/T17671-1999）进行，由按质量计的 1 份水泥、3 份 ISO 标准砂，用 0.5 的水灰比拌制一组 40mm×40mm×160mm 塑性胶砂试件，在（20±1）℃水中养护。强度等级按 3d 和 28d 的抗压强度和抗折强度来划分，分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5 和 62.5R 六个等级。有代号 R 的为早强型水泥。各等级的强度值不得低于《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）的规定值。

6. 水化热:水泥水化过程中放出的热量称为水泥的水化热（kJ/kg）。水泥水化热的大部分是在水化初期（7d 前）释放出的，后期放热量逐渐减少。

水泥水化热的大小及放热速率，主要决定于水泥熟料的矿物组成、细度等因素。通常强度等级高的水泥，水化热较大。凡起促凝作用的因素（如添加氯化钙 CaCl<sub>2</sub>）均可提高早期水化热。反之，凡能减慢水化反应的因素（如加入缓凝剂），则能降低或推迟放热速率。水泥在运输与保管时，不得受潮及混入杂物，不同品种和强度的水泥应分别存储，储存期不宜过长（在正常储存条件下，一般水泥每天强度损失率为 0.2%-0.3%），尽量做到先存先用。

## 二、骨料

在混凝土中，砂与石子主要起骨架作用，称为骨料，又称集料，还可以起到减小混凝土因水泥硬化产生的收缩作用。

### （一）细骨料

粒径在 0.16~5mm 间的骨料为细骨料（细集料）。其来源主要有天然砂（河砂、山砂、海砂）、人工砂（由人工破碎，制砂机加工）。大多数天然砂颗粒较圆，比较洁净，粒度较为整齐，而人工砂颗粒多具有棱角，表面粗糙。砂与胶凝材料如水泥、石灰或石膏等配制成砂浆或混凝土使用。在基础工程中，砂可作为地基处理的材料，如砂桩、砂井、砂垫层等。

砂的物理特性：砂的密度一般为 2.6~2.7g/cm<sup>3</sup>；砂的体积质量在干燥状态下平均为 1500~1600kg/m<sup>3</sup>；在堆积振动下紧密状态时可达 1600~1700kg/m<sup>3</sup>；砂的空隙率在干燥状态下一般为 35%~45%。

砂的颗粒要求：砂的颗粒应该坚硬结晶，不掺杂小石子、泥土、草根、树皮或其他杂质。黏土、淤泥黏附在砂砾表面，阻碍水泥与砂砾的黏结，降低混凝土强度、抗冻性和抗磨性，并增大混凝土的干缩。

混凝土用砂的选择主要从混凝土的和易性和水泥用量的影响两个方面考虑，因此主要考虑砂的粗细程度与级配。级配良好的砂，具有较小的空隙率，用来配制混凝土，不仅所需水泥浆量较少，而且可以提高混凝土的流动性、密实度和强度。

砂的粗细程度是指不同粒径的砂粒混合在一起后的平均粗细程度，通常有粗砂、中砂、细砂之分。

砂的颗粒级配与粗细程度，通常用筛分法进行测定。

砂的粗细程度用细度模数（M<sub>x</sub>）表示，其计算式如下：

$$M_x = \frac{(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5) - 5A_1}{100 - A_1}$$

式中：A<sub>n</sub> 为标准筛将 500g 干砂由粗到细依次过筛后，累计筛余百分比。

细度模数越大表示砂越粗。其中粗砂 M<sub>x</sub> 为 3.7~3.1；中砂 M<sub>x</sub> 为 3.0~2.3；细砂 M<sub>x</sub> 为 2.2~1.6；特细砂 M<sub>x</sub> 为 1.5~0.7。

级配是混凝土用砂的一个关键标准。除特细砂外，砂的颗粒级配一般是按 600 μm 方筛孔的累计筛余量（以质量百分率计，下同），分成三个级配区的，且砂的颗粒级配应处于这三个级配区中的某一区内。砂的实际颗粒级配与累计筛余相比，除 4.75mm 和 600 μm 的累计筛余外，其余的累计筛余可稍有超出分界线，但总超出量不应大于 5%。

混凝土用砂优先选用级配良好的中砂，这种砂的空隙率与总表面积均小，不仅水泥用量较少，还保证混凝土有较高的密实度和强度。

此外混凝土用砂中不应含有可引起混凝土体积稳定性异常的杂质；尾矿、废渣生产

的沙子，要符合环保和安全的相关标准规范；砂存在潜在碱-碳酸盐反应危害时，不宜用作混凝土骨料；砂的放射性应符合现行国家标准规定。

### （二）粗骨料

骨料中粒径大于 5mm 的称为粗骨料（粗集料），混凝土中粗骨料有碎石（人工）和卵石（天然）两种。

碎石表面粗糙，具有棱角，与水泥黏结性较好；而卵石多为近似圆形，表面光滑，与水泥的黏结性较差。在水泥用量和水用量相同的情况下，碎石拌制的混凝土强度较高，但流动性较小。

粗骨料中的有害杂质有泥、泥块、硫化物、硫酸盐和有机质等；石子的形状以接近立方体或球形为好，不应含有过多的针、片状颗粒。针状颗粒指颗粒长度大于该颗粒所属粒级平均粒径的 2.4 倍；片状颗粒指厚度小于平均粒径的 40%。平均粒径是指该粒级上、下限的平均值。当针、片状颗粒含量过多，会增大粗骨料空隙率，影响混凝土的工作性和强度，因此应对其含量加以限制。

对于重要工程所使用的石子，为控制碱活性骨料反应（指在一定条件下骨料与水泥、外加剂、掺合料等中的碱物质发生化学反应，导致混凝土结构膨胀、开裂甚至破坏），应进行碱活性检验。

碎石的强度用岩石的块体抗压强度或者压碎指标表示；卵石的强度用压碎指标表示。石子的抗压强度，是在母岩中取样制作 50mm 的立方体试件，在水中浸泡 48h 所测强度，要求岩石的抗压强度与混凝土抗压强度比值不小于 1.5（岩浆岩的抗压强度不宜低于 80MPa，沉积岩不宜低于 45MPa，变质岩不宜低于 60MPa）。

石子级配的好坏对节约水泥，保证混凝土具有较高的密实度、强度与工作性能有很密切的关系。

石子公称粒径的上限，称为石子的最大粒径。随着石子最大粒径的增大，在质量相同时，其总表面积减小，因此在条件许可时，石子的最大粒径应尽可能选得大一些，以节约水泥。

混凝土对石子的要求：①应采用粒形良好、质地坚硬的洁净碎石；②碎石粒径宜在 25mm 及以下，且有连续粒径；（见 GB50666-2011 附录 F.0.2）；③碎石的含泥量、泥块含量限制见 GB50666-2011《混凝土结构工程施工规范》附录 F.0.4；④碎石中的针、片状颗粒含量限制见 GB50666-2011 附录 F.0.3；⑤碎石的压碎指标按岩石品种含量限制见 GB50666-2011 附录 F.0.5。

## 三、混凝土

普通混凝土指以水泥为主要胶凝材料，与水、砂、石子，必要时掺入化学外加剂和矿物掺合料，按适当比例配合，经过均匀搅拌、密实成型及养护硬化而成的人造石材。混凝土主要划分为两个阶段与状态：凝结硬化前的塑性状态，即新拌混凝土或混凝土拌



合物；硬化之后的坚硬状态，即硬化混凝土或混凝土。

混凝土强度等级是以立方体抗压强度标准值划分，按《混凝土强度检验评定标准》（GB/T50107-2010）普通混凝土强度等级划分为 14 级：C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75 及 C80。

### （一）混凝土的分类及基本性质

在水利水电工程中，应用最广泛的是水泥混凝土，即以水泥为胶凝材料，以砂、石为骨料，加水制成的混合物，经过一定时间硬化而成的水泥混凝土。混凝土分类见表 1-2-6。

表 1-2-6：混凝土分类

名称	分类方式	种类
混凝土	按表观密度分类	重混凝土、普通混凝土、轻混凝土等
	按胶结材料分类	水泥混凝土、石膏混凝土、沥青混凝土等
	按使用功能分类	道路混凝土、水工混凝土、防辐射混凝土等
	按施工方法分类	浇筑混凝土、泵送混凝土、喷射混凝土、碾压混凝土等

### （二）混凝土拌合物的和易性

1.和易性的含义：和易性是指混凝土拌合物易于施工操作（搅拌、运输、浇灌、捣实）并能获得质量均匀、成型密实的混凝土的性能。和易性是一项综合的技术性质，包括流动性、粘聚性和保水性三方面的含义。

（1）流动性：新拌混凝土在自重或机械振捣作用下，能产生流动并均匀密实地填充到模板的各个角落的性能；

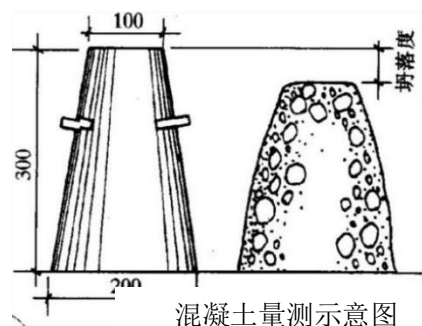
（2）粘聚性：新拌混凝土在施工过程中，其组成材料之间有一定的粘聚力，使得混凝土不致发生分层和离析的性能；

（3）保水性：新拌混凝土在施工中，保持水分不易析出的能力。

#### 2.和易性测定方法

坍落度试验只适用骨料最大粒径不大于 40mm，坍落度值不小于 10mm 且不大于 220mm 的混凝土拌合物。根据坍落度的不同，可将混凝土拌合物分为低塑性混凝土、塑性混凝土、流动性混凝土和大流动性混凝土 4 级。

将混凝土拌合物按规定分三次装入坍落度筒中，每次用振捣棒按顺时针方向由筒中心向四周插捣 25 次，三次插捣完毕后将多余的混凝土刮平，垂直向上提起坍落度筒并移至一旁，混凝土拌合物由于自重将会产生坍落现象，然后用尺子量出混凝土坍落的尺寸就叫做坍落度。做坍落度试验测定拌合物的流动性，并辅以直观经验评定粘聚性和保水性。



对于干硬性混凝土拌合物（坍落度值小于 10mm），通常用维勃稠度仪测定其维勃稠度。

流动性的测定：将坍落度筒垂直向上快速提起，测量筒高与坍落后的混凝土试件最高点之间的高度差，即为该混凝土拌和物的坍落度值（以 mm 为单位，精确到 5mm），通常用 T 表示。

粘聚性的观察：用捣棒在已坍落的混凝土锥体侧面轻轻敲打，如果混凝土锥体逐渐下降，表示粘聚性良好，如果锥体倒塌或崩裂，说明黏聚性不好。

保水性的观察：若提起坍落度筒后发现较多浆体从筒底流出，说明保水性不好。

表 1-2-7：混凝土浇筑时坍落度 单位（mm）

构件种类	坍落度
基础或地面等的垫层、无配筋的大体积结构（挡土墙、基础等）或配筋稀疏的结构	10~30
板、梁和大型及中型截面的柱子等	30~50
配筋密列的结构（薄壁、斗仓、细柱等）	50~70
配筋特密的结构	70~90

气候条件：气温高、空气相对湿度小时、因水泥水化速度加快及水分挥发加速，坍落度损失大，宜选大些。

#### 4. 影响混凝土和易性的主要因素

（1）水泥浆数量：以满足流动性为度，不宜过量。在水灰比不变的情况下，如果水泥浆越多，则拌合物的流动性越大。但若水泥浆过多，使拌合物的粘聚性变差。

（2）水泥浆稠度（水灰比）：水与水泥的质量比称为水灰比（W/C）。水灰比不宜过大或过小。水灰比过小时，混凝土拌合物流动性过小，会使施工困难，不能保证混凝土的密实性；水灰比过大时，又会造成混凝土拌合物的粘聚性和保水性不良。无论是水泥浆的多少，还是水泥浆的稠度，实际上对混凝土拌合物流动性起决定作用的是用水量的多少。

（3）砂率：砂率是指砂用量与砂、石子总用量的质量百分比。砂率不宜过大或过小，存在一合理砂率。砂率过大时，骨料的总表面积增大，包裹骨料的水泥浆层变薄，拌合物流动性降低；砂率过小，则会使拌合物粘聚性和保水性变差，产生离析、流浆等现象。影响合理砂率的因素：石子最大粒径与级配、砂的细度模数、水灰比、流动性要求、外加剂等。施工时应尽量选用较小的砂率，以节约水泥。

（4）水泥品种：水泥对和易性的影响主要表现在水泥的需水性上。使用不同水泥拌制的混凝土，其和易性由好至坏的顺序：粉煤灰水泥—普通水泥、硅酸盐水泥—矿渣水泥（流动性大，但粘聚性差）—火山灰水泥（流动性差，但粘聚性和保水性好）。

（5）骨料性质：骨料的粒径越大、总比表面积越小，拌合物流动性大；卵石比碎石的流动性大。

（6）外加剂：外加剂能使混凝土拌合物在不增加水泥用量的条件下，获得良好的和

易性。不仅流动性显著增加，而且还有有效的改善拌合物的粘聚性和保水性。

(7) 时间和温度：环境温度升高，水分蒸发及水化反应加快，相应坍落度下降。搅拌后搁置的时间越长，水分蒸发，则坍落度下降。

### (三) 混凝土强度

按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081-2002，制作边长为150mm的立方体试块，在标准养护（温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度在95%以上）条件下，养护至28d龄期，用标准试验方法测得的极限抗压强度，称为混凝土标准立方体抗压强度。按照《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）规定，在立方体极限抗压强度总体分布中，具有95%强度保证率的立方体试件抗压强度，称为混凝土立方体抗压强度标准值（以MPa计）。

### (四) 混凝土耐久性

混凝土的耐久性是指混凝土能抵抗环境介质的长期作用，保持正常使用性能和外观完整性的能力，包括抗渗性、抗冻性、抗冲磨性、抗侵蚀性以及碳化等。

1. 抗渗性：混凝土的抗渗性是指其抵抗压力水渗透作用的能力。混凝土抗渗性可用渗透系数或抗渗等级表示。我国目前沿用的表示方法是抗渗等级。混凝土抗渗等级，是以28d龄期的标准试件，在标准试验方法下所能承受的最大水压力来确定的。混凝土抗渗等级（《混凝土质量控制标准》（GB50164-2011））分为P4、P6、P8、P10、P12等，即表示混凝土在标准试验条件下能抵抗0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa、1.2MPa的压力水而不渗水。

2. 抗冻性：混凝土的抗冻性是指混凝土在水饱和状态下能经受多次冻融作用而不破坏，同时也不严重降低强度的性能。混凝土抗冻性常以抗冻等级表示。抗冻等级采用快速冻融法确定，取28d龄期 $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 400\text{mm}$ 的混凝土试件，在水饱和状态下经n次标准条件下的快速冻融后，若其相对动弹性模量下降至60%或质量损失达5%，则该混凝土抗冻等级即为Fn。抗冻等级分为F50、F100、F150、F200、F250、F300、F350等。

3. 抗磨性：受磨损、磨耗作用的表层混凝土（如受挟沙高速水流冲刷的混凝土及道路路面混凝土等），要求有较高的抗磨性。混凝土的抗磨性不仅与混凝土强度有关，而且与原材料的特性及配合比有关。选用坚硬耐磨的骨料、高强度等级的硅酸盐水泥，配制成水泥浆含量较少的高强度混凝土，经振捣密实，并使表面平整光滑，混凝土将获得较高的抗磨性。对于有抗磨要求的混凝土，其强度等级应不低于C35，或者采用真空作业，以提高其耐磨性。对于结构物可能受磨损特别严重的部位，应采用抗磨性较强的材料加以防护。

4. 抗侵蚀性：环境介质对混凝土的化学侵蚀有淡水侵蚀、硫酸盐侵蚀、海水侵蚀、酸碱侵蚀等，其侵蚀机理与水泥石化学侵蚀相同。其中海水的侵蚀除了硫酸盐侵蚀外，还有反复干湿作用盐分在混凝土内的结晶与聚集，海浪的冲击磨损、海水中氯离子对钢筋的锈蚀作用等，同样会使混凝土受到侵蚀而破坏。对以上各类侵蚀难以有共同的防止措施。采取的措施或是设法提高混凝土的密实度，改善混凝土的孔隙结构，以使环境侵

蚀介质不易渗入混凝土内部；或采用外部保护措施以隔离侵蚀介质不与混凝土相接触。

5.碳化：混凝土的碳化是指空气中的  $\text{CO}_2$  通过混凝土中的毛细孔隙，由表及里地向内部扩散，在有水分存在的条件下，与水泥石中的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应生成  $\text{CaCO}_3$ ，使混凝土中  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  浓度下降的现象。碳化对混凝土的物理力学性能有明显作用，会使混凝土出现碳化收缩，强度下降，还使混凝土中的钢筋因失去碱性保护而锈蚀，最终导致钢筋混凝土结构的破坏。碳化对混凝土的性能也有有利的一面，表层混凝土碳化时生成的碳酸钙，可减少水泥石的孔隙，对有害介质的内侵具有一定的缓冲作用。

使用硅酸盐水泥或者普通水泥，采用较小的水灰比或者较多的水泥用量，掺用引气剂或者减水剂，采用密实的砂石骨料以及严格控制混凝土的施工质量，使混凝土均匀密实等均可以提高混凝土抗碳化能力。混凝土中入粉煤灰以及采用蒸汽养护的养护方法，会加速混凝土的碳化。

### （五）混凝土用水

混凝土拌合及养护用水的水质应符合《混凝土用水标准》(JGJ63-2006)的有关规定，对于设计使用年限为 100 年的结构混凝土，氯离子含量不得超过 500mg/L。混凝土拌合用水的水质检验项目包括 pH 值、不溶物、可溶物、 $\text{Cl}^-$ 、碱含量。被检验水样还应与饮用水样进行水泥凝结时间和水泥胶砂强度对比试验。此外，混凝土拌合用水不应漂浮明显的油脂和泡沫，不应有明显的颜色和异味。

### （六）混凝土外加剂概述

#### 1.外加剂及分类

混凝土外加剂是指为改善和调节混凝土的性能而掺入的物质。混凝土外加剂在工程中的应用越来越广泛，越来越受到重视，同时外加剂的品种选用、添加量和添加方式不当都会对混凝土性能带来严重负面影响，需要特别注意。

外加剂在改善混凝土的性能方面具有以下作用：可以减少混凝土的用水量，或者不增加用水量就能增加混凝土的流动度；可以调整混凝土的凝结时间；可以减少混凝土拌合物泌水和离析，改善和易性；减少坍落度损失，增加泵送混凝土的可泵性；可以减少收缩，加入膨胀剂还可以补偿收缩；延缓混凝土初期水化热，降低大体积混凝土的温升速度，减少裂缝发生；提高混凝土早期强度，防止负温下冻结；提高强度，增加抗冻性、抗渗性、抗磨性、耐腐蚀性；控制碱-骨料反应，阻止钢筋锈蚀，减少氯离子扩散；制成其他特殊性能的混凝土。

混凝土外加剂按其主要功能分为四类：

- (1) 改善混凝土拌物流变性能的外加剂。包括各种减水剂、引气剂和泵送剂等。
- (2) 调节混凝土凝结时间、硬化性能的外加剂。包括缓凝剂、早强剂和速凝剂等。
- (3) 改善混凝土耐久性的外加剂。包括引气剂、防水剂和阻锈剂等。
- (4) 改善混凝土其它性能的外加剂。包括加气剂、膨胀剂、着色剂、防冻剂、防水

剂和泵送剂等。

目前在工程中常用的外加剂主要有减水剂、早强剂、引气剂、缓凝剂、防冻剂、速凝剂、膨胀剂等。

**减水剂：**减水剂是在混凝土坍落度基本相同的条件下，能显著减少混凝土拌和水量的外加剂。在混凝土中加入减水剂后，根据使用目的的不同，一般可取得以下效果：在用水量及水胶比不变时，混凝土坍落度可增大 100~200mm，且不影响混凝土的强度，增加流动性；在保持流动性及水泥用量不变的条件下，可减少拌和水量 10%~15%，从而降低了水胶比，使混凝土强度提高 15%~20%，特别是早期强度提高更为显著；在保持流动性及水胶比不变的条件下，可以在减少拌和水量的同时，相应减少水泥用量，即在保持混凝土强度不变时，可节约水泥用量 10%~15%；掺入减水剂能显著改善混凝土的孔隙结构，使混凝土的密实度提高，透水性可降低 40%~80%，从而可提高抗渗、抗冻、抗化学腐蚀及抗锈蚀等能力，改善混凝土的耐久性。此外，掺用减水剂后，还可以改善混凝土拌和物的泌水、离析现象，延缓混凝土拌和物的凝结时间，减慢水泥水化放热速度和配制特种混凝土。

**早强剂：**早强剂是指能加速混凝土早期强度发展的外加剂。早强剂可促进水泥的水化和硬化进程，加快施工进度，提高模板周转率，特别适用于冬期施工或紧急抢修工程。目前广泛使用的混凝土早强剂有三类，即氯化物（如  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{NaCl}$  等）、硫酸盐系（如  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  等）和三乙醇胺系，但使用更多的是以它们为基材的复合早强剂，其中氯化物对钢筋有锈蚀作用，常与阻锈剂共同使用。

**引气剂：**引气剂是指搅拌混凝土过程中能引入大量均匀分布、稳定而封闭的微小气泡的外加剂。引气剂能使混凝土的某些性能得到明显的改善或改变，改善混凝土拌和物的和易性，显著提高混凝土的抗渗性、抗冻性，但混凝土强度略有降低。引气剂可用于抗渗混凝土、抗冻混凝土、抗硫酸侵蚀混凝土、泌水严重的混凝土、轻混凝土以及对饰面有要求的混凝土等，但引气剂不宜用于蒸养混凝土及预应力钢筋混凝土。引气剂的掺用量通常为水泥质量的 0.005%~0.015%（以引气剂的干物质计算）

**缓凝剂：**缓凝剂是指能延缓混凝土凝结时间，并对混凝土后期强度发展无不利影响的外加剂。缓凝剂主要有四类：糖类（如糖蜜）、木质素磺酸盐类（如木钙、木钠）、羟基羧酸及其盐类。

## 2. 外加剂的选择和使用

在混凝土中掺入外加剂，可明显改善混凝土的技术性能，取得显著的技术经济效果。若选择和使用不当，会造成事故。因此，在选择和使用外加剂时，应注意以下几点。

(1) 品种选择：外加剂品种、品牌很多，效果各异，特别是对于不同品种的水泥效果不同。使用时应根据工程需要和现场的材料条件，参考有关资料并通过试验确定。

(2) 掺量确定：混凝土外加剂均有适宜掺量，掺量过小，往往达不到预期效果；掺量过大，则会影响混凝土质量，甚至造成质量事故，应通过试验试配确定最佳掺量。

(3) 掺加方法：外加剂掺量很少，必须保证其均匀度，一般不能直接加入混凝土搅拌机内。对于可溶水的外加剂，应先配成一定浓度的水溶液，随水加入搅拌机；对不溶于水的外加剂，应与适量水泥或砂混合均匀后加入搅拌机内。另外，外加剂的掺入时间、方式对其效果的发挥也有很大影响，如为保证减水剂的减水效果，减水剂有同掺法、后掺法、分次掺入三种方法。

### 四、建筑钢材的性能和应用

建筑钢材可分为钢结构用钢、钢筋混凝土结构用钢和建筑装饰用钢材制品等。

#### (一) 建筑钢材的主要钢种

钢材是以铁为主要元素，含碳量为 0.02%~2.06%，并含有其他元素的合金材料。钢材按化学成分，分为碳素钢和合金钢两大类。碳素钢根据含碳量，又可分为低碳钢（含碳量小于 0.25%）、中碳钢（含碳量 0.25%~0.6%）和高碳钢（含碳量大于 0.6%）。合金钢是在炼钢过程中加入一种或多种合金元素，如硅（Si）、锰（Mn）、钛（Ti）、钒（V）等而得的钢种。按合金元素的总含量合金钢又可分为低合金钢（总含量小于 5%）、中合金钢（总含量 5%~10%）和高合金钢（总含量大于 10%）。

建筑钢材的主要钢种有碳素结构钢、优质碳素结构钢和低合金高强度结构钢。

国家标准《碳素结构钢》（GB/T700-2006）规定，碳素结构钢的牌号由代表屈服强度的字母 Q、屈服强度数值、质量等级符号、脱氧方法符号四个部分按顺序组成。其中，质量等级以磷、硫杂质含量由多到少，分别用 A、B、C、D 表示，D 级钢质量最好，为优质钢；脱氧方法符号的含义为：F-沸腾钢，Z-镇静钢，TZ-特殊镇静钢，牌号中符号 Z 和 TZ 可以省略。例如，Q235-AF 表示屈服强度为 235MPa 的 A 级沸腾钢。碳素结构钢为一般结构和工程用钢，适于生产各种型钢、钢板、钢筋、钢丝等。

优质碳素结构钢钢材按冶金质量等级分为优质钢、高级优质钢（牌号后加“A”）和特级优质钢（牌号后加“E”）。优质碳素结构钢一般用于生产预应力混凝土用钢丝、钢绞线、锚具，以及高强度螺栓、重要结构的钢铸件等。

#### (二) 常用建筑钢材

##### 1. 钢结构用钢

钢结构用钢主要是热轧成型的钢板和型钢等。薄壁轻型钢结构中主要采用薄壁型钢、圆钢和小角钢。钢材所用的母材主要是普通碳素结构钢及低合金高强度结构钢。钢结构常用的热轧型钢有：工字钢、H 型钢、T 型钢、槽钢、等边角钢、不等边角钢等。型钢是钢结构中采用的主要钢材。

钢板材包括钢板、花纹钢板、建筑用压型钢板和彩色涂层钢板等。钢板规格表示方法为“宽度×厚度×长度”（单位为 mm）。钢板分厚板（厚度大于 4mm）和薄板（小于 4mm）两种。厚板主要用于结构，薄板主要用于屋面板、楼板和墙板等。

## 2. 钢筋混凝土结构用钢

钢筋混凝土结构用钢主要品种有热轧钢筋、预应力混凝土用热处理钢筋、预应力混凝土用钢丝和钢绞线等。热轧钢筋是建筑工程中用量最大的钢材品种之一，主要用于钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构的配筋。热轧带肋钢筋包括普通热轧钢筋 HRB400、HRB500、HRB600、HRB400E、HRB500E 和细晶粒热轧钢筋 HRBF400、HRBF500、HRBF400E、HRBF500E 九个牌号，按屈服强度特征值分为 400、500、600 级。钢筋公称直径范围 6~50mm。

目前，我国常用的热轧钢筋品种、强度特征值表 1-2-8。

热轧光圆钢筋强度较低，与混凝土的粘结强度也较低，主要用作板的受力钢筋、箍筋以及构造钢筋。热轧带肋钢筋与混凝土之间的握裹力大，共同工作性能较好，其中的 HRB400 级钢筋是钢筋混凝土用的主要受力钢筋，是目前工程中常用的钢筋牌号。

国家标准规定，有较高要求的抗震结构适用的钢筋牌号为在表 1-3-7 中已有带肋钢筋牌号后加 E（例如：HRB400E、HRBF400E）的钢筋。该类钢筋除满足表中的强度特征值要求外，还应满足以下要求：

- (1) 钢筋实测抗拉强度与实测下屈服强度之比不小于 1.25；
- (2) 钢筋实测屈服强度与表 1-3-7 规定的屈服强度特征值之比不大于 1.30；
- (3) 钢筋的最大力总伸长率不小于 9%。

国家标准还规定，热轧带肋钢筋应在其表面轧上牌号标志、生产企业序号（许可证后 3 位数字）和公称直径毫米数字，还可轧上经注册的厂名（或商标）。钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示，HRB400、HRB500、HRB600 分别以 4、5、6 表示，HRBF400、HRBF500 分别以 C4、C5 表示，HRB400E、HRB500E 分别以 4E、5E 表示，HRBF400E、HRBF500E 分别以 C4E、C5E 表示。厂名以汉语拼音字头表示。公称直径毫米数以阿拉伯数字表示。

## 3. 建筑装饰用钢材制品

现代建筑装饰工程中，钢材制品得到广泛应用。常用的主要有不锈钢钢板和钢管、彩色不锈钢板、彩色涂层钢板和彩色涂层压型钢板，以及镀锌卷帘门板及轻钢龙骨等。

(1) 不锈钢及其制品：不锈钢是指含铬量在 12% 以上的铁基合金钢。铬的含量越高，钢的抗腐蚀性越好。建筑装饰工程中使用的是要求具有较好的耐大气和水蒸气侵蚀性的普通不锈钢。用于建筑装饰的不锈钢材主要有薄板（厚度小于 2mm）和用薄板加工制成的管材、型材等。

(2) 轻钢龙骨：以镀锌钢带或薄钢板为原料由特制轧机经多道工艺轧制而成，断面有 U 形、C 形、T 形和 L 形。主要用于装配各种类型的石膏板、钙塑板、吸声板等，用作室内隔墙和吊顶的龙骨支架。与木龙骨相比，具有强度高、防火、防潮、便于施工安装等特点。

### (三) 建筑钢材的力学性能

钢材的主要性能包括力学性能和工艺性能。其中，力学性能是钢材最重要的使用性能包括拉伸性能、冲击性能、疲劳性能等。工艺性能表示钢材在各种加工过程中的行为，包括弯曲性能和焊接性能等。

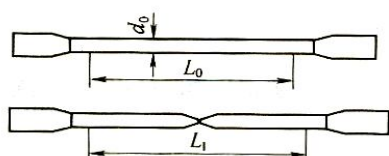
1.拉伸性能：反映建筑钢材拉伸性能的指标，是最重要的力学性能，包括屈服强度、抗拉强度、屈强比和伸长率。屈服强度是结构设计中钢材强度的取值依据。抗拉强度与屈服强度之比（强屈比）是评价钢材使用可靠性的一个参数。

表 1-2-8：常用热轧钢筋品种及强度特征值

品种	牌号	屈服强度 ReL (MPa)	抗拉强度 Rm (MPa)
		不小于	不小于
光圆钢筋	HPB300	300	420
带肋钢筋	HRB400	400	540
	HRBF400		
	HRB400E		
	HRBF400E		
	HRB500	500	540
	HRBF500		
	HRB500E		
	HRBF500E		
HRB600	600	630	

注：HPB 属于热轧光圆钢筋，HRB 属于普通热轧钢筋，HRBF 属于细晶粒热轧钢筋。牌号中的数字表示热轧钢筋的屈服强度（抗拉强度标准值）。H 表示热轧（Hot-rolled），P 表示光圆（Plain），R 表示带肋（Ribbed），B 表示钢筋（Bars），F 表示细晶粒热轧带肋钢筋，E（Earthquake 地震）表示符合抗震标准。

(1) 抗拉屈服强度 ( $\sigma_s$ )：指钢材在拉力作用下，开始产生塑性变形时的应力。有些钢材无明显屈服点（合金钢、高碳钢等硬钢），应采用产生残余变形为 0.2% 时的应力作为屈服强度，记为  $\sigma_{0.2}$ 。



$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$L_0$ —试件前标距部分的长度，mm

$L_1$ —试件拉断后测定出伸长后标距部分的长度，mm

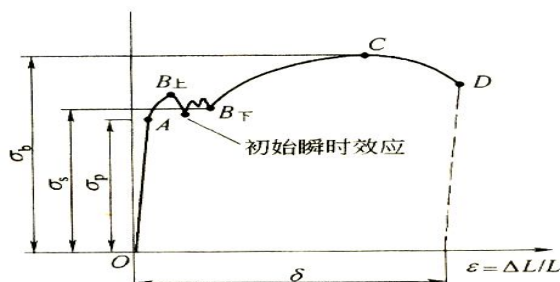
$\delta$  值有两种： $\delta_5$ —表示  $L_0=5d_0$ ； $\delta_{10}$ —表示  $L_0=10d_0$ ， $d_0$ —钢材直径。

(2) 抗拉极限强度 ( $\sigma_b$ )：是指试件破坏前，应力—应变图上的最大应力值，亦称抗拉强度。

(3) 屈强比  $\sigma$  ( $\sigma_s/\sigma_b$ ) 是指钢材的抗拉屈服强度与极限强度的比值。强屈比愈大，钢材受力超过屈服点工作时的可靠性越大，安全性越高；但强屈比太大，钢材强度



利用率偏低，浪费材料。



拉伸过程分四个阶段：

OA：弹性阶段

AB：屈服阶段

BC：强化阶段

CD：颈缩阶段

(4) 伸长率 ( $\delta$ )：试件拉断后标距长度的增量与原标距长度之比的百分比即为断后伸长率。(值越大，塑性增强，可避免结构过早破坏；加工性增强，安全性增强。)

钢材在受力破坏前可以经受永久变形的性能，称为塑性。在工程应用中，钢材的塑性指标通常用伸长率表示。伸长率是钢材发生断裂时所能承受永久变形的能力。伸长率越大，说明钢材的塑性越大。

预应力混凝土用高强度钢筋和钢丝具有硬钢的特点，抗拉强度高，无明显的屈服阶段，伸长率小。由于屈服现象不明显，不能测定屈服点，故常以发生残余变形为 0.2% 原标距长度时的应力作为屈服强度，称条件屈服强度，用  $\sigma_{0.2}$  表示。

2. 冲击性能：是指钢材抵抗冲击荷载的能力。钢的化学成分及冶炼、加工质量都对冲击性能有明显的影响。除此以外，钢的冲击性能受温度的影响较大，冲击性能随温度的下降而减小；当降到一定温度范围时，冲击值急剧下降，从而可使钢材出现脆性断裂，这种性质称为钢的冷脆性，这时的温度称为脆性临界温度。脆性临界温度的数值愈低，钢材的低温冲击性能愈好。所以，在负温下使用的结构，应当选用脆性临界温度较使用温度为低的钢材。

3. 疲劳性能：受交变荷载反复作用时，钢材在应力远低于其屈服强度的情况下突然发生脆性断裂破坏的现象，称为疲劳破坏。疲劳破坏是在低应力状态下突然发生的，所以危害极大，往往造成灾难性的事故。钢材的疲劳极限与其抗拉强度有关，一般抗拉强度高，其疲劳极限也较高。

#### (四) 钢材的检验

进入施工现场的钢材应具有出厂质量证明书或试验报告单。如钢筋每捆均应挂上标牌，标牌上应注有厂标、钢号、产品批号、规格、尺寸等项目，在运输和储存时不得损坏和遗失标牌。

钢材要进行表面质量检验，主要是对材料、外观、形状、表面缺陷的检验，主要有弯曲、扭转、弯曲度、瓢曲度、表面裂纹、耳子、刮伤、结疤、黏结、折叠、麻点和皮下气泡等到货钢筋应检验时，以 60t 同一炉（批）号、同一规格尺寸的钢筋为一批。随机选取 2 根经外部质量检查和直径测量合格的钢筋，端部要先截掉 500mm 后分别截取一

根抗拉试件和一根冷弯试件，抽取的试件不得少于 6 组。拉力检验项目包括屈服点、抗拉强度和伸长率三个指标，如果有一个指标不符合规定，即认为拉力检验项目不合格。冷弯试件弯曲后，不得有裂放、剥落或断裂。对钢号不明的钢筋，需经检验合格后方可使用。

### 五、其他建筑材料

#### (一) 砌体材料

##### 1. 砌筑用砖

(1) 普通烧结砖：是以黏土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要材料，经压制成型、焙烧而成。按形式分为：实心砖、多孔砖、空心砖；按材料分为黏土砖、页岩砖和粉煤灰砖。

实心砖的规格：240×115×53mm

多孔砖和空心砖的规格：190×190×90mm、240×115×90mm、240×180×115mm 等多种。

强度等级分为 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10mm 等五个。

(2) 蒸压砖：有蒸压煤渣实心砖和蒸压灰砂空心砖两种，都是通过坯料制备、压制成型、蒸压养护而制成。

砖的尺寸：长宽均为 240×115mm，厚度有 53mm、90mm、115mm、175mm 四种。

强度等级分为 MU25、MU20、MU15、MU10 等四个。

##### 2. 石材

石材分为毛石和料石两种。毛石又可分为乱毛石和平毛石，乱毛石是形状不规则的石块，平毛石是形状虽不规则，但有两个平面大致平行的石块。毛石应呈块状，中部厚度不宜小于 150mm。

料石按加工面的平整程度分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石四种。料石的宽度、厚度均不宜小于 200mm，长度不宜大于厚度的 4 倍。

石材的强度等级分为 MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20 等七个。

##### 3. 砌块

砌块主要有混凝土空心砌块、加气混凝土砌块和粉煤灰砌块。

混凝土空心砌块为竖向方孔，规格为 390×190×190mm。

强度等级分为 MU20、MU15、MU10、MU7.5、MU5 等五个。

加气混凝土砌块的规格较多，一般长度为 600mm，高度有 200mm、240mm、300mm，宽度有 A、B 两种系列。

强度等级分为 MU7.5、MU5、MU3.5、MU2.5、MU1.0 等五个。

#### (二) 砌筑砂浆

常用的砌筑砂浆有水泥砂浆、水泥混合砂浆和石灰砂浆。砂浆的强度等级分为 M15、

M10、M7.5、M5、M2.5 等五个。

### （三）灌浆材料

灌浆材料是一类利用液压、气压或自重等方式注入结构的预留部位、裂缝、裂隙和孔隙中、并可以在其中凝结、硬化形成具有一定强度、防水抗渗性能良好、化学性能稳定的“结石体”的流体材料，从而起到防渗、补强、加固、堵漏和堵水等作用。

灌浆材料根据材料的分散状态，可分为固体灌浆材料和化学灌浆材料，也可以根据化学成分分为有机灌浆材料、无机灌浆材料和有机一无机复合灌浆材料三大类。

1.固体灌浆材料：固体灌浆材料是指由固体颗粒和水组成的灌浆体，其中的固体颗粒处于悬浮分散的状态，主要包括黏土灌浆材料、水泥基灌浆材料、水泥黏土灌浆材料和水泥固废灌浆材料等。

2.化学灌浆材料：化学灌浆材料又称溶液型灌浆材料，是将在一定条件下能发生凝结的化学材料（如水玻璃、丙烯酸盐等）配制成溶液，以其作为灌浆材料。与固体灌浆材料相比，化学灌浆材料的浆液一般不会出现颗粒的离析，黏度一般较低，易于进入细小裂缝中，注浆能力较强。

### （四）土工合成材料

土工合成材料是应用于岩土工程、以合成材料为原材料制备的各种产品的统称，由于主要用于岩土工程，因此冠以“土工”两字，称为土工合成材料，以区别于天然材料和其他建筑材料。土工合成材料的原料是高分子聚合物，再进一步加工成纤维或合成材料片材，最后制成各种产品，置于土体内部、表面或各种土体间，起加强或保护土体作用。

土工合成材料具有反滤功能、排水功能、隔离功能、防渗功能、防护功能以及加筋和加固等多方面的功能，因而在水利工程中获得广泛应用，用于水闸和堤防工程的防渗、排渗和加固工程，堤岸护坡及防汛抢险工程中。

土工合成材料分为四大类：土工织物、土工膜、特种土工合成材料、复合型土工合成材料。

1.土工织物：土工织物是一种透水性材料，按制造方法不同划分为有纺、无纺及编织三种。有纺土工织物又称为织造型土工织物，无纺土工织物，根据黏合方式不同又分为热黏合、化学黏合和机械黏合三种。

2.土工膜：土工膜是一种基本不透水的材料，根据原材料不同可分为聚合物和沥青两大类，为满足不同强度和变形需要，又分为不加筋和加筋。聚合物膜在工厂制造，作为商品卖给用户，而沥青膜则大多在现场由承包者现场制造。膜厚一般为 0.25~4mm。

3.特种土工合成材料：特种土工合成材料是为工程特定需要而生产的土工合成材料，主要有土工格栅、土工网、土工模袋、土工格室、土工管、聚苯乙烯板块、黏土垫层等。其中土工模袋在近几年的水利工程中得到极为广泛的应用。

4.复合型土工合成材料：复合型土工合成材料简称土工复合材料，是由两种或两种

以上的土工合成材料组合在一起的制品，这类制品能满足不同工程的需要，因而产品繁复，主要有复合土工膜、塑料排水带、软式排水管以及其他复合排水材料等。

### （五）建筑物缝面止水材料

水工建筑物的缝面保护和缝面止水是增强建筑物面板牢固度和不渗水性，发挥其使用功能的一项重要工程措施。建筑物封缝止水材料要求适应变形能力强、防水堵漏性能好、耐久性高、与混凝土粘结牢固，而且还要具有隔热、抗冻、抗裂、防震等性能。在水利工程中，诸如大坝、水闸，各种引水交叉建筑物、水工隧洞等，均设置伸缩缝、沉陷缝，通常采用止水带（金属止水带、橡胶止水带、塑料止水带、氯丁橡胶止水带）、水溶性聚氨酯化学灌浆材料和环氧树脂灌浆料。

金属止水带是工程中常用的材料，可以采用包括钢板、铜板、合金钢板等，主要用于钢筋混凝土结构、水坝及其它大型工程。采用钢板止水带它可改变水的渗透路径，延长水的渗透路线。在渗漏水可能含有腐蚀成分的施工环境中，金属板止水带能起到一定的抗腐蚀作用。在防护工程中，采用金属板止水带可确保工程的防护效果。金属板止水带也常用于抗渗要求较高、且面积较小的工程。镀锌钢板与混凝土的良好粘接，使防水性能更佳。通常为便于操作加工成每段 $\leq 2\text{m}$ ，施工时应注意搭接，焊缝面应注意焊好，转角处应处理合理，安好的钢板止水应与墙体（或板）的钢筋固定牢固。钢板应顺直不得扭曲。

水溶性聚氨酯化学灌浆材料是由多氰酸酯和多羟基聚醚进行化学合成的高分子注浆堵漏材料。该材料遇水后发生化学反应，形成弹性胶状固结体，从而达到很好的止水目的，是新一代的防水堵漏补强材料。浆液遇水后自行分散、乳化、发泡，立即进行化学反应，形成不透水的弹性胶状固结体，有良好的止水性能。反应后形成的弹性胶状固结体有良好的延伸性、弹性及抗渗性、耐低温性，在水中永久保持原形。

环氧树脂灌浆料产品特性有：高强早强具有优于水泥基材料的抗压、粘结等力学性能，更高的早期强度；无收缩确保灌浆层最终成型后与承载面完全接触，保证设备安装的高精确度；抗蠕变在 $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+80^{\circ}\text{C}$ 冻融交替、振动受压的恶劣物理工况下长期使用而无塑性变形；高韧性可化解由动设备传递来的可能使水泥基灌浆层爆裂的动荷载；耐腐蚀可承受酸、碱、盐、油脂等化学品长期接触腐蚀。

## 第三章 水工建筑物

本章重点内容为水利工程的特点、分类及等别划分；水工建筑物级别、类型及特点；我区常见的如土石坝、渠道、水闸、有压输水管道等典型水工建筑物相关知识。

### 第一节 水利工程和水工建筑物

#### 一、水利工程分类及特点

水利工程是人类社会为自身生存和发展需要，对自然界地表水及地下水进行主动控制和调配，以达到防治水旱灾害，开发利用、保护水资源和生态环境而修建的各类工程。水利工程的主要效益包括水力发电、农田水利、工业及生活供水、防洪、水产和航运等方面。

##### （一）水利工程分类

水利工程有多种分类方法：

1.按工程性质划可分为枢纽工程、引水工程、河道工程三大类（根据现行水利部 2014 年颁发《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2014]429 号））。（依据《宁夏回族自治区水利工程设计概（估）算编制规定》（2016 年版），我区水利工程按工程性质划分为枢纽工程和引水及河道工程两大类。）

2.按对水的作用可分为蓄水工程、排水工程、取水工程、输水工程、提水工程、河道及港航整治工程等。

3.按工程承担的任务可分为防洪工程、农田水利工程、水力发电工程、供排水工程、航道及港口工程等。

（1）防洪工程：是防止或减轻洪水灾害损失采取的手段和对策，包括工程防洪措施和非工程防洪措施。

工程防洪措施主要通过“上拦下排、两岸分滞”的方式来达到防洪减灾的目的。“上拦”包括实施流域范围内水土保持减少地面径流和兴建水库拦蓄洪水，调控下泄流量，是防洪的根本措施；“下排”是采取疏浚河道、修筑堤防等河道整治措施，提高河道泄洪能力；“两岸分滞”是在河道两岸适当位置修建分洪闸、引洪道、滞洪区等，将超过河道安全泄量的洪峰流量通过泄流建筑物分流到河道下游或其他水系，或者蓄于滞洪区，以确保保护区的安全。

非工程防洪措施是通过行政、法律、经济和洪水监测预报等手段，调整受洪水威胁地区的开发利用方式，加强防洪管理，以减轻洪灾损失，降低防洪投资和工程维护管理费用。

（2）农田水利工程：是通过工程措施调节和改变地区水利条件和农田水分状况，

使其满足农业生产需要，一般包括取水工程、输配水工程和排水工程。

(3) 水力发电工程：通常是在河流上筑坝或修建引水道，利用河段落差取得水头，通过调节径流取得发电流量，引导水流带动水轮发电机组，将水能转换为机械能后产生电能，然后通过输变电路输送到电网或者用户。

(4) 供排水工程：供水是从天然水源中将水取出，经过净化、加压，通过管网输送到城市和企业等用水部门；排水是指排除企业和城市的废水、污水及地面雨水。供水必须满足国家用水水质、水量、水压等要求；排水必须符合国家规定的污水排放标准。

(5) 航道及港口工程：航道及港口工程是为发展水上运输而兴建的各种工程设施。除上述类别外，还有水土保持工程、疏浚工程、黑臭河道整治工程，以及近些年被重视的水生态、海绵城市、农村生活污水截污纳管、景观绿化、生态护坡、环境水利等与环境保护紧密关联的涉水工程。

水土保持工程是指以防治水土流失为目标采取的水土整固措施及工程。

水生态工程是指为改善水域水质、防治水土流失以及抵御水旱灾害而兴建的工程。

水处理工程是指通过一系列水处理设施设备，利用物理、化学、生物的手段，除去水中对生产、生活有害物质的工程设施。通常包括对水体进行沉降、过滤、混凝、絮凝以及阻垢等水质调理过程。

海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。

环境水利工程是为保护和改善水环境而采取的措施及修建的工程，主要包括为改善水生物环境修建的蓄水或排水工程，为改善鱼类洄游和河口环境修建的整治工程，以及景观工程、城市水环境工程等。

#### (二) 水利工程特点

水利工程具有以下显著特点：

1. 有很强的系统性和综合性：水利工程与国民经济的其他部门紧密相关。各单项水利工程作为同一流域（同一地区）内水利工程的有机组成部分，之间既相辅相成，又相互制约；单项水利工程自身往往也是综合性的，各服务目标之间既紧密联系，又相互矛盾。规划设计水利工程项目必须从全局出发，系统地、综合地进行分析研究，才能得到最为经济合理的优化方案。

2. 会对环境产生较大影响：水利工程不仅通过其建设任务对所在地区的经济和社会产生作用，而且对江河、湖泊以及附近地区的自然面貌、生态环境、自然景观，甚至对区域气候都会产生不同程度的影响。这种影响有利有弊，规划设计时必须对将产生的影响进行充分估计和准确判别，努力发挥水利工程的积极作用，消除或降低其消极影响。

3. 工作条件复杂：水利工程中各种水工建筑物都是在难以确切把握的气象、水文、地质等自然条件下进行施工和运行的，又多承受水的推力、浮力、渗透力、冲刷力等的综合作用，工作条件较其他类型建筑物（构筑物）更为复杂。

4.工程效益的周期性和随机性：水文现象的周期性和随机性直接决定了水利工程效益的周期性和随机性。如河流一年中枯丰交替变化，呈现出一定周期性，而变化过程又是随机的。农田水利工程效益还与降雨（雪）等气象条件密切联系。

5.失事后果严重：水利工程一般技术复杂、规模大、工期长、投资多，发生事故后破坏力巨大，直接关系到公众利益和社会稳定，亦会对生态环境产生难以修复的破坏，建设时必须严格按照基本建设程序和有关标准进行。

水利工程所承担的任务不是唯一的，往往具有多种功能和目的，其组成建筑物也多种多样，因此复杂的水利工程也称为水利枢纽。

## 二、水工建筑物类型及特点

为满足不同部门对水资源的需求，水利工程中常采用单个或若干个不同作用、不同类型的建筑物来调控水流，这些为兴水利、除水害而修建的建筑物统称水工建筑物。

### （一）水工建筑物类型

1.按功能将水工建筑物分为以下六类：

（1）挡水建筑物：用以拦截水流，抬高水位，形成水库或壅高水位，实现调节水量或阻挡河水泛滥的建筑物。如各种坝、闸、堤防等。

（2）泄水建筑物：用于宣泄水库、湖泊、河渠多余水量或泥沙等的建筑物。如溢流坝、溢洪道、泄洪隧洞、泄水闸等。

（3）输（引）水建筑物：输送河水或库水以满足灌溉、发电和供水等需要的建筑物，分有压输（引）水建筑物和无压输（引）水建筑物两类。如引水隧洞、引水涵管、渠道、渡槽、泵站等。

（4）进（取）水建筑物：直接从河流、水库、湖泊等水源取水的建筑物。如引水隧洞的进口段，灌溉渠首和供水用的进水闸、扬水站等。

（5）整治建筑物：用以改善河流的水流条件，调整水流对河床及河岸的作用，以及防护水库、湖泊中的波浪和水流对岸坡冲刷的建筑物。如丁坝、顺坝、导流堤、护堤和护岸等。

（6）专门水工建筑物：专门为灌溉、发电、供水、过坝等需要而修建的建筑物。如水电站厂房、沉沙池、船闸等。

2.按使用期限可分为永久性水工建筑物和临时性水工建筑物。

（1）永久性水工建筑物：要保证发挥设计效益的各种水工建筑物称为永久性水工建筑物，按重要性分为主要水工建筑物和次要水工建筑物。主要建筑物是指其失事将造成灾害或严重影响工程效益的建筑物，如挡水坝（闸）、泄洪建筑物、取水建筑物及水电站厂房等；次要建筑物是指其失事后不致造成灾害或对工程效益影响不大、易于修复的附属建筑物，如挡土墙、分流墩及护岸等。

（2）临时性水工建筑物：为保证永久性水工建筑物施工或维修正常进行，临时修

建的水工建筑物称为临时性水工建筑物，如围堰、导流建筑物、临时房屋等。

同一种水工建筑物功能往往不只一种，如各种溢流坝，既是挡水建筑物，又是泄水建筑物；水闸既可挡水，又可泄水，有时还可作为灌溉渠首或供水工程的取水建筑物。

### (二) 水工建筑物的特点

1.工作条件的复杂性：水工建筑物工作条件复杂，如挡水建筑物在承受相当大的水压力的同时，又要承受由渗流产生的渗透压力；泄水建筑物泄水时，对河床和岸坡具有强烈的冲刷作用等。

2.设计造型的独特性：水工建筑物受所处地形、地质、水文等自然条件约束，需因地制宜地根据具体条件进行设计。

3.施工条件的艰巨性：江河中兴建的水利工程，需要科学解决施工导流、截流和施工期度汛，此外，复杂地基的处理以及地下工程、水下工程等的施工技术都较复杂，施工难度大。

4.失事后果的严重性：大型水利工程的挡水建筑物失事将会给下游带来巨大灾难或严重影响工程效益。

## 三、水利工程等别及水工建筑物级别

### (一) 水利工程等别

对水利水电工程等别进行划分，是为确保工程质量，保证工程自身安全及下游人民生命财产安全和工程效益的正常发挥。水利工程等别同水工建筑物防洪安全标准、抗滑稳定安全系数、抗倾覆稳定安全系数和强度安全系数等设计指标和标准相对应，直接影响着工程造价。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定，依据其工程规模、效益和在经济社会中的重要性，分 I、II、III、IV、V 共 5 等，按表 1-3-1 确定。

表 1-3-1：水利水电工程分等指标

工程等别	工程规模	水库总库容 (亿 m <sup>3</sup> )	防洪			治涝	灌溉	供水		发电
			保护人口 (万人)	保护农田 (万亩)	保护区当量经济规模 (万人)	治涝面积 (万亩)	灌溉面积 (万亩)	供水对象重要性	年引水量 (亿 m <sup>3</sup> )	发电装机容量 (MW)
I	大(1)型	≥10	≥150	≥500	≥300	≥200	≥150	特别重要	≥10	≥1200
II	大(2)型	<10, ≥1.0	<150, ≥50	<500, ≥100	<300, ≥100	<200, ≥60	<150, ≥50	重要	<10, ≥3	<1200, ≥300
III	中型	<1.0, ≥0.10	<50, ≥20	<100, ≥30	<100, ≥40	<60, ≥15	<50, ≥5	比较重要	<3, ≥1	<300, ≥50
IV	小(1)型	<0.1, ≥0.01	<20, ≥5	<30, ≥5	<40, ≥10	<15, ≥3	<5, ≥0.5	一般	<1, ≥0.3	<50, ≥10
V	小(2)型	<0.01, ≥0.001	<5	<5	<10	<3	<0.5		<0.3	<10

注：1. 水库总库容指水库最高水位以下的静库容；治涝面积和灌溉面积均指设计面积；年引水量是指供水工程渠首设计年均引（取）水量。

2. 保护区当量经济规模指标仅限于城市保护区；防洪、供水中的多项指标中满足 1 项即可；



3. 按供水对象的重要性确定工程等别时, 该工程应为供水对象的主要水源。

对于综合利用的水利工程, 当其各项用途对应的等别不同时, 应按其中的最高等别确定整个工程的等别。

## (二) 水工建筑物级别

### 1. 一般规定

根据水工建筑物所在工程的等别和永久性水工建筑物的重要性综合分析确定, 水利工程永久性水工建筑物划分为五级, 见表 1-3-2。

(1) 综合利用水利工程中承担单一功能的单项建筑物的级别, 应按其功能和规模确定; 承担多项功能的建筑物级别, 应按规模指标较高的确定。

(2) 失事后损失巨大或影响十分严重的水利工程的 2~5 级主要永久性水工建筑物, 经论证并报主管部门批准, 建筑物级别可提高一级; 水头低、失事后造成损失不大的水利水电工程的 1~4 级主要永久性水工建筑物, 经论证并报主管部门批准, 建筑物级别可降低一级。

表 1-3-2: 水利水电工程永久性水工建筑物级别

工程等别	主要建筑物	次要建筑物	工程等别	主要建筑物	次要建筑物
I	1	3	IV	4	5
II	2	3	V	5	5
III	3	4			

(3) 对 2~5 级的高填方渠道、大跨度或高排架渡槽、高水头倒虹吸等永久性水工建筑物, 经论证后建筑物级别可提高一级, 但洪水标准不予提高。

(4) 当永久性水工建筑物采用新型结构或其基础的工程地质条件特别复杂时, 对 2~5 级建筑物可提高一级设计, 但洪水标准不予提高。

(5) 穿越堤防、渠道的永久性水工建筑物的级别, 不应低于相应堤防和渠道的级别。

### 2. 永久性水工建筑物级别

根据我区实际, 本书仅列举水库大坝、防洪工程、灌溉工程、供水工程等永久性水工建筑物的级别划分标准。

#### (1) 水库大坝永久性水工建筑物级别

水库大坝建筑物级别主要由坝体类型和坝体高度决定, 见表 1-3-3。注意当坝高超过表中指标, 其级别可提高一级设计, 但洪水标准不予提高。

水库工程中最大高度超过 200m 的大坝建筑物, 其级别应为 1 级, 其设计标准应专门研究论证, 并报上级主管部门审查批准。

#### (2) 防洪工程永久性水工建筑物级别

防洪工程中堤防永久性水工建筑物的级别应根其保护对象的防洪标准按表 1-3-4 确定。当经批准的流域、区域防洪规划另有规定时, 应按其规定执行。

表 1-3-3: 水库大坝级别指标

级别	坝型	坝高/m
2	土石坝	90
	混凝土坝、浆砌石坝	130
3	土石坝	70
	混凝土坝、浆砌石坝	100

1) 涉及保护堤防的河道整治工程永久性水工建筑物级别, 应根据堤防级别并考虑损毁后的影响程度综合确定, 但不宜高于其影响的堤防级别。

表 1-3-4: 堤防永久性水工建筑物级别

防洪标准[重现期(年)]	$\geq 100$	$< 100, \geq 50$	$< 50, \geq 30$	$< 30, \geq 20$	$< 20, \geq 10$
堤防级别	1	2	3	4	5

2) 蓄滞洪区围堤永久性水工建筑物的级别, 应根据蓄滞洪区类别、堤防在防洪体系中的地位和堤段具体情况, 按批准的流域防洪规划和区域防洪规划的要求确定。

3) 蓄滞洪区安全区的堤防永久性水工建筑物级别宜为 2 级。对于安置人口大于 10 万人的安全区, 经论证后堤防永久性水工建筑物级别可提高为 1 级。

4) 分洪道(渠)、分洪与退洪控制闸永久性水工建筑物级别, 应不低于所在堤防永久性水工建筑物级别。

(3) 灌溉工程永久性水工建筑物级别

灌溉工程中的渠道及渠系永久性水工建筑物级别, 应根据设计灌溉流量按表 1-3-5 确定。

表 1-3-5: 渠道及渠系永久性水工建筑物级别

设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	主要建筑物	次要建筑物
$\geq 300$	1	3
$< 300, \geq 100$	2	3
$< 100, \geq 20$	3	4
$< 20, \geq 5$	4	5
$< 5$	5	5

(4) 供水工程永久性水工建筑物级别

供水工程永久性水工建筑物及其泵站永久性水工建筑物级别, 应分别根据设计流量及装机容量按表 1-3-6 确定。

承担县级市及以上城市主要供水任务的供水工程永久性水工建筑物级别不宜低于 3 级, 承担建制镇主要供水任务的供水工程永久性水工建筑物级别不宜低于 4 级。

3. 临时水工建筑物级别

(1) 水利工程施工期使用的临时挡水、泄水等水工建筑物的级别, 应根据保护对象重要性、失事后果、使用年限和临时性建筑物规模按表 1-3-7 确定。

表 1-3-6: 供水工程永久性水工建筑物和泵站永久性水工建筑物级别

设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	装机功率 (MW)	主要建筑物	次要建筑物
≥50	≥30	1	3
<50, ≥10	<30, ≥10	2	3
<10, ≥3	<10, ≥1	3	4
<3, ≥1	<1, ≥0.1	4	5
<1	<0.1	5	5

注: 1. 设计流量指建筑物所在断面的设计流量。  
 2. 装机功率指泵站包括备用机组在内的单站装机功率。  
 3. 泵站建筑物按分级指标分属两个不同级别时, 按其中高者确定。  
 4. 由连续多级泵站串联组成的泵站系统, 其级别可按系统总装机功率确定。

表 1-3-7: 临时水工建筑物级别

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (年)	临时性水工建筑物规模	
				高度 (m)	库容 (亿 m <sup>3</sup> )
3	有特殊要求的 1级永久性水 工建筑物	淹没重要城镇、工矿企业、交通干 线或推迟总工期及第一台(批)机 组发电, 造成重大灾害和损失	>3	>50	>1.0
4	1级、2级永久 性水工建筑物	淹没一般城镇、工矿企业、交通干 线或推迟总工期及第一台(批)机 组发电, 造成较大经济损失	≤3, ≥1.5	≤50, ≥15	≤1.0, ≥0.1
5	3级、4级永久 性水工建筑物	淹没基坑, 但对总工期及第一台 (批)机组发电影响不大, 经济损 失较小	<1.5	<15	<0.1

(2) 当临时性水工建筑物根据表 1-1-7 指标同时分属于不同级别时, 其级别应按照其中最高级别确定。但对于 3 级临时性水工建筑物, 符合该级别规定的指标不得少于两项。

(3) 利用临时性水工建筑物挡水发电、通航时, 经技术经济论证, 临时性水工建筑物级别应提高一级。

(4) 失事后造成损失不大的 3 级、4 级临时性水工建筑物, 经论证后经主管部门同意可适当降低级别。

#### 四、常见水工建筑物的洪水标准

洪水标准是指水利工程中, 不同级别的建筑物所采用的按某种频率或重现期表示的洪水, 它包括洪峰流量、洪水总量及洪水过程。分为设计洪水标准和校核洪水标准。

设计洪水标准指防洪工程抗御洪水能力的规定限度。校核洪水是为提高工程的安全与可靠程度所拟定的高于设计标准的洪水, 用以对水工建筑物的安全进行校核。

《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017) 规定了各类水利水电工程永久性水工建筑物的洪水标准, 按山区、丘陵区和平原、滨海区分别确定。

**(一) 坝体施工期洪水标准**

坝体施工期临时度汛洪水标准，应根据坝型及拦洪库容确定，见表 1-3-8。根据其失事后对下游的影响，洪水标准经过论证可适当提高或降低。

**(二) 灌溉、供水和排水工程洪水标准**

灌溉、供水和排水工程永久性建筑物的设计洪水标准，应根据其级别，按表 1-3-9 确定，其校核洪水标准，可根据具体情况和需要研究确定。

灌溉、供水和排水工程中的渠（沟）道永久性水工建筑物可不设校核洪水标准，渠系建筑物的校核洪水标准可视工程具体情况和需要研究确定。

灌溉、供水和排水工程中泵站永久性水工建筑物的洪水标准，应根据其级别按表 1-3-10 确定。

**(三) 临时性水工建筑物洪水标准**

**表 1-3-8: 水库大坝施工期洪水标准** (重现期: 年)

坝型	拦洪库容/亿 m <sup>3</sup>			
	≥10	<10, ≥1.0	<1.0, ≥0.1	<0.1
土石坝	≥200	100~200	50~100	20~50
混凝土坝、浆砌石坝	≥100	50~100	20~50	10~20

**表 1-3-9: 灌溉、供水和排水工程永久性水工建筑物洪水标准** (重现期: 年)

建筑物级别	1	2	3	4	5
设计	50~100	30~50	20~30	10~20	10
校核	300~200	200~100	100~50	50~30	30~20

**表 1-3-10: 灌溉、供水和排水工程泵站永久性水工建筑物洪水标准** (重现期: 年)

建筑物级别	1	2	3	4	5	
洪水标准	设计	100	50	30	20	10
	校核	300	200	100	50	20

**表 1-3-11: 水库大坝施工期洪水标准** (重现期: 年)

建筑结构类型	临时水工建筑物级别		
	3	4	5
土石结构	20~50	10~20	5~10
混凝土坝、浆砌结构	10~20	5~10	3~5

临时性水工建筑物洪水标准，应根据建筑物的结构类型和级别，按表 1-3-11 的规定综合分析确定。临时性水工建筑物失事后果严重时，应考虑发生超标准洪水时的应急措施。

临时性水工建筑物用于挡水发电、通航，其级别提高为 2 级时，其洪水标准应综合分析确定。

## 五、水利工程合理使用年限

水利工程及其水工建筑物合理使用年限是指水利工程及其水工建筑物建成投入运行后，在正常运行使用和规定的维修条件下，按设计功能安全使用的最低年限。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）的规定，水利水电工程合理使用年限，应根据工程类型和等别按表 1-3-12 确定。对综合利用的水利水程，当按各综合利用项目确定的合理使用年限不同时，其合理使用年限应按其中高值确定。

表 1-3-12: 水利水电工程合理使用年限 （单位：年）

工程等别	工程类型					
	水库	防洪	治涝	灌溉	供水	发电
I	150	100	50	50	100	100
II	150	50	50	50	100	100
III	50	50	50	50	50	50
IV	50	30	30	30	30	30
V	50	30	30	30	—	30

注：工程类别中水库、防洪、治涝、灌溉、供水、发电分别表示按水库库容、保护目标重要性和保护农田面积、治涝面积、灌溉面积、供水对象重要性、发电装机容量确定工程等别。

水利工程各类永久性水工建筑物的合理使用年限，应根据其所在工程的建筑物类别和级别按表 1-3-13 的规定确定，且不应超过工程的合理使用年限。当永久性水工建筑提高或降低时，其合理使用年限应不变。

表 1-3-13: 水利水电工程各类水工建筑物的合理使用年限 （单位：年）

建筑物类别	建筑物级别				
	1	2	3	4	5
水库壅水建筑物	150	100	50	50	50
水库泄洪建筑物	150	100	50	50	50
调（输）水建筑物	100	100	50	30	30
发电建筑物	100	100	50	30	30
防洪（潮）、供水水闸	100	100	50	30	30
供水泵站	100	100	50	30	30
堤防	100	50	50	30	20
灌排建筑物	50	50	50	30	30
灌排渠道	50	50	50	30	20

当泄洪、调（输）水、发电、过坝等建筑物与壅水建筑物共同挡水时，其挡水部分建筑物的合理使用年限应按同级别壅水建筑物的规定执行。1级、2级永久性水工建筑物中的闸门合理使用年限应为 50 年，其他级别的永久性水工建筑物中闸门的合理使用年限 30 年。

## 第二节 常见水工建筑物类型

水工建筑物种类繁多，功能特征区别明显。一定区域内对水资源调控的目标差异较大，如我国南方以防洪涝为主，北方则以防洪、灌溉和供水为主。为适应需要，本书仅介绍我区常见的水工建筑物类型及特点。

### 一、土石坝

土石坝泛指用当地土料、石料或混合料，经过抛填、碾压等方法堆筑成的挡水坝。目前，土石坝是世界大坝工程建设中应用最为广泛和发展最快的一种坝型。

以土和砂砾为主时称为土坝；当以石渣、卵石、爆破石料作为主要筑坝材料时，称为堆石坝；两类材料均占相当比例时，称为土石混合坝。

土石坝按其施工方法可分为碾压式土石坝、冲填式土石坝、水力冲填坝和定向爆破堆石坝等。应用最为广泛的是碾压式土石坝。

按照土料在坝身内的配置和防渗体所用的材料种类，碾压式土石坝又可分为以下几种类型：

1.均质坝：坝体断面不分防渗体和坝壳，基本上是由均一的黏性土料（壤土、砂壤土）筑成。

2.土质防渗体分区坝：即用透水性极小的黏土作防渗体，透水性一般的土料作坝的主体材料，分为黏土心墙坝和黏土斜墙坝（典型剖面见图 1-1）。

3.非土料防渗体坝：防渗体由沥青混凝土、钢筋混凝土或其他人工材料建成的坝。按其防渗体位置分为心墙坝和面板坝。

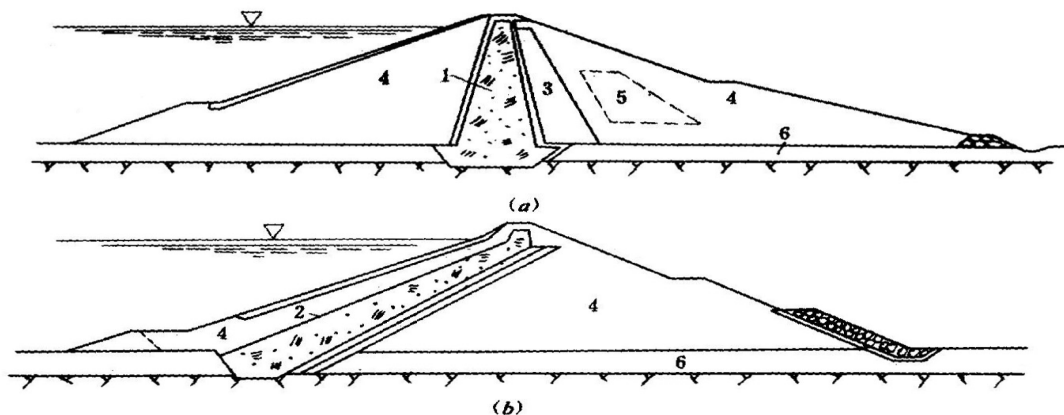


图 1-1 土石坝的土质防渗体典型剖面

(a) 心墙坝；(b) 斜墙坝

1—心墙；2—斜墙；3—过渡层；4—砂砾料；5—任意料；6—河床砂砾料

土石坝具有就地取材，节省钢材、水泥、木材等重要建筑材料，同时大幅度降低筑坝材料运输成本；结构简单，便于维修和加高、扩建；对地基的要求低，土石散粒体结构的坝身具有适应变形的良好性能；工序少，施工技术简单，便于组合机械快速施工等优点。同时也存在坝身不能溢流，施工导流不如混凝土坝方便；粘性土料的填筑受气候等条件影响较大，影响工期；坝身需定期维护，增加运行管理费用等缺点。

## 二、水闸

水闸是修建在河道或渠道上，利用闸门控制流量和调节水位的低水头水工建筑物。关闭闸门可以拦洪、挡潮或抬高上游水位，以满足灌溉、发电、航运、水产、环保、工业和生活用水等需要；开启闸门，可以宣泄洪水、涝水、弃水或废水，也可对下游河道或渠道供水。在水利工程中，水闸作为挡水、泄水或取水的建筑物应用广泛。

水闸修建在软土地基上时，在抗滑稳定、防渗、消能防冲及沉降等方面要重点考虑。

1.抗滑稳定性：水闸挡水时，上下游水位差引起较大的水平水压力，会使水闸产生向下游一侧的滑动（趋势）；同时，闸基及两岸易产生渗流，对水闸底部施加向上的渗透压力、减小水闸的自身重力，从而降低水闸的抗滑稳定性。因此，水闸必须具有足够的重量以维持自身的稳定。

2.渗透变形：渗流易使闸下产生渗透变形。土基渗流除产生渗透压力不利于闸室稳定外，还可能将地基及两岸土壤的细颗粒带走，形成管涌或流土等渗透变形，严重时间闸基和两岸的土壤会被掏空，危及水闸安全。

3.效能防冲：过闸水流带有较大的能量，容易冲刷破坏下游河床及两岸。

4.不均匀沉降：软土地基上建造水闸，由于地基（土体）的抗剪强度低，压缩性比较大，在水闸的重力和外荷载作用下可能产生较大沉降，尤其是不均匀沉降会导致水闸倾斜，甚至断裂，影响水闸正常使用。

水闸按其所承担的主要任务，可分为进水闸、节制闸、冲沙闸、分洪闸、排水闸、挡潮闸等。

1.进水闸（取水闸）：进水闸建在河道、湖泊的岸边或渠道的渠首（灌溉渠系的进水闸又称渠首闸），用来满足引水灌溉、发电或其他用水需要。灌溉渠系中建于干渠以下各级渠道渠首的进水闸，其作用是把上一级渠道的水分配进下一级渠道。位于下一级渠首的进水闸叫作分水闸；位于斗、农渠渠首的又称为斗门和农门。

2.节制闸：节制闸在河道或在渠道上建造，枯水期用以抬高水位，以满足上游取水和航运等要求，洪水期用以控制下泄流量，以保证下游河道安全。拦河建造的节制闸又称拦河闸，一般选择在河道顺直、河势相对稳定的河段。灌溉渠系中的节制闸一般建于支渠分水口的下游，用以抬高闸前水位，满足支渠引水时对水位的要求。

3.冲沙闸：冲沙闸常建在多泥沙河道上引水枢纽或渠系中沉沙池的末端，也可设在引水渠内布置有节制闸的分水枢纽处，常与节制闸并排布置。用于排除进水管、节制闸

前河道或渠道中淤积的泥沙，减少引水水流中的含沙量。冲沙闸又称为排沙闸。

4.分洪闸：分洪闸为了减轻洪水对江河下游的威胁，通常在泄洪能力不足的河段上游河岸的适当位置建造，洪峰来临时开闸分泄部分洪水进入湖泊、洼地等滞洪区。进入滞洪区的水，待外河水位低落时，再由排水闸部分流回原河道。

5.排水闸：排水闸多修建在江河沿岸排水渠道末端，用以排除河道两岸低洼地区的积水。当外河上涨时，可以关闸防止洪水倒灌，避免洪灾；当外河水位退落时，开闸排水防止涝害。其特点是具有双向挡水的作用。

6.挡潮闸：在河流入海的河口地段，为防止海水倒灌，常建有挡潮闸。同时还可用来抬高内河水位，满足蓄水灌溉的需要。内河感潮河段（流量及水位受潮汐影响较大的河段）两岸受涝时，可用其在退潮时排涝。建有通航孔的挡潮闸，可在平潮时开闸通航。按闸室的结构形式分为开敞式水闸、胸墙式水闸和封闭式水闸。

按施工方法分为现浇式水闸、装配式水闸和浮运式水闸。

水闸通常由闸室、上游连接段和下游连接段三部分组成。闸室段是水闸的主体部分，起挡水和调节水流作用，包括底板、闸墩、闸门、胸墙、工作桥和交通桥等；上游连接段的作用主要是引导水流平顺、均匀地进入闸室，避免对闸前河床及两岸产生有害冲刷，减少闸基或两岸渗流对水闸的不利影响，一般由铺盖、上游翼墙、上游护底、防冲槽及两岸护坡等部分组成；下游连接段的作用是消能、防冲及安全排出流经闸基和两岸的渗流，一般包括消力池、海漫、下游防冲槽、下游翼墙及两岸护坡等。

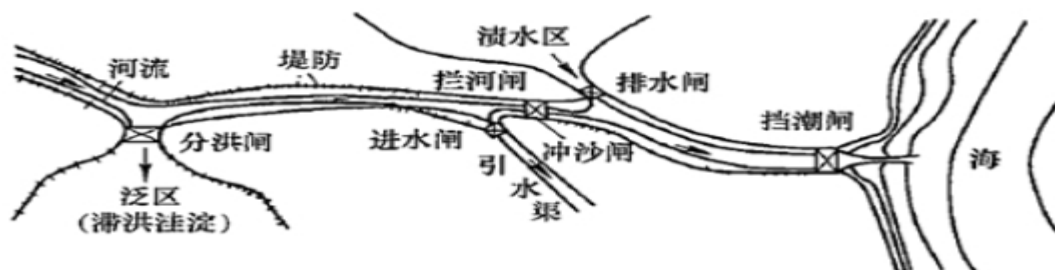


图 1-2 水闸的类型及布置示意图



图 1-3 水闸



### 三、输水建筑物

输水建筑物是与取水建筑物联合工作，把水从取水处输送到用水部门的水工建筑物。主要包括渠道、水工隧洞、输水管道、渡槽、涵洞、倒虹吸管等，是灌溉、水力发电、城镇供水、排水及环保等水利工程中的重要组成部分。

输水建筑物分明流输水建筑物和压力输水建筑物两大类，压力输水还包括水泵站建筑物，通常与净水厂和配水管网系统组合成供水工程和农田灌溉工程。

1.明流输水建筑物：明流输水建筑物有多种用途，包括供水、灌溉、发电、通航、排水、过鱼、综合等，按其结构形式有渠道、隧洞、坡道上无压水管、渡槽、倒虹吸管等多种形式。

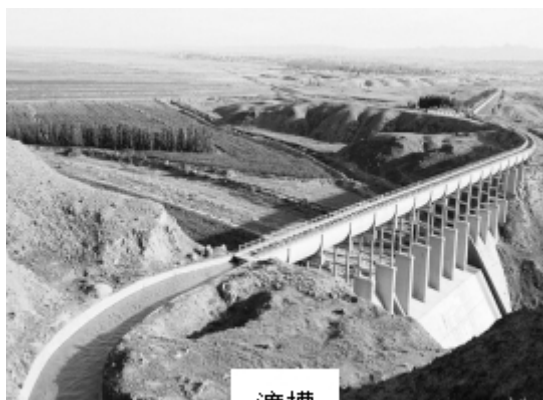
(1)渠道：是在地面上开挖或填筑的输送无压水流的通道，是一种广为采用的输水建筑物。按其作用可分为灌溉渠道、排水渠道（沟）、航运渠道、发电渠道以及综合利用渠道等。

渠道线路选择是渠道设计中的关键，应综合考虑地质、地形、施工条件等因素。渠道线路选择应力求短而直；充分利用原有沟道，尽量减少与道路或河流相交，少占耕地；渠道线路应避免通过滑坡、透水性强及沉陷量大的地区，以保证渠道安全和减少渗漏损失；灌溉引水干渠应尽可能布置在灌区最高地带，以便控制较多的自流灌溉面积；当渠道通过山谷、山脊，填、挖方量很大时，可以采用渡槽（或倒虹吸）和隧洞。

渠道断面形状有梯形、多边形、矩形、抛物线形和半圆形等。其中梯形和多边形断面因施工方便和渠道边坡稳定而使用最多。



渠道



渡槽

#### (2) 渡槽

渡槽是输送渠水跨越山冲、谷口、河流、渠道及交通道路等的交叉建筑物，由输水槽身、支承结构、基础、进出口建筑物等部分组成。进出口建筑物的作用是使渡槽与上下游渠道平顺连接，保持水流顺畅，减小水头损失。

渡槽应布置在地质条件良好、地形有利的地段，尽量缩短槽身长度，降低槽墩高度，渠道与槽身的连接应成一直线，切忌急剧转弯。

渡槽的分类方式很多，按施工方法不同可分为现浇整体式、预制装配式、预应力式等形式；按材料不同可分为木渡槽、砖石渡槽、混凝土渡槽和钢筋混凝土渡槽等；按槽身断面形式可分为矩形渡槽、U形渡槽、梯形渡槽、椭圆形渡槽和圆形渡槽，其中矩形渡槽、U形渡槽最为常见；按支承结构形式分为梁式渡槽、拱式渡槽、桁架式渡槽、组合式渡槽和斜拉式渡槽等，工程中常见的是梁式渡槽和拱式渡槽。

#### (3) 输水涵洞

当渠道跨越公路、渠道、沟谷等时，为顺利过水而不影响公路交通、交叉渠道过水、沟谷泄洪等而采用的埋在公路、渠道等下面的过水通道，称为过水涵洞。涵洞主要由进出段、洞身、基础和翼墙等组成，常用砖、石、混凝土和钢筋混凝土等材料筑成。



涵洞

2.压力输水建筑物：压力输水建筑物用于水力发电、供水、灌溉工程。其运行特点是满流、承压，其水力坡线高于无压输水建筑物。压力输水建筑物有管道和隧洞两种形式。

压力管道按其材料有钢管、钢筋混凝土管、塑料管等。压力管道除应满足安全、可靠、经济等一般要求外，还应保证足够大的输水能力和尽可能小的水头损失。

压力隧洞一般为深埋于岩体的地下结构，上有足够的覆盖岩层厚度，并选在地质条件比较好，山岩压力较小的地区。

3.水泵站建筑物：水泵站是指由机电设备、建筑设施和管道部分等构成，将水由低处抽提至高处的综合体，常简称为泵站。根据水泵站的功能分为供水泵站、排水泵站、加压泵站、调水泵站、蓄能泵站等。基本组成有机电设备（水泵和动力机）、建筑设施（泵房、变电站和管理用房等）和辅助设备（充水、供水、排水、起重、照明）等。

#### 四、整治建筑物

为改善水流，调整、稳定河槽，以满足防洪、航运、引水等要求所采取的工程措施，称为河道整治。凡是以河道整治为目的所修建的建筑物，通称为河道整治建筑物，亦称为整治建筑物。常用的有堤防、护岸、丁坝、顺坝、锁坝、桩坝、杓槎坝等。河道整治建筑物可以用土、石、混凝土、金属、土工织物等河工材料修筑，也可用河工材料制成的构件，如柳石枕、石笼、杓槎、混凝土块等修筑。

1.堤防：堤防是河道防洪最主要的建筑物，防止洪水淹没两岸农田和城镇。堤防一般用土修筑而成，城镇堤防也有用混凝土的。河道堤防位置由防洪规划确定，要选在地势较高、地质条件较好的地方，同时要满足河道泄洪的要求。

2.护岸：护岸工程的作用在于保护岸坡免受水流冲刷和风浪侵蚀，其结构形式取决于防护部位的重要程度、工作环境、承受水流作用的情况以及护岸材料特性等。护岸工程根据建筑材料的不同分为干砌片石、浆砌片石、混凝土板、铁丝石笼、木桩排、生物护岸和木框浆石等多种。根据作用不同，又可分为护岸堤和导流坝（即厂坝或顺坝）两种。护岸堤是保护沟岸免受山洪或泥石流冲刷，并起挡土墙作用的建筑物，一般修成砌石护岸堤。

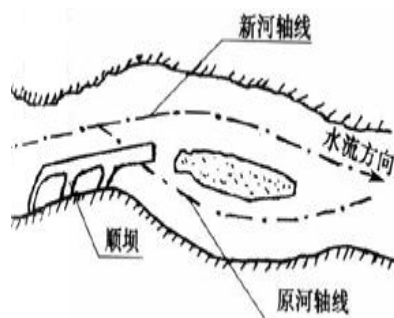
3.丁坝与顺坝：丁坝是从水流冲击的河岸或沟岸向水流中心伸出的导流坝，主要起改变流向、防止山洪或泥石流横向冲刷作用，它是江（河）道整治、护岸工程中的常用建筑物，按丁坝与水流所成夹角不同，可分为正交丁坝、下挑丁坝及上挑丁坝。



护岸



丁坝



顺坝示意图

在离岸一定距离的水中建造的与岸大致平行的坝体，也称顺岸坝，用以消减波浪并促使泥沙在坝后岸侧沉积。顺坝的长度根据所需防护范围而定，可布置成连续的或间断的两种，为拦断沿岸流，也可采取丁坝和顺坝相结合的布置方式。

供水工程：集中式供水工程指为满足城镇居民生活和企业生产用水，在适当地点修建的永久性供水工程，是从水源集中取水，在自来水厂经净化和消毒，水质达到饮用水卫生标准后，利用输配水管网统一送到用户或集中供水点的供水工程。自来水厂一般由取水工程、反应池、沉淀池、滤池、清水池、输配水管网等部分组成。

农田灌溉工程：为解决耕地灌溉和农村人畜饮水而修建的田间灌排工程、小型灌区、灌区抗旱水源工程、小型水库、塘坝、蓄水池、水窖、水井、引水工程和中小型泵站等。农田水利工程主要包括水源工程、渠（管）道工程、渠系建筑物工程、排涝工程、田间工程、高效节水工程等。

水土保持工程：利用工程措施拦截、调蓄水流，防护边坡稳定，防止水土流失，保护、改良、合理利用水土资源等的综合治理工程体系，包括生产型工程（为减轻或避免

因开发建设造成植被破坏和水土流失而兴建，如土地整治、边坡防护）和生态型工程（为生态保护而修建，如淤地坝、梯田）两部分。

环境保护工程：包括环境保护措施、环境监测措施、环境保护仪器设备及安装、环境保护临时措施等。

移民征地工程：水库建设移民与征地是指为调蓄江河径流,合理开发利用水资源,满足国民经济建设和社会发展的需要,进行水利工程建设活动时,征用与补偿库区淹没区土地和非自愿性群体迁移及其社会经济系统恢复重建的活动。

水生态工程：水利建设已进入生态水利时代，水利工作者肩负水利建设与生态保护的双重责任。水生态工程主要涵盖河流治理生态工程、湖泊及湿地治理生态工程、污水处理生态工程、水利水电生态工程和农业水土生态工程等。

## 第四章 机电设备、金属结构、管材

本章仅简要介绍机电设备工作原理、功能作用方面的专业基础知识。水利水电工程机电设备主要是指水轮发电机组、水泵抽水机组、阀门、伸缩节等水力机械辅助设备，及其电能的发、输、变、配电气一次、二次设备及自动化控制设备；金属结构设备主要是指钢制压力管道、闸门、各类启闭机、拦污栅清污设备及控制电气设备，各类起重设备。管材主要是输水材料，介绍不同类型管材的材质和用途。

### 第一节 水机设备

#### 一、水轮机

水轮机是将水体机械能转换为旋转机械能的水利机械，是水利发电工程中的主要动力设备。

##### （一）水轮机分类

根据转轮区内水流的流动特征和转轮转换能量形式不同，现代水轮机分为反击式和冲击式两类。反击式是同时利用水流的位能、压能和动能做功，分为混流式、轴流式、斜流式和贯流式四种；冲击式利用高压能水流冲击水轮机发电，分为水斗式、斜击式和双击式三种。

混流式（反击）：水流从四周沿径向进入转轮，近似轴向流出。应用水头范围：30m-700m。特点：结构简单、运行稳定且效率高。

轴流式（反击）：水流在导叶与转轮之间由径向运动转变为轴向流动。应用水头：3-80m。特点：适用于中低水头，大流量水电站。分类：轴流定桨、轴流转桨

冲击式：转轮始终处于大气中，来自压力钢管的高压水流在进入水轮机之前已经转变为高速射流，冲击转轮叶片做功。水头范围：300-1700m。适用于高水头，小流量机组。

##### （二）水轮机主要基本参数

1.工作水头  $H$  是指水轮机进、出口断面处单位重量水体的能量差，单位  $m$ ，典型工作水头有以下：

（1）最大水头（ $H_{max}$ ）：水轮机运行范围内允许出现的最大净水头。

（2）最小水头（ $H_{min}$ ）：水轮机运行范围内允许出现的最小净水头。

（3）设计水头（ $H_{设}$ ）：水轮发电机组发出额定功率时的最小水头。

2.流量  $Q$  是指单位时间内，通过水轮机某一既定过流断面的水量，单位  $m^3/s$  或  $m^3/h$ 。

3. 出力功率  $N$  是指水流在单位时间内所做的功（功率），其大小与水轮机的水头，流量有关。单位为 kW，计算公式： $N=9.81QHn$

4. 效率是指水轮机总效率，是水轮机输入功率与输出功率之比，其值总是小于 1，因为水轮机在工作过程中不可避免地要产生一些能量损失。

5. 转速是指水轮机转轮在单位时间内的旋转周数，以  $n$  表示，单位为 r/min。

## 二、水泵

水泵机组包括水泵、动力机和传动设备。它是农业灌排、人畜饮水、工业生产工程的主要设备，又称主机组。水泵按工作原理主要分为叶片泵、容积泵和其他类型泵。

### （一）水泵的结构及分类

水泵的基本结构由吸水室、叶片转轮和压水室三部分组成。叶片叶轮是泵的核心部件，水泵通过叶片转轮把电动机的机械能对水体的做功，增加水的动能。压水室的功能是聚集从转轮流出来的水体并把它送入压水管道，要求在完成这两项功能时，其能量损失最小。

#### 1. 叶片泵

1) 离心泵的工作原理:水泵开动前，先将泵和进水管灌满水，水泵运转后，在叶轮高速旋转而产生的离心力的作用下，叶轮流道里的水被甩向四周，压入蜗壳，叶轮入口形成真空，水池的水在外界大气压力下沿吸水管被吸入补充了这个空间。继而吸入的水又被叶轮甩出经蜗壳而进入出水管。离心泵是在叶轮的高速旋转所产生的离心力的作用下，将水提相高处的。

2) 轴流泵的工作原理:轴流泵与离心泵的工作原理不同，它主要是利用叶轮的高速旋转所产生的推力提水。轴流泵叶片旋转时对水所产生的升力，可把水从下方推到上方。轴流泵的叶片一般浸没在被吸水源的水池中。由于叶轮高速旋转，在叶片产生的升力作用下，连续不断的将水向上推压，使水沿出水管流出。叶轮不断的旋转，水也就被连续压送到高处。

叶片泵是农业灌排、人畜饮水、工业生产用于输送水和液体的常用泵型，具有流量大小、扬程高低选择性范围宽的特点。

2. 容积泵：它对液体的压送是靠泵体工作容积周期性的变化的改变来完成的，包括活塞泵、齿轮泵和螺杆泵。此类泵常用于小流量、高扬程场合。

3. 其他类型的泵：包括只改变液体位能的泵，如龙骨水车；利用液体的能量来传输液体的泵，如水锤泵、射流泵等。

### （二）水泵选型的基本原则

水泵选型主要是确定水泵的类型、型号和台数等。水泵的型号各生产厂家若有不同，选型时，要多参考几家厂家的产品样本，进行水泵参数最优选择。

1. 需要满足流量和扬程（或压力）的要求。

- 2.水泵应在高效范围内运行。
- 3.水泵在长期运行中,泵站装置效率较高,能量消耗少,运行费用较低。
- 4.按所选的水泵型号和台数建站,工程投资较少。
- 5.在设计标准的各种工况下水泵机组能正常安全运行,即不允许发生汽蚀、振动和超载等现象。
- 6.便于安装、维修和运行管理。

### (三) 水泵的基本参数

- 1.流量:流量是指单位时间内由水泵抽送水体的容积,以  $Q$  表示,以  $\text{m}^3/\text{s}$ 、 $\text{m}^3/\text{h}$  等计。
- 2.扬程:扬程是指单位重量的水体通过水泵后获得的能量,即在水泵出口处和进口处单位重量水体的能量之差,以  $H$  表示,以  $\text{m}$  计。
- 3.转速:转速是指水泵叶轮和主轴单位时内旋转的数值,以  $n$  表示,以  $\text{r}/\text{min}$  计。
- 4.功率:水泵的轴功率是指水泵的输入功率,是原动机(电动机,内燃机)传送给水泵的功率,记  $N$  表示,以  $\text{kW}$  计。
- 5.效率:原动机输入的能量在水泵中传递给水或液体,能量转换的效果用水泵的效率  $\eta$  来衡量。
- 6.汽蚀余量:汽蚀余量是指在泵吸入口处单位重量液体所具有的超过汽化压力的富余能量,单位用米标注,用  $(NPSH)r$ 。高海拔地区安装离心泵的一个技术指标,关系水泵能否安全、稳定、高效率运行。

### 三、抽水机装置的附属设备

根据水泵机组启动、运行、停机的工作要求,还要在每台水泵进水侧安装进水管、伸缩器、进水阀门,出水侧安装出水管、伸缩器、出水阀门。

- 1.进、出水管起到刚性连接和输水作用,按照直径不同可以购置和加工卷板焊制。以外径和厚度表示:  $\text{DN}1000*12$ ,是指外径为  $1000\text{mm}$ ,壁厚为  $12\text{mm}$ 。

- 2.伸缩器起到矫正安装误差、方便阀门安装、检修、吸收水锤对水泵运行的冲击。以外径和长度表示:  $\text{DN}1000*600$ ,是指外径为  $1000\text{mm}$ ,长度  $600\text{mm}$ 。

- 3.阀门:阀门是流体输送系统中的控制部件,具有截止、调节、导流、防止逆流、稳压、分流或溢流泄压等功能。在农业灌排、人畜饮水工程中用途多、用量大。在水泵进出口安装的阀门,根据水泵扬程、流量、功率,及其作用不同,选择不同的规格、型号,实现不同的断流功能。阀门的用途广泛,种类繁多,分类方法也比较多。总的可分两大类:

第一类自动阀门:依靠介质(液体、气体)本身的能力而自行动作的阀门。如止回阀、安全阀、调节阀、疏水阀、减压阀等。

第二类驱动阀门:借动手动、电动、液动、气动来操纵动作的阀门。如闸阀,截止

阀、节流阀、蝶阀、球阀、旋塞阀等。

水利工程农业灌排，按照开阀、关阀的操控动力分为手动蝶阀、电动蝶阀、液（压）动蝶阀、气动蝶。

人畜饮水工程，远距离输水的管道和阀件组合主要安装自动阀门，从而使管道水流波动小，流向稳定，保障管道输水安全。

阀门的品种多、分类细、用途广。一般按照名称+公称通径分类：

- (1)小通径阀门：公称通径  $DN \leq 40\text{mm}$  的阀门；
- (2)中通径阀门：公称通径  $DN$  为  $50 \sim 300\text{mm}$  的阀门；
- (3)大通径阀门：公称阀门  $DN$  为  $350 \sim 1200\text{mm}$  的阀；
- (4)特大通径阀门：公称通径  $DN \geq 1400\text{mm}$  的阀门。

4.流量计：水利工程常用电磁流量计是根据法拉第电磁感应定律制造的用来测量管内导电介质体积流量的感应式仪表。

超声波流量计是利用流体流动对超声波脉冲或者超声波束的信号调制作用，并通过检测信号的变化来获得体积流量的一种计量仪表。

智能水表是一种利用现代微电子技术、现代传感技术、智能 IC 卡技术对用水量进行计量并进行用水数据传递及结算交易的新型水表。

流量计按公称通径分类，和阀门是一致的。

它们的特点是可以根据工程需要做成大口径，智能化。与水利工程、人畜饮水管理自动化融为一体，主要用于各类供水工程，借助移动通讯手机终端完成结算交易。



## 第二节 电气设备

### 一、电力系统

各种电压等级的电力线路将一些发电厂、变电所和电力用户联系起来的发电、输电、变电、配电和用电的整体称为电力系统。按地域来划分，如华东电网、东北电网、西北电网，宁夏属于西北电网的范围。电网按电压等级来划分，110kV以上电压等级的电网为输电电网，35kV、10kV以下电压等级的电网为用电电网。电网由各类电气设备科学有序连接组成，电网按照电气设备功能用途又分一次设备和二次设备。

一次设备是指发、输、配、用电的主系统上所使用的电气设备，如发电机、输电线路、变压器、断路器、隔离开关、母线、电力电缆和电动机等。

二次设备是指对一次设备的工作进行控制、保护、监察和测量的设备。如测量仪表、继电器、操作开关、按钮、自动控制设备、计算机、信号设备、控制电缆以及提供这些设备能源的一些供电装置(如蓄电池、硅整流器等)，

### 二、一次设备及功能作用

一次设备主要组成有：发电机（电动机）、变压器、断路器、隔离开关、自动开关、接触器、刀开关、母线、输电线路、电力电缆、电抗器等。

1.发电机:就是将原动机的机械能转换为电能的机械—电气一体的设备。发电机由定子和转子组成，当有动力带动转子运转后，转子的磁场变化切割磁力线，使定子线圈感应产生电流，这样交流电就产生了。

发电机有很多种，其原理都是利用电磁感应原理，有水轮发电机，火力发电机，风力发电机。

主要技术参数：电压，以U表示，以kV计；电流以I表示，以A计；功率以N表示，以kW计；转速以n表示，以r/min计。

2.电动机：就是将电能转换为机械能（转数）的机械—电气一体的设备。电动机种类很多，用途很广。水利工程扬水泵站多用同步电动机、异步电动机，以Y系列10kV高压电动机、0.38kV低压电动机用量最多。

主要技术参数：电压，以U表示，以kV计；电流以I表示，以A计；功率以N表示，以kW计；转速以n表示，以r/min计。

3.变压器：变压器是利用电磁感应原理制成的，用来满足电力的经济输送、分配与安全使用中升高或降低电压要求的一种电气设备。变压器的功能主要有：电压变换；电流变换，阻抗变换；隔离；稳压。水利工程水电厂用升压变压器外，扬水泵站、工程施工用电，使用均为降压变压器，电压为110kV/10kV、35kV/10kV、10kV/0.38kV；变压器的单位是

容量，以  $S_e$  表示，以 kVA、mVA 计。1mVA（一个兆伏安）等于 1000kVA（千伏安）。

4.互感器：电力系统为了传输电能，往往采用交流电压、大电流回路把电力送往用户，无法用仪表进行直接测量。互感器分为电压互感器和电流互感器两大类，其主要作用有：就是将一次系统的电压、电流信息准确地传递到二次侧相关设备。将高电压或大电流按比例变换成标准低电压(100V)或标准小电流(5A 或 1A，均指额定值)，以便实现测量仪表、保护设备及自动控制设备的标准化、小型化。是二次回路的必备设备。同时互感器还可用来隔开高电压系统，以保证人身和设备的安全。

5.断路器：根据电力系统运行的需要，将部分或全部电气设备，以及部分或全部线路投入或退出运行。当电力系统某一部分发生故障时，它和保护装置、自动装置相配合，将该故障部分从系统中迅速切除，减少停电范围，防止事故扩大，保护系统中各类电气设备不受损坏，保证系统无故障部分安全运行。

6.隔离开关：隔离开关配置在主接线上，保证了线路及设备检修时形成明显的断口与带电部分隔离。

#### 7.输电线路和电力电缆

电力线路按输电电压分类，可分为低压配电线路、高压配电线路、高压输电线路、超高压输电线路和特高压输电线路。输电线路的输电电压决定于输电容量和输电距离。电压越高，在一定输送容量下，输送距离可越长；在一定的输送距离下，可输送的容量就越大。

低压配电线路是指线对地电压在 1kV 以下的线路；10kV 输电线路称高压配电线路。按线路架设方法可分为架空输电线路和电缆线路。

按输送电流的种类分，可分为交流输电和直流输电两种。

输电线路和电力电缆主要技术参数是供电电压、标称截面  $\text{mm}^2$  和载流量 A。

8.母线：在变电所中各级电压配电装置的连接，以及变压器等电气设备和相应配电装置的连接，大都采用矩形或圆形截面的裸导线或绞线，这统称为母线。母线的作用是汇集、分配和传送电能。

#### 9.电力电容器：

在电力系统中串联电容器和并联电容器，它们都改善电力系统的电压质量和提高输电线路的输电能力，是电力系统的重要设备。无功补偿电力电容的单位是容量，以  $Q_e$  表示，以 Kvar 计。

#### 10.电动机启动方式及装置

三相异步电动机因具有结构简单、制造方便、运行可靠、价格低廉等优点，而广泛应用在工业、农业、交通运输业、国防工业以及其他各行各业中。但它也有明显的缺点，那就是起动转矩小，起动电流过大。为了减小异步电动机起动过程中对电网的冲击、消除传统降压起动设备的有级触点控制对异步电动机的冲击、改善异步电动机的起动特性，研究制造出了基于单片机控制的晶闸管调压软起动器和变频器。

三相异步电动机的起动方法很多,水利工程主要使用的是直接起动、传统减压起动、软起动的起动方法。

### 1.直接起动

直接起动,也叫全压起动。起动时通过一些直接起动设备,将全部电源电压(即全压)直接加到异步电动机的定子绕组,使电动机在额定电压下进行起动。

### 2.传统减压起动

减压起动是在起动时先降低定子绕组上的电压,待起动后,再把电压恢复到额定值。减压起动方法一般只适用于轻载或空载情况。多用于电压 0.38kv、功率低于 50kw 的轻载或空载起动的异步电动机。

### 3.软起动

软起动装置现在有两种产品被广泛使用,软起动器和变频器。

1) 软起动器:软起动器是一种集软起动、软停车、轻载节能和多功能保护于一体的电机控制装备。实现在整个起动过程中无冲击而平滑的启动电机,而且可根据电动机负载的特性来调节启动过程中的各种参数,如限流值、启动时间等。

2) 变频器:对于变频器,输出频率范围可以从 0.1Hz~500Hz。调速精度一般不低于 1%,有的可高达 0.02%,瞬时过力矩可为 200%(2s 内)或 170%(60s 内)。

软起动的智能化设计,可以与上位控制计算机接口,具有断相与相序检测,缺相保护,连续计算热电流值并考虑速度影响进行过热保护。同时变频器也可以设定为软起动工作方式,其最主要的特点是节能。

### 3) 变频器和软起动的区别

软起动器只能用于电动机启动过程;变频器用于电动机启动、运行、停机的全程。

## 三、二次设备及功能作用

二次设备,是指对一次设备的工作进行控制、保护、监察和测量的设备。如测量仪表、继电器、操作开关、按钮、自动控制保护设备、计算机、信号设备、控制电缆以及提供这些设备能源的一些供电装置(如蓄电池、硅整流器等)。

二次回路,是指测量回路、继电保护回路、开关控制及信号回路、操作电源回路、断路器和隔离开关的电气闭锁回路等全部低压回路。

由二次设备互相连接,构成对一次设备进行监测、控制、调节和保护的电气回路。是在电气系统中由互感器的次级绕组、测量监视仪器、继电器、自动装置等通过控制电缆联成的电路。它才能确保电力系统安全生产、经济运行、可靠供电、智能管理的组成部分。

1.微机保护测控装置:当今电力系统快速发展和系统自动化进一步提高,先进的计算机、自动化、通信、电子等高新技术并融入电力系统,完全达到人性化、集成化、智能化,全面管理电力系统的可靠安全运行。

2.直流屏及蓄电池组：直流屏是直流操作电源系统的简称。直流系统中提供能源，相当于变电站整个二次系统的核心，为二次系统的正常运行提供动力。蓄电池的容量是蓄电池放电到某一容许最小电压（或称终止电压）的过程中所放出的电量，以安时（Ah）表示。

#### 3.励磁系统

1) 励磁系统：供给同步发电机励磁电流的电源及其附属设备统称为励磁系统。它一般由励磁功率单元和励磁调节器两个主要部分组成。励磁系统的自动励磁调节器对提高电力系统并联机组的稳定性具有相当大的作用。

#### 2) 励磁

一般我们把根据电磁感应原理使发电机转子形成旋转磁场的过程称为励磁。此外，为发电机等“利用电磁感应原理工作的电气设备”提供工作磁场也叫励磁。有时，向发电机转子提供转子电源的装置也叫励磁。

#### 3)主要作用

(1)维持发电机端电压在给定值，当发电机负荷发生变化时，通过调节磁场的强弱来恒定机端电压

(2)合理分配并列运行机组之间的无功分配。

(3)提高电力系统的稳定性，包括静态稳定性、暂态稳定性及动态稳定性。

4.控制电缆：控制电缆具有防潮、防腐和防损伤等特点,可以敷设在隧道或电缆沟内。控制电缆从电力系统的配电点把电能直接传输到各种用电设备器具的电源连接线路。

5.组成二次回路的电器元件、仪表、各种保护、控制屏（柜、盘）。

### 四、光伏发电

随着世界能源的紧缺，光伏发电在世界范围内受到高度重视，发展非常迅速。从远期看，光伏发电将以分散式电源进入电力市场，并部分取代常规能源。光伏发电可以作为常规能源的补充，在解决特殊应用领域，如：通信、信号电源，和边远无电地区民用生活用电需求方面，从环境保护及能源战略上都具有重大的意义。

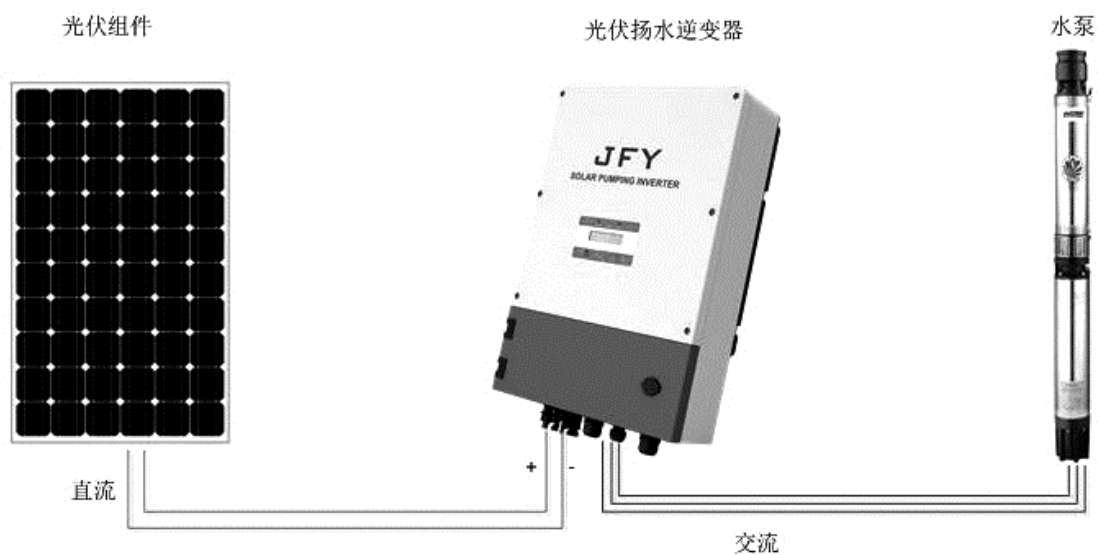
光伏电站由发电系统和电能送出系统组成。发电系统是子阵电池组件、汇流箱、直流柜、逆变器、数据采集柜的组成。

电能送出系统箱变、汇流箱、架空线路、母线、无功补偿装置、电压互感器、接地变压器及其自动装置、送出线路、主变、保护、自动装置、计算机监控系统、电能计量系统、光功率预测、生产管理系统组成。

光伏扬水系统就是光伏产品与扬水相结合，创新应用到生活用水，农业灌溉、生态恢复、草原畜牧等需求中，光伏扬水系统作为光伏领域的全新应用，不仅可以避免电网基础设施建设的大量资金投入，而且解决了农业生产的偏远缺电缺水难题。

典型的光伏扬水系统主要由光伏组件，光伏支架，扬水逆变器，水泵等四大部分组成（见下图），以清洁能源太阳能为动力直接驱动水泵进行扬水，以蓄水代替蓄电，无需储能装置，极大降低系统的建设成本和维护成本。系统凭借其环保节能，易安装维护，经济性好等特点已被人们广泛使用。

典型的光伏扬水系统



### 第三节 自动化控制及信息化

水利工程管理自动化控制及信息化建设是一项跨行业、跨学科的综合性工程，按照国家确立的信息化建设方针、政策和总体规划，立足于水利系统，条块结合、联合共建、信息资源共享的一项系统工程。

#### 一、自动控制系统主要组成

自动控制系统主要由：控制器，被控对象，执行机构和变送器四个环节组成。

控制器：可按照预定顺序改变主电路或控制电路的接线和改变电路中电阻值来控制电动机的启动、调速、制动和反向的主令装置。

被控对象：一般指被控制的设备或过程为对象，如反应器、精馏设备的控制，或传热过程、燃烧过程的控制等。从定量分析和设计角度，控制对象只是被控设备或过程中影响对象输入、输出参数的部分因素，并不是设备的全部。

执行机构：使用液体、气体、电力或其它能源并通过电机、气缸或其它装置将其转化成驱动作用。

变送器：作用是检测工艺参数并将测量值以特定的信号形式传送出去，以便进行显示、调节。在自动检测和调节系统中的作用是将各种工艺参数如温度、压力、流量、液位、成分等物理量变换成统一标准信号，再传送到调节器和指示记录仪中，进行调节、指示和记录。

节水灌溉工程利用变频器进行不同转速下的水泵工况调节，就是控制器，被控对象，执行机构和变送器四个环节组成。技术管理层面工程建设和管理调度指挥系统建设就是在以上各种技术支撑下进行更高一级的管理工作。

#### 二、技术管理层面工程建设

自动化控制及信息化技术层面工程建设内容包括，干渠直开口自动化监控系统；测水断面量水设施系统；水闸的自动化监控系统；泵站自动化监控系统；涵盖山洪入渠、渡槽、涵洞及管理单位视频监测系统；田间高效节灌自动化监控系统等等，在这些工程建设项目内容中，自动化控制系统作为一个重要分部工程进行建设，成为自动化控制系统的基础环节，必须实现功能齐全，测控精准，性能完好。

#### 三、管理调度指挥系统建设

将技术层面工程建设的各项单位工程上升到，灌区水量调度系统，灌区灌溉管理系统，灌区工程管理系统，灌区防汛管理系统，灌区水费征收系统，逐级进行统一信息化管理，就是达到了自动化控制及信息化建设公用目的，才能加强水利信息化建设与管理，强化水利信息化资源整合共享和网络安全，保障水利信息化协调有序发展。

## 第四节 金属结构

金属结构也称水工钢结构，是指水利水电工程中所有的过流金属构件（不包括机组过流构件），即采用型钢、钢板通过焊接或螺栓连接等方法，按照一定规律组成的承载结构和设备。水利水电工程金属结构制作工艺包括材料选择、环境制作设备的控制调整、下料、拼装、焊接、矫正、改正锻造、总装等等流程。一般包括各种闸门及其启闭机械、拦污栅及清污机械、压力钢管等。

### 一、水利水电金属结构生产

#### 水利水电工程金属结构制作工艺

（1）材料选择和安全生产：材料的选择是水利水电金属结构生产的前提，也是产品安全性能的重要影响因素。这是进行生产的第一个步骤。从设计效果、外形、组装和具体的用途及安全质量等方面综合考量，全面考虑，最后使用最适合的材料。材料检测每一项指标都要符合生产要求，安全合理的生产对产品的生产过程进行严格的检查，提高人员素质每一环节都注重质量保证，加强安全意识。

（2）制作设备与制造环境：机械设备的选择和性能运行情况检查也是水利水电金属结构制造工艺中很重要的环节，这是直接影响生产的关键因素，所以在生产运行之前，需要对设备机器进行检验，确认是否正常，是否能够投入生产。

（3）焊接工艺：焊接是水利水电金属结构制造的过程中重要的环节，是连接构件各部分的手段，连接构件对技术水平要求较高，要使焊接部分与整体工艺相结合，需要专业的操作。焊接处是最容易出现问题的部分，关系到整个水利水电金属结构的质量。需要进行无损检测，目的是检测生产的产品是否存在损伤部分，是否完整，判断压力容器是否符合要求，质量和安全性能能否达标。常见的无损检测工艺有 RT 检测、UT 检测等等，这些工艺从全方面检测水利水电金属结构的性能，进而保证最终的产品质量。

#### （4）水利水电金属结构安装工艺：

1）测量放线：为了生产的精确性，也是质量安全的要求。应用计算机信息技术的分析处理，控制制造的误差范围，就能够确定放线的位置和精准度。

2）拼装组合：金属构件确定好拼装方案，需要校对构件图纸尺寸，按照规范要求进行拼接工作。

3）防腐处理：金属构件防腐处理达到设计要求，拼装组合的结合部、焊缝处的再次防腐处理工艺完成，验收合格。

### 二、闸门

闸门是用来关闭、开启或者局部开启水工建筑物中过水孔口的活动结构，是金属结

构产品组合中生产较多的一种设备。闸门用途很广，水利枢纽的泄水系统、引水发电系统、取水及排灌系统以及交通航运系统重要组成部分。

##### 1. 闸门的组成

闸门一般由活动门叶、埋固部件和启闭机械三部分组成。可用钢材、铸铁、木材、钢筋混凝土、钢丝网水泥、工程塑料或铝合金等材料生产。

(1) 门叶是封闭孔口而又能根据需要开启孔口的闸门主体，也称活动部分，即通常所说的闸门。

(2) 埋固部分是指埋设在水工建筑物中的构件，包括行走支承埋件、止水埋件、护砌埋件，通过这些构件将门叶所受的荷载传给水工建筑物。

(3) 启闭设备是用以操作闸门的门叶，使之开启与关闭。现在工程上最常用的启闭设备有固定卷扬式启闭机、液压式启闭机、螺杆式启闭机，其动力控制进行自动化智能管理等。

##### 2. 闸门的技术参数

闸门的技术参数，计算水头，闸孔尺寸、荷载跨度等。生产中要确定闸门形式、闸孔的性质、闸门材料、闸门止水、启闭机械，以及制造规范和验收标准。

##### 3. 闸门的分类

按其用途可分为工作闸门、事故闸门、检修闸门和施工导流闸门；按其门叶顶缘与上游水位的相对位置可分为露顶式闸门和潜孔式闸门；按其结构特征又可分为平面闸门、弧形闸门、扇形闸门、圆辊闸门、圆筒闸门、浮箱闸门、屋顶闸门、翻板闸门、叠梁闸门等。在选择闸门的形式和尺寸时，主要考虑闸门的工作位置、控制运行条件、设计制造和安装的技术水平以及经济合理性等因素。

### 三、铸铁闸门（斗门）

农业灌溉系统一般来讲就是干、支、斗、农、毛渠系分级组成，干渠为水源地取水引至灌区的输水渠道（干渠以下为配水系统），支渠、斗渠更进一步分配水量，农渠从斗渠取水并分配到田间的最末一级固定渠道，毛渠从农渠取水并向畦、沟供水的田间渠道。这样庞大的灌溉体系中，闸门，在支、斗、农、毛渠上也称斗门。由于长、宽尺寸在 2 米到 0.2 米之间，明渠灌溉水头小，铸铁闸门就运用而生。安装在渠道、涵管的进水口，用作工作闸门调节流量、控制水位，或用作检修闸门关闭孔口挡水。

##### 1. 铸铁闸门的构造

铸铁闸门一般由门叶（闸板）和门框（闸框）两部分组成，铸铁闸门一般设置有可调节的楔紧装置，楔紧副（如楔块与楔块、楔块与偏心销等）分别设在门体和门框上，然后在工作时，通过调节楔紧装置，可使得闸门关闭时门体紧贴门框，达到止水要求。

##### 2. 铸铁闸门的工作原理

闸门门框与门体安装在水下部位，导轨则装在门框上端，因闸门在水下工作，为操



作方便，在水下设置了启闭装置。工作时，转动启闭机摇把使螺母或螺杆蜗轮作旋转运动，带动传动螺杆工作，使门体相对对门框作上下往复运动；同时，楔紧装置运用楔块可紧可松的工作原理，使门体下降至设定极限位置。这样的话，门框、门体密封座面能有效地贴合，起到截水之作用。

#### 四、闸门启闭机

启闭机主要用于各类大型给排水、水利水电工程，并控制各类大中型铸铁闸门与钢制闸门的升降达到开启与关闭的目的。主要分为螺杆启闭机、卷扬启闭机、液压启闭机三大类型。



水利水电工程闸门启闭机现在的控制管理均能实现自动化控制。

#### 五、拦污栅清污设备

水电站及泵站进水口前经常堆积有大量污物，污物种类复杂，有稻草、树叶、树枝、流木及动物尸体等，北方地区还有雪浆、流冰等。如不及时清除，拦污栅前后水位差可达数米，轻则影响出力，重则堵塞甚至压垮拦污栅危及电站及泵站正常工作，或迫使电站停机处理，造成大量电能损失，影响输水生产灌溉任务。

清污机通常由工作装置，门架及行走、回转机构，排污设备等几部分组成，每一组成部分又有多种结构形式。拦污栅以长\*宽（m）和重量（t）计；清污机以台（套）计。

（1）工作装置：工作装置是指清污器及其升降、驱动装置等。清污器根据拦污栅形式及污物大小有耙斗、挖斗、抓斗、梳齿、回转栅叶等形式。清污斗的升降，按其所使用动力可分为电动和液压驱动，电动式的又有钢丝绳和链条驱动等。清污斗张闭也有依靠电动卷扬机或用液压控制之分。

（2）行走及回转装置：清污机机架有固定式和行走式两种。固定式是固定于坝面不移动的，按拦污栅宽度和清污机宽度配置一台或若干台。一般用在大型水电站，用于去除流木等粗大杂物一次清污量大。行走式是指清污机可在坝面上沿轨道行走，这种机型灵活机动，用得较多。

（3）排污系统：清污系统包括卸污设备、污物运输设备及污物处理设施等。根据污物种类和大小的不同，排污系统组成也有多种。通常清污机耙斗将污物耙上来后，可自动卸到装料手推车、汽车或传送带上并运走，有的机型自身装有翻板装置、溜槽或坡度较大的排污槽，耙上的污物可直接卸入汽车或传送带上运走。

## 六、起重设备

起重机是指在一定范围内垂直提升和水平搬运重物的多动作起重机械。起重机的工作特点是做间歇性运动，即在一个工作循环中取料、运移、卸载等动作的相应机构是交替工作的，起重机在各类工程建设中用途广、种类多。

### 1.主要性能参数

起重机主要参数是表征起重机主要技术性能指标的参数，是起重机安全技术要求的重要依据。

起重机自重  $G$ ：自重是指在标准配置下，整机的质量，单位为吨(t)或千克(kg)。

额定起重量  $Q_n$ ：额定起重量为起重机能吊起的物料连同可分吊具或属具(如抓斗、电磁吸盘、平衡梁等)质量的总和。

有效起重量  $Q_p$ ：有效起重量为起重机能吊起的物料的净质量。

起升高度  $H$ ：起升高度是指起重机运行轨道顶面（或地面）到取物装置上极限位置的垂直距离，单位为 m。

下降深度  $h$ ：当取物装置可以放到地面或轨道顶面以下时，其下放距离称为下降深度。即吊具最低工作位置与起重机水平支承面之间的垂直距离。

起升范围  $D$ ：起升范围为起升高度和下降深度之和，即吊具最高和最低工作位置之间的垂直距离。

跨度  $S$ ：跨度指桥式类型起重机运行轨道中心线之间的水平距离，单位为 m。

工作速度  $V$ ：工作速度是指起重机工作机构在额定载荷下稳定运行的速度。

起升速度  $V_q$ ：起升速度是指起重机在稳定运行状态下，额定载荷的垂直位移速度，单位为 m/min。

大车运行速度  $V_k$ ：大车运行速度是指起重机在水平路面或轨道上带额定载荷的运行速度，单位为 m/min。

小车运行速度  $V_t$ ：小车运行速度是指稳定运动状态下，小车在水平轨道上带额定载荷的运行速度，单位为 m/min。

### 2.结构分类

起重机械分类在各类工程中所用的起重机械，根据其构造和性能的不同，一般可分为轻小型起重设备、桥式类型起重机械和臂架类型起重机，缆索式起重机四大类。轻小型起重设备如：千斤顶、气动葫芦、电动葫芦、平衡葫芦（又名平衡吊）、卷扬机等。桥架类型起重机械如梁式起重机等。臂架类型起重机如固定式回转起重机、塔式起重机、汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机等。缆索式起重机如升降机等。

结构形式，起重机主要分为轻小型起重设备、桥架式（桥式、门式起重机）、臂架式（自行式、塔式、门座式、铁路式、浮船式、桅杆式起重机）、缆索式。

### 3.水利水电工程起重机械

水利水电工程使用起重机械一般分两个阶段，一是工程建设期，施工单位根据施工需要使用的各类起重机械。二是工程管理期，运行管理单位长期使用的工程设计安装到位的单一起重机械。工程设计安装到位的单一起重机械，如水电站、泵站室内的桥式吊车，在施工阶段就进入使用阶段。

(1) 轻小起重设备：轻小型起重设备的特点是轻便、结构紧凑，动作简单，作业范围投影以点、线为主。轻、小型起重设备，一般只有一个升降机构，它只能使重物作单一的升降运动。属于这一类的有：千斤顶、滑车、手（气、电）动葫芦、绞车等。电动葫芦常配有运行小车与金属构架以扩大作业范围。主要以电动葫芦为代表的 CD1、MD1 型系列钢丝绳电动葫芦。它具有结构紧凑、轻巧、安全可靠、零部件通用程度大，互换性强、起重能力高、维修方便等特点，是用途广泛，深受欢迎的轻型起重设备。水利水电工程露天、室内均可使用。

(2) 桥架起重机：可在长方形场地及其上空作业，多用于车间、仓库、露天堆场等处的物品装卸，有梁式起重机、桥式起重机、缆索起重机、运载桥等。

1) 梁式起重机：梁式起重机主要包括单梁桥式起重机和双梁桥式起重机。单梁桥式起重机桥架的主梁多采用工字型钢或钢型与钢板的组合截面。起重小车常为手拉葫芦、电动葫芦或用葫芦作为起升机构部件装配而成。

电动单梁桥式起重机工作速度、生产率较手动的高，起重量也较大。电动单梁桥式起重机由桥架、大车运行机构

2) 桥式起重机：桥式起重机是桥架在高架轨道上运行的一种桥架型起重机，又称天车。桥式起重机的桥架沿铺设在两侧高架上的轨道纵向运行，起重小车沿铺设在桥架上的轨道横向运行，构成一矩形的工作范围，就可以充分利用桥架下面的空间吊运物料，不受地面设备的阻碍。

3) 门式起重机：一般根据门架结构形式、主梁形式、吊具形式来进行分类。一般用于水电站泵站进水闸门的开启关闭。

起重机电气操作装置为 0.38kV 的各类用电设备，现在大多进入了自动化智能控制，操作更方便、更准确、更安全。

## 七、压力钢管

压力钢管是将水流送从水库、压力前池或调压室直接引入水电站水轮机或泵站水泵将水输送至明渠、水厂承受水压力水击荷载的钢材制品。

### 1. 压力钢管的制造

压力钢管一般采用普通碳素钢中的镇静钢和低合金结构钢制作，通常在工厂和施工现场制造。先按要求裁好钢板，再按给定的曲率用卷板机将其辊卷成圆弧形，然后根据运输条件和其他要求，焊成一定长度的管节。主要是直管、弯管和渐变管的制造。

### 2. 压力钢管安装

在钢管安装过程中，需要随着工位的变化，对钢管管节进行移动。根据现场安装条件难易可分为垂直吊装转运、轨道吊装转运和索道吊装转运。

3.压力钢管的水压试验：压力钢管安装产生的焊接应力、安装应力等，应当采取消除应力的措施降低残余应力的影响，同时为了检验压力钢管制作、安装质量，可以采用水压试验的方法。水压试验的压力根据设计确定，试验部位主要是岔管、下平段。水压试验时采用闷头将试验段两端封堵住，闷头的制造质量和安装质量要求非常高。试验时需将管内的空气排出。

#### 4.压力钢管防腐蚀

表面预处理:钢管表面预处理前应将铁锈、油污、积水、遗漏的焊渣和飞溅等附着污物清除干净。

钢管除锈:应用干燥的压缩空气吹净，或用吸尘器清除灰尘，涂装前若发现钢板表面污染或返锈，应重新处理到原除锈等级。

涂料涂装:除锈后的钢材表面宜在 4h 内涂装，晴天和正常大气条件下，最长不应大于 12h。使用的涂料应符合图样规定，涂装层数、每层厚度、逐层涂装间隔时间、涂料调配方法和涂装注意事项，应按设计文件或有关规定进行。

## 第五节 管 材

按制作的材料划分，给水管材分成两类种类，一类为金属材料给水管材，另一类则为非金属材料给水管材。

### 一、金属材料给水管材

金属材料给水管材通常用于户外，包含钢管和球墨铸铁管。

1.钢管（SP）：是目前大口径埋地管道中运用最为广泛的管材，适用于水利、市政给水、石油天然气输送、煤矿及电厂等其他流体输送。按照制造工艺可分为无缝钢管、直缝钢管、螺旋焊管。常用的管径范围为 DN200-DN2200，国内最大钢管直径达 DN4000。材质一般采用 Q235B（C）、Q355B（C）以及其他特定用途的普通结构钢。设计方根据不同的材质、不同的壁厚设计不同的工作压力，常用压力有 1.6MPa、2.0MPa、2.5MPa、4.0MPa，最大工作压力可达 10MPa，是高公压输水管道最好的选择。钢材的物理性能指标：弹性模量： $2.06 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ；线膨胀系数： $12 \times 10^{-6}$ ；泊松比：0.3；屈服强度（Q355）：355MPa；抗拉强度（Q355）：470-630MPa。

钢管（SP）的优点：

- （1）设计选择性灵活，可根据不同的材质、不同的壁厚，设计不同的工作压力；
- （2）抗高压能力强，最大压力可达 10.0MPa；
- （3）管径使用范围广，DN200-DN4000；
- （4）施工安装吊装方便，适应各种复杂地形，对地基基础要求低，抗基础沉陷、抗地震能力强。
- （5）管道接口方式多，可采用接口方式、承插式柔性接口连接方式、法兰连接以及承插搭接焊等方式。

由于钢管容易受到腐蚀，近年来，钢管设计一般采用内壁熔结环氧粉末，外壁 3PE 缠绕以及其他环氧体系的涂料做防腐处理，延长了钢管的使用寿命，一般能达 50 年左右或更长的年限。同时赋予了其优异的优点：耐腐蚀性与抗渗性好；水力性能好，管道内壁光滑，阻力系数小，不易积垢；由于钢管属于柔性管，在施工过程中，做好管测土的夯实工作，要求严格按照施工规范标准施工，确保管道质量以达到安全运行和延长使用寿命。

2.灰口铸铁管（CIP）：灰口铸铁管有砂型离心和连续铸造两种工艺，《砂型离心铸铁直管（GB 3421）》中管径规格自 DN200-DN1000；《连续铸铁直管（GB 3422）》中管径规格自 DN75-DN1200，均为刚性承插式直管。离心铸管早在上世纪 60 年代已停产，连续铸管是上世纪 60-80 年代广泛应用的管材。由于连续制造工艺的缺点，管材质量不够稳定，容易爆管。现在灰口铸铁管已属于淘汰产品，一般不再使用。基本被钢管（SP）取代。

3、球墨铸铁管 (DIP): 球墨铸铁管是选用优质生铁, 采用水冷金属型模离心浇注技术, 并经退火处理, 获得稳定均匀的金相组织, 能保持较高的延伸率, 故亦称可延性铸铁管。管径规格自 DN400—DN2600, 由于其具有较高的抗拉强度和延伸率, 在国内被主要运用于输水、输气及其他液体的输送。

## 二、非金属材料给水管材

非金属材料给水管材的种类多, 应用范围很广, 包含钢筋混凝土钢管 (RCCP), 钢筋缠绕钢管混凝土管 (BCCP), 预应力钢管混凝土管 (PCCP), 混凝土保护层预应力钢管混凝土管 (CPCCP), 预应力混凝土管 (PCP), 硬聚氯乙烯塑料管 (PVC—U), 聚乙烯管 (PE), 给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道 (SRCP), ABS 工程塑料管等, 均为普遍的非金属材料给水管材。

1. 钢筋混凝土钢管 (RCCP): 是指将单层或多层钢筋骨架设置在钢管的内外两侧并连同钢管一起置于模内, 再采用立式振动方法浇灌管壁混凝土制成的管子。管径规格自 DN1000—DN4000, 管线运行工作内压一般不超过 1.6MPa。该管材是一种非预应力结构, 自身刚度大, 且采用承插式柔性接头, 具有安全性能高、耐久性好、承载能力强、密封性能优良、安装方便、敷设环境适应性强等优点, 因此该管材既可以埋地, 又可以露天施工, 既可以开槽施工, 也可以顶进施工, 能适应各类埋地使用环境, 可广泛应用在工业输水管线、农田灌溉、工厂管网等领域。

目前 RCCP 在国内被广泛应用于穿越铁路、隧道、河流、建筑物等压力管线的顶进施工, 近年来随着该管材在南水北调中线工程向永定河生态补水工程中开槽埋地施工应用后, 该管材在国内的应用范围将会越来越广。

2. 钢筋缠绕钢管混凝土管 (BCCP): 是指两端焊有尺寸精确的钢制承插口环的焊接钢管, 在钢管内侧衬砌砂浆或混凝土制作成管芯, 然后在管芯外侧连续环向缠绕冷轧或热轧带肋钢筋后并制作一层致密的砂浆保护层而制成管子。管径规格自 DN400—DN2000, 管线运行工作内压一般不超过 2.0MPa。BCCP 管用钢管和钢筋采用低碳钢, 管材性能与钢管相似, 安全性能高; 防腐性能强, 使用寿命可达 50 年以上; BCCP 采用钢制承插接头, 密封性能好, 可现场开孔和随意切割, 重量轻, 无需大吨位吊车, 安装运输方便。

3. 预应力钢管混凝土管 (PCCP): 指在带有钢管的高强混凝土管芯上缠绕环向预应力钢丝, 再在其上喷制致密的水泥砂浆保护层而制成的输水管。常用的口径为 DN400—DN4000 工作压力不超过 2.0 MPa。PCCP 按照其结构分为内衬式预应力钢管混凝土管 (PCCPL) 和埋置式预应力钢管混凝土管 (PCCPE)。

PCCP 管材的优点是: 预应力钢管混凝土管兼有钢管和钢筋混凝土管的优点, 是一种性能优良的复合型管材, 其技术性能指标概括有:

(1) 接头密封性好: 接头采用钢质承插口, 双胶圈密封, 管线运行期间可以适应地

基沉降接口滴水不漏。

(2) 承压能力高：国标规定的工作压力为 0.4~2.0MPa，实际应用的 PCCP 工压高达 3.0MPa 以上。

(3) 覆土深度大：管道覆土深度可达 10 米或更大。

(4) 地基适应性好：采用柔性接口，使其能偏转一定的角度，具备较强适应地基变化的性能。

(5) 通水能力高；内表面光滑，糙率低，PCCPE 糙率系数为 0.01~0.0125。

(6) 耐腐蚀性能好：混凝土或砂浆提供的高碱性环境使得构成 PCCP 内部钢材钝化，延缓了管材腐蚀。

(7) 安装快捷、方便：采用承插式安装，无需现场焊接，安装速度快。

(8) 造价低、寿命长：在中大口径的输水管材中，PCCP 性价比最高，运行期间无需维护，寿命达 50 年以上。

4. 混凝土保护层预应力钢筒混凝土管 (CPCCP)：在 PCCP 基础上改进后的新产品，CPCCP 采用结构致密的混凝土代替水泥砂浆、立式浇筑工艺制作保护层，改善了保护层外观质量和抗腐蚀能力，在北方干燥环境下可延长管材露天外置时间，有效延长管道寿命，可埋地使用亦可露天铺设。常用的口径为 DN400-DN4000 工作压力不超过 2.0 MPa。CPCCP 按照其结构分为内衬式预应力钢筒混凝土管 (CPCCPL) 和埋置式预应力钢筒混凝土管 (CPCCPE)。CPCCP 管材的优点是：

(1) 承受较高的内压和外荷载，与 PCCP 一样，内压 0.4~2.0MPa;3.0MPa；刚性管道，覆土深度可达 10 米以上。

(2) 良好的抗渗性及耐久性，钢筒逐节水压试验，抗渗性能高；CPCCP 钢筋和钢筒全部被混凝土包裹，处于碱性环境钝化，抗腐蚀能力强，耐久性好，使用寿命可达 50 年以上。

(3) 接头密封性好，接头配合间隙 0.4~2mm。

(4) 对地基适应性好，抗震能力强，刚性管承受外压能力强，对基础和回填要求低；接头允许一定的转角，防止不均匀沉降引起的接头渗漏。

(5) 安装便捷快速，接头采用承插口双胶圈连接，安装、试压方便。

(6) 较高的通水能力，CPCCP 内壁糙率系数  $n=0.01\sim0.013$

(7) 工程造价低，使用范围广，CPCCP 工程综合造价低，性价比高。可适用于各种埋地和露天安装的输水工程，广泛应用于大型水利输调水工程、城市给排水干管、工业输水管线、工程管网、电厂补给水管及冷却水循环系统、倒虹吸管、压力隧道管线等

5. 预应力混凝土管 (PCP)：指在混凝土管内壁建立有双向 (纵向和环向) 预应力的一种预制混凝土管材，按照生产工艺分为一阶段管和三阶段管。一阶段管 (YYG) 指采用振动挤压工艺生产的预应力混凝土管，管子外保护层为混凝土，管子的结构形式为整体式。三阶段管 (SYG) 指采用管芯缠丝工艺生产的预应力混凝土管，管子外保护层为水泥砂浆，

管子的结构形式为复合式。

预应力混凝土管公称内径为 400mm-3000mm，工作压力不大于 1.2MPa，管顶覆土深度不大于 10m，管子接口为承插式滑动胶圈柔性接头。具有抗渗性能好，使用寿命长，水质无污染，输水能力强，接头密封严密，安装铺设方便，使用寿命长，绿色环保，尤其适用于明敷管线，工程造价低等优点，适合长距离、中低压力、中小口径的城市给水系统、排水系统、工业和水利输水管道、农田灌溉、工厂管网及深覆土涵管等。

#### 6.硬聚氯乙烯塑料管（PVC—U）：

该管材以聚氯乙烯树脂为原料，经过熔融挤出成型。其公称外径为 dn20-dn1000mm，公称压力等级为 PN0.63Mpa-2.5MPa，使用温度不超过 45℃。

PVC-U 管材的优点是：

- (1) 卫生无毒，采用环保无铅助剂生产，不产生水质二次污染。
- (2) 耐腐蚀性能强，能耐多种酸、碱、盐化学介质的侵蚀，不受土壤和水质的影响。
- (3) 内壁光滑，摩擦阻力小，输水能力强，长期使用不结垢。
- (4) 安装成本低、速度快，采用橡胶密封圈和粘接连接方式，连接安全快捷。
- (5) 产品安全可靠，静液压爆破强度是设计压力的 3 倍。

(6) 使用寿命长，埋地使用寿命可达 50 年以上。在永久性给水管道工程中应用 PVC—U 管材时，必须按照管道结构的设计计算确定采用管材规格等级，且严格按上述标准施工，确保管道质量以达到安全运行和延长使用寿命。

#### 7.聚乙烯管（PE）：聚乙烯管应采用挤出成型的内外壁光滑的平壁管。

目前常规的给水用聚乙烯管材口径范围为 dn32mm 至 dn800mm，某些工况条件下会采用 dn1200 甚至更大口径的管材，公称压力等级包括 0.4MPa、0.5MPa、0.6Mpa、0.8MPa、1.0MPa、1.25Mpa、1.6MPa、2.0MPa。由于材料的进步和性能的不同，国际上根据聚乙烯管的长期静液压强度对管材及其原料进行分类和命名，目前常用的压力输水用管道分为 PE80 级和 PE100 级，其中以 PE100 级管道应用更为广泛，给水用聚乙烯管材的主要性能要求为：密度 $\geq 930\text{kg/m}^3$ ；氧化诱导时间（210℃） $\geq 20\text{min}$ ；拉伸标称应变 $\geq 350\%$ ；PE80 管材拉伸屈服应力大于等于 18MPa；PE100 管材拉伸屈服应力 $\geq 21\text{MPa}$ 。聚乙烯管材具有良好的卫生性能，耐腐蚀、耐低温、抗磨损性能卓越，施工性能好且韧性高，流动阻力小，对管基不均匀沉降的适应能力非常强，抗震性能优良。小口径管可用盘管供应，运输、敷设方便，管道采用热熔对接，接口安全可靠，可将管道连接长达数百米进行弹性敷设。聚乙烯管材还可以做旧管道内衬，满足非开挖敷设施工的需要，这些因素综合起来，使得聚乙烯管道在给水输配系统应用中变得简易可行。

#### 8.给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道（SRCP）

该管材是以聚乙烯为基体，以粘接树脂包覆处理后的钢丝左右连续螺旋缠绕成型的网状骨架为增强体，用粘接树脂将增强和基体紧密连接成一体，通过熔融复合成型的复合管材。它的主要性能要求为：氧化诱导时间（200℃） $\geq 20\text{min}$ ；平均剥离强度 $\geq 15\text{N/mm}$ ，



单个试样剥离强度 $\geq 12\text{N/mm}$ ，且剥离截面为韧性破坏，表面呈絮状。爆破压力 $\geq 3\text{PN}$ 。基本特性为：承载能力强、耐腐蚀性好、耐磨性优良、耐开裂性能优异、施工方便，管道采用电熔管件或金属扣压管件连接，接口安全可靠。

9.聚丙烯管（PP）：聚丙烯管的口径较小（DN100以下），在建筑室内冷热水供应中使用较多。

PP管的物理性能：耐热性优良，在短期内使用温度可达 $100^\circ\text{C}$ 以上（ $120^\circ\text{C}$ ），正常情况可在 $80^\circ\text{C}$ 长期使用。但PP管的脆化温度较高，尺寸收缩率大，对低温的敏感性强，随着温度的下降，力学性能的下降也很明显，从而限制了它的使用范围。同时，聚丙烯的老化性能也较差。

#### 10.ABS工程塑料管

ABS是由丙烯腈、丁二烯、苯乙烯三种单体组成的热塑性塑料，具有优良的综合性能。ABS管口径一般在 $\text{dn}12\sim\text{dn}400$ ，管系列分别为SDR9、SDR11、SDR13.6、SDR17、SDR21、SDR26、SDR33、SDR41。管材的主要理化性能为：维卡软化点温度 $\geq 90^\circ\text{C}$ ；密度 $\geq 1060\text{kg/m}^3$ ；拉伸强度 $\geq 36\text{MPa}$ ；弯曲强度 $\geq 60\text{Mpa}$ 。

ABS塑料具有高强度、高韧性、耐冲击、耐热、耐低温、耐腐蚀、无毒等特点，被广泛应用于各种承压给水、排水、污水处理、海水输送及化学流体输送。

## 第五章 施工技术及施工机械

水利工程施工与一般土木工程如道路、铁路、桥梁和房屋建筑等的施工有许多相同之处。例如：主要施工对象多为土方、石方、混凝土、金属结构和机电设备安装等项目，某些施工方法相同，某些施工机械可以通用，某些施工的组织管理工作也可互为借鉴。水利工程的施工具有以下独有的特点：

1.水利工程承担挡水、蓄水和泄水的任务，因而对水工建筑物的稳定、承压、防渗、抗冲、耐磨、抗冻、抗裂等性能都有特殊要求，需按照水利工程的技术规范，采取专门的施工方法和措施，确保工程质量。

2.水利工程对地基的要求比较严格，工程又常处于地质条件比较复杂的地区和部位，地基处理不好就会留下隐患，事后难以补救，需要采取专门的地基处理措施。

3.水利工程多在河道、湖泊、沿海及其他水域施工，需根据水流的自然条件及工程建设的要求进行施工导流、截流及水下作业。

4.水利工程要充分利用枯水期施工，有很强的季节性和必要的施工强度，有的工程因受气候影响还需采取温度控制措施，以确保工程质量。

水利工程施工与社会和自然环境关系密切，因而实施工程的影响也较大，须要把握时机，合理安排计划，精心组织施工，及时解决施工中的防洪、渡汛等问题，以策安全。随着现代科学技术的发展，新型建筑材料和大型专用施工机械的不断出现与日益改进，水利工程已逐步由传统的人力施工转向机械化施工。

施工管理是在水利工程施工中对各项工序进行组织、检查、协调与控制的工作。其目的是以最少的人力、物力和资金，按照设计要求，确保工程质量和安全，使工程如期或提前竣工投入生产，发挥效益。水利工程施工管理贯穿于施工准备、主体工程施工及工程完建投入生产等各个阶段。

施工管理的内容主要包括：

1.计划管理。是管理工作的核心。根据施工组织设计，按施工阶段编制施工进度计划和作业计划，通过施工调度，开展工作，以保证任务如期完成。

2.技术管理。其中心内容是通过技术革新，改进施工方法和施工工艺，促进劳动生产率的提高，并为保证质量和安全制定相应的技术规程。

3.物资设备管理。指按质、按量、按施工进度供应所需的物资和机械设备，并改进物资设备的运输、保管和使用，以节约资金。

4.劳动工资管理。指合理安排人员编制、劳动组织、职工培训、劳动保护、工资奖励等工作。

5.工程定额管理。即对人力物力的消耗进行控制。它是计划管理的基础，通过计时

观测和调查研究，掌握现行定额执行情况，并为制定新定额提供原始资料，不断提高定额水平。

4.财务管理。包括成本核算，减少建设费用，合理使用资金，从经济上控制施工全过程，保证施工任务的完成。

## 第一节 施工技术

### 一、土石方工程施工

#### (一) 土方明挖(土料开采)

在大中型水利水电工程中,大面积土方明挖多为土料开采。我区碾压土石坝应用广泛且技术成熟,因此料场土料的开采与加工作较为常见。

料场开采前,要好料场范围划定、分期分区清理覆盖层、设置排水系统、修建施工道路,修建辅助设施等准备工作

##### 1. 场地清理

第一步植被清理:将开挖规划区域边线向外延 3m 以上的方位内,将植物根须、杂草、枯萎枝叶以及其他废弃物清除,要求清除彻底,做好范围外临近植被保护和清除物处理,尽量减小对环境造成的破坏。

第二步表土清挖:按规定要求深度对表层有机土壤开挖,并运至规划地点堆放。要求避免有机土壤被雨水冲刷流失和合理利用,满足环境保护要求。

第三步渣料利用:结合工程环境保护规划,根据渣料的利用价值,进行分类堆做。要求保证堆放边坡稳定,可利用渣料保护措施到位,防止被污染或者侵蚀。

##### 2. 土料开采

土料开采一般有立采和平采两种。当土层较厚,天然含水量接近填筑设计含水率,土料层次较多且土质差异较大时,宜采用立面开采方法;相对,当土层较薄,土料层次少且相对均质、天然含水量偏高需翻晒减水时,宜采用平面开采方法。根据供料要求、供料强度和拟定的开采处理工艺,将料场划分成不同工作区,利于土料配置和流水作业。

##### 3. 土料加工

土料的加工包括土料含水量调整、掺和、超径料处理和特殊处理几方面。

含水量调整:降低土料含水量的方法有挖装运卸中的自然蒸发、翻晒、掺干料、烘烤等方法。提高土料含水量的方法有在料场加水,料堆加水,在开挖、装料、运输过程中加水等。

涂料掺和:为防止坝体开裂,调整土料含水量,改善土料的施工特性,改善抗渗性能,及节约土料等问题,不同含水率土料间或加入一定量的其他掺料,掺和加工后成为掺和料。

超径料处理:砾质土中超径石含量较少时,先常用装耙的机械在料场初步剔除,后在坝体填筑工作面上进行二次清除;当超径石的含量较多时,用料斗加设篦条筛装置加以筛除。

在进行反滤料、垫层料、过渡料等小区料的开采和加工时,若级配合适,可用砂砾

石料直接开采上坝或经简易破碎筛分后上坝。若无砂砾石料可供使用，需要利用碎石加工制备。如果其级配接近混凝土骨料级配，可考虑与混凝土骨料共同使用一个加工系统，必要时需可单设破碎筛分系统。

用作坝体的堆石料多采用深孔梯段微差爆破。具备条件可用洞室爆破，在获取合格的堆石料同时能加快施工进度。用作护坡及排水棱体的块石料，块体尺寸要求较高，且数量通常不大，多用浅孔爆破法开采。

## （二）土方开挖（基坑开挖）

基坑开挖施工前应提前考虑土方量、土方运距、土方施工顺序、地质条件等因素，进行土方平衡和调配，确定土方施工方案。

土方开挖的顺序、方法必须与设计要求相一致，并遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则。严禁在基坑（槽）及建（构）筑物周边影响范围内堆放土方。基坑边界周围地面应设排水沟，对坡顶、坡面、坡脚采取降排水措施。

### 1. 浅基坑的开挖

（1）浅基坑开挖，应先进行测量放线，根据开挖方案，按分块（段）分层挖土，保证施工操作安全。

（2）挖土时，土壁要求平直，挖好一层，支一层支撑。宽度较大基坑开挖时，当在局部地段无法放坡，应在下部坡脚采取短柱与横隔板支撑或砌砖、毛石或用编织袋、草袋装土堆砌临时矮挡土墙等加固措施，保护坡脚。

（3）相邻基坑开挖时，应遵循先深后浅或同时进行的施工程序，挖土应自上而下、水平分段分层进行，边挖边检查坑底宽度及坡度，不够时及时修整，至设计标高，再统一进行一次修坡清底，检查坑底宽度和标高。

（4）基坑开挖应尽量防止对地基土的扰动。当用人工挖土，基坑挖好后不能立即进行下道工序时，应预留 150~300mm 一层土不挖，待下道工序开始再挖至设计标高。采用机械开挖基坑时，为免破坏基底土，应在基底标高以上预留 200~300mm 厚土层人工挖除。

（5）在地下水位以下挖土，应在基坑四周挖好临时排水沟和集水井，或采用井点降水，将水位降低至坑底以下 500mm 以上。降水工作应持续到基础（包括地下水位下回填土）施工完成。

（6）雨期施工时，基坑应分段开挖，挖好一段浇筑一段垫层，并应在坑顶、坑底采取有效的截排水措施；同时，应经常检查边坡和支撑情况，以防止坑壁受水浸泡，造成塌方。

（7）基坑开挖时，应对平面控制桩、水准点、平面位置、水平标高、边坡坡度、排水、降水系统等经常复测检查。

（8）基坑挖完后应进行验槽，做好记录；如发现地基土质与地质勘察报告、设计要求不符时，应与有关人员研究及时处理。

### 2.深基坑的土方开挖

在深基坑土方开挖前，要制定土方工程专项方案并通过专家论证，要对支护结构、地下水位及周围环境进行必要的监测和保护。

深基坑工程的挖土方案，主要有放坡挖土、中心岛式（也称墩式）挖土、盆式挖土和逆作法挖土。前者无支护结构，后三种皆有支护结构。需注意以下问题：

(1) 分层厚度宜控制在 3m 以内。

(2) 多级放坡开挖时，坡间平台宽度不小于 3m。

(3) 边坡防护可采用水泥砂浆、挂网砂浆、混凝土、钢筋混凝土等方法。

(4) 防止桩位移和倾斜。打桩完毕后基坑开挖，应制定合理的施工顺序和技术措施，防止桩的位移和倾斜。

(5) 采用土钉墙支护的基坑开挖应分层分段进行，每层分段长度不宜大于 30m。

(6) 采用逆作法的基坑开挖面积较大时，宜采用盆式开挖，先形成中部结构，再分块、对称、限时开挖周边土方和施工主体结构。

岩石基坑要根据工程地质与水文地质条件、周边环境保护要求、支护形式等情况，选择合理的开挖顺序和开挖方式。岩石基坑应采取分层分段的开挖方法，遇不良地质、不稳定或欠稳定的基坑，应采取分层分段间隔开挖的方法，并限时完成支护。岩石的开挖宜采用爆破法，强风化的硬质岩石和中风化的软质岩石，在现场试验满足的条件下，也可采用机械开挖方式。爆破开挖宜先在基坑中间开槽爆破，再向基坑周边进行台阶式爆破开挖。接近支护结构或坡脚附近的爆破开挖，应采取减小对基坑边坡岩体和支护结构影响的措施。周边环境保护要求较高的基坑，基坑爆破开挖应采取静力爆破等控制振动、冲击波、飞石的爆破方式。

### (三) 土方回填

#### 1.土料要求

为保证填方的强度和稳定性要求，填方土料应符合设计要求，应尽量采用同类土，禁止使用淤泥、淤泥质土、有机质大于 5%的土、含水量不符合压实要求的黏性土。

#### 2.基底处理

清除基底上的垃圾、草皮、树根、杂物，排除坑穴中积水、淤泥和种植土，将基底充分夯实和压密实。应采取措施防止地表水流入填方区，浸泡地基，造成基土下陷。当填土场地地面陡于 1: 5 时，应先将斜坡挖成阶梯形，阶高 0.2~0.3m，阶宽大于 1m，然后分层填土，以利接合和防止滑动。

#### 3.土方填筑与压实

填土应符合以下要求：

从场地最低处开始，由下而上整个宽度分层铺填；每层虚铺厚度根据夯实机械确定；应在相对两侧或周围同时进行回填和夯实；填土应尽量采用同类土填筑；压实系数  $\lambda_c$  满足设计要求。压实系数  $\lambda_c$  为土的控制（实测）干土密度  $\rho_d$  与最大干土密度  $\rho_{max}$  的

比值（最大干土密度  $\rho_{\max}$  是当最优含水量时，通过标准的击实实验确定的）。

土方回填的施工质量检测应分层进行，应在每层压实系数符合设计要求后方可铺填上层土；应通过土料控制干密度和最大干密度的比值确定压实系数；采用轻型击实试验时，压实系数宜取高值，采用重型击实试验时，压实系数可取低值；基坑和室内土方回填，每层按  $100\text{m}^2\sim 500\text{m}^2$  取样 1 组，且不少于 1 组；基槽和管沟回填，每层按  $20\text{m}\sim 50\text{m}$  取 1 组，且不少于 1 组。土料的最大干密度应通过击实试验确定，土料的控制干密度可采用环刀法、灌砂法、灌水法或其他方法检验。

#### （四）基坑支护

##### 1. 浅基坑支护

（1）斜柱支撑：水平挡土板钉在柱桩内侧，柱桩外侧用斜撑支顶，斜撑底端支在木柱上，在挡土板内侧回填土。适于开挖较大型、深度不大的基坑或使用机械挖土时。

（2）锚拉支撑：水平挡土板支在柱桩的内侧，柱桩一端打入土中，另一端用拉杆与锚桩拉紧，在挡土板内侧回填土。适于开挖较大型、深度较深的基坑或使用机械挖土，不能安设横撑时使用。

（3）型钢桩横挡板支撑：沿挡土位置预先打入钢轨、工字钢或 H 型钢柱，间距  $1.0\sim 1.5\text{m}$ ，然后边挖方，边将  $3\sim 6\text{cm}$  厚的挡土板塞进钢柱之间挡土，并在横向挡板与型钢桩之间打上楔子，使横板与土体紧密接触。适于地下水位较低、深度不很大的一般黏性土层或砂土层中使用。

（4）短柱横隔板支撑：打入小短木柱或钢柱，部分打入土中，部分露出地面，钉上水平挡土板，在背面填土、夯实。适于开挖宽度大的基坑，当部分地段下部放坡不够时使用。

（5）临时挡土墙支撑：沿坡脚用砖、石叠砌或用装水泥的聚丙烯丝编织袋、草袋装土、砂堆砌，使坡脚保持稳定。适于开挖宽度大的基坑，当部分地段下部放坡不够时使用。

（6）挡土灌注桩支护：在开挖基坑的周围，用钻机或洛阳铲成孔，桩径  $400\sim 500\text{mm}$ ，现场灌注钢筋混凝土桩，柱间距为  $1.0\sim 1.5\text{m}$ ，将柱间土方挖成外拱形，使之起土拱作用。适用于开挖较大、较浅（小于  $5\text{m}$ ）基坑，邻近有建筑物，不允许背面地基有下沉、位移时采用。

##### 2. 深基坑支护

基坑支护结构的类型有灌注桩排柱围护墙、板桩围护墙、咬合桩围护墙、型钢水泥土搅拌墙、地下连续墙、水泥土重力式围护墙、土钉墙等；支护结构围护墙的支撑形式有内支撑、锚杆（索）、与主体结构相结合（两墙合一）的基坑支护等。

##### （1）灌注桩排柱支护

通常由支护桩、支撑（或土层锚杆）及防渗帷幕等组成。排柱根据支撑情况可分为悬臂式支护结构、锚拉式支护结构、内撑式支护结构和内撑—锚拉混合式支护结构。当

以上支护方式都不适合时，可以考虑采用双排桩形式。

适用条件：基坑侧壁安全等级为一级、二级、三级；适用于可采取降水或止水帷幕的基坑。除悬臂式支护适用于浅基坑外，其他几种支护方式都适用于深基坑。

### (2) 地下连续墙支护

地下连续墙可与内支撑、主体结构相结合（两墙合一）等支撑形式采用顺作法、逆作法、半逆作法结合使用，施工振动小、噪声低，墙体刚度大，防渗性能好，对周围地基扰动小，可以组成具有很大承载力的连续墙。地下连续墙宜同时用作主体地下结构外墙即“两墙合一”。

适用条件：基坑侧壁安全等级为一、二、三级，周边环境条件很复杂的深基坑。

### (五) 基坑降排水

建筑物地基、基础工程施工中，地下水位一般控制在基坑底面以下 0.5~1.5m 处，不满足时就要通过工程手段人工降低地下水位，同时兼顾地表水和潮流的影响。

施工前根据工程地质、水文地质、周边环境条件、基坑支护设计和降水设计等文件，结合类似工程经验，编制地下水控制与施工施工方案。依据场地的水文地质、基础规模、开挖深度、土层渗透性能等条件，选择包括集水明排、截水、降水及地下水回灌等地下水控制的方法。

常用的方法有轻型井点、多级轻型井点、喷射井点、电渗井点、真空降水管井、降水管井等方法。它们大多都适用于填土、黏性土、粉土和砂土，只有降水管井不宜用于填土但又适合于碎石土和黄土。

1. 轻型井点：适用于降水深度（地面以下）6m 以内，渗透系数为  $1 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-4} \text{cm/s}$  的含上层滞水或潜水土层。具有机具简单、使用灵活、装拆方便、降水效果好、可防止流沙现象发生、提高边坡稳定、费用较低等优点。多级轻型井点由 2~3 层轻型井点组成，向下接力降水，降水深度（地面以下）6~10m。

轻型井点管直径宜为 38~55mm，长度 6~9m，水平间距宜为 0.8~1.6m；井点管排距不宜大于 20m，井管内真空度不应小于 65kPa。

2. 喷射井点：适用于降水深度（地面以下）8~20m，渗透系数为  $1 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-4} \text{cm/s}$  含上层滞水或潜水土层。降水设备较简单，排水深度大，土方开挖量少施工快、费用低。喷射井点管直径宜为 75~100mm，水平间距宜为 2~4m；井点管排距不宜大于 40m；每套机组的井点数不宜大于 30 根。

### 3. 截水

截水是利用截水帷幕切断基坑外的地下水进入工作面。截水帷幕的厚度应满足基坑防渗要求，截水帷幕的渗透系数宜小于  $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。截水帷幕常用高压喷射注浆、地下连续墙、小齿口钢板桩、深层水泥土搅拌桩等。落底式竖向截水帷幕，应插入不透水层。当地下含水层渗透性较强、厚度较大时，可采用悬挂式竖向截水与坑内井点降水相结合或采用悬挂式竖向截水与水平封底相结合的方案。



#### 4.井点回灌

井点回灌是将抽出的地下水（或工业用水），通过回灌井点持续地再灌入地基土层内，使地下降水的影响半径不超过回灌井点的范围。这样，回灌井点就以一道隔水帷幕，阻止回灌井点外侧的其他建筑物下的地下水位大幅降低，基本保持原土层压力处于原始平衡状态，从而有效地防止施工降水对周围建（构）筑物及地下管线等的影响。

#### （六）土石坝坝体填筑

根据施工方法的不同，土石坝分为干填碾压（碾压式）、水中填土、水力冲填（包括水坠坝）等类型。堤防的施工方法与土石坝基本一致。其中，碾压式土石坝最为普遍。这里只介绍干填碾压土石坝的施工。

##### 1.作业内容

干填碾压土石坝的施工作业包括准备作业、基本作业、辅助作业和附加作业。

（1）准备作业包括“一平四通”，即平整场地、通车、通水、通电、通信，修建生产生活福利、行政办公用等临时设施以及排水清基等工作。

（2）基本作业包括料场土石料开采，挖、装、运、卸以及坝面铺平、压实、质检等项作业。

（3）辅助作业是保证准备作业及基本作业顺利进行，创造良好工作条件的作业，包括清除施工场地及料场的覆盖层，从上坝土石料中剔除超径石块、杂物，坝面排水，层间刨毛和加水等。

（4）附加作业是保证坝体长期安全运行的防护及修整工作，包括坝坡修整、铺护面块石及铺植草皮等。

##### 2.坝面作业

坝面作业包括铺土、平土、洒水或晾晒（控制含水量）、土料压实、修整边坡、铺筑反滤层、排水体及护坡、质量检查等工序。坝面作业的特点是工作面狭窄、工序多。坝面施工应统一管理，严密组织，保证工序衔接。为了不使各工序之间相互干扰，一般多采用流水作业组织坝面施工。坝面作业的基本要求是：

（1）将填筑坝面划分为若干工作段或工作面。工作面的划分，应尽可能平行坝轴线方向，以减少垂直坝轴线方向的交接，同时应考虑平面尺寸适应于压实机械工作条件的需要。

（2）坝面作业时，应按一定次序进行，以免发生漏压或过分重压。只有在压实合格后，才能铺填新料。

坝面划分采用流水作业施工时，首先根据施工工序数目将坝面划分成区段，然后组织各工种的专业队依次进入所划分的区段施工。对于同一区段内，各专业队按工序依次连续施工；对于专业队，则不停地轮流在各个区段完成本专业的施工工作。其优点是各施工队工作专业化，有利于技术训练和提高；同时在施工过程中保证了人、地、机械工作的连续性，既避免了人员窝工和机械闲置，又避免了施工干扰。因此，在坝面作业中

组织施工是十分有利的。流水作业时各施工段工作面的大小取决于各施工时段的上坝强度，而各施工时段的上坝强度，可根据施工进度计划用运输强度计算。

### 3. 铺料与整平

(1) 铺料宜平行坝轴线进行，铺土厚度要匀，超径不合格的料块应打碎，杂物应剔除。进入防渗体内铺料，自卸汽车卸料宜用进占法倒退铺土，使汽车始终在松土上行驶，避免在压实土层上开行，造成超压，引起剪切破坏。汽车穿越反滤层进入防渗体，容易将反滤料带入防渗体内，造成防渗土料与反滤料混杂，影响坝体质量。因此，应在坝面设专用“路口”既可防止不同土料混杂，又能防止超压产生剪切破坏，倘若在“路口”出现质量事故，也便于集中处理，不影响整个坝面作业。

(2) 按设计厚度铺料整平是保证压实质量的关键。一般采用带式运输机或自卸汽车上坝卸料，采用推土机或平土机散料平土。铺填中不应使坝面起伏不平，避免降雨积水。但平土时还应考虑排水坡度，以便排除雨水。心墙坝或斜墙坝铺筑时应向上游倾斜 $1\% \sim 2\%$ 的坡度；均质坝应使中部凸起，向上下游倾斜 $1\% \sim 2\%$ 的坡度。

(3) 黏性土料含水量偏低，主要应在料场加水，若需在坝面加水，应力求“少、勤、匀”，以保证压实效果。对非黏性土料，为防止运输过程脱水过量，加水工作主要在坝面进行。石渣料和砂砾料压实前应充分加水，确保压实质量。

### 4. 碾压

(1) 土料不同，其物理力学性质也不同，因此要求密实的作用外力也不同。黏性土料黏结力是主要的，要求压实作用外力能克服黏结力；非黏性土料（砂性土料、石渣料、砾石料）内摩擦力是主要的，要求压实作用外力能克服颗粒间的内摩擦力。

(2) 不同的压实机械设备产生的压实作用外力不同。因此，进行碾压施工要对压实机械进行选择。黏性土宜用羊脚碾、气胎碾；非黏性土宜用振动碾、气胎碾。

(3) 碾压方式主要取决于碾压机械的开行方式。碾压机械的开行方式通常有进退错距法和圈转套压法两种。必须确保无漏压及重复压。

### 5. 接头处理

(1) 在坝体填筑中，层与层之间分段接头应错开一定距离，同时分段条带应与坝轴线平行布置，各分段之间不应形成过大的高差。接坡坡比一般缓于 $1:3$ 。

(2) 坝体填筑中，为了保护黏土心墙或黏土斜墙不致长时间暴露在大气中遭受影响，一般都采用土、砂平起的施工方法。土、砂平起施工现在采用两种方法：一是先土后砂法，即先填土料后填砂砾反滤料；另一种是先砂后土法，即先填砂砾料后填土料。无论是先砂后土法或先土后砂法，土料边仍有一定宽度未被压实合格。当采用羊脚碾与气胎碾联合作业时，土砂结合部可用气胎碾进行压实。无此条件时可采用夯实机具。在夯实土砂接合部时，宜先土边一侧，等合格后再夯反滤料，不得交替夯实，影响质量。

(3) 对于坝身与混凝土结构物（如涵管、刺墙等）的连接，靠近混凝土结构物部位不能采用大型机械压实时，可采用小型机械夯或人工夯实。填土碾压时，要注意混凝土

结构物两侧均衡填料压实，以免对其产生过大的侧向压力，影响其安全。

## 6. 质量检查和控制

在坝面作业中，应对铺土厚度、土块大小、含水量、压实后的干密度等进行检查，并提出质量控制措施。对于黏性土，含水量的检测是关键，可用含水量测定仪测定。对于干密度，黏性土一般可用体积为 $200\sim 500\text{cm}^3$ 的环刀测定；砂土可用体积为 $500\text{cm}^3$ 的环刀测定；砾质土、砂砾料、反滤料用灌水法或灌砂法测定；堆石因其空隙大，一般用灌水法测定。当砂砾料因缺乏细料而架空时，也用灌水法测定。

根据地形、地质、坝料特性等因素，在施工特征部位和防渗体中，选定一些固定取样断面，沿坝高 $5\sim 10\text{m}$ ，取代表性试样（总数不宜少于30个）进行室内物理力学性能试验，作为核对设计及工程管理的根据。此外，还须对坝面、坝基、削坡、坝肩接合部、与建筑物连接处以及各种土料的过渡带进行检查。对土层层间接合处是否出现光面和剪力破坏应引起足够重视，认真检查。对施工过程中发现的可疑问题，如上坝土料的土质、含水量不符合要求，漏压或碾压遍数不够，超压或碾压遍数过多，铺土厚度不均匀及坑洼部位等，应进行重点抽查，不合格的应进行返工。

对于反滤层、过渡层、坝壳等非黏性土的填筑，主要应控制压实参数。在填筑排水反滤层过程中，每层在 $25\text{m}\times 25\text{m}$ 的面积内取样 $1\sim 2$ 个；对条形反滤层，每隔 $50\text{m}$ 设取样断面，每个取样断面每层取样不得少于4个，均匀分布在断面的不同部位，且层间位置应彼此对应。对于反滤层铺填的厚度、是否混有杂物、填料的质量及颗粒级配等全面检查。通过颗粒分析，查明反滤层的层间系数和每层的颗粒不均匀系数是否符合设计要求。如不符合要求，应重新筛选，重新铺填。

土坝的堆石棱体与堆石体的质量检查大体相同。主要应检查上坝石料的质量、风化度、石块的重量、尺寸、形状、堆筑过程有无离析架空现象发生等。对于堆石的孔隙率大小，应分层分段取样，检查是否符合规范要求。随坝体的填筑应分层埋设沉陷观测装置对施工过程中坝体的沉陷进行定期观测，并做出沉陷随时间的变化过程线。

对于坝体填料的质量检查记录，应及时整理，分别编号存档，编制数据库，既作为工作过程全面质量管理的依据，也作为坝体运行后进行长期观测和事故分析的佐证。

## （七）石方明挖

### 1. 爆破开采石料

用作坝体的堆石料多采用深孔梯段微差爆破，一定条件下，用洞室爆破也可获取合格的堆石料，并能加快施工进度用作护坡及排水棱体的块石料，块体尺寸要求较高，且数量般不大，多用浅孔爆破法开采，也有从一般爆破堆石料（侧重获取大块料进行爆破设计）筛分取得。

### 2. 超径石处理

（1）石料的允许最大块度。按填筑要求石料允许的最大块度一般为填筑层厚的 $0.8\sim 0.9$ ，特殊情况下不允许超过层厚；主堆石区应从严要求。

(2) 超径石块处理。可采用钻孔爆破法或机械破碎法。采用钻孔爆破时，钻孔方向应是块石最小尺寸方向。机械破碎是通过安装在液压挖掘机斗臂上的液压锤来完成的。

### (八) 地下洞室开挖

地下洞室开挖对象一般都是岩石，施工程序问题涉及整个地下建筑物施工的全过程，要求在总体规划的基础上，安排各部位、各工种的先后施工顺序，以保证均衡、连续、有节奏地完成各项作业。

平洞的施工程序：开挖和衬砌（支护）是平洞施工的两个主要施工过程。平洞施工程序的选择，主要取决于地质条件、断面尺寸、平洞轴线长短以及施工机械化水平等因素；同时要处理好平洞开挖与临时支撑、平洞开挖与衬砌或支护的关系，以便各项工作在相对狭小的工作面上有条不紊地进行。

地下厂房的施工程序：大断面洞室的施工，一般都考虑变高洞为低洞，变大跨度为小跨度的原则，采取先拱部后底部，先外缘后核心，自上而下分部开挖与衬砌支护的施工方法，以保证施工过程中围岩的稳定。

## 二、混凝土工程

### (一) 混凝土施工

1. 混凝土配料：混凝土配料要求采用重量配料法，即将砂、石、水泥、掺和料按重量计量，水和外加剂溶液按重量折算成体积计量，计量单位为 kg。应严格遵守签发的混凝土配料单，不得擅自更改。其中水泥、掺和料、水、外加剂溶液允许偏差（按重量百分比）在±1%以内，砂、石允许偏差在±2%以内。混凝土配料称量的设备，有台秤、地磅、专门的配料器。

#### 2. 混凝土拌合

##### (1) 拌和设备

混凝土拌和的方法，主要采用机械拌和，按照拌和机械的工作原理，拌和机械有自落式和强制式两种。混凝土搅拌质量直接和搅拌时间有关，搅拌时间应满足表 1-5-1 的要求。

表 1-5-1: 混凝土搅拌最短时间 (单位: s)

混凝土坍落度 (cm)	搅拌机机型	搅拌机容量 (L)		
		<250	250~500	>500
≤3	强制式	60	90	120
	自落式	90	120	150
>3	强制式	60	60	90
	自落式	90	90	120

注：掺有外加剂时，搅拌时间应适当延长。

##### 2) 生产能力

混凝土生产系统生产能力一般根据施工组织安排的高峰月混凝土浇筑强度，按下式计算混凝土生产系统小时生产能力：

$$P = Q_m K_h / mn$$

式中：P 为混凝土生产系统小时生产能力，单位  $m^3/h$ ； $Q_m$  为高峰月混凝土浇筑强度，单位  $m^3/月$ ；m 为月工作日数、一般取 25d；n 为日工作小时数，一般取 20h； $K_h$  为小时不均匀系数，一般取 1.5。

按上式计算的每小时生产能力，应按设计浇筑安排的最大仓面面积、混凝土初凝时间、浇筑层厚度、浇筑方法等条件，校核所选拌和楼的小时生产能力，以及与拌和楼配备的辅助设备的生产能力等是否满足相应要求

### 3. 混凝土运输

混凝土运输的施工方法应遵守下列规定：

(1) 运输设备应不吸水、不漏浆，运输过程中不发生混凝土拌和物分离、严重泌水及过多降低坍落度。

(2) 同时运输两种以上强度等级的混凝土时，应在运输设备上设置标志，以免混淆。

(3) 尽量缩短运输时间、减少转运次数。当因停歇过久，混凝土产生初凝时，应做废料处理。在任何情况下，严禁中途加水后运入仓内。

(4) 混凝土运输工具及浇筑地点，必要时应有遮盖或保温设施，以避免因日晒、雨淋、受冻而影响混凝土的质量。

混凝土运输包括两个运输过程：一是从拌和机前到浇筑仓前，主要是水平运输；二是从浇筑仓前到仓内，主要是垂直运输。

混凝土的水平运输常用的运输方式有人工、机动翻斗车、混凝土搅拌运输车、自卸汽车、混凝土泵、皮带机等几种，应根据工程规模、施工场地和设备供应情况选用。其中，混凝土运输车是运送混凝土的专用设备，它的特点是在运量大距离远的情况下，能够保证混凝土的质量均匀，一般在混凝土制备点与浇筑点距离较远时使用。

混凝土的垂直运输主要由混凝土泵车完成。

### 4. 混凝土浇筑

#### (1) 浇筑前准备

1) 基础处理。土基应先将开挖基础时预留下来的保护层挖除，并清除杂物，然后用碎石垫底，盖上湿砂，再进行压实，浇 8-12cm 厚素混凝土垫层。砂砾地基应清除杂物，整平基础面，并浇筑 10~20cm 厚素混凝土垫层。

2) 施工缝处理。施工缝是指浇筑块之间新老混凝土之间的接合面。为了保证建筑物的整体性，在新混凝土浇筑前，必须将老混凝土表面的水泥膜清除干净，并使其表面新鲜整洁、有石子半露的麻面，以利于新老混凝土的紧密结合。处理方法有风砂枪喷毛、高压水冲毛、刷毛机刷毛、风镐凿毛或人工凿毛等。

3) 仓面准备。浇筑仓面的准备工作包括机具设备、劳动组合、照明、风水电供应、

所需混凝土原材料的准备等，应事先安排就绪，仓面施工的脚手架、工作平台、安全网、安全标识等应检查是否牢固，电源开关、动力线路是否符合安全规定。

4) 模板、钢筋及预埋件检查。开仓浇筑前，必须按照设计图纸和施工规范的要求对仓面安设的模板、钢筋及预埋件进行全面检查验收，签发合格证。

### (2) 入仓铺料

常用的铺料方法有平层浇筑法、斜层浇筑法和台阶浇筑法。

不管采用何种铺筑方法，浇筑时相邻两层混凝土的间歇时间不允许超过混凝土铺料允许间隔时间。混凝土允许间隔时间是指自混凝土拌和机出料口到初凝前覆盖上层混凝土为止的这一段期间，见表 1-5-2。

表 1-5-2: 混凝土浇筑允许间隔时间 (单位: min)

混凝土浇筑时的气温 (°C)	允许间隔时间	
	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥及火山灰质硅酸盐水泥
20~30	90	120
10~20	135	180
5~10	195	

注: 本表数值未考虑外加剂、混合料及其他特殊施工措施的影响。

### (3) 振捣

振捣是指对卸入浇筑仓内的混凝土拌和物进行振动捣实的工序。它的目的保证混凝土的最大密实度，提高混凝土质量。振捣过程应将振点均匀排列，有序进行振捣，使振捣插入下层混凝土约 5cm，以利上下层紧密结合。振捣工作方式通常为插入振捣，另还有表面振捣、外部振捣。

### 5. 混凝土养护

根据《水工混凝土施工规范》(SL677-2014) 的规定，混凝土表面养护应遵守下列规定:

- (1) 混凝土浇筑完毕初凝前，应避免仓面积水、阳光暴晒。
- (2) 混凝土初凝后可采用洒水或流水等方式养护。
- (3) 混凝土养护应连续进行，养护期间混凝土表面及所有侧面始终保持湿润。
- (4) 特种混凝土的养护，按有关规定执行。

混凝土养护时间按设计要求执行，不宜少于 28d，对重要部位和利用后期强度的混凝土以及其他有特殊要求的部位应延长养护时间，混凝土养护应有专人负责，并详细记录。

## (二) 季节施工

### 1. 低温季施工

日平均气温连续 5d 稳定在 5°C 以下或最低气温连续 5d 稳定在 -3°C 以下时，均属于低温季节，这就需要采取相应的防寒保温措施，避免混凝土受到冻害。低温季节混凝土的施工方法应遵守下列规定:

- (1) 在温和地区宜采用蓄热法，风沙大的地区应采取防风设施。
- (2) 在严寒和寒冷地区日平均气温 -10°C 以上时，宜采用蓄热法，日平均气温 -20~

10℃时可采用综合蓄热法。

(3) 日平均气温-20℃以下不宜施工。

(4) 浇筑混凝土前和浇筑过程中,应清除钢筋、模板和浇筑设施上附着的冰雪和冻块,不应将冰雪、冻块带入仓内。

(5) 在浇筑过程中,应控制并及时调节混凝土的出机口温度,减少波动,保持浇筑温度均匀。控制方法以调节水温为宜。

## 2. 高温季施工

当昼夜平均气温高于30℃时,就需要对原材料、运输设备、模板等采取相应的防晒保温措施。

高温季节施工时,宜采取下列措施:

(1) 缩短混凝土运输及等待卸料时间,入仓后及时进行平仓振捣,加快覆盖速度,缩短混凝土的暴露时间。

(2) 混凝土运输工具有隔热遮阳措施。

(3) 采用喷雾等方法降低仓面气温。

(4) 混凝土浇筑宜安排在早晚、夜间及阴天进行。

(5) 当浇筑块尺寸较大时,可采用台阶法,台阶宽应大于2m,浇筑块分层厚度宜小于2m。

(6) 混凝土平仓振捣后,及时采用隔热材料覆盖。

## 3. 雨季施工

混凝土工程在雨季施工时,应做好以下工作:

(1) 及时了解天气预报,合理安排施工。

(2) 砂石料场的排水设施应畅通无阻。

(3) 浇筑仓面宜有防雨设施。

(4) 运输工具应有防雨及防滑设施。

(5) 加强骨料含水量的测定工作,注意调整拌和用水量。对抗冲、耐磨、需要抹面部位及其他高强度混凝土不允许在雨天施工。

### (三) 大体积混凝土的温度控制措施

混凝土凝固过程中,由于水泥水化,释放大量水化热,使混凝土内部温度逐步上升。大体积混凝土的温度变化必然引起温度变形,温度变形若受到约束,势必产生温度应力。由于混凝土的抗拉强度较小,在温度拉应力作用下,因抗拉强度不足而产生裂缝。

大体积混凝土的温度控制常从混凝土的减热和散热两方面着手,措施主要有以下三个方面:

#### 1. 减少混凝土的发热量

(1) 减少每立方米混凝土的水泥用量,其主要措施有:①根据混凝土结构的应力场进行分区,对于不同分区采用不同标号的混凝土;②采用低流态或无坍落度干硬性贫混凝土;③改善骨料级配,增大骨料粒径,对少筋混凝土可埋放大块石,以减少每立方米水

泥用量；④大量掺粉煤灰；⑤采用高效外加减水剂，节约水泥用量同时提高混凝土早期强度和极限拉伸值。

(2) 采用低发热量的水泥。当前多用中热水泥。近年已开始生产低热微膨胀水泥，它不仅水化热低，且有微膨胀作用，对降温收缩还可以起到补偿作用，减小收缩引起的拉应力，有利于防止裂缝的发生。

### 2.降低混凝土的入仓温度

(1) 合理安排浇筑时间。在施工组织上安排春、秋季多浇，夏季早少浇，正午不浇，这是最经济有效降低入仓温度的措施。

(2) 采用加冰或加冰水拌和。混凝土拌和时，将部分拌和水改为冰屑，利用冰的低温和冰融解时吸收潜热，这样，最大限度可将混凝土温度降低约 20℃。

(3) 对骨料进行预冷。当加冰拌和不能满足要求时，通常采取骨料预冷的办法。骨料预冷的方法有粗骨料浸入循环冷却水中、楼料仓下部通入冷气进行风冷和真空气化冷却等方法。

### 3.加速混凝土散热

(1) 采用自然散热冷却降温。采用低块薄层浇筑可增加散热面，并适当延长散热时间，即适当增长间歇时间。在高温季节已采用预冷措施时，则应采用厚块浇筑，缩短间歇时间，防止因气温过高而热量倒流，以保持预冷效果。

(2) 在混凝土内预埋水管通水冷却。在混凝土内预埋蛇形冷却水管，通循环冷水进行降温冷却。

## (四) 混凝土质量问题处理

混凝土拆模后，常见的外观质量缺陷主要有麻面、蜂窝、露筋、空洞、裂缝等，应及时检查和处理。对混凝土强度和内部质量有怀疑时，可采用无损检测法或钻孔取芯、压水试验等进行检查，一经发现，应加以处理。

1.麻面：是指混凝土表面呈现出无数绿豆大小的不规则的小凹点。

2.蜂窝：是指混凝土表面无水泥浆，形成蜂窝状的孔洞，形状不规则，分布不均匀，露出石子深度大于 5mm，不露主筋，但有时可能露箍筋。

3.混凝土露筋、空洞：主筋没有被混凝土包裹而外露，或在混凝土孔洞中外露的缺陷称之为露筋。混凝土表面有超过保护层厚度，但不超过截面尺寸 1/3 的缺陷，称之为空洞。

4.混凝土施工裂缝：产生的原因有暴晒、大风、混凝土塑性过大、骨料级配不良和模板支撑刚度不足等。

5.混凝土空鼓。常发生在预埋钢板下面。产生的原因是浇灌预埋钢板混凝土时，钢板底部未饱满或振捣不足。

6.混凝土强度不足。产生的原因有配合比计算错误、水泥出厂期过长、粗骨料针片状较多、外加剂质量不稳定、振捣不够密实等。



### 三、地基与基础工程

支撑建筑物的地层和建筑物中同地层相接触的下部结构,前者称地基,后者称基础。

地基处理一般是指用于改善支承建筑物的地基(土或岩石)的承载能力或改善其变形性质或渗透性质而采取的工程技术措施。

地基处理要解决承载力及稳定性问题(提高地基土的承载力)、压缩及不均匀沉降问题(降低地基土的压缩性)、渗漏问题(改善地基的透水特性)、液化问题(改善地基土的动力特性)、特殊土的特殊问题(改善特殊土不良地基特性)等。当天然地基存在上述五类问题之一或其中几个时,需采用地基处理措施以保证上部结构的安全与正常使用。通过地基处理,达到以上一种或几种目的。

地基处理主要分为基础工程措施和岩土加固措施。不改变地基的工程性质,仅通过选定适当的基础形式来满足要求即为基础工程措施。岩土加固措施是对地基的土和岩石加固,以改善其工程性质来满足要求,进行加固后的地基称为人工地基。地基处理工程的设计和施工质量直接关系到建筑物的安全,如处理不当,往往发生工程质量事故,且事后补救大多比较困难。因此,对地基处理要求实行严格的质量控制和验收制度,以确保工程质量。

岩土加固措施主要换填垫层法、强夯法、砂石桩法、振冲法、灌浆法、灌注桩和地下防渗墙等多种方法。本书仅介绍水利工程中常用的灌浆法、地下防渗墙法和灌注桩。

#### (一) 灌浆法

灌浆是通过钻孔(预埋管),将具有流动性和胶凝性的浆液,按一定配合比要求,压入地层或建筑物的缝隙中胶结硬化成整体,达到防渗、固结、增强的工程目的。主要分为:

1.固结灌浆:固结灌浆是对水工建筑物基础浅层破碎、多裂隙的岩石进行灌浆处理,主要作用是改善其力学性能,提高岩石弹性模量和抗压强度。固结灌浆应按照分序、加密、浆液先稀后浓的原则进行,宜采用单孔灌浆的方法,灌浆压力一般控制在0.3~0.5MPa。

帷幕灌浆:帷幕灌浆是将浆液灌入岩体或土层的裂隙、孔隙,形成连续的阻水帷幕,以减小渗流量和降低渗透压力的灌浆工程。对于透水性较强的基岩,采用帷幕灌浆的防渗效果显著。

接触灌浆:接触灌浆是指在岩石上或钢板结构物四周浇筑混凝土时,混凝土干缩后,对混凝土与岩石或钢板之间形成缝隙的灌浆。主要作用是填充缝隙,增加锚着力和加强接触面间的密实性,防止漏水。在岩石地基上建造混凝土坝,当混凝土体积收缩后,两者之间会产生缝隙,对于这类缝隙需要进行接触灌浆,在岩石比较平缓部位,接触灌浆常与岩石中的帷幕灌浆结合进行,将坝体混凝土与岩石的接触部位,作为一个灌浆段,单独进行灌浆。

4.高压喷射灌浆：高压喷射注浆法是利用钻机将带有特殊喷嘴的注浆管钻进至土层的预定深度，用高压喷射流强力冲击破坏土体，喷出的水泥浆与土体破坏后分离的土粒搅拌混合，经过凝结固化后，便在土中形成一定性能和形状的固结体，起到承载和防渗抗渗的目的。

灌浆工程中所用的浆液是由主剂（原材料）、溶剂（水或其他溶剂）及各种外加剂组成的。通常所说的灌浆材料，是指浆液中所用的主剂。根据所制成的浆液状态的不同，灌浆材料可分为两类：一类是粒状灌浆材料，所制浆液的固体颗粒基本上处于分散的悬浮状态，为悬浊液，如水泥、黏土、砂等；另一类是化学灌浆材料，所制成的浆液是真溶液，如环氧树脂、聚氨脂等。

在水利工程中，较为通用的灌注浆液有水泥灌浆、黏土灌浆、水泥黏土灌浆、水泥砂浆及水泥黏土砂浆。外加剂常用的主要有减水剂、稳定剂和速凝剂。

灌浆施工的工序及要求：

1.放样：用测量仪器放置建筑物边线或中线后，再根据建筑物中线或边线确定灌浆孔的位置。钻孔的开孔位置与设计位置的偏差不得大于 10cm，幕灌浆还应测出各孔高程。

2.钻孔：灌浆孔有铅直孔和斜孔两种，钻孔原则上应尽可能多地和岩石裂隙层理互相交叉。钻孔的孔径一般为 75~90mm。钻孔遇有洞穴、塌孔或掉钻难以钻进时，可先进行灌浆处理，而后继续钻进。若发现集中漏水，应查明漏水部位、漏水量和漏水原因，经处理后，再行钻进。钻进结束等待灌浆或灌浆结束等待钻进时，孔口均应堵盖，妥加保护。

3.冲洗：灌浆孔（段）在灌浆前应进行钻孔冲洗，目的是将残存在孔底岩粉和粘附在孔壁上的岩粉、铁砂碎屑等杂质冲出孔外，以免堵塞裂隙的通道口而影响灌浆质量，以及将岩石裂隙中所充填的松软、风化的泥质充填物冲出孔外，这样裂隙被冲洗干净后，利于浆液流进裂隙并与裂隙接触面胶结，起到防渗和固结作用。

一般采用灌浆泵将水压入孔内循环管路进行冲洗。将冲洗管插入孔内，用阻塞器将孔口堵紧，用压力水冲洗；也可采用压力水和压缩空气轮换冲洗或压力水和压缩空气混合冲洗的方法，冲孔一直要进行到回水澄清 5-10min 才结束。

4.压水试验：简易压水试验可在裂隙冲洗后或结合裂隙冲洗进行。压力通常为灌浆压力的 80%，不大于 1MPa。试验时，每 5min 测读一次压入流量，直到流量稳定 30~60min，取最后的流量值作为计算流量，其成果以透水率表示，按下式计算：

$$q = \frac{Q}{PL}$$

式中：q 为地层的透水率，Lu：Q 为单位时间内试验段的注水总量，单位 L/min；P 为作用于试验段内的全压力，单位 MPa；L 为压水试验段的长度，单位 m。

对于透水性较强的岩层、构造破碎带、裂隙密集带、岩层接触带以及岩溶洞穴等部位应根据具体情况确定试段的长度。同一试验段不宜跨越透水性悬殊的两种岩层，这样

获得的试验资料不具有代表性。压水试验应自上而下分段进行，分段的长度一般为5m，如果地层比较单一完整，透水性又较小，则试验段长度可适当延长，但不宜超过10m。

#### 5. 灌浆：

灌浆方法按浆液的灌注流动方式分为纯压式和循环式。纯压式浆液全扩散到岩石的裂隙中去，不再返回灌浆桶，适用于裂隙发育而渗透性大的孔段；循环式浆液在压力作用下进入孔段，一部分进入裂隙扩散，余下的浆液经回浆管路流回到浆液搅拌筒中去。循环式灌浆使浆液在孔段中始终保持流动状态，减少浆液中颗粒沉淀，灌浆质量高，帷幕灌浆应优先采用循环式。

按灌浆孔中灌浆程序可分为一次灌浆和分段灌浆两种方法。一次灌浆是把全孔作为一段来进行灌浆。一般在孔深不超过6m的浅孔、地质条件良好、岩石完整、渗漏较小的情况下，无其他特殊要求，可考虑全孔一次灌浆。分段灌浆用在灌浆孔深度较大、孔内岩性又有一定变化而裂隙又大时，因为裂隙性质不同的岩层需用不同浓度的浆液进行灌浆，而且所用的压力也不同，此外，裂隙大则吸浆量大，灌浆泵不易达到冲洗和灌浆所需的压力，从而不能保证灌浆质量。在这种情况下，可将灌浆孔划分为几段，分别采用自下而上或自上而下的方法进行灌浆，灌浆段长度一般保持在5m左右。

灌浆浓度：浆液的配合比是指组成浆液的水和干料的比例。浆液中水与干料的比值越大，表示浆液越稀，反之则浆液越浓。这种浆液的浓稀程度，称之为浆液的浓度。

(1) 水泥浆：帷幕灌浆浆液水灰比可采用5:1、3:1、2:1、1:1、0.8:1、0.6:1、0.5:1等七个比级。开灌水灰比可采用5:1。灌注细水泥浆液，可采用水灰比为2:1、1:1、0.6:1或1:1、0.8:1、0.6:1三个比级。

(2) 水泥黏土浆：由于材料品种、性能以及对防渗要求的不同，材料的混合比例也不同，正确的材料配比应通过试验来确定。

灌浆压力：灌浆压力宜通过灌浆试验确定，也可通过公式计算或根据经验先行拟定，而后在灌浆施工过程中调整确定。灌浆试验时，一般将压力升到一定数值而注浆量突然增大时的这一压力作为确定灌浆压力的依据（临界压力）。合理、有效地控制灌浆压力，是提高灌浆效果的重要保证。

6. 回填封孔：灌浆结束条件一般用两个指标来控制：一个是残余吸浆量，又称最终吸浆量，即灌到最后的限定吸浆量；另一个是闭浆时间，即在残余吸浆量不变的情况下，保持设计规定压力的延续时间。灌浆结束后，将浆孔清理干净，然后进行封孔。帷幕灌浆孔，宜采用浓浆灌浆法填实，再用水泥砂浆封孔；固结灌浆，孔深小于10m时，可采用机械压浆法进行回填，即通过深入孔底的灌浆管压入浓水泥浆或砂浆，顶出孔内积水，随浆面的上升，缓慢提升灌浆管，当孔深大于10m时，其封孔与帷幕孔相同。

7. 质量检查：基岩灌浆的质量检查结果，是整个工程验收的重要依据。常用的有以下方法：

(1) 在已灌地区钻设检查孔，通过压水试验和浆液注入率试验进行检查。

(2) 通过检查孔, 钻取岩芯进行检查, 或进行钻孔照相和孔内电视, 观察孔壁的灌浆质量。

(3) 开挖平洞、竖井或钻设大口径钻孔, 检查人员直接进去观察检查, 并在其中进行抗剪强度、弹性模量等方面的试验: 利用地球物理勘探技术, 测定基岩的弹性模量、弹性波速等, 对比这些参数在灌浆前后的变化, 借以判断灌浆的质量和效果。

## (二) 地下防渗墙

地下防渗墙是利用专用机具在闸坝的松散透水地基中造孔, 往孔内灌注混凝土或水泥粘土砂浆等而建成的地下防渗建筑物。防渗墙是分段建造的, 一个槽孔建成一个墙段, 许多墙段连续成一整道墙, 故也称其为地下连续墙。墙的顶部与闸坝中的防渗体相连接, 墙的两端直接与岸边或与岸边的防渗设施相连接, 墙的底部嵌入弱风化基岩或不透水地层中一定深度, 从而可以较为彻底地截断地下渗流, 大大减少渗透流量。对于保证松散透水地基的渗透稳定和闸坝安全起着重要作用。

按填筑材料分为: 土质墙、混凝土墙、钢筋混凝土墙、组合墙; 按成墙方式分为: 桩排式、壁板式、桩壁组合式; 按挖槽方式分为: 抓斗式、冲击式、回转式; 按施工方法分为: 现浇式、预制式、现浇预制组合式; 按用途分为: 临时挡土防渗墙、用作主体结构兼临时挡土墙的地下连续墙、用作多边形基础兼墙体的地下连续墙。

地下防渗墙的施工流程一般包括修筑导墙、挖槽、泥浆护壁、清底、吊装钢筋笼和灌注混凝土。下面主要介绍一下混凝土防渗墙, 近年来在我区应用非常的广泛。

混凝土防渗墙系指利用钻孔、挖槽机械, 在松散透水地基或坝(堰)体中以泥浆固壁, 挖掘槽形孔或连锁桩柱孔, 在槽(孔)内浇筑水下混凝土或回填其他防渗材料成具有防渗功能的地下连续墙。它是防止渗漏、保证地基稳定和堤坝安全的工程措施。

混凝土防渗墙适用于土石坝及堤防地基的防渗处理、混凝土闸坝的地基防渗处理、土石围堰堰体和堰基的防渗处理、病险水库坝体和坝基处理等工程。

混凝土防渗墙由于具有承受水头大、防渗性能可靠、适合各种地层等优点而被国内外水利水电工程广泛采用。

混凝土防渗墙按材料性质分为普通混凝土、黏土混凝土、塑性混凝土、固化灰浆、自凝灰浆等几类。

普通混凝土: 是以水泥、粉煤灰为胶凝材料拌制的适合在水下浇筑的大流动性混凝土。

黏土混凝土: 是除水泥、粉煤灰外, 掺加了占胶凝材料总量 20%左右黏土的大流动性混凝土。

塑性混凝土: 是水泥用量较低, 并掺加较多的膨润土、黏土等材料的大流动性混凝土, 具有低强度、低弹模和大应变等特性。

固化灰浆: 是在已建成的槽孔内, 以固壁泥浆为基本浆液, 在其中加入水泥、水玻璃、粉煤灰等固化材料以及砂和外加剂, 经搅拌均匀后固化而成的柔性墙体材料。

自凝灰浆: 是以水泥、膨润土等材料拌制的浆液, 在建造槽孔时起固壁作用, 槽孔

建造完成后，该浆液自行凝结成柔性墙体材料。

防渗墙材料按照抗压强度和弹性模量，可以分为刚性混凝土和柔性混凝土，刚性混凝土有普通混凝土（包括钢筋混凝土）、黏土混凝土、粉煤灰混凝土等，一般抗压强度大于 5MPa，弹性模量大于 2000MPa；柔性混凝土有塑性混凝土、自凝灰浆、固灰浆等，一般抗压强度小于 5MPa，弹性模量小于 2000MPa。

混凝土防渗墙的发展是随着施工工艺技术的不断改进而不断发展的。最早采用的是洞挖回填式（井柱式），即人工挖井后再回填混凝土，这种施工工艺效率很低，施工质差，施工安全难以保证，因而，此种施工方法很快便被桩柱式所替代。

### （三）灌注桩

灌注桩是一种就位成孔，灌注混凝土或钢筋混凝土而制成的桩。常用的有：

**钻孔灌注桩：**用螺旋钻机、潜水钻机等就地成孔灌注混凝土而成桩，施工时无振动、不挤土，但桩的沉降量稍大。螺旋钻机宜用于地下水位以上的粘性土、砂土及人工填土等，钻削下来的土块沿钻杆上的螺旋叶片上升排出孔外，孔径 300mm 左右，钻孔深度 8~12m，根据土质和含水量选择钻杆。潜水钻机宜用于粘性土、砂土、淤泥和淤泥质土等，尤宜于地下水位较高的土层中成孔。钻孔时为防止坍孔用泥浆护壁。在粘土中用清水钻进，自造泥浆护壁；在砂土中应注入制备的泥浆钻进。利用泥浆循环排除钻削下的土屑，钻至要求深度后要清孔以排除沉在孔底的土屑，减少桩的沉降量。目前在高层建筑和桥梁等大型工程中推广应用的大直径钻孔灌注桩多用此法施工，桩径多在 1m 以上，桩底部还可扩孔，单桩承载能力可达数千吨。

**沉管灌注桩：**用锤击或振动将带有钢筋混凝土桩靴（桩尖）或活瓣式桩靴的钢管沉入土中，然后灌注混凝土同时拔管而成桩。用锤击沉管、拔管者称锤击灌注桩；用激振器的振动沉管、拔管者称振动灌注桩。此法成桩易发生断桩、缩颈、吊脚桩、桩靴进水和进泥等弊病，施工中注意检查并及时处理。此外，还有用炸药使桩孔底部形成扩大头以增大承载能力的爆扩灌注桩。

## 四、常见不良地基的处理方法

不良地基土在自重和外荷载的作用下会产生较大的变形，超出建筑设计规范允许的范围，当地基土的承力不足以支撑上部结构时，地基土就会发生局部甚至整体的破坏，进而导致建筑物的失稳和破坏。不良地基土对工程建设影响巨大，特别是大型复杂建筑，不仅与建筑的施工过程关系密切，也影响着将来的运营使用。

常见的不良地基土主要有软土、冻土、膨胀土、湿陷性黄土及人工填土等。

### 1. 软土

软土是指天然含水量大、压缩性高、承载力低的一类土。如淤泥、淤泥质土、添混质土及其它高压缩性饱和粘性土、粉土等。一般分布在滨海、湖沼、谷地、河滩等地区。由于软土的透水性差、抗剪强度低、固结系数小、固结时间长、灵敏度高、扰动性差。

故而影响基底的稳定性能，会造成建筑物的不均匀沉降，引起基坑的塌方、塌陷，降低了建筑物的抗风、抗震、抗冲击等能力。

目前软土地基的主要处理方法有：换填垫层法、挤密法、深层搅拌法、灌浆法、强夯法。

**换填垫层法：**将基底下一定范围内的软弱土挖去，换填砂、碎石和素土等散体料，并分层夯实成低压缩性的地基持力层。

**挤密法：**先往土中打桩管成孔，然后在孔内填入砾石、砂、石灰、灰土等捣实而成。此法适用于含砂粒的杂填土及含砂量较多的松散土地基，对粘性大的饱和软土地基，由于渗透性小，在加固过程中不能排出很多水分，故挤密性果不大。

**深层搅拌法：**此法通过特制的搅拌轴的轮叶，从地面开始破土搅拌至加固的深度，将水泥注入地基中，用搅拌头强制搅拌均匀。

**灌浆法：**用钻机成孔，将搅拌均匀的水泥浆或水泥砂浆压入土的孔隙和岩石的裂隙中，同时挤出土中的自由水泥浆凝固后，将土体与岩石裂隙胶结成整体。此法适用于卵石、中、粗砂和有裂隙岩石。如是粘性土，则用较高的压力灌入浓度较大的水泥浆或水泥砂浆。

**强夯法：**强夯法是将重锤起重到一定高度，然后自由下落，重复夯打，使强度提高，压缩性减小。此法一般适用于无粘性土，杂填土和半饱和土。

### 2. 膨胀土

膨胀土是具有较大的吸水后显著膨胀，失水后显著收缩特性的高液限粘土。

膨胀土的矿物成分主要是蒙脱石，一般承载力较高，具有吸水膨胀、失水收缩和反复胀缩变形、浸水承载力衰减、干缩裂隙发育等特性，性质极不稳定。常使建筑物产生不均匀的竖向或水平的胀缩变形，造成位移、开裂、倾斜甚至破坏。

常用处理方法有：

**换土：**可采用非膨胀性材料或灰土，换土厚度可通过变形计算确定。

**改良土质：**在膨胀土中添加石灰、水泥等非膨胀材料或添加化学剂使膨胀土失去膨胀性的材料。

**采用桩基：**膨胀土层较厚时，应采用桩基，桩尖支承在非膨胀土层上，或支承在大气影响层以下的稳定层上。

**预湿膨胀：**施工前使土加水变湿而膨胀，并在土中维持高含水率，则土将基本上保持体积不变，因而不会导致结构破坏。

**隔水法：**根据膨胀土的特性，土体的含水率的变化是膨胀土产生危害的根本条件，采用综合措施切断基底下外界渗水条件，就可以保证地基的稳定性。

### 3. 湿陷性黄土

湿陷性黄土是指在上覆土层自重应力作用下，或者在自重应力和附加应力共同作用下，因浸水后土的结构破坏而发生显著附加变形的土，又分为自重湿陷性黄土和非自重

湿陷性黄土。

常用的地基处理方法有：土或灰土垫层、土桩或灰土桩、强夯法、重锤夯实法、桩基础、预浸水法等。

地基处理是水利工程的重要组成部分，直接关系到工程的质量与安全，同时也将影响到工程造价和进度。水利工程地基处理的主要目的是：

- 1.提高天然地基防渗能力和渗透稳定性，减少蓄水建筑物的地基渗漏量。
- 2.增加天然地基强度和稳定性，提高承载力，减少变形及防止不均匀沉陷，避免产生工程失稳破坏。

## 五、砌石工程

砌石工程主要应用在水利工程的涵洞、挡土墙、护坡、翼墙、导流构造砌体中。

### 1.材料要求

(1)石料：应符合设计规定类别和强度，石质应均匀、不易风化、无裂纹。石料不得含有妨碍砂浆的正常粘结或有损于外露面外观的污泥、油质或其他有害物质。石料的运输、存储和处理不应产生过量的损坏和废料。

片石一般用爆破或楔劈法开采的石块，厚度不应小于150mm（卵形和薄片不得采用）。用做镶面的片石，应选择表面较平整、尺寸较大者应加以修整；块石应大致方正，上下面大致平整，块石用做镶面时，应由外露面四周向内加以修凿。

砂浆：砌筑用砂浆的类别和强度等级应符合设计规定。砂浆中所用水泥、砂、水等材料的质量标准宜符合混凝土工程相应材料的质量标准，必须具有良好的和易性。砂浆宜用中砂或粗砂，用于砌筑片石时不宜大于5mm，当用于砌筑块石、粗料石时不宜大于2.5mm。

### 2.施工要求

(1)一般要求：在砌筑前每一石块均应保持清洁，垫层应干净并湿润；所有石块均应座于新拌砂浆之上；在砂浆凝固前所有缝应满浆，当用小石子混凝土填满垂直缝时应应用扁钢捣实。先将已砌筑的石块的侧面抹浆，后用侧压法砌置下一相邻石块，石块就位后灌入饱满砂浆。

(2)所有石料均应按层砌筑。当砌体较长时应分段砌筑。砌筑时相邻段高差不大于1.2m，段与段之间设伸缩缝或沉降缝，各段水平砌缝应一致。

(3)铺砌角隅石及镶面石，然后铺砌帮衬石，最后铺砌腹石。角隅石或镶面石应与帮衬石互相锁合，帮衬石与腹石应互相锁合。

(4)如果石块松动或砌缝开裂，应将石块提起，垫层砂浆与砌缝砂浆清扫干净，然后将石块重新铺砌在新砂浆上。

(5)在砂浆凝固前应将外露缝勾好，勾凹缝深度不小于20mm。勾好缝的砌体在完工后，视水泥种类及气候情况在7-14d内应加强养护。

## 第二节 常用施工机械

### 一、土石方工程施工机械

#### 1. 挖掘机

挖掘机是一种常用的土方挖掘机械，其工作过程是将带有齿和刀刃的土斗挖取土料后直接抛置在机械旁或用运输工具运走。按行走方式分为履带式和轮胎式两种；按工作装置不同分为正铲和反铲；按铲土斗的数量，可以分为单斗挖掘机和多斗挖掘机。单斗挖掘机是仅有一个铲土斗的循环作业的施工机械，由行走装置、动力装置和工作装置组成，在土石方施工中最为常见。按行走机构不同可分为履带式和轮胎式；按传动方式不同分为机械传动和液压传动；按工作装置不同分为正铲、反铲、拉铲和抓铲。

#### 2. 推土机

推土机是一种在拖拉机上安装有推土工作装置（推土铲）的常用土方工程机械。其工作原理是利用带刀刃的推土板切入土中，土随着机械的运行而被切下，并堆积在推土板前，它可以独立完成推土、运土及卸土三种作业，还可进行平地的工作。在水利水电工程中，它主要用于平整场地、开挖基坑、推平填方及压实、堆积土石料及回填沟槽等作业，宜用于 100m 以内运距、I～III类土的挖运，但挖深不宜大于 1.5～2.0m，填高不宜大于 2～3m。

推土机按照行走装置不同分为履带式和轮胎式，履带式在工程中更为常用；按传动方式不同，分为机械式、液力机械式和液压式，新型大功率推土机多采用液力机械式或液压式；按铲安装方式不同，分为回转式和固定式，固定式推土铲结构简单，较为常用，其只能升降，回转式推土铲既能升降，也能在三个方向调整一定角度。

#### 3. 铲运机

铲运机是一种能综合完成铲土、装土、运土、卸土并能控制填土厚度等工序的土方工程机械。其斗容量从几立方米到几十立方米，适用于 I～III类土的铲运作业。水利工程中铲运机多用于平整场地、开采土料、修筑渠道和路基等。

铲运机按行走方式不同分为拖式和自行式，拖式铲运机运距不宜超过 800m，运距在 300m 时最为经济，自行式铲运机经济运距为 800～1500m。

#### 4. 装载机

装载机是装载松散物料的工程机械，操作灵活、工作效率高、用途广泛。它不仅可以对堆积的松散物料进行装、运、卸作业和短距离的运土，也可对岩石、硬土进行轻度挖掘和推土作业，还可以进行清理、刮平场地、起重、牵引等作业。配备相应的工作装置后又可完成松土，进行圆木、管状物料的挟持和装卸工作。装载机按行走装置分为轮式和履带式两种。





铲运机



羊足碾

## 5. 压实机械

土方填筑压实机械分为静作用碾压机械、振动碾压和夯实三种基本类型

### (1) 静作用碾压机械

静力式碾压机械又称为滚压机械，其中常用设备为羊脚碾与气胎碾。

1) 羊脚碾：羊脚碾就是在碾压滚筒表面设有交错排列的截头圆锥体，状如羊脚，仅适用于黏性土的压实。碾压时，羊脚插入土料内部，使羊脚底部土料受到正压力，羊脚四周侧面土料受到挤压力，碾筒转动时，土料受到羊脚的揉搓力，从而使土料层均匀挤压。对于非黏性土料，由于土颗粒易产生竖向及侧向移动，故而碾压效果较差。

2) 气胎碾：气胎碾是由拖拉机牵引，以充气轮胎作为压实构件，利用碾的重量来压实土料的一种压实机械，属于柔性碾。一般气胎碾的重量为8~30t，重型的可达到50~200t，与刚性平碾相比，气胎碾实效果较好。缺点是需加刨毛等工序，以加强碾压上下层的结合。

### (2) 振动碾压机械

振动碾又称振动压路机，是在静力式压路机的碾轮上安装激振机构而成的。是由起振柴油机带动碾滚内的偏心轴旋转，通过连接碾面的隔板，将振动力传至碾表面，然后以压力波的形式传到土体内部。振动碾压机械按照移动方式可分为拖式、自行式、手扶振动碾。

1) 拖式振动碾：拖式振动碾一般由履带式拖拉机牵引引作业。

2) 自行式振动碾：自行式振动碾体积小，机动灵活，多用在筑路工程。

3) 手扶振动碾：手扶振动碾主要用于狭窄场面的碾压作业。



强夯机

### 3. 夯实机械

夯实机械是冲击式压实机械，适用于市政、建筑、水利工地狭小时无法使用大、中型机械的场合。

强夯机是由高架起重机和铁块或钢筋混凝土块做成的夯砣组成。夯的重量一般为10~40t，由起重机提升10~40m高后自由下落冲击土层，影响深度达4~5m，压实效果好，生产率高，用于杂土填方、软基及水下地层。

## 二、混凝土施工机械

### （一）混凝土搅拌机

混凝土搅拌机是搅拌楼（站）的主要机械设备，一般是由搅拌筒、装料机构、出料机构、配水设备、原动机、传动机构、机架与行走机构等组成。

自落式搅拌机是通过筒身旋转，带动搅拌叶片将物料提高，在重力作用下物料自由坠下，反复进行，互相穿插、翻拌、混合，使混凝土各组分搅拌均匀。

强制式混凝土搅拌机一般筒身固定，搅拌机片旋转，对物料施加剪切、挤压、翻滚、滑动、混合，使混凝土各组分搅拌均匀。

拌和站、拌和楼：大中型水利工程中，常把骨料堆场、水泥仓库、配料装置、拌和机及运输设备等比较集中的布置，组成混凝土拌和站，或采用成套的混凝土工厂（拌和楼）来制备混凝土。拌和楼从结构布置形式上可分为直立式、二阶式、移动式三种；从搅拌机配置上可分为自落式、强制式及涡流式等形式的拌和楼。

混凝土搅拌机选择与使用是否合理妥当，直接影响到工程的造价、进度和质量。因此必须根据工程量的大小、混凝土搅拌机的使用期限、施工条件以及设计的混凝土组成特性（如骨料的最大粒径等）、坍落度大小、稠度要求等具体情况，来正确选择和合理使用。为了充分发挥混凝土搅拌机效能，除必须根据混凝土搅拌机的生产能力，匹配相应的衡量设备、进料、出料及所需的运输工具外，还必须注意合理的施工工艺布置。

### （二）混凝土振捣器

混凝土振捣器是一种借助动力通过一定装置作为振源产生频繁的振动，并把这种频繁的振动传给混凝土，使混凝土得到振动捣实的设备。选用混凝土振捣器的原则应根据混凝土施工工艺确定，即根据混凝土的组成特性以及施工条件的具体情况，选择合适的结构型式和合理的工作参数的振捣器，同时还应根据振捣器的结构特点、制造和供应条件、使用寿命、维修配套和功率消耗等技术经济因素进行选用。

在钢筋稠密或仓面狭窄的浇筑部位，需用小型轻便的振捣器，宜选用直径较小的插入式振捣器或使用附着式振捣器；对于机械化施工的大面积混凝土浇筑，需要生产率高、机械化操作的振捣器，或采用大型现代化的振捣设备（如振捣群组、平仓机、振动碾等机载式振捣设备）。

混凝土振捣器一般按传播振动的方式可分为内部式（也称插入式）、外部式（也称

附着式)、表面式、平台式等。

### (三) 混凝土搅拌车

混凝土搅拌车也叫混凝土搅拌罐车,也有人叫混凝土运输车。混凝土搅拌车用来运送建筑用混凝土的专用卡车;由于它的外形,也常被称为田螺车。这类卡车上都装置圆筒型的搅拌筒以运载混合后的混凝土。由汽车底盘、搅拌筒、传动系统、供水装置、全功率取力器、搅拌筒前后支架、减速机、液压传动系统、进出料系统、操纵机构等部分组成。

### (四) 混凝土输送泵

混凝土输送泵又名混凝土泵,由泵体和输送管组成。是利用压力将混凝土拌和物沿管道连续输送的机械,适合于大体积混凝土和高层建筑混凝土的运输和浇筑。

按其工作原理可分为挤压式、液压活塞式、水压隔膜式。活塞式较为多用。主要参数有臂架高度、泵送方量、出口压力等。

## 三、起重机械

一般可分为轻小型起重设备、桥式类型起重机械和臂架类型起重机三大类:

- 1.轻小型起重设备,如千斤顶、葫芦、卷扬机等。
- 2.桥架类型起重机械,如桥式起重机、龙门起重机等。
- 3.臂架类型起重机,如固定式回转起重机、塔式起重机、汽车起重机、轮胎、履带起重机等。
- 4.倒链是用于地形受限且起重物较轻时使用的简易起重设备。

## 四、钻孔灌浆机械

### (一) 钻机

钻探和地基处理使用的钻机,按其破碎岩石方法的不同分为冲击式钻机、回转式钻机和冲击-回转式钻机

1.冲击式钻机:冲击式钻机属于大口径型钻机,是利用钢丝绳将钻具提升到一定高度,然后自由落下冲击地层,使孔底岩石破碎而进行钻进。其钻头多为十字形,不能采取完整岩心。

冲击式钻机是基础灌浆施工的一种主要钻孔机械,它能适应各种不同的地质情况,尤其适用于疏散性岩石、软岩石和硬地层中钻凿与地面垂直的孔,被广泛应用于疏散岩石、软岩石和硬地层的钻孔工作,主要用于钻凿地质工程中的水文井,地基处理中的防渗墙槽孔,工农业中的机井、矿区副井、露天爆破孔和桥墩水闸、高层建筑等地基工程造孔。

2.冲击反循环钻机:冲击反循环钻机是在冲击钻机的基础上研制出的新机型,由抽

筒抽砂，改为泵吸排砂，因此称为冲击反循环钻机，是一种将传统冲击钻进方法和反循环连续排渣技术结合在一起的钻孔桩施工机械，操作简单，适用地层广。适用于各种复杂地质条件（土层、砂层、漂卵石层、岩石层）的钻进。

3.回转式钻机：回转式钻机是利用钻机的回转器带动钻具旋转，以磨削孔底岩石进行钻进。其钻具多为筒状，能取出完整柱状岩芯。这种钻机的钻进速度较高，适用于各种硬度级别的岩石钻进：可钻直孔、斜孔、深孔。回转式钻机，由于结构和性能的不同，一般可分为立轴式钻机、转盘式钻机和动力头式钻机等。

4.回转斗式钻机：回转斗式钻机使用特制的斗式回转钻头，在钻头旋转时切土进入土斗，装满土斗后，回转停止旋转，并提土斗出孔外，打开土斗弃土、并再次进入孔中旋转切土，重复进行直至成孔。用斗式钻机施工，其排渣方法独特，不需要反复旋转钻机施工需要的排渣系统诸多机具和设施，施工消耗低，施工工艺简单。由于采用频繁提升，下降的回转斗对孔壁的扰动较大，容易塌孔，所以对护壁泥浆的制备要求较高。

回转斗式钻机适用于除岩层以外的各种地质条件，排渣设备简单，对泥浆排放较严的地区比较有利。缺点是对柱长、柱径有一定限制，在某些地质条件下，回转斗施工的速度不理想，对泥浆的要求质量较高，选用时要加以综合考虑。

5.水平多轴回转钻机：水平多轴回转钻机也称为双轮铣槽机，分为电动和液压两种机型。双轮铣槽机的特点是地层适应性强，泥、砂、砾石、卵石、砂岩、石灰岩均可掘削，配用特制的滚轮铣刀还可钻进抗压强度为 200MPa 左右的坚硬岩石。利用电子测斜装置和导向调节系统、可调角度的鼓轮旋铣器来保证挖槽精度，精度可高达 1%~2%。由于铣槽机的优越性能，其被广泛应于地下连续墙的施工中。

6.潜水钻机：潜水钻机及其设备简单、体积小、成孔速度快、移动方便，近年来被广泛地使用于覆盖层中进行成桩作用，适用于填土、淤泥、黏土、粉土、砂土等地层，尤其适用于地下水位较高的土层中成孔，但不宜用于碎石土层。

### （二）基础灌浆机

把既有流动性又有胶凝性的浆液，压送到地基岩石或砂砾石层中，称为基础灌浆。这些浆液在岩石层的裂隙中或砂砾层的孔隙中填实空隙，经过硬化、胶结，形成结石，防止基础渗漏，增强地基承载能力，以改善地基地质条件，满足地基设计要求。基础灌浆所用的机械主要有泥浆泵、灰浆泵、化学灌浆泵、高压清水泵、全液压灌浆泵等不同形式的灌浆泵以及泥浆搅拌机。

## 第2篇 水利工程造价构成

水利工程造价是水利项目建设重要的经济技术指标，是一项系统工程，它贯穿于投资决策阶段、设计阶段、承发包阶段、施工阶段以及竣工阶段等环节。作为水利工程建设的一个重要的技术经济指标，投资决策阶段对控制投资影响最为显著。

### 第一章 水利工程基本建设程序与水利工程造价构成

#### 第一节 水利工程基本建设程序

水利工程基本建设程序是指基本建设项目从决策、设计、施工到竣工验收整个工作过程中各个阶段必须遵循的先后顺序。水利工程建设需经规划、设计、施工等阶段及试运转和验收等过程。水利工程建设程序一般分为：项目建议书、可行性研究报告、施工准备、初步设计、建设实施、生产准备、竣工验收、后评价八个阶段，各阶段的具体内容如下。

##### 一、项目建议书阶段

项目建议书是在流域（或区域）规划的基础上，由主管部门（或投资者）对拟建项目做出大体轮廓性设想和建议。为确定拟建项目是否有必要建设、是否具备建设的基本条件、是否值得投入资金和人力、是否需要再作进一步的研究论证工作提供依据。项目建议书编制一般委托有相应资质的设计单位承担，并按国家规定权限向上级主管部门申报审批。

##### 二、可行性研究报告阶段

可行性研究应对项目进行方案比较，在技术上是否可行和经济上是否合理进行科学的分析和论证。经过批准的可行性研究报告，是项目决策和进行初步设计的依据。可行性研究报告，由项目法人（或筹备机构）组织编制。

可行性研究报告，按国家现行规定的审批权限报批。申报项目可行性研究报告，必须同时提出项目法人组建方案及运行机制、资金筹措方案、资金结构及回收资金办法。可行性研究报告经批准后，不得随意修改和变更，在主要内容上有重要变动，应经原批准机关复审同意。项目可行性报告批准后，应正式成立项目法人，并按项目法人责任制实行项目管理。

### 三、施工准备阶段

1.项目可行性研究报告已经批准，年度水利投资计划下达后，项目法人即可开展施工准备工作，其主要内容包括：

- (1) 施工现场的征地、拆迁；
- (2) 完成施工用水、电、通信、路和场地平整等工程；
- (3) 必须的生产、生活临时建筑工程；
- (4) 实施经批准的应急工程、试验工程等专项工程；
- (5) 组织招标设计、咨询、设备和物资采购等服务；
- (6) 组织相关监理招标，组织主体工程招标准备工作。

2.工程建设项目施工，除某些不适应招标的特殊工程项目外（须经水行政主管部门批准），均须实行招标投标。水利工程建设项目的招标投标，按有关法律、行政法规和《水利工程项目招标投标管理规定》等规章规定执行。

### 四、初步设计阶段

1.初步设计是根据批准的可行性研究报告和必要而准确的设计资料，对设计对象进行通盘研究，阐明拟建工程在技术上的可行性和经济上的合理性，规定项目的各项基本技术参数，编制项目的总概算。初步设计任务应择优选择有项目相应资格的设计单位承担，依照有关初步设计编制规定进行编制。

2.初步设计文件报批前，一般须由项目法人委托有相应资格的工程咨询机构或组织行业各方面（包括管理、设计、施工、咨询等方面）的专家，对初步设计中的重大问题，进行咨询论证。设计单位根据咨询论证意见，对初步设计文件进行补充、修改、优化。初步设计由项目法人组织审查后，按国家现行规定权限向主管部门申报审批。

3.设计单位必须严格保证设计质量，承担初步设计的合同责任。初步设计文件经批准后，主要内容不得随意修改、变更，并作为项目建设实施的技术文件基础。如有重要修改、变更，须经原审批机关复审同意。

### 五、建设实施阶段

1.建设实施阶段是指主体工程的建设实施，项目法人按照批准的建设文件，组织工程建设，保证项目建设目标的实现。

2.水利工程具备开工条件后，主体工程方可开工建设。项目法人或者建设单位应当自工程开工之日起15个工作日内，将开工情况的书面报告报项目主管单位和上一级主管单位备案。

3.项目法人要充分发挥建设管理的主导作用，为施工创造良好的建设条件。项目法人要充分授权工程监理，使之能独立负责项目的建设工期、质量、投资的控制和观场施

工的组织协调。

4.要按照“政府监督、项目法人负责、社会监理、企业保证”的要求，建立健全质量管理体系，重要建设项目，须设立质量监督项目站，行使政府对项目建设的监督职能。

## 六、生产准备阶段

1.生产准备是项目投产前所要进行的一项重要工作，是建设阶段转入生产经营的必要条件。项目法人应按照建管结合和项目法人责任制的要求，适时做好有关生产准备工作。

2.生产准备应根据不同类型的工程要求确定，一般应包括以下主要内容：

(1) 生产组织准备：建立生产经营的管理机构及相应管理制度。

(2) 招收和培训人员：按照生产运营的要求，配备生产管理人员，并通过多种形式的培训，提高人员素质，使之能满足运营要求。生产管理人员要尽早介入工程的施工建设，参加设备的安装调试，熟悉情况，掌握好生产技术和工艺流程，为顺利衔接基本建设和生产经营阶段做好准备。

(3) 生产技术准备：主要包括技术资料的汇总、运行技术方案和岗位操作规程的制定、新技术准备。

(4) 生产物资准备：主要是落实投产运行所需要的原材料、协作产品、工器具、备品备件和其他协作配合条件的准备。

(5) 正常的生活福利设施准备。

## 七、竣工验收阶段

1.竣工验收是工程完成建设目标的标志，是全面考核基本建设成果、检验设计和工程质量的重要步骤。竣工验收合格的项目即从基本建设转入生产或使用。

2.当建设项目的建设内容全部完成，并经过单位工程验收，符合设计要求并按有关规定的要求完成了档案资料的整理工作；完成竣工报告、竣工决算等必须文件的编制后，项目法人按规定向验收主管部门提出申请，根据《水利水电建设工程验收规程》组织验收。

3.竣工决算编制完成，并由审计机关组织竣工审计。其审计报告作为竣工验收的基本资料。工程规模较大、技术较复杂的建设项目可先进行初步验收。不合格的工程不予验收；有遗留问题的项目，对遗留问题必须有具体处理意见，且有限期处理的明确要求并落实责任人。

## 八、后评价阶段

1.建设项目竣工投产后，一般经过1至2年生产运营后，要进行一次系统的项目后评价，主要内容包括：影响评价——项目投产后对各方面的影响进行评价；经济效益评价——项目投资、国民经济效益、财务效益、技术进步和规模效益、可行性研究深度等进行评价；过程评价——对项目的立项、设计施工、建设管理、竣工投产、生产运营等

全过程进行评价。

2.项目后评价一般按三个层次组织实施，即项目法人的自我评价、项目行业的评价、计划部门（或主要投资方）的评价。

3.建设项目后评价工作必须遵循客观、公正、科学的原则，做到分析合理、评价公正。通过建设项目的后评价以达到肯定成绩、总结经验、研究问题、吸取教训、提出建议、改进工作，不断提高项目决策水平和投资效果的目的。

以上所述基本建设程序的八项内容，是我国对水利工程建设程序的基本要求，也基本反映了水利工程建设工作的全过程。



## 第二节 水利工程造价构成

### 一、水利工程造价文件类型

水利工程建设过程各阶段由于工程深度不同，要求不同，各阶段的工程造价文件类型也不同。现行的工程造价文件类型主要有投资估算、设计概算、施工图预算、最高投标限价与报价、完工结算和竣工决算等。

#### （一）投资估算

投资估算是水利工程建设前期工作中的重要环节之一，是产生工程造价的源头，也是研究、分析建设项目经济效果的重要依据。在可行性研究报告批准后，估算就作为设计任务下达的投资限额，对初步设计概算起控制作用。

#### （二）设计概算

初步设计概算是初步设计阶段对建设工程造价的预测，是初步设计的重要组成部分。初步设计概算应在批准的可行性研究投资估算的控制下进行编制。经批准的设计概算是国家确定和控制工程建设投资规模的依据；是政府有关部门对工程项目投资进行审计和监督的依据；是项目法人筹措建设资金和管理工程项目造价的依据；是编制建设计划，编制施工图预算和最高投标限价、竣工结算、决算以及项目法人向银行贷款的依据。经批准后的概算，不得随意修改。若开工年工程项目的设计方案及价格水平与批准概算有明显变化时，项目法人应委托设计单位重新编制概算，并报原主管部门审批。

建设项目实施过程中，由于国家政策调整、地质条件发生重大变化、材料价格大幅上涨和自然灾害等不可抗力因素等原因导致工程投资突破批准概算投资的，项目法人可要求编制调整概算，可以向原审批主管部门申请调整概算。

#### （三）施工图预算

施工图预算是依据施工图纸计算的工程量、施工组织设计、预算定额及各项费用的取费、基础单价、国家及地方的有关规定，进行编制的反映单位工程或单项工程建设费用的造价文件。施工图预算是确定单位工程造价的依据；是招投标、签订工程承包合同、办理工程价款结算的依据；是施工企业内部进行经济核算和考核工程成本的依据。

#### （四）最高投标限价与投标报价

最高投标限价是由招标人根据现行水利工程造价依据和办法，按招标文件的内容要求并结合工程特点和市场竞争因素等确定的造价文件，是招标的水利工程限定的最高工程造价。最高投标限价的编制应由具有编制能力的招标人或委托具有相应资质的工程造价咨询单位。

投标报价是投标人响应招标文件要求，对建筑安装工程（或机电、金属结构设备）所报出的在已标价工程量清单中标明的总价，它反映的是市场价，体现了投标人的经营

管理和技术、装备水平。

### (五) 竣工结算与决算

竣工结算是施工单位与建设单位对承建工程项目的最终结算（施工过程中的结算属中间结算）。在竣工结算的基础上，建设单位向国家汇报建设成果和财务状况总结性文件，反映了工程的实际造价，包含了所有工程和费用。竣工决算由建设单位负责编制，是建设单位向管理单位移交财产、考核工程项目投资、分析投资效果的依据。

基本建设程序与工程造价形式对照见图 2-1

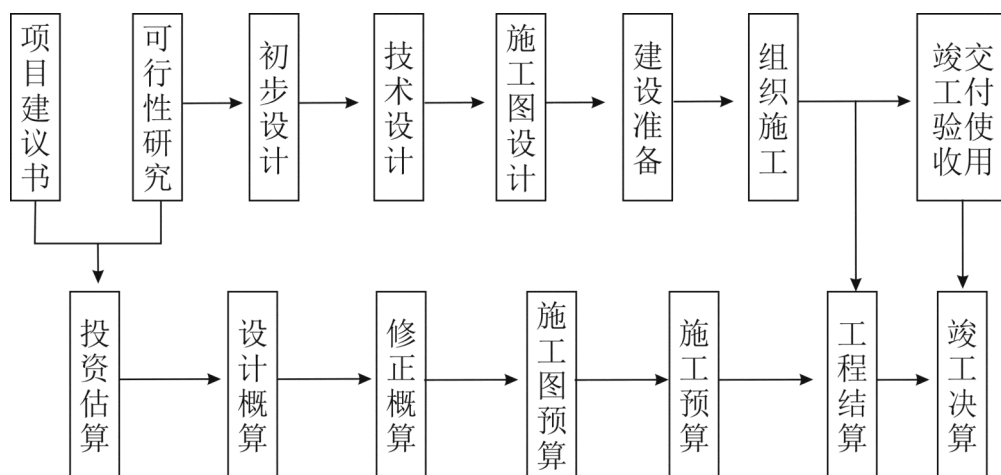


图 2-1: 基本建设程序与工程造价形式对照图

## 二、水利工程分类与概算组成

按照 2016 年宁夏回族自治区水利厅发布的《宁夏水利工程设计概（估）算编制规定》以下简称“编制规定”，水利工程按工程性质划分为两大类，具体划分如下：

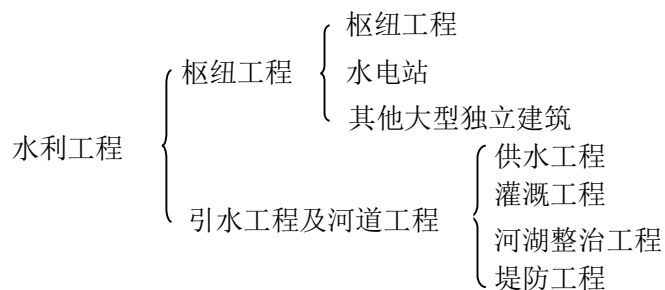


图 2-2: 我区水利工程按工程性质划分

水利工程概算项目划分为工程部分、建设征地移民补偿、环境保护工程、水土保持工程四部分，具体划分如下：

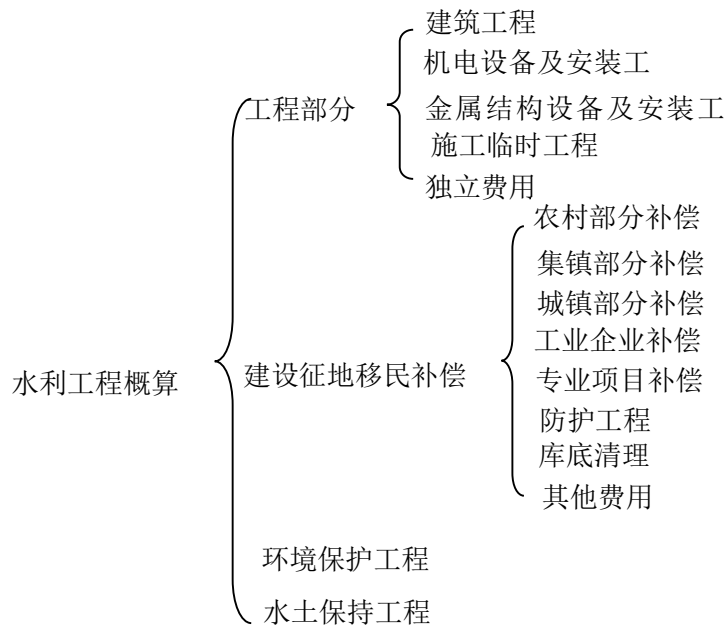


图 2-3：水利工程概算项目划分

各部分概算下设一级项目、二级项目、三级项目。编制规定主要用于规范工程部分概算编制，建设征地移民补偿、环境保护工程、水土保持工程概算应分别执行相应编制规定，并将结果汇总到工程总概算中。

建设征地移民补偿：参照水利部《水利工程设计概（估）算编制规定（建设征地移民补偿）》（水总〔2014〕429号）执行。

环境保护工程：参照水利部《水利水电工程环境保护概估算编制规定》（SL359-2006）执行。

水土保持工程：参照水利部《水土保持工程概算定额》、《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》、《水土保持生态建设工程概（估）算编制规定》（水总〔2003〕67号）执行。

### 第三节 概算文件组成内容

概算文件包括设计概算报告（正件）、附件、投资对比分析报告。

#### 概算正件组成内容

##### 一、编制说明

###### 1.工程概况

工程概况包括：流域，河系，兴建地点，工程规模，工程效益，工程布置型式，主体建筑工程量，主要材料用量，施工总工期等。

###### 2.投资主要指标

投资主要指标包括：工程总投资和静态总投资，年度价格指数，基本预备费率，建设期融资额度、利率和利息等。

###### 3.编制原则和依据

- (1) 概算编制原则和依据。
- (2) 人工预算单价，主要材料，施工用电、水、风，砂石料等基础单价的计算依据。
- (3) 主要设备价格的编制依据。
- (4) 建筑安装工程定额、施工机械台时费定额和有关指标的采用依据。
- (5) 费用计算标准及依据。
- (6) 工程资金筹措方案。

###### 4.概算编制中其他应说明的问题

###### 5.主要技术经济指标表

主要技术经济指标表根据工程特性表编制，反映工程主要技术经济指标。

##### 二、工程概算总表

工程概算总表应汇总工程部分、建设征地移民补偿、环境保护工程、水土保持工程概算表。

##### 三、工程部分概算表和概算附表

###### 1.概算表

- (1) 工程部分总概算表。
- (2) 建筑工程概算表。
- (3) 机电设备及安装工程概算表。
- (4) 金属结构设备及安装工程概算表。

- (5) 施工临时工程概算表。
- (6) 独立费用概算表。
- (7) 分年度投资表。
- (8) 资金流量表（枢纽工程）。

## 2. 概算附表

- (1) 建筑工程单价汇总表。
- (2) 安装工程单价汇总表。
- (3) 主要材料预算价格汇总表。
- (4) 次要材料预算价格汇总表。
- (5) 施工机械台时费汇总表。
- (6) 主要工程量汇总表。
- (7) 主要材料量汇总表。
- (8) 工时数量汇总表。

## 概算附件组成内容

- 1. 人工预算单价计算表。
- 2. 主要材料运输费用计算表。
- 3. 主要材料预算价格计算表。
- 4. 施工用电价格计算书（附计算说明）。
- 5. 施工用水价格计算书（附计算说明）。
- 6. 施工用风价格计算书（附计算说明）。
- 7. 补充定额计算书（附计算说明）。
- 8. 补充施工机械台时费计算书（附计算说明）。
- 9. 砂石料单价计算书（附计算说明）。
- 10. 混凝土材料单价计算表。
- 11. 建筑工程单价表。
- 12. 安装工程单价表。
- 13. 主要设备运杂费率计算书。
- 14. 施工房屋建筑工程投资计算书（附计算说明）。
- 15. 独立费用计算书（勘测设计费可另附计算书）。
- 16. 分年度投资表。
- 17. 资金流量计算表。
- 18. 价差预备费计算表。
- 19. 建设期融资利息计算书（附计算说明）。
- 20. 计算人工、材料、设备预算价格和费用依据的有关文件、询价报价资料及其他。

## 投资对比分析报告

应从价格变动、项目及工程量调整、国家政策性变化等方面进行详细分析，说明初步设计阶段与可行性研究阶段（或可行性研究阶段与项目建设书阶段）相比较的投资变化原因和结论，编写投资对比分析报告。工程部分报告应包括以下附表：

- （1）总投资对比表。
- （2）主要工程量对比表。
- （3）主要材料和设备价格对比表。
- （4）其他相关表格。

投资对比分析报告应汇总工程部分、建设征地移民补偿、环境保护、水土保持各部分对比分析内容。

注：（1）设计概算报告（正件）、投资对比分析报告可单独成册，也可作为初步设计报告（设计概算章节）的相关内容。

- （2）设计概算附件宜单独成册，并应随初步设计文件报审。

## 第四节 项目组成和项目划分

### 一、项目组成

#### 第一部分 建筑工程

##### (一) 枢纽工程

指水利枢纽建筑物(含引水工程中的水源工程)和其他中型独立建筑物。包括挡水工程、泄洪工程、引水工程、发电厂工程、升压变电站工程、交通工程、房屋建筑工程和其他建筑工程。其中,挡水工程等前五项为主体建筑工程。

(1) 挡水工程。包括挡水的各类坝(闸)工程。

(2) 泄洪工程。包括溢洪道、泄洪洞、冲砂孔(洞),放空洞等工程。

(3) 引水工程。包括发电引水明渠、进水口、隧洞、调压井、高压管道等工程。

(4) 发电厂工程。包括地面、地下各类发电厂工程。

(5) 升压变电站工程。包括升压变电站、开关站等工程。

(6) 交通工程。包括上坝、进厂、对外等场内外永久公路、桥涵、等交通工程。

(7) 房屋建筑工程。包括为生产运行服务的永久性辅助生产建筑、仓库、办公、生活及文化福利等房屋建筑和室外工程。

(8) 其他建筑工程。包括内外部观测工程,动力线路(厂坝区),照明线路,通信线路,厂坝区及生活区供水、供热、排水等公用设施工程,厂坝区环境建设工程,水情自动测报工程及其他。

##### (二) 引水工程及河道工程

指供水、灌溉、河湖整治、堤防修建与加固工程。包括供水、灌溉渠(管)道、河湖整治与堤防工程、建筑物工程(水源工程除外)、交通工程、房屋建筑工程、供电设施工程和其他建筑工程。

(1) 供水、灌溉渠(管)道、河湖整治与堤防工程。包括渠(管)道工程、清淤疏浚工程、堤防修建与加固工程等。

(2) 建筑物工程。包括泵站、水闸、隧洞工程、渡槽、倒虹吸、跌水、小水电站、排水沟(涵)、调蓄水库工程等。

(3) 交通工程。指永久性公路、桥梁等工程。

(4) 房屋建筑工程。包括为生产运行服务的永久性辅助生产建筑、仓库、办公、生活及文化福利等房屋建筑和室外工程。

(5) 供电设施工程。指为工程生产运行供电需要架设的输电线路及变配设施工程。

(6) 其他建筑工程。包括内外部观测工程,照明线路,通信线路,厂坝(闸、泵站)区及生活区供水、供热、排水等公用设施工程,工程沿线或建筑物周围环境建设工程,

水情自动测报工程及其他。

## 第二部分 机电设备及安装工程

### （一）枢纽工程

指构成枢纽工程固定资产的全部机电设备及安装工程。本部分由发电设备及安装工程、升压变电设备及安装工程和公用设备及安装工程三项组成。

（1）发电设备及安装工程。包括水轮机、发电机、主阀、起重机、水力机械辅助设备、电气设备等设备及安装工程。

（2）升压变电设备及安装工程。包括主变压器、高压电气设备、一次拉线等设备及安装工程。

（3）公用设备及安装工程。包括通信设备、通风采暖设备、机修设备、计算机监控系统、管理自动化系统、全厂接地及保护网，电梯，坝区馈电设备，厂坝区及生活区供水、排水、供热设备，水文、泥沙监测设备，水情自动测报系统设备，外部观测设备，消防设备，交通设备等设备及安装工程。

### （二）引水工程及河道工程

指构成该工程固定资产的全部机电设备及安装工程。本部分一般由泵站设备及安装工程、小水电站设备及安装工程、供变电工程和公用设备及安装工程四项组成。

（1）泵站设备及安装工程。包括水泵、电动机、主阀、起重设备、水力机械辅助设备、电气设备等设备及安装工程。

（2）小水电站设备及安装工程。其组成内容可参照枢纽工程的发电设备及安装工程和升压变电设备及安装工程。

（3）供变电工程。包括供电、变配电设备及安装工程。

（4）公用设备及安装工程。包括通信设备、通风采暖设备、机修设备、计算机监控系统、管理自动化系统、全厂接地及保护网，坝（闸、泵站）区馈电设备，厂坝（闸、泵站）区供水、排水、供热设备，水文、泥沙监测设备，水情自动测报系统设备，外部观测设备，消防设备，交通设备等设备及安装工程。

## 第三部分 金属结构设备及安装工程

指构成枢纽工程和其他水利工程固定资产的全部金属结构设备及安装工程。包括闸门、启闭机、拦污栅等设备及安装工程，压力钢管制作及安装工程和其他金属结构设备及安装工程。

金属结构设备及安装工程项目要与建筑工程项目相对应。



## 第四部分 施工临时工程

指为辅助主体工程施工所必须修建的生产和生活用临时性工程。本部分组成内容如下：

(1) 导流工程。包括导流明渠、导流洞、施工围堰、蓄水期下游断流补偿设施、金属结构设备及安装工程等。

(2) 施工交通工程。包括施工现场内外为工程建设服务的临时交通工程，如公路、桥梁、施工支洞、码头、转运站等。

(3) 施工场外供电工程。包括从现有电网向施工现场供电的 10kv 及以上等级的高压输电线路和施工变（配）电设施（场内除外）工程。

(4) 施工房屋建筑工程。指工程在建设过程中建造的临时房屋，包括施工仓库、办公及生活、文化福利建筑及所需的配套设施工程。

(5) 其他施工临时工程。指除施工导流、施工交通、施工场外供电、施工房屋建筑、缆机平台以外的施工临时工程。主要包括施工供水（泵房及干管）、砂石料系统、混凝土拌和浇筑系统、大型机械安装拆卸、防汛、防冰、施工排水、施工通信、施工临时支护设施（含隧洞临时钢支撑）等工程。

施工排水指基坑排水、河道降水等，包括排水工程建设及运行费。

## 第五部分 独立费用

本部分由建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、生产准备费、科研勘测设计费和其他等六项组成。

(1) 建设管理费。

(2) 工程建设监理费。

(3) 联合试运转费。

(4) 生产准备费。包括生产及管理单位提前进厂费、生产职工培训费、管理用具购置费、备品备件购置费、工器具及生产家具购置费。

(5) 科研勘测设计费。包括工程科学研究试验费和工程勘测设计费。

(6) 其他。包括安全生产措施费、工程质量检测费、工程保险费和其他税费。

### 二、项目划分

根据水利工程性质，其工程项目分别按枢纽工程、引水工程及河道工程划分，工程各部分下设一、二、三级项目。第二、三级项目中，仅列示了代表性子目，编制概算时，二、三级项目可根据水利工程初步设计编制规程的工作深度要求和工程情况增减或再划分，以三级项目为例：

(1) 土方开挖工程，应将土方开挖与砂砾石开挖分列；

(2) 石方开挖工程，应将明挖与暗挖，平洞与斜井、竖井分列；

(3) 土石方回填工程，应将土方回填与石方回填分列；

(4) 混凝土工程，应将不同工程部位、不同标号、不同级配的混凝土分列；

- (5) 砌石工程，应将干砌石、浆砌石、抛石、铅丝（钢筋）笼块石等分列；
- (6) 钻孔工程，应按使用不同钻孔机械及钻孔的不同用途分列；
- (7) 灌浆工程，应按不同灌浆种类分列；
- (8) 机电、金属结构设备及安装工程，应根据设计提供的设备清单，按分项要求逐一列出；
- (9) 钢管制作及安装工程，应将不同管径的钢管、叉管分列。

## 第五节 工程部分费用构成

### 一、概述

根据《宁夏水利工程设计概（估）算编制规定》及《宁夏水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》，我区水利工程工程部分费用组成内容如下：

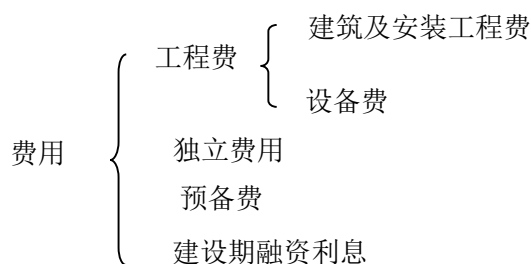


图 2-4：水利工程工程部分费用组成

#### （一）建筑及安装工程费

由直接费、间接费、利润、材料补差和税金组成。

##### 1.直接费

- （1）基本直接费。
- （2）其他直接费。

##### 2.间接费

- （1）规费。
- （2）企业管理费。

##### 3.利润

##### 4.材料补差

##### 5.税金

增值税销项税额

#### （二）设备费

由设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费组成。

- 1.设备原价。
- 2.运杂费。
- 3.运输保险费。
- 4.采购及保管费。

#### （三）独立费用

由建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、生产准备费、科研勘测设计费和其他组成。

- 1.建设管理费
- 2.工程建设监理费
- 3.联合试运转费
- 4.生产准备费
  - (1) 生产及管理单位提前进厂费。
  - (2) 生产职工培训费。
  - (3) 管理用具购置费。
  - (4) 备品备件购置费。
  - (5) 工器具及生产家具购置费。
- 5.科研勘测设计费
  - (1) 工程科学研究试验费。
  - (2) 工程勘测设计费。
- 6.其他
  - (1) 安全生产措施费。
  - (2) 工程质量检测费。
  - (3) 工程保险费。
  - (4) 其他税费。

#### **(四) 预备费**

- 1.基本预备费
- 2.价差预备费

#### **(五) 建设期融资利息**

### **二、建筑及安装工程费**

建筑及安装工程费由直接费、间接费、利润、材料补差及税金组成。

#### **直接费**

直接费指建筑安装工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由基本直接费、其他直接费组成。

基本直接费包括人工费、材料费、施工机械使用费。

其它直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、临时设施费和其他。

#### **(一) 基本直接费**

### 1.人工费

人工费指直接从事建筑安装工程施工的生产工人开支的各项费用，内容包括：

(1) 基本工资。由岗位工资和年应工作天数内非作业天数的工资组成。

①岗位工资。指按照职工所在岗位各项劳动要素测评结果确定的工资。

②生产工人年应工作天数以内非作业天数的工资，包括职工开会学习、培训期间的工资，调动工作、探亲、休假期间的工资，因气候影响的停工工资，女工哺乳期间的工资，病假在6个月以内的工资及产、婚、丧假期的工资。

(2) 辅助工资。指在基本工资之外，以其他形式支付给职工的工资性收入，包括：根据国家有关规定属于工资性质的各种津贴，主要包括地区津贴、施工津贴、夜餐津贴、节日加班津贴等。

### 2.材料费

指用于建筑安装工程项目上的消耗性材料、装置性材料和周转性材料摊销费。包括定额工作内容规定应计入的未计价材料和计价材料。

材料预算价格一般包括材料原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费四项。各项费用均不包含增值税进项税额。

(1) 材料原价。指材料指定交货地点的价格。

(2) 运杂费。指材料从指定交货地点至工地分仓库或相当于工地分仓库（材料堆放场）所发生的全部费用。包括运输费、装卸费、调车费及其他杂费。

(3) 运输保险费。指材料在运输途中的保险费。

(4) 材料采购及保管费。指材料在采购、供应和保管过程中所发生的各项费用。主要包括材料的采购、供应和保管部门工作人员的基本工资、辅助工资、职工福利费、劳动保护费、养老保险费、失业保险费、医疗保险费、工伤保险费、生育保险费、住房公积金、教育经费、办公费、差旅交通费及工具用具使用费；仓库、转运站等设施的检修费、固定资产折旧费、技术安全措施费；材料在运输、保管过程中发生的损耗等。

### 3.施工机械使用费

施工机械使用费指消耗在建筑安装工程项目上的机械磨损、维修和动力燃料费用等。包括折旧费、修理及替换设备费、安装拆卸费、机上人工费和动力燃料费。各项费用均不包含增值税进项税额。

(1) 折旧费。指施工机械在规定使用年限内回收原值的台时折旧摊销费用。

(2) 修理及替换设备费。

①修理费指施工机械使用过程中，为了使机械保持正常功能而进行修理所需的摊销费用和机械正常运转及日常保养所需的润滑油料、擦拭用品的费用，以及保管机械所需的费用。

②替换设备费指施工机械正常运转时所耗用的替换设备及随机使用的工具附具等摊销费用。

(3) 安装拆卸费。指施工机械进出工地的安装、拆卸、试运转和场内转移及辅助设施的摊销费用。部分大型施工机械的安装拆卸费不在其施工机械使用费中计列，包含在其他施工临时工程中。

(4) 机上人工费。指施工机械使用时机上操作人员人工费用。

(5) 动力燃料费。指施工机械正常运转时所耗用的风、水、电、油和煤等费用。

## (二) 其它直接费

其他直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、临时设施费和其它费用等。各项费用均不包含增值税进项税额。

1.冬雨季施工增加费：冬雨季施工增加费指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。包括增加施工工序，增设防雨、保温、排水等设施消耗的动力、燃料、材料以及因人工、机械效率降低而增加的费用。

2.夜间施工增加费：夜间施工增加费指施工场地和公用施工道路的照明费用。照明线路工程费用包括在“临时设施费”中；施工附属企业系统、加工厂、车间的照明费用，列入相应的产品中，均不包括在本项费用之内。

3.特殊地区施工增加费：特殊地区施工增加费指在高海拔、原始森林、沙漠等特殊地区施工而增加的费用。

4.临时设施费：临时设施费指施工企业为进行建筑安装工程施工所必需的但又未被划入施工临时工程的临时建筑物、构筑物和各种临时设施的建设、维修、拆除、摊销等。如：供风、供水(支线)、供电(场内)、照明、供热系统及通信支线，土石料场，简易砂石料加工系统，小型混凝土拌和浇筑系统，木工、钢筋、机修等辅助加工厂，混凝土预制构件厂，场内施工排水，场地平整、道路养护及其他小型临时设施等。

5.其它：包括施工工具用具使用费、检验试验费、工程定位复测及施工控制网测设，工程点交、竣工场地清理、工程项目及设备仪表移交生产前的维护观察费，工程验收检测费等。

(1) 施工工具用具使用费。指施工生产所需，但不属于固定资产的生产工具，检验、试验等用具购置、摊销和维护费。

(2) 检验试验费。指建筑材料、构件和建筑安装物进行一般鉴定、检查所发生的费用，包括自设试验室所耗用的材料和化学药品费用，以及技术革新和研究试验费，不包括新结构、新材料的试验费和建设单位要求对具有出厂合格证明的材料进行试验、对构件进行破坏性试验，以及其他特殊要求检验试验的费用。

(3) 工程项目及设备仪表移交生产前的维护费。指竣工验收前对已完成工程及设备进行保护所需费用。

(4) 工程验收检测费。指工程各级验收阶段为检测工程质量发生检测费用。

## 间接费

指施工企业为建筑安装工程施工而进行组织与经营管理所发生的各项费用。间接费构成产品成本。由规费和企业管理费组成。各项费用均不包含增值税进项税额。

### （一）规费

规费是指政府和有关部门规定必须缴纳的费用。包括：社会保险费和住房公积金。

#### 1. 社会保险费

- （1）养老保险费。指企业按规定标准为职工缴纳的基本养老保险费。
- （2）失业保险费。指企业按照国家规定标准为职工缴纳的失业保险费。
- （3）医疗保险费。指企业按照规定标准为职工缴纳的基本医疗保险费。
- （4）工伤保险费。指企业按照规定标准为职工缴纳的工伤保险费。
- （5）生育保险费。指企业按照规定标准为职工缴纳的生育保险费。

2. 住房公积金：指企业按规定标准为职工缴纳的住房公积金。

### （二）企业管理费

指施工企业为组织施工生产经营活动所发生的费用。内容包括：

- （1）管理人员工资。指管理人员的基本工资、辅助工资。
- （2）差旅交通费。指施工企业管理人员因公出差、工作调动的差旅费、误餐补助费，职工探亲路费，劳动力招募费，职工离退休、退职一次性路费，工伤人员就医路费，工地转移费，交通工具运行费及牌照费等。
- （3）办公费。指企业办公用文具、印刷、邮电、书报、会议、水电、燃煤（气）等费用。
- （4）固定资产使用费。指企业属于固定资产的房屋、设备、仪器等的折旧、大修理、维修费和租赁费等。
- （5）工具用具使用费。指企业管理使用不属于固定资产的工具、用具、家具、交通工具、检验、试验、测绘、消防用具等的购置、维修和摊销费。
- （6）职工福利费。指企业按照国家规定支出的职工福利费，以及由企业支付离退休职工的易地安家补助费、职工退职金、六个月以上病假人员工资、按规定支付给离休干部的各项经费。职工发生工伤时企业在工伤保险基金之外支付给职工的费用。
- （7）劳动保护费。指企业按照国家有关部门规定标准发放给职工的一般劳动保护用品的购置及修理费、保健费、防暑降温费、高空作业及进洞津贴、技术安全措施费以及洗澡用水、饮用水的燃料费等。
- （8）工会经费。是指企业按职工工资总额计提的工会经费。
- （9）职工教育经费。指企业为职工学习先进技术和提高文化水平按职工工资总额计提的费用。
- （10）保险费。指企业财产保险、管理用车辆等保险费用，高空、井下、洞内、水

下、水上作业等特殊工种安全保险费，危险作业意外伤害保险等。

(11) 财务费用。指施工企业为筹集资金而发生的各项费用，包括企业经营期间发生的短期融资利息净支出、汇兑净损失、金融机构手续费，企业筹集资金发生的其他财务费用，以及投标和承包工程发生的保函手续费等。

(12) 税金。指企业按规定缴纳的房产税、管理车辆使用税、印花税、城市维护建设税、教育费附加和地方教育附加等。

(13) 其他。包括技术转让费、企业定额测定费、施工企业进退场补贴费、施工企业承担的施工辅助工程设计费、投标报价费、工程图纸资料费及工程摄影费、技术开发费、业务招待费、绿化费、公证费、法律顾问费、审计费、咨询费等。

## 利润

利润指按规定应计入建筑、安装工程费用中的利润。

材料补差：材料补差指根据材料主要消耗量、主要材料预算价格与材料基价之间的差值，计算的主要材料补差金额。材料基价是指计入基本直接费的主要材料的限制价格。

税金：税金指国家对施工企业承担建筑及安装工程作业收入所征收的建筑业增值税销项税额。

### 三、设备费

设备费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。相关费用均包含增值税进项税额。

#### (一) 设备原价

(1) 国产设备。其原价指出厂价。

(2) 进口设备，以到岸价和进口征收的税金、手续费、商检费及港口费等各项费用之和为原价。

(3) 大型机组及其他大型设备分瓣运至工地后的拼装费用，应包括在设备原价内。

#### (二) 运杂费

运杂费指设备由厂家运至工地安装现场所发生的一切运杂费用。包括运输费、装卸费、包装绑扎费、大型变压器充氮费及可能发生的其他杂费。

#### (三) 运输保险费

运输保险费指设备在运输过程中的保险费用。

#### (四) 采购及保管费

采购及保管费指建设单位和施工企业在负责设备的采购、保管过程中发生的各项费用。主要包括：

(1) 采购保管部门工作人员的基本工资、辅助工资、职工福利费、劳动保护费、养老保险费、失业保险费、医疗保险费、工伤保险费、生育保险费、住房公积金、教育经



费、办公费、差旅交通费、工具用具使用费等。

(2) 仓库、转运站等设施的运行费、维修费、固定资产折旧费、技术安全措施费和设备的检验、试验费等。

#### 四、独立费用

独立费用由建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、生产准备费、科研勘测设计费和其他等六项组成。

##### (一) 建设管理费

建设管理费指建设单位在工程项目筹建和建设期间进行管理工作所需的费用。包括建设单位开办费、建设单位人员费、项目管理费三项。

1. 建设单位开办费：建设单位开办费指新组建的建设单位，为开展工作所必需购置的办公设施、交通工具等，以及其它用于开办工作的费用。

2. 建设单位经常费：指建设单位从批准组建之日起至完成该工程建设管理任务之日止，需开支的建设单位人员费用。主要包括工作人员基本工资、辅助工资、职工福利费、劳动保护费、养老保险费、失业保险费、医疗保险费、工伤保险费、生育保险费、住房公积金等。

3. 项目管理费：项目管理费指建设单位从筹建到竣工期间所发生的各种管理费用。包括：

(1) 工程建设过程中用于资金筹措、召开董事（股东）会议、视察工程建设所发生的会议和差旅等费用。

(2) 工程宣传费。

(3) 土地使用税、房产税、印花税、合同公证费。

(4) 审计费。

(5) 施工期间所需的水情、水文、泥沙、气象监测费和报讯费。

(6) 工程验收费。

(7) 建设单位人员的教育经费、办公费、差旅交通费、会议费、交通车辆使用费、技术图书资料费、固定资产折旧费、零星固定资产购置费、低值易耗品摊销费、工具用具使用费、修理费、水电费、采暖费等。

(8) 招标业务费。

(9) 经济技术咨询费。包括勘测设计成果咨询、评审费，工程安全鉴定、验收技术鉴定、安全评价相关费用，建设期造价咨询，防洪影响评价、水资源论证、工程场地地震安全性评价、地质灾害危险性评价及其他专项咨询等发生的费用。

(10) 公安、消防部门派驻工地补贴费及其他工程管理费用。

##### (二) 工程建设监理费

工程建设监理费指在工程建设过程中委托监理单位，对工程的质量、进度、安全和

投资进行监理所发生的全部费用。

### （三）联合试运转费

联合试运转费指水利工程的发电机组、水泵等安装完毕，在竣工验收前，进行整套设备带负荷联合试运转期间所需的各项费用。主要包括联合试运转期间所消耗的燃料、动力、材料及机械使用费，工具用具购置费，施工单位参加联合试运转人员工资等。

### （四）生产准备费

生产准备费指水利建设项目的生产、管理单位为准备正常的生产运行或管理发生的费用。包括生产及管理单位提前进厂费、生产职工培训费、管理用具购置费、备品备件购置费和工具器及生产家具购置费。

1.生产及管理单位提前进厂费：生产及管理单位提前进厂费指在工程完工之前，生产、管理单位有一部分工人、技术人员和管理人员提前进厂进行生产筹备工作所需的各项费用。内容包括提前进厂人员的基本工资、辅助工资、职工福利费、劳动保护费、养老保险费、失业保险费、医疗保险费、工伤保险费、生育保险费、住房公积金、教育经费、办公费、差旅交通费、会议费、技术图书资料费、零星固定资产购置费、低值易耗品摊销费、工具用具使用费、修理费、水电费、采暖费等，以及其他属于生产筹建期间应开支的费用。

2.生产职工培训费：生产职工培训费指生产及管理单位为保证生产、管理工作顺利进行，对工人、技术人员和管理人员进行培训所发生的费用。

3.管理用具购置费：管理用具购置费指为保证新建项目的正常生产和管理所必须购置的办公和生活用具等费用。内容包括办公室、会议室、资料档案室、阅览室、文娱室、医务室等公用设施需要配置的家具器具。

4.备品备件购置费：备品备件购置费指工程在投产以后的运行初期，由于易损件损耗和可能发生的事故，而必须准备的备品备件和专用材料的购置费。不包括设备价格中配备的备品备件。

5.工器具及生产家具购置费：器具及生产家具购置费指按设计规定，为保证初期生产正常运行所必须购置的不属于固定资产标准的生产工具、器具、仪表、生产家具等的购置费。不包括设备价格中已包括的专用工具。

### （五）科研勘测设计费

科研勘测设计费指为工程建设所需的科研、勘测和设计等费用。包括工程科学研究试验费和工程勘测设计费。

1.工程科学研究试验费：工程科学研究试验费指为保证工程质量，解决工程建设技术问题，而进行必要的科学研究试验所需的费用。

2.工程勘测设计费：工程勘测设计费指工程从项目建议书开始至以后各设计阶段发生的勘测费、设计费和为勘测设计服务的常规科研试验费。不包括工程建设征地移民设

计、环境保护设计、水土保持设计各设计阶段发生的勘测设计费。

#### **(六) 其他**

1.安全生产措施费:安全生产措施费是指为保证施工现场安全作业环境及安全施工、文明施工所需要,在工程设计已考虑的安全支护措施之外发生的安全生产、文明施工相关费用。

2.工程质量检测费:工程质量检测费指工程建设期间,为检验工程质量,在施工单位自检、监理单位检测的基础上,由项目法人建设单位委托具有相应资质的检测机构进行质量检测,以及工程竣工验收必要的质量检测,在相关工程费用和监理费用之外发生的检测费用。

3.工程保险费:工程保险费指工程建设期间,为使工程能在遭受火灾、水灾等自然灾害和意外事故造成损失后得到经济补偿,而对工程投保所发生的保险费用。

#### **4.其他税费**

其他税费指按国家规定应缴纳的与工程建设有关的税费。

### **五、预备费**

#### **(一) 预备费**

预备费包括基本预备费和价差预备费。

1.基本预备费:基本预备费主要为解决在工程施工过程中,设计变更和有关技术标准调整增加的投资以及工程遭受一般自然灾害所造成的损失和为预防自然灾害所采取的措施费用。

2.价差预备费:价差预备费主要为解决在工程项目建设过程中,因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。

### **六、建设期融资利息**

根据国家财政金融政策规定,工程在建设期内需偿还并应计入工程总投资的融资利息。

## 第二章 工程定额

### 第一节 建设工程定额分类

建设工程定额是工程建设中各类定额的总称。

#### 一、按生产要素内容分类

##### 1.人工定额

人工定额也称劳动定额，是指在正常的施工技术和组织条件下，完成单位合格产品所必需的人工消耗量标准。

##### 2.材料消耗定额

材料消耗定额是指在合理和节约使用材料的条件下，生产单位合格产品所必须消耗的一定规格的材料、成品、半成品和水、电等资源的数量标准。

##### 3.施工机械台班使用定额

施工机械台班使用定额也称施工机械台班消耗定额，是指施工机械在正常施工条件下完成单位合格产品所必需的工作时间。它反映了合理地、均衡地组织劳动和使用机械时该机械在单位时间内的生产效率。

#### 二、按编制程序和用途分类

1.施工定额是以同一性质的施工过程一工序作为研究对象，表示生产产品数量与时间消耗综合关系的定额。施工定额是施工企业(建筑安装企业)为组织生产和加强管理在企业内部使用的一种定额，属于企业定额的性质。施工定额是建设工程定额中分项最细、定额子目最多的一种定额，也是建设工程定额中的基础性定额。施工定额由人工定额、材料消耗定额和施工机械台班使用定额所组成。

施工定额是施工企业进行施工组织、成本管理、经济核算和投标报价的重要依据。施工定额直接应用于施工项目的管理，用来编制施工作业计划、签发施工任务单、签发限额领料单以及结算计件工资或计量奖励工资等。施工定额和施工生产结合紧密，施工定额的定额水平反映施工企业生产与组织的技术水平和管理水平。施工定额也是编制预算定额的基础。

##### 2 预算定额

预算定额是以建筑物或构筑物各个分部分项工程为对象编制的定额。预算定额是以施工定额为基础综合扩大编制的，同时也是制概算定额的基础。其中的人工、材料和机械合班的消耗水平根据施工定额综合取定，定额项目的综合程度大于施工定额顶算定额

是编制施工图预算的主要依据，是编制单位估价表、确定工程造价、控制建设工程投资的基础和依据。与施工定额不同，预算定额是社会性的，而施工定额则是企业性的。

### 3. 概算定额

概算定额是以扩大的分部分项工程为对象编制的定额。概算定额是制大初步设计、确定建设项目投资额的依据。概算定额一般是在预算定额的基础上综合扩大而成的。每一综合分项概算定额都包含了数项预算定额。

4. 概算指标是概算定额的扩大与合并，它是以整个建筑物和构筑物为对象，以更为扩大的计量单位来编制的。概算指标的设定和初步设计的深度相适应，一般是在概算定额和预定额的基础上编制的，是设计单位编制设计概算或建设单位编制年度投资计划的依据也可作为编制估算指标的基础。

### 5. 投资估算指标

投资估算指标通常是以独立的单项工程或完整的工程项目为对象编制确定的生产要素消耗的数量标准或项目费用标准，是根据已建工程或现有工程的价格数据和资料，经分析、归纳和整理编制而成的。投资估算指标是在项目建议书和可行性研究阶段编制投资估算计算投资需要量时使用的一种指标，是合理确定建设工程项目投资的基础。

表 2-2-1：各种定额间关系的比较

定额类别	施工定额	预算定额	概算定额	概算指标	投资估算指标
对象	施工过程或基本工序	分项工程或结构构件	扩大的分项工程或扩大的结构构件	单位工程	建设项目、单项工程、单位工程
用途	编制施工预算	编制施工图预算	扩大初步设计概算	编制初步设计概算	编制投资估算
项目划分	最细	细	较粗	粗	很粗
定额水平	平均先进	平均			
定额性质	生产性定额	计价性定额			

## 三、按编制部门和适用范围分类

### 1. 国家定额

国家定额是指由国家建设行政主管部门组织，依据有关国家标准和规范，综合全工程建设的技术与管理状况等编制和发布，在全国范围内使用的定额。

### 2. 行业定额

行业定是指由行业建设行政主管部门组织，依据有关行业标准和规范，考虑行业工程建设特点等情况所编制和发布的，在本行业范围内使用的定额。

### 3. 地区定额

地区定额是指由地区建设行政主管部门组织，考虑地区工程建设特点和情况制定发布的，在本地区内使用的定额。

### 4.企业定额

企业定额是指由施工企业自行组织，主要根据企业的自身情况，包括人员素质、机械装备程度、技术和管理水平等编制，在本企业内部使用的定额。

## 四、按投资的费用性质分类

按照投资的费用性质，可将建设工程定额分为建筑工程定额、设备安装工程定额、建筑安装工程费用定额、工器具定额以及工程建设其他费用定额等。

### 1.建筑工程定额

建筑工程定额是建筑工程的施工定额、预算定额、概算定额和概算指标的统称。建筑工程一般理解为房屋和构筑物工程。建筑工程定额在整个建设工程定额中占有突出的地位。

### 2.设备安装工程定额

设备安装工程定额是设备安装工程的施工定额、预算定额、概算定额和概算指标的统称。设备安装工程一般是指对需要安装的设备进行定位、组合、校正、调试等工作的工程。在通用定额中有时把建筑工程定额和安装工程定额合二为一，称为建筑安装工程定额。建筑安装工程定额属于人、料、机定额，仅仅包括施工过程中人工、材料、机械台班消耗的数量标准

### 3.建筑安装工程费用定额

建筑安装工程费用定额一般包括措施费定额、企业管理费定额。

### 4.工器具定额

工具、器具定额是为新建或扩建项目投产运转首次配置的工具、器具数量标准。工具和器具是指按照有关规定不够固定资产标准而起劳动手段作用的工具、器具和生产用家具。

### 5.工程建设其他费用定额

工程建设其他费用定额是独立于建筑安装工程定额、设备和工器具购置之外的其他费用开支的标准。其他费用定额是按各项独立费用分别编制的，以便合理控制这些费用的开支。

## 第二节 人工定额的编制

人工定额反映生产工人在正常施工条件下的劳动效率，表明每个工人在单位时间内为生产合格产品所必需消耗的劳动时间，或者在一定的劳动时间中所生产的合格产品数量。

### 一、人工定额的编制

编制人工定额主要包括定正常的施工条件以及定定额时间两项工作，但拟定额时间的前提是对工人工作时间按其消耗性质进行分类研究。

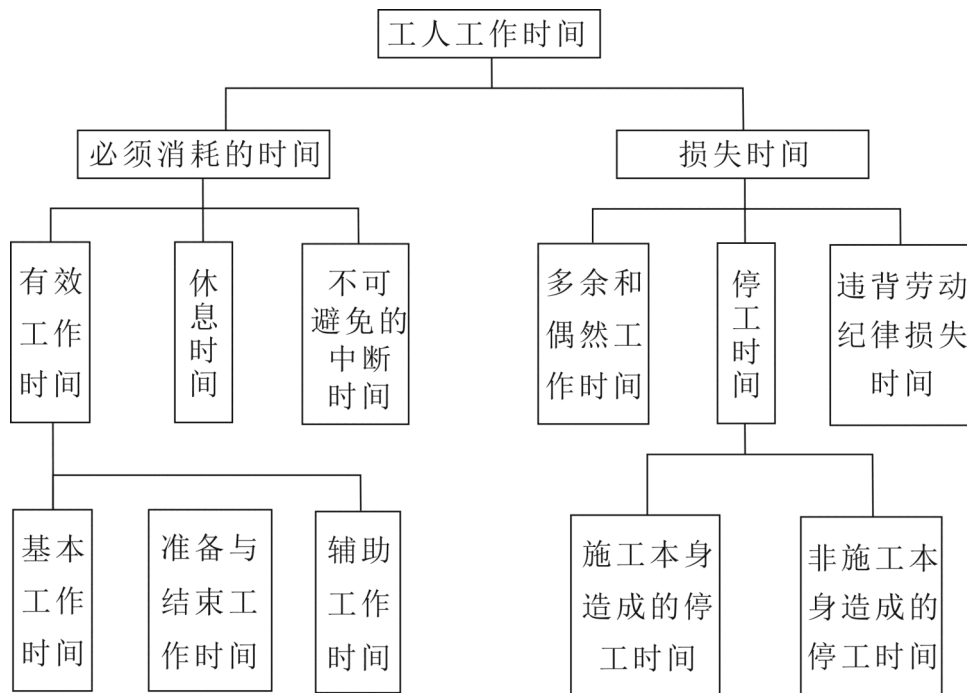
#### (一) 工人工作时间消耗的分类

工人在工作班内消耗的工作时间，按其消耗的性质，基本可以分为两大类：必需消耗的时间和损失时间。

必需消耗的时间是工人在正常施工条件下，为完成一定产品(工作任务)所消耗的时间。它是制定定额的主要依据。

损失时间，是与产品生产无关，而与施工组织和技术上的缺陷有关，与工人在施工过程中的个人过失或某些偶然因素有关的时间消耗。

工人工作时间的分类如下图所示



1.必需消耗的工作时间，包括有效工作回、体息时间和不可避免的中断时间。

(1)有效工作时间是从生产效果来看与产品生产直接有关的时间消耗。包括基本工间助工作时间、准备与结工作时间。

基本工作时间是工人完成一定产品的施工工艺过程所消耗的时间。基本工作时间所

包的内容依工作性质各不相同，基本工作时间的长短和工作量大小成正比例。

辅助工作时间是指为保证基本工作能顺利完成所消耗的时间。在辅助工作时间内，不能使产品的形状大小、性质或位置发生变化。辅助工作时间的结束，往往就是基本工作时间的开始。辅助工作一般是手工操作，但如果在机手并动的情况下，辅助工作是在机械运过程中进行的，为避免重复则不应再计辅助工作时间的消耗。

准备与结束工作时间是执行任务前或任务完成后所消耗的工作时间。如工作地点、劳动工具和劳动对象的准备工作时间，工作结后的整理工作时间等。准备和结束工作时间的长短与所担负的工作量大小无关，但往往和工作内容有关。准备与结工作时间可以分为班内的准备与结束工作时间和任务的准备与结束工作时间。

(2)不可避免的中断时间是指由于施工工艺特点引起的工作中断所必需的时间。与施工过程、工艺特点有关的工作中断时间，应包括在定额时间内，但应尽量缩短此项时间消耗。与工艺点无的工作中断所占用时，是由于动组织不合理引起的，属于失时间，不能计入定额时间。

(3)休息时间是工人在工作过程中为恢复体力所必需的短暂休息和生理需要的时间消耗。这种时间是为了保证工人精力充沛地进行工作，所以在定额时间中必须进行计算。休息时间的长短和劳动条件有关，劳动越繁重紧张、劳动条件越差(如高温)，则息时间越长。

2.损失时间中包括多余和偶然工作、停工、违背劳动纪律所引起的损失时间。

(1)多余工作是指工人进行了任务以外而又不能增加产品数量的工作。多余工作的工时损失，一般都是由于工程技术人员和工人的差错而引起的，因此，不应计入定额时间。偶然工作也是工人在任务外进行的工作，但能够获得一定产品。如抹灰工不得不补上偶然遗留的墙洞等。由于偶然工作能获得一定产品，拟定定额时要适当考虑它的影响。

(2)停工时间是工作班内停止工作造成的工时损失。停工时间按其性质可分为施工本身造成的停工时间和非施工本身造成的停工时间两种。施工本身造成的停工时间，是由于施工组织不善、材料供应不及时、工作面准备工作做得不好、工作地点组织不良等情况引起的停工时间。非施工本身造成的停工时，是由于水源、电源中断引起的工时间前一种情况在拟定定额时不应该计算，后一种情况定额中则应给予合理的考虑。

(3)违背劳动纪律造成的工作时间损失，是指工人在工作班开始和午休后的迟到、午饭前和工作班结束前的早退、擅自离开工作岗位、工作时间内聊天或办私事等造成的工时损失。此项工时损失不应允许存在。因此，在定额中是不能考虑的。

### (二) 拟定正常的施工作业条件

拟定施工的正常条件，就是要规定执行定额时应该具备的条件，正常条件若不能满足，则可能达不到定额中的劳动消耗量标准，因此，正确拟定施工的正常条件有利于定额的实施。拟定施工的正常条件包括拟定施工作业的拟定施工作业的，拟定施工作业地成的组织;拟定施工作业人的组织等。



### (三) 拟定施工作业定额时间

施工作业的定额时间，是在拟定基本工作时间、辅助工作时间、准备与结束时间、不可避免的中断时间以及休息时间的基础上编制的。

上述各项时间是以时间研究为基础，通过时间测定方法，得出相应的观测数据，经加工整理计算后得到的。计时测定的方法有许多种，如测时法、写实记录法、工作日写实法等。

## 二、人工定额的形式

人工定额按表现形式的不同，可分为时间定额和产量定额两种形式。

### 1. 时间定额

时间定额，就是某种专业，某种技术等级工人班组或个人，在合理的劳动组织和合理使用材料的条件下，完成单位合格产品所必需的工作时间，包括准备与结束时间、基本工作时间、辅助工作时间、不可避免的中断时间及工人必需的休息时间。时间定额以工日为单位，每一工日按八小时计算。其计算方法如下：

单位产品时间定额（工日）=1/每工日产量

### 2. 产量定额

产量定额，就是在合理的劳动组织和合理使用材料的条件下，某种专业、某种技术等级的工人班组或个人在单位工日中所应完成的合格产品的数量。其计算方法如下：

每工日产量=1/单位产品时间定额（工日）

产量定额的计量单位有：米（m）、平方米（m<sup>2</sup>）、立方米（m<sup>3</sup>）、吨、块、件等。

时间定额与产量定额互为倒数，即：

时间定额×产量定额=1

## 三、人工定额的制定方法

人工定额是根据国家的经济政策、劳动制度和有关技术文件及资料制定的。制定人工额，常用的方法有四种。

### 1. 技术测定法

技术测定法是根据生产技术和施工组织条件，对施工过程中各工序采用测时法、写实记录法、工作日写实法，测出各工序的工时消耗等资料，再对所获得的资料进行科学的分析，制定出人工定额的方法。

### 2. 统计分析法

统计分析法是把过去施工生产中的同类工程或同类产品的工时消耗的统计资料，与当前生产技术和施工组织条件的变化因素结合起来，进行统计分析的方法。这种方法简单易行，适用于施工条件正常、产品稳定、工序重复量大和统计工作制度健全的施工过程中。但是，过去的记录只是实耗工时，不反映生产组织和技术的状况。所以，在这样条

件下求出的定额水平，只是已达到的劳动生产率水平，而不是平均水平。实际工作中，必须分析研究各种变化因素，使定额能真实地反映施工生产平均水平。

### 3.比较类推法

对于同类型产品规格多、工序重复、工作量小的施工过程，常用比较类推法。采用此法制定定额是以同类型工序和同类型产品的实耗工时为标准，类推出相似项目定额水平的方法。此法必须掌握类似的程度和各种影响因素的异同程度。

### 4.经验估计法

根据定额专业人员、经验丰富的工人和施工技术人员的实际工作经验，参考有关定额资料，对施工管理组织和现场技术条件进行调查、讨论和分析制定定额的方法，叫做经验估计法。经验估计法通常作为一次性定额使用。

### 第三节 材料消耗定额的编制

材料消耗定额指标的组成，按其使用性质、用途和用量大小划分为四类。

1. 主要材料，指直接构成工程实体的材料；
2. 辅助材料，直接构成工程实体，但比重较小的材料；
3. 周转性材料(又称工具性材料)，指施工中多次使用但并不构成工程实体的材料，如模板、脚手架等；
4. 零星材料，指用量小、价值不大、不便计算的次要材料，可用估算法计算。

#### 一、材料消耗定额的编制

编制材料消耗定额，主要包括确定直接使用在工程上的材料净用量和在施工现场内运输及操作过程中的不可避免的废料和损耗。

##### (一) 材料净用量的确定

材料净用量的确定，一般有以下几种方法。

##### 1. 理论计算法

理论计算法是根据设计、施工验收规范和材料规格等，从理论上计算材料的净用量。如砖墙的用砖数和砌筑砂浆的用量可用下列理论计算公式计算各自的净用量。标准砖砌体中，砌  $1\text{m}^3$  标准砖墙的净用砖量计算公式：

$$A = \frac{1}{\text{墙厚} \times (\text{砖长} + \text{灰缝}) \times (\text{砖厚} + \text{灰缝})} \times K (\text{块})$$

式中  $K$ —墙厚的砖数 $\times 2$ (墙厚的砖数是 0.5 砖墙、1 砖墙、1.5 砖墙……)。

墙厚的砖数是指用标准砖的长度来标明墙厚。例如:半砖墙指 120 厚墙、3/4 砖墙指 180 厚墙，1 砖墙指 240 厚墙等等。每  $1\text{m}^3$  标准砖砌体砂浆净用量= $1\text{m}^3$  砌体- $1\text{m}^3$  砌体中标准砖的净体积。

标准砖(砂浆)总消耗量=净用量  $\times (1 + \text{损耗率})$

例：计算砌  $1\text{m}^3$  240 厚标准砖的净用砖量和总消耗量（注：标准砖尺寸  $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ ，灰缝 10mm，标准砖的损耗率为 1%）。

解：砌  $1\text{m}^3$  240 厚标准砖的净用砖量为：

$$\frac{1}{0.24 \times (0.24 + 0.01) \times (0.053 + 0.01)} \times 1 \times 2 = 529.1 \text{ 块}$$

标准砖总消耗量= $529.1 \times (1 + 1\%) = 534.39$  块

##### 2. 测定法

根据试验情况和现场测定的资料数据确定材料的净用量。

### 3. 图纸计算法

根据选定的图纸，计算各种材料的体积、面积、延长米或重量。

### 4. 经验法

根据历史上同类项目的经验进行估算。

#### (二) 材料净用量的确定

材料的损耗一般以损耗率表示。材料损耗率可以通过观察法或统计法计算确定。材料消耗量计算的公式如下：

$$\text{损耗率} = \frac{\text{损耗量}}{\text{净用量}} \times 100\%$$

$$\text{总消耗量} = \text{净用量} + \text{损耗量} = \text{净用量} \times (1 + \text{损耗率})$$

#### 二、周转性材料消耗定额的编制

周转性材料指在施工过程中多次使用、周转的工具性材料，如钢筋混凝土工程用的模没手架用的杆子、跳板，土方工程用的挡土板等。

周转性材料消耗一般与下列四个因素有关：

1. 第一次制造时的材料消耗(一次使用量)
2. 每周转使用一次材料的损耗(第二次使用时需要补充);
3. 周转使用次数;
4. 周材料的最终回收及其回收折价。

定额中周转材料消耗量指标的表示，应当用一次使用量和销量两个指标表示。一次使用量是指周转材料在不重复使用时的一次使用量，供施工企业组织施工用；摊销量是指周转材料退出使用，应分推到每一计量单位的结构构件的周转材料消耗量，供施工企业成本核算或投标报价使用。

例如，浇筑混凝土结构模板用量的计算公式如下：

$$\text{一次使用量} = \text{净用量} \times (1 + \text{操作损耗率})$$

$$\text{周转使用量} = \frac{\text{一次性使用量} \times [1 + (\text{周转次数} - 1) \times \text{补损率}]}{\text{周转次数}}$$

$$\text{回收量} = \frac{\text{一次使用量} \times (1 - \text{补损率})}{\text{周转次数}}$$

$$\text{摊销量} = \text{周转使用量} - \text{回收量} \times \text{回收折价率}$$

又例如，预制混凝土构件模板用量的计算公式如下：

$$\text{一次使用量} = \text{净用量} \times (1 + \text{操作损耗率})$$

$$\text{摊销量} = \text{一次使用量} / \text{周转次数}$$

## 第四节 施工机械台班使用定额的编制

### 一、施工机械台班使用定额的形式

#### (一) 施工机械时间定额

施工机械时间定额，是指在合理劳动组织与合理使用机械条件下，完成单位合格产品所必须的工作时间，包括有效工作时间（正常负荷下的工作时间和降低负荷下的工作时间）、不可避免的中断时间、不可避免的无负荷工作时间。机械时间定额以“台班”表示，即一台机械工作一个作业班时间。一个作业班时间为8小时。

单位产品机械时间定额（台班）=1/台班产量

由于机械必须由工人小组配合，所以完成单位合格产品的时间定额，同时列出人工时间定额。即：

$$\text{单位产品人工时间定额(工日)} = \frac{\text{小组成员总人数}}{\text{台班产量}}$$

例：斗容量 1m<sup>3</sup>正铲挖掘机，挖四类土，装车，深度 2m 内，小组成员 2 人，机械台班产量为 4.76（定额单位 100m<sup>3</sup>），则：

挖 100m<sup>3</sup>的人工时间定额为 2/4.76=0.42 工日

挖 100m<sup>3</sup>的机械时间定额为 1/4.76=0.21 台时

#### (二) 机械产量定额

机械产量定额是指在正常施工条件下，合理的劳动组织和合理使用机械的条件下，某种机械在一个台班内必须完成的合格产品的数量。计算式为

机械台班产量定额=1/机械时间定额（台班）

机械产量定额和机械时间定额互为倒数关系。

### 二、机械台班使用定额的编制

#### (一) 机械工作时间消耗的分类

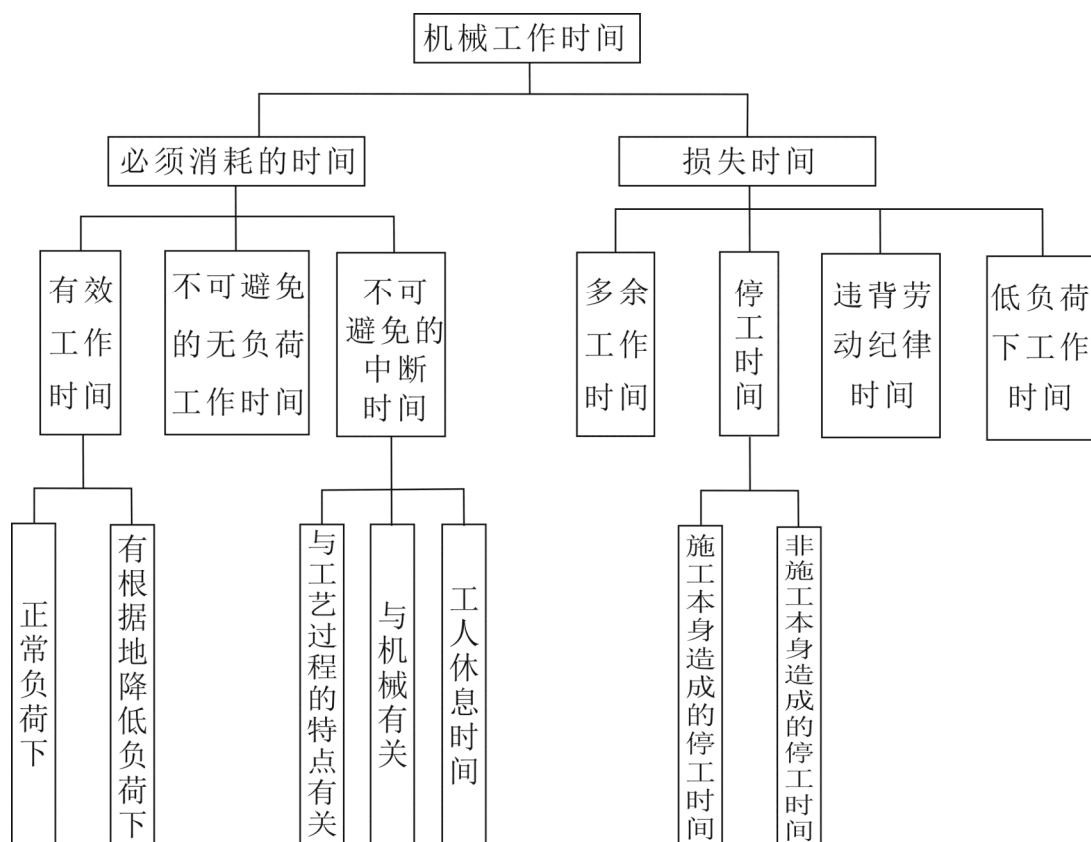
机械工作时间分为必须消耗的时间和损失时间两大类。

1.在必需消耗的工作时间里，包括有效工作、不可避免的无负荷工作和不可避免的中断三项时间消耗。而在有效工作的时间消耗中又包括正常负荷下、有根据地降低负荷下的工时消耗。

正常负荷下的工作时间，是指机械在与机械说明书规定的计算负荷相符的情况下进行工作的时间。

有根据地降低负荷下的工作时间，是指在个别情下由于技术上的原因，机械在低于计算负荷下工作的时间。例如，汽车运输重量轻而体积大的货物时、不能充分利用汽车的载重吨位因而不得不降低其计算负荷。

不可避免的无负荷工作时间，是指由施工过程的特点和机械结构的特点造成的机械无负荷工作时间。例如筑路机在工作区末端调头等，都属于此项工作时间的消耗。不可避免的中断工作时间，是与工艺过程的特点、机械的使用和保养、工人休息有关的中断时间。



与工艺过程的特点有关的不可避免中断工作时间，有循环的和定期的两种。循环的环可避免中断，是在机械工作的每一个循环中重复一次。如汽车装货和卸货时的停车。定的不可避免中断，是经过一定时期重复一次。比如把灰浆泵由一个工作地点转移到另一工作地点时的工作中断。

与机械有关的不可避免中断工作时间是由于工人进行准备与结束工作或辅助工作时，机械停止工作而引起的中断工作时间。它是与机械的使用与保养有关的不可避免中断时间。

工人休息时间前面已经作了说明。要注意的是应尽量利用与工艺过程有关的和与机械有关的不可避免中断时间进行休息，以充分利用工作时间。

2. 损失的工作时间，包括多余工作、停工、违背劳动纪律所消耗的工作时间和低负荷下的工作时间。

机械的多余工作时间，是机械进行任务内和工艺过程内未包括的工作而延续的时

间。如工人没有及时供料而使机械空运转的时间。

机械的停工时间，按其性质也可分为施工本身造成和非施工本身造成的停工。前者是由于施工组织得不好而引起的停工现象，如由于未及时供给机械燃料而引起的停工。后者是由于气候条件所引起的停工现象，如暴雨时压路机的停工。上述停工中延续的时间，均为机械的停工时间。

违反劳动纪律引起的机械的时间损失，是指由于工人迟到早退或擅离岗位等引起的机械停工时间。

低负荷下的工作时间，是由于工人或技术人员的过错所造成的施工机械在降低负荷的情况下工作的时间。例如，工人装车的砂石数量不足引起的汽车在降低负荷的情况下工作所延续的时间。此项工作时间不能作为计算时间定额的基础。

## (二) 机械台班使用定额的编制内容

1. 拟定机械工作的正常施工条件，包括工作地点的合理组织、施工机械作业方法的拟定、配合机械作业的施工小组的组织以及机械工作班制度等。

2. 确定机械净工作生产率。即机械纯工作一小时的正常生产率。

3. 确定机械的利用系数。机械的正常利用系数指机械在施工作业班内对作业时间的利用率。

机械利用系数=工作班净工作时间/机械工作班时间

4. 计算机械台班定额。施工机械台班产量定额的计算如下：

施工机械台班产量定额=机械净工作生产率 × 工作班延续时间 × 机械利用系数

施工机械时间定额=1/施工机械台班产量定额

5. 拟定工人小组的定额时间。工人小组的定额时间指配合施工机械作业工人小组的工作时间总和。

工人小组定额时间=施工机械时间定额 × 工人小组的人数

## 第五节 施工定额和企业定额的编制

### 一、施工定额的编制

施工定额是建筑安装工人或工人小组在合理的劳动组织和正常的施工条件下，为完成单位合格产品所需消耗的人工、材料、机械的数量标准。

#### (一) 施工定额的作用

施工定额是施工企业管理工作的基础，也是建设工程定额体系的基础。施工定额在企业管理工作中的基础作用主要表现在以下几个方面。

1. 施工定额是企业计划管理的依据。表现为施工定额是企业编制施工组织设计的依据，也是企业编制施工工作计划的依据。

2. 施工定额是组织和指挥施工生产的有效工具。企业通过下达施工任务书和限额领料单来实现组织管理和指挥施工生产。

3. 施工定额是计算工人劳动报酬的依据。工人的劳动报酬是根据工人劳动的数量和质量来计量的，而施工定额为此提供了一个衡量标准，它是计算工人计件工资的基础，也是计算奖励工资的基础。

4. 施工定额有利于推广先进技术。施工定额水平中包含着某些已成熟的先进的施工技术和经验，工人要达到或超过定额，就必须掌握和运用这些先进技术，如果工人想大幅度超过定额，他就必须创造性地劳动。

5. 施工定额是编制施工预算，加强企业成本管理和经济核算的基础。

#### (二) 施工定额的编制

##### 1. 施工定额的编制原则

(1) 施工定额水平必须遵平均先进的原则。所谓平均先进水平，是指在正常的生产条件下，多数施工班组或生产者经过努力可以达到，少数班组或劳动者可以接近，个别班组或劳动者可以超过的水平。通常这种水平低于先进水平，略高于平均水平。平均先进水平是一种鼓励先进、勉励中间、鞭策后进的定额水平。贯彻“平均先进”的原则，才能促进企业的科学管理和不断提高劳动生产率，进而达到提高企业经济效益的目的。

(2) 定额的结构形式简明适用的原则。所谓简明适用是指定额结构合理，定额步距大小适当，文字通俗易懂，计算方法简便，易为群众掌握运用，具有多方面的适应性，能在较大的范围内满足不同情况、不同用途的需要。

##### 2. 编制施工定额前的准备工作

编制施工定额是一项非常复杂的工作，事先必须做好充分准备和全面规划。编制前的准备工作准备工作一般包括以下几个方面的内容。

(1) 明确编制任务和指导思想；



(2)系统整理和研究日常积累的定额基本资料;

(3)拟定定额编制方案,确定定额水平、定额步距、表达方式等。

### 3.施工定额的编制

施工定额包括人工定额、材料消耗定额和施工机械台班使用定额。

## 二、企业定额的编制

企业定额是施工企业根据本企业的技术水平和管理水平,编制的完成单位合格产品所、企业定额的编制必需的人工、材料和施工机械台班消耗量,以及其他生产经营要素消耗的数量标准。企业定额反映企业的施工生产与生产消费之间的数量关系,是施工企业生产力水平的体现。企业的技术和管理水平不同,企业定额的定额水平也就不同。因此,企业定额是施工企业进行施工管理和投标报价的基础和依据,也是企业核心竞争力的具体表现。

### (一)企业定额的作用

随着我国社会主义市场经济体制的不断完善,工程造价管理制度改革的不断深入,企业定额将日益成为施工企业进行管理的重要工具。

1.企业定额是施工企业计算和确定工程施工成本的依据,是施工企业进行成本管理经济核算的基础。企业定额是根据本企业的人员技能、施工机械装备程度、现场管理和企业管理水平制定的,按企业定额计算得到的工程费用是企业进行施工生产所需的成本。在施工过程中,对实际施工成本的控制和管理,就应以企业定额作为控制的计划目标数开展相应的工作。

2.企业定额是施工企业进行工程投标、编制工程投标价格的基础和主要依据。企业定额的定额水平反映出企业施工生产的技术水平和管理水平,在确定投标价格时,首先是依据企业定额计算出施工企业拟完成投标工程需发生的计划成本。在掌握工程成本的基础上,再根据所处的环境和条件,确定在该工程上拟获得的利润、预计的风险和其他应考虑的因素,从而确定投标价格。因此,企业定额是施工企业编制投标报价的基础。

3.企业定额是施工企业编制施工组织设计的依据。企业定额可以应用于工程的施工管理,用于签发施工任务单、签发限额领料单以及结算计件工资或计量奖励工资等。企业定额直接反映本企业的施工生产力水平。运用企业定额可以更合理地组织施工生产,有效确定和控制施工中人力、物力消耗,节约成本开支。

### (二)企业定额的编制原则

施工企业在编制企业定额时应依据本企业的技术能力和管理水平,以基础定额为参照和指导,测定计算完成分项工程或工序所必需的人工、材料和机械台班的消耗量,准确反映本企业的施工生产力水平。

目前,为适应国家推行的工程量清单计价办法,企业定额可采用基础定额的形式,

按统一的工程量计算规则、统一划分的项目、统的计量单位进行编制在确定人工材料和机械台班消耗量以后，需按选定的市场价格，包括人工价格、材料价格和机械台班价格等编制分项工程单价和分项工程的综合单价。

### (三) 企业定额的编制方法

编制企业定额最关键的工作是确定人工、材料和机械台班的消耗量，以及计算分项工程单价或综合单价。具体测定和计算方法同施工定额及预算定额的编制。

人工消耗量的确定，首先是根据企业环境，拟定正常的施工作业条件，分别计算测定基本用工和其他用工的工日数，进而拟定施工作业的定额时间。

确定材料消耗量，是通过企业历史数据的统计分析、理论计算、实验试验、实地考察等方法计算确定材料包括周转材料的净用量和损耗量，从而拟定材料消耗的定额指标。机械台班消耗量的确定，同样需要按照企业的环境，拟定机械工作的正常施工条件，确定机械净工作效率和利用系数，据此拟定施工机械作业的定额台班和与机械作业相关的工人小组的定额时间。

人工价格也即劳动力价格，一般情况下就按地区劳务市场价格计算确定。人工单价最常见的是日工资单价，通常是根椐工种和技术等级的不同分别计算人工单价，有时可以简单地按专业工种将人工粗略划分为结构、精装修、机电等三大类，然后按每个专业需要的不同等级人工的比例综合计算人工单价。

材料价格按市场价格计算确定，其应是供货方将材料运至施工现场堆放地或工地仓库后的出库价格。

施工机械使用价格最常用的是台班价格。应通过市场询价，根据企业和项目的具体情况计算确定。

## 第六节 预算定额及其基价的编制

### 一、预算定额的编制

预算定额是在施工定额的基础上进行综合扩大编制而成的。预算定额中的人工、材料和施工机械台班的消耗水平根据施工定额综合取定，定额子目的综合程度大于施工定额，从而可以简化施工图预算的编制工作。预算定额是编制施工图预算的主要依据。预算定额项目中人工、材料和施工机械台班消耗量指标，应根据编制预算定额的原则依据，采用理论与实际相结合、图纸计算与施工现场测算相结合、编制定额人员与现场工作人员相结合等方法进行计算。

#### (一) 人工消耗量指标的确定

预算定额中人工消耗量水平和技工、普工比例，以人工定额为基础，通过有关图纸规定，计算定额人工的工日数。

##### 1. 人工消耗指标的组成

预算定额中人工消耗量指标包括完成该分项工程必需的各种用工量。

##### (1) 基本用工

基本用工，指完成分项工程的主要用工量。例如，砌筑各种墙体工程的砌砖、调制砂浆以及运输砖和砂浆的用工量。

##### (2) 其他用工

其他用工，是辅助基本用工消耗的工日。按其工作内容不同又分以下三类：

1) 超运距用工。指超过人工定额规定的材料、半成品运距的用工。

2) 辅助用工。指材料需在现场加工的用工，如筛砂子、淋石灰膏等增加的用工量。

3) 人工幅度差用工。指人工定额中未包括的，而在一般正常施工情况下又不可避免的零星用工其内容如下：

①各种专业工种之间的工序搭接主体工程与安装工程的交叉、配合中不可避免的停歇时间；

②施工机械在场内单位工程之间变换位置及在施工过程中移动临时水电线路引起的临时停水、停电所发生的不可避免的间时间；

③施工过程中水电维修用工；

④隐蔽工程验收等工程质量检查影响的操作时间；

⑤现场内单位工程之间操作地点转移响的操作时间；

⑥施工过程中工种之间交叉作业造成的不可避免的剔凿、修复、清理等用工；

⑦施工过程中不可避免的直接少量零星用工。

##### 2. 人工消耗指标的计算

预算定额的各种用工量，应根据测算后综合取定的工程数量和人工定额进行计算。

### (1)综合取定工程量

预算定额是一项综合性定额，它是按组成分项工程内容的各工序综合而成的。

编制分项定额时，要按工序划分的要求测算、综合取定工程量，如砌墙工程除了主体砌墙外，还需综合砌筑门窗洞口、附墙烟囱、垃圾道、预留抗震柱孔等含量。综合取定工程量是指按照一个地区历年实际设计房屋的情况，选用多份设计图纸，进行测算取定数量。

### (2)计算人工消耗量

按照综合取定的工程量或单位工程量和劳动定额中的时间定额计算出各种用工的工日数量。

#### 1)基本用工的计算

基本用工数量= $\Sigma$ (工序工程量时间定额)

#### 2)超运距用工的计算

超运距用工数量=(超运距材料数量 $\times$ 时间定额)

其中，超运距=预算定额规定的运距-劳动定额规定的运距。

#### 3)辅助用工的计算

辅助用工数量= $\Sigma$ (加工材料数量 $\times$ 时间定额)

#### 4)人工幅度差用工的计算

人工幅度差用工数量= $\Sigma$ (基本用工+超运距用工+助用工) $\times$ 人工幅度差系数

## (二)材料耗用量指标的确定

材料耗用量指标是在节约和合理使用材料的条件下，生产单位合格产品所必须消耗的一定品种规格的材料、燃料、半成品或配件数量标准。材料耗用量指标是以材料消耗定额为基础，按预算定额的定额项目，综合材料消耗定额的相关内容，经汇总后确定。

## (三)机械台班消耗指标的确定

预算定额中的施工机械消耗指标，是以台班为单位进行计算，每一台班为八小时工作制。预算定额的机械化水平，应以多数施工企业采用的和已推广的先进施工方法为标准预算定额中的机械台班消耗量按合理的施工方法取定并考虑增加了机械幅度差。

### 1.机械幅度差

机械幅度差是指在工定额中未曾包括的，而机械在合理的施工组织条件下所必需的停歇时间，在编制预算定额时应予以考虑。其内容包括：

(1)施工机械转移工作面及配套机械互相影响损失的时间；

(2)在正常的施工情况下，机械施工中不可避免的工序间歇；

(3)检查工程质量影响机械操作的时间；

(4)临时水、电线路在施工中移动位置所发生的机械停歇时间；

(5)工程结尾时，工作量不饱满所损失的时间。

由于垂直运输用的塔吊、卷扬机及砂浆、混凝土搅拌机是按小组配合，应以小组产量计算机械台班产量，不另增加机幅度差。

## 2.机械台班消耗指标的计算

(1)小组产量算法:按小组日产量大小来计算耗用机械台班多少，计算公式如下:

分项定额机械台班使用量=分项定额计量单位值/小组产量

(2)台班产量算法:按台班产量大小来计算定额内机械消耗量大小，计算公式如下:

$$\text{定额台班用量} = \frac{\text{定额单位}}{\text{台班产量}} \times \text{机械幅度差系数}$$

## 二、预算定额基价的编制

预算定额基价就是预算定额分项工程或结构构件的单价，只包括人工费、材料费和施工机具使用费，也称工料单价。

在拟定的预算定额的基础上，根据所在地区的工资、物价水平计算确定相应的人工、材料和施工机械台班的价格，即相应的人工工资价格、材料预算价格和施工机械台班价格，计算拟定预算定额中每一分项工程的单位预算价格。

工料单价是确定定额计量单位的分部分项工程的人工费、材料费和机械使用费的费用标准，即人、料、机费用单价。

分部分项工程的单价，是用定额规定的分部分项工程的人工、材料、施工机具的消耗量，分别乘以相应的人工价格、材料价格、机械台班价格，从而得到分部分项工程的人工费、材料费和机械费，并将三者汇总而成的。因此，定额基价是以定额为基本依据，根据相应地区和市场的资源价格，既需要人工、材料和施工机具的消耗量，又需要人工、材料和施工机具价格，经汇总得到分部分项工程的单价。

由于生产要素价格，即人工价格、材料价格和机械台班价格是随地区的不同而不同，随市场的变化而变化。所以，定额基价应是地区定额基价，应按当地的资源价格来编制。同时，定额基价应是动态变化的，应随着市场价格的变化，及时不断地对定额基价中的分部分项工程单价进行调整、修改和补充，使定额基价能够正确反映市场的变化。

通常，定额基价是以一个城市或一个地区为范围进行编制，在该地区范围内适此定额基价的编制依据如下:

- 1.全国统一或地区通用的预算定额或基础定额，以确定人工、材料、机械台消耗量。
- 2.本地区或市场上的资源实际价格或市场价格，以确定人工、材料、机械台班价格。

定额基价的编制公式为:

$$\begin{aligned} \text{分部分项工程单价} &= \text{分部分项人工费} + \text{分部分项材料费} + \text{分部分项机械费} \\ &= \sum(\text{人工定额消耗量} \times \text{人工价格}) + \sum(\text{材料定额消耗量} \times \text{材料价格}) + \\ &\quad \sum(\text{机械台班定额消耗量} \times \text{机械台班价格}) \end{aligned}$$

编制定额基价时，在项目的划分、项目名称、项目编号、计量单位和工程量计算规则上应尽量与定额保持一致。

编制定额基价，可以简化施工图预算的编制。在编制预算时，将各个分部分项工程的工程量分别乘以定额基价表中的相应单价后，即可计算得出分部分项工程的人、料、机费用，经累加汇总就可得到整个工程的人、料、机费用。

作为施工企业，应依据本企业定额中的人工、材料、机械台班消耗量，按相应人工、材料、机械台班的市场价格，计算确定一定计量单位的分部分项工程的工料单价，形成本企业的定额基价表。

## 第七节 概算定额与概算指标的编制

### 一、概算定额的编制

概算定额也称为扩大结构定额。它规定了完成一定计量单位的扩大结构构件或扩大分项工程的人工、材料、机械台班消耗量的数量标准。

#### (一) 概算定额的作用

概算定额是在初步设计阶段编制设计概算或技术设计阶段编制修正概算的依据,是确定建设工程项目投资额的依据。概算定额可用于进行设计方案的技术经济比较。概算定额也是编制概算指标的基础。

#### (二) 编制概算定额的一般要求

1.概算定额的编制深度要适应设计深度的要求。由于概算定额是在初步设计阶段使用的,受初步设计的设计深度所限制,因此定额项目划分应坚持简化、准确和适用的原则。

2.概算定额水平的确定应与基础定额、预算定额的水平基本一致。它必须反映在正常条件下,大多数企业的设计、生产、施工管理水平。

由于概算定额是在预算定额的基础上,适当地再一次扩大、综合和简化,因而在工程标准、施工方法和工程量取值等方面进行综合、测算时,概算定额与预算定额之间必将产生并允许留有一定的幅度差,以便根据概算定额制的概算能够控制住施工图预算。

#### (三) 概算定额的编制方法

概算定额是在预算定额的基础上综合而成的,每一项概算定额项目都包括了数项预算定额的定额项目。

1.直接利用综合预算定额。如砖基础、钢筋混凝土基等。

2.在预算定额的基础上再合并其他次要项目。如墙身再包括伸缩缝;地面包括平整场地、回填土、明沟、垫层、找平层、面层及踢脚。

3.改变计量单位。如屋架、天窗架等不再按立方米体积计算,而按屋面水平投影面积计算

4.采用标准设计图纸的项目,可以根据预先编好的标准预算计算。如构筑物中的水塔、水池等,以每座为单位。

5.工程量计算规则进一步简化。如砖基础、带形基础以轴线(或中心线)长度乘断面面积计算;内外墙也均以轴线(或中心线)长乘以高,再扣除门窗洞口计算;屋架按屋面投影面积计算;烟囱、水塔按座计算;细小零星占造价比重很小的项目,不计算工程量,按占主要工程的百分比计算。

#### (四) 概算定额手册的内容

按专业特点和地区特点编制的概算定额手册,内容基本上是由文字说明、定额项目

表和附录三个部分组成。

1.文字说明部分。文字说明部分有总说明和分部工程说明。在总说明中,主要述概算定额的编制依据、使用范围、包括的内容及作用、应遵守的规则及建筑面积计算规则等。分部工程说明主要阐述本分部工程包括的综合工作内容及分部分项工程的工程量计算规则等。

2.定额项目表。主要包括以下内容:

(1)定额项目的划分。概算定额项目一般按以下两种方法划分。一是按工程结构划分:一般是按土石方、基础、墙、梁板柱、门窗、楼地面、屋面、装饰、构筑物等工程结构划分。二是按工程部位(分部)划分:一般是按基础、墙体、梁柱、楼地面、屋盖其他工程部位等划分,如基础工程中包括了砖、石、混凝土基础等项目。

(2)定额项目表。定额项目表是概算定额手册的主要内容,由若干分节定额组成。各节定额由工程内容、定额表及附注说明组成。定额表中列有定额编号,计量单位,概算价格,人工、材料、机械台班消耗量指标,综合了预算定额的若干项目与数量。

### 二、概算指标的编制

概算指标是以每 100 m<sup>2</sup> 建筑面积、每 1000m<sup>3</sup> 建筑体积或每座构筑物为计量单位,规定人工、材料、机械及造价的定额指标。

概算指标是概算定额的扩大与合并,它是以整个房屋或构筑物为对象,以更为扩大的计量单位来编制的也包括劳动力、材料和机械台班定额三个基本部分。同时,还列出了各结构分部的工程量及单位工程(以体积计或以面积计)的造价。例如每 1000m 管道或道路、每座小型独立构筑物所需要的劳动力、材料和机械台班消耗数量等。

#### 1.概算指标的作用

概算指标的作用与概算定额类似,在设计深度不够的情况下,往往用概算指标来编制初步设计概算。因为概算指标比概算定额进一步扩大综合,所以依据概算指标来估算投资就更为简便,但精度也随之降低。

#### 2.概算指标的编制方法

由于各种性质建设工程项目所需要的劳动力、材料和机械台班的数量不同,概算指标通常按工业建筑和民用建筑分别编制。工业建筑中又按各工业部门类、企业大小、车间结构编制,民用建筑中又按用途性质、建筑层高、结构类别编制。

单位工程概算指标,一般民用建筑项目(如办公楼、教学楼等)为编制对象,根据设计图纸和现行的概算定额等,测算出每 100 m<sup>2</sup> 建筑面积或每 1000m<sup>3</sup> 建筑体积所需的人工、主要材料机械台班的消耗量指标和相应的费用指标等。

#### 3.概算指标的内容和形式

概算指标的组成内容一般分为文字说明、指标列表和附录等几部分。

##### (1)文字说明



概算指标的文字说明，其内容通常包括概算指标的编制范围、编制依据、分册情况、标包括的内容、指标未包括的内容、指标的使用范围、指标允许调整的范围及调整方法等。

## 2)列表形式

建筑工程的列表形式中，房屋建筑、构筑物一般以建筑面积 100 m<sup>2</sup>、建筑体积 1000 m<sup>3</sup>、“座”、“个”等为计量单位，附以必要的示意图，给出建筑物的轮廓示意或单线平面图；列有自然条、建筑物类型、结构形式、各部位中结构的主要特点、主要工程量列出综合指标人工主要材料、机械台班的消耗量。建筑工程的列表形式中，设备以“t”或“台”为计量单位，有以设备购置费或设备的百分比表示；列出指标编号、项目名称、规格、综合指标等。

## 第三章 水利工程概算编制方法及计算标准

### 第一节 工程取费等级确定

编制宁夏水利工程设计概算应根据《宁夏水利工程设计概（估）算编制规定》以下简称“编制规定”规定的工程等级确定相应的分等取费标准。本规定取费等级标准共分大型、中型、小型三个取费等级。工程取费等级标准根据工程性质、工程规模、建筑物型式、施工技术的复杂程度和难易程度等因素进行划分。编制概算时，应首先根据工程取费等级划分表确定工程等级，再按确定的工程等级采用相应分等取费标准。

宁夏水利工程取费等级标准确定办法如下：

- 1.工程取费分为大、中、小三个等级按照下表确定。大型取费按照水利部水总〔2014〕429号文标准确定，中、小型取费按照编制规定确定。
- 2.当同一工程条件分属于几种不同工程等级时，按其中高等级确定。
- 3.扩建、续建、除险加固工程按原工程等级确定。
- 4.灌溉工程采用渠道流量和灌溉面积两个指标确定取费等级时，按照其中较高指标值确定。
- 5.堤防工程中中型取费主要适用于区内黄河等重要干支流，一般施工较简单的III、IV级堤防执行小型取费标准。

宁夏水利工程设计概算编制工程取费等级划分表

序号	工程分类		取费标准				
			划分依据	大型	中型	小型	
1	枢纽工程	水库		总库容	$\geq 1.0 \times 108\text{m}^3$	$0.10 \sim 1.0 \times 108\text{m}^3$	$< 0.10 \times 108\text{m}^3$
2		水电站		装机容量	$\geq 30 \times 104\text{kw}$	$5 \sim 30 \times 104\text{kw}$	$< 5 \times 104\text{kw}$
3		独立建筑物	拦河水闸工程	过闸流量	$\geq 100\text{m}^3/\text{s}$	$20 \sim 100\text{m}^3/\text{s}$	$< 20\text{m}^3/\text{s}$
4	引水及河道工程	供水工程	人畜饮水工程	日供水量	$\geq 5000\text{m}^3/\text{d}$	$500 \sim 5000\text{m}^3/\text{d}$	$< 500\text{m}^3/\text{d}$
			工业供水工程	引水流量	$\geq 10\text{m}^3/\text{s}$	$1 \sim 10\text{m}^3/\text{s}$	$< 1\text{m}^3/\text{s}$
5		灌溉工程	灌溉	渠道流量	—	$\geq 1\text{m}^3/\text{s}$	$< 1\text{m}^3/\text{s}$
				灌溉面积	$\geq 50$ 万亩	$1 \sim 50$ 万亩	$< 1$ 万亩
			治涝	治涝面积	$\geq 60$ 万亩	$15 \sim 60$ 万亩	$< 15$ 万亩
			灌、排泵站	装机流量	$\geq 50\text{m}^3/\text{s}$	$10 \sim 50\text{m}^3/\text{s}$	$< 10\text{m}^3/\text{s}$
装机功率		$\geq 1 \times 104\text{kw}$		$0.1 \sim 1 \times 104\text{kw}$	$< 0.1 \times 104\text{kw}$		
6	堤防工程		防洪标准	I、II级堤防 ( $\geq 50$ 年)	III、IV级堤防 ( $< 50$ 年, $\geq 20$ 年)	IV级堤防以下 ( $< 20$ 年)	
7	河湖整治工程			—	—	全按此类	

## 第二节 基础单价编制

### 一、人工预算单价

人工预算单价是指在编制概预算时，用来计算直接从事建筑安装工程施工的生产工人人工费时所采用的人工工时价格，是生产工人在单位时间（工时）所开支的各项费用。它是计算建筑安装工程单价和施工机械台时费中机上人工费的重要基础单价。

人工预算单价是指生产工人在单位时间内（工时）的费用。人工预算单价由基本工资和辅助工资两部分组成。

《宁夏回族自治区水利工程设计概（估）算编制规定》（2016年版）规定我区水利工程人工分普工和技工两类。

人工预算单价计算标准（宁夏地区）

序号	项目	人工工资（元/时）
1	普工	5.77
2	技工	8.10

注：执行时应根据最新文件进行调整。

### 二、材料预算价格

#### （一）材料预算单价定义与材料的分类

##### 1. 材料预算单价的定义

材料预算单价是指材料从供应地运至工地分仓库（或堆放场地）的出库时不含增值税进项税额的价格。

##### 2. 材料的分类

###### （1）按对投资影响划分为：

1) 主要材料：简称“主材”，指用量大或者其造价在整个工程中所占比例较大的材料（对工程造价有较大影响的材料）。如水泥、钢筋、木材、柴油、炸药、砂石料、粉煤灰、沥青等。电缆及母线等也列为主要材料。

2) 次要材料：是指除主要材料以外的其余材料，一般是指用量小或者对工程造价影响小的材料。

###### （2）按供应方式划分

1) 外购材料：是通过市场采购的方式购买的工程材料，在水利工程中主要材料大多是以这种方式获得。

2) 自产材料：是指通过自设生产线或生产厂生产的材料，在大型水利工程中常见的自产材料有砂石料。

###### （3）按材料性质划分

1) 消耗性材料：是指消耗在工程上的材料，如水泥、钢筋、炸药、电焊条、氧气、油料等。

2) 周转使用材料：是指经过多次重复使用，其价值通过分次摊销的形式转移到工程中材料，如模板、支撑件等。

3) 装置性材料：指自身是材料，在工程建设中又是被安装的对象，如管道、轨道、母线、电缆等。

## (二) 材料预算价格组成

### 1. 主要材料预算价格

材料预算价格一般包括材料原价、运杂费、运输保险费和采购保管费四项费用。即  
材料预算价格=材料原价+运杂费+运输保险费+采购保管费。

对于用量多、影响工程投资大的主要材料，如钢材、木材、水泥、粉煤灰、油料、火工产品、电缆及母线等，一般需编制“主要材料预算价格计算表”。

计算公式为：

材料预算价格=（材料原价+运杂费）×（1+采购及保管费率）+运输保险费

(1) 材料原价：按工程所在地区就近大型物资供应公司、材料交易中心的市场成交价（不含增值税进项税的价格）计算。

材料预算价格中包含的进项税额按下表规定计算。

材料预算价格中包含的进项税额

序号	材料种类	增值税适用税率或征收率（%）
1	砂（卵）石、块石、砖、自来水、商品混凝土、石灰、土	3
2	原木、苗木	13
3	钢筋、钢材等有色金属	13
4	其他材料	13

在确定原价时，凡同一种材料来源地、交货地、供货单位、生产厂家不同，而有几种价格（原价）时，需根据不同来源地供货数量比例，采取加权平均的方法计算其综合原价。计算公式如下：

$$\text{加权平均原价} = \frac{K_1 C_1 + K_2 C_2 + \dots + K_N C_N}{(K_1 + K_2 + \dots + K_N)}$$

式中：K1, K2...Kn—各不同供应地点的供应量或各不同使用地点的需要量；

C1, C2...Cn—各不同供应地点的对应原价。

若材料供货价格为含税价格，则材料原价应以购进货物适用的税率扣除增值税进项税额。

(2) 运杂费（不含增值税进项税的价格）。铁路运输按铁道部现行《铁路货物运价规则》及有关规定计算其运杂费。公路及水路运输，按自治区交通部门规定计算。

(3) 运输保险费 (不含增值税进项税的价格): 按自治区或中国人民保险公司的有关规定计算。

采购及保管费: 按材料运到工地仓库的价格 (不包括运输保险费) 作为计算基数, 采购及保管费率按下表确定标准乘以 1.10 调整系数。

采购及保管费率表

序号	材料名称	费率 (%)
1	水泥、碎 (砾) 石、砂、块石	3
2	钢材	2
3	油料	2
4	其他材料	2.5

### 2. 其他材料预算价格

其他材料预算价格可参考工程所在地区的工业与民用建筑安装工程材料预算价格或信息价格 (不含增值税进项税额)。

### 3. 材料补差

主要材料预算价格超过下表规定的基价 (不含增值税进项税额) 时, 应按基价计入工程单价参与取费, 预算价与基价的差值以材料补差形式计算, 列于工程单价税金之前, 并计取税金 (增值税销项税额)。

主要材料基价表

序号	材料名称	单位	基价 (元)
1	柴油	t	2990
2	汽油	t	3075
3	钢筋	t	2560
4	水泥	t	255
5	炸药	t	5150

注: 主要材料预算价格低于基价时, 按预算价计入工程单价; 计算施工电、风、水价格时, 按预算价格参与计算。

例 某水利工程项目水泥从两个地方采购, 其采购量有关费用如下表所示, 求该工地水泥的单价 (表中原价、运杂费均为含税价格, 材料价格适用于 13% 增值税率, 运杂费适用 9% 增值税率)。

材料采购信息表

采购处	采购量 (t)	原价 (元/t)	运杂费 (元/t)	采购及保管费率 (%)
来源一	300	340	20	3.5
来源二	200	350	15	

解: 将含税的原价和运杂费调整为不含税价格, 具体过程如下表

材料价格信息不含税价格处理

采购处	采购量 (t)	不含税原价 (元/t)	不含税运杂费 (元/t)	采购及保管费率 (%)
来源一	300	340/1.13=300.88	20/1.09=18.35	3.5
来源二	200	350/1.13=309.73	15/1.09=13.76	

加权平均原价= (300×300.88+200×309.73) / (300+200) =304.42 (元/t)

加权平均运杂费= (300×18.35+200×13.76) / (300+200) =16.51 (元/t)

水泥单价= (304.42+16.51) × (1+3.5%) =332.16 (元/t)

### 三、施工用电、风、水预算价格

水利工程施工风、水、电的消耗量较大，对工程投资影响较大。应根据施工组织确定的风、水、电供应方式，布置形式和设备配置等资料计算风、水、电预算价格。风、水、电预算价格的组成大致相同，由基本价、能量损耗销费、设备维护摊消费三部分组成。

#### (一) 施工用电价格

施工用电价格由基本电价、电能损耗摊消费和供电设施维修摊消费组成，根据施工组织设计确定的供电方式以及不同电源的电量所占比例，按国家或自治区规定的电网电价和规定的加价进行计算。

电网供电价格中的基本电价应不含增值税进项税额；柴油发电机供电价格中的柴油发电机组（台）时总费用应按调整后的施工机械台时费定额和不含增值税进项税额的基础价格计算。

1.基本电价：电网供电的基本电价按自治区发改委发布的不含增值税进项税额的电网电价和规定的加价进行计算。

2.电能损耗摊消费：指从外购电接入点起到现场各施工点最后一级降压变压器低压侧止，在所有变配电设备和输电线路所发生的电能损耗摊消费。包括高压输电线路损耗、变配电设备及配电线路损耗。

3.供电设施维护摊消费指摊入电价的变配电设备的基本折旧费、修理费、安装拆除费、设备及输配电线路的运行维护费。

电价计算公式：

(1) 电网供电价格 (元/kW·h) =基本电价 ÷ (1-高压输电线路损耗率) ÷ (1-35KV以下变配电设备及配电线路损耗率) +供电设施维修摊消费

基本电网电价可直接按国家公布的宁夏地区电网趸售电价确定。一般可参考工程所在地县级以上电力主管部门定期公布价确定。

(2) 柴油发电机供电价格 (元/kW·h) (自设水泵供冷却水)

=  $\frac{\text{柴油发电机组(台)时总费用} + \text{水泵组(台)时总费用}}{\text{柴油发电机额定容量和} \times K}$  ÷ (1-厂用电率)

÷ (1-变配电设备及配电线路损耗率) +供电设施维修摊消费

(3) 柴油发电机如采用循环冷却水, 不用水泵, 电价计算公式为:

$$\text{柴油发电机供电价格} = \frac{\text{柴油发电机组(台)时总费用}}{\text{柴油发电机额定容量之和} \times K}$$

$$\div (1 - \text{变配电设备及配电线路损耗率}) + \text{单位循环冷却水费} + \text{供电设施维修摊消费}$$

式中 K—发电机出力系数, 一般取 0.8-0.85;

厂用电率 3%~5%;

高压输电线路损耗率取 3%~5%;

供电设施维护摊销费取 0.04~0.05 (元/kW·h);

单位循环冷却水费取 0.05-0.07 (元/kW·h)。

有多种供电方式时, 施工用电价格应根据施工组织设计确定的不同供电方式的电量所占比例和相应供电价格加权平均计算。

【例】某小型水利水电工程施工用电, 由国家供电网供电 90%, 自发电 10%。基本资料如下, 计算其综合电价。

1. 外购电: 不含增值税进项税额的基本电价为 0.6182 元/(kW·h); 损耗率: 高压输电线路取 5%, 变配电设备和输电线路取 6%; 供电设备维修摊销费 0.04 元/(kW·h)。

2. 自发电: 自备柴油发动机, 容量 250kW, 1 台, 台时费用 210.68 元/台时; 200kW, 1 台, 台时费用 176.2 元/台时; 2.2kW 潜水泵 2 台, 供给冷却水, 每台台时费用 13.52 元/台时; 发电机出力系数取 0.80; 供电设施维修摊销费取 0.05 元/(kW·h)。

解:

1) 电网供电价格电价

电网供电价格=基本电价÷(1-高压输电线路损耗率)÷(1-35kV 以下变配电设备及配电线路损耗率)+供电设施维修摊销费

$$= 0.6182 \div (1-5\%) \div (1-6\%) + 0.04 = 0.732 [\text{元}/(\text{kW} \cdot \text{h})]$$

2) 自发电的电价(自设水泵供冷却水)。

$$\text{组时总费用} = 210.68 \times 1 + 176.22 \times 1 + 13.52 \times 2 = 413.94 \text{ 元/台时}$$

$$\text{额定容量} = 250 \times 1 + 200 \times 1 = 450 (\text{kW} \cdot \text{h})$$

$$\text{柴油发电机供电价} = 413.94 \div [450 \times 0.80 \times (1-5\%) \times (1-6\%)] + 0.05$$

$$= 1.338 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})$$

$$3) \text{ 综合电价} = 0.732 \times 90\% + 1.338 \times 10\% = 0.793 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})。$$

所以, 取定综合电价为 0.79 元/(kW·h)。

## (二) 施工用水价格

施工用水价格由基本水价、供水损耗和供水设施维修摊销费组成, 根据施工组织设计所配置的供水系统设备组(台)时总费用和组(台)时总有效供水量计算。水价计算公式为:

1) 基本水价: 是根据施工组织设计所配置的供水系统设备, 按组(台)时总费用

除以组（台）时总有效供水量计算。台时费根据《宁夏水利工程施工机械台时费定额》、人工预算单价、不含增值税进项税额的动力燃料价格及有关规定计算。

2) 供水损耗摊销费：指施工用水在储存、输送、处理过程中所造成的水量损失摊销费用。

3) 供水设施维护摊销费指摊入水价的取水建筑物、水池、供水管路等供水设施的单位维护费用。

$$\text{施工用水价格} = \frac{\text{水泵组(台)时总费用}}{\text{水泵额定容量之和} \times K} \div (1 - \text{供水损耗率})$$

+供水设施维修摊销费

式中 K—能量利用系数，取 0.75~0.85；

供水损耗率，6%~10%；

供水设施维护摊销费取 0.04~0.05 元/m<sup>3</sup>。

注：

①施工用水为多级提水并中间有分流时，要逐级计算水价。

②施工用水有循环用水时，水价要根据施工组织设计的供水工艺流程计算。

③施工用水若采用购水（抽水）拉运时水价按供水（抽水）价+运费计算（不计装卸费及采管费，按自治区物价局、交通厅发布的一等货物运输价格计算）。

【例】某水利工程施工用水设两级供水，各级泵站出水口处均设有调节水池，供水系统主要技术指标及各级水泵不含增值税进项税额的台时单价费分别为一级 56.35 元/台时；二级 35.33 元/台时。一级泵站水泵 2 台，额定流量 160m<sup>3</sup>/h，设计用水量 150m<sup>3</sup>/h；二级泵站水泵 1 台，额定流量 85m<sup>3</sup>/h，设计用水量 55m<sup>3</sup>/h。各级水泵出力系数为 0.8，供水设施维修摊销费取 0.03 元/m<sup>3</sup>，水量损耗率 12%。试计算施工用水综合水价。

解：1. 计算各级泵站组时出水量

组时出水量=水泵额定容量之和×水泵出力系数

一级泵站组时出水量=160×2×0.8=256 m<sup>3</sup>

二级泵站组时出水量=85×1×0.8=68m<sup>3</sup>

2. 计算施工用水价格

(1) 各级泵站组时总费用

一级泵站组时总费用=56.35×2=112.70 元

二级泵站组时总费用=35.33×1=35.33 元

(2) 计算各级用水基本价

基本水价=组时总费用÷组时出水量

一级基本水价=112.70÷256=0.44 元/m<sup>3</sup>

二级基本水价=0.44+35.33÷68=0.96 元/m<sup>3</sup>

(3) 计算各级泵站供水比例



一级泵站供水比例=150÷(150+55)=73.17%

二级泵站供水比例=55÷(150+55)=26.83%

(4) 计算施工用水综合价

施工用水综合单价=(0.44×73.17%+0.96×26.83%)÷(1-12%)+0.03=0.69元/m<sup>3</sup>

### (三) 施工用风价格

施工用风价格由基本风价、供风损耗和供风设施维护摊销费组成。根据施工组织设计所配置的空气压缩机系统设备组(台)时总费用和组(台)时总有效供风量计算。

1.基本风价是根据施工组织设计所配置的供风系统设备(不含备用设备),按台时产量分析计算的单位用风量的价格。按台时总费用除以台时总有效供风量计算,台时费根据《宁夏水利工程施工机械台时费定额》、人工预算单价、不含增值税进项税额的动力燃料价格及有关规定计算。

2.供风损耗摊销费指由压气站至用风工作面的固定供风管道在输送压气过程中所发生的风量损耗摊销费用。风动机械本身的用风及移动的供风管道损耗包括在该机械的台时耗风定额内,不在风价中计算。

3.供风设施维护摊销费指摊入风价的供风设施的单位维护费用。

风价计算公式为:

$$\text{施工用风价格} = \frac{\text{空气压缩机组(台)时总费用} + \text{水泵组(台)时总费用}}{\text{空气压缩机额定容量之和} \times 60 \text{分钟} \times K} \div (1 - \text{供风损耗率}) + \text{供风设施维修摊销费}$$

空气压缩机系统如采用循环冷却水,不用水泵,则风价计算公式为:

$$\text{施工用风价格} = \frac{\text{空气压缩机组(台)时总费用} + \text{水泵组(台)时总费用}}{\text{空气压缩机额定容量之和} \times 60 \text{分钟} \times K} \div (1 - \text{供风损耗率})$$

+单位循环冷却水费+供风设施维修摊销费

式中 K—能量利用系数,取 0.70~0.85;

供风损耗率,取 6%~10%;

单位循环冷却水费 0.007元/m<sup>3</sup>;

供风设施维护摊销费 0.004~0.005元/m<sup>3</sup>;

一般可按 0.14~0.16元/m<sup>3</sup>确定。

## 四、施工机械使用费

施工机械使用费是指一个台班中为使用机械正常工作所分摊和支出的各项费用之和,由一类费用和二类费用组成。一类费用分为折旧费、修理及替换设备费(含大修理费、经常性修理费)和安装拆卸费;二类费用分为人工、动力燃料或消耗材料。

施工机械使用费根据《宁夏水利工程施工机械台时费定额》、人工预算单价、不含增值税进项税额的动力燃料价格及有关规定计算。根据《宁夏水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》、《自治区水利厅关于调整我区水利工程计价依据有关税率及计价系数的通知》的规定：

施工机械使用费：折旧费除以 1.15 调整系数；修理及替换设备费调整系数由 1.09 调整系数；安装拆卸费不变；掘进机及其他由建设单位采购、设备费单独列项的施工机械，台时费中不计折旧费，设备费除以 1.13 调整系数。对于定额缺项的施工机械，可补充编制台时费定额

#### 五、砂石料单价

水利工程砂石料由承包商自行开采时，砂石料单价应根据料源情况、开采条件和工艺流程按相应定额和不含增值税进项税额的基础价格进行计算，并计取间接费、利润及税金。

自采砂石料按不含税金的单价参与工程费用计算。

外购砂石料价格不包含增值税进项税额，基价 70 元/m<sup>3</sup> 不变。计算，并计取间接费、利润及税金。

外购砂、碎石（砾石）、块石、料石等材料预算价格超过 70 元/m<sup>3</sup> 时，应按基价 70 元/m<sup>3</sup> 计入工程单价参加取费，预算价格与基价的差额以材料补差形式进行计算，材料补差列入单价表中并计取税金。

我区水利工程砂石料一般由承包商在料场购买，因此，砂石料的预算价=料场供应价（山价）+运杂费+装卸费+采购及保管费。

#### 六、混凝土材料单价

根据设计确定的不同工程部位的混凝土强度等级、级配和龄期，分别计算出每立方米混凝土材料单价，计入相应的混凝土工程概算单价内。其混凝土配合比的各项材料用量，应根据工程试验提供的资料计算，若无试验资料时，也可参照宁夏地区《水利工程预算定额》中附录混凝土材料配合表计算。混凝土材料单价按混凝土配合比中各项材料的数量和不含增值税进项税额的材料价格进行计算。

当采用商品混凝土时，其材料单价应按基价 200 元/m<sup>3</sup> 计入工程单价参加取费，预算价格与基价的差额以材料补差形式进行计算，材料补差列入单价表中并计取税金。

### 第三节 建筑、安装工程单价编制

#### 一、建筑工程单价

##### 1.直接费

###### (1) 基本直接费

人工费=定额劳动量(工时)×人工预算单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×材料预算单价

机械使用费=定额机械使用量(台时)×施工机械台时费(元/台时)

###### (2) 其他直接费

其他直接费=基本直接费×其他直接费率之和

##### 2.间接费

间接费=直接费×间接费率

##### 3.利润

利润=(直接费+间接费)×利润率

##### 4.材料补差

材料补差=(材料预算价格-材料基价)×材料消耗量

##### 5.税金

税金=(直接费+间接费+利润+材料补差)×税率

##### 6.建筑工程单价(5项之和)

建筑工程单价=直接费+间接费+利润+材料补差+税金

(注:建筑工程单价含有未计价材料(如输水管道)时,其格式参照安装工程单价)

#### 二、安装工程单价

##### (一) 实物量形式的安装单价

###### 1. 直接费

###### (1)基本直接费。

人工费=定额劳动量(工时)×人工预算单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×材料预算单价

机械使用费= 定额机械使用量(台时)×施工机械台时费(元/台时)

###### (2)其他直接费。

其他直接费=基本直接费×其他直接费率之和

###### 2.间接费

间接费=人工费×间接费率

### 3.利润

利润=（直接费+间接费）×利润率

### 4.材料补差

材料补差=（材料预算价格-材料基价）×材料消耗量

### 5.未计价装置性材料费

未计价装置性材料费=未计价装置性材料用量×材料预算单价

### 6.税金

税金=（直接费+间接费+利润+材料补差+未计价装置性材料费）×税率

### 7.安装单价

单价=直接费+间接费+利润+材料补差+未计价装置性材料费+税金

## （二）费率形式的安装单价

### 1.直接费（%）

(1)基本直接费（%）。

人工费（%）=定额人工费（%）

材料费（%）=定额材料费（%）

装置性材料费（%）=定额装置性材料费（%）

机械使用费（%）=定额机械使用费（%）

(2)其他直接费（%）。

其他直接费（%）=基本直接费（%）×其他直接费率之和

### 2.间接费

间接费（%）=人工费（%）×间接费率（%）

### 3.利润（%）

利润（%）=〔直接费（%）+间接费（%）〕×利润率（%）

### 4.税金（%）

税金（%）=〔直接费（%）+间接费（%）+利润（%）〕×税率（%）

### 5.安装工程单价

单价（%）=直接费（%）+间接费（%）+利润（%）+税金（%）

单价=单价（%）×设备原价

## 三、其他直接费

1.冬雨季施工增加费：根据不同工程等级，按基本直接费的百分率计算。

2.夜间施工增加费：根据不同工程等级，按基本直接费的百分率计算。

3.特殊地区施工增加费：特殊地区施工增加费在高海拔、原始森林、沙漠等特殊地区施工而增加的费用，其中高海拔地区施工增加费已计入定额，其他特殊费应按工程所在地区规定标准计算，地方没有规定的不得计算此项费用。

4.临时设施费：根据不同工程等级，按基本直接费的百分率计算。

5.其它：按基本直接费的百分率计算。

其他直接费费率表（计算基础为基本直接费）

费用名称	工程类别	费率（%）
冬雨季施工增加费	建筑工程及安装工程	2.5~3.0
夜间施工增加费	建筑工程	0.3
	安装工程	0.5~0.6
临时设施费	建筑工程及安装工程	1.5~2.5
其它	建筑工程	0.5~0.6
	安装工程	0.1~1.1

注：中型工程取高值，一般小型工程取低值。

#### 四、间接费

根据不同工程类别间接费标准见表。

间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
一	建筑工程		
1	土方工程	直接费	4.0~6.0
2	石方工程	直接费	8.5~11.5
3	砌石工程	直接费	8.5~11.5
4	混凝土浇筑工程	直接费	7.0~9.5
5	钢筋工程	直接费	5.0
6	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	9.25~10.5
7	疏浚工程	直接费	6.25~7.25
8	其他工程	直接费	7.25~9.5
二	安装工程	人工费	70

注：中型工程取高值，一般小型工程取低值。

工程类别划分说明：

- 1.土方工程：包括土方开挖与填筑工程等。
- 2.石方工程：包括石方开挖与填筑工程、砂石备料工程等。
- 3.砌石工程：包括砌筑块石、砖、混凝土块板及抛石工程等。
- 4.混凝土浇筑工程：包括现浇和预制各种混凝土、伸缩缝、止水、防水层、温控措施、输水管道等。

5.钻孔灌浆及锚固工程：包括各种类型的钻孔灌浆、防渗墙及锚杆（索）、喷浆（混凝土）工程等。

6.钢筋制作安装工程。

7.疏浚工程：指用挖泥船、水力冲挖机组等机械疏浚江河、湖泊的工程。

8.设备安装工程：包括水轮机、发电机、抽水机组、变配电设备、闸门、启闭机、工程设备、各种钢管的安装等。

9.其他工程：指除上述工程以外的工程。

## 五、利润

利润按直接费和间接费之和的百分比计算。

利润费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
一	建筑工程		
1	土方工程	直接费+间接费	5.0~7.0
2	石方工程	直接费+间接费	5.0~7.0
3	砌石工程	直接费+间接费	7.0
4	混凝土浇筑工程	直接费+间接费	7.0
5	钢筋工程	直接费+间接费	7.0
6	钻孔灌浆及锚固工程	直接费+间接费	7.0
7	疏浚工程	直接费+间接费	5.0
8	其他工程	直接费+间接费	5.0~7.0
二	安装工程	直接费+间接费	7.0

注：中型工程取高值，一般小型工程取低值。

## 六、税金

为计算方便，在编制概算时，可按下列公式和税率计算：

税金 = (直接费 + 间接费 + 利润 + 材料补差) × 计算税率

税金应计入建筑安装工程费用内增值税销项税额，税率为 9%。

## 七、计算程序

我区水利行业现行计价依据为 2016 年编规规定采用 2009 年《宁夏回族自治区水利水电建筑工程预算定额（简称《预算定额》）》编制概算单价时计算方法如表所示。

### 1. 建筑工程单价计算

水利工程建筑工程单价计算程序见表。

建筑工程单价计算程序表

序号	项目	计算方法
(一)	直接费	(1) + (2)
(1)	基本直接费	①+②+③
①	人工费	$\Sigma$ 定额劳动量 (工时) $\times$ 人工预算单价 (元/工时)
②	材料费	$\Sigma$ 定额材料用量 $\times$ 材料预算价格
③	施工机械使用费	$\Sigma$ 定额机械使用量 (台时) $\times$ 施工机械台时费 (元/台时)
(2)	其他直接费	(1) $\times$ 其他直接费费率之和 (%)
(二)	间接费	(一) $\times$ 间接费费率 (%)
(三)	企业利润	[(一) + (二)] $\times$ 企业利润率 (%)
(四)	材料补差	$\Sigma$ (材料预算价格 - 材料基价) $\times$ 材料消耗量
(五)	税金	[(一) + (二) + (三) + (四)] $\times$ 税率 (%)
(六)	建筑工程单价	(一) + (二) + (三) + (四) + (五)

注：建筑工程单价含有未计价材料（如输水管道）时，其格式参照安装工程单价。

## 2. 安装工程单价计算

(1) 以实物量形式见表。

安装工程单价以实物量形式计算表

序号	项目	计算方法
(一)	直接费	(1) + (2)
(1)	基本直接费	①+②+③
①	人工费	$\Sigma$ 定额劳动量 (工时) $\times$ 人工预算单价 (元/工时)
②	材料费	$\Sigma$ 定额材料用量 $\times$ 材料预算价格
③	施工机械使用费	$\Sigma$ 定额机械使用量 (台时) $\times$ 施工机械台时费 (元/台时)
(2)	其他直接费	(1) $\times$ 其他直接费费率之和 (%)
(二)	间接费	人工费 $\times$ 间接费费率 (%)
(三)	企业利润	[(一) + (二)] $\times$ 企业利润率 (%)
(四)	材料补差	$\Sigma$ (材料预算价格 - 材料基价) $\times$ 材料消耗量
(五)	未计价装置性材料	$\Sigma$ 未计价装置性材料用量 $\times$ 材料预算价格
(六)	税金	[(一) + (二) + (三) + (四) + (五)] $\times$ 税率 (%)
(七)	安装工程单价合计	(一) + (二) + (三) + (四) + (五) + (六)

(2) 费率形式的安装单价见表。

安装工程单价按费率形式计算表

序号	项目	计算方法
(一)	直接费	(1) + (2)
(1)	基本直接费	①+②+③+④
①	人工费	定额材料费费率(%) × 人工费调整系数 × 设备原价
②	材料费	定额材料费费率(%) × 设备原价
③	装置性材料费	定额装置性材料费费率(%) × 设备原价
④	机械使用费	定额机械使用费费率(%) × 设备原价
(2)	其他直接费	(1) × 其他直接费费率之和(%)
(二)	间接费	人工费 × 间接费费率(%)
(三)	企业利润	[(一) + (二)] × 企业利润率(%)
(四)	税金	[(一) + (二) + (三)] × 税率(%)
(五)	安装工程单价合计	(一) + (二) + (三) + (四)

注：其人工费费率不变，材料费费率除以 1.03，机械使用费费率除以 1.1，装置性材料费费率除以 1.13。计算基数不变，仍为含增值税的设备费。



## 第四节 分部工程概算编制

### 第一部分 建筑工程

建筑工程按主体建筑工程、交通工程、房屋建筑工程、供电设施工程、其他建筑工程分别采用不同的方法编制。

#### 一、主体建筑工程

(1) 主体建筑工程概算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

(2) 主体建筑工程量应遵照《水利水电工程设计工程量计算规定》，按项目划分要求，计算到三级项目。

(3) 当设计对混凝土施工有温控要求时，应根据温控措施设计，计算温控措施费用，也可以经过分析确定指标后，按建筑物混凝土方量进行计算。

(4) 细部结构工程。参照水工建筑工程细部结构指标表确定。

表：水工建筑工程细部结构指标表

项目名称	混凝土重力坝、重力拱坝、宽缝重力坝、支墩坝	混凝土双曲拱坝		土坝、堆石坝、砌石坝	防洪堤
单位	元/m <sup>3</sup> （坝体方）				
综合指标	16.2	17.2		1.15	0.79
项目名称	进水口、进水塔	溢洪道	隧洞	竖井、调压井	高压管道
单位	元/m <sup>3</sup> （混凝土）				
综合指标	19	18.1	15.3	19	4
项目名称	电（泵）站、地面厂房	电（泵）站、地下厂房		船闸	明渠（衬砌）
单位	元/m <sup>3</sup> （混凝土）				
综合指标	37	57		30	8.45
项目名称	渡槽	水闸	冲砂闸、泄洪闸	暗渠、倒虹吸	
单位	元/m <sup>3</sup> （混凝土）				
综合指标	54	48	42	17.7	

注：1. 表中综合指标包括多孔混凝土排水管、廊道木模制作与安装、止水工程、伸缩缝工程、接缝灌浆管路、冷却水管路、栏杆、照明工程、爬梯、通气管道、排水工程、排水渗井钻孔及反滤料、坝坡踏步、孔洞钢盖板、厂房内上下水工程、防潮层、建筑钢材及其他细部结构工程。

2. 表中综合指标仅包括基本直接费内容。

3. 改扩建及加固根据设计确定细部结构工程的工程量。其他工程，如果工程设计能够确定细部结构工程的工程量，可按设计工程量乘以工程单价进行计算，不再按上表指标计算。

#### 二、交通工程

交通工程投资按设计工程量乘以单价进行计算，也可根据工程所在地区造价指标或有关实际资料，采用扩大单位指标编制。

### 三、房屋建筑工程

#### 1.永久房屋建筑

(1) 用于生产、管理办公的房屋建筑面积，由设计单位按有关规定结合工程规模确定，单位造价指标根据当地相应建筑造价水平确定。

(2) 值班宿舍及文化福利建筑的投资按主体建筑工程投资的百分率计算。

引水工程 0.4%~0.6%

河道工程 0.4%

(注：投资小或工程位置偏远者取大值，反之取小值。)

(3) 除险加固工程(含枢纽、引水、河道工程)、灌溉田间工程的永久房屋建筑面积由设计单位根据有关规定结合工程建筑需要确定。

#### 2.室外工程投资

一般按房屋建筑工程投资的15%~20%计算。

### 四、供电设施工程

供电设施工程根据设计的电压等级、线路架设长度及所需配备的变配电设施要求，采用工程所在地区造价指标或有关实际资料计算。

### 五、其他建筑工程

1.安全监测设施工程，指属于建筑工程性质的内部外观测设施。安全监测工程项目投资应按设计资料计算。如无设计资料时，可根据坝型或其他工程型式，按照主体建筑工程投资的百分率计算。

当地材料坝 0.9%~1.1%

混凝土坝 1.1%~1.3%

引水式电站(引水建筑物) 1.1%~1.3%

堤防工程 0.2%~0.3%

2.照明线路、通信线路等工程投资按设计工程量乘以单价或采用扩大单位指标编制。

3.其余各项按设计要求分析计算。

## 第二部分 机电设备及安装工程

机电设备及安装工程投资由设备费和安装工程费两部分组成。

### 一、设备费

设备费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购保管费。

#### 1.设备原价

(1) 国产设备以出厂价或设计单位分析论证后的询价为设备原价。

(2) 进口设备，以到岸价和进口征收的税金(关税、增值税等)、银行手续费等各

项费用之和为原价。到岸价采用与厂家签订的合同价或询价，税金和手续费等按现行规定计算。

进口设备购置费=进口设备抵岸价+设备运杂费

进口设备抵岸价=货价+国外运费+国外运输保险费+银行财务费+外贸手续费+进口关税+增值税+消费税

①进口设备的货价=离岸价（FOB价）×人民币外汇牌价

②国外运费=离岸价×运费率

③国外运输保险费=（（离岸价+国外运费）/（1-国外运输保险费率））×国外运输保险费率

④银行财务费=离岸价×人民币外汇牌价×银行财务费率

⑤外贸手续费=进口设备到岸价×人民币外汇牌价×外面手续费率

其中，进口设备到岸价（CIF）=离岸价+国外运费+国外运输保险费

⑥进口关税=到岸价×人民币外汇牌价×进口关税税率

⑦增值税：增值税是我国政府对从事进口贸易的单位和个人，在进口商品报关进口后征收的税种。我国增值税条例规定，进口应税产品均按组成计税价格，依税率直接计算应纳税额，不扣除任何项目的金额或已纳税额。即：

进口产品增值税额=组成计税价格×增值税率

组成计税价格=到岸价×人民币外汇牌价+进口关税+消费税

增值税基本税率为13%。

⑧消费税：对部分进口产品（如轿车等）征收，计算公式为：

消费税=（（到岸价×人民币外汇牌价+关税））×消费税率

例：某公司拟从国外进口一套机电设备，重量1500吨，装运港船上交货价，即离岸价（FOB价）为400万美元。其他有关费用参数为：国际运费标准为360美元/吨，海上运输保险费率为0.266%，中国银行手续费率为0.5%，外贸手续费率为1.5%，关税税率为8.8%，增值税税率为13%，美元的银行外汇牌价为1美元=7.03元人民币，设备的国内运杂费率为2.5%。估算该设备购置费。

解：

进口设备货价=400×7.3=2812万元

国际运费=360×1500×7.3=379.62万元

国外运输保险费=（（2812+379.62）/（1-0.266%））×0.266%=8.512万元

进口关税=（2812+379.62+8.512）×8.8%=281.61万元

增值税=（2812+379.62+8.512+281.61）×13%=452.63万元

银行财务费=2812×0.5%=14.06万元

外贸手续费=（2812+379.62+8.512）×1.5%=48万元

国内运杂费=2812×2.5%=70.3万元

设备购置费=2812+379.62+8.512+281.61+452.63+14.06+48+70.30=4066.73 万元

## 2. 运杂费

运杂费分主要设备运杂费和其他设备运杂费，均按占设备原价的百分率计算。

(1) 主要设备运杂费费率，见下表。

序号	设备分类	费率 (%)
1	泵站的机泵、阀、电气设备	7
2	起重机、水利机械、启闭机、闸门设备等	5

(2) 其他设备运杂费率按照 7% 计取。

### 3. 运输保险费

按有关规定计算。

### 4. 采购及保管费

按设备原价、运杂费之和的 0.7% 计算。

### 5. 运杂综合费率

运杂综合费率=运杂费率+(1+运杂费率)×采购及保管费率+运输保险费费率

上述运杂综合费率，适用于计算国产设备运杂费。进口设备的国内段运杂综合费率，按国产设备运杂综合费率乘以相应国产设备原价占进口设备原价的比例系数进行计算（即按相应国产设备价格计算运杂综合费率）。

### 6. 交通工具购置费

交通工具购置费指工程竣工后，为保证建设项目初期生产单位正常运行必须配备的车辆和船只所产生的费用。

计算方法：工程等级指标控制。

主要设备运杂费率表

工程等级 购置费 指标 (万元)	小 (2) 型	小 (1) 型	中型
	0~10	5~20	20~60

## 二、安装工程费

安装工程投资按设备数量乘以安装单价进行计算。

### 第三部分 金属结构设备及安装工程

编制方法同第二部分机电设备及安装工程。

### 第四部分 施工临时工程

#### 一、导流工程

按设计工程量乘以工程单价进行计算。

#### 二、施工交通工程

按设计工程量乘以单价进行计算，也可根据工程所在地区造价指标或有关实际资料，采用扩大单位指标编制。

#### 三、施工场外供电工程

根据设计的电压等级、线路架设长度及所需配备的变配电设施要求，采用工程所在地区造价指标或有关实际资料计算。

#### 四、施工房屋建筑工程

施工房屋建筑工程包括施工仓库和办公、生活及文化福利建筑两部分。施工仓库，指为工程施工而临时兴建的设备、材料、工器具等仓库；办公、生活及文化福利建筑，指施工单位、建设单位（包括监理）及设计代表在工程建设期所需的办公室、宿舍、招待所和其它文化福利设施等房屋建筑工程。不包括列入临时设施和其他施工临时工程项目内的电、风、水、通信系统，砂石料系统，混凝土拌和及浇筑系统，木工、钢筋、机修等辅助加工厂，混凝土预制构件厂，混凝土制冷、供热系统，施工排水等生产用房。

##### （1）施工仓库

建筑面积由施工组织设计确定，单位造价指标根据当地生活福利建筑的相应造价水平确定。

##### （2）办公、生活及文化福利建筑

按一至四部分建安工作量之和的百分率计算。

施工房屋建筑工程指标表

序号	工期	百分率
1	≤3年	1.5%~2.0%
2	>3年	1.0%~1.5%

注：河道治理、堤防工程、人畜饮水工程取中小值，枢纽工程、灌溉工程、引水工程取中高值。

### 五、其他施工临时工程

按工程一至四部分建安工作量（不包括其他施工临时工程）之和的百分率计算。

其他施工临时工程

序号	工程类别	计算基础	百分率
1	中型	建安工作量	1.5%~3.0%
2	小型	建安工作量	0.5%~2.0%

注：河道治理、堤防工程、人畜饮水工程取中小值，枢纽工程、灌溉工程、引水工程取中高值。

## 第五节 独立费用

### 一、建设管理费

建设管理费以工程一至四部分建安工作量为计算基数，按下表所列费率，以超额累进办法计算。原则上应按整体工程投资统一计算，工程规模较大时可分段计算。

简化计算公式为：一至四部分建安工作量×该档费率+辅助参数。

建设单位管理费率表

序号	一至四部分建安工作量（万元）	费率（%）	辅助参数（万元）
1	≤500	6.0	0
2	500~1000	4.7	6.5
3	1000~3000	4.2	11.5
4	3000~5000	3.7	26.5
5	5000~8000	3.2	51.5
6	8000~10000	2.8	83.5
7	>10000	2.5	113.5

其中：

建设管理费中技术咨询费可参考国家计委计价格〔1999〕1283号文颁布的《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》和宁夏回族自治区物价局宁价费发〔2005〕101号文颁发的《宁夏回族自治区建设项目前期工作咨询收费暂行规定》及其他相关规定执行。

建设管理费中招标业务费可参考国家计委计价格〔2002〕1980号文颁发的《招标代理服务收费管理暂行办法》及其他相关规定执行。

### 二、工程建设监理费

按照国家发改委发改价格〔2007〕670号文颁发的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》及其他相关规定执行。

### 三、联合试运转费

费用指标见表。

联合试运转费用指标表

水电站工程	单机容量（万KW）	≤0.05	≤0.1	≤0.15	≤0.2	≤0.25	≤0.5	≤1	≤2
	费用（万元/台）	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	6.0	8.0
泵站工程	电力泵站	50~60元/kW							

#### 四、生产准备费

##### 1.生产及管理单位提前进厂费

按一至四部分建安工作量的 0.15%~0.35% 计算。

新建灌溉工程、引水工程可取中值或高值，改扩建与加固工程、堤防及沟渠改造工程原则上不计此项费用，如确实需要，可按低值计列。

##### 2.生产职工培训费

按一至四部分建安工作量的 0~0.55% 计算。

新建灌溉工程、引水工程可取中值或高值，改扩建可取低值，加固工程、堤防及农水工程原则上不计此项费用。

##### 3.管理用具购置费

按一至四部分建安工作量的 0.03% 计算。加固工程、堤防及农水工程原则上不计此项费用。

##### 4.备品备件购置费

按占设备费的 0.6% 计算。

注：①设备费应包括机电设备、金属结构设备以及运杂费等全部设备费。②电站、泵站同容量、同型号机组超过一台时，只计算一台的设备费。

##### 5.工器具及生产家具购置费

按占设备费的 0.2% 计算。

#### 五、科研勘测设计费

##### 1.工程科学研究试验费

按工程建安工作量的百分率计算。其中：枢纽及引水工程取 0.7%；河道工程取 0.3%。灌溉田间工程一般不计此项费用。

##### 2.工程勘测设计费

项目建议书、可行性研究阶段勘测设计费：执行国家发改委发改价格〔2006〕1352 号文颁布的《水利、水电工程建设项目前期工作工程勘察收费标准》和原国家计委计价格〔1999〕1283 号文颁布的《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》。

初步设计、招标设计及施工图设计阶段勘测设计费：执行国家计委、建设部计价格〔2002〕10 号文件颁布的《工程勘察设计收费标准》。应根据所完成的相应勘测设计工作阶段确定工程勘测设计费，未发生的工作阶段不计相应阶段勘测设计费。

#### 六、其他

1.安全生产措施费按工程一至四部分建安工作量的 1.2%~1.8% 计算。中型工程取中高值，小型工程取中低值。



2.工程质量检测费

按工程一至四部分建安工作量的 0.3%~0.5%计取。

3.工程保险费

按工程一至四部分投资合计的 0.45%~0.50%计算，田间工程原则上不计此项费用。

4.其他税费

按国家有关规定计取。

## 第六节 预备费及建设期融资利息

### 一、预备费

#### 1.基本预备费

计算方法：根据工程规模、施工年限和地质条件等不同情况，按工程一至五部分投资合计（依据分年度投资表）的百分率计算。

初步设计阶段为 5.0%~8.0%。

技术复杂、建设难度大的工程项目取大值，其他工程取中小值。

#### 2.价差预备费

计算方法：根据施工年限，以现金流量表的静态投资为计算基数。

按有关部门适时发布的年物价指数计算。

计算公式：

$$E = \sum_{x=1}^N F_x [(1+P)^x - 1]$$

式中：

E—价差预备费；

N—合理建设工期；

n—施工年度；

F<sub>n</sub>—建设期间现金流量表内第 n 年的投资；

P—年物价指数。

### 二、建设期融资利息

计算公式：

$$S = \sum_{x=1}^N \left[ \left( \sum_{m=1}^x F_m b_m - \frac{1}{2} F_x b_x \right) + \sum_{m=0}^{x-1} S_m \right] \times i$$

式中：

S—建设期融资利息；

N—合理建设工期；

n—施工年度；

m—还息年度；

F<sub>n</sub>、F<sub>m</sub>—在建设期现金流量表内第 n、m 年的投资；

b<sub>n</sub>、b<sub>m</sub>—各施工年份融资额占当年投资比例；

$i$ —建设期融资利率；  
 $S_m$ —第  $m$  年的付息额度。

### 三、工程静态总投资

一至五部分投资与基本预备费之和构成工程部分静态总投资。编制工程部分总概算表时，在第五部分独立费用之后，应顺序计列以下。

项目：

- (1) 一至五部分投资合计。
- (2) 基本预备费。
- (3) 静态总投资。

工程部分、建设征地移民补偿、环境保护工程、水土保持工程静态投资之和构成静态总投资。

### 四、总投资

静态总投资、价差预备费、建设期融资利息之和构成总投资。编制工程概算总表时，在工程投资总计中应顺序计列以下项目：

- (1) 静态总投资（汇总各种部分静态投资）。
- (2) 价差预备费。
- (3) 建设期融资利息。
- (4) 总投资。

例 某地区拟新建一堤防工程，根据初步设计成果，其设计概算部分成果如下：

建筑工程投资 11307.93 万元；机电设备及安装工程中，设备费 156.72 万元、安装费 117.56 万元；金属结构及安装工程中，设备费 418.20 万元，安装费 68.32 万元；导流工程投资 14.08 万元；施工交通工程投资 258.00 万元；施工场外供电工程 20.00 万元；施工房屋建筑工程投资 222.33 万元；工程勘测设计费 945.81 万元；独立费用中其他为 64.14 万元，工程建设监理费 196.49 万元。

建设单位管理费率表

序号	一至四部分建安工作量（万元）	费率（%）	辅助参数（万元）
1	≤500	6.0	0
2	500~1000	4.7	6.5
3	1000~3000	4.2	11.5
4	3000~5000	3.7	26.5
5	5000~8000	3.2	51.5
6	8000~10000	2.8	83.5
7	>10000	2.5	113.5

已知:

其他施工临时工程按一至四部分建安工作量之和的 1.5% 计算。

建设管理费费率见上表。

简化计算公式为: 一至四部分建安工作量  $\times$  该档费率 + 辅助参数。

科研勘测设计费中工程科学研究试验费按一至四部分建安工作量的百分率计算, 其中枢纽工程取 0.7%, 饮水工程及河道工程取 0.3%。

本工程不包含生产准备费、联合试运转费。

问题:

宁夏水利工程按工程性质划分为哪几类? 本工程属于哪一类?

简要回答施工临时工程和独立费用的组成?

计算施工临时工程投资?

计算独立费用?

以上计算结果均保留两位小数。

### 答案

问题 1:

宁夏水利工程按工程性质划分为枢纽工程、引水工程及河道工程。本工程属于引水及河道工程中的堤防工程。

问题 2:

施工临时工程由导流工程、施工交通工程、施工场外供电工程、施工房屋建筑工程和其他施工临时工程组成。

独立费用由建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、生产准备费(包括生产及管理单位提前进厂费、生产职工培训费、管理用具购置费、备品备件购置费和工器具及生产家具购置费)、科研勘测设计费(包括工程科学研究试验费和工程勘测设计费)和其他组成。

问题 3

一至四部分建安工作量(不包括其他施工临时工程)

= 建筑工程建安工作量 + 机电设备及安装工程建安工作量 + 金属结构设备及安装工程建安工作量 + 施工临时工程建安工作量(不包括其他施工临时工程)

= 111307.93 + 117.56 + 68.32 + 14.08 + 258.00 + 20.00 + 222.33

= 12008.22 万元

其他施工临时工程投资 = 一至四部分建安工作量  $\times$  1.5%

= 12008.22  $\times$  1.5%

= 180.12 万元

施工临时工程投资 = 导流工程投资 + 施工交通工程 + 施工场外供电工程 + 施工房屋建筑工程 + 其他施工临时工程组成。

$$=14.08+258.00+20.00+222.33+180.12$$

$$=694.53 \text{ 万元}$$

问题 4

一至四部分建安工作量=建筑工程建安工作量+机电设备及安装工程建安工作量+金属结构设备及安装工程建安工作量+施工临时工程建安工作量

$$=11307.93+117.56+68.32+694.23$$

$$=12188.34 \text{ 万元}$$

一至四部分设备费=机电设备及安装工程设备费+金属结构设备及安装工程设备费

$$=156.72+418.20$$

$$=574.92 \text{ 万元}$$

建设管理费=一至四部分建安工作量×该档费率+辅助参数

$$=12188.34 \times 2.5\% + 113.50$$

$$=418.21 \text{ 万元}$$

工程科学研究试验费： $12188.34 \times 0.3\% = 36.57$  万元

科研勘测设计费=工程科学研究试验费+工程勘测设计费

$$=36.57+945.81=982.38 \text{ 万元}$$

独立费用=建设管理费+工程建设监理费+科研勘测设计费+其他

$$=418.21+196.49+982.38+64.14$$

$$=1661.22 \text{ 万}$$

## 第七节 建设征地移民补偿、环境保护工程、水土保持工程造价构成

### 一、建设征地移民补偿

水利水电工程建设征地移民安置是水利水电工程设计的重要组成部分，是工程设计方案比选的一项重要内容，关系到工程规模的合理选定，关系到移民的生产、生活和有关地区国民经济的恢复与发展以及社会稳定，必须以实事求是的科学态度，深入细致地调查研究，精心设计。

建设征地移民补偿的费用构成应根据《水利工程设计概（估）算编制规定（建设征地移民补偿）》（水总[2014]429号）执行。

项目划分及组成：包括农村部分、城（集）镇部分、工业企业、专业项目、防护工程、库底清理和其他费用。应根据具体工程情况分别设置一级、二级、三级、四级、五级项目。

#### （一）农村部分

费用内容包括征地补偿补助费、房屋及附属物补偿费、居民点新址征地及基础设施建设费、农村集体设施补偿费、搬迁补助费、其他补偿补助费、坟墓补偿费、过渡期补助费和生产安置措施费等。

1. 征地补偿补助费，包括土地补偿及安置补助费、临时用地补偿费、临时用地复垦费、林木和青苗补偿费等。

（1）征收集体土地的土地补偿及安置补助费标准根据国家和本省有关规定，执行地方县（市区）人民政府制定的本行政区域征地的区片综合价。

（2）使用国有农用地的土地补偿及安置补助费标准，参照征收集体土地的补偿标准；使用国有未利用地，不予补偿；使用国有建设用地的补偿费列入第十部分。

（3）临时用地补偿费包括土地使用期补偿费、恢复期补助费。

（4）土地使用期补偿费：根据临时用地面积、土地年产值及使用年限计算确定，土地年产值的计列中，耕地按前三年平均年产值计算，林地按林地年产值或可按耕地年产值的50%计算。

（5）恢复期补助费：耕地恢复期一般按3年考虑，3年的补助费分别按年产值的50%、30%、20%计算。

（6）临时用地复垦费，应根据临时用地类别，使用方式、损毁程度等因素开展土地复垦设计，并采用相关行业的概算编制办法、计算标准和定额进行概算编制，未开展复垦设计的项目，可采用综合单价法计算。对临时使用耕地的复垦费纳入征地移民补偿概算，对临时使用林地、未利用地等其他土地的复垦费纳入水土保持工程概算。

（7）林木和青苗补偿费，包括永久征地及临时用地范围内的林木和青苗补偿费，应

根据作物类别、种植面积及当地人民政府规定的补偿标准计算确定。

2.房屋及附属物补偿费，包括房屋结构补偿费、房屋装修补助费、附属物补偿费。

(1)房屋结构补偿标准宜根据典型设计成果或地方人民政府或行政主管部门公布的重置价格分析确定。对不同结构的房屋应选择其主要类型进行典型设计，按重置成本（不考虑旧料利用）计算其造价，并以此为基础确定相应结构的房屋结构补偿标准。

(2)房屋装修补助标准可按县级地方人民政府的有关规定，以装修的类别及量纲计算确定：没有规定的或未开展装修调查的，可按房屋的基本结构（不含简易结构）补偿标准的10%~20%计列。

(3)附属物补偿费包括附属建筑物补偿费及附属设施、设备补偿费，其补偿标准根据县级地方人民政府的有关规定确定，没有规定的可根据附属物的类别及量纲分析确定，其中附属建筑物按照重置价格确定，附属设备包括可搬迁设备及不可搬迁设备，可搬迁设备补助标准根据拆卸保障费、运输费、安装调试费等分析确定，不可搬迁设备补偿标准根据重置成本、变现价值及变现费用分析确定。

3.居民点新址征地及基础设施建设费包括新址征地补偿费和基础设施建设费。

(1)新址征地补偿费包括土地补偿及安置补助费、临时用地补偿费、临时用地复垦费、林木和青苗补偿费、建（构）筑物补偿费等。土地补偿及安置补助费、临时用地补偿费、临时用地复垦费、林木和青苗补偿费参照农村部分相关补偿标准计算；建（构）筑物补偿费包括房屋及附属物补偿费、坟墓补偿费、专项设施补偿费等，参照农村部分的相关规定执行。

(2)基础设施建设费，基础设施工程包括场地平整和新址防护、居民点内道路、广场、供水、排水、供电、通讯、广播电视、燃气、消防减灾、环卫、绿化等项目。基础设施建设费按居民安置点规划设计成果计列工程费用及工程建设其他费用。对于采用分散安置的，应计列基础设施补偿费，基础设施补偿费应根据安置规模，采用综合单价法计算确定。

(3)农村集体设施补偿费，包括移民集体所有的农田水利设施、文化教育和医疗卫生设施的补偿费，对在安置区建设中已恢复其原有功能的集体设施，不予补偿；对不需要恢复的，根据重置价格确定补偿标准。

(4)搬迁补助费，包括搬迁移民个人和集体的物资时发生的车船运输费、途中食宿费、物资搬迁运输费、搬迁保险费、误工补助费、物资损失补助费和临时住房补贴等。其补助标准应执行地方人民政府有关规定，没有规定的，可按人均或户均指标分项分析确定。

(5)车船运输费，根据移民安置规划确定的搬迁距离、运输方案等综合分析确定。

(6)途中食宿费，根据移民安置规划确定的搬迁距离、途中时间等综合分析确定。

(7)物资搬迁运输费，可以人、户或房屋单位面积（主房）为单位，对物资搬运量进行典型推算，根据移民安置规划确定的搬迁距离、运输方式等综合分析确定物资搬运

单价。

(8) 搬迁保险费, 根据保险业相关人身意外伤害险规定确定。E. 误工补助费, 包括搬迁期和建房期的误工补助, 根据搬迁距离, 建房时间和当地人均可支配收入情况综合分析确定。

(9) 物资损失补偿费, 按搬迁过程中物资损失价值计列。

(10) 临时住房补贴费, 一般以户为单位, 按当地基本住房面积、租期和租房价格分析确定, 租期一般可按 1 年~2 年考虑。

4. 其他补偿补助费, 包括零星林(果)木补偿费、生产设施(渔业设施、生产大棚等)补偿费和贫困移民建房补助费等, 按补偿补助的数量分项计算。

5. 坟墓补偿费, 包括坟墓搬迁费及公墓建设费, 坟墓搬迁费可按县级地方人民政府的有关规定确定, 或采用相近地区同类工程的补偿单价确定; 采用公墓安置的, 应根据生态公益性公墓建设标准, 按照坟墓迁移数量, 将公墓建设费用或公墓扩容费用纳入征地移民补偿概算。

6. 过渡期补助费, 指移民搬迁和生产恢复过渡期间的生活补助费, 以规划生产安置人口或搬迁安置人口为基数计算, 过渡期一般可按 1 年~3 年考虑, 补助标准可参照安置地农村居民人均可支配收入或最低生活保障水平综合确定。

7. 生产安置措施费, 以集体经济组织为单元, 根据生产安置规划投资平衡分析确定, 当生产安置规划投资大于征收集体主地中主要生产资料的土地补偿补助费时, 可增列生产安置措施费。生产安置人口一般采用人耕地或人土比的方法计算, 即扣除农村集体经济组织中参加被征地地农民社会保障的人口和已转为城值居民的原农业人口。采用被征地农民基本生活保障安置方式的, 不列生产安置措施费。

## (二) 城(集)镇部分补偿费

费用内容包括房屋及附属建筑物补偿费、新址征地补偿及基础设施建设费, 搬迁补助费、其他补偿补助。

1. 房屋及附属建筑物补偿费, 包括移民个人的房屋补偿费, 房屋装修补偿费、附属建筑物补偿费, 按照不同结构类型、质量标准的重置价格确定。

2. 居民点新址征地及基础设施建设费, 包括新址征地补偿费和基础设施建设费。

(1) 新址征地补偿费, 包括征收土地的土地补偿及安置补助费、临时用地补偿费, 临时用地复垦费、林木和青苗补偿费、建(构)筑物补偿费等, 根据规划新址范围内的实物成果分项计算。

(2) 基础设施建设费, 基础设施工程包括规划新址范围内场地平整和新址防护, 道路、广场、供水、排水、供电、通讯、广播电视、燃气、防灾减灾、环卫、园林绿化等, 基础设施建设费应根据新址规划设计成果分项计列工程费用及工程建设其他费用。

3. 搬迁补助费, 包括搬迁时的车船运输费、途中食宿费、物资装卸费、搬迁保险费、物资损失补助费、误工补助费和临时住房补贴等。



4.其他补偿补助费，包括移民个人所有的零星林（果）木补偿费、贫困移民建房补助费。

### （三）企（事）业单位补偿费

企（事）业单位处理宜采用一次性货币补偿的处理方式，补偿费用内容包括农用地及未利用地补偿费、建设用地补偿费、基础设施补偿费、房屋补偿费、其他建（构）筑物补偿费、设备补偿费、户口在企业人员的搬迁补助费、房屋装修补助费、矿业权补偿费、水电站补偿费、其他项目补偿费等。对采用迁建处理的企（事）业单位，应增列存货处理费、停产损失补偿费及其他费用。

1.农用地及未利用地补偿费，企业依法使用的农用地及未利用地补偿标准参照农村部分相应土地的补偿标准。

2.建设用地补偿费，企业依法使用的农村集体所有建设用地补偿标准参照农村部分补偿费的有关标准，使用国有建设用地补偿费用列入第十部分。采用迁建处理的企业，应计列新址征地补偿费，并参照农村部分确定其补偿标准及费用列项。

3.基础设施补偿费，基础设施工程主要包括场地平整和防护工程、道路、广场、供水、排水、供电、通讯、广播电视、燃气、防灾减灾、环卫、园林绿化等，基础设施补偿费可根据还原设计成果计算确定，也可采用综合单价法分析确定。采用迁建处理的企业，应计列基础设施建设费，基础设施建设费根据新址规划设计成果分项计列工程费用及工程建设其他费用。

4.房屋及附属建筑物补偿费，包括各种结构、类型、用途的房屋及附属建筑物补偿费，按重置价格分项计算。

5.设备补偿费，包括可搬迁设备和不可搬迁设备的补偿费。采用一次性货币补偿的企业，设备补偿费应根据设备的首置成本、变现价值和变现费用，结合成新率分析确定。采用迁建处理的企业，可搬迁设备仅考虑设备的拆卸、包装、运输、安装和调试费用；不可搬迁设备补偿费应考虑可折现的残值，并根据需要补偿的各类设备数量乘以相应的补偿单价计算。对闲置的设备可适当补偿，对淘汰、报废的设备一般不予补偿。

6.存货处理费，存货数量以实物调查数量为基础，结合企业正常生产需要量综合确定。当存货处理费大于其重置成本时，按重置成本计算补偿费用。对长期停产的、破产的、需关停的及建设征地不影响其正常生产的企业，不计存货处理费。

7.停产损失补偿费，根据停产期及停产期补助标准计算确定。停产期应根据企业规模、行业特点、设备搬迁、安装和调试难易程度等综合确定，停产期补助包括停产期职工薪酬、企业必须发生的成本（不含职工薪酬）和净利润；对长期停产的、破产的、需关停的及建设征地不影响其正常生产的企业，不计停产损失补偿费。

8.户口在企业人员的搬迁补助费，参照农村部分或城（集）镇居民的补助标准计算。

9.房屋装修补助费，参照农村部分或城（集）镇部分补助标准计算。

10.矿业权补偿费，建设项目实施后，压覆已设置矿业权（包括采矿权和探矿权）矿

产资源的，应计列矿业权补偿费用。补偿费用包括矿业权人被压覆资源储量在当前市场条件下所应缴的价款（无偿取得的除外），所压覆的矿产资源分担的勘查投资、已建的开采设施投入及搬迁相应设施等直接损失。

11.水电站补偿费用，采取改建措施处理的水电站，补偿费用应根据改建工程费、固定资产损失费、改建期间的停产损失计算确定；一次性补偿的水电站，生活用房补偿费应按农村或城（集）镇同结构房屋的标准计算，办公用房、生产用房、设施、设备等补偿费应按装机规模和综合单价计算，或根据实际情况采用重置成本方法计算。

12.其他项目补偿费，包括零星树木等与农村、城（集）镇相同项目的补偿费用，参照农村部分、城（集）镇部分的补偿标准计算。

13.其他费用，主要包括迁（改）建企业的前期工作费、建设单位管理费、工程监理费、联合试运转费、企业资产补偿评估费。应按地方人民政府的有关规定或行业规定计列。

#### （四）专业项目补偿费

费用内容包括铁路工程、公路工程、库周交通工程、输变电工程、电信工程、广播电视工程、水利水电设施、安置点对外连接工程、文物古迹和其它项目等恢复改建补偿费。

1.受淹铁路、公路、输变电、通信、广播电视等设施的处理费，应根据国家、省、自治区、直辖市颁发的概算编制办法和有关规定计算，按照恢复改建方案的设计成果计列工程费用及工程建设其他费用，未开展设计的小型专业项目可按照综合单价法确定。

2.水利水电设施补偿费，根据功能恢复情况、权属情况、复建方案或其他处理规划分项计算。

3.库周交通恢复费，根据水库库周交通恢复规划项目计算。机耕路、人行路、人行渡口和农村码头等以复建指标乘以相应单价计算。

4.安置点对外连接工程建设费，应根据相关行业的概算编制办法和有关规定，按照安置点对外连接规划设计成果计列工程费用及工程建设其他费用。

5.文物古迹保护费，按确定的保护方案所需费用计列。

6.其他项目补偿费，包括军事设施、风景名胜区、自然保护区、水文站、测量永久标志等项目，应根据各项目的淹没影响实物和迁移复建或保护的规划设计成果，分项计算迁建或恢复补偿费。

#### （五）防护工程费

费用内容包括建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、施工临时工程、独立费用。按照选定的防护工程方案设计所需的费用计列工程费用及工程建设其他费用，防护工程建成后的运行管理费用不计入防护工程投资。

#### （六）库底清理费

费用内容包括建（构）筑物清理费、林木清理费、易漂浮物清理费、卫生清理费、固体废物清理费等。

1.建（构）筑物清理费，包括建筑物清理费和构筑物清理费，根据清理实物量及拆

除方案合理确定，也可按照清理实物量和综合单价确定。

2.林木清理费，包括林地清理费用、园地清理费用、迹地清理费用和零星树木清理费用，根据清理实物量及砍伐、外运方案合理确定，也可按照清理实物量和综合单价确定。

3.易漂浮物清理费，包括建构筑物清理后废弃的木质门窗、木质檩椽、木质杆材、油毡、塑料等清理费用、林木砍伐后残余的枝丫、枯木清理费用及田间、农舍旁边堆置的秸秆清理费用等，根据清理实物量及清理所需人工、施工机械台班费等合理确定，也可按照清理实物量和综合单价确定。

4.卫生清理费，包括一般污染源清理费、传染性污染源清理费、生物类污染源清理费和检测费等，清理费根据清理实物量及清理所需人工、材料、施工机械台班费等合理确定，也可按照清理实物量和综合单价确定。

5.固体废物清理费，包括生活垃圾清理费、工业固体废物清理费、危险废物清理费和检测费等，清理费根据清理实物量及清理所需人工、材料、施工机械台班费等合理确定，也可按照清理实物量和综合单价确定。

### （七）其他费用

其他费用包括前期工作费、勘测设计科研费、实施管理费、实施机构开办费、技术培训费，监督评估费。

1.前期工作费：在水利水电工程项目建议书阶段和可行性研究报告阶段开展建设征地移民安置前期工作所发生的各种费用，主要包括前期勘测设计，实物调查，移民专置规划大纲编制、移民安置规划报告编制以及咨询服务费等，枢纽工程可按至六项费用之和的2%~3%计列，河道引水可按一至六项费用之和的1%~2%计列。

2.勘测设计科研费：为初步设计和技施设计阶段征地移民设计工作所需要的勘测设计科研费用。根据工程建设征地移民的类型和规模，可按一~六项费用之和的2%~3%计列，河道工程，初步设计阶段占50%，技施设计阶段占50%；枢纽工程，初步设计阶段占40%，技施设计阶段占60%。

3.实施管理费：为移民实施机构和项目建设单位的管理费用，包括人员费，经常费，实施机构工作经费、移民专项验收费等。可按一至六项费用之和的2%~3%计列。

4.实施机构开办费：为移民实施机构启动和运作所必须配置的办公用房、车辆和设备购置及其他用于开办工作所需要的费用，根据移民规模和机构人员编制情况，分项计算确定。

5.技术培训费：为提高农村移民生产技能、文化素质和移民干部管理水平所需要的费用，可按第一项费用的0.5%计列。未涉及移民搬迁的不计此项费用。

6.监督评估费：监督费主要为对移民搬迁、生产开发、城（集）镇迁建、企（事）业单位和专业项目处理等活动进行监督所发生的费用。评估费主要为对移民搬迁过程中生产生活水平的恢复进行跟踪监测、评估所发生的费用。根据工程征地移民的规模和特点，可按一至六项费用之和的1%~1.5%计列（枢纽工程取上限，河道引水工程取下限）。

### （八）基本预备费

基本预备费：初步设计阶段基本预备费按第一～七部分投资之和的 8% 计列，

### （九）有关税费

费用内容包括耕地占用税、耕地开垦费、森林植被恢复费、占用水域补偿费。政府安排被征地农民基本生活保障资金、社会保障风险准备金、其他应缴纳的税费等。

### （十）其他专项费用

其他专项费用主要包括搬迁置增加费用、国有建设用地补偿费、被征地农民转入企业职工基本养老保险的相关费用、其他补助费用等，其补偿标准严格按照市、县人民政府有关政策文件予以执行。

## 二、环境保护工程

水利水电工程环境保护工程的费用构成，应根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）的规定执行。

水利水电环境保护项目分为环境保护措施、环境监测措施、环境保护仪器设备及安装、环境保护临时措施和环境保护独立费用五部分，分别设置一、二、三级项目。之外需考虑环境保护预备费和建设期融资利息。

### （一）组成内容

#### 1. 环境保护措施

环境保护措施应包括防止、减免或减缓工程对环境不利影响和满足工程环境功能要求而兴建的环境保护措施，主要有水环境（水质、水温）保护、土壤环境保护、陆生植物保护、陆生动物保护、水生生物保护、景观保护及绿化、人群健康保护、生态需水以及其他如移民安置环境保护措施等共 10 项。

（1）水质保护应包括为防止、减免或减缓水利水电工程建设造成的河流水域功能降低等所采取的保护措施，以及为满足供水水质要求所采取的保护措施。主要有污水处理工程、水源地防护与生态恢复等。

（2）水温恢复应包括为防止、减免或减缓水利水电工程建设引起的河流水温变化对工农业用水及生态造成的影响所采取的措施。主要有分层取水工程、引水渠、增温池等。

（3）土壤环境保护应包括为防止、减免或减缓水利水电工程建设引起的土壤次生潜育化，次生盐碱化、沼泽化、土地沙化等所采取的保护措施。主要有防渗截渗工程、排水工程、防护林等。

（4）陆生植物保护应包括为防止、减免或减缓水利水电工程建设造成的陆生植物种群及生境破坏、珍稀及濒危植物受到淹没或生境破坏所采取的保护措施。主要有就地防护、迁地移栽、引种栽培、种质库保存等。

（5）陆生动物保护应包括为防止、减免或减缓水利水电工程建设对陆生动物种群、珍稀濒危野生动物种群及生境的影响所采取的保护措施。主要有建立迁徙通道、保护水

源、围栏、养殖等。

(6) 水生生物保护应包括为防止、减免或减缓兴建水利水电工程造成河流、湖泊等水域水生生物生境变化,对珍稀、濒危以及有重要经济、学术研究价值的水生生物的索饵场、产卵场、越冬场及洄游通道产生不利影响所采取的保护措施。主要有栖息地保护、过鱼设施,鱼类增殖站及人工放流、产卵池、孵化池、放养池等。

(7) 景观保护及绿化应包括为防止、减免或减缓兴建水利水电工程对风景名胜造成影响以及为美化环境所采取的保护及绿化措施。主要有植树、种草等。

(8) 人群健康保护应包括为防止水利水电工程建设引起的自然疫源性疾病、介水传染病、虫媒传染病、地方病等所采取的保护措施。主要有疫源地控制、防疫、检疫、传染媒介控制等。

(9) 生态需水保障措施应包括为保证水利水电工程下游河道的生态需水量而采取的工程和管理措施。主要有放水设施、拦水堰等。

(10) 其他环境保护措施应包括为防止、减免或减缓水利水电工程造成下游河道或水位降低,影响工程下游的水利、交通等设施的运行采取的工程保护措施和补偿措施;移民安置环境保护措施等。

## 2. 环境监测措施

环境监测措施应包括水质监测,大气监测、噪声监测,卫生防疫监测、生态监测等。运行期环境监测措施可包括监测站(点)等环境监测设施,不包括环境监测费用。

## 3. 环境保护仪器设备及安装

环境保护仪器设备及安装应包括为了保护环境和开展监测工作所需的仪器设备及安装,主要有环境保护设备,环境监测仪器设备。

(1) 环境保护设备应包括污水处理、噪声防治、粉尘防治、垃圾收集、处理及卫生防疫等设备。

(2) 环境监测仪器设备应包括水环境监测、大气监测、噪声监测、卫生防疫监测、生态监测等仪器设备。

## 4. 环境保护临时措施

环境保护临时措施应包括工程施工过程中,为保护施工区及其周围环境和人群健康所采取的临时措施。环境保护临时措施应分为废(污)水处理、噪声防治、固体废物处置,环境空气质量控制、人群健康保护等临时措施。

## 5. 环境保护独立费用

环境保护独立费用应包括建设管理费、环境监理费、科研勘测设计咨询费和工程质量监督费等。

(1) 建设管理费应分为环境管理经常费、环境保护设施竣工验收费、环境保护宣传及技术培训费。

(2) 环境保护科研勘测设计咨询费应分为科学研究试验费、环境影响评价费、勘测

设计费和技术咨询费等 4 项：

#### （二）费用构成

环境保护费应包括工程措施费、非工程措施费、独立费用、预备费、建设期融资利息。

- 1.工程措施费应包括建筑工程费、植物工程费、仪器设备及安装费。
- 2.非工程措施费应包括一次性补偿费用、施工期环境监测费和其他非工程措施费。
- 3.独立费用应包括环境建设管理费、监理费、科研勘测设计咨询费及工程质量监督费等。

### 三、水土保持工程

水土保持工程为《开发建设项目水土保持方案技术规范》所指的“拦渣工程、护坡工程、土地整治工程、防洪工程、机械固沙工程、泥石流防治工程、植物措施工程”等。水土保持工程的费用构成，应根据《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总[2003]67号）执行。

开发建设项目水土保持工程涉及面广，类型各异，内容复杂，为适应水土保持工程管理工作需要，满足水土保持工程设计和建设过程中各项工作要求，开发建设项目水土保持工程项目划分为工程措施、植物措施、施工临时工程和独立费用共四部分，各部分下设一、二、三级项目。

### 四、水利信息化项目简介

#### （一）概述

水利信息化建设是一项跨行业、跨学科的综合性和工程，是在国家信息化建设的统一部署下，按照国家确立的信息化建设方针、政策和总体规划，立足于水利系统，条块结合、联合共建、信息资源共享的一项系统工程

为加强水利信息化建设与管理，强化水利信息化资源整合共享和网络安全，保障水利信息化协调有序发展，根据《水利部信息化建设与管理办法》（水信息〔2016〕196号）的通知执行。

水利信息化建设与管理主要包括水利业务应用、水利信息资源、水利信息化基础设施、水利网络安全和水利信息化保障环境等方面的建设与管理。水利信息化建设与管理遵循“统筹规划、整合共享，统一标准、安全优先”的原则，并按照《水利信息化顶层设计》《水利信息化资源整合共享顶层设计》的要求和国家、水利行业有关信息化技术标准进行涉及国家秘密的水利信息化建设与管理严格按照国家保密有关规定执行。

水利信息化建设项目前期工作，按照《水利部直属单位基础设施建设投资计划管理办法》（水规计[2014]220号）通知或《水利部预算项目储备管理暂行办法》（水财务[2012]498号）通知的有关规定执行。

水利信息化建设应在国家有关信息化规划和全国水利信息化规划的指导下进行，并

按照水利部基本建设及预算管理有关规定，履行相应的立项程序。

水利信息化建设项目的采购应按照《中华人民共和国政府采购法》《中华人民共和国招标投标法》等有关规定执行。采购的产品，技术和服务须符合国家有关要求，确保采购正版软件，优先选用国产产品，确需采购进口产品的，应按有关规定报批。水利信息化建设项目主体建设任务完成后应进行试运行，试运行时间原则上不少于3个月，并做好功能与性能指标及修改完善等相关记录，编制试运行报告。水利信息化建设项目涉及的系统集成、安全服务、工程监理等应选择具有相应资质的单位。

## （二）灌区信息化项目内容

灌区信息化是指通过现代计算机、网络技术、电子通信、智能一体化控制、遥感卫星等技术构建灌区水资源信息感知、智能控制、动态调度，实现灌区基本数据的自动收集、远程传输、远程控制、实时存储、科学分析。

依托现代化物联网技术、3S技术、云技术、大数据技术和软件应用技术，建立较为完善的立体感知体系、自动控制体系、智能应用体系、主动服务体系、支撑保障体系，实现灌区水资源管理、工程管理、取用水管理、运行管理、防灾减灾管理、水生态水文化管理的智能化处理和人工辅助决策，提供特定用户特定信息、被动浏览变主动推送信息、方便交互行业信息、吸引公众主动参与、大数据专业分析的智慧服务，实现灌区管理水平的信息化、网络化和智能化。

灌区信息化建设内容包括：

### 1. 立体感知体系

- （1）干渠直开口自动化监控系统；
- （2）测水断面量水设施系统；
- （3）水闸的自动化监控系统；
- （4）泵站自动化监控系统；
- （5）涵盖山洪入渠、渡槽、涵洞及管理单位视频监测系统；
- （6）田间高效节灌自动化监控系统；

### 2. 智慧应用体系

- （1）灌区水量调度系统；
- （2）灌区灌溉管理系统；
- （3）灌区工程管理系统；
- （4）灌区防汛管理系统；
- （5）灌区水费征收系统；
- （6）安全生产系统；
- （7）灌区信息采集监控平台；
- （8）自动控制体系；

### 3. 支撑保障体系

- (1) 调度指挥中心建设;
- (2) 统一应用支撑平台;
- (3) 灌区专题数据库建设。



## 第3篇 水利工程计量与计价

为适应工程造价改革的需要,在掌握水利工程造价构成和定额相关知识基础上,通过工程计价基本理论、计价依据、建设各阶段计价方法和工程计量规则与方法的学习,具备在定额计价模式或工程量清单计价方法下编制投资估算、设计概算、施工图预算、工程价款结算和竣工决算的能力。

计量和计价都是在特定设计文件、标准、规范的框架下进行的造价活动。精度跟计算者的专业知识和现场经验密切相关。

### 第一章 水利工程计量

工程计量也就是工程量的计算,必须遵照一定的规则进行。在水利工程项目投资管理各个阶段中,规划阶段、可行性研究阶段、初步设计阶段执行水利行业概估算编制相关规定,属于计划行为,主要遵循2005年水利部制定的《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328—2005);招标设计阶段、招标投标阶段、施工建设阶段,以及完工阶段中涉及工程计价属于市场行为,执行2007年水利部编制的《水利工程工程量清单计价规范》(GB 50501-2007)工程造价是以工程量乘以工程单价计算得出的,因此工程量计算是编制工程造价的基本要素。工程量计算的准确与否,是衡量设计造价质量好坏的重要标志。

#### 第一节 工程计量的基本原理与方法

##### 一、工程计量的基本原理

###### (一) 工程计量的含义

工程计量就是按照水利工程国家行业有关标准的计算规则、计量单位等规定对各分类分项实体工程的工程量的计算活动,是工程计价活动的重要环节。

###### (二) 工程量的含义

工程量即工程的实物数量,是工程计量的结果,是指按一定规则并以物理计量单位或自然计量单位所表示的各分类分项工程或结构构件的数量。

水利水电工程的工程量,是确定水利工程造价的重要依据,是施工企业进行生产经营管理的重要依据,也是业主管理工程项目建设的重要依据。

###### (三) 计算规则

工程量计算规则是工程计量的主要依据之一，是工程量数值的取定方法。采用的规范或定额不同，工程量计算规则也不尽相同。在计算工程量时，应按照规定计算规则进行。

属于计划行为的规划、可行性和初步设计三个阶段执行水利行业概（估）算编制相关规定，主要遵循 2005 年水利部制定的《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）；招标设计、招标投标、施工建设及完工阶段中涉及工程计价属于市场行为，执行 2007 年水利部制定的《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）。《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）用于规范工程计量行为，统一各专业工程量清单编制、项目设置和工程量计算规则。

《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）（以下简称清单计价规范）是规范水利工程工程量清单计价行为，统一水利工程工程量清单的编制和计价方法，适用于招标设计阶段、招标投标阶段、施工建设阶段以及完工阶段中涉及工程计价活动，是约束水利工程工程量清单计价活动中发包人和承包人各种关系的规范文件。

其中招标投标阶段工程量清单列示的有效工程量为设计几何轮廓尺寸计算的量。

施工过程中一切非有效工程量发生的费用，均应摊入有效工程量的工程单价中。防止和杜绝工程价款结算中由于工程量计量不规范而引发的合同变更和索赔纠纷。

## 二、工程计量的方法

### （一）工程量计算依据

1. 国家发布的工程量计算规范和国家、地方和行业发布的消耗量定额及其工程量计算规则。

2. 经审定的设计图纸及其说明。设计图纸全面反映建筑物的结构构造、各部分的尺寸及工程做法，是工程量计算的基础资料和基本依据。除设计图纸及其说明外，还应配合有关的标准图集进行工程量计算。

3. 经审定的施工组织设计或施工方案。图纸主要表现拟建工程的实体项目，分项工程的具体施工方法及措施应按施工组织设计或施工方案确定。

4. 经审定通过的其他有关技术经济文件。

### （二）工程量计算的顺序

为了避免漏算或重算，提高计算的准确程度，工程计量应按照一定的顺序进行。具体的计算顺序应根据具体工程和个人习惯来确定，一般有以下几种顺序。

#### 1. 单位工程计算顺序

一个单位工程，其工程量计算顺序一般有以下几种：

1) 按图纸顺序计算。根据图纸排列的先后顺序；每个专业图纸由前向后，按“先平面→再立面→再剖面；先基本图→再详图”的顺序计算。

2) 按消耗量定额的分类分项顺序计算。按消耗量定额的章、节子目次序，由前向

后，逐项对照，定额项与图纸设计内容能对上号时就计算。

按工程量计算规范顺序计算。按工程量计算规范附录先后顺序，由前向后，逐项对照计算。

3) 按施工顺序计算。按施工顺序计算工程量，可以按先施工的先算；后施工的后算的方法进行。

#### 2. 单个分类分项工程计算顺序

1) 按照顺时针方向计算法。即先从平面图的左上角开始，自左至右，然后再由上而下，最后转回到左上角为止，这样按顺时针方向转圈依次进行计算。

2) 按“先横后竖、先上后下、先左后右”计算法。即在平面图上从左上角开始，按“先横后竖、从上而下、自左到右”的顺序计算工程量。

3) 按图纸分项编号顺序计算法。即按照图纸上所标注结构构件、配件的编号顺序进行计算。

4) 按照图纸上定位轴线编号计算。对于造型或结构复杂的工程，为了计算和审核方便，可以根据图纸上轴线编号来确定工程量计算顺序。

5. 按一定顺序计算工程量的目的是防止漏项少算或重复多算的现象发生，只要能实现这一目的，采用哪种顺序方法计算都可以。

### (三) 计量单位及精确程度

计量单位包含物理计量单位及自然计量单位。物理计量单位是指以公制度量表示的长度、面积、体积和重量等计量单位。如预制钢筋混凝土桩以“m”为计量单位，混凝土以“m<sup>3</sup>”为计量单位等。自然计量单位是以物体的自然属性来作为计量单位，如水轮机和发电机设备安装以“套”为计量单位。

清单项目的计量单位应按清单计价规范附录中规定的计量单位确定。规范中的计量单位均为基本单位，与消耗量定额中所采用基本单位扩大一定的倍数不同。如质量以“t”或“kg”为单位，长度以“m”为单位，面积以“m<sup>2</sup>”为单位，体积以“m<sup>3</sup>”为单位，自然计量的以“个、件、根、组、系统”为单位。

清单计价规范附录中有两个或两个以上计量单位的，应结合拟建工程项目的实际情况，选择其中一个确定，在同一个建设项目（或标段、合同段）中，有多个单位工程的相同项目计量单位应保持一致。

不同的计量单位汇总后的有效位数也不相同，根据清单计价规范规定，工程计量时每一项目汇总的有效位数应遵守下列规定：

(1) 以“t”为单位，应保留小数点后三位数字，第四位小数四舍五入。

(2) 以“m”“m<sup>2</sup>”“m<sup>3</sup>”“kg”为单位，应保留小数点后两位数字，第三位小数四舍五入。

(3) 以“个”“件”“根”“组”“系统”等为单位，应取整数。

### 三、工程量的分类

#### (一) 设计工程量

图纸设计几何轮廓尺寸计算的工程量乘以设计阶段系数（即设计阶段扩大工程量）而得出的数量。《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）要求，永久水工建筑物和主要的施工临时工程的工程量，均应按照水利水电基本建设工程项目划分的要求，根据建筑物或工程设计几何轮廓尺寸计算，再乘以相应的设计阶段系数。并明确不得将超挖超填和施工附加量等计入设计工程量。

#### (二) 施工附加量

施工附加量指为满足施工需要而必须额外增加的工作量。如土方工程中的取土坑、试验坑、隧洞工程中的为满足交通、放炮要求而设置的内错车道、避炮洞以及下部扩挖所需增加的工程量。

#### (三) 施工超挖超填量

为保证建筑物的设计尺寸，土方工程施工中不允许欠挖，而超挖又是不可避免的。影响施工超挖工程量的因素主要有施工方法、施工技术及管理水平、地质条件等。概算定额已按有关施工规范计算合理的，故采用概算定额编制概（估）算时，不应再计算这三项工程量；采用预算定额时超挖、超填量、施工附加量一般按以下规定计算：

1.水工建筑物岩石基础开挖允许超挖量及施工附加量：《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》（SL47-94）

1) 平面高程，一般应不大于 20cm。

2) 边坡依开挖高度而异：开挖高度在 8m 以内，应小于等于 20cm；开挖高度在 8~15m，应小于或等于 30cm；开挖高度在 15~30m，应小于或等于 50cm。

2.地下建筑物开挖规范允许超挖量及施工附加量，可在设计尺寸上按半径加大 20cm 计算。

施工超填量是指由于施工超挖及施工附加相应增加的回填工程量。

#### (四) 施工损耗量

施工损耗量包括运输及操作损耗，体积变化损耗及其他损耗。

1.运输及操作损耗量：土石方、混凝土在运输及操作过程中的损耗。

2.体积变化损耗量：土石方填筑工程中因施工期沉陷而增加的数量，混凝土体积收缩而增加的工程数量等。

3.其他损耗量：包括土石方填筑工程施工中的削坡，雨后清理损失数量，钻孔灌浆工程中混凝土灌注桩桩头的浇筑、凿除及混凝土防渗墙一期、二期接头重复造孔和混凝土浇筑等增加的工程量。

概算定额对这几项损耗已按有关规定计入相应定额之中，而预算定额未包括混凝土防渗墙接头处理所增加的工程量，因此，采用不同的定额编制工程单价时应仔细阅读有

关定额说明，以免漏算或重算。

除以上外，还要有质量检查工程量（包括基础处理工程检查量和其他检查工程量和试验工程量（爆破试验、碾压试验、级配试验、灌浆试验等大型试验均为设计工作提供重要参数，应列入勘测设计费的专项费用或工程科研试验费中）。

#### （五）其他说明

现行概算定额已按施工规范和有关规定计入了不构成建筑物实体的超挖超填量和施工附加量以及各种操作损耗，在使用概算定额计价时，不再另行计算超挖超填量和施工附加量。

例如现行概算定额的平洞石方开挖（风钻钻孔）每  $100\text{m}^3$ ，断面  $\leq 10\text{m}^2$  石渣运输量为  $125\text{m}^3$ ，断面  $> 240\text{m}^2$ ，石渣运输量为  $106\text{m}^3$ ，超挖量和施工附加量以及各种操作损耗均体现在概算定额内。

现行预算定额没有考虑超挖超填量、施工附加量和各种操作损耗，在使用预算定额计价时，必须正确处理工程量。《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）中按建筑物的几何轮廓尺寸计算工程量为有效工程量，合理的超挖超填量和施工附加量以及各种操作损耗都不得计入有效工程量，要在计价时考虑所带来的成本增加。

水利水电工程各设计阶段的设计工程量，是设计工作的重要成果也是和编制工程概（估）算的主要依据；按照不同设计阶段设计报告编制规程的要求，永久工程和主要施工临时工程的工程量均应符合工程项目划分的要求；施工中允许的超挖、超填量、合理的施工附加量及施工操作损耗，已计入概算定额，不应包括在设计工程量中。

清单计价规范附录 A 和附录 B 对分类分项工程项目、计量单位和应保留的小数点位数进行了规范和统一。

## 第二节 水利水电工程工程量计算

水利水电工程各设计阶段的工程量，是设计工作的重要成果和编制工程概（估）算的主要依据，对优选设计方案和较准确地预测各设计阶段的工程投资都非常重要。适用于水利工程项目建议书、可行性研究和初步设计阶段的设计工程量计算。

水利水电工程项目涉及面广、技术复杂，由此决定了工程量计算工作具有项多、量大的特点。同时，水利水电工程项目不同的设计阶段要编制相对应的造价文件，工程量计算的要求也不尽相同。因此熟练、准确掌握工程量计算规则，直接关系到造价文件编制工作的效率和质量。为此，熟悉工程量计算的依据和设计阶段系数显得尤为重要。

### 一、设计阶段工程量计算依据

#### （一）设计图纸

每个设计阶段的图纸，都是进行计算工程量和相应造价预测的直接依据。计算工程量时，应依据图纸设计尺寸，采用科学的计算公式，按照概（估）算编制规定中的对应要求，分门别类地计算出准确的工程量是首要任务。

基于水利工程项目涉及面广，图纸繁多，计算前对图纸进行分类、编号，确定科学计算顺序尤为重要。此外大型水利水电工程通常是庞大的系统工程，往往还涉及如房屋建筑、道路工程等单项工程造价的编制，要求采用相关部门标准图集、定额、编制办法等，编制其造价。

#### （二）施工组织设计

施工组织设计是为指导施工而编制的文件，是以拟建的水利水电工程为对象，对施工总进度、施工方法、施工机具的选配、劳动力的配备、施工现场布置，以及现场临时设施等做出详尽的计划，也就成为工程量计算更接近现实的依据。如土石方开挖，就可依据施工组织设计拟定的施工方法（人工开挖或机械开挖等）计算其工程量；再如临时设施（道路、桥梁、涵洞等）工程量计算也需根据施工组织设计的要求，进行计算。

#### （三）定额

各设计阶段适用的不同定额，分属不同行业的工程项目采用的不同部门的定额，都是工程量计算要遵守的主要依据。

工程量的计算并不是目的，最终需要的是工程造价，而造价的计算，必须按定额的数量标准，即依据计算出的工程量，准确地套用相应的定额才能最终得出工程的造价。因此工程量的计算单位必须与定额的计算单位相一致。具体在工程项目设置和计量单位都必须与定额一致。

（1）工程项目的设置必须与概算定额子目划分项适应。如土石方开挖工程应按土体类别、岩石级别分列；土石方填筑应按土方、堆石料、反滤层、垫层料等分列。再如

钻孔灌浆工程概算定额中一般将钻孔、灌浆单列。因此，在计算工程量时，钻孔、灌浆也应分开计算。

(2) 工程量的计量单位要与定额子目的单位相一致。在计算工程量之前，首先必须搞清楚定额单位，然后据此计算工程量。如混凝土以“m<sup>3</sup>”为单位，帷幕灌浆以“m”为单位，接缝灌浆以“m<sup>2</sup>”为单位，金属结构以“t”为单位等。有的工程项目的工程量可以用不同的计量单位表示，如混凝土防渗墙可以用阻水面积“m<sup>2</sup>”，也可以用进尺“m”或混凝土浇筑方量“m<sup>3</sup>”来表示。因此设计提供的工程量单位要与选用的定额单位相一致，否则，应按有关规定进行换算。

## 二、阶段系数

### (一) 阶段系数的概念

水利水电工程的特点是综合性、复杂性、不可预见性。设计阶段的推进，设计不断深入，工程量也随之趋于精确，与之相应的预测造价的精度也要相适应。国外不同阶段的工程量对各阶段的造价影响都有严格的规定，超过了规定，便对建设项目本身产生怀疑甚至被否定。我国采用的是调整各阶段工程量的方法，即为了使各设计阶段，不因为研究设计的深度不同，而使工程造价产生较大的变幅，对各阶段工程乘以适宜的系数，以保证各阶段的预测造价更加贴近实际造价。

水利水电工程设计工程量阶段系数

类别		永久工程或建筑物			施工临时建筑物		
		项目建议书	可行性研究	初步设计	项目建议书	可行性研究	初步设计
土石方 开挖工 程量/万 m <sup>3</sup>	<50	1.09~1.11	1.06~1.08	1.04~1.05	1.12~1.15	1.10~1.13	1.08~1.10
	50~200	1.07~1.09	1.04~1.06	1.03~1.04	1.10~1.12	1.08~1.10	1.05~1.08
	200~500	1.05~1.07	1.03~1.04	1.02~1.03	1.07~1.10	1.06~1.08	1.04~1.06
	>500	1.03~1.05	1.02~1.03	1.01~1.02	1.05~1.07	1.04~1.06	1.02~1.04
混凝土 工程量/ 万 m <sup>3</sup>	<50	1.09~1.11	1.06~1.08	1.04~1.05	1.12~1.15	1.10~1.13	1.08~1.10
	50~100	1.07~1.09	1.04~1.06	1.03~1.04	1.10~1.12	1.08~1.10	1.05~1.08
	100~300	1.05~1.07	1.03~1.04	1.02~1.03	1.07~1.10	1.06~1.08	1.04~1.06
	>300	1.03~1.05	1.02~1.03	1.01~1.02	1.05~1.07	1.04~1.06	1.02~1.04
土石方填 筑砌石工 程量/万 m <sup>3</sup>	<50	1.09~1.11	1.06~1.08	1.04~1.05	1.12~1.15	1.10~1.13	1.08~1.10
	50~200	1.07~1.09	1.04~1.06	1.03~1.04	1.10~1.12	1.08~1.10	1.05~1.08
	200~500	1.05~1.07	1.03~1.04	1.02~1.03	1.07~1.10	1.06~1.08	1.04~1.06
	>500	1.03~1.05	1.02~1.03	1.01~1.02	1.05~1.07	1.04~1.06	1.02~1.04

注：1. 表中各栏工程量，系指枢纽总工程量。

2. 各设计阶段的工程系数应在分项工程量（相当于概算编制的“三级项目”）中乘以阶段系数。在总工程量中不再乘阶段系数，以免重复。

3. 土石坝填筑工程量系在已包括沉陷的基数中乘以阶段系数，沉陷量可取坝高的0.5%~1.00%。

4. 截流工程的工程量阶段系数可取1.25~1.35。

5. 阶段系数按工程地质条件及建筑物结构复杂程度取值，复杂的取大值，简单的取小值。

## （二）阶段系数的使用

编制概算造价所用的工程量应由各专业设计人员按现行《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）和概算编制办法中的工程项目划分的要求进行计算。按设计几何轮廓尺寸计算的工程量，乘以设计阶段系数予以调整。利用施工图设计阶段成果计算工程造价时，不论是施工图预算或是调整概算，其设计阶段系数均为1.00，即设计工程量就是图纸工程量，不再保留设计阶段扩大工程量。

## 三、建筑工程量计算

### （一）土石方工程量计算

土石方开挖工程量应根据设计开挖图纸，按不同土壤和岩石类别分别进行计算；土石方开挖工程应将明挖、槽挖、水下开挖、平洞、斜井和竖井开挖等分别计算。

土石方填筑工程量应根据建筑物设计断面中的不同部位及其不同材料分别进行计算，其沉陷量应包括在内。

### （二）砌石工程量计算

砌石工程量应按建筑物设计图纸的几何轮廓尺寸，以“建筑成品方”计算。

砌石工程量应将干砌石和浆砌石分开。干砌石应分干砌卵石、干砌块石，同时还应按建筑物或构筑物的不同部位及形式，如护坡（平面、曲面）、护底、基础、挡土墙、桥墩等分别计列；浆砌石分浆砌块石、卵石、条料石，同时应按不同的建筑物（浆砌石拱圈、明渠、隧洞、重力坝）及不同的结构部位分项计列。

### （三）混凝土及钢筋混凝土工程量计算

混凝土及钢筋混凝土工程量的计算应根据建筑物的不同部位及混凝土的设计标号分别计算。

钢筋及埋件、设备基础螺栓孔洞工程量应按设计图纸所示的尺寸并按定额计量单位计算，例如大坝的廊道、钢管道、通风井、船闸侧墙的输水道等，应扣除孔洞所占体积。计算地下工程（如隧洞、竖井、地下厂房等）混凝土的衬砌工程量时，若采用水利建筑工程概算定额，应以设计断面的尺寸为准；若采用预算定额，计算衬砌工程量时应包括设计衬砌厚度和允许超挖部分的工程，但不包括允许超挖范围以外增加超挖所充填的混凝土量。

### （四）钻孔灌浆工程量

钻孔工程量按实际钻孔深度计算，计量单位为m。计算钻孔工程量时，应按不同岩



石类别分项计算，混凝土钻孔一般按粗骨料的岩石级别计算。

灌浆工程量从基岩面起计算，计算单位为 m 或 m<sup>2</sup>。计算工程量时，应按不同岩层的不同透水率或单位干料耗量分别计算。

隧洞回填灌浆。其工程量一般按在顶拱中心角 120° 范围内的拱背面积计算，高压管道回填灌浆按钢管外径面积计算工程量。

混凝土防渗墙工程量，按设计的阻水面积计算其工程量，计量单位为 m<sup>2</sup>。

#### 四、机电设备需要量计算

##### （一）项目建议书阶段

机电设备及安装工程按水轮机、发电机、厂内桥式起重设备、主变压器、高压设备、主阀等项计算。对其他机电设备，根据工程实际需要，经设备选型，通过经验公式计算和已建工程资料类比综合研究确定。

##### （二）可行性研究阶段

可行性研究阶段机电设备及安装工程量，应根据水总[2014]429 号的项目划分“第二部分机电设备及安装工程”中的设备及安装工程所列细项分别计算。

##### （三）初步设计阶段

初步设计阶段应根据选定方案的参数计算。

#### 五、金属结构工程量计算

##### （一）钢闸门及拦污栅

水工建筑物各种钢闸门和拦污栅的工程量以 t 计，项目建议书阶段可按已建工程资料用类比法确定；在可行性研究阶段可按初选方案确定的类型和主要尺寸对闸门、拦污栅的主要构件进行计算，并按已建工程资料用类比法综合研究确定。初步设计阶段应根据选定方案的设计尺寸和参数计算。

与各种钢闸门和拦污栅配套的槽埋件工程量计算均应与其主设备工程量计算精度一致。

##### （二）启闭设备

启闭设备工程量计算，宜与闸门和拦污栅工程量计算精度相适应，并分别列出设备重量 (t) 和数量 (台、套)。

##### （三）压力钢管

压力钢管工程量应按钢管形式 (一般、叉管)、直径和厚度分别计算，以 t 为计量单位，不应计入钢管制作与安装的操作损耗量。

#### 六、施工临时工程工程量计算

##### （一）施工临时工程

施工临时工程是指为辅助主体工程施工所必须修建的生产和生活用临时性工程。该部分组成内容如下：

1.导流工程：包括导流明渠、导流洞、施工围堰、蓄水期下游断流补偿设施、金属结构设备及安装工程等。

2.施工交通工程：包括施工现场内外为工程建设服务的临时交通工程，如公路、铁路、桥梁、施工支洞、码头、转运站等。

3.施工场外供电工程：包括从现有电网向施工现场供电的高压输电线路（枢纽工程：35kV及以上等级；引水工程及河道工程：10kV及以上等级）和施工变（配）电设施（场内除外）工程。

4.施工房屋建筑工程：指工程在建设过程中建造的临时房屋，包括施工仓库、办公及生活、文化福利建筑和所需的配套设施工程。

5.其他施工临时工程：指除上述施工临时工程外，可能涉及的施工供水（大型泵房及干管）、砂石料系统、混凝土拌和浇筑系统、大型机械安装拆卸、防汛、防冰、施工排水、施工通信、施工临时支护设施（含隧洞临时钢支撑）等工程。

## （二）工程量计算注意事项

1.施工导流工程工程量计算要求与永久水工建筑物计算要求相同，其中永久与临时结合的部分应计入永久工程量中，阶段系数按施工临时工程计取。包括围堰（及拆除工程）、明渠、隧洞、涵管、底孔等工程量，与永久建筑物结合的部分及混凝土堵头计入永久工程量中，不结合的部分计入临时工程量中，分别乘以各自的阶段系数。导流底孔封堵，闸门设施应计入临时工程量中。

2.施工支洞工程量应按永久水工建筑物工程量计算要求进行计算，阶段系数按施工临时工程计取。

临时支护的锚杆、喷混凝土、钢支撑以及混凝土衬砌施工用的钢筋、钢材等工程量应根据设计要求计算。

3.大型施工设施及施工机械布置所需土建工程量，如砂石系统、混凝土系统、缆式起重机平台的开挖或混凝土基座、排架和门、塔机械桥等，按永久建筑物的要求计算工程量，阶段系数按施工临时工程计取。

4.施工临时公路的工程量可根据相应设计阶段施工总平面布置图或设计提出的运输线路分等级计算公路长度或具体工程量。场内临时交通可根据 1：5000~1：2000 施工总平面布置图拟订线路走向、平均纵坡计得的公路长度和选定的级别，以及桥涵、防护工程等，按扩大指标进行计算。对其中大、中型桥涵需单独计算工程量。

5.施工供电线路工程量可按设计的线路走向、电压等级和回路数计算。场外输电线路，可根据 1：10000~1：5000 地形图选定的线路走向计算长度，并说明电压等级、回路数。施工变电站设备的数量，根据容量确定。施工场内外通信设备应根据工程实际情况确定。

6.临时生产、生活房屋建筑工程量按《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）的规定进行计算。

7.对其他临时工程的工程量，如场地平整、施工占地等，按施工总布置进行估算。

8.对有关部门提供的工程量和预算资料，应按项目划分和费用构成正确处理。如施工临时工程，按其规模、性质，有的应在第四部分施工临时工程一至四项中单独列项，有的包括在“其他施工临时工程”中，不单独列项。

## 第二章 水利工程量清单与招标控制价文件编制

### 第一节 清单计价概述及清单构成

我国水利工程招标投标中普遍采用了编制工程量清单进行计价的方式，施工合同中双方遵循约定的计量和支付方法，但在工程量清单编制和计价方法以及合同款约定的计量和支付方法上尚未达到规范和统一，推行水利计价规范，“规范水利工程工程量清单计价行为，统一水利工程工程量清单的编制和计价方法”是制订水利计价规范的目的。对规范水利工程招标投标的工程量清单编制和计价行为，规范合同价款的确定和调整，以及工程价款的结算，健全和维护水利建设市场竞争秩序具有重要意义。

#### 一、清单计价概述

《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）由水利部按照《中华人民共和国招标投标法》和《建设工程工程量清单计价规范》（GB50500—2003），结合水利工程建设的特點制定（以下简称规范），适用于水利枢纽、水利发电、引（调）水、供水、灌溉、河湖整治、堤防等新建、扩建、改建、加固工程的招标投标工程量清单编制和计价活动。

工程量清单应由具有编制招标文件能力的招标人，或受其委托具有相应资质的中介机构进行编制。

工程量清单是招标文件的重要组成部分，其编制质量的优劣和准确与否，直接关系到工程建设实施阶段投资控制管理的成败。

#### （一）规范总则

1.为规范水利工程工程量清单计价行为，统一水利工程工程量清单的编制和计方法，根据《中华人民共和国招标投标法》和《建设工程工程量清单计价规范》，制定《水工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）。

2.工程量清单计价中，“价”是市场概念，《水工程工程量清单计价规范》规范市场行为，不覆盖计划行为。计划行为与市场行为以工程施工招标为分界，工程施工招标之前为计划行为，之后为市场行为。

3.规范适用于水利枢纽、水力发电、引（调）水、供水、灌溉、河湖整治、堤防等新建、扩建改建、加固工程的招标投标工程量清单编制和计价活动。

规范规定了水利计价规范的适用范围，共包括了三个方面的内容：

(1) 按照建设功能划分, 包括了水利枢纽工程, 水力发电工程, 引水、调水、供水、灌溉工程, 河湖疏浚工程, 堤防填筑工程等;

(2) 按照建设项目的性质划分, 包括了新建工程、扩建工程、改建工程、加固工程等;

(3) 按照资金来源和投资主体划分, 包括不论是国有资金、集体资金, 还是私人资金; 不论是政府机构、国有企事业单位、集体企业, 还是私有企业和外资企业, 都应遵循。

4. 水利工程工程量清单计价活动应遵循客观、公正、公平的原则。

工程量清单计价是市场经济的产物, 随着市场经济的发展而发展, 因此必须要遵循市场经济活动公正、公平、诚信的原则。工程量清单编制要求实事求是, 强调“量价分离, 风险分担”、招标人承担工程“量”的风险和投标人适度承担工程“价”的风险。双方应以诚实守信的态度进行工程结算。

5. 水利工程工程量清单计价活动除应遵循规范外, 还应符合国家有关法律、法规及标准、规范的规定。

6. 规范的附录 A、B 应作为编制水利工程工程量清单的依据, 与正文具有同等效力。分类分项工程量清单中的工程数量等应依据附录中的计量规则计算确定。

附录 A 为水利建筑工程工程量清单项目及计算规则, 适用于水利建筑工程。

附录 B 为水利安装工程工程量清单项目及计算规则, 适用于水利安装工程。

## (二) 规范术语

### 1. 工程量清单

工程量清单是表现招标工程的分类分项工程项目、措施项目、其他项目的名称和相应数量的明细清单。

### 2. 项目编码

采用十二位阿拉伯数字表示(由左至右计位)。一至九位为统一编码, 其中, 一、二位为水利工程顺序码; 三、四位为专业工程顺序码; 五、六位为分类工程顺序码; 七、八、九位为分项工程顺序码; 十至十二位为清单项目名称顺序码。

### 3. 工程单价

完成工程量清单中一个质量合格的规定计量单位项目所需的直接费(包括人工费、材料费、机械使用费和季节、夜间、高原、风沙等原因增加的直接费)、施工管理费、企业利润和税金, 并考虑风险因素。

计量工程单价的前提是完成质量合格的计量单位项目, 在完成其项目所需的直接费的基础上, 可根据经验在分类分项工程单价直接费的资源消耗量中考虑风险因素。

### 4. 措施项目

为完成工程项目施工, 发生于该工程施工前和施工过程中招标人不要列示工程量的施工措施项目。

### 5.其他项目

为完成工程项目施工，发生于该工程施工过程中招标人要求计列的费用项目。

### 6.零星工作项目（或称“计日工”，下同）

完成招标人提出的零星工作项目所需的人工、材料、机械单价。

### 7.预留金（或称“暂定金额”，下同）

招标人为暂定项目和可能发生的合同变更而预留的金额。

根据招标文件的规定，在其他项目清单中以总价形式列报的预留金由发包人掌握使用，在合同执行过程中发生赶工、工程量变更、价格变化等特殊状况时，由发包人按照相应合同条款约定计算费用并支付给承包人。

### 8.企业定额

施工企业根据本企业的施工技术、生产效率和管理水平制定的，供本企业使用的，生产一个质量合格的规定计量单位项目所需的人工、材料和机械台时（班）消耗量。

## （三）工程量清单的作用

工程量清单是工程量清单计价的基础，贯穿于建设工程的招投标阶段和施工阶段，是编制招标控制价、投标报价、计算工程量、支付工程款、调整合同价款、办理竣工结算以及工程索赔等的依据。工程量清单的主要作用如下：

#### 1.工程量清单为投标人的投标竞争提供了一个平等和共同的基础

工程量清单是由招标人负责编制，将要求投标人完成的工程项目及其相应工程实体数量全部列出，为投标人提供拟建工程的基本内容、实体数量和质量要求等的基础信息。这样，在水利工程的招标投标中，投标人的竞争活动就有了一个共同基础，投标人机会均等，受到的待遇是公正和公平的。

#### 2.工程量清单是建设工程计价的依据

在招标投标过程中，招标人根据工程量清单编制招标工程的招标控制价；投标人按照工程量清单所表述的内容，依据企业定额计算投标价格，自主填报工程量清单所列项目的单价与合价。

#### 3.工程量清单是工程付款和结算的依据

在施工阶段，发包人根据承包人完成的工程量清单中规定的内容以及合同单价支付工程款。工程结算时，承发包双方按照工程量清单计价表中的序号对已实施的分类分项工程或计价项目，按合同单价和相关合同条款核算结算价款。

#### 4.工程量清单是调整工程价款、处理工程索赔的依据

在发生工程变更和工程索赔时，可以选用或者参照工程量清单中的分类分项工程或计价项目及合同单价来确定变更价款和索赔费用。

## 二、工程量清单编制

工程量清单由招标人统一提供，避免由于计算不准确、项目不一致等人为因素造成

的不公正影响，创造了一个公平的竞争环境。工程量清单是计价和询标、评标的基础，无论是标底的编制还是企业投标报价，都必须以工程量清单为基础进行，同样也为以后的招标、评标奠定了基础。工程量清单为施工过程中的进度款支付、办理工程结算及工程索赔提供了依据。设有标底价格的招标工程，招标人利用工程量清单编制标底价格，供评标时参考。

水利工程工程量清单由分类分项工程量清单、措施项目清单、其他项目清单和零星工作项目清单组成。

招投标阶段工程量清单列示的有效工程量为设计几何轮廓尺寸计算的量。施工过程中一切非有效工程量发生的费用，均应摊入有效工程量单价中。规范防止和杜绝以往工程价款结算由于工程量计量不规范而引发的合同变更和索赔纠纷。

### （一）工程量清单编制的原则

1. 遵循市场经济活动的基本原则，客观、公正、公平。工程量清单的编制要实事求是，不弄虚作假，招标要机会均等，一律公平地对待所有投标人。

2. 符合该计价规范的原则。清单分项类别、分项名称、分项编码、计量单位、主要技术条款编码、特征或工作内容备注等，都必须符合计价规范的规定和要求。

3. 符合工程量实物分项与描述准确的原则。招标人向投标人所提供的清单，必须与设计的施工图纸相符合，能充分体现设计意图，充分反映施工现场的实际施工条件，为投标人能够合理报价创造有利条件。工程量清单作为招标文件的组成部分，是招标工程信息的载体。符合工程量实物分项与描述准确的工程量清单，不仅是对招标人进行投资控制的前提和基础，也为投标人的合理报价创造有利条件。

4. 工作认真审慎的原则。应当认真理解计价规范、相关政策法规、工程量计算规则、施工图纸、工程地质与水文资料和相关的技术资料等。熟悉施工现场情况，注重现场施工条件分析。对初定的工程量清单的各个分项，按有关的规定进行认真核对、审核，避免错漏项、少算或多算工程数量等现象发生，对措施项目与其他措施工程量项目清单也应当认真反复核实，最大限度地减少人为因素的错误发生。重要的问题在于不留缺口，防止日后追加工程投资，增加工程造价。

### （二）工程量清单编制的编制依据

1. 水利工程工程量清单计价规范。

2. 国家或省级、行业建设主管部门颁发的预算定额和方法。

3. 建设工程设计文件及相关资料。

4. 与建设工程项目有关的标准、规范、技术资料。

5. 拟定的招标文件。

6. 施工现场情况、地勘水文资料、工程特点及施工组织设计方案。

7. 其他相关资料。

### （三）工程量清单的编制程序与步骤

### 1. 收集并熟悉有关资料文件，分析图纸确定清单分项。

收集设计文件（含设计报告、设计图纸、设计概算书）、招标文件初稿及技术条款、本地区相关的计价条例及造价信息，了解工程项目现场施工条件及业主的指导性意见等，分析设计图纸，确定清单分项。

对于工程量清单编制来说，首先要认真阅读施工图纸，这是计算工程量的基础；其次，要了解施工现场的地质勘探等资料，它是工程量清单中措施项目的编制依据；最后，还要熟悉工程设计通用图集，工程施工质量技术规程、施工标准、验收规范等，这些资料是工程量清单项目划分和项目特征描述的重要资料。

### 2. 按分项及计算规则计算清单工程量，编制分类分项工程量清单、措施项目清单和其他项目清单。

分类分项工程量清单应载明招标工程招标范围的全部分类分项工程名称、计量单位和相应数量。措施项目清单表明了为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中招标人要求列示工程量并按总价结算的施工措施项目。其他项目清单主要体现了为完成工程项目施工，发生于该工程施工过程招标人要求计列的费用项目。零星工作项目清单表明了对工程实施过程中可能发生的变更或新增加的零星项目。

根据设计文件及工程项目实际情况，依据计价规范、预算定额对原设计的五部分工程量进行重新计算并认真核对、审核，避免错漏项、少算或多算工程数量等现象发生。



## 第二节 工程量清单编制

### 一、分类分项工程量清单

分类分项工程量清单应包括序号、项目编码、项目名称、计量单位、工程数量、主要技术条款编码和备注。根据 GB50501-2007 附录 A 和附录 B 规定的项目编码、项目名称、项目主要特征、计量单位、工程量计算规则、主要工作内容和一般适用范围进行编制。

1.项目编码：分类分项工程量清单的项目编码，1 至 9 位应按规范的规定设置；10 至 12 位应根据招标工程的工程量清单项目名称由编制人设置，水利建筑工程工程量清单项目自 001 起顺序编码，水利安装工程工程量清单项目自 000 起顺序编码。

2.项目名称：项目名称应按附录 A 和附录 B 的项目名称及项目主要特征并结合招标工程的实际确定。

分类分项工程量清单的分类工程（即五级编码中的前三级项目编码 1 至 6 位）根据规范将建筑工程划分为 14 类，安装工程划分为 3 类。按规范的分项工程（即五级编码中的第四级项目编码 7 至 9 位）的划分，按照工程项目属性选定（《规范》中规定的“项目名称”为分项工程名称，一般以工程实体命名）。工程量清单中的最末一级分类分项工程项目顺序码（即五级编码中的第五级项目编码 10 至 12 位）在各分类分项工程项目下，按照工程部位（如墙、顶拱等）、强度等级（如混凝土 C20、C30 等）、材质（如橡胶止水、铜片止水等）以及型号规格等，依顺序编制。

#### 3、项目特征描述：

项目特征是指构成分类分项工程量清单项目、措施项目自身价值的本质特征。分类分项工程量清单项目特征应按《规范》的“主要项目特征”，结合拟建工程项目的实际予以描述。分类分项工程量清单的“主要项目特征”是确定一个清单项目综合单价的重要依据，在编制的工程量清单中必须对其进行准确和全面的描述。工程量清单项目特征描述的重要意义在于：

（1）项目特征是区分清单项目的依据。工程量清单项目特征是用来表述分类分项清单项目的实质内容，用于区分计价规范中同一清单条目下各个具体的清单项目。没有项目特征的准确描述，对于相同或相似的清单项目名称就无从区分。

（2）项目特征是确定综合单价的前提。由于工程量清单项目的特征决定了工程实体的实质内容，必然直接决定了工程实体的自身价值。因此，工程量清单项目特征描述的准确与否，直接关系到工程量清单项目综合单价的准确确定。

（3）项目特征是履行合同义务的基础。实行工程量清单计价，工程量清单及其综合单价则构成施工合同的组成部分。因此，如果工程量清单项目特征的描述不清甚至漏项、错误，就会引起在施工过程中的更改，从而引起分歧、导致纠纷。

由此可见，清单项目特征的描述应根据现行计量规范附录中有关项目特征的要求，结合技术规范、标准图集、施工图纸，按照工程结构、使用材质及规格或安装位置等，予以详细而准确的表述和说明。一旦离开了清单项目特征的准确描述，清单项目也将没有生命力。清单项目特征主要涉及项目的自身特征（材质、型号、规格、品牌）、项目的工艺特征以及对项目施工方法可能产生影响的特征。如岩石面喷混凝土项目主要特征描述为：1）材质；2）喷混凝土部位及厚度；3）混凝土强度等级及配合比；4）材料运距；5）检测方法。这些特征对投标人的报价影响很大。特征描述不清，将导致投标人对招标人的需求理解不全面，达不到正确报价的目的。对清单项目特征不同的项目应分别列项，如土方开挖工程，仅土类分级不同，足以影响投标人的报价，故应分开列项。

3.计量单位：计量单位按 CB50501-2007 附录 A 和附录 B 中规定的计量单位确定。当计量单位有两个或两个以上时，应根据工程量清单项目的特征要求，选择最适宜表述该项目特征并方便计量的单位。注意以“t”为计量单位的应保留小数点后三位数字；不适用扩大单位，如 10m，100m<sup>2</sup> 等。

4.工程数量：应按规范规定的工程量计算规则和相关条款说明计算。

5.主要技术条款编码：应按照招标文件中相应技术条款编码填写。

编制工程量清单，出现附录 A、附录 B 中未包括的项目时，编制人可作补充。

## 二、措施项目清单

措施项目是为完成工程项目施工，发生于该工程施工准备和施工过程中的技术、生活、安全、环境保护等方面（也是为了保证工程建设质量、工期、进度、环保、安全与社会和谐而必须采取的措施）的项目清单，招标人不要列示工程量，要独立成章设置。措施项目清单应根据招标工程的具体情况，并参照表中的项目列项。

措施项目一览表

序号	项目名称
1	环境保护
2	文明施工
3	安全防护措施
4	小型临时工程
5	施工企业进退场费
6	大型施工设备安拆费
7	……

措施项目分不能计量和能计量两类，不能计量项目即要求投标人以总价结算的项目，均以“项”为单位，相应数量为“1”进行报价；凡能计算出工程数量并按工程单价结算的措施项目，按现行规定均应列入分类分项工程量清单。GB50501-2007 提供的“措

施项目一览表”，仅作为列项的参考，凡属应由施工企业采取的必要措施项目，在一览表中没有的项目，根据招标工程的规模、涵盖的内容等具体情况，编制人可作补充。一般情况下措施项目清单应编制一个“其他”作为最末项。措施项目清单中所列出的措施项目，不采用的可以报价为“0”。

### 三、其他项目清单

其他项目为完成工程项目施工，发生于该工程施工过程中招标人要求计列的费用项目（除分类分项工程量清单和措施项目工程量清单以外，凡按工程数量计价的项目列入“分类分项工程量清单项目”；以项为单位按总价结算的措施项目列入“措施项目清单”），该费用项目由招标人掌握，为暂定项目和可能发生的合同变更而预留的费用。其他项目清单一般包括暂定金额（或称“预留金”）和暂估价。暂列预留金一项，编制人在符合相关法规的前提下，可根据招标工程具体情况调整补充。

### 四、零星工作项目清单

零星工作项目（或称“计日工”），为完成招标人提出的零星工作项目所需的人工、材料、机械单价。

零星工作项目，清单编制人应根据招标工程具体情况，对工程实施过程中可能发生的变更或新增加的零星项目，列出人工（按工种）、材料（按名称和型号规格）、机械（按名称和型号规格）的计量单位，不列出具体的数量，并随工程量清单发至投标人。零星工作项目清单的单价由投标人填报。零星工作项目清单不计入总报价。为防止投标人可能填报较高单价，招标人可在商务评标办法中通过对零星工作项目单价打分的方式对投标人报价水平予以约束。

说明：依据《宁夏回族自治区水利工程设计概（估）算编制规定（2016年版）》（以下简称“编规”），建设实施阶段，编制工程标底、投标报价文件参考编规，施工企业编制投标文件时可根据企业管理水平，结合市场情况调整相关费用标准。

### 第三节 工程量清单计价

#### 一、工程量清单计价编制的依据

- 1.招标文件的合同条款、技术条款、工程量清单、招标图纸等。
- 2.水利水电工程设计概（估）算编制规定。
- 3.预算定额或企业定额。
- 4.市场人工、材料和施工设备使用价格。
- 5.企业自身的管理水平、生产能力。

#### 二、工程量清单计价方法

工程量清单计价应包括按招标文件规定完成工程量清单所列项目的全部费用，包括分类分项工程费、措施项目费和其他项目费。这也是工程量清单计价的工程造价组成。为避免或减少招标工程合同经济纠纷，合理确定工程造价，工程量清单计价应包括按招标文件规定完成工程量清单所列项目的全部费用。包括分类分项工程费、措施项目费和其他项目费；包括完成各清单项目所含全部工程内容的费用；工程量清单中没有体现，但施工中又必须发生的工作内容所需的费用；考虑风险因素增加的费用。

除了按合同规定可能进行价差调整外，如果没有增减工程量或工作内容，没有索赔事件和设计变更的发生，就不会发生费用的变化。这就要求工程量清单的项目划分要正确、清晰，不漏项、不重复、不变更、不脱节，工程量计算要准确。

如果存在漏项或工程量计算错误，在合同签订之前投标人没有提出，而在合同执行过程中承包人可能提出且要求相应的费用补偿。在合同执行过程中，对于符合规定条件的漏项（有的投标人可能已摊销到相关项目中，有的投标人没摊销或没找到可摊的相关项目或没发现漏项）和多计或者少计工程量（有的投标人可能已在工程量清单的工程单价中考虑，有的可能没作考虑）的费用，都应属于发包人应承担的“量”的风险，发包人应接受漏计项目、少计量以及多计量的工程变更。

##### （一）分类分项工程费

分类分项工程费即完成招标文件规定的分类分项工程所需的费用。分类分项工程量清单计价应采用工程单价计价。

分类分项工程费=∑（清单工程量×工程单价）

工程单价指完成工程量清单中一个质量合格的规定计量单位项目所需的直接费（包括人工费、材料费、机械使用费和季节、夜间、高原、风沙等原因增加的直接费）、施工管理费、企业利润和税金，并考虑风险因素。

分类分项工程量清单的工程单价，应根据 GB50501-2007 规定的工程单价组成内容，按招标设计文件、图纸、附录 A 和附录 B 中的“主要工作内容”确定，除另有规定外，

对有效工程量以外的超挖、超填工程量，施工附加量，加工、运输损耗量等，所消耗的人工、材料和机械费用，均应摊入相应有效工程量的工程单价之内。

分类分项工程量清单的工程单价计算，可用下式表达：

$$\text{工程单价} = \frac{\sum (\text{组价项目工程量} + \text{组价项目直接费})}{\text{清单项目工程量}} (1 + \text{施工管理费} \times 1 + \text{企业利润}) \times (1 + \text{税率})$$

式中的组价项目，是指完成清单项目过程中消耗资源的工作分项。如果采用定额法计价，一个清单项目可能包括几个定额项目的工作内容，其中每一个定额项目就是一个组价项目。

如果采用实物量法计价，清单项目的组价项目可能是几组要消耗的实际资源。按照招标文件的规定，根据招标项目涵盖的内容，投标人一般应编制以下基础单价，作为编制分类分项工程单价的依据。

- 1.人工费单价
- 2.主要材料预算价格。
- 3.电、风、水单价。
- 4.砂石料单价。
- 5.块石、料石单价。
- 6.混凝土配合比材料费
- 7.施工机械台时（班）费。

### （二）措施项目

措施项目清单的金额，应根据招标文件的要求以及工程的施工方案，以每一项措施项目为单位，按项计价。

投标人在报价时不得增删招标人提出的措施项目清单项目，投标人若有疑问，必须在招标文件规定的时间内对招标人进行书面澄清。

### （三）其他项目清单

其他项目是为完成工程项目施工，发生于该工程施工过程中招标人要求计列的费用项目。该费用项目由招标人掌握，为暂定项目和可能发生的合同变更而预留的费用。编制人在符合法规的前提下，可根据招标工程具体情况调整补充。

其他项目清单一般包括暂定金额（或称“预留金”）和暂估价。由招标人按估算金额确定。

### （四）零星工作项目清单

零星工作项目单编制人应根据招标工程具体情况，对工程实施过程中可能发生的变更或新增加的零星项目，列出人工（按工种）、材料（按名称和型号规格）、机械（按名称和型号规格）的计量单位，不列出具体的数量，并随工程量清单发至投标人。零星工作项目清单的单价不仅包含基础单价，还有辅助性消耗的费用。因此，相同工种的人工、相同规格的材料和机械，零星工作项目的单价应高于基础单价，但不应违背工作实际和

有意过分放大风险程度。

零星工作项目清单的单价由投标人填报。

招标工程如设标底，编制的标底用于评标时，标底应根据招标文件中的工程量清单和有关要求，施工现场情况，合理的施工方案，工程单价组成内容，社会平均生产力水平，按市场价格进行编制。

投标报价应根据招标文件中的工程量清单和有关要求，施工现场情况，以及拟定的施工方案，依据企业定额，按市场价格进行编制。工程量清单计价与定额计价不同，前者是一种计价方式，后者是一种计价方法。工程量清单计价既可以采用定额计价法，也可以不采用。

### 三、工程量清单报价编制的程序与步骤

#### （一）编制基础单价

1.人工预算单价，按工程所在地规定确定或进行计算，填写人工费单价汇总表，并附上计算说明或来源说明。

2.材料预算价格，如果有招标人提供材料则需填写招标人供应材料价格汇总表，其他投标人自行采购的材料预算价格按市场价格+运杂费+运输保险费+采购及保管费进行计算确定，填写投标人自行采购主要材料预算价格汇总表，在填写之前可做附表进行计算。

3.施工机械台时费，如果有招标人提供施工机械则需填写招标人提供施工机械台时（班）费汇总表，其他投标人自备施工机械的台时（班）费预算价格根据施工机械台时费定额计算出其一、二类费用之和，填写投标人自备施工机械台时（班）费汇总表。

4.施工用电水风价格，根据施工组织设计确定方案按编制规定的计算方法进行计算，填写投标人生产电、风、水、砂石基础单价汇总表，并附上计算过程的计算书。

#### （二）确定费（税）率

工程单价费（税）率，施工管理费、企业利润应根据工程实际情况和本企业管理能力技术水平确定，并将其费率控制在编制规定数值范围内，税金按国家税法规定计取，填写工程单价费（税）率汇总表。

#### （三）编制工程单价计算表

工程单价分为建筑工程单价和安装工程单价，其中建筑工程单价计算程序如表 3-2-2 所示，安装工程单价计算程序如表 3-2-3 所示，其工程单价计算表的格式要完全招标文件要求填写（有时招标文件提供格式与规范规定的清单计价格式存在区别）。

建筑工程单价计算程序表

序号	项目名称	计算方法
1	直接费	1.1+1.2+1.3
1.1	人工费	$\Sigma$ 定额劳动量 (工时) $\times$ 人工算单价 (元/工时)
1.2	材料费	$\Sigma$ 定额材料用量 $\times$ 材料预算价格
1.3	施工机械使用费	$\Sigma$ 定额机械使用量 (台时) $\times$ 施工机械台时费 (元/台时)
2	施工管理费	1 $\times$ 施工管理费费率
3	企业利润	(1+2) $\times$ 企业利润率
4	税金	(1+2+3) $\times$ 税率
5	合计	1+2+3+4

安装工程单价计算程序表

序号	项目名称	计算方法
1	直接费	1.1+1.2+1.3
1.1	人工费	$\Sigma$ 定额劳动量 (工时) $\times$ 人工算单价 (元/工时)
1.2	材料费	$\Sigma$ 定额材料用量 $\times$ 材料预算价格
1.3	施工机械使用费	$\Sigma$ 定额机械使用量 (台时) $\times$ 施工机械台时费 (元/台时)
2	施工管理费	1 $\times$ 施工管理费费率
3	企业利润	(1+2) $\times$ 企业利润率
4	税金	(1+2+3) $\times$ 税率
5	合计	1+2+3+4

其工程单价为针对招标文件提供的工程量清单中所有项目的单价，应根据预算定额和工程项目拟定的施工方案进行编制。

#### **(四) 编制分类分项工程量清单、措施项目清单、其他项目清单、零星工作项目等四部分计价表 (含总价项目分类分项工程分解表)**

根据招标文件提供的工程量清单和所计算出来的工程单价，分别先后计算出分类分项工程量清单计价表、措施项目清单计价表、其他项目清单计价表、零星工作项目计价表。总价项目分类分项工程分解表见表 3-2-4。

#### **(五) 编制工程项目总价表，并根据投标策略调整材料预算价格、费 (税) 率**

根据所计算出来的分类分项工程量清单计价表、措施项目清单计价表、其他项目清单计价表、零星工作项目计价表四部分小计，汇总计算出工程项目总价，再根据项目的上限值或拟定的工程总报价，根据投标策略调整材料预算价格、费 (税) 率来达到拟定的工程总报价。

总价项目分类分项工程分解表

序号	项目编码	项目名称	计量单位	工程数量	单价(元)	合价(元)	主要技术条款编码
1		一级 xx 项目					
1.1		二级 xx 项目					
1.1.1		三级 xx 项目					
	50xxxxxxxxxx	最末一级项目					
2		一级 xx 项目					
2.1		二级 xx 项目					
2.1.1		三级 xx 项目					
		合计					

**(六) 编制说明**

根据招标文件的工程量清单说明、工程量清单报价说明，编制详细的投标报价编制说明，内容包括报价的编制原则、基础资料、取费标准等。

当工程量清单作为单行本时，编制总说明应包含招标工程概况、招标范围、工期、招标人提供条件、质量安全及环境要求，以及其他需要说明的情况。当作为招标商务文件的一部分内容时，可删减说明中与招标商务文件所重复部分的内容。

**(七) 编制其他表格（投标总价、封面、工程单价汇总表等相关表格），并按顺序进行排序装订**

根据工程量清单和计价格式，补充编制其他表格（投标总价、封面、工程单价汇总表等相关表格），并按装订顺序进行排序、汇总。

工程量清单报价虽应按当地要求的编制规定和计价文件执行，但不同省份其计价的过程和方法基本类似。

**四、工程量清单计价格式****(一) 工程量清单计价格式的组成内容**

工程量清单计价应采用统一格式，填写工程量清单报价表。工程量清单报价表应由下列内容组成：

- 1.封面（略）。
- 2.投标总价。
- 3.工程项目总价表。
- 4.分类分项工程量清单计价表。
- 5.措施项目清单计价表。



- 6.其他项目清单计价表。
- 7.零星工作项目计价表。
- 8.工程单价汇总表。
- 9.工程单价费（税）率汇总表。
- 10.投标人生产电、风、水、砂石基础单价汇总表。
- 11.投标人生产混凝土配合比材料费表。
- 12.招标人供应材料价格汇总表。
- 13.投标人自行采购主要材料预算价格汇总表。
- 14.招标人提供施工机械台时（班）费汇总表。
- 15.投标人自备施工机械台时（班）费汇总表。
- 16.总价项目分类分项工程分解表。
- 17.工程单价计算表。

装置性材料费应在单价表中的材料费项下列示。

## **（二）工程量清单报价表的填写**

1.工程量清单报价表的内容应由投标人填写。

2.投标人不得随意增加、删除或涂改招标人提供的工程量清单中的任何内容。针对不同的招标项目，根据具体情况，招标人可增加其他表格，如人工费单价计算表等，工程量清单计价格式应随招标文件发至投标人。

3.工程量清单报价表中所有要求盖章、签字的地方，必须由规定的单位和人员盖章、签字（其中法定代表人也可由其授权委托的代理人签字、盖章）。

4.投标总价应按工程项目总价表合计金额填写。

5.工程项目总价表填写。表中一级项目名称按招标人提供的招标项目工程量清单中的相应名称填写，并按分类分项工程量清单计价表中相应项目合计金额填写。

6.分类分项工程量清单计价表填写。

（1）表中的序号、项目编码、项目名称、计量单位、工程数量、主要技术条款编码，按招标人提供的分类分项工程量清单中的相应内容填写。

（2）表中列明的所有需要填写的单价和合价，投标人均应填写；未填写的单价和合价，视为此项费用已包含在工程量清单的其他单价和合价中。

7.措施项目清单计价表填写。表中的序号、项目名称，按招标人提供的措施项目清单中的相应内容填写，并填写相应措施项目的金额和合计金额。

8.其他项目清单计价表填写。表中的序号、项目名称、金额，按招标人提供的其他项目清单中的相应内容填写。

### 工程项目总价表

合同编号：（投标项目合同号）

工程名称：（投标项目名称）

第 页共 页

序号	工程项目名称	金额（元）
1	一级 xx 项目	
2	一级 xx 项目	
XX	措施项目	
XX	其他项目	
	合计	

法定代表人：  
(或委托代理人)： \_\_\_\_\_ (签字)

## 分类分项工程量清单计价表

合同编号：（投标项目合同号）

工程名称：（投标项目名称）

第 页共 页

序号	项目编码	项目名称	计量单位	工程数量	单价（元）	合价（元）	主要技术条款编码
1		一级 xx 项目					
1.1		二级 xx 项目					
1.1.1		三级 xx 项目					
	50xxxxxxxx	最末一级项目					
1.1.2							
		一级 xx 项目					
		二级 xx 项目					
		三级 xx 项目					
	50xxxxxxxx	最末一级项目					
2.1.2							
		合计					

法定代表人：

（或委托代理人）：

（签字）

9.零星工作项目计价表填写。表中的序号、人工、材料、机械的名称、型号规格以及计量单位，按招标人提供的零星工作项目清单中的相应内容填写，并填写相应项目单价。

工程项目总价表中的金额应取整数，分类分项工程量清单计价表中的单价应取两位有效小数，合价、合计应取整；措施项目清单计价表、其他项目清单计价表中的金额应取整

10.辅助表格填写。

- （1）工程单价汇总表，按工程单价计算表中的相应内容、价格（费率）填写。
- （2）工程单价费（税）率汇总表，按工程单价计算表中的相应费（税）率填写。
- （3）投标人生产电、风、水、砂石基础单价汇总表，按基础单价分析计算成果的相应内容、价格填写，并附相应基础单价的分析计算书。
- （4）标人生产混凝土配合比材料费表，按表中工程部位、混凝土和水泥强度等级、

级配、水灰比、相应材料用量和单价填写，填写的单价必须与工程单价计算表中采用的相应混凝土材料单价一致。

(5) 招标人供应材料价格汇总表，按招标人供应的材料名称、型号规格、计量单位和供应价填写，并填写经分析计算后的相应材料预算价格，填写的预算价格必须与工程单价计算表中采用的相应料预算价格一致。

(6) 投标人自行采购主要材料预算价格汇总表，按表中的序号、材料名称、型号规格、计量单位和预算价填写，填写的预算价必须与工程单价计算表中采用的相应材料预算价格一致。

(7) 招标人提供施工机械台时（班）费汇总表，按招标人提供的机械名称、型号规格和招标人收取的台时（班）折旧费填写；投标人填写的台时（班）费用合计金额必须与工程单价计算表中相应施工机械台时（班）费单价一致。

(8) 投标人自备施工机械台时（班）费汇总表，按表中的序号、机械名称、型号规格、一类费用和二类费用填写，填写的台时（班）费合计金额必须与工程单价计算表中相应的施工机械台时（班）费单价一致。

(9) 工程单价计算表，表中的施工方法、序号、名称、型号规格、计量单位、数量、单价、合价填写，填写的人工、材料和机械等基础价格，必须与基础材料单价汇总表、主要材料预算价格汇总表及施工机械台时（班）费汇总表中的单价相一致；填写的施工管理费、企业利润和税金等费（税）率必须与工程单价费（税）率汇总表中的费（税）率相一致。凡投标金额小于投标总报价万分之五及以下的工程项目，投标人可不编报工程单价计算表。

## 第四节 招标控制价和投标报价文件编制

### 一、招标控制价编制

#### (一) 招标控制价的概念

招标控制价指招标人对于合同项目预期价格的上限，一般参考国家或省级水利行政主管部门颁发的定额、费用标准，依据招标项目所在地同时期水利工程建设市场价格水平，以及拟定的招标文件和招标工程量清单，结合工程具体情况编制，又称招标工程的最高投标限价。

招标控制价应由具有编制能力的招标人，或受其委托具有相应资质的工程造价咨询人、招标代理人编制。招标人应在招标文件中明确招标控制价。招标控制价的主要组成内容有分类分项工程费、一般项目费和其他项目费

#### (二) 招标控制价编制规定及依据

##### 1. 编制招标控制价的一般规定

- (1) 国有资金投资的水利工程招标，招标人必须编制招标控制价，规定最高投标限价。
- (2) 招标控制价应不低于标底（如果有）。招标控制价可由标底上浮估算。
- (3) 受招标人委托编制招标控制价的编制人，不得再就同一项目接受投标人委托编制投标报价或投标咨询。
- (4) 招标控制价原则上应不超过批准的设计概算，当招标控制价超过批准的设计概算时，招标人应将调整后的设计概算报原概算审批部门审核。
- (5) 招标人应在招标文件中明确招标控制价，招标控制价及有关资料应及时报送工程所在地或有该工程管辖权的水利行政管理部门备查。
- (6) 招标控制价的编制应采用《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）格式。

##### 2. 编制招标控制价的依据

- (1) 招标人对招标项目价格的预期。
- (2) 拟定的招标文件、招标工程量清单及其补充通知、答疑纪要。
- (3) 施工现场情况、工程特点。
- (4) 工程设计文件（含设计施工方案）及相关资料。
- (5) 与招标项目相关的标准、规范、技术资料。
- (6) 《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）
- (7) 国家或省级、行业建设主管部门颁发的定额和相关规定。
- (8) 招标项目所在地同时期水利工程或类似建筑工程施工平均先进效率水平
- (9) 市场价格信息或工程造价管理机构发布的工程造价信息。

(10) 其他相关资料。

### (三) 招标控制价编制的内容

#### 1. 分类分项工程量清单计价的编制

分类分项工程费应根据招标文件中的分类分项工程项目清单及有关要求,按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501-2007)有关规定确定单价计价。

##### (1) 分类分项工程量清单计价方式

分类分项工程量清单计价采用工程单价计价。工程单价是指完成工程量清单中一个质量合格的规定计量单位项目所需的直接费(包括人工费、材料费、机械使用费和季节、夜间、高原、风沙等原因增加的直接费)、施工管理费、企业利润和税金,并考虑风险因素。

一般情况下应按照招标文件的规定,根据招标项目涵盖的内容,编制人工费单价,主要材料预算价格,电、水、风单价,砂石料单价,块石、料石单价,混凝土配合比材料费,施工机械台时(班)费等基础单价,作为编制分类分项工程单价的依据。

##### (2) 分类分项工程量清单的工程单价

分类分项工程量清单的工程单价,应根据 GB50501-2007 规定的工程单价组成内容,按招标设计文件、图纸、附录 A 和附录 B 中的“主要工作内容”确定,除另有规定外,对有效工程量以外的超挖、超填工程量施工附加量,加工、运输损耗量等,所消耗的人工、材料和机械费用,均应摊入相应有效工程量的工程单价之内。

以该规范附录 A 和附录 B 中规定的工程量计算规则和相关条款说明计算的有效工程量作为工程量清单计价的依据。对于分类分项工程量清单的工程单价,应根据该规范规定的工程单价组成内容,按招标设计文件、图纸、附录 A 和附录 B 中的“主要工作内容”确定。除另有规定外,对有效工程量以外的超挖、超填工程量,施工附加量,加工、运输损耗量等,所消耗的人工、材料和机械费用,均应摊入相应有效工程量的工程单价之内。

分类分项工程量清单项目的工程单价是有效工程量的单价,计算工程单价时,要将完成该工程量清单项目的有效工程量所需的全部费用,包括超挖、超填,施工附加量,操作损耗等所发生的费用,都摊入到有效工程量的工程单价中。

分类分项工程量清单项目的工程单价计算,可用下式表达:

$$\text{工程单价} = \sum (\text{组价项目工程量} \times \text{组价项目单位工程量直接费}) / \text{清单项目工程量} \times (1 + \text{施工管理费率}) \times (1 + \text{利润率}) \times (1 + \text{税率})$$

式中的组价项目,是指完成清单项目过程中消耗资源的工作分项。

招标控制价编制时采用水利工程预算定额来计价,一个清单项目可能包括几个定额项目的工作内容,其中每一个定额项目就是一个组价项目。

如果采用实物量法计价,清单项目的组价项目可能是几组要消耗的实际资源。如某山坡土方开挖清单项目,根据施工场地条件、工期要求和施工组织设计,需要 4 组资源:2 台挖掘机、20 台自卸汽车、1 台推土机、3 个现场施工人员。这 4 组资源就是这个清单

项目的4个组价项目。根据经验计算需要各种机械的台时数量和人工工时数量,就是各组价项目的工程量,各种机械的台时费和人工工时费就是各组价项目的单位工程量直接费。将这些机械台时费、人工工时费、机械台时数、人工工时数以及管理费项目。

### 2.措施项目费的编制

措施项目清单中所列的措施项目均以每一项为单位,以“项”列示,投标报价时,应根据招标文件的要求详细分析各措施项目所包含的工程内容和施工难度,编制合理的施工方案,据以确定其价格。

### 3.其他项目费的编制

其他项目清单是指为保证工程项目施工在该工程施工过程中难以量化,又可能发生的工程和费用,招标控制价编制时可按招标人要求的计算方法或估算金额计列的费用项目。

### 4.零星工作项目报价

零星工作项目清单中的人工、材料、机械台时单价由招标控制价编制人根据招标文件要求分析确定。其单价的内涵不仅包含基础单价,还有辅助性消耗的费用,如工人所用的工器具使用费、工人需进行的辅助性工作、相应要消耗的零星材料、相配合要消耗的辅助机械等。另外,对零星工作按预计准备的用量可能与将来实际发生的有较大的差异,准备多了有闲置,准备少了要追加,有引起成本增加的风险。所以,相同工种的人工、相同规格的材料和机械,零星工作项目的单价应高于基础单价,但不应违背工作实际和有意过分放大风险程度。

## (四) 编制控制价应遵循的原则

1.对国有资金投资项目,要控制实行的投资概算审批制度,国有资金投资的工程原则上不能超过批准的投资概算。因此,在工程招标发包时,当编制的招标控制价超过批准的概算,招标人应当将其报原概算审批部门重新审核。

2.国有资金投资的工程进行招标,根据规定,招标人可以设标底。当招标人不设标底时,为有利于客观、合理地评审投标报价和避免哄抬标价,造成国有资产流失,招标人应编制招标控制价。《中华人民共和国招标投标法实施条例》(简称《招标投标法实施条例》)第二十七条规定:“招标人可以自行决定是否编制标底。一个招标项目只能有一个标底。标底必须保密。接受委托编制标底的中介机构不得参加受托编制标底项目的投标,也不得为该项目的投标人编制投标文件或者提供咨询。招标人设有最高投标限价的,应当在招标文件中明确最高投标限价或者最高投标限价的计算方法。招标人不得规定最低投标限价。”

3.国有资金投资的工程,招标人编制并公布的招标控制价相当于招标人的采购预算,同时要求其不能超过批准的概算。因此,招标控制价是招标人在工程招标时能接受投标人报价的最高限价。国有资金中的财政性资金投资的工程在招标时还应符合《中华人民共和国政府采购法》相关条款的规定。如该法第三十六条规定:“在招标采购中,出现下列情形之一的,应予废标:……(三)投标人的报价均超过了采购预算,采购人不能支付

的；……”所有国有资金投资的工程，投标人的投标报价均不能高于招标控制价，否则，其投标将被拒绝。

### （五）编制招标控制价时应注意的问题

1.采用的材料价格应是工程造价管理机构通过工程造价信息发布的材料价格，工程造价信息未发布材料单价的材料，其材料价格应通过市场调查确定。另外，未采用工程造价管理机构发布的工程造价信息时，需在招标文件或答疑补充文件中对招标控制价采用的与造价信息不一致的市场价格予以说明，采用的市场价格则应通过调查、分析确定，有可靠的信息来源。

2.施工机械设备的选型直接关系到综合单价水平，应根据工程项目特点和施工条件，本着经济实用、先进高效的原则确定。

3.应该正确使用水利工程预算定额与相关文件。

4.不可竞争的措施项目和规费、税金等费用的计算均属于强制性的条款，编制招标控制价时应按国家有关规定计算。

## 二、投标报价的编制

编制投标报价书是在投标人向招标人递送资格预审文件获得通过或认可，并接到“投标邀请书”和购买招标文件后，才开始进行的一项工作。它是投标文件的重要组成部分，是反映投标人市场竞争能力的主要文件。

### （一）投标报价前的工作

在报价编制之前，首先要认真阅读、理解招标文件，包括商务条款、技术条款、图纸及补遗文件，并对招标文件中有疑问的地方以书面形式向招标单位去函要求澄清。

#### 1.研究招标文件

投标人取得招标文件后，为保证工程量清单报价的合理性，应对投标人须知、合同条件、技术规范、图纸和工程量清单等重点内容进行分析，深刻而正确地理解招标文件和招标人的意图。

##### （1）标人须知

投标人须知反映了招标人对投标的要求，特别要注意项目的资金来源、投标书的编制和递交、投标保证金、更改或备选方案、评标方法等，重点在于防止投标被否决。

##### （2）合同分析

1) 合同背景分析。投标人有必要了解与自己承包的工程内容有关的合同背景，了解监理方式，了解合同的法律依据，为报价和合同实施及索赔提供依据。

2) 合同形式分析，主要分析承包方式（如分项承包、施工承包、设计与施工总承包和管理承包等）和计价方式（如单价方式、总价方式等）。

3) 合同条款分析，主要包括：承包人的任务、工作范围和责任；工程变更及相应的合同价款调整；付款方式、时间（应注意合同条款中关于工程预付款、材料预付款的



规定); 施工工期和项目法人责任等。

### (3) 技术标准和要求分析

工程技术标准是按工程类型来描述工程技术和工艺内容特点, 对设备、材料、施工和安装方法等所规定的技术要求, 有的是对工程质量进行检验、试验和验收所规定的方法和要求。它们与工程量清单中各子项工作密不可分, 报价人员应在准确理解招标人要求的基础上对有关工程内容进行报价, 任何忽视技术标准的报价都是不完整、不可靠的, 有时可能导致工程承包重大失误和亏损。

### (4) 图纸分析

图纸是确定工程范围、内容和技术要求的重要文件, 也是投标者确定施工方法等施工计划的主要依据。

图纸的详细程度取决于招标人提供的施工图设计所达到的深度和所采用的合同形式。详细的设计图纸可使投标人比较准确地估价, 而不够详细的图纸则需要估价人员采用综合估价方法, 其结果一般不很精确。

水利工程项目是基本建设工程项目的重要部分, 由于项目的功能要求与自然条件的不同, 工程特性有很大差异。了解工程特性与相关的施工特性是熟悉招标文件的首要任务。除一般性的要求外, 要特别熟悉招标文件所载明的特殊要求。其中, 有工程技术标准方面的(如采用的新材料、新工艺); 有工期与质量要求方面的; 也有商务方面的, 尤其要十分注意对报价的要求。

对于联合投标或有专业分包内容的, 还要组织协作单位或分包单位对招标文件共同进行研究, 确定总体施工方案、报价计算原则、基础价格等编制条件。有关单位分工编制所担负项目的报价后, 投标人应通盘进行必要的调整。项目规模较小时, 也可由主投标人独立完成。

投标人要求招标人对招标文件进行答疑, 其目的是使编制的投标文件内容具有较好的响应性。招标人以补充通知的方式回答其问题, 是对招标文件的解释、补充或修正。投标人既要慎重对待提交问题, 也要慎重对待补充通知。这是许多投标人经常忽视的, 但确实是研究招标文件的一个重要方面。

## 2. 调查工程现场

招标人在招标文件中一般会明确进行工程现场踏勘的时间和地点。勘察现场常安排在购买招标文件之后, 招标人一般会在投标邀请书中载明勘察现场的日期及集中出发的地点。勘察现场一般由项目法人或招标代理机构主持, 设计参与解说, 全体投标单位参加。投标人通过考察获取编制投标文件所需的资料, 如有可能建议由报价负责人亲自前往。在勘察现场中, 如有疑问可直接询问项目法人或设计代表。投标人对一般区域调查重点注意以下几个方面。

### (1) 自然条件调查

自然条件调查主要包括对气象资料, 水文资料, 地震、洪水及其他自然灾害情况,

### 地质情况等的调查

#### (2) 施工条件调查

施工条件调查的内容主要有场内外交通规划、水电通信现状、招标人可提供的场地等，具体包括：工程现场的用地范围、地形、地貌、地物、高程，地上或地下障碍物，现场的三通一平情况；场内外交通规划、工程现场周围的道路、进出场条件、有无特殊交通限制；工程现场施工临时设施、大型施工机具、材料堆放场地安排的可能性，是否需要次搬运；工程现场邻近建筑物与招标工程的间距、结构形式、基础埋深、新旧程度、高度；对于在市区及邻近地区施工的项目还要了解市政给水及污水、雨水排放管线位置、高程、管径、压力、废水、污水处理方式，市政、消防供水管道管径、压力、位置等；当地供电方式、方位、距离、电压等；当地煤气供应能力，管线位置、高程等；工程现场通信线路的连接和铺设；当地政府有关部门对施工现场管理的一般要求、特殊要求及规定，是否允许节假日和夜间施工等。

#### (3) 市场环境调查

市场环境调查主要包括调查生产要素市场的价格，各种构件、半成品及商品混凝土的供应能力和价格，调查采购或租赁施工机械的渠道，了解当地分包人和协作加工的状况，现场附近的生活设施、治安情况，当地政府的税收规定及居民或移民对项目的支持程度。上述市场环境因素对报价编制工作有很大影响，应该认真对待。

### (二) 询价、工程量复核与施工方案制订

#### 1. 询价

询价是投标报价的一个非常重要的环节。工程投标活动中，施工单位不仅要考虑投标报价能否中标，还应考虑中标后所承担的风险。因此，在报价前必须通过各种渠道，采用各种方式对所需人工、材料、施工机具等要素进行系统的调查，掌握各要素的价格、质量、供应时间、供应数量等数据，这个过程称为询价。询价除需要了解生产要素价格外，还应了解影响价格的各种因素，这样才能够为报价提供可靠的依据。询价时要特别注意两个问题，一是产品质量必须可靠，并满足招标文件的有关规定；二是供货方式、时间地点，有无附加条件和费用。

##### (1) 询价的渠道

- 1) 直接与生产厂商联系。
  - 2) 了解生产厂商的代理人或从事该项业务的经纪人。
  - 3) 了解经营该项产品的销售商。
  - 4) 向咨询公司进行询价。通过咨询公司所得到的询价资料比较可靠，但需要支付一定的咨询费用，也可向同行了解。
  - 5) 通过互联网查询。
  - 6) 自行进行市场调查或信函询价。
- ##### (2) 生产要素询价

1) 材料询价。材料询价的内容包括调查对比来源地、材料价格、供应数量、运输方式、保险和有效期、不同买卖条件下的支付方式等。询价人员在施工方案初步确定后,立即发出材料询价单,并催促材料供应商及时报价。收到询价单后,询价人员应将从各种渠道所询得的材料报价及其他有关资料汇总整理。对同种材料从不同经销部门所得到的所有资料进行比较分析,选择合适、可靠的材料供应商的报价,提供给工程报价人员使用。

2) 施工机械询价。在外地施工需用的施工机械,有时在当地租赁或采购可能更为有利,因此,事前有必要进行施工机械使用费的询价。必须采购的施工机械,可向供应厂商询价;对于租赁的施工机械,可向专门从事租赁业务的机构询价,并应详细了解其计价方法。例如,各种施工机械每台时(或台班)的租赁费、最低计费起点、施工机械停滞时租赁费及进出厂费的计算,燃料费及机上人员工资是否在台时(或台班)租赁费之内,如需另行计算,这些费用项目的具体数额为多少等

3) 劳务询价。如果投标人准备在工程所在地招募工人,则劳务询价是必不可少的。劳务询价主要有两种情况:一是成建制的劳务公司,相当于劳务分包,一般费用较高,但素质较可靠,工效较高,投标人将来的管理工作较轻;另一种是劳务市场招募零散劳动力,根据需要进行选择,这种方式虽然劳务价格低廉,但有时素质达不到要求或工效较低,且投标人将来的管理工作较繁重。投标人应在对劳务市场充分了解的基础上决定采用哪种方式,并以此为依据进行投标报价。

### (3) 分包询价

总承包人在确定了分包工作内容后,即可将拟分包的专业工程施工图纸和技术说明送交预先选定的分包单位,请他们在约定的时间内报价,以便进行比较选择,最终选择合适的分包人。对分包人询价应注意以下几点:分包标函是否完整,分包工程单价所包含的内容,分包人的工程质量、信誉及可信赖程度,质量保证措施,分包报价。

### 2. 复核工程量

工程量清单作为招标文件的组成部分,是由招标人提供的。工程量的大小是投标报价最直接的依据。复核工程量的准确程度,将影响投标人将来中标后的经营行为:一是根据复核后的工程量与招标文件提供的工程量之间的差距,从而考虑相应的投标策略,决定报价尺度;二是根据工程量的大小采取合适的施工方案,选择适用、经济的施工机械设备、投入使用相应的劳动力数量等。

复核工程量,要与招标文件中所给的工程量进行对比,需注意以下几方面。

1) 投标人应认真根据招标说明,图纸,水文、地质资料等招标文件资料,计算主要清单工程量,复核工程量清单。其中特别注意,需按一定顺序进行,避免漏算或重算;正确划分分类分项工程项目,与“清单计价规范”保持一致。

2) 复核工程量的目的不是修改工程量清单即使有误,投标人也不能修改工程量清单中的工程量,因为修改了清单将导致在评标时认为投标文件未响应招标文件而被否

决。对工程量清单存在的错误，可以向招标人提出，由招标人统一修改并把修改情况通知所有投标人。

3) 针对工程量清单中工程量的遗漏或错误，是否向招标人提出修改意见取决于投标策略。投标人可以运用一些报价的技巧提高报价的质量，争取在中标后能获得想要达到的收益。

4) 通过工程量计算复核还能准确地确定订货及采购物资的数量，防止由于超量或少购等带来的浪费、积压或停工待料。

在核算完全部工程量清单中的细目后，投标人应按大项分类汇总主要工程总量，以便获得对整个工程施工规模的整体概念，并据此研究采用合适的施工方法，选择适用的施工设备等。

### 3. 制订施工方案

1) 施工方案是编制报价的基础。投标报价中主体工程的单价、各临时工程的总价、各项独立费用的选取，都离不开选择的施工方案。主体工程因其工程量大，其施工单价与施工总组织、施工机构配置、施工工艺流程密切相关，更应高度重视。

2) 施工方案要体现施工特性的要求。在研究招标文件时，应了解工程特性与相关的施工特性。制订施工方案时，要体现两者的紧密关联性。对于投标人源于现有机械装备状况并具备优势的“习惯性”施工方法，只要满足招标文件的质量、工期的要求，也可以选用。

3) 施工方案应采用成熟技术和落实的机械配置。制订施工方案要确保中标后能顺利组织实施，相应的报价是可行的。采用成熟的技术与落实的机械配置是为了减少施工风险与报价风险。编制投标文件时不可能对诸多施工方案进行优化比选；也不可能对施工总组织的相关内容全部涉及。在内容上应着重对主体工程叙述，附属设施仅提出规模、生产能力指标及总体布置、工艺流程即可。

### (三) 投标报价的编制原则与依据

#### 1. 投标报价的编制原则

报价是投标的关键性工作，报价是否合理不仅直接关系到投标的成败，还关系到中标后的盈亏。在对招标文件有了比较详细的了解后，就可开始着手进行报价的编制工作。首先是要确定该工程项目的报价编制原则，选用何种定额及取费费率等问题。如招标文件对定额及取费费率有要求，就按招标文件要求进行编制；现一般大中型水利水电项目对定额的选取及取费费率不做明确要求，可根据招标文件报价附表隐含的要求和市场竞争情况分析确定定额及取费费率。如招标文件未做任何要求，则可根据市场竞争情况分析和投标人的预期收益来确定采用的定额及取费费率。

投标报价的编制原则如下。

1) 投标报价由投标人自主确定，但必须执行《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501-2007)的强制性规定。投标报价应由投标人或受其委托的工程造价咨询人编

制。投标价的准确性和完整性应由投标人负责。

2) 投标人的投标报价不得低于工程成本《招标投标法》第四十一条规定:“中标人的投标应当符合下列条件之一:……(二)能够满足招标文件的实质性要求,并且经评审的投标价格最低;但是投标价格低于成本的除外。”《评标委员会和评标方法暂行规定》(七部委第12号令)第二十一条规定:“在评标过程中,评标委员会发现投标人的报价明显低于其他投标报价或者在设有标底时明显低于标底的,使得其投标报价可能低于其个别成本的,应当要求该投标人作出书面说明并提供相关证明材料。投标人不能合理说明或者不能提供相关证明材料的,由评标委员会认定该投标人以低于成本的,应当要求该投标人作出书面说明并提供相关证明材料。投标人不能合理说明或者不能提供相关证明材料的,由评标委员会认定该投标人以低于成本报价竞标,应当否决某投标。”根据上述法律、规章的规定,特别要求投标人的投标报价不得低于工程成本。

3) 投投标报价要以招标文件中设定的发承包双方责任划分,作为考虑投标报价费用项目和费用计算的基础,发承包双方的责任划分不同,会导致合同风险不同的分配,从而导致投标人选择不同的报价;根据工程发承包模式考虑投标报价的费用内容和计算深度。

(4) 以施工方案、技术措施等作为投标报价计算的基本条件;以反映企业技术和管理水平的企业定额作为计算人工、材料和机具台班消耗量的基本依据;充分利用现场考察调研成果、市场价格信息和行情资料,编制基础标价。

5) 报价计算方法要科学严谨,简明适用。

## 2. 投标报价的编制依据

1) 招标文件、招标工程量清单及其补充通知、答疑纪要。

2) 投标人对招标项目价格的预期。

3) 施工现场情况、工程特点及投标时拟定的施工组织设计或施工方案

4) 市场价格信息或工程造价管理机构发布的工程造价信息

5) 《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501-2007)

6) 企业定额、企业管理水平,或参考国家或省级、行业建设主管部门颁发的定额和相关规定。

7) 与建设项目相关的标准、规范、技术资料。

## (四) 投标报价的编制方法与内容

### 1. 投标报价的编制方法

投标报价的编制是按招标文件给定的计价方法和计价格式进行报价编制和计算。水利工程在招投标阶段按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501-2007)规定要求投标人按工程量清单计价方法进行报价。各项目清单的报价方法如下。

(1) 分类分项工程报价

1) 分类分项工程量清单计价方式。分类分项工程量清单计价采用工程单价计价。

一般情况下投标人应按照招标文件的规定，根据招标项目涵盖的内容和自身的经营环境，采用自己的企业定额编制人工费单价，主要材料预算价格，电、水、风单价，砂石料单价，块石、料石单价，混凝土配合比材料费，施工机械台时（班）费等基础单价，作为编制分类分项工程单价的依据。

2) 分类分项工程量清单的工程单价计算。分类分项工程量清单的工程单价，应根据招标文件给定的“主要工作内容”和“主要技术条款”确定工程单价组成内容，按企业定额或水利工程预算定额，并将有效工程量以外的超挖、超填工程量，施工附加量，加工、运输损耗量等，所消耗的人工、材料和机械费用，均摊入相应有效工程量的工程单价之内。

分类分项工程量清单项目的工程单价是有效工程量的单价，具体计算方法与招标控制价相同。

### (2) 措施项目报价

措施项目报价的方法同招标控制价。投标人在报价时不得增删招标人提出的措施项目清单项目，投标人若有疑问，必须在招标文件规定的时间内向招标人进行书面澄清。

### 3.其他项目报价

其他项目报价按招标人要求的计算方法或估算金额计列的费用项目。

### 4.零星工作项目报价

零星工作项目报价方法同招标控制价的方法。

### 2.投标报价的编制内容

投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标报价应当包括下列内容。

1) 投标函及投标函附录。

2) 法定代表人身份证明或附有法定代表人身份证明的授权委托书。(3) 联合体协议书（如工程允许采用联合体投标）。

4) 投标保证金。

5) 已标价工程量清单。

6) 施工组织设计。

7) 项目管理机构。

8) 拟分包项目情况表。

9) 资格审查资料。

10) 规定的其他材料。

## 附例题

## 例题 1

宁夏中南部引水工程由某电网供电占 97%，自备柴油发电厂供电占 3%。电网单价为 0.399 元/kW·h，建设基金和其他加价为 0.077 元/kW·h，高压输电线路损耗率为 6%，变配电设备及线路损耗率为 10%，供电设施维修摊销率为 0.035 元/kW·h；柴油发电厂基本电价为 0.89 元/kW·h，变配电设备及线路损耗率为 10%，供电设施维修摊销费为 0.035 元/kW·h。

问题：试计算其综合单价。

【解答】

$$\textcircled{1} \text{ 电网电价预算价} = [0.399 + 0.077] / [(1 - 6\%) (1 - 10\%)] + 0.035 = 0.598 \text{ 元/kW}\cdot\text{h}$$

$$\textcircled{2} \text{ 柴油发电预算价} = 0.89 / (1 - 10\%) + 0.035 = 1.024 \text{ 元/kW}\cdot\text{h}$$

$$\textcircled{3} \text{ 综合电价} = 0.598 \times 97\% + 1.024 \times 3\% = 0.611 \text{ 元/kW}\cdot\text{h}$$

## 例题 2

中部某地区河道整治工程项目，主体建筑工程投资 5605.35 万元，施工交通工程投资 112 万元，交通工程投资 235 万元，导流工程投资 456 万元，供电设施工程投资 65 万元，施工供电工程投资 40 万，仓库及办公用房工程投资 135 万元，施工房屋建筑工程投资 145 万元，独立费用 1513.38 万元。机电设备及安装工程投资 283.64 万元。金属结构设备及安装工程费用主要包括拦污栅工程和排水涵工程。其初步概算成果见表 1.10。

(1) 除上述列项外，房屋建筑工程需增列：①值班宿舍及文化福利建筑投资按主体建筑工程投资的 0.4% 计取；②室外工程投资按房屋建筑工程投资（不含室外工程）的 15% 计取。

(2) 其他临时工程按一至四部分建安工作量（不包括其他施工临时工程）之和的 0.5% 计取。

(3) 建设管理费 322.80 万元，工程建设监理费 164.41 万元，科研勘测设计费为 221.52 万元，工程保险费为 32.28 万元。

(4) 基本预备费率为 5%，不计取价差预备费。

问题：

<1>、简述金属结构设备及安装工程主要包括的内容。

<2>、根据上述背景内容编写金属设备及安装工程费用初步概算成果表。计算金属设备及安装工程总费用。（计算结果以万元为单位，保留两位小数。）

<3>、编写工程部分总概算表，写出计算过程。（计算结果保留两位小数）

设备及安装工程费用初步概算成果表

序号	项目名称	单位	数量	设备单价/元	安装单价/元
1	拦污栅桥	t	60	11000	764.72
2	拦污栅钢排架	t	12	10000	2835.58
3	拦污栅埋件	t	7.8	10000	2000
4	电动葫芦 50kN	台	1	10000	1848.25
5	轨道 I36c 工字钢	m	65	12000	598.57
6	桥式起重机	台	1	3542.19	450.94
7	油系统	项	3	122200	8500
8	压气系统	项	3	103500	7980
9	排水钢管 $\phi 900$	t	0.6		10000
10	节能型拍门 DN900mm	套	2	12000	1800
11	设备运杂综合费率	%	4.72		

金属设备及安装工程费用初步概算成果表

序号	项目名称	单位	数量	设备单价/元	安装单价/元	设备合价/元	安装合价/元



工程部分总概算表

序号	工程或费用名称	投资/万元
1	第一部分 建筑工程	
1.1	主体建筑工程	
1.2	交通工程	
1.3	房屋建筑工程	
1.4	供电设施工程	
1.5	其他建筑工程	
2	第二部分 机电设备及安装工程	
3	第三部分 金属结构设备及安装工程	
4	第四部分 施工临时工程	
4.1	导流工程	
4.2	施工交通工程	
4.3	施工场外供电工程	
4.4	施工房屋建筑工程	
4.5	其他施工临时工程	
5	第五部分 独立费用	
5.1	建设管理费	
5.2	工程建设监理费	
5.3	生产准备费	
5.4	科研勘察设计费	
5.5	其他独立费	
6	一至五部分投资合计	
7	基本预备费	
8	静态总投资	

【解答1】 金属结构设备及安装工程是指构成枢纽工程、引水工程和河道工程固定资产的全部金属结构设备及安装工程。包括闸门、启闭机、拦污设备、升船机等设备及安装工程，水电站（泵站等）压力钢管制作及安装工程和其他金属结构设备及安装工程。

【解答2】

金属结构设备及安装工程费用=（1741493.60+145865.46）/10000=188.74（万元）

【解答3】

（1）第一部分建筑工程

建筑工程=主体建筑工程+交通工程+供电设施工程+仓库及办公用房+值班宿舍及文

化福利建筑+室外工程

$$=5605.35+235+65+135+5605.35 \times 0.4\% + (135+5605.35 \times 0.4\%) \times 15\% = 6086.38 \text{ (万元)}$$

(2) 第二部分机电设备及安装工程=283.64 (万元)

(3) 第三部分金属结构设备及安装工程=188.74 (万元)

(4) 第四部分施工临时工程

$$\begin{aligned} \text{施工临时工程} &= \text{导流工程} + \text{施工交通工程} + \text{施工供电工程} + \text{施工房屋建筑工程} + \text{其他施工} \\ \text{临时工程} &= 456 + 112 + 40 + 145 + (6086.38 + 283.64 + 145865.46 / 10000 + 456 + 112 + 40 + 145) \\ &\times 0.5\% = 788.69 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

(5) 第五部分独立费用

$$\begin{aligned} \text{独立费用} &= \text{建设管理费} + \text{工程建设监理费} + \text{科研勘测设计费} + \text{工程保险费} \\ &= 322.80 + 164.41 + 221.52 + 32.28 = 741.01 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

(6) 一至五部分投资合计=6086.38+283.64+188.74+788.69+741.01=8088.46(万元)

(7) 基本预备费=8088.46×5%=404.42 (万元)

(8) 工程部分静态总投资=8088.46+404.42=8492.88 (万元)

金属设备及安装工程费用初步概算成果表

序号	项目名称	单位	数量	设备单价 元	安装单价 元	设备合价 元	安装合价 元
1	拦污栅桥	t	60	11000	764.72	660000	45883.20
2	拦污栅钢排架	t	12	10000	2835.58	120000	34026.96
3	拦污栅埋件	t	7.8	10000	2000	78000	15600
4	电动葫芦 50kN	台	1	10000	1848.25	10000	1848.25
5	轨道 I36c 工字钢	m	65	12000	598.57	780000	38907.05
6	排水钢管 φ900	t	0.6		10000		6000
7	节能型拍门 DN900mm	套	2	12000	1800	24000	3600
8	小计					1663000	145865.46
9	设备运杂综合费率	%	4.72	1663000		78493.60	
10	合计					1741493.60	145865.46

程部分总概算表

序号	工程或费用名称	投资/万元
1	第一部分 建筑工程	6086.38
1.1	主体建筑工程	5605.35
1.2	交通工程	235
1.3	房屋建筑工程	$135+5605.35 \times 0.4\% + (135+5605.35 \times 0.4\%) \times 15\% = 181.03$
1.4	供电设施工程	65
1.5	其他建筑工程	0
2	第二部分 机电设备及安装工程	283.64
3	第三部分 金属结构设备及安装工程	188.74
4	第四部分 施工临时工程	788.69
4.1	导流工程	456
4.2	施工交通工程	112
4.3	施工场外供电工程	40
4.4	施工房屋建筑工程	145
4.5	其他施工临时工程	$(6086.38+283.64+145865.46/10000+456+112+40+145) \times 0.5\% = 35.69$
5	第五部分 独立费用	741.01
5.1	建设管理费	322.80
5.2	工程建设监理费	164.41
5.3	生产准备费	0
5.4	科研勘察设计费	221.52
5.5	其他独立费	32.28
6	一至五部分投资合计	8088.46
7	基本预备费	404.42
8	静态总投资	8492.88

## 第五节 工程量清单计价下的工程量分类及计算规则

### 一、概述

工程量清单是载明建设工程分类分项工程项目、措施项目、其他项目的名称和相应数量以及规费、税金项目等内容的明细清单，是构成造价的依据。

#### （一）水利建筑工程工程量内容

水利建筑工程工程量清单项目包括土方开挖工程，石方开挖工程，土石方填筑工程，疏浚和吹填工程，砌筑工程，锚喷支护工程，钻孔和灌浆工程，基础防渗和地基加固工程，混凝土工程，模板工程，钢筋、钢构件加工及安装工程，预制混凝土工程，原料开采及加工工程和其他建筑工程，共 14 节，130 个子目。

#### （二）项目划分

##### 1. 分类工程划分

水利建筑工程按 14 个分类工程进行划分，有利于水利建筑工程工程量清单项目的最末一级项目划分简洁、准确，有利于工程投资按统一的分类工程进行统计，控制管理和对比分析。

##### 2. 分类工程子目划分

分类工程中子目的设置力求全面和准确，根据项目主要特征，结合主要工作内容和一般适用范围进行划分，补充了新材料、新技术、新工艺的有关项目，以满足水利建筑工程设计水平和施工技术发展的需要。

水利建筑工程的 14 个分类工程中均设有其他分类分项工程子目，当分类分项工程量清单的项目虽能划归到具体的分类工程，但找不到匹配的分类分项工程子目时，则可将其划归到相应分类工程的其他分类分项工程子目中。

#### （三）项目编码

采用十二位编码。凡在分类分项工程量清单中列有工程数量的项目，同时也是分类分项工程量清单中的最末级项目，必须按《水利工程工程量清单计价规范》

（GB50501-2007）的编码规则进行编码；凡不能按土方开挖工程等前十三大类工程进行编码的项目（包括数量以“1”、单位以“项”等列示的项目），统一按其他建筑工程进行编码。工程量清单中最末级项目以上的各级项目，不予编码。

以下图为例进行说明，第一至第二位代表水利工程顺序编码，其中“50”代表水利工程，第三至第四位代表专业工程顺序编码，其中“01”代表水利建筑工程，第五至第六位代表分类工程顺序编码，其中“01”代表土方开挖工程，第七至第九位代表分项工程顺序编码，其中“001”代表场地平整，第十至第十二位代表清单项目名称顺序流水号，“XXX”自“001”起顺序编号。

项目编码示例如下：

50 01 01 001 XXX

A B C D E

A—水利工程顺序码；

B—专业工程顺序码；

C—分类工程顺序码；

D—分项工程顺序码；

E—清单项目名称顺序流水号。

同一标段的分类分项工程量清单中凡有工程数量的项目，同时也是分类分项工程量清单中的最末级项目，均须编制十二位编码，并保证分类分项工程量清单中的项目编码不重复，不间断。

#### （四）相关说明

1.结合水利工程招标投标工作的实际情况，将原料开采及加工工程分别作为一个分类工程独立列项。

2.不同分类工程中的不同分项工程子目应按照主次原则或实际需要在工程量清单中以主要分类分项工程列项计价，次要分类分项工程的费用摊入主要分类分项工程有效工程量的单价中，如钢筋石笼工程分别涉及砌筑工程和钢筋、钢构件加工及安装工程，钢筋石笼工程在工程量清单中独立列项，而钢筋石笼中的钢筋制安费用应摊入钢筋石笼有效工程量的工程单价中。

3.混凝土工程中可计入模板制作安装和拆除工作内容，混凝土工程在工程量清单中独立列项，而模板工程的费用应摊入到混凝土工程有效工程量的工程单价中。

4.同一分类工程中的各分类分项工程子目应按照主次原则或实际需要在工程量清单中按主要分类分项工程列项计价，将次要分类分项工程费用摊入到主要分类分项工程有效工程量的工程单价中。如在保护层石方开挖工程中计入预裂爆破工作内容，将预裂爆破费用摊入到保护层石方开挖工程有效工程量的工程单价中。

5.水利建筑工程分类分项工程量清单项目应按如下工程量清单规定的分类分项工程项目编码、项目名称、计量单位进行编列，除其他工程外，计量单位均应与如《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501-2007）保持一致。

## 二、水利建筑工程工程量清单

### （一）土方开挖工程

1.工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则，应按规定执行。

2.其他相关问题应按下列规定处理：

1) 土方开挖工程的土类分级，按一般工程土类分级表确定。

2) 土方开挖工程工程量清单项目的工程量计算规则。按招标设计图示轮廓尺寸范

围以内的有效自然方体积计量。施工过程中增加的超挖量和施工附加量所发生的费用，应摊入有效工程量的工程单价中。

3) 夹有孤石的土方开挖，大于  $0.7\text{m}^3$  的孤石按石方开挖计量。

4) 土方开挖工程均包括弃土运输的工作内容，开挖与运输不在同一标段的工程，应分别选取开挖与运输的工作内容计量。

一般工程土类分级表

土质级别	土质名称	坚固系数 $f$	自然湿容重 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )	外形特征	鉴别方法
I	1. 砂土 2. 种植土	0.5~0.6	16.19~17.17	疏松，粘着力差或易透水，略有粘性	用锹或略加脚踩开挖
II	1. 壤土 2. 淤泥 3. 含壤种植土	0.6~0.8	17.17~18.15	开挖时能成块，并易打碎	用锹需用脚踩开挖
III	1. 粘土 2. 干燥黄土 3. 干淤泥 4. 含少量砾石粘土	0.8~1.0	17.66~19.13	粘手，看不见砂粒或干硬	用锹需用力加脚踩开挖
IV	1. 坚硬粘土 2. 砾质粘土 3. 含卵石粘土	1.0~1.5	18.64~20.60	土壤结构坚硬，将土分裂后成块状或含粘粒砾石较多	用镐、三齿耙撬挖

## (二) 石方开挖工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则，应按规定执行。

2. 其他相关问题应按下列规定处理：

1) 石方开挖工程的岩石级别，按现行《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501—2007）附录 A 中表 A.2.2 岩石分级表确定。

2) 石方开挖工程量清单项目的工程量计算规则。按设计图示轮廓尺寸计算的有效自然方体积计量。施工过程中增加的超挖量和施工附加量所发生的费用，应摊入有效工程量的工程单价中。

3) 石方开挖均包括弃渣运输的工作内容，开挖与运输不在同一标段的工程，应分别选取开挖与运输的工作内容计量。

## (三) 土石方填筑工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则，应按《水利工程工程量清单计价规范》（GB50501—2007）附录 A 中表 A.3.1 确定。

2. 其他相关问题应按下列规定处理：

1) 填筑土石料的松实系数换算，无现场土工实验资料时，参照土石方松实系数换算表。

2) 土石方填筑工程工程量清单项目的工程量计算规则。按招标设计图示尺寸计算填筑体的有效压实方体积计量。施工过程中增加的超填量、施工附加量、填筑体及基础的沉陷损失、填筑操作损耗等所发生的费用，应摊入有效工程量的工程单价中；抛投水

下的抛填物，石料抛投体积按堆方体积计量，钢筋笼块石或混凝土块抛投体积按钢筋笼或混凝土块的规格尺寸计算的体积计量。

土石方松实系数换算表

项目	自然方	松方	实方	码方
土方	1	1.33	0.85	
石方	1	1.53	1.31	
砂方	1	1.07	0.94	
混合料	1	1.19	0.88	
块石	1	1.75	1.43	1.67

注 1. 松实系数是指土石料体积的比例关系。供一般土石方工程换算时参考。

2. 块石实方指堆石坝坝体方，块石松方即块石堆方。

3) 钢筋笼块石的钢筋笼加工，按设计文件要求和钢筋加工及安装工程的计量计价规则计算摊入钢筋笼块石抛投有效工程量的工程单价中。

#### (四) 疏浚和吹填工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则，应按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 中表 A.4.1 确定。

2. 疏浚和吹填工程工程量清单项目的工程量计算规则：

(1) 在江河、水库、港湾、湖泊等处的疏浚工程(包括排泥于水中或陆地)，按招标设计图示轮廓尺寸计算的水下有效自然方体积计量。施工过程中疏浚设计断面以外增加的超挖量、施工期自然回淤量、开工展布与收工集合、避险与防干扰措施、排泥管安拆移动以及使用辅助船只等所发生的费用，应摊入有效工程量的工程单价中，辅助工程(如浚前扫床和障碍物清除、排泥区围堰、隔埂、退水口及排水渠等项目)另行计量计价。

(2) 吹填工程应按招标设计图示轮廓尺寸计算(扣除吹填区围堰、隔埂等的体积)的有效吹填体积计量，施工过程中吹填土体沉陷量、原地基因上部吹填荷载而产生的沉降量和泥沙流失量、对吹填区平整度要求较高的工程配备的陆上土方机械等所发生的费用，应摊入有效工程量的工程单价中。辅助工程(如浚前扫床和障碍物清除、排泥区围堰、隔埂、退水口及排水渠等项目)另行计量计价。

(3) 利用疏浚工程排泥进行吹填的工程，疏浚和吹填价格分界按招标设计文件的规定执行。

#### (五) 砌筑工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则，应按规定执行。

2. 其他相关问题应按下列规定处理：

(1) 砌筑工程工程量清单项目的工程量计算规则。按设计图示尺寸计算的有效砌筑体积计量。施工过程中的超砌量、施工附加量、砌筑操作损耗等所发生的费用，应摊入

有效工程工程量的工程单价中。

(2) 钢筋(铅丝)石笼笼体加工和砌筑体拉结筋,按设计图示要求和钢筋加工及安装工程的计量计价规则计算,分别摊入钢筋(铅丝)石笼和埋有拉结筋砌筑体的有效工程量的工程单价中。

#### (六) 喷锚支护工程

1.工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位、工程量计算规则及主要工作内容,应按表 A.6.1 确定。

2.其他相关问题应按下列规定处理:

(1) 锚杆和锚索钻孔的岩石分级,按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 中表 A.2.2 的确定。

(2) 锚喷支护工程工程量清单项目的工程量计算规则:

1) 锚杆(包括系统锚杆和随机锚杆)应按招标设计图示尺寸计算的有效根(或束)数计量。钻孔、锚杆和锚杆束、附件、加工和安装过程中操作损耗等所发生的费用,均应摊入有效工程量的工程单价中。

2) 锚索应按招标设计图示尺寸计算的有效束数计量。钻孔、锚索、附件、加工和安装过程中操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

3) 喷浆按招标设计图示范围的有效面积计量,喷混凝土按招标设计图示范围的有效实体方体积计量。由于被喷表面超挖等原因引起的超喷量、施喷回弹物损耗量、操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

4) 钢支撑加工、钢支撑安装、钢筋格构架加工、钢筋格构架安装,按招标设计图示尺寸计算的钢支撑或钢筋格构架及附件的重量(含两榀钢支撑或钢筋格构架间连接钢材、钢筋等的用量)计量。计算钢支撑或钢筋格构架重量时,不扣除孔眼的重量,也不增加电焊条、铆钉、螺栓等的重量。一般情况下钢支撑或钢筋格构架不拆除,如需拆除,招标人应另外支付拆除费用。

5) 木支撑安装按所耗用木材体积计量。

3.喷浆和喷混凝土工程中如设有钢筋网,可按钢筋、钢构件加工及安装工程的计量计价规则另行计量计价。

#### (七) 钻孔和灌浆工程

1.工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位、工程量计算规则及主要工作内容,应按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 中表 A.7.1 的规定执行。

2.其他相关问题应按下列规定处理:

(1) 岩石层钻孔的岩石分级,按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 附表 A.2.2 和表 A.7.2.1 确定。

(2) 砂砾石层钻孔地层分类,按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 表 A.7.2.2 确定。



### 3. 钻孔和灌浆工程工程量清单项目的工程量计算规则:

(1) 砂砾石层帷幕灌浆、土坝坝体劈裂灌浆,应按招标设计图示尺寸计算的有效灌浆长度计量。钻孔、检查孔钻孔灌浆、浆液废弃和钻孔灌浆操作损耗等所发生的费用,应摊入砂砾石层帷幕灌浆、土坝坝体劈裂灌浆有效工程量的工程单价中。

(2) 岩石层钻孔、混凝土层钻孔,按招标设计图示尺寸计算的有效钻孔进尺,按用途和孔径分别计量。有效钻孔进尺按钻机钻进工作面的位置开始计算。先导孔和观测孔取芯、灌浆孔取芯和扫孔等所发生的费用,应摊入岩石层钻孔、混凝土层钻孔有效工程量的工程单价中。

(3) 直接用于灌浆的水泥与掺合料的干耗量按设计净耗灰量计量。

(4) 岩石层帷幕灌浆、固结灌浆,应按招标设计图示尺寸计算的有效灌浆长度或设计净干耗灰量(水泥及掺和料的注入量)计量。补强灌浆、浆液废弃和灌浆操作损耗等所发生的费用,应摊入岩石层帷幕灌浆、固结灌浆有效工程量的工程单价中。

(5) 隧洞回填灌浆按招标设计图示尺寸规定的计量角度,计算设计衬砌外缘弧长与灌浆段长度乘积的有效灌浆面积计量。混凝土层钻孔、预埋灌浆管路、预留灌浆孔的检查和处理、检查孔钻孔和压浆封堵、浆液废弃和灌浆操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

(6) 高压钢管回填灌浆,应按招标设计图示衬砌钢板外缘全周长乘回填灌浆钢板衬砌段长度计算的有效灌浆面积计量。连接灌浆管、检查孔回填灌浆、浆液废弃和灌浆操作损耗等所发生的费用,均应摊入有效工程量的工程单价中。钢板预留灌浆孔封堵不属于回填灌浆的工作内容,应计入压力钢管的安装费中。

(7) 接缝灌浆和接触灌浆,应按招标设计图示尺寸计算的混凝土施工缝(或混凝土坝体与坝基、岸坡岩体的接触缝)有效灌浆面积计量。灌浆管路、灌浆盒和止浆片的制作、埋设、检查和处理,钻混凝土孔、灌浆操作损耗等所发生的费用,应摊入接缝灌浆、接触灌浆有效工程量的工程单价中。

(8) 化学灌浆应按招标设计图示化学灌浆区域需要各种化学灌浆材料的有效总重量计量。化学灌浆试验以及灌浆过程中的操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

(9) 表 A.7.1 钻孔和灌浆工程的工作内容不包括招标文件规定按总价报价的钻孔取芯的试验费和灌浆试验费。

### (八) 基础防渗和地基加固工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位、工程量计算规则及主要工作内容,应按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 中表 A.8.1 的规定执行。

2. 其他相关问题应按下列规定处理:

(1) 土类分级,按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录 A 中表 A.1.2 确定。岩石分级,按表 A2.2 和表 A7.2-1 确定。

(2) 基础防渗和地基加固工程工程量清单项目的工程量计算规则:

1) 混凝土地下连续墙、高压喷射注浆连续防渗墙,应按招标设计图示尺寸计算不同墙厚的连续墙体截水面积计量;高压喷射水泥搅拌桩,按招标设计图示尺寸计算的有效成孔长度计量。造(钻)孔、灌注槽孔混凝土(灰浆)及操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。混凝土地下连续墙与帷幕灌浆结合的墙体内预埋灌浆管、墙体内观测仪器(观测仪器的埋设、率定、下设桁架等)及钢筋笼下设(指保护预埋灌浆管的钢筋笼的加工、运输、垂直下设及孔口对接等),另行计量计价。

2) 地下连续墙施工的导向槽、施工平台,应另行计量计价。

3) 混凝土灌注桩应按招标设计图示尺寸计算的钻孔(沉管)灌注桩灌注混凝土的有效体积(不含灌注于桩顶设计高程以上需要挖去的混凝土)计量。检验试验、灌注于桩顶设计高程以上需要挖去的混凝土、钻孔(沉管)灌注混凝土的操作损耗等所发生的费用和周转使用沉管的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。钢筋笼按钢筋、钢构件加工及安装工程的计量计价规则另行计量计价。

4) 钢筋混凝土预制桩应按招标设计图示桩径、桩长,以根数计量。地质复勘、检验试验、预制桩制作(或购置)及在运桩、打桩和接桩过程中的操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

5) 振冲桩加固地基应按招标设计图示尺寸计算的振冲成孔长度计量。振冲试验、振冲桩体密实度和承载力等的检验、填料以及在振冲造孔填料振密过程中的操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

6) 沉井按符合招标设计图示尺寸需要形成的水面(或地面)以下有效空间体积计量。地质复勘、试验检验和沉井制作、运输、清基或水中筑岛、沉放、封底、操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

### (九) 混凝土工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则,应按规定执行。

2. 其他相关问题应按下列规定处理:

(1) 混凝土工程工程量清单项目的工程量计算规则:

1) 普通混凝土应按招标设计图示尺寸计算的有效实体方体积计量。体积小于0.1立方米的圆角或斜角、钢筋和金属件占用的空间体积小于0.1立方米或截面积小于0.1平方米的孔洞、排水管、预埋管和凹槽等的工程量不予扣除。按设计要求对上述临时孔洞所回填的混凝土也不重复计量。施工过程中由于超挖引起的超填量,凿(冲)毛、拌和、运输和浇筑等操作损耗所发生的费用(不包括以总价承包的混凝土配合比试验费),应摊入有效工程量的工程单价中。

2) 温控混凝土与普通混凝土的工程量计算规则相同。温控措施费应摊入相应温控混凝土的工程单价中。

3) 混凝土冬季施工中对原材料(如砂石料)加温、热水拌和、成品混凝土的保温

等措施所发生的冬季施工增加费应包含在相应混凝土的工程单价中。

4) 碾压混凝土应按招标设计图示尺寸计算的有效实体方体积计量。施工过程中由于超挖引起的超填量,冲(刷)毛、拌和、运输和碾压过程中的操作损耗所发生的费用(不包括配合比试验和生产性碾压试验的费用),应摊入有效工程量的工程单价中。

5) 水下浇筑混凝土应按招标设计图示浇筑前后水下地形变化计算的有效体积计量。拌和、运输和浇筑过程的操作损耗所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

6) 预应力混凝土应按招标设计图示尺寸计算的有效实体方体积计量。钢筋、锚索、钢管、钢构件、埋件等所占用的空间体积不予扣除。锚索及其附件的加工、运输、安装、张拉、注浆封闭和混凝土浇筑过程中的操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

7) 二期混凝土应按招标设计图示尺寸计算的有效实体方体积计量。钢筋和埋件等所占用的空间不予扣除。拌和、运输和浇筑过程中的操作损耗所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

8) 沥青混凝土应按招标设计防渗心墙及防渗面板的防渗层、整平胶结层和加厚层沥青混凝土图示尺寸计算的有效体积计量;封闭层按招标设计图示尺寸计算的有效面积计算。施工过程中由于超挖引起的超填量及拌和、运输和摊铺碾压过程中的操作损耗所发生的费用(不包括室内试验、现场试验和生产性试验的费用),应摊入有效工程量的工程单价中。

9) 止水工程应按招标设计图示尺寸计算的有效长度计量。止水片的搭接长度、加工及安装过程中操作损耗所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

10) 伸缩缝应按招标设计图示尺寸计算的有效面积计量。缝中填料及其在加工及安装过程中操作损耗所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

11) 混凝土工程中的小型钢构件,如温控需要的冷却水管、预应力混凝土中固定锚索位置的钢管等所发生的费用,应分别摊入相应混凝土的工程单价中。

(2) 混凝土拌和与浇筑分属两个投标人时,其含税价格的分界点应按招标文件的规定计算。

(3) 当开挖与混凝土浇筑分属两个投标人时,混凝土工程按开挖实测断面计算,相应由于超挖引起的超填量所发生的费用,不摊入混凝土有效工程量的工程单价中。

(4) 招标人如要求将模板使用费摊入混凝土工程单价,各摊入模板使用费的混凝土工程单价中应包括模板周转使用摊销费。

#### **(十) 钢筋、钢构件加工及安装工程**

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则,应按规定执行。

2. 钢筋加工及安装工程工程量清单项目的工程量计算规则:

(1) 钢筋加工及安装按设计图示计算的有效重量计量。施工架立筋、搭接、焊接、套筒连接、加工及安装过程中操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

(2) 钢构件加工及安装,指用钢材(如型材、管材、板材、钢筋等)制成的构件、埋件,按设计图示钢构件的有效重量计量。有效重量中不扣减切肢、切边和孔眼的重量,不增加电焊条、铆钉和螺栓的重量。施工架立件、搭接、焊接、套筒连接、加工及安装过程中操作损耗等所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

### (十一) 其他建筑工程

1.工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位、工程量计算规则及主要工作内容,应按规定执行。

2.其他相关问题应按下列规定处理:

(1)土方开挖工程至原料开采及加工工程未涵盖的其他建筑工程项目,如厂房装修工程,水土保持、环境保护工程中的林草工程等,按其他建筑工程编码。

(2)其他建筑工程可按项为单位计量。

## 三、水利安装工程工程量清单项目及计算规则

水利安装工程工程量清单项目包括机电设备安装工程、金属结构设备安装工程和安全监测设备采购及安装工程三部分,56个子目。

### (一) 机电设备安装工程

1.工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则,应按《水利工程工程量清单计价规范》(GB50501—2007)附录B中表B.1.1,表规定执行。

2.其他相关问题应按下列规定处理:

(1)机电设备安装工程项目编码的十至十二位均为000,如果各项目下需要设置明细项目,则明细项目编码的十至十二位分别自001起顺序编制。

(2)机电主要设备安装工程项目组成内容:包括水轮机(水泵-水轮机)、大型泵站水泵、调速器及油压装置、发电机(发电机-电动机)、大型泵站电动机、励磁系统、主阀、桥式起重机、主变压器等设备,均由设备本体和附属设备及埋件组成。

(3)机电其他设备安装工程项目组成内容:

1)轨道安装。包括起重设备、变压器设备等所用轨道。

2)滑触线安装。包括各类移动式起重机设备滑触线。

3)水力机械辅助设备安装。包括全厂油、水、气系统的透平油、绝缘油、技术供水、水力测量、消防用水、设备检修排水、渗漏排水、上库及压力钢管充水、低压压气和高压压气等系统设备和管路。

4)发电电压设备安装。包括发电机中性点设备、发电机定子主引出线至主变压器低压套管间的电气设备、分支线电气设备、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、电抗器、电气制动开关等,抽水蓄能电站与启动回路器有关的断路器和隔离开关等设备。

5)发电机一电动机静止变频启动装置(SFC)安装。包括抽水蓄能电站机组和大型

泵站机组静止变频启动装置的输入及输出变压器、整流及逆变器、交流电抗器、直流电抗器、过电压保护装置及控制保护设备等。

6) 厂用电系统设备安装。包括厂用电和厂坝区用电系统的厂用变压器、配电变压器、柴油发电机组、高低压开关柜(屏)、配电盘、动力箱、启动器、照明屏等设备。

7) 照明系统安装。包括照明灯具、开关、插座、配电箱、接线盒、线槽板、管线等器具和附件。

8) 电缆安装及敷设。包括 35kV 及以下高压电缆、动力电缆、控制电缆和光缆及其附件、电缆支架、电缆桥架、电缆管等。

9) 发电电压母线安装。包括发电电压主母线、分支母线及发电机中性点母线、套管、绝缘子及金具等。

10) 接地装置安装。包括全厂公用和分散设备的接地网的接地极、接地母线、避雷针等。

11) 高压电气设备安装。包括高压组合电器(GIS)、六氟化硫断路器、少油断路器、空气断路器、隔离开关、互感器、避雷器、高频阻波器、耦合电容器、结合滤波器、绝缘子、110kV 及以上高压电缆、高压管道母线等设备及配件。

12) 一次拉线安装。包括变电站母线、母线引下线、设备连接线、架空地线、绝缘子和金具。

13) 控制、保护、测量及信号系统设备安装。包括发电厂和变电站控制、保护、操作、计量、继电保护信息管理、安全自动装置等的屏、台、柜、箱及其他二次屏(台)等设备。

14) 计算机监控系统设备安装。包括全厂计算机监控系统的主机、工作站、服务器、网络、现地控制单元(LCU)、不间断电源(UPS)、全球卫星定位系统(GPS)等。

15) 直流系统设备安装。包括蓄电池组、充电设备、浑充电设备、直流配电屏(柜)等。

16) 工业电视系统设备安装。包括主控站、分控站、转换站、前端等设备及光缆、视频电缆、控制电缆、电源电缆(线)等设备。

17) 通信系统设备安装。包括载波通信、程控通信、生产调度通信、生产管理通信、卫星通信、光纤通信、信息管理系统等设备及通信线路等。

18) 电工试验室设备安装。包括为电气试验而设置的各种设备、仪器、表计等。

19) 消防系统设备安装。包括火灾报警及其控制系统、水喷雾及气体灭火装置、消防电话广播系统、消防器材及消防管路等设备。

20) 通风、空调、采暖及其监控设备安装。包括全厂制冷(热)机组及水泵、风机、空调器、通风空调监控系统、采暖设备、风管及管路、调节阀和风口等。

21) 机修设备安装。包括为机组、金属结构及其他机械设备的检修所设置的车、刨、镜、锯、磨、插、钻等机床,以及电焊机、空气锤等机修设备。

22) 电梯设备安装。包括工作电梯、观光电梯等电梯设备及电梯电气设备。

23) 其他设备安装。包括小型起重设备、保护网、铁构件、轨道阻进器等。

(4) 以长度或重量计算的机电设备装置性材料,如电缆、母线、轨道等,按招标设计图示尺寸计算的有效长度或重量计量。运输、加工及安装过程中的操作损耗所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

(5) 机电设备安装工程费。包括设备安装前的开箱检查、清扫、验收、仓储保管、防腐、油漆、安装现场运输、主体设备及随机成套供应的管路与附件安装、现场试验、调试、试运行及移交生产前的维护、保养等工作所发生的费用。

### (二) 金属结构设备安装工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则,应按规定执行。

2. 其他相关问题应按下列规定处理:

(1) 金属结构设备安装工程项目编码的十至十二位均为 000,如果各项目下需要设置明细项目,则明细项目编码的十至十二位分别自 001 起顺序编制。

(2) 金属结构设备安装工程项目组成内容:

1) 启闭机、闸门、拦污栅设备,均由设备本体和附属设备及埋件组成。

2) 升船机设备。包括各型垂直升船机、斜面升船机、桥式平移及吊杆式升船机等设备本体和附属设备及埋件等。

3) 其他金属结构设备。包括电动葫芦、清污机、储门库、闸门压重物、浮式系船柱及小型金属结构构件等。

(3) 以重量为单位计算工程量的金属结构设备或装置性材料,如闸门、拦污栅、埋件、高压钢管等,按招标设计图示尺寸计算的有效重量计量。运输、加工及安装过程中的操作损耗所发生的费用,应摊入有效工程量的工程单价中。

(4) 金属结构设备安装工程费。包括设备及附属设备验收、接货、涂装、仓储保管、焊缝检查及处理、安装现场运输、设备本体和附件及埋件安装、设备安装调试、试运行、质量检查和验收、完工验收前的维护等工作内容所发生的费用。

### (三) 安全监测设备采购及安装工程

1. 工程量清单的项目编码、项目名称、计量单位及工程量计算规则,应按安全监测设备采购及安装工程(编码 500203)

2. 其他相关问题应按下列规定处理:

(1) 安全监测设备采购及安装工程项目编码的十至十二位均为 000,如果各项目下需要设置明细项目,则明细项目编码的十至十二位分别自 001 起顺序编制。

(2) 安全监测工程中的建筑分类工程项目执行水利建筑工程工程量清单项目及计算规则,安全监测设备采购及安装工程包括设备费和安装工程费,在分类分项工程量清单中的单价或合价可分别以设备费、安装费分列表示。

3. 安全监测设备采购及安装工程工程量清单项目的工程量计算规则。按招标设计文件列示安全监测项目的各种仪器设备的数量计量。施工过程中仪表设备损耗、备品备件

等所发生的费用，应摊入有效工程量的工程单价中。

### 附例题：

#### 例题 1

某工程从国外进口主机设备一套，经海运抵达上海以后再转运至工地，

已知：汇率 1 美元=8.3 人民币。

- (1) 设备离岸价 900 万美元
- (2) 国际运费 0.7%
- (3) 运输保险费 0.3%
- (4) 银行财务费 0.5%
- (5) 外贸手续费 1.5%
- (6) 进口关税 10%
- (7) 消费税 10%
- (8) 增值税 17%
- (9) 进口车辆购置税 0.24%
- (10) 同类国产设备由上海港至工地运杂费率 6%
- (11) 运输保险费率 0.1%
- (12) 采购及保管费率 0.7%

问题：计算该进口设备费。

#### 【解答】

(1) 设备原价：

设备离岸价 FOB=900 万美元×8.3 元/美元=7470.00 (万元)

国际运费=7470×0.7%=189 (万元)

运输保险费=(7470+189)×0.3%/(1-0.3%)=23.05 (万元)

到岸价 CIF=7470+189+23.05=7682.05 万元 (万元)

银行财务费=7470×0.5%=37.35 (万元)

外贸手续费=7682.05×1.5%=115.23 (万元)

关税=7682.05×10%=768.20 (万元)

消费税=(7682.05+768.2)×10%/(1-10%)=938.92 (万元)

进口环节增值税=(7682.05+768.20+938.92)×17%=1596.16 (万元)

车辆购置税=7682.05×0.7%=22.53 (万元)

设备原价

=7470.00+189+23.05+37.35+115.23+768.20+938.92+1596.16+22.53=11160.44 (万元)

运杂综合费率=6%+(1+6%)×0.7%+0.1%=6.84%

运杂费=11160.44×6.84%=763.37 (万元)

该进口设备费=11160.44+763.37=11923.81 (万元)

## 例题 2

某水利工程项目进行施工招标，招标人编制了详细的招标文件，其招标文件的内容如下：（1）招标公告；（2）投标邀请书；（3）投标人须知；（4）合同主要条款；（5）技术条款；（6）招标图纸；（7）工程量清单；（8）中标通知书；（9）评标委员会名单。招标人通过资格预审对申请投标人进行审查，而且确定了资格预审表的内容，提出了对申请投标人资格必要合格条件的要求，要求包括：（1）资质等级达到要求标准；（2）投标人在开户银行的存款达工程造价的 5%；（3）主体工程中的重点部位可分包给经验丰富的承包商来完成。

问题：

<1>、招标文件的内容中有哪些不应属于招标文件内容？

<2>、资格预审主要侧重于对投标人的哪方面的审查？

<3>、背景材料中的必要合格条件不妥之处有哪些？

【解答 1】不属于招标文件的内容是：招标公告、中标通知书、评标委员会名单。

【解答 2】资格预审主要侧重于对承包人是否具有独立订立合同的权利、具有履行合同的能力，是否处于被责令停业、财产是否被接管和冻结，是否处于破产状态、投标资格是否被取消，是否在最近三年内存在骗取中标和严重违约及重大工程质量问题等要求进行审查。

【解答 3】必要合格条件中不妥之处是：

（1）投标人在开户银行的存款达工程造价的 5%；

（2）主体工程重点部位可分包给经验丰富的承包商。

## 例题 3

某大型防洪工程由政府投资兴建。项目法人委托某招标代理公司代理施工招标。招标代理公司依据有关规定确定该项目采用公开招标方式招标，招标公告在当地政府规定的招标信息网上发布。招标文件中规定：投标担保可采用投标保证金或投标保函方式担保。评标方法采用经评审的最低投标价法。投标有效期为 60 天。

项目法人对招标代理公司提出以下要求：为避免潜在的投标人过多，项目招标公告只在本市日报上发布，且采用邀请方式招标。

项目施工招标信息发布后，共有 9 家投标人报名参加投标。项目法人认为报名单位多，为减少评标工作量，要求招标代理公司仅对报名单位的资质条件、业绩进行资格审查。开标后发生的事件如下：

事件 1：A 投标人的投标报价为 8000 万元，为最低报价，经评审推荐为中标候选人。

事件 2：B 投标人的投标报价为 8300 万元，在开标后又提交了一份补充说明，提出可以降价 5%。

事件 3：C 投标人投标保函有效期为 70 天。



事件 4: D 投标人投标文件的投标函盖有企业及其法定代表人的印章,但没有加盖项目负责人的印章。

事件 5: E 投标人与其他投标人组成联合体投标,附有各方资质证书,但没有联合体共同投标协议书。

事件 6: F 投标人的投标报价为 8600 万元,开标后谈判中提出估价为 800 万元的技术转让。

事件 7: G 投标人的投标报价最高,故 F 投标人在开标后第二天撤回了其投标文件。问题:

<1>、项目法人对招标代理公司提出的要求是否正确?说明理由。

<2>、分析 A、B、C、D、E、F 投标人的投标文件是否有效或有何不妥之处?说明理由。

<3>、G 投标人的投标文件是否有效?对其撤回投标文件的行为,项目法人可如何处理?

<4>、该项目中标人应为哪一家?合同价位多少?

【解答 1】不正确。理由:项目招标公告应按有关规定在《中国日报》、《中国经济导报》以及《中国水利报》等媒体上发布,不能限制只在本市日报上发布;依据有关规定,该项目应采用公开招标方式招标,项目法人不能擅自改变。

【解答 2】A 投标人无不妥之处。理由:经评审后最低报价的应推荐位中标人。

B 投标人在开标后降价不妥。理由:投标文件在投标文件有效期内不得修改。

C 投标人无不妥之处。理由:投标人的投标保函有效期应不短于招标文件规定的有效期。

D 投标人无不妥之处。理由:投标人的投标函(或投标文件)应加盖企业及其法定代表人的印章,但不要求加盖项目负责人的印章。

E 投标人投标文件无效。理由:根据有关规定,联合体投标,应有联合体共同投标协议书。

F 投标人无不妥之处。理由:根据有关规定,开标后合同谈判中投标人可提出优惠条件,但不作为评标依据。

【解答 3】G 投标人的投标文件有效。投标文件在投标文件有效期内不得撤回。G 投标人撤回其投标文件,项目法人可没收其投标保函。

【解答 4】该项目中标人应为 A,合同价为 8000 万元。

#### 例题 4

区内某渠道砌护改造工程:工程量清单中格宾块石共计 13000m<sup>3</sup>,块石的材料价格将是影响报价的重要因素。块石使用套门沟的块石,产地价:68.56 元/m<sup>3</sup>(不含税),工地料场距离套门沟 59km,块石比重 1800kg/m<sup>3</sup>.运费:0.48 元/吨公里。计算块石预算价格,以多少钱计入单价?材料调差是多少?

【解答】：根据宁夏回族自治区水利工程概(估)算编制规定(2016年版)第61页并结合水利厅营改增文件规定计算。

材料预算价格=(材料原价+运杂费)×(1+采购保管费)+运输保险费=(68.56+1.8×59×0.48+2×1.8)×(1+3×1.1%)+0=123.14×1.033=127.20元/m<sup>3</sup>。

分析. 1.8×0.48×59是计算运费. 乘以1.8是调成每M<sup>3</sup>的价格。

采管费是3%乘以1.1是营改增文件规定。

地方材料一般不需要运输保险费. 如果有根据每m<sup>3</sup>价格加上即可。

块石按70元/m<sup>3</sup>计入单价计算表中, 127.2-70=57.2元调差计算。

### 例题 5

区内某水库除险加固工程(标段名称); 工程量清单中底板 C30 w4 F100 混凝土(二级配)浇筑共计 56.58m<sup>3</sup> 使用水利定额计算纯混凝土配合比预算价格和混凝土拌合物预算价格。其中 42.5 水泥价格 480 元/t; 粗砂价格 80 元/m<sup>3</sup>; 卵石价格 85 元/m<sup>3</sup>; 水 5 元/m<sup>3</sup>。

【解答】：根据宁夏回族自治区水利建筑工程预算定额第 507 页表 6-4W4 水灰比 0.6-0.65 F100 水灰比<0.55。

选用第 510 页 C30 混凝土水灰比 0.5 计算其中水泥 310kg; 粗砂 0.47m<sup>3</sup>; 卵石 0.81m<sup>3</sup>; 水 0.15m<sup>3</sup>。

宁水办发(2017)32号自治区水利厅关于印发《宁夏水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知中限价 水泥 255 元/T; 砂石料 70 元/m<sup>3</sup>计算。

C30 混凝土预算价格=310×0.255+0.47×70+0.81×70+0.15×5=169.4 元/m<sup>3</sup>。

C30 混凝土拌合物 56.58m<sup>3</sup> 预算价格共计=56.58×169.4=9584.65 元。

拓展：各材料超出部分调差计算，计税不取费。

## 第4篇 水利工程合同价款管理

工程造价管理贯穿于建设项目全寿命周期,各阶段不同的各参与方的工作内容和侧重有着明显区别。

### 第一章 实施阶段造价管理要点

#### 一、设计概算的审查

设计阶段是分析处理建设项目技术和经济的关键环节,也是有效控制工程造价的重要阶段。实践经验表明:在初步设计阶段,影响工程造价的可能性为75%~95%;而至施工图设计结束阶段,影响工程造价的可能性为35%~75%;当施工开始后,通过技术措施及施工组织节约工程造价的可能性为5%~10%。由此可见,控制工程造价的关键在于施工以前的决策及设计阶段,项目作出决策后,控制造价的关键就在设计阶段。在建设项目设计阶段,工程造价管理人员需要密切配合设计人员,协助其处理好项目技术先进性与经济合理性之间的关系。在初步设计阶段,要按照可行性研究报告及投资估算进行多方案的技术经济比较,确定初步设计方案;在施工图设计阶段,要按照审批的初步设计内容、范围和概算进行技术经济评价与分析,在招标设计的基础上确定施工图设计方案。

(1)通过设计阶段工程造价分析可以使造价构成更合理。

(2)可以了解工程各组成部分的投资比例,对于投资比例较大的部分选作为投资控制的重点,这样就可以提高投资控制的效率。

(3)在设计阶段进行工程造价控制,可以使控制工作更加主动。

(4)在设计阶段进行工程造价控制,可以使控制工作更能实现技术与经济的结合。

#### (一) 设计概算审查的意义

1.有利于合理分配投资资金,加强投资计划管理。

2.有助于促进概算编制人员严格执行国家有关概算的编制规定和费用标准,提高概算的编制质量。

3.有助于促进设计的技术先进性与经济合理性的统一。

4.合理、准确的设计概算可使下阶段投资控制目标更加科学合理,堵塞投资缺口或突破投资的漏洞,缩小概算与预算之间的差距,可提高项目投资的经济效益。

#### (二) 设计概算审查的方法

1.对比分析法。对比分析法主要是建设规模、标准与立项批文对比,工程数量与设计

图纸对比,综合范围、内容与编制方法、规定对比,各项取费与规定标准对比,材料、人工单价与统一信息对比,引进设备、技术经济指标与同类工程对比等。

2.查询核实法。查询核实法是对一些关键设备和设施、重要装置、引进工程图纸不全,难以核算的较大投资进行多方查询核对,逐项落实的方法。

3.联合会审法。组成由业主、审批单位、专家等参加的联合审查组,组织召开联合审查会。审前可先采取多种形式分头审查,包括业主预审、工程造价咨询公司评审、邀请同行专家预审等。对审查中发现的问题和偏差,按照单位工程概算、综合概算、总概算的顺序,按设备费、安装费、建筑费和工程建设其他费用分类整理,汇总核增或核减的项目及其投资额。最后将具体审核数据按照“原编概算”“审核结果”“增减投资”“增减幅度”“调整原因”五栏列表,并按照原总概算表汇总顺序,将增减项目逐一列出,相应调整所属项目投资合计,再依次汇总审核后的总投资及增减投资额。

### (三) 设计概算的审查重点

1.审查设计概算的编制依据。包括:①审查编制依据的合法性;②审查编制依据的时效性;③审查编制依据的适用范围。

2.审查概算编制深度。审查设计概算编制深度是否符合初步设计阶段要求。

3.审查设计概算的内容。

(1) 是否符合国家方针、政策,是否根据工程所在地的自然条件编制。

(2) 建设规模、标准等是否符合原批准的可行性研究报告或立项的标准。

(3) 编制方法、计价依据和程序是否符合现行规定。

(4) 工程量是否正确,审查材料用量和价格。

(5) 设备规格、数量和配置是否符合设计要求,设备预算价格是否真实,计算是否正确。

(6) 建筑安装工程各项费用的计取是否符合国家或地方有关部门的现行规定,计算程序和取费标准是否正确。

(7) 分部分项工程概算、总概算的编制内容、方法是否符合现行规定和设计文件的要求。

(8) 总概算文件的组成内容是否完整地包括了建设项目从筹建到竣工投产为止的全部费用组成。

(9) 工程建设其他费用项目。

(10) 审查技术经济指标和投资经济效果。

## 二、施工阶段工程造价管理

建设项目施工阶段是实现工程项目价值的主要阶段,是承包单位按照设计文件、施工图等要求,具体组织施工建造的阶段。由于在施工中存在较多的不确定性,会对工程造价产生一定的影响。因此,这一阶段的造价管理较为复杂,是工程造价确定与控制其理论和

方法的重点及难点所在。

合理确定工程造价归根结底是工程造价管理的范畴,是经济与技术统一的管理过程。做好施工组织设计是合理确定工程造价的前提,周密组织施工,优化施工方案,安排工期总进度计划,提高机械设备效率、提高施工管理水平从而有效降低工程建设成本,所有这些都可以通过施工组织设计优化得以实现。

施工管理必须要有一种合理科学的管理手段,对工程的进度、费用进行实时监控,确保工程的顺利竣工。

### (一) 进度控制

在每一个项目的初始阶段,项目管理必须要制定科学合理的工程进度。工程进度不仅关系到工程能否准时竣工还对工程的质量和成本有着直接的影响。因此,科学合理的进度计划十分重要。制定工程进度计划必须具有前瞻性和预见性,防止施工过程中出现不确定因素对工程施工带来影响,或因赶工而致使工程成本增加和工程质量降低。在工程实施策划时,合理安排进度计划,在满足施工的条件下对投入的人力、物力、财力做到充分利用,在工程开工之后,根据施工现场的具体情况制定施工过程的总体计划,该计划包括开工日期、阶段性工程完成时间和竣工时间。在分阶段完成工程时间不影响总体进度的前提下,对进度计划作出适当调整,将该阶段的计划适当细化和分解。

在工程施工中决定进度的就是设备的数量、人员的充分程度以及资金情况,在施工过程中有充足的资金对进度有推动作用。

### (二) 费用控制

工程的费用控制就是在工程实施过程中对人力、物力和资金的使用进行监督调节和控制,把各项流程的费用控制在计划之内,实现对成本的有效控制。费用控制过程比较复杂和繁琐,可以借助计算机等辅助工具帮助我们完成这项工作,对于资金、材料的使用情况做好相关的记录,每天根据消耗情况做好记录和结算,对于消耗过大的部分要及时寻找原因,避免因为材料的短缺造成进度减慢。在施工一个阶段结束之后,必须分析成本的消耗情况,发现偏差要及时纠正和采取措施,实现对成本的实时控制。

在项目的施工过程采用先进的工艺技术和材料以及经济合理的施工方案也是降低成本的方法。

### (三) 进度及费用的综合控制

进度及费用的综合控制是工程项目管理的主要目的,进度及费用之间有着密切的联系,如果不能将两者综合考虑,必然会出现很多问题。他们既单个独立存在,又相辅相成。成本的支出和工程进度的快慢一般成正比关系,必须对工程进度所花费的成本大小做出准确有效的估计,进度的快慢和资金花费多少都直接影响成本的大小。要想控制成本,必须要对工程项目的进度和资金使用情况做实时监督。成本进度控制方预先制定管理计划和控制标准,定期对进度和成本使用情况进行对比,随时调整工程进度和成本使用状况,出

现问题要及时纠正和修改,对工程分阶段预测成本和工期。

这个过程必须贯穿工程全过程,必须随时对工程成本情况和工程进度进行监督,使两者符合工程计划,确保工程按计划完成。

## 第二章 计量与支付

### 第一节 合同类型

根据《建设工程施工合同（示范文本）》GF-2017-0201规定，合同形式有单价合同、总价合同和其他价格形式三种。

#### 一、单价合同

单价合同是指合同当事人约定以工程量清单及其综合单价进行合同价格计算、调整和确认的建设工程施工合同，在约定的范围内合同单价不做调整。合同当事人应在专用合同条款中约定综合单价包含的风险范围和风险费用的计算方法，并约定风险范围以外的合同价格的调整方法，其中因市场价格波动引起的调整按“市场价格波动引起的调整”约定执行。根据计划工程内容和估算工程量，在合同中明确每项工程内容的单位价格（如每米、每平方米或者每立方米的价格），实际支付时则根据实际完成的工程量乘以合同单价计算应付的工程款

##### （一）单价合同的形式

单价合同分为固定单价合同和变动单价合同。

1.固定单价合同。固定单价合同是无论发生哪些影响价格变动的因素都不得对单价进行调整，对承包商存在一定的风险。固定单价合同适用于工期短、工程量变化幅度不会太大的项目。

2.变动单价合同。变动单价合同是双方可以约定一个估计的工程量，当实际工程内容发生较大变化时可以对单价进行调整，同时还约定如何对单价进行调整，对承包商的风险相对较小。当通货膨胀达到一定水平或者国家政策发生变化时，可以对哪些工程内容的单价进行调整以及如何调整等。

##### （二）单价合同的特点

单价合同的特点是单价优先。即初步合同总价与各项单价乘以实际完成的工程量之和发生矛盾时，以单价为准优先选用。

由于单价合同允许随工程量变化而调整工程总价，业主和承包商都不存在工程量方面的风险，因此对合同双方都比较公平。在招标前，发包单位无需对工程范围做出完整的、详尽的规定，从而可以缩短招标准备时间，投标人也只需对所列工程内容报出自己

的单价，从而缩短投标时间。

采用单价合同对业主的不足之处是，业主需要安排专门力量来核实已经完成的工程量，需要在施工过程中花费不少精力，协调工作量大。另外用于计算应付工程款的实际工程量可能超过预测的工程量，即实际投资容易超过计划投资，对投资控制不利。

### （三）单价合同的应用

实行工程量清单计价的工程，一般适宜采用单价合同方式。例如水利工程施工中，业主给出的工程量清单表中的数字是参考数字，而实际工程款则按实际完成的工程量和承包商投标时所报的单价计算。虽然在投标报价、评标以及签订合同中，人们常常注重总价但在工程款结算中单价优先，对于投标书中明显的数字计算错误，业主有权力先做修改再评标，当总价和单价的计算结果不一致时，以单价为准调整总价。

### （四）单价合同计量

工程计量时，若发现招标工程量清单中出现缺项、工程量偏差，或因工程变更引起工程量的增减，应按承包人在履行合同过程中实际完成的工程量计算。除专用合同条款另有约定外，单价合同的计量按照本项约定执行：

1. 承包人应于每月 25 日向监理人报送上月 20 日至当月 19 日已完成的工程量报告，并附具进度付款申请单、已完成工程量报表和有关资料。

2. 监理人应在收到承包人提交的工程量报告后 7 天内完成对承包人提交的工程量报表的审核并报送发包人，以确定当月实际完成的工程量。监理人对工程量有异议的，有权要求承包人进行共同复核或抽样复测。承包人应协助监理人进行复核或抽样复测，并按监理人要求提供补充计量资料。承包人未按监理人要求参加复核或抽样复测的，监理人复核或修正的工程量视为承包人实际完成的工程量。

3. 监理人未在收到承包人提交的工程量报表后的 7 天内完成审核的，承包人报送的工程量报告中的工程量视为承包人实际完成的工程量，据此计算工程价款。

## 二、总价合同

总价合同是指合同当事人约定以施工图、已标价工程量清单或预算书及有关条件进行合同价格计算、调整和确认的建设工程施工合同，在约定的范围内合同总价不做调整，总价合同也称作总价包干合同，即根据施工招标时的要求和条件，当施工内容和有关条件不发生变化时，业主付给承包商的价款总额就不发生变化。

合同当事人应在专用合同条款中约定总价包含的风险范围和风险费用的计算方法，并约定风险范围以外的合同价格的调整方法，其中因市场价格波动引起的调整按“市场价格波动引起的调整”，因法律变化引起的调整按“法律变化引起的调整”约定执行。

### （一）总价合同的形式

总价合同又分固定总价合同和变动总价合同两种。



1.固定总价合同。固定总价合同的价格计算是以图纸及规定、规范为基础，工程任务和内容明确，业主要求和条件清楚，合同总价一次包死，固定不变，即不再因为环境的变化和工程量的增减而变化。这类合同中的承包商承担了全部工作量和价格的风险，因此承包商在报价时对一切费用的价格变动因素以及不可预见因素都做了充分估计，并将其包含在合同价格之中。

在国际上，这种合同被广泛接受和采用，因为有比较成熟的法规和先例的经验。对业主而言，在合同签订时就可以基本确定项目的总投资额，对投资控制有利。在双方都无法预测的风险条件下和可能有工程变更的情况下，承包商承担了较大的风险，业主的风险较小。但是，工程变更和不可预见的困难也常常引起合同双方的纠纷或者诉讼，最终导致其他费用的增加。

当然，在固定总价合同中还可以约定，在发生重大工程变更、累计工程变更超过一定幅度或者其他特殊条件下可以对合同价格进行调整。因此，需要定义重大工程变更的含义、累计工程变更的幅度以及什么样的特殊条件才能调整合同价格，以及如何调整合同价格等。固定总价合同适用于以下情况：

- (1) 工程量小、工期短，估计在施工过程中环境因素变化小，工程条件稳定并合理。
- (2) 工程设计详细，图纸完整、清楚，工程任务和范围明确。
- (3) 工程结构和技术简单，风险小。

(4) 投标期相对宽裕，承包商可以有充足的时间详细考察现场，复核工程量，分析招标文件，拟订施工计划。

- (5) 合同条件中双方的权利和义务十分清楚，合同条件完备

2.变动总价合同。变动总价合同又称为可调总价合同，合同价格是以图纸及规定、规范为基础，按照时价进行计算，得到包括全部工程任务和内容的暂定合同价格。变动总价合同是一种相对固定的价格，在合同执行过程中，由于通货膨胀等原因而使所使用的工、料成本增加时，可以按照合同约定对合同总价进行相应的调整。当然，一般由于设计变更、工程量变化或其他工程条件变化所引起的费用变化也可以进行调整。因此，通货膨胀等不可预见因素的风险由业主承担，对承包商而言，其风险相对较小，但对业主而言，不利于其进行投资控制，突破投资的风险就增大了。

## (二) 总价合同特点

总价合同的特点是：

1. 发包单位可以在报价竞争状态下确定项目的总造价，可以较早确定或者预测成本。
2. 业主的风险较小，承包人将承担较多的风险。
3. 评标时易于迅速确定最低报价的投标人。
4. 在施工进度上能极大地调动承包人的积极性。
5. 发包单位能更容易、更有把握地对项目进行控制。

- 6.必须完整而明确地规定承包人的工作。
- 7.必须将设计和施工方面的变化控制在最小限度内。

### （三）总价合同的应用

采用总价合同时，对发包工程的内容及其各种条件都应基本清楚、明确，否则，发承包双方都有蒙受损失的风险。因此，一般是在施工图设计完成施工任务和范围比较明确，业主的目标、要求和条件都清楚的情况下才采用总价合同。对业主来说，由于设计花费时间长，因而开工时间较晚，开工后的变更更容易带来索赔，而且在设计过程中也难以吸收承包商的建议。

总价合同和单价合同有时在形式上很相似。例如，在有的总价合同的招标文件中也有工程量表，也要求承包商提出各分项工程的报价，与单价合同在形式上很相似，但两者在性质上是完全不同的。总价合同是总价优先承包商报总价，双方商讨并确定合同总价，最终也按总价结算。

### （四）总价合同计量

总价合同项目的计量和支付应以总价为基础，发承包双方应在合同中约定工程计量的形象目标或时间节点。承包人实际完成的工程量，是进行工程目标管理和控制进度支付的依据。

除专用合同条款另有约定外，按月计量支付的总价合同，按照本项约定执行：

1.承包人应于每月 25 日向监理人报送上月 20 日至当月 19 日已完成的工程量报告，并附具进度付款申请单、已完成工程量报表和有关资料。

2.监理人应在收到承包人提交的工程量报告后 7 天内完成对承包人提交的工程量报表的审核并报送发包人，以确定当月实际完成的工程量。监理人对工程量有异议的，有权要求承包人进行共同复核或抽样复测。承包人应协助监理人进行复核或抽样复测并按监理人要求提供补充计量资料。承包人未按监理人要求参加复核或抽样复测的，监理人审核或修正的工程量视为承包人实际完成的工程量

3.监理人未在收到承包人提交的工程量报表后的 7 天内完成复核的，承包人提交的工程量报告中的工程量视为承包人实际完成的工程量。

总价合同采用支付分解表计量支付的，可以按照“总价合同的计量”约定进行计量，但合同价款按照支付分解表进行支付。

### （五）总价合同的价格调整

根据《建设工程施工合同（示范文本）》（GF-2017-D201），合同双方可约定，在以下条件下可对合同价款进行调整

- 1.法律、行政法规和国家有关政策变化影响合同价款。
- 2.工程造价管理部门公布的价格调整
- 3.一周内非承包人原因停水、停电、停气造成的停工累计超过 8 小时。

#### 4. 双方约定的其他因素。

在工程施工承包招标时，施工期限一年左右的项目一般实行固定总价合同，通常不考虑价格调整问题，以签订合同时的单价和总价为准，物价上涨的风险全部由承包商承担。但是对建设周期一年半以上的工程项目，则应考虑下列因素引起的价格变化问题：

1. 劳务工资以及材料费用的上涨。
2. 其他影响工程造价的因素，如运输费、燃料费、电力等价格的变化。
3. 汇率的不稳定。
4. 国家或者省市立法的改变引起的工程费用的上涨。

### 三、成本加酬金合同

成本加酬金合同是发承包双方约定，以施工工程成本加合同约定酬金进行合同价款计算、调整和确认的建设工程施工合同。在合同签订时，工程实际成本往往不能确定，只能确定酬金的取值比例或者计算原则

成本加酬金合同承包人不承担任何价格变化和工程量变化的风险，不利于发包人对工程造价的控制。而承包商则往往缺乏控制成本的积极性，常常不仅不愿意控制成本，甚至还会期望提高成本以提高自己的经济效益，因此这种合同容易被那些不道德或不称职的承包商滥用，从而损害工程的整体效益。所以，应该尽量避免采用这种合同。

#### （一）成本加酬金合同的形式

成本加酬金合同有许多种形式，主要有成本加固定费用合同、成本加固定比例费用合同、成本加奖金合同和最大成本加费用合同等。

1. 成本加固定费用合同。根据双方讨论同意的工程规模、估计工期、技术要求、工作性质及复杂性、所涉及的风险等来考虑确定一笔固定数目的报酬金额作为管理费及利润，对人工、材料、机械台班等直接成本则实报实销。如果设计变更或增加新项目，当直接费超过原估算成本的一定比例（如10%）时，固定的报酬也要增加。在工程总成本一开始估计不准，可能变化不大的情况下，可采用此合同形式，有时可分几个阶段谈判付给固定报酬。这种方式虽然不能鼓励承包商降低成本，但为了尽快得到酬金，承包商会尽力缩短工期。有时也可在固定费用之外根据工程质量、工期和节约成本等因素给承包商另加奖金，以鼓励承包商积极工作。

2. 成本加固定比例费用合同。工程成本中直接费加一定比例的报酬费，报酬部分的比例在签订合同时由双方确定。这种方式的报酬费用总额随成本加大而增加，不利于缩短工期和降低成本。一般在工程初期很难描述工作范围和性质或工期紧迫无法按常规编制招标文件招标时采用。

3. 成本加奖金合同。奖金是根据报价书中的成本估算指标制定的，在合同中对这个估算指标规定一个底点和顶点，分别为工程成本估算的60%~75%和110%~135%。承

包商在估算指标的顶点以下完成工程则可得到奖金，超过顶点则要对超出部分支付罚款。如果成本在底点之下，则可加大酬金值或酬金百分比。采用这种方式通常规定，当实际成本超过顶点对承包商罚款时，最大罚款限额不超过原先商定的最高酬金值。

在招标时，当图纸、规范等准备不充分，不能据以确定合同价格，而仅能制定一个估算指标时可采用这种形式。

4.最大成本加费用合同。在工程成本总价基础上加固定酬金费用的方式，即当设计深度达到可以报总价的深度，投标人报一个工程成本总价和一个固定的酬金（包括各项管理费、风险费和利润）。如果实际成本超过合同中规定的工程成本总价，由承包商承担所有的额外费用，若实施过程中节约了成本，节约的部分归业主，或者由业主与承包商分享，在合同中要确定节约分成比例。在非代理型（风险型）CM模式的合同中就采用这种方式。

### （二）成本加酬金合同特点

对业主而言，成本加酬金合同形式有以下优点：

- 1.可以通过分段施工缩短工期，而不必等待所有施工图完成才开始招标和施工。
- 2.可以减少承包商的对立情绪，承包商对工程变更和不可预见条件的反应会比较积极和快捷。
- 3.可以利用承包商的施工技术专家，帮助改进或弥补设计中的不足。
- 4.业主可以根据自身力量和需要，较深入地介入和控制工程施工和管理。
- 5.也可以通过确定最大保证价格约束工程成本不超过某一限值，从而转移一部分风险。

对承包商来说，这种合同比固定总价合同的风险低，利润比较有保证，因而比较积极。其缺点是合同的不确定性大，由于设计未完成，无法准确确定合同的工程量以及合同的终止时间，有时难以对工程计划进行合理安排。

### （三）成本加酬金合同的应用

当实行施工总承包管理模式或CM模式时，业主与施工总承包管理单位或CM单位的合同一般采用成本加酬金合同。

成本加酬金合同通常在下列情况下采用

- 1.工程特别复杂，工程技术、结构方案不能预先确定，或者尽管可以确定工程技术和结构方案，但不可能进行竞争性的招标活动，并以单价合同或单价合同的兴衰确定承包人。
- 2.工期特别紧迫，来不及进行详细的计划和商谈，如抢险救灾工程在国际上，许多项目管理合同、咨询服务合同等也多采用成本加酬金合同方式。

### （四）成本加酬金合同的计量

成本加酬金合同按照单价合同的计量规定进行计量。

### （五）成本加酬金合同应该注意的问题

在施工承包合同中采用成本加酬金计价方式时，业主与承包商应该注意以下问题：

1.必须有一个明确的如何向承包商支付酬金的条款，包括支付时间和金额百分比。如果发生变更或其他变化，酬金支付如何调整。

2.应该列出工程费用清单，要规定一套详细的工程现场有关的数据记录、信息存储甚至记账的格式和方法，以便对工地实际发生的人工、机械和材料消耗等数据认真而及时地记录。应该保留有关工程实际成本的发票或付款的账单、表明款额已经支付的记录或证明等以便业主进行审核和结算

## 四、合同价格形式的选择

不同的合同计价方式具有不同的特点、应用范围，对设计深度的要求也是不同的，其比较见表。

不同形式合同的比较

价格形成比较	总价合同	单价合同	成本加酬金合同
应用范围	广泛	工程量暂不确定的工程	紧急工程、保密工程等
业主的投资控制工作	容易	工作量较大	难度大
业主的风险	较小	较大	很大
承包商的风险	大	较小	无
设计深度要求	施工图设计	初步设计或施工图设计	各阶段设计

## 第二节 计量与支付

所谓计量支付就是监理工程师依照合同规定的条件，对承包商已完成的工程进行计量，根据计量的结果和其他方面合同规定的应付给承包商的有关款项，由监理工程师出具证明向承包商支付款项。

计量、支付是监理工程师一项经常性的工作，工程计量随着工程的进展随时进行，向承包商支付款项一般是按合同规定每月支付一次，先由承包商提出付款申请，然后监理工程师编制中期付款证书。

另外在移交证书颁发后，监理工程师应编制竣工支付证书，在缺陷责任证书颁发后，监理工程师还应编制最终支付证书。

### 一、计量

工程计量就是按照水利工程国家行业有关标准的计算规则、计量单位等规定对各分类分项实体工程的工程量的计算活动，是工程计价活动的重要环节。工程量是工程的实物数量，是工程计量的结果，是按一定的规则并以物理计量单位或自然计量单位所表示的各分类分项工程或结构构件的数量。

#### （一）计量单位、方法、周期

计量采用国家法定的计量单位。

计量方法:计量工程量清单中的工程量计算规则应按有关国家标准、行业标准的规定，并在合同中约定执行。

计量周期:除专用合同条款另有约定外，单价子目已完成工程量按月计量，总价子目的计量周期按批准的支付分解报告确定。

#### （二）单价子目的计量

1.已标价工程量清单中的单价子目工程量为估算工程量。结算工程量是承包人实际完成的，并按照相关条款约定的计量方法进行计量的工程量。

2.承包人对已完成的工程进行计量，向监理人提交进度付款申请单、已完成工程量报表和有关计量资料。

3.监理人对承包人提交的工程量报表进行复核，以确定实际完成的工程量。对数量有异议的，可要求承包人按约定进行共同复核和抽样复测。承包人应协助监理人进行复核并按监理人要求提供补充计量资料。承包人未按监理人要求参加复核，监理人复核或修正的工程量视为承包人实际完成的工程量。

4.监理人认为有必要时，可通知承包人共同进行联合测量、计量，承包人应遵照执行。

5.承包人完成工程量清单中每个子目的工程量后，监理人应要求承包人派员共同对

每个子目的历次计量报表进行汇总，以核实最终结算工程量。监理人可要求承包人提供补充计量资料，以确定最后一次进度付款的准确工程量。承包人未按监理人要求派员参加的，监理人最终核实的工程量视为承包人完成该子目的准确工程量。

6. 监理人应在收到承包人提交的工程量报表后的 7d 内进行复核，监理人未在约定时间内复核的，承包人提交的工程量报表中的工程量视为承包人实际完成的工程量，据此计算工程价款。

### （三）总价子目的计量

除专用合同条款另有约定外，总价子目的分解和计量按照约定进行。

1. 总价子目的计量和支付应以总价为基础，不进行调整。承包人实际完成的工程量，是进行工程目标管理和控制进度支付的依据。

2. 承包人在合同约定的每个计量周期内，对已完成的工程进行计量，并向监理人提交进度付款申请单、专用合同条款约定的合同总价支付分解表所表示的阶段性或分项计量的支持性资料，以及所达到工程形象目标或分阶段需完成的工程量和有关计量资料。

3. 监理人对承包人提交的上述资料进行复核，以确定分阶段实际完成的工程量和工程形象目标。对其有异议的，可要求承包人按照相关条款约定进行共同复核和抽样复测。

4. 除按照约定的变更外，总价子目的工程量是承包人用于结算的最终工程量 4.2.3 合同价格调整

## 二、合同价款调整

### （一）变更

#### 1. 变更的范围和内容

除专用合同条款另有约定外，在履行合同中发生以下情形之一，应按照规定进行变更

- （1）取消合同中任何一项工作，但被取消的工作不能转由发包人或其他人实施；
- （2）改变合同中任何一项工作的质量或其他特性；
- （3）改变合同工程的基线、标高、位置或尺寸；
- （4）改变合同中任何一项工作的施工时间或改变已批准的施工工艺或顺序；
- （5）为完成工程需要追加的额外工作。

#### 2. 变更权

在履行合同过程中，经发包人同意，监理人可按约定的变更程序向承包人做出变更指示，承包人应遵照执行。没有监理人的变更指示，承包人不得擅自变更。

#### 3. 变更程序

##### （1）变更的提出

1) 在合同履行过程中，可能发生合同约定情形的，监理人可向承包人发出变更意向书。变更意向书应说明变更的具体内容和发包人对变更的时间要求，并附必要的图纸

和相关资料。变更意向书应要求承包人提交包括拟实施变更工作的计划、措施和竣工时间等内容的实施方案。发包人同意承包人根据变更意向书要求提交的变更实施方案的，由监理人按照相关条款约定发出变更指示。

2) 在合同履行过程中，发生相关条款约定情形的，监理人应按照约定向承包人发出变更指示。

3) 承包人收到监理人按合同约定发出的图纸和文件，经检查认为其中存在相关条款约定情形的，可向监理人提出书面变更建议。变更建议应阐明要求变更的依据，并附必要的图纸和说明。监理人收到承包人书面建议后，应与发包人共同研究，确认存在变更的，应在收到承包人书面建议后的 14d 内做出变更指示。经研究后不同意作为变更的，应在收到承包人书面建议后的 14d 内做出变更指示。经研究后不同意作为变更的，应由监理人书面答复承包人。

4) 若承包人收到监理人的变更意向书后认为难以实施此项变更，应立即通知监理人，说明原因并附详细依据。监理人与承包人和发包人协商后确定撤销、改变或不改变原变更意向书。

### (2) 变更估价

1) 除专用合同条款对期限另有约定外，承包人应在收到变更指示或变更意向书后的 14d 内，向监理人提交变更报价书，报价内容应根据相关条款约定的估价原则，详细列出变更工作的价格组成及其依据，并附必要的施工方法说明和有关图纸。

2) 变更工作影响工期的，承包人应提出调整工期的具体细节。监理人认为有必要时，可要求承包人提交要求提前或延长工期的施工进度计划及相应施工措施等详细资料

(3) 除专用合同条款对期限另有约定外，监理人收到承包人变更报价书后的 14d 内，根据约定的估价原则，按照约定商定或确定变更价格。

### (3) 变更指示

1) 变更指示只能由监理人发出。

2) 变更指示应说明变更的目的、范围、变更内容以及变更的工程量及其进度和技术要求，并附有关图纸和文件。承包人收到变更指示后，应按变更指示进行变更工作。

### (4) 变更的估价原则

现行《水利水电工程施工合同和招标文件示范文本》通用条款中规定如下

1) 已标价工程量清单中有适用于变更工作的子目的，采用该子目的单价。

2) 已标价工程量清单中无适用于变更工作的子目，但有类似子目的，可在合理范围内参照类似子目的单价，由监理人按照相关条款商定或确定变更工作的单价。

3) 已标价工程量清单中无适用或类似子目的单价，可按照成本加利润的原则，由监理人按照相关条款商定或确定变更工作的单价

## (二) 价格调整



物价波动引起的价格调整:除专用合同条款另有约定外,因物价波动引起的价格调整按照本款约定处理。

物价波动引起的价格调整:除专用合同条款另有约定外,因物价波动引起的价格调整按照本款约定处理。

### 1.采用价格指数调整价格差额

#### (1) 价格调整公式

因人工、材料和设备等价格波动影响合同价格时,根据投标函附录中的价格指数和权重表约定的数据,按以下公式计算差额并调整合同价格:

$$\Delta P = P_0 \left[ A + \left( B_1 \times \frac{F_{t1}}{F_{01}} + B_2 \times \frac{F_{t2}}{F_{02}} + \dots + B_n \times \frac{F_{tn}}{F_{0n}} \right) - 1 \right]$$

式中:  $\Delta P$  为需调整的价格差额;  $P_0$  为相关条款约定的付款证书中承包人应得到的已完成工程量的金额,此项金额应不包括价格调整、不计质量保证金的扣留和支付、预付款的支付和扣回,相关条款约定的变更及其他金额已按现行价格计价的,也不计在内;  $A$  为定值权重(即不调部分的权重);  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$  为各可调因子的变值权重(即可调部分的权重)为各可调因子在投标函投标总报价中所占的比例;  $F_{t1}, F_{t2}, \dots, F_{tn}$  为各可调因子的现行价格指数,指相关条款约定的付款证书相关周期最后一天的前 42d 的各可调因子的价格指数;  $F_{01}, F_{02}, \dots, F_{0n}$  为各可调因子的基本价格指数,指基准日期的各可调因子的价格指数。

以上价格调整公式中的各可调因子、定值和变值权重,以及基本价格指数及其来源在投标函附录价格指数和权重表中约定。价格指数应首先采用有关部门提供的价格指数,缺乏上述价格指数时,可采用有关部门提供的价格代替。

例:某工程约定采用价格调整指数法调整合同价款,具体约定见下表数据,本期完成合同价款:1584629.37 元,其中:已按现行价格计算的计日工价款为 5600 元,发承包双方确认应增加的索赔金额 2135.87 元,请计算应调整的合同价款差额。

解:本期完成合同价款应扣除已按现行价格计算的计日工价款和确认的索赔金额  
 $1584629.37 - 5600 - 2135.87 = 1576893.50$  元

承包人提供材料和工程设备一览表（适用于价格指数调整方法）

序号	名称、规格、型号	变值权重 B	基本价格指数或价格 F <sub>0</sub>	现行价格指数或价格 F <sub>T</sub>	备注
1	人工费	0.18	110%	121%	
2	钢材	0.11	4000 元/t	4320 元/t	
3	预拌混凝土	0.16	340 元/m <sup>3</sup>	353 元/m <sup>3</sup>	
4	页岩砖	0.05	300 元/千匹	318 元/千匹	
5	机械费	0.08	100%	100%	
	定值权重 A	0.42			
	合计	1			

$$\Delta P = 1576893.50 \times [0.42 + (0.18 \times (121/110) + 0.11 \times (4320/4000) + 0.16 \times (353/340) + 0.05 \times (318/300) + 0.08 \times (100/100)) - 1] = 56452.79 \text{ 元}$$

### （2）暂时确定调整差额

在计算调整差额时得不到现行价格指数的，可暂用上一次价格指数计算，并在以后的付款中再按实际价格指数进行调整。

### （3）权重的调整

按照相关条款约定的变更导致原定合同中的权重不合理时，由监理人与承包人和发包人协商后进行调整。

### （4）承包人工期延误后的价格调整

由于承包人原因未在约定的工期内竣工的，则对原约定竣工日期后继续施工的工程，在使用价格调整公式时，应采用原约定竣工日期与实际竣工日期的两个价格指数中较低的一个作为现行价格指数。

### （5）采用造价信息调整价格差额

施工期内，因人工、材料、设备和机械台班价格波动影响合同价格时，人工、机械使用费按照国家或省、自治区、直辖市建设行政主管部门、行业建设管理部门或其授权的工程造价管理机构发布的人工成本信息、机械台班单价或机械使用费系数进行调整；需要进行价格调整的材料，其单价和采购数应由监理人复核，监理人确认需调整的材料单价及数量，作为调整工程合同价格差额的依据。

## 2. 法律变化引起的价格调整

在基准日后，因法律变化导致承包人在合同履行中所需要的工程费用发生除相关条款约定以外的增减时，监理人应根据法律、国家或省、自治区、直辖市有关部门的规定，按照相关条款商定或确定需调整的合同价款。

## （三）不可抗力

### 1. 不可抗力的确认

1) 不可抗力是指承包人和发包人在订立合同时不可预见, 在工程施工过程中不可避免发生并不能克服的自然灾害和社会性突发事件, 如地震、海啸、瘟疫、水灾、骚乱、暴动、战争和专用合同条款约定的其他情形。

2) 不可抗力发生后, 发包人和承包人应及时认真统计所造成的损失, 收集不可抗力造成损失的证据。合同双方对是否属于不可抗力或其损失的意见不一致的, 由监理人按照相关条款商定或确定。发生争议时, 按照相关条款的约定办理。

### 2. 不可抗力的通知

(1) 合同一方当事人遇到不可抗力事件, 使其履行合同义务受到阻碍时, 应立即通知合同另一方当事人和监理人, 书面说明不可抗力和受阻碍的详细情况, 并提供必要的证明

(2) 如不可抗力持续发生, 合同一方当事人应及时向合同另一方当事人和监理人提交中间报告, 说明不可抗力和履行合同受阻的情况, 并于不可抗力事件结束后 28d 内提交最终报告及有关资料。

### 3. 不可抗力后果及其处理

#### (1) 不可抗力造成损害的责任

除专用合同条款另有约定外, 不可抗力导致的人员伤亡、财产损失、费用增加和(或)工期延误等后果, 由合同双方按以下原则承担:

1) 永久工程, 包括已运至施工场地的材料和工程设备的损害, 以及因工程损害造成的第三者人员伤亡和财产损失由发包人承担。

2) 承包人设备的损坏由承包人承担。

3) 发包人和承包人各自承担其人员伤亡和其他财产损失及其相关费用。

4) 承包人的停工损失由承包人承担, 但停工期间应监理人要求照管工程和清理、修复工程的金额由发包人承担。

5) 不能按期竣工的, 应合理延长工期, 承包人不需支付逾期竣工违约金。发包人要求赶工的, 承包人应采取赶工措施, 赶工费用由发包人承担。

#### (2) 延迟履行期间发生的不可抗力

合同一方当事人延迟履行, 在延迟履行期间发生不可抗力的, 不免除其责任。

#### (3) 避免和减少不可抗力损失

不可抗力发生后, 发包人和承包人均应采取措施尽量避免和减少损失的扩大, 任何一方没有采取有效措施导致损失扩大的, 应对扩大的损失承担责任。

#### (4) 因不可抗力解除合同

合同一方当事人因不可抗力不能履行合同的, 应当及时通知对方解除合同。合同解除后, 承包人应按照相关条款约定撤离施工场地。已经订货的材料、设备由订货方负责退货或解除订货合同, 不能退还的货款和因退货、解除订货合同发生的费用, 由发包人承担, 因未及时退货造成的损失由责任方承担。合同解除后的付款, 参照相关条款约定,

由监理人按照相关条款商定或确定。

### (四) 索赔

#### 1. 承包人索赔的提出

根据合同约定，承包人认为有权得到追加付款和（或）延长工期的，应按以下程序向发包人提出索赔

(1) 承包人应在知道或应当知道索赔事件发生后 28d 内，向监理人递交索赔意向通知书，并说明发生索赔事件的事由。承包人未在前述 28d 内发出索赔意向通知书的，丧失要求追加付款和（或）延长工期的权利。

(2) 承包人应在发出索赔意向通知书后 28d 内，向监理人正式递交索赔通知书。索赔通知书应详细说明索赔理由以及要求追加的付款金额和（或）延长的工期，并附必要的记录和证明材料。

(3) 索赔事件具有连续影响的，承包人应按合理时间间隔继续递交延续索赔通知，说明连续影响的实际情况和记录，列出累计的追加付款金额和（或）工期延长天数。(4) 在索赔事件影响结束后的 28d 内，承包人应向监理人递交最终索赔通知书，说明最终要求索赔的追加付款金额和延长的工期，并附必要的记录和证明材料。

#### 2. 承包人索赔处理程序

(1) 监理人收到承包人提交的索赔通知书后，应及时审查索赔通知书的内容、查验承包人的记录和证明材料，必要时监理人可要求承包人提交全部原始记录副本。

(2) 监理人应按照相关条款商定或确定追加的付款和（或）延长的工期，并在收到上述索赔通知书或有关索赔的进一步证明材料后的 42d 内，将索赔处理结果答复承包人。

(3) 承包人接受索赔处理结果的，发包人应在做出索赔处理结果答复后 28d 内完成赔付。承包人不接受索赔处理结果的，按合同约定办理。

#### 3. 承包人提出索赔的期限

(1) 承包人按照相关条款的约定接受了竣工付款证书后，应被认为已无权再提出在合同工程接收证书颁发前所发生的任何索赔。

(2) 承包人按照相关条款的约定提交的最终结清申请单中，只限于提出工程接收证书颁发后发生的索赔。提出索赔的期限自接受最终结清证书时终止。

#### 4. 发包人的索赔

(1) 发生索赔事件后，监理人应及时书面通知承包人，详细说明发包人有权得到的索赔金额和（或）延长缺陷责任期的细节和依据。发包人提出索赔的期限和要求与合同约定相同，延长缺陷责任期的通知应在缺陷责任期届满前发出。

(2) 监理人按照相关条款商定或确定发包人从承包人处得到赔付的金额和（或）缺陷责任期的延长期。承包人应付给发包人的金额可从拟支付给承包人的合同价款中扣除，或由承包人以其他方式支付给发包人。

## 5. 争议的解决

### (1) 争议的解决方式

发包人和承包人在履行合同中发生争议的,可以友好协商解决或者提请争议评审组评审。合同当事人友好协商解决不成、不愿提请争议评审或者不接受争议评审组意见的,可在专用合同条款中约定下列一种方式解决

- 1) 向约定的仲裁委员会申请仲裁。
- 2) 向有管辖权的人民法院提起诉讼。

### (2) 友好解决

在提请争议评审、仲裁或者诉讼前,以及在争议评审、仲裁或诉讼过程中,发包人和承包人均可共同努力友好协商解决争议。

### 3) 争议评审

1) 采用争议评审的,发包人和承包人应在开工日后的 28d 内或在争议发生后,协商成立争议评审组。争议评审组由有合同管理和工程实践经验的专家组成。

2) 合同双方的争议,应首先由申请人向争议评审组提交一份详细的评审申请报告,并附必要的文件、图纸和证明材料,申请人还应将上述报告的副本同时提交给被申请人和监理人。

3) 被申请人在收到申请人评审申请报告副本后的 28d 内,向争议评审组提交一份答报告,并附证明材料。被申请人应将答辩报告的副本同时提交给申请人和监理人。

4) 除专用合同条款另有约定外,争议评审组在收到合同双方报告后的 14d 内,邀请双方代表和有关人员举行调查会,向双方调查争议细节;必要时争议评审组可要求双方进一步提供补充材料。

5) 除专用合同条款另有约定外,在调查会结束后的 14d 内,争议评审组应在不受任何干扰的情况下进行独立、公正的评审,做出书面评审意见,并说明理由。在争议评审期间,争议双方暂按总监理工程师的确定执行。

6) 发包人和承包人接受评审意见的,由监理人根据评审意见拟定执行协议,经争议双方签字后作为合同的补充文件,并遵照执行。

7) 发包人或承包人不接受评审意见,并要求提交仲裁或提起诉讼的,应在收到评审意见后的 14d 内将仲裁或起诉意向书面通知另一方,并抄送监理人,但在仲裁或诉讼结束前应暂按总监理工程师的确定执行。

## 第三章 竣工结算及决算

### 第一节 竣工结算

水利工程项目竣工后，施工企业要按照双方签订的工程合同，及时编制竣工结算书，经监理单位审核后，报建设单位审批，以便尽早结算工程价款；建设单位应组织人员编写竣工决算报告，以便正确核定新增固定资产价值，使工程及早正常地投产运行。在项目投产一定时期内（一般 1-2 年），要进行项目的后评价工作。

工程竣工结算是指工程项目或单项工程竣工验收后，施工单位向建设单位结算工程价款的过程，通常通过编制竣工结算书来办理。竣工结算是最终结算，在施工过程中进行的结算属于中间结算。

工程项目或单位工程竣工验收后，施工单位应及时整理提交竣工技术资料，绘制主要工程竣工图，编制竣工结算书，经监理单位提出审查意见后报送建设单位，建设单位在收到完工结算报告后的规定时间内予以批准或提出修改意见并在批准承包人结算后，按专用合同条款在规定时间内办理工程结算。因此，竣工结算是施工单位确定工程建设安装施工产值和实物工程完成情况的依据，是建设单位落实投资额，拨付工程价款的依据，是施工单位确定工程的最终收入、进行经济核算及考核工程成本的依据。

#### 一、竣工结算资料

竣工结算资料包括以下内容：

1. 工程竣工报告及工程竣工验收单。
2. 施工单位和建设单位签订的工程合同或协议书。
3. 施工图纸、设计变更通知书、现场变更签证及现场记录。
4. 预算定额、材料价格、基础单价及其他费用标准。
5. 施工图预算、施工预算。
6. 其他有关资料。

#### 二、竣工结算书的编制

竣工结算书的编制内容、项目划分与施工图预算基本相同。其编制步骤如下：

1. 以单位工程为基础，根据现场施工情况，对施工图预算的主要内容逐项检查和核对，尤其应注意以下三方面内容的核对。

- 1) 施工图所列工程量与实际完成工程量不符合时应做调整，其中包括：因设计修

改和增漏项而引起的工程量增减，应根据设计修改通知单进行调整；因现场情况变更而引起的工程量增减，例如基础开挖后遇到古墓，施工方法发生某些变更等，应根据现场记录按合同规定进行调整；施工图预算发生的某些错误，应进行调整。

2) 材料预算价格与实际价格不符时应做调整，其中包括：因材料供应或其他原因，发生材料短缺时，需以大代小，以优代劣，这部分代用材料应根据工程材料代用通知单计算材料代用材料补差进行调整；材料价格发生较大变动时，应根据合同中关于材料补差调整规定的条款对价格进行调整。

3) 间接费和其他费用、应根据工程量的变化做相应的调整。由于管理不善或其他原因，造成窝工、浪费等所发生的费用，应根据有关规定，由承担责任的一方负担，一般不能够由工程费用列支。

2.对单位工程增减预算查对核实后，按单位工程归口。

3.对各单位工程结算进行汇总，编出单项工程综合预算书。

4.将各单项工程综合预算书汇编成整个建设项目的竣工结算书。

5.编写竣工结算说明，其中包括编制依据、编制范围及其他情况。

工程竣工结算书编制完毕之后、送监理单位进行审查，提出审查意见后报送建设单位批准，并与建设单位办理工程价款结算。

## 第二节 竣工决算

工程竣工决算是指工程竣工验收交付使用阶段，由建设单位编制的建设项目从筹建到竣工验收、交付使用全过程中实际支付的全部费用。竣工决算是整个建设工程的最终价格，是工程竣工验收、交付使用的重要依据，也是建设项目财务部门汇总固定资产，银行对其实行监督的必要手段。

竣工决算和竣工结算是完全不同的两个概念，其主要区别在于：

一是行为主体不同，竣工结算是建设单位和施工企业之间的事，竣工决算则是建设单位和业主（或主管部门）之间的事。

二是范围不同，结算的范围只是承建的工程项目，是基本建设项目的局部，而决算的范围则是基本建设项目的整体。

三是成本内容不同，竣工结算只是承包合同范围内的工程成本，而竣工决算是完整的工程成本，它还要计入工程建设的其他费用开支、临时工程设施费和建设期融资利息等工程成本和费用。

由此可见，竣工结算是竣工决算的基础，只有先做好竣工结算，才有条件编制竣工决算。

竣工决算报告应该依据《水利工程基本建设项目竣工决算报告编制规程》（SL19—90）编制，对于大中型水力发电工程依据电力系统的规定执行。

### 一、竣工决算前的准备工作

1.做好竣工验收的准备工作。竣工验收是对竣工项目的全面考核，在竣工验收前要准备整理好技术经济资料，分类立卷以便验收时交付使用。单项工程已按设计要求建成时，可以进行单项验收；整个工程项目建成并符合验收标准时，可按整个建设项目组织全面验收工作。

2.要认真做好各项账务、物资及债权债务的清理工作，做到工完场清、工完账清。要核实从开工到竣工整个拨、贷款总额，核实各项收支，核实盘点各种设备、材料、机具，做好现场材料的回收工作，核实各种债权债务，及时办理各项清偿工作。

3.要正确编制年度财务决算。只有在做好上述工作的基础上，才能进行整个项目的竣工决算编制工作。

### 二、竣工决算的编制

竣工决算主要由竣工决算报告、竣工决算报告说明书和竣工决算报告表格三部分组成。

#### （一）竣工决算报告



竣工决算报告的内容有：

- 1.竣工决算报告的封面及目录。
- 2.竣工工程的平面示意图及主体工程照片。
- 3.竣工决算报告说明书。
- 4.全套竣工决算报告表格。

### （二）竣工决算报告说明书

竣工决算报告说明书是总结反映竣工工程建设成果，全面考核分析工程投资与造价的书面文件，是竣工决算报告的重要组成部分，其主要内容包括：

- 1.工程概况。包括工程的一般情况、建设工程、设计效益、主体建筑物特征及主要设备的特性、工程质量等。
- 2.概预算与工程计划执行情况。包括概预算批复及调整情况，概预算执行情况，工程计划执行情况，主要实物工程量完成、变动情况及原因。
- 3.投资来源。包括投资主体、投资性质及投资构成分析。
- 4.投资使用和基建支出情况。
- 5.工程效益。包括因工程建设发生的直接效益和可预见的间接效益。
- 6.投资包干和招标投标的执行情况及分析。
- 7.包干结余资金分配情况。
- 8.工程费用分配情况和投资分摊情况。
- 9.交付使用财产情况。
- 10.移民及库区淹没处理情况。
- 11.财务管理情况。
- 12.存在的主要问题及处理意见。
- 13.其他有关说明

### （三）竣工决算报告表格

按《水利基本建设项目竣工财务决算编制规程》（SL19-2014），竣工决算全部表格共20种，第一部分竣工工程概况表为专用表格，由建设单位根据工程的不同性质和特点选用，其余部分为通用表格。各部分表格名称如下：

- 1.竣工工程概况表。综合反映工程新增固定资产、生产能力、建设成本及主要技术经济指标，应根据设计概预算文件、基本建设计划和实际执行结果填列。
- 2.竣工工程决算表。反映竣工建设项目的投资、造价，并考核概预算及投资包干情况。
- 3.移交资产、投资及工程表。反映建设单位移交给管理单位和其他单位的固定资产、流动资产、转出工程及投资、未完工程及投资等。
- 4.竣工工程财务决算表。反映了建设项目历年基本建设投资来源、投资支出、结余资金及大型临时建筑工程回收等综合财务情况。

竣工决算编制完毕以后，要报送业主（或上级主管部门）审查，同时抄送设计单位和开户建设银行。大中型建设项目的竣工决算，还应抄送主管部门、财政部和有关省、市、自治区的财政部门。

竣工决算是在整个工程竣工结算的基础上进行的，竣工结算的款项不包括建设单位为工程建设所花费的管理费、勘测设计费、土地征用费、移民与环境保护等费用，这些费用都应在决算中按规定进行分摊。水利工程的实际造价是由竣工决算确定的。