



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



小水电技术导则 设计

第7部分：施工组织设计

SHP/TG 002-7:2019



免责声明

本导则未经联合国正式编辑。本导则内采用的名称和资料并不代表联合国工业发展组织的秘书处关于各国、领土、城市、地区或其当局的合法地位，以及关于国土、边界的界定、或对经济体系及其发展程度等问题的任何意见和立场。例如“发达的”、“工业化的”和“发展中”等一类词汇只为方便统计，未必表示一个国家或者地区的真实发展程度。本导则中提及的公司名称或者商业产品并非联合国工业发展组织为其代言。本导则尽可能保持内容的准确性，但联合国工业发展组织及其成员国均不对使用本导则可能产生的结果承担任何责任。本导则可被自由引用或转载，但需注明出处。

© 2019 UNIDO/INSHP – 版权所有

小水电技术导则 设计

第 7 部分：施工组织设计

鸣 谢

本导则是联合国工业发展组织（UNIDO）和国际小水电联合会（INSHP）共同合作努力的成果，约 80 名国际专家和 40 家国际机构参与了导则的编制、同行审查，并提出了具体意见和建议，使导则更具实用性和专业性。

UNIDO 和 INSHP 非常感谢许多机构在制定本导则期间作出的贡献，特别是以下国际组织：

——东南部非洲共同市场（COMESA）

——全球区域可持续能源中心网（GN-SEC），特别是西非国家经济共同体可再生能源和能源效率中心（ECREEE）、东非可再生能源和能源效率中心（EACREE）、太平洋可再生能源和能源效率中心（PCREEE）和加勒比可再生能源和能源效率中心（CCREEE）。

中国政府推动了本导则的最终定稿，对其完成具有重要意义。

以下人士为编制本导则作出了贡献，包括有价值的投入、审查和提供建设性意见：Mr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Mr. Adoyi John Ochigbo, Mr. Arun Kumar, Mr. Atul Sarthak, Mr. Bassey Edet Nkposong, Mr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Ms. Chang Fangyuan, Mr. Chen Changju, Ms. Chen Hongying, Mr. Chen Xiaodong, Ms. Chen Yan, Ms. Chen Yueqing, Ms. Cheng Xialei, Ms. Chileshe Kapaya Matantilo, Ms. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Mr. Deogratias Kamweya, Mr. Dolwin Khan, Mr. Dong Guofeng, Mr. Ejaz Hussain Butt, Ms. Eva Kremere, Ms. Fang Lin, Mr. Fu Liangliang, Mr. Garaio Donald Gafiye, Mr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Mr. Guo Chenguang, Mr. Guo Hongyou, Mr. Harold John Annegam, Ms. Hou ling, Mr. Hu Jianwei, Ms. Hu Xiaobo, Mr. Hu Yunchu, Mr. Huang Haiyang, Mr. Huang Zhengmin, Ms. Januka Gyawali, Mr. Jiang Songkun, Mr. K. M. Dharesan Unnithan, Mr. Kipyego Cheluget, Mr. Kolade Esan, Mr. Lamyser Castellanos Rigoberto, Mr. Li Zhiwu, Ms. Li Hui, Mr. Li Xiaoyong, Ms. Li Jingjing, Ms. Li Sa, Mr. Li Zhenggui, Ms. Liang Hong, Mr. Liang Yong, Mr. Lin Xuxin, Mr. Liu Deyou, Mr. Liu Heng, Mr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Ms. Lu Xiaoyan, Mr. Lv Jianping, Mr. Manuel Mattiat, Mr. Martin Lugmayr, Mr. Mohamedain Seif Elnasr, Mr. Mundia Simainga, Mr. Mukayi Musarurwa, Mr. Olumide TaiwoAlade, Mr. Ou Chuanqi, Ms. Pan Meiting, Mr. Pan Weiping, Mr. Ralf Steffen Kaeser, Mr. Rudolf Hüpfel, Mr. Rui Jun, Mr. Rao Dayi, Mr. Sandeep Kher, Mr. Sergio Armando Trelles Jasso, Mr. Sindiso Ngwenga, Mr. Sidney Kilmete, Ms. Sitraka Zaraso Rakotomahefa, Mr. Shang Zhihong, Mr. Shen Cunke, Mr. Shi Rongqing, Ms. Sanja Komadina, Mr. Tareqemtairah, Mr. Tokihiko Fujimoto, Mr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Mr. Tan Xiangqing, Mr. Tong Leyi, Mr. Wang Xinliang, Mr. Wang Fuyun, Mr. Wei Jianghui, Mr. WU Cong, Ms. Xie Lihua, Mr. Xiong Jie, Ms. Xu Jie, Ms. Xu Xiaoyan, Mr. Xu Wei, Mr. Yohane Mukabe, Mr. Yan Wenjiao, Mr. Yang Weijun, Ms. Yan Li, Mr. Yao Shenghong, Mr. Zeng Jingnian, Mr. Zhao Guojun, Mr. Zhang Min, Mr. Zhang Liansheng, Mr. Zhang Zhenzhong, Mr. Zhang Xiaowen, Ms. Zhang Yingnan, Mr. Zheng Liang, Mr. Zheng Yu, Mr. Zhou Shuhua, Ms. Zhu Mingjuan.

使用中如有其他意见和建议，欢迎提供，以便再版更新。

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 施工导流	1
4.1 一般规定	1
4.2 施工导流洪水标准	1
4.3 施工导流方式	2
4.4 围堰	3
4.5 导流泄水建筑物	4
4.6 河道截流	5
4.7 基坑排水	5
4.8 施工期蓄水、通航、排冰	5
5 主体工程施工	6
5.1 一般规定	6
5.2 土石方明挖	7
5.3 地基处理	7
5.4 料场选择、规划与开采	8
5.5 土石方填筑	9
5.6 混凝土施工	10
5.7 地下工程施工	12
5.8 金属结构及机电设备安装	14
6 施工交通运输	14
6.1 一般规定	14
6.2 对外交通	15
6.3 场内交通	15
7 施工工厂设施	16
7.1 一般规定	16
7.2 砂石加工系统	16
7.3 混凝土生产系统	17
7.4 混凝土预冷、预热系统	17
7.5 压缩空气、供水、供电和通讯系统	18
7.6 机械修配、加工厂	19
8 施工总布置	19
8.1 一般规定	19

8.2	施工总布置及场地选择	20
8.3	施工分区规划	20
8.4	土石方平衡及渣场规划	21
8.5	施工用地	22
9	施工总进度	22
9.1	一般规定	22
9.2	筹建及准备工程施工进度	22
9.3	导流工程施工进度	23
9.4	基础开挖与地基处理工程施工进度	23
9.5	土石方填筑工程施工进度	23
9.6	混凝土工程施工进度	24
9.7	地面厂房施工进度	24
9.8	地下工程施工进度	24
9.9	金属结构及机电安装施工进度	24
9.10	施工劳动力及主要技术供应	24
10	施工安全	25
10.1	一般规定	25
10.2	危险源识别	25
10.3	应对措施	25
附录 A (资料性附录)	混凝土温度控制施工	26
附录 B (资料性附录)	洞室开挖所需通风量及风速值	28
附录 C (资料性附录)	压缩空气需用量估算公式	29
附录 D (资料性附录)	施工总布置堆场和仓库面积估算	30
附录 E (资料性附录)	土石坝工程和混凝土工程受气象因素影响的停工标准	31

前 言

联合国工业发展组织(UNIDO)是旨在促进全球包容和可持续工业发展(ISID)的联合国专门机构。为联合国和各国未来 15 年可持续发展提供框架的《2030 年可持续发展议程》和联合国可持续发展目标,已将 ISID 列为其可持续发展的三大支柱之一。能源对经济、社会发展和提高生活质量不可或缺,UNIDO 的 ISID 任务明确将支持建立可持续能源体系。过去 20 年里,国际社会对能源的关注和讨论越来越多,扶贫、环境风险和气候变化等问题正成为焦点。

国际小水电联合会(INSHP)是一个协调和促进全球小水电发展的国际组织,各区域、次区域和国家对口单位、相关机构、公共单位和企业自愿加入,以社会效益为其主要目标。INSHP 旨在通过发达国家、发展中国家和国际组织间的三方经济技术合作促进全球小水电发展,为广大发展中国家的农村提供环保、负担得起、充足的能源,从而增加就业机会、改善生态环境、减少贫困、提高农村生活文化水平和经济发展水平。

UNIDO 和 INSHP 自 2010 年起合作编制的《世界小水电发展报告》显示,全球对小水电的需求和其发展程度并不匹配,技术缺乏是大多数国家发展小水电的主要障碍之一。UNIDO 和 INSHP 决定基于成功发展经验并通过全球专家合作,共同编制《小水电技术导则》(简称导则)以满足各成员国的需求。

本导则根据 ISO/IEC 指令第二部分(详见 www.iso.org/directives)的编制规则起草。

提请注意,本导则中的一些内容可能涉及专利权问题。UNIDO 和 INSHP 不负责识别任何此类专利权问题。

引 言

小水电是广泛认可的解决偏远农村地区电气化问题的重要可再生能源。尽管欧洲、北美、南美和中国等大多数国家都拥有很高的装机容量,但许多发展中国家受到许多因素的阻碍(包括缺乏全球认可的小水电好案例或标准),仍有大量小水电资源未得到开发。

本导则将通过应用全球现有的专门知识和最佳实践,解决目前缺乏适用于小型水电站的技术导则的问题,让各国利用这些达成共识的导则来支持他们目前的政策、技术和生态环境。对于机构和技术能力有限的国家,将夯实他们发展小水电的知识基础,从而制定鼓励小水电发展的优惠政策和吸引更多的小水电投资,以促进国家经济发展。本导则对所有国家都是有益的,特别是在技术知识比较缺乏的国家中分享经验和最佳实践。

本导则适用于装机容量 30 MW 及以下的小型水电站,可作为小型水电站规划、设计、建设和管理的技术性指导文件。

- 《小水电技术导则 术语》给出了小型水电站常用的专业技术术语和定义。
- 《小水电技术导则 设计》给出了小型水电站设计的基本技术要求、方法学和程序,专业涵盖了电站选址规划、水文、工程地质、工程布置、动能计算、水工、机电设备选型、施工、工程造价估算、经济评价、投资、社会与环境评价等。
- 《小水电技术导则 机组》对小型水电站水轮机、发电机、调速系统、励磁系统、主阀和监控保护及直流电源系统设备提出了具体的技术要求。
- 《小水电技术导则 施工》对小型水电站施工技术提出了规范性指导意见。
- 《小水电技术导则 管理》对小型水电站项目管理、运行维护、技术改造和工程验收等技术方面提出了规范性指导意见。

小水电技术导则 设计

第 7 部分:施工组织设计

1 范围

本部分规定了小型水电站施工组织设计应遵守的原则,以及施工导流、主体工程施工、施工交通运输、施工工厂设施、施工总布置、施工总进度、安全施工等方面的技术要求。

本文件适用于装机容量 10 MW 及以上电站,对于装机容量 10 MW 以下电站可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改)适用于本文件。

SHP/TG 001 小水电技术导则 术语和定义

3 术语和定义

SHP/TG 001 界定的术语和定义适用于本文件。

4 施工导流

4.1 一般规定

4.1.1 施工导流设计应充分掌握基本资料,全面分析各种因素,选择技术上可行、经济上合理并能使工程尽早发挥效益的导流方案。

4.1.2 施工导流设计应妥善解决从初期导流到后期导流施工全过程中的挡、泄、蓄水问题。对各期导流特点和相互关系应进行系统分析,全面规划,统筹安排,处理洪水与施工的矛盾。

4.2 施工导流洪水标准

4.2.1 施工导流建筑物防洪标准应以防御的洪水重现期表示,可按表 1 确定。在下列情况下,导流建筑物洪水标准可采用表 1 中的上限值:

- a) 河流水文实测资料系列较短(小于 20 年),或工程处于暴雨中心区;
- b) 采用新型围堰结构型式;
- c) 工程处于关键施工阶段,失事后可能导致严重后果;
- d) 工程规模、投资和技术难度用上限值与下限值相差不大。

表 1 导流建筑物洪水标准

导流建筑物类型	洪水重现期(年)
土石结构	5~10
混凝土、浆砌石结构	3~5

4.2.2 当导流建筑物与永久建筑物结合时,导流建筑物洪水标准仍可按表 1 规定执行;但成为永久建筑物部分的结构设计应采用永久建筑物防洪标准。

4.2.3 当枢纽所在河段上游建有水库时,导流建筑物采用的洪水标准及截流设计流量应考虑上游梯级水库的调蓄及调度的影响,并应通过技术经济比选确定。

4.2.4 围堰修筑期间各月的填筑最低高程应能安全拦挡下月可能发生的最大设计流量。计算各月最大设计流量的重现期可用围堰正常运用时的标准,经过论证可适当降低。

4.2.5 截流时段应根据河流水文特征、气候条件、围堰施工条件、施工总进度及通航要求等因素综合分析选定。宜安排在汛后枯水时段,严寒地区宜避开河道流冰及封冻期。

4.2.6 截流标准可采用截流时段重现期 5 年~10 年的月或旬平均流量,并满足下列规定:

- a) 在有 20 年以上的水文实测资料的河道,截流设计流量可采用实测资料分析确定。
- b) 若上、下游梯级水库的调蓄作用改变了河道的水文特性,则截流设计流量宜经专门论证确定。

4.2.7 当坝体填筑高程超过围堰堰顶高程时,坝体临时度汛洪水标准应根据坝型按表 2 规定执行。

表 2 坝体施工期临时度汛洪水标准

坝型	洪水重现期(年)	
	施工期坝体拦洪度汛	导流建筑物封堵后坝体度汛
土石坝	10~20	20~30
混凝土坝、浆砌石坝	5~10	10~20

4.2.8 导流泄水建筑物封堵后,若永久泄洪建筑物尚未具备设计泄洪能力,坝体度汛洪水标准应根据坝体施工和运行要求按表 2 规定执行。汛前坝体上升高度应满足拦洪要求,帷幕灌浆及接缝灌浆高程应能满足蓄水要求。

4.2.9 导流泄水建筑物的封堵时间应在满足水库拦洪蓄水要求前提下,根据施工总进度确定。封堵下闸的设计流量可用封堵时段 5 年~10 年重现期的月或旬平均流量,或按实测水文统计资料分析确定。封堵工程在施工期间的导流设计标准,可根据工程重要性、失事后果等因素在该时段 5 年~20 年重现期范围内选定。

4.2.10 水库施工期蓄水标准应根据发电、灌溉、通航、供水等要求和大坝安全加高值等因素分析确定,保证率宜为 75%~85%。

4.2.11 导流建筑物封堵、水库施工期蓄水过程中,应满足下游必需的供水要求。

4.3 施工导流方式

4.3.1 施工导流可划分为分期围堰导流方式和一次拦断河床围堰导流方式,包括明渠导流、隧洞导流、涵管导流、以及施工过程中的坝体底孔导流、缺口导流和不同泄水建筑物的组合导流。施工导流方式应经过全面比较后拟定。

4.3.2 施工导流方式选择应遵守以下原则:

- a) 导流方式应适应河流水文特性和地形、地质条件;
- b) 工程施工期短,施工安全、灵活、方便;
- c) 能有效利用永久建筑物,减少导流工程量和投资;
- d) 导流方式应能适应通航、排冰、生态流量、供水等要求;
- e) 河道截流、围堰挡水、坝体度汛、导流建筑物封堵、蓄水和供水等初、后期导流在施工期各个环节能合理衔接。

4.3.3 采用分期围堰导流方式时,一期围堰位置应根据水工枢纽布置、纵向围堰所处地形、地质和水力学条件、施工场地及进入基坑的交通道路等因素确定。发电、通航、排冰、排沙及后期导流用的永久建筑

物宜在第一期施工。

4.3.4 采用隧洞导流时,隧洞断面尺寸和数量根据河流水文特性、岩石完整情况以及围堰运行条件等因素确定。当导流隧洞的使用历经不同导流分期时,应根据控制阶段的洪水标准进行设计。

4.3.5 下列情况下宜采用枯水期围堰挡水的导流方式:

- a) 一个枯水期能将永久建筑物(或临时挡水断面)修筑至坝体度汛标准的汛期洪水位以上;
- b) 汛期虽淹没基坑但对工程进度影响较小且淹没损失不大。

4.4 围堰

4.4.1 围堰型式选择应遵守下列原则:

- a) 安全可靠,能满足稳定、抗渗、抗冲要求;
- b) 结构简单,施工方便,易于拆除并能利用当地材料及开挖渣料;
- c) 堰基易于处理,堰体便于与岸坡或已有建筑物连接;
- d) 能在预定施工期内修筑到需要的断面及高程,能满足施工进度要求。

4.4.2 不同围堰型式应符合下列要求:

- a) 土石围堰应能充分利用当地材料,造价低,施工简便;
- b) 混凝土围堰宜采用重力式;
- c) 低水头情况宜采用木笼、竹笼、草土围堰等型式。

4.4.3 土石围堰填筑材料应满足下列要求:

- a) 防渗体土料渗透系数不宜大于 1×10^{-6} m/s;若当地富有风化料或砾质土料、并经过试验验证能满足防渗要求时,可选用;
- b) 心墙或斜墙土石围堰堰壳填筑料应为无凝聚性材料,渗透系数应大于 1×10^{-4} m/s,宜采用天然砂卵石或石渣;
- c) 围堰堆石体水下部分不宜采用软化系数大于 0.7 的石料。

4.4.4 围堰结构设计荷载组合应不考虑特殊荷载。堰顶宽度应能满足施工需要和防汛抢险要求。

4.4.5 混凝土围堰的安全核算应符合下列规定:

- a) 最大、最小垂直正应力可按材料力学公式计算。围堰在设计工况时,迎水面允许有 0.15 MPa 以下的主拉应力,堰体允许有 0.2 MPa 以下的主拉应力;
- b) 核算堰基面的抗滑稳定宜采用抗剪强度公式或抗剪断强度公式。

4.4.6 围堰堰基覆盖层防渗处理可采用下列方式:

- a) 覆盖层及水深较浅时,可设临时低围堰抽水开挖齿槽,或在水下开挖齿槽,修建截水墙防渗;
- b) 根据覆盖层厚度和组成情况,可选用高压喷射灌浆、混凝土防渗墙或自凝灰浆槽、水泥或粘土水泥灌浆、板桩灌注墙、防渗土工膜等处理方式;
- c) 堰基覆盖层渗透系数与铺盖土料渗透系数的比值宜大于 50,铺盖厚度不宜小于 2 m。

4.4.7 土石围堰与泄水道接头处,宜适当加长导水墙或设丁坝将主流挑离围堰。

土石围堰迎水面堰坡保护范围可自最低水位以下 2 m 起至堰顶。保护材料在水下部分可用沉排、柳枕、竹笼或混凝土柔性排等,水上部分可用砌石或钢筋石笼。

4.4.8 过水围堰对最不利的溢流情况可采取下列措施改善流态及上、下游水面衔接:

- a) 过水前向基坑充水形成水垫,基坑边坡覆盖层预先作好反滤压坡;
- b) 溢流面型式和防冲材料宜作方案比较;土石过水围堰溢流面根据水流流速、施工条件等因素采用竹笼、钢筋石笼或混凝土柔性板等保护,并在其下设置好垫层(反滤层);
- c) 在岩基上设重力式挑流墩;
- d) 两岸接头处采取防止岸坡冲刷的工程措施。

4.4.9 不过水围堰堰顶高程和堰顶安全加高值应符合下列规定:

- a) 堰顶高程不低于施工洪水的静水位与波浪高度及堰顶安全加高值之和,其堰顶安全加高不低于 0.5 m~0.3 m;
- b) 土石围堰防渗体顶部在设计洪水静水位以上的加高值:斜墙式防渗体为 0.8 m~0.6 m;心墙式防渗体为 0.6 m~0.3 m;
- c) 当下游有支流顶托时,应组合各种流量顶托情况,校核围堰堰顶高程。

4.4.10 过水围堰堰顶高程应按静水位加波浪高度确定。

4.4.11 混凝土围堰、浆砌石围堰与土石围堰的稳定安全系数应满足下列要求:

- a) 重力式混凝土围堰、浆砌石围堰采用抗剪断公式计算时,安全系数不小于 3.0,若考虑排水失效情况,安全系数不小于 2.5;按抗剪强度公式计算时,安全系数不小于 1.05;
- b) 土石围堰边坡稳定安全系数不小于 1.05。

4.5 导流泄水建筑物

4.5.1 导流明渠应满足下列规定:

- a) 导流明渠布置应遵守下列原则:
 - 1) 渲泄能力大,开挖量小;
 - 2) 弯道少,避开滑坡、崩塌体及高边坡开挖区;
 - 3) 便于布置进入基坑交通道路;
 - 4) 进出口与围堰接头满足堰基防冲要求;
 - 5) 避免横向水流形成过大的水位差;避免泄洪时对下游沿岸及施工设施冲刷。
- b) 明渠底宽、底坡和进出口高程应保证上、下游水流衔接条件良好,满足导、截流和施工期通航、排冰要求。设在软基上的明渠,宜采取有效消能抗冲设施。
- c) 明渠断面型式应方便后期封堵。应根据地质条件、水力条件确定衬护方式。

4.5.2 导流隧洞应满足下列规定:

- a) 导流隧洞选线应根据地形、地质及水力条件,保证隧洞施工和运行安全。相邻隧洞间净距、隧洞与永久建筑物之间间距、洞脸和洞顶岩层厚度均应满足围岩稳定及安全运行的要求。有条件时宜与永久隧洞相结合,其结合部分的洞轴线、断面型式与衬砌结构等应同时满足永久运行与施工导流要求。
- b) 隧洞断面型式、进出口高程宜兼顾导流、截流及其他需要,保证进口水流顺畅、水流衔接良好、不产生气蚀破坏。洞身断面宜方便施工;洞底纵坡根据施工泄流等条件选择。应注意出口的消能防冲及对岸坡的冲刷。
- c) 导流隧洞在运用过程中,若遇明满流交替流态或有压流为高速水流时,应采取措施防止产生空蚀、冲击波、振动等而导致洞身破坏。隧洞衬砌范围、型式及封堵措施应通过技术经济比较后确定。

4.5.3 导流底孔应满足下列规定:

- a) 导流底孔设置数量、高程及其尺寸宜兼顾截流、度汛、下闸封堵、排冰和下游供水等要求。利用永久泄洪、排沙和水库放空底孔兼作导流底孔时,应同时满足永久和临时运用要求。坝内临时导流底孔完成其使用功能后,应以坝体同标号混凝土回填封堵,并采取措施保证新老混凝土结合良好。
- b) 坝内导流底孔宽度不宜超过该坝段宽度的一半,并宜骑缝布置。

4.5.4 导流涵管轴线宜顺直,进口要求参照隧洞和底孔条款,但涵管内不应发生明满流交替出现的流态。为避免管顶与两侧坝体的不均匀沉陷,全部或大半部涵管宜嵌入基岩。当涵管设在软基上时,应对管道结构或基础采取加固措施。分段设置伸缩缝,避免涵管由于产生不均匀沉陷和温度应力引起裂缝。

4.5.5 坝体缺口应满足下列规定:

- a) 混凝土重力坝、拱坝等实体结构在施工过程中可预留坝体缺口或梳齿与其他导流设施共同泄流；坝内厂房等非实体结构在封腔前坝体不宜过流，如需过流，应采取措施保证坝体安全。
- b) 坝体泄洪缺口或梳齿宜设在河床部位，避免下泄水流冲刷岸坡；施工中的土石坝体泄洪，应确定坝体填筑高度、过流断面型式、水力学条件及相应防护措施。

4.5.6 除了特定的溢流式发电站之外，厂房施工期不宜过流。

4.6 河道截流

4.6.1 截流方式的选择应充分分析水力学参数、施工条件和截流难度、抛投物数量和性质，进行技术经济比较。并根据下列条件选择不同的截流方式：

- a) 截流落差不超过 3.5 m 时宜选择单戗立堵截流。如龙口水流能量相对较大，流速较高，应制备重大抛投物料；
- b) 截流流量大且落差大于 3.5 m 时宜选择双戗或多戗立堵截流。

4.6.2 截流设计应提出分流建筑物施工围堰或其他阻水障碍物清除的具体要求。

4.6.3 戗堤轴线应根据河床和两岸地形、地质、交通条件、围堰防渗、主流流向、通航要求等因素综合分析选定，戗堤宜为围堰堰体组成部分。

4.6.4 确定龙口宽度及位置应遵守下列原则：

- a) 河床宽度小于 80 m 时，可不安排预进占，不设置龙口；
- b) 应保证预进占段裹头不发生冲刷破坏；
- c) 截流龙口位置宜设于河床水深较浅、覆盖层较薄或基岩出露处；
- d) 龙口工程量宜小。

4.6.5 若龙口段河床覆盖层抗冲能力低，可预先在龙口抛石、抛铅丝（钢筋）笼或合金网兜等护底。护底范围可参照类似工程经验拟定。立堵截流的戗堤轴线下游护底长度可按龙口平均水深的 2 倍~4 倍取值，轴线以上可按最大水深的 1 倍~2 倍取值。护底顶面高程在分析水力学条件及护底材料后确定。护底宽度根据最大可能冲刷宽度确定。

4.6.6 截流抛投材料选择应遵守下列原则：

- a) 预进占段填筑料宜利用开挖渣料和当地天然料；
- b) 龙口段抛投的大块石、钢筋石笼或混凝土四面体等材料数量应考虑一定备用，备用系数宜取 1.2~1.3；
- c) 截流备料总量应根据截流料物堆存、运输条件、可能流失量及戗堤沉陷等因素综合分析，并留适当备用量，备用系数可取 1.2~1.3；
- d) 大块体材料应考虑易于起吊运输。

4.7 基坑排水

4.7.1 初期排水总量应按围堰闭气后的基坑积水量、抽水过程中围堰及基础渗水量、堰身及基坑覆盖层中的含水量，以及可能的降水量等四部分组成计算。其中可能的降水量可采用抽水时段的多年日平均降水量计算。

4.7.2 经常性排水应分别计算围堰和基础在设计水头的渗流量、覆盖层中的含水量、排水时降水量及施工弃水量。其中降水量按抽水时段最大日降水量在当天抽干计算；施工弃水量与降水量不应叠加。基坑渗水量可分析围堰型式、防渗方式、堰基情况、地质资料可靠程度、渗流水头等因素适当扩大。

4.7.3 确定基坑初期抽水强度时，应根据不同围堰型式对渗透稳定的要求确定基坑水位下降速度。

4.7.4 抽水设备应有一定备用和可靠电源。

4.8 施工期蓄水、通航、排冰

4.8.1 施工期水库蓄水日期应和导流泄水建筑物封堵统一考虑，并分析下列条件：

- a) 与蓄水有关工程项目的施工进度及导流工程封堵计划；
- b) 库区征地、移民和清库、环境保护的要求；
- c) 水文资料、水库库容曲线和水库蓄水历时曲线；
- d) 蓄水后的防洪标准、泄洪与度汛措施及坝体稳定情况；
- e) 通航、灌溉、生态流量等下游供水要求；
- f) 有条件时,应考虑利用围堰挡水受益的可能性。

4.8.2 确定施工期蓄水日期应满足下列要求：

- a) 按蓄水标准分月计算水库蓄水位；
- b) 应按规定防洪标准计算汛期水位,确定汛前坝体施工顶面高程及混凝土坝的接缝灌浆计划。

4.8.3 施工期临时通航方案应结合施工导流方案经过技术经济比较确定。经研究确认施工期间须断航时,应妥善解决断航后的客、货运问题。

4.8.4 流冰河道上的施工导流,当流冰量较多,冰块尺寸较大,导致泄水建筑物不能安全排泄时,应采取破冰或拦蓄措施。

5 主体工程施工

5.1 一般规定

5.1.1 主体工程施工方法应能经济合理地实现小水电工程的总体设计方案,保证工程质量与施工安全。施工方应确定完整可行的施工方法,论证施工总进度的合理性和可行性,对水工枢纽布置和建筑物型式提出修改建议,并为编制工程概算提供所需的资料。

5.1.2 对于下列单项工程施工方案宜作重点研究：

- a) 控制进度的工程；
- b) 所占投资比重较大的工程；
- c) 影响施工安全或施工质量的工程；
- d) 施工难度较大或采用施工新技术的工程。

5.1.3 施工方案选择应遵守下列原则：

- a) 保证施工安全、工程质量和施工进度；
- b) 有利于缩短工期、减少辅助工程量及施工附加工作量,降低施工成本；
- c) 有利于先后作业之间、土建工程与机电安装之间、施工与运行优化之间、各道工序之间协调均衡,减少干扰；
- d) 技术先进、可靠,所选用的施工新技术宜通过生产性试验或鉴定；
- e) 施工强度和施工设备、材料、劳动力等资源需求较均衡；
- f) 有利于水土保持、环境保护；
- g) 有利于保护劳动者的安全和健康。

5.1.4 施工设备选择及劳动力组合宜遵守下列原则：

- a) 适应工程所在地的施工条件,符合设计要求,生产能力满足施工强度要求；
- b) 设备性能机动、灵活、高效、能耗低、运行安全可靠,符合环境保护要求；
- c) 应按各单项工程工作面、施工强度、施工方法进行设备配套选择；
- d) 有利于人员和设备的调动,减少资源浪费；
- e) 设备通用性强,能在工程项目中持续使用；
- f) 设备购置及运行费用较低,易于获得零、配件,便于维修、保养、管理和调度；
- g) 新型施工设备宜成套应用于工程,单一施工设备应用时,应与现有施工设备生产率相适应；
- h) 在设备选择配套的基础上,施工作业人员应按工作面、工作班制、施工方法以混合工种结合国

家或地区内平均先进水平进行劳动力优化组合设计。

5.2 土石方明挖

5.2.1 岩土开挖级别应根据现场实际地质条件确定。

5.2.2 土石方开挖应自上而下分层进行,分层厚度经综合研究确定。两岸水上部分的坝基开挖宜在截流前完成或基本完成。水上水下分界高程可根据地形、地质、开挖时段和水文条件等因素分析确定。

5.2.3 应在邻近建基面的常规开挖梯段爆破孔的底部及建基面之间预留保护层,地基保护层以上土石方开挖,宜采取延长药包、梯段爆破。

5.2.4 设计边坡轮廓面开挖,应采取防震措施,如预留保护层、控制爆破等。

5.2.5 若地基开挖的地形、地质和开挖层厚度有条件布置坑道时,在满足地基预裂要求的条件下可采用辐射孔爆破。

5.2.6 应结合施工总布置和施工总进度作好整个工程的土石方平衡,宜与水土保持措施相结合。在满足施工总进度及环境保护要求前提下,宜利用开挖石渣;应合理安排减少二次倒运,堆渣不应污染环境。

5.2.7 水工建筑物岩石基础部位开挖不应采用集中药包法进行爆破。

5.2.8 在新浇筑大体积混凝土、新灌浆区、新预应力锚固区、新锚喷(或喷浆)支护区等特殊部位附近进行爆破,应经论证并采取控制爆破,爆破质点振动速度不应大于安全允许标准。

5.2.9 高边坡开挖设计应遵守下列原则:

- a) 应采取自上而下的施工程序。
- b) 应采用预裂爆破或光面爆破,避免二次削坡。
- c) 对有支护要求的边坡每层开挖后应及时支护。
- d) 坡顶设置截排水沟的边坡,应首先完成截水沟的施工,然后再进行边坡开挖施工。

5.2.10 水下开挖施工方法和设备选择应根据水深、水流流速、地形、地质、开挖范围、开挖量等因素选择确定。

5.2.11 可利用料的开挖宜根据开挖条件、开挖强度和可利用料的数量、物理力学特性、质量要求等因素,研究采取合适的开挖、运输方法和设备。

5.2.12 出渣道路布置应遵守下列原则:

- a) 应根据开挖方式、施工进度、运输强度、渣场位置、车型和地形条件等因素,统一规划主体工程土石方明挖出渣道路的布置。
- b) 进入基坑的出渣道路有困难时,最大纵坡可视运输设备性能、纵坡长度等具体情况酌情加大,但不宜大于 15%。在地形复杂、深基坑等没有条件或难以布置出渣道路的情况下,可研究采用其他出渣方法。
- c) 应能满足后续工程施工需要,不占压建筑物部位,不宜占压或少占压深挖部位。
- d) 宜短、平、直,减少平面交叉。
- e) 行车密度大的道路宜设置双车道或循环线;出渣强度低、地形陡峻的地段,出渣道路可采用单车道,并宜设置错车道,错车道间隔距离不宜大于 200 m。

5.3 地基处理

5.3.1 地基处理应根据水工建筑物对地基的要求,认真分析水文、地质等条件,进行技术经济比较,选择技术可行、效果可靠、工期较短、经济合理的施工方案。

5.3.2 帷幕灌浆应满足下列要求:

- a) 帷幕灌浆施工场地面积除满足布置制浆系统、灌浆设备外,并应考虑必要时补强灌浆的需要。具备条件的工程帷幕灌浆宜在廊道内进行。
- b) 有盖重的坝基固结灌浆应在混凝土达到要求强度后进行。

- c) 基础灌浆宜按照先固结、后帷幕的顺序进行。帷幕灌浆宜按分序逐渐加密的方式施工。

5.3.3 防渗墙应满足下列要求：

- a) 防渗墙平台的平面尺寸应满足造孔、清渣、混凝土浇筑和交通要求。
- b) 防渗墙槽孔长度应综合分析地层特性、槽孔深浅、造孔机具性能、工期要求和混凝土生产能力等因素确定,可为 5 m~8 m。深槽段、槽壁易塌段宜取小值。
- c) 防渗墙施工所用土料的质量和数量应满足造孔和清孔的要求,制浆土料的粘粒含量宜在 50% 以上,塑性指数不小于 20,含沙量小于 5%。
- d) 薄壁混凝土防渗墙施工方案应根据水工建筑物的防渗要求、地质条件、施工设备、工艺、材料和工期等综合因素,经技术经济比较后选择。

5.4 料场选择、规划与开采

5.4.1 天然建筑材料可作为混凝土骨料、土石坝填筑料和工程回填料等的料源。天然建筑材料的勘察储量应满足设计需要量,设计需要量应考虑料物的开采、加工、运输以及储存等各种损耗,并考虑 1.25~1.5 倍的备用系数。

5.4.2 料源选择应根据工程建设对各种天然建筑材料的数量、质量及供应强度要求,在地质勘察和试验的基础上,通过对料源的分布、储量、质量及开采运输条件的综合分析和料物平衡规划,按优质、经济、节能、就近取材等基本原则,经技术经济比较选定。料源选择应满足下列规定：

- a) 混凝土骨料料源可选择工程开挖料、天然砂砾料、石料场的开采料或商品料。应优先选择工程开挖料作为料源;天然砂砾料储量丰富,剥采比较小,级配和开采条件较好时,无环境制约因素时,也可作为优先选用料源;无合适的天然砂砾料时,可就近选择石料场开采料。如单一种类的料源不满足需要,也可选择多种料的不同比例掺合料。
- b) 混凝土人工骨料宜选用线膨胀系数小、破碎后粒形良好且硬度适中的岩石作为料源,宜优先选用石灰岩质料源。采用节理裂隙发育,特别是隐节理发育的石料,应进行试验论证。同一建筑物的混凝土宜采用同一类别的骨料料源,若采用不同类别的骨料料源,应通过试验验证。混凝土骨料料源应进行骨料碱活性试验。未经专门论证,不应使用碱活性骨料。
- c) 沥青混凝土骨料应级配良好、质地坚硬,且不因加热而引起性质变化。人工骨料宜采用碱性岩石破碎而成,当采用天然砂砾石或酸性岩石破碎料时,应进行试验研究论证。天然砂砾料场宜选择料场分布集中、级配良好、质量均一、有良好的开采条件、开采对环境、航道和取水影响小的河滩料场。
- d) 土料场宜选择土质均一、土层较厚、质量易于控制、出料率高、土料天然含水率与填筑最优含水率接近的料源。宜优先选择工程开挖区和水库淹没区范围内的土料场。
- e) 堆石料料源应优先利用工程开挖料,不足部分可就近选择料场开采。
- f) 过渡料宜优先利用工程洞室开挖料。反滤料或垫层料料源宜选用天然砂砾料,当工程附近缺乏合格的天然砂砾料时,可采用人工制备料。
- g) 料物平衡规划应根据施工进度计划,统筹安排各种料源的开采进度和开采强度,合理安排物料流向,宜减少物料堆存和中转。必要时可采用计算机动态仿真方法进行分析。

5.4.3 料场选用顺序宜先近后远,先水上后水下,先库区内后库区外,高料高用、低料低用,减少上、下游料场交叉使用。

5.4.4 料场开采规划应满足下列要求：

- a) 料场开采规划应根据工程特性和要求、料场地形和地质等条件,综合分析后确定开采、运输、边坡支护及水土保持方案。
- b) 土料场、天然砂砾料场及石料场应按规划开采量进行规划,规划开采量应按设计需求量的 1.05 倍~1.25 倍确定。

- c) 受施工期洪水影响的土料场,应在洪水影响前将受影响部位进行开采并堆存。土料备料量应按停采期土料用量的 1.2 倍备料。
- d) 天然砂砾料场开采应根据料场的水文特性、地形条件、天然级配分布、设计级配要求等因素,确定料场开采时段和开采规划。汛期或封冻期停采时,应按停产期需用量的 1.2 倍备料。
- e) 有航运要求的河段应考虑砂砾料开采对通航的影响,并应采取相应处理措施。
- f) 石料场开采应根据各时段供料强度要求确定开采工作面 and 出料作业线。为连续供料,宜设两个以上开采工作面。
- g) 石料场宜采用梯段爆破法开采,梯段高度一般以 10 m~15 m 为宜。
- h) 混凝土骨料石料场开采石料最大粒径应与挖装和破碎设备相适应,坝体堆石料应按照坝料设计要求,根据岩性、风化程度、粒径和级配要求的不同分区开采。
- i) 料场开采运输方案,应根据地形条件、开采方案、料物特性、运输量、运输强度、运距和运输设备配置等因素,经综合比较后确定。
- j) 料场开挖边坡应保持相对稳定。须进行开挖边坡支护的料场,宜分台阶开挖,及时支护。
- k) 料场选择与料场开采应符合环境保护与水土保持的相关要求。

5.5 土石方填筑

5.5.1 土石方填筑施工方案的选择应分析工程所在地区气象台(站)的长期观测资料。宜统计降水、气温、蒸发、大风和冰冻等各种气象要素不同量级出现的天数,确定对各种坝料施工影响程度。

5.5.2 填筑材料的上坝运输方式应根据建筑物型式、施工区地形条件,运输量、开采方式、运输设备型号、运距等因素,通过技术经济比较后确定,并符合下列规定:

- a) 应满足填筑强度要求。
- b) 运输过程中不应掺混、污染和降低物料物理力学性能。
- c) 各种填筑料宜采用相同的运输方式。当采用多种运输方式,应统筹规划、合理布置、做好各种运输方式之间的衔接。
- d) 运输中转环节少,运输费用较低,临时设施简易,准备工程量小。

5.5.3 土石方填筑施工道路布置应符合下列规定:

- a) 各路段标准应满足运输强度和施工安全要求,在分析各路段运输总量、使用期限、运输车型和当地气象条件等因素后确定。特殊路段应进行技术经济比较论证,在限制坡长条件下(不宜大于 200 m),道路最大纵坡不大于 15%。
- b) 能兼顾地形条件,各期施工道路宜衔接使用。
- c) 能兼顾其他施工运输、两岸交通和施工期过填筑体运输,宜与永久公路结合。

5.5.4 碾压式土石坝坝体填筑规划应符合下列规定:

- a) 土质防渗体堆石坝沿坝轴线方向宜采用全段施工,但在宽阔河道上,根据施工程序和施工总进度要求,也可研究采用分段施工方式。
- b) 坝体填筑横断面宜平起填筑、均衡上升。必要时也可研究填筑临时挡水断面。
- c) 运输车辆不宜穿越心墙、斜墙和趾板,若需穿越时应提出专门的施工措施。

5.5.5 土石料压实设备类型可根据土石料性质等因素选择,铺料厚度、碾压遍数等施工参数应根据土石料性质和压实设备性能通过分析研究或工程类比法确定。

5.5.6 堆石料宜选用进占法铺料,级配较好的石料、砂砾(卵)石料等宜选用后退法铺料,铺料层厚度大于 1.0 m 的堆石料应选用混合法铺料。碾压方向应沿坝轴线方向进行,碾压宜采用进退错距法作业,碾压前宜适当加水。

5.5.7 过渡料填筑宜采用后退法铺料,并与同层垫层料或反滤料一并碾压。

5.5.8 垫层料填筑垫层料宜采用后退法铺料,宜与同层过渡料一并碾压。垫层料上游坡面可采用挤压

式边墙、翻模固坡砂浆、碾压水泥砂浆、喷混凝土或喷乳化沥青等保护方式。

5.5.9 防渗体土料宜采用进占法铺填、平料,碾压方向应平行于建筑物轴线。土料含水率与最优含水率差别较大时应进行调整。接缝削坡坡度应根据选用的施工机械设备确定。

5.5.10 土料宜安排在少雨季节施工。土料在雨季施工,应选用适合的施工方案,采取可靠的防雨措施。

5.5.11 石料在负温条件下填筑时不应加水,并应减小铺料厚度和增加碾压遍数。当日平均气温低于 0°C 时,土料应按低温季节施工考虑;当日平均气温低于 -10°C 时,不宜填筑土料,否则应进行技术经济论证。土料低温季节施工,应研究土料场的保温和防冻措施。

5.5.12 土工膜防渗体施工应符合下列规定:

- a) 分缝分块长度应根据工程施工条件确定,宜减少分缝长度及数量。
- b) 连接宜采用膜焊布缝的方式,使其搭接对齐、平整。
- c) 在完成铺设后,应及时喷射水泥浆或回填防护层。
- d) 心墙宜采用“之”字形布置,铺筑进度应与坝体填筑进度相适应。
- e) 施工机械不宜跨越土工膜。

5.5.13 土石坝施工机械选型应配套,设备数量可按施工高峰时段的平均强度计算,适当留有余地。

5.5.14 坝体度汛临时断面设计应遵守下列原则:

- a) 应满足稳定、渗流及安全超高等基本要求;
- b) 顶宽应满足洪水超过设计标准时抢修子堰的宽度要求;
- c) 斜墙、窄心墙坝不宜划分临时断面;
- d) 下游坝体部位,在坝基清理完毕后,应全面填筑至反滤排水体以上再收坡;
- e) 上游块石护坡和垫层应按设计要求填筑到拦洪高程,如果不能达到要求,则应采取临时防护措施。

5.6 混凝土施工

5.6.1 混凝土施工方案选择应遵守下列原则:

- a) 混凝土生产、运输、浇筑、养护和温度控制措施等各施工环节衔接合理;
- b) 施工工艺先进,设备配套合理,综合生产效率高;
- c) 运输过程的中转环节少,运距短,温度控制措施简易、可靠;
- d) 初、中、后期浇筑强度协调平衡;
- e) 混凝土施工与金属结构、机电安装之间干扰少,并考虑到一次和二次混凝土浇筑。

5.6.2 混凝土浇筑程序、各期浇筑部位和高程划分应与供料线路、起吊设备布置和机电安装进度相协调,并符合相邻块高差及温度控制等有关规定。各期工程形象进度应能适应截流、拦洪度汛、封孔蓄水等要求。

5.6.3 混凝土浇筑设备选择应遵守下列原则:

- a) 起吊设备能控制整个平面和高程上的浇筑部位;
- b) 主要设备性能良好,生产率高,配套设备能发挥主要设备的生产能力;
- c) 在固定的工作范围内能连续工作,设备利用率高;
- d) 浇筑间歇能承担模板、金属构件及仓面小型设备吊运等辅助工作;
- e) 不压浇筑块,或不因压块而延长浇筑工期;
- f) 生产能力在保证工程质量前提下能满足高峰时段浇筑强度要求;
- g) 混凝土宜直接起吊入仓,混凝土浇筑、运输宜选用先进、高效、可靠的设备;
- h) 当混凝土运距较远,宜用混凝土搅拌运输车。

5.6.4 混凝土起吊设备应满足下列要求:

- a) 数量可根据月高峰浇筑强度、吊罐容量、设备小时循环次数,可供浇筑的仓面数和辅助吊运工作量等经计算或用工程类比法确定,其中辅助吊运工作量可按吊运混凝土当量时间的百分比计算,可在下列范围内取值:重力坝:10%~20%;轻型坝:20%~30%;厂房:30%~50%。
- b) 混凝土起吊设备的小时循环次数应根据设备运行速度、取料点至卸料点的水平及垂直运输距离、设备配套情况、施工管理水平和工人技术熟练程度分析计算或用工程类比法确定。

5.6.5 混凝土施工设计宜通过方案比较选定;确定拌和、运输起吊设备数量及其生产率、浇筑强度和整个浇筑工期。

5.6.6 模板选择可遵守下列原则:

- a) 模板选用应与混凝土结构的特征、施工条件和浇筑方法相适应。
- b) 宜优先选用钢模、少用木模。
- c) 结构型式宜做到标准化、系列化;便于制作、安装、拆卸和提升;有利于机械化操作和提高周转次数。

5.6.7 坝体最大浇筑仓面尺寸宜在分析混凝土性能、浇筑设备能力、温度控制措施和工期要求等因素后确定。用平浇法浇筑混凝土时,设备生产能力应能确保混凝土初凝前将仓面覆盖完毕;当仓面面积过大,设备生产能力不能满足时,可用台阶法浇筑。

5.6.8 坝体接缝灌浆应遵守下列原则:

- a) 接缝灌浆应待灌浆区及以上冷却层混凝土达到坝体稳定温度或设计规定值后进行,在采取有效措施情况下,混凝土龄期不宜短于4个月;
- b) 同一坝缝内灌浆分区高度约10 m~15 m;
- c) 拱坝封拱灌浆高程和浇筑层顶面间的允许高差应根据施工期应力确定。

5.6.9 大体积混凝土施工应进行温度控制设计。温度控制施工要求可执行附录A中的有关规定。有条件时宜用系统分析方法确定各种措施的最优组合。应根据工程特点、施工条件、气候条件、温度控制要求作好夏季施工降温 and 冬季保温措施。

5.6.10 大体积混凝土掺用粉煤灰施工应符合下列规定:

- a) 暴露面的潮湿养护时间不应小于21 d;
- b) 在低温条件下施工,应注意表面保温,拆模时间应适当延长。

5.6.11 低温季节混凝土施工必要性应根据总进度及技术经济比较论证后确定。在低温季节进行混凝土施工时,应作好保温防冻措施。其气温标准、保温防冻措施按附录A执行。

5.6.12 碾压混凝土原材料与拌和应符合下列规定:

- a) 胶凝材料用量不宜少于 130 kg/m^3 ,最大骨料粒径以不大于80 mm为宜;
- b) 粉煤灰及火山灰质等活性材料可作为碾压混凝土的掺合料,可通过试验研究确定;
- c) 碾压混凝土配合比应通过试验确定;
- d) 碾压混凝土材料稠度(或称结构粘度) V_c 值宜通过现场试验确定;
- e) 自落式和强制式拌和设备均可用于拌制碾压混凝土。

5.6.13 碾压混凝土施工应遵守下列原则:

- a) 宜避开高温季节施工,并进行温度控制设计;
- b) 混凝土填筑宜薄层连续上升,经试验论证能保证质量时可适当增大厚度;
- c) 碾压混凝土可采用自卸汽车直接入仓或胶带机运输仓内辅以汽车转料;采用负压溜槽(管)运输碾压混凝土材料时,其倾角应大于 45° ,单级落差不宜大于70 m;
- d) 碾压混凝土可采用湿地推土机或摊铺机铺料,振动碾压实;为适应坝体不同部位碾压压实要求,宜配备不同型号和功率的振动碾。

5.6.14 应妥善安排厂房混凝土浇筑与机电安装工程施工,避免或减少相互干扰,与第一台机组发电有关的混凝土宜先浇筑。

5.6.15 面板堆石坝的趾板混凝土施工,应在相邻区块的垫层、过渡料和主堆石区填筑前完成。坝高不大于 70 m 时,面板混凝土宜一次浇筑完成。面板混凝土浇筑宜采用滑模自下而上分条进行,条与条之间宜采用跳仓浇筑方式。面板的浇筑顺序宜先浇筑中部面板,再向两侧浇筑。

5.6.16 沥青混凝土施工方案,应根据工程布置、防渗体的结构型式、工程区的气候条件及施工设备等因素,经综合分析研究后确定,铺筑应符合下列规定:

- a) 沥青混凝土面板铺筑的斜坡长度、宽度应根据施工条件、施工设备、施工运行等情况确定。
- b) 碾压式沥青混凝土心墙的铺筑层厚宜通过碾压试验确定,可采用 0.2 m~0.3 m,与两侧过渡层填筑宜平起平压;浇筑式沥青混凝土心墙宜采用可拆卸组装的钢模施工。

5.6.17 自密实混凝土应满足普通混凝土拌和物对凝结时间、凝聚性和保水性等的要求以及自密实性能的要求。自密实混凝土施工应符合下列规定:

- a) 应采用拌和站(楼)集中拌制,宜采用搅拌车运输,并宜采取保温等措施。
- b) 应根据浇筑部位的结构特点及混凝土自密实性能选择机具和浇筑方法。
- c) 浇筑速度不宜过快,浇筑过程应保持连续性。

5.6.18 胶凝砂砾石填筑施工应符合下列规定:

- a) 施工布置应与其相应的施工强度要求、材料特性要求、施工场地条件相适应。
- b) 砂砾石最大粒径不宜超过 150 mm。胶凝砂砾石拌制宜采用产量大、效率高的连续式拌和设备。
- c) 胶凝砂砾石宜采用自卸汽车、输送机、装载机等运输,平仓设备宜采用平仓机、推土机、装载机、反铲挖掘机。
- d) 胶凝砂砾石宜采用分层、通仓、连续铺筑法,平仓后应尽快完成平仓和碾压。铺筑面积应与铺筑能力及允许层间间隔时间相适应,层间间隔时间应控制在直接铺筑允许时间以内,超过直接铺筑允许时间的层面应加垫层。

5.7 地下工程施工

5.7.1 地下工程施工方法及参数选择应以地下工程的围岩分类及产状构造特征和断面形状、尺寸以及排水为主要依据。

5.7.2 地下工程采用钻爆法施工时,钻孔设备宜考虑钻架台车、多臂钻机。

5.7.3 施工通道应根据地下工程布置、规模、施工方法、施工设备、工期要求、地形和地质等因素经过技术经济比较后选定。

5.7.4 用钻爆法开挖隧洞时,施工方法应根据断面尺寸、围岩类别、设备性能、施工技术水平并进行经济比较后选定,条件许可宜选用全断面开挖,圆形隧洞选用分部开挖时,宜避免扩挖底角。特大型洞室宜先挖导洞,分部分层扩挖。导洞设置部位及分部分层尺寸应结合洞室断面、围岩类别、施工方法和程序、施工设备和出渣道路等分析后确定。

5.7.5 竖井开挖方法选择应符合下列规定:

- a) 宜从井底出渣,如无条件从井底出渣时,可全断面自上而下开挖;
- b) 井底有出渣通道时宜采用天井钻机或反井钻机施工导井,慎用爬罐法、吊罐法;
- c) 竖井井下有通道且断面较大时,可用导井法开挖;扩挖宜自上而下进行,围岩易坍塌或极易坍塌时,支护应紧跟开挖面。

5.7.6 斜井开挖方法选择应符合下列规定:

- a) 倾角小于 6°时,用平洞方法开挖;
- b) 倾角为 6°~30°可自上而下全断面开挖;
- c) 倾角为 30°~45°小断面斜井可自上而下开挖,若自下而上开挖,需有扒渣、溜渣措施;大中型断面斜井,可采用导井扩大开挖;

- d) 倾角为 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 可采用自下而上先挖导井、再自上而下扩挖或自下而上全断面开挖；
- e) 倾角大于 75° 时，可用竖井方法开挖。

5.7.7 施工支洞布置应遵守下列原则：

- a) 施工支洞的选择应根据地形、地质条件、结构型式及布置、施工方法和施工进度的要求等综合研究确定，采用钻爆法施工时，施工支洞间距不宜超过 3 km；
- b) 地形、地质条件允许时，洞线宜短，并宜略微朝隧道口向下倾斜；
- c) 支洞沿线地质条件较好，洞脸岩体稳定，洞口设置能满足防洪要求；
- d) 附近有足够场地设置临时设施和渣场；
- e) 支洞断面型式及尺寸应能满足运输强度和物件通过要求，并有空间设置管线、排水沟和人行道；
- f) 平洞支洞纵坡：有轨运输不超过 2%；无轨运输不超过 9%，相应限制坡长 150 m；局部最大纵坡不宜大于 14%；
- g) 平洞支洞轴线与主洞轴线交角不宜小于 40° ，且应在交叉口设置不小于 20 m 的平段；
- h) 斜井支洞的倾角不宜大于 25° ，井身纵断面不宜变坡与转弯，下水平段长度不宜小于 20 m；
- i) 竖井一般设在隧洞的一侧，与隧洞的净距宜为 15 m~20 m；
- j) 斜井或竖井的井底，应布置回车场及集水井；
- k) 斜井支洞的一侧，应设置宽度不小于 0.7 m 的人行道；竖井内应设牢固、安全的爬梯；
- l) 应满足地下洞室群分层开挖施工进度和通风排烟的需要。

5.7.8 钻爆设计应根据断面形状和尺寸、围岩类别，确定掏槽方式、炮孔布置和深度、爆材和爆破网络，并应采用光面爆破或预裂爆破。开挖循环作业的进尺值，各工序历时及相互衔接关系按下列情况选定：

- a) 隧洞围岩为易坍塌或极易坍塌时，循环进尺不宜超过 1.5 m；
- b) 根据一次循环的炮孔数、钻孔总长、爆破方量、钻、装、运设备生产率等确定钻孔、出渣工序历时；用工程类比法确定循环中其他工序历时。

5.7.9 出渣运输方式选择宜遵守下列原则：

- a) 运距较长时，宜采用电瓶机车有轨运输方式；机车在洞内行驶平均速度按 6 km/h 计；
- b) 隧洞断面满足通行汽车要求时，宜用无轨运输；汽车在洞内、外平均行驶速度分别按 10 km/h 及 25 km/h 计；开挖宽度不能满足汽车回车要求时，宜每隔 200 m 左右设回（会）车洞，或在洞内设移动式转向盘；
- c) 斜井提升宜采用卷扬道，卷扬机运行速度不宜大于 2 m/s；斜坡段应设置人行道，人行道边缘与车辆安全距离不小于 0.3 m。竖井提升多用吊罐，吊罐运行速度可按下列规定：
 - 1) 竖井在 40 m 以内且无导向设备时，不应超过 0.7 m/s；
 - 2) 井深在 40 m~100 m 且沿导向设备升降时，不应超过 1.5 m/s；
 - 3) 井深大于 100 m 且沿导向设备升降时，不应超过 3 m/s。

5.7.10 通风方式及参数选择应遵守下列原则：

- a) 施工安排应尽早形成自然通风条件，在未形成自然通风前，应采用机械通风；
- b) 独头进尺长度大于 1 km 时，宜用长抽短吹式通风方式；
- c) 洞室开挖所需风量及风速值按附录 B 和附录 C 确定。

5.7.11 防尘、防有害气体的综合处理措施应符合下列规定：

- a) 地下工程开挖应采用湿式凿岩；
- b) 洞内宜配低污染、有废气净化装置的柴油机械，汽油机械不宜进洞；
- c) 长隧洞施工宜采用有轨运输；
- d) 对含有瓦斯等有害气体的地下工程，应编制专门的防治措施。

5.7.12 模板选择应遵守下列原则：

- a) 圆形长隧洞宜用全断面模板台车；
- b) 中、小断面隧洞底板及斜井宜选用拉模；
- c) 规则断面竖井及有条件采用滑模部位宜采用滑模；
- d) 短隧洞、渐变段、喇叭口等部位可用拼装模板；
- e) 各种洞室直墙宜用定型组装式钢模；
- f) 在钢模无法采用或不经济时，方可使用木模板。

5.7.13 钢模台车选配应遵守下列原则：

- a) 每一浇筑工作面应配置一台台车，所配钢模组数应能满足混凝土连续浇筑要求；
- b) 拆模时间根据混凝土性能和洞室跨度等因素确定，可控制在混凝土浇筑后 24 h~72 h 以内。

5.7.14 平洞混凝土衬砌应在保证施工安全和工程质量前提下确定边墙、顶拱、底板衬砌顺序；有条件时可全断面一次衬砌；大断面洞室一般先衬顶拱。衬砌分段长度应在分析围岩特性、浇筑能力、模板型式及建筑物结构特征等因素后确定。

5.7.15 斜井及竖井混凝土衬砌分段应在分析围岩特性、结构型式及浇筑方式等因素后确定。当围岩稳定条件较差时，衬砌段长度应与开挖段长度一致，使两者能交替进行；建筑物结构外形变化处宜作为衬砌分段界线。

5.7.16 水工隧洞中的灌浆宜按照先回填灌浆、后固结灌浆、再接缝灌浆的原则进行。

5.8 金属结构及机电设备安装

5.8.1 金属结构吊装方法的选择应遵守下列原则：

- a) 结合构件的外形尺寸、重心位置及单件重量、安装位置的孔洞和通道尺寸确定吊装方法；
- b) 充分利用施工现场已有的起重设备及起吊能力；使用专用起吊设备时，其安装制作时间要满足安装工期的要求；
- c) 宜考虑永久性启闭设备提前安装的可能性；
- d) 宜选用调度灵活、使用效率高的起重设备。

5.8.2 金属结构安装应遵守下列原则：

- a) 减少交叉作业，均衡生产；
- b) 在吊装运输条件允许的情况下，钢管宜采用大节安装，安装和混凝土浇筑宜分段交叉进行，每段长度应以保证混凝土浇筑质量为宜；
- c) 闸门安装方案应根据闸门型式和施工条件确定；
- d) 启闭机应已经安装完成。

5.8.3 压力钢管、钢衬的制造方式宜根据工程规模、对外交通运输条件和加工制造能力，通过技术经济比较确定。

5.8.4 电站机组吊装应采用永久起重设备。

5.8.5 水轮发电机组的安装应与土建施工合理衔接，宜利用已有场地，进行大件预组装。

5.8.6 附属设备在场内的起重、运输可利用主机设备的起重、运输设备，不宜另行设置。

5.8.7 主阀的安装应根据主阀重量、吊装设备能力及场地条件确定整体安装或分件安装。

6 施工交通运输

6.1 一般规定

6.1.1 施工交通运输可划分为对外交通和场内交通两部分。应结合施工总布置及施工总进度要求，经比较选择对外交通和场内交通运输方案，合理解决超限运输。对外交通和场内交通的范围应符合下列规定：

- a) 对外交通方案应确保施工工地与国家或地方公路、铁路车站、水运港口之间的交通联系,具备完成施工期间外来物资运输任务的能力,同时应尽量减少对当地交通的影响;
- b) 场内交通方案应确保施工工地内部各工区、当地材料产地、堆渣场、各生产、生活区之间的交通联系,主要道路与对外交通衔接。

6.1.2 场内、外交通干线及其主要建筑物设计标准应结合工程施工特点,参照国家或地区现行相应的技术标准确定。当采用公路运输方式时,还应遵守下列原则:

- a) 主要交通干线的最大纵坡、最小平、竖曲线半径和视距等技术指标应根据施工运输特性在现行有关标准规定的范围内合理选用;场内非主要道路标准在满足安全运行和施工要求的前提下,经过充分论证,可适当降低;
- b) 路基、路面和建筑物的设计标准除根据道路等级确定外,尚应满足施工期主要车型和运输强度的运行要求。少数重大件的运输,可采取临时措施解决;
- c) 场内主要临时交通道路的防洪标准应与施工场区的防洪标准一致。

6.1.3 施工交通运输系统应设置安全、交通管理、维修、保养、修配等专门设施。

6.2 对外交通

6.2.1 对外交通运输应进行技术经济比较,选定技术可靠、经济合理、运行方便、干扰较少、施工期短、便于与场内交通衔接的方案。

6.2.2 运输方案选择应考虑下列因素:

- a) 工程所在地区可资利用的交通运输设施情况;
- b) 施工期总运输量、分年度运输量及运输强度;
- c) 重大件运输条件(特别是发电机和主变压器等)以及季节变化因素;
- d) 与交通干线的联接条件以及场内、外交通的衔接条件;
- e) 交通运输工程的施工期限及投资;
- f) 转运站以及主要桥涵、渡口、码头、站场、隧道等的建设条件;
- g) 如果运输必须跨越国界,应注意可能的延误和办理报关手续。

6.2.3 运输方案选择应遵守下列原则:

- a) 线路运输能力能满足工程施工期间大宗物资、材料和设备的需求,能满足超重超限件运输的要求;
- b) 运输物资的中转环节少、运费省,及时、安全、可靠;
- c) 应结合当地运输发展规划,充分利用已有国家、地方交通道路和其他工矿企业专用线。

6.2.4 对外交通宜采用公路运输方式;有条件时可论证水路、铁路运输方式或几种运输方式的组合。

6.2.5 重大件设备运输方案,应了解现有运输道路路况、建筑物技术标准及通行条件,拟定相应的改善措施,并与有关单位取得协议后确定。必要时,应专题报有关主管部门审批。宜减少重大件设备运输转运次数。

6.2.6 外来物资的运输方式变换地点可设置转运站。转运站规模根据物资来源、种类和到货情况等与有关部门洽商确定。

6.3 场内交通

6.3.1 场内交通应根据施工总进度确定的运输量和运输强度,结合施工总布置进行统筹规划,并应分析计算。

6.3.2 场内交通的一般性附属设备(如供水、供电、照明以及生产、生活用房屋等)宜统一规划,专业性附属设施(如准轨机车、车辆检修、保养、车站站场等)可按有关专业标准设计。

6.3.3 场内跨河设施(桥梁、渡口等)位置选择应能适应永久工程、导流工程施工需要。

7 施工工厂设施

7.1 一般规定

7.1.1 施工工厂设施应确保制备施工所需的建筑材料,供应水、电和压缩空气,建立工地内外通讯联系,维修和保养施工设备。加工车间可加工制作少量的零配件和金属结构。

7.1.2 施工工厂的规划布置应遵守以下原则:

- a) 施工工厂设施规模的确定,应研究利用当地工矿企业进行生产和技术协作以及结合本工程及梯级电站施工需要的可能性和合理性;
- b) 厂址宜靠近服务对象和用户中心,设于交通运输和水电供应方便处,避免物资逆向运输;
- c) 生活区与生产区应分开布置,协作关系密切的施工工厂宜集中布置,集中布置和分散布置距离均应满足防火、安全、卫生和环境保护要求。

7.1.3 施工工厂的设计宜逐步推广装配式结构,选用通用和多功能设备。

7.1.4 应计算各种施工工厂生产规模、占地面积、建筑面积、用电负荷、生产人员等指标。

7.2 砂石加工系统

7.2.1 砂石加工系统设计应遵守下列原则:

- a) 砂石原料需用量应根据混凝土和其他有极配要求的砂石用料,计及开采、加工、运输过程等损耗和弃料量确定;
- b) 砂石加工系统处理能力可按混凝土高峰时段月平均骨料所需用量及同时段其他砂石需用量计算。

7.2.2 砂石加工系统厂址选择应遵守下列原则:

- a) 厂址宜设在料场附近;多料场供应时,宜设主料场附近;经论证亦可分别设厂;砂石利用率高、运距近、场地许可时,亦可设在混凝土生产系统附近;
- b) 砂石加工系统的粗碎车间宜设在离采石场 1 km~2 km 范围内;
- c) 主要设施的地基稳定,有足够的承载能力;
- d) 厂址宜靠近已有的交通运输线路、水源和输电线路;
- e) 在生活区附近设厂时应保持必要的防护距离,并采取降低噪声和粉尘的措施。

7.2.3 砂石加工系统各车间布置应遵守下列原则:

- a) 有一定灵活性:
 - 1) 能够提前形成生产能力,满足施工前砂石料需要;
 - 2) 及时调整生产方式,适应原料粒度变化及不同骨料级配要求;
- b) 避免骨料级配失调,减少超逊径;同一作业的多台同规格设备,宜对称或同轴线配置在同一高程上;
- c) 利用地形简化内部成品运输和场地排水;
- d) 除寒冷地区外,破碎、筛分、制砂车间可露天设置,但电气设备应适当保护。

7.2.4 砂石料的总储量可按高峰时段月平均值的 50%~80%考虑,汛期、冰冻期停采时须按停采期骨料需用量外加 20%裕度校核。成品堆料场容量应满足砂石自然脱水要求。当堆料场总容量较大时,宜多堆毛料或半成品;毛料或半成品可采用较大的堆料高度。

7.2.5 成品骨料堆存应设置隔墙并有良好的排水系统。

7.2.6 砂石加工系统设计中应采取除尘、降低或减少噪声措施。砂石加工生产过程中产生的弃渣应运至指定地点堆存。

7.3 混凝土生产系统

7.3.1 混凝土生产应满足质量、品种、出机口温度和浇筑强度的要求,小时生产能力可按月高峰强度计算,不均匀系数按 1.5 考虑。并按充分发挥浇筑设备的能力校核。

7.3.2 生产预冷混凝土、干硬性混凝土或低坍落度混凝土时,均应核算拌和楼(站)的生产能力。

7.3.3 混凝土生产系统布置应遵守下列原则:

- a) 宜靠近浇筑地点,合理利用地形,主要建筑物应设在稳定、坚实、承载能力满足要求的地基上;
- b) 宜集中布置,下列情况可分散布置:
 - 1) 水工建筑物分散或高差悬殊、浇筑强度过大及混凝土级配要求相差悬殊,集中布置使混凝土运距过远、供应有困难;
 - 2) 两岸混凝土运输线不能沟通;
 - 3) 砂石料场分散,集中布置时骨料运输不便或不经济。
- c) 统筹兼顾前、后期施工需要,避免中途搬迁,不与永久性建筑物干扰;高层建筑物或料堆应与输电设备及线路保持足够的安全距离;
- d) 原材料进料方向与混凝土出料方向错开;
- e) 系统分期建成投产或先后拆迁,能满足不同施工期混凝土浇筑要求。

7.3.4 混凝土生产系统成品堆料场总储量应适应最优生产系统要求。通常情况下,总储量不宜超过混凝土浇筑月高峰日平均 3 d~5 d 的需用量。特别困难时,可减少到 1 d 的需用量。

7.3.5 沥青拌和厂生产率可按设备额定生产率的 65%~75% 计算。沥青拌和厂宜远离生活区和易燃建筑物,靠近铺筑现场集中设置,沥青混合料运输时间不宜超过 0.5 h。

7.3.6 沥青储存量应根据供应方式、运输情况和日需用量确定。

7.3.7 水泥应以散装为主,水泥和粉煤灰在工地的储备量宜按可供工程使用日数而定。

7.4 混凝土预冷、预热系统

7.4.1 预冷混凝土生产能力应根据高温时段各月预冷混凝土浇筑强度确定,并以同时段的预冷混凝土最大仓面入仓要求校核;预冷负荷应根据高温时段预冷混凝土浇筑强度、出机口温度、水温、气温、湿度等因素计算后确定,并按标准工况折算。

7.4.2 自然拌和混凝土和预冷拌和混凝土的出机口温度应按热平衡原理计算。混凝土出机口温度应根据混凝土浇筑温度并计入混凝土在运输、浇筑过程中的温度回升值计算确定。

7.4.3 混凝土原材料自然温度的计算值可按下列规定取值:

- a) 成品骨料堆场表面湿润、堆高保持在 6 m 以上、地弄取料时,可按当地月平均气温取值;在堆场顶加盖遮阳棚或喷水雾、相对温度较低时,可较当地月平均气温低 1℃~2℃ 取值。
- b) 水泥、掺合料温度可根据出厂温度、出厂时间、运输及储存方式、当地气温等因素分析确定,高温季节可取 40℃~60℃。
- c) 片冰或冰屑的计算温度可取 0℃,冰的冷量利用率为 85%~100%。

7.4.4 预冷系统布置及工艺设计应符合下列规定:

- a) 预冷系统总体布置应与混凝土生产系统总体布置相结合,根据工艺流程特点,合理利用地形。
- b) 预冷系统宜靠近冷负荷中心布置。
- c) 主要车间选址应考虑风向,符合防火、防爆、卫生、交通、供配电和给排水等方面要求。
- d) 制冷系统宜采用氨制冷系统。
- e) 混凝土骨料预冷方式宜通过技术比较后确定,可采用冷水、加冰、风冷、水冷等单项或多项措施。

7.4.5 预冷系统设备选用应符合下列规定:

- a) 预冷厂制冷压缩机应按标准工况规模选定。
- b) 主要设备配置应满足预冷混凝土生产要求,适应环境温度的波动,主要设备配置还应考虑适当的负荷系数。
- c) 预冷系统的辅助设备应与制冷主机设计运行工况相匹配。
- d) 上、下工序选用设备能力应匹配,同一工序的设备型号宜一致,设备数量应适应不同预冷混凝土的生产要求,可灵活调配。

7.4.6 预热混凝土生产能力应根据低温时段混凝土浇筑高峰月强度计算。预热负荷应根据加热各种原材料、混凝土出机口温度、冲洗设备用水及建筑物采暖等所需热量计算确定。

7.4.7 预冷、预热系统生产工作班制应与配套的混凝土生产系统相同。

7.4.8 低温季节预热系统设计时,骨料、水、水泥的初始温度应通过实测确定,设计阶段无实测数据时,可按下列规定选用:

- a) 当骨料由异地运来时,初始温度可取与室外温度一致;当骨料自近处露天料堆运来时,骨料初始温度可取室外计算温度的二分之一。
- b) 水泥初温可根据室外气温、运输时间、储存条件等因素在 10℃~15℃之间选取。
- c) 拌和用水初温可在 2℃~5℃之间选取。

7.4.9 预热系统布置及工艺设计应符合下列规定:

- a) 混凝土预热系统设计应结合砂石加工及混凝土生产工艺进行。
- b) 供热设施宜靠近热负荷中心集中布置。
- c) 主要车间、设施布置应符合有关标准规定的防火、防爆要求。
- d) 混凝土原材料加热温度应根据出机口温度通过热平衡计算确定。

7.4.10 预热系统所选设备应满足预热混凝土浇筑要求,并宜优先选用单机容量大的拌和设备。所选锅炉热效率高,能够适应热负荷的变化。

7.5 压缩空气、供水、供电和通讯系统

7.5.1 压缩空气系统宜根据用气对象的分布、负荷特点、施工进度安排及管网压力损失和管网设置的经济性等综合分析确定集中或分散供气方式。

7.5.2 压气站位置宜靠近耗气负荷中心、接近供电和供水点,处于空气洁净、通风良好、交通方便、远离需要安静和防振的场所。

7.5.3 施工供水量应满足不同时期日高峰生产用水和生活用水需要,并按消防用水量进行校核。

7.5.4 水源选择应遵守下列原则:

- a) 水量充沛可靠,靠近用户;
- b) 满足水质要求,或经过适当处理后能满足要求;
- c) 符合卫生标准的自流或地下水宜作为生活饮用水源;
- d) 冷却水或其他施工废水应根据环境保护要求与经济论证结果确定回收净化作为施工循环用水水源。

7.5.5 生活和生产用水宜根据水质要求、用水量、用户分布、水源、管道和取水建筑物设置等情况通过技术经济比较后确定集中或分散供水。

7.5.6 各施工阶段用电最高负荷宜按需要系数法计算;当资料缺乏时,用电高峰负荷可按全工程用电设备总容量的 25%~40%估算。对工地因停电可能造成人身伤亡或设备事故、引起财产严重损失的一类负荷必须保证连续供电,必须设两个以上电源。

7.5.7 自备电源容量确定应遵守下列原则:

- a) 用电负荷全由自备电源供给时,其容量应能满足施工用电最高负荷要求;
- b) 作为系统补充电源时,其容量为施工用电最高负荷与系统供电容量的差值;

- c) 事故备用电源,其容量应满足系统供电中断时工地一类负荷用电要求;
- d) 自备电源应满足施工供电负荷和大型电动机起动电压要求,并且应考虑适当的备用容量或备用机组。

7.5.8 供电系统中的输、配电电压采用的电压等级,应根据输送半径及容量确定。

7.5.9 施工通讯系统应符合迅速、准确、安全、方便的原则。通讯系统组成与规模应根据工程规模大小、施工设施布置、以及用户分布情况确定。

7.6 机械修配、加工厂

7.6.1 机械修配厂的厂址应靠近施工现场,便于施工机械和原材料运输,附近有足够场地存放设备、材料并靠近汽车修配厂。

7.6.2 汽车保养站宜集中设置。

7.6.3 压力钢管加工制作场地宜根据钢管直径、管壁厚度、加工运输条件等因素确定。大型钢管宜在工地制作;直径较小且管壁较厚的钢管可在专业工厂内加工成节或瓦片,运至工地组装。

7.6.4 木材加工厂规模宜根据工程所需原木总量、木材来源及其运输方式,锯材、构件、木模板的需要量和供应计划,场内运输条件等确定。

7.6.5 钢筋加工厂规模可按高峰月的日平均需用量确定。

7.6.6 混凝土构件预制厂规模宜根据构件的种类、规格、数量、最大重量、供应计划、原材料来源及供应运输方式等计算确定。

7.6.7 施工所用氧气宜在工程附近地区采购,当工程附近地区制氧厂的供应能力不能满足或运距远、运输困难时,方可在工地设制氧厂。

7.6.8 大型设备和金属结构拼装场宜靠近主要安装部位,拼装场地宜根据闸门和启闭机主要尺寸、水轮发电机类型、运输条件等因素确定。

8 施工总布置

8.1 一般规定

8.1.1 施工总布置应综合分析水工枢纽布置、主体建筑物规模、型式、特点、施工条件和工程所在地区社会、自然条件等因素,妥善处理好环境保护和水土保持与施工场地布局的关系,合理确定并统筹规划为工程施工服务的各种临时设施。

8.1.2 施工总布置应根据施工需要分阶段逐步形成,满足各阶段施工需要,作好前后衔接。

8.1.3 施工总布置方案应坚持十分珍惜和合理利用土地的理念,遵循因地制宜、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、注重环境保护、减少水土流失、充分体现人与自然和谐相处以及经济合理的原则,经全面系统比较论证后选定。

8.1.4 施工总布置方案比较时应研究下列指标并进行综合分析:

- a) 交通道路的工程量或造价指标;运输量及运输设备需用量;
- b) 各方案土石方平衡计算成果及弃渣场规划,场地平整的土石方估算工程量;
- c) 风、水、电系统各方案管线布置的主要工程量、材料和设备等;
- d) 生产设施、生活营区建筑物面积和占地面积;
- e) 各方案施工征地移民的各种指标;
- f) 施工工厂设施的土建、安装工程量;
- g) 站场、码头和仓库装卸设备需要量;
- h) 其他临建工程量;
- i) 各方案环境保护与水土保持工程量。

8.1.5 主要施工工厂设施和临时设施的布置应考虑施工期洪水的影响,防洪标准根据工程规模、工期长短、河流水文特性等情况,分析不同标准洪水对其危害程度,在5年~20年重现期范围内酌情采用。高于或低于上述标准,应有充分论证。

8.2 施工总布置及场地选择

8.2.1 施工总布置应在施工导流方案和主体工程分区确定后,着重研究下列内容:

- a) 施工临时设施项目的组成、规模和布置;
- b) 对外交通衔接方式、站场位置、主要交通干线及跨河设施的布置情况;
- c) 可资利用场地的相对位置、高程、面积;
- d) 供生产、生活设施布置的场地;
- e) 临建工程和永久设施的结合;
- f) 生产、生活场地对环境保护和水土保持的影响及处理措施。

8.2.2 应根据各施工场地的地形地质条件、征地拆迁难度、环境影响、与枢纽布置的关系等,考虑施工分区规划要求,结合场内外主要交通运输线路布置条件,经分析比较后选定施工场地及其布置方案。初期场地平整范围宜按施工总布置最终要求确定。

8.2.3 工程附近场地狭窄、施工布置困难时,可采取下列措施:

- a) 适当利用库区场地,布置前期施工临建工程;
- b) 充分利用山坡进行小台阶式布置;
- c) 提高临时房屋建筑层数和适当缩小间距;
- d) 重复利用场地;
- e) 利用弃渣填平洼地或冲沟作为施工场地。

8.2.4 施工总布置应做好土石方挖填平衡,统筹规划堆、弃渣场地,充分利用开挖渣料;弃渣应符合环境保护及水土保持要求。

8.2.5 下列地点不应设置施工临时设施:

- a) 严重不良地质区或滑坡体危害区、泥石流、山洪、沙暴或雪崩可能危害区;
- b) 重点保护文物、古迹、名胜区或自然保护区;
- c) 与重要资源开发有干扰的区域;
- d) 受爆破或其他因素影响严重的区域。

8.2.6 设在河道沿岸的主要施工场地应按10年~20年一遇防洪标准采取防护措施,合理确定场地防护范围。

8.2.7 施工场地排水应遵守下列规定:

- a) 根据防洪标准、暴雨标准计算确定场内冲沟、小溪的洪水流量,合理选择排洪或拦蓄措施;
- b) 相邻场地宜减少相对高差、避免形成洼地积水;台阶式布置的高差较大时,应设挡护和排水设施;
- c) 排水系统完善、畅通、衔接合理;
- d) 污水、废水处理满足排放要求。

8.3 施工分区规划

8.3.1 小水电施工分区宜按下列进行:

- a) 主体及导流工程施工区;
- b) 施工工厂设施区(含综合加工厂、修配厂等);
- c) 当地建材开采区;
- d) 场内道路、转运站、码头、仓库等储运系统;

- e) 工程存、弃料堆放区；
- f) 施工管理及生活营区。

8.3.2 施工分区规划布置应遵守下列原则：

- a) 以混凝土建筑物为主的枢纽工程,施工区布置宜以砂、石料开采、加工、混凝土拌和、浇筑系统为主;以当地材料坝为主的枢纽工程,施工区布置宜以土石料采挖、加工、堆料场和上坝运输线路为主;
- b) 机电设备、金属结构安装场地宜靠近主要安装地点;
- c) 施工管理及生活营区的布置应考虑风向、日照、噪声、绿化、水源水质等因素,与生产设施应有明显界限;
- d) 主要物资仓库、站场等储运系统宜布置在场内外交通衔接处;
- e) 施工分区规划布置应考虑施工活动对周围环境的影响,应避免噪声、粉尘等污染对敏感区(如学校、住宅区等)的危害。

8.3.3 火工材料、油料等特种材料仓库应满足防火、安全、环境保护有关要求布置。

8.3.4 工程所需施工生产建筑面积及占地面积由施工工厂设施设计确定。各种仓库、堆料的储存量、建筑面积和占地面积,可按附录 D 估算。

8.3.5 办公及生活营区房屋建筑可按施工总工期年平均劳动人数乘人均建筑综合指标计算。

8.3.6 施工工厂设施、站场和仓库的建筑标准应满足生产工艺流程、技术要求及有关安全规定。宜采用定型化、标准化和装配式结构。

8.3.7 应尽量减少临时设施,并在施工后检查永久使用的可行性。

8.4 土石方平衡及渣场规划

8.4.1 土石方平衡应遵守下列原则：

- a) 应根据工程开挖区的地形地质条件、开挖料的质量特性和工程建筑材料的技术要求,填筑料和混凝土骨料料源宜利用建筑物开挖料。
- b) 开挖料宜直接利用,减少存放周转渣料数量。
- c) 应合理规划存、弃渣场,使填筑料和弃渣料运输顺畅、运距短。
- d) 应合理确定弃渣松散系数和填筑料压实系数,以及工程总弃渣量和利用料量。
- e) 应根据开挖利用料来源和施工特点,考虑施工作业损耗。

8.4.2 渣场可分为可用料临时堆存的存渣场和废弃料永久堆存的弃渣场,渣场选址及各渣场的堆存量应结合土石方平衡进行。渣场选址应遵守下列原则：

- a) 应满足环境保护、水土保持要求和当地城乡建设规划要求。
- b) 存渣场应便于渣料回采,减少反向运输。
- c) 弃渣场宜靠近开挖作业区的山沟、山坡、荒地、河滩等地段,不占或少占耕(林)地,地基承载力满足堆渣要求。
- d) 渣场应布置在无天然滑坡、泥石流、岩溶、涌水等地质灾害区。
- e) 有条件时弃渣场可选在水库死库容以下,但不得妨碍永久建筑物的正常运行。
- f) 利用下游河滩地作堆弃渣场时,不得影响河道正常行洪、航运和抬高下游水位。
- g) 应考虑场内交通、渣料来源等因素;
- h) 渣场选址应符合国家和行业现行有关标准要求,不得布置于法律规定禁止的区域;不得影响工程、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。

8.4.3 渣场规划应遵守下列原则：

- a) 存渣与弃渣应分开堆存,存、弃渣场容量应适当留有余地。
- b) 存、弃渣场规划利用同一场地时,宜遵循下部弃渣、上部存料的原则。

- c) 应按堆存料的性状确定分层堆置的台阶高度和稳定边坡,保持堆存料的形体稳定。
- d) 应结合施工总进度要求提出渣场运行程序,设置渣场临时排水或永久排水设施。
- e) 存、弃渣场周边应设置导、排水与挡(截)水设施。
- f) 应及时进行渣场封闭,利用渣场作为施工场地或进行绿化、造地。
- h) 渣场等级与防洪标准应符合国家和行业现行有关标准要求。

8.5 施工用地

8.5.1 施工用地规划应遵照科学、合理、节约、集约用地、便于建设期和运行期管理、方便施工的原则。宜相互靠近,连片规划,避免小块交错穿插。

8.5.2 施工用地范围应根据场地条件、施工总布置、用地性质、使用时限、征地补偿及移民安置等综合分析确定,并应考虑与国家(地区)区划、建设和交通现状及发展规划相结合,宜结合利用,减少矛盾。

8.5.3 施工用地分为施工临时用地和永久用地。施工临时用地与永久用地应统筹规划,工程建设中应优先规划使用永久用地,并宜使临时用地和永久用地相结合。

8.5.4 施工临时用地宜以施工临时设施外轮廓线为基础,考虑安全、维修、施工影响、便于管理等因素确定。

8.5.5 取料场和弃渣场等用地优先复垦,并列为临时用地;不能或难以复垦的土地,可列为永久用地。

9 施工总进度

9.1 一般规定

9.1.1 编制施工总进度时,应分析论证业主对施工总工期提出的要求,并遵守下列原则:

- a) 遵守基本建设程序;
- b) 采用当地平均先进施工水平合理安排工期;
- c) 资源(人力、物资和资金等)均衡分配;
- d) 单项工程施工进度与施工总进度相互协调,各项目实施程序前后兼顾、衔接合理、干扰少、施工均衡;
- e) 在保证工程施工安全、施工质量、总工期的前提下,充分发挥投资效益。

9.1.2 工程建设全过程可划分四个施工时段:

- a) 工程筹建期:工程正式开工前,业主应完成的对外交通、施工供电和通信系统、征地、移民以及招标、评标、签约等工作;
- b) 工程准备期:准备工程开工起至关键线路上的主体工程开工或河道截流闭气前的工期;一般包括:“四通一平”、导流工程、临时房屋和施工工厂设施建设等;
- c) 主体工程施工期:自关键线路上的主体工程开工或一期截流闭气后开始,至第一台机组发电或工程开始发挥效益为止的工期;
- d) 工程完建期:自水电站第一台发电机组投入运行或工程开始受益起,至工程竣工的工期。编制施工总进度时,工程施工总工期应为后三项工期之和。工程建设相邻两个阶段的工作可交叉进行。

9.1.3 施工总进度应突出主、次关键工程(关键线路上的工程)、重要工程;明确开工、截流、蓄水、首台机组发电和工程完工日期。

9.1.4 施工总进度的表示型式应采用横道图或网络图。

9.2 筹建及准备工程施工进度

9.2.1 场内交通主干线应先行安排施工,并确定施工道路投入使用时间。

9.2.2 宜创造条件提前建设砂石系统、混凝土生产系统,根据主体工程施工进度要求确定系统投入正常运行的建设时间。

9.2.3 其他准备工程如场地平整、供电系统、供水系统、供风系统、场内通讯系统、施工工厂设施、生活和生产房屋等的建设应与所服务的主体工程施工进度协调安排。

9.2.4 有条件时,对外交通工程、场内主干道路、地下工程施工通道和施工供电工程宜优先安排在筹建期开始建设,并分析确定投入使用的时间。

9.3 导流工程施工进度

9.3.1 对于一次拦断和分期导流的一期导流工程宜安排在施工准备期内进行,若为关键工程则应根据工程需要提早安排施工。

9.3.2 河道截流宜安排在枯水期或汛后期进行,但不宜安排在封冻期和流冰期,截流时间应根据围堰施工所需施工时段和安全度汛要求,结合所选时段各月或旬的平均流量大小,合理分析确定。

9.3.3 基坑抽水作业应在围堰闭气和堰基防渗完成后。对于土石围堰与软质基础的基坑,应考虑对排水下降速度的控制。

9.3.4 采用过水围堰导流方案时,应分析围堰过水期限及过水前后对工期带来的影响,在多泥沙河流上应考虑围堰过水后清淤所需工期。

9.3.5 根据挡水建筑物施工进度安排确定施工期临时度汛时期,并应论证在要求的时间前挡水建筑物的施工具备拦挡设计度汛洪水标准要求。

9.3.6 导流泄水建筑物完成导流任务后,封堵时段宜选在汛后,封堵工程应能在一个枯水期内完成。如汛前封堵,应有充分论证和确保工程安全度汛措施。

9.4 基础开挖与地基处理工程施工进度

9.4.1 坝基和河床式厂房基础岸坡开挖可安排与导流工程平行施工,并在河道截流前完成。河床基础开挖应安排在围堰闭气和基坑排水后进行。

9.4.2 宜根据基坑开挖面积、岩土级别、开挖方法、出渣道路及按工作面分配的施工设备性能、数量等分析计算坝基开挖强度及相应的工期。

9.4.3 地基处理工程进度应根据地质条件、处理方案、工程量、施工程序、施工水平、设备生产能力和总进度要求等因素研究决定。地质条件复杂、技术要求高、对总工期起控制作用的地基处理,应分析论证对施工总进度的影响。

9.4.4 不良地质基础处理宜安排在建筑物覆盖前完成。固结灌浆宜在混凝土浇筑1层~2层后进行,但经过论证,也可在混凝土浇筑前进行。帷幕灌浆可在坝基混凝土浇筑面或廊道内进行,不宜占直线工期,应在本坝段和相邻坝段坝基固结灌浆完成后进行。

9.4.5 两岸岸坡有地质缺陷的坝基,应根据地基处理方案安排施工工期,当处理部位在坝基范围以外或地下时,可考虑与坝体浇筑(填筑)同时进行,在水库蓄水前按设计要求处理完毕。

9.5 土石方填筑工程施工进度

9.5.1 应根据导流与安全度汛要求,研究坝体的拦洪方案,论证上坝强度,确定大坝分期填筑高程。

9.5.2 土石坝填筑强度拟定应遵守下列原则:

- a) 满足总工期以及各阶段的工程形象要求,且强度宜均衡;
- b) 月高峰填筑量与填筑总量比例协调;
- c) 坝面填筑强度应与料场合格料的出料能力、运输能力协调。

9.5.3 应根据水文、气象条件分析相应的有效施工工日。雨天停工标准见附录 E 中的规定。

9.5.4 对于过水土石坝应分析坝体过水后恢复正常施工所需的时间,并应论证在设计要求的过水时间

之前完成坝体防护工程施工。

9.5.5 土石坝上升速度应满足塑性心墙(或斜墙)的上升速度控制的设计要求。

9.5.6 混凝土面板堆石坝施工应合理安排面板施工时间,减小面板施工和坝壳填筑等相互干扰。

9.5.7 碾压式土石坝填筑期的月不均衡系数宜小于 2.0。

9.6 混凝土工程施工进度

9.6.1 在安排混凝土施工进度时,应分析有效工作天数,工程经论证后若需加快浇筑进度,可考虑在冬、雨、夏季采取确保施工质量的措施后施工。混凝土浇筑的月工作日数可按 25 d 计。对控制直线工期的工作日数,宜将气象因素影响的停工天数从设计日历数中扣除。

9.6.2 常态混凝土的平均升高速度宜通过浇筑排块或工程类比确定。

9.6.3 碾压混凝土平均升高速度应综合分析仓面面积、铺筑层厚度、混凝土生产和运输能力、碾压等因素后确定。

9.6.4 混凝土坝施工期历年年度汛高程与工程面貌应按施工导流要求确定。

9.6.5 混凝土的接缝灌浆进度(包括厂坝间接缝灌浆)应满足施工期度汛与水库蓄水安全要求。

9.7 地面厂房施工进度

9.7.1 地面厂房应在基础开挖(除保护层外)完成后再进行混凝土浇筑施工。若厂房施工为控制进度的关键工程,可安排开挖与混凝土浇筑平行作业,但爆破开挖对已浇筑或新浇筑混凝土不应产生有害影响。

9.7.2 厂房的平均升高速度宜通过浇筑排块或工程类比确定。

9.7.3 混凝土浇筑应统筹兼顾机电设备、金属结构及各种埋件安装等工序。应考虑永久启闭机和提升装置的可操作性,并考虑必要的养护期。

9.8 地下工程施工进度

9.8.1 应全面规划、统筹安排地下洞室群施工程序,编制网络进度确定关键线路上的施工项目和各项作业衔接关系,宜尽快形成自然通风条件。

9.8.2 地下工程施工进度应统筹兼顾开挖、支护、浇筑、灌浆、金属结构、机电安装等工序。

9.8.3 地下工程可全年施工,应根据各工程项目规模、地质条件、施工方法及设备配套情况,用关键线路法确定施工程序和各洞室、各工序间的相互衔接和合理工期。

9.8.4 地下工程月进尺指标可根据地质条件、施工方法、设备性能、工作面等情况,经分析计算或工程类比确定。

9.9 金属结构及机电安装施工进度

9.9.1 处于关键线路上的金属结构及机电安装工程进度应在施工总进度中逐项确定。

9.9.2 金属结构及机电安装施工进度应协调与土建工程施工的交叉衔接。应逐项确定控制金属结构及机电安装进度的土建工程交付安装的时间。

9.10 施工劳动力及主要技术供应

9.10.1 应根据安排的施工总进度,按分年、分月、分项工程,结合国家平均先进施工水平,或参考国内类似工程资料分析计算各年平均和施工总工期内平均生产人数。

9.10.2 施工总工日数可按施工总工期内平均生产人数乘各年工日数求得。

9.10.3 应对施工总进度进行资源优化,提出劳动力、主要施工设备总表和主要材料分年度供应计划表。

10 施工安全

10.1 一般规定

施工组织设计应综合考虑环境、职业健康和安全各方面的要求。根据工程特点,分析工程施工期可能发生的各种危险有害因素,提出施工期的主要安全技术措施和安全管理要求。

10.2 危险源识别

10.2.1 危险源辨识的内容应包括工程施工区域(坝体、隧洞、厂房等工程的施工现场)中每个步骤存在的人的不安全行为、物的不安全状态,以及整个作业活动辨识环境的缺陷。对主要的危险源应初步进行风险分析。

10.2.2 危险性较大单项工程应指建设工程在施工过程中可能导致死亡、伤害、职业病、财产损失或造成重大不良社会影响的单项工程。危险性较大单项工程主要包括如下范围:

- a) 基坑支护:开挖深度超过 3 m(含 3 m)或虽未超过 3 m 但地质条件和周边环境复杂的基坑(槽)支护工程。
- b) 土方和石方开挖工程:开挖深度超过 3 m(含 3 m)的基坑(槽)的土方和石方开挖工程。
- c) 模板工程及支撑体系:
 - 1) 各类工具式模板工程:包括大模板、滑模、爬模、飞模等工程;
 - 2) 混凝土模板支撑工程:搭设高度 5 m 及以上、搭设跨度 10 m 及以上、施工总荷载 10 kN/m² 及以上、集中线荷载 15 kN/m 及以上、高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程;
 - 3) 承重支撑体系:用于钢结构安装等满堂支撑体系。
- d) 起重吊装及安装拆卸工程:
 - 1) 采用非常规起重设备、方法,且单件起吊重量在 10 kN 及以上的起重吊装工程;
 - 2) 采用起重机械进行安装的工程;
 - 3) 起重机械设备自身的安装、拆卸。
- e) 脚手架工程:
 - 1) 搭设高度 24 m 及以上的落地式钢管脚手架工程;
 - 2) 附着式整体和分片提升脚手架工程;
 - 3) 悬挑式脚手架工程;
 - 4) 吊篮脚手架工程;
 - 5) 自制卸料平台、移动操作平台工程;
 - 6) 型钢及异型脚手架工程。
- f) 拆除、爆破工程。
- g) 围堰工程。
- h) 地下暗挖工程(隧洞施工工程)。
- i) 高边坡工程:土质边坡超过 15 m,岩质边坡超过 30 m。
- j) 其他危险性较大的工程。

10.3 应对措施

对危险性较大单项工程应初步分析其主要施工工艺技术:技术参数、工艺流程、主要施工方法等。对危险性较大单项工程应初步提出应对工程措施以及其他措施。

附 录 A
(资料性附录)
混凝土温度控制施工

A.1 大体积混凝土温度控制基本参数的选择和确定、温度控制标准及计算要求和温度控制防裂措施可按表 A.1 所列内容选用。

表 A.1 大体积混凝土温度控制基本参数的选择和确定、温度控制标准及计算要求和温度控制防裂措施

序号	项目	施工要求	
1	气温标准基本参数的选择和确定	水文、气象资料	(1) 地区的多年各月(旬)平均气温、水温和地温; (2) 气温骤降(日平均气温降低值)统计资料(降温幅度和次数等); (3) 其他有关日照、风速等气象资料。
		混凝土原材料	(1) 水泥物理力学性能、水化热及化学分析试验资料; (2) 粉煤灰来源、掺量及指标; (3) 外加剂来源、掺量及指标; (4) 砂石骨料来源及物理力学指标。
		混凝土及基岩热力学指标	(1) 混凝土标号及主要热力学指标; (2) 基岩岩性及主要热力学指标。
2	温度控制标准及计算要求	(1) 确定混凝土出机口温度、坝体混凝土浇筑温度; (2) 确定拌制每方混凝土所需加冰或加冷水的数量、时间及混凝土数量; (3) 确定混凝土骨料预冷的方式,预冷时间与温度; (4) 确定坝体基础温差及最高允许温度; (5) 确定坝体内外温差、上下层温差和冷却水管温差; (6) 进行坝体温度场和温度应力场计算,确定坝体的稳定设计温度; (7) 确定坝体各月混凝土浇筑温度。 (8) 确定坝体混凝土初、中、后期通低温水的时间、流量、冷水温度及通水区域; (9) 确定坝体接缝灌浆的时间; (10) 确定各制冷或冷冻系统的工艺流程,配置设备的名称、规格、型号、数量和制冷剂消耗指标等; (11) 确定混凝土表面保护的方式,保护材料的品种、规格。	
3	温度控制防裂措施	(1) 原材料和配合比优化,降低水化热温升; (2) 合理分缝分块; (3) 合理安排混凝土施工程序和施工进度,控制坝体最高温度; (4) 控制相邻坝块、坝段高差; (5) 确定合理的混凝土浇筑层厚和间歇期; (6) 采用骨料预冷(必要时采用二次风冷或水冷加风冷)、加冰、加冷水拌和混凝土等措施,控制混凝土出机口温度; (7) 减少运输途中和仓面的温度回升; (8) 坝内初、中、后期通水冷却; (9) 混凝土表面保温与养护; (10) 温控综合管理。	

A.2 低温季节混凝土施工气温标准和保温防冻措施可按表 A.2 所列内容选用。

表 A.2 低温季节混凝土施工气温标准和保温防冻措施

序号	项目	施工要求
1	气温标准	当日平均气温连续 5 d 稳定在 5℃ 以下或最低气温连续 5 d 稳定在 -3℃ 以下时,应按低温季节进行混凝土施工
2	保温防冻措施	(1) 混凝土浇筑温度:大坝不宜低于 5℃,厂房不宜低于 10℃; (2) 在负温的基岩或老混凝土面上筑浇时,应将基岩或老混凝土加热至正温,加热深度应不小于 0.1 m 并要求上下温差不超过 15~20℃; (3) 采用保温模板,且在整个低温期间不拆除; (4) 掺加气剂,掺气量通过试验确定; (5) 混凝土拌和时间应较常温季节适当延长,具体延长时间值宜经试验确定; (6) 当日平均气温低于 -10℃ 时,应在暖棚内浇筑; (7) 混凝土允许受冻的成熟度不应小于 1 800℃·h。

附 录 B
(资料性附录)

洞室开挖所需通风量及风速值

- B.1** 洞室开挖所需通风量应根据下列要求分别计算,取其中最大值。
- B.1.1** 按洞内同时工作的最多人数,每人供给 $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ 的新鲜空气计算;
- B.1.2** 按爆破后 20 min 内将工作面的有害气体排出或冲淡至允许浓度计算,每千克炸药爆破产生的有害气体折合成 40 L 一氧化碳气体;
- B.1.3** 洞内使用柴油机械施工时,按每千瓦供风量 $0.068 \text{ m}^3/\text{s}$ 、并与同时工作的人员所需的风量相加计算;
- B.1.4** 计算通风量时,应根据通风方式和长度考虑漏风增加值,漏风系数可取 1.2~1.5;
- B.1.5** 当洞、井位于海拔 1 000 m 以上时,计算出的通风量应乘以高程修正系数;
- B.1.6** 计算的通风量应按最大、最小容许风速和相应洞室温度所需的风速进行校核。
- B.2** 工作面附近的最小风速不应低于 0.25 m/s 最大风速不应超过下列规定:
- B.2.1** 隧洞、竖井、斜井工作面最大风速不应超过 4 m/s ;
- B.2.2** 运输洞与通风洞最大风速不应超过 6 m/s ;
- B.3** 洞室内平均温度不应超过 28° ,洞室内不同温度下的风速值应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 洞室开挖所需风速值

温度($^\circ\text{C}$)	<15	15~20	20~22	22~24	24~28
风速(m/s)	<0.5	5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	>2.0

附录 C

(资料性附录)

压缩空气需用量估算公式

C.1 压气站规模可根据用气高峰期内同时使用的风动机械的数量和额定耗气量计算或按用气负荷配置。

C.2 压缩空气需用量可按公式(C.1)估算：

$$Q = K_1 K_2 K_3 \sum (nqK_4 K_5) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

- Q ——压缩空气需用量, m³/min;
- K₁ ——由于空气压缩机效率降低以及未预计到的少量用气所采用的系数, 可取 1.05~1.1;
- K₂ ——管网漏气系数, 取 1.1~1.3. 管网长或铺设质量差时取大值;
- K₃ ——高原修正系数, 可按表 C.1 选取;
- n ——同时工作的同类型风动机械台数;
- q ——台风动机械耗气量(m³/min), 宜采用风动机械额定耗气量;
- K₄ ——各类风动机械同时工作系数, 可按表 C.2 选取;
- K₅ ——风动机械磨损修正系数。

表 C.1 压缩空气高原修正系数

海拔高程 (m)	0	305	610	914	1 219	1 524	1 829	2 134	2 433	2 743	3 049	3 653	4 572
高原修正	1.00	1.03	1.07	1.10	1.14	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32	1.37	1.43

表 C.2 凿岩机同时工作系数

同时工作凿岩机 台数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30
工作系数	1.0	0.9	0.9	0.85	0.82	0.8	0.78	0.75	0.73	0.71	0.68	0.61	0.59	0.50

附录 D
(资料性附录)

施工总布置堆场和仓库面积估算

D.1 各种材料储存量应根据施工、供应和运输条件确定。对受季节影响的材料,应考虑施工和生产中断因素;水运应考虑洪、枯水和严寒季节影响。材料储存量可按公式的(D.1)估算:

$$q = Qdk/n \dots\dots\dots(D.1)$$

式中:

- q —— 需要材料储存量, m³;
- Q —— 高峰年材料总需要量, m³;
- n —— 年工作日数;
- d —— 需要材料的储存天数;
- K —— 材料总需要量的不均匀系数, 可取 1.2~1.5。

D.2 施工总布置堆场和仓库面积可按表 D.1 所列公式进行估算。

表 D.1 堆场、仓库面积估算

名称		建筑面积(m ²)	占地面积(m ²)	式中符号意义
水轮发电机组拼装场		$F = \frac{QK_B t}{pa}$	—	F —— 组装场地面积, m ² ; Q —— 最大预装部件本体金属重量, kg; K _B —— 部件组装率, 取 0.7~0.8; t —— 堆放系数, 取 1.25; p —— 单位面积组装量, kg/m ² , 取 200~400; a —— 场地利用系数, 门式起重机取 0.81, 用高架门机取 0.78~0.8
施工设备仓库		$W = \frac{na}{K}$	A = ΣWK	W —— 施工设备仓库面积, m ² ; n —— 储存施工设备台数; a —— 每台设备占地面积, m ² ; k —— 面积利用系数, 库内有行车时取 0.3, 无行车时取 0.17
材料、器材仓库		$W = \frac{q}{PK_1}$		W —— 材料、器材仓库面积, m ² ; q —— 需要材料储量, m ³ ; K ₁ —— 面积利用系数; P —— 每平方米有效面积的材料存放量, t 或 m ³
永久机电 设备 仓库	仓库总面积	$F_{总} = 2.8Q$ $F_{total} = 2.8Q$		F _总 —— 设备库总面积(包括铁路与卸货场的占地面积), m ² ; F _保 —— 仓库保管净面积(指仓库总面积中扣除与卸货场占地后的部分), m ² ; Q —— 同时保管仓库内的机组设备总重量, t
	仓库保管净面积	$F_{保} = 0.5F_{总}$		
	敞篷仓库	$F_{蓬} = (17\% \sim 20\%)F_{总}$		
	封闭仓库	$F_{闭} = (20\% \sim 25\%)F_{总}$		
	保温仓库	$F_{温} = (8\% \sim 10\%)F_{总}$		
	露天仓库	$F_{露} = (45\% \sim 55\%)F_{总}$		

附录 E
(资料性附录)

土石坝工程和混凝土工程受气象因素影响的停工标准

E.1 土石坝采取一般防护措施的停工标准

E.1.1 碾压式土石坝采用一般防护措施的停工标准见表 E.1。

E.2 混凝土浇筑受气象因素影响的停工标准

E.2.1 日降雨量大于 10 mm(机械化程度低的工程),或 20 mm(施工机械化程度较高工程)时,若无防雨措施,宜停工。

E.2.2 月平均气温高于 25 °C 时,若温度控制措施费用过高,技术经济比较后可考虑白班停工。

E.2.3 当日平均气温低于 -10 °C 时,应停止露天混凝土浇筑;当日平均气温低于 -20 °C 或最低气温低于 -30 °C 时,宜停工。

E.2.4 当风速大于强风时,宜考虑暂停施工。

E.2.5 能见度小于 100 m 时,宜考虑暂停施工。

表 E.1 土石坝采取一般防护措施的停工标准

序号	施工项目	停工标准											备注
		日降水量(mm)					日蒸发量 <4 mm	平均气温(°C)					
		0~0.5	0.5~5	5~10	10~30	>30		>5	5~0	0~-5	-5~-10	<-10	
1	土料翻晒	雨日停工	雨日停工	雨日停工	雨日停工,雨后停一日	雨日停工,雨后停一日	停工	照常施工	照常施工	防护施工	防护施工	停工	—
2	粘土料填筑	照常施工	雨日停工	雨日停工,雨后停半日	雨日停工,雨后停一日	雨日停工,雨后停一日	—	照常施工	照常施工	防护施工	防护施工	停工	—
3	砾质土、掺合土、风化土填筑	照常施工	照常施工	雨日停工	雨日停工,雨后停半日	雨日停工,雨后停一日	—	照常施工	照常施工	防护施工	防护施工	停工	—
4	反虑料填筑	照常施工	照常施工	照常施工	雨日停工	雨日停工	—	照常施工	照常施工	防护施工	防护施工	停工	当与防渗料同时施工时,有效施工天数同防渗料

表 E.1 (续)

序号	施工项目	停工标准											备注
		日降水量(mm)					日蒸发量 ≤4 mm	平均气温(℃)					
		0~0.5	0.5~5	5~10	10~30	>30		>5	5~0	0~-5	-5~-10	<-10	
5	石料填筑	照常施工	照常施工	照常施工	照常施工	雨日停工	—	照常施工	照常施工	防护施工	防护施工	停工	—
6	碾压式沥青混凝土铺筑	照常施工	照常施工	雨日停工	雨日停工	雨日停工	—	照常施工	照常施工	防护施工	停工	停工	普通混凝土施工的停工标准工参见本附录 E.2

注：法定假日停工,但不包含周六、周日。



**UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**

Vienna International Centre
P.O. Box 300 · 1400 Vienna · Austria
Tel.: (+43-1) 26026-0
E-mail: info@unido.org
www.unido.org



**INTERNATIONAL NETWORK
ON SMALL HYDROPOWER**

136 Nanshan Road
Hangzhou · 310002 · P.R.China
Tel.: (+86-571)87132793
E-mail: secretariat@inshp.org
www.inshp.org