

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL303—2004
替代 SDJ 338—89

水利水电工程施工组织设计规范

Specifications for Construction Planning
of Water Resources and Hydropower Engineering

2004—08—23 发布

2004—12—01 实施

中华人民共和国水利部 发布

前 言

根据水利部水利水电规划设计管理局(水总局科[2001]1号)文件和《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)的要求,对1990年1月1日发布的行标《水利水电工程施工组织设计规范(试行)》(SDJ 338—1989)进行修订。

和SDJ338-89相比,本标准基本上保持了原标准的总体框架和主要内容,作了局部调整。本标准分为8章38节284条和8个附录,主要技术内容有:

明确了水利水电工程施工组织设计的作用,规定了标准的适用范围;

规定了施工组织设计的编制原则、工作依据、所需资料和引用标准;

对施工组织设计主要工作(施工导流、主体工程施工、施工交通运输、施工工厂设施、施工总布置和施工总进度)的一般要求、采用标准、设计原则和有关技术问题作了具体规定。

本次修订的主要内容有:

适用范围增加了“小型水利水电工程”施工组织设计可参考使用本标准;

标准中尽力反映了“市场经济”对施工组织设计的要求;

标准中体现了“环境保护”和“水土保持”对施工组织设计的要求;

增加了施工组织设计的“引用标准”;

施工导流中列入了“风险度分析法”;

修订了“坝体施工期临时度汛洪水标准”;

取消了“过木设施”的内容;

增加了部分成熟的新技术、新工艺和新方法;

强调了“料场规划”的作用;

增加了大体积混凝土温度控制的有关施工要求;

增加了“金属结构及机电安装工程”施工方法的有关要求;

增加了“施工总布置堆场及仓库面积估算”的有关要求;

施工总进度中补充了“工程准备期”和“地面厂房”的施工进度。

本标准的强制性条文有3.2.1、3.2.2、3.2.4、3.2.5第2款、3.2.6、3.2.7、3.2.12、3.2.16、3.2.17、3.4.10、3.4.12、4.2.7、4.6.13黑体部分、4.7.14第4款、6.5.6黑体部分、7.3.3,以黑体字标识,应严格执行。

本标准全文推荐。

本标准所代替标准的版本为:

SDJ 338—1989

本标准批准部门:中华人民共和国水利部

本标准主持机构:水利部水利水电规划设计管理局

本标准解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本标准主编单位：中水东北勘测设计研究有限责任公司(原水利部东北勘测设计研究院)

本标准参编单位：武汉大学水利水电学院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：任金明(主编) 肖焕雄 胡志根 崔金铁 程 燕 赵永君 杨明刚

齐志坚 苏 石 黄 俊 于长征 史有富 林淀翔 吴显伟 胡 东

谭继文 贺昌海 周宜红 薛云飞

本标准审查会议技术负责人：马毓淦

本标准体例格式审查人：何定恩 雷兴顺

目 次

1 总则	1
2 引用标准	2
3 施工导流	3
3.1 一般规定	3
3.2 施工导流标准	3
3.3 施工导流方式	6
3.4 围堰	7
3.5 导流泄水建筑物	9
3.6 河道截流	11
3.7 基坑排水	12
3.8 施工期蓄水、通航、排冰.....	12
4 主体工程施工	13
4.1 一般规定	13
4.2 土石方明挖	14
4.3 地基处理.....	15
4.4 料场选择、规划与开采.....	15
4.5 土石坝施工.....	17
4.6 混凝土施工	18
4.7 地下工程施工	21
4.8 金属结构及机电设备安装	25
5 施工交通运输	26
5.1 一般规定	26
5.2 对外交通	26

5.3 场内交通	27
6 施工工厂设施	28
6.1 一般规定	28
6.2 砂石加工系统	28
6.3 混凝土生产系统	29
6.4 混凝土预冷、预热系统	30
6.5 压缩空气、供水、供电和通讯系统	31
6.6 机械修配、加工厂	32
7 施工总布置	33
7.1 一般规定	33
7.2 施工总布置及场地选择	33
7.3 施工分区规划	35
8 施工总进度	37
8.1 一般规定	37
8.2 准备工程施工进度	37
8.3 导流工程施工进度	38
8.4 基础开挖与地基处理工程施工进度	38
8.5 土石坝施工进度	39
8.6 混凝土工程施工进度	39
8.7 地面厂房施工进度	40
8.8 地下工程施工进度	40
8.9 金属结构及机电安装施工进度	40
8.10 施工劳动力及主要技术供应	40
附录 A 施工组织设计工作的依据和所需资料	41

附录 B 导流标准确定的风险度分析法.....	44
附录 C 岩土开挖级别划分及洞室开挖通风指标.....	47
C.1 岩土开挖级别划分.....	47
C.2 洞室开挖所需风量及风速值.....	49
附录 D 混凝土温度控制施工.....	51
D.1 大体积混凝土温度控制措施.....	51
D.2 低温季节混凝土施工气温标准和保温防冻措施.....	53
附录 E 施工交通运输主要技术标准.....	54
E.1 公路工程主要技术标准.....	54
E.2 水运主要技术标准.....	56
E.3 场内道路主要技术标准.....	57
E.4 窄轨铁路主要技术标准.....	60
附录 F 施工工厂设施.....	62
F.1 筛下负累积产品率典型粒度方程.....	62
F.2 压缩空气需用量估算公式.....	62
F.3 各类用水水质及水压要求.....	63
F.4 各级电压合理输送半径及容量.....	64
附录 G 施工总布置堆场及仓库面积估算.....	65
附录 H 土石坝工程和混凝土工程受气象因素影响的停工标准.....	66
H.1 土石坝采取一般防护措施的停工标准.....	66
H.2 混凝土浇筑受气象因素影响的停工标准.....	66
本标准用词和用语说明.....	68
条文说明.....	69

1 总则

1.0.1 施工组织设计是水利水电工程设计文件的重要组成部分；是编制工程投资概（估）算的主要依据和编制招、投标文件的主要参考，是工程建设和施工管理的指导性文件。认真作好施工组织设计对正确选定坝址、坝型、枢纽布置、整体优化设计方案、合理组织工程施工、保证工程质量、缩短建设周期、降低工程造价都有十分重要的作用。

为提高水利水电工程施工组织设计水平，做到安全可靠、技术先进、经济合理、实用性强，适应市场经济发展的需要，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于编制大、中型水利水电工程初步设计阶段施工组织设计文件，编制项目建议书、可行性研究报告和招、投标文件可参照执行。编制小型水利水电工程施工组织设计文件可参考使用。

1.0.3 施工组织设计应贯彻执行国家有关法律、法规和技术经济政策，结合实际，因地、因时制宜，统筹安排、综合平衡、妥善协调枢纽工程各部位的施工，结合国情推广应用新技术、新材料、新工艺和新设备。

1.0.4 施工组织设计应重视基础资料的收集。施工组织设计工作的依据和所需资料见附录 A。

1.0.5 施工组织设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,在本标准中引用构成本标准的条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- 《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—1985);
- 《建筑设计防火规范》(GBJ 16—1987);
- 《厂矿道路设计规范》(GBJ 22—1987);
- 《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19-87);
- 《粉煤灰混凝土应用技术标准》(GBJ 146—1990);
- 《防洪标准》(GB 50201—1994);
- 《污水综合排放标准》(GB 8978—1996);
- 《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287—1999);
- 《水利水电建筑安装安全技术工作规程》(SD 267—1988);
- 《浆砌石坝设计规范》(SL 25—1991);
- 《水工建筑物岩石基础开挖施工技术规范》(SL 47—1994);
- 《水利水电工程防火设计规范》(SL 278—1990);
- 《水利水电工程天然建筑材料勘察规程〔试行〕》(SL 251—2000);
- 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000);
- 《水工隧洞设计规范》(SL 279—2002);
- 《混凝土拱坝设计规范》(SL 282—2003);
- 《水利水电工程初步设计报告编制规程》(DL 5021—1993);
- 《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL 5061—1996);
- 《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》(DL/T 5099—1999);
- 《水电水利工程模板施工规范》(DL/T 5110—2000);
- 《水工混凝土施工规范》(DL/T 5144—2001);
- 《混凝土拌和用水标准》(JGJ 63—1989);
- 《公路工程技术标准》(JTJ 001—1997)。

3 施工导流

3.1 一般规定

3.1.1 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。

3.1.2 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。对大型或有特殊要求的水利水电工程可进行风险度分析，风险度分析方法见附录 B。

3.1.3 水力条件复杂或在运用中有通航、引水、冲沙、排冰等综合要求的大型工程，应进行导流水工模型试验。

3.2 施工导流标准

3.2.1 导流建筑物应根据其保护对象、失事后果、使用年限和工程规模划分为 3 级~5 级，具体按表 3.2.1 确定。

表 3.2.1 导流建筑物级别划分

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (年)	导流建筑物规模	
				围堰高度(m)	库容 (10 ⁶ m ³)
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、交通干线或推迟工程总工期及第一台(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、或影响工程总工期及第一台(批)机组发电而造成较大经济损失	1.5~3	15~50	0.1~1.0
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

注 1: 导流建筑物包括挡水和泄水建筑物,两者级别相同;

注 2: 表列四项指标均按导流分期划分,保护对象一栏中所列永久性水工建筑物级别系按《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000)划分;

注 3: 有、无特殊要求的永久性水工建筑物均系针对施工期而言,有特殊要求的 1 级永久性水工建筑物系指施工期不应过水的土石坝及其它有特殊要求的永久性水工建筑物;

注 4: 使用年限系指导流建筑物每一导流分期的工作年限,两个或两个以上导流分期共用的导流建筑物,如分期导流一期、二期共用的纵向围堰,其使用年限不能叠加计算;

注 5: 导流建筑物规模一栏中,围堰高度指挡水围堰最大高度,库容指堰前设计水位所拦蓄的水量,两者应同时满足。

3.2.2 当导流建筑物根据表 3.2.1 指标分属不同级别时,应以其中最高级别为准。但列为 3 级导流建筑物时,至少应有两项指标符合要求。

3.2.3 规模巨大且在国民经济中占有特殊地位的水利水电工程，其导流建筑物的级别和设计洪水标准，应经充分论证后报主管部门批准。

3.2.4 应根据不同的导流分期按表 3.2.1 划分导流建筑物级别；同一导流分期中的各导流建筑物级别，应根据其不同作用划分；各导流建筑物的洪水标准应相同，以主要挡水建筑物的洪水标准为准。

3.2.5 下列情况导流建筑物级别可适当调整：

- 1 利用围堰挡水发电时，围堰级别可提高一级，但应经过技术经济论证；
- 2 当 4 级、5 级导流建筑物地基地质条件复杂、或工程具有特殊要求采用新型结构的导流建筑物，其结构设计级别可提高一级，但设计洪水标准不提高；
- 3 当按表 3.2.1 和上述各条规定所确定的级别不合理时，可根据工程具体条件和施工导流阶段的不同要求，经过充分论证，予以提高或降低。

3.2.6 导流建筑物设计洪水标准应根据建筑物的类型和级别在表 3.2.2 规定幅度内选择。对导流建筑物级别为 3 级且失事后果严重的工程，应提出发生超标准洪水时的预案。

表 3.2.2 导流建筑物洪水标准划分

导流建筑物类型	导流建筑物级别		
	3	4	5
	洪水重现期（年）		
土石结构	50~20	20~10	10~5
混凝土、浆砌石结构	20~10	10~5	5~3

3.2.7 当导流建筑物与永久建筑物结合时，导流建筑物设计级别与洪水标准仍应按表 3.2.1 及表 3.2.2 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级别标准。

3.2.8 在下列情况下，导流建筑物洪水标准可用表 3.2.2 中的上限值：

- 1 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；
- 2 采用新型围堰结构型式；
- 3 处于关键施工阶段，失事后可能导致严重后果；
- 4 工程规模、投资和技术难度用上限值与下限值相差不大；
- 5 在导流建筑物级别划分中属于本级别上限。

3.2.9 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可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。

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

3.2.11 过水围堰的挡水标准宜结合水文特点、施工工期、挡水时段，经技术经济比较后在重现期3年~20年范围内选定。

当水文系列不小于30年时，可根据实测流量资料分析选用。

3.2.12 过水围堰级别应按表3.2.1确定，该表中的各项指标系以过水围堰挡水期情况作为衡量依据。

3.2.13 过水围堰过水时的设计洪水标准宜根据过水围堰的级别和表3.2.2选定。当水文系列不小于30年时，也可按实测典型年资料分析选用。并应通过水力学计算或水工模型试验，找出围堰过水时最不利流量作为设计依据。

3.2.14 截流时段应根据河流水文特征、气候条件、围堰施工条件以及通航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。

3.2.15 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，下列情况截流标准及截流设计流量亦可按下列方法选取：

1 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。

2 若由于上、下游梯级水库的调蓄作用而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。

3.2.16 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及坝前拦洪库容按表3.2.3规定执行。

表3.2.3 坝体施工期临时度汛洪水标准

坝型	拦洪库容 (10^6m^3)		
	1.0	1.0~0.1	<0.1
	洪水重现期 (年)		
土石坝	100	100~50	50~20
混凝土坝、浆砌石坝	50	50~20	20~10

3.2.17 导流泄水建筑物封堵后，如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分析坝体施工和运行要求后按表3.2.4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。

表 3.2.4 导流泄水建筑物封堵后坝体度汛洪水标准

坝 型		大坝级别		
		1	2	3
		洪水重现期（年）		
混凝土坝、浆砌石坝	设计	200 ~ 100	100 ~ 50	50 ~ 20
	校核	500 ~ 200	200 ~ 100	100 ~ 50
土石坝	设计	500 ~ 200	200 ~ 100	100 ~ 50
	校核	1000 ~ 500	500 ~ 200	200 ~ 100

3.2.18 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。

3.2.19 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%。

3.2.20 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。

3.3 施工导流方式

3.3.1 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，与之配合的包括明渠导流、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。

3.3.2 施工导流方式选择应遵守下列原则：

- 1 适应河流水文特性和地形、地质条件；
- 2 工程施工期短，发挥工程效益快；
- 3 工程施工安全、灵活、方便；
- 4 结合、利用永久建筑物，减少导流工程量和投资；
- 5 适应通航、排冰、供水等要求；

6 河道截流、围堰挡水、坝体度汛、封堵导流孔洞、蓄水和供水等初、后期导流在施工期各个环节能合理衔接。

3.3.3 采用分期围堰导流方式时，一期围堰位置应在分析水工枢纽布置、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后确定。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。

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

3.3.5 下列情况下宜采用枯水期围堰挡水的导流方式：

- 1 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时；
- 2 汛期虽淹没基坑但对工程进度影响较小且淹没损失不大时。

3.4 围堰

3.4.1 围堰型式选择应遵守下列原则：

- 1 安全可靠，能满足稳定、抗渗、抗冲要求；
- 2 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；
- 3 堰基易于处理，堰体便于与岸坡或已有建筑物连接；
- 4 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；
- 5 具有良好的技术经济指标。

3.4.2 不同围堰型式应符合下列要求：

- 1 采用土石围堰时应能充分利用当地材料，造价低，施工简便；
- 2 混凝土围堰宜采用重力式；当堰址河谷狭窄且堰基和两岸地质条件良好时，可用混凝土拱围堰；采用碾压混凝土围堰时应做到造价低、工期短、工艺简单；
- 3 钢板桩格型围堰或钢管桩格型围堰最高挡水水头宜小于 30m；
- 4 低水头情况可结合材料、环境保护和施工队伍情况考虑采用木笼、竹笼、草土围堰等型式。

3.4.3 土石围堰填筑材料应满足下列要求：

- 1 防渗体土料渗透系数不宜大于 10^{-4} cm/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；
- 2 心墙或斜墙土石围堰堰壳填筑料应为无凝聚性材料，渗透系数大于 10^{-2} cm/s，宜采用天然砂卵石或石渣；
- 3 围堰堆石体水下部分不宜采用软化系数大于 0.8 的石料。

3.4.4 围堰结构设计荷载组合只考虑正常情况。堰顶宽度应能适应施工需要和防汛抢险要求。

3.4.5 重要的高水头混凝土围堰的安全稳定除应采用材料力学方法计算外，还宜采用有限元法复核其应力和变形。

3.4.6 混凝土围堰的安全核算应符合下列规定：

- 1 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 0.15MPa 以下的主拉应力，堰体允许有 0.2MPa 以下的主拉应力；
- 2 核算堰基面的抗滑稳定采用抗剪强度公式或抗剪断强度公式。

3.4.7 围堰堰基覆盖层防渗处理可采用下列方式：

- 1 覆盖层及水深较浅时，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；
- 2 根据覆盖层厚度和组成情况，可比较选用高压喷射灌浆、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；
- 3 采用铺盖防渗时，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 2m；
- 4 卵石和漂石含量多的地层，不宜采用钢板桩。

3.4.8 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，防止水流冲刷堰基。

土石围堰迎水面堰坡保护范围可自最低水位以下 2m 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，根据材料获得条件、水流流速、施工难度及经济等因素综合比较选定。

3.4.9 过水围堰在各级流量时的流态和水力要素可采用水工模型试验验证。对最不利的溢流情况可通过有效措施改善其流态及上、下游水面衔接。并可采取下列防护措施：

- 1 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；
- 2 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）；
- 3 在岩基上设重力式挑流墩；
- 4 两岸接头处采取防止岸坡冲刷的工程措施。

3.4.10 不过水围堰堰顶高程和堰顶安全加高值应符合下列规定：

- 1 堰顶高程不低于设计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表 3.4.1 值；
- 2 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 0.8m ~ 0.6m；心墙式防渗体为 0.6m ~ 0.3m；

3 考虑涌浪或折冲水流影响，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 可能形成冰塞、冰坝的河流应考虑其造成的壅水高度。

表 3.4.1 不过水围堰堰顶安全加高下限值(m)

围堰型式	围堰级别	
	3	4~5
土石围堰	0.7	0.5
混凝土围堰、浆砌石围堰	0.4	0.3

3.4.11 过水围堰堰顶高程应按静水位加波浪高度确定，不必另加堰顶安全加高值。

3.4.12 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：

1 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 K 不小于 3.0，若考虑排水失效情况， K 不小于 2.5；按抗剪强度公式计算时，安全系数 K 不小于 1.05；

2 混凝土拱围堰、浆砌石拱围堰的稳定安全系数及应力控制指标分别参照《混凝土拱坝设计规范》(SL 282—2003) 和《浆砌石坝设计规范》(SL 25—1991) 的有关规定选取；

3 土石围堰边坡稳定安全系数：3 级， K 不小于 1.20；4 级~5 级， K 不小于 1.05。

3.5 导流泄水建筑物

3.5.1 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。

3.5.2 明渠底宽、底坡和进出口高程应使上、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，宜通过动床水工模型试验，改善水流衔接和出口水流条件，确定冲坑形态和深度，采取有效消能抗冲设施。

3.5.3 明渠断面型式应方便后期封堵。应在分析地质条件、水力条件并进行技术经济比较后确定衬砌方式。

3.5.4 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。

导流隧洞具体布置应符合《水工隧洞设计规范》（SL 279—2002）关于导流隧洞的有关规定。

3.5.5 隧洞断面型式、进出口高程宜兼顾导流、截流及其它需要，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；洞底纵坡随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。

3.5.6 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。

3.5.7 导流底孔设置数量、高程及其尺寸宜兼顾截流、排冰等要求。进口型式选择可通过水工模型试验确定。

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。

3.5.8 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。

3.5.9 可通过水工模型试验确定导流底孔水流流态。当底孔内发生高速水流时，应采取预防空蚀措施；底孔上方设有缺口或梳齿双层泄流时，应进行水工模型试验；应研究导流底孔的出口消能方式，以防止出口水流对下游坝基破坏。

3.5.10 导流涵管轴线宜顺直，进口要求与隧洞和底孔相同，但涵管内不应发生明满流交替出现的流态。宜通过水工模型试验确定出口消能防冲措施；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。

3.5.11 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它导流设施共同泄流；支墩坝、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。

3.5.12 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；施工过程中未形成曲面的泄水坝段，可经水工模型试验确定空蚀指数。当小于 0.3 时，应采取掺气措施降低坝体负压值。高坝设置缺口泄洪时应妥善解决缺口形态、坝面水流流态、下游防冲及过流时引起的振动等问题，并应进行水工模型试验验证。

施工中的土石坝体泄洪，应通过水工模型试验专门论证确定坝体填筑高度、过流断面型式、水力学条件及相应防护措施。

3.5.13 厂房施工期不宜过流。经论证需要过流时，应进行水工模型试验，确定过流方式、泄流能力及相应防护措施。

3.6 河道截流

3.6.1 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。并应根据下列条件选择不同的截流方式：

1 截流落差不超过 3.5m 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；

2 截流流量大且落差大于 3.5m 时宜选择双戗或多戗立堵截流；

3 建造浮桥及栈桥平堵截流、定向爆破、建闸等截流方式只有在条件特殊时，经充分论证后方可选用。

3.6.2 河道水深超过 20m 时，应研究采用平抛垫底等防止堤头坍塌措施。

3.6.3 截流设计应提出分流建筑物附近围堰或其它阻水障碍物清除的具体要求。

3.6.4 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。

3.6.5 确定龙口宽度及位置应遵守下列原则：

1 河床宽度小于 80m 时，可不安排预进占，不设置龙口；

2 应保证预进占段裹头不发生冲刷破坏；

3 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；

4 龙口工程量宜小。

3.6.6 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。护底范围可通过水工模型试验或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。

3.6.7 截流抛投材料选择应遵守下列原则：

1 预进占段填筑料宜利用开挖渣料和当地天然料；

2 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；

3 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；

4 大块体材料应考虑易于起吊运输。

3.6.8 重要或难度较大的截流工程的设计，应通过水工模型试验验证并提出截流期间相应的观测设施。

3.7 基坑排水

3.7.1 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。

3.7.2 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。

3.7.3 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。

3.7.4 抽水设备应有一定备用和可靠电源。

3.8 施工期蓄水、通航、排冰

3.8.1 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：

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

3.8.2 确定施工期蓄水日期时除按蓄水标准分月计算水库蓄水位，还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。

3.8.3 施工期临时通航方案应结合施工导流方案统一考虑，并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。

3.8.4 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。必要时可通过水工模型试验确定破冰的冰块尺寸。

4 主体工程施工

4.1 一般规定

4.1.1 主体工程施工方法应能经济合理地实现水利水电工程的总体设计方案，保证工程质量与施工安全。通过研究，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。

4.1.2 对于下列重要的单项工程施工方案宜作重点研究：

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

4.1.3 施工方案选择应遵守下列原则：

- 1 确保工程质量和施工安全；
- 2 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；
- 3 有利于先后作业之间、土建工程与机电安装之间、各道工序之间协调均衡，减少干扰；
- 4 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；
- 5 施工强度和施工设备、材料、劳动力等资源需求较均衡；
- 6 有利于水土保持、环境保护和劳动者身体健康。

4.1.4 施工设备选择及劳动力组合宜遵守下列原则：

- 1 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；
- 2 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；
- 3 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；有利于人员和设备的调动，减少资源浪费；
- 4 设备通用性强，能在工程项目中持续使用；
- 5 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；
- 6 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；
- 7 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内平均先进水平进行劳动力优化组合设计。

4.1.5 宜采用计算机模拟技术进行施工方案比选和确定。

4.2 土石方明挖

4.2.1 岩土开挖级别应根据现场实际地质条件,按附录 C 中表 C.1 确定。

4.2.2 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。

4.2.3 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,地基保护层以上石方开挖,宜采取延长药包、梯段爆破。

4.2.4 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。

4.2.5 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考虑采用辐射孔爆破。

4.2.6 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,开挖石渣宜利用;应合理安排减少二次倒运,堆渣不应污染环境。

4.2.7 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,其它部位如需采用时应遵守《水工建筑物岩石基础开挖施工技术规范》(SL 47—1994)中 1.0.8 的规定。

4.2.8 高边坡开挖设计应遵守下列原则:

- 1 采取自上而下的施工程序;
- 2 避免二次削坡;
- 3 采用预裂爆破或光面爆破;
- 4 对有支护要求的高边坡每层开挖后及时支护;
- 5 坡顶设截水沟。

4.2.9 开挖设备配套应考虑下列因素:

- 1 根据开挖出渣强度按设备额定生产能力或工程实践的平均先进指标配置设备数量;
- 2 钻孔和挖掘机械的生产能力应协调;当钻孔、爆破和挖装工序之间插有其它工序时,需考虑对生产率的影响;
- 3 运输设备与挖装设备应匹配;运输设备容量可为挖掘设备斗容量的 3 倍~6 倍,运距运用大值;

4 优选挖、装、运配套设备。

4.2.10 出渣道路布置应遵守下列原则：

- 1 主体工程土石方明挖出渣道路的布置应根据开挖方式、施工进度、运输强度、渣场位置、车型和地形条件等统一规划；
- 2 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%。当围堰顶部作为施工道路时，其结构设计应满足施工道路的要求；
- 3 能满足工程后期需要，不占压建筑物部位；不占压或少占压深挖部位；
- 4 短、平、直，减少平面交叉；
- 5 行车密度大的道路宜设置双车道或循环线；设置单车道时应设置错车道。

4.3 地基处理

4.3.1 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。

4.3.2 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。

4.3.3 有盖重的坝基固结灌浆应在混凝土达到要求强度后进行。

4.3.4 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。

4.3.5 防渗墙施工平台的高程应高于施工时段设计最高水位 2m 以上。平台的平面尺寸应满足造孔、清渣、混凝土浇筑和交通要求。

4.3.6 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 5m~8m。深槽段、槽壁易塌段宜取小值。

4.3.7 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%。

4.3.8 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。

4.4 料场选择、规划与开采

4.4.1 料场可根据枢纽布置特点选择多个料场进行比选。土石坝主要用料应至少有两个具备良好开采条件的料场。

4.4.2 应根据质量优良、经济、就地取材、少占耕地的原则选择料场。料场的比较选择尚应符合

下列规定：

1 料场宜选择便于开采，贮量相对集中，料层厚，无用层及覆盖层相对较薄的料场，可开采量能满足工程需用量；

2 选择混凝土骨料的料场时应经过技术经济比选确定。选用人工骨料时，宜选用破碎后粒型良好且硬度适中的料场作为料源。

4.4.3 确定料场储量应符合《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL 251-2000）的规定。可采量确定应符合下列规定：

1 陆上开采料场的可采量应根据勘察储量，扣除陆上开采损失及运输平台等所占用的储量后确定；

2 水下开采料场的可采量应根据勘察储量，扣除水下开采损失后确定。

4.4.4 料场材料质量应满足 SL 251-2000 的规定和设计要求。必要时可通过试验研究确定料场材料适用性。

4.4.5 利用工程开挖渣料作为混凝土人工骨料时应考虑下列因素：

1 开挖爆破设计宜控制岩块粒度，适应装运、破碎设备要求；

2 防止废料混入；

3 减少二次转运。

4.4.6 料场的使用顺序宜为：先近后远、先水上后水下、先库区后坝下，做到就近取料，高料高用，低料低用，避免上下游料物交叉使用。

4.4.7 料场开采宜不占或少占耕地、林地及房屋；应采取措施满足环境保护和水保要求；有复耕要求的应予以复耕。

4.4.8 料场开采规划应遵守下列原则：

1 应根据料场所在地区的水文、气象、地形条件以及对外交通现状，研究料场开采的道路布置、开采顺序并合理选择采、挖、运设备，满足高峰期采运强度要求；

2 若料场比较分散，上游料场宜用于前期施工，近距离料场宜作为调剂高峰用；

3 拟定分期开采计划，并能连续均衡开采；

4 受洪水或冰冻影响的料场应有备料，并有防洪或冬季开采等措施。

4.4.9 土料开采和加工处理应符合下列规定：

1 根据土层厚度、土料物理力学特性、施工特性和天然含水量等条件研究确定主次料场，分

区开采规划和开采方式；

2 开采加工能力应能满足坝体填筑强度要求；

3 若料场土料天然含水量偏高、偏低或物理力学特性不能满足设计及施工要求，可通过技术经济比较选择具体措施进行调整。

4.4.10 砂砾石料开采和加工处理应符合下列规定：

1 当含泥量超标时，可用冲洗法或其它措施减少含泥量；软弱颗粒超标时，可采用加入人工骨料的方法解决；

2 应考虑工程施工期间由于河道水流条件发生改变，造成料场储量、砂石料级配以及开采运输条件变化的情况，并采取相应措施。

4.4.11 选择大型采沙船应考虑下列因素：

1 设备进场、撤退的可行性；

2 选择合理的开采水位；研究开采顺序和作业线路，宜创造静水和低流速开采条件；

3 如开采过程中细砂流失而导致砂料细度模数增大，应采取必要措施回收细砂。

4.4.12 石料场可采用台阶法、洞室爆破法进行开采，必要时可用洞挖法取料。

4.4.13 运输方式应根据运输量、开采、运输设备型号、运距、地形条件以及临建工程量等资料，通过技术经济比较后选定。

4.4.14 料物堆存应有防洪、排水、防污染、防分离和散失的措施。

4.4.15 料场规划及开采中应使料物及弃渣的总运输量最小。应做好料场平衡，弃渣无隐患，满足环境保护和水土保持要求。

4.5 土石坝施工

4.5.1 土石坝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。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。

4.5.2 施工上坝道路布置应遵守下列原则：

1 各路段标准应满足坝料运输强度要求，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；

2 能兼顾地形条件，各期上坝道路能衔接使用；

3 能兼顾其它施工运输，两岸交通和施工期过坝运输，宜与永久公路结合；

4 施工道路技术标准可按附录 E 中表 E.3.1 的规定确定。特殊路段处理，应进行技术经济比

较论证，在限制坡长条件下（不宜大于 200m），道路最大纵坡不大于 15%。

4.5.3 土石料用自卸汽车运输上坝时，宜采用进占法卸料，压实设备类型可根据土石料性质等因素选择，铺料厚度应根据土石料性质和压实设备性能通过现场试验或工程类比法确定。

4.5.5 当日平均气温低于 0 时，粘性土应按低温季节施工考虑；当日平均气温低于-10 时，不宜填筑土料，否则应进行技术经济论证。

4.5.6 混凝土面板堆石坝上游坝坡压实平整后的边坡可用沥青乳胶或碾压砂浆等措施固定。

4.5.7 混凝土面板堆石坝如因坝体施工期度汛或初期蓄水发电需要，混凝土面板可设置水平缝分期度汛。

4.5.8 沥青混凝土面板宜一期铺筑，当坝坡长大于 120m 或因度汛需要，也可分两期铺筑，但两期间的水平缝应加热处理。纵向铺筑宽度可为 3m ~ 4m。

4.5.9 寒冷地区沥青混凝土不宜裸露越冬，越冬前已浇筑的沥青混凝土应采取保护措施。碾压式沥青混凝土不宜低温季节施工，浇筑式沥青混凝土冬季施工应采取措施保证施工质量。

4.5.10 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 20cm ~ 30cm。铺筑与两侧过渡层填筑宜平起平压。

4.5.11 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；大型工程或特殊要求的工程应通过生产性试验验证。

4.5.12 坝体度汛临时断面设计应遵守下列原则：

- 1 应满足稳定、渗流及安全超高等基本要求；
- 2 临时断面的顶宽应满足洪水超过设计标准时抢修子堰的宽度要求；
- 3 斜墙、窄心墙坝不宜划分临时断面；
- 4 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；

5 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。

4.6 混凝土施工

4.6.1 混凝土施工方案选择应遵守下列原则：

- 1 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；
- 2 施工工艺先进，设备配套合理，综合生产效率高；
- 3 运输过程的中转环节少，运距短，温度控制措施简易、可靠；

- 4 初、中、后期浇筑强度协调平衡；
 - 5 混凝土施工与金属结构、机电安装之间干扰少。
- 4.6.2 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。
- 4.6.3 混凝土浇筑设备选择应遵守下列原则：
- 1 起吊设备能控制整个平面和高程上的浇筑部位；
 - 2 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；
 - 3 在固定的工作范围内能连续工作，设备利用率高；
 - 4 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；
 - 5 不压浇筑块，或不因压块而延长浇筑工期；
 - 6 生产能力在能保证工程质量前提下能满足高峰时段浇筑强度要求；
 - 7 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；
 - 8 当混凝土运距较远，宜用混凝土搅拌运输车。
- 4.6.4 门式、塔式起重机布置应考虑下列因素：
- 1 栈桥布置应满足施工期防洪要求，栈桥高程与混凝土供料线高程相协调；
 - 2 栈桥宜平行坝轴线布置，在混凝土浇筑过程中避免拆迁；
 - 3 栈桥型式应通过技术经济比较和工期要求等因素分析确定。
- 4.6.5 塔带机布置应考虑下列因素：
- 1 混凝土浇筑过程中宜避免拆迁；
 - 2 混凝土生产能力、振捣设备等应与塔带机的运料能力相适应。
- 4.6.6 缆索式起重机布置应考虑下列因素：
- 1 适用于河谷较窄的坝址；
 - 2 缆索式起重机型式根据两岸地形、地质、坝型及工程布置、浇筑强度、设备布置等条件进行技术经济比较后选定；
 - 3 混凝土供料线应平直，设置高程应接近坝顶，供料线的宽度和长度应满足混凝土施工及辅助作业的要求，不宜低于初期发电水位；不占压或少占压坝块；

4 承重缆垂度可取跨度的 5%，缆索端头高差宜控制在跨度的 5%以内；供料点与塔顶水平距离不宜小于跨度的 10%。

4.6.7 混凝土起吊设备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%。

4.6.8 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。

4.6.9 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。

4.6.10 模板选择可遵守下列原则：

- 1 模板类型应适合结构物外型轮廓，有利于机械化操作和提高周转次数；
- 2 宜多用钢模、少用木模；
- 3 结构型式宜标准化、系列化；便于制作、安装、拆卸和提升，条件适合时宜选用滑模或悬臂式、组合式钢模。

4.6.11 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。

4.6.12 坝体接缝灌浆应遵守下列原则：

- 1 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；
- 2 同一坝缝内灌浆分区高度约 10m~15m；
- 3 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；
- 4 空腹坝封顶灌浆，或受气温年变化影响较大的坝体接缝灌浆，宜采用较坝体稳定温度更低的超冷温度。

4.6.13 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 D 中 D.1 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。重要工程的大坝，应进行温度应力仿真计算。

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。

4.6.14 大体积混凝土掺用粉煤灰施工应符合下列规定：

- 1 掺用粉煤灰混凝土暴露面的潮湿养护时间不应小于 21d；
- 2 掺用粉煤灰混凝土在低温条件下施工，应注意表面保温，拆模时间应适当延长。

4.6.15 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 D.2 执行。

4.6.16 碾压混凝土原材料与拌和应符合下列规定：

- 1 胶凝材料用量不宜少于 $130\text{kg}/\text{m}^3$ ，最大骨料粒径以不大于 80mm 为宜；
- 2 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，粉煤灰选用应符合《粉煤灰混凝土应用技术标准》(GBJ 146—1990) 的规定；
- 3 碾压混凝土配合比应通过试验确定；
- 4 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；
- 5 自落式和强制式拌和设备均可用于拌制碾压混凝土。

4.6.17 碾压混凝土施工应遵守下列原则：

- 1 宜避开高温季节施工，并进行温度控制设计；
- 2 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；
- 3 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 70m；
- 4 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。

4.6.18 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。

4.7 地下工程施工

4.7.1 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、尺寸为主要依据，围岩分类应按《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287—1999) 附录 P 的规定执行。

4.7.2 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。

4.7.3 地下工程施工，符合下列情况，可研究硬岩掘进机施工的合理性：

- 1 圆形断面，洞径 3m ~ 12m，独头掘进长度超过 3km 或大于 600 倍洞径；
- 2 围岩类别 Ⅲ类 ~ Ⅴ类；岩溶不发育，断层破碎带较少；
- 3 岩石平均抗压强度在 30MPa ~ 200MPa 之间；
- 4 地下水涌水量小于 30L/s。

4.7.4 处于松软地层的长隧洞根据地质、水文等条件可选用盾构掘进机。

4.7.5 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。

4.7.6 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。

跨度大于 12m 的洞室宜先挖导洞，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。

4.7.7 竖井开挖方法选择应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 井底有出渣通道可用爬罐法、吊罐法、天井钻机或反井钻机施工导井；
- 3 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，围岩为 Ⅲ类 ~ Ⅴ类时，支护应紧跟开挖面。

4.7.8 斜井开挖方法选择应符合下列规定：

- 1 倾角小于 6° 时，用平洞方法开挖；
- 2 倾角为 6° ~ 30° 可自上而下全断面开挖；
- 3 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；
- 4 倾角为 45° ~ 75° 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；
- 5 倾角大于 75° 时，可用竖井方法开挖。

4.7.9 施工支洞布置应遵守下列原则：

- 1 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 3km；

- 2 地形、地质条件允许时，洞线宜短，并宜考虑平洞；
- 3 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；
- 4 附近有足够场地设置临时设施和渣场；
- 5 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；
- 6 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 150m；局部最大纵坡不宜大于 14%；
- 7 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 20m 的平段；
- 8 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 20m；
- 9 竖井一般设在隧洞的一侧，与隧洞的净距宜为 15m ~ 20m；
- 10 斜井或竖井的井底，应布置回车场及集水井；
- 11 斜井支洞的一侧，应设置宽度不小于 0.7m 的人行道；竖井内应设牢固、安全的爬梯；
- 12 应满足地下洞室群分层开挖施工进度和通风排烟的需要。

4.7.10 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。

4.7.11 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：

- 1 隧洞围岩为 Ⅱ类 ~ Ⅲ类时，每循环进尺：凿岩机钻孔可选用 3.0m；液压钻车钻孔可选用 4.0m；
- 2 隧洞围岩为 Ⅳ类 ~ Ⅴ类，循环进尺不宜超过 1.5m；
- 3 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；

4.7.12 出渣运输方式选择宜遵守下列原则：

- 1 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 6km/h 计；
- 2 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 10km/h 及 25km/h 计；开挖宽度不能满足汽车回车要求时，宜每隔 200m 左右设回（会）车洞，或在洞内设移动式转向盘；

3 斜井提升宜采用卷扬道，卷扬机运行速度不宜大于 2m/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 30cm。竖井提升多用吊罐，吊罐运行速度可按：竖井在 40m 以内且无导向设备时，不应超过 0.7m/s；井深在 40m~100m 且沿导向设备升降时，不应超过 1.5m/s；井深大于 100m 且沿导向设备升降时，不应超过 3m/s。

4.7.13 通风方式及参数选择应遵守下列原则：

- 1 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；
- 2 独头进尺长度大于 1km 时，宜用长抽短吹式通风方式；
- 3 洞室开挖所需风量及风速值按附录 C.3 确定。

4.7.14 防尘、防有害气体的综合处理措施应符合下列规定：

- 1 地下工程开挖应采用湿式凿岩；
- 2 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；
- 3 长隧洞施工宜采用有轨运输；
- 4 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。

4.7.15 模板选择应遵守下列原则：

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

4.7.16 钢模台车选配应遵守下列原则：

- 1 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；

2 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 24h~72h 以内，并应符合《水电水利工程模板施工规范》(DL/T 5110—2000)关于钢模台车拆模时混凝土强度要求的规定。

4.7.17 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。

4.7.18 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。

4.7.19 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。

4.8 金属结构及机电设备安装

4.8.1 金属结构吊装方法的选择应遵守下列原则：

- 1 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；
- 2 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；
- 3 宜考虑永久性启闭设备提前安装的可能性；
- 4 宜选用调度灵活、使用效率高的起重设备。

4.8.2 金属结构安装应遵守下列原则：

- 1 减少交叉作业，均衡生产；
- 2 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；
- 3 闸门安装方案应根据闸门型式和施工条件确定；
- 4 启闭机安装宜在埋件及二期混凝土完成后进行。

4.8.3 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。

4.8.4 电站机组吊装应采用永久起重设备。

4.8.5 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。

4.8.6 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。

4.8.7 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。

5 施工交通运输

5.1 一般规定

5.1.1 施工交通运输可划分为对外交通和场内交通两部分。设计中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运输方案，合理解决超限运输，进行场内交通规划。确定对外交通和场内交通的范围应符合下列规定：

1 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；

2 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。

5.1.2 场内、外交通干线及其主要建筑物设计标准应结合水利水电工程施工特点，参照国家、有关行业现行相应的技术标准确定，参见附录 E。当采用公路运输方式时，还应遵守下列原则：

1 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；

2 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；

3 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。

5.1.3 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。

5.2 对外交通

5.2.1 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。

5.2.2 运输方案选择应考虑下列因素：

1 工程所在地区可资利用的交通运输设施情况；

2 施工期总运输量、分年度运输量及运输强度；

3 重大件运输条件；

4 与国家（地方）交通干线的联接条件以及场内、外交通的衔接条件；

5 交通运输工程的施工期限及投资；

6 转运站以及主要桥涵、渡口、码头、站场、隧道等的建设条件。

5.2.3 运输方案选择应遵守下列原则：

- 1 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；
- 2 运输物资的中转环节少、运费省，及时、安全、可靠；
- 3 应结合当地运输发展规划，充分利用已有国家、地方交通道路和其它工矿企业专用线。

5.2.4 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。

5.2.5 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。

5.2.6 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。

5.3 场内交通

5.3.1 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。确定各条运输道路的技术标准宜按附录 E 选用。

5.3.2 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。

5.3.3 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，宜设在河道顺直、水流稳定、地形、地质条件较好的河段，必要时可进行水工模型试验验证。

6 施工工厂设施

6.1 一般规定

6.1.1 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。加工制作少量的非标准件和金属结构。

6.1.2 施工工厂的规划布置应遵守以下原则：

1 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；

2 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，力求避免物资逆向运输；

3 生活区应该与生产区分开，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。

6.1.3 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。

6.1.4 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。

6.2 砂石加工系统

6.2.1 砂石加工系统设计应遵守下列原则：

1 砂石原料需用量应根据混凝土和其它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。加工处理能力可按混凝土高峰时段月平均骨料所需用量及其它砂石需用量计算；

2 砂石厂主要生产车间（单元）工作制度，宜采用二班制；制砂可采用三班制；粗碎或超径处理工作班次宜与采料场作业相一致。并符合下列规定：

1) 月工作日数：25d；

2) 日工作时数：二班制 14h；三班制 20h。

6.2.2 砂石厂厂址选择应遵守下列原则：

1 设在料场附近；多料场供应时，设在主料场附近；经论证亦可分别设厂；砂石利用率高、运距近、场地许可时，亦可设在混凝土工厂附近；

2 砂石厂人工骨料加工的粗碎车间宜设在离采石场 1km~2km 范围内；

3 主要设施的地基稳定，有足够的承载能力；

4 厂址宜靠近已有的交通运输线路、水源和输电线路；

- 5 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;
- 6 厂址占用耕地时,应考虑工程完建后是否有条件恢复耕地,以便保存表土,复土还地。

6.2.3 砂石厂各车间布置应遵守下列原则:

- 1 有一定灵活性,既能提前形成生产能力,满足施工前砂石料需要;还可以及时调整生产方式,适应原料粒度变化及不同骨料级配要求;
- 2 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,以便必要时变换流程或互换设备;
- 3 利用地形简化内部成品运输和场地排水;
- 4 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。

6.2.4 重要的大型工程,如其料源岩性无同类岩性可供借鉴,宜进行破碎试验,作为平衡计算及工艺流程设计的基础依据。一般工程可根据典型粒度方程计算破碎产品粒度,参见附录 F 中 F.1。

6.2.5 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。

6.2.6 成品骨料堆存应设置隔墙并有良好的排水系统。

6.2.7 大中型砂石系统堆料场宜采用地弄取料。

6.2.8 砂石加工系统人工骨料中、细碎前的带式输送机应有金属探测器或金属处理设备;成品骨料出厂宜通过计量设备计量。

6.2.9 砂石加工系统设计中应采取除尘、降低或减少噪声措施,废水处理应符合《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的有关规定。

砂石加工生产过程中产生的弃渣应运至指定地点堆存。

6.3 混凝土生产系统

6.3.1 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,月有效生产时间可按 500h 计,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。

6.3.2 拌和加冰和掺合料以及生产干硬性或低坍落度混凝土时,均应核算拌和楼的生产能力。

6.3.3 混凝土生产系统布置应遵守下列原则:

1 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;

2 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。

3 原材料进料方向与混凝土出料方向错开;

4 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。

6.3.4 混凝土生产系统宜集中布置,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。

6.3.5 混凝土生产系统成品堆料场总储量不宜超过混凝土浇筑月高峰日平均 3d~5d 的需用量。特别困难时,可减少到 1d 的需用量。

6.3.6 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 0.5h。

6.3.7 沥青储存量应根据供应方式、运输情况和日需用量确定。

6.3.8 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。

6.4 混凝土预冷、预热系统

6.4.1 混凝土的拌和出机口温度较高、不能满足温度控制要求时,拌和料应进行预冷。预冷方式应根据预冷要求经技术经济比较确定。

6.4.2 混凝土原材料自然温度的计算值可按以下规定取值:

1 成品堆场表面湿润、堆高保持在 6m 以上、地弄取料时,按当地月平均气温取值;在堆场顶加盖遮阳棚或喷水、相对温度较低时,可较当地月平均气温低 1~2 ;

2 水泥温度根据出厂温度、出厂时间、运输及储存方式、当地气温等因素分析确定。夏季施工取 40~50 ;冬天施工取 10~15 ;

3 片冰或冰屑的计算温度可取 0 ,冰的冷量利用率为 85%~100%。

6.4.3 制冷设计应符合《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19-87)有关规定。制冷容量应根据混凝土浇筑高峰年的最大热负荷确定,制备冷水和冷风所需的热负荷应根据不同温度的低温混

凝土的小时浇筑量计算，制冰可考虑冰库的调节作用。制冷设备按实际工况选择，但制冷容量应按标准工况折算。

6.4.4 低温季节混凝土施工按附录 D 中表 D.2 的规定执行。提高混凝土拌和料温度宜用热水拌和及进行骨料预热，水泥不应直接加热。

6.4.5 混凝土材料加热温度应根据混凝土出机口温度通过热平衡计算确定。拌和水温不宜超过 60。预热骨料宜用蒸汽排管间接加热法。

6.5 压缩空气、供水、供电和通讯系统

6.5.1 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。

压气站规模可根据用气高峰期内同时使用的风动机械数量和额定耗气量参照附录 F 中 F.2 计算，或按用气负荷配置。

6.5.2 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。

6.5.3 工地施工用水、生活用水和消防用水的水质、水压可参照附录 F 中 F.3 执行。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。

6.5.4 水源选择应遵守下列原则：

- 1 水量充沛可靠，靠近用户；
- 2 满足水质要求，或经过适当处理后能满足要求；
- 3 符合卫生标准的自流或地下水宜作为生活饮用水源；

4 冷却水或其它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。

6.5.5 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。

6.5.6 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、引起国家财产严重损失的一类负荷应保证连续供电，设两个以上电源。

6.5.7 自备电源容量确定应遵守下列原则：

- 1 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；

- 2 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；
- 3 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；
- 4 自备电源除满足施工供电负荷和大型电动机起动电压要求外，尚应考虑适当的备用容量或备用机组。

6.5.8 供电系统中的输、配电电压等级采用电压等级，应根据输送半径及容量确定。

各级电压合理输送半径及容量见附录 F 的 F.4。

6.5.9 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。

6.6 机械修配、加工厂

6.6.1 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。

6.6.2 汽车保养站宜集中设置，保养数量宜在 50 辆～300 辆之间；汽车数量多或工区较分散时，一级保养可分散设置，二级保养宜集中设置。

6.6.3 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。

6.6.4 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。

6.6.5 钢筋加工厂规模可按高峰月的日平均需用量确定。

6.6.6 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。

6.6.7 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 施工总布置

7.1 一般规定

7.1.1 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。

7.1.2 施工总布置方案应贯彻执行十分珍惜和合理利用土地的方针，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。

7.1.3 施工总布置方案比较应包括下列指标：

- 1 交通道路的工程量或造价指标；运输量及运输设备需用量；
- 2 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；
- 3 风、水、电系统各方案管线布置的主要工程量、材料和设备等；
- 4 生产设施、生活营区建筑物面积和占地面积；
- 5 各方案施工征地移民的各种指标；
- 6 施工工厂设施的土建、安装工程量；
- 7 站场、码头和仓库装卸设备需要量；
- 8 其它临建工程量。

7.1.4 施工总布置方案比较应分析下列内容：

- 1 施工总布置方案能否满足施工总进度和施工强度的要求；
- 2 施工设施、站场、临时建筑物的协调和干扰情况；
- 3 当地现有企业为工程施工服务的可能性和合理性。

7.1.5 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。

7.2 施工总布置及场地选择

7.2.1 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。初期场地平整范围宜按施工总布置最终要求确定。

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

- 1 施工临时设施项目的组成、规模和布置；
 - 2 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；
 - 3 可资利用场地的相对位置、高程、面积；
 - 4 供生产、生活设施布置的场地；
 - 5 临建工程和永久设施的结合。
- 7.2.3 应根据各处地形、地质条件和枢纽布置情况，以分区规划为重点，结合场内外主要交通运输线路布置条件，研究各种可能的布置方案，经比较选定。
- 7.2.4 工程附近场地狭窄、施工布置困难时，可采取下列措施：
- 1 适当利用库区场地，布置前期施工临建工程；
 - 2 充分利用山坡进行小台阶式布置；
 - 3 提高临时房屋建筑层数和适当缩小间距；
 - 4 重复利用场地；
 - 5 利用弃渣填平洼地或冲沟作为施工场地。
- 7.2.5 施工总布置应做好土石方挖填平衡，统筹规划堆、弃渣场地；弃渣应符合环境保护及水土保持要求。
- 7.2.6 下列地点不应设置施工临时设施：
- 1 严重不良地质区或滑坡体危害区；
 - 2 泥石流、山洪、沙暴或雪崩可能危害区；
 - 3 重点保护文物、古迹、名胜区或自然保护区；
 - 4 与重要资源开发有干扰的区域；
 - 5 受爆破或其它因素影响严重的区域。
- 7.2.7 设在河道沿岸的主要施工场地应按 7.1.5 所规定的防洪标准采取防护措施，论证场地防护范围。
- 7.2.8 施工场地排水应遵守下列规定：
- 1 确定场内冲沟、小溪的洪水流量，合理选择排洪或拦蓄措施；
 - 2 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；

- 3 排水系统完善、畅通、衔接合理；
- 4 污水、废水处理满足排放要求。

7.3 施工分区规划

7.3.1 施工总布置可按下列分区：

- 1 主体工程施工区；
- 2 施工工厂设施区；
- 3 当地建材开采区；
- 4 仓库、站、场、厂、码头等储运系统；
- 5 机电、金属结构和大型施工机械设备安装场地；
- 6 工程弃料堆放区；
- 7 施工管理及生活营区。

7.3.2 施工分区规划布置应遵守下列原则：

1 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；

2 机电设备、金属结构安装场地宜靠近主要安装地点；

3 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；

4 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；

5 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。

7.3.3 火工材料、油料等特种材料仓库应根据《建筑设计防火规范》（GBJ 16—1987）、《水利水电工程防火设计规范》（SL 278—1990）、《水利水电建筑安装安全技术工作规程》（SD 267—1988）和《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（DL 5061—1996）等标准的有关要求布置。

7.3.4 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 H 估算。

7.3.5 办公及生活营区房屋建筑面积可按施工总工期年平均劳动人数乘人均建筑面积综合指标计算。人均建筑面积的综合指标可取 $12 \text{ m}^2/\text{人} \sim 15 \text{ m}^2/\text{人}$ 。

7.3.6 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 施工总进度

8.1 一般规定

8.1.1 编制施工总进度时，应依据我国施工组织管理水平和施工机械化程度，合理安排施工期。应分析论证业主对施工总工期提出的要求。

8.1.2 工程建设全过程可划分四个施工时段：

1 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，为主体工程施工承包商具备进场开工条件所需时间；

2 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；

3 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；

4 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。

8.1.3 编制施工总进度应遵守下列原则：

1 遵守基本建设程序；

2 采用国内平均先进施工水平合理安排工期；

3 资源（人力、物资和资金等）均衡分配；

4 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；

5 在保证工程施工质量、总工期的前提下，充分发挥投资效益。

8.1.4 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。

8.1.5 施工总进度的表示型式应采用横道图和网络图。

8.2 准备工程施工进度

8.2.1 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。

8.2.2 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。

8.2.3 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。

8.3 导流工程施工进度

8.3.1 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。

8.3.2 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。

8.3.3 围堰闭气和堰基防渗完成后，即可进行基坑抽水作业。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。

8.4.4 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。

8.3.5 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。

8.3.6 导流泄水建筑物完成导流任务后，封堵时段宜选在汛后，使封堵工程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。

8.4 基础开挖与地基处理工程施工进度

8.4.1 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。

8.4.2 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。

8.4.3 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。

8.4.4 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。

8.4.5 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。

8.5 土石坝施工进度

- 8.5.1 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。
- 8.5.2 坝体填筑强度拟定应遵守下列原则：
- 1 满足总工期以及各阶段的工程形象要求，且强度宜均衡；
 - 2 月高峰填筑量与填筑总量比例协调；
 - 3 坝面填筑强度应与料场合格料的出料能力、运输能力协调。
- 8.5.3 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 H 中 H.1 的规定。
- 8.5.4 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。
- 8.5.5 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。
- 8.5.6 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。
- 8.5.7 碾压式土石坝填筑期的月不均衡系数宜小于 2.0。

8.6 混凝土工程施工进度

- 8.6.1 在安排混凝土施工进度时，应分析有效工作天数，大型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措施后施工。混凝土浇筑的月工作日数可按 25d 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。气象因素影响停工标准见附录 H 中 H.2 的规定。
- 8.6.2 常态混凝土的平均升高速度与坝型、浇筑块数量、浇筑高度、浇筑设备能力以及温度控制要求等因素有关，宜通过浇筑排块或工程类比确定。
- 8.6.3 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。
- 8.6.4 混凝土坝施工期历年度汛高程与工程面貌应按施工导流要求确定。
- 8.6.5 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。
- 8.6.6 混凝土浇筑期的月不均衡系数宜取下列数值：
- 1 大型工程小于 2.0；
 - 2 中型工程小于 2.3。

8.7 地面厂房施工进度

8.7.1 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。

8.7.2 厂房的平均升高速度与厂房型式、混凝土浇筑块数量、浇筑高度、浇筑设备能力以及温度控制要求等因素有关，宜通过浇筑排块或工程类比确定。

8.7.3 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。

8.8 地下工程施工进度

8.8.1 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。

8.8.2 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。

8.8.3 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。

8.9 金属结构及机电安装施工进度

8.9.1 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。

8.9.2 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。

8.10 施工劳动力及主要技术供应

8.10.1 应根据安排的施工总进度，按分年、分月、分项工程，结合国内平均先进施工水平，按本标准 4.1.4 第 7 款和 6.1.4 的要求配备施工人数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。

8.10.2 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。

8.10.3 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。

附录 A 施工组织设计工作的依据和所需资料

A.0.1 施工组织设计工作的依据如下：

- 1 《水利水电工程初步设计报告编制规程》(DL 5021—1993)；
- 2 可行性研究报告及审批意见、上级单位对本工程建设的要求或批件；
- 3 工程所在地区有关基本建设的法规或条例、地方政府、业主对本工程建设的要求；
- 4 国民经济各有关部门（铁道、交通、林业、灌溉、旅游、环境保护、城镇供水等）对本工程建设期间有关要求及协议；
- 5 当前水利水电工程建设的施工装备、管理水平和技术特点；
- 6 工程所在地区和河流的自然条件（地形、地质、水文、气象特征和当地建材情况等）、施工电源、水源及水质、交通、环境保护、旅游、防洪、灌溉、航运、供水等现状和近期发展规划；
- 7 当地城镇现有修配、加工能力，生活、生产物资和劳动力供应条件，居民生活、卫生习惯等；
- 8 施工导流及通航等水工模型试验、各种原材料试验、混凝土配合比试验、重要结构模型试验、岩土物理力学试验等成果；
- 9 工程有关工艺试验或生产性试验成果；
- 10 勘测、设计各专业有关成果。

A.0.2 施工组织设计所需资料见表 A。

表 A 施工组织设计所需资料

序号	内容	所需资料
1	施 工 导 流	1)工程所在河段水文资料、洪水特性、各种频率的流量及洪量、水位流量关系、冬季冰凌情况（北方河流）、施工各支沟各种频率洪水、泥石流以及上下游水利水电工程对本工程的影响情况； 2)工程地点的气温、水温、地温、降水、风、冻层、冰情和雾等气象资料； 3)工程地点的地形、地质、水文工程地质条件等资料； 4)枢纽布置图、水工建筑物结构图、泄流能力曲线、水库特性水位及主要水能指标、水库蓄水分析计算、施工期的水库淹没资料等规划设计资料； 5)有关试验资料； 6)有关社会经济调查和其他资料。
2	主 体 工 程 施 工	1)与各类工程施工有关的水文、气象实测资料和统计分析成果，地形图、工程地质和水文地质平、剖面图，各种数据指标和地质报告； 2)施工对象的结构特征，布置型式、尺寸，分部位、分高程的细部工程量和平、剖面图； 3)施工导流、施工总进度、施工总布置和各类施工工厂设施等有关图纸资料； 4)料场的有关资料及施工需用的原材料、成品、半成品的有关试验数据、指标，各种新材料、新工艺、新技术、新设备的生产性试验或现场试验成果； 5)有关施工方法的生产人员配备、施工设备的各种性能指标及其实践中的生产能力。

表 A (续)

序号	内容	所需资料
3	施 工 交 通 运 输	1)铁路运输： a)现有铁路对本工程可能承担的运输能力； b)拟与接轨的铁路线及其车站的技术条件、车流情况、运输能力、机车、车辆修理设施规模； c)现有桥梁、隧道的极限通过限界； d)当地铁路有关部门对该地区的铁路规划和接轨要求。 2)公路运输： a)工程附近可利用的公路情况，如路况、等级标准、纵坡、路面结构、宽度、最小平曲线半径及昼夜最大行车密度等； b)桥、隧及其它建筑物设计标准、跨度、长度、结构型式和通行能力，最大装载限制尺寸； c)公路运输能力及费率。 3)水路运输： a)通航河段、里程、船只吨位、吃水深度、船形尺寸，年运输能力，码头吞吐能力及航运有关费率； b)利用现有码头的可能性及新建专用码头的地点和要求； c)有关部门对航运的要求。
4	施 工 厂 设 施	1)工程建设地点及附近可能提供的施工场地情况； 2)当地可能提供修理、加工能力的情况； 3)建筑材料的来源和供应条件调查资料； 4)施工区水源、电源情况及供应条件； 5)温度控制设计的有关成果。
5	施 工 总 布 置	1)当地国民经济现状及其发展前景； 2)可为工程施工服务的建筑、加工制造、修配、运输等企业的规模，生产能力及其发展规划； 3)现有水陆交通运输条件和通过能力，近远期发展规划； 4)水、电以及其他动力供应条件； 5)邻近居民点、市政建设状况和规划； 6)当地建筑材料及生活物资供应情况； 7)施工现场土地状况和征地有关问题； 8)工程所在地区行政区划图、施工现场地形图及主要临时工程剖面图，三角水准网点等测绘资料； 9)施工现场范围内的工程地质与水文地质资料； 10)河流水文资料、当地气象资料； 11)规划、设计各专业设计成果或中间资料； 12)主要工程项目定额、指标、单价、运杂费率等； 13)当地及各有关部门对工程施工的要求； 14)施工场地范围内的环境保护要求。

表A（续）

序号	内容	所需资料
6	施工进度	1)可行性研究报告及审查意见； 2)初步设计各专业阶段成果； 3)工程建设地点的对外交通现状及近期发展规划； 4)施工期（包括初期蓄水期）通航和下游用水等要求情况； 5)建筑材料的来源和供应条件调查资料； 6)施工区水源、电源情况及供应条件； 7)地方及各部门对工程建设期的要求和意见； 8)当地可能提供修理、加工能力的情况； 9)当地承包市场及可能提供的劳动力情况； 10)当地可能提供的生活必需品的供应情况，居民的生活习惯； 11)工程所在河段水文资料、洪水特性、各种频率的流量及洪量、水位流量关系、冬季冰凌情况（北方河流）、施工各支沟各种频率洪水、泥石流以及上下游水利水电工程对本工程的影响情况； 12)工程地点的气温、水温、地温、降水、风、冻层、冰情和雾等气象资料； 13)工程地点的地形、地质、水文工程地质条件等资料； 14)与工程有关的国家政策、法律和规定。

附录 B 导流标准确定的风险度分析法

B.0.1 应根据设计资料，考虑水文、水力等不确定性因素的影响，分析上游围堰高程与上游设计水位的关系，判断围堰是否满足度汛要求，可采用 Monte-Carlo 方法模拟施工洪水过程和导流建筑物泄流能力。在围堰施工设计规模和一定的导流标准条件下，统计分析确定围堰上游水位分布和围堰的挡水高度对应的风险。围堰的堰前水位超过围堰设计挡水位的风险率为

$$R = P(Z_{up} \geq H_{upcoffer}) \quad (B.0.1)$$

式中 Z_{up} 上游围堰堰前水位；

$H_{upcoffer}$ 上游围堰设计挡水位。

B.0.2 当量洪水重现期为

$$Te=1/R \quad (B.0.2)$$

B.0.3 导流建筑物泄流能力应满足当量洪水重现期 Te 大于或等于设计洪水重现期（或导流标准）。

B.0.4 在围堰使用运行年限内， n 年内遭遇超标洪水的动态综合风险率 $R(n)$ 为

$$R(n)=1-(1-R)^n \quad (B.0.3)$$

B.0.5 由于水文资料的收集、整理和设计洪水过程线推求结果与实际洪水过程之间的偏差，施工设计洪水可根据坝址的实测水文资料，按放大典型洪水过程线方法确定计算洪水过程线，最大洪峰流量均值可采用 P- 型分布，其密度函数为

$$f(Q) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (Q - a_0)^{\alpha-1} e^{-\beta(Q-a_0)} \quad (B.0.4)$$

式中 α, β, a_0 P- 型分布的形状、刻度和位置参数；

$\Gamma(\alpha)$ α 的伽玛参数， $\alpha = 4/C_s^2$ ， $\beta = 2/\mu_Q C_v C_s$ ， $a_0 = \mu_Q (1 - 2C_v/C_s)$ ；

C_s P- 型分布的离差系数；

C_v P- 型分布的离势系数；

μ_Q P- 型分布的均值。

B.0.6 在施工导流泄洪建筑物及其规模确定的情况下，受围堰上游水位和泄流建筑物流量系数等水力参数的不确定性影响，导流建筑物的泄洪量可采用三角分布，其分布函数为

$$f(Q) = \begin{cases} \frac{2(Q-a)}{(b-a)(c-a)} & a \leq Q \leq b \\ \frac{2(c-Q)}{(c-a)(c-b)} & b < Q \leq c \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (\text{B.0.5})$$

式中 Q 导流建筑物的泄洪量；

a 泄洪能力下限；

b 平均泄洪能力；

c 泄洪能力上限；

a, b, c 参数通过导流建筑物施工及其运行的统计资料确定。

B.0.7 其他随机性因素按以下方法确定：

1 典型洪水过程线确定与水文资料的收集、整理和选择密切相关。在分析导流系统风险时，以各典型洪水过程线为基础分别计算，选择最不利的情况作为围堰挡水风险分析的依据。

2 由于工程测量、计算以及围堰上游库区的坍塌等自然因素引起围堰上游库容与水位之间关系的不确定性；

3 上游围堰起调水位也是影响调洪计算的重要因素。通过水位计算的敏感性分析确定上游围堰调洪起调水位对调洪计算结果的影响。

B.0.8 水利水电工程施工导流的风险受到来流洪水过程和建筑物泄流能力的影响。为了确定上游围堰的堰顶高程和堰前水位，应综合考虑堰前的洪水水文特性、导流泄洪水力条件等不确定性，通过随机调洪演算分析计算来确定。施工导流系统风险率的计算流程为：

- 1 分析确定导流系统水文、水力原始数据及计算参数；
- 2 生成施工洪水过程及其随机数；
- 3 拟合洪水过程线；

- 4 生成导流建筑物泄流过程及其随机数；
- 5 拟合导流建筑物泄流过程线；
- 6 随机调洪演算分析和围堰上游水位的计算；
- 7 统计上游围堰的堰前水位分布；
- 8 分析在不同围堰高度条件下风险率 R （或保证率 P ）及其动态风险 $R(n)$ 。

当坝体的修筑高程超过围堰的高程，采用坝体的临时断面度汛时，施工导流标准风险分析校核度汛洪水标准的方法和步骤与围堰挡水度汛相同。

B.0.9 对于导流标准选择，风险、投资（或费用）与工期三者之间的关系取决于两方面的约束，一方面是最大允许的施工进度要求；另一方面是最大允许投资的限制。这两个要求的理解是超载洪水发生后，是否有允许的时间和投资把被破坏的导流建筑物重新恢复。在选择导流标准的决策时，应考虑决策者在能够接受的风险范围内，协调处理投资规模、导流系统的施工进度、超载洪水导致的导流建筑物损失、溃堰时对河道下游造成的损失和发电工期的损失之间的关系，可采用多目标风险决策方法进行施工导流标准选择的决策。

附录 C 岩土开挖级别划分及洞室开挖通风指标

C.1 岩土开挖级别划分

C.1.1 岩土开挖级别划分应符合表 C.1.1 的规定。

表 C.1.1 岩土开挖级别划分

岩土级别	岩土名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	净钻孔时间 (min/m)	极限抗压 强度 R (MPa)	强度 系数 f
			用直径 30mm 合金钻 头, 凿岩机打眼 (工作气压 0.456MPa)		
松 土	1. 沙土 2. 种植土	1650 ~ 1750	—	—	—
	1. 壤土 2. 淤泥 3. 含壤种植土	1750 ~ 1850	—	—	—
普 通 土	1. 粘土 2. 干燥黄土 3. 干淤土 4. 含少量砾石粘土	1800 ~ 1950	—	—	—
硬 土	1. 坚硬粘土 2. 砾质粘土 3. 含卵石粘土	1900 ~ 2100	—	—	—
软 石	1. 砂藻土及软的白垩岩 2. 硬的石炭纪的粘土 3. 胶结不良的砾岩 4. 各种不坚实的页岩	1550 1950 1900 ~ 2200 2000	—	20 以下	1.5 ~ 2.0
坚 石	1. 软的有孔隙的节理多的石灰 岩及介质石灰岩 2. 密实的白垩岩 3. 中等坚实的页岩 4. 中等坚实的泥灰岩	2200 2600 2700 2300	—	20 ~ 40	2.0 ~ 4.0
	1. 水成岩卵石灰质胶结而成的砾石 2. 风化的节理多的粘土质砂岩 3. 坚硬的泥质页岩 4. 坚实的泥灰岩	2200 2200 2800 2500	—	40 ~ 60	4.0 ~ 6.0

表 C.1.1(续)

岩土级别	岩土名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	净钻孔时间 (min/m)	极限抗压 强度 R (MPa)	强度 系数 f
			用直径 30mm 合金钻 头, 凿岩机打眼 (工作气压 0.456MPa)		
坚 石	1. 角砾状花岗岩	2300	6.8 (5.7~7.7)	60~80	6.0~8.0
	2. 泥灰质石灰岩	2300			
	3. 粘土质砂岩	2200			
	4. 云母页岩及砂质页岩	2300			
	5. 硬石膏	2900			
	1. 软的风化较甚的花岗岩、片麻岩及正长岩	2500	8.5 (7.8~9.2)	80~100	8.0~10.0
	2. 滑石质蛇纹岩	2400			
	3. 密实的石灰岩	2500			
	4. 水成岩卵石经硅质胶结而成的砾石	2500			
	5. 砂岩	2500			
	6. 砂质石灰岩	2500			
	1. 白云岩	2700	10 (9.3~10.8)	100~120	10~12
2. 坚实的石灰岩	2700				
3. 大理石	2700				
4. 石灰质胶结的致密的砂岩	2600				
5. 坚硬的砂质页岩	2600				
1. 粗粒花岗岩	2800	11.2 (10.9~11.5)	120~140	12~14	
2. 特别坚硬的白云岩	2900				
3. 蛇纹岩	2600				
4. 火成岩卵石经石灰质胶结的砾岩	2800				
5. 石灰质胶结的坚实的砂岩	2700				
6. 粗粒正长岩	2700				
1. 有风化痕迹的安山岩及玄武岩	2700	12.2 (11.6~13.3)	140~160	14~16	
2. 片麻岩、粗面岩	2600				
3. 特别坚硬的石灰岩	2900				
4. 火成岩卵石经硅质胶结的砾岩	2600				

表 C.1.1(续)

岩土级别	岩土名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	净钻孔时间 (min/m)	极限抗压 强度 R (MPa)	强度 系数 f	
			用直径 30mm 合金钻 头, 凿岩机打眼 (工作气压 0.456MPa)			
特 坚 石	1. 中粒花岗岩 2. 坚实的片麻岩 3. 辉绿岩 4. 玢岩 5. 坚实的粗面岩 6. 中粒正长岩	3100 2800 2700 2500 2800 2800	14.1 (13.4 ~ 14.8)	160 ~ 180	16 ~ 18	
	1. 特别坚实的细粒花岗岩 2. 花岗片麻岩 3. 闪长岩 4. 最坚实的石灰岩 5. 坚实的玢岩	3300 2900 2900 3100 2700	15.5 (14.9 ~ 18.2)	180 ~ 200	18 ~ 20	
	1. 安山岩、玄武岩、坚实的角闪岩 2. 最坚实的辉绿岩及闪长岩 3. 坚实的辉长岩及石英岩	3100 2900 2800	20.0 (18.3 ~ 24.0)	200 ~ 250	20 ~ 25	
	1. 钙钠长石质玄武岩及橄榄石质玄武岩 2. 特别坚实的辉长岩、辉绿岩、石英岩及玢岩	3300 3000	24 以上	250 以上	25 以上	
	注: 位于水下或地下水水位以下的岩石极限抗压强度取湿抗压, 反之取干抗压。					

C.2 洞室开挖所需通风量及风速值

C.2.1 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。

- 1 按洞内同时工作的最多人数, 每人供给 0.05m³/s 的新鲜空气计算;
- 2 按爆破后 20min 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 40L 一氧化碳气体;
- 3 洞内使用柴油机械施工时, 按每千瓦供风量 0.068m³/s, 并与同时工作的人员所需的风量相加计算;
- 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;
- 5 当洞、井位于海拔 1000m 以上时, 计算出的通风量应乘以高程修正系数; 高程修正系数按《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》(DL/T 5099—1999) 中 12.2.1 的规定选择;
- 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。

C.2.2 工作面附近的最小风速不应低于 0.25m/s, 最大风速不应超过下列规定:

- 1 隧洞、竖井、斜井工作面为 4m/s；
- 2 运输洞与通风洞为 6m/s。

C.2.3 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 C.2.1 的规定。

表 C.2.1 洞室开挖所需风速值

温度 ()	< 15	15 ~ 20	20 ~ 22	22 ~ 24	24 ~ 28
风速 (m/s)	< 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	> 2.0

附录 D 混凝土温度控制施工

D.1 大体积混凝土温度控制措施

D.1.1 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 D.1.1 所列内容选用。

表 D.1.1 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措施

序号	项目		内容
1	基本参数的选择和确定	1. 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) 其它有关日照、风速等气象资料。
		2. 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。
		3. 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、时间及相应措施的混凝土数量； 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。

D.2 低温季节混凝土施工气温标准和保温防冻措施

D.2.1 低温季节混凝土施工气温标准和保温防冻措施可按表 D.2.1 所列内容选用，还应遵守《水工混凝土施工规范》(DL/T 5144—2001) 的有关规定。

表 D.2.1 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 5d 稳定在 5℃ 以下或最低气温连续 5d 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浇筑时，应将基岩或老混凝土加热至正温，加热深度应不小于 10cm，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； 6)混凝土允许受冻的成熟度不应小于 1800℃·h。

附录 E 施工交通运输主要技术标准

E.1 公路工程主要技术标准

E.1.1 对外交通公路工程主要技术标准应按表 E.1.1 选择，并应符合《公路工程技术标准》(JTJ 001—1997) 或《厂矿道路设计规范》(GBJ 22—1987) 的有关规定。

表 E.1.1 对外交通公路工程主要技术标准

公路等级		一级		二级		三级		四级	
地形		平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘	平原微丘	山岭重丘
计算行车速度 (km/h)		100	60	80	40	60	30	40	20
车道数		4	4	2	2	2	2	1 或 2	
行车道宽度 (m)		2×7.5	2×7.0	9.0 或 7.0	7.0	7.0	6.0	3.5 或 6.0	
路基宽度(m)	一般值	25.5	22.5	12.0	8.5	8.5	7.5	6.5	
	变化值	24.0 (23)	20.0 (19)	17.0 或 10	—	—	—	4.5 或 7.0	
极限最小半径(m)		400	125	250	60	125	30	60	15
停车视距(m)		160	75	110	40	75	30	40	20
最大纵坡(%)		4	6	5	7	6	8	6	9
车辆荷载	计算荷载	汽车-超 20 级 汽车-20 级		汽车-20 级		汽车-20 级		汽车-10 级	
	验算荷载	挂车-120 挂车-100		挂车-100		挂车-100		履带-50	
路基设计洪水重现期 (年)		100		50		25		按具体情况确定	

注 1：各级公路的适用范围

- 1)一级公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 15000 辆 ~ 30000 辆；
- 2)二级公路适用于按各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 3000 辆 ~ 7500 辆；
- 3)三级公路适用于按各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 1000 辆 ~ 4000 辆；
- 4)四级公路适用于按各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为：双车道 1500 辆以下；单车道 200 辆以下。

注 2：车辆折算系数

- 1)载重车（包括大客车、重型汽车、三轮车、胶轮拖拉机带挂车）.....1.0；
- 2)带挂车的载重汽车（包括大平板车）.....1.5；
- 3)小客车.....0.5。

注 3：路基宽度

- 1)各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量稍超过 200 辆的道路，其远期交通量发展不大时，可采用四级道路的技术指标，但路面宽度宜采用 6.0m，路基宽度宜采用 7.0m；
- 2)四级公路在交通量极少、工程特别艰巨的路段，其路面宽度可采用 3.0m，路基宽度 4.5m；
- 3)交通量接近下限的平原、微丘区的道路，路面宽度可采用 7.0m，路基宽度可采用 10.0m；
- 4)一级公路在施工难度较大，且该公路仅作为工程施工道路未列入国家公路网，路基宽度可采用表中括号内的数值。

E.1.2 桥涵设计应符合下列规定：

1 桥涵应根据相衔接的道路性质和使用要求，按适用、经济、安全和美观的要求设计；根据地形、地质、水文等情况，按因地制宜、就地取材、便于施工和养护的原则选择桥涵型式；

2 大、中桥位的选择宜服从路线总方向；综合考虑桥、路两方面，宜选择在河道顺直、水流

稳定、地质良好的河段上，桥梁纵轴线尽可能与洪水主流方向正交；

3 桥涵上的线形及与道路的衔接，应符合路线设计的要求；大、中桥桥面纵坡不宜大于 4%，桥头引道纵坡不宜大于 5%；桥面净宽应与相衔接路段路面宽一致；弯道上的桥梁桥面宽度，应按路线设计予以加宽；

4 桥涵孔径应满足宣泄设计频率洪水的要求；道路的桥涵设计洪水频率应按《防洪标准》(GB50201-94)表 5.2.1 和表 5.2.2 的相应规定执行。

E.1.3 隧道设计应符合下列规定：

1 当地形、地质、水文、施工等条件适宜且经过技术经济比较确认采用隧道方案较为合理时，可采用隧道；

2 隧道的位置原则上应服从公路路线走向，路隧综合考虑。宜选择在稳定的地层中，避免穿越不良地质地段，若应通过时，应有切实可靠的工程措施；沿河傍山地段的隧道，其位置宜向山侧内移，避免隧道一侧洞壁过薄产生偏压，并注意水流冲刷对隧道稳定的影响；

3 隧洞的洞口位置应设在山坡稳定、地质条件较好处，宜避免大挖大刷，可采用设置明洞等措施实现安全进洞；濒临水库的隧道，洞口底高程应高出水库计算水位 0.5m 以上；

4 隧道内的纵坡应不小于 0.3%，并不大于 3%；较短的隧道，一般采用单面坡，较长的隧道可采用人字坡；隧道内纵坡变更处要设置竖曲线；

5 隧道的横断面应满足公路隧道建筑限界的规定，同时，应考虑洞内排水、通风、照明、防火、监控、营运管理等附属设施所需要的空间，并考虑围岩加固和施工方法等影响，使确定的断面形式及尺寸，达到安全、经济、合理；可设计为圆拱形。

E.2 水运主要技术标准

E.2.1 码头前沿高程应为设计高水位加超高。设计高水位标准可按表 E.2.1 确定。超高值可取 0.1m~0.5m。

E.2.2 码头水域设计低水位应与所在航道的设计低水位相适应。宜采用多年历时保证率 90%~98%的水位。

E.2.3 码头设计水深应能保证设计标准船舶安全通过、靠离和装卸作业，按公式(E.2.1)计算：

$$H = T + h \quad (\text{E.2.1})$$

式中 H —码头设计水深，m；

T —设计标准船舶的满载吃水，m；

h —龙骨下的最小富裕水深，m，宜按表 E.2.2 采用。

表 E.2.1 设计高水位标准（年最高水位频率）

码头分类	河网地区	平原河流	山区河流
一类	1%	2%	2% ~ 5%
二类	2%	5%	5% ~ 10%
三类	5%	10%	10% ~ 20%

注 1：码头分类
 一类：货物及装卸设备受淹造成重大损失的码头。
 二类：货物及装卸设备受淹将造成一定损失的码头。
 三类：货物及装卸设备受淹时损失较小的码头。

注 2：绘制年最高水位频率曲线，一般需要 20 年以上的水位资料。如不足 20 年时，可根据该处洪水调查资料予以补充，并用上、下游邻近水文站资料按水位相关法予以插补、延伸。

表 E.2.2 最小富裕水深 h

单位：m

底质	设计船型	
	100t ~ 500t	500t ~ 3000t
土质	0.20	0.30
石质	0.30	0.50

注 1：设计船型小于 100t 时，h 值可适当减小；大于 3000t 时，h 值应适当加大；
 注 2：油轮的 h 值应适当加大；
 注 3：h 值不包括因回淤需要增加的富裕水深。因回淤需增加富裕水深时，其增加应就不小于挖泥船的一次最小挖泥厚度；
 注 4：当采用设计船型满载吃水不经济时，船舶吃水深度可根据具体情况确定。

E.2.4 码头前沿水域不应占用主航道。码头前沿水域宜自船位端部与码头前沿线成 30° ~ 45° 交角向外扩展，扩展部分达到设计水深，此水域宽度宜为 3 倍 ~ 4 倍设计船型的宽度。

E.2.5 河港码头长度及宽度

河港码头长度及宽度应根据船型及工艺要求确定。单位码头长度不小于 2/3 船长，多船位直立式码头的每个船位长度按公式（E.2.2）确定：

$$L = L_c + d \quad (E.2.2)$$

式中 L—每船位长度，m；

L_c—设计标准船舶长度，m；

d—相邻两船净距，m，宜采用 0.1 L_c ~ 0.15 L_c。

E.2.6 码头型式可采用浮码头或固定码头两类。应根据装卸量大小、船舶和装卸设备类型、河流水位变化幅度等情况，经综合分析比较后确定。

E.3 场内道路主要技术标准

E.3.1 场内主要道路主要技术标准宜按表 E.3.1 选择，场内永久公路主要技术标准亦可按表 E.1.1 选择。

表 E.3.1 场内主要道路主要技术标准

项目		等级			特殊情况的规定	
		一	二	三		
线路（等）		—	二	三	—	
年运量（10 ⁴ t）		> 1200	250 ~ 1200	< 250	—	
行车密度（辆/单向小时）		85 ~ 105	25 ~ 85	< 25	—	
计算行车速度(km/h)		40	30	20	—	
最大坡度(%)		7	8	9	在工程特别困难路段可增加 1%，三级公路个别地段可增加 2%，但在积雪严重及海拔 200m 以上地区不应增加	
最小平曲线半径(m)		45	25	15	—	
不设超高的平曲线半径(m)		250	150	100	—	
视距 (m)	停车	40	30	20	—	
	会车	80	60	40	—	
竖曲线最小半径 (m)	凸形	700	400	200	当相邻坡度代数差大于 2% 时，应设置竖曲线	
	凹形	700	400	200		
路基设计洪水重现期(年)		50	50	25	—	
双车道路面宽度 (m)	车宽分类 (m)	一	2.3	7.0	6.5	1. 当实际车宽与计算车宽的差值大于 15cm 时，应按内插法，以 0.5m 为加宽量单位，调整路面的设计宽度； 2. 车道需双向行车时，应在适当距离内设置错车道
		二	2.5	7.5	7.0	
		三	3.0	9.5	9.0	
		四	3.5	11.0	10.5	
		五	4.0	13.0	12.0	
		六	5.0	15.5	14.5	
		七	6.0	19.0	18.0	
		八	7.0	22.5	21.5	

表 E.3.1 (续)

项目			等级			特殊情况的规定	
单车道路面宽度 (m)	车宽分类 (m)	一	2.3	4.0	4.0	3.5	同上
		二	2.5	4.5	4.5	4.0	
		三	3.0	5.0	5.0	4.5	
		四	3.5	6.0	6.0	5.5	
		五	4.0	7.0	7.0	6.0	
		六	5.0	8.5	8.5	7.5	
		七	6.0	10.5	10.5	9.5	
		八	7.0	12.0	12.0	11.0	
回头曲线	计算行车速度 (km/h)		25	20	15	1. 特别困难时一、二级公路回头曲线各项技术指标可适当降低，但分别不低于二、三级公路。 无挂车运输时，最小曲线半径可采用 12m； 2. 单车道路面加宽值，应按表列数值折半	
	平曲线最小半径 (m)		20	15	15		
	超高横坡 (%)		6	6	6		
	双车道路面加宽值 (m)	轴距加前悬 (m)	5	1.3	1.7		1.7
			6	1.8	2.4		2.4
			7	(2.5)	(3.3)		(3.3)
				/2.0	/2.5		/2.5
			8	2.5	3.0		3.0
		8.5	2.7	3.3	3.3		
	最大纵坡 (%)		3.5	4.0	4.5		
停车视距 (m)		25	20	15			
会车视距 (m)		50	40	30			
注：表中轴距加前悬为 7m、8m、8.5m 的双车道路面加宽值系按表列最小主曲线半径增加一个相应的计算车宽值后算得的，但括号内的数值系仍按表列最小主曲线半径算得的。							

E.3.2 场内非主要道路主要技术标准宜按表 E.3.2 选择。

表 E.3.2 场内非主要道路主要技术标准

项 目		指标	特殊情况的规定	
路面宽度 (m)	双车道	6~9	1. 车间引道宽度，可与车间大门相适应； 2. 一条道路可根据使用任务分段采用不同的路面宽度； 3. 当路面宽度 9m 尚不能满足使用要求时，可根据具体情况适当增加； 4. 运输繁忙、经常通行大型车辆（车宽大于 2.5m）行人及混合交通量大的企业，采用上限值，反之采用下限值	
	单车道	3~4.5		
计算行车速度 (km/h)		15		—
最大纵坡 (%)		6~8		1. 特殊困难处最大纵坡可增加 1%~2%，车间引道可增加 3%； 2. 经常有大量自行车，最大纵坡不宜大于 3.5%； 3. 经常有兽力车、人力车通行，最大纵坡应视具体情况和当地经验确定
最小平曲线半径 (m)	载重 4t~8t 单辆汽车	9	1. 车间引道的最小转弯半径，不小于 6m； 2. 行驶表列以外其它车辆时，道路最小曲线半径可根据实际需要采用； 3. 以上曲线半径均指路面内边缘最小转弯半径	
	载重 10t~15t 单辆汽车	12		
	载重 4t~8t 汽车带一辆 载重 2t~3t 挂车	12		
	15t~25t 平板拖车	15		
	40t~60t 平板拖车	18		
	会车视距	30		—
视 距 (m)	停车视距	15	—	
	交叉路口的停车视距	20	—	
竖曲线最小半径 (m)	凸 形	100	—	
	凹 形	100	—	

E.4 窄轨铁路主要技术标准

E.4.1 窄轨铁路应根据轨距按单线重车方向年运量划分等级，并按表 E.4.1 选择。

表 E.4.1 窄轨铁路等级

等级	单线重车方向年运量 (10 ⁴ t)		
	600mm 轨距	762(900)mm 轨距	1000mm 轨距
—	—	> 100	200~400 客运车 2 对、零担车 1 对
30	—	50~100	< 250 客运车 2 对、零担车 1 对
< 30	—	< 50	—

E.4.2 各级铁路最大限制坡度应符合表 E.4.2 的规定。

表 E.4.2 最大限制坡度（‰）

铁路等级	600mm 轨距	762 (900) mm 轨距	1000mm 轨距			
			一般地区		困难地区	
	—	12	限制：12	加力牵引：23.5	限制：15	加力牵引：28.5
	12	15	15	28.0	20	30.0
	15	18	—	—	—	—

注：如地形复杂，有技术经济依据时，600mm 轨距、级铁路分别不超 15‰和 18‰，762 (900)mm 轨距铁路不超过 20‰，1000mm 轨距最大坡度包括曲线折减率及机车在大坡度上的粘着系数降低而减缓的坡度。

E.4.3 各级铁路最小平曲率半径应符合表 E.4.3 的规定。

表 E.4.3 最小平曲率半径

单位：m

铁路等级	600mm 轨距		762 (900) mm 轨距		1000mm 轨距		
	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段	最大允许行车速度 (km/h)
	—	—	150	100	150	120	50 ~ 45
	80	50	120	80	120	115	47 ~ 43
	60	30	80	60	—	—	—

E.4.4 窄轨铁路路基宽度应按表 E.4.4 选取。

表 E.4.4 路基宽度

铁路等级	壤土种类	道床厚度 (m)	单线路基宽度(m)			
			600mm 轨距	762mm 轨距	900mm 轨距	1000mm 轨距
	非渗水土	0.25	—	3.7	4.0	4.4
	岩石，渗水土	0.20	—	3.3	3.6	4.0
	非渗水土	0.20	3.2	3.5	3.8	4.2
	岩石，渗水土	0.15	2.8	3.2	3.5	4.0
	非渗水土	0.15	3.0	3.3	3.6	—
	岩石，渗水土	0.15	2.6	3.0	3.3	—

附录 F 施工工厂设施

F.1 筛下负累积产品率典型粒度方程

F.1.1 产品粒度以绝对量表示的典型方程式可按公式 (F.1.1) 表达：

$$Y = A \cdot X \cdot K \quad (\text{F.1.1})$$

式中 Y —筛下产物的负累积率，%；

X —筛孔尺寸，mm；

A 、 K —参数，可按表 F.1.1 选取。

F.1.2 产品粒度与破碎机排料口宽度比的典型方程式可按公式 (F.1.2) 表达：

$$Y = A \cdot Z \cdot K \quad (\text{F.1.2})$$

式中 Y —同公式 (F.1.1)；

Z —产品的相对粒度，用产品粒度与破碎机排料口宽度的比；

A 、 K —同公式 (F.1.1)。

表 F.1.1 破碎产物典型粒度特性方程中参数 A 与 K 值

岩石的可碎性等级	旋回型		颚式		标准型		短头型			
	A	K	A	K	A	K	开路		闭路	
							A	K	A	K
难碎性岩石	0.66	1.39	0.63	0.97	0.47	1.56	0.20	1.42	0.25	1.32
中等可碎性岩石	0.79	0.77	0.75	0.64	0.65	0.83	0.34	1.20	0.41	1.16
易碎性岩石	0.87	0.43	0.86	0.34	0.77	0.54	0.55	0.87	0.63	1.04

F.2 压缩空气需用量估算公式

F.2.1 压缩空气需用量可按公式 (F.2.1) 估算：

$$Q = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot n \cdot q \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (\text{F.2.1})$$

式中 Q —压缩空气需用量， m^3/min ；

K_1 —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；

K_2 —管网漏气系数，取 1.1 ~ 1.3，管网长或铺设质量差时取大值；

K_3 —高原修正系数，可按表 F.2.1 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 (m^3/min)，宜采用风动机械额定耗气量；

K_d —各类风动机械同时工作系数，可按表 F. 2. 2 选取；

K_s —风动机械磨损修正系数。

表 F. 2. 1 压缩空气高原修正系数

海拔高程 (m)	0	305	610	914	1219	1524	1829	2134	2433	2743	3049	3653	4572
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 F. 2. 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
K_d	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

F. 3 各类用水水质及水压要求

F. 3. 1 生活饮用水水质应符合《生活饮用水卫生标准》(GB5749—1985) 的规定。

F. 3. 2 一般施工生产用水水质无特殊要求, 当含泥量大时, 应进行处理。

F. 3. 3 混凝土拌和与养护宜采用饮用水, 当采用其它水源时, 水质应符合现行的《混凝土拌和用水标准》(JGJ63—1989) 的规定。

F. 3. 4 施工机械与设备用水水质应符合国家现行的有关标准。

F. 3. 5 各类用水水压要求见表 F. 3. 1。

表 F. 3.1 施工生产用水、生活用水和消防用水的水压要求

单位：MPa

用水性质	用户名称	要求水压
施工生产用水	混凝土一般养护	0.26 ~ 0.30
	混凝土流水养护	> 0.05
	凿毛冲洗	> 0.30
	仓面喷雾	> 0.20
	灌浆	> 0.10
	砂石筛分冲洗	0.20 ~ 0.30
生活用水	一层住房（或车间）	0.10
	二层住房	0.12
	二层以上，每层增加值	0.04
消防用水	—	> 0.10（采用低压制时）

F. 4 各级电压合理输送半径及容量

F. 4.1 各级电压合理输送半径及容量应按表 F. 4.1 确定。

表 F. 4.1 各级电压合理输送半径及容量

额定电压 (kV)	输送半径 (km)	输送容量 (kW)
0.38	< 0.6	100
6	4 ~ 5	100 ~ 1200
10	6 ~ 20	200 ~ 2000
35	20 ~ 50	2000 ~ 10000
110	50 ~ 150	10000 ~ 50000
220	100 ~ 300	100000 ~ 500000

附录 G 施工总布置堆场和仓库面积估算

G.0.1 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（G.0.1）估算：

$$q = Q \cdot d \cdot K / n \quad (\text{G. 0.1})$$

式中 q —需要材料储存量，t 或 m^3 ；

Q —高峰年材料总需要量，t 或 m^3 ；

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。

G.0.2 施工总布置堆场和仓库面积可按表 G 所列公式进行估算。

表 G 堆场、仓库面积估算

名称		建筑面积 F (m^2)	占地面积 A (m^2)	式中符号意义
水轮发电机组拼装场		$F = Q \cdot K_0 \cdot t / (\rho \cdot a)$ (G.0.2)	—	F 为组装场地面积， m^2 ； Q 为最大预装部件本体金属重量，t； K_0 为部件组装率，取 0.7 ~ 0.8； t 为堆放系数，取 1.25； ρ 为单位面积组重量，t/ m^2 ，取 0.2 ~ 0.4； a 为场地利用系数，门式起重机取 0.81，用高架门机取 0.78 ~ 0.8
施工设备仓库		$W = n \cdot a \cdot (1/K)$ (G.0.3)	$A = W \cdot K$ (G.0.11)	W 为施工设备仓库面积， m^2 ； n 为储存施工设备台数； a 为每台设备占地面积， m^2 ； K 为面积利用系数，库内有行车时取 0.3，无行车时取 0.17
材料、器材仓库		$W = q / (P \cdot K_1)$ (G.0.4)		W 为材料、器材仓库面积， m^2 ； q 为需要材料储量，t 或 m^3 ； K_1 为面积利用系数； P 为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	$F_{\text{总}} = 2.8Q$ (G.0.5)		$F_{\text{总}}$ 为设备库总面积（包括铁路与卸货场的占地面积）， m^2 ； $F_{\text{保}}$ 为仓库保管净面积（指仓库总面积中扣除与卸货场占地后的部分）， m^2 ； Q 为同时保管仓库内的机组设备总重量，t
	仓库保管净面积	$F_{\text{保}} = 0.5F_{\text{总}}$ (G.0.6)		
	敞棚仓库	$F_{\text{棚}} = (17\% \sim 20\%) F_{\text{总}}$ (G.0.7)		
	封闭仓库	$F_{\text{闭}} = (20\% \sim 25\%) F_{\text{总}}$ (G.0.8)		
	保温仓库	$F_{\text{温}} = (8\% \sim 10\%) F_{\text{总}}$ (G.0.9)		
	露天仓库	$F_{\text{露}} = (45\% \sim 55\%) F_{\text{总}}$ (G.0.10)		

附录 H 土石坝工程和混凝土工程受气象因素影响的停工标准

H.1 土石坝采取一般防护措施的停工标准

H.1.1 碾压式土石坝采用一般防护措施的停工标准见表 H.1.1。

H.2 混凝土浇筑受气象因素影响的停工标准

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

H.2.2 月平均气温高于 25℃ 时，若温度控制措施费用过高，可考虑白班停工。

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

H.2.4 大风风速在六级以上宜考虑停工。

H.2.5 能见度小于 100m 时应停工。

表 H.1.1 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	平均气温 ()					
		0~0.5	0.5~5	5~10	10~30	>30		<4mm	>5	5~0	0~-5	-5~-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, 雨后停二日	—	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
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 H.2

注：法定假日停工，但不包含周六、周日。

本标准用词和用语说明

执行本标准时，标准用词应遵守下表规定。

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

本标准用语应符合下列要求：

- 1 标准条文中，“条”、“款”之间承上启下的连接用语写法，宜采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等；
- 2 在标准条文中引用本标准中的其他表、公式时，宜采用“按本标准表×.×.×的规定取值”或“见表×.×.×”、“按本标准公式(×.×.×)计算”或“见公式(×.×.×)”等；
- 3 相关标准应采用“……，除应符合本标准外，尚应符合国家现行的有关标准的规定”。