

ICS 93.160
P 59



中华人民共和国水利行业标准

SL 303—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

中华人民共和国水利部
关于批准发布《水利水电工程施工组织
设计规范》**SL 303—2004** 的通知

水国科[2004]352 号

部直属各单位，各省、自治区、直辖市水利（水务）厅（局），各计划单列市水利（水务）局，新疆生产建设兵团水利局：

经审查，批准《水利水电工程施工组织设计规范》为水利行业标准，并予发布。标准编号为 **SL 303—2004**，代替《水利水电工程施工组织设计规范（试行）》**SDJ 338—89**。

本标准自 **2004 年 12 月 1 日** 起实施。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇四年八月二十三日

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《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(以下简称原标准)相比,本标准基本上保持了原标准的总体框架和主要内容,只作了局部调整。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“编制小型水利水电工程施工组织设计文件可参照执行”;

——反映了市场经济对施工组织设计的要求;

——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 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	8
2	引用标准	9
3	施工导流	11
3.1	一般规定	11
3.2	施工导流标准	11
3.3	施工导流方式	15
3.4	围堰	16
3.5	导流泄水建筑物	19
3.6	河道截流	21
3.7	基坑排水	23
3.8	施工期蓄水、通航、排冰	23
4	主体工程施工	25
4.1	一般规定	25
4.2	土石方明挖	26
4.3	地基处理	27
4.4	料场选择、规划与开采	28
4.5	土石坝施工	30
4.6	混凝土施工	32
4.7	地下工程施工	35
4.8	金属结构及机电设备安装	40
5	施工交通运输	41
5.1	一般规定	41
5.2	对外交通	42
5.3	场内交通	43
6	施工工厂设施	44
6.1	一般规定	44

6.2	砂石加工系统	44
6.3	混凝土生产系统	46
6.4	混凝土预冷系统、预热系统	47
6.5	压缩空气、供水、供电和通信系统	48
6.6	机械修配厂、加工厂	49
7	施工总布置	51
7.1	一般规定	51
7.2	施工总布置及场地选择	52
7.3	施工分区规划	53
8	施工总进度	55
8.1	一般规定	55
8.2	准备工程施工进度	56
8.3	导流工程施工进度	56
8.4	基础开挖与地基处理工程施工进度	57
8.5	土石坝施工进度	57
8.6	混凝土工程施工进度	58
8.7	地面厂房施工进度	59
8.8	地下工程施工进度	59
8.9	金属结构及机电安装施工进度	59
8.10	施工劳动力及主要技术供应	59
附录 A	施工组织设计工作的依据和所需资料	61
附录 B	导流标准确定的风险度分西法	64
附录 C	岩土开挖级别划分及洞室开挖通风指标	67
C.1	岩土开挖级别划分	67
C.2	洞室开挖所需通风量及风速值	70
附录 D	施工交通运输主要技术标准	72
D.1	公路工程主要技术标准	72
D.2	水运主要技术标准	74
D.3	场内道路主要技术标准	76
D.4	窄轨铁路主要技术标准	78

附录 E 混凝土温度控制施工

附录 F 施工工厂设施设计参数

F.1 筛下负累积产品率典型粒度方程

F.2 压缩空气需用量估算

F.3 各类用水水质及水压要求

F.4 供电系统输电、配电电压等级

附录 G 施工总布置堆场和仓库面积估算

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

本标准用词说明

81

84

84

85

86

86

88

90

92

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 本标准适用于大型、中型水利水电工程编制初步设计阶段施工组织设计文件。大型、中型水利水电工程编制项目建议书、可行性研究报告和招、投标文件，及小型水利水电工程编制施工组织设计文件，可参照执行。

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

2.0.1 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。

《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—1985)

《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)

《防洪标准》(GB 50201—94)

《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287—1999)

《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)

《水利水电建筑安装安全技术工作规程》(SD 267—1988)

《水利水电工程防火设计规范》(SDJ 278—90)

《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》(JTG B01—2003)

2.0.2 所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用

2.0.1条中所列标准最新版本的可能性。

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水、泄水、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。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 3~5 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 或影响工程总工期和第一 台(批)机组发电,造成较大 经济损失	1.5~3	15~50	0.1~1.0

表 3.2.1(续)

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 ⁸ m ³)
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他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 3.2.6 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 3.2.6 导流建筑物洪水标准[重现期(年)]

导流建筑物类型	导流建筑物级别		
	3	4	5
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 3.2.6 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 3.2.6 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 3~20 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,该表中的各项指标是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 3.2.6 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 5~10 年的月或旬平均流量。

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。

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 3.2.16 规定执行。

表 3.2.16 坝体施工期临时度汛洪水标准[重现期(年)]

坝 型	拦洪库容(10^8m^3)		
	≥ 1.0	1.0~0.1	< 0.1
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 3.2.17 规定执行。汛前坝体上升高度应满足拦洪要求,帕幕灌浆及接缝灌浆高程应能满足蓄水要求。

表 3.2.17 导流泄水建筑物封堵后坝体度汛洪水标准[重现期(年)]

坝 型		大坝级别		
		1	2	3
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 5~10 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 5~20 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 施工导流方式的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、封堵导流孔洞及蓄水和供水等初、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宜采用软化系数值大于 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 重要的和高水头的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 3.4.10 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 0.6~0.8m;心墙式防渗体为 0.3~0.6m。

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 3.4.10 不过水围堰堰顶安全加高下限值 单位: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 SL 282—2003 和 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;4~5 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,满足导流、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 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、截流及其他需要,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。

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、振动等对洞身造成破坏。

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。

利用永久泄洪底孔、排沙底孔和水库放空底孔兼作导流底孔时,应同时满足永久运用和临时运用的要求。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,其进口要求与隧洞和底孔进口要

求相同,但涵管内不应发生明满流交替出现的流态。导流涵管出口消能防冲措施宜通过水工模型试验确定。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。为避免涵管由于产生不均匀沉陷和温度应力引起裂缝,宜分段设置伸缩缝。

3.5.11 在施工过程中,混凝土重力坝、拱坝等实体结构可预留缺口或梳齿,与其他导流设施共同泄流;在封腔前,支墩坝、坝内厂房等非实体结构不宜过流,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 δ_x 。当 δ_x 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 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 只有在条件特殊时,经充分论证后方可选用建造浮桥及栈桥平堵截流、定向爆破、建闸等截流方式。

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

坍塌的措施。

3.6.3 截流设计应提出分流建筑物附近围堰或其他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 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 2~4 倍取值,轴线以上可按最大水深的 1~2 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 截流抛投材料的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考虑一定备用,备用系数宜取 1.2~1.3。
- 3 截流备料总量根据截流料物堆存条件、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。基坑渗水量可根据围堰型式、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，除应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设计，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运、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,提出对水工枢纽布置和建筑物型式的修改建议,并提供编制工程概算所需的资料。

4.1.2 对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 施工方案宜采用计算机模拟技术进行比选。

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 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应预留保护层。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。应减少弃渣二次倒运,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,其他部位如需采用时,应按照 SL47 — 1994 中 1.0.8 的规定执行。

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他工序时,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 3~6 倍,运距远用大值。
- 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、灌浆设备的要求外,还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 防渗墙槽孔长度可取 5~8m,具体取值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后确定。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,制浆土料的黏粒含量宜在 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,经技术经济比较后确定。

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。料场的比较选择还应符合下列规定:

1 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,其可开采量能满足工程需用量。

2 选择混凝土骨料的料场时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 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,并应采取措施满足环境保护和水保要求。对有复耕要求的,应予以复耕。

4.4.8 料场开采规划应遵守下列原则：

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

2 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,并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,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 运输方式应根据地形条件、运输量、开采方式、运输设备型号和运距等资料,通过技术经济比较后确定。

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 料场规划及开采应使料物及弃渣的总运输量最小,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 能兼顾其他施工运输、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 D 中表 D.3.1 的规定确定。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 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。

4.5.4 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。

4.5.5 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。

4.5.6 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。

4.5.7 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 3~4m。

4.5.8 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。

4.5.9 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 20~30cm。铺筑与两侧过渡层填筑宜平起平压。

4.5.10 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。大型工程或有特殊要求的工程施工机械选型应通过生产性试验验证。

4.5.11 坝体度汛临时断面设计应遵守下列原则:

1 满足稳定、渗流及安全超高等基本要求。

2 临时断面的顶宽满足洪水超过设计标准时抢修子堰的宽

度要求。

3 斜墙坝、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 初期、中期、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 在保证工程质量前提下,生产能力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,设置高程直接近坝顶;供料线的宽度和长度满足混凝土施工及辅助作业的要求,高程不宜低于初期发电水位;供料线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:重力坝为10%~20%,轻型坝为20%~30%,厂房为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 混凝土施工方案宜通过比较选定,确定混凝土运输方式和

浇筑设备布置方式、型号、数量。

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10~15m。

3 拱坝封拱灌浆高程和浇筑层顶面间的允许高差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按附录E中E.0.1执行。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和冬季保温措施。

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,应采取保温防冻措施,其气温标准、保温防冻措施按附录 E 中 E.0.2 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 $130\text{kg}/\text{m}^3$,最大骨料粒径宜不大于 80mm。

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,粉煤灰选用符合 GBJ 146—1990 的规定。

3 碾压混凝土配合比通过试验确定。

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等方式;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 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 3~12m,独头掘进长度超过 3km 或大于 600 倍洞径。

2 围岩类别 I~III 类,岩溶不发育,断层破碎带较少。

3 岩石平均抗压强度在 30~200MPa 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、施工技术水平等经过技术经济比较后选定,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~V 类时,支护紧跟开挖面。

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 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,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 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$,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;

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 施工支洞的选择根据地形、地质条件、结构型式及布置、施工方法和施工进度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 **15~20m**。

10 斜井或竖井的井底,布置回车场及集水井。

11 斜井支洞的一侧,设置宽度不小于 **0.7m**的人行道;竖井内设牢固、安全的爬梯。

12 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,并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、爆破器材和爆破网络，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Ⅰ～Ⅲ类时，循环进尺：凿岩机钻孔可选用 3.0 m；液压钻车钻孔可选用 4.0 m。
- 2 隧洞围岩为Ⅳ～Ⅴ类，循环进尺不宜超过 1.5 m。
- 3 根据一次循环的炮孔数、钻孔总长、爆破方量及钻、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，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，用无轨运输，汽车在洞内、外平均行驶速度分别按 10km/h、25km/h 计。开挖宽度不能满足汽车回车要求时，每隔 200m 左右设回(会)车洞，或在洞内设移动式转向盘。
- 3 斜井提升采用卷扬道，卷扬机运行速度不宜大于 2m/s；斜坡段设置人行道，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：井深在 40m 以内且无导向设备时，不应超过 0.7 m/s；井深在 40m～100m 且沿导向设备升降时，不应超过 1.5 m/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 施工安排尽早形成自然通风条件，在未形成自然通风前，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 洞室开挖所需通风量及风速值按附录 C.2 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的部位宜采用滑模。
- 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 每一浇筑工作面配置一台台车,所配钢模组数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 24~72h 以内,并应符合 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 场内交通方案确保施工工地内部备工区、当地材料产地、堆渣场、各生产区、各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,参照国家标准、行业标准确定,参见附录 D。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、最小平曲线半径、最小竖曲线半径和视距等技术指标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,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)交通干线的连接条件,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 线路运输能力满足工程施工期间大宗物资、材料和设备的需求,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 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。

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,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 D 选用。

5.3.2 场内交通的一般性附属设施、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、设备(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,必要时可进行水上模型试验验证。

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,建立工地内外通信联系,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,研究利用当地工矿企业进行生产和技术协作,并结合本工程及梯级电站施工的需要。

2 厂址宜设于交通运输和水电供应方便处,靠近服务对象和用户中心,并避免物资逆向运输。

3 生活区与生产区分开,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 and 环境保护的要求。

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 砂石原料需用量根据混凝土和其他有级配要求的砂石用料,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他砂石需用量计算。

2 砂石厂主要生产车间(单元)工作制度宜采用两班制,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: 两班制 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 1~2km 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,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 灵活性,既可提前形成生产能力,满足施工前砂石料需要;还可及时调整生产方式,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 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。中型工程可根据典型粒度方程计算破碎产品粒度,计算公式参见附录 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 **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 混凝土生产系统的规模应满足质量、品种、出机口温度和浇筑强度的要求，单位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 3~5d 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 混凝土预冷系统、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 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 E 中表 E.0.2 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、供电和通信系统

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、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。

压气站规模可根据附录 F 中 F.2 确定。

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 根据环境保护要求与经济论证结果确定回收净化冷却水或其他施工废水,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,考虑适当的备用容量或备用机组。

6.5.8 供电系统中的输电、配电电压等级应符合标准电压等级,并根据附录 F 中 F.4 确定。

6.5.9 施工通信系统应符合迅速、准确、安全、方便的原则。

通信系统组成与规模应根据工程规模大小、施工设施布置及用户分布情况确定。

6.6 机械修配厂、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 50~300 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,及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,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、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 其他临时建筑物工程量。

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。防洪标准应根据工程规模、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 5~20 年重现期范围内酌情采用。防洪标准低于 5 年或高于 20 年,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** 临时建筑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,布置前期施工临时建筑工程。
- 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,统筹规划堆渣、弃渣场地;弃渣处理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** 受爆破或其他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,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、石料的开采、加工和混凝土的拌和、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和加工、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 施工分区规划布置考虑施工活动对周围环境的影响,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 **GBJ 16—1987**、**SDJ 278—90**、**SD 267—1988** 和 **DL 5061—1996** 等标准的有关规定布置。

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。材料的储存量、堆场和仓库的建筑面积和占地面积,可按附录 G 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 $12\sim 15\text{m}^2/\text{人}$ 。

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为工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个施工时段。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。

1 工程筹建期:工程正式开工前应完成对外交通、施工供电和通信系统、征地、移民以及招标、评标、签约等上作所需的时间。

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。

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,各项目施工程序前后兼顾、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）和重要工程。明确开工、截流、蓄水、首台机组发电和工程完工日期。

8.1.5 施工总进度的表示形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、场内通信系统、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。

8.3.4 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的影响,在多泥砂河流上应考虑围堰过水后清淤所需工期。

8.3.5 应根据挡水建筑物施工进度安排确定施工期临时度汛时段,并应论证在度汛时段前,挡水建筑物的施工满足设计度汛洪水标准的面貌要求。

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,

使封墙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和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,应分析论证其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 1~2 层后进行,但经过论证,也可在混凝土浇筑前进行。帷幕灌浆应在本坝段和相邻坝段坝基固结灌浆完成后进行。帷幕灌浆宜在坝基混凝土浇筑面或廊道内进行,不宜占直线工期。

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,并应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.0.1 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,可考虑在冬季、雨季、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.0.2 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,大型工程宜小于 2.0,中型工程宜小于 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、浇筑设备能力及温度控制要求等因素有关,直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 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,用关键线路法确定地下工程施工程序和各洞室、各工序间的相互衔接和合理工期。地下工程可全年施工。

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。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应逐项确定。

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：

- 1 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.0.2。

表 A.0.2 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）、施工各支沟各种重现期洪水、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	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
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、隧及其他建筑物设计标准、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

表 A.0.2(续)

序号	内容	所需资料
4	施工 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) 当地可能提供的修理能力和加工能力 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
6	施 工 总 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。为了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采用式(B.0.1)计算:

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

式中 R ——堰前水位超过围堰设计挡水位的风险率;

Z_{up} ——上游围堰堰前水位;

H_{upoffer} ——上游围堰设计挡水位。

B.0.2 当量洪水重现期采用式(B.0.2)计算:

$$T_e = 1/R \quad (\text{B.0.2})$$

式中 T_e ——当量洪水重现期。

B.0.3 导流建筑物泄流能力的确定应满足当量洪水重现期不小于设计洪水重现期(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采用式(B.0.4)计算:

$$R(n) = 1 - (1 - R)^n \quad (\text{B.0.4})$$

式中 $R(n)$ —— n 年内遭遇超标洪水的动态综合风险率。

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,最大洪峰流量可采用 P—Ⅲ 型分布,其密度函数见式(B.0.5):

$$f(Q_1) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (Q_1 - \alpha_0)^{\alpha-1} e^{-\beta(Q_1 - \alpha_0)} \quad (\text{B.0.5})$$

$$\begin{aligned}\alpha &= 4/C_s^2 \\ \beta &= 2/\mu_Q C_v C_s \\ \alpha_0 &= \mu_Q(1-2C_v/C_s)\end{aligned}$$

式中 Q_1 ——最大洪峰流量；

α, β, α_0 —— P —Ⅲ型分布的形状、刻度和位置参数；

$\Gamma(\alpha)$ —— α 的伽玛参数；

C_s —— P —Ⅲ型分布的离差系数；

C_v —— P —Ⅲ型分布的离势系数；

μ_Q —— P —Ⅲ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,其分布函数见式(B.0.6):

$$f(Q_2) = \begin{cases} \frac{2(Q_2 - Q_a)}{(Q_b - Q_a)(Q_c - Q_a)} & Q_a \leq Q \leq Q_b \\ \frac{2(Q_c - Q_2)}{(Q_c - Q_a)(Q_c - Q_b)} & Q_b < Q \leq Q_c \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (\text{B.0.6})$$

式中 Q_2 ——导流建筑物的泄洪量；

Q_a ——泄洪能力下限；

Q_b ——平均泄洪能力；

Q_c ——泄洪能力上限。

Q_a 、 Q_b 、 Q_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、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 工程测量误差、围堰上游库区的坍塌和上游围堰起调水位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。上游围堰的堰顶高程和堰前水位的确定,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进行。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 $R(n)$ 。

B.0.9 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,其度汛洪水标准风险分析方法和步骤与围堰挡水度汛相同。

B.0.10 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,决策者应考虑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,并可采用多目标风险决策方法进行决策。

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 土类开挖级别划分应符合表 C.1.1 的规定。

表 C.1.1 土类开挖级别划分

土类 级别		土类名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	外型特征
松 土	I	1. 砂土 2. 种植土	1650~1750	疏松，粘着力差或易透水略有黏性
	II	1. 壤土 2. 淤泥 3. 含壤种植土	1750~1850	开挖时能成块，并易打碎
普 通 土	III	1. 黏土 2. 干燥黄土 3. 干淤泥 4. 含少量砾石黏土	1800~1950	粘土，看不见砂粒或干硬
硬 土	IV	1. 坚硬黏土 2. 砾质黏土 3. 含卵石黏土	1900~2100	土壤结构坚硬，将土分裂后成块状或含黏粒砾石较多

C.1.2 岩石开挖级别划分应符合表 C.1.2 的规定。

表 C.1.2 岩石开挖级别划分

岩石级别		岩石名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	净钻孔时间 ^a (min/m)	极限 抗压 强度 <i>R</i> (MPa)	强度 系数 <i>f</i>
软 石	V	1. 砂藻土及软的白垩岩	1550	—	20 以下	1.5 ~ 2.0
		2. 硬的石炭纪的黏土	1950			
		3. 胶结不良的砾岩	1900~2200			
		4. 各种不坚实的页岩	2000			
坚 石	VI	1. 软的有孔隙的节理多的 石灰岩及介质石灰岩	2200	—	20~40	2.0 ~ 4.0
		2. 密实的白垩岩	2600			
		3. 中等坚实的页岩	2700			
		4. 中等坚实的泥灰岩	2300			
	VII	1. 水成岩卵石灰质胶结而 成的砾石	2200	—	40~60	4.0 ~ 6.0
		2. 风化的节理多的黏土质 砂岩	2200			
		3. 坚硬的泥质页岩	2800			
		4. 坚实的泥灰岩	2500			
坚 石	VIII	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. 黏土质砂岩	2200			
		4. 云母页岩及砂质页岩	2300			
		5. 硬石膏	2900			
	IX	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 的砾石	2500			
		5. 砂岩	2500			
		6. 砂质石灰质的页岩	2500			
	X	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			

表 C.1.2(续)

岩石 级别	岩石名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	净钻孔时间 ^a (min/m)	极限 抗压 强度 <i>R</i> (MPa)	强度 系数 <i>f</i>
坚 石	XI	1. 粗粒花岗岩	11.2 (10.9 ~ 11.5)	120~140	12~14
		2. 特别坚硬的白云岩			
		3. 蛇纹岩			
		4. 火成岩卵石经石灰质胶结的砾岩			
		5. 石灰质胶结的坚实的砂岩			
		6. 粗粒正长岩			
	VII	1. 有风化痕迹的安山岩及玄武岩	12.2 (11.6 ~ 13.3)	140~ 160	14~16
		2. 片麻岩、粗面岩			
		3. 特别坚硬的石灰岩			
		4. 火成岩卵石经硅质胶结的砾岩			
特 坚 石	VIII	1. 中粒花岗岩	14.1 (13.4 ~ 14.8)	160~ 180	16~ 18
		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			
	VII	1. 特别坚实的细粒花岗岩	15.5 (14.9 ~ 18.2)	180~ 200	18~20
		2. 花岗片麻岩			
		3. 闪长岩			
		4. 最坚实的石灰岩			
		5. 坚实的玢岩			

表 C.1.2(续)

岩石级别		岩石名称	天然湿度下 平均容重 (kg/m ³)	净钻孔时间 ^a (min/m)	极限 抗压 强度 <i>R</i> (MPa)	强度 系数 <i>f</i>
特 坚 石	XV	1. 安山岩、玄武岩、坚实的角闪岩	3100	20.0 (18.3 ~ 24.0)	200~ 250	20~25
		2. 最坚实的辉绿岩及闪长岩	2900			
		3. 坚实的辉长岩及石英岩	2800			
	XXI	1. 钙钠长石质玄武岩及橄榄石质玄武岩	3300	24 以上	250 以上	>25
2. 特别坚实的辉长岩、辉绿岩、石英岩及玢岩		3000				

注：位于水下或地下水位以下的岩石极限抗压强度取湿抗压强度，反之取干抗压强度。

a：用直径 30mm 合金钻头，凿岩机打眼，工作气压为 0.456MPa。

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 计算，并与同时工作的人员所需的风量相加。

4 计算通风量时，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 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,最大风速按下列规定执行:

1 隧洞、竖井、斜井工作面最大风速不应超过 4m/s。

2 运输洞与通风洞最大风速不应超过 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.2.3 的规定。

表 C.2.3 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 施工交通运输主要技术标准

D.1 公路工程主要技术标准

D.1.1 对外交通公路工程主要技术标准应按表 D.1.1 选择,并应符合 JTG B01—2003 或 GBJ 22—1987 的有关规定。

表 D.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
设计速度(km/h)		100	80	60	80	60	40	30	20
车道数		4	4	4	2	2	2	2	1 或 2
行车道宽度(m)		3.75	3.75	3.50	3.75	3.50	3.50	3.25	3.50 或 3.00
路基宽度 (m)	一般值	26.0	24.5	23.0	12.0	10.0	8.5	7.5	4.5 或 6.5
	最小值	24.5 (23)	21.5	20.0 (19)	10	8.5	—	—	
极限最小半径(m)		400	250	125	250	125	60	30	15
停车视距(m)		160	110	75	110	75	40	30	20
最大纵坡(%)		4	5	6	5	6	7	8	9
汽车荷载等级		公路—Ⅰ级			公路—Ⅱ级		公路—Ⅱ级		公路—Ⅱ级
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)一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 15000~30000 辆

(2)二级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 5000~15000 辆。

(3)三级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 2000~6000 辆。

(4)四级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量:双车道 2000 辆以下;单车道 400 辆以下。

表 D.1.1(续)

公路等级	一级	二级	三级	四级
注 2:车辆折算系数: (1)小客车(≤ 19座的客车和载质量$\leq 2t$的货车)..... 1.0 (2)中型车(> 19座的客车和 $2t <$载质量$\leq 7t$的货车)..... 1.5 (3)大型车($7t <$载质量$\leq 14t$的货车)..... 2.0 (4)拖挂车(载质量$> 14t$的货车) 3.0 注 3:路基宽度: (1)各种车辆折合成小客车的年平均日交通量稍超过 400 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、工程施工特别艰巨的路段,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。				

D.1.2 桥涵设计应符合下列规定:

1 桥涵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,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%;桥面净宽与相衔接路段路面宽一致;弯道上的桥梁桥面宽度,按路线设计予以加宽。

4 桥涵孔径满足宣泄设计频率洪水的要求,道路的桥涵设计

洪水频率按 GB 50201—94 中表 5.2.1 和表 5.2.2 的相应规定执行。

D.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，有切实可行的工程措施。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 隧道的洞口位置设在山坡稳定、地质条件较好处，宜避免大挖大刷，并可采用设置明洞等措施实现安全进洞；濒临水库的隧道，洞口底高程高出水库计算水位 0.5m 以上。

4 隧道内的纵坡不小于 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 隧道的横断面满足公路隧道建筑限界的规定，同时，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。隧道的横断面可设计为圆形。

D.2 水运主要技术标准

D.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 D.2.1 确定，超高值可取 0.1~0.5m。

D.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。

D.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(D.2.3)计算：

$$H = T + h \quad (\text{D.2.3})$$

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 D.2.3 采用。

表 D.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： (1) 一类：货物及装卸设备受淹将造成重大损失的码头。 (2) 二类：货物及装卸设备受淹将造成一定损失的码头。 (3) 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 D.2.3 最小富裕水深 h 单位:m

底 质	设 计 船 型	
	100~500t	500~3000t
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。		

D.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 3~4 倍设计船型的宽度。

D.2.5 河港码头长度及宽度应根据船型及工艺要求确定。单船

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(D.2.5)确定:

$$L = L_k + d \quad (\text{D.2.5})$$

式中 L ——每船位长度, m;

L_k ——设计标准船舶长度, m;

d ——相邻两船净距, m, 宜采用 $0.1 L_k \sim 0.15 L_k$ 。

D.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。

D.3 场内道路主要技术标准

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

表 D.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
线路(等)		一	二	三	—
年运量(10^4t)		>1200	$250 \sim 1200$	<250	—
行车密度 (辆/单向小时)		$85 \sim 105$	$25 \sim 85$	<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	

表 D.3.1(续)

项 目				等 级			特殊情况的规定
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	6.0	1.当实际车宽与计算车宽的差 值大于 15m 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	6.5	
		三	3.0	9.5	9.0	8.0	
		四	3.5	11.0	10.5	9.5	
		五	4.0	13.0	12.0	11.0	
		六	5.0	15.5	14.5	13.5	
		七	6.0	19.0	18.0	17.0	
		八	7.0	22.5	21.5	20.0	
单 车 道 路 面 宽 度 (m)	车 宽 分 类 (m)	一	2.3	4.0	4.0	3.5	—
		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,一级、二级公路 回头曲线各项技术指标可适当 降低,但分别不低于二级、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)/ 2.0	(3.3)/ 2.5	(3.3)/ 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。							

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。

D.3.2 场内非主要道路主要技术标准宜按表 D.3.2 选择。

表 D.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
	单车道	3~4.5	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,采用上限值,反之采用下限值
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 4~8t 单辆汽车	9	1.车间引道的最小转弯半径,不小于 6m 2.行驶表列以外其他车辆时,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 10~15t 单辆汽车	12	
	载重 4~8t 汽车带一辆载重 2~3t 挂车	12	
	15~25t 平板拖车	15	
	40~60t 平板拖车	18	
视 距 (m)	会车视距	30	—
	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	—

D.4 窄轨铁路主要技术标准

D.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 D.4.1 选择。

D.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
I	—	>100	200~400 客运车 2 对、零担车 1 对
II	≥30	50~100	<250 客运车 2 对、零担车 1 对
III	<30	<50	—

D.4.2 各级铁路最大限制坡度应符合表 D.4.2 的规定。

表 D.4.2 最大限制坡度 单位:‰

铁路等级	600mm 轨距	762(900)mm 轨距	1000mm 轨距			
			一般地区		困难地区	
I	—	12	限制:12	加力牵引:23.5	限制:15	加力牵引:28.5
II	12	15	15	28.0	20	30.0
III	15	18	—	—	—	—
注:如地形复杂,有技术经济依据时,600mm 轨距 II 级、III 级铁路分别不超过 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。						

D.4.3 各级铁路最小平曲率半径应符合表 D.4.3 的规定。

表 D.4.3 最小平曲率半径 单位:mm

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)
I	—	—	150	100	150	120	50~45
II	80	50	120	80	120	115	47~43
III	60	30	80	60	—	—	—

D.4.4 窄轨铁路路基宽度应按表 D.4.4 选取。

表 D.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
I	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
II	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
III	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 E 混凝土温度控制施工

E.0.1 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 E.0.1 所列内容选用。

表 E.0.1 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		内 容
1	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

表 E.0.1(续)

序号	项 目	内 容
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

E.0.2 低温季节混凝土施工气温标准和保温防冻措施可按表 E.0.1所列内容选用, 还应遵守 DL/T 5144—2001 的有关规定。

表 E.0.2 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 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 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 7)混凝土允许受冻的成熟度不应小于 1800℃·h

附录 F 施工工厂设施设计参数

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式(F.1.1)表达：

$$Y = AX^K \quad (\text{F.1.1})$$

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。

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

$$Y = AZ^K \quad (\text{F.1.2})$$

式中 Y ——筛下产物的负累积率，%；

Z ——产品的相对粒度，是产品粒度与破碎机排料口宽度的比值；

A 、 K ——参数，可按表 F.1.1 选取。

F.2 压缩空气需用量估算

F.2.1 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。

F.2.2 压缩空气需用量可按式(F.2.2)估算：

$$Q = K_1 K_2 K_3 \sum (nqK_4 K_5) \quad (\text{F.2.2})$$

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.2.2—1 选取;

n ——同时工作的同类型风动机械台数;

q ——一台风动机械耗气量, m^3/min ,宜采用风动机械额定耗气量;

K_4 ——各类风动机械同时工作系数,可按表 F.2.2—2 选取;

K_5 ——风动机械磨损修正系数。

表 F.2.2—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—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_4	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 GB 5749—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,当采用其他水源时,水质应符合现行的 JGJ 63—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 各类用水水压应符合表 F.3.5 的规定。

表 F.3.5 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 供电系统输电、配电电压等级

F.4.1 供电系统中的输电、配电电压等级应根据输送半径及容量确定。

F.4.2 各级电压合理输送半径及容量应按表 F.4.2 确定。

表 F.4.2 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;水运应考虑洪水、枯水和严寒等季节影响。材料储存量可按式(G.0.1)估算:

$$q = QdK/n \quad (\text{G.0.1})$$

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.0.2 所列公式进行估算。

表 G.0.2 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, t 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, t/m^2 , 取 0.2~ 0.4 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

表 G.0.2(续)

名称		建筑面积 (m^2)	占地面积 (m^2)	式中符号意义
施工设备仓库		$W = \frac{na}{K}$	$A = \sum WK$	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,t 或 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	$F_{总} = 2.8 Q$		$F_{总}$ ——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	$F_{保} = 0.5 F_{总}$		
	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 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.0.1 碾压式土石坝采用一般防护措施的停工标准见表 H.0.1。

H.0.2 混凝土浇筑受气象因素影响的停工标准如下：

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。

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。

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。

4 大风风速在六级以上宜考虑停工。

5 能见度小于 100m 时应停工。

表 H.0.1 碾压式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 ≤4mm	平均气温(℃)					
		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	反滤料填筑	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 的停工标准参见本 附录 H.0.2
注:法定假日停工,但不包含周六、周日。													

本标准用词说明

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	

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程施工组织设计规范

SL 303—2004

条 文 说 明

目 次

1	总则	5
3	施工导流	6
3.1	一般规定	6
3.2	施工导流标准	6
3.3	施工导流方式	20
3.4	围堰	21
3.5	导流泄水建筑物	28
3.6	河道截流	41
3.7	基坑排水	46
3.8	施工期蓄水、通航、排冰	47
4	主体工程施工	49
4.1	一般规定	49
4.2	土石方明挖	50
4.3	地基处理	52
4.4	料场选择、规划与开采	53
4.5	土石坝施工	56
4.6	混凝土施工	60
4.7	地下工程施工	64
4.8	金属结构及机电设备安装	72
5	施工交通运输	74
5.1	一般规定	74
5.2	对外交通	76
5.3	场内交通	78
6	施工工厂设施	79
6.1	一般规定	79
6.2	砂石加工系统	81

6.3	混凝土生产系统	85
6.4	混凝土预冷系统、预热系统	90
6.5	压缩空气、供水、供电和通信系统	93
6.6	机械修配厂、加工厂	95
7	施工总布置	98
7.1	一般规定	98
7.2	施工总布置及场地选择	99
7.3	施工分区规划	101
8	施工总进度	103
8.1	一般规定	103
8.2	准备工程施工进度	104
8.3	导流工程施工进度	104
8.4	基础开挖与地基处理工程施工进度	104
8.5	土石坝施工进度	105
8.6	混凝土工程施工进度	105
8.7	地面厂房施工进度	106
8.8	地下工程施工进度	106
8.9	金属结构及机电安装施工进度	106
8.10	施工劳动力及主要技术供应	107
附录 A	施工组织设计工作的依据和所需资料	108
附录 B	导流标准确定的风险度分析法	109
附录 C	岩土开挖级别划分及洞室开挖通风指标	111
C.1	岩土开挖级别划分	111
C.2	洞室开挖所需风量及风速值	111
附录 D	施工交通运输主要技术标准	112
D.1	公路工程主要技术标准	112
D.2	水运主要技术标准	112
D.3	场内道路主要技术标准	112
D.4	窄轨铁路主要技术标准	113
附录 E	混凝土温度控制施工	114

附录 F 施工工厂设施设计参数 119

 F.1 筛下负累积产品率典型粒度方程 119

 F.2 压缩空气需用量估算 119

 F.3 各类用水水质及水压要求 119

 F.4 供电系统输电、配电电压等级 123

附录 G 施工总布置堆场和仓库面积估算 124

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 125

1 总 则

1.0.1 本标准是在总结《水利水电工程施工组织设计规范》(SDJ 338—1989)颁布 10 余年来我国水利水电工程施工组织设计实践经验的基础上,对原标准修订而成的。修订的目的是为了适应市场经济条件下水利水电工程施工组织设计的需要,统一设计标准和技术要求。为此,要求水利水电工程施工组织设计做到安全可靠、技术先进、经济合理、实用性强。但对这几个方面的要求,不能只强调其中某个方面而忽视其他方面要求。

1.0.2 原标准适用于编制大型、中型新建和扩建水利水电工程初步设计阶段施工组织设计文件,编制可行性研究报告和招标文件时可参照执行。这次修订对原标准的适用范围予以适度拓宽和调整。条文中提到的大、中型水利水电工程,其划分标准系按《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000)中的规定执行。

1.0.3 强调施工组织设计应结合国情推广新技术、新材料、新工艺和新设备; 凡经实践证明技术经济效益显著的科研成果, 宜采用。

1.0.4 施工组织设计中应全面掌握工作依据、所需资料,为此专门列入附录 A。

1.0.5 本条是由现行的《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)引出的典型用语。

3 施 工 导 流

3.1 一 般 规 定

3.1.1 强调施工导流设计中应充分分析第一手资料,在比较各种导流比较方案的基础上,选择出技术上可行、经济上合理的导流方案,使工程建设达到工期短、投资省、效益高的目的。

3.1.2 施工导流设计不仅要解决初期导流问题,而且要妥善解决施工全过程的挡、蓄、泄水问题,因而要求应纠正以往只重视初期导流而忽视后期导流的倾向。后期导流设计涉及的内容往往随工程情况不同而异,对大中型拦河坝一般包括坝体临时挡水、导流泄水建筑物封堵和水库蓄水等几个阶段;对中小型闸、坝工程,可能不存在坝体临时挡水问题。但对任何工程施工都存在着后期导流问题,而且初期、后期导流密切相关,是一个不可分割的有机整体,设计中应统筹规划、全面安排,才能设计出经济合理、安全可靠的导流方案。

对施工导流风险度分析方法的应用,本标准未作硬性规定,对大型或有特殊要求的水利水电工程必要时可酌情采用。

3.1.3 对工程布置水力条件复杂或有综合利用要求的大型工程,仅靠水力计算难以反映导流建筑物运用过程中的情况,或在导流期间有其他特殊要求时,则应在设计过程中进行必要的导流模型试验,以验证和改善工程布置。

3.2 施 工 导 流 标 准

3.2.1 条文中导流建筑物级别划分与 SL 252—2000 的规定一致。

本标准划分导流标准的特点主要有:仅划导流建筑物的级别而不划等,并将导流建筑物划分为三级;各施工阶段导流建筑物的级别应视其服务对象的重要性不同而有区别;严格控制最高级

别出现。导流建筑物属短期使用的临时性工程。为了节约投资，在拟定划级所依据各种指标时，指导思想是将绝大部分导流工程划为 4 级或 5 级，对划为 3 级导流建筑物的指标控制较严。

表 3.2.1 中四项指标说明：

(1) 保护对象是永久建筑物，其级别作为划分导流建筑物级别的依据之一，各级永久建筑物相应的临时建筑物级别宜划为 4~5 级；只有同时满足表 3.2.1 中 3 级导流建筑物一栏两项以上指标，其导流建筑物级别才有条件研究提高到 3 级的可能性。

(2) 失事后果一栏很难用定量指标体现。美国土木工程学会大坝分级标准，将失事后果按人口死亡和灾害划分为三级。英国土木工程学会按人口死亡和财产损失划分为四级。俄罗斯等一些国家提出施工期按成本分类划分等级。本标准将围堰失事后带来的经济损失按其程度划为重大、较大和较小三级。失事后果的定量分析方法尚不成熟，暂不列入标准。

(3) 使用年限系指各施工阶段导流建筑物的运用年限，围堰挡水期越长，遭遇洪水破坏的可能性越大，承担的风险也就越大。国内外大型水利水电工程主体工程施工期(从基坑开挖到发电)大约为 5~7 年，一般工程大约 3 年左右。故将 3 级导流建筑物使用年限定在 3 年以上，4~5 级导流建筑物的使用年限框在 3 年以内。

(4) 导流工程的规模用围堰高和堰前库容来衡量，本标准规定工程规模的上限为围堰高大于 50m、库容大于 $1 \times 10^8 \text{m}^3$ ，两项指标要同时满足。规定同时满足堰高与库容两个指标，实质上是由较低指标控制，在平原地区河流上往往是堰高控制，高山峡谷区河流则多受库容控制。我国几个大型工程的围堰高度和库容见表 1。

(5) 同一导流建筑物的不同部位因作用不同应有差别，如混凝土纵向围堰的上段、中段和下段，如中段与坝体结合，上段、下段可能需要分别拟定不同的级别。

表 1 我国几个大型工程的围堰高度和库容

工程名称	围堰高度(m)	库容(10^8m^3)
龙羊峡	53	9.8
丹江口	45	26
升钟	46.5	2
三峡(三期)	121	124

3.2.3 本标准规定临时建筑物划分为 3 个级别,但允许个别特殊工程经充分论证、报主管部门批准后可另行确定。如特殊情况下围堰挡水发电时,其级别提高可不限于一级。

3.2.4 本条规定有下列几个方面的含义:

(1) 在不同导流分期,导流建筑物可能有不同级别。

(2) 同一导流分期的导流建筑物,可能因作用和型式不同,其级别也不一,如上游围堰、下游围堰、纵向围堰就可能采用不同级别。

(3) 同一导流分期采用相同的洪水标准,采用同一洪水标准来确定各导流建筑物设计高程。

3.2.5 本条规定调整导流建筑物结构设计级别应具备的条件。

3 在特殊情况下不宜限制过死。仅从下列两种特殊情况阐明:

(1) 长距离引水式电站。例如,宝兴水电站为长距离引水式电站,引水枢纽至电站厂房相距 **18km**,其间河道无重要城镇,其拦河坝枢纽工程施工工期 **2** 年,但厂房及引水洞工程施工工期 **3** 年,故坝体施工不占直线工期,其围堰堰高不到 **10m**。按原标准表 **2.2.1** 划分,除使用年限大于 **1.5** 年以外,其他指标均为 **5** 级建筑物,但“以最高级别为准”则导流标准应为 **4** 级建筑物,洪水重现期 **10~20** 年。然而实际选择 **5** 级建筑物,洪水重现期为 **5** 年,其导流量和导流工程规模比前者可减少一半,而且若遇超标洪水时,除需重建围堰、清理基坑、延长三个月工期外不会影响第一台机发电,也无其他不利,尚可节约大量投资。类似的工程

还有西藏沃卡水电站等。

(2) 抽水蓄能电站。抽水蓄能电站水库往往利用山区垭口围建而成，无天然径流，洪水由暴雨汇集而成，坝体和进出口施工期如修建围堰，其级别则不宜限制过死。

3.2.6 本条规定按下列几个问题阐述：

(1) 洪水标准分级，我国曾采用一级、二级、三级三种方法，即一级不分设计校核，只有一个标准，英美等国多用此法；二级分设计、校核，我国过去常用；三级即设计、校核之外，再加保坝标准。本条只采用一个设计标准，使用起来简便。

(2) 导流建筑物类型的影响：洪水标准是否需考虑导流建筑物类型的影响，有不同看法。本条考虑了导流建筑物类型的影响。一般概念，土石类型漫水失事的可能性比混凝土类型建筑物要大一些。根据 1981 年《全国水库垮坝登记手册》资料统计，绝大多数垮坝坝型为土石型，混凝土坝型只有四川的三座小坝，均为小(2) 型，且均属坝身漏水导致垮坝。垮坝总数中由于过水漫顶失事的占 51.5%，仅有两座大型土坝工程，即河南的板桥和石漫滩，1975 年 8 月 8 日遇特大洪水漫顶垮坝；相反，闹德海、磨子潭、佛子岭和拓溪等混凝土坝型，发生洪水漫顶后，都未垮坝。水利水电工程中，由于洪水漫顶而溃堰也是土石类型占多数，如白莲河上游土石围堰、新丰江下游土石过水围堰等。因此，表 3.2.6 将围堰类型列为确定洪水标准的一个条件，土石围堰的设计洪水标准较同级混凝土围堰定的更高。

(3) 水文计算：采用重现年法，便于使用。

(4) 洪水标准封顶：3 级导流建筑物采用 50 年重现期封顶。4 级导流建筑物封顶洪水标准为常用标准，比较重要。对 4 级建筑物洪水封顶有两种不同意见，一是 30 年，二是 20 年。后者为我国惯用标准。据不完全统计，我国导流标准习惯用 5 年、10 年、20 年、50 年等标准。从我国设计实际出发，并考虑到规范具有一定的先进性，本条规定 4 级导流建筑物采用 20 年封顶。为了增加安全度，某些特别重要工程建议考虑遭遇超标准洪水的预案。

我国若干已建和在建水利水电工程导流标准统计见表 2。

3.2.7 阐明同期导流建筑物中如其中一部分系利用永久建筑物，利用部分的结构设计标准应按永久建筑物采用，但其作为担负导流任务而言，与其他临时导流建筑物组合成一个整体，其导流设计级别应与其他临时导流建筑物级别相同，即仍应按表 3.2.1 规定划分，亦即导流设计洪水标准不因其系永久建筑物而提高。

3.2.8 本条较原标准增加两款均基于考虑降低施工导流的风险。

3.2.11~3.2.13 采用过水围堰允许基坑淹没的导流方式在国内外得到相当广泛运用，让河流最大洪峰流量通过围堰或施工中的坝体，事实证明是既经济又可行的。我国已建和在建工程过水围堰挡水流量标准见表 3。

过水围堰的特点是既挡水又泄水，确定过水围堰标准的程序一般为，

(1) 确定过水围堰挡水标准。过水围堰的挡水标准确定基于下列几方面考虑：①根据我国设计施工经验，选择过水围堰的挡水流量应经过充分比较论证，使选定的流量符合河流水文特性、满足基坑工期要求，而且经济合理；②我国以往习惯采用的过水围堰挡水标准变化范围，一般是在挡水时段 3~20 年一遇之内，本条采用这个范围值是可靠的；③除了按重现期确定外，当水文系列较长时，亦可在分析实测资料基础上确定。

(2) 确定过水围堰级别。过水围堰的级别，我国以往习惯的设计方法是对应永久建筑物的等级即可确定围堰级别，此标准主要用于堰体稳定和结构计算。本条规定按表 3.2.1 确定过水围堰级别，一般情况下因挡水期围堰较低，库容较小，所定级别不会高于 4 级，这是符合我国实际设计施工情况的。

(3) 确定围堰挡过水的洪水标准。过水围堰的过水流量同样可用频率法和实测资料两种方法确定。第一种方法用确定的围堰级别查表 3.2.6 选定过水流量标准，第二种方法是分析实测洪水后选定过水标准。围堰过水最危险状况不一定发生在最大洪水期，

表 2 我国已建和在建工程导流标准统计

序号	工程名称	坝型	永久建筑物级别	导流方式	围堰型式	堰高(m)	导流设计标准		实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)	流量(m ³ /s)		
1	丹江口	混凝土宽缝重力坝	1	分期导流	一期低水土石围堰	13	20(5月份)	8060	5590	
					一期高水土石围堰	21	20(全年)	34500	5770	1958
					二期土石围堰	42.5	全年 设计 100 校核 200	47000 52000	—	—
2	富春江	混凝土重力坝	2	分期导流	一期竹笼戗石围堰	16	20(分年)	18400	10800	—
					二期堆石竹笼围堰	15	20(枯水期)	10160	—	1960
					三期木笼戗石围堰		10(枯水期)	8550	—	—
3	刘家峡	混凝土重力坝	1	隧洞导流	混凝土拱形围堰	49	10(全年)	4700	5350	1966

表 2(续)

序号	工程名称	坝型	永久建筑物级别	导流方式	围堰型式	堰高(m)	导流设计标准		实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)	流量(m ³ /s)		
4	龚嘴	混凝土重力坝	1	明渠导流	木板心墙堆石围堰	35	全年	设计 20 校核 50	9650 10600	5680 1967
5	青铜峡	混凝土重力坝	2	分期导流	一期低水草土围堰			10(枯水期)	2130	—
					一期高水草土围堰	9.5		20(全年)	5450	4200
					二期草土、土石混合围堰	17.5	全年	设计 20 校核 50	5450 6200	5940 —
6	碧口	黏土心墙坝	1	隧洞导流	围堰与坝体结合			14 年实测最大	3260	1310
7	八盘峡	混凝土闸坝	2	分期导流(分四期)	一期土石围堰		全年	设计 20 校核 50	经刘家峡水库调节后 5500	3680 1972
8	白山	混凝土重力拱坝	1	明渠导流	土石围堰	28		10(枯水期)	2910	— 1976

表 2(续)

序号	工程名称	坝型	永久建筑物级别	导流方式	围堰型式	堰高(m)	导流设计标准			实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)		流量(m ³ /s)		
9	葛洲坝	混凝土闸坝	1	分期导流	二期上游堆石围堰	42	全年	设计 10 校核 20 保坝 125	66800 71100 86000	72000	1980
10	铜街子	混凝土重力坝	1	明渠导流	一期土石围堰	17	20(全年)		9200	—	1989
					二期土石围堰	29	全年	设计 20 校核 50	9200 10300	—	
11	漫湾	混凝土重力坝	1	隧洞导流	土石围堰	64.3	20(全年)		9500	—	1987
12	龙羊峡	混凝土重力拱坝	1	隧洞导流	混凝土心墙堆石围堰	53	全年	设计 20 校核 50	4100 4720	5570	1989

表 2(续)

序号	工程名称	坝型	永久建筑物级别	导流方式	围堰型式	堰高(m)	导流设计标准			实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)		流量(m ³ /s)		
13	水口	混凝土重力坝	1	明渠导流	二期土石围堰	44.5	全年	设计 20 校核 50 保堰 100	28400 32200 35000	10750	1989
					三期上游横向碾压混凝土围堰	48	10(全年)		25200	31300	—
14	二滩	混凝土双曲拱坝	1	隧洞导流	土石围堰	56	全年	30 保堰 50	13500 14600	8170	1994
15	万家寨	混凝土重力坝	1	分期导流	上、下横向为土石围堰,一、二期纵向为碾压混凝土围堰	12	20(全年)		8350	—	1995
						25.6	20(全年)		8350	—	

表 2(续)

序号	工程名称	坝型	永久建筑物级别	导流方式	围堰型式	堰高(m)	导流设计标准		实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)	流量(m ³ /s)		
16	三峡	混凝土重力坝	特	明渠导流	一期土石围堰	42	20(全年)	72300	—	—
					二期上游横向土石围堰	82.5	100(全年)	83700	—	1998
					三期上游横向碾压混凝土高围堰	121	全年 20 100(保坝)	72300 83700	—	2003
					三期上游低水横向土石围堰		4 月实测最大	17600	—	2002
					二、三期下游横向土石围堰	68.5 (二期) 36.5 (三期)	20(全年)	723000	—	2002
17	小浪底	土斜墙堆石坝	特	隧洞导流	均质土围堰	59	全年 设计 100 校核 500 保坝 1000	17340 24760 26640	—	1988

表 3 我国已建和在建工程过水围堰挡水流量标准

序号	工程名称	坝型	坝高(m)	导流方式	围堰型式	堰高(m)	挡水流量标准		实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)	流量(m ³ /s)		
1	上犹江	空腹重力坝	67.5	隧洞导流	土石面板式过水围堰	20	—	300	1890	1955
2	新安江	宽缝重力坝	105	明渠导流	一期木笼围堰	16	20(枯水期)	4600	4650	1955
					二期木笼围堰	22	20(枯水期)	4600	9700	
3	流溪河	拱坝	78	隧洞导流	土石过水围堰	14	20(枯水期)	196	1230	—
4	柘溪	大头坝	104	隧洞明渠导流	土石木笼面板式过水围堰	29~32	10(枯水期)	2700	4086	1959
5	新丰江	大头坝	105	明渠导流	土石过水围堰	25	10(枯水期)	1000	3750	1959
6	刘家峡	重力坝	147	隧洞导流	混凝土拱形围堰	49	10(全年)	4700	5350	1966
7	乌江渡	拱形重力坝	165	隧洞导流	混凝土拱形围堰	40	10(枯水期)	1320	7450	1971
8	黄龙滩	重力坝	107	明渠导流	土石面板式过水围堰	16.5	5(枯水期)	800	6570	1973

表 3(续)

序号	工程名称	坝型	坝高(m)	导流方式	围堰型式	堰高(m)	挡水流量标准		实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)	流量(m ³ /s)		
9	大化	混凝土溢流坝	78.5	分期导流	二期土石过水围堰	30~40	20(枯水期)	2350	9130	—
10	东江	拱坝	157	隧洞导流	混凝土重力式围堰	33.5	20(枯水期)	1760	3540	1978
11	安康	混凝土重力坝	128	明渠导流	二期上游混凝土拱形围堰	30	10(枯水期)	4700	31000	1984
12	紧水滩	双曲拱坝	102	隧洞导流	混凝土拱形围堰	23	20(枯水期)	2040	—	1984
13	隔河岩	重力拱坝	151	隧洞导流	上游碾压混凝土拱形围堰	40	—	3000	7500	1988
14	天生桥二级	混凝土溢流坝	60.7	明渠导流	土石过水围堰	14.7	10(枯水期)	1230	4310	—
15	东风	双曲拱坝	162	隧洞导流	土石过水围堰,下游混凝土重力式围堰	17.5	10(枯水期)	919	5140	1989

表 3(续)

序号	工程名称	坝型	坝高(m)	导流方式	围堰型式	堰高(m)	挡水流量标准		实际最大流量(m ³ /s)	建成年份
							重现期(年)	流量(m ³ /s)		
16	岩滩	重力坝	110	明渠导流	二期上下游碾压混凝土重力式围堰	52.3	5(全年)	15100	19100	1990
17	五强溪	重力坝	87.5	分期导流	二期上游碾压混凝土重力式围堰	41	2.17(全年)	18000	—	1989
					二期下游土石过水围堰	17.0	2.17(全年)	18000	—	
18	普定	碾压混凝土拱坝	75	隧洞导流	土石过水围堰	15.5	10(枯水期)	423	2600	—
					一期混凝土重力式围堰	18.7		4090		—
19	天生桥一级	面板堆石坝	178	隧洞导流	土石过水围堰	32.4	20(枯水期)	1670	—	1984
20	莲花	面板堆石坝	71.8	隧洞导流	土石过水围堰	29.2	20(枯水期)	1860	799	1995
21	江垭	碾压混凝土堆石坝	131	隧洞导流	上游碾压混凝土拱形围堰	20.5	10(枯水期)	2100	—	1995
					下游碾压混凝土重力式围堰	—	—	—	—	—
22	大朝山	碾压混凝土堆石坝	111	隧洞导流	上游碾压混凝土拱形围堰	52.5	10(枯水期)	3940	4900	1980
					下游土石过水围堰	15	—	—		

本条规定过水期应找出最危险流量作为控制标准。

3.2.15 由于施工管理、施工技术和机械化水平的提高，截流经验不断丰富，目前大流量的河道截流标准有下降趋势。

以往国内外多选用 5~20 年重现期月或旬平均流量作为截流标准，我国实际截流情况是：除极个别工程外，设计截流流量远远大于实际发生的流量，一般为 1~3 倍。说明我国以往截流标准普遍偏高，因此本条文未将截流标准限制过死，使用本标准时应注意到这一点。

截流设计标准的确定允许采用重现期法以外的其他方法，设计中往往采用综合比较成果的方法确定截流流量。即先分析实测水文资料，然后再比较频率分析成果后确定。

在上下游有梯级水库，由于水库的调蓄作用而改变了河道的水文特性时，工程截流时段内的截流标准和截流流量的选择将产生根本性的变化。此时应综合分析水文、施工、上下游水库调度运行、发电、通航、防凌等因素确定截流设计流量。

3.2.16 坝体施工期挡水度汛标准，原标准表 2.2.3 中拦洪库容大于 $1.0 \times 10^8 \text{m}^3$ 一栏中洪水重现期没有起始封口，鉴于坝体挡水度汛一般仅 1~2 个汛期，随后永久泄水建筑物即可投入正常运转，故将原标准中土石坝洪水重现期大于 100 年改为不小于 100 年；混凝土坝洪水重现期大于 50 年改为不小于 50 年。从前面表 2 列举的工程实例和乌江渡工程实例（见表 4）来看，实测最大流量大都小于施工导流设计流量，说明修改后的坝体施工期挡水度汛标准更符合工程实际情况。

3.2.17 水库蓄水阶段或大坝施工期运用阶段的度汛标准，因导流泄水建筑物已经封堵、永久泄洪建筑物已具备泄洪能力，故这个标准比建成后的大坝正常运用洪水标准低，用正常运用时的下限值作施工期运用的上限值。由于混凝土坝施工期运用的标准应比土石坝低，故取土石坝的下限值作混凝土坝的上限值。

表 4 乌江渡工程坝体施工期实测最大流量

年份	大坝浇筑高度 (m)	拦洪库容 (10^8m^3)	设计标准及流量(m^3/s)	实测最大流量 (m^3/s)	泄洪方式
1976	36	0.1	20 年重现期, 11000	7450	导流洞、缺口
1977	36~39	0.18	20 年重现期, 11000	5505	导流洞、底孔、缺口
1978	57~60	0.73	20 年重现期, 11000	6174	导流洞、底孔、缺口
1979	90	2.9	50 年重现期, 13000	3129	放空洞、泄洪洞、底孔、缺口
1980	126	9.2	100 年重现期, 14600	6470	放空洞、泄洪洞、中孔、缺口
1981	157	20	200 年重现期, 15100	2000	泄洪洞、滑雪式溢洪道、引水钢管

3.3 施工导流方式

3.3.1 导流方式不仅指初期导流而且包括后期导流,因此,分类时把常用的后期导流方式包括在内。

3.3.3 大中型水利水电工程施工导流一般均优先研究分期导流的可能性和合理性。因这类工程工程量较大、工期较长,分期导流有利于提前受益,且对施工期通航、过木和排冰影响较小。国内采用分期导流的工程较多,如葛洲坝和三峡等工程。影响采用分期导流的因素很多,纵向围堰的布置条件是主要因素之一。布置纵堰后的一期河床束窄率,根据国内外 20 个采用分期导流工程的统计资料(见表 5),最大为 70% (青铜峡),最小为 27% (古田一级),平均为 51%。

表 5 国内外分期导流一期河床束窄率实例

枢纽名称	河床束窄率(%)	枢纽名称	河床束窄率(%)
青铜峡	70	别尔木	60
新安江	60	萨阳—舒申斯克	58
西津	60	伏尔谢	52
三门峡	58	布拉茨克	30
丹江口	50	齐雅	50
大化	40	克拉斯诺雅尔斯克	50
富春江	37	齐姆良	49
古田一级	27	乌格里却	47
高尔可夫	68	卡霍夫卡	40
古比雪夫	60	铁门	35

3.3.5 枯水期围堰挡水的导流方式在我国应用很多,特别是一个枯水期有条件抢出枯水面的中型闸、坝工程更适宜采用。在汛期虽淹没基坑但对工程进度影响不大且淹没损失不大的情况下,可通过论证采用枯水期围堰挡水的导流方式。

3.4 围 堰

3.4.1 围堰工程系临时性水工建筑物,具有使用期短、修建时间受限制、使用任务完成后往往还需拆除等特点。因此,围堰结构型式应在满足安全运用的基础上,力求结构简单、修筑及拆除方便、造价低廉。设计中应作多种方案比较,经全面论证后,因地制宜地选择适应这些特点的堰型。

我国部分已建和在建工程的围堰指标见表 6。

表 6 我国部分已建和在建工程的围堰情况

序号	工程名称	导流方式	围堰类型	围 堰 工 程			
				部位	结构型式	最大高度(m)	地基情况及防渗措施
1	响洪甸	隧洞导流	土石围堰	上游横向	木板心墙堆石	25.5	覆盖层,钢板桩防渗
2	龚嘴	明渠导流		二期上横	木板心墙石渣	35.0	覆盖层,混凝土防渗墙
				二期下横	混凝土心墙石渣	—	覆盖层,混凝土防渗墙
3	三门峡	分期导流		二期上横	黄土心墙土石混合	33	岩基
4	丹江口	分期导流		二期上横	黏土心墙土石混合	42.5	覆盖层,长铺盖防渗
5	毛家村	隧洞导流		上游横向	黏土斜墙石渣	39.0	覆盖层,长铺盖防渗
6	升钟	隧洞导流		上游横向	黏土斜墙石渣	46.5	覆盖层,长铺盖防渗
7	白山	隧洞导流		上游横向	风化砂斜墙石渣	28.0	覆盖层,铺盖防渗
8	葛洲坝	分期导流		一期纵向	黏土斜墙石渣	20.0	覆盖层,混凝土防渗层
9	漫湾	隧洞导流		上游横向	黏土斜墙石渣	64.3	覆盖层,混凝土防渗层
10	水口	明渠导流		二期上横	土工膜心墙石渣	44.5	覆盖层,混凝土防渗层
11	二滩	隧洞导流		上游横向	黏土斜墙石渣	56.0	覆盖层,高压喷射防渗板墙
12	铜街子	明渠导流		二期上横	木板心墙石渣	29.0	覆盖层,混凝土防渗层
13	宝珠寺	明渠导流		二期上横	土工膜斜墙石渣	31.0	覆盖层,混凝土防渗层
14	大峡	明渠导流		二期上横	土工膜心墙石渣	33.0	覆盖层,混凝土防渗层
15	龙羊峡	隧洞导流		上游横向	混凝土心墙石渣	53.0	覆盖层,混凝土防渗层
16	小浪底	隧洞导流		上游横向	均质土	59.0	覆盖层,混凝土防渗层,铺盖
17	鲁布革	隧洞导流		上游横向	黏土斜墙石渣	44.4	斜墙放在岩基上
18	三峡	明渠导流		一期	土工膜接混凝土防渗墙	42	覆盖层及风化岩层,混凝土防渗墙为主
			二期上横	土工膜接混凝土防渗墙	82.5	覆盖层及风化岩层,混凝土防渗墙为主	
			二期下横	土工膜接混凝土防渗墙	57.0	覆盖层及风化岩层,混凝土防渗墙为主	
19	李家峡	隧洞导流	上游横向	土工膜接混凝土心墙	约 24	覆盖层,混凝土防渗墙	

表 6(续)

序号	工程名称	导流方式	围堰类型	围 堰 工 程			
				部位	结构型式	最大高度(m)	地基情况及防渗措施
20	刘家峡	隧洞导流	混凝土围堰	上游横向	混凝土拱形	49.0	岩基
21	乌江渡	隧洞导流		上游横向	混凝土拱形	40.0	岩基
22	紧水滩	隧洞导流		上游横向	混凝土拱形	23.0	岩基
23	岩滩	明渠导流		二期上横	碾压混凝土重力式	52.3	岩基
				二期下横	碾压混凝土重力式	39.2	岩基
24	隔河岩	隧洞导流		上游横向	碾压混凝土拱形	40	岩基
25	东江	隧洞导流		上游横向	混凝土重力式	33.5	岩基
26	水口	明渠导流		二三期纵向	碾压混凝土重力式	48.0	岩基
				三期上横	碾压混凝土重力式	48.0	岩基
27	三峡	明渠导流		二三期纵向	碾压混凝土重力式	95.0	岩基
				三期上横	碾压混凝土重力式	124.0	岩基
28	黄龙滩	分期导流		纵向	混凝土重力式	20.5	岩基
29	万安	分期导流		二期上横	碾压混凝土重力式	24.0	岩基
30	江垭	隧洞导流		上游横向	碾压混凝土拱形	20.5	岩基
31	五强溪	分期导流		一期上横	混凝土重力式	18.6	岩基
				二期上横	碾压混凝土重力式	41.0	岩基

3.4.2 对不同围堰型式的适应性阐述如下：

(1) 土石围堰系就地取材修建，堰体材料可充分利用工程开挖渣料和截流戗堤，有利于降低工程造价，且具有施工技术简单、能直接在流水中修建、施工过程中即可投入运用等优点。因此，是设计中常采用的一种堰型。

(2) 混凝土围堰断面相对较小，具有较强的抗冲能力，因此，纵向围堰常采用这种堰型，当过水围堰单宽流量较大时也宜采用。碾压混凝土是近年来国内外发展的新技术，具有造价低、施工速度快等优点。由于围堰施工需要与洪水赛跑，因此修建碾压混凝土

土围堰十分有利，宜推广采用。

(3)1908 年美国纽约州布法罗城黑石港修建第一座钢板桩格形围堰后，国外已在水利、港口工程广泛应用。1976 年长江葛洲坝二期围堰工程，采用了钢板桩围堰，设计施工运转良好。这种围堰具有安全可靠、抗冲刷、断面小、施工机械化程度高，易于拆除等优点。特别是钢板桩回收率高可以重复使用。但该种围堰的钢板桩要求为横向锁口抗拉强度高的直腹板型，国内尚未定型生产，故全面推广受到限制。钢板桩格形围堰按其平面几何形状分成圆形、鼓形和花瓣形三种。围堰的高度除美国马克兰德厂房的双排圆形格形围堰的高度为 35.0 m 外，其余均在 30m 以下，故本标准定为 30m 为最大上限。美国肯塔基围堰建在 29m 厚覆盖层上，板桩通过 15m 厚砂砾石覆盖层，打桩相当困难。

(4)根据国内已建の木笼围堰实践经验，其最大高度达到 18m，但结构处理极为困难，运用中发生拉开现象。草土围堰最初是在兰州自来水厂取水口施工中应用，围堰高为 6m。20 世纪 70 年代开始，黄河上的青铜峡、盐锅峡和八盘峡，汉江上的石泉等枢纽修建的草土围堰均超过 10m。本条强调环境保护条件是选用堰型的重要因素之一。

3.4.3 葛洲坝砂壤土 ($K=10^{-4}\text{cm/s}$) 作围堰防渗心墙，运用中证明防渗效果良好，且国内外在围堰及永久性工程设计中多采用此值，亦能满足要求，故围堰防渗土料的渗透系数定为 $K\leq 10^{-4}\text{cm/s}$ 。堰壳料的排水效果要求良好，可用 $K\geq 10^{-2}\text{cm/s}$ 的无凝聚性的自由排水材料。

3.4.4 围堰结构设计大部分与坝工设计要求相同，由于围堰具有使用期短、围堰前水位时涨时落等特点，设计荷载只需按正常情况进行计算，若遇超标准荷载，可采取临时措施解决，因此，围堰顶宽应满足度汛抢险施工需要。

3.4.5 围堰一般只需进行常规边坡稳定安全校核，如围堰水头较高，宜对其应力、应变进行有限元分析。

3.4.6 混凝土围堰也具有使用期短，特别洪水时涨时落、最高水

表 7 我国若干工程过水围堰情况

序号	工程名称	年份	围堰型式	堰高 (m)	过流量 (m ³ /s)		单宽流量 (m ³ /s)		堰面防护措施	过流情况
					设计	实际	设计	实际		
1	上犹江上游围堰	1957	土石混合	20	3400	1800	40	27	竹筋混凝土面板,厚 3m	过流后发现有大石滚过坡面
2	石泉下游围堰	1972	土石宽顶堰	8.5	5000~8000	3420	—	34.2	铅丝笼, 2m×1.6m×1.0m	浆砌石墙倾倒, 决口 15m, 笼内块石大部分被冲走
3	柘溪上游围堰	1959	土石木笼	32	9650	4086	—	13.5	0.5m 厚混凝土板及钢筋笼、竹笼	冲走 15 个铅丝笼, 其他部分冲空
4	建溪下游围堰		木笼	24	16500	7000	85	45	—	第一次过流变形较大, 堰顶最大位移达 1.2m
4	新丰江上游围堰	1959	土石混合	25	2240	3750	13	31	混凝土面板, 厚 1.5~2.0m	施工期面板未做即过流, 堰体冲毁 2/5

表 7(续)

序号	工程名称	年份	围堰型式	堰高 (m)	过流量 (m ³ /s)		单宽流量 (m ³ /s)		堰面防护措施	过流情况
					设计	实际	设计	实际		
6	七里垅上游围堰	1961	竹笼土石	28	18400	11000	37	<37	竹筋混凝土面板	由于堰体大渗水使堆石冲走,导致镇墩失去稳定而失事
7	新安江上下游围堰	1958	木笼	上 16 下 15.7	16000	4650		上 32.6 下 47.0	堰顶混凝土面板,最大厚度 2.5m	木笼均做在基岩上,过流情况良好
8	故县土石围堰	1979	土石围堰	14	4750	—	—	—	混凝土面板厚,0.5m~2.0m	消力戽消能
9	乌江渡下游围堰	1972	木笼堆渣混合式	—	6000	5820	—	75	混凝土面板,厚 0.5~1.8m	木笼镇墩做在覆盖层上,面流消能
10	大化二期上游围堰	1980	土石宽顶堰	30~40	19000	9130	70	44	堰顶混凝土板,厚 0.5~0.8m,钢筋笼护坡	情况良好

表 7(续)

序号	工程名称	年份	围堰型式	堰高 (m)	过流量 (m ³ /s)		单宽流量 (m ³ /s)		堰面防护措施	过流情况
					设计	实际	设计	实际		
11	天生桥二级 上游围堰	1987	土石	14.7	3700	2715	36	26	混凝土楔形板,尺寸为 3.5m×2.0m×0.7m	情况良好
12	东风上游围堰	1989	土石	17.5	7370	4250	101	57	混凝土楔形板,尺寸为 3.3m×2.0m×0.7m	情况良好
13	普定上游围堰	1990	土石	15.5	3150	2300	75	53	混凝土楔形板,尺寸为 3.0m×3.0m×0.5m	情况良好
14	五强溪二期 下游围堰	1992	土石	17	—	—	—	—	台阶式碾压混凝土 面板,厚 0.7m	情况良好
15	马骝滩二期 上游围堰	—	土石	20.8	—	—	—	—	钢筋石笼护面结构	—

位持续时间不长等特点。因此,将基础允许出现的主拉应力定为 0.15MPa 以下,堰面允许有 0.2MPa 以下的主拉应力。

3.4.7 选用何种堰基防渗方式,主要取决于堰基覆盖层深度、组成情况、物理力学特征和渗流特性。设计中针对覆盖层的不同情况,采用相适应的有效防渗措施,以达到防渗效果好、施工方便、工期满足要求、防渗处理费用较低的目的。

3.4.8、3.4.9 条文提出的是过水围堰和不过水围堰一般常用的防冲措施,设计中应针对工程具体情况,因地制宜地采取有效的防冲措施,选用恰当的材料,力求在节约投资的基础上,使围堰在运用过程中安全可靠。

我国若干工程过水围堰情况见表 7。

3.4.10 本条 3、4 两款是确定安全超高时应考虑的其他因素。

3.5 导流泄水建筑物

3.5.1、3.5.2 导流明渠布置应力求水力条件良好,宜不恶化施工条件,并能减少工程量,特别是困难的水下开挖量。明渠上、下游水流衔接条件以及出口消能设计对运行安全影响甚大。

我国已建导流明渠的经验可供借鉴,表 8 给出了部分导流明渠工程参数。

表 8 我国部分导流明渠工程参数

序号	工程名称	坝型	导流方式	设计流量 (m³/s)	断面型式	明渠尺寸(m)		底坡 (%)	综合利用
						长	宽		
1	龚嘴	重力坝	明渠导流	9650	梯形	600	35~45	5.4	漂木
2	映秀湾	泄水闸	明渠导流	620	矩形	308	14	7.84	漂木
3	陆水	装配式重力坝	明渠导流	3000	复式断面	850	12.23	3.0,0.42	—
4	柘溪	大头坝	明渠,隧洞导流	1300	矩形	560	16	2.5	放木

表 8(续)

序号	工程名称	坝型	导流方式	设计流量 (m ³ /s)	断面型式	明渠尺寸(m)		底坡 (‰)	综合利用
						长	宽		
5	白山	重力拱坝	明渠导流	3490	梯形	567	20	7.0,0	排冰
6	黄龙滩	重力坝	明渠导流	800	梯形	328	8	2.5,1.15	—
7	新丰江	大头坝	明渠导流	1000	梯形	400	8	1.0	—
8	泄潭	拱坝	明渠导流	1020	梯形	370	8	1.0	放木
9	铜街子	重力坝	明渠导流	10300	矩形	590	54	10	漂木
10	岩滩	重力坝	明渠导流	15100	梯形	1110	65	—	—
11	宝珠寺	重力坝	明渠导流	9570	矩形	527	35	—	—
12	水口	重力坝	明渠导流	32200	矩形	1170	75	3.0	通航,放木
13	三峡	重力坝	明渠导流	83700	复式断面	3410	350	—	通航
14	大峡	重力坝	明渠导流	5000	矩形	628	40	—	—
15	安康	重力坝	明渠导流	4700	梯形	412	40	—	通航

3.5.3 为使明渠后期封堵方便,宜避免做成“光板”式,如果明渠内不设闸墩,封堵明渠时应另建围堰,增加了施工麻烦,往往还会因此拖长工期、影响枢纽工程按时受益,陆水导流明渠设计就有过这方面的教训。

3.5.4 导流隧洞布置除须适应地质条件外,并力求水力学条件良好、工程量省。具体布置时应符合《水工隧洞设计规范》(SL 279—2002)关于导流隧洞的有关规定,但导流隧洞系临时性建筑物,应因地制宜适当降低标准。例如,净距未作具体规定,可根据地质和受力条件研究确定。导流隧洞如能与永久隧洞相结合,可节省工程费用。中、低水头枢纽,永久隧洞进口一般较低,如能满足导截流要求,则有可能全部结合利用。

我国部分工程导流洞参数见表 9。

3.5.6 不与永久工程结合的导流隧洞,其衬砌与否、衬砌采用什么型式受多种条件影响,如围岩稳定性、开挖及衬砌的施工条件、

表 9 我国部分工程导流隧洞参数

序号	工程名称	隧洞长度 (m)	设计底坡 (%)	断面型式	断面尺寸		设计泄流量 (m^3/s)	地质状况	衬砌情况	建成年份
					尺寸 $B \times H$ (m×m)	面积 (m^2)		岩质		
1	官厅	502.1	—	马蹄形	8×8	50.3	350	灰岩	双层钢筋混凝土衬砌, 厚 0.7m	1953
2	梅山	295	—	圆形	$D = 6$	31.9	670	微晶花岗岩	衬砌长 40m, 厚 0.6m	—
3	上犹江	209.56	5.78	圆形	$D = 7$	38.5	300	板岩, 石英砂岩	双层钢筋混凝土衬砌, 厚 1.0m	1955
4	流溪河	193	—	圆形	$D = 6.5$	33.2	196	花岗岩	不衬砌实际最大流速 9.8m/s	1956
5	柘溪	436	3.0	圆拱直墙	12.8×13.6	164	850	坚硬细砂岩及中等坚硬砂质板岩	进出口衬砌小于 8m, 其余不衬砌与明渠联合导流	1959

表 9(续)

序号	工程名称	隧洞长度(m)	设计底坡(‰)	断面型式	断面尺寸		设计泄流量(m ³ /s)	地质状况	衬砌情况	建成年份
					尺寸 $B \times H$ (m×m)	面积 (m ²)		岩质		
6	刘家峡	683	—	圆拱直墙 (左洞)	13.5×13.5	174	1610	云母石英片岩	不衬砌 243m, 顶拱衬砌 110m, 全断面衬砌 3300m	1960
7	乌江渡	501	1.0	圆拱直墙	10×10	86	1320	灰岩, 页岩	全断面衬砌 287m, 其余不衬砌和部分衬砌	1971
8	碧口	658	—	圆拱直墙	11.5×13	145	2840	千枚岩, 凝灰岩	381m 顶拱不衬砌, 114m 边墙和底板不衬砌	1971
9	升钟	532.5	1.0	圆拱直墙	5.5×10.5	55	199	砂页岩互层	钢筋混凝土衬砌, 厚 0.6m	1978
10	龙羊峡	661	6.226	圆拱直墙	15×18	152	3340	花岗岩, 闪长岩	全断面衬砌段长 22.7%, 其余作边墙底板的护面衬砌	1979

表 9(续)

序号	工程名称	隧洞长度(m)	设计底坡(‰)	断面型式	断面尺寸		设计泄流量(m^3/s)	地质状况	衬砌情况	建成年份
					尺寸 $B \times H$ (m×m)	面积 (m^2)		岩质		
11	东江	525.7	5.24	圆拱直墙	11×13	—	—	—	—	1980
12	紧水滩	421	0.236	圆拱直墙	10×15.6	421	2040(枯 $P=5\%$)	花岗岩	顶拱边墙全衬砌,底板局部衬砌	1983
13	鲁布革	786	0.7	方圆形	12×15.3~16.8	178	3523	灰岩,白云岩	钢筋混凝土衬砌,部分顶拱喷锚支护	1985
14	隔河岩	695	1.6	圆拱直墙	13×16	194	3000	灰岩,页岩	0.4~2.0m厚钢筋混凝土衬砌,部分洞顶为0.15m喷锚	1987
15	漫湾	L1458, 高程 890 L2423, 高程 895.2	5 10.2	圆拱直墙	15×18	511	9500	流纹岩	洞挖 $27.9 \times 10^4 \text{m}^3$, 混凝土 $10.15 \times 10^4 \text{m}^3$, 2号洞 220m 长未衬砌	1987

表 9(续)

序号	工程名称	隧洞长度(m)	设计底坡(‰)	断面型式	断面尺寸		设计泄流量(m ³ /s)	地质状况	衬砌情况	建成年份
					尺寸 $B \times H$ (m×m)	面积 (m ²)		岩质		
16	东风	600	—	—	12×13.3	—	—	灰岩	—	1989
17	李家峡	1162.5	7.37	圆拱直墙	11×14	—	—	—	—	1992
18	二滩	L1 1090, L2 1168	—	圆拱直墙	17.5×23	725	13500	—	全断面衬护	1993
19	莲花	L1 913.75, L2 746.83	—	上游段圆形 下游段圆拱直墙	$D=13.7$ 12×14	295	3839	坚硬花岗岩	上游半段结合引水发电采用 0.6m 厚钢筋混凝土衬砌,下游半段采用钢筋混凝土衬砌外,其余为 0.15m 厚喷锚	1994

表 9(续)

序号	工程名称	隧洞长度(m)	设计底坡(‰)	断面型式	断面尺寸		设计泄流量(m ³ /s)	地质状况	衬砌情况	建成年份
					尺寸 $B \times H$ (m×m)	面积 (m ²)		岩质		
20	江垭	527.21	2.0	圆拱直墙	10×12	109.27	2100(枯 $P=10\%$)	中厚层石英砂岩和页岩交互成层	—	1994
21	天生桥一级	L1 982, L2 1054	—	修正马蹄形	13.5×13.5	328	10800	厚层、中厚层泥岩,砂岩互层	喷锚与钢筋混凝土复合衬砌	1994
22	大朝山	644	0.326	圆拱直墙	15×18	255.5	3940(枯 $P=10\%$)	玄武岩	钢筋混凝土衬砌	1996
23	小浪底	L1 1220, L2 1183, L3 1149	6.2 — 6.3	圆形	$D=14.5$	495	入库 17340	砂岩、粉砂岩和夹薄层粘土岩	钢筋混凝土衬砌	1997

表 9(续)

序号	工程名称	隧洞长度(m)	设计底坡(‰)	断面型式	断面尺寸		设计泄流量(m ³ /s)	地质状况	衬砌情况	建成年份
					尺寸 $B \times H$ (m×m)	面积 (m ²)		岩质		
24	小山	596	6.7	圆拱直墙	10×10	—	812	微弱风化安山岩	除进口段及洞身破碎带采用钢筋混凝土衬砌外,其余均采用喷锚支护	1997
25	珊溪	L1 555, L2 308	—	圆拱直墙	9×11 7×11.5	92.23	1100(枯 $P=10\%$)	流纹斑岩和凝灰岩	钢筋混凝土全衬,其中 2 号洞全部与永久泄洪洞结合	1997
26	白溪	566.53	—	圆拱直墙	10×13	—	—	凝灰岩	进口段 55m 和出口段 60m 采用钢筋混凝土衬砌,其余为喷锚支护	1998

隧洞工作水头及流速等,应进行技术经济比较确定。如果围岩在内、外水压力作用下能保持稳定时,可优先考虑不衬砌型式,以达到缩短工期、节约投资的目的。但如果隧洞掘进形成的起伏差较大时,若不衬砌或喷锚,隧洞糙率过高,将大大影响泄流能力,这种情况下,就值得研究衬砌的合理性。关于衬砌型式,一般情况下混凝土衬砌投资较贵,但衬砌厚度如能减薄到 15~20cm (湖南镇工程系用 20cm 厚度衬砌),则因其糙率小,在宣泄同样流量下,开挖断面相对较小,因此,隧洞衬砌与否应经过技术经济比较后确定。隧洞衬砌设计可参照 SL 279—2002 的有关规定。

3.5.7 当导流底孔孔口段出现不可避免的负压时,宜减少负压区,可通过水工模型试验选定良好的进口曲线,国内几个工程采用的底孔进口曲线见表 10。

表 10 底孔进口曲线

工程名称	底孔尺寸(宽×高,m×m)	进口段顶部曲线
新安江	10×13	$x^2/23.5^2 + y^2/7.0^2 = 1$
磨子潭	2.5×5	$x^2/2.5^2 + y^2/0.75^2 = 1$
黄龙滩	8×11	$x^2/7^2 + y^2/3^2 = 1$
三门峡	3×8	$x^2/10^2 + y^2/3^2 = 1$
桓仁	3.5×4	$x^2/6^2 + y^2/1.5^2 = 1$
白山	9×14.2	$x^2/20.4^2 + y^2/6.8^2 = 1$

磨子潭底孔运行中由于进水条件不好,减少泄量 20%。

应注意导流底孔闸门槽对水流的影响,通常底孔闸门孔槽布置在坝外,并须采取措施防止底孔闸门槽顶部进水,使水流在闸门槽后脱离孔壁、孔顶形成负压现象,不仅会减少泄流量,而且可能产生气蚀破坏,影响坝体混凝土质量。如岳城水库坝内涵管闸门槽进水,泄量降低 20%~50%;拓溪坝内涵管闸门槽进水,门槽后流态不稳,引起门槽及管身气蚀破坏。

3.5.8 底孔最大宽度与坝体应力、闸门制造水平、底孔最大尺寸与个数、上下游水流衔接条件等有关,应经综合比较确定。表 11

是国内几个工程导流底孔的宽度与坝段宽的比值，可供设计时参考。

表 11 导流底孔的宽度与坝段宽的比值

工程名称	坝型	坝高 (m)	坝段宽 (m)	底孔宽 (m)	底孔宽/坝段宽
新安江	重力坝	105	20	10	0.5
凤滩	空腹重力坝	111	18	6	0.33
枫树坝	空腹重力坝	93.3	17	7	0.4
桓仁	支墩坝	78.5	16	3.5	0.2
黄龙滩	重力坝	107	20,16	8,6	0.4,0.38
三门峡	重力坝	106	15.6	3	0.19
白山	重力拱坝	150	20	9	0.45
丹江口	重力坝	110	24	4	0.17

3.5.9 为避免发生严重气蚀破坏，若在坝体缺口或梳齿段下部布置底孔同时泄洪时，应重视水力学条件，并尽可能通过水工模型试验确定可否采取这种布置方式并研究出口水流对下游坝基冲刷影响。盐锅峡工程两个 $4\text{m} \times 9\text{m}$ 导流底孔，施工过程中，上部坝体缺口与下部底孔同时泄洪，致使两个底孔间的 3m 厚中墩被气蚀击穿，两侧孔壁亦遭到 2.5m 深的严重气蚀破坏，这一事故给工程施工造成很大困难。

我国部分导流底孔工程情况见表 12。

3.5.10 导流涵管如仅按导流使用看，属于临时性建筑物，但因其埋在当地材料坝底部，构成坝体一部分，如导流管道开裂、漏水，土坝产生不均匀沉陷，可能沿管外壁发生集中渗流，引起土坝失事。当涵管建在土基上时，地基应特殊处理。有的建在软基上的涵管，平面上采用格形的钢板桩，在板桩间开挖坝基土层，回填坝体土料，压实后再将涵管置于其上。

3.5.11 空腹坝在施工过程中坝体过流时，应采取措施使腔内形成水垫或浇筑临时溢流面。几个工程实例：

(1) 石泉大坝右岸 12~22 号坝段为空腹重力坝，1972 年汛

表 12 我国部分导流底孔工程情况表

序号	工程名称	坝型	坝高/ 坝段宽 (m)	孔数—尺寸 (宽×高, m×m)	断面型式	布置型式	使用情况
1	新安江	重力坝	105/20	3—10×13	拱门形	跨中布置	通航、过筏,实际最大水头 32.8m,流速 21.3m/s,情况良好
2	三门峡	重力坝	106/16	12—3×8	矩形	每跨 2 孔,跨中布置	改建为冲沙孔
3	丹江口	重力坝	97/24	12—4×8	贴角矩形	每跨 2 孔,跨中布置	实际最大水头 34.7m,流速 19.9m/s,17 号坝段进出口门槽未封盖,气蚀严重
4	凤滩	空腹重力拱坝	112.5/18	3—6×10	拱门形	跨中布置	空腹段为明槽,流态气蚀严重
5	柘溪	大头坝	104/16	1—8×10	拱门形	支墩间,跨缝布置	过筏,同隧洞配合使用,运行时间较短
6	古田二级	平板坝	44/7.6	2—4×4	—	支墩间	—
7	白山	重力拱坝	149.5/16	2—9×21	拱门形	跨中布置	排冰,运行情况良好

表 12(续)

序号	工程名称	坝型	坝高/ 坝段宽 (m)	孔数—尺寸 (宽×高, m×m)	断面型式	布置型式	使用情况
8	龚嘴	重力坝	85.5/16.22	1—5×6 1—5×8	矩形	—	冲沙孔兼导流、漂木
9	湖南镇	梯形坝	129/20	2—8×10	矩形	跨中布置	运行情况良好
10	池潭	重力坝	78.5/20	1—8×13	拱门形	—	过筏,收缩出口,消除负压,运行情况良好
11	石泉	空腹重力坝	65/16	3—7.5× 10.25	拱门形	在实体坝跨中位置	—
12	枫树坝	空腹坝宽缝 重力坝	95.0/17	1—7×9	—	跨缝布置在宽缝内	作三期导流和中、后期度汛
13	岩屋潭	空腹重力坝	66/	2—4×5	—	空腹段用混凝土管连接	—
14	黄龙滩	重力坝	107/20	1—8×11	拱门形	跨中布置	运行良好
15	乌江渡	拱形 重力坝	165/21	1—7×10	拱门形	跨中斜交布置	度汛底孔,运行良好

表 12(续)

序号	工程名称	坝型	坝高/ 坝段宽 (m)	孔数—尺寸 (宽×高, m×m)	断面型式	布置型式	使用情况
16	磨子潭	双支墩坝	82/18	2—2.5×5	—	支墩间	曲线不理想,有负压,实际泄流量减少 20%
17	东风	双曲拱坝	162/25	3—6×9	—	—	运行正常
18	水口	重力坝	101/20	10—8×15	贴角矩形	跨中布置	度汛底孔,上层缺口同时过水,运行良好
19	五强溪	重力坝	87.5/24.5	2—8.5×10 (边孔) 3—7.5×10 (中间孔)	贴角矩形	跨中、跨缝间隔位置	运行 3 年,第三年高水位运行后 5 个孔出现不同程度气蚀
20	二滩	双曲拱坝	240/20	4—4×6	—	—	控制枯水期隧洞封堵时水位
21	铜街子	重力坝	82/21	2—6×8	—	跨中布置	—
22	宝珠寺	重力坝	132/20	—	—	—	—
23	岩滩	重力坝	110/20	8—4×10	—	—	虽遇超标准洪水,运行正常
24	万家寨	重力坝	90/19	5—9.5×10	贴角矩形	跨中布置	—
25	三峡	重力坝	183/21	22—6.5× 8.5	矩形	跨中布置	—

期，石岸坝体过水时。先在空腹内充水平压，利用后腿的骑缝廊道和下游水位连通，过水对前后腿未带来任何危害。

(2) 风滩电站采用空腹重力拱坝，大坝在空腹封顶前，经历了 1972 年、1973 年两个汛期。1972 年汛期石岸坝段前后腿已浇至 135m 高程以上，坝体自重较大，且重心偏向上游，故挡水稳定没有问题；1973 年汛期左岸坝段前腿浇至 126m 高程，后腿浇至 114m 高程，尾水管已形成，过水前利用尾水管连通空腹内水位和下游水位，形成水垫，故未发生冲刷地基现象。在 1974 年汛期，8~12 号坝段汛期留作过水缺口，为改善坝面流态，增加挑距，将过水缺口浇成斜坡，该年最大流量 $8230\text{m}^3/\text{s}$ ，上游水位 151.6 m，坝顶水深 8.6 m，过洪后空腹顶未发现异常现象，

(3) 桓仁电站采用单支墩混凝土坝，在封腔前为满足度汛需要，将左岸两个坝腔浇成 1~3m 厚的 T 形临时混凝土溢流面，达到了安全度汛的目的。

3.5.13 由于厂房结构复杂，既有土建施工又有机电安装，工期较长，一般情况下，不宜通过厂房过流。经论证厂房应过流时，则应在不影响按期发电情况下，经过水工模型试验，确定过流方式、部位及泄流能力，并确认不会发生气蚀和震动破坏。关于厂房过流方式，富春江电站在尾水管顶部临时封盖后泄流，大化电站利用未完建的蜗壳和尾水管泄流。未完建的蜗壳和尾水管泄流流态复杂，会产生涌浪及漩涡，厂房泄流宜避免采用这种方式。

3.6 河道截流

3.6.1 河道截流一般有立堵、平堵，以及较特殊的定向爆破、截流闸等方式。

随着大吨位载重汽车的出现，运载的重量愈来愈重，立堵截流已不再具有很大难度，国内不少工程截流实践，均成功地采用这种方式。当最大流速约 7m/s 时，立堵要求抛投块体的最大重量 25~30t，其装运已不成问题。当水头超过 3.5 m，流速加大，立堵截流要求的块体重量大大增加，可采用双戗堤或多戗堤进占分担

落差，降低抛投块体重量；也可采用先修截流闸分流，以降低戗堤水头，待抛石截流后，再下闸断流。三峡工程明渠截流（三期截流）设计截流落差约 4m，经过大量模型及设计计算证实，落差超过 3.5m 单戗截流方案很难实施，只能用双戗堤截流。本次修订仍维持原标准条文指标不变。

前苏联在 20 世纪 50 年代用浮桥平堵截流例子较多，20 世纪 60 年代逐步减少，20 世纪 70 年代后期基本不再采用，主要原因是浮桥价格昂贵、架设和运用技术条件复杂。20 世纪 60 年代后期罗马尼亚与南斯拉夫合建的铁门电站和苏联的布拉茨格电站，用立堵与平堵相结合的方案，平墙部分修筑栈桥。栈桥价格很贵，施工技术条件也很复杂，故架桥平堵截流方法目前已不常采用。当水力学条件允许和已具有设备的情况下，可以研究采用船只平抛作为截流的辅助措施。

我国主要水利水电工程截流指标见表 13。二滩截流平抛钢桥长 135.7m，宽 6m。

3.6.2 深水截流中的突发性堤头坍塌，应予以重视，这是三峡工程大江截流的经验教训之一。三峡工程大江截流采用了平抛垫底措施，在大江截流河床高程低于 40m 的深槽部位采用砂砾石料、石渣及块石平抛垫底，抛填平均水深 49m。平抛垫底使河床地基挤压加密，坡度变缓，水深变浅，可有效减少堤头坍塌。

3.6.3 泄水道泄流能力是影响截流难度的重要因素，截流泄水道在截流前的进出口围堰往往由于水下拆除和时间紧迫而未能全部清除，从而使实际截流水头比设计计算值高。因此本条文作出此要求。

3.6.4 截流戗堤一般和上围堰结合，但如果下围堰地形、地质、交通更为有利，特别是龙口段地质条件良好、上下游围堰间水头差又不大时，也可比较截流戗堤和下围堰结合方案。

3.6.5 本条文为有关龙口宽度和位置选择应遵守的原则。设计时应针对具体工程情况，综合分析戗堤地形、地质、交通和水力学条件而定，有的工程采取工程措施后还可将不利条件转化为有利条件。

表 13 我国主要水利水电工程截流指标一览表

序号	工程名称	河流	截流年月	截流流量 (m^3/s)		截流方法与特点	龙口宽度 (m)	最大落差 (m)	最大流速 (m)	主戕堤顶宽 (m)	截流历时 (h)	抛投强度 [m^3/d] (m^3/h)	主要截流材料		主要机械设备	
				设计	实际								一般材料	合龙用特殊材料	运输机械	其他机械
1	三门峡	黄河	1958.11	1000	2030	单戕一岸立堵	56	2.97	6.75	25	133	>7000 (294)	石渣 0.1~1.0m	3~5t 大块石, 15t 混凝土四面体, 铅丝笼	12.5~25t 自卸汽车	推土机、起重机、挖掘机
2	盐锅峡	黄河	1959.4	—	—	单戕一岸立堵	55	4.43	5.2	10	36	(190)	石渣	3~5t 大块石, 15t 混凝土四面体	10~25t 自卸汽车 23 辆	5~15t 起重机 5 台, 3 台 D80 推土机
3	龙羊峡	黄河	1979.12	800	170	单戕立堵	40	1.4	3.0	8~10	4	(800)	石渣	大石、钢筋笼、四面体	10~25t 自卸汽车 55 辆	挖掘机、装载机、推土机、吊车
4	大化	红水河	1980.10	1500	1390	单戕一岸立堵预平抛	59.4	2.33	4.2	16	24	12686	粒径 0.4~1.0m 大石为主, 少量石渣	粒径 1m 以上大块石, 竹笼、石串、铅丝笼、10t 四面体	20t、15t、12t 自卸汽车 75 辆	挖掘机 7 台、推土机 8 台、吊车 14 座
5	葛洲坝	长江	1981.1	5200	4720	单戕两岸立堵拦石坎护底	203	3.23	7.5	25	36	70000	石渣 0.4~0.7m 块石	粒径 1m 以上大块石, 15~25t 四面体钢架石笼	20~45t 自卸汽车 417 辆, 20t 为主	推土机、起重机、挖掘机、装载机、开底驳等
6	安康	汉江	1983.12	300	180	单戕立堵	36.2	1.2	3.9	9	1.3	14.3 m^3/min	石渣	铅丝笼	20t 自卸汽车 85 辆	挖装设备 4 台, 推土机 10 台, 吊车 2 台

表 13(续)

序号	工程名称	河流	截流年月	截流流量 (m ³ /s)		截流方法与特点	龙口宽度 (m)	最大落差 (m)	最大流速 (m)	主戕堤顶宽 (m)	截流历时 (h)	抛投强度 [m ³ /d (m ³ /h)]	主要截流材料		主要机械设备	
				设计	实际								一般材料	合龙用特殊材料	运输机械	其他机械
7	铜街子	大渡河	1986.11	750	850	单戕单向立堵	80	2.4	5.4	22	19	23000	粒径不超过0.7m石渣	粒径 1m 大块石, 15t 四面体、铅丝笼、异形体	20t、15t 自卸汽车 80 辆	挖掘机 11 台、推土机 15 台、汽车吊 6 辆
8	岩滩	红水河	1987.11	1900	1160	自右向左单戕立堵	59	2.6	3.5	30	9.2	(972)	石渣	粒径 0.6m 以上块石、4~10t 石串	20t、32t 自卸汽车 52 辆	挖装设备 12 台、推土机 11 台、汽车吊 19 台
9	漫湾	澜沧江	1987.12	922	636	单戕立堵	65	3.0	7.13	30	22	35000	石渣、中小石	大石、立体四角钢架、钢筋铅丝笼塔(708m ³)	20~20t 自卸汽车共 82 辆	挖装设备 8 台、推土机 8 台、吊车 5 台
10	隔河岩	清江	1987.12	—	—	—	15	2.7	7.0	15	3.6	(800)	石渣	大石串、四面体	20t 自卸汽车 50 辆	挖装设备 9 台、推土机 8 台、吊车 2 台
11	水口	闽江	1989.9	1620	1133	单戕双向立堵	82.5	0.95	3.34	26	15.4	33700 (2200)	石渣, 粒径 0.45m 块石占 20%~30%	粒径 0.9m 大块石, 8t 以上大石串	45t、32t、20t 自卸汽车 46 辆	装载机 10 台、推土机 7 台
12	李家峡	黄河	1991.10	300	620	单戕立堵	40	5.3	5.4	15	51	7680	石渣	15t、20t 四面体, 0.8m × 0.8m × 2m 铅丝笼	12~20t 自卸汽车共 30 辆	装载机 2 台、推土机 2 台、吊车 5 台

表 13(续)

序号	工程名称	河流	截流年月	截流流量 (m ³ /s)		截流方法与特点	龙口宽度 (m)	最大落差 (m)	最大流速 (m)	主戕堤顶宽 (m)	截流历时 (h)	抛投强度 [m ³ /d (m ³ /h)]	主要截流材料		主要机械设备	
				设计	实际								一般材料	合龙用特殊材料	运输机械	其他机械
13	五强溪	沅水	1991.11	1400	613	单戕立堵	85	2.56	5.56	18~20	29.8	(695)	中小石	粒径 0.6m 以上大石、钢筋石笼、四面体	20t、32t 自卸汽车共 42 辆	装载机 9 台、推土机 5 台、汽车吊 6 台
14	二滩	雅砻江	1993.11	2000	1440	平、立堵	52	3.83	7.14	—	3.4	(600)	石渣	粒径 0.7m 石料	30t 自卸汽车 22 辆	装载机、推土机
15	天生桥一级	红水河	1994.12	473	428	单戕双向立堵	28.45	1.43	4.82	15	4.3	(834)	粒径不超过 0.8m 石渣	粒径 0.8~1.6m 大石, 10t 石串	32t 自卸汽车 65 辆	装载机、推土机
16	大朝山	澜沧江	1997.11	873	618	单戕立堵	60	3.96	7.0	25	20.22	(1066)	石渣中石	粒径 1.0m 以上大石, 钢筋石笼、四面体	15t、35t 自卸汽车共 80 辆	挖掘机、装载机、汽车吊
17	三峡	长江	1997.11	14000 ~ 19400	8480 ~ 11600	单戕立堵 平抛垫底	130	0.66	4.22	30	30	120990 (144.6)	石渣中小石	5~10t 大石	77t、45t、30t 自卸汽车 351 辆	10m ³ 下列挖装设备 66 台, 710HP 下列推土机 20 台, 平抛船

3.6.6 在有覆盖层的河道上截流,为了保证截流安全和减少龙口抛投量、往往采取护底措施。护底优点为:增大了龙口糙率,减少了龙口合龙时的工程量、抛投物流失量,降低了截流难度。护底的范围应根据水工模型试验确定。

3.6.7 预进占段一般流速较低,除裹头外,开挖渣料一般均能满足要求,大量利用开挖渣料可降低截流费用。龙口段一般流速较大,重点应考虑大石块及块石串,混凝土四面体只在开采大块石有困难之处采用。关于储料备用系数,与截流难度紧密相关,一般不宜考虑太大。

截流抛投物应有较强的透水能力,使截流过程中透过戗堤的流量占较大比例,从而可降低截流难度。

3.7 基 坑 排 水

3.7.1、3.7.2 计算初期排水和经常性排水量时涉及降水量标准的采用,一种意见用重现期概念,即按 5~10 年重现期标准,另一种意见用实测资料。条文中采用实测资料。初期排水的可能降水量按抽水时段多年日平均考虑。

国内几个导流工程投资与基坑排水费对比见表 14。

表 14 国内几个导流工程投资与基坑排水费对比

工程名称	导流工程投资(万元)	基坑排水费(万元)	百分比(%)
五强溪	6678.0	990.0	14.8
小东江	143.7	10.5	7.3
东风	1310.0	150.0	11.5
湾塘	143.0	46.0	32.2
岩滩	5922.3	420.0	7.1
铜街子	8680.0	355.0	4.1
紧水滩	1341.7	49.0	3.7
大峡	1513.8	17.3	1.2
渔子溪二级	46.0	121.0	263.0

3.8 施工期蓄水、通航、排冰

3.8.1 大型水利水电工程的工程量大、工期长,往往为了满足国民经济发展需要,采取边施工、边蓄水、枢纽提前受益办法。国内已建的许多大型工程,如新安江、柘溪、乌江渡、丹江口和葛洲坝。均在施工期间开始蓄水,因此,大型水利水电枢纽应论证施工期蓄水的可能性。影响施工期蓄水的因素很多,起控制作用的因素是枢纽施工总进度计划,因为施工蓄水前,不少单项工程均应竣工或达到满足蓄水要求,初期发挥效益的主体建筑物应形成需要的规模,有关建筑物还应确定相应防洪标准,蓄水后不能影响全部工程正常地完建施工等,这些均应在施工总进度中作出明确安排。大流量、低水头分期导流的大型枢纽,还可以论证利用围堰挡水受益的可能性,葛洲坝利用二期上游围堰挡水发电和通航,取得了巨大的经济效益。

3.8.2 在进行施工期蓄水历时计算时。应综合考虑下游用水要求,因为下游通航、灌溉、发电和居民生活用水,有时是重复利用,不宜简单叠加得出,应通过综合分析,扣除合理用水量。施工期蓄水历时的计算方法常用频率法和典型年法。频率法一般偏于安全,为国内设计和施工单位常采用。施工蓄水后,应校核坝体安全升高程,要求各月末上升到下月最高水位以上,除汛期洪水不能越过坝体外,还应校核临时挡水断面的稳定和应力,混凝土坝纵缝灌浆和坝体封洪灌浆均应达到相应高程。施工期蓄水前,坝前水库一般具有一定库容,但枢纽尚未达到设计泄洪能力,在计算施工水位及校核防洪度汛安全时,应考虑水库调蓄作用。

3.8.3 要求维持施工期不断航并非所有河道均能办到,长江是我国最重要的通航河道,葛洲坝工程截流期间也断航半年多。临时断航期间可用各种临时措施解决货运过坝问题。在通航河道上无论采用何种导流方案,均应研究施工期通过导流建筑物通航的方案,但经研究后认为不可能或不合理时,也可采用其他过坝措施。

3.8.4 流冰河道上的施工导流的几个典型工程实例如下:

(1) 桓仁工程 1959 年春截流后,排冰仅限于 4 个宽 9m 的坝体缺口,由于上游混凝土围堰炸除后留下间距为 7m 的 4 个支墩,故实际过冰为支墩所形成的缺口控制。为保证顺利排泄冰凌,开江前夕在坝前 2km 的范围内进行人工撤成一个个 $2\text{m}\times 3\text{m}$ 的长方格子,使之连成网状。1959 年春系典型文开江,最大冰厚仅 0.54m,开江前夕减为 0.3m 左右,整个江面已有 1/3 以上面积扩为清沟。3 月 23 日开江时,冰盖被分割为 $2\text{m}\times 3\text{m}$ 小块,顺利过坝下泄,个别较大冰块因其厚度薄,在缺口破碎后下泄。

(2) 白山工程 1977 年截流后,1977 年春在明渠上、下游 1.5~2.5km 范围内破冰,目的是使冰盖破成小于 $6\text{m}\times 6\text{m}$ 的小块(通过模型试验结果,对于 9m 宽的底孔, $6\text{m}\times 6\text{m}$ 以下冰块基本上能顺利地通过),下游破冰是为流冰开出一条畅通水道,以防下游产生冰坝壅水,并对下游河段堆积严重处进行了重点破冰。底孔经历 4 次流冰未被堵塞,安全渡凌。该工程围堰堰前库容 $3500\times 10^4\text{m}^3$,开江的洪水过程线呈尖瘦型,水库有一定的调蓄作用,故对流冰采用排蓄结合的方法。

(3) 青铜峡大坝梳齿在 1966~1967 年冬季封堵时,主体工程已基本完工,采用排蓄结合方式解决流冰问题,即用电站 7 条泄水管排冰,当堰前水位较围堰顶高出约 0.5 m,堰顶流速接近 1.0m/s,具备排冰的条件;利用峡谷以上开阔段蓄冰,该库距坝 8km 的一段为峡谷弯道(水面宽 300m 左右),弯道以上河宽一般为 2.0~3.0km,设计时在峡谷弯道处设置一些障碍物,使冰凌停留封冻,并大量蓄在上游开阔河段内,而下游基本无冰凌流出,经过实践的验证,工程安全渡凌。

4 主体工程施工

4.1 一般规定

4.1.1 由于整个工程中的各个施工项目施工难易程度不一,对工程建设工期、投资、工程质量和施工安全等各方面的影响程度也有所差别,施工的方法存在轻重、主次之别。某些简易工程项目或是某些显然可用常规方法施工的项目无需进行施工方案比较;但施工难度大、对工程建设影响较大的项目,应分项在设计中作多方案比较。

4.1.3 选择施工方案的原则既要有定量指标,也要进行定性分析。各种定量指标说明各比较方案的优劣程度,在比较过程中当然是必不可少的,但某些内容很难定量体现,则只能定性分析。本条中的 3、4 两款内容就只起定性作用。

确保工程质量和施工安全是选择施工方案的一项基本原则,特予以强调。

施工方案有利于水土保持、环境保护和劳动者身体健康是非常重要的。不同的施工方案对环境可能有不同的影响。选择施工方案时,要尽可能采取措施减少污染源,如将柴油机车改成电瓶牵引机车,粉尘排放选用除尘装置,隧洞开挖时采取专门措施,改善水质,减少大气污染等。

4.1.4 所选设备应与服务对象、工程所在地的自然环境、水工枢纽布置、施工条件相适应,这是基本条件。

设备生产能力既不宜选得过大,也不宜选得太小。过大将增加设备购置费、降低设备利用率;过小会影响施工进度、拖长工期。设备的数量应与设备性能、维修和保养情况、零部件供应条件、操作人员技术水平和施工管理能力相适应。

选择设备型号、数量可根据工程平均施工强度或高峰施工强度、设备制造厂家的产品目录、设备性能说明书、工程实践生产

率等资料分析确定，并使所选设备适合本工程具体条件，可先选主要施工设备型号数量，再选与之配套的设备。大型重要工程宜利用计算机模拟技术作为选择设备的手段。

当某项工程可用多种施工设备施工时，则应进行技术经济比较。经济比较既要考虑设备购置价格，也要分析运行维修费用。设备利用率也是选择施工设备应考虑的问题。

影响施工设备选择的因素很多，设计中应针对工程具体条件，综合分析各方面因素，全面进行技术经济比较后才能恰当地选定。

4.1.5 充分应用电子计算机技术，推动仿真技术的应用，可有效地分析各种施工过程，为施工组织设计提供理论依据。目前很多工程已经采用该技术，故本规范特提出此项要求。应用程序时应注意，各种参数应与现行标准相适应。

4.2 土石方明挖

4.2.1 岩土开挖级别是确定岩石钻孔、爆破难易程度的定量指标，是合理选择开挖方法、爆破参数、生产定额和计算开挖单价的主要依据。岩土开挖级别参照附录 C.1 确定（我国目前水利水电工程概预算编制中使用的分级法）。

开挖区内岩土级别确定正确与否对开挖单价和材料、设备、劳动力的数量均有较大影响，故应慎重。通常按岩石容重、可钻性和抗压强度来选定岩石级别。

4.2.2 开挖分层厚度经综合研究确定内涵指考虑地质条件、出渣道路、施工部位、开挖规模、开挖断面特征、爆破方式、开挖运输设备性能及有关规范要求等诸因素。

有些工程为了减少前期工程量，只重视导流工程，放松了坝肩开挖，结果河床截流后不能进行基坑施工，只好回头来再挖坝肩，延误了工期。考虑到坝肩、基坑上下交叉作业容易发生安全事故；同时也考虑到确有少数工程（如葛洲坝），岸坡平缓，坝肩与基坑同时开挖不会影响直线工期和施工安全。所以，规定截流前宜完成（或基本完成）水上坝肩开挖，未作严格限制。

4.2.3 使用本条时应注意下列几点：

(1) 梯段爆破采用毫秒爆破具有降低地震强度、减少单位耗药量、改善爆破质量(渣堆集中,渣粒均匀)、减少后冲破坏和飞石等优点,故宜采用。毫秒爆破包括微差挤压爆破与微差爆破,前者虽有炸药单耗较高和后冲力较大的缺点,但钻孔与出渣可以完全平行,出渣经常在渣堆较高的条件下进行,因而生产率较高。

(2) 深孔梯段爆破垂直钻孔容易,装药方便,但大块率高,易留垠坎,后冲破坏严重,梯段坡面稳定性差,而且梯段高度受炸药包直径限制,因此在实际工程中多采用斜孔方式。

4.2.5 根据白山水电站坝基扇形孔爆破经验,预裂效果很好,全部可见半圆孔壁,孔壁光滑无裂痕,不平整度 20cm 左右,预裂区的断层及节理面均无张开现象,而且辐射孔最大一次爆破药量达 600kg。因此,规定在地基中采用辐射孔爆破时,坑道及辐射孔布置应结合地基预裂爆破一并考虑。

4.2.6 施工组织设计中应避免二次倒渣,但有时倒渣反而是合理的。鲁布革引水隧洞系日本大成公司施工、隧洞出渣时先将石渣暂时堆存于洞口,每排炮石渣出完进行钻孔作业时,利用洞内装运的同一机械将洞口堆存的石渣运至渣场,这样使用机械效率能得到较充分的利用,比直接从洞内运至渣场更为经济合理。因此,条文规定对开挖石渣应合理安排减少二次倒运。

4.2.7 洞室法爆破、药壶法爆破、蛇穴法爆破等集中药包法虽具有一次爆破量大、需要机械设备简单、可缩短工期、适于交通困难和人烟稀少地区施工等许多优点,但由于装药集中引起的地震较大,因而对基岩破坏大,对边坡稳定及周围的地面地下建筑物的保护不利。正常情况不得在大坝及其邻近的水工建筑物地基开挖中使用,《水工建筑物岩石基础开挖施工技术规范》(SL47—1994)中 1.0.8 也有明确的规定。至于在留有足够的保护层,采取减震措施,经过论证可以保证坝基岩基的质量,而在个别情况采用集中药包法进行爆破属于特例,不能提倡。

4.2.8 对高边坡开挖规定应采用预裂爆破或光面爆破,是从边坡

稳定、施工安全和减少超欠挖等方面考虑，这在国内外施工中都有丰富的经验。

每层开挖后应尽快支护，不仅从边坡稳定、安全出发，也为了方便施工，锚喷作业点距平台过高则施工困难，尤其是台车钻孔应在台车工作高度范围内。

4.2.9 深而窄的坑槽、陡峻而较窄的岸坡开挖，钻孔爆破与出渣工序之间不能直接配套(即不要求严密配合)，直接配套的要求是：

- (1) 钻孔爆破的石渣应满足挖掘机的生产能力。
- (2) 爆破参数与爆岩块度与挖掘机的斗容相协调。
- (3) 配套机械都能充分发挥效率。

此外，据有关资料，从运输角度考虑，铲、车容量比的合理值见表 15，故条文规定一般运输设备斗容量为挖掘设备斗容量的 3~6 倍，运距运用大值。

表 15 铲、车容量比的合理值

汽车运距(km)	<1.0	1.0~2.5	3.0~5.0
挖掘机	3~5	4~7	7~10
装载机	3	4~5	4~5

4.2.10 在大坝、厂房基坑开挖中，开挖深度有时很大，出渣道路布置非常困难。例如，二滩电站下游围堰顶高程 1029.0 m，基坑最低开挖高程 965.0 m，高差达 64m，下基坑道路平均坡度每增加 1%，基坑长度即可缩短 50 余米，即两岸导流隧洞可各缩短 50 余米，导流隧洞投资约可减少 4%，效果十分显著。况且有时基坑受地形、地质条件限制，长度很难增加，所以应允许采用超限标准。

出渣道路宜采用双车道循环线，当出渣强度低，仅一台挖掘机开挖，且地形陡峻，修建双车道工程量过大时，可以采用单车道。

4.3 地 基 处 理

4.3.1 本条规定了选择地基处理施工方案应遵循的基本原则。地

基处理包括灌浆、防渗墙及增强地基承载力的方法。各种地基处理方法的分类及用途如下：

(1) 灌浆可分为回填灌浆、接缝灌浆、固结灌浆、接触灌浆和帷幕灌浆。

(2) 防渗墙可分为混凝土墙、塑性混凝土墙、水泥土墙、泥墙、高喷灌浆墙和垂直铺塑墙等。

(3) 增加地基承载力和地基的整体作用主要包括对建筑物基础、边坡、地下洞室的岩体和水工混凝土结构的加固处理。增强地基承载力的方法主要有预应力锚索、振冲法、固化灰浆、混凝土桩群、人工合成材料铺设、垫层法及地基置换等。

根据国内外各个工程的实践经验，应根据建筑物的类型及对地基的不同要求、覆盖层地基和岩基各自不同的特点，论述如何合理选择最优地基处理施工方案。特别注意选定方案宜进行现场生产试验，以合理确定施工中的各种参数和施工工艺。

4.3.2 本条指出帷幕灌浆施工中在布置场地时应考虑的问题，根据国内外已建工程的经验，廊道断面一般尺寸为宽 2~3m，高为 3~4m。

4.3.3 为增强固结灌浆效果，宜在混凝土盖重情况下施灌。特殊情况下，亦可在基岩施灌，但混凝土与岩石接触面是否需要补灌及如何补灌问题，方案选择时应综合考虑研究确定。

4.3.5 为保证防渗墙施工顺利进行，并能按计划完成，施工平台的高程，平面尺寸应使各项施工作业达到既安全又方便的目的。

4.4 料场选择、规划与开采

4.4.1 勘察、设计时应避免单一料场的现象发生，以利于料场的选择与开采，避免影响施工强度，造成工期延长。因此，每种料场尤其是土石坝用料应至少有两个具备良好开采条件的料场（或施工作业面）。料场是工程能否顺利进行的生命线，我国很多工程都是因为料场问题而影响工程进度，所以料场问题（特别是石料场）应引起高度重视。石料场地质条件比较复杂，断层、节理较

发育，处理地质问题需要很长时间，所以石料场是工程能否顺利进行的制约因素，两个料场（或施工作业面）同时开采，则能够有力地保证工程的顺利实施。

4.4.2 说明料场的选择原则。料场选择的基本原则是能满足坝料的质量要求、数量要求，开采条件好、开采成本低和不占或少占耕地。条文中规定储量相对集中，可采数量应能满足坝料需要。《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL 251—2000)规定，详查阶段勘探储量一般不少于设计需要量的 2.0 倍。因勘察储量并不是可采量，设计阶段应作好开采规划，可采量应大于需要量。

对于土石坝而言，料场开采规划的关键问题是如何保证料场能够按各期上坝强度要求，提供符合质量标准的坝料。料场供应中，应做好物料平衡工作，充分合理地利用工程开挖渣料，对降低工程造价、保证施工质量具有重要意义，是土石坝施工组织设计的重要课题之一。设计时注意以下几点：

- (1) 在确定枢纽布置时，考虑挖、填方平衡。
- (2) 改变选料观念，合理用料。
- (3) 作好土石方调度利用规划。

人工骨料宜选用石灰岩或其他破碎后粒型良好且硬度适中的料场作为料源，避免采用高硬度、高二氧化硅含量的岩石作为料源。

4.4.4 材料质量是决定工程质量的前提，应高度重视。天然建筑材料不满足规范要求时，应进行试验，以确定能否应用于工程。试验达不到要求，不能应用于工程，应使用替代材料。

4.4.5 工程开挖部位与利用部位承包商不同，招投标时，应对承包商明确开挖料的质量要求，以便在施工中对爆破粒度、超径处理、开挖利用渣料的堆存进行有效控制。作好土石方平衡，可使开挖与回填、开挖与浇筑同步进行，即开挖与浇筑平行交叉作业，从而减少石料储备量，提高开挖渣料利用率，有效节约工程投资。

4.4.8 阐明料场开采规划主要应分析所在地的气象水文和地理条件，确定施工交通方案、施工征地范围，有用料和无用层的堆

存，施工设施布置等；结合施工进度确定料场开采规模和施工强度、施工设备数量、施工辅助作业设施规模，同时决定料场的开采次序和防护措施。

4.4.9 土料场的规划,除要保证上坝所要求的强度外,在许多情况下,还需要对土料进行处理,主要是调整含水量,有时也要求改良土料物性。这些处理工作应在料场或合适的场地进行,不应把不合格的土料运到坝面上去处理。

土料场一般土层较厚,地形比较平缓,开采条件较好,常与农业争地。我国耕地有限,在设计中应作好还耕规划,保护土地资源。

4.4.10 砂砾石料场一般位于河岸或水下,受季节、河道水位和水流速度影响较大,所以,要分析工程自然条件,选择适宜的时间进行开采,以降低工程成本。

4.4.11 大型采砂船或其他水下采挖设备,每艘的价格达数百万元,属于专用设备,若无工程衔接使用,将会造成大量资金积压,故应慎重选择。

整体组装运输的采砂船,应对河道不同时期水深进行调查,在建的国家重点工程尼尔基水利枢纽,可研设计阶段曾考虑过采用采砂船。但因河道水浅,采砂船进出场均需疏通河床,费用昂贵,初设时放弃这一方案。

此外,水下开挖砂的流失往往很大,动水下开采更甚。三门峡、新安江、丹江口测得情况见表 16。

表 16 采砂船开采砂料损失及细度模数增加值

工程名称	水流流速(m/s)	砂料损失(%)	细度模数增加
三门峡	静水	13.6	0.25
新安江	较低流速	18.0	0.29
	1.25	41.2	1.23
丹江口	动水	45(最大达 60)	

细砂过多流失既改变了料场级配比例,又使细度模数加大,从

而影响混凝土工艺性能。因此，合理确定开采路线与顺序，创造静水或低流速条件开采很有必要。

4.4.13 材料运输是保证施工强度的中间环节。一般施工强度较高，自卸汽车运送各种材料具有较好的适应性、运输能力高、设备通用、能直接铺料、机动灵活、设备易于获得等，目前多被选用。带式输送机的爬坡能力强，道路修筑比较简易，运输费用较低，也能达到较高的运输能力，应根据工程具体条件进行技术经济比较后确定。

4.4.14 强调应做好堆存料场的规划，使物料易于装运，不产生污染，存放多少料能取出多少料，避免或减少物料堆存过程中的损失。

4.4.15 要求做好物流平衡，减少物料反复倒运，达到经济合理的目的。

4.5 土石坝施工

4.5.1 对条文的使用说明如下：

(1) 认真分析工程所在地区气象台(站)的观测资料，这对于气象条件比较复杂的地区是必要的。这类地区，有些气象台(站)虽然距工程所在地比较近，但并不属同一气象分区，条件差别较大，不宜选用。

(2) 各种气象要素对坝料施工的影响程度分为两类：第一类是对坝料施工有显著影响，设计工作中需用其具体数据，如降水、气温和蒸发等，应根据各种量级对施工影响的程度，制表统计分月出现的天数。第二类是对坝料施工有影响，但不使用具体数据，如相对湿度、日照、云量、风力、风向等气象资料，也应统计作定性分析用。

4.5.2 本条强调布置上坝道路首要问题是正确确定道路标准。这是保证汽车正常使用、减少轮胎消耗、提高运输能力的基本条件。条文中还强调了道路布置应当兼顾周围建筑物施工通道要求、施工期过坝运输要求、沟通两岸交通要求，宜和永久公路结合。道

路布置应统筹规划，使枢纽工程的交通网趋于合理。

道路修建费用较高，修建时间较长，布置又常受地形条件的限制。因此，条文中强调了应根据各段道路的任务，确定各自的标准，以期达到既能满足要求，又能节约费用的目的。

由于工程规模、地形条件、汽车型号等的差异，当前国内土石坝修筑道路采用（参考）的技术标准尚不一致。有的工程采用露天矿山标准，有的采用公路标准。根据小浪底、黑河、天生桥一级等工程的经验，土石坝施工道路推荐采用露天矿山道路Ⅱ级及Ⅲ级标准修建，建议一级坝用Ⅱ级道路标准、二级坝用Ⅲ级道路标准。国内几个土石坝工程施工道路技术参数见表 17。

表 17 部分土石坝工程施工道路技术参数

序号	项目	单位	工 程				
			小浪底	黑河	鲁布革	碧口	天生桥
1	坝体总填筑量	10 ⁴ m ³	4900	820	222	397	1800
2	坝体填筑高峰强度	10 ⁴ m ³ /月	157	57	22.3	27.7	118
3	行车密度	车次/h	30~85	26~68	—	—	—
4	汽车载重量	t	65	45	10~20	12.5	32
5	采用标准	—	露天矿山 道路Ⅱ级	露天矿山 道路Ⅱ级	—	—	露天矿山 道路 Ⅱ、Ⅲ级
6	路面宽度	m	16.5	12	10	8	—
7	最大纵度	%	8	8	6	11	—
8	最小转弯半径	m	30	15		10	—
9	路面结构	—	泥结碎石	泥结碎石	土路	混凝土	—

4.5.3 阐明土料的铺层厚度、碾压遍数等施工参数及碾压设备选择，应通过现场碾压试验最终确定。在一般情况下，细粒土料应选静碾，砂石料可用振动型碾；含水量高、强度低的土用轻碾，含水量低、强度高的土用重碾；碾压过程中要求破碎粗粒时可用凸块碾或锥型碾。

4.5.5 对本条说明如下：

(1) 面板坝上游坝坡应整平压实，当前多用振动平碾顺坡碾压。上游坡面碾压分级长度以 10~20m 为宜，分级长度过大，振动碾不易控制，影响碾压质量。马来西亚的巴特埃（Batai）面板堆石坝施工时，上游坡面采用震动夯板压实（夯板装于反向铲臂端），效果甚佳，可以作为辅助压实设备。

(2) 工程实践证明，碾压砂浆施工方便，护坡效果好，平整度好，对面板混凝土的约束小，有利于避免面板混凝土出现裂缝，比采用喷混凝土有利。

4.5.6 执行本条文应注意以下两点：

(1) 高混凝土面板堆石坝若因蓄水拦洪需要，可分期浇筑面板。

(2) 中等高度以下的混凝土面板堆石坝无特殊要求时，可不设水平缝，面板由下而上一次浇筑到顶。

4.5.7 沥青混凝土面板斜坡过长将给牵引斜坡铺压机械的卷扬机带来困难，这不仅是卷扬机的钢丝绳容量有一定限度，而且还由于过长的钢丝绳在自重作用下下垂擦坏已铺好的面板，同时，由于牵引机械与铺压机械相距过远，会使铺筑变得不方便，斜坡运距也相应加大。日本沼原蓄能电站上池沥青混凝土面板斜坡长度达 150m，创长斜坡施工记录。但多数斜坡长不超过 120m，故规定斜坡长度超过 120m 时，可采用二级铺设。

加大面板摊铺宽度可减少面板施工缝、提高防渗效果和面板的整体性，国外的面板多采用铺设宽度 3~4m，我国牛头山水库铺设宽度采用 3m。根据铺设宽度单层防渗影响的初步研究，单层防掺的组合渗透系数 K 可按式(1)求得：

$$K = \frac{(b + 0.45) K_t}{b} \quad (\text{m s}) \quad (1)$$

式中 b ——条幅宽度，即一次铺设宽度，m；

K_t ——条面的渗透系数，m/s。

根据式(1)，可绘得 K — b 关系曲线如图 1 所示。从图 1 中可

以看出:随着铺设条幅宽度的增加, K 值减小很快,超过 4m 以后, K 值减小缓慢。增大条幅宽度提高防掺效果不明显且施工困难,因此认为 3~4m 为宜。

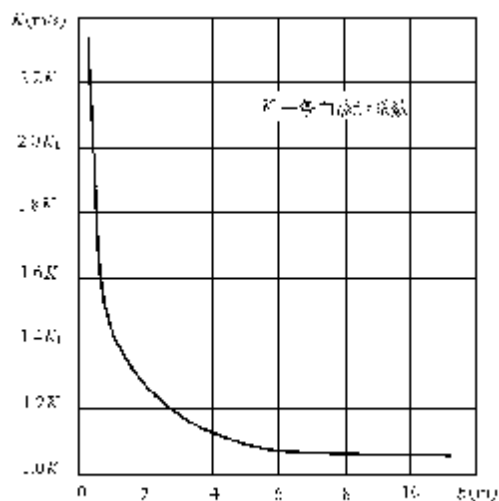


图 4.1 K — b 关系曲线

4.5.8 寒冷地区是指年度内最低月平均气温小于 -10°C 、年内日平均气温大于 5°C 的天数少于 215d 的地区。当沥青混凝土暂停施工,越冬时若其表面不加保护直接暴露在大气中,气温骤降会引起表面收缩,下部受到约束,导致产生贯穿性裂缝,防渗性和整体性遭到破坏。沥青混凝土表面用干砂覆盖,能形成一个保温层。减少表面温差,将温度应力控制在沥青混凝土抗拉强度允许的范围内,不产生裂缝。保护层厚度应根据当地的最大冻结深度而定。复工时,可将覆盖层清除干净后继续施工。

4.5.9 碾压式沥青混凝土心墙每层铺设厚度与碾压机械的压实功能有关,应通过碾压试验确定。根据国内外施工实例统计资料(见表 18),铺设厚度一般为 25cm,故规定碾压式沥青混凝土心墙每层铺设厚度为 20~30cm。

表 18 碾压式沥青混凝土心墙铺设厚度实例

工程名称	碧流河	高岛	武利	街所
铺设厚度(cm)	20	25~30	25	25

4.5.10 土石坝施工机械选型配套除应遵守的一般性原则外,还强调了坝体填筑作业面和各施工系统作业线施工设备选型配备应当注意的问题。

4.5.11 提出土石坝度汛临时断面的一般原则,采取临时断面措施时,应避免在斜墙坝或心墙坝的防渗体部位划分临时断面。

4.6 混凝土施工

4.6.2 水工建筑物混凝土施工分期一般是根据截流、导流、拦洪、度汛、蓄水等各阶段进度要求划分。

混凝土浇筑顺序一般是由低高程逐步上升,但对上部结构复杂、基岩易风化、荷载大或沉陷量较大的基础混凝土宜先浇筑。各期具体浇筑部位和高程主要根据起重机及混凝土供料线路的布置确定。

4.6.3 混凝土直接从带式输送机入仓,经国内工程实践证明有下列问题:

(1) 混凝土分离。

(2) 料堆集中。

(3) 砂浆损失多。据丹江口工程测试资料,滑槽、储料斗等粘附造成的砂浆损失为 1.5 %~ 2.5 %,带式输送机运输损失为 0.63 %~ 2.14 % (未计多台带式输送机转运)。

汽车直接入仓浇筑的主要问题是:

(1) 入仓前很难保证将车轮冲洗干净。

(2) 倒退入仓无法铺砂浆。葛洲坝一期工程有严重教训,二期工程又出现相同问题而禁止使用汽车直接入仓。汽车运送混凝土道路应平整,以免过分震动而使混凝土液化泌水和骨料下沉分离。

4.6.4 门座式起重机（简称门机）适用于混凝土工程量较大、浇筑强度较高的大型闸、坝工程。塔式起重机（下列简称塔机）也基本上相同，但更适宜布置应用在建筑物呈铅直壁面的工程。

由于起吊设备栈桥一般在基坑开挖后浇筑桥墩及安装设备，因而时间上不能满足建筑物基础混凝土浇筑要求，栈桥上起吊臂杆也还不可能完全控制各个部位混凝土浇筑，因此栈桥方案尚需辅以其他浇筑设备。

所用机型和栈桥布置一般根据坝或厂房体形、尺寸和技术要求而定。对于 100m 以上高坝常需设高、低栈桥，往往还需拆迁。同一栈桥上设备台数须满足相互间运行安全要求。

4.6.5 阐明塔式皮带起重机（简称塔带机）适用于混凝土工程量较大、浇筑强度较高的高大型闸、坝工程。

塔带机生产率高，可适应浇筑常态混凝土及碾压混凝土，运送两种以上品种混凝土时改变混凝土品种较困难，国内工程中除三峡工程外较缺乏实践经验，所以塔带机的布置及选择要根据坝或厂房布置、混凝土系统布置通过技术经济、工期分析比较后确定。

4.6.6 平行移动式缆索式起重机适用于各种坝型，特别对峡谷中的重力坝利用率较高。其主、副塔应紧靠河岸布置，使主索跨度较短。由于两岸需设置既平行且高差不太大的行走平台，故对两岸地形要求较高，土建工程较大；且由于缆机结构较复杂，安装工作量较大。施工中可能发生压块现象，尤其是宽河床、多坝段的工程，对多机组的坝后厂房，当用缆机吊装钢管和进水口埋件时，处于主索下的其他坝块都不能作业。

辐射式缆机由于只有一岸行走平台，布置较灵活，易适应地形。适用于各类坝型，更适用于薄拱坝施工。

当两台辐射式缆机及同平台共轨运行时，欲取得更大的工作控制面，可将两台缆机固定塔分开设置。

固定式缆机宜专门用于转料、安装或协同移动式缆机工作。其优点是具有较大的跨度和起重量，适应各种地形条件，基础工程

量小,结构简单。缺点是:工作面仅呈狭窄带状,使用范围有限,若欲扩大工作面,可用摇摆塔式等改进型的缆机。

4.6.7 大型起吊设备吊运混凝土的台月生产率不仅与吊罐容量和小时循环次数有关,还与机械的控制范围有密切关系。缆机一般控制的面积较大,能够浇筑的仓面多,时间利用系数较高,所以台月生产率也高;而门、塔机等臂杆式机械,由于其活动范围小,能够控制的浇筑块少,设备效率得不到充分发挥,所以台月生产率一般比缆机低。

河床式厂房施工的起吊设备吊运混凝土与承担辅助工作的工时比值,根据葛洲坝一期厂房施工统计资料:共 16 台门、塔机,平均工时利用率 47.6%,月平均吊运混凝土 1455 罐,辅助吊运工作与吊运混凝土月平均工时比值为 1:3.45 (即辅助工作工时约占 30%)、月最高工时比值为 1:2.17 (即辅助工作工时约占 46%)。

4.6.8 国产缆机小车的运行速度为 360~450m/min,吊钩升降速度 105~160m/min。国外高速缆机运行速度:小车 500~600m/min,吊钩 125~290m/min。塔架移动速度,一般多是 8~13m/min。缆机跨度愈大,小车运行速度愈大。

国产 10t 缆机,20 世纪 50 年代在拓溪工程浇筑混凝土月强度达 12200m³;刘家峡用 20t 缆机,月最高强度超过 30000m³;乌江渡工程 20t 单机台班产量最高达 924m³ (水平运距 100m、提升 55m 情况)。

缆机吊运混凝土的生产率除用公式计算外,还应根据类似工程的实际生产率综合分析确定。

门机吊运混凝土的生产率,除进行计算外,还应根据门机的工作条件,参照类似工程的实践数据综合研究确定。

4.6.11 通仓浇筑不仅能避免垂直施工缝对结构物整体性的影响,而且可以加快施工进度,减少模板工程量,降低工程造价。但对浇筑强度和温度控制要求较高。对坝高小于 70m 的坝段,按目前的机械浇筑能力和制冷措施,在低温季节通仓浇筑基础混凝土

是可能的;高坝采用通仓浇筑则应有论证。

当采用平浇法浇筑、机械生产能力不能满足仓面要求时,可采用台阶法浇筑,其浇筑顺序如图 2 所示。台阶法使用的基本条件是薄层,根据吊运混凝土设备的能力和混凝土散热的需要,浇筑块高宜在 1.5 m 以内。其台阶宽不小于 1.0 m,斜坡坡度不小于 1:2,浇筑块前进方向卸料宽不小于 2.8 m (考虑用 3m³ 吊罐卸料时需要的宽度)。

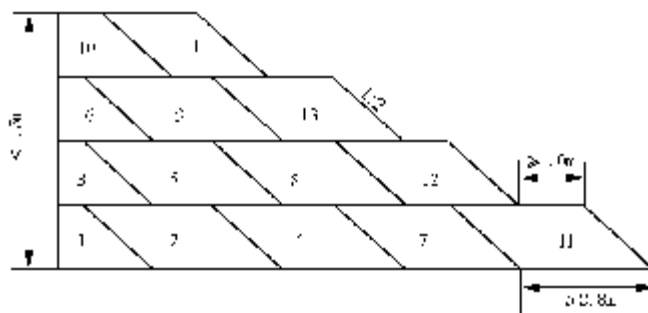


图2 台阶浇筑法

4.6.12 坝体的接缝灌浆对坝体的施工进度和造价影响较大,提出本条以期能在初设时对坝体的接缝灌浆进行认真研究。

以往规范规定混凝土龄期大于 6 个月才能灌浆,施工中由于某种原因采用所谓“三连续”施工方式(即取消一期、二期水管冷却的间歇时间,采用连续浇筑、连续冷却、连续灌浆的方式)进行坝体接缝灌浆的问题,东江水电站温度控制补充报告中提出了明确结论:7 月浇筑混凝土时,不能采用“三连续”的程序施工。根据东江水电站的试验,为满足混凝土的干缩要求,混凝土有 3 个月的龄期就够了,因此本标准规定:“在采取有效措施情况下,混凝土龄期不宜短于 4 个月”。设计时可根据具体情况选用。

空腹坝封顶灌浆考虑超冷温度系根据凤滩等工程经验提出的。该工程封顶灌浆采用了较稳定温度更低的超冷温度,腹拱圈未出现拉应力,节省了配筋。

4.6.13~4.6.15 为防止拦河坝等大体积混凝土由于温度应力而产生裂缝和坝体接缝灌浆后接缝再度拉裂，高、中拦河坝等大体积混凝土工程的施工，都应进行混凝土温度控制设计，提出温度控制标准和降温防裂措施。

至于采用哪些温度控制措施，应根据不同地区的气温条件，不同坝体结构的温度控制要求，不同工程的特定施工条件及建筑材料的要求等综合因素确定。

4.6.16、4.6.17 根据国内外资料，碾压混凝土筑坝可较常规混凝土筑坝节约水泥，简化温度控制措施，减少模板工程量，能充分发挥机械效率，加快施工进度，降低工程造价。

碾压混凝土配合比设计既要使水泥和水的用量最小、又要满足碾压要求，由于粗骨料粒径愈大，所需水泥和水的用量愈少，但所需的压实功愈大，故提出粗料最大粒径要选择得当，本条规定宜不大于 80mm。一般大坝内部混凝土多采用三级配，但在模板附近及基岩面宜采用二级配。

由于碾压混凝土多采用高块连续浇筑，虽水泥用量较少，但水化热不易散发。因此，仍须进行温度控制设计，并要有防裂措施。

4.7 地下工程施工

4.7.1 地下工程施工组织设计是否合理，首先取决于对围岩特征的掌握程度。围岩分类的目的是为了选择合理的设计计算理论、提供正确的设计参数、确定合理的施工方法、准确地计算施工定额、选择合适的施工机具。因此，一个合理的围岩分类，对地下工程的设计、施工均有重要意义。

原标准中的围岩分类见表 19。

表 19 规定的围岩分类与原《水工隧洞设计规范》(SD134—1984)附录一的规定基本一致。但地下工程的施工组织设计一般只能按相应设计阶段掌握的地质资料进行，因而带有某些不确定因素，表 19 的规定显然难以做到。

表 19 围岩分类

围岩类别		围岩主要工程地质特征		地下水 状态	毛洞自 稳能力
类别	名称	岩体特征	结构面及其 组合状态		
I	稳定	整体结构或大块状结构的坚硬岩体；新鲜或微风化，受地质结构影响轻微，节理裂隙不发育，间距大于 1m，延伸短，多闭合，无或偶有单薄软弱结构面，宽度小于 0.1m，无夹泥充填层状岩为巨厚层~厚层，层间结合良好	结构面起伏粗糙，咬合无充填，结构面无稳定性组合	洞壁干燥或潮湿或有微弱渗水，不影响围岩自身稳定	无塌落掉块，能长期稳定，深埋或高地应力可能产生岩爆
II	基本稳定	II ₁ 块状结构的坚硬岩体；新鲜或微风化，受地质结构影响一般，节理裂隙较发育，但连续性不强，间距 1~0.5m，裂隙微张或局部张开，稍有夹泥充填，有少量小型断层等软弱带，宽度小于 0.5m	结构面粗糙，少有充填。结构面组合基本稳定或局部有入字形或梯形不稳定性组合	地下水活动微弱，沿裂隙渗水、滴水，除软弱带外，一般不影响围岩稳定	有超挖现象或个别小型塌落。较长时间能维持稳定
		II ₂ 中厚层状的中硬岩；受地质构造影响轻微，裂隙不发育，间距大于 1m，多闭合。层间结合基本良好，无软弱夹层	结构面粗糙，少有充填。结构面组合基本稳定或局部有入字形或梯形不稳定性组合。层状岩或软弱结构面与洞轴线夹角大于 70°	—	—
III	稳定性差	III ₁ 破裂结构或镶嵌结构坚硬岩体；呈微风化或弱风化，受地质构造影响严重，节理裂隙发育，间距为 0.5~0.2m，多张开或局部张开，有夹泥充填，连续性差，软弱结构面多	结构面多，平直光滑，有泥充填。有方形、梯形、尖拱形不稳定性组合	地下水活动显著，有大量滴水，线状流水或喷水，对软弱岩体稳定影响严重	毛洞稳定受软弱结构面组合控制，以洞顶局部塌落为主，围岩具有自稳能力，有时有偏压，短时间内可以维持稳定。流变特征，对裂隙稍发育自稳能力差
		III ₂ 块状结构或层状结构中硬岩；呈微风化或弱风化，受地质构造影响一般，裂隙较发育，间距 0.5~1m，多微张或局部微张开，有少量夹泥充填。中厚层或软硬互层，有少量软弱夹层，层间结合差	结构面多，平直光滑，有泥充填。有方形、梯形、尖拱形不稳定性组合。层状岩与软弱结构面与洞轴夹角一般大于 70°		
		III ₃ 层状结构软岩；多属微风化，受地质构造影响轻微，裂隙不发育，多闭合，局部微张，有泥膜、厚层或中厚层偶夹薄层，其层间结合一般	—		

表 19(续)

围岩类别			围岩主要工程地质特征		地下水 状态	毛洞自 稳能力
类别	名称		岩体特征	结构面及其 组合状态		
IV	不稳定	IV ₁	碎裂状结构或层状碎裂结构的破碎硬岩体或中硬岩体；呈弱~强风化，受地质构造的影响严重，节理裂隙发育，间距 0.5~0.2m，宽张或局部有开缝，有夹泥充填，连续性较好，软弱结构面多断层等，软弱带宽 2~4m	结构面多平直光滑或起伏平滑，夹泥较厚。带有尖拱形、槽形、圆拱形不稳定体，层状岩或软弱结构面与洞轴线夹角小于 30°或平行	地下水活动强烈，并有一定渗透压力，有小量涌水，严重影响岩体强度和抗冲刷能力	毛洞稳定主要受软弱结构面控制，常发生顶拱塌落，有偏压，且时效应明显，围岩自稳能力差，自稳时间短
		IV ₂	薄层状结构或层状碎裂结构的软岩；弱风化，受地质构造影响一般，裂隙较发育，间距 0.5~1m，多张开有泥，中厚层或薄层，有软弱夹层，层面结合差			
V	极不稳定		散体结构： (1)石质围岩—呈强~全风化，受地质构造影响很严重，节理裂隙密集，有较厚泥质充填，多为含泥碎裂结构状态； (2)挤压强烈的大断层，宽度大于 2~4m，裂隙杂乱密集； (3)非粘性的松散土层，砂卵砾石、碎石等	结构面及其组合杂乱，并多有粘土充填	地下水活动强烈，渗透压力较大，岩体无抗冲刷能力	毛洞稳定受围岩强度控制，塌方形态是边顶拱，经常是边挖边塌

本标准修订后的围岩分类与 SL 279—2002 的围岩分类一致，采用《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50287—1999) 的规定，作为选择开挖方法、支护型式和确定钻爆参数的依据。GB 50287—1999附录 P 规定的围岩工程地质分类考虑了围岩稳定性、围岩总评分和围岩强度应力比等因素(见表 20)，并规定Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类围岩，当强度应力比小于该表规定时，围岩类别宜相

应降低一级。

表 20 围岩工程地质分类

围岩类别	围岩稳定性	围岩总评分 T	围岩强度应力比 S	支护型式
I	稳定。围岩可长期稳定,一般无不稳定块体	$T > 85$	> 4	不支护或局部锚杆或喷薄层混凝土。
II	基本稳定。围岩整体稳定,不会产生塑性变形,局部可能产生掉块	$85 \geq T > 65$	> 4	大跨度时,喷混凝土、系统锚杆加钢筋网
III	局部稳定性差。围岩强度不足,局部会产生塑性变形,不支护可能产生塌方或变形破坏。完整的较软岩,可能暂时稳定	$65 \geq T > 45$	> 2	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网。跨度 20~25m 时,并浇筑混凝土衬砌
IV	不稳定。围岩自稳时间很短,规模较大的各种变形和破坏都可能发生	$45 \geq T > 25$	> 2	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网,并浇筑混凝土衬砌
V	极不稳定。围岩不能自稳,变形破坏严重	$T \leq 25$	—	

4.7.3 本条阐明采用硬岩掘进机施工的适用范围。

目前世界上已有 30 多个国家使用掘进机开挖隧洞。从理论上讲,岩石掘进机可以适用各种水平和倾斜隧洞的施工,但从经济和技术综合角度考虑,其使用范围受到一定的限制。说明如下:

(1) 隧洞洞径和洞长问题。在确定其运用的洞径和洞长时,考虑了以下几点:

a. 据不完全统计目前国内外已生产岩石掘进机,其适用洞径为 1.98~11.25m,且国外经验认为隧洞直径以 5~10m 为最佳,其直径在 2~4m 时隧洞长度应大于 0.8 km;直径大于 4m 时隧洞长度宜 2km 以上,或认为开挖长度大于 600 倍洞径是较经济合理

的。单机掘进最佳长度为 10km 左右。

b. 从国外 4 个主要制造公司生产的 101 种不同规格的掘进机分析,掘进洞径小于 6.7 m 的机种占 85%;洞径 9m 以上的机种仅占 5%左右。

c. 从采用掘进机施工的工程实例资料分析,使用 9m 以上直径掘进机的工程比例很小,且直径 9m 以上掘进机的平均自重高达 160t/m,较 3~6.7 m 直径的掘进机的平均自重高出很多,增长了 1.5~3 倍,从而制造和运输都很困难。

d. 大直径掘进机购置费用高,经济风险大。

e. 若隧洞长度太短,掘进机的制造或购置费用占施工总费用的比例大,且掘进机的安装准备时间占掘进机总工期的比例也必然较大,远不如钻爆法经济合理。从美国 35 条隧洞的施工成本曲线(钻爆法 12 条,掘进机法 23 条)分析。当隧洞长度为 3~6km 时,掘进机施工成本下降最快。另据国外有关资料介绍,当隧洞长度超过洞径 600 倍且岩性在中硬范围内,掘进机施工比钻爆法施工更为经济。根据上述情况又考虑今后发展,故条文中规定掘进机适用范围仍为原条文的 3~12m 洞径,并提出隧洞长度超过 3km 或 600 倍洞径时,可研究采用掘进机施工的合理性。

(2) 隧洞断面型式:更适用于圆形隧洞,亦可施工城门洞形隧洞。

(3) 围岩地质条件:

a. 国内外多年的施工实践证明,掘进机对复杂地层的适应性差,尤其是在塌陷、涌水、暗河地段掘进易发生事故,掘进速度及变换施工方法的适应性等方面远不如钻爆法。

b. 掘进机虽可在抗压强度达 250MPa 的硬岩中掘进,但耗刀率及费用较在抗压强度为 100MPa 的中等硬岩中掘进高约 5 倍。实践证明,掘进机在岩石抗压强度 30~150MPa 范围内使用的经济效果最佳。

4.7.4 盾构掘进机适用于软弱地层的掘进(即盾构法),可应用于穿河、地下引水、排水和蓄水等水工隧洞施工。盾构掘进机可

以开挖标准断面，也可开挖异型断面，可开挖平洞，也可开挖20%~30%的斜洞。目前开挖直径已达14.14m，最大埋深130m，承受最大外水压力1MPa，单机掘进长度已达20km。引大入秦工程，直径4.8m，月进尺达1225m，使用效果很好。南水北调中线穿黄工程也计划采用盾构掘进机。

在地下水位较高地段，常用密封型盾构掘进机。

4.7.6 用钻爆法开挖平洞的方法甚多，方案的取舍取决于围岩类别、断面尺寸、工期要求、施工机械化程度以及施工技术水平等因素。对需支护的洞室，若断面尺寸相宜，宜研究全断面开挖方法。

圆形隧洞宜避免扩挖底角，是根据鲁布革引水隧洞施工情况列入的。目的是避免增加施工附加量（洞挖及混凝土回填量），降低施工成本。

4.7.8 平洞与斜井的区别在于洞内能否行驶水平运输车辆，车辆需由提升设备牵引者为斜井。考虑到公路最大纵坡规定为9%，即稍小于6°。所以在正文中规定以6°为平洞与斜井的区分界限。斜井开挖方法按其倾角确定，斜井倾角按《水利水电建筑工程概算定额》进行划分。

4.7.9 施工支洞布置应根据地形地质条件、主洞的布置、工程量、施工期限、施工方法及机械化程度等具体情况，通过技术经济比较后确定。支洞型式与尺寸，除与上述诸因素有关外，还应考虑支护型式、运输方式、运输强度和运距等条件。主洞洞底高程与施工支洞进口高程之差往往是决定运输方式和支洞长度的条件。为计算支洞长度，本条对有轨与无轨（汽车）运输的纵坡作了规定，其数据基本与《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》（DL/T5099—1999）的规定相符。但考虑到国内施工运输设备型号较多，其中一些性能好的汽车（如进口汽车）爬坡能力强，根据国内一些工程实践经验，对无轨运输纵坡提出了两个要求：其一，一般不宜大于9%；其二，局部最大纵坡不宜大于14%。

新增斜井及竖井支洞的布置要求。

4.7.10 洞室群施工中，平行和交叉作业项目多，条文规定编制网络进度的目的是从中抓住关键施工项目，优化施工程序，使设计人员能合理地作好施工规划。

4.7.11 隧洞等地下洞室施工自一个工作面向纵深方向推进、开挖、衬砌和灌浆工序具有反复循环方式。因此，确定隧洞开挖的循环进尺，是地下工程施工组织设计的重要内容。各工序所占时间比重大致如下：开挖 40%~60%，混凝土 20%~25%，准备工作 7%~10%，安装与灌浆工程各约占 10%~15%、5%~10%。开挖用工数约为混凝土衬砌用工数的 1.2~1.5 倍，安装和灌浆用工数较少。开挖循环作业的工序组成和编制循环作业图表的具体建议如下：

(1) 本标准规定每一循环进尺值与 DL/T 5099—1999 中所推荐的数据基本相符；当凿岩机钻孔时，由 1.2~3m 改为 3m；当多臂钻车钻孔时，由 2.5~4.5m 改为 4.5m。

(2) 循环作业图表的主要工序均应标注炮孔数量、钻孔总长度、每一循环出碴量与炸药耗量等。

4.7.12 出渣运输可参照 DL/T 5099—1999 的有关规定执行。考虑到车速的大小对计算车辆的配备数量有一定影响，为减少计算工作量，提出了本条。

1 机车牵引平均时速按 6km 考虑，主要是综合考虑下列因素：洞内时速不超过 10km，调车及人员稠密段时速限制为 3km，变道、道岔或视线不良洞段时速不超过 5km，并考虑了装渣与等待时间而定出的。

2 汽车洞内时速 10km 的规定较日本等一些国外的规定偏低，不利于减少柴油机排出废气中的有毒气体，有条件似应提高一些。为了避免与 DL/T 5099—1999 的规定相矛盾，仍按时速 10km 考虑，其中已包含了转弯、错车等速度减小的影响在内。

4.7.13 通风设计是施工组织设计工作中不可缺少的部分。关于地下工程施工中有害气体允许含量、需要的风量及风速等具体数值，基本引用 DL/T 5099—1999 中的规定。

4.7.14 在设计中应对粉尘危害予以足够重视,宜采用湿式凿岩、喷雾洒水、机械通风、个人防护等综合措施,对所采取的措施应计算耗水量及费用。

由于汽油机械废气中的有害气体(一氧化碳及氮氧化物)浓度为柴油机械的十几倍至几十倍,对人体危害严重,所以规定洞内严禁汽油机械进入。

长隧洞洞内空气较稀薄、氧含量低,使洞内内燃设备油料燃烧不充分,排出废气中的有害气体量增加。因此,规定宜选择有轨运输。

地下工程中若含有瓦斯等有害气体,对人体危害严重,甚至会致人死亡,因此应根据有关的规程规范编制专门的防治措施。

4.7.15 地下洞室模板应适应地下洞室的下列特点:

- (1) 洞室多为规则断面。
- (2) 模板绝大部分为单面结构(另一面为岩体)。
- (3) 开挖时多出现超挖,计算模板荷载时应计入超挖影响,因此,宜采用移动式模板。

根据湖南镇闸门井、调压井,密云泄洪洞闸门井,贵州红林调压塔,白山电站拦污栅墩等工程使用滑模的经验,与一般常规模板相比较,滑模具有下列优点,因此,有条件采用滑模部位,宜选用。

滑动模板具有如下特点:

- (1) 可节约投资 60%~70%。
- (2) 工期较短,仅为常规模板的 1/4~1/2。
- (3) 劳动力可减少 10%~50%。
- (4) 混凝土表面光洁度有明显提高。

4.7.16 钢模台车主要有两种类型:一种为钢模单独承受施工荷载,台车仅用来运输、安装和拆除模板;另一种是钢模与台车成一整体,共同承受荷载。我国水工隧洞用的钢模台车绝大部分系第一种类型,故予以推荐。

按水工混凝土施工规范规定,钢模拆除时间应在混凝土达到

设计标号的 40%~50% 后拆模,我国渔子溪电站引水隧洞(圆形断面、内径 5m)浇筑混凝土 36~72h 后拆模;映秀湾电站引水隧洞(圆形断面、内径 8m),衬砌 48~72h 后拆模。国外拆模时间较短,如美国混凝土学会建议:最短的拆模时间应根据实践经验和混凝土试件强度确定。对于外露的混凝土面最短拆模时间不得小于 12h,施工缝不得短于 8h。总之,拆模时间应根据混凝土强度增长速度、洞室形状、跨度及外部荷载等因素确定。由于施工组织设计时难以获得混凝土试件的强度资料,因此,条文中对拆模时间规定为:一般按混凝土浇筑后 24~72h 以内拆模计算。

现行《水电水利工程模板施工规范》(DL/T 5110—2000)中关于钢模台车拆模时混凝土强度的规定:

- (1) 直立面混凝土的强度不得小于 0.8 MPa。
- (2) 当围岩稳定、坚硬时,在拆模时混凝土能承受自重,并且表面和棱角不被破坏。洞径不大于 10m 的隧洞顶拱混凝土强度可按照达到 5.0MPa 控制;洞径大于 10m 的隧洞顶拱混凝土需要达到的强度,应经过专门论证。
- (3) 当隧洞混凝土衬砌结构承受围岩压力时,应经过计算和试验,确定混凝土需要达到的强度。

4.8 金属结构及机电设备安装

4.8.1 金属结构吊装机械应根据设备起重量、起吊高度、安装部位等因素选用。

金属结构吊装机械的种类和适用范围参见表 21。

表 21 金属结构吊装机械的种类和适用范围

设备名称	适 用 范 围
门座式起重机	起重量为 10~60t,起吊高度为 30~100m,活动范围大,行走速度快,适用于加工制造厂、洞口及坝区使用
龙门式起重机	起重量为 5~50t,起吊高度为 5~24m,只能在门架范围内起吊,常用于钢管厂、闸门拼装场

表 21(续)

设备名称	适 用 范 围
履带式起重机	由单斗挖掘机改装而成,最大起重量为 10~50t,行走速度慢,常用于洞口、坝区临时转运
移动式缆索起重机	起重量为 10~20t,活动范围大,但造价很高,只能在坝区和土建施工联合使用
汽车起重机	起重量为 5~16t,机动性很好,适合在现场作小型构件的装卸作业
轮胎式起重机	起重量为 16~125t,在用固定支腿作业时,可作大型构件吊装,并可在额定荷载 75%时带负荷行走。机动性能较好,适合在现场作大型构件吊装
独腿吊杆	起重量为 3~10t(木制)、10~30t(钢制),在闸门、启闭机安装及洞口钢管卸车等场合使用,不宜经常变动工作位置
人字吊杆	适用范围与独腿吊杆相同,起重量可达 50t
桅杆式起重机 (摇臂吊杆)	适用在钢管厂、洞口等位置,装卸数量较多、重量相似的构件,起重量一般在 10t 以下
简易缆索起重机	在跨越山谷吊运钢管或闸门时使用,起重量根据需要自行设计

4.8.4 电站机组设备吊装应充分采用水电站厂房桥式起重机。
水电站厂房桥式起重机工作特性参见表 22。

表 22 水电站厂房桥式起重机工作特性

工作类型		机械荷载率		年工作时数 (h)		机械运转 时间率 J_c (%)		工作速度(m/min)			
								起升机构		运行机构	
机器 设备	电气 设备	起升机构	运行 机构	主钩	副钩	机器 设备	电气 设备	主钩	副钩	大车	小车
轻级 工作 制	中级 工作 制	一般吊 1/3 额定 荷载以下	t_q/t_1 ≤ 0.15	≤ 500	500~ 2000	15	25	0.5~1.5	2.0~7.5	20~30	5~15

注:在起重机工作循环周期中,机构动转时间所占的百分比,称为该机构的运转时间率,即 J_c (%)值; t_q 为机构的平均起动时间,s; t_1 为机构开动一次的平均工作时间,s。

5 施 工 交 通 运 输

5.1 一 般 规 定

5.1.1 本条规定对外交通和场内交通范围,同时明确施工交通运输设计的总体任务。在设计时,应充分考虑水利水电工程交通运输的如下特点:

1 对外交通一般运距较长,运输量和运输强度相对比较稳定,运输工具比较单一,而且一般在工程竣工后还要作为水电站永久对外交通。施工期间一般自成系统。

2 场内交通运输比较复杂,其中有外来物资的转运,大量土石方的堆弃、回填、砂石骨料及混凝土的浇筑运输等。这些运输多是与工程施工直接联系,往往对运输要求严格,且水利水电施工的特点是地形条件复杂、运输强度大、车型大,又多是临时性质,工程完工后一般无用途,即使使用,运输量也大大减少。

5.1.2 交通运输行业的规程、规范及技术标准,是中华人民共和国成立以来经验的总结,其中有些是通过一系列科学试验并参照国外先进经验拟定的。而且现有规程规范及技术标准一般都规定了在特殊情况下的处理办法,比如在特殊困难地段最大纵坡可以提高等。

本标准除参照现行有关设计规范或技术标准外,同时也考虑了水利水电工程的施工交通运输特点:有少数重大件运输和运输期较短等,允许交通运输标准有一定的灵活性,尤其是场内下基坑道路,高差大,线路短,展线比较困难,往往难以满足规定的最大限制坡度的要求。在石头河工程中自卸汽车采用小松 18t 级,永久性道路的最大纵坡达到 16%,坝内和岸坡临时路一般为 10%,个别达到 18%(长 70m);在大、中型水利水电工程施工中普遍采用大型自卸汽车,爬坡能力强,场内公路坡度 10%~15%,基坑公路则局部达 20%。

但在水利水电工程中，由于工程量大、工期长，施工道路的状况对轮胎寿命影响极大。尤其是场内主要道路，肩负着外来物资的转运，以及大量的土石方堆弃和填筑，砂石骨料及混凝土的浇筑运输等重要任务。场内主要交通道路过分迁就地形，节约筑路费用，造成平曲线弯急，纵坡坡陡，常常不采用路面结构层，挖方段路面就是爆破后形成的开挖面，填方段路面就是大小不一的碎石填筑层，结果造成车辆过早损坏，加大了配件、轮胎和油料的消耗。因此提出了在场内下基坑、上坝道路及运输量较小场内非主要交通干线，保证运输安全的前提下经过充分论证容许适当降低标准。论证的内容一般包括工程基建投资及油耗。坡度增大，工程投资减少了，但油耗增加了，因此应结合基坑内道路布置条件进行综合比较论证。

路基路面宽度主要决定于车型即车辆的宽限，水利水电工程场内交通运输多采用较大吨位的车辆，车型较宽，因此应满足施工期主要车型的运输要求。

重大件运输是水利水电工程施工交通运输的一大特点，但占运输总量的比重小，只要能保证安全通过即可。可以采用减速、重大件运输时禁止其他车辆通行等措施，然后确定其极限指标。至于桥、涵载重标准可以采用降低安全系数（或提高材料的允许应力）或者采用临时加固、绕行等措施予以解决，但在通过某些大桥、隧道、绕行与临时加固确有困难时，也允许根据实际情况适当提高其设计标准。

5.1.3 施工交通道路应保持良好的技术状况，才能经济地完成其施工运输任务。但是道路的养护以往多被人们忽视，结果路况很差，造成车辆过早损坏，加大了配件、轮胎和油料消耗，影响生产和安全。为了引起有关部门对此项工作的重视，本标准明确规定，应设置与其标准相适应的安全交通管理、维护等设施，以及经常作好养护以保持其良好的技术状态。这些要作为设计内容，以解决养护机构和劳动力指标等，而不是要求在设计规范中规定具体养路技术问题或管理问题。

5.2 对 外 交 通

5.2.1 对外交通运输方案选择的正确与否直接影响水利水电工程的进度和造价，因此应慎重对待。在进行方案比较时，应进行综合分析，技术上应满足施工进度对运输的要求，运行应方便灵活，方案本身应经济合理，工期短、便于与场内交通衔接，并能减少占地面积和中转环节。在进行经济分析时，应计算投资及综合经济效益，如有条件，应采用系统分析方法进行选择。

5.2.2 对本条文所列运输方案选择应考虑的因素阐述如下：

(1) 工程所在地区附近可资利用的交通运输条件，是选择交通运输方案的基本条件，任何方案都脱离不了现有交通运输条件，进行方案选择时，应充分掌握并着重研究工程所在地区可资利用的交通运输条件。

(2) 施工期间的总运输量和运输强度对运输方案及线路标准的拟定有着极为密切的关系，是决定运输方案的主要因素。大、中型水利水电工程在施工期间的对外总运输量和运输强度均比较大，选定的方案应满足其要求。因此需着重分析研究、合理确定总运输量及运输强度。

(3) 与国家(地方)交通干线的连接条件应充分分析研究，在现有线上连接应与有关主管单位进行联系。铁路设计规范明文规定：铁路专用线与路网接轨，应经该主管路局同意；在工业企业上接轨，应经该主管单位同意。在新线上接轨，应经该主管设计单位同意。公路接线也是如此。同时也应分析研究该连接地点是否能满足施工交通运输的要求。场内交通是对外交通的延续，在研究对外交通方案时，应密切联系场内交通，尽可能使场内、外交通联系成为一个有机的整体，使外来物资尽快运往各用户，尽可能减少中转环节。

(4) 专用线的标准应根据施工总进度合理选定，确定的技术标准应能满足施工总进度对运输强度的要求。专用线的施工工期也是对外交通方案选择的一个条件，选定方案应能满足施工总进

度对交通运输的要求，确保工程开工后能及时通车，并保证交通运输畅通。以往有些工程的主体工程开工后，施工交通干线还未修通，以致影响施工总进度计划的顺利执行。

(5) 研究转运站的设置以及主要桥涵、渡口、码头、站场、隧道等的建设条件，务使外来物资转运距离短、沿线主要建筑物工程量少、投资省，以缩短施工准备期及总工期。

5.2.3

1 选定方案的运输能力应满足工程各时期施工需要，这是一条最基本的原则。

2 尽可能减少中转，确保物资器材运输及时、安全可靠是保证运输能力、减少装卸费用及物资损耗所要求的。

3 尽可能减少对交通运输基建投资，可缩短交通运输线路基建工期。但如果对外交通线路在主体工程开工后仍不能建成通车，往往给施工带来很大损失，则将影响施工进度或增加工程投资。

5.2.4 以往水利水电工程施工交通运输方式一般由公路(无轨)或准轨(有轨)铁路运输比较确定，如有水路运输条件也可利用，但河道通航往往受季节性影响，一般仅作为施工辅助通道。

就公路和铁路比较，公路运输方便、灵活、可靠、适应性强，可以单独解决施工期的高峰运输强度及重大件运输任务，而且基建工程量少、工期短，因此宜考虑作为水利水电工程施工的交通运输方式。铁路基建工程量大，占地较多，施工期长，且一般不能单独承担施工交通任务，初期还需以公路配合，因此一般不宜采用，但是当路网距工地较近，施工场地较为宽阔或梯级开发能够结合利用，经过经济技术比较论证确实经济可靠时，也可采用。

5.2.5 重大件运输是水利水电工程施工交通运输的一个特点，是比较复杂的问题，它与运输方案的选择有密切的关系，在施工交通运输设计中，研究各运输方案能否适应重大件运输，需要进行比较。重大件的运输线路、运载工具、装卸设备以及交通沿线各种建筑物的承载能力等，均应配合有关专业进行研究比较，在确定方案时，应征求有关专业部门的意见，并应订立协议。必要时，

还应写出专题报告,报请主管部门审批。

5.2.6 转运站应设置在火车站或港口码头附近,这样可以减少装卸倒运量,转运站一般包括仓库、料棚、堆场、道路、办公及生活福利设施,需要有足够的场地。

转运量视外来器材物资来源的具体情况而定,通常生活物资中的主副食品和当地建筑材料,多由邻近地区供应,直达工地,不需转运。需要转运的主要是水泥、钢材、木材、机械设备、煤炭、油料及其他,一般情况下转运量约占总运输量的 60%。转运站的规模与交通运输部门的运输计划密切相关,因此需与有关部门洽商。

5.3 场内交通

5.3.1 场内运输包括:工程外来器材和物资、施工工厂设施产品、工程堆弃料物、经过工地的当地运输物资、进出工地的各类人员等的运输。运输量及运输强度是以施工总进度为依据,需确定各个时段料物需要量,并需挑选出大宗料物运输作为重点。在叠加计算各单项工程(或工作面)、各场(厂)区、各施工工厂设施不同时段的运输强度和确定主要料物运输流向后,确定运输道路的走向、规模及技术标准。

5.3.3 运输方式、车辆型号(机车或起控制作用的拖车)、行车密度及行人量是确定桥梁、渡口型式及其规模的重要依据。

在施工地区河道上选择桥梁、渡口位置及型式时,特别是在有通航要求的河道上,应根据可靠的地质资料,必要时尚应进行水工模型试验。如工程施工需要尽早沟通河道两岸运输线,可先建简易桥梁或渡口等过河设施,然后再建正式桥梁、渡口。

6 施工工厂设施

6.1 一般规定

6.1.1 主要说明施工工厂设施的任务,明确施工工厂设施是供应主体工程施工所需的各种建筑材料及直接为生产服务的其他各项工厂,其中供水、供电、通信系统应兼顾职工生活需要。施工组织设计中为施工服务的施工工厂设施可分为:砂石加工、混凝土生产、预冷、预热、压缩空气、供水、供电和通信、机械修配及加工系统等。工地上纯粹为生活服务的设施,不属于“施工工厂设施”范畴。

6.1.2 与一般工矿企业相比,水利水电工程施工工厂设施往往规模大,设备与投资多,要求建成速度快,但使用时间却只有几年。其产品通常批量少、品种多、生产不均衡。施工工厂设施总体规划时,应适应这一特点。

在市场经济条件下,水利水电工程施工对其原材料,成品、半成品、机械设备配件均以商品型式,依照合同按质、按量、定期供应。因此,应研究充分利用工程所在地附近现有的设施及工矿企业力量,以确定施工工厂设施规模的合理性,从而降低工程造价。

施工工厂与一般工矿企业在厂址选择上有其类似性。本条内容不仅归纳了水利水电工程施工有关经验,同时也参考一般工矿企业相类似工厂厂址选择设计手册或规范有关内容。其中“协作关系密切的施工工厂宜集中布置”,主要是考虑到施工工厂不同于独立的工矿企业,它往往是由承包商统一领导的。除生产危险性产品的工厂外,各施工工厂靠近布置,比一般工矿企业更利于协作配合,防止重复建设,对利用率不高的大型和专用设备可以考虑合用;压缩空气、供水、供电、通信、交通、仓库以及公共生活福利设施也宜统一布局解决,以便于生产管理。

6.1.3 本条规定是基于市场经济条件下水利水电工程施工组织设计的发展趋势而制定的。

根据水利水电工程的特点，一旦国家批准开工，往往施工很紧迫。为了适应这种要求，筛分楼、拌和楼、罐式水泥库、风冷楼、带式输送机桁架、排架等结构物，都宜采用装配式钢结构。实际上三门峡、新安江、丹江口等工程的钢结构水泥罐拌和楼都辗转数个工地，历时二三十年，几经拆迁仍能使用；湖南镇、葛洲坝、万安使用的钢结构筛分楼，有的也已拆迁二二次。尽管组装式钢结构一次投资及钢材耗量较多，但由于可以重复使用，节约施工时间，提高施工速度，仍是经济合理的。随着我国经济的飞速发展，施工技术水平也在不断的提高，因此装配式定型化钢结构在水利水电工程上的应用也越来越多，例如，三峡毛坪溪大坝的沥青混凝土拌和工厂采用的就是国产的装配式定型成套设备。这种设备国外使用很普遍，甚至地弄、挡墙、骨料料罐都采用钢结构，且有系列产品可供选用，值得研究推广。

装配式定型化钢结构厂房在国外使用很广泛，有专门化的公司成套出售和租赁。根据需要运至现场拼装即成，竣工后拆除回收，施工现场还原。如加拿大丘吉尔瀑布水电站的装配拆卸式机修车间。日本大成公司承包鲁布革电站引水隧洞工程中，全工程只有一幢3层楼的活动房屋，下层作修配间，上层作职工宿舍。近年来我国水利水电工程也广泛采用板式结构和采用装配式板房临时建筑房屋。因此本标准规定施工工厂推广装配式定型结构厂房（包括活动房屋）。

虽然近年来水利水电工程在选用通用和多功能设备上已较20世纪90年代以前取得长足进步，但水电工程施工普遍存在设备利用率低、年平均出勤台班数也很低的情况。这固然与水电施工产品的多变性、施工负荷的不均衡及维修、配件供应跟不上等有关，但与设备选型不当也有一定关系。

施工工厂设施设备选型中，往往注重某工程在特定条件下选用该设备的经济合理性。对其通用性、多功能性注意不够，这应

引起重视。

6.1.4 本条强调施工工厂设施设计的应取得的一些定量指标。这些定量指标可依设计阶段的不同采取不同的计算方法：项目建议书或可行性研究设计阶段可按指标法估算，初步设计阶段或招标设计阶段应按公式法进行详算。

6.2 砂石加工系统

6.2.1 砂石加工系统主要由采料场和砂石厂组成。砂石厂生产规模计算根据所在工程混凝土浇筑强度和其他砂石料需要量确定。

经统计，国内外大多数工程混凝土浇筑高峰时段常连续 3~5 个月，其月平均浇筑强度一般为高峰月浇筑强度的 70% 以上。以混凝土浇筑高峰时段月平均强度设计砂石系统，既考虑了堆料场调节因素，适当降低生产规模，又较切合实际，因此予以推荐。

砂石混凝土系统设计作业制度目前尚未规范化，同一浇筑强度，由于选用不同的月工作日与日工作小时数，结果会出现很多生产强度，在数据与引用上引起混乱。因此有必要制定一套规范化的计算方法，首先是设计采用的作业制度规范化。这样能使统计与分析工作也统一起来。

考虑到水利水电工程施工的特殊性，本标准仍规定每月工作日为 25d。

由于砂石厂与混凝土工厂的产品性质不同，其生产班制是有区别的。砂石料可通过堆料场储备调节，而混凝土则应即时生产，不能较长时间储存。这意味着砂石厂有条件在一定范围内按计划均匀生产，而混凝土工厂则需按施工高峰配备设备，一般采用三班工作制。对砂石厂一般规定采用两班制，其理由如下：

(1) 砂石厂设备较多，每天有一个班可作设备保养和维修或作生产准备，可以保证砂石厂长期、稳定、持续生产。

(2) 砂石厂可按高峰时段月平均砂石需要量配备。高峰月用料由堆料场调节，即使由于某种原因供料有困难时，砂石厂还可

增加班制补足。

(3) 高峰期延续时间短,按两班制设计,工人及设备生产率较高。

两班制由于设备常处于完好状态下,交接班时间又短,故每班有效生产时间按 7h 计是可能的。

应指出,当砂石生产规模很大,采用三班制比两班制生产可节约较多投资时,也可考虑三班制生产,此时每日工作时间可定为 20h。在砂石厂内某些车间(单向),由于连续生产对质量控制更为有利,本身设备故障较小,工艺布置允许单独生产时(如制砂车间),也可采用三班工作制。对于小型采石场,由于破碎比控制,所选用设备一班已能完成生产任务或生产环节尚不能实现机械化作业时,亦可采用一班制生产。粗碎或超径处理工作班次与采场作业相一致,将有利于减少二次挖运。

6.2.2 大、中型砂石系统一般建设工期相对较长,如果砂石系统工艺布置灵活,能生产出主体工程的各种建材,将是经济合理的方案。

工艺流程计算中,有不少重要数据仅仅是控制性的大概值,离差性较大。如各级骨料需用级配百分比,往往是全工程的综合平均值。原料及各种破碎机产品粒度级配,或是料场平均值,或仅有几组试验的成果,或是按其他工程推算,或者按典型方程推算。由于在不同时期,开采不同区域、深度时,原料级配变化很大,产品粒度级配及需用级配都在发生很大波动。乌江渡工程从总体平衡计算,破碎设备采用开路生产能满足要求,但某一时期二、三级配混凝土增加时,便出现有些级配骨料用量大幅度减少,堆料场容纳不下,而有些级配又感到不足,仅靠调整排料口的办法,难于达到目的。丹江口、葛洲坝、潘家口和渔子溪等工程都有这方面的经验与教训。所以,要求工艺设计有一定的灵活性,以适应实际生产变化的需要是重要的。

砂石厂合理利用场地坡度,不仅可使布置紧凑,减少土建工程量及工程占地,同时可以利用自然高差运输物料,减少运输设

备和能耗，这已为国内外众多砂石厂实践所证实。

作业相同的工序宜选用相同规格的设备，并在同一高程对称或同轴布置，显然有利于流程变换与设备互换，便于检修、起吊与集中管理。设备对称与同轴布置，非标准设备采用同规格相同布置，可以使结构与非标准设备简化、制作与安装方便。

砂石系统一般车间允许露天布置，但对电气设备应加以防护，主要是根据乌江渡、大化、葛洲坝、东江等工程的经验。目前来看，国内水利水电工程的设计仍遵循这一原则。

6.2.3 需用级配可以选择如下：

(1) 工程全部混凝土需用的骨料级配。

(2) 高峰月浇筑混凝土需用的骨料级配。

全部满足总量级配平衡拟取第一项。全部选用设备应以满足高峰月需用级配为准，拟取第二项。

6.2.4 大型水利水电工程利用石料加工混凝土人工骨料或其他级配料时，数量往往较大，如用典型粒度方程计算岩石破碎粒度曲线往往和实际有出入，因为岩石的成分、风化程度、破碎方法等都对其破碎后的粒径有影响，因此准确的岩石粒度破碎曲线对控制工程投资及指导工程设计和施工都具有十分重要的意义。所以本条强调大型水利水电工程如利用石料加工混凝土人工骨料应做岩石破碎实验。

6.2.5 目前确定堆料场骨料储备量的方法有 4 种：按累计生产和需用曲线计算、按月最高浇筑强度计算、按高峰年月平均浇筑强度计算和按高峰时段（最高浇筑强度的 70% 以上的连续施工期）月平均浇筑强度计算。

同 6.2.1 一样，本标准采用高峰时段月平均值，为了简化问题，作了峰荷量大体呈三角形分布的假定与调整，并考虑堆场有 7~10d 的最低储备量，即推导出堆料场的总储量。

冬季冰冻期、汛期、水库淹没后骨料储备量以及利用开挖渣料的原料储备量，往往会超过砂石厂与混凝土工厂的正常生产与级配调节必要储备量。

一般情况下,除了满足必要的生产调节、级配调节、骨料温度控制与砂石脱水所需的成品储量外,宜多堆毛料与半成品料。如映秀湾为了利用开挖渣料,在山谷地形上,抛投高度达 20m,推土机堆料在一很小范围内,可储存半成品 16 万 m^3 ,而地弄长仅 30m,土建费用很省。国外如巴克拉、伊尔库克等亦都很重视毛料储存。国内白山、红石等工程冰冻期筛分作业困难,只能以储存成品骨料为主。

筛洗后初出螺旋分级机的砂含水率达 14%~17%,要满足水工混凝土施工规范要求,自然脱水至 6%以内,天然砂一般需要 5d 左右,而人工砂需 5~7d。

6.2.7 由于大中型砂石混凝土系统骨料发送总量与发料强度都很大,地弄出料仍较为经济,且对确保砂石质量、稳定与降低骨料温度等有利,因此被广泛采用。对于小型水利水电工程,如采用地弄发送,每立方米骨料所分摊土建费用将很高,此时选用机械挖装出料可能更为经济。

有些大中型工程堆料场,因地下水位高,地基承载力很低或设置地弄将会产生很大不均匀沉陷时,为了节约地基处理工程量和确保安全运行,应考虑选用机械挖装出料方式。

地弄布置遵循的原则如下:

(1) 地弄进口及顶面高出地面,目的为防止地表水从进口及地弄盖板卸料口或盖板侧面流入地弄。

(2) 地弄排水往往被设计所忽视,不少工程总结中都提到这方面教训。三门峡地弄因横向裂缝甚多,漏水很大,而地弄纵坡为 1%,由于排水中含有大量泥沙,难以清除淤泥和污水;新安江混凝土生产地弄纵坡 2%,无法将含泥砂的水排除,雨季水位上升,为防止带式输送机马达受淹,只得拆除,直接影响生产。铜街子工程临时系统亦与此相似,因此提出应重视地弄中水与泥浆的排除。各工程实践证明,若地形有利,纵坡应大于 5%,但平坦地区采用这一纵坡将使开挖过大,亦可分段汇集,机械排除。

6.2.8 国内砂石厂,大多数不设计量设备。不同时期、不同品种

砂石生产量大多根据运输工具装卸次数来估算,造成一个工程有很多统计值。这对加强工程管理、统计分析资料都是不利的,特别是水利水电工程全面实行市场化后,料场以及混凝土系统和筛分系统往往不划分在一个标段上,分别隶属于不同的承包商,因此需要设置计量设备。

原岩在钻爆、挖装过程中,常易将各种金属混入岩石中,这对中细碎设备的安全运行威胁很大,因此有必要在中细碎前设置金属探测器和金属处理设备。如映秀湾人工砂石系统金属探测设施因未订到货而未装,曾数次发生圆锥机被卡住事故。此后,从料石中检得挖土机斗齿、二锤、钢钎、钻头、铁件数十件。

6.2.9 砂石加工系统设计中应采取除尘措施,如湿法生产、湿式除尘是一项简单、方便、经济、有效的除尘手段。

砂石筛分破碎制砂车间一般噪声均在 **110dB (A)** 以上,严重危害工人健康,不少砂石厂附近居民也因环境污染而要求拆迁工厂。紧水滩、葛洲坝等工程试用过耐磨塑料垫溜槽,一般只能降低十几分贝,车间内噪声仍远远超过国家规定,但设置隔音操作间后,情况大为改善。铜街子筛分厂隔音室可将噪声降至国家标准以下。

砂石系统生产过程中产生大量的废水,特别是以灰岩为料源的人工砂石系统或料源中含泥量较大的工程,都会导致废水排放量大,废水中悬浮物含量高,对下游河水的污染十分严重。以往大部分水电站砂石系统产生的废水一般不经处理就直接排放到河道中,但是按照现行《污水综合排放标准》(**GB 8978—1996**),今后的污水排放应符合该标准,所以往砂石系统的设计中应予以充分考虑。

6.3 混凝土生产系统

6.3.1 混凝土生产系统设计中,对满足浇筑强度都较重视,而对满足质量、品种及温控要求有时注意不够。有的工程在初设中对制冷、供热、加冰措施未予考虑,给施工设计带来困难,因此本

条款对混凝土生产系统的基本任务予以强调。

国内外混凝土生产系统设计生产能力计算公式中，高峰月浇筑强度均由总进度表中查得，但各项参数选用有分歧。从实际施工情况看，一般每月均可超过 25d，如三门峡工程高峰期间星期天不休息，全月出勤。柘溪工程高峰年中，全年工作 357d，平均每月工作 29.4 d。前苏联战后修建的大多数工程，高峰月工作天数亦多为 28~30d。关于每天工作小时数，亦大多超过 20h，如柘溪工程高峰情况下每天达 22h，前苏联的卡霍夫水利枢纽每天工作约为 22h。考虑到设计进度与今后实际进度有一定出入，三门峡、刘家峡、新安江、丹江口、富春江、乌江渡等工程在设计中，均取 $N=25d$ ， $M=20h$ ，给施工留有一定余地是适宜的。

统计了国内外 71 个水利水电工程施工强度方面资料，我国混凝土浇筑日不均匀系数变化幅度为 1.09 ~ 2.11，算术平均值为 1.53，国外日不均匀系数变化幅度为 1.02 ~ 1.85，算术平均值为 1.28，国内外算术平均值为 1.35。

关于时不均匀系数，统计了国外 135 个水利水电工程有关资料，算术平均值为 1.02，即当每天按工作 20h 计时，可以不考虑时不均匀系数。我国生产统计一般均以班为单位，对于高峰小时生产强度资料很少，但从上犹江资料看，时不均匀系数为 1.2。

随着施工技术与组织管理水平不断提高，不均匀系数必将有所下降，因此确定日不均匀系数以国内外算术平均值为准，即 $K_d = 1.35$ ，而时不均匀系数 $K_h = 1.1$ （即国外平均水平与上犹江统计值之间）。那么相应的不均匀系数 $K=1.5$ 。这与我国绝大多数工程设计生产强度所选用的值也是一致的。

大坝混凝土浇筑设备是大坝施工的主要控制性设备，混凝土系统的生产能力，还应按浇筑设备的最大能力进行校核，使两者协调配套。

6.3.2 拌和楼理论生产率可按下式公式(2)求得：

$$\text{理论生产率} = \text{单台公称容量} \times \text{台数} \times \text{小时搅拌次数} \quad (2)$$

当搅拌机台数超过 4 台时，因生产能力受称量速度控制，只能提高拌和楼设备利用率，而理论生产率与 4 台相当。混凝土拌和楼理论生产能力见表 23，该表所列值是指设备配套拌和楼（站），在生产正常混凝土配合比级配不变，坍落度不小于 50mm，不加冰及掺合料情况下，每小时平均生产能力。

表 23 混凝土拌和楼理论生产能力

锥形倾翻搅拌机		强制式搅拌机	
搅拌机台数×每台公称容量 (L)	理论生产能力 (m³/h)	搅拌机台数×每台公称容量 (L)	理论生产能力 (m³/h)
1×750	20	1×500	20
2×750	40	1×750	30
1×1000	25	2×750	60
2×1000	50	1×1000	40
3×1000	75	2×1000	75
1×1500	40	1×1500	60
2×1500	75	2×1500	115
3×1500	115	1×3000	115
4×1500	132	2×3000	230
1×3000	60		
2×3000	115		
3×3000	180		
4×3000	236		

需加冰及掺合料时，应根据试验或其他工程生产经验，适当调整生产能力。拌制干硬性、低坍落度混凝土不仅要增加搅拌时间，还要大大缩小搅料筒的有效容积，因此需要重新核算拌和楼

的生产能力。

6.3.3 水利水电工程混凝土生产系统大多数设在坝下游,水库蓄水后尚能运行。只有当砂石料来自上游,或下游在一定范围内确实难找到合适场地时,才设在上游。

在不受爆破威胁或施工现场干扰的情况下,一般都希望混凝土生产系统尽可能靠近浇筑地点。三门峡、新安江、龚嘴、大化等工程拌和楼距大坝均在 500m 以内,这对保持混凝土均匀性、不产生离析、易于卸料、防止混凝土产生初凝等均更有利。对有温控要求的混凝土,可以减少热量损失或温度回升。《水工混凝土施工规范》(DL/T 5144—2001)规定,混凝土运输时间不宜超过 90min,在夏天应控制在 45min 以内。

拌和楼、水泥罐、制冷楼、堆料场地等不少属于高层或重载建筑物,对于地基要求较高,如国产拌和楼对地基承载能力要求约 0.15~0.2MPa 以上。混凝土生产系统因忽视地质问题而带来损失的工程也不少。如三门峡、故县水库混凝土系统地基曾产生滑坡。

关于前期与后期混凝土系统统筹兼顾,包括临时系统与永久系统相结合,分别承担不同部位,不同高程混凝土浇筑任务,其目的是避免无为的拆迁带来人力和物力的损失。

6.3.4 集中设置便于集中供料,供料设施与储料设施可以共用,工程量省。分散设置的生产能力需按分区混凝土浇筑高峰强度设计,其总和大于工程总的高峰强度,根据一些工程统计,集中设置规模约小 15%,人员少配 25%~30%,投资和运行费用相应较低,我国大多数工程均采用集中方案。但经过设计充分论证,设置不可行或不经济,则宜分散布置。

6.3.5 国内混凝土生产系统骨料总储量大多为月高峰日平均的 3~7d 需用量,实践证明,当总储量小于 2d 时,其活容积常不足两个班的生产需用量,加上各级骨料需要量与储存量百分比存在不均衡的因素,此时管理稍有疏忽或运输线路上出些问题,便会影响正常生产进行。龚嘴工程原设计有 3d 的储量,施工时为了减

少开挖量，将堆料场由 140m 长缩短到 100m，实际储量不足 2d，高峰期间经常供料不足。乌江渡江南系统，因受施工场地限制，堆场总储量 10000m³，其中活容积只有 1d 的使用量，既不能保证脱水需要，也影响供料，因此后来又增设 10000m³。

美国混凝土施工手册规定骨料堆存 3~7d。日本一般水利水电工程也在这一范围，但有些工程受地形限制时，储量仅几小时的需用量。我国有些工程条件较困难，如白山工程预热仓与堆料场相结合，为减少基建费用，骨料只有 1.5d 的储量。

当场地布置特别困难时，可减少到 1d 的需用量。实际上由于浇筑级配的变化，而引起各级骨料使用的不平衡，因此 1d 料堆容量，实际供料能力仅为一个或两个台班。

6.3.6 沥青混凝土制备机械额定生产能力一般是针对道路工程的，水工沥青混凝土中细料用量较多，必须延长搅拌时间才能保证搅拌均匀，故而生产能力下降，据国内外工程实践统计分析，一般拌制水上沥青混合物生产率均为额定值的 65%~75%。

沥青拌和厂厂址宜靠近铺筑现场，除了便于管理、避免离析外，更主要是减少运输过程热量损失，以确保施工质量。

一般情况下，运输时间在 0.5h 以内，运输过程热量损失较小，这对提高起始碾压温度，保证沥青混凝土施工质量十分有利。

沥青混凝土工厂应远离易燃仓库与建筑物，以减少发生火灾的可能性，由于生产过程会产生大量有毒烟尘，故要求远离生活区，并设在下风处。厂址选择的其余要求，同混凝土工厂。

6.3.8 大中型水利水电工程水泥用量大，宜选用散装水泥。美国、日本等国在 20 世纪 70 年代后，散装水泥使用比重已占 95% 以上；目前国内也达到 70% 以上。因此，本标准强调以散装水泥为主。但一般在初期临建工程或散装设施未建成之前还需使用少量袋装水泥，因此在工艺布置上也要考虑留有使用袋装余地，并纳入整个水泥储运系统中。

考虑到混凝土浇筑高峰时段一般仅 2~3 个月，水泥储存量过大将给施工布置带来困难，并增加基建及运行费用，水泥是一种

水硬性胶凝材料，储存期间会和空气中的水气及二氧化碳发生作用，从而降低水泥强度。因此水泥仓库不宜过大。

水泥储备量应根据混凝土系统的生产规模、水泥供应及运输条件、施工特点及仓库布置条件等综合分析确定，既要保证混凝土连续生产，又要避免储存过多、过久，影响水泥质量，水泥和粉煤灰在工地的储备量按可供工程使用日数而定：

(1) 陆路运输为 4~7d。

(2) 水陆运输为 5~15d。

(3) 当中转仓库距工地较远时，可增加 2~3d。

本条对不同运输方式所取储存天数与我国水利水电工程当前实际水平是相近的。随着水泥供应、运输等技术水平不断提高，按水泥储存天数下限值减少 1~2d 是完全可能的，目前国外不少水利水电工程水泥储存天数只有 1~2d，因此储存天数拟向低值调整。

6.4 混凝土预冷系统、预热系统

6.4.1 混凝土浇筑温度由温控计算确定。混凝土出机口温度根据浇筑温度和混凝土在运输、浇筑、振捣过程中的热损失来确定。混凝土各组成材料预冷温度根据混凝土出机口温度、预冷方式，按照热平衡原理通过计算确定。混凝土出机口温度是混凝土预冷系统设计的基本参数，它决定混凝土的预冷工艺。

拌和料预冷方式可采用骨料堆场降温、加冷水、加冰拌和、粗骨料预冷等单项或多项综合措施。这些都是国内大、中型工程已普遍采用的措施。采用时应根据具体情况进行技术经济比较确定。

水的热容量大，制冷水和制冰工艺成熟，便于输送等特点，因此，确定预冷措施时，应首先考虑加冷水和加冰拌和。当加冷水和加冰拌和不能满足要求时，需对粗骨料进行冷却。随着骨料预冷技术的发展，冷水喷淋冷却骨料因存在脱水、保温及上料问题，逐渐被一、二次风冷所取代。三峡工程就采用二次风冷继续深冷骨料。

6.4.2 采取增加堆料场堆高、地弄取料、搭棚、喷水等措施，简便易行。对防止骨料升温，减少温控负担有良好的效果。各工程由于情况不尽相同，特别是相对湿度影响较大，但一般均能达到本标准所列数值水平。

干燥并曝晒在阳光下，砂石温度常大大高于实际温度，宜避免。

水泥温度实测资料较少，根据丹江口 1959~1962 年实测拌和楼水泥温度最高为 36℃，丹江口为袋装水泥，可能储存时间较长，葛洲坝散装水泥的实测温度也很少超过 40℃。但东风与五强溪工程调查中发现有时可达 50℃，而铜街子工程在使用附近的峨眉水泥厂专门为工程生产的矿渣水泥时，由于厂方为尽快腾空仓库，有时工地测得的水泥温度可达 70℃以上。但这属于特例。根据上述情况，本标准推荐夏季水泥入机温度一般在 40~50℃范围选取。否则应采取改善堆存方式，延长堆存时间等降温措施，若因此增加制冷容量在技术经济上是不合理的。

近年来，进口或国产片冰机的大量使用，使加冰技术大大提高，国内工程已很少采用加冰块的方法。二滩、小浪底等工程已改为加冰屑（或称冰粒）。片冰制成时为-8~-12℃，隔热储存后为-5℃；转运多次或无隔热储存后亦多为 0℃，且有融化现象。

冰的潜热利用率根据丹江口、葛洲坝、桓仁等工地情况，由于隔热措施不善，一般都在 75%左右，现场实测有时更低。

国外片冰的冷量利用率约按 100%考虑，本标准推荐为 85%~100%。考虑到加冰技术的不断进步，选用时可以适当取大值。

6.4.3 不同工况下制冷效果相差很大，因此规定各项制冷容量均应折算为标准工况冷量。此外往复式与螺杆式氨压机折合系数相差很大，因而尚应注明机型。但设备选型时对配置电机、冷凝器等均应按实际工况选择。

6.4.4 由于低温条件下的混凝土硬化和施工有其特殊性，因而对混凝土生产系统也提出了一系列要求。混凝土早期受冻所受到的

损害，对结构物来说，是永久性的破坏。在混凝土拌和物中，水的冰点大约为 $-0.5\sim-2.5^{\circ}\text{C}$ 。当温度低于 4°C 时，水的体积就会膨胀，当温度降低到 -3°C 时，拌和物中90%的水将被冻结，水化作用基本停止，冻结使混凝土体积膨胀，使水泥粘结力丧失，这时解冻就不能恢复混凝土原来的状态。

如果在低温季节为新浇筑的混凝土创造一个人工环境，使混凝土拌和物在正温条件下养护一定时间，获得一定强度后再遭冻结，那么解冻后的混凝土就不致于会造成破坏。因为这时已有相当一部分拌和水已固定到水化物中去了，混凝土内可能冻结的自由水量很少，即使冻结，引起的内应力也很小。混凝土早期允许受冻临界强度，按DL/T 5144—2001规定，大体积混凝土应不低于 7.0 MPa ，非大体积混凝土和钢筋混凝土应不低于设计强度的85%。

在工程实践中，正温的温度不应低下 5°C 。这就必须对混凝土的一种或几种组成材料进行加热，使混凝土拌和物蓄有相当的热量。这是低温季节混凝土施工对混凝土生产系统提出的要求，也正是混凝土预热系统所要解决的问题。

水泥不允许以任何方式加热的原因是：

(1) 用热水或蒸汽间接加热水泥时，微小的渗漏都会使水泥结块。

(2) 水泥颗粒温度的变化会引起水泥颗粒表面水分的凝结，导致水泥硬化。

(3) 用高温干烟气加热水泥时，水泥容易过热，水泥过热时会破坏水泥中“二水石膏”中的结晶水，使二水石膏脱水变成半水石膏，在拌和时会发生假凝，影响混凝土后期强度。

6.4.5 混凝土各组成材料的加热温度，应根据混凝土出机口温度，按照热平衡原理，通过计算确定。水的热容量占混凝土拌和物总热容量的26%，加热拌和用水可以得到较好的预热效果。水的比热大，是良好的热载体。另外水加热设备简单，工艺成熟，有许多种加热方法可供选用。水加热设备易于密封，输送管道易于

保温,热损失小,设备造价和运行费用均较低。因此,在确定混凝土各组成材料的加热温度时,应首先考虑加热拌和水,只有在最大限度地加热拌和水所带来的热量不能满足热平衡要求时,才考虑加热其他组成材料。

当水温超过 60°C 时,水与水泥拌和时易产生假凝现象。如室外气温很低,为提高混凝土出机口温度,水温需高于 60°C 时,则应改变拌和顺序,将骨料与水先拌和,然后加入水泥拌和。

关于骨料加热,国内外广泛地运用着多种多样的方法。蒸汽(或热水)间接加热法,在大中型水利水电工程中使用得最广泛。蒸汽直接加热法,因脱水不好,难以控制混凝土的水灰比而影响质量,因而一般不宜采用蒸汽直接预热骨料或水浸预热骨料。

6.5 压缩空气、供水、供电和通信系统

6.5.1 本条系指压缩空气(简称压气)系统的供气对象。距施工现场较远的施工工厂和临建工程用风量不大,可由自备空压机供气。

根据水利水电工程用气点分散和经常变动的特点和设站的经验,压气站不宜过分集中,否则会导致管道过长,不仅增加投资,也使漏气、压力损失增大,这将导致风动工具生产效率大幅度下降。所以对压气站集中或分散设站,需进行认真研究比较后确定。

现在大型凿岩设备正在向液压发展,仅需少量供冲孔的压气,可随机供气,大型风动凿岩机及长隧洞掘进国外也倾向于随机供气,既可缩短输气距离减少压力损失,又使凿岩设备及其动力具有更大机动性,所以本条提出在有设备配套的条件下尽可能地采用随机供气。

附录 F.2 所推荐的压气需用量计算公式为常用公式。其中凿岩机同时工作系数的资料来源为《压缩空气站设计手册》。2 台装岩机同时工作系数可取 $0.7\sim 0.9$,资料来源于前苏联电站部《在坚硬岩层中用矿山法修建水电站水工隧洞的施工组织与机械(基本规则)》。

高原修正系数采用《压缩空气站设计手册》资料。

6.5.2 压气站应靠近“负荷中心”，系指各用风点耗风总量的重心所在地。当受爆破安全或施工布置场地限制时(如隧洞施工)，压缩空气站至用气地点的距离最好在 0.5km 以内，至多 2km。“位于空气洁净，通风良好之处”，包含了避免靠近散发爆炸性、腐蚀性和有毒气体，以及粉尘等有害物的场所内容。

6.5.3 本条规定施工给水系统的任务是保证供应一定数量、质量和水压的施工生产、生活和消防用水。

生产用水有各种不同用途，对要求的水质、水压标准也不一，设计中应遵循附录 F.3 所列有关规定。

其中施工生产用水水压要求，主要根据用水设备要求的进水口压力拟定。

确定供水量的原则是满足不同时期日高峰需要量，由于分区日高峰用水量并非同时出现，只有满足不同时期用水量要求，才真正满足了施工供水水量要求。

生产用水、现场生活用水和生活区用水情况不同，前者宜以班计，后者宜以昼夜计。因而不均匀系数亦应分别选定。

6.5.4 水源选择应考虑的因素，除列出《室外给水设计规范》(GBJ 13—86)中 3.1.2 所列一般性原则外，由于水利水电工程往往地处深山峡谷，有可能利用地下水或自流水，有条件时，宜采用这些比较经济的方案。

不少工程实践已证明，施工生产废水（特别是冷却水）的回收，不仅可节约能耗与水资源，同时有利于污水达到排放标准。因而结合环保要求与经济论证，有条件时应考虑废水回收。

6.5.5 水利水电工程施工场面大、用户比较分散，施工场地地形条件差别甚大，供水系统或集中或分散，应根据现场条件及其他因素通过技术经济比较后确定。

6.5.6 本条阐明施工供电的负荷计算。水利水电工程施工现场一类负荷主要有井、洞内的照明、排水、通风和基坑内的排水、汛期的防洪、泄洪设施以及医院的手术室、急诊室、重要的通信站

以及其他因停电即可能造成人身伤亡或设备事故引起国家财产严重损失的重要负荷。由于单一电源无法确保连续供电，供电可靠性差，因此大中型电站应具有两个以上的电源，否则应建自备电厂。

需要系数法为我国目前各设计部门计算施工供电设计用电负荷的常用办法，但当资料不足时，尚可采用总同时系数法。其总同时系数，从目前国内若干工程统计资料分析在 0.21~0.31 范围内(见表 24)，这本身反映了各工程的设备有效利用率很低，随着市场经济的发展和技术的进步，该值应该有所提高，因而本标准推荐总同时系数在 0.25~0.4 范围选取。

表 24 国内若干水利水电工程总同时系数统计

工程名称	总同时系数
三门峡	0.26~0.28
新安江	0.31
丹江口	0.26
刘家峡	0.30
葛洲坝	0.21

6.5.7 本条阐述自备发电厂供电方式及容量计算原则。其内容参考《动力系统规划设计手册》(水利电力部西北电力设计院编)有关内容，结合大中型水利水电工程施工特点拟定。

6.5.8 本条为供电系统输、配电电压等级选择。

各级电压合理的输送半径及容量，系参照《电力工程设计手册》第一册附表 1—6 中有关数值和《火力发电工程施工组织设计导则(试行)》中的第二节第 125 条内容，结合水利水电工程施工供电情况进行调整后拟定。

6.6 机械修配厂、加工厂

6.6.1 本条主要指出机修厂(站)址选择及布置的一般原则。其

中“靠近汽车修配厂设置”，是考虑到施工机械中的内燃机底盘等与汽修厂修理内容基本一致，靠近便于协作。

6.6.2 为便于经济有效的管理，从国内钢铁、冶金、交通运输部门对汽车保养站服务范围看，推荐值均在 50~300 辆之间，这与目前水利水电工程汽车保养站服务范围基本一致，因而本标准确定选用该值。

为使修配厂、保养站规模与工作量直接挂钩，一般用标准台或以工时劳动量表示。但考虑到保养站有时车型单一，如乌江渡采石场便设置专保 T—20 型汽车，此时不如用自然台表示规模更为有利。

6.6.3 大型钢管运输困难，即使加工成瓦状，途中变形仍较大，将增大校正工作量，而节省加工工序不多，因而宜在工地制作。若运输及变形可以解决，亦可由厂家加工成节或瓦状运至工地组装，龚嘴、鲁布革就是这样做的。但厚壁、小直径钢管则不受此限。

6.6.4 本条主要阐明木材加工厂任务，为缩小工厂规模，提出尽可能利用附近木材加工企业能力。

关于加工厂规模的确定，考虑到目前水利水电工程钢模、钢木组合模板、滑模及混凝土预制构件大量使用，木材加工厂规模大为缩小，计算中不宜再套用原有各工程统计值。

6.6.5 本条主要阐明钢筋加工任务与规模的确定。钢筋加工厂规模过去设计一般由年钢筋用量来推算产量。考虑到初设阶段施工总进度一般按月编制，利用高峰期各部位混凝土强度及钢筋含量来计算规模更为准确一些，故予推荐。

6.6.6 既往工程经验表明，是否单独设置混凝土预制厂应视预制量多少和场地等条件确定，当年构件需要量小于 3000m^3 时，一般相当于日产 10m^3 ，所需场地不大，因而可以就地拌制，不必单独设厂。混凝土预制构件重量大，易损坏，厂址应设在交通方便、接近用户处。

6.6.7 关于工地设厂条件，有的部门规定制氧厂距工地超过 50km，或昼夜用氧量超过 $480\text{m}^3/\text{d}$ 。以 50km 划线，对于水利水

电工程并不适宜，自设制氧厂，在经济上主要是减少了氧气瓶往返运输费，但各水利水电工程临时性制氧厂的生产成本往往高于永久制氧厂出售价，有些要甚至高出 80% 左右，即使不计入这一因素，一般工程制氧厂土建费用与不设厂增加运输费用对比，其经济半径约 250km。

7 施工总布置

7.1 一般规定

7.1.1 主要阐明了在进行工程施工总布置时应注意的一些问题，包括：调查了解、收集整理、综合分析本项设计工作所涉及的各种基本资料。随着我国加快水土保持和生态环境建设的进程，本条款明确提出环境保护和水土保持与施工总布置要统筹兼顾、协调一致，布置时应综观全局、统筹规划、协调局部与整体间的关系，避免顾此失彼，使施工总布置设计成果不仅能保证工程施工顺利进行，而且具有良好的技术经济效益。

7.1.2 水利水电工程施工总布置设计，涉及的问题比较广泛，且每个工程各有其特点，难有一定格局可以沿用。所以在设计过程中，要针对具体工程的条件和特点，充分考虑建设期与运行期、近期与远期、临时与永久的结合，贯彻珍惜每一寸土地、减少水土流失的指导思想，采用先进的施工技术和恰当的组织形式，使布置规划合理、交通运输畅通便捷，尽力改善各项施工技术指标，分清主次缓急，根据不同时间、地点、条件等各个方面因素，进行方案比较，得到最优成果。

7.1.3 施工总布置方案比较包括八个方面的定量指标，以此来论证方案的合理性。这些成果也就是《水利水电工程初步设计报告编制规程》(DL 5021—1993)所规定的内容：场地平整土石方工程量，土石方平衡计算、施工总布置土建安装工程量，各类房屋分区布置一览表，站场、码头和仓库装卸设备需要量，施工场地占地面积估算等。

7.1.4 施工总布置方案比较除按 7.1.3 条定量比较外，还应按本条所提出的条件进行分析比较，阐明各方案优缺点和存在的问题，结合各方案定量指标，权衡利弊，决定取舍。研究当地或其他专业部门的工厂和设施（包括机修、汽修、金属结构加工、制造、木

材加工、制氧、混凝土预制构件等)为水利水电工程施工服务,以往曾有过不少实例。这样做的结果,在节省投资、提高经济效益、加快施工进度方面都会收到较好的效果。当前,正进行体制改革,扩大工厂企业自主权,逐步走向社会化,为水利水电工程施工更有效地利用当地企业创造了有利条件。

7.1.5 主要施工工厂设施和临建设施的防洪标准不宜定得太死,因工程规模、工期、河流水文条件等各工程互不相同,正文中提出一个范围,以便设计时针对工程具体情况作出较为符合实际的选择。临时工程防洪还需考虑回水、涌浪、冰凌、冲刷、浸没和坍岸等影响,必要时应采取可靠的防护措施,以确保场地和设施的安全。

确定施工场内的主要交通干线、桥梁、隧道等建筑物的设计防洪标准时,还应参考有关专业部门颁布的规程、规范的规定。一般情况下,临时工程防洪标准应取下限值。

若经研究确定主要施工工厂设施和临建设施与城镇规划相结合时,应与城镇防洪标准相适应。

7.2 施工总布置及场地选择

7.2.1 根据以往施工经验,施工场地布置大致可分为下列几个阶段:

(1) 工程准备阶段,主要是人员、设备进场,形成风、水、电系统,导流工程、临时房建工程以及主体工程开工前必要的施工工厂设施,包括临时骨料筛分、混凝土拌和系统及相应的修配厂、仓库等。

(2) 主体工程施工阶段,为工程全面施工的关键阶段。应确保重点,照顾一般,全面规划,统筹安排。在布置上一般先以开挖工程为主,逐步转为地基处理、主体工程填筑或混凝土浇筑以及金属结构安装等工程。

(3) 工程完建阶段,应妥善解决水库蓄水、发电有关布置问题,作好工程管理单位的厂区规划,合理使用场地;随着主体工

程施工强度显著降低，逐步清还租用的施工场地。

7.2.2 在施工布置方案比较前，应根据现场实际情况作好各施工临时设施的比较研究工作。条文中指出的五个方面不是孤立的，而是相互关联又互相制约，应妥善协调相互间的关系，才能为各种可能方案的技术经济比较提供依据。

7.2.3 选择施工场地，首先应根据枢纽布置特点以及附近场地的相对位置、高程、面积和征地范围等主要指标，研究对外交通进入施工场地与内部交通的衔接条件和高程、场地内部地形条件、各种设施及货流方向，特别是大量当地天然建筑材料的流向，选择场内交通的主要运输道路。

然后以交通道路为纽带，结合地形条件，设置各类临时设施。在方案比较中应重点研究分区规划的有关问题，形成布局合理、相互协调的有机整体。

7.2.4 许多工程施工场地非常困难，将采取紧凑型布置，采用台阶式，部分施工附属设施及车间可能放在地下。当工程所在地附近场地狭窄、施工布置困难时，需采取相应措施获得满足施工总布置要求的场地。在一般情况下，施工场地不宜布置在坝址上游水库区，如果场地不足时，应研究利用水库区的可能性。利用水库区，应分析库水位变化情况，及水库坍岸的影响，如果是松软基础，还应考虑浸没的影响，避免因考虑不周而拆迁临建工程。

利用弃渣场作为施工场地时，应特别重视解决导流、洪水带来的冲刷影响，也要考虑主河道及两岸沟谷洪水顶冲的影响，作好防护设施。当开挖渣料不足，采用堤坝围护时，应妥善解决场地防洪和排水问题。

对原河道进行截弯取直获得施工场地时，因工程量往往非常大，应与其他方案进行比较，论证其经济上的合理性。

7.2.5 土石方平衡除计算主体工程量外，还应计算临建工程的场地平整、站场、码头、道路等土石方工程量。

向枢纽工程上游弃渣(包括水库区)要进行技术经济论证，向下游弃渣应保证下游河道不被淤堵或缩小河床行洪断面、不抬高

发电尾水位、不恶化通航等条件。

在发展旅游事业的地区,还应避免弃料对自然景物或周围环境造成的不良影响;堆渣场也不应放在危及工程安全及不稳定地质地段。堆渣场应有排水、护坡等工程措施,防止水土流失对周围环境的破坏。

开挖渣料利用应根据施工进度计算挖填、堆弃数量,作好平衡规划,做到高料高用、低料低用,合理调配,避免干扰,以提高土石方利用率和减少运输总量。

7.2.6 如在这些地区布置临时设施,或将给工程施工带来危害,或为国家法律(如环境保护法)所不允许,应避开在这类地区设置临建工程。

7.2.7 采取相应的防护措施系指抛石、抛铅丝笼、抛填混凝土预制块、干砌块石、浆砌块石、混凝土砌块和挡墙等,以上不同材料的抗冲流速,可查阅有关参考资料选用。采用这些措施时,视防护边坡土质情况,分别设置垫层、反滤层、集水、排水设施。在严寒地区尚应考虑冰冻的影响。

7.2.8 工程的施工排水总量由地表雨水、居民区生活污水、施工废水、机械设备冲洗水等组成,并考虑场地内的冲沟流量,分部位计算排水量。根据地质情况,选定排水建筑物的型式、断面和尺寸。并根据工程所处位置的地形、水文、气象因素及环境保护要求选择排水方式,出水口最好利用沟谷自然排入河道,并结合岸边防冲加固措施,选定出水口型式。

有些地区降雨大、历时长,设计中宜避免冲沟水流进入施工基坑和主要施工场地,以避免山洪影响生产和职工生活。

7.3 施工分区规划

7.3.1 本条规定七个分区,目的是为了统一施工分区名称,便于按分区统计建筑和占地面积。

7.3.2 混凝土和当地材料坝两种坝型,在布置上宜保证主要生产系统布置在较好位置,使其运用可靠、经济合理,应妥善解决重

点设施的布置问题，其他临时设施则处于从属的地位。在设计中宜花较多的精力研究重点设施布置方案，其他非重点项目围绕重点布置。

在总结工程实践资料的基础上归纳为 5 个方面问题，在研究比较施工分区时，一般情况下应参照这些进行布置。为了减少职工体力消耗，居住区距工作地点一般以不超过 3km 为宜。学校、医院应远离施工区和交通主要干线，放在比较安静的地方。

不同的施工总布置对环境会带来不同的影响，如施工现场、生活居住区、商业服务区与施工道路、仓库等混杂布置，或临时建筑很多、地点选择不当等，均给环境带来不利的影响。因此施工区布置时，应按功能分区，避免交叉混杂，各区之间应留有过渡地带，并尽可能与城镇建设长远规划结合起来，弃渣场地应与造田、修路、场地整理相结合，采石场、砂石料生产系统等噪声较大的生产场所应选择远离生活区，并注意生产用水的处理和恢复景观、植被等。要比较不同的施工总布置方案，与环境协调，作出最优选择。

7.3.3 本条强调易燃、易爆等特殊物资库在总布置中摆放的位置、建筑物结构形式、物料堆放要求及必要安全设施等设计，均应满足国家及有关行业法律法规、规程规范要求。

7.3.5 由于市场经济条件下我国水利水电工程实行招投标，多数施工单位工效显著提高，劳动力减少，且均有后方基地，工地办公生活房屋面积大大减少，简易房屋比例较大。办公生活房屋建筑面积综合指标原有的计算方法已不适应招投标体制的需要，水利部于 2002 年 3 月 6 日颁布的《水利工程设计概(估)算编制规定》中规定了枢纽工程和大型引水工程办公、生活及文化福利建筑人均建筑面积综合指标按 $12\sim 15\text{m}^2/\text{人}$ 计算。本条所作的规定是为了降低办公生活建筑面积，使设计更符合实际，充分反映工程建设的施工机械化水平和施工管理水平。

施工总工期年平均劳动人数的确定见本标准 8.10.1。

8 施工总进度

8.1 一般规定

8.1.1 本条较原标准条文更强调设计中应结合工程实际合理安排工期。但有时也存在建设部门或业主对工期要求过短,脱离工程客观实际的情况。设计人员应经过充分论证后确认工期规定不合理的情况,并应实事求是的反映情况,提出更加现实合理的替代方案,报请上级主管部门审查或业主复核。

8.1.2 施工总工期中各分期的划分应按本标准要求进行,以避免造成不必要的混乱现象。

8.1.3 主要针对编制施工总进度提出若干要求与原则,使设计人员有所遵循。

严格执行基本建设程序,遵照国家政策、法令和有关规程规范,是编制施工总进度最基本的原则。施工总进度编制应对控制工程总工期或受洪水威胁的工程和关键项目作重点研究,采取有效的技术和安全措施,缩短工程建设周期。采用平均先进指标,对复杂地基或受洪水制约的工程,宜适当留有余地。单项工程施工进度既是施工总进度的构成部分,又是编制施工总进度的基础;既要服从总进度的整体安排,又要合理调整施工总进度提供依据。

8.1.4 编制施工总进度时,不应将每项作业都罗列出来,应重点研究关键线路、次关键线路上作业的逻辑关系和工作历时,其他作业可根据其重要性在进度表中列出或不列(不需罗列的主要是历时很短或规模较小的作业)。

8.1.5 横道图和网络图是设计中经常采用的型式,本条要求在初步设计阶段,对于选定的设计方案两种型式都要有。横道图重点反映关键作业、次关键作业和重要作业及其他作业;网络图主要反映关键作业、次关键作业和重要作业。

8.2 准备工程施工进度

8.2.1~8.2.3 合理安排好准备工程施工进度是保证按计划完成主体工程施工的先决条件,应着重对其施工进度进行分析。对于混凝土工程是关键工程的情况,应重点分析三大系统建设的施工工期。

8.3 导流工程施工进度

8.3.1 旨在提示施工导流工程可安排在施工准备期内进行施工。对于关键工程,应创造条件提早开工。

8.3.3 强调基坑开始开挖时间应考虑基坑抽水所需时间。

8.3.4 过水围堰在围堰过水前通过预报从基坑安全撤退,过水后经清淤、抽水后才能重新入基坑施工。安排进度时,这些工作对工期的影响应有所考虑。对于多泥沙河流上建坝、基坑过水后淤积很严重的情况,应引起重视。

8.3.5 强调合理确定挡水建筑物施工临时度汛时段,充分分析论证需在度汛时段之前达到度汛面貌工程的施工。

8.4 基础开挖与地基处理工程施工进度

8.4.1 根据以往一些工程的经验教训,坝基水上部分的岸坡开挖与导流工程施工不重视安排平行作业,以致在截流后水上部分的岸坡开挖与基坑内的施工同时进行,形成很大的干扰,影响工效,有的还会造成人身事故或工程质量事故,延误工期。所以,正文规定坝基岸坡开挖与导流工程平行施工,河流截流前基本完成,为基坑全面开挖工作作好准备,以利克服干扰、缩短工期。

8.4.3 主要提示有关地基处理应注意的事项。如遇到不良地质地基处理,在工期安排上应有所考虑,并要求在覆盖前完成。

8.4.4 岸坡不良地质地基处理技术复杂、处理工程量很大、牵涉到总工期问题应慎重分析工期,并应注意对坝基范围以外部分亦应在蓄水前完成。

8.4.5 两岸岸坡有地质缺陷的坝基基础处理工程量大,处理起来较复杂,是对总工期起控制作用的因素之一,所以应作较详细分析,以落实所需工期。

8.5 土石坝施工进度

8.5.1 实际施工有时难于实现设计要求的度汛面貌,处于非常被动的局面,某些工程因之造成失事事故,造成不应有的损失,故专门列此一条,要求在设计时对工期分析应作到充分合理。

8.5.2 坝体填筑强度按需要、可能和经济三原则确定:

(1) 需要。同时满足工期和填筑断面高峰期要求,并且强度较为协调平衡。

(2) 可能。分析本工程实际施工条件,安排的填筑强度应与出料、运料能力协调。

(3) 经济。应当进行经济分析,达到经济施工的目的。

8.5.3 强调设计者应重视水文、气象对土石坝施工进度的影响,并应分析料场开采、坝体填筑等的年、月施工天数。

8.5.4 施工期需临时过水的土石坝,一般坝体防护工作量都很大,因此要求设计者在进行工期分析时应慎重考虑。

8.6 混凝土工程施工进度

8.6.1 关键线路上的混凝土工程施工(如地面式厂房及混凝土坝等)和导流、地基开挖与处理以及金属结构安装等工程项目有密切关系,受气候条件影响很大,通常在研究混凝土工程进度时,应掌握有效工作天数。

8.6.2 混凝土浇筑进度有两个主要指标,一个是浇筑强度,它是反映机械设备容量与混凝土不均匀系数的指标;另一个是坝体平均升高速度,它是反映形象面貌和施工程序的指标。这两个指标都能满足要求,才能实现工程进度计划。

8.6.4、8.6.5 主要根据国内实践经验,强调了施工进度与安全度汛的关系,彼此应互相协调,尤其是接缝灌浆涉及的问题比较

多，应作妥善安排。

8.6.6 考虑到国内一些工程施工均衡性较差，以致既占用了施工设备又延长了工期。一般混凝土浇筑不均衡系数与导流方式和坝型虽有一定关系，但不明显，可以忽略不计。但是与浇筑期历时有关。通常建设工期历时短的，其均衡性较好，月不均衡系数就低；反之，月不均衡系数偏高，高峰时段与高峰年的月不均衡系数也相应增大。根据实际工程施工经验推荐不均衡系数建议值，详见表 25。

表 25 不均衡系数建议值

项别	整个工程 浇筑期	高 峰 时 段		
		历时超过 15 个月	历时 12 个月	历时小于 8 个月
国内平均先进值	2.36	1.6	1.5	
国外先进值	1.31	1.28	1.2	
建 议 值	2.3~1.3	1.6~1.3	1.5~1.25	1.4~1.2

8.7 地面厂房施工进度

8.7.1 一般情况下基础岩石开挖完成后再覆盖混凝土。但当厂房为关键工程时，经充分论证覆盖混凝土可与岩石开挖交叉进行施工。

8.8 地下工程施工进度

8.8.1、8.8.2 主要考虑到地下厂房布置往往形成一组洞室群，它深受工程地质与水文地质以及建筑物布置的影响，其施工干扰性较大，如不事先加以统一考虑，则会影响工程进度。所以，要实现快速施工，应做好施工程序设计，提出有效的技术措施。

8.9 金属结构及机电安装施工进度

8.9.1、8.9.2 强调体现关键线路上的金属结构及机电安装施工与土建工程施工的衔接，并应对其工期分析留有适当余地。

8.10 施工劳动力及主要技术供应

8.10.1、8.10.2 强调应根据工程实际配备施工劳动力人数。

8.10.3 针对施工总进度进行优化，在不影响总工期前提下，调整非关键线路上的工程项目，使提出的分年施工劳动力、主要设备和材料需求较为均衡。

附录 A 施工组织设计工作的依据和所需资料

A.0.1、A.0.2 附录 A 所列施工组织设计工作的依据和所需资料按初步设计深度制定。使用时应注意以下几点：

(1) 强调目前初步设计阶段施工组织设计工作内容及其成果应执行 **DL 5021—1993**, 工程量计算应执行《水利水电工程设计工程量计算规定》。其他设计阶段施工组织设计工作内容及其成果应执行的标准虽未提及, 但设计时应理解目前项目建议书编制阶段执行的是水利部水规计[1996]608 号文下发的《水利水电工程项目建议书编制规程》, 可行性研究阶段执行的是《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(**DL 5020—1993**)。

(2) 设计时对地方政府、业主及国民经济各有关部门对工程建设的要求不能忽视, 应深入进行研究, 妥善解决。

(3) 市场经济条件下采用招标发包方式建设水利水电工程, 设计时不必再专门收集和掌握某一特定施工单位的情况, 只有对国内外施工队伍的施工装备、技术特点和管理水平有所了解, 才能切合实际地做好施工组织设计工作。

(4) 条文中所列出的工作依据和各项资料, 一方面, 并非每个工程设计时都需全部具备; 另一方面, 有的工程设计可能尚需增加某些资料。由于需要的资料内容繁多, 且不同工程需要的资料也不尽一致, 因此本标准不可能一一列举, 设计时可根据具体情况确定。

附录 B 导流标准确定的风险度分析法

B.0.1 施工导流的挡水建筑物的设计必须考虑施工洪水过程和导流建筑物泄流能力,确定上游设计水位与上游围堰高程,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。公式(B.0.1)给出了分析确定围堰的堰前水位超过围堰设计挡水位可能性的概念和方法。

B.0.2 以往施工导流设计标准只考虑施工洪水过程,即洪水的重现期,采用公式(3)计算:

$$T = 1/P \quad (3)$$

而围堰是否满足度汛要求,不仅与施工洪水过程有关,还与导流建筑物泄流能力有关。因此,综合考虑施工洪水过程和导流建筑物泄流能力确定上游设计水位,将导流的风险率 R 转换成当量洪水重现期 T_e 。

B.0.3 由于在导流设计标准中考虑了导流建筑物泄流能力的不确定性,因此当量洪水重现期 T_e 要求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 $R(n)$ 类似于过去的含义,采用公式(4)计算:

$$R(n) = 1 - (1 - 1/T)^n \quad (4)$$

B.0.5 施工洪水过程线采用 P—Ⅲ型分布。

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影响,导流建筑物的泄流能力的不确定性可采用三角分布进行描述。

B.0.7 施工导流设计不仅仅受施工洪水过程和导流建筑物泄流能力的影响,还受其他随机性因素的影响,典型洪水过程线确定与水文资料的收集、整理和选择,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

变化，上游围堰起调水位等。

B.0.8 为了确定上游围堰的堰顶高程和堰前水位，通过 Monte—Carlo 随机抽样水文特性和水力条件的不确定性，每一次抽样进行一次调洪演算，统计分析计算堰前水位。1~8 步骤给出了随机调洪演算的计算流程。

B.0.10 导流标准是通过协调风险、投资（或费用）与工期三者之间的关系而确定的。对于初期导流而言，围堰和导流泄水建筑物的规模取决于两方面的约束，一个是最大允许的施工进度要求；另一个是最大允许投资的限制。同时，超载洪水发生后有无允许的时间和投资把被破坏的导流建筑物重新恢复起来，也是影响取舍的重要因素。在选择导流标准决策时，考虑在决策者能够接受的风险范围内，应协调处理投资规模、施工进度、超载洪水导致的导流建筑物损失、溃堰时对河道下游的损失和发电工期的损失等关系后进行综合决策。

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、C.1.2 岩土开挖级别划分与 DL/T 5099—1999 的岩石分级和《水利建筑工程概算定额》（水利部文件水总〔2002〕116号）及《水利建筑工程预算定额》（水利部文件水总〔2002〕116号）的土类分级及岩石类别分级基本一致。

C.2 洞室开挖所需通风量及风速值

C.2.1~C.2.3 洞室开挖所需通风量及风速值与 DL/T 5099—1999 规定的通风指标基本一致。原标准规定工作面附近的最小风速不应低于 0.25m/s ，比 DL/T 5099—1999 中 12.2.2 规定的 0.25m/s 略大，鉴于过去施工中由于对环境卫生认识不够，通风设备能力往往不够，因此为改善作业环境，保障施工人员的身体健康，本次修订仍采用原标准的规定作为施工组织设计的控制指标，使用时应注意这一点。

附录 D 施工交通运输主要技术标准

D.1 公路工程主要技术标准

D.1.1 表 D.1.1 参照《公路工程技术标准》(JTG B01—2003) 及《厂矿道路设计规范》(GBJ 22—1987) 中厂外道路制定, 适用于场内、场外永久交通道路的设计。

D.1.2 考虑水利水电工程特点, 公路上大、中型桥梁的工程造价及施工复杂等因素, 规定桥位原则上服从路线走向, 路桥综合考虑, 以避免因强调桥位而忽视线形布置的合理性, 而增加桥梁的工程造价或使设计、施工过于复杂。

D.1.3 考虑洞内的排水需要, 隧道内的纵坡不宜小于 0.3%。寒冷及严寒地区地下水发育的隧道, 为了减少冬季排水沟产生冻害, 加大排水纵坡以利于排水。

D.2 水运主要技术标准

D.2.1~D.2.6 水运主要技术标准摘自《港口工程技术规范—河港总体及工艺设计》(JTJ 212—1987), 适用于内河码头的设计。

D.3 场内道路主要技术标准

D.3.1 场内主要道路主要技术标准参照 GBJ 22—1987 中露天矿山道路制定, 表 D.3.1 适用于场内主要临时道路的设计, 如场内各工区之间、生产与生活区之间、至天然建材产地的道路、至施工弃渣场的施工道路等。

D.3.2 场内非主要道路主要技术标准参照 GBJ 22—1987 中厂内道路制定, 表 D.3.2 适用于场内非主要临时道路的设计, 如修配、钢筋、木模加工等各施工工厂设施之间以及生活区内部的道路等。

D.4 窄轨铁路主要技术标准

D.4.1~D.4.4 窄轨铁路主要技术标准参照《762mm 轨距铁路机车车辆限界和建筑接近限界分界及尺寸》(GB 188—1963)制定。场内混凝土骨料及混凝土成品料等运输强度较大一般采用窄轨铁路运输,窄轨铁路运输在《水利水电工程施工组织设计手册》(1 施工规划)中作了较为详细的论述。

附录 E 混凝土温度控制施工

E.0.1 由于大体积混凝土温度控制并不是施工组织设计一个专业的工作内容,因此所列内容仅为大体积混凝土温度控制基本参数的选择、确定的一般要求和目前成熟的防裂措施。

E.0.2 从以下几个方面阐述：

(1) 关于低温季混凝土施工气温标准问题，DL/T 5144—2001 中规定“日平均气温稳定在 5℃以下或最低气温稳定在-3℃以下时”。由于日平均气温降至 5℃以下时，混凝土强度增长明显减缓,如图 3 所示;最低气温-3℃以下时,混凝土易受早期冻害，所以采用此双指标控制是需要的。原标准中分为寒冷和温和两类地区，因混凝土强度增长与是否受冻害影响均以气温控制，而不随地区不同改变控制标准，先分两类地区、再用不同气温为控制标准就没有必要了，所以本次采用了统一的气温标准。

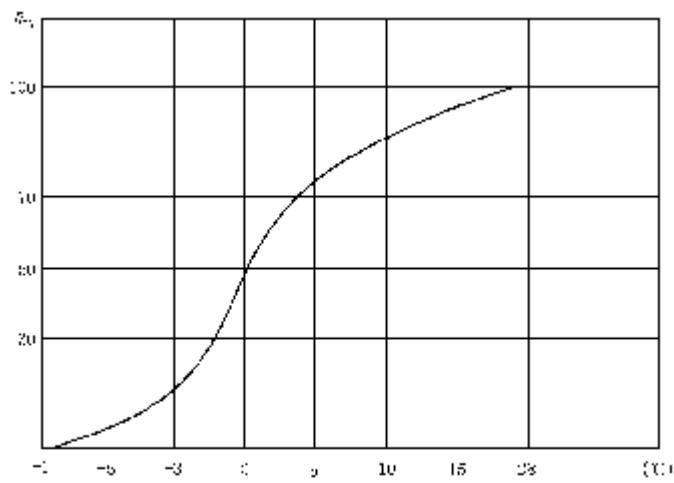


图 3 各种温度下养护的混凝土强度与 R_{28} 的关系

我国现行 DL/T 5144—2001，以及前苏联、日本、美国等国，亦均根据气温条件规定为一种标准（见表 26）。

表 26 国内外低温季节混凝土施工气温标准

规范名称	低温季节混凝土施工气温标准
《水工混凝土施工规范》 (DL/T 5144—2001)	日平均气温连续 5 天稳定在 5℃以下,或最低气温连续 5 天稳定在-3℃以下
前苏联规范(1976 年)	日平均气温低于 0℃或最低气温低于-5℃
美国 ACI 306—1978	日平均气温连续三天低于 4.5℃
日本土木学会规范	日平均气温低于 4℃
联邦德国工业标准 DIN 1045 规定	日平均气温低于 5℃
国际建设材料及结构试验研究协会, RILEM 规定(1963 年)	日平均气温低于 5℃

表 26 的规范规定中,大多数都以平均气温低于 5℃为低温季节混凝土施工的气温标准,这与混凝土养护温度低于 5℃时其强度增长显著减缓是一致的。

确定低温季节施工期应依据当地 10 年以上气象资料。当地缺少资料可借鉴邻近地区气象部门资料。

本条文用的“气温稳定”是气象部门用语,在降温的低温季节连续 5d 通过某一温度,之后很难再恢复这一温度。气象部门可以提供气温稳定在某一温度的资料,对科学合理地确定施工期较为方便。

(2)“当日平均气温低于-20℃或日最低气温低于-30℃时,一般应停止浇筑”是考虑以下几个原因而提出的:

a.随负温的逐渐降低,混凝土单价相应显著增加。如拉古哨低温季节施工期平均温度-3.4℃,采暖计算温度-21℃时,低温季节混凝土单价增加 32%;桓仁低温季节施工期平均温度-8.5℃,采暖计算温度-27℃时,混凝土单价增加 41%;白山低温季节施工期平均温度-10.7℃,采暖计算温度-29℃时,混凝土单价增加 56%。可见,如再考虑-30℃以下继续施工时,低温

季节增加费用将会更多。

b.在 -30°C 以下继续施工时,将带来许多问题,如:①混凝土的边角部位很难避免受冻,影响质量;②气温降至 -15°C 时铁路运输骨料的车箱底板即开始冻结一层骨料,当气温降至 -30°C 时,冻结层可达10cm厚,易造成混料;③料口门冻结,影响卸料。

c.外温愈低,要求混凝土出机温度愈高,各项保温设施的要求也愈高,热损亦愈大,相应能源耗费愈多。

故从混凝土施工质量和经济效益考虑,作了这一明确规定。

(3)“当日平均气温低于 -10°C 时,必须在暖棚内浇筑”,比DL/T 5144—2001降低了 5°C ,这是根据桓仁、白山等工程的施工实践经验,证明降低 5°C 是可行的。

(4)将过去“混凝土允许受冻的临界强度”改以“成熟度”(混凝土养护温度与养护时间的乘积)作为衡量标准的原因在于:

a.低温混凝土施工现场均系在变温情况下养护的,试验室标准养护试件的强度值很难代表浇筑块的实际强度,而根据不同时间与不同养护温度的乘积累计值却能较准确地代表混凝土实际强度。

b.混凝土的养护温度较易观测,即成熟度较易得出,而量测混凝土强度就相对困难一些。

c.目前国际上已广泛使用以“成熟度”为检验混凝土是否允许受冻的标准。我国于1964年由原水电总局与水电一局在桓仁水电站进行过一些试验研究,建议 $1800^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ 为混凝土的成熟度,以后又在回龙山与白山水电站的低温季节混凝土施工中得到应用,均感到简易可行。

“成熟度”系英国绍尔根据其试验,发现混凝土在低于 -10°C 时,强度停止增长,得到成熟度计算式见公式(5):

$$R = \sum (T + 10) \Delta t \quad (5)$$

式中 R ——成熟度, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$;

T ——混凝土在时间 Δt 内的温度, $^{\circ}\text{C}$;

Δt ——养护时间,h。

东北勘测设计院科学研究所与水电一局于 1984 年又对不同水泥品种通过试验取得如下数值：

当采用普通硅酸盐水泥时

$$R = \Sigma (T + 10) \Delta t \quad (6)$$

当采用矿渣大坝水泥时

$$R = \Sigma (T + 5) \Delta t \quad (7)$$

如系掺加化学外加剂，式 (6)、式 (7) 中的常数值应另行通过试验确定。

DL/T 5144—2001 对混凝土早期允许受冻的临界强度规定为：“大体积内部混凝土应不低于 7.0 MPa；非大体积混凝土及钢筋混凝土不应低于设计强度的 85%”，均相应混凝土在标准养护 28d 强度的 40% 以上。如现按 1800℃·h 的成熟度为标准，对普通硅酸盐水泥拌制的混凝土强度，也可达 40% R_{28} 以上。两项衡量标准较接近。

从白山低温季施工的实际资料也证明此种检验标准实用，即使混凝土成熟度达不到 1800℃·h 受冻，混凝土后期强度也不致受影响，如 1980 年 12 月在 10 号坝段 326m 高程的暖棚内浇筑混凝土，两天后因故停止供热，使混凝土受冻，当时强度仅 4.5 MPa，相应成熟度仅 672℃·h，设计标号为 R_{90} 等于 200 号，受冻后继续养护，后期强度仍达 36.4 MPa；1981 年 1 月在地下开关站洞内设有保温设施的部位浇筑边墙混凝土，一天后亦因故停止供热，使混凝土受冻，该时强度仅 1.5 MPa，相应成熟度仅 288℃·h，设计标号 R_{28} 等于 200 号，受冻后继续养护，后期强度仍达 27.8 MPa，接近标准养护件强度 R_{28} 等于 29.7 MPa。这两个实例，一方面说明混凝土早期受冻后，如继续养护，对后期强度的影响不大，同时也说明即使混凝土的成熟度低至 288℃·h 受冻，对混凝土后期强度的恢复也无什么影响。

从这里也可看到国外规范中允许混凝土受冻的成熟度值有的定得很低，如法国规定为 480℃·h，也许是考虑了后期混凝土强度可能恢复之故；当然也有高的，如瑞士定为 2520℃·h。但总的

看，绝大多数在 1400℃·h 以下。故我国初次将混凝土允许受冻以临界强度为标准改为以成熟度为标准，暂定为 1800℃·h，其相应标准养护混凝土 40% R_{28} 是稳妥的，是能够保证混凝土质量的。

(5) DL/T 5144—2001 中 5.4.4 规定“有抗冻要求的混凝土应掺用引气剂。混凝土的含气量应根据混凝土的抗冻等级和骨料最大粒径等，通过试验确定”。表 27 仅供参考。

表 27 有抗冻要求的混凝土应掺用引气剂参考指标

骨料最大粒径(mm)		20	40	80	150(120)
含气量(%)	≥F200 混凝土	5.5	5.0	4.5	4.0
	≤F150 混凝土	4.5	4.0	3.5	3.0
F150 混凝土掺用与否,根据试验确定					

附录 F 施工工厂设施设计参数

F.1 筛下负累积产品率典型粒度方程

F.1.1、F.1.2 公式 (F.1.1) 和公式 (F.1.2) 均为原标准推荐的公式。

F.2 压缩空气需用量估算

F.2.2 公式 F.2.2 为原标准推荐的公式。

F.3 各类用水水质及水压要求

F.3.1 现行的《生活饮用水卫生标准》(试行) (GB 5749—1985) 的规定生活饮用水水质标准见表 28。

F.3.2 水利水电工程一般施工生产用水对水质要求不高(无特殊的物理化学指标要求),通常江河地表水源的水质均可满足,但水中含泥量不宜超过 $20\sim 100\text{mg/L}$ (洪水期取高限),过大时应进行处理,原标准附表 3.5 给出的施工生产用水水质要求见表 29。

F.3.3 为保证混凝土质量,混凝土拌和用水和养护用水所含物质不应使混凝土产生有害影响。符合国家标准的生活饮用水适用于拌和和养护混凝土。

地表水、地下水和其他类型水是否适用于拌和和养护混凝土,《混凝土拌和用水标准》(JGJ 63—1989)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—1992) 和 DL/T 5144—2001 均作出了的相应规定。JGJ 63—1989 规定应检验以下三项限制指标:

(1) 混凝土拌和养护用水与标准饮用水试验所得的水泥初凝时间差及终凝时间差均不得大于 30min。

(2) 混凝土拌和养护用水配制水泥砂浆 28d 抗压强度不得低于用标准饮用水拌和的砂浆抗压强度的 90%。

(3) 拌和与养护混凝土用水的 pH 值和水中的不溶物、可溶物、氯化物、硫酸盐的含量应符合表 30 的规定。

如果满足这三项指标，则可用于拌和和养护混凝土。

表 28 生活饮用水水质标准

项 目		标 准
感官性状和一般化学指标	色 混浊度 臭和味 肉眼可见物	色度不超过 15 度,并不得呈现其他异色 不超过 3 度,特殊情况不超过 5 度 不得有异臭、异味 不得含有
	pH 总硬度(以碳酸钙计) 铁 锰 铜 锌 挥发酚类(以苯酚计) 阴离子合成洗涤剂 硫酸盐 氯化物 溶解性总固体	6.5~8.5 450mg/L 0.3mg/L 0.1mg/L 1.0mg/L 1.0mg/L 0.002mg/L 0.3mg/L 250mg/L 250mg/L 1000mg/L
毒理学指标	氟化物 氰化物 砷 硒 汞 镉 铬(六价) 铅 银 硝酸盐(以氮计) 氯仿 四氯化碳 苯并(α)芘 滴滴涕 六六六	1.0mg/L 0.05mg/L 0.05mg/L 0.01mg/L 0.001mg/L 0.01mg/L 0.05mg/L 0.05mg/L 0.05mg/L 20 μg/L 60 μg/L 3 μg/L 0.01 μg/L 1 μg/L 5 μg/L
细菌学指标	细菌总数 总大肠菌群 游离余氯	100 个/mL 3 个/L 在与水接触 300min 后应不低于 0.3mg/L。 集中式给水除出厂水应符合上述要求外,管网末梢水不应低于 0.05mg/L
放射性指标	总 α 放射性 总 β 放射性	0.1Bq/L 1Bq/L

表 29 施工生产用水水质要求

用水类别		物理指标		有机物含量	含油量	化学指标										备注
		浑浊度	水温			总盐量	SO ₄ ²⁻ 离子含量	硫化氢	铁	硫化钙	总硬度	碳酸盐硬度	pH 值	含氧量	碱度	
单位	mg/L	℃	mg/L							mg 当量/L	度		mg/L	mg 当量/L	—	
施工用水	<50	—	<100	无	—	—	—	—	—	—	6~9	—	—	—	汛期浑浊度可不大于100mg/L	
灌浆用水	<20	—	—	无	<3500	<2700	—	—	—	—	>4	—	—	—	氧离子含量不超过300mg/L	
混凝土拌和及养护用水	小于混凝土允许含泥量	>2	<50	—	水下<35000 水上	<2700	—	—	—	—	>4	—	—	—		
施工机械用水	<5	—	—	2~5	<5000	—	—	—	—	<0.04	—	7~3.5	0.05~0.1	12.5~18	—	
冷却用水	20~50	—	<25	—	<5000	—	—	—	—	<10	—	—	—	—	—	
冷凝用水	立式	<100	30~32	—	—	—	—	<0.5	<0.3	<2000	—	<8	—	—	—	
	卧式	<50	28	—	—	—	—	—	—	<15000	—	<8	—	—	—	

表 30 拌和与养护混凝土用水的指标要求

项目	钢筋混凝土	素混凝土
pH 值	>4	>4
不溶物 (mg/L)	<2000	<5000
可溶物 (mg/L)	<5000	<10000
氯化物(以 Cl^- 计) (mg/L)	<1200	<3500
硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计) (mg/L)	<2700	<2700

F.3.4 使用本条文应注意各类施工机械及设备用水水质应根据不同要求分别确定，有关标准中均有相应的规定。

《压缩空气站设计规范》(GBJ 29—1990) 规定的空气压缩机的冷却水水质指标要求如下：

- (1) 悬浮物含量不宜大于 100mg/L。
- (2) pH 值不得小于 6.5，不宜大于 9。
- (3) 具有热稳定性。

《冷库设计规范》(GB 50072—2001) 规定的氨压缩机等制冷设备及冷凝器冷却水水质指标应符合表 31 的规定，并规定洪水期浑浊度可适当放宽。

表 31 冷却水水质指标

设备名称	碳酸盐硬度 (mg—N/L)	pH 值	浑浊度 (mg/L)
立式壳管式冷凝器淋浇式冷凝器	6~10	6.5~8.5	150
卧式壳管式冷凝器蒸发式冷凝器	5~7	6.5~8.5	50
氨压缩机等制冷设备	5~7	6.5~8.5	50

《工业锅炉水质》(GB 1576—2001) 规定了锅炉用水水质指

标要求。

其他施工机械设备用水水质指标，可以按照机械设备用水水质参考上述水质指标选用确定。

F.3.5 各类用水水压要求见表 F.3.5。生活用水水压应符合《室外给水工程设计规范》(GBJ 13—1986)的有关规定。消防用水水压应符合《建筑设计防火规范》(GBJ 16—1987)的有关规定。

表 F.3.5 所列数值系一般用户的水压要求，个别要求水压较高者，应单独加压。

施工场区一般采用低压制消防，要求给水管网中最不利点的压力不小于 0.1MPa。

F.4 供电系统输电、配电电压等级

F.4.1、F.4.2 本条沿用原标准的规定。

附录 G 施工总布置堆场和仓库面积估算

G.0.1、G.0.2 估算材料储存量、堆场和仓库面积时，应注意公式中未给定的指标和系数可参考有关资料选用。

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.0.1 表 H.0.1 所列碾压式土石坝采用一般防护措施的停工标准是设计阶段统计有效工日的标准,不作施工停工标准。

H.0.2 影响混凝土浇筑的气象因素主要有降雨、气温、大风和能见度等。其中雨季施工问题在旱、雨季分明的我国南方多雨的地区较为突出。一般情况下,当降雨强度达到某一限值就不得进行混凝土施工。降雨等级的划分参见表 32。

表 32 降雨等级划分

降雨等级		小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
降雨量 (mm)	小时总量	1~3	3~10	10~20	>20	—	—
	一天内总量	1~10	10.1~25	25.1~50	50.1~100	100.1~200	>200