

电力技术标准汇编

水电水利与新能源部分 第4册

水 工

国家经济贸易委员会电力司 主编
中国电力企业联合会标准化中心 汇编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为了适应电力企业安全文明生产和创一流工作,加强电力行业技术标准管理,促进电力技术标准的全面实施,提高电力生产的安全运行和经济运行,以满足各级电力企业人员对成套标准的需求,国家经贸委电力司和中国电力企业联合会标准化中心组织编制了《电力技术标准汇编》,分综合部分(2册)、火电部分(10册)、水电水利与新能源部分(13册)、电气部分(15册)共四部分40册,主要收集了截至2002年6月底国家和部委颁布的国家标准、行业标准等约1400个标准、规定和规程,共约5000万字。

本书为《电力技术标准汇编》(水电水利与新能源部分 第4册 水工),共汇编了17个现行的有关水工建筑物设计的规程规范,内容涉及混凝土重力坝、混凝土拱坝、碾压式土石坝、土石坝沥青混凝土面板和心墙、混凝土面板堆石坝、水工混凝土结构、电站调压室、建筑物抗震、水电站引水渠道及前池、建筑物抗冰冻、沉沙池、压力钢管、隧洞、水电站进水口、水电站厂房、溢洪道以及堤防工程等。

本书可作为全国各网省电力公司,水力发电厂,水电水利工程勘测、规划、设计、施工、科研、教学单位,电力试验研究院,电力设计院等有关企业的技术人员、领导干部和科技管理人员的必备标准工具书,也可作为电力工程相关专业人员和师生的参考工具书。

电力技术标准汇编 水电水利与新能源部分 第4册 水 工

国家经济贸易委员会电力司 主编
中国电力企业联合会标准化中心 汇编

*

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn)

北京市铁成印刷厂印刷

*

2003年2月第一版 2003年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 96印张 2447千字

印数 0001—2000册

*

书号 155083·668 定价 275.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《电力技术标准汇编》

编 委 会

主任委员 史玉波 叶荣泗

副主任委员 吴贵辉 贾英华 张晓鲁 陆宠惠 宗 健

委 员 (以姓氏笔画为序)

于 明 朱志强 朱良镭 全晓华 向海平

刘惠民 刘 俭 刘永东 关必胜 许松林

孙 岩 李 泽 李光华 杜红纲 辛德培

汪 毅 陈景山 陈继禄 杨元峰 赵桐兰

秦国治 焦保利 童群伦

前 言

标准化是人类社会化大生产的经验总结，是经济发展和社会进步的重要标志之一。随着我国加入世界贸易组织和经济结构战略性调整的进一步深入，我国社会主义市场经济进入了一个新的发展时期。在这个时期，标准化工作的重要性和迫切性更加凸现。技术标准在提高生产力水平和企业管理水平、推动技术进步、调整产业结构、提高产品质量、提高经济效益和生产效率、促进市场贸易、规范行为、保护环境、保障安全等方面发挥着不可替代的作用。

为适应新的形势，推动电力技术标准的实施，促进电力标准成果向生产力的转化，更好地为电力建设、生产和运行服务，根据《电力行业标准化管理办法》（国家经贸委令第 10 号）的规定，经与有关方面共同研究，我司组织中国电力企业联合会、中国电力出版社共同编辑出版了《电力技术标准汇编》。

经有关单位和各标委会专家精心遴选和审查，《电力技术标准汇编》共收入 2002 年 6 月底以前发布的现行有效的电力国家标准、行业标准及其他相关技术标准 1346 项，编辑成四大部分共 40 册，其中综合部分 2 册，火电部分 10 册，水电水利与新能源部分 13 册，电气部分 15 册。此套《电力技术标准汇编》是目前比较完整和系统的电力技术标准工具书。

此次《电力技术标准汇编》的编辑和出版工作，得到了中国电力企业联合会、中国电力出版社的大力支持，国家电力公司、中国电力工程顾问有限公司、中国水电工程顾问有限公司、中国水利水电工程总公司、国家电力调度通信中心、中国电力信息中心以及有关电力科研院所、全国标准化技术委员会、电力行业各专业标准化技术委员会给予了大力协助，在此一并表示感谢。

国家经济贸易委员会电力司
二〇〇二年七月

电力技术标准汇编体系框图

综合部分	第1册 总目录
	第2册 通用与基础（上下）
火电部分	第1册 火电通用与基础
	第2册 锅炉及辅机
	第3册 汽轮机及辅机
	第4册 热工自动化
	第5册 电厂化学（上中下）
	第6册 金属及管道
	第7册 焊接
	第8册 电站阀门与燃煤机械
	第9册 环境保护
	第10册 勘测设计（上中下）
水电水利与新能源部分	第1册 水电通用与基础
	第2册 勘测（上下）
	第3册 规划
	第4册 水工
	第5册 材料与试验
	第6册 施工组织设计
	第7册 施工
	第8册 金属结构
	第9册 机电设计
	第10册 机电安装与试验
	第11册 机电设备与运行检修
	第12册 大坝安全与环保
	第13册 风电
电气部分	第1册 电气通用与基础
	第2册 电力系统与变电所
	第3册 电机
	第4册 变压器（含电抗器、互感器）
	第5册 高压开关设备
	第6册 高压电气试验
	第7册 电力线路与电力金具
	第8册 带电作业与工器具
	第9册 电力电缆
	第10册 电网控制与调度自动化（上下）
	第11册 电力电容器及避雷器
	第12册 继电保护与自动装置
	第13册 电测仪表
	第14册 电气工程施工与安装
	第15册 农村电气化

目 录

前言

1	DL/ T 5016—1999	混凝土面板堆石坝设计规范	1
2	DL/ T 5057—1996	水工混凝土结构设计规范	37
3	DL/ T 5058—1996	水电站调压室设计规范	219
4	DL 5073—2000	水工建筑物抗震设计规范	265
5	DL/ T 5079—1997	水电站引水渠道及前池设计规范	315
6	DL/ T 5082—1998	水工建筑物抗冰冻设计规范	379
7	DL/ T 5107—1999	水电水利工程沉沙池设计规范	461
8	DL 5108—1999	混凝土重力坝设计规范	495
9	DL/ T 5141—2001	水电站压力钢管设计规范	589
10	DL/ T 5166—2002	溢洪道设计规范	741
11	SD 134—1984	水工隧洞设计规范 (试行)	845
12	SD 145—1985	混凝土拱坝设计规范 (试行)	973
13	SDJ 218—1984	碾压式土石坝设计规范	1103
14	SLJ 01—1988	土石坝沥青混凝土面板和心墙设计准则	1231
15	SD 303—1988	水电站进水口设计规范 (试行)	1289
16	SD 335—1989	水电站厂房设计规范 (试行)	1329
17	GB 50286—1998	堤防工程设计规范	1435

电力技术标准汇编 水电水利与新能源部分 第4册

1

DL/T 5016—1999

混凝土面板堆石坝设计规范

目 次

前言..... 3

1 范围 4

2 引用标准 4

3 总则 4

4 术语和符号 5

5 坝的布置和坝体分区 6

6 筑坝材料及填筑标准 8

7 趾板..... 10

8 混凝土面板..... 11

9 接缝和止水..... 12

10 坝基处理 14

11 坝体计算 15

12 抗震措施 15

13 分期施工和坝体加高 16

14 安全监测 17

条文说明 19

前 言

我国现代混凝土面板堆石坝的建设始于1985年，起步虽晚，但发展很快。到1998年已建成42座，在建32座。其中坝高100m以上的有11座。在此期间，在我国第一批8座混凝土面板堆石坝研究和建设经验的基础上，组织编制并于1993年发布DL5016—1993《混凝土面板堆石坝设计导则》（以下简称《设计导则》），对指导这一新型坝的设计起了很好的作用。随着我国水利水电建设的蓬勃发展，混凝土面板堆石坝已成为枢纽常规比较坝型。一批拟建的混凝土面板堆石坝坝高已达200m量级。在坝体布置、筑坝材料、止水结构、混凝土面板与趾板设计、地基处理、施工方法、原型观测与质量控制等关键技术方面，进行了系统的攻关研究。为了及时反映新的建设经验和成熟的技术研究成果，原电力工业部综科教〔1998〕28号文中正式下达了对原《设计导则》进行修订的任务。

修订工作于1997年上半年正式开始，先后提出过六次修改稿，召开了八次工作及审查会议。于1999年4月通过送审稿审查，1999年11月完成报批稿。

本规范在《设计导则》基础上，吸收了近年来的工程建设经验和科研攻关成果，修订、增补了如下主要内容：

1. 对适用范围调整为适用于1、2、3级坝和4、5级的高坝，明确200m以上的坝应做专门研究；
2. 增加了术语和符号一章；
3. 放宽了趾板对基岩的要求，修改了砂砾石地基上不宜建高混凝土面板堆石坝的规定；
4. 修订了筑坝材料要求、填筑压实控制标准以及坝体分区；提出了对软岩和砂砾石筑坝材料的要求；
5. 突出和扩充了混凝土面板、趾板及分缝止水的设计内容；
6. 增加了抗震措施设计。

本标准的提出部门和归口单位：国家电力公司水电水利规划设计总院。

本标准负责起草单位：国家电力公司水电水利规划设计总院；参加起草单位：国家电力公司昆明勘测设计研究院；国家电力公司中南勘测设计研究院；中国水利水电科学研究院；福建省水利水电勘测设计研究院。

本标准主要起草人：董育坚、杨世源、杨德福、陈霞林、陈玉暖、孙永娟、沈义生

本标准负责解释单位：国家电力公司水电水利规划设计总院

1 范 围

本规范规定了混凝土面板堆石坝的设计原则、技术要求和计算方法等。

本规范主要适用于水利水电枢纽工程中 1、2、3 级坝和高度超过 70m 的 4、5 级混凝土面板堆石坝的设计，包括坝体和趾板布置、坝料和坝体分区、面板及其止水系统、坝基处理、坝体计算、施工度汛、分期施工和抗震措施、安全监测等。

4、5 级 70m 以下的混凝土面板堆石坝可参照使用。

200m 以上的高坝应进行专门研究。

2 引 用 标 准

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

DL/T5055—1996 水工混凝土掺用粉煤灰技术规范

DL/T5057—1996 水工混凝土结构设计规范

DL5073—1997 水工建筑物抗震设计规范

DL/T5082—1998 水工建筑物抗冰冻设计规范

DLJ 204—1981 水利水电工程岩石试验规程

DLJ5006—1992 水利水电工程岩石试验规程补充部分

HG2288—1992 橡胶止水带

SDJ12—1978 水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区部分）及其补充规定

SDJ17—1978 水利水电工程天然建筑材料勘察规程

SDJ217—1987 水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（平原、滨海部分）

SDJ218—1984 碾压式土石坝设计规范及其补充规定

SL60—1994 土石坝安全监测技术规范

SL169—1996 土石坝安全监测资料整编规程

SL237—1999 土工试验规程

3 总 则

3.0.1 混凝土面板堆石坝的级别，应符合 SDJ12—1978《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区部分）》及其补充规定、SDJ217—1987《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（平原、滨海部分）》中的有关规定，但坝高超过（SDJ12—1978）中表 3 者可不再提级。

3.0.2 本规范未提及部分应按 SDJ218—1984《碾压式土石坝设计规范》和其他有关规范执行。

4 术 语 和 符 号

4.1 术 语

4.1.1 混凝土面板堆石坝 concrete face rockfill dam

用堆石料或（和）砂砾石料分层碾压填筑、混凝土面板作上游防渗体的坝。

4.1.2 坝高 height of dam

从趾板建基面算起到坝顶路面之间的高度。对于修建在斜坡地基上的坝，可从坝轴线处最低的建基高程起算坝高，同时加以注明。

4.1.3 堆石坝体 embankment

面板下游用不同粗细材料分区填筑的坝体统称。

4.1.4 垫层区 cushion zone

面板的直接支承体，向堆石体均匀传递水压力，并起辅助渗流控制作用。

4.1.5 特殊垫层区 special cushion zone

位于周边缝下游侧垫层区内，对周边缝及其附近面板上的堵缝材料起反滤作用。

4.1.6 过渡区 transition

位于垫层区和主堆石区之间，保护垫层并共同起辅助渗流控制作用。

4.1.7 主堆石区 main rockfill zone

位于堆石坝体的上游部分，是承受水荷载的主要支撑体。

4.1.8 下游堆石区 downstream rockfill zone

位于堆石坝体下游部分，与主堆石区共同保持坝体稳定，其变形对面板影响轻微。

4.1.9 排水区 drainage zone

由砂砾石或软岩主堆石区内竖向排水及坝底水平排水组成。它是较均匀、强透水的堆（砾）石区。

4.1.10 抛石区 rip-rap zone

在下游坝趾从高处由自卸汽车直接卸料形成的硬岩大块石堆石区。

4.1.11 下游护坡 downstream slope protection

在坝下游边缘用大块石堆砌形成的平整坡面。

4.1.12 上游铺盖区 upstream blanket zone

位于面板上游面下部，用低液限粉土或类似的其他土覆盖在面板和周边缝上，起辅助渗流控制作用。

4.1.13 盖重区 weighted cover zone

覆盖在上游铺盖区上的渣料，维持上游铺盖区的稳定。

4.1.14 混凝土面板 concrete face

位于堆石坝体上游面的混凝土防渗结构。

4.1.15 趾板 concrete face slab

连接地基防渗体和面板的混凝土板。

4.1.16 趾板基准线 plinth line

面板底面延长面与趾板设计建基面的交线。

4.1.17 平趾板 flat plinth

垂直于趾板基准线的剖面具有水平顶面的趾板。

4.1.18 趾墙 toe wall

布置在趾板线上和面板连接的混凝土挡墙。

4.1.19 防浪墙 wave wall

位于坝顶并与面板顶部连接的混凝土防浪挡墙。

4.1.20 周边缝 periphery joint

面板和趾板或趾墙之间的接缝。

4.1.21 垂直缝 vertical joint

面板条块之间的竖向接缝。

4.1.22 柔性填料 flexible filling element

由沥青、橡胶和填充料配制而成并用于止水的柔性材料。

4.1.23 硬岩 hard rock

饱和和无侧限抗压强度大于等于 30MPa 的岩石。

4.1.24 软岩 soft rock

饱和和无侧限抗压强度小于 30MPa 的岩石。

4.2 符 号

4.2.1 1A: 上游铺盖区。

4.2.2 1B: 盖重区。

4.2.3 2A: 垫层区。

4.2.4 2B: 特殊垫层区。

4.2.5 3A: 过渡区。

4.2.6 3B: 主堆石区。

4.2.7 3C: 下游堆石区。

4.2.8 3E: 抛石区。

4.2.9 F: 混凝土面板。

4.2.10 P: 块石堆砌。

5 坝的布置和坝体分区

5.1 坝 的 布 置

5.1.1 坝轴线应根据坝址的地形地质条件，按有利于趾板及枢纽中其他建筑物布置、方便施工的原则，经技术经济比较后确定。

5.1.2 坝轴线宜布置成直线。

5.1.3 允许堆石坝体建在密实的河床冲积层上。当冲积层内有粉细砂层、黏性土层时，应结合坝体稳定和变形分析，论证其安全性和经济合理性。

5.1.4 在坝肩布置溢洪道时,应作好面板和溢洪道边墙或导墙的连接设计。

5.1.5 在枢纽布置中,在确定建筑物型式和尺寸时,宜结合建筑物岩石开挖量和坝体填筑量的平衡进行综合比较。

5.2 坝 顶

5.2.1 坝顶宽度应根据运行需要、坝顶设施布置和施工要求确定,坝顶宽度一般为 5m~8m,100m 以上高坝应适当加宽。当坝顶有交通要求时,坝顶宽度应遵照有关规定选用。

5.2.2 坝顶上游侧应设置防浪墙,墙高可采用 4m~6m,墙顶高出坝顶 1m~1.2m。

高坝坝顶下游侧应设护栏,护栏高度为 0.5m~1.0m。中、低坝下游侧设路缘石。

低坝防浪墙可采用与面板连接成整体的低防浪墙结构型式。

5.2.3 防浪墙与混凝土面板顶部的水平接缝高程,宜高于水库正常蓄水位。

5.2.4 坝顶应预留沉降超高,其值由计算或工程类比确定。

5.2.5 防浪墙底部高程以上的坝体,应用细堆石料填筑,并铺设路面。当有坝顶公路时,应按公路标准设计坝顶路面。

5.2.6 防浪墙立墙上游的底板上,宜设宽度 0.6m~0.8m 的检查用人行便道。

5.2.7 防浪墙必须坚固不透水,并进行稳定和强度验算。防浪墙应设伸缩缝,缝内设一道铜止水片或 PVC 止水带,并和防浪墙与面板水平接缝的止水片连接。

5.2.8 坝顶结构应经济实用,建筑设计美观大方,并作好照明和排水设计。

5.3 坝 坡

5.3.1 当筑坝材料为质量良好的硬岩堆石料时,上、下游坝坡可采用 1:1.3~1:1.4,当用质量良好的天然砂砾石料筑坝时,上、下游坝坡可采用 1:1.5~1:1.6。软岩堆石料筑坝和软基上建坝,坝坡由稳定计算确定。

5.3.2 在下游坝坡上设有公路时,对公路之间的坝坡可作局部调整,但平均坝坡应不低于 5.3.1 的要求。

5.3.3 下游坝坡宜用大块石堆砌,要求坡面平整,具有良好的外观。

5.3.4 应对施工期垫层区的上游坡面提出平整度要求,并及时作好保护。坡面保护措施应按 13.2.4 选用。

5.4 坝 体 分 区

5.4.1 坝体应根据料源及对坝料的强度、渗透性、压缩性、施工方便和经济合理等要求进行分区。用硬岩堆石料填筑的坝体可按图 5.4.1 分区,从上游向下游依次可分为垫层区、过渡区、主堆石区及下游堆石区。在周边缝下应设特殊垫层区。100m 以上的坝面板上游面下部应设上游铺盖区及盖重区。

各区坝料的透水性宜按水力过渡要求从上游向下游增加。下游堆石区下游水位以上的坝料不受此限制。

堆石坝体上游部分应具有低压缩性。

必要时,可在坝体下游坝趾水下设硬岩抛石体,此抛石区可为下游围堰的组成部分。

结合建筑物开挖石料和近坝区可用的料源,坝体可增加其他分区。

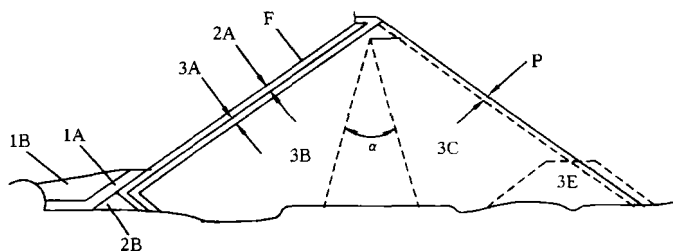


图 5.4.1 岩基上硬岩堆石坝体分区示意图

1A—上游铺盖区；1B—盖重区；2A—垫层区；2B—特殊垫层区；3A—过渡区；3B—主堆石区；3C—下游堆石区；3E—抛石区；P—块石堆砌；F—面板

5.4.2 1、2 级高坝的坝体分区应在坝料试验的基础上，通过技术经济比较确定。其他的坝可通过工程类比确定。

5.4.3 垫层区的水平宽度应由坝高、地形、施工工艺和经济比较确定。当用汽车直接卸料、推土机平料的机械化施工时，垫层区的水平宽度不宜小于 3m。当采用专门铺料措施，垫层区宽度可以减小，并相应增大过渡区宽度。

垫层区应沿基岩接触面向下游适当延伸，延伸的长度与岸坡地形、基岩特性、坝高有关。

在周边缝下游侧应设置薄层碾压的特殊垫层区。

5.4.4 硬岩堆石料作主堆石区，它与垫层区之间应设过渡区。为方便施工。过渡区的水平宽度不应小于 3m。

5.4.5 软岩堆石料用作中低坝主堆石区，其渗透性不能满足自由排水要求时，应在坝内偏上游设置竖向排水区、沿底部设置水平排水区。排水区的排水能力应保证全部渗水自由地排出坝外，必要时竖向排水区上游侧可设反滤层。排水区的堆石（砾石）料应坚硬、抗风化能力强。

5.4.6 用砂砾石填筑的坝体，应设置可靠的竖向和水平向排水区；不设排水区时，应专门论证。竖向排水区的顶部高程宜高于水库正常蓄水位，排水区的排水能力应保证全部渗水自由地排出坝外。

垫层区与砂砾料主堆石区之间设置过渡区的必要性依砂砾石料的级配而定。

下游应设护坡，或用开挖石料作下游堆石区。

5.4.7 坝基为砂砾石层，且与坝体材料的层间关系不满足反滤要求时，应在坝基表面设置水平反滤层。

6 筑坝材料及填筑标准

6.1 坝料勘察与试验、料场规划

6.1.1 应按 SDJ17—1978 进行料场勘察，查明其储量、质量。当利用枢纽中建筑物的开挖石料时，应按料场要求增作建筑材料方面的勘探和试验工作。天然砂砾石料勘察中，应重视砂砾石料的颗粒级配调查取样。

6.1.2 应根据工程枢纽布置、施工组织设计及对坝料的质量要求，作好开采石料及建筑物

开挖利用石料的料场规划，选择合理的开采、运输、加工、堆存方式、作好存、弃渣场规划和相应的环保措施设计。

6.1.3 筑坝材料应按 DLJ204—1981 和 DL5006、SL237 进行室内物理力学性质试验。

6.1.4 1、2 级高坝的岩石室内试验项目应包括容重、密度、吸水率、抗压强度和弹性模量。100m 以上的坝，宜作岩石矿物成分和岩石矿物化学分析。

6.1.5 1、2 级高坝坝料室内试验项目应包括坝料的颗粒级配、相对密度、抗剪强度和压缩模量，垫层料、砂砾石料和软岩料的渗透和渗透变形试验。100m 以上的坝，应测定坝料的应力应变参数。

6.2 垫层料与过渡料

6.2.1 高坝垫层料应具有良好的级配，最大粒径为 80mm~100mm，小于 5mm 的颗粒含量宜为 30%~50%，小于 0.075mm 的颗粒含量不宜超过 8%。压实后具有低压缩性、高抗剪强度，并具有良好的施工特性。中低坝可适当降低对垫层料的要求。

用天然砂砾石料筑坝时，垫层料应是级配连续、内部结构稳定，压实后渗透系数宜为 $1 \times 10^{-3} \text{cm/s} \sim 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

寒冷地区及抽水蓄能电站的混凝土面板堆石坝，垫层料的颗粒级配应满足排水性要求。

6.2.2 垫层料可采用人工砂石料、砂砾石料，或两者的掺料。人工砂石料应采用坚硬和抗风化力强的母岩加工。

6.2.3 特殊垫层区应采用最大粒径不超过 40mm，内部结构稳定，对缝顶粉煤灰、粉细砂或堵缝泥浆有自愈作用的反滤料。

6.2.4 过渡料应采用级配连续、最大粒径不宜超过 300mm 的料。压实后应具有低压缩性和高抗剪强度，并具有自由排水性。

过渡料可以采用专门开采的细堆石料、经筛分加工的天然砂砾石料或洞室开挖石料。

6.3 堆 石 料

6.3.1 硬岩主堆石料压实后宜有良好的颗粒级配，最大粒径不应超过压实层厚度，小于 5mm 的颗粒含量不宜超过 20%，小于 0.075mm 的颗粒含量不宜超过 5%；并具有低压缩性、高抗剪强度。在开采之前，应进行专门的爆破设计与爆破试验。

6.3.2 主堆石料可以采用从建筑物地基（包括地下洞室）或料场开挖的硬岩堆石料，也可以采用砂砾石料，但坝体分区应满足 5.4.6 要求。

6.3.3 下游水位以下的下游堆石区应用坚硬、抗风化能力强的堆石料，并应控制小于 0.075mm 的颗粒含量不超过 5%，压实后应能自由排水；下游水位以上的下游堆石区，对坝料的要求可以降低。

6.3.4 软岩堆石料压实后应具有较低的压缩性和一定的抗剪强度，可用于高坝坝轴线下游的干燥部位，也可用于中低坝的主堆石区，但要满足 5.4.5 的要求。

6.3.5 用砂砾石料筑坝时，坝体分区应满足 5.4.6 要求。砂砾石料中小于 0.075mm 颗粒含量超过 8% 时，宜用在坝内干燥区。

6.4 填 筑 标 准

6.4.1 垫层料、过渡料、主堆石料及下游区堆石料的填筑标准应根据坝的等级、坝高、河

谷形状、地震烈度及已建相近岩性堆石坝的经验综合确定。

6.4.2 各区坝料填筑标准可根据经验初步选定，设计应同时规定孔隙率或相对密度、坝料的级配和碾压参数。设计孔隙率值或相对密度宜符合表 6.4.2 的要求。设计干密度值可用孔隙率和岩石密度换算。

表 6.4.2 设计孔隙率或相对密度

坝料	垫层料	砂砾石料	过渡料	主堆石料	下游堆石料
孔隙率（%）	15～20		18～22	20～25	23～28
相对密度		0.75～0.85			

平均干密度不应小于相应设计孔隙率或相对密度的换算值，其标准差不大于 0.1g/cm³。
特殊垫层区的填筑标准应不低于垫层区。

6.4.3 填筑标准应通过碾压试验复核和修正，并确定相应的碾压参数。在施工过程中，宜采用碾压参数和孔隙率或相对密度两种参数控制，并宜以控制碾压参数为主。

6.4.4 软岩堆石料的设计指标和填筑标准应通过试验确定。

6.4.5 应对坝料填筑提出加水的要求，加水量可根据经验或试验确定。通过碾压试验验证，软化系数高的堆石料加水碾压作用不明显时，也可以不加水；寒冷地区冬季施工不能加水时，应采取措施达到设计要求。

6.4.6 对特别高的坝，或筑坝材料性质特殊，已有经验不能覆盖的情况，其填筑标准应作专门论证。

7 趾 板

7.1 趾板定线和布置

7.1.1 趾板宜置于坚硬、不冲蚀和可灌浆的弱风化至新鲜基岩上。对置于强风化或有地质缺陷的基岩上的趾板，应采取专门的处理措施。

7.1.2 中低坝的趾板可置于砂砾石地基上，高坝应经专门论证。

7.1.3 岩石地基上趾板布置应依据地形和地质条件选定，宜采用平趾板的布置型式；当岸坡很陡时，可采用其他的布置型式。

7.1.4 当受到地形或地质条件限制时，可采用增加连接板或回填混凝土等措施弥补；经过论证，局部可用趾墙代替趾板。

7.1.5 趾板基础一期开挖后，宜作趾板二次定线，必要时可适当调整坝轴线位置。

7.2 趾板尺寸

7.2.1 趾板的宽度可根据趾板下基岩的允许水力梯度和地基处理措施确定，其最小宽度宜为 3m。允许的水力梯度宜符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 趾板下基岩的允许水力梯度

风化程度	新鲜、微风化	弱风化	强风化	全风化
允许水力梯度	≥20	10～20	5～10	3～5

趾板宽度在满足灌浆孔布置后,可以通过在趾板下游设置防渗板(钢筋混凝土板或钢筋网喷混凝土板)延长渗径满足水力梯度要求,并用反滤料覆盖在防渗板的上面及其下游部分岩面上。

7.2.2 趾板的厚度可小于相连接的面板的厚度,但不小于 0.3m。

7.2.3 采用防渗墙防渗的砂砾石地基上趾板宜分成上、下游两段施工。上游段趾板应在防渗墙竣工后并于水库第一次蓄水前施工。

7.2.4 趾板下游面应垂直于面板,面板底面以下的趾板高度不应小于 0.9m,两岸坝高较低部位,可放宽要求。

7.2.5 高坝趾板宜按高程分段采用不同宽度和厚度。

7.3 趾板混凝土及其配筋

7.3.1 趾板混凝土的要求和面板混凝土的要求相同,按 8.2.1~8.2.3 执行。

7.3.2 趾板混凝土防裂措施和面板混凝土相同,按 8.3.1 和 8.3.3~8.3.5 执行。

7.3.3 趾板宜采用单层双向钢筋,每向配筋率可采用 0.3%~0.4%。岩基上趾板钢筋的保护层厚度为 10cm~15cm;非岩基上趾板,钢筋宜布置在趾板截面的中部。

7.3.4 趾板应用锚筋与基岩连接,锚筋参数可按经验确定。趾板建基面附近存在缓倾角结构面时,锚筋参数应根据稳定性要求或抵抗灌浆压力确定。

8 混凝土面板

8.1 面板尺寸和分缝

8.1.1 面板的厚度应使面板承受的水力梯度不超过 200。高坝面板顶部厚度宜取 0.3m,并向底部逐渐增加,可按式 (8.1.1) 确定:

$$t = 0.3 + (0.002 \sim 0.0035)H \quad (8.1.1)$$

式中: t ——面板的厚度, m;

H ——计算断面至面板顶部的高度, m。

中低坝可采用 0.3m~0.4m 厚的等厚面板。

8.1.2 应根据坝体变形及施工条件进行面板分缝,垂直缝的间距可为 12m~18m。

8.1.3 分期浇筑的面板,其顶高程宜低于浇筑平台的填筑高程 5m 左右,其水平缝按施工缝处理。

8.2 面板混凝土设计及配筋

8.2.1 面板混凝土应具有较高的耐久性、抗渗性、抗裂性和施工和易性。面板混凝土强度等级不应低于 C25,抗渗等级不应低于 W8,抗冻等级应按照 DL/T5082 的规定确定。

8.2.2 面板混凝土宜采用 525[#] 硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。当采用其他水泥品种和标号时,应进行对比试验确定。

面板混凝土中宜掺粉煤灰或其他优质掺合料。粉煤灰质量等级不宜低于 II 级,掺量一般为 15%~30%。严寒地区取较低值,温和地区取较高值。砂料较粗时宜采用粉煤灰超量取代水泥措施,改善混凝土性能。粉煤灰的质量应符合 DL/T5055 的要求。