

P59

备案号:J90—2001

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5128—2001

混凝土面板堆石坝施工规范

**Specifications for concrete face
rockfill dam construction**

2001—02—12 发布

2001—07—01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5128—2001

混凝土面板堆石坝施工规范

Specifications for concrete face rockfill dam construction

主编单位：中国水利水电科学研究院

中国水力发电工程学会混凝土面板堆石坝专业委员会

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

批准文号：国经贸电力〔2001〕125号

前 言

《混凝土面板堆石坝施工规范》是根据原电力工业部综科教[1998] 28号文《关于下达1997年制定、修订电力行业标准计划项目的通知》安排制订的。我国在1985年开始用现代技术修建混凝土面板堆石坝，由于其安全性、经济性、适应性都较好，而受到坝工界的重视，形成迅速推广应用的态势。

据国内到1998年底的不完全统计，已建成混凝土面板堆石坝42座，在建32座，最大坝高已达178m。根据国内实践经验和科技成果，编制混凝土面板堆石坝施工规范，规范和促进面板坝的建设是十分必要的。

本标准的主要内容有：

——明确了标准的使用范围；

——对导流度汛方式及其与坝体施工分期相协调提出了技术要求；

——坝基与岸坡处理；

——坝料开采与坝体填筑，强调了枢纽建筑物开挖料、软岩、砂砾料等的利用，以及料场挖填平衡问题；

——提出了对坝体防渗处理的意见；

——趾板和面板混凝土的技术要求；

——安全监测和施工质量管理。

——由于接缝止水结构和材料方面的发展，在电力行业标准中列入DL/T 5115—2000《混凝土面板堆石坝接缝止水技术规范》，故删去了接缝止水施工的有关内容。

本标准的附录A、附录B都是标准的附录。

本标准归口单位：电力行业水电施工标准化技术委员会

本标准主编单位：中国水利水电科学研究院、中国水力发电

工程学会混凝土面板堆石坝专业委员会

本标准参编单位：中国水利水电第五工程局、中国水利水电第十四工程局、中国葛洲坝集团公司施工科学研究所、葛洲坝集团第二工程有限公司、武警水电一总队、陕西省水电工程局、南京水利科学研究院、水利部建设与管理总站。

本标准主要起草人：蒋国澄、傅志安、卢立生、刘令瑶、柏树田、杜永明、庄德威、苗树英、丁钰铨、吴哲、司洪洋、金诚和、周晓光

本标准由电力行业水电施工标准化技术委员会负责解释。

目 次

前言

| | |
|-----------------------------|----|
| 1 范围 | 6 |
| 2 引用标准 | 7 |
| 3 总则 | 8 |
| 4 导流与度汛 | 9 |
| 5 坝基与岸坡处理 | 13 |
| 6 筑坝材料 | 15 |
| 7 坝体填筑 | 18 |
| 8 面板与趾板施工 | 22 |
| 9 接缝止水施工 | 27 |
| 10 安全监测 | 28 |
| 11 质量控制 | 30 |
| 附录 A (标准的附录) 质量检查的主要项目及技术要求 | 31 |
| 附录 B (标准的附录) 标准用词说明 | 36 |

1 范 围

本标准规定了混凝土面板堆石坝的施工技术要求。对施工导流、坝基和岸坡处理、坝体填筑与面板、接缝施工，以及相应质量控制都给出了明确规定。

本标准适用于 1、2、3 级及 3 级以下坝高 70m 以上的混凝土面板堆石坝（含砂砾石填筑的坝）的施工。4、5 级的中低混凝土面板堆石坝可参照使用。

对于 200m 以上高坝及特别重要和复杂的工程，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。

GB50201—1994 防洪标准

DL/T 5016—1999 混凝土面板堆石坝设计规范

DL/T 5115—2000 混凝土面板堆石坝接缝止水规范

DL/T 5123—2000 水电站基本建设工程验收规程

DL/T 5129—2001 碾压式土石坝施工规范

JGJ52—1992 普通混凝土用砂质量标准及检验方法

JGJ53—1992 普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法

法

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）（试行）及其补充规定

SDJ207—1982 水工混凝土施工规范

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

SDJ218—1984 碾压式土石坝设计规范及其补充规定

SDJ336—1989 混凝土大坝安全监测技术规程

SDJ338—1989 水利水电施工组织设计规范（试行）

SL47—1994 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范

SL60—1994 土石坝安全监测技术规程

SL62—1994 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范

SL169—1996 土石坝安全监测资料整编规程

SL174—1996 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范

3 总 则

3.0.1 为了反映国内修建混凝土面板堆石坝施工技术的重大进展，规范混凝土面板堆石坝的施工，特制定本标准，以适应当前混凝土面板堆石坝建设的需要。

3.0.2 混凝土面板堆石坝的级别，应符合 GB50201、SDJ12 及其补充规定、SDJ217 中的有关规定。

混凝土面板堆石坝高、中、低坝的划分，应符合 SDJ218 的有关规定。

3.0.3 混凝土面板堆石坝属于土石坝范畴，对于本标准未作规定的问题，应按 DL/T 5129 的规定执行。

3.0.4 施工单位应根据合同文件及监理工程师签发的施工图纸、本标准及有关现行标准，编制施工组织设计与施工技术措施，报监理工程师审批后，作为组织施工的依据。

3.0.5 施工中应积极推广经过试验论证和通过技术鉴定的新技术、新工艺、新材料、新设备。

3.0.6 混凝土面板堆石坝施工除应符合本标准外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

4 导流与度汛

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土面板堆石坝的导流与度汛，包括导流建筑物等级划分和洪水标准、坝体施工期临时度汛洪水标准、导流泄水建筑物封堵后坝体度汛洪水标准等，均按 SDJ338 的有关规定执行。

4.1.2 导流建筑物与永久建筑物相结合的部位应按永久建筑物要求施工，减少后期改建工作量。

4.1.3 采用坝体临时断面挡水度汛时，应按照 DL/T5016 的规定执行。

4.1.4 采用坝体过水时，坝体度汛防护结构型式与过水轮廓及其保护措施必须满足设计要求，并如期完成。

4.1.5 施工单位应根据合同文件规定的导流标准、施工导流方式及施工分期，确定工程的施工程序、施工强度、坝体分期填筑和面板分期浇筑规划，制定导流和度汛的施工计划和技术措施，报监理工程师审批后实施。

4.1.6 施工期戒应保证导流建筑物的正常运行，加强水文气象预报，考虑非常情况下的应急措施，做好防汛抢险方案及物资准备，以保证工程及下游的安全。

4.2 导流与度汛方式

4.2.1 应充分研究坝址区水文、气象、地质、地形及施工条件的特点，慎重确定施工导流与度汛方案。宜优先采用隧洞导流、一次断流的导流方式。在宽河谷情况下，也可采用河床分期导流的方式。

4.2.2 选用隧洞导流、围堰一次断流的导流方式时，宜在截流前做好一切施工准备，保证截流后第一个枯水期内将坝体填筑至度汛高程。可采用如下措施：

- 1 围堰可以采用挡枯水期设计流量的标准；
- 2 坝体可采用临时断面填筑，应在汛前达到挡水度汛高程；
- 3 垫层上游坡面做好保护后可用于直接挡水。

4.2.3 在截流后第一个汛期选用隧洞及堆石体联合过水度汛的导流方式时，一般可采用上游过水围堰，在汛期停止坝面作业。对条件许可的工程，可根据具体情况在以下两种方式中选择一种，争取汛期不影响或少影响坝体填筑。

1 在大坝堆石体一定高程处留缺口过流，并对过流面及下游坡加以保护。两岸或一岸在汛期仍继续填筑，汛后迅速将缺口抢筑至第2个汛期的度汛高程；

2 大坝堆石体可采用挡水与过水相结合的方式，利用枯水期抢筑大坝堆石体，同时在下游坡设置防冲固坡措施，如钢筋石笼、钢筋网、碾压混凝土等，在不过水时可继续填筑，下游坡防护的高度达到截流后第一个汛期的度汛高程为止。

4.2.4 在条件适宜时，也可用挡全年设计洪水标准的高围堰挡水、隧洞过水的导流方式，争取全年施工条件，但必须经过技术和经济论证。

4.2.5 当采用河床分期导流方式时，宜在截流前将围堰及坝体堆石从一岸或两岸向河床方向进占，以束窄的河床导流，或利用滩地先行填筑坝体，原河床导流，于汛后截流，利用一个枯水期将河床段坝体抢筑至度汛高程，挡水度汛。

4.2.6 以砂砾石填筑的坝体表面不得采用过水度汛方案。采用挡水度汛时，宜在汛前浇筑混凝土面板，或加强垫层上游坡面的防护措施。

4.2.7 导流和度汛方式及施工分期应按设计要求执行，若需优化施工设计，应报监理工程师批准，并按选定方案组织实施。

4.3 导截流工程

4.3.1 导流工程的施工必须按计划进行，特别是导流泄水建筑物和截流后无法继续施工的工程必须如期完成，达到质量要求，并

通过验收，方可进行截流。

4.3.2 导流泄水建筑物进出口与截流围堰之间应有足够的距离，防止水流淘刷或使围堰闭气造成困难。布置在导流泄水建筑物出口附近的施工临时设施，也应有一定安全距离。

4.3.3 在围堰地基及两岸接头范围内，不得堆放弃渣。

4.3.4 必须做好围堰地基的清理工作，保证围堰防渗体与地基及两岸的可靠连接。对强透水性地基，应做好地基的防渗处理、地基与堰体防渗体的可靠连接。

4.3.5 围堰结构型式宜优先选用堆石围堰型式。在岩基或覆盖层较浅的地基上，且围堰与坝体间距离较紧时，也可采用混凝土或碾压混凝土围堰。对于下游围堰，在地质条件许可的情况下，也可在下游坝趾部位做抛石围堰，与坝体相结合。

4.3.6 在覆盖层较深的地基上修建堆石围堰，宜优先选用垂直防渗措施，用混凝土防渗墙或高喷水泥板墙处理地基覆盖层、上接复合土工膜的施工方案。也可将围堰填筑至一定高程后在堰顶修建垂直防渗体。

4.3.7 采用堆石过水围堰时，堰体的稳定、过水防护及过水水流流态、流速等都需详细设计，对重要工程应通过水力学模型试验论证。其过流面宜用混凝土面板及混凝土楔形板保护，下游坡脚可采用钢筋石笼或碾压混凝土保护。必要时可采取基坑预充水措施。

4.3.8 在较宽河谷中修建面板坝时，可利用一岸或两岸滩地或缓坡段，在截流前先行填筑部分堆石体，其上游坡脚距趾板线不宜小于 30m，堆石边坡不陡于 1:1.3，砂砾石边坡不陡于 1:1.5。

4.3.9 在采用枯水期低水围堰导流、坝体施工期临时挡水度汛方案时，可在基坑开挖、清理后，在离趾板线下游 20m~30m 后先行填筑部分坝体。在趾板混凝土浇筑完成及养护一定时间后，再补填上游垫层、过渡层及部分主堆石体，并平起填筑。

4.3.10 对于围堰、导流泄水建筑物、截流、基坑排水、施工期蓄水、通航、排冰等要求，均按 SDJ338 及 DL/T5129 的有关规定

执行。

4.3.11 导流泄水建筑物的封堵，应按照专门设计进行，选择合适的封堵时间，由施工单位制定详细的施工计划和技术措施，报请监理工程师审批后实施。堵头施工应保证进度和质量。

5 坝基与岸坡处理

5.0.1 坝基与岸坡的处理，均属隐蔽工程，应按设计和有关标准要求认真施工和进行检查验收，并应特别注意趾板地基的处理。应如实、准确地进行地质描绘和编录。如发现新的地质问题，应及时研究处理。

5.0.2 坝基与岸坡处理过程中，必须设置排水系统，以使开挖、基础处理和其他施工作业在无水场地上进行，并能有效地拦截各种地表水流，防止冲刷垫层，保证开挖边坡的稳定。

5.0.3 趾板地基开挖应采取控制爆破，必要时可预留保护层或对特殊岩基面及时保护等措施，避免地基情况的恶化。

5.0.4 岩石岸坡开挖清理后的坡度，应符合设计规定。当趾板部位岩石边坡存在局部反坡或凹坑时，应进行削坡、填补混凝土或砌石处理。趾板以上岸坡应开挖成稳定边坡；岩面如裂隙发育，风化速度较快，必须及时采取喷水泥砂浆或混凝土等保护措施。

5.0.5 截流前宜完成水上部分的两岸边坡、趾板地基开挖以及岸边溢洪道等项目中干扰坝体填筑部位的开挖，并宜自上而下一次完成。有条件时，对截流前可以施工的坝基处理项目宜提早安排。

在特殊地形条件下，需要分段、分层或自下而上开挖时，应提出详细的施工组织设计，报监理工程师批准后实施。

5.0.6 趾板部位岩石节理和裂隙的处理，宜采用下列措施：

- 1 当岩石较完整且裂隙细小时，清除节理和裂隙中的充填物后，冲洗干净，依缝的宽度，灌入水泥浆或水泥砂浆封堵。
- 2 当岩石节理和裂隙比较发育且渗水严重时，除采取上述措施外，还应采取导渗措施，保持趾板浇筑时岩面干燥。
- 3 当基岩有集中涌水的情况时，可用堵排相结合的办法处

理。

5.0.7 贯穿趾板上下游的断层、破碎带等，必须按设计要求逐条进行处理。

5.0.8 岩基的固结和帷幕灌浆施工应遵循 SL62 进行。

5.0.9 混凝土防渗墙施工应遵循 SL174 进行。应按设计要求做好防渗墙与趾板或连接板连接部位的止水设施。

5.0.10 堆石坝体地基应按设计要求分区域处理。坝基覆盖层拟保留的部分，在开挖至设计面后，对局部软弱夹层或透镜体进行置换处理，并用振动碾将建基面碾压密实，然后填筑坝料。严寒地区冬季施工时，应避免建基面冻结，并加强碾压。

6 筑坝材料

6.1 料场规划

6.1.1 施工单位应根据设计文件对主要料场进行质量、储量和开采运输条件的复核，并提出报告，做好开采规划。必要时可提出优化料场的意见，报监理工程师审批。如发现问题，应及时报告监理工程师。

6.1.2 料场开采规划：

1 应根据工程规模，坝区和料场的地形、地质条件，以及导流方式、施工分期和填筑强度，按照坝料综合平衡的原则，规划料场掌子面、开采顺序、运输道路的布置、转运堆存场地、弃料场地和加工系统的设置。

2 应做好挖填平衡规划，充分利用符合设计要求的枢纽建筑物的开挖料。开挖料中弃料和可用材料必须分别堆放。除设置必要的周转储料场外，尽量使开挖料按指定部位直接上坝。

3 料场可开采量及可利用开挖料数量与坝体填筑量的比值：堆石料宜为 1.2~1.5，砂砾石料水上宜为 1.5~2.0；水下宜为 2.0~2.5。

4 主堆石料宜选择运距较短、储量较大和便于高强度开采的料场，并设置开采石料储存场地和备用料场，保证坝体填筑的高峰用量。

5 爆破工作面规划与料场道路规划结合进行，并应满足不同施工时段填筑强度需要。

6 对于垫层、过渡层等有特殊级配要求的坝料，必要时可分别设置专用料场，或在同一料场内划出专用掌子面。

7 河床砂砾料的开采应考虑冬季及汛期施工对料场的要求。

8 不占或少占耕田，少毁林木，做好环境保护工作。

6.1.3 垫层料及有特别级配要求的坝料需进行加工、掺配时，应

规划专用场地与生产加工系统。

6.2 坝料开采和加工

6.2.1 堆石料宜采用深孔梯段微差爆破法和（或）挤压爆破方法开采。在地形、地质及施工安全条件允许的情况下，也可采用洞室爆破法，但是也应采用分层台阶开采。

开采前宜根据设计的级配要求和爆破设计进行相应规模的爆破试验，确定爆破参数。

爆破后的超径石宜在料场处理。

6.2.2 过渡料宜从石料场用钻孔爆破法直接生产，也可从枢纽地下洞室等工程的开挖渣料中选用。应严格控制级配。

6.2.3 垫层料及特殊垫层料可以用料场爆破块石料进行破碎、筛分、掺配，也可从新鲜或中等强度开挖料和砂砾石料加工筛选后掺配，其加工、掺配工艺应按设计级配要求通过试验后确定。

成品料的生产能力和储量应考虑超填和损耗后满足坝体填筑进度的要求。

6.2.4 砂砾料可水上、水下分别开采，或混合开采。应有适当的储备，供汛期不能开采时使用。必须在汛期采掘时，可采用分流改道或降低水位等技术措施；并相应提出防洪或撤退等安全措施。在河道开采砂砾料时，开挖程序及时段安排应考虑河道泄洪顺畅及堤防安全。

在寒冷地区地下水位较高的砂砾石坝料开采，应有足够的堆存储备，满足冬季坝体填筑需要。

6.2.5 各种坝料均应有足够的储备，其数量应满足调节开采和上坝强度的需要。

6.2.6 料场开采结束后，应根据环境保护及水土保持要求，作好危岩处理、边坡稳定、场地平整、还田造林、防止水土流失等工作，弃料宜用作平整场地或运到集中弃料场地，严禁随意堆放。

6.3 道路及运输

6.3.1 施工现场的运输路线应根据坝体工程量、上坝强度及地形、运距等条件合理布置。施工道路宜与永久道路相结合，并应充分利用坝面及下游斜坡道运输坝料，填筑升高坝体。运输路线不宜通过居民点，其道路和桥涵的等级标准应满足施工车辆及机械通行的需要。

6.3.2 运输方式宜采用直接上坝的汽车运输。道路宜视具体情况采用泥结碎石路面或混凝土路面。

必须加强施工道路的维护保养，保持路面平整，排水通畅。

6.3.3 当运输道路跨越趾板及垫层区时，应有可靠措施避免施工干扰，确保趾板及垫层质量不受影响。

6.3.4 运输车辆载重量和数量的选择应按坝料类别、填筑工程量、上坝强度、坝区地形、运输道路、运距和装载设备等因素综合考虑。

7 坝体填筑

7.1 一般规定

7.1.1 坝体填筑一般应在坝基、两岸岸坡处理验收以及相应部位的趾板混凝土浇筑完成后进行。可在截流前不影响行洪的一岸或两岸先行填筑部分坝体。基坑开挖后也可在河床趾板开挖、混凝土浇筑同时先进行部分坝体填筑。

7.1.2 堆石填筑前，应进行坝料碾压试验，确定堆石填筑施工参数，并对设计指标进行复核。碾压试验可按照 DL/T5129 进行。

7.1.3 垫层料、过渡料和一定宽度的主堆石的填筑应平起施工，均衡上升。主次堆石可分区、分期填筑，其纵、横坡面上均可布置临时施工道路。

7.1.4 必须严格控制筑坝材料的质量，其岩性、级配和含泥量应符合要求，不合格坝料严禁上坝。已上坝的不合格材料必须清除出坝外。

7.1.5 坝体原型观测仪器、设施，必须按设计要求埋设和安装，并采取有效措施妥善保护。

7.1.6 当坝料填筑和面板浇筑、地基灌浆、溢洪道建筑物开挖同时施工时，应科学规划，避免相互干扰，确保安全、施工质量和工程形象进度。

7.2 坝体填筑

7.2.1 主堆石区与岸坡、混凝土建筑物接触带，应回填 1.0m~2.0m 宽的过渡料。

7.2.2 周边缝下特殊垫层区应人工配合机械薄层摊铺，每层厚度不超过 20cm，采用振动平板、小型振动碾、振动冲击夯等机械压实。

7.2.3 垫层料、过渡料、排水料的级配、细粒含量、含泥量等应符合设计要求。垫层料和过渡料卸料、铺料时应避免分离，两者交界处应避免大石集中，超径石应予以剔除。对严重分离的垫层料、过渡料应予以挖除。

7.2.4 垫层料铺筑上游边线水平超宽一般为 20cm~30cm。如用振动平板压实时，垫层料水平超宽可适当减少。如采用自行式振动碾压实时，振动碾与上游边缘的距离不宜大于 40cm。

7.2.5 坝料铺筑宜采用进占法卸料，必须及时平料，并保持填筑面平整，每层铺料后宜用测量方法检查铺料厚度，超厚时应及时处理。

7.2.6 坝料填筑宜加水碾压。含泥量大于 5%的堆石料和软岩堆石料的加水量宜通过碾压试验确定。软化系数大的新鲜坚硬石料，经对比试验，加水对碾压效果影响很小时，也可不加水。需要加水碾压的填筑料，应有适当的技术措施保证均匀加水和加水量。

7.2.7 负温下施工时，各种坝料内不应有冻块存在。经试验需加水压实的坝料，在负温下填筑不能加水时，应减薄铺料厚度，增加碾压遍数，达到设计要求的压实标准。

7.2.8 坝料碾压应采用振动平碾，其工作重量不小于 10t。高坝应采用重型振动碾。应经常检测振动碾的工作参数，保持其正常的工作状态。碾压应按坝料分区、分段进行，各碾压段之间的搭接不应小于 1.0m。

7.2.9 坝体堆石区纵、横向接坡宜采用台阶收坡法施工，台阶宽度不宜小于 1.0m。若受场地空间限制也可按稳定边坡收坡，但回填接坡时，必须削坡至合格面后方可铺料，并使振动碾紧贴接坡面碾压。接坡处，填筑高差不宜过大。

7.2.10 下游护坡宜与坝体填筑平起施工，护坡块石宜选取大块石，采用机械整坡、堆码，或人工干砌，块石间应嵌合牢固。

7.2.11 坝料填筑、垫层料防护及混凝土面板施工时，严禁损伤已安装好的止水及其防护装置。

7.2.12 堆石区内的临时施工道路，应设于填筑压实合格的坝段，路基应予以相应的压实。如系未压实的施工道路，在继续填筑前必须清除。

7.3 垫层料坡面的碾压和保护

7.3.1 垫层料宜每填筑升高 10m~15m，进行垫层坡面削坡修整和碾压。如采用反铲削坡时宜每填高 3.0m~4.5m 进行一次。削坡修整后坡面在法线方向宜高于设计线 5cm~8cm。有条件时宜用激光控制削坡坡度。

7.3.2 斜坡碾压可用振动碾或振动平板。碾压方式和碾压参数应经试验确定。

7.3.3 雨季施工应缩短上游坡面的整坡、防护周期，并做好岸坡排水，确保垫层料免遭径流冲刷。如被水流冲刷，应采用垫层料进行薄层回填压实，达到设计要求。

7.3.4 垫层坡面压实合格后，应尽快进行坡面保护，常用的保护形式为碾压水泥砂浆，也可采用喷乳化沥青、喷混凝土等，并应符合下列要求：

1 碾压水泥砂浆

水泥砂浆配合比、铺料厚度应符合设计要求。

水泥砂浆由人工或机械摊铺，每条幅宽度不宜小于 4m，砂浆初凝前应碾压完毕，终凝后洒水养护，碾压方法及遍数由试验确定。

碾压后的砂浆表面不应高于设计线 5cm，或低于设计线 8cm。

2 阳离子乳化沥青

乳化沥青的品种、喷涂层数等应符合设计要求。

喷涂前应清除坡面浮尘。

阴雨、浓雾天气不应喷涂，喷涂间隔时间不小于 24h。

沥青乳剂喷涂后随即均匀撒砂。

3 喷混凝土

混凝土配合比和喷层厚度应符合设计要求。

喷混凝土施工，宜采用半湿喷法。

喷护混凝土表面应平整、厚度均匀、密实，与设计线的允许偏差为±5cm。喷护混凝土应在终凝后洒水养护。

也可采用喷水泥砂浆保护。

7.4 反 渗 处 理

7.4.1 坝体填筑和混凝土面板施工期间，若存在反向水压时，坝内应设置自流或抽排系统，并控制下游水位，消除反向水压对垫层和面板的不利影响。

7.4.2 排水系统应根据需要在坝体上、下游端设置，其排水能力应满足设计要求，并确保正常运行。

7.4.3 如采用抽排方式时，坝内排水竖井顶部高程不应低于坝内反向水位高程，排水竖井可采用钢筋筒或有孔钢管随坝体填筑逐段焊接，竖井四周应薄层铺料、小型机械压实。排水竖井宜置于主堆石区内。

上游铺盖填筑高程超过坝内最高反向水位时，排水竖井始可封堵，竖井封堵应人工逐层回填垫层料，并用振动板压实。

面板部位井口用与面板相同混凝土浇筑，周边施工缝宜用塑性填料封闭。

7.4.4 当采用自由排水方式时，宜在趾板内或通过面板预埋数根排水钢管，在填筑铺盖前封堵。

8 面板与趾板施工

8.1 一般规定

8.1.1 面板与趾板混凝土的原材料品种和质量必须符合设计要求。

8.1.2 运至工地的水泥、外加剂、掺合料、钢筋等材料，应有生产厂家的品质检验报告，并应在有资质的单位进行检验复核。

8.1.3 砂石骨料应严格控制含泥量，石料中含泥量不应高于1%，砂料中含泥量不应高于3%，骨料中不得含有黏土团块。砂石骨料的检验应按 JGJ52、JGJ53 中有关规定进行。

8.1.4 面板与趾板混凝土配合比，必须根据设计要求和施工工艺要求，通过配合比设计和试验确定。

1 应掺用引气剂和减水剂，并视需要掺用调凝剂等外加剂。外加剂品种、掺量必须通过试验确定。

2 宜掺用适量粉煤灰或其他掺合料，其掺量应通过试验确定。

3 水灰比应不超过 0.5，可根据施工条件、当地气候特点选用，宜尽量取小值。

4 坍落度应根据混凝土的运输、浇筑方法和气候条件决定。当用溜槽输送入仓时，溜槽入口处坍落度宜控制在 3cm~7cm，视气候条件选用。

8.1.5 混凝土拌和程序和拌和时间应通过试验确定。对掺加引气剂的混凝土应视具体情况适当延长搅拌时间，视和易性情况取 150s~180s。混凝土应在机口取样测定含气量。

8.1.6 面板混凝土生产和运输宜用集中生产的拌和楼，并用混凝土搅拌车运输到工作面卸至入仓料斗。也可用设在工作面附近的临时拌和站生产，用轻型运输车作短距离运输，卸至入仓料斗。拌和楼或拌和站应有准确的称量设备，保证混凝土各组分配比正

确。如用一般载重车辆运输混凝土时，应避免发生分离、漏浆、泌水或过多损失坍落度等现象。

8.1.7 面板混凝土入仓宜选用溜槽输送。应根据面板宽度选择溜槽数量。溜槽连接不得脱落、漏浆。溜槽出口距仓面距离不应大于 2m。

8.1.8 面板与趾板混凝土浇筑必须保持连续性。如特殊原因中止浇筑且超过允许间歇时间，则应按施工缝处理。超过允许间歇时间的混凝土拌和物应按废料处理，严禁加水强行入仓。

浇筑混凝土允许间歇时间（自出料时算起到覆盖上层混凝土时为止）应通过试验确定。

8.1.9 混凝土浇筑时，应加强气象预报工作，根据气候特点准备防雨、防晒、防冻等保护措施。

混凝土施工应选择气温适宜、湿度较大的有利时段进行，避开高温、负温、多雨、大风季节。如必须在不利气候条件下施工，则应采取必要措施，保证混凝土质量，并须经监理工程师批准。

8.1.10 脱模后的混凝土宜及时用塑料薄膜遮盖。混凝土初凝后，应及时铺盖草袋等隔热、保温材料，并及时洒水养护。宜连续养护至水库蓄水或至少养护 90d。

8.1.11 施工过程中应有专人进行质量检查与控制，并做好各项原始资料记录。必要时可根据检验结果调整混凝土施工配合比及施工工艺。

8.2 趾板施工

8.2.1 趾板混凝土施工应在基础面开挖、处理完毕，并按隐蔽工程质量要求验收合格后方可进行。趾板混凝土施工，应在相邻区的垫层、过渡层和主堆石区填筑前完成。

8.2.2 趾板绑扎钢筋前应按设计要求设置锚筋。趾板锚筋可作架立筋使用。

8.2.3 趾板绑扎钢筋时，应同时按设计要求预埋灌浆导管，并将

止水片固定在正确位置。

8.2.4 河床部分趾板可埋设必要数量的排水管，必须在上游铺盖施工时将其用水泥砂浆封堵。

8.2.5 趾板混凝土浇后 28d 内，20m 范围内不得进行爆破；20m 以外进行爆破时，最大一段起爆药量必须严格控制。

8.2.6 趾板基础处理超挖过大时，宜将超挖部分先用混凝土回填至设计高程，再浇筑趾板混凝土。

8.2.7 趾板分缝按设计要求进行。浇筑时可按施工条件设置施工缝。

8.2.8 趾板混凝土在周边缝一侧的表面应仔细整平，用 2m 直尺检查，不平整度不超过 5mm。

8.2.9 混凝土浇筑时，应及时振捣密实，并注意止水片（带）附近混凝土的密实，避免止水片（带）的变形和变位。

8.3 面板施工

8.3.1 坝高不大于 70m 时，面板混凝土宜一次浇筑完成；坝高大于 70m 时，根据施工安排或提前蓄水需要，面板宜分二期或三期浇筑。分期浇筑接缝应按施工缝处理。

8.3.2 面板施工前，应对垫层坡面布置方格网进行测量与放样。外边线与设计边线偏差应符合设计要求。

8.3.3 滑模施工的坝面作业平台宽度应满足布置卷扬机及其平台装置、运输混凝土道路等施工需要，其宽度不宜小于 9m。

8.3.4 面板混凝土浇筑宜使用无轨滑模，起始三角块宜与主面板一起浇筑。面板混凝土宜跳仓浇筑。

8.3.5 设计滑动模板应遵循如下原则：

- 1 适应面板条块宽度和滑模平整度要求；
- 2 有足够的自重和配重；
- 3 有足够的强度和刚度；
- 4 满足施工振捣和压面的需要；
- 5 安装、运行、拆卸方便灵活；

6 具有安全保险措施，滑模上应设有挂在钢筋网上的制动装置，牵引机具为卷扬机时，地锚应安全可靠。

8.3.6 垂直缝下的水泥砂浆垫坡面应符合设计线，其允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，表面平整度用 2m 长直尺检查允许偏差为 5mm 。砂浆垫宽度和厚度应满足设计要求。

8.3.7 浇筑面板的侧模，可为木模板或组合钢模板。侧模的高度应适应面板厚度需要。其分块长度、锚固方式应便于在斜坡面上安装和拆卸。当侧模兼作滑模支撑结构时，应按受力结构设计。

8.3.8 侧模安装，应坚固牢靠，并将止水设施固定就位。其容许安装偏差如下：

- 1 偏离分缝设计线为 $\pm 3\text{mm}$ ；
- 2 不垂直度为 $\pm 3\text{mm}$ ；
- 3 侧模顶面偏离设计线 $\pm 5\text{mm}$ 。

8.3.9 面板钢筋宜采用现场绑扎或焊接，也可采用预制钢筋网片、现场整体拼装的方法。打在垫层上的架立筋应按设计要求设置。

8.3.10 混凝土浇筑应遵守以下规定：

1 混凝土入仓必须均匀布料，每层布料厚度应为 $250\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 。止水片周围混凝土应辅以人工布料，严禁分离。

2 布料后应及时振捣密实。振捣时，振捣器不得触及滑动模板、钢筋、止水片。振捣器应在滑模前沿振捣，不得插入模板底下。振捣器垂直插入下层混凝土深度宜为 50mm 。止水片附近应采用直径 30mm 的振捣器仔细振捣。必须保证止水片周围混凝土振捣密实。

3 浇筑过程中应及时清除粘在模板、钢筋上的混凝土。每次滑升前必须清除前沿超填混凝土。

4 对脱模后的混凝土表面，必须及时修整和压面。对接缝两侧各 50cm 内的混凝土表面应及时整平，用 2m 长直尺检查，不平整度不超过 5mm 。

5 每次滑升距离应不大于 300mm，每次滑升间隔时间不应超过 30min。面板浇筑滑升平均速度宜为 1.5m/h~2.5m/h。

8.3.11 面板水平施工缝在钢筋下部应按水平方向，在钢筋上部应按面板法线方向留设。钢筋必须穿过施工缝，露出施工缝的钢筋长度应不小于其锚固长度。施工缝处理应符合 DL/T5016 的有关规定。

8.3.12 分期施工面板在续浇混凝土时，或坝顶防浪墙底座浇筑前，应对已浇面板顶部与垫层间脱开情况进行详细检查和处理。

8.3.13 面板混凝土施工质量检查应遵守 SDJ207 的有关规定。施工现场应测定混凝土的坍落度及含气量，并根据需要进行调整。混凝土强度、抗渗、抗冻等检验取样应按照本标准附录 A 的规定进行。

8.4 裂缝检查及处理

8.4.1 施工单位应在趾板及面板混凝土浇筑完成、表面覆盖或蓄水前，对其裂缝情况进行全面检查，记录裂缝条数、宽度、产状、是否贯通等资料，提出专门报告。

8.4.2 应根据设计要求，对宽度大于 0.2mm 或判定为贯穿性的裂缝，逐条进行处理。处理方法可根据具体情况，选用表面封堵或灌浆，或两者兼用。

9 接缝止水施工

9.0.1 接缝止水设施的制作、安装、预埋和保护应按照 DL/T5115 的规定执行。

10 安全监测

10.0.1 混凝土面板堆石坝监测系统的埋设、安装、调试，施工期观测与资料整理分析等工作应按设计规定进行，并应符合 SL60 和 SL169 的各项规定。

10.0.2 混凝土面板堆石坝安全监测项目应纳入施工承包合同，列入施工进度计划，由专职人员实施。施工期间应对已埋设的观测设施采取有效的安全防护措施，严防机械和人为损坏。如有损坏，应及时维修或补设，并登录备查。

10.0.3 应认真做好观测仪器设备的标定、埋设、安装、调试等工作，保证仪器设备的埋设和安装质量，做好原始记录和图表，正确确定测读初始值或计算基准值，列出参考表，整理成完整的技术档案。

10.0.4 坝下游的观测房应随观测仪器的埋设而及时相应建成，并建好监测观测房自身位移的标点，及早取得观测资料。位移观测标点宜设在已设置的视准线上。必要时应设置临时观测房，取得早期观测资料，在条件具备时过渡到永久观测房，保持观测资料的完整性。

10.0.5 坝面位移观测标点、基点等的埋设、安装与观测，应随坝的施工进度及时进行。必要时可设置临时标点，并做好同相应永久标点的衔接。

10.0.6 当采用堆石坝体过水度汛时，已埋设、安装的观测设施应妥为封存、保护，作好记录说明，并在汛后及时恢复观测。

10.0.7 混凝土面板堆石坝施工期的安全监测工作应由施工单位或专门监测单位负责，按设计及合同文件规定进行已埋设仪器设备的观测。观测资料应及时整理分析，定期提出报告，报监理工程师。遇暴雨、大洪水、地震或有异常现象等特殊情况下，应增加测次，并将观测结果及时上报。

10.0.8 有施工期提前蓄水要求的混凝土面板堆石坝，应在蓄水前对已埋设仪器作全面观测，并设置渗流观测设施。如限于条件，永久性观测设施无法提前设置时，宜设置临时性设施，取得初期蓄水的渗流资料。

10.0.9 对设计规定的观测系统，如有变更和优化意见，应作出论证，报监理工程师。

10.0.10 施工期安全监测项目和测次可参照 SL60 附录 A 的规定进行。一般可按施工进度，每当坝面升高 5m~10m，或每隔 5d~10d 观测一次。观测时应同时记录观测断面处坝面的填筑高程。在水库蓄水时，应同时记录上下游水位。

混凝土面板内应变计等观测设备的测次按 SDJ336 的规定进行。

坝下游观测房的沉降与其顺河向位移的观测，应在相应高程仪器观测的同时进行，但测次可以略少，一般取为 15d~30d 一次。

10.0.11 各项观测仪器的测读，按其类型采用相应的测读仪表与测读方法。应严格遵守观测要求，正确操作，并按规定格式做好记录。

观测用仪表设备，应做好保养、检查、维护等工作，并至少每年校核一次，并做好记录。

10.0.12 自动化观测仪器设备的设置、安装、调试、观测等，应按照专门规定进行。

10.0.13 工程竣工后，应将监测系统仪器的标定、埋设、安装及施工期观测等全部原始资料和整编分析报告，整理成册，提出竣工报告，经审查验收后正式移交。

在交接期间各项观测工作，不得中断。

11 质 量 控 制

11.0.1 在混凝土面板堆石坝施工中应建立完善的质量保证体系，健全各级技术责任制。

11.0.2 质量控制应按国家和行业颁发的有关标准、工程设计、施工图、招标文件和技术要求进行。质量检查项目与要求，应符合本标准附录 A 的有关规定。

11.0.3 质量检验结果，应及时进行汇总、编录、分析，并妥善保存，防止丢失，严禁涂改和自行销毁。

11.0.4 质量检查部门应参加施工期的工程验收工作，对隐蔽工程及工程关键部位，应详细记录工程质量情况，宜进行录像、照相。

11.0.5 施工过程中出现的质量问题、处理结果和在现场作出的决定，必须由监理工程师签署，作为施工质量控制的原始记录。

当发生质量事故时，施工单位应立即向监理工程师提出书面报告，及时研究处理措施。同时，应按规定向上级主管部门报告。

11.0.6 质量检验方法、仪器和操作步骤，应符合国家和行业颁发的有关规程、规范规定。

11.0.7 质量控制的统计分析，宜采用数理统计方法，绘制直方图和管理图，对混凝土和堆石体进行质量管理。质量控制的统计分析方法按照 DL/T5129 附录 C 执行。

附录 A（标准的附录）

质量检查的主要项目及技术要求

A1 坝基与岸坡处理

A1.1 质量检查项目和技术要求见表 A1

表 A1 坝基与岸坡处理质量检查项目和技术要求

| 项 目 | 质 量 要 求 |
|---------------|--|
| 地质钻孔、探坑、竖井、平洞 | 无遗漏、处理符合要求 |
| 坝基部位 | 1. 草皮、树根、乱石、坟墓及各种建筑物等全部开挖清除，符合设计要求； 2. 按设计要求清除砂砾石覆盖层，或完成砂砾石表层处理； 3. 岩基处理符合设计要求 |
| 岩坡部位 | 1. 开挖坡度和表面清理符合设计要求； 2. 开挖坡面稳定，无松动岩块、危石及孤石； 3. 凹坑、反坡已按设计要求处理 |
| 趾板基础 | 1. 开挖断面尺寸、深度及底部标高符合设计要求，无欠挖； 2. 断层、裂隙、破碎带及软弱夹层已按设计要求处理； 3. 在浇筑混凝土范围内，渗水水源切断，无积水、明流，岩面清洁； 4. 灌浆质量符合设计要求及有关规定 |

A1.2 检查数量与方法

- 1 坝区地质钻孔、探坑、竖井、平洞应逐个进行检查。
- 2 岸坡开挖清理按 50m~100m 方格网进行检查，必要时可局部加密。

3 坝基砂砾石层开挖清理按 50m~100m 方格网进行检查，在每个角点取样测干密度和颗粒级配。地质情况复杂的坝基，应加密布点。

4 岩石开挖的检测点数，200m² 以内不少于 10 个，200m² 以上每增加 20m² 增加一点，局部凸凹部位面积在 0.5m² 以上者应增加检测点。

5 趾板基础处理的检查数量，按长度不少于每米 1 个，并做好地质编录。

A2 料场

A2.1 料场质量控制应按设计要求进行，内容包括：

1 在规定的料区范围内开采，料场的草皮、树根、覆盖层及风化层已清除干净。

2 坝料开采、加工方法符合规定。

3 坝料级配、含泥量、物理力学性质符合设计要求，不合格料不得上坝。

A2.2 当利用枢纽建筑物中开挖的石料时，质量控制要求与 A2.1 同。

A2.3 储存料在使用前应参照 A2.1 条 3 款进行质量检查。

A3 坝体填筑

A3.1 一般要求：

1 各填筑部位的坝料质量符合设计要求。

2 压实机具规格、质量、振动频率、激振力等符合要求。

3 垫层料坡面碾压与防护，应符合本标准 7.3 有关规定。

4 负温下施工，坝基已压实的砂砾石层无冻结现象，填筑面上的冰雪已清除干净。

5 坝料压实质量检查，应采用碾压参数和孔隙率两种参数控制，以控制碾压参数为主。

6 填筑面应保持平整。

A3.2 铺料厚度、碾压遍数、加水量等碾压参数应符合设计要求，辅料厚度应每层测量，其误差不宜超过层厚的 10%。

A3.3 坝料压实检查项目、取样次数及试验方法。

1 检查项目和取样次数见表 A2。

表 A2 坝料压实检测项目和取样次数

| 坝料 | | 检查项目 | 检查次数 |
|--------------------------|------|----------|--|
| 垫层料 | 坝面 | 干密度、颗粒级配 | 1次/500m ³ ~1000m ³ ，每层至少一次 |
| | | 渗透系数 | 次数不定 |
| | 上游坡面 | 干密度、颗粒级配 | 1次/1500m ² ~3000m ² |
| | 小区 | 干密度、颗粒级配 | 每1~3层一次 |
| 过渡料 | | 干密度、颗粒级配 | 1次/3000m ³ ~6000m ³ |
| 砂砾料 | | 干密度、颗粒级配 | 1次/5000m ³ ~10000m ³ |
| 堆石料*) | | 干密度、颗粒级配 | 1次/10000m ³ ~100000m ³ |
| *) 堆石料颗粒级配可比干密度试验次数适当减少。 | | | |

2 检查方法：

垫层料、过渡料和堆石料压实干密度检测方法，宜采用挖坑灌水法，或辅以表面波压实密度仪法。施工过程中可用压实计实施控制。垫层料可以用核子密度计法。

垫层料试坑直径应不小于最大粒径的 4 倍，试坑深度为碾压层厚。

过渡料试坑直径应不小于最大粒径的 3~4 倍，试坑深度为碾压层厚。

堆石料试坑直径为坝料最大粒径的 2~3 倍，试坑直径最大不超过 2m。试坑深度为碾压层厚。

A3.4 试坑取样质量检查项目成果应符合设计要求。

A3.5 按表 A2 规定取样所测定的干密度，其平均值不小于设计值，标准差不大于 0.1g/cm³。当样本数小于 20 组时，应按合格率不小于 90%，不合格点的干密度不低于设计干密度的 95% 控制。

A3.6 施工过程中，应在坝面采取适当组数的各分区填筑料物，进行试验室力学性质的复核试验。

A4 趾板和面板混凝土浇筑

A4.1 面板混凝土浇筑质量检查、检测项目和要求，见表 A3 和 A4。

表 A3 面板混凝土浇筑质量检查项目和要求

| 项 目 | 质 量 要 求 | 检查方法 |
|--------|--------------------------------------|---------|
| 入仓混凝土料 | 不合格料不入仓 | 试验与观察检查 |
| 平 仓 | 厚度不大于 30cm ，铺设均匀，分层清楚，无骨料集中现象 | 量测与观察检查 |
| 混凝土振捣 | 振捣器应垂直下插至下层 5cm ，有次序，无漏振 | 观察检查 |
| 浇筑间歇时间 | 符合要求，无初凝现象 | 观察检查 |
| 积水和泌水 | 无外部水流入，仓内不允许有泌水现象 | 观察检查 |
| 混凝土养护 | 在规定的时间内，混凝土表面保持湿润，无时干时湿现象 | 观察检查 |

表 A4 面板混凝土浇筑质量检测项目和技术要求

| 项 目 | 质 量 要 求 | 检测方法 |
|---------|------------------------------------|---------|
| 混凝土表面 | 表面基本平整，局部凹凸不超过设计线 $\pm 3\text{cm}$ | 测量检查 |
| 麻 面 | 无 | 观察检查 |
| 蜂窝狗洞 | 无 | 观察检查 |
| 露 筋 | 无 | 观察检查 |
| 表面裂缝 | 无或有短小的表面裂缝，已按要求处理 | 观察和测量检查 |
| 深层及贯穿裂缝 | 无或已按要求处理 | 观察检查 |
| 抗压强度 | 保证率不小于 80% | 试验 |
| 均匀性 | 离差系数 C_v 值不大于 0.18 | 统计分析 |
| 抗冻性 | 符合设计要求 | 试验 |
| 抗渗性 | 符合设计要求 | 试验 |

A4.2 检查数量：

趾板每浇筑一块或每 $50\text{m}^3\sim 100\text{m}^3$ 至少有一组抗压强度试件，抗冻、抗渗检验试件每 $200\text{m}^3\sim 500\text{m}^3$ 成型一组。

面板浇筑，每班取一组抗压强度试件，抗渗检验试件每 $500\text{m}^3\sim 1000\text{m}^3$ 成型一组，抗冻检验试件每 $1000\text{m}^3\sim 3000\text{m}^3$ 成型一组，不足以上数量者，也应取一组样。

A5 止水

A5.1 止水质量检查和要求按 DL/T5115 执行。

附录 B（标准的附录）

标准用词说明

B1 表示很严格，非这样做不可的；正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

B2 表示严格，在正常情况下均应这样做的；正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

B3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的；正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

B4 表示有选择，有一定条件下可以这样做的；采用“可”。