# 第一卷
# 施工规范
# 应用卷

需要全本请访问 www.ertongbook.com

# 混凝土面板堆石坝施工规范

SL 49—94

## 中华人民共和国水利部

## 关于发布《混凝土面板堆石坝施工规范》SL49—94的通知

水建［1994］98号

为适应混凝土面板堆石坝施工的需要，我部委托葛洲坝工程局施工科学研究所与辽宁省水利电力厅为主编单位，组织编制了《混凝土面板堆石坝施工规范》，经审查，现批准为中华人民共和国水利行业标准，其编号为SL49—94，自一九九四年七月一日起施行。

各地在执行中应注意总结经验，如有问题请函告水利部建设司和主编单位。

一九九四年三月三十一日

## 目　次


1　总则
2　导流与渡汛
3　坝基与岸坡处理
4　筑坝材料
5　堆石坝填筑
6　面板与趾板施工
7　止水设施
8　观测仪器埋设
9　质量控制
附录A　质量检查的主要项目及技术要求


## 1　总　则

**1.0.1**　本规范适用于一、二、三级混凝土面板堆石坝（含砂砾石填筑的坝）的施工。四、五级混凝土面板堆石坝施工，可参照执行。

对于坝高超过70m的混凝土面板堆石坝，不论工程等级均应按本规范执行。

**1.0.2**　施工中应用的新技术、新工艺、新材料，应积极试验论证，经主管部门审定批准后采用。

**1.0.3**　混凝土面板堆石坝施工除执行本规范外，尚应执行相应的现行国家标准和行业技术

标准。

# 2 导流与渡汛

**2.0.1** 应充分研究坝址区的水文、气象、地质及施工条件的特点，慎重确定施工导流与渡汛方案。

**2.0.2** 施工导流方案的选择，应充分利用下列有利因素：

（1） 未浇筑混凝土面板的坝体上游垫层坡面经防渗固坡处理后可直接挡水。

（2） 施工初期，对下游坝坡采取可靠的防护措施后，允许坝体过流。

**2.0.3** 当确定未浇筑混凝土面板的坝体挡水时，必须对上游坡面进行碾压砂浆、喷射混凝土或喷洒阳离子乳化沥青等防渗固坡处理。

**2.0.4** 当确定坝体过流时，宜用加筋堆石或钢筋石笼等，对下游坝坡进行保护。石笼块石必须符合设计要求。坝体过流后，应对坝面进行认真处理，经检验合格后，方可继续填筑。

**2.0.5** 选择导流、渡汛方案时，宜首先研究以低过水围堰保护、枯水期正常施工和汛期利用坝体与导流建筑物共同泄流方案的可行性。

**2.0.6** 采用临时断面挡水渡汛时，应对临时断面进行设计。

# 3 坝基与岸坡处理

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 坝基、趾板地基及岸坡的处理，均属隐蔽工程，应按设计与规范要求认真施工。处理过程中地质人员应如实、准确地进行地质描绘、编录及整理。如发现新的地质问题，应及时研究处理。

**3.1.2** 处理岸坡时，应采取截流排水等措施，防止两岸山坡雨水冲刷垫层。

## 3.2 坝基与岸坡开挖

**3.2.1** 趾板部位的地基开挖可分两步进行。首先按设计线剥离表层覆盖物，将已揭露的地形、地质资料提交设计单位，供调整趾板位置或坝轴线时参考。最终定线后再进行基岩开挖。建基面应符合设计要求。

**3.2.2** 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，应进行削坡或填补混凝土处理。趾板以上的岩坡，如裂隙发育、风化速度较快，必须采取喷水泥砂浆或喷混凝土等保护措施。

**3.2.3** 风化岩石与砂砾石的临时开挖边坡，应满足稳定条件和施工要求。

**3.2.4** 堆石坝体底部保留的砂砾石层，应布置方格网点取样检验，或挖探井检查。根据其密度与级配情况由设计单位确定保留的范围与厚度。保留部分的表层，应在坝体填筑前用重型振动碾或夯板进行压实。

## 3.3 基岩防渗处理

**3.3.1** 趾板部位岩石节理和裂隙的处理，应按设计要求进行。当设计无明确规定时，宜采用下列方法处理：

（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，并依缝的宽度，灌入水泥浆或水泥砂浆封堵；

（2） 当岩石节理、裂隙比较发育且渗水严重时，除采取上述处理措施外，尚应在趾板

下游垫层区的岩面上，浇筑混凝土盖板或喷射混凝土覆盖，并在混凝土保护段后铺设反滤料。

3.3.2 凡与趾板相交的断层或破碎带，必须按设计要求进行处理。

3.3.3 岩石基础固结灌浆和帷幕灌浆按下列要求进行：

（1） 灌浆施工在混凝土达到设计强度后的趾板上进行，趾板宜预留灌浆孔。

（2） 水下部位的灌浆，应在水库蓄水前完成。

（3） 灌浆压力应经试验确定。灌浆时不得抬动趾板。

# 4 筑 坝 材 料

## 4.1 料场规划

4.1.1 施工单位应对料场进行质量、储量复查，并做好开采规划。

4.1.2 料场规划应遵循下列原则：

（1） 料场可开采量（自然方）与坝体填筑量的比值：堆石料为 1.1～1.4；砂砾石料，水上为 1.5～2.0，水下为 2.0～2.5；

（2）不占或少占耕地，少毁林木；

（3） 爆破工作面规划应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；

（4）主堆石坝料的开采，宜选择运距较短、储量较大和便于高强度开采的料场，以保证坝体填筑的高峰用量；

（5） 对于垫层等有特殊级配要求的坝料，必要时可分别设置专用料场；

（6） 充分利用枢纽建筑物的开挖料。开挖时宜采用控制爆破方法，以获得满足设计级配要求的坝料，并做到“计划开挖、分类堆存”。

4.1.3 垫层料及有特别级配要求的坝料需进行加工、掺配时，应有专用场地与设施，其生产能力应满足填筑强度要求。加工的垫层料应有足够的储备。

## 4.2 坝料开采与加工

4.2.1 主堆石料、过渡料，宜采用深孔梯段微差挤压爆破方法开采。坝料开采前，宜根据设计的级配要求进行相应规模的爆破试验。

4.2.2 垫层料需要加工、掺配时，其加工、掺配方法，应按设计级配要求进行试验确定。垫层料亦可采用微差挤压爆破方法开采。

4.2.3 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，以满足冬季坝体填筑需要。

4.2.4 料场开采结束后，应及时对危岩和开采区进行处理。

## 4.3 道路与运输

4.3.1 施工现场的运输路线，应合理布置。其道路、桥涵的等级及标准应满足施工车辆与机械设备等通行的需要，其防洪标准不低于 5 年洪水重现期。

4.3.2 施工道路宜与永久公路结合。利用已建公路时，应按施工要求对其建筑标准进行安全复核。设于坝坡上的斜坡道路，其技术标准应在坝体设计时确定。

4.3.3 当运输道路跨越趾板及垫层区时，应有可靠措施确保趾板及垫层质量不受影响。

4.3.4 施工道路宜采用碎石路面，并应有专门养护机构和设备对其进行维修养护。

4.3.5 运输工具的选择，应根据坝料、填筑工程量、填筑强度、运输距离、施工场面确定。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

# 5 堆石坝填筑

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 堆石坝填筑，应在坝基、两岸岸坡处理验收及相应部位的趾板完成后进行。

**5.1.2** 堆石坝填筑开始前，应进行坝料碾压试验，优化相应的填筑压实参数。碾压试验的压实参数，主要为铺料厚度、碾压遍数、加水量等。碾压试验的规模、深度，依工程情况、坝料性质、碾压机械类型等条件而定。

**5.1.3** 施工中应严格控制填筑压实参数，并应进行抽样检查。对规定的铺料厚度应经仪器检查。

**5.1.4** 堆石坝体各分区的填筑，宜均衡上升，在垫层、过渡层与一定宽度主堆石区范围内，相邻填筑层的高差，不宜超过 1 个堆石填筑层的厚度。垫层、过渡层与堆石的填筑层厚度比宜为 1∶2。

**5.1.5** 必须严格控制上坝材料质量，不合格者不应上坝。

**5.1.6** 原型观测仪器、设施，必须按设计及时埋设、建置，并做好保护与施工期的观测。

**5.1.7** 当坝体填筑与面板浇筑、坝基灌浆等工序同时进行时，应做好规划，并采取措施保证施工质量和安全。

## 5.2 坝体填筑

**5.2.1** 与岸坡、混凝土建筑物接触带的坝料填筑，应避免较大块石集中。与趾板、岸坡接触的垫层应采用小型振动碾薄层碾压，或用其它方法压实。

**5.2.2** 垫层料、过渡料铺筑，应避免颗粒分离，分离严重部位应予掺混或挖除处理。

**5.2.3** 垫层料的铺筑，应在上游坡面法线方向超填 10～15cm，并应严格测量检查，也可利用激光扫描法进行控制。

**5.2.4** 坝料填筑应加水碾压。冲积砂砾石料的加水量宜为填筑方量的 10%～20%，堆石料的加水量宜为 10%～25%。当砂砾石中小于 5mm 的细粒含量超过 30%，且含泥量大于 5%时，应按试验严格控制加水量。

软岩堆石料的加水量，宜通过碾压试验确定。

**5.2.5** 坝料碾压必须采用振动碾，并按材料分区分段进行。碾压过程中应保证振动碾的规定工作参数。

垫层区的水平碾压，振动碾距上游边缘的距离不宜大于 40cm。

**5.2.6** 进入坝体填筑区的运输坡道，应设于填筑压实合格的坝段，道路路基应予相应压实。

**5.2.7** 当坝的上游坡面遭受冲蚀或发生塌坡时，应按专门设计进行回填、补齐。回填料应比原相应填筑料偏细，并采用薄层压实；回填区的坡面应超填 20～30cm，以备削坡。

**5.2.8** 负温下堆石的填筑，可采用减薄铺筑厚度、增加碾压遍数、不加水的方法进行。在坝的下游部位，当材质坚硬时，负温下可正常施工，不加水。雪天施工时，堆石区的坝面积雪厚度不宜超过 10cm。

## 5.3 垫层坡面碾压与防护

**5.3.1** 垫层填筑每升高 10～15m 应进行一次垫层坡面碾压。碾压前坡面应当洒水、预碾，然后对坡面进行修整。修整后的坡面，在法线方向应高于设计线 5～10cm。

当垫层材料为砂砾石且处于多雨条件时，应缩短坡面碾压与防护作业的周期，并采取措施，保证坡面稳固安全。

5.3.2　宜用 8～10t 振动碾进行坡面碾压，先静碾后振碾。碾压遍数，依碾压机具、垫层材料而定，宜静碾 4 遍，振碾 6～8 遍，上下一次为碾压一遍。振碾压时，只在上坡时振动，下坡时不振动。

对于砂砾石垫层坡面，亦可采用相应的振动板压实。

5.3.3　垫层坡面压实合格后，应尽快按设计进行坡面防护。防护常采用下列方法进行：

（1）　当用水泥砂浆防护时，可用人工或机械摊铺，振动碾碾压的方法施工。碾压遍数应通过试验确定。碾压后的砂浆表面，不应高于设计线 5cm、低于设计线 8cm，并应养护。水泥砂浆应为低标号砂浆，其配合比、铺设厚度等应符合规定。

水泥砂浆防护层，亦可采用喷射或人工抹平的方法施工。

（2）当用喷射混凝土防护时，可采用半湿喷法。喷射后的混凝土表面，与设计线偏差不大于 5cm，并必须养护。

（3）　当用阳离子乳化沥青防护时，沥青乳剂的品种、配比、喷洒层数等，应通过试验确定。沥青乳剂喷洒后，即撒砂，使砂与沥青结合为牢固的沥青砂复合体。乳化沥青防护层的碾压方式、遍数可通过试验确定。

# 6　面板与趾板施工

## 6.1　一般规定

6.1.1　面板与趾板的混凝土原材料，应符合有关技术标准。水泥品种宜优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其标号应不低于 425 号。使用矿渣水泥时，应经试验论证及主管部门批准。

6.1.2　面板混凝土配合比除满足面板设计性能外，尚应满足施工工艺要求：

（1）　水灰比应通过试验确定，宜取 0.45～0.55；

（2）　掺用减水、引气、调凝等外加剂及适量的掺合料时，其掺量应通过试验确定；

（3）　坍落度应根据混凝土的运输、浇筑方法和气温条件决定；当用滑槽输送时，仓面坍落度宜为 4～7cm。

6.1.3　混凝土运输设备应根据施工条件选用。运输过程中应避免发生分离、漏浆、严重泌水或过多降低坍落度，并应尽量减少转运次数和缩短运输时间。

6.1.4　混凝土入仓宜选用滑槽输送。滑槽顶端应设集料斗。滑槽衔接不得脱落、漏浆。滑槽出口距仓面的距离应小于 3m。

6.1.5　浇筑混凝土时，应有防雨、防晒、防冻等保护措施。

## 6.2　趾板施工

6.2.1　趾板混凝土浇筑应在基岩面开挖、处理完毕，并按隐蔽工程质量要求验收合格后方可进行。趾板混凝土浇筑，应在相邻区堆石填筑前完成。

6.2.2　应按设计设置趾板锚筋，可将趾板锚筋作架立筋使用。锚筋孔直径应比锚筋直径大 5mm，并用微膨胀水泥或预缩细砂浆紧密填塞。砂浆标号不低于 20MPa。

## 6.3　面板施工

6.3.1　面板混凝土宜一次浇筑至坝顶；高度大于 50m 时，根据施工安排可分段浇筑，分段接缝应按工作缝处理。

面板混凝土浇筑，可由中心条块向两侧跳仓浇筑。宜避开高温季节浇筑混凝土。

6.3.2　浇筑面板前，应对垫层坡面布置 3m×3m 网格进行平整度测量，其偏差不得超过面

板设计线 5cm。

6.3.3 面板钢筋宜采用现场绑扎或焊接，也可预制钢筋网片，现场组装。

6.3.4 面板混凝土应优先采用滑动模板浇筑，也可用真空脱水工艺配套作业。设计滑动模板应注意如下事项：

（1） 适应不同条块宽度与形状的组合性能；

（2） 有足够的刚度、自重或配重；

（3） 安装、运行、拆卸方便灵活；

（4）具有安全保险和通讯措施。

6.3.5 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渐变的需要。其分块长度应便于在斜坡面上安装和拆卸。当侧模兼作滑模轨道时，应按受力结构设计。

6.3.6 侧模安装，应坚固牢靠，并不得破坏止水设施。其允许安装偏差为：

（1） 偏离设计线：3mm；

（2）不垂直度： 3mm；

（3） 20m 范围内起伏差：5mm。

6.3.7 混凝土入仓必须均匀布料，每层布料厚度为 25～30cm，并应及时振捣。振捣器不得靠在滑动模板上或靠近滑动模板顺坡插入浇筑层。振捣间距不得大于 40cm，深度应达到新浇筑层底部以下 5cm。使用的振捣器直径不宜大于 50mm，靠近侧模的振捣器直径不得大于 30mm。止水片周围的混凝土必须特别注意振捣密实。

6.3.8 面板混凝土应连续浇筑，滑动模板滑升前，必须清除前沿超填混凝土。平均滑升速度宜为 1～2m/h，最大滑升速度不宜超过 4m/h。

6.3.9 脱模后的混凝土应及时修整和保护。混凝土初凝后，应及时铺盖草袋等隔热、保温用品，并及时洒水养护，宜连续养护至水库蓄水为止。

# 7 止水设施

## 7.1 一般规定

7.1.1 周边缝、板间缝的止水型式、结构尺寸及材料品种规格，均应符合设计规定。其原材料的品种、生产批号、质量等均应记录备查。采用代用品时，须经过试验论证，并征得工程主管部门同意后方可使用。

7.1.2 周边缝、板间缝下水泥砂浆垫的表面不平整度，在 5m 长度范围内最大下凹和凸起量不应超过 5mm，砂浆垫宽度应大于止水垫片。

7.1.3 聚氯乙烯垫片应采用热沥青与水泥砂浆垫粘接，不得有褶曲、空泡，其中线应与缝的中线重合。

7.1.4 周边缝或水平缝中的隔离木板，必须刨光并经防腐处理。

7.1.5 已安装的周边缝止水片，必须及时用钢或木保护罩保护。

## 7.2 金属与塑胶止水片

7.2.1 金属止水片按设计规格要求，可采用冷挤压、热加工或手工成型，成型后的止水片宜进行退火处理。

7.2.2 成型金属止水片，在运输、安装时应避免扭曲变形。其表面浮土、锈斑、污渍等，需及时清除。砂眼、钉孔、缺口等缺陷应进行焊补。

7.2.3 金属止水片的连接，依其厚度可分别采用折叠咬接、搭接或对缝焊接。咬接、搭接必须采用双面焊接。对缝焊接时，应设贴补块并焊接在接缝两侧的金属止水片上，以增加抗拉强度。

7.2.4 止水片凸体空腔内应塞入可塑填料或泡沫塑料条、片，防止浇筑混凝土时水泥浆进入空腔。

7.2.5 金属止水片就位后，与聚氯乙烯垫片接触的缝隙，必须作防止混凝土砂浆浸入其间的封闭处理。金属止水片中心线与设计线的最大偏移量，不得超过5mm。浇筑混凝土时，应防止止水片产生形变、变位或遭到破坏。

7.2.6 橡胶止水片的连接，宜采用硫化热粘合。塑料止水片的连接，按出厂技术资料要求进行。连接的接缝应予检验，不合格者应及时修补。

7.2.7 橡胶、塑料止水片，应利用模板固定。止水片中心线与设计线的偏差，不得超过5mm。止水片的平面，应平行于面板，其翼缘端部的上下倾斜值不得大于10mm。

7.3 嵌缝填料

7.3.1 成品嵌缝填料，应抽样检验其主要技术指标；就地配制嵌缝填料时，应对原材料与加工成品抽样检验。

7.3.2 同嵌缝填料接触的混凝土表面，必须平整、密实、洁净、干燥。嵌缝填料充填前，应在缝槽混凝土表面涂刷与嵌缝填料相同基料的稀释材料，干燥后方可进行热法或冷法嵌填。

7.3.3 当采用热法施工时，应有相应加热、保温措施，并严格控制加热温度，注意操作安全。

热浇嵌缝填料时，应由下向上逐段进行，并尽量减少接头，浇筑过程中应随时驱赶气泡，使嵌缝填料填充密实。

7.3.4 嵌缝填料表面，应及时加设密封塑胶盖片保护。

# 8 观测仪器埋设

8.1 一般规定

8.1.1 观测仪器的埋设与施工期的观测，必须纳入施工计划，设置专职人员，负责及时埋设和观测，认真做好埋设记录，并做好安全防护。对各项观测仪器的初始观测值必须及时记录、整理，不得延误。

8.1.2 埋设观测仪器应以不挖坑槽埋设为主，坑式埋设为辅的原则进行。

8.1.3 混凝土面板的观测仪器埋设，应采取有效保护措施，保证人身、仪器安全。

8.1.4 在堆石坝过水渡汛的条件下，已埋设的观测仪器应妥为封存、保护，并在汛后及时恢复、启用。观测仪器封存前与启用后，都应进行观测并记录、说明。

8.2 堆石观测仪器埋设

8.2.1 水管式沉降仪的埋设，可直接在填筑坝面进行，不挖坑、槽。

沉降仪的测头与连接管应予保护，且当测头以上填方厚度超过1.5m，管路以上超过1.0m时，方可恢复正常填筑。

8.2.2 钢丝水平位移计的埋设，应保证位移计的引张钢丝及其保护管的良好直线性与平整度，埋设后即可恢复正常填筑。

8.2.3 孔隙水压力仪的埋设，可直接在坝面进行，其测头、电缆必须用砂或砂砾保护，且当覆盖填方超过1.0m后方可恢复正常填筑。

8.2.4 坝内压力盒的埋设，应做好仪器基床面的制备与感应膜的保护。仪器基床面必须平

整、均匀、密实，并符合规定的埋设方向。

压力盒的电缆保护与孔隙水压力仪相同。

界面上压力盒的埋设，应做好感应膜的定位、定向与覆盖保护，防止产生超读或欠读现象。

**8.3** 混凝土面板观测仪器埋设

**8.3.1** 面板测斜仪导管的铺设，应在面板混凝土浇筑 28 天后进行，导管末端不得穿过周边缝止水，导管应用钢罩妥为保护，在死水位以下或当面板上有防渗铺盖，或有冰情时，应加强防护。

**8.3.2** 测缝计的埋设，应在面板浇筑 28 天后进行。

单向测缝计埋设时，将测缝计平置，并严格控制其轴线垂直于接缝面；二向、三向测缝计的埋设，在单向测缝计的基础上进行，并严格控制各自的施测方向。

当三向测缝计为连体型时，埋设时应严格控制其测量基面同接缝面平行。

已埋设的测缝计，应对其测量量程予以调整，以适应施测方向的位移变化，测缝计应及时用钢罩妥为防护，当面板上有防渗铺盖或有冰情时，并应按专门设计保护。

**8.3.3** 应变计应布置在面板平面内，并在面板钢筋绑扎后进行，应变计附近 0.5m 范围的混凝土应设专人负责进行浇筑，防止仪器损坏。已埋设的应变计，应予调出其测量量程的 50%，以兼测混凝土的拉、压应变。

**8.3.4** 无应力计的埋设，可采用隔离杯法。隔离杯设于垫层中，隔离杯中的混凝土，应用面板混凝土料并随面板浇筑进行。

# 9 质量控制

**9.0.1** 施工单位应建立质量检查组织。质量检查所用的仪器设备和操作方法，应按有关规定执行。

**9.0.2** 质量检查的项目与指标，应符合本规范附录的有关规定。趾板基础处理、料场质量控制、坝体填筑密度、面板混凝土浇筑及接缝止水等工程质量，是面板坝质量控制的重要项目，必须严格进行质量检查。

**9.0.3** 质量检查成果，是工程验收的重要依据，应及时进行汇总、编录、分析，并妥为保存。

# 附录 A 质量检查的主要项目及技术要求

**A1.1** 坝基与岸坡处理

**A1.1.1** 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与技术要求

| 项　目 | 质 量 要 求 |
| --- | --- |
| 地质钻孔、试坑、竖井、平洞 | 无遗漏，处理符合要求 |
| 河床部位 | (1) 草皮、树根、乱石、坟墓及各种建筑物等全部开挖清除；<br>(2) 表层覆盖的细砂、粉土、淤泥、泥炭、残积土等已清除；<br>(3) 按设计要求清除砂砾石覆盖层 |
| 岸坡部位 | (1) 坡度符合设计要求，表面清理符合规定；<br>(2) 坡面欠、超挖允许偏差为 ± 30cm；<br>(3) 开挖坡面稳定，无松动岩块、浮岩、危石及孤石；<br>(4) 局部凹坑、反坡已按设计要求处理 |
| 趾板基础 | (1) 开挖深度符合设计要求；<br>(2) 趾板开挖尺寸和底部标高符合设计要求无欠挖，超挖小于 20cm；<br>(3) 断层、裂隙等已按设计要求处理；<br>(4) 灌浆质量符合设计要求及有关规定 |

**A1.1.2** 检查数量：

(1) 坝区地质钻孔、探坑、竖井、平洞应逐个进行检查；

(2) 坝区开挖清理按 50～100m方格网进行检查，必要时可局部加密；

(3) 岩石开挖的总检查点数，200m$^2$ 以内不少于 20 个，200m$^2$ 以上不少于 30 个，局部突出，凹陷部位（面积在 0.5m$^2$ 以上者）应增设检查点；

(4) 趾板基础处理的检查数量，每块趾板（长度 8～10m）的检查点数不少于 10个。

**A1.2** 坝料填筑

**A1.2.1** 一般要求：

(1) 料场的草皮、树根及覆盖物已清除干净，料物的物理力学性质符合设计要求，不合格料不得上坝，检查项目参见表 A3 的有关项目；

(2) 施工机械的工况已检测，振动碾的型号符合要求，减振轮胎压力、振动频率、振幅等值符合要求；

(3) 填筑部位的基础处理符合设计要求，并经验收合格；

(4) 大型工程应在填筑前进行碾压试验，确定合理的施工参数；Ⅳ级以下的坝，可根据已建成工程经验，初步确定碾压参数，并结合初期坝体填筑进行复核；

(5) 坝料压实质量检查，应以控制碾压等施工参数为主，试坑取样为辅。

**A1.2.2** 质量检查内容和技术要求：

(1) 质量检查内容与技术要求见表 A2。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 A2　　坝料填筑质量检查项目和技术要求

| 项　目 | 质　量　要　求 |
|---|---|
| 坝料铺填 | 厚度符合要求，无超厚；垫层区及过渡区无颗粒分离现象 |
| 加水 | 按要求进行 |
| 坝料碾压 | 碾压机械工况、碾压遍数、行车速度应符合碾压试验所提出的要求 |
| 斜坡碾压 | 碾压机械工况、碾压遍数、行车速度应符合碾压试验所提出的要求 |
| 上游坡面处理 | 碾压砂浆护面的不平整度与设计线偏差为 +5cm、-8cm；喷射混凝土护面不平整度与设计线偏差为 ±5cm |

（2）试坑取样质量检查项目和技术要求见表 A3。

**A1.2.3　检查数量。检测项目与抽样检验次数，见表 A4。**

表 A3　　试坑取样检查项目和指标

| 项　目 | | | 质　量　指　标 |
|---|---|---|---|
| 超径颗粒含量 | 垫层区 | | <3% |
| | 过渡区、主堆石区 | | <1% |
| 细颗粒含量（$d<0.1$mm） | 垫层区　爆破料/砂砾料 | | 8% |
| | 过渡区 | 爆破石料 | 2% |
| | 主堆石区 | 砂砾石料 | 5% |
| 泥团、冻土块 | | | 无 |
| 颗粒级配 | | | 符合设计要求 |
| 密度（或孔隙率） | | | 符合设计要求 |

表 A4　　坝料填筑检验项目与抽样次数

| 部　位 | 检　验　项　目 | | 抽样检验次数 |
|---|---|---|---|
| 垫层区 | 密度、颗粒级配 | 水平 | 1 次/（500～1500）$m^3$ |
| | | 斜坡 | 1 次/（1500～3000）$m^2$ |
| 过渡区 | 密度、颗粒级配 | | 1 次/（3000～6000）$^m3$ |
| 主堆石区 | 密度、颗粒级配 | 坝轴以上 | 1 次/（4000～30000）$m^3$ |
| | | 坝轴以下 | 1 次/（10000～50000）$m^3$ |

**A1.3　面板滑动模板**

**A1.3.1　质量检查项目和技术要求见表 A5。**

表 A5　　滑动模板检查项目和技术要求

| 项　　目 | 质　量　要　求 |
| --- | --- |
| 强度、刚度、稳定性 | 符合设计要求 |
| 模板表面 | 平稳、光洁、无杂物 |

**A1.3.2　质量检测项目和技术要求见表 A6。**

表 A6　　滑动模板检测项目和允许偏差

| 项　　目 | 允　许　偏　差（mm） |
| --- | --- |
| 外形尺寸 | ±10 |
| 对角线相对差 | ±6 |
| 扭曲 | 4 |
| 表面局部不平度 | 每米范围内不超过 3 |
| 滚轮或轨道间距 | ±10 |
| 轨道中心线 | ±10 |
| 高程 | ±5 |
| 接头处轨面错位 | 2 |

注：当采用无轨滑模时，亦可参照上述指标执行。

**A1.3.3　检查数量。每块模板按上列项目进行检查，轨道至少每 10m 检查一次，每条轨道检查点数不少于 8 个。**

**A1.4　面板混凝土浇筑**

**A1.4.1　质量检查内容和质量要求：**

**（1）　质量检查项目和要求见表 A7。**

表 A7　　面板混凝土浇筑质量检查项目和要求

| 项　　目 | 质　量　要　求 |
| --- | --- |
| 平仓分层 | 厚度不大于 30cm，铺设均匀，分层清楚，无骨料集结现象 |
| 混凝土振捣 | 振捣器应垂直下插至下层 5cm，有次序，无漏振 |
| 铺料间歇时间 | 符合要求，无初凝现象 |
| 积水和泌水 | 无外部水流入仓内，不允许有泌水现象 |
| 混凝土 | 无不合格料进仓，虽有不合格料进仓，但能彻底处理 |
| 混凝土养护 | 在规定时间内，混凝土表面一直保持湿润 |

**（2）　质量检测项目和技术要求见表 A8。**

表 A8　　面板混凝土浇筑质量检测项目及技术要求

| 项　目 | 质 量 要 求 |
|---|---|
| 表面平整度 | 偏离设计线 < ±3cm |
| 麻面 | 无 |
| 蜂窝孔洞 | 无 |
| 露筋 | 无 |
| 表面裂缝 | 受压区允许有少量 0.3mm 以下的发状裂缝，受拉区允许有少量 0.2mm 以下的发状裂缝 |
| 深层贯穿裂缝 | 无 |
| 抗压强度 | 保证率不小于 80% |
| 匀质性 | 离差系数 $C_V$ 值不得大于 0.18 |
| 抗冻性 | 符合设计要求 |
| 抗渗性 | 符合设计要求 |

**A1.4.2** 检查数量。面板、趾板混凝土的质量检查应以强度为主，并评定均质性指标。混凝土强度、抗渗、抗冻检查龄期均为 28 天。

趾板每浇筑一块至少有一组强度检验试件；面板浇筑，每班取一组强度检验试件。抗冻、抗渗检验试件趾板每 500m$^3$ 成型一组，面板每 1000 ~ 3000m$^3$ 成型一组，不足以上数量者，也应取样一组。

**A1.5** 止水设施

**A1.5.1** 质量检查内容和要求：

(1) 止水制作及安装质量指标见表 A9。

表 A9　　止水制作及安装质量检查项目和技术要求

| 项　目 | | 允许偏差（mm） | |
|---|---|---|---|
| | | 金属止水 | 橡胶、塑料止水片 |
| 制作几何尺寸 | 宽度 | ±5 | ±5 |
| | 高度（凸体及翼缘弯起部分） | ±2 | |
| | 桥部矢高或中间圆管直径 | | ±2 |
| 搭接长度（双面焊） | | >20 | >50 |
| 中心安装偏差 | | ±5 | ±5 |
| 两侧翼缘倾斜偏差 | | ±5 | ±10 |

(2) 嵌缝填料的施工质量要求见表 A10。

表 A10　　嵌缝填料的质量检查项目及技术要求

| 项　目 | 质 量 要 求 |
| --- | --- |
| 伸缩缝的混凝土表面 | 伸缩缝混凝土表面必须平整、密实，不得有露筋、蜂窝、麻面、起皮、起砂和松动等缺陷。 |
| 预留槽涂刷稀料 | 混凝土表面必须洁净、干燥，稀料涂刷均匀、平整、不得漏涂，涂料必须与混凝土面粘接紧密 |
| 嵌缝施工 | 填料应充满预留槽并满足设计要求断面尺寸，边缘允许偏差 ± 10mm，填料施工应按规定工艺进行。密封盖板按设计要求设置，与混凝土面应粘结紧密，锚压牢固，必须形成密封腔，不得漏水 |

**A1.5.2　检查数量。止水设施每 5m 至少检查一点。**

# 混凝土面板堆石坝施工规范

## SL 49—94

## 条 文 说 明

## 目 次


1 总则
2 导流与渡汛
3 坝基与岸坡处理
4 筑坝材料
5 堆石坝填筑
6 面板与趾板施工
7 止水设施
8 观测仪器埋设
9 质量控制


## 1 总 则

**1.0.1** 明确本规范的适用范围。混凝土面板堆石坝的级别，可根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准(山区、丘陵区部分)》（SDJ12—78）中的有关条款确定。

建于峡谷河床的混凝土面板堆石坝，在库容较小的情况下，其工程等级按标准划分可能是Ⅳ、Ⅴ级，但坝较高，因此必须强调当坝高超过 70m 时，不论工程等级，仍应遵循本规范。

**1.0.2** 研究和应用施工新技术、新工艺、新材料，是降低材料消耗，提高劳动生产率的有效措施，并可促进面板堆石坝施工技术水平的发展。对此，本条强调以既积极、又慎重的科学态度，在进行试验、验证、评定后，并经主管部门批准的条件下，积极采用。

**1.0.3** 本条明确本规范与现行有关施工规范的协调与统一。本规范是针对混凝土面板堆石坝施工的特有问题作出规定，以替代和补充有关施工规范中相应的内容。因此，对本规范未列入的有关施工要求，还应遵照有关专项施工规范执行，如坝体堆石填筑，参照《碾压式土石坝施工技术规范》（SDJ213—83）面板混凝土施工,参照《水工混凝土施工规范》（SDJ207—82）。

## 2 导流与渡汛

**2.0.1** 施工导流、渡汛方案的选择，是土石坝施工中极为重要的环节。方案合理，不仅可以降低施工导流费用，还可缩短工期。在确定施工导流渡汛方案时，要充分研究工程所在地的水文、气象、地形、地质等自然情况及施工条件,经过方案比较,择优选用。

**2.0.2** 面板堆石坝可以在有保护的条件下利用堆石坝体挡水甚至过水渡汛，以减少导流建筑物的规模。这既是降低工程造价的途径之一，也是施工的需要。对于面板堆石坝施工，特别是当工程规模很大或导流流量很大时，若不充分利用这一优点，则往往需要加大导流建筑物规

模，使施工费用大幅度增加，同时，施工强度也很难满足安全渡汛的要求。西北口坝如果采用高围堰全年挡水方案，其围堰高度约 50m，回填方量 60 万 $m^3$（其中粘土 14.6 万 $m^3$），为修建高围堰，需要耗费大量投资，而且会推迟工期一年。因此，采用坝体挡水方案具有较多优点。

**2.0.3** 当确定坝体挡水渡汛方案时，则必须对上游坡面进行防渗固坡处理，目前行之有效的处理方法主要有以下三种：

（1）碾压砂浆固坡：在垫层面进行斜坡碾压后，摊铺 5～8cm 厚的水泥砂浆，用振动碾压实，以形成坚固的表层。我国成屏坝以 150#砂浆固坡，挡水深 18m，关门山坝采用 50#砂浆固坡，挡水深 11m，均取得了良好的挡水效果。

（2）喷射混凝土固坡：在碾压后的垫层表面喷 5～8cm 厚的混凝土，以起到防渗、固坡作用。这种方法在南美使用较广泛。我国西北口坝采用该法，汛期挡水水深达 30m，效果良好。

（3）喷洒阳离子乳化沥青固坡：在压实后的垫层表面，喷洒 2～3 层乳化沥青，各层间并撒以河砂，进行碾压，形成坚实表层。澳大利亚大部分面板坝均采用了此种固坡方法。

**2.0.4** 利用堆石坝体汛期过流时，必须对坝体进行保护，特别是要保护下游坝坡，以免冲刷破坏。在澳大利亚，由于水文、气象因素特殊，几乎所有的面板堆石坝施工中都对下游坡进行过水保护，随时准备过流。

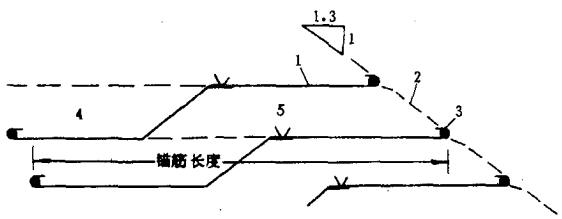



图 2.0.4-1 罗沃尔伦坝的钢筋网保护

1-锚筋 底部锚筋 $\phi$25mm，长 19m；上部锚筋 $\phi$12mm，长 7m，水平向间距 1500mm；2-面层钢筋网：链式连接的网，用 4mm 铁丝，网孔尺寸 50mm×50mm，网高 23mm；3-水平的主筋 $\phi$22mm，竖向间距 1350mm；4-第 2 填筑层；5-第 1 填筑层

堆石体过流保护措施，早期常用加筋堆石，具体做法是在下游堆石坡面，分层铺设钢筋网并用水平拉筋锚入堆石体内。据统计，一般保护网所用钢筋直径及网格尺寸，纵向钢筋采用 $\phi$14～28mm，间距 15～45cm；横向钢筋用 $\phi$8～24mm，间距 25～100cm；水平锚筋用 $\phi$20～38mm，长 4～6m，水平间距为 0.5～3m。钢筋网布置可参阅图 2.0.4-1。

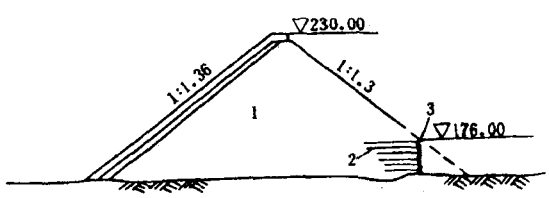



图 2.0.4-2 马琴托士坝的下游坡过水保护

1-堆石；2-锚筋；3-圆筒形钢筋笼垂直墙

由于设置钢筋网和堆石体填筑施工干扰较大，近期澳大利亚修建的一些面板坝，大都采用圆筒形钢筋石笼护坡。1981 年建成的马琴托士（Mackintosh）坝，高 75m，下游坡采用圆筒形钢筋石笼防护，为防止过水对石笼的破坏，采用垂直防护墙结构，如图 2.0.4-2 所示。钢筋笼顺坝轴线水平分层放置，笼径 0.94m，长 2.4m，钢筋直径 5mm，网格尺寸为 50mm，每个石笼均以锚筋分别锚固，基础部位每笼用 4 根 90mm×12mm、长 8.6m 扁钢锚固，顶部用 2 根 75mm×9mm、长 25.5m 扁钢锚固，垂直墙高达 23m。

需要全本请访问 www.ertongbook.com