

# 小型水库大坝渗漏处理技术导则

Technical guidelines for seepage treatment of small  
reservoir dams

# 1 总则

- 1.0.1 为规范小型水库大坝渗漏处理设计、施工，保障渗漏处理工程质量，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于小型水库中低坝的渗漏处理工程，对于坝高超过 70m 的土石坝应进行专项论证。
- 1.0.3 渗漏处理的设计与施工，应遵循安全适用、因地制宜、绿色环保、节约资源的原则，在设计与施工方案中应制定环境保护、职业健康和安全生产防护措施。
- 1.0.4 本标准主要引用下列标准：
- GB/T 50290 土工合成材料应用技术规范
  - SL/T 62 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范
  - SL 174 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范
  - SL 223 水利水电建设工程验收规程
  - SL 228 混凝土面板堆石坝设计规范
  - SL 230 混凝土坝养护修理规程
  - SL 274 碾压式土石坝设计规范
  - SL 319 混凝土重力坝设计规范
  - SL 551 土石坝安全监测技术规范
  - SL 564 土石坝灌浆技术规范
  - SL 631 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—土石方工程
  - SL 633 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—地基处理与基础工程
  - SL 725 水利水电工程安全监测设计规范
  - SL 766 大坝安全监测系统鉴定技术规范
  - SL/T 792 水工建筑物地基处理设计规范
  - DL/T 5129 碾压式土石坝施工规范
  - DL/T 5200 水电水利工程高压喷射灌浆技术规范
  - DL/T 5406 水电水利工程化学灌浆技术规范
- 1.0.5 小型水库大坝渗漏处理的设计、施工、质量检查与验收除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 灌浆 grouting

利用泵将具有胶结性能的浆液灌入裂隙、孔隙或孔洞内的工程措施。

### 2.0.2 脉动灌浆 pulse pressure grouting

灌浆压力在峰值和谷值之间不断交替变化，使灌浆浆体对受灌体不断进行劈裂、压密、渗透的灌浆方法。

### 2.0.3 高压喷射灌浆 high pressure jet grouting

采用高压水或高压浆液形成高速喷射流束，冲击、切割、破坏地层土体，并以水泥基浆液充填、掺混其中，形成桩柱或幕墙状的凝结体，用以提高地基防渗或承载能力的施工方法，简称高喷灌浆或高喷。

### 2.0.4 冲抓回填 impact-grab backfill

又称冲抓套井回填，利用冲抓机械取土造井，向套井内回填防渗土料，并用夯锤夯实，形成防渗体的施工方法。

### 3 基本规定

- 3.0.1 小型水库大坝渗漏处理应综合考虑工程特性、坝型、筑坝材料、水文与地质条件、渗漏状况、施工条件、渗漏处理方法适应性等因素，选择可靠、经济、合理的防渗处理措施。
- 3.0.2 根据拟选择的渗漏处理措施，进行防渗结构设计和相应的渗透稳定验算。设计时，应充分利用和保护已有防渗体，确保新旧防渗体有效搭接；同时，应对新旧防渗体系共同作用对大坝安全影响作出评价。
- 3.0.3 坝体、坝基、坝肩及其他结构物的防渗体应有效搭接，搭接长度与厚度应满足渗透稳定要求。
- 3.0.4 用于渗漏处理的材料和施工中废水、废气、废渣的排放应满足环保要求。
- 3.0.5 渗漏处理施工宜在水库低水位期或放空期进行。
- 3.0.6 采用平行坝轴线的多种垂直防渗措施对大坝进行渗漏处理时，宜按“先上后下”的施工顺序实施。
- 3.0.7 用于小型水库大坝渗漏处理的材料应符合下列规定：
- 1 水、水泥、骨料、粉煤灰等应符合 SL/T 62 及 SL 174 中的相关规定。
  - 2 黏性土有机质含量不应大于 2%，水溶盐含量不应大于 3%，并应符合下列规定：
    - 1) 用于铺盖、斜墙、心墙、冲抓回填的土料，应为非分散性土料，含水率宜控制在最优含水率±3%以内，压实后渗透系数应小于  $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。
    - 2) 用于灌浆的土料，应破碎、过筛后使用，土料性能指标应符合 SL 564 的相关规定。
  - 3 膨润土应符合 SL/T 62 中的相关规定。
  - 4 土工膜可选用聚乙烯土工膜或复合土工膜，应符合 GB/T 50290 中的相关规定。
  - 5 化学灌浆材料应符合 DL/T 5406 中的相关规定。
  - 6 防渗涂料可选用环氧树脂类、聚氨酯类、改性沥青类等涂层材料。
- 3.0.8 渗漏处理施工过程中应加强对监测设施的保护，及时跟踪监测渗漏处理效果。
- 3.0.9 渗漏处理施工应严格按照工序、工艺和质量要求实施，及时进行质量检查、检验及评价验收。

## 4 设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 进行渗漏处理设计前，应开展工程地质勘察工作，了解大坝的运行状态等，查明渗漏的分布、类型及成因，并收集下列资料：

- 1 安全评价资料。
- 2 原设计及历次除险加固设计、施工、验收资料。
- 3 工程地质资料。
- 4 历次险情及处理相关资料。
- 5 工程监测仪器、设施布置及安全监测资料。
- 6 运行管理资料。
- 7 隐患探测资料。
- 8 其他相关资料。

4.1.2 渗漏处理设计应满足下列要求：

1 渗漏处理设计，应包括工程布置、防渗处理深度及范围、防渗标准等结构要求及指标。

2 根据 SL/T 792 的相关规定，复核验算防渗体厚度。

3 进行渗透稳定、渗漏量验算的同时，宜进行坝体浸润线、抗滑稳定、坝基扬压力等项目的复核验算，计算结果应满足规范和防渗功能要求，防渗体的变形宜与大坝结构及其他建筑物相协调。

4.1.3 渗漏处理方案设计宜遵循在迎水面或上游侧堵截，在背水面或下游侧疏排的原则；防渗轴线宜根据不同坝型，设置在坝轴线靠近上游坝面附近或上游，且满足施工布置的平台处。

4.1.4 坝顶宽度不满足施工平台布置要求时，可通过架设平台、加宽坝顶或削低坝顶拓宽平台等措施解决，削低坝顶拓宽平台时应进行专门论证。

### 4.2 渗漏处理技术措施选择

4.2.1 土石坝坝体渗漏的处理技术措施，可选择混凝土防渗墙、高压喷射灌浆、灌浆、冲

抓套井回填等垂直防渗方法及铺土工膜中的一种方法或几种组合方案。宜结合库水位、施工深度、施工条件等综合确定。“垂直防渗+土工膜”防渗组合中，垂直防渗型式宜采用高压喷射灌浆、脉动灌浆、套阀管灌浆。条件允许时，也可采用深层搅拌防渗墙或其他垂直防渗技术措施。

4.2.2 混凝土坝、混凝土面板堆石坝、砌石坝等坝体渗漏的处理可选择灌浆、涂层粘补、凿槽嵌填中的一种或几种组合技术措施进行处理。

4.2.3 对防渗体系下部完好、上部渗漏的土石坝，宜采取新建防渗体处理上部渗漏的方法。坝高低于 30m 时，新建防渗体进入下部完好防渗体的深度应大于 2m；坝高为 30m~70m 时，进入的深度可根据工程类比并经渗流计算确定，宜大于 1/10 坝高；坝高 70m 以上时，应进行单独论证。

4.2.4 坝基或坝肩渗漏处理技术措施除应符合 SL/T 792 的相关规定外，还应符合下列规定：

1 微风化、弱风化、强风化硬质基岩地层宜采用水泥灌浆。

2 土层和砂卵砾石层、全、强风化岩层、软岩、断层破碎带等坝基的渗漏处理可采用塑性混凝土防渗墙、脉动灌浆或套阀管灌浆。对黏粒含量不大于 15% 的粉细砂地层及防渗标准要求较高的重要工程，应通过现场试验确定渗漏处理措施的可行性及工艺参数。

3 岩溶地区的坝基渗漏处理，应根据岩溶发育程度、充填情况、充填物性质、承压水头大小和防渗要求等，采用挖除回填、混凝土塞、灌浆、混凝土防渗墙、铺盖防渗等措施中的一种或几种组合处理措施进行。

4 采用水平防渗措施时，宜在放空条件下设置混凝土、土工膜或黏土等防渗铺盖，防渗铺盖的长度、厚度及黏土压实标准应满足渗透稳安全定要求。

4.2.5 绕坝渗漏处理设计应根据地质条件、渗漏分布等，宜选择与坝基、坝肩或坝体中的相同渗漏处理技术措施。

4.2.6 采用塑性混凝土防渗墙时，除应符合 SL/T 792 及 SL 174 中的相关规定外，还应符合下列规定：

1 防渗墙厚度宜为 0.4m~1.0m。

2 防渗墙墙底伸入弱风化基岩不宜小于 0.5m。遇全、强风化带较深或断层破碎带时，应增加入岩深度。

3 塑性混凝土 28d 抗压强度标准值，宜为 1.0MPa~5.0MPa，弹性模量宜小于 2000MPa；渗透系数宜小于  $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

4 宜设置导墙；采用钢筋混凝土作为导墙时，混凝土强度等级不宜小于 C20。

5 塑性混凝土防渗墙深入坝基且存在应力集中情况时，应进行应力、变形计算与分析，确定塑性混凝土的强度等级、成墙厚度及界面衔接方式。

4.2.7 采用高压喷射灌浆处理措施时，除应符合 SL/T 792、DL/T 5200 的相关规定，还应符合下列规定：

1 施工前应进行生产性试验，试验段宜布置成围井形式。

2 单管法应用深度不宜大于 15m；双管法宜不宜大于 20m；三管法宜不宜大于 30m。

3 高压喷射灌浆搭接方式，应符合下列规定：

1) 对于承受水头或深度小于 10m 的高喷墙，宜采用摆喷折接或定喷折接形式。

2) 深度小于 15m 时，可采用摆喷折接或旋摆搭接形式，折接摆角不宜小于 30°。

3) 深度为 15m~25m 时，可采用单排旋喷套接。

4) 当深度大于 25m 时，宜采用两排或三排旋喷套接形式。

4.2.8 采用冲抓回填处理措施时，应符合下列规定：

1 冲抓回填处理措施适用于坝高（或处理深度）不大于 15m 的均质土石坝及心墙坝，要求地层在冲抓成孔后稳定性良好，且有合格的回填防渗土料。

2 应根据回填土料特性选择合适的孔径和孔中心距，孔与孔的搭接厚度不宜小于 500mm。孔径可为 1.1m~1.2m，孔距可为 0.75m~0.85m。

3 回填土压实度应满足大坝防渗体压实度要求。

4 冲抓回填防渗范围应向大坝坝肩以外适当延伸，延伸长度宜截断坝肩的绕坝渗漏通道；套井底部宜深入相对隔水层或坝基防渗体中不宜小于 1.5m，顶部高程不应低于校核洪水位，且正常运用情况下顶部超过正常蓄水位不小于 0.5m。

4.2.9 采用水泥灌浆防渗的混凝土坝体、砌石坝体或岩石坝基、坝肩等的渗漏处理，应符合 SL/T 62 及 SL/T 792 中的相关规定。

4.2.10 采用脉动灌浆处理措施时，除应符合 SL/T 62-2020 中 10.5 节的相关规定外，还应符合下列规定：

1 脉动灌浆防渗帷幕幕顶上部土层厚度不宜小于 3.0m。

2 灌浆孔孔径应与灌浆管匹配，全孔宜为 76mm~91mm，孔距可为 1.0m~2.0m；采用多排孔时，宜按梅花型布置，排距可为 0.8m~1.5m。

3 不同防渗深度的大坝，灌浆孔排数、灌浆压力和灌浆量，宜符合下列规定：

1) 处理深度小于 30m 时，脉动灌浆帷幕宜布置 1 排~2 排，分段终灌脉动峰值压

力宜大于 1.5MPa 且最小灌入量大于 450L/m；分段终灌脉动峰值压力应随灌浆深度增加而增大。

- 2) 处理深度为 30m~70m 时，脉动灌浆帷幕宜布置 2 排~3 排，分段终灌脉动峰值压力宜大于 2.0MPa 且最小灌入量大于 350L/m；分段终灌脉动峰值压力应随灌浆深度增加而增大。
- 3) 当脉动灌浆帷幕顶部仍有部分坝体不能满足校核洪水位高度防渗时，可采用挖槽至帷幕顶部，再回填黏土防渗料，夯实后形成黏土防渗墙与帷幕搭接的方式处理。

4.2.11 劈裂灌浆处理措施适用于均质土石坝或黏土心墙坝坝体的渗漏处理，应符合 SL 564 中的相关规定。

4.2.12 采用套阀管灌浆处理措施时，除应符合 SL/T 62 及 SL/T 792 中的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1 灌浆孔距可为 1.0m~2.0m，排距可为 0.8m~1.5m。
- 2 处理深度为 10m~30m 时，灌浆布置不宜少于 2 排。
- 3 防渗帷幕幕顶上部覆盖土层厚度不宜小于 3.0m。

4.2.13 充填灌浆适于坝体及坝基孔隙、裂隙或洞穴等的渗漏处理，可按梅花形布孔，孔排距可为 1.0m~2.0m，钻孔深度应穿过隐患部位深度 1m~2m。

4.2.14 化学灌浆适于常规颗粒材料灌浆后难以达到防渗要求的工程或结构缺陷，应符合 DL/T 5406 中的相关规定。灌浆材料可选用丙烯酸盐、聚氨酯、环氧树脂等，对于有结构强度要求的，宜采用环氧树脂类灌浆材料。

4.2.15 采用铺土工膜处理措施时，除应符合 GB/T 50290 的相关规定外，还应符合下列规定：

1 应按水头、填筑料、垫层条件、工作环境和铺设部位等要求，选择并确定土工膜的类型、材质及厚度，并应通过试验确定其物理力学性能、水力学性能、耐久性能；宜优先选用复合土工膜，其膜厚度不应小于 0.3mm。

2 土工膜防渗结构体自下而上宜包括下部支持层、土工膜防渗层、上部防护层。当土工膜斜铺时，应复核土工膜与上部防护层和下部支持层之间的抗滑稳定性。

3 土工膜铺盖防渗可采用逆止阀、排水管、纵横向排水盲沟等措施，排除铺盖膜下的积水、积气，逆止阀间距宜为 30m~50m；盲沟宜由卵石、碎石、瓜子片和外包土工布反滤层构成。



4 土工膜可采用锚接或粘结的方式与周边建筑物或其他防渗体紧密连接，构成封闭防渗系统。

### 4.3 坝体渗漏处理

4.3.1 均质土坝坝体渗漏处理，若上游坝坡稳定不满足要求时，宜采用加筑黏土斜墙或采用坝体垂直防渗结合坝坡稳定处置的综合措施。

4.3.2 黏土心墙坝体的渗漏处理，应满足下列要求：

- 1 坝体防渗体应与原心墙黏土结合紧密。
- 2 垂直防渗轴线宜布置在心墙内靠上游侧，并位于坝基截渗槽范围内。
- 3 不应破坏心墙上、下游反滤层。

4.3.3 黏土斜墙坝体的渗漏处理，采用临水面培厚黏土斜墙措施时，应符合下列规定：

- 1 厚度应根据水头和土料的允许渗透坡降及施工机械允许最小宽度确定。
- 2 与岸坡接头或与其他混凝土建筑物接头处宜适当加厚，厚度应满足渗透稳定要求，坡比应结合边坡稳定计算确定。
- 3 上游应设置保护层，保护层可采用块石、预制块等。
- 4 与原斜墙结合处，应清除结合部位的各种杂物，将原斜墙开挖成台阶状，再分层填筑、碾压。开挖斜坡坡比宜缓于 1:2，台阶高度应适应分层填筑要求。

4.3.4 沥青混凝土心墙坝的渗漏处理，宜采用塑性混凝土防渗墙、脉动灌浆、套阀管灌浆、高压喷射灌浆等措施，防渗体应布置在沥青心墙的上游侧。

4.3.5 均质沙坝的渗漏处理，应满足下列要求：

1 应优先考虑对原防渗体进行加固和补强；难以达到渗漏处理要求时，可选择坝内新建垂直防渗体系或上游新增斜坡防渗体系的处理措施。

2 当大坝抗滑稳定不足，且附近有合适的黏土料源且施工条件允许的情况下，可采用临水面加筑黏土斜墙与坝基垂直渗漏处理措施相结合的处理措施。

3 当大坝抗滑稳定满足安全要求时，对于坝高不大于 30m 的坝体，可采用垂直防渗方式或在临水坡面铺设土工膜的防渗方案；坝高为 30m~70m 时，宜采用垂直防渗或垂直防渗与临水坡面铺设土工膜相结合的方案。垂直防渗措施宜采用防渗墙。

4.3.6 土石坝坝体与坝内涵管、刺墙等刚性构筑物接触部位，土石坝与混凝土坝或浆砌石坝等结合部位应进行补强防渗处理，且应符合下列规定：

1 坝体采用灌浆防渗时，宜采用黏土水泥浆或膏状浆液灌浆，浆液结石体抗压强度可为 2.0MPa~5.0MPa。接触部位补强防渗的范围应满足构造要求，沿垂直水流方向宜大于帷幕厚度的 10 倍，沿顺水流方向宜大于帷幕厚度的 3 倍。

2 坝体采用混凝土防渗墙时，接触部位补强防渗宜采用灌浆或高压喷射灌浆方法，其补强范围垂直水流方向时，宜大于防渗墙厚度的 10 倍，为顺水流方向时，宜大于防渗墙厚度的 3 倍。

3 坝体采用冲抓回填时，接触部位宜增加 1 排或以上的冲抓套井孔。

4.3.7 混凝土面板堆石坝的面板渗漏处理，除应符合 SL 230、SL/T 62 及 DL/T 5406 的规定以外，还应符合下列规定：

1 面板破损较严重，有贯穿裂缝或掉块时，宜对破损块拆除修复。  
2 裂缝渗漏处理可采用化学灌浆、涂层粘补、凿槽嵌填等方法。采用水泥灌浆时需经试验论证。

3 面板存在贯穿性裂缝时，应根据结构要求先行加固，再进行渗漏处理。

4 面板结构缝及施工缝渗漏可采取更换止水、灌浆或凿槽嵌填等方法。

5 采用重建或修复面板措施处理时，应满足下列要求：

1) 强度、厚度等指标不应低于原设计规定并符合 SL 228 及 SL 319 的相关规定。

2) 底部应设置垫层，应对周边缝及垂直缝止水进行封闭。

3) 新旧混凝土结合处应处理成台阶，两者之间以双层双向钢筋衔接。

6 混凝土面板堆石坝中面板脱空和沉降的处理，应符合下列规定：

1) 可采用低强度、低压缩性材料进行充填灌浆。

2) 钻孔采用梅花形布置，不应伸入过渡层和堆石层，孔距和排距宜为 2.0m~3.0m，工艺参数宜通过现场灌浆试验确定。

3) 垫层料流失严重部位，可采用由原级配垫层料与水泥所组成的混合料进行充填，水泥重量比可为垫层料的 5%~8%。

4.3.8 混凝土面板堆石坝趾板渗漏可采用拆除重建趾板、灌浆、粘补、重建趾板周边缝止水结构、延长趾板宽度等措施进行处理，并应满足下列要求：

1 重建趾板时应进行专项设计。

2 因趾板与基础接触面缝隙产生的渗漏，可采用固结灌浆、帷幕灌浆、趾板前端设置齿槽或齿槽和混凝土防渗墙相结合的方法，齿槽混凝土的性能指标应符合原趾板性能标准。

4.3.9 混凝土面板堆石坝或构筑物的周边缝、垂直缝渗漏，可采取恢复止水结构或对其附

近填筑料灌浆挤密等措施进行处理，并应满足下列要求：

1 重新安装的止水条及缝内封填结构及材料宜与原设计一致；需要改变其结构或材料时，应论证其可靠性。

2 埋设在混凝土内部的接缝止水设施更换时，应将止水两侧混凝土凿除凿毛，不应切断原结构钢筋，并重新浇筑面板，接缝位置不变。重新安装的接缝止水应与原止水可靠连接，连接形式及长度应符合 SL 228 中的相关规定。

4.3.10 混凝土面板堆石坝或构筑物伸缩缝渗漏处理，应满足下列要求：

1 应针对伸缩缝止水带拉裂、填缝材料损坏或混凝土缝面蜂窝、麻面和裂隙等不同渗漏原因，采用嵌填、粘补、灌浆等处理措施；嵌填防渗材料应与原伸缩缝止水构造一致，所选橡胶止水带、止水铜片或不锈钢片等材料及搭接方式应符合相关规范要求。

2 因不均匀沉降或尚未趋于稳定的变形引起的伸缩缝止水材料拉裂导致渗漏的，应更换与变形相适应的防渗材料及工艺进行处理。

## 4.4 坝基渗漏处理

4.4.1 坝基渗漏处理应满足渗透稳定安全和渗漏量限值的要求，有埋深较浅的可靠相对隔水层时，防渗标准宜采用相对隔水层透水率进行确定，并符合表 4.4.1 的规定。

#### 4.4.1 坝基相对隔水层透水率

序号	坝型	坝高 (m)	透水率 $q$
1	重力坝、拱坝	$H \leq 50$	$\leq 5$
		$H > 50$	3~5
2	土石坝、其他坝	$H \leq 70$	5~10

4.4.2 大坝坝基防参与坝体防渗结构应良好搭接，形成完整防渗体系，并应满足下列要求：

1 坝体土工膜结合坝基垂直防渗体时，应设置坝趾混凝土平台，土工膜及垂直防渗体应与平台连接牢靠。

2 坝基防渗采用库内水平铺盖防渗方案时，水平铺盖防渗应与大坝斜墙、土工膜、面板等防渗体进行可靠搭接。

4.4.3 坝基采用垂直防渗措施时，防渗轴线布置应符合下列规定：

1 对于均质坝，应符合下列规定：

- 1) 仅对坝基进行渗漏处理时，坝基防渗帷幕轴线宜布置于距上游坝趾  $1/3 \sim 1/2$  坝底宽度处。
- 2) 坝体及坝基均进行渗漏处理时，应采用联合垂直防渗结构，防渗帷幕轴线宜布置在坝轴线偏上游侧。
- 3) 采用坝基垂直防渗和上游坝坡土工膜铺盖防渗时，垂直防渗帷幕轴线可布置在坝体上游坝脚平台处。

2 对于心墙坝，应符合下列规定：

- 1) 仅对坝基进行渗漏处理时，坝基防渗帷幕轴线宜布置在心墙与坝基接触面距上游侧  $1/3 \sim 1/2$  接触宽度范围内。
- 2) 坝体及坝基均进行渗漏处理时，应采用联合垂直防渗措施，防渗帷幕轴线宜布置在心墙轴线处。

3 对于斜墙坝，应符合下列规定：

- 1) 仅对坝基进行渗漏处理时，垂直防渗帷幕轴线可布置在上游坝坡靠近坝脚的平台处，垂直帷幕与斜墙搭接不应小于 2m。
- 2) 坝体及坝基均进行渗漏处理时，应采用坝基垂直防渗结合上游坝坡土工膜铺盖防渗或上游坝坡斜墙防渗处理，并根据施工条件、原防渗体布置等进行综合比较确定帷幕轴线。

4 对于重力坝及拱坝，仅对坝基进行渗漏处理时，帷幕轴线应布置在大坝廊道内或大坝上游防渗齿墙部位或上游灌浆平台处。

5 对于混凝土面板堆石坝，帷幕轴线宜布置在趾板处，坝基防渗体结构应与趾板封闭连接。

4.4.4 坝基采用水平防渗结构处理渗漏时，应满足下列要求：

1 坝基采用黏土铺盖防渗时，铺盖应由上游向下游逐渐加厚，上游前缘厚度不宜小于0.5m，末端与坝体防渗体连接处厚度由渗流计算确定，且应满足结构和施工要求。

2 黏土铺盖应有适宜的保护措施，避免施工和运行期间发生裂缝、冰冻和水流淘刷等破坏。

3 重力坝及拱坝的上游库内铺盖防渗体宜采用黏土、混凝土或土工膜铺盖。

4 混凝土面板堆石坝采用延长趾板、增设上游库内铺盖等措施时，宜采用混凝土或黏土铺盖，铺盖防渗体与大坝防渗趾板应采取可靠措施搭接。

5 岩溶水库的水平防渗应设计排气减压措施。

4.4.5 岩质坝基的渗漏处理宜采用水泥灌浆，灌浆孔排数、排距、孔距、孔深应根据工程水文地质条件、坝型、防渗水头、防渗标准等结合灌浆试验确定，除应符合 SL/T 62 及 SL/T 792 的规定外，还应符合下列规定：

1 帷幕灌浆宜延伸至坝肩相对隔水层或正常水位与蓄水前地下水位线相交处，无相对隔水层或地下水位较深时，帷幕延伸范围应通过渗流计算确定。

2 坝高 30m 以下宜采用单排帷幕；坝高 30m 以上宜采用 1 排~2 排帷幕。对地质条件较差、岩体裂隙特别发育或可能发生渗透变形的地段，可增加帷幕排数。

3 帷幕孔距可为 1.5m~3.0m，排距不宜大于孔距。

4 帷幕深度应根据坝基相对隔水层埋深、地层的抗渗性能等确定，并应符合下列规定：

1) 相对隔水层埋深较浅时，防渗帷幕底线应伸入到相对隔水岩层内 3m~5m。

2) 相对隔水层埋藏较深或分布无规律时，帷幕深度宜结合工程地质条件和坝基扬压力等按渗流计算确定，不小于 0.3 倍水头，且进入弱风化岩层宜大于 5m。

5 当采用多排帷幕时，宜将其中的一排孔钻灌至设计深度，其余各排孔的孔深可取设计深度的 1/2~2/3。

4.4.6 岩质坝基水泥灌浆压力宜根据坝体结构、浆液性能、工艺并通过灌浆试验确定，最大压力不应使坝基产生致裂抬动。第 1 段灌浆压力宜为 1.0 倍~1.5 倍坝前静水头；以下各段逐渐增加；底部宜为 2.0 倍~3.0 倍坝前静水头。

4.4.7 岩质坝基防渗帷幕较深时，宜利用灌浆平洞进行帷幕灌浆施工，多层平洞的上、下层帷幕的搭接型式可采用斜接式、直接式及错列式，搭接部位应连续封闭。

## 4.5 其他渗漏处理

4.5.1 土石坝坝内涵管渗漏处理应根据涵管现状、工程运行条件、埋深等综合考虑，可采用废弃封堵、新建隧洞、新建顶管、开挖重新预埋、改建虹吸管或涵管等防渗加固处理措施。

4.5.2 开挖重新预埋涵管时，坝体回填土应与原坝体紧密结合，并符合 SL 274 的规定。

4.5.3 土石坝坝体内废弃的输水涵管，应进行封堵，封堵材料应与原涵管建筑材料性能相适应，并满足下列要求：

1 坝内涵管的有效封堵长度应通过计算并结合坝体地质条件、坝体结构、渗漏情况等综合确定。

2 封堵涵管与土石坝坝体存在接触渗漏的，应在封堵涵管的同时，对接触部位进行回填或固结灌浆，并结合封堵体及防渗帷幕的位置构建截水环。截水环在涵管内施工困难时，可采取以下方法处理：

- 1) 在涵管两侧及顶部布置垂直孔进行灌浆封闭；
- 2) 采用挖除涵管进水口段后回填黏土、设置截渗墙等措施。

3 对土石坝坝体或软弱岩体内涵管的渗漏处理，宜采用脉动灌浆、套阀管灌浆进行处理。

4.5.4 对具备修补加固条件的输水涵管或隧洞，可采用增加内衬结构或在原衬砌结构上进行修补的措施处理，增加内衬的涵管或隧洞应满足过流能力要求，并应符合下列规定：

1 对增加内衬的涵管或隧洞，宜采用钢板、PVC 管、PE 管或钢筋混凝土衬砌等结构。新增内衬与原衬砌结构之间宜留不小于 5cm 的环状间隙，并采用接触或回填灌浆进行处理，灌浆压力宜根据材料的强度和性能确定。

2 对涵管或隧洞内原衬砌渗漏进行修补除应符合 SL 230 规定，还应满足下列要求：

- 1) 当原衬砌为钢结构时，可采用焊接修补，修补处应增加横向加筋环。
- 2) 当原衬砌为混凝土时，可采用水泥灌浆、化学灌浆、粘贴纤维布、涂补等方法处理。
- 3) 当原衬砌为浆砌石时，宜采用水泥灌浆或新增钢筋混凝土内衬。

3 在修补加固涵管或隧洞前，宜根据涵管或隧洞接触渗漏情况、围岩条件先进行回填或固结灌浆。

4.5.5 溢洪道控制段基础及其两岸渗漏可采用水泥灌浆、高压喷射灌浆、混凝土齿墙、水平防渗面板或其组合措施处理，采用灌浆帷幕时，应符合下列规定：

1 靠近坝肩的溢洪道，宜结合大坝防渗及排水综合考虑，防渗帷幕应与大坝坝体、坝基的防渗帷幕有效搭接，且不应布置在建筑物基底拉应力区。

2 控制段基础相对隔水层埋深较浅时，防渗帷幕应伸入该层内 2m~3m；相对隔水层的透水率应与坝肩帷幕防渗标准一致。

3 控制段基础内相对隔水层埋藏较深或分布无规律时，非岩溶地区的防渗深度可在控制段基础面最大水头的 0.3 倍~0.7 倍范围内选取；遇透水性强的破碎带，应适当增加帷幕的深度和厚度。

4.5.6 溢洪道堰体的渗漏处理可采用在堰前增设钢筋混凝土防渗面板、防渗齿墙、土工膜或堰体灌浆等措施。

4.5.7 对岩溶或坝体孔洞等引起的集中渗漏的处理，应根据坝型、渗漏位置、渗漏量、渗透坡降等选用不同的封堵处理方法，并应符合下列规定：

1 岩溶集中渗漏处理应先向孔洞填入级配骨料或纤维材料，后灌入抗冲膏浆、速凝浆液、或水泥-水玻璃浆液，再压力灌浆封堵密实；岩溶洞穴或裂隙有充填物时，终灌压力不应小于 3.0MPa。

2 岩溶发育区大面积渗漏处理应采用防渗帷幕处理，帷幕钻孔应进入相对隔水层 10m 以下。在防渗轴线上的局部集中渗漏部位宜加密布置防渗帷幕灌浆孔及施工措施孔，钻孔宜深入渗漏点以下不小于 5m，宜沿防渗轴线延伸至渗漏点两侧各 10m 以上，孔距宜为 1.0m~2.0m，排距宜为 1.0m~2.0m。

3 地下水流速快或流量较大时，也可采用沥青、混合砂浆、混凝土、格栅结合模袋灌浆等进行灌浆封堵处理。

4 对于坝体及坝基的孔隙、裂隙或洞穴等可采用充填灌浆处理。

## 4.6 排水设施修复

4.6.1 混凝土坝排水孔均应在渗漏处理后进行扫孔清洗，恢复原有排水孔功能；未设置排水孔的，应根据大坝稳定复核结果进行设计，并应符合 SL 319 中的相关规定。

4.6.2 土石坝排水棱体堵塞可采取抽槽翻修或打垂直砂井结合纵横向导渗沟的方法进行处理，坝高 10m 以下也可进行拆除重建；贴坡排水堵塞可采用拆除重建或抽槽翻修的方法进行处理。

4.6.3 下游坝坡无排水设施时，应设置坝坡导渗沟、贴坡式反滤层或土工织物反滤层等；应将渗水集中引入集水沟或排水体内排出。

## 4.7 渗流监测

4.7.1 渗漏处理完成后，应按照 SL 766 规定对原有渗流监测设施进行评价。

4.7.2 渗流监测宜与其他监测项目同时进行设计，宜以自动化监测方式为主，并应符合 SL725 中的相关规定。监测范围应包括坝体、坝基、坝肩等部位；监测内容宜包括渗流量及渗透压力等。

4.7.3 对土石坝坝体存在集中渗水、管涌、散浸等的异常部位，应补充监测设施。

4.7.4 宜在坝后易于收集渗漏水的位置，设置集渗沟量水堰进行渗流量监测。

4.7.5 坝内设有廊道的，渗流量监测点应分别设置在河床坝段和两坝肩段的集水井或排水沟处。



## 5 施工

### 5.1 一般规定

5.1.1 施工准备应满足下列要求：

- 1 根据设计图纸及技术要求进行设计交底。
- 2 完成通水、通电、通路、施工场地平整或搭建等，施工场地应平整、坚实，满足作业安全要求。
- 3 完成施工点测量放样。
- 4 进行先导孔、材料配合比试验及前期检测等。
- 5 完成施工组织设计编制，对存在渗漏管涌风险的复杂坝段或区域制定专项施工方案。

5.1.2 施工过程中，应对坝体及坝基排水系统进行保护；上游防渗措施出现破坏时，应先行进行修复。

5.1.3 根据施工过程中揭露的地质条件变化情况，应采取措施及时调整、优化施工工艺及参数；重要工程可通过生产性试验进行验证。

5.1.4 涉水作业场地应符合防汛及水上安全作业要求，并制定汛期防汛预案。

5.1.5 施工因故临时中止时，施工作业及影响区应采取安全保护措施。

5.1.6 施工过程各类原始数据应及时监测记录及分析。

5.1.7 对涉及建筑物存在较大施工安全风险的部位，应设监测装置，在施工过程中进行安全监控。

5.1.8 施工前应设置废水、废浆沉淀池，做好废水、废浆的处理或回收。

5.1.9 应根据设计要求，划分单元工程，确定施工顺序。

### 5.2 混凝土防渗墙

5.2.1 混凝土防渗墙施工应符合 SL 174 中的相关规定。

5.2.2 混凝土防渗墙的施工运输通道宜布置在防渗墙轴线的一侧，宽度宜大于 10m；采用液压抓斗设备施工时，坝体地基承载力应超过履带接地比压 100KPa。

5.2.3 导墙设置应根据地质条件、施工荷载、施工方法等确定，并应符合下列规定：

- 1 导墙的承载能力应能满足施工荷载的要求，埋深宜大于 1.5m，顶部应高出地面 5cm~10cm。

2 应根据地质条件的适应性等因素选择成槽设备。当采用冲击钻机成槽时，槽口宽度宜比设计防渗墙厚度宽 10cm~15cm；当采用抓斗、液压铰等造孔机械时，槽口宽度宜比设计防渗墙厚度宽 5cm~10cm。

3 施工前应进行成槽试验，确定施工工艺参数。

5.2.4 防渗墙槽孔长度应根据地层条件、混凝土浇筑量、墙段接头数量等进行划分，并应符合下列规定：

1 在槽壁稳定的地层中，槽孔长度可为 5m~6m；在易漏失、易垮塌地层中槽孔长度可为 3m~5m。

2 对于深度大于 40m、造孔耗费时间长的槽孔，宜缩短槽孔长度。

3 坝体建基面岸坡较陡时槽孔长度宜短。

4 槽孔长度应满足混凝土浇筑面上升速度大于 2m/h 的要求。

5.2.5 如遇陡坡岩面或倒悬岩体时，应采取措施使防渗墙体入岩深度达到设计要求，对不能入岩的防渗墙，宜采用脉动灌浆或套阀管灌浆法进行基岩接触段处理。

5.2.6 造孔施工中遇到导墙变形或破坏、槽壁坍塌、漏浆、孔斜、挖槽机具卡在槽内等故障时，应及时处理和补救，并应详细记录事故发生的时间、位置、补救措施、处理经过等。

5.2.7 基岩需要进行帷幕灌浆时，可在防渗墙内安置预埋钢管并采取措施防止移位、弯曲。

5.2.8 在气温低于 5℃时，宜在塑性混凝土中加入早强剂，缩短塑性混凝土的初凝时间。

5.2.9 混凝土浇筑过程中，应做好各项准备工作，预防堵管或中断事故。

### 5.3 高压喷射灌浆

5.3.1 高压喷射灌浆施工应符合 DL/T 5200 中的相关规定。

5.3.2 高压喷射灌浆宜采用普通硅酸盐水泥作为主要材料配制浆液，用于单、双管高喷浆液的水固比可为 1.5:1.0~1.0:1.0，三管高喷浆液的水固比可为 0.8:1.0~0.6:1.0。

5.3.3 高喷施工设备，应符合下列规定：

1 高喷施工台车或钻喷一体机应具有调平功能。

2 提升拔管能力应大于设计施工深度的 1.5 倍。

3 喷射管刚度应满足施工深度要求且连接顺直，摆喷或定喷喷嘴定向误差不应大于 1°。

4 高压灌浆泵工作压力宜大于 30MPa,采用三管法时高压清水泵工作压力宜大于 35MPa。

5.3.4 高压喷射灌浆施工,应符合下列规定:

1 钻孔宜采用干钻或泥浆护壁钻进,孔径应大于喷射管外径 20mm。

2 喷头应下至设计高喷墙体深度以下 0.5m,并按施工工艺参数进行原位喷射,待浆液返出孔口、回浆比重达到设计要求后,再开始提升喷射。

3 应根据地层密实度及颗粒粒径变化,适时优化调整高喷工艺参数。

## 5.4 灌浆

5.4.1 水泥灌浆、脉动灌浆及套阀管灌浆施工应符合 SL/T 62 中的相关规定,充填灌浆及劈裂灌浆施工应符合 SL564 中的相关规定,化学灌浆施工应符合 DL/T 5406 中的相关规定。

5.4.2 灌浆前应清除陡坡面的危岩、松动块石。

5.4.3 灌浆应连续进行,因故中止的灌浆孔,应扫孔后再进行复灌,直至达到结束条件。

5.4.4 脉动灌浆孔成孔应符合下列规定:

1 宜采用回转式钻机或冲击回转式钻机进行泥浆护壁钻进,地层条件较差时,可跟管钻进。

2 孔径宜大于  $\Phi 76\text{mm}$ ,孔位偏差不应大于 10cm,孔斜不应大于 1%。

3 钻进时应详细记录地层情况、钻孔达到设计深度后,应立即下入灌浆管,灌浆管浆液出口离灌浆段底不宜大于 0.3m,灌浆管管壁厚度不宜小于 10mm。

5.4.5 脉动灌浆可采用钻灌两用一体管及专用钻头钻进至设计灌浆深度后直接进行灌浆。

5.4.6 脉动灌浆浆液应采用低流动性的黏土水泥膏状浆液,浆液流动度不宜大于 110mm。膏状浆液宜由膨润土或黏性土、水泥、水、外加剂等多种材料组成。

5.4.7 脉动灌浆宜采用柱塞式灌浆泵,单缸量宜为 10L~20L,泵送频次宜为 6 次/min~10 次/min。

5.4.8 脉动灌浆施工工艺参数应符合下列规定:

1 灌浆应自下而上分小段进行,每段长度宜为 0.3m~0.5m。

2 灌浆方式应采用纯压式。

3 每段灌浆达到以下条件之一,可结束本段灌浆:

1) 该注浆段达到最大设计注入量,且注浆压力大于该注浆段设计压力下限时。

- 2) 该注浆段达到设计注浆压力上限,且注入量大于该注浆段最小设计注入量时。
- 3) 当单位注入量达 1000L/m 而达不到设计压力下限时。

5.4.9 脉动灌浆特殊情况处理,应符合下列规定:

1 当灌浆抬动值超过设计规定时,应采取减小注入量、降低灌浆压力、减少泵送频次等措施处理。

2 当灌浆过程中发生孔口冒浆,应采用降低灌浆浆液流动性、缩短浆液初凝时间、减少灌浆泵排浆频次或待凝等措施处理。

3 当灌浆中断,应尽早恢复灌浆;如中断时间大于 30min,应及时拔出灌浆管并冲洗输浆管道;恢复灌浆时,宜扫孔至中断位置 0.3m 以下,重新下入灌浆管,继续灌浆。

5.4.10 脉动灌浆单孔施工记录表应符合附录 A 中表 A.1 的规定,成果汇总表应符合附录 A 中表 A.2 的规定;脉动灌浆单元工程质量评定表应符合附录 B 中表 B.1 的规定,材料配制工序质量评定表应符合附录 B 中表 B.2 的规定。

5.4.11 充填灌浆材料应符合下列规定:

1 土石坝充填灌浆宜采用黏土浆或黏土水泥浆液,浆液中掺入水玻璃时,水玻璃掺量宜为干土质量的 0.5%~1.0%。

2 砌石坝或混凝土坝宜采用水泥浆液,浆液的水灰比可采用 1:1、0.5:1 两级。

3 对存在生物危害的坝体,可在浆液中掺入少量药剂。

5.4.12 充填灌浆施工应符合下列规定:

1 灌浆压力不宜大于 0.05MPa 或通过试验确定。

2 相互连通的较大范围空隙、洞穴充填灌浆施工,应自高程较低的一端开始,向高程较高的一端推进。当高处孔溢出浆液,接近或等于注入浆液的水灰比后,可将低处孔堵塞,改从高处孔灌浆,依此类推,直至结束。

3 灌浆结束条件:在规定的压力下,注入率小于 2L/min,延续灌注 10min 即可结束。

4 当每孔灌浆结束后,应进行灌浆封孔。封孔时应将灌浆管拔出,向孔内灌注密度大于 1.5g/cm<sup>3</sup> 的浓浆,多次灌注,直至浆面升至孔口不再下降为止。

5 应加强安全监测,地表出现开裂现象时,应降低压力或待凝,消除安全隐患后再灌浆。

5.4.13 劈裂灌浆施工应符合下列规定:

1 施工前宜在坝顶沿灌浆轴线开挖深约 1.0m,宽约 0.5m 的沟槽,回填黏土夯实,构成阻浆盖,并按 SL 725 中的相关规定,埋设监测设施。

- 2 宜进行不少于 3 个灌浆孔的生产性试验。
  - 3 劈裂灌浆宜遵循少灌、多次的原则，灌浆次数不应少于 5 次，每次灌浆间隔时间宜为浆液达到 80% 固结强度的时长，每次灌浆量宜为  $0.5\text{m}^3/\text{m} \sim 1.0\text{m}^3/\text{m}$ 。
  - 4 灌浆宜采用相邻两孔或多孔同时灌浆的方法。
  - 5 灌浆过程中应对孔口压力、灌浆量、间隔时间、横向水平位移和裂缝宽度等进行记录与控制，并对坝体变形、渗流、裂缝等情况进行全过程监测。
- 5.4.14 化学灌浆可根据不同地质条件和工程要求，选用自下而上分段灌浆法、自上而下分段灌浆法和全孔一次灌浆法，应采用纯压式灌浆方式进行。
- 5.4.15 进行水下混凝土裂缝化学灌浆修补时，应选择能在水中与混凝土粘接的材料。

## 5.5 土工膜及防渗涂料

- 5.5.1 土工膜施工应符合 GB/T 50290 中的相关规定，防渗涂料、片材施工应符合 SL 230 中的相关规定。
- 5.5.2 土工膜在使用前，应进行材料室内性能参数测试，并应满足下列要求：
- 1 膜材宜选用聚乙烯膜 (PE) 和聚氯乙烯膜 (PVC)。
  - 2 与饮用水接触的工程，宜采用聚乙烯膜。
  - 3 接触富含酸、碱、盐及重金属元素的液体时，宜采用高密度聚乙烯膜 (HDPE)。
- 5.5.3 土工膜应铺设在密实的软基础面上，膜下部支持层施工前应将基面进行开挖、整平、压实，保证无尖锐凸出物；支持层上有阴、阳角时，应修圆，其半径不宜小于 0.5m，铺设土工膜前应先铺设土工织物垫层。
- 5.5.4 土工膜铺设应符合下列规定：
- 1 室外施工应在无雨、无雪天气下进行，气温不宜小于  $5^{\circ}\text{C}$ ，风力宜在 4 级以下。
  - 2 土工膜 (布) 铺设边线应满足设计要求且略超过防渗面，铺设前后应经检查确保无破损情况。
  - 3 坝坡面上的土工膜铺设，其接缝应平行或者垂直最大坡度线方向，按照由下而上的顺序铺设。土工膜应自然松弛与支持面贴紧，不应打褶、悬空。
  - 4 铺膜宽度大于 20m 时，宜采用幅宽为 6m~8m 的同一种土工膜，膜与膜搭接宽度不宜小于 10cm。
- 5.5.5 土工膜的连接宜采用双面焊接方式，并应符合下列规定：

- 1 焊接搭接面不应有油污、砂土等杂质，不应出现虚焊、漏焊或超焊。
  - 2 焊接工具宜采用自动调温电热式双轨道塑料热合机、热熔挤压焊接机或高温热风焊机。
  - 3 接缝焊接前宜进行焊接试验，焊接长度不应少于 1m。
  - 4 横向焊缝的缝间错位尺寸应大于 50cm。
- 5.5.6 埋设式土工膜表面应设保护层，保护层的坡比应满足稳定性要求。保护层由面层和垫层组成，保护层厚度应根据坝坡稳定性、环境条件、施工条件等确定。
- 5.5.7 保护层的垫层不应含有刺穿或者破坏土工膜的其他尖锐物或杂物，垫层的施工不应损坏已铺设好的土工膜；填筑保护层的速度应与铺设速度相互适应，保护层的施工作业宜采用轻型机械或人工压实。
- 5.5.8 防渗涂料可应用于混凝土等刚性结构的渗漏处理，防渗涂层施工应在干燥条件下实施；使用前应进行浮渣清理，并采用专用的打磨工具打磨基面，打磨完成后采用高压水或风进行基面清洗，用水清洗后的基面再进行烘干处理。
- 5.5.9 防渗涂料施工前应拌制均匀，基面粗糙度或平整度达到要求，宜先采用专用基底材料进行修补，并涂刷界面剂或者结构剂后进行喷涂施工。
- 5.5.10 防渗涂料施工中应保护好基面以及半成品，不应沾染油污等杂物。施工完成后，应进行成品养护，养护方法应按产品的技术要求执行。

## 5.6 冲抓回填

- 5.6.1 冲抓回填施工前应平整场地，施工平台宽度不应小于 4m；应按设计要求一次完成放样，并将标注的定位柱打入每个井孔中心位置。
- 5.6.2 冲抓回填的土料应堆存在排水条件较高的高地，并采取防雨措施。
- 5.6.3 冲抓回填应按照“先主井、后套井”的顺序造井；井孔施工应连续作业并控制井孔的垂直度。
- 5.6.4 造井完毕后，应清除井底浮土、碎石，并保持干地状态；然后立即连续分层回填黏土并夯实；回填土料应符合设计要求，分层回填厚度宜为 0.3m~0.5m，分层铺土应均匀、平整；夯击时夯锤落距宜为 2m~3m，夯击次数宜为 20 次~25 次；当距墙顶小于 2m 时，夯锤落距宜小于 2m。
- 5.6.5 冲抓回填施工过程中，采用的处理方法应满足下列要求：

- 1 坝内设有涵洞时，冲抓回填施工应采取措施避免对涵洞造成不利影响。
  - 2 遇坝体土质松散、渗水，导致井壁坍方时，可采用黏土固壁、打补强孔或渗水侧设置排水井等方法处理。
  - 3 遇井壁有大块石影响冲抓井垂直度，宜先清除块石。
- 5.6.6 冲抓回填工程的施工记录表，应符合附录 C 的规定。

## 5.7 排水设施修复

5.7.1 排水设施的型式、尺寸和材料规格等应符合设计要求，并进行统一编号、记录。坝基排水孔施工应在相邻 30m 范围内的帷幕灌浆施工完毕后进行。

5.7.2 坝基排水孔的允许偏差，应按设计要求控制，当设计未做规定时，应按表 5.7.2 的规定控制。

表 5.7.2 基岩排水孔的允许偏差

分项	孔口位置	孔的倾斜度		孔的深度
		孔深 $\geq 8\text{m}$	孔深 $< 8\text{m}$	
允许偏差	$\pm 10\text{cm}$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$

5.7.3 坝基排水孔应冲洗直至回水澄清并持续 10min 才可结束，结束后应做好孔口保护。

5.7.4 坝下游减压井、导渗体和滤水体的修复，应满足下列要求：

- 1 减压井发生堵塞或失效时，可采用洗井冲淤的方法进行修复，应按掏淤清孔、洗孔冲淤、安装滤管、回填滤料、安设井帽、疏通排水道的顺序进行。

- 2 导渗体或滤水体发生堵塞或失效时，可采用翻修清洗的方法进行修复，应拆除堵塞部位的导渗体或滤水体，清洗疏通渗水通道，重新铺设反滤料，恢复导渗体或滤水体。

- 3 对于贴坡式和堆石坝趾滤水体，宜在滤水体与坝体接触的部位设置截流沟、矮挡土墙或封闭滤水体顶部。

5.7.5 采用导渗沟法处理坝体渗漏时，沟内应按反滤层要求回填砂砾石料，填筑顺序按粒径由小到大、由周边到内部，填成封闭的柱体，不同粒径的反滤料应严格分层填筑；也可用无纺布包裹砾石或砂卵石料，填成封闭的柱体。

5.7.6 采用贴坡式砂石反滤层导渗法处理坝体渗漏时，铺设前应进行坡面清理，将坡面的草皮杂物清除干净，处理深度为 0.1m~0.2m。应按砂、小石、大石、块石保护层的次序由下至上逐层铺设反滤料。

5.7.7 采用土工织物反滤层导渗法处理坝体渗漏时，除应按 GB 50290 的规定执行外，还应符合下列规定：

1 铺设范围、坡面清理应与贴坡式砂石反滤层导渗方法相同。

2 应在清理好的坡面上满铺土工织物。铺设时，纵坡方向每隔 5m~10m 沿坡面做一道水平向 V 形防滑槽固定土工织物；然后再满铺一层透水砂砾料，厚度 0.4m~0.5m；最后再压 0.2m~0.3m 厚的块石保护层。

3 土工织物连接可采用缝接、搭接或粘接。缝接时，土工织物搭接宽度宜为不小于 0.1m，可用各种化纤线手工缝合 1 道~2 道；搭接时，搭接面宽度宜为 0.5m；粘接时，粘接面宽度宜为 0.1m~0.2m。

5.7.8 土石坝排水设施的修复，还应符合 DL/T 5129 中的相关规定。

## 5.8 监测设施

5.8.1 监测设施施工应符合 SL 551 中的相关规定。

5.8.2 量水堰与堰槽的制作，应符合下列规定：

1 量水堰堰板应与堰槽段两侧侧墙及来水流向垂直，堰板顶应保持水平。

2 堰上水尺、水位测针或堰上水位计应设在堰口上游 3 倍~5 倍堰上水头处，并保持铅直方向。

3 堰槽段底板和两侧侧墙应采用混凝土加以砌护，不应渗水，底板纵向坡度不宜大于 1%。堰槽段侧墙应铅直。

4 堰槽段水流向与坝脚排水沟水流向宜相互垂直。

5.8.3 监测设施钻孔，应符合下列规定：

1 土石坝钻孔应采用冲击干钻方法，钻孔倾斜度不应大于 3°。

2 混凝土坝钻孔后应用清水冲洗清除孔内岩粉，钻孔倾斜度不应大于 1/100。

5.8.4 宜在水库低水位时钻孔埋设测压管，施工时不应破坏原有监测设施。

5.8.5 测压管封孔回填完成后，应在水位较为稳定时进行灵敏度试验，试验方法应按 SL766 的规定执行。

5.8.6 测压管内安装渗压计应符合下列规定：

1 渗压计在安装前应泡水 24h。

2 渗压计悬吊高程允许偏差不应大于 ±50mm。



- 3 渗压计安装完毕后，应及时进行测量，并与人工量测结果进行比对。
- 5.8.7 测压设施安装埋设后应安装孔口保护装置。
- 5.8.8 已有不能正常工作的渗压观测设施孔，在土石坝中宜采用黏土水泥浆进行回填；在混凝土坝中，宜采用水泥砂浆回填。
- 5.8.9 监测设施施工应填写安装埋设记录表。

## 6 质量检查与验收

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 小型水库大坝渗漏处理施工质量检查应包括对防渗工程材料、施工主要工序、工艺、过检查孔压水或注水试验进行。
- 6.1.2 土石坝渗漏处理效果可通过防渗工程实施前后的大坝渗漏量、浸润线，结合防渗工程幕体质量检查结果等进行综合评定。
- 6.1.3 混凝土坝渗漏处理效果可通过防渗工程实施前后的坝体与坝基渗漏量、坝基扬压力，结合防渗工程幕体质量检查结果等进行综合评定。
- 6.1.4 渗漏处理结束后，水库处理范围内的日渗漏量应控制在总库容的万分之五以下。
- 6.1.5 溢洪道渗漏处理效果可通过防渗工程实施前后建筑物两侧及基底渗漏量、渗透压力，结合防渗工程质量检查结果等进行综合评定。
- 6.1.6 隧洞等输水建筑物渗漏处理效果可通过防渗工程实施前后隧洞内外水压力及进出口扬压力比较，并结合防渗工程质量检查结果进行综合评定。
- 6.1.7 涵洞封堵处理效果可通过封堵实施前后封堵体监测断面处的渗透压力、渗漏量，结合防渗工程质量检查结果等进行综合评定。
- 6.1.8 对质量检查不合格的部位，应进行补强加固处理，直至合格。
- 6.1.9 检查孔结束后应采用与防渗体性能相近的材料进行封孔。
- 6.1.10 渗漏处理工程施工完成后，应进行资料整编，并通过资料分析综合评定施工质量。

### 6.2 塑性混凝土防渗墙

- 6.2.1 塑性混凝土防渗墙质量检查应符合 SL 174、SL 633 中的相关规定。
- 6.2.2 墙体材料及墙体质量检查及评价应符合下列规定：
- 1 应对土、水泥、粗细骨料进行检测。
  - 2 墙体质量检查应在成墙 28d 后进行，检查内容应包括墙体混凝土抗压强度、渗透系数、成墙完整性及连续性。
  - 3 检查孔布置应具有代表性，数量宜为每 15 个~20 个槽段布置 1 个检查孔，总数不

应少于 3 个。

- 4 检查孔孔底高于墙底高程 0.5m，注水试验宜分段进行。

### 6.3 高压喷射灌浆

6.3.1 高压喷射灌浆质量检查除应符合 DL/T 5200、SL 633 中的相关规定及设计要求外，还应满足下列要求：

- 1 宜观测对比施工前后防渗墙幕体两侧的水位差、渗漏量等。
- 2 检查孔宜布置在地质复杂或可能存在质量缺陷的部位。

6.3.2 有力学性能要求的防渗墙体，可在施工 28d 后进行钻孔取芯，对芯样进行力学性能测试。

### 6.4 灌浆

6.4.1 水泥灌浆质量检查应符合 SL/T 62、SL 633 中的相关规定及设计要求，可采用钻孔取芯、探井（槽）开挖检查、芯样测试、物探、压水或注水试验等方法进行。

6.4.2 脉动及套阀管灌浆质量检查以检查孔注水试验成果为主，结合对钻孔孔位偏差、孔斜、孔深、灌浆材料、浆液性能、灌浆压力、灌入量、结束标准等工序原始记录和成果资料进行综合评定。

6.4.3 脉动灌浆及套阀管灌浆质量检查，应满足下列要求：

- 1 检查孔宜布置在钻孔易塌孔、灌量大等部位的帷幕中心线上。
- 2 检查孔宜采用清水循环或跟管护壁钻进。
- 3 宜在防渗帷幕两侧布置渗压观测装置，观测对比施工前后水位差。
- 4 测量施工前与施工后的渗水量，分析对比评价防渗效果。

6.4.4 劈裂灌浆质量检查应以灌浆前后渗流量、浸润线或渗压变化对比检查为主，结合对钻孔孔位偏差、孔斜、孔深、灌浆材料、浆液性能、灌浆压力、灌入量、结束标准等原始记录成果资料和泥墙厚度、密度、连续性、均匀性，坝体变形、坝顶裂缝等进行综合评定。

6.4.5 混凝土坝、砌石坝的充填灌浆质量检查宜采用压水试验。

6.4.6 化学灌浆质量检查应符合 DL/T 5406 中的相关规定，检查内容包括灌浆材料检测、各工序的质量控制和检查、灌浆防渗体的质量检查。

6.4.7 化学灌浆质量检查应以灌浆材料检测资料及防渗体检查孔压水试验为主，结合钻

孔、清洗钻孔及裂缝、嵌缝封堵、灌浆等工序或物探成果资料进行综合评价。

6.4.8 化学灌浆质量检查应符合下列规定：

- 1 化学灌浆材料性能应满足设计要求。
- 2
- 3 化学灌浆防渗检查宜在灌浆结束 7d 且材料已固化后进行。
- 4 采用声波等物探方法进行检查时，应根据灌前与灌后成果对比评价确定。

## 6.5 土工膜及防渗涂料

6.5.1 土工膜防渗质量检查应符合 SL 631 中的相关规定。土工膜铺盖防渗质量检查包括膜质量、接缝处连接质量、土工膜与坝体结合质量、土工膜铺设边线及坝体迎水坡面修坡后的平整度等。

6.5.2 土工膜接缝处连接质量检查应符合下列规定：

1 当采用焊接方式时，宜采用两道焊缝，两膜边缘重叠距离及焊接强度应满足设计要求，若设计无明确要求时不应小于 100mm。焊接完成后应仔细检查焊接质量，检查内容应包括焊缝外观质量、焊接处强度、搭接长度、焊接处应无破损、漏焊等情况。

2 当采用黏结方式时，两膜搭接的长度、黏结处强度应满足设计要求，涂胶黏结后应对黏结部位逐一仔细检查。黏结部位不应出现漏胶现象。

3 采用缝接或搭接方式，缝接时两膜边缘重叠不应小于 200mm；搭接时，长度不宜小于 2m。

6.5.3 防渗涂料质量检查应符合下列规定：

1 应对进场原材料抽样检测，同一规格、品种的防渗涂料，每 5t 为一批，不足 5t 者按一批进行抽样。

2 涂层完成后应进行观察检查或采用 5 倍~10 倍放大镜检查，应检查涂膜粘结是否牢

3 涂膜完成后应使用测厚仪或无损探测仪器检测，每 10m<sup>2</sup>不少于 3 个点，总厚度应大于设计要求，涂层厚度小于设计规定厚度的检测点数，不应大于总检测点数的 10%，对于不合格处应进行修补。最大干膜厚度不应超过设计规定干膜厚度的 3 倍。

4 涂膜完成后整体面层平整度宜采用 2m 直尺检查，其允许空隙不应大于 2mm。

5 涂层表面应采用涂层针孔检测仪或电火花检测，表面应无针孔。

6 涂层附着力应符合设计要求并不小于 1.0MPa，可采用划格法对涂层附着力进行测试。

## 6.6 冲抓回填

6.6.1 冲抓回填质量检查应包括回填土料、冲抓回填工序及填筑体质量等。

6.6.2 回填土料检查应检测土料粒径、粘粒含量、最大干密度与最优含水率、液塑限、塑限指数。

6.6.3 冲抓回填工序应对冲抓孔孔斜、孔位偏差、深度、填筑工艺进行详细记录，并应符合设计要求。

6.6.4 回填墙体质量应符合下列规定：

1 冲抓回填整体效果检查宜观测对比墙体两侧水位差及施工前后渗漏量，检查分析防渗效果。

2 可每个单元布置 1 个检查孔进行墙体渗透系数及干密度(压实度)检查，检查孔应具有代表性。渗透系数宜采用注水试验检查；干密度检查可采用取土器采取土样，在室内进行测试。

## 6.7 排水设施修复

6.7.1 排水体质量检查应符合 SL 631 的相关规定。

6.7.2 应检测排水管连接装置及连接质量、排水孔反滤效果、排水孔位置偏差和孔斜偏差，排水孔检测不应少于 3 个检测点。

## 6.8 监测设施

6.8.1 大坝安全监测仪器在用于大坝安全监测前，应进行检验测试和率定，满足设计要求，并符合 SL 766 的规定。

6.8.2 监测设施现场检查与测试评价，应符合 SL 766 的规定。

## 6.9 质量验收

6.9.1 施工单位应根据采用的渗漏处理方法，及时整理竣工资料，并编制报告，提出验收

申请。

6.9.2 质量验收应符合 SL 223、SL 633 的规定。

## 附录 A 脉动灌浆施工用表

表 A.1 单孔脉动灌浆施工记录表

地面高程:		孔号:		幕顶标高(m):		幕底标高(m):		长度(m):		日期:									
时间(时 分)			长度(m)		段长(m)	灌浆材料(kg)				制浆量(L)	流动度(mm)	压力(MPa)		注入浆量(L)	累计注入浆量(L)	备注			
起始	终止	间隔(min)	段底	段顶		水泥	土	水	外加剂			最小	最大						
建设单位:				监理单位:				质检员:				班组长:				记录人:			

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/867026024122006033>