

ICS 93. 160

P 55

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 210—2015

替代 SL 210—98

土石坝养护修理规程

Code of maintenance and repair for earth rockfill dam

2015-02-09 发布

2015-05-09 实施



中华人民共和国水利部 发布

电话查询 8008699855
手机查询 4007328366

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告
(土石坝养护修理规程)

2015 年第 11 号

中华人民共和国水利部批准《土石坝养护修理规程》
(SL 210-2015)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	土石坝养护 修理规程	SL 210 -2015	SL 210—98	2015.2.9	2015.5.9

水利部

2015 年 2 月 9 日

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的要求，对 SL 210—98《土石坝养护修理规程》进行修订。

本标准共 6 章和 2 个附录，主要技术内容为：

- 检查；
- 养护；
- 修理；
- 白蚁及其他动物危害防治。

本次修订的主要内容有：

- 增加了总则、术语、检查等 3 章；
- 增加了除土石坝外的输水、泄水、引水、过坝、发电建筑物，附属建筑物和设施，以及与枢纽安全有关的边坡的检查、养护及修理相关内容；
- 增加了养护、修理的新材料、新技术与新方法。

本标准全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为：

- SL 210—98

本标准批准部门：**中华人民共和国水利部**

本标准主持机构：**水利部建设与管理司**

本标准解释单位：**水利部建设与管理司**

本标准主编单位：**水工程安全与灾害防治工程技术研究中心
长江科学院**

本标准参编单位：**长江勘测规划设计研究院**

湖北清江水电开发有限责任公司

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：**李端有 廖仁强 甘孝清 李 强**

王 煌 王 健 尤迎春 张家发

邹双朝 梁 俊 谭 勇 宁 晶

本标准审查会议技术负责人：盛金保

本标准体例格式审查人：曹 阳

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条 2 号；邮政编码：100053；电话：010-63204565；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	检查	6
3.1	一般规定	6
3.2	检查分类、时间和频次	6
3.3	检查项目和内容	7
3.4	检查方法和要求	8
3.5	检查记录、报告及存档	8
4	养护	10
4.1	一般规定	10
4.2	坝顶养护	10
4.3	坝坡养护	11
4.4	混凝土面板养护	12
4.5	坝区养护	12
4.6	边坡养护	13
4.7	监测设施维护	14
4.8	其他养护	15
5	修理	16
5.1	一般规定	16
5.2	病害调查与成因分析	17
5.3	坝坡修理	17
5.4	混凝土面板修理	22
5.5	坝体裂缝修理	27
5.6	坝体滑坡修理	29
5.7	大坝渗漏修理	32
5.8	排水导渗设施修理	40

5.9	坝下埋涵（管）修理	41
5.10	边坡修理	42
6	白蚁及其他动物危害防治	44
6.1	一般规定	44
6.2	白蚁及其他动物危害检查	44
6.3	白蚁危害预防	46
6.4	白蚁危害治理	47
6.5	其他动物危害防治	48
附录 A	抢修	49
附录 B	修理	56
	标准用词说明	67
	标准历次版本编写者信息	68
	条文说明	69

1 总 则

1.0.1 为保证土石坝枢纽的安全、完整和正常运行，规范土石坝枢纽养护修理工作的程序、方法和要求，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水利水电工程中 1 级、2 级、3 级、4 级土石坝及其枢纽所包含的其他水工建筑物、地下洞室、边坡和设施的养护修理，5 级土石坝可参照执行。

1.0.3 养护修理内容应包括检查、养护、修理、白蚁及其他动物危害防治四部分。

1.0.4 养护修理工作应坚持“经常养护，随时维修，养重于修，修重于抢”的原则，做到安全可靠、技术先进、注重环保、经济合理。

1.0.5 修理应包括工程损坏调查、修理方案制定与报批、实施、验收等四个工作程序。

1.0.6 较大修理项目应由运行管理单位提出修理技术方案，报上级主管部门审批后实施。影响结构安全的重大修理项目应由工程原设计单位或由具有资质的设计单位进行专项设计，并报上级主管部门批准后实施。重大修理项目完工后应由上级主管部门主持验收，验收应满足 SL 223《水利水电建设工程验收规程》的要求。

1.0.7 修理项目的实施与质量控制应符合下列规定：

1 对较大修理项目，管理单位可自行承担，但必须明确项目负责人，并建立质量安全保证体系，严格执行质量标准 and 工艺流程，确保工程质量。对重大修理项目，应委托具有相应资质的专业队伍承担。

2 修理项目实施时，应充分考虑枢纽的调度与运行，确保工程和施工的安全。

3 修理项目施工质量标准应符合国家或行业现行相关施工

质量评定标准要求。

1.0.8 土石坝枢纽中混凝土建筑物、地下洞室、闸门及启闭设备的养护与修理，以及位于水下的修理应按 SL 230《混凝土坝养护修理规程》的有关规定执行。

1.0.9 本标准主要引用下列标准：

- SL 62 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范
- SL 166 水利水电工程坑探规程
- SL 174 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范
- SL 223 水利基本建设工程验收规程
- 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 377 水利水电工程锚喷支护技术规范
- SL 386 水利水电工程边坡设计规范
- SL 436 堤坝隐患探测
- SL 501 土石坝沥青混凝土面板和心墙设计规范
- SL 514 水工沥青混凝土施工规范
- SL 551 土石坝安全监测技术规范
- SL 621 大坝安全监测仪器报废标准
- DL/T 949 水工建筑物塑性嵌缝密封材料技术标准
- DL/T 5144 水工混凝土施工规范
- DL/T 5238 土坝灌浆技术规范
- DL/T 5255 水电水利工程边坡施工技术规范
- DL/T 5406 水工建筑物化学灌浆施工规范

1.0.10 土石坝枢纽的养护修理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 检查 inspection

为了查找水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等存在的隐患、缺陷与损坏，有计划、有组织开展的现场查勘、测量、记录等工作。

2.0.2 养护 maintenance

为了保证水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等正常使用而进行的保养和防护措施。养护分为经常性养护、定期养护和专门性养护。

2.0.3 修理 repair

当水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等发生损坏、性能下降以致失效时，为使其恢复到原设计标准或使用功能所采取的各种修补、处理、加固等措施。修理可分为及时性维修、岁修、大修和抢修。

2.0.4 调查 investigation

针对水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等的某一具体隐患、缺陷和损坏而开展的详细的、系统的现场检查 and 资料整理、分析与研究工作。

2.0.5 防护 protection

为防止水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等遭受阳光、大气、水、化学物质、温度等外因破坏而采取的预防性保护措施。

2.0.6 经常性养护 routine maintenance

在日常巡视检查、年度检查或特别检查过程中发现缺陷与隐患后，能够及时进行处理养护。

2.0.7 定期养护 periodical maintenance

为了维持水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等安全运行而定期进行的养护，包括年度养护、汛前养护、冬季养护等。

2.0.8 专门性养护 special maintenance

为了保证水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等某个组成部分所具备的特定功能正常发挥而进行的针对性养护。

2.0.9 岁修 annual repair

每年有计划地对各水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等进行的修理工作。

2.0.10 大修 intensive repair

当水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等出现影响使用功能和存在结构安全隐患时，而采取的重大修理措施。

2.0.11 抢修 emergency repair

当水工建筑物、地下洞室、边坡和设施等出现重大安全隐患时，在尽可能短的时间内暂时性消除隐患而采取的突击性修理措施。

2.0.12 土石结合部 contact area between soil and rigid structure

土石坝中土体与混凝土等刚性建筑物接触的区域，容易因不均匀沉降、回填不密实等而产生集中渗漏通道。

2.0.13 蚁患区 termite damaging area

土石坝坝体、坝端及离坝脚线一定范围内存在白蚁危害的区域。

2.0.14 蚁源区 termite vulnerable area

土石坝坝区及其管理范围内有白蚁发生且可能转移危害到大坝的区域。

2.0.15 菌圃 fungus garden

蚁巢的主体，是培养白蚁“粮食”（白球菌）的基质，蚁巢内温度、湿度的调节器。菌圃所滋生的鸡枞菌等真菌指示物，可帮助人们寻找或发现白蚁。

2.0.16 泥被、泥线 mud quilt、mud string

覆盖在白蚁所取食物上或土面上的薄层泥皮，由白蚁从土内搬出均匀小土粒和其唾液制成。

2.0.17 分群孔 swarming exit hole

又称移殖孔、羽化孔。在白蚁分群季节里，巢内发育成熟的长翅繁殖蚁从巢内爬出地面，进行移殖分飞专用的孔道。

3 检 查

3.1 一 般 规 定

- 3.1.1 运行管理单位应根据本标准规定，结合所管辖土石坝枢纽的实际情况确定检查项目和内容。
- 3.1.2 运行管理单位应制订详细的检查方案，并经技术负责人审批后执行。
- 3.1.3 检查过程中，检查人员应对异常和损坏部位做出详细说明，并摄影或录像，以备专项调查和养护修理时查阅。
- 3.1.4 消力池等建筑物的水下部分应定期抽干进行检查，或采用水下视频等水下检查方法进行检查。
- 3.1.5 对于多泥沙河流上的大坝，应定期检查近坝区水库泥沙淤积情况。
- 3.1.6 检查宜与大坝安全监测巡视检查结合进行。
- 3.1.7 应结合设计、施工、运行和安全监测成果等对检查结果进行综合分析，查明病害成因，确定病害类型与规模，制定养护修理方案。

3.2 检查分类、时间和频次

- 3.2.1 检查应分为日常巡视检查、年度检查和特别检查。
- 3.2.2 日常巡视检查每月不宜少于1次，汛期应视汛情相应增加次数。库水位首次达到设计洪水位前后或出现历史最高水位时，每天不应少于1次。如遇特殊情况和工程出现异常时，应增加次数。
- 3.2.3 年度检查宜在每年的汛前、汛后、高水位、死水位、低气温及冰冻较严重地区的冰冻和融冰期进行，每年不宜少于2次。
- 3.2.4 特别检查应在坝区遇到大洪水、有感地震、库水位骤升

骤降，以及其他影响大坝安全的特殊情况时进行。

3.3 检查项目和内容

3.3.1 土石坝检查项目和内容可按 SL 551 执行。枢纽混凝土建筑物、金属结构、地下洞室、边坡、安全监测设施等检查项目和内容可按 SL 601 和 SL 230 执行。

3.3.2 土石坝日常巡视检查应以裂缝、异常变形、渗漏、沉陷、滑坡、淤堵以及影响枢纽正常运行的外界干扰等检查为主；年度检查除日常巡视检查的内容外，还应根据枢纽实际情况适当增加白蚁危害检查、坝下埋涵（管）检查、水下检查、淤积检查等内容；特别检查应以专项检查为主，兼顾日常巡视检查的内容。

3.3.3 土石坝日常巡视检查应包括下列内容：

1 大坝表面缺陷。包括坝坡的塌陷、隆起、滑动、松动、剥落、冲刷、垫层流失、架空、风化变质等，坝顶的塌陷、积水、路面工作状况，混凝土面板的不均匀沉陷、破损、接缝开合和表面止水工作状况、面板和趾板接触处沉降、错动、张开等。

2 大坝坝体、防浪墙、混凝土面板裂缝。包括裂缝的类型、部位、尺寸、走向和规模等。

3 大坝渗漏。包括坝体、坝基渗漏，绕坝渗流，以及渗漏的类型、部位、渗漏量、规模、水质和溶蚀现象等，尤其应重点关注土石结合部的渗漏状况。

4 大坝坝体滑坡。包括滑坡引起的裂缝宽度、裂缝形状、裂缝两端错动，排水是否畅通，以及上部的塌陷和下部的隆起等。有渗流监测设施的还应观察坝体内的浸润线是否过高。

5 排水与导渗设施工作状况。包括截渗和减压设施有无破坏、穿透、淤塞等现象；排水反滤设施是否有堵塞和排水不畅，渗水有无骤增、骤减和浑浊现象。

3.3.4 土石坝年度检查还应包括下列内容：

1 坝下埋涵（管）的裂缝、渗漏、破损、断裂、位错、沉降等。

- 2 白蚁及其他动物危害。
- 3.3.5 土石坝特别检查应包括因大洪水、有感地震、库水位骤升骤降，以及其他影响大坝安全的情况发生后出现的下列险情和异常情况：
 - 1 已发生的较为明显的大坝坝体滑坡。
 - 2 大坝变化异常的裂缝。
 - 3 大坝、两岸坝肩变化异常的渗漏。
 - 4 大坝变化异常的变形。

3.4 检查方法和要求

- 3.4.1 常规检查可采用目视、耳听、手摸、鼻嗅、脚踩等直观方法，或辅以锤、钎、钢卷尺、放大镜、石蕊试纸等简单工具器材。
- 3.4.2 特殊检查可采用开挖探坑（或槽）、探井、钻孔取样或孔内电视、向孔内注水试验、投放化学试剂、潜水员探摸或水下电视、水下摄影或录像、超声波、雷达探测等方法，对工程内部、水下部位或坝基进行检查。具备条件时，可采用水下多波束等设备对库底淤积、边坡崩塌堆积体等进行检查。
- 3.4.3 检查应符合下列规定：
 - 1 检查人员应为熟悉工程情况的专业技术人员。
 - 2 日常检查人员应相对稳定，检查时应带好必要的辅助工具和记录笔、簿，以及照相机、录像机等影像设备。
 - 3 年度检查和特别检查总负责人应为运行管理单位行政负责人或主管部门行政负责人。年度检查和特别检查应成立检查工作组，组长应由经验丰富且熟悉本工程情况的水工专业工程师担任，成员应由相关专业技术人员和高级技术工人组成。
 - 4 年度检查和特别检查应制定详细的检查计划并做好准备
工作。

3.5 检查记录、报告及存档

- 3.5.1 记录和整理应符合下列规定：

1 应做好详细的现场记录。发现异常情况时，应详细记述时间、部位、险情，并绘出草图，宜进行测图、摄影或录像。对于有可疑迹象部位的记录，应在现场进行校对。

2 现场记录应及时整理，登记专项卡片。应将本次检查结果与上次或历次检查结果进行对比分析，如有异常，应立即复查。

3.5.2 报告、存档应符合下列规定：

1 检查结束后应编写检查报告。

2 检查记录、图件、影像资料和检查报告的纸质文档和电子文档等均应整理归档。

4 养 护

4.1 一 般 规 定

4.1.1 养护工作应做到及时消除土石坝枢纽的表面缺陷和局部工程问题，随时防护可能发生的损坏，保持土石坝枢纽的安全、完整、正常运行。

4.1.2 养护对象应包括坝顶、坝端、坝坡、混凝土面板、坝基与坝区、泄输水建筑物、排水设施、闸门及启闭设备、地下洞室、边坡、安全监测设施及其他辅助设施等。闸门及启闭设备、地下洞室、安全监测设施的养护应按 SL 230 的规定执行。

4.1.3 养护应包括经常性养护、定期养护和专门性养护，并符合下列规定：

1 经常性养护应及时进行。

2 定期养护应在每年汛前、汛后、冬季来临前或易于保证养护工程施工质量的时间段内进行。

3 专门性养护应在极有可能出现问题或发现问题后，制定养护方案并及时进行，若不能及时进行养护施工时，应采取临时性防护措施。

4.1.4 运行管理单位应根据本标准规定，并结合工程具体情况，确定养护项目、内容、方法、时间和频次。

4.2 坝 顶 养 护

4.2.1 应及时清除坝顶的杂草、弃物。坝顶出现的坑洼和雨淋沟缺应及时用相同材料填平补齐，并保持一定的排水坡度。坝顶公路路面应经常规范养护，出现损坏时应及时按原路面要求修复，不能及时修复的应用土或石料临时填平。

4.2.2 防浪墙、坝肩、踏步、栏杆、路缘石等出现局部破损时应及时修补或更换，保持完整和轮廓鲜明。

4.2.3 应及时清除坝端的堆积物。坝端出现局部裂缝、坑凹时应查明原因，并及时填补。

4.2.4 坝顶灯柱歪斜，线路和照明设备损坏时，应及时修复或更换。

4.2.5 坝顶排水系统出现堵塞、淤积或损坏时，应及时清除和修复。

4.3 坝坡养护

4.3.1 坝坡养护应达到坡面平整，无雨淋沟，无荆棘杂草丛生现象；护坡砌块应完好，砌缝紧密，填料密实，无松动、塌陷、脱落、架空等现象；排水系统应完好无淤堵。

4.3.2 干砌块石护坡养护应符合下列规定：

1 及时填补、楔紧个别脱落或松动的护坡石料。

2 及时更换风化或冻毁的块石，并嵌砌紧密。

3 块石塌陷、垫层被淘刷时，应先翻出块石，恢复坝体和垫层后，再将块石嵌砌紧密。

4.3.3 混凝土或浆砌块石护坡养护应符合下列规定：

1 及时填补伸缩缝内流失的填料，填补时应将缝内杂物清洗干净。

2 护坡局部发生剥落、裂缝或破碎时，应及时采用水泥砂浆表面抹补、喷浆或填塞处理，处理时应将表面清洗干净。如破碎面较大，且垫层被淘刷、砌体有架空现象时，应临时用石料填塞密实，待岁修或大修时按 5.3 节有关规定彻底修理。

3 排水孔如有不畅，应及时疏通或补设。

4.3.4 堆石护坡或碎石护坡因石料滚动造成厚薄不均时应及时整平。

4.3.5 草皮护坡养护应符合下列规定：

1 应经常修整、清除杂草、防治病虫害，保持护坡完整美观。若杂草严重，应及时用化学或人工去除杂草；发现病虫害时，应立即喷洒杀虫剂或杀菌剂；使用化学药剂时，应防止污染

环境。

2 草皮干枯时，应及时洒水或施肥养护。

3 出现雨淋沟时，应及时还原坝坡，补植草皮。

4.3.6 坝坡坡面排水系统、坝体与岸坡连接处的排水沟、两岸山坡上的截水沟出现堵塞、淤积或损坏时，应及时清除和修复。

4.3.7 严寒地区坝坡养护应符合下列规定：

1 在冰冻期间，应积极防止冰凌对护坡的破坏。

2 可根据具体情况，采用打冰道或在护坡临水处铺放塑料薄膜等方法减少冰压力。

3 具备条件时可采用机械破冰法、动水破冰法或水位调节法破碎坝前冰盖。

4 坝坡排水系统内如有积水，应在入冬前清除干净。

4.4 混凝土面板养护

4.4.1 水泥混凝土面板的养护和防护可参照 SL 230 中混凝土表面养护与防护的有关规定执行。

4.4.2 沥青混凝土面板的养护应采取下列措施：

1 表面封闭层出现龟裂、剥落等老化现象时应及时进行修复。

2 夏季气温较高的地区，应采用浇水的方法对沥青混凝土面板表面进行降温，防止斜坡流淌。

3 冬季气温较低的地区，应采取保温措施，防止沥青混凝土面板冻裂。

4.4.3 面板变形缝止水带的止水盖板（片）、嵌缝止水条、柔性填料等出现局部损坏、老化现象时，应及时修复或更换。

4.5 坝区养护

4.5.1 设置在坝区范围内的排水设施、监测设施、交通设施和绿化等，应保持完整、美观，无损坏现象。

4.5.2 绿化区内的树木、花卉出现缺损或枯萎时，应及时补植

或灌水、施肥养护。

4.5.3 坝区范围内出现白蚁活动迹象时，应按第6章的规定进行治理。

4.5.4 坝区范围内出现新的渗漏逸出点时，应设置观测设施进行持续观测，分析查明原因后再行处理。

4.5.5 上游设有铺盖的上石坝应避免放空水库，防止铺盖出现干裂或冻裂。应避免库水位骤降引起坝体滑坡，损坏铺盖。

4.5.6 坝区内的排水、导渗设施养护应符合下列规定：

1 应达到无断裂、损坏、堵塞、失效现象，排水畅通。

2 应及时清除排水沟（管）内的淤泥、杂物及冰塞，保持通畅。

3 排水沟（管）局部出现松动、裂缝和损坏时，应及时用水泥砂浆修补。

4 排水沟（管）的基础遭受冲刷破坏时，应先恢复基础，后修复排水沟（管）。修复时应使用与基础相同的土料并夯实。排水沟（管）如设有反滤层时，也应按设计标准进行修复。

5 应随时检查修补滤水坝趾或导渗设施周边山坡的截水沟，防止山坡浑水淤塞坝趾导渗排水设施。

6 减压井应经常进行清理疏通，必要时洗井，保持排水畅通；周围如有积水渗入井内，应将积水排干，填平坑洼，保持井周无积水。减压井的井口应高出地面，防止地表水倒灌。如减压井已被损坏无法修复，可将该减压井用滤料填实，另建新减压井。

7 应经常检查并防止土石坝的导渗和排水设施遭受下游浑水倒灌或回流冲刷，必要时可修建导流墙或将排水体上部受回流影响部分的表层石块用砂浆勾缝，排水体下部与排水暗沟相连，保证排水体正常排渗。

4.6 边坡养护

4.6.1 混凝土喷护边坡表面滋生的杂草与杂物应及时清除。

4.6.2 边坡排水沟、截水沟内的杂草与淤积物等应及时清除，保持沟内清洁与流水畅通。排水沟、截水沟表面出现的破损应及时整修恢复。排水孔出现堵塞时应及时疏通。

4.6.3 应定期观察边坡的稳定情况，清除落石，必要时设置防护设施。

4.6.4 边坡出现冲沟、缺口、沉陷及坍落时应进行整修。

4.6.5 边坡挡土墙应定期检查，发现异常现象应及时采取下列措施：

- 1 清除挡土墙上的草木。
- 2 墙体出现裂缝或断缝时，应先进行稳定处理，再进行补缝。
- 3 排水孔应保持畅通，出现严重渗水时，应增设排水孔或墙后排水设施。

4.6.6 边坡锚固系统的养护应符合下列规定：

- 1 应定期检查边坡支护锚杆的外露部分是否出现锈蚀。如锈蚀严重，应先去锈，再用水泥砂浆保护。

- 2 应定期检查边坡支护预应力锚索外锚头的封锚混凝土的碳化与剥蚀情况。如碳化或剥蚀情况较为严重，应按 SL 230 的有关规定进行处理。

- 3 应加强锚杆和预应力锚索支护边坡的防水、排水工作，防止地下水入渗，减轻或避免地下水对锚杆和锚索的腐蚀作用。

4.7 监测设施维护

4.7.1 水管式沉降仪、钢丝位移计等安全监测系统应经常维护。水管式沉降仪观测玻璃管及储水桶内的杂质应及时清理，并定期更换系统内的液体；钢丝位移计系统应保持工作台清洁，观测标尺应经常擦油维护，并做好观测台的防腐除锈工作。

4.7.2 其他安全监测设施维护应按 SL 230 的有关规定执行。

4.7.3 安全监测设施报废应按 SL 621 的规定执行。

4.8 其他养护

- 4.8.1 有排漂设施的应定期排放漂浮物；无排漂设施的可采用浮桶、浮桶结合索网或金属栅栏等措施拦截漂浮物并定期清理。
- 4.8.2 应定期监测坝前泥沙淤积和泄洪设施下游冲淤情况。淤积影响枢纽正常运行时，应进行冲沙或清淤；冲刷严重时应进行防护。
- 4.8.3 坝肩和输、泄水道的岸坡应定期检查，及时疏通排水沟、孔，对滑坡体及其坡面损坏部位应立即处理。
- 4.8.4 大坝上设置的钢木附属设备（灯柱、线管、栏杆、标点盖等），应定期涂刷油漆，防锈防腐。
- 4.8.5 应保证大坝两端的山坡和地面截水设施正常工作，防止水流冲刷坝顶、坝坡或坝脚，应及时清理岸坝结合部山坡的滑坡堆积物，并及时处理滑坡部位。
- 4.8.6 应定期检查输水洞、涵、管等的完好情况及其周围土体的密实情况，及时填堵存在的接触缝和接触冲刷形成的缺陷。
- 4.8.7 应及时打捞漂至坝前的较大漂浮物，避免遇风浪时撞击坝坡。
- 4.8.8 应定期开展白蚁及其他动物危害的防治工作。
- 4.8.9 应加强水库库岸周边安全护栏、防汛道路、界桩、告示牌等管理设施的维护与维修。

5 修 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 土石坝修理包括坝坡修理、混凝土面板修理、坝体（裂缝、滑坡、渗漏）修理、坝基与坝肩修理、泄输水建筑物修理、边坡修理、闸门与启闭设备修理、排水导渗设施修理以及坝下埋涵（管）修理、边坡修理、枢纽其他水工建筑物修理等。

5.1.2 修理包括岁修、大修和抢修，应符合下列规定：

1 岁修应根据大坝运行中所发生的和巡视检查所发现的病害和问题，每年定期进行。

2 大修应在工程发生较大损坏、修复工作量大、工程问题技术性较复杂、经过临时抢修未做永久性处理时进行。

3 抢修应在突然发生危及大坝安全的各种险情时进行。抢修方法见附录 A。

5.1.3 修理报批程序应符合下列规定：

1 岁修应由管理单位提出岁修计划，上报主管部门审批；岁修计划经主管部门审批后，管理单位应根据批准的计划，组织好工程项目的施工。

2 大修应由管理单位提出大修工程的可行性研究报告，向上级主管部门申报立项，经上级主管部门审批后，管理单位应根据批准的工程项目组织实施。

5.1.4 修理项目施工管理应符合下列规定：

1 岁修项目的实施，宜由具有相应技术力量的施工队伍承担；管理单位若具有相应技术力量，也可自行承担，但应明确工程项目负责人，建立质量保证体系，严格执行各项质量标准和工艺流程，确保施工质量。

2 大修项目的实施，应由具有相应施工资质的施工队伍承担，并应执行招投标制和监理制。

3 凡涉及安全度汛的修理项目，应在汛前完成；汛前完成有困难的，应采取临时安全度汛措施；临时安全度汛措施应报上级主管部门批准（或备案）。

5.1.5 制订坝体修理方案时，应考虑渗漏、裂缝、滑坡等病害的综合修理。

5.1.6 修理完成后应加强安全监测，必要时可按 SL 551 的规定增设安全监测设施。

5.2 病害调查与成因分析

5.2.1 病害调查包括坝体裂缝调查、坝体滑坡调查和渗漏调查。病害调查应制定详细的调查方案，明确调查手段和方法。枢纽其他水工建筑物混凝土病害调查应按 SL 230 的规定执行。边坡稳定性调查可按坝体滑坡调查的规定执行。

5.2.2 病害调查宜与安全监测和必要的隐患探测相结合。根据现场检查的结果和安全监测分析的成果尚不能确定病害类型、规模和部位时，可针对性地开展隐患探测。根据隐患探测结果仍不能判断病害原因时，应进行专题研究。

5.2.3 隐患探测包括坑探、人工锥探或机械锥探以及无损隐患探测；坑探可按 SL 166 的规定执行；无损隐患探测可按 SL 436 的规定执行。

5.2.4 应根据附录 B 表 B.1.1 中的裂缝特征、表 B.2.1 中的滑坡特征、表 B.3.1 中的渗漏特征，结合现场检查、安全监测和隐患探测结果进行综合分析，分别判断坝体裂缝、坝体滑坡和渗漏的类型。应对照附录 B 表 B.1.2、表 B.2.2 和表 B.3.2 综合分析坝体裂缝、坝体滑坡和渗漏形成的主要原因。应根据上述病害产生原因、类型及规模选择适当的处理方法。

5.3 坝坡修理

5.3.1 坝坡修理按修理的性质不同，可分为临时性紧急抢护和永久性加固修理。临时性紧急抢护可采用砂袋压盖、抛石、石

笼、混凝土模袋等方法；永久性加固修理可采用填补翻修、干砌石缝黏结、混凝土盖面加固、混凝土框格加固、沥青渣油混凝土护坡等方法。

5.3.2 坝坡破坏经临时紧急抢修而趋于稳定后，应尽快进行永久性加固修理。宜首先考虑在现有基础上填补翻修，如填补翻修不足以防止局部破坏，可采取包括改变护坡形式在内的其他修理措施。

5.3.3 砌石护坡修理应符合下列规定：

1 砌石护坡包括干砌石护坡、浆砌石护坡、条石护坡和混凝土灌砌块石护坡。根据护坡损坏的轻重程度，可采用下列方法进行修理：

- 1) 出现局部松动、塌陷、隆起、底部淘空、垫层流失等现象时，可采用填补翻修。
- 2) 出现局部破坏淘空，导致上部护坡滑动坍塌时，可增设阻滑齿墙。
- 3) 对于护坡石块较小，不能抗御风浪冲刷的干砌石护坡，可采用细石混凝土灌缝和浆砌或混凝土框格结构；对于厚度不足、强度不够的干砌石护坡或浆砌石护坡，可在原砌体上部浇筑混凝土盖面，增强抗冲能力。
- 4) 沿海台风地区和北方严寒冰冻地区，修理时应采用块石粒径和重量符合设计要求的石料竖砌，如无大块径的石料，可采用细石混凝土填缝或框格结构加固。

2 护坡修理材料应符合下列规定：

- 1) 护坡石料应选用石质良好、质地坚硬、不易风化的新鲜石料，不应选用页岩作护坡块石；石料几何尺寸应根据大坝所在地区的风浪大小和冰冻程度来确定。
- 2) 垫层材料应选用具有良好的抗水性、抗冻性、耐风化和不易被水溶解的砂砾石、卵石或碎石，粒径和级配应根据坝壳上料性质选定。

- 3) 浆砌材料中的水泥标号不应低于 32.5 号；砂料应质地坚硬、清洁、级配良好，天然砂含泥量应低于 5%，人工砂石粉含量应低于 12%。
- 3 坡面处理应符合下列规定：
 - 1) 清除需要翻修部位的块石和垫层时，应保护好未损坏的部分砌块。
 - 2) 坡面有坑凹时应用与坝体相同的材料回填夯实，应保证坡面密实平顺。
 - 3) 严寒冰冻地区应在坝坡土体与砌石垫层之间增设一层用非冻胀材料铺设的防冻保护层；防冻保护层厚度应大于当地冻层深度。
 - 4) 西北黄土地区粉质壤土坝体，回填坡面坑凹时，应选用重黏性土料回填。
 - 4 垫层铺设应符合下列规定：
 - 1) 垫层厚度应根据反滤层的原则设计，厚度宜为 0.15~0.25m；严寒冰冻地区的垫层厚度应大于当地冻层深度。
 - 2) 应按 SL 274 的规定，根据坝坡土料的粒径和性质，确定垫层的层数及各层的粒径，由小到大逐层均匀铺设。
 - 5 铺砌石料应符合下列规定：
 - 1) 砌石应以原坡面为基准，在纵、横方向挂线控制，自下而上，错缝竖砌，紧靠密实，塞垫稳固，大块封边，表面平整，注意美观。
 - 2) 浆砌石应先坐浆，后砌石；无冰冻地区水泥砂浆标号应不低于 M5，冰冻地区应不低于 M10；砌缝内砂浆应饱满，缝口应用比砌体砂浆高一等级的砂浆勾平缝；修补完成后应洒水养护。
 - 6 浆砌框格或阻滑齿墙应符合下列规定：
 - 1) 浆砌框格护坡宜做成菱形或正方形，框格用浆砌石或

混凝土筑成，其宽度不宜小于 0.5m，深度不宜小于 0.6m，冰冻地区应按防冻要求适当加深；框格间距视风浪大小而定，不宜小于 4m，每隔 3~4 个框格应设变形缝，缝宽 15~20mm。

2) 阻滑齿墙应沿坝坡每隔 3~5m 设置一道，平行坝轴线嵌入坝体；齿墙宽度不宜小于 0.5m，深度不宜小于 1.0m（含垫层厚度）；沿齿墙长度方向每 3~5m 应设置 1 个排水孔。

7 细石混凝土灌缝应符合下列规定：

- 1) 灌缝前应清除块石缝隙内的泥沙、杂物，并用水冲洗干净。
- 2) 缝内应灌满捣实，并抹平缝口。
- 3) 每隔适当距离，应留一狭长缝口不灌注，作为排水出口。

8 混凝土盖面应符合下列规定：

- 1) 护坡表面及缝隙应清洗干净。
- 2) 混凝土盖面厚度应根据风浪大小确定，厚度宜为 50~70mm。
- 3) 无冰冻地区混凝土标号不应低于 C10，严寒冰冻地区不应低于 C15。
- 4) 盖面混凝土应自下而上浇筑；每 3~5m 应设置 1 条变形缝。
- 5) 若原护坡垫层遭破坏，应先补做垫层，修复护坡，再加盖混凝土。

5.3.4 混凝土护坡修理应符合下列规定：

1 混凝土护坡包括现浇混凝土护坡和预制混凝土块护坡。根据护坡损坏情况，可采用局部填补、翻修加厚、增设阻滑齿墙和更换预制块等方法进行修理。

2 当护坡发生局部断裂破碎时，可采用现浇混凝土局部填补，施工应满足下列要求：

- 1) 凿除破损部分时，应保护好完好的部分。
- 2) 新老混凝土结合处应凿毛并清洗干净。
- 3) 新填补的混凝土标号不应低于原护坡混凝土标号。
- 4) 应按 DL/T 5144 的规定拌制混凝土，在结合处先铺 10~20mm 厚砂浆，再填筑混凝土；填补面积较大时应自下而上浇筑混凝土。
- 5) 新浇混凝土表面应收浆抹光，洒水养护。
- 6) 应处理好伸缩缝和排水孔。
- 7) 护坡因垫层遭受淘刷而损坏时，应先按设计要求修补垫层，严寒冰冻地区垫层下还应增设防冻保护层。

3 护坡破碎面积较大、护坡混凝土厚度不足、抗风浪能力差时，可采用翻修加厚混凝土护坡的方法，应符合下列规定：

- 1) 应按满足承受风浪和冰推力的要求，重新设计，确定护坡尺寸和厚度。
- 2) 原混凝土板面应凿毛清洗干净，先铺一层 10~20mm 厚的水泥砂浆，然后再浇筑混凝土盖面。
- 3) 按设计要求处理好伸缩缝和排水孔。

4 护坡出现滑坡现象或基础淘空、上部混凝土板坍塌下滑时，可采用增设阻滑齿墙的方法修理，应符合下列规定：

- 1) 阻滑齿墙应平行坝轴线布置，并嵌入坝体；齿墙尺寸按 5.3.3 条的规定执行。
- 2) 严寒冰冻地区，应在齿墙底部及两侧增设防冻保护层。
- 3) 齿墙两侧应按原坡面平整夯实，铺设垫层后，重新浇筑混凝土护坡板，并应处理好与原护坡板的接缝。

5 更换预制混凝土板应符合下列规定：

- 1) 拆除破损部分预制板时，应保护好完好部分。
- 2) 垫层应按符合防止冲刷的要求铺设。
- 3) 更换的预制混凝土板应铺设平稳、接缝紧密。

5.3.5 抛石护坡修理应符合下列规定：

1 修理前应仔细检查堆石体底部垫层是否被冲刷。如被冲刷，应按滤料级配铺设垫层，厚度不应小于 0.3m。

2 抛石法回填护坡时，堆石中应有一半以上的石块达到设计要求的直径。

3 抛石应按照先小石后大石的顺序进行，保证面层以大石为主。

4 所用块石应质地坚硬、密实、不风化、无裂缝和尖锐棱角。

5 抛石的质量和厚度应符合 SL 274 的规定。

5.3.6 草皮护坡可采用添补、更换的方法进行修理，应符合下列规定：

1 添补的草皮宜就近选用，草皮种类宜选择低茎蔓延的草类，不应选用茎高叶疏的草类。

2 补植草皮时，应带土成块移植，移植时间以春、秋两季为宜。

3 移植时应扒松坡面土层，洒水铺植，贴紧拍实，定期洒水。坝坡若为砂性土，应先在坡面铺一层壤土，再铺植草皮。

5.4 混凝土面板修理

5.4.1 水泥混凝土面板裂缝和损坏，应根据下列情况进行修理：

1 面板局部裂缝或破损可采用水泥砂浆、环氧砂浆、H52 系列特种涂料等防渗堵漏材料进行表面涂抹。

2 较宽的面板裂缝、伸缩缝止水破坏可采用表面粘补或凿槽嵌补方法进行修理。

3 挤压破坏修理应在变形趋于稳定后，凿除损坏的混凝土，采用与面板同等级混凝土修复。应同时在面板结构缝中填充柔性材料。

4 面板脱空应在分析论证后，采用合适的材料进行回填处理。脱空尚未引起面板损坏时，可采用钻孔充填掺加适量粉煤灰的水泥砂浆进行修补；脱空引起面板损坏时，应凿除破损混凝土

土，并采用掺加一定比例水泥的改性垫层料回填，然后用同等级混凝土修复面板。

5.4.2 水泥混凝土面板表面涂抹技术应符合下列规定：

1 采用水泥砂浆进行表面涂抹修理裂缝时，施工应满足下列工艺要求：

- 1) 将裂缝凿成深 20mm、宽 20mm 的毛面，清洗干净并洒水保持湿润。
- 2) 先用纯水泥浆涂刷一层底浆，再涂抹水泥砂浆，最后用铁抹压实、抹光。
- 3) 涂抹后，应及时进行洒水养护，并防止阳光直晒或冬季受冻。
- 4) 使用的水泥标号不应低于 32.5 号；水泥砂浆配比宜为 1:1~1:2。

2 采用环氧砂浆进行表面涂抹修理裂缝时，施工应满足下列工艺要求：

- 1) 沿裂缝凿槽，槽深 10~20mm，槽宽 50~100mm，槽面应平整，并清洗干净，无尘粉，无软弱带，坚固密实，待干燥后用丙酮涂抹一遍。
- 2) 涂抹环氧砂浆前，应先在槽面用毛刷均匀涂刷一层环氧基液薄膜；基液涂刷后应注意保护，严防灰尘、杂物掉入；待基液中的气泡消除后，再涂抹环氧砂浆，间隔时间宜为 30~60min。
- 3) 环氧砂浆应分层均匀铺摊，每层厚度 5~10mm，用铁抹反复用力压抹，使其表面翻出浆液，如有气泡应刺破压实；表面用烧热（不应发红）的铁抹压实抹光，应与原混凝土面齐平，结合紧密。
- 4) 环氧砂浆压填完后，应在表面覆盖塑料布及模板，再用重物加压，使环氧砂浆与混凝土结合完好，并应注意养护，控制温度，养护温度宜为 20℃±5℃，避免阳光直射。

- 5) 环氧砂浆涂抹施工应在气温 15~40℃ 的条件下进行。
- 6) 环氧砂浆的配比应根据修理对象和条件, 按设计要求配制。
- 7) 环氧砂浆每次配制的数量, 应根据施工能力确定, 做到随用随配。
- 8) 施工现场应通风良好, 施工人员应戴口罩和橡皮手套操作, 严禁皮肤直接接触环氧材料; 使用工具及残液不应随便抛弃或投入水库中。

3 采用 H52 系列防渗堵漏涂料处理面板裂缝时, 施工应满足下列工艺要求:

- 1) 混凝土表面处理时应铲除疏松物, 清除污垢; 沿裂缝凿成深 5mm、口宽 5mm 的 V 形槽; 裂缝周围 0.2m 范围内的混凝土表面应轻微加糙。
- 2) 涂料配制应搅拌均匀, 若发现颗粒和漆皮, 应用 80~120 目的铜丝网或不锈钢丝网过滤。
- 3) 涂料涂抹时应分次分层均匀涂刷于裂缝处混凝土表面, 每次间隔 1~3h。
- 4) 涂料配制数量应根据施工能力和用量确定, 每次配料应在 1h 内用完。
- 5) 涂料未干前应避免受到雨水或其他液体冲洗和人为损坏。
- 6) 涂料应存放于温度较低、通风干燥之处, 远离火源, 避免日光直射; 涂料配制地点和施工现场应通风良好; 施工人员操作时, 应戴口罩和橡皮手套。

5.4.3 水泥混凝土面板表面粘补技术应符合下列规定:

1 表面粘补材料应根据具体情况和工艺水平确定, 可选用橡皮、玻璃布等止水材料及相应的胶粘剂。

2 采用橡皮进行表面粘补时, 施工应符合下列工艺要求:

- 1) 粘贴前应进行凿槽, 槽宽 140~160mm, 槽深 20mm, 长度超过损坏部位两端各 150mm, 并清洗干净, 保持

干燥。

- 2) 槽面干燥后, 应先涂刷一层环氧基液, 再用膨胀水泥砂浆找平, 待表面凝固后, 洒水养护 3d。
 - 3) 按需要尺寸准备好橡皮, 应先放入容重为 $1840\text{kg}/\text{m}^3$ 的浓硫酸液中浸 5~10min, 再用水冲洗干净, 晾干。
 - 4) 粘贴橡皮时应先在膨胀水泥砂浆表面涂刷一层环氧基液, 再沿伸缩缝走向放一条高度与宽度均为 5mm 的木板条, 其长度与损坏长度一致; 再按板条高度铺填一层环氧砂浆, 然后将橡皮粘贴面涂刷一层环氧基液; 从伸缩缝处理部位的一端开始, 将橡皮铺贴在刚铺填好的环氧砂浆上; 铺贴时应用力压实, 直至环氧砂浆从橡皮边缘挤出来为止。
 - 5) 应在粘贴好的橡皮表面盖上塑料布, 再堆砂加重加压。
 - 6) 环氧砂浆固化后, 应在橡皮表面再涂刷一层环氧基液, 其上再铺填一层环氧砂浆, 并用铁抹压实抹光, 表面与原混凝土面齐平。
- 3 采用玻璃布进行表面粘补时, 施工应符合下列工艺要求:
- 1) 粘补前, 应对玻璃布进行除油蜡处理; 可将玻璃布放置在碱水中煮沸 0.5~1h, 用清水漂净, 晾干。
 - 2) 先将混凝土表面凿毛, 并冲洗干净; 凿毛面宽 400mm, 长度应超过裂缝两端各 200mm; 待凿毛面干燥后, 用环氧砂浆抹平。
 - 3) 玻璃布粘贴层数应视具体情况而定, 宜 2~3 层。事先按需要尺寸将玻璃布裁剪好, 第 1 层宽 300mm, 长度按裂缝实际长度加两端压盖长各 150mm, 第 2 层、第 3 层每层长度、宽度递增 40mm, 以便压边。
 - 4) 应在粘贴面均匀刷一层环氧基液, 然后将玻璃布展开拉直, 置于混凝土面上, 用刷子抹平玻璃布使其贴紧, 并使环氧基液浸透玻璃布。在玻璃布上刷环氧基

液，按同样方法粘贴第2层、第3层。

5.4.4 水泥混凝土面板凿槽嵌补应符合下列规定：

1 嵌补材料应根据裂缝和伸缩缝的具体情况确定，可选用PV密封膏、聚氯乙烯胶泥、沥青油膏等材料。

2 嵌补前应沿混凝土裂缝或伸缩缝凿槽，槽的形状和尺寸根据裂缝位置和所选用的嵌补材料而定；槽内应冲洗干净，再用高标号水泥砂浆抹平，干燥后进行嵌补。

3 采用PV密封膏嵌补时，施工应满足下列工艺要求：

- 1) 混凝土表面应保持干燥、平整、密实，无油污、浮灰。
- 2) 嵌填密封膏前，应先用毛刷薄薄涂刷一层PV粘结剂，待粘结剂基本固化后嵌填密封膏。
- 3) 密封膏分A、B两组，各组应先搅拌均匀，按需要数量分别量称，倒入容器（量杯或桶）中搅拌，搅拌时速度不宜过快，并按同一方向旋转；搅拌均匀后即可嵌填。
- 4) 嵌填时应将密封膏从下至上挤压入缝内；待密封膏固化后，再在密封膏表面涂刷一层面层保护胶。

5.4.5 水泥混凝土面板的剥蚀、碳化等其他缺陷修理可按SL 230中的有关规定执行。

5.4.6 面板变形缝止水带出现整体破坏、严重渗漏或严重老化现象时，应按DL/T 949的规定及时进行更换。

5.4.7 沥青混凝土面板修理包括表面修理、层间修理和大面积重修。修理前应分析沥青混凝土破坏的原因，根据SL 501和原设计制定相应的修理方案，并将库水位降至修理范围以下。沥青混凝土面板修理可采用筒式断面或复式断面结构形式，见附录B.4节。

5.4.8 沥青混凝土面板修理及细部处理施工应按SL 514的有关规定执行。

5.4.9 混凝土面板水下缺陷修理方法可按SL 230中有关水下修

理的规定执行。

5.5 坝体裂缝修理

5.5.1 坝体裂缝修理可采用翻松夯实法、灌土封口法、开挖回填法、充填式黏土灌浆法或开挖回填与充填式黏土灌浆相结合的方法，选用时应遵循下列原则：

1 表面干缩裂缝、冰冻裂缝以及深度小于 1m 的浅层裂缝，可采用翻松夯实法、灌土封口法进行修理。

2 深度 1~3m 的中等深度裂缝，可采用开挖回填法进行修理。若为沉陷裂缝，应待裂缝发展趋于稳定后采用。若库水位较高不易采用全部开挖回填或开挖有困难时，可采用开挖回填与下部充填式黏土灌浆相结合的方法处理。

3 深度大于 3m 的深层裂缝，可采用充填式黏土灌浆或采用上部开挖回填与下部充填式黏土灌浆相结合的方法处理。但滑坡主裂缝不宜采用灌浆法进行处理。

5.5.2 采用翻松夯实法和灌土封口法修理裂缝时，应符合下列规定：

1 翻松夯实法施工时，应将缝口土料翻松并湿润，然后夯压密实，封堵缝口，面层再铺约 100mm 厚的砂性土保护层，防止继续开裂。寒冷地区应在坝坡或坝顶用块石、碎石、砂性土作保护层，保护层厚度应大于当地冻土深度。

2 灌土封口法施工时，应采用干而细的砂壤土从缝口灌入缝内，并用竹片或板条填塞捣实，然后在缝口用黏性土封堵压实。

5.5.3 采用开挖回填法修理裂缝时，应符合下列规定：

1 开挖方法可采用梯形楔入法、梯形加盖法和梯形十字法，见附录 B 图 B.1.3。梯形楔入法宜用于裂缝不太深的非防渗部位，梯形加盖法宜用于裂缝不深的防渗斜墙及均质土坝迎水坡裂缝修理，梯形十字法宜用于坝体或坝端的横向裂缝修理。

2 裂缝的开挖长度应超过裂缝两端 1m、深度超过裂缝尽

头 0.5m；开挖坑槽底部的宽度不应小于 0.5m。坑槽边坡应满足稳定及新旧填土结合的要求，较深坑槽也可开挖成阶梯形，以便出土和安全施工。

3 坑槽开挖应做好安全防护工作，防止坑槽进水、土壤干裂或冻裂；挖出的土料应远离坑口堆放，不同土质应分区堆放。

4 回填土料应符合坝体土料的设计要求；对沉陷裂缝应选择塑性较大的回填土料，并控制含水量高于最优含水量的 1%~2%；对滑坡、干缩和冰冻裂缝的回填土料，应控制含水量等于或低于最优含水量的 1%~2%。

5 回填时应分层夯实，特别注意坑槽边角处的夯实质量，压实厚度应为填土厚度的 2/3。

6 对贯穿坝体的横向裂缝，应沿裂缝方向，每隔 5m 挖十字形结合槽一个，开挖的宽度、深度与裂缝开挖的要求一致。

5.5.4 充填式黏土灌浆除应按 DL/T 5238 的规定执行外，还应符合下列要求：

1 应根据隐患探测和分析成果做好灌浆设计。孔位布置时每条裂缝均应布设灌浆孔；裂缝较长时，应在两端、转弯处及缝宽突变处布设灌浆孔；灌浆孔与导渗或观测设施的距离不应小于 3m。

2 应采用干钻、套管跟进的方式造孔，孔径宜为 50~76mm。

3 配制浆液的土料应选择具有失水性快、体积收缩小的中等黏性土料，黏粒含量宜为 20%~45%；应在保持浆液对裂缝具有足够充填能力的前提下尽量提高浆液的浓度；泥浆密度应控制在 1450~1700kg/m³；可在浆液中掺入重量为干料 1%~3% 的硅酸钠（水玻璃）或采用先稀后浓的浆液，增强充填效果；浸润线以下充填时可在浆液中掺入重量为干料 10%~30% 的水泥，加速凝固。

4 灌浆压力应在保证坝体安全的前提下通过试验确定。灌浆管上端孔口压力宜为 0.05~0.3MPa；施灌时灌浆压力应逐步

由小到大，不得突然增加；灌浆过程中，应维持压力稳定，波动范围不应超过 5%。

5 施灌时应采用“由外到里、分序灌浆”和“由稀到稠、少灌多复”的方式进行，在设计压力下，灌浆孔段经连续 3 次复灌而不再吸浆时，灌浆即可结束。施灌时应密切注意坝坡的稳定及其他异常现象，发现异常变化时应立即停止灌浆。

6 应在浆液初凝后进行封孔。应先扫孔到底，分层填入直径为 20~30mm 的干黏土泥球，每层厚度宜为 0.5~1.0m，然后捣实；均质土坝可向孔内灌注浓泥浆或灌注最优含水量的制浆土料捣实。

7 雨季及库水位较高时，不宜进行灌浆。

5.5.5 采用开挖回填与充填灌浆相结合的方法处理裂缝时，应符合下列规定：

1 应先沿裂缝开挖一定深度的坑槽，开挖完成后立即回填。

2 回填时应按照充填灌浆的要求进行布孔，并预埋灌浆管。

3 回填完成后，应按照充填灌浆的方法对下部裂缝进行灌浆处理。

5.5.6 塑性混凝土心墙裂缝处理可根据实际情况采用化学灌浆的处理方法，化学灌浆施工应按 DL/T 5406 的规定执行。

5.6 坝体滑坡修理

5.6.1 坝体滑坡修理宜用于已经发生且滑动已终止的滑坡，或经过临时抢护需进行永久性处理的滑坡。坝体滑坡修理应符合下列规定：

1 凡因坝体渗漏引起的坝体滑坡，修理时应同时进行渗漏处理，处理施工按 5.7 节的规定执行。

2 滑坡处理前，应防止雨水渗入裂缝内。可用塑料薄膜等覆盖封闭滑坡裂缝，同时应在裂缝上方开挖截水沟，拦截和引走坝面的雨水。

5.6.2 滑坡修理应根据滑坡类型、滑坡状况、滑坡成因、已采

取的抢护措施、滑坡修理方法适用性等因素综合考虑，按“上部削坡减载，下部压重固脚”的原则，采用开挖回填、加培缓坡、压重固脚、混凝土防渗墙、导渗排水等多种方法进行综合处理，选用时应遵循下列原则：

1 因坝身单薄、坝坡过陡引起的滑坡，可采用加培缓坡的方法进行修理。因滑坡体底部脱离坝脚而出现的深层滑坡，可采用压重固脚的方法进行修理。因排水体失效、坝坡土体饱和而引起的滑坡，可采用导渗排水的方法进行修理。

2 因坝身填筑碾压不实，浸润线过高而造成的背水坡滑坡，在有条件放空水库的情况下，应以上游防渗为主，辅以下游压坡、导渗和放缓坝坡。上游防渗可增加黏土斜墙。当水库不能放空时，可采取抛土或放淤方法防渗，也可采用混凝土防渗墙。

3 坝体有软弱夹层或抗剪强度较低，且背水坡较陡而造成的滑坡，如清除夹层有困难时，应以放缓坝坡为主，辅以坡脚排水压重的方法进行处理。

4 因坝体土料含水量较大、孔隙水压力过大而引起的滑坡，可采用放缓坝坡、压重固脚和加强排水的方法。对迎水坡滑坡，应降低库水位，在滑坡体坡脚抛筑透水压重体，在透水压重体上填土培厚坝脚；如不具备降低库水位条件时，应采用水上抛石或砂袋、土工模袋的方式进行压坡固脚。

5 因排水设施堵塞而引起的背水坡滑坡，可采用分段清理排水设施，恢复排水能力的方法。如无法完全恢复排水能力时，可在排水体上部设置贴坡排水，然后在滑坡体下部修筑压重体。

5.6.3 采用开挖回填法修理滑坡时，应符合下列规定：

1 开挖与回填的次序应符合上部减载、下部压重的原则，不应在滑坡体上部压重。

2 应彻底挖除滑坡体上部已松动的土体，再按设计坝坡线分层回填夯实。若滑坡体方量很大，不能全部挖除时，可将滑弧上部能利用的松动土体移做下部回填上方，回填时由下至上分层回填夯实。

3 开挖时，对未滑动的坡面应按边坡稳定要求放足开口线；回填时，应将开挖坑槽时的阶梯逐层削成斜坡，做好新老土的结合。

4 应严格控制填土施工质量，土料的含水率和干容重应符合设计要求。

5 应恢复或修好坝坡的护坡和排水设施。

5.6.4 采用加培缓坡法修理滑坡时，应符合下列规定：

1 应按坝坡稳定分析的结果确定放缓坝坡的坡比。

2 修理时应将滑动土体上部进行削坡，按放缓的坝坡加大断面，分层回填压实。

3 回填前应先将坝趾排水设施向外延伸或接通新的排水体。

4 回填后应恢复和接长坡面排水设施及护坡。

5.6.5 采用压重固脚法修理滑坡时，应符合下列规定：

1 应根据当地土料、石料资源和滑坡的具体情况选用镇压台、压坡体等压重固脚形式。

2 镇压台或压坡体应沿滑坡段全面铺筑，并伸出滑坡段两端5~10m，其高度和长度应通过稳定分析确定。石料镇压台的高度宜为3~5m；压坡体的高度宜为滑坡体高度的1/2左右，边坡坡比宜为1:3.5~1:5.0。

3 采用土料压坡体时，应先满铺一层厚约0.5~0.8m的砂砾石反滤层，再回填压坡体土料。

4 镇压台和压坡体的布置不应影响坝容坝貌，并应恢复或修好原有排水设施。

5.6.6 采用导渗排水法修理滑坡时，应符合下列规定：

1 导渗沟的布置和要求应按5.7.15条的规定执行，导渗沟的下部应延伸至坝坡稳定的部位或坝脚，并与排水设施连通。

2 导渗沟之间滑坡体的裂缝，应进行表层开挖、回填封闭处理。

5.7 大坝渗漏修理

5.7.1 大坝渗漏处理包括坝体渗漏处理、坝基渗漏处理与绕坝渗漏处理。当坝体与坝基或坝肩同时存在异常渗漏时，应结合具体渗漏情况进行综合处理。

5.7.2 渗漏处理应遵照“上截下排”的原则，采取截渗、导渗排水措施。

5.7.3 截渗可采用抛投细粒土料、加固上游黏土防渗铺盖、抽槽回填、铺设土工膜、套井回填、混凝土防渗墙、劈裂灌浆、高压喷射灌浆、帷幕灌浆、充填灌浆、级配料灌浆等方法。下游导渗排水可采用导渗沟、反滤层导渗等方法。选用时应遵循下列原则：

1 抛投细粒土料法宜用于微小裂缝引起且规模较小的渗漏。抛投细粒土料仍不能止漏时应采取其他截渗措施。

2 加固上游黏土防渗铺盖法宜用于水库具备放空条件，且当地有做防渗铺盖的土料资源的情况。

3 抽槽回填法宜用于渗漏部位明确且高程较高的均质坝和斜墙坝渗漏处理。

4 铺设土工膜法宜用于均质坝和斜墙坝渗漏处理。

5 套井回填截渗法宜用于均质坝和宽心墙坝渗漏处理，或黏土心墙坝心墙加高处理。

6 混凝土防渗墙法宜用于坝基、坝体和绕坝渗漏的综合处理。

7 劈裂式灌浆法宜用于坝体质量普遍不好，坝后坡有大面积散浸或多处明显渗漏、浸润线出逸点过高，问题性质和部位不能完全确定的渗漏处理。

8 高压喷射灌浆法宜用于软弱土层、砂层、砂砾石层地基渗漏的处理，也可用于含量不多的大粒径卵石层和漂石层地基的渗漏处理。当卵石、漂石层过厚、含量过多时不宜采用。

9 帷幕灌浆法宜用于非岩性的砂砾石坝基和基岩破碎的坝

基渗漏处理。

10 充填灌浆法宜用于隐患多而分散的低矮土石坝渗漏处理。

11 上层为相对不透水，下层为强透水的双层地层结构坝基，可采取上游做黏土铺盖与下游排水减压井相结合的方法，不宜采用劈裂灌浆法。

5.7.4 导渗排水修理可采用贴坡排水、棱体排水、褥垫排水、坝体内竖向排水层和水平排水层、排水沟、减压井、透水盖重等，选用时宜遵循下列原则：

1 贴坡排水宜用于均质坝的坝面渗流处理。

2 棱体排水宜用于下游有水的情况，其顶部高程应超出下游最高水位 0.5m 以上。

3 褥垫排水宜用于下游无水的情况。

4 倾斜或垂直的内部竖向排水层加坝体水平排水层宜用于成层性的较高土石坝，降低施工期产生的孔隙水压力。

5 排水沟、减压井或两者相结合宜用于透水坝基表层有一层相对不透水层以及有一定的渗流量的情况，但不应超过允许水力坡降。

6 透水盖重宜用于坝体相对不透水下的坝址下游部位。

7 反滤层宜用于细料和粗料之间过渡区以及渗水出水口地点，如下游棱体排水、靠坝体侧面和靠坝基的底面、上游坡底面、黏土心墙和粗料壳之间等。

5.7.5 采用加固上游黏土防渗铺盖时，应符合下列规定：

1 黏土铺盖的长度应满足渗流稳定的要求，根据地基允许的平均水力坡降确定，宜大于 5~10 倍水头。

2 黏土铺盖的厚度应满足抵抗渗透压力破坏的要求，铺盖前端厚度不应小于 0.5~1m；与坝体相接处厚度宜为 1/6~1/10 水头，不应小于 3m。

3 对于砂料含量少、层间系数不合乎反滤要求、透水性较大的地基，应先铺筑滤水过渡层，再回填铺盖土料。

4 铺盖土料应选用相对不透水土料，其渗透系数应比地基砂砾石层小 100 倍以上，并在等于或略高于最优含水量的情况下压实。

5.7.6 采用抽槽回填截渗处理渗漏时，应符合下列规定：

1 库水位应降至渗漏通道高程以下 1m。

2 抽槽范围应超过渗漏通道高程以下 1m 和渗漏通道两侧各 2m，槽底宽度应不小于 0.5m，槽坡应满足稳定及新旧填土结合的要求，必要时应加支撑，确保施工安全。

3 回填土料应与坝体土料一致；回填土应分层夯实，每层厚度 100~150mm，压实厚度应为填土厚度的 2/3；回填土夯实后的干容重不应低于原坝体设计值。

5.7.7 采用土工膜截渗时，除应按照 SL 231 的规定执行外，还应符合下列规定：

1 土工膜厚度选择应根据承受水压大小确定。承受 30m 以下水头时，可选用非加筋聚合物土工膜，铺膜总厚度 0.3~0.6mm；承受 30m 以上水头时，宜选用复合土工膜，膜厚不应小于 0.5mm。

2 土工膜铺设范围应超过渗漏范围 2~5m。

3 土工膜的连接宜采用焊接，热合宽度不应小于 0.1m；采用胶合剂粘接时，粘接宽度不应小于 0.15m；复合土工膜的连接应先缝合底层土工布，再焊接土工膜，最后缝合上层土工布。

4 土工膜铺设前应进行坡面处理。先将铺设范围内的护坡拆除；再将坝坡表层土挖除 0.3~0.5m，彻底清除树根杂草；坡面修整应平顺、密实；然后沿坝坡每隔 5~10m 挖防滑沟一道，沟深 1.0m，沟底宽 0.5m。

5 土工膜铺设时应将卷成捆的土工膜沿坝坡由下而上纵向铺放，周边采用 V 形槽埋设好；铺膜时不应拉得太紧，防止受拉破坏；施工人员不应穿带钉鞋进入现场。

6 回填保护层应与土工膜铺设同步进行。保护层可采用砂

壤土或砂，厚度不应小于 0.5m。先回填防滑槽，再回填坡面，边回填边压实。保护层上面再按设计恢复原有护坡。

5.7.8 采用套井回填截渗时，应符合下列规定：

1 井位宜沿坝轴线偏上游布置，两端应超过渗漏范围 3~5m，井底高程应在渗漏高程以下 1~2m。井距视打井方式而定，采用冲抓式打井机具造孔时，开孔直径为 1.1~1.2m 时，井距宜为 0.8~0.9m。

2 应严格按照“先主井、后套井”的顺序打井造孔。造孔时，应先打相邻的两个主孔，主孔回填后，再打两孔之间的套孔。造孔应连续作业，不应停歇；应严格控制井孔的垂直度。

3 打井完毕后，应立即连续分层回填黏土并夯实。回填土料应选用含水量符合设计要求、颗粒松散的黏壤土，分层回填厚度宜为 0.3~0.5m；夯击时夯锤落距 2~3m，夯击次数 20~25 次；回填时应保持井底无水。

4 出现严重塌孔时，可用土回填击实后，再进行冲抓；当井底有渗水时，可倾倒入土，反复抓尽，直至把水吸干。

5.7.9 采用混凝土防渗墙截渗时，除应按 SL 174 的规定执行外，还应符合下列规定：

1 防渗墙形式宜采用槽孔式防渗墙。

2 防渗墙宜沿坝轴线偏上游布置；防渗墙底宜支承在坚实的基岩上，且宜嵌入不透水或相对不透水岩面以下 0.5~1.0m；防渗墙的厚度应按抗渗、抗溶蚀的要求计算确定，宜为 0.6~1.0m；槽孔长度应根据坝体填筑质量、混凝土连续浇筑能力确定，宜为 4~9m。

3 防渗墙混凝土等级应根据抗渗要求确定，抗渗等级宜为 S6~S8，抗压强度等级宜为 2.0~10.0MPa；混凝土的配合比应根据混凝土能在直升导管内自然流动和在槽孔内自然扩散的要求确定，入孔时的坍落度宜为 180~220mm，扩散度宜为 340~480mm，最大骨料粒径不应大于 4cm。

4 泥浆下浇筑混凝土应采用直升导管法，导管直径 200~

250mm，相邻导管间距不应大于 2.5m，导管距孔端的距离 1.0~1.5m（二期槽孔为 0.5~1.0m）；导管底部孔口应保持埋在混凝土面下 1.0~6.0m；槽孔内混凝土面应均匀上升，高差不应大于 0.5m，混凝土上升速度每小时不应小于 1.0m；混凝土终浇面应高出墙顶设计高程 0.5m 左右。

5 浇筑过程中应随时检测混凝土的各项性能指标；每 30min 测 1 次槽孔内的混凝土面，每 2h 测 1 次导管内的混凝土面，防止导管提升时脱空。

5.7.10 采用劈裂式灌浆截渗时，除应按 DL/T 5238 的规定执行外，还应符合下列规定：

1 应根据坝体土质、隐患性质和坝高等情况，合理确定劈裂后形成的防渗泥墙厚度，宜为 50~200mm。

2 灌浆孔宜布置在渗漏坝段的坝轴线或略偏上游的位置，两端超过渗漏范围 3~5m。应先选择实施单排孔，河槽段终孔距离宜为 3~5m，弯曲坝段和岸坡段应缩小孔距，终孔距离宜为 2~3m。如果单排孔实施完毕仍达不到截渗要求时，可在第一排孔的上游侧增加灌浆孔排数，排距宜为 0.5~1.0m。

3 造孔时应分 1、2、3 序造孔，灌完第 1 序孔后，视情况再造第 2 序孔、第 3 序孔；造孔深度应大于隐患深度 2~3m，如副排孔处无隐患，则孔深应约为相应主排孔深的 1/3；坝体造孔应采用干钻、套管跟进的方式进行。

4 浆液配制应满足 20% 以上的黏粒含量和 40% 以上的粉粒含量要求；浆液的容重宜为 1270~1570kg/m³，黏度应达到 30s 以上。

5 灌浆压力应通过现场试验确定，灌浆管孔口上端压力值不宜超过 50kPa。

6 灌浆时应先灌河槽段，后灌岸坡段和弯曲段，采用孔底灌浆全孔灌注的方式进行。开始先用稀浆，经过 3~5min 后再加大泥浆稠度；在灌浆中，应先对第 1 序孔采用“少灌多复”的方式轮灌，每孔每次平均灌浆量以孔深计，每米孔深控制在 0.5

~1m³，当浆液升至孔口，经连续 3 次复灌不再吸浆时，即可终止灌浆；每孔灌浆次数应在 5 次以上，两次灌浆间隔时间不少于 5d。

7 每孔灌完后应拔出灌浆管，向孔内注满容重大于 1470kg/m³ 的稠浆进行封孔，直至浆面升至坝顶不再下降为止。

8 整个灌浆过程中应对坝体变形、渗流状况、灌浆压力、裂缝、冒浆等项目进行监测，保证灌浆期间坝体安全和灌浆质量；发现异常变化时，应立即停止灌浆，经查明原因进行必要的处理后，才能继续灌浆。

9 在雨季或库水位较高时，不宜进行灌浆。

5.7.11 采用高压喷射灌浆处理坝基渗漏时，除应按 DL/T 5200 的规定执行外，还应符合下列规定：

1 灌浆处理前，应详细了解地基的工程地质和水文地质资料，选择相似的地基做灌浆围井试验，取得可靠技术参数后，进行灌浆设计。

2 灌浆孔轴线宜沿坝轴线偏上游布置；有条件放空的水库，灌浆孔位可布置在上游坝脚部位；凝结的防渗板墙应与坝体防渗体连成整体，伸入坝体防渗体内的长度不应小于 1/10 水头；防渗板墙的下端，应伸入相对不透水层。

3 单排孔孔距宜为 1.6~1.8m，双排孔孔距可适当加大，但不宜超过 2.5m。

4 坝体钻孔应采用干钻套管跟进方法进行，管口应安设浆液回收设施，防止灌浆时浆液破坏坝体；地基灌浆结束后，坝体钻孔应按 5.5.4 条的规定进行封孔。

5 检查验收宜采用与墙体形成三角形的围井，布置在施工质量较差的孔位处进行压水试验，测定 ω 值或 K 值。

5.7.12 采用帷幕灌浆防渗时，应进行帷幕灌浆设计。施工除应按 SL 62 的规定执行外，还应符合下列规定：

1 灌浆帷幕应与坝身防渗体接合在一起。

2 帷幕深度应根据地质条件和防渗要求确定，宜伸入相对

不透水层。

3 浆液材料应通过试验确定。可灌比 $M \geq 10$ 且地基渗透系数超过 $40 \sim 50 \text{m/d}$ 时，宜采用黏土水泥浆，浆液中水泥用量占干料的 $20\% \sim 40\%$ ；可灌比 $M \geq 15$ 且渗透系数超过 $60 \sim 80 \text{m/d}$ 时，宜采用水泥浆。

4 坝体部分造孔应采用干钻、套管跟进的方式；如坝体与坝基接触面没有混凝土盖板，应先用水泥砂浆封固套管管脚，再进行坝基部分的钻孔灌浆工序。

5.7.13 采用充填灌浆法处理渗漏时，应按 5.5.4 条的规定执行。

5.7.14 对于喀斯特发育的岩溶地区、断层裂隙较多、大裂隙地区的绕坝渗漏可采用级配料灌浆技术进行修理，施工应符合下列规定：

1 封堵时应先用水冲灌砂石骨料，再用水泥浆压力灌浆闭气封堵，最后堵住大小漏水通道。

2 灌浆轴线应选在坝轴线和漏水通道的上游。

3 如 3 倍库水深度范围内有相对不透水层，应灌至相对不透水层；如无相对不透水层，应灌至 $2 \sim 3$ 倍库水深度，形成悬挂式帷幕；如在坝下有较大的溶洞，漏水特别严重或危及大坝安全，应进行全封闭灌浆。

4 灌浆材料可选用水泥、黏土、砂石料、水玻璃、速凝剂等进行配制，水泥标号不应小于 42.5，砂石料可根据溶洞、裂隙大小确定。

5 施工前应选择具有代表性的试验段（宜为 $20 \sim 30 \text{m}$ ）进行钻、灌试验。

6 第 1 序孔和第 2 序孔宜采用 $108 \sim 146 \text{mm}$ 孔径，第 3 序孔和第 4 序孔宜采用 $89 \sim 108 \text{mm}$ 孔径，孔口位置偏差不应超过 100mm ，孔斜不应大于 2% 。钻孔穿越土层时应设置套管。

7 灌浆前应进行压水试验。压力 0.3MPa ，压水孔段长约 5m 。应根据单位吸水量，了解岩层裂隙、溶洞的发育程度，选

择适当的浆液浓度。

8 投料可采用水冲法将砂、砾石、卵石或碎石等粗骨料填入洞、缝内，骨料粒径应与漏水通道大小相适应。料径应满足能在洞、缝中沉积，能形成反滤骨架并具有可灌性，可灌比不小于8的要求。

9 灌浆压力不应小于0.3MPa，灌浆过程中应根据实际情况变换浆液浓度：

- 1) 当某一浓度的浆液持续30~60min，或灌入量已达到400L，而压力无明显变化时，则提高一级浓度。
- 2) 当压力增加很快，或吸浆量很小时，则降低一级浓度，或用清水洗孔后再灌稀浆。

10 灌浆完成后，应用浓水泥浆或1:2的水泥砂浆将孔口充填密实。土体内的钻孔应采用黏土球回填并捣实。

5.7.15 采用导渗沟法处理坝体渗漏时，应符合下列规定：

1 导渗沟的形状可采用Y形、W形、I形等，但不应采用平行于坝轴线的纵向沟。

2 导渗沟的长度应根据坝坡渗水出逸点至排水设施的距离确定，深度0.8~1.0m，宽度0.5~0.8m，间距视渗漏情况而定，宜为3~5m。

3 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，填成封闭的棱柱体，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，填成封闭的棱柱体。

4 导渗沟的顶面应铺砌块石或回填黏土保护层，厚度0.2~0.3m。

5.7.16 采用贴坡式砂石反滤层导渗法处理坝体渗漏时，应符合下列规定：

- 1 铺设范围应超过渗漏部位四周各1m。
- 2 铺设前应进行坡面清理，将坡面的草皮杂物清除干净，深度0.1~0.2m。

3 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；砂、小石、大石各层厚度为 0.15~0.2m，块石保护层厚度为 0.2~0.3m。

4 经反滤层导出的渗水应引入集水沟或滤水坝趾内排出。

5.7.17 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，沿水平方向每隔 5~10m 做一道 V 形防滑槽加以固定，防止滑动；然后再满铺一层透水砂砾料，厚度 0.4~0.5m；最后再压 0.2~0.3m 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，土工织物重压宽度宜为 0.1m，可用各种化纤线手工缝合 1~2 道；搭接面宽度宜为 0.5m；粘接面宽度宜为 0.1~0.2m。

4 导出的渗水应引入集水沟或滤水坝趾内排出。

5.7.18 采用坝后导渗、压渗方法时，应符合下列规定：

1 坝基为双层结构，坝后地基湿软时，可根据地基地质情况，采用开挖排水明沟导渗或打减压井进行处理；坝后土层较薄、有明显翻水冒沙以及隆起现象时，应采用压渗处理。

2 排水明沟宜平行或垂直于坝轴线布置，并与坝趾排水体连接；垂直于坝轴线布置时，排水明沟的间距可根据渗漏状况确定，宜为 5~10m；排水明沟的尾端应设横向排水沟，将渗漏水集中排走；排水沟的底部和边坡，均应采用滤层保护。

3 压渗台的范围和厚度应根据渗水出露范围和渗水压力确定。宜根据当地土料或石料资源情况，采用土料压渗台或石料压渗台。实施时，应先铺设滤料垫层，再铺填石料或土料。

5.8 排水导渗设施修理

5.8.1 排水沟（管）的修理应符合下列规定：

1 沟（管）段发生破坏或堵塞时，应将破坏或堵塞的部分挖除，按原设计要求修复。

2 沟（管）的基础（或坝体）被冲刷破坏时，应用与坝体相同的土料先修复坝体，后修复沟（管）。

5.8.2 坝下游减压井、导渗体和滤水体等的修理应符合下列规定：

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理。修理时应按掏淤清孔、洗孔冲淤、安装滤管、回填滤料、安设井帽、疏通排水道等程序进行。

2 导渗体和滤水体发生堵塞或失效时，可采用翻修清洗的方法进行修理。修理时应先拆除堵塞部位的导渗体或滤水体，清洗疏通渗水通道，按设计要求重新铺设反滤料，恢复导渗体或滤水体。

3 对于贴坡式和堆石坝趾滤水体，应在滤水体与坝体接触的部位设置截流沟或矮挡土墙，或封闭滤水体顶部，防止坝坡土粒堵塞滤水体。

5.9 坝下埋涵（管）修理

5.9.1 混凝土涵（管）壁渗漏修理应按 SL 230 中有关混凝土渗漏处理的规定执行。浆砌石涵出现灰浆脱落或裂缝漏水时，应将砌缝或裂缝洗涤干净，用玻璃纤维堵塞漏缝，再用掺有水玻璃的快速水泥砂浆勾缝。

5.9.2 涵（管）质量差、洞壁单薄、漏水严重或发生断裂时可采用内衬和套管进行加固。

5.9.3 因地基不均匀沉陷而导致涵（管）断裂时，应首先加固地基，再修复涵（管）结构。如断裂部位在进、出口附近，可直接挖出松软土体，用三合土分层填筑夯实；如断裂部位在中段，可在洞内钻孔进行基础固结灌浆或开挖基础换土回填。

5.9.4 涵（管）因未做截水环引起的渗漏，可在坝体迎水坡一侧增建截水墙。

5.9.5 因涵（管）进口形状不当而产生空蚀时，应改善进口形状。进口形状宜改成椭圆形曲线，闸门槽与洞身之间应设渐变段。对无压洞及部分开启的有压洞，可在负压区设置通气孔。涵（管）混凝土的磨损、空蚀、剥蚀和碳化修理可按 SL 230 的规定执行。

5.10 边坡修理

5.10.1 边坡修理前应按 SL 386 的规定进行边坡治理和加固设计。对于 15m 以上的土质边坡和 30m 以上的岩质边坡，或地质条件、环境条件特别复杂的边坡，应进行特殊设计。

5.10.2 边坡修理应综合考虑边坡治理与加固、边坡水土保持和生态恢复等各方面的因素，做到保护环境，并与周围环境相协调。边坡修理应优先采取治理措施，若仍不能满足要求或难以实施时应采取加固措施。

5.10.3 边坡的治理和加固可采用下列措施中的一种或多种相结合：

1 减载、削坡和压坡。

2 排水和防渗。包括修建坡面及坡顶截水沟、排水沟、排水孔，边坡内部排水井、排水洞等。

3 坡面防护。包括用于土质边坡的各种形式的护砌和人工植被，用于岩质边坡的喷混凝土、喷纤维混凝土、挂网喷混凝土以及柔性主动支护、土工合成材料防护等措施。

4 边坡锚固。包括各种支护锚杆、预应力锚索、抗滑洞塞等。

5 支挡结构。包括各种形式的挡土墙、抗滑桩、土钉、柔性被动支护措施等。

5.10.4 当边坡需要采取锚固措施进行加固时，可采用锚杆与挡土墙、锚杆与抗滑桩、锚杆与混凝土格构、锚杆与混凝土塞或混凝土板相结合的支护形式。

5.10.5 挡土墙发生倾斜、凹凸、滑动及下沉时，应先消除侧压

因素，再选择锚固法、套墙加固法或增设支撑墙等进行加固。严重损坏的挡土墙应将损坏部分拆除重建。

5.10.6 边坡锚固修理应按 SL 377 的规定执行。挡土墙、抗滑桩等的修理应按 DL/T 5255 的规定执行。

5.10.7 较高等级的边坡应在修理时增加安全监测设施，对边坡的变形、渗流等进行监测。

6 白蚁及其他动物危害防治

6.1 一般规定

- 6.1.1** 凡土栖白蚁分布区域内的土石坝，或有动物在坝体内营巢作穴的土石坝，都应有专业防治人员，开展白蚁及其他动物危害的防治工作。
- 6.1.2** 防治工作应坚持“以防为主、防治结合、因地制宜、综合治理、安全环保、持续控制”的原则。
- 6.1.3** 防治范围应包括坝区及其管理范围。
- 6.1.4** 水库管理单位每年应编制白蚁及其他动物危害年度防治计划和防治方案，做好检查和防治工作。
- 6.1.5** 由于白蚁及其他动物危害形成的空洞修理等应按 5.5.3 条和 5.5.4 条的规定执行。

6.2 白蚁及其他动物危害检查

- 6.2.1** 白蚁及其他动物危害检查分为日常检查、定期普查和专项检查三类，应分别遵守下列规定：
- 1** 日常检查由大坝管理单位人员承担，对坝区及其管理范围内进行常规检查，重点检查曾经发生过白蚁及其他动物危害的部位。日常检查应与大坝的日常巡视检查相结合。
 - 2** 定期普查由白蚁防治专业技术人员承担，定期对土石坝工程各部位进行全面检查。定期普查宜春、秋两季各进行一次。
 - 3** 专项检查由白蚁防治和水利工程专业技术人员联合承担，在土石坝工程大修前集中进行检查。
- 6.2.2** 白蚁危害检查的范围应包括蚁患区和蚁源区：
- 1** 蚁患区的检查范围应为坝体、大坝两端及距坝脚线 50m 范围以内。

2 蚁源区的检查范围应为大坝两端及坝脚线以外 300～500m 范围以内。若检查范围之外毗邻处有山体和树林的，应扩大检查至 1000m 范围以内。

6.2.3 其他动物危害检查的范围应包括坝体及两岸坝肩。

6.2.4 白蚁及其他动物危害检查应包括下列内容：

1 应检查大坝是否有湿坡、散浸、漏水、跌窝等现象，辨析是否因白蚁危害引起。

2 应检查大坝及周边地区白蚁活动时留下的痕迹，辨别蚁种。

3 应检查大坝迎水面漂浮物中是否有白蚁蛀蚀物。

4 应检查大坝表面泥被、泥线的分布密度、分群孔数量和真菌指示物等。

5 应检查蚁源区范围内树木和植被上泥被泥线分布情况。

6 应检查坝体及两岸坝肩是否存在动物洞穴入口。

6.2.5 白蚁及其他动物危害检查可采用下列方法：

1 迹查法：由白蚁防治专业技术人员在坝体及蚁源区根据白蚁活动时留下的地表迹象和真菌指示物来判断是否有白蚁危害。

2 锹铲法：在白蚁经常活动的部位，用铁锹或挖锄将白蚁喜食的植物根部翻开，查看是否有活白蚁及蚁路等活动迹象。

3 引诱法：采用白蚁喜食的饵料，在坝体坡面上设置引诱桩、引诱坑或引诱堆等方法引诱白蚁觅食。

4 仪探法：采用探地雷达、高密度电阻率法等仪器探测白蚁及其他动物巢穴。

5 嗅探法：利用猎犬、警犬等对白蚁巢穴气味有灵敏反应的动物进行探测。

6.2.6 检查过程中应做好记录，绘制白蚁活动痕迹分布图，标注白蚁活动位置和痕迹类型，并在白蚁活动的地方设置明显标记或标志。检查结束后，应对白蚁及其他动物危害进行分析论证，划分危害程度等级，并根据危害程度制定防治方案。

6.3 白蚁危害预防

6.3.1 白蚁危害预防可采用工程措施和非工程措施。

6.3.2 工程措施包括修筑防蚁层和隔蚁墙等物理屏障，设置毒土防蚁带和注药防蚁带等药土屏障，实施时应符合下列规定：

1 修筑防蚁层时，应采用粒径 2~4mm 的煤渣或粗砂，在大坝正常蓄水位以上至背水坡反滤层以上修筑，厚度 200mm。

2 修筑隔蚁墙时，应采用 1:9 比例的石灰土，在大坝两端与山坡接头处，从正常蓄水位以上至背水坡反滤层以上修筑，深度 2m、宽度 0.5~0.6m。

3 设置毒土防蚁带时，应使用与药物均匀拌和处理过的、与土石坝坝体土质类似或一致的土体修筑。

4 设置注药防蚁带时，应在可能的蚁源区与大坝之间，按照直径 15~20mm、孔距 0.3~0.4m、孔深 0.8~1.0m 的标准钻孔，在孔内灌药，形成 0.8m 宽的毒土防蚁带。

5 土坝进行加高培厚或改建、扩建工程时，应清除基础表层的杂草，有白蚁隐患的应先进行彻底处理后再施工；工程建设需要取土时，应对取土场白蚁危害进行检查和处理，带有白蚁或菌圃的土料不应进入坝区。

6.3.3 采取非工程措施时应符合下列规定：

1 应在坝区适合种植树木和植物的部位，栽种对白蚁具有驱避作用的林木和植物。栽种树木的面积较大时，宜营造混交林，既种植白蚁喜食的林木，又种植对白蚁有驱避作用的林木。

2 白蚁分飞期（4—6 月），宜减少坝区灯光。

3 白蚁分飞期（4—6 月），应在土石坝表面喷洒 1%~2% 的五氯酚钠溶液、3%~4% 的白蚁粉溶液或柴油。

4 应清除坝坡、两岸山坡及蚁源区白蚁喜食的物料，消除白蚁繁殖条件。同时可放养或保护白蚁的天敌。

6.4 白蚁危害治理

6.4.1 白蚁危害治理可采用下列方法：

1 采用破巢除蚁法时，应符合下列规定：

- 1) 沿蚁路追挖主巢时，应连续性完成，捕捉蚁王、蚁后并及时将追挖的坑槽回填夯实。
- 2) 水库处于汛期或高水位时，不宜采用破巢法。
- 3) 追挖主巢须穿越坝身时，应制定专项技术方案并经上级主管部门批准后方可进行。

2 采用熏烟毒杀法时，应先用可杀死白蚁的药物配成药剂，放入密封的烟剂燃烧筒内，插入蚁路内，将燃烧筒内的烟雾通过鼓风机等吹入洞内，然后密封洞口，利用毒烟杀死白蚁。

3 采用挖坑诱杀法时，应在白蚁活动较多的坝坡附近，挖掘长 0.5m、宽 0.3m、深 0.5m 的土坑，坑内放置松木、杉木、甘蔗渣等引诱物，洒上淘米水，每隔 10d 左右检查一次，将诱集的白蚁用药物进行毒杀。

4 采用药物诱杀法时，应符合下列规定：

- 1) 诱杀白蚁的诱饵应由药物制成。
- 2) 诱饵投放时间应在白蚁地表活动季节，投放地点应选择有白蚁正在活动的位置。
- 3) 诱饵投放后 7~10d 应检查觅食情况，发现有觅食现象时，应做好标记和记录。
- 4) 诱饵投放后 20~30d，应查找死巢的地面指示物（炭棒菌），及时破巢除蚁或灌填，不留隐患。

5 采用药物灌浆法时，应利用蚁道或锥探孔，用小型灌浆机将黏土和药物制成的泥浆灌注充填蚁道和蚁穴。药物灌浆应防止污染水源。

6 采用毒土灭杀法时，若为表土灭杀，应在坝坡表面喷洒药物或从洞眼灌入土中；若为深土灭杀，应在坝坡上打深 0.3m 的孔，孔距 0.3m，在孔内灌入药物。

6.4.2 白蚁防治所使用的药物应符合国家和地方的现行规定。

6.4.3 白蚁防治应急处置应符合下列规定：

1 白蚁检查中发现重大的白蚁危害时，应立即启动应急处置措施。

2 白蚁检查中发现严重的白蚁危害时，应立即安排专人进行观测，并采取相应措施进行处置。发现蚁害导致的工程险情征兆时，应立即制定应急处置方案，并准备必要的抢险物资、设备和白蚁防治药物、器械。

3 发现大面积白蚁活动痕迹时，应立即标识和封闭区域，在区域内地面和地面附着物实施全面喷药，并加强观测、做好记录，直至表面白蚁消除，同时探查巢穴进行彻底灭治。

4 高水位期间发生因蚁害导致大坝出现漏洞、塌坑、散浸、裂缝等险情时，应按照“先抢险后治蚁”的原则先进行应急抢险，水位退到安全水位以下后再进行白蚁危害处置。

6.4.4 土石坝白蚁危害防治应达到的标准为连续3年以上无成年蚁巢、坝体无幼龄蚁巢。

6.5 其他动物危害防治

6.5.1 其他动物危害防治可采用下列方法：

1 采用人工捕杀法时，可在具有危害性的动物经常活动出没的地方，设置笼、铁夹、竹弓、陷阱等进行捕杀；但应在周围设置栏杆等封闭措施及警告标示，防止人员误伤。

2 采用诱饵毒杀法时，可将拌有药物的食物，放在动物经常出没的地方，诱其吞食后中毒死亡；但应防止人或家畜误食。

3 对狐、獾等较大的动物，可采用人工开挖洞穴追捕法。

4 采用灌浆药杀法时，可用锥探灌浆方法将拌有药物的黏土浆液灌入巢穴内，驱赶或堵死动物，填塞洞穴。

6.5.2 对驱走或捕杀有害动物后留在坝体内的洞穴，应及时采取开挖回填或灌浆填塞等方法进行处理，不留隐患。

附录 A 抢 修

A.1 一 般 规 定

A.1.1 汛期或高水位情况下，大坝发生的漏洞、管涌和流土、滑坡、塌坑、严重淘刷等现象，都属危及大坝安全的险情，必须进行紧急抢修。

A.1.2 抢修就是抢险，实行行政首长负责制和岗位责任制。

A.1.3 险情发生后，应迅速分析，准确判断，拟定抢修方案，统一指挥，及时组织抢修，并向上级主管部门和有关防汛部门报告。

A.1.4 险情发生后，应迅速降低库水位，减轻险情压力和抢修难度；为防止险情进一步恶化，对库水位的降低速度，宜不超过允许骤降设计值。

A.1.5 能按永久性要求抢修的险情，应按永久性要求进行一次性的抢修；不能按永久性要求抢修的险情，应采取临时性措施抢修，防止险情扩大，确保大坝安全；凡采取临时措施抢修的险情，汛后必须进行彻底处理。

A.2 漏 洞 的 抢 修

A.2.1 漏洞的抢修应按照“前堵后排，堵排并举，抢早抢小，一气呵成”的原则进行，即在临水坡堵塞漏洞进水口，截断漏水来源，在背水坡导渗排水，防止险情扩大。严禁使用不透水材料强塞硬堵出水口，以免造成更大险情。

A.2.2 临时堵塞洞口常用的方法可采用塞堵和盖堵，或两者兼用。当漏洞进口部位明显且较大时，可采用投物塞堵洞口、盖堵闭浸或围堰闭浸；当漏洞进口部位不明显，可采用土工膜或篷布盖堵方法堵塞漏洞进口。

A.2.3 背水导排应根据具体情况采用反滤盖压或反滤围井方法

把水安全排出。当漏洞出水口小而多，且漏水量不大时，可用反滤盖压法；当漏洞出口只有一处，或较集中且流量较大时，可用反滤围井法。

A. 2. 4 堵塞漏洞进口应满足下列要求：

1 应以快速、就地取材为原则准备抢堵物料；用编织袋或草袋装土、作物禾梗、树木等作为投堵的物料；用篷布或油布进行盖培闭浸。

2 抢险人员应分成材料组织、挖土装袋、运输、抢投、安全监视等小组，分头行事，紧张有序地进行抢堵。

3 投物抢堵。当投堵物料准备充足后，应在统一指挥下，快速向洞口投放堵塞物料，以堵塞漏洞，减小水势。

4 止水闭浸。当洞口水势减小后，将事先准备好的篷布（或油布）沉入水下铺盖洞口，然后在篷布上压土袋，达到止水闭浸；有条件的也可在洞口外围用土袋作围堰止水闭浸。

5 抢堵时，应安排专人负责安全监视工作；当发现险情恶化，抢堵不能成功时，应迅速报警，以便抢险人员安全撤退；抢堵成功后，应继续进行安全监视，防止出现新的险情，直到彻底处理好为止。

A. 2. 5 采用反滤盖压方法抢修渗水漏洞时，应满足下列要求：

1 背水坝脚附近发生的渗水漏洞小而多，面积大，并连成片，渗水涌沙比较严重，可采用此法。

2 根据当地能及时利用的反滤材料情况，可选择土工织物反滤压盖、砂石反滤压盖、梢料反滤压盖等方法抢护。

3 采用土工织物反滤压盖时，应把地基上一切带有尖、棱的石块和杂物清除干净，并加以平整，然后满铺一层土工织物，其上再铺 0.4~0.5m 厚的砂石透水料，最后满压块石或砂袋一层；土工织物压盖范围至少应超过渗水范围周边 1.0m。

4 采用砂石反滤压盖时，应先清理铺设范围内的杂物和软泥，对涌水涌沙较严重的出口应用块石或砖块抛填，消杀水势，然后普遍盖压一层约 0.2m 厚的粗砂，其上先后再铺各 0.2m 厚

的小石和大石各一层，最后压盖一层块石保护层；砂石反滤压盖范围应超过渗水范围周边 1.0m。

5 采用梢料反滤压盖时，其清基要求、消杀渗水水势均与土工织物、砂石反滤压盖相同；梢料铺盖应按层梢层席方式进行，即先铺一层厚 0.10~0.15m 的细梢料，后铺一层厚 0.15~0.20m 的粗梢料，再铺席片或草垫；其上再按细梢料、粗梢料、席片的顺序铺设，总厚度应以能制止涌水带沙，浑水变清，稳定险情为原则，然后在梢层上面压盖块石或砂袋，以免梢料漂浮。

6 压盖工作完成后，应做集渗导排沟引排渗水，防止渗水漫溢；并应加强监视工作，密切监视原渗水范围是否有外延现象发生。

A.3 管涌和流土的抢修

A.3.1 管涌的抢修应按“反滤导渗，控制涌水，留有渗水出路”的原则进行；宜在背水面进行抢修，抢修方法应根据管涌险情的具体情况和抢修器材的来源情况确定，常用的方法有反滤压盖、反滤围井、减压围井和透水压渗台等。

A.3.2 采用反滤盖压方法抢修管涌时，应满足下列要求：

1 适用于背水坝脚附近发生的管涌处数较多、面积较大、并连成片、渗水涌沙比较严重的地方。

2 根据当地能及时利用的反滤材料情况，可选择土工织物反滤压盖、砂石反滤压盖、梢料反滤压盖等方法抢护；具体抢护方法和要求按附录 A.2.5 条规定执行。

A.3.3 采用反滤围井抢修管涌和流土时，应满足下列要求：

1 一般适用于背水坡脚附近地面的管涌、流土数目不多，面积不大的情况；或数目虽多，但未连成大面积，可以分片处理的情况；对位于水下的管涌、流土，当水深较浅，也可采用此法。

2 围井的具体做法应根据导渗材料确定，可采用砂石反滤围井、土工织物反滤围井和梢料反滤围井等。

3 反滤围井填筑前，应将渗水集中引流，并清基除草，以利围井砌筑；围井筑成后应注意观察防守，防止险情变化和围井漏水倒塌。

4 砂石反滤围井的具体作法与附录 A. 2. 5 条规定相同。

5 采用土工织物围井时，应将围井范围内一切带有尖、棱的石块和杂物清除，表面加以平整后，先铺土工织物，然后在其上填筑砂袋或砂砾石料，周围用土袋垒砌做成围井；围井范围以能围住管涌、流土出口和利于土工织物铺设为度，围井高度以能使漏出的水不带泥沙为度。

6 在土工织物和砂石料缺少的地方，可采用梢料围井；梢料围井应按细梢料、粗梢料、块石压顶的顺序铺设；细梢料一般用麦秸、稻草，铺设厚度为 0.2~0.3m；粗梢料宜采用柳枝和秫秸，铺设厚度为 0.3~0.4m；其填筑要求与砂石反滤围井相同。

A. 3. 4 采用减压围井抢修管涌和流土时，应满足下列要求：

1 适用于临水面与背水面之间水头差较小，高水位持续时间短，出险处周围地表坚实，当地缺乏土工织物和砂石反滤材料的情况。

2 减压围井的形式应根据险情的具体情况，有针对性采用；对个别或面积较小的管涌或流土险情，可采用无滤层围井或无滤桶围井；对出现分布范围较大的管涌群险情时，可采用抢筑背水月堤；背水月堤的填筑工程量和完成时间，必须能适时控制险情的发展和安全的需要。

A. 3. 5 采用透水压渗台抢修管涌和流土时，应满足下列要求：

1 适用于管涌或流土较多，范围较大，当地反滤料缺乏，但砂土料源比较丰富的地方。

2 透水压渗台填筑前，应清除填筑范围内的杂物，迅速铺填透水性大的砂土料；不得使用黏土料直接填压，以免堵塞渗水出路，加剧险情恶化。

3 透水压渗台的厚度，应根据管涌、流土的渗压大小，填

筑砂土料的物理力学性质，进行渗压平衡确定。

4 透水压渗台铺填完成后，应继续监视观测，防止险情发生变化。

A.4 塌坑的抢修

A.4.1 塌坑发生后，应迅速分析产生塌坑的原因，按塌坑的类型确定抢修方案。塌坑的类型有：塌坑内干燥无水或稍有浸水，属干塌坑；塌坑内有水，属湿塌坑。湿塌坑常伴有渗水、漏洞发生，要特别注意抢修。

A.4.2 抢护方法。干塌坑可采用翻填夯实法进行修理；湿塌坑可采用填塞封堵法或导渗回填法等方法进行修理。

A.4.3 采用翻填夯实修理干塌坑时，应先将坑内松土杂物翻出，然后用好土回填夯实。

A.4.4 采用填塞封堵法修理湿塌坑时，应遵照下列原则进行：

1 如果是临水面的湿塌坑，且塌坑不是漏洞的进口，可按填塞封堵法修理；如果塌坑成为漏洞的进口，则按漏洞的抢修方法进行抢修。

2 塌坑口在库水位以上时，可用干土快速向坑内填筑，先填四周，再填中间，待填土露出水面后，再分层用木杠捣实填筑，直至顶面。

3 塌坑口在库水位以下时，可用编织袋或麻袋装土，直接在水下填实塌坑，再抛投黏土帮宽帮厚封堵。

A.4.5 采用导渗回填修理塌坑时，应满足下列要求：

1 适用于背水面发生的塌坑。

2 应先将坑内松湿软土清除，再按反滤层要求铺设反滤料导渗。

3 反滤导渗层铺设好后，再用黏土分层回填压实。

4 导出的渗水，应集中安全地引入排水沟或坝体外。

A.5 滑坡的抢修

A.5.1 对于发展迅速的滑坡，应采取快速、有效的临时措施，

按照“上部削坡减载，下部固脚阻滑”的原则及时抢修，阻止滑坡的发展；对于发展缓慢的滑坡，可按 5.6 节所述要求进行修理。

A. 5.2 抢护应采用下列方法。

1 发生在迎水面的滑坡，可在滑动体坡脚部位抛砂石料或砂袋压重固脚，在滑动体上部削坡减载，减少滑动力。有条件时应立即停止放水，避免库水位持续下降。

2 发生在背水面的滑坡，可采用压重固脚、滤水土撑、以沟代撑等方法进行抢修。宜降低库水位，但应控制降低速度，避免迎水面发生滑坡。

A. 5.3 采用压重固脚方法抢修时，应符合下列规定：

1 适用条件：坝身与基础一起滑动的滑坡。

2 坝区周围有足够可取的作为压重体的当地材料。

3 压重体应沿坝脚布置，宽度和高度视滑坡体的大小和所需压重阻滑力而定；堆砌压重体时，应分段清除松土和稀泥，及时堆砌压重体；不得沿坡脚全面同时开挖后，再堆砌压重体。

A. 5.4 采用滤水土撑法抢修时，应符合下列规定：

1 适用条件：坝区石料缺乏、滑动裂缝达到坝脚的滑坡。

2 土撑布置：应根据滑坡范围大小，沿坝脚布置多个土撑；两端压着裂缝各布置一个土撑，中间土撑视滑坡严重程度布置，间距宜为 5~10m；单个土撑的底宽宜为 3~5m，土撑高度宜为滑动体的 $1/2 \sim 2/3$ ，土撑顶宽 1~2m，后边坡 1:4~1:6；视阻滑效果可加密加大土撑。

3 土撑结构：铺筑土撑前，应沿底层铺设一层 0.10~0.15m 厚的砂砾石（或碎砖、芦柴）起滤水导渗作用，再在其上铺砌一层土袋，土袋上沿坝坡分层填土压实。

A. 5.5 采用以沟代撑法抢修时，应符合下列规定：

1 适用条件：坝身局部滑动的滑坡。

2 撑沟布置：应根据滑坡范围布置多条 I 形导渗沟，以导渗沟作为支撑阻滑体，上端伸至滑动体的裂缝部位，下端伸入未

滑动的坝坡 1~2m，撑沟的间距视滑坡严重程度而定，宜为 3~5m。

3 有关撑沟的构造要求按第 5 章的规定执行。

A.6 洪水漫坝顶的抢护

A.6.1 当可能出现洪水位超过坝顶的情况时，应快速在坝顶部位抢筑子堰，防止洪水漫坝顶；子堰形式应以能就地取材、抢筑容易为原则进行选择；宜采用土袋子堰。

A.6.2 采用土袋子抢护坝顶时，应遵照下列原则进行：

1 人员组织。应将抢险人员分成取土、装袋、运输、铺设、闭浸等小组，分头各行其事，做到紧张有序，忙而不乱。

2 土袋准备。可用编织袋、麻袋或草袋，袋内装土七八成满，不得用绳扎口，以利铺设。

3 铺设进占。在距上游坝肩 0.5~1.0m 处，将土袋沿坝轴线紧密铺砌，袋口朝向背水面；堰顶高度应超过推算的最高水位 0.5~1.0m；子堰高不足 1.0m 的可只铺单排土袋，较高的子堰应根据高度加宽底层土袋的排数；铺设土袋时，应迅速抢铺完第一层，再铺第二层，上下层土袋应错缝铺砌。

4 止水闭浸。应随同铺砌土袋的同时，进行止水闭浸工作；止水方式可采用在土袋迎水面铺塑料薄膜或在土袋后打土戗；采用塑膜止水时，塑膜层数不少于两层，塑膜之间采用折扣搭接，长度不小于 0.5m，在土袋底层脚前沿坝轴线挖 0.2m 深的槽，将塑膜底边埋入槽内，再在塑膜外铺一排土袋，将塑膜夹于两排土袋之间；采用土戗止水时，应在土袋底层边沿坝轴线挖宽 0.3m、深 0.2m 的结合槽，然后分层铺土夯实，土戗边坡不小于 1:1。

5 随着水位的上涨，应始终保证子堰高过洪水位，直至洪水下落到原坝顶以下，大坝脱险为止。

6 汛后，应重新进行洪水复核，选择经济合理的加固方案，进行彻底处理。

附录 B 修 理

B.1 坝体裂缝修理

B.1.1 土石坝裂缝类型及特征见表 B.1.1。

表 B.1.1 土石坝裂缝类型及特征表

类型	裂缝名称	裂 缝 特 征
按裂缝部位	表面裂缝	裂缝暴露在坝体表面，缝口较宽，一般随深度变窄而逐渐消失
	内部裂缝	裂缝隐藏在坝体内部，水平裂缝常呈透镜状，垂直裂缝多为下宽上窄的形状
按裂缝走向	横向裂缝	裂缝走向与坝轴线垂直或斜交，一般出现在坝顶，严重的发展到坝坡，近似铅垂或稍有倾斜，防浪墙及坝肩砌石常随缝开裂
	纵向裂缝	裂缝走向与坝轴线平行或接近平行，多出现在坝顶及坝坡上部，有的也出现铺盖土，一般较横缝长
	水平裂缝	裂缝平行或接近水平面，常发生在坝体内部，多呈中间裂缝较宽，四周裂缝较窄的透镜状
	龟纹裂缝	裂缝呈龟纹状，没有固定的方向，纹理分布均匀，一般与土石坝表面垂直，缝口较窄，深度 0.1~0.2m，很少超过 1m
按裂缝成因	沉陷裂缝	多发生在坝体与岸坡接合段，河床与台地接合段，土石坝合龙段，坝体分区分期填筑交界处，坝下埋管的部位，坝体与溢洪道边墙接触的部位等
	滑坡裂缝	裂缝中段接近平行于坝轴线，缝两端逐渐向坝脚延伸，在平面上呈弧形，缝较长。多出现在坝顶、坝肩、背水坡坝坡及排水不畅的坝坡下部。在水位骤降或地震情况下，迎水坡也可能出现。形成过程短促，缝口有明显错动，下部土体移动，有离开坝体倾向

表 B. 1. 1 (续)

类型	裂缝名称	裂缝特征
按裂缝成因	干缩裂缝	多出现在坝体表面，密集交错，没有固定方向，分布均匀，有的呈龟纹裂缝形状，降雨后裂缝变窄或消失。有的也出现在防渗体内部，其形状呈透镜状
	冰冻裂缝	发生在冰冻影响深度以内，表层呈破碎、脱空现象，缝宽及缝深随气温变化
	振动裂缝	在经受强烈振动或烈度较大的地震后发生纵横向裂缝，横向裂缝的缝口有时间延长，缝口逐渐变小或弥合；纵向裂缝的缝口没有变化。防浪墙多出现裂缝，严重的可能使坝顶防浪墙及灯柱倾倒

B. 1. 2 土石坝裂缝形成的主要原因见表 B. 1. 2。

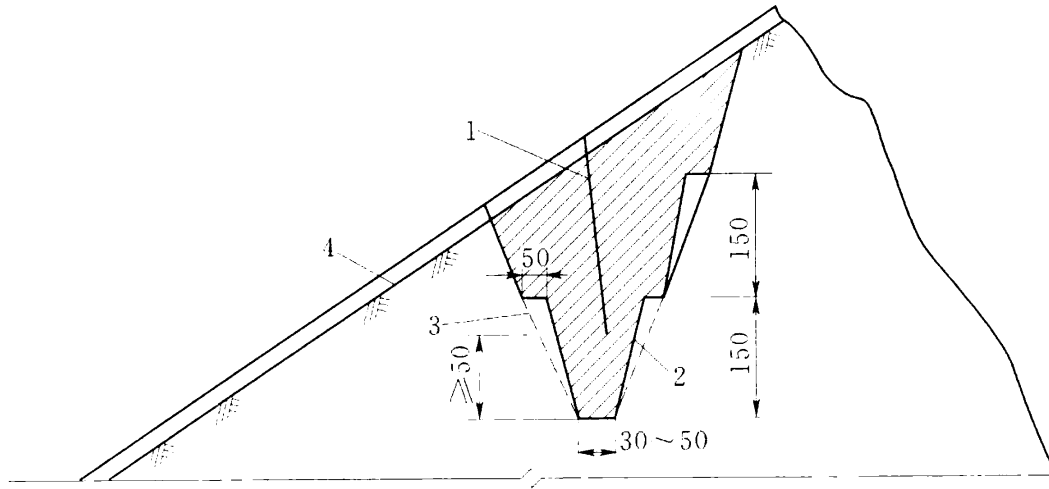
表 B. 1. 2 土石坝裂缝形成的主要原因

分类		成因
表面裂缝	横向裂缝	设计 <ol style="list-style-type: none"> 1. 坝轴线方向坝地质条件或地形变形差异较大，坝体压缩变形不同，相邻断面不均匀沉降 2. 坝体下部与刚性建筑物连接，造成其与邻近区域内的压缩变形差异较大 3. 坝端存在未经处理的湿陷性黄土，蓄水后发生沉陷设计各坝段断面不同，或在平面上采用折线型或反拱坝型，造成局部应力集中 4. 坝端有拉应力集中的部位
		施工 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分段填筑时，各坝段施工进度不同，上升速度不一致，接合部位坡度太陡等产生不均匀沉降 2. 分段分期施工及合龙段采取台阶式连接，产生不均匀沉降 3. 碾压不密实，坝体干容重太低，或压实密度不同，特别是坝下埋管部位，管壁填土夯实不够，开成裂缝 4. 未按设计要求填土，各坝段土料不同，沉降不均匀，形成裂缝 5. 加高大坝后所延长的坝段与原有坝体产生不均匀沉降引起裂缝 6. 地震及其他强烈振动 7. 干缩冻胀等原因
	其他 <ol style="list-style-type: none"> 1. 地震及其他强烈振动影响 2. 干缩冻胀影响 	

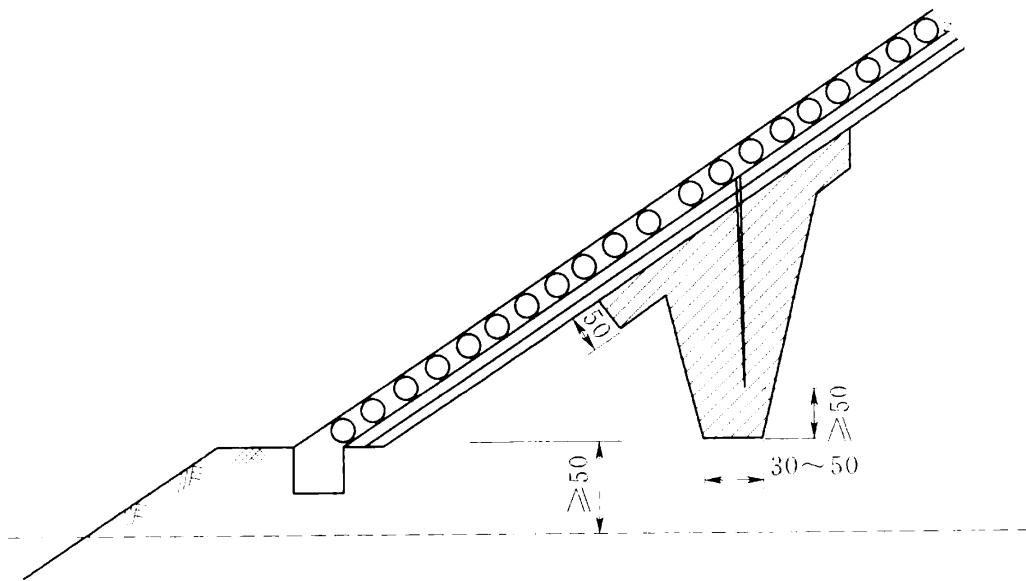
表 B. 1. 2 (续)

分类		成因	
表面裂缝	纵向裂缝	设计	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沿坝基横断面地质条件差异较大 2. 坝体跨骑在条形山脊上，坝体固结沉陷时同时向两侧移动引起裂缝 3. 深层透水坝基，由于截水墙的压缩性远高于两侧天然地基，导致不均匀沉降 4. 坝基存在未经处理的湿陷性黄土，上游侧先蓄水沉降，下游侧后沉降 5. 斜墙坝和心墙坝的防渗体与透水体的沉降速度不同 6. 设计坝坡太陡，抗滑稳定系数不够
		施工	<ol style="list-style-type: none"> 1. 培厚加高施工，新老坝体不均匀沉降 2. 贴坡导渗处理时砂层压实度不够，渗水作用下砂层湿陷，接合面顶部形成裂缝 3. 坝体压实不够，压实密度不均匀 4. 横断面分期施工时，分别从上、下游取土，土料性质不同；上、下游填筑进度不平衡，填筑层高过大、接合面坡度太陡，碾压质量差或漏压 5. 未按设计断面完成，坝坡过陡、背水坡渗水逸出点抬高、坝坡渗透稳定性不够
		管理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 库水位骤降，超过设计允许值，迎水坡产生较大孔隙水压，可能产生纵向裂缝，甚至滑坡 2. 坝体排渗设施堵塞或损坏 3. 坝坡堆放重物，附加荷载造成裂缝
		其他	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地震及其他强烈振动影响 2. 背水坡为草皮护坡，暴雨后排水不畅，表面发生裂缝
	龟纹裂缝	<p>长期干燥影响下，表面含水蒸发，土体收缩干裂温度发生强烈变化</p>	
内部裂缝	水平裂缝	<ol style="list-style-type: none"> 1. 薄心墙坝，心墙后期可压缩性比两侧坝壳大，心墙下部沉陷，而上部在坝壳挤压下不能下沉，造成心墙拉裂 2. 在峡谷高压缩性地基上筑坝时，上部坝体因为拱作用不能沉降，与下部沉降坝体间形成水平裂缝 3. 填土质量差，未碾压密实，引起干缩裂缝 4. 分期填筑时，先期与后期之间的边界存在漏压 5. 分期填筑时，降雨及长期曝晒时表面处理不善 	
	横向裂缝	<p>坝基局部有高压缩性软弱夹层，其压缩性远比相邻坝基大，局部坝体下部产生拉应变，引起横向裂缝</p>	
	纵向裂缝	<ol style="list-style-type: none"> 1. 坝体下部和刚性结构物连接部位，会因不均匀沉降产生应力集中，形成裂缝 2. 由于填筑料含水量过高，竣工后土体因水分蒸发，干缩变形，坝体内部产生拉应力，形成裂缝 	

B. 1.3 采用开挖回填修理坝体裂缝时，可分别采用梯形楔入法、梯形加盖法和梯形十字法，见图 B. 1.3。



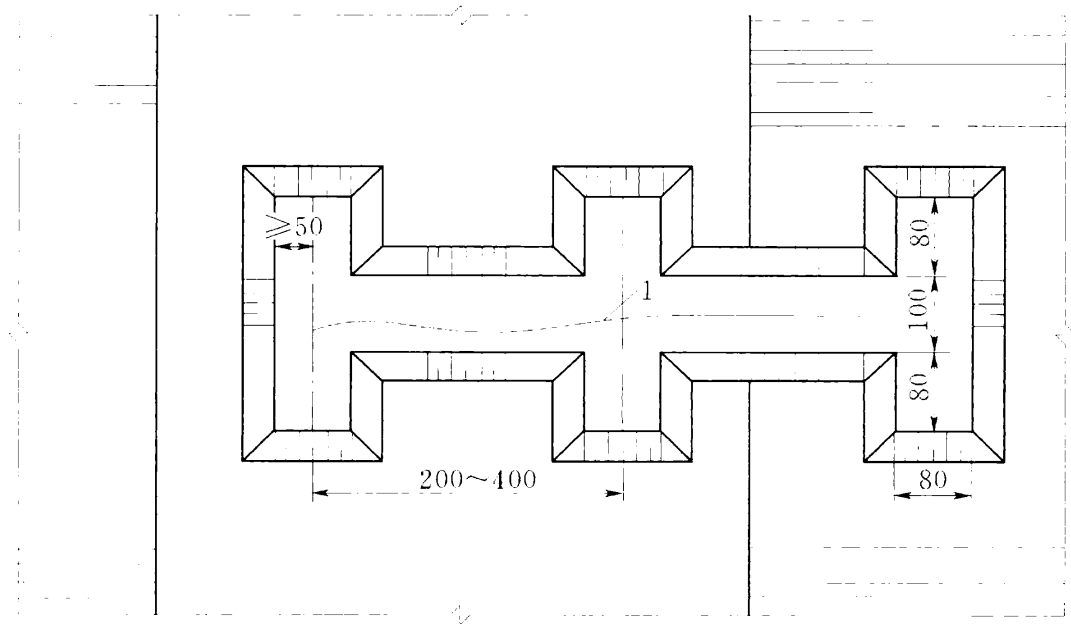
(a) 梯形楔入法



(b) 梯形加盖法

图 B. 1.3 开挖回填处理裂缝示意图 (单位: cm) (一)

1—裂缝；2—开挖线；3—回填时削坡线；4—草皮护坡



(c) 梯形十字法

图 B. 1. 3 开挖回填处理裂缝示意图 (单位: cm) (二)

1 裂缝; 2 开挖线; 3—回填时削坡线; 4 草皮护坡

B. 2 坝体滑坡修理

B. 2. 1 土石坝滑坡类型及特征见表 B. 2. 1。

表 B. 2. 1 土石坝滑坡类型及特征表

类型	滑坡名称	滑坡形状	滑坡特征
按滑坡的性质	剪切性滑坡		<p>1. 坝面首先出现一条主要的纵向裂缝(以下简称主裂缝)及一些不连续的短小裂缝。主裂缝两端逐渐以弯弧形向坝坡下部延伸,随着滑坡的发展,上述变形逐渐加快</p> <p>2. 主裂缝两侧上下错开,随着滑坡的发展,错动距离逐渐加大,滑动体下部将出现带状或椭圆形隆起,并向下游推移</p> <p>3. 坝坡越陡,滑坡的可能越大</p>

表 B. 2. 1 (续)




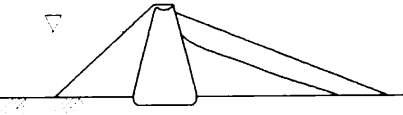
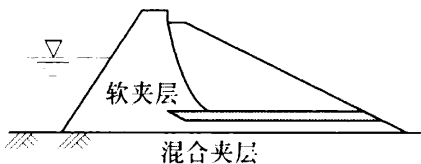


类型	滑坡名称	滑坡形状	滑坡特征
按滑坡的性质	塑流性滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多发生在含水量较大的高塑性黏土填筑的坝体 2. 滑坡的性质是由于土的蠕动作用或塑性流动 3. 在滑坡前，滑动体上部通常不出现明显的纵缝，而是坡面的位移量连续增加。滑动体下部也可能有隆起现象，其中沿软弱层发生的塑流滑坡也会出现纵向裂缝和错距 4. 滑坡过程较为缓慢，但含水量较大、排水不良时，塑性流动也会出现较快的速度
	液化性滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多发生在坝身或坝基有级配均匀、密度较小的中细砂或细砂的土坝 2. 滑坡的原因是当细砂处于饱和状态时，受强烈的振动，砂粒相互脱离处于悬浮状态，以致失去或降低抗滑能力 3. 骤然发生，无征兆
按滑面的形状	圆弧滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 滑动面呈圆弧形 2. 滑弧上端通常位于坝顶或靠近坝肩的上下游坡面上 3. 建于基岩或坚实地基的土坝，滑弧将通过坝趾或坝坡；若属于土基，滑弧有可能穿过坝基
	折线滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多发生在斜墙坝与心墙坝 2. 在沿滑坡体中心且垂直于坝轴线的剖面上，滑缝为两个或两个以上折线构成。砂质坝或砂质坝壳，一般以水位高程为滑缝转折点

表 B. 2. 1 (续)

类型	滑坡名称	滑坡形状	滑坡特征
按滑面的形状	混合滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多发生在坝基或坝体有软弱夹层的土坝 2. 在滑坡体中心且垂直于坝轴线的剖面上，滑缝由通过软弱层的直线与坝体内的曲线组成。当软弱夹层的厚度超过 5m 时，滑面也可能呈圆弧状
按滑坡的部位	上游滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多发生在水位骤降、大风浪袭击或地震等时期 2. 滑坡体的大小与高度取决于水位骤降的幅度和速度、风浪的大小、地震的烈度等
	下游滑坡		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多发生在高水位、持续的特大暴雨和地震时期 2. 滑坡体上部位于坝顶者较为常见

B. 2. 2 土石坝滑坡形成的主要原因见表 B. 2. 2。

表 B. 2. 2 土石坝滑坡形成的主要原因

分类	成因
坝体滑坡	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基础有淤泥层或其他高压缩性土，勘察未探明，设计未能进行处理 2. 选择坝址时，未能避开渊潭或水塘，坝脚沉降过大引起滑坡 3. 坝端破碎带未采取适当防渗措施，产生绕坝渗漏，使局部坝体饱和，引起滑坡 4. 设计中计算指标选用偏高，或对地震考虑不够，坝坡过陡 5. 排水设计不当，背水坡出现渗水逸出，浸润线抬高，引起坝体滑坡

表 B. 2. 2 (续)

分类		成因
坝体 滑坡	施工	1. 碾压不实，干容重未达标，土体抗剪强度不足 2. 水中填筑时未能严格按施工技术要求进行，形成集中软弱层 3. 抢筑临时拦洪断面和合龙段，过坡过陡，填筑质量差 4. 冬季施工没有采取适当措施，冻土层解冻后形成软弱层 5. 将黏性较大、透水性较小的土料填筑在下部，黏性较小、透水性较大的土料填筑在上部，蓄水后，背水坡上部湿润饱和，造成滑坡 6. 心墙坝的砂壳填筑不好，蓄水后产生较大湿陷 7. 土坝加高培厚，新旧坝体之间结合不好，渗水饱和后造成背水坡滑坡
	管理	1. 库水位下降速度过快，上游坝体不能及时排水，形成较大的渗透压力，造成坝坡失稳 2. 坝体上料中的细颗粒堵塞了排水体，浸润线抬高，土体饱和度增加，抗剪强度降低 3. 坝后减压设施堵塞，坝基渗透压力和浮托力增加
	其他	1. 强烈地震引起坝体滑坡 2. 持续大暴雨，使坝体土体饱和，风浪淘刷破坏护坡形成陡坎 3. 大坝附近爆破施工，坝体上部堆载过大

B. 3 坝体渗漏修理

B. 3. 1 土石坝渗漏类型及特征见表 B. 3. 1。

表 B. 3. 1 土石坝渗漏类型及特征表

类型	渗漏类别	渗漏特征
按渗漏的 部位	坝体渗漏	渗漏的逸出点均在背水坡面或坡脚，其逸出现象有散浸（坝坡湿润）和集中渗漏
	坝基渗漏	渗水通过坝基的透水层，从坝脚或坝脚以外的覆盖层的薄弱部位逸出。如坝后沼泽化、流土和管涌等
	接触渗漏	渗水从坝体、坝基、岸坡的接触面或坝体与刚性建筑物的接触面通过，在坝后相应的部位逸出
	绕坝渗漏	渗水通过坝端山体未挖除的坡积层、岩石裂缝、溶洞和生物洞穴等从下游岸坡逸出

表 B. 3. 1 (续)

类型	渗漏类别	渗 漏 特 征
按渗漏的现象	散浸	坝体渗漏部位呈湿润状态，随时间延长可使土体饱和软化，甚至在坝下游坡面形成细小而分布较广的水流
	集中渗漏	渗水可从坝体、坝基或两岸山体的一个或几个孔穴集中流出。有无压流或射流两种。有清水也有浑水

B. 3. 2 土石坝渗漏形成的主要原因见表 B. 3. 2。

表 B. 3. 2 土石坝渗漏形成的主要原因

分类		成 因
坝体渗漏	设计	<p>坝体单薄，边坡太陡，渗水从滤水体以上逸出</p> <p>防渗体设计断面不足；与下游坝体缺乏良好的过渡层，使防渗体破坏而渗漏</p> <p>坝下埋管强度不足；埋管位于性质差异较大的地基时未做特殊处理，造成管身断裂；埋管管身未做截水环或截水环尺寸不足</p> <p>坝后滤水体排水效果不良；对下游可能出现的洪水倒灌无防护措施，泄洪时滤水体被淤塞，迫使坝体浸润线抬高，渗水从坡面逸出</p>
	施工	<p>分层填筑时碾压层太厚，碾压不密实，致使每层填土上部密实而下部疏松，形成水平渗漏通道</p> <p>填料含量砂砾太多，渗透系数过大</p> <p>未控制好填料含水量，碾压未达到设计要求的密实度</p> <p>分段填筑时，由于土层厚薄不同，上升速度不一致，相邻两段的接合部分少压或漏压形成松土带</p> <p>取土不合理，将透水性较小的土料填在下部，透水性较大的土料填在上部，致使浸润线与设计不符，渗水从坝坡逸出</p> <p>冬季施工时，未对冻土做彻底处理，冻土被填在坝体内，形成软弱夹层</p> <p>滤水体施工时，砂石料质量不好，级配不合理，或滤层材料铺设混乱，或被削坡弃土堵塞，使得滤水体作用降低或失效</p>
	其他	<p>白蚁及其他动物危害</p> <p>地震引起的贯穿性裂缝</p>

表 B.3.2 (续)

分类		成因
坝基 渗漏	设计	勘探工作深度不够，设计时未能采取有效防渗措施 防渗措施不满足抗渗要求 黏土铺盖与透水砂砾石地基之间未设有效的滤层，铺盖在渗水压力作用下破坏 对天然铺盖了解不够，薄弱部位未做补强处理
	施工	水平铺盖和垂直防渗设施施工质量较差 管理不善，在库内任意取土，造成天然铺盖受损 基岩的强风化和破碎带未处理，截水墙未深入至新鲜基岩上 基岩上部的冲积层未按设计要求彻底清理干净
	管理	库水位消落，黏土铺盖裸露曝晒出现开裂，或在铺盖上取土或打桩 减压井或其他防渗措施养护维修不善，出现问题后未及时处理 坝后任意取土
接触 渗漏		基础处理不好，未做接合槽或做得不彻底 坝肩接合部分坡面太陡，且清基不彻底，或未做防渗刺墙 埋管、闸墙等混凝土与坝体接合处因施工条件不好，回填质量差，或未做截水环（墙）及其他止水措施
绕坝 渗漏		岸坡存在渗水通道 岸坡天然铺盖被破坏 溶洞及生物洞穴或植物腐烂形成孔洞

B.4 沥青混凝土面板修理

B.4.1 沥青混凝土面板结构形式可分为简式断面和复式断面，结构形式见图 B.4.1。

B.4.2 沥青混凝土面板封闭层厚度宜为 1~2mm；防渗层厚度宜为 6~10cm；整平胶结层厚度宜为 5~10cm。复式断面沥青混凝土面板排水层厚度宜为 6~10cm，下防渗层厚度宜为 5~8cm。防渗层和排水层厚度可按 SL 501—2010 附录 C 的规定进行核算。

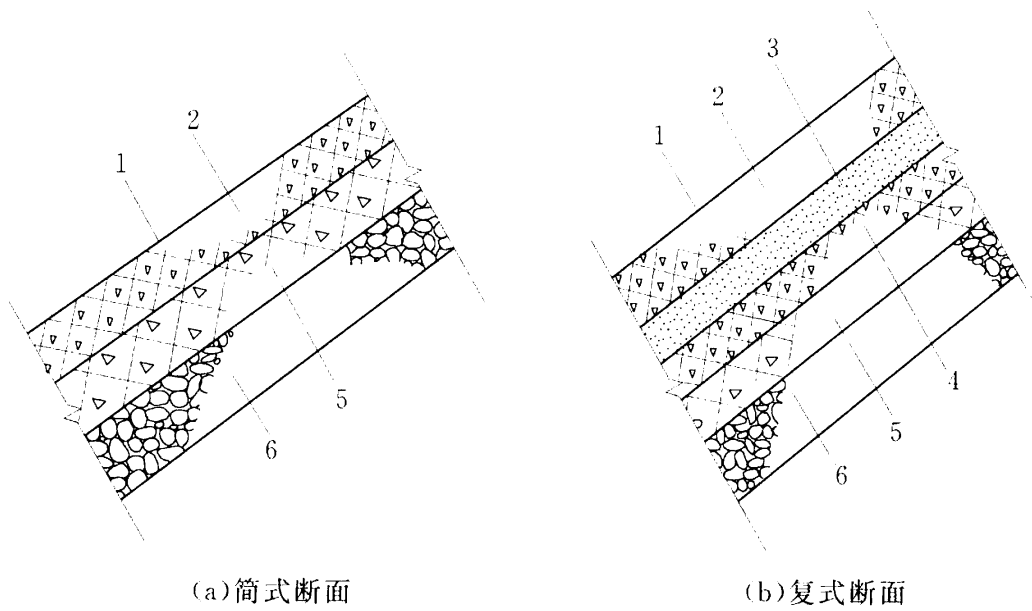


图 B.4.1 沥青混凝土面板断面形式

- 1 封闭层；2—防渗层（复式断面为上防渗层）；3—排水层；
4—下防渗层；5 整平胶结层；6—垫层

标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

标准历次版本编写者信息

SL 210—98

本标准主编单位：湖北省水利厅

本标准参编单位：荆州市水利局

宜昌市水利局

襄阳市水利局

漳河水库管理局

本标准主要起草人：刘贵永 杨常武 倪汉文 乐志明

徐兴孝 李体福

中华人民共和国水利行业标准

土石坝养护修理规程

SL 210—2015

条文说明

目 次

1	总则	71
3	检查	73
4	养护	75
5	修理	77
6	白蚁及其他动物危害防治	90
附录 A	抢修	92

1 总 则

1.0.1 本条是规程编制的目的和依据。近年来大量养护、修理的新材料、新技术、新方法应用于水利水电工程中，其技术也日趋成熟，本次修订将这些新材料、新技术、新方法纳入到本规程中。同时将除土石坝以外的其他水工建筑物、地下洞室、边坡、设施等的养护与修理也纳入本规程中，便于大坝运行管理单位实际操作。

1.0.2 土石坝的等级划分标准按照 SL 252《水利水电工程等级划分及洪水标准》执行。

我国现有各类型水库 9 万余座，其中 90% 以上水库大坝是土石坝。其他类似土石坝的坝型，如水中填土坝、水力冲填坝、爆破堆石坝等的养护和修理均可参照本规程执行。

养护修理对象包括：作为主要挡水建筑物的土石坝及坝上附属设施；与土石坝配套的其他水工建筑物、地下洞室等，如：进/出水口塔体、引（输）水隧洞、电站厂房（含球阀室、地下厂房、主变室、尾闸室、尾调室等地下洞室群和地面厂房）、尾水隧（支）洞、调压井（室）、导流洞、泄洪洞、溢洪道、消力池（或水垫塘）、交通洞、施工洞等；与枢纽安全有关的边坡（滑坡），如隧洞进/出口边坡、近坝工程高边坡、近坝库岸滑坡等；与枢纽安全有关的设施，如安全监测设施、排漂设施、防护栏杆及安全警示标志等。

1.0.3 土石坝的修理包括及时性维修、岁修、大修和抢修。岁修、大修所进行的工程是永久性工程；抢修多属临时性的抢护工程，事后还要再按永久性工程进行大修处理，故将抢修置于附录 A 内。根据汛后全面检查所发现的工程问题，编制岁修计划，报批后进行岁修。当工程发生较大损坏、修复工作量大，技术性较复杂时，运行管理单位亦可报请上级主管部门邀请设计、科研

及施工等单位共同研究制订专门的修复计划，报批后进行大修。当工程发生事故，危及工程安全时，运行管理单位应立即组织力量进行抢修（或抢险），并同时上报主管部门采取进一步的处理措施。

1.0.4 土石坝枢纽的检查与养护是重点，运行管理单位应特别重视检查与养护。检查和养护可将病害消除在萌芽状态，既可保证大坝安全，又可大大降低维修费用。

1.0.6 较大修理项目指修理工程量较多、投资较大的项目；重大修理项目指影响工程整体安全的项目或投资大的项目。较大修理项目与重大修理项目的区分由大坝主管部门根据投资审批权限和对工程的安全影响程度确定。因人工费、材料费、机械使用费等均为不确定因素，本标准未对投资额度进行明确界定，具体判别时由大坝主管部门掌握。

1.0.8 经本次修订后，本标准与 SL 230《混凝土坝养护修理规程》均包括了与土石坝和混凝土坝相关的其他水工建筑物、地下洞室、边坡及设施。为避免两部规范重复内容太多，将边坡的养护与修理放在本标准中，而将枢纽其他水工建筑物、地下洞室、金属结构、安全监测设施等的养护和修理放在 SL 230 中，具体执行时可以互相参照。

3 检 查

3.1 一 般 规 定

3.1.1 检查是养护修理的基础，是发现工程异常和损坏的重要手段，因此需按照本标准和有关规范的规定对土石坝及其枢纽所包含其他水工建筑物、地下洞室、边坡、设施等进行检查。

检查项目和内容结合需要检查的对象制定，详见 3.3 节和 SL 551《土石坝安全监测技术规范》中的现场检查部分。

3.1.2 检查方案主要包括检查项目、检查内容、检查时间、检查频次、检查人员组成、检查路线、检查工具、检查方法与检查记录等具体内容。

3.1.4 消力池定期抽水或水下视频检查的时间一般为 5~10 年，一般与大坝安全定期检查时间相同，在每次大坝安全定期检查前进行。两次大坝安全定期检查期内抽水检查或水下视频检查的次数不能少于 1 次。

3.1.6 SL 551 现场检查一章较为详细地规定了检查的各项内容和方法，其中部分检查内容与养护、修理需要检查的内容重复，其检查结果可直接引用，作为养护和修理的依据。这样做可以大大减少检查的工作量，避免人力和物力浪费。

3.2 检查分类、时间和频次

3.2.3、3.2.4 对于特别检查，必要时组织专人对可能出现险情的部位进行连续监视。如果土石坝枢纽既满足年度检查的要求，又满足特别检查的要求，可以将特别检查与年度检查结合起来进行。

3.3 检查项目和内容

3.3.2 日常巡视检查、年度检查与特别检查的内容要有所区别

和侧重。日常巡视检查主要针对日常巡视中容易被直观发现的缺陷，如坝坡表面缺陷、裂缝，混凝土裂缝、剥蚀，坝体与坝基渗漏，金属结构腐蚀与变形，岩土体裂缝与表面松动，排水导渗设施损坏与淤堵等。年度检查主要针对不易被直观发现或特殊运行工况下才可能出现的缺陷，如坝体滑坡、混凝土碳化、混凝土冻融剥蚀、泄洪道（洞）与消力池混凝土磨损和空蚀、水下缺陷、淤积等。特别检查主要针对特殊工况下出现了险情或有险情征兆时有明显变化的缺陷，如迅速增大的混凝土裂缝、渗漏量突变的渗漏、迅速增加的大坝、围岩与边坡变形等。

3.4 检查方法和要求

3.4.3 年度检查和特别检查的准备工作包括：

- (1) 安排好水库调度，为检查输水、泄水建筑物或进行水下检查创造条件。
- (2) 做好电力安排，为检查工作提供必要的动力和照明。
- (3) 排干检查部位的积水，清除检查部位的堆积物。
- (4) 安装或搭设临时交通设施，便于检查人员行动和接近检查部位。
- (5) 采取安全防范措施，确保检查工作、设备及人身安全。
- (6) 准备好工具、设备、车辆或船只，以及测量、记录、绘草图、照相、录像等器具。

4 养 护

4.1 一 般 规 定

4.1.3 随着我国水库大坝运行管理水平的提升和维护费用的增加，养护已成为保障大坝安全和正常运行的重要措施。大多数水库大坝除了日常开展的及时性养护和定期养护外，还专门针对冻害、碳化、空蚀等病害开展了专门养护。因此，本次修订增加了养护的分类，将养护划分为经常性养护、定期养护和专门性养护。

4.1.4 如果养护所采用的技术、材料和方法有相应的技术标准，除按本标准规定执行外，还应符合相应技术标准的规定。

4.2 坝 顶 养 护

4.2.3 坝端是指坝体与山坡的接触部分，易遭到破坏，也易忽视，在此特别列出。

4.3 坝 坡 养 护

4.3.5 草皮养护的方法有很多，管理单位要根据所使用的草种选择相应的养护方法。

4.4 混 凝 土 面 板 养 护

4.4.1 因混凝土面板位于大坝上游，部分浸没于水下，进行保养和防护时要注意采取相应的安全措施。若为定期养护或专门性养护，不具备水库放空条件时，一般采用降低库水位，使面板露出水面的部分更多。

4.4.3 一般情况下，变形缝止水带不需要特别养护，若出现大面积破损或老化，则需纳入修理的范畴。

4.5 坝区养护

4.5.1 坝区是指按国家规定划定的大坝管理范围，本标准特指除坝顶与坝坡之外的属于大坝管理范围的区域，包括了坝基。

4.6 边坡养护

4.6.2 边坡排水沟破损后，沟内的水会渗入边坡岩土体中，增加渗透压力，并减少岩体和土体的力学参数，引起边坡失稳，因此边坡排水沟出现破损时要及时修复。

4.6.3 对于可能发生滚石的边坡，其防护设施主要是防护网。防护网在公路边坡中应用较为广泛，技术较为成熟，可以应用于水利水电工程中。

4.6.5、4.6.6 边坡加固措施主要有预应力锚索、锚杆、挡土墙、抗滑桩等，抗滑桩位于边坡岩土体内部，无法进行养护。本标准仅列出挡土墙、预应力锚索、锚杆的养护，其中预应力锚索和锚杆的承力部分位于边坡岩土体内，无法进行养护，仅需对其外露的部分进行养护。

5 修 理

5.1 一 般 规 定

5.1.5 坝体渗漏、裂缝、滑坡等病害的修理方法不是各自独立的，往往一种方法既可以修理渗漏问题，也可能修理裂缝和滑坡问题，因此选择修理方法时需综合考虑，以减少修理成本。

5.2 病害调查与成因分析

5.2.1 存在下列一种或多种情况的边坡可以初步判别为有可能失稳的边坡：

- (1) 顺坡向卸荷裂隙发育。
- (2) 已发生倾倒变形或蠕变。
- (3) 下软上硬的双层或多层结构边坡已发生张裂变形。
- (4) 开挖边坡岩体为碎裂结构和散体结构。
- (5) 岩质边坡存在有倾向坡外的结构面，且结构面的倾角小于坡角并大于其内摩擦角。
- (6) 坡面上出现平行边坡走向的张裂缝或环形裂缝。
- (7) 分布有巨厚层崩积物。
- (8) 坡脚被水淹没或水流淘刷的土质边坡。
- (9) 有迹象表明边坡有可能失稳或曾经失稳的边坡。

5.2.3 无损隐患探测的主要方法及适用条件如下：

(1) 电磁法。包括瞬变电磁法、频率域电磁法、可控源音频大地电磁法等。可以用于探测土石坝坝体和防渗墙的统一性、孔洞，黏土斜墙的统一性、空洞，土石坝管涌和散浸等。

(2) 高密度电法。可以用于土石坝裂缝、空洞、渗漏等隐患探测。

(3) 示踪法。包括染料和其他非放射性材料示踪法、同位素示踪法，可以用于土石坝渗漏探测。

(4) 地质雷达法。可以用于土石坝渗漏区、空洞、松散区及坝基软弱层等隐患探测，也可以用于坝体浸润线及砂土特性等。

(5) 声波法。可以用于土石坝渗漏探测。

(6) 连续表面波法。可以用于土石坝裂缝、松散区、防渗墙质量等隐患探测。

(7) 红外热像法。可以用于土石坝渗漏探测。

(8) 地温法。可以用于土石坝渗漏探测。

5.2.4 土石坝病害类型的判断，可以采取下列方法：

(1) 坝体内部裂缝的判断。

一般可以结合坝基、坝体情况从下列几个方面进行分析判断，如有其中之一，可能产生内部裂缝：

a. 当库水位每次上升到某一高程时，在无外界影响的情况下，渗漏量突然增加，且较有规律性。

b. 沉降和位移量比较大的坝段。

c. 填筑碾压质量较差，沉降量比设计值小，而且没有其他客观因素影响。

d. 个别测压管水位比同断面的其他测压管水位低很多，浸润线呈现反常；或注水试验，其渗透系数远高于其他部位；或当库水位上升到某一高程时，测压管水位突然升高。

e. 钻探时孔口无回水，或钻杆突然掉落。

f. 沉降率悬殊的相邻坝段。

(2) 坝体滑坡的判断。

一般可以根据经常性检查、观察的情况，并结合安全监测资料分析结果，从下列几个方面进行分析判断：

a. 从裂缝的形状进行判断。滑动裂缝的主要特征表现为：主裂缝两端有向坝坡下部逐渐弯曲的趋势；主裂缝两侧有错动。

b. 从裂缝发展规律进行判断。滑动性裂缝初期发展缓慢，后期逐渐加快。

c. 从坝坡位移规律进行判断。坝坡在短时间内出现持续而显著的位移时，特别是伴随有裂缝现象时。坝坡下部水平位移大

于上部水平位移；坝坡下部垂直位移向上，上部垂直位移向下。

d. 从浸润线监测成果进行判断。当库水位相近而测压管水位逐渐升高时需特别关注。

e. 根据孔隙水压力监测成果进行判断。如实测孔隙压力系数高于设计值时，对坝坡稳定不利，需及时进行坝坡稳定复核，并做出滑坡判断。

(3) 大坝坝体和坝基的异常渗漏。可以根据下列现象进行判别：

a. 土石坝发生散浸、漏水、翻砂冒水、砂沸、管涌流土或沼泽化、塌坑、浑水等现象时，上游发生漩涡、翻泡、塌坑等现象时，可以判定为异常渗漏。

b. 对坝后渗流进行观察，发现下列现象时，可能存在异常渗漏。

i) 观察坝后渗出的水色、部位和表面现象。如果是清澈见底、不含土颗粒，一般正常渗漏。如果渗水由清变浊，或明显可见土颗粒，则属于异常渗漏。

ii) 坝脚出现集中渗漏，如果渗漏量剧增，或渗水突然变浑浊，则是坝体发生渗漏破坏的征兆。如果渗漏量突然减少和中断，可能是渗漏通道顶壁坍塌引起的暂时堵塞，是坝体渗漏破坏进一步恶化的征兆。

iii) 滤水体以上坝坡渗水均属异常渗漏。

iv) 渗水颜色为红色、黑色等，可能是渗水带出土料中的矿物质，会引起渗透破坏或堵塞滤水体。

c. 根据安全监测资料分析成果进行异常渗漏判断。

i) 根据库水位、测压管水位、渗漏量等过程线及库水位与测压管水位关系曲线、库水位与渗漏量关系曲线来判断渗漏情况。

ii) 库水位相同的情况下，渗漏量不变或逐年减少为正常渗漏。渗漏量随时间增加而增大，甚至发生突然变化，属于异常渗漏。

5.3 坝坡修理

护坡是土石坝外部结构的重要组成部分。设置护坡的目的主要是抵御风浪、防护冰凌、防止雨水冲刷和风蚀，保护坝身。护坡的类型很多，根据当地建筑材料不同而异，本标准中仅列出了砌石护坡、混凝土护坡和草皮护坡等常见护坡类型的修理方法和要求，其他类型的护坡可参照类似护坡的修理方法和要求进行修理。

严寒冰冻地区大坝护坡的养护修理，东北地区有很多好的经验，其主要经验是：①护坡尺寸和厚度需满足承受风浪和冰推力的要求；②垫层需满足防止冲刷、管涌的要求；③坝体如为黏土时，需在其中修一层防冻保护层。

沿海台风地区大风浪是大坝护坡损坏的重要因素，海南、广东、福建等省对护坡抗御大风浪都有很好的经验，主要是用大块径、大重量的石料，竖砌紧密。

西北地区有许多粉砂壤土的坝体，易受雨水冲刷和风的侵蚀，对坝体的保护，山西、陕西等省也有许多好经验，主要是在坝体表面加做黏性土保护层和加强坝面排水设施，尤其是要在下游坝肩做纵向排水沟，防止雨水直接冲刷坝坡。

本标准将这些经验已列入条文中。

5.3.3 有关浆砌石所采用的水泥标号和砂料指标，详见 SD 120—84《浆砌石坝施工技术规定》第 2.1.2 条和第 3.2.4 条。

5.3.6 低茎蔓延的草类可以采用爬根草（或称盘根草，蜈蚣草）。

湖北省使用草甘磷除草剂消除坝坡杂草效果很好，故本标准推荐使用该药剂进行大坝的除杂净草。使用时需注意下列问题：

(1) 药液配比。草甘磷：清水为 1：2～1：4，为增强药液附着力，可在每千克药液中参配 0.2kg 洗衣粉。

(2) 施药时间。以杂草生长旺盛至成熟的 7—8 月为好，喷药时间要选择露水干后的晴热高温天气，这样有利于药液的吸收和传导。

(3) 施药方法。用一般喷雾器均匀喷洒，以杂草叶面附满水珠为准。

(4) 药效检验。喷药后 7~10d，杂草开始凋萎枯黄，半月后根系腐烂死亡。

5.4 混凝土面板修理

5.4.1

1、2 混凝土面板常用于堆石坝上游面的防渗，如位于湖北省宜昌市的西北口水库，大坝就是钢筋混凝土面板防渗碾压式堆石坝，常见的损坏多是面板裂缝，该面板已发生裂缝 257 条，经过修理的有 134 条，缝宽小于 3mm 的未做处理；采用的处理方法多是表面涂抹、表面粘补和凿槽嵌补。

4 大桥水库主坝为堆石面板坝，最大坝高 93m，坝体经 10 年的正常沉降与“5·12”汶川地震沉降，大坝上游混凝土防渗面板及坝顶混凝土路面出现由脱空引起的局部裂缝与变形。经上游防渗面板与坝顶路面脱空区域与脱空深度调查，同时分析脱空产生的原因以及对大坝安全运行的影响，提出对脱空区域的处理方案。采用不低于 M10 的高流动性水泥砂浆进行充填灌浆处理，孔距 2.0m 梅花布置，灌浆压力以不对混凝土结构产生破坏作为控制压力，采用不同浆液浓度多次灌浆使其达到密实饱满，效果较好。株树桥水库，最大坝高 78m，为钢筋混凝土面板堆石坝，1990 年蓄水后出现渗漏，且面板下部出现脱空现象，经分析认证后，对面板脱空采取了两个处理方式：对面板出现破损且需重新浇筑混凝土的部位，采用回填改性垫层料的方法，然后浇筑混凝土；对脱空严重但面板较为完整的部位，采用凿孔充填灌浆的方法。回填垫层料为掺加 5%~8% 水泥的改性垫层料，充填灌浆料为掺加适量粉煤灰的水泥砂浆。经处理后，大坝渗漏明显改善，效果较好。

5.4.2

1 条文中水泥标号和水泥砂浆配比指标系采用《水工建筑

物养护修理工作手册》(水利电力出版社, 1980) 第三章混凝土建筑物裂缝的处理中所提出的数据, 详见该书第 147 页。

2 用于面板裂缝修理的环氧材料的组合成分如下:

- 1) 环氧基液: 环氧树脂+增韧剂+稀释剂+固化剂。
- 2) 环氧粘结剂: 环氧基液+粉状填料。
- 3) 环氧砂浆: 环氧粘结剂+砂。
- 4) 环氧混凝土: 环氧砂浆+石子。

其参考配合比可以按表 1 和表 2 中数据选用。

表 1 环氧基液配比 (重量比)

材料名称		环氧树脂		固化剂			增韧剂		稀释剂	
		6101 号	间苯二胺	二乙烯三胺	乙二胺	304 号	二丁酯	690 号	丙酮	
配合比	1	100	16			30		20		
	2	100			6~7		20			
	3	100		10			15	10		

表 2 环氧砂浆配比 (重量比)

材料名称		环氧树脂			固化剂		增韧剂		稀释剂		填料	
		637 号	634 号	6101 号	间苯二胺	乙二胺	304 号	邻苯二甲酸二丁酯	690 号	甲苯	石英粉	砂
配合比	1	100			12			10		15	600	800
	2			100	15~17		30		20		500	850
	3		100		18			20	15		150	450
	4			100	14		30				125	375
	5		100			6		15		5		1041

3 H52 系列防腐、堵漏、粘结涂料是中船总公司七〇一研究所研制的新产品, 原用于舰船、钢桩码头及各类化工设备的防腐问题; 该产品对钢铁、混凝土、石材的附着力极强, 有较高的柔韧性和耐冲击性; 该产品抗拉强度不小于 7MPa, 抗压强度不

小于 80MPa；近年来，在水坝、隧道、储水池、各种管道和容器等的防渗、堵漏、补强方面推广应用，效果很好，其施工简便，价格便宜，故本标准特将该产品列入。如江西万安水库大坝和泄洪道裂缝的处理；武汉市 1.4m 直径混凝土自来水管接缝脱落漏水采用该材料处理后，能承受 0.6MPa 的水压等。

5.4.4

1 嵌补材料。该款中仅列出了 PV 密封膏、聚氯乙烯胶泥和沥青油膏等常用的三种材料，嵌补材料还有环氧焦油砂浆、酮亚胺环氧砂浆、沥青砂浆、沥青麻丝和预缩砂浆等；有关聚氯乙烯胶泥和沥青油膏的配制及施工工艺，可参考《水工建筑物养护修理工作手册》一书中的有关内容。

2 凿槽处理。嵌补时沿裂缝凿槽一般采用三种槽形：一是 V 形，V 形口宽 2~6cm，深 4~6cm；二是梯形，梯形上口宽 9~16cm，底部宽 4~6cm，深 4~6cm；三是倒梯形，倒梯形上口宽 6~9cm，底部宽 10~15cm，深 4~6cm。V 形槽多用于竖直裂缝，梯形槽多用于水平裂缝，倒梯形槽一般多用于顶面裂缝及有水渗出的裂缝。

3 PV 密封膏是南京水利科学研究院研制的处理混凝土裂缝的产品，在湖北省西北口面板坝裂缝处理中得到应用，处理后观察，效果很好。该产品拉断伸长率不小于 800%，拉断强度不小于 0.2MPa，抗渗性不小于 1.0MPa，且施工简便，故将该产品纳入本标准。

5.4.7 大部分修理工作属于表面修理的范畴，包括：

(1) 防渗层破坏区域的局部修补。

(2) 对穿透表面防渗层或贯穿面板各层料的裂缝进行处理与封闭。

(3) 封闭层局部与全面修复。

表面修理与局部修补的程序包括从破坏区域切割掉防渗材料，必要时用喷灯烘烤并研磨，铺洒乳化沥青层，铺筑并碾压沥青混凝土。然后在良好的、未被破坏的沥青混凝土表面铺洒表面

处治层。

5.5 坝体裂缝修理

5.5.4

6 浆液初凝时间约为 12h。

5.5.5

1 坑槽开挖深度约 2m。

5.6 坝体滑坡修理

5.6.1 条文中提出的滑动已终止的滑坡，是指滑坡体已相对稳定或滑动的发展极为缓慢，可以进行永久性处理的滑坡。

5.6.6 导渗排水处理滑坡，主要是指采用导渗沟的形式，利用导渗沟将坝坡内的渗水安全导出，使坝坡干燥，增加稳定性，同时以沟代撑，稳定坝坡。

5.7 大坝渗漏修理

5.7.1 土石坝坝体都具有一定的透水性，渗漏现象不可避免，通常有正常渗漏和异常渗漏。当渗漏水从导渗排水设施排出，逸出坡降小于允许值，并不会引起土体渗透破坏时，称为正常渗漏。当渗漏存在渗透破坏或渗漏量较大而影响蓄水兴利和发电效益时称为异常渗漏。对于异常渗漏，要认真检查、观测、研究分析，并根据分析结果采取必要的处理措施，减小渗漏或防止渗漏扩大。

水库库底的淤积会增加铺盖的厚度，使新建水库渗漏量随水库运行时间的延续而减少，因此对于新建水库的渗漏可以在经过一段时间的试运行后再分析决定是否进行修理以及采取何种修理措施。

5.7.3 处理坝基渗漏和绕坝渗漏的方法很多，除本条文中提出

的几种方法外，还有射水法建造混凝土防渗墙、铺设土工膜等修理方法，若具备条件时可以采用。

SL 210—98 将振动沉模防渗板墙法作为处理坝体渗漏的方法列入条文。考虑该方法目前已较少使用，因此本次修订时在条文中将该方法删除。

5.7.7 土工薄膜是一种新型坝工建筑材料，简称土工膜。近 30 年来，土工薄膜在土石坝工程防渗方面得到广泛应用；但土工膜在土石坝工程设计上目前尚缺少较为完整统一的设计理论和准则，本标准中所提出的指标或数据，是参考《水利管理技术资料选编》（水利电力部水利管理司，1986）中“土工薄膜在坝工中的应用”、《小型水库管理丛书》（中国水利水电出版社，1994）第二分册第二章第五节（二）“塑料薄膜防渗斜墙”及《水利工程管理技术》杂志中土工织物应用专栏有关土工膜应用的文章等技术资料后，结合实际情况，为便于操作而提出的综合性数据。

常用的土工膜有聚乙烯、聚氯乙烯、复合土工膜等几种。

土工膜防渗的成败，取决于薄膜保护层的稳定，保护层的稳定又取决于坝坡的坡度和保护层的厚度，因此，铺设土工膜时坝坡的坡度不得陡于 1 : 2.5，保护层垂直于坝坡的厚度不小于 50cm。

5.7.8 冲抓套井回填黏土截渗墙的机理，是利用冲抓机具，在坝体渗漏范围造井，用黏性土料分层回填夯实，形成一连续的套接黏土防渗墙，截断渗流通道，达到截渗目的。

关于排距。要根据坝高和渗漏情况确定，一般坝高在 25m 以下时，可以考虑一排套井，在施工中再根据渗漏情况增设加强孔；坝高超过 25m，达到 40m 时，可以考虑布置两排或三排套井，若钻井直径为 1100mm 时，两排套井的排距为 0.89m，井距为 0.86m，三排套井时，排距为 0.83m，井距为 0.95m。

造孔机具。一般都采用浙江省天台县机械厂生产的 8JZ-95 型冲抓式打井机。其主要技术性能指标见表 3。

表 3 8JZ—95 型冲抓式打井机主要技术性能指标表

项 目	单 位	技术性能指标	项 目	单 位	技术性能指标	
直径	cm	110	底架尺寸	cm	700×109	
钻孔深度	m	40	全部重量（机重）	kg	3500	
启动速度	m/s	0.7	配套动力	kN	17~22	
启动能力	kN	30	夯垂重量	kN	6~8	
钢丝绳直径	mm	17.5	配套 机具	安全笼	个	1
钻头重量	kg	1540		弃上车	辆	1
塔架高度	cm	540		自翻斗车	辆	1

5.7.9 混凝土防渗墙是利用专用机具，在坝体或地基中建造槽孔，以泥浆固壁，采用直升导管法向槽孔内浇筑混凝土，形成连续的混凝土防渗墙，截断渗漏途径，达到防渗目的。

对于处理坝基的防渗墙，其上部要与坝体的防渗体相连接，墙的下部要嵌入基岩的弱风化层；对于处理坝体的防渗墙，其下部要与基础防渗体相连接；对于处理坝体、坝基的防渗墙，可以从坝顶造槽孔，直达基岩的弱风化层。

槽孔长度与造孔机具、坝体填筑质量、混凝土供应能力有关，在保证造孔安全成墙的前提下，槽孔越长，套接接缝越少，墙的防渗性能越好。国内建造混凝土防渗墙的槽孔长度，短的1.85m，长的达到38.2m，实际操作时，可以灵活选用。

混凝土防渗材料分为钢性材料和柔性材料。钢性材料有纯混凝土和钢塑混凝土；柔性材料有塑性混凝土和自凝灰浆等。根据具体情况采用。

造孔垂直精度。为了保证槽孔间接合处满足防渗墙最小厚度

的要求，钻孔的垂直度要达到一定的精度，我国葛洲坝防渗墙钻孔偏斜率控制在 0.3%~0.5%，本条文中提出的孔斜率为 0.4%。为保证钻孔的垂直精度，造孔机具均要设置导向装置。

5.7.10 利用一定的灌浆压力将坝体劈裂，同时灌注泥浆充填裂缝和漏洞，截断渗流途径。DL/T 5238—2010《土坝灌浆技术规范》中提出，灌浆最大允许压力可以在现场试验确定，也可以用公式计算，计算公式见 DL/T 5238—2010 的附录三。

灌浆土料和浆液浓度。为便于操作，提出了一般控制数值；具体应用时，也可以按 DL/T 5238—2010 中灌浆土料选择表和浆液物理力学性能表的要求采用，见表 4 和表 5。

表 4 灌浆土料选择表 %

项目	劈裂式灌浆	充填式灌浆	项目	劈裂式灌浆	充填式灌浆
塑性指数	8~5	10~25	砂粒含量	10~30	<10
黏粒含量	20~30	20~45	有机质含量	<2	<2
粉粒含量	30~50	40~70	可溶盐含量	<8	<8

表 5 浆液物理力学性能表

项目	劈裂式灌浆	充填式灌浆	项目	劈裂式灌浆	充填式灌浆
容量 / (t/m ³)	1.3~1.6	1.3~1.6	胶体率 /%	>70	>80
黏度 /s	20~70	30~100	失水量 /(cm ³ /30min)	10~30	10~30
稳定性 / (g/cm ³)	0.1~0.15	<0.1			

5.7.11 高压喷射灌浆是利用置于钻孔中的喷射装置射出高压水束冲击破坏被灌地层结构，同时将浆液灌入，形成按设计方向、深度、厚度和结构形式，与地基紧密结合的、连续的防渗帷幕体，达到截渗防渗的目的。该项技术具有设备简单、适应性广、工效高、效果好等优点，已先后在全国 20 多个省（自治区、直辖市）的 100 多项工程中推广应用，取得了较好效果，故本标准

将其列入。

条文中提出造孔时，要求坝体部分干钻、套管跟进方式进行，是考虑只单独处理坝基渗漏、坝体不需要处理的情况下，防止高压水、气切割地层的混合液体回流时破坏坝体结构；如果坝体与坝基一并处理时，可以不采用该项措施。

5.7.12 条文中提出要求造孔时，坝体部分干钻、套管跟进，坝体与基岩接触面用水泥砂浆封固管脚的措施，是考虑许多水库坝体只设有黏土截水槽，没有设混凝土盖板，为防止钻孔和灌浆时循环水和浆液侵入坝体而采取的必要措施。

5.7.13 土坝坝体灌浆分为充填式灌浆和劈裂式灌浆。充填式灌浆适用于处理性质和范围都已确定的局部隐患；劈裂式灌浆适用于处理范围较大，问题性质和部位又都不能完全确定的隐患。本条所述属充填式灌浆，采用该方法时，要事先做好隐患探测和分析，进行充填式灌浆设计，准备好灌浆材料和机具，然后按布孔、造孔、制浆、灌浆、封孔的工艺流程进行。

5.7.17 土工织物是取代砂石滤水材料的一种新型滤水材料，是以维纶、涤纶、丙纶为原料，采用针刺法生产而成，称为无纺土工布，它具有强度高、弹性好、渗透性强、施工简易、造价低廉等优点，在水工建筑物的防汛抢险、滤水导渗方面得到广泛运用；土工布的规格以每平方米重量进行区分，目前生产的规格有 $150\sim 500\text{g}/\text{m}^2$ ，幅宽 2m ，长 50m ；用于散浸导渗时一般采用 $300\sim 350\text{g}/\text{m}^2$ 的土工布。

5.7.18 坝后导渗、压渗处理坝基渗漏的方法很多，条文中提出的是各地比较广泛采用的几种方法，除此之外，还有砂土压渗和铺设土工膜防渗等方法，可以灵活采用。

5.8 排水导渗设施修理

5.8.2

3 过去修建的堆石坝趾滤水体的顶部，大多没有进行封闭处理，经过多年的运用，滤水坝趾堵塞现象比较普遍，究其原因

多属坝坡土粒被雨水冲刷侵入滤水坝趾内所致，因此本条提出滤水坝趾顶部要进行封闭处理或设排水沟，防止坝坡土粒进入滤水坝趾内。

5.9 坝下埋涵（管）修理

5.9.2 衬砌加固分为两种。内衬是涵管内壁衬砌一层浆砌块石或预制混凝土。套管法是将预制的钢筋混凝土管或钢丝网水泥管一节一节地套在原涵管之中，然后在新旧涵管之间填充水泥砂浆或预埋骨料灌浆。衬砌或套管后，过水段面及通过流量均相应减小。

6 白蚁及其他动物危害防治

6.2 白蚁及其他动物危害检查

6.2.1 白蚁的地表活动与温度变化、植被的增减等自然环境有着密切的关系，每年春季（4—6月）和秋季（9—11月）为白蚁地表活动旺盛季节，此时进行普查最佳。

6.2.5

1 迹查法。即组织适当的专业技术人员，在坝坡排成一字形队形，寻找白蚁地表痕迹。根据湖北省荆江大堤白蚁防治统计资料，采用地表查找方法查出的白蚁占总数的84%，是最有效的方法。

2 引诱法。适用于植被减少、自然环境遭到破坏、在地表查不出白蚁痕迹的情况。引诱桩、堆、坑的设置标准是纵距10m左右，横距5m左右；发现白蚁活动迹象的桩、坑、堆后，要做好标记和记录。

(1) 引诱堆。即就地铲下坝坡的杂草，与1/3的泥土混合堆放，堆的底径约60cm左右，高约40~50cm，在坝坡呈梅花形堆放，堆底放置白蚁喜食的饵料；白蚁喜食的饵料一般有干枯的野艾蒿、茅草、松木片、甘蔗渣、桉树皮、棉籽壳等；引诱堆每隔15d翻堆检查一次，检查后随时还原，往往可以发现大量白蚁。

(2) 引诱桩。即将松树做成30cm×5cm×3cm的木桩，钉入坝坡土内25cm，木桩的布置与引诱堆相同。

6.2.6 检查结束后，要对白蚁的危害程度进行分级，然后根据不同危害程度开展白蚁防治工作。白蚁危害程度分重大危害、严重危害、中度危害、轻度危害四级。

(1) 重大危害。蚁巢进入成年巢期，巢龄15年以上；空腔容积达5m³以上；坝体内有贯穿性蚁道；因白蚁活动造成漏洞、

跌窝、脱坡等重大险情；成片水保林木（含苗木）80%以上存在白蚁危害。

（2）严重危害。蚁巢进入中龄期，巢龄5年及以上；坝体上有分群孔；因白蚁危害造成散浸、湿坡等一般性险情；成片水保林木60%以上存在白蚁危害。

（3）中度危害。蚁巢尚处幼龄期，巢龄5年以下；大坝100m长度内白蚁活动迹象多于5处；成片水保林木30%以上存在白蚁危害。

（4）轻度危害。检查时发现白蚁活动迹象和活白蚁，但尚达不到中度危害程度。

6.3 白蚁危害预防

6.3.1 坝区周围500~1000m范围的山坡、荒地、坟墓等是白蚁“安营扎寨”的基地，是传播白蚁的主要来源，因此要加强坝区周围的环境管理，消灭白蚁的滋生地。

6.3.3

2 白蚁分飞期减少坝区灯光的目的是避免招来有翅成虫繁殖，从生态环境上防止白蚁滋生。

4 白蚁喜食的物料包括枯枝、杂草、艾蒿、茅草根等。白蚁的天敌包括鸡群、青蛙、蟾蜍、蜘蛛、蝙蝠和鸟类等。

6.4 白蚁危害治理

6.4.1 药物灌浆是治理白蚁三个环节中的灌填环节，在采用破巢除蚁或药物诱杀灭蚁之后，要采取灌填措施，充填留在坝体内的蚁路，杜绝隐患。

6.4.4 施药1个月后或第2年同期，蚁害地表特征明显减少，说明灭治已有效果。但停药二三年后由于幼龄群体的繁衍扩大，泥被泥线等地表特征又会明显增加。因此，防治土坝白蚁必须坚持连续几年施药，才能真正达到控制蚁害的目的。

附录 A 抢 修

A.2 漏洞的抢修

A.2.3 反滤围井仅作为防止险情扩大出口的临时措施，不能完全消除险情。采用反滤围井作漏洞出口导渗排水时，要满足下列要求：

(1) 坝坡尚未软化、出口在坡脚附近的漏洞，可以采用此法；坝坡已被水浸泡软化的不能采用。

(2) 砌筑围井前要清基引流，将洞口周围的杂草清除；用竹筒或皮管将漏水进行临时性的引流，以利围井砌筑。

(3) 围井砌筑。围井范围视洞口多少而定，单个洞口围井直径为 1~2m，围井高度能使漏出的水不带泥沙，一般高度为 1~1.5m；围井垒砌一定高度后，拔除临时引流管，在井内按反滤要求填砂石反滤材料；然后继续将围井垒砌到预定高度。

(4) 安设好溢水口，在距围井顶 0.3~0.5m 处安设竹筒或钢管，将水安全引出。



155170.211

SL 210—2015

中华人民共和国水利行业标准
土石坝养护修理规程
SL 210—2015

*

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话: (010) 68367658 (发行部)
北京科水图书销售中心 (零售)
电话: (010) 88383994、63202643、68545874
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
北京瑞斯通印务发展有限公司印刷

*

140mm×203mm 32开本 3.125印张 84千字
2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

*

书号 155170·211

定价 32.00 元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,
本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

水利水电技术标准
咨询服务中心



微信二维码,扫一扫
信息更多、服务更快