

# DB51

四川省地方标准

DB51/T XXXX—XXXX

## 山坪塘综合整治技术规范

Technical specification for comprehensive improvement of ponds

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

四川省市场监督管理局 发布



目 次

前言 ..... III

引言 ..... V

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 总体要求 ..... 2

5 挡水建筑物整治 ..... 3

6 泄水建筑物整治 ..... 6

7 取水建筑物整治 ..... 6

8 塘底及边坡整治 ..... 7

9 附属设施 ..... 8

附 录 A ..... 10

附 录 B ..... 15

附 录 C ..... 19

参 考 文 献 ..... 21



## 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由四川省水利厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：四川省农村水利中心、四川大学工程设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：刘祥海、杨中华、李小余、梁照江、宋跃、陶熙珂、钟晨晨、王喜、杨庆、聂锐华、张虎、廖莉、徐晓娟、胡馨之、李晗、徐乙玮、罗桢。

本次为首次发布。



## 引言

为规范全省山坪塘整治工作，提高整治工作系统性、技术适用性和经济合理性，参照水利部《小型病险水库除险加固工程初步设计技术要求》《四川省重点山坪塘整治项目建设与管理工作指南》等有关规定，结合近年来我省开展重点山坪塘综合整治和小型病险水库除险加固工程的实践经验，编制完成本文件。





# 山坪塘综合整治技术规范

## 1 范围

本文件规定了山坪塘综合整治总体要求，以及挡水建筑物、泄水建筑物、取水建筑物、塘底及边坡和附属设施的整治技术要求。

本文件适用于挡水建筑物为土石坝的山坪塘综合整治工作，其他山坪塘可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 50290 土工合成材料应用技术规范  
GB5084 农田灌溉水质标准  
GB 50487 水利水电工程地质勘察规范  
SL 44 水利水电工程设计洪水计算规范  
SL/T 62 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范  
SL 189 小型水利水电工程碾压式土石坝设计规范  
SL 191 水工混凝土结构设计规范  
SL 210 土石坝养护修理规程  
SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准  
SL 253 溢洪道设计规范  
SL 258 水库大坝安全评价导则  
SL 265 水闸设计规范  
SL 285 水利水电工程进水口设计规范  
SL 303 水利水电工程施工组织设计规范  
SL 379 水工挡土墙设计规范  
SL 386 水利水电工程边坡设计规范  
SL 564 土坝灌浆技术规范  
SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 山坪塘 pond

为进行水资源开发利用修建的具有挡水建筑物、泄水建筑物和取水建筑物，具备灌溉、供水等一种或多种功能，且蓄水总库容不小于0.05万m<sup>3</sup>、不足10万m<sup>3</sup>的小型蓄水工程。

### 3.2 重点山坪塘 key pond

蓄水总库容不小于5万m<sup>3</sup>、不足10万m<sup>3</sup>的山坪塘。

### 3.3 一般山坪塘 general pond

蓄水总库容不小于0.05万m<sup>3</sup>、不足5万m<sup>3</sup>的山坪塘。

### 3.4 串联型山坪塘 series-wound ponds

多个山坪塘沿着同一集流沟道，自上而下（从上游到下游）梯级布置，相互串联连接，形成一个链状或阶梯状的山坪塘群。

## 4 总体要求

4.1 山坪塘综合整治应开展安全评价（见附录 A、B），对评定为病险类的山坪塘实施系统改造，全面消除病险隐患，以确保山坪塘安全运行、稳定发挥效益。

4.2 山坪塘的工程等别为 V 等，建筑物级别均为 5 级。

4.3 当山区、丘陵区山坪塘永久性挡水建筑物的挡水高度低于 15m，且上下游最大水头差小于 10m 时，其洪水标准宜按平原区标准确定；当平原区山坪塘永久性挡水建筑物的挡水高度高于 15m，且上下游最大水头差大于 10m 时，其洪水标准宜按山区、丘陵区标准确定。

山坪塘的永久性水工建筑物洪水标准，应按表 1 确定。

表 1 山坪塘永久性水工建筑物洪水标准

山坪塘类型	项目	洪水标准[重现期（年）]	
		山区、丘陵区	平原区
重点山坪塘	设计洪水	20	10
	校核洪水	200	20~50
一般山坪塘	设计洪水	10	10
	校核洪水	50~100	20~50

注1：一般山坪塘位于城市、乡镇、村庄或重要防洪目标等上游500m以内时，失事后可能直接造成下游人员伤亡或房屋倒塌，校核洪水标准取大值。

注2：串联型山坪塘最上级的重点山坪塘，校核洪水标准取大值；下游重点山坪塘的防洪能力需复核上游溃坝洪水影响，经论证，必要时同步提高标准。

注3：一般山坪塘坝高超过10m、串联型山坪塘的最上级，失事后可能直接造成下游人员伤亡或设施损毁，按照重点山坪塘洪水标准选取。

注4：山坪塘的消能防冲标准由永久性泄水建筑物级别决定，5级建筑物的消能防冲按10年一遇洪水标准确定。

4.4 对于集雨面积较小的山坪塘，在确保防洪安全的前提下，其取水建筑物可兼作泄水建筑物。

4.5 山坪塘工程管理责任主体应当采取有效措施，禁止机动车辆在山坪塘坝顶通行。确需利用坝顶兼作公路的，应当有相应的安全维护措施，由公路建设单位提出申请，并经有管辖权的水行政主管部门科学论证后会同交通运输行政主管部门审批。

4.6 山坪塘综合整治应广泛汲取工程实践经验和科学研究成果，积极慎重采用新结构、新技术、新材料、新设备。

4.7 被评定为“病险类”的山坪塘，已丧失原灌溉或供水功能的，经论证后可进行报废处置。

## 5 挡水建筑物整治

### 5.1 一般要求

5.1.1 坝顶高程不应低于山坪塘静水位与坝顶超高之和。按设计洪水位加正常运用条件的坝顶超高和校核洪水位加非常运用条件的坝顶超高两种情况计算，取最大值。

5.1.2 坝顶超高的确定见附录 A.3.2.3。

5.1.3 重点山坪塘坝顶宽度不宜小于 3m。坝顶路面结构可采用碎石、混凝土等结构型式。

5.1.4 坝顶其他构造要求按照 SL 189 相关规定执行。

5.1.5 上游护坡可选用浆砌混凝土预制块（板）、现浇混凝土板、浆砌石、抛石护坡等型式，护坡的范围应延伸至死水位以下不小于 1.5m 或坝脚。

5.1.6 下游护坡可采用草皮、干砌块石或混凝土预制块等护坡，护坡范围从坝顶至坡脚排水体顶部或至坝脚。

5.1.7 坝体反滤应符合下列要求：

a) 当新培厚填筑的坝体土料与相邻土层间不满足层间关系时，应设置合理的反滤层和过渡层。土质防渗体与坝壳排水体或坝基透水层之间应满足反滤原则，否则应设置反滤层或同时设置反滤层和过渡层；

b) 反滤的厚度应根据材料的用途及施工方法等情况确定。水平反滤层、竖向或倾斜反滤层每层的最小厚度可采用 0.2m，采用机械填筑时的最小水平宽度可视施工机械和施工方法确定。

5.1.8 坝体排水应符合下列要求：

a) 下游坝面宜设置坝体排水设施，排水设施应具有充分的排水能力同时应满足反滤要求，保证渗透稳定。坝体排水设施一般有贴坡排水和棱体排水两种型式，山坪塘整治中，对于现状坝体无排水设施的，应新建排水设施，宜优先选用贴坡排水型式；对于现状坝体已有贴坡排水或棱体排水的，宜对已有排水体进行翻修整治；

b) 贴坡排水从内到外至少包含反滤层及外部护坡层两层，总厚度(含反滤层)不宜小于 0.5m。反滤层可选用级配良好的砂砾石，厚度宜不小于 0.2m；外部护坡层厚度宜不小于 0.3m，可采用干砌混凝土预制块或大块石；

c) 棱体排水从内到外至少包含反滤层及堆石砌体层两层，顶宽不宜小于 0.8m。排水体顶部高程高出浸润线逸出点。

5.1.9 下游坝面与两边岸坡连接处、坝脚处应设置排水沟，排水沟宜采用现浇混凝土或浆砌预制块砌筑，断面尺寸不宜小于 0.3m×0.3m。其他部位的坝面排水宜结合护坡型式进行设置。

5.1.10 下游坝坡宜设置梯步，位置根据山坪塘巡查管理需求确定，梯步宽度不宜小于 1.2m。

### 5.2 坝体裂缝

5.2.1 坝体裂缝处理可采用翻松夯实法、灌上封口法、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。选用原则应符合 SL 210 规定。

5.2.2 坝体裂缝处理不同方法施工技术要求应符合 SL 210 规定。

### 5.3 坝坡

**5.3.1** 根据地形地质条件、坝前淤积厚度、坝型、坝高、材料料源、施工条件等因素，坝体抗滑稳定加固措施可采用坝坡削坡放缓、坝坡削坡放缓结合培厚、坝坡培厚、挡墙护坡、抛石（堆石）压重等措施，条件满足时宜优先采用上游坝坡削坡放缓、下游坝坡培厚措施。一般适用条件及具体要求包括：

a) 对于大坝坝顶宽度足够、坝体相对较厚时，可针对单侧坝坡不稳定情况，选用坝坡削坡放缓方式；

b) 对于大坝坝体较单薄，上、下游坝坡较陡时，可选择采用上游坝坡削坡放缓、下游坝坡培厚措施。在大坝本身已满足渗流要求情况时，培厚土体材料可选用黏土（粉质黏土）、沙壤土、石渣料或砂砾卵石料；在大坝本身不满足渗流要求情况时，培厚土体材料宜选用具有防渗效果的黏土、粉质黏土、泥岩石渣料等；

c) 对于大坝坝体较单薄，上游或下游单侧坝坡较陡时，可选择单侧坝坡培厚措施；

d) 对于大坝高度不超过 8m，坝体较单薄，上下游单侧坝坡较陡，且存在当地材料开采及采购、工程占地协调困难等限制性因素，可比较后选择现浇混凝土挡墙护坡措施。护坡挡墙基础应置于坚实地基上，混凝土强度等级不低于 C25。挡墙构造及安全要求按照 SL 379 相关规定执行；

e) 对于大坝下游坝坡较陡影响坝体稳定，且塘内放水困难，或者下游坝脚地基土层软弱，上下游单侧坝坡较陡时，可比较后选择抛石（堆石）压重坝脚措施。石料采用不易风化的坚硬块石，要求饱和抗压强度等级不小于 30MPa，软化系数不小于 0.7。其他按照 SL 189 相关规定执行。

**5.3.2** 土石坝削坡或培厚后的坝坡坡比根据筑坝材料特性，坝高小于 5m 时可采用表 2 建议值；坝高超过 5m（含 5m）时，应按照 SL189 条款 8.1、条款 8.2 计算综合确定。

表 2 山坪塘土石坝坝坡坡比建议值（坝高小于 5m）

坝体土质类型	上游坝坡坡比	下游坝坡坡比
黏土、粉质黏土（ $I_p \geq 7$ ）	1: 1.5	1: 1.25
壤土（ $7 < I_p \leq 17$ ）	1: 1.75	1: 1.50
砂壤土（ $1 < I_p \leq 7$ ）	1: 2.0	1: 1.75

注：本表格坝坡坡比为坝坡无强支护措施下的建议值，若坝坡采取了强支护措施，坡比可根据实际适当陡于该值。

**5.3.3** 对坝体培厚回填等加固填筑料应进行压实，压实后的填筑料应密实均匀，含水率宜在最优含水率附近。不同土料填筑标准按照 SL 189 相关规定执行。

### 5.4 渗漏

#### 5.4.1 坝体渗漏

**5.4.1.1** 当山坪塘具备放空条件时，根据当地料源情况，经技术比较后，可采用增设黏土斜墙、铺设土工膜方式进行坝体防渗处理。其中：当地料源充足，坝体抗滑稳定不满足要求需采取上游坝坡培厚整治时，宜采用增设黏土斜墙防渗措施；相反，宜采用铺设土工膜防渗措施。

a) 增设黏土斜墙防渗应符合下列要求：

1) 斜墙应自上而下逐渐加厚，顶部厚度一般不应小于 1.0m，底部厚度不小于坝前水头的 1/4~1/6，且不小于 2m，斜墙顶高程不应低于校核洪水位。斜墙与两岸山坡接触部位一般应放宽一倍；

2) 斜墙防渗体底部应嵌入相对不透水层、不透水层或弱风化岩的深度不小于 0.5m；

3) 斜墙黏土防渗体宜选用塑性指数为 7~20 的土料填筑，土料中水溶盐含量不大于 5%，有机质含量不大于 2%；

- 4) 防渗体粘性土料压实度应不小于95%，压实后渗透系数应不大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ;
- 5) 其他参照SL 189相关规定执行。
- b) 铺设土工膜防渗应符合下列要求：
  - 1) 防渗土工膜应与坝基、岸坡或其他相接的混凝土建筑物形成封闭的防渗系统;
  - 2) 宜选用复合土工膜，膜厚度不小于0.3mm，质量不低于 $500 \text{g/m}^2$ ;
  - 3) 铺设面应平整，场地上的杂物应清除干净。应在土工膜的上面铺设保护层，下面设置过渡层;
  - 4) 其他参照GB/T 50290相关规定执行。

**5.4.1.2** 山坪塘不具备放空条件时，可根据地层条件和坝体防渗体型式，采取坝体充填灌浆方式进行防渗。应符合下列要求：

- a) 充填灌浆宜在山坪塘低水位期进行;
- b) 配置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，泥浆密度宜控制在 $1.3 \text{g/cm}^3 \sim 1.6 \text{g/cm}^3$ ，可在浆液中掺入重量为干料0.5%~1.0%的硅酸钠（水玻璃）或采用先稀后浓的浆液，增强填充效果；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;
- c) 充填灌浆孔距可为1m~2m，孔深应超过隐患深度1m~2m。灌浆压力在保证坝体安全的前提下通过试验确定，应小于50kPa;
- d) 其他宜参照SL 564相关规定执行。

#### 5.4.2 坝基渗漏

**5.4.2.1** 在工程实施整治前，应参照 GB50487 进行地质勘探，复核渗漏的分布位置、范围和特征，对坝基渗漏、渗透稳定及工程地质进行评价，提出处理措施的建议。

**5.4.2.2** 若坝基覆盖层较厚，宜采用坝前防渗铺盖结合混凝土截水墙型式。应符合下列要求：

- a) 根据当地料源情况，可采用黏土、复合土工膜或膨润土防渗毯防渗铺盖型式，铺盖长度应满足渗流稳定的要求，且不小于3至5倍正常水头;
- b) 墙底宜深入基岩强风化层不小于0.5m或下游坝脚高程以下不小于0.5m。

**5.4.2.3** 若坝基为基岩，宜采用帷幕灌浆型式。应符合下列要求：

- a) 确定灌浆处理的技术参数前，应进行灌浆材料性能检测和现场灌浆试验，编制相应的施工方案;
- b) 灌浆应深入相对不透水层不小于3m，按分序加密的原则进行;
- c) 其他参照SL/T 62的规定执行。

#### 5.4.3 绕坝渗漏

**5.4.3.1** 对于土质岸坡的绕坝渗漏，可采用防渗铺盖或混凝土截水墙的整治方式，技术要求应符合5.4.2.2条规定。

**5.4.3.2** 对于山体较为破碎、节理裂隙发育的绕坝渗漏，可采取水泥灌浆帷幕进行防渗，参照 SL/T 62 的规定执行。

### 5.5 白蚁防治

**5.5.1** 白蚁防治应采用对人畜无害或者低毒、低害，不污染土壤和水质、不损害主体工程安全的方式，遵循“以防为主、防治结合、因地制宜、综合治理、安全环保、持续控制”的处理原则。

**5.5.2** 山坪塘白蚁防治可因地制宜采用药物灌浆、挖巢、饵剂诱杀等方法，应符合下列要求：

a) 药物灌浆包括蚁道灌浆和针对性钻孔灌浆，灌浆所用的药物泥浆含药量按药物使用说明书中规定的剂量配药，充填灌浆压力宜采用0.05MPa~0.15MPa；灌浆应遵循少灌多复、灌满为止的原则，局部灌浆最后一次灌浆与前次灌浆应间隔三天以上；

b) 挖巢法包括追踪蚁道挖巢法和判定巢位挖巢法，挖巢法处理蚁患应在低水位进行，应连续追挖，取出主巢和副巢的所有菌圃，抓获蚁王、蚁后，灭杀残存白蚁。取巢完成后，应及时采用工程原土料夯实回填至原貌；

c) 采用饵剂诱杀法和喷粉法处理蚁患时，应采用白蚁喜食植物拌制饵剂，针对白蚁经常活动的泥线、分飞孔等投放，或设置诱杀堆、诱杀坑诱杀白蚁。

## 6 泄水建筑物整治

### 6.1 一般要求

6.1.1 溢洪道底板基础为土基时，宜采用现浇混凝土衬砌，其中重点山坪塘底板混凝土衬砌厚度不小于0.3m，一般山坪塘不小于0.2m。若溢洪道底板基础为岩基且其强度满足防冲要求，可不进行衬砌。

6.1.2 溢洪道边墙可根据不同条件采用分离式和整体式全断面衬砌结构。

6.1.3 溢洪道控制段溢流堰上下游及底板边坡处宜设抗滑齿墙，深入底板基础以下不小于0.3m。

6.1.4 溢洪道人行便桥桥面宽度不宜小于1.5m，两侧应设栏杆，栏杆高度不宜小于1.1m。桥板可采用混凝土简支板型式，桥板厚度根据结构计算确定，不宜小于0.2m。

6.1.5 溢洪道下泄水流距坝脚应保持一定安全距离，防止水流冲刷坝脚，必要时应采取防护措施。

### 6.2 改造泄水建筑物

6.2.1 对现状泄水建筑物泄流能力不足的，宜优先选用扩宽溢洪道措施，通过增大溢流宽度使泄流能力满足要求。

6.2.2 由于地形地质条件限制，不具备直接扩宽溢洪道以满足泄流能力时，可选择坝顶设置防浪墙、优化控制段溢流堰堰型、加深溢洪道等措施进行综合比选后择优确定。

### 6.3 新建泄水建筑物

6.3.1 对现状没有泄水建筑物的山坪塘，宜增设溢洪道，设置原则及布置按SL 253规定执行。

6.3.2 溢洪道应体型简单、水流平顺，宜优先采用不设置闸门的开敞溢洪道。

6.3.3 对于靠坝溢洪道，应注意溢洪道与坝体的连接部位的防渗处理，防止绕坝渗流。

6.3.4 山坪塘消能防冲建筑物应根据消能防冲型式、下游水流衔接及河床抗冲能力、对其他建筑物的影响等因素综合确定整治措施。

6.3.5 溢洪道出水渠防护措施应根据地形、地质条件和流速确定。

## 7 取水建筑物整治

### 7.1 一般要求

7.1.1 取水建筑物最低取水高程可根据死水位确定，最高取水高程不应高于正常蓄水位。

7.1.2 取水建筑物应根据其病险情况分类采取维修改造、拆除重建或新建等措施。

7.1.3 取水建筑物拆除重建可根据当地使用习惯选取涵卧管、取水井、虹吸管等型式。涵卧管的断

面尺寸可参照附录 C 通过水力计算确定。

## 7.2 改造取水建筑物

**7.2.1** 对卧管、取水井等建筑物因放水孔封闭不严造成的渗漏，可更换橡皮木塞或预制混凝土塞。

**7.2.2** 因涵管周围填土质量问题造成的渗漏，在降低蓄水位或放空山坪塘的条件下，可综合采取进口段沿管线开挖回填、增设混凝土截水环、埋管（涵）与坝体接触灌浆、回填高塑性黏土以及出口部位设置贴坡反滤排水、导截沟等措施进行维修。

**7.2.3** 因涵管管身开裂、止水失效等造成的渗漏，可采取管身补强加固、管周灌浆、更换管身和止水等维修措施。

**7.2.4** 对过流能力有较大裕度的涵（卧）管，可选用钢管、PE 管等采取套管方法进行改造。

**7.2.5** 对因锈蚀、变形等无法正常使用的金属结构和设备，应采取更换措施。

## 7.3 重建（新建）取水建筑物

**7.3.1** 重建或新建取水建筑物不宜侵占或尽量减少侵占坝体断面，并加强与坝体连接部位防渗处理。

**7.3.2** 卧管宜采用阶梯式放水，管底顺地形布置，阶梯高度不宜大于 30cm。卧管底部应设钢筋混凝土消力池，卧管与涵管的平面交角宜大于 90°。卧管基础应置于地质条件良好的地基上，避免因基础不均匀沉降导致卧管开裂或断裂漏水。

**7.3.3** 塘内取水井可采用圆形或者矩形截面，宜选用钢筋混凝土结构，井壁厚不宜小于 20cm。其他技术要求可参照 SL 285 执行。

**7.3.4** 设计输水涵管时，宜考虑排除险情、快速降低水位的需要，适当加大管径或洞径，同时应设置平时能限制最大放水量、紧急情况又便于去除的安全装置。

**7.3.5** 重建或新建输水涵管宜布置在坝外。若坝前水深小于 5m，可设置于坝下，但应符合下列原则：

a) 涵管应采用钢管、整体钢筋混凝土管或强度高、耐久性好的新型材料管。宜建在岩基上、沿直线水平布置；

b) 采用防渗体为黏土心墙时，应在涵管部位扩大心墙断面，并设置混凝土截水环，截水环周边横向厚度为管径的三倍且半径不宜小于 1m，截水环的厚度宜大于 0.5m；

c) 当山坪塘坝肩为较厚软岩、黏土等岩（土）层，且场地较开阔、无地下穿越管线及障碍物的影响时，可采用非开挖定向钻方法重建或新建输水涵管，并应加强涵管与周围岩（土）体的防渗处理；

d) 输水涵管安装完成后，应通过压缩空气施加压力法测试管道的气密性，测试压力为最大工作压力 150%，测试时间不宜少于 2 个小时。

**7.3.6** 若坝前水头低于 7m，可采用虹吸管的取水型式。

## 8 塘底及边坡整治

### 8.1 塘底

**8.1.1** 对淤积严重的山坪塘，清淤工作应符合下列要求：

a) 应保证坝体及塘底防渗系统的完整性，根据水下地形测量和取样试验结果综合分析淤积情况和淤泥分布形态，划分清淤范围，确定清淤深度。对于透水地基的山坪塘，应慎重确定清淤深度，避免清淤过度造成塘底渗漏；

b) 山坪塘清淤宜选择干地施工，确因其他条件限制时，可选择其他方式施工；

c) 在施工过程和淤泥处置中,应严格执行防止扬尘、防止泥浆污染、污染物处理及排放规定,减少淤泥堆置对周边环境的影响,满足环保水保要求。

**8.1.2** 塘底渗漏整治可采用铺设黏土层、复合土工膜水平防渗并结合坝基渗漏整治等措施进行防渗处理。

a) 铺设黏土层防渗应符合下列要求:

- 1) 黏土层厚度应满足渗流稳定要求,不宜小于0.5m;
- 2) 压实后黏土的渗透系数应不大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ;
- 3) 建基面应进行压实和平整。

b) 铺设复合土工膜防渗应符合下列要求:

- 1) 复合土工膜厚度不应小于0.5mm,质量不宜低于 $500 \text{g/m}^2$ ;
- 2) 土工膜铺设范围应超过渗漏范围2m~5m,且应形成防渗封闭圈;
- 3) 其余按5.4.1.1条b)款规定执行。

## 8.2 边坡

**8.2.1** 边坡加固处理根据病险情况可采用一种或多种以下措施:

- a) 减载、削坡和压坡;
- b) 排水和防渗,包括修建坡面及坡顶截水沟、排水沟和排水孔等;
- c) 坡面防护,包括用于土质边坡的各种型式的衬砌和植被措施,用于岩石边坡的喷混凝土、植被混凝土和挂网喷混凝土,以及柔性主动支护、土工合成材料防护等措施;
- d) 边坡锚固,主要包括各种支护锚杆;
- e) 支挡结构,包括各种型式的挡土墙、土钉墙和柔性被动支护措施等。

**8.2.2** 坡面防护的喷素混凝土厚度不宜小于50mm,单层挂网喷混凝土厚度不宜小于100mm。

**8.2.3** 边坡加固应同时符合SL 386有关规定。

## 9 附属设施

### 9.1 一般要求

**9.1.1** 宜结合工程整治,补充完善山坪塘监测、便民和管理等附属设施。

### 9.2 监测

**9.2.1** 应在坝前便于观测的位置设置水位标尺,水位标尺可采用直立式水尺和倾斜式水尺。

**9.2.2** 重点山坪塘宜在下游坝脚设置量水堰。

**9.2.3** 对于下游有重大防护目标或其他具备条件的山坪塘,宜完善安全监测、视频监控、预警预报等设施。

**9.2.4** 根据用水管理需要,宜在取水建筑物出口位置设置计量设施。

### 9.3 管理

**9.3.1** 山坪塘综合整治应在坝顶或塘区醒目位置设置公告牌、警示标志标牌。

**9.3.2** 山坪塘综合整治宜结合周边群众的生产、生活需求,修建适当的人行便道、便民梯步等便民设施。

**9.3.3** 对位于住宅周边等人员活动频繁区域以及坝顶兼有通行功能的山坪塘,应在临水、临空侧设



置安全防护栏杆（墙）等防护设施。

**9.3.4** 对于重点山坪塘，宜结合综合整治，修建防汛抢险通道。

**9.3.5** 具备条件的山坪塘可设置管理房和塘周道路。

**9.3.6** 对于灌溉水质不达标山坪塘，应采取水污染防治措施，使灌溉水质达到 GB 5084 的要求。

## 附录 A

### (资料性)

### 安全评价

#### A.1 一般规定

**A.1.1** 山坪塘安全评价工作应在基础资料复核、现场安全检查的基础上，对山坪塘防洪能力、渗流安全、结构安全等进行复核与评价，并综合上述复核与评价结果进行综合评价。

**A.1.2** 基础资料及现场检查不满足大坝安全评价需要时，应补充地质勘察工作。

**A.1.3** 山坪塘安全评价应对山坪塘安全状况进行分类。山坪塘安全类别分为“安全类”“基本安全类”“病险类”。对评定为基本安全和病险的山坪塘，应提出处置对策和加强管理的建议。

#### A.2 现场检查

**A.2.1** 在查阅资料与管理人员座谈基础上，通过直观检查或辅以简单测量、测试，对大坝外观与运行状况、设备、管理设施、白蚁危害等进行全面检查和评价，并填写现场安全检查表，提出山坪塘安全评价工作的重点和建议。山坪塘现场安全检查表见附录 B，表中内容可根据工程实际情况增减。

**A.2.2** 重点关注运行中暴露的异常渗流现象，应包括下列主要内容：

- a) 在相同山坪塘水位条件下，渗流量不断增大；渗漏水出现浑浊或明显地含有大量土粒；排水体表面渗出铁锈水；出水位置升高或移动；坝体异常变形、开裂等；
- b) 上游坝坡塌陷、下游坝坡散浸，且湿软范围不断扩大；坝趾区冒水翻砂、松软隆起或塌陷；库内出现漩涡漏水、铺盖产生严重塌坑或裂缝；
- c) 坝体与两坝端岸坡、输水涵管（洞）及结合部漏水，附近坝面塌陷，渗水浑浊；
- d) 渗流压力和渗流量同时增大，或者突然改变其与库水位的既往关系，在相同条件下显著增大。

**A.2.3** 重点关注山坪塘坝体结构裂缝、塌陷、滑坡等问题或异常现象，应包括下列主要内容：

- a) 坝坡砌石护坡出现不同程度的塌陷、隆起、基础淘空、滑移等现象；混凝土面板护坡出现不同程度的裂缝、滑移、沉降变形或损坏现象；
- b) 坝体不均匀沉降，出现不同程度、不同走向的裂缝；
- c) 坝体结构不稳定，包括下列主要内容：
  - 1) 现状大坝坝身单薄，坝坡比较陡或过陡；
  - 2) 坝坡已出现明显的滑坡垮塌现象；
  - 3) 坝坡已出现一定程度滑坡特征，主要表现为：坝顶或坝面出现一条主要的纵向裂缝，裂缝中段接近平行于坝轴线，缝两端逐渐向坝脚延伸，缝较长且在平面上呈弧形，缝口有明显错动，下部土体移动有离开坝体倾向。

**A.2.4** 根据现场安全检查尚不能确定渗漏病害类型、规模、部位和坝体结构病害时，可针对性地开展地质勘察和隐患探测，结合渗流计算和坝坡稳定复核计算综合对大坝渗流和结构安全分别进行评价。

**A.2.4.1** 隐患探测主要包括混凝土强度检测、碳化深度、钢筋保护层厚度与锈蚀程度等；混凝土结构主要构件或有防渗要求的结构出现裂缝、孔洞、空鼓等现象时，应检测其分布、宽度、长度和深度，并分析产生的原因。

**A.2.4.2** 工程地质勘探后，应对勘探部位进行恢复处理。检测宜减小对结构的扰动与不利影响，进行破损检测的应按规范进行修补处理。

**A.2.5** 白蚁危害应以现场检查为主，主要包括下列内容：

- a) 检查白蚁活动痕迹，主要观察泥被、泥线、分飞孔、通气孔以及被蛀食物、蚁巢伞、炭角菌等白蚁外露特征，初步判断白蚁种类和危害情况；
- b) 检查工程主体是否有散浸、漏洞、跌窝等现象，并分析判断是否因白蚁危害引起；
- c) 白蚁分飞期应观察和记录有翅成虫的分飞孔位置、数量和分飞时间，以及相应气象条件等。

**A.2.6** 塘周应重点检查岸坡稳定情况，是否存在塌陷、滑坡、渗漏等问题或异常现象。结合现场检查和稳定分析结果，评价库岸稳定性及其对大坝安全的影响。

**A.3 防洪能力评价**

**A.3.1 设计洪水复核计算**

**A.3.1.1** 设计洪水可由暴雨资料推求，并复核集雨面积等相关参数。

**A.3.1.2** 设计洪水复核计算结果应与前期各阶段设计洪水成果进行比较，进行合理性评价并确定选用的设计洪水成果。

**A.3.2 防洪能力复核**

**A.3.2.1** 防洪能力复核内容包括调洪计算、挡水设施前沿顶高程复核及泄水建筑物泄洪能力复核。对于库容不大于 2 万 m³ 且坝高小于 5m 的一般山坪塘，可不进行调洪计算。

**A.3.2.2** 调洪计算应符合下列规定：

- a) 对于开敞式溢洪道，起调水位为泄水建筑物堰顶高程；
- b) 对于重点山坪塘、库容大于 2 万 m³（含 2 万 m³）且坝高超过 5m 的一般山坪塘，宜根据测量结果，复核水位～泄量～库容关系曲线；对具有泄洪功能的取水建筑物，其泄量可加入泄流能力曲线进行调洪计算；
- c) 采用静库容法进行计算，复核山坪塘特征洪水位及相应库容。

**A.3.2.3** 建筑物挡水前沿顶高程复核包括大坝坝顶高程、防浪墙顶高程、大坝防渗体顶高程、泄水建筑物控制段顶高程等，并符合下列规定：

a) 坝顶高程应不低于山坪塘静水位与坝顶超高之和。按设计洪水位加正常运用条件的坝顶超高和校核洪水位加非常运用条件的坝顶超高两种情况计算，取最大值；

1) 坝顶超高可按公式 A.1 计算确定：

$$Y = R + A \dots\dots\dots (A.1)$$

式中 Y—坝顶超高，m；

R—波浪沿着坝坡的最大爬高，m；

A—安全加高，m，其中：重点山坪塘正常运用条件取 0.5m，非常运用条件取 0.3m；一般山坪塘正常运用条件取 0.3m，非常运用条件不计。

2) 风浪要素及波浪爬高应按 SL 189 的规定执行。

3) 当坝顶上游侧设防浪墙时，坝顶超高可改为对防浪墙顶的要求。但在正常运用条件下，坝顶应高出静水位 0.5m；在非常运用条件下，坝顶应不低于静水位。

b) 复核计算的坝顶高程应与现状坝顶高程进行比较，评价是否满足防洪要求；

- c) 对于土质材料防渗体分区坝, 还应按 SL 189 要求复核防渗体顶高程是否满足规范要求。

#### A.3.2.4 泄水建筑物泄洪能力复核应包括下列主要内容:

- a) 泄水建筑物能否安全下泄最大流量, 泄洪是否影响挡水设施及泄水设施控制段结构安全;
- b) 溢洪道应复核泄槽边墙高度, 评价是否符合 SL 253 规定。

#### A.3.3 防洪能力分级应符合下列规定:

- a) 挡水建筑物及泄水建筑物前沿顶高程满足规范要求, 泄水建筑物行洪安全满足规范要求。认为防洪能力安全, 评为 A 级;
- b) 挡水建筑物及泄水建筑物前沿顶高程满足规范要求, 泄水建筑物行洪安全不满足规范要求但不会危及挡水建筑物或泄水建筑物控制段安全。认为防洪能力基本安全, 评为 B 级;
- c) 挡水建筑物及泄水建筑物前沿顶高程不满足规范要求; 或者泄水建筑物行洪危及挡水建筑物或泄水建筑物控制段安全; 或者运行期曾出现过漫顶。满足本款上述条件之一的, 认为防洪能力不安全, 防洪安全应评为 C 级。

### A.4 渗流安全评价

#### A.4.1 坝体渗流安全宜复核下列内容:

- a) 均质坝复核坝体的防渗性能、坝体浸润线和下游坝坡出逸范围, 分析坝内有无横向或水平裂缝、松软结合带或渗漏通道及其可能影响等;
- b) 分区坝复核防渗体性能、不同分区坝料间的反滤排水保护、下游坝坡渗出段排水反滤保护及出逸范围的渗透稳定等, 以及运行中有无渗流异常现象;
- c) 分析坝体浸润线(面)、坝坡渗流出逸范围、关键部位的渗透坡降等, 是否满足规范要求。

#### A.4.2 坝基渗流安全宜复核下列内容:

- a) 砂砾石层的渗透稳定应在判别其渗透变形型式及允许比降的基础上进行, 复核渗流出口有无管涌或流土破坏的可能性, 以及渗流场内部有无管涌、接触冲刷等渗流隐患;
- b) 覆盖层为相对弱透水层时, 复核抗浮稳定性;
- c) 分析地基中防渗体的防渗性能与渗透稳定性。

#### A.4.3 接触渗流安全宜复核下列内容:

- a) 复核不同分区土料间的接触冲刷和接触流土的可能性, 以及坝体与坝基、坝体与岸坡等接触面的渗透稳定性;
- b) 对设有穿坝建筑物的土石坝, 应重点复核穿坝建筑物与坝体之间的接触渗透稳定是否满足要求, 以及运行中有无渗流异常现象。

#### A.4.4 绕坝渗流安全宜复核下列内容:

- a) 分析两坝端填筑体与岸坡结合部位的渗透稳定性;
- b) 两坝肩有无渗流异常现象; 坝肩设有帷幕防渗的, 应分析复核帷幕的防渗效果。

#### A.4.5 渗流安全分级应符合下列规定:

- a) 大坝防渗和反滤排水设施完善, 大坝渗流压力、渗流量变化及坝体浸润线规律正常, 各种岩土材料与防渗体的渗透比降小于其允许渗透比降, 以及运行中无渗流异常现象。认为大坝渗流性态安全, 评为 A 级;

b) 大坝防渗和反滤排水设施较为完善，大坝渗流压力、渗流量变化及坝体浸润线规律基本正常，运行中虽出现局部渗流异常现象，但尚不严重影响大坝安全。认为大坝渗流性态基本安全，评为 B 级；

c) 大坝防渗和反滤排水设施不完善，存在严重质量缺陷；或者大坝渗流压力与渗流量变化改变既往规律，相同条件下显著增大，关键部位的渗透比降大于其允许渗透比降，或渗流出逸点高于反滤排水设施顶高程；或者运行中已出现严重渗流异常现象。满足本款上述条件之一的，认为大坝渗流性态不安全，评为 C 级。

## A.5 结构安全评价

### A.5.1 坝体结构安全复核

a) 工程地质参数可参考类似工程并结合工程经验进行选取，必要时补充地质勘察、试验，综合获取相关地质参数；

b) 主要复核坝体变形规律是否正常，坝坡稳定、坝顶高程、上游护坡是否符合 SL 189 的规定；

c) 坝坡稳定复核计算的运用条件、计算方法、计算参数及安全系数标准应符合 SL 189 规定。

### A.5.2 泄水、取水建筑物结构安全复核

**A.5.2.1** 泄水、取水建筑物结构安全主要复核建筑物顶高程（或平台高程）、泄流安全、结构强度与稳定是否满足相关规范要求。评价方法和评价内容可按 SL 258、SL191 的相关规定执行。

**A.5.2.2** 溢洪道结构安全复核应符合下列规定：

a) 土基上的溢洪道结构安全复核应按 SL 265 规定执行；

b) 岩基上的溢洪道结构安全复核方法应按照 SL 253 规定执行。

**A.5.2.3** 水工挡土墙结构安全复核应按 SL 379 规定执行。

**A.5.3** 结构安全分级应符合下列规定：

a) 大坝及泄水、输水建筑物的强度、稳定、泄流安全满足规范要求，无异常变形现象；不存在地震液化可能性；近坝岸坡稳定。认为大坝结构安全，评为 A 级；

b) 大坝及泄水、输水建筑物的整体稳定、泄流安全满足规范要求，存在的局部强度不足或异常变形尚不严重影响工程安全；存在局部地震液化可能；近坝岸坡整体稳定。认为大坝结构基本安全，评为 B 级；

c) 大坝及泄水、取水建筑物的强度、稳定、泄流安全不满足规范要求；或存在危及工程安全的异常变形；或存在严重地震液化可能；或近坝岸坡不稳定。存在本款上述条件之一的，认为大坝结构不安全，评为 C 级。

## A.6 综合评价

**A.6.1** 综合评价应在基础资料复核、现状调查基础上，分析现状工程质量和运行管理条件，评价山坪塘防洪能力、渗流安全、结构安全，确定山坪塘安全类别并提出建议。

**A.6.2** 山坪塘安全评估结果分为安全类、基本安全类和病险类。

a) “安全类”，无影响工程安全运行的缺陷，按常规维修养护即可保证正常运行；

b) “基本安全类”，工程工作状态基本正常，存在局部工程缺陷或安全隐患，在一定控制运用条件下能安全运行；

c) “病险类”，防洪能力不足，存在影响工程安全运行的严重缺陷和安全隐患。

**A.6.3** 安全评价分类原则应符合下列规定：

a) 山坪塘运行状态正常，防洪能力、渗流安全、结构安全等方面评价结果均达到A级，应评为“安全类”；

b) 山坪塘运行状态基本正常，防洪能力、渗流安全、结构安全有一项以上（含一项）评价结果为B级，应评为“基本安全类”；

c) 山坪塘运行状态不正常，防洪能力、渗流安全、结构安全有一项以上（含一项）评价结果为C级，应评为“病险类”。

**A.6.4** 对评定为基本安全类、病险类的山坪塘，应提出控制运用条件、综合整治及整治前应急措施、报废处置等建议。

附 录 B  
(资料性)

山坪塘基本信息、现场检查及分类评价

B.1 山坪塘基本信息见表 B.1。

表 B.1 山坪塘基本信息表

山坪塘名称			所在地点	
管理单位			主管部门	
建设时间			最近一次整治时间	
蓄水总库容（万 m³）			主要功能	
设计洪水标准		年一遇	校核洪水标准	年一遇
设计洪水位（m）			校核洪水位（m）	
正常蓄水位（m）			死水位（m）	
设计灌溉面积（亩）			受益人口（人）	
有效灌溉面积（亩）			是否有重要保护对象	
挡水建筑物	挡水建筑物型式		最大坝高（m）	
	坝顶长度（m）		坝顶宽度（m）	
泄水建筑物	泄水建筑物型式		堰顶净宽/控制段孔口尺寸（m）	
	堰顶高程/进口底高程（m）		最大泄量（m³/s）	
取水建筑物	取水建筑物型式		断面尺寸（m）	
	最低取水位（m）		最大取水流量（m³/s）	

## B.2 山坪塘现场检查见表 B.2。

表 B.2 山坪塘现场检查表

山坪塘名称		产权人	
所在地点			
总库容（万 m <sup>3</sup> ）		挡水建筑物型式	
泄水建筑物型式		取水建筑物型式	
历史最高水位（m）		历史最低水位（m）	
	年 月 日		年 月 日
检查时情况	检查日期	年 月 日	
	库水位（m）		
	库容（万 m <sup>3</sup> ）		
	天气/降水		
检查部位	检查情况描述		
挡水设施	（包括坝顶及防浪墙、上游面、下游面、下游坝脚及排水体、坝肩等部位）		
泄水建筑物	（包括进口段、泄流段、消能段、行洪通道、闸门、启闭设备、电气设备等）		
取水建筑物	（包括进口段、管身或洞身、出口段、闸门、启闭设备、电气设备等）		
库区	（包括库岸边坡、近坝水面、山坪塘淤积情况等）		
下游河道及周边情况	（包括下游河道淤积情况、周边环境条件变化情况等）		
工程管理及效益	（包括产权落实、管理主体、管护经费、防汛责任人以及灌溉面积、供水人口等）		
最近一次整治和重大安全隐患处理情况			
其他			
检查结论和存在的主要问题			



B.3 山坪塘管理设施检查见表 B.3。

表 B.3 管理设施检查表

检查内容			检查情况
管理设施	管理机构	机构组成	
		机构主管部门	
	管理队伍	行政管理人员	
		技术管理人员	
	管理制度	管理制度类型	
		管理制度执行情况	
	办公用房	房屋面积	
		结构安全性	
	办公设施	办公桌椅	
		电脑	
	水雨情测报设施	水情测报设施	
		雨情测报设施	
	安全监测设施	变形监测设施	
		渗流监测设施	
	防汛抢险储备物资	土石料	
		编织袋	
		其他	
	其他		

B.4 山坪塘分类评价见表 B.4。

表 B.4 山坪塘分类评价表

序号	类别	级别	备注
1	防洪能力复核		
2	渗流安全评价		
3	结构安全评价		
综合评定			

附录 C  
(资料性)  
卧管、涵管水力计算

C.1 卧管过流能力计算

卧管（圆孔）单孔流量按公式 C.1 计算：

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：Q—流量，m³/s；  
μ—流量系数，与孔口形状有关，小孔μ=0.60~0.62；  
ω—孔口过水断面面积，m²；  
H—库水位至孔口的水深，m。

注：当计算出放水孔径小于15cm时应按15cm设计。

C.2 卧管消力池计算

卧管消力池按公式 C.2~C.4 计算：

$$h'' = \frac{h'}{2} \left[ \sqrt{1 + \frac{8\alpha Q^2}{gb^2h'^3}} - 1 \right] \dots\dots\dots (C.2)$$

$$d = 1.25(h'' - h_0) \dots\dots\dots (C.3)$$

$$L = (4 - 7)h'' \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：Q——流量，m³/s；  
h''—第二共轭水深，m；  
h'—第一共轭水深，采用卧管设计水深，m；  
b—消力池宽度，b=b₀+0.4，m；  
b₀—卧管净宽，m；  
d—消力池深度，m；  
L—消力池长度，m。

C.3 涵管水力计算

涵管的断面应由水力计算决定，与卧管相接的涵管应按无压流涵管设计，流量按公式 C.5 计算：

$$Q = \omega c \sqrt{Ri} \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：Q——流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$\omega$ ——过水断面面积， $\text{m}^2$ ；

c——谢才系数，可按  $c=1/n \cdot R^{1/6}$ ；

R——水力半径，m；

i——涵管纵坡。

## 参 考 文 献

- [1] 辽宁省水利勘测设计院.中小型水库设计[M].辽宁：辽宁省水利勘测设计院，1975.
- [2] 四川省水利勘测设计院.小型水库设计[M].四川