ICS 13.060.25
CCS P53

T/LCH

中 国 长 城 绿 化 促 进 会 团 体 标 准

T/LCH XXXX—XXXX

水土保持排水系统设计与施工技术规范

Technical Specification for Design and Construction of Soil and Water Conservation Drainage Systems

草案版次选择

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

中国长城绿化促进会　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　总则 2
5　系统设计 2
6　施工技术要求 4
7　智能化运维 6
8　安全与环保要求 7
9　验收与维护 7

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国长城绿化促进会提出。

本文件由中国长城绿化促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

水土保持排水系统设计与施工技术规范

1 范围

本文件规定了水土保持排水系统的设计原则、水文计算、结构选型、施工工艺、质量验收及运行维护的技术要求。

本文件适用于坡耕地、梯田区等农业生产区域、矿山开采区、尾矿库等工矿场地、公路/铁路边坡、输变电工程塔基等线性工程扰动区、风电/光伏项目场区、开发区建设地块的排水系统建设。

本文件不适用于城市建成区雨水管网及河道整治工程。

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 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台

GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准

GB/T 17638 土工合成材料 短纤针刺非织造土工布

GB/T 17639-2023 土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布

GB/T 18601 天然花岗石建筑板材

GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准

SL 44-2006 水利水电工程设计洪水计算规范

SL 287-2014 黄土高原适生灌木种植技术规范

SL 289-2022 水土保持治沟骨干工程技术规范

SL/T 352-2020 水工混凝土试验规程

HJ 618 环境空气PM10和PM2.5的测定重量法

SL 723-2016 治涝标准

NY/T 1868-2021 肥料合理使用准则 有机肥料

DB11/T 212-202 园林绿化工程施工及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

排水系统 drainage system

由截水沟、排水沟、跌水、消力池、沉沙池等构成的径流收集、输送、消能、沉沙的功能性组合体系。

3.2

反滤层 filter layer

铺设于排水结构与土体接触面之间，由级配砂砾料或土工合成材料构成，阻止细颗粒土体流失同时保障水流通过的过渡层。

3.3

设计暴雨重现期 design storm return period

排水系统所能抵御的暴雨事件发生的统计重现间隔期，以年为单位（如10年一遇）。

3.4

消能设施 energy dissipation facility

通过水力跃变、碰撞扩散等方式削减径流动能的构造物（如消力槛、消力墩、消力池）。

3.5

生态排水沟 ecological drainage ditch

采用植被护坡、透水材料、仿生结构等工艺建造，具备水土保持与生态修复功能的排水通道。

4 总则

4.1 基本原则

水土保持排水系统设计与施工应遵循以下原则：

a) 系统性：统筹考虑集水区-输水区-消纳区整体水文过程；
b) 生态性：优先采用植被护坡、透水材料等近自然工法；
c) 安全性：满足设计暴雨重现期下的防洪排涝要求。

4.2 设计标准

4.2.1 暴雨重现期不得低于 10 年一遇，下列区域应提高标准：

a) 矿山排土场、尾矿库：≥20 年一遇；
b) 人口聚居区上游：≥20 年一遇；
c) 重要基础设施周边：≥30 年一遇。

4.2.2 排水系统防洪标准应符合 SL 723-2016 的相关规定。

4.3 特殊区域要求

特殊区域的防洪要求见表1。

表 1 特殊区域要求表

区域类型	附加要求
冻土区	沟底埋深＞冻土层厚度0.5m
滑坡风险区	设置地下排水盲沟
高侵蚀区	沉沙池容积增加30%

4.4 协同设计

4.4.1 应与下列工程同步设计：

a) 坡面截水工程（梯田、水平沟）；
b) 径流拦蓄设施（蓄水池、塘坝）；
c) 植被恢复措施。

4.4.2 排水出口必须接入稳定消能区或现有河道，不应直接冲刷裸露坡面。

4.5 监测设计

重要排水系统应设置下列监测设施：

a) 流量监测点（三角量水堰/雷达水位计）；
b) 侵蚀监测断面（沉沙池淤积标尺）。

5 系统设计

5.1 设计原则

5.1.1 应遵循 “截排结合、分级消能、生态优先” 原则，优先采用植被护坡等生态措施。

5.1.2 排水系统设计标准不应低于 10 年一遇暴雨重现期，重要设施区域应提高至 20 年一遇。

5.1.3 需与区域水土保持规划、土地利用方式相协调，避免径流对下游造成冲刷。

注：矿山等高风险区域应设置应急溢流通道。

5.2 水文计算

5.2.1 设计流量可采用推理公式法，即公式（1）计算：

$$Q=0.278\psi iF \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

Q：设计流量（m^3/s）；

Ψ：综合径流系数（按表2取值）；

i：设计暴雨强度（mm/h），按SL 44-2006附录B查算；

F：汇水面积（km^2）。

表 2 径流系数ψ取值

地表类型	ψ值
裸露土质坡面	0.75
草地覆盖区	0.40
林地覆盖区	0.25
硬化地表	0.90

5.2.2 汇流时间计算采用克列公式：

$$t=1.67L^{0.6}S^{-0.3} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

L为流程长度（km）；

S为坡度（‰）。

5.3 类型选择

排水系统类型选择见表3。

表 3 排水系统类型表

适用条件	推荐类型	结构要求
坡度≤15°，流量≤0.5m^3/s	生态草沟	草皮护坡+植生毯
坡度15°~30°，岩土混合	砌石排水沟	M7.5砂浆砌筑，厚≥30cm
坡度>30°，流量>1m^3/s	混凝土跌水+消力池	C20混凝土，消能槛高≥40cm
矿山排渣场	HDPE波纹管暗沟	环刚度≥8kN/m^2

5.4 断面设计

5.4.1 明渠宜采用梯形断面，边坡比按表 4 确定：

表 4 明渠边坡比

土质类别	边坡比（垂直:水平）
黏土	1:1.0
砂壤土	1:1.5
砾石土	1:1.25

5.4.2 水力要素计算：

过水断面面积按照公式（3）计算：

$$A=(b+mh)h \quad \cdots\cdots (1)$$

湿周按照公式（4）计算：

$$x=b+2h\sqrt{(1+m^2)} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

A为过水断面面积；

X为湿周；

b为底宽（m）；
h为水深（m）；
m为边坡系数。

5.4.3 最小纵坡要求：

土质沟渠： ≥0.5%
冻土区/岩石区： ≥1.0%

5.5 材料选择

材料选择见表5。

表 5 排水工程材料技术要求

材料类型	性能指标	检测标准
砌筑石材	饱和抗压强度≥30MPa	GB/T 18601
混凝土	强度等级≥C20，抗冻F50	GB/T 50081
土工布	断裂强度≥20kN/m	GB/T 17638
生态材料	植生毯降解率≤10%/年	SL/T 352-2020

6 施工技术要求

6.1 施工准备

6.1.1 现场勘查

现场勘查包括：

a） 核实设计图纸与现场地形、地质的符合性；
b） 标注地下管线及障碍物位置，偏差≤0.5m。

6.1.2 材料检验

进场材料需提供质量证明文件，并按以下频次抽检：

a） 石材：抗压强度每 200㎥一组；
b） 水泥：安定性/强度每批次一组。

6.2 沟槽开挖

沟槽开挖要求见表6。

表 6 沟槽开挖允许偏差

项目	允许偏差	检测方法
轴线位置	±50mm	全站仪测量
基底高程	±30mm	水准仪测量
边坡坡度	±5%设计值	坡度尺量测
注：冻土区基底超挖必须用砂砾石回填夯实，压实度≥93%。		

6.3 结构层施工

6.3.1 反滤层铺设

反滤层铺设包括：

a） 层级顺序：土工布→细砂层（0.5-2mm）→砾石层（5-20mm）；
b） 单层厚度偏差≤10%。

6.3.2 砌筑/浇筑控制

浆砌石缝宽≤15mm，砂浆饱满度≥90%；
混凝土坍落度控制80-100mm，振捣间距≤50cm。

6.4 植被措施

6.4.1 生态护坡施工流程

生态护坡施工流程见图1。

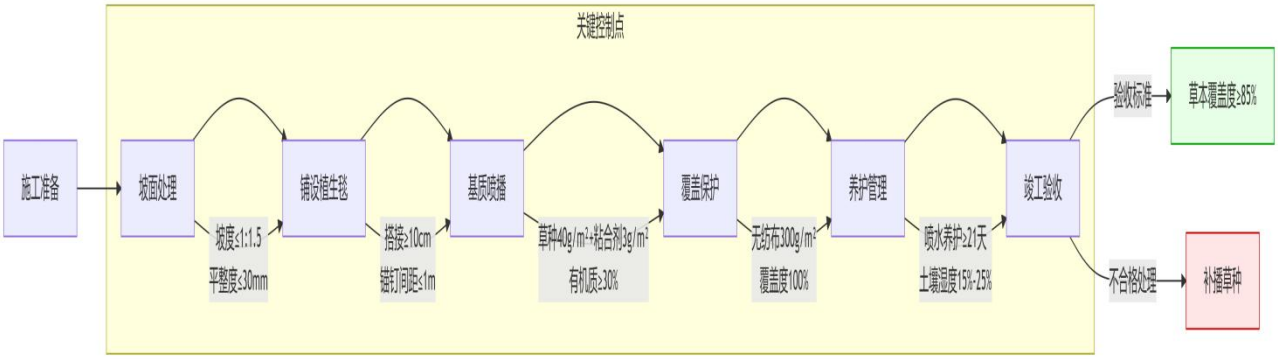

图 1 生态护坡施工流程图

生态护坡施工技术要求见表7。

表 7 生态护坡施工技术参数

工序	控制参数	依据标准
坡面处理	碎石清除率100%	SL 287-2014
植生毯	抗拉强度≥8kN/m	GB/T 17639-2023
基质配比	有机质:泥炭土=3:1	NY/T 1868-2021
草种选择	狗牙根（暖区）/高羊茅（寒区）	DB11/T 212-202

6.4.2 成活率要求：施工后 60 天，草本覆盖度≥85%，灌木成活率≥80%。

6.5 质量管控

施工过程检测项目见表8。

表 8 施工过程检测项目

工序	检测项目	频次
沟槽回填	压实度	每100m检测3点
混凝土浇筑	抗压试块	每班组1组
植被养护	土壤含水率	每周1次

6.6 特殊工况施工

特殊地质条件施工措施见表9。

表 9 特殊地质条件施工表

工况	技术对策	验收标准
冻土区	沟底铺设XPS保温板（厚≥10cm）	冻胀量≤设计埋深5%
岩溶区	土工膜防渗+排水盲沟（间距≤20m）	渗漏量≤0.5L/(m²·d)
膨胀土区	换填砂砾石层（厚≥50cm）	含水率波动≤±2%

6.7 数字施工管控

6.7.1 采用 BIM 技术实现：

a) 三维放样定位（误差≤3cm）；

b) 工程量实时校核（与设计偏差≤5%）。

6.7.2 无人机巡查要求：

a) 每周 1 次正射影像（分辨率≤5cm）；

b) 冲沟变化 AI 识别精度≥90%。

6.7.3 生态材料快速检测

生态材料快速检测流程见图2。

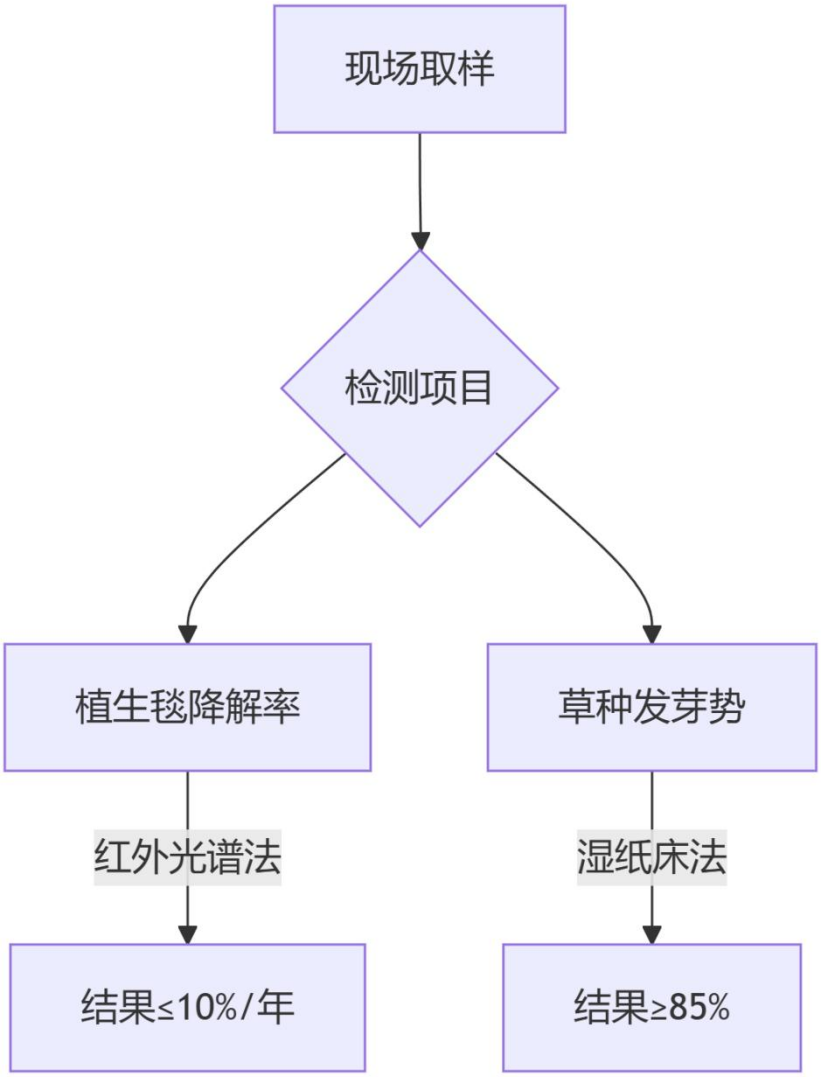

图 2 生态材料快速检测流程图

7 智能化运维

7.1 监测系统建设

监测设备配置见表10。

表 10 监测设备配置表

监测对象	设备类型	精度要求	安装密度

流量	雷达水位计	±1mm	每500m沟道1台
结构变形	倾角传感器	0.01°	跌水/消能段必装
土壤侵蚀	微地貌扫描仪	高程差±2mm	重点侵蚀区1套/km²
10.2 预警模型构建			

7.1.1 可建立多参数融合预警方程，风险指数≥0.8时启动Ⅰ级响应。

7.2 数字孪生应用

7.2.1 构建L1-L3级数字孪生系统，见表11：

表11 数字孪生系统表

等级	功能	数据更新频率
L1	三维可视化	季度
L2	水力模拟（SWMM模型）	月度
L3	风险自主决策	实时

8 安全与环保要求

8.1 环境保护

环境保护见表12。

表12 施工污染物控制限值

项目	控制标准	监测方法
悬浮物（SS）	排放浓度≤70mg/L	GB/T 11901
施工噪声	昼间≤70dB(A)	GB 12523
扬尘	PM10小时均值≤150 μg/m³	HJ 618

8.1.1 生态敏感区施工需遵守：

a) 避开野生动物繁殖期（3-5月）；

b) 表土剥离厚度≥30cm，单独堆放并覆盖防尘网。

8.2 施工安全

8.2.1 高危作业控制

高危作业控制见表13。

表13 高危作业控制表

作业类型	安全措施
陡坡开挖	系双绳保险（高差＞2m）
爆破施工	安全距离≥200m
汛期施工	实时雨量监控+预警撤离机制

8.2.2 安全设施配置

临边防护栏高度≥1.2m（符合GB 4053.3）；

深沟槽作业强制通风（深度＞3m时）。

9 验收与维护

9.1 验收要求

9.1.1 功能性验收：

a） 设计流量验证：注水试验过流能力偏差≤±10%；
b） 沉沙池效率：泥沙截留率≥70%（按照 SL 289-2022）。

9.1.2 结构性验收：

a） 砌体裂缝宽度≤3mm（用塞尺检测）；
b） 边坡抗冲流速≥2.5m/s（流速仪测定）。

9.2 运行维护

运行维护内容见表14。

表 14 维护周期与内容

周期	维护内容	标准
汛前	清淤、裂缝修补	淤积厚度≤设计水深10%
暴雨后	消能设施检查	结构无位移、开裂
年度	植被补植/更换	覆盖率持续≥85%

9.2.1 暴雨后检查应按照图 3 流程执行，检查记录保存期限不得少于 10 年。

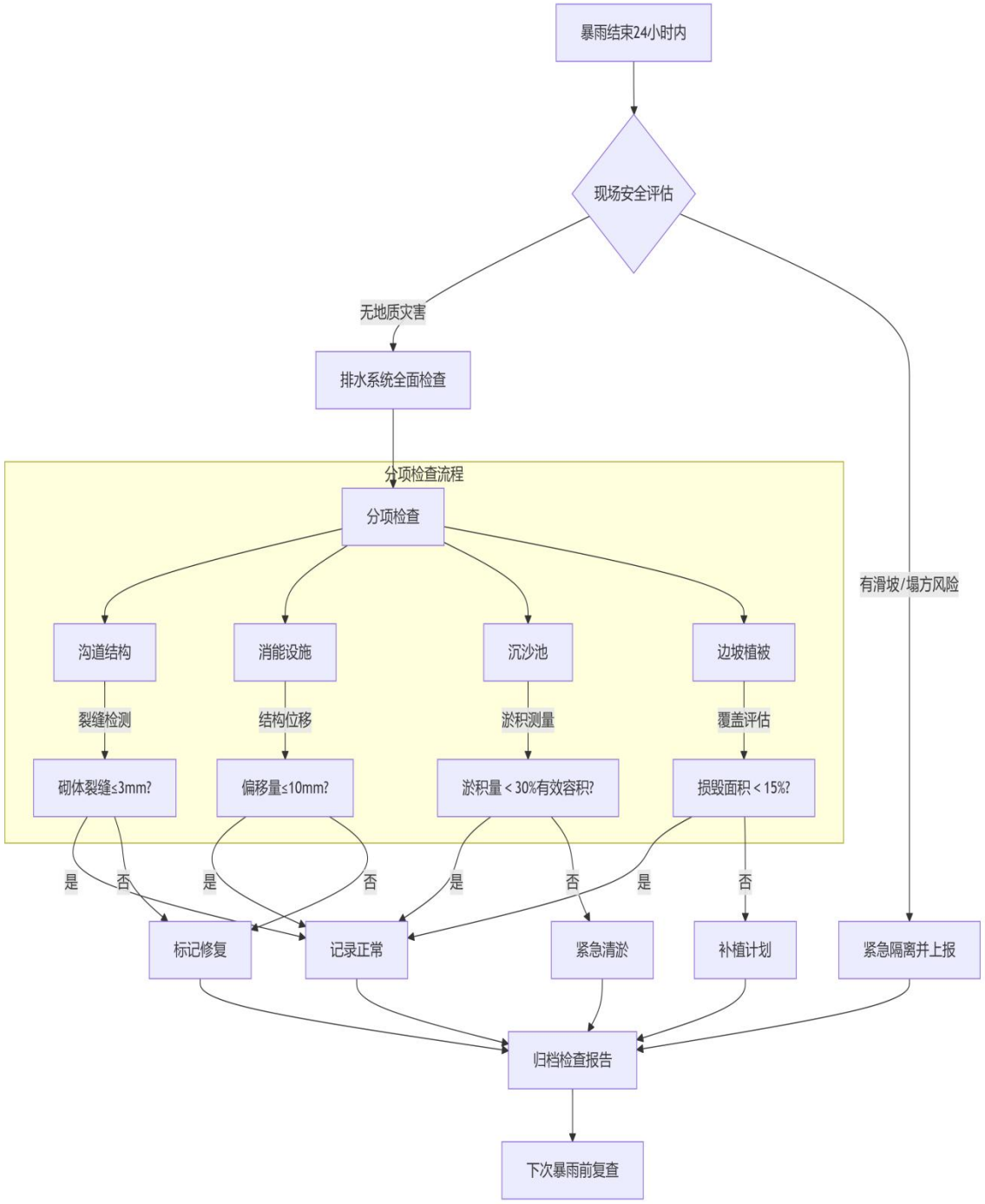

图 3　暴雨后检查流程图

9.3　档案管理

建立排水系统全生命周期档案。

9.3.1　文件构成

文件构成见表15。

表 15　档案分类清单

类别	内容要求	保存期限
设计文件	水文计算书+结构图	永久

施工记录	材料检测报告+隐蔽工程影像	≥工程寿命+10年
运维档案	暴雨检查记录+维修台账	≥15年

9.3.2 电子化管理

采用GIS系统建立空间数据库，包含：

a) 排水系统平面坐标（精度≤0.5m）；

b) 关键结构物属性信息（材质/建造时间/责任人）。

9.3.3 数据备份要求：

a) 本地服务器+云端双备份；

b) 每月增量备份，年度全备份。

9.3.4 档案应用

发生水土流失事故时，档案应提供：

a) 设计标准符合性证明；

b) 材料质量追溯链；

c) 维护履历责任认定。