

地质灾害治理工程可行性研究报告的编制

一、可研报告的任务

在工程地质勘察报告基础上，根据设计目标和功能要求，对治理工程设计开展可行性论证，并进行 2 种方案的设计和比较。应对 2 种设计方案的技术、经济、社会和环境效益等进行分析和论证，作出工程估算，并提出推荐方案。

二、比选方案确定原则

- 1、比选方案必须具有可行性；
- 2、比选方案必须具有可比性；
- 3、比选方案一般应按照不同的设计思路，制定不同类型的工程措施；
- 4、推荐方案应在综合考虑工作量、施工工期、资金投入、治理效果等多方面因素，不能仅考虑经济因素。

(1) 滑坡的常见治理工程方案：

- ① 支挡：中前部抗滑桩
- ② 锚固：坡面锚固（岩质、土质）
- ③ 改变斜坡形态与受力：后缘削方减载，前缘压脚等
- ④ 排水：地下排水与地表排水
- ⑤ 上述工程措施有机组合

(2) 不稳定斜坡的常见治理工程方案：

- ① 挂网喷射混凝土；
- ② 柔性防护网(土动与被动防护网)；
- ③ 格构(框架锚固)
- ④ 危岩块体锚固；
- ⑤ 危岩块体底部支撑；
- ⑥ 排水
- ⑦ 上述工程措施有机组合

三、各比选方案的设计深度

可研阶段的设计深度应以初略地估算出治理工程量为原则。

例如：

抗滑桩：数目、截面尺寸、桩长、配筋、护壁与锁口

锚固：数目、每孔锚索根数、长度、锚墩；

排水沟：截面尺寸、长度

防护网或喷锚支护：支护面积、喷浆厚度

四、评价一份报告的指标

- 1、目的明确；
- 2、内容有针对性；
- 3、系统（思路）、问题（具体）、清晰（条理）；
- 4、资料、数据翔实，不空泛；
- 5、简洁、明了；
- 6、特点鲜明、突出，或明确指出不同于他人之处，让别人一下子就能记得住。

五、编写方法

- 1、逐一展开。
 - 1) 以先进的理念为指导；
 - 2) 以系统的思路（技术路线）为路标；
 - 3) 以翔实的数据为支撑；
 - 4) 以科学的分析方法为武器；
 - 5) 以图文并茂的形式、简练的语言为载体；
 - 6) 以得到的令人信服的结果（科学合理、经济可行的方案）为成果。
- 2、尽力提高“易评性”
 - 1) 一目了然；
 - 2) 简洁；

3) 方便审阅

3、全篇有机联系

1) 相互衔接

——前-中-后、左-中-右的衔接；

——各部分之间的承前启后；

——各章节相互支撑、相互佐证

2) 一致性

全篇（包括文、图、表）称谓、提法、认识、结果、结论的一致，避免自相矛盾；

4、治理方案编写要求

1) 一事一议；

2) 针对性；

3) 可操作性；

4) 经济、科学合理性；

六、可研报告的内容与参考格式

参见附录

附录一 地质灾害治理工程可行性研究报告编制参考格式

1 前言

1.1 任务由来

1.2 主要的目的与任务

1.3 勘查工作描述及建议方案(可行性研究编制依据)

该节国家立项没要求，可不写。

2 自然地理地质环境概况

2.1 地质灾害位置及区域经济社会状况

2.1.1 地质灾害位置

2.1.2 区域经济社会状况

2.2 地质环境概况

2.2.1 气象水文

2.2.2 地形地貌

2.2.3 地层岩性

2.2.4 地质构造与地震

2.2.5 水文地质

3 地质灾害概况

3.1 地质灾害的类型及规模

3.2 地质灾害史及灾情

3.3 成因及发展趋势分析

3.4 地质灾害的危害性

3.4.1 地质灾害危险区范围及危害对象

3.4.2 地质灾害体破坏后造成损失估算

4 项目的必要性与迫切性

4.1 必要性

4.2 迫切性

5 地质灾害特征及稳定性分析

5.1 地质灾害特征及主要影响因素

5.1.1 地形地貌特征

5.1.2 地质灾害体空间形态特征

5.1.3 地质灾害体变形特征

5.1.4 地质灾害体物质组成及结构特征

如滑坡写滑体、滑带（面）和滑床的物质组成及结构特征

5.1.5 地质灾害体水文地质特征

地下水类型、赋存（水位埋深）、补径排及其水化学特征（化学类型及酸碱性、侵蚀性），与地表水的关系

5.1.6 地质灾害岩土物理力学性质特征

依据勘察报告或经验数据结合列表简单文字描述各结构体岩土物理力学性质。如滑坡的滑体、滑带（面）和滑床的岩土物理力学性质。

5.1.7 地质灾害影响因素分析

从地层岩性、地形地貌、水、人类工程活动逐项分析后再综合分析

5.2 地质灾害稳定性分析和评价

5.2.1 定性分析与评价

5.2.2 稳定性计算

1、计算方法

2、计算简图及参数确定

根据选取的计算方法所需条件和实际，合理简化条件后确定计算简图。

根据室内试验和原位测试结果、经验数据、反演计算结果来结合实际岩土物性分析选取。如饱和与自然状态下的滑坡体重度与 C 、 φ 值，滑带（面） C 、 φ 值，滑床承载力。

3、计算工况

4、计算结果与分析

5.2.3 敏感性分析

5.2.4 评价结论

5.3 设计参数分析与选取

5.2.1 设计参数

5.2.2 荷载组合与安全标准

6 工程地质条件

6.1 土体

6.2 岩体

7 地质灾害体治理工程方案

7.1 治理目标与原则

7.2 治理方案

7.2.1 方案一

简述方案的单位工程组合及单位工程布置的位置和理由、目的

7.2.2 方案二

简述方案的单位工程组合及单位工程布置的位置和理由、目的

7.3 方案一的分项工程设计

7.3.1 $\times\times$ 工程

1、工程布置

2、结构设计

3、工程量

7.3.2 ××工程

1、工程布置

2、结构设计

3、工程量

.....

6.3. × 工程监测设计方案（含防治效果监测方案）

1、监测工作的目的和任务

为了保证地质灾害体在治理的过程中和治理工程运行中的安全，须对地质灾害体进行监测，以分析其变形与趋势、运行状态的稳定性与危险性，作出实时预报预警。

主要监测分析任务包括：变形体相对和绝对位移监测，工程的水平和垂直位移、已有建筑物位移监测。

2、监测设计方案主要技术依据及原则

（1）主要技术依据

① 《建筑变形测量规范》（JGJ-T8-97）；

② 《工程测量规范》（GB50026-93）。

（2）原则

① 以合理优化的监测工程量对滑坡工程治理进行全过程跟踪监测，监测工程包括监测墩（桩）、监测站、监测钻孔的施工、监测仪器设备购置与安装等。

② 监测重点应放在雨季，尤其是持续降雨或大暴雨应加密观测，在施工过程中及施工完工后的前期应加密观测，监测年限为工程完工后 1 年以上或不少于 1 个水文年。

3、监测工作现状

4、监测工作方案

(1) 监测工作布置

(2) 监测工作要求（人员、设备、年限等）

(3) 监测工作量

7.4 方案二的分项工程设计

7.4.1 ××工程

1、工程布置

2、结构设计

3、工程量

7.4.2 ××工程

1、工程布置

2、结构设计

3、工程量

.....

7.4.× 工程监测设计方案（含防治效果监测方案）

1、监测工作的目的和任务

为了保证地质灾害体在治理的过程中和治理工程运行中的安全，须对地质灾害体进行监测，以分析其变形与趋势、运行状态的稳定性与危险性，作出实时预报预警。

主要监测分析任务包括：变形体相对和绝对位移监测，工程的水平和垂直位移、已有建筑物位移监测。

2、监测设计方案主要技术依据及原则

(1) 主要技术依据

① 《建筑变形测量规范》(JGJ-T8-97);

② 《工程测量规范》(G850026-93)。

(2) 原则

① 以合理优化的监测工程量对滑坡工程治理进行全过程跟踪监测,监测工程包括监测墩(桩)、监测站、监测钻孔的施工、监测仪器设备购置与安装等。

② 监测重点应放在雨季,尤其是持续降雨或大暴雨应加密观测,在施工过程中及施工完工后的前期应加密观测,监测年限为工程完工后1年以上或不少于1个水文年。

3、监测工作现状

4、监测工作方案

(1) 监测工作布置

(2) 监测工作要求(人员、设备、年限等)

(3) 监测工作量

7.5 治理工程方案的比选与推荐方案

包括技术可行性(施工难易程度、治理效果)、施工工期、投资估算等方面综合比选。

7.5.1 方案比较

1、技术比选

2、经济比选

3、其他方面比选

7.5.2 方案推荐

8 施工条件和施工安排

8.1 施工条件

8.1.1 基础条件

（道路、供水、供电、占地、搬迁等）

8.1.2 天然建筑材料

8.2 施工安排

8.2.1 施工交通及施工总布置图

8.2.2 施工方法及施工机械基本要求

8.2.3 施工顺序及进度计划

8.2.4 施工管理与监理

9 环境影响评价

9.1 地质灾害治理对自然环境的影响

从有利与不利两方面谈。如某滑坡施工对环境影响一是有利影响，即达到了整治土地作用，使水土流失和水库淤积减少，保护良好的生态环境。二是不利影响，既：工过程中的土石方开挖会造成扬尘，影响环境；施工过程中产生的污水可能影响环境；施工过程中的车辆行驶、平整场地、修便道等活动会破坏原有植被，造成环境景观破坏。

9.2 地质灾害治理对社会与人文环境的影响

从有利与不利两方面谈。如某滑坡施工对环境影响一是有利影响，即对滑坡整治，消除了滑坡隐患，使当地居民安居乐业，工厂正常生产，保证社会稳定。二是不利影响，既：施工过程中，会产生噪声影响附近居民的生活。

9.3 环境保护要求

1、根据环境影响程度采取相应措施：免夜间施工噪声污染，影响居民，最好夜间不进行作业；

2、施工过程中做到车辆进出工地要洗净，避免大量扬尘；

3、施工和生活污水应汇集，集中排放，避免漫排；

- 4、施工过程和整平场地等过程中，尽量避免植被破坏，合理安排；
- 5、完成施工后，应做到清理和恢复现场，将生活和施工垃圾掩埋，同时在土裸露部位恢复植被，减少水土流失。

9.4 环境管理与环境监测

- 1、环境管理，在施工的全过程，三方各负其责，业主负责、监理监督、施工单位执行；
 - 2、主要根据设计全面管理和负责环境保护；
 - 3、监理要履行监督职能；
 - 4、施工单位要提出施工过程中的环保方案措施，并按照方案执行。
- 定期进行环境的声、水、扬尘监测，避免超标。

10 工程投资估算

10.1 治理工程概况

10.1.1 方案一工程概况

简述工程措施，列表统计概算所需的工程量

10.1.2 方案二工程概况

简述工程措施，列表统计概算所需的工程量

10.2 估算原则及依据

10.2.1 估算原则

10.2.2 估算依据

10.3 费用构成及估算

10.3.1 费用构成及估算标准

10.3.2 费用估算

11 效益分析

11.1 经济效益分析

11.2 环境效益分析

11.3 社会效益分析

11.4 减灾效益分析

12 结论和建议

12.1 结论

12.2 建议

附图

(1) 治理工程方案平面布置图

(各比选方案可总体成图，也可每个方案独立成图)

(2) 各比选方案治理工程布置剖面图

(3) 各主要分项工程典型图件

附件

各比选方案投资估算书

××滑坡地质灾害治理工程可行性研究报告

1 概述

1.1 任务由来

××××年××月××日受四川省国土资源厅的委托，湖南省国土资源厅安排我站承担了“5.12”地震灾区的广元市利州区××滑坡防治工程勘查、可行性和初步设计任务。

××××年××月××日，我站组织人员设备进场，在开展勘查工作的同时，相继开展了可行性和初步设计工作。××××年××月勘查设计通过了专家评审，确定该滑坡防治工程为×级地质灾害防治工程。

1.2 主要的目的与任务

1.2.1 主要目的

研究滑坡治理方案，通过对滑坡治理，确保滑坡区内的××小学的正常教学和××，确保××人民群众生命财产的安全，避免××万元直接经济损失。

1.2.2 主要任务

1、在勘查的基础上，对该滑坡治理的必要性和紧迫性进行论证，以确定是否需要治理；

2、对滑坡稳定性进行分析；

3、根据滑坡稳定性分析，提出 2 种滑坡治理方案，并根据设计目标 and 功能要求对 2 种方案进行概略设计以及技术、经济、社会和环境效益等方面的分析和论证，作出工程估算，提出推荐方案；

4、进行工程监测、施工组织设计；

5、编制工程估算。

1.3 勘查工作描述及建议方案

1.3.1 主要结论

给出地质环境条件复杂程度以及地质灾害危害程度；指出是否查明了地质灾害分布、范围、规模特征、地质环境、形成原因及诱发因素、形成机制、对各种工况下的稳定性分析与评价、针对工程实际条件提出的防治方案并进行了效益评估；给出地质灾害的性质与类型、形态特征；给出地质灾害稳定状态和不同工况下的稳定性判定结论。

1、××滑坡地形地貌条件中等；岩土组成种类较多、变化较大；水文地质条件中等，勘查区地质复杂程度分级确定为简单。××滑坡危及常住居民人口 1336 人，危及房屋面积 33474m²，威胁财产 9005.98 万元，滑坡危害程度等级确定为 II 级。

2、初步查明了某区××滑坡的分布、范围、规模特征、地质环境、形成原因及诱发因素、形成机制、对各种工况下的滑坡推力分别进行了计算及稳定性评价，针对工程实际条件提出了防治方案并进行了效益评估。

3、××滑坡为一推移一牵引式中型中层土质滑坡，滑坡平面形态呈不对称“弓”字形，纵剖面呈折线形，平均坡度角 22°，分为东段、西段。西段滑坡前缘宽约 325m，后缘宽约 180.0m，南北纵向长约 120.0m，面积约 3.03×10⁴m²，滑体厚约 12.00~17.50m，体积约 51.51×10⁴m³，主滑方向垂直于龙凤溪河，即 NE10°。

东段滑坡前缘宽 110.00m，后缘宽约 105.00m，南北纵向长约 68.00m，面积约 1.05×10⁴m²，厚度 11.00m，其体积 11.55×10⁴m³，主滑方向 NW25°。

4、滑坡天然状态下是稳定的；滑坡在雨季状态下，其稳定性降低快，洪水或库水涨落影响时滑坡不稳定或欠稳定。滑坡近期以变形及蠕滑为特征。

1.3.2 建议方案

给出各方案的工程措施组合、单位工程的布置位置及目的，不同方案中可以在相同部位有相同的工程措施，但不得完全相同

1、方案一

2、方案二

1.4 可行性研究报告编制依据

1.4.1 法律政策依据

1、《地质灾害防治条例》

2、《××管理办法》

1.4.2 标准与规范

给出与工程有关的标准与规范名称和编号

1、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）。

2、《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2002）。

3、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2002）。

4、2008 年版《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）

5、《堤防工程设计规范》（GB50286-98）

6、《港口及航道护岸工程设计与施工规范》（JTJ300-2000）

7、《水利工程设计概（估）算编制规定》（水利部水总[2002] 116 号文）。

8、当地颁发的材料价

1.4.3 其他依据

1、××函（文件号）

2、××滑坡可行性研究设计委托书和合同书。

3、《××滑坡勘察报告》（湖南省地质环境监测总站，2008 年 12 月）。

1.5 工程特征表

表 0-1 工程特征表

项目	特 征
地理位置	××滑坡位于某城区正南侧、龙凤溪河南岸，地理坐标，东经：106° 27′ 07″，北纬：29° 37′ 03″。
水文特征	龙凤溪河属长江二级支流，嘉陵江一级支流，龙凤溪河常年平水位为 176.40m，常年洪水位 195.00m，特大洪水位 208.17m（1982 年）。 据重庆市规划管理资料，嘉陵江某断面 5 年一遇洪水位为 197.63m，20 年一遇洪水位为 203.33m，50 年一遇洪水位为 206.13m，100 年一遇洪水位为 207.93m。 据资料当三峡水库建成后，坝前水位蓄水至 175 米时，嘉陵江某段的水位为 183m。
气象特征	多年平均气温 18.3℃，极端最高气温达 43℃，极端最低气温-3.1℃；多年平均降水量 1107.1mm，每年 5~10 月降雨量为 873.4mm，占全年总降雨量的 79%，且多以大暴雨形式在 6~8 月降落，大于 50mm 的降雨日数平均每年 2~3 天，日最大降水量 450mm。
水文工程地质	场地地下水主要赋存于第四系松散堆堆积层的孔隙中，以生活污水及大气降水为主要补给源，其水量贫乏，上覆第四系人工填土结构松散，渗透性强，下伏泥岩形成相对隔水层，地下水排入龙凤溪河中，滑坡前缘水位受龙凤溪河水位涨落影响大。水质类型 HCO ³⁻ -Ca ²⁺ 型，对砼无腐蚀性。滑体为杂填土、粉质粘土，下伏基岩为泥岩，滑面物质为粉质粘土，滑体西段、东段天然重度分别为 21.0 kN/m ³ 、19.4kN/m ³ ，饱和重度 21.5 kN/m ³ 、19.41kN/m ³ ，滑带土天然状态下西段 C、Φ 值为 24KPa、12.13°，饱和状态下为 23.05KPa、12°，西段 C、Φ 值为 22.45KPa、12.59°，饱和状态下为 21.5KPa、12.34°。
滑坡基本特征	××滑坡分东、西两段，西段体积约 51.51×10 ⁴ m ³ ，滑向 NE10°。东段体积 11.55×10 ⁴ m ³ 。滑向 NW25°。
采取措施	方案一：截排水+悬臂桩板墙+重力式挡土墙（推荐方案） 方案二：截排水+悬臂桩板墙（比较方案）
工 程 量	方案一：挖土石方 16972m ³ ，石方 3534 m ³ ，混凝土 12766 m ³ ，M7.5 浆砌片条石 1305 m ³ ，钢筋 1278t，钢模 14542 m ² ，外运土石方约 10860 m ³ ，填土石方 6111 m ³ ，永久征地约 2.7 亩，临时征地约 5.5 亩。 方案二：挖土石方 14179m ³ ，石方 3492m ³ ，混凝土 14047.25 m ³ ，M7.5 浆砌片条石 1012 m ³ ，钢筋 1396.43t，钢模 16500m ² ，外运土石方约 12115m ³ ，填土石方 5556 m ³ ，永久征地约 2.7 亩，临时征地约 5.5 亩。
工程投资（静态）	按 2008 年 10 月物价水平，推荐方案（方案一）静态投资 2201.44 万元；比较方案（方案二）静态投资 2389.99 万元。

2 项目的必要性与迫切性

2.1 地质灾害体灾情评价

2.1.1 地质灾害分布位置、规模、范围

滑坡对危害对象的位置，滑坡长、宽、厚、体积、威胁范围大小。

2.1.2 主要危及对象

滑坡危及永发摩配厂、汽车修理厂、群兴村农贸市场等建筑物及 212 国

道、市政道路、通信、电力等设施，威胁 1336 人生命安全，建筑面积 33474m，212 国道约 450m，街道长度约 750m。

2.1.3 地质灾害体破坏后造成损失估算

根据实物调查指标（详见表 1-1），如果滑坡滑塌，预计直接经济损失达 5782.92 万元，间接损失按工厂每年产值 5000 万元计，10 年损失约 5 亿元。

表 1-1 实物性指标损失估算表

实物性指标	单位	数量	估算单价	估算损失 (万元)
建筑面积	m ²	33474	0.08 万元	2677.92
212 国道	km	0.45	100 万元/km	45
街道	km	0.75	80 万元/km	60
机械设备				3000
合 计				5782.92

2.2 项目的必要性与紧迫性

××滑坡目前处于基本稳定状态，但在连续暴雨，河流水位的变化，河流的侵蚀和人类工程活动的共同影响和作用下，滑坡变形有加剧的趋势。在三峡蓄水至 175m 运营后，回水位将浸泡滑坡体，暴雨及水位的变动特别是洪水期间水位波动使滑坡的稳定性降低，如果不采取相应的治理防范措施，有可能引起滑坡大规模的滑动，从而造成人员财产损失，滑体如果滑入龙凤溪河，将阻塞河道，引起河水位上升，形成临时水库，淹没两岸，危害两岸人民的生命财产，临时水库溃堤亦危害下游两岸居民的生命财产，并影响嘉陵江航道运营，影响巨大，因此对其治理已迫在眉捷，应立即治理。

3 地理地质环境

3.1 地理环境

3.1.1 自然地理概况

××滑坡位于重庆市某城区正南侧、龙凤溪河南岸，与主城区仅一河（龙凤溪河）之隔，212 国道由东向通过，交通便利（见图 2-1 交通位置图）。

地理坐标 x=某；y=某。

图 2-1 交通位置示意图

3.1.2 气象水文

调查区属亚热带湿润季风气候区，具有无霜期长，日照少，湿度大，雨量充沛，夏季高温酷热，秋多绵雨，冬无严寒的特点。据利州区气象站 1935～2007 年资料统计，多年平均气温 18.3℃，夏季日极端最高气温 43℃，冬季极端最低气温为-3.1℃。该区雨量充沛，多年平均降雨量为 1107.1mm，降雨的季节性特征明显，降雨主要集中在 5～10 月(见图 3-2)，降雨量为 873.4mm，占全年总降雨量的 79%，且多以大暴雨形式在 6～8 月降落，大于 50mm 的降雨日数平均每年 2～3 天，最大日降雨量达 450mm，最大小时降雨量 mm，最大 10 分钟降雨量 mm。

滑坡位于××河流××岸，距嘉陵江入口处约 600m，××河常年平水位为 176.40m，常年洪水位 195.00m，特大洪水位 208.17m（1982 年）。

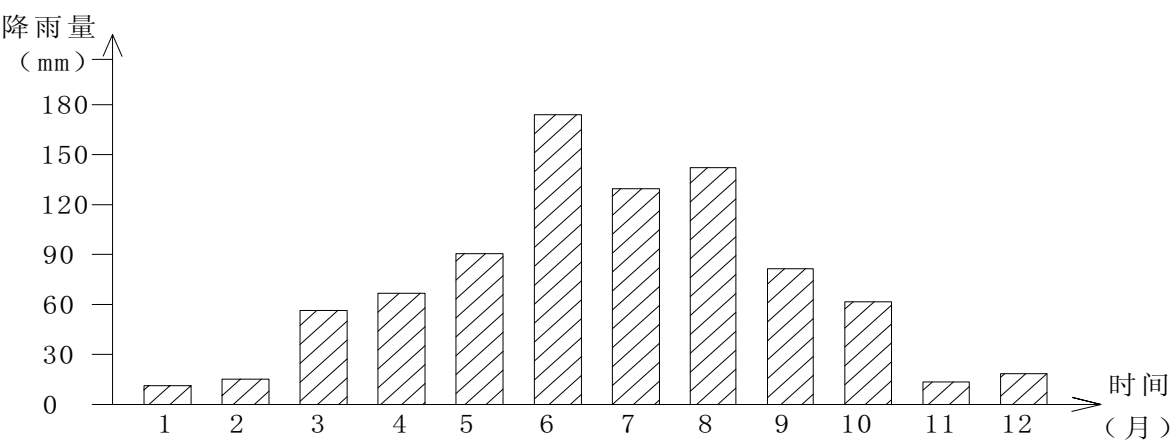


图 3-2 降雨量直方图。

3.1.3 区域经济状况

利州区是四川省北面的广元市政府所在地，以浓郁的文化氛围、著名的风景名胜、雄厚的科技实力、秀丽的花园城市而名扬四方。

利州区是××生产基地。2007 年，全年完成规模以上工业总产值 56.76

亿元。

利州区是国家级风景名胜区,旅游资源十分丰富。有缙云山、北温泉、嘉陵江小三峡、金刀峡、胜天湖等著名景点 60 多处,有文物景点 104 处。

利州区是著名的花园城市,也是全国文化教育卫生先进区。

利州区城郊商品农业极有特色。利州区已成为全国的柑桔科研基地、蚕种研制基地和我市重要的副食品供应基地。尤其是花木产业发展迅速,静观镇被国家林业部评为重庆市唯一的“中国花木之乡”。2004 年 5 月,某区在静观镇成功举办了重庆市第二届花卉园艺博览会。名优土特产品有缙云毛峰、北泉银丝面、静观醋、三峡西瓜、447 锦橙、某蜜柚、无核红心柚等。

2007 年全区地区生产总值达 80.97 亿元,全区人均生产总值达到 12457 元。

3.2 地质环境

3.2.1 地形地貌

勘查区属红层丘陵岸坡堆积地貌。勘查区位于龙凤溪河南岸,龙凤溪河由西向东穿过滑坡前缘汇入嘉陵江(滑坡距嘉陵江入口处约 600m)。河谷呈“U”字型。工作区岸坡因人工回填多呈平台,高程一般为 200.00~206.50m,谷底高程一般为 171.00~172.50m。填土边坡地形坡度 20~30°,岸坡相对平缓,坡度 10~21°。

3.2.2 地层岩性

勘查区滑坡体从上至下由第四系人工填土层(Q_4^{ml})、冲洪积层(Q_4^{al+pl})及残坡积层(Q_4^{el+dl})组成,下伏基岩为中生界侏罗系中下统新田沟组(J_{1xs})砂岩、泥岩、泥灰岩。各类岩土层的岩性分述如下:

①. 人工填土(Q_4^{ml}): 紫红~褐灰色,主要成份为粉质粘土夹碎石、块石,稍湿,松散~中密,据钻孔揭露,人工回填土厚度 4.85~12.70m,块石含量

5~20%，局部地段块石含量大于 50%。

②. 冲洪积粉质粘土层(Q_4^{al+pl}): 上部为褐红~褐黄色，下部为深灰色，湿，饱和，软塑状~可塑状，质纯。

③. 残坡积粉质粘土层(Q_4^{dl+el}): 紫红~褐红色，湿，可塑~硬塑状，底部可见母岩层理及碎屑物。

④. 侏罗系中下统新田沟组(J_{1xs}): 砂岩、泥岩。

砂岩: 褐黄色，细粒结构，中厚层状构造，主要矿物成份为长石，其次为石英、云母等，泥质胶结。

泥岩: 紫红~褐红色、深灰色，泥质结构，薄层~中厚层状构造。据可研阶段勘查资料滑坡区基岩为泥岩。

3.2.3 地质构造及地震

滑坡构造上处于华蓥山帚状褶皱观音峡背斜北西翼(见图 3-3)。背斜轴部走向近 $N40^\circ E$ ，场区附近无断层及构造破碎带。根据区域资料，区内岩层倾向为 $298\sim 310^\circ$ ，倾角 $75\sim 79^\circ$ ，属单斜构造。场区岩体中发育两组构造裂隙，其产状分别为 $35^\circ \angle 11^\circ$ 、 $220^\circ \angle 77^\circ$ ，裂隙张开度 $0.50\sim 1.00$ cm，延伸程度好，裂面较为平直。总体上看，勘查区地质构造简单。

根据国家地震局编制的《中国地震参数区划图(GB18306-2001)》，其动峰值加速度为 $0.05g$ ，地震动反应谱特征周期 $0.03s$ 。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)，本区抗震设防烈度为 VI 度。

3.2.4 水文地质条件

滑坡区位于观音峡背斜北西翼，岩层产状 $298\sim 310^\circ \angle 75\sim 79^\circ$ ，坡向与基岩走向基本一致，受降雨及生活水排放的影响，区内冲沟较发育。

勘查区地下水按其赋存特征可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

松散岩类孔隙水的含水层主要是人工堆积(填)层，人工填土主要成份为粉质粘土夹泥岩、砂岩碎块石土，厚度 $4.85\sim 12.7m$ ，结构稍密，块石含

量 5~20%，局部地段块石含量大于 50%；人工填土下部的粉质粘土层透水性相对较弱，在填土层与粉质粘土层的分界面常有泉水渗出，局部形成湿地。

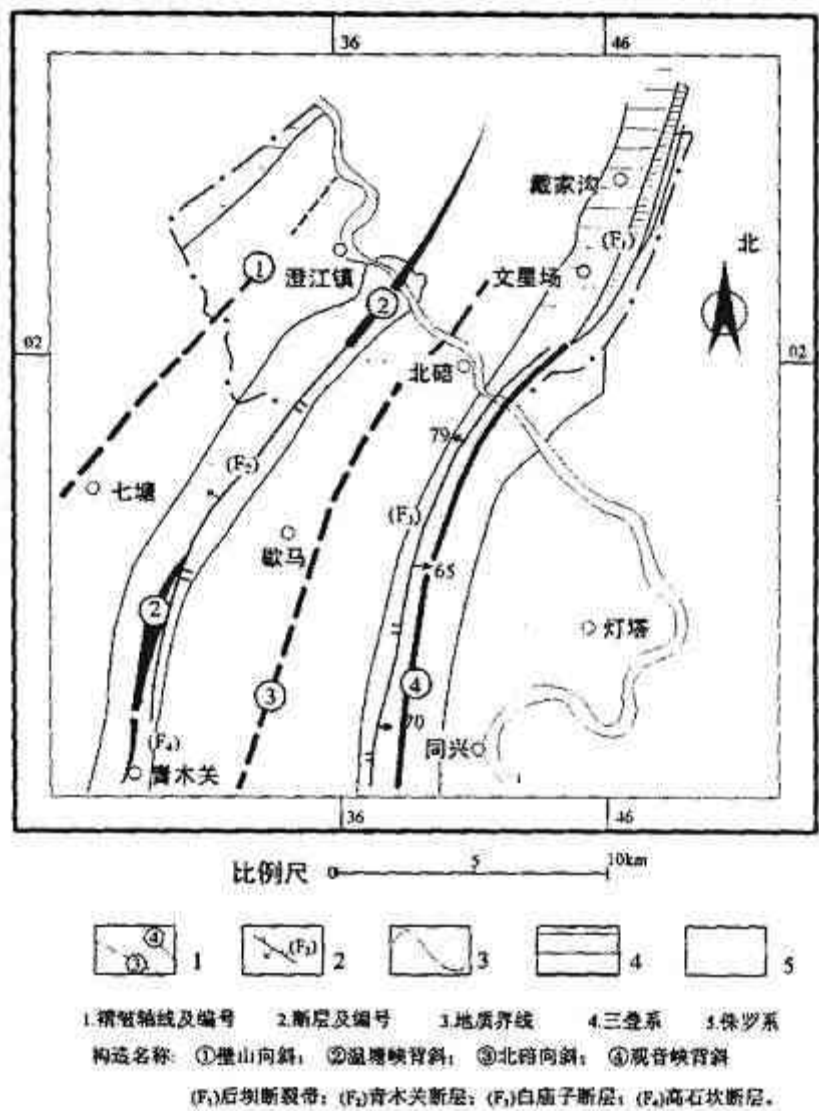


图 3-3 区域构造略图

基岩裂隙水主要赋存于新田沟组(J_{1xs})砂岩、泥岩裂隙中，基岩强风化厚度 0~2m，中等风化基岩裂隙不发育，完整性较好，倾角较大，且为互层，透水性较弱，基岩裂隙水较为贫乏。

4 地质灾害基本特征及稳定性分析

4.1 滑坡基本特征及主要影响因素

根据《××滑坡勘察报告》(湖南省地质环境监测总站，2008 年 12 月)，滑坡基本特征及主要影响因素分析如下。

4.1.1 地形地貌

勘查区位于龙凤溪河南岸，属红层丘陵岸坡堆积地貌。滑坡区地形起伏大，呈南高北低地形，东西横向相对平缓，地面高程在 174.00~206.50m，河岸线高程一般为 174.00~175.50m。滑坡被近南北向发育的“U”型冲沟分为东、西两段；东段较短，走向北东，西段较长，呈近东西走向。东西两段后部因人工堆填土改造形成平台，平台高程 200.00~206.50m，填土边坡坡度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，前部斜坡高程 175.5~198.8m，地形坡度 $10^{\circ} \sim 21^{\circ}$ 。

4.1.2 滑坡空间形态

××滑坡为一推移一牵引式中型中层土质滑坡，滑坡平面形态呈不对称“弓”字形，前缘连线近似一折线，后缘与两侧连线呈不规则弧线。滑坡被一条南北向发育的“U”型冲沟分为东、西两段。

西段后缘略呈弧形，位于七一公路北侧的路边，大致沿南偏东 105° 方向，高程 203.40~206.30m；西侧缘受前缘已垮塌的挡土墙的宽度限制，从三、四摩配车间东侧穿过，东南侧以“U”型冲沟为界，延展方向为北偏东 45° 左右；前缘剪出口以龙凤溪河右岸水准线为界，略呈弧形。前部地面坡角为 $25^{\circ} \sim 38^{\circ}$ ，中后部约 $8^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，滑坡前缘宽约 325m，后缘宽约 180.0m，南北纵向长约 120.0m，面积约 $3.03 \times 10^4 \text{m}^2$ ，滑体厚约 12.00~17.50m，体积约 $51.51 \times 10^4 \text{m}^3$ ，根据对滑坡变形破坏特征分析，主滑方向垂直于龙凤溪河，即 $\text{NE}10^{\circ}$ 。

东段后缘位于群兴村农贸市场北东侧重力式挡土墙外侧；西侧边界前缘以冲沟为界，后缘沿脊状地形东侧与后缘相交，东侧边界以垂向龙凤溪的冲沟为界；前缘位于龙凤溪右岸线一带，高程 174.00~175.00m。前缘宽 110.00m，后缘宽约 105.00m，南北纵向长约 68.00m，面积约 $1.05 \times 10^4 \text{m}^2$ ，厚度 11.00m，其体积 $11.55 \times 10^4 \text{m}^3$ 。根据对滑坡变形破坏特征分析主滑方向 $\text{NW}25^{\circ}$ 。

4.1.3 滑坡变形特征

据可研勘察报告，××滑坡从 1998 年 6 月起开始变形，而且随着时间的推移变形破坏速度有所加快，滑体内陆续产生了大量的变形破坏形迹，其主要表现为地面裂缝、地表位移与下沉、公路及堡坎位移毁坏及局部产生小型滑塌严重等。根据这些滑坡变形破坏形迹空间分布及变形破坏强度的不同，可分出滑坡中前部和滑坡后缘两类变形部位。

滑坡中前部处于龙凤溪枯洪水位变幅带，变形主要表现为小规模滑塌及地面裂缝，小规模滑塌分布于滑坡前缘岸坡一带，滑塌体规模一般为 150~500m³。1998 年 6-9 月暴雨引起龙凤溪河水上涨，沿枯水期水线一带（高程 195.00m 以下）形成坍滑，在滑体前部形成多条拉张裂缝，拉裂缝长 7~13m，宽大 10~20cm，走向 135°。另有多处小规模滑体（其方量小于 500m³），横宽小于 8m，纵长小于 10m，厚度小于 6m。

滑坡后缘一带 2003 年前后变形强烈，主要表现为地面裂缝、厂房拉裂破坏、浆砌条石挡墙开裂外凸、围墙倒塌等。2001 年 5 月前，因修建摩配车间，在滑坡西侧修建重力式挡墙。挡墙未按正规要求设计，无排泄孔。挡墙基础置于冲洪积土层上，其墙后部开始大量回填，未分层夯实，回填厚度大于 10 米，在雨水作用下，回填土沉陷，导致已建重力式挡墙大部分倒塌，并引起地基土（挡墙外侧）鼓起、变形，后缘地面出现拉张裂缝，长 25~65m 左右，锯齿状，略呈弧形，凹形方向 45° 左右，为保证车间安全，摩配厂在其挡墙外侧一带进行临时处置，但效果并不理想。通过摩配厂简易监测和实地调查结果表明，滑坡每年均有不同程度的变形破坏，其变形有逐年加剧之势。

××滑坡整体处于蠕滑变形阶段，滑坡西段及中前部局部滑动，滑面尚未贯通，潜在滑面（带）追踪堆积体与下伏基岩面的接触带发育。××滑坡尚未形成贯通性滑动面，滑体将沿着基岩顶面产生滑动。

4.1.4 滑坡物质组成及结构特征

1、滑体

滑坡体主要由第四系人工填土 (Q_4^{ml})、冲洪积层 (Q_4^{al+pl}) 组成，滑体厚度变化较大，总体呈前部较薄、中后部厚的特征。

滑体西段中后部表层由素填土组成，褐色，主要成分为粉质粘土，局部含 5%~15% 的砂、泥岩块石，下部为残坡积粉质粘土。而中前部主要为冲洪积粉质粘土，其砂质较重。填土主要分布在永发摩配厂，厚度 4.85~12.70m，据访问，填土是在八十年代平整厂区场地时堆填的，建筑物基础基本都放在冲洪积层上，1998 年特大洪水后，发现该区出现滑塌变形，填土对滑坡的主要影响是，地表水容易入渗地下，降低了滑体土强度和增加滑体重量，目前大部分已经进行防渗处理。

滑体东段物质为褐黄色残坡积粉质粘土，可塑~软塑状。含少量砂、泥岩碎石，碎块呈次棱角状，无规律排列。在侧缘局部有架空现象和小型土洞。前缘洪水涨落带有冲洪积粉质粉土。

2、滑带（面）

据勘察报告，滑坡西段滑带斜切中后部人工填土和中前部冲洪积粉质粘土，滑带中物质以粉质粘土为主，软塑——可塑状，滑带厚度 4~18cm，滑面倾角 6~15°，滑面埋深 8.23~13.80m。

滑坡东段滑带物质为粉质粘土，软塑状，滑带厚度小于 20cm，滑面倾角 6~18°，滑面埋深 5.10~12.25m。

3、滑床

滑坡东西两段滑床物质组成差异明显。

滑床西段呈弧形，后部倾角陡，前部较缓，略呈反翘，物质成分以粉质粘土为主，后缘为人工填土，前缘局部有砂岩组成。

滑床东段呈弧形，中后部倾角较大，前缘倾角相对较小，滑床物质以泥岩为主。

4.1.5 滑坡水文地质

勘查区位于龙凤溪河南岸,是地表水排泄区。场地地下水主要赋存于松散岩类隙隙中,以生活污水及大气降水为主要补给源,其水量贫乏。滑体透水性差异大。

地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 型,其 PH 值 7.04~7.14,为弱碱性水,对混凝土无腐蚀性。

4.1.6 滑坡影响因素分析

影响滑坡的主要因素如下:

1、地层岩性:滑坡区内地层由人工回填土层、冲洪积层、残坡积层粉质粘土及下伏中生界侏罗系中下统新田沟组泥岩组成。回填土厚度大,结构松散,地表水易入渗,是地下水的良好径流通道,而粉质粘土受降雨入渗、河水长期浸泡后粉质粘土抗剪强度急剧降低,且滑坡前缘这种土层很容易被洪水冲刷带走。这种地层的组合为堆积岸坡的滑动奠定了物质基础。

2、地形地貌

滑坡区为河流切割的低山地貌,坡体前缘发育冲沟,切割数米不等,坡顶及坡脚较陡,坡体中部较缓,加之龙凤溪洪水深切和侧蚀,更是加速了岸坡的变形破坏,坡体前缘临空,为进一步形成滑坡创造了有利的空间条件。在三峡水库蓄水至 175m 后,河水侧蚀及浸泡对滑坡的稳定性影响较大。

3、水是滑坡形成的重要因素。区域内降雨量大,并集中多发大暴雨,雨水下渗,龙凤溪河水位不断升降,不但降低滑面的抗剪强度,还提高了滑体重量,产生动水压力等,为滑坡的最后形成起到推波助澜的作用。

4、人类工程活动较强烈。主要表现为斜坡后部大量堆填土,并修建建(构)筑物,使斜坡后部荷载大增,降低了斜坡的稳定性。

综上所述,××滑坡的变形受地形地貌、岩土结构和物质组成等因素控制;而工程建设不合理堆填土加载,降雨和地表水入渗,河水侧蚀及涨落形成动水压力等均起到重要的诱发作用。

4.2 滑坡稳定性分析和评价

4.2.1 滑坡岩土体物理力学性质分析

根据《××滑坡勘察报告》，对滑坡岩土体物理力学性质进行分析。

1、滑体岩土物理力学性质

滑坡滑体土主要为粉质粘土，其天然含水量为 28.35%，天然重度为 19.01kN/m³，颗粒密度 2.735g/cm³，孔隙比 0.813，饱和度 95.95%，塑性指数 12.08，垂直渗透系数 8.64210⁻⁵cm/s。滑体土天然快剪峰值标准值 C=28kPa，φ =12.327°，天然快剪残余标准值 C=21kPa，φ =7.74°，饱和快剪峰值标准值 C=23kPa，φ =8.85°，饱和快剪残余标准值 C=18kPa，φ =6.115°。滑体土物理、力学性质试验结果统计见表 4-1、表 4-2。

表 4-1 滑体土物理性质统计表

土体名称		土样编号	天然含水量 (%)	重度(kN/m ³)		颗粒密度 (g/cm ³)	孔隙比 (e)	孔隙率 (%)	饱和度 (%)	液限 (%)	塑限 (%)	液限指数	塑限指数
				天然	饱和								
滑体粉质粘土	试验数据	ZK1-1	28.3	18.91	18.94	2.77	0.84	45.7	93.2	35.2	23	0.43	12.2
		ZK4-1	26.8	19.5	19.50	2.71	0.73	42.1	99.9	32.5	20.8	0.51	11.7
		ZK5-1	28.1	19.21	19.21	2.7	0.77	43.3	99.2	33.9	22.5	0.49	11.4
		TJ1-1	30.2	18.42	18.46	2.76	0.91	47.7	91.5	36.4	23.4	0.52	13
	数据个数		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	平均值		28.35	19.01	19.03	2.735	0.813	44.7	95.95	34.5	22.43	0.488	12.08

表 4-2 滑体土力学性质统计表

土体名称		土样编号	天然				饱和			
			快剪峰值		快剪残余值		快剪峰值		快剪残余值	
			C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)
粉质粘土	试验数据		0.023	13.5						
			0.033	12.03	0.022	8.4	0.023	9.86	0.018	6.57
			0.029	11.45	0.02	7.08	0.023	7.84	0.018	5.66
	数据个数		3	3	2	2	2	2	2	2
	平均值		0.028	12.327	0.021	7.740	0.023	8.850	0.018	6.115

2、滑带土物理力学性质

西段滑带土天然含水量为 26.20%，天然重度为 18.88kN/m³，饱和重度为 18.9kN/m³，颗粒密度 2.74g/cm³，孔隙比 0.795，饱和度 95.3%，塑性指数 12.9。天然快剪峰值标准值 C=0.024MPa， φ =12.13°，天然快剪残余标准值 C=0.02MPa， φ =7.3°，饱和快剪峰值标准值 C=0.019MPa， φ =8.2°，饱和快剪残余标准值 C=0.012MPa， φ =6.2°（见表 4-3、表 4-4）。

东段滑带土天然含水量为 27.45%，天然重度为 18.77kN/m³，饱和重度为 18.96kN/m³，颗粒密度 2.75g/cm³，孔隙比 0.865，饱和度 93.8%，塑性指数 13.8。天然快剪峰值标准值 C=0.022MPa， φ =11.86°，天然快剪残余标准值 C=0.017MPa， φ =9.4°，饱和快剪峰值标准值 C=0.016MPa， φ =8.55°，饱和快剪残余标准值 C=0.014MPa， φ =7.12°（见表 4-5、表 4-6）。

表 4-3 西段滑带土物理性质统计表

土体名称		土样编号	天然含水量 (%)	重度(kN/m³)		颗粒密度 (g/cm³)	孔隙比(e)	孔隙率 (%)	饱和度 (%)	液限 (%)	塑限 (%)	液限指数	塑限指数
				天然	饱和								
滑带粉质粘土	试验数据	ZK5-2	27.5	16.21	16.2	2.71	0.763	42.27	97.7	33.4	21.8	0.49	11.6
		ZK8-1	25.2	19.5	19.5	2.73	0.718	41.78	95.9	33.2	19.6	0.41	13.6
		ZK9-1	23.6	19.4	19.4	2.73	0.704	41.32	91.5	33.5	20.2	0.26	13.3
		ZK1-2	13.2	18.62	18.6	2.79	0.927	48.09	93.9	37.1	23.1	0.57	13.7
		ZK3	25.6	19.4	19.4	2.76	0.751	42.88	94.1	33.5	19.6	0.43	13.9
		ZK4-2	26.2	19.5	19.5	2.71	0.719	41.81	98.8	31.4	19.3	0.57	12.1
	数据个数		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	平均值		26.20	18.88	18.9	2.741	0.795	44.1	95.3	34.4	21.51	0.47	12.87

表 4-4 西段滑带土力学性质统计表

土体名称		土样 编号	天然				饱和			
			快剪峰值		快剪残余值		快剪峰值		快剪残余值	
			C (Mpa)	φ (°)	C (Mpa)	φ (°)	C (Mpa)	φ (°)	C (Mpa)	φ (°)
滑带 粉质 粘土	试验 数据	ZK4-2	0.036	12.3	0.024	9.04	0.025	9.86	0.019	6.87
		ZK1-2	0.023	15.65	0.019	13.5	0.019	13.5	0.012	10.5
		ZK5-2	0.031	11.74	0.022	7.22	0.023	8.32	0.021	5.91
		ZK8-1	0.031	12.87	0.025	7.27	0.027	8.18	0.019	6.46
		ZK9-1	0.024	12.96	0.02	7.92	0.022	8.4	0.014	6.99
		TJ1-2	0.026	15.43	0.021	13.22	0.016	12.72	0.01	10.62
	数据个数		6	6	6	6	6	6	6	6
	平均值		0.029	13.492	0.022	9.695	0.022	10.163	0.016	7.892
	标准差		0.005	1.648	0.002	2.915	0.004	2.375	0.004	2.101

表 4-4 西段滑带土力学性质统计表

土体名称		土样 编号	天然				饱和			
			快剪峰值		快剪残余值		快剪峰值		快剪残余值	
			C (Mpa)	φ (°)	C (Mpa)	φ (°)	C (Mpa)	φ (°)	C (Mpa)	φ (°)
		变异系数	0.176	0.122	0.106	0.301	0.182	0.234	0.281	0.266
		标准值	0.024	12.131	0.020	7.288	0.019	8.203	0.012	6.157

表 4-5 东段滑带土物理性质统计表

土体名称	土样 编号	天然 含水量 (%)	重度(kN/m³)		颗粒 密度 (g/cm³)	孔隙比 (e)	孔隙率 (%)	饱和度 (%)	液限 (%)	塑限 (%)	液限 指数	塑限 指数
			天然	饱和								
滑带粉质粘土	试验数据	TJ5-1	25.4	19.01	2.76				34.5	20	0.37	14.5
		TJ5-2	24.8	19.11	2.75				33.5	19.3	0.39	14.2
		TJ6-2	30	18.72	18.91	2.75	0.872	46.57	94.6	35	22.3	0.61
		TJ7-1	27.2	18.62	2.76				35.4	21.8	0.4	13.6
		TJ7-2	28.3	18.42	2.75				36.9	23.5	0.36	14.4
		ZK6-1	29	18.72	19.01	2.75	0.857	46.16	93	35.9	22.4	0.49
	数据个数		6	6	2	6	2	2	2	6	6	6
	平均值		27.45	18.77	18.96	2.75	0.865	46.37	93.8	35.2	21.55	0.44

3、滑床岩土物理力学性质

滑坡西段滑床以粉质粘土为主，前缘局部为砂岩；东段以泥岩为主，泥岩物理力学性质见表 4-7。

表 4-6 东段滑带土力学性质统计表

土体名称		土样 编号	天然				饱和			
			快剪峰值		快剪残余值		快剪峰值		快剪残余值	
			C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)
滑带粉质粘土	试验数据	TJ5-1	0.025	13.84	0.02	12.13	0.022	11.6	0.014	8.2
		TJ5-2	0.025	13.68	0.019	9	0.017	8.8	0.014	7.6
		TJ6-2	0.026	11.32	0.015	9.07	0.017	7.65	0.015	6.55
		TJ7-1	0.22	12.08	0.018	10.17	0.017	9.98	0.015	7.37
		TJ7-1	0.02	11.99	0.19	10.75	0.017	9.93	0.016	7.97
		ZK6-1	0.025	14.37	0.02	11.53	0.019	9.92	0.014	8.77
	数据个数		6	6	6	6	6	6	6	6
	平均值		0.024	12.880	0.019	10.442	0.018	9.647	0.015	7.743
	标准差		0.002	1.237	0.002	1.278	0.002	1.326	0.001	0.761

表 4-6

东段滑带土力学性质统计表

土体名称	土样 编号	天然				饱和			
		快剪峰值		快剪残余值		快剪峰值		快剪残余值	
		C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)	C (kpa)	φ (°)
	变异系数	0.097	0.096	0.101	0.122	0.112	0.137	0.056	0.098
	标准值	0.022	11.859	0.017	9.387	0.016	8.552	0.014	7.115

表 4-7 ××滑坡泥岩物理力学试验成果统计表

钻孔 编号	物 理 性 质		力 学 性 质				
	天然含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	抗拉强度 (MPa)	抗剪强度指标		变形测试	
		天 然		C	内摩擦角 (度)	变形模量× 10 ⁴ (MPa)	泊松比 (μ)
				(MPa)			
ZK3	3.24	2.55		1.7	40.28		
ZK4-3	2.51	2.55	0.54	1.96	40.36	0.247	0.37
ZK5-3	3.6	2.52	0.68	2.35	41.35	0.277	0.35
ZK8-2	3.11	2.51	0.78	2.59	41.67	0.293	0.34
ZK6	3.03	2.56		1.78	40.12		
ZK9-2	4.66	2.51	0.35	1.26	37.6	0.216	0.38
TJ3-2	2.85	2.54	0.59	2.19	41.02	0.265	0.36
TJ7-1	3.69	2.51	0.4	1.42	37.95	0.228	0.38
统计个数	8	8	6	8	8	6	6
最大值	4.66	2.56	0.78	2.59	41.67	0.293	0.38
最小值	2.51	2.51	0.35	1.26	8	0.216	0.34
平均值	3.336	2.531	0.557	1.906	40.044	0.254	0.363
标准差			0.164	0.457	1.503		
变异系数			0.294	0.24	0.038		
修正系数			1.243	0.838	0.975		
标准值			0.692	1.598	39.028		

4.2.2 计算剖面的确定和计算参数的选取

滑坡的稳定性计算选取 1-1’ 、 2-2’ 、 3-3’ 、 4-4’ 、 5-5’ 剖面作为计算模型, 见滑坡稳定性计算剖面图（附件 1 图 4-1～图 4-5）。

重度：勘查报告根据滑体土室内试验统计值和现场大容重试验值，结合滑体土的平均土石比，确定计算时采用的滑体块石土重度值为：西段天然重度 21kN/m³, 饱和重度 21.5kN/m³, 浮重度 11.5kN/m³; 东段天然重度 19.4kN/m³，饱和重度 19.41kN/m³，浮重度 9.41kN/m³。

2、滑带土 C、φ 值

勘查报告中滑带土 C、φ 值主要根据滑带土室内岩土试验的统计值、反算结果三方面综合分析确定。

（1）室内试验

滑坡东西两段各取 6 组滑带土进行了试验，并对试验值进行统计后，滑带土抗剪强度的标准值如表 4-8，根据滑坡所处的状态，采用抗剪强度峰值作为室内试验标准值，所得结果如表 4-8：

表 4—8 滑带土强度指标室内试验标准值

强度值 \ 状态	西段		东段	
	天然	饱和	天然	饱和
c (kPa)	24	19	22	16
φ (°)	12.131	8.203	11.86	8.55

(2) 大剪试验标准值见表 4-9：

表 4-9 大剪试验天然状态标准值

强度值 \ 位置	西段	东段
c (kPa)	18.1	22.45
φ (°)	9.61	12.59

(3) 反算参数

勘查报告选择 3-3' 剖面（西段）与 5-5' 剖面（东段）进行反算，反演算采用工况 “自重+地表荷载+ 20 年一遇洪水+暴雨 m”，反算时稳定系数取 1.03，由于滑带位于地下水位线以下，反算得出的强度为饱和值，反算结果见表 4-10。

表 4-10 滑带土抗剪强度反算值

饱和状态强度值 \ 状态	西段	东段
c (kPa)	23.05	21.5
φ (°)	12	12.34

经综合分析勘查报告确定的滑坡计算参数，本可行性研究设计可直接采用勘查报告推荐的计算参数。本可研报告原则上采用勘查单位推荐的滑坡计算参数（见表 4-11）。

表 4-11 滑坡计算采用的参数

位置	重度(kN/m³)		天然抗剪强度				饱和抗剪强度				压缩模量	压缩系数
			峰值		残余		峰值		残余			
	天然	饱和	C (kPa)	φ (°)	C (kPa)	φ (°)	C (kPa)	φ (°)	C (kPa)	φ (°)	(MPa)	
西段	21.00	21.50	24	12.13	20	7.29	23.05	12	12	6.16	4	0.3
东段	19.4	19.41	22.45	12.59	20	7.29	21.5	12.34	12	6.16	4	0.3

4.2.3 稳定性计算

1、计算方法

根据滑坡的滑动面呈近似折线型，参照《岩土工程勘察规范》（GB50021-94）推荐的公式对滑坡的稳定性进行计算。渗透压力计算时考虑滑坡体的渗透性。

（1）稳定性验算公式

采用传递系数法计算公式：

$$K_f = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} ((W_i ((1-r_u) \cos \alpha_i - A \sin \alpha_i) - R_{Di}) \tan \phi_i + C_i L_i) \prod_{j=i}^{n-1} \Psi_j + R_n}{\sum_{i=1}^{n-1} ((W_i \sin \alpha_i + T_{Di}) \prod_{j=i}^{n-1} \Psi_j) + T_n}$$

式中：

$$\Psi_j = \cos(\alpha_i - \alpha_{i+1}) - \sin(\alpha_i - \alpha_{i+1}) \tan \alpha_{i+1}$$

$$\prod_{j=i}^{n-1} \Psi_j = \Psi_i \cdot \Psi_{i+1} \cdot \Psi_{i+2} \cdot \dots \cdot \Psi_{n-1}$$

$$T_n = W_n \sin \alpha_n + T_{Dn}$$

$$R_n = (W_n (1-r_u) \cos \alpha_n - R_{Di}) \tan \phi_n + c_n l_n$$

$$T_{Di} = r_w \cdot h_{iu} L_i \tan \beta_i \cos(\alpha_i - \beta_i)$$

$$R_{Di} = r_w \cdot h_{iu} L_i \tan \beta_i \sin(\alpha_i - \beta_i)$$

式中： K_f——稳定系数

W_i——第 i 块段滑体所受重力（KN/m）

A ——地震加速度（重力加速度 g ）；

R_i ——作用于第 i 块段的抗滑力（KN/m）

N_i ——第 i 块段滑动面的法向分力（KN/m）

φ_i ——第 i 块段土的内摩擦角（°）

c_i ——第 i 块段土的粘聚力（KN/m）

L_i ——第 i 块段滑动面长度（m）

T_i ——作用于第 i 块段滑动面上滑动分力（KN/m），出现与滑动面方向相反的滑动分力时， T_i 取负值。

Ψ_j ——第 i 块段的剩余下滑力传递至第 $i+1$ 块段时的传递系数（ $j=i$ ）

α_i ——第 i 块段滑动面切线方向与水平方向夹角

T_{Di} ——作用于第 i 块段渗透压力平行滑面分力

R_{Di} ——作用于第 i 块段渗透压力垂直滑面分力

β_i ——第 i 块段地下水流向与水平方向夹角（°）

r_w ——水的重度（kN/m³）

（2）水位浸润线：在坝前 175.00m（滑坡区 183.42m）正常蓄水期间及坝前水位 175.00m 降至 145.00m 时，滑坡区地下水位将发生变化，其浸润曲线计算如下：

渗透系数数量级在 10^{-5} 左右，库水位按 1.0m/d 速度下降考虑。

a. 当库水位上升时，地下水位浸润曲线可按下列式计算：

$$y = \sqrt{y_p^2 + \frac{s'}{s}(h^2 - h_p^2)}$$

式中： y_p ——水位上升后的库水位（从隔水层顶面起算）（m）

h_p ——水位上升前的库水位（从隔水层顶面起算）（m）

s ——水位上升前计算点至库岸距离（m）

s' ——水位上升后计算点至库岸距离（m）

y ——水位上升后计算点的地下水位（从隔水层顶面起算）（m）

h ——水位上升前计算点的地下水位（从隔水层顶面起算）（m）

b.当库水位下降时，如库水位下降前库水位与地下水位相同，地下水位浸润线可按式计算：

$$h_{x,t} = h_{0,0} - (h_{0,0} - h_{0,t})F(\lambda)$$

式中： $h_{0,0}$ —下降前的库水位（从隔水层顶面起算）（m）

$h_{0,t}$ —下降后的库水位（从隔水层顶面起算）（m）

$h_{x,t}$ —库水位下降后计算点的地下水位（从隔水层顶面算起）（m）

$F(\lambda)$ —库水位对地下水位的影响系数

$$\lambda = \sqrt{\frac{x^2}{4at}}$$

t —库水位下降所经历的时间（s）

a —导水系数（ m^2/s ）

$$a = \frac{KM}{\mu}$$

$$M = \frac{h_{0,0} - h_{0,t}}{2}$$

M —含水层厚度（m），

μ —给水度，选用勘察报告取值 0.11。

X —水位下降后计算点到库岸距离（m）

按上述公式计算结果见表 4-12。

（3）滑坡剩余下滑推力计算公式

滑坡剩余下滑推力按《岩土工程勘察规范》（GB50021-94）推荐的公式计算。计算公式为： $P_i = P_{i-1} \times \psi + K_{st} \times T_i - R_i$

式中： P_i 、 P_{i-1} —分别为第 i 块、第 $i+1$ 块滑坡的剩余下滑力（kN/m）。

K_{st} —滑坡推力计算的安全系数，根据不同有计算工况取不同的稳定安全系数，见表。

T_i —作用于第 i 块滑动面上的滑动分力（kN/m）

R_i —作用于第 i 块滑动面上的抗滑力（kN/m）

2、 计算工况

本次计算的目的是评价滑坡的稳定状态，为滑坡的稳定性评价及防治工程提供依据。其计算工况组合如下：

- 工况一：同勘查报告
- 工况二：同勘查报告
- 工况三：同勘查报告
- 工况四：同勘查报告
- 工况五：同勘查报告

计算过程中，地下水位浸润线之下按饱和状态计算；暴雨滑带土 c 、 φ 值按饱和抗剪强度指标计算；工况一滑带土 c 、 φ 值按天然抗剪强度指标计算（但地下水位以下仍按饱和抗剪强度指标计算）。

表 4-12 下降浸润线地下水位高程（m）

剖面	距离（m）	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1-1	175 降至 145 浸润线高度（m）	176.50	177.12	178.25	179.53	180.25					
	162 降至 145 （接 50 年一遇洪水） 浸润线高度（m）	176.6	178.28	181.03	183.00	184.93					
2-2	175 降至 145 浸润线高度（m）	176.50	177.32	178.35	179.33	180.15	181.04	181.98	182.50		
	162 降至 145m （接 50 年一遇洪水） 浸润线高度（m）	176.60	178.3	181.05	183.10	184.92	186.78	187.53	189.01	191.4	
3-3	175 降至 145 浸润线高度（m）	176.50	177.12	178.28	179.55	180.35					
	162 降至 145m （接 50 年一遇洪水） 浸润线高度（m）	176.6	178.28	181.1	183.03	184.97	186.68	187.55	189.11	191.45	193.20
4-4	175 降至 145 浸润线高度（m）	176.50	177.22	178.36	179.53	180.3	181.05				
	162 降至 145m （接 50 年一遇洪水） 浸润线高度（m）	176.6	178.28	181.03	183.00	184.93	186.78	187.53	189.01	191.4	193.23
5-5	175 降至 145 浸润线高度（m）	176.50	177.12	178.25	179.53	180.25	180.67				
	162 降至 145m （接 50 年一遇洪水） 浸润线高度（m）	176.6	178.28	181.03	183.00	184.93	186.78	187.53			

按已建建筑荷载假定分布，主要为 1~2 层厂房建筑，局部分布有 6~8

建筑，地表荷载每层按 15kN/m 考虑。

3、计算结果与分析

据《三峡库区三期某工程地质勘察技术要求》中表 7-3 滑坡稳定状态分级， $F_s \leq 1.00$ 为不稳定， $1.00 < F_s \leq 1.05$ 为欠稳定， $1.05 < F_s \leq F_{st}$ 为基本稳定， $F_s > F_{st}$ 为稳定状态。

按照上述方案对滑坡的稳定性进行了计算，（详见滑坡稳定性计算表），计算结果汇总见表 4-13。

据以上计算分析结果，滑坡在目前状态下处于基本稳定状态，在遇到特大暴雨和库水位降情况下有可能局部失稳或整体失稳。

表 4-13 滑坡稳定性计算表

计算剖面编号	工况	滑坡区水位高程 (m)	稳定系数	稳定性	安全系数	剩余推动力计算 (KN)	勘察报告计算的稳定性	
							稳定系数	稳定性
1-1'	一	176.40	1.10	基本稳定	1.20	311.3		
	二	183.42	1.06	基本稳定	1.20	384.2		
	三	206.13	1.44	稳定	1.20	0		
2-2'	一	176.40	1.21	稳定	1.20	0		
	二	183.42	1.21	稳定	1.20	0		
	三	206.13	1.48	稳定	1.20	0		
3-3'	一	176.40	1.15	基本稳定	1.20	382	1.219	稳定
	二	183.42	1.15	基本稳定	1.20	353	1.158	基本稳定
	三	206.13	1.19	基本稳定	1.20	79	1.016	欠稳定
4-4'	一	176.40	1.21	稳定	1.20	0		
	二	183.42	1.19	基本稳定	1.20	79		
	三	206.13	1.50	稳定	1.20	0		
5-5'	一	176.40	1.16	基本稳定	1.20	8.03	1.186	基本稳定
	二	183.42	1.19	基本稳定	1.20	40.79	1.071	基本稳定
	三	206.13	1.66	稳定	1.20	0	1.030	欠稳定

4.2.4 敏感性分析

为了了解各因素对滑坡稳定性的敏感性，选择 3-3' 剖面在雨季情况下进行分析。分析结果分别见表 3-14。

从表 4-14 可见：滑带土抗剪强度（C、 φ 值）对滑体稳定性很敏感，当 φ 值一定，C 值每降低 1kPa，滑坡体稳定系数降低 0.01-0.02；C 值一定， φ 值每降低 1 度，滑坡体稳定系数降低 0.05-0.06。 φ 值较 C 值对滑坡稳定

性的敏感性大。如果滑坡不及时治理，多次滑动后滑带土抗剪强度（C、φ值）进一步降低，治理成本更高。

表 4-14 滑带土抗剪强度对滑坡稳定性敏感性分析成果表(饱和状态)

FS φ \ c	19	20	21	22	23	24
9	0.81	0.82	0.84	0.85	0.87	0.89
10	0.86	0.88	0.90	0.91	0.93	0.94
11	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1.00
12	0.98	1.00	1.01	1.03	1.04	1.06
13	1.04	1.05	1.07	1.09	1.10	1.12
14	1.10	1.11	1.13	1.15	1.16	1.18

4.2.5 评价结论

滑坡平面呈弓形，西段滑体厚约 12.00~17.50m，体积约 $51.51 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，滑带以粉质粘土为主，厚度 5~18cm，呈软塑状；西段滑坡厚度 11.00m，其体积 $11.55 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。滑床呈一凹折线形，回水位 183.43m 淹没滑坡 7m 高，目前滑坡处于变形阶段，地面出现大量拉裂缝，滑坡还未形成贯通的滑面。根据稳定性计算结果，滑坡在现状下是稳定的，在暴雨、库区蓄水及在库水位降水期，滑坡稳定性降低，处于欠稳定及不稳定状态，有产生整体滑动的可能。

5 滑坡防治工程技术方案及方案比选

5.1 防治目标与原则

5.1.1 防治目标

确保工况×条件下坡体稳定而不成灾。

5.1.2 防治原则

- 1、因地制宜原则；
- 2、美化环境、恢复生态原则；
- 3、变害为利原则；
- 4、科学经济的原则。

5.2 防治等级、设计荷载组合、参数与设计标准

5.2.1 防治等级

滑坡危害人口 1336 人，直接经济损失 5782.92 万元，间接损失约 5 亿元，按《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）表 2.1，确定滑坡防治工程等级为 II 级。

5.2.2 设计荷载组合

- 工况一：同勘查报告
- 工况二：同勘查报告
- 工况三：同勘查报告
- 工况四：同勘查报告
- 工况五：同勘查报告
- 工况六：同勘查报告

已建建筑荷载，主要为 1~2 层厂房建筑，局部分布有 6~8 建筑，地表荷载每层按 15kN/m 考虑。

5.2.3 设计参数

1、地质参数

根据勘查报告的建议和上述第 3 章分析，设计参数取值见表 5-1。

据勘查报告，泥岩的天然密度 24.94kN/m³（2.545g/cm³），抗剪断强度 0.692MPa，抗剪断强度 C 为 1.598Mpa，Φ 为 39°，地基系数 K 取 100MN/m³，侧向承载力特征值[σ_p]取 2000KPa。

表 5-1 滑坡滑带土、滑体计算采用参数

位置	重度(kN/m³)		天然抗剪强度				饱和抗剪强度				压缩模量	压缩系数
			峰值		残余		峰值		残余			
	天然	饱和	C(kPa)	φ(°)	C(kPa)	φ(°)	C(kPa)	φ(°)	C(kPa)	φ(°)	(MPa)	
西段	19.4	19.41	24	12.13	20	7.29	23.05	12	12	6.16	4	0.3
东段	19.4	19.41	22.45	12.59	20	7.29	21.5	12.34	12	6.16	4	0.3

2、气象水文参数

(1) 暴雨强度：设计暴雨强度按公式 5-1 式计算。

(2) 地震参数：

(3) 其他有关参数

5.2.4 设计标准

1、防治工程结构设计基准期为 50 年。

2、排水工程设计暴雨强度按 20 年一遇取值，校核暴雨强度取 50 年一遇取值，历时为 1 小时。

5.3 防治技术方案的设计（必须具有两种以上的方案且两种方案的设计应具有不同思路）

如果滑坡发生将威胁 1336 人生命安全，导致直接经济损失达 9005.98 万元，间接经济损失更大，因此拟采取工程措施治理，并提出如下两个治理方案。

方案一：截排水+悬臂桩板墙+重力式挡土墙

方案二：截排水+悬臂桩板墙

5.4 推荐方案（方案一）的分项工程设计

5.4.1 工程布置

1、排水工程：为尽可能地消除降雨和地表水的渗入对坡体稳定性破坏，在滑坡后缘设置截水沟，在滑坡两侧、中部设置排水沟；

2、支挡工程：根据滑坡剩余下滑力计算结果，按照推力最小和滑坡厚度最小、治理效果最好的原则布置。

在 1—1' 后部设 5m 高重力式挡土墙；

2—2' 至 4—4' 剖面线沿高程 185.42m 设悬臂式抗滑桩，共 51 根，桩间设置挡土板；

5—5′ 剖面线沿 181.0m 布悬臂式抗滑桩，桩间设置挡土板，一共 19 根桩，桩顶高程 185.42m，桩后堆填土至高程 185.42m，挡土板后填土厚 4.0—7.0m，填土压实度要求达 90%以上。

5.4.2 设计推力计算

1、滑坡推力

按第 3 章的方法和治理后的坡体状态，考虑安全系数和最不利工况，计算滑坡推力，计算成果见附件二，各剖面滑坡推力设计值见表 5-2(考虑)。

表 5-2 各剖面滑坡推力汇总表

条块 剖面	设计推力 kN/m										
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
1-1′	57.85	1001.21	1451.87	1546.53	1517.51	1269.32	966.07	789.46			
2-2′	0	224.90	1658.91	1455.35	1347.36	1520.77	1480.65	1458.52	835.12		
3-3′	44	172	379	589	760	1102	1174	1166	1016	824	
4-4′	4	180	714	1389	1727	1799	1644	1684	1575	1161	830
5-5′	115.69	22.88	400.10	1005.23	865.15	825.18	780.48	416.93			
5-5′(填方后)	115.69	22.88	400.10	1133.12	1027.24	998.36	917.67	549.98			

2、土压力计算

3、设计推力确定

以上述计算，滑坡推力大于土压力，故取设桩处滑坡推力与下侧抵抗力之差为设计推力（见表 5-3）。

表 5-3 设桩处设计推力

方案	桩型	设桩处条块号	滑坡推力 (kN/m)	抵抗力 (kN/m)	设计推力 (kN/m)
方案一	A1	E7	1480.65	300	1180
	A2	E8	1174	0	1016
	A3	E8	1684	400	1284
	A4	E7	917.67	0	917.67
方案二	B1	E6	1269.32	200	1069.32
	B2	E5	1347.36	100	1246.36
	B3	E6	903	0	903
	B4	E7	1643	400	1243
	B5	E5	865.15	0	865.15

5.4.3 桩板设计

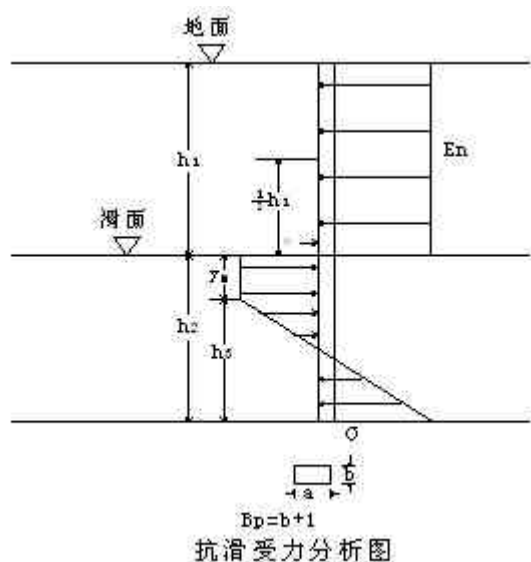
1、支挡桩布置

线支挡线全部设悬臂桩，间设置挡土板。其中 2——2' 至 4——4' 剖面沿高程 185.42m 布设，桩顶高程 185.42m，共 51 根，挡板深度 4m；5 剖面桩顶高程 181.0m，桩顶高程 185.42m，共 19 根，挡板深度 4.0—7.0m。挡板厚度 0.30m，采用 C30 钢筋砼，具体布置见平面图（附图一）、剖面图（图 1-1 至 1-6）。

2、矩形桩间距、嵌入滑床内基岩深度的初步确定

根据桩前土压力大小、岸坡岩体强度，先假定桩距、桩截面积，然后按悬臂桩法试算桩端进入稳定岩体深度及滑面处最大应力，并应满足下式来确定桩距及嵌固深度。

3、计算原理及公式（按 K 法计算）



（1）受力分析及桩最小锚固深度的确定

$$Q_A = E_n L$$

$$M_A = 0.50 E_n L h_1$$

根据平衡条件：

$$E_n L - \sigma y_m B_p = 0$$

$$E_n L (0.5h_1 + y_m + 0.5h_3) - \sigma y_m B_p (0.5y_m + 0.5h_3) - 0.17 \sigma B_p h_3^2 = 0$$

$$h_2 = h_3 + y_m$$

解上述联合方程得 σ 、 y_m 、 h_3 、 h_2 值。

式中：

Q_A ——滑动面处桩的剪力 (kN)

M_A ——滑动面处桩的弯矩 (kN·m)

E_n ——设桩处的滑坡剩余下滑推力 (kN/m)

L ——桩的间距 (中对中, m)

H_0 ——滑坡推力分布图重心 (取 1/3 滑坡高度) 至滑动面的距离 (m)

h_1 ——地面至滑动面的距离或滑坡高度 (m)

σ ——桩的最大内力 (kN)

y_m ——锚固段地层达 $[\sigma]$ 区的厚度 (m)

h_3 ——锚固段地层弹性区的厚度 (m)

h_2 ——桩锚固深度 (m)

令 $\sigma = [\sigma]$ 时, 计算出的 h_2 值即为最小锚固深度

$[\sigma]$ ——锚固段地层侧壁容许应力 (kPa)

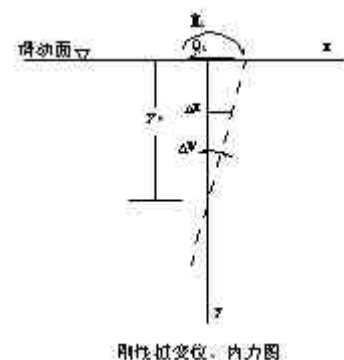
(2) 桩侧支撑条件:

$$\sigma_{\max} \leq \rho_1 \cdot R$$

ρ_1 ——折减系数, 取值 0.1-0.5 (取决于岩土体裂隙、风化及软化程度, 沿水平方向的差异性), 本工程基岩为泥岩, 取 0.38。

R ——岩石饱和单轴极限抗压强度。

(2) 桩的判定



当 $\beta h_2 \leq 1.0$, 属刚性桩;

当 $\beta h_2 > 1.0$, 属弹性桩。

其中 β 为桩的变形系数 (m^{-1}), 其值为:

$$\beta = (KB_p/4EI)^{1/4}$$

桩的截面惯性矩 $I=ba^3/12$

式中: K ——地基系数 (KN/m^3)

B_p ——桩正面计算宽度, $B_p=b+1$

E ——桩弹模 (kPa)

I ——桩截面惯性矩 (m^4)

(3) 材料的设计强度

采用 C30 混凝土, 设计抗压强度: $f_{cm}=16.5Mpa$ 。桩的弹性模量 E 为 30000 Mpa。采用 II 级螺纹钢筋, 抗拉强度设计值 $f_y=290Mpa$; 抗压强度: $f'_y=290Mpa$ 。

(4) 内力计算

按悬臂刚性桩 K 法计算

(a) 当 $0 \leq y \leq y_0$ 时

$$M_y = M_A + Q_A \cdot y - \frac{1}{6} B_p k \Delta \varphi y^2 (3y_0 - y)$$

$$Q_y = Q_A - \frac{1}{2} B_p k \Delta \varphi y (2y_0 - y)$$

$$\sigma_y = k \Delta \varphi (y_0 - y)$$

(b) 当 $y \geq y_0$ 时

$$M_y = M_A + Q_A \cdot y - \frac{1}{6} B_p k \Delta \varphi y_0^2 (3y - y_0) + \frac{1}{6} B_p k \Delta \varphi y_0^2 (y - y_0)^3$$

$$Q_y = Q_A - \frac{1}{2} B_p k \Delta \varphi y_0^2 + \frac{1}{2} B_p k \Delta \varphi (y - y_0)^2$$

$$\sigma_y = k \Delta \varphi (y_0 - y)$$

$$y_0 = h_2 (3h_0 + 2h_2) / [3(2h_0 + h_2)]$$

$$\Delta \varphi = 2Q_A / [B_p h_2 K (2y_0 - h_2)]$$

按悬臂弹性桩 K 法计算方法:

桩变形系数 $\beta = (KB_p/4EI)^{1/4}$

桩的截面惯性矩 $I=ba^3/12$

桩顶受水平荷载的挠曲微分方程为:

$$d^4x/dy^4+4\beta^4x=0$$

通过数学求解, 得到滑动面以下桩身任一截面的变位和内力的计算公式:

①当桩底为自由端时:

$$x_a = (M_A/\beta^2 EI) (4\psi_4^2 + \psi_1\psi_3) / (4\psi_3^2 - 4\psi_2\psi_4) + (Q_A/\beta^3 EI) (\psi_2\psi_3 - \psi_1\psi_4) / (4\psi_3^2 - 4\psi_2\psi_4)$$

$$\psi_A = (M_A/\beta EI) (4\psi_3\psi_4 + \psi_1\psi_2) / (4\psi_3^2 - 4\psi_2\psi_4) - (Q_A/\beta^2 EI) (\psi_2^2 - \psi_1\psi_3) / (4\psi_3^2 - 4\psi_2\psi_4)$$

(5) 支挡桩受拉钢筋配置量计算

$$A_s = K_1 M / \gamma_s \cdot f_y \cdot a$$

$$\text{或 } A_s = K_1 \xi f_{cm} b a / f_y$$

且要求满足条件 $\xi \leq \xi_b$

当采用直径 $d \leq 25$ 的 HRB335 级钢筋时, 相对界限受压区高度系数

$\xi_b = 0.544$; 当采用直径 $d = 28-40\text{mm}$ HRB 级钢筋时, 相对界限受压区高度系数 $\xi_b = 0.566$

$$\xi_s = 1 - (1 - 2a_s)^{1/2}$$

$$a_s = K_1 M / f_{cm} b a^2$$

$$\gamma_s = 0.5 [1 + (1 - 2a_s)^{1/2}]$$

式中:

A_s ——支挡桩纵向受拉钢筋截面面积 (mm^2)

M ——支挡桩设计弯矩 (N·mm)

f_y ——受拉钢筋抗拉强度设计值 (N/mm^2)

f_{cm} ——砼弯曲抗压强度设计值 (N/mm^2)

a ——支挡桩截面有效高度 (mm)

b ——支挡桩截面宽度 (mm)

K_1 ——支挡桩受弯强度设计安全系数, 取 1.2

(6) 支挡桩斜截面抗剪强度验算

$$V_{cs} = 0.07f_c ba + 1.5f_{rv}A_{sv}a/S$$

要求满足条件:

$$0.25 f_c ba \geq K_2 V$$

V ——支挡桩设计剪力 (N)

V_{cs} ——支挡桩斜截面上砼和箍筋受剪承载力 (N)

f_c —— 砼轴心抗压设计强度值 (N/mm^2)

f_{rv} ——箍筋抗拉设计强度设计值 (N/mm^2)

A_{sv} ——配置在同一截面内箍筋的全部截面面积 (mm^2)

S ——抗滑桩箍筋间距 (mm)

K_2 ——抗滑桩斜截面受剪强度设计安全系数, 取 1.3

4、计算成果

(1) 滑坡抗滑桩分组

根据桩受力大小、受荷段长度、嵌入段长度等情况将支挡桩划分为 5 组, 见表 5-4。

(2) 计算结果

按上述计算原理计算, 用理正通用抗滑桩设计软件验算桩的内力、配筋, 计算结果见附件二。

(3) 结构设计

按上述计算原理计算所得各组桩纵向受拉钢筋截面面积, 对桩进行配筋。

5、工程量

表 5-4 方案一抗滑桩分组表

桩的组别	桩号	桩长 (m)			桩距 (m)	设计推力 (KN / m)	根数	配筋率 (%)	备注
		全长	受荷段	嵌入段					
A1	1-24 (2m×3m)	23.50	15.00	8.50	6	1180	24	1.5	桩进入中风化基岩 8.5m
A2	25-40 (2m×3m)	19.50	12.00	7.5	6	1174	16	1.35	桩进入中风化基岩 7.5m
A3	41-51 (2m×3m)	23.00	15.00	8.00	6	1284	11	1.5	桩进入中风化基岩 8m
A4	52-70 (2m×3m)	19.50	13.00	6.50	6	917.7	19	1.5	桩进入中风化基岩 6.5m

5.4.4 排水工程设计

1、工程布置

由滑坡形成条件和机制分析可知，水是滑坡形成的极为重要的因素。汛期降水入渗坡体，不但增大了坡体自重和孔隙水压力，而且在渗透过程中的动水压力也不利于滑坡体的稳定。尤其是在连续暴雨条件下，往往可使滑坡的应力分布急剧地向着坡体失稳的方向转化，为阻止降雨汇流对滑坡稳定的不利影响，需要设置地表排水工程，通过修筑防渗性好的截排水沟，以拦截、疏导坡面汇流，从而避免或减小其入渗于滑坡体中，使滑坡稳定性不致于降低，这也就是设计地表排水工程的目的。

(1) 布置原则

- ① 最大限度地拦截滑坡区外降雨形成的地表水进入滑坡区内，因此，在滑坡后缘布置截水沟以拦截上游的坡面径流。
- ② 截水沟尽量沿地形等高线布置；排水沟尽量沿垂直等高线最大坡降方向的天然冲沟或低凹部位布置，使沟渠能最大限度截水，同时又易于排水。
- ③ 截排水沟的渠底应保证沟渠不冲不淤，即保证一定的水速，使之既不冲刷沟渠结构，又不出现泥沙淤积。

(2) 平面布置

平面布置见附图一，排水工程主要考虑高程七一公路南部斜坡坡面汇流，共布置截水沟 2 条，排水沟 4 条。

① J1、J2 截水沟：位于滑坡区后缘外，沿七一公路走向一致，主要拦截崩滑坡区外坡降雨汇流。

② P1 排水沟：位于滑坡区西侧，主要疏导 J1 及西侧汇入沟内的地表汇流。

③ P2 排水沟：位于永发摩配厂厂房东部的冲沟，主要疏导 J1 一半水流及其两侧汇入沟内的地表汇流。

④ P3 排水沟：位于汽车修理厂西侧冲沟，主要疏导 J1、J2 部分水流及其两侧汇入沟内的地表汇流。

⑤ P4 排水沟：位于滑坡区东侧冲沟，主要疏导 J2 及其两侧汇入沟内的地表汇流。

2、地表汇水流量计算

地表汇水流量是进行截(排)水沟水力设计必不可少的基本参数，地表雨水设计流量按以下公式计算：

$$Q=q\Phi F \quad (5-1)$$

$$q = \frac{2822 (1 + 0.775 \lg p)}{(t + 12.8 p^{0.076})^{0.77}}$$

式中： Q-----雨水设计流量 (L/s)，

Φ -----径流系数, 取 0.6；

q-----设计暴雨强度 (L/s · ha)；

F-----汇水面积 (ha)

P-----设计降雨的重现期 (a) , 按 20a 计算

t-----降雨历时 (min)

按上述公式计算出的各段渠道的设计和校核流量见表 5-5。

表 5-5

××滑坡排水工程各渠段流量表

渠道号	分布高程	长度	控制面积	渠道流量(m ³ /s)	
	(m)	(m)	(Km ²)	设计	校核
J1	201.3~205.4	203.4	0.045	0.556	0.617
J2	202.4~206.3	183.4	0.035	0.442	0.471
P1	177.0~205.4	172.6	0.025	0.453	0.508
P2	176.5~202.8	114.0	0.02	0.539	0.562
P3	176.5~201.3	124.2	0.016	0.635	0.710
P4	177.5~202	94.3	0.01	0.446	0.492

3、截排水的水力设计

(1) 水力计算公式的选择

滑坡地面坡度较大，截排水沟各渠段比降在 0.02~0.26 之间，由于渠道长度较大，可以选择均匀计算公式进行各项水力要素的计算。

明渠均匀流的基本公式为：

① 流速计算公式： $V = C\sqrt{Ri}$

式中：

V—平均流速(m/s)；R—水力半径(m)；i—渠底纵坡，C—流速系数，可采用满宁公式计算：

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

式中 n—糙率，本设计排水工程采用浆砌石渠道，取 n=0.025。

② 渠道排水能力计算

$$Q = V \cdot W = WC\sqrt{Ri}$$

式中 W—过水断面面积(m²)

对于梯形过水断面：

$$W = (b + mh)h$$

$$R = \frac{W}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$$

式中：b—渠道底宽(m)；h—水深(m)；m—边坡系数； $m = \tan\alpha$ ，对于矩形渠道 m=0。

③ 跌水消能计算

对于陡坡地段，台坎跌水是较好的消能措施，但坎下水跃的各种水力要素尚无理论计算公式，本设计引用以朗德等人试验研究所得的经验公式，该经验公式中坎下水跃各参数都与无量纲的跌水数 Dr 有关，其表达式为：

$$Dr = \frac{q^2}{gp^3}$$

式中 q ——单宽流量 (m^2/s)； P ——坝高 (m)； g ——重力加速度

水舌喷射距离： $L_1 = 4.30P Dr^{0.27}$

坝下水深 $h_0 = P Dr^{0.22}$

跃前水深： $h_1 = 0.54P Dr^{0.425}$

跃后水深： $h_2 = 1.66 P Dr^{0.27}$

跃前断面流速： $v_1 = \frac{q}{h_1}$

跃后断面流速： $v_2 = \frac{q}{h_2}$

弗汝德数： $F_r = \frac{V_1}{\sqrt{gh_1}}$

水跃长度：当 $F_r \geq 4.5$ 时， $L_2 = 6.1h_2$

当 $F_r < 4.5$ 时， $L_2 = [3.6 + 0.9(F_r - 1.7)]h_2$

(2) 截排水沟水力和断面设计

本设计采用对称的梯形断面形状，渠道采用浆砌石护坡，其最大允许流速为 5-7m/s，本设计采用 5m/s。

在陡坡地段的排水沟，为控制水流速度，在超过最大允许流速的渠道采用跌水消能措施。跌水高度根据地形情况而定，在较缓坡地段采用不带消力池的台阶跌水其台阶高度一般控制在 0.3-0.5m 之间；在落差大的陡坡所采用带消力池的跌水墙，单级跌水控制在 5m 以内，底部消力池尺寸根据水力计算而定，池深 $d = 1.05h_2 - h$ (h 为校核水深)，池长 $L = L_1 + 0.8L_2$ 。

现将各截排水沟的断面设计和过流量、流速计算结果列于表 4-6。

4、截排水沟结构设计

(1) 沟渠衬砌

沟渠采用梯形断面，其尺寸见表 4-6，截水沟根据地形情况在迎水面适当加高衬砌，并设 $15\times 15\text{cm}^2$ 的泄水孔(见图 4-1)。沟渠衬砌采用浆砌石，侧墙厚 0.30m，底板厚 0.30m，块石材料应为较坚硬新鲜的灰岩或砂岩，尺寸应大于 20cm，砂浆采用 M7.5 号水泥砂浆，砌石的基底应敷设 50-80mm 砂浆垫层。

表 5-6 ××滑坡排水沟各渠段水力计算结果和断面设计表

渠道号	渠道流量 (m^3/s)		比降		糙率	渠道水深 (m)		渠道水流流 速 (m/s)		渠道过水断面设计			渠底消能
	设计	校核	自然	设计		设计	校核	设计	校核	底宽 (m)	口宽 (m)	墙高 (m)	
J1	0.556	0.617	0.02	0	0.03	0.44	0.47	1.73	1.77	0.6	1	0.8	
J2	0.442	0.471	0.021	0	0.03	0.48	0.5	1.24	1.26	0.6	1	0.5	
P1	0.453	0.508	0.165	0.05	0.03	0.26	0.28	2.57	2.65	0.6	1	0.7	跌水坎
P2	0.539	0.562	0.231	0.05	0.03	0.32	0.33	2.81	2.84	0.6	1	0.7	跌水坎
P3	0.635	0.71	0.2	0.05	0.03	0.36	0.39	2.94	3.04	0.6	1	0.7	跌水坎
P4	0.446	0.492	0.26	0.05	0.03	0.28	0.3	2.65	2.73	0.6	1	0.7	跌水坎

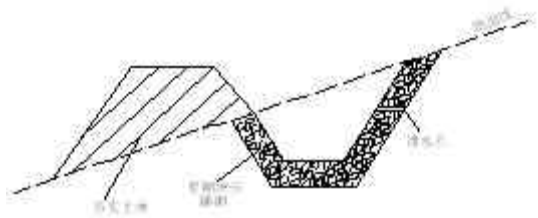


图 4-1 截水沟示意图

(2) 砌石面勾缝

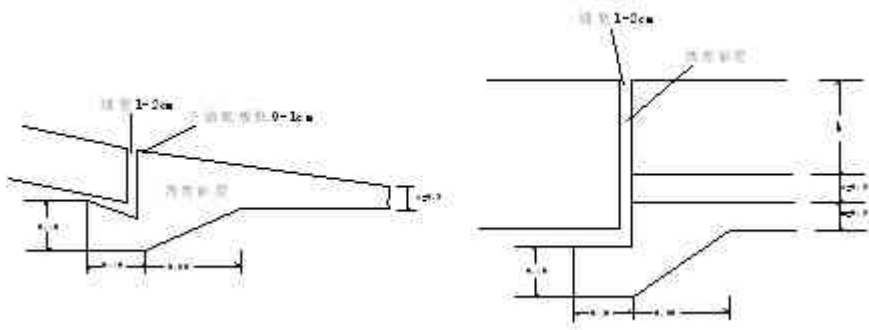
为保证截水沟具有足够的抗冲刷强度，浆砌石面采用勾阴缝措施处理。即在砂浆初凝后，将砌石旧砂浆缝掏空 5cm 深，然后用勾缝砂浆填缝至与砌石面齐平，勾缝采用 1：2 的水泥砂浆，水泥标号为 425#。

(3) 沟道分缝

为防止温差效应，渠道基底不均匀和陡缓坡连接处不均匀变形等因素，造成截

水沟断裂，所有铺砌结构均要进行分缝。分缝间距 10-40m 不等，在坡降增大时减小，坡降减小时增大。分缝形式采用搭接式对接缝，在分缝底部的

上游一侧做成齿碛，插入地基土内，深度为 0.4m，以增加铺砌结构的稳定性(图 4-2)，分缝宽 1-2cm，以 114-200 号沥青粉煤灰浆灌注，其配比(重量比)为 200 号沥青：砂：粉煤灰=1： 4： 1。



(a) 底板搭接式分缝型式 (b) 边墙搭接式分缝型式
h——边墙高度；e——底板厚度；f——边墙基座厚度。

图 4-2 截排水沟分缝示意图

5、跌水及陡坡结构设计

根据地形条件，跌水的结构工程可分成两类。一类是台阶式跌水，适用缓地地段，跌水高度一般小于 0.5m，其下游不带消能措施，断面结构及衬砌和排水沟一致。一类台坎跌水，主要用于落差大的陡坡段，单级跌水高度一般在 5m 以内，其下游设消力池，其进出口段与排水沟以流水型曲线连接，逐渐过渡。采用浆砌片石修筑。在台坝跌水进口部分始端和出口部分终端的裙墙埋深厚度应大于 0.4m。主体部分和消力部分的槽底厚度按流量和水流冲击力的大小设计，各部分断面的高度应高出槽中计算水深的 0.3m 以上。

6、工作量

根据上述各截排水沟断面结构及长度计算结果，排水工程各截排水沟主要工作量见表 5-7。

表 5-7 排水工程各渠段工作量表

渠道号	长度	土方	石方	砌方
	(m)	(m³)	(m³)	(m³)
J1	203.35	234	156	260
J2	183.42	158	106	191
P1	172.55	182	121	207
P2	114.02	120	80	121
P3	124.2	131	87	132

表 5-7

排水工程各渠段工作量表

渠道号	长度	土方	石方	砌方
	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
P4	94.32	100	66	100
合计	891.86	926	617	1011

5.4.5 挡土墙设计

在 1——1' 后部设 5m 高的重力式挡土墙，长 25.0m，挡土墙设计按国家建筑标准（95SJ008（一）《重力式挡土墙》（一般地区））设计。设计地面荷载取 20KN/m²，设计断面面积 7.0m²，地基承载力特征值要求达 195KPa 以上。基础用砂垫层处理， M7.5 浆砌条石，并设排水孔。

5.4.6 治理方案工作量估算

根据上述治理方案设计及工程布置，初步设计工作量估算结果见表 5-8。

表 5-8 某方案一（推荐方案）可研设计工作量估算表

项 目	单位	数量
一、排水工程		
1、挖土方	m ³	1700.60
2、M7.5 浆砌片石	m ³	1113.20
二、支挡桩工程		
1、C30	m ³	9896.70
2、C20 护壁	m ³	2290.46
3、挖土方	m ³	8652.86
4、挖石方(砂岩)	m ³	0
5、挖石方(泥岩)	m ³	3534.40
6、桩钢筋	t	1064.70
7、护壁钢筋	t	170.53
8、钢模	m ²	10122
三、挡土板		
1、C30	m ³	578.88
2、钢筋	t	43.10
3、挖土方	m ³	2864.40
4、填土石方	m ³	6111.60
5、钢模	m ²	4420.50
四、挡土墙		
1、挖土方	m ³	220.0
2、M7.5 浆砌条石	m ³	192.50
五、外运土石方（运距 5km）	m ³	约 10860
六、永久征地	亩	约 2.7
七、临时征地	亩	5.5

5.5 比较方案（方案二）分项工程设计

5.5.1 工程布置

1、排水工程：与方案一相同；

2、支挡工程：沿高程 188m 设悬臂式抗滑桩，一共 74 根桩，桩顶高程 188m，桩间设置挡土板，板深 4m，厚度 0.30m，采用 C30 钢筋砼，板桩墙后填土，压实度要求达 90%以上。具体布置见平面图（附图二）、剖面图（图 2-1 至 2-6）。

5.5.2 设计推力计算

5.5.3 悬臂式抗滑桩设计

矩形桩间距、嵌入滑床内基岩深度的初步确定结果见表 4-9。

表 5-9 方案二抗滑桩分组表

桩的组别	桩号	桩长（m）			桩距（m）	设计推力（KN / m）	根数	配筋率（%）	备注
		全长	受荷段	嵌入段					
B1	1-10 (2m×3m)	20.50	14.00	6.50	6	1069.4	10	1.38	计算时验算土压力的影响
B2	11-26 (2m×3m)	24.50	16.50	7.50	6	1246.3	16	1.5	
B3	27-43 (2m×3m)	22.50	16.00	6.50	6	903	17	1.35	
B4	44-54 (2m×3m)	23.50	16.00	7.50	6	1243	11	1.5	
B5	55-74 (2m×3m)	23.00	16.00	7.00	6	865.15	20	1.20	

5.5.4 排水工程设计

5.5.5 治理方案工作量估算

根据上述治理方案设计及工程布置，初步设计工作量估算结果见表 5-10。

表 5-10 某方案二（比较方案）可研设计工作量估算表

项目	单位	数量
一、排水工程		
1、挖土方	m ³	1546

表 5-10 某方案二（比较方案）可研设计工作量估算表

项目	单位	数量
2、M7.5 浆砌片石	m ³	1012
二、支挡桩工程		
1、C30	m ³	10866
2、C20 护壁	m ³	2655
3、挖土方	m ³	10029
4、挖石方(砂岩)	m ³	0
5、挖石方(泥岩)	m ³	3492
6、桩钢筋	t	1148.38
7、护壁钢筋	t	207.0
8、钢模	m ²	12290
三、挡土板		
1、C30	m ³	526.25
2、钢筋	t	41.05
3、挖土方	m ³	2604
4、填土石方	m ³	5556
5、钢模	m ²	4210
四、外运土石方（运距 5km）	m ³	约 12115
五、永久征地	亩	约 2.7
六、临时征地	亩	约 5.5

5.6 防治工程方案的比选与推荐方案

（包括技术可行性、施工难易程度与工期、投资估算等方面比选）

5.6.1 方案比选

1、经济比选

方案一静态投资 2201.44 万元，方案二静态投资 2389.99 万元，工程造价概算费用相差 188.55 万元。

2、技术比选

方案一

优点：经过优化，挖土方直接利用，并能有郊地防护三峡坝前 175m（吴淞高程）回水位对岸坡的浸蚀；施工难度小而周期短。

方案二

优点：挖土方要异地放置，桩放置于三峡坝前 175m（吴淞高程）回水位之上，防护作用不如方案一明显；施工难度大而周期长。

3、其他方面比选

方案一

施工期间和建成后工程对社会有利的影响大，负面影响小，而且环境效益显著。

方案二

施工期间和建成后工程对社会的影响较大，环境效益不显著。

5.6.2 推荐方案

从经济、技术、社会影响等方面考虑，方案一技术、经济可行，社会有利方面影响大，而负面影响小，有较大优势，因此推荐采用方案一。

6 工程监测设计方案（含防治效果监测方案）

6.1 监测工作的目的和任务

为了保证滑坡在治理的过程中和运行中的安全，须对滑坡进行监测，以分析其变形与趋势，运行状态的稳定性与危险性，作出实时预报预警。

主要监测分析任务包括：桩顶的水平和垂直位移、已有建筑物位移监测。

6.2 监测设计方案主要技术依据及原则

6.2.1 监测设计的主要技术依据

- 1、《建筑变形测量规范》（JGJ-T8-97）；
- 2、《工程测量规范》（GB50026-93）。

6.2.2 监测设计方案的原则

（1）以合理优化的监测工程量对滑坡工程治理进行全过程跟踪监测，监测工程包括监测墩（桩）、监测站、监测钻孔的施工、监测仪器设备购置与安装等。

（2）监测重点应放在雨季，尤其是持续降雨或大暴雨应加密观测，在施工过程中及施工完工后的前期应加密观测，监测年限为工程完工后 1 年以

上或不少于 1 个水文年。

6.3 监测工作现状

6.4 监测工作方案

6.4.1 监测工作布置

采用精密水准仪和全站仪，设专门的监测人员，每天对治理工程施工实施动态监测。

在桩顶设 5 个监测点，挡土墙顶设 2 个点，已有建筑物变形 2 个监测点，共 9 个监测点（见附图一工程布置平面图）；水平位移采用极坐标法。

观测数据的整理分析：利用该观测数据判定滑坡的位移情况，将水平与垂直位移填记在“观测报表”中，绘制其历时位移曲线图，分析预测其动态变化趋势，为滑坡变形预报预警及工程治理服务。

6.4.2 监测工程设计

1、降雨和水位观测

连续降雨、大暴雨及水位升降是滑坡的主要诱发因素，在滑坡区设一个雨量观测站，可采用降雨量自动记录仪，由兼顾人员每天负责检查、记录，工作期限应达蓄水至 175m 后一个水文年。

2、桩顶和挡土墙、已有建筑物变形观测：

在建网完成后，连续观测两次（5 天内），观测年限不少于蓄水至 175m 后一个水文年。观测周期与降雨期相关，旱季间隔长，雨季间隔短；第一年位移观测旱季为 1 次/月，雨季 1 次/15 天；第二年位移观测旱季为 1 次/2 月，雨季 1 次/一月。但一次连续降雨 100~120mm 或 20min 降雨强度超过 15mm 后第 2 天必须进行观测。

3、成果整理与预测预报

监测数据要求当天及时整理，内容包括数据检查、校核、误差处理、绘

制时序曲线，并根据分析结果及时预测预报，真正达到防治目的。

6.4.3 监测工作量

控制测量点 5 个，监测点 9 个，时间建成后一个水文年。

6.4.4 监测技术要求

1、监测仪器设备

- (1) 平面施测采用 TC1610 和 TC800 电子全站仪；
- (2) 高程施测采用 S3 型水准仪和电子全站仪光电三角高程；
- (3) 地面及房屋裂缝观测采用单点自动位移计；

2、测量精度

(1) 地表位移观测：点位误差要求不超过 $\pm (2.6-5.4)$ mm，水准测量每公里中误差不超过 $\pm (2.6-5.4)$ mm。

(2) 地面裂缝观测：测量精度为 0.1-1.0mm。

3、监测工程施工注意事项

- (1) 监测点的位置应准确、埋置深度应符合设计要求；
- (2) 监测仪器的类型及数量应满足监测设计的目的；
- (3) 所设监测点的数量、位置、仪器均应严格按照设计要求布设，并且其导线均应埋置一定深度；建立数据自动采集系统及机构，对其系统应进行专门的管理与维护。

(4) 施工完成后，对可以利用的监测点均应继续监测，直到滑坡体及所设支挡工程的变形及内力趋于稳定为止。

7 项目施工组织设计

7.1 施工条件（道路、供水、供电、占地、搬迁等）

该滑坡位于某城区龙凤溪河南岸，距某城区约 1km，七一公路可直达滑坡区，施工机械、建筑材料的运输可通过公路送至施工现场，交通方便。

据有关资料，龙凤溪河水对砼无侵蚀性，可作生产用水。工地生产、生活用电可由当地供电系统提供，只需临时架设输电线路和设置变压器即可。

材料场应设在滑坡体外围，总体上看，滑坡的治理工程所需的水、电、路及场地施工条件尚较好。

7.2 天然建筑材料

工程使用的天然建筑材料包括块石、条石、砂卵石、混凝土骨料等。根据地质勘查、调查情况，砂、碎石、块石场距滑坡区约 5km。总之，滑坡治理所需的块石、条石、砂卵石骨料或填筑料均可因地制宜，就近取材。

7.3 施工交通及施工总布置图

本项目总体上看，七一公路可达滑坡区，交通方便，天然条件较好，进行施工现场便道修建即可运输机械进行施工，施工总布置图见附图一。

7.4 施工方法及施工机械基本要求

抗滑桩施工：抗滑桩采用人工挖孔，遇较大块石、孤石则用风钻破解，人工安装钢筋网，混凝土采用 0.40m^3 电动搅拌机拌制，人工入仓，注浆机灌浆、揉入式振捣器振捣密实的方法施工。

人工挖孔至地下水位以下后，由于地下水渗透系数较小，因此采用基坑明沟排水，沿基坑四周挖排水沟和集水井，挖水沟底要比挖土面低 $0.3\sim 0.4\text{m}$ ，用抽水机间断抽水。

回填施工：削坡采用机械挖掘的方式进行，首先在削方区与填方区修筑施工便道一条，均用挖掘机和推土机完成，便道路面铺设碎石，土方运输采用汽车运输方式。削坡工程应与回填工程同时协调进行，填土区的关键工程是抗滑桩挡土板的施工，先进行基坑开挖，按设计要求进行，每 15m 长分段施工。填土时，每层碾压厚度为 300mm，采用 HZ-1 平板夯实机及射水夯实，碾压密实度不低于 95%，碾压遍数根据压实度现场检查确定。

排水沟施工：排水沟开挖采用人工撬挖和 1m^3 挖掘机挖装。人工砌筑浆砌石边墙及底板，过水断面采用人工抹面。砼用 0.4m^3 搅拌机拌和。浆砌块石采用人工砌筑，石料选用质地坚硬、无裂缝、抗风化能力强的大致方正的岩石，砌筑前清基应彻底。

主要施工机械设备表（方案一）

序号	机械名称	型号	单位	数量
1	挖掘机	$1.5\sim 2.0\text{m}^3$	台	2
2	装载机	$2.0\sim 3.0\text{m}^3$	台	2
3	自卸汽车	$5\sim 10\text{t}$	辆	6
4	推土机	$15\sim 20\text{t}$	辆	1
5	振动碾	$80\sim 120$ 马力	台	2
6	砼搅拌机	0.4m^3	台	6
7	空压机	$300\text{m}^3/\text{min}$ 电动式	座	2
8	通风机	2×15 千瓦轴流式	台	6

主要施工机械设备表（方案二）

序号	机械名称	型号	单位	数量
1	砼搅拌机	0.4m^3	台	6
2	空压机	$300\text{m}^3/\text{min}$ 电动式	座	2
3	通风机	2×15 千瓦轴流式	台	6
4	自卸汽车	$5\sim 10\text{t}$	辆	4
5	挖掘机	$1.5\sim 2.0\text{m}^3$	台	2

7.5 施工顺序及进度计划

主体工程的施工按先地面后地下，先上部后下部的顺序，即按计划先进行滑坡区外沟（天沟），后做内沟施工，完善排水系统，然后进行支挡桩及挡土板施工，最后进行砌石护坡施工。

2006 年 3 月为长江三峡水库三期蓄水，因此本工程施工进度应做到工程总进度控制和分项工程进度控制，双管齐下。施工进度初步安排为：2005 年 9 月份为施工准备阶段，2005 年 10 月至 2006 年 1 月完成排水、桩板及护坡工程。工程单元施工进度见表 7-1。

表 7-1

工程单元施工进度表

时间 工程项目		2005				2006
		9	10	11	12	1
准备 工作	供水、电系统	——				
	材料场	——				
排水工程	土石开挖		——	——	——	
	浆砌石		——	——	——	——
桩板工程			——	——	——	——
岸坡防护	浆砌石				——	——

7.6 施工管理与监理

该滑坡治理工程首先要成立施工项目经理部及监理部，施工项目经理负责制定施工进度计划、人员组织、质量控制、机械设备与材料采购，落实各分部的岗位责任制；监理部除对工程质量进行检查、监督外，尚应负责协调施工项目经理部与业主的关系，共同努力，使滑坡治理工程按时按质按量完成。

8 投资估算

8.1 编制原则及依据

8.1.1 编制原则

1、水利部水总（2002）16 号文关于发布《水利建筑工程预算定额》、《水利建筑工程概算定额》、《水利工程施工机械台时费定额》及《水利工程设计概（估）算编制规定》的通知；

2、三峡地防办《2005》35 号关于印发《长江三峡库区滑坡和塌岸某工程设计技术补充要求（概算部分）》的通知。

3、可行性研究设计报告及设计工作量估算总表。

8.1.2 基础资料编制

1、人工预算单价

人工预算单价计算按《水利建筑工程概算定额》规定计算，预算价为：

工长：4.91 元/工时；高级工：4.56 元/工时；中级工：3.87 元/工时；初级工：2.11 元/工时。

2、施工用风、水、电预算价

风 0.30 元/m³；

水 2.50 元/m³；

电 1.20 元/kwh；

3、主要材料预算价格

按 2005 年底第 2 季度物价水平计算，各主要材料单价见表 9-1。

4、工程单价取费费率

(1) 其他直接费费率：2%

(2) 现场经费费率：土方工程 4%，石方工程、模板工程、混凝土浇筑工程 6%，钻孔灌浆及锚固工程 7%，其他工程 5%。

(3) 间接费费率：土方工程、混凝土浇筑工程 4%，石方工程、模板工程 6%，钻孔灌浆及锚固工程 7%，其他工程 5%。

(4) 企业利润：7%

(5) 税金：计算税率按 3.41% 计算

5、临时工程 1%

6、其他费用

(1) 建设单位管理费由有关部门单列，本概算不考虑；

(2) 设计费按国家发改委计价字[2002]10 号文规定计算；

(3) 工程监理费 1.2%；

(4) 其他费用：

工程质量监督费，按建安工作量的 0.10% 计列；

定额编制管理费按建安工作量的 0.13% 计列。

7、基本预备费

基本预备费：按一至三部分投资的 12%。

表 8-1 主要材料单价表

序号	名称及规格	单位	预算价格
1	32.5 水泥	t	300
2	砂	m ³	45
3	碎石	m ³	74
4	毛条石	m ³	75
5	块石	m ³	42
6	园钢筋	t	4185
7	螺纹钢	t	4325
8	合金钻头	个	50
9	钻杆. 岩芯管	米	100
10	钻杆接头	对	120
11	电焊条	kg	6
12	铁件. 铁丝. 型钢. 扣件	kg	6
13	汽油	kg	5. 2
14	柴油	kg	5. 1
15	炸药	kg	5. 5
16	雷管	个	1
17	电线	米	1
18	电	度	1. 2
19	水	t	3
20	风	m ³	0. 3

8.2 总概算

按 2005 年 5 月物价水平，推荐方案（方案一）静态投资 2201. 44 万元；
比较方案（方案二）静态投资 2389. 99 万元。

（详见附件一：投资概算书）。

表 8-2 方案一概算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计	占一至五部分投资(%)
一	工程费				1774. 63	80. 53%
1. 1	建筑工程费				1731. 35	78. 56%
1. 2	临时工程费				43. 28	1. 97%
二	独立费用				190. 94	8. 67%
三	预备费		1966	12%	235. 87	10. 71%
四	建设项目费用				2201. 44	100. 00%

表 8-3

方案二概算总表

单位：万元

工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计	占一至五部分投资(%)
工程费				1928.91	80.71%
建筑工程费				1881.86	78.74%
临时工程费				47.05	1.97%
独立费用				205.01	8.58%
预备费		2134	12%	256.07	10.71%
建设项目费用				2389.99	100.00%

9 工程实施效果评价

9.1 环境影响评价

9.1.1 评价依据

- 1、《中华人民共和国大气污染防治法》（1995.8.29）；
- 2、《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1996.10）；
- 3、《城市区域环境噪声标准》（GB11339-89）；

9.1.2 施工对环境影响评价

1、有利影响：

通过对滑坡整治，消除了滑坡隐患，使当地居民安居乐业，工厂正常生产，保证社会稳定，同时还达到了整治土地作用，使水土流失和水库淤积减少，保护良好的生态环境。

2、不利影响：

- （1）施工过程中，会产生噪声影响附近居民的生活；
- （2）工过程中的土石方开挖会造成扬尘，影响环境；
- （3）施工过程产生的污水可能影响环境；
- （4）施工过程中的车辆行驶、平整场地、修便道等活动会破坏原有植被，造成环境景观破坏；

9.1.3 环境保护要求

- 1、根据环境影响程度采取相应措施：免夜间施工噪声污染，影响居民，

最好夜间不进行作业；

- 2、施工过程中做到车辆进出工地要洗净，避免大量扬尘；
- 3、施工和生活污水应汇集，集中排放，避免漫排；
- 4、施工过程和整平场地等过程中，尽量避免植被破坏，合理安排；
- 5、完成施工后，应做到清理和恢复现场，将生活和施工垃圾掩埋，同时在土裸露部位恢复植被，减少水土流失。

9.1.4 环境管理与环境监测

- 1、环境管理，在施工的全过程，三方各负其责，业主负责、监理监督、施工单位执行；
 - 2、主要根据设计全面管理和负责环境保护；
 - 3、监理要履行监督职能；
 - 4、施工单位要提出施工过程中的环保方案措施，并按照方案执行。
- 定期进行环境的声、水、扬尘监测，避免超标。

9.2 经济、社会效益评价

9.2.1 经济效益评价

由于滑坡治理后，消除了滑坡对当地居民 1336 人的生命财产的威胁，挽救了一批国家财产，具有明显经济效益。

9.2.2 社会效益评价

由于滑坡治理后，使人民安居乐业，避免直接经济损失约 9005.98 万元，同时美化了环境，具有较好的社会效益。

10 存在问题和建议

- 1、该滑坡目前处于蠕滑变形阶段，在雨季有加剧变形的可能，严重威胁永发摩配厂、汽车修理厂、群兴村农贸市场及 212 国道等的安全，为保证人民生命财产及施工安全，滑坡治理避开多雨季节，并保质保量加快治理进

程。

2、建议采用桩板、排水工程、挡土墙工程对滑坡进行治理，具有明显经济、社会效益。

3、为了更加合理做好滑坡防治工程设计，应开展详细勘查工作。