

148-151
本溪市后湖滑坡治理意见

张瑛, 王亮

(辽宁省地质环境监测总站, 辽宁 沈阳 110032)

摘要: 在对本溪市后湖滑坡地质环境条件、滑坡结构特征及其稳定性分析的基础上, 依据滑坡治理的目标与原则, 提出了以预应力锚索为主剥离为辅的加固治理方案和以剥离为主排水为辅的剥离治理方案。通过方案比选确定采用控爆剥离方案, 并对控制爆破保证施工安全提出了具体要求。同时, 对剥离后新形成的边坡稳定性进行了分析论证。

关键词: 滑坡治理; 危岩体; 主滑体; 剥离; 稳定性

中图分类号: X43

文献标识码: A

滑坡

本溪市地处辽东山区, 横跨辽河流域和鸭绿江流域, 山势陡峻, 河流密布, 气候多变, 是全国著名的矿山城市。受人类工程活动的影响, 矿山地质环境问题十分严重, 尤其是滑坡灾害最为突出, 其中本溪市后湖山体滑坡即是辽东地区“单斜”状斜坡因采石切坡诱发岩质顺层滑坡的最典型代表。

1 地质环境概况

后湖滑坡位于本溪市溪湖区沈丹铁路西侧, 火连寨河北岸。地貌单元属构造剥蚀丘陵。滑坡所处的南坡为顺向坡, 坡脚及两侧分别被火连寨河及冲沟切割呈三面临空状态。坡角大于岩层倾角。坡脚是由河流侵蚀切割与人为弃渣堆积形成的高陡岸坡, 坡度 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$; 中上部为滑体, 坡度 $27^{\circ} \sim 45^{\circ}$, 滑体大部分基岩裸露, 仅在中上部大块岩体表面生有次生灌木。

滑坡发育在奥陶系中统亮甲山组 (O_2I) 灰岩中。岩层呈单斜状倾向火连寨河, 倾角 25° 左右, 层间裂隙十分发育。此外还发育两组近于垂直的构造裂隙, 产状分别为 $230^{\circ} \angle 70^{\circ}$, 倾向 $30^{\circ} \angle 75^{\circ}$ 。这两组构造裂隙紧闭、无充填、裂面平直、延伸性较好, 滑坡破坏后产生的纵、横裂缝多沿此拉张开裂。

滑坡发生于 1955 年汛期。是由于在顺向坡切割坡脚采石, 形成高 60 多米、长 100 多米的陡峭边坡, 并揭露了钙质页岩软弱层, 诱发山体大面积崩滑。堆积物前缘直逼山前建筑物, 个别大块石冲入河床。目前滑体呈上陡下缓、头重脚轻的地势, 坡体

中上部发育多条宽大张性裂缝及弧形剪裂缝, 岩体支离破碎, 裂缝不断扩张变形, 一旦发生垮塌或滑移破坏, 将严重威胁其前缘企事业单位及数千居民的生命财产安全。在详细勘察及治理可行性研究的基础上对滑坡提出了加固或剥离两种治理方案, 根据经济与技术条件对比论证确定采用剥离方案。

2 滑体结构及其稳定性分析

滑坡面积约 3 万平方米, 体积近 60 万立方米, 滑坡纵长 216 m, 宽 55 ~ 144 m。滑体后缘呈“围椅”状, 标高为 300 m, 前缘为宽近 50 m 的平台, 标高 190 m, 相对高差 110 m。主滑方向为 196° , 最大滑距约 25 m。

勘探资料表明, 后湖滑坡为岩质顺层滑坡。滑体物质至上而下可分为灰色厚层花纹状泥晶灰岩、灰色中厚层含燧石结核泥晶灰岩、黑灰色薄层泥质泥晶灰岩等 3 层。滑体厚 20 ~ 30 m。按其岩体的完整程度和结构特点自北向南分为三个区域 (图 1)。

I 区为危岩体^{III}: 处于滑坡后缘, 长 100 m, 宽 20 ~ 40 m。岩体强烈风化, 呈块状、墙状开裂, 弧形张裂缝发育, 且边坡陡峻 (50° 以上), 高差大, 探头石、危石向临空方向倾斜, 一触即发, 岩体稳定性极差, 暴雨、地震、爆破振动都可能引发崩塌灾害。

II 区为主滑体: 分布于山体的中、上部, 最大厚度约 30 m, 体积约 45 万立方米。占滑体总体积的 75%、其完整性、成层性相对较好。其宽大裂缝发育, 层间错动强烈, 岩石松动, 纵、横裂缝相互切割、

收稿日期: 1999-03-24.

第一作者简介: 张瑛 (1957 -), 女, 工程师, 现从事环境地质研究.

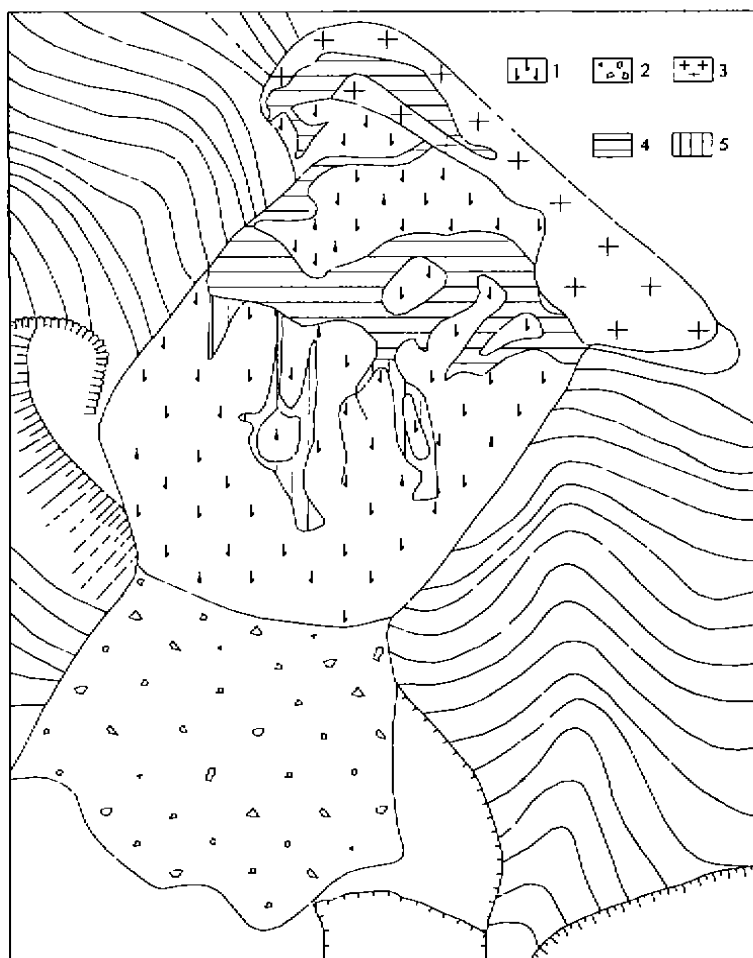


图1 滑坡结构示意图

Fig. 1 The sketch showing texture of the landslide

1. 主滑体; 2. 崩滑堆积体; 3. 危岩体; 4. 横裂缝; 5. 纵裂缝

1. main sliding mass; 2. slump-mass; 3. dangerous rockbody; 4. transverse fissure; 5. longitudinal fissure

架空现象普遍。其中,横缝主要发育于滑体的中上部,与滑坡轴向近于垂直,规模较大。一般呈弧型,长50~100 m,宽2~20 m不等,可见深2~18 m,其间多见块石与粘土充填。裂缝剖面呈楔型,平直光滑,微向坡脚倾斜,纵缝主要发育于滑体中下部,与滑坡轴向近平行,规模大,倾角陡,延伸远,切割深。平面多呈锯齿状,剖面显示上宽下窄,显张扭特征。长20~80 m,宽0.4~8 m,深4~12 m,裂面粗糙,缝底部有碎块石及粘土充填。该区岩体由泥晶灰岩组成,致密、坚硬、性脆,抗拉抗剪强度均较高。滑带土为钙质页岩,厚0.32~0.52 m,遇水易软化、泥化,呈碎片状或含砂粘土状,结构松散。滑动面平整光滑,粘聚力0.02 MPa,内摩擦角20.8°,这些不利的地质组合因素使边坡处于不稳定状态。按图2所示滑动面计算得滑体的剩余滑坡推力为3000 kN/m,

边坡极不稳定,需立即采取工程措施治理^[2]。

Ⅲ区为崩滑堆积体:分布于滑体的前缘,堆积物来源一部分是自剪出口滑带以上冲出的巨大灰岩岩块,另一部分是滑移过程中滑体顶部岩层崩塌滑落的破碎岩块及表土。结构松散,其块石粒径大小不一,相互叠置支档,架空及弧石、晃头石随处可见,稳定性极差,需进行处理。

3 治理方案

3.1 治理的目标与原则

1. 以“一次治理,不留后患”和施工安全稳妥为前提,力求治理方案达到费用最少,时间最短,效果最佳。

2. 采用卸荷清除失稳岩体、抗滑工程加固局部坡体,以及坡面排水等综合整治措施,确保滑坡稳

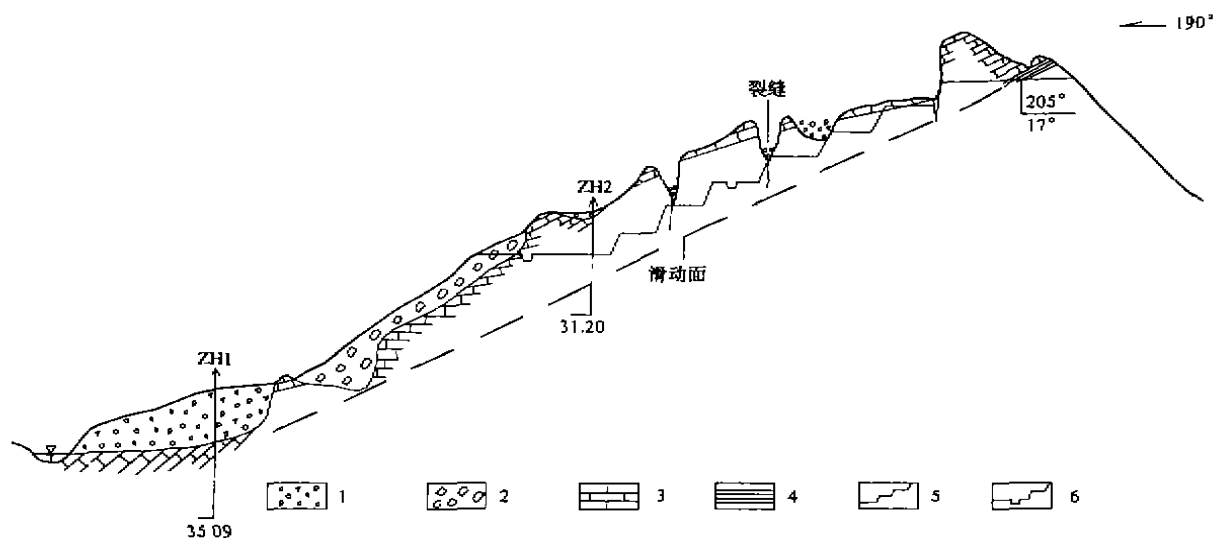


图2 滑坡稳定性分析及剥离工程布置图

Fig. 2 The section showing the analysis on stability of the landslide and the arrangement of removal engineering

1. 采石弃渣; 2. 崩滑块石; 3. 泥晶灰岩; 4. 钙质页岩; 5. 设计剥离边坡; 6. 截排水沟

1. waste quarry; 2. slump block; 3. micritic limestone; 4. calcareous shale; 5. designed removal slope; 6. intercepting drain

定,并能保护环境、美化环境。

3. 治理工程布置要因地制宜,尽量少拆或不拆现有建筑物,充分利用当地人力、物力,节省投资。

4. 治理工程要与资源开发结合起来,即变废为宝,充分利用卸荷下来的块石碎石,做建筑材料,获取更大的经济效益。

5. 长期监测工作是检验滑坡治理效果的有效手段,必须因地制宜,坚持不懈,贯彻始终。^[3]

3.2 加固方案

选择在滑体厚度相对较小,岩体相对较完整的部位采用预应力锚索嵌固滑体。在保证边坡稳定系数达到规范要求1.25时,根据滑坡体宽度、单锚设计的锚固力和总锚固力,确定布设两排共160根3000 kN级,锚索体以175 mm孔径成孔,岩石与胶结体允许强度1.5 MPa,锚固方向16°NE,锚索与坡面夹角为30°,锚索平均深度在26~36 m,内锚固段长度5~6 m。^[4]

3.3 剥离方案

对边坡失稳部分清方减载,同时配以防排水措施。根据稳定性分析,对滑体中、上部变形碎裂岩体采用阶梯式剥离的方法,清除平均厚15 m以上的不稳定岩体,并在每级台阶的边缘修建截水沟,将表水排向滑体两侧自然冲沟。同时,用粘土、水泥夯填裂缝、整平坡面实施环境保护与植树绿化,即可保证边坡的稳定。经多剖面综合计算,剥离量在30万

立方米左右。

3.4 方案对比选择

3.4.1 施工条件对比

后湖滑体已肢解破碎,采用加固方案时,亦需对表部危岩,孤突岩石进行处理,锚固造孔时,因岩石裂缝密布,施工难度大,漏浆量会很大,造成浪费并难以处理;同时,在施工过程中由于振动、注水会增加滑坡的不稳定因素,施工安全保证余度不大。

设计锚固力3000 kN吨级,共160根锚索,平均长31 m,辅助工序多且复杂,最重要的是由于岩体较破碎,锚固效果保证程度不高,且稳定性提高程度也较卸荷方案小,保障年限不如剥离方案好。剥离方案辅助工序少,施工难度较小,虽然也需要爆破震动,但因采用侧向开挖,爆破时人员不在现场,在加强观测保障安全的前提下人员进入现场剥离,并随着工程的进展安全程度逐渐增加。另外,卸荷方案所提供的稳定余度较高,符合长远利益。

3.4.2 经济性对比

按现行工程价格,加固方案需投资1599.65万元。治理后的环境效益差,卸荷方案按投资1316.07万元,比加固方案节约资金,且被清除的碎石还可开发利用作为建筑材料。卸荷后新形成的坡面,可复土植树绿化,或配合城市规划建设进行利用,即美化了环境,又扩大了治理工程的社会效益和环境效益。综合以上分析,确定推荐后湖滑坡治理采用

卸荷方案。

4 剥岩工程设计

4.1 剥岩设计

沿滑体上部表层进行剥离,即滑体地表标高300~205 m向下剥离,达到滑体厚度一半以上,创造新的台阶式边坡,总剥岩量达30万立方米左右,最终设计边坡角为23°。剥离岩体界线,底部标高205 m,顶部标高300 m,高差95 m。上部处理至后缘陡壁,最终标高275 m。以南西196°为轴走向,北部宽65 m,中间宽154 m,南部宽110 m(见图2)。剥离方式,为单侧山坡露天,单壁沟,分层开掘,向下盘推进,段高10 m。在底部和中间台阶阶面,修建截水沟,防止表水向前缘松散堆积体汇聚,截水沟向两侧坡度为3°。

4.2 剥岩后的边坡稳定性

将滑体中上部主滑段失稳岩体部分剥离后,新形成的边坡是稳定的,主要依据来自于对新边坡的稳定性分析:①新形成的边坡整体性好,坡脚没有被切割;②新形成边坡的岩层下部倾角较大约33°,而上部较小约27°,并且下部软弱夹层埋深较大,有利于边坡稳定性;③后缘危岩剥离后消除了崩塌的危害。④处理后的边坡排水条件良好,不会对前缘松散堆积体造成影响。⑤取三个剖面,采用精确简布法进行计算,结果显示,在天然状态下剥岩后滑坡体的稳定系数可达1.314~1.401,比剥岩前提高19.1%~39.2%;在考虑地震作用力和地下水软化作用情况下,稳定系数可达1.115~1.187,提高7%~19.7%。⑥对新形成的台阶式边坡上的裂缝均采用水泥、粘土等填埋夯实,再施以造地还

林,绿化复垦等措施,保护美化环境,可进一步增加其稳定性。由此可见,该治理方案是科学合理,切实可行的。

5 施工安全及质量保证措施

1. 后湖滑坡治理工程的施工顺序是:首先进行变形监测系统的安装、调适;然后设置拦截滚石的安全防护设施;最后进行危岩清除工程,剥岩要由后缘开始逐渐向前缘进行。

2. 剥岩采用控制爆破技术,严格控制一次爆破装药量,以减少对边坡的振动,保证边坡在治理过程中的稳定,避免因爆破振动而产生新的垮塌、飞石,保证施工安全。

3. 在滑体最终卸荷形成的两侧坡面,要留有足够的安全坡度,并建议采用光面爆破技术施工,以保证坡面基本平整美观。

4. 及时施作坡面平台截水沟,保证排水通畅。

5. 监测过程中如发现岩体位移或应力有较大变化,监测专业人员要反复检验,加密复测。确认无误后结合施工情况、气象要素及其它宏观变形动态综合分析,判断产生变化的原因和滑体要害部位有无险情征兆,上报指挥部及监理专家组会商决策。

参考文献:

- [1] 李玉生,钟阴乾,楚占昌.长江三峡工程库区大型滑坡崩塌[M].广州:广东旅游出版社,1991.
- [2] 石胜伟,吴和政.温州市新河村山滑坡治理工程设计[J].中国地质灾害与防治学报,1998,(11):336~339.
- [3] 殷跃平,康宏达,张颖,等.地质工程设计支持系统与链子崖锚固设计[M].北京:地质出版社,1995.
- [4] 何栋伟.小龙潭露天矿西北帮滑坡工程地质分析.中国典型滑坡[M].北京:地质出版社,1988:133~136.

SUGGESTION ON THE HAZARD MEASUREMENTS OF HOUHU LANDSLIDE IN BENXI CITY

ZHANG Ying, WANG Liang

(Liaoning Geological Environment Administration Station, Shenyang 110032, China)

Abstract: During the flood season of 1955, a landslide occurred in limestone of Ordovician at Houhu of Benxi. In the landsliding body, there are many wide and large fissures, which remains severe dangerous to the surrounding millions of residents. So it is very important to study it, and then to take some controlling measurments for the surrounding enrronment and the safety of people. Based on the geological environment condions, texture features and the stability of the landslide, it is proposed that there are reinforcing and removing schemes. Through correlation, it is suggested to use controlled blasting-removing scheme. Then the stability of the new slope after removing is analysed and proven.

Key words: landslide controlling; dangerous rock body; main landsliding body; removing; stability