

吴起县黄土崩塌组合治理方案设计与工程施工

杨 伟, 梁英英, 王振福
(陕西地质工程总公司, 陕西 西安 710054)

摘要:吴起县居宁花园后侧山体存在高陡黄土边坡,在长期降雨及人类工程活动的影响下,形成了崩塌地质灾害隐患。对此,提出了采用削方减载和土钉支护加强坡体稳定性的组合治理方案,并结合治理区实际情况,对分级削坡和土钉支护的各项参数、工艺要求、施工方法等进行了设计。按照设计方案施工结束后,坡体得到了有效加固,达到了治理的目的。

关键词:黄土崩塌;削方减载;土钉支护;边坡加固

中图分类号:P642.21 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2016)10-0092-04

Design of Combination Treatment Plan for Loess Landfall and the Engineering Construction/YANG Wei, LIANG Ying-ying, WANG Zhen-fu (Shaanxi Geological Engineering Corporation, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: Under the influence of long term rainfall and human activity, a high and steep loess slope on the mountain behind a residential area in Wuqi County has become hidden danger of geological disaster. The combination treatment plan of load decreasing + soil nailing to strengthen the stability of slope was put forward. Combined with the actual situation, the parameters, process requirements and construction methods of level-by-level slope cutting and soil nailing support were designed respectively. In accordance with the construction plan, the slope has been effectively strengthened.

Key words: loess rainfall; load decreasing by earth cutting; soil nailing support; slope reinforcement

0 引言

吴起县居宁花园后方临近一黄土山体,小区建设时对该山体坡脚进行了开挖,形成了坡高 41 m、坡长 105 m 的高陡黄土边坡,其中坡体下部 25 m 高度坡角近乎直立,上部 16 m 高度坡角约 55°。在坡体上方距离边缘 3 m 处和坡脚处均修建有民房,人类工程活动强烈。由于在长期降雨及人类工程活动的影响下,原有坡体的稳定性遭到了破坏,形成了崩塌地质灾害隐患。治理前,该坡顶道路围墙已产生变形裂缝,部分区段已发生垮落。崩滑体直接威胁坡顶上方一排 2 层楼房和坡脚下一栋 5 层楼房、一排 2 层楼房,威胁 25 户、70 人、51 间房,危险性大。崩塌隐患体及威胁对象见图 1。

针对上述实际情况,设计采用分级削坡削减边坡荷载和土钉支护提高边坡整体承载力的组合治理方案。施工结束后对治理段进行了变形监测,截止目前各监测点的变形均符合设计和规范要求。



图 1 崩塌隐患体及威胁对象照片

1 工程地质及水文地质条件

1.1 工程地质条件

治理区工程地质剖面如图 2 所示,地层自上而下分述如下。

(1)第四系上更新统风积黄土(Q_3^{col}):褐黄色、浅黄色,稍湿,岩性以黄土状粉土为主,可见零星钙质结核,垂直节理较发育,土质疏松,厚度 35.2 m。

收稿日期:2016-07-18

作者简介:杨伟,男,汉族,1970 年生,二级注册建造师,工程师,探矿工程专业,从事岩土工程生产与技术管理工作,陕西省西安市雁塔北路 100 号,309253822@qq.com;梁英英,女,汉族,1988 年生,二级注册建造师,助理工程师,地质工程专业,从事地质灾害评估、勘察、治理设计工作,lyy7516@163.com;王振福,男,汉族,1961 年生,一级注册建造师,教授级高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程、岩土工程生产与技术管理工作,wangzhenfu@sohu.com。

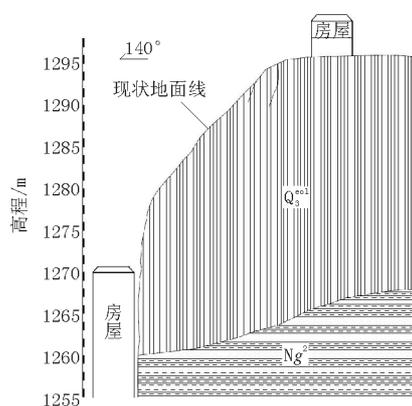


图 2 工程地质剖面示意图

(2)新近系甘肃群上岩组弱胶结泥岩(Ng^2):灰绿色、灰白色,局部呈黄绿色,多以互层形式出露,无钙质层,结构致密,成岩作用由下向上变差,易风化,为透水性差的相对隔水层,遇水软化后呈软塑状态,失水后易干裂。坡脚出露处厚度 5.8 m。

1.2 水文地质条件

区内表层黄土含水量平均值为 11.6%,饱和度平均值为 34.0%;崩塌体黄土状土含水量平均值为 14.4%,饱和度平均值为 36.3%;下部弱胶结泥岩含水量平均值为 22.5%,饱和度为 79.9%。在黄土与下部泥岩接触部位由于泥岩的隔水作用形成饱和土层。

区内地下水受大气降雨入渗补给,深部基岩裂隙局部有侧向地下径流补给。地下水主要以小片渗水形式向临近沟谷排泄。治理区年平均降水量 478.3 mm,蒸发量 1541.7 mm,为降雨量的 3 倍,相对湿度 56%。降水相对集中在七、八、九三个月,降水量 301.7 mm,约占全年的 62.5%,其余 9 个月降水量仅为年总量的 37.5%。

2 崩塌成因分析

结合现场勘察分析,治理区黄土以披覆形式盖在泥岩顶面,其下部泥岩面为倾向坡外的倾斜面,沿泥岩顶面黄土有向下滑动的趋势。裂缝的形成是由于地表水与崩塌体后缘拉张裂缝共同作用下形成的。由于拉张应力的作用,在崩塌体后缘形成小型拉张裂缝,降雨时地表水沿裂缝下渗,黄土发生湿陷、下沉,形成串珠状陷穴,陷穴在地表渗水的影响下进一步串通,形成宽约 10~40 cm 的连续裂缝,暴雨期裂缝充水,会在崩塌体后缘形成静动水压力,在拉张应力与水压力的共同作用下,裂缝会不断变宽。

随着时间的推移,崩塌体的破坏是必然的。

3 治理方案

分析该边坡的破坏方式主要为岩土体在重力作用下发生崩塌。治理方案设计首先考虑清除坡体上的冗余重力,使其重新达到平衡状态,提高自身稳定性;其次考虑增加支护,提高边坡的整体稳定性,提高其承载力。

清除冗余重力最直接的方法是削方,通过清除坡体上的崩塌体,同时控制边坡的高度和坡度,使边坡整体处于安全的平衡状态。削方减载也是最经济、提高稳定性系数最大的工程措施。考虑到本边坡的高陡特点,宜采用分级削坡的方式。

目前常用的边坡支护方法主要有土钉支护、重力式挡墙支护、抗滑桩支护、锚索(杆)格构梁支护等,相比其他方法,土钉支护具有以下优点:(1)材料用量少,施工速度快;(2)施工设备轻便,工艺方法简单;(3)对场地土层的适应性强;(4)结构轻便,柔性大;(5)施工所需的场地面积小;(6)安全、可靠、经济。土钉支护将土钉和需要加固的土体形成复合的板式土钉墙,使主动区复合土体作为稳定土体,阻挡后面被动区非稳定土体的错动,达到支挡的稳定效果。同时这种复合的板式土钉墙能延迟边坡土体塑性变形的发展,具有一定的结构稳定性。针对本边坡紧邻小区民房、施工场地有限、黄土具有湿陷性等特点,采用土钉支护较为适宜。

因此,本次治理设计方案采用削方减载为主、辅以土钉支挡工程的组合支护方案,以达到彻底稳固边坡的目的。

4 治理工程设计

4.1 削方减载

为了确保边坡的稳定性,设计结合地层分布情况采用分级卸载。治理段从坡脚以上 7.3 m 处自下而上分四级放坡,均为土质边坡,第一级边坡坡高 13 m,坡率 1:0.4,在坡脚设置 1.5 m 宽平台;第二级边坡坡高 6.5 m,坡率 1:0.4,在坡脚设置 1.7 m 宽平台;第三级边坡坡高 7 m,坡率 1:0.4,在坡脚设置 1.5 m 宽平台;第四级边坡坡高 7.2 m,坡率 1:0.4,在坡脚设置 1.8 m 宽平台。

4.2 土钉支挡

坡面支护采用土钉墙处理,土钉墙共设置 24

道。水平间距均为 1.5 m;竖向间距:第一级~第三级边坡竖向间距均为 1.5 m,第四级边坡竖向间距为 2.0、1.5、1.5、1.5 m。土钉长 9 m,孔径 130 mm,拉杆采用 1 根 $\text{Ø}22$ mm 钢筋。锚孔注浆采用 PO42.5 纯水泥浆液,水灰比 0.5,注浆压力 0.5 MPa。坡面网筋采用 $\text{Ø}6.5$ mm 钢筋,网筋间距 $200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$,锚头之间加筋箍筋用 $\text{Ø}14$ mm 钢筋纵横交叉焊

连接牢固。面层采用 C20 砼喷射,厚 100 mm。下部的基岩(泥岩层)采用土钉喷射砼处理,土钉采用长 1.5 m、 $\text{Ø}22$ mm 钢筋,水平间距均为 1.5 m,竖向间距 0.5、1.5、1.5 m。

土钉支护方案平面布置图见图 3、立面布置图见图 4、剖面布置图见图 5。

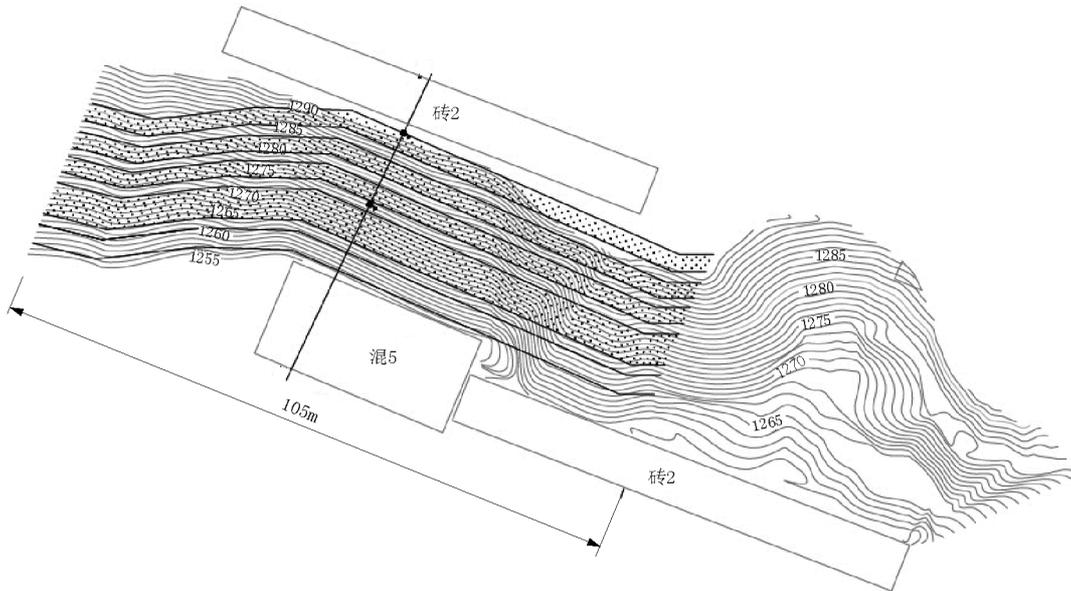


图 3 土钉支护平面布置示意图

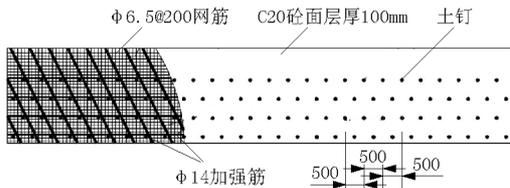


图 4 土钉支护立面布置示意图

4.3 泄水孔

在第四系黄土和下部泥岩接触的饱和含水层部位设置 2 排泄水孔,水平间距 3 m,呈梅花形布置。采用 $\text{Ø}75$ mm PVC 塑料管,长 6 m,倾角 5° ,外伸 20 cm,并在孔底填塞碎石作为滤水层。

4.4 监测系统设计

共布置变形监测点 2 个。其中在边坡顶部布置 1 个监测点(施工前布置)监测边坡变形情况,开展人工巡查、裂缝简易监测工作,进行施工前和施工期间的预警预报;在坡体中部布置监测点 1 个(削坡工程完成后布置)监测工程治理效果,监测周期为 3 个水文年。

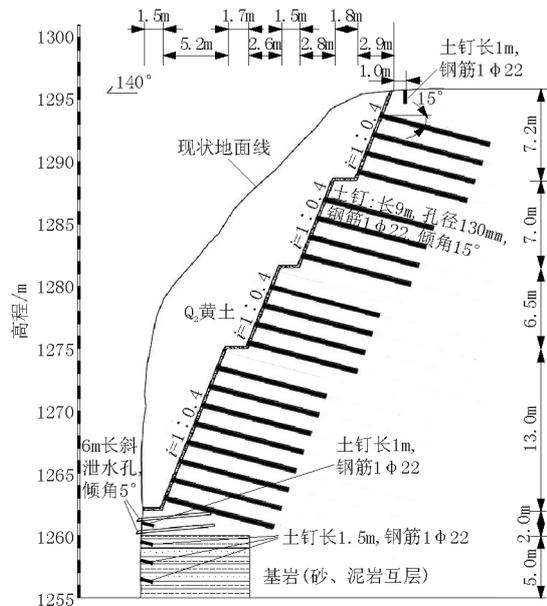


图 5 土钉支护剖面布置示意图

5 施工要求

5.1 削方施工要求

(1)在削坡开挖前根据设计图纸,进行现场位置及高程测量复核,确定土方工程开挖边线的准确性,严格控制清方工作量。

(2)施工采用逆作法,自上而下逐层人工开挖,边开挖边防护,严禁在施工范围内进行土方堆载,应及时将土方清理出现场。

(3)开挖施工过程中专人对边坡岩层结构和边坡稳定性进行观测,发现问题立即处理,加设临时支撑。

5.2 土钉墙施工要求

土钉支护施工工艺流程为:整理坡面→初喷→钻孔→插杆→灌浆→挂网→复喷。

5.2.1 整理坡面

土钉支护是分层进行的,因此挖土深度不能超过设计深度,同时要保证坡率达到设计要求的1:0.4,坡面平整光滑,坡率未达到设计要求的则要进行专门修整。

5.2.2 初喷

为使挖好的坡面不产生垮塌,凡挖好的坡面需立即进行混凝土喷射,以使表层固结。水泥用普通硅酸盐水泥,水泥标号选用PO42.5,水灰比为0.5,混凝土材料配合比为水泥:中砂:碎石=1:2:2.5,喷射混凝土终凝后及时喷水养护3d左右。

5.2.3 钻孔

钻孔前先确定钻孔位置,施工机具为锚杆钻机、洛阳铲等,土钉孔距允许偏差 ± 100 mm,孔深偏差 ± 50 mm,孔径偏差 ± 5 mm,倾角偏差 $\pm 1^\circ$ 。终孔后,需及时安插土钉,防止塌孔。

5.2.4 插杆与注浆

成孔后按设计要求插入直径22 mm钢筋拉杆,钢筋拉杆每1.5 m焊接直径120 mm的钢筋托架,起导正作用。在插筋的同时,用钢筋拉杆将注浆管带进离孔底0.3 m的地方,然后进行注浆,注浆材料为纯水泥净浆,水灰比为0.5。孔内一定要灌满,不能形成空洞和孔隙。

5.2.5 挂网

上道工序完工后,按设计要求,将直径6.5 mm的钢筋,按20 cm \times 20 cm的网距绑扎联接,固定于坡面之上;然后安装加筋箍筋(横2 ϕ 14 mm、纵2 ϕ 14 mm),并与拉杆筋焊牢。

5.2.6 复喷

复喷基本操作与初喷一致,喷射第二层混凝土时一方面要控制混凝土总厚度为100 mm,另一方面混凝土要将钢筋网盖住。

6 治理效果

通过监测,居宁花园后山体崩塌隐患经削方减载+土钉支护组合方案治理后趋于稳定,其变形在安全允许范围内,达到了预期的治理目的。治理后全貌见图6。



图6 边坡治理后全貌照片

参考文献:

- [1] 张丽红,王振福.黄陵矿业公司运煤专线边坡治理方案设计与施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(9):55-58.
- [2] 韩琨,李建文.复合土钉墙在黄土地层基坑支护中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10):53-55.
- [3] 李志江.澄(江)—阳(宗)二级公路K5+120~280边坡治理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):69-71.
- [4] 谢元玉,刘文高,等.内宜高速K43+200~256段边坡治理措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):72-74.
- [5] 黄健民,李德洲.河梅高速公路某边坡加固支护施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(6):31-33.
- [6] 陈建军.复合土钉墙支护技术在深基坑工程中的应用[J].中国建设信息,2008,(8):48-49.
- [7] DZ/T 0218—2006,滑坡防治工程勘查规范[S].
- [8] GB 50330—2013,建筑边坡工程技术规范[S].