

济南药山崩塌地质灾害治理方法初探

杨全城,王庆兵,董玉龙,刘妍芬

(山东省地质环境监测总站,山东 济南 250014)

摘要:济南地区的中基性岩体,大面积隐伏分布于济南市北部地带,零星出露为孤峰或丘陵,构成济南地区著名的“齐烟九点”地貌景观。药山为“齐烟九点”之一,地处济南杂岩体的中西部,岩性主要为闪长岩、辉长岩等,块状结构,节理裂隙发育,易球状风化形成临空状危岩体,构成崩塌地质灾害隐患。结合济南药山危岩体组合特征,进行了稳定性计算和分析,提出了不同的治理方案以及具体施工方法和施工顺序,以期达到消除地质灾害隐患的目的,切实保护人民生命财产安全,为类似地区开展地质灾害治理提供参考。

关键词:危岩体;崩塌地质灾害;稳定性分析;治理方案;济南药山

中图分类号:P642.21

文献标识码:B

引文格式:杨全城,王庆兵,董玉龙,等.济南药山崩塌地质灾害治理方法初探[J].山东国土资源,2017,33(2):43-46. YANG Quancheng, WANG Qingbing, DONG Yulong, etc. The Control Methods of Collapse Geologic Hazard in Yaoshan Area of Jinan City[J]. Shandong Land and Resources, 2017, 33(2): 43-46.

0 引言

济南地区的中基性岩体,大面积分布于济南市的北部,西到玉符河、东到王舍人庄、济南钢铁厂一带,北部已过黄河,南部与奥陶纪灰岩接触,总面积4 648 km²。其同位素年龄值多为200 Ma左右,属中生代印支期侵入岩^[1]。岩体大部分为第四系所覆盖,零星出露为孤峰或丘陵,构成济南地区著名的“齐烟九点”地貌景观。

药山为“齐烟九点”之一,地处济南杂岩体的中西部,岩性主要为闪长岩、辉长岩等,块状构造,节理裂隙发育,岩石多呈球状风化,有些已形成临空状危岩体,构成崩塌地质灾害隐患。

危岩体形态、规模各异,有两两堆叠在一起的,也有数块相互依靠在缓坡地带的,也有一石独立的。在地震及暴雨等影响下,危岩体可能产生移动,对下方的村民与房屋等产生威胁。为此,当地政府和国土资源部门对药山组织开展了崩塌地质灾害勘查设计和治理工作,成效明显^①。

1 危岩体稳定性分析

1.1 稳定性计算方法

经现场勘查,治理区危岩体计算适用于倾倒、滑移式和膨胀式危岩体3种方法^[2]。

1.1.1 倾倒式危岩体稳定性计算

倾倒式危岩体稳定性计算时主要考虑自重、连续降雨裂隙被充水工况及地震工况,其稳定性系数(K)计算可采用如下公式:

$$K = \frac{W\alpha}{f \frac{h_0}{3} + p \frac{h}{2}}$$

式中:W—危岩体重量(kN); α —支点到重力延长线的垂直距离(m); h_0 —裂隙内水头高度(m);h—危岩体高度(m);P—水平地震力($P=Wn$),n—地震系数; f —静水压力($f=\gamma\omega \frac{h_0^2}{2}$)。

1.1.2 滑移式危岩体稳定性计算

滑移式危岩体稳定性计算时主要考虑滑面的倾角、磨擦系数及抗剪强度等,其稳定性计算公式可采

收稿日期:2016-10-18;修订日期:2016-12-23;编辑:陶卫卫

作者简介:杨全城(1965—),男,山东济南人,助理工程师,主要从事水文地质、环境地质勘查研究工作;E-mail:yqm_12@sina.com

①王庆兵、董玉龙、杨全城等,济南市天桥区药山危岩体地质灾害治理设计方案,2010年。

用如下公式:

$$K = \frac{W \cos \alpha \cdot \tan \beta}{W \cdot \sin \alpha}$$

W —危岩体重量(kN); α —坡角($^{\circ}$); β —摩擦角($^{\circ}$)。

1.1.3 膨胀式危岩体稳定性分析公式选择

膨胀式危岩体稳定性分析公式主要采用公式进行计算:

$$K = AR_{无} / W$$

式中: W —上部岩体重量; A —上部岩体的底面积; $R_{无}$ —下部软岩在天然状态下(雨季为饱水的)的无侧限抗压强度。

1.2 稳定性计算结果分析

经计算,治理区内危岩体稳定系数在0.78~1.03之间,判定为稳定性差。其中,稳定系数为0.78的危岩体稳定性最差,长约4.2~4.5 m,宽约3.5~3.7 m,厚约1.2~2.0 m,体积约为35~40 m³,重约100 t,前缘三面临空,坡度起伏不平,底部坡度约25°~30°,坡面上缓下陡,顶底高差约为90 m。根据现场调查,该危岩体下部岩石的支撑为闪长岩,但经长期风化剥蚀,危岩体出现多条风化裂隙,危岩体下部仅剩几个独立支撑点与母岩相连接,且前缘已出现风化裂隙并出现掉块现象,易引发崩塌地质灾害^[3-4]。

2 治理目标与原则

2.1 治理目标

通过采取工程措施,消除崩塌地质灾害对山下居民生命财产安全的威胁,为当地提供一个安全、和谐的休闲场所。

2.2 治理原则^[5]

(1)安全性原则:首先要确保通过采取工程措施消除危岩体威胁,保证人民生命财产安全;其次要保证施工安全,采取合适的施工防护措施,确保施工安全及施工人员安全。

(2)环境协调性原则:所采取工程措施要注意既不破坏周边自然环境,又要保持环境的整体协调一致。

(3)实事求是原则:结合实际,坚持因地制宜、注重实效的原则,选取切实可行的施工措施,确保所采取措施具有实际的可操作性,能够顺利实施。

(4)经济合理原则:对备选方案优中选优,根据

实际情况进行合理优化,既要消除灾害隐患,有要确保经济合理。

(5)社会安定原则:施工期间采取必要的宣传措施告知当地民众,并采取一定的安全防护措施,保证人民生命财产安全。

3 治理方案

3.1 危岩体清除治理方案

对于体积大、重量大、风化严重、边坡较陡、局部破碎的危岩体,根据工程地质条件、周围生态环境、相关技术规范以及类比工程经验,为了消除灾害危险,可采用人工直接清除方案。如,对于叠堆在一起的2块危岩体,据其堆放情况,可采用液压扩冲的方法,使危岩体脱离,进行清除(图1)。

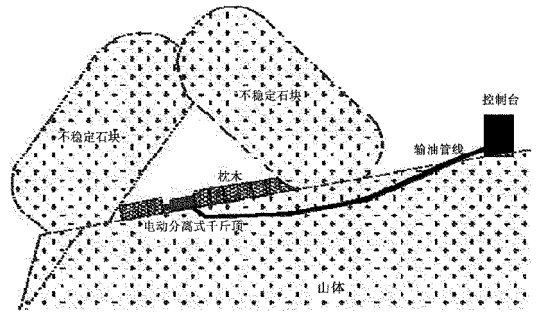


图1 危岩体人工清除方案示意图

3.1.1 施工方法与施工顺序

①在2块危岩体下部空隙处两端向中间铺设枕木,枕木高度控制在0.5 m之上,铺设的枕木与危岩体之间应紧密联系,左右两块枕木之间的距离控制在0.5 m之内。同时在枕木与岩体之间的空隙内充填小的钢筋或木材等,确保无空隙存在。

②在中间2块枕木之间放置超高压电动分离式千斤顶,采用钢板进行固定,联结输油管线。

③进行加电加压,在进行加压时,应缓慢进行,确保两端受力均匀,等待岩石挤滑过程中随时观察滑动进程并作好记录,以便进一步调整施工参数。

④危岩体清除后,采用M25砂浆对岩体及周围裂隙进行全充填灌注,对岩石进行粘结加固,将岩石连接成整体。

⑤对清除的危岩体碎块进行清运。

3.1.2 施工技术要求

①千斤顶吨位控制在300 t之上,行程控制在0.2 m之上。

②输油管线在危岩体后方 20 m 以外区域。

③在工作过程及时进行观察岩石变化情况。

3.1.3 施工安全防护要求

①清除前,对危岩体受威胁的居民进行完全撤离;在主要路口设立警示标志。

②为减少危岩体清除后滚落的弹跳力,在危岩体下方的最低处,采用稻草、高大树杈等铺设多层垫层。

③在居民区与山坡之间,沿危岩体可能运动方向,修建土质挡土墙,截面呈梯形,长约 50 m,上部宽约 3 m,底宽约 5 m,高约 2 m,机械碾压。挡土墙共修建三道,分别位于距村庄 15 m, 50 m, 100 m 处。

④为降低和减少危岩体清除后在下方平台上产生的弹跳力和速度,在危岩体下方第一个平台上,紧靠其根部铺厚度 1 m,宽度 2~3 m,长 5 m 的草包团带,缓冲落石,使其按照设计的轨迹运动。

3.2 危岩体加固方案

对危岩体进行加固处理,首先要消除危岩体的安全隐患,其次加固措施应因地制宜,做到“景治结合”,与周围环境相协调。

3.2.1 高陡边坡危岩体加固

药山闪长岩体直接裸露,边坡坡度较陡,风化较重,局部破碎严重。根据该工程地质条件、考虑周边环境、技术规范以及类比工程经验,为了加固坡顶危岩,消除岩体崩塌隐患,可采用非预应力锚杆、预应力锚杆及挡土墙工程进行加固^[6](图 2)。

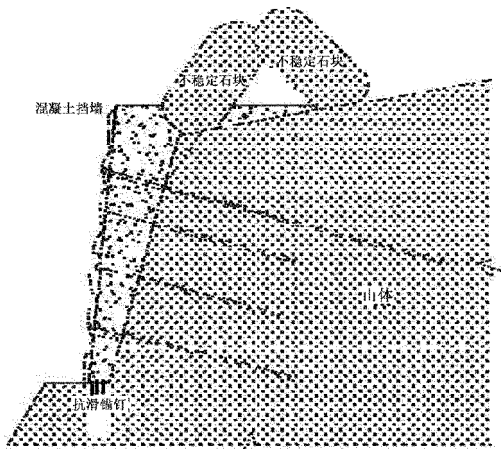


图 2 高陡边坡危岩体加固方案示意图

施工方法和施工顺序如下:①采用空压机对危岩体下方平台及四周杂物进行清理,确保平台及四周无散落杂物堆存。②在危岩体四周设置模板,

从危岩体底部及四周充填 C30 混凝土浆,固结,增加危岩体与基岩的接触面积,从而增加抗滑力,降低下滑力,高度控制在 0.5~1 m。③为便于施工,根据危岩体周围地形,采用建筑架管搭建门字架施工平台,门字架两侧立挺及横梁均采用架管,为保证门字架稳定性,立挺架管间距约 1 m×1 m,截面不小于 16 m²,横梁宽度不小于 3 m,顶部垫板采用木板,垫板直接与横梁架管联结在一起,保证垫板稳定性。搭建时,施工平台与危岩体间隔一定的距离,确保施工便利及施工安全。④采用 50 t 导链链条,现场编制成网状,对危岩体进行包裹,网距 100 cm×100 cm,采用“U”形卡进行连接。包裹时,链条网不得紧绷。⑤选择在危岩体后部完整岩石,施工抗滑锚杆,共施工 2 组钻孔,危岩体两侧各设一组。每组设 2 排钻孔,排距控制在 1.5 m 左右,孔距控制在 0.5 m,共施工 10 个钻孔。钻孔直径 130 mm,深度要深入完整基岩 2 m。成孔后首先用高压风清孔,将孔底残渣排出孔外,然后按顺序放置 10 A 工字钢,并用水泥砂浆灌注。⑥在 10 A 工字钢上进行钻孔,孔径控制在 45 mm,孔数为 4 排,确保 2 排孔距相等。将下部滑锚杆与上部 10 A 工字钢进行焊接,在工字钢 2 孔之间插入 Φ45 mm 圆钢,并焊接。⑦采 50 t 三组(6 条)导链链条,分别从危岩体下部左右两侧向上与链条网分别连结,挂钩与圆钢相连。采用 50 t 一组(2 条)导链链条,分别从上部危岩体中部左右两侧向上与链条网分别连接,挂钩与圆钢相连。对导链进行拉紧,但不得紧绷。施工完全结束后拆除。

3.2.2 缓坡地带危岩体加固

根据危岩体的危害现状,结合岩土体工程地质性质,参考现有的规范及治理经验,可采用“下部修建挡墙,上部进行充填处理”的加固处理的方法,消除危岩体灾害隐患(图 3)。

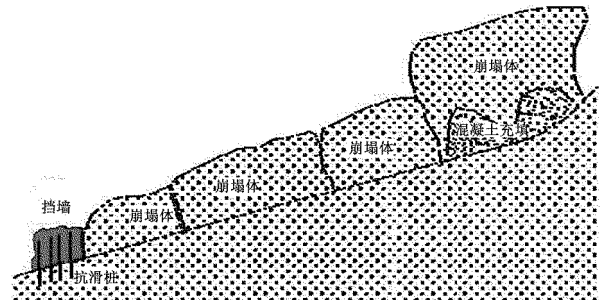


图 3 缓坡地带危岩体加固施工示意图

采用 C30 钢筋混凝土挡墙,基础形式采用矩形

基础,墙体采用不规则墙体,直角面为迎石面,底宽 2 m,顶宽 2 m,墙高 1.5 m。主筋采用 $\Phi 25@150\sim 300$ 二级钢筋,分布筋采用 $\Phi 25@150$ 二级钢筋。

具体施工方法与施工顺序如下:①对危岩体下方平台及四周杂物及失稳危石进行清理,确保平台及四周无散落杂物堆存,同时,清除下部危岩体裂隙中的树木及杂草。②采用空压机对裂隙内的杂物清除,在危岩体四周设置模板,从危岩体底部及四周充填混凝土浆,进行固结,以增加危岩体与基岩的接触面积,增加抗滑力,降低下滑力。③在危岩体下部平台及两侧,施工钻孔,成孔后灌注水泥砂浆,再插入钢筋。两侧挡墙施工时可根据地形情况进行适当调整。④编制钢筋网,并进行连接,混凝土浇注。⑤对挡土墙外侧进行装饰,确保挡土墙形状和颜色与周围山体协调一致。

3.2.3 单体危岩体加固

根据危岩体所处的地理位置及体积,可采用人工支挡加固方法治理(图 4)。

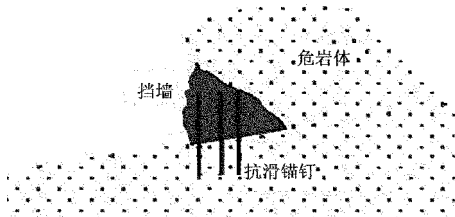


图 4 单体危岩体加固方案示意图

①墙体采用 C30 钢筋混凝土挡墙,基础形式采用矩形基础,墙体采用不规则三角形墙体,斜角面为迎石面,底宽 1 m,墙高 1~1.5 m。主筋采用 $\Phi 25@150\sim 300$ 二级钢筋,分布筋采用 $\Phi 25@150$ 二级钢筋。

②基础抗滑锚钉:采用成孔灌浆插筋方式,成孔直径 $\Phi 50$ mm,深度不小于 1.0 m,成孔后灌注水泥浆,再插入 $\Phi 25$ 二级钢筋。

4 结论

崩塌地质灾害严重威胁着人民生命财产安全,制约了当地经济建设和发展。开展崩塌地质灾害治理,减少不必要的人员伤亡和经济损失,是造福一方的民生工程。崩塌地质灾害治理是一项复杂的工程,需根据场地地形地貌条件、地层构造条件、工程地质条件、水文地质条件、周围人文环境等,因地制宜综合采取多种治理措施才能达到治理的目的^[7]。药山危岩体自 2010 年治理以来,消除了崩塌隐患,保障了周围居民和游客的生命财产安全。

参考文献:

- [1] 段秀铭,王庆兵,赵玉喜.济南华山地质公园地质遗迹特征与开发保护研究[J].山东国土资源,2007,23(11):13-16.
- [2] 陈洪凯,王蓉.三峡库区危岩体锚固计算方法及应用[J].中国地质灾害与防治学报,2002,13(4):59-61.
- [3] 易振华.震裂斜坡软岩崩塌成因机制与稳定性评价[J].岩土工程技术,2012,(5):247-251.
- [4] 赵允辉.危岩崩塌地质灾害调查评价与防治[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(Z1):33-38.
- [5] 吕晓亮,赵秀芳,王秀凤.蒙阴县历史遗留采煤塌陷区现状及防治建议[J].山东国土资源,2015,31(11):30-32.
- [6] 王冰,何真毅.预应力锚索在垮岩山危岩治理工程的应用[J].地质灾害与环境保护,2005,16(4):429-432.
- [7] 尹明泉,王治良,王建收.青岛市崂山风景区崩塌地质灾害治理方法探讨——以大平岚崩塌人造景观石治理为例[J].山东国土资源,2010,26(10):35-39.

The Control Methods of Collapse Geologic Hazard in Yaoshan Area of Jinan City

YANG Quancheng, WANG Qingbing, DONG Yulong, LIU Yanfen

(Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Mafic rocks hidden located in north area of Jinan City, which scattered outcrops of buttes and hills, and forms famous landscapes as "Qi yan Jiu dian". Yaoshan mountain is located in mid-west, and mainly consist of diorite and gabbro. It is blocky structure, developed joint fissures, and likely ball-shaped weathering in air-like rock which will be constituting a geological disasters of collapse hazards. Combining with combined features of the Jinan Yaoshan risk rock, this article puts forward different treatment methods to control collapse geologic hazards in order to protect people's life and property safety, provide a reference of geological hazard control for similar areas as well.

Key words: Dangerous rock body; collapse geologic hazards; stability analysis; treatment schemes; Jinan Yaoshan