



济南燕翅山西南坡体稳定性分析与防治

段秀铭¹, 韩永东²

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:在论证人工开挖坡体特征及地质环境条件的基础上,以力学传递系数法为主,选择 6 条计算剖面进行坡体稳定性分析确定,指出燕翅山西南坡体不稳定是由人为因素造成的,圈定了不稳定区域,提出采用抗滑桩、联接梁、顶应力锚索、土钉挂网砼喷护、监测相结合的治理方法。

关键词:燕翅山;坡体;稳定性分析;防治;济南市

中图分类号: P642.21; P642.22; P642.23

文献标识码: A

0 引言

燕翅山位于济南市历下区外环东路东侧人口密集区,由于历史上铁矿开采,在燕翅山北侧形成了地下采空区,并引起山体开裂、崩塌、落石;环绕其四周的碴石堆由于成分复杂、结构松散,在前缘发育有大量裂缝,局部地段在雨后曾发生坍塌,但总体稳定。

燕翅山西南坡体位于场区北东方向。坡向东南,坡度为 5°~50°不等。坡体后部为燕翅山山体,岩性为石灰岩;坡体为人类工程堆积的素填土及杂填土夹碎石。通过测绘,坡体开挖后整体形态为北东高南西低,呈向 180°~270°夹角方向展开的扇形坡地,地面高程为 105.6~160 m,前后相对高差约为 55 m,地形起伏较大(图 1)。坡地西侧为一凸起地带,中间高南北低,高度 120~125 m;南侧为阶梯状平台;坡地前缘弧长近 220 m。在坡体南侧平台有闪长岩出露。燕翅山西南侧坡体前缘拟建民用住宅,需对边坡进行开挖,将引起坡体形态改变,应力重分布。在暴雨、地震等因素影响下,坡体的稳定性将直接影响着居民的生命财产安全,因而必须对坡体的稳定性进行分析论证与防治。

1 燕翅山地质环境

燕翅山西南坡体区气候属暖温带大陆性季风气候

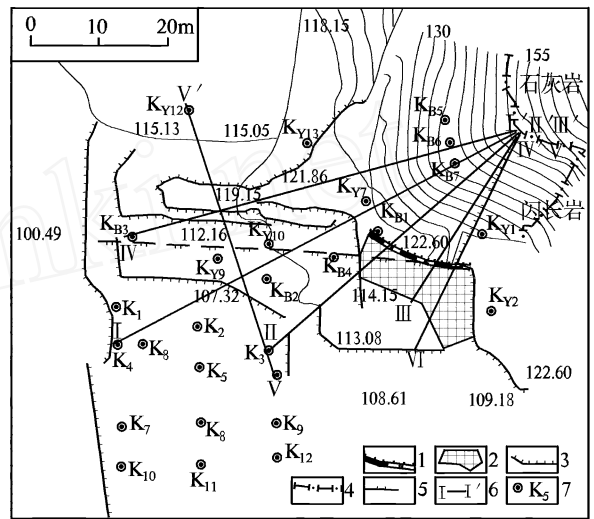


图 1 燕翅山坡体特征与地质环境防治工程图

- 1—抗滑桩、锚索、冠梁; 2—土钉锚喷区; 3—潜在斜坡不稳定区; 4—基岩出露区; 5—拟征地范围; 6—计算剖面线及编号; 7—钻孔及编号

候,四季分明。春季干旱少雨,夏季炎热多雨,秋季天高气爽,冬季寒冷干燥。多年平均降雨量为 628.7 mm,最大降雨量 1 194.5 mm,最小降雨量 282.4 mm;日最大暴雨量 304.2 mm;6—9 月份降水量占全年总降水量的 78.46%,年内及年际降雨量极不均匀。区内无地表水体。

区域地貌为构造剥蚀丘陵。微地貌形态为斜坡平台地形。平面上为由北东向南、西方向扩展降低的扇形坡地。工作区在区域地质构造上属泰山背斜

收稿日期:2007-04-04;修订日期:2007-08-24;编辑:曹丽丽

作者简介:段秀铭(1967-),男,高级工程师,山东济南人,主要从事水文地质及环境地质勘查研究工作。

山东省地质环境监测总站,山东省济南市燕翅山地质灾害评价勘查报告,2004年。

北翼济南单斜,无明显断裂存在。坡体东侧石灰岩地层倾向 N,但受燕山期闪长岩岩体侵入影响,形成山体顶部为奥陶纪石灰岩下部为燕山期闪长岩的地层结构。坡体上部岩性为第四纪人工堆积素填土、杂填土夹碎石层,下伏闪长岩或石灰岩(图 2)。坡体地形坡度较大,大气降水形成的地表坡面流速快,流失多,渗入坡体内少。坡体分布松散欠固结的杂填土不利于地下水储存,第四系不含水,基岩风化裂隙层不含水,场区基岩面附近未见地下水。区内构造运动不活跃,地震设防烈度为 度。

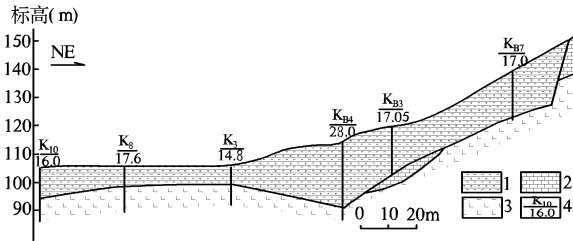


图 2 燕翅山坡体地层结构图

1—杂填土夹碎石;2—石灰岩;3—闪长岩;4—桩号及深度(m)

2 稳定性分析

2.1 分析方法的选择

为了最大限度地反映目前状态下坡体的稳定性,在历史分析法、工程类比法对其稳定性进行分析的基础上^[1],选择 SE—NW,SW—NE 的 6 条计算剖面采用力学传递系数法进行定量分析(图 1)。

2.2 计算参数与工况确定

坡体稳定性计算参数取值主要以野外及室内试验数据为基础,结合该区已发生滑坡的力学性质参数经验值及探槽开挖所见岩石力学性质综合确定(表 1)。依据相关规定,抗滑动安全系数取值为 1.2。依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001),作为较重要建设项目,地震力计算综合系数、地震力计算重要性系数分别取值 0.30 及 1.30。

2.3 分析结果

通过计算结果可知(表 2),在自然状态下,各剖面剩余下滑力为负值,说明该潜在滑坡体处于稳定状态;综合考虑自然状态、水和地震等 3 个因素的影响, - 剖面不稳定,其他剖面处于稳定状态。由此确定 - 与 - 剖面之间的坡体为不稳定区,长约 70 m,宽约 25 m,体积约为 17 500 m³,平均坡

度 28.2°,局部约为 40°~50°。坡体主要物质组成由上到下依次为人工堆积的素填土、杂填土、碎石层、闪长岩或石灰岩。为了保证滑坡体整体稳定性,需要对 - 方向进行治理。

表 1 燕翅山坡体计算参数

名称	滑体重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘聚力	摩擦角
数值	19.345	23.17	4	16.30°
名称	滑体土 孔隙度	安全系数	地震力计算 综合系数	地震力计算 重要性系数
数值	0.390	1.20	0.30	1.30

考虑到该区的实际情况,稳定性计算主要按 2 个状态进行计算:自然状态和自然+水+地震。经钻探及探槽验证,坡体内未见地下水水位。依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001),山东省济南市抗震设防烈度为 度。自然+水+地震指人为在潜在滑面增加 0.4 m 地下水含水层,抗震设防烈度为 度。

表 2 燕翅山坡体稳定性分析结果

剖面线 编号	自然状态		自然+水+地震	
	剩余下滑 力(kN)	稳定性评价	剩余下滑 力(kN)	稳定性评价
-	- 786.307	稳定	- 604.339	稳定
-	- 3342	稳定	- 2111.27	稳定
-	- 58.685	稳定	250.411	不稳定
-	- 3211.735	稳定	- 555.12	稳定
-	- 694.035	稳定	- 626.455	稳定
-	- 344.055	稳定	- 162.654	稳定

3 防治方案

根据项目区工程结构设计规划、地质勘查等成果资料分析,按照规范、合理、节省的原则,确定项目区地质灾害防治工程方案为:

抗滑桩+联接梁+顶应力锚索+土钉挂网砼喷护+监测

抗滑桩主要布置在场区东北部开挖造成的坡体地带。因坡体力学性质明确,采用矩形桩,桩顶埋于地面下 1.1 m,桩底深入基岩。钢筋砼联接梁置于抗滑桩顶部,将全部抗滑桩体联接在一起,以增强整体稳定性。顶应力锚索深入基岩中,主要对桩体进行固定,防止桩体受下滑力作用产生单臂梁折断效应。抗滑桩、联接梁与顶应力锚索共同作用,防止坡

体滑动而影响场区。土钉挂网砼喷护主要布置在不稳定坡体前缘坡面。钢筋网上部与联接梁相接,坡面打入土钉,表面采用砼喷护以增强坡面稳定性,防止由于土体开挖造成土体临空造成边坡表面失稳。监测则是在工程施工过程及施工结束后,对工程质量及坡体稳定性的测量与检验。主要以 GPS 测量方式监测地表绝对位移等。

该文在撰写过程中,得到了中国地质环境监测院刘传正博士的亲切指导,在此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 刘传正. 地质灾害勘查指南[M]. 北京:地质出版社,2002.

Stability Analysis and Prevention Countermeasures of Southwest Clima in Yanchishan Mountain in Jinan City

DUAN Xiu - ming¹, HAN Yong - dong²

(1. Shandong Geological Environmental Monitoring Center, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: On the basis of analyze characteristics of artificial dug slope bodies and the condition of geological environment, adopting mechanics transfer coefficient method and choosing 6 profiles to analyze the stability of landslides, it is pointed out that unstability of southwest slope in Yanchishan mountain is caused by artificial elements. Unstable regions are circled in this paper. Prevention countermeasures, such as resist slip pile, joins oingirgerspar, prestressing anchored, suspended mesh and monitoring are put forward.

Key words: Yanchishan mountain; landslide body; stability analysis; prevention; Jinan city

(上接第 19 页)

(4) 应充分利用地热能,加强地热能的“梯级综合利用”。同时应遵循开源与节流并举和开发与保护并重的原则,根据不同用途,分层开采利用,对不同层位地热井井距、井的数量及开采量均应控制在合理的范围内。

(5) 加强地热水的动态监测工作,对地热开发有可能引起的地热水降落漏斗、地面沉降、热污染和水化学污染等地质环境问题进行动态监测研究,以正确指导该区地热资源的开发,保护地质环境。

参考文献:

- [1] 王学潮,向宏发.聊城-兰考断裂综合研究及黄河下游河道稳定性分析[M]. 郑州:黄河水利出版社,2001,32-34.
[2] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006,199-201.
[3] 陈墨香.华北地热[M]. 北京:科学出版社,1988,94-102.
[4] 杨德平.山东临清地热田地热地质特征[J]. 山东国土资源,2005,21(8):27-31.

Exploitation and Utilization of Geothermal Resource in Liaocheng City

ZHANG Bao - jian

(No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Liaocheng city locates in the combining section of Linqing depression and Luzhong uplift which has favorable condition for forming geothermal resource. Geotherm in this area majorly belongs to multi - strata fissure - pore type and fissure - karst type. There are three kinds of geothermal reservoirs available, such as Neogene Guantao formation, Paleogene Dongying formation fissure - pore type geotherm and Cambrian - Ordovician fissure - karst type. All these three kinds of geothermal reservoirs have high exploration and utilization value, and each has its own characteristics of water quality and water temperature. Geological condition of geotherm, characteristics of ground temperature field and water quality in this area are analyzed in this paper, and few problems occurred in exploitation and utilization are studied as well.

Key words: Geothermal resource; exploitation and utilization; districts in Liaocheng city