

# 赤平投影法与 Sarma 法相结合在高陡岩质边坡 稳定性评价中的应用

郑栋材<sup>1,2</sup>, 张 晗<sup>3</sup>, 田大永<sup>1</sup>, 荣富强<sup>1</sup>

(1.河南省地矿局第二地质环境调查院,河南 郑州 450053;

2.河南省深部探矿工程技术研究中心,河南 郑州 450053; 3.河南省煤炭地质勘察研究总院,河南 郑州 450046)

**摘要:**本文以万山地质文化产业园基岩边坡为例,采用赤平极射投影法、Sarma 法相结合,定量计算和评价了边坡的稳定性,得出了完全一致的计算和评价结论:该高陡岩质边坡目前处于不稳定状态。文中采用两种方法计算并相互印证,对下一阶段该边坡的设计、施工等提供了重要依据,对类似工程有很好的参考和借鉴作用。

**关键词:**赤平极射投影;Sarma 法;高陡岩质边坡;稳定性评价

中图分类号:P642.2 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2020)05-0072-07

## Application of stereographic projection method and Sarma method in stability evaluation of high and steep rock slope

ZHENG Dongcai<sup>1,2</sup>, ZHANG Han<sup>3</sup>, TIAN Dayong<sup>1</sup>, RONG Fuqiang<sup>1</sup>

(1.No.2 Institute of Geo-environment Survey of Henan Province, Zhengzhou Henan 450053, China;

2.Henan Deep Exploration Engineering Technology Research Center, Zhengzhou Henan 450053, China;

3.Henan Coal Geological Survey and Research Institute, Zhengzhou Henan 450046, China)

**Abstract:** In this paper, taking the bedrock slope of Wanshan Geological and Cultural Industrial Park as an example, the stability of the slope is calculated and evaluated quantitatively by the combination of stereographic projection method and Sarma method, it is concluded that the high and steep rock slope is in an unstable state. Two methods are used to calculate and confirm each other, which provides an important basis for the design and construction of the slope in the next stage, and has a good reference for similar projects.

**Key words:** stereographic projection method; Sarma method; high and steep rock slope; stability evaluation

### 0 引言

随着我国公路、市政、工业与民用工程的大量建设,边坡问题尤其是高陡岩质边坡也越来越常见,如四川江油市龙门山北部高陡边坡、重庆涪陵青草背临江路高陡边坡等。边坡稳定性评价是边坡工程的一项重要内容,也是边坡设计与施工的前提和基础<sup>[1]</sup>。目前土质边坡计算理论相对较为成熟,而岩质边坡尤其是高陡岩质边坡精确计算方法相对较少。卢增木等<sup>[2]</sup>、左保成等<sup>[3]</sup>采用试验的方法研究了岩层、倾角对反向倾斜边坡稳定性的影响。赵华

等<sup>[4]</sup>、谢良甫<sup>[5]</sup>研究了反向坡破坏变形演化过程。赵凯等<sup>[6]</sup>、韦明华等<sup>[7]</sup>、岑夺丰等<sup>[8]</sup>、卞康等<sup>[9]</sup>分析了反向坡的稳定性控制因素,研究了节理裂隙走向和坡面走向的组合关系对边坡稳定性的影响<sup>[10]</sup>。结果表明,在风化作用和节理裂隙的共同作用下,坡体内结构面相互交叉组合,切割边坡形成柱状、楔状、块状岩体,发生滑塌—倾倒—崩塌。

本文以万山地质文化产业园基岩边坡为例,采用赤平极射投影法和 Sarma 法相结合,定量地计算和评价了边坡的稳定性,探索了陡直岩质边坡不易

收稿日期:2019-10-09; 修回日期:2020-04-21 DOI:10.12143/j.tkgc.2020.05.012

作者简介:郑栋材,男,汉族,1977年生,高级工程师,注册岩土工程师,工程硕士,主要从事地质工程技术研究与管理工作,河南省郑州市南阳路56号,346460620@qq.com。

引用格式:郑栋材,张晗,田大永,等.赤平投影法与 Sarma 法相结合在高陡岩质边坡稳定性评价中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(5):72-78.

ZHENG Dongcai, ZHANG Han, TIAN Dayong, et al. Application of stereographic projection method and Sarma method in stability evaluation of high and steep rock slope[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(5):72-78.

定量计算的问题,具有较强的示范意义。

### 1 工程概况

#### 1.1 项目基本情况

项目所在万山是一个相对独立的单面山,其面积 5.1 km<sup>2</sup>。万山地质文化产业园是以万山为依托的地质景观工程,而作为研究对象的基岩陡壁位于万山顶南坡,为断续分布的 8 个废弃采石坑坑壁,陡壁高 25 m 左右,坡度近直立<sup>[11]</sup>。详见图 1~3。

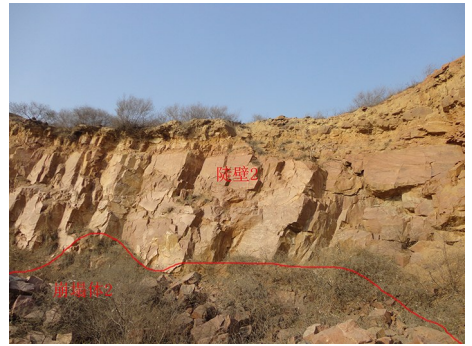


图 2 二号陡壁 (DB2)

Fig.2 No.2 cliff (DB2)



图 1 一号陡壁 (DB1)

Fig.1 No.1 cliff (DB1)

#### 1.2 地质环境条件

(1)气象水文。该区属温带季风性干旱气候,年平均气温 14.3℃,年平均降水量为 645.5 mm,年平均蒸发量为 2058 mm。

(2)地形地貌。从区域上看,荥阳市地貌分为侵蚀剥蚀低山、黄土丘陵、山前冲洪积平原和冲积平原,研究区属于侵蚀剥蚀丘陵地貌,陡壁所在地万山呈近东西向延伸,高度由西向东明显减低。

(3)地层岩性。万山地层出露有震旦系石英岩、

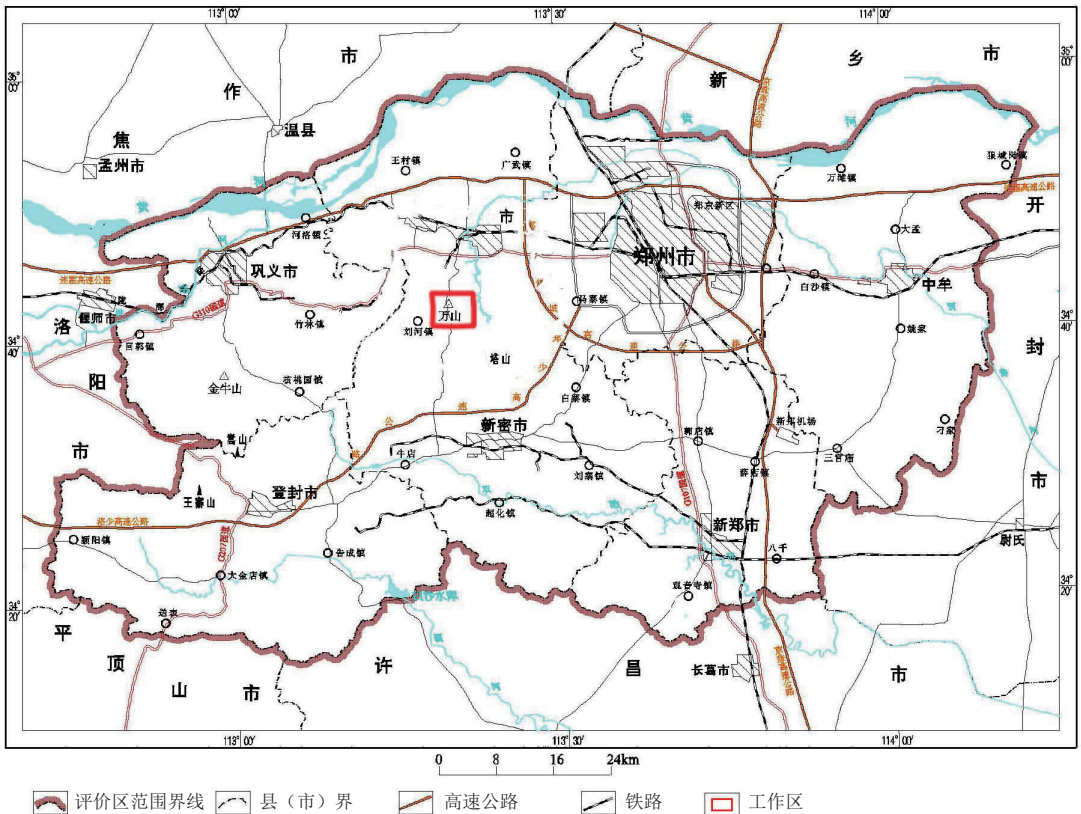


图 3 交通位置图

Fig.3 Traffic location

石英砂岩,寒武系灰岩、页岩、板状灰岩、鲕状白云质灰岩、白云岩,奥陶系石灰岩;石炭系砂页岩,灰岩及煤、铝土矿;二叠系砂岩夹煤,第三系砂岩,粘土岩,泥灰岩等<sup>[12]</sup>。

(4)地质构造。研究区位于茱密背斜的北翼东段,其外围构造较发育,北部距郭小寨断层最近距离约 3.5 km,南部距马泉沟断层最近距离约 2.3 km,东南部距离徐庄断层最近距离约 3.8 km,研究区内无断层通过,详见图 4。

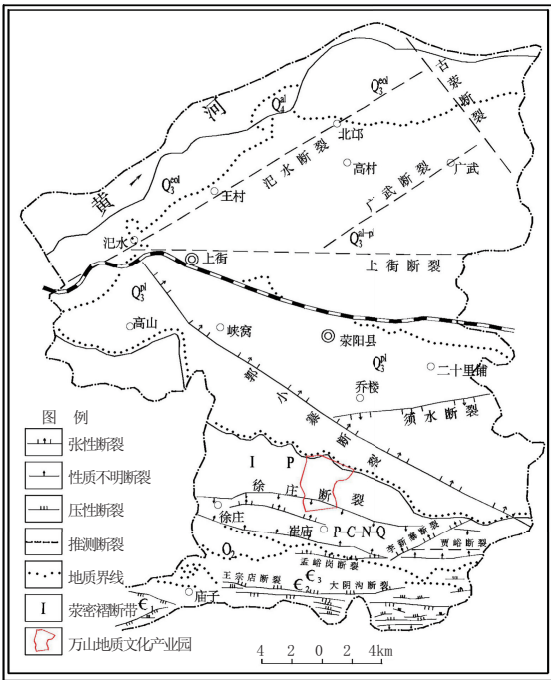


图4 构造地质图

Fig.4 Structural geological map

(5)水文地质条件。研究区属于侵蚀剥蚀丘陵,地下水类型属于碎屑岩类裂隙水,主要接受大气降水补给,地下水主要赋存于构造风化裂隙之中。在南部河谷基岩出露地段偶见有泉水流出,以人工开采和泉水等方式排泄。

(6)工程地质分区。研究区地处豫东平原和豫西低山丘陵的过渡带,南西北三面低山环绕,中间为开阔微倾斜的冲积平原,总地势由南西向北东倾斜,坡降变化大。根据本工作区工程地质条件的相似性、差异性、地貌单元、地形特征、地层岩性等因素,本研究区可分成 4 个工程地质分区:低山—丘陵基岩(薄层覆盖)工程地质区(I区)、丘陵坡积物工程地质区(II区)、丘陵黄土工程地质区(III区)、丘间冲沟黄土工程地质区(IV区),详见图 5、图 6。

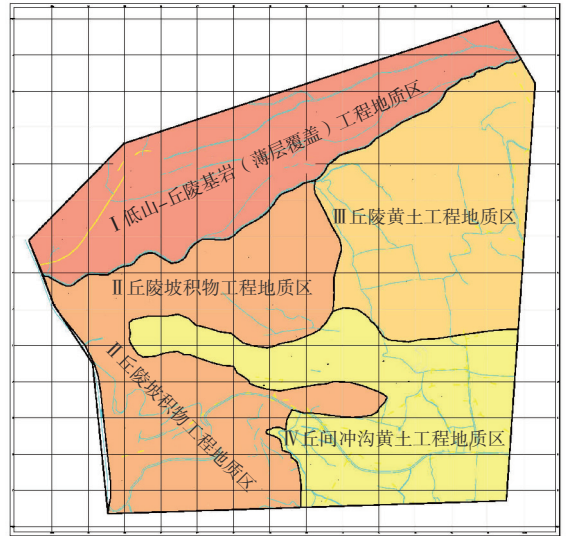


图 5 工程地质图

Fig.5 Engineering geological zoning map

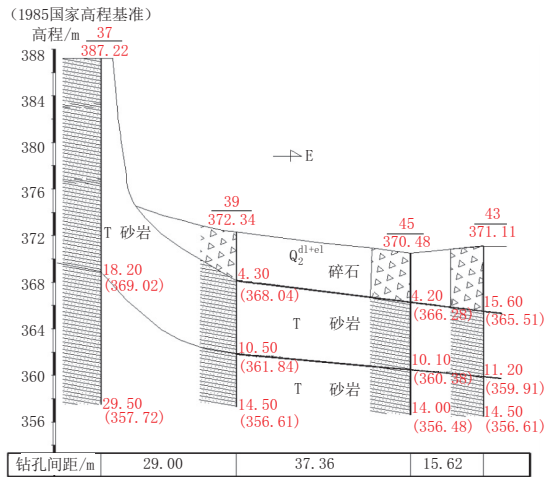


图 6 地质剖面图

Fig.6 Geological section

## 2 基岩边坡特征及其破坏模式

### 2.1 基岩边坡特征

边坡岩性为中厚层较坚硬—坚硬砂岩组,陡壁分布在万山主峰附近,地面高程 331.21~497.05 m,呈近东西向分布,该区域较为突出的微地貌形态为采石场人工基岩陡壁、采坑、陡壁危岩体、基岩崩塌体等。采石场形成的陡壁沿着山间近东西向道路北侧断续分布。采石场形成的陡壁坡角 74°~86°,陡壁高度 10~30 m、基岩裸露,壁面上节理、裂隙等结构面较为发育,在壁面上形成较多小型危岩体,较多部位采石陡壁上存在小型崩塌,陡壁下方崩塌体体积 17~135 m<sup>3</sup>。

## 2.2 基岩边坡破坏模式

冯君等<sup>[13]</sup>研究了边坡岩层的走向与边坡坡面走向夹角对边坡稳定性的影响,结果表明随二者之间夹角的增大,对边坡稳定性的影响逐渐减小,二者的夹角在  $30^\circ$  左右出现了拐点,大于  $60^\circ$  以后,二者的夹角对边坡稳定性影响微乎其微<sup>[14]</sup>。二者之间的关系见图 7。

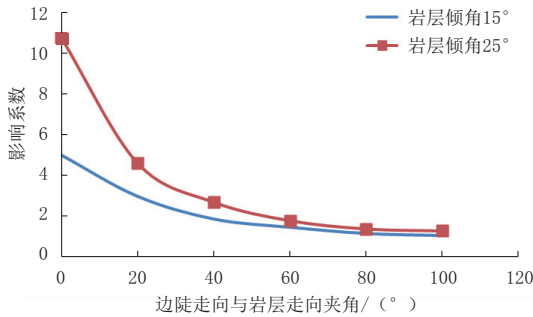


图 7 边坡走向与岩层走向夹角对边坡稳定性的影响 (据冯君,略有修改)

Fig.7 The influence of the angle between the slope strike and the rock strike on the slope stability

由基岩边坡产状、层面产状、裂隙产状等相关参数(表 1)可知,本次研究的高陡基岩边坡岩层倾向与边坡坡向相反,均为反向坡<sup>[15]</sup>。其破坏模式为:基岩陡壁坡体内存在大量节理、裂隙等,切割坡体产生楔状、板状、柱状块体,在外力作用下发生崩塌、倾倒和滑落。

表 1 岩质陡壁基本特征

Table 1 Basic characteristics of the rock steep wall

陡壁编号	坡面产状	层面产状	裂隙产状	陡壁坐标/ m	陡壁高程/ m
DB1	$164^\circ \angle 82^\circ$	$35^\circ \angle 16^\circ$	$100^\circ \angle 85^\circ$ $180^\circ \angle 80^\circ$	$x: 3839.450$ $y: 442.914$	$z: 354.97$
DB2	$164^\circ \angle 80^\circ$	$35^\circ \angle 20^\circ$	$95^\circ \angle 80^\circ$ $180^\circ \angle 75^\circ$	$x: 3842.883$ $y: 439.396$	$z: 364.50$
DB7	$150^\circ \angle 84^\circ$	$30^\circ \angle 12^\circ$	$108^\circ \angle 81^\circ$ $188^\circ \angle 68^\circ$ $163^\circ \angle 72^\circ$	$x: 3842.627$ $y: 438.774$	$z: 437.21$

## 3 边坡稳定性评价

### 3.1 边坡稳定性初评

研究区内的基岩边坡系近几年来人工采石造成。基岩开挖卸荷后,坡面岩体应力发生变化,在应力释放过程中,岩体开裂和破碎,同时在物理和化学风化作用下,裸露岩面发育有大量的裂隙,长时间的累积效应导致裂隙扩展和延伸,陡壁岩体将会沿结

构面开裂、下滑、坠落和崩塌<sup>[16-18]</sup>。

从地层倾向-边坡坡向组合关系角度分析,本高陡边坡基本稳定,但是从裂隙倾向和坡面倾向组合角度分析,裂隙倾向和坡面倾向基本一致,裂隙倾角略小于坡面坡角,所以边坡处于欠稳定-不稳定状态,在外力作用下极易进一步发生坠落崩塌。由图 1、图 2 亦可见,目前陡壁下均有大小不等沿裂隙破碎带发生崩塌、滑落下来的岩石碎块。

### 3.2 赤平极射投影法评价

岩质高陡边坡的稳定性受控因素主要是结构面,赤平极射投影是基于结构面与坡面组合关系,来评价边坡稳定性的一种方法。这种方法简便、快捷,能直观判断基岩高陡边坡的稳定性,是一种定性一半定量的图解分析法。

以研究区内 2 号陡壁(DB2)为例,结合其现场实测资料(见表 1)分别对其结构面绘制出赤平投影图,根据《工程地质手册》(第五版),对其稳定性进行分析与评价,评价标准见表 2。根据表 1 中的基岩节理裂隙发育特征参数,将每一组地层层面、裂隙面、边坡坡面进行组合,按照此标准进行定性一半定量评价<sup>[19]</sup>(见图 6),若每组结构面组合评定结果均为(基本)稳定,则该边坡评价为(基本)稳定状态;若一些结构面组合稳定,另一些结构面组合基本稳定,则边坡处于基本稳定状态;若有任一组不稳定,则边坡不稳定。由此可以判断出影响边坡稳定性的主要因素。

陡壁 2(见图 2)处坡顶面为一薄层第四系残积土,坡体为三叠系石英砂岩,红褐色,裂隙块状构造。坡面产状  $164^\circ \angle 80^\circ$ ,岩层面产状  $S_0: 35^\circ \angle 20^\circ$ ,节理裂隙产状  $J_1: 95^\circ \angle 80^\circ$ 、 $J_2: 180^\circ \angle 75^\circ$ ,节理密度 2~5 条/m,卸荷裂隙、节理面及地层层面组合构成高陡边坡体的结构面,在外力作用下岩体极易沿着结构面开裂、下滑,发生错断式崩塌。赤平投影分析见图 8,该边坡层面倾向与坡面倾向相反,为逆向坡, $S_0$ 、 $J_1$  与坡面的夹角均大于  $60^\circ$ , $S_0$ 、 $J_1$  稳定; $J_2$  与坡面的夹角小于  $30^\circ$ ,且  $J_2$  倾角  $75^\circ$  小于边坡倾角,则  $J_2$  不稳定; $J_1$ 、 $J_2$  的交割线与坡面的倾角为  $15^\circ$ ,小于  $30^\circ$ ,且交割线倾角  $73^\circ$  小于坡面倾角,则交割线方向不稳定,边坡不稳定;交线 OM 落于  $J_1$ 、 $J_2$  结构面倾向线之间,则  $J_1$  与  $J_2$  均为滑动面,OM 线为主滑线,其指向为滑动方向。评价结论为:岩层层

表2 边坡稳定性分级及评价指标

Table 2 Slope stability classification and evaluation index

序号	稳定性	评价指标	备注
1	稳定	结构面倾向或交割线倾向 $\leq 0^\circ$	逆向坡
2	稳定	结构面倾向或交割线倾向 $\geq$ 边坡角	顺向坡
3	稳定	结构面倾向或交割线倾向与坡向夹角 $\geq 60^\circ$	顺向斜交坡
4	基本稳定	$30^\circ <$ 结构面倾向或交割线倾向与坡向夹角 $< 60^\circ$ , 结构面倾向或交割线倾向 $<$ 边坡角	斜交坡两条条件同时具备
5	不稳定	结构面倾向或交割线倾向与坡向夹角 $\leq 30^\circ$ , 结构面倾向或交割线倾向 $<$ 边坡角	斜交坡和顺向坡两条条件同时具备

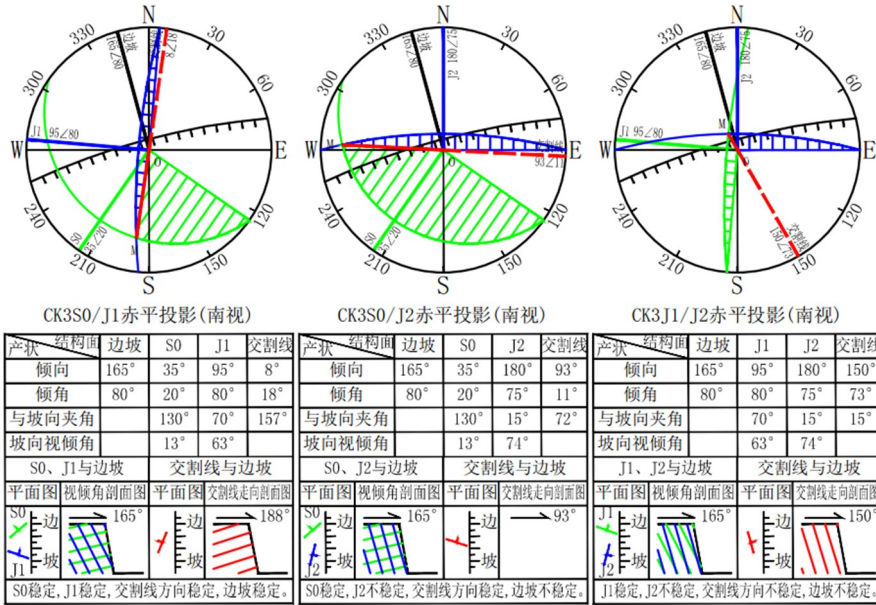


图8 二号陡壁(DB2)的赤平投影分析

Fig.8 Stereographic projection analysis of No.2 cliff (DB2)

面(S0)与节理面(J1)的组合体稳定;岩层层面(S0)、节理面(J2)与坡面三者的组合体不稳定;两个节理面(J1、J2)与坡面三者的组合体不稳定。评价结论为边坡不稳定。

### 3.3 Sarma法评价

Sarma法的基本思想是:根据岩土体破坏机理和破坏模式分析,斜坡岩土体除非是沿一个理想的平面圆弧而滑动,才可能作为一个完整刚体运动,否则,岩土体必先破坏成多块相对滑动的块体才可能发生整体滑动。它不但要求底滑面上作用力平衡,同时相邻滑块之间的相对滑动面上也要作用力平衡,它是一种既满足力的平衡又满足力矩平衡,按极限平衡原则进行分析<sup>[20-21]</sup>。

为便于对比,仍然以2号陡壁(DB2)为例进行分析。根据实际测量结果,该陡壁由节理裂隙面与坡面组合形成的缓倾坡,失稳机理为滑移-拉裂,以控制性顺坡结构面为滑移面,滑面的抗剪强度由结

构面决定,当后缘拉张裂隙和滑面贯通时,表明滑面形成,组合楔体失稳。由表1可知,该边坡控制性结构面产状为 $35^\circ \angle 20^\circ$ ,优势性节理裂隙产状为 $95^\circ \angle 80^\circ$ ,按3组考虑,坡高约28m,据此建立数学计算模型(见图9),岩土体参数见表3。

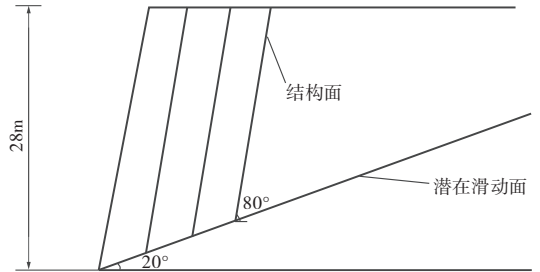


图9 Sarma法数学模型

Fig.9 Mathematical model of Sarma

经计算天然状态下该基岩高边坡稳定安全系数为1.247,暴雨+地震工况下该基岩高边坡稳定安全系数为0.902。可见在目前天然条件下该基岩边

表 3 基岩陡壁岩体物理力学参数

Table 3 Physical and mechanical parameters of bedrock steep wall rock mass

类型	容重/ ( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$ )	含水率/ %	天然抗压 强度/MPa	饱和抗压 强度/MPa	弹性模量/ GPa	粘聚力/ kPa	内摩擦角/ ( $^{\circ}$ )
层间剪切带	25.7	1.46	7.32	0.36	0.13	100	30
强卸荷带	26.1	1.23	14.59	12.63	0.52	350	35
控制性结构面						80	20
基岩完整带	26.9	0.06	37.64	28.38	1.24	1000	40

坡基本稳定,但是不满足稳定安全系数 $\leq 1.6$ 的要求,在暴雨+地震工况下边坡稳定性安全系数 $< 1.0$ ,边坡不稳定。该计算结果与前述赤平极射投影法评价结果一致。

#### 4 结论

通过二种不同评价方法对比,研究对象万山地质文化产业园高陡基岩边坡目前处于不稳定状态,沿陡壁节理、裂隙等结构面会发生开裂、下滑、坠落、崩塌等边坡失稳现象,计算和评价结果与当前边坡现状相一致。

对于高陡岩质边坡,采用赤平极射投影法和 Sarma 法相结合,定量地计算和评价边坡的稳定性,对下一阶段该边坡的设计、施工等工作部署提供了重要依据,对类似工程有很好的参考和借鉴作用。

#### 参考文献(References):

- [1] 张硕,房山区贾金路边坡稳定性评价与治理方法研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(10):97-103.  
ZHANG Shuo. Slope stability evaluation and treatment along Jiabin Road, Fangshan District [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018, 45(10): 97-103.
- [2] 卢增木,陈从新,左保成,等.对影响逆倾层状边坡稳定性因素的模型试验研究[J].岩土力学,2006,27(4):629-632,647.  
LU Zengmu, CHEN Congxin, ZUO Baocheng, et al. Experimentation research on factors influencing stability of anti-dip layered slope[J]. Rock and Soil Mechanics, 2006, 27(4): 629-632, 647.
- [3] 左保成,陈从新,刘小巍,等.反倾岩质边坡破坏机理模型试验研究[J].岩石力学与工程学报,2005,24(19):3505-3511.  
ZUO Baocheng, CHEN Congxin, LIU Xiaowei, et al. Modeling experiment study on failure mechanism of counter-tilt rock slope[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2005, 24(19): 3505-3511.
- [4] 赵华,李文龙,卫俊杰,等.反倾边坡倾倒变形演化过程的模型试验研究[J].工程地质学报,2018,26(3):749-757.  
ZHAO Hua, LI Wenlong, WEI Junjie, et al. Model test study on toppling deformation evolution process of counter-tilt slope [J]. Journal of Engineering Geology, 2018, 26(3): 749-757.
- [5] 谢良甫.基于地质几何分区的反倾边坡倾倒变形特征[J].科学技术与工程,2018,18(12):32-37.  
XIE Liangfu. Reverse slope toppling deformation characteristics based on geological geometric partitioning [J]. Science Technology and Engineering, 2018, 18(12): 32-37.
- [6] 赵凯,曾亚武,曾超.基于颗粒流法含软弱结构面岩质边坡稳定性分析[J].科学技术与工程,2018,18(1):97-102.  
ZHAO Kai, ZENG Yawu, ZENG Chao. Stability analysis of rock slopes with weak structural surfaces based on particle flow method [J]. Science Technology and Engineering, 2018, 18(1): 97-102.
- [7] 韦明华.反倾层状边坡倾倒变形破坏模式的岩层等厚度特征研究[J].科学技术与工程,2015,15(31):141-146.  
WEI Minghua. Study on the characteristics of equal thickness of rock strata in collapse deformation and failure mode of anti-dip layered slope [J]. Science Technology and Engineering, 2015, 15(31): 141-146.
- [8] 岑夺丰.岩质边坡阶梯状滑移机制颗粒流模拟机稳定性研究[D].重庆:重庆大学,2013.  
CEN Duofeng. Stability study of grains flow simulator with stepped slip mechanism for rock slope [D]. Chongqing: Chongqing University, 2013.
- [9] 卞康,刘建,胡训健,等.含顺层断续节理岩质边坡地震作用下的破坏模式与动力响应研究[J].岩土力学,2018,39(8):3029-3037.  
BIAN Kang, LIU Jian, HU Xunjian, et al. Study on failure mode and dynamic response of rock slope with non-persistent joint under earthquake [J]. Rock and Soil Mechanics, 2018, 39(8): 3029-3037.
- [10] 郑允,陈从新,刘婷婷,等.坡顶荷载作用下岩质边坡倾倒破坏分析[J].岩土力学,2015,36(9):2639-2647,2658.  
ZHENG Yun, CHEN Congxin, LIU Tingting, et al. Analysis of toppling failure of rock slopes under the loads applied on the top [J]. Rock and Soil Mechanics, 2015, 36(9): 2639-2647, 2658.
- [11] 郑栋材,吴爱君,汪向丽,等.河南郑州万山地质文化产业园地质拓展训练营工程地质勘察报告[R].郑州:河南省郑州地质工程勘察院,2014:1-16.  
ZHENG Dongcai, WU Aijun, WANG Xiangli, et al. The engineering geological investigation report of the geological and cultural industry park, geological development training camp [R]. Zhengzhou: The Henan Provincial Geological Engineering Survey Institute, 2014: 1-16.
- [12] 金守文,劳子强,等.郑州幅区域地质普查 1/20 万[R].郑州:河南省地质局区域地质调查队,1980:18-33.  
JIN Shouwen, LAO Ziqiang, et al. Regional geological survey of 1/200000 [R]. Zhengzhou: Regional Geological Survey Team of the Provincial Geological Bureau, 1980: 18-33.

- [13] 冯君,江南,周德培,等.顺层边坡岩层走向与边坡走向夹角对其稳定性的影响[J].工业建筑,2008,38(10):76—79.  
FENG Jun, JIANG Nan, ZHOU Depei, et al. Influence of angle between strike of slope and strata on slope stability[J]. Industrial Construction, 2008,38(10):76—79.
- [14] 蒋正,倪化勇,宋志,等.重庆丰都县城区红层边坡变形破坏模式与稳定性评价[J].中国地质灾害与防治学报,2018,29(6):23—32.  
JIANG Zheng, NI Huayong, SONG Zhi, et al. Deformation and failure modes and stability assessment of red bed slope in the urban area of Fengdu, Chongqing[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2018,29(6):23—32.
- [15] 张志飞,加洪彪,苟青松,等.反倾层状岩质边坡变形破坏的颗粒流模拟研究[J].科学技术与工程,2019,19(13):56—64.  
ZHANG Zhifei, JIA Hongbiao, GOU Qingsong, et al. Simulation of deformation and failure for anti-dip layered rock slope using particle flow code[J]. Science Technology and Engineering, 2019,19(13):56—64.
- [16] 徐为亚.边坡及滑坡环境岩石力学与工程研究[M].北京:中国环境科学出版社,2000:46—52.  
XU Weiya. Rock mechanics and engineering research on slope and landslide environment[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2000:46—52.
- [17] 夏元友,李梅.边坡稳定性评价方法研究及发展趋势[J].岩石力学及工程学报,2002,21(7):1087—1091.  
XIA Yuanyou, LI Mei. Evaluation method research of slope stability and its developing trend[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2002,21(7):1087—1091.
- [18] 陈晨,沈国军,张颖,等.汪清、农安和桦甸油页岩物理力学性质及裂缝起裂压力对比分析研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(3):1—6.  
CHEN Chen, SHEN Guojun, ZHANG Ying, et al. Comparative analysis of physical and mechanical properties and fracture initiation pressure of oil shale in Wangqing, Nong'an and Huadian[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(3):1—6.
- [19] 李忠,和新,李艳丽,等.雄安新区工程地质勘察标准钻孔技术控制及施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(5):8—12.  
LI Zhong, HE Xin, LI Yanli, et al. Technical control and drilling of standard geo-technical investigation boreholes in the Xiongan New Area[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(5):8—12.
- [20] 胡卫东,曾律弦,刘晓红,等.放坡状态有限土体刚性挡土墙主动土压力研究[J].水文地质工程地质,2018,45(6):63—70.  
HU Weidong, ZENG Lyuxian, LIU Xiaohong, et al. Active earth pressures against rigid retaining walls for finite soil under the grading condition[J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2018,45(6):63—70.
- [21] 张辉.日照黄海海域冷水团勘察工程施工工艺探究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(5):52—57.  
ZHANG Hui. Site investigation process at Rizhao Yellow Sea Cold Water Mass[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(5):52—57.

(编辑 周红军)

专题征稿

## “川藏铁路工程钻探(钻掘)技术与装备”专题

2018年,“世纪工程”川藏铁路规划建设全面启动。川藏铁路工程需要面对崇山峻岭、地形高差、地震频发、复杂地质、季节冻土、山地灾害、高原缺氧以及生态环保等建设难题,桥隧占比高达80%,被称为“最难建的铁路”。新建铁路的工程勘察、桥隧建造以及地质灾害防治需要动用大量的钻探(钻掘)工作,而特有的地质、地理条件给施工带来极大的难度和挑战。

为此,本刊拟组织一期“川藏铁路工程钻探(钻掘)技术与装备”专题,总结前期的研究成果和施工经验,为下一步更加严峻的挑战提供指导和借鉴。

征稿内容包括(但不限于):

- 工程勘察钻探取样技术
- 定向钻进技术
- 隧道施工技术(盾构、超前支护、围岩加固、爆破等)
- 桩基施工技术
- 地质灾害防治技术
- 相关装备及器具
- 相关理论研究成果

**稿件要求:**参见《探矿工程(岩土钻掘工程)》投稿指南:  
[http://jour.tkgc.net/ch/first\\_menu.aspx?parent\\_id=20150106042322001](http://jour.tkgc.net/ch/first_menu.aspx?parent_id=20150106042322001)

**论文提交截止时间:**2020年8月30日

**投稿网址:**[www.tkgc.net](http://www.tkgc.net)

**投稿流程:**探矿工程在线([www.tkgc.net](http://www.tkgc.net))→作者登录→注册→登录→按提示上传稿件(注:选择栏目时请选“川藏铁路钻探专题”)。

**欢迎广大科研人员和工程技术人员投稿!**

**联系人:**周红军(503581735@qq.com, 13803220507, 0316-2096324)

李艺(617140994@qq.com, 18515466615, 010-68320471)

《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部

2020年4月