

文章编号: 1674—8247(2019)02—0006—04

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.02.002

垂直节理发育红层软岩路堑边坡工程病害分析

唐立明

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:红层软岩在我国广泛分布,其力学性质较差,具有强度低、亲水性强、遇水易软化、易崩解等特性,极易产生工程病害。文章针对垂直节理发育的红层典型软岩,通过具体工程病害分析,得出以下主要结论:(1)垂直节理裂隙发育的红层软岩,路堑开挖后形成临空面,节理裂隙变大,大爆破施工更加重裂隙的张开程度,因此,距离路堑坡面2~3 m范围内,岩体宜采用机械开挖或小爆破施工;(2)严禁边坡采用大拉槽施工,严格执行“分级开挖分级防护”,不宜在雨季进行边坡开挖和防护施工;(3)完善临时和永久排水系统,坡面防护宜采用易形成防排水功能的措施,宜在路堑坡脚设置预加固桩,在坡面设置框架锚杆加固防护。

关键词:垂直节理;红层软岩;工程病害;对策

中图分类号:U213.1+58

文献标志码:A

Disease Analysis of Vertical Joint Development Red Soft Rock Cutting Slope Engineering

TANG Liming

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: Red layer soft rock is widely distributed in China, its mechanical properties are poor, it has the characteristics of low strength, strong hydrophilicity, easy to soften in water and easy to disintegrate and so on. It is very easy to produce engineering diseases. In view of the typical soft rock of the red layer in the vertical joint development, the following main conclusions are obtained through specific engineering disease analysis: (1) the red layer soft rock developed by the vertical joint fracture, after cutting excavation, the hollow face is formed, the joint fissure becomes larger, the large blasting construction increases the crack opening degree, within the range of 2~3 to the cutting slope, Mechanical excavation or small blasting construction is adopted; (2) the slope is strictly prohibited to use large troughs for slope construction, and strictly implement “graded excavation and graded protection”. It is not suitable for slope excavation and protection construction in the rainy season; (3) perfect temporary and permanent drainage system, slope protection adopts protective measures which are easy to form drainage function and should set pre-reinforced piles at the foot of the cutting slope and frame bolts on the slope for reinforcement and protection.

Key words: vertical joint; red bed soft rock; engineering disease; countermeasures

红层软岩在我国四川、重庆、广西、贵州等地广泛分布,我国红层软岩主要指中生代以来即侏罗系、三叠

系、白垩系和新生代古近系的河流相、湖相、河湖交替相或是山麓洪积相等陆相碎屑岩,多以夹层互层出现,

收稿日期:2018-09-05

作者简介:唐立明(1968-),男,高级工程师。

引文格式:唐立明.垂直节理发育红层软岩路堑边坡工程病害分析[J].高速铁路技术,2019,10(2):6-9.

TANG Liming. Disease Analysis of Vertical Joint Development Red Soft Rock Cutting Slope Engineering [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(2): 6-9.

外表颜色为红色。

由于地质年龄相对较轻,经历的地壳变动相对较少,褶皱不剧烈,产状平缓,其岩性主要是砂岩、粉砂岩、泥岩、砂质泥岩、粘土岩或泥质页岩等,岩相变化大,并含透镜状或薄层状多孔疏松砂岩,都不同程度地发育有层间剪切带,还常见有诸如石膏等易溶岩类,与老地层相比,成岩作用差,有的呈半胶结状,强度较低。

红层软岩的岩体力学特性^[1-6],主要体现在以下两个方面:(1)红层软岩多由泥质岩类和砂岩类互层组成,软硬层间具有较大的差异性。泥质岩类工程性质较差,表现为强度低,亲水性强、透水性弱,遇水易风化、易软化、易崩解等特点,并具有一定的膨胀性。(2)红层软岩中节理和层面通常较为发育,尤其是层间结合差、软弱夹层发育且具有显著的蠕变性。在基岩裂隙水长期软化作用下,其泥化夹层力学性质较差,物理力学参数指标较低。

工程建设中出现过大量的红层软岩路堑边坡病害^[7-8],大多为红层软岩顺层边坡,但也有水平岩层,工程中垂直节理裂隙发育的红层软岩路堑病害十分典型,拟结合具体工程病害,提出垂直节理裂隙发育的红层软岩路堑设计与施工对策,以指导工程实践。

1 红层软岩工程病害(案例一)

1.1 工程概况

某铁路路堑工程,地势东高西低,起伏较小,左侧边坡上覆粉质黏土,硬塑状,下伏基岩为泥岩夹砂岩,岩层产状为 N10°W/2°SW,陡倾节理裂隙发育。路堑中心挖深 11.8 m,边坡最大高度 14.7 m,为 2 级路堑边坡;设计采用分级放坡、分级加固防护,左侧一般坡率 1:1.0~1:1.25,坡面采用空窗式护墙、人字型截水骨架护坡防护;边坡平台处设置平台截水沟,堑顶外设计天沟,如图 1 所示。

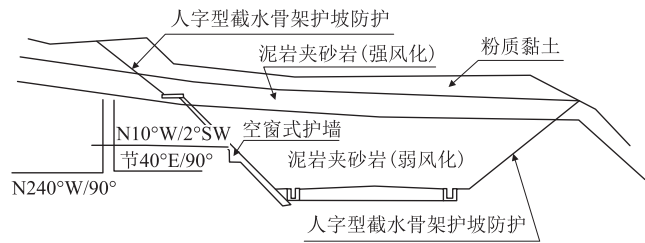


图1 施工图代表性横断面示意图

1.2 施工及病害情况

病害发生前天沟部分铺砌,部分天沟已开挖、未铺砌;路堑开挖至路基面附近,一部分完成左侧二级边坡

人字形截水骨架和一级边坡空窗式护墙;另一部分只完成一级边坡空窗式护墙,二级人字形截水骨架未施工。

2011 年 3 月以来连续暴雨(日降雨量达 166.3 mm),路堑滑坡分段产生且不断发展,边坡变形可分为 3 个阶段:(1)局部土层坍塌;(2)坍塌规模扩大,连成一片;(3)下伏岩层发生滑移,与土层坍塌体形成牵引式工程滑坡。最终形成沿线路长度 390 m,开裂最远处距离左线 70 m、滑体厚度 15 m 的工程滑坡。滑坡范围裂缝遍布,最宽裂缝达到 0.5 m,最大错台达到 5 m,左侧路堑边坡工程病害,如图 2 所示。



(a) 空窗式护墙剪出



(b) 边坡坍塌

图2 左侧路堑边坡工程病害图

1.3 病害整治情况

(1) 受力计算

滑坡主轴垂直于线路纵向,计算采用路基断面为准,滑面采用稳定安全系数 $K=0.95$ 反算综合 φ ,计算稳定安全系数 $K=1.25$ 时的滑坡出口推力。

(2) 工程措施

①临时应急措施:平顺坡面,夯实坡面裂缝,避免地表水继续下渗;开挖临时截水天沟,减小地表水的影响;变形体坡脚设置回填反压土,避免滑坡进一步发展。

②永久工程措施:线路左侧于一级边坡中部平台处设置路堑桩板墙,桩间距 6.0 m,桩长 13~23 m;桩板墙墙顶边坡设置人字型截水骨架护坡,桩板墙前第一级边坡采用锚杆框架梁护坡加固。

路堑边坡整治代表性断面,如图 3 所示。

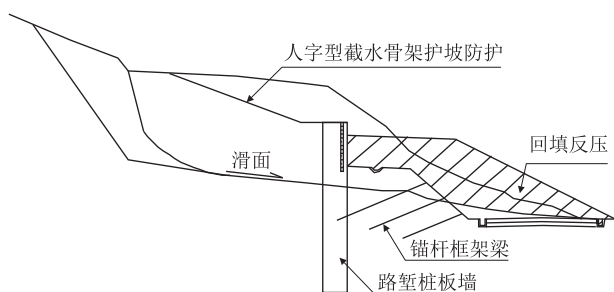


图3 病害整治代表性断面示意图

2 红层软岩工程病害(案例二)

2.1 工程概况

某铁路 YHDIK 190+000 红层软岩工点,基岩为侏罗系上统遂宁组(J_3s)紫红色泥岩夹泥质砂岩,岩层倾角平缓,陡倾节理较发育,附近出露基岩产状: $N20^\circ W/5^\circ S$,主要节理产状: $N50^\circ W/90^\circ$ 、 $N45^\circ E/90^\circ$ 。

路基以挖方通过,右侧边坡最大挖深约 18 m,坡脚设置重力式路堑挡土墙,最大墙高 4.0 m,墙顶边坡 10 m 一级,边坡率为 1:1,坡面采用喷混植生防护,施工图设计代表性断面,如图 4 所示。

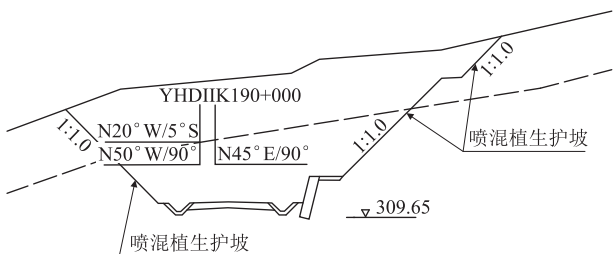


图4 施工图设计代表性断面示意图

2.2 施工及病害情况

本段路堑于 2006 年 4 月 2 日开挖,2006 年 8 月 15 日开挖结束;2006 年 11 月 5 日挡土墙浇注完毕,2006 年 12 月 18 日天沟施作完毕,2007 年 2 月 5 日喷混植生施工结束,施工过程中未发现边坡异常现象。路堑侧沟未施工,临时排水措施未实施。

2007 年 7 月 2 日-12 日连续降雨后,7 月 14 日发现本段堑顶附近出现约 5 cm 宽裂缝,挡土墙也出现轻微移动及裂纹,2007 年 7 月 16 日天降暴雨,16:00 点左右坡面出现大范围滑坡。滑坡轴线与线路近正交,沿线路方向长约 120 m,轴向宽约 70 m,呈半椭圆型。挡墙断裂,天沟错断,堑坡鼓胀。滑体后壁错台高约 3 m,路堑基床隆起约 3 m,挡墙外移 0.65 m,挡墙顶面抬高 0.7 m,路堑挡土墙后未见砂夹卵石反滤层。滑体裂缝断续延伸,裂缝宽约 0.2~0.5 m,目测深约

0.5~2.0 m。滑坡堆积体厚度 5~24 m,其成份主要为块石土,中后部滑面倾角 $40^\circ \sim 50^\circ$ 。

2.3 病害整治情况

(1) 受力计算

滑坡主轴垂直于线路纵向,计算采用路基断面为准,滑面采用稳定安全系数 $K=0.95$ 反算综合 φ ,计算稳定安全系数 $K=1.25$ 时的滑坡出口推力。

(2) 工程措施

该工程滑坡采用桩板墙加固,桩间距 5.5 m,桩长 8.5~19.0 m,挡土板背后满铺一层复合排水网+0.3 m 厚碎石反滤层;桩板墙墙顶边坡采用人字型截水骨架内灌草护坡防护,边坡率 1:2,且每隔 12 m 于主骨架下设一道支撑渗沟。路堑边坡整治代表性断面,如图 5 所示。

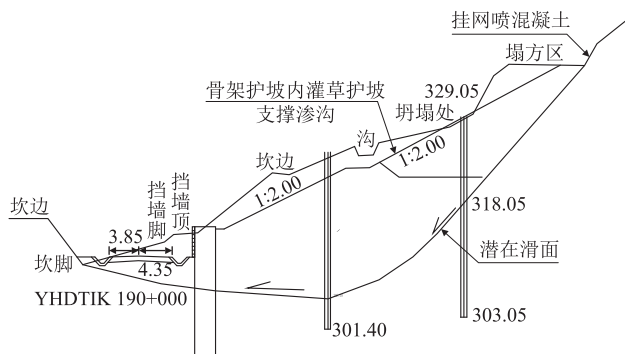


图5 病害整治代表性断面示意图

3 工程病害原因及对策分析

(1) 经分析此类红层软岩易发生工程病害的原因主要有以下几个方面:

①软岩垂直节理裂隙极发育,岩体较破碎,路堑开挖后形成临空面,节理裂隙变大,大爆破施工更加重了裂隙的张开程度。

②边坡开挖多采用大拉槽施工,未严格按照设计要求的分级开挖分级防护,多为开挖至路基面以后再进行边坡防护施工,并存在未防护边坡放置过长的现象,未及时形成坡面防水体系。

③开挖病害边坡均遇连续强暴雨,垂直张开节理裂隙极易造成雨水入渗,雨水入渗节理裂隙后,软化岩体,岩体强度急剧降低,重度增大。

(2) 针对病害发生原因,提出垂直节理发育的红层软岩工程对策如下:

①工程施工中距离路堑坡面 2~3 m 范围岩体宜采用机械开挖或采用小爆破施工,减小对岩体的振动,施工严格执行“分级开挖分级防护”,禁止大拉槽

施工。

②完善临时和永久排水系统,坡面防护采用易形成防排水功能的防护措施,如喷混植生、空心砖客土植草等措施,不宜在雨季进行边坡开挖和防护施工。

③宜在路堑坡脚设置预加固桩措施,宜采用框架锚杆对边坡坡面进行加固防护。

4 结论

红层软岩在我国广泛分布,其成岩时间短,力学性质较差,具有强度低、亲水性强、遇水易软化、易崩解等特点,极易产生工程病害。针对垂直节理发育的红层典型软岩,通过具体工程病害分析,得出以下主要结论:

(1)垂直节理裂隙发育的红层软岩,路堑开挖后形成临空面,节理裂隙变大,大爆破施工更加重了裂隙的张开程度,距离路堑坡面2~3 m范围岩体宜采用机械开挖或采用小爆破施工。

(2)严禁边坡采用大拉槽施工,严格执行“分级开挖分级防护”,不宜在雨季进行边坡开挖和防护施工。

(3)完善临时和永久排水系统,坡面防护采用易形成防排水功能的防护措施,宜在路堑坡脚设置预加固桩措施、坡面采用框架锚杆加固防护措施。

参考文献:

- [1] 叶世斌. 川渝地区红层软岩路堑边坡变形机理及对策[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(5): 67-72.
YE Shibin. Deformation Mechanism and Countermeasures of Red-bed Soft Rock Cutting Slopes in Sichuan and Chongqing Area[J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(5): 67-72.
- [2] 王子江, 肖道坦, 蒋良文, 等. 兰渝铁路广渝段近水平软岩边坡楔裂扩张力致滑机理研究[J]. 工程地质学报, 2012, 20(S1): 516-522.
WANG Zijiang, XIAO Daotan, JIANG Liangwen, et al. Research on Mechanism of Wedge Shape Cracked Spreading Force Causing Sliding of Nearly Horizontal Soft Rock Slope of Lanzhou-Chongqing Railway[J]. Journal of Engineering Geology, 2012, 20(S1): 516-522.
- [3] 程强. 红层软岩边坡岩体结构特征及边坡岩体稳定性分析[C]//第十一次全国岩石力学与工程学术大会论文集. 北京: 岩石力学与工程学报, 2011: 57-62.
CHENG Qiang. Analyses of Structural Characteristics and Stability of Rock Mass Slope of Red-bed Soft Rock [C]//The 11th National Rock Mechanics and Engineering Academic Conference. Beijing: Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2011: 57-62.
- [4] 王智猛. 红层泥岩及其改良土填筑高速铁路路基适应性及工程技术研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2009.
WANG Zhimeng. Study on Adaptability and Technology for Filling Subgrade by Red-mudstone and Improved Soil in High-speed Railway [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2009.
- [5] 吴道祥, 刘宏杰, 王国强. 红层软岩崩解性室内试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29(S2): 4173-4179.
WU Daoxiang, LIU Hongjie, WANG Guoqiang. Laboratory Experimental Study of Slaking Characteristics of Red-bed Soft Rock [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2010, 29(S2): 4173-4179.
- [6] 孙乔宝, 李文龙, 刘宗选, 等. 红层软岩的岩体结构及边坡变形特征探讨[J]. 公路交通科技, 2005, 22(5): 47-51.
SUN Qiaobao, LI Wenlong, LIU Zongxuan, et al. Rock Mass Structure and Slope Deformation Characteristics of Red Bed Soft Rock [J]. Highway Transportation Technology, 2005, 22(5): 47-51.
- [7] 耿兴福, 苗天德. 近水平层状红层软岩滑坡成因机制研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2014, 25(1): 9-12.
GENG Xingfu, MIAO Tiande. Genetic Mechanism of Near-horizontal Layered Red Bed Soft Rock Landslide [J]. Geological Disasters and Environmental Protection, 2014, 25(1): 9-12.
- [8] 骆银辉, 朱春林, 李俊东. 云南红层边坡变形破坏机制及其危害防治研究[J]. 岩土力学, 2003, 24(5): 836-839.
LUO Yinhui, ZHU Chunlin, LI Jundong. Study on Deformation and Failure Mechanism of Red bed Slope in Yunnan and its Hazard Prevention and Control [J]. Geomechanics, 2003, 24(5): 836-839.

(编辑:赵立红 苏玲梅)