

某二元结构高边坡稳定性分析与治理措施

陈星星

(广州市设计院集团有限公司, 广东 广州 510620)

摘要: 二元结构高边坡占城市建设高边坡的大多数, 对其稳定性进行科学合理的分析, 是该类边坡治理成功的关键。本文选取宜昌某二元结构高边坡, 选取其代表性的剖面, 进行边坡可能变形破坏模式的分析, 根据分析结果采取针对性的治理措施。

关键词: 高边坡; 二元结构; 稳定性分析; 治理措施

中图分类号: TU753.8

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2021) 11—0129—20

1 引言

我国目前快速城镇化, 山区出现大量的建设项目, 随之而来出现大量高边坡, 其中二元结构高边坡占绝大多数, 该类边坡是否安全稳定, 对人民群众的生命财产安全影响巨大。对二元结构高边坡的稳定性分析方法进行研究, 根据研究结果采取安全、经济、合理的治理措施。

2 工程概况

拟建场地位于宜昌市伍家岗区同强路与东站路交汇处; 场地位于山体斜坡地段, 总体趋势为西高东低。边坡设计总长约 513.6m, 边坡最大高度约 33.2m。

场地内基岩为白垩系下统五龙组 (K1w) 泥质粉砂岩, 基岩产状 $128^{\circ} \angle 7^{\circ}$, 基岩面属软弱结构面, 结合很差。构造节理裂隙属硬性结构面, 结合差, 场区内岩体主要发育以下 2 组构造节理裂隙。裂隙 L1: 倾向 65° , 倾角 82° , 裂面平直, 多呈闭合状, 张开度 $1 \sim 3\text{mm}$, 无充填, 可见长度 $3 \sim 5\text{m}$, 线密度 $1 \sim 2$ 条 /m。裂隙 L2: 倾向 340° , 倾角 73° , 裂面平直, 多呈闭合状, 张开度 $1 \sim 3\text{mm}$, 无充填, 可见长度 $1 \sim 3\text{m}$, 线密度 1 条 /2m。

场地自上而下划分为两个岩土层: 第①层素填土 (Qml), 褐黄色为主, 局部呈杂色, 松散状态; 第②层白垩系下统泥质粉砂岩 (K1w), 其中第②层泥质粉砂岩根据其风化程度不同又可以分为两个亚层, 即第②-1 亚层强风化泥质粉砂岩, 呈紫红色、灰红色, 岩体结构已大部分破坏, 风化裂隙很发育, 多由泥质充填; 属极软岩, 岩体基本质量等级为 V 级; 第②-2 亚层中风化泥质粉砂岩, 紫红色、灰红色, 中厚层状, 泥质胶结, 夹泥岩薄层, 根据场地岩石饱和单轴抗压强度试验, $f_{rk}=5.5\text{MPa}$, 为软岩, 岩体基本质量等级为 IV 级。

3 边坡稳定性分析

3.1 定性分析

边坡坡向 $44^{\circ} \sim 131^{\circ}$, 综合坡体结构特征, 坡高选取其中一个坡向 99° , 坡高约 22m 的顺向坡剖面作为研究对象。对该剖面进行赤平投影, 结果见图 1。

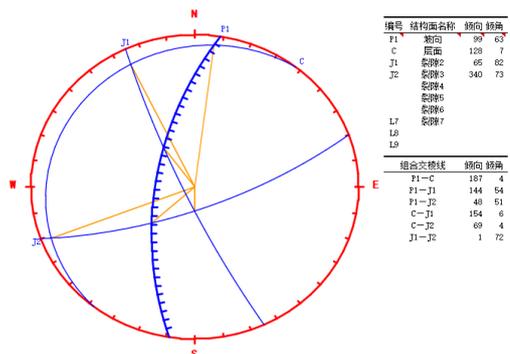


图 1 边坡赤平投影分析结果图

根据边坡赤平极射投影分析结果图, 层面 C 与坡向顺向相交, 倾角小于坡角, 结构面 J1 与坡向顺向相交, 倾角大于坡角; 结构面 J2 与坡向横向相交, 倾角大于坡角; 层面 C 与结构面 J2 组合交棱线与坡向顺向相交, 交棱线倾角小于坡角; 坡面 P1 与结构面 J1、结构面 J2 及层面 C 与结构面 J1 组合交棱线与坡向切向相交, 交棱线倾角小于坡角; 坡面 P1 与层面 C 组合交棱线与坡向正向相交, 交棱线倾角小于坡角; 结构面 J1 及结构面 J2 组合交棱线与坡向逆向相交, 交棱线倾角大于坡角。

根据持平投影定性分析, 结合二元结构边坡的坡体结构特征, 该边坡的变形破坏模式有以下几种: ①沿着岩层面 C 产生平面滑动; ②沿着结构面 J2 和层面 C 的不利组合产生楔形体破坏; ③坡体上部填土层、强风化泥质粉砂岩层及中风化泥质粉砂岩层内产生圆弧形破坏; ④坡体上部填土层沿着与强风化泥质粉砂岩的界面产生折线形破坏, 或填土层与强风化泥质粉砂岩层沿着强风化岩与中风化岩的界面产生折线形破坏。

3.2 定量分析

3.2.1 稳定性计算参数

参数取值是在相关勘察报告的基础上,结合当地经验值综合确定,最终选取的岩土体物理力学参数见表1,结构面力学参数见表2。

表1 边坡岩土体物理力学参数表

编号	岩土体名称	容重 (kN/m ³)	黏聚力 (kN/m ²)	内摩擦角 (°)	岩土体与锚固体极限粘结强度标准值 (kPa)
①	素填土	19	10	8	20
②-1	强风化泥质粉砂岩	22	60	25	120
②-2	中风化泥质粉砂岩	24	100	27	360

表2 结构面参数表

结构面名称	结构面类型	结构面结合程度	黏聚力 (kN/m ²)	内摩擦角 (°)
层面 C	软弱结构面	结合很差	15	12
构造裂隙 J1、J2	硬性结构面	结合差	50	20

3.2.2 边坡稳定性评价方法

平面滑动面的边坡稳定性系数采用公式(1)。

$$F_S = \frac{[(G + G_b) \cos \theta - Q \sin \theta - V \sin \theta - U] \tan \varphi + cL}{(G + G_b) \sin \theta + Q \cos \theta + V \cos \theta} \quad (1)$$

楔形体边坡稳定性系数采用公式(2)。

$$F_S = \frac{\gamma H A C_0 \cos \alpha (\sin \alpha_2 \tan \varphi_1 + \sin \alpha_1 \tan \varphi_2) + 3!(c_1 h_1 + c_2 h_2) \sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\gamma H A C_0 \sin \alpha \sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad (2)$$

圆弧形滑动面的边坡稳定性系数采用公式(3)。

$$F_S = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m \theta_i} [c_i l_i \cos \theta_i + (G_i + G_{bi} - U \cos \theta_i) \tan \varphi_i]}{\sum_{i=1}^n [(G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i]} \quad (3)$$

折线形滑动面的边坡稳定性系数采用公式(4)(5)。

$$P_n = 0 \quad (4)$$

$$P_i = P_{i-1} (\cos \theta_{i-1} - \theta_i) - \sin(\theta_{i-1} - \theta_i) \tan \varphi_i / F_S + ((G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i) - (c_i l_i + [(G_i + G_{bi}) \cos \theta_i - Q_i \sin \theta_i - U_i] \tan \varphi_i) / F_S \quad (3.5)$$

3.2.3 边坡稳定性计算结果

四种变形破坏模式的稳定性计算结果详见表3。

表3 边坡稳定性计算结果

边坡变形破坏模式	边坡稳定性系数	边坡稳定安全系数
平面滑动破坏	1.425	1.35
楔形体滑动破坏	4.895	1.35
圆弧形滑动破坏	1.236	1.35
折线形滑动破坏	1.307	1.35

4 边坡治理措施

因圆弧形和折线形变形破坏的稳定性系数小于边坡稳定安全系数的要求,需对该边坡进行治理。

本工程采用分级放坡+坡面锚喷支护+坡脚护脚墙+坡顶被动防护网+坡顶底截排水沟的支护措施。从下至上第一、二级边坡高10m,第三级边坡随地形,马道宽2.0m;各级边坡坡比1:0.5,锚杆长度9-12m,采

用1φ28HRB400制作,锚固体直径130mm,入射角度15°。

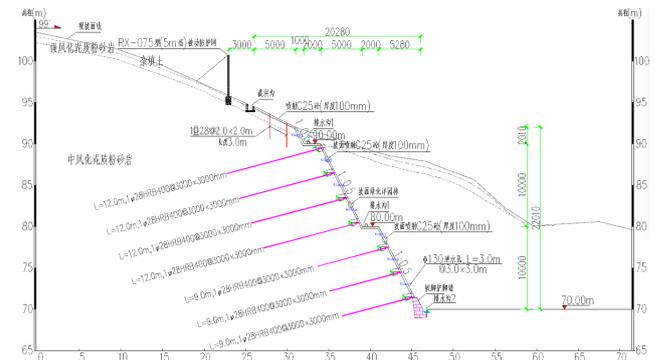


图2 边坡支护示意图

通过上述治理措施,圆弧形和折线形边坡稳定性系数分别达到1.682、1.393,均满足规范要求。

5 结论及建议

(1) 通过持平投影对边坡稳定性进行定性分析,同时结合坡体的结构特征,得出边坡可能的变形破坏模式:①沿着层面C产生平面型滑动破坏;②沿着结构面J2和层面C的不利组合产生楔形体破坏;③坡体上部填土层、强风化泥质粉砂岩层及中风化泥质粉砂岩层内产生圆弧形破坏;④坡体上部填土层沿着与强风化泥质粉砂岩的界面产生折线形破坏,或填土层与强风化泥质粉砂岩层沿着强风化岩与中风化岩的界面产生折线形破坏。

(2) 根据边坡的变形破坏模式,采用相应的计算方法进行定量分析,圆弧形和折线形变形破坏的稳定性系数小于边坡稳定安全系数的要求,需对该边坡进行治理。

(3) 在采用分级放坡+坡面锚喷支护+坡脚护脚墙+坡顶被动防护网+坡顶底截排水沟的支护措施后,圆弧形和折线形边坡稳定性系数分别达到1.682、1.393,均满足边坡稳定性安全系数要求。

参考文献:

[1] GB 50330-2013, 建筑边坡工程技术规范[S].
 [2] 编委会. 工程地质手册(第五版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
 [3] E. Hoek. 岩石边坡工程[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1981.
 [4] 刘佑荣, 唐辉明. 岩体力学[M]. 北京: 化学工业出版社.
 [5] 李昌龙. 公路顺层岩质边坡开挖稳定性分析及锚固设计[J]. 路基工程, 2018(S1): 25-28, 43.