

文章编号: 0451—0712(2005)03—0096—05

中图分类号: U416.13

文献标识码: B

宁杭高速公路兰右山段 路堑边坡防护及排水设计

李 浩, 孙海军

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

摘 要: 通过对宁杭高速公路兰右山段地质条件分析及路堑边坡稳定性研究, 介绍了高速公路特殊地质条件下路堑边坡的防护及排水设计。

关键词: 高速公路; 路堑边坡; 稳定; 防护; 排水

宁杭高速公路(江苏段)为国道主干线上海~瑞丽公路南京~杭州连接线的重要组成部分, 同时也是江苏省“四纵、四横、四联”高速公路网的“纵四”和重要的南部出省通道。兰右山段为双向 6 车道高速公路, 路基宽度为 34.5 m, 设计行车速度为 120 km/h。

1 地质概况

兰右山段位于低缓剥蚀丘陵区, 区内山脊海拔高程为 50~60 m。该段高速公路采用路堑通过, 全段开挖长度约为 500 m, 最大开挖高度 30 余 m。兰右山为宜兴市南山、白泥山向东延伸的余脉, 东临太湖, 山体走向近东西向, 山脊海拔高度为 50~60 m, 由西向东逐渐降低, 山体北坡较陡, 南坡平缓, 主要为泥盆纪砂岩构成的剥蚀丘陵区。该段地表植被较发育, 以低矮灌木为主, 近地表岩层风化强烈。兰右

山段遍布露天采石(陶土)场及废料堆, 采掘工作面长达数百米, 由于开采泥岩层, 山后的坡面被削成直面, 且部分岩层有一定面积的岩体剥落、崩塌, 原始地形、地貌有较大改变。从原地表及开挖后的地质勘查发现, 该路堑段断裂构造较发育, 主要有 4 处, 分别为 F1、F2-1、F2-2 和 F5。其中 F1 断层横贯兰右山北坡, 该断层规模大, 延展性好, 走向近东西向(N85°E); F1 断层面倾向北, 倾角 70°~80°; F1 断面上盘为侏罗系火山凝灰岩、凝灰质砂岩, 下盘为泥盆系五通组石英砂岩夹泥岩, 上盘相对下降, 兼有水平位移分量, 其性质属于“平移—正断层”。F2-1、F2-2 断层结构面较平直, 结合程度较好(钙质胶结)。F5 断层规模较小。具体断裂构造分布见图 1(兰右山路堑工程地质平面)、图 2(兰右山右幅边坡工程地质立面)及图 3(兰右山左幅边坡工程地质立面)。

收稿日期: 2005—01—10



万方数据

图 7

小于 3 m 路段的路面积水, 沿路线纵坡和路面横坡直接通过土路肩、路基边坡汇入路基边沟, 排出路基之外。

10 结语

宁杭高速公路江苏段排水系统的设计, 不但考虑了边沟自身的排水需要, 同时边沟设计力求与高速公路总体景观相协调, 尤其挖方段暗埋式边沟的设置, 增大了路堑边坡的绿化面积, 拓宽了驾乘人员的绿化视角, 增加了行车的安全感, 为路堑段外侧防撞护栏的取消创造了条件, 取得了良好的效果。

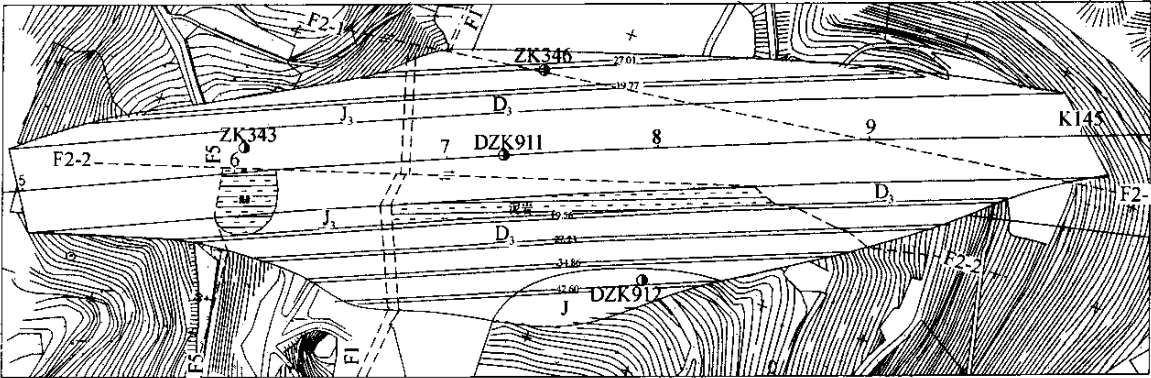
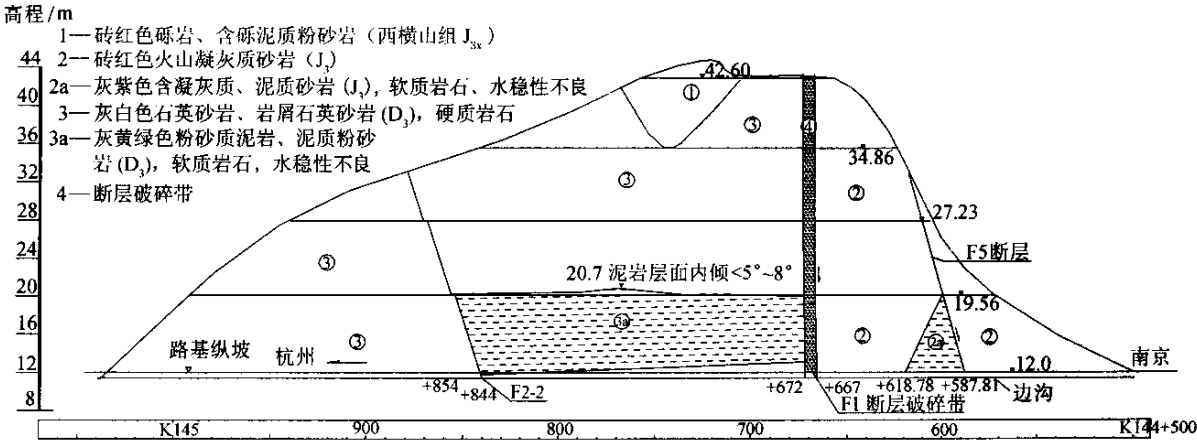
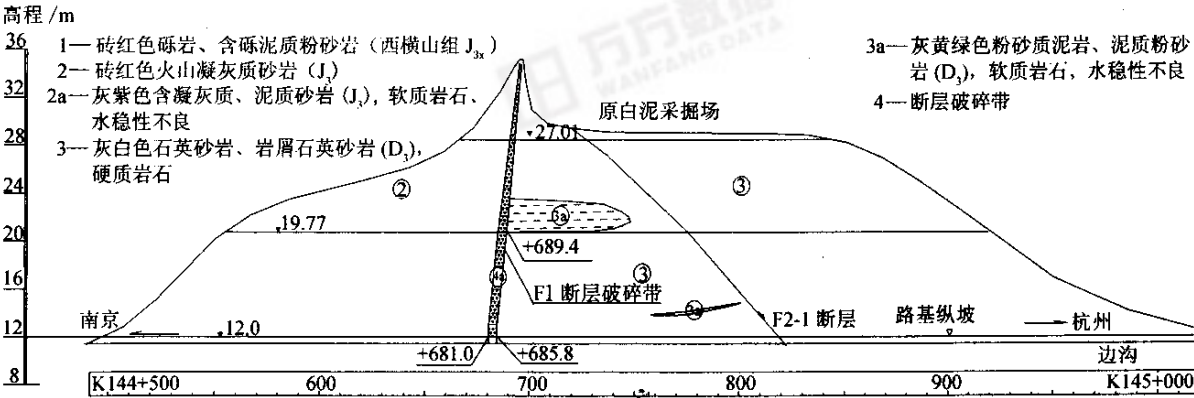


图 1 兰右山路堑工程地质平面



注:本图第四系土层未表示;为了图面清晰,未采用地质图例。

图 2 兰右山右幅边坡工程地质立面



注:本图第四系土层未表示;为了图面清晰,未采用地质图例。

图 3 兰右山左幅边坡工程地质立面

2 边坡整体稳定性分析

2.1 计算剖面的确定

针对兰右山段路堑边坡的工程地质情况及野外地质调查,考虑到泥岩分布和断层产状,选定兰右山

段右 K144+760 (I—I)、右 K144+820 (II—II) 及左 K144+700 (III—III) 3 个工程地质剖面作为基于极限平衡理论的边坡整体稳定性分析的计算剖面。

2.2 计算工况

由于宁杭高速公路兰右山段边坡内泥岩的分布较广泛,考虑到泥岩遇水后物理力学性质急剧降低的特性,从而对整个边坡整体稳定性造成威胁,计算中需考虑地下水的作用。由于缺乏该区详细的水文地质资料,仅凭采石场处出现地下水渗出现象不足以确定边坡内的地下水位高程,故分析边坡内水的作用时不妨假定为整个边坡全部充有水作为饱水工况。兰右山地震基本烈度为Ⅵ度,小于地震设防标准,计算中不考虑地震对路堑边坡整体稳定性的影响。

综上所述,兰右山岩石边坡的稳定性分析分为2种工况:干燥工况和饱水工况。

2.3 计算参数

本次稳定性计算分析所采用参数是基于野外调查的基础上进行的,参数取值根据类似基岩及其风化、裂隙发育情况综合确定。考虑到泥岩遇水后物理力学性质会急剧下降,稳定计算应在一定程度上反映泥岩的这种特性,假定泥岩在边坡有水时的凝聚力 c 和内摩擦角 φ 比无水状态下降70%,以此来考虑泥岩遇水后软化对边坡整体稳定性的影响。计算参数见表1。

表1 兰右山段路堑边坡岩体物理力学参数

岩 层	凝聚力 c /MPa	内摩擦角 φ /($^{\circ}$)	容重/(kN/m ³)
厚层石英砂岩	1.1	61	26
粉砂质泥岩	0.07	17	23.5
卸荷巨厚层石英砂岩	0.5	52	25.5
西横山组砂岩、砾岩	0.28	30	24

2.4 稳定计算及分析

边坡稳定分析方法很多,不同边坡可采用不同的力学模型与分析方法,不同的分析目的与精度要求也有不同的方法与之适应。本次稳定计算采用简化毕肖普(bishop)法以及三段式块体极限平衡法。所采用的软件为加拿大GEO—SLOPE international Ltd公司的SLOPE/W软件。稳定分析计算结果见表2。

根据表2的计算结果,Ⅲ—Ⅲ剖面无论是干燥状况还是饱水状况,均能够满足规范规定的大于1.2~1.3的边坡稳定安全系数要求。而Ⅰ—Ⅰ、Ⅱ—Ⅱ剖面只有干燥状态才能满足大于1.2~1.3的边坡稳定安全系数要求,饱水状态则不能满足边坡稳定安全系数要求。从表2可以看出,干燥、饱水状态的稳定安全系数相差很大。因此,路基边坡稳定处治的

表2 兰右山段路堑边坡稳定性计算成果

计算工况	计算方法	Ⅰ—Ⅰ剖面	Ⅱ—Ⅱ剖面	Ⅲ—Ⅲ剖面
干燥工况	简化毕肖普法	1.646	1.581	2.897
	块体平衡法	1.554	1.501	2.923
饱水工况	简化毕肖普法	1.102	1.074	1.965
	块体平衡法	1.062	1.016	1.993

重点在于防、排水的处理,只要隔断降水及渗水,特别是路堑坡脚处的下渗水,即使采用简单的坡面防护也可以确保路堑边坡的稳定。

3 路堑边坡防护设计

路堑边坡防护工程方案的确定,首先在于隔断降水及渗水对边坡的影响,确保路堑边坡的稳定;其次,由于宁杭高速公路穿越苏、浙、皖交界处的丘陵山区,沿线景色秀美,风景怡人,根据宁杭高速公路“生态、环保、旅游、景观路”的设计要求,路堑边坡防护在满足基本功能及确保路堑边坡稳定的前提下,考虑采用与周围环境景观相协调的生态防护方案。根据上述有关力学分析结果,设计考虑第一级边坡采用悬臂式挡土墙加固方案;第二级边坡泥岩段及坡面较为破碎处采用挂网锚杆加固方案;其余段落直接采用普通挂网+客土喷播防护。

3.1 第一级边坡加固防护方案

第一级边坡加固防护采用悬臂式挡土墙,挡土墙的全高为4.0 m,顶宽为0.4 m,墙面坡比为1:0.05,墙背直立,挡土墙每隔15 m设置一道沉降缝,缝内填塞沥青麻絮。挡土墙高程设置以挡墙基础底面距坡脚碎落台地面标高等于1.0 m为原则控制。墙后回填分为A、B、C等3个区,其中:A区回填采用5%石灰土;B区回填采用透水性材料(碎石粒径要求为5~10 cm,其含泥量不大于5%);C区回填采用耕植土;各区回填材料的压实度均要求 $\geq 85\%$ 。挡墙在B区回填底部铺设防渗土工布,B区回填顶部铺设透水土工布。具体如图4所示。

3.2 第二级边坡稳定加固方案

对于第二级边坡泥岩段及坡面较为破碎处,防护设计考虑采用挂网锚杆加固。挂网锚杆施工工序为:测放孔位→钻孔→清孔→锚杆制作安装→注浆→布设镀锌钢丝网片→布设 $\phi 6$ 钢筋框架条并与锚

分别在距路堑坡顶以下 10 m 处、有泥岩夹层时距泥岩顶面以上 50 cm 处设置仰斜式排水管。

距路堑坡顶以下 10 m 处: 钻孔直径不小于 100 mm; 排水管采用高密度聚乙烯(HDPE)双壁打孔波纹管, 外径为 90 mm, 内径为 72 mm; 波纹管外包 2 层透水土工布, 出口末端 15 cm 采用直径为 7 cm 的速排龙填塞; 波纹管长为 5~6 m, 斜度为 5°~10°, 水平设置间距为 5 m。

有泥岩夹层时距泥岩顶面以上 50 cm 处: 排水管道长度为 10 m, 水平向下斜度为 5°~10°, 水平设置间距为 5 m; 其余同坡顶以下 10 m 处的设置要求。对于渗入挡土墙内的下渗水, 在挡墙底部设置泄水孔, 泄水孔采用 PVC 管。要求泄水孔纵坡 $\geq 5\%$, 孔径为 6~8 cm, 沿挡墙纵向间距为 3.0 m; 泄水孔进水口垂直向位于墙趾顶部, 出水口接于暗埋式边沟。

5 排水、防护工程施工注意事项

(1) 在对路堑段边坡坡面进行加固防护前应进行坡面整平, 对于凸出坡面岩体应采用人工凿平处理; 对凹陷部位应采用浆砌块石补平。

(2) 坡面防护及客土喷播绿化施工过程中不得封堵排水孔的出水口, 以保证排水畅通。

(3) 在施工及运营过程中应加强对边坡位移的观测, 根据观测结果来确定是否对兰右山路堑边坡进行进一步的加固处理。

6 结语

该工程经过 1 年多的施工和近半年的运营, 效果良好。图 8、图 9 为防护前后的效果对比。

通过对宁杭高速公路兰右山段现场采取勘察、钻探等手段, 基本摸清了该段落的工程地质情况。在此基础上对路堑边坡进行了稳定性分析, 根据理论分析计算结果, 对路堑边坡采取了有针对性的防护



图 8 路堑防护前



图 9 路堑防护后

及排水设计, 为处理此类特殊地质条件的路堑边坡, 探讨了一种新的防护加固模式和治理思路。

参考文献:

- [1] JTJ 013-95, 公路路基设计规范[S].
- [2] GB 50021-2001, 岩土工程勘察规范[S].
- [3] 宁杭高速公路施工图设计工程地质勘察报告[R]. 2001.
- [4] 宁杭高速公路施工图设计[R]. 2001.
- [5] 宁杭高速公路宜兰右山段路堑边坡整体稳定性分析与施工期工程治理措施建议[R]. 2003.

145 亿元投资做大湖南交通

2005 年, 湖南省交通固定资产投资预期达到 145 亿元, 年内抓好一批事关交通发展全局和湖南经济社会发展的重大项目。

高速公路仍然是湖南今年交通建设的重点, 今年将建成常德至张家界、衡阳至大浦两条高速公路; 开工韶山至炎陵、衡阳至炎陵、衡阳至邵阳、邵阳至永州、长沙至株洲等五条高速公路。此外, 全省将新建与改造县际及县乡公路 1 502 km, 建成通村公路 4 300 km; 建成桃江资江大桥, 新开武汉寿苍儿总大桥、安乡夹夹大桥。同时, 加快株洲航电枢纽工程建设, 实现二期工程开工和电站三台发电机组并网发电; 完成常站航运工程建设; 抓好长沙新港区二期工程、衡阳港大件码头工程等项目。