

经开区低碳循环经济区基础设施工程二期(道路工程)施工图设计说明

一、工程概况

1.1 项目区位

项目区位图

1.2 工程规模

1.2.1 总体工程概况

经开区低碳循环经济区基础设施工程二期(道路工程)项目位于长寿区晏家组团,全长 4330.968m,主要建设内容为烟沙路、化南六支路以及朱沙路的道路及道路配套设施的工程设计。

1.2.2 各子项组成情况

烟沙路全长 278.877m,城市次干路,设计速度 40km/h,双向四车道,标准道路路基宽度 26m,路基全线已形成。

化南六支路全长 430.081m,城市支路,设计速度 30km/h,双向四车道,标准道路路基宽度 18m,路基全线已形成。根据规划,化南六支路需从已建铁路隧道正上方通过,该方案须通过铁路主管部门审批后,方可实施。

朱沙路全长 3622.01m,城市次干路,设计速度 40km/h,双向四车道,标准道路路基宽度 33m。其中 K0+752.703-K3+100 段路基已形成,本次设计只包含路面工程;K0+000-K0+752.703, K3+100-K3+622.01 段本次设计包含路基、路面。根据规划,朱沙路需从已建铁路隧道正上方通过,该方案须通过铁路主管部门审批后,方可实施。

主要设计内容包括:道路工程、岩土工程、排水工程、海绵城市、照明工程、交通工程、交通监控工程。

本工程概算总投资为 33727.63 万元,其中:工程费用 23057.25 万元,工程建设其他费用 7432.26 万元(其中建设用地费 3812.30 万元),基本预备费 1524.48 万元,建设期利息 1713.64 万元。

1.3 前期设计工作过程

- 2022.5 月中旬接到设计任务书;
- 2022.6.6 完成方案送审版;并提交给规划;
- 2022.6.7 规划反馈:因方案占用基本农田较多,需要调整规划;
- 2022.07.12 收到调整后的规划资料;
- 2022.07.20 根据最新规划资料,完成了方案送审版;
- 2022.07.20~2020.08.30 多次对方案进行(建设单位、相关部门和企业);汇报、沟通,先后对方案进行了 5 次重大修改;
- 2022.09.01 在给园区领导汇报方案后,基本锁定平场方案;并将平场方案传给企业(佰瑞德);
- 2022.09.13 企业针对上次的平场方案,反馈相应意见;待建设单位与企业(佰瑞德)确定修改意见后,再对平场方案进行修改完善;
- 2022.09.23 企业(佰瑞德)确定修改意见,并反馈意见;
- 2022.09.27 建设单位确定朱沙路路幅宽度按双四修建,预留双六扩宽条件,平场朱沙路按 33 米宽度考虑;
- 2022.10.27 业主提供调整后三区三线图;
- 2022.11.03 根据最新三区三线图,完成调整方案;
- 2022.11.03 建设单位确定朱沙路路幅宽度按双四设计,基本农田不能侵占,可以调整地块纵坡不大于 3%,南侧二期地块可以压缩用地以保证不占基本农田。

需要重新研究整体平场方案，以保证建设单位要求；
2022.11.07 完成近远期方案研究，并完成近期不占基本农田方案；
2022.11.07~15 与建设单位和企业沟通，确定近期不占基本农田方案；

1.4 施工图设计分册情况

本次设计经开区低碳循环经济区基础设施工程二期(道路工程)-施工图设计共一侧，包含道路工程、岩土工程、排水工程、海绵城市、照明工程、交通工程、交通监控工程。

1.5 对初步设计审查及批复意见执行情况

初步设计阶段须修改完善的意见：

- 1、上阶段批复文件纳入设计依据。
回复：暂无上阶段批复，工规证正在进行办理。
- 2、补充高边坡支护方案专项论证、铁路批复文件。
回复：高边坡支护方案已进行专家论证，论证报告正在办理；铁路批复正在办理。
- 3、平面总图补充场平地块的平场高程。
回复：按意见补充，详见《道路总平面图》（DL-02）。
- 4、纵断面设计图应绘制地质栏。
回复：按意见补充，详见《烟沙路纵断面分图》（DL-32）、《化南六支路纵断面分图》（DL-33）。
- 5、烟沙路纵断面设计终点应与内部道路纵坡衔接，并补充内部道路纵坡。
回复：按意见补充，详见《烟沙路纵断面分图》（DL-32）。
- 6、朱沙路纵断面设计图应补充绘制过街管涵、直线及平曲线参数。
回复：朱沙路两侧为企业地块，已同步平场，故未设置临时过街管涵，已补充直线及平曲线参数。
- 7、化南六支路路面结构厚度达 72.7cm，比朱沙路、烟沙路两条次干路的

路面结构厚，应补充设计交通荷载等级及计算书。
回复：化南六支路为进出企业的主要通道，应用地企业及建设单位要求，加强此道路的路面结构设计。
8、标准横断面设计：化南六支路大车道宽度应采用 3.5 米。
回复：已按意见修改，详见《道路标准横断面设计图》（DL-48）。

初步设计阶段建议修改完善的意见：

- 1、路缘石、路边石材料建议采用清水砼。
回复：路缘石、路边石材料根据建设单位提供的设计导则进行设计。
- 2、衡重式挡墙建议面坡坡度 1:0.05~1:0.1。
回复：由于道路红线外侧基本农田区域较多，本项目路肩挡墙不考虑面坡。
- 3、交通工程平面图：与国道 319 的交通组织应进一步完善，避免冲突。
回复：目前的设计方案考虑临时和国道 319 保通，国道 319 的改线方案正在开展设计，改线方案与朱沙路顺接，将不存在异形交叉口。

施工图设计阶段须修改完善的意见：

- 1、临时边坡应注明使用年限。
回复：下阶段补充此部分内容。
- 2、低填浅挖路基处理应补充路床填料及压实的要求。
回复：下阶段补充此部分内容。
- 3、核实盲道与雨污水井位置是否冲突。
回复：下阶段核实此部分内容。

二、设计依据及设计采用规范

设计依据

- (1) 设计合同
- (2) 《重庆市长寿区城镇控制性详细规划维护(2020 年版)》

【重庆市长寿勘测规划院 2022.01】

(3) 《经开区低碳循环经济区基础设施工程二期（场平工程）施工图》

【深圳市市政设计研究院有限公司 2022.12】

(4) 《重庆长寿经济技术开发区开发投资集团有限公司关于印发《建设项目勘察设计考核管理办法（试行）》的通知》

【长经开集团发(2021) 66 号】

(5) 《重庆长寿经济技术开发区开发投资集团有限公司关于印发《项目勘察设计管理制度（试行）》的通知》

【长经开集团发(2021) 64 号】

(6) 《经开区低碳循环经济区基础设施工程二期工程地质勘察报告》

【深圳市市政设计研究院有限公司 2022.11】

(7) 《经开区低碳循环经济区基础设施工程二期（道路工程）初步设计》

【深圳市市政设计研究院有限公司 2023.04】

(8) 重庆市长寿区发展和改革委员会关于长寿经开区晏家片区综合开发（二期）工程立项的批复（长发改经【2022】19 号），含场平工程和道路工程两部分

(9) 项目区域实测地形图及物探资料

2.1 主要设计及施工规范

(1) 国家标准

《工程建设标准强制性条文—城市建设部分》（2013 年）

《城市道路交通设施设计规范》（GB50688-2011）（2019 年版）

《道路交通信号灯设置与安装规范》（GB 14886-2016）

《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB51038-2015）

《建筑与市政工程无障碍通用规范》（GB 55019-2021）

《无障碍设计规范》（GB 50763-2012）

《城市道路交通工程项目规范》（GB 55011-2021）

《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）

《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）

《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）（2015 年版）

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）

《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）（2018 年版）

《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）

《城市防洪工程设计规范》（GB50805-2012）

《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010

《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB51038-2015）

《城市道路交通设施设计规范》（GB50688-2011）（2019 年版）

《道路交通反光膜》（GB/T 18833-2012）

《道路交通标志板及支撑件》（GB/T 23827-2021）

《道路交通标线质量要求和检测方法》（GB/T16311-2009）

《道路交通标志和标线 第 2 部分》（GB 5768.2-2022）

《道路交通标志和标线 第 3 部分》（GB 5768.3-2009）

《道路交通标志和标线 第 5 部分》（GB 5768.5-2017）

《道路交通标志和标线 第 7 部分》（GB 5768.7-2018）

(2) 建设部标准

《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）（2016 版）

《城市道路路线设计规范》（CJJ193-2012）

《城市道路路基设计规程》（CJJ194-2013）

《城镇道路路面设计规范》（CJJ169-2012）

《城市地下道路工程设计规范》（CJJ221-2015）

《城市道路交叉口设计规程》（CJJ152-2010）

《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1-2008）

《埋地塑料排水管道工程技术规范》（CJJ 143-2010）
《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）；
《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）；
《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013 年版）（修订版）》

（3）交通部规范

《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）
《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）
《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）
《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）
《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）
《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20—2015）
《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）
《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81-2017）
《路面标线涂料》（JT/T 280-2022）

（4）地方规范及其他标准

《重庆市市政工程施工图设计文件编制技术规定（2017 年版）》
《城市道路交通规划及路线设计规范》（DBJ50/T-064-2022）
《重庆市城市道路工程施工质量验收规范》（DBJ50/T-078-2016）
《重庆市城市道路交通管理设施设置规范》（DB 50/T 548-2014）
《山地城市室外排水管渠设计标准》（DBJ50/T-296-2018）

重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术的通告（第九号）

《给排水工程顶管技术规程》（CECS 246-2008）
《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》（2014 年 10 月）

《重庆市海绵城市规划与设计导则》（重庆市城乡建设委员会，重庆市规划局，2016.11）

《重庆市海绵城市建设工程设计文件编制深度规定—低影响开发雨水系统（试行）》（重庆市城乡建设委员会，2016.11）

《低影响开发雨水系统设计标准》（DBJ50/T-292-2018）

《山地城市室外排水管渠设计标准》（DBJ50/T-296-2018）

《建设工程海绵城市效果专项评估技术指南》（试行）2020 年

《海绵城市建设项目评价标准》（DBJ50/T-365-2020）

《重庆市城市道路交通管理设施设置规范》（DB 50/T 548-2014）

《关于进一步加强全市高切坡、深基坑和高填方项目勘察设计管理的意见》
渝建发〔2010〕166 号

2.2 对规范强制性条文的执行情况

本项目严格按照国家及行业现行、有效规范进行设计，无违反规范强制性条文情形。

三、工程建设条件

3.1 地理位置

拟建场地位于重庆市长寿区晏家组团，场地部分路段有公路直通场地内，交通便利，位于化南二路南侧、长江以北，局部为原始地貌，施工条件一般。

3.2 建设区域自然条件

3.2.1 地形地貌

拟建场地地处构造剥蚀丘陵地貌，场地内整体地形起伏较大，局部“V”字型冲沟地段及农田地段地形较平缓，现状基本为原始地形，房屋和公路地段上覆素填土。场地高程介于 180～288m，最低点位于朱沙路起点附近沙溪河边，高程 174.20m. 最高点位于朱沙路 K1+680 右侧坡顶上，高程 288.52m，相对高差 114.32m。地形平缓地段一般地形坡角 8°～30°，斜坡地段一般地形坡角 30°～45°，局部陡崖及陡坎处达 60°及以上。场地斜坡及陡坎未见变形迹象，现状稳定。

3.2.2 气象与水文

重庆地区属亚热带气候区，温暖湿润，雨量充沛，夏季炎热，冬季暖和多雾。多年平均气温 18.3℃，最冷月(1月)平均气温 7.5℃，最热月(7月)平均气温 28℃，最高气温 42℃，最低气温-1.8℃，年平均相对湿度 71%，年平均降雨量 1079.4mm，最大年平均降雨量达 1378.3mm（1983 年），最小年平均降雨量 783.2mm（1965 年），最大日降水量 266.6mm（2007 年 7 月 17 日），其中 69%集中在 5~9 月，多年平均蒸发量 1138mm，因大气污染，时有酸雾酸雨发生，常年风速较小，以偏西北风为主，最大风速 28.4m/s。

场地烟沙路北侧、朱沙路西侧发育沙溪河，沙溪河原名石门溪，为长江一级支流，发源于长寿区沙塘村十二组新开洞，至晏家街道石门村一组大石门处注入长江，沿途流经晏家街道沙塘村、沙溪村、石门村，为长江水系，河流宽度 5.0~15.0m，勘察期间水深 0.50~2.0m，西侧沙溪村段最大洪水位 181.38m（2020 年 8 月），北侧上游长寿火车站段最大洪水位 187.43m（2020 年 8 月），根据设计意图，本次朱沙路、烟沙路最低设计标高 184.73m，沙溪村段最大洪水位线对拟建道路无影响；上游段北侧烟沙路设计拟采用挡墙进行支挡，此段沙溪河最大洪水位对拟建道路无影响。

烟沙路 K0+120~K0+150 段经过黄边塘，水深约 2.0~3.0m，烟沙路 K0+260~K0+330 段经过鱼塘，水深约 0.7~1.5m；朱沙路 K1+480~K1+520 段左幅为大石湾鱼塘，水深约 1.0~3.0m，朱沙路 K1+940~K1+970 段经过鱼塘，水深约 1.0~2.30m，K2+130~K2+180 段经过鱼塘，水深约 0.5~2.5m，K2+320~K2+360 段经过鱼塘，水深约 0.5~2.0m，K2+525~K2+560 段左幅为鱼塘，水深约 0.8~2.0m，K3+180~K3+260 段左幅为石洞大塘，水深约 1.0~5.0m；在场平区域内“V”字型冲沟内可见少量鱼塘分布，水深 0.50~5.0m，除此之外拟建场区内未见其它河流、冲沟和鱼塘、泉水等地表水体，地表水以大气降雨为主；拟建场地水文条件简单。

3.2.3 地质构造

拟建场地地质构造上整体处于明月峡背斜东翼，即洛碛向斜北倾末端，朱沙路终点约 2.0km 处为长寿-遵义基底断裂。经区域地质资料结合现场踏勘，自线路起点至终点发育的主要断裂构造及其特点如下：F1 断层属于压扭性断裂，为正断层，于烟沙路约 K0+700 处、朱沙路 K1+543 处与路线斜交，走向呈北西 336° 方向展布，隐伏分布于山谷底部，为根据地形地貌及岩层产状变化推测。断裂面产状：倾向北东 65° 左右，倾角 50° 左右，岩层为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩，断层西侧岩层产状 230° ~265° ∠21° ~55° ；断层东侧岩层产状 300° ~60° ∠9° ~35° 。该断裂属于非活动性断裂，隐伏分布于填方路基，第四系覆盖厚度较大，对路线方案影响较小。

根据现场地质调查情况，拟建烟沙路 K0+000~K0+700 段、港口连接道 K0+000~K0+430.081 段、朱沙路 K0+000~K1+543 段受断裂构造影响，岩层逆转，总体倾向往西南，岩层产状 230° ~265° ∠21° ~55° ，揭露基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）泥岩和砂岩，岩石层面间结合很差，局部泥质充填，为软弱结构面；勘察区岩体中主要发育以下四组节理裂隙：

J1 组：6° ~63° ∠43° ~64° ，裂面较粗糙不平，延伸 0.50~1.0m，2~3 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J2 组：218° ~264° ∠52° ~56° ，裂面较粗糙不平，延伸 0.80~3.0m，3~4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J3 组：305° ~340° ∠77° ~85° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.0~3.0m，2~4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J4 组：116° ~178° ∠76° ~81° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.50~3.0m，1.5~3 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

拟建百瑞德内部道路 K0+700~K1+900 段，总体倾向往东，岩层产状 43° ~69° ∠9° ~22° ，揭露基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）基岩，岩石层

面间结合很差，局部泥质充填，为软弱结构面；勘察区岩体中主要发育以下二组节理裂隙：

J1 组：130° ∠61° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.50～2.80m，2～3 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J2 组:230° ∠60° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.00～2.0m，3～4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

拟建化南六支路 K0+000～终点段，岩层总体倾向往北东，产状 40° ～56° ∠18° ～22° ，泥岩层面结合程度很差；砂岩层面平直光滑，可见泥质充填，层面结合程度很差，为软弱结构面。勘察区岩体中主要发育以下二组节理裂隙

J1 组：300° ～340° ∠71° ～78° ，优势产状 330° ∠75° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.0～2.50m，2～4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J2 组:250° ∠60° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.0～2.50m，3～4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

拟建百瑞德内部道路 K1+900 段至终点，岩层总体倾向往西北，产状 326° ～353° ∠29° ～30° ，优势产状 330° ∠30° ，泥岩层面结合程度很差；砂岩层面平直光滑，可见泥质充填，层面结合程度很差，为软弱结构面。勘察区岩体中主要发育以下二组节理裂隙：

J1 组：73° ∠57° ，裂面较粗糙不平，延伸 0.80～1.50m，2～3 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J2 组：235° ∠78° ～85° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.0～3.0m， 3～4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

拟建朱沙路 K1+543～终点段、东连接道 K0+000～K0+143.148 段，岩层总体倾向往北东，产状 350° ～60° ∠15° ～22° ，泥岩层面结合程度很差；砂岩层面平直光滑，可见泥质充填，层面结合程度很差，为软弱结构面。勘察区

岩体中主要发育以下三组节理裂隙：

J1 组：105° ～179° ∠74° ～83° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.50～2.50m，2～3 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J2 组：218° ～250° ∠56° ～80° ，裂面较粗糙不平，延伸 0.80～3.0m，3～4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

J3 组：300° ∠82° ，裂面较粗糙不平，延伸 1.0～3.0m，2～4 条/米，微张，局部泥质充填，结合很差，为软弱结构面。

综上所述：拟建场地基岩整体岩体较完整，裂隙较发育、局部不发育，地质构造较简单。

拟建项目构造纲要图

26 明月峡背斜 28 洛渍向斜

3.2.4 地层岩性

本次勘察查明，拟建场地地段覆盖主要为第四系素填土，残坡积粉质粘土，下伏基岩为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）泥岩、砂岩和粉砂岩，现从新到老分述如下：

第四系全新统（Q4）：

①素填土（Q4m1）：

杂色，稍湿，呈松散-稍密状态，成分以粉质粘土、砂泥岩碎块石为主，局部表层为素混凝土。碎块石粒径一般 2～15cm，土石比 3:7～5:5，为修建房屋及道路时碾压回填，回填时间大于 3 年，厚度 0.30～2.50（ZK34、ZK332）m。其分布及厚度详见工程地质柱状图及剖面图。

②粉质粘土（Q4d1+e1）：

红褐色、灰褐色，农田地段大部分呈可塑状态，斜坡地段大部分呈硬塑态，鱼塘和水田地段表层呈流塑～软塑状态，残坡积成因。无摇振反应，稍有光泽、

干强度中等、韧性中等。为场地主要覆盖层，斜坡地段较薄，“V”字型冲沟及平缓的农田地段较厚，揭露厚度 0.2～13.20m（ZK136），为坡残积成因。

沿线水田、鱼塘及耕植地上部多为淤泥或松散耕植土，主要由坡残积粉质粘土组成，流塑～软塑，部分夹有机质，属高压缩性土；稍有光滑，干强度低，韧性低，有腐味。主要分布于鱼塘池底、水田表层、河沟沟底。一般厚度约 0.5～2.5m，其分布及厚度详见工程地质柱状图及剖面图。

~~~~~ 不整合 ~~~~~

侏罗系中统沙溪庙组（J2s）：

①泥岩（J2s-Ms）

紫红色、红褐色、灰褐色，主要由粘土矿物组成，泥质结构为主，局部泥质粉砂质结构，薄～中厚层状构造，砂质含量不均，局部夹砂质泥岩、砂岩薄层、透镜体，裂隙较发育，局部不发育。强风化带岩芯破碎，呈碎块状，岩质极软；中风化带岩芯较完整，呈短柱状、长柱状，少量碎块状。一般节长 5.0～20.0cm，最长 30.0cm。揭露厚度 1.30～25.40m（ZK9），为场地主要地层，未揭穿。其分布及厚度详见工程地质柱状图及剖面图。

②砂岩（J2s-Ss）

黄灰色、灰白色、灰色，主要矿物成分为长石、石英、云母、岩屑等，钙质胶结为主，局部泥钙质胶结，中厚～厚层状构造，细中粒结构，局部夹薄层泥岩、粉砂岩、砂质泥岩，岩质软硬不均，分布无规律，裂隙较发育，局部不发育。强风化带岩芯破碎，呈碎块状，岩质极软；中风化带岩芯较完整，呈短柱状、长柱状，少量碎块状，一般节长 8.0～30.0cm，最长 40cm。揭露厚度 0.4～46.0m（ZK169），为场地主要地层，未揭穿。其分布及厚度详见工程地质柱状图及剖面图。

③粉砂岩（J2s-Ss）

黄色、黄灰色，主要矿物成分为长石、石英、云母、岩屑等，泥质胶结，

薄层状构造，细粒结构，局部夹薄层泥岩，岩质软，分布无规律，裂隙较发育。强风化带岩芯破碎，呈碎块状，岩质极软，最长 8cm。在场地内零星分布，揭露厚度 0.5～3.8m（ZK273），为场地次要地层，已揭穿，其分布及厚度详见工程地质柱状图及剖面图。

3.2.5 基岩顶面及基岩风化带特征

据钻探揭露，基岩顶面上覆第四系素填土及粉质粘土，钻探揭露覆盖层厚 0m～13.2m，基岩面起伏与原始地形基本一致。

按《市政工程地质勘察规范》DBJ50-174-2014 将钻探深度范围内的基岩划分为强风化带和中等风化带。

强风化带：风化强烈，风化裂隙发育，岩芯呈碎块状，质软。基岩强风化带厚度 0.30～5.50m。

中等风化带：岩芯多呈柱状，岩质较软为主，局部块状。手不易折断岩芯块。

以上各层的厚度情况详见“勘探点数据一览表”，空间分布情况详见“工程地质剖面图”及“钻孔柱状图”。

3.2.6 水文地质条件

场地整体上地势较平缓，主要为场地内大气降雨补给，地表迳流条件一般，场区内地表水向地势低洼的地段排泄。拟建场原始地形局部呈凹槽状有利于地表水的汇集。根据地下水埋藏条件可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类。

1. 松散土体孔隙水

松散岩类孔隙水主要赋存在素填土中，主要接受大气降雨补给，沿松散土体间空隙径流入渗，向地势低洼处排泄、地表蒸发。素填土为强透水层。素填土渗透系数经验值  $K=10\text{m/d}$ 。

2. 基岩裂隙水

主要赋存于强风化基岩构造裂隙中，接受大气降雨补给，通过上覆土体垂

直入渗或直接沿基岩裂隙径流，向低处排泄。粉质粘土为弱透水层，强风化基岩风化网状裂隙发育，呈微张～张开状，为弱透水；中等风化泥岩裂隙多呈闭合状，少数微张，为相对隔水层；中等风化砂岩中裂隙呈微张～闭合状，为裂隙含水层。砂岩渗透系数经验值 K=0.8m/d。

各钻孔终孔抽干钻孔余水 24 小时后，进行了静止水位观测，经观测，孔内水位未恢复或恢复缓慢。场地内及邻近无其余井、泉点分布。因场地局部微地貌起伏，在原始洼地或排水不畅地段的填土中易形成上层滞水，局部地下水水量可能偏大，尤其在雨季可能会形成大量地下水。建议施工期间，可备排水设备。

综上所述，场区地形、地层结构整体不利于大量地下水的存储，局部填土层较厚，雨季可能会形成大量地下水。场地水文地质条件中等复杂。

3.2.7 水土腐蚀性评价

1、水质分析

本次勘察取地表水样 2 组，沿线地表水试验成果见表 3.6-1～3.6-2，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）II 类环境水判定，受环境影响，场地地下水、土对混凝土结构有微腐蚀性，对混凝土结构中的钢筋有微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

2、土的腐蚀性

根据现场调查，场地周边和拟建场地内无污染的工厂、矿山或污染排放点等污染源，场内土层为未污染土，据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001（2009 版）附录 G 判定场地环境类型为 II 类，依据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）12.1 条和经验综合判断，场地环境水和土层对混凝土结构和钢筋混凝土结构中的钢筋为微腐蚀性；地基土对钢结构的腐蚀性为微腐蚀性。

3.2.8 不良地质现象

据地面调查，场地内及相邻地带无滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用；

无对工程不利(如防空洞、河道、墓空等)的埋藏物。

拟建道路沿线水田表层软土及堰塘淤泥土，由于长期积水，水田上部粉质粘土一般呈软塑状（表面多呈流塑状），含水量高，压缩性大，形成高压缩性饱和粘土，一般厚 0.5～3.0 米，局部大于 5m，此类土具有高压缩性、高孔隙比、高含水量特征，呈流塑至软塑状态。由于排水不畅，土体物理力学性质差，填筑路堤高度超过其极限强度时，易因工后残余沉降过大，导致路基不均匀沉降或路堤失稳，应通过地基验算并采取有效措施进行处理。

沿线水田、鱼塘分布位置见下表：

| 软土分布位置一览表 |                   |       |             |           |
|-----------|-------------------|-------|-------------|-----------|
| 序号        | 起讫桩号              | 不良地质  | 钻孔揭露土层厚度（m） | 备注        |
| 1         | K0+000～K0+150 段   | 水田+鱼塘 | 0.80～8.0    | 烟沙路       |
| 2         | K0+260～K0+380 段   | 鱼塘    | 0.80～2.20   | 烟沙路       |
| 3         | K0+570～K0+605 段   | 鹵+水田  | 1.0～5.30    | 烟沙路       |
| 4         | K0+660～K0+730 段   | 鱼塘+水田 | 1.0～8.10    | 烟沙路       |
| 5         | K1+010～K1+100 段   | 水田    | 0.30～5.70   | 烟沙路       |
| 6         | K1+360～K1+540 段右幅 | 水田    | 1.20～7.50   | 烟沙路       |
| 7         | K1+570～K1+640     | 水田    | 预计 1.0～4.0  | 烟沙路       |
| 8         | K1+860～K2+050     | 水田    | 1.10～6.40   | 烟沙路       |
| 9         | K2+200～K2+360     | 水田    | 1.50～5.80   | 烟沙路       |
| 10        | K0+200～K0+260     | 鱼塘+水田 | 4.60～8.20   | 朱沙路       |
| 11        | K0+520～K0+570     | 水田    | 1.8～5.30    | 朱沙路       |
| 12        | K0+700～K0+900     | 水田    | 1.60～8.60   | 朱沙路       |
| 13        | K1+310～K1+358     | 水田    | 预计 1.0～5.0  | 朱沙路       |
| 14        | K1+480～K1+520     | 鱼塘+水田 | 6.80～13.20  | 朱沙路及港口连接道 |
| 15        | K1+880～K2+090     | 鱼塘+水田 | 0.50～2.50   | 朱沙路       |
| 16        | K2+130～K2+180     | 鱼塘    | 0.5～3.0     | 朱沙路       |
| 17        | K2+320～K2+365     | 鱼塘    | 预计 0.5～2.30 | 朱沙路       |
| 18        | K2+380～K2+435     | 水田    | 0.5～2.50    | 朱沙路       |
| 19        | K2+520～K2+640     | 水田+鱼塘 | 0.70～2.30   | 朱沙路       |
| 20        | K2+810～K2+870 右幅  | 水田    | 0.80～6.40   | 朱沙路       |
| 21        | K2+900～K2+960 右幅  | 水田    | 0.70～1.60   | 朱沙路       |
| 22        | K3+240～K3+340     | 水田+鱼塘 | 0.80～4.0    | 朱沙路       |

3.2.9 地震效应评价

3.2.9.1 道路地震效应评价

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016 年版可知：建筑场地抗震设防烈度为 6 度区，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分为第一组。

按《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 规范划分拟建工程为标准设防类(即丙类)。

根据地区经验、场地裂隙发育程度和结构面结合程度，根据区内剪切波速测试测试成果，并结合野外鉴定综合确定：场地内人工填土剪切波速值 125m/s（未来填土剪切波速按 125m/s 取值），场地填土属软弱土；区内粉质粘土剪切波速为 170~185.3 m/s，其平均值为  $V_{se}=177\text{m/s}$ ，为中软土；基岩强风化带剪切波速值为 535.5~557.3m/s，大于 500m/s 但小于 800m/s，为软质岩石；中等风化带剪切波速值大于 800m/s，为岩石。未来素填土按剪切波速 VS 取 125m/s，为软弱土计算；

按设计标高平场后，场地挖方区域基岩直接出露，填方区域覆盖层主要为素填土（属软弱土）、粉质粘土（属中软土）；局部厚度较厚，水平分布不均，厚度变化较大。设计标高以下为软弱土厚度小于 3m 且下伏为稳定基岩的地段划分为抗震有利地段；设计标高以下为软弱土厚度 3~15m 且下伏为稳定基岩的地段划分为抗震一般地段；设计标高以下为软弱土厚度 15~80m 且下伏为稳定基岩的地段划分为抗震不利地段。

3.2.9.2 岩土地震稳定性评价

拟建场地及周边无滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象，岩土体整体稳定，据钻探揭示拟建场地存在未来填土和粉质粘土，经查明场内大部分区域未见稳定地下水，仅在鱼塘和水田地段可见少量地下水，抗震设防烈度为 6 度区，道路沿线形成的填土边坡主要由后期填土组成，当未及时支挡时，在地震作用下形成的土体易加速变形或滑动，建议及时支挡，对素填土、淤泥、软土及形成

的挖填方边坡采取相应措施后，拟建场地稳定。

3.3 道路沿线工程地质评价

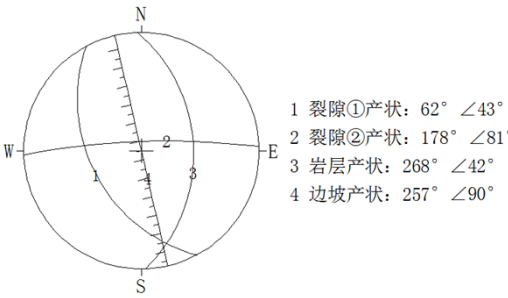
3.3.1 路基工程地质条件评价

朱沙路 K0+000~K3+622.01 段工程地质条件评价

（1）里程 K0+000~K0+200 挖方路基段（见剖面 1~7）

此段长约 200m，路面设计标高为 184.73~187.73m，设计纵坡度 1.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高 30.55m（K0+120）。该段穿越一山包，总体地形起伏较大，地形坡角一般 20°~45°，较陡斜坡处可达 60°。道路中心覆盖层主要为粉质粘土、素填土，土层厚约 0.3~4.8m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，K0+000~K0+140 段左侧跟场平区域 A 一起整平，未形成边坡；K0+140~K0+200 段形成高约 3.70~11.73m 的挖方岩土质边坡，主要由粉质粘土、强风化及中风化砂岩、泥岩组成，边坡倾向 257°，挖方土质段地形平缓，不会沿岩土界面发生垮塌，建议按 1:1.25 的坡率进行放坡，并做好排水措施。



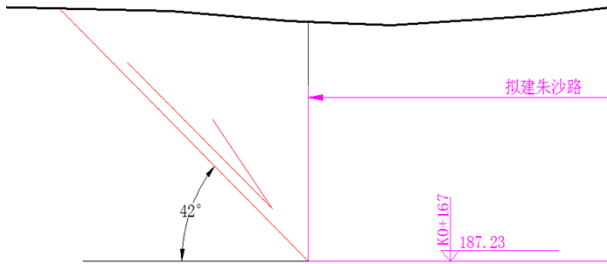
边坡岩质部分根据赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向小角度相交，夹角 11°，且倾角小于坡角，顺向临空，岩层面对边坡稳定性影响大；裂隙①与坡向反向相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙②与岩层层面组成的组合交线倾向坡外，

有产生掉块或崩塌的可能。边坡稳定性由岩层面控制，边坡开挖后易沿岩层层面发生整体滑动及沿裂隙②与岩层层面组合交线产生掉块或崩塌。

现采用定量计算评价该开挖顺向边坡稳定性如下文：

1) 计算模型

选用平面滑动法进行稳定性系数计算，岩体内部层面为潜在滑动面（滑面倾角 42° ），计算示意剖面为 6-6’ 剖面。



6-6’ 剖面稳定性计算示意图

2) 计算工况

根据边坡实际所处地质环境条件，采用天然工况对边坡稳定性进行计算。

3) 计算参数

边坡最高处进行计算，其基本参数为：计算坡高 h=11.7m，取岩体重度 r 泥=25.3KN/m3，滑动面倾角 42° ，破裂面长度 L=18.5m，层面结合程度很差，为软弱结构面，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）表 4.3.1，确定岩层层面内摩擦角  $\phi=30^\circ$  ，粘聚力 c=15Kpa。

4) 计算方法

选用平面滑动法进行稳定性系数计算,计算公式如下：

$$K_s = \frac{rv\cos\theta \cdot tg\phi + AC}{rv\sin\theta}$$

式中：

r——岩体的重度（KN/m³）

c——结构面的粘聚力（KPa）

$\phi$ ——结构面的内摩擦角（°）

A——结构面的面积（m²）

V——岩体的体积（m³）

$\theta$ ——结构面的倾角（°）

5) 计算结果及评价

选取边坡单位长度为 1m 的情况进行计算，稳定性计算见下表：

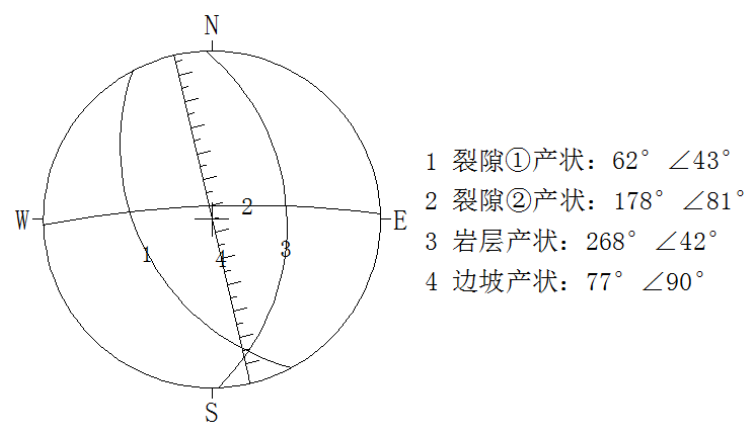
6-6’ 剖面左侧边坡稳定性计算表

| 参数 | r       | c   | $\phi$ | A    | V     | $\theta$ | 安全系数 | 稳定系数 | 稳定性 |
|----|---------|-----|--------|------|-------|----------|------|------|-----|
| 单位 | (KN/m³) | KPa | (°)    | (m²) | (m³)  | (°)      | /    | /    | /   |
| 取值 | 25.3    | 30  | 15     | 18.5 | 81.79 | 42       | 1.35 | 0.7  | 不稳定 |

开挖边坡为岩质边坡，边坡安全等级为一级，为永久边坡，安全系数取 1.35，经计算：Ks=0.7<1.0，左侧开挖边坡整体处于不稳定状态。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为一级，边坡岩体类型为IV类。岩体破裂角取外倾结构面，故岩体破裂角取 42° ，岩体等效内摩擦角 50° 。若有放坡条件，建议对边坡按不陡于 42° 的坡角自上向下分阶放坡，马道宽 2.0m，并进行防风化护坡处理 建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施；若无放坡条件，建议先对边坡采用坡率法自上向下分阶放坡后，再采取抗滑桩挡墙或锚杆挡墙进行支挡，建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强风化基岩坡率取 1：1.0、中风化基岩放坡率取 1:0.50～1：0.75。建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

**右幅** 按设计路面标高整平后，形成高约 2.87～26.53m 的挖方岩土质边坡，主要由粉质粘土、强风化、中风化砂岩、泥岩组成。边坡安全等级二级，边坡倾向 77° 。挖方土质段地形平缓，不会沿岩土界面发生垮塌，建议按 1:1.25 的坡率进行放坡，并做好排水措施。



岩层面  $268^{\circ} \angle 42^{\circ}$  与坡向反向相交、裂隙② $178^{\circ} \angle 81^{\circ}$  与坡向大角度相交，对边坡影响小（详见赤平投影分析图），而裂隙① $62^{\circ} \angle 43^{\circ}$  外倾，属Ⅲ类边坡岩体，等效内摩擦角取  $53^{\circ}$ ，边坡可能的破坏模为沿外倾裂隙①倾角滑移，边坡岩体破裂角取  $43^{\circ}$ （岩体破裂角与外倾裂隙面倾角较小值，即泥岩  $60.2^{\circ}$ 、砂岩  $62.8^{\circ}$ ）。建议对边坡采用自上向下分阶开挖放坡，马道宽 2.0m，建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强、中风化基岩放坡破裂角取  $43^{\circ}$ ，并对坡面进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，建议采用压实填土或基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值：中风化带泥岩  $[fa_0] = 2113kPa$ ，中风化带砂岩  $[fa_0] = 8022kPa$ 。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

## （2）里程 K0+200～K0+460 填方路基段（见剖面 8～14）

此段长约 260m，路面设计标高为 187.13～191.63m，设计纵坡度 1.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大填方高 6.93m（K0+340）。现状地形为原始地貌，道路中心覆盖层主要为粉质粘土和素填土，土层厚约 0.50～8.20m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，形成高约 0.20～6.83m 的填方边坡，坡向约  $72^{\circ}$ 。现状地形整体较平缓，地形坡角约  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，按坡率 1:1.50 放坡，分层压实回填，并做好排水措施。

**右幅** 按设计路面标高整平后，形成高约 0.2～8.4m 的填方边坡，坡向约  $252^{\circ}$ 。现状地形整体较平缓，一般地形坡角约  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，按坡率 1:1.50 放坡，分层压实回填，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K0+200～K0+260 段经过鱼塘及水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

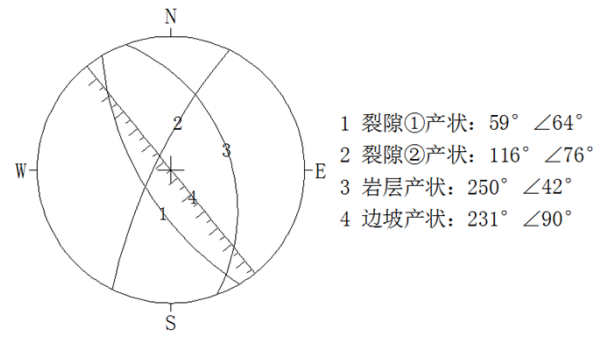
## （3）里程 K0+460～K0+520 挖方路基段（见剖面 17）

此段长约 60m，路面设计标高为 191.63～192.53m，设计纵坡度 1.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高 5.0m（K0+500）。该段穿越一小山包，总体地形起伏较大，地形坡角一般  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，陡坎处可达  $60^{\circ}$ 。道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约 0.4～1.50m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，形成高约 0.20～4.70m 的挖方边坡，边坡倾向  $231^{\circ}$ ，主要由粉质粘土、强风化及中风化泥岩、砂岩组成。挖方土质段地形平缓，不会沿岩土界面发生垮塌，建议按 1:1.25 的坡率进行放坡，并做好排水措施。

根据赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向小角度相交，夹角  $19^{\circ}$ ，且岩层

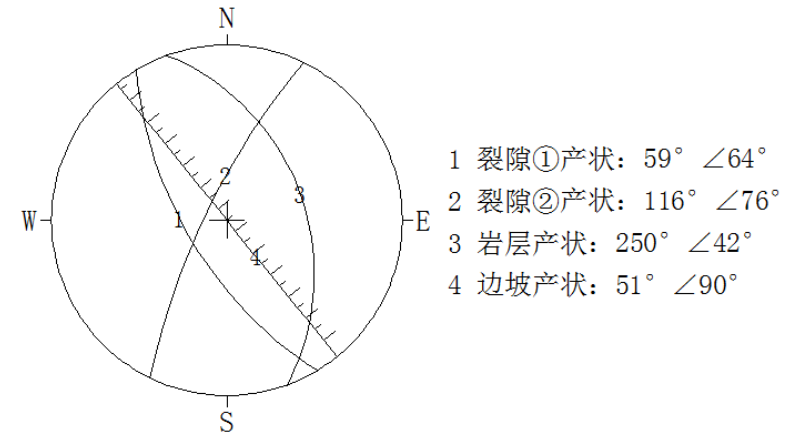
倾角小于坡角，顺向临空，岩层面对边坡稳定性影响大；裂隙①与坡向反向相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙②与岩层层面组成的组合交线倾向坡外，有产生掉块或崩塌的可能。边坡稳定性由岩层面控制，边坡开挖后易发生岩体风化剥落掉块。



根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为IV类。岩体破裂角取外倾结构面，故岩体破裂角取 $42^{\circ}$ ，岩体等效内摩擦角 $50^{\circ}$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下开挖放坡，粉质粘土坡率取1:1.25、强、中风化基岩放坡破裂角取 $42^{\circ}$ ，并对坡面进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

**右幅：**按设计路面标高整平后，形成高约0.5~16m的挖方岩质边坡，边坡倾向 $51^{\circ}$ ，主要由粉质粘土、强风化、中风化泥岩组成。挖方土质段地形平缓，不会沿岩土界面发生垮塌，建议按1:1.25的坡率进行放坡，并做好排水措施。

赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向反向相交，未构成不利外倾结构面，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向基本一致，且其倾角 $64^{\circ}$ 小于坡角，构成外倾结构面，对边坡稳定性影响大；裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙②与裂隙①组成的组合交线倾向坡外，对边坡的稳定性影响大。边坡稳定性由裂隙①控制，边坡直立开挖后易沿裂隙①发生滑动破坏及产生风化剥落掉块。



根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为III类，等效内摩擦角取 $53^{\circ}$ ，边坡可能的破坏模为沿外倾裂隙①倾角滑移，边坡岩体破裂角取 $60.2^{\circ}$ （岩体破裂角与外倾裂隙面倾角较小值，即泥岩 $60.2^{\circ}$ ）。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶开挖放坡，马道宽2.0m，建议粉质粘土坡率取1:1.25，强、中风化基岩放坡破裂角取 $60.2^{\circ}$ ，并对坡面进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，建议采用基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值：中风化带泥岩 $[fa0]=2113\text{kPa}$ ，中风化带砂岩 $[fa0]=8022\text{kPa}$ 。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

**（4）里程 K0+520~K0+580 填方路基段（见剖面 20）**

此段长约60m，路面设计标高为192.53~193.43m，设计纵坡度1.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大填方高2.943m（K0+540）。现状地形为原始地貌，位于宽缓的冲沟中，一般地形坡角 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约1.80~5.30m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，形成高约0.50~2.82m的填方边坡，坡向约

50°。现状地形整体较平缓，地形坡角约5°～12°，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，按坡率1:1.50放坡，分层压实回填，并做好排水措施。

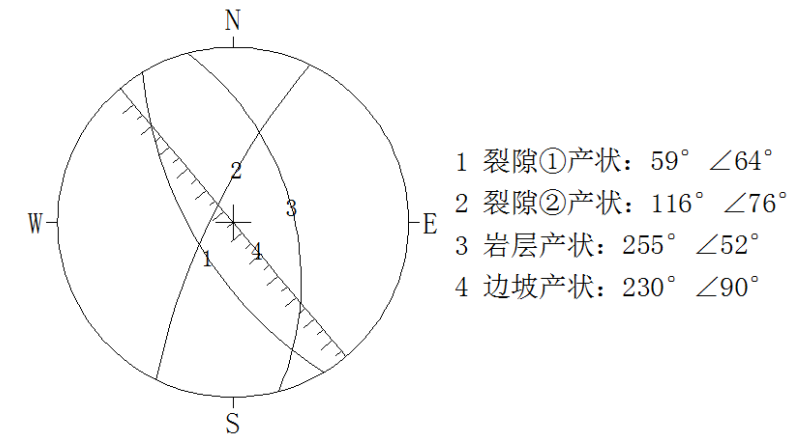
**右幅** 按设计路面标高整平后，形成高约0.50～4.0m的填方边坡，坡向约230°。现状地形整体较平缓，地形坡角约5°～12°，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，按坡率1:1.50放坡，分层压实回填，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K0+520～K0+570段经过水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

**(5) 里程 K0+580～K0+660 挖方路基段（见剖面 22、24）**

此段长约80m，路面设计标高为193.43～194.686m，设计纵坡度1.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高15.917m（K0+620）。该段穿越一小山包，总体地形起伏较大，地形坡角一般8°～25°，陡坎处可达60°。道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约0.5～0.80m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅** 按设计路面标高整平后，形成高约1.0～17.41m的挖方边坡，边坡倾向约230°，主要由粉质粘土、强、中风化砂岩组成。

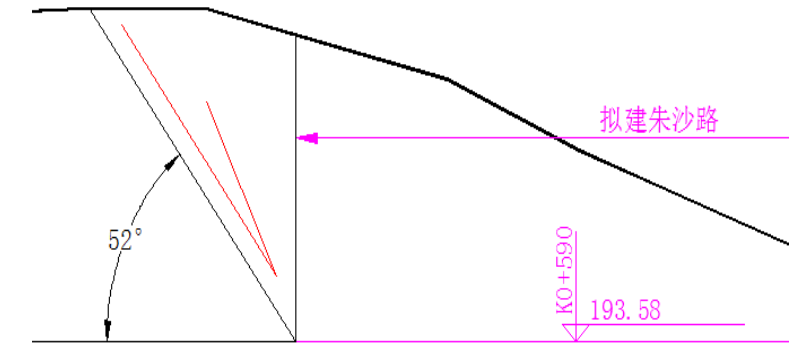


边坡岩质部分根据赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向小角度相交，夹角25°，且岩层倾角小于坡角，顺向临空，岩层面对边坡稳定性影响大；裂隙①与坡向反向相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙②与岩层层面组成的组合交线倾向坡外，有产生掉块或崩塌的可能。边坡稳定性由岩层面控制，边坡开挖后易沿岩层层面产生整体滑动破坏。

现采用定量计算评价该开挖顺向边坡稳定性如下文：

**1) 计算模型**

选用平面滑动法进行稳定性系数计算，岩体内部层面为潜在滑动面（滑面倾角52°），计算示意剖面为22-22'剖面。



22-22' 剖面稳定性计算示意图

**2) 计算工况**

根据边坡实际所处地质环境条件，采用天然工况对边坡稳定性进行计算。

3) 计算参数

边坡最高处进行计算，其基本参数为：计算坡高 $h=8.7\text{m}$ ，取岩体重度 $\gamma_{\text{砂}}=24.3\text{KN/m}^3$ ，滑动面倾角 $52^\circ$ ，破裂面长度 $L=h/\sin\theta=8.7/\sin 52^\circ=11.9\text{m}$ ，层面结合程度很差，为软弱结构面，根据《建筑边坡工程技术规范》

(GB50330-2013)表4.3.1，确定岩层层面内摩擦角 $\phi=30^\circ$ ，粘聚力 $c=15\text{Kpa}$ 。

4) 计算方法

选用平面滑动法进行稳定性系数计算,计算公式见上节内容。

5) 计算结果及评价

选取边坡单位长度为1m的情况进行计算，稳定性计算见下表：

22-22' 剖面稳定性计算表

| 参数 | r                   | c   | $\phi$       | A                | V                | $\theta$     | 安全系数 | 稳定系数  | 稳定性 |
|----|---------------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------|------|-------|-----|
| 单位 | ( $\text{KN/m}^3$ ) | KPa | ( $^\circ$ ) | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m}^3$ ) | ( $^\circ$ ) | /    | /     | /   |
| 取值 | 24.3                | 30  | 15           | 11.9             | 33.49            | 52           | 1.30 | 0.766 | 不稳定 |

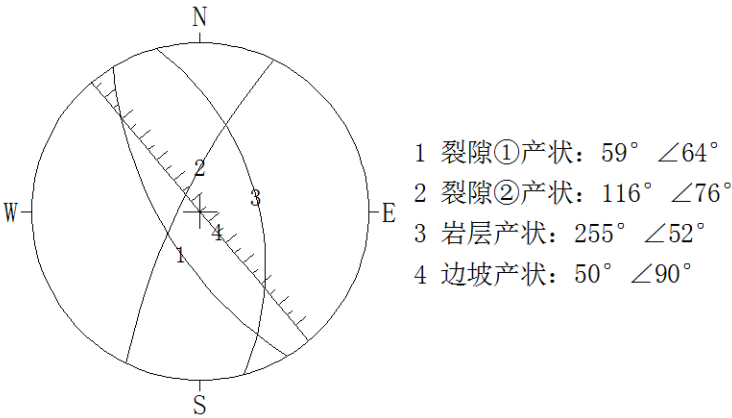
开挖边坡为岩质边坡，边坡安全等级为二级，为永久边坡，安全系数取1.30，经计算： $K_s=0.766<1.0$ ，左侧开挖边坡整体处于不稳定状态。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为IV类。岩体破裂角取外倾结构面，故岩体破裂角取 $52^\circ$ ，岩体等效内摩擦角 $50^\circ$ 。若有放坡条件，建议对边坡采用不陡于 $52^\circ$ 的破裂角自上向下分阶放坡，马道宽2.0m，并进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施；若无放坡条件，建议先对边坡采用坡率法自上向下分阶放坡后，再采取抗滑桩挡墙或锚杆挡墙进行支挡，建议粉质粘土坡率取1:1.25、强风化基岩坡率取1：1.0、中风化基岩放坡率取1:0.50～1：0.75。建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

**右幅：**按设计路面标高整平后，形成高约0.50～12.97m的挖方岩质边坡，

边坡倾向 $50^\circ$ ，主要由粉质粘土、强、中风化砂岩组成。

赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向反向相交，未构成不利外倾结构面，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向基本一致，且其倾角 $64^\circ$ 小于坡角，外倾临空，对边坡稳定性影响大；裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙②与裂隙①组成的组合交线倾向坡内，对边坡的稳定性影响小。边坡稳定性由裂隙①控制，边坡开挖后易沿裂隙①发生整体滑动破坏。



根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为III类，等效内摩擦角取 $53^\circ$ ，边坡可能的破坏模为沿外倾裂隙①倾角滑移，边坡岩体破裂角取 $62.8^\circ$ （岩体破裂角与外倾裂隙面倾角较小值，即砂岩 $62.8^\circ$ ）。建议对边坡采用自上向下分阶开挖放坡，马道宽2.0m，建议粉质粘土坡率取1:1.25、强、中风化基岩放坡破裂角取 $62.8^\circ$ ；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，建议采用基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值：中风化带泥岩 $[f_{a0}]=2113\text{kPa}$ ，中风化带砂岩 $[f_{a0}]=8022\text{kPa}$ 。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

(6) 里程 K0+660～K0+780 填方路基段（见剖面 25～27）

此段长约120m，路面设计标高为194.686～200.382m，设计纵坡度1.5%～5.

8%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大填方高12.888m（K0+780）。现状地形为原始地貌，位于宽缓的冲沟中，一般地形坡角 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，田坎及陡坎可达 $60^{\circ}$ 以上，道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约0.60~7.10m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，形成高约1.0~4.90m（根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工，其左幅边坡高度将降低）的填方边坡，边坡整体坡向 $48^{\circ}$ 。现状地形整体较平缓，地形坡角约 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，按坡率1:1.50~1:1.75分阶放坡，分层压实回填，并做好排水措施。

**右幅：**按设计路面标高整平后，形成高约0.50~11.4m的填方边坡，边坡整体坡向 $228^{\circ}$ 。现状地形整体较平缓，地形坡角约 $5^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，较陡部分挖设错台，上部加土工格栅，按坡率1:1.50~1:1.75逐级减缓放坡，分层压实回填，8m设置一个台阶，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K0+700~K0+780段经过水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

#### （7）里程 K0+780~K0+950 填方路基段（见剖面 30~32）

此段长约170m，路面设计标高为200.382~210.242m，设计纵坡度5.8%。该段道路位于场平区域一与场平区域B之间，根据设计意图，场平施工和道路施工同时进行。该段原始地貌为宽缓的农田地段及斜坡，总体地形起伏较大，地形

坡角一般 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，局部田坎及陡坎处可达 $60^{\circ}$ 。原始覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约0.6~8.60m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及粉砂岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工。按设计路面标高整平后，形成高约2.40~8.30m的填方边坡，边坡整体坡向 $30^{\circ}$ 。回填后的地形整体较平缓，地形坡角约 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，按坡率1:1.50放坡，分层压实回填，对土质边坡采取格构+植草等措施进行护坡，并做好排水措施。

**右幅：**根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工。按设计路面标高整平后，形成高约5.40~9.10m的填方边坡及高1.0~4.10m的挖方边坡，填方边坡整体坡向 $206^{\circ}$ ，挖方边坡整体坡向约 $9^{\circ}$ ，设计放坡坡角 $45^{\circ}$ ，边坡岩体类型为III类，岩体内摩擦角取 $53^{\circ}$ 。回填后的地形整体较平缓，地形坡角约 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，填方按坡率1:1.50放坡，分层压实回填，对土质边坡采取格构+植草等措施进行护坡；挖方边坡按1:1.0放坡，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K0+780~K0+900段经过水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

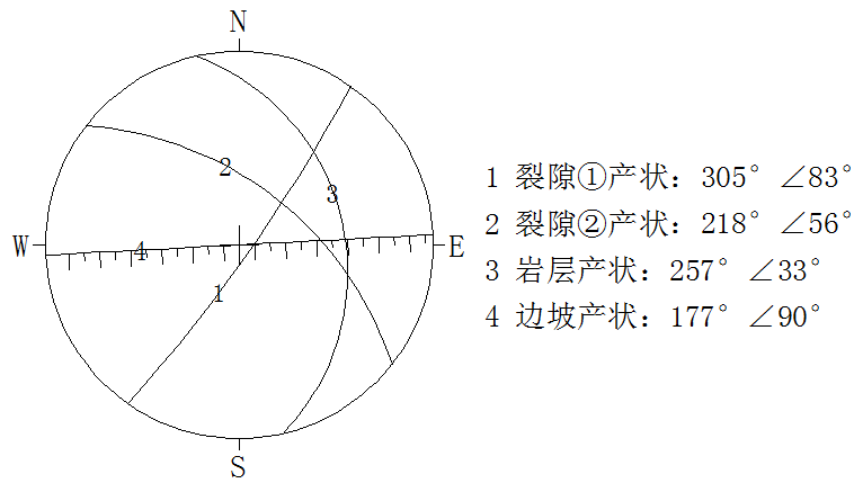
#### （8）里程 K0+950~K1+375 挖方路基段（见剖面 33~37）

此段长约425m，路面设计标高为210.242~233.446m，设计纵坡度5.8%。该段道路位于场平区域二与场平区域B之间，根据设计意图，场平施工与道路施工同时进行，按场平设计标高整平后，该段道路边坡高度降低，详见33~37号剖

面。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高38.765m（K1+140）。该段

穿越斜坡地段，总体地形起伏较大，地形坡角一般 $8^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，陡坎处可达 $60^{\circ}$ 。道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约 $0.50 \sim 3.60\text{m}$ ，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**根据设计意图，场平施工与道路施工同时进行。按设计路面标高整平后，形成高约 $2.30 \sim 8.0\text{m}$ 的挖方岩质边坡，边坡倾向约 $177^{\circ}$ ，主要由中风化泥岩组成。



边坡岩质部分根据赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向大角度相交，岩面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向反向相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向大角度相交，夹角 $41^{\circ}$ ，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙①与裂隙②组成的组合交线倾向坡内，对边坡稳定性影响小。边坡稳定性由岩体强度控制，边坡开挖后易发生岩体风化剥落掉块。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为III类，岩体破裂角取 $60.2^{\circ}$ ，岩体等效内摩擦角 $53^{\circ}$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下放坡开挖，中风化泥岩1:0.75，并对坡面进行防风化护坡处理；建议自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

**右幅：**根据设计意图，场平施工与道路施工同时进行。按设计路面标高整

平后，形成高约 $0.50 \sim 1.43\text{m}$ 的低矮挖方岩质边坡，边坡倾向 $3^{\circ}$ ，边坡岩性主要由粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩组成。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），边坡岩体类型为III类，等效内摩擦角取 $53^{\circ}$ ，破裂角取泥岩 $60.2^{\circ}$ 、砂岩 $62.8^{\circ}$ ；按坡率法进行放坡后边坡处于稳定状态，建议放坡坡率：土层1:1.25、强风化基岩1:1.0、中风化基岩1:0.75，该边坡安全等级为三级。建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，建议采用基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值：中风化带泥岩 $[fa0]=2113\text{kPa}$ ，中风化带砂岩 $[fa0]=8022\text{kPa}$ 。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

#### （9）里程 K1+375~K1+610 填方路基段（见剖面 38~43）

此段长约 $235\text{m}$ ，路面设计标高为 $233.446 \sim 241.74\text{m}$ ，设计纵坡度 $1\% \sim 5.8\%$ 。该段道路位于场平区域三南侧，根据设计意图，场平施工和道路施工同时进行。该段原始地貌为宽缓的农田地段，总体地形起伏不大，地形坡角一般 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，局部田坎及斜坡处可达 $45^{\circ}$ 以上。原始覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约 $0.3 \sim 13.20\text{m}$ ，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工。按设计路面标高整平后，形成高约 $0.30 \sim 2.0\text{m}$ 的填方边坡，整体坡向 $175^{\circ}$ 。回填后的地形整体较平缓，地形坡角约 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为三级。建议清除表层松散土体，填方按坡率1:1.50放坡，分层压实回填，对土质边坡采取格构+植草等措施进行护坡，并做好排水措施。

**右幅：**根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工；K1+480～K1+610段外侧为港口连接道，右侧边坡与港口连接道左侧边坡形成倒坡。按设计路面标高整平后，形成高约1.70～19.0m的填方边坡，整体坡向175°。原始地形整体较平缓，地形坡角约5°～12°，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，较陡部分挖设错台，上部加土工格栅，按坡率1:1.50～1:2.0逐级减缓放坡，分层压实回填，8m设置一个台阶，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K1+480～K1+520段经过鱼塘和水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

**（10）里程 K1+610～K2+300 挖方路基段（见剖面 44～62）**

此段长约690m，路面设计标高为241.74～250.384m，设计纵坡度1%。该段道路位于场平区域二、场平区域三南侧，根据设计意图，场平施工与道路施工同时进行。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高41.941m

（K1+660）。该段穿越丘陵斜坡地段，总体地形起伏较大，地形坡角一般8°～25°，陡坎处可达60°以上。道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约0.20～2.50m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**根据设计意图，场平施工与道路施工同时进行。按设计路面标高整平后，形成高约1.0～5.3m的低矮挖方岩质边坡，K1+610～K1+800段边坡整体坡向约155°，K1+800～K2+300段整体坡向约140°，边坡岩性主要由中风化砂岩及泥岩组成。

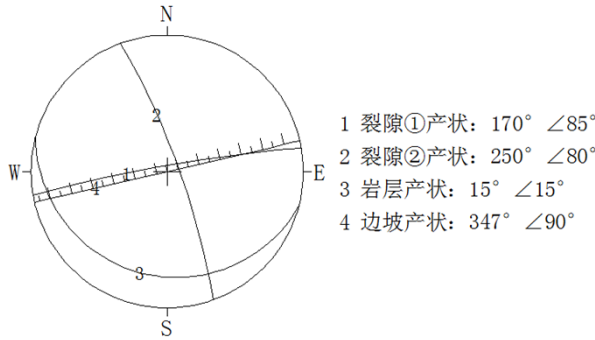
根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），边坡岩体类型为Ⅲ类，等效内摩擦角取53°，破裂角取泥岩60.2°、砂岩62.8°；按坡率法进行放坡

后边坡处于稳定状态，建议放坡坡率：中风化基岩1:0.75，边坡安全等级为三级。建议自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

**右幅：**根据设计意图，场平施工与道路施工同时进行。按设计路面标高整平后，形成高约0.88～43.95m的挖方岩土质边坡，K1+600～K1+800段总体坡向约347°、K1+800～K2+300段总体坡向约320°，按设计方案放坡坡角45°，边坡岩性主要由粉质粘土、强、中风化泥岩及砂岩组成。

**①K1+610～K1+800段**

该段边坡整体坡向约347°，岩层产状15°∠15°，边坡高度0.88～40.5m，边坡岩性主要为强、中风化砂岩及泥岩，其赤平投影分析如下：

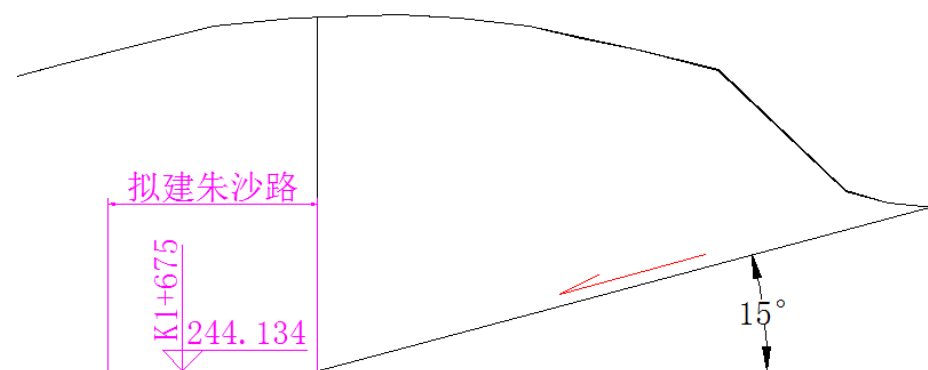


根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向小角度相交，夹角28°，为顺向边坡，岩层倾角小于放坡坡角，为顺向临空边坡，边坡可沿岩层面发生滑移破坏，岩层面对边坡稳定性影响大；裂隙Ⅰ、裂隙Ⅱ与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，其对边坡稳定性影响小；裂隙Ⅱ与岩层层面组成的组合交线倾向坡外，有产生局部掉块或崩塌的可能，对边坡的稳定性有影响。综上所述，边坡可沿岩层面发生滑移破坏，同时开挖后易发生岩体风化剥落掉块。

现采用定量计算评价该开挖顺向边坡稳定性如下文：

**1) 计算模型**

选用平面滑动法进行稳定性系数计算，岩体内部层面为潜在滑动面（滑面倾角15°），计算示意剖面为46-46'剖面。



45-45' 剖面稳定性计算示意图

2) 计算工况

根据边坡实际所处地质环境条件，采用天然工况对边坡稳定性进行计算。

3) 计算参数

边坡最高处进行计算，其基本参数为：计算坡高 $h=43.95\text{m}$ ，取岩体重度 $\gamma_{砂}=24.3\text{KN/m}^3$ ，滑动面倾角 $15^\circ$ ，破裂面长度 $L=h/\sin \theta=43.95/\sin 15^\circ=78.58\text{m}$ ，层面结合程度很差，为软弱结构面，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）表4.3.1，确定岩层层面内摩擦角 $\phi=30^\circ$ ，粘聚力 $c=15\text{Kpa}$ 。

4) 计算方法

选用平面滑动法进行稳定性系数计算, 计算公式见上节内容。

5) 计算结果及评价

选取边坡单位长度为1m的情况进行计算，稳定性计算见下表：

46-46' 剖面稳定性计算表

| 参数 | r                   | c   | $\phi$       | A                | V                | $\theta$     | 安全系数 | 稳定系数 | 稳定性  |
|----|---------------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------|------|------|------|
| 单位 | ( $\text{KN/m}^3$ ) | KPa | ( $^\circ$ ) | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m}^3$ ) | ( $^\circ$ ) | /    | /    | /    |
| 取值 | 24.3                | 30  | 15           | 78.58            | 2016.3           | 15           | 1.25 | 1.18 | 基本稳定 |

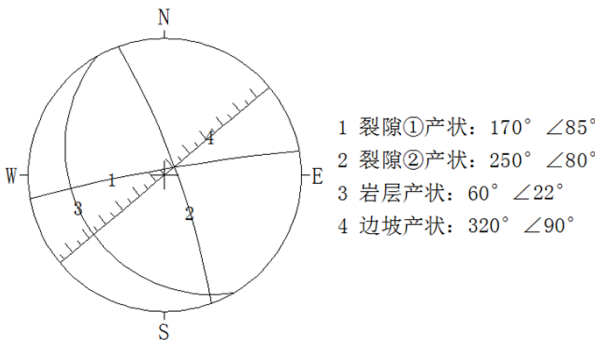
开挖边坡为岩质边坡，边坡安全等级为一级，为临时边坡，安全系数取1.25，经计算： $K_s=1.18<1.25$ ，右侧开挖边坡整体处于基本稳定状态。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为一级，边坡岩体类型为IV类，岩体等效内摩擦角 $50^\circ$ ，岩体破裂角取外倾结构面，故岩体破裂角取 $15^\circ$ 。若有放坡条件，建议对边坡采用 $15^\circ$ 的破裂角自上向下

分阶放坡，马道宽2.0m，并进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施；若无放坡条件，建议先对边坡采用坡率法自上向下分阶放坡后，再采取抗滑桩挡墙或锚杆挡墙进行支挡，建议粉质粘土坡率取1:1.25、强风化基岩坡率取1:1.0、中风化基岩放坡率取1:0.50~1:0.75。建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

②K1+800~K2+100段

该段边坡整体坡向约 $320^\circ$ ，岩层产状 $60^\circ \angle 22^\circ$ ，边坡高度5.1~24.0m，边坡岩性主要为粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩，其赤平投影分析如下：

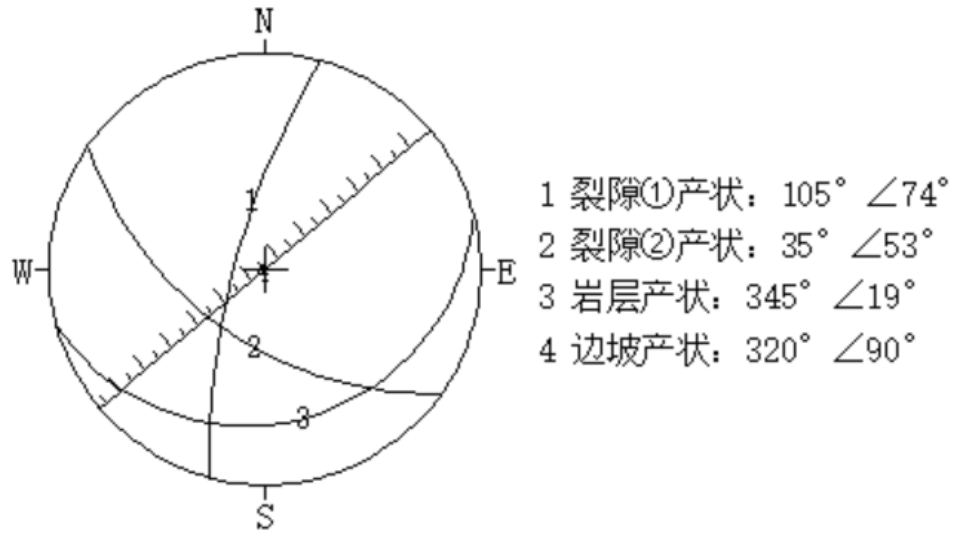


根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向大角度相交，为切向坡，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向反向相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向大角度相交，夹角 $70^\circ$ ，未构成不利外倾结构面，对边坡稳定性影响小；裂隙①与裂隙②组成的组合交线倾向坡内，对边坡稳定性影响小。边坡稳定性由岩体强度控制，边坡开挖后易发生岩体风化剥落掉块。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为II类，岩体破裂角泥岩取 $60.2^\circ$ 、砂岩取 $62.8^\circ$ ，岩体等效内摩擦角 $63^\circ$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶放坡开挖，马道宽2.0m，粉质粘土1:1.25、强中风化基岩1:1.0、中风化泥岩1:0.75及砂岩1:0.50，并对泥岩坡面进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，

及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

③K2+100～K2+300段



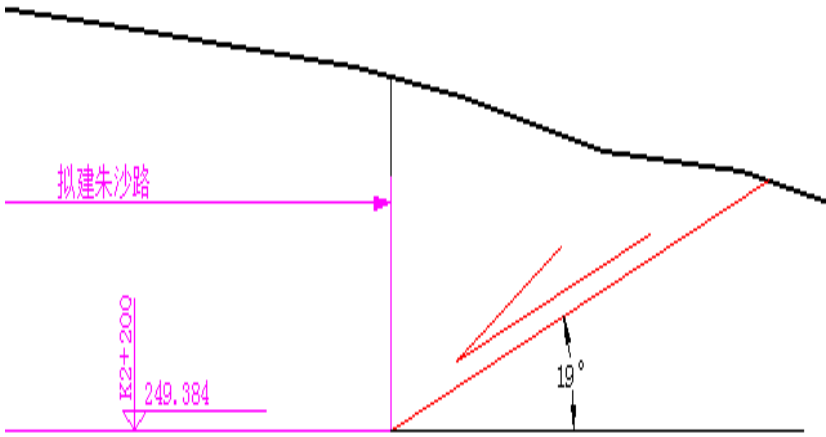
该段边坡整体坡向约320°，边坡高度2.9～7.10m，岩层产状345° ∠19°，发育两组裂隙：裂隙①105° ∠74°、裂隙②35° ∠53°，边坡岩性主要为粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩。

根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向小角度相交，夹角25°，为顺向边坡，岩层倾角小于放坡坡角，为顺向临空边坡，边坡可沿岩层面发生滑移破坏，岩层面对边坡稳定性影响大；裂隙Ⅰ、裂隙Ⅱ与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，其对边坡稳定性影响小；裂隙Ⅱ与岩层层面组成的组合交线倾向坡外，有产生局部掉块或崩塌的可能，对边坡的稳定性有影响。综上所述，边坡可沿岩层面发生滑移破坏，同时开挖后易发生岩体风化剥落掉块。

现采用定量计算评价该开挖顺向边坡稳定性如下文：

1) 计算模型

选用平面滑动法进行稳定性系数计算，岩体内部层面为潜在滑动面（滑面倾角19°），计算示意剖面为60-60'剖面。



60-60' 剖面稳定性计算示意图

2) 计算工况

根据边坡实际所处地质环境条件，采用天然工况对边坡稳定性进行计算。

3) 计算参数

边坡最高处进行计算，其基本参数为：计算坡高 $h=7.1\text{m}$ ，取岩体重度 $\gamma_{\text{砂}}=24.3\text{KN/m}^3$ ，滑动面倾角 $19^\circ$ ，破裂面长度 $L=h/\sin \theta=7.1/\sin 19^\circ=18.22\text{m}$ ，层面结合程度很差，为软弱结构面，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）表4.3.1，确定岩层层面内摩擦角 $\phi=30^\circ$ ，粘聚力 $c=15\text{Kpa}$ 。

4) 计算方法

选用平面滑动法进行稳定性系数计算,计算公式见上图。

5) 计算结果及评价

选取边坡单位长度为1m的情况进行计算，稳定性计算见下表：

60-60' 剖面稳定性计算表

| 参数 | r                   | c   | $\phi$       | A                | V                | $\theta$     | 安全系数 | 稳定系数 | 稳定性 |
|----|---------------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------|------|------|-----|
| 单位 | ( $\text{KN/m}^3$ ) | KPa | ( $^\circ$ ) | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m}^3$ ) | ( $^\circ$ ) | /    | /    | /   |
| 取值 | 24.3                | 30  | 15           | 18.22            | 69.89            | 19           | 1.20 | 1.78 | 稳定  |

开挖边坡为岩质边坡，边坡安全等级为二级，为临时边坡，安全系数取1.20，经计算： $K_s=1.78>1.20$ ，右侧开挖边坡整体处于稳定状态。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该段边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为Ⅳ类，岩体等效内摩擦角 $50^\circ$ ，岩体破裂角取外倾结构

面，故岩体破裂角取19°。建议按坡率法进行放坡开挖，粉质粘土1:1.25、强中风化基岩1:1.0、中风化泥岩1:0.75及砂岩1:0.50，并对泥岩坡面进行防风化护坡处理，建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

**备注** 该段边坡高度大于30m，为超限边坡，建议设计单位作专项边坡安全论证方案。

按线路设计高程整平后，建议采用基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值：中风化带泥岩[fa0]=2113kPa，中风化带砂岩[fa0]=8022kPa。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

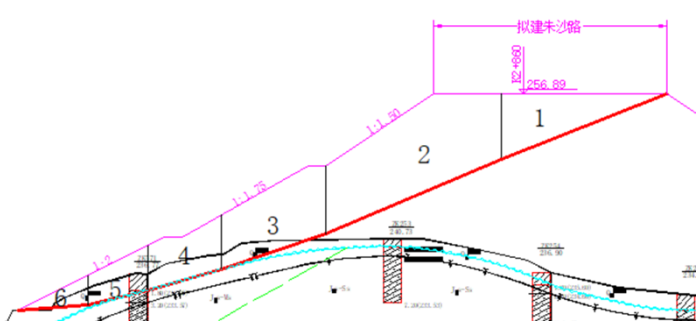
**（11）里程 K2+300～K2+980 填方路基段（见剖面 63～78）**

此段长约680m，路面设计标高为250.384～258.69m，设计纵坡度1%～1.5%。该段道路位于场平区域四、五南侧，根据设计意图，场平施工和道路施工同时进行。该段原始地貌为宽缓的农田地段，总体地形起伏不大，地形坡角一般5°～25°，局部田坎及斜坡处可达45°以上。原始覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约0.5～6.40m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工。按设计路面标高整平后，形成高约0.80～21.8m的填方边坡，整体坡向约155°。回填后的地形整体较平缓，地形坡角约5°～12°，局部新老土层界面坡度较大，现采用定量计算评价该填方边坡稳定性如下文：

①计算模型

根据边坡覆盖层厚度和岩土界面特征，选取代表性剖面76-76’作为稳定性计算剖面。以新老土层界面为滑面进行计算，计算剖面示意图见下图：



76-76’ 稳定性计算示意图

②计算工况

根据边坡实际所处地质环境条件，采用暴雨工况对边坡稳定性进行计算。

③计算参数

根据现场调查、钻探揭示鉴别及室内试验成果值，粉质粘土抗剪强度采用室内试验成果值，位于岩土界面处的粉质粘土由于上层滞水下渗过程中常在岩土界面聚集，地下水稍丰富，其抗剪强度粘聚力和内摩擦角相比粉质粘土内部略有降低。

根据地区工程经验，素填土天然重度取19.0kN/m<sup>3</sup>，饱和重度取20.0kN/m<sup>3</sup>，粘聚力C一般取0kPa，内摩擦角Φ一般取30°，考虑时间效应，在长期的风化作用下，特别是组成物质之一的泥岩风化成土后，其粘聚力会得到提高，内摩擦角略有降低。位于岩土界面处的素填土由于上层滞水下渗过程中常在岩土界面聚集，地下水稍丰富，长期水作用下发生泥化软化作用后，形成泥化软弱层，抗剪强度与粉质粘土的类似，且因其上部素填土孔隙率大透水性强，水的软化作用更强，其抗剪强度粘聚力和内摩擦角相比粉质粘土稍低。

综上所述并结合地区工程经验，其取值如下：

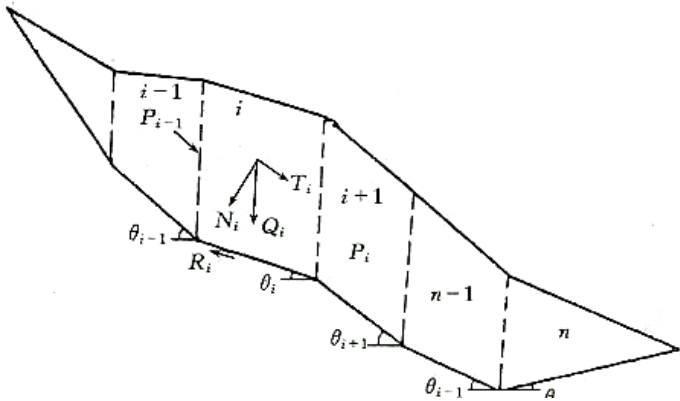
稳定性计算参数（综合确定）

| 土体名称 | 重度（KN/m³） |      | 抗剪强度           |              |                |              |
|------|-----------|------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|      | 天然        | 饱和   | 天然             |              | 饱和             |              |
|      |           |      | 粘聚力 c<br>（kPa） | 内摩擦角<br>Φ（°） | 内聚力 c<br>（kPa） | 内摩擦角<br>Φ（°） |
| 粉质粘土 | 19.2      | 19.6 | 24.52          | 12.49        | 18.12          | 10.61        |
| 岩土界面 | 19.2      | 19.6 | 20             | 11           | 17             | 9            |
| 素填土  | 19        | 20   | 0              | 30           | 0              | 25           |

|      |    |    |   |    |   |    |
|------|----|----|---|----|---|----|
| 岩土界面 | 19 | 20 | 9 | 15 | 7 | 13 |
|------|----|----|---|----|---|----|

④计算方法

采用折线滑动法进行计算，计算公式采用传递系数法隐式解如下：



传递系数法计算示意图

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (R_i \prod_{j=i}^{n-1} \psi_j) + R_n}{\sum_{i=1}^{n-1} (T_i \prod_{j=i}^{n-1} \psi_j) + T_n} \tag{1}$$

$$\psi_j = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \varphi_{i+1} \tag{2}$$

$$\prod_{j=i}^{n-1} \psi_j = \psi_i \cdot \psi_{i+1} \cdot \psi_{i+2} \cdots \psi_{n-1} \tag{3}$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i \tag{4}$$

$$T_i = W_i \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i - \theta_i) \tag{5}$$

$$N_i = W_i \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\alpha_i - \theta_i) \tag{6}$$

$$W_i = V_{iu} \gamma + V_{id} \gamma' + F_i \tag{7}$$

$$P_{wi} = \gamma_w i V_{id} \tag{8}$$

$$i = \sin|\alpha_i| \tag{9}$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \tag{10}$$

式中  $F_s$  —滑坡稳定性系数；

$\psi_i$  —传递系数。

$R_i$ —第*i*计算条块滑体抗滑力（kN/m）；

$T_i$ —第*i*计算条块滑体下滑力（kN/m）；

$N_i$ —第*i*计算条块滑体在滑动面法线上的反力（kN/m）；

$c_i$ —第*i*计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值（kPa）

$\varphi_i$ —第*i*计算条块滑带土的内摩擦角标准值（°）；

$l_i$ —第*i*计算条块滑动面长度（m）；

$\alpha_i$ —第*i*计算条块地下水流线平均倾角，一般情况下取浸润线倾角与滑面倾角平均值（°），反倾时取负值；

$N_i$ —第*i*计算条块滑体在滑动面法线上的反力（kN/m）；

$c_i$ —第*i*计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值（kPa）

$\varphi_i$ —第*i*计算条块滑带土的内摩擦角标准值（°）；

$l_i$ —第*i*计算条块滑动面长度（m）；

$\alpha_i$ —第*i*计算条块地下水流线平均倾角，一般情况下取浸润线倾角与滑面倾角平均值（°），反倾时取负值；

$W_i$ —第*i*计算条块自重与建筑等地面荷载之和（kN/m）；

$\theta_i$ —第*i*计算条块底面倾角（°），反倾时取负值；

$P_{wi}$ —第*i*计算条块单位宽度的渗透压力，作用方向倾角为 $\alpha_i$ （kN/m）；

$i$ —地下水渗透坡降；

$\gamma_w$ —水的容重（kN/m3）；

$V_{iu}$ —第*i*计算条块单位宽度岩土体的浸润线以上体积（m3/m）；

$V_{id}$ —第*i*计算条块单位宽度岩土体的浸润线以下体积（m3/m）；

$\gamma$ —岩土体的天然容重（kN/m3）；

$\gamma'$ —岩土体的浮容重（kN/m3）；

$\gamma_{sat}$ —岩土体的饱和容重（kN/m3）；

$F_i$  —第*i*计算条块所受地面荷载（kN）；

⑤计算结果及评价

稳定性系数计算过程具体见报告附表，暴雨工况下稳定性安全系数为1.11。

本边坡安全等级为一级，为永久性边坡，稳定性安全系数取1.35。根据以上计算结果表明：该段边坡在暴雨工况下边坡稳定性系数1.11，整体处于基本稳定状态；K2+860～K2+900段建议放坡后在坡脚采取挡墙进行支挡，挡墙持力层宜为稳定的中风化基岩，建议挡墙基坑开挖临时坡率：土层1:1.25、强风化基岩1:0.75、中风化基岩1:0.50。

建议填方边坡地形平缓段可按坡率1:1.50、1:1.75和1:2.00至上而下分阶并设置2.0m宽平台的方式放坡；K2+860～K2+900段地形陡坡段建议放坡后在坡脚修建挡墙进行支挡，建议对填方边坡进行格构+绿化护坡处理，并做好排水措施。压实度均应符合《公路路基施工技术规范》规定；线路段若存在耕植土或草皮层回填前需清除，斜坡段还需按要求挖成反倾的台阶，防止路填侧滑和不均匀沉降。

**右幅：**根据设计意图，场平区域和道路同时进行施工。按设计路面标高整平后，形成高约5.60～32.80m的填方边坡，整体坡向约153°。原始地形整体较平缓，地形坡角约5°～15°，局部斜坡段可达35°以上。按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为一级。建议清除表层松散土体，较陡部分挖设错台，上部加土工格栅，按坡率1:1.50～1:2.0逐级减缓放坡，分层压实回填，8m设置一个台阶，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K2+320～K2+365段、K2+380～K2+435段、K2+520～K2+640段、K2+810～K2+870段右幅、K2+900～K2+960段右幅经过鱼塘和水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

**备注：**该段边坡高度大于30m，为超限边坡，建议设计单位作专项边坡安全论证方案。

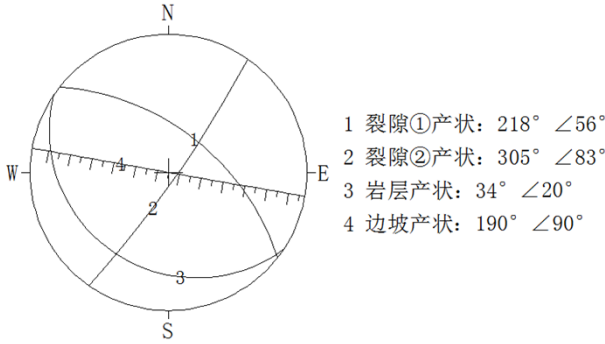
**（12）里程 K2+980～K3+622.01 挖方路基段（见剖面 80～83、86～101）**

此段长约642.01m，路面设计标高为258.69～268.29m，设计纵坡度1.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高20.332m（K3+380）。该段穿越丘陵斜坡地段，总体地形起伏较大，地形坡角一般8°～25°，陡坎处可达60°以上。道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约0.20～4.0m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，形成高约1.0～19.7m的挖方岩土质边坡，K2+980～K3+300段总体坡向约190°、K3+300～K3+622.01段总体坡向约150°，边坡岩性主要由粉质粘土、强风化、中风化砂岩及泥岩组成。

**①K2+980～K3+300 段**

该段边坡整体坡向约190°，岩层产状34°∠20°，边坡高度1.0～9.9m，边坡岩性主要为粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩，其赤平投影分析如下：



根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向反向相交，为反向边坡，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向小角度相交，夹角28°，且其倾角56°小于坡角，构成不利外倾结构面，其对边坡稳定性影响大；裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾组合结构面；裂隙①与裂隙②组成的组合交线倾向坡外，有产生局部掉块或崩塌的可能。综上所述边坡稳定性由裂隙①控制，边坡开挖后易沿裂隙①发生整体滑动破坏及发生岩体风化剥落掉块。

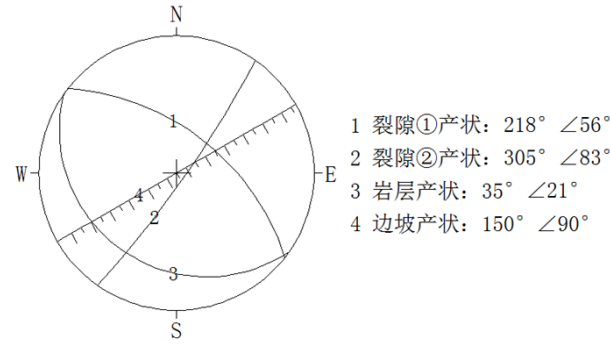
根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二

级，边坡岩体类型为Ⅲ类。边坡可能的破坏模为沿外倾裂隙①倾角滑移，故岩体破裂角取  $56^{\circ}$ ，岩体等效内摩擦角  $53^{\circ}$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶分段放坡开挖，建议粉质粘土 1:1.25、强风化基岩坡率 1:1.0、中风化基岩坡率取 1:0.75，建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

②K3+300~K3+622.01 段

该段边坡整体坡向约  $150^{\circ}$ ，岩层产状  $35^{\circ} \angle 21^{\circ}$ ，边坡高度 6.0~19.7m，边坡岩性主要为粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩。

根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向大角度相交，为切向边坡，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向大角度相交，夹角  $68^{\circ}$ ，未构成不利外倾结构面，其对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向反向相交，未构成不利外倾组合结构面；裂隙①与裂隙②组成的组合交线倾向坡内，对边坡的稳定性影响小。综上所述边坡稳定性由岩体强度控制，边坡开挖后易发生岩体风化剥落掉块。



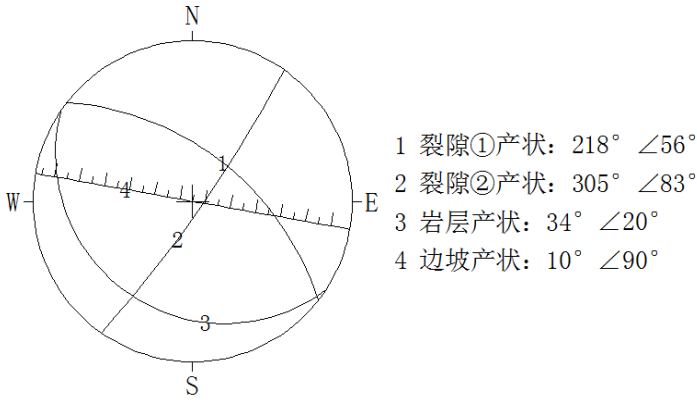
根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为Ⅲ类。边坡岩体破裂角取岩体破裂角与外倾裂隙面倾角较小值（即泥岩  $60.2^{\circ}$ 、砂岩  $62.8^{\circ}$ ），岩体等效内摩擦角  $53^{\circ}$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶分段放坡开挖，建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强风化基岩坡率取 1:1.0、中风化基岩放坡率取 1:0.50~1:0.75，并进行护坡防风化处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

右幅：按设计路面标高整平后，形成高约 1.0~24.0m 的挖方岩土质边坡，K2+980~K3+300 段总体坡向约  $10^{\circ}$ 、K3+300~K3+622.01 段总体坡向约  $330^{\circ}$ ，边坡岩性主要由粉质粘土、强、中风化泥岩及砂岩组成。

①K2+980~K3+300 段

该段边坡整体坡向约  $10^{\circ}$ ，岩层产状  $34^{\circ} \angle 20^{\circ}$ ，边坡高度 3.1~22.9m，边坡岩性主要为粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩。

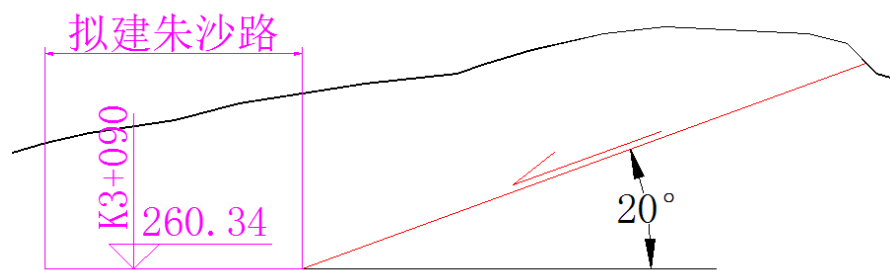
根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向小角度相交，夹角  $24^{\circ}$ ，为顺向边坡，岩层倾角小于放坡坡角，为顺向临空边坡，边坡可沿岩层面发生滑移破坏，岩层面对边坡稳定性影响大；裂隙①、裂隙②与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，其对边坡稳定性影响小；裂隙②与岩层层面组成的组合交线倾向坡外，有产生局部掉块或崩塌的可能，对边坡的稳定性有影响。综上所述边坡可沿岩层面发生滑移破坏，同时开挖后易发生岩体风化剥落掉块。



现采用定量计算评价该开挖顺向边坡稳定性如下文：

1) 计算模型

选用平面滑动法进行稳定性系数计算，岩体内部层面为潜在滑动面（滑面倾角  $20^{\circ}$ ），计算示意剖面为 86-86' 剖面。



86-86’ 剖面稳定性计算示意图

2) 计算工况

根据边坡实际所处地质环境条件，采用天然工况对边坡稳定性进行计算。

3) 计算参数

边坡最高处进行计算，其基本参数为：计算坡高  $h=22.9\text{m}$ ，取岩体重度  $r$  砂= $24.3\text{KN/m}^3$ ，滑动面倾角  $20^\circ$ ，破裂面长度  $L=h/\sin \theta=22.9/\sin 20^\circ=60.54\text{m}$ ，层面结合程度很差，为软弱结构面，根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）表 4.3.1，确定岩层层面内摩擦角  $\phi=30^\circ$ ，粘聚力  $c=15\text{Kpa}$ 。

4) 计算方法

选用平面滑动法进行稳定性系数计算,计算公式见上图。

5) 计算结果及评价

选取边坡单位长度为 1m 的情况进行计算，稳定性计算见下表：

86-86’ 剖面稳定性计算表

| 参数 | r                   | c   | $\phi$       | A                | V                | $\theta$     | 安全系数 | 稳定系数 | 稳定性  |
|----|---------------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------|------|------|------|
| 单位 | ( $\text{KN/m}^3$ ) | KPa | ( $^\circ$ ) | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m}^3$ ) | ( $^\circ$ ) | /    | /    | /    |
| 取值 | 24.3                | 30  | 15           | 60.54            | 655.27           | 20           | 1.30 | 1.07 | 基本稳定 |

开挖边坡为岩质边坡，边坡安全等级为二级，为永久边坡，安全系数取 1.30，经计算： $K_s=1.07<1.30$ ，右侧开挖边坡整体处于基本稳定状态。

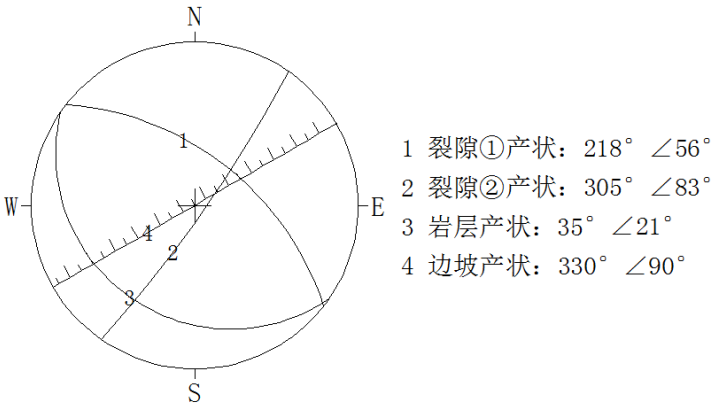
根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为IV类，岩体等效内摩擦角  $50^\circ$ ，岩体破裂角取外倾结构面，故岩体破裂角取  $20^\circ$ 。若有放坡条件，建议对边坡采用  $20^\circ$  的破裂角自上向下

分阶分段放坡开挖，马道宽 2.0m，并进行防风化护坡处理，建议对边坡采用自上而下分级支护的逆作法施工；若无放坡条件，建议先对边坡采用坡率法自上向下分阶放坡后，再采取抗滑桩挡墙或锚杆挡墙进行支挡，建议粉质粘土坡率 1:1.25、强风化基岩坡率取 1:1.0、中风化基岩坡率取 1:0.50~1:0.75，建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

②K3+300~K3+662.01 段

该段边坡整体坡向约  $330^\circ$ ，岩层产状  $35^\circ \angle 21^\circ$ ，边坡高度 4.2~24.0m，边坡岩性主要为粉质粘土、强、中风化砂岩及泥岩。

根据赤平投影图分析，岩层倾向与坡向大角度相交，为切向边坡，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向大角度相交，未构成不利外倾结构面，其对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向小角度相交，夹角  $25^\circ$ ，但倾角大于  $75^\circ$ ，对边坡稳定性影响小；裂隙①与岩层面组成的组合交线倾向坡外，有产生局部掉块或崩塌的可能。综上所述边坡稳定性由裂隙②及岩体强度控制，边坡直立开挖后易沿裂隙②整体滑动及发生岩体风化剥落掉块。



根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为III类，岩体等效内摩擦角  $53^\circ$ ，边坡岩体破裂角取泥岩  $60.2^\circ$ 、砂岩  $62.8^\circ$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶分段放坡开挖，建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强风化基岩坡率取 1:1.0、中风化基岩放坡率取

1:0.50~1:0.75, 并进行锚喷混凝土护坡防风化, 建议清除表层松散土体, 自上而下, 分段跳槽, 及时支护, 逆作法施工, 严禁无序大开挖、严禁爆破作业, 并做好排水措施。

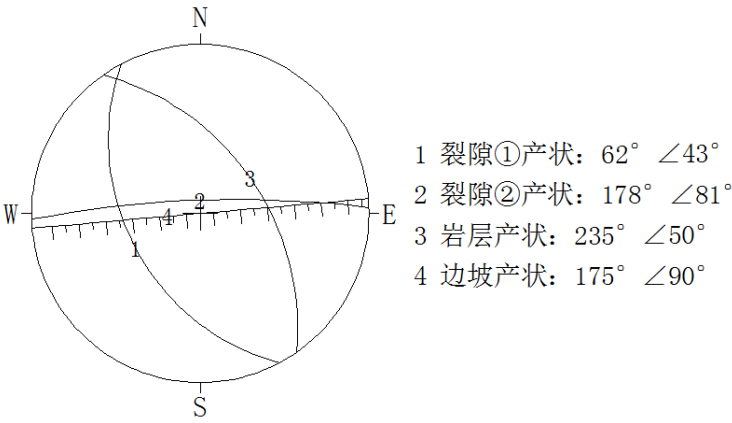
按线路设计高程整平后, 建议采用压实填土或基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值: 中风化带泥岩 $[fa_0]=2113\text{kPa}$ , 中风化带砂岩 $[fa_0]=8022\text{kPa}$ 。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

**烟沙路 K0+000~K0+278.877 段工程地质条件评价**

**(1) 里程 K0+000~K0+278.877 挖方路基段 (见剖面 102~108)**

此段长约 280m, 路面设计标高为 184.73~200.132m, 设计纵坡度 6.3%。按设计路面标高整平后, 沿线路中线最大挖方高 15.346m (K0+200)。该段穿越农田和小山包, 总体地形起伏较大, 地形坡角一般  $8^{\circ}\sim 28^{\circ}$ , 陡坎处可达  $60^{\circ}$  以上。道路中心覆盖层主要为粉质粘土、素填土, 土层厚约 0.2~8.0m, 下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组 (J2s) 砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育, 岩质极软, 力学性能一般; 中风化带裂隙局部发育, 质软, 属较完整岩体。

**左幅** 按设计路面标高整平后, 形成高约 0.20~19.93m 的挖方岩土质边坡, 主要由粉质粘土、强风化及中风化泥岩为主, 夹少量风化砂岩, 边坡倾向  $175^{\circ}$ , 挖方土质段地形平缓, 不会沿岩土界面发生垮塌, 建议按 1:1.25 的坡率进行放坡, 并做好排水措施。

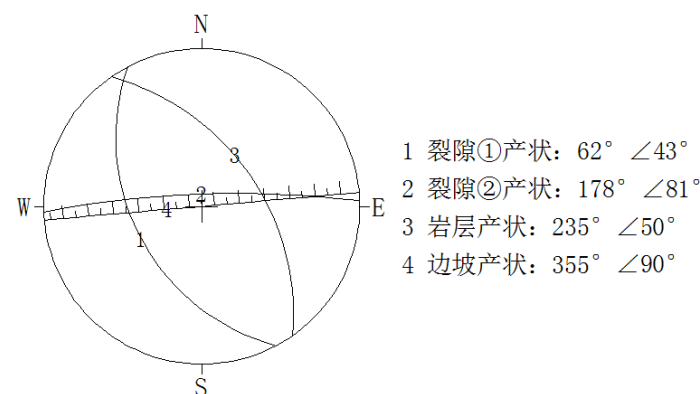


边坡岩质部分根据赤平投影分析可知: 岩层倾向与坡向大角度相交, 夹角  $60^{\circ}$ , 为切向坡, 岩层面对边坡稳定性影响小; 裂隙①与坡向反向相交, 对边坡稳定性影响小; 裂隙②与坡向基本一致, 但倾角大于  $75^{\circ}$ , 对边坡稳定性影响小; 裂隙①与岩层层面组成的组合交线倾向坡外, 有产生掉块或崩塌的可能。边坡稳定性由岩体强度及裂隙②控制, 边坡直立开挖后易沿裂隙②发生整体滑动破坏及发生岩体风化剥落掉块。

根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 该边坡安全等级为二级, 边坡岩体类型为 III 类, 岩体破裂角取  $60.2^{\circ}$ , 岩体等效内摩擦角  $53^{\circ}$ 。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶分段放坡开挖, 马道宽 2.0m, 建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强风化泥岩坡率取 1:1.0、中风化泥岩放坡坡率取 1:0.75, 并对坡面进行防风化护坡处理; 建议清除表层松散土体, 自上而下, 分段跳槽, 及时支护, 逆作法施工, 严禁无序大开挖、严禁爆破作业, 并做好排水措施。

**右幅:** 按设计路面标高整平后, K0+000~K0+150 段右侧跟场平区域 A 一起整平, 形成高约 0.50~5.30m 的挖方岩土质边坡, 主要由粉质粘土、强、中风化泥岩及砂岩组成, 坡向约  $175^{\circ}$ , 按坡率法土层 1:1.25、强风化基岩 1:1.0、中风化基岩 1:0.75 的放坡后边坡处于稳定状态, 边坡安全等级为三级, 岩体类型为 III 类, 破裂角取泥岩  $60.2^{\circ}$ 、砂岩  $62.8^{\circ}$ , 等效内摩擦角  $53^{\circ}$ ; K0+150~K0+280 段形成高约 0.20~10.2m 的挖方岩质边坡和高约 0.70m 的填方边坡, 挖方边坡岩性主要由粉质粘土、强风化、中风化泥岩组成。边坡安全等级二级,

挖方边坡倾向 355°。挖方土质段地形平缓，不会沿岩土界面发生垮塌，建议按 1:1.25 的坡率进行放坡，并做好排水措施；填方段地形平缓，建议按 1:1.50 的坡率进行放坡。



岩层倾向与坡向大角度相交，为切向坡，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向大角度相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向相反，对边坡稳定性影响小；裂隙①与裂隙②组成的组合交线倾向坡内，对边坡稳定性影响小。边坡稳定性由岩体强度控制，边坡开挖后易发生岩体风化剥落掉块。

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为Ⅲ类，岩体破裂角取泥岩 60.2°，岩体等效内摩擦角 53°。建议对边坡采用坡率法自上向下分阶分段放坡开挖，马道宽 2.0m，建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强风化泥岩坡率取 1:1.0、中风化泥岩放坡坡率取 1:0.75，并对坡面进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

按线路设计高程整平后，建议采用压实填土或基岩作路基持力层。据野外鉴定及重庆地方经验地基承载力特征值取下列值：中风化带泥岩  $[fa0] = 2113\text{kPa}$ ，中风化带砂岩  $[fa0] = 8022\text{kPa}$ 。填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定；K0+000~K0+150 段、K0+260~K0+280 段经过鱼塘及水田软土地段，建议采取抛石挤淤、换填等措施进行处理。

## 化南六支路 K0+000~K0+430.849 段工程地质条件评价

### （1）里程 K0+000~K0+060 填方路基段（见剖面 169）

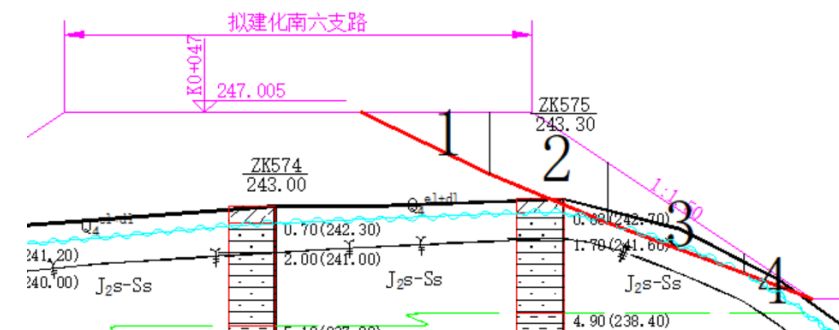
此段长约 60m，路面设计标高为 248.65~246.55m，设计纵坡度-3.5%，位道路起点接烟沙路 K1+929.553。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大填方高 2.95m（K0+020）。现状地形为农田及斜坡地貌，道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约 0.60~6.40m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）砂岩及泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

**左幅：**按设计路面标高整平后，形成高约 0.10~13.40m 的填方边坡，坡向约 295°。现状地形整体较平缓，地形坡角约 5°~12°，按设计坡率放坡后边坡整体稳定性较好，回填产生沿岩土界面滑移的可能性小，边坡处于稳定状态，边坡安全等级为二级。建议清除表层松散土体，较陡部分挖设错台，上部加土工格栅，按坡率 1:1.50~1:1.75 放坡，分层压实回填，并做好排水措施。

**右幅：**按设计路面标高整平后，形成高约 6.5~11.8m 的填方边坡，坡向约 115°。现状地形起伏较大，一般地形坡角约 15°~30°，新老土层界面坡度较大，现采用定量计算评价该填方边坡稳定性如下文：

#### ①计算模型

根据边坡覆盖层厚度和岩土界面特征，选取代表性剖面 169-169' 作为稳定性计算剖面。以岩土界面及土体内部为滑面进行计算，计算剖面示意图见下图：



169-169' 稳定性计算示意图

- ②计算工况见上节内容。
- ③计算参数见上节内容。
- ④计算方法见上节内容。
- ⑤计算结果及评价

稳定性系数计算过程具体见报告附表，暴雨工况下稳定性安全系数为 1.06。

本边坡安全等级为二级，为永久性边坡，稳定性安全系数取 1.30。根据以上计算结果表明：该段边坡在暴雨工况下边坡稳定性系数 1.06，整体处于基本稳定状态；K0+020~K0+060 段斜坡地形坡度大的地段建议修建路堤衡重式挡墙进行支挡，挡墙基础置于中风化基岩上，挡墙基础开挖时应分段跳槽开挖，基坑临时开挖坡率建议值：土层 1:1.0、强、中风化基岩 1:0.75。

其余地形平缓段建议填方边坡可按坡率 1:1.50 放坡，建议对填方边坡进行格构+绿化护坡处理。压实度均应符合《公路路基施工技术规范》规定；线路段若存在耕植土或草皮层回填前需清除，斜坡段还需按要求挖成反倾的台阶，防止路填侧滑和不均匀沉降。

按线路设计高程整平后，基岩埋深较大，建议采用压实填土作路基持力层，填土地基承载力特征值建议根据现场实测结果确定。

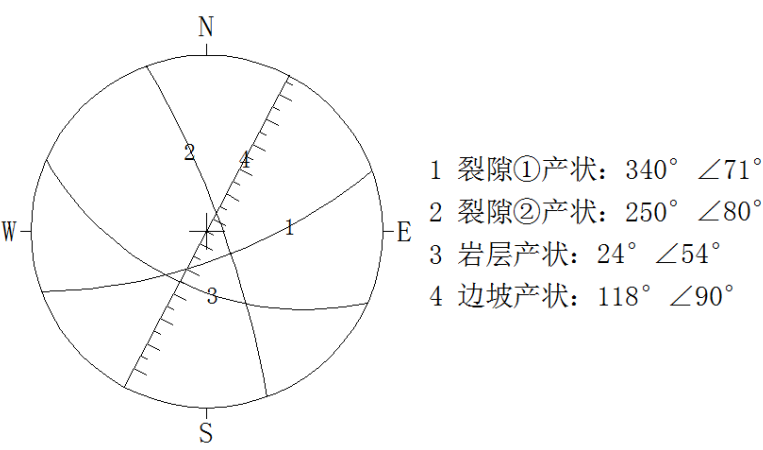
(2) 里程 K0+060~K0+120 挖方路基段（见剖面 170）

此段长约 60m，路面设计标高为 246.55~244.45m，设计纵坡度-3.5%。按设计路面标高整平后，沿线路中线最大挖方高 8.34m（K0+080）。该段穿越一个小山丘，总体地形起伏较大，地形坡角一般 8°~28°，陡坎处可达 60°以上。道路中心覆盖层主要为粉质粘土，土层厚约 0.8~1.30m，下伏基岩主要为侏罗系中统沙溪庙组（J2s）泥岩。基岩强风化带风化裂隙发育，岩质极软，力学性能一般；中风化带裂隙局部发育，质软，属较完整岩体。

左幅：按设计路面标高整平后，形成高约 1.20~9.1m 的挖方岩土质边坡，

主要由粉质粘土、强风化及中风化泥岩为主，边坡倾向 118°，挖方土质段地形平缓，不会沿岩土界面发生垮塌，建议按 1:1.25 的坡率进行放坡，并做好排水措施。

边坡岩质部分根据赤平投影分析可知：岩层倾向与坡向大角度相交，为切向坡，岩层面对边坡稳定性影响小；裂隙①与坡向反向相交，对边坡稳定性影响小；裂隙②与坡向大角度相交，对边坡稳定性影响小；裂隙①与裂隙②组成的组合交线倾向坡内，对边坡稳定性影响小。边坡稳定性由岩体强度控制，边坡开挖后易发生岩体风化剥落掉块。



根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），该边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为Ⅲ类，岩体破裂角取 60.2°，岩体等效内摩擦角 53°。建议对边坡采用自上向下分阶分段放坡开挖，马道宽 2.0m，建议粉质粘土坡率取 1:1.25、强风化泥岩坡率取 1:1.0、中风化泥岩放坡坡率取 1:0.75，并对坡面进行防风化护坡处理；建议清除表层松散土体，自上而下，分段跳槽，及时支护，逆作法施工，严禁无序大开挖、严禁爆破作业，并做好排水措施。

右幅：按设计路面标高整平后，形成高约 0.50~3.10m 的低矮挖方岩土质边坡和高约 2.45~3.50m 的低矮填方边坡，挖方边坡主要由粉质粘土、强、中风化泥岩组成，坡向约 295°，边坡安全等级为二级，边坡岩体类型为Ⅲ类，岩体破裂角取 60.2°，岩体等效内摩擦角 53

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/408060003072006116>