

成都至泸州高速公路

工程地质勘察报告

(工程可行性研究阶段)

二峨山隧道

(起迄桩号: K37+350~K39+710)

四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

二〇〇八年八月

成都至泸州高速公路

工程地质勘察报告

(工程可行性研究阶段)

二峨山隧道

(起迄桩号: K37+350~K39+710)

四川省蜀通岩土工程公司

二〇〇八年八月

目 录

文字部分

1 前言 1

1.1 工程概况 1

1.2 工作概况 1

1.2.1 勘察目的和任务 1

1.2.2 勘察工作依据及执行的规范 1

1.2.3 勘察工作方法及其完成的主要工作量 1

1.2.4 勘察工作质量评述 2

2 隧址工程地质条件 3

2.1 地理位置及交通条件 3

2.2 气象与水文 3

2.2.1 气象 3

2.2.2 水文 3

2.3 地形地貌 3

2.4 地层岩性 3

2.5 地质构造 4

2.6 区域稳定性及地震 4

2.6.1 区域稳定性 4

2.6.2 地震 4

2.7 水文地质条件 5

2.7.1 地下水类型及补给、径流、排泄条件 5

2.7.2 地下水化学类型及腐蚀性 6

2.8 不良地质现象 6

3 隧址岩土体工程地质特征及主要物理力学性质指标 6

3.1 土体工程地质特征及物理力学性质 6

3.2 岩体工程地质特征及物理力学性质 7

3.3 岩土体物理力学性质指标 8

4 隧址工程地质条件评价 8

4.1 隧址工程地质环境稳定性和适宜性评价 8

4.2 隧道进口段工程地质条件评价 8

4.2.1 进洞口段稳定性和适宜性评价 8

4.2.2 进洞口边坡及仰坡稳定性分析与评价 8

4.3 隧道出口段工程地质条件评价 9

4.3.1 出洞口段稳定性和适宜性评价 9

4.3.2	出洞口边坡及仰坡稳定性分析与评价	9
4.4	隧道洞身段工程地质条件评价	10
4.4.1	洞身段稳定性评价	10
4.4.2	围岩分级	10
4.4.3	隧道涌水量初步预测	12
4.4.4	隧道地温及有毒有害气体	12
4.5	隧道施工的环境影响评价	12
4.5.1	隧道环境影响评价	12
4.5.2	隧道弃碴场评价	13
5	天然建筑材料	13
5.1	条石料	13
5.2	碎块石料	13
5.3	混凝土骨料及粘土料	13
5.4	施工水源	13
6	结论与建议	13
6.1	结 论	13
6.2	建 议	13
6.3	下阶段勘察工作建议	14

附图：

1、图例	
2、工程地质平面图（比例尺：1：10000）	N0:01
3、工程地质纵断面图（比例尺：1：5000）	N0:02
4、钻孔地质柱状图（比例尺：1：100）	N0:03

附件：

1、岩石试验检测报告	
2、土工试验检测报告	
3、水质分析报告	
4、二峨山隧道声波测井波速报告	

成都至泸州高速公路工程可行性研究阶段
二峨山隧道工程地质勘察报告

1 前言

1.1 工程概况

成都至自贡至泸州高速公路工程可行性研究阶段二峨山隧道位于双流县大林镇水池乡和仁寿县敖林区正华村，为 K 线隧道，由四川省交通厅公路规划勘察设计研究院设计，为分离式隧道，隧道净宽 10.25m，净高 5.0m，轴线起止桩号为 K37+350~K39+710，中心桩号 K38+530，长 2360m，属长隧道，洞轴线为曲线型，隧道轴向 146°~134°，轴线地面标高 507.76m~751.63m，设计路面标高 507.82m~545.71m，进洞口设计高程 545.71m，出洞口设计高程 507.82m，进出洞口设计高程高差 37.89m，路面纵坡坡度为-1.9%。

1.2 工作概况

1.2.1 勘察目的和任务

本次勘察根据《公路工程地质勘察规范》及现行相关勘察规范要求，为编制工可阶段设计文件提供准确、完整的工程地质资料及参数。其目的任务如下：

1、研究区域地形、地貌、岩性及其物理力学性质、地质构造、不良地质及特殊岩土、水文及水文地质、气象、地震等条件及其与工程的关系，对工程所在范围的场地工程地质条件作出初步评价；

2、对控制路线方案的隧道，了解洞身围岩类别、地应力分布、水文地质条件、洞口稳定条件及对环境的影响等，提出适宜的位置和比选意见，为编制可行性研究报告等提供地质依据资料；

3、调查了解沿线筑路材料的分布、质量、储量、开采和运输条件以及工程用水的水源及水质；

4、编制二峨山隧道工程地质勘察报告（工可阶段），并提交相应图件、附表、附件。

1.2.2 勘察工作依据及执行的规范

本次勘察主要按下列规范、规程和技术要求执行：

1、《公路工程地质勘察规范》	JTJ064-98
2、《公路隧道勘测规范》	JTJ061-99
3、《公路隧道设计规范》	JTGD70-2004
4、《公路隧道施工技术规范》	JTJ042-94
5、《公路工程技术标准》	JTGB01-2003
6、《公路工程抗震设计规范》	JTJ004-89
7、《建筑工程地质钻探技术标准》	JGJ87-92
8、《公路桥涵地基与基础设计规范》	JTGD63-2007
7、《公路土工试验规程》	JTGE40-2007
8、《公路工程石料试验规程》	JTJ054-94
9、《公路工程水质分析操作规程》	JTJ056-84
10、《岩土工程勘察规范》	GB50021-2001
11、《建筑抗震设计规范》	GB50011-2001
12、《建筑桩基技术规范》	JGJ94—94
13、《成都地区建筑地基基础设计规范》	DB51/T5026-2001
14、其他有关标准、规范和规程等	

1.2.3 勘察工作方法及完成的主要工作量

本次隧道工程地质勘察依据委托要求和相关规范规定，工程可行性研究阶段勘察以工程地质测绘为主，辅以必要的工程地质钻

探、物探、室内外试验等工作，采用了综合勘探方法和技术手段，钻孔是由四川省交通厅公路规划勘察设计研究院布置，采用 TOPCON GTS 336 全站仪测放，施工钻机为二台 XY-150 型工程钻机，岩土测试由四川省兴冶岩土检测中心和四川省地勘局成都岩土水质检测中心完成。本次工作野外作业于 2008 年 6 月 11 日进场，2008 年 7 月 1 日结束野外工作，完成了本阶段的勘察任务，勘察完成的主要实物工作量见表 1.2.3。

表 1.2.3 二峨山隧道工可完成主要实物工作量一览表

工 作 项 目		单 位	工 作 量	备 注
工 程 测 量	钻 孔 定 位	个	2	
	实测工程地质纵剖面	m/条	3360/1	
工程地质测绘与调查（1：10000）		km ²	2.38	
钻 探	进 尺/钻孔	m /个	75.50/2	
综合测井	声波测井	m/孔	58.50/2	
水 文 试 验	简易水文地质观测	次	2	
	注水试验	台班/孔段	2/1	
采 样	岩 样	组	4	
	土 样	件	1	
室 内 试 验	岩 石 试 验	物 理	组	4
		天然抗压	组	2
		饱和抗压	组	2
		变形试验	组	2
		抗剪试验	组	2
	土样常规试验		件	1
	水质简分析		组	2

1.2.4 勘察工作质量评述

本次勘察工作采用了工程地质调查与测绘、钻探、室内土工试验、钻孔简易水文观测、水文地质试验、原位测试及物探等多种手段，其方

法、手段和完成的实物工作量满足相应规范要求，达到了工可阶段勘察目的，可作为工可阶段设计文件编制的地质依据。

1.2.4.1 工程测量

工作内容为钻孔定位及实测工程地质断面。本次测量采用公路抵偿坐标系统，高程系统为黄海高程，仪器采用 TOPCON GTS 336 全站仪，极坐标法定位，测量成果精度能满足规范要求。

1.2.4.2 钻探

钻进过程中严格按勘察纲要及钻探操作规程执行，未出现安全质量事故。土层采取率大于 80%，符合规范要求。

1.2.4.3 现场原位测试

本次勘察投入的原位测试主要是声波测试。声波测试使用 RSMSY5 声波仪，采用 FSY-2 型（30kHz）一发双收探头进行声波测试，岩芯声速测试采用喇叭型探头进行，达到了查明岩体工程特性的目的，满足规范要求。

1.2.4.4 采样及室内试验

本次工作采集岩样 4 组，土样 1 件，水样 2 件。采样孔占钻孔总数的 2/3 以上，样品长度满足测试项目要求，岩土室内试验及水质分析由四川省兴冶岩土检测中心和四川省地勘局成都岩土水质检测中心承担。

1.2.4.5 水文试验

在钻孔内对孔隙含水层进行了注水试验，具体操作按相关试验规程执行。

综上所述，本次勘察工作严格按《公路工程地质勘察规范》（JTJ064～98）及相关规范规程要求执行，质量符合要求。

2 隧址工程地质条件

2.1 地理位置及交通条件

二峨山隧道进口位于双流县大林镇水池乡柏杨坡，邓家沟南东二峨山山脚，出口位于仁寿县敖林区正华村麻柳沟北西二峨山山脚，隧道进出洞口均有机耕道前往，交通条件较好。

2.2 气象与水文

2.2.1 气象

二峨山隧道行政区域隶属于成都市双流县、眉山市仁寿县。

成都市双流县属亚热带湿润季风气候区，冬无严寒，夏无酷热，气候温和，具有春早夏长秋日多绵雨的特点。冬季雨量充沛，四季分明，年均气温 15.6℃~16.8℃，以七月最热，平均气温 26℃；以 1 月最冷，平均气温 5.9℃。极端最高气温 39.4℃，极端最低气温-4.8℃。境内年降水量从东到西逐渐增加，1959~1985 年累年平均降雨量 1117.2mm，雨季集中在 6~8 月，降雨量占全年的 59%最大年降雨量 2367.2 mm，最小年降雨量 755.4mm，最大月降雨量 512.4mm。累年均无霜期 285 天，雾日 33 天。大风多为西北风，5~7 级居多，8 级以上大风少见，瞬间最大风速 9m/s（1983 年 3 月 15 日），相对湿度累年平均 83%，平均蒸发量 950mm。

眉山市仁寿县属亚热带气候区，气候温和，雨量丰富，同时具有冬暖春旱，夏热多雨，湿度大，日照少等特点。多年平均气温 16.6~17.9 度，极端最高气温 39.9 度，极端最低气温-4 度，多年平均降水量 986~1048 毫米，多集中在六月至九月，占全年降雨量的 69~74%，12 月至次年 3 月降雨量少，仅占全年降雨量 5.5~7%，最大一日降雨量可达 206.5 毫米，多年平均相对湿度 77~80%，以 9 月、10 月最高，3 月、4 月、5 月最低，多年平均日照时数 1159~

1293 小时，日照百分率仅 26~29%，以 7 月、8 月最高，10 月至次年 2 月较低。

2.2.2 水文

隧址区隧道进、出口各发育一条常年流水冲沟，分别名为邓家沟和麻柳沟，水量较小，呈“V”字形，呈宽约 5~10m，切割深度 3~5m，纵坡 5~15°，沟内堆积有少量的砂岩块石，沟底及沟侧可见基岩出露。隧址区还发育多处堰塘，对隧址区无影响。地表水主要为堰塘容水。

2.3 地形地貌

隧址区为构造剥蚀低山地貌区，地表植被发育，隧道进洞口位于双流县大林镇水池乡柏杨坡，邓家沟南东二峨山山脚，出洞口位于仁寿县敖林区正华村麻柳沟北西二峨山山脚，隧道轴向 146°~134°，长 2360m，洞身地形中部高，两出口地段地形较低，地形起伏较大，海拔高程 520.0~751.7m，相对高差约 231.7m，坡角 20~40°，局部成陡崖状，隧道最大埋深约 210m。



图 2.3 隧址区地形地貌

2.4 地层岩性

经工程地质测绘及钻探揭露，隧址区出露和揭露地层为耕植土（Q₄^{pd}），第四系松散堆积层（Q）及侏罗系上统遂宁组（J₃s）及中

统上沙溪庙组（ J_2s ）地层，现由老至新分述如下：

1、侏罗系中统上沙溪庙组（ J_2s ）：主要由紫红、棕红色砂岩、泥岩组成，出露于隧址区进口及洞身段陡斜坡地带。

砂岩：紫红色，砂质结构，钙、泥质胶结，中厚层～厚层状构造，主要由长石、石英、云母等矿物组成，呈弱风化。

泥岩：紫红色，泥质结构，中厚层状～厚层状构造，矿物成分以粘土矿物为主，呈强风化～弱风化。

2、侏罗系上统遂宁组（ J_3s ）：主要由紫红、棕红色砂岩、泥岩组成，出露于隧址区出口陡斜坡地带。

砂岩：紫红色，砂质结构，钙、泥质胶结，中厚层～厚层状构造，主要由长石、石英、云母等矿物组成，呈弱风化。

泥岩：紫红色，泥质结构，中厚层状～厚层状构造，矿物成分以粘土矿物为主，呈强风化～弱风化。

3、第四系松散堆积层（ Q ）：

（1）、第四系残坡积层（ Q_4^{e1+d1} ）、崩坡积层（ Q_4^{c+d1} ）：主要由紫红色、砖红色（含块、碎石）低液限粘土组成，分布于斜坡及脊间槽谷地带地带。

低液限粘土，含有少量强风化砂岩和泥岩碎屑、角砾，稍湿～湿，呈可塑～硬塑状态，干强度和韧性中等，无摇振反应，切面光滑，表层局部分布有块碎石，块碎石岩石成份以砂岩和泥岩为主，一般粒径 20～200mm，大者可达 2000 mm 以上，呈棱角状～次棱角状，含少量角砾，块碎石含量 50～80%左右，分布层厚 0.50～1.10m。

（2）、耕植土（ Q^{pd} ）：以紫红色、砖红色低液限粘土为主，含有较多有机质，植物根系发育，结构松散，疏密不均，多呈干～稍湿状态，分布于斜坡与槽谷第四系残坡积层表层，层厚 0.30～

0.50m。



图 2.4 隧道 ZK1、ZK2 岩芯照片

2.5 地质构造

二峨山隧道地质构造属大林场背斜南东翼，岩层产状 $132^{\circ} \sim 166^{\circ} \angle 8^{\circ} \sim 23^{\circ}$ ，岩层产状总体较为平缓，受构造和地层结构控制，区内基岩节理裂隙主要为砂岩中的构造裂隙以及沿层面发育的节理。风化裂隙多不规则，密度较大，呈网格状；构造节理裂隙主要发育二组节理，产状分别为 $308^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ， $26^{\circ} \angle 67^{\circ}$ ，裂隙较发育，倾角较陡，裂隙面多平直，裂缝一般宽 0.1～2.5cm，大者可达 20cm 以上，间距 1.2～3m，延伸长度一般为 0.5～5m 不等，大者可达 15m 以上，贯通性差异性较大，多呈闭合～微张状态，结合程度差～一般，多为泥质充填，少量岩屑充填。

2.6 区域稳定性及地震

2.6.1 区域稳定性

根据区域地质资料及本次勘察资料综合分析，二峨山隧道位于大林场背斜南东翼，无断层通过，区域稳定性好。

2.6.2 地震

根据国家地震局《中国地震动参数区划图》（GB18306—2001）国家标准第 1 号修改单及相应附件《中国地震动峰值加速度区划图》

(1:40 万), 隧址区地震动峰值加速度值在 0.05~0.1g 间, 对应的地震基本烈度为 6~7 度。资料记载, 自 1958 年以来, 龙泉山断褶带已发生过震级≥2.5 级地震不下数十次, 其中 1976 年 1 月 24 日仁寿大林场(距测区约 12 公里)地震震级 5.5 级, 震中烈度达 7 度。另据地震部门鉴定, 龙泉山断褶带的中南段具备中强地震的地震地质条件和毗邻测区的张家岩水库的设计地震烈度为 7 度。设计时, 建议二峨山隧道按 7 度设防为宜, 动反应谱特征周期为 0.45s, 地震动峰值加速度为 0.10g, 并按《公路工程抗震设计规范》(JTJ004-89)的规定进行设防。

2.7 水文地质条件

2.7.1 地下水类型及补给、径流、排泄条件

隧址区地下水类型主要有松散岩类孔隙水、基岩风化带网状裂隙水和基岩构造裂隙水。

隧址区松散岩类孔隙水主要赋存于第四系残坡积块碎石土中, 补给来源为大气降水和地表水体入渗, 但隧址区块碎石土厚度小, 分布面积小, 且残坡积层多含相对隔水的低液限粘土夹碎块石, 透水性及富水性均较差, 大气降水不易入渗, 加上该区地形较陡, 横向冲沟发育, 大气降水迅速形成地表径流向低洼处排泄, 因此此类地下水不易大量富集, 水量贫乏, 对隧道施工无影响。

隧址区基岩风化带网状裂隙水主要赋存于基岩风化带中, 斜坡地段由于基岩面较陡, 排泄较通畅, 地下水贫乏。在沟谷地段, 基岩风化带网状裂隙水由于直接接受沟谷水体补给, 风化裂隙相对比较发育, 连通性比较好, 但因风化层厚度多不大, 其水量比较有限, 对隧道施工影响较小。

隧址区基岩构造裂隙水赋存于砂岩岩体构造节理裂隙中, 泥岩

裂隙不发育, 构造节理裂隙多不贯穿泥岩, 泥岩段形成隔水层位; 基岩裂隙水多在砂岩中分布, 接受大气降水补给和层间径流补给, 顺风化裂隙、构造裂隙等沿强、弱风化界面汇集、运动, 在斜坡坡脚及冲沟沟口等局部地势相对较低处以下降泉的形式排泄出露, 具近源补给, 就近排泄特点, 由于含水层受强风化层厚度制约, 地下水富水性属贫~弱含水, 故泉水流量很小, 流量仅 0.05~0.1L/s, 对隧道施工有一定的影响。

根据区内地层岩性组合及地下水赋存条件、水文试验成果确定的地层富水性、透水性的强弱, 将隧址区地层划为以下含水岩组:

(1) 第四系松散岩类孔隙含水岩组: 由第四系残坡积块碎石土, 赋水性及透水性强, 渗透系数 K 一般为 10~20m/d, 属强透水岩组。

(2) 风化带网状裂隙弱含水岩组和构造裂隙水弱含水岩组: 调查区基岩地层由于其岩性和所处的构造部位, 部分含有季节性裂隙潜水和基岩承压裂隙水, 富水性极弱, 透水性差, 渗透系数 K 为 0.01~0.5m/d, 属弱~微透水岩组。

为了确定钻孔实际涌水量, 评价含水层的富水性, 推测和计算钻孔最大涌水量和单位涌水量, 查明含水层的水文地质参数, 为隧道涌水量的预测提供依据, 本次勘察对 EESSDZK1 进行了注水试验, 注水试验成果详见表 2.7.1:

表 2.7.1 钻孔注水试验成果表

孔 号	地 层 性	含水层厚度 (m)	水 头 高度 (m)	稳 定 时 间 (h: min)	渗 透 系 数 (m/d)	稳 定 流量 (m³/d)
EESSDZK1	J _{2s}	11.4	3.0	8: 00	0.067	2.36

(3) 相对隔水层: 区内的砂质泥岩、砂质泥岩、泥岩及低

液限粘土，渗透性极弱，富水性差，基本不含水，为相对隔水层。

2.7.2 地下水化学类型及腐蚀性

根据《公路工程地质勘察规范》JTJ064—98 附录 D，隧址区气候属湿润区，公路自然区划归属于西南潮暖区四川盆地中湿区 V₂，混凝土不直接临水，属 II 类环境。

根据二峨山隧道采取地下水进行简分析及侵蚀性 CO₂ 测试分析成果资料（分析结果见表 2.7.2），地下水化学类型为 HCO₃⁻•SO₄²⁻—Ca²⁺•Mg²⁺型水。根据《公路工程地质勘察规范》JTJ064—98 附录 D 环境水对砼腐蚀评价标准判定（地下水对砼及其制品腐蚀性判定见表 2.7.3）：地下水对砼无结晶类、分解类、结晶分解复合类腐蚀。可见，隧址区地下水对混凝土无腐蚀性，可采用常规防护。

表 2.7.2 水质分析成果表		
测试项目		地下水
阳离子	K ⁺ + Na ⁺ (mg/L)	2.53~11.50
	Ca ²⁺ (mg/L)	16.03~144.30
	Mg ²⁺ (mg/L)	3.65~27.97
	NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0.02
阴离子	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	36.61~292.26
	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	0.00
	Cl ⁻ (mg/L)	5.67~60.27
	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	17.44~113.30
	NO ₃ ⁻ (mg/L)	5.49~70.70
侵蚀性 CO ₂ (mg/L)		0~3.70
游离 CO ₂ (mg/L)		4.26~23.43
PH 值		7.0~7.1

表 2.7.3 地下水对砼及其制品腐蚀性判定表						
水样类型	腐蚀性类型	分析项目	检测值	评价标准	腐蚀等级	结论
地下水	结晶类	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	17.44~113.30	<250 mg/L	无腐蚀	地下水对砼及其制品无腐蚀性
	分解类	PH 值	7.0~7.1	>6.5	无腐蚀	
		侵蚀性 CO ₂ (mg/L)	0~3.70	<15 mg/L	无腐蚀	
		HCO ₃ ⁻ (mg/L)	36.61~292.26	>1.0 mg/L	无腐蚀	
	结晶分解类	Mg ²⁺ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	3.67~27.99	<1000mg/L	无腐蚀	
		Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻ +NO ₃ ⁻ (mg/L)	28.60~244.27	<3000mg/L	无腐蚀	

2.8 不良地质现象

隧址区无滑坡、崩塌、泥石流等影响场地稳定的不良地质现象。

3 隧址岩土体工程地质特征及主要物理力学性质指标

3.1 土体工程地质特征及物理力学性质

隧址区土体以第四系残坡积（Q₄^{e1+d1}）、崩坡积（Q₄^{c+d1}）（含块、碎石）低液限粘土为主，地带表层多为耕植土（Q₄^{pd}），土体类型为松散土体。

耕植土（Q^{pd}）：分布于第四系残坡积层和崩坡积层表层，厚度薄，结构松散，土石等级为 I 级，土石类别为松土，力学性能极差。

第四系残坡积层（Q₄^{e1+d1}）、崩坡积层（Q₄^{c+d1}）主要由紫红色、砖红色（含块、碎石）低液限粘土组成，分布于斜坡及脊间槽谷地带地带，分布范围较大，土石等级为 I ~ II 级，土石类别为松土~普通土，工程力学性能一般。

为了获得松散土体的物理力学参数，勘察时采取土样 2 件进行室内土工试验，经数理统计、岩土参数的分析和选定，将测试结果统

计列于土工试验成果统计表 3.1。

表 3.1 土工试验成果统计表										
土 名		含 水 量	密 度	孔 隙 比	饱 和 度	塑 性 指 数	压 缩 模 量	凝 聚 力	摩 擦 角	承 载 力 标 准 值
		ω %	ρ g/cm ³	e	Sr %	I _p %	Es MPa	c kPa	φ °	fK kPa
		%	g/cm ³		%	%	MPa	kPa	°	kPa
低 液 限 粘 土	统计数 n	1	1	1	1	1	1	1	1	160
	范围值 X	18.9	2.05	0.578	89.0	16.5	4.8	30.0	22.0	
	平均值 x	18.9	2.05	0.578	89.0	16.5	4.8	30.0	22.0	

3.2 岩体工程地质特征及物理力学性质

隧址区出露侏罗系中统上沙溪庙组（J_{2s}）及侏罗系上统遂宁组（J_{3s}）砂岩、泥岩，岩体类型可分为以砂岩为主的软岩～较软岩和以泥岩为主的极软岩～软岩二类。

（1）以泥岩为主的软岩～较软岩

泥岩：紫红色，泥质结构，中厚层状～厚层状构造，矿物成分以粘土矿物为主，强风化带岩芯多为碎块状，表层网状风化裂隙发育，岩质软；弱风化带岩芯呈中～长柱状，局部裂隙发育，微层理发育，饱和单轴抗压强度 1.5～2.1MPa，纵波波速 1525～2971m/s。

（2）以砂岩为主的极软岩～软岩

砂岩：紫红色，砂质结构，钙、泥质胶结，中厚层～厚层状构造，主要由长石、石英、云母等矿物组成，强风化带岩芯多呈碎块状，风化裂隙发育，岩质较软，弱风化岩体较完整，岩质硬，饱和单轴抗压强度 11.5～12.6MPa，纵波波速 2678～3333m/s。

本次勘察在现场共采取岩样 4 组进行测试，经数理统计、岩土参数的分析和选定，将测试结果统计列于岩石物理力学试验成果数理统计表 3.2-1，

表 3.2-1 岩石物理力学试验成果数理统计表

地层代号	岩土名称		状态	天然重度 (kN/m ³)	岩石单轴极限抗压强度 (MPa)			弹性模量 (Mpa)	泊松比	抗剪强度	
					天然	干	饱和			φ (°)	C (MPa)
J _{2s}	泥岩	统计数 n	弱风化	1	/	3	3	2	2	1	1
		范围值 X		24.5	/	16.9 ~ 18.6	1.5 ~ 2.1	3500 ~ 3900	0.16 ~ 0.18	41.5	1.5
		平均值 x		24.5	/	17.9	1.8	3700	0.17	41.5	1.5
	砂岩	统计数 n	弱风化	1	3	/	3	/	/	/	/
		范围值 X		25.5	15.5 ~ 16.8	/	11.5 ~ 12.6	/	/	/	/
		平均值 x		25.5	16.2	/	12.1	/	/	/	/
J _{3s}	泥岩	统计数 n	弱风化	1	3	/	3	/	/	/	/
		范围值 X		26.2	16.5 ~ 17.6	/	9.1 ~ 9.9	/	/	/	/
		平均值 x		26.2	17.1	/	9.5	/	/	/	/
	砂岩	统计数 n	弱风化	1	/	3	3	2	2	1	1
		范围值 X		25.9	/	21.5 ~ 22.7	10.1 ~ 11.2	3800 ~ 4100	0.20 ~ 0.22	41.8	1.6
		平均值 x		25.9	/	22.2	10.7	3950	0.21	41.8	1.6

并在 ZK1、ZK2 钻孔内采用声波测试，对岩芯采用声速测试，测定岩体波速并确定其岩体的完整性，试验成果详见《二峨山隧道钻孔声波测井波速测试报告》，波速测试成果统计表详见 3.2-2：

表 3.2-2 波速测试成果统计表

项目单位				岩体弹性纵波速度 V _{pm} (m/s)	岩石弹性纵波速度 V _{pr} (m/s)	岩体完整性指数 Kv	岩体完整性评价
ZK1	J _{2s}	砂岩	弱风化	2746~3278	3472	0.73	较完整
		泥岩	弱风化	1525~2971	3070	0.70	较完整
ZK2	J _{3s}	砂岩	弱风化	2678~3333	3610	0.74	较完整
		泥岩	弱风化	1525~2878	3113	0.70	较完整

3.3 岩土体物理力学性质指标

综合原位测试及室内试验成果， 隧址区岩土体物理力学性质指标建议值见表 3.3 所列数值：

表 3.3 岩土物理力学性质设计参数建议值表

地层 代号	岩 土 名 称	天 然 重 度 kN/m ³	岩石单轴 抗压强度 MPa			压 缩 模 量 MPa	弹 性 模 量 Mpa	泊 松 比	岩石抗剪 强度		容 许 承 载 力 kPa
			天 然	干	饱 和				φ °	C Mpa	
Q ^{e1+d1}	低液限粘土	20.5	/	/	/	4.8	/	/	22.0	0.030	160
J _{2s}	强风化泥岩	24.5	/	/	/	/	/	/	/	/	300
	弱风化泥岩	24.5	/	17.9	1.8	/	3700	0.17	41.5	1.5	600
	弱风化砂岩	25.5	16.2	/	12.1	/	/	/	/	/	1000
J _{3s}	强风化泥岩	26.2	/	/	/	/	/	/	/	/	300
	弱风化泥岩	26.2	17.1	/	9.5	/	/	/	/	/	600
	弱风化砂岩	25.9	/	22.7	11.2	/	3950	0.21	41.8	1.6	800

4 隧址工程地质条件评价

4.1 隧址工程地质环境稳定性和适宜性评价

二峨山隧道位于大林场背斜南东翼，无断层通过，区域稳定性好，整体稳定，在采取必要的工程措施下适宜修建二峨山隧道。

4.2 隧道进口段工程地质条件评价

4.2.1 进洞口段稳定性和适宜性评价

隧道进口段：里程桩号 K37+350~K37+460，长度 110m，洞顶板埋深 3.20m~38.10m，属浅埋段，进洞口位于斜坡的中部，里程桩号 K37+350，地面标高为 555.73m，设计路面标高 545.71m,洞口中心开挖深度约 10.00m，地形上陡下缓，耕地分布，第四系土厚 1.00m 左右，斜坡上方地形较陡，地面坡度 23°~35°，基岩出露。

进口段出露地层为侏罗系上沙溪庙组地层，岩性以泥岩、砂岩为主，岩层走向与洞轴线近于垂直，进洞口段无断裂构造，无不良地质现象，稳定性较好，适宜进洞，但略具偏压。



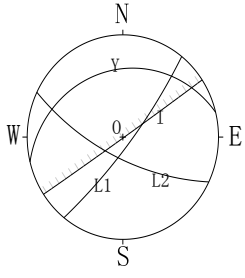
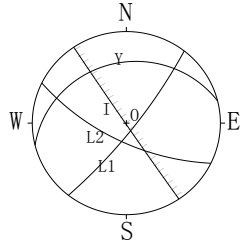
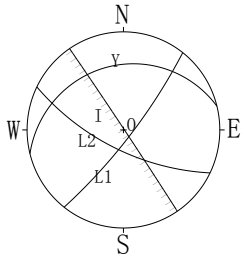
图 4.2.1 隧道进口

4.2.2 进洞口边坡及仰坡稳定性分析与评价

由于隧洞开挖，将在洞前一带形成人工路堑边坡，边坡高 0~10.00m，边坡物质组成为泥岩、砂岩，岩体裂隙发育，呈层状碎裂结构，进口仰坡为反向坡，但岩层倾角较平缓，人工形成的岩质边坡经极射赤平投影分析（见表 4.2.2），其整体稳定性较差，可能产生沿外倾结构面的滑塌破坏或土体可能沿岩土界面产生滑动。

边坡形成后建议采用喷锚支护并及时进行封闭处理。仰坡上部的第四系土层厚度小，建议全部清除，并采用放坡开挖，土层及强风化基岩坡角采用 1：1~1：1.25，弱风化基岩坡角采用 1：0.5~1：0.75。

表 4.2.2 隧道进洞口边坡稳定性分析一览表

边坡序号及位置	边坡物质组成	结构面产状	结构面组合交线与坡向关系	极射赤平投影图	破坏模式	稳定性
① 隧道仰坡	泥岩、砂岩，强风化层厚3~5m。	L1: 308° ∠80° L2: 26° ∠67° 岩层产状 Y: 166° ∠23° 坡向: 326° 坡度角: 90°	结构面组合交线与边坡呈顺向坡组合，岩层倾向与边坡呈顺向坡组合。		L1 与 L2 交线为外倾主控结构面，可能沿 L1 与 L2 交线产生滑塌破坏。	欠稳定
② 路堑右侧边坡	泥岩、砂岩，强风化层厚3~5m。	L1: 308° ∠80° L2: 26° ∠67° 岩层产状 Y: 166° ∠23° 坡向: 56° 坡度角: 90°	结构面组合交线与边坡呈顺向坡组合，岩层倾向与边坡呈切向坡组合。		L2 为外倾主控结构面，可能沿 L2 产生滑塌破坏。	欠稳定
③ 路堑左侧边坡	泥岩、砂岩，强风化层厚3~5m。	L1: 308° ∠80° L2: 26° ∠67° 岩层产状 Y: 166° ∠23° 坡向: 236° 坡度角: 90°	结构面组合交线与边坡呈反向坡组合，岩层倾向与边坡呈切向坡组合。		土体可能沿岩土界面产生滑动。	欠稳定

4.3 隧道出口段工程地质条件评价

4.3.1 出洞口段稳定性和适宜性评价

隧道出口段：里程桩号 K39+580~K39+710，长度 130m，洞顶板埋深 0.00m~38.70m，属浅埋段，出洞口位于斜坡的中部，里程桩号 K39+710，地面标高为 510.08m，设计路面标高 507.82m 洞口中心开挖深度为 2.14m。洞顶自然坡度约 25~35°，地形上陡下缓，耕地分布，斜坡上方地形较陡，第四系土层厚 1.00m 左右，斜坡现状稳定，出露地层为侏罗系上统遂宁组地层，岩性以砂岩、

泥岩为主，洞口轴线与岩层走向近于正交，出洞口段无断裂构造，无不良地质现象，稳定性较好，适宜出洞，但略具偏压。



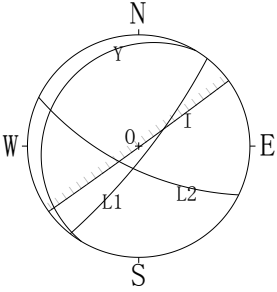
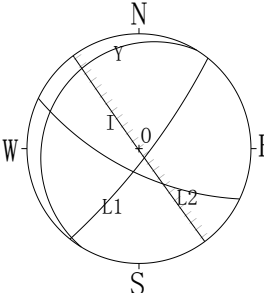
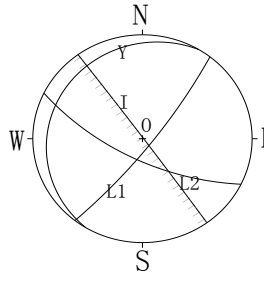
图 4.3.1 隧道出口

4.3.2 出洞口边坡及仰坡稳定性分析与评价

由于隧洞开挖，将在洞前一带形成人工路堑边坡，洞顶形成仰坡。边坡高 0~2.14 m。边坡物质组成为砂岩、泥岩，岩体裂隙发育，呈层状碎裂结构，出口仰坡为顺向坡，岩层倾角较缓，人工形成的岩质边坡经极射赤平投影分析（见表 4.3.2），其整体稳定性较差，可能产生外倾结构面的滑塌破坏或土体可能沿岩土界面产生滑动。

边坡形成后建议采用喷锚支护并及时进行封闭处理。仰坡上部的第四系土层厚度小，建议全部清除，并采用放坡开挖，土层及强风化基岩坡角采用 1：1~1：1.25，弱风化基岩坡角采用 1：0.5~1：0.75，岩层倾角较陡时应按岩层层面放坡。

表 4.3.2 隧道出洞口边坡稳定性分析一览表

边坡序号及位置	边坡物质组成	结构面产状	结构面组合交线与坡向关系	极射赤平投影图	破坏模式	稳定性
① 隧道仰坡	泥岩、砂岩，强风化层厚3~5m。	L1: 308° ∠80° L2: 26° ∠67° 岩层产状 Y: 121° ∠9° 坡向: 324° 坡度角: 90°	结构面组合交线与边坡呈顺向坡组合，岩层倾向与边坡呈反向坡组合。		L1 与 L2 交线为外倾主控结构面，可能沿 L1 与 L2 交线产生滑塌破坏。	欠稳定
② 路堑右侧边坡	泥岩、砂岩，强风化层厚3~5m。	L1: 308° ∠80° L2: 26° ∠67° 岩层产状 Y: 121° ∠9° 坡向: 54° 坡度角: 90°	结构面组合交线与边坡呈切向坡组合，岩层倾向与边坡呈切向坡组合。		L2 为外倾主控结构面，可能沿 L2 产生滑塌破坏。	欠稳定
③ 路堑左侧边坡	泥岩、砂岩，强风化层厚3~5m。	L1: 308° ∠80° L2: 26° ∠67° 岩层产状 Y: 121° ∠9° 坡向: 234° 坡度角: 90°	结构面组合交线与边坡呈切向坡组合，岩层倾向与边坡呈切向坡组合		土体可能沿岩土界面产生滑动。	欠稳定

4.4 隧道洞身段工程地质条件评价

4.4.1 洞身段稳定性评价

隧道洞身段：里程桩号为 K37+460~K39+580，长 2120m，隧道轴向 146° ~134°，轴线地面标高 507.76m~751.63m，设计路面标高 507.82m~545.71m，进洞口设计高程 545.71m，出洞口设计高程

507.82m，进出洞口设计高程高差 37.89m，路面纵坡坡度为-1.9%。洞身段斜坡自然坡度 20~40°。洞身围岩岩性为侏罗系中统上沙溪庙组（J₂S）砂岩、泥岩，岩体节理裂隙较发育，岩体较完整，无断裂构造，无不良地质现象，稳定性较好，适宜隧道通过。

4.4.2 围岩分级

二峨山隧道为岩质隧道，隧道围岩体涉及地层为侏罗系中统上沙溪庙组（J₂S）及侏罗系上统遂宁组（J₃S）（砂质）泥岩、（泥质）砂岩。（砂质）泥岩强度低，抗风化能力差，风化带网状裂隙发育，地表多风化成碎颗粒，层理较发育，层间结合一般，（泥质）砂岩，强风化带岩芯呈碎块状、短柱状，岩质较软；弱风化带岩芯呈长、短柱状，岩石强度较高，岩质较硬。出露于隧址区陡斜坡地带。

1、围岩完整性

根据钻探、物探测试资料，岩体完整性列入岩体完整程度统计表（见表 4.4.4-1）：

表 4.4.4-1 岩体完整程度统计表

项目单位			岩体弹性纵波速度 V _{pm} (m/s)	岩石弹性纵波速度 V _{pr} (m/s)	岩体完整性指数 Kv	岩体完整性评价
岩土名称						
J _{2s}	砂岩	弱风化	2746~3278	3472	0.73	较完整
	泥岩	弱风化	1525~2971	3070	0.70	较完整
J _{3s}	砂岩	弱风化	2678~3333	3610	0.74	较完整
	泥岩	弱风化	1525~2878	3113	0.70	较完整

2、岩体基本质量分级

按照《公路隧道设计规范》（JTGD70—2004）的相关规定，岩体的基本质量分级根据岩体质量的定性指标和岩体基本质量标准

（BQ）值综合确定。（见表 4.4.4—2）：

表 4.4.4—2 岩体基本质量分级表

地层 代号	地层 岩性		岩石基本质量定性特征			岩体基本质量指标		岩体基本 质量 分级
			饱和单轴 抗压强度 Rb(MPa)	坚硬 程度	岩体完 整程度	岩体完整 性指标 Kv	基本质量 指标修正值 (BQ)	
J _{2s}	砂岩	弱 风 化	12.1	较软岩	较完整	0.73	308.8	IV
	泥岩		1.8	软岩	较完整	0.70	270.4	IV
J _{3s}	砂岩		11.2	较软岩	较完整	0.74	308.6	IV
	泥岩		9.5	极软岩	较完整	0.70	293.5	IV

统计表明，隧址区岩体基本质量分级为 IV 级。

3、隧道围岩分级

（1）. 隧道围岩划分依据隧道围岩分级标准按照《公路隧道设计规范》(JTGD70—2004)隧道围岩分级执行。依据隧址区岩石的力学性质，首先进行岩石等级划分，而后考虑到围岩受地质构造的影响和围岩节理裂隙发育程度，同时考虑到各种围岩的风化特征对围岩强度的影响以及地下水对围岩的危害性作出围岩综合分级。

a: 岩石等级划分

根据隧址区岩石力学性质试验资料，按岩石饱和抗压强度将隧道围岩确为极软～较软岩（见表 4.4.4—2）。

b：围岩受地质构造影响程度的等级划分

二峨山隧道位于大林场背斜南东翼，无断层通过，岩层倾角平缓，岩石裂隙较发育，对隧道洞顶影响较小。

C: 围岩弹性波速划分隧道围岩分级

此次勘察选择了一个钻孔进行了声波测井以获得不同岩性，不同埋藏条件下的弹性波速特征。从测试结果中可以看出，岩体的波速差异主要由风化程度不同造成，岩性变化导致的波速差异不大，反映出不均质围岩及裂隙性岩体特征，地层中波动较小，测出的声波曲线与钻孔岩性分层基本一致。波速测试判定标准按《公路工程地质勘察规范》(JTJ064—98)附录 G 有关要求执行，岩体完整性系数（Kv）大于 0.75 则岩体为完整， $0.75 \geq Kv > 0.55$ 岩体为较完整， $0.55 \geq Kv > 0.35$ 岩体为完整性差， $0.35 \geq Kv > 0.15$ 岩体为较破碎。隧址区内各种岩性的波速测试成果统计见表 3.2—6。围岩弹性波速按《公路工程地质勘察规范》(JTJ064—98)附录 G 划分见表 4.4.4—3。

表 4.4.4—3 围岩弹性波速划分

地层代号	岩石名称	围岩弹性波速 m/s	围岩类别
J _{2s}	砂岩	2746～3278	IV
	泥岩	1525～2971	III
J _{3s}	砂岩	2678～3333	IV
	泥岩	1525～2878	III

（2）. 围岩初步分级及分布

根据《公路隧道设计规范》(JTGD70—2004)，在岩石强度及完整性系数的基础上，考虑围岩特征、环境等因素对围岩进行初步分级，详见二峨山隧道围岩初步分级及分布见表 4.4.4-4：

表 4.4.4—4 二峨山隧道围岩初步分级及分布

围岩分布 里程	围岩 级别	围岩 岩性	岩石单轴 饱和抗压 强度 Rb (MPa)	主要工程地质特征及 岩体结构特征和完整 状态	开挖后 稳定性
K37+350 ～ K37+460	V	泥岩 砂岩	1.8 12.1	层间结合一般，为中厚层～厚层状构造。岩体呈层状块碎石状镶嵌结构，裂隙发育。岩体较破碎～较完整。	洞顶板埋深 3.20m～38.10m，拱部无支护时可产生较大的坍塌，洞口顶部两侧易产生剥落掉块，侧壁有时失去稳定。
K37+460 ～ K38+820	IV	泥岩 砂岩	1.8 12.1	层间结合一般，为中厚层状～厚层状构造。岩体呈层状块碎石状镶嵌结构。构造裂隙较发育，岩体较完整～完整。	洞顶板埋深 38.1m～209.7m，拱部无支护时可产生小坍塌，侧壁基本稳定，爆破震动过大易坍塌。
K38+820 ～ K38+990	V	泥岩 砂岩	1.8 12.1	层间结合一般，为中厚层～厚层状构造。岩体呈层状块碎石状镶嵌结构。裂隙较发育，岩体较完整～完整。	洞顶板埋深 42.7m～57.4m，埋深浅，拱部无支护时可产生较大的坍塌，侧壁有时失去稳定。
K38+990 ～ K39+580	IV	泥岩 砂岩	1.8 12.1	层间结合一般，为中厚层状～厚层状构造，岩体呈层状块碎石状镶嵌结构。构造裂隙较发育。岩体较完整～完整。	洞顶板埋深 38.7m～82.7m，拱部无支护时可产生小坍塌，侧壁基本稳定，爆破震动过大易坍塌。
K39+580 ～ K39+710	V	泥岩 砂岩	9.5 11.2	层间结合一般，为中厚层～厚层状构造。岩体呈层状块碎石状镶嵌结构，裂隙发育。岩体较破碎～较完整。	洞顶板埋深 0.00m～38.70m，拱部无支护时可产生较大的坍塌，洞口顶部两侧易产生剥落掉块，侧壁有时失去稳定。

4.4.3 隧道涌水量初步预测

设计隧道穿越的的地层为（砂质）泥岩和（泥质）砂岩，以泥岩和砂质泥岩为主，其透水性，贮水系数及水动力特征差异性较小，初步预测隧道涌水量如下：

1、 隧道涌水量计算适用条件

隧道底板高程 507.82m～545.71m，断面半径选用 4.50m，隧道全长 2360m，计算视隧道为四壁进水集水廊道，将同一种岩性围岩中的地下水视为具有均质层流运动特征。

2、 隧洞涌水量的计算方法和参数的确定

围岩属弱透水岩组，计算采用解析法确定，疏干降深（h）取地下水位至隧洞底板高度，影响半径采用库萨金经验公式计算，计算公式选用水平廊道涌水量计算公式，岩层渗透系数选用实测值。

3、 隧洞涌水量预测

（1）解析法计算公式 $Q=1.37\times (2h-s) ks/lg (1+R/r_0)$

式中：Q——涌水量（m³/d）

K——渗透系数（取 0.067m/d）

R——影响半径（按 $R=2s\sqrt{kh}$ 计算）

h——含水层厚度（m）

S——疏干降深（m）

r_0 ——引用半径（ $r_0 = \sqrt{A/\pi}$ A 为隧洞横断面积）

（2）预测结果及评价

通过解析法计算隧道涌水量为 220.1m³/d，取安全系数为 2, 初步预测隧道最大涌水量约 440m³/d，涌水方式为滴状和线状涌水。

4.4.4 隧道地温及有毒有害气体

勘察时在钻孔内未发现地温异常，钻孔内无有毒有害气体。

4.5 隧道施工的环境影响评价

4.5.1 隧道环境影响评价

隧址区远离城镇，隧道施工无有毒、有害气体排放，对空气无影响，隧道开挖不影响地表水系统，但隧道开挖可能会影响隧址区

地下水系统，导致隧址区位于风化网状裂隙潜水的水井出水量降低，甚至无水。但当隧道建成后，地下水将逐步恢复。

4.5.2 隧道弃渣场评价

挖掘隧道的弃渣方量大，但隧道进出洞口交通较方便，处理较方便，然而隧道处于分水岭与冲沟相间地段，进出洞口位于冲沟地带，弃渣不能置于冲沟附近和冲沟内，故弃渣堆放地需占用农田或林地，建议可在选定的弃渣场修筑挡墙，工程结束后，平整地面，培土复耕。

5 天然建筑材料

5.1 条石料

隧址区侏罗系中统上沙溪庙组（J_{2s}）厚层状砂岩强度高，为良好的条石料，位于隧址区有便道通往，交通运输方便，开采条件较好，并且储量大。

5.2 碎块石料

隧址区及其附近砂岩广泛出露，岩质性脆，均可用作碎块石料，可就近开采，交通运输方便。

5.3 混凝土骨料及粘土料

隧址区无大的河流通过，区内混凝土用粗、中、细砂，混凝土用细骨料须考虑外运。

隧址区没有作为标准填筑路堤的粘性土料，可选用附近沟谷中硬塑状粘性土，施工中应控制含水量，以利于填筑土达到最大干密度。但取用粘性土材料时应注意不或尽量减少占用和破坏农田，并尽量不破坏现有生态环境。

钢材、水泥需从外地运入。

5.4 施工水源

隧址区埝塘常年有水，可作为隧道施工、生活供水水源，满足施工、生活用水需要，但交通不便，要修便道。

6 结论与建议

6.1 结 论

6.1.1、隧址区无明显活动断裂构造，无影响场地安全及稳定性的不良地质现象，区域稳定性好，山体整体稳定，适宜修建隧道。

6.1.2、隧址区属构造剥蚀低山地貌，位于大林场背斜南东翼。据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2001）国家标准第1号修改单，动反应谱特征周期为0.45s，地震动峰值加速度为0.10g，场地抗震设防烈度7度。

6.1.3、隧址区岩石等级为极软岩～较软岩，围岩等级为Ⅳ～Ⅴ级，Ⅳ级围岩长1950m，占全长82.63%，Ⅴ级围岩长410m，占全长17.37%，洞身整体稳定性好，无影响隧道安全和稳定的不良地质现象，适宜隧道通过。

6.1.4、进出洞口成洞条件较好，无不良地质现象，稳定性较好，适宜隧道进出洞，但进出洞口略具偏压，边坡开挖可能产生滑塌，但经适当处理后可安全通过，对隧道施工基本无影响。

6.1.5、隧址区地下水以基岩裂隙水为主，富水性较差，地下水贫乏，开挖后隧道出水形式以线状和滴状渗水为主，围岩富水性弱，产生突水的可能性小，隧址区地下水对砼无侵蚀性。

6.1.6、隧道此次勘察施工的钻孔中无地温异常，未发现有毒有害气体。

6.2 建 议

6.2.1、岩土体物理力学性质建议值见表3.3。

6.2.2、隧洞进出洞口边坡开挖可能产生滑塌，边坡形成后建议采用喷锚支护并及时进行封闭处理；仰坡上部的第四系土层厚度小，建议全部清除，并采用放坡开挖，边开挖边支护，土层及强风化基岩坡角采用 1: 1~1: 1.25，弱风化基岩坡角采用 1: 0.5~1: 0.75。

6.3 下阶段勘察工作建议

6.3.1、检验或复查隧道方案，推荐隧道最佳方案，并查明隧道进出洞口边坡仰坡的稳定性，提供合理的工程治理方案；

6.3.2、增加勘探测试工作，进一步查明隧道方案的工程地质及水文地质条件，进一步查明控制围岩稳定的因素，对各段围岩做出准确分级。