

新建铁路西安至成都铁路客运专线

川陕省界至江油段 XCZQ-4 标段

黄家梁隧道

施工阶段风险评估汇报

审批:

中铁五局西成客专指挥部第一项目部

二〇一三年四月

目 录

1 编制根据.....	4
2 黄家梁隧道概况.....	5
2.1 工程概况.....	5
2.2 地形地貌.....	5
2.3 地层岩性.....	5
2.3 地质构造和地震动参数.....	6
褶皱构造.....	6
节理.....	6
地震动参数.....	6
2.4 水文地质特性.....	6
地表水特性.....	6
地下水特性.....	6
水化学特性.....	7
重要不良地质.....	7
2.5 隧道洞身重要地责问题.....	7
瓦斯.....	7

原油和有害气体.....	8
滑坡.....	8
岩堆.....	8
危岩落石.....	8
顺层和偏压.....	8
洞身浅埋.....	9
突水突泥.....	9
3 风险评估程序和措施.....	9
3.1 风险评估与管理组织机构.....	9
3.2 风险评估程序.....	9
3.3 风险评估措施.....	10
专家评估法.....	10
风险评估原因查对表.....	10
3.3 风险分级和接受原则.....	10
3.3.1 事故发生概率等级原则.....	10
3.3.2 经济损失等级原则.....	11
人员伤亡等级原则.....	11
工期延误等级原则.....	11
环境影响等级原则.....	12
3.3.6 风险等级原则.....	12
风险接受准则.....	12
4 风险评估的内容.....	13
4.1 风险评估的对象和目的.....	13
评估对象.....	13
评估目的.....	13
4.2 安全风险评估原因.....	13
4.3 风险评估内容.....	13
安全风险状况分析.....	14

概率等级与后果等级确实定	14
瓦斯	14
塌方	14
危岩落石	15
突水突泥	15
初始风险评估	15
残留风险评估	16
5 风险对策措施	16
5.1 突泥突水风险控制措施	16
5.2 塌方风险控制措施	16
施工原则	16
超前地质预报	16
施工措施	17
开挖	17
初期支护	17
5.3 洞口危岩落石风险控制措施	17
5.4 瓦斯风险控制措施	18
超前预报	18
不间断监控检测	18
严控火源	19
加强通风	20
通风方案	20
6 评估结论	21
7 附件	22
附表一、黄家梁隧道辅助坑道设置表(优化后)	23
附表二、专家组组员表	23
附表三、黄家梁隧道施工风险原因查对表	24
附表四、黄家梁隧道风险清单	26

附表五、黄家梁隧道存在的初始风险评价成果.....	27
附表六、黄家梁隧道初始风险所占比例.....	30
附表七、黄家梁隧道残留风险评价成果.....	31
附表八、黄家梁隧道残留风险等级表.....	34
附表九、项目部风险评价组织机构图.....	35
附表十、隧道风险评估管理基本流程图.....	36

黄家梁隧道施工阶段风险评估汇报

1 编制根据

- (一)《有关印发加强铁路隧道工程安全工作的若干意见告知》(铁建设[2023]102号)
- (二)《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》(铁建设[2023]200号)
- (三)《铁路建设工程安全风险管控暂行措施》(铁建设[2023]162号)
- (四)基础资料：
 - (1)西安至成都客运专线XCZQ-4标施工招标和投标文件；
 - (2)西安至成都客运专线XCZQ-4标隧道设计图和通用图。
 - (3)西安至成都客运专线XCZQ-4标段《实行性施工组织设计》；
 - (四)设计院针对黄家梁隧道施工图阶段风险评估汇报
- (六)有关国家和行业原则、规定：
 - (1)《铁路隧道设计规范》(TB10003-2023)
 - (2)《铁路隧道防排水技术规范》(TB10119-2023)
 - (3)《铁路工程抗震设计规范》(GB50111-2023)
 - (4)《铁路隧道辅助导坑技术规范》(TBJ10109-95)
 - (5)《铁路瓦斯隧道技术规范》(TB10120-2023)和2023年局部修订(铁建设[2023]62号)；
 - (6)《煤矿安全监控系统和检测仪器使用管理规范》(AQ1029-2023)；
 - (7)《铁路工程施工安全技术规程》(TB10301-2023~TB10306-2023)
 - (8)《爆破安全规程》(GB6722-2023)
 - (9)《防治煤矿瓦斯突出规定》(煤炭工业出版社2023)；
 - (10)《煤矿安全监控系统通用技术规定》(AQ6201-2023)；
 - (11)《铁路工程建设项目水土保持方案技术原则》(TB10503-2023)

(12)《高速铁路隧道工程施工技术指南》(铁建设[2023]241号);

(13)现场施工调查所获得的工程地质、水文地质、当地资源、交通状况和施工环境等调查资料。

2 黄家梁隧道概况

2.1 工程概况

黄家梁隧道全长 11632m, 位于西成客运专线四川段剑门关~江油北区间, 进口位于广元市剑阁县上寺乡猫儿坝村, 出口位于青川县金子山乡金子山村。隧道起讫里程为 DK431+660~DK443+292, 为双线隧道。洞身 DK431+653~DK432+071 位于半径 12023m 的右偏曲线上, 其他地段为直线, 纵坡 6%、20%和-3%的人字坡, 最大埋深约 265m, 紧小埋深 20 米。

2.2 地形地貌

隧区属构造侵蚀, 风化剥蚀中低山区地貌, 山岭呈北东向展布。地面高程 540~910m, 相对高差 370m, 自然山坡坡度 25°~60°, 砂岩和砾岩部分陡崖。覆土层较薄, 基岩多裸露, 多生长灌木、松林、杂草, 植被发育良好, 平缓地带多辟为旱地。

绵广高速公路位于线路左侧 200m~450m 附近, 线路左侧山脚居民点较为密集, DK447~DK448 段线路附近居民点分布较多, 其他地段零星分布, 进口有便道相通, 出口位于与青川公路旁, 交通条件很好。

根据黄家梁隧道所处地形, 地质条件, 考虑施工工期, 洞口施工条件和运行期间救援疏散规定, 辅助坑道通过方案优化设 3 座斜井+1 座横洞+1 座明洞。详见附表一。

斜井双车道净空尺寸 5.0×4.9m(宽×高)、横洞单车道净空尺寸 5.0×5.9m(宽×高)。

2.3 地层岩性

隧道涉和地层重要为第四季全新统滑坡堆积(Q4de1)块石土, 崩坡积(Q4d1+col)块石土, 坡残积(Q4d1+el)粉质黏土; 侏罗系沙溪庙组(J2s1)泥岩夹砂岩, 侏罗系千佛岩组(J2q)泥岩夹砂岩, 侏罗系白田坝组(J1b)泥岩夹砂岩、砾岩。

2.3 地质构造和地震动参数

褶皱构造

隧区位于四川龙门山北东向褶皱带之东翼与四川盆地边缘弧形(华夏式)构造带交界处, 龙门山褶皱带褶皱发育, 断裂密布, 岩层多陡倾、直立或倒转, 地质构造十分复杂。测段属于扬子准地台西北边缘地带, 位于川西北台陷次级构造与龙门山构造带边缘区。

节理

隧区为单斜构造, 岩层产状 N47~64°E/34~45°SE, 受区域构造影响, 节理多为闭合或微张型, 其延伸较远, 重要发育两组节理: N14~42°W/61~78°NE, N37~73°E/43~60°NW。泥岩风化节理普遍发育, 裂隙多而细小。

地震动参数

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2023)、《四川甘肃陕西部分地区地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2023 一号修改单)和《新建铁路西安至成都客运专线川陕省界至江油段工程场地地震安全性评价汇报》(中国地震局地壳应力研究所),隧区地震动参数为:动峰值加速度 0.15g,反应谱特性周期 0.40s。

2.4 水文地质特性

地表水特性

隧区地表水为山间冲沟季节性沟水,沟水受大气降雨补给,流量季节性变化较大,雨季降水集中,地表径流突出,旱季流量很小。

地下水特性

地下水重要为基岩裂隙水。基岩为泥岩夹砂岩,构造节理裂隙发育,泥岩中多呈充填闭合状,基岩裂隙水总体含量不大。泥岩地下水含量微弱,砂岩储水条件很好,地下水含量相对丰富,由于泥岩为相对隔水层,砂岩层地下水部分形成承压水。

根据含水岩组的划分,结合地形、地貌等地质特性,分别采用降水入渗法、地下水动力学法进行对比计算。估计隧道正常涌水量为 7093m³/d,雨季最大涌水量为 14186m³/d。

黄家梁隧道分段涌水量表

隧道洞身段落里程	长度(m)	富水性分区	正常涌水量(m ³ /d)	最大涌水量(m ³ /d)
DK431+660~DK432+750	1090	弱	445	890
DK432+750~DK436+850	4100	中等	3072	6144
DK436+850~DK438+600	1750	中等	1668	3336
DK438+600~DK439+850	1250	中等	803	1606
DK439+850~DK443+292	3442	弱	1105	2210
合计			7093	14186

水化学特性

据测段内取水试验,水质属 HCO₃⁻-Ca²⁺或 HCO₃⁻-Ca²⁺.Na⁺型水,根据《铁路混凝土构造耐久性设计规范》(TB10005-2023),在环境作用类别为化学侵蚀环境、氯盐环境时,水中 SO₄²⁻、pH、Mg²⁺、侵蚀性 CO₂、Cl⁻对砼无侵蚀性。

重要不良地质

为油砂岩、原油和有害气体。原油重要赋存于局部节理裂隙内和层理裂隙内。硫化氢气体和二氧化硫对隧道施工和隧道构造耐久性会导致危害。

黄家梁隧道围岩分级表

围岩级别	III级	IV级	V级
长度(m)	4300	6219.9	1112.1
比例	37.0%	53.5%	9.5%

2.5 隧道洞身重要地责问题

瓦斯

黄家梁隧道瓦斯分级表

瓦斯级别	低	高	备注
里程区段	DK431+660~DK434+500		进口
		DK434+500~DK439+500	1#、2#、3#斜井
	DK439+500~DK443+292		横洞、明洞、出口
长度(m)	6232	5000	11232
比例	54.48%	44.52%	100%

原油和有害气体

DK438+275~DK438+560 为油砂岩地层，原油重要赋予局部节理裂隙内和层理裂隙内。

滑坡

隧道洞身 DK431+763~+793、DK432+090~+286、DK432+541~DK433+543 通过滑坡堆积体或滑坡群，堆积体重要由碎石土、块石土构成，其间充填粉质黏土。总厚 5~20m、5~30m 不等，通过长期的发展，目前自然条件下处在稳定状态。滑坡滑面距轨面 10~35m，对隧道稳定性有影响。

岩堆

发育于 DK438+681~DK439+114 段，重要物质为块石土，其间充填粉质黏土，母岩成分重要为弱风化砂、泥岩和砾岩，多呈棱角状，含量一般 60%~90%，粒径一般 200~300mm，最大可达 3~5m，颗粒级配差，分布不均匀。厚 10~30m，岩堆底面距隧道轨面约 30m，对隧道和其附属坑道稳定性有影响。

危岩落石

隧道进口和 1、2 号斜井、出口坡面较陡，软硬岩相间分布，由于差异风化形成危岩。隧道进口右侧 50m 以外，出口右侧 300m 以外沿 J2q 与 J1b 接触带砾岩和砂岩多形成悬崖陡壁，节理裂隙发育，多形成大范围危岩落石区，坡脚多见倒塌形成的块石，直径大的达数千米至十余米。

顺层和偏压

DK431+660~DK432+000；DK438+910~DK439+150；DK440+150~DK440+220；DK440+955~DK441+160；DK442+250~DK442+520；DK443+090~DK443+292 共 6 段埋深不小于 50m，岩层倾角 34°~44°走向与线路夹有不小于 10°，倾向线路左侧，隧道右侧顺层偏压。

DK437+800~+950 段埋深不小于 250m，岩层倾角 34°~44°走向与线路夹有不小于 10°，倾向线路左侧，隧道右侧顺层偏压。此外，辅助坑道的进口仰坡均在顺层。

洞身浅埋

DK431+671~DK431+711; DK443+237~DK443+277; DK441+000~DK441+100; DK442+300~DK442+310; DK442+370~DK442+390; DK431+711~DK432+000; DK438+900~DK439+150; DK442+250~DK442+300; DK442+390~DK442+450; DK443+220~DK442+237 共 10 段存在塌方也许。其中, DK441+005~DK441+055 段最小浅埋 20 米。

突水突泥

DK432+500~DK432+700; DK433+300~DK433+500; DK435+200~DK435+400; DK436+020~DK436+220; DK436+700~DK436+900 共 5 段地下水含量丰富。且形成承压水地段, 也许发生突水突泥。

3 风险评估程序和措施

3.1 风险评估与管理组织机构

(1)项目部成立隧道风险评估与管理小组, 进行动态评估与管理。

(2)管理小组由项目经理任组长, 总工程师、副经理、安全总监任副组长, 各职能部门负责人和专职安全管理人员、各施工作业单位重要负责人、技术骨干任组员。

(3)风险评估与管理小组重要职责:

①制定计划和方略, 确定风险评估对象和目的、风险等级原则和接受准则, 搜集基本资料, 提出风险识别和评价措施等。

②确定风险的来源并分类, 建立适合的风险指标体系, 提出风险指标体系和风险清单。

③隧道风险评估与管理小组组织机构图、风险评估管理流程见下页。

2.2 风险评估程序

根据《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》和建设单位有关规定, 结合本标段工程建设实际状况, 本隧道评估基本程序是:

(1)对施工阶段的初始风险进行评价, 分别确定各风险原因发生的概率和也许导致的损失。

(2)分析各风险原因的影响程度, 重要确定风险原因对施工安全的影响。

(3)提出各风险原因的等级, 综合确定各隧道风险等级。

(4)根据评价成果制定对应的管理方案或措施。

(5)上级单位对风险评估汇报进行审定, 并针对高度和极高的风险等级, 组织专家组评审。

(6)上级单位以书面的形式明确隧道安全风险评审意见。

(7)根据上级部门意见和专家意见完善风险评估汇报并执行。

(8)当次评审结束。参建单位按《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》的规定, 各负其责, 做好施工阶段风险过程管理。

3.3 风险评估措施

以专家调查法为主线。根据该项目提供的资料、地质汇报和水文地质条件，结合施工设计、施工方案、措施和施工工艺进行综合类比分析，并对照国标、部门和行业规章进行识别分析。

专家评估法

成立风险评估专家组。详见附表二。

风险评估原因查对表

根据调查、归纳、总结的资料制成表，然后将目前工程建设环境、特性、建设管理现实状况等进行比较，分析也许出现的风险，该项目风险原因检查表按《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》中的风险评估原因查对表，形成风险清单。

3.3 风险分级和接受原则

事故发生概率等级原则

在综合考虑了地形地质条件、原勘测、设计有关资料后，将多种风险原因导致对应事故发生的概率和后果分别用1~5五个数值来表达，其中，概率等级“1”~“5”分别代表“很不也许”、“不也许”、“偶尔”、“也许”、“很也许”，各概率等级所对应的概率大小和等级原则见下表。

事故发生概率等级原则

概率范围	中心值	概率等级描述	概率等级
>0.3	1	很也许	5
0.03~0.3	0.1	也许	4
0.003~0.03	0.01	偶尔	3
0.0003~0.003	0.001	不也许	2
<0.0003	0.0001	很不也许	1

注：(1)当概率值难以获得时，可用频率替代概率。

(2)中心值代表所给区间的对数平均值。

经济损失等级原则

经济损失等级原则

后果定性描述	劫难性的	很严重的	严重的	较大的	轻微的
后果等级	5	4	3	2	1
经济损失（万元）	>1000	300~100	100~300	30~100	<30

注：“~”含义包括上限值而不包括下限值，如下表格均同。

人员伤亡等级原则

人员伤亡等级原则

后果定性描述	劫难性的	很严重的	严重的	较大的	轻微的
后果等级	5	4	3	2	1
人员伤亡数量（人）	$F > 9$	$2 < F \leq 9$ 或 $SI > 10$	$1 \leq F \leq 2$ 或 $1 < SI \leq 10$	$SI =$ 或 $1 < MI \leq 10$	$MI = 1$

工期延误等级原则

工期延误等级原则

后果定性描述	劫难性的	很严重的	严重的	较大的	轻微的
后果等级	5	4	3	2	1
延误时间 1（控制工期工程）（月/单一事）	> 10	$1 \sim 10$	$0.1 \sim 1$	$0.01 \sim 0.1$	< 0.01
延误时间 2 控制工期工程）（月/单一事）	> 24	$6 \sim 26$	$2 \sim 6$	$0.5 \sim 2$	< 0.5

环境影响等级原则

环境影响等级原则

后果定性描述	劫难性的	很严重的	严重的	较大的	轻微的
后果等级	5	4	3	2	1
环境影响描述	永久且严重的	永久但轻微的	长期的	临时但严重的	临时且轻微的

注：“临时的”含义为在施工工期以内可以消除；“长期的”含义为在施工工期以内不能消除，但不会是永久的；“永久的”含义为不可逆转或不可恢复的。

风险等级原则

后果等级“1”～“5”分别代表“轻微的”、“较大的”、“严重的”、“很严重的”、“劫难性的”；并定义概率和后果的估值的乘积为风险指数，根据《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》风险等级原则将风险指数分为“极高（Ⅰ级）、高度（Ⅱ级）、中度（Ⅲ级）、低度（Ⅳ级）”四个等级。其事故发生概率、后果等级与风险等级（指数）关系如下表所示。

风险等级关系

后果等级 概率等级		轻微的	较大的	严重的	很严重的	劫难性的
		1	2	3	4	5
很也许	5	高度（Ⅱ级）	高度（Ⅱ级）	极高（Ⅰ级）	极高（Ⅰ级）	极高（Ⅰ级）
也许	4	中度（Ⅲ级）	高度（Ⅱ级）	高度（Ⅱ级）	极高（Ⅰ级）	极高（Ⅰ级）
偶尔	3	中度（Ⅲ级）	中度（Ⅲ级）	高度（Ⅱ级）	高度（Ⅱ级）	极高（Ⅰ级）
不也许	2	低度（Ⅳ级）	中度（Ⅲ级）	中度（Ⅲ级）	高度（Ⅱ级）	高度（Ⅱ级）
很不也许	1	低度（Ⅳ级）	低度（Ⅳ级）	中度（Ⅲ级）	中度（Ⅲ级）	高度（Ⅱ级）

风险接受准则

风险接受准则

风险等级	接受准则	处理措施
低度（Ⅳ级）	可忽视	此类风险较小，不需采用风险处理措施和监测。
中度（Ⅲ级）	可接受	此类风险次之，一般不需采用风险处理措施，但需予以监测。
高度（Ⅱ级）	不期望	此类风险较大，必须采用风险处理措施减少风险并加强监测，且满足减少风险的成本不高于风险发生后的损失。
极高（Ⅰ级）	不可接受	此类风险最大，必须高度重视并规避，否则要不惜代价将风险至少减少到不期望的程度。

4 风险评估的内容

4.1 风险评估的对象和目的

评估对象

黄家梁隧道在施工过程中也许导致的人员伤亡、工程经济损失、工期延误、环境破坏等风险事件。

评估目的

通过对风险评估，识别所有潜在的风险原因，确定风险等级，提出风险处理措施，将各类风险降到可接受水平，从而达到保障安全、保护环境、保证建设工期、控制投资、提高效益的目的。

后果或损失与评估目的关系

评估目的	后果或损失
安全风险	人员伤亡、经济损失、第三方人员伤亡、第三方经济损失、工期延误
工期风险	工期延误、经济损失
投资风险	经济损失、第三方经济损失
环境风险	环境破坏、经济损失、第三方经济损失

4.2 安全风险评估原因

黄家梁隧道工程地质极为复杂，隧道地质灾害性不良地质地段长，尤其是隧道存在的高瓦斯风险，加之协议工期紧迫，施工组织管理难度大。在施工高峰期，组织平行作业面多达 40 个（其中开挖作业面 10 个）、参建人员达 870 余人。

按隧道地形、地质、设计状况，隧道进行风险原因识别，黄家梁隧道风险原因查对表详见附表三。

根据分析，本隧道施工中存在的重要风险为：突水突泥、塌方、危岩落石、瓦斯和有害气体等 4 大重要风险。

4.3 风险评估内容

根据《铁路隧道风险评估与管理暂行规定》，施工阶段风险评估应在施工图阶段风险评估的基础上，结合实行性施工组织设计对隧道和辅助坑道进行评估，重要侧重于施工安全，重点对瓦斯、突水突泥、塌方、大变形、原油和有害气体、危岩落石、成品油输送管道泄露或爆炸、天然气输送管道泄露或爆炸等经典风险进行评估。详见附表四。

安全风险状况分析

1 概率等级与后果等级确实定

1.1 瓦斯

黄家梁隧道为高瓦斯隧道，其中 DK434+500~DK439+500 段为高瓦斯区段，其他为低瓦斯区段；施工中，但凡忽视如瓦检、静电、雷电、供电、通风、动火、弱电、摩擦导致的火花、未做防爆的机械、车辆、未使用防爆电气、未佩戴自救器的作业人员、闲杂人员进洞、未经培训的作业人员、特种作业人员、未执行动火审批制度、未安排安全监护员等细节，无论是从技术措施、安全措施，还是管理出现缺陷，一旦发生瓦斯突出或瓦斯爆炸，轻者群死群伤，重者将是尤其重大的恶性事故。安全风险极高。

1.2 塌方

(1)岩堆段

发育于 DK438+681~DK439+114 段的，厚 10~30m，岩堆底面距隧道轨面约 30m，对隧道和其附属坑道稳定性有影响。

(2)顺层和偏压段

DK431+660~DK432+000；DK438+910~DK439+150；DK440+150~DK440+220；DK440+955~DK441+160；DK442+250~DK442+520；DK443+090~DK443+292 段埋深不小于 50m，岩层倾角 $34^{\circ}\sim 44^{\circ}$ 走向与线路夹有不小于 10° ，倾向线路左侧，隧道右侧顺层偏压。DK437+800~+950 段埋深不小于 250m，岩层倾角 $34^{\circ}\sim 44^{\circ}$ 走向与线路夹有不小于 10° ，倾向线路左侧，隧道右侧顺层偏压。此外辅助坑道的进口仰坡均在顺层。

(3)洞身浅埋

DK431+671~DK431+711；DK443+237~DK443+277；DK441+000~DK441+100；DK442+300~DK442+310；DK442+370~DK442+390；DK431+711~DK432+000；DK438+900~DK439+150；DK442+250~DK442+300；DK442+390~DK442+450；DK443+220~DK442+237 共有 10 段存在塌方也许。其中，DK441+005~DK441+055 段最小浅埋 20 米，上方有一冲沟。

(4)滑坡

隧道洞身 DK431+763~+793、DK432+090~+286、DK432+541~DK433+543 段滑坡滑面距隧道轨面 10~35m，对隧道稳定性有影响。

开挖过程中，极有也许对已支护的构造导致冲压或挤压，由于滑坡发生时间短，易发生埋人或关门事故。

1.3 危岩落石

隧道进口和 1#斜井、2#斜井、出口等坡面较陡，软硬岩相间分布，由于差异风化形成危岩。

隧道进口右侧 50m 以外，出口右侧 300m 以外砾岩和砂岩多形成悬崖陡壁，节理裂隙发育，多形成大范围危岩落石区，洞口、斜井处多作业人员和机械设备，属重大危险源。

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/138032115003006101>