

目 录

第一章 概述	1
一、施工安全风险评估简介	1
第二章 工程概况	6
一、工程概况	6
二、技术标准	6
三、施工单位简介	6
四、沿线自然地理及工程地质条件	9
第三章 评估过程和评估方法	13
一、风险评估过程	13
二、风险评估方法	15
第四章 总体风险评估	31
一、桥梁施工总体风险评估	31
二、隧道施工总体风险评估	51
第五章 桥梁施工专项风险评估	61
一、风险源辨识	61
二、风险分析	62
三、风险分类	67
四、重大风险源风险估测	70

第六章	隧道工程专项风险评估	78
一、	施工程序分解	78
二、	风险源普查	79
三、	风险源普查清单	80
四、	风险分析	80
五、	风险评估	82
六、	重大风险源风险估测	84
第七章	风险控制措施及建议	96
一、	桥梁一般风险源控制措施及建议	96
二、	隧道一般风险源控制措施	113
三、	重大风险源控制措施及建议	116
第八章	评估结论	129
一、	重大风险源风险等级汇总	129
二、	重大风险源存在部位及方式	129
三、	评估结果分析	129

第一章 概述

一、施工安全风险评估简介

（一）评估目的

公路桥梁、隧道工程施工环境条件复杂，施工组织实施困难，作业安全风险高居不下，一直以来是行业安全监管的重点环节。在施工阶段建立安全风险评估制度，通过定性或定量的施工安全风险估测，能够增强安全风险意识，改进施工措施，规范预案预警预控管理，有效降低施工风险，严防重特大事故发生。

施工安全风险评估是公路桥梁、隧道工程设计风险评估在实施阶段的深化和落实，根据项目施工组织设计内容，辨识和评价该工程施工过程中可能存在的风险源的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。其基本目的是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，为公路桥梁、隧道工程施工阶段的安全管理提供科学依据，确保建设项目施工期间实现安全生产，使事故和危害引起的损失最少。

本次预评估的目的是在对《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段施工图设计》、《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段项目施工组织设计》（编制单位：安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段项目部）等项目建设资料进行研究的基础上，根据同类工程建设过程中发生的相关安全事故特点，辨识该项目公路桥梁工程施工过程中各项作业活动、作业环境、施工设备、危险物品等所潜在的风险，并对其进行定性、定量分析，以求明确各类危险源的种类及危害程度，进而从安全技术和组织管理等方面提出可行的安全对策措施，提高工程项目施工期间的本质安全度，实现安全生产。

（二）评估原则

本次评估以国家现行的有关安全生产的法律、法规及技术标准为依据，以《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段施工图设计》、《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段项目

施工组织设计》为基础，用科学的评估方法和规范的评估程序，遵循《公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估指南（试行）》有关要求，坚持政策性、科学性、公正性、针对性等原则，以严肃的科学态度开展该工程的施工安全风险评估工作。

（三）评估内容

公路桥梁、隧道工程施工安全风险评估包括总体风险评估和专项风险评估两项内容。

1、总体风险评估

桥梁、隧道工程开工前，根据工程的地质环境条件、建设规模、结构特点等孕险环境与致险因子，估测桥梁、隧道工程施工期间的整体安全风险大小，确定静态条件下的安全风险等级。

2、专项风险评估

当桥梁、隧道工程总体风险评估等级达到Ⅲ级（高度风险）及以上时，将其中高风险的施工作业活动（或施工区段）作为评估对象，按照施工组织设计所确定的施工工法，分解施工作业程序，结合工序（单位）作业特点、环境条件、施工组织等致险因子及类似工程事故情况，进行风险源普查，并针对其中重大风险源进行量化评估，提出相应的风险控制措施。

本次评价的重点是安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段项目建设中的桥梁、隧道工程，通过逐一总体评估确定风险等级后，对其中属于高度风险的各类风险源进行专项评估，建立风险源普查清单，并通过风险分析和估测，确定重大风险源及其风险等级，继而提出科学合理的对策措施及建议，得出评估结论。

（四）施工安全风险评估依据

1、法律法规及政府文件

《中华人民共和国安全生产法》(2002 年中华人民共和国主席令第 70 号 , 自 2002 年 11 月 1 日起施行);

《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令[2008]第 6 号 , 自 2009 年 5 月 1 日起施行);

《中华人民共和国职业病防治法》 中华人民共和国主席令[2001]第 60 号 , 自 2002 年 5 月 1 日起施行);

《中华人民共和国道路交通安全法》(2003 年中华人民共和国主席令第 8 号 , 自 2004 年 5 月 1 日起施行);

《中华人民共和国公路法》(1999 年中华人民共和国主席令第 25 号 〈修改〉 , 自 1999 年 10 月 31 日起施行);

《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令第 393 号 , 自 2004 年 2 月 1 日起施行);

《特种设备安全监察条例》(国务院令第 549 号 〈修改〉 , 自 2009 年 5 月 1 日起施行);

《建筑起重机械安全监督管理规定》(中华人民共和国建设部令第 166 号 , 自 2008 年 6 月 1 日起施行);

《公路建设监督管理办法》(交通部令 2006 年第 5 号);

《公路水运工程安全监督管理办法》(交通部令第 1 号 , 自 2007 年 3 月 1 日起施行)。

《关于开展公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估试行工作的通知》(交质监发〔2011〕 217 号 , 自 2011 年 8 月 1 日起施行)。

《贵州省安全生产条例》(贵州省人民代表大会常务委员会公告);

2、技术标准及规范

《公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估指南（试行）》（中华人民共和国交通运输部 2011 年 4 月）

《公路工程技术标准》（JTGB01-2004）；

《公路工程施工安全技术规程》（JTJF50-2015）；

《公路隧道施工技术规范》（JTG F60—2009）；

《公路桥涵施工技术规范》（JTG/TF50—2011）；

《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80—2004）；

《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2011）；

《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）；

《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；

《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33-2012）；

《建筑工程安全检查标准》（JGJ59-2011）；

《建筑施工高处作业安全技术规程》（JGJ80-91）；

《建筑施工碗扣式脚手架安全技术规范》（JGJ166-2008）；

《建筑施工模板安全技术规范》（JGJ162-2008）；

《建筑拆除工程安全技术规范》（JGJ147-2004）；

《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2012）；

《龙门架及井架物料提升机安全技术规程》（JGJ88-10）；

《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2009）；

《安全带》（GB 6095-2009）；

《安全帽》（GB 2811-2010）；

《起重机械安全规程》(GB/T6067-2010) ;

《机械设备防护罩安全要求》(GB196-2003) ;

《交流电气装置的接地》(GB50065-2011) ;

《用电安全导则》(GB/T13869-2008) ;

《有毒作业分级》(GB/T12331-1990) ;

《噪声作业分级》(GBZ/T229.4-2012) ;

《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-86) ;

《施工企业安全生产评价标准》(JGJ/T 77-2010) ;

《公路项目安全性评价指南》(JTGTB05-2004) ;

《安全评价通则》(AQ8001-2007) ;

《安全预评价导则》(AQ8002-2007) ;

3、 建设项目相关文件

《<安顺至紫云高速公路可行性研究报告>核准意见》

《省发改委关于安顺至紫云高速公路公路初步设计的批复》

《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段两阶段施工图设计》

《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段项目前期策划书》

《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段项目施工组织设计》

《安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段土建工程施工招标文件（项目专用本）》

第二章 工程概况

一、工程概况

本项目 XXXXXX，终点桩号 K9+520，路线全长 9.536 公里。

其中：桥梁总长 3425.5m/14 座(大桥 3144 米/10 座，中小桥 281.5 米/4 座)占路线全长的 35.5%；涵洞 551.65 延米/18 道，隧道总长 1976m/4 座（其中：长隧道 1320m/1 座），占路线全长的 20.76%，共设 2 个互通，分别是：云峰互通和旧州互通。

二、技术标准

1 公路等级：双向四车道高速公路，设计速度为 100km/h；

2 路基宽度：分离式路基宽度 2x13m，整体式路基宽度 26m；

3 公路设计荷载：公路-I 级。

4 设计洪水频率：1/100。

5 其余技术指标：均按交通部 JTG B01-2003《公路工程技术标准》及招标文件执行。

三、施工单位简介

中铁 XX 局集团有限公司，作为世界 500 强企业中国铁建的核心企业，其前身是铁道兵第八师，组建于 1958 年 10 月。系全国首批工程施工总承包特级企业，并具有对外承包工程资质和对外经营权，可承担铁路工程施工总承包特级；公路、水利水电、市政公用、房屋建筑工程施工总承包一级；隧道、桥梁、城市轨道交通、机场场道、公路路面工程专业承包一级、地质灾害防治工程施工甲级资质、建筑行业甲级设计资质经营范围的施工和设计项目。

集团下辖十个全资子公司（国际工程公司、第一、二、三、四、五、六工程有限公司、建筑安装工程有限公司、中铁大都工程有限公司、房地产开发有限公司），四个专

业分公司（科研设计院、隧道工程公司、轨道工程公司、路桥工程公司）以及若干个工程指挥部。

集团现有职工 1.8 万余人，其中有职称的各类专业技术人员 8000 余人，中、高级工程技术人员 3300 余人，有资质项目经理（建造师）600 余人。全集团注册资本金 23.2 亿元，年营业收入超过 200 亿元，多年被评为 AAA 级信用企业和诚信纳税企业，在国内建筑施工企业中具备较大的经济规模，拥有较强的经济实力。集团公司拥有 TBM 全断面隧道掘进机、盾构机 10 台（套），以及 900 吨架桥机等生产机械设备共 6000 多台（套），总功率约 70 万千瓦，综合机械化程度达到 90% 以上，年施工能力达到 300 亿元以上。

在五十多年的历程中，中铁 XXX 集团承建了京津城际、京沪、武广、石武高铁，成昆、襄渝、京九、青藏等 100 多项国家大型重点铁路工程；京沈、京福、京沪、太旧、铜黄等 200 多项高速公路工程；引滦入津、清江隔河岩水利枢纽、太平驿电站、四川锦屏电站等 40 多项水利水电工程；厦门翔安海底隧道、青岛胶州湾海底隧道、天津滨海新区中央大道海河隧道、天津彩虹大桥、南京双桥门大桥、南宁市仙葫大桥、呼和浩特鼓楼立交桥、南京市污水处理厂、天津开发区净水厂等 500 多项市政、环保工程；大连、北京、天津轻轨，北京、天津、沈阳、深圳、重庆、南京、昆明地铁等 40 多项城市轨道交通工程；北京京通新城、京洲花园小区、通典铭居小区，天津华林小区、开发区御景园、南开大学泰达学院，汕头华能电厂、云南曲靖电厂、通辽宝龙山风电场等 500 多项工业民用建筑及火电、风电工程；沙特麦加轻轨、泰国曼谷轻轨，阿曼、伊拉克、尼日利亚公路，沙特南北铁路、尼日利亚铁路改造，迪拜喜瑞福大厦、迪拜国际城，巴基斯坦上斯瓦特引水工程等 100 多项海外工程。

中铁 XXX 集团有限公司在施工中先后创造了数十项全国第一：当时中国第一特长铁路隧道——西康铁路秦岭隧道（全长 18.45 公里）；当时亚洲第一铁路长隧——兰武二线乌鞘岭隧道（2×20.05 公里）；亚太地区最大断面导流洞——湖北清江隔河岩电站导流洞（22 米×20.5 米）；亚洲最大直径电站调压井——四川太平驿电站调压井（直径 28.6 米、深 80.5 米）；小断面独头掘进最长的隧道——甘肃金昌冷龙岭隧道（独头掘进 6800 米）；世界最高的 V 型支撑铁路桥梁——南昆铁路八渡南盘江特大桥（高 115.6 米）；整体施工技术达到国际先进水平的“亚洲第一桥”——内昆铁路李子沟特大桥；在国内首次采用竖向转体施工技术的广西梧州桂江三桥；在国内首创下承式吊杆系杆无推力钢管混凝土拱桥建桥新技术、新工艺全国 10 项第一的天津彩虹大桥；全国建筑面积最大的城市互通式立交桥——天津滨海立交桥（总面积 87322 平方米）；中国最长的公路隧道——陕西西柞高速公路终南山隧道（18436 米）；我国第一条海底隧道——厦门翔安海底隧道；我国第二条海底隧道——青岛胶州湾海底隧道；目前世界海拔最高的铁路工程——青藏铁路最高段（海拔 5072 米）均由中国铁建 XXX 集团承建。

中铁 XXX 集团有限公司及所属公司已全部通过 ISO9001:2000 版质量管理体系、OHSMSI18001-2001 职业健康安全管理体系、ISO14001-1996 环境管理体系认证，实现了质量、安全、环境管理与国际标准接轨。集团公司先后荣获“天津市诚信企业”、“全国优秀施工企业”、“全国重合同守信用企业”、“全国五一劳动奖状”、“创鲁班奖特别荣誉企业”、“中国对外承包企业社会责任金奖”、“全国设备管理优秀单位”、“2008 年抗震救灾、重建家园全国工人先锋号”等诸多荣誉称号。

集团公司相继获得中国土木工程詹天佑奖 10 项、鲁班奖 15 项、国家优质工程金奖 4 项、国家优质工程银奖 32 项、全国用户满意工程 7 项、全国市政金杯示范工程奖 9

项。荣获国家科技进步奖 8 项、国家级工法 12 项，被评为全国管理创新二等奖、国家施工企业管理优秀奖、技术进步先进企业，2010 年集团公司获批高新技术企业。

中铁 XXX 集团有限公司坚持“面向全国，开拓国际，突出主业，发挥优势，多元经营”的思路，继续发扬“不畏艰险、勇攀高峰、领先行业、创誉中外”的企业精神，贯彻实施五项战略：大市场战略，名牌精品战略，科技兴企战略，人才开发战略，管理创新战略。强化经营管理，科技开发，向智力密集型、技术密集型和管理密集型企业发展，推动企业向跨地区、跨行业和跨国经营的大型企业集团发展目标迈进。

四、沿线自然地理及工程地质条件

（一）地形、地貌

项目区内总体北高南低，海拔高程 1069.9 米-1554.5 米，以杨武为界，北部平缓，丘峰为主，一般高差小于 100 米，山体孤立，形如“竹笋”，以南山体较大，浑厚，为典型岩溶山区，路线经过区域地貌以岩溶地貌为主，其次为侵蚀中低山地貌。

（二）地质情况

根据实地调查及有关地质资料，测区内出露的底层主要有古生界的泥盆系、石炭系、二迭系；中生界的三迭系；新生界的第四系。现分述如下：

1) K0+000~K4+950 段：路段以峰丛洼地地貌为主，区内地形陡峻，山峰间有垭口，峰丛间有洼地，洼地谷地有溶蚀漏斗、消水洞等。地层岩性：路段大部分上覆黏土夹碎石 0~3m，植被不发育，基岩裸露，出露地层为三迭系下统安顺组（T1a）、三迭系下统谷脚组（T1g），岩性主要为中厚层白云岩。该路段切割山体，路线走向与岩层倾向基本平行，该段工程地质条件简单，边坡开挖需注意碎落、局部坍塌的问题。沿线地表、地下水系较发育，施工及生活用水丰富。

2) K4+950~K9+520 段：路段以中低山地貌为主，区内地形陡峻，山体高大。地层岩性：路段大部分上覆黏土夹碎石 3~6m，植被较发育，局部基岩裸露，出露地层为三迭系下统大治组(T1d)、二迭系上统长兴组 (P2c)、上统吴家坪组 (P2w)、下统茅口组 (P1m)、栖霞组 (P1m)、三迭系下统安顺组 (T1a)、三迭系下统谷脚组 (T1g)，岩性主要为页岩、硅质岩夹煤及灰岩。该路段切割山体，路线走向与岩层基本平行，该段工程地质条件复杂，边坡开挖需注意滑塌失稳问题，需采取适当的工程措施处理。隧道进口仰坡为顺向坡，隧道开挖需加强边仰坡防护。沿线地表水系不发育，施工及生活用品比较匮乏。

(三) 气候

路线所处区为亚热带湿润季风气候区，处于中亚热带与北亚热带两个农业气候区的过渡地段。气候适中，夏无酷暑、冬无严寒，雨量充沛，其中紫云县光照较好，热量充沛，年日照时数年平均值为 1455.3 小时，年平均气温 15.3℃，平均无霜期 288 天，县内年平均降水量 1337.1 毫米，雨季为夏冬两季，降水量占全年 80%以上;安顺云雾多，日照少，辐射能量低，年平均日照时数为 1250 小时左右，多年平均气温 14℃~15℃。平均无霜期 270 天，年平均降水量为 1396.9 毫米，地温多年平均 17.6℃。

(四) 水文地质

项目区属珠江流域，红水河水系，蒙江（格凸河）支流上游，流经区域地表河水以向南流为主。由于沿线岩溶发育，地表河流多出经地下溶洞穿山而过，时隐时现，形成独特的岩溶景观。路线所经区域地表水系较发育，并分布有鹅定水库、新海水库、烂坝水库、山塘水库等。局部路段地表水缺乏。

(五) 主要工程规模

本项目土建 1 标段起于安顺市东面的猫猫洞，起点桩号 K0+000,终点桩号

K9+520=土建 2 标段起点 K9+520 路线全长 9.536 公里。本合同主要工程数量见下表；

表 1 工程数量表

序号	主要分项工程	工程数量	备注
1	路基土石方开挖	276.6 万方	
2	路基土石方回填	179.6 万方	
3	桩基	371 根	
4	40m 跨先简支后连续 T 梁	312 片	
5	20m 跨先简支后连续 T 梁	264 片	
6	隧道	1974 米	
7	涵洞、通道	8 道	

(六) 桥梁工程简介

本标段共有主线桥梁 14 座 (含匝道), 大桥 10 座、中桥 2 座, 小桥 1 座、匝道一座。具体工程情况见表 2

表 2 主线桥梁工程一览表

序号	桥梁名称	中心桩号	桥长 (m)	孔跨类型	桥墩及基础
1	郑家屯大桥	K0+208.99	173.5	(左、右) 4×40mT 梁	双柱墩、桩基础
2	曹家屯大桥	K0+560	250	(左、右) 6×40m 小箱梁梁	双柱墩、桩基础
3	山岗坡大桥	K0+900	210	(左、右) 5×40m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
4	石龙湾大桥	K0+712	409	(左、右) 10×40m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
5	石将军大桥	K2+405	149	(左、右) 7×20m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
6	燕子窝大桥	K15+040	704	(左) 26×20m (右) 35×20m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
7	新寨大桥	K5+000	372	(左、右) 12×30m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
8	新隆大桥	K8+088	732	(左) 24×30m (右) 23×30m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
9	山岗坡跨线桥	K0+383.54	132	(左、右) 3×40m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
10	水湖坝大桥	K9+355	217	(左、右) 7×30m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
11	新隆中桥	ZK8+650	46	(左、右) 1×30m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础
12	水湖坝中桥	K8+935.47	101.5	(左、右) 3×30m 先简后支 T 梁	双柱墩、桩基础



(七) 隧道工程简介

本合同段内有隧道 4 座共 1974m，具体工程情况见表 3

表 3 主线桥梁工程一览表

序号	隧道名称	中心桩号	长度 (m)	围岩等级	洞口开挖方式
1	郑家屯隧道	K0+360	132	IV、V	边 (仰) 坡开挖
2	曹家屯隧道	K0+740	106	IV、V	边 (仰) 坡开挖
3	七眼桥隧道	K2+121	411	IV、V	边 (仰) 坡开挖
4	旧州隧道	K6+327	1325	IV、V	边 (仰) 坡开挖

第三章 评估过程和评估方法

一、风险评估过程

根据国家交通运输部颁布的《公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估指南（试行）》（交质监发〔2011〕217号，以下简称《指南》）所作的明确规定，风险评估过程一般包括以下几个步骤：

（一）准备阶段

（1）成立专项评估小组，明确职责分工，其中小组负责人应有 5 年以上工程管理经验；

（2）明确评估对象和范围，收集国内外相关法律和标准，了解同类工程的事故情况；

（3）现场查勘评估对象的地理、水文、气象条件，收集工程建设有关资料。

（二）开展总体风险评估

根据设计阶段风险评估结果类似结构工程安全事故情况，用定性和定量相结合的方法初步分析本项目孕险环境与致险因子，估测施工中发生重大事故的可能性，确定项目总体风险等级。

（三）确定专项风险评估范围

总体风险评估等级达到Ⅲ级（高度风险）及以上的桥梁工程和隧道工程，应进行专项风险评估。其他风险等级的桥梁和隧道工程可视情况开展专项风险评估。

（四）开展专项风险评估

- 1、按照施工组织设计所确定的施工方法，分解施工作业程序；
- 2、选择合适的评估方法，结合工序（单位）作业特点、环境条件、施工组织等致险因子，辨识施工作业活动中典型事故类型，建立风险源普查清单；

3、对风险源进行风险分析和估测，确定重大风险源及其风险等级。

（五）确定风险控制措施

根据风险接受准则的相关规定，明确重大风险源的监测、监控、预警措施及应急预案。

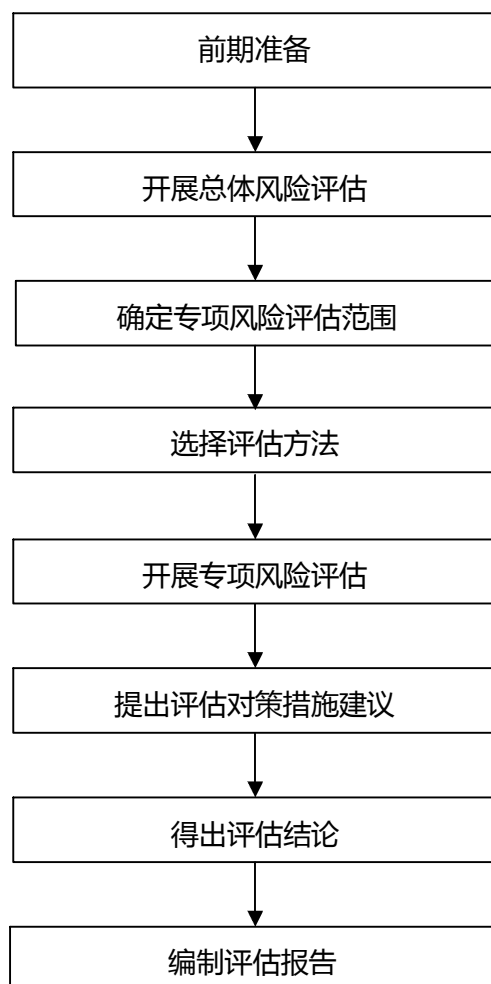


图 1 安顺至紫云高速公路第 1 合同段安全风险评估程序流程图

二、风险评估方法

1、桥梁

(1)、桥梁施工总体风险评估方法

按照《指南》推荐的桥梁施工总体风险评估方法，桥梁工程施工安全风险总体评估主要考虑桥梁建设规模、地质条件、气候环境条件、地形地貌、桥位特征及施工工艺成熟度等评估指标，评估指标的分类、赋值标准可参见下表。本项目共有桥梁 14 座，对照下表分值标准进行逐一评估。

表 4 桥梁工程总体风险评估指标体系

评估指标	分类标准	标准分值	说明
建设规模 (A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	应结合各地工程建设经验及水平，综合判定，其中拱桥应按高限取值。
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5	
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2	
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1	
地质条件 (A2)	不良地质灾害多发区域（包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等）	4-6	特殊性岩土主要包括：冻土、膨胀性岩土、软土等。
	存在不良地质灾害，但不频发或存在特殊性岩土，影响施工安全及进度	1-3	

	地质条件较好，基本不影响施工安全因素	0-1	
气候环境 条件(A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	应结合施工工艺特征综合判定。
	气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	2-3	
	气候条件良好，基本不影响施工安全	0-1	
地形地貌 条件(A4)	山岭区：峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	应结合勘察资料，综合判定。
	山岭区：一般区域	0-3	
	平原区	0-1	
桥位特征 (A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	跨线桥应综合考虑交叉线路的交通量状况。
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3	
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1	
	陆地：跨线桥〔公路、铁路等〕及其他特殊桥	3-6	
施工工艺 成熟度 (A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	应考虑施工企业工程经验。
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1	

桥梁工程施工安全总体风险大小计算公式为： $R=A1+A2+A3+A4+A5+A6$ ，其中，

A1 指桥梁建设规模所赋分值；

A2 指工程所处地质条件所赋分值；

A3 指工程所处气候环境条件所赋分值；

A4 指工程所处地形地貌所赋分值；

A5 指桥位特征所赋分值；

A6 指施工工艺成熟度所赋分值。

评估指标体系中各指标所赋分值应结合工程实际情况，综合考虑各种因素的影响程度来确定分值，数值应取整数。评估指标也可以根据工程实际进行相应的增加或删减，同时风险分级标准也须进行相应调整。

计算得到总体风险值 R 后，对照下表确定桥梁工程施工安全总体风险等级。

表 5 桥梁工程施工安全总体风险分级标准

风险等级	计算分值 R
等级Ⅳ（极高风险）	14 分及以上
等级Ⅲ（高度风险）	8-13 分
等级Ⅱ（中度风险）	5-8 分
等级Ⅰ（低度风险）	0-4 分

对总体风险等级在Ⅲ级（高度风险）及以上的桥梁工程，纳入专项风险评估范围。评估小组应根据总体风险评估情况，提出专项风险评估中需要重点评估的风险源。其他风险等级的桥梁工程，视情况确定是否开展专项风险评估。

（2）桥梁施工专项风险评估方法

专项风险评估是将总体风险评估等级为Ⅲ级（高度风险）及以上桥梁工程中的施工作业活动（或施工区段）作为评估对象，根据其作业风险特点以及类似工程事故情况，进行风险源普查，并针对其中的重大风险源进行量化估测，提出相应的风险控制措施。属于动态评估。

专项风险评估前，首先，应按照施工组织设计所确定的施工工法，分解施工作业程序，结合工序（单位）作业特点、环境条件、施工组织等致险因子，辨识施工作业活动中典型事故类型，从而建立风险源普查清单，并通过风险分析和估测，确定重大风险源。其次，按照《指南》推荐的指标体系法评估重大风险源的风险等级，并对照风险可

接受准则确定相应的风险控制措施。

专项风险评估的基本程序包括：风险源普查、辨识、分析，并针对重大风险源进行估测、控制。

公路桥梁工程施工作业活动一般分解到分项工程，如下表。

表 6 公路桥梁工程主要分项工程

序号	施工作业活动
1	基坑施工
2	灌注桩施工
3	基础施工
4	钢筋工程施工作业
5	混凝土工程施工作业
6	预应力混凝土工程施工
7	墩（柱）施工
8	钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥上部结构施工

施工作业程序分解后，通过相关人员调查、评估小组讨论、专家咨询等方式，分析评估单元中可能发生的典型事故类型，并形成风险源普查清单。公路桥梁工程施工作业活动与典型事故类型对照表见下表。

表 7 公路桥梁工程主要施工作业活动与典型事故类型对照表

事故类型	坍塌	起重	物体	高处	机械	触电	淹溺	车辆	中毒	容器
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



施工作业		伤害	打击	坠落	伤害			伤害	窒息	爆炸
深基坑施工	0		0	0						
人工挖空灌注桩	0		0	0					0	
水上机械钻孔灌注桩		0	0			0	0			0
沉井基础施工		0		0			0			
墩塔模板施工	0	0	0	0						
模板、支架和拱架安装与拆除	0		0	0						
钢筋工程作业			0		0	0				0
砌体工程施工	0		0	0	0					
猫道施工			0	0	0					
满堂脚手架现浇法作业	0	0	0	0	0					
顶推法作业				0	0					
悬臂拼装法作业	0	0	0	0						
悬臂现浇法作业	0	0	0	0						
满堂拱架法作业	0		0	0						
劲性骨架法作业	0	0	0	0						
缆索吊装法作业	0		0	0						
转体安装作业	0				0					
架桥机安装作业	0			0						
浮吊安装作业		0	0	0						
模板、支架和拱架安装与拆除	0		0	0						
临时设施〔塔吊、龙门架等〕拆除	0		0	0						
防护栏、隔离墩施工				0	0	0				

桥面防水施工				0	0					
桥面与人行道铺装				0	0					

2、隧道

(1) 隧道总体风险评估方法

按照《指南》推荐的隧道施工总体风险评估方法，隧道工程施工安全风险总体评估主要考虑隧道建设规模、地质条件、气候环境条件、地形地貌、桥位特征及施工工艺成熟度等评估指标，评估指标的分类、赋值标准可参见下表。本项目共有隧道 4 条，对照下表分值标准进行逐一评估。

表8 隧道工程总体风险评估指标体系

评估指标	分类		分值	说明
地质 G =(a+b+c)	围 岩 情 况 a	1、V、VI 围岩长度占全隧道长度 70 % 以上	3~4	根据设计 文 件 和 施 工 实 际 情 况 确 定。
		2、V、VI 围岩长度占全隧道长度 40 % 以上、70 % 以下	2	
		3、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以上、40 % 以下	1	
		4、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以下	0	
	瓦 斯 含 量 b	1．隧道洞身穿越瓦斯地层	2-3	
		2．隧道洞身附近可能存在瓦斯地层	1	
		3．隧道施工区域不会出现瓦斯	0	
	富 水 情 况 c	1．隧道全程存在可能发生涌水突泥的地质	2-3	
		2．有部分可能发生涌水突泥的地质	1	
		3．无涌水突泥可能的地质	0	
开挖断面 A	1．特大断面（单洞四车道隧道）		4	
	2．大断面（单洞三车道隧道）		3	
	3．中断面（单洞双车道隧道）		2	
	4．小断面（单洞单车道隧道）		1	
隧道全长 L	1．特长（3000m 以上）		4	
	2．长（大于 1000m、小于 3000m）		3	
	3．中（大于 500m、小于 1000）		2	
	4．短（小于 500m）		1	
洞口形式 c	1．竖井		3	
	2．斜井		2	

	3. 水平洞	1	
洞口特征	1. 隧道进口施工困难	2	从 施 工 便
C	2. 隧道进口施工较容易	1	道 难 易、地

注：1.指标的取值针对单洞。

2.表中“以上”表示含本数，“以下”表示不含本数，下同。

(3) 隧道工程施工安全总体风险分级标准

隧道工程施工安全总体风险大小计算公式为：

$$R=G(A+L+S+C)=(a+b+c)(A+L+S+C)$$

计算得到总体风险值 R 后，可对照下表确定隧道工程施工安全总体风险的等级。

表9 隧道工程施工安全总体风险分级标准

风险等级	计算分值 R
等级 IV (极高风险)	22 分及以上
等级 III (高度风险)	14—21 分
等级 II (中度风险)	7—13 分
等级 I (低度风险)	0—6 分

经总体风险评估后，对于Ⅲ级（高度风险）及以上等级的隧道工程，应组织开展专项风险评估。

(4)隧道专项评估方法

1) 专项风险评估思路

专项风险评估是指将总体风险评估等级为Ⅲ级（高度风险）及以上隧道工程中的施工作业活动（或施工区段）作为评估对象，根据其作业风险特点及类似工程事故情况，进行风险源普查，并针对其中的重大风险源进行量化估测，提出相应的风险控制措施，属于动态评估。其评估思路如下：

将隧道施工工序分解；

结合分解的工序，进行危险源普查，列出风险源普查清单。

用系统安全方法对辨识出的危险源进行定性评估；

选用合适的评估方法，对辨识出的危险源进行定量评估

2) 专项风险评估的基本程序包括：风险源普查、辨识、分析，并针对重大风险源进行估测、控制，具体见专项风险评估流程图。

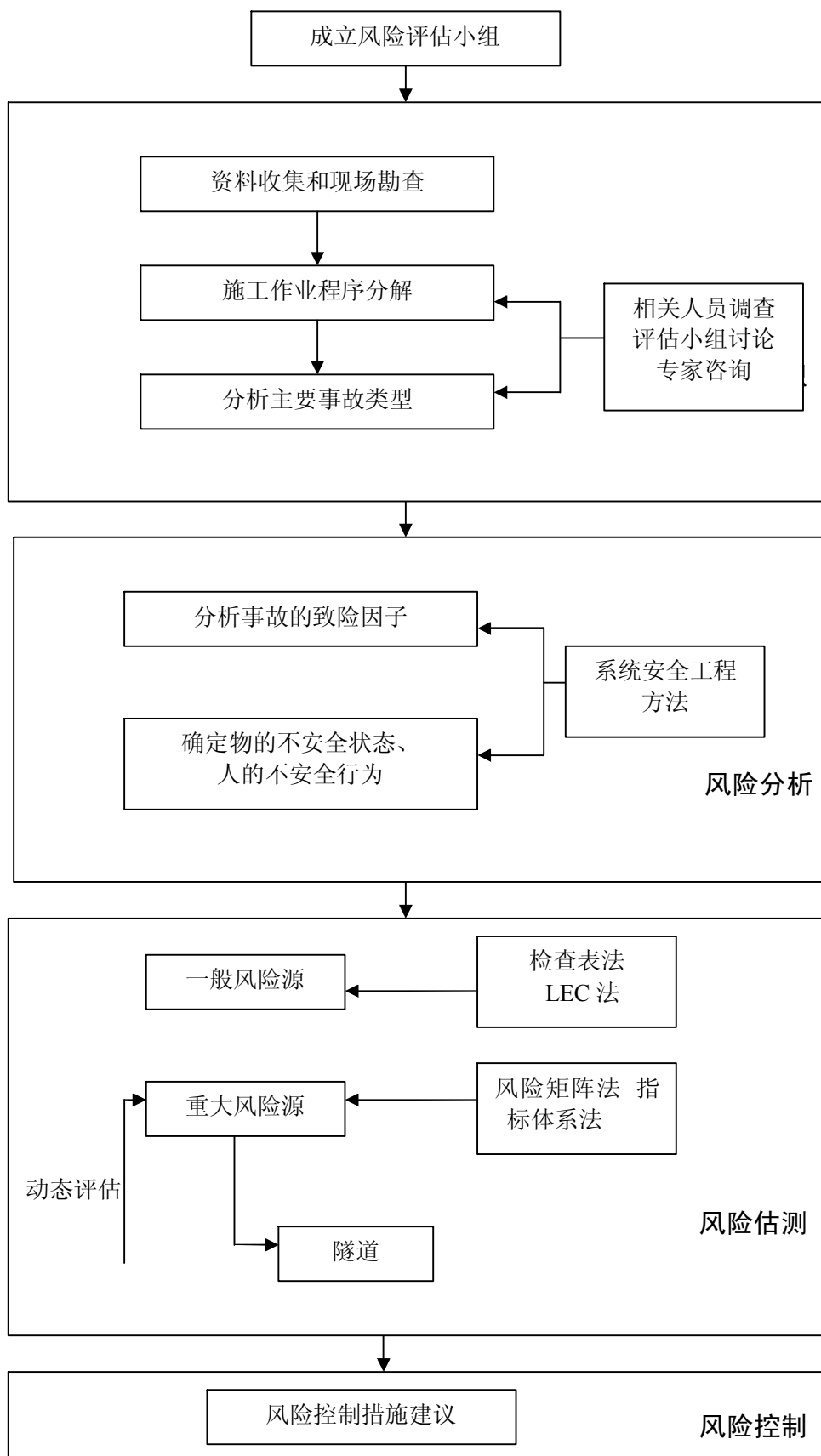


图 3 专项风险评估流程图

3、其它专项风险评估方法

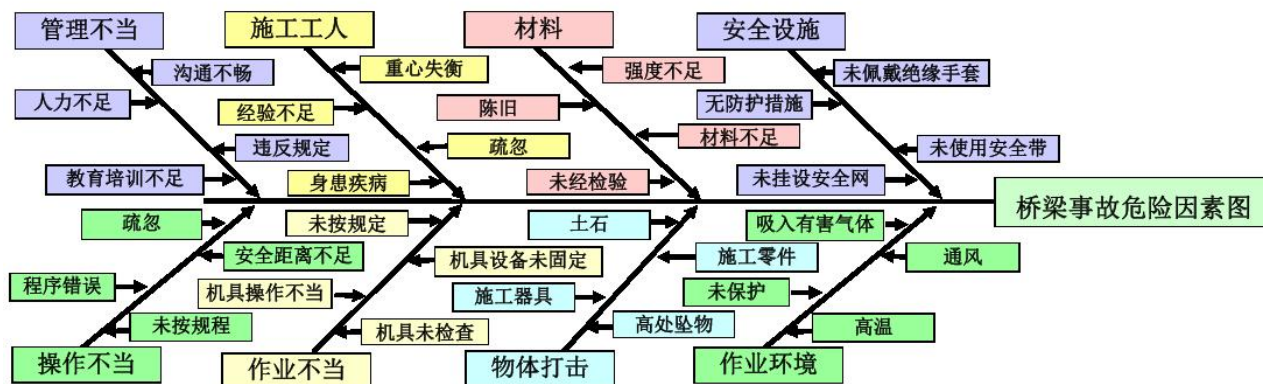


图 2

(1)、鱼刺图法

鱼刺图法即为因果图分析法，是用因果分析图分析各种问题产生的原因和由此原因可能导致后果的一种管理方法。由于因果分析图形状象鱼刺，所以又称为鱼刺图。它由结果、原因和枝干三部分组成。

结果：表示期望进行改善、追查和控制的对象。

原因：表示对结果可能施加影响的因素。

枝干：表示原因与结果、原因与原因之间的关系。中央的枝干为主干，用双箭头表

示。从主干两边依次展开的枝干为大枝(大原因即直接原因)，大枝两侧展开的枝干为中枝(间接原因)，中枝两侧展开的枝干为小枝(造成间接原因的上一层原因)，用单箭头表示。

在一个系统中，下一阶段的结果，往往是上一阶段的原因造成的。用鱼刺图（因果图分析）法，通过一张图，可把引起事故的错综复杂的因果关系，直观地表述出来，用以分析事故产生的原因和研究预防事故的措施。

(2)、LEC 评价法

LEC 评价法是对具有潜在危险性作业环境中的危险源进行半定量的安全评价方法。该方法采用与系统风险率相关的 3 种方面指标值之积来评价系统中人员伤亡风险大小。这 3 种方面分别是：L 为发生事故的可能性大小；E 为人体暴露在这种危险环境中的频繁程度；C 为一旦发生事故会造成的损失后果。

对这 3 种方面分别进行客观的科学计算，得到准确的数据，是相当繁琐的过程。为了简化评价过程，采取半定量计值法。即根据施工经验和估计，分别对这 3 方面划分不同的等级，并赋值。具体如下：

I、L—发生事故的可能性：分值为 1，表示可能性小，完全意外；分值为 2，表示不经常，但有可能发生；分值为 3，表示很有可能；分值为 4，表示完全可以预料，必定要发生。

II、E—人员暴露在危险环境中的频繁程度：分值为 1，表示人员极少暴露在危险环境中，每月还不到一次；分值为 2，表示每月多于 1 次地暴露在危险环境中；分值为 3，表示每天暴露在危险环境中；分值为 4，表示长时间持续地暴露在危险环境中。

III、C—发生事故会造成的损失后果：分值为 1，表示人员受轻伤，经济损失很小；分值为 2，表示人员受重伤，有一定及经济损失；分值为 3，表示一人死亡，有较大的

经济损失；分值为 4，表示数人死亡，造成重大经济损失。

风险分值 $D=LEC$ 。D 值越大，说明该系统危险性大，需要增加安全措施，或改变发生事故的可能性，或减少人体暴露于危险环境中的频繁程度，或减轻事故损失，直至调整到允许范围内。根据施工经验，风险分值划分为 4 级： $D \geq 27$ ，风险级别为 1； $16 \leq D < 27$ ，风险级别为 2； $8 \leq D < 16$ ，风险级别为 3； $D < 8$ ，风险级别为 4。其中，风险级别为 1、2 级的属于重大风险源，应采取有效措施，予以重点控制；风险级别为 3、4 级的为一般风险源，用企业现有规章制度进行预防和控制即可。

(3)、重大风险源的风险估测采用风险矩阵法和指标体系法，事故可能性、事故严重程度及专项风险等要素的等级划分标准应符合下列规定：

I、事故可能性等级划分标准

重大风险源事故可能性等级划分标准见表 10，其中 $P=R \times \gamma$ ，按四舍五入计算取整。

表 10 桥梁典型重大风险源事故可能性等级划分

计算分值 P	等级描述	等级
$P \geq 14$ 分以上	等级 IV(很可能)	4
$6 \leq P < 14$	等级 III(可能)	3
$3 \leq P < 6$ 分	等级 II(偶然)	2
$P < 3$	等级 I(不太可能)	1

R 为施工事故可能性评估指标体系赋予分值；

γ 为折扣系数，与安全管理评估指标分值 M 相关联，具体情况如表 11 所示。

表 11 安全管理评估指标分值与折减系数对照表

计算分值 M	折减系数 γ
$M > 12$	1.2
$9 \leq M \leq 12$	1.1
$6 \leq M \leq 8$	1
$3 \leq M \leq 5$	0.9
$0 \leq M \leq 2$	0.8

其中 $M=A+B+C+D+E+F+G+H$ ，各评估指标具体取值如表 10 所示。

表 12 安全管理评估指标体系

评估指标	分类	分值	说明
总包企业资质 A	三级	3	
	二级	2	
	一级	1	
	特级	0	
专业及劳务分包企业资质 B	无资质	1	针对当前作业的主要分包企业。
	有资质	0	
历史事故情况 C	发生过重大事故	3	指项目部主要管理人员从事过的工程项目上曾经发生的事故情况。
	发生过较大事故	2	
	发生过一般事故	1	
	未发生过事故	0	
作业人员经验 D	无经验	2	从特种作业人员、一线施工人员的工程经验考虑。
	经验不足	1	
	经验丰富	0	
安全管理人员	不足	2	从“三类人”的持证、在岗情况考虑。

E	配备	基本符合规定	1	
		符合规定	0	
F	安全投入	不足	2	
		基本符合规定	1	
		符合规定	0	
G	机械设备配置及管理	不符合合同要求	2	
		基本符合合同要求	1	
		符合合同要求	0	
H	专项施工方案	可操作性较差	2	
		可操作性一般	1	
		可操作性强	0	

按照图表所示，本企业总承包企业资质为特级，A 分值为 0 分；

专业及劳务分包企业均是有资质的企业，B 选项分值为 0 分；

项目部主要管理人员从事工程项目曾发生过一般事故，C 分值为 1 分；

本项目作业人员均为经验丰富，且有多年施工经验的人员，D 分值为 0 分

本项目三类人员全部持证上岗，E 分值为 0 分；

本项目安全费用的投入使用符合有关规定，F 分值为 0 分；

本项目机械设备配置与管理符合合同要求，G 分值为 0 分；

本项目编制的桥梁、隧道专项施工方案均由经验丰富的工程师编制，可操作性较强，H 分值为 0 分，

$M=0+0+1+0+0+0+0+0=1$ ， $0 \leq M \leq 2$ ，依据安全管理评估指标分值与折减系数对照表，折减系数 γ 为 0.8。

(2) 事故严重程度等级划分标准

事故严重程度的等级分成四级，主要考虑人员伤亡和直接经济损失。当多种后果同时产生时，应采用就高原则确定事故严重程度等级。

1) 人员伤亡是指在施工活动过程中人员所发生的伤亡，依据人员伤亡的类别和严重程度进行分级，等级标准如表 13 所示。

表 13 人员伤亡等级标准

等 级	1	2	3	4
定 性 描 述	一般	较大	重大	特大
人 员 伤 亡	人员死亡（含失踪）人数 < 3 或重伤人数 < 10	$3 \leq \text{人员死亡（含失踪）人数} < 10$ 或 $10 \leq \text{伤人数} < 50$	$10 \leq \text{人员死亡（含失踪）人数} < 30$ 或 $50 \leq \text{伤人数} < 100$	人员死亡（含失踪）人数 ≥ 30 或重伤人数 ≥ 100

2) 直接经济损失是指事故发生后造成工程项目发生的各种费用的总和，包括直接费用和事故处理所需（不含恢复重建）的各种费用，等级标准如表 12 所示。

表 14 直接经济损失等级标准

等级	1	2	3	4
定性描述	一般	较大	重大	特大
经济损失（万元）	$Z < 10$	$10 \leq Z < 50$	$50 \leq Z < 500$	$Z \geq 500$

3) 专项风险等级划分标准

专项风险等级分为四级：低度〔Ⅰ级〕、中度〔Ⅱ级〕、高度〔Ⅲ级〕、极高〔Ⅳ级〕，如表 15 所示。

表 15 专项风险等级标准



严重程度等级		一般	较大	重大	特大
可能性等级		1	2	3	4
很可能	4	高度Ⅲ	高度Ⅲ	极高Ⅳ	极高Ⅳ
可能	3		高度Ⅲ	高度Ⅲ	极高Ⅳ
偶然	2			高度Ⅲ	高度Ⅲ
不太可能	1	低度Ⅰ			高度Ⅲ

第四章 总体风险评估

一、桥梁施工总体风险评估

(一) 郑家屯大桥总体施工风险评估

表 16 郑家屯大桥总体施工风险评估情况表

评估指标	分类标准	标准分值	在建工程实际情况	评估分值	备注
建设规模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	郑家屯大桥总长 173.5m, 桥跨布置 4 ×40m T 梁, 单跨最大为 40m 预制 T 梁。	2	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域(包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层(Qel+dl)黏土及人工堆积(Qme)填筑土;下伏基岩为三叠系下统谷脚组(Tig)中厚层至厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害,但不频发或存在特殊性岩土,影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好,基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件(A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候,地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛,但分布不均。	1	
	气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	2-3			
	气候条件良好,基本不影响施工安全	0-1			
地形地	山岭区:峡谷、山间盆地、山口等险要区	4-6	场区地貌未峰丛洼地,溶蚀山丘,安	1	

貌 条 件 (A4)	域		顺案基岩层局部裸露，紫云案坡体基岩大部裸露，少量灌木植被发育。		
	山岭区：一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥 位 特 征(A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及跨江、河、海湾等通航的施工作业。	4	上 跨 贵 安 大道
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥〔公路、铁路等〕及其他特殊桥	3-6			
施 工 工 艺 成 熟 度(A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出郑家屯大桥工程总体风险值 $R=9$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险分级标准得出结论：风险等级为 III 级，属高度风险，需要组织开展专项风险评估。

(二)、曹家屯大桥总体施工风险评估

表 17 曹家屯大桥总体施工风险评估情况表

评估 指标	分类标准	标 准 分 值	在建工程实际情况	评 估 分 值	备注
建 设 规 模 (A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	曹家屯大桥总长 250m，桥跨布置 6×40m 小箱梁，单跨最大为 40m 预制 T 梁。	2	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			

	100 米 $\leq$ L $\leq$ 1000 米或 40 米 $\leq$ LK $\leq$ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地 质 条 件 (A2)	不良地质灾害多发区域 (包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子准地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层未第四系残破积层黏土、冲洪积层卵石土、崩塌堆积层块石土及填筑土, 下伏基岩为三叠系下统谷脚组中厚~厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害, 但不频发或存在特殊性岩土, 影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好, 基本不影响施工安全因素	0-1			
气 候 环 境 条 件 (A3)	极端气候事件多发区域 (洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候, 地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛, 但分布不均。	1	
	气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	2-3			
	气候条件良好, 基本不影响施工安全	0-1			
地 形 地 貌 条 件 (A4)	山岭区: 峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地, 溶蚀山丘, 安顺案基岩层局部裸露, 紫云案坡体基岩大部裸露, 少量灌木植被发育。	1	
	山岭区: 一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥 位 特 征 (A5)	跨江、河、海湾: 通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	5	上 跨 贵 昆 铁 路 专 线
	跨江、河、海湾: 通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾: 通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地: 跨线桥 (公路、铁路等) 及其他特殊桥	3-6			
施 工 工 艺	新技术、新工艺, 新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多, 施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部	0	
	施工工艺较成熟, 国内有相关应用	0-1			

成熟度 (A6)			分都参与过类似桥梁的施工。		
-------------	--	--	---------------	--	--

由总体风险评估表计算得出曹家屯大桥工程总体风险值 $R = 10$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险分级标准得出结论：风险等级为 III 级，属高度风险，需要组织开展专项风险评估。

(三) 山岚坡大桥总体施工风险评估

表 18 山岚坡大桥总体施工风险评估情况表

评估指标	分类标准	标准分值	在建工程实际情况	评估分值	备注
建设规模 (A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK (总长 L)	6-8	山岚坡大桥总长 210m，桥跨布置 5 × 40m 先简支后支 T 梁，单跨最大为 40m 预制 T 梁。	2	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件 (A2)	不良地质灾害多发区域 (包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层 (Qel+dl) 黏土，崩塌堆积 (Qc) 块石土；下伏基岩为三叠系下统谷脚组 (Tig) 中厚层至厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害，但不频发或存在特殊性岩土，影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好，基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境	极端气候事件多发区域 (洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候，地形复杂。春季和秋季日平均温度变化	1	

条 件 (A3)	气候环境条件一般，可能影响施工安全， 但不显著	2-3	较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛，但分布不均。		
	气候条件良好，基本不影响施工安全	0-1			
地 形 地 貌 条 件 (A4)	山岭区：峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地，溶蚀山丘，安顺案基岩层局部裸露，紫云案坡体基岩大部裸露，少量灌木植被发育。	1	
	山岭区：一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥 位 特 征 (A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	3	上 跨 中 石 化 输 油管道
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥〔公路、铁路等〕及其他特殊桥	3-6			
施 工 工 艺 成 熟 度 (A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出山岚坡大桥工程总体风险值 $R=9$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为 III 级，属高度风险，需要组织开展专项风险评估。

（四）、石龙湾大桥总体施工风险评估

表 19 石龙湾大桥总体施工风险评估情况表

评估	分类标准	标准	在建工程实际情况	评估	备注
----	------	----	----------	----	----

指标		分值		分值	
建设规模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	石龙湾大桥总长 409m, 桥跨布置 10×40m 先简支后支 T 梁, 单跨最大为 40m 预制 T 梁。	2	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域 (包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层 (Qel+dl) 黏土及冲击积层含碎石粘土 (Qme) 填筑土; 下伏基岩为三叠系下统谷脚组 (Tig) 中厚层至厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害, 但不频发或存在特殊性岩土, 影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好, 基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件(A3)	极端气候事件多发区域 (洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候, 地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛, 但分布不均。现场施工地点地势较低, 临近既有稻田。	2	
	气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	2-3			
	气候条件良好, 基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件(A4)	山岭区: 峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地, 溶蚀山丘, 安顺案基岩层局部裸露, 紫云案坡体基岩大部裸露, 少量灌木植被发	1	
	山岭区: 一般区域	0-3			

	平原区	0-1	育。		
桥 位 特 征(A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的 施工作业。	0	
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥（公路、铁路等）及其他 特殊桥	3-6			
施 工 工 艺 成 熟 度(A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工 工艺十分成熟。本项目的技术人员 大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出石龙湾大桥工程总体风险值 $R = 6$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为Ⅱ级，属中度风险，不需要组织开展专项风险评估。

（五）石将军大桥总体施工风险评估

表 20 石将军大桥总体施工风险评估情况表

评估 指标	分类标准	标准 分值	在建工程实际情况	评估 分值	备注
建 设 规 模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外 同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	石将军大桥总长 149m，桥跨布置 7×20m 先简支后支 T 梁，单跨最 大为 20m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150	1-2			

	米				
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域(包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层(Qel+dl)粉质黏土;下伏基岩为三叠系下统谷脚组(Tig)中厚层至厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害,但不频发或存在特殊性岩土,影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好,基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件(A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候,地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛,但分布不均。部分承台施工地势较低,会受到侵淹的可能。	2	
	气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	2-3			
	气候条件良好,基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件(A4)	山岭区:峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地,溶蚀山丘,安顺案基岩层局部裸露,紫云案坡体基岩大部裸露,少量灌木植被发育。	1	
	山岭区:一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥位特征(A5)	跨江、河、海湾:通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾:通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾:通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地:跨线桥〔公路、铁路等〕及其他特殊桥	3-6			

施 工 工 艺 成 熟 度(A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工 工艺十分成熟。本项目的技术人员 大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出石将军大桥工程总体风险值 $R = 5$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为 II 级，属中度风险，不需要组织开展专项风险评估。

（六）燕子窝大桥总体施工风险评估

表 21 燕子窝大桥总体施工风险评估情况表

评估 指标	分类标准	标准 分值	在建工程实际情况	评估 分值	备注
建 设 规 模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外 同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	燕子窝大桥总长 704m，桥跨布置 左幅 26×20m、右幅 35×20m 先 简支后支 T 梁，单跨最大为 20m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地 质 条 件(A2)	不良地质灾害多发区域（包括岩溶、滑 坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、 水库坍岸区等）	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构 造变形区。覆盖层为第四系残破积 层（Qel+dl）粉质黏土、碎石土； 冲击积层（Qal+pl）卵石土及填筑 土；下伏基岩为三叠系下统谷脚组 （Tig）中厚层至厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害，但不频发或存在特 殊性岩土，影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好，基本不影响施工安全因 素	0-1			

气候环境条件 (A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候，地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛，但分布不均。	1	
	气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	2-3			
	气候条件良好，基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件 (A4)	山岭区：峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地，溶蚀山丘，安顺案基岩层局部裸露，紫云案坡体基岩大部裸露，少量灌木植被发育。	1	
	山岭区：一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥位特征 (A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥〔公路、铁路等〕及其他特殊桥	3-6			
施工工艺成熟度 (A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出燕子窝大桥工程总体风险值 $R = 4$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为 I 级，属低度风险，不需要组织开展专项风险评估。

（七）新寨大桥总体施工风险评估

表 22 新寨大桥总体施工风险评估情况表

评估指标	分类标准	标准分值	在建工程实际情况	评估分值	备注
建设规模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	新寨大桥总长 372m, 桥跨布置左 12×30m 先简后支 T 梁, 单跨最大为 30m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域 (包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层 (Qel+dl) 粉质黏土、碎石土; 冲击积层 (Qal+pl) 卵石土及填筑土; 下伏基岩为三叠系下统谷脚组 (Tig) 中厚层至厚层状白云岩。	2	
	存在不良地质灾害, 但不频发或存在特殊性岩土, 影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好, 基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件(A3)	极端气候事件多发区域 (洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候, 地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛, 但分布不均。部分承台基础位置地势较低, 会受到浸淹的可能。	2	
	气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	2-3			
	气候条件良好, 基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件(A4)	山岭区: 峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地, 溶蚀山丘, 安顺案基岩层局部裸露, 紫云案坡体基岩大部裸露, 少量灌木植被发	1	
	山岭区: 一般区域	0-3			

	平原区	0-1	育。		
桥 位 特 征(A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥（公路、铁路等）及其他特殊桥	3-6			
施 工 工 艺 成 熟 度(A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出新寨大桥工程总体风险值 $R = 5$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为Ⅱ级，属中度风险，不需要组织开展专项风险评估。

（八）新隆大桥总体施工风险评估

表 23 新隆大桥总体施工风险评估情况表

评估 指标	分类标准	标准 分值	在建工程实际情况	评估 分值	备注
建 设 规 模(A1)	单孔跨径 LK（总长 L）超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK（总长 L）	6-8	新隆大桥总长 732m，桥跨布置左幅 23×30m、右幅 24×30m 先简后支 T 梁，单跨最大为 30m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			

地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域(包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层(Qel+dl)粉质黏土、碎石土;冲击积层(Qal+pl)卵石土及填筑土;下伏基岩为三叠系下统谷脚组(Tig)中厚层至厚层状白云岩。	1	
	存在不良地质灾害,但不频发或存在特殊性岩土,影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好,基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件(A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候,地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛,但分布不均。	1	
	气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	2-3			
	气候条件良好,基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件(A4)	山岭区:峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地,溶蚀山丘,安顺案基岩层局部裸露,紫云案坡体基岩大部裸露,少量灌木植被发育。	1	
	山岭区:一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥位特征(A5)	跨江、河、海湾:通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾:通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾:通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地:跨线桥(公路、铁路等)及其他特殊桥	3-6			
施工工艺成熟度(A6)	新技术、新工艺,新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多,施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟,国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出新隆大桥工程总体风险值 $R = 4$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为Ⅱ级，属中度风险，不需要组织开展专项风险评估。

（九）山岚坡跨线桥总体施工风险评估

表 24 山岚坡跨线桥总体施工风险评估情况表

评估指标	分类标准	标准分值	在建工程实际情况	评估分值	备注
建设规模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L) 超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	山岚坡跨线桥总长 132m，桥跨布置 3×40m 先简后支 T 梁，单跨最大为 40m 预制 T 梁。	2	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域（包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等）	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层(Qel+dl)黏土；崩塌堆积(Qc)块石土；下伏基岩为三叠系下统谷脚组(Tig)中厚层至厚层状白云岩。	3	地形复杂，有高边坡开挖工程
	存在不良地质灾害，但不频发或存在特殊性岩土，影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好，基本不影响施工安全因素	0-1			

气候环境条件 (A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候，地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛，但分布不均。	1	
	气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	2-3			
	气候条件良好，基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件 (A4)	山岭区：峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地，溶蚀山丘，安顺案基岩层局部裸露，紫云案坡体基岩大部裸露，少量灌木植被发育。	1	
	山岭区：一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥位特征(A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及跨江、河、海湾等通航的施工作业。	5	跨沪昆客运专线铁路隧道
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥（公路、铁路等）及其他特殊桥	3-6			
施工工艺成熟度(A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出山岚坡跨线桥工程总体风险值 $R = 12$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为 III 级，属高度风险，需要组织开展专项风险评估。

（十）水湖坝大桥总体施工风险评估

表 25 水湖坝大桥总体施工风险评估情况表

评估	分类标准	标准	在建工程实际情况	评估	备注
----	------	----	----------	----	----

指标		分值		分值	
建设规模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L)超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	水湖坝大桥总长 217m, 桥跨布置 7×30m 先简后支 T 梁, 单跨最大为 30m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条件(A2)	不良地质灾害多发区域 (包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构造变形区。覆盖层为第四系残破积层 (Qel+dl) 黏土; 下伏基岩为三叠系下统大治组 (Tid) 薄至中厚层状灰岩。	1	
	存在不良地质灾害, 但不频发或存在特殊性岩土, 影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好, 基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件(A3)	极端气候事件多发区域 (洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候, 地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛, 但分布不均。部分承台基础位置地势较低, 会受到侵淹的可能。	2	
	气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	2-3			
	气候条件良好, 基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件(A4)	山岭区: 峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地, 溶蚀山丘, 安顺案基岩层局部裸露, 紫云案坡体基岩大部裸露, 少量灌木植被发育。	1	
	山岭区: 一般区域	0-3			
	平原区	0-1			

桥 位 特 征(A5)	跨江、河、海湾：通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾：通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾：通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地：跨线桥（公路、铁路等）及其他特殊桥	3-6			
施 工 工 艺 成 熟 度(A6)	新技术、新工艺，新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多，施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟，国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出水湖坝大桥工程总体风险值 $R = 5$ 分，根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论：风险等级为 II 级，属中度风险，不需要组织开展专项风险评估。

（十一）新隆中桥总体施工风险评估

表 26 新隆中桥总体施工风险评估情况表

评估指标	分类标准	标准分值	在建工程实际情况	评估分值	备注
建 设 规 模(A1)	单孔跨径 LK（总长 L）超过或达到国内外同类桥型最大单孔跨径 LK（总长 L）	6-8	新隆中桥总长 46m，桥跨布置 1×30m 先简后支 T 梁，单跨最大为 30m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地 质 条 件(A2)	不良地质灾害多发区域（包括岩溶、滑坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、	4-6	桥区属云贵高原像广西丘陵过度的斜坡地带，总体地势北高南低。	1	

	水库坍岸区等)		覆盖层为第四系残破积层 (Qel+dl) 含碎石粉质粘土、黏土及卵石土;下伏基岩为三叠系下统大治组 (Tid) 薄至中厚层状灰岩、泥灰岩。		
	存在不良地质灾害,但不频发或存在特殊性岩土,影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好,基本不影响施工安全因素	0-1			
气候环境条件 (A3)	极端气候事件多发区域〔洪水、强风、强暴雨雪、台风等〕	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候,地形复杂。春季和秋季日平均温度变化较大春季气温高于秋季春季气温回升快。区内降水量充沛,但分布不均。	1	
	气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	2-3			
	气候条件良好,基本不影响施工安全	0-1			
地形地貌条件 (A4)	山岭区:峡谷、山间盆地、山口等险要区域	4-6	场区地貌未峰丛洼地,溶蚀山丘,安顺案基岩层局部裸露,紫云案坡体基岩大部裸露,少量灌木植被发育。	1	
	山岭区:一般区域	0-3			
	平原区	0-1			
桥位特征 (A5)	跨江、河、海湾:通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾:通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾:通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地:跨线桥(公路、铁路等)及其他特殊桥	3-6			
施工工艺成熟度 (A6)	新技术、新工艺,新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多,施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟,国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出新隆中桥工程总体风险值 $R=4$ 分,根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论:风险等级为 I 级,属低度风险,不需要组织开展专项风险

评估。

(十二) 水湖坝中桥总体施工风险评估

表 27 水湖坝中桥总体施工风险评估情况表

评估 指标	分类标准	标准 分值	在建工程实际情况	评估 分值	备注
建设规 模(A1)	单孔跨径 LK (总长 L)超过或达到国内外 同类桥型最大单孔跨径 LK(总长 L)	6-8	水湖坝中桥总长 105.5m, 桥跨布 置 3×30m 先简支后结构连续 T 梁, 单跨最大为 30m 预制 T 梁。	1	
	LK < 150 米或 L > 1000 米	3-5			
	100 米 ≤ L ≤ 1000 米或 40 米 ≤ LK ≤ 150 米	1-2			
	L < 100 米或 LK < 40 米	0-1			
地质条 件(A2)	不良地质灾害多发区域 (包括岩溶、滑 坡、泥石流、采空区、强震区、雪崩区、 水库坍岸区等)	4-6	桥区属扬子淮地台之贵阳复杂构 造变形区。覆盖层为第四系残破积 层 (Qel+dl) 黏土; 下伏基岩为 三叠系下统大治组 (Tid) 薄至中 厚层状灰岩。	1	
	存在不良地质灾害, 但不频发或存在特 殊性岩土, 影响施工安全及进度	1-3			
	地质条件较好, 基本不影响施工安全因 素	0-1			
气候环 境条 件 (A3)	极端气候事件多发区域 (洪水、强风、 强暴雨雪、台风等)	4-6	施工区属北亚热带季风湿润气候, 地形复杂。春季和秋季日平均温度 变化较大春季气温高于秋季春季 气温回升快。区内降水量充沛, 但 分布不均。	1	
	气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	2-3			
	气候条件良好, 基本不影响施工安全	0-1			
地形地	山岭区: 峡谷、山间盆地、山口等险要	4-6	场区地貌未峰丛洼地, 溶蚀山丘,	1	

貌 条 件 (A4)	区域		安顺案基岩层局部裸露,紫云案坡		
	山岭区:一般区域	0-3	体基岩大部裸露,少量灌木植被发		
	平原区	0-1	育。		
桥 位 特 征(A5)	跨江、河、海湾:通航等级 1 级-3 级	4-6	不涉及到跨江、河、海湾等通航的施工作业。	0	
	跨江、河、海湾:通航等级 4 级-6 级	2-3			
	跨江、河、海湾:通航等级 7 级及等外	0-1			
	陆地:跨线桥(公路、铁路等)及其他特殊桥	3-6			
施 工 工 艺 成 熟 度(A6)	新技术、新工艺,新设备国内首次应用	2-3	已建成的同类型桥梁非常多,施工工艺十分成熟。本项目的技术人员大部分都参与过类似桥梁的施工。	0	
	施工工艺较成熟,国内有相关应用	0-1			

由总体风险评估表计算得出新寨大桥工程总体风险值 $R = 4$ 分,根据桥梁工程施工安全总体风险等级标准得出结论:风险等级为 I 级,属低度风险,不需要组织开展专项风险评估。

(十三) 桥梁施工风险评估

本次总体评估的 12 座桥梁中,风险评估情况条件如下。具体情况如下表所示:

表 28 桥梁总体施工风险评估情况统计表

序号	桥梁名称	评估分值	风险等级	备注
1	郑家屯大桥	9	III (高度风险)	需要组织专家进行评估
2	曹家屯大桥	8	III (高度风险)	需要组织专家进行评估

3	山岚坡大桥	9	III（高度风险）	需要组织专家进行评估
4	石龙湾大桥	6	II（中度风险）	不需要组织专家进行评估
5	石将军大桥	5	II（中度风险）	不需要组织专家进行评估
6	燕子窝大桥	5	II（中度风险）	不需要组织专家进行评估
7	新寨大桥	6	II（中度风险）	不需要组织专家进行评估
8	新隆大桥	4	I（低度风险）	不需要组织专家进行评估
9	山岚坡跨线桥	12	III（高度风险）	需要组织专家进行评估
10	水湖坝大桥	5	II（中度风险）	不需要组织专家进行评估
11	新隆中桥	4	I（低度风险）	不需要组织专家进行评估
12	水湖坝中桥	4	I（低度风险）	不需要组织专家进行评估

二、隧道施工总体风险评估

（一）七眼桥隧道

1、根据七眼桥隧道现场勘察设计资料和设计图纸，以及我项目相关人员对隧道的实地考察，并对隧道危险单元划分及风险分析如下：

- （1）隧道洞身开挖易发生坍塌，尤其是洞口段。
- （2）洞身围岩为 V、IV 级两种，且围岩较破碎。
- （3）二衬施工属于高空施工，存在人员高空坠落和高空坠物等危险因素。
- （4）空压机等特种设备存在使用过程中出现故障的危险因素。

2、根据《指南》中的隧道工程总体风险评估指标体系，结合七眼桥隧道的地质条件、建设规模、气候与地形条件等特点，隧道工程总体风险评估的指标分值如下：

表 29 七眼桥隧道工程总体风险评估的指标分值

评估指标	分类		标准 分值	在建实际情况	评估分值	备注
地质 G =(a+b+c)	围岩情况 a	1、V、VI 围岩长度占全隧道长度 70 % 以上	3~4	隧道围岩全为 V、VI 级，岩体受地质构造和风化作用影响，节理裂隙发育，围岩无稳定性，易发生坍塌	3	
		2、V、VI 围岩长度占全隧道长度 40 % 以上、70 % 以下	2			
		3、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以上、40 % 以下	1			
		4、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以下	0			
	瓦斯含量 b	1 . 隧道洞身穿越瓦斯地层	2-3	无	0	
		2 . 隧道洞身附近可能存在瓦斯地层	1			
		3 . 隧道施工区域不会出现瓦斯	0			
	富水情况 c	1 . 隧道全程存在可能发生涌水突泥的地质	2-3	根据设计预测隧道涌水量为 300m ³ /d	1	
		2 . 有部分可能发生涌水突泥的地质	1			
		3 . 无涌水突泥可能的地质	0			

A 开挖断面	1. 特大断面 (单洞四车道隧道)	4	单洞双车道隧道	2	
	2. 大断面 (单洞三车道隧道)	3			
	3. 中断面 (单洞双车道隧道)	2			
	4. 小断面 (单洞单车道隧道)	1			
L 隧道全长	1. 特长 (3000m 以上)	4	隧道单洞为 (左) 414m 和 (右) 411m	1	
	2. 长 (大于 1000m、小于 3000m)	3			
	3. 中 (大于 500m、小于 1000)	2			
	4. 短 (小于 500m)	1			
S 1 洞口形式	1. 竖井	3		1	
	2. 斜井	2			
	3. 水平洞	1			
C 洞口特征	1. 隧道进口施工困难	2		1	
	2. 隧道进口施工较容易	1			

3、风险大小及等级

隧道工程施工安全风险 $R=G(A+L+S+C)=(a+b+c)(A+L+S+C)$ ，代入数值，得 $R=(3+0+1) \times (2+1+1+1)=20$ ，对照隧道工程施工安全总体风险分级标准，七眼桥隧道的施工安全总体风险评估等级为 III 级，属于高度风险，需要进行专项风险评估。

(二) 旧州隧道

1、根据旧州隧道现场勘察设计资料和设计图纸，以及我项目相关人员对隧道的实地考察，并对隧道危险单元划分及风险分析如下：

- (1) 隧道洞身开挖易发生坍塌，尤其是洞口段。
- (2) 洞身围岩为 V、IV、III 级三种，且围岩较破碎。
- (3) 二衬施工属于高空施工，存在人员高空坠落和高空坠物等危险因素。

(4) 空压机等特种设备存在使用过程中出现故障的危险因素。

(5) 存在瓦斯危险因素。

2、根据《指南》中的隧道工程总体风险评估指标体系，结合旧州隧道的地质条件、建设规模、气候与地形条件等特点，隧道工程总体风险评估的指标分值如下：

表 30 旧州隧道工程总体风险评估的指标分值

评估指标	分类		标准 分值	在建实际情况	评估分值	备注
地质 G =(a+b+c)	围岩情况 a	1、V、VI 围岩长度占全隧道长度 70% 以上	3~4	隧道围岩为 III、IV、V 级(其中 V 级围岩占 29%，IV 级围岩占 52%，III 级围岩占 19%) 岩体不受地质构造和风化作用影响，节理裂隙发育，围岩无稳定性，易发生坍塌	3	
		2、V、VI 围岩长度占全隧道长度 40% 以上、70% 以下	2			
		3、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20% 以上、40% 以下	1			
		4、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20% 以下	0			
	瓦斯含量 b	1. 隧道洞身穿越瓦斯地层	2-3	瓦斯工区长度达左幅 685m，右幅 725m。	2	
		2. 隧道洞身附近可能存在瓦斯地层	1			
		3. 隧道施工区域不会出现瓦斯	0			
	富水情况 c	1. 隧道全程存在可能发生涌水突泥的地质	2-3	根据设计预测隧道涌水量为	2	

		2. 有部分可能发生涌水突泥的地质	1	8425.2m ³ /d		
		3. 无涌水突泥可能的地质	0			
开挖断面 A	1. 特大断面 (单洞四车道隧道)		4	单洞双车道隧道	2	
	2. 大断面 (单洞三车道隧道)		3			
	3. 中断面 (单洞双车道隧道)		2			
	4. 小断面 (单洞单车道隧道)		1			
隧道全长 L	1. 特长 (3000m 以上)		4	隧道单洞为 (左) 1305m 和 (右) 1325m	3	
	2. 长 (大于 1000m、小于 3000m)		3			
	3. 中 (大于 500m、小于 1000)		2			
	4. 短 (小于 500m)		1			
洞口形式 S	1. 竖井		3		1	
	2. 斜井		2			
	3. 水平洞		1			
洞口特征 C	1. 隧道进口施工困难		2		1	
	2. 隧道进口施工较容易		1			

3、风险大小及等级

隧道工程施工安全风险 $R = G(A + L + S + C) = (a + b + c) (A + L + S + C)$ ，代入数值，得 $R = (3 + 2 + 2) \times (2 + 3 + 1 + 1) = 49$ ，对照隧道工程施工安全总体风险分级标准，旧州隧道的施工安全总体风险评估等级为 IV 级，属于极高风险，需要进行专项风险评估。

(三) 郑家屯隧道

1、根据郑家屯隧道现场勘察设计资料和设计图纸，以及我项目相关人员对隧道的

实地考察，并对隧道危险单元划分及风险分析如下：

- (1) 隧道洞身开挖易发生坍塌，尤其是洞口段；
- (2) 洞身围岩为 V、IV 级两种，且围岩较破碎；
- (3) 二衬施工属于高空施工，存在人员高空坠落和高空坠物等危险因素；
- (4) 空压机等特种设备存在使用过程中出现故障的危险因素。

2、根据《指南》中的隧道工程总体风险评估指标体系，结合七眼桥隧道的地质条件、建设规模、气候与地形条件等特点，隧道工程总体风险评估的指标分值如下：

表 31 郑家屯隧道工程总体风险评估的指标分值

评估指标	分类		标准 分值	在建实际情况	评估分值	备注
地质 G =(a+b+c)	围岩情况 a	1、V、VI 围岩长度占全隧道长度 70 % 以上	3~4	隧道围岩全为 V、VI 级，岩体受地质构造和风化作用影响，节理裂隙发育，围岩无稳定性，易发生坍塌	3	
		2、V、VI 围岩长度占全隧道长度 40 % 以上、70 % 以下	2			
		3、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以上、40 % 以下	1			
		4、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以下	0			
	瓦斯含量 b	1. 隧道洞身穿越瓦斯地层	2-3	无	0	
		2. 隧道洞身附近可能存在瓦斯地层	1			
		3. 隧道施工区域不会出现瓦斯	0			
	富水情况 c	1. 隧道全程存在可能发生涌水	2-3	根据设计预测隧	1	

		突泥的地质		道涌水量为 77m ³ /d		
		2. 有部分可能发生涌水突泥的地质	1			
		3. 无涌水突泥可能的地质	0			
开挖断面 A	1. 特大断面 (单洞四车道隧道)	4	单洞双车道隧道	2		
	2. 大断面 (单洞三车道隧道)	3				
	3. 中断面 (单洞双车道隧道)	2				
	4. 小断面 (单洞单车道隧道)	1				
隧道全长 L	1. 特长 (3000m 以上)	4	隧道单洞为 (左) 130m 和 (右) 132m	1		
	2. 长 (大于 1000m、小于 3000m)	3				
	3. 中 (大于 500m、小于 1000)	2				
	4. 短 (小于 500m)	1				
1 洞口形式 S	1. 竖井	3		1		
	2. 斜井	2				
	3. 水平洞	1				
洞口特征 C	1. 隧道进口施工困难	2		1		
	2. 隧道进口施工较容易	1				

3、风险大小及等级

隧道工程施工安全风险 $R = G(A + L + S + C) = (a + b + c)(A + L + S + C)$ ，代入数值，得 $R = (3 + 0 + 1) \times (2 + 1 + 1 + 1) = 20$ ，对照隧道工程施工安全总体风险分级标准，郑家屯隧道的施工安全总体风险评估等级为 III 级，属于高度风险，需要进行专项风险评估。

(四) 曹家屯隧道

1、根据曹家屯隧道现场勘察设计资料和设计图纸，以及我项目相关人员对隧道的

实地考察，并对隧道危险单元划分及风险分析如下：

- (1) 隧道洞身开挖易发生坍塌，尤其是洞口段；
- (2) 洞身围岩为 V、IV 级两种，且围岩较破碎；
- (3) 二衬施工属于高空施工，存在人员高空坠落和高空坠物等危险因素；
- (4) 空压机等特种设备存在使用过程中出现故障的危险因素。

2、根据《指南》中的隧道工程总体风险评估指标体系，结合七眼桥隧道的地质条件、建设规模、气候与地形条件等特点，隧道工程总体风险评估的指标分值如下：

表 32 曹家屯隧道工程总体风险评估的指标分值

评估指标	分类		标准 分值	在建实际情况	评估分值	备注
地质 G =(a+b+c)	围岩情况 a	1、V、VI 围岩长度占全隧道长度 70 % 以上	3~4	隧道围岩全为 V、VI 级，岩体受地质构造和风化作用影响，节理裂隙发育，围岩无稳定性，易发生坍塌	3	
		2、V、VI 围岩长度占全隧道长度 40 % 以上、70 % 以下	2			
		3、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以上、40 % 以下	1			
		4、V、VI 围岩长度占全隧道长度 20 % 以下	0			
	瓦斯含量 b	1. 隧道洞身穿越瓦斯地层	2-3	无	0	
		2. 隧道洞身附近可能存在瓦斯地层	1			
		3. 隧道施工区域不会出现瓦斯	0			
	富水情况 c	1. 隧道全程存在可能发生涌水	2-3	根据设计预测隧	1	

		突泥的地质		道涌水量为 60m ³ /d		
		2. 有部分可能发生涌水突泥的地质	1			
		3. 无涌水突泥可能的地质	0			
开挖断面 A	1. 特大断面 (单洞四车道隧道)	4	单洞双车道隧道	2		
	2. 大断面 (单洞三车道隧道)	3				
	3. 中断面 (单洞双车道隧道)	2				
	4. 小断面 (单洞单车道隧道)	1				
隧道全长 L	1. 特长 (3000m 以上)	4	隧道单洞为 (左) 105m 和 (右) 108m	1		
	2. 长 (大于 1000m、小于 3000m)	3				
	3. 中 (大于 500m、小于 1000)	2				
	4. 短 (小于 500m)	1				
1 洞口形式 S	1. 竖井	3		1		
	2. 斜井	2				
	3. 水平洞	1				
洞口特征 C	1. 隧道进口施工困难	2		1		
	2. 隧道进口施工较容易	1				

3、风险大小及等级

隧道工程施工安全风险 $R = G(A + L + S + C) = (a + b + c)(A + L + S + C)$ ，代入数值，得 $R = (3 + 0 + 1) \times (2 + 1 + 1 + 1) = 20$ ，对照隧道工程施工安全总体风险分级标准，曹家屯隧道的施工安全总体风险评估等级为 III 级，属于高度风险，需要进行专项风险评估。

(五) 隧道总体施工风险评估情况

本次总体评估的 4 座隧道中，风险评估情况条件如下。具体情况如下表所示：



表 33 隧道总体施工风险评估情况统计表

序号	隧道名称	评估分值	风险等级	备注
1	七眼桥隧道	20	III（高度风险）	需进行专家论证
2	旧州隧道	49	IV（极高风险）	需进行专家论证
3	郑家屯	20	III（高度风险）	需进行专家论证
4	曹家屯	20	III（高度风险）	需进行专家论证

第五章 桥梁施工专项风险评估

根据本报告风险评估结果本标段有纳入专项风险评估范围的桥梁工程。本章从风险源辨识、风险分析、风险估测三个方面对上述桥梁施工期间可能存在的风险源进行了全面评估。

一、风险源辨识

根据各桥梁相同及不同的施工工法，对照本报告要求，结合现场实际情况，上述桥梁工程在施工过程中可能存在的风险源如表 34 所示。

表 34 桥梁工程施工安全风险源普查清单

序号	风险源	判断依据
1	登高作业、临边作业、孔口临边作业	在混凝土施工作业、墩身施工、架桥机安装作业、临时设施（龙门架等）安装拆除、墩身模板施工、高墩施工过程可能导致高处坠落
2	设计方案、施工方案、地下水、雨水、破碎地层结构、模板、连续 T 梁、违章作业、架桥机、架桥方案、管理缺位、设备构件、安拆方案、桥面吊机	在墩身模板施工、架桥机安装作业、塔吊、龙门吊、架桥机等大临时设施的安拆拆除、墩身施工过程可能导致坍塌
3	钢筋材料、机械零件、作业工具、飞溅的渣石、渣土、砼输送管、吊物及起吊设备、作业区放置的施工余料或小型工具、振捣器、设备零部件、小型安拆工	在钢筋工程作业、临时设施（龙门架等）安装拆除、深基坑施工、混凝土施工作业、墩身施工、墩身模板施工过程可能导致物体打击

	具	
4	气焊、电焊、气割机、挖机、卷扬机、钢筋加工机械	在钢筋工程作业、墩身施工、深基坑施工过程可能导致机械伤害
5	起重设备、起重作业	在墩身模板施工、墩身施工过程可能导致起重伤害
6	沙石运输车、混凝土搅拌车、泵车、过往车辆	在混凝土工程施工作业、跨省道施工过程可能导致车辆伤害
7	漏电	在钢筋工程作业、混凝土浇筑过程可能导致触电
8	氧气乙炔瓶	在钢筋工程作业、高墩施工过程可能导致容器爆炸
9	明火作业、易燃材料、违规动火	钢筋加工厂、拌合站及驻地可能发生火灾

注：风险源也称致险因子，是指可能导致事故发生的直接因素，它的类型很多，如施工方案、作业活动、施工设备、危险物资、作业环境等。一般而言，导致事故发生的风险源都不是单一的，而是各类致险因子的综合。为便于风险分析的开展，本表中列举的各类风险源均为同一事故中最有可能导致其发生的直接因素，与该事故发生的关联性最大。

二、风险分析

根据风险源辨识结果，运用本报告介绍的鱼刺图分析法，对上述桥梁主要分项工程施工过程中可能发生的事故原因进行全面分析，分别确定了事故伤害对象、伤害程度及可能导致事故发生的人的不安全行为及物的不安全状态。其中墩身模板施工、钢筋工程作业、混凝土工程作业、架桥机架梁作业等分项工程为上述桥梁共有的施工工法，故将这些共性风险合并在一起，具体分析情况见表 35。



表 35 桥梁工程共性分项工程作业过程风险源风险分析表

单 位 作 业 内 容	潜在的事 故类型	致险因子	受 伤 害 人 类 型	伤 害 程 度	不安全状态	不安全行为	备注
墩 身 模 板 施 工	1、坍塌	1、模板	作 业 人 员 本 身 和 其 他 作 业 人 员	死 亡	1、吊装设备的基础不牢固 或附着设置不合理； 2、钢丝绳磨损； 3、模板对拉螺杆存在质量 缺陷。	1、超负荷起吊； 2、模板安装、拆除时， 配合失误或违规作业。	
		2、违章作业					
	2、物体打 击	1、施工材料	作 业 场 所 其 他 作 业 人 员	重 伤	1、临边未设置踢脚板； 2、作业面工具材料堆放不 规范； 3、钢丝绳损坏； 4、吊物捆扎不牢固。	1、在危险区域行走、停 留； 2、未正确穿戴、使用劳 保用品； 3、违规上下抛接工具。	
		2、作业工具					
		3、吊物					
	3、高处坠 落	登高作业	作 业 人 员 本 身	死 亡	1、作业平台强度、刚度或 稳定性不够； 2、作业面未设置安全护栏 或护栏设置不合理； 3、登高梯具设置不合理。	1、不按设计要求搭设作 业平台； 2、临边、悬空作业时未 正确使用安全带； 3、在危险区域嬉戏、打 闹或休息。	
钢 筋 工 程 作 业	1、机械伤 害	钢筋加工机 械	作 业 人 员 本 身	重 伤	1、机械故障； 2、夜间照明不够；	1、未正确穿戴、使用劳 保用品；	

和 其 他

3、设备无安全防护设施。 2、作业安全距离不够；

			作 业 人 员			3、不用夹具固定，用手 拿工件进行加工。	
	2、触电	漏电	作 业 人 员 本 身 和 其 他 作 业 人 员	死 亡	1、电缆线绝缘强度不够； 2、电缆线破损或断裂； 3、电路保护装置失效。	1、物料随意压盖电缆； 2、随意拖拽电缆； 3、未按要求敷设电缆； 4、违规检修电路。	
	3、容器爆 炸	氧气及乙炔 气瓶	作 业 人 员 本 身 和 其 他 作 业 人 员	死 亡	1、氧气乙炔瓶混装或间距 不够； 2、未安装防回火装置或其 失效； 3、气管破损漏气。	1、违规滚拖氧气乙炔瓶； 2、用明火解冻气瓶； 3、在乙炔氧气瓶附近吸 烟或动火。	
混 凝 土 工 程 施 工 作 业	1、高处坠 落	1、登高作业	作 业 人 员 本 身	死 亡	1、登高梯具或作业平台的 强度、稳定性不够； 2、作业面未设置安全护栏 或设置不合理； 3、夜间照明不够。	1、未正确穿戴、使用劳 保用品； 2、在危险区域行走、停 留； 3、人员疲劳作业。	
	2、物体打 击	1、砼输送管	作 业 人 员 本 身 和 其 他 作 业 人 员	重 伤	1、砼输送管间的卡环存在 质量缺陷； 2、施工余料及小型工具堆 放不安全； 3、振捣器碰到硬物反弹。	1、砼输送管固定不牢；	
		2、作业区域 周边放置的 施工余料或 小型工具				2、施工余料及小型工具 未固定； 3、在危险区域行走、停 留； 4、未正确穿戴、使用劳 保用品；	
		3、振捣器					

	3、车辆伤害	1、沙石运输车 2、混凝土搅拌车 3、泵车	作业人员本身和其他作业人员	死亡	1、车辆制动系统存在故障； 2、道路狭窄不平； 3、泵车固定不牢。	1、违章驾驶； 2、违规攀附车辆； 3、在危险区域行走、停留。	
架桥机架梁作业	1、坍塌	架桥机 架梁方案	作业人员本身和其他作业人员	死亡	1、架桥机控制系统存在故障； 2、劲性骨架存在缺陷； 3、支腿支垫不合理。	1、方案设计存在缺陷； 2、选用不合格产品； 3、未进行安全技术交底； 4、无统一指挥或指挥人员经验不足； 5、未对架桥机进行试吊实验； 6、恶劣天气或夜间强行作业。	
		管理缺位					
	2、高处坠落	登高作业	作业人员本身	死亡	1、墩顶作业平台刚度、稳定性不够； 2、作业平台临边未设置安全护栏或设置不合要求。	1、在危险区域行走、停留； 2、未正确穿戴、使用劳保用品。	
龙门吊、架桥机等大临设施的	1、物体打击	1、设备零部件 2、小型安拆工具	作业场所其他作业人员	重伤	1、材料、工具放置不安全。	1、在危险区域行走、停留； 2、违规上下抛接工具； 3、未正确穿戴、使用劳保用品。	
	2、高处坠	登高作业	作业人员	死	1、设备结构不稳定；	1、未正确穿戴、使用劳	

安 装 与 拆 除	落		员 本 身	亡	2、安全带、防滑鞋质量存在缺陷。	保用品； 2、作业时，注意力不集中。	
		设备构件	作 业 人	死 亡	1、设备拼装构件存在质量缺陷； 2、安拆方案存在缺陷。	1、方案针对性不强； 2、不按正常程序进行安拆作业； 3、无统一指挥或指挥人员经验不足。	
		安拆方案	员 本 身				
		违章作业	和 其 他 作 业 人 员				
	3、坍塌						

三、风险分类

根据风险分析结果，运用本报告介绍的 LEC 评价法，从共性方面对桥梁主要分项工程施工过程中可能导致事故发生的人的不安全行为及物的不安全状态进行逐一评价，具体评价结果见表 36。

表 36 桥梁工程共性分项工程作业过程风险源风险评价表

风险源		风险估测					
墩 柱 模 板 施 工	1、坍塌	1、塔吊基础不牢固或附着设置不合理；	1	2	4	8	
		2、塔吊钢丝绳磨损；	1	2	4	8	
		3、模板对拉螺杆存在质量缺陷；	2	2	4	16	
		4、超负荷起吊；	1	2	4	8	
		5、模板安装、拆除时，配合失误或违规作业。	1	2	4	8	
	2、物体打击	1、临边未设置踢脚板；	2	2	2	8	
		2、作业面工具材料堆放不规范；	3	2	2	12	
		3、钢丝绳损坏；	2	2	2	8	
		4、吊物捆扎不牢固；	2	2	2	8	
		5、在危险区域行走、停留；	3	2	2	12	
		6、未正确穿戴、使用劳保用品；	3	2	2	12	
		7、违规上下抛接工具。	2	2	2	8	
	3、高处坠落	1、作业平台强度、刚度或稳定性不够；	1	3	3	9	
		2、作业面未设置安全护栏或护栏设置不合理；	2	2	3	12	
		3、空心墩内登高梯具设置不合理；	2	2	3	12	

钢筋工程 作业		4、不按设计要求搭设作业平台；	1	3	3	9
		5、临边、悬空作业时未正确使用安全带；	2	2	3	12
		6、在危险区域嬉戏、打闹或休息。	1	3	3	9
	1、机械伤害	1、机械故障；	2	2	2	8
		2、夜间照明不够；	2	2	2	8
		3、设备无安全防护设施；	2	2	2	8
		4、未正确穿戴、使用劳保用品；	3	2	2	12
		5、作业安全距离不够；	3	2	2	12
		6、不用夹具固定，用手拿工件进行加工。	2	2	2	8
	2、触电	1、电缆线绝缘强度不够；	2	2	3	12
		2、电缆线破损或断裂；	2	2	3	12
		3、电路保护装置失效；	2	2	3	12
		4、物料随意压盖电缆；	2	2	3	12
		5、随意拖拽电缆；	2	2	3	12
		6、未按要求敷设电缆；	2	2	3	12
		7、违规检修电路。	2	2	3	12
	3、容器爆炸	1、氧气乙炔瓶混装或间距不够；	1	2	4	8
		2、未安装防回火装置或其失效；	1	2	4	8
		3、气管破损漏气；	1	2	4	8
		4、违规滚拖氧气乙炔瓶；	1	2	4	8
		5、用明火解冻气瓶；	1	2	4	8
		6、在乙炔氧气瓶附近吸烟或动火。	1	2	4	8
混凝土工程 施工作业	1、高处坠落	1、登高梯具或作业平台的强度、稳定性不够；	2	2	3	12
		2、作业面未设置安全护栏或设置不合理；	2	2	3	12
		3、夜间照明不够；	2	2	3	12
		4、未正确穿戴、使用劳保用品；	2	2	3	12
		5、在危险区域行走、停留；	2	2	3	12
		6、人员疲劳作业。	2	2	3	12
	2、物体打击	1、砼输送管间的卡环存在质量缺陷；	2	2	2	8
		2、施工余料及小型工具堆放不安全；	3	2	2	12
		3、振捣器碰到硬物反弹；	2	2	2	8
		4、砼输送管固定不牢；	3	2	2	12
		5、施工余料及小型工具未固定；	2	2	2	8
		6、在危险区域行走、停留；	3	2	2	12
		7、未正确穿戴、使用劳保用品；	3	2	2	12
	3、车辆伤害	1、车辆制动系统存在故障；	2	2	3	12
		2、道路狭窄不平；	2	2	3	12
		3、泵车固定不牢；	2	2	3	12
		4、违章驾驶；	2	2	3	12

架桥机架梁作业		5、违规攀附车辆；	2	2	3	12
		6、在危险区域行走、停留。	2	2	3	12
	1、坍塌	1、架桥机控制系统存在故障；	2	2	4	16
		2、劲性骨架存在缺陷；	2	2	4	16
		3、支腿支垫不合理；	3	2	4	24
		4、方案设计存在缺陷；	2	2	4	16
		5、选用不合格产品；	2	2	4	16
		6、未进行安全技术交底；	2	2	4	16
		7、无统一指挥或指挥人员经验不足；	3	2	4	24
		8、未对架桥机进行试吊实验；	2	2	4	16
		9、恶劣天气或夜间强行作业。	2	2	4	16
	2、高处坠落	1、墩顶作业平台刚度、稳定性不够；	2	2	3	12
		2、作业平台临边未设置安全护栏或设置不合要求；	2	2	3	12
		3、在危险区域行走、停留；	2	2	3	12
		4、未正确穿戴、使用劳保用品。	2	2	3	12
塔吊、龙门吊、架桥机等大临设施的安装与拆除	1、物体打击	1、材料、工具放置不安全；	3	2	2	12
		2、在危险区域行走、停留；	3	2	2	12
		3、违规上下抛接工具；	2	2	2	8
		4、未正确穿戴、使用劳保用品。	3	2	2	12
	2、高处坠落	1、设备结构不稳定；	2	2	2	8
		2、安全带、防滑鞋质量存在缺陷；	2	2	2	8
		3、未正确穿戴、使用劳保用品；	3	2	2	12
		4、作业时，注意力不集中。	2	2	2	8
	3、坍塌	1、设备拼装构件存在质量缺陷；	1	2	4	8
		2、安拆方案存在缺陷；	1	2	4	8
		3、方案针对性不强；	1	2	4	8
		4、不按正常程序进行安拆作业；	1	2	4	8
		5、无统一指挥或指挥人员经验不足。	1	2	4	8

根据表 36 评价结果，按照就高原则，上述桥梁共性分项工程作业过程中潜在事故类型的风险估测结果如表 37 所示。

表 37 桥梁工程共性分项工程作业过程风险估测汇总表

序号	风险源		风险估测			
	作业内容	潜在的事故类型	事故后果		可能性	风险大小
			人员伤亡	经济损失		
1	墩身模板施工	1、坍塌	4	4	2	1 级
2		2、物体打击	2	2	2	3 级
3		3、高处坠落	3	3	2	3 级
4	钢筋工程作业	1、机械伤害	2	2	3	3 级
5		2、触电	3	3	2	3 级
6		3、容器爆炸	4	4	1	3 级
7	混凝土工程施工工作 业	1、高处坠落	3	3	2	3 级
8		2、物体打击	2	2	3	3 级
9		3、车辆伤害	3	3	2	3 级
10	架桥机架梁作业	1、坍塌	4	4	3	2 级
11		2、高处坠落	3	3	2	3 级
12	汽车吊、龙门吊、架	1、物体打击	2	2	3	3 级
13	桥机等大临设施的	2、高处坠落	2	2	3	3 级
14	安装与拆除	3、坍塌	4	4	1	3 级

四、重大风险源风险估测

根据风险估测结果，本标桥梁工程施工过程中可能存在的重大风险源主要分布在基坑施工、墩柱施工、40mT 梁施工等作业过程中，现分别对上述分项工程的风险等级进行估测。

(一) 基坑、墩柱(塔)和架桥机安装法施工事故可能性评估指标体系

表 38 基坑施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	评估分值	说明
1	基坑深度	$H \geq 5m$	4-6		
		$3m \leq H < 5m$	2-3		
		$H < 3$	0-1		
2	岩土条件	一类土	0-1		
		二类土	0		
		四类-六类土	1-3		
3	地下水	地下水浅层分布,需降水处置,施工中可能带水作业	2-3		
		地下水深层分布,对施工安全基本无影响	0-1		
4	基坑支护	采用经验设计支护方案	1-3		
		采用专业设计支护方案	0-1		
5	作业季节	雨季、冻土消融等不利季节	1-3		
		较适宜施工作业季节	0-1		
6	开挖方式	筑岛围堰开挖	1-3		
		放坡台阶法开挖	0-1		

表 39 墩柱(塔)施工事故可能性评估指标体系

序号	评估指标	分类	标准分值	评估分值	说明
1	墩高度	$H \geq 30m$	3-6		
		$10m \leq H < 30m$	1-3		
		$H < 10m$	0-1		
2	气候环境条件	极端气候事件多发区域(：强风、强暴雨雪等)	3-6		
		气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	1-3		
		气候条件良好,基本不影响施工安全	0-1		
3	施工方法	支架模板法	1-3		
		机械滑模法(爬升模板法、提升模板法等)	0-1		

4	临时结构设计	采用经验设计支护方案	1-3		
		采用专业设计支护方案	0-1		

表 40 架桥机安装法施工事故可能性评估指标体系评分情况

序号	评估指标	分类		标准 分值	评估分值	说明
1	行走方式	横向	墩顶移梁	1-3		
			整机吊装横移动	0-1		
		纵向	拖拉式	1-3		
			步履式	0-1		
2	导梁形式	单导梁		1-3		
		双导梁		0-1		
3	喂梁方式	侧向取梁型		1-3		
		尾部喂梁型		0-1		
4	桥梁线性	弯桥(曲线超高)纵坡大影响施工安全		1-3		
		直桥		0-1		
5	气候环境	存在强风、多雨等不良气候条件,影响施工安全		1-3		
		气候环境条件好,基本不影响施工安全		0-1		
6	设计与制作	采用经验设计方案		3-6		
		采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品		0-1		

(二) 各桥梁工程基坑、墩柱(塔)和架桥机安装法施工事故可能性评估指标体系评分统计

表 41 基坑施工事故可能性评估指标体系评价结果统计

序号	评估指标	分类	分值	评估 分值	桥梁名称												说明
					郑家屯 大桥	曹家屯 大桥	山岚坡 大桥	石龙湾 大桥	石将军 大桥	燕子窝 大桥	新寨大 桥	新隆大 桥	山岚坡 跨线桥	水湖坝 大桥	新隆中 桥	水湖坝 中桥	
1	基坑深度	$H \geq 5m$	4-6		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		$3m \leq H < 5m$	2-3														
		$H < 3$	0-1														
2	岩土条件	一类土	0-1		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
		二类土	0														
		四类-六类土	1-3														
3	地下水	地下水浅层分布, 需降水处 置, 施工中可能带水作业	2-3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		地下水深层分布, 对施工安全 基本无影响	0-1														
4	基坑支护	采用经验设计支护方案	1-3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		采用专业设计支护方案	0-1														
5	作业季节	雨季、冻土消融等不利季节	1-3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		较适宜施工作业季节	0-1														
6	开挖方式	筑岛围堰开挖	1-3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		放坡台阶法开挖	0-1														
7	合计				5	5	5	6	5	5	5	5	6	5	5	5	

表 42 墩柱（塔）施工事故可能性评估指标体系评价结果统计

序号	评估指标	分类	分值	评估 分值	桥梁名称												说明
					郑家屯 大桥	曹家屯 大桥	山岚坡 大桥	石龙湾 大桥	石将军 大桥	燕子窝 大桥	新寨大 桥	新隆大 桥	山岚坡 跨线桥	水湖坝 大桥	新隆中 桥	水湖坝 中桥	
1	墩高度	$H \geq 30m$	3-6		1	2	2	5	2	2	1	3	2	2	1	2	
		$10m \leq H < 30m$	1-3														
		$H < 10m$	0-1														
2	气候环境 条件	极端气候事件多发区域 (强风、强暴雨雪等)	3-6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		气候环境条件一般, 可 能影响施工安全, 但不 显著	1-3														
		气候条件良好, 基本不 影响施工安全	0-1														
3	施工方法	支架模板法	1-3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		机械滑模法(爬升模板 法、提升模板法等)	0-1														
4	临时结构 设计	采用经验设计支护方案	1-3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		采用专业设计支护方案	0-1														
5	合计				4	5	5	8	5	5	4	6	5	5	4	5	



表 43 架桥机安装法施工事故可能性评估指标体系评价结果统计

序号	评估指标	分类		分值	评估 分值	桥梁名称											说明
						郑家屯 大桥	曹家屯 大桥	山岚坡 大桥	石龙湾 大桥	石将军 大桥	燕子窝 大桥	新寨大 桥	新隆大 桥	山岚坡 跨线桥	水湖坝 大桥	新隆中 桥	
1	行走方式	横向	墩顶移梁	1-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			整机吊装横移动	0-1													
		纵向	拖拉式	1-3													
			步履式	0-1													
2	导梁形式	单导梁		1-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		双导梁		0-1													
3	喂梁方式	侧向取梁型		1-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		尾部喂梁型		0-1													
4	桥梁线性	弯桥（曲线超高、纵坡大影响施工安全		1-3	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	
		直桥		0-1													
5	气候环境	存在强风、多雨等不良气候条件，影响施工安全		1-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		气候环境条件好，基本不影响施工安全		0-1													
6	设计与制作	采用经验设计方案		3-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品		0-1													
7		合计			6	6	5	6	5	6	6	6	6	5	5		

（三）基坑、墩柱和架桥机安装法施工事故可能性评价结果

表 44 基坑施工施工事故可能性评估指标体系评价结果

序号	桥梁名称	R1	γ	$P=R \times \gamma$	等级描述	等级	备注
1	郑家屯大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
2	曹家屯大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
3	山岚坡大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
4	石龙湾大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
5	石将军大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
6	燕子窝大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
7	新寨大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
8	新隆大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	

9	山岚坡跨线桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
10	水湖坝大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
11	新隆中桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
12	水湖坝中桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	

表 45 墩柱（塔）施工施工事故可能性评估指标体系评价结果

序号	桥梁名称	R2	γ	$P=R \times \gamma$	等级描述	等级	备注
1	郑家屯大桥	4	0.8	3	等级Ⅱ（偶然）	2	
2	曹家屯大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
3	山岚坡大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
4	石龙湾大桥	8	0.8	6	等级Ⅲ级（可能）	3	
5	石将军大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
6	燕子窝大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
7	新寨大桥	4	0.8	3	等级Ⅱ（偶然）	2	
8	新隆大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
9	山岚坡跨线桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
10	水湖坝大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
11	新隆中桥	4	0.8	3	等级Ⅱ（偶然）	2	
12	水湖坝中桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	

表 46 架桥机安装施工施工事故可能性评估指标体系评价结果

序号	桥梁名称	R3	γ	$P=R \times \gamma$	等级描述	等级	备注
1	郑家屯大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
2	曹家屯大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
3	山岚坡大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	

4	石龙湾大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
5	石将军大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
6	燕子窝大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
7	新寨大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
8	新隆大桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
9	山岚坡跨线桥	6	0.8	5	等级Ⅱ（偶然）	2	
10	水湖坝大桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
11	新隆中桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	
12	水湖坝中桥	5	0.8	4	等级Ⅱ（偶然）	2	

（四）基坑、墩柱（塔）、架桥机安装法施工事故严重等级统计

（1）基坑施工事故严重等级

对照本报告要求，结合现场实际，标段内基坑施工过程中发生事故造成人员伤亡的等级为一般，直接经济损失等级为一般，按照就高原则，该分项工程施工过程中发生事故造成的严重程度等级为 **1 级（一般）**。

（2）墩柱（塔）施工事故严重等级

对照本报告要求，结合现场实际，标段内墩柱施工过程中发生事故造成人员伤亡的等级为一般，直接经济损失等级为较大，按照就高原则，该分项工程施工过程中发生事故造成的严重程度等级为 **2 级（较大）**。

（3）架桥机安装法施工事故严重等级

对照本报告要求，结合现场实际，架桥机安装法施工过程中发生事故造成人员伤亡的等级为一般，直接经济损失等级为较大，按照就高原则，该分项工程施工过程中发生事故造成的严重程度等级为 **2 级（较大）**。

（五）桥梁施工重大危险源等级评估结果汇总

表 47 桥梁施工重大危险源等级评估结果汇总



序号	桥梁名称	重大危险源	严重程度等级		可能性等级	风险等级	说明
			人员伤亡等级	直接经损失等级			
1	郑家屯大桥	基坑施工	1级 （一般）	1级 （一般）	等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
2	曹家屯大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
3	山岚坡大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
4	石龙湾大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
5	石将军大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
6	燕子窝大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
7	新寨大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
8	新隆大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
9	山岚坡跨线桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
10	水湖坝大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
11	新隆中桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
12	水湖坝中桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
序号	桥梁名称	重大危险源	严重程度等级		可能性等级	风险等级	说明
			人员伤亡等级	直接经损失等级			
1	郑家屯大桥	墩柱（塔） 施工	1级 （一般）	2级 （较大）	等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
2	曹家屯大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
3	山岚坡大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
4	石龙湾大桥				等级Ⅲ级（可能）	Ⅲ级（高度）	
5	石将军大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
6	燕子窝大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
7	新寨大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
8	新隆大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
9	山岚坡跨线桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
10	水湖坝大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
11	新隆中桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
12	水湖坝中桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
序号	桥梁名称	重大危险源	严重程度等级		可能性等级	风险等级	说明
			人员伤亡等级	直接经损失等级			
1	郑家屯大桥	架桥机安装 法施工	1级 （一般）	2级 （较大）	等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
2	曹家屯大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
3	山岚坡大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
4	石龙湾大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
5	石将军大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
6	燕子窝大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
7	新寨大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
8	新隆大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
9	山岚坡跨线桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
10	水湖坝大桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
11	新隆中桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	
12	水湖坝中桥				等级Ⅱ（偶然）	Ⅱ级（中度）	



第六章 隧道工程专项风险评估

一、施工程序分解

将隧道施工作业程序按表 48 进行分解

表 48 隧道施工作业工序分解

分部工程	分项工程	单位作业
洞口工程	洞口开挖	清表作业
		挖掘作业
		爆破作业
		超前管棚
		支护钢拱架
		喷射混凝土
洞身开挖	钻爆作业	人工钻孔
		装药与起爆
		通风
		危石清除
	洞内运输	装渣
		无轨运输
		卸渣
		爆破器材运输
洞身衬砌	初期支护	超前支护或超前小导管
		立拱架
		铺设钢筋网
		喷射混凝土
	二次衬砌	铺设防水层
		绑扎二次衬砌钢筋
		浇筑二次衬砌混凝土
		填充仰拱混凝土

二、风险源普查

施工作业程序分解后，根据设计说明中的钻探、野外观察、孔内原位测试、室内岩石试验资料及地质测绘和物探结果，将隧道围岩分别分为三个区段。

（1）进口段

围岩基本质量指标修正值【BQ】=234，综合确定进口段围岩等级为 V 级。设计确定隧道进洞位于斜坡上，表层残破基层较薄，下覆页岩，隧道贴坡进洞，边仰坡不大于 10m，边仰坡稳定性较好。但根据现场实际情况，坡积层较厚，边坡稳定差。

（2）洞身段

围岩基本质量指标修正值【BQ】=234，综合确定洞身段围岩等级为 V 级。洞身段顶板围岩厚度在 15~41m 之间,主要岩性为崩坡积块石土，页岩、泥岩、页岩夹泥岩，裂隙较发育，呈碎裂状，松散结构，易坍塌，块石土及高液限粘土围岩无自稳性，其余

围岩跨度小于 5m 时可稳定数日。隧道出水形式主要为潮湿和滴水为主。

(3) 出口段

围岩基本质量指标修正值【BQ】=234，综合确定隧道出口段围岩为 V 级。隧道出口位于一自然斜坡下部，地表分布的主要为残坡积层组成的土层厚 7~10m，土体在连续降雨的影响下易产生滑塌。

三、风险源普查清单

通过相关人员调查，分析评估单元中可能发生的典型事故类型，并形成风险源普查清单。

表 49 隧道工程施工安全风险源普查清单

序号	风险源	判断依据
1	坍塌	隧道 V 级围岩段
2	触电	操作不当，造成人员伤亡
3	火工品	可能导致爆炸，造成人员伤亡
4	高空坠落	防护措施不到位，造成人员伤亡
5	机械伤害	操作失误，造成人员伤亡
6	中毒、爆炸	旧州隧道为高瓦斯隧道

四、风险分析

采用系统安全工程的方法，从人、机、料、环五个方面分析导致事故的致险因子。人员方面，未接受安全教育、未持证上岗、无相关证件等；机械方面，未经过检查、劳损严重等；原料方面，物料乱堆放、原材料不合格或不符合设计要求等；施工方法方面，未按设计施工、重大施工方案未经审批等；环境方面，主要是围岩情况复杂，给施工带来困难。

表 50 隧道风险源风险分析表

单位作业 内容	潜在的事故类 型	致险因子	受伤害人员类 型	伤害程 度	不安全状态	不安全行为	备注
洞口工程	坍塌	地质因素	作业人员本身	死亡	变形较大等	违规作业等	
	物体打击	作业场所 内设施	作业人员本身	轻伤	无防护等	操作错误等	
	高处坠落	作业场所 内设施	作业人员本身	重伤	无防护、无警示 标志等	忽视警告标志 等	
洞身开挖	坍塌	地质因素	作业人员本身	死亡	变形较大等	违规作业等	
	物体打击	作业场所 内设施	作业人员本身	轻伤	无防护等	操作错误等	
	高处坠落	作业场所 内设施	作业人员本身	重伤	无防护、无警示 标志等	忽视警告标志 等	
	机械伤害	作业场所 内设备	同一作业场所 其他作业人员	重伤	使用不安全设 备等	设备带“病” 运转等	
洞身衬砌	触电	人员活动 作业能力	作业人员本身	重伤	未经许可开动、 关停等	(电气)未接地 等	
	物体打击	作业场所 内设施	作业人员本身	轻伤	无防护等	操作错误等	
	高处坠落	作业场所 内设施	作业人员本身	重伤	无防护、无警示 标志等	忽视警告标志 等	
洞内运输	机械伤害	作业场所 内设备	同一作业场所 其他作业人员	重伤	使用不安全设 备等	设备带“病” 运转等	

五、风险评估

(1) 风险估测方法选择

风险估测是采用定性或定量的方法对风险事故发生的可能性及严重程度进行数量估算。本工程采用 LEC 法进行风险估测。该方法采用与系统风险率相关的 3 个方面指标值之积来评价系统中人员伤亡风险大小：L 为发生事故的可能性大小；E 为人体暴露在这种危险环境中的频繁程度；C 为一旦发生事故会造成的损失后果。风险值 $D = LEC$ 。D 值越大，说明系统危险性大，需要增加安全措施，或改变发生事故的可能性，或减少人体暴露与危险环境中的频繁程度，或减轻事故损失，直至调整到允许范围内。

(2) 量化分值标准

为了简化计算，将事故发生的可能性、施工人员暴露时间、事故发生后果划分不同的等级并赋值，如表 51、52、53 所示。

表51 事故发生可能性L等级划分及赋值

分数值	事故发生的可能性	分数值	事故发生的可能性
10	完全可以预料	1	可能性小，完全意外
6	相当可能	0.5	很不可能、可以设想
3	可能、但不经常	0.1	极不可能

表52 人员暴露时间E等级划分及赋值

分数值	暴露于危险环境的频繁程度	分数值	暴露于危险环境的频繁程度
-----	--------------	-----	--------------

10	连续暴露	2	每月一次暴露
6	每天工作时间内暴露	1	每年几次暴露
3	每周一次或偶然暴露	0.5	非常罕见暴露

表53 事故后果严重程度等级划分及赋值

分数值	发生事故产生的后果	分数值	发生事故产生的后果
100	10 人以上死亡	7	严重
40	3—9 人死亡	3	重大、伤残
15	1—2 人死亡	1	引人注意

根据公式 $D=LEC$ 就可以计算作业的危险程度，并判断评价危险性的。其中的关键还是确定各个分值，以及对乘积值的分析、评价和利用。将结果按下表分级。

表54 LEC法评估结果分级

D 值	危险程度	D 值	危险程度
>320	极其危险，不能继续作业	20—70	一般危险，需要注意
160—320	高度危险，要立即整改	<20	稍有危险，可以接受
70—160	显著危险，需要整改		

(3)风险估测

按照 LEC 法将计算结果填入下列表中。

表55 LEC法风险估测计算

序号	风险源		风险估测			
	作业内容	潜在的事故类型	事故发生的 可能性 L	人员暴露频 率 E	后果严重程 度 C	风 险 大 小 D
1	洞口挖掘作业	坍塌机械伤害	3	6	3	54
2	洞口施工支护钢拱架	坍塌	3	6	3	54
3	洞口支护喷射混凝土	坍塌	3	6	3	54
4	钻孔	坍塌机械伤害	6	6	15	540
5	盲炮检查和危石清理	坍塌放炮	6	6	15	540
6	初期支护	坍塌	6	6	40	1440
7	瓦斯气体处理	中毒、爆炸	4	6	40	1200

从计算结果可以看出，初期支护阶段易发生坍塌事故。同时，在钻孔和找顶作业中，也应采取必要的监控措施加强防护。

六、重大风险源风险估测

隧道工程重大风险源风险估测采用定性与定量结合方法，事故的严重程度的估测方法采用咨询专家处理方法。事故可能性的估测方法采用指标体系法。

1、重大风险源指风险源相对比较复杂，存在较大的不可预见性，引发的事故严重性较大，必须从结构设计、环境因素、施工方法、安全管理等角度进行控制盒防范的风险源。

结合专项风险评估的结果：坍塌、洞口失稳、瓦斯爆炸为隧道重大风险源。

2、风险矩阵的建立

采用矩阵法对重大风险源动态估测。按照事故发生的可能性、事故后果严重程度建立风险矩阵表。

3、事故发生可能性的等级分成四级，如下表所示：

表56 事故可能性等级标准

概率范围	中心值	概率等级描述	概率等级
>0.3	1	很可能	4
0.03~0.3	0.1	可能	3
0.003~0.03	0.01	偶然	2
<0.003	0.001	不太可能	1

注：①当概率值难以取得时，可用频率代替概率。

②中心值代表所给区间的对数平均值。

4、事故发生后果的等级分成四级

人员伤亡是指在参与施工活动过程中人员所发生的伤亡，依据人员伤亡的类别和严重程度进行分级，等级标准如下表所示：

表57 人员伤亡等级标准

后果定性描述	特大	重大	较大	一般
后果等级	4	3	2	1
人员伤亡数量(人)	≥ 30 或 ≤ 100	$10 \leq F < 30$ 或 $50 \leq SI < 100$	$3 \leq F < 10$ 或 $10 \leq SI < 50$	$F < 3$ 或 $SI < 10$

注：F=死亡人数（含失踪） SI=重伤

5、直接经济损失等级标准

经济损失是指风险事故发生后造成工程项目发生的各种费用的总和，包括直接费用和事故处理所需（不含恢复重建）的各种费用，如下表所示：

表58 直接经济损失等级标准

后果定性描述	一般	较大	重大	特大
后果等级	1	2	3	4
经济损失(万元)	$Z < 10$	$10 \leq Z < 50$	$50 \leq Z < 500$	$Z \geq 500$

6、专项风险等级标准

根据事故发生的概率和后果等级，将风险等级分为四级：极高（Ⅳ级）、高度（Ⅲ级）、中度（Ⅱ级）和低度（Ⅰ级）。

低度（Ⅰ级）表示一般风险，需要注意；中度（Ⅱ级）表示有显著风险，需加强管理不断改进；高度（Ⅲ级）表示高度风险，需制定风险消减措施；极高（Ⅳ级）表示极高风险，不可忍受风险，需纳入目标管理或制定管理方案。

表59 风险等级标准

后果等级		一般	较大	重大	特大
概率等级		1	2	3	4
很可能	4	高度	高度	极高	极高
可能	3	中度	高度	高度	极高
偶然	2	中度	中度	高度	高度
不太可能	1	低度	中度	中度	高度

结合隧道实际情况，隧道围岩易破碎，易发生坍塌；隧道进出洞洞口围岩较破碎，施工方法较复杂，易发生洞口失稳事故；因此将坍塌、洞口失稳列为重大危险源进行评估。

7、人的因素及施工管理引发的事故可能性的评估指标体系。

表60 安全管理评估指标体系

评估指标	分类	分值	说明
总包企业资质 A	三级	3	
	一级	2	
	一级	1	
	特级	0	
专业及劳务分包企业资质 B	无资质	1	针对当前作业的主要分包企业
	有资质	0	
历史事故情况 C	发生过重大事故	3	指项目部主要管理人员从事过的工程项目曾发生的事故情况
	发生过较大事故	2	
	发生过一般事故	1	
	未发生过事故	0	
作业人员经验 D	无经验	2	从特种人员、一线施工人员的工程经验考虑
	经验不足	1	
	经验丰富	0	
安全管理人员配备 E	不足	2	从“三类人”的持证、在岗情况考虑
	基本符合规定	1	
	符合规定	0	
安全投入 F	不足	2	
	基本符合规定	1	
	符合规定	0	
机械设备配置及管理 G	不符合合同要求	2	
	基本符合合同要求	1	
	符合合同要求	0	
专项施工方案 H	可操作性较差	2	
	可操作性一般	1	
	可操作性强	0	

表61 安全管理评估指标分值与折减系数对照表

计算分值 M	折减系数 r	计算分值 M	折减系数 r
$M > 12$	1.2	$3 \leq M \leq 5$	0.9
$9 \leq M \leq 12$	1.1	$0 \leq M \leq 2$	0.8
$6 \leq M \leq 8$	1		

按照图表所示，本企业总承包企业资质为特级，A 分值为 0 分；

专业及劳务分包企业均是有资质的企业，B 选项分值为 0 分；

项目部主要管理人员从事工程项目曾发生过一般事故，C 分值为 1 分；

本项目作业人员均为经验丰富，且有多年施工经验的人员，D 分值为 0 分

本项目三类人员全部持证上岗，E 分值为 0 分；

本项目安全费用的投入使用符合有关规定，F 分值为 0 分；

本项目机械设备配置与管理符合合同要求，G 分值为 0 分；

本项目编制的桥梁、隧道专项施工方案均由经验丰富的工程师编制，可操作性较强，H 分值为 0 分，

$M=0+0+1+0+0+0+0+0=1$ ， $0 \leq M \leq 2$ ，依据安全管理评估指标分值与折减系数

对照表，折减系数 γ 为 0.8。

8、坍塌事故危险性评估

(1) 坍塌事故可能性评估

根据隧道实际情况，结合《指南》中关于坍塌指标体系建立要求，建立洞身开挖坍塌事故可能性评估指标。

表62 隧道施工区段坍塌事故可能性评估指标

评估指标	分类	分值	说明
围岩级别 A	V、IV 级	4—5	可根据围岩节理发育情况和岩性适当调整分值
	IV 级	3	
	III 级	2	
	I、II 级	0—1	
断层破碎情况 B	存在宽度 50m 以上的大规模断层破碎带	3—4	
	存在宽度 20m 以上、50m 以下的中等规模断层破碎带	2	
	存在宽度 20m 以下的小规模断层破碎带	1	

	不存在断层破碎带		0	
渗水状态 C	岩溶管道式涌水		1.5	渗水状态应考虑天气影响因素
	线状一般股状		1.2	
	线状		1.0	
	干一滴渗		0.9	
地质符合性 D	工程地质条件与设计文件相比较差		2—3	由监理工程师确认
	工程地质条件与设计文件基本一致		1	
	施工控制与设计		0	
施工方法 E	施工方法不适合水文地质条件的要求		2—3	可参照有关技术标准确定是否适合
	施工方法基本适合水文地质条件的要求		1	
	施工方法完全适合水文地质条件的要求		0	
施工步距 $F=a+b$	a	V、VI 级围岩衬砌到掌子面距离在 200m 以上或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 250m 以上	4—5	二次衬砌距离掌子面的距离是影响隧道稳定性的一个重要因素。本指标主要考虑施工时台阶法施工、全断面施工二次衬砌跟进的情况
		V、VI 级围岩衬砌到掌子面距离在 120m 以上、200m 以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 160m 以上、250m 以下	3	
		V、VI 级围岩衬砌到掌子面距离在 70m 以上、120m 以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 120m 以上、160m 以下	2	
		V、VI 级围岩衬砌到掌子面距离在 70m 以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在 120m 以下	0—1	
	b	一次性仰拱开挖长度在 8m 以上	2—3	
		一次性仰拱开挖长度在 8m 以下	0—1	

表63 隧道施工坍塌事故可能性等级标准

计算分值 P	事故可能性描述	等级
$P \geq 12$	很可能	4
$8 \leq P < 12$	可能	3
$3 \leq P < 7$	偶然	2
$0 \leq P < 3$	不太可能	1

表 64 隧道施工坍塌事故可能性等级结果统计

序号	评估指标	分类	分值	评估分值	隧道名称				说明
					郑家屯隧道	曹家屯隧道	七眼桥隧道	旧州隧道	
1	围岩级别A	V、IV级	4—5		4	4	4	4	
		IV级	3						
		III级	2						
		I、II级	0—1						
2	断层破碎情况B	存在宽度50m以上的大规模断层破碎带	3—4		1	1	1	1	
		存在宽度20m以上、50m以下的中等规模断层破碎带	2						
		存在宽度20m以下的小规模断层破碎带	1						
		不存在断层破碎带	0						
3	渗水状态C	岩溶管道式涌水	1.5		0.9	0.9	0.9	0.9	
		线状一般股状	1.2						
		线状	1						
		干—滴渗	0.9						
4	地质符合性D	工程地质条件与设计文件相比较差	2—3		1	1	1	1	
		工程地质条件与设计文件基本一致	1						
		施工控制与设计	0						
5	施工方法E	施工方法不适合水文地质条件的要求	2—3		0	0	0	0	
		施工方法基本适合水文地质条件的要求	1						
		施工方法完全适合水文地质条件的要求	0						
6	施工步距 F=a+b	a	V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在200m以上或全断面开挖衬砌到掌子面距离在250m以上	4—5	3	3	3	4	
			V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在120m以上、200m以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在160m以上、250m以下	3					
			V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在70m以上、120m以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在120m以上、160m以下	2					
		b	V、VI级围岩衬砌到掌子面距离在70m以下或全断面开挖衬砌到掌子面距离在120m下	0—1	0	0	0	0	
			一次性仰拱开挖长度在8m以上	2—3					
			一次性仰拱开挖长度在8m以下	0—1					
7	P=γ×(C×A+B+D+E+F)，结果要四舍五入为整数				6	6	6	7	
8	可能性等级				2级 (偶然)	2级 (偶然)	2级 (偶然)	3级 (可能)	

(2) 坍塌事故严重性评估

隧道发生坍塌事故的可能性为偶然。隧道施工前，需进行地质雷达超前预报，施工过程中进行监控量测，可随时了解隧道围岩及洞内支护的稳定性。若隧道出现较大变形而发生坍塌，可通过监控量测提前预知，并及时撤出洞内人员和机械设备，不会造成人

员伤亡。根据事故严重程度等级划分表，本隧道发生坍塌事故会造成暴露在施工作业环境中的 < 3 名作业人员发生死亡事故，事故严重程度为一般。

9、隧道瓦斯爆炸事故可能性评估

(1) 隧道瓦斯爆炸事故可能性评估

根据隧道实际情况，结合《指南》中关于坍塌指标体系建立要求，建立洞口失稳事故可能性评估指标。

表65 隧道施工区段瓦斯爆炸事故可能性评估指标

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	瓦斯含量 A	存在瓦斯突出危险	4	可更具设计文件、现场检测结果进行判断
		瓦斯涌出量 $\geq 0.5\text{m}^3/\text{min}$	2-3	
		瓦斯涌出量 $< 0.5\text{m}^3/\text{min}$	1	
		无瓦斯	0	
2	洞内通风 B	洞内掌子面最小风速未达标	2-3	由现场检测结果进行判定
		洞内掌子面最小风速达标	1	
3	机械设备防爆情况 C	未采用防爆设备	3	对出渣机械、机电设备等综合判断
		采用防爆设备	1-2	
4	瓦斯监测体系 D	洞内瓦斯监测体系不完备	2-3	有评估小组按照有关技术标准判定
		洞内瓦斯监测体系完备	1	

表66 隧道施工区段瓦斯爆炸事故可能性等级标准

计算分值 P	事故可能性描述	等级
12-18	很可能	4
6-8	可能	3
2-4	偶然	2
0	不可能	1

表67 隧道施工区段瓦斯爆炸事故可能性评估统计

序号	评估指标	分类	分值	评估分值	隧道名称				说明
					郑家屯隧道	曹家屯隧道	七眼桥隧道	旧州隧道	
1	瓦斯含量 A	存在瓦斯突出危险	4		0	0	0	4	
		瓦斯涌出量 $\geq 0.5\text{m}^3/\text{min}$	2-3						
		瓦斯涌出量 $< 0.5\text{m}^3/\text{min}$	1						
		无瓦斯	0						
2	洞内通风 B	洞内掌子面最小风速未达标	2-3		1	1	1	1	
		洞内掌子面最小风速达标	1						
3	机械设备 防爆情况 C	未采用防爆设备	3		1	1	1	1	
		采用防爆设备	1-2						
4	瓦斯监测 体系D	洞内瓦斯监测体系不完备	2-3		1	1	1	1	
		洞内瓦斯监测体系完备	1						
5	P=γ · A× (B+C+D)				0	0	0	9.6	
6	可能性等级				1级 (不可能)	1级 (不可能)	1级 (不可能)	3级 (可能)	

(2) 隧道瓦斯爆炸事故严重性评估

旧州隧道瓦斯爆炸的可能性为 3 级（可能）。施工前做好瓦斯隧道的各项准备工作，加强通风和瓦斯隧道施工的安全管理、超前地质预报等措施确保施工安全。

10、隧道施工涌水突泥事故可能性评估

(1) 隧道施工涌水突泥事故可能性评估

表 68 隧道施工涌水突泥事故可能性评估指标

序号	评估指标	分类	分值	说明
1	岩溶发育程度 A	岩溶极发育，有宽大岩溶洞穴、地下暗河、塌陷坑等	4-5	根据设计文件和超前地质预报结果判定
		岩溶发育，有宽大岩溶发育带和大岩溶洞穴	3	
		岩溶发育，有宽大岩溶裂隙和较大岩溶洞	2	
		岩溶不发育，有岩溶裂隙、小洞发育	0-1	
2	断层破碎带 B	施工区段及附近存在断层破碎带或较大裂隙	2-3	根据设计文件和超前地质预报结果判定
		施工区段不存在断层破碎带或较大裂隙	0-1	
3	周围水体情况	隧道上方存在湖泊、河流、水库等水体	3	根据现场调查情

	C	隧道附近存在补给性水体	2	况判定
		隧道附近不存在补给性水体	0-1	

表 69 隧道施工涌水突泥事故可能性等级标准

计算分值 P	事故可能性描述	等级
12-16	很可能	4
6-8	可能	3
2-4	偶然	2
1	不可能	1

表 70 隧道施工涌水突泥事故可能性评估结果统计

序号	评估指标	分类	分值	评估分值	隧道名称				说明
					郑家屯隧道	曹家屯隧道	七眼桥隧道	旧州隧道	
1	岩溶发育程度 A	岩溶极发育，有宽大岩溶洞穴、地下暗河、塌陷坑等	4-5		2	2	2	2	
		岩溶发育，有宽大岩溶发育带和大岩溶洞穴	3						
		岩溶发育，有宽大岩溶裂隙和较大岩溶洞	2						
		岩溶不发育，有岩溶裂隙、小洞发育	0-1						
2	断层破碎带 B	施工区段及附近存在断层破碎带或较大裂隙	2-3		1	1	1	1	
		施工区段不存在断层破碎带或较大裂隙	0-1						
3	周围水体情况 C	隧道上方存在湖泊、河流、水库等水体	3		1	1	1	1	
		隧道附近存在补给性水体	2						
		隧道附近不存在补给性水体	0-1						
5	$P = \gamma \cdot B \times (A+C)$				2.4	2.4	2.4	2.4	
6	可能性等级				2级 (偶然)	2级 (偶然)	2级 (偶然)	2级 (偶然)	

表 70 隧道施工坍塌、瓦斯爆炸及涌水突泥事故风险等级统计

序号	桥梁名称	重大危险源	严重程度等级		可能性等级	风险等级	说明
			人员伤亡等级	直接经济损失等级			
1	郑家屯隧道	坍塌事故	1级 (一般)	1级 (一般)	等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
2	曹家屯隧道				等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
3	七眼桥隧道				等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
4	旧州隧道				等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
5	郑家屯隧道	瓦斯爆炸事故	\		等级 I (不可能)	\	
6	曹家屯隧道		\		等级 I (不可能)	\	
7	七眼桥隧道		\		等级 I (不可能)	\	
8	旧州隧道		2级 (较大)	3级 (重大)	等级 III (可能)	III 级 (高度)	
9	郑家屯隧道	涌水突泥	1级 (一般)	2级 (较大)	等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
10	曹家屯隧道				等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
11	七眼桥隧道				等级 II (偶然)	II 级 (中度)	
12	旧州隧道				等级 II (偶然)	II 级 (中度)	

第七章 风险控制措施及建议

一、桥梁一般风险源控制措施及建议

（一）现场管理

1、高空作业

（1）从事登高作业的人员，必须经过专业技术培训及专业考试合格，持证上岗，并定期进行体格检查。经医生诊断，凡患高血压、心脏病、贫血病、癫痫病以及其它不适于高空作业的人员，不得从事高空作业。

（2）对高处作业的安全防护设施，发现有缺陷和隐患时，必须及时解决；危及人身安全时，必须停止作业。

（3）雨天和雪天进行高处作业时，必须采取可靠的防滑、防寒和防冻措施。凡水、冰、霜、雪均应及时清除。对高（主）墩等高耸建筑物，应事先设置避雷设施。遇有六级以上大风、浓雾等恶劣气候时，不得进行露天攀登与悬空高处作业。每日上岗前，应对高处作业安全设施逐一加以检查，发现有松动、变形、损坏或脱落等现象，应立即修理完善。

（4）防护棚搭设与拆除时，应设立警戒区，并派专人监护。严禁上下同时拆除。

（5）高处作业所用材料堆放应平稳，工具应随手放入工具袋（套）内，上下传递物件禁止抛掷。

（6）在没有安全防护设施时，禁止在高空支架操作平台上支撑、挑架或未固定的构件上等行走或作业。高空作业与地面的联系，应采用通讯装置，并设专人负责。

（7）乘人的外用电梯、吊笼，应有可靠的安全装置，禁止利用起重臂和绳索攀登，禁止随同运料的吊篮、吊装物上下。

2、机电设备

- (1) 应建立机电设备操作手册和操作规程。
- (2) 机电设备运行状态应完好，并有可靠有效的安全防护装置。
- (3) 机电设备定人操作，操作人员经培训、考试合格后方可上岗。
- (4) 机电设备定期保养并记录。
- (5) 操作人员严格按照操作手册和操作规程进行操作。
- (6) 特种机械设备及大型非标定型设备（如架桥机、龙门吊、液压爬模、挂篮等）进场后使用前必须经过有资质的单位鉴定，并取得鉴定合格证书及安全合格证后方可使用。

3、气割、电焊作业

- (1) 所有气割、焊接工具及防护用品应完整无缺，完全有效；气割工、电焊工必须持证上岗。
- (2) 要正确使用焊接设备，焊具及防护用品，高空作业应佩带安全带，并佩戴安全帽。
- (3) 现场周围有易燃、易爆物品时应及时清理或采取防护措施。
- (4) 进行气割作业时，严禁用液化气代替乙炔气，严禁氧气瓶、乙炔瓶混放，以确保气割作业安全。
- (5) 必须在禁火区进行明火作业时，应严格执行“动用明火”审批制度，办妥“动火证”手续。

4、起重作业

- (1) 起重指挥、起重机司机必须持证上岗。指挥人员作业时应执行规定的指挥信号；起重机司机应熟悉起重机技术性能。
- (2) 起重机各限位保险应齐全，各机构的工作应正常，制动器应灵敏可靠。

(3) 起重作业所需的用具、设备应可靠完好，钢丝绳，无断丝、露芯、扭结、变形等异常情形。

(4) 起重指挥、起重机司机、起重工等操作人员应严格执行起重作业安全操作规程，正确佩戴防护用品。

(5) 在垂直运输、不同层面吊装时应设二级指挥人员，指挥作业应站在能够照顾全部作业面的地点。

(6) 在吊装区域内严禁站人。

(7) 根据起重物件、设备的重量、体积、形状，采用适当的搬运方法，按规范要求，正确使用好各种起重用具。

(8) 起重机回转范围 50cm 内无障碍物。

(9) 吊起满载荷重物时，应先吊起离地面 20 ~ 50cm，检查起重机的稳定性，制动器的可靠性和绑轧的牢固性等，确认可靠后，才能继续起吊。

(10) 起重臂最大仰角不得超过制造厂规定。

(11) 吊起重物时，应严格注意起吊重物的升降，不使起重吊钩到达顶点。

(12) 起重机必须置于坚硬平整的地面上，起吊时的一切动作要以缓慢速度进行，严禁同时进行两个动作。

(13) 工作完毕后起重臂停在约 45°处，离开作业面，停在坚硬可靠的地基上，发动机熄火关闭电门，操纵杆推进空挡位置，制动器处于制动状态。

(14) 如遇重大构件必须使用两台起重机同时起吊时，构件的重量不得超过两台起重机所允许起重量总和的 3 / 4 , 每台起重机分担的负荷不得超过该机允许负荷的 80%。在起吊时必须对两台起重机进行统一指挥。在整个吊装过程中，两台起重机的吊钩滑轮组斗都应保持垂直状态。

5、钢筋加工、绑扎作业

- (1) 断料、配料、弯料等工作应在地面进行，不准在高空操作。
- (2) 搬运钢筋注意避免与附近的架空线和临时电线发生碰撞。
- (3) 现场高处绑扎作业时，必须搭设符合规定的施工脚手架并配备其他安全设施。
- (4) 冷拉钢筋时，当钢筋拉直时人员必须离开，禁止横跨或触碰钢筋。
- (5) 切断机在剪切钢筋时，刀口要与钢筋垂直。切断机不准剪切短于 30cm 的钢筋。
- (6) 人工断料，敲锤与持钢筋者应成斜角。
- (7) 现场绑扎悬空结构物的钢筋时，不得站在模板上操作。
- (8) 绑扎独立柱头钢筋时，不准站在钢筋上绑扎，也不准将木料、管子、钢模板穿在钢筋内作为立人板支撑。
- (9) 起吊钢筋骨架，下方禁止站人，必须待骨架降到距模板 1m 以下才准靠近，就位支撑好方可摘钩。
- (10) 起吊钢筋时，规格、尺寸必须统一，不准一点吊，吊点必须扎紧。
- (11) 切割机电源线须接漏电开关，切割机后方不准堆放易燃物品。
- (12) 钢筋头子应及时清理，成品堆放要整齐，工作台要稳固，钢筋工作棚照明灯必须加网罩保护。
- (13) 高空作业时，不得将钢筋集中堆在模板和脚手架上，也不准把工具、钢筋、短钢筋随意放在脚手架上。
- (14) 在雷雨时必须停止露天操作，预防雷击。
- (15) 施工人员不准穿拖鞋上岗，不得在钢筋骨架上行走，禁止从柱子上的钢筋上下。

6、混凝土浇注作业

(1) 使用平板振动器或振捣棒的作业人员，要穿胶鞋、戴绝缘手套；振捣设备用电应通过三级配电箱，并装有漏电保护器，电源线不得有破皮漏电；夜间施工时，照明要良好。

(2) 混凝土工使用推车向料斗倒料时，要有挡车措施。

(3) 浇注高度在 2m 以上，应搭设操作平台，浇注混凝土时，不准直接站在溜槽上或站在模板及支撑上操作；操作人员必须戴好安全带，并扣好保险钩。

(4) 串搭车道板时，两头须搁置平稳，并用钉子固定，在车道板下面每隔 1.5m 须加横楞、顶撑；高空串搭，必须装有防护栏杆。

(5) 车道板单车行走不小于 1.4m 宽，双车来回不小于 2.8m 宽，在运料时，前后应保持一定车距，不准奔走、抢道或超车。

(6) 用塔吊、料斗浇捣混凝土时，指挥扶斗人员与塔吊司机应密切配合。

(7) 使用振动机前应进行安全检查。振动机移动时，不能硬拉电线，更不能在钢筋和其他锐利物上拖拉。

(8) 作业人员必须系好安全带并挂好保险钩及架设安全网。

7、张拉作业

(1) 张拉人员必须严格遵守各项安全技术操作规程。

(2) 张拉机具、千斤顶等机具使用前必须经有资质的单位鉴定和标定，压力表、持压阀、油管等部件的接头必须牢固。

(3) 张拉开始时，必须保持楔槽的清洁卫生，不得有油腻、杂物。

(4) 张拉时非工作人员不得进入工作区。压力表指针在一定压力时，禁止拧动油泵和千斤顶每个受力螺丝或撬打千斤顶。

- (5) 千斤顶与油泵在稳压时，工作人员必须在安全的位置。
- (6) 退楔时所有人员必须远离千斤顶，禁止对着楔块退出和在钢丝绳的斜度位置站立。
- (7) 拆除千斤顶时，必须先取出千斤顶两侧的楔块。
- (8) 应搭设满足操作人员和张拉设备荷载牢固可靠的脚手架，并搭设防雨棚。
- (9) 预应力张拉影响区域需设明显的安全警示标志，非操作人员禁止进入。
- (10) 张拉钢索的两端必须设置挡板，挡板应距离所张拉钢索端部 1.5 ~ 2m，且应高出最上一组张拉钢索 0.5m，其宽度应距张拉钢索两外侧各不小于 1m。

8、大模板堆放、安装、拆除作业

- (1) 平模存放时应满足地区条件要求的自稳角，两块大模板应采取板面对板面的存放方法，长期存放模板，应将模板连成整体。大模板存放在高处，必须有可靠的防倾倒措施，不得沿外墙围边放置，并垂直于外墙存放。
- (2) 没有支撑或自稳角不足的大模板，要存放在专用的堆放架上，或者平堆放，不得靠在其它模板或物件上。
- (3) 模板起吊前，应检查吊装用绳索、卡具及每块模板上的吊环是否完整可靠，并应先拆除一切临时支撑，经检查无误后方可起吊。模板起吊前，应将吊车的位置调整适当，做到稳起稳落，就位准确。
- (4) 筒模可用拖车整体运输，也可拆成平模用拖车水平叠放运输。平模叠放时，垫木必须上下对齐，绑扎牢固，用拖车运输，车上严禁坐人。
- (5) 在大模板拆装区域周围，应设置围栏，并挂明显的标志牌，禁止非作业人员入内。组装平模时，应及时用卡具或花篮螺丝将相邻模板连接好。
- (6) 在模板组装或拆除时，指挥、拆除和挂钩人员，必须站在安全可靠的地方操

作，严禁人员随模板起吊。

(7) 大模板必须有操作平台、上下梯道，走道和防护栏杆等附属设施。

(8) 拆模起吊前，应拆除穿墙销杆。拆除外墙模板时，应先挂好吊钩，紧绳索，再拆除销杆。吊钩应垂直模板，不得斜吊。摘钩时手不离钩，待吊钩吊起超过头部方可松手。吊钩超过障碍物以上的允许高度，才能行车或转臂。模板就位和拆除时，必须设置缆风绳。

(9) 在大风情况下，不得作高空运输。

(10) 模板安装就位后，要采取防止触电的保护措施，要设专人将大模板串连起来，并同避雷网接通。

9、临时用电

(1) 按照 JGJ46-2012《施工现场临时用电安全技术规范》的规定编制临时用电施工组织设计。

(2) 施工用电应符合下列要求：按“三相五线制”要求，按“一机、一闸、一漏、一锁、一保护”和动力线照明用电严禁搭接的规定落实，并设置醒目的警示标志。

(3) 电闸箱外壳要有接地和接零线保护设置，闸箱内严禁放杂物，严禁电源线从箱顶接入，并应具备防水、防尘功能。

(4) 室外电缆以埋地敷设或架空设置为宜。

(5) 施工现场的照明配电宜分别设置，各自自成独立配电系统，以不致因动力停电或电气故障而影响照明。

(6) 一级配电箱应二次接地，配电箱、开关箱的周围应保障箱内开关电器正常、可靠的工作。

(7) 备用发电机应配备电气火灾专用灭火器，并设置警示牌。

(8) 架空线必须采用绝缘导线，架空线的挡距与弧垂应满足相关安全要求。

(9) 在架空电力线路保护区内进行开挖等作业时，必须经属地县级以上地方管理部门批准，按照电力部门相关要求使机具与高压线保持一定的安全距离。

10、车辆运行

(1) 工区内建（构）筑物、设备严禁侵入道路的建筑限界，并不得妨碍视线。

(2) 应建立运输、装卸设备的技术档案，有计划地对运输、装卸设备进行检修和保养。

(3) 新进场的人员需进行安全教育且合格后方准上岗；

(4) 运输作业人员必须持证上岗。

(5) 运输、装卸作业人员作业时应按规定穿戴劳动保护用品。

(6) 施工区域内车辆进行限速规定，并在施工区域的主要道路设置限速标志。

(7) 施工场地运输道路应平整、畅通，排水设施良好，特殊、危险地段设置醒目的标志，夜间照明设施完备。

(8) 冬季要采取车辆防滑、防冻措施，确保车辆运行安全。

(二) 安全防护

1、劳动防护用品

各工队应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装，并书面告知危险岗位的操作规程和违章操作的危害。作业人员应当遵守安全施工的强制性标准、规章制度和操作规程，正确使用安全防护用具、机械设备等。

(1) 劳动防护用品的发放

1) 根据工作场所中的职业危害因素及危害程度，按照法律、法规、标准的规定，为从业人员免费提供符合国家规定的防护用品。

2) 应到定点经营单位或生产企业购买特种劳动防护用品。防护用品必须具有“三证”，即生产许可证、产品合格证和安全鉴定证。购买的防护用品须经本单位安全管理部门验收，并在使用前对其防护功能进行检验。

3) 应教育从业人员，按照防护用品的使用规则和防护要求，正确使用防护用品。使职工做到“三会”，即会检查防护用品的可靠性；会正确使用防护用品；会正确维护保养防护用品。

4) 应按照产品说明书的要求，及时更换、报废过期和失效的防护用品。

5) 应建立健全防护用品的购买、验收、保管、发放、使用、更换、报废等管理制度和使用档案。

(2) 劳动防护用品的使用

1) 使用前首先做外观检查。检查的目的是认定用品对有害因素防护效能程度；用品外观有无质量缺陷或损坏；各部件组装是否严密，启动是否灵活等。

2) 劳动防护用品的使用必须在其性能范围内，不得超极限使用；不得使用未经国家指定检测部门认可或检测达不到标准的产品；不得随便代替，更不能以次充好。

3) 严格按照《使用说明书》正确使用劳动防护用品。

2、安全标志

各工队应当在施工现场出入口或者沿线各交叉口、施工起重机械、拌和场、临时用电设施、爆破物及有害危险气体和液体存放处以及作业检修平台孔和洞口、基坑边沿、脚手架、码头边沿、桥梁边沿等危险部位，应设置明显的安全警示标志。

安全警示标志应根据《安全色》、《安全标志》的规定，充分利用红（禁止、危险）、黄（警告、注意）、蓝（指令、遵守）、绿（通行、安全）四中传递安全信息的安全色，正确使用安全色，使人员能够迅速发现或分辨安全标志，及时得到提醒，防止事故、危

害的发生。安全标志要醒目清晰、简单易懂、易懂易记。并且清晰持久，每年至少检查一次，如发现变形、破损或图形符号脱落及变色等影响效果的情况，应及时修正或更换。

3、安全防护设施

（1）高处作业防护

- 1) 高处作业的安全防护设施及其所需料具，应优先采购、发放。
- 2) 避免雨雪天气进行高处作业时，必须作业时，需采取可靠的防滑、防冻措施。
- 3) 脚手架、防护棚等搭设与拆除时，应拉设警戒区，并派专人监护。

（2）临边作业防护

- 1) 基坑周边，必须设置防护栏杆并设置警示标志。
- 2) 井架与施工用电梯、架桥机等施工机械、脚手架与建筑物等通道的两侧边及端头，必须设防护栏杆。地面通道上部应装设安全防护棚；双笼井架通道中间，应予分隔封闭。
- 3) 各种垂直运输接料平台，除两侧设防护栏杆外，平台还应设置安全门或活动防护栏杆。

（3）孔、洞口作业防护

- 1) 进入洞口作业以及因工程和工序需要在人与物有坠落危险或危及人身安全的其他洞口进行高处作业时，应设置防护设施。
- 2) 人工挖孔桩等桩孔上口，均应设置稳固防护措施和孔口盖件物。
- 3) 施工现场通道附近的各类洞口与坑槽等处，除设置防护设施与安全标志外，夜间还应设红灯警示。
- 4) 洞口应根据具体情况采取防护栏杆、盖件、张挂安全网等防护措施。洞（孔）口必须用坚实的盖板盖设，盖板应能防止挪动移位；

5) 位于车辆行驶道旁的洞口、深沟与管道坑、槽，所加的盖板应能承受不小于车辆的后轮有效承载力 2 倍的荷载。

6) 邻近的有人与物坠落危险性的其他竖向洞口、孔，均应予以盖没或加以防护，并有固定其位置的措施。

(4) 攀登作业防护

1) 攀登的用具，结构构造必须牢固可靠，供人上下的踏板其使用荷载不得大于 1100N；当梯面上有特殊作业，重力超过上述荷载时，应按实际情况加以验算。

2) 梯脚底部应坚实，不得垫高使用；梯子的上端应有固定措施；立梯的工作角度以 $75^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 为宜，踏板间距以 30cm 为宜，不得有缺挡。

3) 梯子若需接长使用，必须有可靠的连接措施，且接头不得超过一处，连接后梯子的强度，不应低于单梯梯子的强度。

4) 固定式直爬梯应采用金属材料制成。梯宽不应大于 50cm，支撑应采用不小于 70mm×6mm 的角钢，埋设件焊接必须牢固。梯子顶端的踏板应与攀登的顶面齐平，并加设 1~1.5m 高的扶手。使用直爬梯进行攀登作业时，攀登高度以 5m 为宜。超过 5m 时，应加设护笼，超过 8m 时，必须设置梯间平台。

5) 架梁作业若需在梁面或盖梁上行走时，其一侧的临时护栏可采用钢索，当改用扶手绳时，绳的自然下垂度不应大于 $L/20$ ，并应控制在 10cm 以内。当无法安装防护设施时，应在作业面上合适的位置全长设置提供作业人员挂安全带保险钩的钢索。

(5) 悬空作业防护

悬空作业处应有牢靠的立足处，并必须视具体情况配置防护栏网、栏杆或其他安全防护设施。

1) 构件吊装安装和拆卸

钢结构构件的吊装和拆卸，应搭设进行临时固定，电焊、高强度螺栓连接等工序的登高和作业的安全设施，随构件同时上吊就位。高空吊装预应力结构件等大型构件前，也应搭设悬空作业中所需的安全防护设施。

2) 箱梁、盖梁等模板支撑和拆卸

支设高度在 3m 以上的立柱模板，四周应设斜撑，并应设置操作平台。支设悬挑形式模板时，应有稳固的立足点。支设临空构筑物模板时，应搭设支架或脚手架。模板上有预留孔时，应在安装后将孔封堵。混凝土板上拆模后形成的临时洞孔、临边，应设置规范的防护设施。拆模高处作业，应配置登高用具或搭设脚手架。

绑扎钢筋和安装钢筋骨架时，必须搭设脚手架和登高设施；绑扎立柱钢筋时，不得站在钢筋骨架上或攀登骨架上下；绑扎圈梁、挑梁、挑檐、外墙等钢筋时应同步搭设脚手架，并张挂安全网；悬空大梁钢筋的绑扎，必须在满铺的脚手架上操作。

(6) 移动式操作平台防护

1) 操作平台应由专业人员按现行的规范进行设计，计算书及图纸应编入专项施工方案。操作平台面积不应超过 10m²，高度不应超过 5m，并应进行稳定验算及采取措施改变立柱的长细比。

2) 轮式移动式操作平台，轮子与平台的接合处应牢固可靠，立柱底端距地面不得超过 80mm。

3) 操作平台可用φ48mm×3.5mm 钢管以扣件连接，或采用门架式或承插式钢管脚手架部件，按产品使用要求进行组装。平台次梁的间距不应大于 40mm，台面满铺≥5cm 厚的木板。

4) 操作平台的四周必须按临边作业要求设置防护栏杆，并应布置登高梯。

(7) 交叉作业防护

1) 由于上方施工可能坠落物件或处于起重机臂杆回转范围之内的通道,在其受影响的范围内,必须搭设顶部能防止穿透的双层防护通道。

2) 各工种进行上下立体交叉作业时不得在同一垂直方向上操作;下层作业的位置,须处于依上层高度确定的可能坠落范围半径之外;不符合以上条件时,应设置安全防护层。

3) 钢模板部件拆除后,临时堆放处离临边不应小于 1m,堆放高度不得超过 1m;“四口五临边”等边缘处,严禁堆放任何物件。

(8) 火灾防护

1) 各分部的仓库、堆场和临时建筑物应当符合下列要求:

- ①高压架空线下禁止搭建仓库和临时建筑物,禁止堆放易燃、可燃物品;
- ②临时办公区、生活区所使用建筑材料的耐火等级不得低于三级,禁止搭建木板房;
- ③临时建筑物之间的防火间距不得小于 5m。成组布置的临时建筑物,每组不应超过 10 幢,组与组之间的防火间距不应小于 10m;

④临时建筑物不宜超过 2 层,临时宿舍的房间建筑面积大于 50m² 的,应当设置两个安全出入口。临时宿舍的窗不得用硬质材料封堵。每个房门至疏散楼梯的距离不得超过 25m。

2) 各分部配备的灭火器具应当设置在醒目和便于取用的地方。手提式灭火器宜设置在挂钩、托架或灭火器箱内,其顶部离地面高度应小于 1.5m,底部离地面高度不宜小于 0.08m。具体配置类型和数量应符合下列要求:

①各分部的办公区、住宿场所等永久性建筑物应当严格按照《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140-2005)的有关要求配置相应类型和数量的灭火器;

②临时搭建的办公、住宿场所每 100m² 配备两具灭火级别不小于 3A 的灭火器,

临时油漆加工区、易燃易爆危险物品仓库等每 30m² 应配备两具灭火级别不小于 4B 的灭火器。

3) 进行电、气焊(割)作业时,作业点周边 10m 范围内,不得有易燃易爆物品。对确实无法移动的可燃物品要采取可靠的防护措施,如用阻燃材料覆盖遮严,在允许的情况下,还可将可燃物喷水淋湿,增强耐火性能。

4) 使用有机溶剂等材料或有可燃气体产生的作业区域,应当通风良好。自然通风不畅时,应当安装机械通风设备后方可施工。

5) 各分部施工现场的平面布局必须综合考虑防火要求、建筑物的性质、周围环境等因素,要明确划分用火作业区(锅炉房、厨房及其它固定用火作业区)、禁火作业区(易燃、可燃材料的堆放场地,)仓库区(易燃、可燃材料的存放区)、易燃废品集中区及临时生活办公区等区域,各区域之间要按规定保持如下防火安全距离:

- ①用火作业区与在建工程和其他区域的距离应不小于 25m;
- ②禁火作业区距离生活区不小于 15 米,距离其他区域不小于 25 m;
- ③仓库区与在建工程和其他区域的距离应不小于 20 m;
- ④易燃废品集中区与在建工程和其他区域的距离应不小于 30 m;
- ⑤防火间距内,不应堆放易燃和可燃材料。

(9) 特殊季节、气候条件施工防护

各分部应当根据不同施工阶段和周围环境及季节、气候的变化,在施工现场采取相应的安全防护措施。

1) 大雨前后,要检查场地临时设施、脚手架、机电设备、临时用电线路,发现倾斜、变形、下沉、漏雨、漏电等现象,应及时修复和加固;有严重危险的应立即排除。

2) 对于塔吊等高耸机械,应设避雷装置;对机电设备的电气开关,要有防雨防潮

措施。

3) 现场道路应加强维护,斜道和脚手板应有防滑措施。

4) 高温期间应调整作业时间,避免在一天中温度最高时段施工;在工地设置遮阳棚供作业人员休息,供应清凉饮料,并备有防中暑药品。

5) 低温季节要做好防寒保暖工作,给低温作业人员提供御寒服装;冬季露天作业时,应在工作地点附近设立取暖室,供作业人员轮流取暖休息之用。

(10) 驻地建设防护

1) 施工现场应符合防洪、防水等安全要求,严禁在泥石流、滑坡体、山洪位下等区设置施工驻地。

2) 施工现场的临时设施,必须避开陡坡、悬崖、泥石流等危险区域,应选在水文、地质良好的地段。

(三) 教育培训

(1) 必须对新上岗的管理人员及作业人员进行岗前安全教育培训,保证其具备本岗位安全操作、自救互救以及应急处置所需的知识和技能后,方能安排上岗作业。

(2) 直接分配至项目部的管理人员,必须接受由(分、子)公司及所在项目部组织实施的三级安全教育培训。具体内容分别如下:

1) 分子公司安全教育

①国家安全生产方针、政策和有关安全生产的法律、法规;

②本单位安全生产情况及安全生产基本知识;

③本单位安全生产规章制度和劳动纪律;

④事故应急救援、事故应急预案演练及防范措施;

⑤从业人员安全生产权利和义务;

⑥有关事故案例等。

2) 项目部安全教育

①本项目部安全生产状况及特点；

②本项目部安全生产规章制度；

③本项目部施工现场危害因素的分析与辨识；

④本项目部安全设备设施及个人防护用品的使用和维护；

⑤本项目部易发事故和职业危害的预防措施及安全注意事项；

⑥本项目部易发事故的自救互救、急救方法、疏散和现场紧急情况的处理；

⑦有关事故案例；

⑧其他需要培训的内容。

3) 部室安全教育

①本部室安全生产责任制及本岗位安全职责；

②岗位之间工作衔接配合的安全与职业卫生事项；

③有关事故案例；

④其他需要培训的内容。

(3) 项目部应对新进场的作业人员进行三级安全教育培训。具体内容分别如下：

1) 项目部安全教育

①国家安全生产方针、政策和有关安全生产的法律、法规；

②从业人员安全生产权利和义务；

③安全生产基本常识；

④本项目部安全生产状况及特点；

⑤本项目部安全生产规章制度；

⑥有关事故案例；

⑦其他需要培训的内容。

2) 分部安全教育

①本分部施工现场危害因素的分析与辨识；

②本分部安全设备设施及个人防护用品的使用和维护；

③本分部易发事故和职业危害的预防措施及安全注意事项；

④本分部易发事故的自救互救、急救方法、疏散和现场紧急情况的处理；

⑤有关事故案例；

⑥其他需要培训的内容。

3) 班组安全教育

①本岗位安全职责和操作规程；

②岗位之间工作衔接配合的安全与职业卫生事项；

③有关事故案例；

④其他需要培训的内容。

(4) 作业人员在本项目部内调整工作岗位或离岗一年以上重新上岗时，应当按照前款规定重新接受项目部、分部和班组级的安全教育培训。

实施新工艺、新技术或者使用新设备、新材料时，应当对相关作业人员重新进行有针对性的安全教育培训。

(5) 新上岗的作业人员安全教育培训时间不得少于 32 学时，每年接受再教育培训的时间不得少于 20 学时。

(6) 安全教育培训的形式应根据教育培训的内容和对象灵活选择。常见安全教育培训的形式有：每天的班前班后会上说明安全注意事项，安全活动日（月），安全生产

会议，安全技术交底，各类安全生产业务培训班，事故现场分析会，张贴安全生产招贴画、宣传标语及标志，安全文化知识竞赛等。

二、隧道一般风险源控制措施

1、安全用电及洞内电气设备安全保证措施

(1) 所有施工人员掌握安全用电的基本知识和所用设备性能，用电人员各自保护好设备的负荷线、地线和开关，发现问题及时找电工解决，严禁非专业电气操作人员乱动电气设备。

(2) 洞内的电气设备的操作符合下列规定：非专职电气操作设备；手持式电气设备的操作手柄和工作中接触的部位，设有良好的绝缘。

(3) 高压线引至施工现场的室内变电所，所内通风及排水良好，门向外开，上锁并由专人负责。人员不得随便进入，变压器安设位置、接地电阻符合规范要求。

(4) 配电系统分级配电，配电箱、开关箱外观完整、牢固，防雨防尘、外涂安全色、统一编号。其安装形式必须符合有关规定，箱内电气可靠、完好，造型、定值符合规定，并标明用途。

(5) 现场内支搭架空线路的线杆底部要实，不得倾斜下沉，与基坑边及邻近建筑有一定安全距离，并且必须采用绝缘导线，不得成束架空敷设，达不到要求必须采取有效保护措施。

(6) 施工现场所有用电设备，必须按规定设置漏电保护装置，严格按 TN-S 系统布置，定期检查，发现问题及时处理解决。

(7) 现场内各用电气设备，尤其是电焊、电热设备、电动工具，其装设使用符合规范要求，维修保管由专人负责。

(8) 直接向洞内供电的馈线上，严禁设自动重合闸，手动合闸时与洞内值班人员

联系。

2、安全焊接作业

(1) 工作时穿戴工作服、绝缘鞋、电焊手套、防护面罩、护目镜等防护用品，高处作业时系安全带。

(2) 焊接作业周围 10m 范围内不得堆放易燃易爆物品。

(3) 作业前检查焊机、线路、料机外壳保护接零，确认安全。

(4) 焊接时二次线必须双线到位，严禁用其他金属物作二线回路。

(5) 焊把线不得放在电弧附近或炽热的焊缝旁，不得碾压焊把线。

(6) 气焊时先开乙炔阀点火，后开氧气阀调整火焰。关闭时先关闭乙炔阀，再关闭氧气阀。

(7) 氧气瓶和乙炔瓶保持距离在 5m 以上，与焊炬、割炬和其他明火不小于 10m。

(8) 作业中若氧气管着火立即关闭氧气阀门，不得折弯胶管断气；若乙炔管着火，先关熄炬火，可用弯折前面一段软管的办法止火。

(9) 焊机必须设单独的电源开关、自动断电装置，外壳设可靠的保护接零。

3、洞内防火安全保证措施

(1) 治安消防工作必须坚持“预防为主、以消为辅”的指导思想，保证本工程建设工程的安全。

(2) 施工现场成立消防委员会、义务消防队，负责日常消防工作。

(3) 对现场的操作人员进行安全防火知识教育，并充分利用醒目标语等多种形式宣传防火知识，签订防火协议，从思想上使每个职工重视安全防火工作，增强防火意识

(4) 施工现场配备充足的灭火器，消防物品周围不得堆放其他材料，以保证消防通道畅通。在附近写上 119 火警电话醒目标志。

(5) 专职消防人员要每天巡视现场消防工作情况，做好治安记录。经常检查消防器材，以保证其使用时的灵敏有效。

(6) 施工中电器设备的安装、维修，均由正式电工负责。严禁私拉照明线、点电炉，避免电器引起火灾事故。

(7) 材料库房内易燃、易爆物品与料具不能混放，完善领料手续，经常查看库房。

(8) 施工现场严禁私点明火，如确因工程需要，则必须报安全员备案，领取用火证，并经安全技术人员检查，确保安全后方可用火。

(9) 严格控制施工区及附近生活区的吸烟等易引起火灾的行为，在安全地段设置吸烟专区。

(10) 施工现场未经批准不得任意动用明火。如必须使用火时，要严格执行用火证制度，并且有专人对施工现场用火进行巡视。

(11) 划分出禁火作业区，仓库区和现场的生活区。各区域之间要按规定保持防火安全距离。

(12) 施工现场各类材料仓库、木工作业场所以及其他禁火的地方，悬挂“严禁烟火”警告牌，禁火区严禁吸烟。入库人员严禁带入火柴、打火机等火种。

4、其他一般风险源采取的对策

(1) 建立健全各工种操作规程。

(2) 适时开展职工安全教育培训。

(3) 做好安全交底。

(4) 为职工配备防护用品，并做好安全防护。

(5) 施工现场做好警示标志。

(6) 制定监督检查制度，定时开展检查工作。

三、重大风险源控制措施及建议

(一) 桥梁工程

1、基坑施工事故

基坑施工的风险防控应重点考虑基坑坍塌事故等。

表 71 基坑施工风险防控措施及建议

序号	风险防控措施及建议
1	基坑尺寸应能满足基础安全施工和排水要求，基坑顶面应有良好的运输通道。
2	当挖土深度超过 5m 或发现有地下水和土质发生特殊变化时，应根据现场实际情况确定边坡坡度或采取支护措施；基坑支护应根据土质情况、施工荷载、施工周期和现场情况进行施工专项设计，并符合现行《建筑基坑支护技术指南》(JGJ120)的有关要求。
3	开挖中发现危险物、不明物等严禁敲击和擅自处理。
4	基坑临近各类管线、建(构)筑物时，开挖前应按施工组织设计的要求实施拆移、加固或保护措施，经检查符合要求后，方可开挖。
5	土层中有水时，应在开挖前进行排降水，先疏干再开挖，不得带水挖土。
6	开挖中，出现基坑顶部地面裂缝、坑壁坍塌或涌水、涌沙时，必须立即停止施工，人员撤离危险区，待采取措施确认安全后，方可恢复施工。
7	基坑开挖与支撑、支护交叉进行时，严禁开挖作业碰撞、破坏基坑的支护结构。
8	施工现场附近有电力架空线时，应设专人监护。
9	基坑外堆土时，堆土应距基坑边缘 1m 以外，堆土高度不得超过 1.5m。
10	人工清基应在挖掘机停止运转，且挖掘机指挥人员同意后，严禁在机械回转范围内作业。
11	基坑内应设安全梯或土坡道等攀登设施。
12	基坑排降水时应：

	(1) 基坑范围内有地下水，需降水施工时，应根据水文地质和现场环境状况进行施工设计。 (2) 在水深超过 1.2m 的水域作业，必须选派熟悉水性的人员，并采取防止溺水的措施。
13	导流施工时应： (1) 已在枯水季节进行。 (2) 施工前应对现场情况进行调查，掌握现场的工程地质、水文地质情况和与施工范围内的地上、地下设施现状，编制导流施工设计，制定相应的安全技术措施。

2、高墩施工事故

高墩施工的风险防控应重点考虑坍塌事故、高处坠落事故等类型。

表 72 墩柱（塔）施工风险防控对策及建议

序号	风险防控对策及建议
1	采用液压滑动模板施工应符合下列安全要求： (1) 滑模施工应符合现行《液压滑动模板施工安全技术指南》(JGJ65) 的有关要求。 (2) 参加滑模作业的人员必须进行安全技术培训，考核合格方可上岗。 (3) 滑模施工中应经常与当地气象台站取得联系，遇有雷雨、六级(含)以上大风时，必须停止施工，并将作业平台上的设备、工具、材料等固定牢固，人员撤离，切断通向平台的电源。 (4) 采用滑模施工的墩台周围必须划定防护区，警戒线至墩台的距离不得小于结构物高度的 1/10，且不得小于 10m。不能满足要求时，应采取有效的安全防护措施。 (5) 滑模施工应根据墩台结构、滑模工艺、使用机具和环境状况对爬模进行施工设计，制定专项施工方案，采取相应的安全技术措施。 (6) 液压滑动模板应由具有资质的企业加工，具有合格证书和全部技术文件，进场前应经验收确认合格，并形成文件。 (7) 滑升作业前，应检查模板和平台系统，确认符合设计要求；检查电气接线；检查液压系统，确认各部油管连接牢固、无渗漏，并经试运行确认合格，形成文件。 (8) 滑模系统应由专业作业组操作，经常维护，发现问题及时处理。

	(9) 浇注和振捣混凝土时不得冲击、振动模板及其支撑；滑升模板时不得进行振捣作业。 (10) 滑升过程中，应随时检查，保持作业平台和模板的水平上升，发现问题应及时采取措施。 (11) 夜间施工应有足够的照明。便携式照明应采用 36V(含)以下的安全电压。固定照明灯具距平台不得低于 2.5m。 (12) 拆除滑模装置必须按专项方案要求进行。
2	采用支架模板法时应根据结构特点、混凝土施工工艺和现行的有关要求对支架进行施工专项安全设计，并要求安装、拆除程序和安全技术措施。

3、架桥机施工事故

架桥机施工的风险防控应重点考虑坍塌事故。

表 73 架桥机施工风险防控措施及建议

序号	风险防控措施及建议
1	应根据现场条件，梁板外形尺寸、质量，桥梁宽度，桥墩高度，构件存放位置，施工季节和工期要求等因素选择适宜的架梁机械，制定合理的架设方案和相应的安全技术措施。
2	使用定型架梁设备应符合生产企业使用说明书的要求，正式吊装前应经试吊，确认合格并形成文件。非定型架梁设施应进行施工设计，其强度、刚度、稳定性应满足桥梁吊装过程中荷载的要求；组拼完成后应进行验收并形成文件：在正式吊装前应经试吊，确认合格，并形成文件。
3	架梁前应向全体作业人员(含机械操作工)进行安全技术交底，并形成文件。
4	在架梁过程中，施工现场必须根据环境状况设作业区，并设护栏和安全标志，必要时设专人值守，严禁非施工人员入内。
5	架梁过程中，应严格执行相关安全操作规程。
6	大雨、大雾和六级(含)风以上等恶劣天气必须停止架梁作业。
7	桥台位置、曲线超高段等不利位置架梁，应制定详细的安全技术措施，防止架桥机坍塌事故发生。
8	跨越通行的公路架梁时应与相关主管部门取得联系，商定架设方案和安全防护措施，并经批准。

（二）隧道工程

1、洞口失稳控制措施

（1）洞口施工避开雨季，及早修建洞口截水沟、排水沟设施和保证隧道内外改沟引水可靠后进行。洞口排水在施工期的雨季之前完成，加强洞内施工用水管理，防止积水浸泡墙基。洞口边仰坡开挖必须自上而下进行，及时支护。

（2）洞口防排水

隧道口位于冲刷沟地段，场地内两侧为低山，洞口土石方开挖前，根据洞口地形情况事先在洞顶边、仰坡刷先以外 5~10m 修筑截水沟一道，以拦截地表水，截水沟出水口设在洞口仰坡和边坡交线 5m 以外。洞口土石方开挖后，按要求在较高端洞口外 2m 设横向盲沟一道，以拦截地面水，洞外侧沟做成 2.5% 的排水坡，以利排水畅通。截排水沟严格按施工规范、检验评定标准和设计要求施工。在施工中，必须注意排水工程与周围排水系统连通，保证路基安全稳定，水流畅通，避免污染农田。

（3）明洞与暗洞的衔接

明洞开挖及边坡防护完成后进行暗洞掘进，暗洞掘进前先进行超前预支护，暗洞掘进一段长度后，由洞内向洞外方向施做明洞衬砌。

（4）明洞衬砌及洞门

明洞仰拱施工由明暗交接处向洞口方向进行；明洞衬砌采用衬砌台车立模浇筑，钢筋集中制作，现场安装。混凝土由拌和站集中拌合，输送车运输，泵送入模，机械振捣。在明洞施工完毕，不影响洞内施工的情况下适时施做洞门。

（5）明洞衬砌混凝土强度达到设计强度的 70 % 后方可拆模，外模拆除后及时施工明洞外防水设施，拱圈背部用砂浆涂抹平整，铺设复合式 PVC 防水板，敷设时粘贴紧密，相互搭接错缝，填采用碎石土，施工时对称分层夯实。每层厚度 0.3m，两侧回填

土的土面高差不大于 0.5m ,再涂抹 2cm 厚水泥砂浆。明洞回填至拱顶后分层满铺填筑。顶层回填 50cm 厚夯实黏土，以利于隔水。

(6) 洞口失稳控制措施

表 74 洞口失稳控制措施建议

序号	作业内容	控制措施
1	监控测量	增加地表下沉监控测量频率，分析洞口变形发生趋势
2	开挖	控制开挖量等，减少围岩扰动，超前支护应及时到位，严格按照设计施工，中间围岩开挖后及时封闭初期支护；临时支撑拆除后，及时施做二次衬砌；同时在施工过程中，加强第三方监控量测，做到及时预测预警。采用合理的开挖面高度，特别是用台阶法开挖时，第一步开挖的台阶高度不宜超过 1/3 的开挖高度。
3	支护	加强超前支护，提高支护结构整体性，对洞口考虑到后期拆除临时支撑后初期支护稳定性，拱脚设置锁脚锚杆，并控制锁脚锚杆的施工质量，二次衬砌紧跟。支护结构脚部处理，提高基底承载力。
4	排水	洞口顶部做好防排水处理

2、坍塌控制措施

(1) 钻孔安全保证措施

钻眼前，检查工作面是否处于安全状态，灯光照明是否良好，支护、顶板及两帮是否牢固，有无松动的岩石。

凿岩机钻眼时，采用湿式凿岩机。

风钻钻眼前，对设备工具作下列检查：不合格的立即修理或更换；机身、螺栓、卡套、弹簧、支架是否完好；管路是否良好，连接是否牢固；钻杆有无不直、带伤以及钻孔是否有堵塞孔现象。

使用支架的风钻钻眼时，确保将支架安置稳妥。站在渣堆上钻眼时，注意石渣的稳定，防止操作中滑塌伤人。

严禁在残眼中继续钻眼，严禁在工作面拆卸修理钻孔工具。

进洞施工人员戴好安全帽、防护手套、穿工作服；电工和电钻穿绝缘鞋和戴绝缘手套。

（2）开挖及钻孔安全保证措施

①开挖人员到达工作地点时，首先检查工作面是否处于安全状态，并检查支护是否牢固，顶板和两帮是否稳定，如有松动的石、土块或裂缝先予以清除或支护。

②风钻钻眼时，先检查机身、螺栓、卡套、弹簧和支架是否正常完好；管子接头是否牢固，有无漏风；钻杆有无不直、带伤以及钻孔堵塞现象；湿式凿岩机的供水是否正常。不符合要求者应予以修理或更换

（3）爆破施工安全保证措施

①爆破器材加工房设在洞口 200m 以外的安全地点。严禁在加工房以外的地点改制和加工爆破器材。

②爆破作业和爆破器材加工人员必须穿棉质工作服，严禁穿化纤衣物。

③装药前检查爆破工作面附近的初期支护是否牢固；炮眼内的砂浆、石粉吹洗干净；刚打好的炮眼热度过高，不得立即装药。如遇有照明不足，发现流沙、流泥未经妥善处理，或可能有大量溶洞涌水时，严禁装药爆破。

④洞内爆破作业做到统一指挥信号，人员车流里到安全距离外，不受有害气体冲击。

其安全距离为：半断面开挖不少于 400m；全断面开挖不少于 500m。

⑤隧道施工放炮，由取得安全技术合格证的爆破工担任，严格防护距离和爆破警戒。放炮后 10min 才准放人员进入工作面，经找顶清除危石、锚喷支护后方可继续施工。

⑥每日放炮时间及次数根据施工条件名曲规定，装药离放炮时间不应过久。爆破前爆破人员严格检查爆破网络，确保一次起爆。

⑦遇到下列情况严禁装药爆破：照明不足；工作面岩石破碎尚未支护，发现可能有岩爆及高压水涌出地段。

⑧爆破后必须进过 15min 通风排烟后，并经过以下各项检查和妥善处理，其他工作人员才准进入工作面：有无瞎炮及可疑现象，有瞎炮由原爆破人员按规定处理；有无残余炸药或雷管；顶板两帮有无松动石块；支护有无损坏与变形。

⑨装炮时严禁火种，严禁明火点炮，严禁装药与打眼同时进行。

⑩抓好现场管理，搞好文明施工，保持现场管线整齐。灯明、路平、无积水，对易燃、易爆等危险品按规定保存和堆放，并进行标示。严格发放制度，切实做好防洪、防火、放掩亡等工作，杜绝重大伤亡，减少一般事故。

（4）装渣和运输安全保证措施

①运输车辆严禁人、料混装。

②机械装渣时，断面尺寸满足装渣机械安全运转，并符合下列要求：装渣不准高于车厢，装载机与运渣车之间不准有人：为确保运渣车就位良好和安全进出，派专人指挥。

③运输车辆限制速度执行表 4-2-30 的所示的规定。

④洞口和狭窄的施工场地，设置“缓行”标志，必要时安排人员指挥交通

⑤车辆行驶遵守下列规定：严禁超车，同向行驶的车辆保持 20 米车距，洞内能见度较差时，增大距离。车辆启动前看望和鸣笛。驾驶室不得搭载其他人员，车辆不得带

故障运行。

⑥车辆在洞内行驶时，施工人员遵守下列规定：不准与车辆机械抢道，不准爬车、追车、强行搭车。

⑦洞外卸渣时，在渣堆边缘 80cm 处设置档木和标志。

⑧洞内倒车和转向，要开灯、鸣笛并派专人指挥。

（5）初期支护安全保证措施

①隧道各部开挖以后，除围岩完整稳定，以及设计文件中规定的不需支护者外，都必须根据围岩情况、施工方法采取有效的支护。

②施工期间，现场施工负责人会同有关人员对支护各部定期进行检查。在不良地质地段每班设专人随时检查，当发现支护变形或损坏时，立即修正和加固，当变形或损害情况严重时，先将施工人员撤离现场，再行加固。

③洞内支护，随挖随支护，支护至开挖面的距离一般不得超过 4m：如遇石质碎石、风化严重和土质隧道时，尽量减小支护工作面；当短期停工时，将支撑直抵工作面。

④不得将支撑立柱置于废渣或活动的石头上。软弱围岩地段的立柱加设垫板或垫梁，并加木楔塞紧。

⑤钢支撑安装选用小型机具进行吊装，并遵守本规程“起重吊装”的规定。

⑥锚喷支护时危石清除，脚手架牢固可靠，喷射手佩戴防护用品，机械各部分完好正常。压力保持在 0.2Mpa 左右，注浆管喷嘴严禁对人放置。

⑦当发现已锚喷区段的围岩有较大变形或锚杆失效时，立即在该区段增设加强锚杆，其长度不小于原锚杆长度的 1.5 倍。如喷锚后发现围岩变形或围岩变形量超过设计允许值时，用钢支撑支护。

⑧当发现测量数据有不正常变化或突变，洞内或地表位移值大于允许位移值时，洞

内或地面出现裂缝以及喷层出现异常裂缝时，均视为危险信号，必须立即通知作业人员现场，待制定处理措施后才能继续施工。

(6) 衬砌施工安全保证措施

①衬砌使用的脚手架、工作平台、跳板、梯子等硬安装牢靠，不得有露头的钉子和突出的尖角。靠近通道的一侧有足够的净空，以保证车辆、行人安全通过，衬砌台车下的净空确保运输车辆正常通行，并悬挂明显的限界标志。

②脚手架及工作平台上的铺板，订铺结实，木板的端头必须搭于支点上，高于 2m 的工作平台上设置不低于 1m 栏杆，跳板设防滑条。

(7) 坍塌事故控制措施

表 75 坍塌控制措施建议

序号	作业内容	控制措施
1	开挖方式	严格按照设计要求，控制好超挖、欠挖
2	清除危石	应分段仔细检查爆破段并清除危石
		钻孔作业前后、爆破后、废渣处理时机处理后、仔细检查去除
3	钢拱架支护	V 级围岩开挖后及时支护钢拱架。采用环形开挖留核心土法、台阶法开挖时，保证锁脚锚管的施工质量以及钢拱架的搭接施工及时封闭
		使用适合围岩条件的底板、垫板
4	初喷	开挖后迅速喷射混凝土
5	监控量测	根据地质条件和施工情况选择监控量测
6		对不良地质路段增加监控量测频度
7		根据监控量测、观察的结果，当初期支护变形超过允许值时，应采取有效的加固措施
8	二次衬砌	二次衬砌在浇筑过程中，振捣密实，养护要到位。保证二次衬砌的施工质量、强度与厚度

9	防坍塌培训	坍塌事故的危險性
		防止事故的对策及注意事项
		坍塌临时的预兆及发生险情是的应急措施

表 76 瓦斯爆炸控制措施建议

控制措施	等级Ⅳ	等级Ⅲ	等级Ⅱ
(1) 前期资料收集	根据地形、地质资料收集周边可燃性气体信息；收集周边已完工或在建隧道工程可燃性气体的产生状况、气体爆炸事故、气体爆炸的对策措施等资料。根据需要， 收集周边已完工或在建隧道工程可燃性气体。		
(2) 施工中调查	根据开挖面的观察结果，进行钻探或超前地质预报，对气体的涌出量、气体压力、成分等进行调查。	根据开挖面观察结果， 讨论确定是否进行钻探或超前地质预报。	
(3) 可燃气体检测 ① 检测设备	同时使用便携式和固定式检测器。		使用便携式检测。
	制定检测器的检查、标定要求。		
② 检测方法	在开挖面顶端、隧道中间、模板台车、电气设备等附近，设定检测可燃气体浓度的位置。指定瓦斯检测员，进行检测。		
	在可燃气体容易停滞的场所，设置固定式检测器，实时进行检测。		施工开始后，如有需要应经常进行测定。
	在作业开始前、爆破前后、地震后、低气压等情况，使用便携式检测器进行精确测定。		在当天作业开始前等进行测定。
	除可燃气体浓度外，氧气浓度、气压、洞内的温度、风速等也需测定。		
③ 信息沟通机制	确定检测结果的信息沟通机制。特别应明确出现异常值时，向现场负责人报告的渠道和机制。		
④ 记录、保存	记录并整理施工中的各种检测结果，分析可燃气体的变化趋势。		
(4) 通风 ① 设备、方法	选定适合隧道断面、长度的通风方式。 在可能产生可燃性气体的施工区域，设置能充分稀释产生气体的换气设备。		
② 通风竖井	通风设备不能将气体浓度控制在爆炸极限范围外时，应设置	对通风竖井的设置进行论	

	通风竖井。	证。	
(5) 警报装置	设置能检测瓦斯异常情况，并迅速通知附近作业人员的自动警报装置。	讨论警报装置的种类、功能，采用在出现异常时能迅速向隧道内施工人员发出警报的装置。	
(6) 火源管理 ① 火的管理	制定警报的标准、拉响警报时的行动要求，并向相关人员公告。		
	制定警报装置的检查、维护标准。		
	制定检查员，在每天作业前对警报装置进行检查。		
	将香烟、火柴、打火机、普通灯、相机用闪光灯等可能成为火源的物品在洞口标示，向相关人员公告，禁止将上述物品带入隧道内。另外，还应实施进洞前随身物品检查等具体措施。		
	在隧道内，将动火作业变更为不用火的方法或转移到洞外作业。 a) 着火用具由作业主管进行保管。 b) 动火前对周围的气体浓度进行测定并确保安全。 c) 用火过程中，配监火人，由监火人进行气体浓度的测定。 制定包含以上要求的动火作业管理规定，并贯彻落实。	在隧道内进行动火作业时，提前提出申请。在作业前、作业中进行气体浓度测定，以确保安全。	在隧道内用火时，应提前提出申请，并采取必要的措施
② 机电设备防爆	在可燃性气体浓度可能达到爆炸极限范围场合使用的机电设备应具有防爆性能。制定防爆设备维护、检查的标准，以维持防爆性能。	在机电设备附近测定可燃气体浓度，并根据需要采用具有防爆性能的设备。	
③ 电气设备绝缘	为防止放电、电火花的发生，检查电气设备的绝缘情况。		
④ 爆破	爆破作业，采用三级以上煤矿许用炸药。		
⑤ 其他	为防止服装、通风管等的静电，采取防止带电、接地等措施。		
(8) 应急措施	在必要的场所设置应急处理用具，向相关人员公示设置场所和使用方法。		
① 应急工具			
② 应急演练	模拟发生紧急事件，实施应急避难演练。		

(9)防瓦斯培训	培训围绕下列内容： a) 可燃性气体的性质 b) 气体爆炸的危害 c) 可燃性气体的检测 d) 通风 e) 火源管理 f) 应急处置措施
------------	---

表 77 隧道涌水突泥事故控制措施建议

控制措施	等级Ⅳ	等级Ⅲ	等级Ⅱ
(1) 前期资料收集	收集项目周围已完工和在建隧道工程出现涌水情况的资料。		
(2) 施工计划	在前期调查的基础上，选择适合地质条件的辅助施工方法，如钻排水孔、设置集水坑、降低地下水位、止水施工法。		必要时，选择适当的辅助施工方法。
(3) 开挖作业 ① 水平钻孔	采取长距离钻孔，进行涌水调查及排水，根据需要可以改变开挖方法	进行短距离钻孔。	
② 集水坑	采用水平钻孔进行排水，作业途中有障碍时，应设置集水坑。	讨论集水坑是否设置。	
③ 止水施工法	排水较为困难时，使用帷幕注浆。	根据需要，部分地段进行帷幕注浆。	根据需要，讨论是否进行帷幕注浆。
④ 测量管理	测量洞内的涌水量、地下水位、水质的变化等。		根据需要，测量洞内的涌水量、地下水位、水质的变化等情况。
⑤ 信息沟通机制	明确测量结果的联络及报告机制。		
⑥ 记录及保存	记录并整理施工中的各项测量结果，根据数据把握涌水的危险度。		
(4) 警报装置	应设置发生紧急情况的警报装置。 发出警报的标准、警报的种类、警报后的应急行动等应提前确定，并通知到相关人员。 应确定警报装置检修及维护的标准。		

(5) 应急措施	应将紧急情况下使用的器械设置在必要的位置上，并将其位置及使用方法通知相关人员。
① 应急器械	
② 排水设备	根据预测涌水量、隧道断面积、隧道长度、坡度等因素，设置有充分排水能力的排水设备。
③ 避难训练	进行紧急情况避险训练。
④ 救护训练	进行紧急情况的人员救护训练。
(6)防涌水培训	培训围绕下列内容： (1) 涌水的危险性 (2) 防止事故发生的措施及注意事项 (3) 检查方法 (4) 发生紧急情况时的对策

第八章 评估结论

一、重大风险源风险等级汇总

桥梁施工风险评估结果见表 28，隧道施工风险评估结果见表 33。

二、重大风险源存在部位及方式

经评估分析我们认为本项目桥梁工程施工过程中存在的风险等级为高度及以上的重大危险源主要分布于高墩施工、40mT 梁架、高瓦斯隧道、跨航道、高边坡等分项工程中。总的来说，影响本项目桥梁工程正常施工的危险源既有人的不安全行为，也有物的不安全状态及自然环境的不可预见因素。

隧道全部为 V 级围岩容易发生洞口失稳、坍塌等施工难题，在施工过程中可能发生洞口失稳风险、高空坠物风险、人员高空坠落风险、触电风险、机械伤害风险、坍塌风险，瓦斯爆炸，这些风险事件均可能对隧道建设的安全、工期、投资及第三方造成不利影响。除旧州（瓦斯）隧道为 IV 级属于极高风险以外，其余风险为 III 级（高度）风险，为可接受风险。但还是通过一系列对策措施，可将风险降至最低区域。

三、评估结果分析

1、本次评估在相关法规及行业标准的基础上，按照《指南》要求，通过现场调研和参考国内已建的或在建的类似桥梁工程经验，结合项目施工组织设计及工程设计图纸

有关资料，相关人员采用了安全系统工程的原理和多种不同的安全评价方法，先后对安顺至紫云高速公路土建第 1 合同段的桥梁、隧道工程进行了总体及专项风险评估，全面普查、辨识了 12 座桥梁和 4 座隧道主要分项工程作业施工过程中可能存在的各类风险源，并通过定性定量分析，分别确定了上述桥梁、隧道工程重大风险源的风险等级。此次评估方法选用得当，分析有理有据，评估结果较为科学，与现场实际相吻合。

2、针对辨识出的各类风险源，相关人员按照风险可接受原则分别提出了切实可行的安全措施建议。其中，一般风险源的控制措施主要围绕现场管理、安全防护及教育培训三个方面逐一展开，内容简明扼要，重点突出，可操作性较强；重大风险源的控制措施则主要从对应分项工程关键作业程序及重点管控动作上逐一要求，内容翔实具体，针对性较强。上述安全措施建议，对项目部后期生产工作的正常开展具有较强的指导意义，各分部应按照本报告要求，进一步细化完善，认真落实。

3、公路桥梁、隧道工程施工安全风险评估工作是施工安全预控管理的一项新措施，国内各地暂无成熟经验。在具体评估过程中，所使用的鱼刺法、LEC 法、专家调查法等评估方法与评估小组成员的工作经验及思考方式有很大的关联，易受个人主观因素的影响，因此，本次相关人员虽工作经验丰富，但依然难免出现一些小的偏差和不妥之处。要求各分部在具体施工过程中及时反馈发现的问题，以便于持续改进此项工作。

中铁XXX集团有限公司

安紫高速公路土建1标项目经理部

二〇一五年五月

