

德庆县“12·18”一般坍塌事故调查报告

2024年12月18日，位于德庆县新圩镇的国道G321线德庆县城一级过境公路改线工程百足岗隧道发生一起一般坍塌事故（以下简称德庆县“12·18”坍塌事故），造成1人死亡，1人受伤，直接经济损失约141.3万元。

事故发生后，广东省委、省政府，肇庆市委、市政府和德庆县委、县政府高度重视，相关领导作出了批示，强调要全力救治伤者，妥善做好善后处理工作，并抓紧事故原因调查，举一反三，加强施工安全管理。

为贯彻落实省、市领导同志的批示精神，肇庆市成立了由市应急管理局、市交通运输局、市公路事务中心等有关部门同志组成的德庆县“12·18”一般坍塌事故调查处理工作督导组。根据《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第493号）等有关法律法规规定，经德庆县人民政府批准，德庆县成立了由县应急管理局牵头，县公安局、县交通运输局、县气象局、县住房城乡建设局、县人力资源社会保障局、县自然资源局、县总工会、县卫生健康局和新圩镇政府等多个单位派员组成的德庆县“12·18”一般坍塌事故调查组（以下简称“事故调

查组”），开展事故调查工作。事故调查组聘请了路桥、公路工程、土木等领域 5 名专家参与事故调查工作。

事故调查组按照“四不放过”和“科学严谨、依法依规、实事求是、注重实效”的原则，通过现场勘查、调阅资料、人员询问、调查取证、检测鉴定和专家论证等，查明了事故发生的经过、原因、人员伤亡和直接经济损失情况，认定了事故性质和责任，提出了对有关责任人和责任单位的处理建议，并针对事故原因及暴露出的问题，总结了事故的主要教训，提出了事故防范措施建议。

经调查认定，德庆县“12·18”一般坍塌事故是一起一般生产安全责任事故。

一、事故基本情况

（一）事故发生经过

2024 年 12 月 6 日施工单位（肇庆市公路发展有限公司德庆分公司）发现了百足岗隧道左洞中隔壁核心土有裂缝，开始分两个班开展隧道巡查。12 月 13 日，监理单位（汕头市公路工程监理有限公司德庆分公司）下达工作指令，隧道停止施工。2024 年 12 月 18 日上午 5 时 18 分许，劳务分包单位（肇庆市昊业建筑工程有限公司）的班组长陈某庆和施工单位项目安全部副部长陈某翔带领该班工人朱某月和黎某青一行 4 人开展国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程百足岗隧道巡查工作。

陈某庆和陈某翔走在后面，朱某月和黎某青走在前面行至隧道左洞口入口处时，左洞中隔壁核心土突然发生坍塌，朱某月和黎某青因躲避不及，被土体和支护压着。事故造成 1 人死亡，1 人受伤。

（二）事故信息报告情况

5 时 18 分许，事故发生后，陈某庆立刻拨打电话向肇庆市昊业建筑工程有限公司的管理人员林某报告事故情况。林某接到事故报告后，拨打 120 电话，请求派出医护人员到现场抢救被困人员。

5 时 23 分许，陈某翔向项目负责人张某文报告事故情况。

5 时 30 分许，施工单位组织应急救援人员到场开展救援。

5 时 40 分许，项目负责人张某文通过电话向肇庆市公路发展有限公司董事长、总经理报告事故情况，并带领项目应急救援小组驾驶汽车赶往事故现场。

5 时 50 分许，项目应急救援小组人员到达事故现场。

5 时 53 分许，现场人员拨打 119 电话请求救援。

6 时 00 分许，项目负责人张某文通过电话向德庆县公路事务中心副主任陈某清报告事故初步情况。

（三）事故现场应急处置情况

5 时 35 分许，德庆县人民医院救护人员先到达事故现场，做好救援准备工作；随后，德庆县中医院救护人员在接到调度后也赶赴现场参与救援。

6 时 00 分许，德庆县相关部门接报后，德庆县委、县政府高度重视，县应急、公安、消防、交通等部门迅速赶到事故现场，立即开展应急救援工作，同时向上级部门书面报送事故信息。

7 时 09 分许，朱某月被救出，送往德庆县人民医院进行救治。7 时 16 分许，黎某青被救出，送往德庆县中医院进行救治。

（四）医疗救治情况

朱某月经医院初步诊断为左股骨上段骨折，右上臂软组织挫伤，右头面部皮肤软组织挫擦伤，生命体征正常。

黎某青送到医院经全力抢救无效，予宣告临床死亡。

（五）应急处置评估情况

事故发生后，肇庆市公路发展有限公司德庆分公司能及时启动应急响应机制并向有关部门报告事故信息。医疗部门迅速赶赴现场，第一时间把伤者转移到医院，全力开展救治工作。政府有关部门按要求逐级报送事故信息，并及时到现场开展救援工作，救援行动开展有序，救援过程无次生事故发生。

（六）直接经济损失情况

根据《企业职工伤亡事故经济损失统计标准》（GB/T6721-1986）有关规定统计，事故造成直接经济损失约为 141.3 万元。

二、涉事工程有关情况

（一）工程项目概括

国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程（以下简称“国道 G321 线德庆改线工程”），新建路线长度 12.568 公里。该项目采用双向六车道一级公路技术标准，设计速度 80 公里/小时，路基宽 33 米，全线采用沥青混凝土路面。

隧道穿过丘陵地貌区，地形起伏较大，地面标高 20.6 ~ 200.8m，山体植被茂密，主要生长杉木和杂木。进洞端坡形较缓，山体自然坡角约 $20^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，未见基岩出露，隧道左线、右线走向与地形等高线近垂直相交；出洞端坡形较陡，山体自然坡角约 $50^{\circ} \sim 0^{\circ}$ ，粉砂岩中 ~ 强风化层出露，隧道走向与地形等高线近垂直相交，不存在偏压的问题。隧道采用分离式小净距隧道，隧道最大埋深约 94.1m，属短隧道。左洞起讫桩号 LK178+979 ~ LK179+336，总长 357m，净空（宽×高）为 $14.0 \times 5.0\text{m}$ ；右洞起讫桩号 K178+979 ~ K179+342，总长 363m，净空（宽×高）为 $14.0 \times 5.0\text{m}$ （图 1、图 2）。

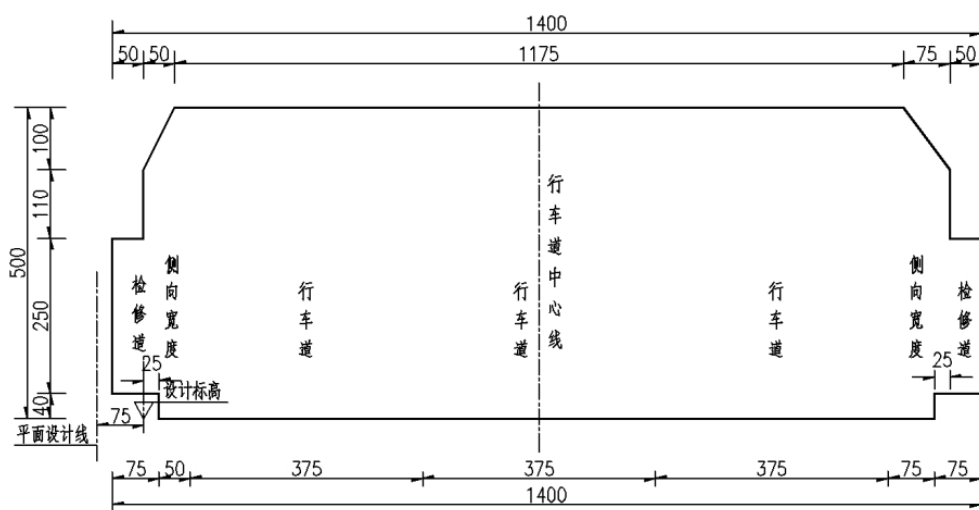


图 1 隧道建筑限界

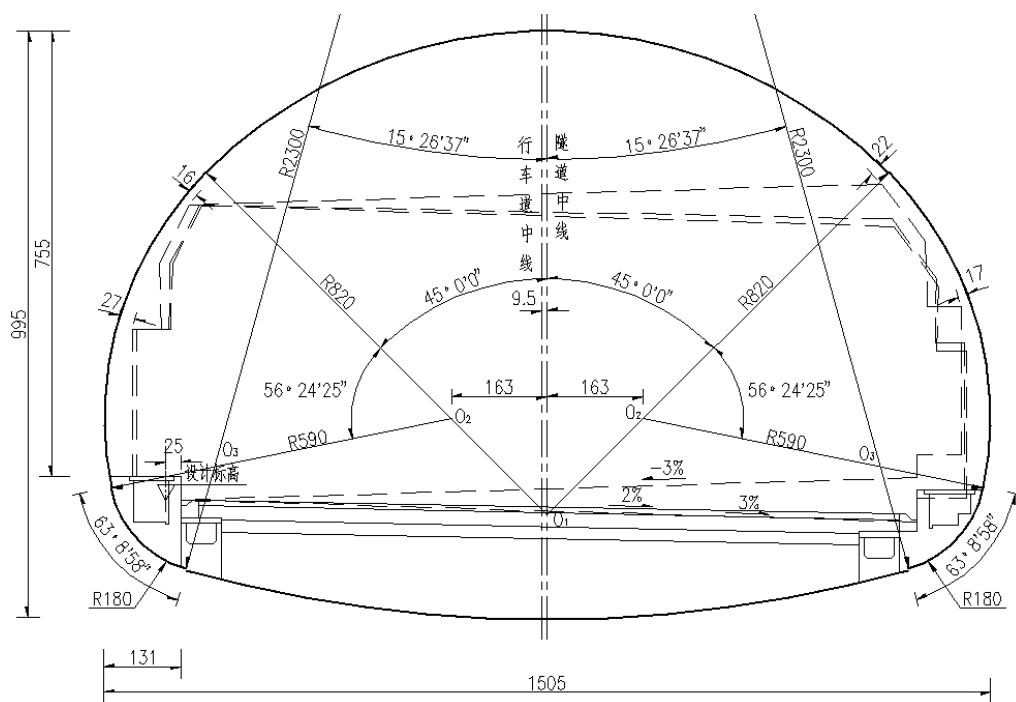


图 2 隧道内轮廓图

百足岗隧道于 2024 年 9 月 20 日开始进场做准备工作，于 11 月 26 日正式开始洞身开挖施工，洞身开挖采用双侧壁导坑法施工。

（二）工程其他情况

1. 地形地貌

项目百足岗隧道位于广东省肇庆市德庆县新圩镇河东村村委西北侧约 300 米处，该段线路里程段地形起伏大，故以隧道（百足岗隧道）形式通过该路段。隧道穿过丘陵地貌区，地形起伏较大，地面标高 20.6 ~ 200.8m，山体植被茂密，主要生长杉木和杂木。左、右线隧道肇端洞口浅埋段，围岩主要由坡残积粉质粘、强风化砂岩组成，岩体很破碎，强度低，应及时加强喷锚支护，预防坍塌冒顶问题。地下水较发育，雨季潮湿，局部或渗流。左、右线隧道封开端洞口浅埋段，围岩主要由强风化砂岩组成，岩体很破碎，强度低。地下水较发育，雨季潮湿，局部或渗流。

2. 地质构造及地层岩性

根据区域地质资料，隧址区地层岩性主要由坡积粉质粘土及碎石、残积粉质粘土、奥陶系砂岩及其风化层组成（图 3）。

（1）碎石（Qd1）：灰黄色，稍湿，中密，主要成分为强风化砂岩碎石，呈次棱角状，粒径 2-5cm 不等，间隙充填粉质粘土，坡积成因。局部分布，厚度 1.90 ~ 2.40m，地层编号为 10-9。

(2) 粉质粘土 (Qdl) : 黄褐色, 稍湿, 可塑, 含较多碎石, 表层含少量植物根系, 坡积成因。大部分布, 厚度 0.50 ~ 2.00m, 地层编号为 11-1。

(3) 粉质粘土 (Qel) : 黄褐色, 稍湿, 可塑, 残积成因。零星分布, 厚度为 4.20m。地层编号为 12-1-1k。

(4) 粉质粘土 (O2sw) : 黄褐色, 稍湿, 可塑, 残积成因。零星分布, 厚度为 1.90m。地层编号为 12-1-1k。

(5) 全风化砂岩 (O2sw) : 黄褐色, 岩石风化完全, 呈坚硬土状, 母岩结构清晰, 遇水软化易散。零星分布, 厚度为 1.90m。地层编号为 14a-9。

(6) 强风化砂岩 (O2sw) : 灰褐色, 岩石风化强烈, 岩质极软, 岩芯以块状为主, 手折易断, 局部半岩半土状。全场地分布, 厚度 5.00 ~ 80.60m, 地层编号为 14b-9s。

(7) 强风化砂岩 (O2sw) : 灰褐色, 岩石风化强烈, 岩质极软, 岩芯呈半岩半土状, 局部夹少量碎块状。局部分布, 厚度 1.70 ~ 78.50m, 地层编号为 14b-9t。

(8) 中风化砂岩 (O2sw) : 灰色、黄褐色, 砂质结构, 层状构造, 节理裂隙很发育, 岩芯破碎, 多呈 10-20cm 短柱状, 次为块状, 节长不小于 10cm 的岩芯约占 50%, 岩质较软。见 45° -90° 节理裂隙面。局部分布, 厚度 13.70 ~ 26.10m, 地层编号为 14c-9。

(9) 中风化夹强风化砂岩 (O_{2sw})：灰褐色，砂质结构，层状构造，岩质较软，岩芯较破碎呈块状~短柱状，节理面铁锰质侵染成黄褐色。节长不小于 10cm 的岩芯约占 5%。大部分布，厚度 6.20~35.10m，地层编号为 14c-9j。

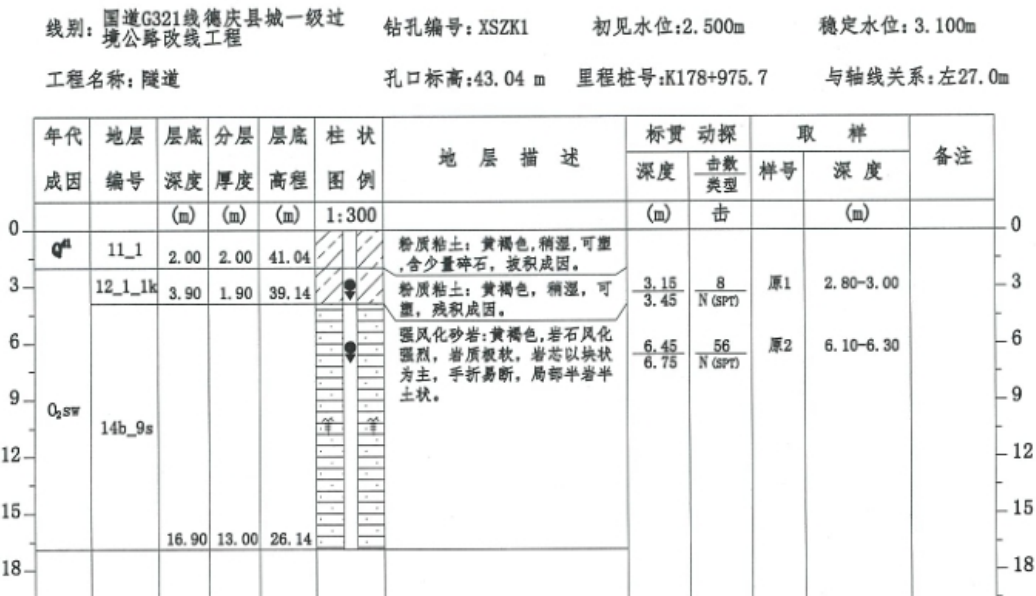


图 3 洞口处地质柱状图

3. 水文特征

(1) 地表水

隧道位于丘陵地貌区，地表水总体不发育，主要为大气降雨形成地表水沿山谷汇流，为季节性地表水。

(2) 地下水

隧址区地下水类型为基岩裂隙水，分别赋存于残积层、基岩岩层中，水位埋深随季节变化，水量受基岩裂隙发育程度影响，局部可能富集。地下水受大气降雨及侧向迳流补给为主，

以蒸发、侧向径流为主要排泄方式。总体而言，隧址区地下水量较贫乏。

4. 围岩等级区段划分

序号	桩号范围	围岩级别	工程地质水文地质特征及评价
隧道右线			
1	K178+979 - K179+069	V	围岩主要由奥陶系上统三尖群砂岩及其风化层组成，主要为残积土、全 ⁺ 强风化，局部夹少量碎石状中风化。节理裂隙很发育，岩体破碎。临空面雨季时上部土层及局部岩体易滑塌，工程地质条件较差，应注意坍塌冒顶现象，加强支护及衬砌。
2	K179+069 - K179+189	V	围岩为奥陶系上统三尖群砂岩，主要为强风化、中风化，掌子面为中风化砂岩。受区域褶皱带影响，岩体较破碎，洞身稳定性较差。节理裂隙较发育，岩体较破碎，节理组合易产生楔形掉块。应注意掉块、坍塌、岩爆问题。雨季湿润或滴水为主，裂隙发育带易产生渗流。
3	K179+189 - K179+314	IV	围岩为奥陶系上统三尖群砂岩，主要为中风化夹强风化、中风化，受区域褶皱带影响，岩体较破碎，洞身稳定性较差。节理裂隙较发育，岩体较破碎，节理组合易产生楔形掉块。应注意掉块、坍塌问题。雨季湿润或滴水为主，裂隙发育带易产生渗流。

序号	桩号范围	围岩级别	工程地质水文地质特征及评价
4	K179+314 - K179+342	V	围岩为奥陶系上统三尖群砂岩，主要为中风化夹强风化、中风化，受区域褶皱带影响，岩体较破碎，洞身稳定性较差。节理裂隙较发育，岩体较破碎，节理组合易产生楔形掉块。应注意掉块、坍塌问题。雨季湿润或滴水为主，裂隙发育带易产生渗流。
隧道左线			
1	K178+979 - K179+099	V	围岩主要由奥陶系上统三尖群砂岩及其风化层组成，主要为残积土、全 ⁺ 强风化，局部夹少量碎石状中风化。节理裂隙很发育，岩体破碎。临空面雨季时上部土层及局部岩体易滑塌，工程地质条件较差，应注意坍塌冒顶现象，加强支护及衬砌。
2	K179+099 - K179+244	V	围岩为奥陶系上统三尖群砂岩，主要为强风化、中风化，掌子面为中风化夹强风化砂岩。受区域褶皱带影响，岩体较破碎，洞身稳定性较差。节理裂隙较发育，岩体较破碎，节理组合易产生楔形掉块。应注意掉块、坍塌、岩爆问题。雨季湿润或滴水为主，裂隙发育带易产生渗流。
3	K179+244 - K179+309	IV	围岩为奥陶系上统三尖群砂岩，主要为中风化夹强风化、中风化，受区域褶皱带影响，岩体较破碎，洞身稳定性较差。节理裂隙较发育，岩体较破碎，节理组合易产生楔形掉块。应注意掉块、坍塌问题。雨季湿润或滴水为主，裂隙发育带易产生渗流。

序号	桩号范围	围岩级别	工程地质水文地质特征及评价
4	K179+309 - K179+327	V	围岩主要由奥陶系上统三尖群砂岩组成，主要为中风化、中风化夹强风化。节理裂隙很发育，岩体破碎。临空面雨季时上部、岩体易滑塌，工程地质条件较差，应注意坍塌冒顶现象，加强支护及衬砌。

（三）隧道施工工艺及施工情况

1. 隧道施工工艺

该隧道洞口段采用双侧壁导坑法开挖。双侧壁导坑法原理：预留核心岩柱，就是利用两个中隔壁把整个隧道大断面分成左中右 3 个小断面施工。左、右导洞先行，中间断面紧跟其后；初期支护仰拱成环后，拆除两侧导洞临时支撑，形成全断面。两侧导洞皆为倒鹅蛋形，两个中隔壁和初期支护一起承受、传递围岩压力，从而有利于控制隧道拱顶下沉和围岩变形，保证施工安全。

左右侧壁导坑采用短台阶法开挖，各导坑上下台阶必须错开一定距离后平行作业。设计要求两侧导洞上下台阶掌子面间距不大于 5m（图 4）。

施工中严格遵循“管超前，严注浆，短开挖，强支护，勤量测，早封闭”原则。按设计要求做好管棚超前支护以及 $\Phi 50$ 超前注浆小导管支护后开始洞身开挖。中侧壁为 I18 工字钢钢

架竖撑及 $\Phi 22$ 锁脚药卷锚杆、 $\Phi 8$ 钢筋网和 C25 喷射混凝土，开挖后临时支护必须及时施作。双侧壁导坑法开挖支护类型，分为初期支护和临时支护两种。

2. 双侧壁导坑法施工顺序（图 5）

左侧导洞施工：测量放线定出开挖轮廓线→左侧导洞上台阶超前支护→左侧导洞上台阶开挖、出渣→左侧导洞上台阶初期支护→左侧导洞下台阶开挖、出渣→左侧导洞下台阶初期支护→下一循环作业。

右侧导洞施工：测量放线定出开挖轮廓线→右侧导洞上台阶超前支护→右侧导洞上台阶开挖、出渣→右侧导洞上台阶初期支护→右侧导洞下台阶开挖、出渣→右侧导洞下台阶初期支护→下一循环作业。

主洞施工：测量放线定出开挖轮廓线→主洞上台阶超前支护→主洞上台开挖、出渣→主洞上台阶初期支护→主洞中台阶开挖、出渣→主洞下台阶开挖、出渣→主洞下台阶初初期支护→下一循环作业（左、右洞导洞均先施工两洞距离最近侧；左右洞小净距段 V 级围岩施工时，必须当先行洞二衬完成大于 20m 时，后行洞才能施工）。

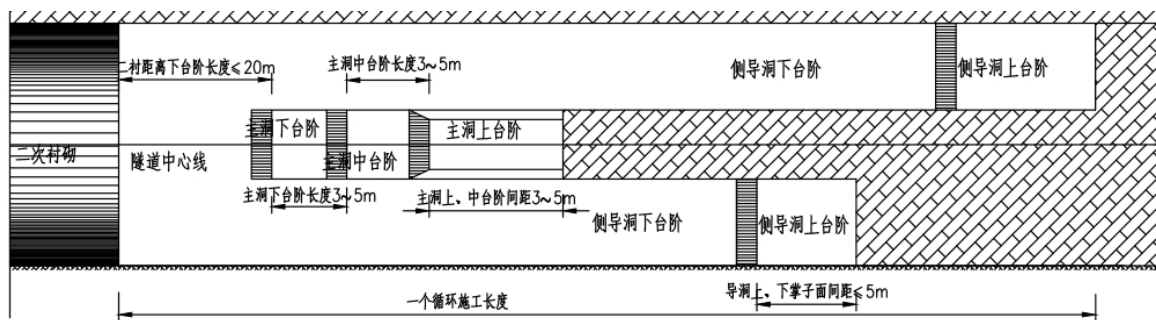


图 4 隧道施工方案平面图

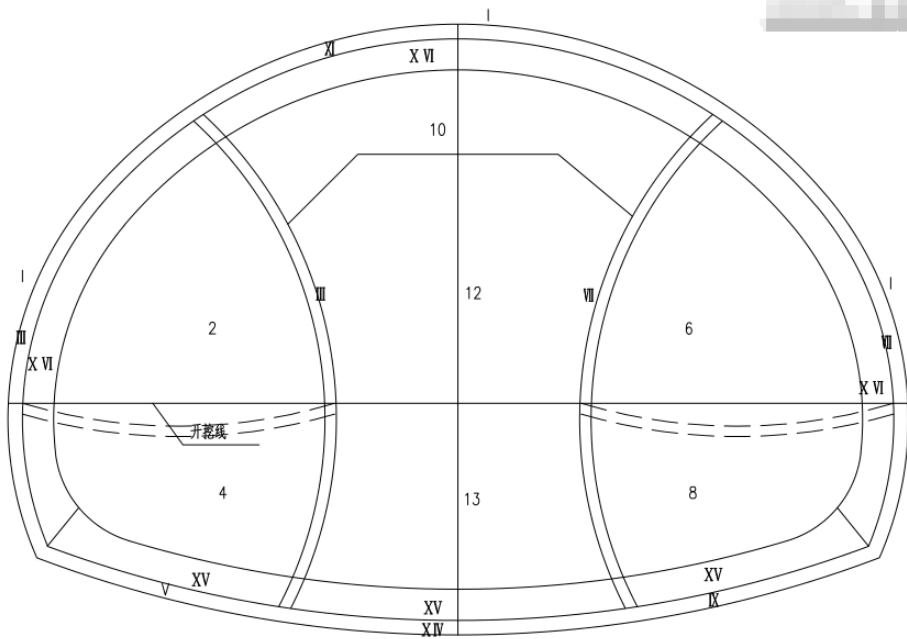


图 5 隧道施工方案立面图

(图中阿拉伯数字代表开挖步序, 罗马数字代表支护施工顺序)

3. 隧道施工情况

2024 年 10 月 31 日施工单位编制了《国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程百足岗隧道专项施工方案》¹ (以下简称“专项施工方案”), 11 月 14 日组织了专家评审该专项施

¹ 《百足岗隧道专项施工方案》 中铁广州工程局集团有限公司 肇庆市公路发展有限公司 国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程施工项目部, 2024 年 10 月。

工方案，11月19日监理单位审批该专项施工方案。11月20日至24日施工单位进行了“隧道洞身掘进与支护”的技术交底。

2024年11月26日肇庆市公路发展有限公司德庆分公司正式开始洞身开挖施工。12月6日施工单位在日常巡查中发现百足岗隧道左洞右导洞上台阶出现少许裂缝，存在安全隐患，并报告业主、设计、监理单位。12月7日，暂停了原计划进行左洞右导洞下台阶开挖施工。12月11日，建设单位组织监理、设计、施工单位全线安全质量大检查，并于12月12日上午组织会议进行通报。

2024年12月13日，监理下发隧道暂停施工的工作指令，要求暂停施工，待业主组织四方会议研究具体处理方案，处理完毕后再恢复施工。12月16日建设单位组织设计、监理、施工单位四方会勘，并召开专题会议研究，会议要求待设计单位出具具体的处治方案并审查通过后再组织施工。

根据施工记录，施工单位进行了30m长管棚超前支护以及 $\Phi 50$ 超前注浆小导管（图6）支护，管棚长度符合设计要求。同时对拱顶及核心土等处进行锚杆施工（图7、图8、图9）。

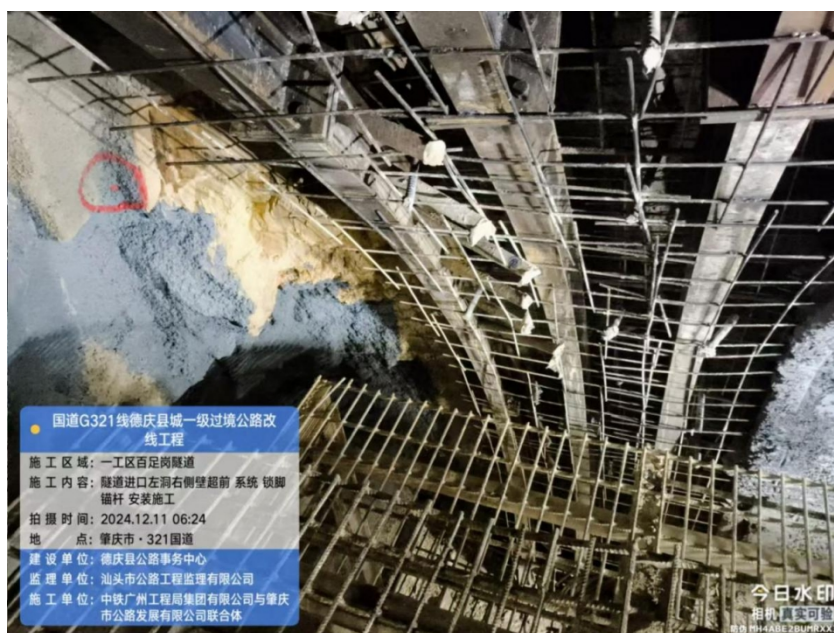


图6 超前注浆小导管



图7 拱顶及核心土锚杆施工

图8 拱部及边墙环向锚杆安装



图9 锁脚锚杆

根据中交第二公路勘察设计研究院有限公司每周出具的《百足岗隧道监控量测周报》²，目前百足岗隧道左洞已施工，右洞未开挖洞身。2024年12月7日的《百足岗隧道监控量测周报》显示左洞的右导洞施工至 K179+005，左导洞未开挖；12月14日的《百足岗隧道监控量测周报》显示左洞的右导洞施工至 K179+014，左导洞 K178+994；12月21日的《百足岗隧道监控量测周报》显示该周洞身未开挖。目前右导洞开挖长度 35m，左导洞开挖长度 15m，两侧导洞下台阶尚未施工，两侧导洞宽约 6m，高约 5.5m。

坍塌位置位于左洞的中间核心土右侧 K178+979 至 K178+987，坍塌长度 8m（图 10、图 11），人员在洞口被埋。

² 《国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程百足岗隧道监控量测周报》 中交第二公路勘察设计研究院有限公司国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程隧道监控量测及超前地质预报项目部



图 10 隧道洞口



图 11 施工现场（左洞的右导洞）

4. 事发前一周所在地天气情况

2024 年 12 月 15 日 20 时-16 日 20 时有降水现象，新圩河东气象观测站累计雨量 0.1 毫米，其他观测站无录得雨量。其他时段无降水。

（四）工程审批情况

2024 年 10 月 2 日，德庆县公路事务中心提交《施工许可申请书》，2024 年 10 月 8 日肇庆市交通运输局同意先行工程施工。

（五）参建单位情况

1. 施工单位

国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程施工单位为中铁广州工程局集团有限公司与肇庆市公路发展有限公司联合体，其中百足岗隧道由肇庆市公路发展有限公司负责施工。肇庆市公路发展有限公司成立于 1993 年 03 月 19 日，注册地址：肇庆市古塔中路 12 号 605 室，法定代表人：韩某；统一社会信用代码：914412*****174D，企业类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）。

经营范围包括一般项目：以自有资金从事投资活动；工程管理服务；企业管理咨询；信息技术咨询服务；建筑材料销售；建筑工程机械与设备租赁；国内贸易代理；园林绿化工程施工；停车场服务；土地使用权租赁；住房租赁；非居住房地产租赁。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

展经营活动)许可项目: 建设工程施工; 建设工程勘察; 建设工程设计; 施工专业作业; 建筑劳务分包; 公路管理与养护; 公路工程监理; 路基路面养护作业。(依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动, 具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准)。

持有中华人民共和国住房和城乡建设部 2023 年 8 月 7 日颁发的建筑业企业资质证书(证书编号: D144****30, 有效期: 2026 年 3 月 24 日, 资质类别及等级: 公路工程施工总承包壹级)。持有广东省住房和城乡建设厅 2023 年 9 月 27 日颁发的安全生产许可证(编号: (粤)JZ 安许证字〔2023〕0****2, 有效期: 2026 年 9 月 27 日, 许可范围: 建筑施工)。2024 年 10 月 8 日取得监理单位签发的国道 G321 线德庆县城一级过境公路改线工程先行工程(以下简称先行工程, 含百足岗隧道)开工令。

2024 年 2 月 26 日, 肇庆市公路发展有限公司与肇庆市公路发展有限公司德庆分公司³(以下简称公路发展德庆分公司)签订授权委托书, 明确授权公路发展德庆分公司负责执行《G321 线德庆县城一级过境公路改线工程施工合同》中由肇庆市公路发展有限公司负责施工部分的相关工作。

³ 肇庆市公路发展有限公司德庆分公司, 持有德庆县市场监督管理局颁发的《营业执照》, 统一社会信用代码: 91441226*****8N, 成立日期: 2024 年 2 月 22 日, 负责人: 资某伟, 经营范围: 承接总公司工程建设业务; 凭总公司授权开展经营活动。一般项目: 承接总公司工程建设业务; 凭总公司授权开展经营活动。

2. 建设单位

建设单位为德庆县公路事务中心，2024 年 10 月 2 日，德庆县公路事务中心提交先行工程《施工许可申请书》，2024 年 10 月 8 日肇庆市交通运输局同意先行工程施工。

3. 设计单位

设计单位为广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司，成立于 1993 年 9 月 19 日，注册地址：广东省广州市白云区鹤瑞路 8 号，法定代表人：李某山；统一社会信用代码：914400*****836N，企业类型为股份有限公司（非上市、自然人投资或控股）。

经营范围为工程勘察；公路行业设计、市政行业设计、建筑行业设计，轨道交通设计、风景园林设计；工程咨询；城市规划；生态保护和环境治理；工程测绘；工程试验、检测、监测及相关服务；工程质量检测；水土保持方案编制、水土保持监测、水土保持设施验收；防洪评价；环境影响评价；地质灾害防治工程；工程总承包；项目管理；数字化技术服务；工程招标代理；工程档案编制咨询。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

4. 监理单位

监理单位为汕头市公路工程监理有限公司，成立于 1998 年 08 月 10 日，注册地址为汕头市大学路 10 号二楼，法定代表

人：洪某杰，统一社会信用代码：914405*****0885，企业类型：有限责任公司(非自然人投资或控股的法人独资)。经营范围包括在全国范围内承担一、二、三类公路工程、桥梁工程、隧道工程项目的监理业务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

2024年5月31日，汕头市公路工程监理有限公司与汕头市公路工程监理有限公司德庆分公司⁴（以下简称公路工程监理德庆分公司）签订授权委托书，明确授权公路工程监理德庆分公司负责执行《G321线德庆县城一级过境公路改线工程（施工监理）合同协议书》中由汕头市公路工程监理有限公司负责施工监理部分的相关工作。

5. 劳务分包单位

劳务分包单位为肇庆市昊业建筑工程有限公司，成立于2011年04月19日，注册地址：肇庆市端州区新园中路9号城市阳光花园3、8号楼8-211号商铺，法定代表人：郑某金；统一社会信用代码：914412*****1072，企业类型：有限责任公司（自然人投资或控股）。

经营范围包括建设工程施工；土石方工程施工；园林绿化工程施工；建筑材料销售；建筑工程机械与设备租赁；物业管理

⁴ 汕头市公路工程监理有限公司德庆分公司，持有德庆县市场监督管理局颁发的《营业执照》，统一社会信用代码：91441226*****0Y，成立日期：2024年5月30日，负责人：陈某，许可项目：公路工程监理；建设工程监理；建设工程施工；公路管理与养护。

理；非居住房地产租赁；小微型客车租赁经营服务；电力设施器材销售；消防器材销售；劳动保护用品销售；水泥制品销售；建筑劳务分包。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

肇庆市昊业建筑工程有限公司与公路发展德庆分公司签订了《劳务合作合同》和《安全生产合同》，约定双方的权利义务⁵以及安全生产管理职责。

6. 监测单位

由中交第二公路勘察设计研究院有限公司负责百足岗隧道监控量测和超前地质预报，该公司成立于1991年5月29日，注册地址武汉经济技术开发区创业路18号，法定代表人：杨某胜；统一社会信用代码：914201*****591H，企业类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）。

经营范围包括工程设计综合资质甲级：可承接各行业、各等级的建设工程设计业务、可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务；境内外公路工程、市政工程、铁道工程、环境工程、生态修复、水环境综合治理、园林绿化（园林景观）、生态旅游、建

⁵ 《劳务合作合同》十、甲乙双方权利义务 10.1.1 甲方负责成立现场管理机构项目经理部，对乙方所有班组全过程实施全面监控管理，并及时提供设计图纸、工程地质及地下管线等有关资料。10.1.4 负责在施工前对乙方劳务人员进行技术交底，督促乙方劳务人员熟练掌握有关操作规程和操作技术。10.1.8 监督乙方劳务人员进行文明施工、安全生产，保证作业现场施工安全。

筑工程、地下工程的科研开发、信息系统、评估、策划、规划、可研、勘察、设计、审查咨询、监理、招标代理、项目后评估、运营管理、试验、检测、加固、养护、项目管理、工程总承包（含配套设备和材料的采购、安装）和相关产品销售；承担境内外岩土工程、水文和工程地质勘察和地质灾害防治；承担境内外工程测绘、航测、遥感、地理信息系统；承担上述项目境外工程所需设备和材料出口以及对外派遣实施境外工程所需劳务人员；承担生产建设项目水土保持方案编制、水土保持监测及验收；承担园林绿化工程（园林景观工程）施工及养护；港口、航道、水上防护建筑物、口岸设施、飞机场跑道和场站、水利工程的评估、规划、可研、设计、监理、咨询和项目管理、工程总承包；图文设计与制作。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

三、事故原因分析

（一）直接原因

1. 隧道洞口段土层主要为强风化层，节理裂隙发育，岩体破碎，中间核心土自稳性差，在隧道开挖过程中形成临空面；破碎岩体受施工过程不断扰动，破碎岩体给临时支护侧向压力，当侧向压力大于临时支护的水平方向抗滑力，临时支护将失稳，引发中间核心土体坍塌。

2. 超尺度施工。隧道事故段未严格按照施工图设计和专项施工方案要求进行施工，两侧导洞上下台阶掌子面间距应不大于 5m。事故发生时，左洞右导洞上台阶已施工 35m 长，而下台阶尚未形成。由于下台阶开挖进度滞后，临时支护结构未封闭成环，没有满足“早封闭”的原则⁶，临时支护的水平方向抗滑力有限，在坡脚处侧向压力大于临时支护的水平方向抗滑力，导致临时支护突然失稳。

（二）事故成因机理分析

隧道洞口处岩体破碎，中间核心土在隧道开挖过程中形成临空面，中间核心土的自稳性差，有向临空面位移倾向，给临时支护一定的侧向压力。

中间核心土进行了钢拱架、喷混+锚固等支护，临时钢拱架顶部与隧道拱部钢拱架采用螺栓相连，临时钢拱架底部采用锁脚锚杆加固，锁脚锚杆和钢拱架底部位于破碎岩体中，锁脚锚杆的抗拔力有限。同时由于下台阶开挖进度滞后，临时支护结构未封闭成环，水平方向抗滑力存在不足。

随着时间增长，破碎岩土不断受施工扰动，临时支护逐渐受破碎岩体侧向压力（图 12），临时支护结构在坡脚处发生位

⁶ 《两阶段施工图设计》第五册第 138 页，注：6、施工过程中严格遵循“管超前，严注浆，短开挖，强支护，勤测量，早封闭”的原则。

移，导致临时支护失稳，引发中间核心土体坍塌。同时巡查人员经过该区域，土体和临时支护坍塌造成人员伤亡。

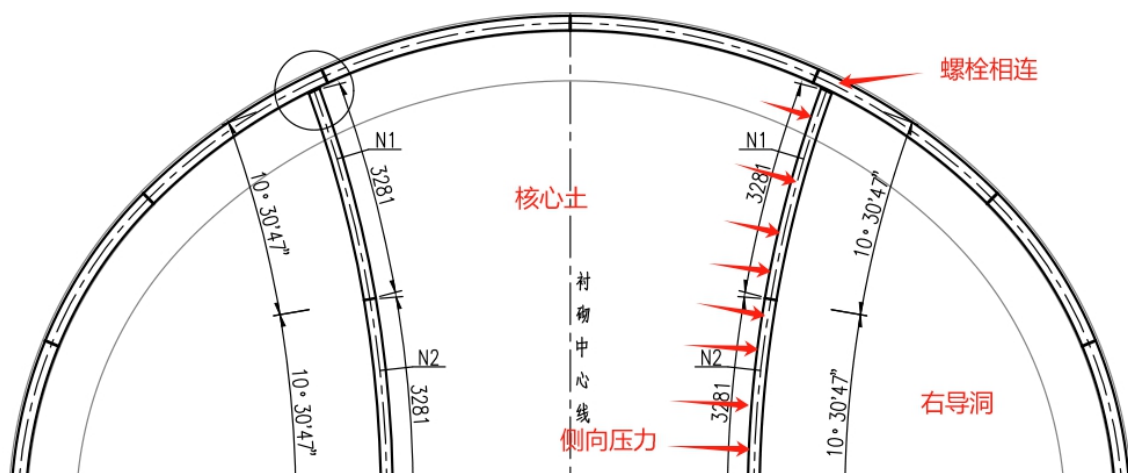


图 12 示意图

（三）间接原因

1. 巡查作业环境不良。巡查人员进行巡查的时间为早上 5 点多，巡查时天未亮，不易于巡查人员发现险情。

2. 隐患处置不够及时。2024 年 12 月 6 日，施工单位和监理单位在巡查中已发现隧道左洞中隔壁核心土存在裂缝的隐患，但是至 2024 年 12 月 18 日仍未采取有效的措施处置隐患。

3. 隐患防护不到位。隧道工程于 2024 年 12 月 13 日已停工，但现场未划定禁止人员进入区域，也未采取有效防护措施防止人员进入，导致巡查人员在 2024 年 12 月 18 日巡查时进入了危险区域。

四、事故发生单位及有关企业存在的问题

（一）公路发展德庆分公司，作为施工单位，安全生产主体责任落实不到位，一是未严格按照施工图设计和专项施工方案要求施工，存在超尺度施工的问题。二是对隧道左洞中隔壁核心土存在裂缝的隐患处置不及时，虽然在日常巡查中已经发现隐患，但是未能划定禁止人员进入区域，并未按规定⁷及时采取措施处置隐患。

（二）公路工程监理德庆分公司，作为监理单位，安全生产监理责任落实不到位，安全监管巡查流于形式，没有切实检查施工单位是否把停工指令真正落实到位，隐患排查治理不彻底。

五、有关部门存在的问题

（一）德庆县公路事务中心

德庆县公路事务中心为建设单位，由公路基建部负责项目建设期工程质量、进度、文明施工等全过程管理工作⁸，但是该单位开展日常隐患排查治理工作不深入，未能及时发现公路发

⁷ 《广东省交通运输厅关于公路水运工程安全生产监督管理的实施办法》第三十五条 建设、施工和监理单位 应当建立健全生产安全事故隐患排查治理制度，按规定开展生产安全事故隐患（以下简称“事故隐患”）排查治理，并组织安全生产管理人员、工程技术人员和其他相关人员排查本单位、本项目的事故隐患。建设、施工和监理等单位对发现或者排查出的事故隐患，应当按照隐患的等级进行登记，形成隐患清单，由施工 单位采取有效的安全防范或者治理措施及时治理、整改，防范发生生产安全事故。对重大事故隐患应当制定重大 事故隐患治理方案，明确治理负责人、治理时限、治理措施，隐患治理完成并通过复查验收后，由治理责任人签 认；应当如实记录事故隐患排查治理全过程管理情况，实行隐患排查、登记、治理、核查、销号闭环管理。

⁸ 《德庆县公路事务中心机构编制方案》二、内设机构...（三）公路基建部...负责项目建设期工程质量、进度、文明施工等全过程管理；

展德庆分公司对百足岗隧道开挖过程中存在超尺度施工的问题。

六、责任认定和处理建议

（一）建议给予行政处罚的单位（2家）

1. 公路发展德庆分公司对事故发生负有责任，根据《中华人民共和国安全生产法》第一百一十四条第一款第（一）项⁹有关规定，建议由德庆县应急管理局依法对其作出处理。

2. 公路工程监理德庆分公司隐患排查治理工作落实不到位，根据《中华人民共和国安全生产法》第一百零二条¹⁰有关规定，建议由德庆县应急管理局依法对其作出处理。

（二）建议给予行政处罚的个人（5人）

1. 公路发展德庆分公司 4人

（1）资某伟，公路发展德庆分公司的法定代表人和负责人，未严格履行法律法规规定的安全生产管理职责，导致发生生产安全事故，根据《中华人民共和国安全生产法》第九十五

⁹ 《中华人民共和国安全生产法》第一百一十四条 发生生产安全事故，对负有责任的生产经营单位除要求其依法承担相应的赔偿等责任外，由应急管理部门依照下列规定处以罚款：（一）发生一般事故的，处三十万元以上一百万元以下的罚款。

¹⁰ 《中华人民共和国安全生产法》第一百零二条 生产经营单位未采取措施消除事故隐患的，责令立即消除或者限期消除，处五万元以下的罚款；生产经营单位拒不执行的，责令停产停业整顿，对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处五万元以上十万元以下的罚款；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

条第一款第（一）项¹¹有关规定，建议由德庆县应急管理局依法对其作出处理。

（2）**张某文**，国道 G321 线德庆改线工程项目负责人，持有有效《公路水运工程施工单位主要负责人和专职安全生产管理人员安全生产考核合格证书》（证书编号：粤交安 B24G****7），未严格履行法律法规规定的安全生产管理职责，导致发生生产安全事故，根据《中华人民共和国安全生产法》第九十六条¹²有关规定，建议由德庆县应急管理局和德庆县交通运输局依法对其作出处理。

（3）**高某彪**，国道 G321 线德庆改线工程项目副经理，负责管生产工作，未严格履行法律法规规定的安全生产管理职责，根据《中华人民共和国安全生产法》第九十六条有关规定，建议由德庆县应急管理局依法对其作出处理。

（4）**兰某双**，国道 G321 线德庆改线工程项目技术负责人，持有有效《公路水运工程施工单位主要负责人和专职安全生产管理人员安全生产考核合格证书》（证书编号：粤交安

¹¹ 《中华人民共和国安全生产法》第九十五条 生产经营单位的主要负责人未履行本法规定的安全生产管理职责，导致发生生产安全事故的，由应急管理部门依照下列规定处以罚款：（一）发生一般事故的，处上一年年收入百分之四十的罚款。

¹² 《中华人民共和国安全生产法》第九十六条 生产经营单位的其他负责人和安全生产管理人员未履行本法规定的安全生产管理职责的，责令限期改正，处一万元以上三万元以下的罚款；导致发生生产安全事故的，暂停或者吊销其与安全生产有关的资格，并处上一年年收入百分之二十以上百分之五十以下的罚款；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

B23G****2），未严格履行法律法规规定的安全生产管理职责，根据《中华人民共和国安全生产法》第九十六条有关规定，建议由德庆县应急管理局和德庆县交通运输局依法对其作出处理。

2. 公路工程监理德庆分公司

（1）**陈某**，公路工程监理德庆分公司的法定代表人和负责人，未严格履行法律法规规定的安全生产管理职责，根据《中华人民共和国安全生产法》第九十四条第一款¹³有关规定，建议由德庆县应急管理局依法对其作出处理。

（三）有关公职人员的处理建议（2人）

建议有关单位按照规定对2名相关公职人员进行处理。

（四）其他处理意见及建议

1. 有关公职单位机构的问题建议由德庆县相关单位按程序处理。

2. 企业内部处理意见（共8人）

（1）**张某兴**，国道G321线德庆改线工程项目现场施工管理员，建议由公路发展德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

¹³ 《中华人民共和国安全生产法》第九十四条第一款 生产经营单位的主要负责人未履行本法规定的安全生产管理职责的，责令限期改正，处二万元以上五万元以下的罚款；逾期未改正的，处五万元以上十万元以下的罚款，责令生产经营单位停产停业整顿。

(2) 叶某升，国道 G321 线德庆改线工程项目隧道工程师，建议由公路发展德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

(3) 胡某宇，国道 G321 线德庆改线工程项目安全部部长，建议由公路发展德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

(4) 陈某翔，国道 G321 线德庆改线工程项目安全部副部长，建议由公路发展德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

(5) 沈某晖，国道 G321 线德庆改线工程项目的总监理工程师，建议由公路工程监理德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

(6) 曾某国，国道 G321 线德庆改线工程项目的专业监理工程师，建议由公路工程监理德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

(7) 潘某彬，国道 G321 线德庆改线工程项目的隧道监理工程师，建议由公路工程监理德庆分公司根据企业内部相关规定作出处理。

(8) 陈某庆，国道 G321 线德庆改线工程项目百足岗隧道 2024 年 12 月 18 日巡查班组的班组长，建议由肇庆市昊业建筑工程有限公司根据企业内部相关规定作出处理。

七、事故主要教训

(一) 相关企业安全意识淡薄。这次事故暴露出涉事企业对安全生产工作不够重视，对安全风险认识不足。施工单位和监理单位在日常巡查中已发现百足岗隧道入口处中隔壁核心土的位置出现少许裂缝，存在安全隐患。但是对洞口段复杂地质条件认识不足，未充分预估洞口段强风化层、节理裂隙发育及岩体破碎等不利地质因素对预留主洞土体自稳性的巨大影响，未采取有效措施及时处置隐患，对施工安全风险认识不充分，安全生产管理工作落实不够到位。

(二) 未按施工图设计要求施工。隧道开挖工程参建各方对于开挖隧道作业存在的安全风险认识不足，在施工过程中，未严格按照施工规范和施工图设计要求施工，上下台阶掌子面间距未控制在合理范围内。超尺度施工，导致临时支护未及时封闭成环，极大地削弱了临时支护结构的稳定性，给事故的发生埋下了安全隐患。

八、事故防范和整改措施

(一) 增强安全防范意识，守牢安全生产底线。百足岗隧道项目参建各方企业要进一步牢固树立新发展理念，坚持安全

发展，充分认识到隧道施工的高风险性，杜绝麻痹意识和侥幸心理，始终将安全生产置于一切工作的首位。完善隐患排查治理制度，明确施工单位、监理单位以及建设单位在隐患排查治理工作中的职责和分工，规范隐患排查治理工作，提高企业安全管理水平。

（二）加强施工流程管理，落实安全生产责任。**施工单位**要重新梳理并严格执行施工流程，依据施工图设计和隧道专项施工方案要求，明确每道工序的施工参数，操作标准和先后顺序，严格按照施工设计要求进行施工。**监理单位**一是要严格按照监理规范和合同要求履行职责，加强对施工现场的巡查频次和深度，对发现的违规施工行为和安全隐患，要立即下达整改通知书，督促施工单位限期整改，并对整改情况进行跟踪复查。二是要安排专人对每道工序进行验收，对超尺度施工等施工违规行为“零容忍”，一经发现，立即停工整改，确保施工全程符合设计与规范要求。**建设单位**要加强施工现场的安全管理，在停工期间合理划定禁止人员进入区域，并设置明显的安全警示标志，严禁无关人员进入危险区域。

（三）加大执法检查力度，落实安全监管责任。各镇政府（街道办）及有关部门要充分认识到加强公路施工领域安全监管工作的重要性和紧迫性，切实加强组织领导，明确责任分工，督促参建各方严格遵守法律法规要求，认真履行项目安全

监管职责。加强现场安全监督检查，重点检查施工单位是否按照审批通过的施工方案进行施工，是否存在违规操作行为等，严格执法，对检查中发现的安全隐患和违规行为，要依法依规严肃处理，责令企业及时整改并跟踪整改落实情况。