广州市天河区中铁五局四公司在建轨道交通十一号线沙河站横通道“12·1”较大坍塌事故调查报告

2019 年 12 月 1 日上午 9 时 28 分，广州市在建轨道交通十一号线四分部二工区 1#竖井横通道上台阶喷浆作业区域上方路面，即广州大道北与禺东西路交界处出现塌陷，造成路面行驶的 1 辆清污车、1 辆电动单车及车上人员坠落坑中，两车上共 3 人遇难，直接经济损失约 2004.7 万元。

事故发生后，应急管理部党组书记，广东省委书记、省长、副省长分别作出指示批示，要求全力做好抢险救援工作。市委书记，市长，省应急管理厅厅长，常务副市长等省市领导多次赴现场指导和组织抢险救援、事故调查等工作，调度多方资源力量，千方百计组织救援。根据有关规定，经市政府批准，成立了由市安委办牵头，市应急管理局、市公安局、市交通运输局、市住房和城乡建设局、市规划和自然资源局、市总工会有关同志组成，并邀请市纪委监察委参加的广州市“12·1”较大坍塌事故调查组（以下简称事故调查组），调查组分设综合协调组、技术原因调查组、管理原因调查组、监管责任调查组、应急救援处置情况评估组、事故处置和后勤保障组，聘请岩土、结构、水文地质、爆破、安全工程等方面的专家协助事故调查工作，对该起事故的技术原因进行调查分析。

事故调查组认真贯彻落实省市领导同志重要指示批示精神，坚持“科学严谨、依法依规、实事求是、注重实效”的原则，通过反复现场勘查、检测鉴定、调查取证、调阅资料、人员询问和专家论证，查明了事故经过、原因、人员伤亡情况和直接经济损失，认定了事故的性质以及事故企业和相关人员责任，提出了对有关责任人员和责任单位的处理建议。同时，针对事故暴露出的问题，总结分析了事故主要教训，提出了防范整改的措施建议。

调查认定，广州市天河区中铁五局四公司在建轨道交通十一号线沙河站横通道“12·1”坍塌事故是一起地下施工遭遇复杂地质条件引发的较大责任事故。

一、事故基本情况

（一）工程项目概况

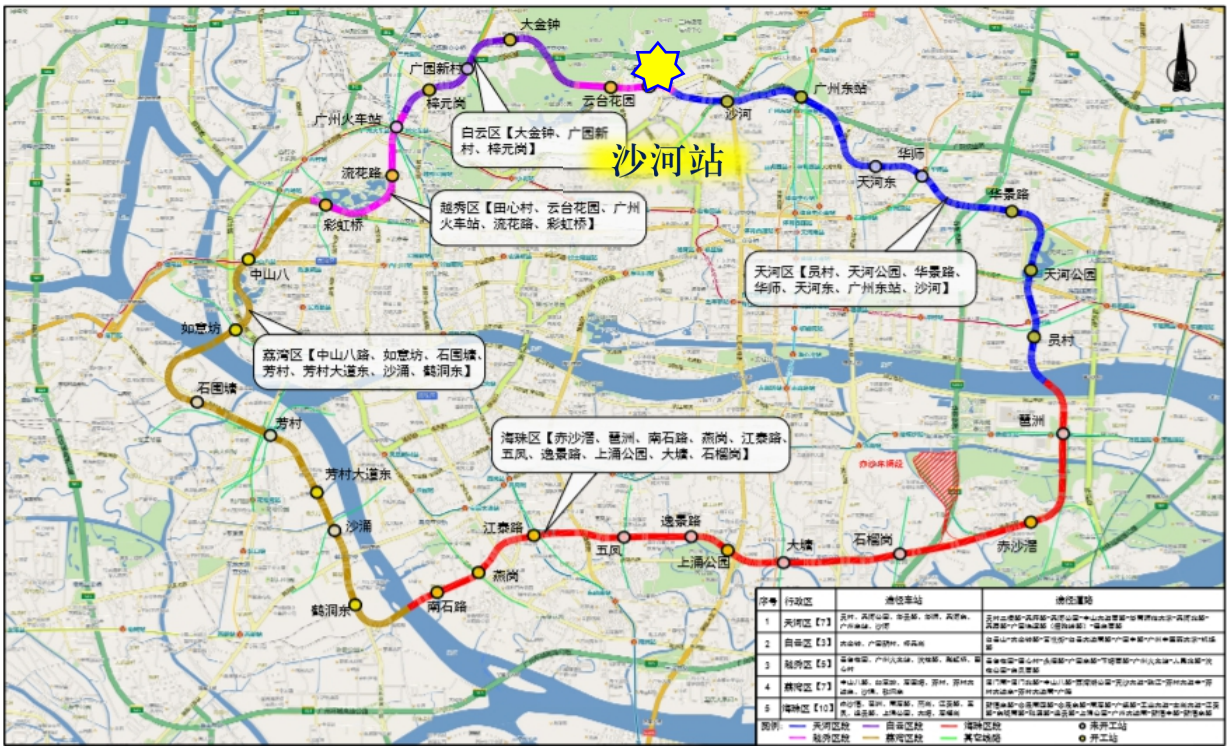
广州地铁十一号线是广东省、广州市“十二五”规划中的重点工程，是强化广州地铁线网整体性、缓解广州中心区交通压力的环形骨架线路，穿越天河区、白云区、越秀区、荔湾区和海珠区五个中心城区，全长 44.2km。2012 年 7 月，国家发展和改革委员会批复同意十一号线规划①。2015 年 1 月，广东省环境保护厅批复同意十一号线工程环境影响报告书②。2015 年 6 月，广东省发展和改革委员会批复十一号线工程可行性研究报告③，同意建设十一号

① 国家发展和改革委员会批复《关于广州市城市轨道交通近期建设规划（2012-2018 年）的批复》（发改基础（2012〕1999 号），此次建设规划包括了十一号线。

② 《广东省环境保护关于广州市轨道交通十一号线工程环境影响报告书的批复》（粤环审【2015】45）

③ 《广东省发展改革委关于广州市城市轨道交通十一号线工程可行性研究报告的批复》（粤发改交

线工程，项目投资约 420.58 亿元，计划 2022 年底建成投入使用。2016 年 9 月 23 日，中国中铁股份有限公司、广州建筑股份有限公司联合中标广州市轨道交通十一号线及同步实施工程总承包，中标价为 2082197.407 万元。2016 年 10 月，原广州市住房和城乡建设委员会批复十一号线施工许可事宜①。



（二）事发施工区域参建单位情况

1．建设单位。建设单位广州地铁集团有限公司②（简称“广州

通函【2015】2562 号）

① 《广州市住房和城乡建设委员会关于轨道交通十一号线施工许可事宜的批复》)（穗建审批复【2016】)109 号）

② 持有广州市工商行政管理局核发的营业执照，类型：有限责任公司（国有独资）；住所：广州市海珠区新港东路 1238 号万胜广场 A 座；法定代表人：丁建隆；成立日期：1992 年 11 月 21 日；营业期限：长期；经营范围：土木工程建筑业（具体经营项目请登录广州市商事主体信息公示平台查询，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。）

地铁”）成立于1992年12月，2015年6月改制为“广州地铁集团有限公司”，是广州市政府全资大型国有企业，负责广州城市轨道交通系统的工程建设、运营管理和附属资源开发经营。 作为甲方履行广州市轨道交通十一号线的权利和义务，履行对十一号线工程建设的监管职责。

2．总承包单位。中国中铁股份有限公司[①]。具有中国铁路、建筑、公路、市政工程等施工总承包特级资质。2016年12月广州地铁与中国中铁股份有限公司(主)和广州建筑股份有限公司(成)联合体[②]签订合同，将广州市轨道交通十一号线及同步实施工程总承包模式委托联合体组织实施。中国中铁成立了刘辉[③]负责的项目指挥部，负责该公司27站27区间（包含沙河站）的施工及协调工作。

3．项目分包单位。中铁五局集团有限公司[④]（简称为“中铁五

· 中国中铁股份有限公司持有北京市市场监督管理局核发的营业执照，公司类型：其他股份有限公司（上市）；住所：北京市丰台区南四环西路；法定代表人：张宗言；成立日期：2007年09月12日；营业期限：长期；经营范围：土木工程建筑和线路、管道、设备安装的总承包，上述项目勘测、设计、施工、建设监理、技术咨询、技术开发、技术转让、技术服务的分项承包；土木工程专用机械设备、器械、构建、钢梁、钢结构、建筑材料的研制、生产、销售、租赁；在新建铁路线正式验收交付运营前的临时性客、货运输业务及相关服务；承包本行业的国外工程，境内外资工程；房地产开发、经营、资源开发，物贸物流；进出口业务；经营对销贸易和转口贸易；汽车销售；电子产品及通信信号设备、交电、建筑五金、水暖器材、日用百货的销售。

· 中国中铁股份有限公司负责十一号线工程员村站（含）天河公园至大塘站（不含）27站27区间以及赤沙车辆段的建筑、安装工程和全线的轨道、系统和如意坊放射线系统工程（一期工程）的施工及管理;广州建筑股份有限公司十一号线大塘站（含）石榴岗站至员村站（不含）4站4市区间及其出入线段、珠三角城际轨道交通广佛环线广州南至白云机场段琶洲站、琶洲站至金融城站配线明挖区间的建筑、安装工程施工及管理。

· 现变更为李应战。

· 公司类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）；住所：贵州省贵阳市云岩区枣山路

局”)，具有中国铁路、建筑、公路、市政工程等施工总承包特级资质 6 项；水利、市政、公路、机电工程等施工总承包一级资质 19 项;桥梁、隧道、路基、公路路面、铁路铺架、混凝土预拌等各类专业施工承包资质 59 项；铁道行业甲（II)级、建筑、公路、市政行业等甲级设计资质 6 项。

中国中铁与承包方中铁五局集团有限公司签订施工承包合同（合同编号：中铁 DTSG〔2017〕4 号），负责 11304 施工区段施工，具体为：天河东站、广州东站、沙河站车站土建工程和天广区间、沙鹤区间、鹤南区间、南燕区间土建工程。中铁五局任命副总经理曹良华为华南片区指挥长，负责广东、广西、海南 3 省项目的生产经营和质量安全工作，同时成立了中铁五局集团有限公司广州市轨道交通十一号线工程项目经理部，项目设置领导班子 5 人（项目经理、党工委书记、总工程师、副经理、安全总监），部门设五部二室（工程部、工经部、财务部、安质部、物机部、综合办公室、试验室），人员配置根据工作需要和精干高效的原则确定并实行动态管理。

4．沙河站暗挖施工单位。2016 年 12 月 28 日，中铁五局与中铁五局四公司签订五局集团内部施工分包协议，由中铁五局四公司承包广州地铁十一号线沙河站的暗挖土建工程。中铁五局集团

---

23 号；法定代表人：徐中义；成立日期：1999 年 12 月 29 日；营业期限：长期；经营范围：中国铁路、建筑、公路、市政工程等施工总承包特级资质。中铁五局具有中国铁路、建筑、公路、市政工程等施工总承包特级资质 6 项；水利、市政、公路、机电工程等施工总承包一级资质 19 项;桥梁、隧道、路基、公路路面、铁路铺架、混凝土预拌等各类专业施工承包资质 59 项；铁道行业甲（II)级、建筑、公路、市政行业等甲级设计资质 6 项。

第四工程有限责任公司[①]（简称为“中铁五局四公司”），具有公路工程施工总承包壹级、铁路工程施工总承包壹级、市政公用工程施工总承包壹级、桥梁工程专业承包壹级、隧道工程专业承包壹级、公路路基工程专业承包壹级等资质。企业党委书记、法定代表人为张习亭，总经理为彭宇峰。

中铁五局四公司为承建沙河站工程项目施工任务，成立中铁五局四公司广州市轨道交通十一号线四分部二工区沙河站项目部，代表中铁五局四公司全面实施、履行合同义务，督促检查各部门、班组执行国家安全生产方针、政策、法规、法令、标准及上级指示，组织安全生产大检查、安全生产专项检查、定期检查，负责日常安全检查，发现事故隐患，督促整改，组织开展各类安全生产活动等职责。项目部设置完整的项目管理组织架构，任命中铁五局四公司总经济师陈玉安兼任项目经理，另指定项目常务副经理周欢主持日常工作，项目总工程师王绿斌。

5．勘察单位。广东省建筑设计研究院有限公司[②]具有工程勘

①公司类型：有限责任公司（法人独资）；营业场所：广东省韶关市浈江区乌教塘；法定代表人：张习亭；成立日期：1987 年 08 月 27 日；营业期限：长期；经营范围：铁路、公路、市政公用工程施工总承包一级等。

② 持有广东省工商行政管理局颁发的营业执照，注册地址：广州市荔湾区流花路 97 号；法定代表人：曾宪川；公司类型：全民所有制；成立日期：1994 年 04 月 15 日；经营期限 ：长期。 经营范围：建筑工程设计，市政行业（燃气、轨道交通除外）甲级；建筑行业（建筑工程）甲级；公路行业（交通工程）专业乙级；风景园林工程设计专项甲级；工程勘察综合类甲级；城乡规划编制甲级；房屋安全鉴定；工程咨询；政府采购代理；固定资产投资项目节能评审；土工试验；基坑（边坡）监测；工程测量；电子计算机技术服务，工程咨询；室内外装修；建筑材料，普通机械；打印、复印、装订，排版设计，晒图，建筑模型制作；承担国外和国内外资工程的勘测、咨询、设计和监理；对外派遣本行业的勘测、咨询、设计和监理劳务人员；工程总承包；工程项目管理；设备、材料采购；项目代建管理；上述项目所需的设备、材料及零配件出口（具体按[94]外径贸政审函字第 733 号文经营）。（依法需经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

察综合类甲级，2014 年 6 月广州地铁与广东省建筑设计研究院有限公司签订合同，将十一号线勘察 2 标（含沙河站）委托给该单位负责，具体为广州市轨道交通十一号线工程 2 标段初、详勘阶段岩土工程勘察项目初、详勘阶段勘察单位，负责沙河站初、详勘阶段勘察工作。

6．设计单位。中水珠江规划勘测设计有限公司[①]（简称“中水珠江设计公司”），为十一号线设计 3 标（含沙河站）设计单位。

7．监理单位。广东重工建设监理公司[②]（简称“重工监理”），负责十一号线监理 6 标（含沙河站）的工程监理工作。企业法定代表人、总经理史俊沛，项目监理部的项目总监在事发前已退休未重新任命，企业指定陈仁为驻该项目临时负责人履行总监职责，项目任命梁世聪等为项目现场监理员。

8．爆破实施单位。广东爆破工程有限公司[③]，为十一号线 1#

---

① 持有中华人民共和国住房和城乡建设部颁发的证书；注册地址：广州市天河区天寿路 105 号天寿大厦 9-19 层；法定代表人：凌耀忠；公司类型：其他有限责任公司；成立日期：1994 年 12 月 26 日；营业有效期：2019 年 10 月 18 日至 2024 年 09 月 17 日；经营范围：建筑装饰工程设计、建筑幕墙工程设计、轻型钢结构工程设计、建筑智能化系统设计、照明工程设计和消防设施工程设计相应范围的甲级专项工程设计业务。可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务等。具有建筑行业（建筑工程）甲级；水利行业甲级；电力行业专业甲级资质。

② 持有广东省市场监督管理局颁发的营业执照，具有工程监理综合资质；公司类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资；营业场所：广东省广州市黄埔区揽月路 101 号 A 座 7 层；法定代表人：赵旭；成立日期：1998 年 03 月 23 日；营业期限：长期。营业范围：承担所有专业工程类别建设工程项目的工程监理业务；相应类别建设工程的环境监理业务；相应类别人民防空工程监理业务；相应类别工程的招标代理业务；相应类别中央投资项目招标代理业务；政府、企业采购代理及咨询服务；以上相关项目管理、技术咨询服务。（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）

③ 持有广州市市场监督管理局颁发的营业执照；注册地址：广东省广州市黄埔区茅岗路 605 号(自编 18 号西华海军仓路)；法定代表人：刘庆兰；公司类型：有限责任公司（国有控股）；成立日期：

竖井、1#横通道、2#横通道及小导洞提供石方爆破工程施工服务，于2019年5月10日签订爆破工程合同。该公司于2019年2月制订了爆破工程技术设计及施工组织设计方案，按规定提交项目部并经审核后于2019年4月30日，形成了《沙河站暗挖车站隧道施工爆破专项方案》。

9．1#竖井横通道劳务派遣单位。2019年1月15日中铁五局四公司与成都鼎祥瑞建筑劳务有限公司①签订合同，由成都鼎祥瑞建筑劳务有限公司负责十一号线沙河站施工劳务派遣，工程范围包括开挖、支护、临时支撑及管片拆除、横通道地板硬化。

（三）工程其他情况

1．项目情况。十一号线沙河站位于先烈东路与广州大道北交叉路口，呈东西走向，车站全长231.6米，标准段宽为40.618米，站台宽5米，车站中心里程轨面埋深为37.580米，采用全暗挖洞桩法施工，站厅和附属结构采用明挖法施工。

在沙河站的概算中，第一部分土建工程费用为40253.25万元；第二部分工程建设其它费用中，安全生产保障费按照建安工程费的1%计列，安全生产保障费内容包含第三方监测、第三方检测、

1989年8月9日；经营范围：爆破作业单位许可证（营业性）一级，地基基础工程专业承包壹级，矿山工程施工总承包贰级，建筑工程施工总承包三级，市政公用工程施工总承包三级，爆破与拆除工程施工，土石方工程施工；建材、矿石、石灰石的销售与加工、装卸运输；开采建筑用和生产建筑材料所用的砂、土、石料；以自己采掘的砂、土、石料或其他矿物连续生产的砖、瓦、石灰（不含稀土实心砖、瓦）；商品混凝土（仅限于以水泥为原料生产的水泥混凝土）；安全评估、安全监理、咨询服务；鉴证服务。

① 持有成都市青羊区市场监督管理局颁发的营业执照，公司类型：有限责任公司（自然人投资或控股）；营业场所：成都市青羊区红墙巷24号2栋1层4号；法定代表人：赵丕君；成立日期：2016年12月5日；营业期限：长期；经营范围：建筑劳务分包，房屋建筑工程设计、施工等。具有模板脚手架专业承包不分等级（2016-01-06）、施工劳务不分等级（2017-01-06）等资质。

质量检测、材料进场检验费、风险评估、应急抢险、安全应急平台系统、工程信息化管理系统及视频监控系统等费用。

2017 年 5 月 4 日，完成了十一号线土建四分部（含沙河站）的安全监督登记[①]。 2017 年 9 月，沙河站勘察文件经施工图审查机构广州市市政设计院审查通过。2018 年 9 月，沙河站《第二册第二分册之一 1#、2#施工横通道初支结构施工图》经工点设计单位内部审核后，送广州地铁设计院审查，出具意见并完成修改后，送中国铁路设计集团有限公司审查，出具意见并完成修改后，送广州市市政设计院审查出具意见并完成修改后，经以上三家单位确认后，出具正式施工蓝图。

经专家组调查，广州地铁集团有限公司提供了工程地质、水文地质和工程周边环境等资料，施工招标阶段按要求制定了危大工程清单并制定有针对性的处理措施；安全防护文明施工措施费按合同约定支付，按规定完成了安全质量报监。设计单位参考高架桥附近的地质为较为稳固地质的历史资料，出具勘察方案。在施工前勘探的探孔显示的地质条件与历史资料一致，结合历史资料[②]、现场地面环境等因素，设计采用暗挖法施工[③]；施工前的地质勘探的设计布孔满足现行国家标准规范距离要求，但勘察受限于地面建筑设施和交通压力等客观条件，未能完成全部的孔位勘察，不够准确；设计方

---

① 工程编码：10617020020380，安全监督登记编号：AJ170504020，监督机构：广州市市政工程安全质量监督站。

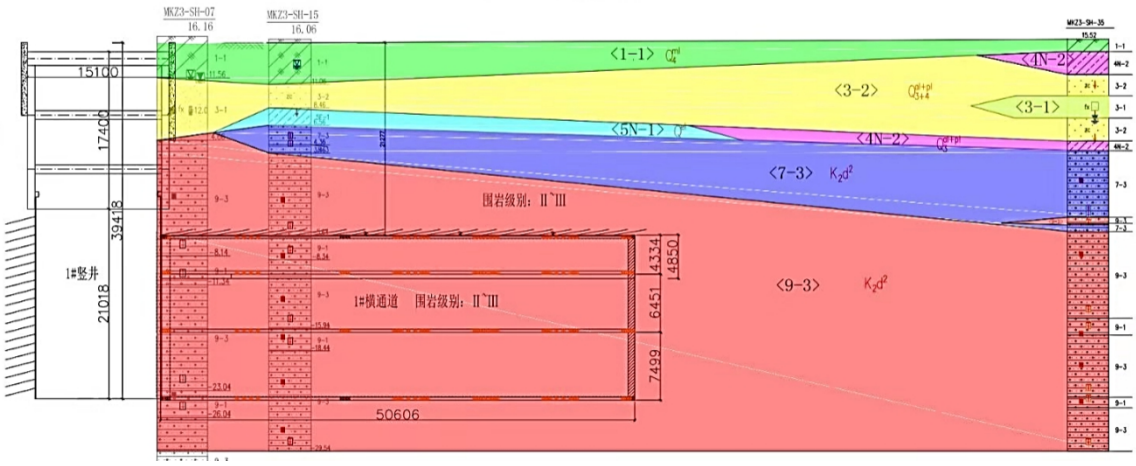
② 《广州市轨道交通六号线工程沙河站详细勘察阶段第二次岩土工程勘察报告》2010 年 4 月。

③ 《广州市轨道交通十一号线工程施工图设计（沙河站）》（1#、2#施工横通道初支结构施工图）设计说明显示 1#横通道位于<9>地层，拟采用暗挖法（台阶法）施工。

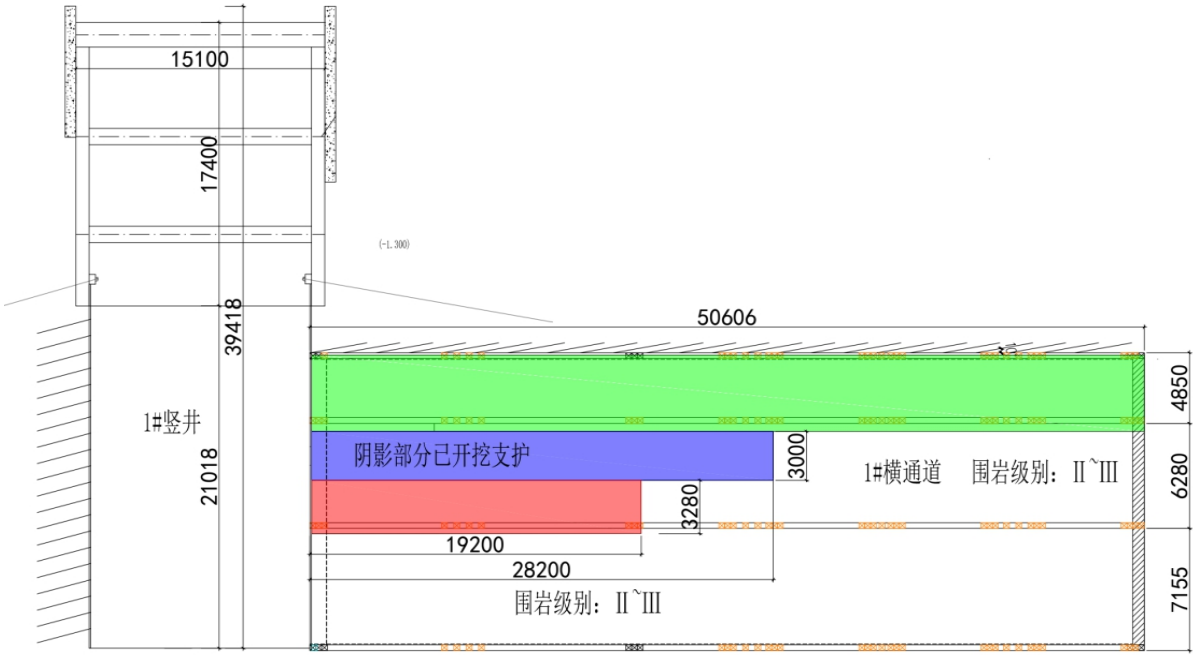
提出要求施工方落实“施工前先进行水平钻孔探明前方地质信息化施工”的应对措施。经专家合规性审查，事发站点（沙河站）的勘察、设计均符合规范要求。调查中未发现勘察单位广东省建筑设计研究院有限公司、设计单位中水珠江规划勘测设计有限公司存在与本次事故有直接因果联系的履职不到位情况。

1#竖井位于车站东端，内净空 12×13.5m，深 41.385m，分两期开挖。1#施工横通道开挖断面宽 11.6m，高 18.285m，长 50.606m，分两期进行开挖。根据详勘报告，1#横通道全部位于微风化地层，开挖断面以上 10 m 左右存在中粗砂层和粉细砂层。

1#横通道地质剖面图



项目开工时间：2017 年 9 月 1 日；1#竖井开工时间：2018 年 12 月 2 日；1#横通道开工时间：2019 年 7 月 12 日。截至 2019 年 11 月 30 日，1#竖井进度开挖至一期基坑底 32.3m，1#横通道上台阶施工进尺寸 50.6m（高 4.3m、宽 11.6m）；中台阶施工进尺寸 25.1m（高 6.1m,宽 11.6m）；下台阶施工进尺 16.3m（高 2m，宽 11.6m）。



2．事故区间位置及周边环境条件。

（1）交通环境。依据项目相关资料，沙河站 1#横通道施工场地地形平坦，地面高程 16.5m，横通道下穿广州大道，西侧为广州大道高架桥，邻近广州大道高架桥的两个桥墩，北侧桥墩水平距离为 5.3m，南侧桥墩水平距离为 5.8m，横通道拱顶比北侧桥墩桩底低 8.1m，比南侧桥墩桩底低 5.5m。东侧与跨沙河涌桥墩最小距离为 6.5m，拱顶比桩底高 4.1m。

（2）河涌环境。依据项目相关资料,横通道东侧与沙河涌最小距离为 8m，沙河涌河床宽约 32 米，距离横通道拱顶约 15.5m，河堤高度约 5.1m，水深约 0.4～1.1m，流向自北向南方向，主要接受大气降水补给，受季节性影响较大，雨季时流量成倍增加，对施工存在不利影响。

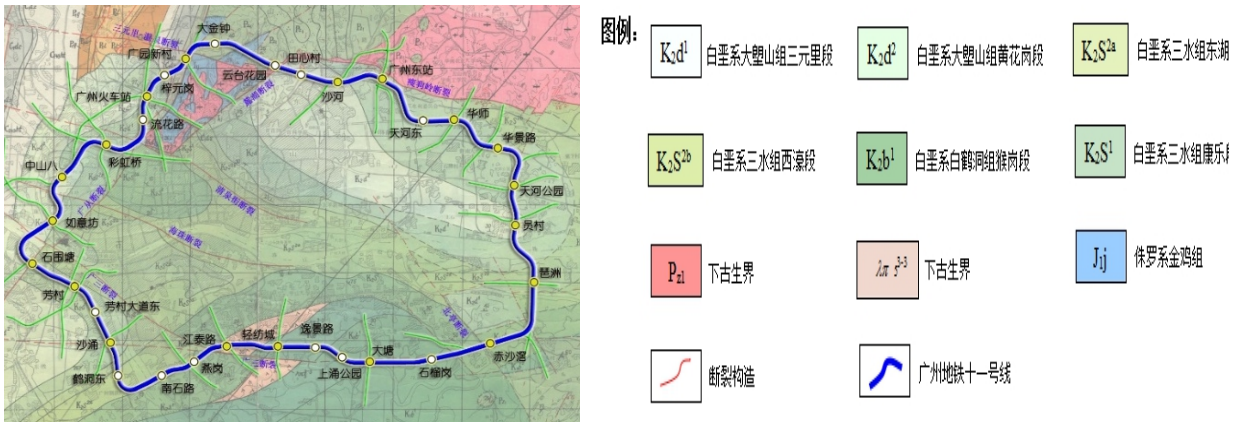
（3）人车流状况。据调查，广州大道北为双向 6 车道，禺东

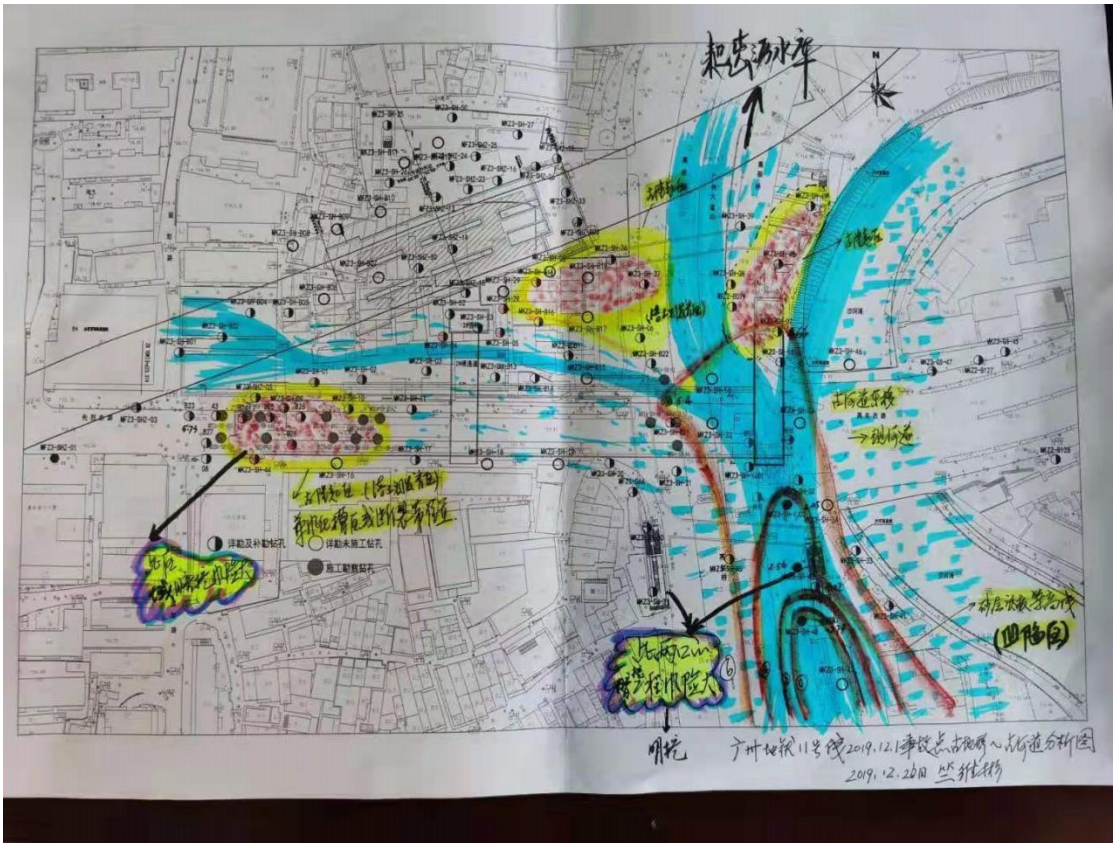
西路为双向 8 车道，禺东西路与广州大道北早中晚车流量大，加之沙河服装批发市场的巨大人流量，交通特别繁忙，对 1#横通道上方路面的围蔽及应急响应存在不利影响。

（4）**地下管线**。项目相关资料显示，1#横通道下穿广州大道，所处位置地下管线 20 多条，为燃气、电力、给水、污水、通信等管线，主要沿广州大道两侧分布。

3．沙河站区域地质情况。沙河站区域地貌属珠江三角洲冲积平原，地势较平坦，局部地形起伏较大。区域位于先烈东路及广州大道北路口北侧地块，车站大致呈东西走向，周边多为道路、商铺及民宅。东侧为沙河涌，地下水位较浅，沙河涌（地表水）局部地段与地下水存在水力联系，见图示。

据水文资料，1#横通道所在区域位于古沙河涌频繁改道的右岸，冲积砂层厚。





图示 广州市轨道交通十一号线沙河站水文地质图

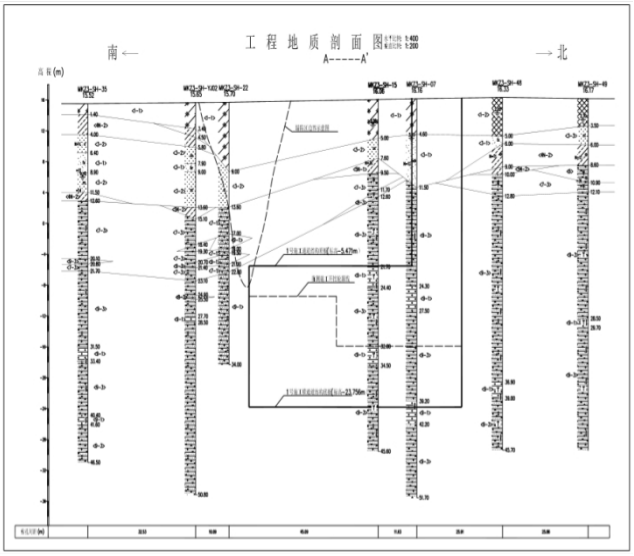
（1）断裂。离站点最近的断裂为瘦狗岭断裂。综合罗浮山—瘦狗岭断裂的地质地貌特征，该断裂的活动时代为中更新世。

（2）褶皱。详勘区域内主要褶皱有天河向斜，轴部地层倾向北北东 NNE3°，倾角 30°。两翼产状变化较大，倾角 15°～47°不等，沙河站施工区位于天河向斜。

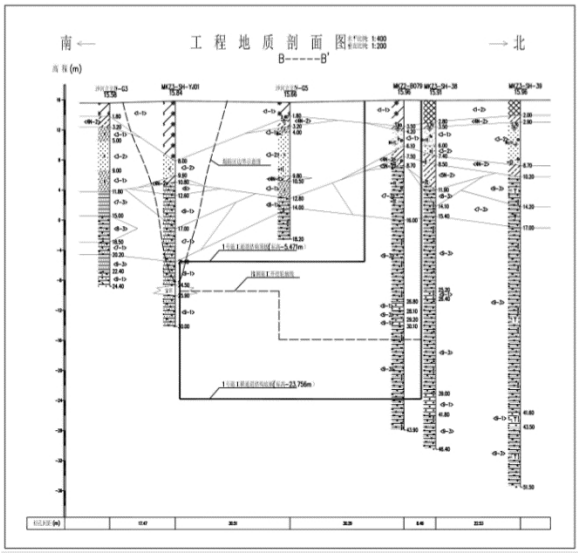
（3）**地层和岩性**。沿线均普遍为第四系松散层覆盖，下伏基岩主要为白垩系含砾粉砂岩、砾岩。

（4）**场地岩土层**。塌陷区围岩总体稳定性差，地质条件复杂。揭露的岩土层分为：填土<1>、~洪积沙层<3>、冲~洪积和坡积土层<4>、残积层<5>、岩石全风化带<6>、岩石强风化带<7>、岩石

中风化带<8>、岩石微风化带<9>共九层，岩面起伏较大，各风化层交错分布，厚度不均，形成软硬夹层交替出现的现象，切硬壳层中间形成穿洞。塌陷区域东西侧地层结构特征详见图示。



（a）东侧



（b）西侧

图示　沙河站塌陷区域地质剖面图

根据事故发生后救援地勘成果，掌子面附近的 ZK16 及 ZK4 钻孔揭示横通道拱顶范围内正处于全～强风化含砾粉砂岩中，在距横通道拱顶上前方有较厚砂层，含水丰富、围岩稳定性差。

（5）**地表水和地下水**。事发后地质勘察发现，沙河站场地东侧（即塌陷区域）临近沙河涌。沙河站地下水主要储存在第四系砂层中，在塌陷区域及其附近厚度较大、透水性好，地下水量较丰富，<3-1>粉细砂渗透系数一般为 2.5 米/日，<3-2>中粗砂渗透系数一般为 10 米/日。沙河站存在红层裂隙溶洞水。但红层岩溶隐蔽性强，发育不均一，对岩溶发育程度、分布特征等难以判断准确。

若基岩裂隙充填泥质被扰动带走，裂隙透水性将明显加强。沙河站部分地段第四系砂层与基岩直接接触，砂层孔隙水与基岩裂隙水存在水力联系；河涌水与砂层水存在水力联系。勘察揭露有连续分布的砂层，连通性好，为地表水与地下水的联通创造了条件，当两者联通时，地下水渗流形成的水头压差，在围岩承压层（相对横通道上台阶拱顶上方岩石顶板）承压不足崩塌时，易出现突水涌砂、涌泥现象，从而造成地面塌陷。

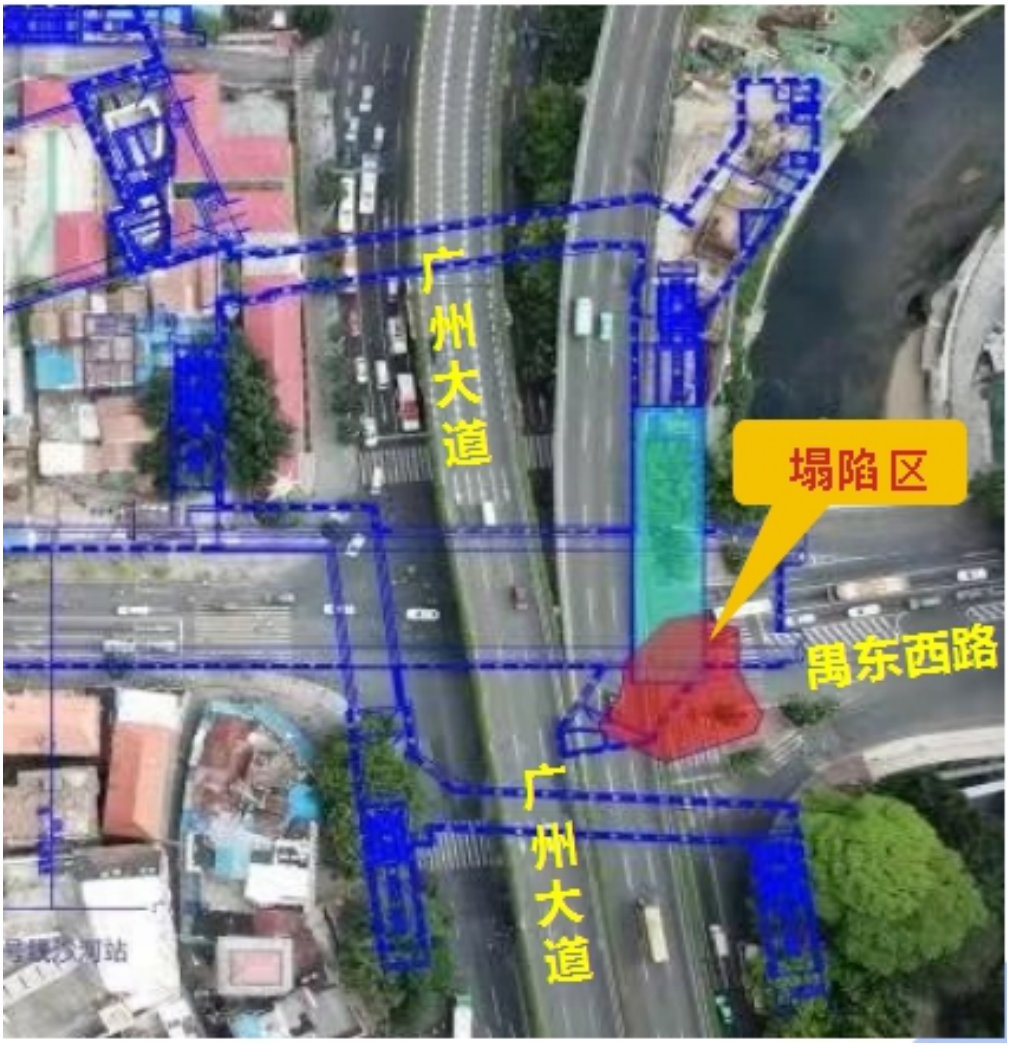
（四）相关部门的监管情况

经事故调查组查明，该项目自 2019 年 4 月 22 日移交广州市交通运输局下属市政站监管后，市政站按规定组织监督抽查，重点抽查了该工程项目安全生产管理架构建立情况、安全生产管理人员到位履职情况、安全管理制度建立情况、安全专项措施（方案）的编制与实施，施工安全生产标准化开展情况、以及施工现场的安全文明施工管理情况。对现场发现的存在问题通过责令限期整改通知书或责令停工整改通知书要求责任单位落实整改，并对整改情况进行事后核查。对施工现场安全管理违反《广东省住房和城乡建设厅关于房屋建筑和市政基础设施工程施工质量安全动态管理办法》有关规定的，对该项目的责任单位和人员进行违规行为记分共计 4 项次，共 14 分。先后对该工程（沙河站）开展了 14 次监督检查，发出责令限期整改通知书 4 份，停工整改通知书 1 份。调查中也发现该站存在日常监督检查不到位、重点监督检查不突出、监督检查制度建设不完善、安全风险预判主动性不强等问题。

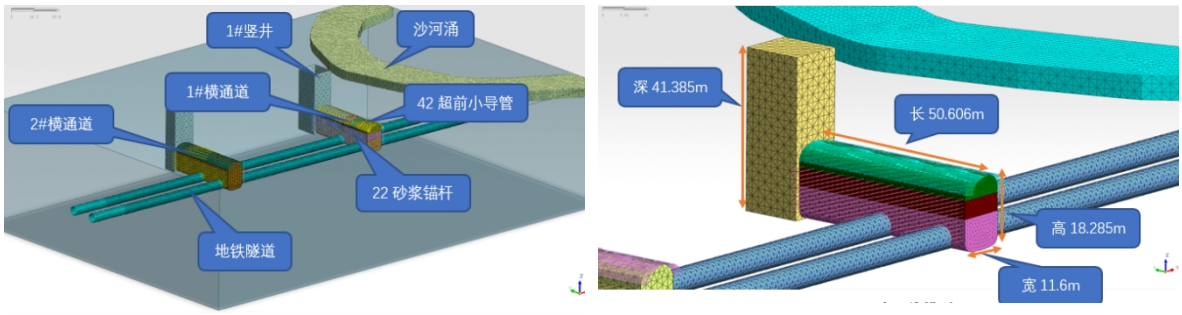
二、事故发生经过及应急处置情况

(一) 事故发生经过

事发地段属广州市中心城区，是服装批发、销售集中地区，周边建筑物密集，人流、车流量非常大。事发地段地下水、电、气管网密集。



事发路段下方为广州地铁在建十一号线沙河站施工区域，施工单位为中铁五局集团第四工程有限责任公司，采用暗挖法进行横通道施工，分三个台级分级进行，正在进行的第一级台阶施工进展到第 50 米（总长 50.606 米）。



图示　沙河站及 1#横通道设计方案三维模型

横通道初支施工工艺流程：隧道爆破或机械开挖→掌子面初喷混凝土（约 40mm 厚）→挂网→架立钢格栅架(含钢格栅架立架、纵横向连接钢筋、锚杆、定位系筋、焊接、超前小导管安装、超前小导管注浆) →复喷混凝土。

事故过程如下：

11 月 30 日， 17 时 46 分沙河站项目部组织了事发前的最后一次爆破①，爆破前施工进尺到约 49.6 米，本次爆破进尺约 1 米，爆后检查无异常，在作业台上未检查到哑炮和残留物。然后喷浆、修路转运渣土、初喷、支拱架等都按工序施工。18 时 00 分喷浆机出现故障，无法喷浆，被吊上去维修后继续进行喷浆作业。21 时 40 分喷浆机再次故障，进行大修，安排工人清碴修边。至 12 月 1 日 4 时 00 分左右喷浆机修好。

12 月 1 日 4 时 30 分之后成都鼎祥瑞建筑劳务有限公司喷浆班荆公明、晋冯战和彭平接班，继续进行喷浆作业。7 时 30 分左右黄国红（带班领工员）等人开始上班。

9 时 15 分左右，正在进行初支喷混凝土时，施工人员发现靠近掌子面拱顶突然出现涌水并有增大趋势。事发时横通道内共有

① 经专家组对爆破施工合同、专项方案、爆破施工记录、爆破监测记录审核后，认为爆破施工符合专项方案设计要求，爆破作业振动实测值小于被保护构筑物允许的最大爆破振动数值。

5 人，其中：项目领工员黄国红，喷浆施工工人荆公明、晋冯战和彭平等 3 人，以及挖掘机驾驶员曾能源。

图示：掌子面拱顶突泥涌砂视频截图

黄国红立即设法上报事发情况，在 1#竖井底部向工区副经理曹明华电话报告掌子面涌水情况后（9 时 18 分），按照工区副经理曹明华要求，再次返回确认人员全部撤离后，录制了现场险情小视频（9 时 20 分），于 9 点 27 分左右到达地面，并给工区常务副经理周欢电话汇报。

曹明华接到带班领工员黄国红电话后，交代带班领工员黄国红确认井底人员是否全部撤离，了解井底作业人员全部撤离后，立即电话向工区常务副经理周欢汇报，随后在赶往现场途中向工区总工王绿斌和安全总监杨华舰报告突发事件。

9 时 21 分小掌子面方面陆续有人员撤出，9 时 24 分 57 秒小掌子面里头瞬间一片黑暗，水不断涌向井口处。

9 时 26 分见一名工人寻找出口，9 时 29 分起脚手架开始坍塌。

9 时 27 分，黄国红安排值班电工郑勇欣切断 1#竖井作业区内电源。

约 9 时 28 分，广州市广州大道北与禺东西路交叉口突发地陷，途经该路段的 1 辆清污车和 1 部电动自行车随地面塌陷掉入地下，造成 3 人失踪。在初次塌陷后的 4 小时内，塌陷处又多次向外坍塌，塌陷范围由最初的约 20 平方米，扩展到直径约 27 米，面积约 570 平方米。塌陷区边缘西侧为广州大道高架桥，邻近广州大道高架桥的两个桥墩，北侧桥墩水平距离为 5.3m，南侧桥墩水平距离为 5.8m；塌陷区边缘东侧与跨沙河涌桥墩最小距离为

6.5m，距离东侧居民楼水平距离为 28 米。

图示:塌陷区周边环境

图示:地面塌陷区航拍照片

(二) 事故应急处置情况

1.事故信息接报及响应情况。

9 时 35 分，广州市消防支队指挥中心接到报警，广州市天河区沙河大街转广州大道禺东西路发生地陷，支队指挥中心立即调派出动抢险救援消防车、水罐泡沫消防车、消防指挥车等 11 辆消防车，56 名指战员到场处置。

9 时 45 分，120 救护车及义务人员到达现场。

9 时 46 分，沙河消防救援站第一时间到达现场并开展救援工作。随后，支队全勤指挥部、通信保障分队、天河区消防救援大队、东莞庄消防救援站、珠江西消防救援站、特勤消防救援站等增援力量陆续到达现场。

9 时 50 分许，110 台接报称沙河大街出广州大道路口，靠近禺东西路地陷，接报后，派林和街派出所派员到场处理。

9 时 55 分，市政府总值班室接市公安局电话报告称，天河区沙河大街和广州大道交界处发生地面陷落，有 2 车掉入其中，人员伤亡情况不明。接报后，值班人员立即按程序启动应急处置。

9 时 55 分，市应急管理局值班室接 110 电话后，立即致电天河区应急管理局值班室要求核查事故情况，同时立即派员赶赴现场。

10 时 07 分,市应急管理局接天河区应急管理局报，称天河区沙河大街与禺东西路交界桥底发生 1 起路面坍塌事件，有 1 辆小车及 1 辆搅拌车掉落坍塌洞内，初步怀疑 2 人被困，现场坍塌约 150 平方米（由于现场处置人员无法靠近，具体人员及车辆情况暂时无法核实），接报后市应急管理局立即启动相关应急预案，局主要领导及相关人员赶赴现场处置。

10 时 09 分,市应急管理局向市政府总值班室、市委值班室报

告。

10时12分,市应急管理局核实有关情况后第一时间报省应急管理厅，通知相关部门赶赴现场处置。

10时18分，地铁集团总值班室先后向市委值班室、市政府总值班室、市应急管理局、市交通运输局指挥中心、市住建局、市国资委、天河区应急管理局电话通报有关情况。

10时20分，中国中铁广州轨道交通指挥部调集应急救援力量（人员、设备、物资）到现场参与抢险救援工作。

10时30分，广州燃气集团到达现场处置。

10时30分，市应急管理局主要负责人到达现场处置，成立市级现场指挥部。

11时00分，市应急管理局总值班室向省应急管理厅汇报该起事故掌握的具体情况。

11时02分，与省应急管理厅视频连线，将现场画面传至省应急指挥中心。

11时05分，地铁集团总值班室向政府相关单位报送书面事件速报。

12时00分，“国家应急救援昆明队”首批人员到达现场并参与抢险救援工作。

12时02分，市应急管理局将事故快报书面报省应急管理厅和市委、市政府总值班室。

13时00分，消防、蓝天救援队、国家应急救援昆明队等多次救援尝试，因坍塌持续不断，救援工作受阻。指挥部组织专家确定了对塌陷区域进行边坡加固，并埋设钢护筒作为救援通道的

方案。

13 时 30 分，地铁集团调运混凝土泵车到场，开始边坡加固。

2.企业应急处置情况。

1#横通道渗水发生后，施工单位井下带班员按照应急预案有序带领横通道内作业人员共5人安全撤离，未造成井下人员伤亡。但项目部风险意识不强，未及时对坍塌上方路面进行围蔽，造成行经的 3 人伤亡，企业前期应急处置不合格。

3.政府应急处置评估情况。

（1）及时充分响应。事发后，市政府立即启动应急响应，12 月 1 日 9 时 45 分开始， 市应急管理局、市委宣传部、交通运输局、市住房和城乡建设局、市卫生健康委、市公安局、市规划和自然资源局、市消防支队、天河区政府、白云区政府等单位及供电、供水、供气等部门，以及社会救援力量蓝天救援队等 1500 多人，车辆、设备 360 多辆（台）陆续抵达现场。现场迅速成立由常务副市长陈志英担任总指挥的应急指挥部，下设 11 个工作组，迅速、有序组织开展事故应急处置工作。

（2）全力搜救人员。市委、市政府及应急指挥部坚持生命至上，把搜救失联人员当作抢险救援的首要任务和中心工作，千方百计全力搜救人员，书记、市长多次来到现场，全程坐镇，督导检查搜救工作，多次听取省内、国内专家意见，研判搜救方案和地质情况，要求耐心细致做好家属对接与服务工作，有力推动了搜救工作快速安全开展。12月 1日 9时46分，消防救援队伍到达现场，准备对遇险车辆及人员施救。9 时 47分，现场再次发生塌陷，现场救援队伍增派无人机侦察，

救援直升机在机场待命；9 时 52 分，现场又发生下沉塌陷，塌陷面积扩大，危及周边安全。随后消防、蓝天救援队、国家应急救援昆明队等多次救援尝试，因坍塌持续不断，救援工作受阻。12 月 1 日 13 时，根据专家的建议，为确保人员搜救安全进行，应急指挥部决定对塌陷区域边坡进行加固，防止塌陷范围继续扩大，防止发生次生灾害；12 月 2 日 3 时，为安全搜救人员的钢护筒安装完毕。12 月 2 日 5 时，边坡加固基本完成。随后，投入生命探测仪、钻注一体机、电子水准仪、跨孔 CT、高密度电法、瞬态面波、地质雷达等救援设备，全力开展搜救工作。12 月 6 日，专家审定了采用咬合桩作围护结构、竖井开挖的搜救方案，并初步探明清污车的地下位置。12 月 24 日，54 条咬合桩全部完成。12 月 26 日开始基坑开挖，截至 2020 年 1 月 10 日，共开挖基坑土方 3261 立方米。1 月 6 日凌晨，在搜寻区域地下 21 米处发现失联人员罗清平遗体；1 月 10 日零时，在搜寻区域地下 29 米处搜寻到 1 具失联人员遗体，凌晨 4 时 30 分又搜寻到最后 1 具失联人员遗体。

（3）**防止次生灾害**。市委、市政府及指挥部坚持以人为本，在组织做好人员搜救的同时，千方百计防止次生灾害。封锁事故现场，设立警戒区，对广州大道禺东西路段双方向、广州大道禺东西立交实施交通管制和分流，关停周边有压力的管线并对管线进行迁改；布设 128 个监测点，对塌陷区周边高架桥、河涌小桥、管线、建筑物及地面进行持续沉降监测，变形均在可控范围之内；加强对现场及周边地区的地质情况巡查巡视，及时采取多种措施防止灾害和风险的扩大、扩散；强化抢险救援现场安全管控，确

保抢险救援工程施工安全。

（4）保障群众生活。市委、市政府及应急指挥部充分考虑交通管制、管线关停与迁改等应急处置措施对周边群众生产生活的影响，组织天河区政府及涉及民生的各部门采取措施，千方百计较少对群众生产生活的影响。加强对事发地点周边的安全巡查，整治环境卫生，做好对受影响居民的解释。所有电缆、供水管、燃气管等管线与 12 月 13 日全部迁改完毕，水、电、气等供应恢复正常。

通过对坍塌事故应急处置过程调查，还原应急救援的整个过程和对关键时间及工作节点分析，调查组认为：坍塌发生后，政府应急值守到位，应急响应迅速，信息报送及时，现场处置科学，相关单位配合，救援措施得当，无衍生事故，综合评价为良好等次。

(三) 事故损失及善后处理情况

1．伤亡人员情况。事件共造成 3 人遇难，情况如下：

（1）石宜，男、51 岁、湖南新邵人，清污车上人员；

（2）石科伟，男，26 岁，湖南新邵人，清污车上人员；

（3）罗清平，男，53 岁、湖南耒阳人，电动自行车上人员。

2．事故损失情况。根据《企业职工伤亡事故经济损失统计标准》（GB6721）及《国家安全监管总局印发关于生产安全事故调查处理中有关问题规定的通知》（安监总政法〔2013〕115 号）等规定，经项目部统计、天河区政府确认，调查组核定事故直接经济损失约 2004.7 万元。

3．善后处理情况。事故发生后，经过反复排查和确认，确

定有 3 人被困。经全力抢险救援，2020 年 1 月 10 日凌晨，3 名失联人员遗体全部找到。1 月 10 日，塌陷区域砂土回填完毕。1 月 22 日早上 6 时禺东西路、广州大道恢复通车。天河区委、区政府按照“一对一”的要求，成立了善后工作组，全部 3 名遇难者善后工作于 1 月 12 日完成。

三、事故原因分析

事故调查组通过深入调查和综合分析认定，事故直接原因是：暗挖法施工遭遇特殊地质环境等因素叠加，引发拱顶透水坍塌。

(一) 事故直接原因

1. 坍塌区域1#横通道上方富水砂层及强风化层逐渐加厚，拱顶围岩为强风化砂砾岩，裂隙发育，局部揭露溶洞，围岩总体稳定性差，暗挖法施工时发生透水坍塌的风险高。

（1）塌陷区围岩总体稳定性差，地质条件复杂。揭露的岩土层分为：填土<1>、冲~洪积沙层<3>、冲~洪积和坡积土层<4>、残积层<5>、岩石全风化带<6>、岩石强风化带<7>、岩石中风化带<8>、岩石微风化带<9>共九层，岩面起伏较大，各风化层交错分布，厚度不均，形成软硬夹层交替出现的现象，切硬壳层中间形成穿洞。

（2）根据事故后现场钻探岩芯与稀盐酸反应，存在起泡现象，表明塌陷区存在钙质砂岩，与广东岩溶红层主要为砾屑石灰岩和钙质砂岩、砾岩相符；由于地下水丰富，地下水流作用冲蚀，易形成以溶蚀为主的假岩溶。

（3）横通道东侧与沙河涌最小距离为 8m，沙河涌河床宽约 32 米，距离横通道拱顶约 15.5m，河堤高度约 5.1m，水深约 0.4 ~

1.1m，流向自北向南方向，主要接受大气降水补给，受季节性影响较大，遇雨季时河涌流量成倍增加，本次施工时间跨度较长，沿河涌一带施工附近区域地下水存积量相较工程开工前大。

2. 地质勘探因沙河站地表建筑物、立体交通、地下管线、沙河地区服装批发市场及其周边人流车流极为密集等诸多客观因素影响，加密勘探受限，勘察精度与地质复杂程度不匹配，项目施工单位施工前未充分掌握施工区域及附近的地层变化与分布特征、地下地质水文情况。

（1）广州大道北为双向 6 车道，禺东西路为双向 8 车道，禺东西路与广州大道北早中晚车流量大，加之沙河服装批发市场的巨大人流量，交通特别繁忙，对 1#横通道对应路面实施大面积、长时间围蔽存在不利影响。

（2）1#横通道下穿广州大道，所处位置地下管线 20 多条，为燃气、电力、给水、污水、通信等管线，主要沿广州大道两侧分布，管线位置的错综复杂对勘察布点存在影响。

（3）项目施工单位未充分掌握施工区域的地层变化与分布特征、地下地质水文情况。根据 2018 年 8 月 23 日供 1#横通道施工设计参考的两个地质钻孔资料，所揭露的地层信息基本显示属于可适用暗挖法开展施工的坚实地质，与事故后组织的应急勘察钻孔、补勘钻孔揭露发现的横通道堵头墙拱顶围岩地层的突变不稳定地质存在很大差别。施工单位在开工后未针对性开展全面详勘，对该区域地层突变和地质变化不掌握。

3. 施工单位安全风险辨识不足，针对施工过程中出现的渗水、溶洞等风险征兆，未采取针对性安全技术防范措施，未及时

对地面采取围蔽警戒措施。

（1）1#横通道拱顶围岩地质变化从上台阶进尺25.8m、27.3m分别以渗水、溶洞的征兆显现，但从过程安全管理的角度分析，这些征兆为横通道从北向南围岩地质变化的基本信息，属于路面塌陷未遂事件的范畴，项目部未能采取针对性安全技术措施，加强对拱顶围岩地质变化的风险监测和防控，错失遏制事故的良机。

（2）路面塌陷前1#横通道拱顶掌子面突水落石块的现象，表明横通道拱顶即将失稳，该现象属于横通道拱顶临近溶洞水体类不良地质体的可能先兆，即将发生较大范围的坍塌，拱顶地面随时可能塌陷，但这些征兆并未触及现场管理人员、施工人员对地面塌陷后果的认识，亦无采取更多应急措施。

（3）事发时，因现场管理人员、施工人员未能意识到突水掉块可能导致地面塌陷的严重风险，地面值班人员和项目部管理人员接到突水报告后，仅下达指令要求地下作业人员撤离，直至路面塌陷都未能及时组织对作业区域上方路面进行紧急围蔽和警示过往人员车辆，导致事故后果。

(二) 事故间接原因

1. 施工单位安全生产主体责任不落实。任命的项目经理兼职其他业务未在项目现场履行责任[①]，项目部对暗挖法施工安全风险管控不足，在地质情况不明的条件下，未按照施工设计图要求

---

① 违反《建设工程安全生产管理条例》第二十一条第二款　施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任，对建设工程项目的安全施工负责，落实安全生产责任制度、安全生产规章制度和操作规程，确保安全生产费用的有效使用，并根据工程的特点组织制定安全施工措施，消除安全事故隐患，及时、如实报告生产安全事故。

组织落实全面地质详勘[①]，未坚持使用超前地质勘探；未按规定对劳务派遣人员的安全管理工作统一协调、管理[②]，未对劳务人员进行安全生产教育和培训[③]；在施工过程中，曾经出现过两次异常[④]渗水掉块，但是都没有引起项目部的足够重视，未及时调整施工方案，未采取有效措施及时深入排查事故苗头[⑤]，有效预防事故的发生。

2. 施工单位未采取有效的技术和管理措施及时消除事故隐患[⑥]，在横通道施工工程中，喷浆机曾经1天内2次出现故障[⑦]，没

---

① 违反《中华人民共和国建筑法》第五十八条　……建筑施工企业必须按照工程设计图纸和施工技术标准施工，不得擅自修改工程设计，不得偷工减料。

② 违反《中华人民共和国安全生产法》第四十六条 生产经营单位不得将生产经营项目、场所、设备发包或者出租给不具备安全生产条件或者相应资质的单位或者个人。　　生产经营项目、场所发包或者出租给其他单位的，生产经营单位应当与承包单位、承租单位签订专门的安全生产管理协议，或者在承包合同、租赁合同中约定各自的安全生产管理职责；生产经营单位对承包单位、承租单位的安全生产工作统一协调、管理，定期进行安全检查，发现安全问题的，应当及时督促整改。

③ 违反《中华人民共和国建筑法》第四十六条　建筑施工企业应当建立健全安全生产教育培训制度，加强对职工安全生产的教育培训；未经安全生产教育培训的人员，不得上岗作业。

④ 2019 年 9 月 19 日、10 月 15 日两次会议的均提出了要求从当时进尺起到 1#横通道端部采用全断面注浆的超前支护方式施工，但依据施工日志、监理日志等过程记录资料并未发现有落实该会议决议的任何迹象。表明专题会议仅停留在应付眼前涌水或溶洞的处置上，而对拱顶围岩地质变化的风险防控上没有起到应有的作用。

⑤ 违反《建设工程安全生产管理条例》第二十一条第二款　施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任，对建设工程项目的安全施工负责，落实安全生产责任制度、安全生产规章制度和操作规程，确保安全生产费用的有效使用，并根据工程的特点组织制定安全施工措施，消除安全事故隐患，及时、如实报告生产安全事故。

⑥ 违反《中华人民共和国建筑法》第四十四条第一款　建筑施工企业必须依法加强对建筑安全生产的管理，执行安全生产责任制度，采取有效措施，防止伤亡和其他安全生产事故的发生。

⑦ 在拱顶立格栅架、小导管钻孔等工序完成后喷浆操作时，由于喷浆机故障维修，脆弱的拱顶围岩暴露时间达 15 个小时，未完成初支的情况下拱顶围岩发生了突泥、涌水、坍塌，上部富水砂层瞬间下陷，造成地面塌陷。

有及时安排备用设备，以至于拱顶和掌子面在爆破后未及时完成混凝土喷射作业，未及时形成支护①。

3.监理单位安全管理人员履职不到位，项目总监长期空岗没有任命②③，仅有一名临时项目总监，且未按《监理细则》要求配置监理员④；值班监理员从事发当日上班至事故发生前一直在项目部办公室整理资料，未按规定开展监理工作；监理员未按要求落实危险性较大分部分项工程旁站监理⑤。未及时督促⑥施工单位落实会议决议⑦，增加必要地质探测手段。

4. 施工单位缺乏有效的应急联动机制。编制的应急救援预案，

---

①违反 《沙河站 1#施工横通道开挖及支护专项施工方案》要求第一期施工使用台阶法进行开挖，开挖后及时进行初期支护，初期支护采用超前小导管、锚杆、格栅钢架、纵向钢筋、双层钢筋网及喷射混凝土组成支护体系。

② 广州地铁十一号线 6 标段项目监理部总监林炳周已于 2017 年 11 月办理了退休手续，一直以返聘人员的身份担任该项目总监，到 2019 年 6 月该公司才着手实施总监变更手续，2019 年 6 月份起由陈仁接替林炳周担任项目总监，履行总监职责，业主虽已同意，但至事发前变更手续仍未完成，导致陈仁不具备法定签名资格，没有任命书，不符合《建设工程监理规范》3.1.3 的规定，也不符合和业主单位签订的《承包合同》的规定。

③ 违反《广东省建设工程监理条例》第二十三条 监理项目实行总监理工程师负责制。总监理工程师应当根据监理合同对建设工程进行监督管理，并按照合同约定定期向建设单位报告监理工作。

④ 违反《广东省建设工程监理条例》第二十二条 监理单位应当根据合同约定的监理业务，成立由总监理工程师、监理工程师及其他监理人员组成的监理工作机构。并向建设单位报送委派的总监理工程师及其监理工作机构主要成员名单、监理规划。……

⑤ 违反《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》第十八条 监理单位应当结合危大工程专项施工方案编制监理实施细则，并对危大工程施工实施专项巡视检查。

⑥ 违反《建设工程安全生产管理条例》第十四条 ……工程监理单位在实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，应当要求施工单位整改；……

⑦2019 年 9 月 19 日、10 月 15 日两次会议的均提出了要求从当时进尺起到 1#横通道端部采用全断面注浆的超前支护方式施工，但依据施工日志、监理日志等过程记录资料并未发现有落实该会议决议的任何迹象。

对风险辩析不到位[①]，对地下突水、塌方等险情未辩析到可能导致地面塌陷风险，无相应的防地面塌陷处置措施及地下地上联动机制[②]；专项施工方案无稳定可靠地上、地下通讯保障措施。

四、 对事故有关责任人员及责任单位的处理建议

(一) 建议公安机关追究刑事责任人员

1.周欢，中铁五局四公司地铁十一号线沙河站项目常务副经理，主持日常工作，项目实际负责人员。未落实增加必要地质探测手段的会议决议[③]，在地质情况不明的条件下，未按照施工设计图要求组织落实全面地质详勘[④]，未督促坚持使用超前地质勘探；未采取针对性安全技术措施，加强对拱顶围岩地质变化的风险监测和防控；未督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除

---

① 违反《生产安全事故应急预案管理办法》第五条　生产经营单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案，并对应急预案的真实性和实用性负责；各分管负责人应当按照职责分工落实应急预案规定的职责。

第十条　编制应急预案前，编制单位应当进行事故风险辨识、评估和应急资源调查。事故风险辨识、评估，是指针对不同事故种类及特点，识别存在的危险危害因素，分析事故可能产生的直接后果以及次生、衍生后果，评估各种后果的危害程度和影响范围，提出防范和控制事故风险措施的过程。

第十二条：生产经营单位应当根据有关法律、法规、规章和相关标准，结合本单位组织管理体系、生产规模和可能发生的事故特点，确立本单位的应急预案体系，编制相应的应急预案，并体现自救互救和先期处置等特点。……

② 违反《中华人民共和国建筑法》第五十一条　施工中发生事故时，建筑施工企业应当采取紧急措施减少人员伤亡和事故损失，并按照国家有关规定及时向有关部门报告。

③ 违反《建设工程安全生产管理条例》第二十一条第二款　施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任，对建设工程项目的安全施工负责，落实安全生产责任制度、安全生产规章制度和操作规程，确保安全生产费用的有效使用，并根据工程的特点组织制定安全施工措施，消除安全事故隐患，及时、如实报告生产安全事故。

④违反《中华人民共和国建筑法》第五十八条　……建筑施工企业必须按照工程设计图纸和施工技术标准施工，不得擅自修改工程设计，不得偷工减料。

喷浆机频繁出故障、井下通讯设备故障等生产安全事故隐患①；未组织制定有针对性的地上地下应急处置联动制度②，对事故的发生负有直接责任。因涉嫌刑事犯罪，建议由公安机关依法追究其刑事责任。

2. 王绿斌，中铁五局四公司地铁十一号线沙河站项目总工程师，安全意识淡薄，对暗挖法施工安全风险管控不足，在地质情况不明的条件下，未按照施工设计图要求组织落实全面地质详勘③，未坚持使用超前地质勘探，盲目组织施工；对横通道施工前期的隐患苗头④没有严格的技术审查，未及时调整施工方案⑤；对前期施工过程中的渗水、溶洞征兆，未采取针对性安全技术措施，加强对拱顶围岩地质变化的风险监测和防控⑥；对事故的发生负有直接责任。因涉嫌刑事犯罪，建议由公安机关依法追究其刑事责任。

上述 2 人建议待司法机关依法作出处理后，由涉事企业和行业主管部门按照管理权限及时给予相应的处理。

---

① 违反《中华人民共和国安全生产法》第十八条　生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责：（五）督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患。

② 违反《中华人民共和国建筑法》第五十一条　施工中发生事故时，建筑施工企业应当采取紧急措施减少人员伤亡和事故损失，并按照国家有关规定及时向有关部门报告。

③违反《中华人民共和国建筑法》第五十八条　……建筑施工企业必须按照工程设计图纸和施工技术标准施工，不得擅自修改工程设计，不得偷工减料。

④ 1#横通道施工进尺 25.8m、27.3m 分别出现渗水、溶洞的征兆显现，属于本次路面塌陷未遂事故的范畴。

⑤ 违反《建设工程质量管理条例》第二十八条第二款　施工单位在施工过程中发现设计文件和图纸有差错的，应当及时提出意见和建议。

⑥ 违反《建设工程安全生产管理条例》第二十三条第二款　专职安全生产管理人员负责对安全生产进行现场监督检查。发现安全事故隐患，应当及时向项目负责人和安全生产管理机构报告；对于违章指挥、违章操作的，应当立即制止。

(二) 建议给予行政处罚的单位和个人

1. 中铁五局集团第四工程有限责任公司，作为沙河站的工区施工单位，安全生产主体责任不落实。暗挖法施工安全风险管控不足，在地质情况不明的条件下，未按照施工设计图要求落实全面地质详勘，未坚持使用超前地质勘探；应急预案和处置不具针对性，未组织制定有针对性的地上地下应急处置联动制度，在井下塌陷的情况下未能考虑地上的风险并采取封堵措施，是造成地面人员遇难的直接原因。对事故发生负有重要责任，建议由广州市应急管理局按照《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条第（二）项[①] 给予中铁五局集团第四工程有限责任公司行政处罚，并纳入安全生产领域联合惩戒名单。

2. 彭宇峰，中铁五局集团第四工程有限责任公司总经理，主要负责公司的行政工作，对公司日常生产经营活动和安全生产工作全面负责、有生产经营决策权，公司安全生产第一责任人，对项目部疏于管理，未及时消除生产安全事故隐患，对事故发生负有主要管理责任，其行为违反了《中华人民共和国安全生产法》第十八条第（五）项[②]的规定，建议由广州市应急管理局依据《中华人民共和国安全生产法》第九十二条第（二）项[③]的规定给予

---

① 《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条 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，由安全生产监督管理部门依照下列规定处以罚款:（二）发生较大事故的，处五十万元以上一百万元以下的罚款； ……

② 《中华人民共和国安全生产法》第十八条 生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责:（五）督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患。

③ 《中华人民共和国安全生产法》第九十二条 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，由安全生产监督管理部门依照下列规定处以罚款:（二）发生较大事故的，处上一年年收入百分之四十的罚款。

行政处罚。

3. 广东重工建设监理公司，建设单位委托的工程质量安全监理单位，未履行建设工程安全生产管理法定职责。风险预判不足，沙河站地质详勘部分未做的情况未履行报告职责[①②]，督促施工单位加强风险研判和隐患排查治理不力；未按要求落实监理人数，监理人员安排不合理[③]，未按监理实施细则要求在危险性较大分部分项工程作业时安排旁站监理，对于本横通道施工过程中的前两次渗水敏感性不足，对集体研究的措施缺乏跟踪落实。对事故发生负有责任，建议由广州市应急管理局按照《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条第（二）项[④]给予广东重工建设监理公司行政处罚，并纳入安全生产领域联合惩戒名单。

4. 史俊沛，广东重工建设监理有限公司法定代表人兼总经理，公司安全生产第一责任人职责，对项目监理部疏于管理，未及时消除生产安全事故隐患，未保证本单位安全生产投入的有效实施，未为项目监理部配备足够的监理人员，对事故发生负有领导责任；其行为违反了《中华人民共和国安全生产法》第十八条第（五）

---

① 违反《建设工程安全生产管理条例》第十四条第二款　工程监理单位在实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，应当要求施工单位整改；情况严重的，应当要求施工单位暂时停止施工，并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的，工程监理单位应当及时向有关主管部门报告。

② 违反《建设工程监理规范》（GB/T 50319-2013）9.2.2 工程监理单位应审查勘察单位提交的勘察方案，提出审查意见，并应报建设单位。

③ 二工区常驻监理员 6 名，二工区有三个工点，夜班安排 1 名监理员值班，周末安排 2 名监理员值班。

④ 《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条 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，由安全生产监督管理部门依照下列规定处以罚款:（二）发生较大事故的，处五十万元以上一百万元以下的罚款；……

项[①]的规定，建议由广州市应急管理局依据《中华人民共和国安全生产法》第九十二条第（二）项[②]的规定给予行政处罚。

(三) 建议给予党纪政务处分和问责处理人员

1.企业相关人员

（1）曹良华，中国中铁五局集团有限公司副总经理，兼任华南片区指挥长，负责中铁五局在广东、广西、海南3省项目的生产经营和质量安全工作，未有效督促四分部和第四工程公司落实安全生产主体责任；未按规定对项目进行经常性安全检查并记录检查情况；对项目部未按规定采取措施消除事故隐患、未制定针对性应急预案等违法违规行为失察；未向公司提出地铁十一号线项目四分部安全生产双重管理导致安全生产责任不落实问题的改进意见，负有领导责任，建议其所在单位依权限给予诫勉谈话处分。

（2）张习亭，中铁五局集团第四工程有限责任公司党委书记、法定代表人、执行董事，主要负责党务工作，分管公司党办、党委人事部、党委组织部、党委宣传部，根据安全生产党政同责的要求，与总经理彭宇峰同为安全生产第一责任人，对项目部疏于管理，未及时消除生产安全事故隐患，对事故发生负有领导责任，建议由中铁五局给予党内警告处分。

（3）陈玉安，中铁五局集团第四工程有限责任公司副总经

---

① 《中华人民共和国安全生产法》第十八条　生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责：（五）督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患。

② 《中华人民共和国安全生产法》第九十二条　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，由安全生产监督管理部门依照下列规定处以罚款：（二）发生较大事故的，处上一年年收入百分之四十的罚款。

理，总经济师兼任华南片区指挥长，兼中国中铁广州地铁 11 号线项目经理部四分部二工区项目部经理，负责该项目的全面工作。由于兼任其他职务，不能保证全职担任项目经理，未落实安全生产责任制度，履行职责不到位，未及时消除生产安全事故隐患，未及时调整施工方案，对事故的发生负有直接领导责任，建议由中铁五局给予记过处分，并调整工作岗位。

（4）陈仁，广东重工建设监理有限公司驻该项目临时负责人，2019 年 6 月 4 日开始进驻广州地铁十一号线监理六标的临时负责人①，未落实安全生产责任制度，履行职责不到位，未及时消除生产安全事故隐患，未能合理安排监理人员，也未向公司报告监理人员短缺的问题，对事故发生负有直接领导责任，建议广东重工建设监理有限公司依内部管理规定给予撤职处理。

（5）梁世聪，广东重工建设监理有限公司驻该项目现场监理员，事发时段现场监理值班人员，未能落实监理旁站监理，对事故的发生负有责任，建议由广东重工建设监理有限公司依内部管理规定与其解除劳动合同。

（6）王利军，广州地铁十一号线建管部党支部书记、总监，对施工单位监督检查不到位等问题负有领导责任，建议由广州地铁集团给予其诫勉处理。

（7）林勇，广州地铁十一号线建管部副总监，对施工单位监督检查不到位等问题负有领导责任，建议由广州地铁集团给予

---

① 广州地铁十一号线 6 标段项目监理部总监林炳周已于 2017 年 11 月办理了退休手续，一直以返聘人员的身份担任该项目总监，到 2019 年 6 月该公司才着手实施总监变更手续，2019 年 6 月份起由陈仁接替林炳周担任项目总监，履行总监职责，业主虽已同意，但至事发前变更手续仍未完成，导致陈仁不具备法定签名资格，没有任命书。

其诫勉处理。

（8）高建国，广州地铁十一号线建管部总工，对施工单位施工方案监督检查不到位等问题负有直接领导责任，建议由广州地铁集团给予其党内警告、行政记过处分。

（9）尹晓亮，广州地铁十一号线建管部项目工程师（业主代表），对施工单位监督检查不到位等问题负有直接责任，建议由广州地铁集团给予其行政警告处分。

2.监管部门人员

（1）张向华，广州市市政工程安全质量监督站副站长，建议责令书面向市交通运输局检查。

（2）麦志坚，广州市市政工程安全质量监督站二级调研员，建议责令书面向市政监督站检查。

（3）王同清，广州市市政工程安全质量监督站监督检查四部部长， 建议责令书面向市政监督站检查。

（4）李雄祥，广州市市政工程安全质量监督站二级主任科员，沙河站工地监督小组组长，建议给予诫勉处理。

（5）袁广尧，广州市市政工程安全质量监督站一级主任科员，沙河站工地监督小组组员，建议给予诫勉处理。

(四) 其他建议

1.建议责成中铁五局集团有限公司向中国中铁股份有限公司作出深刻检查，认真总结和吸取事故教训，加强和改进本单位及所属企业安全生产和应急管理工作。

2.建议责成广州地铁集团有限公司向市委、市政府作出深刻检查，认真总结和吸取事故教训，进一步加强和改进轨道交通工

程施工安全生产和应急管理工作。

五、 事故主要教训

（一）参建各方没有牢固树立安全发展理念，没有把安全发展贯穿施工全过程。相关参建单位在项目施工过程中，没有正确处理安全与工期、效益的关系，总是把工期、效益放在第一位，反映出相关参建单位没有牢固树立以人民为中心的发展理念，没有坚守“发展决不能以牺牲人的生命为代价”的安全生产红线，生命至上的安全发展意识不强。如在沙河站的施工过程中，建设单位由于受路面环境的影响，勘察未能按设计计划完成全部勘察点，地下地质构成未完全掌握，设计图纸已然通过强审并出具蓝图，而施工方在此情况下，未按照施工设计图要求组织落实全面地质详勘，也未坚持使用超前地质勘探，冒险开工。

（二）城市轨道交通发展受限于地表现状，难以完成详细地质勘察。广州市城市轨道交通工程建设规模大、点多面广，且基本部署在城市建成区，楼房密布、交通拥挤、人流量大、地下管线密集交错，线路工程地质勘察受到多种因素的制约，难以完全按图施工，致使后面的设计、施工、运营缺乏可靠的地质资料支撑，是地质勘测工作的难题。地下地质结构有极强的隐蔽性，须保证勘察到位，尤其是重点工区、工段，必须进行有效的勘探控制，保障勘察探测到位，保障地下轨道交通工程建设的安全。同时，勘察成果的审核把关和评审验收是地下工程建设的关键环节，须坚守原则，杜绝地质勘察存在较大盲区，尤其是地下人工开挖地段的站点工程必须保证有足够的勘察控制，须杜绝地下工程建设链条中把关键问题层层传递给施工环节。

（三）参建各方对复杂地质条件下的施工安全风险意识淡薄、措施不力。在1#竖井横通道施工过程中，由于施工设计图中探孔的地质条件较好，且施工前期的地质也验证了“地质较好”的假象，以至于参建单位普遍盲目乐观，认为施工过程中堵漏是较为常见的情况，未能及时采取有效措施，调整施工方案，采取更为稳妥的施工方式。安全风险辨识不全面，井下施工未能辨识出可能引起的地面塌陷等风险。

（四）施工监理单位履职不到位，行业监管有待加强。项目监理单位未履行安全生产主体责任，监理工作缺乏较真碰硬的工作作风，在施工单位未有效探明地质条件的前提前开工建设没有有效制止，对前两次施工中发现的异常没有引起高度重视，督促施工单位及时调整施工方案，未按监理细则要求落实旁站监督，安排非工作日监理人员不合理，事发当天仅安排2名监理员值班。行业监管发现问题、解决问题的能力有待加强，对于地质条件未探明、监理缺位、应急联动机制不健全等问题隐患未能及时发现和有效排除。监管力量薄弱，日常监督检查不到位，重点监督检查不突出，安全风险预判主动性不强。

（五）参建各方应急响应机制不健全，应急联络通讯不可靠。横通道施工过程中，现场施工员发现掌子面漏水后，有效组织了施工人员安全撤离，并按程序报告了施工方值班领导，未造成井下人员的伤亡。地面值班领导在接到情况报告后，依程序启动了应急预案，但是，应急预案中并未包含封堵掌子面上方路面的内容，也未调集人员加强警戒，以至于直接造成正常行驶的车辆和人员掉落塌陷区域。同时，井下也未配置可靠的通讯设备保障与

地面指挥部的联络，在无法保证手机信号稳定性的前提下，仅靠手机联络，在紧急情况下，无法及时处置，耽误处置良机。

六、 事故防范措施建议

事故发生后，市委、市政府迅速部署吸取事故教训、加强建筑施工安全生产工作的有力措施，12 月 11 日上午，市长主持召开会议，专题研究部署应对措施。市交通运输局发出紧急通知，要求全市在建交通建设项目（公路、城市道路、城市轨道交通项目）开展危大工程的风险和隐患排查、建立健全安全隐患排查及整改台账，坚持不留死角、不留盲区、不走过场、边查边改，切实做到安全隐患整改到位。市规划和自然资源局牵头委托广州市地质调查院，对广州市在建地下轨道交通线路地质安全进行全面评价，提出防范对策建议。

各有关地区、部门和单位要认真吸取本次事故的惨痛教训，采取有效措施，加强源头管理，理顺体制机制，全面提升城市轨道交通建设安全生产水平，坚决防范遏制重特大事故发生，为广州实现老城市新活力营造良好的安全生产环境。

（一）深刻吸取教训，进一步绷紧安全生产这根弦。深刻吸取事故教训，全面排查、梳理工程安全风险评估情况，科学分析安全风险类别、数量及分布情况，重点辨识重点环节、重点领域的重大安全风险。针对辨识出的安全风险，制定相应的管理措施和技术措施，实行分级、动态管控。针对风险性较大的施工，实施精细化管控，及时发现事故苗头性情况，及时作出预警，及时采取有效处置措施。认真研究建设工程地质安全工作中存在的问题，补短板、强弱项，时刻绷紧安全生产这根弦，做到常抓不懈、

警钟长鸣，切实把各项安全生产制度措施落到实处，坚决打好建设工程安全生产这场攻坚战、持久战。

（二）建立联动机制，从源头上遏制轨道交通项目工程建设安全风险。由市交通运输局牵头，抓紧研究制订重要道路勘察占道和地下交通施工等预告、预警、应急、救援联动工作机制，在选址、设计、勘察等环节落实风险评估“三同步”， 落实安全生产“全生命周期”管理，加强水文地质勘察工作，全面识别地质风险，对特殊地质条件要组织专项勘察，深入分析地质条件对工程安全的影响，保障重要道路地上地下人员、建筑物安全，切实提高人民群众安全感和幸福感，为工程建设推进创造有利条件。由市住房和城乡建设局牵头会市规划和自然资源局、市交通运输局等单位，抓紧梳理我市现有工程地质勘察方面的法律法规和规章制度，按照“放管服”精神精简相关手续，并明确工程地质勘察工作属地相关责任，确保各项建设工程勘察工作顺利推进，从源头上辨识风险，全过程控制风险，严防风险演变、隐患升级导致安全事故发生。

(三)坚持问题导向，切实强化涉地质复杂地段施工管控。由市规划和自然资源局牵头负责，在前期工作基础上，进一步深化对全市在建地铁线路地质安全风险的分析研判，委托相关机构，对全市地质做一次全面调查，通过“多规合一”平台，及时将相关基础地质调查和地质灾害详细勘查成果，提供有关部门和单位共享使用。由行业主管部门负责重新组织对全市建设工程规划、勘察、设计、施工等建设及运营管理全过程进行风险评估，切实强化风险管控，进一步细化风险识别、风险评估、应急预案制订等

工作，实现各种矛盾、问题和风险“预见在先，化解在前”。严格落实各方责任，建设单位全面落实安全生产首要责任，提供符合施工条件的施工场地，协调解决施工现场各施工单位及毗邻区域内影响施工安全的问题；勘察、设计单位要按标准及合同约定进行勘察、设计，对建设工程的勘察、设计质量负责；施工单位落实主体责任，配齐安全管理人员，定期对施工现场进行安全检查，消除安全隐患；监理单位要认真落实安全监管职责，切实做好施工关键环节、关键工序的旁站监理工作，及时巡查现场安全状况。

（四）完善地铁保护机制，加强行业安全监管和执法。由市交通运输局作为地铁保护归口监管部门和执法部门，负责统筹地铁保护监管和执法工作，严厉查处不按规定编制、审核、论证、执行施工方案，不按规定进行材料查验、资格审核、技术交底、搭设验收、混凝土浇筑等违法违规行为，及时消除重大安全隐患，并按程序修订完善相关规章制度。由市交通运输局牵头会市住房和城乡建设局、广州地铁集团，开展地铁巷道施工防坍塌、透水安全技术研究；研究制订道路挖掘、钻探等工程的行政审批流程，研究优化地铁保护的监督管理制度；同时，加大对基坑、暗挖工程、人工挖孔桩等危大工程，以及城市轨道交通工程的监管力度，加强施工监测和第三方监测预报预警；提升安全科技支撑能力，建设视频监控系统、现场门禁管理系统、安全监测预警系统，强化对深基坑、高支模、起重机械、地下暗挖等危险性较大分部分项工程及关键工序、工艺的过程控制。

（五）完善工作机制，全面提升应急处置能力。市交通运输局、广州地铁集团牵头，总结突发事件应急处置经验，分析应急

预案实施中的问题，在充分风险评估与应急资源调查的基础上，修订完善专项应急预案、部门应急预案、现场处置方案等预案、方案；编制应急预案操作手册、应急处置明白卡、应急处置流程图，提高应急预案的针对性、实用性和可操作性。建立健全地下地上应急联络措施，在作业现场配备充足应急物资与设备，确保险情发生后第一时间开展应急处置。组织开展应急预案宣传培训，常态化开展应急演练，切实增强应急管理人员、一线施工人员实施应急预案意识，提升突发事件防范处置能力。由市交通运输局、广州地铁集团负责，进一步强化应急管理，加强与各级（地）、各部门协同联动，各应急救援、支援部门，要优化救援专家、救援队伍、救援装备协调调动机制，整合相关力量和社会资源，完善应急救援联动机制，在组织、协调、指挥、调度相关联动单位上形成合力，常态化开展应急演练，提高应急救援能力。