

# 国道 109 新线高速公路饮马鞍隧道“3·14” 坍塌事故（事件）调查报告

2023 年 3 月 14 日 18 时 55 分，国道 109 新线高速公路饮马鞍隧道 2 号斜井右线小里程二衬端头处初支出现坍塌，坍塌里程 AK32+810～AK32+783，坍塌长约 27m、宽约 17m、高约 7m，塌方量约 3000m<sup>3</sup>，封堵了二衬端头至掌子面的通道，导致正在防水板作业区域施工的 2 名作业人员失联（后经确认死亡）。

事故发生后，殷勇市长第一时间作出批示，要求“全力抢救受困人员，注意防范次生风险，确保救援人员安全。”14 日 23 时 30 分，李志杰副秘书长、市交通委、市应急局、市救援总队、门头沟区政府等相关单位负责同志赶赴现场召开会议，组织调度救援行动，并成立市交通委牵头、门头沟区、中国中铁股份公司组成的现场救援总指挥部。15 日 17 时，高朋副市长赴现场指导救援工作，要求“救人、救援、安全同步实现。”门头沟区委书记喻华锋、区委副书记、区长吕晨飞、区委常委、常务副区长庆兆珅、副区长朱凯等区委、区政府领导多次赶赴现场指导抢险救援工作。3 月 18 日市安委会下达了《关于门头沟区“3·14”事故挂牌督办的通知》（京安通【2023】1 号）。

根据市、区领导批示、指示精神，及《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 493 号）有关规定，门头沟区迅速成立事故调查组。区应急局领导第一时间带队赶赴现场了解情况，全力配合现场救援总指挥部做好应急救援各项工作，为确保及时了解第一手资料，区应急局会同区公安分局在事发现场持续盯守 14 个昼夜。同时，因事故原因复杂且专业性极强，区应急局特报请区政府成立了由各相关领域专家组成的事故调查专家组。截至目前，调查组相关人员已查阅责任单位提供的各类文件资料 9000 余页，调查询问相关人员合计 19 人，并委托北京建筑大学对隧道施工的水泥、锚杆等重要材料进行专门检测；专家组也采取联席会议、技术论证、现场勘查、数据建模等手段

复原事故发生经过。目前，调查组已查明了事故原因、认定了事故性质，针对事故暴露出的问题提出了防范措施。现将有关情况报告如下：

## 一、工程基本情况

### （一）工程概况

国道 109 新线高速公路（西六环-市界段）经门头沟区妙峰山、王平、雁翅、斋堂、清水，出市界接河北省张涿高速公路，路线全长 65.492 公里。国道 109 新线高速公路项目五工区饮马鞍隧道（如图 1 所示）为双洞分离式隧道，隧道左线长 6572.5m，右线长 6611m，在里程 AK30+950 和 AK33+396 处设置 2 座斜井，斜井长度分别为 138.25m 和 248.25m。饮马鞍隧道开挖标准断面宽 16.96m×高 11.55m，面积约 158.3m<sup>2</sup>。



国道 109 新线高速公路饮马鞍隧道位置图

### （二）工程地质条件

国道 109 新线高速公路项目五工区（饮马鞍隧道）经过门头沟区的蒙古高原向华北平原过渡地带，是北京西山核心部分，线路穿越区整体地貌类型属山地地貌，沿线海拔一般为 900~1500m，山坡地形陡峻，坡度在 20°~50° 之间，属于中山区。

工程场地大地构造位置处于燕山台褶带—西山迭拗褶之青白口中

穹褶及门头沟迭陷褶构造单元内及其结合部，主体构造格局由断裂构造和褶皱构造相互组合而成。高速公路沿线主要发育九龙山—香峪向斜、髫髻山下伏复式向斜和百花山—庙安岭复式向斜等褶皱构造，并主要分布 40 条不同规模的断层，其中有 26 条断层分别与在建隧道小角度相交、斜交或正交。

## 二、事发经过及应急救援情况

### （一）事发经过

3 月 14 日 18:40 许，林某泉、李某革及连某科在位于隧道内 AK32+803 处的防水台架处做施工准备。18:44，林某泉安排连某科去开通风机，连某科随即爬下防水台架并向洞外走去，李某革留在台架上继续进行准备工作，林某泉在台架下方进行指挥。当连某科走下防水台架，并走出约 10m 远到达衬砌台车下中间部位时，后方防水作业台架顶部的初期支护突然坍塌，将李某革，林某泉埋压造成失联。

事发后，由于现场手机无信号，连某科立即骑摩托车到隧道三岔口处电话告知其劳务队现场负责人高某；高某接报后，随即驱车前往事发地点，并于 19:00 向项目副经理冯某汇报，此时冯某正与项目经理刘某平在一起；刘某平接到现场报告后，立即组织项目部相关管理人员奔赴现场，于 19:05 到达事发地点，迅速启动应急救援工作，并于 19:08 电话上报中铁二局第四工程有限公司总经理陈某。

3 月 14 日 21 时 5 分，区应急局接国道 109 新线高速公路总包部报：国道 109 新线高速公路五工区饮马鞍隧道发生坍塌，疑似有人被埋。接报后，区应急局立即会同公安部门赶赴现场处置，同时协调雁翅镇前往现场协助处置。

### （二）应急救援

3 月 15 日凌晨，在专家组的论证指导下，现场救援采取直接清渣方案。3 月 15 日 18:07 再次发生大面积坍塌，预估坍塌体 1500m<sup>3</sup>，已清出坍塌体位置全部填满同时将二衬台车向外挤出两米左右，未发生坍塌的隧道左洞相同位置观测到明显裂纹，为安全起见专家组要求立即

停止清渣作业，并连夜重新研讨应急救援方案。

3月16日01时17分，经专家组论证，鉴于坍塌腔体稳定状态恶化，次生灾害的可控性降低，直接清渣方案已不可行，调整为“大管棚+导洞”的救援方案，并对左线正洞相邻段加强监测，根据监测结果采取相应措施。

3月16日至3月24日，右线小里程中导洞累计开挖26m，累计完成30榀型钢拱架安装，累计出渣31车，约350方。考虑中导洞整体稳定性等情况停止继续开挖。

3月25日，开始采用大口径救援钻机打通坍塌体。

3月26日，中午由2名救援人员通过套管，携带探照灯和摄像机，探查坍塌体前方情况，搜寻后未能发现失联人员，初步判定2名失联人员位于坍塌体内。

3月26日至27日按照搜救犬指示大概位置向两侧开挖横导洞，左洞进尺2m，右洞进尺2.5m均未发现失联人员。

3月27日20时，因现场中导洞拱架有变形情况且过程中仍有坍塌情况发生，为确保安全，现场救援总指挥部下达指令撤出人员，重新制定方案。

3月28日晚，现场救援指挥部决定转序，采取搜寻失联人员与工程消险治理相结合的处理方案。方案施工内容包括：中导洞回填封闭，退出二次衬砌台车，施作止浆墙，坍塌体注浆固结，施作大管棚，开挖坍塌体并搜寻失联人员。

4月27日早上8时55分，在2号斜井右线小里程方向距A1K32+810二衬端头6.25m、横向距右侧边墙4.3m处发现一名失联人员（已遇难）。

4月28日中午12时50分，在2号斜井右线小里程方向距A1K32+810二衬端头6.5m、横向距左侧边墙4.5m处发现第二名失联人员（已遇难）。

5月1日开始进行AK32+806.5～AK32+794.5段二衬施工，5月6日完成混凝土浇注，确保坍塌方段稳定。

5月9日上午，组织专家召开饮马鞍隧道工程消险治理坍体第二段开挖方案评审会，经专家讨论决定施工小导洞作为通道，回填封闭前方新增小坍腔，加固坍体后再行施作第三序管棚，再继续对坍体进行开挖支护。

5月10日平整场地后，开始施工 AK32+790.5 ~ AK32+786.5 段小导洞，探明前方二次坍腔体情况，5月14日完成对二次坍腔洞渣及混凝土回填。

5月15日开始管棚钻孔施工，在拱顶 120° 范围设置超前大管棚，间距 40cm，管棚采用  $\phi 108\text{mm}$ 、壁厚 6mm 的无缝钢管，5月19日8时完成 AK32+790.5 ~ AK32+764.5 第三序管棚孔位钻进、注浆施工。

5月19日11时开始 AK32+790 ~ AK32+781.5 段上台阶开挖支护，5月24日完成。

5月24日开始第四序管棚钻孔施工，在拱顶 120° 范围设置超前大管棚，间距 40cm，管棚采用  $\phi 108\text{mm}$ 、壁厚 6mm 的无缝钢管，5月27日完成 AK32+781.5 ~ AK32+756.5 管棚孔位钻进、注浆施工。

5月27日19时开始 AK32+781.5 ~ AK32+775 开挖及支护，5月30日18时坍体上台阶贯通。

5月30日19时10分开始 AK32+775 ~ AK32+752 初期支护上台阶换拱，6月11日13时30分完成；5月30日15时开始 AK32+793 ~ AK32+752 下台阶开挖及支护，6月16日完成。

6月12日上午11时开始第二板二衬施工，6月16日19时完成 AK32+794.5 ~ AK32+782.5 段二衬混凝土浇筑。

6月17日开始坍体影响段初支加固，7月1日完成 AK32+752 ~ AK32+666 段方木竖撑加固、AK32+752 ~ AK32+735 段锁脚加强、径向注浆，于7月9日开始下台阶施工、仰拱、二衬施工。

截至7月24日下台阶右侧开挖支护至 AK32+729.6 处；下台阶左侧开挖支护至 AK32+702.4 处、仰拱施工至 AK32+746 处、二衬施工至 AK32+782.5，隧道已恢复正常施工。

### （三）伤亡人员

死者李某革，男，55岁，汉族，重庆人；死者林某泉，男，52岁，汉族，福建人。目前，2名遇难人员已通过DNA比对确认了身份，善后事宜已妥善解决，家属情绪稳定并已离京。

### （四）应急救援评估结论

此次事故救援，市、区领导靠前指挥、科学决策，现场指挥部组织协调全国多家救援专业队伍及知名专家等各方面力量开展科学救援、安全施救。各方救援力量日夜奋战，现场救援处置措施得当，信息发布及时，善后工作有序。调查认为，本次事故应急救援处置总体有力、有序、有效，应急响应程序合法，符合应急处置措施程序及要求。

## 三、坍塌原因及事故性质

### （一）坍塌原因

1、F16断层以30°倾角沿隧道轴线从大桩号向小桩号展布，且岩体破碎，隧道顶拱上方闪长玢岩厚度较小且向小桩号逐渐变薄，复杂地质条件是隧道发生突然坍塌的内在因素。

2、隧道穿越山体地下水量丰富且地下水位较高，地温变化引发的冻融作用是事故洞段发生坍塌的诱发因素。

3、长期地下水流动造成了较大范围内破碎岩体进一步弱化，使得围岩破坏逐渐由隧道周边向外发展，初期破坏较为轻微而后期破坏使其与围岩出现离层，均不易察觉，随着破坏累积导致深层围岩突然性的大范围垮塌，是引起隧道坍塌的直接原因。

### （二）性质认定

综上，此次隧道坍塌属于由地质条件极端复杂、围岩松散破碎且在冻融诱发作用下的突发灾害事件。

## 四、主要建议

1、区政府各相关部门、镇街要进一步提升对突发事件、灾害、事件的认知范围及处置能力。此次突发事件的发生虽然属于在现有条件

下人为难以预见和防控，但此次事件也给予了我们重要的教训和提醒，各单位要在原有安全监管职责基础上，从“大安全”角度着眼，扩展安全监管外沿，提升对风险的预见能力，要尽可能地预见自然灾害等各类突发事件发生的可能性以及危害后果等，并提前做好应对措施。同时，各相关部门、单位要充分认识海河“23·7”流域性特大洪水对我区安全形势产生的深刻影响，全力做好安全生产各项工作，为我区灾后重建营造安全稳定环境。

2、中国中铁股份有限公司作为中央管理企业，是国道109新线高速公路建设的重要力量；但从国道109新线建设以来，各类事故时有发生，包括生产安全事故、交通事故、火灾事故及此次灾害突发事件等，暴露出中国中铁公司作为大型央企，在安全生产管理及应急管理方面依然存在不足。中国中铁公司要深刻认识到作为央企在落实国家安全发展理念上所肩负的重要责任，要深刻吸收国道109新线建设以来各类事故的惨痛教训，要进一步提升对风险隐患的识别管控能力；要在技术装备、人才队伍建设等全方面进行提升，提高企业本质安全；要不断总结经验教训，推动企业安全生产管理、技术水平的进步，全力扼制事故发生。

3、中铁京西(北京)高速公路发展有限公司，要深刻吸取此次事件教训，同时结合海河“23·7”流域性特大洪水对各工区的不利影响，**对109新线高速公路工程全线各工区全面开展安全隐患（包括自然灾害风险等）排查整改工作，并将排查整改工作报区应急局备案。**隐患排查整改工作做到以下要求：一是要对同类型隐患进行排查评估后恢复施工，并在竣工前进行针对性验收；二是全面分析地层条件下可能出现的塌方类型、位置及范围；三是锚杆等相关支护参数应当合理，同时保证施作质量；四是初支形成后及时进行初支背后空洞探测，若发现接触不良或初支结构渗水情况，应及时进行补充注浆，对变形没有收敛的位置宜施作径向注浆；五是结合地质勘测结果，在复杂地质段（不良地质与地质突变段）及时开展地质预报工作，并对可能出现

的工程风险进行预测；六是针对不良地质易于出现塌方的条件，应制定细致的安全施工方案，并认真落实；七是加强施工过程中安全管理措施的落实。

4、事发饮马鞍隧道所属五工区（中铁二局第四工程有限公司），要深刻吸取此次事故教训：一是严格落实上述对中铁京西公司7点工作要求；二是对此次出现塌方的点位及周边，进一步深入细致进行地质探测，在确保地质条件稳固后，方可进行空顶回填及相关工作；三是对工区所辖全部施工隧道、桥梁进行地质结构稳定性排查及安全隐患排查，发现问题及时处理，确保施工环境整体安全稳定；四是加强施工作业过程中的动态安全管理，随时监测地质条件变化，加强现场作业安全巡查，确保现场作业环境、机械设备、人员行为等各方因素安全稳定；五是结合海河“23·7”流域性特大洪水的不利影响，做好防范措施，在后续施工过程中严防次生灾害、事故。

5、北京市交通委作为行业主管部门，应加强对国道109新线高速公路工程安全监管工作，严格督促109新线工程各施工单位严格落实安全生产各项规章制度，确保施工项目安全稳定；同时，建议市交通委组织协调勘察、设计单位对109新线工程的地质条件监测、施工措施改进等相关工作给予支持帮助。

门头沟区“3·14”事故调查组  
2023年9月