

# 城市轨道交通工程勘察安全管理控制措施

华晓滨

( 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉//高级工程师)

**摘 要** 结合合肥轨道交通 3 号线工程勘察, 阐述了城市轨道交通勘察危险源的识别、分析和保护措施, 总结了在地下管线密集、地面交通繁忙的复杂环境和勘探时间有限的情况下如何确保勘察安全的管理控制措施和经验。

**关键词** 城市轨道交通; 勘察安全; 管理控制

**中图分类号** TU412: U231

**DOI:**10. 16037/j. 1007 - 869x. 2019. 04. 025

## Safety Control Countermeasure of Engineering Survey in Urban Rail Transit

HUA Xiaobin

**Abstract** Based on a survey of urban rail transit Line 3 in Hefei City, the identification, analysis of the hazard sources in traffic survey and protection measures are elaborated. Survey safety control measures and experiences in the complex environments, such as the dense underground pipelines, complex environment of the busy traffic and limited period of the exploration are summarized.

**Key words** urban rail transit; survey safety; management and control

**Author's address** China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. , Ltd. , 430063, Wuhan, China

城市轨道交通建设的热潮推动了工程勘察行业的发展。工程勘察主要是外业勘探工作。通过过硬的勘察安全管控技术, 合理缩短勘察周期, 有效解决勘察安全、质量和进度之间日益突出的矛盾, 对提高城市轨道交通建设的速度, 确保工程建设顺利进行起着至关重要的作用。因此, 勘察安全管理控制也逐渐成为城市行政主管部门和建设单位关注的问题。

### 1 项目概况

合肥轨道交通 1、2 号线已于 2017 年建成通车, 3、4、5 号线正在施工中。

合肥轨道交通 3 号线( 以下简为“3 号线”) 起于方兴大道站, 沿翡翠路、天鹅湖、潜山路、临泉路、

火车站站前路、北二环路、文忠路敷设, 终至相城路。全线长 37. 3 km, 设有 33 座车站、1 座车辆段及 1 个停车场。该线具有线路穿越老城区、线路长、地下管线复杂等特点, 有 11 处涉及铁路线路、7 处下穿河湖, 工程情况复杂。

#### 1. 1 主要勘察工作量

3 号线勘察工作主要内容及工作量见表 1。

表 1 合肥 3 号线主要勘察工作情况

勘察工作内容	孔数/孔	孔深/m
工程钻探孔	2 292	87 821
水文地质钻探孔	14	860
静力触探	52	704
旁压试验孔	23	
波速测试孔	134	4 816
电阻率测试	112	1 238
孔口管线探测	2 658	
因地下管线原因重复开孔	261	

#### 1. 2 工程地质概况及水文地质特征

3 号线工程沿线主要经过南淝河一、二级阶地, 地层由上到下依次有 6 个岩土单元层: ① 第四纪人工填土层( $Q_4^{ml}$ ), 以杂填土为主; ② 第四纪全新世沉积层( $Q_4^{al+pl}$ ), 以河流冲洪积相黏性土为主, 局部有粉土、粉砂存在; ③ 第四纪晚更新世冲洪积层( $Q_3^{al+pl}$ ), 黏性土; ④ 第四纪残积层( $Q^{el}$ ), 黏性土; ⑤ 白垩系上统张桥组( $K_{2z}$ ), 泥质砂岩; ⑥ 侏罗系上统周公山组( $J_{3z}$ ), 砂岩。

合肥地区地下水类型按赋存条件主要分为上层滞水、潜水、承压水和碎屑岩基岩裂隙水。除粉土粉砂层和局部基岩风化层的水量较丰富外, 大部分岩土层地下水不发育, 对修建地下工程有利。

#### 1. 3 勘察环境的要求

建设单位、管线单位及管理部门的要求有:

(1) 为不影响市内交通, 勘探作业只能占用 1 条车道, 作业时间为 8:00—20:30。应尽量避免在

车流高峰期进行勘探作业。

(2) 确保施工现场人员的自身安全。

(3) 确保施工现场的交通畅通和过往车辆及行人安全,无较大安全事故。

(4) 确保各类市政设施(各类管线和道路)正常运行,控制损伤达到最低限度。

(5) 确保施工路线环境少污染,实现勘探现场文明、高效、安全、有序可控。

## 2 识别危险源

### 2.1 主要危险源及安全事故隐患

现场勘察人员应进行周边环境因素和危险源识别<sup>[1-2]</sup>。

外部环境影响勘探安全的主要危险源包括:道路交通、高空或地下电力管线、高空坠物、城市地下蜘蛛网状的各类地下管线。

勘探工作对周边环境和城市居民工作、生活可能造成的安全事故有:对行人及施工人员的 人身伤害事故,破坏地下输电线路而引起触电、停电等事故,破坏通信光缆造成的各类通信故障事故,破坏燃气管道造成的燃气泄漏、中毒和爆炸事故,破坏供排水管线造成供水中断事故或污水蔓延阻碍交通事故等。

经综合权衡比较,地下的电力、燃气管线和国防光缆是勘察工作中必须首先识别的重要危险源。

### 2.2 安全事故隐患的分析

安全事故隐患按对象及空间主要可分为 3 类:

(1) 人员及设施:施工因素造成的来往行人、施工人员人身伤害和车辆交通安全事故;各类施工设备造成的施工人员人身伤害和设备损坏事故;施工时高空作业、高空坠物造成的人身伤害事故;施工人员穿梭于各施工点间的交通安全事故等。

(2) 高空和地面:勘察沿线上空架设的各类通信光缆及高(低)压输变电路被破坏造成的停电、触电及火灾事故,勘探塔架触碰空中电力及其它线路引发的人身安全和地面交通事故,道路交通标志被破坏造成的交通事故,夜间勘探防护措施不到位引发的车辆碰撞勘探设施事故等。

(3) 地下:地下输电供电线路被破坏引起的停电、触电及火灾事故,地下通信光缆被破坏造成的各类通信故障事故,煤气管道被破坏引起的煤气泄漏火灾、中毒事故,供排水管道破裂造成的供水中断、道路淹没、污水漫延等引发交通堵塞事故及环

境污染事故。

## 3 勘察安全组织与管控

勘察工作的各级主管部门非常重视勘察质量和勘探安全。建设单位牵头组织了相关部门的协调会。勘察单位严格执行相关的质量、环境和职业健康安全管理体系文件,积极响应建设单位“勘察前策划,勘察中控制,勘察后总结”的总体要求,制定有针对性的勘察安全组织与管理控制措施。

### 3.1 勘察安全管理体系

勘察安全管理体系检查重点主要集中在勘察单位具体实施作业上。勘察单位作为安全生产的管理主体,负责现场踏勘、资料收集、勘察方案制定、安全监管制度制定、应急预案编制和人员设备投入等多方面的综合工作,并进行勘察安全体系检查评价(见表 2)。

表 2 岩土工程勘察安全体系检查评价表

管理部门		检查与评价内容
建设单位		1. 勘察大纲及施工组织方案; 2. 勘察应急预案; 3. 各种施工许可证(市政、交警等部门)是否齐全
	管理层	1. 安全管理制度是否健全; 2. 投入安全保护设备是否足够,措施是否得当; 3. 应急措施是否可行; 4. 项目负责人现场踏勘; 5. 场地附近资料收集是否齐全; 6. 勘察手段选择是否合理,是否考虑周边环境
勘察单位	操作层人员	1. 勘察人员是否经过安全教育培训,尤其是特定环境下(水域、城市道路、夜间); 2. 个人防护用品是否正确使用,操作是否规范; 3. 是否有酒后上岗,现场是否有安全员
	操作层机械	1. 塔架运输与架设是否安全规范; 2. 各种钻探设备是否正常使用
	操作层环境	1. 周边建(构)筑物、管线调查是否详细; 2. 施工围挡、警示标示是否满足安全施工要求; 3. 夜间施工是否设置警示灯; 4. 现场泥浆、弃土转运是否满足文明施工要求; 5. 勘探孔封孔是否满足安全和主管部门的要求
勘察监理单位		受建设单位合同委托,全面监督现场安全、质量、文明施工

### 3.2 勘察前期筹划

勘察前期筹划工作尤其必要。

#### 3.2.1 及时成立勘察机构、责任明确到人

针对城市轨道交通工程勘察的特点,成立了现场勘察项目部,并组建安全管控组、外部协调组、质量管控组。管理人员长驻勘察现场,专人专机负责开孔,控制勘探工作的各个环节,将勘探安全和质

量的责任落实到人。确保在整个勘察过程中,对项目始终做到科学组织、管理有序、过程可控。

### 3.2.2 收集地下管线资料

保护勘探范围地下管线安全是勘察工作的重点。沿线地下管线调查和探测是勘探前必须完成的工作。安排专人到燃气、电力、热力及通信等管线部门,尽可能收集到沿线地下管线资料,分类绘图后,结合勘探孔的实际孔位,现场逐孔比对核实,并邀请管线部门到现场对接交底,使发现的问题能及时处理。

### 3.2.3 完善勘探作业审批(许可)手续

勘察单位接到任务后,及时准备相关资料,分别报送建设单位、城管、市政、交警等部门申请临时占道审批,与电力、国防光缆、燃气、通信、给水等管线产权单位联系现场踏勘,进行管线交底,并签订安全保护协议,明确各方责任,获得勘探许可,并合理安排勘探作业顺序,将勘探作业对路面交通安全的影响控制到最低。

### 3.2.4 学习其他城市勘察安全经验

曾先后到上海、南京、杭州、武汉等城市考察,学习勘察过程中遇到的安全问题和解决方案,收集国内多个城市的轨道交通工程的勘察安全、经验教训。与3号线涉及到的线路、建筑、管线调查、物探等专业部门反复沟通,听取其对勘察安全的指导意见,以制定针对性的管理控制措施。

### 3.2.5 安全培训和现场交底会

做好各项开工准备后,组织现场管理、技术、协调和操作等人员参加专门针对勘探现场的安全培训和交底会。邀请专门的安全培训员讲课,对全体参与人员进行环境安全健康的培训教育,并报建设单位登记备案。

## 3.3 安全技术措施和过程控制

在做好一系列危险源的识别和安全隐患的分析判别等前期准备工作的基础上,切实制定稳妥的安全技术措施,并分别从现场管理人员、安全员和勘探人员的现场管理控制上落实安全技术措施<sup>[3]</sup>,规范和管理每位参与者的行为,真正做到“措施到位、隐患可查、过程可控、违者必究”。

(1) 孔口管线探测。地下管线资料在勘察布孔和现场放孔工作中起关键的指导作用。在确定勘探孔位置、实施开孔前,需进行孔口管线探测,以确保孔位下无地下管线方可开孔。

(2) 专人负责,专机开孔。勘察开孔过程严格

执行避开管线的开孔程序<sup>[4]</sup>。开孔安全是做好勘探安全工作的重点。选择责任心强、业务能力高的技术员专人专机开孔。开孔采用洛阳铲或人工开挖至地下3 m。具体步骤如图1所示。

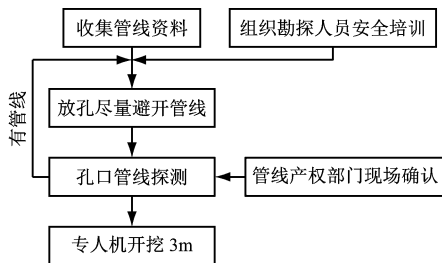


图1 专人专机开孔步骤示意图

(3) 严格的过程控制。严格的现场管理控制是确保勘探过程安全质量的重要环节。勘探期间,现场管理人员不停来回巡检,严保勘探安全和文明施工;技术管理人员负责控制勘探质量和进度。工作人员各司其职、各负其责,发现问题及时沟通处理,遇到特殊问题立即上报。

## 3.4 安全保障措施

项目负责人应长期从事邻近既有运营铁路和地铁项目的勘察设计工作,勘察经验丰富,风险意识强,对城市轨道交通勘察策划有前瞻性。

采用的安全保障措施为:① 选择人数充足、经验丰富、责任心强的现场管理人员,并做好“传、帮、带”工作;② 选择经验丰富的机(班)长,专人专机开孔;③ 重点管理控制安全隐患大、地下管线复杂、周边环境风险等级高的复杂地段;④ 阶段性地组织安全质量交流会,及时发现问题、分析问题、解决问题。

## 3.5 应急预案

提前制定《轨道交通勘察突发事件应急处理预案》<sup>[5]</sup>,成立应急处理小组,以及时处理勘探过程中出现的急、难、险问题;向每个现场管理人员和班组发放应急报警通信录。一旦发生突发事件,尤其是地下管线事故,现场负责人应立即按应急预案采取紧急措施,使报警、救护、现场保护和事故抢险有条不紊地启动,将事故危害降低到最低限度,确保将勘察工作对城市居民生活的影响降低到最低程度。

## 4 经验总结

(1) 专门选择有经验的机组负责勘探开孔,尽管人员和资金的投入会增加,但成效显著,措施创

(下转第108页)

的缓解按钮来缓解全车的紧急制动。非零速时,紧急制动一旦触发,就不允许被缓解。

### 3.6 停放制动施加

停放制动施加逻辑图如图 8 所示。

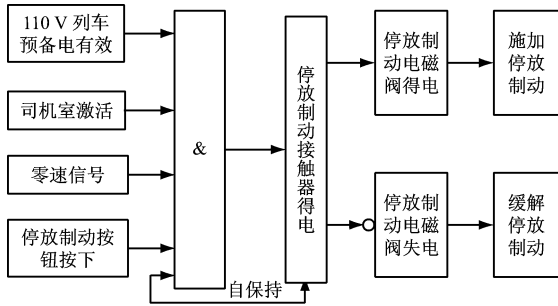


图 8 停放制动施加逻辑图

停放制动力应能使 1 列超荷负载(9 人/m<sup>2</sup>)的列车停放在干燥清洁的最大坡度线路上。

在每个司机台上,设置一个自锁按钮用于停放制动的施加和缓解。在列车零速状态下,按下该按钮,将使停放制动电磁阀得电;如果此时没有施加常用制动,则将施加停放制动。若该按钮弹起,则停放制动缓解。当所有停放制动都缓解后,带灯按钮点亮。

除了人工施加停放制动外,当总风压力低于一定值时,停放制动也会通过弹簧自动施加。

### 3.7 保持制动施加

列车具有保持制动功能,该功能可防止列车在坡道上停车时溜车。保持制动是常用电制动及空气制动的一部分功能,具有载荷补偿作用。根据线

路最大坡度及最大载荷,可计算出保持制动力与最大常用制动力的比例关系。当然,若有更大的制动力需求,将按更大的制动力来施加。

通常在 ATO(列车自动运行)模式下,应保持制动施加。根据列车的零速状态,且在无牵引指令时由 ATO 施加控制。为防止溜车,列车制动控制单元会实时监测列车零速状态的持续时间。在预设的时间内,若 ATO 没有输出保持制动的施加指令,则由列车制动控制单元自行施加。

在人工驾驶模式下,保持制动的施加由列车制动控制单元来控制。当制动单元检测到零速信号且无牵引指令后,将自动施加保持制动。

## 4 结语

综上所述,零速信号对于地铁列车电气控制十分重要,影响到列车的牵引、制动、车门、驾驶等几大关键电气系统的逻辑控制。在地铁列车电气设计工作中,务必要从零速信号的来源、精度定义入手,对其使用时的可靠性、可用性进行综合考虑,从设计上保障行车的安全。

## 参考文献

- [1] 汤善成. 广州地铁 B2 型车零速信号的应用与故障处理[J]. 科技风, 2014(10): 153.
- [2] 中车南京浦镇车辆有限公司. 南京地铁项目电路原理图[R]. 南京: 中车南京浦镇车辆有限公司, 2017.

(收稿日期: 2017-07-03)

(上接第 104 页)

新,对保护地下管线起到了关键作用。

(2) 分析勘探危险源,并制定针对性措施。重点地段重点监管对提高勘探安全成效明显。

(3) 勘察安全技术作为轨道交通工程的关键技术之一,在勘察设计阶段应引起足够的重视。3 号线各阶段勘察工作执行建设单位的“勘察前策划,勘察中控制,勘察后总结”的总体要求是切实可行的。

(4) 提高参与人员的勘察风险意识,确保勘察工作安全、有效、可控,降低勘察工作对城市居民工作生活的影响,其意义重大。

## 参考文献

- [1] 住房和城乡建设部,国家质量监督检验检疫总局. 岩土工程勘

察安全规范: GB 50585—2010[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010: 55.

- [2] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 铁四院质量环境职业健康安全管理手册: QESM 001[Z]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2011: 16.

- [3] 安徽省住房和城乡建设厅. 安徽省质量技术监督局. 工程勘察现场作业人员职业标准: DB 34/T 5003—2014[S]. 合肥: 安徽省工程建设标准设计办公室, 2014: 37.

- [4] 合肥城市轨道交通有限公司. 合肥市轨道交通工程勘察实施细则 [Z]. 合肥: 合肥城市轨道交通有限公司, 2013.

(收稿日期: 2017-12-07)