

前车之鉴 后事之师

城市轨道交通工程勘测 常见质量问题及对策

马海志 主编

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG GONGCHENG KANCE
CHANGJIAN ZHILIANG WENTI JI DUICE

 中国计划出版社

前车之鉴 后事之师

城市轨道交通工程勘测 常见质量问题及对策

马海志 主编

 中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通工程勘测常见质量问题及对策/马海志主编.

—北京: 中国计划出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-5182-0304-8

I. ①城… II. ①马… III. ①城市铁路—轨道交通—
勘测—研究 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 272664 号

城市轨道交通工程勘测常见质量问题及对策

马海志 主编

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京市科星印刷有限责任公司印刷

880mm × 1230mm 1/16 8.5 印张 244 千字

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—3000 册

ISBN 978-7-5182-0304-8

定价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

本书环衬使用中国计划出版社专用防伪纸, 封面贴有中国计划出版社
专用防伪标, 否则为盗版书。请读者注意鉴别、监督!

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

前 言

古人云：以铜为镜可以正衣冠，以史为镜可以知兴衰，以人为镜可以明得失。《城市轨道交通工程勘测常见质量问题及对策》收集、整理了近几年国内城市轨道交通、市政建设过程中典型的质量问题，汇集了勘察、测量、测试、岩土等专业案例，对质量问题进行了深入研究分析，提出了整治和防范措施，对指导工程建设具有警示和教育意义。

《城市轨道交通工程勘测常见质量问题及对策》是一本鲜活的教材，从汇集的事故案例分析可以看出：质量问题的发生绝不是偶然、孤立的，每个质量问题的发生都与人、机、物、环境这几大因素有关，尤其人员因素是引发质量问题的主要原因。因此，希望能在总结前人经验的基础上，为管理人员、技术人员提供借鉴，不断提高质量意识，严防和避免各类质量安全事故发生，确保国家和人民生命财产安全，创建出更多优质精品工程。

在本书编写过程中，得到了行业内各单位的大力支持，得到了院内外专家的帮助指导，众多专家为本书提供了大量的素材和工程管理经验材料，在此一并表示感谢！

由于我们的编写水平和实践经验有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正并提出宝贵意见。

编写单位：北京城建勘测设计研究院有限责任公司

主 编：马海志

副 主 编：刘永勤 黄溯航 陈大勇 冯科明 曹宝宁

参编人员：李芳凝 任 干 李 响 王维林 周玉凤 庞 炜 李世民 孙常青
张桂满 王增良 刘满林 邢立军 张亚华 龚选波 滕红军 周 默
龚洁英 闫宇蕾 余永明 金 亮 董培鑫 廖 鹏 陶 盾 赵 勇
陈 晶 王 彪 高 涛 刘润平 李 鹏 王荣权

审 查：张建全 廖远国 高文新 李 莉 马全明 吴炳涛 王思锴 刘志强
马雪梅 郑有常 黄伏莲

本书编写组

2015. 5. 6

目 录

第一篇 勘察篇	(1)
第一部分 前期准备	(3)
案例 1: 立体停车楼未查明场地既有基础问题	(3)
第二部分 外业实施	(4)
案例 2: 木孙路某桥梁勘察外业岩石取样不足	(4)
案例 3: 昌平线某区间钻探地下管线破坏事故	(5)
案例 4: 某地铁线勘察自来水管线事故	(6)
第三部分 资料整理与成果编制	(8)
案例 5: 某车辆段换填量变更过大问题	(8)
案例 6: 某地铁线粉质黏土中存在地下水的问题	(10)
案例 7: 某地铁线出入段线附近基岩层起伏问题	(12)
案例 8: 福州基岩强度问题	(13)
案例 9: 同一场地抗浮设防水位前后不一致问题	(14)
案例 10: 房山某房建项目问题	(15)
第四部分 后期配合	(20)
案例 11: 地铁某线路总体投诉问题	(20)
案例 12: 某道路工程可挖性分级变更问题	(22)
案例 13: 北京地铁某线某站坍塌事故	(24)
案例 14: 北京地铁某线某站基坑坍塌事故	(26)
案例 15: 南宁某线某站基坑开挖涌水事件	(31)
第二篇 测量篇	(35)
案例 1: 某高速公路匝道与国道衔接处高程测量问题	(37)
案例 2: 管线探测成果错误造成某地铁线路工期延误事件	(39)
案例 3: 管线成果“国防光缆”标注遗漏引发设计变更事件	(40)
案例 4: 管线探测成果缺漏造成某地铁线路施工损坏管线事故	(41)
案例 5: 控制网复测成果送达问题导致站台板施工误差过大事件	(42)
案例 6: 北京地铁某盾构区间施工偏差过大引发业主抱怨事件	(43)
案例 7: 北京地铁某车站雨棚管线调查漏查管线事件	(44)
案例 8: 北京市门头沟区某道路工程带状地形图测量质量问题	(45)
案例 9: 北京市某楼盘房产面积测量质量问题	(46)
案例 10: 某市地铁一暗挖区间第三方检测成果质量问题	(47)
案例 11: 某道路测量放样偏离事故	(48)
案例 12: 某建筑红线测量放样偏离事故	(49)
案例 13: 某地铁盾构隧道施工结构偏离设计中线事故	(50)
第三篇 测试篇	(53)
案例 1: 长春市地铁某线某站基坑塌方事故	(55)
案例 2: 某地铁线区间违反市路政局施工管理程序的事件	(59)
案例 3: 某地铁大断面暗挖区间管线爆裂致地面塌陷事故	(61)
案例 4: 北京某大街某号坍塌事故	(65)
案例 5: 北京地铁某线一期工程某站事故	(69)

案例 6:某地铁盾构区间进洞坍塌事故	(74)
案例 7:某地铁“11·13”盾构区间地面塌陷事故案例	(77)
案例 8:某地铁“10·7”盾构区间联络通道换刀坍塌事故	(80)
案例 9:某地铁出入口附近管线事故	(83)
案例 10:某地铁基坑失稳事故	(84)
案例 11:某地铁基坑涌水涌沙坍塌事故	(87)
第四篇 岩土篇	(91)
1 导言	(93)
2 惨痛的教训	(99)
3 典型案例剖析	(105)
4 结束语	(125)
参考文献	(128)

第一篇 勘察篇



第一部分 前期准备

案例 1：立体停车楼未查明场地既有基础问题

1 案例描述

某工程地块近似矩形，宽约 60m，长约 75m。拟建停车库为地上五层钢框架结构，一层架空；基础为混凝土独立柱基，并设混凝土地梁，基础采用明开挖施工。

勘察单位于 2013 年 6 月提交了《立体停车库改造工程岩土工程勘察报告》，该停车库于 2014 年 6 月陆续进行了基槽开挖及验槽工作。

施工单位在开槽过程中，发现自然地面下 0.4~0.8m 遗留有原建筑的老独立基础，素混凝土材质，分布不均匀、不连续，呈杯形和条形状，单独分布，基础底埋深约为 1.2m。原有独立基础破除后，槽底土质主要为填土①层，局部为黏质粉土砂质粉土②层，填土①层钻探野外描述为褐色、黄褐色粉质黏土填土。

2 案例分析

(1) 本工程在现场踏勘、纲要编制、现场施工、报告编写工程中没有充分搜集拟建场地的历史沿革以及地下构筑物、管线等分布情况。

(2) 根据规范要求，拟建场地属中等复杂场地，布孔间距为 15~30m，实际勘察时钻孔间距为 20~27m，虽然满足规范要求。但在钻探施工过程中钻孔位置处未遇到原先该场地建构筑物遗留地基。

(3) 拟建场地现状为平坦地面停车场，地面水泥硬化，周边临近居民小区及地铁站，钻探过程中填土最深达 3.30m，场地环境应该经历了较大变化，缺乏应有的预判。

本工程在资料搜集、现场踏勘、外业钻探、资料整理中的工作不够深入细致，导致未能查明既有地基问题的发生。

3 社会影响

虽然钻孔资料与实际开挖情况相符，但未钻探到既有地基造成业主方对我院外业钻探施工质量产生怀疑，一定程度上影响了我院在业主心中的形象。

4 经验总结

(1) 项目工程师在资料搜集未能全面查明场地的历史沿革，钻孔位置恰巧未遇到既有地基，导致本次事故发生的主要原因。

(2) 项目工程师在现场踏勘、外业钻探、资料编写中缺乏相应经验，未能够预见该场地可能存在的异常。

5 应对措施

(1) 加强对场地及其附近资料的收集，对场地的地质变迁、历史沿革进行系统调查。

(2) 在现场踏勘、外业钻探时注意有无异常，加强对填土成分的观察，推测可能存在情况。

(3) 对城区可能异常平整场地，适度加密钻孔，增加发现异常机会。

(4) 加强外业施工人员与项目技术人员培训教育，对勘察可能存在的异常增强预见性，报告编写时对处于城区且杂填土异常场地增加相关提示。

第二部分 外业实施

案例 2：木孙路某桥梁勘察外业岩石取样不足

1 案例描述

2014 年 3 月底至 4 月初的木孙路道路工程某桥工点勘察时，根据纲要要求，钻孔深度应进入中风化基岩 5~10m，在中风化层采取岩样 10 组。但是外业仅采取到岩石样 4 组，未满足纲要要求。

2 案例分析

木孙路道路工程某桥工点勘察时揭露岩石地层，基岩裂隙较发育，裂隙胶结较差，钻机采取岩芯碎块状，不满足取样要求。另外，外业队伍为分包钻机，钻进质量及工艺不能达到取样要求也是原因之一。

3 应对措施

- (1) 工程主持人应加强责任心，多去现场，以控制外业质量。
- (2) 工程主持人应加强专业知识学习及业务能力，以在遇到情况时能及时处理（变更纲要）。本次勘察及时增加了动探，并加深了波速测试深度来弥补取样不足。
- (3) 应对分包钻机有一定的了解，尤其可能遇到基岩时，更应该关注分包钻机质量。

案例3：昌平线某区间钻探地下管线破坏事故

1 案例描述

2011年8月26日，在地铁昌平线某区间详勘外业钻探至XC06#钻孔深度11m时，钻穿一条东西走向的30孔光缆管块（52cm×24cm），损坏8条缆线，造成移动、联通、歌华、长途等公司多条通信线路中断。

2 案例分析

XC06#钻孔位于西关环岛东北角匝道上，根据管线图该孔原孔位处无地下管线，经过现场核对，该孔现场测放位置无误。8月3日在对该孔进行管线探测时，由于原孔位于匝道右转弯的最内侧车道，可能为行车盲区且车流量很大，如在原孔位施工存在交通安全隐患，经过现场管理人员、项目负责人与管线探测负责人沟通，项目负责人同意在地下管线条件允许的情况下，可以将钻孔移至交通影响小，且具备施工场地的位置，管线探测人在经过探测后，将钻孔移位至匝道外侧直行与右转弯的缓冲带位置（原孔位西移8m、北移8m），钻孔恰好位于光缆正上方，造成本次事故的主要原因如下：

（1）管线探测单位在进行管线探测时，未认真核对管线图及周边地下管线检查井，只凭管线探测仪器盲目测放。

（2）钻探单位在没有经过老土确认的情况下，机械钻进，且未注意钻进过程中的异常情况。

（3）该孔位处立交桥匝道口，由于人为填筑造成该位置地面高于自然地面约5m，填土厚度较大且地下管线种类为光缆，管线仪器探测难度大。

（4）钻机在就位后，现场管理人员、项目负责人未根据管线图对钻孔进行再次核对。

3 社会影响

造成多个公司通信异常或中断，造成勘察单位直接经济损失10万余元。

4 经验总结

（1）管线探测人员责任心不强，管线探测时未按操作流程进行。

（2）现场管理人员、项目负责人安全意识不强，钻孔移位较随意，移位后也未核对相关图纸，过于相信管线探测结果。

（3）钻探机组未按钻探流程操作，在未经现场管理人员老土确认的情况下盲目机械钻进。

5 应对措施

（1）加强现场管理人员的技术和安全培训，提高管理技术水平，增强安全风险意识。

（2）各个施工环节严格按照既定操作流程进行。

（3）补充完善施工操作流程，增加了钻机就位后由项目负责人再次确认孔位处管线情况的环节。

案例 4：某地铁线勘察自来水管线事故

1 案例描述

2011 年 8 月 3 日 0:10 在某地铁线钻探施工现场施工时，发生自来水管线泄漏事件。事故发生第一时间，钻机机组人员上报了现场管理人员、项目管理人员及公司领导。项目管理人员及公司领导立即赶赴现场，并通知机组人员做好现场保护工作，防止事故进一步扩大，立即掩埋钻孔，用木桩将钻孔立即封死，同时，设置导流，隔离设施，防止流水喷溅影响路人，造成社会影响等措施。并通知自来水公司进行抢修，自来水公司管线抢修人员于 1:25 到达现场。抢修部门于 2:00 到现场进行抢修，由于是夜间，可以关水处理，所以将损失大大减小。经过近 5 个小时抢修终于在 8 月 3 日早上 6:35 恢复供水，没有造成较大的影响，对市民的用水也未造成较大影响。

事故处理完成后，勘察单位积极配合组织人员配合自来水公司对路面进行恢复，并组织人员对交通实施疏导，在早高峰来临之前完成全部抢修工作。

2 案例分析

(1) 本次事故起因是钻机施工时，在原有孔位内扩孔时疏忽大意造成。案发之前，勘察单位针对路面施工安全难度较大问题，专门召开了安全专题会，设置安全专门方案。经讨论研究决定，在拟建地铁钻探施工沿线实习由经验丰富的老机长 + 安全员组成专业开孔队，预先开孔至老土，专人专盯，将风险降低到最低，提高效率。

(2) 事故发生时，钻机采用 $\phi 146\text{mm}$ 加肋钻头（系自己加工），勘察单位开孔钻头为 $\phi 146\text{mm}$ 标准钻头，由于项目技术人员及现场管理人员未对钻孔钻探的大小作出规定，导致无人监督扩孔问题，致使最后扩孔过程中侧向磨破自来水管线。

(3) 本次事故是在二次扩孔时发生，项目部制订由专业队伍开孔，开孔时虽然认真负责，但预估不足，整个开孔方案不够详细，开孔后管理不到位，由于地铁勘察位于城区繁华路段，而二次开孔是预先开孔，但当晚未必能够进行钻探施工；钻孔经过一段时间后，受地面汽车振动等影响会发生钻孔坍塌等问题，二次开孔时，由于已经开过孔，往往警惕性不高，从而导致事故发生。

3 社会影响

(1) 案发时正处于夜间，人流、车流稀少，没有对行人及车辆通行造成影响。

(2) 项目管理人员及公司相关领导在接到事故报警之后第一时间赶赴现场按照公司相关应急预案进行处理，设置导流、围挡、围堰等措施，没有将事态扩散。

(3) 本次事故发生后，第一时间同时联系了自来水施工中心及自来水公司施工抢修部门，而不是由上自下，由自来水公司事故中心再向下通知，事故处理人员能够及时赶赴现场处理，同时走事故处理流程。大大节约了抢修时间，从而降低了社会影响。

(4) 本次施工发生时，及时隔离社会人员，整个事故处理过程按普通管线泄漏事故处理，未引起记者及社会人员的关注，没有造成负面新闻影响。

4 经验总结

本次事故暴露了该项目管理方面的一些问题，对公司及个人都造成了较大的经济损失。问题主要存在以下几个方面：

(1) 公司安全管理规定不够完善，本次项目中存在的问题属于偶发事件，但是事先由于经验不足，没有预测到可能发生类似问题。

(2) 项目管理人员对安全风险点管控不到位，即在扩孔作业时未安排人员进行安全监控。

(3) 对钻探施工的管理过于粗放，目前还是靠项目管理人员自身素质，由于项目管理人员自身素质相差较大，对于有多年工作经验，且细心负责的项目管理人员，该类施工可大大地减少，甚至不发生类似事故，但对于经验不足的管理人员很容易造成类似事故。

(4) 公司的奖惩制度偏向于消极的惩罚制度,导致项目成员积极性较差,尤其是事故处理结果仅对相关责任人及组织的惩罚措施,而对该事故处理过程中的亮点没有进行总结、表扬。没有针对在施工处理过程中表现优异的人员进行奖励,一味地惩罚或许可以降低施工发生概率,但也降低了员工的积极性。

5 应对措施

(1) 制订详细的外业施工操作流程、安全质量管理规章制度,目前钻机的安全、技术、质量交底多由项目工程师根据各个工程制订。项目工程师往往对技术方面了解较深,但对钻探施工流程、施工设备了解较少。制订相应的规章制度难免东抄西挪,看似针对性较强,但往往不切合实际,或存在概念不清等问题。且由于目前的技术人员无现场钻机工作经验,对钻机操作细节、安全要点、设备的各项技术参数了解不深。

建议将钻机操作与技术要求、安全管理分开,分属不同专业去做,制订详尽的《钻探作业指导细则》,项目管理人员根据各自工程特点进行补充;补充内容作为细则的一个附件,不单独提供。

(2) 针对《钻探作业指导细则》定期进行培训(类似施工单位的夜校),培训期间要做到严格考核,考核结果计入年度考核,应在工资(奖金)内体现;每次工地交底只针对场地特殊要求交底,既可以面面俱到,又有针对性。

(3) 制订应急预案,并设置应急备用金,成立安全巡视小组,小组人员由院主管领导挂帅,多部门直接互相监督管理,同时人员定期调整,防止发生徇私舞弊现象。

(4) 制订详尽的奖惩制度,对于施工案发过程中责任人明察秋毫,对于有问题人员应按规定进行处罚,对事故处理应对合理、表现突出的人员要按规定进行奖励。

(5) 加大对项目的人员、培训投入,做到“专人、专事”,尽量取缔兼职人员从业,做到专职人员责任明确,业务专精。

运用现代科技手段,加强科学管理,建立“生产管理信息监控和调度系统”,以科技创新来提升管理水平,以高水平管理降低事故发生概率。

第三部分 资料整理与成果编制

案例 5：某车辆段换填量变更过大问题

1 案例描述

勘察单位于 2009 年 6 月提交了《北京地铁某线一期工程某车辆段（建筑物部分）》，该车辆段于 2010 年陆续进行了基槽开挖及验槽工作。

在对车辆段的综合维修楼、轨道车库、污水处理、联合检修库、牵引变电所、运用库、综合楼等建筑物基槽开挖时，发现基坑内普遍存在大面积软土，在内燃车库基槽内发现垃圾坑（长宽 35m × 7m），上述八个单体建筑物的地基土均进行了整体换填，换填厚度为 0.3 ~ 3.8m。

2 案例分析

（1）由于本工程工期紧张，工作量大，按照业主要求要在一个月的时间完成该车辆段 280 个钻孔的协调、约 5000 延米的钻探、约 600 件土样的试验及文本报告的编制工作，专业院对 80% 的钻孔进行了分包钻探；内燃机车库基坑长宽 60m × 12m，勘察时钻孔间距 20m，沿建筑物边线布置，基坑开挖中遇到的垃圾坑约占基坑面积的一多半，但钻探记录中没有体现，钻孔测放偏差还是钻探质量问题，无从查证。

（2）本工程场区面积大，钻孔数量多，且短时间内集中施工，外业施工阶段仅有一名外业管理人员，负责钻孔的指认及开终孔验收，钻探施工基本处于失控状态；本工程项目负责人在外业施工阶段未能全程跟踪，对场地土的状况不了解，对后期过程资料的整理未能准确地把控。

（3）本工程勘察报告的编写人为后期指定，前期及外业施工阶段未参与，对场地条件不了解，项目负责人亦未进行有效交接。在整理勘察资料过程中，编写人依据土工试验结果判定该场地内局部存在软弱土层，在剖面分层时按透镜体分布处理，未能按实际情况划分出连续的、厚层的软弱土层；地基方案建议中仅提到“遇到该层软弱土时根据现场验槽洽商处理”，强调程度不够，未能引起设计注意，导致单体建筑的基础均坐落于该软弱土层上。

（4）在本工程基坑开挖验槽阶段，除报告编写人，还有多名不熟悉本项目的工程师参与了验槽工作；本工程的验槽记录单填写过于简单，仅记录了换填厚度及换填材料，未明确具体的换填范围，最终的正式验槽记录单却均为整体换填。由于验槽过程未按规范要求的甲方、设计、监理、勘察、施工五方参与，验槽结束后统一补充的签字，导致后期无法追溯。

本工程勘察在项目管理、外业钻探、资料整理及验槽阶段均存在漏洞，导致本次事故的发生。

3 社会影响

大面积的换填导致甲方增加了大量的工程造价，造成甲方对勘察单位产生信任危机，并对勘察单位进行了经济处罚；影响了勘察单位在业界的形象和名誉，同时也造成了直接的经济损失。

4 经验总结

（1）项目负责人的责任意识不强，未合理安排项目部人员，本工程外业钻探分包，在实施阶段未加强监管，未能准确掌握场地内的土质情况，导致勘察报告未能准确反映勘察场地的真实情况，造成基础施工阶段大面积换填，是本次事故的主要原因。

（2）人员缺乏风险意识。基坑验槽未按规定程序履行，当地基土存在异常需处理时，未与本单位相关技术领导和设计人员沟通，潦草处理，且未及时、有效地填写验槽记录单，导致工程结束后无法追溯。

（3）项目部管理存在问题，项目部人员不固定，分工不明确，工作交接不全面，在外业施工、

报告编写、施工配合各阶段人员均不固定，几经调换，参与工程人员对工程不了解，缺乏有效沟通；项目部成员之间及内外部的沟通不及时，导致没有及时发现、总结、解决施工及后期配合阶段存在的问题。

5 应对措施

(1) 加强项目部管理，定期开项目部会议，组内成员面对面沟通，及时解决目前存在的问题；人员变换时确保资料交接的全面性、准确性和有效性。

(2) 项目部成员要固定，提前指定工程负责人，确保项目工程师能亲自到施工现场，对工程的环境条件、土质状况、地下水等情况有准确的把握；对于初次承担大型工程的年轻项目工程师，项目负责人或技术负责人应多去现场检查指导工作，及时发现关键或重点技术问题，以提醒项目工程师在编制报告时做出准确论述，做到有的放矢，以加强报告编写的针对性。

(3) 对钻孔测放工具加以改进。本工程钻孔测放采用手持 GPS，不排除孔位偏差造成钻探资料不准确的可能性，目前钻孔测放可采用 RTK 设备，测放精度满足勘察需求。

(4) 加强外业施工监管。外业管理人员与项目组技术人员同时到场，安全质量一起抓，项目部人员紧张时可以要求机组摆岩芯，以方便查验。

(5) 实行分包单位质量连带责任制。勘察结束后预留一定比例的分包款，待工程结束或本单位工程款结清后再给予清算，以敦促其提高责任意识。

(6) 加强分包单位的管理培训工作。选取一定数量的口碑好、管理严、质量硬的分包单位作为合格供方，进行统一管理，签订年度安全协议，定期进行技术培训；在年度考核中采取淘汰制，对于出现重大事故的分包单位应清理出合格供方的队伍，对于一般事故单位可采取奖罚制度。

(7) 加强验槽培训，秉承谁的工程谁负责的原则。验槽等后期配合事务尽量派了解工程情况的人员，验槽前熟悉工程及场地概况，现场核对基坑位置、工程概况等是否与勘察时一致，遇异常情况及时与技术领导沟通，拍照取证，并要求甲方、设计、监理共同参与验槽工作，讨论处理措施，验槽记录单上须明确处理部位、范围、深度、材料、方法及预期效果等，五方责任主体现场签字确认；对于不能当场决定的，可以提请二次验槽，并邀请技术负责人参与，不得擅自作决定。

(8) 加强风险和自我保护意识，在勘察交底时内容尽量详细，对可能存在的问题与设计沟通，建议其提前采取预防措施；在对外场合如开会、验槽等，没有十足把握的事情不签字或请示后签字，不随意作决定。

(9) 对项目工程师加强技术培训。此类问题易发生在多条地铁线路的车辆段、停车场等工程，因此对于这类工程的侧重点在于浅部土层的承载力和均匀性，编制勘察方案时应有所侧重，可将原位测试与土工试验相结合，分层时尽量细化，加强类似工程的报告编写培训。

案例 6：某地铁线粉质黏土中存在地下水的问题

1 案例描述

位于某地地铁区间地质情况为山前坡麓与冲洪积平原过渡区，暗挖隧道底部、掌子面、隧道顶主要位于粉质黏土⑥层、粉土⑥2 层及粉质黏土⑧层中（见图 1）。根据勘察报告，粉土⑥2 层为含水层，粉质黏土层为隔水层且渗透系数较小。

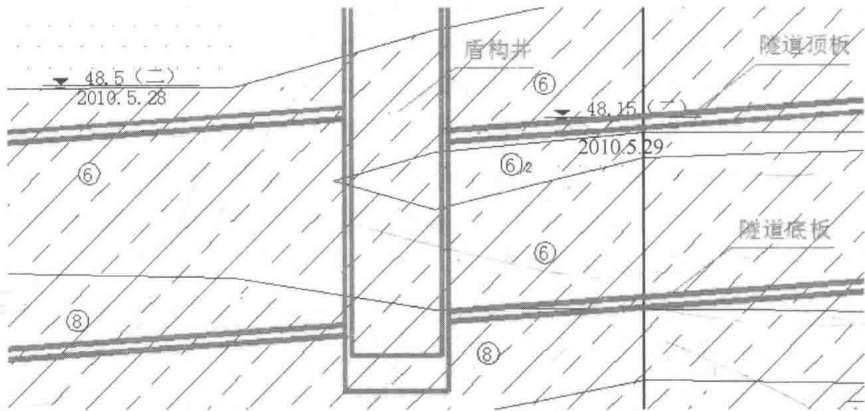


图 1 区间隧道典型地质剖面图

为保证暗挖施工顺利，设计了管井降水，井间距 7~8m，井深 26m，井底位于结构底板下 4m。降水过程发现，井内水很容易就抽空，停抽后井内水位又很快恢复如前。开挖过程中发现隧道中的粉质黏土⑥层、粉质黏土⑧层有地下水渗出且水量较大，位置分别处于隧道仰拱部位，给施工造成较大影响。

2 案例分析

现场实际调查发现粉质黏土⑥层、粉质黏土⑧层中局部夹有粉土薄层，周围粉质黏土隔水作用削弱了排除粉土透镜体内地下水的效果。隧道开挖时，滞留在粉土薄层透镜体中的部分地下水渗出。

且粉质黏土层竖向孔洞及裂隙发育（见图 2），竖向渗透性较好，实测竖向渗透系数达 1.01m/d；水平孔洞及裂隙较少，水平渗透系数较低，渗透系数在 0.04m/d 左右。水平、竖向渗透系数相差 25 倍以上，造成对管井降水效果不佳。

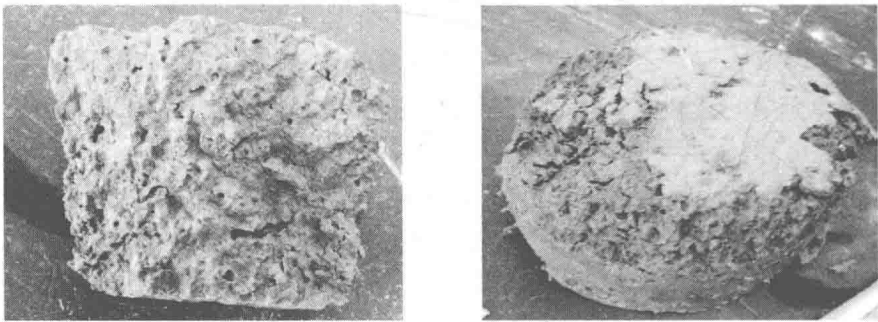


图 2 虫孔、裂隙发育的粉质黏土

3 社会影响

考虑到该区间实际工程地质、水文地质条件的复杂性，为确保施工质量，采取了如下措施：

- (1) 加密井间距到 3~5m，并增加管井深度。
- (2) 增加上坡向开挖方式的隧道长度，以减少带水作业。
- (3) 采用地面管井降水和隧道明排相结合方式，在开挖隧道仰拱部位时随开挖随设置排水盲沟，

掌子面后面适当部位设置集水坑排水。

4 经验总结

(1) 勘察过程中没有查清楚粉质黏土⑥层、粉质黏土⑧层含水情况。从初步勘察、详细勘察报告看,粉质黏土⑥层、粉质黏土⑧层均为隔水层且不含水。但在实际开挖过程中发现粉质黏土⑥层、粉质黏土⑧层均含水且水量较大。

(2) 勘察过程中没有查清楚粉质黏土⑥层、粉质黏土⑧层渗透性。在初步勘察、详细勘察报告中给定的渗透系数偏小,为 $0.01 \sim 0.10\text{m/d}$;而施工过程中通过现场试验及室内试验实测得粉质黏土层渗透系数为 1.01m/d 。因此仅靠管井降水,不能达到无水施工要求。

(3) 项目部在质量管理上也存在一定问题,没有对现场地质条件进行具体分析,还一贯认为粉质黏土层均为隔水层且渗透系数小。导致实际开挖过程中因粉质黏土层含水且水量较大而影响施工工期及经济投入。

5 应对措施

(1) 加强项目工程师及外业人员的技术培训,提高勘察质量水平。

(2) 加强项目部质量管理,质量管理人员需加强对现场钻探质量控制,做到具体问题具体分析。