



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

地铁施工事故 与预防对策

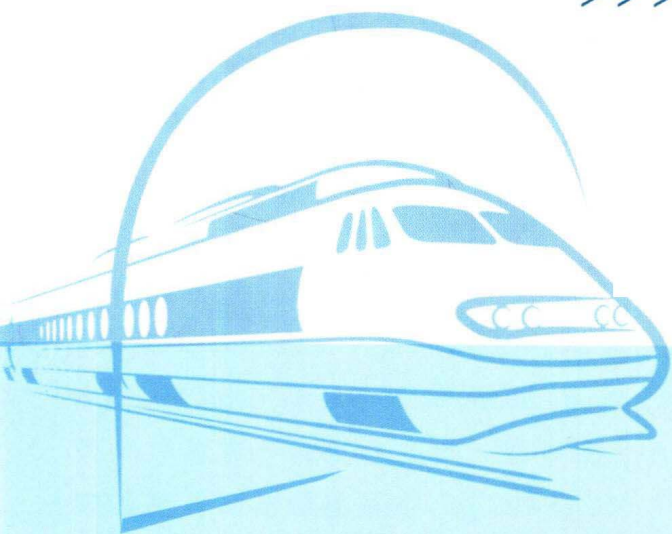


李玉章 编著



地铁施工事故 与预防对策

>>>> 李玉章 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

地铁施工事故与预防对策/李玉章编著. —厦门:厦门大学出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-5615-5219-3

I. ①地… II. ①李… III. ①地铁隧道-工程施工-工程事故-事故预防-研究 IV. ①U231

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 204596 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup @ xmupress.com

厦门市金凯龙印刷有限公司印刷

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

开本:889×1194 1/32 印张:3

插页:2 字数:55 千字

定价:30.00 元

如有印装质量问题请寄本社营销中心调换

前 言

随着我国经济的高速发展,大中城市普遍存在着道路拥挤、车辆堵塞、交通秩序混乱的现象,城市交通拥挤堵塞的问题日益严重。基于现实状况和迫切的客观需要,我国大中城市的地铁建设如火如荼。“截至2013年10月底,全国17个城市共建成67条轨道交通线路,总里程2 060 km,其中北京17条,456 km;上海11条,439 km;广州8条,236 km。天津、重庆、深圳各建成3条以上线路。全国正在建造轨道交通线路的有26个城市,共73条线路,约1 911 km,其中南京7条,271 km;北京7条,117 km;广州6条,94 km。其他如上海、武汉、成都、天津、苏州、深圳、昆明等都有多条线路在建。国务院已批准36个城市的轨道交通近期建设规划,共197条,约5 373 km,总投资2.65万亿元,未来几年年增建成里程可能达到500 km。”^[1]

地铁工程是一项复杂的高风险性系统工程,施工过程中带有很大的不确定性,存在很大风险,工程自身对来自内部的灾害抵御能力差,控制稍有不力就会发生重大安全事故;同时,在狭小的空间里,一旦发生灾害,疏散和抢救十分困难,极易造成人员伤亡。据不完全统计,中国

大陆从 20 世纪 90 年代北京、上海开始修建地铁以来,发生过 64 起施工安全事故,因地铁施工事故死亡 83 人,受伤 82 人。“2013 年,全国轨道交通发生事故 10 起,死亡 18 人。西安地铁 3 号线隧道塌方、广州地铁 8 号线地面严重塌陷,郑州、上海、兰州、长春、宁波、武汉都发生了人员伤亡一般事故”^[1]。

为了预防地铁工程建设施工事故的发生,减少人员的伤亡,北京市轨道交通建设管理公司于 2004 年 11 月编写了《地铁工程事故案例宣教材料》,其中收编了中国大陆(主要是北京市内)地铁工程建设施工 19 起事故案例和中国台湾、新加坡 5 起事故案例,但对发生事故的原因分析和预防的对策论述比较简单;侯艳娟、张顶立、李鹏飞三人在《北京交通大学学报》第 33 卷第 3 期(2009 年 6 月)发表《北京地铁安全事故分析及防治对策》一文,其中收集了 5 起北京市地铁工程施工事故案例,并从较深的土力学理论进行分析,提出了防治对策;2010 年 8 月 23 日,百度网发表了《地铁与基坑事故综合》一文,其中列出了北京、上海、广州、深圳共 21 起地铁工程施工和运营中的事故(其中部分事故案例与以上重复),也叙述了安监部门对部分施工事故清查的结论。以上三份资料及 2013 年我国地铁建设中发生的事故数量和伤亡人数说明,我国在地铁工程建设施工事故防治方面确实存在着薄弱环节;抓、管的力度不够,各地方对于事故的教训和预防对策的总结及相互之间的交流还很欠缺。随着我国地铁建设工程量越来越大,从大城市到中等城市铺盖面

越来越广,从事地铁工程建设的施工队伍不断地壮大,尤其在从中央到地方政府都把一切政策和工作的出发点定为以人为本、珍惜生命的当下,如何预防地铁建设中施工事故的发生及减少人员伤亡显得更为重要。因此,把全国范围内的地铁工程施工事故汇编成册,并注重从施工角度予以深刻而细致的分析,进一步探讨有效的预防对策是十分必要的。

本书收集了中国大陆地铁工程施工事故案例 64 起,并把它按照引发事故的主要因素分为地质差异、违章作业、质量缺陷及多种因素引发四类进行汇编,最后还编入了 6 起中国台湾及新加坡的地铁工程施工事故案例供读者阅读参考;对事故案例概况的叙述力求尽可能的详细,部分案例叙述了事故发生的过程,部分事故案例附有事故发生现场的照片,可使读者对事故的情况形成较深刻的印象,从而在以后的施工作业中能警钟长鸣。

本书对三类因素引发事故的原因进行了较详细的分析,分析当中引入了部分土力学、结构力学、城市轨道交通地下工程风险管理及安全质量生产管理理论,引入理论深入浅出,通俗易懂;通过总结分析,指出了容易发生事故的两种施工工法及该工法施工过程中最易发生事故的时间段——“危险期”;同时,针对各类事故提出了预防对策,提出的对策中不仅讲“应该怎么做”,而且讲“为什么要这么做”,使读者理解深刻、记忆牢固。

本书适合地铁建设工程的施工技术人员、管理人员及施工工人阅读。

目 录

第 1 章 事故案例汇编	1
1.1 地质差异引发的事故	1
1.2 违章作业引发的事故	29
1.3 质量缺陷引发的事故	38
1.4 多因素引发的事故	41
1.5 其他地铁施工事故	55
第 2 章 引发事故的原因	60
2.1 对施工事故的总结	60
2.2 引发事故的原因	61
第 3 章 事故的预防对策	68
3.1 基坑开挖和隧道掘进中事故的预防	69
3.2 监测是预防事故的重要手段	72
3.3 遵章守规,安全作业	75
3.4 百年大计,质量第一	78
参考文献	82

第 1 章 事故案例汇编

1.1 地质差异引发的事故

【案例 1】1993 年 4 月 28 日,北京地铁“复一八”线“建一永”区间施工通风道南正洞西马头门时,洞顶塌方,4 榀上拱架变形塌落,经探测,塌方区向上至道路结构层下,形成约 70 m^3 的空洞;塌方土中含有许多草根等腐植物,土质极其松软,与设计图中显示的土层大不相同。^{【2】}

【案例 2】2004 年 7 月 2 日,北京地铁 5 号线崇文门站换乘通道暗挖法施工中,拱顶突然发生流塌情况,伴有流水流砂,施工单位对该部位加设支撑加固,但坍塌部位一直向上扩展至路面下方,对地面上的人、车造成极大危险;通过地质雷达探测,发现拱顶上部较大范围的土质很松散而且富水,因而造成坍塌。^{【2】}

【案例 3】2004 年 10 月 25 日晚 8 时 40 分左右,正在开挖作业的上海中环线 3.5 标北虹路地道工地发生基坑坍塌事故,坍塌范围长近 40 m,深约 10 m,由于发现及时,没有造成人员伤亡。^{【3】}

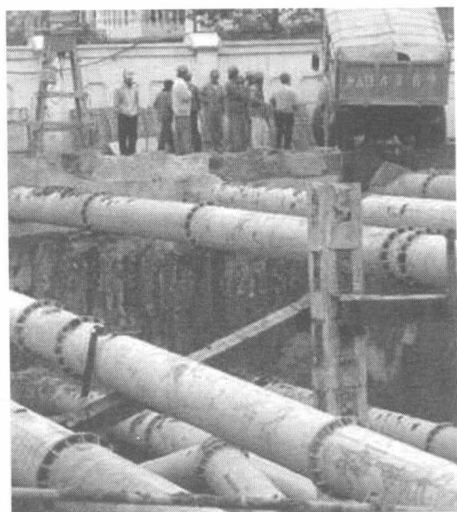


图 1-1 施工人员在填埋开挖的道坑



图 1-2 基坑旁的道路裂开

【案例 4】2005 年 7 月 13 日,深圳地铁 2 号线试验段世界之窗站—白石洲站区间工地路段发生塌陷,出现一个 6 m^2 的深坑。事发原因是该区域为海冲积平原,结构主要为泥土和砂石,且带有不稳定的流砂性,当地铁隧道挖掘到该路段时,土体结构发生了变化,一天前就发现工地出现几厘米宽的裂缝,但未被重视,在地面上车辆等荷载作用下,发生了大规模塌方。^{【3】}



图 1-3 地面出现裂缝

【案例 5】2006 年 6 月 27 日,北京地铁 10 号线海淀南路(3 标段)8 个工人正在 1 号竖井 20 m 深处一台阶处安装格栅,凌晨 1 时 40 分,只听见轰的一声闷响,前面的砂土突然塌方了,2 名工人被埋在砂土内,经抢救无效死亡;塌方前几小时已发现台阶交接处拱部有下沉,但未及时采取措施,随后沉降发展为约 20 cm,大量砂土从此位处涌出,已支好的下台阶格栅拱架随坍塌的土体下落,

造成此处拱部土体大量坍塌。【4】

【案例6】2007年3月28日,北京地铁10号线苏州街站东南出入口暗挖隧道在施工中塌方,6名施工人员被埋身亡,事发地上方是一栋二层小楼(项目部用房),其一层为复印室和会议室,塌方引起会议室下陷10多平方米,复印设备和办公用具都掉进了坑里。造成事故的主要因素是该段地质情况比勘察资料中复杂得多,事发前一段时间,隧道上方曾出现掉土,施工人员未重视,10多名工人继续在洞内作业;突然,前方马蹄形土质断面发生坍塌,砂土先是冲倒部分工字钢支架,随后引发大面积塌陷。【5】



图 1-4 地面塌陷一大坑



图 1-5 两层活动房坍塌

【案例 7】2007 年 12 月 16 日,南京地铁 2 号线汉中
路区段发生两次路面塌陷,导致市区主干道 30 多平方米
路面下陷,两棵 10 多米高的树倒入塌方区。【6】



图 1-6 地面下陷一个大坑

【案例 8】2008 年 1 月 17 日,广州地铁 5 号线珠江大桥附近的地铁正在施工中,突然涌水,发生塌方,导致珠江大桥引桥下的双桥路旁地面突然下陷,出现一个面积约 100 m^2 的大窟窿,深约 5 m 。【6】



图 1-7 引桥下地面沉陷出一个窟窿

【案例 9】2008 年 3 月 9 日,深圳地铁 1 号线续建工程 5 标段鲤鱼门至新安区间南明挖段的基坑东侧支撑体系和围护结构向基坑内垮塌,垮塌长度 43 m ,约 $50\,000\text{ m}^3$ 淤泥从垮塌处瞬间涌入基坑直至盾构井;破坏供水管道和电力设备,全场断水停电。【7】



图 1-8 支撑稀少部位的围护结构垮塌

【案例 10】2008 年 3 月 10 日,深圳地铁 1 号线续建工程 4 标段大新站基坑发生沉降变形,多道基坑腰梁出现开裂,并向下扭曲变形,导致南侧市政道路路基产生 10~30 cm 沉降,一度威胁到附近的前海花园小区住户安全,附近 200 多户居民被疏散。^{【7】}



图 1-9 路基沉降 10~30 cm

【案例 11】2008 年 10 月 17 日 5 时 03 分,北京地铁 4 号线西单站西单路北换乘通道人防段里程 128~134 m 处,施工人员发现初支结构发出异常声音,同时有向下掉土现象,他们立即撤离现场,并迅速报值班人员及监理,5 时 10 分值班人员赶到现场,发现西单十字路口以东、图书大厦一侧自行车道已经坍塌,路面上出现了 6 m×4 m×4.2 m 的大坑,塌落的泥土将正在建设的地铁 4 号线与 1 号线换乘通道顶部砸穿,并将通道堵住。事发原因是围岩自稳能力差,格构钢架间距偏大引发事故。^{【8】}

【案例 12】2008 年 5 月 30 日,南京地铁 2 号线大行宫站处隧道发生塌陷,地面出现一个 $8\text{ m} \times 3\text{ m} \times 4\text{ m}$ 的空洞,一辆货车左后轮陷入坑内,卸了货才被拉出。洞内有一条 10 kV 高压电缆和一根直径 1.2 m 给水管,幸好未损坏,否则会酿成大祸。^{【9】}



图 1-10 地面塌陷成大坑

【案例 13】2009 年 8 月 2 日,西安地铁 1 号线莲湖路洒金桥站正在进行冠梁沟槽开挖支护施工,沟槽上口宽 4.0 m ,下口宽 3.5 m ,深 4.5 m ,由机械挖成。3 名工人正在坑底清理浮土,约 10 m 长的坑壁泥土突然塌方,1 名工人逃出,2 名工人被埋,挖出后死亡。事故主要原因为坑壁残留土体坡度太陡,不符合高宽比限值。^{【10】}



图 1-11 基坑内状况

【案例 14】2009 年 10 月 13 日,深圳地铁 5 号线水径站在明挖区间与盾构区间交界处,十多名工人正在作业,忽然一声巨响,一大片地面陷下,将交界处已经挖好的沟槽填埋,飞起几十米高的烟雾,工人们拼命往外跑,但仍有一名盾构机司机跑不及被埋,施工现场暗挖隧道发生坍塌事故,工人们一边报警,一边挖土救人,由于只能靠人工挖掘,司机被埋时间过长,挖出后已无生命迹象。事发原因是车站明、暗挖交界处结构复杂、地质条件很差,在偏压作用下山体突然滑坡。【11】

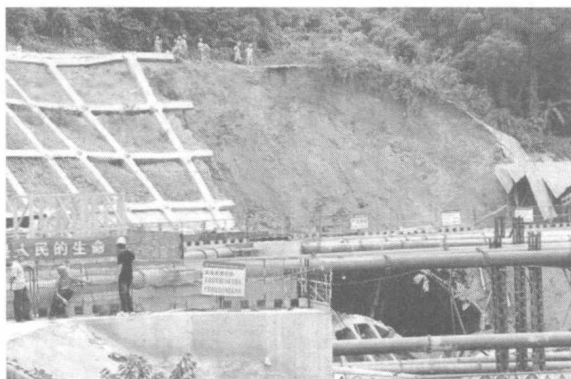


图 1-12 塌方的泥土掩埋了施工现场

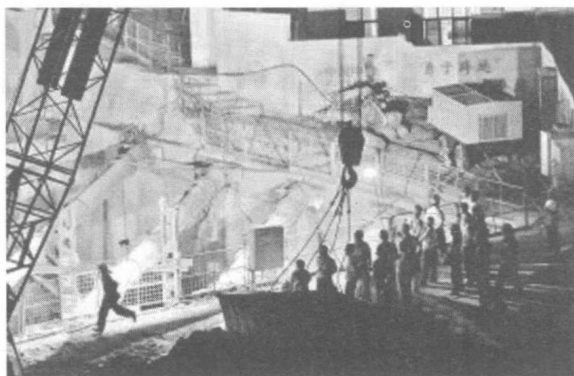


图 1-13 救援人员连夜进行紧急救援

【案例 15】2011 年 6 月 1 日,北京地铁 6 号线平安里站 2 号竖井内 2 名工人正在进行加固等操作,竖井东南侧突然有大约 5 m^3 土体塌陷下来,一名工人被埋入身亡。【12】

【案例 16】2011 年 6 月 5 日,武汉地铁 2 号线广阜屯站至虎泉站区间,地下 14 m 暗挖隧道拱顶发生沉降,未及时采取加固措施,导致地面一栋 3 层楼房出现裂缝,致使楼内所有住户撤离。【13】

【案例 17】2012 年 8 月 8 日,武汉地铁 2 号线虎泉站风亭基坑,4 名工人在坑底部(10 m 深)清理渣土时,基坑边坡一块浮石发生滚落,砸向一名工人,造成其死亡;按照《建筑边坡工程技术规范》有关规定,边坡上的浮石应提前处理。【14】

【案例 18】2012 年 11 月 29 日,南京地铁 3 号线大行宫站附近发生地陷,塌陷面积 50 m^2 ,约 5 m 深,一辆公交车陷入坑内。原因是土层为中密粉细砂,且位于秦淮河