

盖挖地铁车站施工 安全技术与风险控制

杜华林 于全胜 黄守刚 等 编著

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

盖挖地铁车站施工安全技术 与风险控制

杜华林 于全胜 黄守刚 等 编著

中国铁道出版社

2016年·北京

图书在版编目(CIP)数据

盖挖地铁车站施工安全技术与风险控制/杜华林等
编著. —北京:中国铁道出版社,2016.3
ISBN 978-7-113-21574-3

I. ①盖… II. ①杜… III. ①地下铁道车站—工程
施工—安全管理 IV. ①U231

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 041800 号

书 名:盖挖地铁车站施工安全技术与风险控制
作 者:杜华林 于全胜 黄守刚 等

责任编辑:许士杰 宋 薇 编辑部电话:(010)51873204 电子信箱:syxu99@163.com
封面设计:崔丽芳
责任校对:王 杰
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:北京尚品荣华印刷有限公司
版 次:2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.75 字数:328千
书 号:ISBN 978-7-113-21574-3
定 价:45.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

编著委员会

顾 问：谭志文

主要撰写人员：杜华林 于全胜 黄守刚

参与撰写人员：崔根群 李 伟 万良勇 郭晓冬 倪西民
赵 胜 杜建华 李 明 刘 石 张 帆

前 言

我国当前正面临新一轮城市发展与转型的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期。与此同时,城市交通拥堵问题越发突出,已经成为制约城市发展的一个重要问题。提高公交分担率成为解决这一问题的有效途径。国内许多城市都开始了轨道交通的建设或筹建工作。在发展城市快速轨道交通的进程中,地铁以其特有的优势——速度快、载客量大、覆盖区域广、具有合适的站间距等成为快速轨道交通中的主导。

在地铁建设投资大幅增长的同时,施工安全形势也不容乐观,几乎每年都发生多起地铁施工事故,有的造成了严重的人员伤亡和巨大的经济损失。地铁车站往往位于城市道路交叉口,而城市道路交叉口地下管线数量多、纵横交错,邻近还往往存在复杂建筑群,这些特点也决定了地铁车站工程施工具有比较高的安全风险,加之建设任务重、工期紧,新材料、新技术、新工艺、新装备大量采用,地面交通繁忙,导致安全管理任务重、难度大、施工安全事故频发。

大部分地铁车站使用盖挖法施工,本书以危险源辨识为基础、以施工风险评价与控制为主线,全面阐述了盖挖地铁车站施工安全技术与风险控制的方法与策略;以事故超前控制为理念,系统阐述了盖挖地铁车站施工准备阶段的危险源辨识与风险控制;以和谐交通为理念,论述了地面社会交通疏解优化与风险控制;以施工过程风险精细化分析与控制为主线,阐述了车站基坑围护、支护、开挖、回填和车站结构的施工风险控制重点与风险控制技术措施;以施工过程风险精准掌握为理念,阐述了信息化技术指导安全施工的方法;以提高施工单位和施工人员的应力能力为目的,系统阐述了突发事件或险情时的逃生、自救、救援方法等;以提高施工人员的安全知识、安全技能和素养为目的,论述了施工安全教育与应急演练的方法与手段;以科学、合理地使用有限的安全资金为目标,论述了施工安全资金投入优化策略。在撰写书稿过程中,编著者们还结合自己的工作实际加入了若干风险控制范例,以增加著作的实用性,力求使本书对同行有一定的借鉴意义。

全书共分十章,撰写分工为:第一章、第九章第一节由石家庄铁道大学黄守刚撰写;第二章第一节~第二节由北京中铁隧建筑有限公司李明撰写;第二章第三节~第四节由北京中铁隧建筑有限公司倪西民撰写;第二章第五节由北京中铁隧

建筑有限公司崔根群撰写；第三章第一节～第二节由石家庄市建设工程质量监督站郭晓冬撰写；第三章第三节～第四节由北京中铁隧建筑有限公司赵胜撰写；第四章、第五章由北京中铁隧建筑有限公司杜华林撰写；第六章、第七章由北京中铁隧建筑有限公司于全胜撰写；第八章第一节～第二节由北京中铁隧建筑有限公司刘石撰写；第八章第三节由北京中铁隧建筑有限公司李伟撰写；第九章第三节由北京中铁隧建筑有限公司张帆撰写；第九章第二节由北京中铁隧建筑有限公司万良勇撰写；第十章由石家庄铁路职业技术学院杜建华撰写。全书由杜华林负责统稿，由石家庄轨道公司副总经理谭志文任总顾问。本书撰写工作得到了北京中铁隧建筑有限公司领导的大力支持和热情帮助，在此表示衷心感谢。

限于编著委员会的水平和能力所限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编著委员会

2015年12月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 地铁施工总体特点	1
第二节 地铁施工安全案例与安全形势	2
第三节 盖挖法施工工艺概述	4
第二章 施工危险源辨识与风险评价	9
第一节 对地铁施工风险的精准理解	9
第二节 危险源的分类与辨识	12
第三节 风险的分类与评价	23
第四节 安全风险识别与评估内容及管理	32
第五节 风险识别与分析评估重点	34
第三章 施工准备阶段危险源辨识与风险控制	39
第一节 管线迁改与保护安全技术与管理	39
第二节 拆除作业危险源辨识与安全要点	44
第三节 办公生活区的危险源与风险控制	50
第四节 施工场地与便道的危险源与风险控制	53
第四章 地面社会交通疏解优化与施工风险控制	56
第一节 地铁施工与地面城市交通的相互关系	56
第二节 交通疏解	58
第三节 上路施工	61
第四节 交通疏解与围挡方案范例	65
第五章 基坑土方开挖与支护风险控制	69
第一节 基坑加固施工	69
第二节 围护结构施工	71
第三节 冠梁施工	85
第四节 基坑开挖与回填	88
第五节 基坑支护	91
第六节 基坑土方开挖与支护施工风险过程控制范例	98

第六章 车站结构施工风险控制 ·····	112
第一节 钢筋工程·····	112
第二节 模板工程·····	115
第三节 混凝土工程·····	118
第四节 结构防水·····	121
第五节 脚手架与台架·····	122
第六节 附属结构·····	125
第七节 主体结构施工风险过程控制范例·····	129
第七章 施工安全风险信息化监控与预警 ·····	147
第一节 信息化管理必要性与建设思路·····	147
第二节 施工安全的信息保障与安全信息分类·····	149
第三节 盖挖地铁车站基坑监测·····	152
第四节 盖挖地铁车站施工监控量测范例·····	159
第八章 施工应急处理与事故救援 ·····	163
第一节 突发事件种类与预防抢险·····	163
第二节 应急组织机构与抢险救援物资配备·····	170
第三节 应急处置过程与方法·····	174
第九章 施工安全教育与应急演练 ·····	180
第一节 安全素质精细化教育·····	180
第二节 应急救援培训与演习·····	183
第三节 应急演练范例·····	188
第十章 施工安全成本构成与投入优化策略 ·····	212
第一节 保证性安全成本·····	212
第二节 损失性安全成本·····	213
第三节 安全投入优化策略与安全资金保障·····	215
第四节 安全成本控制范例·····	218
参考文献 ·····	226

第一章

绪论

第一节 地铁施工总体特点

随着中国经济社会的快速发展,为解决城市交通拥挤状况并改善城市环境等问题,众多城市掀起了地铁建设的热潮。作为为旅客提供乘降、换乘功能的车站,多处于热闹繁华的城市中心地带,而且很大一部分都设在城市道路交叉口,工程规模大,工程地质、水文地质条件、邻近建(构)筑物、地下管线情况复杂,安全风险高,施工组织繁琐,工期紧,属于所在地铁线路的关键控制工程。

地铁工程也是一项巨大的综合性复杂系统,总体来看,地铁施工具有以下特点:

(1)建设规模大。一个城市的轨道交通线网一般有百余千米至数百千米。

(2)技术要求高。几乎涉及到现代土木工程、机电设备工程所用高新技术领域。

(3)建设周期长。单线建设周期要4~5年,线网建设一般要30~50年。项目工期内,多处施工围挡同时占道的现象不可避免,使得地铁沿线道路失去了其城市交通走廊的作用,仅能发挥次干道或支路的作用。工期特点在时间上对城市交通提出了严峻的考验。

(4)施工时序复杂。一般的地铁工程可以分为三个阶段:管线改迁工程阶段、车站主体工程 and 区间段工程阶段以及附属工程阶段。管线改迁阶段是地铁施工的前期阶段,主要是针对地铁施工期间可能影响到的管线(如污水管道、自来水管、热力管道、电力电缆、通讯光缆、国防光缆、燃气管道等)进行提前迁移,以保证施工期间居民的正常生活。车站主体和区间段工程阶段是地铁工程最重要的阶段,也是工程量最大的一个阶段。附属结构施工阶段主要是针对地铁车站的出入口、通风口等附属结构的施工,工程量相对较小。整个地铁工程的施工安排及每个施工阶段的施工时序合理与否在一定程度上影响着地面城市交通。各地铁站点和区间的施工顺序,如依次施工、交错施工、若干个站点或区间同时开工等多种的施工安排,在一定程度上决定着施工期间的可选分流道路和需要转移的交通量大小。

(5)海量信息处理难度大。建设过程中所产生的信息量很大,信息的处理工作量很大,有时处理难度很大,工作内容非常繁杂。

(6)不同的施工工法对城市交通的影响程度大。根据地铁施工对城市交通的影响程度,施工方法可分为以下三类:第一类,明挖法。此种方法在地面直接敞口开挖,待隧道主体结构建设完成后回填基坑或恢复地面,如果开挖范围占用道路,将造成交通断流和瓶颈,并且施工占用道路历时最长,对交通的影响最大,施工容易产生噪音,对城市环境的影响也最大,但其造价相对较低。第二类,暗挖法、盾构法和矿山法(新奥法)。从开挖地面程度分析,盾构法和矿山法(新奥法)实质为暗挖法,此类方法不开挖地面,全部在地下纵向开挖和修建隧道结构,基本上是在地下作业,施工造价相对较高,很少占用道路资源,不干扰地面道路交通,对城市环境的

影响也较小,这是目前城市市区轨道交通施工采用的主要方法。第三类,盖挖法。盖挖法即半明挖半暗挖法,是由地面向下开挖至一定深度后,将顶部封闭,其余的下面工程和隧道结构均在地下作业,地面开挖时如果占用道路,也会造成交通断流和瓶颈,但历时较短,可减少对地面交通的影响,其对交通和环境的影响介于以上两类方法之间。因此,城市地铁的施工方法应综合分析所经地区的用地功能、道路交通状况和城市环境,权衡施工造价,选择合理的施工方法,既能节约资金,又能尽量减少对道路交通和市民日常生活的影响。

(7)占用道路施工影响出行。地铁走向基本上是沿着城市道路的走向延伸,因此沿线车站的施工或多或少占用城市道路,根据车站施工占用道路的状况分为以下三种情况:第一种情况,车站施工完全封闭道路。这种情况对道路交通的影响表现为:道路完全断流,车辆需绕道行驶,增加了其他道路的交通压力,并有可能导致相接道路成为断头路;影响周边建筑物的对外交通,包括停车库机动车和行人出入;影响两侧人行道行人的正常通行;需调整途经的公交线路,给市民的出行带来不便;改变现有的交通设施,对周边的环境产生影响。此种情况对城市交通的影响最大。第二种情况,车站施工占用部分道路。这种情况对道路交通的影响表现为:道路部分被占用,容易形成交通瓶颈,道路通行能力减少;影响周边建筑物的对外交通,包括停车库机动车和行人的出入;影响两侧人行道行人的正常通行;公交停靠设施可能需迁移,增加了市民的出行距离;同样地铁施工对周边的交通环境会产生较大影响。第三种情况,车站施工基本上不占用道路。此种情况对道路交通的影响相对较小,但出入施工场地的车辆可能会对相邻道路的交通产生一定的影响。

第二节 地铁施工安全案例与安全形势

地铁施工特点也决定了地铁工程施工有着比较高的安全风险,加之铁路建设任务重,工期紧,新技术新标准大量采用,建设队伍规模急剧扩张,水平参差不齐。施工作业人员一旦疏忽地铁工程施工中的某一个细节,就极有可能出现本可避免的安全事故,下面列举本世纪以来国内城市地铁工程施工中发生的若干安全事故案例。

2001年8月20日,某地铁车站工程进行深基坑土方开挖。当日下午18时30分,土方分包项目经理陈某将11名普工交与领班褚某,19时左右,褚某向11名工人交代了生产任务,11人进入基坑开始在14轴至15轴处平台上施工(褚某未下去)。当日20时左右,16轴处土方突然滑坡,当即有2人被土方全部掩埋,另有2人埋至腰部以上,其他6人迅速逃离至基坑顶。项目部接到报告后,立即准备组织抢险营救。20时10分,再次发生大面积滑坡。滑坡土方由18轴开始冲至12轴,将埋至腰部的2名工人全部淹没,并冲断了基坑内钢支撑16根。虽经项目部极力抢救,但被土方掩埋的四人终因窒息时间过长而死亡。

2002年2月27日,轨道交通某车站工程进行桩基旋喷加固施工。当日上午5时30分左右,1号桩机(井架式旋喷桩机)机操工王某,辅助工冯某、孙某三人在C8号旋喷桩基施工时,辅助工孙某发现桩机框架上部6m处油管接头漏油,在未停机的情况下,由地面爬至框架上部去排除漏油故障(桩机框架内径650mm×350mm)。由于天雨湿滑,孙某爬上机架后不慎身体滑落框架内档,被正在提升的内压铁挤压受伤,事故发生后,地面施工人员立即爬上桩架将孙某救下,并送往医院急救,经抢救无效,孙某于当日7时死亡。

2003年10月8日,地铁5号线某车站工地西北风道南侧,斜撑底部地梁钢筋脱落,钢筋

骨架整体倾覆,造成2死2伤。

2004年3月17日,地铁3号线某站发生一起塌方事故,造成一名正在清理杂物的工人死亡。

2006年6月26日,由于土体疏松,地铁4号线某站西南通道发生施工局部坍塌,坍塌面积 30 m^2 ,体积 90 m^3 ,幸未造成人员伤亡。

2006年8月2日上午,地铁3号线某站施工现场发生塌方,事故造成一名工人死亡,两名工人受伤。

2007年3月28日,地铁10号线第2合同段某车站南出入口暗挖施工,对已经发现的初期支护严重变形地段没有及时采取加固处理措施,强行进行掌子面开挖作业,引发隧道发生塌方,事故造成6名作业人员被埋死亡。30 d之后,这条地铁又由于基坑坍塌,造成东北角地下一处直径600 mm的自来水管线断裂,涌出的水迅速淹没了整个路口,本次事故幸未造成人员伤亡。

2008年11月15日下午3时许,正在施工的地铁某站北2基坑现场发生大面积坍塌事故,塌陷区域长75 m、深15 m,多辆行驶中的车辆坠入塌陷处。事故共造成21人死亡,24人受伤,直接经济损失4961万元。

2009年8月2日上午9时20分,地铁1号线某站施工现场,在冠梁沟槽开挖支护过程中出现约十方泥土塌方,两名正在作业的工人不幸被埋。经过紧张抢险救援,两人分别于12时15分、13时08分被救出现场,送往医院后经全力抢救无效身亡。

2009年10月26日13时30分,地铁5号线某站一辆施工中的额定吊重35t的吊车,运行到半空中时吊臂的最末一节突然折断,不仅约5 t重的泥土从高空砸下,整台吊车也侧翻在地。事发时吊车侧翻的这一侧没人,幸未造成人员伤亡。

2010年7月14日,地铁15号线车站施工过程中,支撑钢架脱落。事故导致2名工人死亡,8名工人受伤。

2013年1月2日,一在建地铁工地的污水管线迁改施工中发生塌方,事故造成3人被困,其中2人最终死亡。

2013年1月28日上午11时许,地铁6号线某站地下隧道内有土块掉下,地铁施工方进行加固作业并上报地铁监理处。至16时许,隧道顶部土块加速掉下,并伴有沙层掉沙现象,地铁施工工人立即撤出施工范围。16时40分左右,地面开始开裂变形,随即临编A01号与40号商铺下陷;临编A01号至A06档及路面42号商户逐一下陷;18时许,临编A07、A08档及路面44号商铺(含二楼)相继倒塌下陷;21时许,临编A09、A10档及52号、54号商铺倒塌下陷,50号楼宇倾斜(1月30日倒塌)。截止至1月30日,临编A01-10号,50号、52号、54号及40、42、44号等6栋建筑物倒塌下陷。

2013年6月13日晚8点30分,地铁1号线某车站工程由于局部围护桩钢支撑意外脱落,造成两名现场工人受伤,其中一人在送往医院救治途中死亡。

2014年12月16日,地铁2号线某站27轴处,由于工人操作不慎,钢支撑运输车辆尾部刮倒一块围挡和一个围墙柱,致使部分围墙倒塌,砸中一辆面包车,造成司机擦伤。

地铁车站工程施工安全事故是由多方面引起的,既有内在因素也有外在因素,归纳起来有以下几点:(1)地铁结构本身及所处位置的工程及水文地质条件;(2)工程建设周边环境(建筑物、道路和地下管线等)的复杂性;(3)施工工艺和管理、操作水平;(4)监理人员的素质、技术能力、管理水平及工作态度。

地铁施工中危险源主要体现在设备故障或缺陷、人的失误、管线破坏、管理缺陷等。他们之间互相影响,危险源基本上都是随机出现的,很难对他们发生的时间、地点及以何种形式发生进行准确判断。

设备故障极易产生安全事故,如触电;有毒气体泄漏;脚手架扣件质量低劣高处坠落、钢丝绳断裂等。人的失误主要是因为对安全不重视、态度不正确等,如操作失误、使用不安全设备、冒险作业、攀坐不安全位置、在吊物下作业停留等。地铁施工由于其特殊性,位于城市主要道路下,管线较多,如果普探和调查不详细,就容易发生管线破坏事故,给居民生活造成很大不便,给企业带来较大的社会负面影响。

地铁车站施工是深基坑作业,做好基坑监控量测是关键,及时监测地表和周边建筑物沉降、周围管线沉降、钢支撑轴力、基坑变形等,用数据的东西作为基坑安全管理和控制的依据,防止基坑坍塌等重大安全事故发生。

管理缺陷会引起设备故障或人员失误,许多事故的发生是由于管理不到位而造成的。做好危险源辨识,特别是施工现场的重大危险源,并采取相应的控制措施,是促进安全生产管理的有效手段。编制科学的危险源监控方案,建立一套系统的、科学的、先进的安全管理模式,来预控地铁施工各个环节中可能出现的重大风险,有针对性的采取相应的防范措施,并在实际施工中切实地落实,从而在真正意义上防止和减少,甚至杜绝安全事故的发生。

有关资料表明,在地铁施工事故中,超过 50% 发生在车站。而采用盖挖法进行地铁车站施工的比例占多数,因此,开展盖挖地铁车站危险源辨识、施工风险评价与安全控制技术措施的研究,对国内盖挖地铁车站施工安全管理具有重要的借鉴意义。

第三节 盖挖法施工工艺概述

一、盖挖顺作法

盖挖顺作法是由地面向下开挖至一定深度后,先施作围护结构、中间柱、临时路面,然后在临时路面覆盖板的保护下自上而下开挖土体、架设临时支撑。开挖到底后,自下而上施作主体结构的底板、侧墙、中板、纵梁、横梁、立柱、顶板等。如覆盖板为永久结构的顶板,则回填土施工完成后,才能恢复交通和开始基坑内部施工。盖挖顺作法施工流程如图 1-1 所示。

1. 适用条件

盖挖顺作法一般适用于建筑物比较密集、地面交通繁忙、场地条件比较狭窄且规模较大的基坑工程。对于开挖范围较大,地下水位高,地层自稳能力较差,降水比较困难的地下工程或采用敞口开挖难以保证施工和环境安全时,可考虑采用盖挖顺作法施工。

2. 施工原则

做好临时路面,分区、分层、分段、分块,对称均衡开挖土体,快挖快支,严禁超挖。快速封闭底板,合理拆撑和换撑,施作主体结构,拆除覆盖板,回填土方,恢复路面。

3. 施工步骤

其主要施工步骤:施工准备→测量放线→围护结构施工→中间桩、柱结构施工→架设临时路面→施工顶板→架设第一道水平支撑→自上而下挖土→依次架设水平支撑→主体结构自下而上施工→结构施作完毕→拆除临时路面系统→恢复路面。

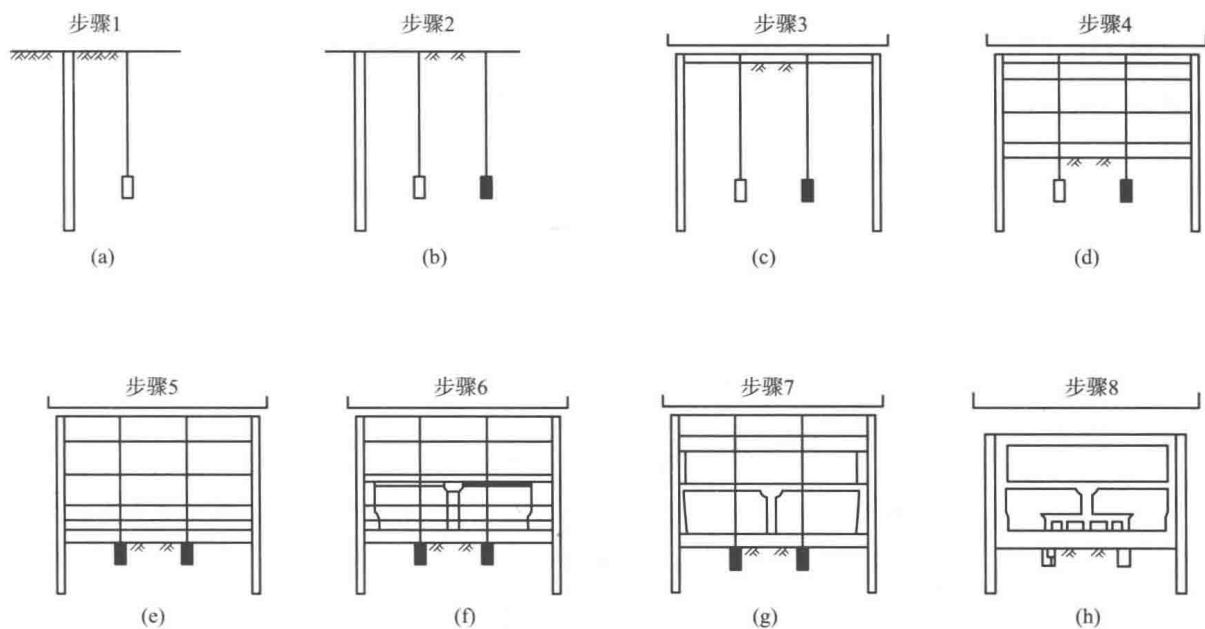


图 1—1 盖挖顺作法施工流程

(a) 围护结构施工; (b) 中间桩、柱结构施工; (c) 架设临时路面、施工顶板; (d) 开挖基坑及安装支撑;
(e) 开挖并施工底板; (f) 构筑侧墙、柱; (g) 构筑侧墙及顶板; (h) 构筑内部结构、路面恢复

4. 施工要点

(1) 临时路面。临时路面支撑体系也称盖板梁,可采用军便梁、钢桁架、钢筋混凝土梁等形式。在支撑体系上固定钢盖板,以便临时通行车辆。基坑宽度较小时,支撑体系可单跨横跨基坑;如基坑宽度较大,支撑体系可放在中间立柱上,形成两跨或多跨结构,提高稳定性。盖板梁采用钢筋混凝土结构可兼作支撑,不但能增强盖板体系的稳定性和安全性,而且对于控制深基坑变形也比较有利。

盖板梁与第一道支撑有分离设置、结合设置两种处理方法。在地质较好的地区进行盖挖法施工时,往往将盖板梁和第一道支撑分离设置。由于土体自立性好,盖板梁不承受或承受很小的水平方向荷载,仅承受路面上的竖向荷载,同时将该荷载传递给中间立柱。根据施工所需空间要求,第一道支撑一般设置在地表以下 2.5 m 左右深处。

在软弱含水地层中,如果不考虑盖板梁兼作支撑,类似于悬臂 2.5 m 开挖,将会导致土体侧向变形超出范围,对于控制基坑变形非常不利。盖板梁兼作第一道支撑时,必须使该构件能同时承受上部传来的竖向荷载及基坑挡墙传来的水平荷载,约束挡墙的水平变形。该构件承受拉、压、弯、剪组合作用,因此对其强度、刚度和稳定性要求较高。

为保证路面车辆行驶的平稳性,盖板梁的平整度宜小于 0.5 mm,挠度宜小于 1/400,铺设时相邻盖板高差宜控制在 1.0 mm 之内。同时,还应采取减震降噪和抗渗、防漏等措施。

(2) 出土口。出土口的主要功能是出土、下料和调运设备,应根据地质情况、基坑大小、施工工期等布置出土口。为了便于安装提升设备(龙门吊、电动葫芦、汽车吊)和堆土等,出土口一般靠近地面运输道路,布置在基坑端头或侧边。出土口结构施工应预留钢筋,出土完成后封闭。

(3) 上下入口。在施工初期,由于各个工作面还没有连通,一般出土口兼作上下入口。当

各个工作面扩大连通之后,应设置专门的上下入口。深基坑的上下入口应安装步梯,一般情况下根据上下人的多少确定步梯的宽度,一般不宜小于 3.0 m。对于深度超过 20 m 的基坑,除安装步梯外,还应安装电梯。一般情况下,一个出土口宜对应一个上下入口,上下入口可同时兼作消防口、通风口、排水口等。

(4)通风口。在逆作法施工前期,各个作业面独立作业,空气难以自然流通,为了提供地下作业人员需要的新鲜空气,应设置通风口。通过风机向地下各个作业面输送新鲜空气,并经排风口、施工口、上下入口等排出。通风口的直径和数量难以准确计算,一般情况下直径不宜小于 600 mm。

(5)排水口。对于地下水比较丰富的基坑,一般需要进行基坑内降排水作业,因此需要设置排水口。排水口可单独设置,也可和其他施工口合并设置。

(6)中间桩、柱施工。盖挖法中间柱主要包括临时柱和结构柱。对于宽度较大的基坑,一般要设置中间立柱结构,与两侧围护结构共同构成路面系统的竖向支承体系,并作为主体结构承载体系。根据使用功能不同,中间立柱结构可分为临时立柱与永久立柱两种类型。

中间立柱结构施工时,必须注意根据立柱的支承方式,合理选择其结构类型及其基础形式,做到既保证立柱的强度、刚度、稳定性,又保证荷载能有效地传递给柱下基础。立柱在上部荷载及土压力、水压力作用下,会发生沉降、抬升、倾斜。同时,立柱桩底地层的差异、受荷大小的不同及温度应力的影响,可能使相邻立柱之间及立柱与围护结构之间产生较大差异沉降。若差异沉降过大,将会对路面体系产生较大的附加应力,严重时会影响安全。一般情况下,立柱之间及立柱与围护结构之间的差异沉降不宜大于 20 mm,且不宜大于 1/400 桩距。

中间柱下端的立柱桩一般为混凝土灌注桩。根据地质条件及施工机具的不同,可采用人工挖孔桩、钻孔灌注桩、挤扩桩等施工方法。中间柱一般采用钢管柱、H 型钢、混凝土灌注桩、预制柱等。为了保证中间立柱结构的稳定,中间柱的安装精度要求较高,施工难度较大。

中间立柱结构的施工方法:在泥浆护壁成孔条件下,钢管柱的安装一般采用先插法或后插法。先插法是指在立柱桩孔完成后,下入钢筋笼,然后将钢立柱插入,位置调整准确后,进行固定,最后灌注混凝土。后插法是当立柱桩的混凝土灌注完毕后,将钢立柱柱脚插入桩的混凝土中,然后固定。如果地层条件较好,或者经过降水后,钻孔内比较干燥,具有良好的自稳能力,可采用人工桩孔内定位法。中间柱下部的灌注混凝土桩施工完毕后,可由人直接进入桩孔,进行桩顶处理,并安装定位器,然后吊放钢管柱进行连接和精确定位固定,最后在钢管柱内插入钢筋和灌注混凝土,并在钢管柱周围回填砂子或黏土。

(7)中间柱的约束。随着基坑的开挖,中间柱自由段长度会增加,侧向变形会增大,可能会发生失稳。因此,为增加立柱的稳定性,在基坑向下开挖过程中,在每一道支撑高程处,应设置纵向连系梁。该梁与支撑、立柱形成稳定的超静定结构,减小开挖阶段立柱的长细比,以保持立柱稳定。

(8)中间支承立柱和纵、横梁连接节点。中间柱和纵、横梁节点形式较多,一般采用传力钢板法、植筋法等。

(9)地下连续墙和纵、横梁连接节点。地下连续墙和纵、横梁连接节点形式也比较多,一般采用预埋连接钢筋法、预埋连接钢板法或植筋法等。

二、盖挖逆作法

盖挖逆作法是由地面向下开挖至一定深度后,先施作围护结构、中间桩和柱、主体结构顶板,然后在顶板的保护下从上向下开挖土体,并从上至下施作主体结构的侧墙、中板、横梁、纵梁、底板等。盖挖逆作法施工流程如图 1—2 所示。在地质条件较差的密集建筑区修建深、大基坑时,为了减少施工对地面交通和环境的影响,可选用盖挖逆作法。盖挖逆作法的主要优点:临时支撑架设少、墙体水平位移小、地层沉降小、坑底隆起小、土压力和水压力小、主体结构稳定性好。

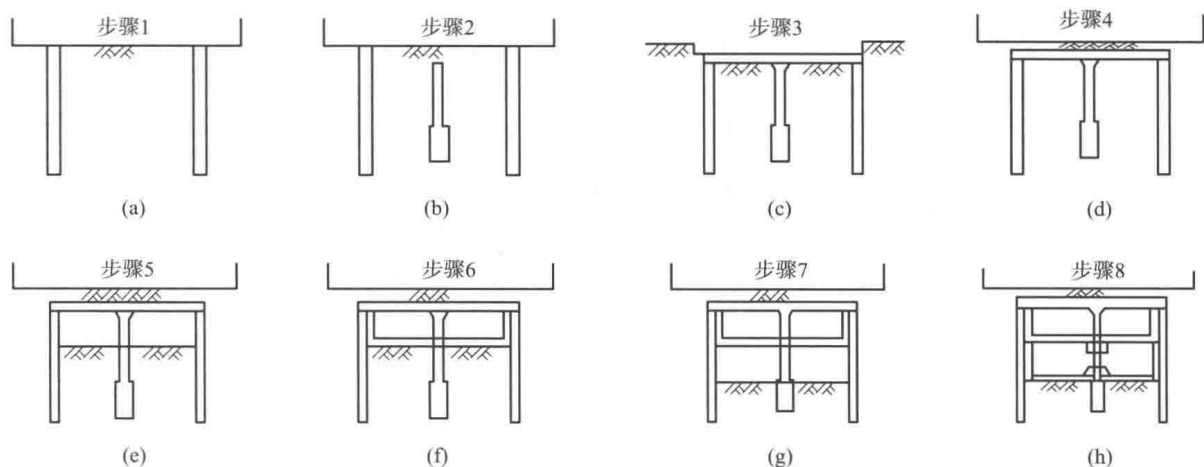


图 1—2 盖挖逆作法施工流程

(a)围护结构施工;(b)中间立柱结构施工;(c)施工顶板;(d)回填土、恢复路面;(e)开挖中间土;
(f)构筑上层主体结构;(g)开挖下层土;(h)构筑下层主体结构

1. 适用条件

盖挖逆作法一般适用于建筑物比较密集,地面交通繁忙,场地条件比较狭窄的深、大基坑或平面形状比较复杂的基坑施工。

2. 施工原则

分区、分层、分段、分块,对称均衡开挖,边挖快支,严禁超挖,快速封闭底板,做好防水。

3. 施工步骤

主要施工步骤:施工准备→测量放线→围护结构施工→中间柱施工→架设临时路面→顶板施工→自上而下挖土→自上而下施工主体结构→拆除临时路面系统→恢复路面。

4. 施工要点

(1)施工精度控制。采用盖挖逆作法施工,围护结构和中间桩、柱、梁、板在主体结构完成之前是重要的承载构件,关系到施工安全,因此必须严格控制施工精度,尽量减小施工误差。

(2)地层沉降控制。自上而下施工过程中,地层产生的不均匀沉降对围护结构和主体结构的不利影响比顺作法要大。开挖过程中应严格控制地层失水、管涌和围护结构渗漏及侧向位移,因此每层结构开挖到设计高程后,应尽快施工纵横梁和层板,严格控制地层沉降,防止上部结构拉裂。

(3)防水及节点施工质量。主体结构体自上向下施作,施工缝比较多,同时,由于混凝土硬化过程中的收缩与下沉的影响,可能出现裂缝,对结构的强度、刚度、承载能力、防水性、耐久性

均产生不利影响；多数交汇于同一节点的构件非同步施工，其连接精度控制难度较大；层板一般采用土模施工，混凝土的质量控制难度较大。因此，必须保证墙、梁、板、柱节点的连接精度和施工质量。

三、盖挖半逆作法

盖挖半逆作法与逆作法的区别仅在于盖挖半逆作法在结构的第一层或第二层顺作完成后，再采用逆作法施工下部结构。该方法可以上部下部同时施工，施工效率高。在半逆作法施工中，上部开挖基坑顺作时一般需要设置临时横撑并施加预应力。盖挖半逆作法施工流程如图 1—3 所示。盖挖逆作法除采用上面顺作，下部逆作的方式外，还包括中间逆作、四周顺作或四周逆作、中间顺作及其他顺作和逆作结合的形式。盖挖半逆作法一般用于深、大基坑，需要上下同时施工，需要注意的是，必须严格控制下部施工对上部结构的影响。

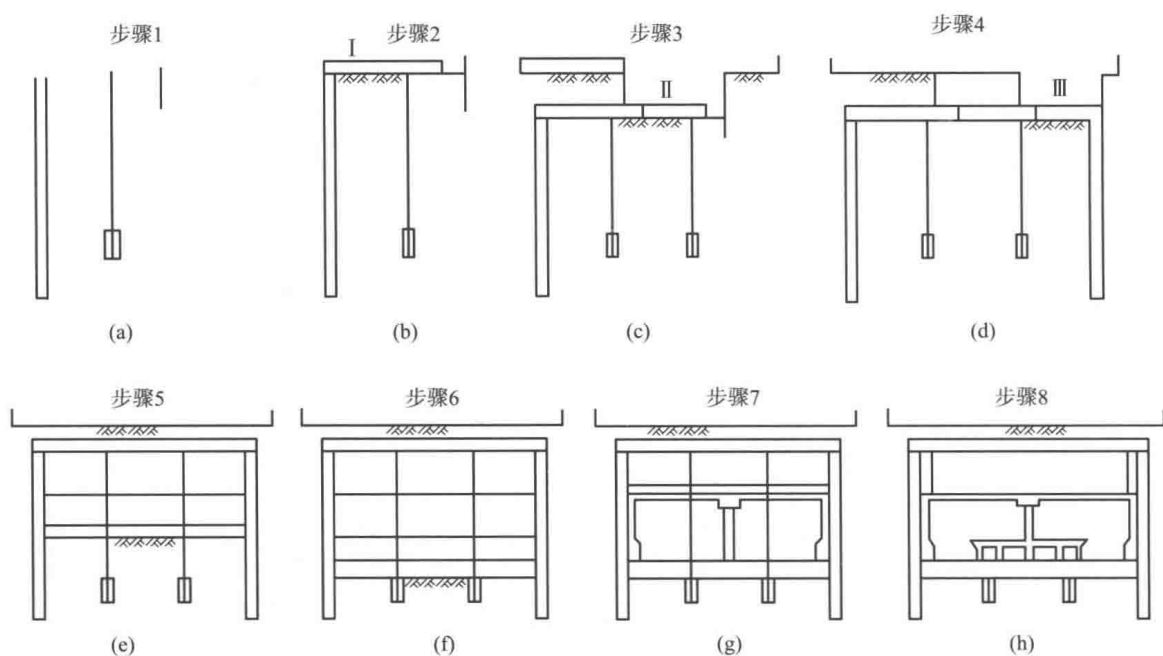


图 1—3 盖挖半逆作法施工流程

(a) 构筑连续墙中间支承桩及临时性挡土设备；(b) 构筑顶板(I)；(c) 打设中间桩、临时性挡土设备及构筑顶板(II)；

(d) 构筑连续墙及顶板(III)；(e) 依序向下开挖及逐层安装水平支撑；(f) 向下开挖、构筑底板；

(g) 构筑侧墙、柱及楼板；(h) 构筑侧墙及内部其余结构物

第二章

施工危险源辨识与风险评价

第一节 对地铁施工风险的精准理解

安全体系的基础是危险源辨识与风险评价。与他们相关的还有故障、隐患、事故、安全。下面对这些基本概念做简要阐述,以加深读者对安全管理工作的理解,提高安全管理的水平和效率。

一、安全相关概念的理解

(一)故障、隐患、危险、风险、事故、安全的定义

故障:设备在工作过程中,因某种原因“丧失规定功能”或危害安全的现象。

隐患:就是在某个条件、事物以及事件中所存在的不稳定并且影响到个人或者他人安全利益的因素。

危险:指材料、物品、系统、工艺过程、设施或场所对人、财产或环境具有产生伤害的潜能。

风险:某一特定危险情况发生的可能性和后果的组合。

事故:是指造成死亡、疾病、伤害、损坏或者其他损失的意外情况。

安全:免除了不可接受的损害风险的状态。

这些概念是既有区别又有联系的。所谓的安全,不是指完全没有损害,而是指损害在可以接受的范围。绝对的安全是不存在的,任何时候都会有大大小小的隐患存在。如果及时发现并消除隐患就能使系统处在一个正常的状态。如果存在隐患而没有及时处理,就会发生故障。故障不一定会有危险,也有可能是丧失一些功能,却也有可能导致危险。而风险是指发生危险的可能性,不是指危险本身。事故是意外情况,而不是意外情况的也有可能是危险,比如说施工过程中产生粉尘不是事故,但长期处于这种环境中,却对人体有害。

(二)危险源与事故隐患的定义与区别

1. 危险源的定义

危险源是指一个系统中具有潜在能量和物质释放危险的,可造成人员伤亡,财产损失或环境破坏的,在一定的触发因素作用下可转化为事故的部位、区域、场所、空间、岗位、设备及其位置,以及不安全的行为和状态。危险源具有3个要素:

(1)危险一般由于能量或毒物释放失去控制而引起。在进行风险分析时,首先要确定危险源种类,如毒物释放、爆炸、火灾等,其次要确定系统中哪一部分是危险的来源,如压力容器、压力管道、储罐、动力装置等;

(2)环境、人员或其他生态系统、建筑物或构筑物暴露于危险区域的程度;

(3)危险一旦发生,对暴露目标的有害作用或可能造成的损失。