



国家骨干高等职业院校建设成果教材

地下工程 监控量测

Dixia Gongcheng Jiankong Liangce

主 编 毛红梅 贾 良
主 审 刘招伟



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



国家骨干高等职业院校建设成果教材

地下工程 监控量测

Dixia Gongcheng Jiankong Liangce

主 编 毛红梅 贾 良
主 审 刘招伟



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统介绍了地下工程监控量测的基本理论和监测技术,重点就监测方案设计、监测实施、数据处理与分析、监测报表与报告的编制等做了详细介绍。全书内容包括:基坑工程施工监测、新奥法隧道施工监测、盾构法隧道施工监测,并简要介绍了边坡工程监测和高速铁路路基变形监测。

本书适于高职高专地下工程类专业、城市轨道交通工程类专业及其他土建类专业学生选作教材使用,亦可供相关专业设计、施工、监理、监测等技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地下工程监控量测 / 毛红梅, 贾良主编. —北京 :
人民交通出版社股份有限公司, 2015. 1
ISBN 978-7-114-10978-2

I. ①地… II. ①毛… ②贾… III. ①地下工程—监
测 IV. ①TU94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 258283 号

书 名: 地下工程监控量测

著 作 者: 毛红梅 贾 良

责任编辑: 杜 琛

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 13.75

字 数: 335 千

版 次: 2015 年 1 月 第 1 版

印 次: 2015 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10978-2

定 价: 39.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

地下工程监控量测指在地下工程施工中,对围岩、地表、支护结构及周边环境的变形及受力状态进行的经常性观察和量测工作。通过监控量测,可以实时掌握地下工程及周边环境的变化动态,分析其变化规律,从而优化设计、指导施工,确保工程安全。当前,随着我国城市地下空间的大力开发和利用,地下工程及其周边环境的安全问题越来越突出,监控量测技术作为信息化动态设计与施工的必要手段,其对工程安全管理的重要性越来越受到地下工程界的认可和重视。监控量测已经作为施工工序被纳入施工组织设计中。

本书面向地下工程领域,系统介绍了地下工程监控量测的基本理论和监测技术,重点就监测方案设计、监测实施、数据处理与分析、监测报表与报告的编制、监测结果评价等问题做了详细介绍。内容主要包括:基坑工程施工监测、新奥法隧道施工监测、盾构法隧道施工监测,并就边坡工程监测、高速铁路路基变形监测做了简要介绍。本书立足一线监测技术岗位,按照知识够用、技术先进、内容实用、形式新颖的原则,嵌入了相关职业标准、规范及规程,吸纳了该领域的最新成果,引入了大量宝贵的工程实例及图表资料。

全书以项目为基本单元,按照项目引导、任务正文、能力训练等环节组织教学内容,各项目均以珍贵的工程案例、大量的图表资料向读者展示一线监测场景,引导读者开展“教学做”一体化学习。本书既可作为高职高专地下工程类专业、城市轨道交通工程类专业及其他土建类专业的教学用书,也可作为相关专业设计、施工、监理、监测等技术人员的工具书。

中铁隧道局勘测设计院有限公司刘永中、周志强等为本书的编写提供了基本素材,陕西铁路工程职业技术学院毛红梅、贾良任本书主编,并负责统稿。具体编写分工如下:绪论、项目一由毛红梅编写,项目二由贾良编写,项目三、四由郭亚宇与中铁隧道局勘测设计院工程师周志强合作编写,项目五由郭亚宇编写。中国中铁隧道集团有限公司副总工程师刘招伟任本书主审,提出了许多建设性意见与建议,在此表示诚挚感谢!

本书在编写过程中,受到了中国中铁隧道集团有限公司、中铁一局集团有限公司多位专家的指导,参考、借鉴了刘招伟等多名作者的论文与著作,人民交通出版社也给予了真诚的帮助,在此一并表示衷心感谢!

监控量测技术是一门综合技术,它涵盖了土力学、岩体力学等多个学科领域,由于编者能力局限,书中错误和不当之处在所难免,恳请专家、读者批评指正。

编者
2014. 10

目 录

绪论	1
----------	---

项目一 基坑工程施工监测

任务一 基坑施工监测基本知识准备	8
任务二 巡视检查	20
任务三 围护桩(墙)顶水平位移监测	22
任务四 围护桩(墙)深层水平位移监测	26
任务五 围护桩(墙)内力监测	31
任务六 支撑轴力监测	36
任务七 土层锚杆轴力监测	40
任务八 地表沉降监测	40
任务九 土体分层沉降监测	45
任务十 地下水位监测	48
任务十一 基坑回弹监测	50
任务十二 土压力与孔隙水压力监测	53
任务十三 地下管线变形监测	58
任务十四 建筑物变形监测	60
任务十五 基坑工程监测方案设计	79
任务十六 监测报表与监测报告的编制	88
项目小结	100
能力训练	100

任务二 洞内、外状态观察	113
任务三 净空变化监测	116
任务四 拱顶下沉监测	120
任务五 地表沉降监测	122
任务六 混凝土应力监测	124
任务七 围岩压力及两层支护间压力监测	126
任务八 围岩内部位移监测	127
任务九 监测数据处理与应用	130
任务十 新奥法隧道施工监测方案设计实例	135
任务十一 新奥法隧道施工监测报告实例	140
项目小结	144
能力训练	144

项目三 盾构法隧道施工监测

任务一 盾构法隧道施工监测知识准备	148
任务二 盾构法隧道施工监测方案设计	156
任务三 盾构法隧道施工监测实例	161
项目小结	166
能力训练	166

项目四 边坡工程监测

任务一 边坡工程监测基本知识准备	170
任务二 边坡变形监测	172
任务三 边坡应力监测	177

项目二 新奥法隧道施工监测

任务一 新奥法隧道施工监测基本知识准备	104
---------------------------	-----

任务四 边坡地下水监测	181
任务五 边坡工程监测实例	183
项目小结	189
能力训练	190

项目五 高速铁路路基变形	
监测	191
任务一 认识高速铁路路基	192

任务二 路基沉降变形监测的	
目的及技术要求	195
任务三 路基沉降变形监测实施	
方案	199
项目小结	209
能力训练	209

参考文献	210
-------------------	-----

绪论



地下工程及其施工方法

地下工程是指埋入地面以下,为开发地下空间,利用地下资源所建造的地下土木工程。它包括:地下铁道、交通隧道、输气管道、水电隧洞、矿山井巷、地下共同沟、地下过街通道、地下商场、地下油库及人防工程等。21 世纪以来,随着我国城市化进程步伐的加快,城市地下空间开发与利用得到了蓬勃发展,如城市地铁、地下商场、地下停车场、地下过街通道、地下共同沟等。与此同时,我国正处于完善路网规划、加强基础设施建设的重要时期,铁路隧道、公路隧道、水工隧道、输气管道的建设亦方兴未艾。据统计,我国已经成为世界上建成隧道最长、数量最多的国家。当前,地下工程已经深入工业民用、商业娱乐、交通运输、水利水电、市政工程、地下仓储、人防军事、采矿巷道等各个领域。

地下工程的大力兴建,使得地下工程施工技术取得了长足进步,施工方法越来越丰富。归结起来,地下工程的施工方法主要有明挖法、暗挖法及沉管法等。

(一) 明挖法

明挖法指在露天的地面上,从地表向下分层开挖基坑,分层施作初期支护,待开挖至基底高程后,自下而上施作钢筋混凝土结构,同时铺设外贴式防水层,然后再回填土石。根据地质水文条件及周边环境条件的需要,基坑开挖前可预先施作钻孔灌注桩或地下连续墙围护结构。明挖法施工具有工序简单、便于大型施工机具使用、施工速度快的特点,但是明挖法占地面积大,占地时间长,适用于地铁车站、山岭隧道、人防工程等埋深浅及地表空旷的地段。

(二) 暗挖法

暗挖法是相对于明挖法而言的,指非从地表向下开挖,而是从两端或旁侧进洞施工的方法。主要有新奥法、盾构法与掘进机法等。

1. 新奥法

新奥法是新奥地利隧道工法的简称,原名 New Austrian Tunnelling Method,简称 NATM,新奥法的概念是奥地利学者拉布西维兹(L. V. RABCEWICZ)教授于 20 世纪 60 年代提出的。它是控制爆破或机械开挖为主要掘进手段,以喷射混凝土、锚杆为主要支护手段,集理论、量测和经验于一体的一种施工方法。其核心理论是“爱护围岩,充分调动和发挥围岩的自承能力,及时施作初期支护”。从这一原则出发,可以根据隧道工程地质条件与结构条件灵活地选择开挖方法、爆破技术、支护形式、支护施作时机和辅助工法。新奥法具有工程造价低、施工技术成熟、广泛适用于各级围岩等优点,是目前国内隧道设计、施工的主流方法。

针对城市地铁覆盖层浅、地层软弱、含水量丰富的特点,我国学者在新奥法的基础上提出了以超前加固、处理软弱地层为前提,采用足够刚性的复合式衬砌(由初期支护、二次衬砌及中间防水层所组成)为基本支护结构的一种软弱地层近地表隧道的暗挖施工方法,即浅埋暗挖法。该法具有适于浅埋软弱地层、开挖断面灵活、可有效控制地表沉降及经济的特点。浅埋暗挖法施工应遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的原则。

2. 盾构与掘进机法

盾构与掘进机是开挖隧道的专用设备,它集土(岩)体开挖、渣土排运、整机推进及管片安装等功能于一体,实现了隧道一次开挖成形。盾构与掘进机施工具有安全、快速、噪声小、地表

沉降小等特点,广泛应用于地铁、铁路、公路、市政、水电隧道等工程。其中,盾构机具有一个筒状的金属外壳,可以在金属外壳的掩护下作业,确保了施工安全,故盾构主要用于软弱地层隧道施工,而掘进机主要用于岩石隧道施工。

(三)沉管法

沉管法指先在隧址以外的临时干坞或船台上预制隧道管段(每节长60~140m,多数为100m左右,最长达268m),管段两端用临时封墙密封,浮运到指定位置上,在预先挖好的基槽上沉放下去,通过水力压接法进行水下连接,再覆土回填,完成隧道工程施工。沉管法是修建水底隧道的主要方法之一。

地下工程施工中,由于地质条件的不确定性、地层压力的不确定性及结构受力状态等诸多因素的不确定性,使得地下工程施工风险难以避免;尤其是在城市地下工程建设中,由于人群、道路、地下建筑、建(构)筑物及地下管线的影响使城市地下工程施工环境更为复杂;而同时城市地下工程对地层变形和地表沉降等施工标准提出了更高的要求,进一步增加了城市地下工程的施工难度,施工风险问题更为突出。这些问题已经成为各种施工方法须共同面对的难题。



地下工程监控量测的必要性

地下工程监控量测指在地下工程施工中,对围岩、地表、支护结构和周边环境的变形及受力状态进行的经常性观察和量测工作。通过监控量测,可以实时掌握地下工程及周边环境的变化动态,分析其变化规律,从而优化设计、指导施工,确保工程安全。

(一)实施监控量测是及时揭示地层力学性状、修正设计的需要

地下工程处于岩土介质之中,其在变形特性、物理组构、初始应力场分布、温度和水侵蚀效应等众多方面具有明显的非均质性、非连续性和非线性特点,致使地下工程表现出相当独特和复杂的力学特征,其变形规律和受力特点很难以纯理论的方法予以描述并获得令人满意的解答和设计结果。因此,对于地下工程变形破坏预测和以此为基础进行的工程设计来说,可行的方法是以理论分析、工程类比及专家经验为基础进行初步设计,然后以监控量测手段逐步对之进行修正,以便向更合理、更真实的实际情况逼近,达到优质设计的目的。显然,在地下工程设计中,监控量测是一个必不可少的环节。通过监控量测获取地层实际力学参数,揭示地层力学性状,及时修正设计,是实施信息化动态设计,提高结构地层适应性和可靠性的重要手段。

(二)实施监控量测是及时掌握地层变化动态、指导施工的需要

随着土(岩)体的开挖卸载及人群、交通、荷载的变化,施工过程的地质力学状态也随之变化,地层的物理力学性质也是多变的,因此施工过程应该是动态的。在施工过程中,通过监控量测掌握地层变化规律,逐渐认识和了解其地质力学状态,并通过各种手段与措施予以调整,是实现信息化动态施工,确保施工安全的必要手段。

(三)实施监控量测是及时预报险情、确保施工安全的需要

地下工程施工中,由于设计与施工参数不当、工序衔接不紧凑、支护不及时等原因,往往会存在一定的安全隐患:轻微的会在一定程度上引起地表沉降、地面开裂、建筑物倾斜;严重时会产生支撑失稳、边坡坍塌、周边建筑物倒塌等安全事故,有时甚至危及生命安全。如2009年杭

州地铁萧山路站地铁基坑倒塌事故,造成 21 人遇难。通过及时且精确的监控量测,实时掌握地下工程及周边环境的受力与变形状况,及时发现险情,采取措施予以处理,可以有效地预防安全事故的发生。

(四) 实施监控量测是总结经验、为地下工程理论研究提供依据的需要

我国地下工程发展起步较晚,地下工程理论研究尚不完善,需要通过监控量测提供第一手的资料与经验。因此,地下工程监控量测对地下工程的理论研究具有重要的意义。

毋庸讳言,在工程建设的大潮中,有相当数量的地下工程因忽视或放松了监控量测,导致了大小事故相继发生,造成国家财产的重大损失,其教训是十分深刻的。实践证明,监控量测是实现地下工程动态设计与信息化施工的必要手段,它直接影响到工程的安全与经济效益、社会效益。我国地下工程理论水平的提高,必然要依赖于地下工程监控量测,同时也可以预见,监控量测技术的不断提高,必将带动我国地下工程理论研究的发展,为地下工程科学技术进步作出应有的贡献,所以地下工程监控量测的作用不容忽视,意义重大。

地下工程监控量测的内容

根据监测目的与对象的不同,地下工程监控量测主要分为变形与位移监测、内力及相互作用力的监测以及状态观察三类。其中,状态观察是所有地下工程的必测项目。

(一) 变形与位移监测

(1) 结构体的变形与位移。主要有:隧道拱顶下沉、净空收敛,基坑围护结构位移、结构板沉降、侧墙与立柱位移等。

(2) 岩体的变形与位移。主要有:围岩内部位移、土体分层沉降等。

(3) 周边环境的变形与位移。主要有:地表沉降、地下水位、地下管线位移、周边建筑变形与位移等。

(二) 内力及相互作用力的监测

(1) 结构体的内力。主要有:混凝土内力、钢拱架内力、围护结构内力、水平支撑轴力、锚杆轴力等。

(2) 地层与结构的相互作用力。主要有:土压力、孔隙水压力等。

(三) 状态观察

(1) 结构体状态观察。主要有:支护结构的变形与受力、支撑与立柱的变形与受力、止水帷幕有无开裂与渗漏等。

(2) 岩体状态观察。主要有:隧道岩体层理与产状、地下水状况、有无脱落掉块、地质状况核查,基坑有无涌土涌砂等。

(3) 周边环境状态观察。主要有:土体有无裂缝与沉陷、地下管线有无破损或泄露、周边建筑有无新增裂缝、道路有无裂缝与沉陷、临近建筑与基坑施工变化情况。

(4) 施工工况检查。主要有:地表水与地下水的排放是否正常、基坑周边有无超载。

(5) 监测设施状态观察。主要有:基准点与监测点的完好状态、监测元件的完好状态、有无影响观测的障碍物等。



四 地下工程监控量测技术的发展

20 世纪 60 年代,奥地利学者拉布西维兹在其创立的新奥法中,第一次提出了运用监控量测手段密切监视围岩的变形和应力,从而及时优化支护参数,更大限度地发挥围岩自承能力的理论。同时指出新奥法应遵循“勤量测”原则,可见在新奥法中监控量测的重要性。

随着新奥法引入我国,监控量测技术也逐渐应用于地下工程乃至其他工程建设中。监控量测技术作为信息化动态施工的必要手段,其对施工安全管理的不可替代性越来越受到工程界的认可和重视。目前,监控量测已经作为施工工序被纳入施工组织设计中,地下工程监控量测的管理和实施正朝着专业化、规范化的方向发展,相关规范逐步出台,如《建筑变形测量规范》(JGJ 8—2007)、《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)、《地铁工程监控量测技术规程》(DB 11/490—2007)、《铁路隧道监控量测技术规程》(TB 10121—2007)等。

与此同时,监控量测技术也得到了迅速发展,监测设备及传感器不断发展与完善,监测精度不断提高,监测数据分析理论不断完善。监测技术正向着系统化、远程化、自动化方向发展,从而实现了远程实时数据采集、实时分析及实时信息反馈。目前,发展的远程监测系统主要有以下几个方面:

- (1) 近景摄影测量系统。
- (2) 多通道无线遥测系统。
- (3) 光纤监测技术。
- (4) 非接触监测系统。
- (5) 电容感应式静力水准仪系统。
- (6) 巴塞特结构收敛系统。
- (7) 轨道变形监测系统。

项目一

基坑工程施工监测

【能力目标】

通过学习,具备基坑工程围护桩(墙)顶水平位移监测、围护桩(墙)深层水平位移监测、围护桩墙内力监测、支撑轴力监测、土层锚杆轴力监测、地表沉降监测、土体分层沉降监测、地下水位监测、基坑回弹监测、土压力与孔隙水压力监测、地下管线变形监测及建筑物变形监测等作业能力,同时具备依据基坑工程地质条件、结构条件、支护条件及周围环境等进行基坑监测方案设计、组织实施、数据处理与分析、监测报表与报告的编制及信息反馈等能力。

【知识目标】

1. 了解基坑工程监测基本知识及基本理论;
2. 熟知各监测项目的监测目的、监测内容、监测仪器、监测频率及监测控制基准;
3. 掌握各项的测点布置、监测实施及数据分析要点。

【项目描述】

某地铁车站工程,基坑总长 163.3m,基坑两端为盾构工作井,井宽 36.7m,井深 16.8m,基坑中部标准段宽 18.9m,深 16.5m。车站处于流塑、软塑的黏性土及砂质粉土层中,地下水埋深 1.25m,车站主体采用地下连续墙+钢支撑围护体系。基坑两侧建筑密布,其中有一栋 30 层的住宅楼。基坑安全等级为一级。拟对车站基坑施工过程进行监测,请完成基坑监测方案设计,并组织实施,及时完成相应报表填报、数据分析及信息反馈工作。

任务一 基坑施工监测基本知识准备

在深基坑开挖施工过程中,基坑内外的土体将由原来的静止土压力状态向被动或主动土压力状态转变,应力状态的改变引起围护结构承受荷载,并导致围护结构和土体的变形。围护结构的内力(围护桩和墙的内力、支撑轴力或土锚拉力等)和变形(深基坑坑内土体的隆起、基坑支护结构及其周围土体的沉降和侧向位移等)中的任一量值超过容许的范围,将造成基坑的失稳破坏或对周围环境造成不利影响。

深基坑开挖工程往往在建筑密集的市中心,施工场地四周有建筑物和地下管线,基坑开挖所引起的土体变形将在一定程度上改变这些建筑物和地下管线的正常状态。当土体变形过大时,会造成邻近结构和设施的失效或破坏。同时,基坑相邻的建筑物又相当于较重的集中荷载,基坑周围的管线常引起地表水的渗漏,这些因素又是导致土体变形加剧的原因。

基坑工程设置于力学性质相当复杂的地层中,在基坑围护结构设计和变形预估时,存在以下不确定因素:一方面,基坑围护体系所承受的土压力等荷载存在着较大的不确定性;另一方面,对地层和围护结构一般都做了较多的简化和假定,与工程实际有一定的差异;加之,基坑开挖与围护结构施工过程中,存在着时间和空间上的延迟过程,以及降雨、地面堆载和挖机撞击等偶然因素的作用,使得现阶段在基坑工程设计时,对结构内力计算以及结构和土体变形的预估与工程实际情况有较大的差异,并在相当程度上仍依靠经验。因此,在深基坑施工过程中,只有对基坑支护结构、基坑周围的土体和相邻的构筑物进行全面、系统的监测,才能对基坑工程的安全性和对周围环境的影响程度有全面的了解,以确保工程的顺利进行;在出现异常情况时及时反馈,并采取必要的工程应急措施,甚至调整施工工艺或修改设计参数。

现场监控量测作为信息化施工的组成部分,不仅能够及时了解地层、支护体系的受力和变形规律及周围环境变化信息,而且能够掌握地层、支护结构及周围环境的相互作用、时空效应、安全和稳定状况,有针对性地制订施工方案和应急措施,对施工过程进行有效控制和管理,防止灾害事故的发生。通过监测数据还可以判断设计方案、参数及施工方法、工艺、措施是否合理,及时优化和调整设计参数和施工方法,实现动态设计和信息化施工。此外,通过监测资料积累数据,可为类似工程提供经验和参考。



基坑结构认识

基坑是指为进行建筑物(或构筑物)基础与地下室的施工所开挖的地面以下空间。根据基坑开挖过程中边坡形式的不同,基坑分为敞口放坡开挖基坑与垂直开挖基坑两种类型。

(一) 敞口放坡开挖基坑

对于基坑深度较浅,地质稳定,施工场地空旷,周围建筑物和地下管线及其他市政设施远离基坑较远的情况,一般采用敞口放坡开挖法。敞口放坡开挖具有施工简单、施工速度快、工程造价低的优点,并且能为地下结构的施工创造最大限度的工作面,因此,在场地允许的条件下,宜优先采用,如图1-1所示。

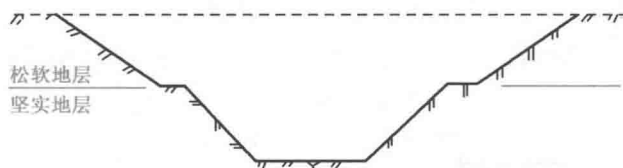


图 1-1 敞口放坡开挖基坑示意图

(二) 垂直开挖基坑

当基坑深度较大,基坑周围建筑物及地下管线密集,场地狭小不具备敞口放坡开挖条件时,只能采用垂直开挖法。垂直开挖基坑时通常需要设置围护结构与支撑体系。

1. 围护结构

为了保证垂直开挖时基坑的稳定,通常需要在基坑开挖前事先设置围护结构,称为具有围护结构的基坑,其形式如图 1-2 所示。基坑围护结构的主要形式有:排桩围护结构(钢板桩、工字钢桩、钢筋混凝土灌注桩、钢管桩、深层搅拌桩、筋性水泥土搅拌桩等)、地下连续墙围护结构及土钉墙围护结构等。围护结构的类型应依据基坑深度、基坑土质与含水情况、基坑周围建筑物性质等因素综合选择。

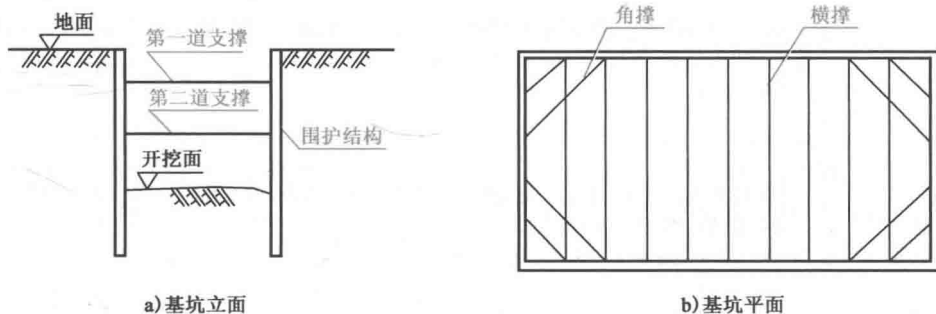


图 1-2 基坑围护结构及水平支撑示意图

2. 支撑体系

当基坑开挖深度较大或边坡土质软弱时,为了确保围护结构的稳定,也可在围护结构内设置支撑以抵抗侧压力。支撑的形式主要有水平支撑、斜支撑及土层锚杆等。图 1-2、图 1-3 所示分别表示了三种支撑体系的基本形式。

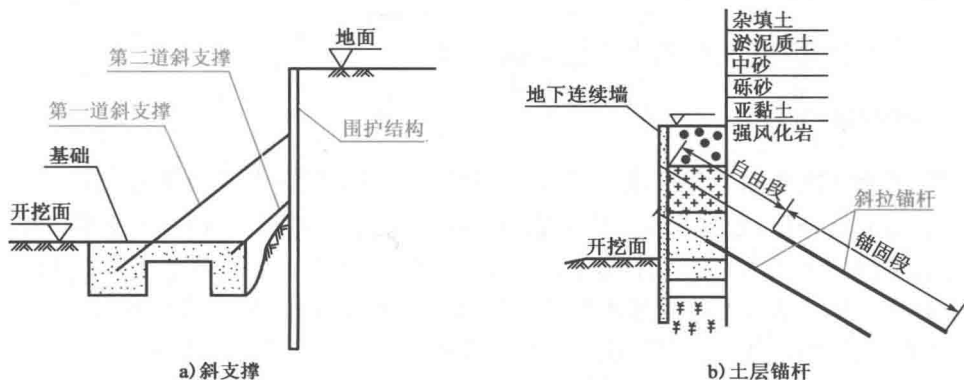


图 1-3 斜支撑及土层锚杆示意图

水平支撑因其能够提供较大的支撑阻力,围护结构位移小,支撑安全可靠且不受基坑深度的限制,经常成为支撑体系的首选。水平支撑常用的材料有型钢(钢管、H型钢、工字钢等)、现浇钢筋混凝土或二者的组合等,主要依据支撑阻力的大小确定。

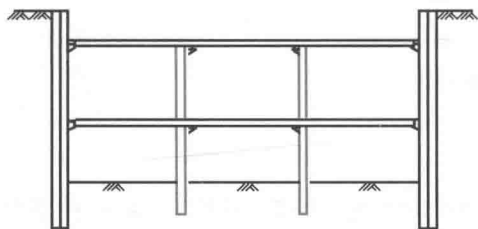


图 1-4 立柱示意图

3. 立柱

当基坑跨度较大时,需要在支撑杆件的中部设置立柱,以缩短支撑的自由长度,防止支撑失稳。立柱可以是钢筋混凝土的钻(挖)孔灌注桩,也可以采用预制的打入桩(钢桩或钢筋混凝土桩)等,如图 1-4 所示。

(三) 基坑安全等级

依据《地铁工程监控量测技术规程》(DB 11/490—2007)的有关规定,根据基坑的开挖深度、周围环境保护要求将地铁工程基坑的安全等级划分为三级,见表 1-1。

地铁基坑安全等级划分

表 1-1

安全等级	周边环境保护要求
一级	①基坑周边以外 $0.7H$ 范围内有地铁结构、桥梁、高层建筑、共同沟、煤气管、雨污水管、大型压力总水管等重要建(构)筑物或市政基础设施; ② $H \geq 15\text{m}$
二级	①基坑周边以外 $0.7H$ 范围内无重要管线和建(构)筑物,而离基坑 $0.7H \sim 2H$ 范围内有重要管线或大型的在用管线、建(构)筑物; ② $10 \leq H < 15\text{m}$
三级	①基坑周边 $2H$ 范围内没有重要或较重要的管线、建(构)筑物; ② $H < 10\text{m}$

注: H 为基坑开挖深度。



基坑施工方法认识

基坑施工方法主要分为明挖法与盖挖法两大类。

(一) 明挖法

明挖法是指从地表向下开挖,形成露天的基坑。其施工顺序为先施作围护结构,然后开挖基坑。基坑应分层开挖,分层施作水平支撑,每开挖一层,立即施作一道水平支撑,如此交错施工直至基坑底部。上层水平支撑未施作,不允许开挖下层土体。若地层含水率较大时,应事先进行降水处理。明挖法具有施工技术简单、作业面多、速度快、工程造价相对较低的特点。而且,由于技术成熟,明挖法施工可以很好地保证工程质量,因此,在地面交通和环境要求允许的条件下,应尽可能采用明挖法施工。明挖法的施工步骤如图 1-5 所示。

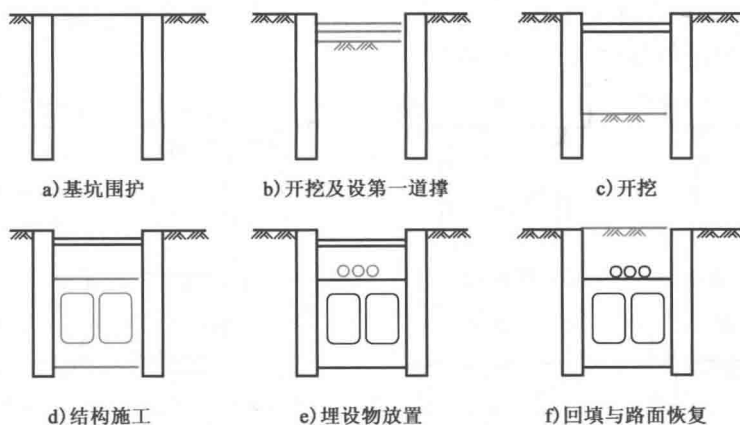


图 1-5 明挖法施工步骤

(二) 盖挖法

盖挖法指先盖后挖,即先以临时路面或结构顶板维持地面畅通后再向下施工。在城市交通繁忙地带开挖基坑时,往往需要占用道路,而地面交通不能中断,且需确保一定交通流量时,可选用盖挖法。按照主体结构施工顺序的不同,盖挖法又分为盖挖顺作法、盖挖逆作法和盖挖半逆作法。其特点都是在完成围护结构之后,需构筑一个覆盖结构承载行车与人流荷载,并在其保护下完成基坑土方开挖和主体结构的施工。

1. 盖挖顺作法

盖挖顺作法是在完成围护结构后,以定型的预制标准覆盖结构(包括纵、横梁和路面板)置于围护结构上维持交通,往下分层开挖和加设横撑,直至设计高程。然后依序由下而上,施工主体结构和防水设施,回填土并恢复管线路。最后,视需要拆除围护结构的外露部分并恢复道路。其施工步骤如图 1-6 所示。

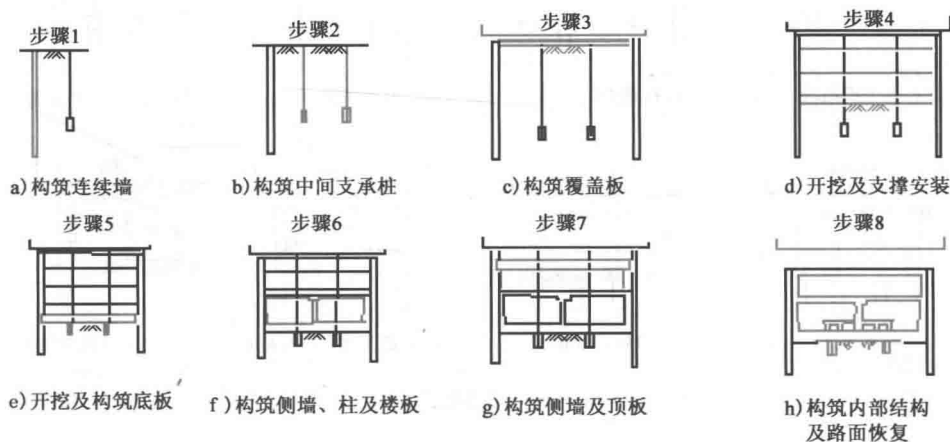


图 1-6 盖挖顺作法的施工步骤

2. 盖挖逆作法

盖挖逆作法的施工顺序是:先在地表施工基坑的围护结构和中间桩柱,然后开挖表层土至主体结构顶板底面高程,利用未开挖的土体作为土模浇筑顶板。顶板可以作为一道强有力的横撑,以防止围护结构向基坑内变形,待回填土后将道路复原,恢复交通。以后的工作都是在