

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

地下工程施工技术

(地下工程专业方向适用)

许建聪 主编

杨林德 主审

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

地下工程施工技术

(地下工程专业方向适用)

许建聪 主编

杨林德 主审

许建聪 林作雷 朱汉华 李 宁 编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

地下工程施工技术/许建聪主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 4

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(地下工程专业方向适用)

ISBN 978-7-112-17995-4

I. ①地… II. ①许… III. ①城市建设-地下工程-工程施工-高等学校-教材 IV. ①TU94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 069899 号

本书为高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材。主要内容有地下工程概述、施工组织与管理、软弱围岩隧道暗挖施工、硬岩隧道钻爆法施工、竖井井筒施工、斜井施工、盾构法施工、岩质隧道掘进机施工、顶管法施工、沉管法施工、施工辅助工法、基坑工程施工和施工辅助工作等。

本书可作为土木工程专业本科生的教材, 也可供从事有关土木工程设计、施工、监理和监测等工作的工程技术人员参考。

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任设计: 陈 旭

责任校对: 张 颖 刘梦然

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材

(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

地下工程施工技术

(地下工程专业方向适用)

许建聪 主编

杨林德 主审

许建聪 林作雷 朱汉华 李 宁 编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

环球印刷(北京)有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 字数: 293 千字

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-17995-4

(27221)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本系列教材编审委员会名单

主 任：李国强

常务副主任：何若全 沈元勤 高延伟

副 主 任：叶列平 郑健龙 高 波 魏庆朝 戚大庆

委 员：(按拼音排序)

陈昌富	陈德伟	丁南宏	高 辉	高 亮	桂 岚
何 川	黄晓明	金伟良	李 诚	李传习	李宏男
李建峰	刘建坤	刘泉声	刘伟军	罗晓辉	沈明荣
宋玉香	王 跃	王连俊	武 贵	肖 宏	徐 蓉
徐秀丽	许 明	许建聪	杨伟军	易思蓉	于安林
岳祖润	赵宪忠				

组 织 单 位：高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社

出版说明

近年来,高等学校土木工程学科专业教学指导委员会根据其研究、指导、咨询、服务的宗旨,在全国开展了土木工程学科教育教学情况的调研。结果显示,全国土木工程教育情况在2000年以后发生了很大变化,主要表现在:一是教学规模不断扩大,据统计,目前我国有超过400余所院校开设了土木工程专业,有一半以上是2000年以后才开设此专业的,大众化教育面临许多新的形势和任务;二是学生的就业岗位发生了很大变化,土木工程专业本科毕业生中90%以上在施工、监理、管理等部门就业,在高等院校、研究设计单位工作的本科生越来越少;三是由于用人单位性质不同、规模不同、毕业生岗位不同,多样化人才的需求愈加明显。土木工程专业教指委根据教育部印发的《高等学校理工科本科指导性专业规范研制要求》,在住房和城乡建设部的统一部署下,开展了专业规范的研制工作,并于2011年由中国建筑工业出版社正式出版了土建学科各专业第一本专业规范——《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。为紧密结合此次专业规范的实施,土木工程教指委组织全国优秀作者按照专业规范编写了《高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业基础课)》。本套专业基础课教材共20本,已于2012年底前全部出版。教材的内容满足了建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个主要专业方向核心知识(专业基础必需知识)的基本需求,为后续专业方向的知识扩展奠定了一个很好的基础。

为更好地宣传、贯彻专业规范精神,土木工程教指委组织专家于2012年在全国二十多个省、市开展了专业规范宣讲活动,并组织开展了按照专业规范编写《高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业课)》的工作。教指委安排了叶列平、郑健龙、高波和魏庆朝四位委员分别担任建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个专业方向教材编写的牵头人。于2012年12月在长沙理工大学召开了本套教材的编写工作会议。会议对主编提交的编写大纲进行了充分的讨论,为与先期出版的专业基础课教材更好地衔接,要求每本教材主编充分了解前期已经出版的20种专业基础课教材的主要内容和特色,与之合理衔接与配套、共同反映专业规范的内涵和实质。此次共规划了四个专业方向29种专业课教材。为保证教材质量,系列教材编审委员会邀请了相关领域专家对每本教材进行审稿。

本系列规划教材贯彻了专业规范的有关要求,对土木工程专业教学的改革和实践具有较强的指导性。在本系列规划教材的编写过程中得到了住房和城乡建设部人事司及主编所在学校和单位的大力支持,在此一并表示感谢。希望使用本系列规划教材的广大读者提出宝贵意见和建议,以便我们在重印再版时得以改进和完善。

高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社
2014年4月

前 言

地下工程施工技术是土木工程专业本科生的专业课。本教材主要满足应用型人才的需求,适用于土木工程专业地下建筑与隧道工程方向的本科生。依据《高等学校土木工程本科指导性专业规范》、《公路隧道施工技术规范》《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》和《地下工程防水技术规范》等进行编写。内容基本涵盖《高等学校土木工程本科指导性专业规范》地下建筑与隧道工程方向中有关地下工程施工技术的所有知识单元。

在学生已经掌握了土木工程材料、混凝土结构基本原理、工程地质、土力学、岩体力学和地下建筑结构的基础上,使学生通过本课程的学习,能够系统地掌握地下工程的主要施工方法和施工工艺,能合理制定一般地下工程项目的施工方案,具有编制施工组织设计、组织单位地下工程项目实施的初步能力;能够分析影响地下工程施工进度的因素,并提出动态调整的初步方案;能够正确分析地下工程施工过程中的安全隐患,提出有效防患措施,并针对不同地下工程施工灾害,提出有效的处置对策。

本教材在编写过程中,不仅适当地反映了软件在施工方案设计和灾害预测等地下工程施工中的应用,也反映了新材料、新施工机械设备、新技术、新工艺和先进的管理理念在地下工程施工中的应用。本教材内容的编排已尽可能做到由浅入深、先整体后局部。

本教材从第2章至第12章每一章基本上介绍一种地下工程施工技术,各章在形式和内容上都注意应用性和一致性;各章均有以下内容:

- ① 本章知识点,包含主要内容、基本要求、重点和难点;
- ② 地下工程施工的技术要点和基本方法(每一章内容的编排符合施工程序和规律)。

本教材的主要内容包括地下工程概述、施工组织与管理、软弱围岩隧道暗挖施工、硬岩隧道钻爆法施工、竖井井筒施工、斜井施工、盾构法施工、岩质隧道掘进机施工、顶管法施工、沉管法施工、施工辅助工法、基坑工程施工和施工辅助工作等。

本教材由许建聪担任主编。全书共分13章,具体编写分工如下:第1章、第2章、第4章、第8章、第10章和第11章由许建聪编写;第3章和第6章由许建聪、林作雷编写;第5章和第9章由许建聪、李宁编写;第7章由朱汉华、许建聪编写;第12章和第13章由林作雷、朱汉华编写。本教材编

写过程中，中铁十七局集团第六工程有限公司和浙江交通工程建设集团第二分公司提供了部分具体工程资料，在制图、编校方面还得到周泉吉、胡源、金彩虹和薛辉豪等研究生的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

限于编者水平，本教材存在的不足和缺陷在所难免，敬请读者们多加批评指正。

编 者
2015年3月

目 录

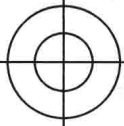
第1章 绪论	1	2.5 地下工程施工场地的设计	13
本章知识点	1	2.6 地下工程施工质量管理	13
1.1 地下工程定义、分类	1	2.6.1 施工质量控制的任务	13
1.1.1 地下工程定义	1	2.6.2 地下工程施工质量控制的 基本方法	14
1.1.2 地下工程分类	1	2.6.3 地下工程施工质量控制 体系	14
1.2 地下工程施工技术	2	2.7 地下工程施工现场管理	15
1.2.1 地下工程主要施工方法	2	2.8 施工合同管理和风险 管理	16
1.2.2 地下工程主要施工技术	2	2.8.1 施工合同管理	16
1.3 地下工程施工技术新进展	3	2.8.2 地下工程项目的风险管理	17
1.4 我国地下工程施工技术的 重大进步	3	思考题	17
思考题	4	第3章 软弱围岩隧道暗挖施工	18
第2章 施工组织与管理	5	本章知识点	18
本章知识点	5	3.1 基本施工方案	18
2.1 概述	5	3.1.1 双侧壁导坑工法	18
2.2 施工组织设计	5	3.1.2 CRD工法	19
2.2.1 施工组织设计编制内容	5	3.1.3 CD工法	23
2.2.2 施工组织设计编制	6	3.1.4 台阶工法	24
2.3 施工方案	7	3.2 支护施工	26
2.3.1 确定施工方案的依据	8	3.2.1 超前支护施工	26
2.3.2 选择施工方案的原则	8	3.2.2 初期支护施工	27
2.3.3 施工方案的主要内容	9	3.2.3 二衬支护施工	32
2.4 施工进度计划编制	9	3.2.4 仰拱与铺底	33
2.4.1 施工作业方式	9	思考题	33
2.4.2 施工工期计划横道图	10	第4章 硬岩隧道钻爆法施工	35
2.4.3 竖向图表	11	本章知识点	35
2.4.4 网络图	11	4.1 基本施工方案	35
2.4.5 主要材料、机具、劳动力 需用量计划	11		

4.1.1 台阶法施工	35	5.3.3 平行作业	66
4.1.2 导坑法施工	36	5.3.4 反井刷大	67
4.1.3 全断面施工	36	5.3.5 短段掘砌	67
4.2 钻眼爆破作业	37	5.4 凿岩爆破作业	68
4.2.1 炮眼定位	37	5.4.1 凿岩	68
4.2.2 钻眼机具及作业	39	5.4.2 竖井掏槽爆破技术	68
4.2.3 爆破作业	41	5.4.3 竖井爆破注意事项	70
4.2.4 装药	48	5.5 竖井装岩与提升	70
4.2.5 填塞	49	5.5.1 装岩	70
4.2.6 爆破网路及起爆	49	5.5.2 提升	71
4.2.7 爆破警戒与信号	51	思考题	72
4.2.8 爆后检查及处理	52	第6章 斜井施工	73
4.3 光面爆破	52	本章知识点	73
4.3.1 光面爆破参数的确定	54	6.1 斜井开挖特点	73
4.3.2 地下工程光面爆破关键 技术	54	6.2 表土施工	74
4.4 洞渣装运	54	6.2.1 井口明槽施工	74
4.4.1 装渣	54	6.2.2 井筒表土施工	75
4.4.2 运输	55	6.3 斜井基岩施工方法	75
4.4.3 调车	56	6.3.1 钻眼爆破作业	76
4.4.4 渣石转载	56	6.3.2 装岩与提运	76
4.5 施工作业方式	57	6.4 斜井支护	77
4.5.1 施工作业方法	57	6.5 施工作业机械化	78
4.5.2 一次成洞施工作业方式	58	6.5.1 斜井岩石掘进机施工	78
4.5.3 隧道施工循环方式与循环 图表	59	6.5.2 斜井反井钻机施工	78
思考题	61	6.5.3 机械化配套	78
第5章 竖井井筒施工	62	思考题	79
本章知识点	62	第7章 盾构法施工	80
5.1 概述	62	本章知识点	80
5.1.1 竖井井筒的类型	62	7.1 概述	80
5.1.2 竖井施工的基本工艺	63	7.1.1 盾构法基本原理	80
5.2 井口施工	63	7.1.2 盾构法的主要优缺点	82
5.2.1 锁口砌筑	64	7.2 盾构的基本构造	83
5.2.2 表土掘砌方法	64	7.2.1 盾构壳体	84
5.3 竖井井身施工方法	65	7.2.2 盾构机的尺寸	85
5.3.1 一次成井	66	7.2.3 推进系统	86
5.3.2 单行作业	66	7.2.4 掘削机构	88
		7.2.5 排土系统	90
		7.2.6 管片拼装机	92
		7.2.7 挡土机构	92

7.2.8 驱动机构	93	8.1 概述	119
7.3 盾构的类型及选择	93	8.2 全断面岩石隧道掘进机	120
7.3.1 盾构机的类型	93	8.2.1 全断面岩质隧道掘进机施 工的优缺点及其适用范围	120
7.3.2 盾构选型	98	8.2.2 全断面岩质隧道掘进机的 类型与结构	121
7.4 出洞和进洞技术	99	8.2.3 后配套系统	124
7.4.1 工作井	99	8.3 全断面岩质隧道掘进机的 选择	124
7.4.2 基座与后座(后盾)	99	8.3.1 选择原则	124
7.4.3 出洞、进洞方式	100	8.3.2 施工方案的选择	125
7.4.4 出洞	101	8.3.3 掘进机主机的选择	125
7.4.5 进洞	101	8.3.4 掘进机主要技术参数的 选择	126
7.4.6 临时封门	101	8.3.5 后配套设备的选择	127
7.4.7 洞门土体加固	102	8.4 全断面岩质隧道 掘进机施工	127
7.5 推进作业	103	8.4.1 施工准备	127
7.5.1 推进开挖方法	103	8.4.2 掘进作业	129
7.5.2 掘进管理	103	8.4.3 出渣与运输	130
7.5.3 姿态的控制	104	8.4.4 通风除尘工作	131
7.5.4 推进时的壁后充填	105	8.4.5 支护作业	131
7.6 管片制作与养护	106	思考题	132
7.6.1 施工准备	106	第9章 顶管法施工	134
7.6.2 管片制作	107	本章知识点	134
7.6.3 管片养护	109	9.1 顶管法施工的基本原理及 分类	134
7.6.4 管片缺陷的修补	110	9.1.1 基本原理	134
7.7 管片储存及运输	110	9.1.2 顶管法施工分类	135
7.7.1 储存堆置	110	9.2 顶管机类型及其选择	136
7.7.2 管片运输	111	9.2.1 顶管机类型	136
7.8 管片的拼装	111	9.2.2 顶管机的选型	138
7.9 隧道的二次衬砌	113	9.3 工作井布置	139
7.10 盾构掘进对地层的影响 及监测	114	9.3.1 工作井的选择	139
7.10.1 致使地层变位的主要因 素及阶段划分	114	9.3.2 顶进工作井的布置	139
7.10.2 地层位移的计算和预测	115	9.4 顶管法施工作业及 进出洞技术	140
7.10.3 地表沉降的监测与控制	116		
思考题	118		
第8章 岩质隧道掘进机施工	119		
本章知识点	119		

9.4.1 施工准备	140	11.2.2 冻结法施工的适用条件	162
9.4.2 进出洞段施工	141	11.2.3 冻结制冷设备	162
9.4.3 顶管顶进施工	142	11.2.4 冻结法施工工艺	162
9.4.4 施工测量技术	145	11.3 注浆法施工	166
9.5 顶管工程施工荷载计算	144	11.3.1 注浆材料及选择	167
9.5.1 顶力的计算	144	11.3.2 合理确定注浆参数	168
9.5.2 顶管施工总推力	145	11.3.3 注浆设备	169
9.5.3 掌子面稳定性验算	145	11.3.4 注浆法施工工艺	169
思考题	146	思考题	174
第10章 沉管法施工	147	第12章 基坑工程施工	175
本章知识点	147	本章知识点	175
10.1 概述	147	12.1 概述	175
10.2 施工工艺流程	148	12.2 基坑竖直与放坡开挖 施工	176
10.2.1 施工前的调查工作	148	12.2.1 土方边坡开挖不加支撑 的深度和坡度要求	177
10.2.2 临时干坞	149	12.2.2 基坑边坡坡度的确定	177
10.3 管段制作	151	12.3 基坑支护施工	177
10.3.1 钢壳混凝土管段制作	151	12.3.1 工字钢板围护结构	177
10.3.2 矩形管段的制作	151	12.3.2 钢板桩围护结构	178
10.3.3 管段的检漏与干舷调整	152	12.3.3 水泥土搅拌桩挡墙	179
10.4 沉管隧道的浚挖	152	12.3.4 钻孔灌注桩围护结构	180
10.4.1 沉管基槽施工	152	12.4 土层锚杆施工	182
10.4.2 航道疏浚	155	12.4.1 锚杆类型	182
10.5 管段沉放与连接	155	12.4.2 锚杆支护体系的构造	182
10.5.1 管段的出坞	155	12.4.3 锚杆施工工艺	184
10.5.2 管段浮运	155	12.5 地下连续墙施工	185
10.5.3 管段的沉放	156	12.5.1 地下连续墙分类	185
10.5.4 管段水下连接	157	12.5.2 地下连续墙的优缺点	185
10.5.5 管段的内部连接	158	12.5.3 成槽机具	186
10.5.6 管段的最终接头	158	12.5.4 地下连续墙施工工艺	186
10.6 基础处理及回填	158	12.5.5 修筑导墙	187
思考题	159	12.5.6 泥浆护壁	187
第11章 施工辅助工法	160		
本章知识点	160		
11.1 概述	160		
11.2 冻结法施工	160		
11.2.1 冻结法施工原理	160		

12.5.7 挖深槽	187	13.2 压缩空气供应	198
12.5.8 清底	188	13.2.1 空压机组与压风管道的 布置	198
12.5.9 钢筋笼的加工与吊放	188	13.2.2 供风能力的计算与空压 机选择	200
12.5.10 混凝土的浇筑	189	13.3 施工供水与排水	201
12.5.11 地下连续墙施工存在的 主要问题及防治措施	190	13.3.1 供水	201
思考题	191	13.3.2 排水	203
第13章 施工辅助工作	192	13.4 地下工程施工供电与照明	204
本章知识点	192	13.4.1 供电	204
13.1 施工通风与防尘	192	13.4.2 照明	205
13.1.1 通风方式的选择	192	13.4.3 安全用电	205
13.1.2 通风机械设备的选择	195	思考题	206
13.1.3 防尘工作	198	参考文献	207



第1章

绪论

本章知识点

主要内容：地下工程定义和分类，地下工程施工技术及新技术应用范围。

基本要求：掌握地下工程定义以及主要施工方法和主要施工技术的种类，了解地下工程分类和我国地下工程施工技术的重大进步。

重点：地下工程主要施工方法的种类。

难点：地下工程主要施工技术的种类。

1.1 地下工程定义、分类

1.1.1 地下工程定义

地下工程是指深入地面以下为开拓、利用地下空间资源所建造的地下土木工程，也泛指修建在地表以下土层或岩层中的各种工程与设施，主要有地下厂房、地铁、公路隧道、铁路隧道、地下人防工程及设施、水下隧道、地下商业街、过街地下通道、地下停车场和各种地下管道等。

1.1.2 地下工程分类

地下工程常见的分类方法有以下五种。

1. 按埋深分类

(1) 当 $h/b < k$ 时，为浅埋隧道；

(2) 当 $h/b \geq k$ 时，为深埋隧道。

其中， h 为毛洞的埋深； b 为毛洞的跨度； k 的取值与岩性有关（若为土层时，取为 2.5；若为坚硬岩石时，建议值为 1~2，但同时满足： $h \geq (2 \sim 2.5) h_0$ ， h_0 为压力拱的计算高度）。

2. 按使用功能和用途分类

(1) 军用地下工程，如地下导弹发射井、核潜艇洞库、地下飞机库、地下指挥所等；

(2) 交通地下工程，如公路隧道、铁路隧道、水底铁道、城市地铁和地

下人行通道等;

(3) 市政地下工程,如地下水库、城市地下自来水厂、地下污水处理厂、污水隧道、给排水管道、地下电力管道等;

(4) 水工地下工程,如引水隧道、导流隧道和地下发电厂房等;

(5) 地下民用设施,如地下商场、地下旅馆、地下医院、地下住宅和地下游乐场等;

(6) 地下仓储设施,如地下水封油库、地下油库、地下储气库、地下储粮库、地下冷库、地下核废料库和地下储热库等;

(7) 工业地下建筑,包括地下工厂和车间等。

3. 按地下工程横断面面积的大小分类

(1) 极小断面地下工程:断面面积 $2\sim 3\text{m}^2$ 。

(2) 小断面地下工程:断面面积 $3\sim 10\text{m}^2$ 。

(3) 中等断面地下工程:断面面积 $10\sim 50\text{m}^2$ 。

(4) 大断面地下工程:断面面积 $50\sim 100\text{m}^2$ 。

(5) 特大断面地下工程:断面面积大于 100m^2 。

4. 按空间位置分类

(1) 水平式,如高铁隧道、地铁隧道等。

(2) 倾斜式,如输水斜洞、矿山斜井等。

(3) 垂直式,如通风竖井、调压井等。

5. 按所处的地质条件分类

按所处的地质条件可分为岩质地下洞室和土体地下洞室。当洞室上部为土体,下部为岩体时,根据其周围应力特征和防排水要求,也宜归为土质地下洞室进行设计。

1.2 地下工程施工技术

1.2.1 地下工程主要施工方法

地下工程主要施工方法,包括钻爆法开挖施工方法、浅埋暗挖法、盖挖法、盾构法、隧道掘进机法、顶管法、沉管法、冻结法和注浆法等。

1.2.2 地下工程主要施工技术

地下工程主要施工技术,包括软弱围岩隧道暗挖施工技术、硬岩隧道钻爆法施工技术、竖井施工技术、斜井施工技术、盾构法施工技术、隧道掘进机施工技术、顶管法施工技术、沉管法施工技术、冻结法施工技术、注浆法施工技术和基坑工程施工技术等。

1.3 地下工程施工技术新进展

进入 21 世纪以来,随着科学技术的进步,特别是先进施工机械的开发与

应用和计算机技术的高度发展，地下工程的施工技术有了质的提升。地下工程施工技术的新进展主要体现在以下六个方面：

(1) 地下工程施工机械的自动化水平不断提高。盾构机和掘进机等高自动化的大型施工机械设备得到普遍使用。这些设备的使用极大地提高了地下工程施工的生产率，降低了工人的劳动强度，使得施工速度不断提高，施工质量不断改善。

(2) 地下工程施工中新的工法不断出现，提高了地下工程施工的水平。如浅埋暗挖法施工，由于具有造价低、拆迁少、灵活多变、无需太多专用设备及较少干扰地面交通和周围环境等特点，该工法已在复杂条件下（如富水高水压的软弱破碎围岩隧道）的海底隧道、城市地铁车站及区间隧道施工中得到广泛应用；盾构法施工具有地层扰动小、地面沉降小和对地表构筑物影响小等特点，目前已在软土地区的地铁区间隧道工程施工中得到广泛应用。

(3) 地下工程信息化施工技术水平不断提高。由于地下工程施工条件的复杂性，为保证施工质量和安全，监控量测信息反馈指导地下工程施工已得到广泛的应用，如富水和高水压的软弱破碎围岩海底隧道工程施工监测、深基坑工程的施工监测和地铁工程施工监测等。

(4) 以锚杆、锚索联合钢架和注浆支护技术为代表的主动支护方法的理论和实践水平不断提高，该技术已在地下工程一次支护中得到广泛的应用。先进支护技术的应用极大地提高了地下工程施工的速度。

(5) 人工冻结加固岩土技术更加成熟并得到推广应用。人工冻结是处理软土地下工程问题的一项有效手段，而且对控制地下工程施工影响和施工环境保护有重要的意义。冻结法过去主要应用于煤炭矿山巷道，现已成功应用于城市地铁隧道、深基坑围护以及桥墩基础等工程。

(6) 地下工程施工的项目管理理论和实践不断完善和发展，进度、质量、安全和成本四大控制在地下工程项目管理方面得到了普遍的应用，极大地提高了地下工程的施工管理水平。

1.4 我国地下工程施工技术的重大进步

近半个多世纪以来，我国在地下工程施工的技术和理论上已取得重大进步，许多方面开始或已经步入国际先进行列。

近二十多年来，随着复杂条件和高、深、大、长的隧道工程的日益增多和相关科学技术的发展，隧道施工技术已取得了重大进步，主要体现在以下五个方面：

(1) 大型全断面岩石隧道掘进机（TBM）的研究和应用。掘进直径可达10m以上，破岩的硬度甚至达到数百兆帕（MPa），并实现了整个隧道施工作业连续化，大大提高了隧道施工的现代化程度。在TBM岩石隧道掘进机的研制方面，过去主要靠进口，现已能自行制造，并将逐步实现国产化。

(2) 盾构施工技术的完善和广泛应用。以往盾构施工只能用于极其松软的土层中,现在可在任何软土地层中使用,而且已有既可掘进土质地层又可开挖岩石地层的混合盾构机。原则上,利用盾构机可施工任何断面形状的隧道工程。我国从20世纪50年代起开始研制软土隧道盾构施工设备,1971年上海黄浦江打浦路隧道建成通车,标志着我国隧道盾构施工技术的成功。目前已建成的上海长江隧道,全长8.95km,开挖直径15m,盾构直径15.43m,是目前世界上最大的超大、特长越江隧道工程,在若干单项技术上达到国际领先水平。水利建设更是大量使用盾构机或隧道掘进机(TBM)修建地下工程,如南水北调穿黄引水工程、上海青草沙原水过江盾构隧道工程和锦屏水电力发电地下引水洞等均采用此类技术进行修建。

(3) 水下隧道沉管法的应用促进了海底隧道、越江隧道的发展。在建的国内首座于外海建设的超大型海洋工程项目港珠澳桥隧工程中的沉管隧道长5770m,宽38m,高11.4m,沉放处最大水深45m,隧道最大埋深23m,双向6车道高速公路,设计寿命120年,将标志着我国高速公路的沉管隧道施工水平处于国际领先水平。

(4) 修建长大交通隧道施工技术。近十年来修建的交通隧道越来越长,跨度越来越大,修建长度超过20km的大跨隧道技术已十分成熟,如世界高海拔第一长隧和国内在建最长的铁路隧道——关角隧道全长32.645km、乌鞘岭铁路隧道长20.05km和秦岭终南山公路隧道长18.004km。

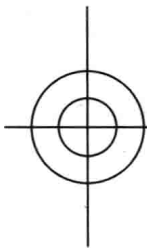
(5) 不良地质条件下修建地下工程施工技术

我国已经在不良地质条件下修建地下工程施工技术方面积累了丰富的工程经验和科技成果,如在青藏铁路的修建中,解决了在海拔4000m、 -40°C 的高寒地区修建隧道的问题;1996年建成的南昆铁路家竹箐隧道,克服了高瓦斯、大涌水和高地应力的困难;在修建宜万铁路中,解决了复杂岩溶地质条件下修建铁路隧道的大涌水、大溶腔、大溶洞和大暗河等问题。

另外,监控量测信息反馈指导施工,在我国地下工程施工中也得到了普遍应用。

思考题

- 1-1 地下工程的定义是什么?
- 1-2 地下工程的主要分类有哪些?
- 1-3 地下工程主要施工方法有哪些?
- 1-4 地下工程主要施工技术有哪些?
- 1-5 地下工程施工技术新进展体现在哪几方面?



第2章

施工组织与管理

本章知识点

主要内容：施工组织设计，施工方案的内容及编制，施工进度安排，施工场地布置，施工技术、安全和质量的管理。

基本要求：熟悉施工方案的技术经济评价，施工场地布置原则，主要施工设施布置要求；掌握施工方法和施工机械设备的选择，施工顺序安排，施工场地布置平面图的绘制，施工进度计划编制，施工质量控制体系的制定，现场施工技术管理。

重点：施工方法和施工机械设备的选择，施工顺序安排，施工进度计划编制，施工质量控制体系的制定。

难点：施工方法的选择，施工顺序安排，施工进度计划编制。

2.1 概述

施工组织与管理是指施工单位确定施工任务之后，如何组织力量，实现工程项目建设目标等的管理，贯穿于施工全过程，是工程施工业务活动的有机组成部分。

施工组织与管理的基本内容包括：正确选择施工方案与方法，合理安排施工工序，有效地利用机械设备，细致地布置施工现场，均衡地组织地下和地面的各项施工任务，严格地进行技术、质量和安全的管理，把人力、物力和资金科学地组织起来，以有序的施工组织和科学的管理手段，取得最大的经济效益。

2.2 施工组织设计

2.2.1 施工组织设计编制内容

施工组织设计编制的主要内容包括：编制的依据和原则；建设项目工程概况；自然地理、施工条件、工程地质条件和水文条件以及工程所处的交通