

普通高等学校建筑安全系列规划教材

地下建筑工程

DIXIA JIANZHU GONGCHENG

主编 门玉明



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

普通高等学校建筑安全系列规划教材

地下建筑工程

主 编 门玉明

副主编 李凯玲 李寻昌 汪班桥

冶金工业出版社

2014

内 容 提 要

本书详细阐述了地下建筑工程的特点、设计计算原理、施工技术等内容。全书分上下两篇,共11章。上篇包括第1章~第5章,主要介绍地下建筑工程的基础知识;下篇包括第6章~第11章,主要对隧道工程、地下铁道工程、城市地下综合体工程、防空地下室工程、基坑工程等地下工程进行介绍。

本书为普通高等学校安全工程、土木工程、地质工程等专业的教材,也可供公路工程、铁道工程等专业的师生以及广大工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地下建筑工程 / 门玉明主编. —北京:冶金工业出版社, 2014. 8

普通高等学校建筑安全系列规划教材

ISBN 978-7-5024-6607-7

I. ①地… II. ①门… III. ①地下工程—高等学校—教材 IV. ①TU94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 191496 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjchs@cnmp.com.cn

责任编辑 杨 敏 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6607-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2014 年 8 月第 1 版, 2014 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 19.75 印张; 476 千字; 298 页

45.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgy.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

普通高等学校建筑安全系列规划教材

编审委员会

主任委员：刘伯权（长安大学）

副主任委员：李树刚（西安科技大学）

景国勋（河南理工大学）

范文（长安大学）

秘书长：翟越（长安大学）

委员：（排名不分先后）

刘伯权（长安大学）

景国勋（河南理工大学）

李树刚（西安科技大学）

傅贵（中国矿业大学（北京））

范文（长安大学）

门玉明（长安大学）

王新泉（中原工学院）

李慧民（西安建筑科技大学）

胡长明（西安建筑科技大学）

吕建（天津城建大学）

冯炘（天津理工大学）

蔡芸（中国人民武装警察部队学院）

秘书：杨敏（冶金工业出版社）

010 - 64046165; yangmin1973@163.com

序

人类所有生产生活都源于生命的存在，而安全是人类生命与健康的基本保障，是人类生存的最重要和最基本的需求。安全生产的目的就是通过人、机、物、环境、方法等的和谐运作，使生产过程中各种潜在的事故风险和伤害因素处于有效控制状态，切实保护劳动者的生命安全和身体健康。它是企业生存和实施可持续发展战略的重要组成部分和根本要求，是构建和谐社会，全面建设小康社会的有力保障和重要内容。

当前，我国正处在大规模经济建设和城市化加速发展的重要时期，建筑行业规模逐年增加，其从业人员已成为我国最大的行业劳动群体；建筑项目复杂程度越来越高，其安全生产工作的内涵也随之发生了重大变化。总的来看，建筑安全事故防范的重要性越来越大，难度也越来越高。如何保证建筑工程安全生产，避免或减少安全事故的发生，保护从业人员的安全和健康，是我国当前工程建设领域亟待解决的重大课题。

从我国建设工程安全事故发生起因来看，主要涉及人的不安全行为、物的不安全状态、管理缺失以及环境影响等几大方面，具体包括设计不符合规范、违章指挥和作业、施工设备存在安全隐患、施工技术措施不当、无安全防范措施或不能落实到位、未作安全技术交底、从业人员素质低、未进行安全技术教育培训、安全生产资金投入不足或被挪用、安全责任不明确、应急救援机制不健全等等，其中，绝大多数事故是从业人员违章作业所致。造成这些问题的根本原因在于建筑行业中从事建筑安全专业的技术和管理人才匮乏，建设工程项目管理人员缺乏系统的建筑安全技术与管理基础理论，以及安全生产法律法规知识；对广大一线工作人员不能系统地进行安全技术与事故防范基础知识的教育与培训，从业人员安全意识淡薄，缺乏必要的安全防范意识以及应急救援能力。

近年来，为了适应建筑业的快速发展及对安全专业人才的需求，我国一些高等学校开始从事建筑安全方面的教育和人才培养，但是由于安全工程专业设

置时间较短,在人才培养方案、教材建设等方面尚不健全。各高等院校安全工程专业在开设建筑安全方向的课程时,还是以采用传统建筑工程专业的教材为主,因这类教材从安全角度阐述建筑工程事故防范与控制的理论较少,并不完全适应建筑安全类人才的培养目标和要求。

随着建筑工程范围的不断拓展,复杂程度不断提高,安全问题更加突出,在建筑工程领域从事安全管理的其他技术人员,也需要更多地补充这方面的专业知识。

为弥补当前此类教材的不足,加快建筑安全类教材的开发及建设,优化建筑安全工程方向大学生的知识结构,在冶金工业出版社的支持下,由长安大学组织,西安建筑科技大学、西安科技大学、中国人民武装警察部队学院、天津城建大学、天津理工大学等兄弟院校共同参与编纂了这套“建筑安全工程系列教材”,包括《建筑工程概论》、《建筑结构设计原理》、《地下建筑工程》、《建筑施工组织》、《建筑工程安全管理》、《建筑施工安全专项设计》、《建筑消防工程》以及《工程地质学及地质灾害防治》等。这套教材力求结合建筑安全工程的特点,反映建筑安全工程专业人才所应具备的知识结构,从地上到地下,从规划、设计到施工等,给学习者提供全面系统的建筑安全专业知识。

本套系列教材编写出版的基本思路是针对当前我国建设工程安全生产和安全类高等学校教育的现状,在安全学科平台上,运用现代安全管理理论和现代安全技术,结合我国最新的建设工程安全生产法律、法规、标准及规范,系统地论述建设工程安全生产领域的施工安全技术与管理,以及安全生产法律法规等基础理论和知识,结合实际工程案例,将理论与实践很好地联系起来,增强系列教材的理论性、实用性、系统性。相信本套系列教材的编纂出版,将对我国安全工程专业本科教育的发展和高级建筑安全专业人才的培养起到十分积极的推进作用,同时,也将为建筑生产领域的实际工作者提高安全专业理论水平提供有益的学习资料。

祝贺建筑安全系列教材的出版,希望它在我国建筑安全领域人才培养方面发挥重要的作用。



2014年7月于西安

前 言

建筑安全是安全工程的一个重要组成部分，随着国家安全生产法律、法规和标准的不断完善，建筑安全受到越来越广泛的重视，建筑行业对安全人才的需求也愈来愈迫切。近年来，安全工程专业每年都有大量的毕业生进入建筑行业从事安全技术与安全管理工作。为满足建筑行业对安全技术与管理人才的需求，国内多所高等院校在安全工程专业的建设中都设立了建筑安全方向，有的还设置了建筑安全工程硕士和博士学位授权点。由于我国安全工程专业在建筑安全方向的研究和教育起步较晚，直到现在还没有一套体系完整的教材可供使用，各学校开设的课程门类差别较大，这对于建筑安全人才培养显然是不利的，本教材就是为了弥补国内安全工程专业（建筑安全方向）教材的不足而编写的。

建筑安全工程的研究内容既包括地面建筑，也包括地下工程。随着越来越多的地下工程，如公路隧道、铁路隧道、地下铁道、市政工程、水底隧道、桥梁深基础等的修建，各工程建设企业对地下工程安全人才的需求量将会越来越多。

由于传统的建筑安全主要是面向地面建筑施工安全，对地下工程施工安全涉及较少，因此许多安全工程专业的毕业生进入地下工程领域后，对地下工程的安全问题认识不足，在安全技术与安全管理方面感到茫然，不能做到得心应手。为弥补这一缺陷，对建筑安全方向的在校大学生补充地下建筑工程的专业知识势在必行。而在地下工程领域从事安全管理的其他技术人员，随着地下工程范围的不断拓展，以及规范规程的更新，也需要补充这方面新的专业知识。

地下建筑与地面建筑无论在施工技术、施工组织方面，都有很多不同之处。深入了解地下建筑工程的特点、设计计算原理、施工技术，以及各类地下工程在设计 and 施工方面的差异，才能对地下工程建设过程中可能出现的各类安全问题做到心中有数，才能正确判断影响地下工程施工与运营安全的各类危险因素，预测和发现存在的安全问题，及时采取措施，将各类不安全因素消灭在

萌芽状态，也才能在地下工程安全管理与技术方面真正做到得心应手。本教材在编写过程中，力图结合安全工程专业的特点，尽可能满足建筑安全技术与管理 人员对地下工程知识的需求。

本教材比较系统地介绍了地下建筑工程所涉及的诸多领域，全书分为上、下两篇，上篇为地下建筑工程基础，内容包括地下建筑规划、地下结构设计原理、地下建筑施工技术、地下建筑灾害与安全管理；下篇为地下建筑工程技术，内容包括隧道工程、地下铁道工程、城市地下综合体工程、防空地下室工程、基坑工程、地下建筑施工降水与防水等。教材力求体现科学性、系统性和先进性，反映当前地下建筑工程研究的新进展。

本教材的内容按照 60 学时编写。在讲授过程中，任课教师可以根据自己学校的实际情况及专业的需要进行取舍。

本教材由长安大学门玉明教授担任主编，李凯玲副教授、李寻昌副教授、汪班桥博士担任副主编。其中第 1、6、9 章由门玉明编写，第 2、3、8 章由李凯玲编写，第 4、5 章由李寻昌编写，第 7、10、11 章由汪班桥编写。

本教材主要面向安全工程、土木工程、地质工程等专业的本专科生，以及地质工程、地质灾害与科学、防灾减灾与防护工程等学科的研究生。也可以供公路工程、铁道工程等专业的本科生及研究生，以及广大工程技术人员参考。

在编写过程中，参考了大量的文献资料，对这些文献资料的作者表示衷心的感谢。长安大学为本教材的出版提供了资助，在此表示感谢，同时感谢有关领导给予的关心和大力支持。

由于时间仓促，并限于编者的水平，书中不足之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2014 年 6 月

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
冶金建设工程	李慧民 主编	35.00
建筑工程经济与项目管理	李慧民 主编	28.00
土木工程安全管理教程(本科教材)	李慧民 主编	33.00
现代建筑设备工程(第2版)(本科教材)	郑庆红 等编	59.00
土木工程材料(本科教材)	廖国胜 主编	40.00
混凝土及砌体结构(本科教材)	王社良 主编	41.00
岩土工程测试技术(本科教材)	沈 扬 主编	33.00
地基处理(本科教材)	武崇福 主编	29.00
工程地质学(本科教材)	张 荫 主编	32.00
工程造价管理(本科教材)	虞晓芬 主编	39.00
建筑施工技术(第2版)(国规教材)	王士川 主编	42.00
建筑结构(本科教材)	高向玲 编著	39.00
建设工程监理概论(本科教材)	杨会东 主编	33.00
土力学地基基础(本科教材)	韩晓雷 主编	36.00
建筑安装工程造价(本科教材)	肖作义 主编	45.00
高层建筑结构设计(第2版)(本科教材)	谭文辉 主编	39.00
土木工程施工组织(本科教材)	蒋红妍 主编	26.00
施工企业会计(第2版)(国规教材)	朱宾梅 主编	46.00
工程荷载与可靠度设计原理(本科教材)	郝圣旺 主编	28.00
流体力学及输配管网(本科教材)	马庆元 主编	49.00
土木工程概论(第2版)(本科教材)	胡长明 主编	32.00
土力学与基础工程(本科教材)	冯志焱 主编	28.00
建筑装饰工程概预算(本科教材)	卢成江 主编	32.00
建筑施工实训指南(本科教材)	韩玉文 主编	28.00
支挡结构设计(本科教材)	汪班桥 主编	30.00
建筑概论(本科教材)	张 亮 主编	35.00
Soil Mechanics(土力学)(本科教材)	缪林昌 主编	25.00
SAP2000 结构工程案例	陈昌宏 主编	25.00
理论力学(本科教材)	刘俊卿 主编	35.00
岩石力学(高职高专教材)	杨建中 主编	26.00
建筑设备(高职高专教材)	郑敏丽 主编	25.00
岩土材料的环境效应	陈四利 等编著	26.00
混凝土断裂与损伤	沈新普 等著	15.00
建筑施工企业安全评价操作实务	张 超 主编	56.00
现行冶金工程施工标准汇编(上册)		248.00
现行冶金工程施工标准汇编(下册)		248.00

目 录

上篇 地下建筑工程基础

1 绪论	1
1.1 地下建筑的分类	1
1.1.1 按使用功能分类	1
1.1.2 按所处的地质条件和建造方式分类	2
1.1.3 按习惯称谓分类	2
1.1.4 按埋置深度分类	2
1.2 地下建筑的特点	2
1.2.1 地下建筑的优点	2
1.2.2 地下建筑的缺点	4
1.3 地下建筑的建设程序	5
1.3.1 立项、报建	5
1.3.2 可行性研究	6
1.3.3 建设项目选址	6
1.3.4 工程地质勘察	6
1.3.5 初步设计	7
1.3.6 施工图设计	8
1.3.7 施工建设准备	8
1.3.8 建设实施阶段	8
1.3.9 竣工验收	8
1.4 地下建筑的结构类型和适用环境	9
1.5 地下建筑的发展历史及前景	10
1.5.1 地下建筑的发展历史	10
1.5.2 地下建筑的发展前景	11
1.6 本课程的主要内容及任务	12
思考题	12
2 地下建筑规划	13
2.1 地下建筑规划特征及分类	13
2.1.1 地下建筑规划特征	13

2.1.2 城市地下建筑规划分类	13
2.2 地下空间资源分析	14
2.2.1 城市地下空间资源	15
2.2.2 地下空间的环境特征	16
2.2.3 地下空间开发的效益	17
2.3 地下空间中人的生理与心理问题	20
2.3.1 地下空间生理效应分析	20
2.3.2 地下空间心理效应分析	21
2.3.3 消除心理和生理影响的途径	22
2.4 地下建筑规划理论	24
2.4.1 地下建筑规划原则	24
2.4.2 城市地下空间发展模式	24
2.5 地下民用建筑规划	28
2.5.1 地下交通建筑规划	28
2.5.2 地下商业街规划	32
2.6 地下工业建筑规划	32
2.6.1 地下工业建筑特点	33
2.6.2 地下工业建筑类型	33
2.6.3 地下厂房总体布局中应考虑的主要因素	34
2.6.4 地下厂区规划要点	38
思考题	41
3 地下结构设计原理	42
3.1 地下结构的受力特点	42
3.2 地下结构的荷载分类	43
3.2.1 永久荷载	43
3.2.2 可变荷载	47
3.2.3 偶然荷载	48
3.2.4 作用效应组合原则	48
3.3 地下结构的设计内容与原则	51
3.3.1 地下结构的设计内容	51
3.3.2 地下结构的设计原则	51
3.4 地下结构的计算模型	52
3.4.1 常用力学计算模型	52
3.4.2 荷载-结构计算模型	52
3.4.3 连续介质力学的计算模型	54
3.5 地下结构的内力计算	55
3.5.1 弹性地基梁的计算	55

3.5.2 圆管形结构的内力计算	58
3.5.3 拱形结构的内力计算	63
3.5.4 框架结构的内力计算	68
3.6 地下结构的设计方法	71
3.6.1 容许应力法	71
3.6.2 破坏阶段法	72
3.6.3 极限状态法——按结构可靠度设计	72
3.6.4 现代支护结构设计方法	73
思考题	75
4 地下建筑施工技术	76
4.1 概述	76
4.1.1 地下建筑施工技术的发展现状	76
4.1.2 地下建筑施工特点	76
4.1.3 地下建筑施工技术的主要内容	77
4.2 明挖法	77
4.2.1 基坑开挖	78
4.2.2 常见基坑开挖与支护方法	80
4.2.3 地下连续墙	82
4.2.4 盖挖法	84
4.2.5 沉管法	88
4.3 暗挖法	91
4.3.1 矿山法	91
4.3.2 掘进机法	96
4.3.3 盾构法	101
4.3.4 顶管法	107
4.4 地下建筑的支护与衬砌	114
4.4.1 地下建筑支护	114
4.4.2 地下建筑衬砌	125
4.5 地下建筑施工辅助技术	130
4.5.1 地下建筑通风	130
4.5.2 供电与照明	133
4.5.3 施工供水和防水	134
思考题	137
5 地下建筑灾害与安全管理	139
5.1 概述	139
5.2 地下建筑防灾特点	140

5.2.1 地下建筑主要灾害类别	140
5.2.2 地下建筑灾害的主要特征	141
5.2.3 地下建筑防灾对策	142
5.3 地下建筑常遇灾害及防护	143
5.3.1 地下建筑空间火灾特点及防护	143
5.3.2 地下建筑水灾特点与防护	148
5.3.3 地下建筑地震灾害特点与防治	149
5.4 地下建筑工程事故防护	150
5.4.1 深基坑工程事故及防护	150
5.4.2 隧道工程事故及防护	152
5.4.3 盾构法施工事故及防护	155
5.4.4 大型沉管隧道施工事故及防护	159
5.4.5 冻结法及其他辅助工法事故及防护	161
5.4.6 降水施工引起的事故防护	164
5.4.7 注浆施工引起的事故及防护	165
5.5 地下建筑安全管理	165
5.5.1 建立综合协调机构	166
5.5.2 明确指挥协调机制	167
5.5.3 地下建筑安全管理方法	168
思考题	170

下篇 地下建筑工程技术

6 隧道工程	171
6.1 概述	171
6.2 隧道衬砌结构类型及材料	172
6.2.1 隧道衬砌结构类型	172
6.2.2 隧道衬砌材料	174
6.2.3 隧道基本尺寸与限界	176
6.2.4 隧道衬砌断面形式	176
6.3 隧道工程勘测	178
6.3.1 隧道工程勘测的任务	179
6.3.2 文献资料的搜集	179
6.3.3 隧道工程测量	179
6.3.4 隧道工程地质勘察	180
6.4 隧道建筑设计	181
6.4.1 隧道的定位	181
6.4.2 几何设计	182

6.5 隧道结构的力学模型	182
6.5.1 隧道结构的力学模型	182
6.5.2 作用在隧道衬砌上的荷载	183
6.6 整体式隧道结构的设计与计算	183
6.6.1 拱的轴线方程	183
6.6.2 整体式隧道内力计算	184
6.7 隧道洞门设计	186
6.7.1 隧道洞门的类型	186
6.7.2 洞门计算部位的选取及计算要点	189
6.7.3 洞门计算内容	190
6.7.4 洞门的构造要求	191
思考题	191
7 地下铁道工程	192
7.1 概述	192
7.2 地下铁道规划与设计	193
7.2.1 地下铁道的规划设计原则	193
7.2.2 客流预测	193
7.2.3 线网规划	195
7.3 地下车站建筑物及结构	198
7.3.1 站厅和站台	198
7.3.2 站内主要服务设施	199
7.3.3 车站出入口及通道	201
7.3.4 车站通风道	204
7.4 地下区间隧道的结构	205
7.4.1 明挖法修建的隧道衬砌结构	205
7.4.2 矿山法修建的隧道衬砌结构	207
7.4.3 盾构法修建的隧道衬砌与构造	209
7.4.4 特殊地段隧道衬砌结构	213
7.5 地铁区间隧道及车站结构设计	214
7.5.1 地铁区间隧道结构设计	214
7.5.2 地铁车站结构设计	215
思考题	216
8 城市地下综合体工程	217
8.1 概述	217
8.2 城市地下综合体的空间组合	219
8.2.1 城市地下综合体空间功能组合	219

8.2.2 城市地下综合体竖向空间组合	220
8.2.3 城市地下综合体平面空间组合	220
8.2.4 地下综合体的公共交通工程	221
8.2.5 城市地下综合体空间设计原则	222
8.3 地下街道	223
8.3.1 地下街道的组成部分	223
8.3.2 地下街道横断面和纵剖面设计	224
8.3.3 地下街结构类型	225
8.4 地下停车场	225
8.4.1 地下停车场的分类、形式及特点	226
8.4.2 地下停车场设计	227
思考题	231
9 防空地下室工程	232
9.1 概述	232
9.1.1 人防工程的定义、分级及分类	232
9.1.2 防空地下室结构的特点	233
9.1.3 防空地下室的结构类型	235
9.1.4 防空地下室结构设计的一般规定	236
9.2 防空地下室建筑设计	237
9.2.1 早期核辐射的防护	237
9.2.2 主体设计	237
9.2.3 口部设计	238
9.2.4 辅助房间设计	238
9.2.5 内部装修	238
9.3 防空地下室结构设计	239
9.3.1 人防工程的荷载计算	239
9.3.2 防空地下室结构荷载及组合	239
9.4 防空地下室的口部处理	248
9.4.1 室内出入口	248
9.4.2 室外出入口	249
9.4.3 通风采光洞	249
9.5 防空地下室结构的构造要求	250
思考题	252
10 基坑工程	253
10.1 概述	253
10.2 基坑支护结构的设计原则	253

10.2.1	基坑支护结构的设计原则	253
10.2.2	基坑支护结构的计算和验算	254
10.2.3	基坑支护设计控制值	255
10.2.4	土的抗剪强度指标的确定	256
10.3	基坑支护工程的勘察要求与环境调查	256
10.4	基坑支护结构的形式及适用范围	257
10.4.1	悬臂式结构	257
10.4.2	重力式结构	258
10.4.3	内撑式结构	258
10.4.4	拉锚式结构	258
10.4.5	土钉墙	258
10.5	支护结构上的荷载计算	259
10.5.1	土、水压力的计算	259
10.5.2	挡土结构位移对土压力的影响	261
10.6	悬臂式支护结构内力分析	262
10.7	锚撑式支护结构内力分析	266
10.7.1	平衡法	266
10.7.2	等值梁法	266
10.8	基坑监测	269
10.8.1	基坑监测项目	269
10.8.2	基坑监测报警	270
思考题		272
11	地下建筑施工降水与防水	273
11.1	地下水的类型及性质	273
11.1.1	地下水的基本类型	273
11.1.2	地下水的基本性质	274
11.2	地下建筑工程降水设计	275
11.2.1	地下建筑工程降水方法	275
11.2.2	降水工程的平面布置	277
11.2.3	基坑总排水量计算	278
11.2.4	单井最大出水量计算	280
11.2.5	井点间距计算	281
11.2.6	降深与降水预测	281
11.2.7	降水观测	282
11.2.8	井点管拔除	282
11.2.9	例题	282
11.3	地下建筑工程防水设计	285

11.3.1	设计原则	285
11.3.2	设计要求	286
11.3.3	地下工程防水等级与设防要求	286
11.4	地下建筑防水材料	289
11.4.1	卷材防水层	289
11.4.2	涂料防水层	289
11.4.3	塑料防水板防水层	290
11.4.4	膨润土板(毯)防水层	291
11.5	地下建筑混凝土结构防水	292
11.5.1	变形缝防水	292
11.5.2	施工缝防水	293
11.5.3	后浇带防水	294
思考题		295
参考文献		296