

JIANZHU ANQUAN GONGCHENG

朱建军 主编

建筑安全工程



化学工业出版社

JIANZHU ANQUAN GONGCHENG

建筑安全工程

朱建军 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以安全科学的原理和方法为指导,着重介绍建筑安全工程的基础知识。全书共分七章,内容包括建筑安全工程概述、建筑安全系统工程、建筑工程安全设计、建筑施工安全、建筑工程安全管理、建设工程安全监理及建筑工程安全事故典型案例等。

本书除可作为建筑工程技术专业、工程管理专业、安全技术管理专业的高职类本科、专科教材与参考用书外,可供其他相关专业的师生和有关工程技术人员、工程管理人员作参考及安全知识培训用书,也可作为从事建筑安全工作人员的自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑安全工程/朱建军主编. —北京:化学工业出版社, 2007.7

ISBN 978-7-122-00539-7

I. 建… II. 朱… III. 建筑工程-工程施工-安全管理 IV. TU714

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第076000号

责任编辑:陈丽
责任校对:王素芹

文字编辑:汲永臻
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张11¼ 字数304千字
2007年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

目前我国正在进行历史上也是世界上最大规模的基本建设，但长期以来，由于建设管理水平、施工水平及技术水平参差不齐，建筑安全生产的管理和安全教育相对滞后，又加之建筑业本身的行业特点，使得建筑业已经成为我国所有行业部门中仅次于采矿业的最危险的行业之一，建筑行业的安全形势非常严峻。这就对建筑安全生产提出了更高的要求。实践证明，学习和掌握建筑工程活动过程中控制事故的理论、技术和方法，对保护人民群众的安全与健康、促进生产力的发展具有十分重要的作用。

本书是在编者多年从事“建筑安全工程”教学的基础上进一步丰富和完善而成，在编写的过程中力求充分考虑以能力培养为主，从安全科学发展的角度，强调建筑安全的系统性。对建筑生产中涉及的有关安全生产技术的理论及其应用做较系统的介绍，在保证内容体系科学合理的基础上，结合社会对建筑安全类人才知识结构的要求，增强与实践之间的联系。本书在编排的过程中，力求实用性。重点介绍建筑安全系统工程、建筑工程安全设计、建筑施工安全、建筑工程安全管理及建筑工程安全监理等方面的基本知识，并且安排了一些典型案例，有利于对课程内容的理解和加深。每章后有复习思考题，供学习者思考和练习。

本书第一章、第二章、第四章、第五章、第七章的内容由朱建军编写，第三章的内容由杨亮编写，第六章的内容由吴小

娟编写。全书由朱建军主编，江苏大学陈万金教授主审。江苏省镇江市高等专科学校安全技术管理系的老师，江苏大学安全工程系的吕保和教授、刘宏副教授、王明贤副教授，上海应用技术学院的王小群老师等为本书提出了宝贵意见，并给予大力支持。本书在编写中参考了大量的国内专家和同行的成果，在此一并表示感谢。

限于编者水平，又加之时间仓促，书中疏漏和不妥在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年5月

目 录

第一章 建筑安全工程概述	1
第一节 建筑事故及其基本特征	1
一、建筑事故的定义	1
二、建筑事故的特性	1
三、建筑事故的类型	3
第二节 事故成因及事故模式理论	4
一、能量意外释放论	5
二、事故因果连锁论	7
三、变化——失误致因理论	10
四、作用——变化与作用连锁理论	11
第三节 我国建筑安全生产基本状况与存在的问题	12
一、我国建筑安全生产的历史沿革	12
二、我国建筑安全生产基本现状	15
三、我国建筑安全生产存在的主要问题	16
第四节 建筑工程生产的特点与安全及事故原因	19
一、建筑工程生产的特点与安全	19
二、导致建筑工程安全事故的原因	21
复习思考题	23
第二章 建筑安全系统工程	24
第一节 安全系统工程的含义	24
一、基本概念	24
二、建筑安全系统工程研究的内容	30
三、建筑安全系统工程应用的特点	31
第二节 建筑工程系统安全分析	32

一、系统安全分析的内容和方法简介	32
二、建筑工程系统安全分析方法的选择	34
三、预先危险性分析方法与应用	36
四、故障类型和影响分析方法	38
第三节 事故树分析	42
一、事故树分析的概念	43
二、事故树基本符号	43
三、事故树分析程序	45
四、事故树的编制	47
五、事故树的定性分析	51
六、事故树的定量分析	64
第四节 事件树分析	71
一、事件树基本概念	71
二、分析步骤	72
三、事件树分析应用	73
四、应用举例	74
复习思考题	75
第三章 建筑工程安全设计	78
第一节 建筑物防火与安全疏散设计	78
一、民用建筑防火设计	78
二、建筑物的耐火极限与耐火等级	83
三、民用建筑防火分区	86
四、民用建筑防烟的重要性	88
五、民用建筑的安全疏散	89
六、高层建筑防火设计简述	98
第二节 建筑工程防雷设计	99
一、雷电的形成及对建筑物的危害	99
二、建筑物的防雷分类	101
三、民用建筑的防雷装置和防雷措施	102
第三节 建筑结构安全设计	107
一、建筑结构可靠度	107
二、建筑结构工程安全性	110

三、建筑结构工程耐久性	112
四、建筑结构工程牢固性	119
第四节 建筑结构抗震设计	120
一、概述	120
二、抗震设防	121
三、抗震构造措施	123
复习思考题	126

第四章 建筑施工安全

第一节 概述	127
第二节 建筑施工中的灾害及安全防护	128
一、高处坠落与安全防护	128
二、倒塌与安全防护	133
三、物体打击与防护	133
四、机械伤害与安全防护	134
五、建筑火灾与防火	136
六、触电和雷击与安全防护	138
第三节 建筑施工职业危害与防护	150
一、职业危害因素	150
二、职业病的概念及其分类	151
三、建筑施工中存在的主要职业危害、职业病的主要种类及 预防措施	152
第四节 施工机械设备使用安全	155
一、施工起重机械使用安全	155
二、起重吊装作业安全	159
三、中小型施工机械设备安全	159
四、木工机械安全技术	165
第五节 建筑施工过程安全	171
一、建筑施工准备的安全措施	171
二、脚手架工程安全	173
三、模板工程施工安全	178
四、土方工程作业安全	180
五、拆除工程作业安全	182

六、挖掘作业安全	184
第六节 建筑工程施工安全标准简介	188
一、标准体系的构成	188
二、建筑工程施工现行安全标准	189
三、正在编制中的建筑工程安全标准	191
复习思考题	193
第五章 建筑工程安全管理	195
第一节 建筑工程安全管理的含义与基本内容	195
一、管理与安全管理	195
二、建筑工程安全管理	195
三、建筑工程全过程安全管理	196
四、建筑工程安全组织管理	199
第二节 建筑工程安全生产责任制	202
一、建立安全生产责任的必要性	202
二、建立安全生产责任制的要求	203
三、建筑工程安全生产责任的内容	204
第三节 建筑安全生产教育	210
一、教育和培训时间	211
二、教育和培训的内容与形式	211
三、培训效果检查	215
四、安全教育标准化	217
第四节 安全生产检查	218
一、安全生产检查的类型	219
二、安全生产检查的内容	220
三、安全生产检查的方法	220
四、建筑工程安全检查的工作程序	224
第五节 工伤保险与意外伤害保险	225
一、工伤保险的概念与基本原则	225
二、享受工伤保险待遇的资格条件和待遇给付	226
三、工伤保险实施范围	228
四、工伤保险与工伤事故预防的关系	228
五、意外伤害保险	230

第六节 建筑生产安全事故管理	232
一、施工过程中事故的处理	232
二、建筑生产安全事故报告	233
三、建筑生产安全事故调查	236
四、伤亡事故处理与结案	239
五、建筑工程中的未遂事故管理	242
六、建筑生产安全事故应急救援制度	247
第七节 建筑企业安全文化的建设	250
一、企业安全文化	251
二、建筑企业安全文化建设的内容	251
三、建筑企业安全文化建设步骤	254
四、建筑企业安全文化建设应重点注意的几个问题	255
第八节 安全业绩的评审和总结	255
一、安全业绩的评审	256
二、有效的安全评审系统	257
三、安全业绩的总结	258
复习思考题	259
第六章 建设工程安全监理	260
第一节 建设工程安全监理概述	260
一、建设工程安全监理概念	260
二、建设工程安全监理的性质	262
三、建设工程安全监理的基本任务	263
四、建设工程安全监理的作用	264
五、安全监理工程师的职责	265
第二节 建筑工程安全监理的依据	266
一、国家和地方有关建设工程安全生产、劳动保护、环保、消防 等的法律、法规性文件	267
二、建设工程批准文件	267
三、有关建设工程安全生产的专门技术法规性文件	268
四、建设工程合同文件	269
五、设计文件	269
第三节 建筑工程安全监理的内容	269

一、招标阶段的安全监理	270
二、施工准备阶段的安全监理	274
三、施工过程的安全监理	288
复习思考题	306
第七章 建筑工程安全事故典型案例	307
案例一 超高模架垮塌引起的重大伤亡事故案例	307
案例二 吊装作业引起的坍塌事故案例	311
案例三 某彩印厂工程触电事故案例	315
案例四 某大学工程火灾事故案例	318
案例五 高处坠落死亡事故案例	320
案例六 模板支撑系统失稳——某建筑坍塌事故案例	322
案例七 某开发区厂房工程煤气中毒事故案例	327
案例八 高处作业吊篮坠地伤害事故案例分析	329
附录	333
建设工程安全生产管理条例	333
主要参考文献	348

第一章 建筑安全工程概述

安全工程是以事故为研究对象，研究事故发生、发展的条件和规律及其预防、控制的原理和方法。建筑安全工程则是以建筑生产过程中可能发生的各种类型的事故为研究对象的，研究建筑工程中各类事故发生、发展的条件和规律及其预防、控制的原理和方法。广义的建筑工程安全包括两个方面的含义：一方面是指工程建筑物本身的安全，即质量是否达到了合同要求在设计规定的年限内安全使用，设计质量和施工质量直接影响到工程本身的安全，二者缺一不可；另一方面是指在工程施工过程中人员的安全，特别是合同有关各方在现场工作人员的生命安全。

第一节 建筑事故及其基本特征

一、建筑事故的定义

建筑事故是指在建筑生产过程中发生的事故。而对事故这一概念目前还没有一个统一的定义，一般认为，安全工程所研究的事故是指意外的、突然的，且后果是有害的事件（导致人身的伤害或财产的损失），即事故具有意外性、突发性、破坏性的特点。

二、建筑事故的特性

事故如同其他事物一样，是具有自己的特性的。只有了解事故的特性，才能预防事故，减少事故损失。事故主要具有五个特性，即因果性、偶然性和必然性、潜伏性、规律性、复杂性。同一般事故一样，建筑事故也具有这样的基本特性。

1. 事故的因果性

事故的发生是有原因的，事故和导致事故发生的各种原因之间存在有一定的因果关系。导致事故发生的各种原因称为危险因素。危险因素是原因，事故是结果。事故的发生往往是由多种因素综合作用的结果。因此，分析、研究各危险因素的特征、形成过程、影响事故的发生和结果的规律与途径，对预防和控制事故的发生、发展具有重要意义。

2. 事故的偶然性和必然性

事故是一种随机现象，其发生和后果往往具有一定的偶然性和随机性。同样的危险因素，在某一条件下不会引发事故，而在另一条件下则会引发事故；同样类型的事故，在不同的场合会导致完全不同的后果，这是事故的偶然性的一面。事故的随机性是由于我们对事故的发生、发展规律还没有完全认识，同时事故又表现出其必然性的一面，即从概率角度讲，危险因素的不断重复出现，必然会导致事故的发生，任何侥幸心理都可能导致严重的后果。

3. 事故的潜伏性

事故尚未发生和造成损失之前，似乎一切处于“正常”和“平静”状态，但是并不是不会发生事故。相反，此时事故正处于孕育状态和生长状态，这就是事故的潜伏性。

4. 事故的规律性

事故虽然具有随机性，但事故的发生也具有一定的规律性，表现在事故的发生具有一定的统计规律以及事故的发生受客观自然规律的制约。承认事故的规律性是我们研究事故规律的前提；事故的规律性也使我们预测事故发生并通过采取措施预防和控制同类事故成为可能。

5. 事故的复杂性

事故的复杂性表现在导致事故的原因往往是错综复杂的；各种原因对事故发生的影响及在事故形成中的地位是复杂的；事故的形

成过程及规律也是复杂的。事实上，现有的研究成果已表明了事故本身就是一种复杂现象。

三、建筑事故的类型

对事故进行科学的分类，是为了更好地对各类事故进行分析研究。事故的分类方法有多种，参照 GB 6441—1986《企业伤亡事故分类》标准，综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等，将企业伤亡事故分为以下 16 类。

(1) 物体打击 是指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故，不包括因机械设备、车辆、起重机械、坍塌等引发的物体打击。

(2) 车辆伤害 是指企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、飞落、挤压伤亡事故，不包括起重设备提升、牵引车辆和车辆停驶时发生的事故。

(3) 机械伤害 是指机械设备运动（静止）部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等伤害，不包括车辆、起重机械引起的机械伤害。

(4) 起重伤害 是指各种起重作业（包括起重机安装、检修、试验）中发生的挤压、坠落、（吊具、吊重）物体打击和触电。

(5) 触电 包括雷击伤亡事故。

(6) 淹溺 包括高处坠落淹溺，不包括矿山、井下透水淹溺。

(7) 灼烫 是指火焰烧伤、高温物体烫伤、化学灼伤（酸、碱、盐、有机物引起的体内外灼伤）、物理灼伤（光、放射性物质引起的体内外灼伤），不包括电灼伤和火灾引起的烧伤。

(8) 火灾。

(9) 高处坠落 是指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故，不包括触电坠落事故。

(10) 坍塌 是指物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故，如挖沟时的土石塌方、脚手架坍塌、堆置物倒塌等，不适用于矿山冒顶片帮和车辆、起重机械

械、爆破引起的坍塌。

(11) 放炮 是指爆破作业中发生的伤亡事故。

(12) 火药爆炸 是指火药、炸药及其制品在生产、加工、运输、贮存中发生的爆炸事故。

(13) 化学性爆炸 是指可燃性气体、粉尘等与空气混合形成爆炸性混合物，接触引爆能源时发生的爆炸事故（包括气体分解、喷雾爆炸）。

(14) 物理性爆炸 包括锅炉爆炸、容器超压爆炸、轮胎爆炸等。

(15) 中毒和窒息 包括中毒、缺氧窒息、中毒性窒息。

(16) 其他伤害 是指除上述以外的危险因素，如摔、扭、挫、擦、刺、割伤和非机动车碰撞、轧伤等（矿山、井下、坑道作业还有冒顶、透水、瓦斯爆炸等危险因素）。

纵观建筑工程生产过程，上述事故的类型中，以高处坠落、施工坍塌、物体打击、机具伤害和触电等“五大伤害”为主。如在2005年全国建筑施工事故中，高处坠落、施工坍塌、物体打击、机具伤害和触电等事故死亡人数占全部事故死亡人数的88.36%，其中又以高处坠落事故为主，占45.52%。

从建筑事故涉及工程履行基本建设程序情况来看，部分履行和未履行政程序的工程项目约占一半。

第二节 事故成因及事故模式理论

模式是人们对某一过程、某一行为所做的定性或定量的概括。它能显示这一过程或行为的特征，并能对所考虑的目标显示具有决策意义的后果。事故模式实际上是人们对事故机理所做的逻辑抽象或数学抽象。它是描述事故成因、经过和后果的理论，是研究人、物、环境、管理及事故处置等基本因素如何起作用而形成事故、造成损失的，也就是从因果关系上阐明引起工伤事故的本质原因，说明事故的发生、发展和后果。

事故模式对于人们认识事故本质，指导事故调查、事故分析、事故预防及事故责任者的处理有重要作用，因此必须加以研究。

关于事故的成因及事故的模式，已有不少的理论；这些理论从不同的侧面对事故的发生过程和形成机理进行了阐述。这里仅介绍几种有代表性的理论，以便从不同的角度对事故的发生有一个较全面的认识。

一、能量意外释放论

1961年吉布森（Gibson）、1966年哈登（Haddon）等提出了解释事故发生物理本质的能量意外释放论。他们认为，事故是一种不正常的或不希望的能量释放。

能量在生产过程中是不可缺少的，人类利用能量做功以实现生产目的。人类在利用能量的时候必须采取措施控制能量，使能量按照人们规定的能量流通渠道流动，按照人们的意图产生、转换和做功。如果由于某种原因失去了对能量的控制，超越了人们设置的约束或限制，就会发生能量违背人的意愿的意外释放或逸出，使进行中的活动中止或削弱并造成人的伤害或物的损坏而发生事故。如果事故时意外释放的能量作用于人体，并且能量的作用超过人体的承受能力，则将造成人员伤害；如果意外释放的能量作用于设备、建筑物、物体等，并且能量的作用超过它们的抵抗能力——强度，则将造成设备、建筑物、物体的损坏。这种对事故发生机理的解释被称为能量意外释放论。

麦克法兰特（McFarland）在解释事故造成的人身伤害或财物损坏的机理时说：“……所有的伤害事故（或损坏事故）都是因为：

① 接触了超过机体组织（或结构）抵抗力的某种形式的过量的能量；

② 有机体与周围环境的正常能量交换受到了干扰（如窒息、淹溺等）”。

事故是能量的意外释放或转移。用此观点解释事故造成人身伤害或财产损失的机理，可以认为，所有的伤害事故（或损坏）都是

源于以下原因。

(1) 有机体接触了超过机体组织（或结构）抵抗力的能量（超过局部或全身性损伤阈）。如表 1-1 所举实例（称为第一类伤害）。

表 1-1 第一类伤害实例

施加的能量类型	产生的原发性损伤	举例与注释
机械能	移位、撕裂、破裂和挤压，主要损伤及组织	由于运动的物体，如施工工具和下落物体，冲撞相对静止的设备造成的损伤，具体的伤害结果取决于合力施加的部位和方式
热能	炎症、凝固、烧焦和碳化，伤及身体任何层次	一度、二度、三度烧伤，具体的伤害结果取决于热能作用的部位和方式
电能	干扰神经-肌肉功能以及凝固、烧焦和碳化，伤及身体任何层次	触电死亡、烧伤、干扰神经功能，如在触电电克疗法中，具体伤害结果取决于电能作用的部位和方式
电离辐射	细胞和亚细胞成分与功能的破坏	反应堆事故，治疗性与诊断性照射，滥用同位素，放射性粉尘的作用，具体伤害结果取决于辐射能作用的部位和方式
化学能	一般要根据每一种或每一组的具体物质而定	包括由于动物性和植物性毒素引起的损伤，化学灼伤

(2) 有机体与周围环境的正常能量交换受到了干扰，如表 1-2 所举实例（称为第二类伤害）。

表 1-2 第二类伤害实例

影响能量交换的类型	产生的损伤或障碍的种类	举例与注释
氧的利用	生理损害，组织或全身死亡	全身——由机械因素或化学因素引起的窒息，如溺水、一氧化碳中毒和氰化氢中毒 局部——“血管性意外”
热能	生理损害，组织或全身死亡	由于体温调节障碍产生的损害、冻伤、冻死

能量意外释放论阐明了事故发生的物理本质，指明了防止事故就是防止能量意外释放，防止人体接触过量能量。根据这种理论，人们要经常注意生产过程中能量流动、转换以及不同形式能量的相