

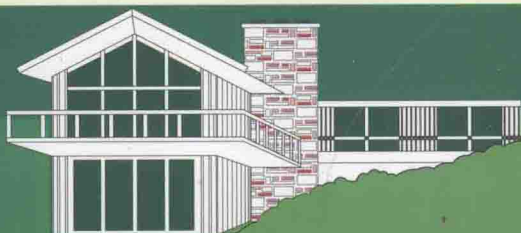
普通高等教育土木类专业“十二五”规划教材
“卓越工程师教育培养计划”规划教材

SHIGONG ANQUAN JISHU YU GUANLI



施工安全技术与管理

●主编 宋建学



郑州大学出版社

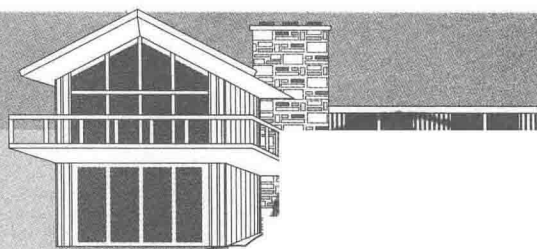
普通高等教育土木类专业“十二五”规划教材
“卓越工程师教育培养计划”规划教材

SHIGONG ANQUAN JISHU YU GUANLI



施工安全技术与管 理

● 主 编 宋建学



郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

施工安全技术与管理/宋建学主编. —郑州:郑州大学出版社,2015.4
(普通高等教育土木类专业“十二五”规划教材)
ISBN 978-7-5645-2035-9

I. ①施… II. ①宋… III. ①建筑工程-工程施工-安全技术-高等学校-教材②建筑工程-工程施工-安全管理-高等学校-教材 IV. ①TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 226218 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:张功员

全国新华书店经销

河南省诚和印制有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:19.5

字数:465 千字

版次:2015 年 4 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2015 年 4 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-2035-9

定价:43.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

主编简介



宋建学,男,1967年10月生,河南省洛阳市人,工学博士,教授,郑州大学土木工程学院土木系主任,兼任国际智能基础设施安全监测学会(International Society of Intelligent Infrastructure Health Monitoring)会员,中国建筑学会基坑工程专业委员会理事,国家注册一级工程安全评价师,国家注册安全工程师,河南省安全生产专家委员会专家,郑州市安全生产专家组专家,河南省教育厅学术技术带头人,郑州市科技领军人才,从事工程安全监测技术与应用研究。

本书作者

Authors

主 编 宋建学

副 主 编 郑传昌

编 委 (以姓氏笔画为序)

孙成城 宋建学 张彬彬

郑传昌 梁彦贞 鲁大志

前言

Preface

.....

由于各类土木工程内在的特殊性,施工过程具有较多的安全风险。住房和城乡建设部于2009年颁布“建质2009[87]号文件”,即《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》(以下简称“87号文件”),是施工现场安全生产管理重要的规范性文件,一方面可以明显地提高施工安全管理水平并取得实效,另一方面也对现场管理和相关岗位人员的安全知识和技能提出了更高要求。

本书围绕87号文件所列的超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围,介绍相应分部分项工程关键施工技术;以现场调查和统计为基础,分析相关施工环节的安全风险特征;根据室内构件试验和现场结构试验以及相应理论分析成果,并结合现行规范要求,阐述相应安全防护措施;针对深基坑工程、高大模板支架工程、悬挑脚手架工程等给出了施工安全专项方案编写实例。

建设施工安全涉及力学、材料、结构、测量等理论基础,在施工之前应结合工程材料特性和力学原理,编写符合规范要求、保障施工安全的专项方案,并在实施过程中通过监测监控提供预警预报,从而以技术为核心,以管理为手段,提高施工安全水平。本书在编写过程中力图体现以下三个特点:

第一,技术性。本书内容反映了作者多年来根据现场调研、室内试验、现场试验及理论分析等获得的成果,以力学原理和结构理论为基础,使相关安全技术与管理具有理论分析和试验依据。

第二,实践性。毫无疑问,施工安全技术的直接依据应是现行规范、规程。然而,不可避免的事实是,当前技术规范体系复杂,甚至不同的规范之间也有相互冲突,使一线工作人员无所适从。同时,个别规范条文缺乏室内试验和现场试验验证,一味地提高技术标准。这种行为貌似为工程安全负责,实际上却无法完全实现,一定程度上造成技术混乱。本书面向工程实践,对一些实际中无法达到的技术标准进行分析讨论,并提出切实可行的处理措施。

第三,实用性。施工安全技术和安全管理有其力学基础、结构原理和计

算依据,甚至以复杂的数值模拟成果为基础。然而,建设施工安全技术最终要依靠施工管理、施工技术、安全管理等岗位相关人员规范,合理地履行岗位职责来实现。精深的理论和繁杂的推演会使安全技术的推广受到限制。本书在编写过程中力图深入浅出,反映科学研究和理论分析的成果,体现建设施工安全最新经验和成熟做法,而不介绍相应的试验和推证本身。

本书由郑州大学和郑州市建设安全监督站、郑州市建设安全协会联合编写,我省同行专家为本书的编写提供了建设性意见和宝贵的技术支持。郑州大学土木工程学院研究生于海宾、李庆威、李树一、孙宇赫、张珊珊、智震、李晓健、赵笑鹏、张世轩等为本书的编校付出了辛勤的劳动。

本书可以作为土木工程相关专业教材,也可供相关建设、勘察、设计、施工、监理、监测等工程技术人员参考。

由于技术水平有限,书中谬误难免,恳请各位师长、同行批评指正。

编者

2014 年 11 月

目录

CONTENTS



第1章 施工安全概论	1
1.1 建筑施工特征	1
1.2 我国施工安全发展历史	2
1.3 建筑施工安全现状及面临的问题	3
1.4 建筑施工安全事故等级	8
1.5 危险性较大分部分项工程	8
1.6 危险性较大分部分项工程的管理	9
第2章 深基坑工程	11
2.1 基坑工程事故	11
2.2 深基坑工程支护结构施工安全技术	13
2.3 深基坑地表水和地下水控制	27
2.4 土方开挖安全技术	34
2.5 基坑工程安全监测	38
2.6 基坑工程施工安全专项方案实例	44
第3章 模板支架工程	85
3.1 模板支架工程安全现状	85
3.2 模板工程及支撑体系形式与结构	88
3.3 模板工程及支撑体系施工安全	95
3.4 模板支架工程安全监测实例	100
3.5 模板支撑体系安全专项方案实例	110
第4章 起重吊装工程	143
4.1 起重吊装工程施工安全技术	143
4.2 起重机械、吊索和吊具	148
4.3 起重吊装工程施工安全管理	151
4.4 起重吊装安全事故案例分析	154

第5章 脚手架工程	160
5.1 概述	160
5.2 脚手架工程施工安全	162
5.3 悬挑式脚手架施工安全	174
5.4 其他脚手架简介	179
5.5 悬挑式脚手架安全专项方案实例	186
第6章 机械拆除工程	216
6.1 机械拆除工程施工安全	216
6.2 机械拆除工程安全专项方案实例	221
第7章 特种工程	238
7.1 幕墙工程施工安全	238
7.2 钢结构安装工程施工安全	244
7.3 钢结构安装工程实例	251
7.4 人工挖孔桩施工安全	265
7.5 浅埋暗挖法施工安全	272
7.6 顶管工程施工安全技术	286
7.7 水下作业安全技术	296
参考文献	302

第 1 章 施工安全概论

1.1 建筑施工特征

建筑施工与一般工业生产相比具有其独特之处,因此建筑施工也具有其自身的特点。

(1) 建筑施工安全技术具有广泛的种类

建筑施工项目种类繁多,不同种类项目施工安全技术方法、内容各异。不同工程施工技术、工艺、方法所用设备、机具、材料不尽相同,因此涉及的安全技术也各不相同。

(2) 建筑施工安全技术具有复杂性

一个工程项目涵盖多种工程类型,安全生产构成复杂。每一个工程项目都由多种配套分部分项工程组合而成,一般涉及基础工程、主体结构工程、水电暖通安装工程等。不同分部分项工程施工特点不同,安全技术要求不同,并且多种工序同时存在,决定了安全技术的复杂性。

(3) 建筑施工安全技术具有针对性

每一个工程项目都有独特性,安全技术需要有针对性。每个建筑工程的施工时间、所处地理位置、作业环境、周边市政设施、参加施工的管理人员和作业人员不同,以及建筑结构、工程材料、施工工艺的多样性,决定了每个工程的差异性和独特性。

(4) 建筑施工安全影响因素多

建筑工程施工具有高能耗、高强度、施工现场干扰因素(噪声、尘土、热量、光线等)多等特点,且建筑工程施工大多是露天作业,受天气、气候、温度影响大。这使得施工安全生产涉及的不确定因素多,加大了施工作业的危险性。

(5) 建筑施工具有动态性

在建筑施工生产过程中,从基础、主体到安装、装修各阶段,随着分部分项工程、工序的顺次开展,每一步的施工方法都不相同,现场因素都在变化之中。整个建筑施工项目的建设过程就是一个动态变化过程,这也决定了建筑工程施工安全生产管理动态性的特点。

(6) 建筑施工从业人员构成复杂

建筑施工属于劳动密集型行业,从业门槛低。直接从事施工作业的分包队伍,大多存在技术培训不足、安全管理不善的问题。现场管理人员技术素质良莠不齐,在施工中会造盲目施工、违章指挥。现场作业人员常冒进赶工,易发生事故。

(7) 建筑施工安全技术是持续改进、与时俱进的

新工艺、新技术、新材料、新设备将会越来越多地用于建筑施工现场,国家也会出台相应安全技术及法律法规。科学技术的发展决定了建筑施工安全技术是持续改进、与时俱进的。

1.2 我国施工安全发展历史

古老的中华民族有着悠久的历史,流动于民族文明长河中的安全观念和方略,对现代社会的风险防范也有着借鉴意义和现实意义。

公元989年,北宋木结构建筑匠师喻皓在开封建造开宝寺灵感塔(图1.2.1)时,每建一层都在塔周围安设帷幕遮挡,既避免施工伤人,也便于施工操作。



图 1.2.1 开封开宝寺灵感塔

新中国成立后,大规模的经济建设给建筑业的发展提供了机会,我国建筑业取得了突飞猛进的发展和巨大成就。新中国成立以来工程建设安全管理发展过程可以分为三个阶段:

第一阶段(1949~1957年)是制度的建立和发展阶段。1956年国务院颁布了“三大规程”,即《工厂安全卫生规程》《建筑安装工程安全技术规程》《工人职员伤亡事故报告规程》。“三大规程”的制定是一个重要的里程碑,推动了劳动保护工作发展。这些规程的制定是根据建设期间的实践并借鉴了苏联的工作经验制定的。1957年万人死亡率已经减到了1.67,每10万平方米房屋死亡率为0.43,劳动保护工作成绩显著。

第二阶段(1958~1976年)是波折和倒退时期。从1958年开始出现建设中盲目赶工期现象,不按客观规律办事,破坏了正常生产秩序。1958年万人死亡率高达5.60。经过20世纪60年代初期经济调整,1965年安全情况有所好转,万人死亡率下降到1.65,恢复到了1957年的水平。1961~1966年,全国共编制和颁布了16个设计、施工标准和规范,这些规范和标准是我国第一批正式颁布的国家建筑标准和规范。“五项规定”(安全生产责任制的规定、编制劳动保护措施计划的规定、安全生产教育的规定、安全生产定期检查的规定、伤亡事故调查和处理的规定)是由国务院在1963年制定并颁布的,自颁布以来除个别地方修改外一直指导着我国的劳动保护工作。1966年之后建筑安全情况再度恶化,1970年万人死亡率达到7.50。1971年仅施工中死亡人数就达到2999人、重伤9680人,其中有些事故的严重性是新中国成立以来极为少见的。1966年以后,建筑业法制建设和建筑标准、规范的制定工作受到严重破坏,大量合理的规章制度和多年的经过实践检验的科学规定被撤销,资料散失,安全管理工作基本上陷于停顿状态。

第三阶段(1977年至今)是恢复和提高阶段。1978年万人死亡率高达2.80,1980年降为2.20,到了1990年降为1.37。在此期间,国家建筑工程总局1980年5月颁布了《建筑安装工人安全技术操作规程》,又针对企业内高空坠落、物体打击、触电和机械伤害事故特别严重的情况,于1981年4月提出了防止高空坠落等事故的十项安全技术措施。建设部此后又相继颁布了《关于加强集体所有制建筑企业安全生产的暂行规定》、《国营建筑企业安全生产条例》、《施工现场临时用电安全技术规范》、《建筑施工安全检查评分标准》等。安全生产在此期间出现较大好转。1992年下半年,随着建设新高潮的到来,建筑安全情况再一次出现下滑势头,安全事故增多,特别是重大事故屡屡发生,施工安全状况更加严峻,仅在1992年下半年一次死亡3人以上的重大事故就发生了18起,比1991年同期增加了10起。1994年安全管理状况开始有所好转,1995年至1997年连续三年万人死亡率小于1.0。此后安全生产平稳发展。

从新中国成立后建筑安全管理情况(万人死亡率)的“三上三下”实践中可以看出:一方面,重视工程实践的客观规律,加强工程建设安全管理是非常重要的;另一方面,缺乏科学研究的依据,缺乏有力的理论指导,是造成建筑安全工作不能够稳步发展的重要原因。

1.3 建筑施工安全现状及面临的问题

1.3.1 建筑施工安全现状

建筑行业本身是一个高危行业,从新中国成立以来建筑行业发展的一波三折来看,提高施工安全技术与完善管理是减少施工事故发生的关键。

(1) 总体情况

2013年,全国共发生房屋市政工程生产安全事故524起,死亡670人,比2012年同期事故起数增加37起,死亡人数增加46人,同比分别上升7.60%和7.37%。2012年,全国共发生房屋市政工程生产安全事故487起,死亡624人,比2011年同期事故起数减少102起,死亡人数减少114人,同比分别下降17.32%和15.45%。2004~2013年全国建筑施工安全事故统计情况如图1.3.1所示。

(2) 较大及以上事故统计

2013年全国共发生房屋市政工程生产安全较大及以上事故26起,死亡105人,比2012年同期事故起数减少3起,死亡人数减少16人,同比分别下降10.34%和13.22%。2012年全国共发生房屋市政工程生产安全较大及以上事故29起,死亡121人,比2011年同期事故起数增加4起,死亡人数增加11人,同比分别上升16.00%和10.00%。2009~2013年全国建筑施工安全较大及以上事故统计情况如图1.3.2所示。

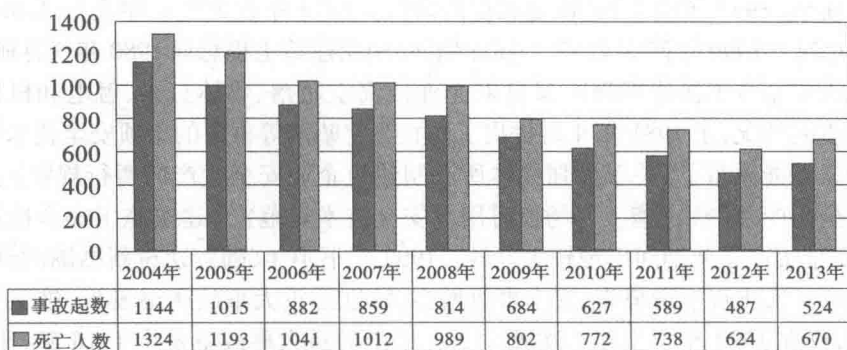


图 1.3.1 2004 ~ 2013 年全国建筑业安全事故情况

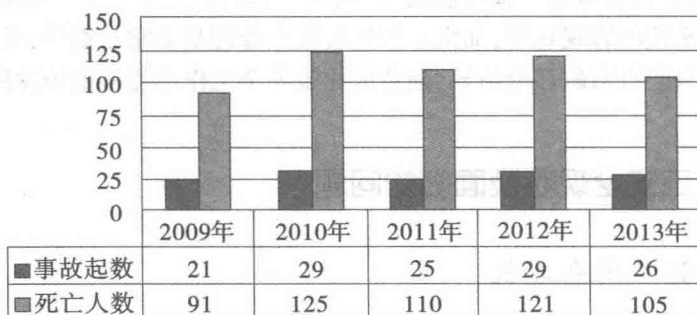


图 1.3.2 2009 ~ 2013 年全国建筑业较大及以上安全事故情况

(3) 事故类型统计

2013 年前三季度,房屋市政工程生产安全事故按照类型划分(如图 1.3.3 所示),高处坠落事故 213 起,占总数的 55.48%;坍塌事故 59 起,占总数的 15.36%;物体打击事故 50 起,占总数的 13.02%;起重伤害事故 31 起,占总数的 8.07%;机具伤害、触电、车辆伤害、火灾和爆炸、中毒和窒息、淹溺等其他事故 31 起,占总数的 8.07%。

2012 年,房屋市政工程生产安全事故按照类型划分(如图 1.3.4 所示),高处坠落事故 257 起,占总数的 52.77%;坍塌事故 67 起,占总数的 13.76%;物体打击事故 59 起,占总数的 12.11%;起重伤害事故 50 起,占总数的 10.27%;机具伤害事故 23 起,占总数的 4.72%;触电事故 10 起,占总数的 2.05%;车辆伤害、火灾和爆炸、中毒和窒息、淹溺等其他事故 21 起,占总数的 4.32%。

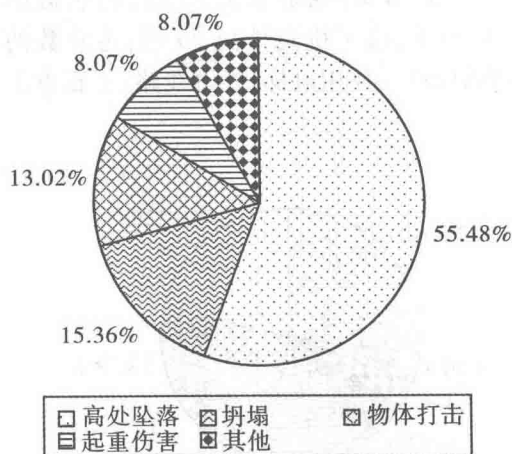


图 1.3.3 2013 年前三季度事故类型情况

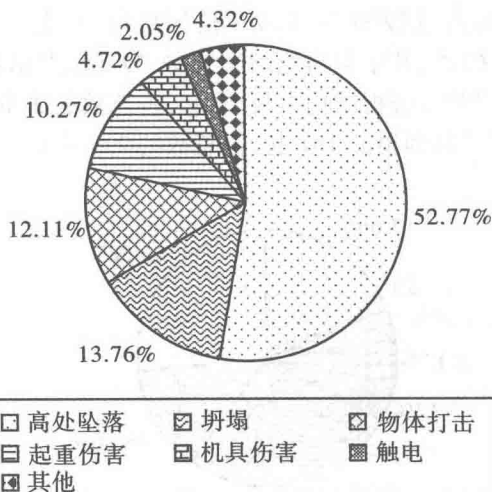


图 1.3.4 2012 年事故类型情况

2011 年事故类型情况如图 1.3.5 所示。

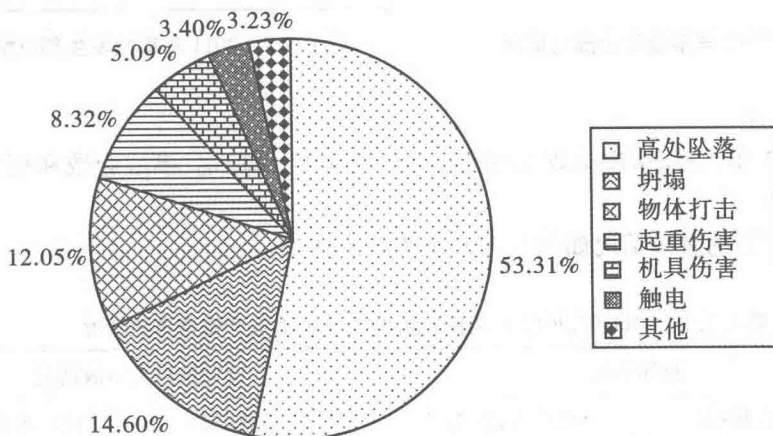


图 1.3.5 2011 年事故类型情况

(4) 事故发生部位统计

2012 年,房屋市政工程生产安全事故按照发生部位划分(如图 1.3.6 所示):洞口和临边事故 128 起,占总数的 26.28%;脚手架事故 67 起,占总数的 13.76%;塔吊事故 63 起,占总数的 12.94%;基坑事故 42 起,占总数的 8.63%;模板事故 26 起,占总数的 5.34%;井字架与龙门架事故 25 起,占总数的 5.13%;施工机具事故 25 起,占总数的 5.13%;外用电梯事故 19 起,占总数的 3.90%;临时设施事故 6 起,占总数的 1.23%;现场临时用电等其他事故 115 起,占总数的 17.66%。

2011 年,房屋市政工程生产安全事故按照发生部位划分(如图 1.3.7 所示):洞口和

临边事故 125 起, 占总数的 21.22%; 塔吊事故 80 起, 占总数的 13.58%; 脚手架事故 69 起, 占总数的 11.71%; 模板事故 46 起, 占总数的 7.81%; 基坑事故 39 起, 占总数的 6.62%; 井字架与龙门架事故 29 起, 占总数的 4.92%; 施工机具事故 20 起, 占总数的 3.40%; 墙板结构事故 20 起, 占总数的 3.40%; 临时设施、外用电梯、外电线路、土石方工程等其他事故 161 起, 占总数的 27.34%。

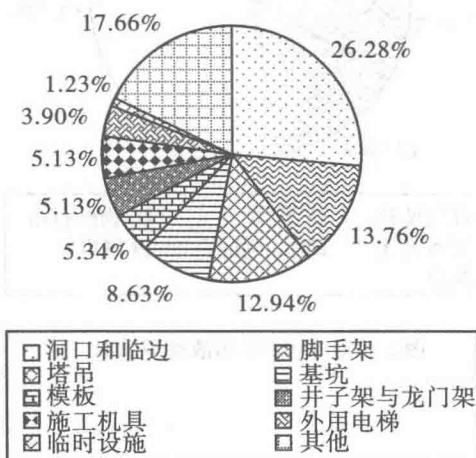


图 1.3.6 2012 年事故发生部位情况

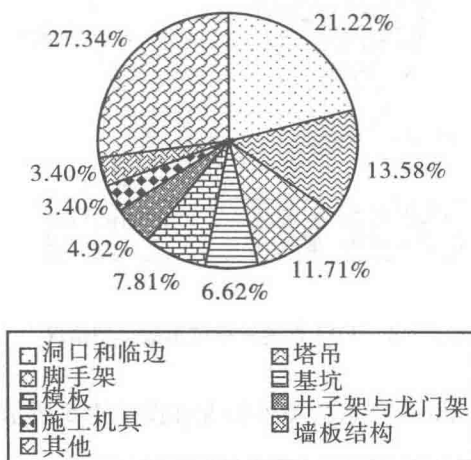


图 1.3.7 2011 年事故发生部位情况

(5) 形势综述

2004 ~ 2013 年, 全国房屋市政工程安全生产形势总体稳定, 事故起数和死亡人数总体保持下降趋势。

近几年河南省的事故情况如表 1.3.1、表 1.3.2 所示。

表 1.3.1 2011 年、2012 年河南省房屋市政工程生产安全事故情况

地区	总体情况								较大及以上事故情况							
	事故起数/起				死亡人数/人				事故起数/起				死亡人数/人			
	2012	2011	同期比		2012	2011	同期比		2012	2011	同期比		2012	2011	同期比	
河南	10	9	1	11%	21	18	3	17%	1	2	-1	-50%	8	7	1	14%

表 1.3.2 2012 年、2013 年河南省房屋市政工程生产安全事故情况

地区	总体情况								较大及以上事故情况							
	事故起数/起				死亡人数/人				事故起数/起				死亡人数/人			
	2013	2012	同期比		2013	2012	同期比		2013	2012	同期比		2013	2012	同期比	
河南	16	10	6	60%	23	21	2	9.5%	1	1	0	0%	3	8	-5	-62.5%



由此可看出,河南省建筑安全状况不容乐观。建筑市场行为不规范、企业主体责任落实不到位、安全生产隐患排查治理不彻底、生产安全事故查处不严格等问题都给安全生产工作带来了极大挑战。

通过近几年的对比发现,建筑施工事故率呈现一定的下降趋势,在某些方面来说这跟近些年来的政府颁布的法律法规以及政府部门的重视有关。但事故发生也有极大的不确定性与分散性,这显示出了各级政府、各地施工主管部门与地方施工企业对待现场施工的重视程度有所不同。

1.3.2 建筑施工安全面临的问题

(1) 我国的法律法规不健全和可操作性差

到目前为止,我国出台了很多关于建筑施工安全的法律法规,但是,这些法律法规还存在一些缺陷,操作性较差,没有形成完整的法律体系。法律法规不健全导致了建筑单位安全责任制落实不到位。

(2) 安全教育培训制度不健全

我国土木工程教育忽视建筑施工安全技术与安全管理的教育与培训,导致后备人才严重不足。施工企业的安全教育培训多数流于形式,实效较差。

(3) 从业人员的整体素质低,技术差

现在,我国建筑业的主力已经由原来的受过专门教育培训的固定工转变为民工。这些施工人员受教育水平整体较低,安全意识较差。许多事故是由于施工人员违规操作而导致的。因此,国家应该加强对工人安全教育执行情况的检查,将安全教育培训落实到实处,不能仅流于形式,加强施工人员的安全意识和安全技能教育。

(4) 安全生产资金被挪用或投入不足

安全施工需要有符合资质的工人、合格的机具、符合标准的加工对象和能源动力、成熟的工业技术以及完备的安全保障措施等。以上这些构成了建筑施工的直接成本,同时建筑施工要有监控人员、监测设备等,这些又构成建筑施工安全的间接成本。建设工程施工安全成本与施工率之间的关系,如图 1.3.8 所示。当安全成本投入较低时,工程事故率较高;反之,安全成本投入较高时,工程事故率较低。

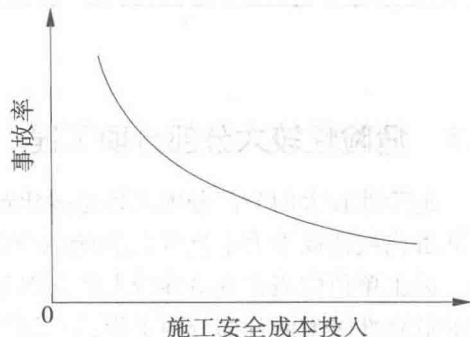


图 1.3.8 施工安全成本投入与事故率关系图

建筑施工安全成本应计入工程成本,并且施工安全成本应得到补偿。但是,长期以来建设单位严重压价,施工单位层层违法转包或分包,施工单位的承包收入难以保证建设施工安全成本得到补偿,这是建设工程安全生产形势严峻的重要经济原因。

(5) 建筑安全监管机制不健全



我国建筑业采用的是政府监管机制。我国正处在大规模建设时期,政府监管机制已经无法适应日益增大的建设规模。在市场经济体制下,我们应该调整政府监管机制,建立具有中国特色的权威、高效和专业的建筑安全监督机构和执法队伍。只有这样,才能适应建筑业的发展,才能减少建筑施工事故的发生。

1.4 建筑施工安全事故等级

建筑施工类安全事故属于生产安全事故,根据国务院令第 493 号《生产安全事故报告和调查处理条例》,按照生产安全事故(以下简称事故)造成的人员伤亡或者直接经济损失,事故一般分为特别重大事故、重大事故、较大事故和一般事故,见表 1.4.1。

表 1.4.1 生产安全事故等级表

等级	分级标准
特别重大事故	造成 30 人以上死亡,或者 100 人以上重伤(包括急性工业中毒,下同),或者 1 亿元以上直接经济损失的事故
重大事故	造成 10 人以上 30 人以下死亡,或者 50 人以上 100 人以下重伤,或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接经济损失的事故
较大事故	造成 3 人以上 10 人以下死亡,或者 10 人以上 50 人以下重伤,或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接经济损失的事故
一般事故	造成 3 人以下死亡,或者 10 人以下重伤,或者 1000 万元以下直接经济损失的事故

1.5 危险性较大分部分项工程

危险性较大的分部分项工程是指建筑工程在施工过程中存在的、可能导致作业人员群死群伤或造成重大不良社会影响的分部分项工程,其具体范围见建质 2009[87]号文件。施工单位应当在危险性较大的分部分项工程施工前编制专项方案。对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程,施工单位应当组织专家对专项方案进行论证。现列出超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围。

1.5.1 深基坑工程

- 1) 开挖深度超过 5 m(含 5 m)的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。
- 2) 开挖深度虽未超过 5 m,但地质条件、周围环境和地下管线复杂,或影响毗邻建(构)筑物安全的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。