

行为科学框架下的 建筑事故预防 理论与应用研究

陈大伟 著

 中国质检出版社
中国标准出版社

行为科学框架下的建筑事故 预防理论与应用研究

陈大伟 著

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

行为科学框架下的建筑事故预防理论与应用研究/陈大伟著. —北京: 中国标准出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-5066-7353-2

I. ①行… II. ①陈… III. ①建筑工程—工程事故—事故预防—研究
IV. ①TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 232831 号

行为科学框架下的建筑事故预防理论与应用研究

陈大伟著

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)
北京市西城区复外三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

电话: (010) 64275360 68523946

北京京华虎彩印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 1000×1400 B5 印张 6.125 字数 218 千字
2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月第一次印刷

*

定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

前 言

中国正处于建设事业高速发展阶段,仅 2012 年我国建筑业就完成总产值 135303 亿元,房屋建筑施工面积 98.1 亿 m^2 ,如此巨大的工程建设规模估计还将持续 10~20 年。然而,在整个世界范围内,建筑业都是属于最危险的行业之一,建筑业事故率远远高于其他行业的平均水平。在美国和日本,建筑业伤亡事故率都位居该国所有行业的首位。根据国家安全生产监督管理总局近年来的统计,我国建筑业平均每年死亡人数在 2000 人左右,2012 年死亡人数达到 2679 人,建筑安全形势异常严峻。近年来发生的武汉“9·13”施工电梯坠落事故,上海静安区“4·12”特大火灾事故、杭州“11·15”地铁塌陷事故等,都暴露出施工过程中的安全管理存在严重问题。这些重特大建筑伤亡事故不仅给人民生命和财产造成了巨大的损失,而且给国内外舆论造成了恶劣的影响,同时对建筑业的发展和政府信誉构成了严重威胁。据最新统计,2012 年建筑业已经超过煤炭行业上升为死亡人数第一位的高危行业。究其主要原因,就是缺乏科学、有效的事故预防方法。基于此,在目前事故预防方法难以达到理想的事故预防效果的现实情况下,寻求新的角度和突破点,探索有效的、经济的、可行的事故预防理论与方法,以遏制建筑伤亡事故频发的局面,是中国建筑业所面临的迫切和重大的课题。

要预防事故的发生,首先要掌握事故发生的原因。通过各个阶段事故致因理论的统计发现,涉及不安全行为的致因理论次数最多。由于不安全行为在事故致因中的突出地位,行为科学在安全领域的应用受到学术界和产业界越来越多的关注。从行为科学视角探索事故预防与控制问题已经形成许多不同的理论和观点,其中人的不安全行为纠正 BBS (behavior based safety) 和企业安全氛围诊断 SCS (safety climate suvery) 是目前国际安全研究领域所关注的热点和重点。

在欧美及澳大利亚地区,BBS 方法已经在建筑、石油、机械、核电、交通、化工、矿业等行业得到一定的应用。结果表明,通过 BBS 干预手段能够有效改

善实施期间的安全绩效,证明了BBS在事故预防方面的有效性。安全氛围诊断(SCS)方法对组织不安全行为定位准确、预防事故效果明显,被称为“第三代安全理论”。SCS方法在美国道化学公司(1980)、美国国家职业安全健康管理局(1989)、卡德咨询公司和拜尔公司(1993)、考耶尔(1995)、加拿大多伦多大学(1998)和美国国家安全理事会(2003)得到了深入研究和应用。大量案例证实,BBS和SCS方法在实施期内可降低事故率50%~70%并有效预测重大事故发生可能性、明显提高企业竞争力。

在建筑事故预防方面,目前的预防理论与方法主要侧重于采取工程技术手段来改善物的不安全状态。虽然我国经过多年的努力,有关法律法规、操作规程和技术标准不断趋于完善,政府监管力度不断加大,但这些努力和措施并没有使我国建筑安全状况得到明显改善,重特大伤亡事故仍然频繁发生,原因何在?鉴于BBS和SCS在事故预防方面的显著绩效,产业界和学术界也开始从行为安全入手,尝试改善建筑业安全业绩。根据住房和城乡建设部的统计资料,我国建筑施工事故的80%是由于人的不安全行为造成的。其中一方面是目前受伤害对象主体的建筑业农民工没有经过任何的安全教育培训,安全文化素质较低,安全知识、安全技能和安全防护意识较差,施工经验较少,往往导致在施工现场作业时不安全行为的发生;另一方面是建筑企业自身安全管理水平不高,安全责任不落实、盲目施工、强令农民工冒险作业等违章行为时有发生,企业安全管理行为的缺陷同样给建筑安全生产带来重大事故隐患。因此,如何加强对施工现场作业工人的不安全行为的预防,尤其是提高近3000万农民工的行为安全,以及改进目前较低的建筑企业安全管理水平,是建筑安全研究领域亟待解决的重点课题之一。而BBS和SCS在事故预防方面的显著效果,并基于我国建筑施工安全生产的现实特点,行为科学无疑会成为解决这一问题的重要突破口,具有极强的可行性和实用性。

基于上述背景,本书从行为科学的视角建立建筑事故预防理论框架。该理论框架的核心是:从个人行为和组织行为层面揭示建筑施工事故发生机理,基于该理论将个人不安全行为纠正(behavior based safety, BBS)和组织安全氛围诊断(safety climate survey, SCS)两种事故预防方法有效结合起来,并应用到我国建筑业。由于个人不安全行为纠正和组织安全氛围诊断针对的都是与组织安全密切相关的“行为”因素,所以,将这种组合使用的事故预防路线命名为“事故预防

的行为科学方法”。构建针对建筑施工特点的行为科学事故预防理论框架，可以从源头上切断事故链条上的不安全行为，实现日常安全管理的科学定量化，实现建筑业事故预防理论的创新与突破，对于提高和改善我国建筑业安全现状具有重要的理论和实践意义。

陈大伟

2013年8月

目 录

1 国内外建筑业安全现状	1
1.1 全球建筑业安全状况	1
1.1.1 美国	1
1.1.2 英国	2
1.1.3 日本	3
1.1.4 欧盟	4
1.1.5 中国香港	5
1.2 我国建筑业的安全生产形势与预测	6
1.2.1 我国建筑安全生产基本形势	6
1.2.2 我国建筑业的安全生产形势预测	7
1.3 行为科学对事故预防的重要性	10
1.4 基于行为科学的国内外建筑安全研究现状	12
1.4.1 人的行为研究	13
1.4.2 组织行为研究	15
1.4.3 安全文化研究	17
1.5 目前建筑安全领域研究概况分析	18
1.5.1 目前研究存在的主要问题	18
1.5.2 本书主要研究成果	19
2 安全科学理论在建筑业的应用与影响分析	21
2.1 安全科学基本原理与原则	21
2.1.1 系统原理	21
2.1.2 人本原理	23

2.2	事故预防理论与原则	24
2.2.1	事故预防原理的含义	24
2.2.2	事故预防的基本原则	25
2.2.3	事故预防对策	26
2.3	事故致因理论发展回顾	27
2.3.1	单因素理论	27
2.3.2	事故因果链理论	28
2.3.3	多重因素——流行病学理论	32
2.3.4	系统理论	33
2.3.5	其他事故致因理论	35
2.4	建筑业生产的不安全特性	38
2.5	建筑事故主要类型及原因	40
2.5.1	伤亡事故主要类型	40
2.5.2	事故主要原因	40
3	个人行为对建筑事故的影响	42
3.1	建筑伤害事故与人的行为关系	42
3.1.1	建筑施工过程中人的行为分析	42
3.1.2	建筑施工过程中人的行为模式	45
3.2	建筑施工过程中人的不安全行为	47
3.2.1	不安全行为的定义	47
3.2.2	不安全行为发生的必然性	48
3.2.3	不安全行为的影响因素	48
3.2.4	不安全行为的模式	50
3.3	不安全行为是导致建筑施工伤害事故的主要原因	52
3.3.1	基于能量意外释放理论的建筑伤害事故模型	52
3.3.2	建筑施工现场危险性分析	53
3.3.3	调研单位案例分析	54
4	组织行为对建筑事故的影响	56
4.1	组织行为的含义	56

4.2	组织行为对人的行为的影响	57
4.3	组织行为因素对预防事故的作用	58
4.4	组织行为失误是导致建筑事故的重要原因	60
4.4.1	组织行为失误的概念	60
4.4.2	建筑企业组织行为失误的形成	61
4.4.3	建筑企业组织行为失误的表现	62
5	建筑事故预防的行为科学方法设计	63
5.1	人的不安全行为解决方案——BBS (behavior based safety)	63
5.1.1	BBS 方法理论基础	63
5.1.2	BBS 方法应用状况	66
5.1.3	BBS 方法预防事故效果	70
5.1.4	BBS 方法应用条件	73
5.1.5	BBS 方法在我国建筑业应用的可行性	74
5.2	组织行为安全解决方案——安全氛围诊断 (SCS)	75
5.2.1	安全氛围诊断原理 (safety climate survey)	75
5.2.2	安全氛围诊断方法预防事故的效果	75
5.2.3	安全氛围诊断方法研究现状小结	76
5.2.4	安全氛围诊断方法——问卷设计	79
5.3	BBS 与 SCS 各自分析	81
5.4	基于 BBS 与 SCS 组合的事故预防理论框架	82
6	应用研究：BBS 方法设计与应用分析	84
6.1	BBS 方法设计	84
6.1.1	机构的建立与职责	84
6.1.2	不安全行为的识别	85
6.1.3	行为观察二维表的设计	87
6.1.4	行为观察方法的培训	88
6.1.5	观察员选择	89
6.1.6	观测方法	89
6.1.7	基期观察与行为纠正目标的设置	90

6. 1. 8	ABC 方法分析	90
6. 1. 9	行为观察数据的处理	92
6. 1. 10	观察结果的反馈	92
6. 1. 11	统计分析	93
6. 1. 12	主要步骤总结	94
6. 2	BBS 方法在施工现场试验研究	95
6. 2. 1	试验过程	96
6. 2. 2	试验结果	99
7	SCS 方法设计与应用研究	109
7. 1	事故原因的统计	109
7. 1. 1	我国发生的重、特大建筑事故的主要原因统计	109
7. 1. 2	某建筑公司 2011 年度的违章分析	110
7. 1. 3	统计文章中的原因分析	111
7. 2	安全氛围问卷的确定	112
7. 2. 1	管理层安全氛围诊断问卷	113
7. 2. 2	监督层及员工安全氛围诊断问卷	114
7. 2. 3	安全氛围问卷其他应考虑的问题	114
7. 3	安全氛围诊断方法试验研究	115
7. 3. 1	管理层安全氛围	115
7. 3. 2	试验施工队和安全专门机构安全氛围	118
7. 3. 3	改进措施及试验效果	129
8	建筑业安全文化对行为科学的影响	132
8. 1	安全文化理论综述	132
8. 1. 1	安全文化的理论基础	132
8. 1. 2	安全文化的定义	133
8. 1. 3	安全氛围的定义	134
8. 1. 4	安全文化与安全氛围的区别与联系	134
8. 1. 5	安全氛围对安全行为的影响	135
8. 1. 6	安全文化、安全氛围与安全绩效关系	136

8.2 安全文化是建筑企业预防事故的重要手段	137
8.2.1 建筑企业安全文化的概念及特点	137
8.2.2 建筑企业安全文化的功能	139
8.2.3 建筑企业安全文化的表现	140
8.3 建筑企业优良安全文化的实现途径	142
8.3.1 建筑企业安全文化构建程序	142
8.3.2 建筑企业安全文化内容体系	143
8.3.3 建筑企业安全文化实施模型	144
 附录 A 施工现场个人不安全行为表现及纠正措施主要内容	 148
附录 B 试验用 ABC 行为分析表	151
附录 C 监督层与员工安全氛围诊断问卷	152
附录 D GB50656—2011《建筑施工企业安全生产管理规范》	159
附录 E AQ/T9004—2008 企业安全文化建设导则	170
 参 考 文 献	 178

1

国内外建筑业安全现状

1.1 全球建筑业安全状况

1.1.1 美国

美国建筑业在最高峰时从业人员超过 800 万，根据美国致命伤害事故普查，1998 - 2011 年每年平均有 1092 名工人死于工地现场，见图 1.1。这 14 年间，美国建筑业的死亡人数占到了所有行业死亡人数的 20% 左右，而其从业人数只占到所有行业从业人数的 7%。可见建筑业的安全状况与其他行业存在相当大的差距。以 2010 年为例美国建筑业伤亡人数为各行业首位，建筑业已成为美国的高危行业，见图 1.2。

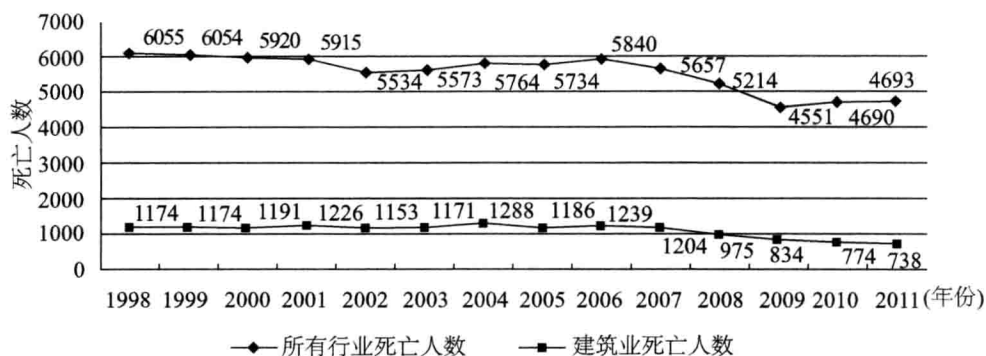


图 1.1 1998 - 2011 年美国建筑业事故死亡人数和所有行业事故死亡人数对比

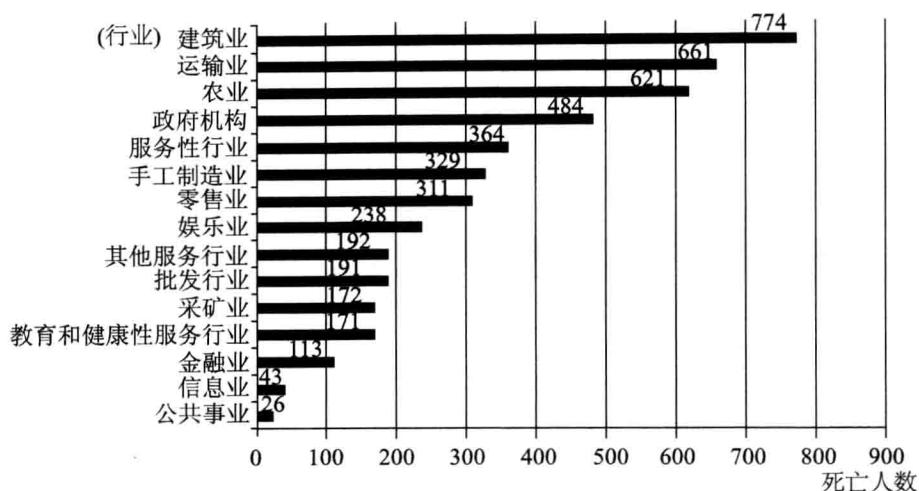


图 1.2 2010 年美国各行业死亡人数比较

1.1.2 英国

英国作为老牌的资本主义国家，其建筑业致命事故数和事故率近几十年一直表现出较低水平。在近几年的建筑业从业人数统计中，英国每年从事建筑业的人员大约为 150 万。在过去的 10 年中，仅有 581 人死于建筑安全事故（见图 1.3）。

但是与其他行业相比，英国建筑业依然是高危行业。我们从英国健康安全局在 2011/2012 年度公布的数据可以看出，1996 - 2011 年 16 年间建筑业死亡人数远高于其他行业（见图 1.4）。在英国建筑业从业人数只占到总从业人数的 5%，而死亡人数却占到了总死亡人数的 22%。

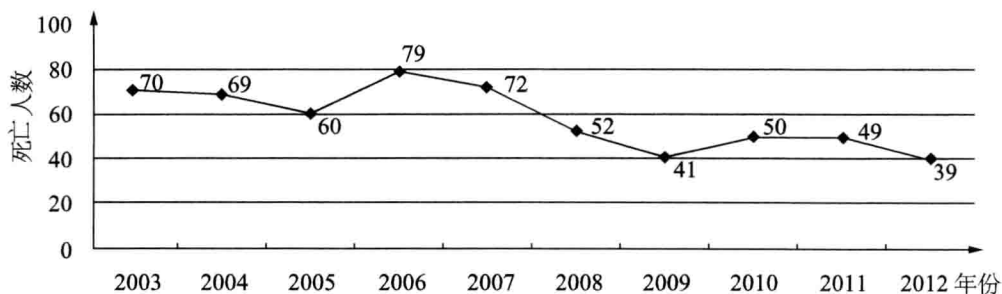


图 1.3 2003 - 2012 年英国建筑业死亡人数

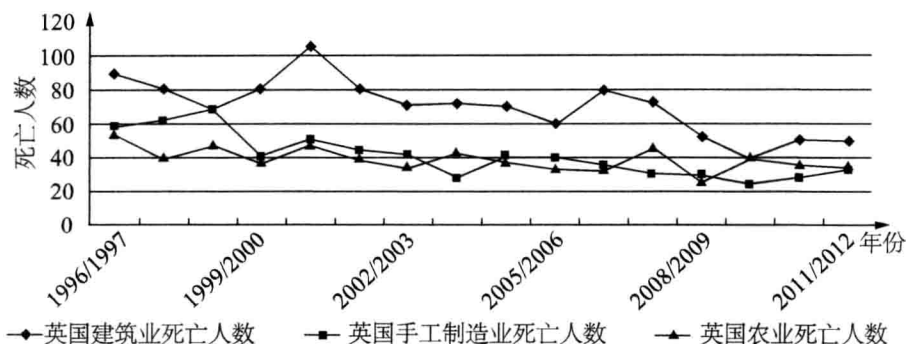


图 1.4 1996-2011 年英国高危行业死亡人数对比

1.1.3 日本

日本的建筑安全在最近 30 年中取得了显著的进步。70 年代日本建筑业的死亡人数占总死亡人数的 50% 以上，经过不懈的努力，事故死亡人数逐年下降，到 2002 年这一比例不到 30%，绝对数量仅为 30 年前的 20%。2003 年后，事故死亡人数仍稳中有降，见图 1.5 及表 1.1。

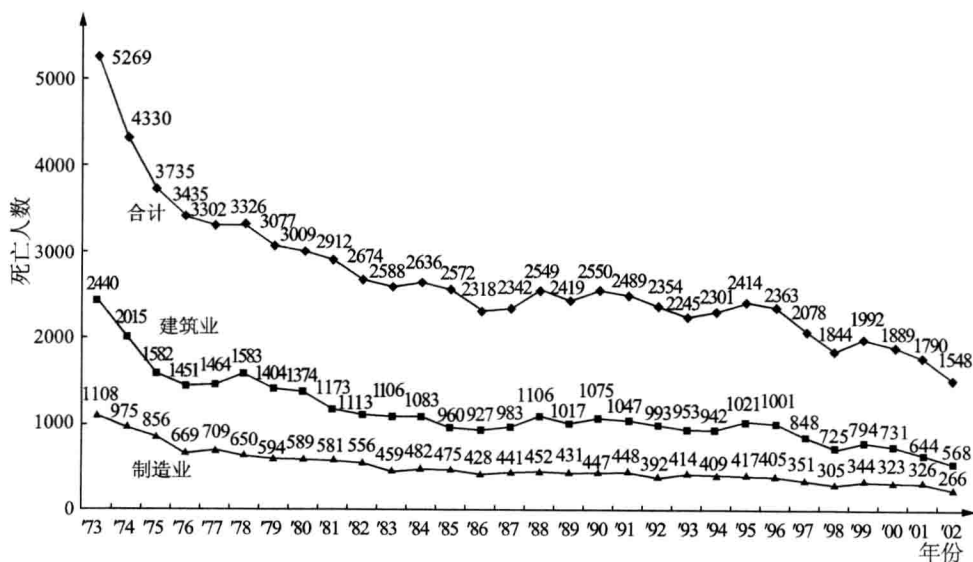


图 1.5 1973-2002 年日本建筑业、制造业和所有行业事故死亡人数对比

表 1.1 2003 - 2005 年日本建筑业死亡人数及所占比例

年份	建筑业死亡人数	占有所有行业的比例
2003	548	33.7%
2004	594	36.7%
2005	497	32.8%

1.1.4 欧盟

建筑业是欧盟最大的产业之一，目前欧盟建筑业企业大约 190 万个，总从业人数 1270 万，占有所有工人总数的 7.9%。其中葡萄牙的比例最高，达到了 12.7%。瑞典最低，也有 5.5%。91% 的建筑工人都是男性。

建筑业从业人员的安全状况十分严峻：每年有超过 1000 个建筑工人死于事故，80 万工人受伤；接近 60 万工人在含有能够导致尘肺病的石棉的现场工作，健康状况受到极大的威胁，接近一半的工人反映存在不同程度的肌肉或骨骼失调，以及由于噪声导致的听觉困难。

2000 年欧盟进行了一个欧洲工作条件调查 (Europe Survey of Working Conditions)，建筑工人平均每年因为工作和非工作的健康问题导致的损失工作日是 7.3 天，其中 32% 是事故造成的。根据 2001 年欧洲工作事故统计 (Europe Statistics of accidents of work) 的数据，2001 年建筑业 3 天以上的损失工作日事故达到了 822000 起，致命事故达到了 1200 起，分别占到了总数的 18% 和 24%，远远高于从业人数占有所有行业工人总数的比例，可见欧盟建筑业的安全状况之严峻比起其他行业也是相对突出的。

欧盟从 1994 年开始重视各成员国的建筑安全状况，取得了长足的进步，这一点从表 1.2 中可以看出。

表 1.2 1994 - 2003 年建筑业和其他行业事故对比

年份	事故率 (每 10 万工人)			
	非致命事故		致命事故	
	建筑业	11 个部门平均	建筑业	11 个部门平均
1994	9014	4539	14.7	6.1
1995	9080	4266	14.8	5.9
1996	8023	4229	13.3	5.3

续表 1.2

年份	事故率（每 10 万工人）			
	非致命事故		致命事故	
	建筑业	11 个部门平均	建筑业	11 个部门平均
1997	7963	4106	13.1	5.2
1998	8008	4089	12.8	5
1999	7809	4088	11.7	4.8
2000	7548	4016	11.4	4.6
2001 ^(*)	7213	3830	10.4	4.2
2002	6890	3536	10.6	4.1
2003	6502	3348	11.1	4.0

注：1. 11 个部门是指农业、制造业、电力行业、燃气和水供应、建筑业、批发零售行业、修理业、餐饮业、交通通讯部门、金融中介部门、房地产部门。

2. (＊) 2001 年的数据中，葡萄牙采用的是 2000 年的数据，其他国家采用的是 2001 的数据。

1.1.5 中国香港

中国香港地区的建造业产值占香港地区生产总值的 5% ~ 6%，是香港经济的重要支柱之一。香港地区有着良好的建筑安全表现，见图 1.6。因为香港地区的发展长期受到西方国家先进技术和知识的影响，同时又具有中国的传统文化背景，所以香港特别行政区政府在建筑安全方面的经验和教训，对中国大陆地区的建筑安全工作有着重要的借鉴意义。

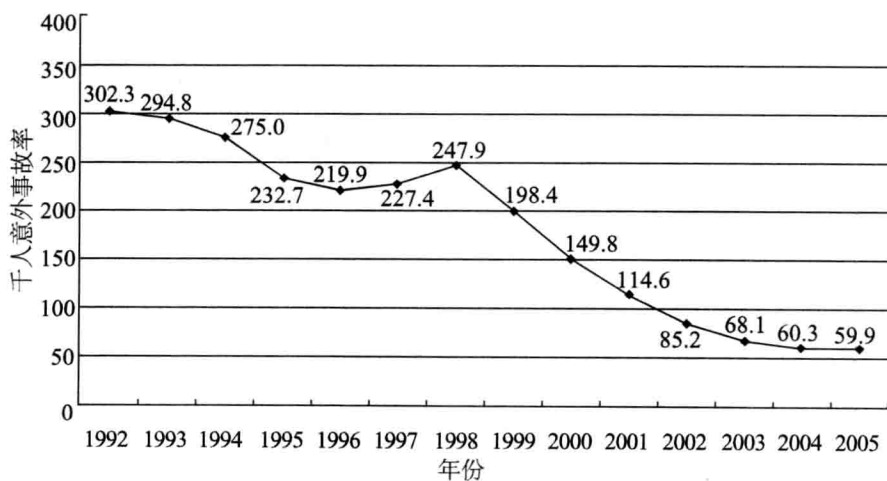


图 1.6 1992 - 2005 年中国香港地区建筑业千人意外事故率统计

1.2 我国建筑业的安全生产形势与预测

1.2.1 我国建筑安全生产基本形势

我国正在进行历史上也是世界上最大规模的基本建设,在大规模固定资产投资拉动下,建筑业产业规模继续扩大,参见图 1.7。其中 2012 年我国建筑业房屋建筑面积达到 98.1 亿 m^2 ,总产值达到 135303 亿元,占国内生产总值的 26%,实现增加值 17569 亿元,在国民经济中的支柱性地位突出。截至 2011 年我国建筑业从业人数为 3852.5 万人,占全国工业企业总从业人员的三分之一强,其中 80% 以上为农民工。建筑业工人总数占全国就业人员的 5.2%,约占全世界建筑业从业人数的 25%,是世界上最大的行业劳动群体,图 1.8 为我国 2003 - 2011 年建筑工人总数。

但是,由于行业特点、工人素质、管理水平、文化观念、社会发展水平等因素的影响,我国建筑业的安全生产形势严峻,根据国家安全生产监督总局的统计,我国 2003 - 2012 年的建筑业事故及其死亡人数都在千次及千人以上,具体数据见图 1.9。不过,由于统计口径和方法的问题,死亡事故的统计数据尚不完备。图 1.10 为 2003 - 2012 年中国建筑业百亿元产值死亡率的变化情况。总体来讲,我国建筑业每年由于伤害事故丧生的从业人员超过千人,受伤者不计其数,直接经济损失逾百亿元,建筑业已经成为我国所有工业部门中最危险的行业。

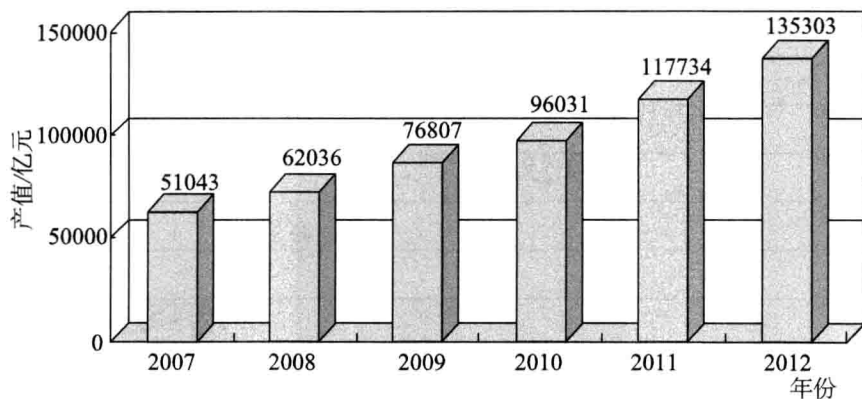


图 1.7 2007 - 2012 年中国建筑业总产值