

1053606

分类号: X 92

密 级: _____
单位代码: 10359
学 号: 04280732101008

合肥工业大学

Hefei University of Technology

硕士学位论文

MASTER DISSERTATION



论文题目: 建筑工程安全管理及事故预测分析研究

学位类别: 学 历 硕 士

学科专业:
(工程领域) 市 政 工 程

作者姓名: 贾 俊 妮

导师姓名: 叶 少 有 副 教 授

完成时间: 2007 年 5 月

建筑工程安全管理及事故预测分析研究

摘 要

在整个世界范围内，建筑业都是属于最危险的行业之一，建筑业事故率也都远远高于其他行业的平均水平。我国目前建筑业的安全生产形势仍然严峻，建筑业较低的安全水平已成为国家建设和谐社会的重要障碍，也阻碍了建筑业的发展。发展我国的安全管理具有重大的积极的现实意义。文章首先分析总结了国内外当前建筑安全生产的形势和安全管理现状；分析了我国建筑安全管理存在的八个问题；借鉴了发达国家和地区在建筑安全管理方面的实践经验，针对存在的问题提出了适合我国建筑安全的对策和建议。其次分析了建筑安全事故形成的原因，提出了“3M1E”因素，即人、物、环境和管理，分析了四因素之间的关系，认为改善和提高安全管理可以减少事故的发生。最后阐述了事故预测在安全管理中的重要意义，分别应用灰色理论和BP神经网络理论建立了建筑事故预测模型，通过预测实例说明了模型的应用。

关键词：建筑 安全管理 事故原因 事故预测 灰色预测理论 BP神经网络理论

Study on Construction Safety Management and Accident Analysis and Forecast

Abstract

In the whole world construction industry is one of the most dangerous industries. The rate of construction industry accident is also higher than the average of other industries. At present the situation of construction safety is still serious in our country. The poor safety of construction industry has become the main obstacle to build the harmonious country and also has hampered the development of construction industry. Developing safety management of our country has important and active meaning. Firstly the paper analyses and summarizes the situation of construction safety, then status quo of safety management and eight problems of construction safety management. Then the paper presents measures and suggestions according the construction safety management problems of our country in the base of following construction safety management experience of some developed countries and areas. Secondly the paper analyses the reasons of construction accidents and presents four reasons which are men, machine or matter, management and environment, then analyses their relation and draws a conclusion which is improving construction safety management can reduce the construction accident. At last the paper illuminates the important meaning of the accident forecast in construction safety management and then establishes a gray forecast model of construction accident using gray theory and a back propagation neural network model of construction accident using back propagation neural network theory. Finally, the paper gives an example showing how to use the models.

Keywords: construction; safety management; accident reason;
accident forecast; gray forecast theory;
back propagation neural network theory

插图清单

| | | |
|--------|-------------------------|----|
| 图 3-1 | 美国职业及建筑安全法律体系 | 13 |
| 图 3-2 | 英国职业健康及安全法律法规体系 | 15 |
| 图 3-3 | 德国“双轨制”职业安全与健康体系 | 17 |
| 图 4-1 | 我国建筑业安全生产管理体系 | 28 |
| 图 5-1 | 海里因希事故因果连锁理论图示 | 44 |
| 图 5-2 | 海里因希事故因果连锁中断图示 | 44 |
| 图 5-3 | 博德事故因果连锁理论图示 | 44 |
| 图 5-4 | 亚当斯事故因果连锁理论图示 | 45 |
| 图 5-5 | 北川彻三事故因果连锁理论图示 | 46 |
| 图 5-6 | 能量观点的事故因果连锁模型 | 46 |
| 图 5-7 | 轨迹交叉论的事故因果连锁理论图示 | 47 |
| 图 5-8 | 2004 年我国建筑业各类型事故死亡人数比例 | 48 |
| 图 5-9 | 建筑安全事故的原因因素层次图 | 48 |
| 图 5-10 | “3M1E”因素之间的关系 | 49 |
| 图 5-11 | 建筑工程事故预测综合指标体系 | 59 |
| 图 5-12 | 事故预测的 BP 网络结构 | 60 |
| 图 5-13 | 单一指标模型的 MATLAB 程序运行误差曲线 | 62 |
| 图 5-14 | 综合指标模型的 MATLAB 程序运行误差曲线 | 62 |

表格清单

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 表 5-1 | 灰色预测精度等级表..... | 53 |
| 表 5-2 | 某建筑施工企业 1998-2005 年事故伤亡人数统计资料..... | 54 |
| 表 5-3 | 灰色预测各模型计算结果..... | 55 |
| 表 5-4 | 新息模型计算、检验结果..... | 56 |
| 表 5-5 | 全数据模型计算、检验结果..... | 56 |
| 表 5-6 | 新陈代谢模型计算、检验结果..... | 56 |
| 表 5-7 | 三种灰色预测模型的精度比较..... | 57 |
| 表 5-8 | BP 神经网络预测指标数据..... | 61 |
| 表 5-9 | 基于 BP 神经网络的预测模型计算结果..... | 61 |

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得合肥工业大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名：贾俊妮

签字日期：2007年6月8日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解合肥工业大学有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权合肥工业大学可以将学位论文的全部或部分内 容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

(保密的学位论文在解密后适用本授权书)

学位论文作者签名：贾俊妮

导师签名：叶叶

签字日期：2007年6月8日

签字日期：07年6月8日

学位论文作者毕业后去向：

工作单位：

电话：

通讯地址：

邮编：

致 谢

值此论文完成之际，谨向我尊敬的导师叶少有老师表示最诚挚的感谢！从论文的选题、提纲的拟定直至最后的定稿，都倾注了叶老师辛勤的汗水，他悉心指导，提出了很多宝贵的意见和建议。

时光飞逝，转眼间研究生生活即将结束，在这期间叶老师严谨的治学态度、宽厚的待人态度、渊博的学识、丰富的阅历都给我留下了深刻的印象。感谢叶老师在读研期间对我学习的精心指导和无私帮助，在他的教导下，我的学习能力及独立思考和实践能力都得到了极大的锻炼和提高，分析问题的能力也有长足进步，同时我还体会到了好多做人的道理，这将使我终生受益。

在论文完成之际，感谢所有关心和帮助我的老师、同学和朋友们，也感谢所有关怀我的亲人！

作者：贾俊妮
2007年5月10日

第一章 绪论

1.1 我国目前的安全形势

建筑业的施工生产由于露天及高处作业多、现场交叉作业环节多、手工劳动及繁重体力劳动多、生产工艺和方法多样、施工条件受自然环境影响大、场内人员流动性大等特点，使施工现场安全隐患增多，安全事故时有发生。在整个世界范围内，建筑业都是属于最危险的行业之一，建筑业的事故率也都远远高于其他行业事故率的平均水平。建筑业的伤亡人数在我国生产性行业中列居第二位，仅次于煤炭行业。据建设部统计，从1995年到2002年我国建筑施工伤亡事故每年平均死亡1329人^[1]。2003年建筑业累计发生事故1278起，死亡1512人，建筑施工每百亿元产值死亡率为6.92。2004年共发生建筑施工事故1086起，死亡1264人。另据国家安全生产监督管理局的统计，建筑业（含基础设施、设备安装和装饰装修）2004年死亡2789人，2005年死亡2607人^[2]，伤亡人数使人触目惊心。

目前，我国建筑安全生产形势可以说是总体稳定，但仍然不容乐观。说形势总体稳定，主要体现在三个方面^[3]：一是2005年事故起数和死亡人数总量下降。2005年全国共发生房屋建筑和市政工程施工事故1010起、死亡1195人，分别比2004年下降11.71%和9.74%。二是建筑施工事故百亿元产值死亡率下降。2005年全国建筑业总产值达34745.79亿元，比上年增长19.7%，但2005年建筑施工事故百亿元产值死亡率为3.44，比2004年下降了27.9%，这反映了虽然建筑业的规模在不断增大，但是事故死亡人数得到了一定的控制。三是全国大部分地区建筑施工安全生产状况比较稳定。2005年，全国有14个地区建筑施工事故死亡人数下降，其中山西、江西、河南、广西、海南下降幅度都在30%以上。说形势仍然不容乐观，也主要体现在三个方面：一是一次死亡3人以上重大事故增多，2005年全国共发生建筑施工一次死亡3人以上事故45起、死亡181人，分别比2004年上升了7.14和3.43。二是部分地区建筑安全生产形势依然十分严峻，2005年，吉林、黑龙江、安徽、湖南、四川、云南、陕西、西藏等地事故起数和死亡人数均比2004年有所上升，辽宁、广东、四川一年之内分别发生了4起三级事故，江苏省一年之内发生了6起三级事故，2006年年初，黑龙江省哈尔滨市、江苏省无锡市、湖北省宜城市、重庆市南岸区、四川省绵阳市和北京市又发生了7起三级事故，共造成24人死亡。三是2005年发生的建筑施工事故仍然以高处坠落和施工坍塌事故为主，这两类事故的死亡人数分别占事故总死亡人数的45.10%和18.74%。

安全事故的频繁发生，不仅给人民生命财产造成了重大的损失、给社会造成了巨大的经济损失，也给国家的声誉带来了严重的影响。

1.2 国内外建筑业安全管理研究现状

1.2.1 国外建筑业安全管理研究现状

发达国家在建筑安全管理方面已经有了一百多年的历史，取得了巨大的成就。

国外学术界对于建筑安全管理的研究多集中于建筑企业和建设项目这个层面，属于微观层次的研究。国外学者从20世纪六七十年代开始对这一领域进行深入的研究。主要代表人物有美国的吉米·海因茨(Jimmie Hinze)、莱维特·雷蒙德(Levitt Raymond)、约翰·埃弗里特(John Everett)、爱德华(Edward Jaselskis)和阿马尔吉特·辛格(Amarjit Singh)，英国的罗伊·达夫(Roy Duff)、南非的约翰·斯莫尔伍德(John Smallwood)，澳大利亚的林加德(Lingard)，以及中国香港的史蒂文·罗林森(Steven Rowlinson)等人。研究的方向主要包括企业和项目建筑安全的投入与收益、安全管理与组织原理、安全技术，安全文化等几个方面^[1]。研究成果如吉米·海因茨(Jimmie Hinze)研究了美国的施工企业在建筑安全管理方面的投入，并且计算了几个方面的典型的安全投入，他还研究了大量的事故案例，得出了不同伤害事故类型所造成的各种间接损失估计值和相应的计算模型。Everett和Thompson研究得出了工伤事故保险中的EMR(经验调整系数)，作为衡量承包商安全水平的标志。安全管理手段方面的研究成果有新加坡的Teo等人开发了一套评价建筑安全管理体系有效性的软件，名为“建筑安全指标评价工具”(CSI Assessment Tool)^[2]。安全文化的因果模型和安全氛围的评价指标体系的研究也取得了很大的进展。

国外对国家建筑安全监督与管理问题的研究以建筑安全法规领域的探讨为主，多从安全管理原理的角度探讨安全法律方面的问题，属于宏观层次的研究。研究成果如恩戈维(Ngowi)和Rwelamila指出，在建筑业中把安全和健康仅仅看作是承包商的责任的想法已经被视为事故频发的一个主要原因^[3]。甘巴泰萨(Gambatese)和海因茨(Hinze)等人提出了设计安全的概念，指出要延伸设计方的责任，要求设计方参与到安全管理中^[4~8]。布莱尔(Blair)提出从全面安全管理的角度看，所有人对安全问题都负有责任：业主、设计方、承(分)包商、政府以及保险公司等^[9]。豪普特(Haupt)和科布尔(Coble)总结了国际上建筑安全健康法规发展的两大趋势：一是从传统的规范性法规(Prescriptive Legislation)向新的以绩效为基础的法规(Performance-based Legislation)发展；二是从承包商负责到业主、规划设计人员以及住户等所有相关的各方都要承担安全责任^[10]。豪普特(Haupt)和科布尔(Coble)还研究指出应该在全世界建筑业中建立一种最低的安全与健康法规标准，并且讨论了法规标准应该达到的严格程度^[11]。Baxendale和琼斯(Jones)描述和分析了英国在实施《建筑(设计与管理)条例》[Construction(Design and Management)Regulations, CDMR]之后在实践中遇到的问题，并且推荐了一些解决办法来增强业主和设计师的参与^[12]。

在国外许多国家建筑安全法规是职业安全法规的一部分，因此对于职业安全与健康法规的研究也很多，多从法律原理的角度探讨安全法规问题。吉恩(Genn)通过对支持英国职业安全与健康法规体系的“自我规管”模式的理念进行分析，指出了不同法规模式之下，企业对待安全与健康问题的动力完全不一样^[13]。渥库奇(Wokutch)和文森德(Vansandt)对美国和日本劳动保护法规模式进行了比较，认为两种模式的结合才是最优的^[14]。尼尔·甘宁汉(Neil Gunningham)针对澳大利亚、英国和美国的职业安全法规提出了制定对所有企业有效的安全法规时需注意的问题，并对如何确保安全法规的有效实施提出了很多建议^[15]。

此外，不少学者也对国家建筑安全管理中的经济问题和经济规律也进行了研究，如艾伯亨(Ebohon)、豪普特(Haupt)和斯莫尔伍德(Smallwood)分析了建筑安全法规不被重视的原因，比较了强制性安全法规与经济手段作为政策工具时各自的优劣^[16]。维斯库西(Viscusi)从经济学的角度研究了美国《职业安全与健康法》(OSHA)的有效性，并且得出了职业安全与健康局(OSHA)在执法中缺乏有效的经济激励机制的结论^[17]。克莱顿(Clayton)提出了各国对职业安全问题的管理都主要采用法规和经济激励两种形式，讨论了经济激励手段在安全管理中的作用和角色，并且对于最重要的经济激励手段——劳工补偿保险做了深入细致的研究^[18]。

少数学术研究讨论了如何从宏观角度完善各国建筑安全管理的机制和模式、提高管理的水平。如扬(Young)对建筑安全未来的发展模式做了探讨，认为只有将安全融入建筑生产中，使之成为建筑生产的一个有机组成部分，才可能从根本上解决安全问题^[19]。麦考勒姆(MacCollum)指出，美国于建筑安全相关的公共政策必须进行一些根本性转变，并从安全专家、建筑企业领导层、建筑业实践、建设合同、劳工补偿制度等各个方面进行了分析^[20]。

还有一类学术论文，主要是对各个国家的安全管理法规、政策和体制的介绍。如克恩(Koehn)对印度建筑安全特色和问题的介绍^[21]。瓦塔纳贝(Watanable)、哈纳维苏(Hanayasu)和方东平等对日本建筑安全管理理念的介绍和解说^[22~23]。卡泰(Kartam)、弗洛德(Flood)和库斯奇(Koushki)对科威特建筑安全问题的程序、问题和解决方法的研究^[24]。

1.2.2 国内建筑业安全管理研究现状

我国的建筑安全管理研究相对落后，目前，国内对建筑安全管理的研究主要集中在以下几个方面：一是对发达国家建筑安全管理模式的介绍和总结；二是对我国香港特区建筑安全管理模式进行总结和讨论，并包括建筑安全法律的历史沿革；三是对我国大陆安全管理领域中存在的问题及其解决方法的经验性总结；四是对建设项目安全管理的一些具体问题的研究。具体研究如方东平、

黄新宇等对国内建设项目的安全投入和绩效之间的关系进行了研究，对我国四个城市的十余家建筑企业进行了实地调研，对意外伤害事故所造成的直接和间接经济损失进行了分析研究，得到一些初步结论。香港学者邓小林等进行了“建筑工地事故的经济损失与最有效的安全投资”的研究，发现安全投资在项目总投资中所占比率(SIR)和安全状况指标(SPI，指事故损失工作日总和与项目总人工日之间的比例)以及事故损失率(ALR，指项目事故经济损失与项目总投资之间的比例)有如下关系：当 SIR 与 ALR 之和(即项目安全总费用)达到最小时，项目的安全投入达到最优。方东平和宋虎彬等对中国建筑安全的过去、现状和未来进行了总结和预测。方东平和张剑等对中国新建立的建筑安全法规体系及其面临的挑战作了总结分析。方东平、黄吉欣等对香港特区建筑安全管理的历史和现状进行了总结和预测，并从宏观上研究了建筑安全管理模式。有关工地现场安全绩效衡量指标的研究也比较多，如天津大学的卢岚和王令东等提出了一个比较典型的模糊综合评价体系^[26]。

1.3 本文的研究内容

- (1)了解国内外建筑安全生产及安全管理研究的状况；
- (2)分析发达国家的建筑安全管理的成果；
- (3)分析我国现阶段建筑安全管理存在的主要问题，提出改善管理的建议；
- (4)分别应用灰色理论和神经网络理论建立建筑工程事故预测模型，并通过实例编程计算说明模型的应用。

1.4 本文研究的目的和意义

通过分析我国的建筑安全管理的现状及存在的问题，借鉴发达国家和地区的先进经验，对完善我国的安全管理制度、提高我国的建筑业安全管理水平、改善建筑工人的安全生产状况、保障建筑工人的生命财产安全、控制伤亡事故的发生、降低事故的经济损失、提高建筑企业的效益及建设和谐社会都将起到重要的积极作用。

第二章 建筑安全管理理论概述

2.1 安全科学概念及发展概述

2.1.1 安全的含义

安全是一个广泛的、复杂的概念，就字面含义上看，“安”字是指不受威胁、没有危险，即所谓无危则安；“全”字是指完满、完整、齐备或指没有伤害、无残缺、无损坏、无损失等，可谓无损则全。安全就是没有危险，不发生事故、灾害，不造成损失、伤害。安全就是指免受人员伤害、疾病或死亡，或引起设备、财产、环境破坏或损失的状态^[26]。

从系统的观点来看，安全包含三个不可或缺的要素：人——安全行为；物（自然物、人造物，如设施、设备、原材料等）——安全条件；人与物的关系——安全状态。此三者有机结合，构成一个动态的安全系统。

无伤害、无损失、无事故灾害发生，这些只是安全是表征，而安全的本质在于：预测、分析危险，并控制、消除危险。

关于安全概念的理解可以分为两大类，即绝对的安全观和相对的安全观。绝对安全观认为：安全就是无事故、无危险，指客观存在的系统无导致人员伤亡、疾病，无造成人类财产、生命及环境损失的条件。这一观点在相当长的历史时期内很盛行，目前仍在相当一部分生产管理人员、科研人员和工程技术人员的思想上有着深深的烙印。相对安全观认为：安全是指客体或系统对人类造成的可能的危害低于人类所能允许的承受限度的存在状态。美国哈福大学的劳伦斯教授认为^[27]，安全就是被判断为不超过允许限度的危险性，也就是之没有受到伤害或危险，或损害概率低的通常术语。还有学者认为，安全是指在生产、生活过程中，能将人员和财产损失(害)控制在可以接受的水平的状态。

2.1.2 安全科学的概念

安全科学是一门新的学科，它作为一门独立的学科和专业，产生于 20 世纪后半期。

对安全科学的定义，从其外延上看有多种说法，但就其内涵而言，人们对它的理解基本是一致的。

德国的库赫曼教授对安全科学作了这样的阐述^[28~30]：“安全科学的最终目的是将应用技术所产生的任何损害(damaging effects)控制在绝对的最低限度内，或者至少使其保持在可容许的限度内……在实现这个目的的过程中，安全科学的特定功能是获取和总结有关使用技术系统的安全状况和安全设计的知识，以及预防技术系统内固有危险的各种可能性，并将发现和获取的知识应用于安全工程之中；简言之，安全科学是研究安全问题的，是关于安全的学说。”

比利时的丁·格森教授对安全科学所作的定义如下：“安全科学研究人、

机和环境之间的关系，以建立这三者的平衡共生生态(equilibrated symbiosis)为目的。”

1985年，我国学者刘潜将安全科学定义为^[28~30]：“安全科学是一门专门研究人们在生产及其它活动过程中的身心安全(包括安全、健康、舒适、愉快乃至享受)与否的矛盾，以达到保护活动者及其活动能力、保护其活动效率的跨门类、综合性的横断学科。”后来，刘潜教授根据安全、科学的定义及科学技术学的原理，对安全科学的研究内容重新作了界定，将安全科学重新定义为：“安全科学是一门专门研究安全的本质及其运动、转化规律与保障条件的科学。”

综合以上几种论述，对安全科学的概念可认识为：安全科学就是认识、揭示人的身心免受外界因素危害的安全状态及保障条件的本质与其变化规律的学问，即安全科学是研究人的身心存在状态的运动及变化规律，找出与其相对应的客观因素及其转化条件，研究消除或控制危害因素和转化条件的理论和技术(手段或措施)，研究安全的本质及运动规律，建立起安全、高效的人机规范和形成人们保障自身安全的思想方法和知识体系的一门科学。简而言之，安全科学是专门研究安全的本质及其转化规律和保障条件的科学。

从广义上讲，安全就是预知人类活动各个领域里存在的固有的或潜在的危险，并且为了消除这些危险所采取的各种方法、手段和行动的总称。从狭义上说，安全通常是指在社会生产活动中，在科学和技术的应用过程中可能的危险所产生的人身伤害和损失问题，是指伴随着人类社会生产而产生和发展的安全问题。本文提及的安全指狭义上的安全。

2.1.3 安全科学的产生与发展

安全是人类永恒的主题，是人类生存和发展的最基本的需要之一。凡是人类生产和生活的活动时间与空间领域，都普遍存在着安全问题，安全与人类利益密切联系。人类为了避免随着生产工具和生产技术的不断发展所带来的危害，也在不断探索和积累保护自己的经验，从而逐步产生了劳动保护科学，并发展形成了现在的安全科学。

安全科学的诞生首先是以它的学科理论刊物出版和世界性学术会议召开为标志的。1973年，美国最早出版《安全科学文摘》，第一次出现“安全科学”一词。1981年德国安全专家库尔曼教授的专著《安全科学导论》(德文版)出版，首次全面系统地论述了安全科学的研究对象、研究范围、目的要求、学科系统、基本内容，以及专业术语、基本理论、方法手段。1990年9月，在德国科隆市举行了第一次世界安全科学大会。1991年1月，原中国劳动保护科学技术学会(现为中国职业安全健康协会)创办了《中国安全科学学报》并向国内外公开发行。1991年5月，由11个国家17名编委共同编辑、并已出版14年之久的国际性刊物《职业事故杂志》在荷兰宣布改名为《安全科学》。

安全科学的形成是人类安全活动和对安全认识发展的必然结果，安全科学的诞生是现代化生产和现代科技发展的需要与结果。

安全科学的发展伴随着人类社会和生产技术的进步从低级走向高级，从落后走向科学。纵观安全科学的理论和方法以及人类对安全科学的认识，安全科学的发展大致可分为4个发展阶段^[26~30]：

(1)工业革命前：宿命论，被动承受事故。生产力和仅有的自然科学都处于自然和分散发展的状态，人类对自身的安全问题还未能自觉地认识和主动采取专门的安全技术措施，从科学的高度来看，这尚处于不自觉的安全认识阶段。人类对安全的理解和追求是不自觉的、模糊的、被动的。

(2)工业革命后：蒸汽机时代，局部安全阶段。由于生产中使用了大型动力机械和能源，伴随而生的危害因素也同步增多，这就迫使人们对这些局部人为危害问题不得不进行深入认识并采取专门的安全技术措施，于是发展到局部安全认识阶段。人们针对生产过程或设备的局部安全问题，采用专门、单一的安全技术方法去解决，安全技术仅以附加技术的形式依附于生产。

(3)20世纪初~50年代：电气化时代，系统安全阶段。由于形成了军事工业、航空工业，特别是原子能和航天技术等复杂的大生产系统和机器系统，局部的安全认识和单一的安全技术措施已无法解决生产制造和设备运行系统中的安全问题，从而发展了于生产力相适应的系统安全工程技术措施，进入系统安全认识阶段。人们针对某个生产领域考虑实现全面、整体的安全，即系统安全，运用专业技术、管理手段实施科学型、超前防范型、综合防治型安全管理，把管理重点放在危险源控制的整体效应上。

(4)20世纪50年代以来：信息化时代，安全系统阶段。当今的生产和科学技术发展，特别是高科技的发展，静态的系统安全工程技术措施和系统安全认识，即系统安全工程理论已无法很好地解决动态过程中随机发生的安全问题，人们必须更深入地采取动态的安全系统工程技术措施和进行安全系统认识。这就是当前正在进入的安全系统认识阶段。人们对安全的认识不再局限于生产领域，而是从人的安全需要出发，针对由人、物、人与物的关系三要素构成的动态安全系统，全方位、多层次、全员参与、全过程、一体化地解决具体问题，积极地创造安全、健康、舒适的工作、生活环境条件，达到安全的自组织、良性循环的最佳状态。

安全科学将伴随着人类对新技术、新材料的应用以及对更健康、更舒适的环境的追求而不断发展、充实。

2.2 建筑安全管理的概念及特点

2.2.1 安全管理的概念

安全管理可以定义为管理者对生产活动进行的计划、组织、指挥、协调和

控制的一系列活动，以保护员工在生产过程中的安全与健康^[31]。从管理的范围和层次上看，安全管理包括宏观安全管理和微观安全管理两部分。宏观安全管理是指国家从思想指导、结构建设、手段(包括法律、经济、文化、科技等)等各方面所采取的措施和进行保护员工的安全与健康的活动。实施宏观安全管理的主体是各级政府机构。微观安全管理是指安全生产主体根据国家安全法律法规所采取的旨在保障员工在生产过程中的安全和健康的行为。实施微观安全管理的主体主要是企业及其相关部门。

在我国，一般来说，安全管理和劳动保护管理的含义大体是相同的，两者是通用的。但在欧美各国，一般将安全管理或劳动保护称为职业安全与健康。

2.2.2 建筑安全管理的概念

建筑安全管理是安全管理原理和方法在建筑领域的具体应用，它包括宏观的建筑安全管理和微观的建筑安全管理两个方面^[31]。宏观的建筑安全管理主要是指国家安全生产管理机构以及建设行政主管部门从组织、法律法规、执法监察等方面对建设项目的安全生产进行管理。它是一种间接的管理，同时也是微观管理的行动指南。微观的建筑安全管理主要是指直接参与对建设项目的安全管理，包括建筑企业、业主或业主委托的监理单位、中介组织等对建设项目安全生产的计划、实施、控制、协调、监督和管理。微观管理是直接的、具体的，它是安全管理思想、安全管理法律法规以及标准指南的体现。

宏观的和微观的建筑安全管理对建筑安全生产都是必不可少的，它们是相辅相成的。

2.2.3 建筑安全管理的特点

建筑产品生产的特点主要包括建筑项目特殊性、存在危险作业以及组织结构和管理方式特殊多个方面，也正是这些特点决定了建筑安全管理的特点具有自身的特殊性。

1. 建筑产品生产的特点主要表现在以下3个方面^[2, 31, 32, 33]：

(1) 建筑项目特殊性

① 一次性

项目的规模、结构以及实施的时间、地点、参与者、自然条件和社会条件的不同以及设计的单一性和施工的单件性，决定了建筑产品的一次性特点。生产的一次性使得项目的知识、经验和技能积累困难，并很难将其重复地运用到以后的项目管理中，不确定因素多，如政治、经济、自然和技术，它们存在于项目决策、设计、计划、实施、维修各个阶段。这就决定了在建设过程中，建筑安全管理所要面对的环境十分复杂，并且需要不断地面对新的问题，需要充分发挥创造性。

②流动性

首先是施工队伍的流动。施工队伍需要不断地从一个地方换到另一个地方进行建筑施工，施工流动性大，生产周期长，作业环境复杂，可变因素多。其次是人员的流动。由于建筑企业超过 80%的工人是农民工，人员流动性也较大。再次是施工过程的流动建筑工程从基础、主体到装修各阶段，因分部分项工程、工序的不同，施工方法的不同，现场作业环境、状况和不安全因素都在变化中，作业人员经常更换工作环境。特别是需要采取临时性的措施，其规则性往往较差。建筑项目的流动性特点使危险存在不确定性，要求项目的组织管理对安全生产具有高度的适应性和灵活性。

③密集性

首先是劳动密集。目前，我国建筑工业化程度较低，是典型的劳动密集型行业。因此，建筑安全生产管理的重点首先是对人的管理。其次是资金密集。建筑项目的建设以大量资金投入为前提，资金投入大决定了项目受制约的因素多，如施工资源的约束、社会经济波动的影响、社会政治的影响等。

④协作性

首先是多个建设主体的协作。建筑工程项目的参与主体涉及到业主、勘察、设计、施工以及监理等多个单位，它们之间存在着较为复杂的关系，需要通过法律法规以及合同来进行规范。其次是多个专业的协作。完成整个项目的过程中，涉及工程项目管理、经济、法律、建筑、结构、电气、给排水、暖通等相关专业。各专业的协调组织也对安全管理提出了更高的要求。

(2)存在危险作业

①高处作业、交叉作业多

通常建筑物的高度从十几米到几百米，地下工程深度也从几米到几十米，并且存在多工种、多班组在一个部位施工作业，施工的危险性较高。

②作业强度高

施工中，大多数工种仍是手工操作或借助于工具进行手工作业，劳动强度大，体力消耗大，容易发生疏忽造成事故。

③作业环境条件差

建筑施工作业大部分在室外进行，受天气、温度影响较大，夏季高温、冬季低温，还有风、雨、霜、雾等影响，工作条件较差，也易导致事故发生。

④施工作业非标准化

工人散布在工地上从事多个岗位和任务的工作，工程项目的类型、施工现场的作业、工作环境千变万化，难以一一规范所有操作行为，也难以做出标准作业技术规定。这就增加了安全生产的难度，也增加了安全监督检查的难度。

(3)组织结构和方式特殊

①项目管理与企业管理离散

施工企业安全生产管理水平往往通过工程项目管理水平加以体现和落实，由于一个企业可能同时有多个项目，且项目往往远离公司总部，这种远离使得现场安全管理责任，或者说能够有效进行安全管理的角色，更多地由项目来承担。

②多层次分包(专业化)制度

由于建筑工程存在分包或专业承包的体制，总承包企业与各分包或专业承包企业责任制度的建立和落实、现场的管理和协调等，对工程质量、安全管理影响很大。包工头的存在更是增加了现场安全管理的难度。

2. 建筑安全管理的特点包括以下 4 个方面：

(1)流动性

建设项目流动性特点要求：一方面，宏观层面(政府建筑安全管理机构)的建筑安全管理的对象是建筑企业和工程项目，这必然要求宏观管理机构的注意力不断地随企业的转移而转移，不断地跟踪建筑企业和工程项目的生产过程；另一方面，微观层面(建筑施工企业)的建筑安全管理要适应不同项目施工过程的需要，以不断解决新产生的安全问题。

(2)复杂性

我国幅员辽阔，地区差异性大，地区间发展不平衡；建筑企业数量众多，其规模、资金实力、技术水平参差不齐，情况的复杂使得建筑安全管理也变得复杂。另外，工程建设有多个参与方，管理层次比较多，管理关系复杂。

(3)法规性

建筑安全管理所面对的是整个建筑市场、众多的建筑企业，安全管理必须保持一定的稳定性，必须通过一套完善的法律法规体系来规范。

(4)渐近性

建筑市场是在不断发展变化，宏观管理部门需要针对出现的新情况、新问题做出反应，包括各种政策和措施，以及法律法规的出台等。这一过程不可能一步到位，只能走渐近式的发展过程。

2.2.4 建筑安全管理的必要性

1. 安全生产是建筑企业健康发展的基础

(1)安全生产与经济效益是辩证统一的关系

首先，安全生产是经济效益的基础和保证。建筑企业搞好安全生产工作，可以避免因伤害事故造成的损失，直接或间接地提高企业的经济效益。在企业层面，一方面，伤亡事故将对企业的发展及其社会形象产生影响，如工效、企业信誉、人的生命与健康价值、社会与环境价值等，良好的安全业绩不仅增强了企业的市场竞争能力，而且带来的包括人的生命健康在内的潜在社会效益是无法用货币估量的，在谋求社会和谐发展的大环境下，这种社会效益比经济效

益更有实际价值和意义。另一方面，事故预防能够带来利润，包括减少可以预期的损失、节约消费支出或带来额外收益。

其次，良好的经济效益能够更好地促进企业安全生产。在企业安全管理处于一定水平的条件下，增加安全投入，可以减少事故的经济损失，创造效益；而随着企业生产的发展，经济效益改善和提高后，安全投资也随之增加，安全业绩就会提升，事故经济损失也会逐渐减少。这样，企业安全生产将处于良性循环状态。

(2)安全投入会带来收益

安全投入包括的内容是多方面的，如安全检查、配备安全人员、安全培训、个人保护装备、安全委员会、事故调查、安全管理制度、安全奖励计划等内容。只要安全投入到位、措施到位、管理到位，安全投入将会带来很大的收益。据世界银行估计，70%的伤害事故导致的损失可以通过合理措施和外界干预来降低。从这个角度看，可以认为安全投资能够创造利润。而且安全投入带来的包括人的健康生命在内的间接效益更是不估量的。在安全生产活动中，我们应树立安全投资带来收益的经济意识，充分做好安全生产的预防性工作。

(3)安全生产与企业的市场竞争密切联系

安全是进入市场的通行证，是参与市场竞争的有力砝码。就国内建筑市场来说，一方面，随着各项安全制度的完善，建筑企业的安全业绩将与企业的效益以及企业的市场竞争力产生直接的联系。安全业绩好的建筑企业，不仅可以减少因安全事故造成的损失和保险费用的支出，而且还提高了企业的声誉和增强了企业的市场竞争能力，毕竟建筑企业的安全业绩对其投标产生的影响越来越重要。总之，良好的安全业绩将为企业进一步提高生产力水平和扩大市场份额打下坚实的基础。另一方面，良好的安全业绩将会创造一个安全健康的工作环境，这会对工人产生积极的影响，使工人安心工作，提高工作效率，更加注重质量的控制，而优良的工程质量业绩也将为企业赢得更多的订单打下坚实的基础。同样，良好的安全业绩对我国建筑企业致力于开拓和占领国际建筑市场也是必不可少的。

2. 安全生产是“三个代表”重要思想和“以人为本”精神的体现

安全生产的基本目标与我党提出的“三个代表”重要思想和“以人为本”精神的基本精神是一致的，即把人民群众的根本利益放在至高无上的地位。在人民群众的各种利益中，人的生命安全与健康保障是最实在的、最基本的利益。安全是生命，是人类最重要和最基本的需求，是人民生命与健康的基本保证。

3. 安全生产是保障人权、构建和谐社会的需要

安全生产是尊重和保障人权的一个组成部分，是对人的生命权、健康权、安全权的维护。保障劳动者和公众的生命安全与健康，落实安全生产、做好劳动保护工作，是重视人权、尊重人权最重要和最基本的原则。使所有劳动者的

安全与健康得到保障是社会公正、安全、文明、健康发展的基本标志之一，也是保持社会安定团结和经济持续、稳定、健康发展的重要条件。只有为每一位劳动者提供一个安全健康的不断持续改进的工作环境，才能使他们有一个基本的生活保障和幸福美满的家庭，从而才能构建社会主义和谐社会。

总之，建筑安全生产不仅直接关系到建筑企业自身的发展和收益，更是直接关系到人民群众包括生命健康在内的根本利益，影响构建社会主义和谐社会的大局。在国际经济交往与合作越加紧密的今天，安全生产还关系到我国在国际社会的声誉和地位。因此，我们有必要做好建筑安全管理工作，搞好安全生产工作。抓好建筑安全生产工作，是党和国家关心广大建设职工生命健康的要求，是贯彻落实科学发展观和构建社会主义和谐社会的内在要求；是社会主义国家“以人为本”指导思想的体现，是建设系统各级领导各级人员认真践行“三个代表”重要思想的直接体现；是建筑业持续稳定发展的前提和保证；是建筑企业树立良好形象，进入建筑市场并且健康发展的必要条件；更是每个建筑从业人员的迫切要求。

第三章 国内外建筑安全管理状况分析

每一个国家建筑安全的现状和发展都与其历史文化传统、经济发展以及技术管理水平有着十分密切的关系。研究和了解各国建筑安全管理方面的不同做法和特点,不仅有利于我们更加深入和全面地理解建筑安全管理的目的与意义,而且有利于我们在汲取经验和教训的基础上探索自己的发展道路。

3.1 先进国家和地区的建筑安全管理状况分析 【2, 4, 23, 31, 33, 34, 35, 36】

3.1.1 美国的建筑安全管理状况分析

1. 建筑安全法律法规

美国的建筑安全相关法律属于整个职业安全与健康法律系统的一部分。美国目前的职业安全与健康法律体系是在1970年通过的《职业安全及健康法》(Occupational Safety and Health Act of 1970)的基础上形成的,可以分为三个层次^[34]:第一层次是基本法——《职业安全及健康法》,明确了职业安全与健康的各项基本原则,成立了管理机构体系;第二层次是职业安全及健康监察局(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)制定的各项严格、细致的标准,不但明确了安全与健康措施的各个细节,还对各行业应该采取的不同的工程措施做了详细规定;第三层次是OSHA标准的行动指南。

美国的职业及建筑安全管理法律体系如图3-1所示。

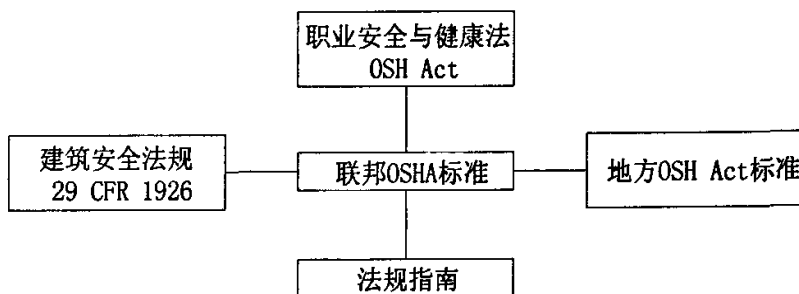


图 3-1 美国职业及建筑安全法律体系

2. 安全管理特色

(1)法规、标准齐全。美国建筑安全法规、标准由政府部门发布,有国家即联邦一级的,也有州一级的,各专业协会也都制定有标准。各类法规都在不断补充和完善,如联邦关于用电安全的法规,每三年更新一次。

(2)重视安全。在美国,重视建筑安全首先体现在安全人员有较高的素质、待遇,有很大的权力以及很高的社会地位。在美国,建筑师、工程师甚至律师等的执照均由各州颁发,而且仅限本地区有效,唯有安全人员的执照由联邦政府颁发,并在全国各州有效。

(3)重视安全教育和培训。各工科院校均设置安全课程,如在建筑专科学校,学生三年级开始学习建筑安全课程60学时,据介绍比其他一些课程多一倍时间。美国大学使用的教材一般不统一编制,但联邦政府对建筑安全课程实行统一教材,统一考试。

(4)法律责任明确。总承包商即雇主、分包商(是雇员同时也是雇主)以及施工所有的人员,都有自己明确的法律责任。建筑施工安全主要责任在雇主,政府规定谁控制施工,谁就要负责安全。政府不干涉、企业的管理,像是旁观者,主要是运用法律手段实行宏观调控和监督管理。

(5)重视安全健康计划。承建商需事先制定安全健康计划,确定此安全健康计划的总体管理人(一般是安全经理或者安全工程师)。这个计划必须包含对员工的安全教育培训内容,该计划应在开工前报OSHA备案。

(6)建筑施工安全监督管理已形成体系。从联邦政府到各州、市政府以及建筑企业、承包商都有人负责安全,并建立了安全管理制度,其中包括安全检查、安全教育、处罚等。

(7)企业安全与效益紧密相关。在美国,建筑企业发生事故造成的经济损失是巨大的,尤其是发生死亡事故,后果更为严重。发生事故的企业信誉下降,保险费率增加,甚至会造成保险公司拒保而接不到任务。也许这就是形成“安全就是效益”观念的既具体又明确的原因。

(8)建筑施工安全建立在科研成果应用和科技进步以及科学管理上。无论是个人防护用品还是现场安全防护设施都有研究和开发。如对噪声防护、对有毒物质、气体的防护等以及保护人体各部位都有系列防护用品。

(9)美国已经建立和实行了较为完整的劳动保险制度。这项制度的实施,实现风险转移,形成了强有力的经济杠杆,迫使雇主、雇员及保险公司都重视施工安全,明确了各方面的责任,推动了安全制度的建立,促进了安全措施的实施以及监督管理工作的开展。

3. 安全基本状况

根据美国 1993 年的统计数据,建筑业雇佣的劳动力相当于美国全国总劳动力的 5%,但是却有 11%的致残事故和 18%的死亡事故发生于建筑业内。由于建筑事故所造成的经济损失已经占建设项目总成本的 7.9%或者更多。

1999 年,美国建筑业从业人员为 850 万人,约占全美总就业人员的 6.5%。当年度建筑业因工共死亡 633 人,其中管理人员 91 人,工人 542 人。美国建筑公司的规模一般都比较小,80%的建筑工程都由仅占建筑公司总数 10%的较大的公司承担,就业工人的死亡率约为万分之一左右。造成人员死亡的原因及比例分别为:交通占 18.8%、攻击与暴力占 2.1%、物体打击占 13.0%、高处坠落占 40.0%、暴露于危险物质与环境占 21.0%、火灾与爆炸占 4.6%、其他占 0.5%。

3.1.2 英国的建筑安全管理状况分析

1. 建筑安全法律法规

英国现有的健康与安全法律是在1974年《劳动健康安全法》(Health and Safety at Work etc Act 1974, HSW Act)的基础上发展起来的。英国职业及建筑安全法规体系可以分为四个层次：第一层次是基本法——《劳动健康安全法》，明确了雇主和其他干系人的基本安全责任，并且成立了管理机构体系；第二层次是行政法规，通过设立标准的形式明确各行业各企业所应该达到的安全管理目标，但并没有规定为了达到目标而需要采取的措施；第三层次是官方批准的实践规范，由各行业自己起草，详细描述并推荐行业中能够达到法律要求的比较好的安全实践形式的各个方面，但不做硬性要求；第四层次是指南和标准，作为雇主采取安全措施时的建议和指导^[31]。

英国的职业及建筑安全管理法律体系如图3-2所示。

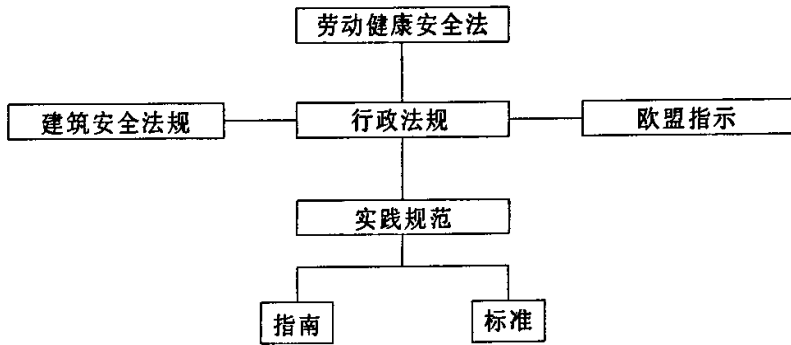


图 3-2 英国职业健康及安全法律法规体系

主要法规如《工作安全与健康管理条例》、《建筑(设计与管理)条例》(Construction (Design and Management) Regulations, CDM) (1994)、《职业安全健康管理制 度指南 (Guide to Occupational Health and Safety Management System) BS 8800》等。

2. 安全管理特色

(1)英国《建筑(设计和管理)规则》将安全生产责任上溯至业主、设计人员，下推至工程完工后的使用者，保护的 对象从施工人员推及受建筑工程影响的一般大众。这种理念与我国传统的只是要求施工单位承担全部的安全责任去保护工人——唯一的保护对象不同。

(2)从设计阶段就开展对施工安全进行考虑，并对建筑工程的危险源进行辨识、评估与控制。英国从多年的研究经验中发现，施工单位在施工中所能采取的安全控制方法完全取决于业主、设计人员的设计与施工规范。换言之，若不在规划、设计阶段内考虑施工阶段各作业活动、机具设备等的本质安全，施工

单位只能被动地采取外在的安全设施。因此英国规定建筑工程危险源的控制须从业主的构想开始。此种理念也与我国安全生产仅从施工阶段开始有所不同。

(3)英国从1833年就开始实行由政府向企业派遣安全监督官员的制度。负责建筑施工安全的监督官员权力很大，可到任何工地监督安全生产情况，有权责令工地停工，对重大安全责任事故者有权向法庭起诉。

(4)英国规定，建筑业用于安全防护设施的开支要占工程造价的6%，这是法律规定，必须执行。这项经费不但保证了安全防护设施的落实，而且使安全防护设施做到细致周全。

(5)全员培训，持证上岗，经费充足，专家授课。英国规定，培训雇员是雇主的责任，雇主负责安全培训经费的支出，其数额要占利润的1%，并及时足额交付建筑工会培训中心。这是雇主出钱，工会实施，负责对雇员进行安全生产方面的培训。

(6)英国规定，建筑承包商必须为雇员及时足额向保险公司交纳工地安全保险金，其数额为工程造价的1%。英国有三家保险公司专门从事建筑业工地安全保险业务。这与我国商业银行以赢利为主要目的建筑安全保险不同。

3. 安全基本状况

2000年，英国建筑业从业人员约111万人，1999~2000年度因事故死亡59人。而2000年4月1日至9月31日半年间死亡44人，远高于前一年度同期的29人。但英国在职业健康方面成绩突出，并为预防安全事故的发生奠定了良好的基础。目前，英国建筑安全工作的目标是：到2010年，工伤导致的工作日损失减少30%，重伤和死亡事故减少10%，职业病病例减少20%。

3.1.3 德国的建筑安全管理状况分析

1. 建筑安全法律法规

德国的职业安全与健康管理体系采用“双轨制”，如图3-3所示。

德国的职业安全与健康“双轨制”体系中，法律法规体系的“双轨制”是其突出的特点：一是联邦政府颁布的法律和条例，二是工伤保险协会颁布的事故预防规程。目前，德国的职业安全与健康主要基于3个法律：

(1)《劳动保护法》(ArbSchG)，对雇主、雇员的与工作安全有关的权力和义务进行了规定；

(2)《职业安全法》(ASiG)，对公司雇用医生和安全专业人员做出规定；

(3)第7号《社会法》(SGB VII)，是关于雇员、受培训者法定的事故保险以及事故预防与康复的法律。

除此3部之外，还有《工作场所安全条例》、《设备安全条例》、《建筑工地劳动保护条例》等。

2. 安全管理特色

(1)德国的劳动部门代表国家对包括建筑业企业在内的各行业的安全生产状况进行监督检查。业主在向当地建管局报建的同时，还必须将建设项目以告知书的形式通知当地劳动局，否则将被处以罚款。

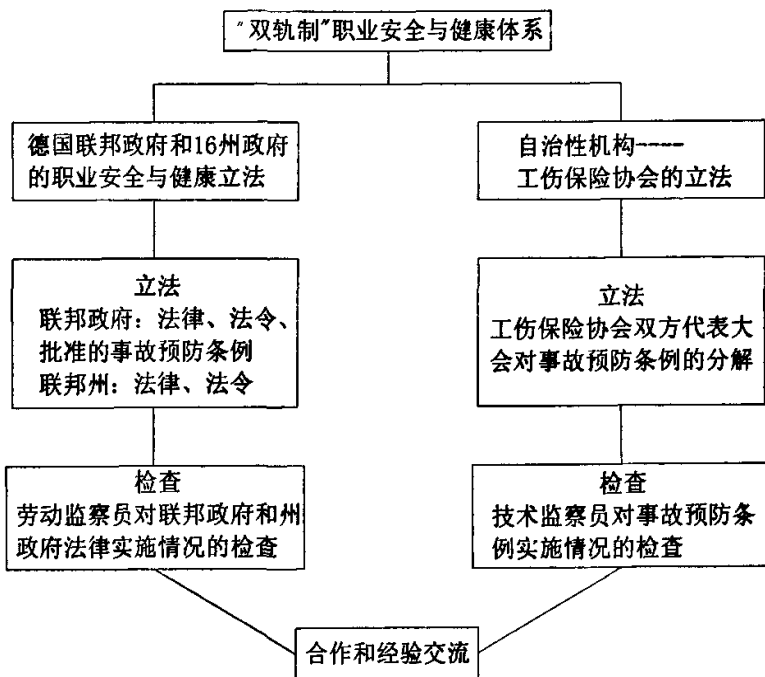


图 3-3 德国“双轨制”职业安全与健康体系

(2)《劳动保护法》第七条规定，每个企业必须加入所从事业务的行业协会，并缴纳工伤保险金，亦即承包商的准入是通过行业协会认可的，这些行业协会在拟定本行业的发展规划、制定行业标准、开展工伤保险和科研教育、预防和治理职业病、对安全专业人员进行资格认可、进行事故处理等方面发挥着重要的行业管理作用。

(3)建管局在职能上综合了我国现在的规划部门、施工图审查部门以及质量监督机构的工作任务，对建筑队伍或企业的安全管理则由行业协会和劳动保护部门负责。

(4)企业内部的安全保证体系由设立劳动保护委员会、设立安全专职人员来具体负责安全工作。

(5)重罚机制。在德国，因安全问题可以对企业直接罚款的部门有三个：一是劳动局(主要是劳动者个人的安全保护)、二是建管局(主要是结构安全和消防安全)、三是行业协会(主要是工伤保险)。德国的事故成本非常高，如果发生一起死亡1人的事故，经法院判定为责任事故后，企业可能要承担上百万马克的损失。

(6)德国政府突出了业主方的安全责任与义务，自1998年开始引入了协调员机制，联邦劳动局颁布的《建筑工地劳动保护条例》规定，业主必须负责工地所有人员的安全与健康，开工前要聘请称职的建筑师和协调员。

(7)《劳动保护法》规定，所有企业必须为员工缴纳养老保险、医疗保险，失业保险和工伤保险，这四种保险均为强制性保险。前三种保险投保金额和约占工人工资的40%，由企业与企业各付一半，工伤保险则由企业全额负担，这是一种同企业安全业绩直接挂钩的强制性保险，将影响到企业每年的投保金额，如企业安全业绩突出，保险费最多可以少交50万马克/年。

(8)在德国，建筑工地几乎所有工种的工人均是通过职业学校培训过的技术工人，并称之为技师。德国所称的建筑工人相当于我国建筑工地上杂工，如打扫卫生之类的杂项。当某建筑公司需要招收新工人时，则与行业协会进行联系，由行业协会发布招工信息。年轻人若想从事建筑职业，需事先同一家建筑公司签订定向委托培养合同，并通过行业协会组织的考试后，进入当地的建筑职业学校学习三年。学生在校学习期间的学费由建筑公司支付并领取生活津贴。

(9)在德国，建筑工地发生伤亡事故后，承包商先报告警察，警察先通知检察院和急救中心，再通知劳动局、行业协会及安全咨询公司等协助调查。事故由检察院进行调查。在事故调查中，劳动局、建管局和行业协会不直接参与调查，有时亦可能成为被调查的对象。此外，事故发生后承包商还要向行业协会缴纳罚款。若承包商制定了安全措施，并向工人做了交底，仍要处以1.2万马克的罚款。否则，将被处以2~50万马克的罚款，且该承包商5年内不能减少工伤保险费率。

3. 安全基本状况

德国的职业安全与健康多年来一直处于不断改善的良好状态，在欧洲也是位居前列。不仅有义务报告的工伤事故(指工作事故或上下班途中交通事故导致死亡或丧失工作能力3天以上的事故)逐年大幅度下降，而且新增的达到赔付标准的事故(指工作事故或上下班途中交通事故受到的伤害程度，达到工伤保险机构经济赔付的标准)以及死亡事故也都明显下降。2003年，德国各行业工伤事故死亡人数为735人，每10万工人死亡率为2.5，创历史最低；其中，建筑业工伤事故死亡人数为163人，每10万工人死亡率为7.7，危险程度是各行业平均水平的3倍。

3.1.4 日本建筑安全管理状况分析

1. 建筑安全法律法规

目前，日本形成了以《产业健康安全法》为中心，与《劳动基准法》、《工伤事故预防法》、《尘肺法》、《作业环境测量法》等法律一起组成了完善的建筑业安全法律体系。主要法律法规有：

(1)安全大法有《劳动安全健康法》、《劳动安全健康法施行令》、《劳动安全健康规则》；

(2)专业法有《劳动基准法》、《作业环境测量法》、《劳动者灾害补偿保险法》等；

(3)相应的标准有《作业环境测定基准》、《作业环境评价基准》、《作业环境测定法施行规则》、《建设业附属寄宿舍规程》、《劳动者灾害补偿保险法施行规则》等；

(4)有关建筑业的法规有《建设业法》、《建筑基准法》、《都市计划法》；

(5)具体的细则有《建设业法施行规则》、《建筑基准法施行规则》、《都市计划法施行规则》等。

2. 安全管理特色

(1)法律、法规健全，为安全管理提供了必要的条件，也使安全管理走上了法制化的轨道。

(2)日本劳动基准监督署代表国家对包括建筑业在内的各行业安全、健康状况进行监督检查。在施工阶段赴工地进行安全检查的比较少，但是一旦发生事故必定到现场，并作相应的处理。

(3)以安全为导向，推进日本建筑业的国际化。一是将日本的安全理念推向其他国家，为日本企业进入其他国家建筑市场作舆论准备；二是掌握其他国家的建筑业情况，为本国的建筑企业服务。所以日本的大型建筑企业如清水、竹中、藤田、熊谷组等，其海外产值都达到本企业总产值的30%~50%，有的甚至更多一些。

(4)建筑工人的人身意外伤害保险得到了普遍的推行。在日本，建设工程的人身意外伤害保险，根据建设主管部门的要求必须明示，即在工地外侧必须将“劳动保险关系成立票”悬挂在醒目处，以接受社会各界的监督。

(5)安全意识普遍很强。劳动省在每年的3月进行安全宣传月活动。在日本有中央劳动灾害防止协会，也有建设业劳动灾害防止协会，还有其他产业的劳动灾害防止协会，每个协会财源基本上都是由政府支持的。

(6)工地安全管理“规范、简捷、明了、有效”。

工前安全活动：管理人员每天上班前进行总的工作安排和安全交底，并对个人的安全用品进行检查。工地的全体员工都必须参加这个“早礼”活动。

施工过程中开展“KY”活动：即“危险预防”活动，活动是以作业班组为对象，每天早晨由班长将当天的“作业内容”、“危险事项”及“对策”和“措施”，对全班组的成员讲解并写在一块小铁板上，最后再将这块铁板张挂在规定的地方，以提醒和督促工人实施。

对分包队伍的严密管理：日本工地项目班子的办公室都有一块磁性黑板，黑板上对每个分包作业队伍都做到了定工作人数、定工作场所、定是否动用明

火。从而做到对工地的每支分包队伍及其工作内容了如指掌，对安全控制起到了积极作用。

个人工种明示：日本工地上的所有作业人员(包括管理干部)的名字和工作类别，都用一种较厚的纸打印塑封后插入或粘贴在安全帽上，使旁人一目了然，便于了解其工作是否与身份相称，从而对安全管理起到促进作用。

安全设施：日本工地上所使用的安全设施，已做到“工具化、定型化、标准化、产业化”。

施工铭牌公开化、格式化：在日本，要求工地将“建设许可票”、“建设计划书”、“劳动灾害保险关系确立票”等铭牌必须挂在工地的外侧，以接受全社会的监督。

工地围挡的定型化、工具化，周转使用：日本工地周边的一圈围挡基本都采用一片片组合式的钢板组成，包括门也是用定型压制的钢板组成的。

工地现场的办公用房工具式、定型式：工地上的临时仓库、办公室等均采用拼装式的钢结构活动房。

工地作业人员的住宿、就餐社会化：日本工地上除值班人员外，不住其他人员，所以不存在工地住宿问题。作业人员的就餐已做到社会化供应，吃饭时一般就在工地附近的超市买盒饭吃。

3. 安全基本状况

建筑业是日本安全事故高发的行业，建筑业因伤亡事故所造成的死亡人数在各行业中最。1973~2003年日本各行业因事故死亡82088人，其中建筑业死亡34710人，占各行业死亡总数的42.28%。从整体趋势看，无论是各行业的事死亡总人数，还是建筑业的事死亡人数，都在逐年减少。虽然建筑业的事死亡人数已经大幅度减少，但建筑业依然是最危险的行业，2003年建筑业从业人数(493万人)仅占有所有行业就业人数(5335万人)的9.24%，但其事死亡人数却占有所有行业事死亡人数的33.66%。

3.1.5 香港的建筑安全管理状况分析

1. 建筑安全主要法律法规

《工厂及工业经营条例》和《职业安全与健康条例》是香港特区管理职业安全健康的核心法律。香港特区的安全法规体系可以分为5个层次：第一层次是法例，如《工厂及工业经营条例》、《职业安全与健康条例》等，这一层主要是从根本原则上做了规定和明确的阐述；第二层次是规例，这一层次主要是对具体的问题做出规定，对工作做出指导；第三层次是工作守则，主要是对操作方法和特殊工种的注意事项作了说明；第四层次是安全指引，其内容非常具体，包括了该行业或工种危险产生的原因、基本安全原则、一般的安全措施和具体会遇到的危险情况；第五层次是安全指南，其简洁明了地采用通俗易懂的方式

强调了特别重要的部分。

2. 安全管理特色

(1)明确的法律责任。施工企业必须遵守一切有关法定健康和安全管理规定，并根据工程建设的实际情况制定相应的安全管理制度，其中包括安全计划、危险评估、安全检查、安全稽核、定期安全会议、书面安全工作程序及充分的沟通交流系统等。

(2)健全的组织保证体系。施工企业必须建立与工程项目相适应的安全管理组织体系。项目上配备有工程总经理、注册安全主任和安全督导员等专职安全管理人员，设置项目安全管理委员会、项目安全委员会等安全管理组织机构。

(3)有效的安全管理体系。

评估潜在危险：承建商在各项工作开始之前，须对所有工程建设活动进行正式的潜在危险评估，并由项目的安全主任监察评估的结果。

安全视察：地盘安全主任需进行每周不少于一次的地盘安全视察，每一次视察都须做出详细的记录报告，在24小时内将报告副本送交工程总经理，对视察发现的问题，跟踪落实整改。

安全稽核：地盘安全主任每4个月须制订一份对所有分包商的施工活动进行全面深入检查的安全和健康稽核计划。

安全宣传教育：承建商在施工过程中以印制海报、派发安全和健康传单、资讯通讯和告示等手段进行安全和健康宣传。

安全月报：承建商每月22日向工程总经理递交一份上一个月健康和安全的综合报告。

安全奖励：一类是由总承包商对本工程项目在健康和安全管理方面表现最好的分包商进行奖励，另一类是所有工程人员都可参加的每月安全奖。

事故报告：承建商须根据有关法例及工程合同规定的程序报告受伤及危险事件。

急救：根据香港有关法例和合同规定，承建商必须在工作地区内设立医疗中心及急救站，医疗中心和急救站必须提供急救必备的药物和卫生环境，配备一名注册护士及必须的急救工作人员。

(4)针对性的安全技术措施：制定个人防护设施、临时工程、高处作业、建筑机械设备、起重操作、密闭场地、防火和来访人员等安全技术措施。

3.2 我国的建筑安全管理状况分析

3.2.1 主要法令法规

1. 《中华人民共和国安全生产法》（自2002年11月1日起施行）
2. 《中华人民共和国职业病防治法》（自2001年11月1日起施行）
3. 《中华人民共和国建筑法》（自1998年3月1日起施行）

4. 《中华人民共和国劳动法》（自1995年5月1日起施行）
5. 《建筑施工安全检查标准》（JGJ59—1999）
6. 《建设工程安全生产管理条例》（自2004年2月1日起施行）
7. 建设部第3号令《工程建设重大事故报告和调查程序规定》
8. 建设部第13号令《建筑安全生产监督管理规定》
9. 建设部第15号令《建筑工程施工现场管理规定》

3.2.2 我国建筑安全管理取得的成绩

新中国成立以来，我国建筑安全生产管理工作健康稳步发展，尤其是改革开放以来，建筑安全生产管理体制改革步伐加快，在完善建筑安全生产管理运行机制方面取得了显著的成效，主要表现在以下5个方面：

1. 建立了建筑安全生产法规体系和技术标准体系

50年来，我国逐步建立了建筑安全生产法规体系和建筑安全技术标准体系，使建筑安全生产工作开始走向法制化轨道。

建国初期，国务院的“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》和《工人职员伤亡事故报告规程》对维护劳动者安全与健康的权益，控制生产过程中伤亡事故的发生起到了极其重要的作用。改革开放以来，国家建设行政主管部门抓住深化改革的历史机遇，把建筑安全行业管理工作的重点放在建立健全行政法规和技术标准体系上，加大了建筑安全生产立法研究工作的力度，加快了建筑安全技术标准体系的进程。从1986年我国建设部开始组织制定施工安全技术规范和标准。20世纪80年代，建设部出台了《工程建设重大事故报告和调查程序规定》、《建筑安全生产监督管理规定》和《建筑工程施工现场管理规定》等部门规章；颁布了《建筑施工安全检查标准》、《建筑施工高处作业安全技术规范》、《龙门架及井字架物料提升机安全技术规范》、《施工现场临时用电安全技术规范》等建筑安全技术标准和规范。90年代，又颁布了《建筑施工门型脚手架安全技术规范》、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》、《建筑施工工具式脚手架安全技术规范》、《建筑施工模板工程安全技术规范》等七个技术标准和规范，初步形成了建筑安全的法规体系。2004年又增添了《建筑拆除工程安全技术规范》。1998年我国《建筑法》的颁布实施，奠定了建筑安全管理工作法规体系的基础，把建筑安全生产工作真正纳入到了法制化轨道，开始实现建筑安全生产监督管理向规范化、标准化和制度化管理的过渡。2004年2月1日正式实施了《建设工程安全生产管理条例》，这是我国第一部特别针对建筑安全的法律，是对建筑安全法律体系的完善，它标志着我国建设工程安全监管进入了法制化的新阶段。

2. 加强了建筑安全生产的行业管理

初步形成了建筑安全监督管理体系，加强了建筑安全生产行业管理。根据

我国安全管理体制的要求，建设部于1991年颁布了13号令《建筑安全生产监督管理规定》，明确在全国建设系统建立建筑安全生产监督管理机构，开展建筑安全生产的行业管理工作。目前，全国绝大多数省级城市都成立了建筑安全生产监督管理机构，初步形成了“纵向到底，横向到边”的建筑安全生产监督管理体系。监督管理体制的形成，加大了建筑安全生产监督检查力度，强化了建筑业企业的安全生产意识，有效地贯彻了“安全第一，预防为主”的安全生产方针，消除了大量的事故隐患，减少了施工伤亡事故的发生，为搞好建筑安全生产做出了突出的贡献。

3. 开展了建筑业安全文化宣传活动

1991年，建设部要求在全国建设工程的施工现场开展安全达标活动，把建筑安全生产的管理重心放在了施工现场，对施工全过程进行安全监督管理。在此基础上，1996年建设部颁发了《关于学习和推广上海市文明工地建设经验的通知》，号召全国建设系统在深入开展施工现场安全达标的同时，学习上海市文明工地建设经验，积极开展创建文明工地活动，很快在全国建筑业掀起了学上海创建文明工地的浪潮。目前，我国主要通过开展“安全生产月”、“安全生产万里行”等活动倡导宣传建筑安全文化。如2004年6月开展了以“以人为本，安全第一”为主题、突出“关爱生命，关注安全”为宗旨的“安全生产月”活动。通过这些活动提高了建筑企业和建筑职工的安全意识。

4. 开展了意外伤害保险试点工作

我国的部分城市开展了意外伤害保险试点工作，促进了建筑安全生产保障体系尽快发展。按照《建筑法》关于“建筑施工企业必须为从事危险作业的职工办理意外伤害保险，支付保险费”的要求，借鉴国外保险制度的经验，从1998年至今，我国部分省、市如上海、浙江、山西、河北、辽宁等都开展了意外伤害保险试点工作，把意外伤害保险与事故预防相结合，激励企业采取有效措施改善安全生产条件，促进了建筑安全生产保障体系尽快发展。

5. 形成了安全生产管理体制

1993年国发[1993]50号文件《国务院关于加强安全生产工作的通知》中，明确了我国实行“企业负责、行业管理、国家监察、群众监督”的安全生产管理体制。这是我国长期安全生产工作实践经验的总结，是行之有效的安全生产管理体制，对于保障安全生产起到了极其重要的作用。

(1)企业负责。企业负责指安全生产的重心在企业，以企业为主。因为企业是生产的主体，生产过程中劳动者的生活环境和条件必须符合卫生、健康和标准。因此，企业必须认真执行国家、行业和地方安全生产的方针、政策法规、法律法规和安全生产标准、规范，建立健全安全生产责任制和安全生产的教育培训制度，加强安全生产的监督检查，控制施工伤亡事故发生。对总包、分包和专业、劳务分包单位的安全生产责任及企业法定代表人和项目负责人的

安全生产第一责任人的责任，实行企业安全生产目标管理。

(2)行业管理。行业管理指安全生产的监督管理和组织协调工作以行业为主。行业管理部门必须认真履行安全生产的管理职责，切实加强对安全生产工作的领导，加强行业安全生产的法规建设和制度建设，加大行业管理的执法监督检查力度，组织安全技术、安全管理的研究工作，总结交流经验，预防施工伤亡事故发生。

(3)国家监察。国家监察是指国家安全生产综合管理部门，对安全生产行使国家监察职权，即对国务院各部门行使协调、监督检查职能。

(4)群众监督。要求广泛深入开展宣传教育工作，增强全体职工的安全意识和安全素质以及搞好安全生产的自觉性。通过新闻媒介和工会等群众组织，采取多种有效形式，积极开展生动活泼的安全生产宣传教育工作，提倡和鼓励广大群众对安全生产工作监督。

实行上述安全生产管理体制，不仅充分调动了企业重安全、抓安全的积极性，发挥国务院各部门在安全生产中行使行业管理的作用，而且有利于加强安全生产，维护劳动者合法权益，保证安全生产。

在此基础上，国务院于2004年在国发[2004]2号文件《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》中指出，要努力构建“政府统一领导、部门依法监督、企业全面负责、群众参与监督、全社会广泛支持”的安全生产工作新格局，这是我国安全管理工作的又一个进步。

3.2.3 目前我国建筑安全管理存在的问题

近年来，我国的建筑安全生产管理工作得到了健康快速的发展，取得了显著的成绩。但目前，建筑安全管理中还存在许多问题，主要表现在以下8个方面：

1. 建筑法律法规体系不健全，法制意识不强

我国现行的法律法规中有相当一部分是针对原先计划经济体制下的问题制定的，很多已经不能适应新形势发展的需要，因此造成了对许多导致伤害事故的行为缺乏法律的规范。同时，由于高素质法律人才和法律资源的短缺，使得立法工作跟不上新问题出现的速度，法律法规体系中的漏洞和不尽人意之处较多。同样，安全执法和监管机构的资源和执法人员的水平也难以满足要求。而且，人民群众的法制意识相对淡薄。特别是对行政手段过于依赖的传统，使得市场上频繁发生行政干预和权力介入，干扰了市场的公平竞争，造成了许多人为的障碍。

2. 安全重要性认识不到位，安全意识淡薄

当前国内重特大安全事故的频发、群死群伤后果严重、财产损失巨大的现象与传统的漠视安全问题、轻视生命价值的安全文化有很大关系。很多人都认为中国人多，而意外伤害事故又难以抗拒，死伤几个人没什么奇怪的；而更多

的人宁愿听天由命，认识不到安全管理的重要性。很多文章中指出企业安全状况差、事故频发是由于领导的安全意识淡薄、存在侥幸心理、漠视生命的价值等引起的。很多劳动者本身也不重视安全，缺乏自我保护的安全意识，存在侥幸心理，工作中蛮干。这种安全意识淡薄的安全文化对安全管理的健康发展造成很多不利的影响。

3. 安全生产管理机构体系存在问题

建筑安全生产管理机构体系问题是多年来一直没有得到很好解决的老问题，管理体制的不完善和机构改革的多次反复给我国建筑安全生产工作造成了很大影响。这方面的问题主要有以下3种表现：

①管理职能分散，管理效果受到削弱

一是工伤保险和安全生产管理分开。2003年国务院颁发的《工伤保险条例》明确了劳动和社会保障部主管全国的工伤保险工作，国家安全生产监督管理总局是综合管理全国安全生产工作的部门。由于工伤保险和安全生产管理职能的分离，一方面使劳动和社会保障部门和安全生产监督管理部门存在职能交叉；另一方面，劳动和社会保障部门和安全生产监督管理部门又没有建立起有效的协调工作机制。因此，导致双方各自在发挥工伤预防工作和利用工伤保险促进安全生产方面都显得力不从心，管理效果大打折扣。

二是把职业安全和卫生（健康）管理分开。目前，我国的职业卫生管理属于卫生部门。职业安全和卫生是联系在一起的，在全球经济、社会的不断进步和发展中，职业安全卫生管理一体化已成为必然。有关研究显示：在76个市场经济国家中，94.4%的发达国家和79.3%的发展中国家都是把职业安全与卫生结合在一起管理的。目前，虽然《关于职业卫生监督管理职责分工意见的通知》（卫监督发[2005]31号）已经对卫生部、国家安全生产监督管理局两个部门建立协调工作机制做出了规定，但这还仅仅是安全与卫生一体化管理的开始。

②管理部门职能转变滞后

由于我国实行的是“国家监察、行业管理”的建筑安全管理体系，因此，国家安全生产监督管理总局及地方各级安全生产监督管理机构实施国家的监督职能，而建设部及地方建设行政主管部门则实行业管理职能。但是，随着政治体制改革的深化，企业逐渐脱离了行业行政管理的束缚，成为市场中独立的行为主体。建设部及地方建设行政主管部门对安全问题的管理也应该由原先的行业行政管理向国家宏观调控和市场监管转变，履行国家建筑安全生产专项监督的职能，国家安全生产监督管理总局及地方各级安全生产监督管理机构则履行国家安全生产综合监督的职能。但是，在这个转变过程中，由于我国安全中介组织和行业组织发展的落后，建设部及地方建设行政主管部门等机构的职能转变不能一步到位，实际上还是履行着一部分行业管理职能。由此造成了精力不足，管理不到位，不能跟上经济形势的发展，对安全管理造成了一定的影响。

③安全生产管理机构之间关系、职能不清

综合安全生产管理部门与行业安全生产管理部门之间关系、职能不清是当前建筑安全管理的一个主要问题。2003年国家安全生产监督管理局成立后，成为对安全生产实施综合管理的部门。但是，“国家安全生产监督管理局如何实施综合管理”与“它与建筑行业安全生产管理机构（即建设行政主管部门）之间是何种关系”这些问题一直到2005年国家安全生产监督管理局升格为国家安全生产监督管理总局后也一直没有得到明确的界定。综合安全管理机构和行业安全管理机构结构关系和职能不清，将会造成有关管理措施的执行不坚定、不彻底，管理效果也会大打折扣。

4. 政府对安全生产的监察存在问题

首先是建筑安全生产监督管理部门本身存在问题。建设工程安全生产监督管理体制还没有理顺，政府各部门之间在相互协调和配合上还存在问题，存在政府各部门的职能交叉、责权脱节等现象。其次，在履行职责时还存在不依法行政的现象，监督管理中还带有计划经济体制下的意识，行政干预时有发生，管理部门应尽量避免用行政干预进行权力介入，维护建筑市场的公平竞争。再者，安全监督执法人员总体素质不高，专业知识比较欠缺，不能严格做到依法监督，而且有时执法不严，影响了监督管理工作的实施效果。

5. 建筑安全业绩评估存在问题

我国对建筑企业施工安全评估主要由政府安全检查执法部门采用“安全检查评分表”打分的方法进行。建设部于1999年5月1日正式出台实施《建筑施工安全检查标准》(JGJ59-1999)，对加强建筑施工企业安全生产工作，规范施工现场管理和政府安全执法检查起到了积极作用。但是这种安全检查的方式具有被动性和一定的偶然性，只能静态地反映某一特定时刻的安全施工状况。往往国家开展安全大检查的年份(或月份)，安全形势明显好转，一旦风声过去，安全事故极易反弹。

此外，“安全检查评分表”的得分，不能充分反映出企业是否具有良好的安全业绩，企业间的安全状况也缺乏横向可比性。因此，迫切需要研究建立一套适应我国国情的，能充分反映建筑企业安全业绩的指标体系。这样，不仅可以满足政府安全管理机构、建设单位(业主)、保险公司等部门了解施工企业安全状况和业绩的需要，而且能够促使建筑施工企业更加关注自身的安全形象，立足于激烈的市场经济竞争之中。

再有，我国安全执法检查的方式还存在许多不足：许多地方流于形式；很多地方领导出于对自身政绩的考虑，对于安全事故总是采取大事化小，小事化了的作法，使安全事故记录与管理缺乏权威性和真实性；建筑安全事故瞒报、漏报，甚至不报现象严重；安全检查中的违纪违法问题不能得到及时严厉的惩处；安全责任事故的法定损失赔偿标准偏低，“私了”现象普遍。这些都严重

干扰我国建筑安全形势的进一步好转。

6. 意外伤害保险在试点中存在组织问题和机制问题

建筑业意外伤害保险的实施过程主要涉及三方面关系：保险公司、地方建筑安全监督机构及投保的施工企业。从目前情况来看，保险公司的介入只是解决了工伤事故经济赔付的问题，对于行业安全和企业安全的管理作用并不明显。

7. 承包商在履行安全职责中存在问题

有很多承包商不重视安全管理，安全生产观念淡薄，使得建筑企业的安全管理体系、责任制度、安全管理计划等流于形式，难以落实。由于市场竞争激烈，很多承包商忙于争项目、抢市场，片面追求经济效益。他们认为企业的中心任务是质量和效益，安全管理无关紧要，所以就精简安全管理人员，在安全管理岗位安排低素质的人员，或徒有形式地把安全管理体系和责任制度“写在纸上、挂在墙上、喊在嘴上”，造成企业安全管理机构不健全、规章制度不落实和管理人员不到位，不能保证安全生产。

承包商的安全投入普遍偏低，难以满足安全管理的要求。主要表现在安全教育、个人劳动防护、现场安全设施和文明施工等方面的投入比较低，特别是在安全教育和个人劳动防护方面极低，有的甚至不给工人购买保险。首先，安全投入是企业的重要成本之一，却难以带来足够明显和快速的收益，而承包商会追求利润的最大化，因此承包商会尽量压缩对安全的投入以追求高额利润。其次，目前国内建筑市场属于绝对的买方市场，承包商在竞争中处于劣势地位，为了能够承揽项目，各承包商竞相压低报价，造成了很多项目的中标价难以保证承包商的合理利润。而为了使项目有利可图，在全社会对建筑质量越来越关注的今天，承包商就采取降低安全成本来保证利润。再加上建设单位拖欠工程款，造成施工企业资金困难，安全投入更是不能到位。再者，事故本身的不确定性，使得很多承包商抱着侥幸心理，不愿增加安全投入。

8. 业主在履行安全职责中存在问题

长期以来，我国建筑施工安全责任几乎完全由建筑施工企业承担，建设单位(业主)承担的责任非常有限。在项目实施过程中，业主只关心质量、成本、工期等会对自身利益有影响的方面。伤亡事故大都发生在施工阶段，而施工过程的管理是由承包商完成的，因此很多业主认为安全管理完全是承包商的事，他们只强调质量、成本和工期的管理，而漠视安全管理。

目前，业主市场行为的不规范现象较严重，给建筑施工带来了安全隐患。很多业主拖欠工程款，要求承包商垫付资金。承包商由于不能及时拿到工程款，会在资金周转上遇到很大困难，从而影响对安全的投入。工人也会由于不能正常领到工资而在心理上产生对立情绪，诱发事故。另外如招标程序不合理、随意压缩工期、改动设计方案等都给安全管理的实施造成了干扰。

第四章 改善我国建筑安全管理的对策和建议

经过多年的不断探索和实践,我国的建筑安全管理工作取得了显著的成绩,但与发达国家的管理水平相比还存在一定的差距,建筑市场活动的主要参与主体包括政府、建筑施工企业、监理单位、勘察和设计单位、建设单位等都应承担起各自的责任,不断提高自身的管理水平,加强彼此之间的沟通,共同促进建筑安全管理水平的提高。

4.1 政府及各级建设管理部门应加强管理

4.1.1 加强建筑安全管理机构体系的建设

1. 建筑安全管理机构体系的总框架

建筑安全管理机构体系建设构想的总体框架如图 4-1 所示^[31]。它是在较为完善的建筑安全生产法律体系的规范作用下,以及在社会公众的舆论监督作用下,在政府的宏观调控下,主要通过安全中介组织等组织,对建筑企业的安全生产进行指导、监督和检查。

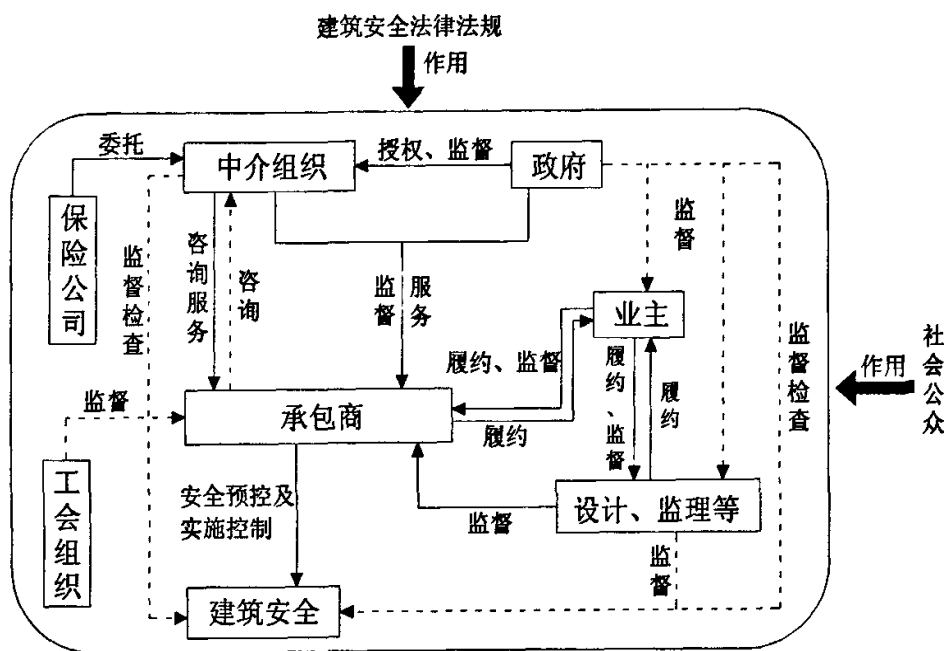


图 4-1 我国建筑业安全生产管理体系

安全中介组织可以接受政府委托,对建筑企业的安全生产进行监督检查,中介组织就自己的行为向政府负责。同时,由于采用工程安全保险制度,保险公司也将委托中介组织对建筑企业的安全生产进行监督。建筑承包商积极向业主履行自己的合同义务,并接受业主的监督,同时也接受政府或政府所授权的

中介组织的监督检查；承包商有权从安全中介组织获得有关安全管理、技术等信息，改善、提高企业的安全管理水平。项目业主、设计、监理等单位应该自觉接受政府的监督，认真向承包商履行合同义务，并对承包商的安全管理情况进行监督。

在这个机构体系中，政府主要以服务者的身份出现，把不同利益主体连结起来，形成伙伴关系，着重加强对承包商的安全生产管理提供必要的咨询和服务，承包商也就摆脱了受制于政府行政干预的被动局面。建筑安全生产法律和社会公众舆论监督构成建筑安全生产管理的外在驱动力，政府、保险公司、中介组织、业主、设计以及监理等单位之间的合作伙伴关系构成了建筑安全生产的内在保障，它们共同推动承包商积极主动关心安全生产。

2. 发挥中介组织的作用

中介组织是指介于政府与企业之间、商品生产与经营之间、个人与单位之间，为市场主体提供信息咨询、培训、经纪、法律等各种服务，并且为各类市场主体从事协调、评价、评估、检验、仲裁等活动的机构或组织^[37]。

发展中介组织是市场经济的必然选择。按照市场专业化分工原则，建筑安全管理中的一些工作，不一定要由建筑施工企业自己来做；按照市场经济条件下转变政府职能的要求，也不能由政府直接来做。而且，考虑到这类有关安全性评价、检测、检验、认证的工作，性质上要求出具公正性的结论，为保证其客观性和公正性，也应当由既独立于政府监督管理部门，又独立于建筑施工企业的第三方中介组织来做，这也是国际上通行的做法。随着建筑业职业意外伤害保险市场的发展、成熟，保险公司必定加强对生产安全的监控，借助安全中介实现监控目的将是保险公司的主要选择。

在发达国家和地区，政府作为负责职业安全与卫生的政府部门，他们更多的是从法律法规的规定、标准的拟定、安全卫生检查、职业安全与卫生相关组织机构的授权监督等方面进行管理，而更为具体的管理和服务工作则交给安全服务中介来完成。如在德国，安全咨询公司除承担检验、检测外，还向企业提供安全技术、组织管理和人员培训等服务。安全咨询公司一般拥有安全工程师和企业医生。为了减少事故发生，避免提高工伤保险金额或减少受罚额度，企业也非常乐意聘请安全咨询公司来改善企业安全条件。

安全中介组织的类型有多种形式，按照中介组织发挥作用的形式、提供服务的特点，建筑安全中介组织可以划分为自律性行业组织、咨询服务机构和安全生产监督签证机构三类。

自律性行业组织是由建筑企业自下而上组织起来的各种安全生产行业协会、同行公会等组织，目的是通过制定建筑行业发展准则、建筑安全标准等，规范内部建筑企业间的行为，维护建筑业整体利益。目前，我国的建筑业缺少这样的行业组织。

咨询服务机构主要是指安全信息中心、安全研究及咨询机构、安全评价机构等组织。这类安全中介组织的主要特点是所提供的安全信息、安全服务具有增值性，在一定程度上是经济发展的一种要素，能够提供安全管理经济效益和安全资源的配置效率。我国现在的一些建筑安全中介组织主要就是属于咨询服务机构这一类，并且以安全评价机构为主。目前，我国的安全评价行业发展比较快，而且正在逐步走向正规，而其他的中介机构发展相对缓慢。

安全生产监督签证机构主要是履行政府或保险公司的安全监督职责、从事SA8000社会责任标准和OHSAS18000职业安全卫生管理体系标准认证及顾问服务的机构。目前，我国有不少中介组织开展OHSAS18000职业安全卫生管理体系标准认证及顾问服务。

目前，就建筑安全生产管理来说，一方面要积极推行建筑施工企业安全生产评价，促使和鼓励安全中介组织参与进来；另一方面，中介组织在为建筑施工企业提供安全生产评价的同时，应积极拓宽服务的内容，多方面、全方位地适应建筑安全生产管理发展的需要。

在目前安全意识尚没有完全深入企业的情况下，政府需要给予政策支持，对中介组织和中介服务加以引导、规范和监督，形成规范竞争和有序运行的机制，以适应市场经济条件下安全生产工作的需要。鼓励发展包括安全评价、安全咨询、管理支持、安全卫生检验检测、职业安全与卫生体系咨询和认证、职业安全卫生研究、安全卫生培训等在内的一个完整的、多样化的建筑安全中介服务体系。

4.1.2 加强建筑安全生产监督管理

1. 严格依法进行监督

在市场经济条件下，政府建筑安全监督管理工作必须以《建筑法》、《安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》和《建筑施工企业安全生产许可证管理规定》等法律法规为依据，依法行政，依法监督。目前，要实现两个转变：一是监督管理方式，要改变过去那种替代企业安全员进行安全检查的监督管理方式，要从繁重的具体事务中解脱出来；二是监督管理内容，要改变过去只对工程实物进行安全监督检查，变为监督检查责任单位的安全管理行为，具体检查其是否建立健全安全生产规章制度，是否健全安全管理机构、落实人员，安全经费投入情况，采用从业人员的安全培训教育情况，安全技术措施的制定和落实，防护用具及机械设备的管理和意外伤害保险情况等。

2. 改进监督检查方式

一是由运动式的安全生产普查转变为对重点地区和重点环节的抽查、巡查，有重点地分配监管资源。二是由对工程实体安全的检查转变为对企业和现场落实法律法规和建立安全保护体系情况的检查。

此外，安全生产工作还需要实现从人治向法治转变，从集中开展安全生产专项整治向规范化、制度化、经常化管理转变，从事后查处向强化基础转变，从被动防范向管住源头转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好职业安全健康工作转变等。

3. 推进企业安全评估工作

评估工作的开展，可以使各级安全生产监管机构了解实情，掌握实据，从而增强工作的前瞻性、预见性、针对性，抓住安全生产工作中以人为本，以防范为中心，以企业为重点，以科技为先导，以执法为手段，以体制为保障的几个基本要素，建立起安全生产的长效机制，遏制重大特大事故的发生，减少一般事故，实现安全生产形势的稳定好转。

通过评估，对企业的安全生产状况划分出档次，合理调配监管资源，分而治之。评估成绩好的，要完善提高；一般的，要整改隐患；差的，要停产整顿；不合格的，要立即予以关闭。

在评估中，通过对各类企业的综合分析，可以找出问题多、管理差、素质低的单位和地区，从中可以发现重大危险源和重大隐患。有利于各级安全生产监管和安全监察机构实施重点监控和跟踪管理，解决突出问题，提高安全水平。

建筑企业安全评估工作，涉及的评估企业类型多、数量大，完全靠各级国家安全生产监督管理机构和建设行政主管部门进行评估是不现实的，这也不利于国家安全生产监督管理机构和建设行政主管部门对建筑安全生产的宏观调控。国家安全生产监督管理机构和建设行政主管部门应该积极培育安全生产管理咨询业，把建筑企业的安全评估等工作交给中介组织，发挥中介组织的作用。

4. 建立持续监督机制

在过去的“地毯式”检查、“一查到底、不留死角”等实践中，检查人员检查后不处理或处理避重就轻，不注重事后跟踪检查，所以经常出现“屡查屡犯”的问题。

持续监督管理机制是促进被监督企业真正改善经营管理，提高内部安全生产控制水平的一种有效管理机制。它通过检查——反馈——评价——后评价——再检查等一系列循环过程，督促被监督的企业彻底、全面整改，实现经营管理和安全生产内控水平的提高。

4.1.3 建立和完善职业意外伤害保险制度

国外多年的实践证明，安全状况仅依靠外部法律制度强压的被动做法，其效果有限，要彻底扭转被动局面，必须借助市场经济杠杆的巨大调节作用，通过经济手段来强化安全管理工作。由于职业意外伤害保险包含积极的经济激励机制，因此，职业意外伤害保险是当今世界各国改善建筑业安全状况的一种最为有效、普遍使用的经济手段。

目前，国际上职业意外伤害保险主要有三类。一是多数采用的工伤保险(Injury Insurance)制度，其特点是：由政府或社会公共机构在全国、地区或一定行业范围统一收缴、管理基金；工伤职工待遇既含短期的医疗、康复，又有长期的生活补助；基金还会设置安全培训、监督检查、技术咨询等部门，强化事故预防工作。二是部分国家采取的由雇主依法向商业保险公司购买伤害保险，称为雇主伤害保险(Liability Insurance 或 Accident Insurance)制度，其特点是：由商业保险公司运作基金；依次支付伤害待遇。三是两种制度并存，如美国就采用这种做法。

按照美国法律规定，进行工程项目建设前，业主和承包商必须办理有关强制性保险(Forced Insurance)，否则将无法从事相应的业务活动。美国拥有世界上最大的保险市场，保险业十分发达，竞争激烈，保险品种门类齐全，与保险相配套的法律体系健全完善。美国法律规定的与工程有关的强制性保险种类主要有：承包商险(Builders Risk)、安装工程险(Installation Floater)、劳工赔偿险(Workers Compensation)、职业责任险(Professional Risk)等。尽管法律规定工程建设涉及主体必须投保强制性险，但投保人却可以自由选择满意的保险公司，并且保费费率完全按市场规律协商确定。在美国，承包商交纳安全保费的多少，和其安全施工的业绩与信誉密切相关。承包商若具有良好的安全业绩和信誉，往往保费低廉，施工利润较高；反之保费高昂，可能导致施工成本亏损，甚至出现保险公司拒保，承包商无法获得主体施工资格。在这种市场经济杠杆作用下，不仅承包商自己安全意识十分强烈，而且保险公司为自身利益，也对施工安全极为重视，积极参与到施工安全管理之中。此外，通过大量的实践，承包商意识到，建立良好的施工安全业绩不仅仅要节约安全投保费用，而且因为安全生产，减少了工作损失时间，提高了员工生产率，降低了诉讼费用，企业总施工成本费用反而得到显著降低。所以近年来，美国建筑界自发广泛地掀起了一股以追求“零伤害”(Zero Injury)为目标的安全施工管理潮流，取得了令人瞩目的成绩^[38~39]。

我国建筑业也采用工伤保险和建筑意外伤害保险(雇主责任保险)两种制度并存。但我国的这些制度都不够完善，还需积极探索。

目前，我国主要应积极推行以工伤保险为基础，工伤保险和建筑意外伤害保险相结合的制度，同时积极探索意外伤害保险行业自保或企业联合自保模式，通过工伤保险、建筑意外伤害保险、行业自保或企业联合自保三种保险模式，促进建筑企业以及建筑业职业安全健康水平的提高。

工伤保险促进安全生产的机制主要有两个方面，一方面是工伤保险直接干预事故预防工作；另一方面是通过工伤保险自身的管理形成对事故预防的间接影响作用。具体如下：①费率机制可以刺激企业改善劳动条件；②工伤保险基金可增加工伤事故预防的支出；③工伤保险机构对安全生产的监察。

目前，我国的工伤保险机构尚未做到监察这一点，只要不断改进和完善工伤保险制度，把工伤保险和安全监察结合起来，将会推动工伤保险机构对安全生产的监察，促进企业改善安全管理水平。

建筑意外伤害保险是以保险人因遭受意外伤害而造成伤残、死亡、支出医疗费用、暂时丧失劳动能力作为赔付条件的人身保险。它可以保护建筑业从业人员合法权益，转移企业事故风险，增强企业预防和控制事故的能力，也是促进企业安全生产的重要手段。同时也是在工伤保险之外，专门针对建筑施工现场作业人员的工作危险性而建立的补充保险形式。

可以通过下面三个途径来完善建筑意外伤害保险制度：

(1)充分利用费率机制激励企业搞好安全生产。施工企业保险费应和其安全生产业绩挂钩，实行浮动费率。其安全生产业绩考核情况良好的，费率可适当下浮；考核情况一般的，则上调费率；考核情况差的，保险公司可以拒绝投保，企业也因此不具备安全生产的条件而不能中标接工程。施工企业通过职业安全健康管理体系认证，或有一定比例的工地通过施工现场安全保证体系认证的费率可适当下浮，等等。只有执行浮动的保险费率制度，才能充分发挥建筑意外伤害保险的经济杠杆作用。

(2)加强对意外伤害保险工作的领导。建筑意外伤害保险属法定强制性保险，建筑施工企业必须为从事危险作业的职工办理意外伤害保险。但有调查研究发现^[34]，大部分的建筑承包项目并没有为建筑工人购买建筑意外伤害保险。在问卷调查的回收样本中，只有不足30%的建筑承包项目购买了建筑意外伤害保险，而且购买的保险性质也不同：有51.43%的企业在人寿保险公司购买建筑工程团体人身意外伤害保险；有45.72%的企业把建筑工人意外伤害保险作为建筑工程一切险的一项附加险，不单独投保建筑意外伤害保险；剩下的2.86%是在财产保险公司购买雇主责任险。由此可见，建筑意外伤害保险还没有形成一个大家共同认知的市场，管理比较混乱。这一方面说明大部分建筑企业对投保建筑意外伤害保险的目的认识不清，只是为了满足法规要求而投保；另一方面，不利于建筑意外伤害保险基金的管理，也不利于开展事故预防工作。目前，我国建筑意外保险基金并没有划出一定比例作为事故预防基金，并规定指定用途，管理混乱，思想不统一是主要原因之一。因此，各级建设行政主管部门及各级安监站，应对所属建筑施工企业开展意外伤害保险工作进行指导和督促，加强宣传，并做好建筑企业安全管理考核和建筑施工意外伤害事故的调查处理工作，同时各保险公司应该单独列出建筑意外伤害保险险种，为推行建筑意外伤害保险的发展创造基础条件。

(3)建立建筑意外伤害保险事故预防基金。建筑意外伤害保险并没有实现行业统筹，事故预防作用基本得不到发挥。原因除了建筑意外伤害保险覆盖面偏低、保险公司险种没有统一外，没有建立建筑意外伤害保险事故预防基金机制

是其主要影响因素。虽然建筑意外伤害保险采用的是商业保险公司的运行机制(由保险公司承保),但它是用社会保险的手段和强制性办法来保证,以实现事故预防,保障职工工伤待遇的目的,这和一般商业保险险种是有本质的区别。因此,建设行政主管部门应该与商业保险公司协商,除了工伤赔付(一次性)和必要的管理费、利润外,从节余资金中提取一定比例的保费,纳入建筑事故预防基金,由建设行政主管部门统一协调管理,在建筑行业开展事故预防工作。此外,由于保险公司要承担事故风险,因此,保险公司积极参与事故预防是可以预见的。事故预防基金与保险公司事故预防措施相结合,对建筑安全生产状况和管理水平的提高无疑是有益的。

建筑意外伤害保险行业自保或企业联合自保,就是根据建筑业高风险特点,在行业内部由建筑企业自筹资金进行事故预防,自行补偿事故损失,互助保险的非盈利性保险模式。与建筑意外伤害保险这种商业保险模式相比,其优势在于:成本费用低于建筑意外伤害保险;可以集中同质风险,管理针对性强;保险基金可以增加事故预防投入,增强企业事故预防主动性和对自身安全状况的关注程度;企业风险共担、利益共享,有利于企业间的经验交流和互相监督等。

目前,我国由于地区情况不同,还存在施工人员素质较低,施工企业的信用制度没有建立等情况,还不能全面走行业自保和企业联合自保的道路。纵观发达国家的做法,可以预见,在相当长的一段时间内,行业自保和企业联合自保将是我国建筑意外伤害保险制度发展的一个主要方向。

4.2 建筑企业应加强内部的自我安全管理

4.2.1 建立和完善项目安全生产责任制

建立和完善项目安全生产责任制是安全管理的首要工作。根据“管生产必须管安全”和“谁主管,谁负责”的安全管理原则,施工现场要建立以项目经理为首的安全生产管理机构,建立项目安全管理目标,并将目标分解到项目各成员,明确项目各管理人员、班组各成员的安全管理职责,并用制度固定下来,把安全与生产从组织领导上统一起来,形成一个较为严密的管理体系。实行目标管理,严格考核和奖惩^[40]。仅有制度没有措施不行,必须坚持安全责任制与经济责任挂钩二者统一的原则,实行目标管理,严格考核,严格奖惩。把治理安全隐患、监控危险源、预防和控制各类事故的发生作为考核安全责任制是否落实的主要内容。对认真履行安全生产责任制并做出显著成绩的要给予表彰和奖励;对职责履行不好,安全生产目标不能实现的要进行处罚;对因玩忽职守而造成重大责任事故的必须严肃查处。

首先,落实好领导负责制,坚持“一把手”是安全生产的第一责任人,对安全生产负全面的领导责任,分管领导负具体的领导责任。其次,实行部门负责,加强专业指导、技术管理和技术监督。第三,实行岗位负责,把安全责任

落实到生产过程的每一个岗位和每一个环节，形成人人抓安全的局面。

4.2.2 加强施工方案的优化和施工安全技术措施的落实

工程技术人员应根据施工现场的自然环境条件、材料机具、劳力的供应情况，紧密结合工程实际，制定出最经济、最安全的施工方案，编制便于指导施工的施工组织设计和合理的进度计划。在施工前进行详细的安全、技术交底，施工中应经常深入现场，了解和掌握现场施工中存在的问题，不断改进施工方案和生产工艺，提高施工的安全性。对于比较特殊的施工部位(或工艺)，如模板支撑加固、吊装施工、深坑支护以及采用新的施工工艺等，必须经过专业技术人员的计算、分析和论证，制定出详细可行的实施方案，并加强检查和验收力度，确保技术上可行，安全上有保障。作为施工企业的工程技术人员，要经常深入施工现场进行指导，并结合现场实际，及时调整有关安全技术措施。在各道工序进行质量验收时，安全质量一定要摆在首位。因为没有安全，就无法保证正常的生产，更不要谈质量和效益。很多技术人员在检查验收时，往往会偏重于有关技术质量指标的检查，因为业主和监理最关心的正是这些方面。而作为施工单位的技术人员，其实更需要注重的恰恰是验收标准中的牢固性、稳定性等安全要求部分。在工序交接时，应明确各个工序的工作职责，在中间交接表上也可考虑增加安全施工交接一项，工序交接时也可邀请安全管理人员参加。美国的一项研究发现了一个很有价值的“10倍”规律^{〔4〕}：如果上道工序产品质量的缺陷的处理费用为“1”，那么等到一个工序完成时，相应缺陷所需的处理费用就为“10”，依次类推，到再下一道工序完成时，所需的处理费用将达到“100”，并由此兴起了“零缺陷”产品运动。如果我们对每道工序工作在安全方面也这样严格要求的话，事故必定会大大减少。

4.2.3 认真组织安全检查

安全检查是发现和消除事故隐患、交流经验、促进安全生产的有效措施。项目经理和管理人员要经常深入施工现场对安全技术措施、安全岗位责任制、现场安全管理制度的执行情况，根据建设部《建筑施工安全检查标准》(JGJ59-99)，对项目安全性作定量评价。安全检查形式分经常性、定期制度性、突击性、专业性和季节性等形式^{〔4〕}。对检查中发现的事故隐患要做到“定人、定时间、定措施”予以落实，整改完毕还须及时组织人员复检。为了确保今后不再出现类似事故隐患，项目部还应对检查中发现的重大事故隐患，按“四不放过”(事故原因调查不清不放过、事故责任不明不放过、事故责任者和群众未受到教育不放过、防范措施不落实不放过)原则处罚相关责任人。对易发生生产安全事故的特种设备、特殊场所和特殊施工工序，除安全管理部门的综合性检查外，应组织有专业技术人员参加的专业性安全检查。检查前应明确检查重点、检查手

段和检查方法，如对电气焊、起重、运输车辆、压力容器、易燃易爆场所、高空作业场所、深坑施工场所和专项安全技术措施等，必须进行全面检查和验收^{〔42〕}。发现问题要及时纠正处理，以确保安全生产。总之，工程技术人员作为直接组织生产、检查生产质量的重要成员，一定要时刻牢记安全，结合现场实际，用科学的方法指导生产，控制质量和安全，杜绝违章指挥、消除违章作业，为企业创造更好的社会效益和经济效益。

4.2.4 重视激励在安全管理中的应用

在安全管理中，管理的主体是人，客体也是人，管理的动力和最终目标都是人。在安全生产系统中，人的行为贯穿于生产过程的每一个环节。因此，只有使参与安全管理活动的人始终保持旺盛的士气、高扬的热情，安全管理才能实现好的绩效。

激励是管理的一项重要职能。激励的功能有：①提高工作绩效；②激发人的潜能；③激发人的工作热情与兴趣；④调动和提高人工作的自觉性、主动性与创造性。“一个企业的活力与人的被激励程度有着非常紧密的关系，激励可以强化一个人的动机，从而强化其行为，保持较高的工作效率；激励可以改变一个人的行为方向，使其行为符合社会的需要；激励手段的正确运用，有利于提高劳动者的素质”^{〔43〕}。在安全管理过程中，每个人都需要激励，包括自我激励、同事的激励、领导的激励等。

激励用于安全管理就会调动职工的安全生产积极性。在现代化企业的安全管理中，激励是调动职工安全生产积极性的核心问题。这种积极性是指人们对安全问题的重视和努力程度，体现在实现安全生产的自觉性、主动性和创造性上。人们的安全生产积极性是对安全活动、安全职责的一种活跃、能动、自觉的心理状态。它以安全观和安全态度为个人生产作业行为的最高调节器，以处于积极活跃状态的安全需要和动机为核心因素，并且含有对安全工作意义的认识及对实现安全目标可能带来结果的判断，以及对保障安全生产的兴趣、情感和意志因素等。

激励在安全管理中的应用主要有四种：

(1)工作激励

工作激励是指通过分配恰当的工作来激发职工内在的工作热情，委以恰当工作，激发职工内在的工作热情。对职工委以恰当的工作，以求激发职工的工作热情，这主要包括两方面的内容：一是工作的分配要尽量考虑到职工的特长和爱好，使人尽其才，人尽其用；同时还要使工作的要求既富有挑战性，又能为职工所接受。

(2)成果激励

正确评价工作，合理给予报酬，促进良性循环。在此基础上给每个职工以

合理的报酬，这也是激发职工积极性的一个重要因素。工作报酬有两种：一种是物质上的，另一种是精神上的。物质上的报酬主要指工资或奖金；精神上的报酬主要指通过各种形式的表扬，给予充分重视。从报酬的作用来分，可以分为正报酬(奖)与副报酬(惩)。无论是物质上的还是精神上的奖惩，都会影响人们的行为。因此要从工作报酬的角度来持续、有效地调动职工的积极性、激发职工的工作热情，关键是要正确使用奖和惩的措施，即要做到“赏罚分明，赏要合理，罚要合情”。

(3)批评激励

掌握批评武器，化消极为积极。在安全管理实践中，大量违规行为和不良现象都可通过批评来纠正。批评不像罚款和行政处分那样“无情”，它通过批评者与被批评者的语言和感情的交流，帮助违规者认识错误，产生信心，改正错误，从深层次上起到激励作用，化消极为积极因素。在使用批评这个武器时，为收到理想的效果，必须注意以下因素：明确批评目的、了解错误的事实、注意批评方法以及批评的效果。

(4)培训教育激励

职工在参加企业活动中的工作热情和劳动积极性通常与他们的自身素质有极大的关系。一般来说，自身素质好的人，进取精神较强，对高层次的追求较多，在工作中对自我实现的要求较高，因此，比较容易自我激励，能够表现出高昂的士气和工作热情。所以，通过教育和培训提高他们的自身素质，从而增强他们自我激励的能力，也是安全管理中领导者激励和引导下属行为时通常可以采用的一种重要手段。职工的素质包括思想政治觉悟和业务知识技能两个方面。因此，提高职工素质的激励方法也就主要表现在思想政治教育和业务技术知识和能力培训两个方面。

4.2.5 加强安全培训教育工作

安全教育工作要从两方面开展，一是对企业领导决策层的安全意识教育，提高其安全认识。二是对员工作业层的安全知识和技能教育，提高其自我保护能力。

做好建筑施工企业领导层的安全教育工作是搞好安全生产的关键一环。据统计，企业领导层安全意识淡薄、法制观念淡薄是安全事故发生的主要因素之一。企业领导层的安全生产意识提高了，才能为执行层起到表率作用，才能将安全生产教育培训工作列入议事日程，教育培训计划、经费得到支持和落实，执行层也才有动力抓安全生产工作。

建筑行业管理部门应为建筑施工企业的安全生产状况建立一个客观、有效的评价系统，每年度对各施工企业的安全生产状况进行评价。根据评价结果，对安全生产状况不好的施工企业强制要求其领导接受相应学时的安全教育培

训，对安全生产状况良好的企业领导可以少接受或不接受教育培训。教育培训的目的就是提高其安全意识，培训内容应以国家的安全生产方针政策、“以人为本”的安全思想、如何搞好企业安全生产工作等为主。

由于建筑施工是危险作业，对操作人员的安全教育除了提高其安全意识、法制意识和安全心理外，还应着重加强其安全技能的培训。当前工人的安全教育存在很多问题，教育流于形式，教学方法单一，内容枯燥，效果不佳等。

工人的安全教育可以从三方面进行^[44~46]。第一是利用工程间歇，由公司把工人统一在一起，进行集中的培训。教育方法除授课外还可以组织课堂讨论、观看行业安全事故及处理过程的录像、组织安全知识专题讲座、开事故教训现场会、印发安全宣传材料等多种深入浅出的宣传教育形式。第二是在工程施工现场，除了安全技术交底外，由施工队利用雨天、工程间歇等时间组织工人学习本工种的安全技能，或者组织一些安全知识竞赛活动等。第三是班组长在每天分配施工任务时，根据以往的经验并结合当天的实际任务，向工人交待安全注意事项，起到主动自我预防的目的。

目前，农民工已成为建筑施工的主力，从事施工第一线的具体工作。他们安全生产行为的好坏，直接影响建筑安全生产的形势。农民工的文化素质较低，自我防范意识不强、缺乏安全操作知识和技能、存在侥幸心理，有冒险蛮干的现象，所以他们在事故中往往既是肇事者，也是受害者。因此对农民工的安全教育显得尤为重要。

政府应勇于挑起对农民工的安全基础教育的责任。农民工应有一个准入制度的约束，从农民工转化为建筑工人也应有一个过程。输出劳务的当地政府作为受益者理应负起这个责任，对输出劳务进行初级培训教育。

建设主管部门应负起监管和指导的责任，要达到两个目的：①了解建筑业的安全风险；②掌握防范安全风险的基本技能，达到初级教育和规范的作用。

建筑企业的改革到目前已逐渐演变成管理型企业，而生产工人则由劳务分包单位提供。大力培育专业劳务公司，把零散的农民工纳入有序的劳务公司，对劳务公司进行资质评定、资格评审。通过劳务公司使得农民工达到第二级的安全教育，使农民工掌握专业的安全技术知识和安全政策法规等。

4.2.6 积极参与职业安全健康管理体系的认证与实施

职业安全健康管理体系(Occupational Safety and Healthy Standard Management System, OSHMS)是一套系统化、程序化，同时具有高度自我约束、自我完善机制的科学管理体系。职业安全健康管理体系包括为制定、实施、实现、评审和保持职业安全健康方针所需的组织机构、规划活动、职责、制度、程序、过程和资源。它的管理工作是通过“计划(策划)——实施与运行——检查与纠正措施——管理评审”，即PDCA循环的运行管理模式来实现^[47~48]。

职业安全健康管理体系的实施对我国的职业安全健康工作会产生积极的推动作用。施工企业应积极参与职业安全健康管理体系的认证与实施。

实施职业安全健康管理体系，有利于提高全民的安全意识。建立职业安全健康管理体系，要求对公司的员工进行系统的安全培训，并持续不断地进行培训效果的监督和检查，使每个员工都能积极参与公司的职业安全健康管理工作，随着体系的推广，将使全民的安全意识得到提高。

职业安全健康管理体系要求施工企业的各级组织不仅必须对遵守法律法规做出承诺，而且必须定期进行评审以判断其遵守情况，还规定必须有相应的制度来跟踪国家法律法规的变化，以保证企业的各级组织能够及时进行调整，从而持续有效地遵守各项法律法规。因此，实施职业安全健康管理体系能够促使施工企业的各级组织主动积极地遵守各项法律法规，从而推动职业安全卫生法律法规在施工现场上的贯彻执行。

实施职业安全健康管理体系，还可以强化企业的安全管理，完善企业安全生产的自我约束和激励机制，达到保护企业职工安全健康的目的，也有利于增强企业的市场竞争力。

20世纪80年代以来，一些发达国家率先开展了实施职业安全健康管理体系的活动。我国对职业安全健康管理体系标准化问题也十分重视。2001年11月颁发了《职业安全健康管理体系规范》，2001年12月国家经贸委制定发布了《职业安全健康管理体系指导意见》和《职业安全健康管理体系审核规范》，2003年国家安全生产监督管理局颁发了《建筑企业职业安全健康管理体系实施指南》和《小企业职业安全健康管理体系实施指南》，这些制度的出台，进一步推动了我国职业安全健康管理工作向科学化、规范化方向发展。

4.3 工程监理单位要落实安全监理制度

安全监理的目的是对工程建设中的人的不安全行为、物的不安全状态、作业环境的防护及施工全过程进行安全评价、动态监控管理和督察，并采取法律、经济、行政和技术手段，保证建设行为符合国家安全生产、劳动保护法律、法规和有关政策，制止建设行为中的冒险性、盲目性和随意性，督促落实各级安全生产责任制和各项安全技术措施，有效地把建设工程安全控制在允许的风险度范围以内，以确保安全性。

安全监理在我国的提出是在20世纪90年代，首先由上海市市政工程项目局在一些重大的市政建设项目中引入。1996年3月，上海市制定和颁布了《上海市市政工程安全监理暂行办法》，在全市市政工程领域试行安全监理制。经过几年运作，取得了良好的效果。随后，将市政工程领域的安全监理的成功经验在建设工程领域加以推广，2003年8月上海市建设和管理委员会印发了《关于实行建设工程安全监理制度的通知》，决定从2003年10月1日起，在全市建设

领域实行建设工程安全监理制度，要求工程监理单位在从事监理业务时必须对建设工程施工安全进行监理，同时，该通知还对监理单位工程安全监理的职责做出了规定。随后，在2004年又颁布了《上海市市政、公路工程建设安全监理工作质量检查评定办法》等几项规定。至此，上海市建设工程安全监理制度率先基本形成。

我国在2004年2月1日正式实施的《建设工程安全生产管理条例》中，明确了监理单位监理工程应承担的安全责任，即：工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准；工程监理单位在实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，应当要求施工单位整改，情况严重的，应当要求施工单位暂时停止施工，并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的，工程监理单位应当及时向有关主管部门报告；工程监理单位和监理工程师应当按照法律、法规和工程建设强制性标准实施监理，并对建设工程安全生产承担监理责任。

工程监理单位受建设单位的委托、授权，对工程的施工全过程实施监督，由工程监理单位对安全生产进行监督，承担生产安全监理责任，不仅符合国家建立工程监理制度的目的和要求，而且符合安全生产管理工作的需要，有利于控制和减少生产安全事故。

随着《建设工程安全生产管理条例》的颁布实施，监理单位在建设工程中所承担的安全责任已经法制化、规范化。安全监理已经成为监理单位主要工作内容之一，监理单位不仅要对建设单位负责，而且还应当承担国家法律、法规规定的和建设工程监理规范所要求的责任，积极贯彻落实安全生产方针政策，督促施工单位按照有关安全法律法规，落实各项安全技术措施，有效杜绝各类安全隐患，杜绝、控制和减少各类伤亡事故，实行安全生产。

在工程建设安全监理的主要工作内容方面，有以下是一些建议^[49]：

(1)执行现行的安全生产法律、法规以及建设行政主管部门的安全生产规章和标准；

(2)督促施工单位落实安全生产的组织保证体系，建立健全安全生产责任制；

(3)督促施工单位对工人进行安全生产教育，并对分部分项工程有针对性地进行安全技术交底；

(4)审查施工组织设计及其安全技术措施；

(5)检查并督促施工单位按照建筑施工安全技术标准和规范要求，制定并落实分部分项工程或各工序及关键部位的有针对性的安全技术措施；

(6)监督检查施工现场的消防工作、文明施工、卫生防疫、冬季防寒和夏季防暑等工作；

(7)定期或不定期的组织安全综合检查，提出处理意见并限期整改；

(8)及时处理各种安全隐患。

4.4 勘察、设计单位要积极参与安全管理

长期以来，建筑安全被认为是承包商的事情，其他与建设项目有关的各方的安全责任没有得到落实。直到2004年实施了《建设工程安全生产管理条例》，建设项目参与各方的安全责任才作了明确规定，承包商不再是唯一的承担安全法律责任的单位。凡参与工程建设的各方，包括勘察单位、设计单位、施工单位、监理单位等都应该承担各自的安全责任，都应积极参与到建筑安全管理中来。

勘察单位是通过对本建设项目的实地勘察，为建设单位提供真实、准确的勘察文件，以满足建设工程安全生产的需要。勘察单位在勘察作业时，应当严格执行操作规程，提供真实、准确的勘察结果。

设计单位提供的设计方案，将直接影响建筑安全。设计单位应当考虑施工安全操作和防护的需要，对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明，并对预防安全事故提出指导意见。采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程，设计单位应当在设计中提出保障施工作业人员安全和预防安全事故的措施建议。

4.5 建设单位要加强安全意识，规范自身的行为

近年来，从整顿和规范建筑市场秩序的情况发现，建设单位行为的不规范是导致建筑市场秩序混乱的重要根源之一。据统计，从2001年4月到2002年12月，全国共查处有建筑市场违法违规行为的单位有16952家，其中建设单位8671家，占51.15%^[60]。建设单位行为不规范会直接或间接地导致事故的发生。

建设单位作为工程项目的投资主体，在施工过程中有检查验收工程质量、控制工程进度、监督工程款项使用的权力，负责对各个环节进行综合管理，在整个工程建设活动中居于主导地位。因此，对建设单位的行为进行规范是确保安全生产的首要任务。

作为建设项目的投资方，建设单位往往是连接项目参与各方的纽带，其对安全的态度和行为，直接影响施工企业对安全的态度和行为。近年来，许多建设单位也开始意识到安全管理的重要性，意识到建筑伤亡事故的最终法律责任和经济损失实际上有一部分落到了建设单位的身上，若在项目管理中改善安全状况也会带来一些收益：如防止人员伤亡；提高现场工人的士气和劳动生产率；防止由于事故造成的法律责任及事故造成的间接费用增加而导致建设成本升高。所以，建设单位也越来越多地参与到建筑安全管理工作中来。

《建设工程安全生产管理条例》已经就建设单位的安全生产责任作了明确

规定，这就可以通过多种方式加以实施。首先，建设单位对雇用承包商有很大的自主权，可以在招标文件中，明确要求投标单位在编制投标书时，认真编写施工组织设计和安全设计，包括其安全目标及保证安全的措施和方法，在评标时，评委还要重点查看投标单位的安全设计，重视安全设计在施工过程中的作用，使建设单位在选择安全的承包商方面起到积极的作用。其次，在建设项目的施工过程中，建设单位可以监督承包商的安全措施落实情况。如积极参加施工现场的安全会议、到施工现场检查、要求施工单位定期进行安全检查并提供安全检查报告等。再者，建设单位应当积极地为安全生产提供保障措施，应当保证为工程项目的安全生产提供保证作业环境及安全措施所需的费用，提出合理的工期和造价，不得对勘察、设计、施工、监理等单位提出不符合建设工程安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求^[61]。如果建设单位压价太低，施工单位就不会或很少在安全方面投资；工期太短，施工单位要加班加点，很少花时间去组织安全教育和安全检查。这样，一方面工人劳动强度高，另一方面安全措施不到位，难免会出现事故。

第五章 建筑工程事故原因分析及事故预测模型

5.1 事故致因理论简介^[26~29]

事故致因理论是研究事故发生原因的理论，从而由此找到防止事故发生的方法和对策。事故致因理论是生产力发展到一定水平的产物。随着科学技术和生产方式的不断发展和变化，人们对安全观念和事故原因的认识不断深入，事故致因理论也不断发展和完善。

单因素理论是 20 世纪初期提出的事故致因理论，这也是最早的理论。1919 年，由格林伍德(M.Greenwood)和伍兹(H.Woods)提出了“事故频发倾向性格”论，后来又由纽伯尔德(Newbold)在 1926 年以及法默(Farmer)在 1939 年分别对其进行了补充。这一时期最著名的事故致因理论，就是 1936 年由美国人海因里希(Heinrich)所提出的事故因果连锁理论。海因里希的理论和事故频发倾向论一样，把事故的责任归因于工人。双因素理论的代表性论点则是 1957 年科尔提出的社会—环境模型，此理论认为导致事故有两个因素：个人和环境。20 世纪 50 年代以后，系统安全理论和方法的出现，使人们对事故致因理论有了新的认识，三因素理论逐渐取替了前两种理论。三因素理论的主要观点是：事故是由于人的不安全行为和物(机)的不安全状态以及环境的不良影响与干扰等叠加而成的。第二次世界大战后，分别于 1961 年和 1966 年，由吉布森(Gibson)提出、哈登(Haddon)引申的“能量异常转移”论认为：事故是一种不正常的，或不希望的能量释放，各种形式的能量构成伤害的直接原因。近十几年比较流行的“轨迹交叉论”认为：事故的发生不外乎是人的不安全行为(或失误)和物的不安全状态(或故障)两大因素综合作用的结果，即人、物的两大时空运动轨迹的交叉点就是事故发生的所在。随着事故致因理论的不断发展和完善，还相继出现了十几种具有代表性的理论。下面介绍几个典型的事故致因理论。

5.1.1 事故因果连锁理论

5.1.1.1 海因里希的事故因果连锁理论（多米诺骨牌事故理论）

1931 年美国的海因里希(Heinrich)在《工业事故的预防》一书中，阐述了事故的因果连锁理论。该理论认为，遗传及社会环境、人的失误(或缺点)、人的不安全行为或物的不安全状态是导致事故的连锁原因，就像著名的多米诺骨牌一样，一旦第一张倒下，就会导致第二张、第三张直至第五张骨牌依次倒下，最终导致事故和相应的损失，因此也称为多米诺骨牌理论，如图 5-1 所示。Heinrich 同时还指出，控制事故发生的可能性及减少伤害和损失的关键环节在于消除人的不安全行为和物的不安全状态，即移去中间的骨牌——防止人的不安全行为或消除物的不安全状态。从而中断事故连锁的进程，避免发生事故，如图 5-2 所示。

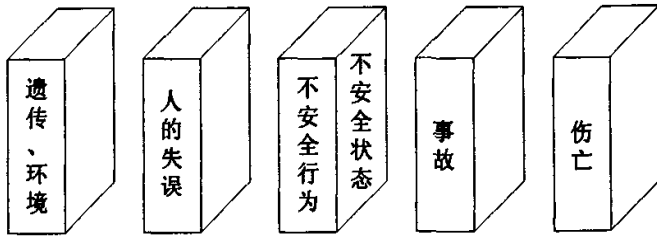


图 5-1 海里因希事故因果连锁理论图示

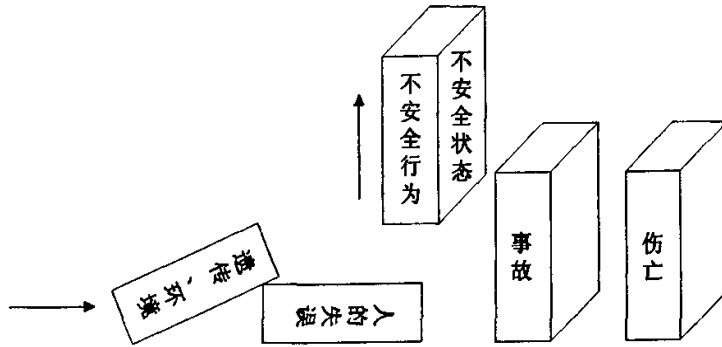


图 5-2 海里因希事故因果连锁中断图示

这一理论从产生开始就被广泛应用于安全生产工作之中，被奉为安全生产的经典理论，对后来的安全生产产生了巨大而深远的影响。但是，该理论把大多数工业事故的责任都归因于工人的过失，表现出时代的局限性，因而是片面的。

5.1.1.2 博德事故因果连锁理论

博德(F.Bird)在海因里希的事故因果连锁理论的基础上，提出了反映现代安全观点的事故因果连锁理论，如图 5-3 所示。

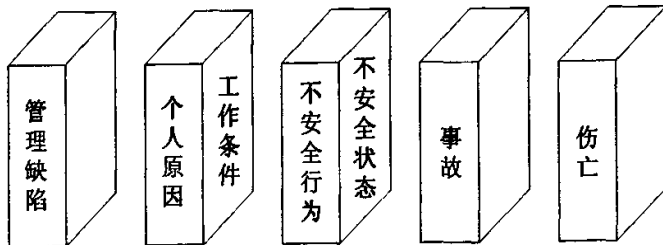


图 5-3 博德事故因果连锁理论图示

该理论认为事故因果连锁中最重要的因素是安全管理。对大多数企业来说，由于各种原因，完全依靠工程技术上的改进来预防事故既不经济，也不现实，只能通过专门的安全管理工作，经过长时间的努力，才能预防事故的发生。这也体现了该理论进步的一面。

5.1.1.3 亚当斯事故因果连锁理论

亚当斯提出了一种与博德理论类似的事故因果连锁理论，如图 5-4 所示。

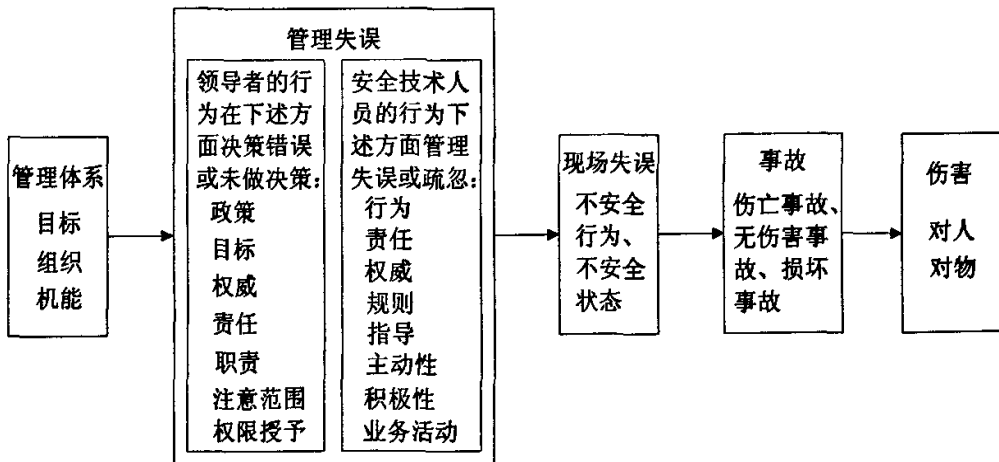


图 5-4 亚当斯事故因果连锁理论图示

该理论的核心在于，对现场失误的背后原因进行了深入研究，认为操作者的不安全行为及生产作业中的不安全状态等现场失误，是由于企业领导和安全技术人员的管理失误造成的。管理失误反映了企业管理体系中的问题，管理体系是企业安全问题的最深层次的原因。

5.1.1.4 北川彻三的事故因果连锁理论

前面几种事故因果连锁理论把考察范围局限在企业内部。实际上，工业伤害事故发生的原因是很复杂的，一个国家或地区的政治、经济、文化、科技发展水平等诸多社会因素对伤害事故的发生和预防都有着重要的影响。日本的北川彻三正是基于这种考虑，提出了另一种事故因果连锁理论，如图 5-5 所示。

该理论中，基本原因中的各个因素，超出了企业安全工作范围，但是，充分认识这些因素，对综合利用可能的科学技术、管理手段来改善间接原因因素，达到预防事故发生的目的，是十分重要的。

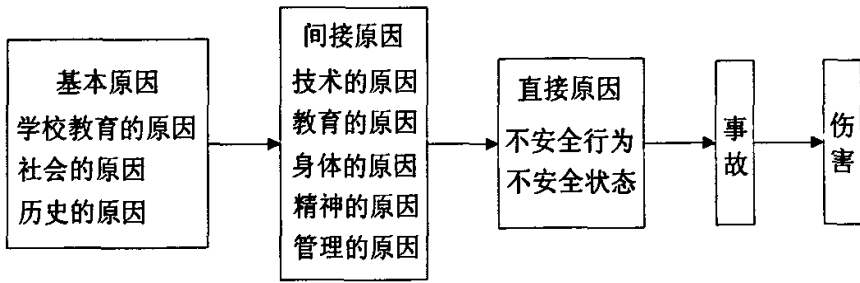


图 5-5 北川彻三事故因果连锁理论图示

5.1.2 能量意外释放理论

能量意外释放理论认为，如果由于某种原因能量失去了控制，超越了人们设置的约束而意外地逸出或释放，则称发生了事故。美国的札别塔斯基(Michael Zabetakis)依据能量意外释放理论，建立了一个事故因果连锁模型(见图 5-6)。

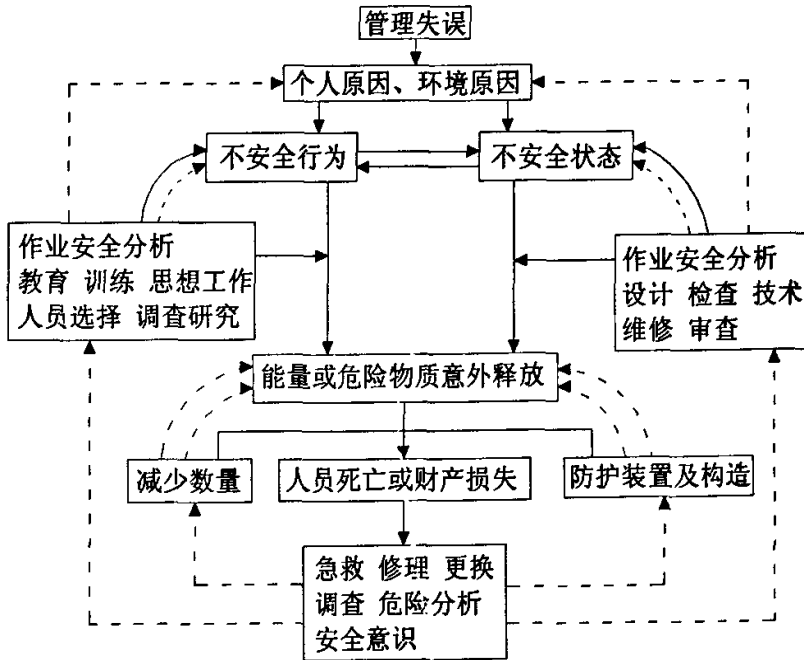


图 5-6 能量观点的事故因果连锁模型

模型认为，能量或危险物质的意外释放是伤害的直接原因。人的不安全行为和物的不安全状态是导致能量意外释放的直接原因，它们是管理欠缺、控制不力、缺乏知识，对存在的危险估计错误，或其他个人因素等基本原因的征兆。事故发生的基本原因包括三个方面的问题：①企业领导者的安全政策及决策，涉及生产及安全目标，职业配置，信息利用，责任及职权范围，职工的选择，教育培训，安排、指导和监督，信息传递，设备装置及器材的采购、维修，正

常时和异常时的操作规程，设备的维修保养等。②个人因素，包括能力、知识、训练、动机、行为、身体及精神状态、反应时间、个人兴趣等。③环境因素。

5.1.3 轨迹交叉理论

轨迹交叉理论认为，在事故发展过程中，人的因素的运动轨迹与物的因素的运动轨迹的交点，就是事故发生的时间和空间。轨迹交叉理论如图 5-7 所示。

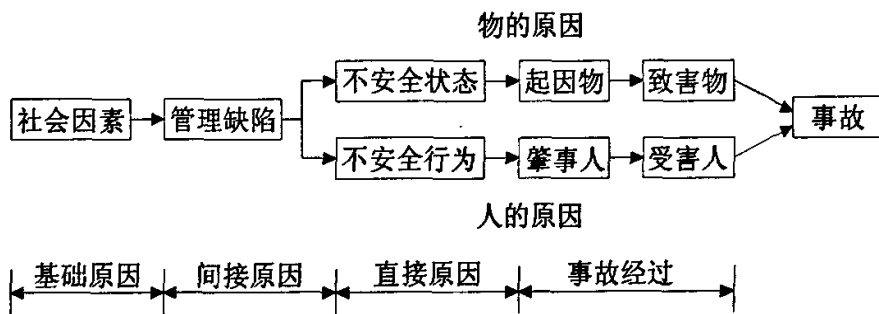


图 5-7 轨迹交叉论的事故因果连锁理论图示

按照事故致因理论，事故的发生、发展过程可以描述为：基本原因→间接原因→直接原因→事故→伤害。从事物发展运动的角度，这样的过程可以被形容为事故致因因素导致事故的运动轨迹。

人的因素的运动轨迹是：①遗传、社会环境或管理缺陷；②由于①造成的心理、生理上的弱点，安全意识低下，缺乏安全知识和技能等；③人的不安全行为。

物的因素的运动轨迹是：①设计、制造缺陷；②使用、维修保养过程中潜在的或显现的故障、毛病；③物的不安全状态。

人的因素的运动轨迹与物的因素的运动轨迹的交点，即人的不安全行为和物的不安全状态，同时、同地出现，则将发生事故。但实际事故并非简单地按照上述的人、物两条轨迹进行，而是呈现非常复杂的因果关系。轨迹交叉论强调人的因素、物的因素在事故致因中占有同样重要的地位。按照该理论，可以通过避免人与物两种因素运动轨迹交叉，即避免人的不安全行为和物的不安全状态的同时、同地出现，来预防事故的发生。

5.2 建筑伤亡事故的主要类型及事故形成的原因

虽然在过去的几十年中建筑业事故率已经有大幅度的下降，但目前的安全形势仍然严峻，伤亡事故时有发生，安全水平仍然有待进一步提高。通过重点调查和研究建筑伤亡事故发生的规律，找出导致事故发生的主要原因，是提高建筑安全水平的方法之一。

通过对我国 2004 年发生的建筑伤亡事故的分析可知，事故的主要类型有高处坠落、坍塌、物体打击、电击伤害、机具伤害等，各类型伤亡事故及死亡人数的比例如图 5-8 所示^[2]。

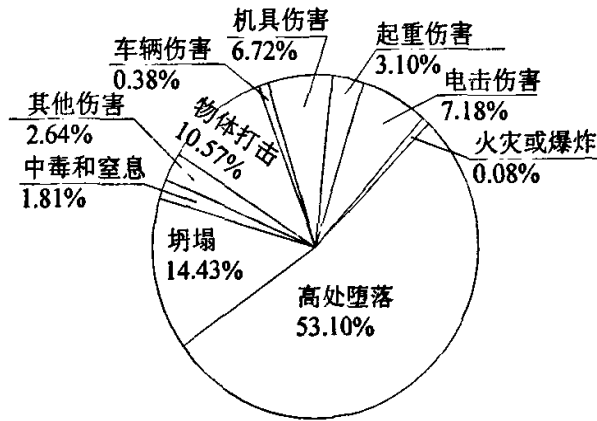


图 5-8 2004 年我国建筑业各类型事故死亡人数比例

分析事故发生的主要原因，可以归结为 4 类因素，可称为“3M1E”因素，即：人(Men)、物(Machine or Matter)、环境(Environment)和管理(Management)。其中各类因素还包括多个子因素，建筑安全事故的主要原因因素层次如图 5-9 所示。

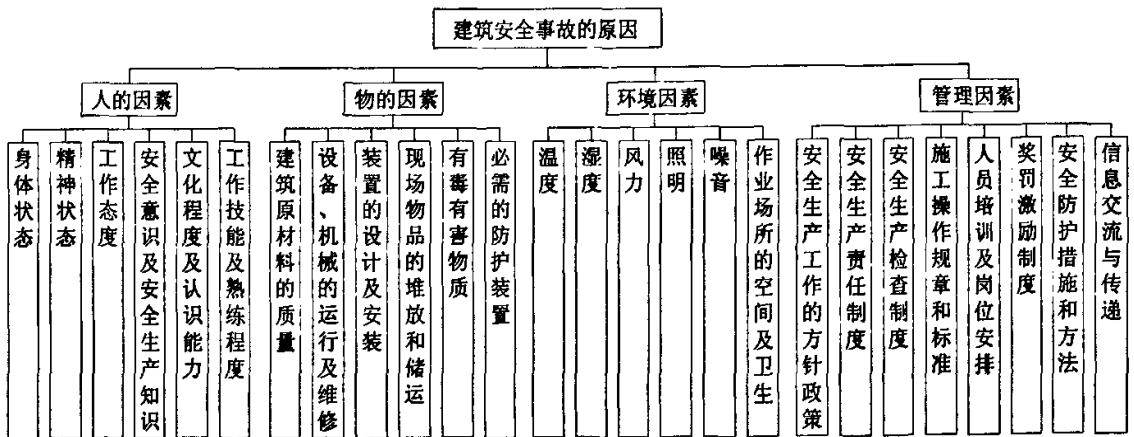


图 5-9 建筑安全事故的原因因素层次图

1. 人的因素 (Men)

人的因素是指人的不安全行为，是事故产生的最直接因素。人的不安全行为可以导致物的不安全状态，导致不安全的环境因素被忽略，也可能出现管理上的漏洞和缺陷，还可能造成事故隐患并触发事故的发生。具体的不安全行为

如：操作失误、以不安全的速度作业、用手代替工具操作；不按规定使用防护用品、不安全着装；使用不安全设备；物体的摆放不安全等。

人的因素又可分为：一是教育原因，包括缺乏基本的文化知识和认识能力，缺乏安全生产的知识和经验，缺乏必要的安全生产技术和技能；二是身体原因，包括生理状态或健康状态不佳，如听力、视力不佳，反应迟钝，疾病，疲劳等生理机能障碍等；三是态度原因，缺乏对工作的积极和认真的态度，如怠慢、反抗、不满等情绪，消极或亢奋的工作态度等。

2. 物的因素 (Machine or Matter)

物的因素是指物的不安全状态，也是事故发生的直接原因。导致事故发生的物的因素不仅包括机器设备的原因，而且还包括如钢筋等物质的堆放或储运不当的因素、脚手架等装置的设计或安装质量等。物的不安全状态往往又是由人的不安全行为导致的。

3. 环境因素 (Environment)

环境因素是指环境的不良状态。不良的生产环境会影响人的行为，同时对机械设备也产生不良的作用。由于建筑生产活动中露天作业比较多，同时，随着建筑技术的深地下、高空化发展，地下施工、水下施工明显增多，因此受到环境因素的影响比较明显。环境因素包括气候、温度、自然地理条件等方面。此外，人文环境也是一个不容忽视的方面。在一个良好的安全氛围中，人人讲安全，人人重视安全，安全生产也就有了保障。

4. 管理因素 (Management)

人的不安全行为和物的不安全状态，往往只是事故直接和表面的原因，深入分析可以发现，发生事故的根源在于管理的缺陷或漏洞。英国健康与安全执行局 (Health and Safety Executive, HSE) 统计表明，工作场所 70% 的致命事故是由于管理失控造成的；根据我国上海市历年重大伤亡事故抽样分析，92% 的事故是由于管理混乱或管理不善引起的。环境因素的影响是不可避免的，但是，通过适当的管理，选择适当的措施可以把影响程度降到最低。导致安全事故的管理因素主要包括企业主要领导者对安全不重视，组织结构和人员配备不完善，安全规章制度不健全，安全操作规程缺乏或执行不力等。

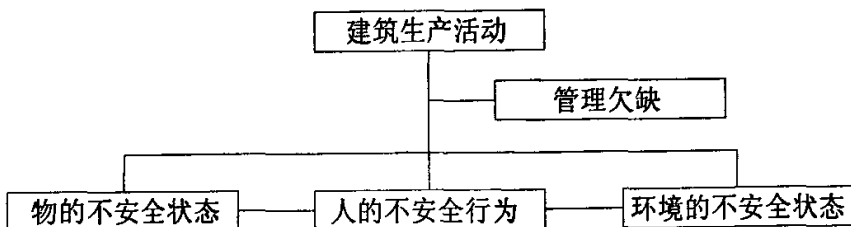


图 5-10 “3MIE”因素之间的关系

“3M1E”因素之间的关系如图 5-10 所示。由于管理的欠缺，造成了人的不安全行为的出现，进而导致物的不安全状态或环境的不安全状态的出现，最终导致安全生产事故的发生。因此，搞好建筑安全生产管理工作，重在改善和提高建筑安全管理。

5.3 预测的概念及事故预测在安全管理中的重要意义

5.3.1 预测的概念及方法

预测就是由过去和现在推测未来，由已知推测未知，也就是运用各种知识和手段，分析研究历史资料和调研资料，对事物发展趋势或可能的结果进行事先的推测和估计。

预测是人类思维发展的产物，预测水平随着社会文化的发展而不断提高。古代的预测虽不乏成功之例，但几乎都属于经验性预测。现代的预测越来越科学化，现代预测是在调查成果的基础上，通过对有关历史与现状的信息资料的分析研究，探索、揭示其中发展变化的规律，然后根据规律，应用一定的预测技术，推断未来一定时期内发展前景、趋势，得出符合逻辑的结论，为决策提供可靠的依据。

预测根据采用方法的不同可分为定性预测和定量预测。

定性预测法又称为经验判断预测法或主观、直观判断预测法，是主要靠预测者的经验、知识及综合判断能力，以定性分析技术为主的预测方法。其特点是：简便、通用、灵活、经济，有利于调动人的积极性；但缺乏严格论证，受主观因素影响大，容易片面，结果往往因人而异。它适用于：对影响因素极为复杂多变、综合抽象程度高，涉及社会心理因素多、难以量化，且具有新颖性、长期性、战略性的事物的预测；在缺乏定量数据，缺乏数学、统计知识和计算手段的情况下进行预测；时间紧，且对预测精度要求不高时进行预测。如：专家会议法、Delphi（德尔菲）法。

定量预测是又称为数学模型预测法或客观、统计分析预测法，是以定量分析技术为主的预测方法。其特点是：较精确、可靠、稳定、科学，但较复杂、机械、往往费时、费力，成本较高。适用范围有限，一般适用于对变化较有规则、可量化的和具有短期性、战术性的事物的预测，以及在数据资料充足、完备、准确，并具有必要的数学、统计知识和计算手段的情况下进行精度要求较高的预测，当然运用此方法仍需结合定性分析。定量预测方法包括时间序列分析法（如移动平均法和指数平滑法）、因果分析法（如回归预测法）、马尔柯夫链预测法、灰色系统预测法等。在事故预测中应尽量采用定量预测方法。

安全预测是对系统未来的安全状况进行预测，通过预测可以掌握一个企业或部门事故的变化趋势，协助制定政策、发展规划与技术方案。安全预测根据预测的对象可分为宏观预测和微观预测。宏观预测是研究一个企业或部门未来

一个时期伤亡事故的变化趋势；微观预测是具体研究系统的某种危险源能否导致事故、事故的发生概率及其危险程度^[52]。本文对建筑工程事故进行了宏观预测，分别应用灰色理论和神经网络理论对建筑施工伤亡事故进行了预测分析。

5.3.2 事故预测在安全管理中的重要意义

传统的安全管理实质上是被动的事故管理，忽视了事故发生之前，每一个工作环节潜在的危險，工作重点没有从事事故的追查转变到事前的安全预测，这就使“安全第一，预防为主”的工作方针很难落到实处。

事故分析是对已经形成的伤害结果和经济损失后果的分析，这对总结教训、重视预防工作是必要的。但要真正贯彻落实“安全第一，预防为主”的安全生产方针，就必须开展安全预测工作。加强事故预测，研究事故发生、发展规律，对政府安全生产管理宏观决策，建筑施工企业提高安全管理水平，以及提高全社会对事故规律的认识，都具有重要的意义。

5.4 基于灰色理论的建筑工程事故预测模型

5.4.1 灰色理论及预测模型的建立

灰色系统(Grey System)理论是我国著名学者邓聚龙教授20世纪80年代初创立的一种兼备软硬科学特性的新理论。该理论将信息完全明确的系统定义为白色系统，将信息完全不明确的系统定义为黑色系统，将信息部分明确、部分不明确的系统定义为灰色系统。

灰色预测法是一种对含有不确定因素的系统进行预测的方法。灰色预测是应用灰色模型GM(1, 1)对灰色系统进行分析、建模、求解和预测。灰色预测理论具有要求样本数据量少、实用、精确的特点，对于安全事故受政策影响和人为干扰、以及其他各种原因导致的事故样本量少的情况具有优势。

灰色预测主要包括数列预测、区间预测、灾变预测、拓扑预测和系统预测。这些预测方法在实际中已得到广泛的应用。

下面简要介绍灰色预测基本原理^[53~55]：

第一步：级比检验，建模可行性分析：

依据分析对象(如事故总量、行业事故或企业事故)的历年事故样本数据建立原始数据数列：

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (5-1)$$

验算级比 $\sigma^{(0)}(k) = \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)}$ ($k=1, 2, \dots, n$)，若 $\sigma^{(0)}(k) \in (e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}})$ ，则数列 $x^{(0)}$

可以作GM(1, 1)建模。

第二步：对上述数列进行如下式(5-2)的一次累加处理：

$$x^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^k x^{(0)}(j) \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (5-2)$$

生成数列：

$$x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n)\} \quad (5-3)$$

第三步：建立白化形式的方程，即GM(1, 1)模型对应的一阶微分方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (5-4)$$

式中 a 为发展系数， b 为灰色作用量，均为待求参数。

第四步：按最小二乘法，求得微分方程系数向量

$$\bar{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N \quad (5-5)$$

其中： $Y_N = \{x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), x^{(0)}(4), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (5-6)$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)) & 1 \end{bmatrix} \quad (5-7)$$

第五步：求解微分方程，即可得预测模型：

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (k=0,1,\dots,n-1) \quad (5-8)$$

第六步：对生成模型做一次累减，即可还原为原始数列的预测结果：

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) = (1 - e^a)(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} \quad (5-9)$$

第七步：将模型计算值与原始数列实际值进行比较，计算残差：

$$\varepsilon^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k) \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (5-10)$$

第八步：GM(1, 1)模型的精度检验，可采用“后验差检验法”检验预测模型。具体内容包括：

求原始数列平均值： $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k) \quad (5-11)$

求原始数列的方差： $S_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x^{(0)}(k) - \bar{x})^2 \quad (5-12)$

$$\text{求残差的平均值: } \bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon^{(0)}(k) \quad (5-13)$$

$$\text{求残差的方差: } S_2^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\varepsilon^{(0)}(k) - \bar{\varepsilon})^2 \quad (5-14)$$

$$\text{求后验差比值 } C \text{ 及小误差概率 } P: C = \frac{S_2}{S_1} \quad (5-15)$$

$$P = P\left\{|\varepsilon^{(0)}(k) - \bar{\varepsilon}| < 0.6745S_1\right\} \quad (5-16)$$

还可采用“残差检验”，这是一个逐点检验方法，定义相对误差 Δ_k ，平均相对误差 $\Delta(\text{avg})$ 与精度 p^0 如下：

$$\Delta_k = \frac{|\varepsilon(k)|}{x^{(0)}(k)} \times 100\% = \frac{|x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)|}{x^{(0)}(k)} \times 100\% \quad (5-17)$$

$$\Delta(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\Delta_k| \quad (5-18)$$

$$p^0 = (1 - \Delta(\text{avg})) \times 100\% \quad (5-19)$$

对于 Δ_k ，一般要求 $\Delta_k < 20\%$ ，最好 $\Delta_k < 10\%$ ；对于 p^0 ，一般要求 $p^0 > 80\%$ ，最好 $p^0 > 90\%$ 。

按照 C 、 P 、 Δ_k 、 p^0 的大小，可将预测精度分为4个等级，各等级的标准如表5-1所示。

表 5-1 预测精度等级表

| 预测精度 | 好 | 合格 | 基本合格 | 不合格 |
|------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| C | $C \leq 0.35$ | $0.35 < C \leq 0.5$ | $0.5 < C \leq 0.65$ | $0.65 < C$ |
| P | $P \geq 0.95$ | $0.95 > P \geq 0.8$ | $0.8 > P \geq 0.7$ | $0.7 > P$ |
| Δ_k | $\Delta_k \leq 1\%$ | $1\% < \Delta_k \leq 5\%$ | $5\% < \Delta_k \leq 10\%$ | $10\% < \Delta_k$ |
| p^0 | $p^0 \geq 99\%$ | $99\% > p^0 \geq 95\%$ | $95\% > p^0 \geq 90\%$ | $90\% > p^0$ |

在实际建模中，原始数据序列的数据不一定全部用来建模。在原始数据序列中取出一部分数据，就可以建立一个模型。一般采用的模型有全数据模型、新息模型和新陈代谢模型，定义如下：

设原始数据序列为：

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)\}$$

① 用 $x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$ 建立的GM(1, 1)模型成为全数据模型；

② 设 $x^{(0)}(n+1)$ 为最新信息，将 $x^{(0)}(n+1)$ 置入 $x^{(0)}$ ，称为用

$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n), x^{(0)}(n+1)\}$ 建立的新息模型:

③ 置入最新信息 $x^{(0)}(n+1)$, 去掉老信息 $x^{(0)}(1)$, 称为用 $x^{(0)} = \{x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n), x^{(0)}(n+1)\}$ 建立的新陈代谢模型。

为提高GM(1, 1)模型的预测精度, 还可以采用灰色优化模型GOM模型。将GM(1, 1)模型中的 $x^{(1)}(k)$ 换为 $x^{(1)}(k) + c$ 所得的新模型称为GOM模型, 其思路是: 首先利用GM(1, 1)模型得到模型参数 a, b ; 然后对累加生成序列 $x^{(1)}$ 作平移变换以提高精度, 平移值 c 与模型精度之间存在某种数量关系; 最后通过建立优化模型得到最优的平移值 c 。 c 如下式:

$$c = \frac{e^a + 1}{1 - e^{-2(n-1)a}} \sum_{k=1}^{n-1} \varepsilon^{(0)}(k+1)e^{-ak} \quad (5-20)$$

其中 a 与 $\varepsilon^{(0)}(k+1)$ 分别为原GM(1, 1)模型中的发展系数和残差。

5.4.2 事故灰色预测模型的应用

表 5-2 某建筑施工企业 1998~2005 年事故伤亡人数统计资料

| 年 份 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 时间序列 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 伤亡人数 | 28 | 27 | 23 | 19 | 16 | 15 | 13 | 12 |

表 5-2 为某建筑施工企业 1998~2005 年在施工过程中发生事故而导致的伤亡人数统计数据, 以此数列为例, 应用灰色预测法, 预测 2006 年的伤亡人数。

设原始数据序列为 $x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(7)\}$, 2005 年的数据 $x^{(0)}(8)$ 是最新信息。

取数据序列分别为:

① 新息数列, $x^{(0)} = \{28, 27, 23, 19, 16, 15, 13, 12\}$;

② 全数据数列, $x_1^{(0)} = \{28, 27, 23, 19, 16, 15, 13\}$;

③ 新陈代谢数列, $x_2^{(0)} = \{27, 23, 19, 16, 15, 13, 12\}$ 。

下面以新息模型为例说明预测模型的应用。同理可计算出全数据模型和新陈代谢模型的预测结果。

第一步: 级比检验。

建立死亡人数新息数据序列为:

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(8)\} = \{28, 27, 23, 19, 16, 15, 13, 12\};$$

求级比 $\sigma^{(0)}(k)$:

$$\sigma^{(0)} = (\sigma^{(0)}(2), \sigma^{(0)}(3), \dots, \sigma^{(0)}(8)) = (1.0370, 1.1739, 1.2105, 1.1875, 1.0667, 1.1538, 1.0833)$$

由于所有的级比 $\sigma^{(0)}(k) \in (e^{-\frac{2}{8+1}}, e^{\frac{2}{8+1}}) = (0.800737, 1.248849)$, $k = 2, 3, \dots, 8$ 。故可以用 $x^{(0)}$ 可以作 GM(1, 1) 建模。

第二步：对上述数列进行如下式的一次累加处理：

$$x^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^k x^{(0)}(j) \quad (k = 1, 2, \dots, 8)$$

生成数列：

$$x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(8)\} = \{28, 55, 78, 97, 113, 128, 141, 153\}$$

第三步：应用 Excel 编公式计算或 MATLAB 编程计算参数 a , b 。计算结果为： $a = 0.144205$, $b = 32.32919$ 。

第四步：建立模型。

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + 0.144205x^{(1)} = 32.32919$$

第五步：得出预测模型。

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} + \frac{b}{a}$$

第六步：对生成模型做一次累减，即可还原为原始数列的预测结果。

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k) = (1 - e^a)(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} = 30.43302e^{-0.144205k}$$

取 $k = 1, 2, \dots, 7$, 得

$$\hat{x}^{(0)} = (\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(8)) = (28, 26.3, 22.8, 19.7, 17.1, 14.8, 12.8, 11.1)$$

第七步：将模型计算值与原始数列实际值进行比较，计算残差：

$$\varepsilon^{(0)} = (\varepsilon^{(0)}(1), \varepsilon^{(0)}(2), \dots, \varepsilon^{(0)}(8)) = (0, 0.7, 0.2, -0.7, -1.1, 0.2, 0.2, 0.9)$$

第八步：GM(1, 1)模型的精度检验，采用“残差检验”和“后验差检验法”检验预测模型。

各模型计算结果见表 5-3，得出 2006 年的预测伤亡人数为 10 人。

新息模型的计算、检验结果见表 5-4，全数据模型的计算、检验结果见表 5-5，新陈代谢模型的计算、检验结果见表 5-6。三种模型的精度比较见表 5-7。

表 5-3 灰色预测各模型计算结果

| 模型 | 预测结果 | 2006 年预测值 |
|--------|---|-----------|
| 新息模型 | $x^{(0)}(k+1) = 30.43302e^{-0.144205k}$ | 9.6 |
| 全数据模型 | $x_1^{(0)}(k+1) = 30.94879e^{-0.152079k}$ | 9.2 |
| 新陈代谢模型 | $x_2^{(0)}(k+1) = 25.40399e^{-0.134212k}$ | 9.9 |

表 5-4 新息模型计算、检验结果

| 序号 | 年份 | 原始值 | 模型值 | 残差 | 相对误差 | 精度 |
|-------|------|-----------------|------|------|--------|--------|
| 1 | 1998 | 28 | 28 | 0 | 0 | 100% |
| 2 | 1999 | 27 | 26.3 | 0.7 | 2.59% | 97.41% |
| 3 | 2000 | 23 | 22.8 | 0.2 | 0.87% | 99.13% |
| 4 | 2001 | 19 | 19.7 | -0.7 | -3.68% | 96.32% |
| 5 | 2002 | 16 | 17.1 | -1.1 | -6.88% | 93.12% |
| 6 | 2003 | 15 | 14.8 | 0.2 | 1.33% | 98.67% |
| 7 | 2004 | 13 | 12.8 | 0.2 | 1.54% | 98.46% |
| 8 | 2005 | 12 | 11.1 | 0.9 | 7.5% | 92.5% |
| 平均精度 | | $p^0 = 96.52\%$ | | | | |
| 后验差比值 | | $C = 0.107$ | | | | |
| 小误差概率 | | $P = 100\%$ | | | | |

表 5-5 全数据模型计算、检验结果

| 序号 | 年份 | 原始值 | 模型值 | 残差 | 相对误差 | 精度 |
|-------|------|-----------------|------|------|--------|--------|
| 1 | 1998 | 28 | 28 | 0 | 0 | 100% |
| 2 | 1999 | 27 | 26.6 | 0.4 | 1.48% | 98.52% |
| 3 | 2000 | 23 | 22.8 | 0.2 | 0.87% | 99.13% |
| 4 | 2001 | 19 | 19.6 | -0.6 | -3.16% | 96.84% |
| 5 | 2002 | 16 | 16.8 | -0.8 | -5% | 95% |
| 6 | 2003 | 15 | 14.5 | 0.5 | 3.33% | 96.67% |
| 7 | 2004 | 13 | 12.4 | 0.6 | 4.62% | 95.38% |
| 平均精度 | | $p^0 = 96.92\%$ | | | | |
| 后验差比值 | | $C = 0.098$ | | | | |
| 小误差概率 | | $P = 100\%$ | | | | |

表 5-6 新陈代谢模型计算、检验结果

| 序号 | 年份 | 原始值 | 模型值 | 残差 | 相对误差 | 精度 |
|----|------|-----|------|------|--------|--------|
| 1 | 1999 | 27 | 27 | 0 | 0 | 100% |
| 2 | 2000 | 23 | 22.2 | 0.8 | 3.48% | 96.52% |
| 3 | 2001 | 19 | 19.4 | -0.4 | -2.11% | 97.89% |

| | | | | | | |
|-------|------|-----------------|------|-----|--------|--------|
| 4 | 2002 | 16 | 17 | -1 | -6.25% | 93.75% |
| 5 | 2003 | 15 | 14.9 | 0.1 | 0.67% | 99.33% |
| 6 | 2004 | 13 | 13 | 0 | 0 | 100% |
| 7 | 2005 | 12 | 11.4 | 0.6 | 5% | 95% |
| 平均精度 | | $p^0 = 97.08\%$ | | | | |
| 后验差比值 | | $C = 0.093$ | | | | |
| 小误差概率 | | $P = 100\%$ | | | | |

表 5-7 三种模型的精度比较

| 模型 | 模拟值 | | 残差 | | 相对误差 | |
|--------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------|------------|
| | $\hat{x}^{(0)}(7)$ | $\hat{x}^{(0)}(8)$ | $\varepsilon^{(0)}(7)$ | $\varepsilon^{(0)}(8)$ | Δ_7 | Δ_8 |
| 新息模型 | 12.8 | 11.1 | 0.2 | 0.9 | 1.54% | 7.5% |
| 全数据模型 | 12.4 | — | 0.6 | — | 4.62% | — |
| 新陈代谢模型 | 13 | 11.4 | 0 | 0.6 | 0 | 5% |

由表 5-7 可见, 对于 $x^{(0)}(7)$ 的模拟精度, 新息 GM(1, 1)模型和新陈代谢 GM(1, 1)模型都比全数据 GM(1, 1)模型的精度高。这表明新息 GM(1, 1)模型和新陈代谢 GM(1, 1)模型的预测效果比全数据 GM(1, 1)模型的预测效果好。

对 $x^{(0)}(8)$ 的模拟精度, 新陈代谢 GM(1, 1)模型的精度高于新息 GM(1, 1)模型。从预测角度看, 新陈代谢 GM(1, 1)模型最理想的模型。随着系统的发展, 老数据的信息意义将逐步降低, 在不断补充新信息的同时, 及时去掉老信息, 建模序列更能反映系统最新的特征。

5.5 基于 BP 神经网络的建筑工程事故预测模型

在建筑工程施工中, 影响安全状况的因素可以归结为 4 类因素, 即“3M1E”因素, 包括: 人 (Men)、物 (Machine or Matter)、环境 (Environment) 和管理 (Management)。每个因素又包括若干个子因素, 这些因素之间互相联系, 互相影响。建筑施工伤亡事故的预测还可以通过由各因素构成的安全预测综合指标体系, 建立 BP 神经网络预测模型来预测。将基于时间序列的人工神经网络应用于事故预测, 能克服传统预测方法的一些缺陷, 避免了复杂的数学推导, 能快速、准确地得到预测结果。

5.5.1 BP神经网络理论及预测模型的建立

1. BP神经网络理论及数学模型

人工神经网络是基于模仿大脑的结构和功能而构成的一种信息处理系统。它能从已知数据中自动的归纳规律，具有很强的非线性映射能力，还有自适应、自训练学习、自组织和容错能力等优点。人工神经网络已经广泛的应用于模式信息处理和模式识别、信息智能化处理、信号处理、最优化问题计算及复杂控制等很多领域。

人工神经网络由许多神经元组成，各神经元之间不同的连接方式构成了不同的神经网络模型，BP (Back-Propagation Network, 简称BP网络)神经网络是其中之一，即反向传播网络，其结构分为输入层、隐含层和输出层。三层BP网络模型是由输入层、一个隐含层和输出层组成。BP算法是由两部分组成：信息的正向传播与误差的反向传播。在正向传播过程中，输入信息从输入层传入，经隐含层逐层处理后传向输出层。若输出层的实际输出与期望的输出不符，则转入误差的反向传播阶段。计算输出层的误差变化值，然后反向传播，通过网络将误差信号沿原来的连接通路反传回来修改各层神经元的权值。这种信号正向传播与误差反向传播的各层权值调整过程，是周而复始地进行的。权值不断调整的过程，也就是网络的学习训练过程。此过程一直进行到网络输出的误差减少到可接受的程度，或进行到预先设定的学习次数为止。

三层BP神经网络的数学模型如下^{【56~57】}：

设输入向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)^T$ ，隐含层输出向量 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m)^T$ ，输出层输出向量 $O = (o_1, o_2, \dots, o_k, \dots, o_l)^T$ ，期望输出向量 $d = (d_1, d_2, \dots, d_k, \dots, d_l)^T$ 。输入层到隐含层之间的权值矩阵用 V 表示， $V = (v_1, v_2, \dots, v_j, \dots, v_m)$ ，其中列向量 V_j 为隐含层第 j 个神经元对应的权向量，隐含层到输出层之间的权值矩阵用 W 表示， $W = (w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_l)$ ，其中列向量 W_k 为输出层第 k 个神经元对应的权向量。

$$\text{隐含层中第 } j \text{ 个神经元的输出为： } y_j = f1\left(\sum_{i=1}^n v_{ij} x_i\right) \quad (5-21)$$

$$\text{输出层中第 } k \text{ 个神经元的输出为： } o_k = f2\left(\sum_{j=1}^m w_{jk} y_j\right) \quad (5-22)$$

$$\text{定义输出误差为： } E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^l (d_k - o_k)^2 \quad (5-23)$$

(5-21)、(5-22)两式中， $f(x)$ 为激活函数，其中隐含层激活函数 $f1$ 为 Sigmoid 函数 $f(x) = 1/(1+e^{-x})$ ，输出层激活函数 $f2$ 为线性函数。由(5-23)可以看出网络输出误差 E 是各层权值 w_{jk} 、 v_{ij} 的函数，因此使权值的调整量与误差的负梯度成正比就可以调整权值使误差不断地减小。输出层的权值调整量为 Δw_{jk} ，隐含层的

权值调整量为 Δw_{jk} ，计算公式如下：

$$\Delta w_{jk} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{jk}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial o_k} \times \frac{\partial o_k}{\partial w_{jk}} = \eta (d_k - o_k) y_j = \eta \delta_{jk} y_j \quad (5-24)$$

$$\Delta v_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial v_{ij}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial o_k} \times \frac{\partial o_k}{\partial y_j} \times \frac{\partial y_j}{\partial v_{ij}} = \eta \sum_{k=1}^l (d_k - o_k) w_{jk} y_j (1 - y_j) x_i = \eta \delta_{ij} x_i \quad (5-25)$$

(5-24)、(5-24)两式中负号表示梯度下降，常数 $\eta \in (0,1)$ 表示学习率。 δ_{jk} 、 δ_{ij} 为误差信号，则有：

$$\delta_{jk} = (d_k - o_k), \quad \delta_{ij} = \sum_{k=1}^l \delta_{jk} w_{jk} y_j (1 - y_j) \quad (5-26)$$

2. 基于 BP 神经网络的事事故预测模型

通过分析影响事故的原因因素，结合实际的安管理工作实践，建立建筑工程事故预测综合指标体系，如图 5-11。

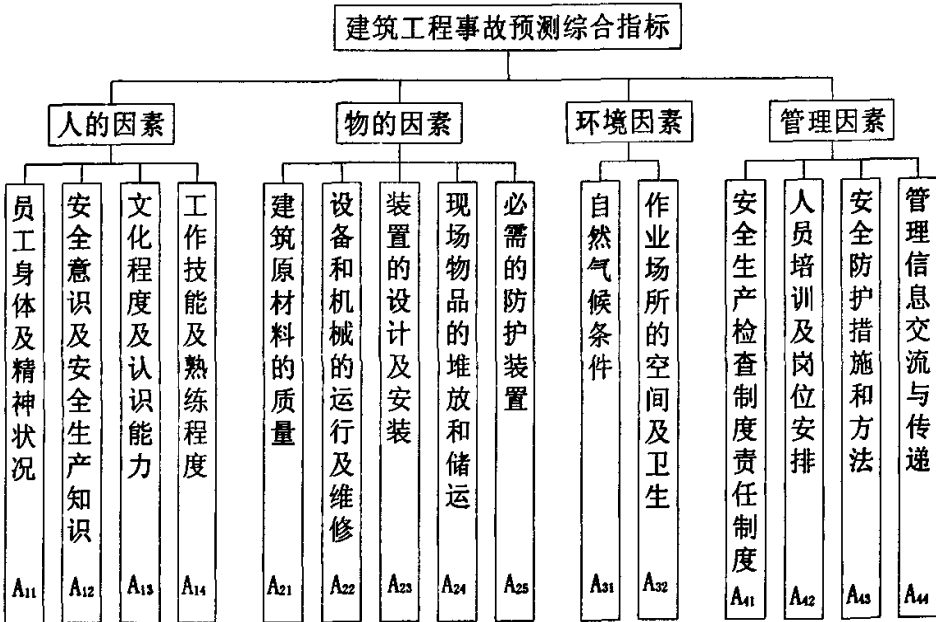


图 5-11 建筑工程事故预测综合指标体系

将以上 15 项预测综合指标作为 BP 神经网络的输入量，故输入层神经元个数 $n=15$ 。输出量为伤亡人数，故输出层神经元个数 $l=1$ 。隐含层为一个，隐含层的神经元个数可由经验公式 $m = \sqrt{n+l+h}$ 确定，其中 h 为一正整数，一般取 3~7，通过计算取 $m=8$ 。隐含层激活函数取 Sigmoid 函数 $f(x) = 1/(1+e^{-x})$ ，输出层激活函数取线性函数。因此得出预测的 BP 网络结构如图 5-12 所示。

BP 网络的程序实现步骤：

(1)初始化。对权值矩阵 W 、 V 赋随机数，将样本计数器 p 和训练次数计数器 q 置为 1，误差 E 置 0，学习率 η 为 0~1 间的小数，网络训练后达到的精度 E_{min}

设为一个正的小数或设置学习次数。

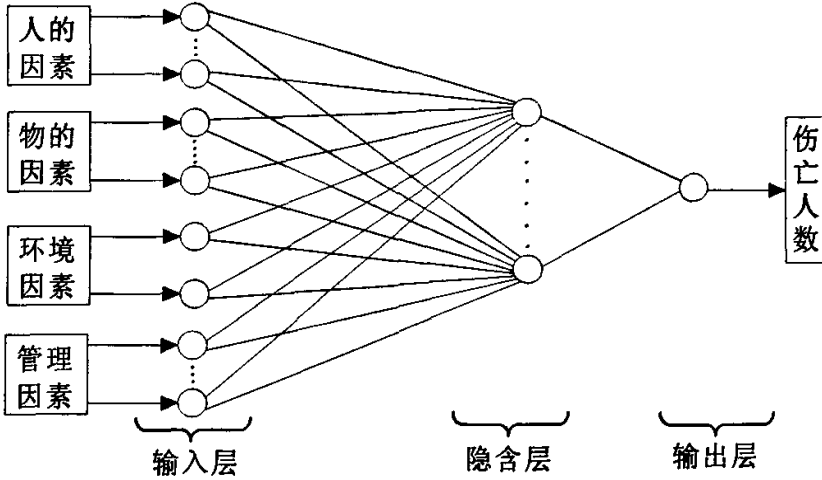


图 5-12 事故预测的 BP 网络结构

(2)输入训练样本对 (X, d) ，计算各层的输出值。用当前样本 X^p 、 d^p 对向量数组 X 、 d 赋值，用式(5-21)、(5-22)计算 Y 和 O 中各分量。

(3)计算网络输出误差。设共有 P 对向量样本，网络对应不同的样本具有不同的误差 E^p ，可用其中最大者或其均方根作为网络的总误差。

(4)计算各层误差信号。用式(5-26)计算误差信号 δ_{jk} 、 δ_{ij} 。

(5)调整各层权值。用式(5-24)、(5-25)计算 W 、 V 中各分量。

(6)检查是否对所有样本完成一次训练。若 $p < P$ ，计数器 p 、 q 增 1，返回步骤(2)，否则转步骤(7)。

(7)检查网络总误差是否达到精度要求或完成学习次数。若满足，训练结束，否则 E 置 0， p 置 1，返回步骤(2)。

5.5.2 BP 神经网络的预测模型应用

仍以某建筑施工企业为例，表 5-8 为该公司 1998~2006 年的数据值，其中 15 个综合指标值 $A_{11} \sim A_{44}$ 用 0~1 之间的数来表示，数据由 Delphi（德尔菲）法获得，数值越大表示越满意，表中是扩大 10 倍的值。伤亡人数为历年统计数据。

用基于神经网络的综合指标进行安全预测，网络结构为 15，8，1，即输入层神经元为 15 个，隐含层神经元为 8 个，输出层神经元为 1 个。用 1998~2005 年的数据作为网络训练样本，输入量为由 Delphi（德尔菲）法获得的各综合指标值，期望输出量为该公司每年的伤亡人数。

用基于神经网络的单一指标进行安全预测，只是对每年的伤亡人数进行拟合，网络结构为 2，6，1，以连续 3 年的数据作为一组样本，前两年是伤亡人数值为网络输入，第三年的为输出。用 1998~2005 年伤亡人数的数据作为网络

训练样本。

表 5-8 BP 神经网络预测指标数据

| 年份 | A ₁₁ | A ₁₂ | A ₁₃ | A ₁₄ | A ₂₁ | A ₂₂ | A ₂₃ | A ₂₄ | A ₂₅ | A ₃₁ | A ₃₂ | A ₄₁ | A ₄₂ | A ₄₃ | A ₄₄ | 伤亡人数 |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| 1998 | 7.61 | 7.55 | 4.73 | 7.63 | 8.97 | 8.50 | 9.02 | 8.13 | 8.23 | 7.13 | 7.97 | 7.76 | 7.29 | 8.12 | 6.37 | 28 |
| 1999 | 7.78 | 7.85 | 4.84 | 7.94 | 8.93 | 8.48 | 9.10 | 8.24 | 8.45 | 7.15 | 8.08 | 7.88 | 7.42 | 8.22 | 6.42 | 27 |
| 2000 | 8.03 | 8.42 | 4.95 | 8.58 | 9.07 | 8.63 | 9.15 | 8.55 | 8.62 | 7.20 | 8.28 | 8.14 | 7.92 | 8.50 | 6.71 | 23 |
| 2001 | 8.45 | 8.85 | 5.50 | 8.76 | 9.27 | 8.82 | 9.24 | 8.74 | 8.80 | 7.22 | 8.43 | 8.41 | 8.06 | 8.67 | 6.91 | 19 |
| 2002 | 8.57 | 8.93 | 5.90 | 8.84 | 9.38 | 8.99 | 9.40 | 8.88 | 8.97 | 7.25 | 8.55 | 8.68 | 8.24 | 8.75 | 7.29 | 16 |
| 2003 | 8.76 | 9.05 | 6.38 | 8.85 | 9.48 | 9.14 | 9.51 | 8.96 | 9.08 | 7.24 | 8.50 | 8.85 | 8.51 | 8.86 | 7.54 | 15 |
| 2004 | 8.98 | 9.28 | 6.55 | 9.08 | 9.68 | 9.33 | 9.69 | 9.19 | 9.20 | 7.26 | 8.64 | 9.17 | 8.68 | 8.95 | 7.87 | 13 |
| 2005 | 9.05 | 9.36 | 6.77 | 9.19 | 9.74 | 9.40 | 9.80 | 9.35 | 9.28 | 7.29 | 8.70 | 9.39 | 8.85 | 9.10 | 8.05 | 12 |
| 2006 | 9.10 | 9.41 | 6.84 | 9.23 | 9.79 | 9.47 | 9.86 | 9.40 | 9.33 | 7.30 | 8.73 | 9.42 | 8.89 | 9.19 | 8.22 | - |

本文运用 Matlab 程序编程实现 BP 网络的训练。调用 Matlab 程序中的神经网络工具箱(Neural Network Toolbox)^[58~60]提供的函数进行编程计算，设计的学习次数为 6000 次。Matlab 程序的运行结果见表 5-9，其中 2003、2004、2005 年的计算结果用作验证基于 BP 神经网络预测模型的可行性，2006 年的计算结果是事故伤亡人数的预测值，表中的实际伤亡人数值为实际值缩小 100 倍，因此得出 2006 年的伤亡人数预测值为 11 人。

表 5-9 基于 BP 神经网络的预测模型计算结果

| 年份 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| 单一指标预测模型训练结果 | 0.1431 | 0.1280 | 0.1189 | 0.1096 |
| 综合指标预测模型训练结果 | 0.1453 | 0.1293 | 0.1156 | 0.1099 |
| 实际伤亡人数(缩小 100 倍) | 0.1453 | 0.13 | 0.12 | — |

程序运行后的两个模型的误差性能曲线如图 5-13 和 5-14 所示，从误差曲线可以看出，综合指标模型的预测结果较单一指标模型有更高的精确度。从直观分析中也可以看到，综合指标预测由于考虑了各指标当前的状况以及各指标间的相关性，更能全面、准确地反映出施工安全的总体状况。因此，用基于 BP 神经网络的综合指标进行事故预测是可行的。

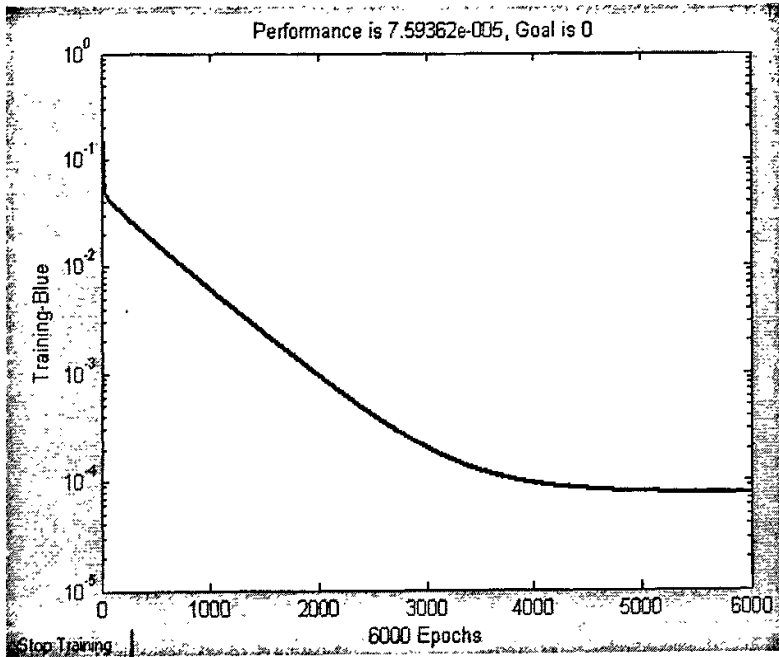


图 5-13 单一指标模型的 Matlab 程序运行误差曲线

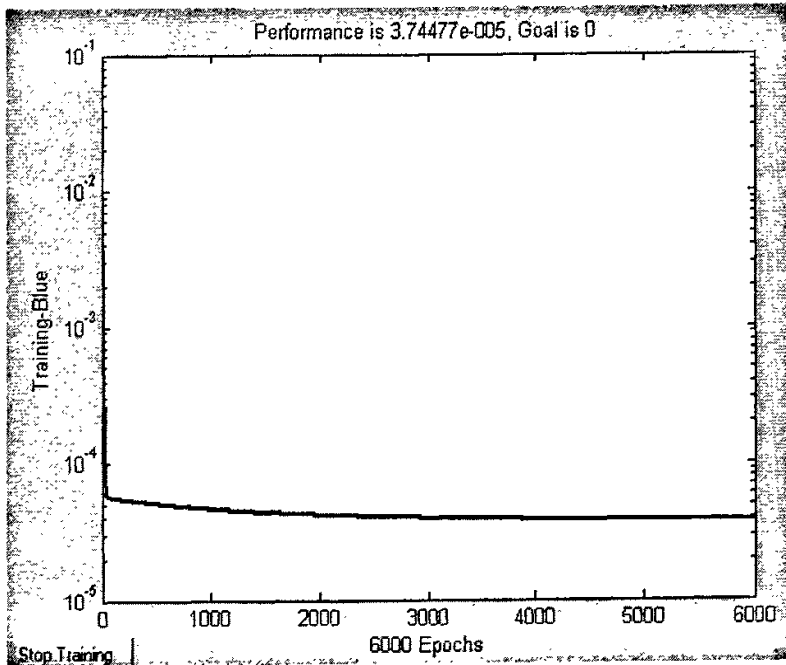


图 5-14 综合指标模型的 Matlab 程序运行误差曲线

第六章 结论与展望

本文在国内外的理论研究和实践探索成果的基础上,对我国的建筑工程安全管理方面作了一些探索,得出的结论具体表现在以下5个方面:

1. 分析总结了国内外当前建筑安全生产的形势和安全管理研究的现状。我国的建筑安全管理工作取得了很大的进步,但还存在一些问题,目前的生产形势仍比较严峻,需要加强监督与管理。

2. 分析了我国建筑安全管理存在如下问题:①建筑法律法规体系不健全,法制意识不强;②安全重要性认识不到位,安全意识仍较淡薄;③安全生产管理机构体系存在问题;④政府对安全生产的监察存在问题;⑤建筑安全业绩评估存在问题;⑥意外伤害保险在试点中存在组织问题和机制问题;⑦承包商在履行安全职责中存在问题;⑧业主在履行安全职责中存在问题等。

3. 借鉴了美国、英国、德国、日本及香港在建筑安全管理方面的措施及经验,针对存在的问题,结合我国的实际情况,提出了适合我国建筑安全的对策和建议。建筑市场活动的主要参与主体包括政府、建筑施工企业、监理单位、设计单位、建设单位等都应承担起各自的责任,不断提高自身的管理水平,加强彼此之间的监督,共同促进建筑安全管理水平的提高。对策主要包括:

(1)政府及各级建设管理部门应加强管理:

- ①加强建筑安全管理机构体系的建设;
- ②加强建筑安全生产监督管理;
- ③建立和完善职业意外伤害保险制度;

(2)建筑企业应加强内部的自我安全管理:

- ①建立和完善项目安全生产责任制;
- ②加强施工方案的优化和施工安全技术措施的落实;
- ③认真组织安全检查;
- ④重视激励因素在安全管理中的应用;
- ⑤加强安全培训教育工作;
- ⑥积极参与职业安全健康管理体系的认证与实施;

(3)工程监理单位要落实安全监理制度;

(4)勘察、设计单位要积极参与安全管理;

(5)建设单位要加强安全意识,规范自身的行为。

4. 分析了建筑安全事故形成的原因,提出了“3M1E”因素,即人(Men)、物(Machine or Matter)、环境(Environment)和管理(Management),分析了四因素之间的关系,认为改善和提高安全管理可以减少事故的发生。

5. 分析了事故预测在安全管理中的重要意义,分别应用灰色理论和BP神经网络理论,建立了建筑事故预测模型并通过实例编程计算说明了模型的应用。

本文的研究成果，不论是对建筑行业管理部门，还是建筑施工企业的安全管理工作，都有一定的参考和借鉴意义。

建筑安全管理领域的研究还有相当多的问题有待于解决，事故预测也仍需深入研究，在本文基础上今后应该努力在以下一些方面做进一步的研究：

(1)由于建筑施工现场的不确定因素多，本文中提出的事故原因因素还需不断推敲，逐步完善，并进一步研究各因素对事故的影响程度；

(2)本文探讨的事故预测是宏观预测，即一个企业或部门未来一个时期伤亡事故的变化趋势，微观预测还需进一步研究，如某因素或危险源导致事故发生的概率及危险程度等。

(3)灰色预测模型的一个前提条件是原始数据不能摆动太大，否则预测精度难以得到保证。本文中实例的数据是单调递减，预测精度高。但实际中，企业的年伤亡人数可能会出现波动，但整体呈下降趋势，所以在建模前应对数据进行分组，可按分离度或偏离度分组，对不同的组分别建立非等间隔GM(1, 1)模型，用模型的结果再对未来值进行预测。对数据有波动的实际情况建立灰色预测模型还需进一步研究。

(4)由于BP神经网络模型本身存在一定的缺点，如隐含层神经元个数选取尚无统一的理论指导，学习收敛速度慢且可能收敛到局部极小点，权值的初始化对模型最终的解有很大的影响，新加入的样本会影响到已经训练好的网络等，本文建立的BP神经网络事故预测模型还可能做进一步的改进。

参考文献

- [1] 上海市建筑业联合会及工程建设监督委员会编. 安全员必读[M]. 中国建筑工业出版社, 2001:181-183
- [2] 方东平, 黄新宇, Jimmie Hinze. 工程建设安全管理(第二版)[M]. 中国水利水电出版社. 知识产权出版社, 2005:8
- [3] 尚春明同志在全国建筑安全生产联络员第四次会议上的讲话(2006年2月23日)
- [4] 方东平, 黄吉欣, 张剑. 建筑安全监督与管理——国内外的实践与进展[M]. 中国水利水电出版社. 知识产权出版社, 2005:7-11
- [5] Ngowi A B, Rwelamila P D. Holistic Approach to Occupational Health and Safety and Environmental Impacts. In: Haup, TheoC, Rwelamila P D, eds. Proceedings of Health and Safety in Construction: Current and Future Challenges. Pentech: Cape town, 1997.151-161
- [6] Gambatese J A. Designing for Safety. Construction Safety and Health Management. Prentice Hall: New Jersey, 2000
- [7] Gambatese J A. Liability in Designing for Construction Worker Safety. Journal of Architectural Engineering, 1998, 4(3): 107-112
- [8] Hinze J W. construction Safety. Prentice Hall: New Jersey, 1997
- [9] Blair E H. Achieving a Total Safety Paradigm through Authentic Caring and Quality. Professional Safety, Journal of American Society of Safety Engineers, 1996, 41(5)
- [10] Hauot T C, Coble R J. A Performance Approach to construction Worker Safety and Health——A Survey of International Legislative Trends. In: Singh, eds. Proceedings of Creative Systems in Structural and Construction Engineering. Balkema, Rotterdam, 2001.381-386
- [11] Coble R J, Haupt T C. Minimum International Safety and Health Standards in Construction. Safety and Health on Construction Sites. ISBN: 1-886431-07-8. CIB Working Commission 99: Florida, 1999.68-75
- [12] Baxendale T, Jones O. Construction Design and management Safety Regulations in Practice——Progress on Implementation. International Journal of Project Management, 2000, 18: 33-40
- [13] Genn H. Business Responses to the Regulation of Health and Safety in England. Law and Policy, 1993, 15(3):219-234
- [14] Workutch R E, Vansandt C V. National Styles of Worker Protection in the United States and Japan: the Case of the Automotive Industry. Law and Policy,

- 2000, 22(3):369-284
- [15] Gunningham N. Towards Innovative Occupational Health and safety Regulation. *The Journal of Industrial Relations*, 1998, 40(2):204-231
- [16] Ebohon O J, Haupt T C, Smallwood J J, Rwelamila P D. Enforcing Health and Safety Measures in the Construction Industry: Command and Control Versus Economic and Other Policy Instruments. *Safety and Health on Construction Sites*. ISBN: 1-886431-07-8. CIB Working Commission 99: Florida, 1999. 102-110
- [17] Viscusi W K. The Impact of Occupational Safety and Health Regulation. *The Bell Journal of Economics*, 1978. 117-140
- [18] Clayton A. The Prevention of Occupational Injuries and Illness: The Role of Economic incentives. National Research Center for OHS Regulation at the Australian National University: Working Paper 5, 2002, 1-27
- [19] Young S. Construction Safety: A Vision for the Future. *Journal of Management in Engineering*, Jul-Aug. 1996: 33-36
- [20] MacCollum D V. Time for change in Construction Safety. *Professional Safety*, Feb. 1990: 17-20
- [21] Koehn E E, Kothari R K, Pan C S. Safety in Developing Countries: Professional and Bureaucratic Problems. *Journal of Construction Engineering and Management*, Sep. 1995: 261-265
- [22] Watanabe T, Hanayasu S. Philosophy of Construction Safety Management in Japan. In: Singh A, Hinze J, Coble R J, eds. *Proceedings of the 2nd International Conference on Implementation of Safety and Health on Construction Sites*. Honolulu, Hawaii, USA. Rotterdam: Balkema, 1999. 55-62
- [23] 方东平, 宋虎彬, 国岛正彦. 日本建筑安全的现状与发展[J]. *建筑经济*, 2001(10)
- [24] Kartam N A, flood I, Koushki P. Construction Safety in Kuwait: Issues, Procedures, Problems, and Recommendations. *Safety Science*, 2000, 36: 163-184
- [25] 卢岚, 王令东等. 建筑施工现场安全模糊评价方法研究[J]. *工业工程*, 2003(11): 49-53
- [26] 张兴容, 李世嘉. *安全科学原理*[M]. 中国劳动社会保障出版社, 2004:1-14
- [27] 周世宁, 林伯泉, 沈斐敏. *安全科学与工程导论*[M]. 中国矿业大学出版社, 2005:1-7
- [28] 隋鹏程, 陈宝智, 隋旭. *安全原理*[M]. 化学工业出版社, 2005

- [29] 金龙哲, 宋存义. 安全科学原理[M]. 化学工业出版社, 2004
- [30] 陈宝智. 安全原理[M]. 冶金工业出版社, 1995
- [31] 张仕廉, 董勇, 潘承仕. 建筑安全管理[M]. 中国建筑工业出版社, 2005:17-32
- [32] 刘俊良, 吕广, 师涌江. 市政工程项目施工与设施管理[M]. 化学工业出版社, 2004:145-160
- [33] 杨文柱. 建筑安全工程[M]. 机械工业出版社, 2004:79-103
- [34] (清华一金门斯堪雅) 建筑安全研究中心. 中国大陆香港及其他国家安全生产政策、法规与管理体制比较研究. 2003. 8
- [35] 硕士. 江虹. 中外施工安全管理制度之比较[D]. 杭州:浙江大学, 2003
- [36] 徐波, 姚天玮等. 中德建筑施工安全之比较与思考[J]. 建筑经济, 2002(4)
- [37] 周国银. 安全中介组织和安全服务产业化发展的现状与趋势[J]. 安全, 2001(1)
- [38] 方东平, 陈浩等. 建筑业意外伤害保险需求研究[J]. 保险研究, 2003(1)
- [39] 王天祥. 解读建筑业意外伤害保险制度[J]. 建筑科技, 2004(2)
- [40] 左海坤等. 浅谈建筑施工现场的安全管理[J]. 建筑安全, 2005(9)
- [41] 陈彦百等. 浅析工程技术人员在安全管理中的地位与作用[J]. 建筑安全, 2005(9)
- [42] 罗伟雄. 关于加强项目安全管理的探讨[J]. 建筑安全, 2006(5)
- [43] 黄明霞, 王永刚. 安全管理中的激励因素[J]. 安全与环境学报, 2006(7)
- [44] 硕士. 蒲宇锋. 建筑业农民工安全教育培训和安全生产管理的分析研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2005
- [45] 孙金龙. 浅论建筑施工项目安全管理[J]. 四川水力发电, 2006(4)
- [46] 硕士. 黄长锁. 建筑工人安全管理研究[D]. 北京:北京化工大学, 2004
- [47] 陈志刚, 王丽. 建筑企业职业安全健康管理体系的建立与实施[M]. 机械工业出版社, 2003
- [48] 李君, 李成扬. 建筑企业职业安全健康管理体系的运作与认证[M]. 中国标准出版社, 2003
- [49] 朱明星, 左振飞. 论工程监理在安全监理工作中的责任[J]. 基建优化, 2004(6)
- [50] 建设部建筑市场管理司司长张鲁风谈: 2003 年建筑业管理工作目标. 中大房地产信息, 2003(4)
- [51] 闫松, 程建华. 建设单位在建筑工程安全管理中的作用[J]. 中州煤炭, 2006(3)
- [52] 博士. 吕海燕. 生产安全事故统计分析及预测理论方法研究[D]. 北京:北京林业大学, 2004

- [53] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 华中科技大学出版社, 2002
- [54] 刘思峰, 党耀国, 方志耕. 灰色系统理论及其应用[M]. 科学出版社, 2004
- [55] 肖新平, 宋中民, 李峰. 灰技术基础及其应用[M]. 科学出版社, 2005
- [56] 魏海坤. 神经网络结构设计的理论和方法[M]. 国防工业出版社, 2005
- [57] Martin T.Hagan, Howard B.Demuth, Mark H.Beale. 神经网络结构设计的理论和方法[M]. 机械工业出版社, 2002
- [58] 从爽. 面向 MATLAB 工具箱的神经网络理论与应用[M]. 中国科学技术大学出版社, 2003
- [59] 周开丽, 康耀红. 神经网络模型及其 MATLAB 仿真程序设计[M]. 清华大学出版社, 2005
- [60] 董长虹. 神经网络与应用[M]. 国防工业出版社, 2005

作者: 贾俊妮
学位授予单位: 合肥工业大学

相似文献(10条)

1. 期刊论文 王平立, 瞿新富, 王玲 LGD危险品安全管理专家系统的研究 -爆破器材2003, 32(6)

作为军品、民品教学科研中心,南京理工大学在实际的教学科研过程中大量涉及到有害物质的安全管理。文章应用现代安全理论,对南京理工大学安全管理现状、特点和存在的问题进行了分析,建立了一套有较强实用效果的安全管理专家系统。在危险品库房安全管理中引入了GIS技术,使得危险品库房的管理更加直观;在事故管理中利用了神经网络理论进行合理的事故预测,从而为预防事故的发生提供了帮助。

2. 期刊论文 田林 浅析现代化工业企业安全管理 -贵州化工2001, 26(z1)

分析了现代化工业企业安全管理方法,提出将全面安全管理方法运用到化工生产的各个环节中,以提高安全管理水平,并达到超前控制事故发生的目的。

3. 学位论文 刘丽静 煤矿安全管理系统的研究应用 2007

随着信息技术的发展,计算网络技术开始在煤矿得到普及并且应用,各种各样的管理信息系统在煤矿中也如雨后春笋般应运而生,有效提高了煤矿的信息化水平。

煤矿安全管理系统的实现采用了B/S模式,后台数据库使用了SQL Server数据库,前台选择了.NET作为开发工具,开发出具有隐患处理、事故预测和辅助决策等多功能于一体的煤矿安全管理信息系统,有效地实现了煤矿安全生产管理的量化管理,数字化煤矿安全管理业务全过程。系统基于“事故树分析法”理论构建了一个事故树预测模型,通过量化的数学模型,可以计算不同地点不同事故的的概率,从而将做到事故发生的超前预防,从而扭转煤矿安全管理的“堵”为“预”,实现了事故的量化预测[16]。

论文综合了多种开发方法和设计思想,对煤矿安全管理系统的分析、设计等开发过程进行了详细描述。

该系统目前已经处于现场应用推广阶段,在现场用户的使用验证中,得到了用户的肯定,确实提高了安全管理水平,降低了事故发生率。

4. 期刊论文 张新梅, 陈国华, 陈清光, ZHANG Xin-mei, CHEN Guo-hua, CHEN Qing-Guang 以人为本的现代工业安全管理 -中国安全科学学报2004, 14(10)

现代生产中发生的意外事故,80%以上是由于人的因素造成的。笔者运用人机工程学和行为科学理论,对人的不安全行为和因素进行了深入的归类分析;阐述了人因事故预测和预防对策;指出工业安全管理体系应该从人的角度出发,系统地建立安全管理体系;最后,运用系统工程的观点,提出了构建以人为本的安全管理体系的结构,该体系的实行将能够使现代工业安全管理提高到一个新的水平。

5. 学位论文 崔秀娟 安全生产事故国家宏观预警初步研究 2006

事故预测、预警是现代安全管理的重要技术手段,是国家安全管理规划与决策的前提条件。本研究目的是对伤亡事故的发展状态,做出宏观趋势预测,即前瞻性风险评估;同时,揭示出事故的发生、发展与有关因素的关联度,并预测未来安全生产事故的警级、警度。本项目采用时间序列分析、相关性分析、格兰杰检验、多元回归、协整理论、结构突变理论和比较研究等相结合的研究方法,获得了以下结论和结果:

(1) 未来一段时间内,工伤事故频繁发生的现象可能还会持续一个时期;

(2) 对年度工伤事故死亡人数影响较大的指标为货币供应量和固定资产投资总额,对月度工伤事故死亡总人数影响较大的指标有能源生产总量与货币和准货币(M2),特别重大事故的死亡人数指标可通过总死亡人数反映;

(3) 通过模型预警,在未来几年的我国安全生产的安全警级为二级,处于重警区;

(4) 国家干预的效果,存在延迟效应,只有长抓不懈,才能从根本上扭转当前安全生产的严峻局势。

6. 期刊论文 郑霞忠, 郑根保 建筑工程施工安全事故预测方法的应用研究 -人民长江2004, 35(1)

从施工现场安全管理实际出发,分析了建筑工程安全管理中对安全事故预测的基本要求,系统地提出了事故成因与控制理论,并对事故发生可能性以半定量的方法进行了5个模糊等级的划分,详细介绍了事故发生可能性等级的确定步骤;论述了危害严重度的定义及确定方法,该方法是传统的事故定性预测方法中“可能发生”与“不可能发生”的1/2等分理论的修正,从而建立了更科学实用的安全事故预测基本理论与方法。并以大中型建筑工程为实例,分析了安全事故预测的工作步骤,得出了基本结论。

7. 会议论文 郑霞忠, 王亮, 彭冬芝 基于事故发生可能性等级的工程施工事故预测与控制技术 2006

针对大中型建筑施工特点及现场安全管理中提出的问题,文中对事故预测中事故发生可能性及事故危害严重度等级划分进行了研究,从实用的角度出发,将事故发生可能性分为五个模糊等级,在肯定低概率事件有发生可能性的前提下,对“可能发生”与“不可能发生”的理论作了一定修正,对事故危害严重度分为四个等级,并详细介绍了等级的界定与事故控制技术。

8. 会议论文 张新梅, 陈国华 以人为本的现代工业安全管理 2004

通过对不同行业中发生的人本事故的统计数据和人本事故致因理论的分析,阐述了人本事故预测和预防对策,指出了在现代工业企业中安全管理应该以人为本,从人的角度出发,系统地建立安全管理体系,提出了以人为本的安全管理体系的结构,分析了其必要性及重大意义。

9. 期刊论文 于殿宝, 孙永会 通化市事故预测数学模型的研究与应用 -安全与环境工程2002, 9(3)

目前,我国的一些地区行业的伤亡事故正遏而不止,给国家和人民带来了严重恶果。而我们根据已知的伤亡事故,建立了事故预测数学模型,将安全管理的重点放在了事故预测预防上。通过6年来的辛勤努力,使通化这个煤炭、钢铁工业生产基地的伤亡事故得到了大幅度下降,基本遏制住了重特大事故,安全生产取得了显著成效。

10. 学位论文 余铁军 程潮铁矿安全系统的综合评判及预测 2007

矿山安全评价是矿山安全管理的重要组成部分,它是按照科学的程序和方法,运用系统工程方法对系统中的危险因素、发生事故的可能性进行调查研究与分析论证,并以既定等级表示。再针对存在的问题,根据当前科学技术水平和经济条件,提出有效的安全措施,以便消除危险或将危险降低到最小的程度,以求得最低事故率,最少的损失和最优的安全投资效益,从而达到保证矿山安全的目的。作为现代矿山安全生产的关键,矿山安全评价在矿山安全管理的现代化、科学化中起着积极的推进作用。本文主要做了下面三方面的工作:

首先,论文对程潮铁矿的危险有害因素进行了分析辨识,总结了存在的危险源种类、产生的原因和发生的地点。

其次,矿山安全评价因素自身表现为随机性,与事故的关系又表现为模糊性,而且因素间又相互关联,相互作用。本文在对待各种因素时,采用专家打分法,对应相应的安全等级分数段表来确定隶属度,并利用专家咨询法得到各个指标、准则层次以及各单元的权重,利用模糊理论的模型得出了安全等级。

最后,本文把时间预测理论中的二次移动法和关联度分析作为本文的创新点引入到矿山安全预测中来,考虑到矿山事故发生的非偶然性和在时间上的延续性,通过对近几年事故发生概率的统计,应用时间预测法估测了矿山2008年的事故发生率,并从安全生产投入量和高学历人才的比例两大方面进行了探讨,即求出安全生产投入量、高学历人才的比例与矿山百万吨死亡率之间的灰色关联度,并比较了安全生产投入量和高学历人才对矿山事故率的影响,从而从宏观上做好矿山的安全工作。

