

刘铁民 著

中国安全生产 若干科学问题



科学出版社
www.sciencepress.com.cn

中国安全生产若干科学问题

刘铁民 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书基于对“安全发展”战略的思考,结合作者多年来在安全生产领域的科研实践经验,从经济社会发展的角度系统分析了安全生产的本质属性、宏观影响因素及其阶段性特征,对我国今后生产安全事故演变趋势作出了预判分析;借鉴计量经济学的相关理论,对安全生产监管的成本—收益进行了分析,并提出基于市场经济的安全生产监管机制设计思路;对现代安全生产工作体系建设及基于企业风险分级的分级监察机制的建立进行了探讨;对政府安全生产政策干预的行为与绩效进行分析,初步研究了安全生产政策干预模拟问题,并提出了转变政府政策干预模式的建议;对重大事故应急管理中的科学问题进行了理论分析。

本书可供政府决策人员、安全生产管理人员以及安全生产政策制定与分析领域的科研人员参考,也可作为安全管理相关专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国安全生产若干科学问题/刘铁民著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-025435-1

I. 中… II. 刘… III. 安全生产-研究-中国 IV. X93

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第153177号

责任编辑:胡晓春 韦 沁/责任校对:赵燕珍

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年9月第一版 开本:B5(720×1000)

2009年9月第一次印刷 印张:17

印数:1—2 000 字数:329 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

国家对事关广大人民群众根本利益的安全生产工作高度重视，党的十六届五中全会上提出了安全发展的思想，确立了“安全发展，以人为本”的指导原则，并将其作为一个重要理念纳入社会主义现代化建设的总体战略。“安全发展”理念的提出，体现了党和政府对民生问题的关注，反应了党和政府“以人为本”的执政理念。目前，实现安全发展，已成为我国全面建设小康社会的战略目标之一。

生产安全事故发生规律具有其基本的社会属性，不可能脱离经济社会发展，更不可能超越于经济社会发展水平。多年来，在我国经济高速发展的背景下，重大事故频繁发生，死亡人数居高不下，安全生产形势十分严峻。只有充分认识生产安全事故趋势与经济社会发展之间的内在规律，采取科学的决策，才能避免悲剧的重演，实现社会的和谐发展。

实施安全监管是保障“安全发展”的重要措施之一，安全监管工作是对政府执政能力的考验。目前，各地政府面对严峻形势，普遍采取高压态势，在一定程度上遏制了事故的发生，但就安全监管工作本身而言，应有更为长远、有效和规范的机制。只有充分考虑了监管工作“博弈”各方的收益与成本，才能使政府的监管工作收益最优化，使企业获取公平公正的社会环境，实现其利益最优化，从而实现社会利益最大化。在这种“博弈”过程中，体制机制的设计极其重要。

发达国家的安全监管体制机制经历了百年工业时代的检验，有许多经验值得我们借鉴参考。将职业安全健康监察与公共安全管理分离、职业安全健康执法监察与行政管理分离，将安全生产（职业安全）与职业卫生统一、职业安全健康监管与工伤保险统一既是国外监管经验所示，也是安全（职业安全健康）监管的现实所趋。而建立垂直化的监管体制、专业化的监管队伍、基于企业风险分级的监察机制则是安全监管工作顺利开展的重要保障。

国家宏观层面的变革与决策对于安全生产工作干预作用是巨大的，建国六十年来我国生产安全事故形势的周期性波动便是最好的例证。然而目

前对于安全生产政策干预对事故趋势影响的力度及时机等方面的研究较少，一方面是由于政策的主观性较强、量化难度较大，另一方面也与以往政策研究相关工具较为滞后有关。随着信息技术和复杂系统理论的发展，众多的量化方法被引入到社会科学研究领域，经济政策、环境保护政策、农业政策等定量化研究在国内外得到了深入开展，这些为安全生产政策的量化研究提供了良好的机遇。

随着我国工业化、城市化进程的加快，重大事故灾难发生的风险更大、损失更为严重。重大事故灾难的产生、发展、激变、消亡具有一般性的规律，对其规律的分析 and 认识、影响程度的量化计算以及应急过程的科学分析和设计，将有助于事故的预防、控制以及应急处置等工作的开展，能够从最大程度上减少事故灾难所带来的损失。这几年，我和我的同事一直致力于这个方向上的研究，这本书中的内容就是这些研究过程和成果的反映。

本书在编写过程中得到了我的学生任智刚等同志的协助，本书的研究内容分别得到了国家软科学研究计划“建立我国重大伤亡事故宏观预警战略”（2003DGQ3B196）和国家自然科学基金重点项目“城市重大危机事件动态演化及应急行为规律研究”（70833006）等课题的资助，国家安全生产监督管理局许多领导同志对本书中涉及的内容也给予了许多指导意见，在此一并表示感谢。

由于作者学识有限，难免存在差错与不足，恳请读者批评指正。

作者

2009年6月

目 录

前言

1 生产安全事故的本质认识	1
1.1 建立在现有经济形态之上是安全生产的最本质属性	4
1.1.1 安全生产橙色 GDP 理论	4
1.1.2 影响安全生产形势的宏观经济因素	8
1.2 生产安全对经济社会发展水平具有重要标志性	15
1.2.1 安全生产历史发展的阶段论	16
1.2.2 社会主义初级阶段安全生产的特点	18
1.2.3 安全生产水平是精神文明和社会进步的重要标志之一	20
1.3 螺旋波动式下降是今后生产安全事故的主要演变趋势	22
1.3.1 生产安全事故的普遍规律——偶然性与必然性	24
1.3.2 生产安全事故宏观预警与发展趋势分析	27
1.3.3 我国生产安全事故大趋势进入拐点的考量	34
2 基于计量经济学理论对安全生产工作的认识	38
2.1 安全生产监管的成本与效益分析	39
2.1.1 立法成本	39
2.1.2 执法成本	40
2.1.3 与安全监管行为有关的社会成本	41
2.1.4 寻租成本——安监部门面临的新风险	42
2.2 政府、企业与从业人员之间的“纳什均衡”	43
2.2.1 企业间消除“纳什均衡”需要政府干预	43
2.2.2 干预机制有效运行需要形成政府与企业间的“纳什均衡”	44
2.2.3 “纳什均衡”中政府干预的最优策略选择	45
2.2.4 “纳什均衡”中企业最优策略的选择	47
2.3 市场经济条件下的监管机制	47
2.3.1 政府在安全监管中的角色之一——指导安全资源有效配置	48
2.3.2 建立激励相容的安全监管机制	49

3 现代安全生产工作的体系建设	56
3.1 安全生产工作是一个“复杂、开放的巨系统”	57
3.1.1 安全生产工作体系的整体性概念	57
3.1.2 安全生产工作体系的结构性要求	58
3.2 对安全生产监察体制现状的考量	61
3.3 现代安全生产监察体制的基本框架结构设想	67
3.4 建立职业化的监察队伍	71
3.4.1 规范监察人员的选拔和培养机制	72
3.4.2 分阶段实施监察队伍职业化建设	73
4 建立基于企业风险评估的分级监察机制	75
4.1 风险分级与分级监察的基本思路	75
4.2 企业职业伤害风险评估与分级技术方法	79
4.2.1 企业职业伤害风险的分级对象与内容	79
4.2.2 方法 I——设备环境型企业职业伤害风险分级指标体系及其计算模型	87
4.2.3 方法 II——管理绩效型企业职业伤害风险分级指标体系及其计算模型	93
4.2.4 方法 III——职业伤害指数型企业职业伤害风险分级指标体系及其计算模型	99
4.2.5 企业职业伤害风险分级指标计算模型选择及应用	102
4.2.6 企业职业伤害风险分级标准分析	103
4.3 安全生产分级监察研究	103
4.3.1 一维分级监察模型	104
4.3.2 二维分级监察模型	104
4.3.3 三维分级监察模型	107
4.3.4 分级监察计划的制订	112
4.3.5 三种模型的对比分析	116
4.4 分级监察技术支持系统研究	117
4.4.1 分级监察技术支持系统的要点	117
4.4.2 分级监察技术支持系统	120
5 安全生产政策干预行为与绩效	135
5.1 政策干预类型、力度与效果调查研究	136
5.1.1 政策干预类型	136

5.1.2 政策干预力度和效果分析	137
5.2 关于转变政策干预模式的建议	144
6 重大事故应急管理与处置	147
6.1 重大事故的性质与规律认识	148
6.1.1 重大事故孕育、诱发与形成的系统要素	148
6.1.2 重大事故发展演变动力学过程	152
6.1.3 重大事故定量风险评价 (QRA) 的误差控制	154
6.2 突发重大事故应急处置基本原则与程序	161
6.2.1 重大事故应急管理基本认识	161
6.2.2 应急处置基本原则	163
6.2.3 重大事故应急响应基本程序	166
6.3 重大事故应急指挥系统	168
6.3.1 事故应急指挥模式分类	169
6.3.2 重大事故应急指挥机构组成与功能	171
6.4 重大事故应急管理几个相关问题	178
6.4.1 应急管理中心 (EOC)	178
6.4.2 公共信息系统	180
6.4.3 重大事故应急管理的演练	181
参考文献	184
附件 1998 年以来已发表的相关论文	187
附件 1 当前我国安全生产工作的问题与对策	188
附件 2 安全生产对国家经济社会发展具有重大影响	205
附件 3 “好雨知时节 当春乃发生” ——安全生产工作三年来的 思考	211
附件 4 审时度势 与时俱进——对当前我国安全生产形势的认识	217
附件 5 充分发挥工伤保险的预防作用	224
附件 6 加强安全生产监察队伍能力建设探讨	256

1

生产安全事故的本质认识

摘 要

建立在现有经济形态之上是安全生产的最本质属性,生产安全事故的发生态势及其演变过程遵循经济社会发展的客观规律。

生产安全事故与经济发展联系紧密,并具有反馈调控作用,橙色 GDP 应列入评价经济社会发展质量指标,也可以作为经济增长过热和发展失调等非科学发展现象的预警信号。

经济发展水平、经济总体规模、产业结构构成、经济增长速度和国家干预措施等宏观要素,对安全生产形势具有重要影响。

生产安全事故严重性和控制度在反映国家经济社会发展水平上具有特殊的标志意义,历史回顾分析表明,各国安全生产状况几乎都呈现出阶段性特征:由农业社会进入到工业化初期的事故快速上升期、工业化中期的重大伤亡事故高风险期、现代工业化阶段的事故风险缓慢下降期和进入后工业化时代的相对安全稳定期。

我国当前还处在生产安全事故高风险的阶段,安全生产形势严峻,具有长期、复杂、艰巨和反复等特点。

今后若干年内,我国生产安全事故演变趋势将以螺旋波动式下降为主,预测分析显示:工矿商贸生产安全事故死亡人数近五年内总体下降,也可能出现较小反复;工矿商贸十万人死亡率近 8~10 年可能保持稳定下降,反复不大;2009 年后重大事故发生频率出现下降,但一段时期集中发生的概率仍然较高,每年特别重大事故总数超过八起的可能性较小;煤矿事故总量和百万吨死亡率呈缓慢下降态势,在边界条件稳定情况下,其变化主要取决于对煤炭产量、消费量的市场需求量。

安全生产政策应从国家经济社会和技术现状出发,应与经济社

会发展总目标相协调，既不能超越，也不应滞后。安全生产状况应达到国家投入所期望的水平，不应超出社会的承受力，发展不能以生命与健康为代价，国家政策干预的内容就是对不同发展阶段确定一个这样的“度”——实现安全发展。

改革开放 30 多年来，我国经济保持长期、持续、高速增长，经济社会发展取得的巨大成就令全世界瞩目，几乎所有的研究报告都显示，在今后相当长的时期，中国经济虽然可能出现一些波动，但总体上还将保持不断增长的势头。当前经济增长的基本特征和主要指标都表明中国已进入到工业化中期。回顾工业化国家发展历史，发现在这一时期不仅表现为物质文明高速发展，还可能出现经济形态剧烈变革和社会矛盾日益突出的情况，有的社会学家称其为“高风险期”或“阵痛”，实质都是经济与社会发展不和谐的反映。

多年来，我国安全生产形势一直比较严峻，近十年累计生产安全事故的死亡人数已高达 120 多万人，受伤人数可能近几千万，经济损失累计已达到 2 万亿左右。2007 年是我国安全生产形势较好的一年，但死亡人数仍然近十万人！其严重程度超过了一场局部战争，尤其是安全生产领域重特大事故频发（如图 1.1 所示），在国内外均造成很大影响。2003 年 12 月 23 日

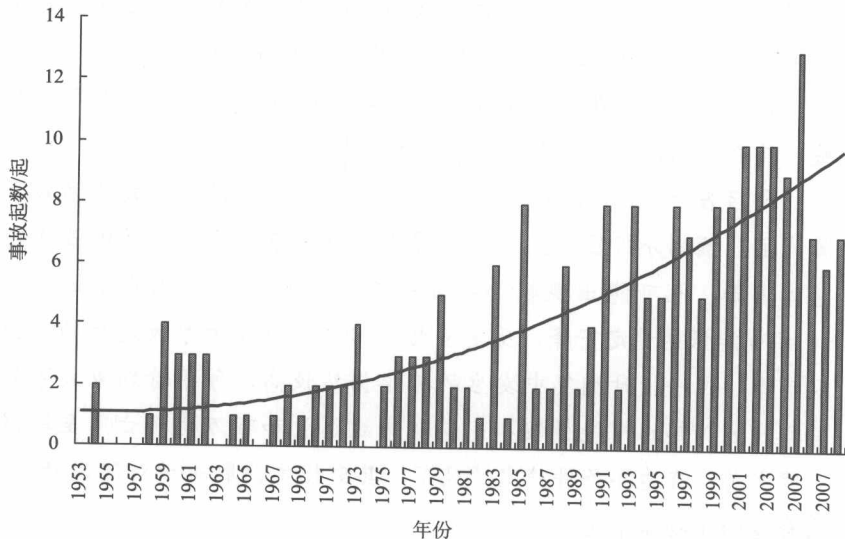


图 1.1 1953~2008 年我国工矿特别重大事故统计图

川东北油气田发生天然气井喷事故，造成 243 人死亡，是全球在油气开采过程中发生井喷而造成死亡人数最多的工业灾难；2004 年 10 月—2005 年 2 月，在不到 4 个月的时间内连续发生三起单次死亡 100 人以上的特大矿难（2004 年 10 月 20 日河南太平煤矿瓦斯爆炸事故死亡 148 人，2004 年 11 月陕西陈家山煤矿瓦斯爆炸事故死亡 166 人，2005 年 2 月 14 日辽宁孙家湾煤矿瓦斯爆炸死亡 214 人），这三起特大煤矿瓦斯爆炸事故的密度和严重性都居世界前列。

2007 年 8 月 17 日山东新泰煤矿由于突降暴雨引发溃水淹井，造成 172 人死亡，排在世界同类灾难事故死亡人数的第一位。到 2008 年 10 月，已发生单次死亡 30 人以上的特大事故 10 起，其中 9 月 8 日至 9 月 21 日，在十二天时间里连续发生五起特大事故，差不多每两个工作日发生一起，伤亡惨重，影响恶劣。其中 9 月 8 日山西襄汾发生特大尾矿库溃坝事故，死亡 270 多人，也是迄今世界上死亡人数最多的尾矿库溃坝事故。这些连续发生位列“世界第一”的重特大事故，国内外为之震动！通过图 1.2 近 200 多例特大事故发生间隔期限的分析结果可看出，其间隔时间似有逐渐缩短之趋势，近五年内特大事故发生的间隔时间平均分布在 43 天左右，频率之高、风险之大令人担忧。生产安全事故威胁到广大人民群众的生命安全，对国家经济社会发展具有重大影响。这种现状与中国目前在国际上作为一个经济大国和政治大国的地位极不相称。从时间尺度上看，物质损

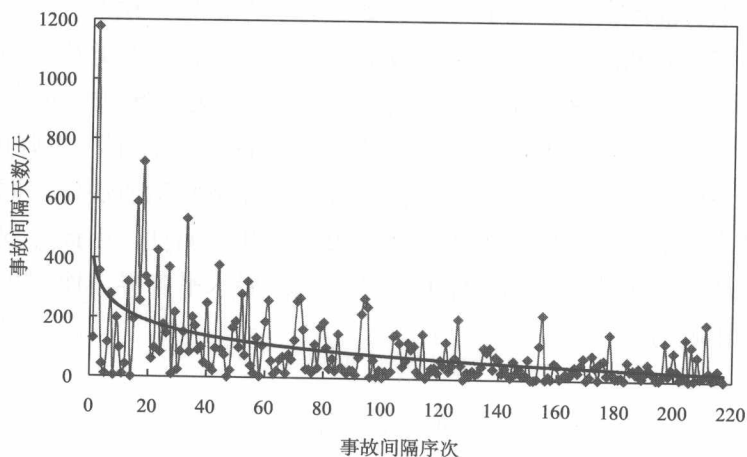


图 1.2 1954~2008 年 9 月我国工矿企业特别重大事故时间间隔趋势图

失可以弥补,生命损失可以成为过去,但国家信用的损害却具有历史延伸性,对执政党的威信、政府执政公信力和公众的认知倾向具有长远影响,这可能就是胡总书记讲的“精神文明代价”。

党中央国务院对事关广大人民群众根本利益的安全生产工作高度重视,采取了一系列坚决有力的措施,取得了很大成效,但事故总量依然较大,重特大事故风险依然较高,形势依然严峻。长期以来,我们对生产安全事故具体数量增多或减少关注较多,但对“生产安全事故伤亡人数为什么居高不下”、“重特大事故为什么频繁发生,其起支配作用的规律是什么”、“怎样才能使之持续稳定下降,既保证经济持续高速发展,又使安全生产现状得以改善”等一系列深层次问题系统研究不多。在这样背景下,认真思考安全生产工作中的一些科学问题,从本质上认识生产安全事故发生的基本规律,对提高安全生产工作的认识论与方法论水平都具有重大意义。

1.1 建立在现有经济形态之上是安全生产的最本质属性

安全生产问题在生产经营活动中产生,其发生和演变与国家经济发展具有必然联系(刘铁民,1999)。经济是社会形态的基础,任何社会形态必然建立在与其相应的经济基础之上。安全生产作为一种社会形态,其必然建立在现有的经济形态之上,这是安全生产的最本质属性。

从经济基础和上层建筑这两个最基本的层面来看,人类社会中各类社会形态的出现、发展和消亡都有其自身规律,既无法超越,也不可能回避。因此,在经济社会发展过程中,出现事故高发或者事故下降的过程,是社会发展的规律,这个规律是由社会自身的经济活动所决定,同样,既不能超越也不能回避。安全生产表现出较强的社会属性,因此,规模基本相同的事故,由于其所影响受体的经济社会发展水平各异,而产生完全不同的社会影响力。

1.1.1 安全生产橙色 GDP 理论

为了进一步认识安全生产与国民经济社会发展之间的关系,探讨经济

增长等一些宏观因素可能对伤亡事故演变趋势的影响（如图 1.3 所示），作者曾在几年前提出橙色 GDP 的概念（刘铁民，2005）。橙色 GDP 是相对传统 GDP 和绿色 GDP 而言（郭沛源、方人也，2002），橙色 GDP 涵盖安全生产的一些重要指标，也可称为安全 GDP，其目标是使安全生产成为国家经济社会发展的一个重要组成部分，从而纳入我国总体发展规划。橙色是通常使用的安全预警色，橙色 GDP 能够作为评价经济社会发展质量的指标之一，同时也可以成为监测经济增长过热以及经济社会统筹失调等非科学发展的预警信号，有助于建立和完善循环型社会管理体系，也有利于实现循环经济的总体战略目标。

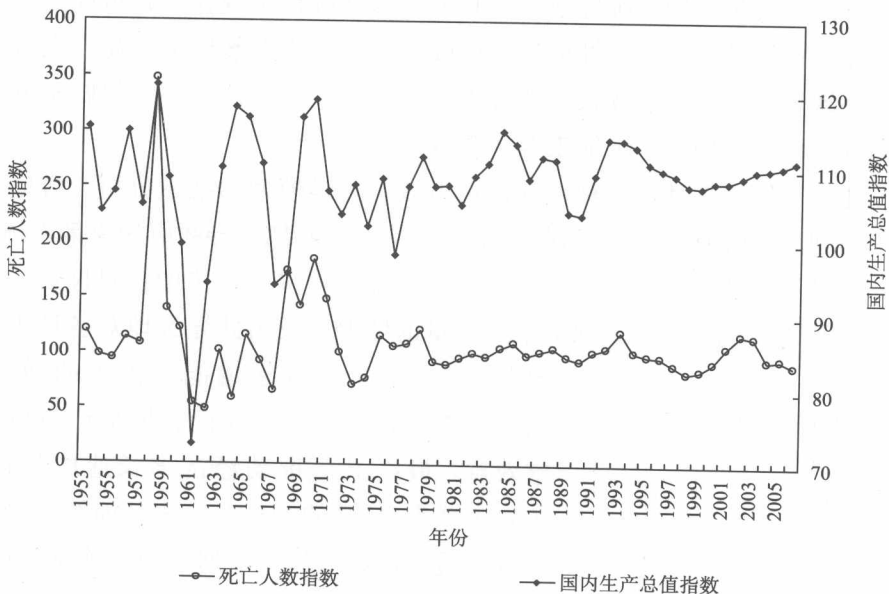


图 1.3 1953~2006 年我国工伤死亡人数指数与国内生产总值指数关系图

橙色 GDP 主要是反映安全生产的基本状况，其指标体系大致可由三部分构成：第一部分主要是反映事故总量的绝对数量指标，如事故总数、伤亡总数、经济损失总量及其分类等；第二部分是反映严重度的相对数量指标，如百万工时事故率、十万人死亡率、千人受伤率和经济损失比率等；第三部分是反映基础性和趋势性的风险概率指标，如国民基础风险概率、行业风险概率、相对危险度和最低可接受风险值等。这三部分参数形

成橙色 GDP 的量化指标体系,既可作为安全生产工作的基本统计量,也可用作筛选进入国家经济社会发展总体规划和全面建设小康社会的体系之中的关键指标,如:伤亡和经济损失总量、百万工时事故率和十万人死亡率、现时风险率、相对危险度和可接受风险值等,从而实现将安全发展理念纳入国家发展战略的目标。

这三类指标既有特异性,同时又具有同质性和密切关联性,甚至可以通过交叉比对以核实统计指标的代表性与真实性,如在一个较大的总体之中,重大事故的发生频率与生产安全事故总死亡人数之间有正相关性,即重大事故发生频率升高,同时生产安全事故死亡人数和经济损失总量也可能出现同样变化。倘若统计数字没有出现这种统计学规律,则可能是:统计的样本量不足而出现了抽样误差;或是某种人为因素导致地死亡人数统计数字缺失,甚至有意瞒报,表现为系统误差。前一种误差一般归于方法学问题,而后一种误差可能来源于政策偏差。

通过对经济循环基本规律和伤亡事故动力学模型的抽象分析,可以对橙色 GDP 演变规律有更为清晰的认识,从而更好地指导政府的决策干预。

从经济循环的基本规律来看,当国家制定较快的经济增长目标后,会促使基本建设规模的扩大和货币投放量的增加,及由此导致地对各种工业

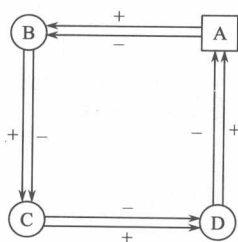


图 1.4 经济循环模式图

A: 经济增长速度; B: 基本建设规模; C: 社会需求物流; D: 企业经济活动; +: 增加或强化的正面影响; -: 削弱或减少的负面影响

原料、产品、能源和运输能力需求的增加,从而刺激企业扩大生产规模和增加产量以追求效益,最终又可推动经济增长速度加快,主要表现为 GDP 的增长。反之,如经济增长速度放缓,也会引起一系列负面的连锁反应。如经济增长放缓,就可造成投资减少和基本建设规模削减,使社会各类生产资料总需求减少,进而导致企业生产活动萎缩(如图 1.4 所示)。

从伤亡事故动力学角度来分析,可以得到另一类经济循环模型,如图 1.5 所示。首先,在企业扩大生产规模和提高产量的背景下,从事高风险作业的人数和总工作时间增加,工伤事故的社会风险值加大,如果同时企业在市场竞争

压力下对安全生产的投入又不足,致使企业伤亡事故发生概率上升及生产活动中的伤亡人数增加,由此可导致经济损失增加以及出现社会和谐失调的现象,这两者的后果则是经济社会发展总成本上升。

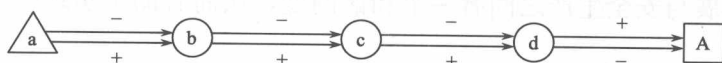


图 1.5 工伤事故风险对经济增长影响演化图

A: 经济增长速度; a: 工伤事故风险; b: 伤亡人数; c: 经济损失和社会和谐失调; d: 发展成本;
+: 增加或强化的正面效应; -: 削弱或减少负面效应

据联合国估算,各国由于工伤事故所造成的经济损失平均高达 GDP 的 4% 左右。在我国各类工伤事故高发情况下,其直接和间接经济损失可能更为严重,从而会对 GDP 的增长造成巨大的直接和潜在的间接负面影响。反之,在工伤事故总风险下降的条件下,也可产生伤亡人数下降,经济损失减少,促进社会和谐和减少发展成本,有利于产生促进 GDP 增长的正面效应。

以经济增长和事故风险为结点,图 1.4 与图 1.5 用闭路反馈的方式连接起来,形成经济发展与事故风险反馈关系模拟图(见图 1.6)。分析发现,伤亡事故风险与经济增长速度所具有的关系为:一方面由于经济增长加速可能增加伤亡事故的风险,反过来伤亡事故风险的增加又对经济增长产生负面影响;另一方面经济增长放缓,可能减小伤亡事故风险,而事故

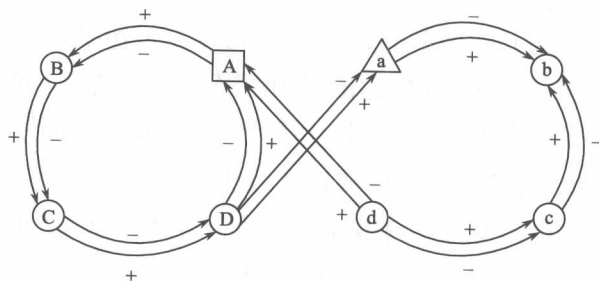


图 1.6 经济发展与事故风险反馈关系模拟图

A: 经济增长速度; B: 基本建设规模; C: 社会物流需求; D: 企业经济活动;
a: 工伤事故风险; b: 伤亡人数; c: 经济损失和社会和谐失调; d: 发展成本;
+: 正效应; -: 负效应

风险减小又可对经济增长产生正面效应。

提出橙色 GDP 的意义并不在于概念的本身，而是要强调伤亡事故与经济联系的紧密联系和反馈性调控作用，强调针对国家不同发展阶段，确保经济发展与安全生产之间有一个和谐的度，从而有助于实现经济与社会和谐发展。

1.1.2 影响安全生产形势的宏观经济因素

从广义上讲，影响安全生产的宏观因素十分复杂，有政治、经济方面的原因，也有社会、科技、文化等许多方面的影响因素，但其中以经济发展的影响最为显著。回顾工业化国家的安全生产发展历程，并总结我国多年来的经验教训（刘铁民，2003），认为影响伤亡事故发生的基本宏观要素主要包括：经济发展水平、经济总体规模、产业结构变化、经济增长速度和国家干预措施等。

(1) 经济发展水平是事故与伤亡数量的基础

发达国家在工业化发展过程中，也曾经出现过死亡人数居高不下，特重大事故频繁发生的情况，甚至比中国目前的现状更为严峻。例如，经济十分发达的美国，在 20 世纪 40 年代初人均 GDP 为 1000~2000 美元之间，全国工伤事故年均死亡人数超过 2 万人，十万人死亡率为 13 左右；日本在 60 年代中期人均 GDP 刚超过 1000 美元时，工伤事故十万人死亡率在 12 左右；英、德、法等一些发达国家的情况也基本类似，这些国家都是经过了 30 年以上的长期努力，才使十万人死亡率降低到了 5 左右的水平；而且韩国、巴西、印度等也曾经或正在经历这段历史进程，其工伤事故的十万人死亡率都在 10 以上。中国近几年同口径的工矿企业伤亡事故十万人死亡率平均也在 10 上下波动。就不同国家之间安全生产状况的比较，一般来说，经济发展水平较低的国家，其伤亡事故风险要相对高于经济发展水平较高的国家。而具体分析一个国家不同时期历史数据可以看出，在工业化进程中，经济发展水平较低时期的伤亡事故风险也要高于经济发展水平较高的时期。目前，我国各省份的统计数据也表明，经济发展水平较

低的省份，其工份事故风险相对较高。图 1.7 显示的是我国工矿商贸近五年平均十万人死亡率的灰度分布状况。从图中可以看出，十万人死亡率的灰度地理分布特征是由西向东、由北向南逐渐降低，这与我国东南部省份经济较为发达，西北部省份经济较为落后的地理分布特征形成了明显的对应关系。

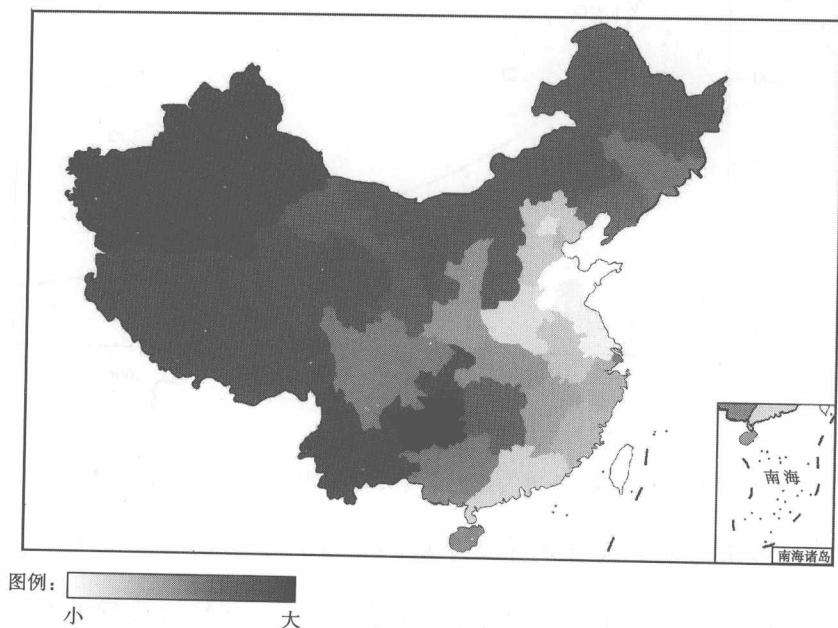


图 1.7 我国各省份 2003~2007 年工矿商贸平均十万人死亡率灰度图（引自：刘铁民，2009）

通过量化分析（刘铁民，2009），进一步表明我国各省份同时段的十万人死亡率与人均 GDP 呈负相关关系。同时，统计数据的散点图（见图 1.8）显示，以人均 GDP 小于 1000 元、1000~2000 元、大于 2000 元三个水平划分，其十万人死亡率变化幅度依次减缓，甚至接近发达国家水平。这些分析表明：在经济发展早期的相对不发达阶段，生产安全事故的风险相对较高，当经济社会发展到一定阶段后，坚实的经济基础条件会带动安全生产水平提高，其直接结果是伤亡事故的风险逐渐下降。