

A

ANQUAN SHENGCHAN XITONG PINGJIA
LILUN YU SHIJIAN

安全生产系统评价 理论与实践



刘波 武玉梁 洪志全 等著



煤炭工业出版社

安全生产系统评价理论与实践

刘 波 武玉梁 洪志全 丁元伟 著
王立娟 陈 杰 杨馥合 徐程明

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

安全生产系统评价理论与实践/刘波等著. --北京: 煤炭工业出版社, 2013

ISBN 978 - 7 - 5020 - 4252 - 3

I. ①安… II. ①刘… III. ①安全生产—系统评价—研究
IV. ①X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 130137 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京市郑庄宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 880mm × 1230mm $1/_{32}$ 印张 $6\frac{3}{4}$

字数 176 千字 印数 1—1 000

2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

社内编号 7080 定价 20.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书在概述国内外安全生产评价研究现状、阐明深入研究安全生产系统评价指标体系及其控制对策的重大意义的基础上,论述了安全生产系统评价基础性研究的重点领域;通过总结与构建安全生产系统评价指标体系的理论、技术与方法,强调提出安全生产系统评价的主要内涵在于开展安全生产全方位、全过程、多层次的系统评价,其技术路线就是坚持非线性系统思维的认识路线;进而,依据安全生产控制论原理,重点阐明了安全生产全程系统评价(前馈评价—反馈评价—退馈评价)等创新内容,深入剖析了安全生产全域系统评价的重点领域(产业园区与高危行业);最后,以近年来四川省安全生产运行状态评价研究为例,构建了相关数学模型,展开了安全生产与经济社会协调发展度等定性定量相结合的系统评价之实证分析,提出了具有针对性的控制对策建议。

本书可供有关安全生产领域组织管理者、安全科学界学者在开展安全生产系统评价研究与实践时借鉴与应用,并可供高等院校理工科师生和其他科技工作者阅读与参考。

前 言

安全是人类最重要、最基本的需求之一，是社会生产和经济运行的前提条件，是人们生存发展和社会财富的基本保障，又是社会文明进步的重要标志。党的十六大以来，党和国家把安全发展作为重要理念纳入社会主义现代化建设的总体战略，安全发展观已经成为我国安全生产的重要指导思想，并将在长远的未来继续指导我国的安全生产工作。近年来，随着我国工业化和城镇化的快速发展，生产安全事故处于易发和频发阶段，生产安全事故频发严重制约了经济持续健康发展和社会稳定和谐，因而大力提高安全生产及其系统管理水平、加速实现我国安全生产形势的根本好转乃是党和国家赋予我们的崇高使命。在完成这一崇高使命的过程中，安全生产系统评价极其重要，已经引起我国党政领导和各级安全生产主管部门的高度重视，并已成为安全科学研究的热点和重点领域之一。

安全生产系统评价是安全生产系统工程与系统管理的关键环节和重要内容。为此，必须力求建立健全各行各业的安全与风险评价评估体系，进而展开风险预控管理，以期消除各种潜在隐患、化解各类风险，力求避免重大生产安全事故的发生。同时，必须在各行各业健全安全生产保障系统等职能机构，并完善相关设施设备，以实现事故预防和大幅度降低各类事故人、财、物损失的目的。

目前，开展安全生产系统评价已成为各级政府和各类企业搞好安全生产工作的重要抓手，也是安全生产绩效考核的主要依据之一，这对实现我国安全生产形势的稳定好转起到了极其重要的促进作用。然而，在我国工业化和城镇化进程进一步加快、国民经济持续高速增长的新形势下，对安全生产系统评价指标体系的

构建与实施却存在着不同理解和争论，因此正确认识安全生产系统评价指标体系的重大作用和重要地位，深化研究安全生产系统评价指标体系，显得尤为重要。

本书从国内外安全生产评价研究现状出发，阐明了深入研究安全生产系统评价指标体系及其控制对策的重大意义；在概述研究现状的基础上，提出了安全生产系统评价基础性研究的重点领域；通过总结与构建安全生产系统评价指标体系的理论、技术与方法，展开了安全生产的全程、全域评价；以近年来四川省安全生产运行状态评价研究为例，展开了安全生产系统评价的实证分析，提出了具有针对性的控制对策建议。

本书的特点在于强调体现系统性、创新性、科学性，主张在构建安全生产系统评价指标体系的基础上，完善安全生产系统评价的理论、技术与方法，进而开展安全生产的全程和全域系统评价，并力求做到研究成果具有针对性、实用性和可操作性。然而，要真正全面构建切实可行的安全生产系统评价指标体系，并提出安全生产的系统控制对策，仍需进一步进行深入研究，力求取得广泛共识。为此，我们愿与全国安全科技界同仁共同深化研究并继续求解这一重大安全科技难题。

本书是全体主研人员和相关科技人员辛勤探索与集体劳动的结晶。然而，由于作者水平有限，其中不足之处在所难免，敬请学术界同仁和广大读者不吝赐教。

作 者

2013 年 6 月

目 次

第一章 国内外安全生产评价研究现状·····	1
第一节 国内外安全生产评价研究现状分析·····	1
第二节 深化安全生产评价研究的重大意义·····	5
第二章 安全生产评价基础性研究的重点领域·····	7
第一节 安全生产影响因素的空间格局分析·····	7
第二节 企业安全生产条件的系统分析·····	9
第三节 安全生产体系的事故致因机理分析·····	10
第四节 安全生产状态—隐患综合评价方法·····	12
第五节 安全生产与经济社会耦合发展的综合评判·····	13
第三章 安全生产系统评价指标体系的构建与评价方法·····	17
第一节 安全生产系统评价的主要内涵与技术路线·····	17
第二节 安全生产系统评价指标体系的设计原则和 设计方法·····	19
第三节 安全生产系统评价指标体系的建立·····	23
第四节 安全生产系统评价指标的具体说明·····	30
第五节 安全生产系统评价指标各层次权重的确定·····	32
第六节 安全生产系统评价指标体系的综合评价方法·····	38
第四章 安全生产全程系统评价与控制对策·····	49
第一节 安全生产控制论原理·····	51
第二节 企业建设前期的前馈评价·····	60
第三节 安全生产全过程的反馈评价·····	76
第四节 事后总结阶段的退馈评价·····	118
第五章 安全生产全域系统评价的重点领域·····	130
第一节 产业园区安全生产评价指标体系·····	130
第二节 高危行业安全生产评价指标体系·····	138

第六章 安全生产系统评价的实证分析	167
第一节 四川省安全生产与经济社会耦合发展的 主要影响因素	168
第二节 四川省安全生产评价指标体系的构建与 综合评价模型	183
第三节 近年四川省安全生产形势分析与未来 发展趋势预测	190
第四节 推进全省安全生产、预防事故的保障 对策研究	201
后记	205
参考文献	206

第一章 国内外安全生产评价研究现状

安全生产评价是以实现行业或企业生产系统安全为目的，利用安全生产系统工程方法，着重对安全生产中存在的安全隐患、事故风险进行辨识和分析，判断系统发生事故的概率和频率及其严重程度，提出相应的安全生产对策与措施建议，以达到确保生产系统安全运行的系统评价过程。为了使安全生产系统评价指标体系能够全面反映研究对象的特性，尽可能地体现安全生产评价的客观性、科学性与合理性，据以提高企业或行业安全生产及其系统管理水平，为此，本章较全面地概述了国内外安全生产评价研究现状与发展趋势，阐明了深化研究安全生产系统评价指标体系的重大意义。

第一节 国内外安全生产评价研究现状分析

一、国外研究现状

安全生产评价技术起源于 20 世纪 30 年代，它是随着保险业的发展而发展起来的。20 世纪 60 年代，安全生产评价技术最先应用于美国军事工业，并得到了迅速发展。1962 年 4 月，美国公布了第一个有关系统安全的说明书“空军弹道导弹系统安全工程”，对与民兵式导弹计划有关的承包商提出了系统安全的要求，这是系统安全理论的首次实际应用。1969 年，美国国防部批准并颁布了最具有代表性的军事系统安全标准《系统安全大纲要点》（MIL—STD—822），对实现军事系统安全的目标、计划和手段，包括设计、措施和评价，提出了具体要求和实施程序；此项标准于 1977 年修订为 MIL—STD—822A，1984 年修订

为 MIL—STD—822B，该标准对军事系统整个寿命周期中的安全要求和安全工作项目都做了具体规定。

国外最早采用的安全生产评价评估方法是 1964 年美国道化学公司推行的“火灾、爆炸危险指数评价法”（简称道氏法）。该评价方法首先用于对化工装置进行安全评价，现已发展到第 7 版；由于该评价方法日趋科学、合理、切合实际，因而引起了世界各国的广泛研究和探讨，在国际工业界陆续得到了推广应用，进而推动了这一评价方法的发展。例如，1974 年，英国帝国化学公司 ICI 公司蒙德部在道化学公司评价方法的基础上引进了毒性概念，并增添了某些补偿系数，提出了“蒙德火灾、爆炸、毒性指标评价方法”（简称蒙德法）。1976 年，日本颁布了“化工厂安全评价六阶段法”，主要应用于化工产品制造和储存过程中的火灾、爆炸危险性评价；该法采用了一整套系统安全工程的综合分析和评价方法，使化工厂的安全性在规划、设计阶段就能得到充分保证，进而陆续开发了“匹田法”等评价方法。其后，世界各国各行各业在安全生产评价评估工作中分别沿着“指数法”和“概率风险评价”两个方向开发了许多评价评估方法，可将其概括为定性评价和定量评价两类方法。

（1）定性评价方法。其特点是进行评价时通过与有关安全标准、安全检查表对比来判定某系统危险程度；此外，人们还可根据同类或类似系统以往发生事故的经验来划定危险性分类等级。其中，比较有代表性的定性评价方法的应用实例是美国空军导弹研制的 MIL—STD—882A 标准。

（2）定量评价方法。其特点是在系统危险性量化的基础上进行评价，能够比较精确地描述某系统的危险性。其中，比较有代表性的定量评价方法应用实例是美国原子能委员会 1972 年、1975 年发表的有关核电站事故危险性评价的典型报告。英国石油化工系统于 1976 年、1978 年发表的关于坎维岛石油化工的安全运输危险性评价报告，也是定量评价方法的应用范例之一。

为了适应安全生产评价的需要，世界各国开发了包括危险源

辨识、事故后果模型、事故频率分析、综合危险定量分析等内容的商用化安全评价计算机软件包。随着信息处理技术和事故预防技术的进步,新的实用安全评价软件不断地进入市场。由于安全生产评价技术的发展,安全生产管理已在现代企业生产经营管理中占有优先的地位。

二、国内研究现状

在我国,安全生产评价技术的研究起步较晚。20世纪80年代初,安全系统分析法引入我国,通过消化、吸收国外安全检查表和安全分析方法,机械、冶金、化工、航空、航天等行业的有关企业开始应用安全分析评价方法。1987年原机械电子部首先提出了在机械行业内开展机械工厂安全评价,并于1988年1月1日颁布了第一个安全评价标准《机械工厂安全性评价标准》,标志着我国机械工业安全管理工作进入了一个新的阶段。1990年10月,中国国防科学技术工业委员会批准发布了类似美国军用标准 MIL—STD—822B 的中国军用标准《系统安全性通用大纲》(GJB 900—1990)。MIL—STD—822 系统安全标准从开始实施就对世界发达国家的军事安全和防火领域产生了巨大影响,迅速为日本、英国和欧洲其他国家引进使用;此后,系统安全工程方法陆续推广到航空、航天、核工业、石油、化工等领域,并不断发展、完善,成为现代系统安全工程的一种新的理论和方法体系,在当今安全科学中占有非常重要的地位。

在美国道化学公司“火灾、爆炸危险指数评价法”的基础上,原化工部劳动保护研究所又提出了化工厂危险程度分级方法。此后,我国相继提出了一些定性和定量的重大危险源辨识和评价方法,为我国开展安全生产评价提供了良好的技术支撑。但在基础理论与技术手段上,我国安全生产评价方法与发达国家相比,仍有较大的差距,至今尚未形成一套完整、通用的系统安全评价方法。

目前,在我国安全生产领域尚普遍缺乏统一的反映安全生产

状况的量化指标体系的情况下，国家安全生产监督管理总局使用“安全生产控制指标”作为各级政府和部门引领安全生产工作的重要抓手和进行绩效考核的重要依据，对促进安全生产形势的稳定好转曾起到了重要的导向作用。我国的安全生产控制指标包括“工矿商贸事故死亡人数”、“煤矿事故死亡人数”、“煤矿百万吨死亡率”、“亿元国内生产总值生产安全事故死亡率”、“工矿商贸 10 万就业人员生产安全事故死亡率”、“道路交通事故万车死亡率”、“铁路交通 10 亿吨公里死亡率”、“10 万人口火灾死亡率”、“金属与非金属事故死亡人数”、“化工事故死亡人数”、“危险化学品事故死亡人数”、“烟花爆竹事故死亡人数”、“建筑施工事故死亡人数”、“职业危害申报率”等一系列指标。2011 年 8 月，国家安全生产监督管理总局在其编制的全国安全生产“十二五”规划（征求意见稿）中提出了必须在“十二五”期间实现的 33 项安全生产规划指标（含 10 项相对指标和 23 项绝对指标）。

然而，仅仅依靠下达安全生产控制指标，以“事故死亡人数”和“较大以上事故起数”作为衡量安全生产工作和政府监管水平的标准，仍不能满足加速提高安全生产系统管理水平的全面需求；同时，国内各行各业目前尚缺少评价某地区、某行业，甚至某个企业的安全生产状况的具体指标体系。

迄今，国内对行业安全生产评价评估方法亦进行了多方面的探索和研究，主要集中在以下几个方面：

一是采用安全检查表每日对各班组进行现场检查，以动态地反映班组生产工作的安全状况。此法使用方便、及时、有效，其评价结果可直接用于日常安全管理，已在许多矿区推广应用。

二是在某项生产工作开展前，预先评价生产过程的危险程度，以便推行事故预防措施，从而降低生产过程中的危险性。

三是对某一时期的安全生产状况进行总体评价，根据评价结果指导下一时期的安全生产管理工作。

四是综合评价某一时期安全生产工作与安全管理水平的优

劣，作为各单位评优评比工作的依据，并作为上级主管部门、安全管理部门和监督检查部门进行宏观安全管理工作的参考依据。

五是各类安全事故评价，即对安全生产构成重大威胁的某类事故起因与后果进行评价。

尤需强调，在我国于 2001 年加入世界贸易组织后的 10 余年以来，随着国内外各类产业和商贸活动的大发展，国际安全生产标准趋向同一性，建立在高技术含量基础上的政府安全生产决策和越来越大的系统评价需求，已对全面开展安全生产系统评价提出了更高更新的要求，必将促进我国安全生产系统评价理论与实践的创新和进一步发展。

第二节 深化安全生产评价研究的重大意义

深化安全生产评价研究工作，在全国各行各业深入开展安全生产系统评价，有利于促进广大企业员工牢固树立以人为本、安全发展的理念，切实坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针和“突出预防、落实责任”的安全生产原则，真正把事故预防作为促进安全生产的主攻方向，并将事故预防关口前移、中心下移，强化企业安全生产主体责任和政府监管责任的落实，夯实筑牢安全生产的基础防线，从源头上防范和遏制事故，牢牢掌握安全生产系统管理的主动权。

根据我国实施安全生产许可制度的要求，首先必须对企业安全生产条件是否满足安全生产的要求进行科学、客观、公正的评价。开展安全生产条件评价，开辟了安全生产系统管理的新领域、新思路与新方法。

在企业安全生产全过程中，全面开展安全生产系统评价，必将进一步把安全生产管理工作向前推移，从源头上落实安全生产系统管理的各项规章制度和管理措施，从思想理念上强化对安全生产系统管理的认识，特别是从管理手段上提高了企业安全生产的准入门槛。同时，深入研究安全生产系统评价理论、技术与方

法，有利于建立全社会关注和参与安全生产全过程的监督管理机制，尤其是为中介机构积极参与安全生产系统管理提供了强有力的理论支撑，更为通过前置管理和风险预控管理等控制对策有效防范和减少各类生产安全事故、大力提高企业安全生产的综合效益指明了必由之路。因此，深化研究安全生产系统评价指标体系及其控制对策具有重大的理论与实践意义。

然而，目前国内外对安全生产的评价评估方法仍主要偏重于定性分析，在定量分析方面虽已取得不少成果，但其数学模型和量化方法仍不够完善，特别是在定性分析与定量分析相结合方面仍有许多有待探索的内容；同时，现有安全生产及其系统管理对策研究的目标与措施还不够具体和明确，亦有待于进行深化研究。因此，从非线性系统思维与创新思维的崭新视角着眼，全面建立与完善全过程、全方位、立体化、多层次、整体评判安全生产状况的评价评估体系，全面攻克安全生产系统评价这一技术难题，是今后安全生产系统管理亟待解决的重大课题。

第二章 安全生产评价基础性研究的重点领域

深入开展安全生产评价的基础性研究，从企业安全生产系统运行机理出发，初步构建一个全面系统分析安全生产状况的理论框架，从理性认识高度和非线性系统思维方式深入揭示影响安全生产运行现状各要素的系统评价原理、技术与方法，对不同区域、各行各业安全生产综合状况进行合理的横向和纵向对比分析，必将推动安全生产监管实践由事故事后管理型向风险预控管理型的升级转化，并为全国和各省市乃至地、州、市、县的企业安全生产监督管理工作提供科学决策依据。国内外安全生产评价的基础性研究现状表明，它的重点研究领域主要集中在下述5个方面。

第一节 安全生产影响因素的空间格局分析

世界各国安全生产及其系统管理实践经验表明，各类企业安全生产的宏观影响因素主要与经济社会发展水平高低，产业结构优劣，国家安全监管体制，安全法制建设，安全资金投入，科技发展水平（含机械化程度与生产效率等技术发展指标、技术装备先进程度、高新技术推广应用率），社会福利制度，教育普及程度，安全文化建设，企业生产发展水平（含企业产品产量、质量、消费量、消费增长率等生产指标增长情况），企业员工素质和行为因素，环境影响因素，企业安全生产监督管理因素等一系列因素密切相关。

开展安全生产影响因素的空间格局分析，必须对影响安全生产与经济社会耦合发展的关键要素（含经济社会发展的主导性资源、人口、城镇等的空间分布与当前经济发展布局）进行全面的系统分析；同时，必须通过对全国、各地区产业结构的深入分析，找出影响各地企业安全生产发展的主导性隐患。

在安全隐患因素分析的基础上，应进一步分析安全生产状态演变的机理。安全生产的演变过程通常伴随着潜在安全隐患的触发或发展；某企业只要出现安全隐患，就存在着生产安全状态或相互安全关系恶化的可能性；隐患响应控制则是推进安全生产的管理行为，它可抑制隐患恶化态势的演变，两者共同决定了安全生产状态演变的结果。根据格雷厄姆法（Graham）提出了以“隐患指数”作为度量隐患大小的参数。如图 2-1 所示，决定安全生产状态演变方向的关键在于“隐患指数”。该指数越大，生产安全恶化演变的可能性越大；反之就越小。一般来说，“最大隐患指数”表明生产安全状态最差的悲观演变方向，“最小隐患指数”表明生产安全状态最好的乐观演变方向，“最可能隐患指数”表明生产安全最可能演变的状态。

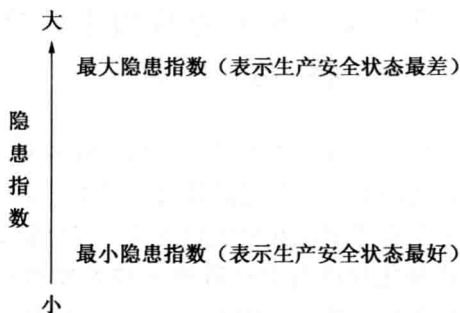


图 2-1 隐患指数与生产安全状态的关系示意图

第二节 企业安全生产条件的系统分析

一般来说,企业“安全生产条件”至少包括以下三重含义:

- (1) 影响(或制约)生产安全的所有因素。
- (2) 为达到安全生产既定目标而提出的要求或安全标准。
- (3) 安全生产所依赖的各种因素。

据此,可将安全生产条件简要定义为满足安全生产的各种因素及其组合,或影响(或制约)生产安全的所有因素。在我国,企业安全生产条件归结为《安全生产许可证条例》中的13项条件,所有企业在开展生产活动前均应满足这13项安全生产条件的要求;见表2-1。

表2-1 企业取得安全生产许可证必须具备的安全生产条件

序号	条 件 内 容
1	建立、健全安全生产责任制,制定完备的安全生产规章制度和操作规程
2	安全投入符合安全生产要求
3	设置安全生产管理机构,配备专职安全生产管理人员
4	主要负责人和安全生产管理人员经考核合格
5	特种作业人员经有关业务主管部门考核合格,取得特种作业操作资格证书
6	从业人员经安全生产教育和培训合格
7	依法参加工伤保险,为从业人员缴纳保险费
8	厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺符合有关安全生产法律、法规、标准和规程的要求
9	有职业危害防治措施,并为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品
10	依法进行安全评价
11	有重大危险源检测、评估、监控措施和应急预案