



# 模糊层次分析法

在煤矿安全管理系统中的应用

■ 李学华 著



黄河水利出版社

# 模糊层次分析法在煤矿 安全管理系统中的应用

李学华 著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

中小型煤矿由于地质条件复杂、安全管理方法落后、缺少安全评价工作、安全生产投入少等因素的存在,煤矿安全形势很严峻,减少或者避免事故的发生和人员伤亡仍然是中小型煤矿亟待解决的难题。本书在研究煤矿安全管理和安全技术管理的基础上,用层次分析法将中小型煤矿的安全管理系统进行划分,并且形成了安全管理指标体系。再将模糊理论与层次分析法相结合,建立中小型煤矿的安全管理系统评价模型。建立评价模型之后,将其应用到正利煤矿项目中,根据所建立的指标体系进行打分,再用评价模型评价。分析评价得到的结果,指出正利煤矿在安全管理中存在的问题,给予安全生产建议。

本书以模糊层次的数学理论为基础,注重与实践相结合,强调实际应用,可以用于安全管理相关技术人员的业务参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

模糊层次分析法在煤矿安全管理系统中的应用/李学华著. —郑州:黄河水利出版社,2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5509 - 2078 - 1

I. ①模… II. ①李… III. ①层次分析法 - 应用 - 矿山安全 - 安全管理 IV. ①TD7

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第165984号

---

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南新华印刷集团有限公司

开本:890 mm × 1 240 mm 1/32

印张:4.125

字数:103千字

印数:1—1 000

版次:2018年7月第1版

印次:2018年7月第1次印刷

---

定价:20.00元

## 前 言

习近平总书记强调,人命关天,发展决不能以牺牲人的生命为代价。这必须作为一条不可逾越的红线。在经济技术快速发展的时代,我国坚持以人为本,科学发展,坚持把人的生命放在第一位,从而安全管理被赋予的责任越来越重大。

安全管理属于管理的一种,有着管理理论的共性,更偏向于定性描述。在实际当中,企业的安全管理更多体现在文字上,无法衡量,安全检查流于形式,有时安全检查甚至变成安全相关文件检查,达不到预期效果。

对于这个难点,编者一直在思索用什么样的方法可以使安全管理运用数据分析展现出来。在阅读大量书籍文献的基础上,借鉴各个分行业的安全管理情况,结合当时的背景,将数学模型与煤矿的安全管理结合起来,将煤矿安全管理的定性分析转换为定量分析,使安全管理有一个合理的衡量依据。

本书介绍了安全管理、煤矿安全管理、安全评价的数学模型和具体的安全管理案例应用。本书的写作得到了中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院和南阳师范学院土木建筑工程学院相关教师的大力支持与帮助,对这些教师表示感谢!

在本书的写作过程中,参考、借鉴了许多同行、专家的著作和研究成果,在此表示深深的感谢!

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中不足之处在所难免,望广大读者批评指正,作者将不胜感激。

作 者

2018年2月

# 目 录

## 前 言

第1章 绪 论 .....	(1)
1.1 选题背景与意义 .....	(1)
1.2 国内外研究现状及存在的问题 .....	(5)
1.3 技术路线 .....	(8)
第2章 安全管理系统评价基础 .....	(10)
2.1 项目安全管理系统建设基础 .....	(10)
2.2 现代煤矿安全管理 .....	(18)
第3章 煤矿安全管理 .....	(33)
3.1 煤矿安全管理基础知识 .....	(33)
3.2 煤矿安全管理制度 .....	(38)
3.3 安全计划与安全决策 .....	(43)
3.4 本章小结 .....	(46)
第4章 中小型煤矿安全技术管理 .....	(47)
4.1 煤矿通风技术 .....	(47)
4.2 煤与瓦斯突出机制与预防 .....	(51)
4.3 矿井水灾 .....	(56)
4.4 中小型煤矿现状及存在的问题 .....	(59)
第5章 安全评价方法选择 .....	(61)
5.1 系统安全分析方法 .....	(61)
5.2 模糊理论 .....	(83)
5.3 模糊层次分析法 .....	(86)

---

第 6 章 正利煤矿安全管理系统评价 .....	(92)
6.1 正利煤矿的项目概况 .....	(92)
6.2 正利煤矿安全管理系统实际情况 .....	(94)
6.3 正利煤矿安全管理系统的模糊综合评价 .....	(103)
6.4 安全生产建议 .....	(114)
6.5 本章小结 .....	(114)
第 7 章 结论与展望 .....	(116)
7.1 结 论 .....	(116)
7.2 展 望 .....	(117)
附 录 .....	(118)
参考文献 .....	(122)

# 第1章 绪论

## 1.1 选题背景与意义

### 1.1.1 选题背景

近些年,我国虽然加快了对新能源的研究和开发,但是由于成本较高,煤炭在能源的使用中仍然占主导地位。此外,由于受煤炭开采条件和生产环境等因素的影响,煤矿已成为我国各个行业中发生事故最多、最高危的行业,每年事故死亡人数占所有行业的50%以上。图1-1为2007年高危行业的事故比例。

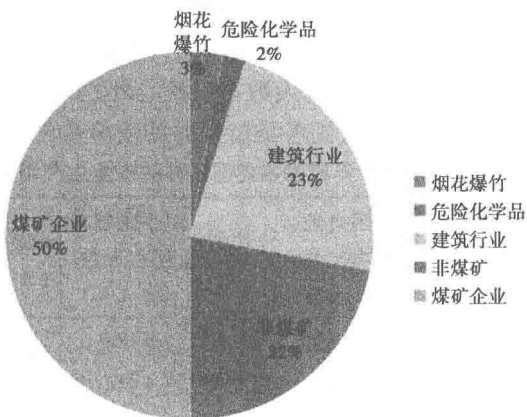


图 1-1 2007 年高危行业的事故比例

我国近些年越来越重视煤炭安全问题,不但在法律方面制定

了相关的政策,而且投入了大量的资金来进行煤矿建设和先进技术的研发,从而改善并提高煤矿的生产安全水平。然而,由于复杂的煤矿环境难以控制和一些管理漏洞的存在,我国煤矿事故仍时有发生。图 1-2 显示的是山西省各类煤矿的百万吨死亡率。

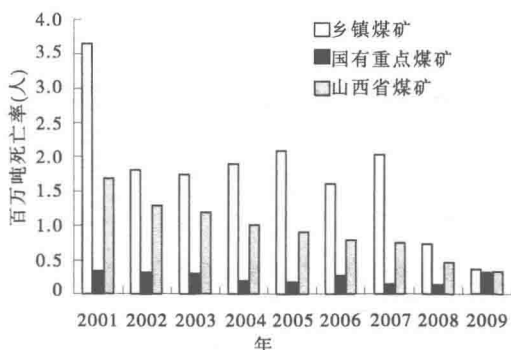


图 1-2 山西省各类煤矿的百万吨死亡率

我国根据生产能力的不同将矿井分为三种类型,即大型煤矿、中型煤矿和小型煤矿。当前,我国的煤矿大部分以中小型煤矿为主,其数量占全国煤矿总量的 90% 以上,但是产量仅占煤矿总产量的 1/7 左右,而每年的死亡人数占煤矿总死亡人数的 2/3 以上。表 1-1 为 2002 ~ 2005 年我国各类型矿井的安全生产调查情况。

表 1-1 2002 ~ 2005 年我国各类型矿井的安全生产调查情况

年份	国有大型煤矿死亡人数(人)	比例 (%)	国有地方煤矿死亡人数	比例 (%)	中小型煤矿死亡人数(人)	比例 (%)	死亡人数合计(人)
2002	904	12.92	1 023	14.63	5 068	72.45	6 995
2003	892	13.87	881	13.69	4 661	72.44	6 434
2004	854	14.00	815	13.00	4 375	73.00	6 044
2005	972	16.2	557	9.30	4 457	74.50	5 986



在表 1-1 中,2002 ~ 2005 年中小型煤矿的死亡人数比例呈现快速增长的趋势,这是因为在这段时间内我国经济快速发展,政府对乡镇煤矿采取鼓励措施,这使得中小型煤矿数量在增长的同时,死亡人数也在不断增加。为了从源头遏制这种灾难性的增长,国家在 2005 年开始大力整顿中小型煤矿,强化安全对矿井的重要作用,减少事故的发生。

表 1-2 显示了 2005 ~ 2008 年整顿关闭煤矿的情况。通过 2005 ~ 2008 年这段时间对煤矿的整顿,我国中小型煤矿的安全状况有所好转,死亡人数也得到了了一定程度的控制。然而,由于中小型煤矿本身固有的一些特点:煤田地质构造复杂、煤炭资源储量小且利润低、矿工素质较低、煤矿安全意识不够等,使得其安全生产问题十分严峻。现阶段,如何提高中小型煤矿的安全管理水平,减少或者避免事故的发生和人员伤亡仍然是中小型煤矿亟待解决的难题。

表 1-2 2005 ~ 2008 年整顿关闭煤矿情况

阶段	第 1 阶段	第 2 阶段	第 3 阶段	合计
时间	2005 年 7 月至 2006 年 6 月	2006 年 7 月至 2007 年 6 月	2007 年 7 月至 2008 年 6 月	
重点工作	整顿关闭 煤矿	整顿关闭和 煤炭资源整合, 进一步强化安全 管理在矿井中 的作用,落实 中小型煤矿的 安全主体	安全责任的 划分,继续深化 煤矿整顿关闭 工作	
煤矿关闭 数量	5 931	2 652	2 209	10 792
核销能力 (万 t)	11 000	5 301	4 418	20 719

### 1.1.2 选题意义

煤矿安全管理能否搞好,对煤矿的安全生产有着至关重要的影响,同时影响到国家的公共财产以及人民生命的安全。此外,这对社会的安定团结能否巩固有着重大的决定作用。面对中小型煤矿存在的安全生产问题,国家正在不断加大监管力度。现阶段,由于对中小型煤矿安全管理系统方面的研究比较少,不能满足煤矿持续快速发展的需要,所以要重视安全评价的理论和方法在煤矿安全生产中的作用。

在煤矿的安全评价中,需要分析的是煤矿在开采过程中可能出现的事故以及严重程度,然后逆向思维,找出避免事故发生的方案,进而制定出相应的预防措施。目前,安全评价在煤矿安全管理系统中占有重要的地位:政府可以根据安全评价的结果制定相应的政策法规;煤矿企业对煤矿整体的安全有一个全面的把握,在管理中能够有所侧重,在安全投入的时候选择正确的方向,进而实现效益最大化,通过提高煤矿的安全管理水平,来加快煤矿的发展步伐。

在煤矿安全管理中,要严格执行国家的劳动安全法规,要及时建立安全生产责任制度,并且在执行过程中不断的完善,加强员工的安全教育和特殊岗位的上岗培训,加强安全监察和检查,制订安全措施计划并予以实施,同时要对劳动条件进行改善,对存在的安全隐患及时采取措施予以消除,要采取一切可行的方法和措施手段来搞好事故的预防和处理工作。

本书考虑到煤矿生产现场的动态情况,从质量、进度和成本三大管理角度出发,结合煤矿在生产技术和安全等方面的理论知识,归纳总结出煤矿项目管理中的安全管理系统应具备的管理要素和内容。用模糊层次分析法构建煤矿安全管理系统模型,应用到具体项目中,通过模糊层次分析法的模型计算分析出该项目存在的

主要问题,提出相应的解决措施,提高煤矿的安全管理水平。

## 1.2 国内外研究现状及存在的问题

### 1.2.1 国外研究现状

如今各行各业的人已经认识到安全的重要性,在一些高危行业,人们试图通过安全管理来减少或者避免损失的发生,这也使得安全成为众多学者研究的一个热点问题。西方发达国家在20世纪初就较早地意识到了安全问题在生产建设中的重要地位,并且进行了一系列的研究。

安全评价被提起是在20世纪30年代,它起源于美国的保险行业。随后,由于工业发展加快,生产过程中出现重大事故的情况增多,为了减少人员伤亡和经济损失,安全评价又被应用到工业企业中。美国在20世纪40年代提出了一个新的概念:系统安全,并把这个概念应用到航空科学中,在此基础上发表了许多有关安全评价的论文。

从20世纪60年代开始,安全评价理论得到了快速的发展。目前,英、美等国已经研究出十几种安全评价的方法。但是,由于国外消耗的能源不是以煤炭为主的,所以有关煤矿的安全评价方法并不多。

国外的煤矿管理者认为,煤矿职工的安全和生命比生产和利润还重要,煤矿安全生产对煤矿企业而言百利而无一害,因此在安全生产方面采取的措施比政府的规定还要严格。20世纪70年代,英国的化工协会提出了一种新的安全评价方法——优良中劣评价法。随后这种方法被应用到煤矿项目中,它将与煤矿安全生产状况相关的活动(如煤矿的开采方法、采用的操作规程、煤矿人员的素质、事故的处理方法等)进行等级划分,分为优、良、中、劣

四等,然后用划分的等级来评价煤矿的安全状况。

20世纪80年代末90年代初,美国的罗曼尼教授在对大量事故研究的基础上,建立了伤亡事故统计数据库。罗曼尼教授主要从事故类型和危险等级方面进行分析,研究与事故发生有关的因素:产生事故的工种和工伤源、受到伤害的身体部位以及受到伤害的程度等,然后对这些因素进行经济性和可靠性的分析。这些统计分析工作对事故原因的确定有着重要的作用,它对制定预防措施和消除事故的后果有一定指导作用。

随着信息技术的发展,煤矿的安全管理系统开始采用数据库等技术来进行安全评价,这些技术的应用使煤矿的安全管理水平得到了大幅度的提高,并且在危险性预测方面产生了很好的效果。近些年,人工智能技术的进步推动了危险评价方法结构体系的快速发展,煤矿的安全评价也因此得到突破性的进展。

21世纪初,Justine Evesson对煤矿行业中承包合同制的应用情况进行了系统的分析,并且评价了承包合同制对煤矿安全管理的影响。

2008年,Oliver Wirth等对煤矿安全管理中员工的行为进行了针对性的研究,并且提出员工的安全行为将会是以后研究的一种趋势,指出了在以后的研究中应注意的问题。

2009年,美国学者Susan M. Moore等系统研究了设备坠落的煤矿事故,认为以后煤矿安全管理研究的课题将会是设备事故的研究。

国外在煤矿安全管理系统研究方面,比较注重安全生产细节方面的研究,并且会对一个专门的领域进行深入的投资分析和研究,其量化的程度相对我国来说比较高。我国的煤矿虽然具有自身的一些特点,但是对于国外先进的经验和方法仍然需要学习,从而制订出适应我国煤矿安全管理的方法。

### 1.2.2 国内研究现状

我国煤矿安全管理的研究一直以来都是学术研究的重要内容,特别是随着小煤窑安全问题的凸显,煤矿安全生产问题受到了整个社会的强烈关注。现阶段国内参与研究煤矿安全管理系统的管理人员、作业人员等。

我国安全评价起步相对较晚,20世纪80年代,我国才从国外引入了安全系统工程。我国风险较高的行业,比如建筑行业、化工行业等,在学习国外安全评价技术的基础上,开始在实践中采用安全评价技术。这也在一定程度上推动了安全评价工作的发展,提高了我国的安全管理水平。

2003年,卢岚在进行建筑施工现场安全评价时,运用了模糊层次分析法,不但找到了事故隐患和管理的不足之处,还为下一步的工程施工提供了改进措施。这种新的方法可以用到煤矿的安全评价中。

2007年,李新春、宋学锋在对煤矿安全管理系统进行评价时,采用了一种新的模型,即风险预控模型。在风险预控模型中,首先要辨识危险源,分析风险产生的大小,然后选择风险概率大的进行监测和监控,并且采取一定的预警措施,最后达到消除、削弱危险源的目的。显然,在这种模型中,事故发生之前就进行了煤矿的安全管理,这是一种过程管理。

2009年,林柏泉等提出了异常风险时空定位法,将柱状图和控制图这两种分析方法相结合,这也为煤矿的安全生产管理提出了一种新的思路。

基于我国煤矿的特点,李新娟在2009年提出了一种新的煤矿安全风险管理体系,即分级分制分类体系。在这种管理体系中,要使每个层级的安全管理机构和管理人员对矿井所存在的主要隐患

都有明确的认识,从而提高安全管理的针对性和效率。根据所识别的煤矿中存在的风险,进行全面、系统、准确科学地确定风险特征类型,然后在此基础上进行分析和评价,从而确定风险程度,最后制定风险控制策略及实施步骤。

### 1.2.3 存在的问题

虽然我国现在对中小型煤矿的安全管理比较重视,但是由于中小型煤矿本身固有的一些特点:煤田地质构造复杂、煤炭资源储量小且利润比较低、矿工素质较低、煤矿安全意识不够等,使得其安全生产问题十分严峻。提高中小型煤矿的安全管理水平,减少或者避免事故的发生和人员伤亡仍然是中小型煤矿亟待解决的难题。但是现阶段我国在中小型煤矿的安全评价方面还没有形成一个完善的系统。

通过对近年来我国煤矿安全管理文献的研究发现,虽然相关研究文献较多,但是整体研究水平并不是很高,与国际同行研究相比,差距还比较大。主要体现在:①研究内容单一,不能根据煤矿安全管理的实际提出专业性强的研究方向;②理论水平还处在初级阶段,对于安全管理问题没有从多个角度考虑,没有把不同的学科综合起来运用到安全评价中去;③定性研究偏少,大量研究局限于一般性的论述而不是严谨的科学探究,影响了研究的科学性;④没有明确的研究方法和系统的指导理论,研究问题随心所欲,没有形成体系。

## 1.3 技术路线

技术路线如图 1-3 所示。

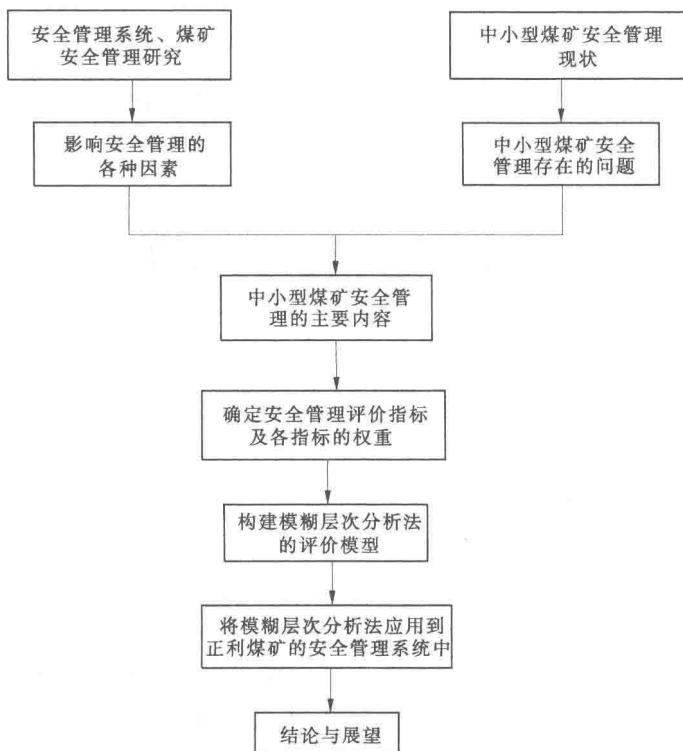


图 1-3 技术路线

## 第 2 章 安全管理系统评价基础

### 2.1 项目安全管理系统建设基础

#### 2.1.1 安全管理系统

管理系统是指按照系统工程的原理即为了实现某一确定目标,而建立相应的方针和管理要素或活动,并将这些管理要素或活动组成一个能自我调节、约束和完善的运行机制,通过这项机制的有效实施来实现所要达到的目标。

安全管理系统指企业或项目基于安全管理所做的一整套管理方案,包括相应的管理组织、制度、教育培训、安全投入、设备技术、运行维护、事故预防和处理、应急预案等内容。构建安全管理体系的目的就是实现企业和项目的安全、高效运行。

安全管理评价的实质性目的有两个:一是确定一定时期内安全管理活动的成果;二是发现安全管理中的优、缺点,进行扬弃,以改进管理,实现安全管理的良性循环。这就决定了安全评价的基本内容是评价安全管理的实绩及其安全管理职责的履行程度。

风险控制流程如图 2-1 所示。



图 2-1 风险控制流程



## 2.1.2 工程项目管理理论

项目管理是以项目为管理对象,在既定的约束条件(投资、进度、质量目标)下,为最优地实现项目目标,根据项目的内在规律,对项目寿命周期全过程进行有效的计划、组织、指挥、控制和协调的系统管理活动。它包括了建设项目管理、设计项目管理、施工项目管理、监理项目管理、咨询项目管理。

工程项目管理是站在施工方的角度,对整个项目的施工阶段实施管理。具体包括成本管理、进度管理、质量管理、安全管理、风险管理、合同管理、信息管理、组织管理等内容,如图2-2所示。

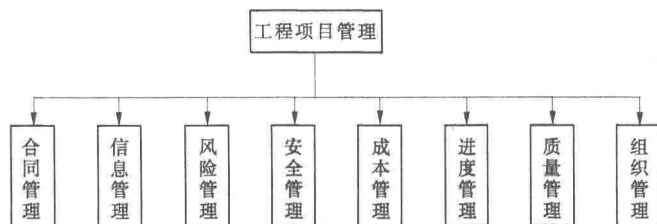


图 2-2 基于安全层面的项目职能管理组织

(1)安全管理或称安全生产管理,是指在生产经营活动中以保护从业人员的安全、健康,以及生产正常、有序的进行而采取的一系列法制、技术和组织措施。在企业中,安全管理同生产、人力资源、营销、财务、物资等管理一样,是企业的重要组成部分。

在工程项目中,安全管理是指工程项目建设过程中安全生产组织与管理的全部活动,通过对生产因素具体的状态控制,使生产因素不安全的行为和状态减少或消除,不引发人身伤害和财产损失事故,使工程项目效益目标的实现得到充分保证。

(2)成本管理(投资)与安全管理的联系。主要体现在安全投入、文明施工费、现场管理费、措施费的准备和使用上面。按照当前采煤建设的需要,提升10万t需要投入2000多万元,所以许多