



# 煤矿安全精细化管理的 关键因素及煤矿安全度研究

MEIKUANG ANQUAN JINGXIHUA GUANLI DE  
GUANJIAN YINSU JI MEIKUANG ANQUANDU YANJIU

马金山 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

# 煤矿安全精细化管理的关键因素及 煤矿安全度研究

马金山 著

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书的主要内容有:煤矿安全系统演化机理及安全管理模式选择、煤矿安全文化及安全质量标准化标准、煤矿安全资源及安全成本控制、煤矿安全生产“人—机—环境”协调性分析、煤矿安全精细化管理的调控以及煤矿安全度分析。

本书可供煤矿管理人员、工程技术人员以及政府有关管理人员阅读,也可以供高等院校安全管理方向的师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全精细化管理的关键因素及煤矿安全度研究/马金山著.

—徐州:中国矿业大学出版社,2017.6

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3497 - 1

I. ①煤… II. ①马… III. ①矿山安全—安全管理—研究 IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 073368 号

书 名 煤矿安全精细化管理的关键因素及煤矿安全度研究

著 者 马金山

责任编辑 史凤萍

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83884895 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 880×1230 1/32 印张 5.75 字数 150 千字

版次印次 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

定 价 26.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

## 前 言

恶劣的地质条件、复杂多变的煤层赋存状况,客观地决定了我国煤矿安全管理工作的艰巨性。做好安全管理工作,一靠安全工程技术,二靠安全管理手段。在安全技术不断进步的今天,煤矿的安全形势依然严峻,使得安全管理工作愈发显得重要。庞大的生产系统、众多的安全隐患因素,使得安全精细化管理模式成为煤矿安全管理工作的首选。但煤矿安全精细化管理的现状往往是以经验为主、理论研究滞后于实践,且一些关键的因素如安全文化、安全质量标准、安全资源的配备、“人—机—环境”的协调等诸多方面存在着不科学、不系统的问题,制约了煤矿安全精细化管理的效用。为此,本书基于工业工程(Industrial Engineering, IE)技术追求效率的思想和方法对煤矿安全精细化管理的关键因素进行研究,并对煤矿安全度进行初步的探索。

首先,基于熵理论对煤矿安全系统的演化机理进行分析,并确定适合煤矿安全系统的管理模式;其次,基于IE技术的理论和方法对煤矿安全文化的建设及安全质

量标准的制定方法进行研究；然后，基于 IE 技术的优化思想对煤矿的安全资源配置进行分析并采用挣得值分析法对煤矿的安全成本进行过程控制；接下来，运用模糊综合评判法对人—机—环境的协调性进行评价；同时，结合约束理论分析煤矿安全管理效率的调控方法，明确界定煤矿安全管理效率的概念，分析煤矿安全管理效率的评价指标体系所包含的内容及其测评思路；继而，从公众认知的角度提出可以用负产出来反映煤矿的安全度，并在此基础上建立了煤矿安全度用煤矿安全负产出表达的模型，同时结合模型分析了煤矿为提高安全度应该采取的相关对策；最后，基于特殊生产要素的视角采用数据包络分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 对区域煤矿的安全度进行了分析。

研究表明：基于熵理论的煤矿安全系统的演化过程分为无序状态、有序状态和临界状态，当边际安全熵等于边际安全负熵时是煤矿安全系统进行调控的最佳时机；煤矿安全系统的宏观表现决定了安全精细化管理模式及 IE 技术在安全管理工作中应用的必要性。安全文化建设存在的不足表现为程序待优化、氛围不强、特色不明显以及手段不灵活，研究给出了安全文化高效建设的程序、方法以及基础和保障；确定了煤矿安全质量标准制定的原则、程序和方法；探讨了煤矿安全资源的配置思路 and 保障措施；构建了煤矿安全成本挣值分析模型，它定期采用

挣得安全成本值与预定安全成本值和实际安全成本值进行比较,获得成本偏差、保障度偏差、成本绩效指标和计划绩效指标 4 个指标,对安全成本进行过程控制;分析了煤矿安全生产中人—机—环境的关系,构建了分析煤矿人—机—环境之间是否协调的模糊综合评判模型,并以实例进行了分析;探讨了确保安全精细化管理模式有效运行的效率问题,明确了煤矿安全管理效率的评价指标体系的内容及其测评的思路。通过煤矿安全度模型的分析,研究得出了提高煤矿安全度需要在加强基础性安全建设、重视安全文化的作用、改善企业的形象以及加强事故后的管理等方面进行努力。结合数据包络分析法的原理,视煤矿的事故为获得原煤产出的特殊生产要素,构建模型来分析区域煤矿的安全度。

本书的出版由河南理工大学工业工程专业校级重点学科资助,对此特别表示感谢!

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 研究背景 .....	3
1.2 研究目的及意义 .....	7
1.3 研究内容 .....	9
1.4 创新之处 .....	11
1.5 研究的理论基础概述 .....	12
1.6 研究的技术路线 .....	18
<b>第 2 章 煤矿安全系统演化机理及安全管理模式选择</b> .....	21
2.1 熵与煤矿安全系统 .....	23
2.2 煤矿安全系统的演化过程 .....	26
2.3 煤矿安全系统管理调控的时机选择 .....	27
2.4 煤矿安全的管理模式选择 .....	30
<b>第 3 章 煤矿安全文化及安全质量标准化建设</b> .....	41
3.1 煤矿安全文化 .....	43
3.2 煤矿安全质量标准化 .....	53

<b>第 4 章</b>	<b>煤矿安全资源及安全成本控制</b>	65
4.1	煤矿安全资源	67
4.2	煤矿安全成本控制	74
<b>第 5 章</b>	<b>煤矿安全生产“人—机—环境”协调性分析</b>	83
5.1	煤矿安全生产“人—机—环境”协调的重要性分析	85
5.2	模糊综合评价的基本原理	95
5.3	协调性分析的模糊综合评价模型	97
5.4	实例分析	100
<b>第 6 章</b>	<b>煤矿安全精细化管理的调控</b>	109
6.1	煤矿安全精细化管理效率概述	111
6.2	提高煤矿安全精细化管理效率的基础和保障	114
<b>第 7 章</b>	<b>煤矿安全度分析</b>	119
7.1	煤矿安全度概述	122
7.2	煤矿安全度的负产出表达模型	124
7.3	煤矿安全度的负产出分析	128
7.4	煤矿安全度模型的应用价值	135
<b>第 8 章</b>	<b>基于特殊生产要素视角的区域煤矿安全度分析</b>	137
8.1	煤矿安全生产特殊生产要素的含义	140
8.2	区域煤矿安全度分析的模型构建	142
8.3	实例分析	147



## 目 录

---

第 9 章 结论与展望 .....	151
9.1 结论 .....	153
9.2 展望 .....	155
参考文献 .....	157
后记 .....	171

# 第 1 章

---

---

## 绪 论

---

---



## 1.1 研究背景

煤炭是我国的支柱性能源,长期以来占据了我国能源生产和消费的70%。根据有关部门预测,随着我国国民经济的发展,由于石油、天然气、电力等其他能源的供应客观上受到一些不确定因素的影响,煤炭作为主要能源的比例很长一段时间内仍将占据主导地位<sup>[1]</sup>。因此,煤炭产业是我国能源体系中的龙头产业,为我国国民经济的发展提供了不竭的动力。中国煤炭产量占世界煤炭产量的40%,矿难死亡人数却占世界的60%,煤炭百万吨死亡率远超美国、南非等世界上的主要产煤国家<sup>[2-6]</sup>。根据国家煤矿安全监察局的统计,2001~2010年,全国共发生了28 868起事故,死亡人数合计为47 875人<sup>[7]</sup>。如在2010年中国的煤矿事故死亡人数为2 433人,而美国则仅为48人<sup>[8]</sup>。因此,我国煤矿的安全问题已不仅仅是行业内部的问题,还是一个社会性问题,一个影响到我国国际声誉的问题<sup>[9]</sup>。煤矿事故的发生不是偶然的,而是煤矿生产过程中存在问题的集中暴露,涉及许多方面。既有自然因素、科技投入和研究的不足,也存在人为因素以及体制、管理、社会的传统观念、煤矿安全文化理念的欠缺等<sup>[10]</sup>。而影响煤矿安全生产的基本因素包括地质条件、安全装备条件、人员素质因素以及安全管理状况等因素。

### 1.1.1 地质基础条件差

我国煤炭资源的赋存条件较差,煤层赋存不稳定,地质构造复杂,煤层瓦斯含量大,高瓦斯矿井多,煤层易自燃。水、火、瓦斯、粉(煤)尘、噪声、顶底板、热害等灾害的存在,对矿井的安全生产造成了极大的威胁<sup>[4]</sup>。

具体来说影响煤矿安全的地质因素主要表现在地质构造、水文地质和瓦斯地质方面。地质构造是影响煤矿安全生产的各种因素中最最重要的一个。地质构造包括褶皱、节理和断层。其中断层由于破坏了煤层的延续性和完整性,在井巷中难以查明和控制。工作面遇到褶皱、节理和断层造成层位错动挤压,岩石变得破碎,同时伴随地下渗水,煤层松动后容易脱落。因此,地质构造带往往是发生顶板、透水和瓦斯事故的地段。矿井水文地质状况对煤矿安全生产的影响主要表现在井下透水事故。在矿井建设和生产过程中,当遇到老塘、含水层造成矿井涌水量超过正常排水能力时,即酿成水灾,给矿井生产造成严重的后果,甚至威胁矿工的生命安全。矿井瓦斯以游离状态赋存于地质构造中,一般断层、褶曲、火成岩侵入等地质构造区变化较大<sup>[11,12]</sup>。随着开采规模的扩大和采掘深度的延伸,煤矿井下面临着更多的生产安全问题<sup>[13]</sup>。正是这些天然的薄弱的基础条件导致了我国煤矿的安全生产形势不容乐观,是煤矿事故频发的直接原因。

### 1.1.2 安全投入欠缺

煤矿企业要实现安全生产首先要靠安全技术措施,靠安全基础设施设备等的投入,但现实问题是我国煤矿安全投入的欠账非常大。特别是自2013年以来,我国告别了“黄金十年”的煤炭产

企业发展时期,煤炭价格连续下跌,煤炭企业经营十分困难,很多企业甚至出现了减发、缓发工资的现象。由于煤炭价格的连续跳水,大多数企业都不得不负债经营,这种情况必然会给煤矿安全生产带来一定的影响,尤其是安全投入的降低<sup>[14]</sup>。由于投入不足,煤矿设备老化,技术落后,井下防灾能力差,必然会增加事故发生的可能性<sup>[15,16]</sup>。

安全装备的不足与落后,煤矿安全可靠性差,构成了煤矿重特大事故频发的“诱因”。造成贫乏的安全装备状况,原因有三:第一,自从煤矿管理体制改革后,国家不再投入,煤矿安全暂时成了无源之水;第二,煤矿企业由于受市场经济的影响,连年出现亏损,本身无能力投入或者不愿意投入;第三,相当多的小煤矿主受短期利益机制驱动,不愿过多地进行安全投入,安全设施成了“盲区”,安全隐患、安全事故多<sup>[17]</sup>。

因此,增加煤矿的安全投入,提高安全水平无疑是实现煤矿安全生产的有力保障<sup>[18]</sup>。但同时,在注重煤矿安全投入的同时,也要合理地规划投入结构的分配比例问题,既要重视安全工程、安全设施设备等硬件的投入,也要重视安全科技、安全管理等软件方面的投入,不能顾此失彼<sup>[19,20]</sup>。

### 1.1.3 从业人员素质普遍较低

在我国,煤矿专业人才短缺,从业人员文化素质普遍较低是导致矿难频发的一个重要原因。从总体上看,职工队伍整体素质不高。统计资料表明,全国煤矿从业人员初中及以下文化程度的占从业人员总数的近60%,大专以上的占不到10%<sup>[21,22]</sup>。且煤矿劳动用工管理不规范,一些地区的职工培训流于形式,许多小煤矿没有按照法律法规的要求与矿工签订劳动合同,造成了流动

性大、队伍不稳定<sup>[23]</sup>。从业人员受教育程度低,势必对煤矿的危险有害因素不能及时地辨别并采取有效措施,从而可能导致事故的发生。

此外,每当企业处于困境的时候,人才的流失往往呈现出“加速度”,专业技术人员向发展前景好、经济效益高、待遇收入高的企业和岗位流动。即在煤炭整体形势向好的情况下,煤矿的经济效益好,对专业技术人才的吸引力增强,煤矿的整体发展状况良好;反之,煤炭整体经济形势颓废的状况下,煤矿经济效益较差,加上原本就比较恶劣的工作环境,使得人才的流失颇为严重,势必会影响煤炭企业的良性发展。据有关资料统计,从煤炭企业人才增减状况看,企业专业技术人员总体呈减少流失态势,尤其高层次人才仍处于较严重的流失状态,不利于企业的长远发展<sup>[24]</sup>。

#### 1.1.4 管理水平参差不齐

我国煤矿的投资主体当前呈现多元化的状态,既有国家或地方政府投资或控股的煤矿,也有个人投资的煤矿。目前,国内的煤矿开采方式总体还比较落后,机械化程度低,自动化和信息化水平不能满足生产的需求。煤矿开采技术和工艺落后是影响我国煤矿安全生产的最为直接的原因。同时煤矿的安全管理水平较低,很多小型煤矿没有配备足够的专业技术人员<sup>[21]</sup>。近年来,虽然大部分煤矿形成了集约化大规模生产,但是部分煤矿在相当长一段时间内采矿机械并没有及时更新替换,采矿工艺和技术落后,安全管理意识依旧淡薄,生产人员的安全培训没有落到实处,依然把生产任务和经济效益放在第一位,安全管理始终没有实质性的变化。在这种状况下,煤矿企业职工群众的人身安全得不到保障,生产效率偏低<sup>[25]</sup>。国家投资或控股的大中型煤矿因专业技

术人员较充足,各项规章制度较完善,安全投入较重视,安全管理的水平相对较高,而地方政府或个人投资的煤矿则由于种种原因安全管理的水平相对较低。实践也表明,安全管理水平较低的煤矿发生事故的概率较大。

## 1.2 研究目的及意义

### 1.2.1 研究意义

煤炭工业是我国国民经济的基础产业。在我国的能源工业中,煤炭占我国一次能源生产和消费结构的70%左右,预计到2050年仍将占50%以上,因此煤炭在相当长的时期内仍将是我国的主要能源。同时,煤炭行业也是我国工业生产中伤亡事故最严重的行业,煤矿安全是制约我国煤炭工业持续、健康、稳定发展的主要问题。

我国煤矿安全生产现状主要存在下列问题:一是煤矿自然条件差,煤层自然赋存条件复杂多变,影响安全生产的因素多,是事故多发的客观因素;二是煤矿多且杂,人员素质和装备水平参差不齐,总体基础比较落后;三是煤矿企业主体责任不能落实,各种规章制度不能真正执行,违法违规、超强度生产现象严重;四是技术落后,安全意识差,自我保护能力低。煤矿生产中的种种问题揭示了我国煤矿管理体制的不足,管理体制正是矿难频发的根源,虽然我国煤矿井下地质条件复杂,开采条件恶劣的客观原因存在,但这并不足以掩饰管理中的弊病。

而美国、德国、澳大利亚等国已基本消灭煤矿重大死亡事故,煤矿成为一个相当安全的部门。我国煤矿安全管理水平与发达



国家相比还有很大差距,亟待得到改进和完善。为此,国内的诸多大型煤炭企业都在积极地探索,在矿井的安全生产中引入精细化的管理方法。安全精细化管理是系统安全管理模式,是以企业的生产系统整体为对象,采用系统安全分析手段和现代控制方法,分析生产中存在的各种危险因素,做好系统控制,使危险因素始终保持在可控的安全状态。精细化管理方法遵循的是“事前预防,事中控制,事后分析”的思路。其特点主要表现在如下两个方面。

(1) 推进安全质量标准化建设,实现工程质量动态达标

这主要体现在,一是建立相关的安全质量标准化动态达标管理制度,打好动态达标的基础;二是明确职责,落实各层级安全生产责任;三是强化培训,增强安全质量标准意识;四是加大企业基础投入,提高设备安全水平;五是健全激励约束机制,促进安全质量标准化水平持续改进。

(2) 提升安全信息利用水平,强化安全信息的闭合管理

这主要体现在,一是抓隐患的排查工作;二是抓隐患的跟踪治理工作;三是引进先进技术,提升安全信息管理水平。

国内在矿井安全精细化管理的尝试中存在着问题,表现在:一是安全质量标准化工作中的基础标准不统一,制定质量标准的方法不够科学,工作量过大且效果不够理想;二是“人一机一环境”之间的关系不够协调,如人和所操作的机械设备等不协调,容易产生差错,是安全的极大隐患;三是信息化的利用水平过低,简单工作重复过多,造成大量人力物力的浪费;四是为矿井安全生产服务的设施配置或布局不尽合理。以上原因在很大程度上限制了矿井安全精细化管理的深入实施,为此,就必须在现有成功