



Meikuang Anquan Guanli Xiaolv Jiqi Zhiyue Yinsu Yanjiu

煤矿安全管理效率 及其制约因素研究

马金山◎著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿安全管理效率及其 制约因素研究

马金山 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书建立了煤矿安全管理效率的评价指标体系,构建了煤矿安全管理效率制约因素识别的数学模型,提出了煤矿安全管理效率过程控制的挣得值分析法,对煤矿的安全管理资源和安全管理效果进行过程控制。

本书可供矿山安全管理人员、工程技术人员以及政府相关部门安全管理人员阅读,也可以供高等院校从事安全管理方面的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全管理效率及其制约因素研究/马金山著.

徐州:中国矿业大学出版社,2016.5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3120 - 8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 110696 号

书 名 煤矿安全管理效率及其制约因素研究

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 江苏徐州新华印刷厂

开 本 880×1230 1/32 印张 7.625 字数 198 千字

版次印次 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序

安全管理是除了安全工程技术以外实现煤矿安全的重要手段,其核心则是效率问题,即以尽可能少的安全管理资源投入获得满意的安全管理效果。本书研究的目的是提高煤矿的安全管理效率。

本书对煤矿安全管理效率研究的思路是:首先,选择国内不同规模和条件的煤矿依据所构建的安全管理效率评价指标体系进行测评,以确定某一煤矿安全管理效率的相对水平,为决策者的安全管理提供依据,并根据测评的优秀企业样本确定煤矿安全管理效率优秀基准值,为其制约因素分析及过程控制奠定基础;其次,针对某一具体煤矿,依据所建立的制约因素识别模型,对待研究时期的煤矿安全管理效率的瓶颈制约因素进行识别,并采取措施予以破解以提高管理效率;最后,在该煤矿的管理过程中选择不同的时点采用挣得值分析模型对安全管理效果和安全管理资源进行过程控制,以实现用较少的安全管理资源达到预定安全效果的目标。研究的工作内容及结论如下:

煤矿安全管理效率是指特定时期内在一定的安全基础条件下投入相应的安全管理资源所获得的安全管理效果。据此构建了包括煤矿的安全管理效果、安全基础水平和安全管理资源三大类共25个指标的评价指标体系,以确定煤矿的安全管理效率。

煤矿安全管理效率相对水平测评的实质是各个煤矿样本指标间的综合比较。而灰靶决策方法仅依靠方案间的比较确定各指标

的最优值并构成靶心,各方案与靶心的距离(靶心距)越小方案越优。本书提出广义灰靶决策方法,既能够处理决策者对煤矿安全管理效率某指标属性存在偏好的情况,还可以对存在实数和模糊数混合指标属性的情况采用统一的方法进行运算。对群组专家序关系法确定指标权重的方法进行了改进,不仅能够处理专家个数为偶数个的情况且对各专家的权重分配方法进行了改进,更加客观合理。同时引入了对高维、非正态总体决策方案的样本具有很好分类效果的投影寻踪模型辅助决策。国内煤矿实例分析表明:采用投影寻踪模型时可以将10个煤矿分为不同安全管理效率的三个层次;而采用广义灰靶决策方法时无论是否考虑决策者的偏好,较优的煤矿安全管理效率排序是一致的;以测评选出的优秀样本为依据确定了煤矿安全管理效率的优秀基准值;最后给出了煤矿安全管理效率的等级区间。

构建了煤矿安全管理效率制约因素识别的数学模型,以各影响因素的比率变化与综合效率的比率变化的对比来确定瓶颈制约因素,并以各影响因素的贡献度及优秀基准效率值为瓶颈制约因素的判别依据。泉店煤矿的实例表明:2014年7月份的瓶颈制约因素主要为百万吨死亡率、隐患消除率和隐患整改及时性,采取破解措施后煤矿安全管理效率综合值由0.4206提高到12月份的0.7271,效果明显。

建立了煤矿安全管理效率的挣得值分析模型,它定期以中间变量安全管理效率挣得值与预定安全管理效率值和实际安全管理效率值进行比较,以确定出安全管理资源偏差、安全管理效果偏差、安全管理资源执行指标和安全管理效果执行指标等4个评价指标,基于预定的安全管理效率目标对煤矿的安全管理效果和安全管理资源进行过程控制。泉店煤矿实例分析表明:该模型对安全管理效果和安全管理资源的过程控制实用性较强,可及时发现存在的问题并予以解决。

本研究得到的总体结论有：(1) 在煤矿安全管理过程中及时识别出瓶颈制约因素并进行破解，对提高煤矿安全管理效率是有利的。(2) 某一煤矿即便是安全管理效率较高时也可能存在瓶颈制约因素。(3) 对煤矿的安全管理效率进行过程控制是非常必要的，能够及时发现管理中存在的不足并予以纠正。(4) 煤矿安全管理效率的变化是动态的，通过管控可以保持在一个相对稳定的较高水平。(5) 影响煤矿安全管理效率的因素中定量指标容易把握，定性指标较难。

目 录

1 绪论	1
1.1 选题背景与研究意义	1
1.2 相关理论研究综述	8
1.3 研究目标	15
1.4 研究内容与创新之处	16
1.5 研究方法及技术路线	17
2 煤矿安全管理效率概述	19
2.1 安全相关概念	19
2.2 煤矿安全管理效率的概念	23
2.3 安全管理效率与其他因素的关系	28
2.4 煤矿安全管理效率的影响因素	32
2.5 煤矿安全管理效率的变化规律	34
2.6 安全资源的配置及保障措施	37
2.7 本章小结	44
3 煤矿安全管理效率评价指标体系	45
3.1 指标体系的构建原则	45
3.2 指标体系的构建	47
3.3 指标的释义及指标值的获取方法	49
3.4 煤矿安全管理效率指标体系再思考	63

3.5	本章小结	66
4	煤矿安全管理效率测评	67
4.1	煤矿安全管理效率测评概述	67
4.2	多属性决策方案的集成	68
4.3	指标权重确定的序关系法	71
4.4	灰靶决策方法	76
4.5	投影寻踪模型	88
4.6	煤矿安全管理效率基准值的确定	90
4.7	实例分析	93
4.8	本章小结	116
5	煤矿安全管理效率的制约因素分析	117
5.1	制约因素识别的理论基础	117
5.2	煤矿安全管理效率综合值的确定	120
5.3	安全管理效率制约因素初筛模型	121
5.4	安全管理效率制约因素的识别	126
5.5	安全管理效率制约因素的破解	129
5.6	实例分析	134
5.7	本章小结	143
6	煤矿安全管理效率的挣得值分析法	144
6.1	挣得值法简介	144
6.2	煤矿安全管理效率挣得值法原理	146
6.3	煤矿安全管理效率挣得值法实施	153
6.4	实例分析	157
6.5	本章小结	164

目 录

7 结论与展望	165
7.1 结论	165
7.2 展望	169
附录	171
附录 1 煤矿安全管理效率定量因素调查表	171
附录 2 煤矿安全管理效率定性指标调查表	173
附录 3 序关系法指标权重确定调查表	179
附录 4 序关系法权重确定过程	185
附录 5 煤矿安全管理效率相关计算程序	196
参考文献	216
后记	231

1 绪 论

1.1 选题背景与研究意义

1.1.1 选题背景

(1) 以煤炭为主的能源结构将长期占主导地位

我国是一个富煤、贫油、少气的国家。这样的能源状况决定了煤炭在我国的能源生产和消费中处于重要的地位。表 1-1 是 2004~2013 年我国一次能源生产的结构。由该表可以看出我国原煤的生产一直占据主导地位,在一次能源生产结构中始终占比 75%以上,而其他的能源生产如原油、天然气、水电、核电和风电的生产则只占 25%以下。

表 1-1 我国一次能源生产结构(2004~2013) 单位: %

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
原煤	77.1	77.6	77.8	77.7	76.8	77.3	76.6	77.8	76.5	75.6
原油	12.8	12.0	11.3	10.8	10.5	9.9	9.8	9.1	8.9	8.9
天然气	2.8	3.0	3.4	3.7	4.1	4.1	4.2	4.3	4.3	4.6
水电、核电、 风电	7.3	7.4	7.5	7.8	8.6	8.7	9.4	8.8	10.3	10.9

资料来源:国家统计局 2014。

表 1-2 是我国一次能源的消费结构。2004~2013 年在我国一次能源消费结构中原煤的消费一直在 70% 左右, 远超世界平均水平的 28.5%。

表 1-2 我国一次能源消费结构(2004~2013) 单位: %

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
原煤	69.5	70.8	71.1	71.1	70.3	70.4	68.0	68.4	66.6	66.0
原油	21.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	19.0	18.6	18.8	18.4
天然气	2.5	2.6	2.9	3.3	3.7	3.9	4.4	5.0	5.2	5.8
水电、核电、 风电	6.7	6.8	6.7	6.8	7.7	7.8	8.6	8.0	9.4	9.8

资料来源: 国家统计局 2014。

由表 1-1 和表 1-2 可以很容易看出煤炭资源在我国能源结构中的主导地位。因此, 根据中国的能源资源条件、技术经济发展水平, 以及国际能源市场的发展趋势, 在未来 30~50 年内, 中国以煤炭为主的能源结构变化不会太大^[1,2]。

(2) 煤矿的生产条件恶劣、安全形势严峻

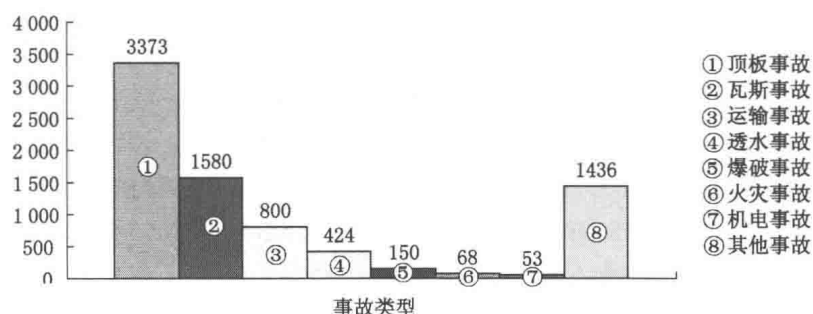
虽然从总量看, 我国煤炭资源的储量尚可, 但资源赋存条件差。具体表现在煤炭资源赋存环境复杂多样, 地域分布不均衡, 西多东少, 北富南贫, 并且适宜露天开采的资源少, 地下开采煤矿开采深度大, 水、火、瓦斯等自然灾害严重^[3,4]。表 1-3 中是 2003~2013 年以来露天煤矿产量占全部煤炭产量的比例分析, 由该表可以看出, 虽然自 2003 年以来露天煤矿的产量在不断地增加, 但是截止到 2013 年露天煤矿的产量所占比例也只有 14.13%, 即地下开采的煤炭产量仍然占全国煤炭生产总量的 85% 以上。

关于煤矿的事故类型, 陈娟和赵耀江统计分析了 2001~2010 年 10 年来各类死亡事故的起数如图 1-1 所示。

表 1-3 露天煤矿产量占全部煤矿产量比例

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
露天/亿 t	0.80	1.31	1.32	1.39	1.70	2.10	2.95	3.50	3.98	4.50	5.20
全国/亿 t	16.7	19.6	21.9	23.8	25.3	26.2	29.1	32.4	35.2	36.5	36.8
占比/%	4.79	6.68	6.03	5.84	6.72	8.02	10.14	10.80	11.31	12.33	14.13

资料来源:《中国露天煤炭事业百年发展报告》,煤炭工业出版社 2015 年版。

图 1-1 2001~2010 年煤矿死亡事故类型及起数统计^[5]

从图 1-1 中可以看出我国煤矿事故主要是顶板事故、瓦斯事故、运输事故、透水事故、爆破事故、火灾事故、机电事故和其他事故,而其中顶板事故的起数最多,其次为瓦斯事故,二者事故起数的总和占事故总数的 60% 以上。煤矿事故中的顶板事故、瓦斯事故、透水事故甚至部分火灾事故都是由于地质条件因素造成的。这些由地质条件因素导致的事故其危险源是不可能绝对根除的,这就决定了煤矿生产中安全工作的复杂性和艰巨性。尤其值得注意的是煤矿的瓦斯事故,其发生的类型多、危害巨大,一旦发生将会造成重大的人身伤亡和财产损失。

(3) 当前煤矿的安全形势依然不容乐观

煤炭工业为保证国家能源供应,支撑国民经济快速发展做出

了重要贡献。因而无论是从国家、社会还是企业,乃至相关个人层面上均对煤矿的安全格外重视。虽然国家、社会、企业及公众对煤矿安全日益关注并采取了积极有效的安全对策,使得近年来煤矿的安全形势得到不断的提升,伤亡人数在逐年下降,但煤矿安全的事故依然是屡见不鲜。

近年来,我国煤炭产量不断增加,然而煤矿的死亡人数与其他主要产煤国家相比却仍然较高。煤炭行业重、特大安全事故时有发生,给人民生命财产带来严重损失,煤炭行业如今仍然为社会公认的高危行业^[1,5]。图 1-2 是 2001~2013 年全国煤矿原煤产量、百万吨死亡率及重特大大事故起数的统计分析。2001~2013 年,全国煤矿产量增速迅猛,2001 年产量仅为 11 亿 t,而到 2013 年煤炭产量则已经达到 37.0 亿 t。可以看到 2001 年的百万吨死亡率高达 5.03,而到了 2009 年首次下降到了 0.892,到了 2013 年百万吨死亡率已经降到 0.5 以下为 0.293,这是煤矿安全工作中的一个巨大进步。而由图 1-3 可以发现,2001~2013 年的煤矿事故的死亡人数总体上呈逐年下降趋势,实际上 2001 年死亡人数为 5 670 人,2002 年上升为 6 995 人,但自 2002 年以后死亡人数逐年下降。2009 年煤矿的百万吨死亡率虽然降到 1 以下,但死亡的绝对人数

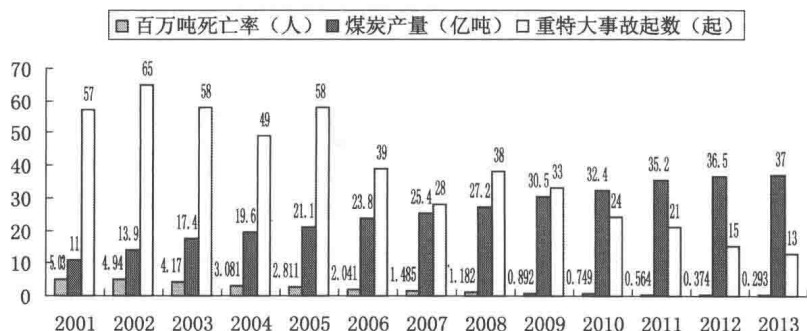


图 1-2 2001~2013 年全国煤矿原煤产量、百万吨死亡率及重特大大事故起数^[6]

仍然较高,为 2 631 人,这在经济社会逐渐发展、人文环境逐步改善的今天是不可接受的^[6]。

总之,由图 1-2 和图 1-3,我们可以看到煤矿的安全形势在逐渐好转,具体表现在百万吨死亡率、死亡人数和死亡的事故起数都逐年呈现下降的趋势,但是也应该清醒地认识到,煤矿重特大事故起数、事故死亡的绝对人数仍然较高。

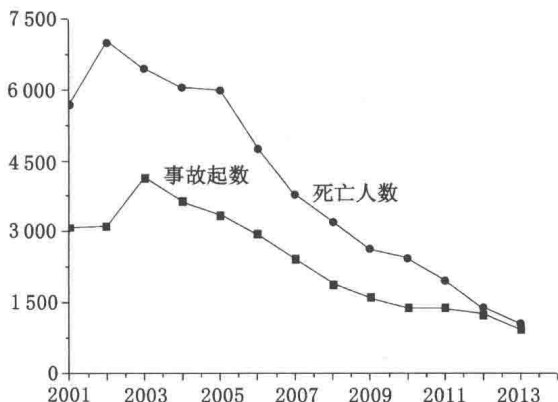


图 1-3 2001~2013 年全国煤矿死亡事故起数及死亡人数趋势^[6]

(4) 安全管理在煤矿安全工作中功不可没

要实现煤矿的安全目标,保障生产的持续稳定进行首先需要依靠安全工程技术,这是毋庸置疑的。然而,安全的实现仅靠安全工程技术是远远不够的,它虽然可以预防和规避大多数的危险因素,然而却不能处理由人的因素导致的安全事故。同时安全工程技术的实施效果如何还必须要通过安全管理使之达到最佳的状态。可以说安全工程及技术是实现煤矿安全的必要条件但并不是唯一的条件。而安全管理就是运用管理学中的计划、组织、指挥、协调和控制等手段对安全生产系统的安全设施设备、从业人员、安全信息、安全投入资金等各类安全资源进行优化管理形成具体可

执行的规章制度并监督实施。而实际上煤矿发生的许多事故往往都是管理不善引起的。所以煤矿的安全管理在实现煤矿的安全目标中功不可没。

(5) 提高煤矿的安全管理效率迫在眉睫

客观地说,前些年由于煤炭经济形势的大好,也由于国家对煤矿安全的规制不断加强,煤矿的安全形势得到了极大的改善。然而与国内其他行业以及与同类的其他发达产煤国家相比,煤矿事故仍然不断见诸媒体。这不得不引起我们的思考,为什么在国家的法规愈发严厉、安全设施设备投入不断加大、安全培训愈加重视的情况下,煤矿企业依然不能有理想的安全表现呢?尤其值得注意的是看似安全管理基础较好、安全设施设备齐全、规章制度完善、安全人员充足的大型煤矿安全状况也同样让人担忧。抛开我国煤矿地质环境的因素及从业人员的素质外,一个重要的因素需引起我们的重视,即煤矿安全管理的效率。

煤矿安全生产的实现是诸多因素共同作用的结果,如安全设施设备的投入、安全科学技术的实施、从业人员素质的提高等等^[7-11]。虽然影响煤矿安全的因素众多,但安全管理始终在煤矿的安全生产中具有至关重要的地位^[12-15]。由于安全管理涉及的因素多,情况复杂,且社会和公众对安全的期望值越来越高,使得安全管理工作的难度也在不断地加大^[3,16-24]。在煤矿的安全硬件投入大幅度改善的情况下,煤矿的安全状况也得到了极大的改善,然而,这并不能完全杜绝事故的发生,其中一个不容忽视的原因就是安全管理效率的低下。如2009年发生“2·22”特别重大瓦斯爆炸事故的山西焦煤集团屯兰矿为一个设计生产能力为400万t/a的大型现代化矿井,在此次事故中死亡78人,直接经济损失达2386.94万元,被认为是由于管理不善的责任事故,其教训是惨痛的。为此如何提高煤矿的安全管理效率、识别其制约因素并采取相应的对策是值得研究的内容。

1.1.2 研究意义

一方面,煤矿企业存在的目的和宗旨是安全、高效地将赋存于地下的煤炭资源开采出来,从而获得经济效益。受自然地质条件的影响,我国的煤炭资源大多赋存较深,这也就决定了我国煤炭资源的开发绝大多数是以地下开采为主。相对于露天煤矿开采方式,地下开采的煤矿企业生产环境所受到的危害因素较多。瓦斯、水害、热害、冲击地压、粉尘等等灾害的任何一项影响对煤矿的安全来说都是致命的。所以我国煤矿能够保持稳定、持续的生产,首要的问题就是解决煤矿的安全问题。可以毫不夸张地说没有安全就没有煤矿的生产,更谈不上煤矿的经济效益。

另一方面,煤矿企业开采出来的煤炭资源是为了销售后获得经济效益,但如果开采的成本过高,接近甚至超出所销售的价格,则煤矿的开采活动从经济效益而言便毫无意义。而就煤矿的生产成本而言,除了与其他企业相同的生产经营成本外,还有很大一部分是获得安全所付出的成本。如果安全成本过高,那么同样会使煤矿的开采活动失去意义。在安全成本的形成过程中,有一类错误的做法是不可取的,即对安全方面的过多投入、甚至要求达到绝对的安全状态。从客观的角度来说,由于诸多潜在危害因素的存在,煤矿达到绝对的 100% 的安全是不可能的。考虑到安全技术的进步、社会经济的发展和人们认识水平的提高,允许有少量事故的发生,伤亡数字控制在可接受的范围内是客观的、合理的,这也能够解释为什么每年国家会有一个百万吨死亡率的控制指标。

基于上述对煤矿开采经济活动的认识和当前煤矿安全的客观实际,所以从资源使用和节约的视角来审视煤矿的安全管理工作是非常必要的。管理的目的就是提高效率、节约成本、减少浪费进而提高经济效益。管理活动中必然要使用和调控相关的资源,提高这些管理资源的利用效率,是实现经济效益的基础性工作。而安全管理同样是为了提高获得安全的生产环境所付出努力的效

率,进而提高经济效益。因此我们可以说提高煤矿的安全管理效率最终的目标也是为了煤矿的经济效益服务的。

因此,提高煤矿安全管理效率的意义表现在:一是在确保必要安全的情况下,投入较少的安全管理资源,进而提高经济效益;二是在现有安全管理资源条件下,通过对相应安全管理资源的优化,使得煤矿的安全状况能够进一步的提高;三是随着安全状况的改善,安全管理资源的投入增加,但前者增益的幅度明显大于后者增加的幅度。提高安全管理的效率无疑对煤矿的安全生产提供了保障,同时也是提高经济效益的得力工具。因此研究煤矿的安全管理效率就是对煤矿的综合安全管理效率进行评价,找出制约其安全管理效率的因素,对制约因素的破除以及对关键安全管理资源的优化投入及确保安全管理效率的保障措施等一系列的工作。所以,研究煤矿的安全管理效率尤其是对地下开采的煤矿安全管理具有十分重要的现实意义。

1.2 相关理论研究综述

1.2.1 安全管理效率

当前对管理效率方面的研究较多^[25-27],但具体针对煤矿安全管理效率方面的研究则处于萌芽状态。而在其他行业,安全管理效率方面则已有一些研究成果。俞力玲对航空领域的安全管理效率进行了较为系统的研究,分析探讨了安全管理效率的内涵、建立了安全管理效率的指标体系并研究了量化评估方法^[28]。Soobin 等采用问卷调查的方法研究了建筑行业的安全管理效率,获得了制约影响建筑行业安全管理效率的因素并提出了相应的对策^[29]。李舒亮基于投入产出分析的思想对建设项目的风险管理效率进行研究,揭示了风险管理效率形成的机制、提出了建设项目风险管理投入的综合