

矿山灾害预防控制教育部重点实验室(山东科技大学)资助

企业

风险管理

与监控预警技术

QIYE

FENGXIAN GUANLI

YU JIANKONG

YUJING JISHU

曹庆贵 著

煤炭工业出版社

矿山灾害预防控制教育部重点实验室(山东科技大学)资助

企业风险管理与 监控预警技术

曹庆贵 著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

企业风险管理与监控预警技术/曹庆贵著. —北京:
煤炭工业出版社, 2006

ISBN 7-5020-2851-X

I. 企… II. 曹… III. 企业管理: 风险管理
IV. F272.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2006) 第 011398 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
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 850mm×1168mm^{1/32} 印张 6^{1/2}
字数 165 千字 印数 1—1,500
2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷
社内编号 5635 定价 25.00 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



作者简介

曹庆贵，男，1961年6月生，教授，博士。1982年7月毕业于山东科技大学（原山东矿业学院）采矿系，并留校工作至今。长期从事安全工程学科的教学、科研工作，研究领域涉及安全管理理论、安全评价方法、安全信息系统、系统安全分析与危险辨识技术、煤矿安全技术以及安全监测监控等。主要著作有《煤矿安全评价与安全信息管理》、《煤矿现代安全管理方法的应用与发展》、《易燃厚煤层开采的防灭火技术与实践》和《安全系统管理》；发表论文50余篇；主持完成了包括国家“九五”科技攻关项目、国家安全生产监督管理局项目和青岛市计划项目在内的20多个科研课题，科研成果获得山东省科学技术进步二等奖和三等奖各1项，获得山东省教育厅、山东省公安厅、山东省煤炭工业局、泰安市等厅局级科技进步奖多项；为山东省劳动保护学会等技术协会的会员。

内 容 提 要

本书围绕煤炭、化工、建筑等高危企业所面临的生产风险及其必需的现代监控预警技术和风险管理能力,分析了风险与事故、安全等概念之间的关系,提出了企业生产过程中风险的类别划分方式,建立了风险的数学模型,并对风险与时间、管理、人的行为之间的关系进行了深入分析和讨论;建立了企业安全系统模型,用系统论对其特性进行了深入分析;根据控制论的理论和方法,建立了风险控制模型,提出了安全控制对策;研制了B/S模式的“企业风险监控与安全管理预警系统”,建立了企业安全网站,并设计、开发了计算机自动监测系统——煤矿瓦斯检测作业跟踪与智能管理系统。在这些研究的基础上,提出了完整的企业生产中风险监控与安全管理预警技术体系,并将这一技术体系在不同企业中成功实施:矿井安全管理全息动态监控方法在新汶矿业集团实施,职业安全健康管理动态监控与预警方法在莱芜钢铁集团应用,煤矿瓦斯检测作业跟踪与智能管理系统在葛亭煤矿安装使用。现场实施所取得的良好效果表明这一技术体系具有良好的社会效益。

Abstract

Based on an analysis of the key concepts and their correlations of risk, accident and safety, the classification of risk and the relationship of risk, time, management and individual behaviors are discussed in details, and a mathematical model of risk and an enterprise safety system are put forward in the book. Furthermore, according to the theories and methods of control, the risk control model and the safety control countermeasures are explored, “Risk Monitoring and the Early-warning System of Safety Management” of B/S mode and a safety website are established and the computer-assisted automatic monitoring system——coal mine gases examination task follow and intelligence management system is put forward.

On the basis of the study, an integrated system of risk monitoring and early-warning techniques of safety management in production is made and then successfully applied into such enterprises as XinWen Mining Group, LaiWu Steel Group and GeTing Coal Mine, in which the holographic dynamic monitoring method of mine safety management, the dynamic monitoring and early-warning method of occupational health and safety management and coal mine gases examination task follow and intelligence management system have been employed respectively and the great social benefits have been made.

前 言

安全是人类社会文明进步的标志，是当今世界普遍关注的重大课题之一；安全生产既是企业职工生命健康的基本保障，也是企业良好效益的有力保证。我国政府历来十分重视安全生产工作，各类企业也为提高安全生产水平作了不懈的努力。

然而，安全工作实践证明，企业生产过程中普遍存在或大或小的风险，如果不能及时准确地对其辨识，并通过有效的管理技术手段，消除或减轻其危险度，则可能造成人员伤亡、财产损失等灾难性后果。我国企业中，这方面的教训是十分深刻的，特别是煤矿、建筑、化工等高危行业，往往由于风险控制措施不力而导致多人伤亡的惨痛事故，给企业造成毁灭性打击。

所以，为保证企业生产的安全，风险管理是重要且必需的工作。其中，风险的监控预警技术，是风险管理有效性和可靠性的重要保障。由于我国工业基础薄弱，职工安全素质不高，企业管理、特别是安全管理工作不够完善，风险管理在各类企业中尚未得到足够的重视。因此，开展企业风险管理与监控预警技术研究对促进我国企业用这一现代化技术手段完善安全管理工作，具有重要的现实意义。

在山东省教育厅、青岛市科技局、新汶矿业集团公司、淄博矿业集团公司葛亭煤矿和莱芜钢铁集团公司等单位的支持和帮助下，作者开展了“企业风险管理与监控预警技术”课题研究，取得了可喜的研究成果，并将其成功地应用于新汶矿业集团公司等单位的安全生产工作中。本书是在这一课题的基础上完成的，是对课题研究成果的总结和提高。

本书的出版得到了矿山灾害预防控制教育部重点实验室（山东科技大学）的资助；课题研究和本书的编写得到了作者博士阶

段的导师——山东科技大学李白英教授的悉心指导；作者的同事、山东科技大学博士生导师郭惟嘉教授、程卫民教授给予了多方面的指导和帮助。课题研究过程中，山东科技大学李家祥教授、温兴林副教授、徐乐年副教授、郑效田讲师，泰山学院王聪华教授，都付出了创造性的劳动；作者的研究生：袁立峰、单国文、苗德俊、陈文学、邓奇根、宋世学、匡开宇，不但在收集资料、绘制插图等方面做了大量工作，而且在课题研究工作中努力钻研，为课题的顺利完成和本书的出版作出了积极的贡献；山东科技大学研究生刘坤、张显栋，也为课题研究作了贡献。在本书出版之际，作者向上述老师、同事、朋友和学生，向上述单位的领导和技术人员，表示衷心的感谢和由衷的敬意！

风险管理与监控预警技术是现代安全管理的重要技术手段。本书旨在系统介绍企业风险管理与监控预警技术的研究应用状况，既为企业的安全管理工作提供实用的技术方案，也为该领域的研究人员提供研究工作的基础资料。希望本书对系统学习和研究风险管理技术、提高企业安全生产水平有一定帮助，也希望为安全科研和安全教学工作贡献作者的绵薄之力。

由于时间紧迫，加之作者水平所限，书中疏漏和错误在所难免，敬请读者多加指正。

曹庆贵

2006年1月6日

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 企业安全生产现状分析	1
1.2 企业生产中风险管理的作用与意义	3
1.3 企业风险管理的研究内容及研究现状	5
2 风险与企业生产风险	13
2.1 风险及其特征	13
2.2 企业生产中的风险分析	27
2.3 企业生产中的风险类别划分	31
2.4 本章小结	33
3 企业生产中的风险管理与控制模型	36
3.1 企业生产中的风险模型	36
3.2 企业安全系统的组成与特性分析	41
3.3 企业生产中风险控制的模型与对策	56
3.4 本章小结	74
4 企业生产中的风险管理与控制技术	77
4.1 固有风险的管理与控制	77
4.2 潜在隐患风险的管理与控制	90
4.3 行为风险的管理与控制	99
4.4 本章小结	108

5 企业生产中的风险监控与预警技术	111
5.1 信息与风险信息	111
5.2 风险信息的采集与传输	117
5.3 企业生产中风险监控与预警技术体系	121
5.4 本章小结	125
6 企业风险监控与预警软件系统	128
6.1 系统分析	128
6.2 系统总体结构及安全网站设计	132
6.3 软件设计与实现	137
6.4 系统应用与维护	140
6.5 本章小结	142
7 企业生产中风险管理与监控预警实践	143
7.1 矿井安全管理全息动态监控	143
7.2 煤矿瓦斯检测跟踪与智能管理	156
7.3 职业安全健康管理体系动态监控	170
7.4 本章小结	184
8 结论及展望	185
8.1 回顾与总结	185
8.2 展望及建议	187
参考文献	189

Contents

Preface

1 Introduction	1
1.1 Safety Production Actuality Analysis of Enterprises	1
1.2 Purpose and Significance of the Research	3
1.3 Current Situation of the Study and Development Direction at Home and Abroad	5
2 Risk and the Risk of Enterprise Production	13
2.1 Risk and Its Characteristics	13
2.2 The Risk Analysis in Enterprise Production Process	27
2.3 The Sort Demarcation of Risk in Enterprise Production Process	31
2.4 Summary	33
3 The Model analysis of Risk Management and Control in Enterprise Production Process	36
3.1 The Risk Model in Enterprise Production Process	36
3.2 The Analysis and Constitution of the Enterprise Safety System	41
3.3 The Model and Countermeasure of Risk Control in Enterprise Production Process	56

3.4	Summary	74
4	The Management and Control Technique in Enterprise Production Process	77
4.1	The Management and Control of Intrinsic Risk	77
4.2	The Management and Control of the Latent Hidden Accident	90
4.3	The Management and Control of the Behaviors Risk	99
4.4	Summary	108
5	The Risk Monitor and Early-warming Technique in Enterprise Production process	111
5.1	Information and the Risk Information	111
5.2	The Collection and Transmission of Risk Information	117
5.3	The Risk Monitor and the Early—warming Technique System of the Enterprise Production Process	121
5.4	Summary	125
6	Research and development of Risk Control and Early -warming System	128
6.1	Systems Analysis	128
6.2	The Synthetic Structure of System and the Design of the safety website	132
6.3	Realization and Design of the Software	137
6.4	Application and Maintenance of the System	140

6.5	Summary	142
7	The Risk Control Monitor and Early—warming Practice in Enterprise Production Process	143
7.1	Mine Safety Management Holographic Dynamic Monitor	143
7.2	Mine Gases Examination Task Follow and Intelligence Management	156
7.3	The Dynamic Monitor System of Occupational Health and Safety Management	170
7.4	Summary	184
8	Main Achievement and Conclusion	185
8.1	Reflections	185
8.2	Prospect	187
	<i>References</i>	189

1 绪 论

1.1 企业安全生产现状分析

1.1.1 企业的生产与安全问题

改革开放20多年以来,我国的经济建设取得了突飞猛进的发展,我国企业的生产水平得到了极大的提高,很多企业的产量和效益持续、稳定增长,保证了国家建设对各类产品的需求,提高了人民群众的物质生活水平。例如,2004年,我国共生产原煤1956Mt^[1],生产钢铁约273Mt^[2],均保持了较快增长,满足了国内经济持续、快速增长的要求。

由于人、物、环境和管理等多方面因素的影响,企业生产过程中,有可能发生事故而导致人员伤亡或财产损失,并会使生产过程暂时或永久终止。因此,为了保护人身和财产的安全,亦为了保证生产的正常进行,各个企业都十分重视安全工作,一般都采取了教育、装备和管理等多方面综合措施,开展防灾、减灾工作,最大限度地避免各种事故所可能造成的损失。

企业的生产和安全是相辅相成的,两者可以互相促进、共同提高。企业生产过程中同时做好保证安全的工作,即为通常所说的安全生产。多年来,党和政府一直实行“安全第一,预防为主”的安全生产方针,通过强有力的安全工作,来保证和促进企业生产的持续、稳定发展。2002年6月29日颁布了《中华人民共和国安全生产法》,将企业安全生产纳入了法制轨道。

安全管理是企业安全工作的主导因素。长期以来,传统安全管理方法为企业的发展提供了保证;随着企业生产技术水平的提高和社会的进步,企业安全管理的方法和手段也在不断地改进和提高,以适应新的情况,提高管理绩效。

最近几年来,由于改革开放的步子加大,经济建设发展的速度加快,不同所有制形式企业的高速发展,给企业安全工作带来了一系列新的问题,企业安全生产面临着新的严峻形势。这些问题的出现,既促使企业界认真研究解决,也引起了党和政府的高度重视。政府和企业正在从各方面进行努力,以保证安全工作的形势继续往好的方向发展。

1.1.2 我国企业的安全生产现状

由于我国很多企业的安全生产基础比较薄弱,虽然经过努力,近年来安全生产水平获得了很大提高,但是,企业生产过程中发生事故、甚至发生恶性事故的情况时有发生,有些行业的情况还相当严重,企业安全生产状况很不乐观。2004年,全国工矿商贸企业发生特别重大事故9起,死亡594人,主要发生在煤矿、金属与非金属矿和烟花爆竹企业;发生特大事故49起,死亡688人。其中,煤矿企业发生34起,死亡492人;金属与非金属矿发生3起,死亡36人;建筑业发生2起,死亡33人;危险化学品发生1起,死亡11人;烟花爆竹发生6起,死亡75人;工商贸其他发生3起,死亡41人^[3]。统计数据表明,如建筑、化工、钢铁等企业中的伤亡事故情况比较严重。

煤矿企业的安全生产状况更为严峻,2004年10月之后的几个月内,连续发生了3起造成100人以上死亡的特别重大恶性事故:2005年2月14日,辽宁阜新矿业集团孙家湾煤矿发生特别重大瓦斯爆炸事故,造成214人死亡;2004年11月28日,陕西铜川矿务局陈家山煤矿发生瓦斯爆炸事故,死亡166人;2004年10月20日,河南郑州煤业集团大平煤矿发生瓦斯爆炸事故,死亡148人。这些恶性事故的发生,不但给人民的生命财产造成重大损失,而且也在国外造成严重影响。2004年,全国煤矿事故死亡人数总共为6027人^[4],百万吨死亡率平均为3.08,虽然与上一年相比略有下降,但是与世界其他主要产煤国家(如美国)^[5]相比,仍处于极高的水平。我国煤矿的百万吨死亡率是美国煤矿的400余倍、印度的8~9倍,是世界上煤矿伤亡事故发生最频繁的国家^[6]。

有的安全专家认为,我国目前正在经历着第五次事故频发高峰期。这个高峰从1999年下半年开始,其主要原因是随着经济体制改革的深化和新一轮经济发展的加速,安全管理体制与环节上出现了很多不适应或脱钩的情况,不少企业、特别是中小企业事故明显上升。

为了扭转安全生产工作的严峻局面,国家正在从完善安全法规、加强安全管理和安全监督监察工作等多个方面采取措施。2004年以来,山东省委、省政府部署实施了“平安山东”的宏伟工程。其中,企业安全生产是建设“平安山东”的一项重要内容,是构筑和谐社会的有机组成部分。

1.2 企业生产中风险管理的作用与意义

1.2.1 风险管理问题

安全是人类最重要和最基本的需求,是人类社会文明进步的标志,是当今世界普遍关注的一个重大课题;安全生产既是企业职工生命健康的基本保障,也是企业良好产量效益的有力保证。

然而,重大生产事故的不断发生,给企业职工的生命安全造成极大威胁,使生产企业蒙受巨大损失,也使人们明确地认识到在工矿企业生产中潜伏着巨大的危险性。应该对其进行辨识和控制,通过有效的管理技术手段,消除或减轻事故的风险,防止其可能造成灾害。

多年来的安全生产实践证明,风险普遍存在于企业生产过程和人类生活中;世界上不存在无风险的工艺过程或工程项目,只是风险的大小有别而已。有鉴于此,风险的管理和控制就很有必要,并随着生产的发展和技术的进步而受到广泛的重视。

风险管理最初是从经营角度对经济活动进行管理,避免造成损失。近年来,风险管理的实用范围逐渐扩大,伴随着现代安全管理技术的发展,防范和减少事故损失的风险管理逐步得到人们的重视,并将其应用到安全管理工作中。本书所说的风险管理专指事故风险管理,不讨论风险管理的其他领域。

1.2.2 风险管理与控制的作用与意义

由上述分析可知,为了保障企业生产的正常进行,促进企业安全生产工作步入可持续、良性发展的轨道,风险的管理与控制具有重要的现实意义。企业安全管理过程中,及时、准确地对风险程度进行预警,有助于提高风险管理工作的质量和效果。最近几年来,结合企业安全工作的实际需要,作者在政府有关部门和有关企业的支持、帮助下,对“企业生产中风险管理与监控预警技术”课题进行了认真的研究,并将研究成果应用到企业安全管理工作中,取得了良好效果。本书主要介绍这一课题的研究和应用情况。

“企业生产中风险管理与监控预警技术”课题研究中,主要根据安全科学和系统论、信息论、控制论及计算机和网络技术,深入研究风险分析与评价模型、人的安全行为控制方法、企业安全管理预警技术,并研制在计算机网络(局域网、Intranet 或 Internet)上应用的实用软件系统——企业风险监控与安全管理预警系统。因此,这一课题的研究具有一定的理论意义。

目前常规的企业安全工作中,虽然提出了各种各样的措施和手段,但未能从系统的观点出发,形成系统、有效的风险管理方法体系,亦未能充分利用现代化的计算机网络手段,使企业安全管理跟上信息社会发展的步伐。目前的事故预防工作,虽然采用了安全评价、安全监控等先进的方法和手段,但对事故的重要致因——人的行为缺乏有针对性的管理和控制。所以,开展上述课题研究,采用科学的方法和计算机网络等先进手段开展风险管理 with 动态监控预警,进行风险辨识和评价等工作,具有明确的实用价值和现实意义,主要表现在如下几个方面:

(1) 对实际存在的危险源进行辨识,并利用计算机网络对其进行管理和预警,确保其处于受控制状态,防止其失控而造成重大灾害。

(2) 对生产过程中产生的日常事故隐患进行有效的排查、合理地评价其危险性,并对其进行实时监控和预警。

(3) 提出有效的模型和完整的方法体系, 对工作人员的安全责任进行确认, 对其安全行为进行监督、预警和控制。

(4) 提出科学、完整的方法体系, 形成动态的安全闭环控制体系。

(5) 利用先进的计算机网络手段, 及时、正确地对风险信息进行处理, 快速、准确地传输风险信息, 对安全状况进行分级控制, 确保安全管理体系的实施效果。

同时, 风险辨识和评价是职业安全健康管理体系的核心内容之一。目前国内众多企业正在积极认证和认真实施职业安全健康管理体系, 本课题的研究也可为此项工作提供一个科学的手段。

1.3 企业风险管理的研究内容及研究现状

1.3.1 事故理论与风险模型研究

20 世纪, 国外研究者提出了多种事故致因理论^[7]。如格林伍德 (M. Greenwood) 和伍兹 (H. Woods) 1919 年提出的“事故倾向性格”论, 1936 年海因里希 (H. W. Heinrich) 提出的事故因果连锁理论, 1961 年由吉布森 (Gibson) 提出的“能量异常转移”论。

近 40 年来, 人们结合系统论、信息论和控制论的观点、方法, 提出了一些有代表性的事故理论和模型。1969 年瑟利 (J. Surry) 提出的瑟利模型, 是以人对信息的处理过程为基础描述事故发生因果关系的一种事故模型。与此类似的理论还有 1972 年威格里沃思 (Wigglesworth) 的“人失误的一般模型”、1974 年劳伦斯 (Lawrence) 的“金矿山人失误模型”, 以及 1978 年安德森 (Anderson) 等人对瑟利模型的修正, 等等。上述理论把人、机、环境作为一个整体 (系统) 看待, 也有人将它们统称为系统理论。

动态和变化的观点是近代事故致因理论的又一基础。1972 年, 本尼尔 (Benner) 提出了在处于动态平衡的生产系统中, 由于“扰动” (Perturbation) 导致事故的 P 理论, 约翰逊 (Johnson) 于 1975 年发表了“变化-失误”模型, 1980 年塔兰茨 (W. E. Talanch) 介绍了“变化论”模型, 1981 年佐藤吉信提出了“作用-变化与作用