

安全健康新知丛书

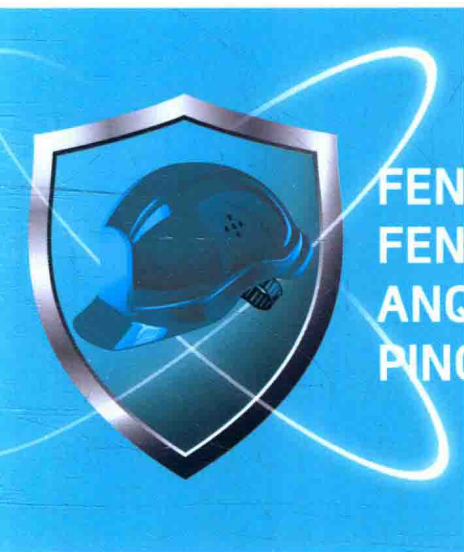
ANQUAN JIANKANG XINZHI CONGSHU

第三版

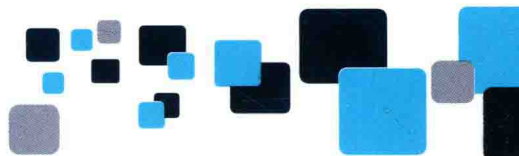
# 风险分析与安全评价

第三版

◎ 罗云 主编    ◎ 裴晶晶 副主编



FENGXIAN  
FENXI YU  
ANQUAN  
PINGJIA



缜密的  
风险辨识

科学的  
风险评估

有效的  
风险控制



化学工业出版社

安全健康新知丛书

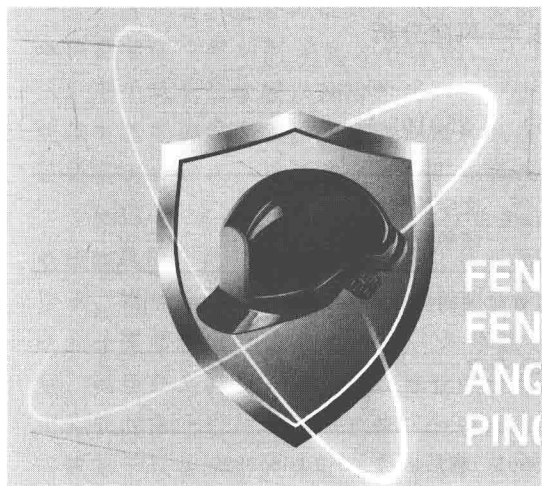
ANQUAN JIANKANG XINZHI CONGSHU

第三版

# 风险分析与安全评价



◎ 罗云 主编    ◎ 裴晶晶 副主编



FENGXIAN  
FENXI YU  
ANQUAN  
PINGJIA



化学工业出版社

· 北京 ·

《风险分析与安全评价》(第三版)是《安全健康新知丛书》(第三版)的一个分册。

《风险分析与安全评价》(第三版)主要论述了现代工业风险的现状,风险防范科学的发展、风险管理的基本思路和策略,先进的风险分析与安全评价理论和方法,缜密的风险辨识、科学的风险评估、有效的风险控制理论和方法。更有实用价值的是详述了危险源辨识与风险评价的方法和实例以及风险预警管理的理论和实践的相关内容,同时对事故预测、事故预防、事故应急和风险控制进行了深入介绍。本书具有前沿性、理论性、系统性和实用性的特点。

《风险分析与安全评价》(第三版)可供企业安全管理人员、政府安全生产监督管理人员阅读,也可作为高校、科研单位安全科技人员及安全工程专业大学生的理想参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

风险分析与安全评价/罗云主编. —3版. —北京:  
化学工业出版社, 2016. 1  
(安全健康新知丛书)  
ISBN 978-7-122-25445-0

I. ①风… II. ①罗… III. ①工业生产-风险分析  
②工业生产-安全管理 IV. ①X931

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第250195号

---

责任编辑: 杜进祥  
责任校对: 边涛

文字编辑: 孙凤英  
装帧设计: 韩飞

---

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 装: 三河市万龙印装有限公司  
710mm×1000mm 1/16 印张20 字数391千字  
2016年3月北京第3版第1次印刷

---

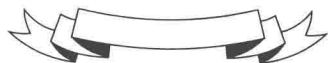
购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

# 前言



从方法论的角度，安全生产工作模式大致能分成三种：一是迫于事故教训的工作方式，这是传统的经验型监管模式；二是依据法规标准的工作方式，这是现实必要的规范型监管模式；三是基于安全本质规律的工作方式。本质规律的方式必然要求风险分析与安全评价方法与技术的支撑。

基于风险的监管，即RBS/M模式就是体现安全本质规律的分析模式和方法的最典型标志。其具有科学性和有效性，在针对当前我国安全生产管理资源有限、事故预防命题复杂的态势下，应用更为科学有效的风险分析理论和方法显得极为重要和具有现实意义。因为，RBS力求使安全评价和风险分析做到最合理、最有效，最终实现事故风险的最小化。这是由于：第一，基于风险的管理对象是风险因子，依据是风险水平，目的是降低风险，其管理的出发点和管理的目标是一致和统一的，监管的准则体现了安全的本质和规律；第二，基于风险的管理能够保证管理决策的科学化、合理化，从而减少监管措施的盲目性和冗余性；第三，基于风险的管理以风险的辨识和评价为基础，可以实现对事故发生概率和可能损失程度的综合防控。建立在这种系统、科学的风险管理理论方法上的监管方法能全面、综合、系统地实现政府的科学安全监察和企业的有效安全管理。

RBS/M方法可以应用于针对行业企业、工程项目、大型公共活动等宏观综合系统的风险分类分级监管，也可以针对具体的设备、设施、危险源（点）、工艺、作业、岗位等企业具体的微观生产活动、程序等进行安全分类分级管理，可以为企业分类管理、行政分类许可、危险源分级监控、技术分级检验、行业分级监察、现场分类检查、隐患分级排查等提供技术方法支持。RBS的应用流程是：确定监管对象→进行风险因素辨识→进行风险水平评估分级→制订分级监管对策→实施基于风险水平的监管措施→实现风险可接受状态及目标。

应用RBS/M监管的理论和办法，将为安全生产监管带来如下转变。

- 监管对象：变事故被动监管为风险主动监管；
- 监管过程：变静态局部监管为动态系统监管；

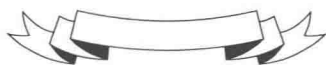
- 监管方法：变形式约束监管为本质激励监管；
- 监管模式：变缺陷管理模式为风险管理模式；
- 监管生态：变安全监管对象为安全监管动力；
- 监管效能：变随机监管效果为持续安全效能。

正因为有了这些新的风险分析与安全评价理论和技术的发展，使得本书的第三版具有了创新的动力和源泉。《风险分析与安全评价》（第三版）面向公共安全和安全生产，在安全管理的理论、安全管理的法制、安全管理的方法等方面都有了进展和突破。本书由罗云主编，裴晶晶副主编，参加编写人员还有：樊运晓、马孝春、罗斯达、常成武、李峰、胡延年、杨景武、黄西菲、李彤、黄玥诚、曾珠、李平、李永霞等。我们期望读者能够通过最新版本的阅读，获得最新、最前沿现代安全管理理念与理论、技术与方法、应用与实例的新知识及新感悟。

罗 云

2015年7月于北京

# 第一版前言



---

在我们的生产和生活过程中，时时处处都充满着来自于技术的风险。技术风险给我们带来的是生产和生活过程中发生的各类安全事故，它会给个人造成生命的丧失、生理的伤残，给家庭带来痛苦和不幸，给社会和企业造成生产的影响和财富的破坏与经济的损害，给国家稳定造成干扰和危害。因此，人们憎恨来自于技术风险的意外事故。

然而，导致技术风险的本质根源或原因是什么？如何消除或控制技术风险？如何减轻由于技术风险造成的损害和损失？

为了回答如下问题，我们先从技术系统的“本质安全”说起。

“本质安全”这一术语源于20世纪60年代的电子工业部门，用于指电子系统的自我保护功能。后来这一概念以及“本质安全化”的理论和方法被工业安全技术人员接纳并推广，并作为对技术系统安全性能评价的原则之一。

关于本质安全的定义有两种观点。一种观点认为：本质安全化是针对人-机-环境整个系统而言，可谓之系统本质安全化。也就是说：对于人-机-环境系统，在一定历史的技术经济条件下，使其具有较完善的安全设计及相当可靠的质量，运行中具有可靠的管理技术。其内容包括：人员本质安全化，机具本质安全化，作业环境本质安全化，人-机-环境系统管理本质安全化等。

第二种观点认为：本质安全化的概念仅适于人-物-环境方面的本质安全化。因为：(1) 人的生理机能根本不可能是本质安全化的；(2) 人是不停地接受外界物质、能量、信息作用的客体，又是异常复杂的物质与精神不断循环的系统，要达到本质安全化是不大可能的。所以“本质安全化”是指通过本质安全化的手段、方法，达到对人无损无害。

两种观点不同，但都充分肯定了技术系统的本质安全对于预防事故灾害的重要性和必要性。事实上，在现代的安全管理工作中，人们研究最多、成果最多的也是系统的本质安全化技术，它对于预防事故和保障安全生产起到了巨大的改进和促进作用。

为了实现本质安全化的目的，安全科学技术专业人员在探索和研究基本的理论和方法。

随着安全科学技术理论的发展，人们逐渐认识了实现系统本质安全化的基本方法。

一是从根本上消除危险、危害因素及其导致事故和毒害事件的发生条件。即针对事故发生的主要原因采取物质技术措施，使其从根本上消除，这是防止发生事故或类似事故最理想的本质安全措施。主要有：（1）以安全、无毒产品替代危险、高毒产品；（2）按本质安全化要求，重新设计工艺流程、设备结构、形状和选择能源；（3）消除事故可能发生的必须条件。

二是在设备或技术系统中应能自动防止操作失误、设备故障和工艺异常。操作失误、设备故障和工艺异常是生产过程中难以避免的现象。设备及其系统应有自动防范措施，否则必然导致事故发生，造成人员伤亡、设备损坏，甚至还可能引起燃烧、爆炸。采取自动防范措施的主要方法有：（1）用机械的程序控制代替手工操作，是保证安全、防止错误操作的根本途径；（2）积极进行自动化和机器人的研究、生产，逐步替代人去从事危险、脏且累、尘毒及其他人们不愿从事的工作；（3）采取和创造安全装置。安全装置一般由机器制造厂商设计安装并随机器销售。这些安全装置有：屏护装置，密闭装置，自动和联锁装置，保险装置，自动监测、报警、处置装置，以及指示灯、安全色等辅助性安全装置。

三是设置空间和时间的防护距离，尽量使人员不与具有危险性、毒害性的机器接触，这样即使发生事故也不能造成伤害，或降低伤害程度。具体的方法有：（1）将具有危险性、毒害性的机器围封于特定场所，即抗爆间、密闭室、安全壳等，使之与人员及周围环境保持一定的安全距离；（2）在人员与机器之间或机器周围设立隔断墙、隔火墙、防爆墙、隔火间、隔爆间、抗爆土堤、抗爆屏障、防泄堤及避难设施（安全滑梯、滑杆、通道等）；（3）围栏、护网可起部分隔离作用，只用于其他隔离措施无法实行的情况；（4）时间隔离是为了避免相邻作业发生事故后相互影响，从而确定错开作业时间，达到隔离目的。但它易随着人为因素而失效，所以只在其他隔离措施无法实行时才运用。

四是根据生产特点，做好安全措施的最佳配合。首先应研究对象的主要危险因素，熟悉各种安全措施、方法的使用范围和条件，然后进行选择、匹配，从两个或两个以上的相对安全措施的最佳组合中求取最大限度的安全效果，对重要、危险的部位要采用双重、多重安全保障措施。

综上所述，本质安全化原则和技术对于从根本上认识技术风险、消除事故和危害事件、防止人为失误和系统故障时可能发生的伤害是最基本和有效的措施，这种措施贯穿于技术方案论证、设计，以及基本建设、生产、科研、技术改造等

一系列过程的诸多方面，它对于指导安全生产科学管理工作有重大的意义。故此，“本质安全”的原则在安全设计、安全管理中得到了广泛的应用。

要实现技术系统的本质安全，就需要认识技术风险，进行风险分析、风险评价和风险控制。因此，风险分析与管理是实现系统本质安全的基础。

本书的重要内容涉及如下方面：

1. 技术风险对现代社会的影响和负面作用。
2. 工业风险管理的基本概念、原则、理论和方法。
3. 风险辨识的理论和技術。
4. 风险评估的理论和方法。
5. 风险控制的理论——事故预测与预防的理论。
6. 重大事故的应急救援理论和方法。

作者希望通过本书提出的观点，介绍的理论和方法，或分析、探讨的实例和论证，向读者传递一套风险管理的理论和方法体系。

由于安全科学技术的理论和方法还处于发展之中，风险分析与安全评价的理论和方法体系还有待于不断地研究和探索，加之作者知识及能力水平有限，不足及错误在所难免，望读者能予谅解，并能提出宝贵意见。

罗 云

2004年元月于北京



# 第二版前言



近十年来，重大危险源和重大隐患的概念深入人心。从法律到标准，从政府监管到企业防控，对危险源和隐患的监控和治理，全社会都倾其能力，极度重视。是的，对重大危险源进行普查，推行评估制度，落实监控措施，制定应急预案；对重大隐患进行排查，推行分类分级管理制度，落实治理整改措施，这些策略和对策与事故报告、责任追究等事后型的监管措施相比，无疑具有超前预防的功能和作用，确实是安全管理的进步、科学管理的体现。但是，以重大危险源和重大隐患作为管理对象，推进全面的、严厉的监管制度，这仅仅是预防型科学管理的初级阶段，是现代安全管理的第一步。

为什么这样说？如何认知和理解上述的观点和结论？下面是我们的见解。

2007年湖南凤凰“8·13”堤溪大桥垮塌特别重大事故，山东新汶华源“8·17”洪水淹井事故，2008年深圳市龙岗区龙岗“9·21”舞王俱乐部重大火灾事故，内蒙古鑫鑫花炮厂“8·30”重大爆炸事故，广西广维化工股份有限公司“8·26”爆炸事故，山西襄汾“9·8”特大尾矿库溃坝事故等。面对这些重特大事故，调查记者、社会公众、业内人士常常都会提出如下质疑：为什么重大危险源的监控成效不大？为什么已查出的重大隐患长期得不到解决？为什么同类型的事故重复发生？为什么一边排查治理隐患一边发生事故？……

多年来，国家在安全生产监管层面组织实施了“重大危险源普查”、“重大隐患排查”等举措。国家安监总局将2008年定为“重大隐患治理年”，并在奥运会召开之前启动了“百日督查专项行动”。但就是在这样的背景下，重特大事故还累累发生。我们不能就此否定近年的这些重大安全监管举措的作用和成效，但這些重特大事故的发生和对其原因的分析，以及对事故责任的认定，在诸多原因之中，有一点是我们必须认识到的，就是：我国目前安全生产“监管水平较低，缺乏科学性”；“监管效能较差，与科学发展不适应”。监管效能差是结果、是表象，监管缺乏科学性才是本质，才是根源。

作者认为，我国安全生产监管还缺乏更为科学、有效的手段和方式，主要体

现在如下几个方面：

一是缺乏科学分级，抓不住监管重点。尽管多年来我们进行了重大危险源和重大隐患的普查排查、评估分级、监控管理，但是其核心的分级方法和标准是根据危险源的固有危险性进行的，这是一种以能量级为依据的分级方法（危险理论），这种方法根本没有反映和抓住危险源的安全本质，即没有根据危险源和隐患的现实风险水平进行科学的分级（风险理论）。建立在固有危险分级理论和方法基础上的分级管理，使得安全监管资源（监管的力量或投入）的利用和分配是盲目和缺乏科学性的，因此使得各级政府的安全监管效能是低下的。在如此高度重视和督查强度的情况下，还有失控的特别重大危险源存在，从而导致特别重大责任事故的发生，就说明了这一点。

二是监管的方式是静态的，缺乏动态预警监控。目前我们对重大危险源和重大隐患的宏观层面采取的普查、排查、分类监管、分级监管，微观层面采取的报告、备案、安评、检查、督查等措施，都是一些静态监管办法。但是，危险源和隐患客观上是动态变化的。同样的危险源或隐患，在不同的生产环节、过程，不同的环境条件、状态，其风险水平是动态变化的，而我们恰恰缺乏动态、实时、适时的监管办法，从而也就谈不上超前的预测、预警对策。政府的各级安全监管缺少系统分类、科学分级、事前预测、实时预警、及时预控等技术方法。如湖南凤凰“8·13”堤溪大桥垮塌特别重大事故和山东新汶华源“8·16”洪水淹井事故，在施工或生产过程中，风险的程度是时时变化的。在变化动态的施工环节和季节环境中，我们没有适时地跟进监管措施，从而使重大风险环节或重大风险状态失控。

三是监管的时机是滞后被动的，缺乏超前主动的科学预防。近年来，我们强调责任追究，用事故指标考核各级政府，采取“回头看”的监督方式，监察的对象主要是重大事故类型、地区和单位。这不能说对遏制重大事故和保障安全生产没有发挥积极作用，但这些办法和措施都带有事后、被动和治标的特点，而要体现“预防方针”，要“治本”，就需要加强监管的超前性，推行科学预防的办法和措施。

四是监管方法以约束为主，缺乏激励机制。在目前有限的社会经济发展水平以及科技发展能力和安全文化素质背景下，在各行业，特别是高危行业，安全生产“应付文化”盛行，这与各级政府安全监管缺乏激励机制有一定关系。近年来，我们采取的安全生产主体责任强化，加大事故责任追究，提高经济处罚标准等措施，无疑是实际而有效的。但是随着社会经济的发展和安全文化的进步，时代呼唤更多的激励机制。

针对上述问题，我们认为，我国的安全生产监管需要作出如下的发展和转变：

一是变固有危险监管为现实风险监管。在各行业的生产现实中，是“重大危险源”或是“重大隐患”，不一定为“重大风险”，而风险才是生产系统安全的本质特征。现行的以固有危险作为监管分级依据的做法，往往放走了“真老虎”、“大老虎”、“活老虎”——真正具有特大风险的危险源或隐患。如发生的内蒙古鑫鑫花炮厂“8·30”重大爆炸事故、广西广维化工股份有限公司“8·26”爆炸事故和山西襄汾“9·8”重大尾矿库溃坝事故，依据临界量、库存容量（危险原理）不一定是高级别的重大危险源，但由于它发生特别重大事故的可能性（概率）极高，可能造成的人员伤亡和损失后果非常严重（严重度），这样的危险源必然是特别重大风险（风险原理），按国家的安全生产分级监管制度，就应该纳入相应的国家、省级、地区和县级的四级监管范畴。为此，我们建议国家对目前辨识的重大危险源和重大隐患重新进行以风险为标准的辨识分级，用风险的理论来指导危险源和隐患分级监管，实现对高风险企业、高风险设备设施、高风险工程施工、高风险作业工期、高风险矿井、高风险仓储、高风险社区场所、高风险活动项目等进行科学分级监管。

二是变静态监管方式为动态监管模式。在重大危险源普查和重大隐患排查的基础上，根据各地区和行业的危险源和隐患风险评估，明确风险预警级别，推行风险动态监管监控。在技术上推广实时监测监控（如对尾矿库安装技术监测系统），在管理上推进“实时报警、适时预警”机制，具体的做法是：对各地区、各行业、各企业的各类重大危险源和重大隐患进行预期风险评估制、风险分类分级监管制、下级实时报警制、上级适时预警制等。

三是变事后的被动监管为超前的主动监管。首先，改变用事故指标考核各级政府的做法，推行各级政府安全监管业绩测评。业绩测评的指标突出监管成本、监管效能、监管效果，重视发展性指标、预防性指标、治本性指标。其次，“回头看”与“向前看”相结合，在实行闭环监管检查过往事故、事件、隐患整改的同时，重视督查风险预测、预警、预控的措施及方案。

四是变约束强制监管为主动激励机制。安全生产方针要求的“预防文化”呼唤安全生产监管的“激励机制”。为此，第一，我们建议对特殊（多因素、新形态、复杂型）的安全事故或事件推行“首发免责”制，即对这类事故主要是吸取经验、信息共享、防范同类；第二，各级政府根据风险分类监管和分级监管的职责，提倡“风险主动报告奖励”制（建立在专家认定的基础上）；第三，推进合理的经济激励政策，即推行安全生产投入经费的国家补贴制、高危行业税收风险调节制等经济激励机制。

国际范围的安全生产管理经历了从经验到科学、从被动到主动、从静态到动态、从事后到超前、从约束到激励的发展和进步。这种科学、合理、有效的管理原

理和方法在我国的煤矿、石油、化工、电力、民航等高危行业已有成功的案例，我们期望其在我国各级政府的安全生产监管领域同样也得到认识、发展和实践。

综合上述分析，我们提出如下安全科学管理的策略和方法：变固有危险分级为实时风险分级；推行静态监管与动态监管相结合；从滞后被动监管到主动预警监管；实行强制监管与激励监管协调制。为了达到这些目标，我们多年来致力于以风险为管理对象的安全管理理念和实践推进工作。为此，2004年我们编写了本书第一版，并获得了读者的普遍关注和喜爱。今年，在化学工业出版社的推举下，我们再奉献给读者《风险分析与安全评价》（第二版）。

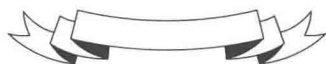
第二版相对第一版本来说，一是内容上进行了适当调整；二是对部分不足的内容进行了必要修正和补充；三是增加了第九章，即风险预警管理的理论和实践的相关内容，致使风险管理的方法更为先进与实用。

推进全社会安全科学管理的进步和发展，让各行业的安全管理从经验型传统管理向科学型的高级管理迈进，这是我们的追求和愿望。

罗 云

2009年4月于北京

# 目录



---

## 第一章 生存于风险的王国 /1

第一节 正视技术的两面性 .....	1
一、技术是一把双刃剑——利弊共存 .....	1
二、两种前途 .....	3
第二节 生活中的技术风险 .....	7
一、居家生活中的技术风险 .....	7
二、技术风险就在我们的身边 .....	8
三、生活中的化学 .....	13
四、家庭意外事故风险 .....	17
五、居家意外的防范 .....	19
第三节 生产中的技术风险 .....	22
一、生产效益与技术灾难相伴 .....	22
二、工业事故和灾难的特点 .....	23
三、生产事故的特性 .....	24
四、生产事故的原因 .....	25
五、生产过程中的风险与危害 .....	25
第四节 事故风险给我们的警示和启示 .....	29
一、20世纪全球重大事故警示——十大技术灾难 .....	29
二、让平安的愿望变为安全的行动 .....	33
三、提高人类安全素质从自我做起 .....	33
四、防范风险需要采用系统综合对策 .....	34

## 第二章 风险防范科学的发展和进步 /36

第一节 古代的安全防范 .....	36
-------------------	----

一、我国古代的风险防范 .....	36
二、古代人类的风险防范观 .....	37
三、人类安全法规的起源与发展 .....	38
第二节 近代安全科学技术的起源与发展 .....	41
一、安全认识观的发展和进步 .....	41
二、安全科学理论的发展 .....	42
三、安全科学技术发展的标志性成果 .....	42
四、安全科学技术与社会经济的关系 .....	43
五、20 世纪安全生产拾萃 .....	44
第三节 安全对现代社会的影响及作用 .....	45
一、安全生产事关我国小康社会的安全稳定 .....	45
二、安全生产事关我国国际形象和国际市场的竞争力 .....	46
三、安全生产水平反映我国“人权”标准 .....	47
四、安全生产事关社会经济健康持续发展 .....	48
五、安全生产在全面建设小康社会进程中的重要地位和作用 .....	53

## 第 三 章 工业风险管理 /57

第一节 基本概念与分类 .....	57
一、风险的概念与术语 .....	57
二、风险的分类 .....	60
第二节 工业风险管理理论的发展 .....	63
一、国外风险评价发展的历程 .....	63
二、我国风险管理的研究与应用概况 .....	65
三、风险管理的作用及意义 .....	66
第三节 风险管理基础 .....	67
一、风险管理的概念 .....	67
二、风险度的确定 .....	69
三、风险管理与安全管理 .....	70
四、风险的分析内容及目的 .....	71
第四节 风险管理理论体系和范畴 .....	71
一、风险管理的理论体系 .....	71
二、风险管理范畴 .....	73
三、风险管理的程序 .....	75
第五节 风险管理技术 .....	76
一、风险管理的技术步骤 .....	76

二、风险管理规划 .....	76
三、风险识别与评估模式 .....	76
四、风险控制技术 .....	80
第六节 特种设备安全风险监管体系 .....	85
一、风险监管体系 .....	85
二、监测预警体系 .....	86
三、应急管理体系 .....	86
四、事后处置体系 .....	87

## 第 ④ 章 风险辨识方法与技术 /89

第一节 危险源的辨识 .....	89
一、危险源及其辨识的概念 .....	89
二、两类危险源理论 .....	91
三、危险源控制概念 .....	91
四、系统危险性评价 .....	91
五、危险源辨识、评价与控制的实施 .....	92
第二节 危险源辨识技术 .....	93
一、危险区域调查 .....	93
二、危险源区域的划分原则 .....	94
三、危险源调查内容 .....	94
四、危险源辨识的组织程序及技术程序 .....	95
五、危险源辨识的途径 .....	98
六、危险源数据采集的内容 .....	99
第三节 危险因素的分类 .....	100
一、根据危害性质分类的方法 .....	100
二、根据事故形式分类的方法 .....	102
三、根据职业健康影响危害性质分类的方法 .....	103
第四节 危险源的分类 .....	103
一、第一类危险源分析 .....	104
二、第二类危险源分析 .....	106
三、危险源与事故发生的关联性 .....	107
第五节 危险源分级方法 .....	107
一、易燃易爆、有毒有害物质危险源辨识分级 .....	107
二、压力容器危险源的辨识分级 .....	108
第六节 危险源的控制管理 .....	110

一、危险源控制途径 .....	110
二、危险源的分级管理 .....	112

## 第五章 风险评价方法 /113

第一节 风险评价综述 .....	113
一、风险评价的作用及意义 .....	113
二、安全评价通则 .....	115
三、安全验收评价导则 .....	117
四、安全预评价导则 .....	118
五、风险评价与安全评价 .....	120
第二节 风险评价原理 .....	120
第三节 风险评价的程序与分级方法 .....	123
一、风险评价的程序 .....	123
二、风险分级方法 .....	125
第四节 风险分析方法 .....	126
一、风险可接受准则 .....	126
二、安全检查表分析法 .....	129
三、风险矩阵分析法 .....	130
四、预先危险性分析 (PHA) .....	131
五、故障模式及影响分析 (FMEA) .....	132
六、事件树分析 (ETA) .....	132
七、故障树分析 (FTA) .....	133
八、因果分析 (FTA-ETA) .....	137
九、可操作性研究 (OS) .....	140
十、致命度分析 (CA) .....	141
十一、危险和可操作性研究 (HAZOP) .....	142
第五节 风险评价方法 .....	145
一、风险评价方法概述 .....	145
二、LEC 评价法 .....	146
三、MES 评价法 .....	148
四、MLS 评价法 .....	149
五、道化学火灾、爆炸危险指数评价法 .....	149
六、帝国化学公司蒙德部火灾、爆炸、毒性指数评价法 .....	151
七、危险性与可操作性研究 .....	153
八、易燃、易爆、有毒重大危险源评价法 .....	154



九、基于 BP 神经网络的风险评价法 .....	154
十、日本六阶段评价法 .....	156
十一、系统综合安全评价技术 .....	157
十二、 $R=FEMSL$ 评价法 .....	159
十三、模糊评价法 .....	160
十四、各种风险评价方法的比较 .....	162

## 第 6 章 重大危险源评价实例分析 /165

第一节 冶金高温作业区风险评价 .....	165
第二节 农药包装车间的评价 .....	166
第三节 煤气作业区风险评价 .....	169
第四节 电力输配电企业典型风险分级评价 .....	173
一、电力系统冰雪灾害风险评价分级法 .....	173
二、电力断电风险分级评价法 .....	177
三、电力电缆工作票（变电、线路通用）风险分级评价法 .....	178

## 第 7 章 事故预防原理与风险控制 /181

第一节 事故致因理论 .....	181
一、早期的事故致因理论 .....	182
二、系统安全工程理论 .....	183
三、事故频发倾向论 .....	184
四、事故遭遇倾向论 .....	185
五、多米诺骨牌理论 .....	187
六、轨迹交叉论 .....	188
七、管理失误论 .....	191
八、北川彻三的事故因果连锁理论 .....	193
九、能量转移理论 .....	194
十、瑟利人因系统理论方法 .....	197
十一、事故原因树 .....	199
十二、变化-失误连锁理论 .....	200
十三、扰动理论 .....	204
十四、作用-变化与作用连锁理论 .....	204
第二节 事故预测原理 .....	207
一、事故指标预测及其原理 .....	207
二、事故隐患辨识预测法 .....	207