

# 安全科学技术

金龙哲 宋存义 主编



化学工业出版社  
安全科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

安全科学技术/金龙哲, 宋存义主编. —北京: 化学  
工业出版社, 2004. 3  
ISBN 7-5025-5408-4

I. 安… II. ①金…②宋… III. 安全科学 IV. X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033689 号

---

安全科学技术

金龙哲 宋存义 主编

责任编辑: 朱 彤

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 李 林

封面设计: 潘 峰

\*

化学工业出版社 出版发行  
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 24 $\frac{1}{4}$  字数 438 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5408-4/X·430

定 价: 45.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 编审人员名单

主 审	吴宗之	蔡嗣经			
主 编	金龙哲	宋存义			
副主编	谢振华	汪 莉	钱大益	张俊燕	
编 委	冯海明	邓云峰	董克柱	张英华	漆旺生
	何绪文	段小丽	孙京敏	吴 根	韩剑宏
	常冠欣	胡振玉	徐瑞银	王文才	刘 凯
	李天昕	邹安华	周 佳	胡 伟	陈立武
	韩 放	刘双跃	陈东科	蒋仲安	杜翠凤
	施春红	魏 巍	黄国忠		

# 前 言

本书是根据北京科技大学制定的“十五”教材编写规划和北京科技大学安全技术及工程专业研究生培养方案编写的。

本书结合安全科学技术的研究现状和安全生产工作的实际，较系统地介绍了安全科学的基础理论、基本规律性，较全面地反映了安全科学技术研究现状及其发展趋势。安全科学可分为安全科学原理与安全科学技术两大方面内容，本书主要涉及安全科学技术部分，主要包括安全评价技术、网络安全技术、尘毒治理技术、机电安全技术、化工安全技术、矿山安全技术、锅炉安全技术、起重机械安全技术、生物安全技术及地质灾害及其减灾技术等方面。全书内容丰富，具有一定的广度和深度，可作为高等院校安全技术及工程专业硕士生、博士生教材以及相关技术专业本科生选修课程的教材，也可供安全管理人员、技术人员及安全工作者参考使用。

本书由金龙哲、宋存义担任主编，第1章由胡伟编写，第2章由周佳、孙京敏编写，第3章由漆旺生、张英华编写，第4章由邓云峰编写，第5章、第8章由冯海明编写，第6章由韩剑宏编写，第7章由常冠欣、吴根编写，第9章由段小丽编写，第10章由钱大益编写，由金龙哲、宋存义完成内审及统稿工作，谢振华、张俊燕、魏巍、常冠欣参加了后期编辑工作。初稿完成后，经北京科技大学蔡嗣经教授和吴宗之教授审阅，提出了许多宝贵意见，特此致谢。

由于编者水平所限，书中一定存在某些缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2004年3月

# 目 录

<b>1</b>	<b>安全评价技术</b>	<b>1</b>
1.1	概述	1
1.2	安全评价方法	5
<b>2</b>	<b>网络安全技术</b>	<b>36</b>
2.1	网络安全综述	36
2.2	数据加密和安全工具	50
2.3	网络安全技术的应用	59
<b>3</b>	<b>矿山安全技术</b>	<b>64</b>
3.1	概述	64
3.2	矿井通风	66
3.3	矿井粉尘及防治	71
3.4	矿井火灾及防治	81
3.5	矿井瓦斯防治	93
3.6	矿井水灾及防治	107
<b>4</b>	<b>尘毒治理技术</b>	<b>117</b>
4.1	粉尘的概念和分类	117
4.2	粉尘的危害	119
4.3	粉尘的来源及传播特点	127
4.4	防尘的综合措施	130
4.5	除尘设备	137
<b>5</b>	<b>机电安全技术</b>	<b>150</b>
5.1	电气安全技术	150
5.2	机械安全技术	169
<b>6</b>	<b>化工安全技术</b>	<b>192</b>
6.1	绪论	192
6.2	化工产品的燃烧与爆炸	194
6.3	化学危险物质	228
<b>7</b>	<b>生物安全技术</b>	<b>238</b>
7.1	生物安全概述	238

7.2	转基因生物的安全问题 .....	242
7.3	重组脱氧核糖核酸的生物危害 .....	263
<b>8</b>	<b>起重机械安全技术 .....</b>	<b>276</b>
8.1	概述 .....	276
8.2	起重机易损零部件安全技术 .....	285
8.3	起重机安全装置 .....	297
<b>9</b>	<b>锅炉安全技术 .....</b>	<b>303</b>
9.1	概述 .....	303
9.2	锅炉安全的主要影响因素及安全保证措施 .....	311
9.3	锅炉安全运行的管理和检验 .....	319
9.4	中国锅炉安全的发展趋势 .....	321
<b>10</b>	<b>地质灾害与减灾技术 .....</b>	<b>325</b>
10.1	地质灾害概述 .....	325
10.2	中国地质灾害分布概况 .....	330
10.3	地震灾害 .....	333
10.4	崩塌、滑坡和泥石流灾害 .....	340
10.5	地面塌陷 .....	346
10.6	水土流失 .....	349
10.7	城市地质灾害 .....	352
10.8	其他地质灾害 .....	355
10.9	地质灾害勘察、防治与减灾 .....	362
	参考文献 .....	379

# 1 安全评价技术

## 1.1 概述

### 1.1.1 安全评价的定义

风险评价也称危险评价或安全评价，是用系统科学的理论和方法对系统存在的危险性进行定性或定量分析，得出系统发生危险的可能性及其程度的评价，以寻求最低事故率、最少的损失和最优的安全投资效益。风险评价是安全管理和决策科学化的基础，是依靠现代科学技术预防事故的具体体现。在中国一般将“风险评价”称为“安全评价”。

安全评价的内容包括：安全管理绩效评价，人的行为安全性评价，设备、设施的安全性评价，作业环境安全性评价，化学物品安全性评价等。目前，国内外工业安全评价方法已有几十种。中国有关单位研究开发了定性评价方法、指数评价方法。“八五”科技攻关研究中，提出了“易燃、易爆、有毒重大危险源辨识、评价方法”，需进一步研究事故后果模型，事故经济损失评价方法、生态环境影响评价方法、人的行为安全性评价方法，不同行业可接受的风险标准。

任何生产系统，在其寿命周期内都有发生事故的可能。区别只在发生的频率和事故的严重程度（即风险大小）不同而已。因为在制造、试验、安装、生产和维修过程中普遍存在着危险性。在一定条件下，如果对危险性失去控制或防范不周，就会发生事故，造成人员伤亡和财产损失。为了抑制危险性，使其不发展为事故，或减少事故造成的损失，就必须对它有充分的认识，掌握危险性发展为事故的规律，也就是要充分提示系统存在的所有危险性及其形成事故的可能性和发生事故的损失大小，从而衡量系统客观存在的风险大小。这就是系统危险性的辨识过程，发现和测出新的危险性和危险性的变化。计算其事故发生率及严重度（危险的定量化），预示其风险率。

根据系统危险性辨识的判断确定需要整改或改造的技术设施和防范措施，使辨识的危险性得到抑制和消除，在技术上可靠，经费上合理，系统最终达到所要求的安全指标（或国家标准），这就是危险性控制能力的评价。

### 1.1.2 安全评价的历程

#### 1.1.2.1 国外安全评价历程

风险评价（risk assessment），即安全评价是由保险业发展起来的。20世

纪 30 年代，保险公司为投保客户承担各种风险，但要收一定费用，这个费用收多少合适呢？当然要由所承担风险大小来决定。因此就带来一个衡量风险程度的问题，这个衡量风险程度的过程就是当时美国保险协会所从事的风险评价。在美国，道（Dow）化学公司采用了火灾爆炸指数评价法，这种方法在世界范围内影响很大，推动了评价工作的发展。后来，英国帝国化学公司（ICI）在此基础上推出了蒙德（Mond）法。日本也推出了罔山法、足田法，使道化学公司的评价方法更为科学、合理、切合实际。道化学公司本身经过 20 年的实践，先后修订六次，出了第七版和相应的教科书，评价范围也从火灾爆炸扩展到毒性物质灾害等其他方面。

20 世纪 70 年代初，日本劳动省颁布了《化工厂安全评价指南》，把评价方法进一步向科学化、标准化方向推进，综合采用了一整套安全系统工程的分析方法和评价手段，使化工厂的安全工作在规划、设计阶段就能得到充分保证。以风险率为标准的定量评价是安全评价的高级阶段。这种评价手段是随着航空航天、核工业等高新技术领域的开发而得到迅速发展的。英国 20 世纪 60 年代中期就建立了故障率数据库和可靠性服务所，开展了概率安全评价工作，在国际同行中影响很大，并一举推动了安全系统工程。世界范围广泛应用的美国原子能管理委员会关于《商用核电站风险评价报告》是在 20 世纪 70 年代中期发表的。现在，风险定量评价已在工业发达国家的许多工程项目得到广泛的应用，并在许多行业制定了技术标准。一些国家甚至立法规定，工程项目必须进行风险性评价。日本劳动省规定化工厂必须做综合的风险性评价。英国规定在建企业凡没有进行风险性评价的都不许开工。中国对新建、改建、扩建工程项目也发布了“三同时”评审规定，强调安全性措施（项目）必须与主体工程同时设计、同时施工、同时验收投产。安全评价已成为当代安全管理中最有成效、正在逐渐完善的一种极为重要的方法，许多有益的经验为中国企业安全评价所吸收，在中国产生了积极作用，并被总结提高在各行业中发挥重要作用。

应该指出，国外的风险评价是指单一设备、设施或危险源的风险评价。

#### 1.1.2.2 中国安全评价历程

20 世纪 80 年代初期，安全系统工程引入中国，受到许多大中型企业和行业管理部门的高度重视。通过翻译、消化、吸收国外安全检查表和安全分析方法，中国机械、冶金、化工、航空、航天等行业的有关企业开始应用简单的安全分析、评价方法，如安全检查表、事故树分析（FTA）、故障类型及影响分析（FMEA）、事件树分析（ETA）、预先危险性分析（PHA）、危险可操作性研究（HAZOP）、作业环境危险评价方法（LEC）等。在许多企业，安全检查表和事故树分析法已应用于生产班组和操作岗位。此外，一些石油、化工等

易燃、易爆危险性较大的企业，应用 Dow 化学公司的火灾爆炸指数评价方法进行企业安全评价。许多行业和地方政府有关部门制定了安全检查表和安全评价标准。这一时期主要特点是系统安全分析方法的应用，解决的问题基本上是系统的局部安全问题。

最近几年，由于对安全系统工程的认识逐步提高，人们逐渐意识到，要全面了解和掌握整个系统的安全状况，客观地科学地衡量企业的事故风险大小，分清轻重缓急，有针对性地采取相应对策，真正落实“安全第一，预防为主”的方针，国家要有效地实行安全监察，工会系统切实履行劳动保护监督职责，保险部门要合理收取保险费，科学地实行风险管理，都必须采用系统安全（风险）评价的方法。

系统安全评价是采用系统科学的方法确认系统存在的危险性，并根据其形成事故的风险大小，采取相应的安全措施，以达到系统安全的过程。系统安全评价是安全系统工程的重要组成部分。1984 年以后，中国开始研究安全评价理论与方法，在小范围内进行系统安全评价尝试。为推动和促进安全评价方法在中国企业安全管理中的实践和应用，1986 年原劳动人事部分别向有关科研单位下达了《机械工厂危险程度分级》、《化工厂危险程度分级》、《冶金工厂危险程度分级》、《工厂危险程度分级》等科研项目。

1987 年原机械电子工业部首先提出了在机械行业内开展机械工厂安全评价，并于 1988 年颁布了第一个部颁安全评价标准——《机械工厂安全性评价标准》，受到企业的普遍欢迎，收到非常好的效果。《机械工厂安全性评价标准》已应用于中国 1000 余家企业，化工厂危险程度分级方法、工厂危险程度分级方法、冶金工厂危险程度分级方法等也在相应行业的几十家企业进行了实际应用。

机械工厂安全评价标准分两方面：一是工厂危险程度分级，通过对机械行业 1000 余家重点企业 30 余年事故统计分析结果，用 16 种设备（设施）及物品的拥有量来衡量企业固有的危险程度并作为划分危险等级的基础；二是机械工厂安全性评价（包括综合管理评价、危险性评价和作业环境评价），主要评价企业安全管理绩效，采用了以安全检查表为基础，打分赋值的评价方法。该标准的颁布执行，标志着中国安全管理工作跨入一个新的历史时期。

现在，以安全检查表为依据进行企业安全评价已经比较成熟。中央许多产业部门对企业安全评价给予了高度重视。原化工部劳动保护研究所在吸收道化学公司火灾爆炸危险指数评价方法的基础上提出化工厂危险程度分级方法，通过计算物质指数、物量指数和工艺系数、设备系数、厂房系数、安全系数、环境系数等，得出工厂固有危险指数，以此进行固有危险性分级，用工厂安全管

理等级修正工厂固有危险等级后，得出工厂危险等级。

除上述危险程度分级方法外，中国有关部门还相继颁布了《医药工业企业安全性评价通则》、《航空航天工业工厂安全性评价规程》、《石化企业安全性综合评价办法》、《电子企业安全性评价标准》、《兵器工业机械工厂安全性评价方法和标准》等。

1990 年国家环境保护局下发第 057 号文件，要求对重大环境污染事故隐患进行环境风险评价。亚洲开发银行于 1990 年出版了《环境风险管理》，国家环境保护局组织评价单位学习考核持证上岗，其培训内容就明确参考了风险评价的内容。20 世纪 90 年代在中国重大项目的环境影响评价报告中也开展了环境风险的评价，尤其是世界银行和亚洲开发银行贷款项目的环境影响报告中必须包含环境风险评价的章节，同时，一些关于环境风险评价的学术科研成果也在不断涌现。

1991 年国家“八五”科技攻关计划中，将安全评价方法研究列入了重点攻关项目。由劳动部劳保所等单位完成的中国“八五”国家科技攻关专题“易燃、易爆、有毒重大危险源辨识、评价技术研究”，将重大危险源评价分为固有危险性评价与现实危险性评价。后者是在前者的基础上考虑各种危险性的控制因素，反映了人对控制事故发生和事故后果扩大的主观能动作用，固有危险性评价主要反映物质的固有特性，危险物质生产过程的特点和危险单元内、外部环境状况。它分为事故易发性评价和事故严重度评价。事故易发性取决于危险物质事故易发性与工艺过程危险性的偶合。易燃、易爆、有毒重大危险源辨识评价方法，填补了中国跨行业重大危险源评价方法的空白，在事故严重度评价中，建立了伤害模型库，采用了定量计算方法，使中国工业安全评价方法从定性评价迈入了定量评价。实际应用表明，使用该方法评价结果科学、合理，符合中国国情。该项成果 1996 年获国家“八五”科技攻关重大成果奖，1997 年获劳动部科技进步一等奖。1997 年劳动部下达了“重大危险源普查监控系统试点”项目，在北京、上海、天津、青岛、深圳、成都等 6 个城市推广应用此项成果。易燃、易爆、有毒重大危险源评价方法除应用于上述 6 个城市近万个重大危险源的评价外，还应用于天津朝日能源有限公司液化石油气基地工程、天津第一日用化学厂液化气站和煤油罐区工程等几十个建设项目（工程）的安全预评价。

北京、天津、上海、湖北、广东、福建等省市也在不同程度地开展安全评价的研究与试点工作。这些情况说明，企业安全评价工作正在向全国范围展开，对促进保险防灾业的发展，对加强劳动保护、提高安全生产水平具有深远的意义。

## 1.2 安全评价方法

### 1.2.1 安全评价的分类

安全评价分类的方法很多。可根据被评价对象所处的时间、环境分阶段分层次评价；可按安全管理的内容分门别类评价；按研究目的、特定的安全问题评价；按评价方法的特征分类评价；根据收集的资料、数据和信息的处理评价；按系统安全性评价的性质分类；据当前国内外形成的评价理论流派评价等来大致划分和归纳风险评价的类别，只要新用的方法有一定的适用范围，又有各自的理论，能建立起表达评价对象的特性和变化（运动）规律，或能建立起系统数学模型，这样的风险评价方法就是有实用价值的。这些方法要结合实际运用，它们是风险评价的手段和工具。据报道，风险评价方法有数十种，而适用性较广的方法只有十几种，各有所长，互为补充，要根据实际评价对象合理选用。

#### 1.2.1.1 按评价对象演变的过程、阶段分类

##### (1) 预先评价

预先评价是系统计划或设计系统的一个重点。因为通过评价和预测所获得的信息，可在事前评价阶段加以修正，系统安全性（特别是系统的固有安全性能）和投资效益等在很大程度上取决于这个阶段。

##### (2) 中间评价

中间评价是在系统研制途中，用来判断是否有必要变更目标和为及时采取对策而进行管理的有效手段。

##### (3) 运行评价

当系统开发完成投入使用时，便可对整个项目进行评价。评价的要点应抓住安全性的评价、安全技术的评价、安全经济的评价和社会的评价。该评价是在定量地掌握已经达到目的的安全水平，同时确认目标以外的安全效果的方法。

##### (4) 跟踪评价

某个项目完成以后，在投入使用的过程中经过多年安全性调查和评价，它对以后安全工作有什么贡献以及所涉及的效果。这种评价也可以称之为“追加评价”。

例如机电工厂安全性评价是从下而上的，分阶段、分层次（级别、步骤）评价。企业首先要请安全专家进行安全评价咨询服务，按机电工厂安全性评价标准要求各车间、分厂、各分系统、各阶层进行自查、互查、自我评价、自己评分，根据评价标准查出的总量（事故隐患或不安全因素），再请安全评价咨询人员出主意，想办法，提建议，进行咨询服务，解决疑难，继续整改，提高

企业的安全性并使企业安全达标，这称为初级评价；第二阶段是由各省机电行业主管领导组织的安全评价机构进行中评（称中级评价），以标准为准绳，检查和发现事故因素或隐患，评价打分，提出整改建议，继续整改；最后阶段是由原机电部质量安全司组织部级终评（高级）小组代表部评价验收。按评价得分高低划分为危险、临界、安全、安全特级。达标者还要接受复查。如不合格取消安全级或特级，未达标者要继续整改，从自评、中评到终评再循环一次。属危险级的工厂要停产整顿。这种三级（层次）安全评价方法是机电工厂安全评价的特点。

#### 1.2.1.2 按工业安全管理内容分类

##### (1) 工厂设计的安全性评审

对新建工厂和应用新技术的不安全因素，通过评审，将风险消灭在计划、设计阶段。一些国家已将它用法律的形式固定下来。原劳动部令（1996）第3号《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》中，正式提出评审问题，并在全国范围内贯彻执行。

##### (2) 安全管理的有效性评价

反映企业安全管理结构的状况，事故伤亡率、损失率、投资效益等。

##### (3) 生产设备的安全可靠性评价

对机器设备、装置、部件的故障和人机系统设计，应用系统工程分析方法进行安全、可靠性评价的方法。

##### (4) 行为的安全性评价

对人的不安全心理状态的发现和人体操作的可靠度，可能通过行为测定来评价其安全性。

##### (5) 作业环境和环境质量评价

是指作业环境对人体健康危害的影响和工厂排放物对作业和生活环境的影响。

##### (6) 化学物质的物理化学危险性评价

评价化学物质在生产、运输、储存中存在的物理化学危险性，或已发生的火灾、爆炸、中毒等安全问题。

#### 1.2.1.3 按照研究目的，特定的安全领域分类

##### (1) 定性评价

即依靠人的观察分析能力，借助于经验和判断能力进行评价的方法。

##### (2) 定量评价

即主要依靠历史统计数据，运用数学方法构造模型进行评价的方法。

##### (3) 综合评价

综合评价是指两种能上能下方法的组合运用。这种综合常表现为定性方法和定量方法的综合，有时是两种以上定量评价方法的综合。由于各评价方法都有它的适用范围和特点，综合评价兼有多种方法的长处，因而可以得到较为可靠和精确的评价结果。

#### 1.2.1.4 按照收集数据、信息来源及其处理方法分类

##### (1) 专家评分法

以安全评价专家（或安全专家）为索取数据、信息的对象，运用专家的丰富知识和积累的经验，考虑评价对象及客观条件，采用直观或推断方法对系统进行综合分析研究，可以用定性或半定量的直观信息来判断系统的安全程度。专家评分法，可以是个体的，也可以是专家小组的，后者可集思广益，相互启发，评分就更为公正。实际上国外的专业评价机构，例如“安全评价咨询公司”和“安全评价研究”都是安全专家云集之处，国内各产业部（总公司）任命的专业评价诊断师也都称得上安全专家。由他们进行咨询和评价的信息及结果都属安全专家判断评分形式。有的地方确定加权系数采用了专家经验评分法。

##### (2) 参照类别法

利用系统安全评价成功（有效）的经验或安全情况类似（相似）的评价方法，通过分析、对比、分类，可以判定有大量的评价项目及其数据是可参照、可类比、可移用的。在评价中利用某些可信、有效的数据和方法，为安全评价服务。

##### (3) 模糊数学（fuzzy set）定量分析

利用模糊数学（隶属函数）的理论，以精确性对模糊性的一种逼近，应用模糊聚类和相似优先比、模糊综合评价、模糊语言和模糊控制、模式识别的模糊技术、模糊决策等方法，对系统安全、危害程度进行定量分析，特别是借助于计算机技术对系统、行业、企业的安全状态进行定量评价。中国已经研制出作为危险等级评定的模糊系统方法软件系统，为安全评价开拓了新的领域。

##### (4) 灰色安全评价法

灰色系统理论认为大量已知信息（白色系统）、不少未知信息和非确知信息（黑色系统）混合组成灰色的系统，在安全管理中通常都在信息不很清楚的情况下开展工作，安全评价与决策也都在信息部分已知、部分未知的情况下做出的，可以把系统安全（或系统事故）看做灰色系统，利用建模和关联分析，使灰色系统“白化”，进行评价、预测和决策。用灰色关联分析法判断安全评价各指标（要素）的权重系数就是应用一例。

#### 1.2.1.5 按评价性质分类

##### (1) 系统固有危险性评价

这种评价主要是评价系统固有危险性的大小，所谓固有危险性，是指由系统的规划、设计、制造（建设）安装等原始因素决定的危险性。即系统投入运行前所存在的危险性（也可谓人为先天性的危害性）。这种危险一般与系统投入运行前的科技水平、主管部门的经济状况和领导决策有关。对固有危险性评价主要考虑系统发生事故的可能性大小和事故损失的严重程度。根据固有危险性评价结果，可以对系统危险性划分等级，针对不同等级考虑应采取的不同对策，以达到社会认可的安全指标。

##### (2) 系统安全管理状况评价

这种评价主要是从管理角度来评价系统的安全状况。所谓安全管理，是指技术安全管理、设备安全管理、环境安全管理、行政安全管理、安全教育管理等。通过这种广义管理，使系统安全性达到规定的要求，使固有危险性得到控制。这种评价方法一般采用以安全检查表为依据的加权平均计值法，或直接赋值法，它是目前中国企业安全性评价所采用的方法。通过系统安全管理状况评价，可以确定系统固有危险性的受控程度是否达到规定的要求，从而确定系统安全程度高低。

##### (3) 系统现实危险性评价

这种评价主要是评价通过系统安全管理尚未得到有效控制的系统固有危险性的大小，也就是对系统目前实际存在的（即不能被控制的）危险性进行评价。通过这种评价可以确定各有关部门应该掌握的各类危险源的分布情况和动态安全信息，以便重点加强控制。同时也为监察、监督、管理、保险等部门开展工作提供了重要依据。

#### 1.2.1.6 按目前形成的流派分类

##### (1) 直观法

即定性评价方法，包括价值工程功能评价方法。它常用于安全管理的有效性评价。

##### (2) 逻辑推理评价法

根据正常的逻辑推理将系统工程学的可靠性、安全性分析的方法运用于风险评价，例如：事故树法、事件树法、因果分析法等。它是风险评价中的主要流派和方法。

##### (3) 危险度定量评价法

对已识别的危险因素赋值，用不同的方法作定量的评价。以美国道化学公司风险评价方法为此流派的代表，即指数评价方法。它主要用于化工企业的固

有危险性的评价，将被评价的诸因素按指数划分为危险等级，最后根据不同等级来确定对安全的要求。

#### 1.2.1.7 按评价的规模分类

主要按地区性风险评价分类，如英国坎威岛风险评价，企业风险评价，装置、设备风险评价；按评价涉及的专业（产业）划分，还可分为航空航天、核工业、机械、化工、冶金、铁路、石油化工等类型。或者还可分为动态系统（如铁路、交通运输等）和静态系统的风险评价。

风险评价适用范围极其广泛，方法多种多样，目前仍在不断发展，并在安全工作中具有广泛的发展前景。因此，企业管理人员和安全技术人员有必要认真学习、掌握、研究和应用风险评价的方法，为实现安全生产目标服务。

### 1.2.2 风险评价方法

#### 1.2.2.1 国外风险评价方法

##### (1) 美国道化学公司的火灾爆炸危险指数评价法

道氏评价法是美国道化学公司（Dow）多年来对安全系统工程等多门学科研究应用，开发出的新科技成果。它摆脱了以往对安全的评价只限于定性而缺乏定量分析的局面，运用了大量的实验数据和实践结果，制定了一套比较完善的方法，对化工生产装置与工艺过程中的物质、设备、数量等数据，通过逐步计算的方式，求出火灾爆炸等潜在危险的方法，评价过程中所运用的数据是源自以往的事故统计、物质的潜在能量及现行防灾措施的经验数据等。

##### ① 火灾爆炸指数法的发展

1964年道化学工业公司提出了火灾爆炸指数法的第一版，它是在现场实用指南《应用化学品分类》的基础上改进而成的。由于采用容易混淆的三种指数，最终的评价结果往往因评价者而异，给实际应用带来许多困难。

1966年第二版问世，该版采用单一的指数，并在火灾爆炸指数计算表格中增加了一般危险物质和特殊危险的分数选定范围。但在各组火灾、爆炸指数中使用的预防对策不一样，而且没有评价严重危险暴露的方法。

1972年发表的第三版中有两项重大的改进，一个是把数值从1~20的物质系数根据物质的燃点和沸点确定改变为以燃烧热为基础；一个是提出了根据火灾爆炸指数范围评价预防对策的四步评价方法。图1-1火灾爆炸指数计算系统为第三版评价程序。

在经过数年实践之后，1976年发表的第四版又做了重大改进，开发了根据物质的燃烧性和反应性确定物质系数的方法；在计算一般工艺危险性和特殊

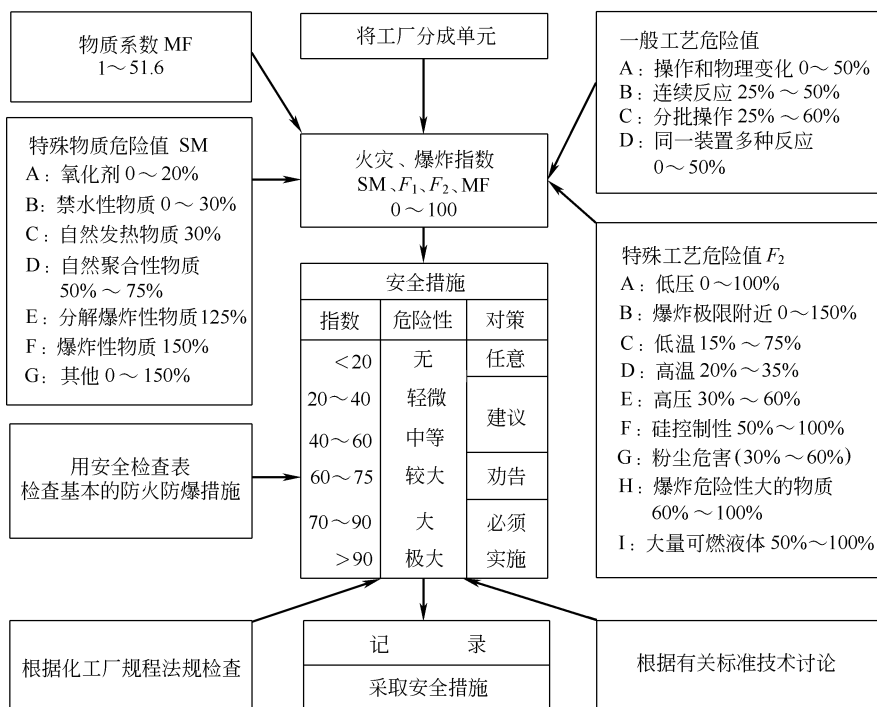


图 1-1 火灾爆炸指数计算系统第三版评价程序

工艺危险时，规定各项目的取值范围；根据采用的预防对策确定折扣系数，尝试按投资确定财产损失（MPPD）的方法等。

根据第四版计划的火灾爆炸造成的 MPPD（最大预计损失）发现，针对各类生产设备算出的 MPPD 有许多不合实际的地方。由于物质系数、一级工艺危险系数和特殊工艺危险系数的取值偏低，由它们算出的火灾爆炸指数也偏低，所以估算的 MPPD 不正确。

1980 年发表的第五版中，增加了一些评价项目，并修正了上述三个系数的数值，算出的火灾爆炸指数增大了，形成了新的危险性评价体系。与第四版相对比，第五版在下述四方面有所变化。

- 为计算暴露半径，在计算火灾爆炸指数时考虑了物质系数、工艺温度、物料的压力和量。
- 增加了利用物质的热力学特性求得物质系数的方法。
- 按工艺控制、物质隔离、防火三方面考虑折扣系数的项目。
- 根据 MPPD 计算停产日数，然后计算停产损失。

表 1-1 为第五版和第四版的火灾爆炸指数范围比较情况。

表 1-1 火灾爆炸指数与危险等级

第 四 版	第 五 版	危 险 程 度
1~50	1~60	轻
51~81	61~96	较轻
82~107	97~127	中等
108~188	128~158	重
>134	>159	严重

1987 年第六版发表，修改、增加了一些评价项目，扩大了方法的适用范围，可用于评价供排水（汽）、污水处理、锅炉、发电等装置和中试装置。具体改变有：调整物质系数值，使之更正确地反映物质的温度特性和化学稳定性；考虑物质的毒性；简化预防措施折扣系数的计算；进一步明确工艺危险系数值；确定停产损失评价过程。

1994 年发表的第七版与第六版相比没有重大改变，只是在一些方面做了小的修改。具体的修改包括以下几个方面。

- a. 根据最新的美国防火协会（NFPA）的数据，调整了部分物质的物质系数和毒性系数指标。
- b. 评价表格数据适于计算机处理。
- c. 给出了一些评价参数的计算曲线的回归方程，便于计算机计算。
- d. 增加了国际计量单位，与英制计量单位对照。
- e. 修改了安全控制措施，去掉了地下罐和双层壁储罐的考虑，增加了其他工艺危险性分析项目。
- f. 重新讨论了最大可能财产损失问题。

## ② 火灾爆炸指数法第七版

图 1-2 为火灾爆炸指数法第七版评价程序，它共包括 13 个步骤。该评价方法可划分为两个方面的评价工作：第一方面是评价危险物质及工艺过程的火灾爆炸危险性；第二方面是评价一旦发生事故造成经济损失的情况。

计算火灾爆炸指数，该方面工作包括从确定被评价单元、求出物质系数、计算单元工艺危险性系数到计算火灾爆炸指数为止的过程。

a. 确定单元。化工企业是由许多工艺过程组成的，各种工艺过程又包括许多设备、装置。在进行火灾爆炸危险性评价时，首先要确定被评价的单元。一般情况下，不需要评价所有单元的火灾爆炸危险性，在选择被评价单元时，主要考虑以下几点：

- ④ 单元内储存、处理的危险物质的潜在化学能；