

国家安全生产监督管理局 编
(国家煤矿安全监察局)

安全评价

(修订版)

煤炭工业出版社

SAFETY ASSESSMENT

安 全 评 价

(修 订 版)

国家安全生产监督管理局
(国家煤矿安全监察局) 编

· 煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

安全评价/国家安全生产监督管理局 (国家煤矿安全监察局) 编. —1 版 (修订本). —北京: 煤炭工业出版社, 2003

ISBN 7-5020-2375-5

I. 安… II. 国… III. 安全-评价 IV. X913

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 098439 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
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 35
字数 829 千字 印数 1—7,000
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷
社内编号 5146 定价 98.00 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

《安全评价》(修订版) 编委会

主 任 王显政
副 主 任 赵铁锤
委 员 田玉章 吴晓煜 杨 富 任树奎 李万疆
付建华 王树鹤 刘成江 吴 鑫 张广华
黄玉治 黄 毅 刘铁民 张海峰

主 编 赵铁锤

副 主 编 杨 富

编写人员 (按姓氏笔划)

王如君 王 新 刘旭荣 刘 志 朱 红
任建国 张兴凯 陈立元 陈 兵 陈霞明
周北驹 郑 卉 赵东风 夏 昕 徐文辉
崔维贤 路 帅

统 稿 张维凡 王如君

再 版 说 明

安全评价是国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）贯彻落实“安全第一、预防为主”方针，加强安全生产监督管理工作行之有效的技术手段。1988年原劳动部“劳字[1988]48号”文件中首次提出在建设项目的劳动安全卫生“三同时”监察工作中，建设单位应向政府职业安全卫生监察部门报送建设项目职业安全卫生预评价报告，并接受监察；1996年原劳动部颁布了第3号令《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》，明确规定在建设项目进行可行性研究阶段必须同时进行建设项目（工程）劳动安全卫生预评价，预评价报告作为政府职业安全卫生监察部门的审批依据；2001年国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局成立后加大了建设项目安全设施“三同时”和安全评价工作力度，组织制定了一系列的政策标准；2002年国家相继颁布实施的《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》将安全评价确定为政府安全生产监督管理部门对高风险行业的建设项目和企业安全现状进行安全生产监督管理的重要技术依据；2003年9月国家发展和改革委员会、国家安全生产监督管理局联合发文（发改投资[2003]1346号），规定将建设项目安全生产“三同时”监督审查工作纳入建设项目管理程序。至此，经过十余年的时间，安全评价从单一的建设项目（工程）劳动安全卫生预评价发展为包括安全预评价、安全验收评价、安全现状评价、专项安全评价四大类，法律、法规和行政管理程序均已配套完整，安全评价取得了巨大的进步。

为了规范、科学地开展安全评价工作，让更多的人了解、掌握和运用安全评价的科学方法，1998年原劳动部职业安全卫生与锅炉压力容器安全监察局组织编写了《建设项目（工程）劳动安全卫生预评价指南》；2002年国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）组织编写出版了《安全评价》用于安全评价人员的资格培训，2003年根据安全生产形势的发展，结合安全评价工作实际需要，再次组织国内从事安全评价工作的权威机构的专家、学者，对《安全评价》进行了修订。

《安全评价》（修订版）在《建设项目（工程）劳动安全卫生预评价指南》、《安全评价》的基础上，增加了大量的安全评价新知识，内容更加全面、翔实，结构编排新颖、合理，实用性更强。本书是“安全评价人员资格证书”培训之教材，亦适合广大安全评价人员和从事安全生产管理工作的技术人员学习。

本书在编写过程中得到国家安全生产监督管理局安全科学技术研究中心、石油大学（华东）、上海市劳动保护科学研究所、上海特麟安全事务所、辽宁省安全科学研究院、浙江省劳动保护科学研究所、中国石化集团安全工程研究院、中国石化集团北京设计院等单位专家的大力支持。该书由张维凡、王如君、任建国先生统稿，在此一并表示衷心的感谢。

序

伴随着工业革命的诞生,19世纪产生了企业风险管理思想,20世纪60年代形成了安全系统工程理论。作为安全系统工程的重要组成部分,经过近一个世纪的发展和应用,安全评价不仅成为现代安全生产的重要环节,而且在安全管理的现代化、科学化中也起到了积极的推动作用。

20世纪80年代初期,安全系统工程被引入我国,许多研究单位、行业管理部门及部分企业开始对安全评价方法进行研究及实际应用。为将安全评价工作纳入法制化轨道,并在实际工作中更好地发挥作用,1996年10月原劳动部颁发了第3号令《建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定》,1999年5月国家经贸委发出了《关于对建设项目(工程)劳动安全卫生预评价单位进行资格认可的通知》(国经贸安全[1999]500号),2002年6月国家安全生产监督管理局(国家煤矿安全监察局)发出了《关于加强安全评价机构管理的意见》。2002年11月1日《中华人民共和国安全生产法》颁布实施,对于安全评价起到了极大的推动作用。随着包括《危险化学品安全管理条例》(国务院令 第344号)等相关配套法规的出台,安全评价逐步深入展开。目前,安全评价从劳动安全卫生预评价扩展为安全预评价、安全验收评价、安全现状评价和专项安全评价等四种类型,覆盖了工程、系统的全部生命周期,已经取得了初步成效。

实践证明,安全评价不仅能有效地提高企业和生产设备的本质安全程度,而且可以为各级安全生产监督管理部门的决策和监督检查提供有力的技术支撑。“安全第一、预防为主”是我们党和国家始终不渝的安全生产方针。开展安全评价正是突出“安全第一”、体现“预防为主”的一项重要工作,是“安全第一、预防为主”方针在安全生产上的具体体现。近年来,我国安全生产状况虽有所好转,但形势仍十分严峻,重特大伤亡事故时有发生,党和政府及社会各界都十分关注。党中央、国务院有关领导同志指出:“坚持标本兼治,综合治理,把安全生产工作纳入法制化、规范化轨道”。开展安全评价,是消除隐患、防范事故的一项治本之策。

我国已经加入了世界贸易组织,在市场经济的进程中,安全生产监督、监察与管理方式也面临着与国际接轨问题。安全评价作为现代先进安全生产管理模式内容之一,它的应用必将对安全生产工作产生深远的影响。《安全生

产法》第六十二条规定：“承担安全评价、认证、检测、检验的机构应当具备国家规定的资质条件，并对其作出的安全评价、认证、检测、检验的结果负责。”从法律上对安全评价等安全中介服务既提出了明确要求，又提供了有力的法律保障。

总的来说，安全评价在我国起步较晚，还存在这样那样的问题。为加强我国安全评价工作，提高安全评价从业人员的素质，规范安全评价从业人员培训，国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）组织各方面专家精心编写了这本书。该书针对性、适用性、操作性、系统性很强，理论与实际相结合。我相信本书的出版，对推动我国安全评价的开展，改善和提高企业的安全管理水平将起到积极的促进作用；也希望从事安全评价的有关人员认真学习《安全生产法》和有关专业知识，适应经济发展的新形势对安全生产工作提出的新要求，以“三个代表”重要思想为指导，采用科学、合理、先进的技术方法和手段开展安全评价，不断总结经验和教训，为提高我国安全生产管理水平，促进和推动国民经济持续发展作出贡献。

王显政

目 录

第 1 篇 安全评价总论

1 概 论	3
1.1 安全评价概述	3
1.2 安全评价的目的、意义	4
1.3 安全评价的内容和分类	6
1.4 安全评价程序	8
1.5 安全评价的依据	10
1.6 安全评价的现状与发展	12
1.7 安全评价的原理和原则	16
2 危险、有害因素的识别及评价单元的划分	24
2.1 危险、有害因素的定义	24
2.2 危险、有害因素的分类	24
2.3 危险、有害因素的识别	28
2.4 识别危险、有害因素的原则	50
2.5 评价单元	51
3 安全评价方法	53
3.1 安全评价方法概述	53
3.2 常用的安全评价方法	57
3.3 选择安全评价方法的准则和流程	63
4 安全对策措施	67
4.1 安全对策措施的基本要求和遵循的原则	67
4.2 安全技术对策措施	68
4.3 安全管理对策措施	118
5 事故应急救援预案	123
5.1 概 述	123
5.2 制订事故应急救援预案的目的和原则	125
5.3 事故应急救援预案的构成	126
5.4 事故应急救援预案的编写要求和编写提纲	127
5.5 事故应急救援预案的内容及举例	128

5.6 事故应急救援预案的检查	139
6 安全评价结论	143
6.1 安全评价结论的基本原则和一般步骤	143
6.2 评价结论中的逻辑思维方法的应用	143
6.3 评价结论的编制原则	143
6.4 评价结论的主要内容	144
7 安全评价技术文件	146
7.1 安全评价资料、数据采集分析处理原则及方法	146
7.2 安全现状评价报告	150
7.3 安全验收评价	155

第 2 篇 安全评价方法及应用指南

8 安全检查与安全检查表法	173
8.1 安全检查	173
8.2 安全检查表分析	176
9 危险指数评价法	195
9.1 概 述	195
9.2 资料的要求	195
9.3 危险度评价法	195
9.4 道化学火灾、爆炸指数评价法	197
9.5 ICI 蒙德法	236
9.6 化工厂危险程度分级	270
10 预先危险分析	281
10.1 概 述	281
10.2 预先危险分析的几种表格	282
10.3 预先危险分析示例	283
11 故障假设分析与故障假设/检查表分析	288
11.1 故障假设分析	288
11.2 故障假设/检查表分析	294
12 危险和可操作性研究	300
12.1 评价方法介绍	300
12.2 HAZOP 分析所需资料	305
12.3 HAZOP 分析步骤及技术关键	305

12.4	其他形式的 HAZOP 分析方法	308
12.5	HAZOP 分析示例	311
13	逻辑分析法	319
13.1	故障类型和影响分析	319
13.2	故障树分析	338
13.3	事件树分析	352
13.4	原因—后果分析方法	357
14	基本定量风险评价法	360
14.1	风险矩阵法	360
14.2	概率危险评价技术	364
15	其他安全评价方法	373
15.1	人员可靠性分析方法	373
15.2	作业条件危险性评价法	376
15.3	安全评价方法模式集合	378
15.4	事故后果模拟分析方法	382

附 录

附录 1	我国主要安全法律、法规、标准和安全评价导则	407
附录 1.1	中华人民共和国安全生产法	407
附录 1.2	中华人民共和国矿山安全法	418
附录 1.3	危险化学品安全管理条例	423
附录 1.4	安全评价通则	436
附录 1.5	安全预评价导则	438
附录 1.6	安全验收评价导则	450
附录 1.7	非煤矿山安全评价导则	460
附录 1.8	危险化学品经营单位安全评价导则（试行）	475
附录 1.9	国家发展和改革委员会 国家安全生产监督管理局关于加强 建设项目安全设施“三同时”工作的通知	484
附录 1.10	煤矿安全评价导则	486
附录 2	主要职业安全健康法律法规目录	508
附录 2.1	我国主要的职业安全健康法律法规目录	508
附录 2.2	国际劳工组织（ILO）有关职业安全健康的公约和建议书	514
附录 2.3	我国主要职业安全健康国家标准目录	516
	参考文献	543

第 1 篇

安全评价总论

1 概 论

1.1 安全评价概述

安全评价是利用系统工程方法对拟建或已有工程、系统可能存在的危险性及其可能产生的后果进行综合评价和预测,并根据可能导致的事故风险的大小,提出相应的安全对策措施,以达到工程、系统安全的过程。安全评价应贯穿于工程、系统的设计、建设、运行和退役整个生命周期的各个阶段。对工程、系统进行安全评价既是企业、生产经营单位搞好安全生产的重要保证,也是政府安全监督管理的需要。

1.1.1 安全评价的基本概念

1) 安全和危险

安全和危险是一对互为存在前提的术语,在安全评价中,主要是指人和物的安全和危险。

危险,常指危害或危害因素。

安全,是指免遭不可接受危险的伤害。安全的实质就是防止事故,消除导致死亡、伤害、急性职业危害及各种财产损失发生的条件。例如,在生产过程中导致灾害性事故的原因有人的误判断、误操作、违章作业,设备缺陷、安全装置失效、防护器具故障,作业方法不当及作业环境不良等。所有这些又涉及设计、施工、操作、维修、贮存、运输以及经营管理等许多方面,因此必须从系统的角度观察、分析,并采取综合方法消除危险,才能达到安全的目的。

2) 事故

事故是指造成人员死亡、伤害、职业病、财产损失或其他损失的意外事件。事件的发生可能造成事故,也可能并未造成任何损失。对于没有造成职业病、死亡、伤害、财产损失或其他损失的事件可称之为“未遂事件”或“未遂过失”。因此,事件包括事故事件,也包括未遂事件。

事故是由危险因素导致的,危险因素导致的人员死亡、伤害、职业危害及各种财产损失都属于事故。

3) 风险

风险是危险、危害事故发生的可能性与危险、危害事故严重程度的综合度量。衡量风险大小的指标是风险率(R),它等于事故发生的概率(P)与事故损失严重程度(S)的乘积:

$$R = PS$$

由于概率值难于取得,常用频率代替概率,这时上式可表示为:

$$\text{风险率} = \frac{\text{事故次数}}{\text{单位时间}} \times \frac{\text{事故损失}}{\text{事故次数}} = \frac{\text{事故损失}}{\text{单位时间}}$$

式中,单位时间可以是系统的运行周期,也可以是一年或几年;事故损失可以表示为死亡人数、事故次数、损失工作日数或经济损失等;风险率是二者之商,可以定量表示为百万工时死亡事故率、百万工时总事故率等,对于财产损失可以表示为千人经济损失率等。

4) 系统和系统安全

系统是指由若干相互联系的、为了达到一定目标而具有独立功能的要素所构成的有机整体。对生产系统而言,系统构成包括人员、物资、设备、资金、任务指标和信息六个要素。

系统安全是指在系统寿命期间内应用系统安全工程和管理方法,识别系统中的危险源,定性或定量表征其危险性,并采取控制措施使其危险性最小化,从而使系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的可接受安全程度。因此,在生产中为了确保系统安全,需要按系统工程的方法,对系统进行深入分析和评价,及时发现固有的和潜在的各类危险和危害,提出应采取的解决方案和途径。

5) 安全系统工程

系统安全工程是以预测和防止事故为中心,以识别、分析评价和控制安全风险为重点,开发、研究出来的安全理论和方法体系。它将工程、系统中的安全作为一个整体系统,应用科学的方法对构成系统的各个要素进行全面的分析,判明各种状况下危险因素的特点及其可能导致的灾害性事故,通过定性和定量分析对系统的安全性作出预测和评价,将系统事故降至最低的可接受限度。危险识别、风险评价、风险控制是安全系统工程方法的基本内容,其中危险识别是风险评价和风险控制的基础。

1.1.2 安全评价的定义

安全评价是以实现工程、系统安全为目的,应用安全系统工程原理和方法,对工程、系统中存在的危险、有害因素进行识别与分析,判断工程、系统发生事故和急性职业危害的可能性及其严重程度,提出安全对策建议,从而为工程、系统制定防范措施和管理决策提供科学依据。

安全评价,国外也称为风险评价或危险评价,它既需要安全评价理论的支撑,又需要理论与实际经验的结合,二者缺一不可。(目前国内安全评价和国外的略有不同,国内尚未建立风险的基准的标准,量化的QRA计算目前尚无法进行,因此更多的是为政府和管理者提供安全防范措施。)

安全评价可在同一工程、系统中用来比较风险的大小,但不能用来证明当必要的安全设备未投入使用时工程、系统的状态是安全的,这样的证明既是方法的滥用,也会得出不符合逻辑的结果。

1.2 安全评价的目的、意义

1.2.1 安全评价的目的

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害后果和程度,提出合理可行的安全对策措施,指导危险源监控和事故预防,以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益。安全评价要达到的目的包括以下4个方面。

1) 促进实现本质安全化生产

通过安全评价,系统地从工程、系统设计、建设、运行等过程对事故和事故隐患进行

科学分析, 针对事故和事故隐患发生的各种可能原因事件和条件, 提出消除危险的最佳技术方案, 特别是从设计上采取相应措施, 实现生产过程的本质安全化, 做到即使发生误操作或设备故障, 系统存在的危险因素也不会因此导致重大事故发生。

2) 实现全过程安全控制

在设计之前进行安全评价, 可避免选用不安全的工艺流程和危险的原材料以及不合适的设备、设施, 或当必须采用时, 提出降低或消除危险的有效方法。设计之后进行的评价, 可查出设计中的缺陷和不足, 及早采取改进和预防措施。系统建成以后运行阶段进行的系统安全评价, 可了解系统的现实危险性, 为进一步采取降低危险性的措施提供依据。

3) 建立系统安全的最优方案, 为决策者提供依据

通过安全评价, 分析系统存在的危险源及其分布部位、数目, 预测事故的概率, 事故严重度, 提出应采取的安全对策措施等, 决策者可以根据评价结果选择系统安全最优方案和管理决策。

4) 为实现安全技术、安全管理的标准化和科学化创造条件

通过对设备、设施或系统在生产过程中的安全性是否符合有关技术标准、规范、相关规定的评估, 对照技术标准、规范找出存在的问题和不足, 以实现安全技术和安全管理的标准化、科学化。

1.2.2 安全评价的意义

安全评价的意义在于可有效地预防事故发生, 减少财产损失和人员伤亡和伤害。安全评价与日常安全管理和安全监督监察工作不同, 安全评价是从技术带来的负效应出发, 分析、论证和评估由此产生的损失和伤害的可能性、影响范围、严重程度及应采取的对策措施等。

1) 安全评价是安全生产管理的一个必要组成部分

“安全第一, 预防为主”是我国安全生产的基本方针, 作为预测、预防事故重要手段的安全评价, 在贯彻安全生产方针中有着十分重要的作用, 通过安全评价可确认生产经营单位是否具备了安全生产条件。

2) 有助于政府安全监督管理部门对生产经营单位的安全生产实行宏观控制

安全评价工作, 特别是安全预评价, 将有效地提高工程安全设计的质量和投产后的安全可靠程度; 投产时的安全验收评价, 是根据国家有关技术标准、规范对设备、设施和系统进行符合性评价, 提高安全达标水平; 系统运转阶段的安全技术、安全管理、安全教育等方面的安全现状评价, 可客观地对生产经营单位安全水平作出结论, 使生产经营单位不仅了解可能存在的危险性, 而且明确如何改进安全状况, 同时也为安全监督管理部门了解生产经营单位安全生产现状、实施宏观控制提供基础资料。

3) 有助于安全投资的合理选择

安全评价不仅能确认系统的危险性, 而且还能进一步考虑危险性发展为事故的可能性及事故造成损失的严重程度, 进而计算事故造成的危害, 即风险率, 并以此说明系统危险可能造成负效益的大小, 以便合理地选择控制、消除事故发生的措施, 确定安全措施投资的多少, 从而使安全投入和可能减少的负效益达到合理的平衡。

4) 有助于提高生产经营单位的安全管理水平

安全评价可以使生产经营单位的安全管理变事后处理为事先预测、预防。传统安全管

理方法的特点是凭经验进行管理,多为事故发生后再进行处理的“事后过程”。通过安全评价,可以预先识别系统的危险性,分析生产经营单位的安全状况,全面地评价系统及各部分的危险程度和安全管理状况,促使生产经营单位达到规定的安全要求。

安全评价可以使生产经营单位的安全管理变纵向单一管理为全面系统管理。安全评价使生产经营单位所有部门都能按照要求认真评价本系统的安全状况,将安全管理范围扩大到生产经营单位各个部门、各个环节,使生产经营单位的安全管理实现全员、全面、全过程、全时空的系统化管理。

系统安全评价可以使生产经营单位的安全管理变经验管理为目标管理。仅凭经验、主观意志和思想意识进行安全管理,没有统一的标准、目标;而安全评价可以使各部门、全体职工明确各自的安全指标要求,在明确的目标下,统一步调,分头进行,从而使安全管理工作做到科学化、统一化、标准化。

5) 有助于生产经营单位提高经济效益

安全预评价,可减少项目建成后由于达不到安全的要求而引起的调整和返工建设;安全验收评价,可将一些潜在事故隐患在设施开工运行阶段消除;安全现综合评价,可使生产经营单位较好地了解可能存在的危险并为安全管理提供依据。生产经营单位的安全生产水平的提高无疑可带来经济效益的提高。

1.3 安全评价的内容和分类

1.3.1 安全评价内容

安全评价是一个利用安全系统工程原理和方法识别和评价系统、工程存在的风险的过程,这一过程包括危险、有害因素识别及危险和危害程度评价两部分。危险、有害因素识别的目的在于识别危险来源;危险和危害程度评价的目的在于确定来自危险源的危险性、危险程度,应采取的控制措施,以及采取控制措施后仍然存在的危险性是否可以被接受。在实际的安全评价过程中,这两个方面是不能截然分开、孤立进行的,而是相互交叉、相互重叠于整个评价工作中。安全评价的基本内容如图1-1所示。

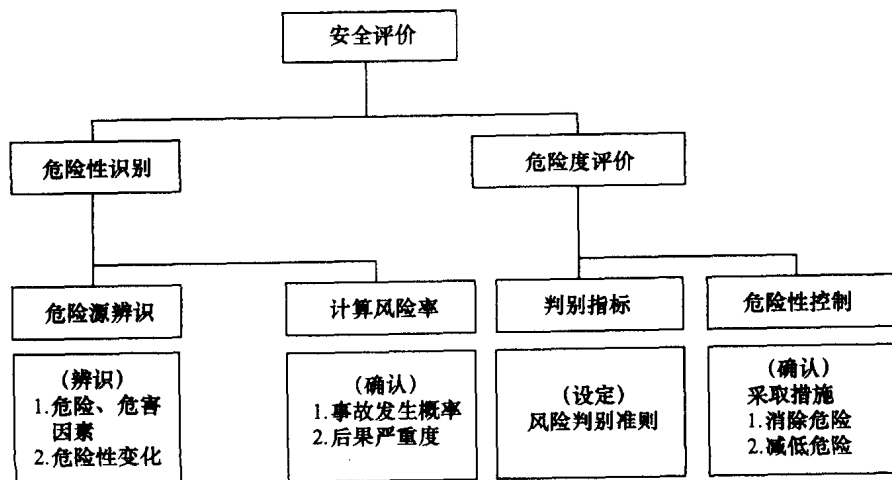


图 1-1 安全评价的基本内容