

工业装置安全卫生 预评价方法

第二版

蒋军成 郭振龙 编著



化学工业出版社

工业装置安全卫生预评价方法

第 二 版

蒋军成 郭振龙 编著

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工业装置安全卫生预评价方法/蒋军成, 郭振龙编著. 二版. —北京:
化学工业出版社, 2003. 12
ISBN 7-5025-4980-3

I. 工… II. ①蒋… ②郭… III. ①工厂-劳动卫生-评价-方法
②工厂-安全生产-评价-方法 IV. ①TB496 ②X931

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 117954 号

工业装置安全卫生预评价方法

第二版

蒋军成 郭振龙 编著

责任编辑: 叶 露

责任校对: 王素芹

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社出版发行

(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

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 19¼ 插页 3 字数 467 千字

2004 年 1 月第 2 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4980-3/X · 353

定 价: 40.00 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

内 容 提 要

本书是对1999年版《工业装置安全卫生预评价方法》进行大量补充而修订的。

本书在介绍安全评价的目的、意义及其重要性,安全评价的基本原理(相关原理、类推原理、惯性原理、量变到质变原理),评价模型的建立与特点的基础上,全面、系统地介绍了安全评价各种定性评价方法和定量评价方法的内涵、步骤、应用范围及优缺点。重点介绍了安全检查表法,专家评议法,模糊数学综合评判法,道化学公司的火灾、爆炸指数法(第七版),ICI蒙德法,作业条件危险性评价法(格雷厄姆法),机械工厂危险性评价法,事故树分析,事件树分析,原因-结果分析,危险性可操作研究,“如果……怎么办”,人为失误分析,故障类型和影响分析等。同时,介绍了泄漏、中毒、物理及化学的爆炸、火灾模拟计算方法;工业管道风险分析;职业卫生评价方法;还引入了安全逻辑方法及应急救援预案的制定、演练等内容。

本书可供安全生产工作人员、工程项目设计人员、安全评价人员参考,也可作高等院校安全工程专业师生、工矿企业安全教育培训的教学参考书。

序

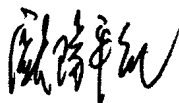
安全生产与国民经济建设、社会安定团结密切相关。任何事故的发生，都有可能给人民的生命财产、社会稳定造成意想不到的损失和破坏，阻碍可持续发展战略的实施。安全生产一直是我国的一项重要国策，“安全第一，预防为主”是我国的安全生产方针。开展安全评价工作正是突出“安全第一”、体现“预防为主”的一项重要的工作，是安全生产方针在安全生产上的具体体现。近年来，我国安全生产状况虽有所好转，但形势仍十分严峻，重特大伤亡事故时有发生，党和政府及社会各界都十分关注，正可谓“隐患险于明火，防范胜于救灾，责任重于泰山”。安全评价作为现代先进安全生产管理模式的内容之一，它的应用必将对安全生产工作产生深远的影响。开展安全评价工作，是消除隐患、防范事故的一项基本工作。

20 世纪 80 年代初期，安全系统工程被引入我国。作为安全系统工程的重要组成部分，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。由于各行各业生产的需要，国外对安全评价方法连续不断地进行了研究开发，许多方法已在国内得到了推广应用。我国在运用国外评价方法的同时，根据国情，许多研究单位、行业部门及有关企业对安全评价方法进行研究及实际应用，初步创立了自己的一些评价方法。

为提高企事业单位的安全生产水平，编著者在把握国内外此领域进展的同时，结合自己的研究工作和工程实践，较系统地介绍了国内外有关劳动安全卫生评价方法及其相关知识，突出了针对性、实用性、科学性。本书可作为高等院校安全、消防及相关工程类专业的教材，也可供安全工程技术及管理人员学习与参考，是开展劳动安全卫生评价工作的一本实用参考书。相信本书的出版对推动安全评价工作的开展、促进安全生产水平的提高将起到积极的作用。

中国工程院院士

南京工业大学校长、教授、博士生导师



2003 年 10 月 28 日

第一版序

安全、健康地进行生产劳动、科学研究及试验开发是人们的基本需要之一，亦是人类文明进步的必然趋势。

长期以来，人类在与灾难、事故和职业危害的斗争中，取得了极为丰富的经验及深刻的教训，与此同时也获得了许多成功。特别是对建设项目、工业装置进行劳动安全卫生的预评价，突出“安全第一”，体现“预防为主”，无疑是一种十分有益的工作。国内外无数事例也雄辩地证明了它的实用性、先进性、经济性和有效性。预评价能发现给定系统潜在的危险、危害因素及其严重的后果，以便及时运用安全对策，采取有效措施，在初步设计阶段对其进行控制和消除，不致在建成投产后对职工的生命和健康造成危害，甚至形成灾难。

近几十年来，由于社会、政治、军事、经济、技术及各行各业生产的需要，国外对预评价方法连续地进行了研究开发，许多方法在国内得到了推广应用。我国在运用国外评价方法的同时，根据国情，也初步创立了自己的某些评价方法。

1996年10月17日中华人民共和国劳动部颁布了第3号令《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》，规定了6类建设项目（工程）必须进行劳动安全卫生预评价；继而在1998年2月5日颁布了第10号令《建设项目（工程）劳动安全卫生预评价管理办法》及第11号令《建设项目（工程）劳动安全卫生预评价单位资格认可与管理规则》，以确保建设项目（工程）符合国家规定的劳动安全卫生标准，保障劳动者在生产过程中的安全与健康。

本书较系统地介绍了国内外有关劳动安全卫生预评价方法及其相关知识，突出了针对性、实用性、科学性，是开展劳动安全卫生预评价工作的一本实用参考书。

中国船舶工业总公司中国舰船研究院

南京船舶雷达研究所所长

陈福民

一九九九年一月二十八日

前 言

自古以来, 安全与健康是人们的基本需求之一。从工业革命开始, 机器等工业装置的出现, 既提高了劳动生产率, 改善了人们的生活质量, 也带来了工伤事故和职业危害, 并且对环境的污染也逐渐有所增加。

当今, 农业、人口、能源、安全和环境保护已成为世界面临的 5 个急需解决的问题。随着科学技术的进步和发展, 新技术、新材料、新工艺、新设备、新产品的不断涌现, 火灾、爆炸、汽车车祸、飞机失事、船舶相撞、工伤事故、粉尘、噪声与振动、中毒窒息、电磁辐射、高低温等接踵而来, 对人们的生命和健康, 个人和国家的财产带来了巨大的威胁和损害。工业装置泄漏的有毒、有害物质、发出的噪声与振动、产生的电磁辐射、散发出的粉尘、存在的高低温度, 对人类的生存构成职业危害, 对人类赖以生存的水、空气、土壤环境则成为一种污染。特别是国防工业由于其重要性、时间性和后果的严重性, 更不能允许失误和事故的发生。

20 世纪 50 年代以后, 随着科学技术的高速发展, 工业产品的生产、核电站建设、宇宙飞船的开发、战略武器的研制等, 促使人们注重预防能量的意外释放, 防止灾难性事故的发生。为使生产和研制工作能顺利地进行下去, 安全系统工程、安全卫生评价已成为生产和研制工作的一个重要组成部分, 特别是安全卫生评价。国内外无数的经验教训, 证实了对建设项目、工业装置采用科学的定性、定量方法分析、辨识与评价其危险、有害性及程度, 从而提出相应的对策措施, 是一种科学、有效、适时、积极的预测预防事故的重要手段。

20 世纪 80 年代我国机械、军工等行业开展安全卫生评价以来, 我国的安全评价工作逐渐发展起来, 并且取得了较好的效果。2002 年 11 月实施的《中华人民共和国安全生产法》明确规定了“矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目, 应当分别按照国家有关规定进行安全条件论证和安全评价”, 国家安全生产监督管理局提出了进行 4 种安全评价: 安全预评价、安全验收评价、安全现状综合评价和专项安全评价, 进一步推动了我国安全评价工作的开展, 为改善和提高企事业单位的安全管理水平和预防各类事故的发生起了积极的促进作用。

1999 年出版的《工业装置安全卫生预评价方法》一书, 为提高企事业单位的安全生产水平, 提供了理论与实践的方法。经过 5 年的使用, 需要对新发展的内容进行补充。编著者在把握国内外此领域进展的同时, 结合自己的研究工作和工程实践对原书作了进一步修订与完善。修订版的《工业装置安全卫生预评价方法》层次清晰、内容详实、可操作性强、实用价值高, 可

作为高等院校安全、消防及相关工程类专业的教材，也可供安全工程技术及管理人员学习与参考。

本书编写过程中得到了国家安全生产监督管理局安全科学技术研究中心、中石化安全工程研究院、南京工业大学、中国矿业大学、中国科学技术大学、北京理工大学、南京理工大学、江苏大学、中南大学、江苏省劳动保护科学技术研究所等单位有关专家的大力支持，江苏厚意安全科技有限公司曹钧、卢谊宁，及南京市特种设备检测所王德昌、南化公司朱兆华、英业达股份有限公司郭亮先生给予了许多帮助和有益的建议，南京工业大学博士研究生王志荣、硕士研究生张巍等在文字与绘图方面给予了大力帮助在此一并表示衷心感谢！

由于编著者水平所限，加之时间仓促，错误和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编著者

2003年9月于南京

目 录

第 1 章 安全评价概述	1
1.1 安全评价的目的	2
1.2 安全评价原理	2
1.2.1 相关原理	3
1.2.2 类推原理	5
1.2.3 惯性原理	7
1.2.4 量变到质变原理	7
1.3 安全评价的特点	8
1.3.1 权威性	8
1.3.2 科学性	9
1.3.3 公正性	9
1.3.4 严肃性	10
1.3.5 针对性	10
1.4 安全评价的定义与分类	10
1.4.1 安全评价的定义	10
1.4.2 安全评价的分类	10
1.5 安全评价内容与程序	11
1.5.1 安全评价内容	11
1.5.2 安全评价程序	11
1.5.3 各类安全评价之间的关系	13
1.6 安全评价导则	13
第 2 章 评价模型的建立	14
2.1 模型简介	14
2.2 模型示例	15
2.2.1 轮廓模型	15
2.2.2 经济评价法中的盈亏分析	15
2.2.3 层次分析法中的结构模型示例	16
2.2.4 方框图	18
2.2.5 模拟	18
2.2.6 应用模型	20
2.3 评价模型的特点	21
第 3 章 定性评价方法	22
3.1 安全检查法	22

3.1.1	概述	22
3.1.2	安全检查方法	22
3.1.3	优缺点及其适用范围	22
3.1.4	方法示例	23
3.2	安全检查表法	23
3.2.1	方法的由来	23
3.2.2	方法介绍	24
3.2.3	方法的优缺点	24
3.2.4	应用示例	25
3.3	专家评议法	25
3.3.1	概述	25
3.3.2	专家评议法	26
3.3.3	优缺点及其适用范围	26
3.3.4	方法示例	27
3.4	专家函询法	28
3.4.1	概述	28
3.4.2	专家函询法	28
3.4.3	方法适用范围及缺点	30
3.5	预先危险性分析	30
3.5.1	概述	30
3.5.2	危险性等级的划分	30
3.5.3	预先危险性划分分析的步骤	31
3.5.4	预先危险性分析表及示例	31
3.6	如果……怎么办	33
3.6.1	方法要点	33
3.6.2	分析方法程序	33
3.6.3	方法特点	34
3.6.4	方法示例	34
3.7	危险性可操作研究	35
3.7.1	概述	35
3.7.2	方法步骤	36
3.7.3	应用举例	38
3.7.4	方法适用范围	39
3.8	原因-结果分析	39
3.8.1	概述	39
3.8.2	原因-结果分析法	40
3.8.3	应用举例	40
3.8.4	方法适用范围	43
3.9	人的失误分析	43
3.9.1	人的失误	43
3.9.2	实例分析	49
3.10	逻辑方法	51

3.10.1 逻辑思维方法概述	51
3.10.2 归纳法	55
3.10.3 类比法	62
3.10.4 假说	65
3.10.5 回溯推理	66
3.10.6 论证	67

第4章 定量评价方法 71

4.1 危险度分级法	71
4.1.1 危险度评价和危险度分级	71
4.1.2 应用示例	72
4.2 道化学公司火灾、爆炸危险指数法	73
4.2.1 概述	73
4.2.2 方法介绍	74
附录 4-1 物质系数和特性	93
4.3 ICI 蒙德法	101
4.3.1 方法的由来	101
4.3.2 方法介绍	104
4.3.3 补偿评价	124
4.3.4 方法评述	133
4.4 日本六阶段法	134
4.4.1 概述	134
4.4.2 评价方法步骤	134
附录 4-2 易燃易爆物质	136
4.5 模糊数学综合评判法	136
4.5.1 方法的由来	136
4.5.2 模糊综合评判法	137
4.5.3 方法的优缺点	141
4.5.4 方法示例	142
4.6 层次分析法	147
4.6.1 方法的由来	147
4.6.2 层次分析法概述	148
4.6.3 层次分析法的优缺点	157
4.6.4 层次分析法应用示例	158
4.7 事故树分析	168
4.7.1 概述	168
4.7.2 FTA 方法介绍	169
4.7.3 FTA 的优缺点及其应用范围	181
4.7.4 方法示例	182
4.8 事件树分析	186
4.8.1 方法的由来	186
4.8.2 方法介绍	187

4.8.3	方法特点及适用性	187
4.8.4	应用示例	187
4.9	机械工厂安全评价法	188
4.9.1	概述	188
4.9.2	机械工厂安全性评价	188
4.9.3	方法优、缺点及其适用范围	196
4.9.4	方法示例	196
4.10	作业条件危险性评价法	197
4.10.1	方法的由来	197
4.10.2	方法介绍	198
4.10.3	方法的优、缺点及其适用范围	200
4.10.4	应用示例	200
4.11	工业管道的风险分析	200
4.11.1	风险分析基本概念	201
4.11.2	风险分析的基本方法	201
4.11.3	管道“第三方破坏”因素评定	203
4.11.4	关于腐蚀方面破坏因素的评定	206
4.11.5	关于设计方面破坏因素的评定	208
4.11.6	关于操作方面破坏因素的评定	212
4.11.7	泄漏冲击指数的评定	213
4.11.8	管道评估举例	218
4.12	火力发电站安全评价	222
4.13	生活事件积分法	224
4.13.1	方法的由来	224
4.13.2	生活事件积分法	224
4.13.3	应用示例	225
第5章 事故后果模拟分析		226
5.1	物理爆炸模型	226
5.1.1	盛装液体的压力容器的爆破能量	227
5.1.2	盛装气体的压力容器的爆破能量	227
5.1.3	液化气体与高温饱和水容器爆破能量计算	228
5.1.4	压力容器爆破时冲击波能量计算	229
5.1.5	压力容器爆破时碎片能量及飞行距离估算	231
5.2	泄漏扩散及火灾爆炸模型	232
5.2.1	泄漏模型	232
5.2.2	火灾	241
5.2.3	爆炸	244
5.3	中毒模型	246
5.3.1	概率函数法	247
5.3.2	有毒液化气体容器破裂时的毒害区估算	248
5.4	应用实例	249

5.4.1	泄漏扩散事故后果分析	249
5.4.2	爆炸灾害模拟评价	256
第6章 职业卫生评价方法		261
6.1	职业卫生评价指标	261
6.2	有毒作业分级评价	262
6.2.1	依据的标准	262
6.2.2	术语	262
6.2.3	有毒作业分级法	263
6.2.4	有毒作业分级评价步骤	264
6.3	粉尘作业分级评价	265
6.3.1	依据的标准	265
6.3.2	生产性粉尘定义	265
6.3.3	粉尘作业环境质量分级法	265
6.3.4	粉尘作业分级评价步骤	267
6.4	高温作业分级评价	267
6.4.1	依据的标准	267
6.4.2	术语	267
6.4.3	高温作业分级法	267
6.4.4	定向辐射热的修正系数	267
6.5	低温作业分级	268
6.5.1	依据的标准	268
6.5.2	术语	268
6.5.3	低温作业分级法	268
6.6	噪声作业分级法	269
6.6.1	依据的标准	269
6.6.2	噪声作业分级法	269
6.6.3	工作地点噪声声级的卫生限值	269
6.6.4	非噪声工作地点噪声声级的卫生限值	270
6.6.5	工作地点脉冲噪声声级的卫生限值	270
6.7	振动评价	270
6.7.1	依据的标准	270
6.7.2	术语	270
6.7.3	振动作业评价	271
6.8	非电离辐射(射频辐射)	271
6.8.1	依据的标准	271
6.8.2	术语	272
6.8.3	非电离化辐射	272
6.9	激光辐射	273
6.9.1	依据的主要标准	273
6.9.2	术语	273
6.9.3	卫生标准限值	273
6.10	紫外辐射	274
6.10.1	依据的主要标准	274

6.10.2 术语	274
6.10.3 卫生要求	274
6.11 辐射	275
6.11.1 依据的标准	275
6.11.2 术语	275
6.11.3 放射工作人员的剂量限值	275
6.11.4 放射性物质污染表面的导出限值	276
6.11.5 辐射防护三原则	277
6.12 女职工保护	277
6.12.1 依据的标准和规定	277
6.12.2 妇女体格、生理机能的特殊性	278
6.12.3 对女职工保护的主要内容	278
第7章 事故应急救援预案	280
7.1 安全生产法的要求	280
7.2 事故应急救援的基本形式	281
7.3 应急救援的基本任务	281
7.4 生产经营单位制定事故应急救援预案的基本要求	282
7.5 生产经营单位制定事故应急救援预案的几个主要方面	282
7.6 社会力量应急救援指挥系统	283
7.7 事故应急救援预案编写要求	285
7.8 事故应急救援预案的演练	286
附录.....	287
附录1 常用的量及单位	287
附录2 用于构成十进倍数和分数单位的词头	288
附录3 常用非法定计量单位及其换算	288
附录4 基本物理常数	289
主要参考文献	291

第1章 安全评价概述

科学技术进步和社会经济的发展,将给安全生产带来正负两方面的影响。一方面,人们对安全生产规律的认识以及对意外事故的防范手段会有新的发展;社会经济实力的增强,有条件采用更先进、更安全的设备、设施和工艺方法,安全生产水平得以提升。另一方面,由于大量新产品、新材料、新工艺、新技术的使用,以及生产规模的不断扩大,又可能产生新的安全问题,甚至导致更大的事故隐患。

为了预知和有效地控制危险、有害的因素,保障安全和健康,人类在经历了无数事故灾难和惨痛教训的基础上,开发了安全卫生评价技术。

在安全性评价技术中,“火灾、爆炸危险指数评价法”是较早使用的一种重要方法,是由美国道化学公司于1964年开发的,1993年发表了第7版。随后,各国相继提出了各具特色的评价模式,它们均以生产设备为主体,逐一分析生产过程中所使用的各种物质的火灾和爆炸特征以及工艺生产中潜在的危险、有害因素,从而为防止事故、保证安全生产提供了具体可靠的依据。

由于安全性评价能减少和防止事故的发生,许多国家都给予了大量的资金支持。如美国原子能委员会于1974年发表的核电站安全评价报告耗资300万美元,用了70人·年的工作量。据统计,美国各公司共雇佣了约3000名风险专业管理人员。美国、英国、日本等国家都立法规定,工程项目必须进行安全评价。英国政府规定,凡未进行安全性评价的新建企业不准开工;日本劳动省规定化工厂必须作综合性的安全评价;美国对重要的工程项目都要求进行安全评价。

我国于1996年10月17日颁布的原劳动部令第3号《建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定》中规定,凡符合下列情况之一的6类建设项目,必须进行安全卫生预评价:

- ① 大中型和限额以上的建设项目;
- ② 火灾危险性生产类别为甲类的建设项目;
- ③ 爆炸危险场所等级为特别危险场所和高度危险场所的建设项目;
- ④ 大量生产或使用Ⅰ级危害程度、Ⅱ级危害程度的职业性接触毒物的建设项目;
- ⑤ 大量生产或使用石棉粉料或游离二氧化硅粉料的建设项目;
- ⑥ 劳动行政部门确认的其他危险、危害因素大的建设项目。

2002年6月29日《中华人民共和国安全生产法》及《安全评价通则》(安监管技装字[2003]37号)的颁布,进一步推动了安全评价工作向更广、更深的方向发展。

《中华人民共和国安全生产法》第二十五条规定,矿山建设项目和用于生产、储存危险品的建设项目,应当分别按照国家有关规定进行安全条件论证和安全评价。每一个建设项目立项或设计前,都要对项目的必要性、可行性以及具备的其他条件进行论证,在这些论证内容中,除了经济、社会等因素外,很重要的一部分就是安全条件论证。所谓安全条件论证就是对建设项目的可行性报告和设计报告中有关的安全条件进行论证,以论证建设项目的安全条件是否符合国家规定的条件。

安全评价（也称风险评价）是指运用定性或者定量评价的方法，对建设项目或者生产经营单位存在的职业危险因素和有害因素进行识别、分析和评估。通过评价，知道建设项目或者生产经营单位的风险程度有多大，发生事故的概率有多少，会造成多大损失，从而根据安全评价的结果，采取相应的安全措施来进行改进，以降低风险、提高建设项目或者生产经营单位的安全可靠性。所谓识别，是指对建设项目或者生产经营单位存在的危险因素和有害因素进行辨认、区别，哪些是危险因素或者有害因素，哪些不是；危险、有害因素存在在哪些方面，以及它们危险、危害的程度。所谓分析，是指采用定性分析或者定量分析的方法对存在的危险因素或者有害因素进行收集、汇总和分析，有检查表综合评价法、优良可劣评价法、故障类别影响致命度分析法、事件树分析法、指数法、评点法等。所谓评价，是指根据定性分析和定量分析的结果，对建设项目或者生产经营单位进行综合评价，提出综合评价报告。

矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目，是危险性极大的项目。项目建设的好坏直接关系到矿山的安全和危险物品生产、储存的安全。对这些建设项目进行安全条件论证、安全预评价和安全验收评价，是保证建设项目正常投入生产或者使用后的安全、可靠，进而达到保障生产经营单位安全生产的重要工作。

►►► 1.1 安全评价的目的

为了规范安全评价行为，确保安全评价的科学性、公正性和严肃性，国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局根据《中华人民共和国安全生产法》有关规定，编制了《安全评价通则》（安监管技装字〔2003〕37号）。《安全评价通则》规定了项目（工程）或系统安全评价的基本原则、目的、要求、程序和方法。

安全评价的目的是查找、分析和预测项目（工程）或系统存在的危险、有害因素及危险、危害程度，提出合理可行的安全对策措施，进行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。

►►► 1.2 安全评价原理

安全评价是安全系统工程的重要组成部分，其目的是实现项目（工程）或系统安全。它是运用系统工程方法对项目（工程）或系统存在的危险性进行综合评价和预测，并根据其形成的事故风险大小，采取相应的安全措施，以达到项目（工程）或系统安全的过程。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。

在进行安全评价时，人们需要辨识项目（工程）或系统的危险、有害性及其程度，预测发生事故和职业危害的可能性，掌握其发生、发展的条件、规律，以便采取有效的对策措施和防止事故、减少职业危害，实现安全生产。

在进行安全评价时，虽然评价的领域、种类、方法、手段种类繁多，而且评价系统的特性、属性、特征条件的随机性千变万化，各不相同，究其思维方式却是一致的。对此，可归纳如下4个基本原理：①相关原理；②类推原理；③惯性原理；④量变到质变原理。

▶▶▶ 1.2.1 相关原理

一个系统的属性、特性与事故和职业危害存在着因果的相关性，这是系统因果评价方法的理论基础。

▷▷▷ 1.2.1.1 系统的基本特征

安全评价把研究的所有对象都视为系统。系统是指为实现一定的目标，由许多个彼此有机联系的要素组成的整体。系统有大有小，千差万别，但所有的系统都具有以下普遍的特征。

① 目的性：任何系统都具有目的性，要实现一定的目标（功能）。

② 集合性：每一个系统都是由若干个（两个以上）元素组成的整体，或是由各层次的要素（子系统、单元、元素集）集合组成的整体。

③ 相关性：一个系统内部各要素（或元素）之间存在着相互影响、相互作用、相互依赖的有机联系，通过综合协调，实现系统的整体功能。在相关关系中，二元关系是基本关系，其他复杂的相关关系是在二元关系基础上发展起来的。

④ 阶层性：在大多数系统中，存在着多阶层，通过彼此作用，相互影响、制约，形成一个系统整体。

⑤ 整体性：系统的要素集、相关关系集、各阶层构成了系统的整体。

⑥ 适应性：系统对外部环境的变化有着一定的适应性。

每个系统都有着自身的总目标，而构成系统的所有子系统、单元都为实现这一总目标而实现各自的分目标。如何使这些目标达到最佳，这就是系统工程要研究解决的问题。

系统的整体目标（功能）是由组成系统的子系统、单元综合作用的结果。因此，不仅系统与子系统、子系统与单元有着密切的关系，而且各子系统之间、各单元之间、各元素之间，也都存在着密切的相关关系。所以，在评价过程中只有找出这种相关关系，并建立相关模型，才能正确地对系统的安全、卫生作出评价。

系统的结构可用下列公式表达：

$$E = \max f(X, R, C)$$

式中 E ——最优结合效果；

X ——系统组成的要素集，即组成系统的所有元素；

R ——系统组成要素的相关关系，即系统各元素之间的所有相关关系；

C ——系统组成的要素及其相关关系在各阶层上可能的分布形式；

f —— X 、 R 、 C 的结合效果函数。

对系统的要素集（ X ）、关系集（ R ）和层次分布形式（ C ）的分析，可阐明系统整体的性质。欲使系统目标达到最佳程度，只有使上述三者达到最优组合，才能产生最优的结合效果 E 。

对系统进行安全评价，就是要寻求 X 、 R 和 C 的最合理的结合形式，即具有最优结合效果 E 的系统结构形式在对应系统目标集和环境因素约束集的条件，给出最安全的系统结合方式。例如，一个系统一般是由若干生产装置、物料、人员（ X 集）集合组成的；其工艺过程是在人、机、物料、作业环境结合过程（人控制的物理、化学过程）中进行的（ R 集）；生产设备的可靠性、人的行为的安全性、安全管理的有效性等因素层次上存在各种分