

高等学校教材

危险化学品生产风险辨识与控制

邵 辉 葛秀坤 赵庆贤 编著



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

高等学校教材

危险化学品生产 风险辨识与控制

邵 辉 葛秀坤 赵庆贤 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以危险化学品生产中存在的风险为主要研究对象,应用系统安全工程的思想,结合现行的危险化学品生产相关国家法律、法规与标准,较为系统地讨论了风险辨识、风险分析与风险控制的基本原理、方法和程序。

本书可以作为高校安全工程专业和相关专业本科生、研究生的教学用书,也可供从事危险化学品设计、生产、评价及工程技术与相关安全管理的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

危险化学品生产风险辨识与控制/邵辉,葛秀坤,赵庆贤编著.
北京:石油工业出版社,2011.9

高等学校教材

ISBN 978-7-5021-8656-2

I. 危…

II. ①邵…②葛…③赵…

III. 化工产品-安全生产-高等学校-教材

IV. TQ086.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 177567 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523612 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 17.5

字数: 448 千字

定价: 28.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究



前言

化学品已经渗透到现代社会的各个方面，化学品生产是经济社会发展的重要支柱。一方面，化学品生产有力地促进了国民经济的发展，改善和提高了人们的生活水平；另一方面，在化学品（特别是危险化学品）生产过程中存在许多不安全因素和职业危害，如易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀等，比其他工业生产有更大的危险性。

在危险化学品生产过程中，风险是客观存在的，虽然看不见、摸不着，但它却与生产活动密不可分，如影随形。本书以危险化学品生产中的危险源辨识、危险源分析与评价、危险源控制为主线，应用系统安全工程的方法和理论对系统中的危险源可能引起的风险进行分析预测、评价，并采取有效的防范措施消除或控制危险化学品生产系统中的危险源，杜绝系统事故的发生或使事故发生减少到最低限度，使系统达到最佳的安全状态。

实践证明，危险化学品生产风险辨识与控制是搞好安全工作、降低伤亡事故和减少财产损失的有效手段，有助于我国危险化学品生产安全面貌的改善和安全管理水平的提高。

目前，危险化学品生产风险辨识与控制在我国刚刚起步，笔者根据自己多年在危险化学品生产风险辨识与控制方面的研究和实践，力求能够提供一个较为系统的技术体系，在编写上尽力做到：

- (1) 内容上具有科学性、系统性、基础性和前沿性。
- (2) 功用上具有广泛性和实用性。
- (3) 风格上具有简明性和趣味性，做到深入浅出，语言简练明了，案例生动有趣。

全书由常州大学邵辉（第1章）、葛秀坤（第2、6、7章）、赵庆贤（第3章），安徽财贸职业学院邵峰（第4、5章）编写。

本书在编写的过程中，引用了大量与本书内容有关的反映学术前沿的教材、专著和论文，在此向相关作者表示感谢！同时，本书的编写还得到了石油工业出版社、常州大学的大力支持和帮助，一并表示感谢！限于作者的理论水平和实践经验，书中难免存在一些不足甚至错误，恳请广大读者予以批评指正。

编者
2011年4月



目录

1	绪论	1
1.1	危险化学品生产概述	1
1.2	系统安全评价的相关问题	6
1.3	安全评价的主要过程与一般程序	17
1.4	安全评价机构	18
2	风险评价的原理与原则	24
2.1	木桶原理	24
2.2	风险评价原理	25
2.3	风险评价原则	30
3	风险评价的前期准备	33
3.1	危险有害因素辨识基础	33
3.2	信息采集	47
3.3	评价单元的划分	54
4	危险有害因素的辨识	58
4.1	安全生产管理危险有害因素辨识	58
4.2	危险化学品危险有害因素的辨识	63
4.3	生产工艺过程危险有害因素辨识	67
4.4	主要设备（装置）的危险有害因素辨识	77
4.5	厂址选择的危险有害因素辨识	79
4.6	总图布置的危险有害因素辨识	83
4.7	储存过程的危险有害因素辨识	97
4.8	公用工程及辅助系统危险有害因素辨识	99
4.9	作业环境危害因素辨识	100
4.10	重大危险源辨识	102
4.11	危险有害因素辨识的注意事项	106
5	风险评价方法	108
5.1	危险原因及控制分析方法	108
5.2	危险等级评价方法	135
5.3	概率风险评价法	162
5.4	伤害范围评价法	169
5.5	职业卫生危害评价法	181
5.6	评价方法的选择	186

6 风险控制措施 196

6.1 风险控制措施概述 196

6.2 安全管理控制措施 199

6.3 安全技术控制措施 202

6.4 风险控制措施的注意事项 258

7 安全评价报告的编制 259

7.1 安全评价报告编写规范 259

7.2 前期准备材料 262

7.3 评价报告相关章节的编制 265

参考文献..... 274



1 绪 论

化学品已经渗透到现代社会的各个方面，化学品生产是经济社会发展的重要支柱。一方面化学品生产有力地促进了国民经济的发展，改善和提高了人们的生活水平；另一方面在化学品（特别是危险化学品）生产过程中存在着许多不安全因素和职业危害，如易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀等，比其他工业生产有着更大的危险性。

1.1 危险化学品生产概述

1.1.1 危险化学品与危险化学品企业的界定

1.1.1.1 危险化学品

（1）化学品定义。

国际劳工组织将化学品定义为：各种元素和/或由元素组成的化合物及其混合物，无论是天然的或人造的。按此定义，可以说人类生存的地球和大气层中所有有形物质包括固体、液体和气体等都是化学品。不是化学品的物质是组成元素的基本粒子等。

（2）危险化学品定义。

根据《危险化学品从业单位安全标准化规范》，一般的、不严格的、比较抽象的危险化学品定义为：危险化学品是指具有易燃易爆、有毒有害及有腐蚀特性，会对人员、设施、环境造成伤害或损害的化学品，包括爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品和腐蚀品等。

比较严格的定义为：化学品中符合有关危险化学品（物质）分类标准规定的化学品（物质）属于危险化学品。目前我国主要有三个判断标准：《危险货物品名表》（GB 12268—2005/XG1—2007）、《剧毒化学品目录》（2010）和《危险化学品名录》（2010）。符合标准规定的危险化学品一般都以它们的燃烧性、爆炸性、毒性、反应活性（包括腐蚀性）为衡量指标。

1.1.1.2 危险化学品企业

危险化学品企业是指生产、使用、储存、经营、运输危险化学品和处置废弃危险化学品的企业。所以，危险化学品企业又分为危险化学品生产企业、危险化学品使用企业、危险化学品储存企业、危险化学品经营企业、危险化学品运输企业等。

危险化学品生产企业是指：依法设立且取得企业法人营业执照的从事危险化学品生产的企业，包括列入《危险化学品名录》（2010）的最终产品、中间产品或副产品。中间产品是指危险化学品生产企业为满足生产的需要，生产一种或多种产品作为下一个生产过程参与化学反应的原料；副产品指不是主要产品，但是副产物用于销售的。

危险化学品使用企业是指：依法设立且取得企业法人营业执照，生产过程中使用的原辅材料列入《危险货物品名表》（GB 12268—2005/XG1—2007）、《危险化学品名录》（2010）或《剧毒化学品目录》（2010），产品、中间产品或副产品未列入《危险化学品名录》（2010）的企业。

危险化学品储存企业是指：依法设立且取得企业法人营业执照，以出租仓库收取租金或保管费进行经营的专门从事危险化学品储存的企业，所指的危险化学品列入《危险货物品名表》（GB 12268—2005/XG1—2007）、《危险化学品名录》（2010）或《剧毒化学品名录》（2010）。

危险化学品经营企业是指：依法设立且取得企业法人营业执照的从事危险化学品经营的企业，所指的危险化学品列入《危险货物品名表》（GB 12268—2005/XG1—2007）、《危险化学品名录》（2010）或《剧毒化学品名录》（2010）。其中甲种经营企业是指从事剧毒化学品、成品油经营的企业，乙种经营企业是指从事剧毒化学品和成品油以外的其他危险化学品经营的企业。

1.1.2 危险化学品生产的特点

危险化学品在经济发展和社会进步中具有不可替代的基础作用，但其固有的危险性对人的安全与健康以及生态环境构成极大威胁。在危险化学品生产、储存、运输、销售、使用、废弃处置等环节上，火灾、爆炸、中毒、泄漏事故时有发生，造成人员伤亡、财产损失和环境污染。危险化学品生产具有如下几个特点。

（1）危险化学品生产的物料绝大多数具有潜在危险性。

危险化学品生产使用的原料、中间体和产品种类繁多，绝大多数是易燃易爆、有毒有害、有腐蚀性等危险化学品。例如，聚氯乙烯树脂生产使用的原料乙烯、甲苯和 C_4 及中间产品二氯乙烷和氯乙烯都是易燃易爆物质，在空气中达到一定的浓度，遇火源即会发生火灾、爆炸事故；另外，氯气、二氯乙烷、氯乙烯具有较强的毒性，氯乙烯具有致癌作用，氯气和氯化氢在有水分存在下有强烈的腐蚀性。

（2）危险化学品生产工艺过程复杂、工艺条件苛刻。

危险化学品生产从原料到产品，一般都需要经过许多生产工序和复杂的加工单元，通过多次反应或分离才能完成。例如，一般炼油生产的催化裂化装置，从原料到产品要经过 8 个加工单元，乙烯从原料裂解到产品出来需要 12 个化学反应和分离单元。

有些化学反应需在高温、高压下进行。例如，由石脑油裂解制乙烯，进而生产聚乙烯的生产过程。石脑油在裂解炉中的裂解温度为 800°C ，裂解气要在深冷（ -96°C ）条件下进行分离，纯度为 99.99% 的乙烯气体要在 294kPa 压力下聚合制取聚乙烯树脂。

危险化学品生产的工艺参数前后变化很大。工艺条件的复杂多变，再加上许多介质具有强腐蚀性，在温度、压力、交变应力等作用下，受压容器常常因此而遭到破坏。有些反应过程要求的工艺条件很苛刻。例如，用丙烯和空气直接氧化生产丙烯酸的反应，各种物料比就处于爆炸范围附近，且反应温度超过中间产物丙烯醛的自燃点，控制上稍有偏差就有发生爆炸的危险。

（3）生产规模大型化、生产过程连续性。

为降低单位产品的投资和成本，提高经济效益，现代化工生产装置规模越来越大。例如，我国的炼油装置最大规模已达年产 $1000 \times 10^4 \text{t}$ ，乙烯装置已建成年生产能力 $70 \times 10^4 \text{t}$ 。装置的大型化有效地提高了生产效率，但规模越大，储存的危险物料越多，潜在的危险能量也越大，事故造成的后果往往也越严重。

从原料输入到产品输出具有高度的连续性，前后单元息息相关，相互制约，某一环节发生故障常常会影响整个生产的正常进行。由于装置规模大且工艺流程长，因此使用设备的种类和数量都相当多。如某厂年产 $30 \times 10^4 \text{ t}$ 乙烯装置，就含有裂解炉、加热炉、反应器、换热器、塔、槽、泵、压缩机等设备共 500 多台（件），管道上千根，还有各种控制和检测仪表，这些设备如果维修保养不良极易引起事故的发生。

(4) 生产过程自动化。

从生产方式来讲，危险化学品生产已经从过去落后的坛坛罐罐的手工操作向自动化方向发展。由于装置大型化、连续化、工艺过程复杂化和工艺参数要求苛刻，因此现代危险化学品生产过程用人工操作已不能适应其需要，必须采用自动化程度较高的控制系统。近年来随着计算机技术的发展，生产中普遍采用了 DCS 集散型控制系统，对生产过程的各种参数及开停车实行监视、控制、管理，从而有效地提高了控制的可靠性。但是控制系统和仪器仪表维护不好，性能下降，也可能因检测或控制失效而发生事故。

在现阶段，我国还有一定的企业，如染料、医药、表面活性剂、涂料、香料等危险化学品生产中自动化程度不高，存在一定的人工操作。在人工操作时，由于人机接触相对紧密，岗位工作环境差、劳动强度大等，都易导致事故的发生。

1.1.3 危险化学品生产事故

1.1.3.1 危险化学品生产事故产生的原因

危险化学品生产过程中使用、接触的危险化学品种类繁多，生产工艺复杂，生产条件苛刻，事故原因千变万化，事故类型也很难简单概括。危险化学品生产中发生的事故多为火灾、爆炸、中毒事故等，这些事故的发生多由以下原因引起：

(1) 装置内产生新的易燃物、易爆物、有毒物。

某些反应装置和储罐在正常情况下是安全的，如果在反应和储存过程中混进或渗入某些物质而发生化学反应产生新的易燃物、易爆物、有毒物，在条件成熟时就可能发生事故。

例如，粗煤油硫化氢、硫醇含量较高，可能引起油罐腐蚀，使构件上粘附锈垢，其成分是硫化铁、硫酸铁、氧化铁，有时还会有结晶硫黄等。由于天气突变、气温骤降，油罐的部分构件因急剧收缩和由于风压的改变而引起油罐晃动，造成构件脱落并引起冲击或摩擦产生火种导致油罐起火。

又如，浓硫酸和碳素钢在一般情况下不发生置换反应，但若储罐内混入水变成稀硫酸，稀硫酸就会和钢罐反应放出氢气。这时在储罐上部空间就会形成爆炸性混合物，若在罐壁上动火，就会发生爆炸事故。

(2) 高温下物质汽化分解。

许多物质在高温下能自行分解，产生高压而引起爆炸。用联苯醚作载热体的加热过程中，由于管道被结焦物堵塞，局部温度升高，加上控制仪表失灵未能及时发现，致使联苯醚汽化分解（在 390°C 下联苯醚能分解出氢、氧、苯等）产生高压，引起管道爆裂，使高温可燃气体冲出，遇空气燃烧。如果联苯醚加热系统混进某些低沸物，例如水，也会因其急剧汽化发生爆炸。

(3) 高热物料喷出自燃。

生产过程中有些反应物料的温度超过了自燃点，一旦喷出与空气接触就会着火燃烧。造

成物料喷出的原因很多，如设备损坏、管线泄漏、操作失误等。例如在催化裂化装置热油泵房的泵口取样时，由于取样管堵塞（被油凝住），将取样阀打开用蒸汽加热，当凝油熔化后，400℃左右的热油喷出立即起火。

（4）物料泄漏遇高温表面或明火。

易燃物料泄漏后遇到高温表面或明火，容易发生事故。例如，由于放空管位置安装不当，放空时油喷落到附近 250℃ 高温的阀体上引起燃烧。又如热渣油带水，可产生突沸现象，渣油从罐顶喷出，沾污了设备及管线，用汽油进行洗刷时渣油被汽油溶解后渗淌到下面的高温管线上引起自燃。

（5）反应热骤增。

参加反应的物料，如果配比、投料速度或加料顺序控制不当，会造成反应剧烈，产生大量的热，而热量又不能及时导出，就会引起超压爆炸。

例如，苯与浓硫酸混合进行磺化反应，物料进入后由于搅拌迟开，反应热骤增，超过了反应器的冷却能力，反应器内未反应的苯很快汽化，导致塑料排气管破裂，可燃蒸气排入厂房内遇火燃烧。

又如，对硝基酚钠的生产中，对硝基苯酚与碱液反应剧烈，必须控制一定的碱液浓度，某厂因操作疏忽将稀碱液误换成浓碱液，造成反应剧烈，引起超压爆炸。

（6）杂质含量过高。

有许多化学反应过程，对杂质含量要求是很严格的。有的杂质在反应过程中可以生成危险的副反应产物。

（7）生产运行系统和检修中的系统串通。

在正常情况下，易燃物的生产系统不允许有明火作业。某一区域、设备、装置或管线如果停产进行动火检修，必须采取可靠的措施，使生产系统和检修系统隔绝，否则极易发生事故。

（8）装置内可燃物与生产用空气混合。

生产用空气主要有工艺用压缩空气和仪表用压缩空气，如果进入生产系统和易燃物混合或生产系统易燃物料混入压缩空气系统，遇明火都可能导致燃烧爆炸事故。

易燃物料严禁用压缩空气输送，这是因为易燃物料和空气接触以后，在容器内会形成爆炸性混合物，一旦遇到明火、高热或静电火花就会发生爆炸。某厂聚氯乙烯生产车间用压缩空气压送聚合釜内的物料，当时由于冷却水中断，轴封温度升高冒烟，造成聚合爆炸。

（9）系统形成负压。

泵房由于设备缺陷或操作错误，启动备用泵时形成空转，引起油泵输油温度骤降（由 180℃ 下降到 150℃），管道上法兰垫片和螺栓处造成应力，抽泵出口压力较高，故在逆止阀的法兰处漏油，泵出口法兰处冒烟；同时由于泵轴因温度下降收缩，在轴封处漏油，滴到 320℃ 的高温泵体上而着火。

某一带有搅拌装置的二硫化碳容器，用泵将二硫化碳抽空后充入氮气，将人孔盖移去用刮棒清除搅拌器上的固体残留物。由于温度下降，容器内残留二硫化碳蒸气凝结，体积缩小，形成负压，空气便从人孔进入容器内，与二硫化碳形成爆炸性混合物，在清除残留物过程中，刮棒和搅拌器撞击产生火花，引起爆炸。

（10）传热介质选用和加热方法不当。

传热介质选用不当极易发生事故。选择传热介质时必须事先了解被加热物料的性质，除满足工艺要求之外，还要掌握传热介质是否会和被加热物料发生危险性的反应。选择加热方

法时如果没有充分估计物料性质、装置特点等也易发生事故。

(11) 系统压力变化。

系统压力的变化,可能造成物料倒流或者负压系统变成正压从而造成事故。

(12) 危险物质处理不当。

很多化学品性能不稳定,具有易燃、易爆、腐蚀、有毒、腐蚀等特性。在生产、使用、装卸、运输、储存过程中,要掌握物质的特性,了解和其他化学物质接触会发生什么样的变化,采取相应的措施,否则就可能发生事故。

1.1.3.2 危险化学品生产事故发生的典型过程

危险化学品生产事故发生过程可分为以下两大类。

(1) 化学品发生泄漏。

①易燃易爆化学品泄漏—遇到火源—火灾或爆炸—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

②有毒化学品泄漏—急性中毒或慢性中毒—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

③腐蚀品泄漏—腐蚀—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

④压缩气体或液化气体泄漏—物理爆炸—易燃易爆、有毒化学品泄漏—火灾、爆炸或中毒—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

⑤危险化学品泄漏—没有发生变化—财产损失、环境破坏等。

(2) 化学品没有发生泄漏。

①生产装置中的化学品—反应失控—爆炸—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

②爆炸品—受到撞击、摩擦或遇到火源等—爆炸—人员伤亡、财产损失等。

③易燃易爆化学品—遇到火源—火灾、爆炸或放出有毒气体和烟雾—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

④有毒有害化学品—与人体接触—腐蚀或中毒—人员伤亡、财产损失等。

⑤压缩气体或液化气体—物理爆炸—人员伤亡、财产损失、环境破坏等。

1.1.3.3 危险化学品生产事故的特点

由于危险化学品易燃、易爆、有毒、有害、有腐蚀性等,危险化学品生产事故具有突发性、复杂性、严重性、持久性、社会性等特点。

(1) 突发性。

危险化学品生产事故往往是在没有先兆的情况下突然发生的,不需要一段时间的酝酿。

(2) 复杂性。

危险化学品生产事故的发生机理常常非常复杂,许多着火、爆炸事故并不是单纯地由泄漏的气体、液体引发那么简单,而往往是由腐蚀等化学反应引起的,事故的原因也很复杂,并使之具有相当的隐蔽性。

(3) 严重性。

危险化学品生产事故造成的后果往往非常严重,一个罐体的爆炸,会造成整个罐区的连环爆炸,一个罐区的爆炸,可能殃及生产装置,进而造成全厂性爆炸,如北京东方化工厂就发生过类似的大爆炸。更有一些化工厂,由于生产工艺的连续性,装置布置紧密,会在短时间内发生厂毁人亡的恶性爆炸,如江苏射阳一化工厂就发生过这样的爆炸。危险化学品生产事故不仅会因设备、装置的损坏,生产的中断,而造成重大的经济损失,同时,也会对人员造成重大的伤亡。

(4) 持久性。

危险化学品生产事故造成的后果，往往在长时间内都得不到恢复，具有事故危害的持久性。譬如，人员严重中毒，常常会造成终生难以消除的后果；对环境造成的破坏，往往需要几十年的时间进行治理。

(5) 社会性。

危险化学品生产事故往往造成惨重的人员伤亡和巨大的经济损失，影响社会稳定。灾难性事故常常会给受害者、亲历者造成不亚于战争留下的创伤，在很长时间内都难以消除痛苦与恐怖。如重庆开县的井喷事故，造成了 243 人死亡，许多家庭因此残缺破碎，生存者可能永远无法抚平心中的创伤。同时，一些危险化学品泄漏事故，还可能对子孙后代造成严重的生理影响。

1.1.4 危险化学品生产过程的危险控制

危险化学品生产过程的危险控制主要是运用系统论、风险管理理论、安全评价理论和方法、可靠性理论和工程技术手段辨识系统中的危险源，评价系统的危险性，并采取控制措施使其危险性最小，从而使系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的安全程度。系统危险控制的基本内容包括：

(1) 危险源辨识。

运用系统安全分析方法发现、识别系统中危险源的工作。

(2) 危险性评价。

评价危险源导致事故、造成人员伤害或财产损失的危险程度的工作。危险源的危险性评价包括对危险源自身危险性的评价和对危险源控制措施效果的评价两方面的问题。

(3) 危险源控制。

利用工程技术和管理手段消除、控制危险源，防止危险源导致事故、造成人员伤害和财物损失的工作。危险源控制技术包括防止事故发生的安全技术和避免或减少事故损失的安全技术。

系统危险控制强调危险源辨识、危险性评价、危险源控制活动既是一个有机的整体，也是一个循环发展的过程，强调通过持续地努力，实现系统安全水平的不断提升。危险化学品生产系统危险控制的基本内容参见图 1.1。

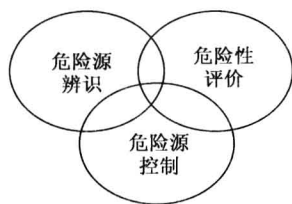


图 1.1 危险化学品生产系统危险控制的基本内容

1.2 系统安全评价的相关问题

1.2.1 安全评价的定义与分类

1.2.1.1 安全评价的定义

根据《安全评价通则》(AQ 8001—2007)，安全评价是指以实现安全为目的，应用安全系统工程原理和方法，辨识与分析工程、系统、生产经营活动中的危险、有害因素，预测发生事故造成职业危害的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，

做出评价结论的活动。

安全评价可针对一个特定的对象，也可针对一个特定的区域范围。安全评价也称风险评价或危险性评价，在欧美各国被称为“风险评估”或“风险评价”，在日本，为了顺应人们的心理，称为“安全评价”。

也有专家、学者认为安全评价是对系统发生事故的危险性进行定性或定量分析，评价系统发生危险的可能性及其严重程度，以寻求最低的事故率、最少的损失和最优的安全投资效益。虽然有关安全评价的定义从文字叙述上不尽相同，但主要内容均包括危险辨识、风险评价和风险控制三个过程。危险辨识是风险评价的与风险控制的基础，它是指对所面临的和潜在的事故危险加以判断、归类和分析危险性质的过程。其目的是要了解什么情况发生，怎样发生和为什么能发生，辨识出要进行管理或评价的危险。风险评价是指在危险辨识的基础上，通过对所收集的大量详细资料加以分析，估计和预测事故发生的可能性或概率（频率）和事故造成损失的严重程度，确定其危险性，并根据国家所规定的安全指标或公认的安全指标，衡量风险的水平，以便确定风险是否需要处理和处理的程度。风险控制是指根据风险评价的结果，选择、制定和实施适当的风险控制计划来处理风险，它包括风险控制方案范围的确定，风险控制方案的评定，风险控制计划的安排和实施。

1.2.1.2 安全评价的分类

根据《印发〈关于加强安全评价机构管理的意见〉的通知》（安监管技装字〔2002〕45号）、《关于印发〈安全评价通则〉的通知》（安监管技装字〔2003〕37号）和《安全评价通则》（AQ 8001—2007），安全评价分为安全预评价、安全验收评价和安全现状评价。

（1）安全预评价。

安全预评价是在建设项目可行性研究阶段、工业园区规划阶段或生产经营活动组织实施之前，根据相关的基础资料，辨识和分析建设项目、工业园区、生产经营活动潜在的危险和有害因素，确定其与安全生产法律、法规、规章、标准、规范的符合性，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全评价结论。

安全预评价实际上就是在项目建设前应用安全评价的原理和方法对系统（工程、项目）的危险性、危害性进行预测性评价。

安全预评价以拟建项目作为研究对象，根据建设项目可行性研究报告提供的生产工艺过程、使用和产出的物质、主要设备和操作条件等，研究系统固有的危险及有害因素，应用系统安全工程的方法，对系统的危险性和危害性进行定性、定量分析，确定系统的危险、有害因素及其危险、危害程度；针对主要危险、有害因素及其可能产生的危险、危害后果提出消除、预防和降低的对策措施；评价采取措施后的系统是否能满足规定的安全要求，从而得出建设项目应如何设计、管理才能达到安全指标要求的结论。概括来说，即：

①预评价是一种有目的的行为，它是在研究事故和危害为什么会发生，是怎样发生和如何防止这些问题发生的基础上，回答建设项目根据设计方案建成后的安全性如何，是否能达到安全标准的要求及如何达到安全标准，安全保障体系的可靠性如何等至关重要的问题。

②预评价的核心是对系统存在的危险、有害因素进行定性、定量分析，即针对特定的系统范围，对发生事故、危害的可能性及其危险、危害的严重程度进行评价。

③用有关标准（安全评价标准）进行衡量，分析、说明系统的安全性。

④采取哪些优化的技术、管理措施，使各子系统及建设项目整体达到安全标准的要求，是预评价的最终目的。

最后形成的安全预评价报告既是项目报批的文件，也是项目最终设计的重要依据。

(2) 安全验收评价。

安全验收评价是建设项目竣工后正式生产运行前或工业园区建设完成后，通过检查建设项目安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况或工业园区的安全设施、设备、装置投入生产和使用的情况，掌握安全生产管理措施到位情况、安全生产规章制度健全情况、事故应急救援预案建立情况，审查确定建设项目、工业园区建设是否满足安全生产法律、法规、规章、标准、规范的要求，从整体上确定建设项目、工业园区的运行情况和安全管理情况，做出安全验收评价结论。

安全验收评价是运用系统安全工程的原理和方法，在项目建成试生产正常运行后，在正式投产前进行的一种检查性安全评价。它通过对系统存在的危险和有害因素进行定性和定量评价，判断系统在安全上的符合性和配套安全设施的有效性，从而做出评价结论并提出补救或补偿措施，以保证系统安全。

安全验收评价是为安全验收进行的技术准备，最终形成的安全验收评价报告将作为建设单位向政府安全生产监督管理机构申请建设项目安全验收审批的依据。另外，通过安全验收还可检查生产经营单位的安全生产保障情况，确保《中华人民共和国安全生产法》的落实。

(3) 安全现状评价。

安全现状评价是针对生产经营活动中和工业园区内的事故风险、安全管理等情况，辨识和分析其存在的危险、有害因素，审查确定其与安全生产法律、法规、规章、标准、规范要求的符合性，预测发生事故或造成职业危害的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全现状评价结论。

安全现状评价既适用于对一个生产经营单位或一个工业园区的评价，也适用于对某一特定的生产方式、生产工艺、生产装置或作业场所的评价。这种对生产装置、设备、设施、储存、运输及安全管理状况进行的全面综合的安全评价，是根据政府有关法规的规定或根据生产经营单位职业安全、健康、环境保护的管理要求进行的，主要包括：① 全面收集评价所需的信息资料，采用合适的安全评价方法进行危险识别，给出量化的安全状态参数值。② 对于可能造成重大后果的事故隐患，采用相应的数学模型，进行事故模拟，预测极端情况下的影响范围，分析事故的最大损失以及发生事故的概率。③ 对发现的隐患，根据量化的安全状态参数值、整改的优先度进行排序。④ 提出整改措施和建议。现状评价报告的内容应纳入生产经营单位安全隐患整改和安全管理计划，并按计划实施和检查。

各类安全评价之间的关系如图 1.2 所示。

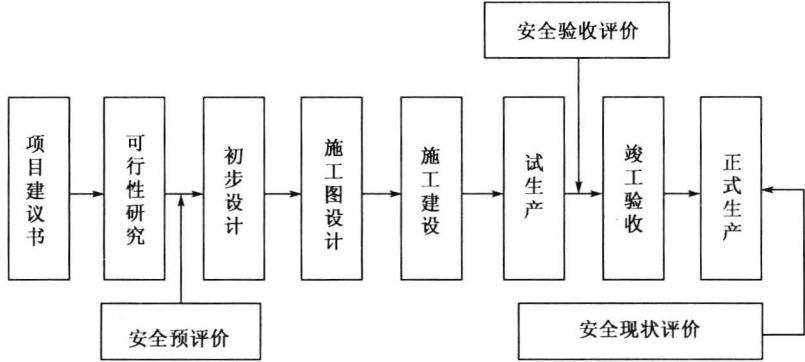


图 1.2 各类安全评价之间的关系

1.2.1.3 需要进行安全评价的企业界定

(1) 需要进行安全预评价的企业。

根据《危险化学品建设项目安全许可实施办法》(国家安全生产监督管理总局令第8号)第七条规定：申请建设项目设立安全审查前，建设单位应当选择有资质的安全评价机构对建设项目设立进行安全评价。

其中危险化学品建设项目的范围可依据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》(安监总危化〔2007〕255号)进行确认。新建项目是指拟依法设立的企业建设伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品生产、储存装置（设施）和现有企业（单位）拟建与现有生产、储存活动不同的伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品生产、储存装置（设施）的建设项目。改建项目是指企业对在役伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品生产、储存装置（设施），在原址或者易地更新技术、工艺和改变原设计的生产、储存危险化学品种类及主要装置（设施、设备）、危险化学品作业场所的建设项目。扩建项目是指企业（单位）拟建与现有伴有危险化学品产生的化学品或者危险化学品品种相同且生产、储存装置（设施）相对独立的建设项目。

另外，《关于贯彻〈危险化学品建设项目安全许可实施办法〉有关问题的通知》(苏安监〔2007〕180号)也对危险化学品建设项目的范围进行了更为详细的确认。新建建设项目主要包括新建危险化学品生产（或伴有危险化学品产生）企业，现有企业原址重建，在原厂区内新建与现有生产（或伴有危险化学品产生）装置（设施）不同的建设项目，易地新（迁）建的建设项目；新建危险化学品专门储存企业，危险化学品生产、经营、储存、使用企业（以下简称危险化学品企业）新建Ⅰ、Ⅱ类储存装置（设施）等建设项目（见表1.1）。改建建设项目主要包括危险化学品企业对现有危险化学品生产、储存装置（设施）的全部或部分进行改造的建设项目。如：现有危险化学品企业更新、改造主要危险化学品生产、储存装置（设施）的；更新或改变主要生产工艺、技术和危险化学品种类时，涉及生产、储存装置（设施）改造的；扩大原设计生产规模时，涉及生产、储存装置（设施）改造的等。危险化学品企业在隐患整改和正常检维修时，不涉及上述内容的，不纳入改建建设项目范围。扩建建设项目是指危险化学品从业单位在原生产、储存场所内拟建与现有生产（产生、储存）危险化学品种类、主要工艺技术相同且生产、储存装置（设施）相对独立的建设项目。

表 1.1 危险化学品储存装置（设施）分类表

类别	分类说明
Ⅰ类	储存气体 10000m ³ 以上，甲、乙、丙类液体 1000m ³ 以上或丁、戊类液体 5000 m ³ 以上的储存设施；库房或货场总面积大于 9000m ² 的大型仓库
Ⅱ类	储存气体 1000~10000m ³ ，甲、乙、丙类液体 100~1000m ³ 或丁、戊类液体 500~5000m ³ 的储存设施（不含加油站储存设施）；库房或货场总面积在 550~9000m ² 之间的中型仓库，储存剧毒化学品库房总面积 25m ² 或货场总面积 50m ² 以上的仓库
Ⅲ类	储存气体 1000m ³ 以下，甲、乙、丙类液体 100m ³ 以下或丁、戊类液体 500m ³ 以下的储存设施；库房或货场总面积小于 550m ² 的小型仓库，储存剧毒化学品库房总面积 25m ² 或货场总面积 50m ² 以下的仓库；现有危险化学品生产（储存、使用）企业改建储存设施；加油站的装置、设施

注：1. 气体、液体储存量以总容积计算。
2. 本表所述“……以上”均含数字本身，“……以下”均不含数字本身。
3. 液化气体和压缩气体应折合为标准状态下的气体。

(2) 需要进行安全验收评价的企业。

根据《危险化学品建设项目安全许可实施办法》(国家安全生产监督管理总局令第8号)第二十一条规定:建设项目安全设施竣工验收前,建设单位应当按照本实施办法第七条的规定选择有相应资质的安全评价机构对建设项目及其安全设施试生产(使用)情况进行安全评价。

(3) 需要进行安全现状评价的企业。

根据《危险化学品安全管理条例》(国务院令第591号)第二十二条规定,生产、储存危险化学品的企业,应当委托具备国家规定的资质条件的机构,对本企业的安全生产条件每3年进行一次安全评价,提出安全评价报告。安全评价报告的内容应当包括对安全生产条件存在的问题进行整改的方案。生产、储存危险化学品的企业,应当将安全评价报告以及整改方案的落实情况报所在地县级人民政府安全生产监督管理部门备案。在港区内储存危险化学品的企业,应当将安全评价报告以及整改方案的落实情况报港口行政管理部门备案。

根据《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》(国家安全生产监督管理总局令第10号)第十四条和第十八条规定,危险化学品生产企业应当依法进行安全评价;危险化学品生产企业申请领取安全生产许可证,应当提交一系列文件、资料,其中包括具备资质的中介机构出具的安全评价报告。

1.2.2 安全评价的作用

安全评价从预防事故的观点出发,对系统可能产生的损失和伤害进行预测和评价,采取有效的对策措施以实现系统安全的总目标。因此,安全评价是一门控制系统总损失的技术,体现了从被动到主动、从事后处理到事前预防、从经验到科学的安全管理方法。

(1) 变事后处理为事前预测预防,使企业安全工作更加科学化。

长期以来,我国大多数企业的安全管理,基本上采用传统管理方法,主要是凭经验管理,即以事故发生后再处理的“事后过程”为主,因而难以实现“安全第一,预防为主”的方针。通过安全评价,可以预先系统地辨识危险性及其变化情况,科学地分析企业的安全状况,及时掌握安全工作的信息,全面地评价企业的危险程度和安全管理现状,衡量企业是否达到规定的安全指标,使企业领导能够做出正确的安全决策。此外,以系统科学为基础的安全系统评价可以促使企业建立动态的安全信息反馈系统,增强企业安全保障系统的自我调节机能。

(2) 变纵向单一管理为全面系统管理,使企业安全工作更加系统化。

以往的安全管理基本上是由企业安全部门和各车间、班组专(兼)职安全人员组成的纵向单一管理体制(如安技科)。这样的体制难以实现全面安全,被管理者往往不能和安全人员密切配合,大多处于被动状态,造成安全部门管理安全的孤立局面。安全评价的实施,不仅要评价安技部门,而且要全面评价企业各个单位及每一个人应负安全职责的履行情况。这样,就使企业所有部门都按照要求认真评价本系统的安全状况,变被管理者为主动执行者和管理者,而安全部门仅对各职能部门和生产单位是否尽职尽责进行监督检查,使企业安全管理体制与横向到边、纵向到底的安全管理落实机制配套实施和运行。管理范围也可以从单纯生产安全扩大到企业各系统的人、机、物、法、环等各因素、各环节的安全。这样,就可以使安全管理实现全员、全面、全过程的系统化管理。

(3) 变盲目管理为目标管理,使企业安全工作逐步标准化。

以往的安全管理缺乏统一的标准,安全管理人员仅凭自己的经验、主观意志和思想觉悟办事。这样往往是不出事故就认为安全工作出色,出了事故就惊慌失措、对安全工作全盘否定,缺乏衡量企业安全工作的客观指标和标准。通过按评价标准进行安全评价,使安技干部和全体职工明确各项工作的规范要求,达到什么地步就可以称安全,以及采取什么手段可以达到指标。有了标准,就可以使安全工作有明确的追求目标,从而使日常安全管理工作纳入标准轨道。

(4) 为安全决策提供必要的科学依据。

要改变企业的安全状况,提高企业的安全生产水平,就必须采取相应的安全措施,这就涉及安全投资的问题。对所有安全工程项目,不仅要考虑改善工作条件,保护职工健康与安全,也要考虑它的经济效益,因为安全工作也是企业经济活动的一部分。因此,要认真对待安全投资的经济性和合理性问题。安全评价不仅系统地确认危险性,还要进一步考虑危险性发展为事故的可能性大小和事故损失的严重程度,进而计算单位时间事故造成的损失,即风险。以此说明系统危险可能造成的负效益的大小,以便合理地选择控制事故的措施及措施投资的多少,使投资和可能减少的负效益达到平衡;正确选择技术路线和工艺路线,为领导决策提供科学依据,使系统达到社会认可的安全指标。

1.2.3 安全评价的目的和意义

1.2.3.1 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四个方面:

(1) 促进实现本质安全化生产。

通过安全评价,系统地从工程规划、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措施方案。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时,系统存在的危险因素也不会导致重大事故发生。

(2) 实现全过程安全控制。

在设计之前进行安全评价,其目的是避免选用不安全的工艺流程、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。设计之后进行安全评价,其目的是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安全评价,其目的是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。

通过分析系统存在的危险源的数量及分布、事故的概率、事故严重程度,预测并提出应采取的安全对策措施等,为决策者和管理者根据评价结果选择系统安全最优方案提供依据。

(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安全性是否符合有关技术标准和规范规定的评价,对照技术标准、规范找出存在问题和不足,以实现安全技术和安全管理的标准化、科学化。