



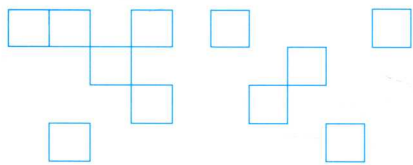
危险化学品企业安全管理丛书



危险化学品企业 工艺安全管理

WEIXIAN HUAXUEPIN QIYE
GONGYI ANQUAN GUANLI

周礼庆 崔政斌 赵海波 编著



化学工业出版社

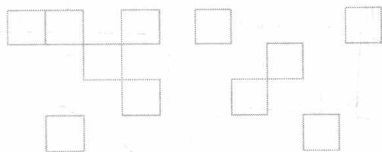


危险化学品企业安全管理丛书



危险化学品企业 工艺安全管理

周礼庆 崔政斌 赵海波 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是“危险化学品企业安全管理丛书”的一个分册。

《危险化学品企业工艺安全管理》系统地介绍了危险化学品企业工业安全管理的有关内容、方法和国际上通行的工艺安全管理技术。工艺是指任何涉及危险化学品的活动过程，是危险化学品的生产、储存、使用、处置、运输、废弃，或者与这些活动有关的活动。书中结合作者多年从事危险化学品企业安全管理的经验，对危险化学品工艺安全管理进行了精心的梳理和总结。为从业人员提供了工作方法和工艺安全管理技术方面的指导。

《危险化学品企业工艺安全管理》主要内容有：工艺设计安全管理，工艺技术安全管理，工艺纪律、操作纪律、安全纪律管理，工艺变更安全管理，典型工艺过程和单元操作安全管理，工艺安全管理 HAZOP 分析方法。

《危险化学品企业工艺安全管理》可供从事危险化学品企业安全管理的领导和员工在工作中使用，也可供高校化工、安全工程等专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

危险化学品企业工艺安全管理/周礼庆，崔政斌，
赵海波编著. —北京：化学工业出版社，2015.9
ISBN 978-7-122-24753-7

I. ①危… II. ①周…②崔…③赵… III. ①化工产
品-危险品-安全生产-生产管理 IV. ①TQ086.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 173534 号

责任编辑：杜进祥
责任校对：蒋宇

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 16 $\frac{3}{4}$ 字数 322 千字 2016 年 1 月北京第 1 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：56.00 元

版权所有 违者必究

我国是危险化学品生产和使用大国。改革开放以来,我国的化学工业快速发展,已可生产大约 45000 余种化工产品,主要化工产品产量已位于世界第一。危险化学品的生产特点是:生产流程长,工艺过程复杂,原料、半成品、副产品、产品及废弃物均具有危险特性,原料、辅助材料、中间产品、产品呈三种状态(气、液、固)且互相变换,整个生产过程必须在密闭的设备、管道中进行,不允许有泄漏,对包装物、包装规格以及储存、运输、装卸有严格的要求。

近年来,党和政府对危险化学品的生产、储存、运输、使用、废弃制定和颁发了一系列的法律、法规、标准、规范、制度,有力地促进了我国危险化学品的安全管理,促使危险化学品安全生产形势出现稳定好转的发展态势。但是,我国有 9.6 万余家化工企业,其中直接生产危险化学品的企业就有 2.2 万余家,导致危险化学品重大事故的情况还时有发生,特别是 2015 年天津港发生的“8.12”危险化学品特别重大火灾爆炸事故,再次给我们敲响了安全的警钟。

在这样一种背景下,我们感觉到很有必要组织编写一套“危险化学品企业安全管理丛书”,以此来引导、规范危险化学品企业在安全管理、工艺过程、隐患排查、安全标准化、应急救援、储存运输等过程,全面推进落实安全主体责任,执行安全操作规程,装备集散控制系统和紧急停车系统,提高自动控制水平,确保企业的安全生产。

本套丛书共由 6 个分册组成,包括:《危险化学品企业安全管理指南》;《危险化学品企业工艺安全管理》;《危险化学品企业隐患排查治理》;《危险化学品企业安全标准化》;《危险化学品企业应急救援》;《危险化学品运输储存》。这 6 个分册就当前危险化学品企业的安全管理、工艺安全管理、隐患排查治理、安全标准化建设、应急救援、运输储存作了详尽的阐述。可以预见的是,这套丛书的出版,会对我国危险化学品企业的安全管理注入新的活力。

本套丛书的作者均是在危险化学品企业从事安全生产管理、工艺生产管理、储存运输管理的专业人员,他们是危险化学品企业安全生产的管理者、实践者、维护者、受益者。他们有丰富的生产一线安全管理经验。因此,本套丛书是实践性较强的一套专业管理丛书。



本套丛书在编写、出版过程中，得到了化学工业出版社有关领导和编辑的大力支持和悉心指导，在此出版之际表示衷心的感谢。

编委会

2015年10月

危险化学品企业是我国经济组成的重要分支，也是我国经济发展的重要内容。由于危险化学品生产是一个高度危险的产业，其生产过程中固有的危险性，决定了其工艺过程的危险性。国内外的危险化学品企业都对其给予高度的重视，并出台了一系列法规和标准规范，以此来规范危险化学品企业的安全行为。

对危险化学品企业的工艺安全管理是危险化学品企业安全管理的核心。只有工艺过程是安全的，那么生产过程才会是安全的。工艺安全管理的主要对象是工艺介质本身和涉及危险化学品的过程。工艺是指任何涉及危险化学品的活动过程，是危险化学品的生产、储存、使用、处置、运输、废弃，或者与这些活动有关的活动。危险化学品企业工艺安全管理的任务是：认真贯彻执行国家的安全生产方针、政策、标准、规范，搞好企业工艺安全技术管理工作，实现企业技术进步和技术改造规划，努力使产品的各项技术指标达到先进水平，不断提高企业的经济效益，努力实现产品高产、优质、低消耗、安全稳定、无环境污染，确保生产任务的全面完成。

正是有了以上的认识，我们结合国内外优秀危险化学品企业的生产和管理经验，结合我们多年在危险化学品企业的工艺安全管理工作，编写了这本《危险化学品企业工艺安全管理》。全书共分为七章。第一章 概论；第二章 工艺设计安全管理；第三章 工艺技术安全管理；第四章 工艺纪律、操作纪律、安全纪律管理；第五章 工艺变更安全管理；第六章 典型工艺过程和单元操作安全管理；第七章 工艺安全管理 HAZOP 分析方法。

本书第一章、第二章由崔政斌编写，第三章、第四章由赵海波编写，第五章、第七章由周礼庆编写，第六章由赵海波和崔政斌共同编写，最后由崔政斌统稿。在编写过程中感谢石跃武对本书的文字输入，感谢范拴红对本书的校对，感谢戴国冕对本书的插图绘制。此外，张美元、张堃、崔敏也提供了很多帮助。

本书也得到了化学工业出版社的领导和有关编辑的指导和大力支持。在此书出版之际，对他们表示衷心的感谢。

编 著 者

2015 年 4 月于山西省朔州市



第一章 概论	1
第一节 工艺安全管理的诞生、特征、发展	1
一、工艺安全管理概述	1
二、工艺安全管理的诞生	1
三、工艺安全管理 (PSM) 的特征	2
四、国外工艺安全管理的应用发展	2
第二节 工艺安全管理法规、标准、要素	2
一、国家安全生产方针及危险化学品法律法规	3
二、工艺安全管理的要素	4
第二章 工艺设计安全管理	9
第一节 工艺安全设计基础	9
一、工艺的本质安全设计	9
二、各分项安全设计	15
第二节 安全控制系统设计分析	26
一、安全控制系统的设计思想	26
二、检测、变送系统	33
三、接地仪表	42
四、调节阀	44
第三节 生产过程运行的安全控制	50
一、概述	50
二、危险化学品安全控制系统组成	53
三、危险化学品生产过程重要安全控制系统	58
第三章 工艺技术安全管理	65
第一节 工艺技术管理的发展和重要性	65
第二节 工艺技术文件管理	66
一、产品工艺规程	66



二、岗位操作法·····	69
三、产品工艺卡片·····	70
四、产品标准与产品分析规程·····	71
五、新产品试生产的工艺技术文件·····	71
六、新配方、新工艺试验的工艺技术文件·····	72
第三节 中间工艺技术控制指标管理·····	73
一、中间工艺技术控制指标的制定与修订·····	73
二、工艺查定管理·····	75
第四节 原始记录、技术统计及资料管理·····	77
一、原始记录管理·····	77
二、工艺技术统计管理·····	79
三、工艺技术资料及信息管理·····	80
四、工艺技术计划、总结、质量、巡检培训管理·····	81
■ 第四章 工艺纪律、操作纪律、安全纪律管理 ■ ·····	90
第一节 工艺纪律管理·····	90
一、工艺纪律管理内容·····	90
二、工艺纪律的检查与考核·····	91
第二节 操作纪律管理·····	93
一、操作纪律管理的内容·····	93
二、“五交”和“五不交”·····	94
第三节 安全纪律管理·····	97
一、安全纪律管理的内容·····	97
二、安全纪律的检查与考核·····	98
■ 第五章 工艺变更安全管理 ■ ·····	100
第一节 一起事故催生了变更管理的诞生·····	100
一、英国 Nypro 公司爆炸事故·····	100
二、历史背景·····	106
第二节 工艺变更与风险安全管理·····	107
一、基本概念和定义·····	107
二、工艺过程管理体系·····	109
三、基于危险的工艺安全要素·····	111
第三节 工艺变更管理系统·····	116

一、建立术语体系	116
二、确定应用场景	117
三、工艺变更管理体系的适用范围	120
四、审查与批准	125
五、变更管理设计中的关键问题	126
第四节 变更管理系统的编制	126
一、确定变更管理的实施环境	127
二、辨识潜在的变更风险	128
三、变更管理同现有规程的整合	129
四、设计变更申请单	129
五、变更申请的审批程序	132
第五节 变更管理系统的实施运行及监督改进	135
一、变更管理系统的基本活动	135
二、变更管理系统的运行	138
三、变更管理的改进和监督	140
四、改进变更管理系统的信息来源	141
五、识别变更管理改进的需求	142
第六节 变更管理实例——杜邦制程变更管理	146
一、概述	147
二、制程变更的分类	147
三、制程变更流程	148
四、训练	153
五、紧急制程变更申请	153
六、特殊期间制程变更申请审核之偏离	154
七、结案报告	154
八、启用前检查 (Pre-Start-Up Safety Review, PSSR)	154
九、结论	155
第六章 典型工艺过程和单元操作安全管理	156
第一节 典型危险化学品工艺过程安全管理	156
一、氧化还原反应工艺	156
二、电解工艺	158
三、聚合工艺	159
四、催化工艺	161

五、裂化工艺	161
六、硝化工艺	163
七、氯化工艺	164
八、管道安装工程	165
第二节 典型危险化学品单元操作过程安全管理	167
一、非均相分离	167
二、加热及传热	168
三、蒸馏及精馏	169
四、气体吸收与解吸	169
五、干燥	171
六、蒸发	172
七、结晶	174
八、萃取	175
九、制冷	176
十、筛分及过滤	177
十一、物料输送	178
第三节 重大危险源安全管理	179
一、重大危险源的概念及分类建议	180
二、重大危险源的辨识技术	180
三、重大危险源安全管理	182

■ 第七章 工艺安全管理 HAZOP 分析方法 ■

第一节 HAZOP 分析方法简介	185
一、HAZOP 分析简介	185
二、HAZOP 术语解释	187
三、HAZOP 分析原则	188
第二节 HAZOP 分析准备	192
一、分析团队组建	192
二、分析团队成员资格、能力与职责	194
三、HAZOP 分析目标、范围、时间进度的确定	196
四、HAZOP 分析所需资料	196
五、HAZOP 分析会场条件、会议资料审查 及会议注意事项	199
第三节 HAZOP 分析方法	200

一、HAZOP 分析的界定	201
二、HAZOP 分析准备工作	202
三、HAZOP 分析	204
四、HAZOP 分析文档、跟踪及审查	215
第四节 HAZOP 分析在危险化学品装置应用实例	219
一、丙烯腈装置流程简介	219
二、丙烯腈装置危险性分析	219
三、丙烯腈装置危险性总结	234
■ ■ ■ 附录一 常用危险化学品标准一览表 ■ ■ ■	237
■ ■ ■ 附录二 危险化学品企业工艺安全管理常用许可表格 ■ ■ ■	249
■ ■ ■ 参考文献 ■ ■ ■	256

第一章

概论

工艺安全管理是危险化学品企业建立安全管理体系的重要环节，也是近年来国际领先的安全管理模式和做法。我国已经成为世界第一化工生产大国，而危险化学品企业工艺安全管理的发展却远远滞后于经济规模的增长。特别是我国的经济已经进入常态化，每年保持持续增长，因而对危险化学品企业的工艺安全管理提出更为严格的要求。近年来发生的重大化学事故，都可以追溯到工艺安全管理的不到位而引起的。如何促进我国危险化学品企业重视其工艺安全管理，并切实有效地做好工艺安全管理工作，是危险化学品企业安全管理亟待解决的问题。

第一节 工艺安全管理的诞生、特征、发展

一、工艺安全管理概述

工艺安全管理的主要对象是工艺介质本身和涉及危险化学品的过程。工艺是指任何涉及危险化学品的活动过程，主要包括危险化学品的生产、储存、使用、处置、运输、废弃，或者与这些活动有关的活动。危险化学品的生产是按一定的生产路线和流程进行的，一旦工艺路线确定之后，生产过程需要保持良好的工况条件，进而实现高产、优质、低消耗、安全稳定、无污染等，并在市场上实现产品的自身价值。因此，在危险化学品企业安全管理要素中，工艺安全管理是第一位的，起决定性作用的。

二、工艺安全管理的诞生

20世纪70年代，西方国家相继发生的重大化工化学事故，使政府、公众和工业界开始重新完善安全管理标准规范。如1974年英国弗利克斯镇的化工厂泄漏爆炸事故，导致28人死亡；1975年荷兰比克石油裂解装置产前泄漏，导致14人死亡；1977年意大利塞维索工厂阀门泄漏，造成了重大伤亡事故等。这些事故的发生催生了欧洲1982年颁布了Seveso I号指令，即《工业活动中重大事故风险防控指令》。特别是1984年印度博帕尔发生的甲基异氰酸酯泄漏事故，成为世界上最为惨重的灾难之一，将工艺安全管理再次推向高潮。

1985年,美国工程师协会成立了化工工艺安全中心(SSPS),为防范重大工艺安全事故提供了工艺安全技术和管理工作支持。1988年美国化学协会(ACC)颁布了包含工艺安全的规定。1989年和1990年美国德克萨斯州化工厂连续发生的两起爆炸事故,分别导致23人和17人死亡,促使美国职业安全健康局(OSHA)在1992年颁布了危险化学品工艺安全管理系统的相关要求,即PSM。PSM针对过程加工工业,在法规中附录了危化品表,对130余种有毒或有反应性的化学品进行规定,即当危化品数量达到规定标准,或者可燃液体、固体的数量达到1万磅(4335.9kg)时,工厂应严格遵守PSM规定;同时,Seveso I号指令经过修订,于1996年颁布Seveso II号指令,强调对重大危险控制和建立工艺安全管理系统的必要性。2012年颁布的Seveso III号指令,主要目的是与新化学物质认证系统相匹配。

三、工艺安全管理(PSM)的特征

工艺安全管理(Process Safety Management, PSM)不是一个由管理层下达到其雇员和承包商工人的管理程序,这是一个涉及每个人的管理程序。关键词是:“参与”,绝对不仅仅是沟通。企业的所有管理人员、雇员和承包商工人都为工艺安全管理的成功实施负有责任。管理层必须组织和领导PSM体系初期的启动,但最终必须在实施和改进上充分参与进来,因为他们是对工艺如何进行和管理知道得最多、了解得最细致的人,必须由他们来执行建议和变动。如企业内部职能部门和外部顾问这样的专家组可以针对特定领域提供帮助,但工艺安全管理(PSM)从本质上来说是危险化学品企业生产管理部门自己的职责。

四、国外工艺安全管理的应用发展

西方国家从20世纪70年代开始,对如何有效防范危险化学品企业灾难性事故,进行了大量的研究和实践,逐步形成了现行的工艺安全管理标准和法令。如今,不少跨国公司已经形成了相对完善的危险化学品工艺安全管理体系。如美国杜邦公司的安全管理评估体系、PB公司的安全管理体系、塞拉尼斯公司的工艺安全管理体系、巴斯夫公司HAZOP-PHA在工艺安全管理中的应用等。

第二节 工艺安全法规、标准、要素

危险化学品企业工艺安全管理的任务是:认真贯彻执行国家的安全生产方针、政策、标准、规范,搞好企业工艺安全技术管理工作,实现企业技术进步和技术改造规划,努力使产品的各项技术指标达到先进水平,不断提高企业的经济

效益,努力实现产品高产、优质、低消耗、安全稳定、无环境污染,确保生产任务的全面完成。

一、国家安全生产方针及危险化学品法律法规

1. 安全生产方针

安全生产方针是指政府安全生产总的要求,它是安全生产工作的方向。1952年,第二次全国劳动保护工作会议提出了劳动保护工作必须贯彻安全生产的方针。1958年初,全国安全生产委员会正式提出将“安全第一,预防为主”作为安全生产方针。2005年,中共中央第十六届五中全会提出安全生产12字方针,即“安全第一、预防为主、综合治理”,使中国安全生产方针进一步发展和完善,更好地反映了安全生产工作的规律和特点。

2005年10月11日,中共中央第十六届五中全会公报提出了“十一五”时期经济社会发展的主要目标为“民主法治建设和精神文明建设取得新进展,社会治安和安全生产状况进一步好转,构建和谐社会取得新进步”。会议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》(以下简称《建议》)指出:“保障人民群众生命财产安全,坚持安全第一、预防为主、综合治理,落实安全生产责任制,强化企业安全生产责任,健全安全生产监督体制,严格安全执法,加强安全生产设施建设。切实抓好煤矿等高危行业的安全生产,有效地遏制重特大事故。”该《建议》还指出:“必须加快转变经济增长方式。我国土地、淡水、矿产资源和环境状况对经济发展已构成了严重制约。要把节约资源作为基本国策,发展循环经济,保护生态环境,加快建设资源节约型、环境友好型社会,促进经济发展与人口、资源、环境相协调。推进国民经济和社会信息化,切实走新型工业化道路,坚持节约发展、清洁发展、安全发展,实现可持续发展。”

2006年,时任中共中央总书记胡锦涛、国务院总理温家宝分别对安全生产工作做出重要指示,重申了“安全第一,预防为主、综合治理”的方针。

把“综合治理”充实到安全生产方针之中,反映了我国在进一步改革开放过程中,安全生产工作面临着多种经济所有制并存,而法治尚不健全完善,体制机制尚未理顺,以及急功近利的只顾快速不顾其他发展观与科学发展观体现的又好又快、安全、环境、质量等要求的复杂局面,充分反映了安全生产工作的规律和特点。

2. 国际法律法规

①《职业安全和卫生及工作环境公约》(第155号公约)。发布机构为:国际劳工组织大会。起始日期为:1991年8月11日。

②《职业卫生设施公约》(第161号公约)。发布机构为:国际劳工组织大会。起始日期为:1988年2月17日。

③《作业场所安全使用化学品公约》(第170号公约)。发布机构为:国际劳

工组织大会。起始日期为：1990年6月25日。

④《作业场所安全使用化学品建议书》（第177号建议书）。发布机构为：国际劳工组织大会。起始日期为：1990年6月26日。

⑤《预防重大工业事故公约》（第174号公约）。发布机构为：国际劳工组织大会。起始日期为：1993年6月2日。

⑥《全球化学品统一分类和标签制度》（ST/SG/AG.10/30/Rev. I）。发布机构为：联合国。起始日期为：2008年。

3. 国家法律法规

- ①《中华人民共和国安全生产法》；
- ②《中华人民共和国职业病防治法》；
- ③《中华人民共和国劳动法》；
- ④《中华人民共和国环境保护法》；
- ⑤《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》；
- ⑥《中华人民共和国水污染防治法》；
- ⑦《中华人民共和国消防法》；
- ⑧《中华人民共和国突发事件应对法》；
- ⑨《危险化学品安全管理条例》；
- ⑩《安全生产许可证条例》；
- ⑪《易制毒化学品管理条例》；
- ⑫《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》；
- ⑬《危险废物经营许可证管理办法》；
- ⑭《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》；
- ⑮《生产安全事故应急预案管理办法》；
- ⑯《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》；
- ⑰《危险化学品建设项目安全监督管理办法》；
- ⑱《工作场所职业卫生监督管理规定》；
- ⑲《危险化学品登记管理办法》；
- ⑳《危险化学品经营许可证管理办法》。

4. 标准规范

见本书附录一：我国现行危险化学品标准一览表。

二、工艺安全管理的要素

按照我国安全专业标准《化工企业工艺安全管理实施导则》（AQ/T 3034—2010）的要求，工艺安全管理有如下12个要素：

- ① 工艺安全信息（Process Safety Information）；

- ② 工艺危害分析 (Process Hazard Analysis);
- ③ 操作规程 (Operating Procedures);
- ④ 培训 (Training);
- ⑤ 承包商管理 (Contractors Management);
- ⑥ 试生产前安全审查 (Pre-Startup Safety Review);
- ⑦ 机械完整性 (Mechanical Integrity);
- ⑧ 工作许可 (Work Permission);
- ⑨ 变更管理 (Management of Change);
- ⑩ 应急管理 (Emergency Planning and Response);
- ⑪ 工艺事故/事件调查 (Incident Investigation);
- ⑫ 符合性审核 (Compliance Audits)。

这 12 个要素是危险化学品企业工艺安全管理的关键,是在借鉴和采用国外优秀企业的管理经验,并在我国危险化学品企业生产经营过程中积累的管理经验和一套行之有效的管理模式的基础上,结合我国实际情况形成的石油化工企业工艺安全管理实施导则。具体的内容如下。

1. 要素一: 工艺安全信息

包括危险化学品的信息、工艺技术和工艺设备信息等。具体包括:①MSDS (或安全标签、安全标志等);②化学品相容性列表;③化学品与材料的相容性列表;④放热反应的临界量;⑤工艺技术;⑥P&ID (管道及仪表流程图)。

2. 要素二: 工艺危害分析

工艺危害分析用于识别、评估和判定出控制与高危险工艺相关的重大危险的方法。工艺危害分析运用有组织的、系统的研究途径,寻求和达成对于危险控制的跨部门的一致意见并将结果文件化,用以将来跟踪、应急计划和培训有关工艺操作、维修的人员。

在下列情况下必须进行工艺危害分析:①新改设备设施;②新改工艺。

工艺危害分析步骤如图 1-1 所示。

3. 要素三: 操作规程

操作规程必须使人员清楚地了解安全操作的详细操作参数和极限值,同时清楚地解释在工艺极限值之外操作对安全、健康和环保产生的后果,以及阐述校正和避免偏差所应采取的步骤。

应进行安全工作实践以确保在工艺区域安全工作进行非常规的操作和维护活动。安全工作实践应包括执行工作之前的工作许可和授权规定。

4. 要素四: 培训

危险化学品企业必须制定文件化的和实施适当的培训方针和计划,包括:

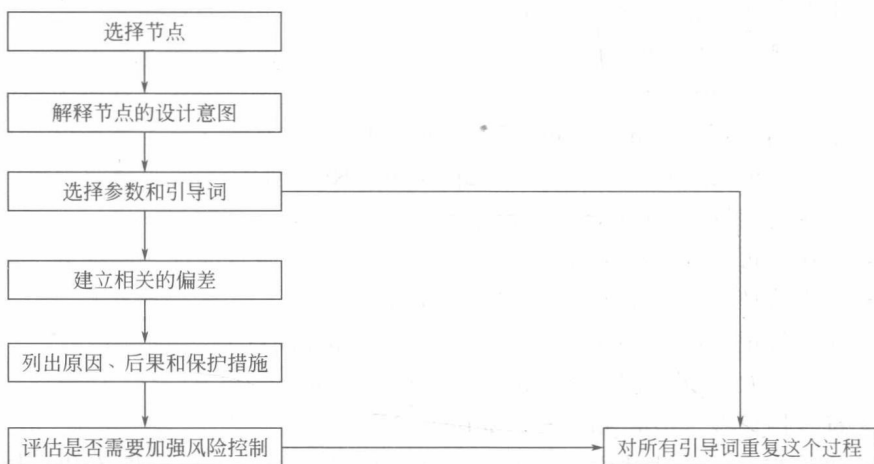


图 1-1 工艺危害分析步骤

①人员要求；②讲师资格；③基本技能；④工作任务；⑤紧急反应可控制；⑥复习和补充培训。

危险化学品企业要实施一些特定计划，以确保处理危险物料的人员适合其职责，并且不会由于外界影响而改变。

5. 要素五：承包商管理

所有的任务都应按判定的程序或安全工作实践去安全地完成。不管任务是由企业员工还是承包商的员工来完成，危险化学品企业都必须制定文件化的和执行对承包商安全管理的程序，以确定：

- ① 承包商的工作和工艺有关的已知潜在危险，须通知给每个承包商；
- ② 每个承包商的员工必须接受并了解企业的安全生产规定和适用的安全设施，并在经过安全工作实践的培训中掌握；
- ③ 每个承包商员工都必须遵循企业的安全工作规定；
- ④ 保存并定期评估承包商的安全表现。

6. 要素六：试生产前安全审查

危险化学品企业将对所有新的或修改后的工艺技术或对变更了的设施进行试生产前的安全审查。确保审查小组所有成员（操作、技术、机械、安全代表）一致同意设备能正常操作，并能安全开车。

7. 要素七：机械完整性

危险化学品企业须确保危险物质系统的完整性，在整个设施的使用期间的安全性得以保证。其涉及内容包括：①维修程序；②维修人员的培训和表现；③质量控制程序；④设备试验和测试，包括预期的和预防性的维修；⑤可靠性工程。