

安全工程技术丛书

化工厂系统安全工程

◎ 宋建池 范秀山 王训遒 主编



化学工业出版社
教材出版中心

安全工程技术丛书

化工厂系统安全工程

宋建池 范秀山 王训道 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化工厂系统安全工程/宋建池, 范秀山, 王训道主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4
(安全工程技术丛书)
ISBN 7-5025-5485-8

I. 化… II. ①宋…②范…③王… III. 化工厂-安全工程 IV. TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033884 号

安全工程技术丛书

化工厂系统安全工程

宋建池 范秀山 王训道 主编

责任编辑: 程树珍

文字编辑: 丁建华

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(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](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 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17 字数 379 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5485-8/G · 1427

定 价: 29.00 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

前 言

化工生产过程多具有高温、高压、深冷、连续化、自动化、大型化的特点，生产装置中的原料和产品大多为易燃、易爆、有毒、有害、有腐蚀性的物质。与其他行业相比，化工生产过程涉及的危险危害因素较多，这些危险危害因素在一定条件下会转变为事故，从而危及人们的生命安全和造成财产损失，甚至给环境造成严重污染。所以必须研究生产过程中各类灾害发生的原因，从工艺路线选取、厂址选择、工艺及装置设计、操作运行、安装检修、安全管理等诸多环节考虑采取相应的措施，以防止事故的发生，力求达到生产过程的本质安全化。

本书从化工生产系统安全观点出发，分述了化工生产的特点与安全措施，化工厂安全管理体制与制度，化工工艺安全工程，厂址选择、总图布置和建（构）筑物安全，化工操作与检修安全工程，化工厂防火防爆，电气安全与防雷、防静电，特种设备安全技术，化工厂绝热、防腐安全工程，职业卫生与防护的内容，对化工厂安全管理与安全技术做了较系统的介绍。本书可作为安全工程专业、化学工程与工艺专业的教材，也可供化工厂安全管理与安全技术人员、安全评价人员、安全生产监督管理人员等参考。

本书是编者在多年从事教学和安全工作的基础上，根据化工厂的特点，吸收国内外安全工程学科的新内容，几经修改编写而成。全书共分10章，其中第1、2、3、5章由范秀山编写，第4、7、9章由王训道编写，第6章由王建新编写，第8章由司恭编写，第10章由宋建池编写。全书由宋建池、范秀山统稿，魏新利审核定稿。另外王雷、王自健、刘诗飞、韩革、马传明、雒廷亮、王定标等对本书内容策划提出了很好的建议，为资料收集提供了很大的帮助。本书在编写过程中还得到了河南省正大工业工程技术有限公司的大力支持。在此一并表示感谢。

由于化工厂系统安全工程涉及面广，加之水平有限，书中难免有不妥之处，敬请从事安全工作的同仁们提出宝贵意见。

编 者

2004年3月于郑州大学

内 容 提 要

本书从化工生产系统安全观点出发,阐述了化工生产的特点与安全措施、化工厂安全管理制度与制度、工艺过程安全、总图布置及建(构)筑物安全、化工操作与检修安全、化工厂防火防爆、电气安全、特种设备安全、化工厂绝热与防腐、职业卫生与防护的内容。对化工厂安全管理与安全技术做了较系统的介绍。

本书可作为安全工程专业、化学工程与工艺专业的教材,也可供化工设计单位、化工厂安全管理与安全技术人员、安全评价人员、安全生产监督管理人员等参考。

目 录

1 化工生产的特点与安全措施	1
1.1 化工生产的特点	1
1.1.1 化学工业概论	1
1.1.2 化工生产与安全	3
1.2 化工厂安全措施	5
1.2.1 安全技术措施	5
1.2.2 安全教育措施	6
1.2.3 安全管理措施	7
思考题	7
2 化工厂安全管理体制与制度	8
2.1 国家职业安全卫生管理体制	8
2.1.1 职业安全卫生管理体制	8
2.1.2 职业安全卫生管理机构	10
2.2 国家职业安全卫生法与法制建设	10
2.2.1 职业安全卫生法规概述	10
2.2.2 中国职业安全卫生的法律、法规体系	11
2.3 化工企业安全管理制度	14
2.3.1 安全生产责任制	14
2.3.2 安全教育制度	21
2.3.3 安全考核制度	22
2.3.4 安全作业证制度	23
2.3.5 安全检查制度	24
2.3.6 安全技术措施计划管理制度	25
2.3.7 安全事故管理制度	27
思考题	29
3 化工工艺安全工程	30
3.1 工艺装置安全工程	30
3.1.1 对工艺装置设计的安全要求	30
3.1.2 设计的基本程序和审核项目	30
3.1.3 安全装置的设计	31
3.1.4 隔离、露天安装、远距离操纵	33

3.1.5	溢料和泄漏的控制	34
3.2	工艺参数的安全控制	35
3.2.1	温度控制	35
3.2.2	投料速度和配比控制	37
3.2.3	杂质超标和副反应的控制	37
3.3	自动控制与安全连锁	38
	思考题	39
4	厂址选择、总图布置和建(构)筑物安全	40
4.1	厂址选择	40
4.2	总图布置	42
4.2.1	总体布置	43
4.2.2	厂区道路	45
4.2.3	厂内铁路	46
4.2.4	厂内管线	46
4.2.5	厂区绿化	47
4.3	建(构)筑物安全工程	48
4.3.1	生产及贮存的火灾危险性分类	49
4.3.2	建筑物构件的耐火等级	50
4.3.3	构筑物的耐火结构	51
4.3.4	建筑物的防火结构	54
4.3.5	厂房及库房的层数和面积	55
4.3.6	厂房的防爆	58
4.3.7	安全疏散	61
4.3.8	建(构)筑物的通风	62
	思考题	63
5	化工操作与检修安全工程	64
5.1	化工厂单元操作安全工程	64
5.1.1	物料输送	64
5.1.2	熔融、干燥	68
5.1.3	蒸发、蒸馏	70
5.1.4	冷却、冷凝、冷冻	73
5.1.5	筛分、过滤	74
5.1.6	粉碎、混合	76
5.1.7	贮存	77
5.2	化工检修的安全管理	78

5.2.1	化工检修的特点	78
5.2.2	安全检修的管理	79
5.3	装置的安全停车与处理	80
5.3.1	停车前的准备工作	80
5.3.2	停车操作	81
5.3.3	抽堵盲板	81
5.3.4	置换、吹扫和清洗	81
5.3.5	其他注意事项	81
5.4	化工检修安全作业规程	82
5.4.1	动火作业	82
5.4.2	设备内作业	86
5.4.3	盲板抽堵作业	88
5.4.4	高处作业	90
5.4.5	厂区吊装作业	92
5.4.6	断路作业	93
5.4.7	动土作业	94
5.4.8	设备检修	96
	思考题	98

6 化工厂防火防爆 99

6.1	燃烧爆炸基础知识	99
6.1.1	燃烧基础知识	99
6.1.2	爆炸基础知识	102
6.1.3	火灾爆炸的主要破坏作用	106
6.2	火灾爆炸危险品及其性质	107
6.3	火灾爆炸危险性分析	110
6.3.1	关于危险性的概念及其辨识分析的思路要点	111
6.3.2	化工生产典型化学反应过程的火灾爆炸危险性分析	112
6.4	防火防爆安全技术措施	118
6.4.1	控制火灾爆炸危险性物质和能量的技术措施	118
6.4.2	点火源控制技术措施	120
6.4.3	防火防爆安全技术措施	124
6.4.4	消防灭火安全技术措施	126
	思考题	131

7 电气安全与防雷、防静电 132

7.1	电气安全工程	132
-----	--------	-----

7.1.1	电气安全工程基础	132
7.1.2	触电防护技术	136
7.1.3	电气防火防爆	143
7.2	静电安全工程	150
7.2.1	静电的特性和危害	150
7.2.2	静电安全防护	155
7.3	防雷	159
7.3.1	雷电的概念和种类	159
7.3.2	雷电的危害性	159
7.3.3	防雷电的基本措施	160
7.3.4	防雷规定	162
7.3.5	防雷装置的检查	163
7.3.6	人体防雷措施	163
	思考题	164

8	特种设备安全技术	166
8.1	锅炉安全技术	166
8.1.1	锅炉的概念	166
8.1.2	锅炉的分类	166
8.1.3	常见的锅炉事故	167
8.1.4	锅炉事故原因	168
8.1.5	锅炉安全附件	169
8.1.6	锅炉运行的安全管理	170
8.1.7	锅炉定期检验中的安全注意事项	172
8.2	压力容器安全技术	172
8.2.1	压力容器的概念	172
8.2.2	压力容器的用途	172
8.2.3	压力容器的分类	173
8.2.4	压力容器的安全附件	174
8.2.5	压力容器的安全泄放量	177
8.2.6	压力容器的定期检验	178
8.2.7	压力容器的使用与管理	179
8.2.8	气瓶安全技术	181
8.2.9	压力容器定期检验中的安全注意事项	186
8.3	压力管道安全技术	187
8.3.1	压力管道的概念	187
8.3.2	压力管道的用途	187
8.3.3	压力管道的分级(类)	187

8.3.4	管道的安装与压力试验	187
8.3.5	在用压力管道综合安全管理	189
8.4	起重机械安全技术	189
8.4.1	电梯起重机械的概念	189
8.4.2	起重机械的用途及工作特点	190
8.4.3	起重机械的分类	190
8.4.4	起重机工作级别	191
8.4.5	起重机主要安全装置	191
8.4.6	起重机械安全作业技术	195
	思考题	199

9 化工厂绝热、防腐安全工程..... 201

9.1	绝热安全工程	201
9.1.1	绝热的目的及范围	201
9.1.2	绝热材料	202
9.1.3	绝热结构设计	204
9.1.4	绝热工程安全施工	206
9.2	化工厂防腐安全工程	207
9.2.1	腐蚀的概念及危害	207
9.2.2	腐蚀的机理	207
9.2.3	常用腐蚀控制方法	209
9.2.4	腐蚀的全面控制	216
9.2.5	化工建(构)筑物的腐蚀和防护	218
9.2.6	防腐工程	222
	思考题	223

10 职业卫生与防护 225

10.1	职业性危害因素	225
10.1.1	职业性危害因素及其来源	225
10.1.2	职业性危害因素分类	226
10.1.3	职业性危害因素的作用条件	226
10.1.4	职业性损伤	227
10.1.5	职业病	227
10.2	化工生产中的职业性危害	230
10.2.1	工业毒物及其危害	230
10.2.2	生产性粉尘及其危害	239
10.2.3	物理因素伤害	242

10.3 职业性危害的控制措施.....	247
10.3.1 职业性危害控制措施的种类.....	247
10.3.2 不同职业性危害的控制措施.....	249
10.4 职业性危害的监测.....	253
10.4.1 作业环境监测的基本要求.....	253
10.4.2 制订正确的监测方案.....	253
10.4.3 测试技术及测试仪器.....	254
思考题.....	255
参考文献	256

1

化工生产的特点与安全措施

化工生产具有易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀性等特点，具有很高的危险性。在化工厂中，针对这些特点而采取对应的安全措施是本章论述的重点。

1.1 化工生产的特点

1.1.1 化学工业概论

化学工业是利用化学反应和状态变化等手段使物质本来具有的性质发生变化，制造出化学品的制造业，是一个历史悠久、多品种、在国民经济中占有重要地位的工业部门。

化学工业的历史源远流长。数千年以来，先人们制造陶瓷、青铜器、铁器，进行酿造、造纸、染色等生产工艺，其实都是化学工艺过程。近代化学工业是从 18 世纪下半叶开始的。纺织工业的兴起、纺织物漂白与染色技术的发展，需要硫酸、烧碱、氯气等无机化学产品；农业生产需要化学肥料及农药；采矿业的发展需要大量的炸药，所有这些都推动了化学工业的快速发展。

当今世界，人们的衣、食、住、行等各个方面都离不开化工产品。化肥和农药为粮食和其他农作物的稳产高产提供了保障；质地优良、品种繁多、价廉物美的合成纤维制品，不但缓解了棉粮争地的矛盾，而且大大美化了人们的生活；合成药品种类的日益增多，迅速提高了人们战胜疾病的能力；各具特色的合成材料，具有耐高温、耐低温、耐腐蚀、耐磨损、高强度、高绝缘等特殊性能，不仅是发展航天技术、核技术及电子技术等尖端科学技术不可缺少的材料，而且普遍应用在建筑业、汽车、轮船、飞机制造等行业上。

化学工业产品种类繁多，生产门类复杂，分类方法很多，可以按原料的来源分类，也可以按产品的特征或用途分类。

一般习惯把化工生产分为无机化学工业和有机化学工业两大部门。

(1) 无机化学工业

- ① 基本无机化学工业——无机酸、碱、盐及化学肥料等；
- ② 精细无机化学工业——稀有元素、无机试剂、药品、催化剂、电子材料等；

- ③ 电化学工业——烧碱、氯气、金属钠、镁、铝，电石，黄磷等；
- ④ 冶金工业——钢铁、有色金属和稀有金属；
- ⑤ 硅酸盐工业——玻璃、水泥、陶瓷、耐火材料等；
- ⑥ 矿物性颜料工业。

(2) 有机化学工业

① 基本有机合成工业——以甲烷、一氧化碳、氢、乙烯、丙烯、丁二烯及芳烃为基础原料，合成醇、醛、酸、酮、酯等基本有机合成原料；

② 精细有机合成工业——染料、医药、农药、香料、试剂、合成洗涤剂、塑料与橡胶添加剂，以及纺织和印染助剂等；

③ 高分子化学工业——塑料、合成纤维、合成橡胶等高分子材料；

④ 燃料化学加工工业——石油、天然气、煤、木材、泥炭、油母页岩的加工；

⑤ 食品化学工业——糖、淀粉、油脂、蛋白质、酒类；

⑥ 纤维素化学工业——以天然纤维素为原料的造纸、人造纤维、胶片等。

由于在国民经济中的特殊性，在上述部门中，部分已经从化学工业中分离出来，成为单独的工业部门。水泥、玻璃等硅酸盐的生产，根据国家对经济管理的需要，划归建材工业部门管理；合成纤维、人造纤维归属于纺织工业部门；而造纸、食品、酿造等归入轻工部门。

20 世纪初，兴起了以石油、天然气为原料生产有机化工产品的石油化学工业。20 世纪 60 年代和 70 年代是石油化学工业飞速发展的时期，产量大幅度增长，新的原料来源不断开辟，产品品种多如繁星。石油化学工业不仅使化学工业的原料构成发生了重大变化，而且也促进和带动了整个化学工业、特别是有机化学工业的发展。据统计，目前有 90% 以上的有机化工产品来源于石油和天然气的加工。

石油化学工业所包括的范围越来越广泛。以石油炼厂气、油田伴生气及各种石油馏分为原料，经过裂解、分离，可以生产出烯烃（乙烯、丙烯、丁二烯）、芳烃（苯、甲苯、二甲苯）等有机合成的基础原料，然后再由这些原料合成一系列重要的有机产品（醇、醛、酸、酯、苯乙烯等），并进一步生产出合成树脂、合成纤维、合成橡胶等。此外，石油化工产品还扩展到合成洗涤剂、塑料、石油蛋白、染料、医药、农药、炸药等各个方面。

目前中国的化学工业已经发展成为一个拥有化学矿山、化学肥料、基本化学原料、无机盐、有机原料、合成材料、农药、染料、涂料、感光材料、国防化工、橡胶制品、助剂、试剂、催化剂、化工机械和化工建筑安装等 23 个行业的庞大的工业生产部门，产品品种达 4 万余种。其中硫酸、合成氨、农药、电石、磷矿石和磷肥、烧碱、纯碱的产量在世界上名列前茅。

随着社会的发展和人类文明的进步，供需矛盾有了根本性的好转，化学工业也逐步进入了成熟阶段。在进行化工产品生产时，不仅要考虑到个别工厂的经济效益，同时还要考虑到整个社会的总体效益。化工企业过去长期被忽视的某些问题（如环境污染）正得到前所未有的重视。所以，现代化工企业的生产实际上是一个综合工程，其目的是以最小的代价（最低的原料、能源、人力消耗，最少的环境污染和人员伤亡）来取得最大的社会收益。

1.1.2 化工生产与安全

1.1.2.1 化工生产的特点

化工生产具有易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀性等特点，具有很高的危险性，具体可归纳为以下四点。

① 物料的多样化。化工生产使用的原料、半成品和成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒害、有腐蚀的化学危险品。对这些原材料、燃料、中间产品和成品的贮存、运输和使用都提出了特殊的要求。

② 工艺条件苛刻。有些化学反应需在高温、高压下进行，有的则要在低温、高真空度下进行。如由轻柴油裂解制乙烯、进而生产聚乙烯的生产过程中，轻柴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% 的乙烯气体在 294MPa (3000kgf/cm^2) 压力下聚合，制取聚乙烯树脂。满足这些条件的生产设备在极端的状况下工作，往往具有极大的危险性，需要在设计和使用中采取专门的安全保证措施。

③ 装置规模大型化。近 20 多年来，国际上化工生产采用大型生产装置是一个明显的趋势。以化肥为例，20 世纪 50 年代合成氨的最大规模为 6 万 t/a；60 年代初为 12 万 t/a；60 年代末，为 30 万 t/a；70 年代发展为 54 万 t/a。乙烯装置的生产能力也从 20 世纪 50 年代的 10 万 t/a，发展到 70 年代的 60 万 t/a。裂解炉单台炉的生产能力从 4.5 万 t/a 提高到 10 万 t/a。

采用大型装置可以明显降低单位产品的建设投资和生产技术，提高劳动生产能力，减少能耗。统计数字表明，设备投资与生产设备的表面积成正比，而生产能力与生产设备的容积成正比。故生产能力越大，其经济指标越好。因此，世界各国都积极发展大型化工生产装置。当然，事物总是一分为二的，装置的规模也并非越大越好。装置越大，装置的危险程度越高，为防止危险发生所采取的安全措施越多，所需安全装置的投资也越高。所以，企业的生产能力与投资之间存在一种最佳关系。目前，新建的乙烯装置和合成氨装置大都稳定在 30 万~45 万 t/a 的规模。

④ 装置的连续化与自动化。从生产方式上讲，化工生产已经从过去落后的坛坛罐罐的手工操作、间断生产转变为高度自动化、连续化生产；生产设备由敞开式变为密闭式；生产装置从室内走向露天；生产操作由分散控制变为集中控制，同时也由人工手动操作变为仪表自动操作，进而发展为计算机编程控制。

但是，在很多化工产品的生产中，特别是染料、医药、表面活性剂、涂料、香料等小批量的精细化工生产中，由于生产的特性，间歇操作还很多。

1.1.2.2 化工生产中事故的特征

自从人类开始化工生产以来，已发生的事故难以计数，造成的损失亦无法估量。化工生产中事故的特征基本上是由所用原料特性、加工工艺方法和生产规模所决定的。为了预防事故，必须了解这些事故的特点。

(1) 火灾爆炸中毒事故多且后果严重

根据中国 30 余年的统计资料说明，化工厂火灾爆炸事故的死亡人数占因工伤死亡总人数的 13.8%，居第一位；中毒窒息事故致死人数为死亡总人数的 12%，占第二位；高空坠落和触电，分别占第三位、第四位。

很多化工原料的易燃性、反应性和毒性本身导致了火灾爆炸事故的频繁发生。反应器、压力容器的爆炸，以及燃烧传播速度超过音速时的爆轰，都会造成破坏力极强的冲击波。当冲击波超压达 0.2atm (1atm=101.33kPa) 时，会使砖木结构建筑物部分倒塌、墙壁崩裂。如果爆炸发生在室内，压力一般会增加 7 倍，任何坚固的建筑物都承受不了这样大的压力。

当高压管线破裂或设备损坏时，大量易燃气体或液体在短时间内泄放，会迅速蒸发形成蒸气云团，并且与空气混合达到爆炸区限，随风漂移。如果飞到居民区，遇到明火而爆炸，其后果是难以想像的。据估计，50t 的易燃气体泄漏会造成直径 700m 的云团，在其覆盖下的居民将会被爆炸火球或扩散的火焰灼伤，其辐射强度达 $14\text{W}/\text{cm}^2$ ，而人所能承受的安全辐射强度仅为 $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ ，同时人还会因缺乏氧气窒息而死。

多数化学物品对人体有害，生产中由于设备密封不严，特别是在间歇操作中泄漏的情况很多，容易造成操作人员的急性和慢性中毒。据化工部门统计，因一氧化碳、硫化氢、氮气、氮氧化物、氨、苯、二氧化碳、二氧化硫、光气、氯化钡、氯气、甲烷、氯乙烯、磷、苯酚、砷化物等 16 种物质造成中毒、窒息的死亡人数占中毒死亡总人数的 87.9%。而这些物质在一般化工厂中都是常见的。

(2) 正常生产时事故发生多

据统计，正常生产活动时发生事故造成死亡的占因工死亡总数的 66.7%，而非正常生产活动时仅占 12%，其大致原因如下。

① 化工生产中有许多副反应生成，有些机理尚不完全清楚，有些则是在危险边缘（如爆炸极限）附近进行生产的，例如乙烯制环氧乙烷、甲醇氧化制甲醛等，生产条件稍一波动就会发生严重事故。间歇生产更不易控制，发生事故的可能性更大。

② 化工工艺中影响各种参数的干扰因素很多，设定的参数容易发生偏移，而参数的偏移也是事故的根源之一。即使在自动调节过程中，也会产生失调或失控现象，人工调节更易发生事故。

③ 由于人的素质或人机工程设计欠佳，有时会造成误操作，如看错仪表、开错阀门等。特别是现代化的生产中，操作人员是通过控制台进行操作的，发生误操作的机会更多。

(3) 材质和加工缺陷以及腐蚀严重

化工厂的工艺设备一般都是在严酷的生产条件下运行的。腐蚀介质的作用，振动、压力波动造成的疲劳，高低温对材质性质的影响等，都是安全方面应引起重视的问题。

化工设备的破损与应力腐蚀裂纹有很大关系。设备材质受到制造的残余应力和运转时拉伸应力的作用，在腐蚀的环境中就会产生裂纹并发展扩大。在特定条件下，如压力波动、严寒天气，就会引起脆性破裂，造成巨大的灾难性事故。

制造化工设备时，除了选择正确的材料外，还要求正确的加工方法。以焊接为例，如果焊缝不良或未经过热处理，则会使焊区附近材料力学性能劣化，易产生裂纹使设备

破损。

(4) 事故的集中和多发

化工生产常遇到事故多发的情况，给生产带来严重危害。化工装置中的许多关键设备，特别是高负荷的塔槽、压力容器、反应釜、经常开闭的阀门等，运转一定时间后，常会出现多发故障或集中发生故障的情况，这是因为设备进入到寿命周期的故障频发阶段。对待多发事故必须采取预防措施，加强设备检测和监护措施，并及时更换老化设备。

1.2 化工厂安全措施

根据伤亡事故的致因理论得知，造成事故的主要原因是人的不安全行为和物的不安全状态，它们的背景原因是管理上有缺陷。要预防事故的发生，必须从这三个方面进行控制，采取安全技术措施，加强安全管理和安全教育，并将三者有机结合，才能取得预期效果。

1.2.1 安全技术措施

安全技术措施是为消除生产过程中各种不安全不卫生因素，防止伤害和职业性危害，改善劳动条件和保证安全生产而在工艺、设备、控制等各方面所采取的一些技术上的措施。安全技术措施是提高设备装置本质安全性的重要手段。“本质安全”一词来源于防爆电气设备，这种电气设备没有任何附加的安全装置，完全利用本身构造的设计，限制电路仅在低电压和低电流下工作，防止产生高热和火花而引起火灾或引燃爆炸性混合物。设备和装置的本质安全性是指对机械设备和装置安装自动保护系统，即使人操作失误，其本身的安全防护系统也能自动调节和处理，以保护设备和人身的安全。安全技术措施必须在设备、装置和工程的设计时就要予以考虑，并在制造或建设时给予解决和落实，使设备和装置投产后能安全、稳定地运转。

不同的生产过程存在的危险因素不完全相同，需要的安全技术措施也有所差异，必须根据各种生产的工艺过程、操作条件、使用的物质（含原料、半成品、产品）、设备及其他有关设施，在充分辨识潜在危险和不安全部位的基础上选择适用的安全技术措施。

安全技术措施包括预防事故发生和减少事故损失两个方面，这些措施归纳起来主要有以下几类。

(1) 减少潜在危险因素

在新工艺、新产品的开发过程中，尽量避免使用具有危险性的物质、工艺和设备，即尽可能用不燃和难燃的物质代替可燃物质，用无毒和低毒物质代替有毒物质，这样火灾、爆炸、中毒事故将因失去基础而大大降低。这种减少潜在危险因素的方法是预防事故的最根本的措施。

(2) 降低潜在危险因素的数值

潜在危险因素往往达到一定的程度或强度才能施害。通过一些方法降低它的危险程度，使之处在安全范围以内，就能防止事故发生。如作业环境中存在有毒气体，可安装通风设施，降低有毒气体的浓度，使之达到容许值以下，就不会影响人身安全和健康。

(3) 连锁控制

当设备或装置出现危险情况时,以某种方法强制一些元件相互作用,以保证安全操作。这是一种很重要的安全防护装置,可有效地防止人的误操作。例如,当检测仪表显示出工艺参数达到危险值时,与之相连的控制元件就会自动关闭或调节系统,使之处于正常状态或安全停车。由于化工、石油化工生产工艺越来越复杂,连锁控制的应用也越来越多。而且,由于计算机技术的迅猛发展,连锁控制也越来越精密,可靠性也越来越高。

(4) 隔离操作与远距离操作

由事故成因理论得知,伤亡事故发生的前提条件是人与施害物相互接触或近距离接触,如果将两者隔离开来或保持一定距离,就会避免人身事故的发生或减弱对人体的危害。例如,对放射性、辐射和噪声等的防护,可以通过提高自动化生产程度、设置隔离屏障,防止人员接触危险有害物质。

(5) 预置薄弱环节

对于某些特别危险的设备或装置,可以在这些设备或装置上安装薄弱元件,当危险因素达到危险值时,这个地方预先破坏,将能量释放,防止重大破坏事故发生。例如,在压力容器上安装安全阀或爆破膜,在电气设备上安装保险丝等(建筑工程师应用这一概念,成功地设计出具有抗震性能的预应力结构建筑,发生地震时,房屋主体结构不至于造成大的破坏,里面的人有充裕的时间逃生)。

(6) 加固或加强

有时,为提高设备的安全程度,可以增加安全系数,加大安全裕度,提高结构的强度,防止设备因结构破坏而导致事故发生。

(7) 封闭处理

封闭处理就是将危险物质和危险能量局限在一定范围之内,防止能量逆流,可有效地预防事故发生或减少事故损失。例如,使用易燃易爆、有毒有害物质时,把它们封闭在容器、管道里边,不与空气、火源和人体接触,就不会发生火灾、爆炸和中毒事故。将容易发生爆炸的设备用防爆墙围起来,一旦发生爆炸,破坏能量不至于危及到周围的人和设备。

(8) 警告牌示和信号装置

警告可以提醒人们注意,及时发现危险因素或危险部位,以便及时采取措施,防止事故发生。警告牌示是利用人们的视觉引起注意;警告信号则可利用听觉引起注意。目前应用比较多的可燃气体、有毒气体检测报警仪,既有光也有声的报警,可以从视觉和听觉两个方面提醒人们注意。

此外,还有生产装置的合理布局、建筑物和设备间保持一定的安全距离等其他方面的安全技术措施。随着科学技术的发展,还会开发出新的更加先进的安全防护技术措施。

1.2.2 安全教育措施

安全教育是提高各级领导和全体职工搞好安全生产的责任感、提高执行安全法规的自觉性、掌握安全生产的科学知识、提高安全操作技能的重要手段。

安全教育的内容包括安全思想政治教育、安全技术知识和安全技能教育,以及安全管