

制药过程安全与环保

一、课程基本信息

授课老师：马小燕

课时：24 学时

考核方式：平时表现（20%）+课后作业（20%）+期末测试（60%）

课程目标：

通过本课程学习，使学生具备以下能力：

1. 通过课程学习，能够培养学生的安全生产、环境保护、职业健康防护及法律意识；具备在药品生产和管理过程中，从安全、环保、健康防护与法律的角度，分析、评价制药工程设计方案可行性的能力。
2. 通过课程学习，能够使学生熟知药品生产过程中的安全生产、环境保护及职业健康防护的基本理论、基本方法、工程技术及应用案例，理解制药工程师应承担的责任。
3. 通过课程学习，使学生理解制药行业对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响；培养学生具有良好的职业道德和行为规范。
4. 通过课程学习，学生能够熟悉制药过程环境污染分类与来源；掌握治理原理、主要典型工艺、主要设备及综合防治措施。具备一定的工程分析和思维能力，具备可持续发展理念。

二、课程目标与毕业要求对应关系

课程目标	观测点	毕业要求
目标 1	能够在制药工程设计方案设计中考虑到社会文化环境、自然环境、制药工程相关的政策、法规、安全等因素的影响，进行分析和评价，并体现创新意识	设计/开发解决方案
目标 2	能够基于工程相关背景知识进行合理分析和评价制药工程实践过程和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律及文化的影响；理解应承担的责任	工程与社会
目标 3	能够基于国家制药行业的技术标准体系、产业政策、法律法规知识，合理地分析、评价制药工程实践过程和复杂工程问题的解决方案对社会、健康、安全、法律及文化的影响，理解应承担的责任。	工程与社会

目标 4	知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵	环境和可持续发展
------	-----------------------	----------

三、教学基本要求

第一张 绪论

内容提要

1. 了解安全科学产生于发展进程。
2. 熟悉安全科学基本术语。
3. 通过案例分析，了解我国制药企业安全生产事故特点。
4. 熟悉环境与环境保护的基本概念。
5. 了解环境问题及其发展和当前世界的主要环境问题。
6. 初步了解制药过程的污染相关内容。

第二章 危险化学品安全基础

内容提要

掌握的内容：

1. 危险化学品的危害特性。包括爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、氧化剂和过氧化物、毒性物质和感染性物质、放射性物质、腐蚀性物质。
2. 危险化学品安全生产信息。包括化学品安全技术说明书、化学品安全标签、化学品作业场所安全警示标志。
3. 化学危险品的安全储存的基本要求。
4. 一般危险化学品和剧毒危险化学品安全运输的基本要求。
5. 危险化学品安全包装的基本要求。

熟悉的内容：

1. 危险化学品的定义、分类。
2. 化学危险品的安全储存的分类。
3. 危险化学品安全包装的作用及分类。

了解的内容：

1. 危险化学品使用过程中的安全控制原则。

第三章 防火防爆安全技术

内容提要

掌握的内容：

1. 火灾产生的机理及发展过程。
2. 防火技术及灭火技术。
4. 常用灭火剂。包括水、泡沫灭火剂、干粉灭火剂、二氧化碳、卤代烷等。
5. 火场逃生自救的方法。
6. 爆炸极限的概述及影响因素。
7. 爆炸预防技术。包括控制工艺参数、防止形成爆炸性混合物、隔离储存、控制点火源、监控报警。
8. 爆炸控制技术。包括隔爆、抑爆、泄爆。

熟悉的内容：

1. 燃烧概述、燃烧要素、燃烧形式、燃烧类型、燃烧过程、燃烧的特征参数等。
2. 火灾的概念及分类、火灾的特殊燃烧形式、火灾的危害。
3. 爆炸的概念及分类。
4. 气体爆炸和粉尘爆炸及两者的异同。

了解的内容：

1. 生产及储存的火灾危险性分类。

第四章 电气安全技术

内容提要

掌握的内容：

1. 触电电击及其防护措施。
2. 触电事故急救措施。
3. 能形成爆炸性环境的危险物质。
4. 防爆电气设备选型。
5. 静电与雷电危害及其防护措施

熟悉的内容：

1. 制药企业常见电气事故。
2. 爆炸危险区域。
3. 火灾危险区域。

了解的内容：

1. 电力系统、用电负荷分级及供电要求、工业企业供配电系统。

第5章 压力容器安全技术

内容提要

掌握的内容：

1. 反应釜安全使用注意事项、反应釜维护安全事项、反应釜安装和操作规范。
2. 气瓶的颜色标志、储存、安全使用。

熟悉的内容：

1. 压力容器的破坏形式、压力容器的安全装置、压力容器的安全使用与管理。
2. 反应釜典型危害及事故特点。
3. 短途搬运气瓶的注意事项。

了解的内容：

1. 压力容器及其结构、压力容器分类、压力容器设计要求。
2. 反应釜及其分类。
3. 气瓶的定期检查。

第六章 工业毒物与防毒技术

内容提要

掌握的内容：

1. 工业毒物防治技术。包括消除毒源、切断毒物的传播途径、个体防护与保健措施。
2. 职业中毒诊断及现场救护。

熟悉的内容：

1. 工业毒物的分类及毒性指标。
2. 有毒物质进入人体的途径。
3. 有毒物质对人体的危害。
4. 职业中毒对人体系统及器官的损害。

了解的内容：

1. 毒物概述。
2. 工业毒性物质的毒性及分级。
3. 生产及环境中有毒物质的存在状态。
4. 有毒物质作用于有机体的方式及中毒机理。
5. 有毒物质对基体作用的影响因素。

第七章 职业卫生管理

内容提要

掌握的内容：

1. 职业病防护设施。
2. 个人使用的职业病防护用品。

熟悉的内容：

- 1、职业病危害因素。
- 2、制药企业典型职业危害分析。

了解的内容：

1. 职业卫生定义、我国职业卫生现状、职业卫生管理体制。
2. 职业卫生法规标准体系简介。
3. 企业职业卫生管理。
4. 职业危害监测与评价。

第八章 制药工业与环境保护

内容提要

掌握的内容：

1. 污染防治措施。采用绿色生产工艺，循环套用，改进生产设备、加强设备管理。
 2. 采用绿色生产工艺。重新设计少污染或无污染的生产工艺，优化工艺参数，改进操作方
- 法，采用新技术。
4. 循环套用。分离母液中未反应原料、副产物和产物，有机溶剂、催化剂、活性炭，废弃物。
 5. 废水处理技术。好氧生物处理法，厌氧生物处理法，各类制药废水的处理。
 6. 废气处理技术。含尘废气处理技术，含无机物废气处理技术，含有机废气的处理技术。

熟悉的内容：

1. 噪声控制技术

了解的内容：

1. 环境保护的重要性、我国防治污染的方针政策和制药工业污染的特点和现状。

第九章 制药企业安全与环保管理

内容提要

掌握的内容：

- 1、安全生产检查的类型、方法、工作程度。
- 2、事故应急救援预案、应急演练。

熟悉的内容：

1. 安全生产规章制度。
2. 安全生产投入的基本要求、费用使用和管理。
3. 安全生产教育培训的基本要求、各类人员的培训内容及时间。
4. 企业安全生产标准化基本规范。
5. 企业安全文化。
6. 事故应急救援的基本任务、特点、阶段。
7. 环境保护管理工作。

了解的内容：

1. 安全生产管理的基本概念及原理与原则。
2. 安全生产管理的组织保障。
3. 安全事故隐患概述。
4. 生产经营单位的主要职责。
5. 企业安全生产标准化概述、评定。
6. 企业安全生产标准化与职业健康安全管理体系和药品 GMP 认证的区别。
7. 新环境保护法。

参考学时安排

课程总学时：24 学时

序 号	名 称	学 时
一	绪论	1
二	危险化学品安全基础	2
三	防火防爆技术	4
四	电气安全技术	2
五	压力容器安全技术	2
六	工业毒物及防毒技术	2
七	职业卫生管理	2
八	制药工业与环境保护	5
九	制药企业安全与环保管理	4
合计	24	

四、教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	内容摘要及知识点	教学进度	与课程目标的支撑关系
绪论	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安全科学产生与发展进程。 2. 安全科学基本术语。 3. 我国制药企业安全生产事故特点。 4. 我国防治污染的现状。 5. 案例分析。 6. 环境与环境保护的基本概念。 7. 环境问题概述 <ol style="list-style-type: none"> 1) 环境问题及其发展； 2) 当前世界的主要环境问题。 8. 制药过程的污染：概述、特点、污染物的形成。 	1	掌握制药安全工程概论课程的目的，通过本课程的学习，掌握制药生产中事故发生的原因，学习防止事故和污染所需的科学技术知识，在以后的工程设计中、技术开发中、生产管理中，运用这些知识分析、评价和控制危险，促进制药工业的发展和生产顺利进行。
危险化学品安全基础	<ol style="list-style-type: none"> 1. 危险化学品的分类。 2. 爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、氧化剂和过氧化物、毒性物质和感染性物质、放射性物质、腐蚀性物质的危害特性。 3. 危险化学品安全生产信息。 4. 危险化学品安全储存的方式及基本要求。 5. 一般危险化学品和剧毒危险化学品安全运输的基本要求。 6. 危险化学品安全包装的作用及基本要求。 	2	了解危险化学品的基础知识，特别是各类危险化学品的危险性及其储存、运输、使用等各个环节的安全措施及注意事项。
防火防爆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燃烧基础：燃烧的定义、要素、形 	4	从燃烧、爆炸的发生原理入手，深

安 全 技术	<p>式、类型、过程及特征参数。</p> <p>2. 火灾防治技术：</p> <p>1) 火灾的定义及分类、特殊燃烧形式、产生机理及发展过程、危害；</p> <p>2) 防火技术、灭火技术；</p> <p>3) 火场疏散与自救。</p> <p>3. 爆炸基础：</p> <p>1) 爆炸的定义及分类；</p> <p>2) 气体爆炸和粉尘爆炸；</p> <p>4) 爆炸极限。</p> <p>4. 爆炸预防技术：控制工艺参数、防止形成爆炸性混合物、隔离储存、控制点火源、监控报警。</p> <p>5. 爆炸控制技术：隔爆、抑爆、泄爆。</p>		<p>入学习火灾爆炸的事故机理，了解火灾事故的预防和控制措施，并掌握一定的针对性自救和应急处理方法。</p>
电 气 安 全 技术	<p>1. 电气安全基础知识</p> <p>1) 电力系统简介</p> <p>2) 用电负荷分级及供电要求</p> <p>3) 工业企业供配电系统</p> <p>4) 制药企业常见电气事故：触电、电气火灾爆炸、静电危害、雷电危害、电气系统故障。</p> <p>2. 触电事故防护与急救</p> <p>1) 直接接触电击及防护措施：绝缘、屏护、间距；</p> <p>2) 间接接触电击及防护措施：保护接地、保护接零、等电位连接；</p> <p>3) 其他触电防护措施：特低电压、剩余电流动作保护、双重绝缘和加强绝缘、电气隔离。</p> <p>3. 触电事故急救措施</p>	2	<p>学习工业企业常见的触电事故及其预防和急救措施，熟悉静电和雷电危害及其防护措施。</p>

	<p>1) 触电症状：轻型、中型、重型；</p> <p>2) 触电急救措施：摆脱电源、脱电源后的处理、心肺复苏方法、抢救过程重的再判定、伤者转移、伤者好转后处理、杆上或高处触电急救、触电外伤的处理。</p> <p>4. 电气防火防爆</p> <p>1) 电气引燃源：危险温度、电火花；</p> <p>2) 危险物质：分类及性能参数、分级分组；</p> <p>3) 爆炸危险区域划分；</p> <p>4) 防爆电气设备选型；</p> <p>5) 火灾危险区域。</p> <p>5. 静电与雷电危害及其安全措施</p> <p>1) 静电的产生及危害；</p> <p>2) 静电危害的防护：改进工艺、泄放消散、接地连接、中和与屏蔽、穿防静电鞋服（人体）；</p> <p>3) 雷电的种类；</p> <p>4) 雷电参数及雷电危害；</p> <p>5) 防雷措施：接闪器、引下线、防雷接地装置、避雷针。</p>		
压力容器安全技术	<p>1. 压力容器安全基础</p> <p>1) 压力容器及其结构、分类；</p> <p>2) 压力容器设计要求；</p> <p>3) 操作要求：压力、温度、介质；</p> <p>4) 压力容器的破坏形式：延性破坏、脆性破坏、疲劳破坏、蠕变破坏；</p> <p>5) 压力容器的安全装置；</p>	2	熟悉反应釜和气瓶等压力容器在使用、检修、维护等环节中的安全基本知识。

	<p>6) 压力容器的安全使用与管理：使用登记的规定、培训与维护、管理责任制、操作责任制、安全操作规程、注意事项；</p> <p>2. 反应釜安全；</p> <p>1) 反应釜及其分类；</p> <p>2) 反应釜安全使用注意事项；</p> <p>3) 反应釜安装、操作规范；</p> <p>4) 反应釜维护安全事项；</p> <p>5) 反应釜典型危害及事故特点。</p> <p>3. 气瓶安全</p> <p>1) 气瓶的定期检查、颜色标志、储存、安全使用；</p> <p>2) 短途搬运气瓶的注意事项。</p>		
工业毒物与防毒技术	<p>1. 工业毒物的分类及毒性</p> <p>1) 毒物概述；</p> <p>2) 工业毒物的分类及毒性指标与分级；</p> <p>3) 生产及环境中有毒物质的存在状态。</p> <p>2. 工业毒物的危害</p> <p>1) 有毒物质进入人体的途径：呼吸道、皮肤、消化道；</p> <p>2) 有毒物质对人体的危害：急性中毒、慢性中毒、致癌作用、致突变作用、致畸胎作用；</p> <p>3) 有毒物质作用于基体的方式和中毒机理；</p> <p>4) 职业中毒对人体系统及器官的损</p>	2	掌握工业毒物的相关基本概念、常识，并了解主要的工业防毒技术和典型的急救措施。

	<p>害；</p> <p>5) 有毒物质对基体作用的影响因素。</p> <p>3. 工业毒物防治技术：消除毒源、切断毒物的传播途径、个体防护与保健措施。</p> <p>4. 职业中毒的诊断及现场救护</p> <p>1) 职业中毒的诊断；</p> <p>2) 现场急救。</p>		
职 业 卫 生 管 理	<p>1. 职业卫生概述：定义、管理体制、我国职业卫生现状。</p> <p>2. 职业卫生法规标准体系简介</p> <p>3. 职业病危害因素与职业病</p> <p>1) 职业病危害因素：分类、常见因素；</p> <p>2) 职业病：概念、分类。</p> <p>4. 职业病防护设施</p> <p>1) 职业病防护措施的选用原则；</p> <p>2) 常见职业病防护设施。</p> <p>5. 个人使用的职业病防护用品</p> <p>6. 应急救援设施</p> <p>7. 企业职业卫生管理</p> <p>1) 职业卫生管理机构与人员配置；</p> <p>2) 职业卫生管理制度和操作规程；</p> <p>3) 职业病防治规划及实施方案；</p> <p>4) 职业病危害告知；</p> <p>5) 职业卫生培新；</p> <p>6) 职业健康监护；</p> <p>7) 职业卫生档案。</p> <p>8. 制药企业典型职业危害分析。</p>	2	了解职业卫生相关知识和法律法规，熟悉职业病危害因素，掌握职业病防护设施。
制 药 工 业	<p>1. 概述：环境保护的重要性、我国防治污染的方针政策、制药工业污染的特</p>	5	了解环境保护的重要性、我国防治

与 环 境 保 护	<p>点和现状。</p> <p>2. 污染防治措施</p> <p>1) 采用绿色生产工艺</p> <p>2) 循环套用</p> <p>3) 改进生产设备，加强设备管理</p> <p>3. 废水处理技术</p> <p>1) 基本概念：水质指标、清污分流、废水处理级数</p> <p>2) 废水的污染控制指标</p> <p>3) 废水处理的基本方法（生物法处理废水技术）：好氧生物处理法、厌氧生物处理法、各类制药废水的处理</p> <p>4. 废气处理技术</p> <p>1) 含尘废气处理技术</p> <p>2) 含无机物废气处理技术</p> <p>3) 含有机废气的处理技术</p> <p>5. 废渣处理技术</p> <p>6. 噪声控制技术</p>		<p>污染的方针政策和制药工业污染的特点和现状，学习制药工业污染防治的基本方法，集中掌握废水、废气、废渣等处理技术。</p>
制 药 企 业 安 全 与 环 保 管 理	<p>1. 安全生产管理及其原理：基本概念、原理与原则。</p> <p>2. 安全生产规章制度</p> <p>1) 安全生产规章制度及重要意义；</p> <p>2) 建设依据及原则。</p> <p>3. 组织保障：机构要求、人员要求。</p> <p>4. 安全生产投入：基本要求、费用使用和管理。</p> <p>5. 安全生产教育培训：基本要求、培训组织、各类人员的培训</p> <p>6. 安全生产检查与隐患排查治理</p> <p>1) 安全生产检查：检查类型、检查方法、工作程序；</p> <p>2) 隐患排查治理；</p>	4	<p>了解安全生产规章制度、安全生产管理的组织保障、安全生产投入、安全生产教育培训、安全生产检查与隐患排查治理、安全生产标准化、企业安全文化等内容，学习企业应对突发事件时的应急救援和应急预案编制、应急演练等相关知识；了解新环境保护法，学习如何做好环境保护管理工作。</p>

	<p>3) 监督管理。</p> <p>7. 企业安全生产标准化</p> <p>1) 安全生产标准化概述；</p> <p>2) 企业安全生产标准化基本标准、标准化评定；</p> <p>3) 企业安全生产标准化与职业健康安全管理体系和药品 GMP 认证的区别。</p> <p>8. 企业安全文化：内涵、基本功能、建设。</p> <p>9. 事故应急救援</p> <p>1) 基本任务、特点、阶段；</p> <p>2) 事故应急预案：重要意义、体系、主要内容；</p> <p>3) 应急演练：定义、目的、原则、类型、组织与实施。</p> <p>10. 新环境保护法</p> <p>1) 颁布与修改；</p> <p>2) 增加内容</p> <p>3) 内容</p> <p>11. 环境保护管理工作</p> <p>1) 遵守环境保护法律法规</p> <p>2) 开展清洁生产</p> <p>3) 做好“总量控制”</p> <p>4) 发展循环经济</p> <p>5) 强化内部环境保护管理</p>		
--	--	--	--

五、具体实施方案

第一章 绪论

1.1 安全科学生产与发展进程

- ✧ 17 世纪以前，宿命论与被动型的安全状态：听天由命，无能为力，被动承受。
- ✧ 17 世纪末至 20 世纪初，经验论与事后型的安全哲学：安全认识论提高到经验论水平，“亡羊补牢”，“事后弥补”。
- ✧ 20 世纪初至 50 年代，系统论与预防性的安全哲学：强调生产系统的总体安全，通过技术手段防止事故发生。
- ✧ 20 世纪 50 至 90 年代，本质论与综合型的安全哲学：意识到人、机、环境、管理是事故的综合要素，主张工程技术硬手段与教育、管理软手段综合措施。
- ✧ 20 世纪 90 年代之后，安全的潜隐性：工程技术对策、教育对策、强制对策。

1.2 安全科学基本术语

安全：在人类生产过程中，将系统的运行状态对人类的生命、财产、环境可能产生的损害控制在人类能接受水平以下的状态。**必要性和普遍性、随机性、相对性、局部稳定性、经济性、复杂性、社会性、潜隐性**

安全生产：采取一系列措施使生产过程在符合规定的物质条件和工作秩序下进行，有效消除或控制危险和有害要素，无人身伤亡和财产损失等生产事故发生，从而保障人员安全与健康、设备和设施免受损坏、环境免遭破坏，使生产经营活动得以顺利进行的一种状态。

危险与风险：危险：生产、生活系统中一种潜在的、致使人员伤亡或财产损失的不幸事件发生的概率及其严重度超出可接受水平的状态。风险：描述系统危险性的客观量、损失的不确定性、危险和机遇伴生的状态。

事故：在安全生产过程中，由于人们受到科学知识和技术力量的限制，或者由于认识上的局限，当前还不能防止，或能防止但未有效控制而发生的违背人们意愿的事件序列。**普遍性、随机性、必然性、因果相关性、突变型、潜伏性、危害性、可预防性**

危险源：可能导致死亡、伤害、职业病、财产损失、工作环境破坏或这些情况组合的根源或状态。

1.3 我国制药企业安全生产事故特点及分析

- ✧ 生产安全事故风险高，安全隐患多样
- ✧ 生产安全管理不到位
- ✧ 从业人员素质偏低，安全意识薄弱
- ✧ 安全生产投入偏低

✧ 安全生产监管不及时、不到位

1.4 典型生产安全事故

自制容器，爆炸伤人

事故经过和危害：1996年3月16日上午，溴化钠车间一名操作工正在试验肥城安装队加工自制的浓缩锅，当阀门开0.25 MPa时，浓缩锅外夹套上口焊缝突然分裂爆炸，将部分焊渣和保温玻璃纤维打入操作工的双眼中，两眼鲜血直流，半年没有上班。

事故原因分析：1、安装队没有资格制作压力容器，又加上图纸是本厂设计的，不符合要求。2、操作者违反操作规程，锅底阀门开的太小，使夹套内承受不了工作压力，造成爆炸。3、新设备试车，车间负责人没有到现场，没有监护人，违反规定。

同类事故防止措施：1、购买使用非标压力设备时必须到有资质的厂家设计和加工。2、新设备安装成试验必须有安装试验计划，经过设备部同意，设备部、车间负责人到场监督试验。3、加强操作工的管理与培训，严禁违章操作。

工作图快，引发爆炸

事故经过和危害：1996年3月28日上午，甲醇钠制备车间，两名操作工抽好甲醇，打开反应釜盖，一人解金属钠袋口，一人向锅内投钠块，当投到第三块时，为了图省事，就托起袋子往反应釜中倒，只听“轰”的一声，车间四周玻璃全部炸成碎片，整个车间一片烟雾，一人从梯口跑出，另一人躲到牢间西南角。爆炸压力(带火)从釜口喷出，幸亏两名操作工未正对釜口，才避免人身伤亡，但一操作工面部严重烧伤。

事故原因分析：1、两人严重违反了甲醇钠生产操作规范，将金属钠一起投入反应釜中。2、安全知识淡薄。3、反应釜未彻底晾干，内有氯气、氧气、甲醇等混合气体，当钠一起投入时，因钠与釜壁碰撞剧烈，产生火花，引起混合气体爆炸。

同类事故防止措施：1、严格按各工段安全操作规程操作，反应釜必须烘干晾干后才能投料。2、加强安全知识教育。3、对违反规章制度者进行重罚。

不带防护手套，引起中毒

事故经过和危害：1996年4月17日上午，某制药厂职工在甲化工段操作时，发现离心机房边有一TMP粗品，拿桶来便赤手往里收，当这位职工收完时，感觉身体不舒服眼发红，便送往医院，诊断为硫酸二甲酯中毒。

事故原因分析：1、该职工没有戴防护手套，粗品中含有反应剩余的硫酸二甲酯。2、操作时改变了工艺参数，使硫酸二甲酯过量，没有中和彻底。3、工作现场没有备好必要的防护措施。

同类事故防止措施：1、工艺参数的改动，必须经过分管经理同意，生产部备案。2、劳保用品在岗时必须充分利用，特别是特殊岗位。3、有毒原料要有防范措施，发生意外时及时处理。

备错料，投差料，发生爆炸

事故经过和危害：1996 年 10 月 15 日下午，一临时工将混醇桶备到环合车间附近准备投料用，班长同主操作把备好的料抽到反应釜中，加温反应，发现釜中温度上升很快有异常，正在分析原因时，主操作开动搅拌，只听“轰”的一声，上好的反应釜人孔盖卡子断裂，将入孔盖炸开，釜中料液喷到屋顶，车间内烟雾弥漫。在场的 4 名操作工有的烫伤有的中毒，被送往中医院。若入孔盖碰撞到人，将会导致人身伤亡。

事故原因分析：1、将缩合工段的丙烯腈当作混醇，丙烯腈遇碱发生自聚而产生爆炸。2、班长和主操作抽料时没有检查。3、反应出现升温异常迅速时不应搅拌，而应实施降温处理并及时开启所有放空管道。

同类事故防止措施：1、临时工上岗前要培训，特别是培训安全常识和掌握原料的性质，日常工作中也要加强监督指导。2、投料时要有投料人和复核人检查。3、严格执行工艺规程和遵守异常现象处理方法。4、车间内物料标识要明显，原料存放采用定量管理。

清理反应釜，被锚撞头晕

事故经过和危害：1996 年 10 月 15 日，TMP 车间环合工段因反应釜长期使用，釜壁中产生了垢，为了清除垢，某操作工从入口孔下去清刷，不多时，另一位操作工开动了其他反应釜的搅拌后，过去顺手开了此反应釜的搅拌，在下面除垢的某操作工被锚搅的旋转，发出“吱吱”的声音，平台上的操作工听到后，马上关闭了开关，把某操作工救上来，头晕、不能站立，一周不能上班。

事故原因分析：1、进入容器（反应釜）没有办理进入容器许可证。2、在外没有人监护和做标志。3、违反设备操作规程。

同类事故防止措施：1、严格进入容器管理制度，进入容器前必须办理进入容器许可证。2、检修设备要有安全标志。3、要有专人监护，不能离开现场。

戴目镜看料液，料液飞溅满眼脸

事故经过和危害：1996 年 8 月 12 日上午，TMP 车间三名职工正在离心，孙某刚把离心机放满料液，来到门口推小车，回头看见刘某又在往离心机放料，孙某就过去对刘某说放满了，于是孙某便看看离心机料液现状，这时刻刘某从离心机往外拿管子。料液被高速转动的离心机甩打在了孙某的脸上，造成孙某眼部碱液严重烧伤及腈类物质中毒。

事故原因分析：1、违反工艺操作规程，放料管没有完全流出料液就向外拿管子。2、上班时不按规定戴防护用品，特别是关键岗位关键时必须戴防护用品。

同类事故防止措施：1、加强对职工安全工艺操作的培训。2、上班时必须戴规定的防护用品。

钠块落地着火，烧坏车间北门

事故经过和危害：1997 年 3 月 15 日上午，某制药厂甲醇钠车间投完料后，车间内无人，突然着火，冒着浓烟，燃烧到了车间北口的门上，路过的职工发现后，及时叫人灭火并报 119

火警。此时车间地沟的大火已向外蔓延，外面还有 5 立方甲醇贮罐，车间内反应釜、高位槽内有甲醇存在。如果一起燃上后果不堪设想。在场人员及时用消防栓水冲洗地面，使水隔断大火向甲醇罐蔓延的通道，十分钟后大火熄灭。车间北门被烧坏不能用。

事故原因分析：1、投料时将金属钠碎片掉到了地面上。2、车间地面上有积水。3、车间地面有洒落的甲醇成甲醇钠。4、地面和地沟未及时冲洗、清扫，现场管理太差。

同类事故防止措施：1、钠碎片千万不能洒落到地上，投完料后要仔细检查平台上以及内衬袋中是否有钠片，不用的钠碎片集中处理。2、车间地面不能有积水，撒落的甲醇、甲醇钠及时处理。3、只要车间处于生产状态时，必须有人值班。

用角铁别离心机，腮上豁出大口子

事故经过和危害：2000 年 6 月 24 日上午，某新操作工在离心时，离心机还在惯性转动，急于停止，就用角铁别，以阻止离心机停转，被转动的离心机打出的角铁刺入腮中，豁出 5 厘米的口子，鲜血直流，立即送往医院，幸亏没有打在脑部。

事故原因分析：1、严重违反设备安全操作规程。2、新职工安全意识淡薄。

同类事故防止措施：1、重新学习设备安全操作规程,加强安全教育。2、对明知故犯者进行重罚。3、本人写出检讨。

火星落入地沟，发生着火

事故经过和危害：2000 年 9 月 15 日上午，TMP 三车间准备从储罐区丙烯腈铺设管道到 TMP 三车间，某维修工在二车间东就用气割下料(另一位操作工去办理动火证)，二车间在上班的人员看到地沟冒烟，整个地沟燃烧发出“彭彭”的声音，丙烯腈进料塑料管燃烧，马上拿起灭火器，铺开消防带及时把火扑灭。这时某维修工如梦初醒。丙烯腈管子表面被烧焦变形，幸亏没有燃烧丙烯腈罐。

事故原因分析：1、地沟中有易燃液体，地沟不流通，浓度越来越大，遇明火燃烧。2、动火前没有办好动火许可证。3、没有人在场监护。

同类事故防止措施：1、生产区内地沟要流通,不流通的定期用水冲。2、动火必须远离地沟或用水将地沟冲淡。3、动火前必须先办理好动火证，安全措施可靠，经过检查后方可动火。

溴素坛破裂，两操作工脚被烧伤

事故经过和危害：2000 年 11 月 12 日，某制药厂二溴醛车间两抽溴素在抬坛子时，突然外包装，底部木版折断，溴素坛子掉在地上破裂，溴素溅到两职工的裤子和鞋上，造成两职工脚部和腿部严重烧伤，并且大面积溃烂。

事故原因分析：1、溴素外包装木板腐烂。2、抬溴素坛前没有仔细检查外包装是否牢固。3、没有穿防酸服和防酸胶鞋。

同类事故防止措施：1、供应部采购溴素时，要对外包装提出要求和检查。2、在搬动溴素坛时要仔细检查，轻拿轻放。3、上班时穿戴全必需的劳动防护用品。

烘箱风口处用塑编袋堵，引起着火

事故经过和危害：2001 年 3 月 17 日凌晨，某制药厂夜间值班人员查岗时，发现硝酸胍烘箱风口处着火，箱体内冒烟，附近车间上班人员看到后立即用灭火器扑灭，烘箱体内硝酸胍熏黑。

事故原因分析：1、夜间烘料无人值班。2、烘箱温度超过了规定标准。3、风口处用塑编袋堵口。

同类事故防止措施：1、规定所有夜间运行的设备必须有人值班。2、组织职工学习工艺安全操作规程。3、风口处用不易燃的铁网和铁片控制进风大小。

操作不当，酿成大火

事故经过和危害：2001 年 9 月 14 日 18 时，三车间回收工段某操作工在中和二步甲醇时开启滴加阀门发现硫酸不滴，去查原因发现高位槽放空阀门未开，就随手打开了阀门，硫酸快速滴入釜内，同甲醇剧烈反应，使其沸出釜外，溅到了反应釜旁边的数显仪上，从平台上淌到了车间地面，霎时火从平台引到了车间地面，大火遍布整个车间。全公司职工闻讯迅速拿来灭火器，铺设消防带，经过十分钟左右将火扑灭，避免了一场大的悲剧发生，直接经济损失 5000 元左右。

事故原因分析：1、没有关闭硫酸滴加阀，在打开放空阀门时，硫酸快速滴入反应釜中，反应剧烈，致使沸料。2、数显仪不是防爆型的。

同类事故防止措施：1、各车间制定特殊岗位安全操作规程，并使职工严格执行。2、防爆车间必须使用防爆设备、电器等。3、加强安全教育，提高职工安全意识。

昆明全新制药有限公司爆炸事故

事故经过和危害：2010 年 12 月 30 日 9 时 40 分到 9 时 45 分，位于昆明市东郊金马寺的全新生物制药有限公司片剂车间发生爆燃事故，11 时 30 分大火被扑灭。截至 23 时 30 分，事故共造成 5 人死亡 12 人受伤。

事故原因分析：1、操作过程中存在边制粒、边干燥的情况，烘箱内循环热气流使粒料中的水分和乙醇蒸发，由于排湿口排出蒸发的水分和乙醇蒸汽效果明显降低，乙醇蒸汽不能从排湿口排走，烘箱内蓄积了达到爆炸极限的乙醇气体。2、房间内空调已停止工作，制粒一房间内由于制粒物挥发出来的乙醇气体与干燥门开关时溢散出的水分、乙醇气体无法被新风置换，也堆积了大量可以燃烧的乙醇气体。3、洁净区使用干燥箱的配套电气设备不防爆。4、爆炸和燃烧发生后，工厂安全通道只有一条，部分现场人员和受伤人员不能及时逃生。

同类事故防止措施：

1、空调通风设备的正常运行。2、电器设备的安全性。3、消除静电，不能让静电成为引火源。4、车间重点防爆区域动火和临时用电要特别慎重。5、安全出口要保持通畅，应急照明要保证完好。6、防器材要每周定期进行检查，保证其完好，出现失压及时更换。7、完善应急预案，定期组织员工进行逃生演练。

1.5 环境与环境保护的基本概念

环境:影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、湿地、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等。

环境要素:也称作环境基质,是构成人类环境整体的各个独立的、性质不同而又服从整体演化规律的基本物质成分。通常是指地表水环境、地下水环境、大气环境、声环境、生物种群、岩石、土壤等。

环境质量:表述环境优劣的程度,指一个具体环境中,环境总体或某些要素对人体健康、生存和繁衍以及社会经济发展适宜程度的量化表达。环境质量是因人对环境的具体要求而形成的评价环境的一种概念,要进行评价就必须由标准,即环境质量标准体系。

环境影响:人类活动(经济活动、政治活动和社会活动)对环境的作用和导致的环境变化,以及由此引起的对人类社会的经济效应。直接影响、间接影响、累积影响;有利影响、不利影响;可恢复影响、不可恢复影响;短期影响、长期影响;………….

环境保护:在个人、组织或政府层面,为大自然和人类福祉而保护自然环境的行为,指人类为解决现实和潜在的环境问题,协调人类与环境的关系,保障经济社会的可持续发展而采取的各种行动。

1.6 环境问题概述

环境问题及其发展

早期环境问题阶段

自人类出现至工业革命为止,是最早环境问题阶段。早期人类社会因乱采、乱捕破坏人类聚居的局部地区的生物资源而引起生活资料缺乏甚至饥荒,或者因为用火不慎而烧毁大片森林和草地,迫使人们迁移以谋生存;以农业为主的奴隶社会和封建社会的环境问题则是人口集中的城市,各种手工业作坊和居民抛弃生活垃圾,曾出现环境污染。

案例一 美索不达米亚平原位于幼发拉底河和底格里斯河之间 现伊拉克境内,是著名的巴比伦文明的发源地。

案例二 黄河流域是我国古老文明的发祥地,4000 多年前,这里森林茂盛、水草丰富、气候肥沃。据记载,周代时,黄土高原森林覆盖率达到 53%,良好的生态环境,为农业的发展提供了优越条件。

近现代环境问题阶段

从工业革命到 1984 年发现南极臭氧空洞为止,是近现代环境问题阶段。这一时期环境问题主要表现为:出现了大规模环境污染,局部地区的严重污染导致“公害”病和重大公害事件的出现;自然环境的破坏,造成资源稀缺甚至枯竭,开始出现区域性生态平衡失调现象。

案例三 马斯河事件。1930 年 12 月 1 日-5 日,比利时马斯河谷的气温发生逆转,工厂排出

的有害气体和煤烟粉尘，在近地大气层中积聚。

案例四 水俣病事件。日本一家生产氮肥的工厂从 1908 年起在日本九州南部水俣市建厂，该厂生产流程中的甲基汞化合物直接排入水俣湾。

当代环境问题阶段

从 1984 年发现南极臭氧空洞为止，引起第二次环境问题高潮至今，为当今环境问题阶段。当前世界的环境问题表现为：环境污染出现了范围扩大、难以防范、危害重的特点，自然环境和自然资源难以承受高速工业化、人口剧增和城市化的巨大压力，世界自然灾害显著增加。

环境问题及其发展

全球变暖：导致全球变暖的主要原因是人类在近一个世纪以来大量使用矿物燃料（如煤、石油等），排放出大量的 CO₂ 等多种温室气体。

臭氧层破坏：在地球大气平流层里存在着一个臭氧层，其含量虽然极微，却具有强烈的吸收紫外线的功能，它能抵挡住太阳紫外辐射对地球生物的伤害，保护地球上的一切生命。

酸雨：酸雨是由于空气中 SO₂ 和氮氧化物（NO_x）等酸性污染物引起的 pH 值小于 5.6 的酸性降水。

淡水资源危机：地球表面只有不到 3% 是淡水，其中又有 2% 封存于极低冰川之中。

资源、能源短缺：当前，世界上资源和能源短缺问题已经在大多数国家甚至全球范围内出现。

森林锐减：森林是人类赖以生存的生态系统中的一个重要的组成部分。

土地荒漠化：当前世界荒漠化仍在加剧，荒漠化已经不再是一个单纯的生态环境问题，而且演变为经济问题和社会问题，它给人类带来贫困和社会不稳定。

物种加速灭绝：一般来说物种灭绝速度与物种生成的速度是平衡的。

垃圾成灾：全球每年生产垃圾 100 亿吨，而且处理垃圾的能力远远赶不上垃圾增加的速度，特别是一些发达国家，已处于垃圾危机之中。

有毒化学品污染：由于化学品的广泛使用，全球的大气、水体、土壤乃至生物都受到了不同程度的污染、毒害，连南极的企鹅也未能幸免。

1.7 制药过程的污染

概述

- ✧ 我国是全球最大的原料药生产国，其主要分类包括：化学原料药及制剂、中药材、中药饮片、中成药、抗生素、生物制品、生化药品、放射性药品等。
- ✧ 制药行业是我国国民经济的重要组成部分。据《中国药学年鉴》2010 版统计,2009-2010 年,我国医药行业累计实现工业总产值 9946.45 亿元，制药行业给我国创造了巨大的经济效益。
- ✧ 但与此同时，制药行业也属高污染、高环境风险精细化工行业,是国家环保总局确定的重点治理的污染行业之一其产生的污染物对人体健康和自然环境都会产生极其严重的危

害。

特点

污染物复杂

很多药品需要十几种甚至几十种原料，生产过程需要完成多步化学反应，产生的“三废”数量巨大，废物成分复杂，往往具有毒性、刺激性、腐蚀性、噪声严重等特点。

循环利用率较低

由于制药企业排放的废物种类多、成分复杂、变动性大，间歇排放，化学耗氧量高、pH 变化大等特点，回收工序复杂，且成本大，可循环利用率较低。

污染严重，治理难度大

制药企业在药物生产过程中排出的大量废气、废水、废渣，导致环境污染严重，治理难度大，且大部分污染物具有毒性、刺激性、腐蚀性，易燃易爆，沸点低，易挥发等特性，污染十分严重。

污染物的形式

大气污染（含烟尘粉尘）

- ✧ 通过燃料燃烧所生的烟尘
- ✧ 生产工艺过程中所产生的废气
- ✧ 通过原料粉碎所产生的粉尘
- ✧ 电解、施工和干燥中产生的粉尘等

水污染

- ✧ 生产过程中所产生的水污染
- ✧ 生产工艺所导致的水污染
- ✧ 管理不善所造成的水污染

固体污染

- ✧ 生产车间和辅助车间产生的固体污染物
- ✧ 环境治理中产生的固体污染物
- ✧ 动力系统、金属加工等产生的固体废弃物

环境噪声污染

- ✧ 设备运行中产生的噪声污染
- ✧ 维修中产生的噪声污染



第二章 危险化学品安全基础

2.1 危险化学品及其分类

2.1.1 危险化学品定义

化学品：单个元素或有多种元素组成的纯净物或混合物，无论是天然的还是合成的，都属于化学品。

危险化学品：具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。--《危险化学品安全管理条例》（国务院第 591 号令）

2.1.2 危险化学品分类

根据《化学品分类和危险性公式 通则》（GB 13690—2009）

物理危险：爆炸物、易燃气体、易燃气溶胶、氧化性气体、压力下气体、易燃液体、易燃固体、自反应物质或混合物、自然液体、自然固体、自热物质和混合物、遇水放出易燃气体的物质或混合物、氧化性液体、氧化性固体、有机过氧化物、金属腐蚀剂

健康危险：急性毒性、皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/眼刺激、呼吸或皮肤过敏、生殖细胞致突变性、致癌性、生殖毒性、特异性靶器官系统毒性——一次接触、特异性靶器官系统毒性——反复接触、吸入危险

环境危害：危害水生环境

根据《危险货物分类和品名编号》（GB 6944—2012）

第一类 爆炸品

第二类 气体

第三类 易燃液体

第四类 易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质

第五类 氧化性物质和有机过氧化物

第六类 毒性物质和感染性物质

第七类 放射性物质

第八类 腐蚀性物质

第九类 杂项危险物质和物品，包括危害环境物质

2.2 危险化学品的危害特性

危险化学品的主要危害特性如下：

- （1） 活性：易于与其他物质发生作用的特性。活性越强的物质危险性就越大。许多具有爆炸特性、氧化特性的物质活性都很强。
- （2） 燃烧性：压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自然物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物等均可能发生燃烧而导致火灾。

- (3) 爆炸性：除了爆炸品之外，压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自然物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物等都有可能引发爆炸。
- (4) 毒害性：除毒害品和感染性物品外，压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体等一些物质也会具有不同程度的毒性，致人中毒。
- (5) 腐蚀性：腐蚀性物品对人或金属会造成不同程度的，酸和碱类物质一般都有腐蚀性。有些有机物也有腐蚀性。
- (6) 放射性：放射性化学药品所放出的射线对人体组织结构会造成暂时或永久性的伤害。

2.2.1 爆炸品的危害

爆炸性强

- ✧ 化学反应速度快。一般以万分之一秒的时间完成化学反应过程。
- ✧ 爆炸时产生大量的热，热量在极短时间内放出。
- ✧ 产生大量气体，造成高压，形成的冲击波有巨大破坏性。
- ✧ 撞击、摩擦、温度等外界条件非常敏感。

敏感度高

敏感度：某一爆炸品所需的最小起爆能，即为该爆炸品的敏感度。起爆能与敏感度成反比，起爆能越小，敏感度越高，则爆炸危险性越大。

影响敏感度的因素：a. 化学组成和化学结构：主要因素，由于分子中含有“爆炸性基团”引起的；b. 温度：同一爆炸品随着温度升高，其感度也升高；c. 结晶：不安定型结晶比液体的感度更高，对摩擦非常敏感；d. 杂质：固体杂质，特别是硬度高、有尖棱的杂质能增加爆炸品的敏感度；e. 密度：爆炸品随着密度增大，通常敏感度均有所下降。

其他特性

- ✧ 某些炸药具有一定的毒性。例如：梯恩梯、硝化甘油、雷汞等。
- ✧ 某些爆炸品与某些化学药品如酸、碱、盐发生化学反应的生成物是更容易爆炸的化学品。
例如：苦味酸遇某些碳酸盐能反应生成更易爆炸的苦味酸盐；雷汞遇盐酸或硝酸能分解，遇硫酸会爆炸。
- ✧ 某些爆炸品具有较强的吸湿性，受潮或遇湿后会降低爆炸能力，甚至无法使用。
例如：硝钱炸药等应注意防止受潮失效。
- ✧ 某些爆炸品与一些重金属（铅、银、铜等）及其化合物的生成物，其敏感度更高。
例如：苦味酸受铜、铁等金属撞击，立即发生爆炸；雷汞与铜作用的生成物具有更大的敏感度等。
- ✧ 某些爆炸品受光照易于分解。例如：叠氮银、雷酸银等。

2.2.2 压缩气体和液化气体的危害

易燃气体：极易燃烧，与空气混合能形成爆炸性混合物，在常温下一旦遇明火、高温即会发生燃烧或爆炸。乙炔、氢气、一氧化碳

不燃气体：无毒、不燃气体，包括助燃气体，但高浓度时有窒息作用。助燃气体有强烈的氧化作用，遇油能发生燃烧或爆炸。氮气、氩气、氧气

有毒气体：有毒气体对人畜有强烈的毒害、窒息、灼伤、刺激作用，其中有些还具有易燃、氧化、腐蚀等性质。氯气、硫化氢

2.2.3 易燃液体的危害

易燃液体按其闪点高低分为以下 3 种：

低闪点液体：闭杯闪点低于 -18°C 的液体，乙醚、汽油。

中闪点液体：闭杯闪点在 $-18^{\circ}\text{C}\sim 23^{\circ}\text{C}$ 的液体，苯乙烯。

高闪点液体：闭杯闪点在 $23^{\circ}\text{C}\sim 61^{\circ}\text{C}$ 的液体，轻柴油。

易燃液体特点

- ✧ 高度易燃性：遇火、受热以及和氧化剂接触时会有发生燃烧的危险。闪点和自燃点越低，发生着火的危险越大。
- ✧ 易爆性：易燃液体沸点低，挥发出来的蒸汽与空气混合后，浓度易达到爆炸极限，遇火源易发生爆炸。
- ✧ 高度流动扩散性：黏度小，极易流动，会因渗透、浸润及毛细现象渗出器壁外。
- ✧ 易积聚电荷性：部分易燃液体电阻率大，易积聚静电而产生静电火花，造成火灾事故，如苯、甲苯、汽油。
- ✧ 受热膨胀性：膨胀系数较大，受热后体积易膨胀，蒸气压随之升高，使密封容器内部压力增大。
- ✧ 毒性：大部分易燃液体及其蒸汽均有不同程度的毒性。

2.2.4 易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质的危害性

易燃固体

定义：燃点低，对热、撞击、摩擦敏感，易被外部火源点燃，燃烧迅速，并可能散发出有毒烟雾的固体。

危险特性：易被氧化，受热易分解或升华，遇明火会引起剧烈、连续的燃烧；与氧化剂、酚类接触会发生燃烧爆炸；对摩擦、撞击、震动敏感；许多有毒，或燃烧产物有毒或腐蚀性。

自燃物品

定义：自燃点低，在空气中易于发生氧化反应，放出热量而自行燃烧的物品。

危险特性：燃烧性。

示例：a. 黄磷：燃烧产物五氧化二磷为有毒物质，遇水生成剧毒的偏磷酸；水中保存。

b. ZnEt_2 、 AlEt_3 、 $t\text{-BuLi}$ ：空气中自燃，遇水分解爆炸；惰性气体。

遇湿易燃品

定义：遇水或受潮时，发生剧烈化学反应，放出大量的易燃气体和热量的物质；其中有些物品不需明火即能燃烧或爆炸。

危险特性：除遇水反应外，遇到酸、氧化剂也能发生反应，且反应更为剧烈，危险性也更大。

注意：起火时，严禁用水、酸碱泡沫、化学泡沫扑救。

2.2.5 氧化剂或有机过氧化化合物的危害性

氧化剂：处于高氧化状态，具有强氧化性，易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的有机物本身不一定可燃，但可能导致可燃物的燃烧；与松软的粉末状可燃物可能形成爆炸性混合物，对热、震动或摩擦较为敏感。

有机过氧化物：分子组成中含有过氧基的有机物，其本身易燃易爆、极易分解，对热、震动和摩擦极为敏感。

危害特性：氧化剂具有极强的获得电子的能力，有较强的氧化性，遇酸碱、高温、震动、摩擦、撞击、受潮或与易燃物品、还原剂等接触能迅速分解，有引起燃烧、爆炸的危险。

2.2.6 毒性物质和感染性物质的危害性

毒性物质是指进入肌体后，会累积达到一定的量，能与体液和肌体组织发生生物化学作用或生物物理学变化，扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起暂时性或持久性的病理改变，甚至危及生命的物质。

具体指标如下：

经口： $LD_{50} \leq 5000 \text{mg/kg}$ (固体), $LD_{50} \leq 500 \text{mg/kg}$ (液体)。

经皮肤： $LD_{50} \leq 1000 \text{mg/kg}$ (24h 接触)

吸入： $LD_{50} \leq 10 \text{mg/kg}$ (粉尘、烟雾、蒸气)

感染性物质是指含有致变的微生物，能引起病态甚至死亡的物质。

案例一：复旦投毒案

2013 年 4 月上海复旦大学上海医学院研究生黄洋遭他人投毒后死亡的案件。犯罪嫌疑人林森浩是受害人黄洋的室友，投毒药品为剧毒化学品 N-二甲基亚硝胺。

案例二：朱令事件

清华大学学生朱令在校期间离奇出现铊中毒的症状，导致身体健康遭到极大的伤害，最后得助于互联网才受到确诊和救治。

2.2.7 放射性物质的危害性

放射性物质：放射性比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$ 的物质。

放射性活度：放射性元素或同位素每秒衰变的原子数，目前放射性活度的国际单位为贝克勒 (Bq)。

放射性比活度：固体放射性物质单位质量中的放射性活度，通常以 MBq/mg 表示。

主要危害

放射性： α 射线，甲种射线； β 射线，乙种射线； γ 射线，丙种射线；中子流。各种射线对人体的危害都很大。

毒性：许多放射性物品毒性很大，不能用化学方法中和，只能设法把放射性物质清除或用适

当的材料予以吸收屏蔽。

2.2.8 腐蚀性物质的危害性

- ✧ 强烈的腐蚀性：化学性质活波，能灼伤人体组织，对金属、动植物体、纤维制品等具有强烈的腐蚀作用。
- ✧ 氧化性：硝酸、硫酸、高氯酸、溴素等，接触木屑、食糖、纱布等可燃物时会发生氧化反应，引起燃烧。
- ✧ 强烈的毒性：氟气、氯气、重铬酸钠等。
- ✧ 易燃性：甲酸、冰醋酸、丙烯酸等。

2.3 危险化学品安全生产信息

2.3.1 化学品安全技术说明书

化学品安全技术说明书（Safety Data Sheet for Chemical Product，SDS）国际上称作化学品安全信息卡，它是包括危险化学品的燃、爆性能，毒性和环境危害，以及安全使用、泄漏应急救援处置、主要理化参数、法律法规等方面信息的综合性文件。

化学品安全技术说明书主要内容			
编号	内容	编号	内容
1	化学品及企业标识	9	理化特性
2	危险性概述	10	稳定性和反应性
3	成分/组成信息	11	毒理学信息
4	急救措施	12	生态学资料
5	消防措施	13	废弃处置
6	泄露应急处理	14	运输信息
7	操作处置与储存	15	法规信息
8	接触控制及个体防护	16	其他信息

样例：苯的安全技术说明书

2.3.2 化学品安全标签

化学品安全标签是指危险化学品在市场上流通时由生产销售单位提供的附在化学品包装上的标签，是向作业人员传递安全信息的一种载体，它用简单、易于理解的文字和图形表述有关化学品的危险特性及其安全处置的注意事项，警示作业人员进行安全操作和处置。

甲 醇

组分: 甲醇:99.0%

危险

高度易燃液体和蒸气, 吞咽会中毒, 皮肤接触会中毒, 吸入会中毒, 对器官造成损害

请参阅化学品安全技术说明书

供应商: 常州合规思远产品安全技术有限公司 电话: 0519-85150306

地址: 常州市新北区通江中路 88 号万达广场 B 座 邮编: 213022

化学事故应急咨询电话: 0532-83889090

【火焰】

适用的危险类别:
易燃气体
烟雾剂/气溶胶
易燃液体
易燃固体
自反应物质和混合物
发火液体/自燃液体
发火固体/自燃固体
自热物质和混合物
遇水放出易燃气体的物质和混合物
有机过氧化物

【感叹号】

适用的危险类别:
急性毒性 (经口/经皮/吸入) (类别4)
皮肤刺激 (类别2)
眼刺激 (类别2A)
皮肤过敏
特异性靶器官毒性 - 一次接触 (类别3)
危害臭氧层

【健康危害】

适用的危险类别:
呼吸过敏
生殖细胞致突变性
致癌性
生殖毒性
特异性靶器官毒性 - 一次接触 (类别1、类别2)
特异性靶器官毒性 - 反复接触
吸入危险

【腐蚀】

适用的危险类别:
金属腐蚀性
皮肤腐蚀性
严重眼损伤

【高压气瓶】

适用的危险类别:
高压气体/压力下气体

【圆圈上方火焰】

适用的危险类别:
氧化性气体
氧化性液体
氧化性固体

【骷髅和交叉骨】

适用的危险类别:
急性毒性 (经口/经皮/吸入) (类别1-类别3)

【爆炸弹】

适用的危险类别:
爆炸物
自反应物质和混合物
有机过氧化物

【环境】

适用的危险类别:
危害水生环境 (急性类别1)
(慢性类别1、类别2)

2.3.2 化学品作业场所安全警示标志

化学品作业场所安全警示标志以文字和图形符号组合的形式,表示化学品在工作场所所具的危险性和安全注意事项,包括化学品标识、理化特性、危险象形图、警示词、危险性说明、防范说明、防范用品说明、资料参阅提示语以及报警电话等要素。

硫酸

CAS号: 7664-93-9

危险

对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。

蒸气或雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜混浊,以致失明;

对环境有危害,对水体和土壤造成污染。

本品助燃,具强腐蚀性、强刺激性,可致人体灼伤

【理化特性】
熔点 (°C): 10.5 沸点 (°C): 330 相对密度 (水=1): 1.83 饱和蒸气压 (kPa): 0.15 (145.8°C)
可腐蚀金属,遇电石、高氯酸盐、重酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、金属粉末等猛烈反应,发生爆炸或燃烧。
与易燃物 (如苯) 和可燃物 (如糖、纤维素等) 接触会发生剧烈反应,甚至引起燃烧。

【预防措施】
密闭操作,注意通风。穿橡胶耐酸碱服,戴橡胶耐酸碱手套。佩戴防护眼镜、防护面罩。操作后彻底清洗身体接触部位。使用本产品时不要进食、饮水或吸烟。禁止释放到环境中。

【事故响应】
皮肤接触: 脱去被污染的衣物,立即用流动的清水彻底冲洗至少15分钟。或用2%碳酸氢钠溶液冲洗后就医。眼睛接触: 立即提起眼睑,用流动清水或生理盐水冲洗至少15分钟。就医。吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸困难时给输氧。给予2-4%碳酸氢钠溶液雾化吸入。就医。食入: 误服者给牛奶、蛋清、植物油等口服,不可催吐。立即就医。火灾时,使用干粉、二氧化碳、砂土;禁止用水。

【安全贮存】
储存于阴凉、通风的库房。库温不超过35°C,相对湿度不超过85%。保持容器密封。应与易 (可) 燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放,切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

【废弃处置】
缓慢加入碱液-石灰水中,并不断搅拌。反应停止后,用大量水冲入废水处理系统。

【个体防护用品】

请参阅化学品安全技术说明书

报警电话: 火警119 医疗救护120 匪警110

2.4 危险化学品的安全储存

2.4.1 危险化学品储存分类

按储存形式分类：a. 整装储存：将物品装于小型容器或包件中；b. 散装储存：不带外包装的净货储存。

按按储存方式分类：a. 隔离储存：物料之间分开一定的距离；b. 隔开储存：用隔板或墙将禁忌物料分开；c. 分离储存：在不同的建筑物或外部区域。

2.4.2 危险化学品安全储存的基本要求

- ✧ 有符合国家标准规定的储存方式、设施：禁忌要求、储存场所通风或湿度调节、采暖、安全设施、危险化学品专用仓库。
- ✧ 仓库的周边防护距离应符合国家标准或者国家有关规定：大中型危险化学品仓库。
- ✧ 有符合储存需要的管理人员和技术人员：仓库工作人员应进行培训，经考核合格后持证上岗。
- ✧ 健全的安全生产管理制度：出入库管理制度、商品养护管理制度、安全防火责任制、动态火源管理制度、剧毒品管理制度、设备安全检查制度、事故调查处理制度。
- ✧ 有相应的危险化学品事故应急救援预案：应急救援人员，必要的应急救援器材、设备，定期组织演练。
- ✧ 符合法律、法规规定和国家标准要求的其他条件：剧毒化学品、压缩气体和液体气体、易燃气体/液体/固体、遇湿易燃物、有毒物品、腐蚀性物品。

2.5 危险化学品的安全运输

2.5.1 一般危险化学品

- ✧ 托运危险物品必须出示有关证明，向指定的铁路、交通、航运等部门办理手续。
- ✧ 危险物品的装卸人员应佩戴相应的防护用品；装卸应轻装轻放，不得损坏包装容器，注意安全标志。
- ✧ 危险品拆卸前，应对车（船）搬运工具进行通风和清扫。
- ✧ 爆炸、剧毒、放射性、易燃液体、可燃气体等物品必须使用符合安全要求的运输工具。
- ✧ 运输爆炸、剧毒和放射性等物品，应指派专人押送，押运人员不得少于 2 人。
- ✧ 运输危险物品的车辆必须保持安全车速、车距，严禁超车、超速和强行会车；在指定的路线和时间运输。
- ✧ 运输易燃易爆品的机动车，排气管应装阻火器，并悬挂“危险品”标志。
- ✧ 蒸汽机车在调车作业中，对装载易燃易爆品的车辆必须挂不少于 2 节的隔离车，并严禁溜放。
- ✧ 运输危险化学品，必须配备必要的应急处理器材和防护用品。
- ✧ 危险化学品运输单位或车辆必须具有有效的危险化学品运输资质。

2.5.1 剧毒化学品

- ✧ 通行证：具有国务院公安部门制定的通行证。
- ✧ 公路运输途中发生意外（被盗、丢失、流散、泄露）等情况时，立即向当地公安机关报告，并采取一切可能的警示措施。
- ✧ 铁路运输：符合《铁路剧毒品运输跟踪管理暂行规定》（铁道部 [2002] 21 号）要求。
- ✧ 水路：禁止利用内河以及其他封闭水域等航运渠道运输剧毒化学品以及国务院交通部门规定禁止运输的其他危险化学品。

2.6 危险化学品的安全包装

2.6.1 包装的作用及分类

作用

- ✧ 可防止被包装的危险品引接触雨雪、阳光、潮湿空气和杂质而使产品变质，或发生剧烈的化学反应而造成事故。
- ✧ 可减少货物在运输过程中所收到的碰撞、震动、摩擦和挤压，使危险品在包装的保护下保持相对稳定，保证运输安全。
- ✧ 可防止货物撒漏、挥发以及与性质相悖的物品直接接触而发生事故或污染运输设备。
- ✧ 便于储运过程中堆垛、搬运、保管，提高运载效率和工作效率。

分类

- ✧ 货物具有较大危险性，包装强度要求高。
- ✧ 货物具有中等危险性，包装强度要求较高。
- ✧ 货物具有的危险性小，包装强度要求一般。

2.6.2 危险化学品安全包装的基本要求

- ✧ 危险化学品的包装物、容器必须由专业生产企业定点生产，并经专业部门检测检验合格。
- ✧ 包装所用材料应与所装危险品的化学性质相适应。
- ✧ 包装封口应与所装危险货物的性质相适应。
- ✧ 内、外包装之间应当衬垫。
- ✧ 包装应具有相应的强度，能经受运输过程中正常的冲撞、震动、挤压和摩擦。
- ✧ 危险品包装应能承受一定范围的温湿度变化，空运包装还应适应高度变化。
- ✧ 包装的外表应有规定的安全标志。
- ✧ 包装的件重、规格和形式应适应运输要求。

2.7 危险化学品使用过程中的安全控制原则

取代：无毒或低毒取代有毒有害，可燃取代易燃。

变更工艺：通过变更生产工艺达到消除或降低化学危害的目的。

隔离：通过封闭、设置屏障等措施，避免作业人员暴露于有害环境中。

通风：降低作业场所中有害气体、蒸气或粉尘的浓度。

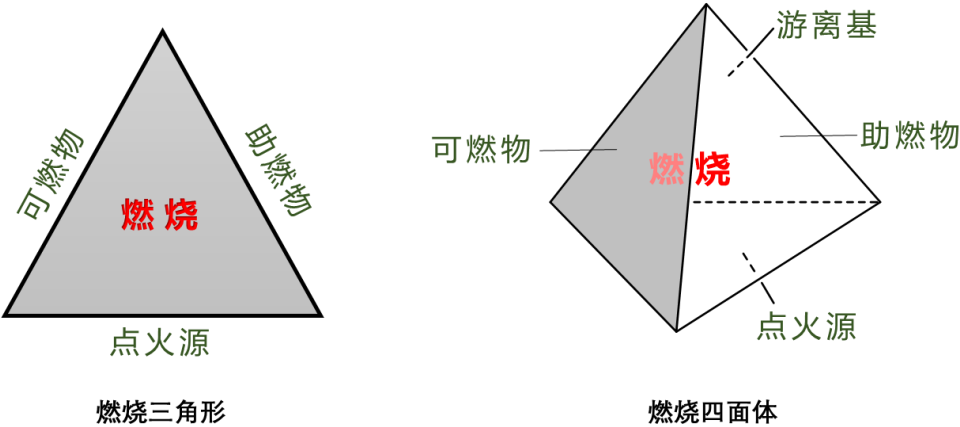
个体防护：阻止有害物质进入人体，头部、呼吸、眼、身体、手足。

卫生：作业场所清洁卫生、作业人员的个人卫生。

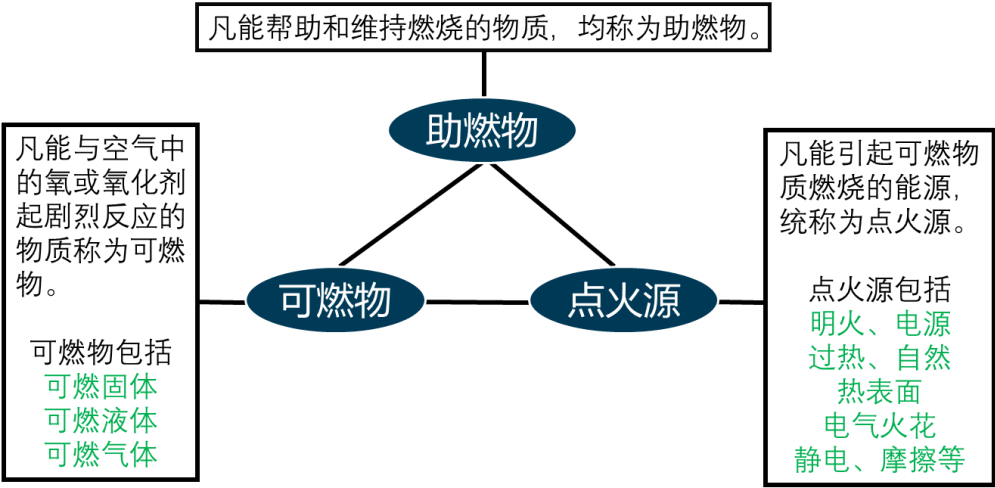
第三章 防火防爆安全技术

3.1 燃烧基础

3.1.1 燃烧概述



3.1.2 燃烧要素



燃烧的条件：可燃物和助燃物达到一定的浓度，点火源具备足够的温度或热量。

3.1.3 燃烧形式

按照可燃物质与助燃物质相态的异同划分

均相燃烧：可燃物与助燃物之间的燃烧反应在同一相中进行，如气体的燃烧。

非均相燃烧：可燃物与助燃物非同相，如固体、液体在空气中燃烧。

可燃气体与助燃气体的燃烧按混合方式划分

混合燃烧：可燃气体与助燃气体预先混合而后进行的燃烧。

扩散燃烧：可燃气体由容器或管道中喷出，与周围的空气（或氧气）互相接触扩散而产生的燃烧。

燃烧反应形式

蒸发燃烧：可燃液体蒸发出的可燃蒸气的燃烧。

分解燃烧：很多固体和不挥发性液体经热分解产生的可燃气体的燃烧，如木材、煤、合成塑料等。

表面燃烧：当可燃固体燃烧至分解不出可燃气体时，便没有火焰，燃烧继续在所剩固体的表面进行，如焦炭、铁、铜等。

3.1.4 燃烧类型

（一）闪燃和闪点

定义：可燃液体表面的蒸气与空气形成的混合气体与火源接近时发生瞬间燃烧，出现一闪即灭的火苗或闪光。这种现象称为闪燃。闪点是产生闪燃现象的最低温度。

原因：液体在闪燃温度下，蒸发速度还不快，蒸发出来的气体仅能维持一刹那的燃烧，而来不及补充新的蒸气以维持稳定的燃烧，因而一闪即灭。

实用意义：a. 判定可燃性物质（特别是液体）火灾危险性大小。b. 划分可燃性物质（特别是液体）火灾危险性类别。c. 选择灭火器的供给强度，也就使灭火器的配置数量。

（二）点燃和着火点

定义：可燃物质在空气充足的条件下，达到一定温度与火源接触即行着火，移去火源后仍能持续燃烧 5min 以上，这种现象称为点燃。点燃的最低温度称为着火点。

实用意义：易燃液体的着火点约高于其闪点 1~5℃。对于闪点在 100℃以下的可燃液体，着火点和闪点之间的差距不大。因此，在没有闪点数据的情况下，也可用着火点表征物质的火险。

（三）自燃和自燃点

分类：

受热自燃：可燃物质在外部热源作用下温度升高，达到其自然点而自行燃烧。

自热自燃：可燃物质在无外部热源的影响下，其内部发生物理、化学变化而产生热量不能及时与外界交换，并不断积累使物质温度上升，达到其自燃点而燃烧。

影响因素：

热量生成速率：氧化热、分解热、聚合热、吸附热、发酵热等过程热与反应速率的积。

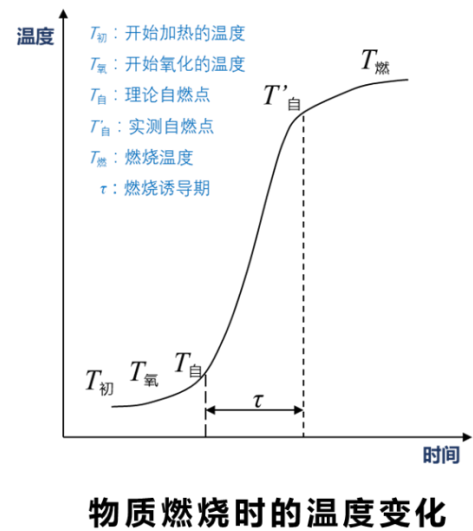
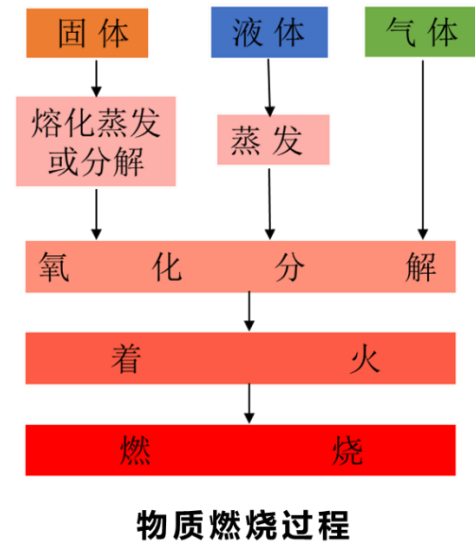
热量积累：保温状况良好，导热率低，可燃物质紧密堆积，中心部分处于绝热状态，热量易于积累而引发自然。

规律：

- 1、压力越高，自燃点越低。
- 2、可燃气体与空气混合，其组成为化学计量比时自燃点最低。
- 3、活性催化剂能降低物质的自燃点，钝性催化剂则提高物质的自燃点。
- 4、可燃性固体经粉碎形成的粒度越小，其自然点越低。
- 5、固体受热分解，产生的气体量越大，自然点越低。
- 6、有机化合物：同系物中自燃点随相对分子量的增加而降低；直链烷烃的自燃点低于其异

构物的自燃点；饱和链烃比相应的不饱和链烃的自燃点 高；芳香族低碳烃的自燃点高于同碳数脂肪烃的自燃点；较低级脂肪酸、酮的自燃点较高；较低级醇类和醋酸酯类的自燃点较低。

3.1.5 燃烧过程



3.1.5 燃烧的特征参数

燃烧温度：可燃物质燃烧所产生的热量在火焰燃烧区域释放出来，火焰温度即是燃烧温度。

燃烧速率

气体

气体燃烧速率：燃烧表面的火焰沿垂直于表面的方向向未燃烧部分传播的速率，取决于物质成分和燃烧方式。

液体：

液体燃烧速率取决于液体的蒸发。其燃烧速率有两种表示方法：

质量速率：指每平方米可燃液体表面，每小时烧掉的液体的质量，单位为 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

直线速率：指每小时烧掉可燃液层的高度，单位为 m/h 。

固体：

固体燃烧速率一般小于可燃液体和可燃气体，取决于两种因素：

(1) 固体物质种类

- a. 萘及其衍生物、三硫化磷、松香等可燃固体，其燃烧过程是受热熔化、蒸发气化、分解氧化、起火燃烧，一般速率较慢；
- b. 硝基化合物、含硝化纤维素的制品等可燃固体，燃烧是分解式的，燃烧剧烈，速度很快。

(2) 燃烧比表面积

燃烧比表面积与体积的比值越大，燃烧速率越大；反之，则燃烧速率越小。

燃烧热

定义：在 25 oC、101KPa 时，1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量。

可燃物质燃烧时所能达到的最高温度、最高压力均与物质的燃烧热有关。

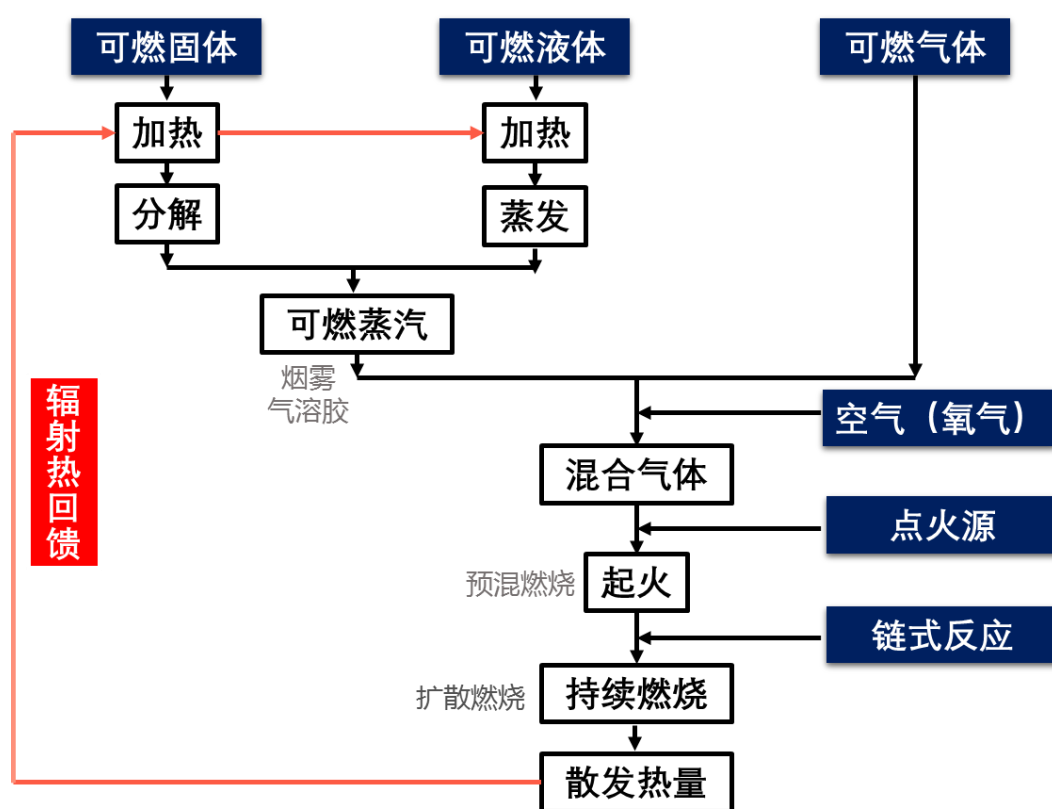
3.2 火灾防治技术

3.2.1 火灾及其发生原因

火灾：凡是超出有效范围的燃烧，或不可控的燃烧。

发生原因：放火、玩火、吸烟、自燃、违反电气安装安全规定、违反安全操作规程、自然原因、违反电气使用安全规定、生活用火不慎、其他原因

3.2.2 火灾产生的机理



3.2.3 火灾产生的特殊燃烧形式

（一）阴燃

定义：阴燃是多种固体物质中发生的持续、有烟、无气相火焰的缓慢燃烧象，是固体材料特有的燃烧形式。

产生条件：

自身条件：固体材料受热分解后能够产生刚性结构的多孔碳，这种碳具备多孔蓄热并使燃烧持续下去；

外部环境：当固体处于空气不流通情况下，且具有供热强度适宜的热源时，就具备了发生阴燃的环境。

常见热源：自然热源、一种阴燃引起另一种阴燃、有焰燃烧熄灭后的阴燃。

阴燃转变为有焰燃烧的条件：阴燃从堆垛内部传播到外部时由于不再缺氧，可转变为有焰燃烧；密闭空间内，因供氧不足，固体材料发生阴燃并产生大量不完全燃烧产物充满空间，当新鲜空气进入，在空间内形成可燃混合气体，发生有焰燃烧或导致爆炸。

（二）轰燃

定义：轰然是室内火灾由局部燃烧瞬间向全面燃烧的转变，转变完成后，室内所有可燃物表面都开始燃烧，是火灾由初期阶段向旺盛阶段转变的最显著特征之一。

产生条件：火灾初期阶段后期，通风条件良好，可燃物数量相当；可燃物热解和气化，可燃气体达到燃烧极限下限；室内温度达到可燃气体燃点。

现象：全室性气相火焰现象，燃烧猛烈，温度升高快

主要热源：热辐射（顶棚下方的热烟气层、室内上部的顶与侧壁所有热表面的辐射、火焰）

（三）烟气回燃

定义：建筑火灾发生一段时间后，由于多种可能造成室内缺氧，烟气中逐渐积累大量可燃气体，当房屋门窗突然破裂空气大量进入时，在烟气层下表面附近发生的非均匀预混气体燃烧的现象。

两种情况：燃烧过程中出现供氧不足，烟气层中含有大量可燃气体组分，一旦获得大量新鲜空气，燃烧强度显著增大，突发猛烈燃烧；火灾尚未达到轰然即被扑灭，可燃材料中的挥发组分未完全析出，可燃物周围的温度仍比环境温度高，会使挥发组分再度析出，一旦获得充分氧气，被扑灭的火场会重新可燃烟气的明火燃烧。

防治措施：a. 控制新鲜空气的后期流入和火灾中禁止启动无防爆措施的电气设备。b. 做好灭火准备，在房间顶棚或墙壁上部打开排烟口将可燃烟气排出，或在打开通风口时，沿开口向房间内喷入水雾，降低烟气浓度。

3.2.4 火灾的发展过程

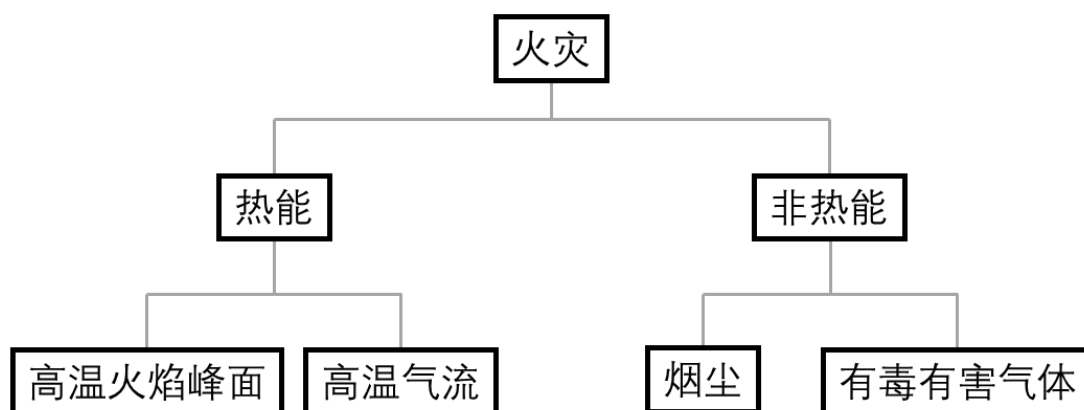
初期阶段：燃烧面积不大，火焰不高，辐射热不强，烟和气体流动缓慢，燃烧速度不快，火灾处于初期阶段，是扑救的最好时期。

发展阶段：随着燃烧时间延长，温度升高，周围的可燃物质或建筑构件迅速加热，气体对流增强，燃烧速度加快，燃烧面积迅速扩大。从灭火角度讲，这是关键阶段。

猛烈阶段：燃烧时间继续延长，燃烧进度不断加快，燃烧面积迅速扩大，燃烧温度急剧上升，气体对流达到最快速度，辐射热最强，建筑构件的承受能力急剧下降。

减弱阶段：火场火势被控制住以后，由于灭火剂的作用或因燃烧材料已烧至殆尽，火势逐渐减弱直到熄灭的过程。

3.2.5 火灾的危害



缺氧：火灾中物体燃烧消耗大量氧气，火场燃烧中产生的大量二氧化碳会降低空气中氧的含量，造成室内缺氧。

火焰：烧伤主要是因为人体与火焰直接接触或者受热辐射引起。

高温：火焰产生的热空气能引起人体烧伤、脱水、呼吸不畅。

毒气：火场中的有毒气体对人体呼吸器官或感觉器官产生刺激，使人窒息或昏迷。

烟：烟迅速蔓延会使受灾者呼吸困难，心率加快，判断力下降。统计表明，火灾中死亡人数大约 80%是由于吸入火灾中燃烧产生的有毒烟气而致死的。

3.2.6 火灾事故等级

特别重大火灾：造成 30 人以上死亡，或者 100 人以上重伤，或者 1 亿元以上直接财产损失。

重大火灾：造成 10 人以上 30 人以下死亡，或者 50 人以上 100 人以下重伤，或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接财产损失。

较大火灾：造成 3 人以上 10 人以下死亡，或者 10 人以上 50 人以下重伤，或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接财产损失。

一般火灾：造成 3 人以下死亡，或者 10 人以下重伤，或者 1000 万元以下直接财产损失。

3.2.7 灭火方法

隔离法：将可燃物与已燃物隔开，使燃烧不能再继续蔓延。

窒息法：消除助燃物（空气中氧气或其它氧化剂）。

冷却法：降低燃烧物的温度于燃点以下，使燃烧停止。

化学反应中断法（抑制法）：抑制火焰，使燃烧过程产生的游离基消失，燃烧的化学反应链中断从而使燃烧停止。

3.2.8 常见灭火剂

水：冷却作用、窒息作用、隔离作用

泡沫灭火剂：隔离作用、窒息作用、冷却作用

干粉灭火剂：抑制作用、窒息作用

二氧化碳灭火剂：窒息作用、冷却作用

七氟丙烷灭火剂：抑制作用、窒息作用

灭火毯、沙土：覆盖火源、阻隔空气

3.2.9 火灾分类及灭火剂

A 类火灾：固体物质火灾，具有有机物性质，燃烧时产生灼热余烬，如木材、棉、麻、毛、纸张火灾等。[水、泡沫、干粉](#)

B 类火灾：液体火灾和可熔化的固体物质火灾，如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡火灾等。[泡沫、二氧化碳、干粉、七氟丙烷](#)

C 类火灾：气体火灾，如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气火灾等。[干粉、水、七氟丙烷](#)

D 类火灾：金属火灾，如钾、钠、镁、钛、锆、锂、铝镁合金火灾等。[特种石墨干粉、7150 灭火剂、沙土](#)

E 类火灾：电气火灾，所有通电设备燃烧的火灾，如电机、电器设备等。[二氧化碳、干粉、七氟丙烷](#)

F 类火灾：烹饪器具内的烹饪物火灾，如动植物油脂。[厨房专用水雾灭火器](#)

3.2.10 火场逃生

火场逃生十三诀：	逃生预演，临危不乱	熟悉环境，暗记出口	通道出口，畅通无阻
	扑灭小火，惠及他人	不入险地，不贪财物	简易防护，蒙鼻匍匐
	善用通道，莫入电梯	缓降逃生，滑绳自救	避难场所，固守待援
	缓晃轻抛，寻求援助	火已及身，切勿惊跑	跳楼有术，虽损求生
	保持镇静，明辨方向，迅速撤离		

3.3 爆炸基础

3.3.1 基本概念

定义：某一物质系统在短时间内以机械功等形式释放出大量能量的现象；物质能量短时间内的急剧释放。

内部特征：爆炸产生的大量气体和能量在有限空间内突然释放或急剧转化，并在短时间内在有限体积内积聚，造成高温高压。

外部特征：爆炸介质在压力作用下对周围物体形成急剧突越压力的冲击，或者造成机械性破坏效应，以及周围介质受振动而产生的声响等多种效应。

主要特征：压力的急剧上升

3.3.2 爆炸分类

（一）按爆炸能量来源分类

[物理爆炸](#)

概念：由物理因素（如温度、体积、压力）变化而引起的爆炸现象。

特点：密闭或者半封闭的条件下。

实例：蒸汽锅炉爆炸、压力容器及气瓶的爆炸、高压电流通过细金属丝所引起的爆炸。

化学爆炸

概念：物质在短时间内完成剧烈的化学变化形成其他物质，产生大量气体和能量的现象。

要素：放热性、高速性、必须形成气体物质。

实例：炸药的爆炸，可燃气体、蒸气或者粉尘与空气混合物的爆炸等。

核爆炸

概念：某些物质的原子核发生裂变反应或聚变反应，瞬间放出大量能量而形成的爆炸现象。

表现：能量集中，爆炸能量密度大；伴随有大量热辐射和强光；造成区域性长时间放射性污染。

实例：原子弹爆炸、氢弹爆炸

（二）按爆炸反应的相分类

气相爆炸

气体混合爆炸：可燃性气体和助燃性气体混合物的爆炸（天然气爆炸、油气爆炸）。

气体分解爆炸：单一气体由于分解反应产生大量的反应热而引起的爆炸（乙炔、乙烯、氯乙炔）。

液相爆炸

凝聚相爆炸（TNT 炸药爆炸）。

离散相爆炸（面粉、木尘、煤尘等可燃性粉尘的爆炸）。

导线爆炸：有过载电流流过时，导线过热，金属迅速汽化而引起的爆炸。

固相爆炸

不同液体混合发生的爆炸（硝酸与油脂的混合物爆炸）。

空气中易燃液体被喷成雾状物在剧烈燃烧时引起的爆炸（油压机喷出的油珠、喷气作业引起的爆炸）。

多相爆炸

两种及以上相混合发生的爆炸（煤矿巷道内瓦斯与煤尘的混合爆炸、燃料空气炸药）。

（三）按爆炸传播速度分类

爆燃

物质爆炸时的燃烧速度为每秒数米，爆炸时无多大破坏力，声响也不太大。如无烟火药在空气中的快速燃烧，可燃气体混合物在接近爆炸浓度上限或下限时的爆炸属于此类。

爆炸

物质爆炸时的燃烧速度为每秒十几米至数百米，爆炸时能在爆炸点引起压力激增，有较大的破坏力，有震耳的声响。可燃性气体混合物在多数情况下的爆炸，以及火药遇火源引起的爆炸等属于此类。

爆轰

物质爆炸时的燃烧速度为每秒数千米以上。发生爆轰时能在爆炸点引起极高压力，并产生超

音速的“冲击波”。各种处于部分或全部封闭状态下的炸药爆炸；可燃气体混合物处于特定的浓度范围内或处于高压下的爆炸。

3.3.3 气体爆炸

发生机理

热点火理论

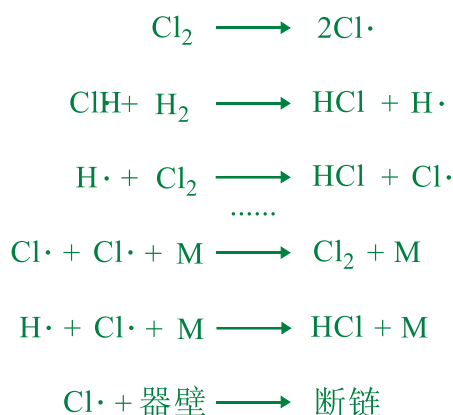
概念：物质因自然而引起着火，从阴燃到明燃甚至发生爆炸的现象，称为热爆炸或热自然。

过程：热爆炸是一个从缓慢氧化放热反应突然变为快速燃烧反应的过程，当反应系统中放热速率超过热损失速率时，热积累使反应物自动加热，反应过程不断自动加速，直至反生爆炸。

链式反应机理

概念：某些可燃气体在受到外界热、光等激发时，分子链被击破发生离解形成游离基，再与原始混合气体发生一系列链式反应生成最终产物，并释放出反应热，这种使活化中间产物再生的反应称为链式反应。

过程：链引发（游离基生成，链式反应开始）；链传递（游离基与原始反应物作用生成稳定化合物，并产生新的游离基）；链终止（游离基消失，链式反应终止）。



本质：由于化学反应热快速释放，导致压力急剧升高而引起爆炸。

（一）混合爆炸

定义：可燃气体与空气混合物爆炸，是可燃气体在空气中迅速燃烧引起压力急剧升高的过程。

形成过程：当可燃气体或液体蒸气意外泄漏到大气中后，如果遇到火源则被点燃起火；如果泄露时没有立即遇到火源，而是与空气预混后再遇到火源，则会发生气体混合爆炸。

特性参数：

- 气体点火特性表征参数：参数值越小，气体爆炸感度越高，越易发生爆炸。闪点、引燃温度、最小点火能量、最小点燃电流、爆炸极限、最大实验安全间隙等。
- 气体爆炸效应表征参数：参数值越大，气体爆炸越猛烈，爆炸破坏力越大。燃烧速度、爆炸指数等。

（一）混合爆炸--爆炸极限

爆炸极限：可燃物质（可燃气体、蒸气和粉尘）与空气（或氧气）必须在一定的浓度范围内

均匀混合，形成预混气，遇到火源才会发生爆炸，这个浓度范围称为爆炸极限。

爆炸上限：可燃气体与空气组成的混合气体遇火源即能发生爆炸的可燃气体最高浓度。

爆炸下限：可燃气体与空气组成的混合气体遇火源即能发生爆炸的可燃气体最低浓度。

爆炸极限范围越宽、爆炸下限越低和爆炸上限越高时，爆炸危险性越大。

影响因素：

- a. 初始温度：混合爆炸气体的初始温度升高，活化分子增加，分子和原子的动能也增加，使活化分子具有更大的冲击能量，爆炸反应容易进行，使原来低于爆炸下限或高于爆炸上限而不能使火焰蔓延的混合物浓度变成可以使火焰蔓延的浓度，从而扩大爆炸极限范围，爆炸危险性增加。
- b. 初始压力：系统初始压力增大，使分子间距离更为接近，碰撞几率增高，使燃烧反应更易进行，故爆炸极限范围扩大。压力降低，则爆炸极限范围缩小，当压力降至一定值时，上限与下限重合，此时对应的压力称为混合系的临界压力。压力降至临界压力以下，系统通常不会构成爆炸系统。
- c. 惰性气体含量：混合气体中加入惰性气体，使可燃气体的分子和氧分子隔离，它们之间形成一层不燃烧的屏障，而当氧分子冲击惰性气体时，活化分子失去活化能，使反应链中断。随着混合气体中惰性气体量增加，爆炸极限范围缩小，惰性气体浓度提高到某一数值，混合气体就不能爆炸。
- d. 爆炸空间大小：容器、管子直径越小，火焰在其中越难传播，爆炸极限范围越小。当管径（火焰通道）小到一定程度时，单位体积火焰所对应的固体冷却表面散出的热量会大于产生的热量，火焰便会中断熄灭。火焰不能传播的最大管径称为该混合气体的临界直径。
- e. 点火参数：当点火源的活化能量越大，加热面积越大，作用时间越长，爆炸极限范围也越大。

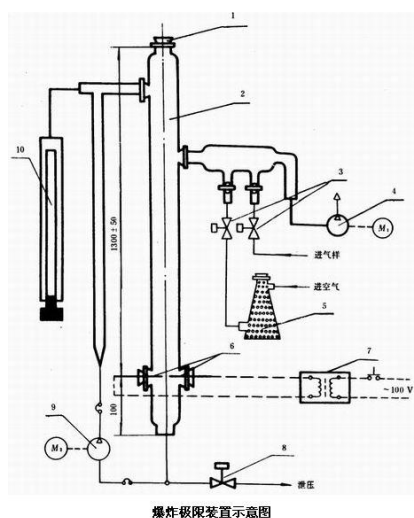
实际意义：

- a. 可用来评价可燃气体和可燃体燃爆危险性的大小，作为可燃气体分级和确定其火灾危险性的标准。一般把爆炸下限 $<10\%$ 的可燃气体划分为一级可燃气体，其火灾危险性列为甲类。
- b. 可作为设计的依据。如确定建筑物的耐火等级，设计厂房避风系统、防爆电器原选型等，都需要知道该场所可燃气体（蒸汽）的爆炸极限。
- c. 可作为制定安全生产操作规程的依据。在生产和使用可燃气体和液体的场所，应根据其燃爆危险性及其他理化性质，采取相应的防爆措施，以保证生产场所可燃气体（蒸汽）浓度严格控制在爆炸下限以下。

获取途径：查资料、测试、用经验公式计算

- a. 爆炸极限测试

试验装置



爆炸极限装置示意图

1-安全塞; 2-反应管; 3-电磁阀; 4-真空泵; 5-干燥瓶; 6-放电电极;

7-电压互感器; 8-泄压电磁阀; 9-搅拌泵; 10-压力计; M1、M2-电动机

主要由反应管、点火装置、搅拌装置、真空泵、压力计、电磁阀等组成。装置的主要部分是一个用硬质玻璃为材质的反应管，管长 $1400 \pm 50\text{mm}$ ，管内径 $\phi 60 \pm 5\text{mm}$ ，管壁厚不小于 2mm ，管底部装有通径不小于 $\phi 25\text{mm}$ 泄压阀。装置安放在可升温至 50°C 的恒温箱内。恒温箱前后各有双层门，一层为普通玻璃，一层为有机玻璃，用以观察实验并起保护作用。

试验步骤

先检查装置的密闭性，将装置抽真空至不大于 668Pa(5mmHg)的真空度，然后停泵。经 5min 压力计压力下降不大于 267Pa(2mmHg)，认为真空度符合要求。按分压法进行混合气配制，为了使反应管内可燃气体在空气中均匀分布，配好气后利用无油搅拌泵搅拌 5~10min，停止搅拌，然后打开反应管底部泄压阀进行点火，并观察火焰是否传至管顶。点火时恒温箱的有机玻璃门应处在关闭状态。

每次试验后要用湿度低于 30% 的清洁空气冲洗试验装置，反应管壁及点火电极若有污染应清洗。用渐近法通过测试寻找极限值，如果在同样条件下进行三次试验，点火后火焰均未传至管顶，则可改变进样量，进行下一个浓度的试验。测爆炸下限时样品增加量每次不大于 10%，测爆炸上限时样品减少量，每次不小于 2%。新组装的测定装置应做 10 次左右的试验再进行正式测定。

测试结果计算

通过实验找到最接近的火焰传播和不传播两点的体积分数，并按下式计算爆炸极限值。

$$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2)$$

式中: ϕ ——爆炸极限; ϕ_1 ——传播体积分数; ϕ_2 ——不传播体积分数。

注:反应管内可燃气体与空气混合后被电火花点燃,形成火焰面并燃烧至管顶定为传播,

如未燃烧至管顶定为不传播。

b. 可燃气体爆炸极限计算

根据完全燃烧反应所需的氧原子数计算爆炸极限

$$L_{\text{下}} = \frac{100\%}{4.76(N-1)+1}$$

$$L_{\text{上}} = \frac{4 \times 100\%}{4.76N+4}$$

$L_{\text{下}}$ —爆炸下限；

$L_{\text{上}}$ —爆炸上限；

N —每摩尔可燃气体完全燃烧所需的氧原子数。

利用理论混合比计算爆炸极限

$$L_{\text{下}} = 0.55C_0$$

$$L_{\text{上}} = 4.8\sqrt{C_0}$$

C_0 —可燃气体与空气混合完全燃烧时的浓度。

$C_0 = 20.9 / (0.209 + n_0)$ ， n_0 —可燃气体完全燃烧时所需氧分子数。

根据脂肪族化合物的含碳原子数计算爆炸极限

$$\frac{1}{L_{\text{下}}} = 0.1347n + 0.04343$$

$$\frac{1}{L_{\text{上}}} = 0.01337n + 0.05151$$

n ——脂肪族碳氢化合物含碳原子数

多种可燃气体混合物的爆炸极限计算

$$L_m = \frac{100}{\frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \dots} \%$$

L_m —多组分混合可燃气体的爆炸极限，%；

L_1 、 L_2 、 L_3 —各组分的爆炸极限，%；

V_1 、 V_2 、 V_3 —各组分在混合气体中的浓度，%；

其中 $V_1 + V_2 + V_3 + \dots = 100\%$

（二）分解爆炸

定义：某些气体在加压时发生分解反应，产生大量热量，并可能导致自身爆炸，这种爆炸称为气体分解爆炸。

条件：

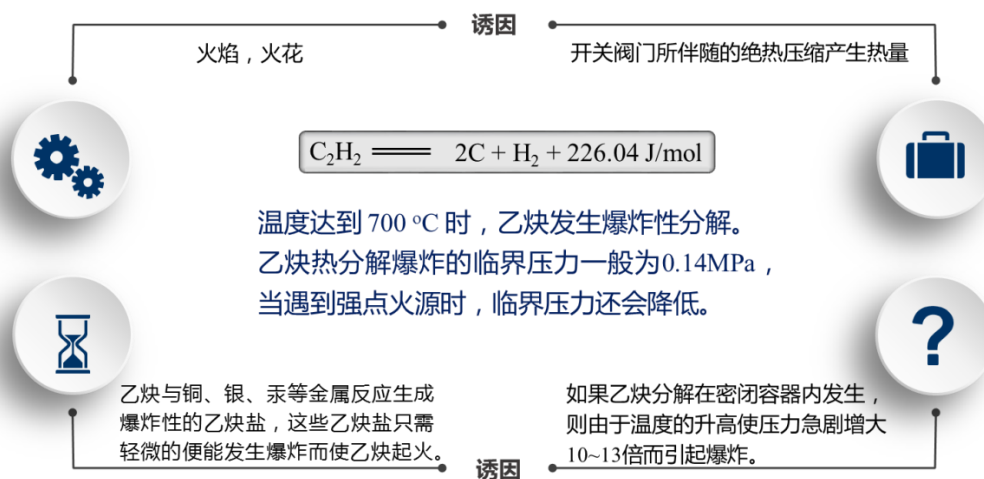
- 气体必须是分解性气体，即气体本身能发生分解，而且分解放热比较多。一般说来，分解热在 80 千焦/摩尔以上的气体可能发生分解爆炸。这是由气体的化学组成所决定的。
- 需要一定的压力。每一种分解爆炸性气体都有一临界压力，低于这个压力，一般不会发生分解爆炸；高于临界压力，压力越高，分解爆炸的危险性越大。
- 要有点火源（初始能量）。各种分解爆炸性气体的最小发火能不同。同一种气体的最小

发火能随压力的升高而降低。最小发火能越低，气体发生分解爆炸的危险性越大。

乙炔、乙烯、环氧乙烷、臭氧、联氨、丙二烯、甲基乙炔

乙烯基乙炔、一氧化氮、二氧化氮、氰化氢、四氟乙烯

实例：乙炔分解爆炸



3.3.4 粉尘爆炸

定义

粉尘爆炸是指悬浮于空气中的可燃粉尘触及明火或电火花等火源时发生的爆炸现象。粉尘爆炸在爆炸极限范围内，遇到热源，火焰瞬间传播于整个混合粉尘空间，化学反应速度快，同时释放大量的热，形成高温高压，系统的能量转化为机械能以及光和热的辐射，具有很强的破坏力。

分类

凡是呈细粉状态的固体物质均称为粉尘。

可燃性粉尘：能燃烧和爆炸的粉尘；

悬浮粉尘：浮在空气中的粉尘；

沉积粉尘：沉降在固体器壁上的粉尘。

可燃粉尘

镁粉、铝粉、锌粉：金属粉尘

染料中间体、橡胶、塑料：合成材料粉尘

木粉、纸粉：植物纤维粉尘

煤粉、焦炭：矿物粉尘

骨粉、鱼粉：动物粉尘

烟草、棉、麻、面粉：农副产品粉尘

基本条件

可燃粉尘悬浮在空气中，形成粉尘云；

可燃粉尘云的浓度处在爆炸浓度极限范围内；

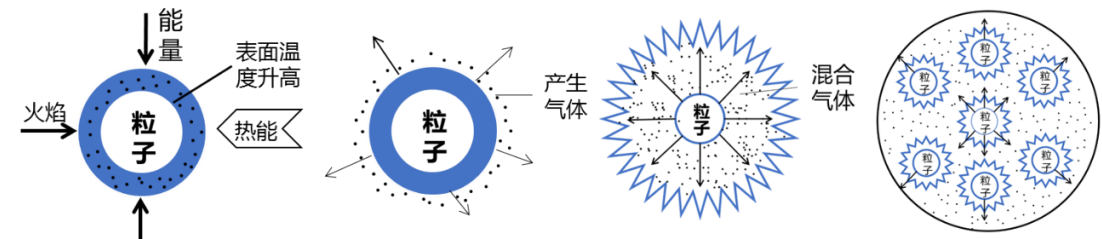
粉尘云中要有充足的氧或其他氧化剂；
有爆炸所需的点火源。

发展进程

第一步：接受热源能量的粉尘粒子表面温度迅速提高，使其迅速分解或干馏，产生的可燃气体释放到粒子的周围气相中。

第二步：可燃气体与空气的混合物随后被火源引燃而发生有焰燃烧。这种燃烧开始通常在局部产生，燃烧热通过辐射传递和对流传递使火焰传播、扩散下去。

第三步：火焰在传播过程中，产生的热量促使越来越多的粉尘粒子分解或干馏，释放出越来越多的可燃气体，使燃烧循环逐次加快进行下去，最终导致粉尘爆炸。



影响因素

影响粉尘爆炸的主要因素

内在因素		外在因素
物理因素	化学因素	
粒度大小及分布	燃烧热	气流运动状态
浓度	燃烧速度	氧气浓度
粒子形状及表面状态	化学组成与性质	可燃气体浓度
粒子比热容	--	惰性气体浓度
热传导率	--	阻燃性粉尘浓度和灰分
粒子带电性	--	含水量（环境湿度）
粒子凝聚特性	--	点火源状态

- a. 氧含量：粉尘爆炸体系是一个缺氧体系，气相中氧含量增加，粉尘的爆炸下限浓度降低，上限浓度增高，爆炸范围扩大。在纯氧中爆炸下限浓度只有空气中的 1/4~1/3，而能发生爆炸的最大颗粒尺寸则增大到空气中的 5 倍。
- b. 粉尘的化学组分及性质：a. 燃烧热较大的粉尘，爆炸性强；粉尘中含有的挥发分越多，越易爆炸；粉尘中含有的灰分越多，则爆炸性减弱；粉尘自身是否易于热分解及产生烷烃气体的挥发速度，对爆炸危险性也有影响。
- c. 含水量：水分使粉尘的凝聚性增强，致使粉尘浓度降低；水分蒸发吸收热能，使热量不易积聚，降低粉尘升温速度；水蒸汽产生导致氧含量降低；含水量增高会使最低起爆能增高。

- d. 粒度及其分布：粉尘粒度越细越易飞扬，且粒度细的粉尘比表面积大，表面活性大，爆炸性强。
- e. 粒子形状和表面状态：扁平状粒子爆炸危险性最大，针状粒子次之，球形粒子最小。粒子表面新鲜，暴露时间短，则爆炸危险性高。
- f. 可燃气体含量：可燃气体的存在使粉尘爆炸下限浓度下降，最小点燃能量也下降，增加了粉尘爆炸的危险性。
- g. 点火能量：随着火源的能量强弱不同，粉尘爆炸下限有 2~3 倍的变化，火源能量大时，爆炸下限较低。

3.3.5 粉尘爆炸与混合气体爆炸的差异

爆炸起因及条件

- a. 粉尘爆炸和气体爆炸都具备燃烧的基本三要素，但气体爆炸不仅仅只有化学爆炸，还具有物理爆炸。
- b. 粉尘爆炸需要五要素，即必须在密闭空间和形成粉尘云，而气体爆炸不需要密闭的空间。
- c. 气体爆炸和粉尘爆炸都需要在一定的浓度下才能发生爆炸，即都具有反应上限和反应下限。
- d. 气体爆炸和粉尘爆炸对于点火源的敏感程度的不同。气体对于火源更加敏感。

爆炸后果及危害

- a. 粉尘密度比气体大，且燃烧时间长，因此爆炸时能量密度也大，粉尘爆炸造成的破坏也较严重。
- b. 粉尘发生爆炸时，燃烧粒子有可能飞出，飞到可燃物或人体上会使可燃物局部严重炭化或人体严重烧伤。
- c. 粉尘爆炸产生的冲击波吹起积聚在地面或其它表面的粉尘使其悬浮在空气中，引起二次爆炸，甚至三次爆炸。而气体爆炸很少有二次爆炸。
- d. 粉尘爆炸中伴随着不完全燃烧，燃烧气体中含有大量的 CO 气体，所以会引起人员中毒。而气体爆炸主要是冲击波对人的伤害。

3.4 爆炸预防技术

3.4.1 控制工艺参数

采用火灾爆炸危险性低的工艺和物料

- ✧ 以不燃或难燃材料取代可燃材料
- ✧ 采用高闪点的溶剂以减少挥发
- ✧ 用负压低温蒸发取代加热蒸发
- ✧ 降低操作温度

工艺过程中的投料控制

- ✧ 控制工艺投料量

- ✧ 控制生产现场易燃易爆物品的存放量
- ✧ 保持适当和均衡的投料速度，加热速度不能超过设备的传热能力
- ✧ 严格控制反应物料的配比
- ✧ 投料顺序和控制原料纯度

温度控制

- ✧ 控制反应热量
- ✧ 防止搅拌中断而导致局部热量积蓄
- ✧ 正确选择传热介质
- ✧ 避免急速的直接加热方式

防止物料漏失

- ✧ 生产、输送、贮存易燃物料过程中，物料的跑、冒、滴、漏导致可燃气体或液体的扩散，造成爆炸事故
- ✧ 各种原因造成的各种停车事故，都可能导致温升发生爆炸

3.4.2 防止形成爆炸性混合物

（一）加强密闭

目的

使生产设备和容器尽可能密闭，防止可燃气体、蒸汽机粉尘与空气形成爆炸性混合物。

注意事项

- ✧ 对于具有压力的设备，应防止气体或粉尘逸出与空气混合形成爆炸性混合物；
- ✧ 对于真空设备，应防止空气流入设备内部达到爆炸浓度。
- ✧ 开口的容器、破损的铁桶、容积较大没有保护的玻璃瓶不允许储存易燃液体；
- ✧ 不耐压的容器不能储存压缩气体和加压液体。

具体操作

- ✧ 加压或加压设备：在投产前和运行过程中定期检查密闭性和耐压程度。
- ✧ 接触氧化剂的传动装置：定期清洗传动装置，及时更换润滑剂。

设备要求

- ✧ 危险设备及系统应尽量少用法兰连接；
- ✧ 输送可燃气体、液体的应采用无缝钢管；
- ✧ 盛装腐蚀性介质的容器，底部尽可能不装开关和阀门，腐蚀性液体应从顶部抽吸排除；
- ✧ 如设备本身不能密封，可采用液封、负压操作，以防止可燃气体逸出。

（二）通风排气

目的：保证易燃易爆物质在厂房生产环境里不超过最高容许浓度。

要求：当泄露物仅是易燃易爆物质，在车间内的容许浓度根据爆炸极限而定，一般应低

于爆炸下限的 1/4；既易燃易爆又有毒性的物质，其容许浓度只能从毒性的最高容许浓度来确定。

分类：a. 按动力分：机械通风和自然通风；b. 按作用范围分：局部通风和全面通风。

注意事项：

- ✧ 有火灾爆炸危险的产房的通风，由于空气中含有易燃易爆气体，所以通风气体不能循环使用，送风系统应送入较纯净的空气。
- ✧ 通风机室设在厂房里，应有防爆隔离措施。
- ✧ 输送温度超过 80℃ 的空气或其他气体及易燃易爆气体、粉尘的通风设备，应用非燃烧材料制成。
- ✧ 空气中含有易燃易爆危险物品的产房，应采用不产生火花的风机和调节设备。
- ✧ 对局部通风应注意气体或蒸汽的密度，密度比空气大的要防止可能在低洼处积聚，比空气小的要防止在高空死角上积聚。
- ✧ 设备的一切排气管都应伸出屋外，高出附近屋顶，不应造成负压也不应堵塞。

（三）惰化防爆

定义：惰化防爆是一种通过控制可燃混合物中氧气的浓度来防止爆炸的技术。向可燃气体与空气混合物或可燃粉尘与空气混合物中加入一定的惰化介质，使混合物中的氧浓度低于其发生爆炸所允许的最大含量，避免发生爆炸。

类型：

- a. 降温缓燃型：不参与燃烧反应，主要作用是吸收燃烧反应热的一部分，从而使燃烧反应温度急剧降低，当温度降至维持燃烧所需的极限温度以下时，燃烧反应停止。氩气、氮气、二氧化碳、水蒸气和矿岩粉类固体粉末等。
- b. 化学抑制型：利用其分子或分解产物与燃烧反应活化基因（原子态氢和氧）及中间游离基团发生反应，使之转化为稳定化合物，从而导致燃烧过程连锁反应中断，使燃烧反应传播停止。卤代烃、卤素衍生物、碱金属盐类以及盐类化学干粉。

惰性防爆技术的使用场合与使用方法

使用场合	使用方法
易燃易爆固体的破碎、研磨、筛分、混合、输送	可在惰性气体覆盖下进行，如粉煤制备系统的充氧保护
易燃易爆物质的储存、运输过程	若条件允许，可加入惰性气体隔绝空气，或于周围设备固定惰性气体网点
有火灾危险的工艺装置	在装置附近设惰性气体接头
在火灾爆炸场所，可能产生火花的电气、仪表装置	向内部充惰性气体
易燃易爆物资设备、储罐和管道等检修动火前，工艺装置、设备、管道、储罐使用前	用惰性气体置换

3.4.3 隔离储存

形成爆炸性混合物的物质

序号	形成爆炸性混合物的物质	序号	形成爆炸性混合物的物质
1	氯酸盐、硝酸盐与磷、硫、镁、铝、锌等易燃固体粉末以及脂类等有机物	16	氯与氮、乙炔与氯、乙炔与二倍容积的氯甲烷与氯等加上光照
2	过氯酸或其他盐类与乙醇等有机物	17	重铬酸铵与有机物
3	过氯酸盐或氯酸盐与硫酸	18	联苯胺与漂白粉（135℃）
4	过氧化物与镁、锌、铝等粉末	19	松脂与碘、醚、氯化氮或氟化氮
5	过氧化二苯甲酰和氯仿等有机物	20	氟化铵与松节油、橡胶、油脂、磷、氨、硒
6	过氧化氢与丙酮	21	环戊二烯与硫酸、硝酸
7	次氯酸钙与有机物	22	虫胶（46%）与乙醇 140℃
8	氢与氟、臭氧、氧、氧化亚氮、氯	23	乙炔与铜、银、汞盐
9	氨与氯、碘	24	二氧化氮与很多有机物的蒸汽
10	液态空气、液态氧与有机物	25	氯化氢（光照时）
11	三乙基铝、钾、钠、碳化铀、氯磺酸遇水	26	硝酸铵、硝酸钾、硝酸钠与有机物
12	氯酸盐与硫化物	27	高氯酸钾与可燃物
13	硝酸钾与醋酸钠	28	黄磷与氧化剂
14	氟化钾与硝酸盐、氯酸盐、氯、高氯酸盐供热	29	氯酸钾与有机可燃物
15	硝酸盐与氯化亚锡	30	硝酸与二硫化碳、松节油、乙醇及其他物质

混合接触后能引起燃烧的物质

序号	混合接触后能引起燃烧的物质	序号	混合接触后能引起燃烧的物质
1	溴与磷、锌粉、煤粉	4	高温金属屑与油性织物
2	浓硫酸、浓硝酸与木材、织物等	5	过氧化钠与醋酸、甲醇、丙酮、乙二醇等
3	王水与有机物	6	硝酸铵与亚硝酸钠

危险物品共同储存的规则

组别	物品名称	储存规则	备注
1	爆炸物品 苦味酸、TNT、火棉、硝酸甘油、硝酸铵炸药、雷汞等	不准与其他任何种类的物品共储，必须单独隔离储存	起爆药，如雷管等必须与炸药隔离储存
2	易燃液体及可燃液体 汽油、苯、二硫化碳、丙酮、乙醚、甲苯、乙醇、醋酸、脂类、喷漆、煤油、松节油、樟脑油等	不准与其他种类的物品共同储存	如果数量甚少，允许与固体易燃物品隔开后备共同储存
3	易燃气体 乙炔、氢、氯甲烷、硫化氢、氨等	除惰性不燃气体外，不准与其他种类物品共同储存	
	惰性不燃气体 氮、二氧化碳、氟利安、二氧化硫等	除易燃气体和助燃气体、氧化剂中能形成爆炸性混合物的物品和有毒物品外，不准与其他物品共同储存	
	助燃气体 氧、压缩空气、氟、氯	除惰性不燃气体和有毒气体外，不准与其他物品共同储存	氯有毒害性
4	遇水或空气能自燃的物品 钠、钾、电石、磷化钙、锌粉、铝粉、黄磷等	不准与其他种类的物品共同储存	钾、钠必须浸入煤油中，黄磷需浸入水中储存，均单独隔离储存
5	易燃固体 赛璐珞、胶片、赤磷、萘、樟脑、硫磺、火柴等	不准与其他种类的物品共同储存	赛璐珞胶片、火柴均须单独隔离储存
6	氧化剂 能形成爆炸性混合物的物品——氯酸钾、氯酸钠、硝酸钾、硝酸钡、次氯酸钙、亚硝酸钠、过氧化钡、过氧化钠、过氧化氢（30%）等	除压缩气体和压缩气体中惰性气体外，不准与其他种类的物品共同储存	过氧化物遇水有发热爆炸危险，应单独储存；过氧化氢应储存在阴凉处所
	能引起燃烧的物品 溴、硝酸、硫酸、铬酸、高锰酸钾、重铬酸钾等	不准与其他种类的物品共同储存	与氧化剂能形成爆炸混合物的物品也应隔离
7	有毒物品 光气、氰化钾、氰化钠、五氧化二砷等	除惰性气体外，不准与其他种类物品共同储存	

3.4.4 控制点火源

- a. 对明火及高温表面的控制
- b. 对摩擦与撞击火花的控制
- c. 对静电火花的控制
- d. 对自燃发热的控制
- e. 对其他火源的控制

3.4.5 监控报警

爆炸事故预防检测系统

信号报警系统：信号报警装置用以出现危险状况时发出警告，以便及时采取措施消除隐患。在信号报警系统中，发出的信号常以声、光、数字显示。当检测仪表测定的温度、压力、可燃气体浓度、液位等超过控制指标时，警报系统即发出报警信号。

安全联锁装置：安全联锁装置是将检测仪器和生产设施按照预先设定的参数和程序连接起来；当检测出的参数超过额定范围时，生产设施就自动停止作业程序，达到安全生产的目的。

保险装置：当信号装置指示出已经发生异常情况或故障时，保险装置自动采取措施消除不正常状态和扑救危险状态。

监测系统（信号报警系统）

爆炸性气体浓度检测仪表：按工作原理可分为热催化、热导性、气敏性；按可测浓度区段可分为 LEL 级爆炸下限浓度、10-6 级低浓度污染段、（V）100%级全浓度段。

固定式报警器：自动监视生产场所的气样浓度，在气样浓度达到预设报警值时，发出可视或可听报警信号。传感器、采样泵、显示器、视听报警部件、自检控制器、供电电源。

监测网络：一个完整的监测网络通常由传感器、信号显示器、信号处理器、视听报警器、安全控制器、存贮记录仪、自检系统和电源等组成。

3.5 爆炸控制技术

定义：爆炸控制是指在爆炸事故发生之后采取措施控制爆炸冲击波、火焰传播等致灾因素的传播，目的是减小其危害和控制次生衍生灾害的发生。

方式：

隔爆：通过某些隔离措施防止火焰窜入装有可燃混合物的设备或装置中。

机械隔爆：依靠某些固体或液体物质阻止火焰的传播，主要有工业阻火器、主动式隔爆装置和被动式隔爆装置。

化学隔爆：通过释放某些化学物质来阻挡火焰的传播。

抑爆：在火焰传播显著加速的初期通过喷洒抑制剂来抑制爆炸的作用范围及猛烈程度。

原理：抑爆系统由爆炸信号探测器、爆炸抑制器和控制器三部分组成，当高灵敏度传感器探测到爆炸发生瞬间的危险信号后，通过控制器启动爆炸抑制器，迅速把爆炸抑制器中的抑制剂喷入被保护的设备内，将火焰扑灭，从而抑制爆炸的进一步发展。

常用抑爆剂：卤代烷抑爆剂、粉末抑爆剂、水系抑爆剂、混合抑爆剂

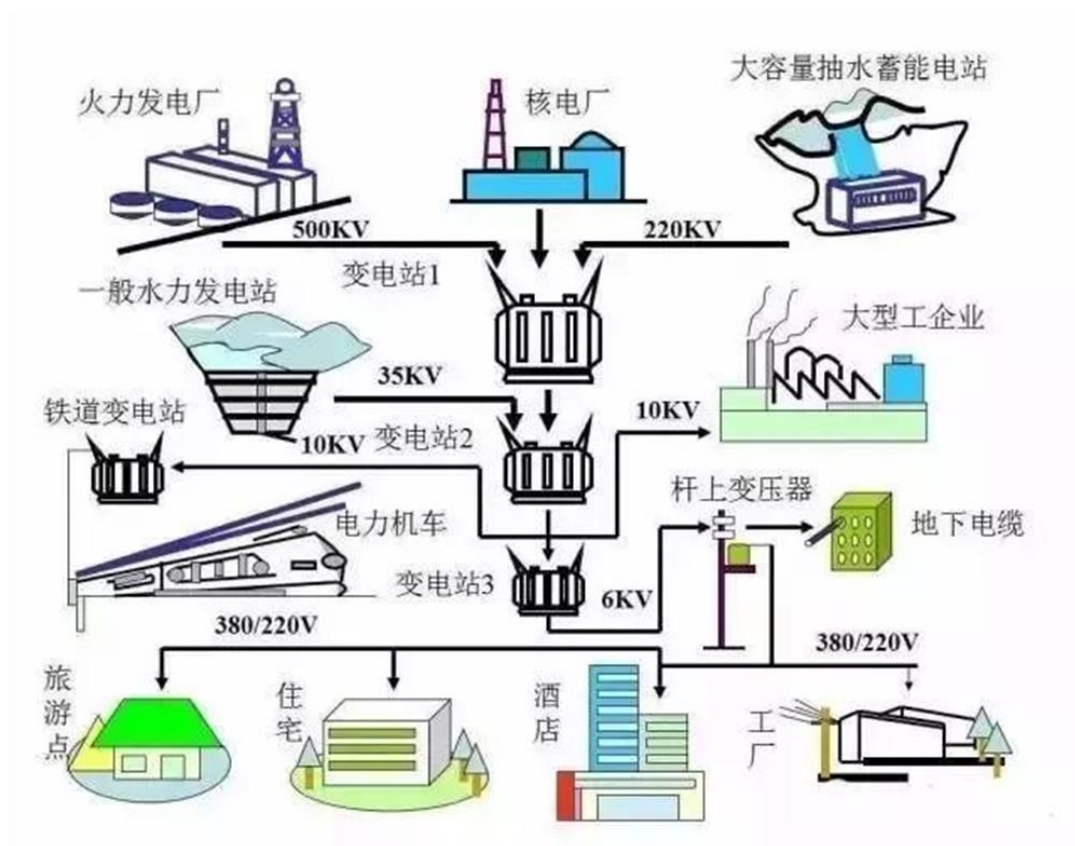
泄爆：在爆炸初始或扩展阶段，将高温高压燃烧爆炸物和未燃物通过强度最低的部位向安全方向撤出。

典型泄爆装置：敞开式爆炸泄压装置（全敞口式、百叶窗式、屋顶天窗式）、密闭式爆炸泄压装置（泄爆膜式、爆破片式；重型泄爆门、轻型泄爆门）

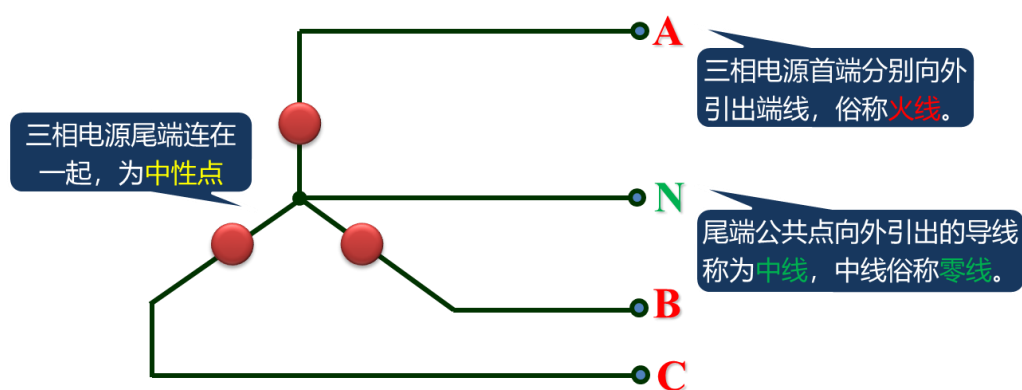
建筑物泄爆：对于有可燃气体、可燃粉尘爆炸危险的建筑，泄压装置可采用轻质板制成的屋顶和易于泄压的门、窗，也可用轻质墙体泄压。常用材料为石棉水泥波形瓦。

第四章 电气安全技术

4.1 电力系统简介



发电 ➡ 变电 ➡ 输电 ➡ 配电 ➡ 用电



火线与火线之间的电压称为**线电压**，**380V**
火线与零线之间的电压称为**相电压**，**220V**

4.2 触电事故及防护与急救

4.2.1 触电事故

（一）电击

电击的种类

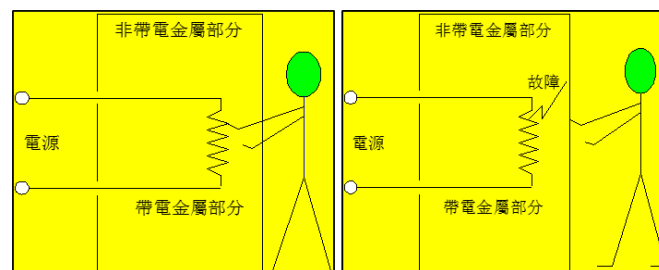
直接接触触电：触及正常状态下带电的带电体。

间接接触触电：触及正常状态下不带电、而在故障下意外带电的带电体。

单相触电：人占在地面上，与一线接触。（可以是直接或间接）

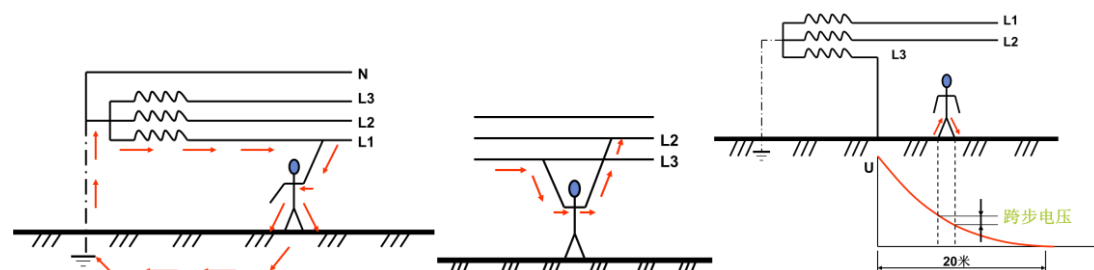
两相触电：人与地面隔离，两手各触一线。（可以是直接或间接；可以是两相，也可以是单相）

跨步电压触电：人在故障设备（雷击或输电线路发生断线故障后导线接地短路，使接地点周围的地面形成电位分布不均的强电场，人在该区域移动时，会产生跨步电压触电。



直接接触触电

间接接触触电



单相触电

两相触电

跨步电压触电

（二）电伤

热效应：电流灼伤、电弧灼伤、电烙印

生物效应：角膜炎、结膜炎

机械效应：机体组织断裂

化学效应：皮肤金属化

（三）电流对人体作用

✧ 通过人体的电流越大，致命的危险性越大。

感知电流：引起感觉的最小电流。

摆脱电流：能自主摆脱带电体的最大电流。

室颤电流：引起心室发生纤维性颤动的最小电流。

- ✧ 通电时间越长，越容易引起心室颤动，电击危险越大。
- ✧ 对于电流，女性较男性敏感，儿童较成人敏感，体重小的较体重大的敏感；患有心脏病的人遭受电击时危险性较大，健壮的人遭受电击时危险性较小。
- ✧ 直流电流、高频电流、冲击电流对人体都有伤害作用。
- ✧ 电流通过人体的任一途径都可能使人死亡。

4.2.2 直接接触触电防护措施

绝缘

利用绝缘材料对带电体进行封闭和隔离。

绝缘材料：气体（空气、氮气、二氧化碳、六氟化硫）；固体（瓷、玻璃、云母、橡胶、木材、胶木、塑料、布、纸）；液体（矿物油、变压器油等）。

屏护

采用遮拦、护罩、护盖箱闸等把带电体同外界隔绝开来。

常用的屏护装置：遮拦（用于室内高压配电装置）；栅栏（用于室外配电装置时高度不得低于 1.5 米）；围墙（用于室外落地安装的变配电设备，墙实体不得低于 2.5 米）。

间距

为防止发生触电事故或短路故障而规定的带电体与地面之间、带电体与其他设施之间、工作人员与带电体之间必须保持的最小距离。

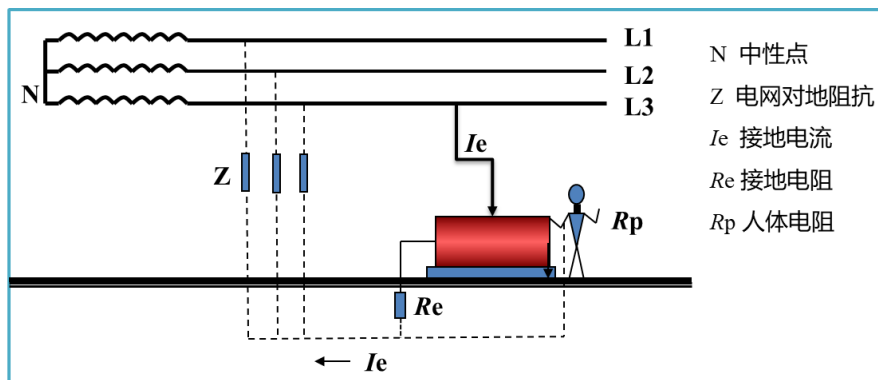
要求：防止触及或过分接近带电体外；防止火灾、防止混线、方便操作。

4.2.3 间接接触触电防护措施

（一）保护接地--IT 系统

I-表示电力系统所有带电部分与地绝缘或中性点经阻抗接地

T-表示电气装置的外漏可导电部分直接接地



原理：当发生一相碰壳并有人触及时，接地电流 I_e 通过人体和接地电阻 R_e 及配电网对地绝缘阻抗 Z 构成回路， R_e 与 R_p 并联，再与绝缘阻抗串联。因为 $R_e // R_p \approx R_e$ ，且 $R_e \ll Z$

|，则电压基本落在 Z 上，人体电压可限定在安全范围内。

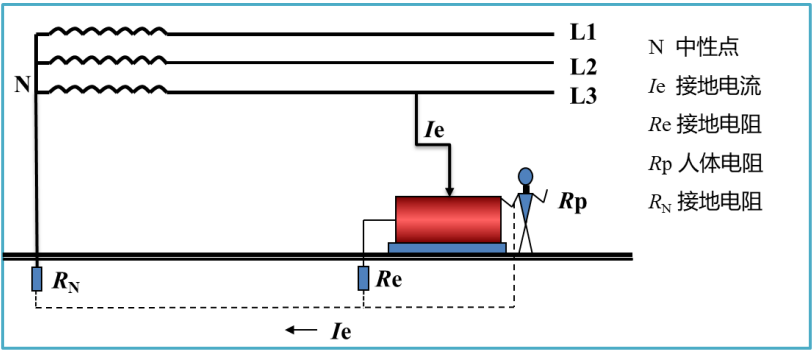
应用范围：交流和直流不接地配电网，高压和低压不接地配电网。

R_e 允许值：低压系统 $R_e \leq 4\Omega$ 。

（一）保护接地--TT 系统

T-表示电力系统一点直接接地

T-表示电气装置的外漏可导电部分直接接地



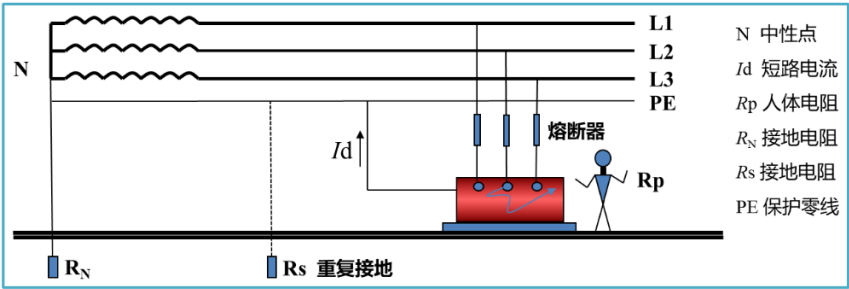
原理：在 TT 系统中，如果一相漏电，则故障电流经接地电阻 R_e 和工作接地电阻 R_N 构成回路。漏电设备和零线均带电，而且电压超过安全电压，从而导致电击，其危险比不接地系统大。

适用范围：该系统中 R_e 可以大幅度降低漏电设备电压，但一般不能降低到安全电压以内。一般用于低压用户。

（二）保护接零（TN 系统）

T-表示系统为电源中性点直接接地的系统

N-表示系统中电气装置的外漏可导电部分通过保护线与中性点联结



原理：在中性点直接接地的三相四线制配电网中，当采用保护零线的设备发生某相带电部分碰连设备外壳时，故障电流通过相线和零线构成回路。由于回路阻抗小，短路电流 I_d 很大，能促使线路上的过流保护原件迅速切断故障设备供电。

4.2.4 其他触电防护措施

特低电压

通过对系统中可能会作用于人体的电压进行限制，从而使触电时流过人体的电流受到限制，将触电危险性控制在没有危险的范围内。

剩余电流动作保护

剩余电流动作保护装置是一种低压安全保护器，用于防止人身电击，主要功能是提供间接接触电击保护。

双重绝缘和加强绝缘

工作绝缘：带电体与不可触及的导体之间的绝缘，是保证正常工作、预防电击的绝缘；

保护绝缘：不可触及的导体与可触及的导体之间的绝缘，当工作绝缘损坏后防止电击的绝缘；

双重绝缘：兼有工作绝缘和保护绝缘的绝缘；

加强绝缘：工作绝缘经改进，在绝缘强度和机械性能上具备了与双重绝缘同等防触电能力的单一绝缘。

电气隔离

采用电压比为 1:1，即一次侧与二次侧电压相等的隔离变压器，实现工作回路与其他回路实现电气上的隔离。

4.2.5 触电事故急救措施

触电症状

轻型：轻型触电者由于精神紧张，会在一瞬间出现脸色苍白、表情呆滞、呼吸心跳好像突然停止、对周围失去反应等症状。

中型：中型触电者呼吸、心跳受到一定影响，呼吸变得急促、变浅、心跳加速，有时出现间歇性收缩，短时间处于昏迷，瞳孔不散大、对光的反应存在、血压无明显变化。

重型：重型触电者呼吸中枢受到抑制乃至麻痹，迅速出现呼吸加速且不规则等症状，常在数分钟内死亡；心脏受到影响，心跳不规则，严重时心室纤维性颤动，只需几分钟，心脏便完全停止跳动。

急救措施

摆脱电源

低压电源：拉（开关）、切（断电源线）、挑（开导线）、拽（触电者）、垫（救护者站在木板或绝缘垫上）

高压电源：通知供电部门拉闸停电；拉开高压断路器或用绝缘操作杆拉开高压跌落熔断器；抛挂裸金属软导线，人为造成短路，迫使开关跳闸。

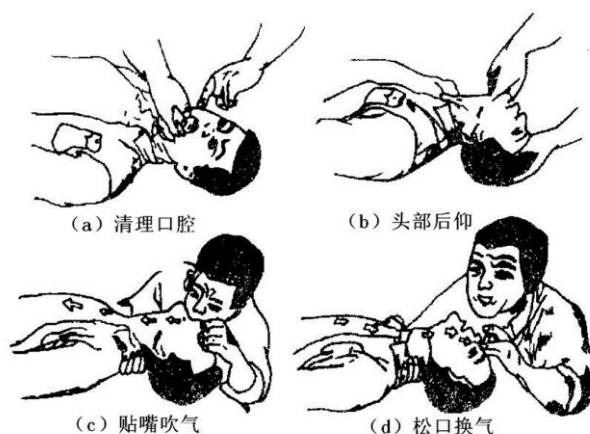
对触电者进行急救

- ✧ 轻症即神志清醒，呼吸心跳均自主者，伤员就地平卧，严密观察，暂时不要站立或走动，防止继发休克或心衰。
- ✧ 呼吸停止，心搏存在者，就地平卧解松衣扣，通畅气道，立即口对口人工呼吸，有条件的可气管插管，加压氧气人工呼吸。
- ✧ 心搏停止，呼吸存在者，应立即作胸外心脏按压。
- ✧ 呼吸心跳均停止者，则应在人工呼吸的同时施行胸外心脏按压，以建立呼吸和循环，恢复全身器官的氧供应。现场抢救最好能两人分别施行口对口人工呼吸及胸外心脏按压，

以 1: 5 的比例进行, 即人工呼吸 1 次, 心脏按压 5 次。如现场抢救仅有 1 人, 用 15: 2 的比例进行胸外心脏按压和人工呼吸, 即先作胸外心脏按压 15 次, 再口对口人工呼吸 2 次, 如此交替进行, 抢救一定要坚持到底。

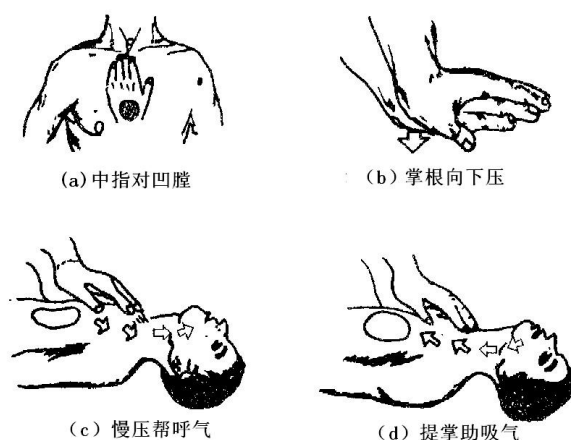
- ✧ 现场抢救中, 不要随意移动触电者, 若确需移动时, 抢救中断时间不应超过 30 秒。移动触电者或将其送医院, 除应使触电者平躺在担架上并在背部垫以平硬阔木板外, 应继续抢救, 心跳呼吸停止者要继续人工呼吸和胸外心脏按压, 在医院医务人员未接替前救治不能中止。

口对口人工呼吸法 (用于停止呼吸者)



- 使触电者头部尽量后仰, 鼻孔朝天, 解开领口的衣服, 仰卧在比较坚实 (如木板、干燥的水泥地等) 的地方;
- 用一只手捏紧鼻孔, 另一只手掰开嘴巴 (如果掰不开嘴巴, 可用口对鼻人工呼吸法贴鼻孔吹气);
- 深呼吸后, 紧贴嘴巴吹气或鼻孔吹气, 一般吹二秒, 放松三秒;
- 救护人员换气时, 放松触电者的嘴或鼻, 让其自然呼气。

胸外心脏挤压法 (心脏跳动停止者)



- 解开触电者衣服, 让其仰卧在硬地上或硬地板上;

- b. 救护人员跪在触电者一侧或骑跪在其腰部两侧，两手相叠，手掌根部在心窝上方，胸骨下三分之一至二分之一处。
- c. 掌根用力垂直向下按压，对成人应压陷 3~4 厘米，以每秒钟按压一次，每分钟按压 60 次为宜。对儿童用力要轻一些。
- d. 按压后掌根很快抬起，让触电人胸廓自动复原。每次放松时，掌根不必完全离开胸膛。

4.3 电气防火防爆

定义：电气火灾爆炸是由电气引燃源引起的火灾和爆炸。

4.3.1 电气引燃源

危险温度：形成危险温度的典型情况有短路、过载、漏电、接触不良、铁心过热、散热不良、机械故障、电压异常、电热器具和照明器具、电磁辐射能量。

电火花和电弧：设备正常工作或正常操作过程产生的电火花；线路或设备发生故障时出现的电火花；静电、电磁感应火花。

4.3.2 危险物质

定义

在大气条件下，气体、蒸气、薄雾、粉尘、纤维或飞絮的形式与空气形成的混合物，引燃后能够保持燃烧并自行传播的环境称为爆炸性环境，能形成爆炸性环境的物质称为危险物质。

按爆炸性物质种类

分类

- I 类：矿井甲烷（CH₄）
- II 类：爆炸性气体、蒸气或薄雾
- III 类：爆炸性粉尘

性能参数

闪点、燃点、引燃温度、爆炸极限、最小点燃电流比、最大试验安全间隙、蒸气密度。

爆炸性气体混合物的分级分组

- I 类爆炸性气体仅有矿井甲烷一种，不分级分组。
- II 类爆炸性气体混合物分组

级别	最大试验安全间隙/mm	最小点燃电流
II A	≥ 0.9	> 0.8
II B	0.5< MESG < 0.9	0.45 ≤ MICR ≤ 0.8
II C	≤ 0.5	< 0.45

按最大试验安全间隙（MESG）或最小点燃电流比（MICR）分级，分为 II A、II B、II C 级，依次更危险。

II 类爆炸性气体混合物分级

组别	引燃温度 $t/^{\circ}\text{C}$	组别	引燃温度 $t/^{\circ}\text{C}$
T1	$450 < t$	T4	$135 < t \leq 300$
T2	$300 < t \leq 450$	T5	$100 < t \leq 135$
T3	$200 < t \leq 300$	T6	$85 < t \leq 100$

按引燃温度分为 T1、T2、T3、T4、T5、T6，共六组，各组相应的危险物质依次更危险。

4.3.3 危险环境

（一）爆炸性气体环境

定义

爆炸性气体环境是指在一定条件下，气体或蒸汽可燃性物质与空气形成的混合物，该混合物被点燃后，能够保持燃烧自行传播的环境。

危险场所分区

根据爆炸性气体混合物出现的频繁程度和持续时间：

0 区：连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境。

1 区：正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境。

2 区：正常运行时不太可能出现，或即使出现也仅是短时存在的爆炸性气体混合物的环境。

释放源等级

连续级释放源：连续释放、长时间释放或短时间频繁释放。

一级释放源：正常运行时周期性释放或偶然释放。

二级释放源：正常运行时不释放或不经常且只能短时间释放。

多级释放源：包含上述两种以上特征。

通风的影响

影响：通风的有效性直接影响着爆炸性环境的存在和形成。不同的通风效果将直接影响危险环境区域最终划分结果。适当的通风可以加速爆炸性混合物在空气中扩散和消散。

主要方式：自然通风、机械通风

（二）爆炸性粉尘环境

定义

爆炸性粉尘环境是指在一定条件下，粉尘、纤维或飞絮的可燃性物质与空气形成的混合物被点燃后，能够保持燃烧自行传播的环境。

危险场所分区

根据爆炸性粉尘环境出现的频率程度和持续进行分区：

20 区：空气中的可燃性粉尘云持续地或长期地或频繁地出现于爆炸性环境中的区域。

21 区：在正常运行时，空气中的可燃性粉尘云很可能偶尔出现于爆炸性环境中的区域。

22 区：在正常运行时，空气中的可燃性粉尘云一般不可能出现于爆炸性环境中的区域，即

使出现，持续时间也是短暂的。

（三）火灾危险环境

定义

火灾危险环境是指在生产、加工、处理、转运或储存过程中出现或可能出现下列火灾危险物质之一，且在其数量和配置上能引起火灾危险的环境。

- ✧ 闪点高于环境温度的可燃液体；在物料操作温度高于可燃液体闪点的情况下，有可能泄露但不能形成爆炸性混合物的可燃液体。
- ✧ 不可能形成爆炸性粉尘混合物的悬浮状、堆积状可燃粉尘或可燃纤维以及其他固体状可燃物质。

危险场所分区

根据火灾事故发生的可能性和后果，以及危险程度及物质状态的不同进行分区

- 21 区：具有闪点高于环境温度的可燃液体，在数量和配置上能引起火灾危险的环境。
- 22 区：具有悬浮状、堆积状的可燃粉尘或纤维，虽不可能形成爆炸混合物，但在数量和配置上能引起火灾危险的环境。
- 23 区：具有固体状可燃物质，在数量和配置上能引起火灾危险的环境。

4.3.4 防爆电气设备

定义

防爆电气设备是指存在有爆炸危险性粉尘、气体和蒸气的场所采用的能够防止爆炸产生的电器电气设备。

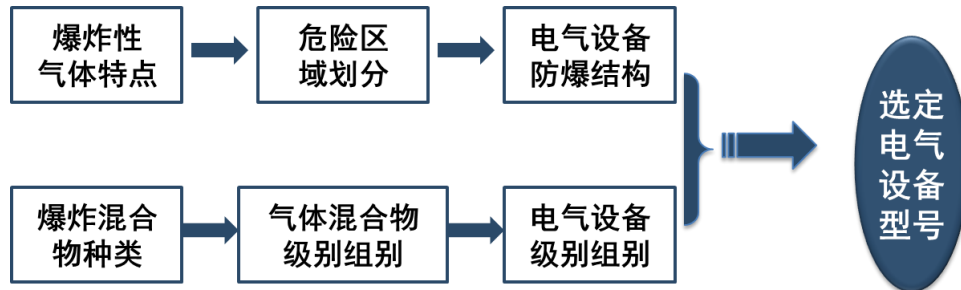
分类

- ✧ 隔爆型 (d)：具有隔爆外壳，把能点燃爆炸性混合物的部件封闭在一个外壳内，该外壳能承受内部爆炸性混合物的爆炸压力并阻止向周围的爆炸性混合物传爆。**0 级以外的各级危险场所**
- ✧ 增安型 (e)：正常运行条件下，不会产生点燃爆炸性混合物的火花或危险温度。**1 级或 2 级危险区域**
- ✧ 本质安全型 (i)：在正常运行或标准实验条件下所产生的火花或热效应均不能点燃爆炸性混合物的电气设备。**0 区 (ia 级)、1 区 (ib 级)**
- ✧ 正压型 (p)：具有保护外壳，壳内充有惰性气体，压力高于外部爆炸混合物气体的压力，避免外部的混合气体进入内部。
- ✧ 充砂型 (q)：外壳内充填细砂颗粒材料。外壳内产生的电弧、火焰传播，过热温度不能点燃周围的爆炸性混合物。**1 级和 2 级危险区域**
- ✧ 充油型 (o)：将全部或某些带电部件浸在油中使之不能点燃油面以上或外壳周围的爆炸性混合物的电气设备。
- ✧ 无火花型 (n)：正常运行条件下不产生电弧或火花，也不产生能够点燃周围爆炸性混合

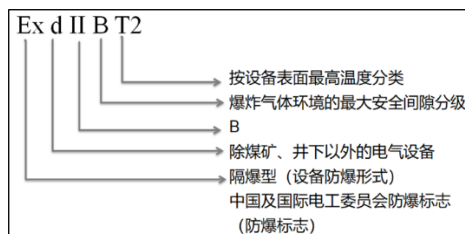
物的高温表面或灼热点。2级区域

- ✧ 防爆特殊型(s): 不属于以上各型。例如将可能引起爆炸性混合物爆炸的部分设备装在特殊的隔离室内。

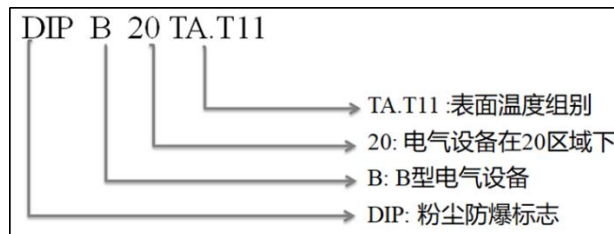
设备选型



电器防爆标志: Ex + 防爆结构+类别(II)+级别(A/B/C)+温度组别(T1~T6)



气体防爆标志解读



粉尘防爆标志解读

4.4 静电与雷电危害及其安全措施

4.4.1 静电

定义

处于相对稳定状态的电荷, 高电压、低能量。

静电的产生

接触分离起电、破断起电、感应起电、电荷迁移、固体静电、人体静电、粉体静电、液体静电、蒸气和气体静电。

静电的消散

中和与泄漏是静电消失的两种主要方式。中和主要通过空气发生; 泄露主要通过带电体本身与其相连接的物体发生。

静电的危害

静电放电火花会成为可燃性物质的点火源; 人体因受到静电电击的刺激, 可能引发二次事故; 妨碍生产。

4.4.2 雷电

定义

一种自然现象, 会产生极高的过电压和极大的过电流。

危害

爆炸和火灾、电击、毁坏设备和设、造成大规模停电。

分类

直击雷：最常见的雷电，是雷云和大地之间的放电，呈曲折的枝杈纵横的巨型电弧放电。

感应雷：当雷云接近地面时，由于静电感应或电磁感应突出物上感应出异性电荷，静电感应电压高达几万伏，能击穿几十厘米的空气间隙；同时雷云周围会形成变化的电磁场，在周围导体内产生感生电动势，在缺口处放电，形成强大的电流。

球雷：一种红色或紫色的发光球体，由特殊的带电气体组成。直径不超过百米，可以 2 m/s 的速度在地面移动。

防雷建筑物

第一类防雷建筑物：凡制造、使用或贮存火炸药及其制品的危险建筑物，因电火花而引起爆炸、爆轰，会造成巨大破坏和人身伤亡的。例如，火药制造车间、乙炔站、电石库、汽油提炼车间等。

第二类防雷建筑物：国家重点文物保护的建筑物；国家级会堂、办公建筑物、大型展览和博览建筑物、大型火车站和飞机场、国宾馆、国家级档案馆、大型城市的重要给水泵房等特别重要意义的建筑物。

第三类防雷建筑物：省级重点文物保护的建筑物及省级档案馆；预计雷击次数大于或等于 0.01 次/a 且小于或等于 0.05 次/a 的部、省级办公建筑物和其他重要或人员密集的公共建筑物以及火灾危险场所；平均雷暴日大于 15d/a 地区，高度在 15m 及以上的烟囱、水塔等孤立高耸的建筑物等。

防雷装置



外部防雷装置：用于防直击雷的装置，由接闪器、引下线和接地装置组成。

内部防雷装置：由屏蔽导体、等电位连接件和电涌保护器等组成，对于变配电设备常采用避雷器作为防止雷电波修侵入的装置。



避雷针



避雷带



避雷网



避雷器

第五章 电气安全技术

5.1 压力容器

5.1.1 定义及分类

定义：一般情况下，压力容器是指具备下列条件的容器：

- ✧ 最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$
- ✧ 内直径 $\geq 0.15\text{m}$ ，且容积 $\geq 0.025\text{m}^3$
- ✧ 介质为气体、液化气体或最高工作温度高于标准沸点的液体。

分类：

按工作压力分类：

- ✧ 低压（代号 L）： $0.1\text{MPa} \leq P < 1.6\text{MPa}$
- ✧ 中压（代号 M）： $1.6\text{MPa} \leq p < 10\text{MPa}$
- ✧ 高压（代号 H）： $10\text{MPa} \leq p < 100\text{MPa}$
- ✧ 超高压（代号 U）： $100\text{MPa} \leq p < 1000\text{MPa}$

按危险性和危害性分类

- ✧ 一类容器：非易燃或无毒介质的低压容器及易燃或有毒介质的低压传热容器和分离容器。
- ✧ 二类容器：任何介质的中压容器；剧毒介质的低压容器；易燃或有毒介质的低压反应容器和储运容器。
- ✧ 三类容器：高压、超高压容器； $pV \geq 0.2\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的剧毒介质低压容器和剧毒介质的中压容器； $pV \geq 0.5\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的易燃或有毒介质的中压反应容器； $pV \geq 10\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的中压储运容器。

按用途分类

- ✧ 反应容器(R)：如发生器、聚合釜、合成塔



电蒸汽发生器



5001 聚合釜

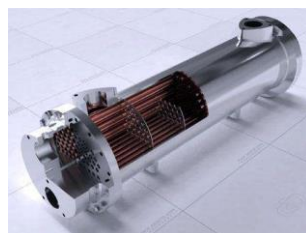


甲醇合成塔

- ✧ 换热容器(E)：如热交换器、冷却器

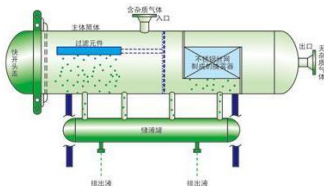


热交换器

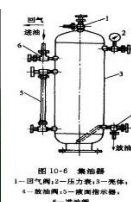


列管式冷却器

- ✧ 分离容器(S)：如分离器、过滤器、集油器



过滤分离器



集油器

- ✧ 储运容器(T)：如储槽、储罐、槽车



储槽



储罐



槽车

5.1.2 设计、制造和安装

设计

- ✧ 强度确定：压力载荷、温度载荷、风载荷和地震载荷，都会使容器的器壁、整体或局部产生变形，由此产生的应力是确定壁厚的主要因素。
- ✧ 材料选用：碳钢、普通低合金钢、特殊用钢。
- ✧ 合理的结构：防止结构上的形状突变、避免局部应力叠加、避免产生过大焊接应力或附加应力的刚性结构、对开孔的形状、大小及位置的限制。

制造

- ✧ 凡制造和现场组焊压力容器的单位，必须持有省级以上（含省级）劳动部门颁发的制造许可证。
- ✧ 制造压力容器的材料必须具有质量合格证书。
- ✧ 保证良好的焊接环境，认真进行焊接工艺评定，严格焊前预热和焊后热处理。
- ✧ 容器制成后必须进行压力试验。

安装

- ✧ 压力容器的专业安装单位必须经劳动部门审核批准才可以从事承压设备的安装工作，安

装作业必须执行国家有关安装的规范。

- ✧ 安装过程中应对安装质量实行分段验收和总体验收，验收由使用单位和安装单位共同进行。
- ✧ 压力容器安装竣工后，施工单位应将竣工图、安装及复验记录等技术资料及安装质量证明书等移交给使用单位。

5.1.3 定期检验

要求：压力容器的使用单位，必须认真安排压力容器的定期检验工作，按照《在用压力容器检验规程》的规定，由取得检验资格的单位和人员进行检验。并将年检计划报主管部门和当地的锅炉压力容器安全监察机构，锅炉压力容器安全监察机构负责监督检查。

内容

外部检查：压力容器及其管道的保温层、防腐层、设备铭牌是否完好；外表面有无裂纹、变形、腐蚀和局部鼓包；所有焊缝、承压元件及连接部位有无泄漏；安全附件是否齐全、可靠、灵活好用；承压设备的基础有无下沉、倾斜，地脚螺丝、螺母是否齐全完好；有无振动和摩擦；运行参数是否符合安全技术操作规程；运行日志与检修记录是否保存完整。

内部检查：腐蚀、磨损、裂纹、壁厚测量、金相检验、化学成分分析和硬度测定。

全面检验：焊缝无损探伤和耐压试验。

周期

- ✧ 外部检验期限：每年至少一次。
- ✧ 内外部检验期限分为：
- ✧ 安全状况等级为 1~3 级的，每隔 6 年至少一次；
- ✧ 安全状况等级为 3~4 级的，每隔 3 年至少一次。

根据具体情况需适当缩短或延长内外部检验期限

5.1.4 安全装置

压力容器的安全附件是防止容器超温、超压、超负荷而装设在设备上的一种安全装置。

安全阀：压力容器在正常工作压力运行时，安全阀保持严密不漏，当压力超过设定值时，安全阀在压力作用下自行开启，使容器泄压，以防止容器或管线的破坏。当容器压力泄至正常值时，它又能自行关闭，停止泄放。

爆破片：一种断裂型的安全泄压装置，具有密封性能好、反应动作快以及不易受介质中粘污物的影响等优点。它是通过膜片的断裂来泄压的，泄压后不能继续使用，容器也被迫停止运行，只在不宜装设安全阀的压力容器上使用。



安全阀



爆破片

5.1.5 使用管理

压力容器的安全技术管理：企业要有专门的机构，并配备专业人员即具有压力容器专业知识的工程技术人员负责压力容器的技术管理及安全监察工作。

建立压力容器的安全技术档案：压力容器的技术档案是正确使用容器的主要依据，有助于全面掌握容器的情况，摸清容器的使用规律，防止发生事故。

对压力容器使用单位及人员的要求：压力容器使用单位，应在工艺操作规程中明确提出压力容器安全操作要求。压力容器使用单位应对其操作人员进行安全教育和考核，操作人员应持安全操作证上岗操作。

注意事项：

- ✧ 压力容器内部有压力时，不得进行任何修理或紧固工作。
- ✧ 以水为介质产生蒸汽的压力容器，必须做好水质管理和监测，没有可靠的水处理措施，不应投入运行。
- ✧ 运行中的压力容器，还应保持容器的防腐、保温、绝热、静电接地措施完好。

5.1.6 破坏形式和缺陷修复

破坏形式

韧性破坏：容器在压力作用下，器壁上产生的应力达到材料的强度极限而发生断裂的一种破坏形式。**特点：**明显的形状改变和较大的塑性变形。

脆性破坏：容器未发生明显塑性变形就破坏的破裂形式。**特点：**没有明显的伸长变形、大多裂成较多的碎片。

疲劳破坏：容器在反复的加压过程中，壳体的材料长期受到交变载荷的作用，出现金属疲劳而产生的破坏形式。**特点：**没有明显的整体塑性变形、一般的开裂。

腐蚀破坏：容器壳体由于受到介质的腐蚀而产生的一种破坏形式。**种类：**均匀腐蚀、点腐蚀、晶间腐蚀、应力腐蚀、疲劳腐蚀。

蠕变破坏：设计选材不当或运行中超温、局部过热而导致压力容器发生蠕变的一种破坏形式。**特点：**明显的塑性变形、破坏总是发生在高温下

缺陷修复：确认压力容器的材质无劣化或劣化甚微不影响使用，应该进行修复。**打磨法、补**

焊和堆焊方法、局部挖补或部分更换法、层板包扎加固法、堵孔。

5.1.7 安全操作

- ✧ 压力容器的工艺规程、岗位操作法和容器的工艺参数应规定在压力容器结构强度允许的安全范围内。
- ✧ 使用单位不得任意改变压力容器设计工艺参数，严防在超温、超压、过冷和强腐蚀条件下运行。
- ✧ 操作人员必须熟知工艺规程、岗位操作法和安全技术规程，通晓容器结构和工艺流程，经理论和实际考核合格者方可上岗。

5.1.8 维护保养

压力容器的维护保养工作一般包括防止腐蚀，消除“跑、冒、滴、漏”和做好停运期间的保养。主要包括以下四个方面：

- (1) 从工艺操作上制定措施，保证压力容器的安全经济运行。如完善平稳操作规定，通过工艺改革，适当降低工作温度和工作压力等。
- (2) 根据存在缺陷的部位和性质，采用定期或状态监测手段，查明缺陷有无发展及发展程度，以便采取措施。
- (3) 加强防腐蚀措施，如喷涂防腐层、加衬里，添加缓蚀剂，改进净化工艺，控制腐蚀介质含量等。
- (4) 注意压力容器在停运期间的保养。

5.1.9 异常情况处理

为了确保安全，压力容器在运行中，发现下列情况之一者应停止运行。

- ✧ 容器工作压力、壁温、有害物质浓度超过操作规程规定的允许值，经采取紧急措施仍不能下降时。
- ✧ 安全附件失灵，无法保证容器安全运行时。
- ✧ 容器受压元件发生裂纹、鼓包、变形或严重泄漏等，危及安全运行时。
- ✧ 紧固件损坏、接管断裂，难以保证安全运行时。
- ✧ 容器本身、相邻容器或管道发生火灾、爆炸或有毒有害介质外逸，直接威胁容器安全运行时。

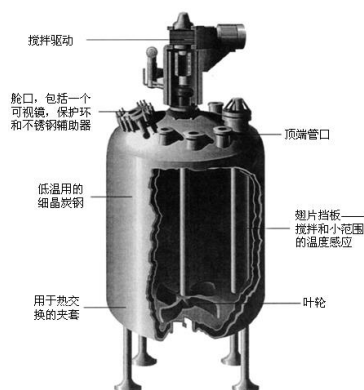
在压力容器异常情况处理时，必须克服侥幸心理和短期行为，

应谨慎、全面地考虑事故的潜在性和突发性。

5.2 反应釜

定义：反应釜主要应用于石油、聚合、化工、橡胶、农药、染料、医药、食品行业中的水解、中和、结晶、蒸馏、蒸发、杀菌储存等生产环节，用来完成硫化、硝化、氢化、烃化、缩合等工艺过程的压力容器。

组成：反应釜主要由内罐体、夹套、搅拌装置、支承座四大部件组成。



5.2.1 分类

釜体材质：不锈钢反应釜、碳钢反应釜、搪玻璃反应釜、钢衬反应釜

冷却方式：夹套冷却、釜内盘管冷却

搅拌形式：桨叶式、锚桨式、框式、螺带式、涡轮式、分散盘式等

加热方式：电加热、导热油循环加热、水加热、外盘管加热

工作内压：常压反应釜、正压反应釜、负压反应釜

传热结构：夹套式、外盘管式、内盘管式、组合式

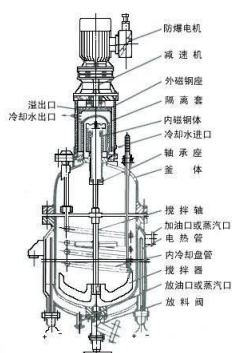
5.2.2 常见反应釜

(一) 不锈钢反应釜



- ✧ 反应釜由锅体、锅盖、搅拌器、夹套、支承及传动装置、轴封装置等组成；
- ✧ 广泛应用于化工、食品、涂料、热熔胶、硅胶、油漆、医药、
- ✧ 石油化工生产中的反应，蒸发，合成，聚合，皂化，磺化，氯化，硝化等工艺过程；
- ✧ 加热冷却：加热方式有电加热、蒸汽加热、热水加热、导热油加热、外(内)盘管加热等，冷却方式为夹套冷却和釜内盘管冷却。
- ✧ 满足耐酸、耐碱、耐高温、耐磨蚀、抗腐蚀等不同工作环境的工艺需要。

(二) 磁力搅拌反应釜



- ✧ 采用静密封结构,搅拌器与电机传动间采用磁力偶合器联接；
- ✧ 彻底解决机械密封与填料密封无法解决的泄漏问题，使整个介质各搅拌部件完全处于绝对密封的状态中进行工作；
- ✧ 适合用于各种**易燃易爆、剧毒、贵重介质**及其它**渗透力极强的化学介质**进行反应；
- ✧ 工艺中进行**硫化、氟化、氢化、氧化**等反应最理想的无泄漏反

应设备。

（三）蒸汽反应釜



- ✧ 具有耐高温、耐腐蚀，使用方便等特点；
- ✧ 用于完成在加热或冷却过程中物料的分解、聚合、浓缩等；
- ✧ 备有外加热源（如蒸汽）或冷却源（如自来水）；
- ✧ 蒸汽加热方式为上进下出，液体加热或冷却为下进上出；
- ✧ 在各种方式出口管路无阀门，保证畅通。

（四）电加热反应釜



- ✧ 用电热棒加热夹套里面的导热油，使导热油温度升到所需要的温度，然后有测温控制仪控制电热棒使其断电恒温；
- ✧ 加热迅速、耐高温、耐腐蚀、自动加热；
- ✧ 用来完成硫化、硝化、氢化、烃化、缩合、聚合等工艺过程。

（五）搪玻璃反应釜



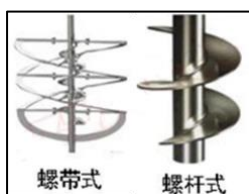
- ✧ 将含高二氧化硅的玻璃，衬在钢制容器的内表面，经高温灼烧而牢固地密着于金属表面上成为复合材料制品；
- ✧ 具有玻璃的稳定性和金属强度的双重优点，是一种优良的耐腐蚀设备。

5.2.3 搅拌装置

定义：推动静止的液料运动，维持搅拌过程所需的流体流动状态，以达到搅拌的目的。搅拌器的主要部件是桨叶，因此桨叶的几何形状、尺寸、数量及转速对搅拌器的功能和搅拌效果有重要影响。



桨式搅拌器适用于流动性大、粘度小的液体物料，也适用于纤维状和结晶状的溶解液，物料层很深时可在轴上装置数排桨叶。



螺带式搅拌器和螺杆式搅拌器的转速都较低，产生以上下循环流为主的流动，主要用于**高粘度液体**的搅拌。



涡轮搅拌器的主要优点是当能量消耗不大时，搅拌效率较高，搅拌产生很强的径向流。因此适用于**乳浊液、悬浮液等**。



框式和锚式搅拌器与釜壁间隙较小，有利于传热过程的进行，快速旋转时，搅拌器叶片所带动的液体把静止层从反应釜壁上带下来；慢速旋转时，有刮板的搅拌器能产生良好的热传导。常用于**传热、晶析操作和高粘度液体、高浓度淤浆和沉降性淤浆**的搅拌。

5.2.4 安全操作规范

（一）开机前准备工作

- ✧ 打开反应罐、盖，检查内部是否有移位，松动现象。
- ✧ 确认减速机油位在视镜的 $1/2 \sim 2/3$ 之间、釜用机封油盒内油位高过动静环密封面。
- ✧ 检查安全阀、防爆膜、压力表、温度计等安全装置是否灵敏好用，安全阀、压力表是否在校验期内，并铅封完好，压力表的红线是否划正确。
- ✧ 需要试漏的反应釜，按工艺要求，用氮气或压缩空气试漏，检查锅上阀门、管线、机械密封点、人手孔、大法兰不能有漏点，并用直接放空阀泄压，要求压力能很快泄完。
- ✧ 检查反应釜的法兰和机座等有无螺栓松动，安全护罩是否完好可靠，减速机有无漏油现象，油位是否正常，螺丝是否紧固良好。
- ✧ 属于压力容器的搪玻璃设备还应按照压力容器的相关规定进行检查。

（二）进料操作

- ✧ 按工艺操作规程进料，启动搅拌运行。一般设备加入物料的正常液位在公称容积的 $30\% \sim 80\%$ ，反应物料易产生泡沫的设备加入物料的正常液位在公称容积的 $30\% \sim 50\%$ 。
- ✧ 应严防加入设备内的物料夹带块状金属或杂物，对于大块硬质物料应粉碎后加入，防止损坏搅拌、底阀或堵塞管线。
- ✧ 严格按工艺规定的物料配比加料，并均衡控制加料和升温速度，防止因配比错误或加料过快，引起釜内剧烈反应，出现超温、超压、超负荷等异常情况，而引发设备安全事故。

（三）搅拌运行操作

- ✧ 倾听反应釜内有无异常的振动和响声，搅拌运转应平稳，无震动，无碰撞或机械密封（填料密封）应无泄露。

- ✧ 检查机械密封腔内的润滑液（密封液）应保证清洁，不得夹带固体颗粒。
- ✧ 倾听减速机和电机声音是否正常，摸减速机、电机、机座轴承等各部位的运行温度情况：一般温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 、最高温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ （手背在上可停留 5 秒以上为正常）。
- ✧ 经常观察减速机有无漏油现象，轴封是否完好，看油泵是否上油，检查减速箱内油位和油质变化情况，必要时补加或更新相应的机油。
- ✧ 若电机跳闸，排除故障后，必须先盘车 1~3 转，确认传动搅拌部分无卡涩或碰撞现象，才能复位电源。点动按钮，检查反应釜是否运行正常，并要请电工在反应釜试车和最大负荷时检查电流是在额定范围内。

（四）升温或降温操作

升温操作

a. 蒸汽升温操作

- ✧ 确认执行完毕其它操作后，确认夹套所有控制阀处理关闭状态。
- ✧ 开启夹套排污阀，排放夹套内污物。
- ✧ 开启蒸汽阀，使夹套内产生一定的蒸汽压力，排放夹套内污物。
- ✧ 调节排污阀，使排污阀能够排出水即可；装有疏水阀的反应釜，可以开启疏水阀前阀门，关闭排污阀。
- ✧ 开启蒸汽阀时应缓慢开启，关闭蒸汽阀切忌用力过猛。
- ✧ 完成工艺要求的升温或保温程序后，关闭蒸汽阀门，开启排污阀，将夹套内蒸汽排空。

b. 导热油（有机热载体）升温操作

- ✧ 确认执行完毕其它操作后，确认夹套所有控制阀处理关闭状态。
- ✧ 开启热回油阀，开启热进油阀。
- ✧ 导热油加热应缓慢升温，在 150°C 内升温，升温速度应控制在 $3^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 以内， 150°C 以上，按照工艺操作规程进行操作。
- ✧ 应缓慢开启和关闭油阀，切忌用力过猛。
- ✧ 完成工艺要求的升温或保温程序后，关闭热进油阀、热回油阀。

降温操作

a. 导热油（有机热载体）降温操作

- ✧ 确认执行完毕其它操作后，确认夹套所有控制阀处理关闭状态。
- ✧ 开启冷回油阀，开启冷进油阀。
- ✧ 导热油降温应缓慢进行，降温速度应控制在 $3^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 以内。
- ✧ 应缓慢开启和关闭油阀，切忌用力过猛。
- ✧ 完成工艺要求的降温或保温程序后，关闭冷进油阀、冷回油阀。

b. 冷却水降温操作

- ✧ 确认执行完毕其它操作后，确认夹套所有控制阀处理关闭状态。

- ✧ 开启回水阀，开启进水阀。应缓慢开启和关闭进、回水阀，切忌用力过猛。
- ✧ 完成工艺要求的降温或保温程序后，关闭进水阀、回水阀。
- ✧ 开启排污阀进行排污，排污完成后，关闭排污阀。

c. 冷冻盐水降温操作

- ✧ 确认执行完毕其它操作后，确认夹套所有控制阀处理关闭状态，确认反应釜夹套为空的状态。
- ✧ 开启回冷冻盐水阀，开启进冷冻盐水阀。应缓慢开启和关闭进、回水阀，切忌用力过猛。
- ✧ 完成工艺要求的降温或保温程序后，关闭回冷冻盐水阀，并开启空压机，将夹套内冷冻盐水压入进冷冻盐水管道路。
- ✧ 压完后，关闭进冷冻盐水阀，再按照“冷却水降温操作”将夹套清洗一次。清洗完毕，关闭所有控制阀门。

注意事项：

- ✧ 空锅情况下，不得开启蒸汽阀门和电热电源，特别注意使用蒸汽压力，不得超过额定工作压力。
- ✧ 使用带夹套的反应釜升温或降温时，严禁空罐加热，加热或冷却要缓慢进行，严禁温度骤冷、骤热，以免损坏搪玻璃表面。
- ✧ 反应釜在运行中要严格执行工艺操作规程，严禁超温、超压、超负荷运行。凡出现超温、超压、超负荷等异常情况，立即按工艺规定采取相应处理措施。

（五）停车

- ✧ 按工艺操作规程处理完反应釜内物料。
- ✧ 有易堵物料的反应釜，停机后，要用反应溶剂、压缩气体或蒸汽等将设备或相关管线内的物料吹扫干净，确保管线在下次使用时通畅。
- ✧ 检查与反应釜相关的管线、转动设备、仪器仪表等有无问题，若有问题应在停车时及时处理；确保下批反应时设备完好。
- ✧ 若长期停车，应将反应釜或相关管线清洗、吹扫干净，不能留有腐蚀性物料或水等，做好设备外部清洁和保养，挂设备停用标志牌，并每隔一段时间盘车或启动一次，确保设备完好。

（六）日常维护

- ✧ 周围环境：班后机器周围清洁干净，地面清洗干净。
- ✧ 表面擦拭：机器表面常保持干净，且不得摆放其它物料。
- ✧ 加油润滑，保持减速机润滑良好。
- ✧ 经常检查减速机有无漏油现象，轴封是否完好，看油泵是否上油，检查减速箱内油位和油质变化情况，釜用机封油盒内是否缺油，必要时补加或更新相应的机油。

- ✧ 检查安全阀、防爆膜、压力表、温度计等安全装置是否准确灵敏好用，安全阀、压力表是否已校验，并铅封完好，压力表的红线是否划正确，防爆膜是否内漏。
- ✧ 检查反应釜本体有无裂纹、变形、鼓包、穿孔、腐蚀、泄漏等现象，保温、油漆等是不是完整，有无脱落、烧焦情况。

（七）常见事故处理

故障	产生原因	处理方法
超温 超压	仪表失灵，控制不严格	检查、修复控制系统，严格执行仪表校验管理规定
	原料配比不当造成剧烈反应	立即停止加热操作，保持反应釜放空阀通畅，通过降温减缓或终止反应，并按工艺要求处理物料
密封不严 漏水、漏气、漏料	填料磨损或质量差	更换填料
	阀门、法兰等密封面不严	更换阀门、法兰、垫片
	机械密封泄漏或密封液向釜内泄漏	检查机械密封的密封面和静密封件，调整动环压紧量
	设备本体发生腐蚀	修理或更换
	设备联接附件或管件阀门泄漏	检查并处理
	罐卡子松动或数量不足，接口螺栓松动或数量不足	紧固或补足卡子或螺栓
釜内发生异常声响	搅拌器摩擦罐内附件、搅拌轴弯曲变形、搅拌器松动	停车检查、校正、修理并紧固螺栓。
	轴承损坏	修理或更换轴承
	釜内有异物或罐体或衬里鼓包	停车，清理釜内异物或由专业维修人员处理
联轴节响声大或振动	螺栓松动	紧固联轴节螺栓
	间隙过大	调整联轴节间隙或更换联轴节

5.3 气瓶

5.3.1 定义及分类

定义：气瓶是指在正常环境下（-40～60℃）可重复充气使用的，公称工作压力为 0～30MPa（表压），公称容积为 0.4～1000L 的盛装永久气体、液化气体或溶解气体等的移动式压力容器。

分类

充装介质的性质：永久气体气瓶、液化气体气瓶、溶解气体气瓶

- ✧ 永久性气体气瓶：临界温度低于-10℃的气体称为永久性气体，盛装永久性气体的气瓶称为永久性气体气瓶。氧气、氮气、空气、一氧化碳及惰性气体
- ✧ 液化气体气瓶：临界温度等于或高于-10℃的各种气体，它们在常温、常压下呈气态，而经加压和降温后变为液体。硫化氢、氨、丙烷、液化石油气
- ✧ 溶解气体气瓶：专门用于盛装乙炔的气瓶。

制造方法：钢制焊接气瓶、缠绕玻璃纤维气瓶、钢制无缝气瓶



公称工作压力：高压气瓶、低压气瓶

5.3.2 颜色标志

序号	充装气体名称		化学式	瓶色	字样	字色	色环
1	乙炔		C_2H_2	白	乙炔不可近火	大红	
2	氢		H_2	淡绿	氢	大红	P=20, 淡黄色单环 P=30, 淡黄色双环
3	氧		O_2	淡(酞)兰	氧	黑	P=20, 白色单环 P=30, 白色双环
4	氮		N_2	黑	氮	淡黄	
5	空气			黑	空气	白	
6	二氧化碳		CO_2	铝白	液化二氧化碳	黑	P=20, 黑色单环
7	氨		NH_3	淡黄	液氨	黑	
8	氯		Cl_2	深绿	液氯	白	
9	氟		F_2	白	氟	黑	
10	四氟甲烷		CF_4	铝白	氟氯烷 14	黑	
11	甲烷		CH_4	棕	甲烷	白	P=20, 淡黄色单环 P=30, 淡黄色双环
12	天然气			棕	天然气	白	
13	乙烷		C_2H_6	棕	液化乙烷	白	P=15, 淡黄色单环 P=20, 淡黄色双环
14	丙烷		C_3H_8	棕	液化丙烷	白	
15	丁烷		C_4H_{10}	棕	液化丁烷	白	
16	液化石油气	工业用		棕	液化石油气	白	
		民用		银灰	液化石油气	大红	
17	乙烯		C_2H_4	棕	液化乙烯	淡黄	P=15, 白色单环 P=20, 白色双环
18	氩		Ar	银灰	氩	深绿	P=20, 白色单环 P=30, 白色双环
19	氦		He	银灰	氦	深绿	
20	氖		Ne	银灰	氖	深绿	

21	氩	Kr	银灰	氩	深绿	
22	一氧化碳	CO	银灰	一氧化碳	大红	



5.3.3 减压阀

气瓶减压器一般是瓶装气体的减压装置。

当进口压力和出口流量发生变化时，保证其出口压力始终维持稳定。



5.3.4 气瓶的管理

（一）充装安全

- ✧ 为保证气瓶在充装过程和使用过程中不因环境温度升高而处于超压状态，必须对气瓶的充装量严格控制。气瓶充装过量是气瓶破裂爆炸的常见原因之一。
- ✧ 确定压缩气体及高压液化气体气瓶的充装量时，要求瓶内气体在最高使用温度下的压力不超过气瓶的最高许用压力。
- ✧ 对低压液化气瓶，要求瓶内液体在最高使用温度下不会膨胀至瓶内满液，在瓶内始终保留有一定气相空间。
- ✧ 防止不同性质气体混装。



属下列情况之一的，应先进行处理，否则严禁充装：

- 1、钢印标记、颜色标记不符规定及无法判定瓶内气体的；
- 2、改装不符合规定或用户自行改装的；
- 3、附件不全、损坏或不符合规定的；
- 4、瓶内无剩余压力的；
- 4、超过检验期的；
- 5、外观检查存在明显损伤，需进一步进行检查的；
- 6、氧化或强氧化性气体气瓶沾有油脂的；
- 7、易燃气体气瓶的首次充装，事先未经置换和抽空的。

（二）贮存安全

- ✧ 气瓶的储存应有专人负责管理。管理人员、操作人员、消防人员应经安全技术培训，了解气瓶、气体的安全知识。
- ✧ 气瓶的储存，空瓶、实瓶应分开(分室储存)。如氧气瓶、液化石油气瓶，乙炔瓶与氧气瓶、氯气瓶不能同储一室。
- ✧ 气瓶库(储存间)应符合《建筑设计防火规范》，应采用二级以上防火建筑。与明火或其它建筑物应有符合规定的安全距离。易燃、易爆、有毒、腐蚀性气体气瓶库的安全距离不得小于 15m。

- ✧ 气瓶库应通风、干燥，防止雨(雪)淋、水浸，避免阳光直射，要有便于装卸、运输的设施。库内不得有暖气、水、煤气等管道通过，也不准有地下管道或暗沟，照明灯具及电器设备应是防爆的。
- ✧ 地下室或半地下室不能储存气瓶。
- ✧ 瓶库有明显的“禁止烟火”、“当心爆炸”等各类必要的安全标志。
- ✧ 瓶库应有运输和消防通道，设置消防栓和消防水池。在固定地点备有专用灭火器、灭火工具和防毒用具。
- ✧ 储气的气瓶应戴好瓶帽，最好戴固定瓶帽。
- ✧ 实瓶一般应立放贮存。卧放时，应防止滚动，瓶头(有阀端)应朝向一方。垛放不得超过5层，妥善固定。气瓶排放应整齐，固定牢靠。数量、号位的标志要明显。要留有通道。
- ✧ 实瓶的贮存数量应有限制，在满足当天使用量和周转量的情况下，应尽量减少贮存量。
- ✧ 容易起聚合反应气体的气瓶，必须规定储存期限。
- ✧ 瓶库账目清楚，数量准确，按时盘点，账物相符。
- ✧ 建立并执行气瓶进出库制度。



(三) 使用安全

- ✧ 使用气瓶者应学习气体与气瓶的安全技术知识，在技术熟练人员的指导监督下进行操作练习，合格后才能独立使用。
- ✧ 移动气瓶应手搬瓶肩转动瓶底；移动距离较远时可用轻便小车运送，严禁抛、滚、滑、翻和肩扛、脚踹。
- ✧ 使用前应对气瓶进行检查，确认气瓶和瓶内气体质量完好，方可使用。
- ✧ 防止日光曝晒、雨淋、水浸。
- ✧ 气瓶使用时，一般应立放。不得靠近热源。与明火距离、可燃与助燃气体气瓶之间距离，不得小于 10m。
- ✧ 气按照规定，正确、可靠地连接调压器、回火防止器、输气、橡胶软管、缓冲器、气化器、焊割炬等，检查、确认没有漏气现象。
- ✧ 瓶阀冻结时，不准用火烤。可把瓶移入室内或温度较高的地方或用 40℃ 以下的温水浇淋解冻。
- ✧ 注意保持气瓶及附件清洁、干燥、禁止沾染油脂、腐蚀性介质、灰尘等。
- ✧ 禁止敲击、碰撞气瓶。绝对禁止在气瓶上焊接、引弧。不准用气瓶做支架和铁砧。

- ✧ 瓶内气体不得用光用尽，应留有剩余压力(余压)。余压不应低于 0.05MPa。
- ✧ 注意操作顺序。开启瓶阀应轻缓，操作者应站在阀出口的侧后；关闭瓶阀应轻而严，不能用力过大，避免关得太紧、太死。
- ✧ 要保护瓶外油漆防护层，既可防止瓶体腐蚀，也是识别标记，可以防止误用和混装。瓶帽、防震圈、瓶阀等附件都要妥善维护、合理使用。
- ✧ 使用易起聚合反应气体气瓶，应远离射线、电磁波、振动源。
- ✧ 气瓶使用完毕，要送回瓶库或妥善保管。

5.3.5 气瓶的检查

**气瓶的定期检验，由取得检验资格的专门单位负责进行，
未取得资格的单位和个人不得从事气瓶的定期检验。**

检查周期：

盛装腐蚀性气体的气瓶，每两年检验一次。

盛装一般气体的气瓶，每三年检验一次。

液化石油气气瓶，使用未超过 20 年，每五年检验一次；超过 20 年，每两年检验一次。

盛装惰性气体的气瓶，每五年检验一次。

第六章 工业毒物与防毒技术

引言：我国工业毒物危害现状

1、我国面临的职业卫生形势不容乐观

据介绍，仅 2001 年，卫生部就接到职业中毒报告 222 起 756 例，死亡 110 例，其中同时死亡 3 人以上的重大事故共有 9 起 49 人。目前引起劳动者急性职业中毒的主要化学毒物为苯、硫化氢和一氧化碳等。慢性职业中毒共报告 1166 例，引起中毒的化学物品主要是铅及其化合物、苯和锰及其化合物。

2005 年 4 月 18 日，在北京召开的“第 10 届职业性呼吸系统疾病国际会议”上，卫生部的相关负责人指出：我国的职业病形势十分严峻，目前我国有毒有害企业超过 1600 万家，受到职业病危害的人数超过 2 亿。

2、近年来中国职业中毒呈现四个特点：

（1）急性中毒明显多发，恶性事件有增无减

据卫生部统计，与去年同期相比，今年急性职业中毒的次数、例数和死亡人数均有增加。

（2）苯中毒问题比较突出

近年来，苯中毒在急、慢性中毒中均居前列。建筑工地因防水作业导致的急性苯中毒事故，近两年屡有发生。箱包加工、制鞋和从事印刷、擦字等作业工人的慢性苯中毒，广东、浙江、福建等省均有病例，酿成再生障碍性贫血以至死亡的已非个别事件。

（3）新的职业中毒不断出现

随着各种新材料、新工艺的引进，新的职业中毒形式不断出现。近年来在部分沿海地区相继出现了正己烷中毒、三氯甲烷中毒、二氯乙烷中毒等过去未曾出现或很少发生的严重职业中毒和死亡病例。

（4）中小企业和个体作坊的职业中毒呈上升趋势

比如，小矿山尤其是小煤矿设备简陋，无机械性通风，加上常常违章操作，导致甲烷、一氧化碳、二氧化碳等混合性气体增高，引起中毒窒息，造成严重伤亡，仅 2000 年就报告 9 起，100 人中毒，61 人死亡（不包括安全事故）。

6.1 工业毒物的分类及毒性

6.1.1 毒性物质概述

毒物

当有些物质进入机体并积累到一定量时，就会与机体组织和体液发生生物化学或生物物理学作用，扰乱或破坏机体的正常生理功能，进而引起暂时性或永久性的病变，甚至危及生命，这些物质称为**毒性物质**。

工业生产过程中接触到的毒物主要是化学物质，称为**工业毒物**或生产性毒物。

职业中毒

毒物侵入人体后与人体组织发生化学或物理化学作用,并在一定条件下破坏人体的正常生理机能,引起某些器官和系统发生暂时性或永久性的病变,这种病变叫**中毒**。

在劳动过程中工业毒物引起的中毒叫**职业中毒**。

“毒物”概念的相对性

毒物的含义是相对的,一方面,物质只有在特定条件下作用于人体才具有毒性;另一方面,任何物质只要具备了一定的条件,也就可能出现毒害作用。至于职业中毒的发生,则与毒物本身的性质,毒物侵入人体的途径及数量,接触时间及身体状况,防护条件等多种因素有关。

6.1.2 工业毒物的分类

物理形态

气体: 常温常压下呈气态的物质, **氮氧化物、氯气、硫化氢**等。

液体: 薄雾和蒸汽。薄雾通常为混悬于空气的液体微粒, **酸雾、漆雾**等; 蒸气一般由液体蒸发和固体升华时形成, **甲苯、酒精**等。

固体: 粉尘和烟尘。粉尘指直径大于 0.1 μm 的固体颗粒, 多为机械粉粹、研磨、打砂时形成; 烟尘指悬浮于空气中直径小于 0.1 μm 的固体微粒, 某些金属在高温下熔化时产生。

毒作用性质

刺激性毒物: **氯、氨、氮氧化物、光气、氟化氢、二氧化硫、三氧化硫和硫酸二甲酯**等。

窒息性毒物: **氮气、甲烷、乙烷、乙烯、一氧化碳、硝基苯的蒸气、氰化氢、硫化氢**等。

麻醉性毒物: 主要指一些脂溶性物质, **醇类、酯类、氯烃、芳香烃**等, 对神经细胞产生麻醉作用。

全身性毒物: **氢氰酸、氯化氰、二氧化硫、铍**等。

化学类属

无机毒物: **汞、铬、锰、砷; 氯气、硫化氢、光气**等。

有机毒物: **苯、四氯化碳、硝基苯、有机磷、有机氯**等。

综合性分类

按毒物的存在形态、作用特点、理化性质等多种因素划分。

- (1) 金属、类金属毒物, **汞、铬、铍、锰、铅、砷**等。
- (2) 刺激性或窒息性气体, **氯气、硫化氢、光气**等。
- (3) 有机溶剂类, **苯、四氯化碳**等。
- (4) 苯的氨基、硝基化合物类, **硝基苯、氨基苯、三硝基甲苯**等。
- (5) 农药类毒物, **有机磷、有机氯**等。
- (6) 高分子化合物类, **塑料、橡胶及树脂类产品**等。

6.1.3 工业毒物的毒性指标

(一) 常用的毒性指标容

剂量：某种物质引起一定毒作用效应的量，以每单位体重摄入的毒物量表示（mg/kg）。

浓度：单位体积空气中含有毒物的量，常用 mg / L 表示。

（二）最高容许浓度

毒品对人体的作用都有一个量的问题，如果进入人体内的毒品剂量不足，则毒性高也不致于引起中毒，所以存在一个阈值浓度（即极限阈值 TLV），只有当毒品的量值超过该浓度时，才会对人产生毒性反应。

（三）毒性物质评价指标

✧ **绝对致死浓度（剂量）**：使全部实验动物死亡的毒性物质最低浓度（剂量），记为 LC_{100} (LD_{100})。

✧ **50%致死浓度（致死中量）**：使半数实验动物死亡的毒性物质浓度（剂量），记为 LC_{50} (LD_{50})。

✧ **最小致死浓度（剂量）**：使染毒动物中个别动物死亡的毒性物质浓度（剂量），记为 ML (MLD)。

✧ **最大耐受浓度（剂量）**：实验动物全部存活的毒性物质的最大浓度（剂量），记为 LC_0 (LD_0)。

✧ **急性阈剂量或浓度(LMTac)**：指一次染毒后，引起试验动物某种有害作用的毒性物质的最小剂量或浓度。

✧ **慢性阈剂量或浓度(LMTcb)**：指长期多次染毒后，引起试验动物某种有害作用的毒性物质的最小剂量或浓度。

✧ **慢性无作用剂量或浓度**：指在慢性染毒后，试验动物未出现任何有害作用的毒性物质的最大剂量或浓度。

✧ **极限阈值**：一个健康成人在一天内能反复经受的毒物浓度的上限，记为 TLV。

6.1.4 毒物急性毒性分级

1、工业毒物的毒性大小通常按致死中量 LD_{50} (吸附 2h 的结果) 进行分级。据此可将毒物毒性分为：剧毒、高毒、中等毒、低毒和微毒

化学物质的急性毒性分级 (GB 5044)

毒性分级	小鼠一次经口 LD_{50} /(mg/kg)	小鼠吸入染毒2h LC_{50} /(mg / m ³)	兔经皮的 LD_{50} /(mg/kg)
剧 毒	< 10	< 50	< 10
高 毒	11 ~ 100	51 ~ 500	11 ~ 50
中等毒	101 ~ 1000	501 ~ 5000	51 ~ 500
低 毒	1001 ~ 10000	5001 ~ 50000	501 ~ 5000
微 毒	> 10000	> 50000	> 5000

2、依据毒品对人的可能致死量，毒品的毒性分级。

- ✧ **剧毒品**：对人的可能致死量为 0.06 克；
- ✧ **高毒品**：对人的可能致死量为 4 克；
- ✧ **中等毒品**：对人的可能致死量为 30 克；
- ✧ **低毒品**：对人的可能致死量为 250 克；
- ✧ **实际无害物品**：对人的可能致死量为 1200 克；
- ✧ **基本无害物品**：对人的可能致死量>1200 克。

6.1.5 职业性接触毒物危害程度分级

职业性接触毒物系指工人在生产中接触以原料、产品、半成品、中间体、反应副产物和杂质等形式存在，并在操作时可经呼吸道、皮肤或经口腔进入人体而对健康产生危害的物质。

56种常见毒物毒性危害程度分级

级别及危害程度	半致死量LD ₅₀ /(mg/kg)			毒物名称
	呼吸	口服	皮肤进入	
1级 极度危害	LC ₅₀ <500	LD ₅₀ <100	LD ₅₀ <25	汞及其化合物、苯、砷及其无机化合物（非致癌物除外）、氯乙烯、铬酸盐和重铬酸盐、黄磷、铍及其化合物、对硫磷、羰基镍、八氟异丁烯、氯甲醚、锰及其无机化合物、氰化物 13种
2级 高度危害	LC ₅₀ >500	LD ₅₀ >100	LD ₅₀ >25	三硝基甲苯、铅及其化合物、二硫化碳、氯、丙烯腈、四氯化碳、硫化氢、甲醛、苯胺、氟化氢、五氯酚及其钠盐、镉及其化合物、敌百虫、氯丙稀、钒及其化合物、溴甲烷、硫酸二甲酯、金属镍、甲苯二异氰酸酯、环氧氯丙烷、砷化氢、敌敌畏、光气、氯丁二烯、一氧化碳、硝基苯 26种
3级 中度危害	LC ₅₀ <2000	LD ₅₀ <500	LD ₅₀ <500	苯乙烯、甲醇、硝酸、硫酸、盐酸、甲苯、二甲苯、三氯乙烯、二甲基甲酰胺、六氟丙烯、苯酚、氮氧化物 12种
4级 轻度危害	LC ₅₀ >2000	LD ₅₀ >500	LD ₅₀ >500	溶剂汽油、丙酮、氢氧化钠、四氟乙烯、氨 5种

职业性接触毒物危害程度分级

指标		分 级			
		I (极度危害)	II (高度危害)	III (中度危害)	IV (轻度危害)
急性毒性	吸入LC ₅₀ /(mg/m ³)	< 200	200以上	2000 ~ 20000	> 20000
	经皮LD ₅₀ /(mg/kg)	< 100	100以上	500 ~ 2500	> 2500
	经口LD ₅₀ /(mg/kg)	< 25	25 ~ 100	500 ~ 5000	> 5000
急性中毒发病状况		生产中易发生中毒，后果严重	生产中可发生中毒，愈后良好	偶可发生中毒	迄今未见急性中毒，但有急性影响
慢性中毒患病状况		患病率高 (≥5%)	患病率较高 (< 5%) 或症状发生率较高 (≥20%)	偶有中毒病例发生或症状发生率较高 (≥10%)	无慢性中毒而有慢性影响
慢性中毒后果		脱离接触后，继续进展或不能治愈	脱离接触后，可基本治愈	脱离接触后，可恢复，不致严重后果	脱离接触后，自行恢复，无不良后果
致癌性		人体致癌物	可疑人体致癌物	实验动物致癌物	无致癌性
最高容许浓度c/(mg/m ³)		< 0.1	0.1以上	1.0以上	> 10

6.5.6 毒物在生产过程中的存在形式

毒物在生产过程中的存在形式

毒物在生产过程中的主要存在形式有：原料、中间产品（中间体）、辅助材料、成品、副产品或废弃物、夹杂物。

此外，生产过程中的毒物也可以以分解产物或“反应产物”的形式出现。

- 1) 磷化铝遇湿自然分解产生磷化氢；
- 2) 用四氯化碳灭火器消防时，四氯化碳与明火或灼热金属物体接触时氧化生成光气。

毒物在生产环境中的存在形态

在生产环境中，生产性毒物可以以固体、液体、气体或气溶胶的形态存在。就其对人体的危害来说，以空气污染具有特别重要的意义；当以固体、液体两种形态存在时，如果不挥发，又不经皮肤进入，则问题较小。粉尘、烟及雾统称为气溶胶。

6.2 工业毒物的危害

6.2.1 有毒物质进入人体的途径

（一）经呼吸道进入

有毒物质如何通过呼吸道被吸收？

- ✧ 进入呼吸道的毒物，通过肺泡直接进入大循环，其毒作用发生快。
- ✧ 气态毒物进入呼吸道的深度与其水溶性有关。水溶性较大的毒物易被上呼吸道所吸收，除非浓度较高，一般不易到达肺泡（如氨）；水溶性较差的毒物在上呼吸道难以吸收，而在深部呼吸道、肺泡则能吸收一部分（如氮氧化物）。

哪类有毒物质容易被呼吸道吸收？

- ✧ 呈气体、蒸气、气溶胶状态的毒物可经呼吸道进入体内。
- ✧ 气态毒物经呼吸道吸收效果会受到接触毒物的水平影响，即毒物在空气中的浓度高，则进入体内的速度快，进入的量也大。
- ✧ 呈气溶胶状态的毒物在呼吸道滞留的量和受呼吸道清除系统清除的量与粒径大小有密切关系。气溶胶颗粒不能小于 1×10^{-6} cm 或大于 1×10^{-4} cm，否则颗粒太小，毒物容易在呼吸道内漂浮而被呼出；颗粒过大，则毒物容易停留在上呼吸道的黏膜表面，难以从肺泡吸收中毒。

（二）经皮肤和黏膜进入人体

哪些器官或部位容易吸收有毒物质？

- ✧ 毒物主要是通过表皮到达真皮而进入血循环。另外，毒物经皮肤吸收后也不经肝脏而直接进入大循环。
- ✧ 皮肤最易吸收毒物的部位为腋窝、腹股沟、四肢的内侧、颈部和薄嫩而潮湿的皮肤。
- ✧ 毒物也可通过汗腺和毛囊吸收，但其总截面积仅占表皮面积的 0.1%~1.0% 左右，实际意义不大。

哪类有毒物质容易被皮肤吸收？

- ✧ 正常的皮肤表面有一层类脂质层，对水溶性毒物有很好的防护作用，但对一些脂溶性毒物如苯、芳香族的氨基、硝基化合物、金属的有机化合物（四乙铅）、有机磷化合物、氯仿等，可以穿透该层而到达真皮层致吸收中毒。
- ✧ 若皮肤有伤口或在高温、高湿度情况下，可增加毒物的吸收。
- ✧ 个别金属，如汞可经皮肤吸收；某些气态毒物（如氰化氢），浓度较高时可经皮肤进入体内。

（三）经消化道进入人体

- ✧ 个人卫生习惯不好和发生意外时可经消化道进入体内，主要是固体、粉末状毒物。
- ✧ 毒物经口腔和食道黏膜吸收很少，但有些毒物如有机磷、氰化物等可迅速由该处吸收而进入血循环。
- ✧ 进入呼吸道的难溶性气溶胶被清除后，可经由咽部而进入消化道。
- ✧ 进入消化道的毒物主要在小肠吸收，经门脉、肝脏再入大循环。
- ✧ 生产性毒物经消化道进入体内而致职业中毒的事例甚少。

6.2.2 有毒物质对人体的危害

急性中毒：由于大量毒品短时间侵入人体所造成。大多由于毒品泄漏事故、或无防护进入有毒环境、误服误用毒品引起。急性中毒往往发病突然，主要有呕吐、呼吸困难、头晕头痛、昏迷等症状，如抢救不及时极易造成死亡。

慢性中毒：由于少量毒品持续或经常地侵入人体内而逐渐发生。慢性中毒的发生是由于毒物在人体内积蓄的结果，因此凡具有积蓄性的毒品，都可能引起慢性中毒，如汞、铅、砷等。在工业生产中预防慢性职业中毒问题更为重要。

致癌作用：目前已知的化学致癌毒品约有 1100 种之多。这些致癌物质作用于机体的方式有直接作用和间接作用。多数化学致癌毒品属于间接作用。它们进入人体后，经过一系列代谢，一部分被排出体外，另一部分则变为具有致癌作用的中间产物，与细胞内的大分子结合，从而构成致癌物。

致突变作用：毒品可导致生物遗传基因的突变，导致长远的遗传影响。突变作用可以发生在生殖细胞，也可以发生在体细胞。生殖细胞发生突变可导致不育，胚胎死亡、流产、出现畸形或引起其它遗传性疾病；体细胞的突变，一般认为就是癌症。

致畸胎作用：受精卵在发育过程中，主要是在胚胎的器官分化发育的敏感时期，由于接触了某种化学毒品或受物理因素的刺激，影响器官的分化发育，导致形成程度轻重不同的畸形胎儿。

6.2.3 有毒物质作用于有机体的方式

吸收前：毒物在未被吸收以前，首先在接触的部位出现作用，由于直接刺激了周围末梢神经感受器，便引起了不同的毒性反应。如毒物刺激了消化道，便引起恶心、呕吐；毒物刺激了眼睛，便引起了流泪；腐蚀性毒物对局部表现刺激及腐蚀现象。

吸收后: 毒物被吸收后,便对机体的组织或器官产生毒性作用。由于机体的各种组织和细胞,不仅具有形态上的不同,而且其生化过程也各有其特点,这些特点便使毒物对机体的组织或器官发生选择性侵害作用。

6.2.4 毒物引起机体中毒的机理

(一) 缺氧

- ✧ 破坏呼吸机能。如抑制或麻痹了呼吸中枢,或由于毒物引起喉头水肿等。
- ✧ 引起血液成分的改变。如发生变性血红蛋白血症以及溶血等。
- ✧ 使机体组织的呼吸抑制。如氰化物、硫化氢中毒等。
- ✧ 引起心血管机能的破坏。如对毛细血管及心肌的影响导致休克等。

(二) 对酶的影响

- ✧ 破坏酶的蛋白质部分的金属或活性中心。如氰化物抑制细胞色素氧化酶 Fe^{2+} , 而一氧化碳抑制细胞色素氧化酶 Fe^{3+} , 从而破坏酶蛋白质分子中的金属,使细胞发生窒息。
- ✧ 毒物与基质竞争同一种酶而产生抑制作用。如在三羧酸循环中,由于丙二酸结构与琥珀酸相似,因而可以抑制琥珀酸脱氢酶。
- ✧ 与酶的激活剂作用。如氟化物可与 Mg^{2+} 形成复合物,结果使 Mg^{2+} 失去激活磷酸葡萄糖变位酶的作用。
- ✧ 去除辅酶。如铅中毒时,造成烟酸的消耗增多,结果使辅酶 I 和辅酶 II 均减少,从而抑制了脱氢酶的作用。
- ✧ 与基质直接作用。如氟乙酸可直接与柠檬酸结合形成氟柠檬酸,从而阻断三羧酸循环的继续进行。

(三) 毒物对传导介质的影响

- ✧ 有机磷化合物,可抑制体内的胆碱酯酶,使组织中乙酰胆碱过量蓄积,使一系列以乙酰胆碱为传导介质的神经处于过度兴奋状态,最后转为抑制和衰竭。
- ✧ 四氯化碳中毒时,首先作用于中枢神经系统,使之产生交感神经冲动,引起体内大量释放儿茶酚胺、肾上腺素、去甲肾上腺素等,导致内脏血管收缩引起供血不足,中毒数小时后即可出现肝、肾损害。

(四) 毒物通过竞争作用引起中毒

如一氧化碳进入人体后,可与氧竞争血红蛋白,而形成碳氧血红蛋白,破坏了正常的输氧功能。

(五) 毒物通过竞争作用引起中毒

如芥子气即是通过破坏核糖核酸的代谢而引起机体中毒的。

6.2.5 职业中毒对人体系统及器官的损害

神经系统

- ✧ 毒物可损伤运动神经、感觉神经,引起周围神经病,常见于砷、铅等中毒。

- ✧ 震颤常为锰中毒及一氧化碳中毒后损伤锥体外系出现的症状。
- ✧ 慢性中毒早期常见神经衰弱综合征，脱离毒物接触后可逐渐恢复。
- ✧ 重症中毒时可发生中毒性脑病及脑水肿。

呼吸系统

- ✧ 一次大量吸入某些气体可突然引起窒息。
- ✧ 吸入刺激性气体可引起鼻炎、咽炎、喉炎、气管炎、支气管炎等呼吸道炎症。
- ✧ 吸入大量刺激性气体可引起严重的呼吸道病变、化学性肺水肿和化学性肺炎。
- ✧ 某些毒物可导致哮喘发作，如二异氰酸甲苯酯。
- ✧ 长期接触某些刺激性气体可引起肺纤维化、肺气肿，导致气体交换障碍、呼吸功能衰竭。

血液系统

- ✧ 许多毒物能对血液系统造成损害，常表现为贫血、出血、溶血、高铁血红蛋白血症等。
如：
- ✧ 铅可影响血红素的合成，临床上常表现为低血色素性贫血。
- ✧ 苯可抑制骨髓造血功能，表现为白细胞和血小板减少，甚至全血减少，成为再生障碍性贫血；苯还可导致白血病。
- ✧ 砷化氢可引起急性溶血，出现血红蛋白尿。
- ✧ 亚硝酸盐类及苯的氨基、硝基化合物可引起高铁血红蛋白血症；一氧化碳中毒可产生碳氧血红蛋白血症，导致组织缺氧。

消化系统

- ✧ 经消化系统进入人体的毒物可直接刺激、腐蚀胃黏膜产生绞痛、恶心、呕吐、食欲不振等症状。由于毒物作用特点不同，表现也不同。
- ✧ 汞盐、三氧化二砷等经口急性中毒引起急性胃肠炎。
- ✧ 铅及铊中毒引起腹绞痛。
- ✧ 一些毒物可引起牙龈炎、牙龈色素沉着、牙酸蚀症、氟斑牙。
- ✧ 许多亲肝性毒物，如四氯化碳、三硝基甲苯等，可引起急性或慢性肝病。

泌尿系统

汞、镉、铀、铅、四氯化碳、砷化氢等可引起肾损害，常见的临床类型有：急性肾功能衰竭、肾小管综合征、肾病综合征等。

循环系统

如毒物会导致急性心肌损害、心律失常、肺源性心脏病等。

其他

生产性毒物还可引起皮肤、眼损害、骨骼病变及烟尘热等。

6.2.6 影响有毒物质对机体作用的因素

毒物本身的特性

化学结构：在碳水化合物的某些同系物中，毒性随着碳原子数的增加而增大；在不饱和的碳氢化合物中，不饱和的程度越大，毒性也越大；在卤代烃化合物中，卤族元素取代的氢愈多，其毒性愈大。

理化特性：溶解度大，毒性相对强；分散度高的毒物，其化学活性大，毒性也强；挥发性大的毒物吸入中毒的危险性大。

剂量、浓度及作用时间

毒物毒性再高，进入体内的毒物剂量不足也不会引起中毒。空气中毒物浓度高，接触的时间长，则进入体内的剂量大。

毒物的联合作用

生产环境中常有数种毒物同时存在而作用于人体，这种联合作用可表现为独立作用、相加作用、增强作用或拮抗作用。如一氧化碳可增强硫化氢的毒性；而曼陀罗与有机磷同时存在时，曼陀罗可拮抗有机磷的毒性作用。

生产环境与劳动强度

在高温环境下，毒物作用一般比常温条件下大。体力劳动强度大时，毒物吸收多，耗氧量大，使机体对导致缺氧的毒物更敏感。

机体的机能状态与个体感受性

毒物对机体的作用与神经系统的机能状态有关，当神经系统处于抑制、深睡或麻醉状态时，机体对毒物的敏感性降低。接触同一剂量的毒物，不同个体所出现的反应也不同。

6.3 工业毒物防治技术

6.3.1 消除毒源

（一）以无毒低毒代替有毒高毒

用固相缩合代替液相缩合，革除有毒的溶剂

许多化工生产过程是将固体化工原料溶解在有毒的溶剂中，在液体中进行化学反应，反应完成后再把溶剂蒸馏出，得到粗制的化学产品。如若能实现“固-固”反应，则可消除有毒溶剂的影响。

无苯稀料

在油漆喷涂中，经常以苯作为稀释剂稀释油漆，导致喷涂过程的高毒性。无苯稀料是以低毒代替高毒在喷漆方面的应用，通常以醇类（如乙醇）、甲醛酯、丙酮作为苯的代用品。

用无汞仪表代替汞仪表

工业生产中所用的热工仪表，有很大一部分是汞仪表。在其制造、使用和维修时，容易产生中毒。用无汞仪表代替汞仪表是根除汞害的一项重要防毒措施。用无汞仪表代替汞仪表主要有整流器、差压计、温度计三种。

无氰电镀

传统的电镀工艺在镀 Zn、Cr、Cu、Ag、Au 等金属时，都要用氰化物作络合剂，用量大又是剧毒，槽面还极易散发出剧毒的氢化氰气体。实行无氰电镀，以无毒代替有毒是电镀工艺改革的主要方向，近年来已在镀 Zn、Cu、Ag 等方面已取得一些重要成果。

（二）有毒物质的净化回收

- ✧ 毒品侵入人体的三条途径中，以气体通过呼吸遭侵入引起的中毒最严重，职业中毒多是由于有毒气体造成的。有毒气体的净化回收，一般有燃烧净化、冷凝净化回收，吸收净化回收、吸附净化回收等。
- ✧ 化工生产中经常有毒废水的排出，这些有毒废水需经净化处理后方能排出。常用的有毒废水净化方法有：化学法（化学中和法、化学沉淀法、氧化还原法、分解法等）、物理化学法（吸附法、离子交换法、膜分离法、电解法、浮选法等）以及物理法（重力分离、离心分离、过滤等）。
- ✧ 二次毒源即生产中由挥发性有毒物质或有毒粉料从生产设备中逸出形成的有毒粉尘、蒸气等。如工业中最常见的苯、汞、铅等毒物的逸散。

6.3.2 切断毒品的传播途径

（一）设备密闭：密闭就是把设备罩起来上盖，罩严盖实，勿使尘毒处逸。

密闭投料出料

- ✧ 高位槽、管道输送：用于液体物料，固体物料要化为溶液才能使用高位槽和管道。输送动力使用泵，还可使用计量槽来定量配料。
- ✧ 固体使用机械投料：实行机械投料主要是便于使用锁气装置，使设备中的有毒气体不致于外逸。如果不是连续加料，一般在加料后还是用盖封实较好。
- ✧ 粉料真空投料：五硫化二磷、硫磺粉、碱面等投入反应釜，采用软管抽吸入釜的真空投料法，对防止有毒粉尘的飞扬和减轻劳动强度有很好的效果。
- ✧ 密闭出料：最好是管道输送出料，如果用桶接料，则应当将桶放入密闭箱中接料，放完料后将桶加盖，再从密闭箱提出来。

转动轴的密封

- 填料函：是最常用的密封装置之一。填料函的密封方法是用填料把转动中的轴抱紧以防泄漏。这种方法不仅摩擦耗损轴功率，而且也往往不能适应温度、压力、转动速度、腐蚀介质等不同的使用要求。
- 机械密封：又称端面密封。是指两块密封元件在垂直于轴线的光洁而平直的表面上相互贴合，并做相对转动而构成密封的装置。

（二）自动化隔离操作

定义

隔离：把生产设备放在隔离室内，而用排风使隔离室保持负压状态；把操作地点放在隔离室内，而用送风使隔离室处于正压状态。

隔离操作：把操作点与生产设备隔离开来。

自动化隔离操作：用仪表来控制生产，实行自动调节-隔离操作。

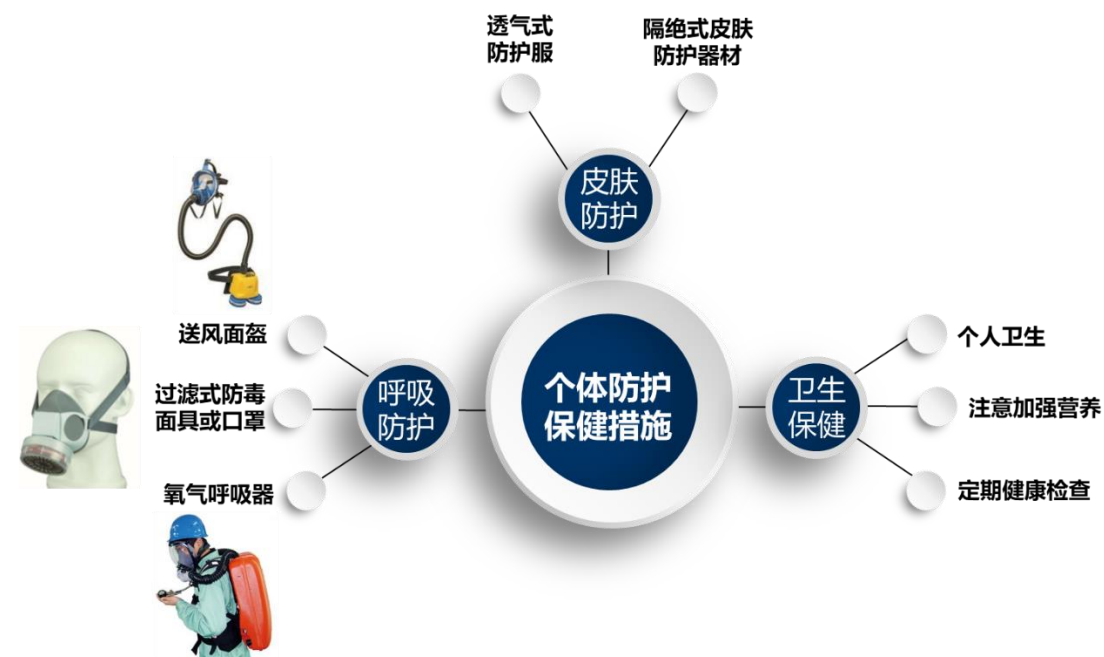
自动化系统

- ✧ 自动检测系统：是对机器设备及过程自动进行连续检查，把操作的进行情况指示或记录下来的自动化系统。
- ✧ 自动操作系统：是对机器设备及过程的启动、停止及交换接通等工序，由自动装置进行操作的自动化系统。
- ✧ 自动调节系统：是通过自动装置的作用，使工艺参数保持在给定数值的自动化系统。
- ✧ 自动信号联锁和保护系统：是机器、设备及过程出现不正常情况时会发出警报或自动采取措施，以防止事故，保证安全生产的自动化系统。

（三）加强设备维护管理，消除“跑、冒、滴、漏”现象

- ✧ 有毒物料的“跑、冒、滴、漏”，会造成有毒气体及液体到处污染，以致毒害严重，设备密闭失效。
- ✧ 造成“跑、冒、滴、漏”原因有：设备失修、腐蚀严重、管理不善、清洁卫生不好等。
- ✧ 杜绝“跑、冒、滴、漏”，除了加强防腐工作以外，主要是加强设备维修和管理工作。

6.3.3 个体防护与保健措施



6.4 职业中毒诊断及现场救护

6.4.1 职业中毒的诊断

职业中毒诊断应着眼于弄清所接触毒物的种类和导致中毒的条件，细致分析临床资料，排除非职业性疾病的可能性。

职业史: 详尽了解患者接触毒物有关的情况, 从而判断该患者在生产劳动中是否接触毒物, 其程度如何, 此为诊断的前提。

劳动卫生条件调查: 深入生产现场弄清患者所在岗位的生产工艺过程、可能接触的职业性有害因素、空气中毒物浓度、个体防护与个人卫生情况等, 从而判断患者在该作业环境中是否有中毒的可能性, 此为诊断的基本依据。

症状与体征: 根据临床表现来判断符合哪类毒物中毒, 出现的症状与所接触毒物的毒作用是否相符; 特别要了解临床症状的出现在时间上是否与接解毒物有密切关系; 要注意与非职业性疾病相鉴别。

实验室检查: 检查范围有三方面, 即反映毒物吸收的指标, 反映毒作用的指标以及反映毒物所致病损害的指标。所测定的各项指标常是互相联系的, 需结合起来判断。

6.4.2 清除未被吸收的有毒物质

吸入的毒物: 应尽快使患者脱离中毒环境, 呼吸新鲜空气, 解开衣服, 必要时给予氧气吸入及进行人工呼吸。

由伤口进入的毒物: 由伤口进入的毒物, 应在伤口的近心端扎止血带, 局部用冰敷。未被吸收的毒物, 可用吸引器或局部引流排毒。

由消化道进入的毒物: 对于一切由消化道进入的毒物, 除非有禁忌的情况, 均应采取催吐、洗胃和导泻的方法以排除毒物。

由皮肤和黏膜吸收的毒物: 除去污染毒物的衣服, 一般用清水清洗体表、毛发及甲缝内毒物 (不可用热水, 因其可使血管扩张, 增加毒物吸收), 冲洗必须彻底。

眼内溅入的毒物: 眼内溅入毒物时, 应立即用清水彻底冲洗, 特别对腐蚀性毒物更须反复冲洗, 至少不短于 15 min。对固体的腐蚀性毒物颗粒, 要立即用机械方法取出。

6.4.3 现场急救

抑制毒品的作用

✧ 毒品进入人体达到一定的量, 就会发生中毒。但在同样条件下, 有的发生中毒, 有的却不发生中毒, 这主要是取决于各人的体质及抵抗力的不同。因此在就业前, 就要对从事有毒作业的工人进行健康检查, 发现有禁忌症的, 不应从事相应的有毒作业。同时要定期进行的健康检查, 以便对中毒能够早发现、早治疗, 抑制住或消除毒品在人体中发生作用。

✧ 对于从事有毒作业的人员, 供给保健食品以增加营养, 增强体质, 提高抵抗力。

✧ 对于从事剧毒品作业的人员, 应配备急救药品, 以便能迅速抑制毒品的作用, 挽救中毒人员的生命。

中毒急救: 高效、周全的急救措施能够最大限度保护伤者, 把损失降到最低。

✧ 当发生急性中毒时, 应立即对现场中毒人员进行救护。立即抢救和清点中毒人员。

- ✧ 救护者本身要特别作好个人防护，根据具体毒品选用适当的防毒面具，以防止救护者中毒。
- ✧ 保持呼吸道通畅，注意保暖。
- ✧ 中毒者应迅速移离，防止毒品继续侵入作用。
- ✧ 群体中毒时，必须对伤员受伤性质和严重程度做好“检伤分类”，做到轻重缓急、分门别类进行分级治疗和管理。
- ✧ 应迅速查清毒品的种类、性质及地点，迅速采取一切措施切断毒源，从而使中毒人数不再增加。
- ✧ 切断毒源可以采取如下措施：全厂停产、局部停车，关闭漏气管道的阀门，堵塞泄漏的设备，转移装有毒品的钢瓶等。
- ✧ 已经逸散在环境中的毒品应尽快采取抽毒、强风吹散、中和处理，回收等办法消除。

6.4.5 心肺复苏

心肺复苏术是针对呼吸、心搏停止所采取的抢救措施，包括：基础生命支持、进一步生命支持和延续生命支持三部分。

基础生命支持（Basic Life Support, BLS）又称初期复苏处理或现场急救。其主要目标是向心、脑及全身重要器官供氧，延长机体耐受临床死亡时间（临床死亡指心跳、呼吸停止，机体完全缺血，但尚存在心肺复苏及脑复苏机会的一段时间，通常约 4min 左右）。BLS 包括心跳、呼吸停止的判定，呼吸道通畅（A），人工呼吸（B），胸外心脏按压（C）和转运等环节，即心肺复苏的 ABC 步骤，或称为“一清二吹三压”。

心肺复苏视频

第七章 职业卫生管理

7.1 职业卫生概述

职业卫生：职业卫生是研究劳动条件对劳动者健康的影响，以及研究改善劳动条件、预防职业病的一门预防医学科学，主要包括职业病的预防和诊治。

职业病：职业病是指企业、事业单位和个体经济组织的劳动者在职业活动中，因接触粉尘、放射性物质和其它有毒、有害物质等因素而引起的疾病。

职业病的特点：病因明确、群体发病、很难治愈、可以预防、疾病发生与劳动条件密切相关。

职业病的危害

对国家的危害：由于职业病患者绝大多数是青壮年，直接影响到我国人口素质和劳动力资源的可持续发展。

对企业的危害：职业病人逐年不断累积的医疗和康复费用会给企业造成严重的负担，有可能导致企业破产。

对个人的危害：由于职业病患者绝大多数是青壮年，直接影响到我国人口素质和劳动力资源的可持续发展。

7.2 职业病危害因素与职业病

7.2.1 危害因素分类

粉尘类

- （一）矽尘（游离二氧化硅含量超过 10%的无机性粉尘），可能导致的职业病：矽肺
- （二）煤尘（煤矽尘），可能导致的职业病：煤工尘肺
- （三）石墨尘，可能导致的职业病：石墨尘肺
- （四）炭黑尘，可能导致的职业病：炭黑尘肺
- （五）石棉尘，可能导致的职业病：石棉肺
- （六）滑石尘，可能导致的职业病：滑石尘肺
- （七）水泥尘，可能导致的职业病：水泥尘肺
- （八）云母尘，可能导致的职业病：云母尘肺
- （九）陶瓷尘，可能导致的职业病：陶瓷尘
- （十）铝尘（铝、铝合金、氧化铝粉尘），可能导致的职业病：铝尘肺
- （十一）电焊烟尘，可能导致的职业病：电焊工尘肺
- （十二）铸造粉尘，可能导致的职业病：铸工尘肺
- （十三）其他粉尘，可能导致的职业病：其他尘肺



尘肺的规范名称是肺尘埃沉着病，该病是由于在职业活动中**中长期吸入生产性粉尘**（灰尘），并在肺内滞留而引起的以**肺组织弥漫性纤维化**（瘢痕）为主的全身性疾病。



放射性物质类（电离辐射）

电离辐射（X射线、 γ 射线）等

可能导致的职业病：外照射急性放射病、外照射亚急性放射病、外照射慢性放射病、内照射放射病、放射性皮肤疾病、放射性白内障、放射性肿瘤、放射性骨损伤、放射性甲状腺疾病、放射性性腺疾病、放射复合伤、根据《放射性疾病诊断总则》可以诊断的其他放射性损伤。



放射性物质以波或微粒形式发射出的一种能量就叫核辐射，核爆炸和核事故都有核辐射。它有 α 、 β 和 γ 三种辐射形式。 α 辐射只要用一张纸就能挡住，但吸入体内危害大； β 辐射是高速电子，皮肤沾上后烧伤明显； γ 辐射和X射线相似，能穿透人体和建筑物，危害距离远。宇宙、自然界能产生放射性的物质不少，但危害都不太大，只有核爆炸或核电站事故泄漏的放射性物质才能大范围地对人员造成伤害。

物理因素

（一）高温，可能导致的职业病：中暑



（二）高压电，可能导致的职业病：减压病



(三) 低气压, 可能导致的职业病: 高原病、航空病



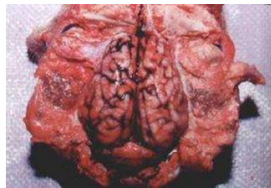
(四) 局部振动, 可能导致的职业病: 手臂振动病

生物因素

(一) 炭疽杆菌, 可能导致的职业病: 炭疽



(二) 森林脑炎, 可能导致的职业病: 森林脑炎



(三) 布氏杆菌, 可能导致的职业病: 布氏杆菌病



化学物质类

(一) 铅及其化合物(铅尘、铅烟、铅化合物, 不包括四乙基铅), 可能导致的职业病: 铅及其化合物



有轻微的手脚麻木, 睡觉伴有昏沉之状, 脑步生成压力感, 促使手脚麻木, 无法正常睡眠, 致使次日头昏, 乏力等症状。



脾气异常, 易愤怒, 骨关节不适, 头皮麻木等不适直接会影响个人对病情的判断能力, 似有病, 却又像没病, 个性及其兴奋, 只需走上岗位, 不适感会在几分钟内消失。



精神异常, 记忆力的反复失常, 大大改变一个人的本性, 原本可以控制的事情, 却无法控制自己, 即便控制, 其效果也将本末倒置, 适得其反。



手脚无力, 面呈铅容, 口出异味, 嗜睡如命, 促使肌肉神经萎缩, 无法实施正常劳动能力。



铅毒于血管内行走, 损伤血管壁及毛细血管壁, 使血管失去弹性, 无法正常运行, 致使血管痉挛。



头昏, 头疼, 头皮麻木, 精神不振, 失眠和嗜睡等症状。

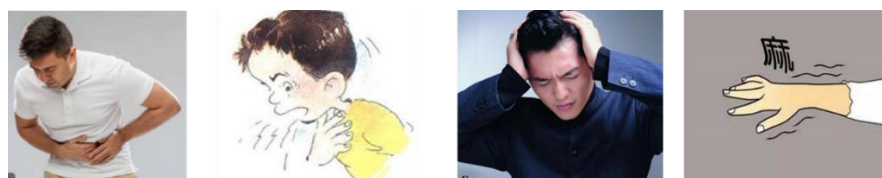


眼震, 面部神经有麻木感, 脸部酸痛, 伴有扭曲感。

(二) 汞及其化合物(汞、氯化高汞、汞化合物),可能导致的职业病:汞及其化合物中毒



(三) 锰及其化合物(锰烟、锰尘、锰化合物),可能导致的职业病:锰及其化合物中毒



(四) 镉及其化合物,可能导致的职业病:镉及其化合物中毒

(五) 铍及其化合物,可能导致的职业病:铍病

(六) 铊及其化合物,可能导致的职业病:铊及其化合物中毒

(七) 钡及其化合物,可能导致的职业病:钡及其化合物中毒

(八) 钒及其化合物,可能导致的职业病:钒及其化合物中毒

(九) 磷及其化合物(不包括磷化氢、磷化锌、磷化铝),可能导致的职业病:磷及其化合物中毒

(十) 砷及其化合物(不包括砷化氢),可能导致的职业病:砷及其化合物中毒



(十一) 铀,可能导致的职业病:铀中毒

(十二) 砷化氢,可能导致的职业病:砷化氢中毒



(十三) 氯气,可能导致的职业病:氯气中毒

(十四) 二氧化硫,可能导致的职业病:二氧化硫中毒

(十五) 光气,可能导致的职业病:光气中毒

(十六) 氨,可能导致的职业病:氨中毒

(十七) 偏二甲基肼,可能导致的职业病:偏二甲基肼中毒

- (十八) 氮氧化合物，可能导致的职业病：氮氧化合物中毒
- (十九) 一氧化碳，可能导致的职业病：一氧化碳中毒
- (二十) 二氧化碳，可能导致的职业病：二氧化碳中毒
- (二十一) 硫化氢，可能导致的职业病：硫化氢中毒
- (二十二) 磷化氢、磷化锌、磷化铝，可能导致的职业病：磷化氢、磷化锌、磷化铝中毒
- (二十三) 氟及其化合物，可能导致的职业病：工业性氟病
- (二十四) 氰及腈类化合物，可能导致的职业病：氰及腈类化合物中毒
- (二十五) 四乙基铅，可能导致的职业病：四乙基铅中毒
- (二十六) 有机锡，可能导致的职业病：有机锡中毒
- (二十七) 羰基镍，可能导致的职业病：羰基镍中毒
- (二十八) 苯，可能导致的职业病：苯中毒
- (二十九) 甲苯，可能导致的职业病：甲苯中毒
- (三十) 二甲苯，可能导致的职业病：二甲苯中毒
- (三十一) 正己烷，可能导致的职业病：正己烷中毒
- (三十二) 汽油，可能导致的职业病：汽油中毒
- (三十三) 一甲胺，可能导致的职业病：一甲胺中毒
- (三十四) 有机氟聚合物单体及其热裂解物，可能导致的职业病：有机氟聚合物单体及其热裂解物中毒
- (三十五) 二氯乙烷，可能导致的职业病：二氯乙烷中毒
- (三十六) 四氯化碳，可能导致的职业病：四氯化碳中毒
- (三十七) 氯乙烯，可能导致的职业病：氯乙烯中毒



- (三十八) 三氯乙烯，可能导致的职业病：三氯乙烯中毒
- (三十九) 氯丙烯，可能导致的职业病：氯丙烯中毒
- (四十) 氯丁二烯，可能导致的职业病：氯丁二烯中毒
- (四十一) 苯胺、甲苯胺、二甲苯胺、N，N-二甲基苯胺、二苯胺、硝基苯、硝基甲苯、对硝基苯胺、二硝基苯、二硝基甲苯，可能导致的职业病：苯的氨基及硝基化合物（不包括三硝基甲苯）中毒
- (四十二) 三硝基甲苯，可能导致的职业病：三硝基甲苯中毒
- (四十三) 甲醇，可能导致的职业病：甲醇中毒
- (四十四) 酚，可能导致的职业病：酚中毒

- (四十五) 五氯酚，可能导致的职业病：五氯酚中毒
- (四十六) 甲醛，可能导致的职业病：甲醛中毒
- (四十七) 硫酸二甲酯，可能导致的职业病：硫酸二甲酯中毒
- (四十八) 丙烯酰胺，可能导致的职业病：丙烯酰胺中毒
- (四十九) 二甲基甲酰胺，可能导致的职业病：二甲基甲酰胺中毒
- (五十) 有机磷农药，可能导致的职业病：有机磷农药中毒
- (五十一) 氨基甲酸酯类农药，可能导致的职业病：氨基甲酸酯类农药中毒
- (五十二) 杀虫脒，可能导致的职业病：杀虫脒中毒
- (五十三) 溴甲烷，可能导致的职业病：溴甲烷中毒
- (五十四) 拟除虫菊酯类，可能导致的职业病：拟除虫菊酯类农药中毒
- (五十五) 导致职业性中毒性肝病的化学类物质：二氯乙烷、四氯化碳、氯乙烯、三氯乙烯、氯丙烯、氯丁二烯、苯的氨基及硝基化合物、三硝基甲苯、五氯酚、硫酸二甲酯
可能导致的职业病：职业性中毒性肝病
- (五十六) 根据职业性急性中毒诊断标准及处理原则总则可以诊断的其他职业性急性中毒的危害因素

导致职业性皮肤病的危害因素

- (一) 导致接触性皮炎的危害因素：硫酸、硝酸、盐酸、氢氧化钠、三氯乙烯、重铬酸盐、三氯甲烷、 β -萘胺、铬酸盐、乙醇、醚、甲醛、环氧树脂、尿醛树脂、酚醛树脂、松节油、苯胺、润滑油、对苯二酚等。
- (二) 导致光敏性皮炎的危害因素：焦油、沥青、醌、蒽醌、蒽油、木酚油、荧光素、六氯苯、氯酚等。
- (三) 导致电光性皮炎的危害因素：紫外线。
- (四) 导致黑变病的危害因素：焦油、沥青、蒽油、汽油、润滑油、油彩等。
- (五) 导致痤疮的危害因素：沥青、润滑油、柴油、煤油、多氯苯、多氯联苯、氯化萘、多氯萘、多氯酚、聚氯乙烯。
- (六) 导致溃疡的危害因素：铬及其化合物、铬酸盐、铍及其化合物、砷化合物、氯化钠。
- (七) 导致化学性皮肤灼伤的危害因素：硫酸、硝酸、盐酸、氢氧化钠。
- (八) 导致其他职业性皮肤病的危害因素：
- 油彩：可能导致的职业病：油彩皮炎；
- 高湿：可能导致的职业病：职业性浸渍、糜烂；
- 有机溶剂：可能导致的职业病：职业性角化过度、皲裂；
- 螨、羌：可能导致的职业病：职业性痒疹。



黑变病



痤疮



光敏性皮炎



电光性皮炎



接触性皮炎



溃疡



化学性皮肤灼伤

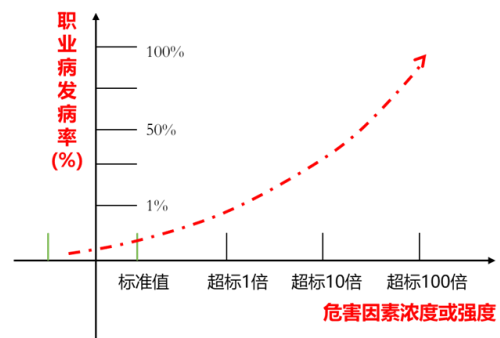
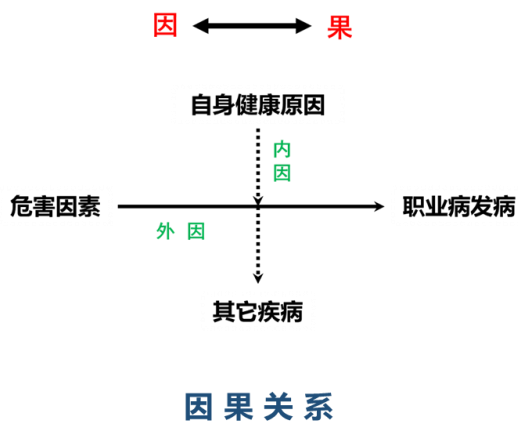
导致职业性眼病的危害因素

- (一) 导致噪声聋的危害因素：噪声。
- (二) 导致铬鼻病的危害因素：铬及其化合物、铬酸盐。
- (三) 导致牙酸蚀病的危害因素：氟化氢、硫酸酸雾、硝酸酸雾、盐酸酸雾。

职业性肿瘤的职业病危害因素

- (一) 导致肺癌、间皮瘤的危害因素：石棉
- (二) 导致膀胱癌的危害因素：联苯胺
- (三) 导致白血病的危害因素：苯
- (四) 导致肺癌的危害因素：氯甲醚
- (五) 导致肺癌、皮肤癌的危害因素：砷
- (六) 导致肝血管肉瘤的危害因素：氯乙烯
- (七) 导致焦炉工人肺癌的危害因素：焦炉烟气
- (八) 导致铬酸盐制造业工人肺癌的危害因素：铬酸盐

8.2.2 危害因素和职业病的关系



8.2.3 危害因素检测

政策要求

- ✧ 《职业病防治法》规定，用人单位应建立、健全工作场所职业病危害因素监测及评价制度，应每年进行职业卫生现场危害因素检测。
- ✧ 检测结果应对涉及场所人员进行告知，并在公司进行公示。
- ✧ 针对检测结果中超标的项目，应使用相应的控制措施。

8.2.4 危害因素控制

- ✧ 一级控制（消除）：从根本上消除病因；如工艺改造，密闭生产等。
- ✧ 二级控制（减弱）：早期发现问题，早解决；如危害因素监测，健康监护等。
- ✧ 三级控制（控制）：及时治疗，防止进一步伤残。

职业卫生工作目的就是预防和控制职业危害，
改善劳动者作业环境，提高劳动者健康素质，防止职业病发生。

7.3 职业病防治

国家有关防护用品法规

《劳动法》第 54 条规定：用人单位必须为劳动者提供必要的劳动防护用品。

《职业病防治法》第 20 条规定：用人单位必须采用有效的职业病防护措施，为劳动者提供个人使用的职业病防护用品。

定义

个人防护用品（又称劳动保护用品），是指劳动者在劳动中为防御物理、化学、生物等外界因素伤害人体而穿戴和配备的各种物品的总称。

个人防护用品的作用，是使用一定的屏蔽体，采取隔离、封闭、吸收、分散等手段，保护机体或全身免受外界危害因素的侵害。

7.3.1 个体防护用品分类

以防止伤亡事故为目的的防护用品

- ✧ 防坠落用品，如安全带、安全网等；
- ✧ 防冲击用品，如安全帽、防冲击护目镜等；
- ✧ 防触电用品，如绝缘服、绝缘鞋、等电位工作服等；
- ✧ 防机械外伤用品，如防刺、割、绞碾、磨损用的防护服、鞋、手套等；
- ✧ 防酸碱用品，如耐酸碱手套、防护服和靴等；
- ✧ 耐油用品，如耐油防护服、鞋和靴等；
- ✧ 防水用品，如胶制工作服、雨衣、雨鞋和雨靴、防水保险手套等；
- ✧ 防寒用品，如防寒服、鞋、帽、手套等。



以预防职业病为目的的防护用品

- ✧ 防尘用品，如防尘口罩、防尘服等；
- ✧ 防毒用品，如防毒面具、防毒服等；
- ✧ 防放射性用品，如防辐射服、铅玻璃眼镜等；
- ✧ 隔热辐射用品，如隔热防火服、防辐射隔热面罩、电焊手套、有机防护眼镜等；
- ✧ 防噪声用品，如耳塞、耳罩、耳帽等。

以人体防护部位分类

- ✧ 头部防护用品，如防护帽、安全帽、防寒帽、防昆虫帽等；
- ✧ 呼吸器官防护用品，如防尘口罩（面罩）、防毒口罩（面罩）等；
- ✧ 眼面部防护用品，如焊接护目镜、炉窑护目镜、防冲击护目镜等；
- ✧ 手部防护用品，如一般防护手套、各种特殊防护（防水、防寒、防高温、防振）手套、绝缘手套等；
- ✧ 足部防护用品，如防水、防油、防滑、防高温、防酸碱鞋（靴）及电绝缘鞋（靴）等；
- ✧ 躯干防护用品，通常称为防护服，如一般防护服、防油服、放电磁辐射服、隔热服、防酸碱服等。



7.3.2 常见劳动防护用品

防尘口罩：劳动者在工作中接触粉尘的生产作业场所，可以有效预防尘肺等。



防噪耳塞：插入耳道后与外耳道紧密接触，以隔绝声音进入中耳和内耳（耳鼓），能防止机器发出的声音导致的耳膜不适，达到隔音的目的，从而保护工人听力。



防护手套：可以防多种油类，漆类和有机溶剂及其他化学物质，具有良好的



耐寒耐热性能，可以有效防止有毒物质引起中毒和皮肤病变。

其他



7.3.4 职业健康体检

上岗前检查

目的是发现职业禁忌症、分清责任；根据检查结果评价职工是否适合从事该工种作业；禁止患有职业禁忌症的职工从事所禁忌的工种和作业；防止职业病发生，减少或消除职业危害对职工的健康损害，减少用人单位的经济损失和社会负担。

在岗期间检查

起到早发现、早诊断、早治疗职业病的作用；及时发现健康损害；根据检查结果，判断职工是否适合继续从事该工种作业；尽早采取措施减少职业病危害因素对职工健康的影响，及时治疗、减轻职业危害后果，减少用人单位的经济损失和社会负担。

离岗时检查

能客观反映当时的身体情况，初步判定其工作期间是否患上了职业病，分清健康损害责任；这是职业健康监护档案的必备资料，是企业应履行的一种法律责任，也为今后可能出现的职业病诊断鉴定纠纷提供参考依据。

应急检查

在发生事故或紧急状况时进行的健康检查，能发现中毒病人，及时治疗，为采取临时控制措施提供依据，避免事故危害、损失的扩大。



登记、内外科检查、测血压、化验抽血
B超、心电图、肺功能、听力测试、高千伏X光检查



7.3.5 职业健康教育与培训

✧ 各级领导和职工都必须熟悉本岗位职业卫生与职业病防治职责，掌握本岗位及管理范围内职业病危害情况、治理情况和预防措施。

- ✧ 各部门、单位要组织对全体员工进行职业卫生专业知识与法律法规的教育培训工作。组织职工认真学习和贯彻国家的职业病防治法规、条例及公司职业卫生规章制度，树立法制观念，提高遵纪守法意识。班组每季度在安全活动中安排一次职业卫生知识学习活动，并做好记录。
- ✧ 生产岗位管理和作业人员必须掌握并能正确使用、维护职业卫生防护设施和个体职业卫生防护用品，掌握生产现场中毒自救呼救基本知识和基本技能，开展相应的演练活动。
- ✧ 从事职业病危害作业岗位职工必须接受上岗前职业卫生和职业病防治法规教育、岗位劳动保护知识教育及防护用具使用方法的培训，经考试合格后方可上岗操作。
- ✧ 要做好生产检（维）修前的职业卫生教育与培训，结合检维修过程中会产生和接触到的职业病危害因素及可能发生的急性中毒事故，重点掌握自我防护要点和急性职业病危害事故情况下的紧急处理措施。

第八章 制药工业与环境保护

8.1 概述

8.1.1 环境保护的重要性

- ✧ 环境是人类赖以生存和社会经济可持续发展的客观条件和空间。随着现代工业的高速发展，环境保护问题已引起人们的极大关注。
- ✧ 环境污染直接威胁人类的生命和安全，也影响了经济的顺利发展，成为严重的社会问题。
- ✧ 我国目前粗放型的经济格局和经济的持续高速发展，造成了能源和资源消耗强度过大，加上人们对环境污染严重性的认识不足，致使我国工业污染的治理远远落后于工业生产的发展。
- ✧ 面对日益严重的环境污染，传统的先污染后治理的治污方案往往难以奏效，必须采取切实可行的措施，走高科技、低污染的跨越式产业发展之路，治理和保护好环境，促进我国经济的可持续发展。

8.1.2 我国防治污染的方针政策

我国先后完善和颁布了《环境保护法》、《大气污染防治法》、《水污染防治法》、《海洋环境保护法》、《固体废物污染环境防治法》、《环境噪声污染防治法》以及与各种法规相配套的行政、经济法规 and 环境保护标准，基本形成了一套完整的环境保护法律体系。



- ✧ 所有企业、单位和部门都要遵守国家 and 地方的环境保护法规，采取切实有效的措施，限期解决污染问题。
- ✧ 凡是新建、扩建和改造项目都必须按国家基本建设项目环境管理办法的规定，切实执行环境评价报告制度和“三同时”制度，做到先评价，后建设，环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，防止发生新的污染。
- ✧ 在全国推行环境保护目标责任制、城市环境综合整治定量考核、污染物排放许可证制度、污染集中控制和污染限期治理等制度。

8.1.3 制药工业污染的特点和现状

制药工业污染的特点

- ✧ 数量少、组分多、变动性大

- ✧ 间歇排放
- ✧ pH 值不稳定
- ✧ 化学需氧量高

我国制药工业污染的现状

- ✧ 全国药厂废气每年排放量 10^9 m^3 ，含有害物质 10^5 t 。
- ✧ 全国药厂废水每天排放量 $5 \times 10^5 \text{ m}^3$ 。
- ✧ 全国药厂废渣每年排放量 10^5 t 。
- ✧ 条件好的厂家已达二级处理水平，大部分污染得到妥善处理。
- ✧ 但有相当数量厂家仅是一级处理，有的甚至未作到清污分流。

8.2 污染防治措施

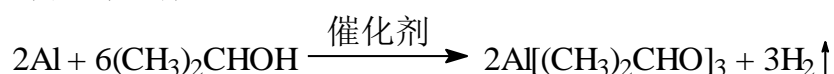
8.2.1 采用绿色生产工艺

绿色生产工艺是针对生产过程的主要环节和组分，重新设计少污染或无污染的生产工艺，并通过改进操作方法、优化操作参数等措施，实现过程的节能、降耗、消除或减少环境污染的目标。

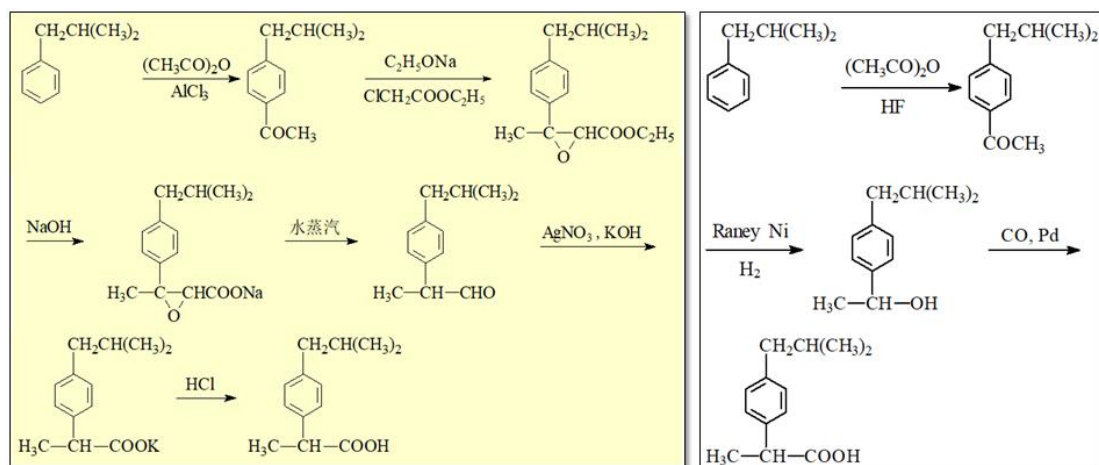
绿色生产工艺从源头上消除污染，为最理想的污染防治方法。

（一）重新设计少污染或无污染的生产工艺

实例一：重新设计药品的生产工艺时应尽可能选用无毒或低毒的原辅材料来代替有毒或剧毒的原辅材料，以降低或消除污染物的毒性。如在氯霉素的合成中，原来采用氯化高汞作催化剂制备异丙醇铝，后改用三氯化铝代替氯化高汞作催化剂，从而彻底解决了令人棘手的汞污染问题。



实例二：在药物合成中，重新设计生产工艺时，简化合成步骤，可以减少污染物的种类和数量，从而减轻处理系统的负担，有利于环境保护。布洛芬的生产：原采用 Boot 公司的 Brown 合成方法(六步)，BHC 公司发明了生产布洛芬的新方法

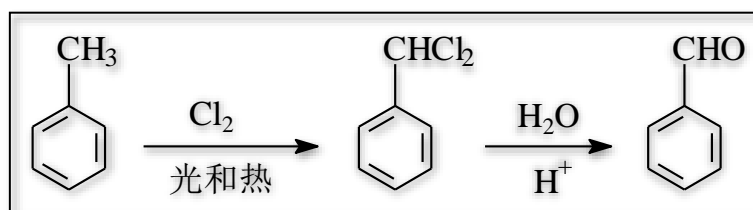


(三步)。

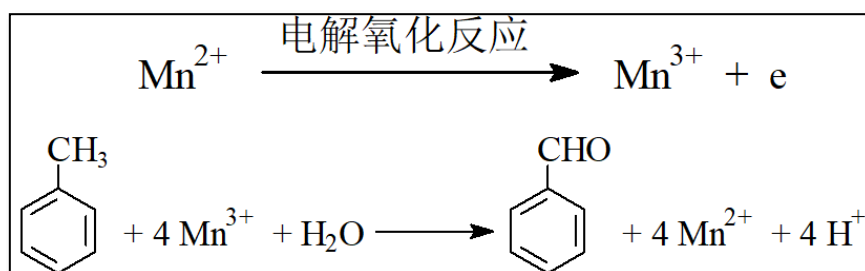
该工艺废物量可减少 37%,BHC 公司获 1997 年度美国“总统绿色化学挑战奖”的变更合成路线奖。

实例三：设计无污染的绿色生产工艺是消除环境污染的根本措施。

苯甲醛的传统合成路线是通过二氯代苄水解而得：甲苯侧链氯化，得到以亚苄基二氯为主的产物。再经水解、精馏等步骤而得到苯甲醛。该工艺在生产过程中不仅要产生大量需治理的废水，而且由于有伴随光和热的大量氯气参与反应，因此，对周围的环境将造成严重的污染。

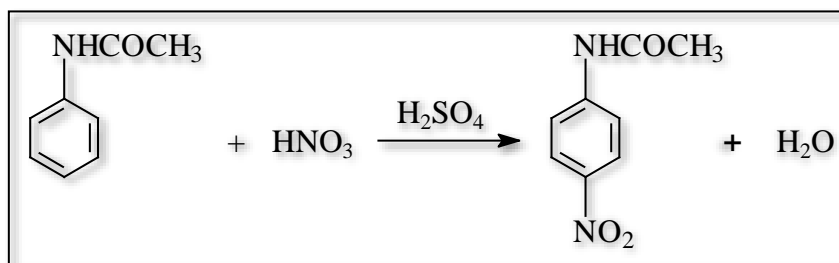


现可采用间接电氧化法，整个工艺过程无污染物排放，是一条绿色生产工艺。该工艺中油水两相分别构成闭路循环，无污染排放。



(二) 优化工艺参数

对化学反应的工艺参数进行优化，获得最佳工艺条件，是减少或消除污染的一个重要手段。

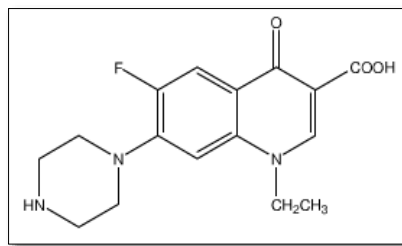


乙酰苯胺的硝化反应

原工艺是将乙酰苯胺溶于硫酸中，再加混酸进行硝化。后经研究发现，乙酰苯胺硫酸溶液中的硫酸浓度已足够高，混酸中的硫酸可以省去。这样不但节省了大量的硫酸，而且大大减轻了污染物的处理负担。

（三）改进操作方法

生产工艺已经确定，可从改进操作方法入手，减少或消除污染物的形成。



氟哌酸（诺氟沙星）

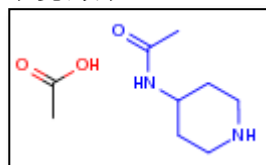
广谱抗菌药氟哌酸合成中的 3,4-二氯硝基苯氟化反应，将原工艺的二甲基亚砜溶剂改为环丁砜溶剂，可避免废水的生成。



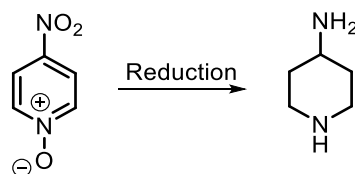
（四）采用新技术

使用新技术不仅能显著提高生产技术水平，而且有时也有利于污染物的防治和环境保护。

在抗生素类药物 4-乙酰胺基哌啶醋酸盐的合成中，原工艺采用铁粉还原硝基氧化吡啶制备 4-氨基吡啶，现采用催化加氢还原技术，既简化了工艺操作，又消除了环境污染。

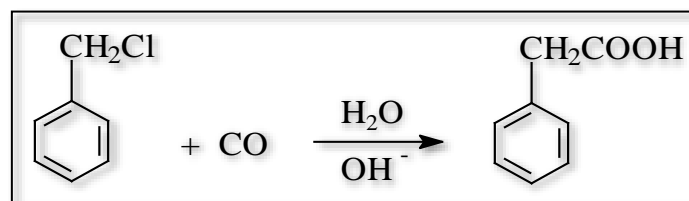


4-乙酰胺基哌啶醋酸盐



Conditions: 1) Fe, H⁺; 2) H₂, catalyst

苯乙酸是合成青霉素等药物的重要中间体。目前工业上仍以苯乙腈水解来制备，而苯乙腈又是由苄氯和氢氰酸反应来合成的。现在通过苄氯羰化合成苯乙酸已经获得成功，合成路线不仅经济，而且避免使用剧毒的氰化物，减少了对环境的危害。

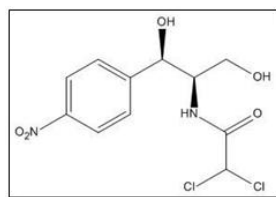


8.2.2 循环套用

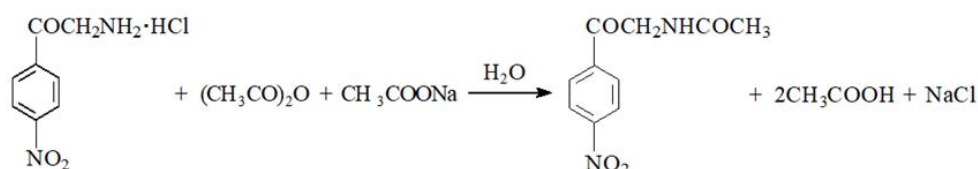
（一）分离母液中未反应原料、副产物和产物

药物合成反应往往不能进行得十分完全，且多存在副反应，产物也不可能从反应混合物中完全分离出来，因此分离母液中常含有一定数量的未反应原料、副产物和产物。通过工艺设计实现反应母液的循环套用或经适当处理后套用，这不仅降低了原辅材料的消耗，提高了产品的收率，而且减少了环境污染。

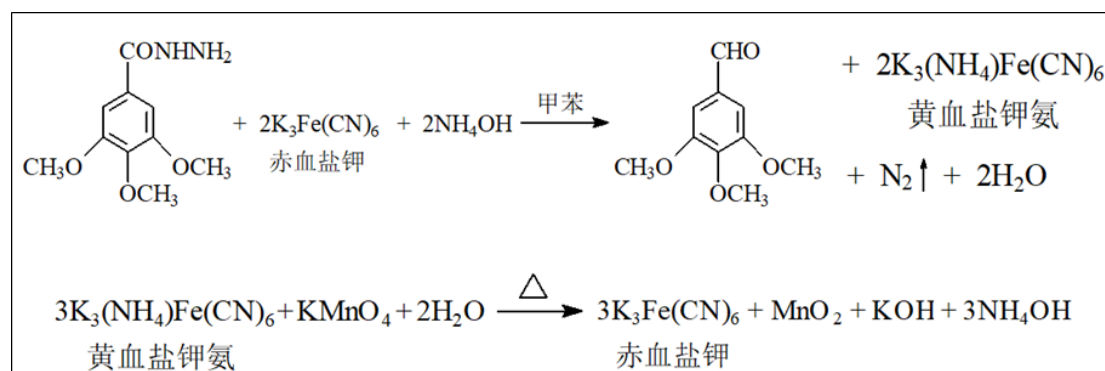
实例一：氯霉素合成中乙酰化反应母液的循环套用。将母液按含量代替醋酸钠直接应用于下一批反应，从而革除了蒸发、结晶、过滤等操作，且降低了原料消耗量，提高了产物收率，减少了废水的处理量。



氯霉素



实例二：甲氧苄氨嘧啶的氧化反应是将三甲氧基苯甲酰肼在氨水及甲苯中用赤血盐钾(铁氰化钾)氧化，得到三甲氧基苯甲醛，同时副产物黄血盐钾氨(亚铁氰化钾氨)溶解在母液中。黄血盐钾氨分子内含有氰基，需处理后方可随母液排放。后对含黄血盐钾氨的母液进行适当处理，再用高锰酸钾氧化，使黄血盐钾氨转化为原料赤血盐钾，所得赤血盐的含量在 13%以上，可套用于氧化反应中。



(二) 有机溶剂、催化剂、活性炭

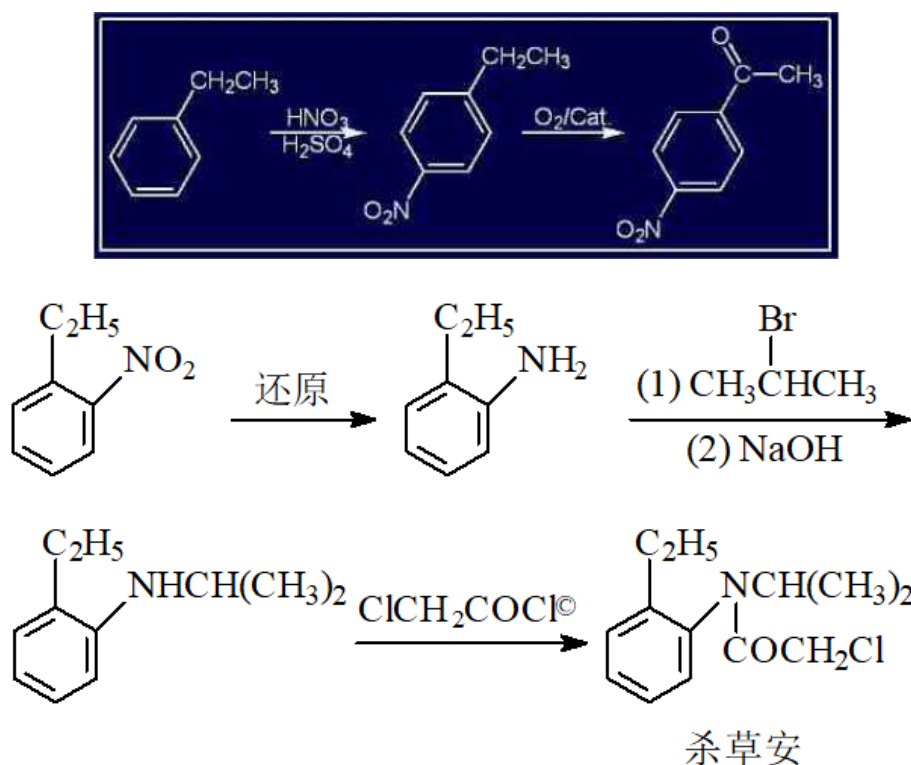
将反应母液循环套用，可显著地减少环境污染。若设计得当，则可构成一个闭路循环，是一个理想的绿色生产工艺。除了母液可以循环套用外，药物生产中大量使用的各种有机溶剂，均应考虑循环套用，以降低单耗，减少环境污染。其它的如催化剂、活性炭等经过处理后也可考虑反复使用。

(三) 废弃物

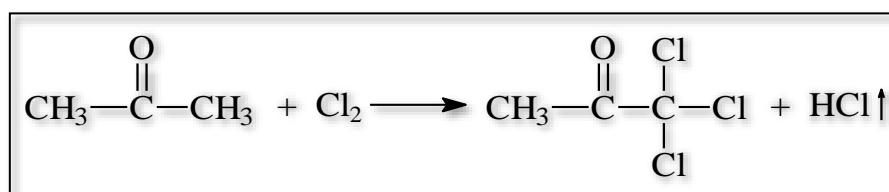
化学制药过程中产生的废弃物也是一种“资源”，从排放的废弃物中回收有

价值的物料，开展综合利用，是控制污染的一个积极措施。

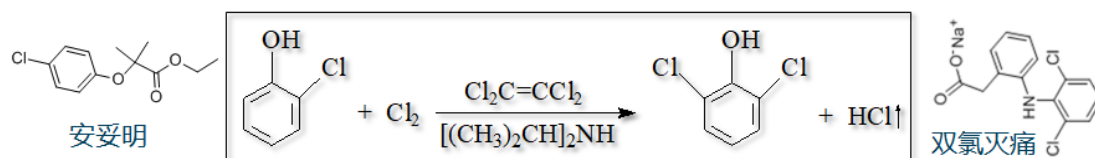
实例一：氯霉素生产中的副产物邻硝基乙苯，是重要的污染物之一，将其制成杀草安，就是一种优良的除草剂。



实例二：叶酸合成中的丙酮氯化反应，反应过程中放出大量的氯化氢废气，直接排放将对环境造成严重污染。经用水和液碱吸收后，既消除了氯化氢气体造成的污染，又可回收得到一定浓度的盐酸。



实例三：对氯苯酚是制备降血脂药安妥明的主要原料，其生产过程中的副产物邻氯苯酚是重要的污染物之一，将其制成 2,6-二氯苯酚可用作解热镇痛药双氯灭痛的原料。



8.2.3 改进生产设备，加强设备管理

✧ 改进生产设备，加强设备管理是药品生产中控制污染源、减少环境污染的又一个重要途径。

- ✧ 设备选型合理、设计得当，可提高原料的转化率和产物的选择性，减少污染物的数量。
- ✧ 加强设备管理，提高设备、管道的严密性，使系统少排或不排污染物，减少环境污染。

8.3 废水处理技术

药厂产生的污染物中，废水数量最大，种类最多，危害最重。是药厂污染物无害化处理的重点和难点。

8.3.1 基本概念

（一）水质指标

水质指标是表征废水性质的参数。比较重要的有：pH、悬浮物（SS）、生化需氧量（BOD）、化学需氧量（COD）等。

- ✧ pH 值：反映废水酸碱性强弱的重要指标。处理后的废水应呈中性或接近中性。
- ✧ 悬浮物：指废水中呈悬浮状态的固体，是反映水中固体物质含量的一个常用指标，可用过滤法测定，单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- ✧ 生化需氧量：指在一定条件下，微生物氧化分解水中的有机物时所需的溶解氧的量，单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。微生物分解有机物的速度和程度与时间有直接关系。实际工作中，常在 20°C 的条件下，将废水培养 5 日，然后测定单位体积废水中溶解氧的减少量，即 5 日生化需氧量作为生化需氧量的指标，以 BOD_5 表示。BOD 反映了废水中可被微生物分解的有机物的总量，其值越大，表示水中的有机物越多，水体被污染的程度也就越高。
- ✧ 化学需氧量：是指在一定条件下，用强氧化剂氧化废水中的有机物所需的氧的量，单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。我国的废水检验标准规定以重铬酸钾作氧化剂，标记为 COD_{Cr} 。COD 与 BOD 均可表征水被污染的程度，但 COD 能够更精确地表示废水中的有机物含量，而且测定时间短，不受水质限制，因此常被用作废水的污染指标。COD 和 BOD 之差表示废水中没有被微生物分解的有机物含量。

（二）清污分流

- ✧ 清污分流是指将清水（如间接冷却用水、雨水和生活用水等）与废水（如制药生产过程中排出的各种废水）分别用各自不同的管路或渠道输送、排放或贮留，以利于清水的循环套用和废水的处理。采取清污分流，不仅可以节约大量的清水，而且可大幅度降低废水量，提高废水的浓度，从而大大减轻废水的输送负荷和治理负担。
- ✧ 除清污分流外，还应将某些特殊废水与一般废水分开，以利于特殊废水的单独处理和一般废水的常规处理。

（三）废水处理级数

一级处理：通常是采用物理方法或简单的化学方法除去水中的漂浮物和部分处于悬浮状态的污染物，以及调节废水的 pH 值等。在大多数场合，废水经一级处理后仍达不到国家规定的排放标准，常作为废水的预处理。

二级处理：主要指生物处理法。二级处理适用于处理各种含有机污染物的废水。废水经二级处理后， BOD_5 可降至 $20\sim 30\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，水质一般可以达到规定的排放标准。

三级处理：是一种净化要求较高的处理，目的是除去二级处理中未能除去的污染物，包括不能被微生物分解的有机物、可导致水体富营养化的可溶性无机物(如氮、磷等)以及各种病毒、病菌等。三级处理所使用的方法很多，如过滤、活性炭吸附、臭氧氧化、离子交换、电渗析、反渗透以及生物法脱氮除磷等。废水经三级处理后， BOD_5 可从 $20\sim 30\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 降至 $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下，可达到地面水和工业用水的水质要求。

8.3.2 废水的污染控制指标

《国家污水综合排放标准》按污染物对人体健康的影响程度，将污染物分为两类。第一类污染物：指能在环境或生物体内积累，对人体健康产生长远不良影响的污染物。《国家污水综合排放标准》中规定的此类污染物有 9 种，即总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍、苯并芘。含有这一类污染物的废水，不分行业和排放方式，也不分受纳水体的功能差别，一律在车间或车间处理设施的排出口取样，其最高允许排放浓度必须符合表一中的规定。

表一 第一类污染物最高允许排放浓度 **单位： $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$**

序号	污染物	最高允许排放浓度	序号	污染物	最高允许排放浓度
1	总汞	0.05	6	总砷	0.5
2	烷基苯	不得检出	7	总铅	1.0
3	总镉	0.1	8	总镍	1.0
4	总铬	1.5	9	苯并(α)芘	0.00005
5	六价铬	0.5			

第二类的污染物：指其长远影响小于第一类的污染物。在《国家污水综合排放标准》中规定的有 pH 值、化学需氧量、生化需氧量、色度、悬浮物、石油类、挥发性酚类、氰化物、硫化物、氟化物、硝基苯类、苯胺类等共 20 项。含有第二

类污染物的废水在排污单位排出口取样，根据受纳水体的不同，执行不同的排放标准。

表二 第二类污染物最高允许排放浓度 单位: $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

污染物	一级标准		二级标准		三级标准
	新扩建	现 有	新扩建	现 有	
pH值	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
悬浮物	70	100	200		400
生化需氧量 (BOD_5)	30	60	60	80	300
化学需氧量 (COD_{Cr})	100	150	150	200	500
石油类	10	15	10	20	30
挥发酚	0.5	1.0	0.5	1.0	2.0
氰化物	0.5	0.5	0.5	3.5	1.0
硫化物	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
氟化物	10	15	10	15	20
硝基苯类	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0

按地面水域的使用功能要求和排放去向，对向地面水域和城市下水道排放的废水分别执行一、二、三级标准。

- ✧ 对特殊保护水域及重点保护水域，如生活用水水源地、重点风景名胜和重点风景游览区水体、珍贵鱼类及一般经济渔业水域等执行一级标准；
- ✧ 对一般保护水域，如一般工业用水区、景观用水区、农业用水区、港口和海洋开发作业区等执行二级标准；
- ✧ 对排入城镇下水道并进入二级污水处理厂进行生物处理的污水执行三级标准；
- ✧ 对排入未设置二级污水处理厂的城镇污水，必须根据下水道出水受纳水体的功能要求，分别执行一级或二级标准

8.3.3 废水处理的基本方法

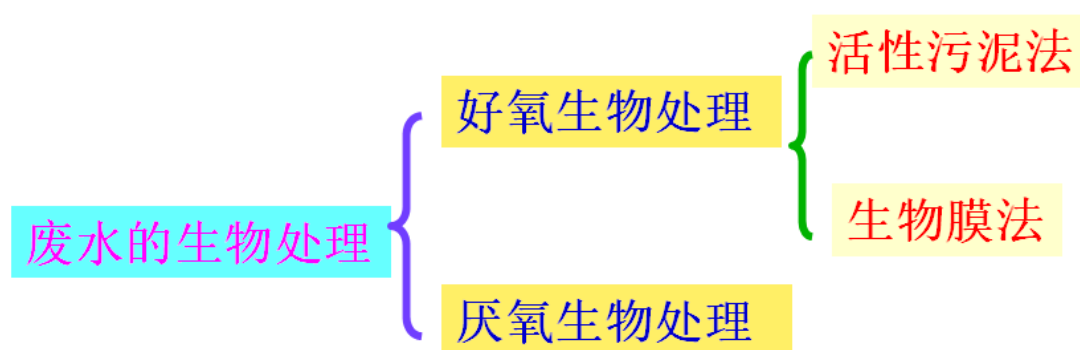
废水处理技术很多，按作用原理一般可分为物理法、化学法、物理化学法和生物法。

- ✧ 物理法是利用物理作用将废水中呈悬浮状态的污染物分离出来，在分离过程中不改变其化学性质，如沉降、气浮、过滤、离心、蒸发、浓缩等。物理法常用于废水的一级处理。
- ✧ 化学法是利用化学反应原理来分离、回收废水中各种形态的污染物，如中和、凝聚、氧化和还原等。化学法常用于有毒、有害废水的处理，使废水达到不影响生物处理的条件。
- ✧ 物理化学法是综合利用物理和化学作用除去废水中的污染物，如吸附法、离

子交换法和膜分离法等。近年来，物理化学法处理废水已形成了一些固定的工艺单元，得到了广泛的应用。

- ✧ 生物法是利用微生物的代谢作用，使废水中呈溶解和胶体状态的有机污染物转化为稳定、无害的物质，如 H_2O 和 CO_2 等。生物法能够去除废水中的大部分有机污染物，是常用的二级处理法。

8.3.4 生物法处理废水技术



(一) 基本原理—好氧生物处理

好氧生物处理是在有氧条件下，利用好氧微生物的作用将废水中的有机物分解为 CO_2 和 H_2O ，并释放出能量的代谢过程。有机物 ($C_xH_yO_z$) 在氧化过程中脱出的氢是以氧作为受氢体的，如下式所示：



在好氧生物处理过程中，有机物的分解比较彻底，最终产物是含能量最低的 CO_2 和 H_2O ，故释放的能量较多，代谢速度较快，代谢产物也很稳定。从废水处理的角考虑，这是一种非常好的代谢形式。

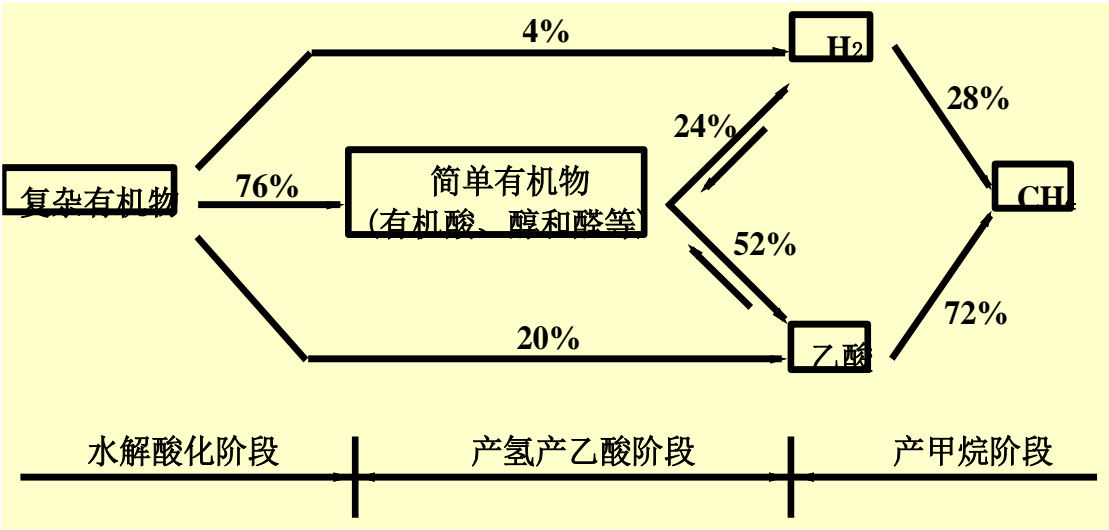
好氧生物法处理有机废水，基本上没有臭气产生，所需的处理时间比较短，在适宜的条件下，有机物的生物去除率一般在 80~90% 左右，有时可达 95% 以上。因此，好氧生物法已在有机废水处理中得到了广泛应用，活性污泥法、生物滤池、生物转盘等都是常见的好氧生物处理法。好氧生物法的缺点是对高浓度的有机废水，要供给好氧生物所需的氧气(空气)比较困难，需先用大量的水对废水进行稀释，且在处理过程中要不断地补充水中的溶解氧，从而使处理的成本较高。

(二) 基本原理—厌氧生物处理

厌氧生物处理是在无氧条件下，利用厌氧微生物，主要是厌氧菌的作用，来处理废水中的有机物。厌氧生物处理中的受氢体不是游离氧，而是有机物或含氧化合物，如 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^- 和 CO_2 等。因此，最终的代谢产物不是简单的 CO_2 和 H_2O ，而是一些低分子有机物、 CH_4 、 H_2S 和 NH_4^+ 等。

厌氧生物处理主要依靠水解产酸细菌、产氢产乙酸细菌和产甲烷细菌的联合

作用来完成。厌氧生物处理过程可粗略地分为水解酸化阶段、产氢产乙酸阶段和产甲烷阶段。



厌氧生物处理的三个阶段和 COD 转化率

厌氧生物处理过程中不需要供给氧气(空气)，故动力消耗少，设备简单，并能回收一定数量的甲烷气体作为燃料，因而运行费用较低。目前，厌氧生物法主要用于中、高浓度有机废水的处理，也可用于低浓度有机废水的处理。该法的缺点是处理时间较长，处理过程中常有硫化氢或其它一些硫化物生成，硫化氢与铁质接触就会形成黑色的硫化铁，从而使处理后的废水既黑又臭，需要进一步处理。

(三) 生物处理对水质的要求

营养物质

✧ 微生物的生长繁殖需要多种营养物质，如碳源、氮源、无机盐及少量的维生素等。生活废水中具有微生物生长所需的全部营养，而某些工业废水中可能缺乏某些营养。当废水中缺少某些营养成分时，可按所需比例投加所缺营养成分或加入生活污水进行均化，以满足微生物生长所需的各种营养物质。

有毒物质

✧ 废水中凡对微生物的生长繁殖有抑制作用或杀害作用的化学物质均为有毒物质。有毒物质使细菌细胞的正常结构遭到破坏以及使菌体内的酶变质，并失去活性。

✧ 废水中常见的有毒物质包括大多数重金属离子(铅、镉、铬、锌、铜等)、某些有机物(酚、甲醛、甲醇、苯、氯苯等)和无机物(硫化物、氰化物等)。不同种类的微生物对毒物的忍受程度不同，对废水进行生物处理时，应具体情况，具体分析，必要时可通过实验确定有毒物质的最高允许浓度。

溶解氧

✧ 好氧生物处理需在有氧的条件下进行，溶解氧不足将导致处理效果明显下降，

因此，一般需从外界补充氧气(空气)。

- ✧ 实践表明，对于好氧生物处理，水中的溶解氧宜保持在 $2\sim 4\text{mg L}^{-1}$ 左右，如出水中的溶解氧不低于 1mg L^{-1} ，则可以认为废水中的溶解氧已经足够。而厌氧微生物对氧气很敏感，当有氧气存在时，它们就无法生长。因此，在厌氧生物处理中，处理设备要严格密封，隔绝空气。

有机物浓度

- ✧ 在好氧生物处理中，废水中的有机物浓度不能太高，否则会增加生物反应所需的氧量，容易造成缺氧，影响生物处理效果。而厌氧生物处理是在无氧条件下进行的，因此，可处理较高浓度的有机废水。
- ✧ 此外，废水中的有机物浓度不能过低，否则会造成营养不良，影响微生物的生长繁殖，降低生物处理效果。

8.3.5 好氧生物处理法

(一) 活性污泥法

活性污泥是由好氧微生物(包括细菌、微型动物和其它微生物)及其代谢的和吸附的有机物和无机物组成的生物絮凝体，具有很强的吸附和分解有机物的能力。活性污泥的制备可在一含粪便的污水池中连续鼓入空气(曝气)以维持污水中的溶解氧，经过一段时间后，由于污水中微生物的生长和繁殖，逐渐形成褐色的污泥状絮凝体，这种生物絮凝体即为活性污泥，其中含有大量的微生物。

活性污泥法处理工业废水，就是让这些生物絮凝体悬浮在废水中形成混合液，使废水中的有机物与絮凝体中的微生物充分接触。废水中呈悬浮状态和胶态的有机物被活性污泥吸附后，在微生物的细胞外酶作用下，分解为溶解性的小分子有机物。溶解性的有机物进一步渗透到细胞体内，通过微生物的代谢作用而分解，从而使废水得到净化。

(1) 活性污泥法—活性污泥的性能指标

衡量活性污泥数量和性能好坏的指标主要有污泥浓度、污泥沉降比(SV)和污泥容积指数(SVI)等。

污泥浓度

指 1L 混合液中所含的悬浮固体(MLSS)或挥发性悬浮固体(MLVSS)的量, 单位为 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 或 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。其值可间接地反映混合液中所含微生物的数量。

污泥沉降比

指一定量的曝气混合液静置 30min 后，沉淀污泥与原混合液的体积百分比。可反映正常曝气时的污泥量以及污泥的沉淀和凝聚性能。性能良好的活性污泥，其沉降比一般在 15~20%的范围内。

污泥容积指数

又称污泥指数，指一定量的曝气混合液静置 30min 后，1g 干污泥所占有的沉淀污泥的体积，单位为 $\text{mL} \times \text{g}^{-1}$ 。污泥指数的计算方法为

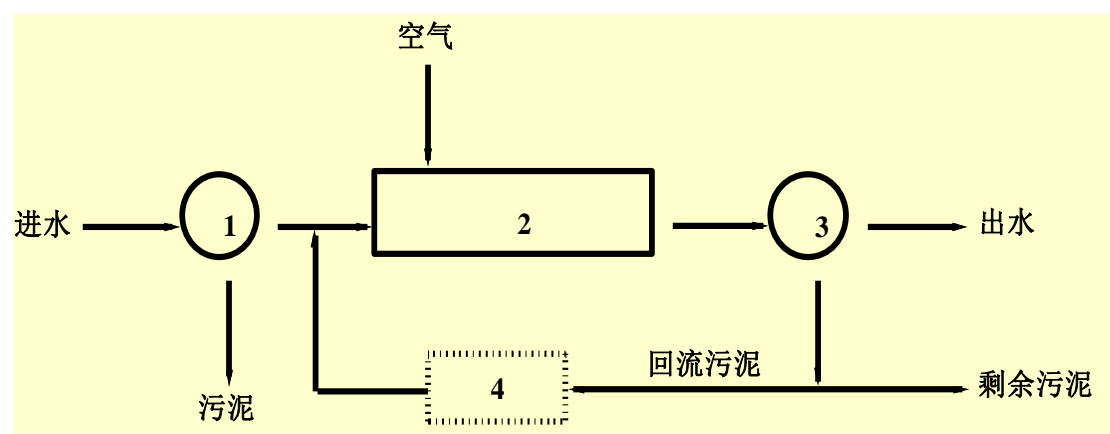
$$\text{SVI} = \frac{\text{SV} \times 1000}{\text{MLSS}}$$

例如，曝气混合液的污泥沉降比 SV 为 25%，污泥浓度 MLSS 为 2.5 g L^{-1} ，则污泥指数为：

$$\text{SVI} = \frac{25\% \times 1000}{2.5} = 100 (\text{mL/g})$$

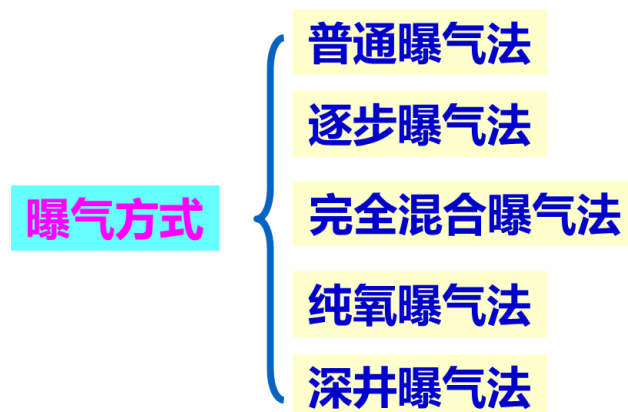
污泥指数是反映活性污泥松散程度的指标。SVI 值过低，说明污泥颗粒细小紧密，无机物较多，缺乏活性；反之，SVI 值过高，说明污泥松散，难以沉淀分离，有膨胀的趋势或已处于膨胀状态。多数情况下，SVI 值宜控制在 $50 \sim 100 \text{ mL} \times \text{g}^{-1}$ 之间。

（2） 活性污泥法—基本工艺流程



1-初次沉淀池；2-曝气池；3-二次沉淀池；4-再生池

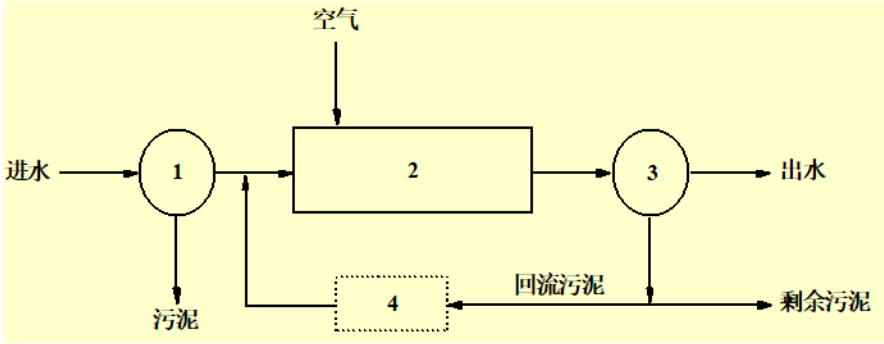
（3） 活性污泥法—常用曝气方式



其中普通曝气法是最基本的曝气方法，其它方法都是在普通曝气法的基础上逐步

发展起来的。我国应用较多的是完全混合曝气法。

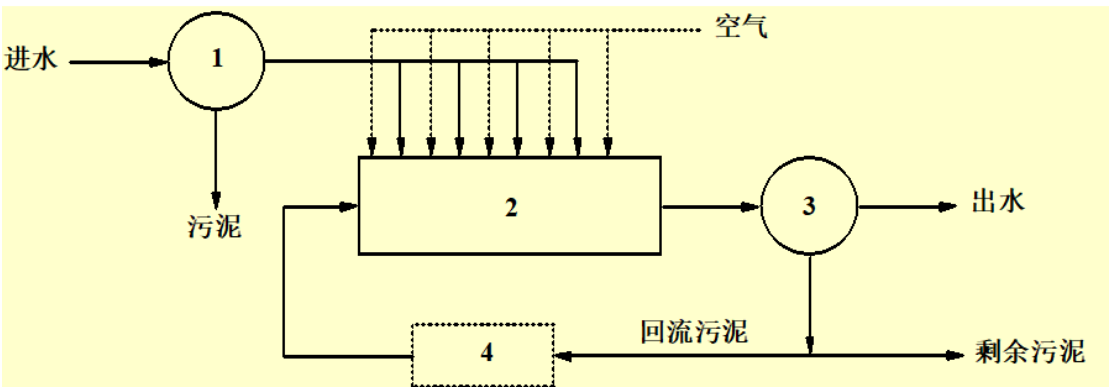
普通曝气法



1-初次沉淀池，2-曝气池，3-二次沉淀池，4-再生池

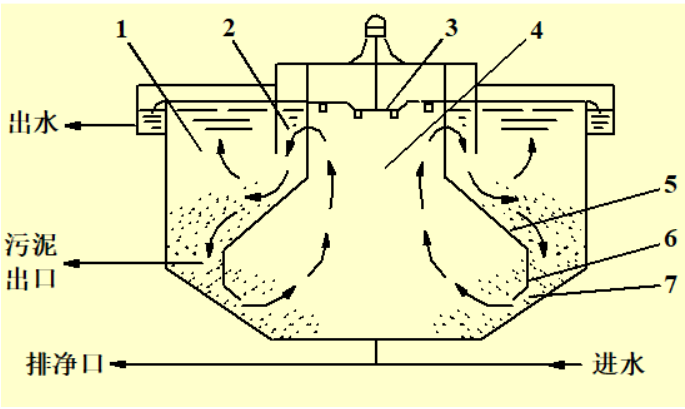
普通曝气法：废水和回流污泥从曝气池的一端流入，净化后的废水由另一端流出。曝气池进口处的有机物浓度较高，生物反应速度较快，需氧量较大。随着废水沿池长流动，有机物浓度逐渐降低，需氧量逐渐下降。而空气的供给常常沿池长平均分配，故供应的氧气不能被充分利用。普通曝气法可使废水中有机物的生物去除率达到 90%以上，出水水质较好，适用于处理要求高而水质较为稳定的废水 。

逐步曝气法



1-初次沉淀池；2-曝气池；3-二次沉淀池；4-再生池

完全混合曝气法



圆形曝气沉淀池：

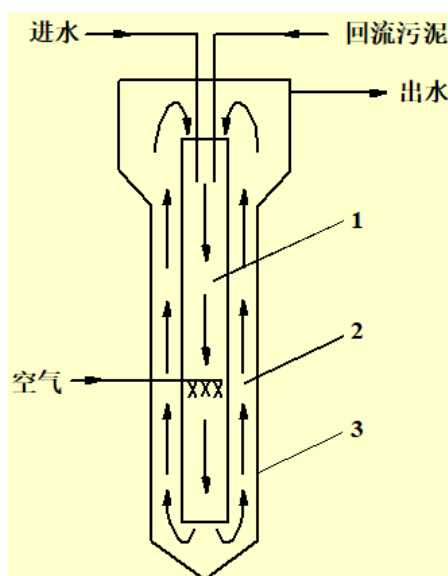
1-沉淀区；2-导流区；3-叶轮；4-曝气区；5-曝气筒；6-裙；7-回流缝

完全混合曝气法：目前应用

较多的活性污泥处理法，混合液在池内循环流动，废水和回流污泥进入曝气池后立即与池内混合液充分混合，进行吸附和代谢活动。适用于水质波动大、浓度较高的有机废水的处理。

纯氧曝气法：纯氧曝气的特点是水中的溶解氧增加，可达 $6\sim 10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，氧的利用率由空气曝气法的 $4\sim 10\%$ 提高到 $85\sim 95\%$ 。高浓度的溶解氧可使污泥保持较高的活性和浓度，从而提高废水处理的效率。当曝气时间相同时，纯氧曝气法与空气曝气法相比，有机物的生物去除率和化学去除率可分别提高 3% 和 5% ，而且降低了成本。纯氧曝气法的土建要求较高，而且必须有稳定价廉的氧气。此外，废水中不能含有酯类，否则有发生爆炸的危险。

深井曝气法



深井曝气池：1-下降区；2-上升区；3-衬筒

深井曝气法：以地下深井作为曝气池，井内水深可达 $50\sim 150\text{m}$ ，纵向被分隔为下降区和上升区两部分，废水在沿下降区和上升区的反复循环中得到净化。由于曝气池的深度大、静水压力高，从而大幅度提高了水中的溶解氧浓度和氧传递推动力，氧的利用率可达 $50\sim 90\%$ 。

(4) 活性污泥法--污泥处理方法

污泥脱水的主要方法：

- ✧ 沉淀浓缩法：利用重力的作用自然浓缩，脱水程度有限。
- ✧ 自然晾晒法：将污泥在场地上铺成薄层日晒风干。此法占地大、卫生条件差，易污染地下水，同时易受气候影响，效率较低。
- ✧ 机械脱水法：如真空吸滤法、压滤法和离心法。此法占地少、效率高，但运行费用也高。

脱水后的污泥可采取以下几种方法进行最终处理：

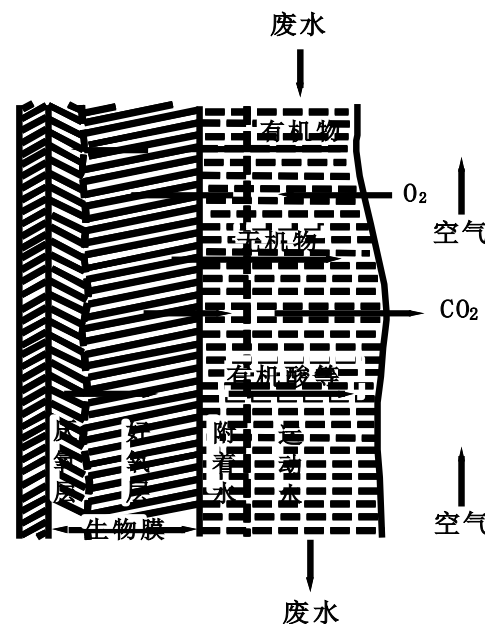
- ✧ 焚烧
- ✧ 作建筑材料的掺合物
- ✧ 作肥料
- ✧ 繁殖蚯蚓

(二) 生物膜法

生物膜法是依靠生物膜吸附和氧化废水中的有机物并同废水进行物质交换，从而使废水得到净化的另一种好氧生物处理法。生物膜不同于活性污泥悬浮于废水中，它是附着于固体介质(滤料)表面上的一层粘膜。根据处理方式与装置的不同，可分为生物滤池法、生物转盘法、生物接触氧化法和流化床生物膜法等。

(1) 生物膜法--净化原理

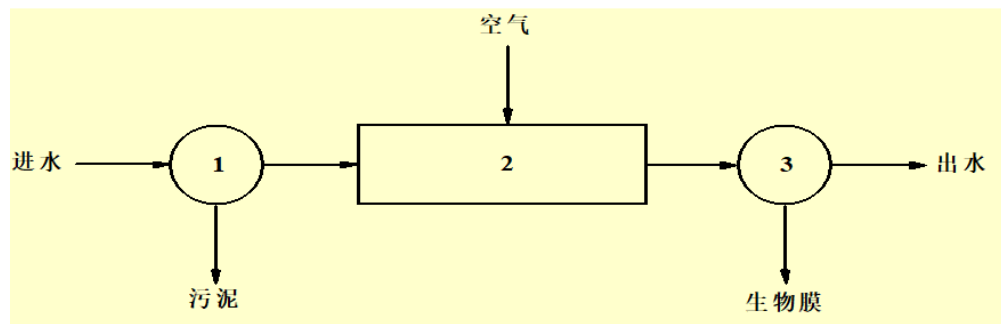
生物膜是由废水中的胶体、细小悬浮物、溶质物质和大量的微生物所组成，这些微生物包括大量的细菌、真菌、藻类和微型动物。微生物群体所形成的一层粘膜状物即生物膜，附着于载体表面，厚度一般为1~3mm。随着净化过程的进行，生物膜将经历一个由初生、生长、成熟到老化剥落的过程。



生物膜是由废水中的胶体、细小悬浮物、溶质物质和大量的微生物所组成，这些微生物包括大量的细菌、真菌、藻类和微型动物。微生物群体所形成的一层粘膜状物即生物膜，附着于载体表面，厚度一般为1~3mm。随着净化过程的进行，生物膜将经历一个由初生、生长、成熟到老化剥落的过程。

(2) 生物膜法--生物滤池

工艺流程: 生物滤池处理有机废水的工艺流程



1-初次沉淀池；2-生物滤池；3-二次沉淀池

生物滤池的负荷有水力负荷和有机物负荷两种。

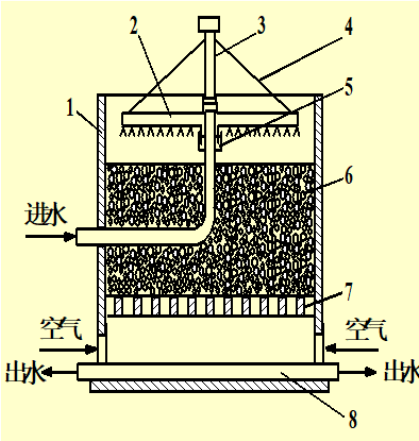
✧ 水力负荷是指单位体积滤料或单位滤池面积每天处理的废水量，单位为 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 或 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ，后者又称为滤率。

✧ 有机物负荷是指单位体积滤料每天可除去废水中的有机物的量(BOD_5)，单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

根据承受废水负荷的大小，生物滤池可分为普通生物滤池和高负荷生物滤池。

生物滤池类型	水力负荷 $/\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	有机物负荷 $/\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$	有机物的生物去除率(5天)/%
普通生物滤池	1 ~ 3	100 ~ 500	80 ~ 95
高负荷生物滤池	10 ~ 30	800 ~ 1200	75 ~ 90

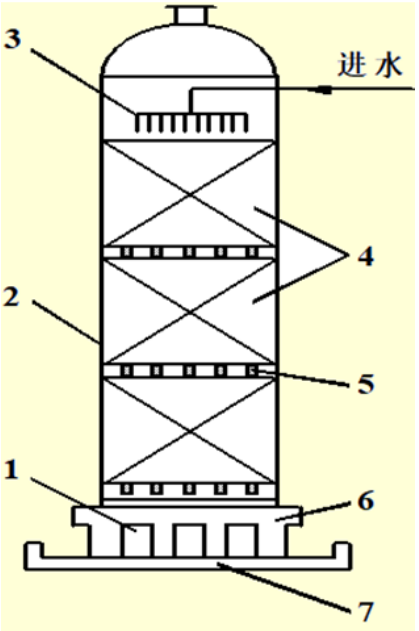
普通生物滤池



1-池体；2-旋转分布器；3-旋转柱；4-钢丝绳；5-水银液封；6-滤床；7-滤床支承；

主要由滤床、分布器和排水系统组成。滤床的横截面可以是圆形、方形或矩形,常用碎石、卵石、炉渣或焦炭铺成。滤池上部分布器可将废水均匀分布于滤床表面。池底的排水系统用于排出处理后的废水,且起支撑滤床和保证滤池通风的作用。

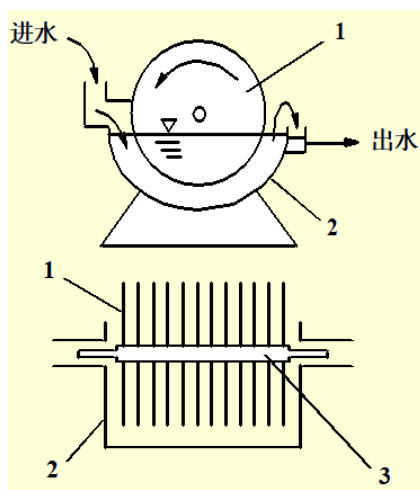
塔式生物滤池



1-进风口；2-塔身；3-分布器；4-滤料；5-滤料支承；6-底座；7-集水器

在普通生物滤池的基础上发展起来的新型高负荷生物滤池。塔式生物滤池的高度可达8~24m，直径一般为1~3.5m。这种形如塔式的滤池，抽风能力较强，通风效果较好。由于滤池较高，废水与空气及生物膜的接触非常充分，水力负荷和有机物负荷均大大高于普通生物滤池。同时塔式生物滤池的占地面积较小，基建费用较少，操作管理比较方便。

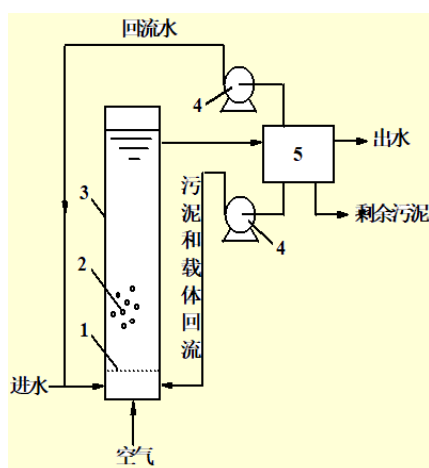
(3) 生物膜法--生物转盘法



单轴单级生物转盘：1-盘片；2-氧化槽；3-转轴

◇ 生物转盘是一种从传统生物滤池演变而来的新型膜法废水处理设备，其工作原理和生物滤池基本相同，但结构形式却完全不同。

◇ 生物转盘法既可处理 $BOD_5 > 10000 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的高浓度有机废水，又可处理 $BOD_5 < 10 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的低浓度有机废水。但生物转盘法适应性较差，生物转盘一旦建成后，很难通过调整其性能来适应进水水质的变化或改变出水的水质。



三相生物流化床工艺流程：

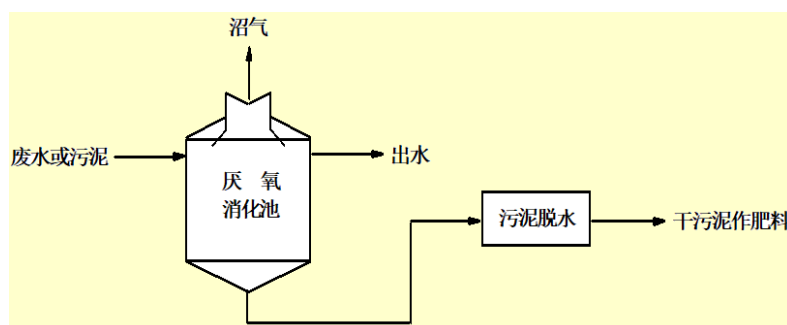
1-分布器；2-载体；3-床体；4-循环泵；5-二次沉淀池

生物流化床主要由床体、载体和分布器等组成。床体通常为一圆筒形塔式反应器，其内装填一定高度的无烟煤、焦炭、活性炭或石英砂等。分布器是生物流化床的关键设备，其作用是使废水在床层截面上均匀分布。

8.3.6 厌氧生物处理法

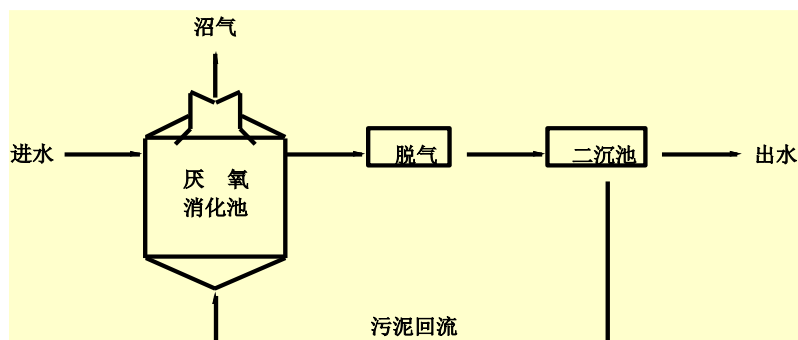
废水的厌氧生物处理是环境工程和能源工程中的一项重要技术。农村广泛使用的沼气池，就是利用厌氧生物处理原理进行工作的。与好氧生物处理相比，厌氧生物处理具有能耗低(不需充氧)、有机物负荷高、氮和磷的需求量小、剩余污泥产量少且易于处理等优点，不仅运行费用较低，而且可以获得大量的生物能——沼气。多年来，结合高浓度有机废水的特点和处理经验，人们开发了多种厌氧生物处理工艺和设备。

传统厌氧消化池



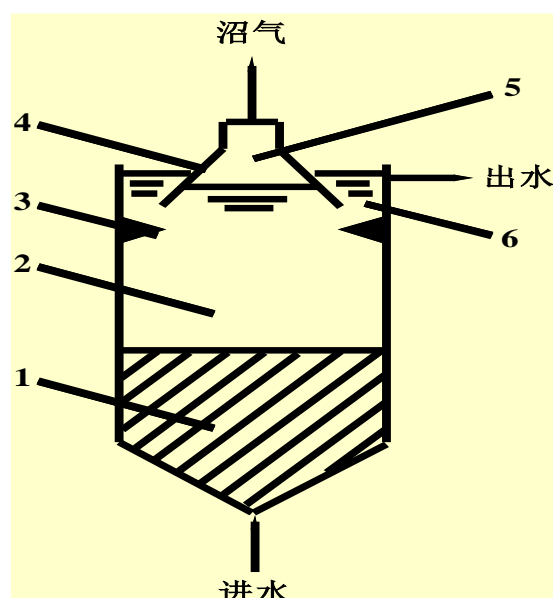
传统消化工艺流程：适用于处理有机物及悬浮物浓度较高的废水。

厌氧接触法



厌氧接触法工艺流程：可直接处理含悬浮物较多的废水。

上流式厌氧污泥床



1-污泥床；2-悬浮层；3-挡气环；
4-集气罩；5-气室；6-沉淀区

可直接处理含悬浮物较多的废水。

9.3.7 各类制药废水的处理

含悬浮物或胶体的废水

- ✧ 废水中所含的悬浮物一般可通过沉淀、过滤或气浮等方法除去。气浮法的原理是利用高度分散的微小气泡作为载体去粘附废水中的悬浮物，使其密度小于水而上浮到水面，从而实现固液分离。
- ✧ 也可采用直接蒸汽加热、加入无机盐等，使悬浮物聚集沉淀或上浮分离。对于极小的悬浮物或胶体，则可用混凝法或吸附法处理。
- ✧ 除去悬浮物和胶体的废水若仅含无毒的无机盐类，一般稀释后即可直接排入下水道。若达不到国家规定的排放标准，则需采用其它方法进一步处理。
- ✧ 从废水中除去悬浮物或胶体可大大降低二级处理的负荷，且费用一般较低，是一种常规的废水预处理方法。

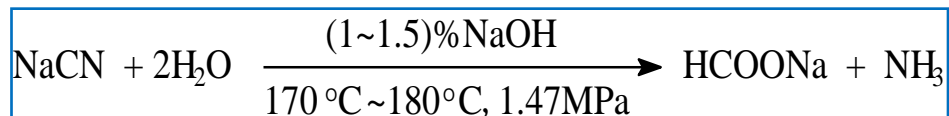
酸碱性废水

- ✧ 化学制药过程中常排出各种含酸或碱的废水，其中以酸性废水居多，直接排放不仅会造成排水管道的腐蚀和堵塞，而且会污染环境和水体。对于浓度较高的酸性或碱性废水应尽量考虑回收和综合利用。
- ✧ 回收后的剩余废水或浓度较低、不易回收的酸性或碱性废水必须中和至中性。中和时应尽量使用现有的废酸或废碱，若酸、碱废水互相中和后仍达不到处理要求，可补加药剂进行中和。若中和后的废水水质符合国家规定的排放标准，可直接排入下水道，否则需进一步处理。

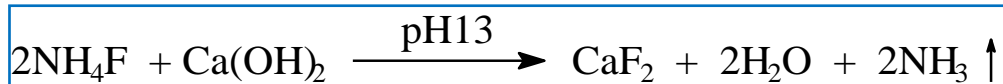
含无机物废水

制药废水中所含的无机物通常为卤化物、氰化物、硫酸盐以及重金属离子等，常用的处理方法有稀释法、浓缩结晶法和各种化学处理法。

- ✧ 对于不含毒物又不易回收利用的无机盐废水可用稀释法处理。较高浓度的无机盐废水应首先考虑回收和综合利用。
- ✧ 对于含有氰化物、氟化物等剧毒物质的废水一般可通过各种化学法进行处理。例如，用高压水解法处理高浓度含氰废水，去除率可达 99.99% 以上。



- ✧ 含氟废水也可用化学法进行处理。如用中和法处理肤轻松生产中的含氟废水，去除率可达 99.99% 以上。



- ✧ 重金属在人体内可以累积，且毒性不易消除，所以含重金属离子的废水排放要求是比较严格的。废水中常见的重金属离子包括汞、镉、铬、铅、镍等离子。此类废水的处理方法主要为化学沉淀法，即向废水中加入某些化学物质作为沉淀剂，使废水中的重金属离子转化为难溶于水的物质而发生沉淀，从而从废水中分离出来。各类化学沉淀法中，尤以中和法（重金属离子转化为相应的氢氧化物沉淀而除去）和硫化法（重金属离子转化为相应的硫化物沉淀而除去）的应用最为广泛。

含有机物废水

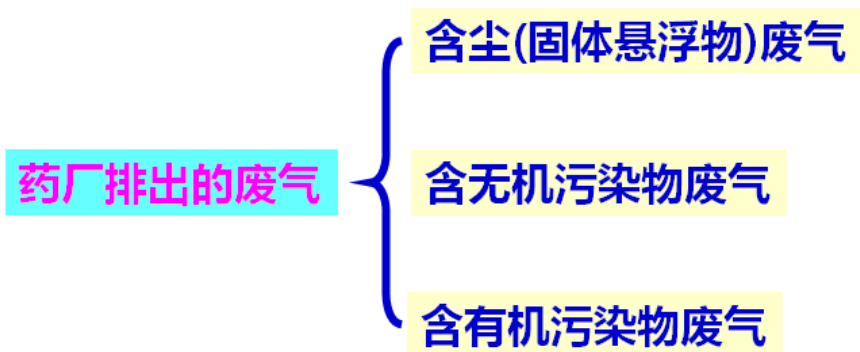
- ✧ 有机废水的处理**优先考虑回收和综合利用**。
- ✧ 有机废水的**无害化处理**方法很多，可根据废水的水质情况加以选用：
 - 对于易被氧化分解的有机废水，一般可用生物处理法进行无害化处理。
 - 对于低浓度、不易被氧化分解的有机废水，可用沉淀、萃取、吸附等物理、

化学或物理化学方法进行处理。

- c. 对于浓度高、热值高、又难以用其它方法处理的有机废水，可用焚烧法加进行处理。

8.4 废气处理技术

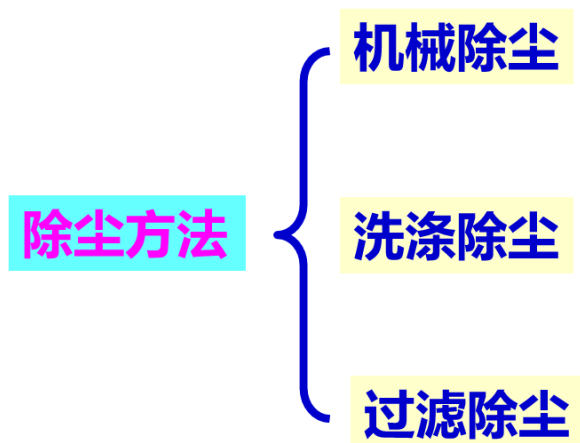
化学制药厂排出的废气具有种类繁多、组成复杂、数量大、危害严重等特点。



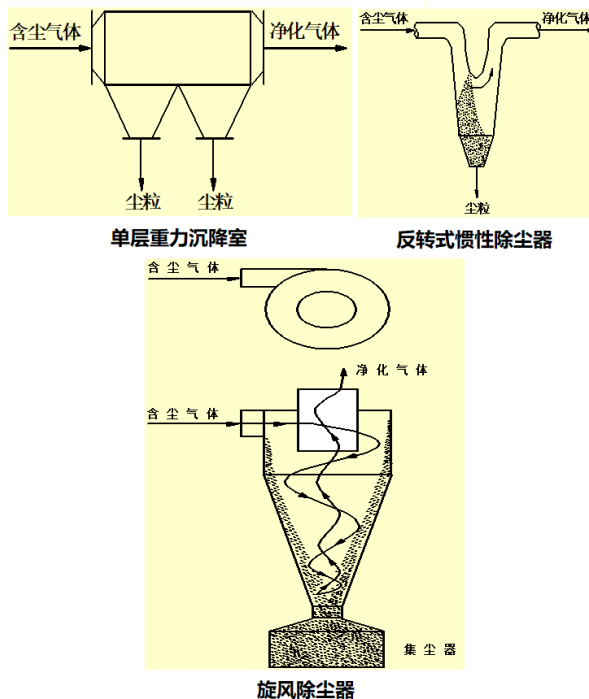
- ✧ 对化学制药厂排放废气中的污染物的管理，主要执行《工业“三废”排放标准》(GB14-73)，该标准规定了 13 类有害物质的排放浓度。
- ✧ 在评价污染源对外界环境的影响时，可执行《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)中《居住区大气中有害物质的最高容许浓度》的规定。
- ✧ 在评价大气污染物对车间空气的影响时，可执行《车间空气有害物质的最高容许浓度》的规定(TJ36-79)。

8.4.1 含尘废气处理技术

化学制药厂排出的含尘废气主要来自粉碎、碾磨、筛分等机械过程所产生的粉尘，以及锅炉燃烧所产生的烟尘等。

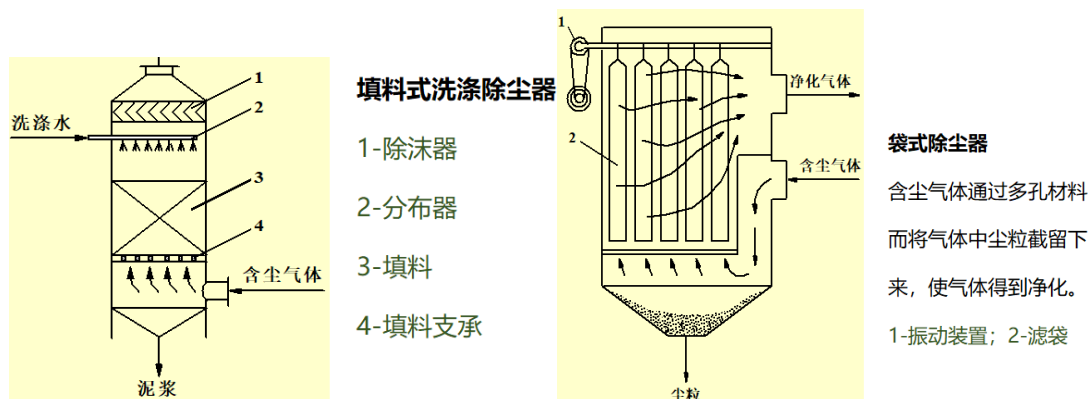


机械除尘：利用机械力（重力、惯性力、离心力）将固体悬浮物从气流中分离出来。

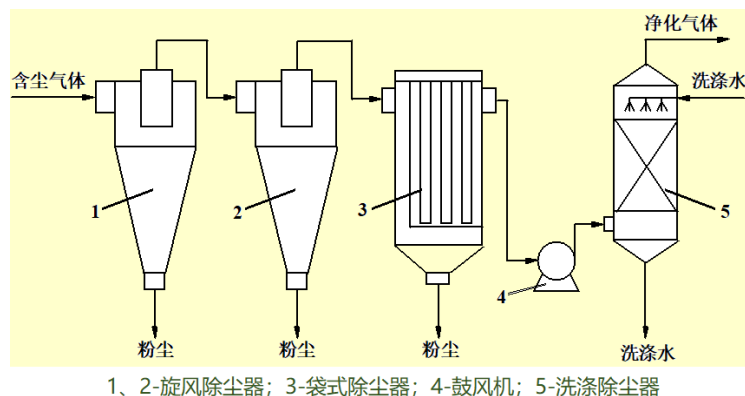


机械除尘结构简单，易于制造、阻力小、运转费用低，但对小颗粒粉尘捕获率低，可作为一级除尘使用。

洗涤除尘：用水或其他液体洗涤含尘气体进行除尘。

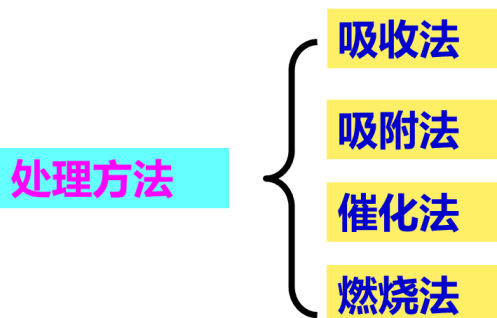


对于粒径分布较广的衬里多种除尘器组合使用可获较佳效果。某化学制药厂用沸腾干燥器干燥氯霉素成品，对排出气流进行净化处理的流程见下图（氯霉素干燥工段气流净化流程）。

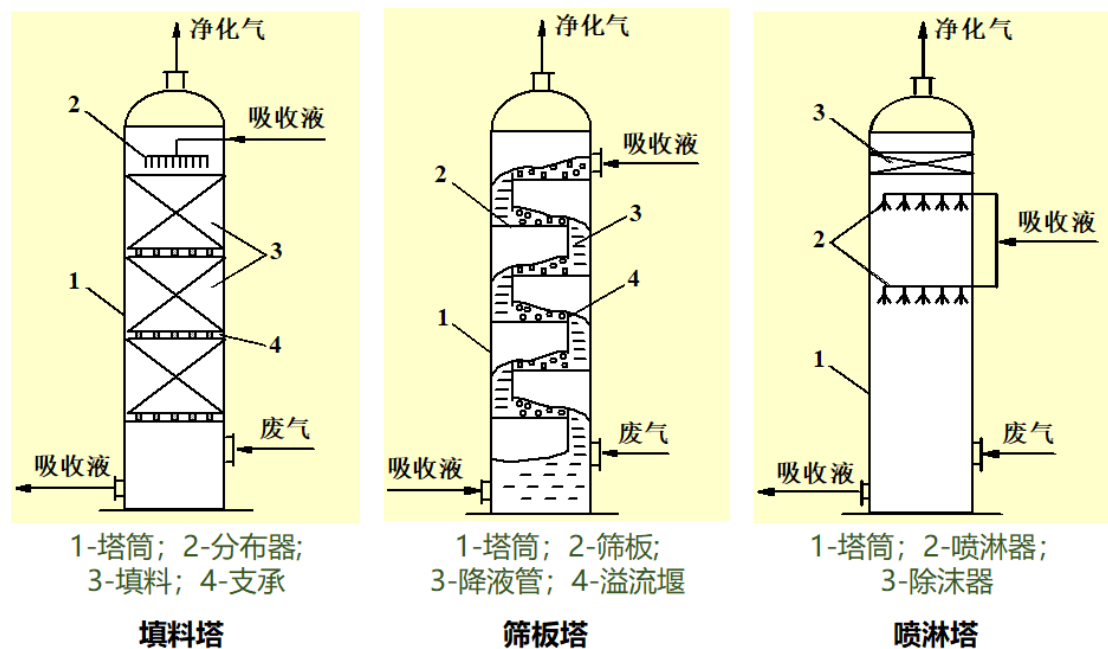


8.4.2 含无机物废气处理技术

化学制药厂排放的废气中，常见的无机污染物有氯化氢、硫化氢、二氧化硫、氮氧化物、氯气、氨气和氰化氢等。



吸收装置

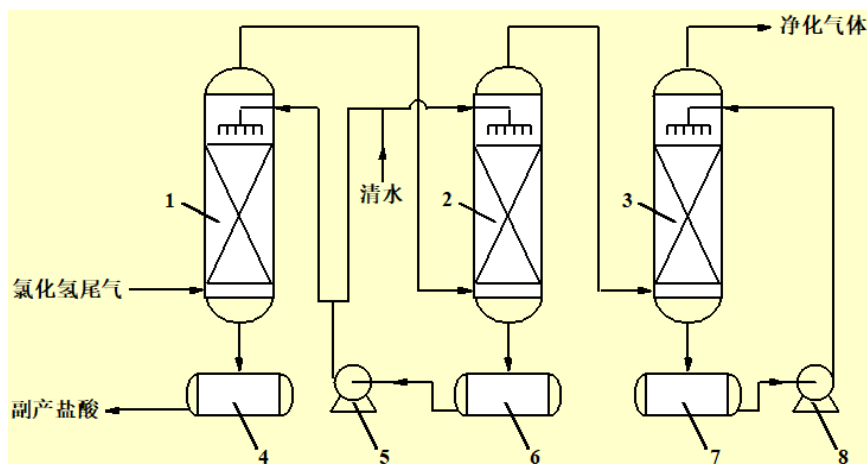


吸收法处理无机废气的示例

废气中常见的无机污染物一般都可选择适宜的吸收剂和吸收装置进行处理，并可回收有价值的副产。如：

- A. 用水吸收废气中的氯化氢可获得一定浓度的盐酸；
- B. 用水或稀硫酸吸收废气中的氨可获得一定浓度的氨水或铵盐溶液；
- C. 含氰化氢的废气可先用水或液碱吸收，然后再用氧化、还原及加压水解等方法进行无害化处理；
- D. 含二氧化硫、硫化氢、二氧化氮等酸性气体，一般可用氨水吸收。

药物合成中的氯化、氯磺化等反应过程中都伴有一定量的氯化氢尾气产生，回收利用并治理氯化氢尾气具有十分重要的意义。



1-一级吸收塔;2-二级吸收塔;3-液碱吸收塔;4-浓盐酸贮罐;
5-稀盐酸循环泵;6-稀盐酸贮罐;7-液碱贮罐;8-液碱循环泵

氯化氢尾气吸收工艺流程图

8.4.3 含有机废气的处理技术

处理方法

冷凝法

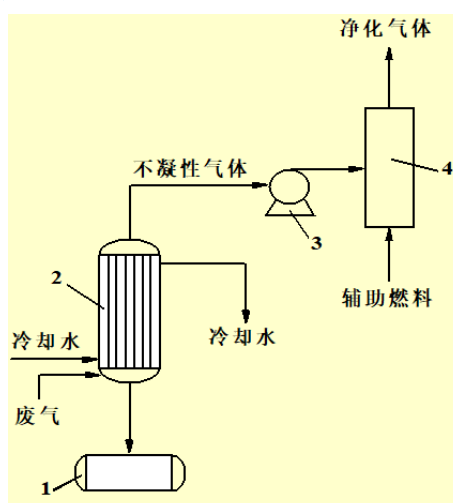
吸收法

吸附法

燃烧法

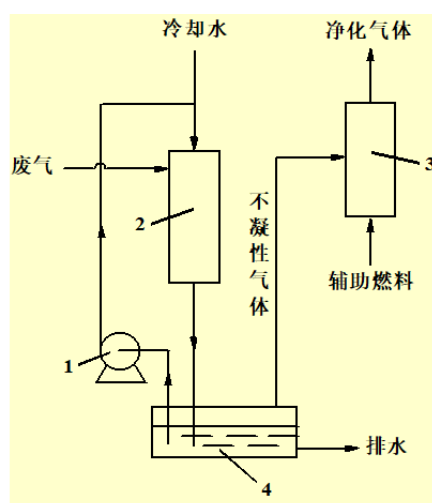
生物法

冷凝法



1-冷凝液贮罐; 2-间壁冷凝器
3-风机; 4-燃烧净化炉

间接冷凝



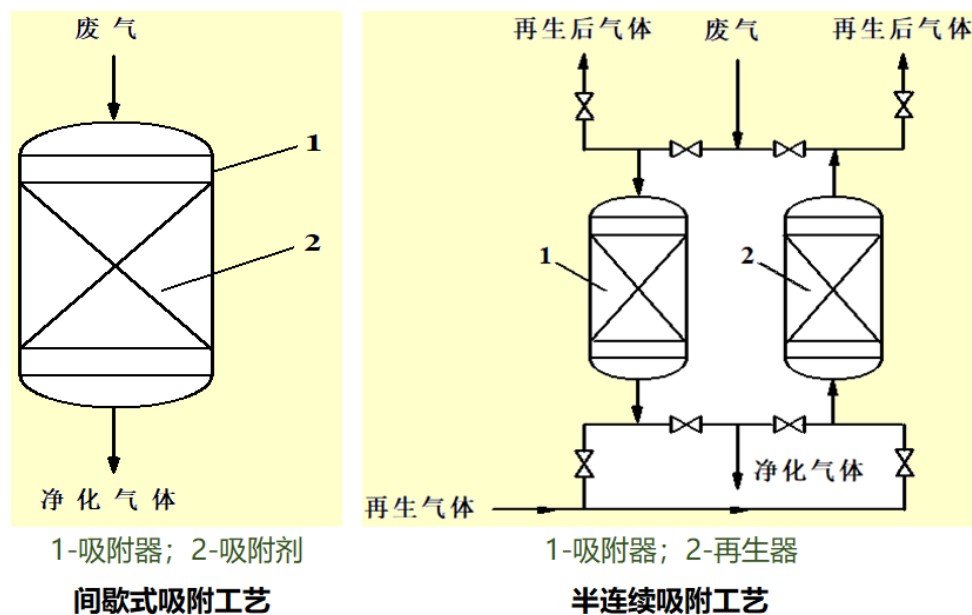
1-循环泵; 2-混合冷凝器
3-燃烧净化炉; 4-水槽

直接冷凝

吸收法

- ✧ 选用适宜的吸收剂和吸收流程，通过吸收法除去废气中所含的有机污染物是处理含有机物废气的有效方法。吸收法在处理含有机污染物废气中的应用不如在处理含无机污染物废气中的应用广泛，其主要原因是适宜吸收剂的选择比较困难。
- ✧ 吸收法可用于处理有机污染物含量较低或沸点较低的废气，并可回收获得一定量的有机化合物。
- ✧ 吸收法不宜处理有机污染物含量过低的废气。

吸附法

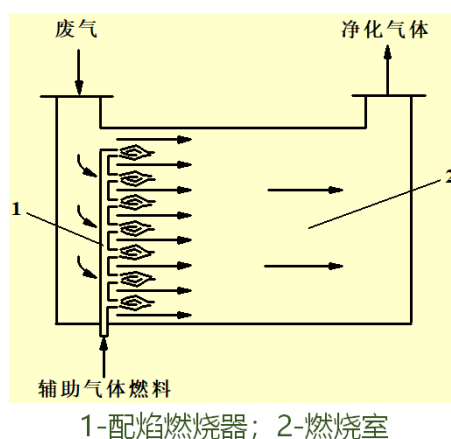


燃烧法

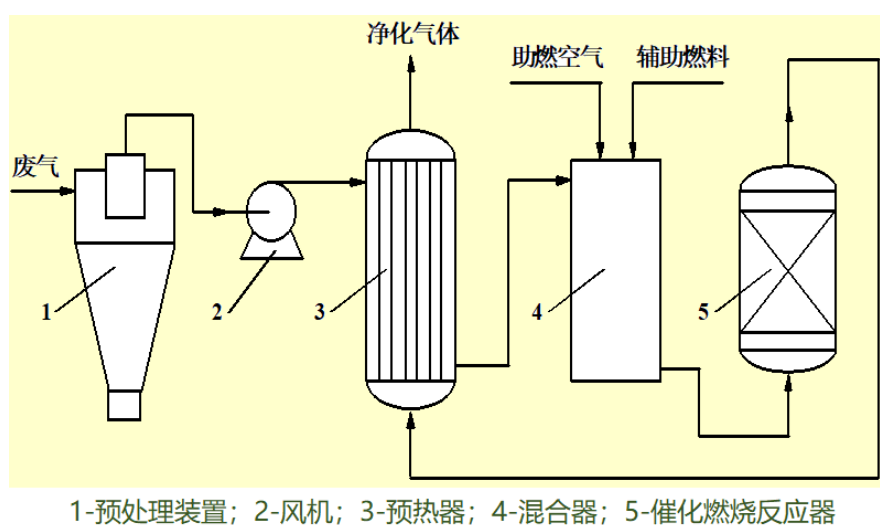
- ✧ 燃烧法是在有氧的条件下，将废气加热到一定的温度，使其中的可燃污染物发生氧化燃烧或高温分解而转化为无害物质。
- ✧ 当废气中的可燃污染物浓度较高或热值较高时，可将废气作为燃料直接通入焚烧炉中燃烧，燃烧产生的热量可予以回收。
- ✧ 当废气中的可燃污染物浓度较低或热值较低时，可利用辅助燃料燃烧放出的热量将混合气体加热到所要求的温度，使废气中的可燃有害物质进行高温分解而转化为无害物质。

燃烧法

燃气配焰燃烧炉：特点是辅助燃料在燃烧炉的断面上形成许多小火焰，废气围绕小火焰进入燃烧室，并与小火焰充分接触进行高温分解反应。燃烧需控制在 800°C ± 的高温下进行。为了降低燃烧反应的温度，可采用催化燃烧法。



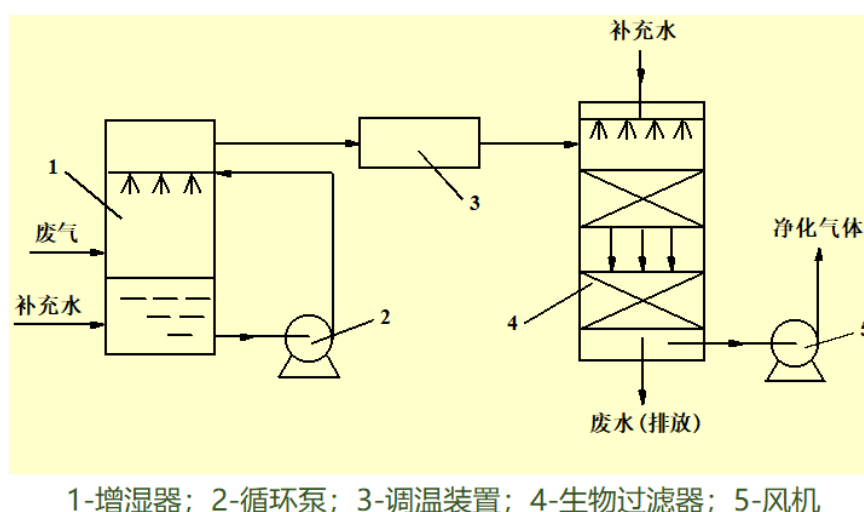
燃烧法—催化燃烧法



催化燃烧法废气处理工艺流程

生物法

生物法处理废气的原理是利用微生物的代谢作用，将废气中所含的污染物转化成低毒或无毒的物质。



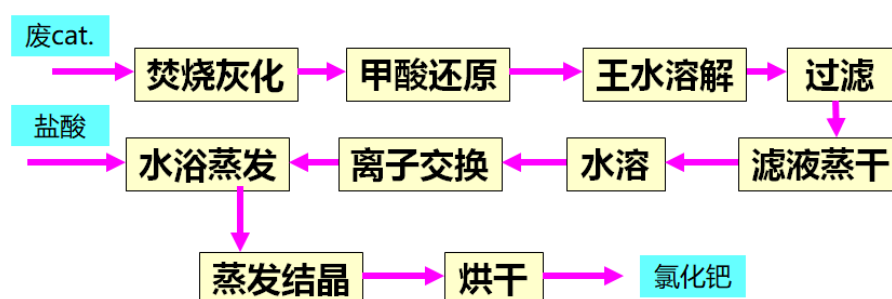
生物法处理废气的工艺流程

8.5 废渣处理技术

- ✧ 药厂废渣是在制药过程中产生的固体、半固体或浆状废物，是制药工业的主要污染源之一。
- ✧ 一般，药厂废渣的数量比废水、废气的少，污染也没有废水、废气的严重，但废渣的组成复杂，且大多含有高浓度的有机污染物，有些还是剧毒、易燃、易爆的物质。因此，必须对药厂废渣进行适当的处理，以免造成环境污染。
- ✧ 防治废渣污染应遵循“减量化、资源化和无害化”的“三化”原则。

回收和综合利用

废渣在无害化处理前，尽量考虑回收和综合利用，回收有价值的资源。如由废钨-炭 Cat 制备氯化钨的过程：



化学法

利用废渣所含污染物的化学性质，通过化学反应将其转化为稳定、安全的物质。

焚烧法

一种高温处理和深度氧化的综合工艺，可同时实现减量化、无害化和资源化。有机物的化学除去率可达 99.5%。

热解法

在无氧或缺氧的高温条件下，是废渣中的大分子有机物裂解为可燃的小分子燃料气体、油和固态碳等。

填埋法

将一时无法利用、无特殊危害的废渣埋入土中，利用微生物的长期分解作用而使其中的有害物质降解。

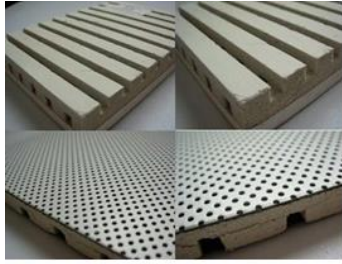
此外还有生物法、湿式氧化法等废渣处理方法。

8.6 噪声控制技术

吸声

- ✧ 将多孔性吸声材料衬贴或悬挂在厂房内，当声波射至吸声材料的表面时，可顺利进入其孔隙，使孔隙中空气和材料细纤维产生振动，由于摩擦和粘性阻力，声能转化为热能而被消耗掉从而使噪声降低。

✧ 吸声措施降噪量<15dB，一般为4~10dB。



多孔吸声材料



薄膜吸声结构



帘幕

隔声

✧ 采用隔声材料或构件将噪声的传播途径隔断，使其不能进入收声区域，从而起到降低受声区域噪声的作用。

✧ 材料的隔声能力可用透射系数 τ 表示。

$$\tau = \frac{E_0}{E_1}$$

E_0 —— 透过隔声屏障的声能，**J**；

E_1 —— 射至隔声屏障的总声能，**J**。

✧ 工程上常用隔声量 TL 表示材料的隔声能力。

$$TL = 10 \times \lg \frac{1}{\tau}$$

TL —— 材料隔声量，**dB**。

消声

为在进、排气口出装消声器控制气流噪声的常用措施。

消声器

阻性消声器

抗性消声器

阻抗复合型消声器



减震

避免刚性连接为减震消声的基本方法。

噪声防治中，往往多种控噪技术综合使用

第九章 制药企业安全与环保管理

9.1 安全生产管理及其基本原理

9.1.1 基本概念

安全生产管理: 针对人们在生产过程中的安全问题,运用有效的资源,发挥人们的智慧,通过人们的努力,进行有关决策、计划、组织和控制等活动,实现生产过程中人与机器设备、物料、环境的和谐,达到安全生产的目标。

目标:减少和控制危害,减少和控制事故,尽量避免生产过程中由于事故所造成的人身伤害、财产损失、环境污染以及其他损失。

范围:安全生产法制管理、行政管理、监督检查、工艺技术管理、设备设施管理、作业环境和条件管理等。

对象:企业的员工,涉及企业中的所有人员、设备设施、物料、环境、财务、信息等各个方面。

内容:安全生产管理机构 and 安全生产管理人员、安全生产责任制、安全生产管理规章制度、安全生产策划、安全培训教育、安全生产档案等。

9.1.2 原理与原则

安全生产管理原理:安全生产管理原理是从生产管理的共性出发,对生产管理中安全工作的实质内容进行科学分析、综合、抽象概括所得出的安全生产管理规律。

安全生产原则:安全生产原则是指在生产管理原理的基础上,指导安全生产活动的通用规则。

(一) 系统原理

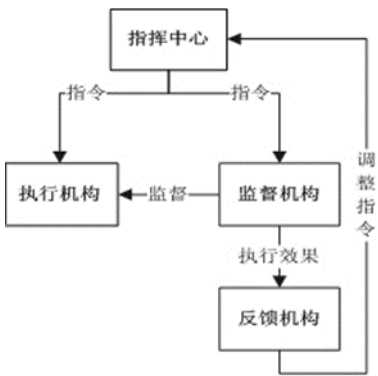
系统原理是指人们在从事管理工作时,运用系统的理论、观点和方法,对管理活动进行充分的分析,以达到管理的优化目的,即用系统的理论观点和方法来认识和处理管理中出现的问题。

动态相关性原则:动态相关性原则是指任何安全管理系统的正常运转,不仅要受到系统自身的条件和因素的制约,而且还要受到其他有关系统的影响,并随着时间、地点以及人们的不同努力程度而发生变化。因此,要提高安全生产管理的效果,必须掌握各个管理对象要素之间的动态相关特征,充分利用各要素之间的相互作用。

整分合原则:整分合原则是指首先在整体规划下明确分工,在分工基础上再进行有效的综合。运用该原则,要求企业管理者在制定整体目标和进行宏观决策时,必须把安全生产纳入其中,在考虑资金、人员和体系时,都必须将安全生产作为一项重要内容考虑。

反馈原则:反馈是指被控制过程对控制机构的反作用,即由控制系统把信息输送出去,又把其作用结果返送回来,并对信息的再输出发生影响,起到控制作用,以达到预定的目的。现代企业管理是一个复杂的系统工程,其内部条件和外部环境在不断变化,管理系统必须及时捕获、反馈各种安全生产信息,及时采取行动。

封闭原则：封闭原则是指在任何一个管理系统内部，管理手段、管理过程等必须构成一个连续封闭的回路，才能形成有效的管理活动。



（二） 人本原理

人本原理就是在管理活动中必须把人的因素放在首位，体现以人为本的指导思想。以人为本有两层含义：“一切为了人”和“一切依靠人”。

动力原则：动力原则是指推动管理活动的基本力量是人，管理必须有能激发人的工作能力的动力。动力的产生来自于物质、精神和信息，相应就有三类基本动力，管理者要综合协调运用这三种动力，正确认识处理个体动力与集体动力、暂时动力与持久动力的关系，掌握好各种刺激的量值，才能实现有效的管理。

能级原则：能级原则是指一个稳定而高效的系统必须是由若干分别具有不同能级的不同层次有规律地组合而成的。在管理系统中要根据各单位和个人能量的大小安排其地位和任务，即建立一套合理的能级，做到才职相称，才能发挥不同能级的能量，保证管理结构的稳定性和高效性，也就是“因材施教”。

激励原则：激励原则是指利用某种外部诱因的刺激调动人的积极性和创造性，以科学的手段，激发人的内在潜力，使其充分发挥出积极性、主动性和创造性。企业员工积极性发挥的动力主要来自于内在动力、外在压力和吸引力。管理者要善于体察和引导，因人而异、科学合理地采取各种激励方法和激励强度，从而最大限度地发挥出员工的内在潜力。

行为原则：行为原则是指管理者在管理活动时，必须对组织成员的行为进行全面的了解和科学的分析，并掌握其特点和发展规律。在此基础上采取合理的政策和措施，以求最大限度地调动大家的积极性，使其产生的行为有助于实现组织的奋斗目标。在安全生产管理中，安全生产工作控制的重点是防治人的不安全行为，就能防止事故的发生。

（三） 预防原理

预防原理是指安全管理工作应当以预防为主，即通过有效的管理和技术手段，防止人的不安全行为和物的不安全状态出现，从而使事故发生的概率降到最低。在可能发生人身伤害、设备或设施损坏以及环境破坏的场合，事先采取措施，防止事故的发生。

偶然损失原则：偶然损失原则是指事故所产生的后果（人员伤亡、健康损害、物质损失等）以及后果的大小都是随机的，是难以准确预测的。反复发生的同类事故，并不一定产生相同的后果。根据事故损失的偶然性，无论事故是否造成了损失，为了防止事故损失的发生，必须采取措施防止事故再次发生。

因果关系原则：因果关系原则是指事故的发生是许多因素互为因果连续发生的最终结果，只要诱发事故的因素存在，发生事故是必然的，只是时间或早或迟而已。在安全生产管理中，要从事故的因果关系中认识必然性，发现事故发生的规律性，变不安全条件为安全条件，把事故消灭在早期起因阶段。

3E 原则：3E 原则是指针对造成人的不安全行为和物的不安全状态所采取的三种防止对策，即工程技术（Engineering）对策、教育（Education）对策和法制（Enforcement）对策。在应用 3E 原则时，要针对造成人的不安全行为和物的不安全状态的技术原因、教育原因、身体和状态原因，综合地灵活地运用这三种对策，不要片面强调其中某一个对策。

行为原则：本质安全化原则是指从一开始和从本质上实现安全化，从根本上消除事故发生的可能性，从而达到预防事故发生的目的。本质安全化的概念不仅局限于设备、设施的本质安全化，而应扩展到诸如新建工程项目，新技术、新工艺、新材料的应用，甚至包括人们的日常生活等各个领域。

（四） 强制原理

强制原理是指采取强制管理的手段控制人的意愿和行动，使个人的活动、行为等受到安全管理要求的约束，从而实现有效的安全管理。

安全第一原则：安全第一原则是指当生产和其他工业与安全发生矛盾时，要以安全为主，生产和其他工作要服从安全。该原则就是要求企业的领导者要高度重视安全，把安全工作当做头等大事来抓，将安全作为一项有“否决权”的指标，把保证安全作为完成各项任务、做好各项工作的前提条件，即不安全不准生产。

监督原则：监督原则是指在安全工作中，为了使安全生产法律法规得到落实，必须明确安全生产监督职责，对企业生产中的守法和执法情况进行监督。安全管理带有较多的强制性，只要求执行系统自动贯彻实施安全法规，而缺乏强有力的监督系统去监督执行，则法规的强制威力是难以发挥的。在这种情况下，必须建立专门的监督机构，配备合格的监督人员，赋予必要的强制威力，以保证其履行监督职责，才能保证安全管理工作落到实处。

9.2 安全生产规章制度

9.2.1 概念及重要意义

概念：安全生产规章制度是指生产经营单位依据国家有关法律法规、国家和行业标准，结合生产经营的安全生产实际，以生产经营单位名义颁发的有关安全生产的规范性文件。安全生产规章制度一般包括规程、标准、规定、措施、办法、制度、知道意见等。

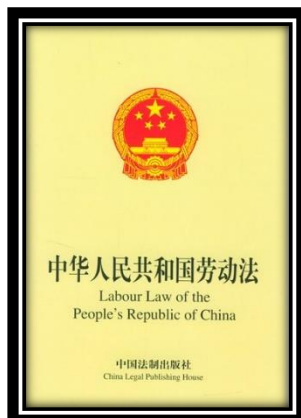
重要意义：安全规章制度是生产经营单位贯彻国家有关生产法律法规、国家和行业标准，贯彻国家安全生产方针政策的行动指南，是生产经营单位有效防范生产、经营过程安全生产风险，保障从业人员的安全和健康，加强安全生产管理的重要措施。

- ✧ 建立健全安全规章制度是生产经营单位的法定责任。
- ✧ 建立健全安全规章制度是生产经营单位安全生产的重要保障。
- ✧ 建立健全安全规章制度是生产经营单位保护从业人员安全与健康的重要手段。

9.2.2 建设依据

安全生产规章制度是以安全生产法律法规、国家和行业标准、地方政府的法规和标准为依据。

《中华人民共和国劳动法》



1995 年 1 月 1 日施行，目的保障为了保护劳动者的合法权益，调整劳动关系，建立和维护适应社会主义市场经济的劳动制度，促进经济发展和社会进步，明确了从业人员享有的劳动权利和应履行的劳动义务。

《中华人民共和国安全生产法》



2002 年 11 月 1 日施行，目的是为了加强安全生产监督管理，防止和减少生产安全事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展，明确了安全责任制并规定了从业人员的权利和义务。

《中华人民共和国消防法》



1998 年 9 月 1 日施行，目的为了预防火灾和减少火灾危害，保护公民人身、公共财产和公民财产的安全，维护公共安全，保障社会主义现代化建设的顺利进行，明确规定了任何单位、成年公民都有参加有组织的灭火工作的义务。



《中华人民共和国职业病防治法》

2002年5月1日施行,目的是为了预防、控制和消除职业病危害,防治职业病,保护劳动者健康及其相关权益。

9.2.3 建设原则

“安全第一，预防为主，综合治理”的原则

生产经营单位要实现安全生产，就必须采取综合治理的措施，在事先防范上下功夫。在生产经营过程中，必须把安全工作放在各项工作的首位，正确处理安全生产和工程进度、经济效益等的关系。

主要负责人负责的原则

安全规章制度建设，涉及生产经营单位的各个环节和所有人员，只有生产经营单位主要负责人亲自组织，才能有效调动生产经营单位的所有资源，才能协调各个方面的关系。

系统性原则

风险来自于生产、经营过程中，只要生产、经营活动在进行，风险就客观存在。因而，要按照安全系统工程的原理，建立涵盖全员、全过程、全方位的安全规章制度。

规范化和标准化原则

建立安全规章制度起草、审核、发布、教育培训、修订的严密的组织管理程序，安全规章制度编制要做到目的明确，流程清晰，标准明确，具有可操作性，按照系统性原则的要求，建立完整的安全规章制度体系。

9.2.4 体系的建立

安全生产规章制度体系

大类	内 容	具体各方面内容
第一类 综合 安全 管理 制度	安全生产管理目标、指标和总体原则	
	安全生产责任制	主要负责人
		各部门和管理人员
		生产岗位安全责任制
	安全管理定期例行工作制度	定期安全工作例会制度
		定期安全学习制度

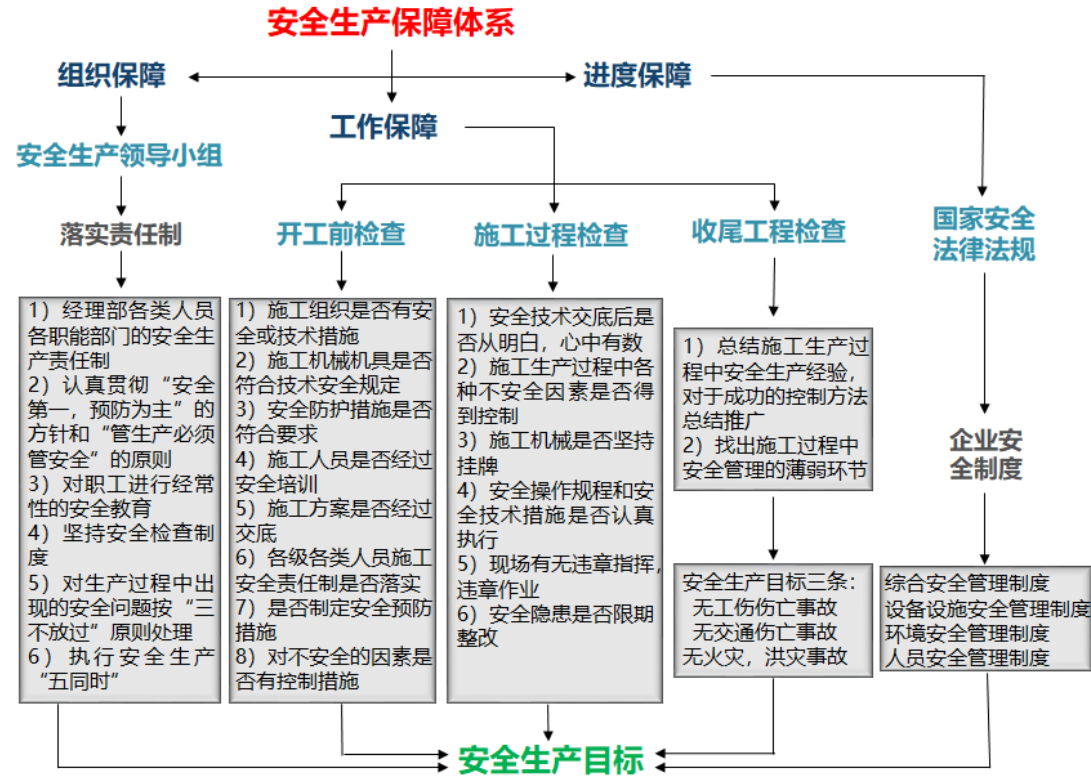
		定期安全活动制度
		定期安全检查制度
	承包与发包工程安全管理制度	
	安全设施和费用管理制度	
	重大危险源管理制度	
	危险物品使用管理制度	
	消防安全管理制度	
	隐患排查和治理制度	
	交通安全管理制度	
	防灾减灾管理制度	
	事故调查报告处理制度	
	应急管理制度	
	安全奖惩制度	
第二类 设备 设施 安全 管理 制度	“三同时”制度	同时设计、同时施工、同时投入生产 和使用
	定期巡视检查制度	
	定期维护检修制度	
	定期检测、检验制度	
	安全操作规程	
第三类 环境 安全 管理 制度	安全标志管理制度	标志种类、名称、数量、地点和位置； 标志的定期检查、维护等
	作业环境管理制度	作业场所的通道、照明、通风等管理 制度；人员紧急疏散方向、标志的管 理等
	职业卫生管理制度	职业健康有害因素的种类、场所；定 期检查、检测及控制等管理内容
第四类 人员 安全 管理	安全教育培训制度	各级管理人员安全管理知识培训
		新员工三级安全教育培训、转岗、新 工艺、新设备的使用培训
		安全再教育培训

制度		岗位安全操作规程培训
		应急培训
	劳动防护用品发放使用和管理制度	种类、范围、采购、验收、领用、台账
	安全工器具的使用管理制度	种类、使用前安全检查、定期检验、维护
	特种作业及特殊危险作业管理制度	作业组织程序、安全措施、技术措施等
	岗位安全规范	
	职业健康检查制度	
	现场作业安全管理制度	

9.2.5 编制和管理

安全规章制度的制定一般包括起草、会签、审核、签发、发布五个流程。安全规章制度发布后,生产经营单位应组织有关部门和人员进行学习和培训,对安全操作规程类安全规章制度,还应对相关人员进行考试,考试合格后才能上岗作业。安全规章制度日常管理的重点是在执行过程中的动态检查,确保得到贯彻落实。

9.3 安全生产保障体系



9.4 安全生产投入

安全生产费用主要是指用于改善安全设施、进行安全教育培训，更新安全技术装备、器材、仪器、仪表以及其他安全生产设备设施，以保证企业达到法律、法规、标准规定的安全生产条件所需的资金。

安全生产费用的提取和使用按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，安全生产投入及安全生产费用在当年年度经费预算中，列入重点编制项目，并不得少于国家规定的比例。

9.4.1 安全生产费用适用范围

- ✧ 安全技术和劳动保护措施：安全标志、安全工器具、安全设备设施、安全防护装置、安全培训、职业病防护和劳动保护，以及重大安全生产课题研究和预防事故采取的安全技术措施工程建设等。
- ✧ 反事故措施：设备重大缺陷和隐患排查治理和重大危险源监控整改以及安全保卫等。
- ✧ 应急管理：预案编制、应急编制、应急演练、应急救援等。
- ✧ 安全检测、安全评价、事故隐患排查治理和重大危险源监控整改以及安全保卫等。
- ✧ 安全法律法规收集与识别、安全生产标准化建设实施与维护、安全监督检查、安全技术技能竞赛、安全文化建设与安全月活动等。

9.4.2 安全生产费用体现方面

生产装置本质安全投资

生产装置，是指直接制造预定产品的工艺装备和构建筑物。生产装置的本质安全，是指不仅要具有制造合格产品的技术工艺性能，而且不会由于生产装置本身存在的危险因素导致生产过程中断及人员和财产的损失，既具有高度的安全可靠性的。

安全管理费用

安全管理是生产经营单位综合管理的一个重要环节。生产经营单位必须建立健全一套完整的安全管理体系，包括设立安全管理机构、配备专兼职安全管理人员、进行安全技术教育培训、制定安全生产规章制度、组织安全检查、开展安全知识竞赛、建立安全档案台账，以及为此所配备设备等。

安全防护装置的投资

安全防护装置，是指即使没有这些装置，也不会影响生产过程的正常运行和产品的生产。只是为了预防生产过程中有害的物理或化学因素造成职业危害，或者引起其他事故损失而设置的安全防护设施。

个体防护费用

为了保护从业人员的安全与健康，按国家规定标准发放的个体防护用品。

安全维护费用

指各种安全防护设施的维修、检验、测试费用，如压力容器、压力管道的定期检测费用、各种危险或有害介质的监测费用等。

安全科研经费

随着科学技术的不断发展和进步，生产经营单位也必须适应形势，研究开发相应的安全防护技术，改善劳动条件，提高生产装备的安全可靠性。

固定资产投资

当发生事故并造成固定资产损坏时，必须进行修复或更新，以恢复简单再生产。这部分投入从性质上来说，属于安全投入的一部分。

职业病防护费用

对接触粉尘、噪声、高温以及有毒有害化学品作业岗位的从业人员开展岗前、岗中、离岗后职业健康体检、开展职业卫生评价，实行从业人员健康监护，为已发生的职业损害和职业病患者给予治疗等。

9.4.3 安全投入的法律依据

《安全生产法》将安全投入列为保障安全生产必要条件之一，并从三个方面做出严格的规定。

生产经营单位安全投入的标准

生产经营单位应当具备安全生产条件所必需的资金投入。

安全投入的决策和保障

按照公司法成立的公司制生产经营单位，由其决策机构董事会决定安全投入的资金；非公司制生产经营单位，由其主要负责人决定安全投入的资金；个人投资并由他人管理的生产经营单位，由其投资人即股东决定安全投入的资金。

安全投入不足的法律责任

生产经营单位的决策机构、主要负责人、个人经营的投资人不依照本法规定保证安全生产所必需的资金投入，致使生产经营单位不具备安全生产条件的，责令限期改正，提供必需的资金；逾期未改正的，责令生产经营单位停产停业整顿。

9.4.5 安全生产费用的管理

安全生产投入是一项长期性的工作，安全生产费用的使用必须要有个总体的规划，有计划有步骤、有重点地进行，要克服盲目无序投入使用的现象。因此，企业要切实加强安全生产费用管理。

建立安全生产投入长效机制

制定安全生产费用管理制度，明确安全生产费用的管理部门、使用范围、管理程序、监管程序明确必须提取的额度，由企业主要负责人全面管理，审批安全费用提取、安全投入计划提取和使用情况年度报告。

明确安全生产费用管理程序

一般由企业财务部门或设备管理部门负责对安全生产资金进行统一管理,审核安全费用提取、安全投入计划、安全经费使用等,根据年度安全生产计划,做好资金的投入落实工作,建立安全经费台账,确保安全投入迅速及时。

安全生产费用需设监督到位

企业安全生产委员会应确保采购的安全设施、安全物资合格有效,符合安全标准或相关要求;各部门在安全生产资金使用上应做到“三到位”,即责任到位、措施到位、资金到位;在具体实施项目上应做到“四定”,即定项目、定措施、定责任人、定期限。

9.5 安全生产教育培训

9.5.1 培训原因

原因一:对员工进行安全教育是国家法律法规的要求。

原因二:对员工进行安全教育是企业生存发展的需求。

原因三:对员工进行安全教育是员工自我保护的需要。

9.5.2 目的、范围、依据

为加强安全生产管理,提高员工的安全意识和安全素质,实现安全生产、文明生产,防止和减少生产安全事故,从而保护自己和他人的安全与健康。

9.5.3 基本要求

首先要提高生产经营单位管理者及员工的安全生产责任感和自觉性,认真学习有关安全生产的法律、法规和安全生产基本知识。

其次是普及和提高员工的安全技术知识,增强安全操作技能,强化安全意识,从而保护自己和他人的安全也健康。

安全教育培训工作是贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”安全生产方针,实现安全生产和文明生产,提高员工安全意识和安全素质,防止产生不安全行为,减少人为失误的重要途径。

9.5.4 对象和内容

(一)对生产经营单位主要负责人的教育培训

培训的主要内容

- ✧ 国家安全生产方针、政策和有关安全生产的法律、法规、规章及标准;
- ✧ 安全生产管理基本知识、安全生产技术、安全生产专业知识;
- ✧ 重大危险源管理、重大事故防范、应急管理和救援组织以及事故调查处理的有关规定;
- ✧ 职业危害及其预防措施;
- ✧ 国内外先进的安全生产管理经验;
- ✧ 典型事故和应急救援案分析;
- ✧ 其他需要培训的内容。

再培训的主要内容

再培训的主要内容是新知识、新技术和新本领，包括：

- ✧ 有关安全生产的法律、法规、规章、规程、标准和政策；
- ✧ 安全生产的新技术、新知识；
- ✧ 安全生产管理经验；
- ✧ 典型事故案例。

培训时间

- ✧ 危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、烟花爆竹、建筑施工单位主要负责人安全资格培训时间不得少于 48 学时；每年在培训时间不得少于 16 学时；
- ✧ 其他单位主要负责人安全生产管理培训时间不得少于 32 学时；每年再培训时间不得少于 12 学时。

（二）对安全生产管理人员的教育培训

培训的主要内容

- ✧ 国家安全生产方针、政策和有关安全生产的法律、法规规章及标准；
- ✧ 安全生产管理、安全生产技术、职业卫生等知识；
- ✧ 伤亡事故统计、报告及职业危害的调查处理方法；
- ✧ 应急管理、应急预案编制以及应急处置的内容和要求；
- ✧ 国内外先进的安全生产管理经验；
- ✧ 典型事故和应急救援案例分析；
- ✧ 其他需要培训的内容。

再培训的主要内容

- ✧ 再培训的主要内容是新知识、新技术和新本领，包括：
- ✧ 有关安全生产的法律、法规、规章、规程、标准和政策；
- ✧ 安全生产的新技术、新知识；
- ✧ 安全生产管理经验；
- ✧ 典型事故案例。

培训时间

- ✧ 煤矿、非煤矿山、烟花爆竹等生产经营单位安全生产管理人员安全资格培训时间不得少于 48 学时；每年再培训时间不得少于 16 学时。
- ✧ 其他单位安全生产管理人员安全生产管理培训时间不得少于 32 学时；每年再培训时间不得少于 12 学时。

（三）对特种作业人员的教育培训

特种作业的范围

特种作业的范围包括：电工作业，金属焊接、切割作业，起重机械(含电梯)作业，企业内机动车辆驾驶等，高架设作业，铁炉作业（含水质化验），压力容器作业，制冷作业，爆破作

业，矿山通风作业，矿山排上作业，矿山安全检查作业，矿山提升运输作业，采掘（剥）作业，矿山救护作业，危险物品作业，经国家安全生产监督管理总局批准的其他作业。

培训、考核和取证要求

- ✧ 特种作业人员上岗前，必须进行专门的安全技术和操作技能的培训和考核，并经培训考核合格，取得《特种作业人员操作证》后方可上岗。
- ✧ 特种作业人员的培训实行全国统一培训大纲、统一考核标准、统一证件的制度。《特种作业人员操作证》由国家统一印制，地、市级以上行政主管部门负责签发，全国通用。
- ✧ 特种作业人员安全技术考核包括安全技术理论考试与实际操作技能考核两部分，以实际操作技能考核为主。

重新考核和证件的复审要求

- ✧ 离开特种作业岗位达 6 个月以上的特种作业人员，应当重新进行实际操作考核，经 确 认合格后方可上岗作业。
- ✧ 取得《特种作业人员操作证》者，每两年进行 1 次复审。连续从事本工种 10 年以上的，经用人单位进行知识更新教育后，每四年复审 1 次。复审的内容包括健康检查，违章记录，安全新知识和事故案例教育，本工种安全知识考试。未定期复审或复审不合格者，其操作证自行失效。

（四）对生产经营单位其他从业人员的教育培训

培训的主要内容

- ✧ 厂（矿）级安全生产教育培训的内容主要是：本单位安全生产情况及安全生产基本知识；本单位安全生产规章制度和劳动纪律；从业人员的安全生产权利和义务；有关事故案例等。
- ✧ 车间（工段、区、队）级安全生产教育培训的内容主要是：本车间（工段、区、队）安全生产状况和规章制度；工作环境及危险因素；所从事工种可能遭受的职业伤害和伤亡事故；所从事工种的安全职责、操作技能及强制性标准；自救互救、急救方法、疏散和现场紧急情况的处理；安全设备实施、个人防护用品的使用和维护；预防事故和职业危害的措施及应注意的安全事项；有关事故案例；其他需要培训的内容。
- ✧ 班组级安全生产教育培训的内容主要是：岗位安全操作规程；岗位之间工作衔接配合的安全与职业卫生事项；有关事故案例；其他需要培训的内容。

再培训的主要内容

- ✧ 从业人员调整工作岗位或离岗一年以上重新上岗时，应进行相应的车间（工段、区、队）级安全生产教育培训。
- ✧ 企业实施新工艺、新技术或使用新设备、新新材料时，应对从业人员进行有针对性的安全生产教育培训。

- ✧ 单位要确立终身教育的观念和全员培训的目标,对在岗的从业人员应进行经常性的安全生产教育培训。其内容主要包括:安全生产新知识、新技术,安全生产法律法规,作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故应急措施,事故案例等。

培训时间

新从业人员安全生产教育培训时间不得少于 24 学时。

- ✧ 农民工每年必须接受再培训,培训时间不得少于 8 学时。
- ✧ 煤矿、非煤矿山、危险化学品、烟花爆竹等生产经营单位新上岗的从业人员安全培训时间不得少于 72 学时,每年接受再培训的时间不得少于 20 学时。

9.5.5 形式和方法

形式

- ✧ 每天的班前班后会上说明安全注意事项
- ✧ 安全活动日
- ✧ 安全生产会议
- ✧ 各类安全生产业务培训班
- ✧ 事故现场分析会
- ✧ 张贴安全生产招贴画、宣传标语及标志
- ✧ 安全文化知识竞赛

方法

- ✧ 课堂讲授法
- ✧ 实操演练法
- ✧ 案例研讨法
- ✧ 读书指导法
- ✧ 宣传娱乐法

9.6 安全生产检查

9.6.1 范围和目的

范围: 安全生产检查是指对生产过程及安全管理中可能存在的隐患、有害与危险因素、缺陷等进行查证,以确定隐患或有害与危险因素、缺陷的存在状态,以及它们转化为事故的条件,以便制定整改措施,消除隐患和危险有害因素。

目的: 安全生产检查是安全管理工作的主要内容,是消除隐患、防止事故发生、改善劳动条件的重要手段。通过安全生产检查,可以发现生产经营单位生产过程中的危险因素,以便有计划地制定纠正措施,保证生产的安全。

9.6.2 组织方式

专项检查: 对某个专项问题或在生产中存在的普遍性安全问题进行的单项定性或定量检查。

综合性检查：由主管部门对下属各企业或生产单位进行全面综合性检查，可组织进行系统的安全性评价。

职工代表不定期巡查：由企业或车间工会负责组织有专业技术特长的职工代表进行安全生产巡视和检查。

定期检查：如次 / 年、次 / 季、次 / 月、次 / 周等。定期检查面广，有深度，能及时发现并解决问题。

经常性检查：经常性安全生产检查则是采取个别的、日常的巡视方式来实现的。

季节性及节假日前后检查：如冬季防冻保温、防火、防煤气中毒；夏季防暑降温、防汛、防雷电等检查。节假日前后进行有针对性的安全检查。

9.6.3 检查的内容

安全生产检查的内容包括：软件系统和硬件系统。软件系统主要是查思想、查意识、查制度、查管理、查事故处理、查隐患、查整改。硬件系统主要是查生产设备、查辅助设施、查安全设施、查作业环境。

安全生产检查具体内容应本着突出重点的原则进行确定。对于危险性大、易发事故、事故危害大的生产系统、部位、装置、设备等应加强检查。一般应重点检查的内容有：易造成重大损失的易燃易爆危险物品、剧毒品、锅炉、压力容器、起重设备、运输设备、冶炼设备、电气设备、冲压机械、高处作业和本企业易发生工伤、火灾、爆炸等事故的设施、工种、场所及其作业人员；造成职业中毒或职业病的尘毒产生点及其作业人员；直接管理重要危险点和有害点的部门及其负责人。

对非矿山企业，目前国家有关规定要求强制性检查的项目有：锅炉、压力容器、压力管道、高压医用氧舱、起重机、电梯、自动扶梯、施工升降机、简易升降机、防爆电器、厂内机动车辆、索道、游艺机及游乐设施等；作业场所的粉尘、噪声、振动、辐射、高温低温、有毒物质的浓度等。

9.6.4 检查方法

常规检查

通常是由安全管理人员作为检查工作的主体，到作业场所的现场，通过感官或辅助一定的简单工具、仪表等，对作业人员的行为、作业场所的环境条件、生产设备设施等进行的定性检查。安全检查人员通过这一手段，及时发现现场存在的不安全隐患并采取措施予以消除，纠正施工人员的不安全行为。

常规检查完全依靠安全检查人员的经验和能力，检查的结果直接受安全检查人员个人素质的影响。因此，对安全检查人员个人素质的要求较高。

安全检查表法

为使检查工作更加规范，将个人的行为对检查结果的影响减少到最小，常采用安全检查表法。安全检查表是事先把系统加以剖析，列出各层次的不安全因素，确定检查项目，并把

检查项目按系统的组成顺序编制成表，以便进行检查或评审，这种表就叫做安全检查表。安全检查表是进行安全检查，发现和查明各种危险的隐患，监督各项安全规章制度的实施，及时发现事故隐患并制止违章行为的一个有力工具。

仪器检查法

机器、设备内部的缺陷及作业环境条件的真实信息或定量数据，只能通过仪器检查法来进行量化的检验与测量，才能发现不安全隐患，从而为后续整改提供信息。因此，必要时需要实施仪器检查。

9.6.4 工作程序

安全检查标准

- ✧ 确定检查的对象、目的、任务；
- ✧ 查阅、掌握有关法规、标准、规程的要求；
- ✧ 了解检查对象的工艺流程、生产情况、可能出现危险、危害的情况；
- ✧ 制定检查计划，安排检查内容、方法、步骤；
- ✧ 编写安全检查表或检查提纲；
- ✧ 准备必要的检测工具、仪器、书写表格或记录本；
- ✧ 挑选和训练检查人员并进行必要的分工等。

实施安全检查

- ✧ 访谈。通过有关人员谈话来查安全意识、查规章制度执行情况等。
- ✧ 查阅文件和记录。检查设计文件、作业过程、安全措施、责任制度、操作规程等是否齐全，是否有效；查阅相应记录，判断上述文件是否被执行。
- ✧ 现场观察。对作业现场的生产设备、安全防护设施、作业环境、人员操作等进行观察，寻找不安全因素、事故隐患、事故征兆等。
- ✧ 仪器测量。利用一定的检测检测仪器设备，对在用的设施、设备、器材状况及作业环境条件等进行测量，以发现隐患。

通过分析做出判断

掌握情况（获得信息）之后，要进行分析、判断和验证。可凭经验、技能进行分析，作出判断，必要时需对所做判断进行验证，以保证得出正确结论。

9.6.5 检查结果处理

提出整改要求：安全检查应做好详细的检查记录，针对检查发现的问题作出采取措施的决定，即提出隐患整改意见和要求，包括要求进行信息的反馈。

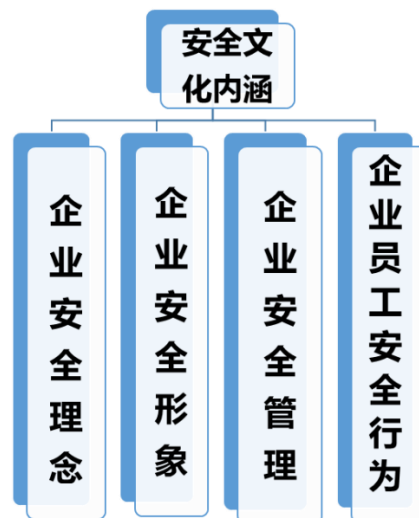
落实隐患整改：存在隐患的单位必须按照检查组（人员）提出的隐患整改意见和要求落实整改。检查组（人员）对整改落实情况进行复查，获得整改效果的信息，以实现安全检查工作的闭环。

9.7 企业安全文化

9.7.1 概念和内涵

安全文化概念

- ✧ 是被企业组织的员工群体所共享的安全价值观、态度、道德和行为规范组成的统一体。
- ✧ 是企业全体员工对安全工作集体形成的一种共识，是实现安全生产的强有力的支撑。
- ✧ 是企业发展的基础，是以关心人，爱护人，尊重人，珍惜生命，实现安全生产为核心，以提高全员安全文化素质。
- ✧ 最终目的是变“要我安全”为“我要安全”。



9.7.2 基本功能

导向功能：企业安全文化提倡、崇尚什么，将通过潜移默化的作用，使员工的注意力逐步转向企业所提倡、崇尚的内容，接受共同的价值观念，从而将个人的目标引导到企业目标上来。

激励功能：企业安全文化能通过发挥人的主动性、创造性、积极性、智慧力，使员工从内心产生一种情绪高昂、奋发进取的效应。

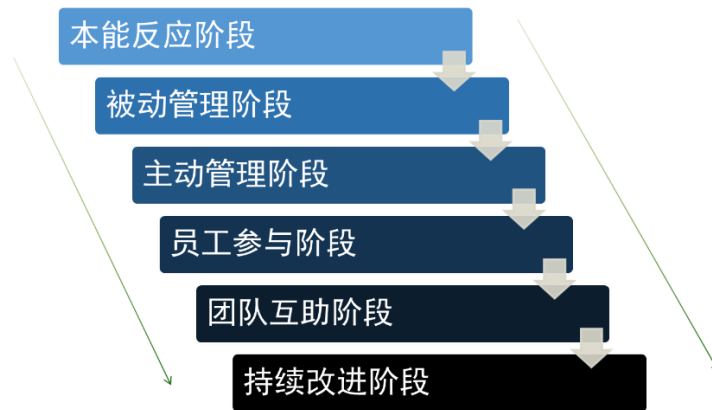
凝聚功能：企业安全文化通过改变员工的兴趣，爱好和娱乐方式，使员工融合于其中，当其价值观被员工认同后，从各个方面把员工团结起来，形成巨大的向心力和凝聚力。

约束功能：文化力对企业每个成员思想和行为具有约束和规范作用。文化力的约束功能，与传统的管理理论单纯强调制度的硬约束不同，它虽也有成文的硬制度约束，但更强调的是不成文的软约束。

9.7.3 建设水平层次划分

本能反应阶段主要特征

- ✧ 企业认为安全的重要程度远不及经济利益。
- ✧ 企业认为安全只是单纯的投入，得不到回报。
- ✧ 管理者和员工的行为安全基于对自身的本能反应。
- ✧ 员工对自身安全不重视，缺乏自我保护的意识和能力。



- ✧ 员工对岗位操作技能、安全规程等缺乏了解。
- ✧ 企业和员工不认为事故无法避免。
- ✧ 员工普遍对工作现场和环境缺乏安全感。

被动管理阶段主要特征

- ✧ 企业没有或只为应付监察而制定安全制度。
- ✧ 大多数员工对安全没有特别关注。
- ✧ 企业认为事故没法避免。
- ✧ 安全问题并不被看做企业的重要风险。
- ✧ 只有安监部门承担安全管理责任。
- ✧ 员工不认为应该对自己的安全负责。
- ✧ 多数人被动学习安全知识、安全操作技能。
- ✧ 企业对安全技能的投入不足。
- ✧ 员工对工作现场的安全性缺乏充分的信任。

主动管理阶段主要特征

- ✧ 认识到安全承诺的重要性。
- ✧ 认为事故是可以避免的。
- ✧ 安全被纳入企业的风险管理内容。
- ✧ 管理层意识到多数事故是由于一线工人不安全行为造成的。
- ✧ 注重对员工行为的规范。
- ✧ 企业有计划、主动对员工进行安全技能培训，员工意识到学习安全知识的重要性。
- ✧ 通过改进规章、程序和工程技术促进安全。
- ✧ 开始用指标来测量安全绩效（如伤害率）。
- ✧ 采用减少事故损失工时来激励安全绩效。

员工参与阶段主要特征

- ✧ 具备系统和完善的安全承诺。
- ✧ 企业意识到有关管理政策、规章制度的执行不完善是导致事故的常见原因。

- ✧ 大多数员工愿意承担对个人安全健康的责任。
- ✧ 关注职业病、工伤保险等方面的知识。
- ✧ 绝大多数一线员工愿意与管理层一起改善和提高安全健康水平。
- ✧ 事故率稳定在较低的水平。
- ✧ 员工积极参与对安全绩效的考核。
- ✧ 企业建有完善的安全激励机制。
- ✧ 员工可以方便地获取安全信息。

团队辅助阶段主要特征

- ✧ 大多数员工认为无论从道德还是从经济角度，安全健康都是十分重要的。
- ✧ 提倡健康的生活方式，与工作无关的事故也要控制。
- ✧ 承认所有员工的价值，认识到公平对待员工于安全十分重要。
- ✧ 一线职工愿意承担自己和对他人的安全健康责任。
- ✧ 管理层认识到管理不到位是导致多种事故的主要原因。
- ✧ 安全管理重心放在有效预防各类事故。
- ✧ 所有可能相关的数据都被用来评估安全绩效。
- ✧ 更注重情感的沟通和交流。
- ✧ 拥有人性化和个性化的安全氛围。

持续改进阶段主要特征

- ✧ 保障员工在公共场所和家庭的安全健康，应经成为企业的核心价值观。
- ✧ 员工共享“安全健康是最重要的体面工作”的理念。
- ✧ 出于对整个安全管理过程充满信心，企业采用更多样的指标来展示安全绩效。
- ✧ 员工认为防止非工作相关的意外伤害同样重要。
- ✧ 企业持续改进，不断采用更好的风险控制理论和方法。
- ✧ 企业将大量投入用于员工家庭安全与健康的改善。
- ✧ 企业并不仅仅满足于长期无事故和无严重未遂事故记录的成绩。
- ✧ 安全意识和安全行为成为多数员工的一种固有习惯。

9.7.4 建设内容

09 年实施的两个安全文化建设的行业标准：

《企业安全文化建设导则》（AQ/T9005-2008）

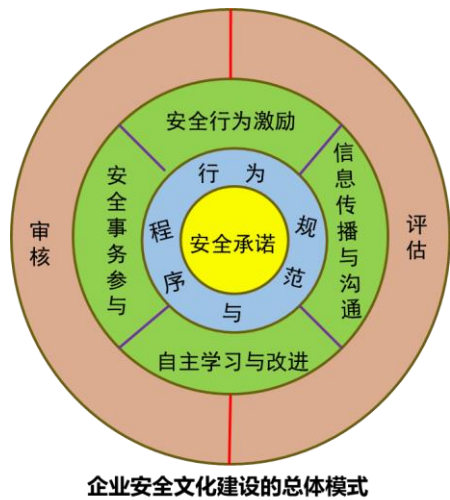
《企业全文化建设评价准则》（AQ/T9005-2008）

两者之间的关系：

《导则》是介绍企业安全文化建设的主要内容，《准则》是告诉企业如何对安全文化建设的效果进行评估。两者之间的关系用一句话来概括——安全文化建设无定式，评估有标准。

9.7.5 建设总体要求

企业在安全文化建设过程中，应充分考虑自身内部的和外部的文化特征，引导全体员工的**安全态度**和**安全行为**，实现在法律和政府监督要求之上的**安全自我约束**，通过全员参与实现企业安全生产水平的持续进步。



9.7.6 建设基本要素

安全承诺

- ✧ 企业应建立包括安全价值观、安全愿望、安全目标等在内的安全承诺。
- ✧ 企业的领导者应对安全承诺做出有形的表率，应让各级管理者和员工切身感受到领导者对安全承诺的实践。
- ✧ 企业的各级管理者应对安全承诺的实施起到示范和推进作用，形成严谨的制度化工作方法。培养重视安全的工作态度。
- ✧ 企业的员工应充分理解和接受企业的安全承诺，并结合岗位工作任务实践这种安全承诺。
- ✧ 企业应将自己的安全承诺传达到相关方。必要时应要求供应商、承包商等相关方提供相应的安全承诺。

行为规范与程序

- ✧ 企业内部的行为规范是企业安全承诺的具体体现和安全文化建设的基础要求。企业应确保拥有能够达到和维持安全绩效的管理系统，建立清晰界定的组织结构和安全职责体系，有效控制全体员工的行为。行为规范的建立和执行应：体现企业的安全承诺；明确各岗位人员的职责和权限；细化有关安全生产的规章制度和操作规程；由正式文件予以公布等。
- ✧ 程序是行为规范的重要组成部分。企业应建立必要的程序，以实现与对安全相关的活动进行有效控制的目的。程序的建立和执行应：识别并说明主要的风险，简单易懂，便于实际操作；程序的使用者参与程序的制定和改进过程；由正式文件予以公布等。

安全行为激励

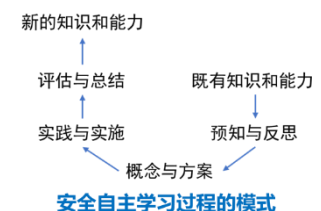
- ✧ 企业在审查和评估自身安全绩效时，除了使用事故率等消极指标外，还应使用旨在对安全绩效给予直接认可的积极指标。
- ✧ 员工应该受到鼓励，企业应对员工所识别的安全缺陷给予及时的处理和反馈。
- ✧ 企业宜建立安全绩效评估系统，应建立将安全绩效与工作绩效相结合的奖励制度。审慎对待员工的差错，应避免过多关注错误本身，而应以吸收经验教训为目的。
- ✧ 企业宜在组织内树立安全榜样或典范，发挥安全行为和安全态度的示范作用。

安全信息传播与沟通

- ✧ 企业应建立安全信息传播系统，综合利用各种传播途径和方式，提高传播效果。
- ✧ 企业应优化安全信息的传播内容，将组织内有关安全的经验、实践和概念作为传播内容的组成部分。
- ✧ 企业应就安全事项建立良好的沟通过程，确保企业与政府监督机构和相关方、各级管理者与员工、员工相互之间的沟通。

自主学习与改进

- ✧ 企业应建立有效地安全学习模式，保证安全绩效的持续改进。
- ✧ 企业应建立正式的岗位适任资格评估和培训系统。
- ✧ 应鼓励员工对安全问题予以关注，进行团队合作。
- ✧ 将经验教训、改进过程信息等编写到企业内部培训课程。



安全事务参与

- ✧ 全体员工都应认识到自己负有对自身和同事做出贡献的重要责任。员工对安全事务的参与是落实这种责任的最佳方式。

员工参与方式包括：

- 建立在信任和免费基础上的微小差错员工报告机制；
 - 成立员工安全改进小组，给予必要的授权、辅导和交流；
 - 定期召开有员工代表参加的安全会议，讨论安全绩效；
 - 开展岗位风险预见性分析和不安全行为或状态的自查自评活动。
- ✧ 所有承包商对企业的安全绩效改进均可作出贡献。企业应建立让承包商参与安全事务和改进过程的机制。

审核与评估

- ✧ 企业应对自身的安全文化建设情况进行定期的全面审核。包括：领导者应定期组织各级管理者评审企业安全文化建设过程的有效性和安全绩效结果；领导者应根据审核结果确定并落实整改不符合、不安全实践和安全缺陷的优先次序，并识别新的改进机会等。
- ✧ 在安全文化建设过程中及审核时，应采用有效地安全文化评估方法，关注安全绩效下滑的前兆，给予及时的控制和改进。

9.7.7 建设的推进与保障

（一）规划与计划

企业应充分认识安全文化建设的阶段性、复杂性和持续改进性，由最高领导人组织制定推动本企业安全文化建设的长期规划和阶段性计划。

（二）保障条件

企业应充分提供安全文化建设的保障条件，包括：领导机制；负责推动安全文化建设的组织机构和人员；必要的建设资金；适用的安全文化信息传播系统。

（三）推动骨干的选拔和培养

企业宜在管理者和普通员工中选拔和培养一批能够有效推动安全文化发展的骨干，他们承担辅导和鼓励全体员工向良好的安全态度和行为转变的职责。

9.8 事故应急救援

9.8.1 基本原则

事故应急救援工作是在**预防为主**的前提下，贯彻**统一指挥、分级负责、区域为主、单位自救和社会救援**相结合的原则。

9.8.2 基本任务

1、立即组织营救受害人员，组织撤离或者采取其他措施保护危害区域内的其他人员。

抢救受害人员是应急救援的首要任务，在应急救援行动中，快速、有序、有效地实施现场急救与安全转送伤员是降低伤亡率，减少事故损失的关键。

2、迅速控制危险源，并对事故造成的危害进行检验、监测，测定事故的危害区域、危害性质及危害程度。

及时控制造成事故的危险源是应急救援工作的重要任务，只有及时控制住危险源，防止事故的继续扩展，才能及时有效地进行救援。

3、做好现场清洁，消除危害后果。

针对事故对人体、动植物、土壤、水源、空气造成的现实危害和可能的危害，迅速采取封闭、隔离、洗消等措施。

4、查清事故原因，评估危害程度

事故发生后应及时调查事故的发生原因和事故性质，评估出事故的危害范围和危险程度，查明人员伤亡情况，做好事故调查。

9.8.3 事故应急管理四阶段

预防：在应急发生前进行的工作，主要是为了建立应急管理能力。它把目标集中在发展应急操作计划及系统上。

预备：在应急发生前进行的工作，主要是为了建立应急管理能力。它把目标集中在发展应急操作计划及系统上。

响应：在事故发生之前以及事故期间和事故后立即采取的行动，通过发挥预警、疏散、搜寻和营救以及提供避难所和医疗服务等紧急事务功能，使人员伤亡及财产损失减少到最小。

恢复：在事故发生后立即进行，它首先使事故影响地区恢复最起码的服务，然后继续努力，使社区恢复到正常状态。

9.8.4 应急救援预案

类型

- ✧ 应急行动指南或检查表
- ✧ 应急响应预案
- ✧ 互助应急预案
- ✧ 应急管理预案

主要内容

- ✧ 对可能发生的事故进行预测和评价；
- ✧ 人力、物资等资源的确定与准备；
- ✧ 明确应急组织和人员的职责；
- ✧ 设计行动战术和程序；
- ✧ 制定训练和演习计划；
- ✧ 制定专项应急计划；
- ✧ 制定事故后清除和恢复程序。

基本要素

- ✧ 组织机构及其职责
- ✧ 危害辨识与风险评价
- ✧ 通告程序和报警系统
- ✧ 应急设备与设施
- ✧ 应急评价能力与资源
- ✧ 保护措施程序
- ✧ 信息发布与公众教育
- ✧ 事故后的恢复程序
- ✧ 培训与演练
- ✧ 应急预案的维护

基本要求

科学性：事故应急救援工作是一项科学性很强的工作，制定预案也必须以科学的态度，在全面调查研究的基础上，开展科学分析和论证，制定出严密、统一、完整的应急反应方案，使预案真正具有科学性。

实用性：应急救援预案应符合企业现场和当地的客观情况，具有适用性和实用性，便于操作。

权威性：救援工作是一项紧急状态下的应急性工作，所制定的应急救援预案应明确救援工作的管理体系，救援行动的组织指挥权限和各级救援组织的职责和任务等一系列的行

政性管理规定，保证救援工作的统一指挥。应急救援预案还应经上级部门批准后才能实施，保证预案具有一定的权威性和法律保障。

文件体系

✧ 一级文件-总预案

它包含了对紧急情况的管理政策、预案的目标，应急组织和责任等内容。

✧ 二级文件-程序

它说明某个行动的目的和范围。程序内容十分具体，例如该做什么、由谁去做、什么时间和什么地点等，它的目的是为应急行动提供指南。

✧ 三级文件-说明书

对程序中的特定任务及某些行动细节进行说明，供应急组织内部人员或其他个人使用。

✧ 四级文件-对应急行动的记录

包括在应急行动期间所做的通讯记录、每一步应急行动的记录等。

9.9 企业安全生产标准化

什么是安全生产标准化？

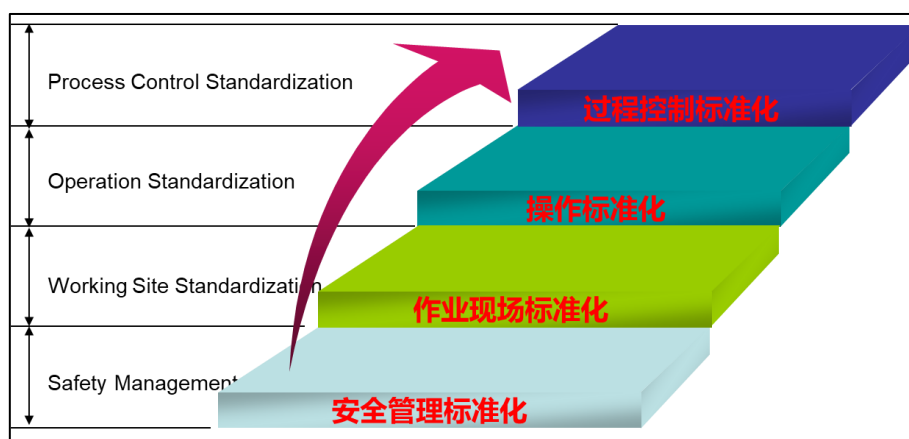
安全生产标准化，是指通过建立安全生产责任制，制定安全管理制度和操作规程，排查治理隐患和监控重大危险源，建立预防机制，规范生产行为，使各生产环节符合有关安全生产法律法规和标准规范的要求，人（人员）、机（机械）、料（材料）、法（工法）、环（环境）、测（测量）处于良好的生产状态，并持续改进，不断加强企业安全生产规范化建设。

安全生产标准化体现了“**安全第一、预防为主、综合治理**”的方针和“**以人为本**”的科学发展观，强调企业安全生产工作的规范化、科学化、系统化和法制化，强化风险管理和过程控制，注重绩效管理和持续改进，符合安全管理的基本规律，代表了现代安全管理的发展方向，是先进安全管理思想与我国传统安全管理方法、企业具体实际的有机结合，有效提高企业安全生产水平，从而推动我国安全生产状况的根本好转。

9.9.1 实施意义

- ✧ 实践“安全第一，预防为主，综合治理”的方针和以人为本的科学发展观具体体现。
- ✧ 保护和发展先进生产力，促进企业乃至整个国民经济持续健康快速发展的基本条件。
- ✧ 加强安全生产工作的一项带有基础性、长期性、前瞻性、战略性、根本性的工作。
- ✧ 提高企业安全素质的一项基本建设工程，是落实企业安全生产主体责任的重要举措和建立安全生产长效机制的根本途径。
- ✧ 夯实企业安全生产基础，提高企业安全生产水平，保障企业从业人员的安全与健康，促进企业的可持续健康发展的需要。
- ✧ 有助于实现对企业分级管理、分类指导，促进安全生产形势稳定好转，实现长治久安。
- ✧ 有利于推动安全监管部门依法行政，提高安全监管水平。

9.9.2 涵盖范围



安全管理标准化：通过制定科学的管理标准来规范人的思想行为，确定组织成员必须遵守的行为准则，要求生产经营单位的每一环节，都必须按一定的方法和标准来运行，实现管理的规范化。

作业现场标准化：通过现场标准化的实施，来实现人——机——环境的合理匹配，使安全生产管理达到最佳状态。

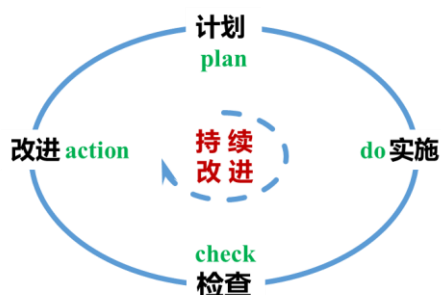
操作标准化：一是指人的安全操作规程，保证人在生产操作中不受伤害；二是作业姿势作业方法，要符合人的身体健康；三是在作业环境中存在各种有毒有害因素时，作业者必须穿戴的防护用具用品以及处置办法。

过程控制标准化：（1）预防控制；（2）更正性控制；（3）行为过程控制；（4）事故控制。

9.9.3 运行模式

按照戴明模式一个公司的活动可分为四个互相联系的环节，即 PDCA 循环。

- ✧ 全过程、全方位、全员、全天候；
- ✧ 人、机、环境、管理；
- ✧ 体现安全与生产、安全与健康、安全与环境之间的内在联系和统一性；
- ✧ 体现“风险管理、过程控制、持续改进”的思想。



P—规划：根据公司特点确定承诺方针目标，并制定实现目标的具体措施。

D—实施：为实现目标，明确职责，依据活动特点，制定相关文件化程序及技术标准，对活动全过程实施有效控制。

C—验证：在活动实施过程中，应有计划、有针对性的对相关过程进行监控和审核，加强预防，以纠正偏离目标的现象。

A—改进：最高管理者定期进行评审，确保体系的适用性、充分性和有效性，以达到持续改进的目的。

9.9.4 建设流程

初始评审阶段：依据法律法规及本规范要求，对企业安全管理现状进行初始评估，了解企业安全管理现状、业务流程、组织机构等基本信息。

策划阶段：根据相关法律法规及本规范的要求，针对初始评审的结果，确定建立安全标准化方案。

培训阶段：对全体从业人员进行安全标准化相关内容培训。

实施阶段：根据策划结果，落实安全标准化的各项要求。

自评阶段：应对安全标准化的实施情况进行检查和评价，发现问题，找出差距，提出完善措施。

改进与提高阶段：根据自评的结果，改进安全标准化管理，不断提高安全标准化实施水平和安全绩效。

9.9.5 基本规范



9.10 新环境保护法

9.10.1 颁布与修改

- ✧ 1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；
- ✧ 2019年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订；
- ✧ 十二届全国人大常委会第八次会议4月21日至24日在北京举行，备受关注的《环境保护法修订案(草案)》进入第四次审议。

《中华人民共和国环境保护法》由中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于2019年4月24日修订通过，新修订《中华人民共和国环境保护法》于2019年1月1日起施行。

**中华人民共和国主席
习近平**

2019年4月24日

- ✧ 这部法律增加了政府、企业各方面责任和处罚力度，被专家称为“史上最严的环保法”。

- ✧ 修订后的环保法加大惩治力度：“企业事业单位和其他生产经营者违法排放污染物，受到罚款处罚，被责令改正，拒不改正的，依法作出处罚决定的行政机关可以自责令更改之日的次日起，按照原处罚数额按日连续处罚。”
- ✧ 新环保法还明确：国家在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态保护红线，实行严格保护。
- ✧ 修订后的环保法，进一步明确了政府对环境保护的监督管理职责，完善了生态保护红线、污染物总量控制、环境监测和环境影响评价、跨行政区域联合防治等环境保护基本制度，强化了企业污染防治责任，加大了对环境违法行为的法律制裁，还就政府、企业公开环境信息与公众参与、监督环境保护作出了系统规定，法律条文也从原来的 47 条增加到 70 条，增强了法律的可执行性和可操作性。

9.10.2 增加内容

- ✧ 总量控制制度：原在水污染防治法和大气污染防治法中体现
- ✧ 规划环评：过去的环保法中只有项目环评
- ✧ 政策环评：地方政府制定经济、技术政策要考虑环境影响
- ✧ 公益诉讼主体：从事公益活动连续五年、信誉良好的社会组织
- ✧ 按日连续计罚：上不封顶
- ✧ 生态保护红线：对重点生态功能区划定保护红线

9.10.2 内容

总则

环境保护法立法目的

- 1) 保护和改善环境 2) 防治污染和其他公害 3) 保障公众健康
- 4) 推进生态文明建设 5) 促进经济社会可持续发展

环境的概念

环境保护法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、湿地、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。

环境保护是国家的基本国策

国家采取有利于节约和循环利用资源、保护和改善环境、促进人与自然和谐的经济、技术政策和措施，使经济社会发展与环境保护相协调。

环境保护法的适用范围

本法适用于中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域。

环境保护基本原则

- 1) 保护优先 2) 预防为主 3) 综合治理 4) 公众参与 5) 损害担责

环境保护义务

- 1) 地方各级人民政府应当对本行政区域的环境质量负责。
- 2) 企业事业单位和其他生产经营者应当防止、减少环境污染和生态破坏, 对所造成的损害依法承担责任。
- 3) 公民应当增强环境保护意识, 采取低碳、节俭的生活方式, 自觉履行环境保护义务。

环境保护宣传及普及

- 1) 各级人民政府应当加强环境保护宣传和普及工作, 鼓励基层群众性自治组织、社会组织、环境保护志愿者开展环境保护法律法规和环境保护知识的宣传, 营造保护环境的良好风气。
- 2) 教育行政部门、学校应当将环境保护知识纳入学校教育内容, 培养学生的环境保护意识。
- 3) 新闻媒体应当开展环境保护法律法规和环境保护知识的宣传, 对环境违法行为进行舆论监督。

监督管理

环境保护规划

- 1) 县级以上人民政府应当将环境保护工作纳入国民经济和社会发展规划。
- 2) 国务院环境保护主管部门会同有关部门, 根据国民经济和社会发展规划编制国家环境保护规划, 报国务院批准并公布实施。
- 3) 县级以上地方人民政府环境保护主管部门会同有关部门, 根据国家环境保护规划的要求, 编制本行政区域的环境保护规划, 报同级人民政府批准并公布实施。
- 4) 环境保护规划的内容应当包括生态保护和污染防治的目标、任务、保障措施等, 并与主体功能区规划、土地利用总体规划和城乡规划等相衔接。

污染物排放标准的制定

- 1) 国务院环境保护主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件, 制定国家污染物排放标准。
- 2) 省、自治区、直辖市人民政府对国家污染物排放标准中未作规定的项目, 可以制定地方污染物排放标准; 对国家污染物排放标准中已作规定的项目, 可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准。地方污染物排放标准应当报国务院环境保护主管部门备案。

环境监测制度

- 1) 国家建立、健全环境监测制度。
- 2) 国务院环境保护主管部门制定监测规范, 会同有关部门组织监测网络, 统一规划国家环境质量监测站(点)的设置, 建立监测数据共享机制, 加强对环境监测的管理。
- 3) 有关行业、专业等各类环境质量监测站(点)的设置应当符合法律法规规定和监测规范的要求。
- 4) 监测机构应当使用符合国家标准的监测设备, 遵守监测规范。监测机构及其负责人对监测数据的真实性和准确性负责。

环境影响评价

- 1) 省级以上人民政府应当组织有关部门或者委托专业机构, 对环境状况进行调查、评价, 建立环境资源承载能力监测预警机制。
- 2) 编制有关开发利用规划, 建设对环境有影响的项目, 应当依法进行环境影响评价。
- 3) 未依法进行环境影响评价的开发利用规划, 不得组织实施; 未依法进行环境影响评价的建设项目, 不得开工建设。

国家政策鼓励和支持

- 1) 国家建立跨行政区域的重点区域、流域环境污染和生态破坏联合防治协调机制, 实行统一规划、统一标准、统一监测、统一的防治措施。
- 2) 国家采取财政、税收、价格、政府采购等方面的政策和措施, 鼓励和支持环境保护技术装备、资源综合利用和环境服务等环境保护产业的发展。
- 3) 企业事业单位和其他生产经营者, 在污染物排放符合法定要求的基础上, 进一步减少污染物排放的, 人民政府应当依法采取财政、税收、价格、政府采购等方面的政策和措施予以鼓励和支持。
- 4) 企业事业单位和其他生产经营者, 为改善环境, 依照有关规定转产、搬迁、关闭的, 人民政府应当予以支持。

监督检查

- 1) 县级以上人民政府环境保护主管部门及其委托的环境监察机构和其他负有环境保护监督管理职责的部门, 有权对排放污染物的企业事业单位和其他生产经营者进行现场检查。被检查者应当如实反映情况, 提供必要的资料。实施现场检查的部门、机构及其工作人员应当为被检查者保守商业秘密。
- 2) 企业事业单位和其他生产经营者违反法律法规规定排放污染物, 造成或者可能造成严重污染的, 县级以上人民政府环境保护主管部门和其他负有环境保护监督管理职责的部门, 可以查封、扣押造成污染物排放的设施、设备。

保护和环境改善措施

- 1) 地方各级人民政府应当采取措施, 组织对生活废弃物的分类处置、回收利用。
- 2) 公民应当遵守环境保护法律法规, 配合实施环境保护措施, 按照规定对生活废弃物进行分类放置, 减少日常生活对环境造成的损害。



防治污染和其他公害

清洁生产 and 资源循环利用

- 1) 国务院有关部门和地方各级人民政府应当采取措施, 推广清洁能源的生产和使用。
- 2) 企业应当优先使用清洁能源, 采用资源利用率高、污染物排放量少的工艺、设备以及废弃物综合利用技术和污染物无害化处理技术, 减少污染物的产生。

- 3) 建设项目中防治污染的设施,应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求,不得擅自拆除或者闲置。
- 4) 排放污染物的企业事业单位和其他生产经营者,应当采取措施,防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、医疗废物、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、光辐射、电磁辐射等对环境的污染和危害。
- 5) 排放污染物的企业事业单位,应当建立环境保护责任制度,明确单位负责人和相关人员的责任。
- 6) 重点排污单位应当按照国家有关规定和监测规范安装使用监测设备,保证监测设备正常运行,保存原始监测记录。
- 7) 严禁通过暗管、渗井、渗坑、灌注或者篡改、伪造监测数据,或者不正常运行防治污染设施等逃避监管的方式违法排放污染物。

排污费的缴纳

- 1) 排放污染物的企业事业单位和其他生产经营者,应当按照国家有关规定缴纳排污费。
- 2) 排污费应当全部专项用于环境污染防治,任何单位和个人不得截留、挤占或者挪作他用。
- 3) 依照法律规定征收环境保护税的,不再征收排污费。

重点污染物排放总量控制制度

- 1) 国家实行重点污染物排放总量控制制度。重点污染物排放总量控制指标由国务院下达,省、自治区、直辖市人民政府分解落实。企业事业单位在执行国家和地方污染物排放标准的同时,应当遵守分解落实到本单位的重点污染物排放总量控制指标。
- 2) 对超过国家重点污染物排放总量控制指标或者未完成国家确定的环境质量目标的地区,省级以上人民政府环境保护主管部门应当暂停审批其新增重点污染物排放总量的建设项目环境影响评价文件。

排污许可管理制度

- 1) 实行排污许可管理的企事业单位和其他生产经营者应当按照排污许可证的要求排放污染物;未取得排污许可证的,不得排放污染物。
- 2) 国家对严重污染环境的工艺、设备和产品实行淘汰制度。任何单位和个人不得生产、销售或者转移、使用严重污染环境的工艺、设备和产品。
- 3) 禁止引进不符合我国环境保护规定的技术、设备、材料和产品。

化学品环境污染控制管理

- 1) 生产、储存、运输、销售、使用、处置化学物品和含有放射性物质的物品,应当遵守国家有关规定,防止污染环境。
- 2) 国家鼓励投保环境污染责任保险。

信息公开和公众参与

- 1) 县级以上地方人民政府环境保护主管部门和其他负有环境保护监督管理职责的部门,应

当将企业事业单位和其他生产经营者的环境违法信息记入社会诚信档案,及时向社会公布违法者名单。

- 2) 重点排污单位应当如实向社会公开其主要污染物的名称、排放方式、排放浓度和总量、超标排放情况,以及防治污染设施的建设和运行情况,接受社会监督。
- 3) 负责审批建设项目环境影响评价文件的部门在收到建设项目环境影响报告书后,除涉及国家秘密和商业秘密的事项外,应当全文公开;发现建设项目未充分征求公众意见的,应当责成建设单位征求公众意见。
- 4) 对依法应当编制环境影响报告书的建设项目,建设单位应当在编制时向可能受影响的公众说明情况,充分征求意见。
- 5) 公民、法人和其他组织发现任何单位和个人有污染环境和破坏生态行为的,有权向环境保护主管部门或者其他负有环境保护监督管理职责的部门举报。
- 6) 公民、法人和其他组织发现地方各级人民政府、县级以上人民政府环境保护主管部门和其他负有环境保护监督管理职责的部门不依法履行职责的,有权向其上级机关或者监察机关举报。
- 7) 接受举报的机关应当对举报人的相关信息予以保密,保护举报人的合法权益。

法律责任

- 1) 企业事业单位和其他生产经营者违法排放污染物,受到罚款处罚,被责令改正,拒不改正的,依法作出处罚决定的行政机关可以自责令改正之日的次日起,按照原处罚数额按日连续处罚。
- 2) 前款规定的罚款处罚额度,依照有关法律法规按照防治污染设施的运行成本、违法行为造成的直接损失或者违法所得等因素确定的规定执行。
- 3) 地方性法规可以根据环境保护的实际需要,增加第一款规定的按日连续处罚的违法行为的种类。
- 4) 企业事业单位和其他生产经营者超过污染物排放标准或者超过重点污染物排放总量控制指标排放污染物的,县级以上人民政府环境保护主管部门可以责令其采取限制生产、停产整治等措施;情节严重的,报经有批准权的人民政府批准,责令停业、关闭。

按日连续处罚:

➤ 责令改正,拒不改正

➤ 自责令改正之日次日起进行处罚

➤ 按日连续处罚

就是按照违法的天数计算罚款,违法1天是1万元,30天就是30万元。新

环保法规定罚款上不封顶。

- 5) 建设单位未依法提交建设项目环境影响评价文件或者环境影响评价文件未经批准，擅自开工建设的，由负有环境保护监督管理职责的部门责令停止建设，处以罚款，并可以责令恢复原状。
- 6) 违反本法规定，重点排污单位不公开或者不如实公开环境信息的，由县级以上地方人民政府环境保护主管部门责令公开，处以罚款，并予以公告。
- 7) 环境影响评价机构、环境监测机构以及从事环境监测设备和防治污染设施维护、运营的机构，在有关环境服务活动中弄虚作假，对造成的环境污染和生态破坏负有责任的，除依照有关法律法规规定予以处罚外，还应当与造成环境污染和生态破坏的其他责任者承担连带责任。
- 8) 提起环境损害赔偿诉讼的时效期间为三年，从当事人知道或者应当知道其受到损害时起计算。

附则

新环境保护法自 2019 年 1 月 1 日起施行

9.11 环境保护管理工作

如何做好环境保护管理工作??



9.11.1 环境保护法律法规

三同时制度

定义：建设项目的环境保护设施必须与主体工程同时设计，同时施工，同时投产的制度，简称“三同时”制度。

适用范围：

- ✧ 新建、改建、扩建项目
- ✧ 技术改造项目
- ✧ 一切可能对环境造成污染和破坏的工程项目

✧ 确有经济效益的综合利用项目

相关法律：新修订环保法第四十一条：建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求，不得擅自拆除或者闲置。

环境影响评价制度

定义：就是在建设项目动工之前，必须先对它的选址、设计、以及在建设施工中和建成投产后可能对环境造成的影响进行科学的预测和估计，并预先制定可行的对策。

适用范围：对环境有影响的一切基本建设项目、技术改造项目和区域开发建设项目，包括中外合资、中外合作、外商独资的建设项目。

相关法律：新修订环保法第十九条 编制有关开发利用规划，建设对环境有影响的项目，应当依法进行环境影响评价。

排污收费制度

定义：指一切向环境中排放污染物的单位和生产经营者，均必须依照国家规定的标准缴纳一定费用。

范围：污水、废气、固体废物、噪声、放射性

注：排污单位缴纳排污费后，并不免除缴费者应当承担的治理污染、赔偿损失的责任和法律规定的其他责任。

相关法律：新修订环保法第四十三条 排放污染物的企业事业单位和其他生产经营者，应当按照国家有关规定缴纳排污费。排污费应当全部专项用于环境污染防治，任何单位和个人不得截留、挤占或者挪作他用。

排污许可证制度与排污申报登记

定义：任何单位向环境中排放大气污染物、水污染物、固体废物等，均须向环境保护行政主管部门申请登记。经审查批准，发给许可证后，方可进行该活动的一整套管理措施。

形式：排污许可证

相关法律：新环保法第四十五条 国家依照法律规定实行排污许可管理制度。

实行排污许可管理的企业事业单位和其他生产经营者应当按照排污许可证的要求排放污染物;未取得排污许可证的，不得排放污染物。

限期治理污染制度

以污染源调查、评价为基础，以环境保护规划为依据，突出重点，分期分批的对污染危害严重，群众反映强烈的污染源、污染物、污染区域采取的限定治理时间，治理内容及治理效果的强制性措施。被限期治理的企业，事业单位，必须依法完成限期治理任务。

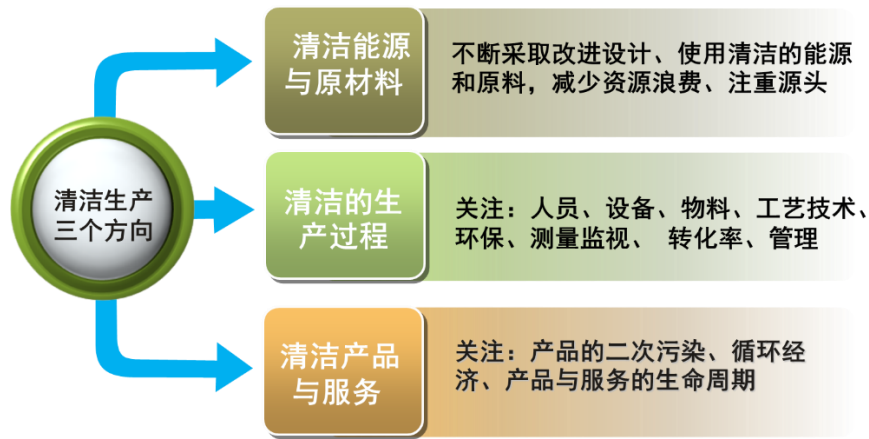
9.11.2 开展清洁生产

什么是清洁生产？

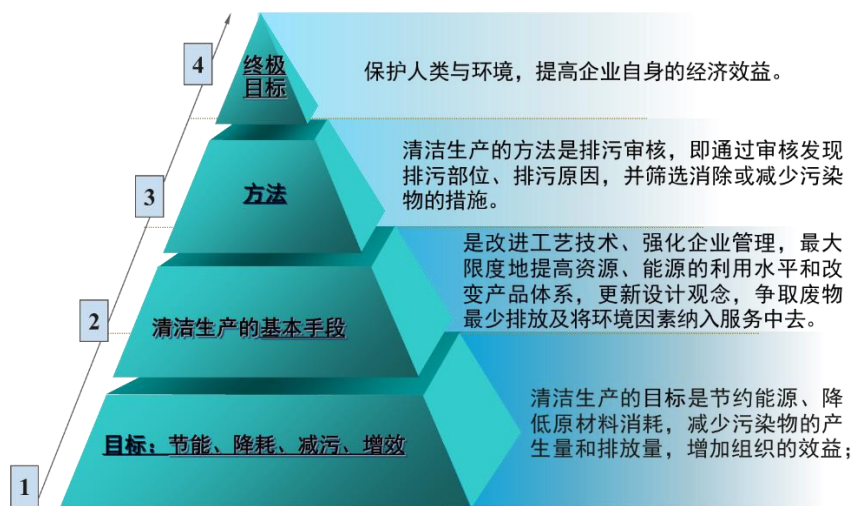
《中华人民共和国清洁生产促进法》第二条规定，所称清洁生产，是指不断采取改进设计、

使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

清洁生产三大关注点



清洁生产四层含义



清洁生产与末端处理的比较

末端处理	清洁生产
<ul style="list-style-type: none">• 采用废物处理措施控制污染物的排放• 当工艺和产品已经开发出来了，环境问题已经产生时，才考虑污染控制• 污染控制及环境改善增加了企业的生产成本	<ul style="list-style-type: none">• 通过综合手段在源头预防污染物的产生• 污染预防作为产品及工艺研发活动的组成部分• 污染物及废物被当作潜在资源并可能转变为有价值的产品和副产品

9.11.3 做好“总量控制”

概念：就是在规定时间内,对某一区域或某一企业在生产过程中所产生的污染物最终排入环境的数量的限制。

内容

- ✧ 排放污染物的时间跨度
- ✧ 排放污染物总量的地域范围
- ✧ 排放污染物的总量

总量控制原则

国家提出“总量控制”实际上是区域性的，也就是说，当局部不可避免的增加污染物排放时，应对同行业或区域内进行污染物排放量削减，使区域内污染源的污染物排放负荷控制在一定数量内，使污染物的受纳水体、空气等的环境质量可达到规定的环境目标。

总量控制的作用和影响

- ✧ 实施污染物总量控制，将促进结构优化、技术进步和资源节约,有利于实现环境资源的合理配置，有利于贯彻国家产业政策,有利于提高治理污染的积极性，有利于推动经济增长方式的根本转变。
- ✧ 一个地区、一个企业如不能腾出减排总量，就不可能再上新项目，总量做为环境资源的价值得到了充分的体现。
- ✧ 未完成总量削减任务的地区，可能会遭到“区域限批”的惩罚，未完成总量削减的企业，可能会遭到“项目限批”的惩罚。

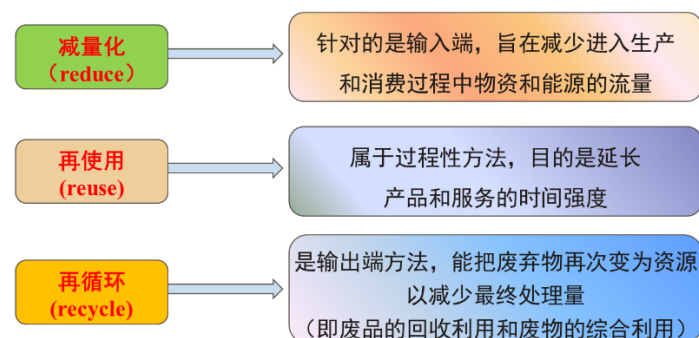
因此，企业搞好总量控制即是地区发展的需要，也是企业自身发展的需要。

9.11.4 发展循环经济

循环经济的概念

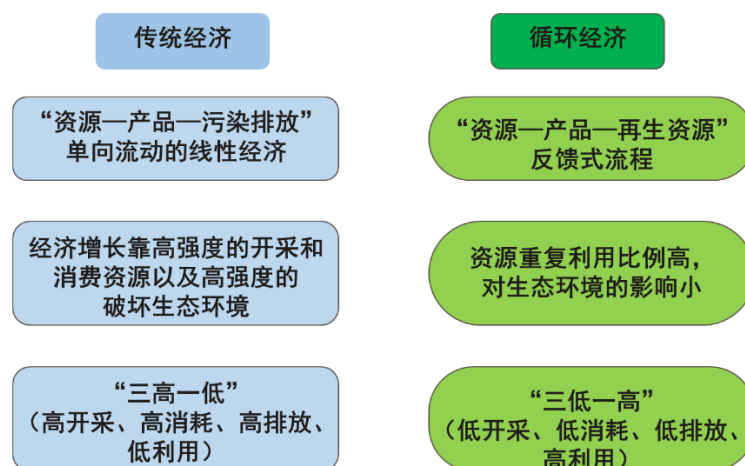
是倡导一种与环境和谐的经济发展和模式，以实现资源利用的减量化，产品的反复使用和废物的资源化为目的，用“资源—产品—再生资源”的环状反馈式循环理念重构经济运行过程，最终实现最优生产、最适消费、最少废弃。

循环经济的原则



3R原则：减量化(reduce)、再使用(reuse)、再循环(recycle)

传统经济与循环经济对比



9.11.5 强化环境保护内部管理

内部环境管理组织机构的设立

企业可根据各自企业的规模、内部结构等实际，设立环境管理机构，明确管理职责；同时可在车间基层设立环保员，使环境管理工作延伸至企业的每一个基层单元。

建立和实施企业内部环境管理制度

可参照环境管理体系和清洁生产建立完善的环境管理制度；重点要建立企业环境管理组织、污染防治管理、环境应急管理、环境治理设施设备运行操作、环境运行管理制度、环境监督管理等基本管理制度。

环境保护监督检查

企业应依照环境法律法规、公司内部环境运行制度、准则开展日常、定期、不定期检查。

检查内容（包括但不限于）：

- ✧ 各类污染物排放是否达标？
- ✧ 环保设施设备是否正常运行？
- ✧ 环保培训是否到位？
- ✧ 各项工艺参数是否严格执行？
- ✧ 环保操作规程是否严格执行？
- ✧ 废弃物处理阶段是否有“跑冒滴漏”现象？
- ✧ 废弃物转移、储存（包括临时储存）防护措施是否到位？
- ✧ 现场环保标识是否齐全、符合要求？
- ✧ 环保隐患是否及时整改？
- ✧ 各类环保台账、记录是否规范、完善？

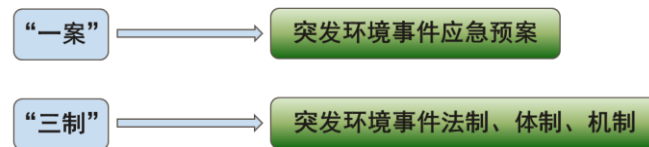
环境应急管理

突发环境事件：是指突然发生，造成或者可能造成重大人员伤亡、重大财产损失和对全国或某一地区的经济社会稳定、政治安定构成重大威胁和损害，有重大社会影响的涉及公共安全

的环境事件。

环境应急：针对可能或已发生的突发环境事件需要立即采取某些超出正常工作程序的行动，以避免事件发生或减轻事件后果的状态，也称为紧急状态；同时也泛指立即采取超出正常工作程序的行动。

1) “一案三制”



应急预案：是应急管理的重要基础，是中国应急管理体系建设的首要任务。

应急管理体制：国家建立统一领导、综合协调、分类管理、分级负责、属地管理为主的应急管理体制。

应急管理机制：是指突发事件全过程中各种制度化、程序化的应急管理方法与措施。

应急管理法制：在深入总结群众实践经验的基础上，制订各级各类应急预案，形成应急管理体制机制，并且最终上升为一系列的法律、法规和规章，使突发事件应对工作基本上做到有章可循、有法可依。

2) 突发环境事件应急预案制定、评估、备案

染物的企业事业单位，生产、贮存、经营、使用、运输危险废物品的企事业单位，产生、收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的企业事业单位，以及其他可能发生突发环境事件的企业事业单位，应当编制突发环境事件应急预案。

3) 采取防范措施

可能发生突发环境事件的企业事业单位，在日常管理中要加强防范，对环境风险还应进行排查和治理，健全风险防控措施，尽可能避免突发环境事件的发生。

4) 开展应急知识的宣传和应急演练

a. 急预案、应急知识进行培训和宣传

b. 展应急预案演练活动

➤ 演练方案

➤ 演练效果评估与改进：预案、演练过程

✧ 应急预案的操作性、职能划分的合理性、应急程序的正确性；

✧ 应急资源（应急装备和人员的能力）的充分性；

✧ 应急信息沟通的及时性和准确性。