四川轻化工大学课程实施大纲

|  |
| --- |
| **课程名称：化工安全与环境** |
| **授课班级：能化2023级本科班** |
| **任课教师：尚建平** |
| **工作部门：化学工程学院** |
| **联系方式：621487** |

**四川轻化工大学 制**

**2025年7月**

**《化工安全与环境》课程实施大纲**

**基本信息**

|  |
| --- |
| 课程代码：16351003  课程名称：化工安全与环境  学 分：2  总 学 时：32  学 期：第5学期  上课时间：按教务处安排  上课地点：按教务处安排  答疑时间和方式：课余/课间、电话、邮件  答疑地点：第一实验楼314、电邮、电话  授课班级：能化2023级1-3班  任课教师：尚建平  学 院：化学工程学院  邮 箱：[365806933@qq.com](mailto:29073964@qq.com（王蓉)  联系电话：62187 |

**1．教学理念**

化学工业生产的各种产品与我们每个人生活息息相关，化学工业也是国民经济中不可或缺的重要组成部分，现代社会已经无法离开化学工业。同时近年来化学工业发生了不少环境污染事件与安全生产事故，已经到了“谈化色变”的程度。

化工环保与安全课程是我国面向21世纪“应用化学”专业培养方案中新设置的一门必修工程基础课。本课程是为应化专业大三学生开设的专业必修课，该课程结合典型实例，系统而又简明地介绍了化工生产过程中的环境保护和安全生产技术的基本概念、基础理论和基本方法，具有鲜明的现代化工生产的特点。通过学习不但为学生向一线卓越工程师转化打下坚实的化工环保与安全理论基础，更重要的是使学生树立起牢固的环境保护意识和安全生产第一的思想观念。希望通过我们的努力尽早使化学工业成为零污染，安全可靠的行业。

**2．课程介绍**

**2.1 课程的性质**

本课程是应化专业的一门专业必修课，我国化工行业快速发展，但在各类化工产品的生产过程中，经常接触有毒有害、易燃易爆的化学危险品，且容易对环境造成污染或引发环境、安全等事故。因此，安全和环境保护工作显得尤为重要，学习这门课程将有助于同学们掌握基本的化工环境保护和安全生产知识、技术。

**2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用**

本课程是高等院校应化专业的一门主要专业必修课程。化工安全与环保是化工及相关行业十分重视和强调的内容。本课程的任务是首先在安全方面使学生正确理解化学物质危险分类和危险表征,明确化工装置维护和公用工程设施安全;了解燃烧和爆炸的过程、原理和类型,以及职业中毒的防护与急救措施,明确化工操作原理与危险性: 了解毒性物质的分类,正确理解毒性物质有效剂量的表示方法和职业中毒的防护与急救措施。其次在环保方面使学生了解化工企业在项目建设与日常生产中对环境造成的影响,以及化工对环境污染的特点及相应的解决技术,使学生对化工企业在项目建设及生产过程中的废物污染源有较全面的了解,充分认识到环境保护在化工,生产中的重要地位。

**2.3 课程的前沿及发展趋势**

《化工安全与环境》是应化专业培养方案中的专业必修课,通过本课程学习,让学生掌握化工环境保护和安全生产技术的基本原理和方法,有利于学生树立环境保护的意识和安全生产第一的观念,培养高素质的化工专业人才。

随着化学工业的发展,各种新技术和新工艺不断出现,化工装置大型化成为趋势,对化工安全提出了新的要求。在化工安全生产技术部分,化工防火防爆技术、压力容器和化工检修安全技术以及工业毒物的危害与防护技术成为了重点关注的内容。在教学过程中，也增加了对其相关内容的讲解。如在化工安全设计与安全管理以及化工系统安全分析与评价部分；对事故隐患、燃烧与爆炸、阻火设备、防爆泄压设施等进行重点阐述和分析。对用于计算爆炸极限的理·查特里方程要求学生理解并运用。此外,还可增加泄漏源模型和Pasquill-Gifford扩散模型的讲解,让学生对毒物泄露有更为清晰的认识。此外,在备课方面,也有大量搜集化工安全与环境领域的经典素材、最新案例和法律法规,如环境污染的图片、化工爆炸的视频、化工生产急救常识等。在课件制作上,力求做到图文并茂,充分调动学生学习的兴趣。通过对相关知识的讲解和案例的引入激发学生学习的主观能动性,增强了学生的环保意识和安全意识,进一步提升了教学质量和教学效果。

**2.4 学习本课程的必要性**

化工行业在国民经济中具有十分重要的地位,人类生活离不开化工产品。同时，它也为社会创造了大量财富。目前,我国的化工产业与发达国家相比有一定的差距。美国单级化的政策导致了世界多国自我完善本国产业链，进一步加剧了行业竞争。为可持续发展化工产业,安全与环保在化工产业中越为突出。同时，为了贯彻落实习近平总书记“大力培养应急管理人才，加强应急管理学科建设”的指示精神，培养应急管理人才队伍，为增强化解重大安全风险提供重要智力支持和平台保障；培养有理想信念、有专业知识和面向实践的应急人才，建立应急管理高端智库，也有助于提升地方本质安全水平

**3．教师简介**

王蓉，副教授，博士，研究方向：分析化学、电化学

郑汶江，副教授，博士，研究方向：氟材料复合与改性

**4．先修课程**

无机化学、有机化学、分析化学、物理化学和化工原理等。

**5．课程目标**

**5.1知识与技能方面**

（1）、熟悉和理解化工生产过程中的各种危险因素，各种化工生产的法律法规，并在化工设计和生产中考虑这些因素。

（2）、熟悉和理解化工三废，即废水、废气、废渣产生的原因和各种常见处理技术，能够运用所学化工环保知识设计简单可行的三废基本处理方案。

（3）、熟悉和理解化工物料的火灾危险性和毒性，能够运用所学相关知识进行设计基本的防火、防爆、防毒的技术方案和措施。

（4）、能够将所学化工环保知识，应用在化工安全设计与安全管理过程中并尽可能改进生产工艺采用清洁生产过程。

**5.2过程与方法方面**

（1）使学生能够对化工操作过程的安全性能有准确的判断，能够独立思考规避化工事故的发生。

（2）学生能够对已发生的化工事故和环境问题，能够提出一定的解决方案，培养具有妥善处理事故结果的能力。

（3）能够主动与老师、同学交流所学知识，养成自主学习的好习惯。

**5.3情感、态度与价值观方面**

（1）在学习合作过程中能够主动承担责任，培养有担当的意识。

（2）让学生在学习的过程中，能够明白纪律的重要性，能严格执行管理要求。

（3）在学习中培养细心和知错就改的意识，能更好地胜任以后的工作职位。

**6．课程内容**

**6.1课程的内容概要**

《化工安全与环境》是化工类专业的基础课程，安全技术贯穿于化工生产的整个过程，从危险化学品的分类及应急救援、防火防爆安全基础、化工工艺热风险及评估、化学反应过程的安全技术，化工特种设备安全、装置运行与维护安全技术、化工生产安全分析与评价、化工职业卫生与防护与“三废”处理等各个环节，是一门涉及面广、内容丰富的综合性课程。本课程旨在传递化工安全知识，规范安全生产操作，培养职业安全意识，实现“为之于未有，治之于未乱，防患于未然”。

本课程旨在培养学生的安全意识，使学生能够较全面地了解化工生产中的安全环保问题，学会识别各种危险因素，掌握采取合理可行的技术措施和管理手段来预防及控制化工事故的发生和发展。

**6.2教学重点、难点**

绪论

1、重点：化学物质的危险因素，化工安全设计的基本内容。

2、难点：安全生产管理与化工安全设计技术。

第一章 化工生产安全管理基础

1、重点：HSE管理体系的基本内容。

2、难点：安全生产管理意识的培养。

第二章 危险化学品的分类及应急救援

1、重点：危险化学品的储存和运输的安全要求，典型危险化学品事故应急处置方案。

2、难点：典型危险化学品事故应急处置方案。

第三章 防火防爆安全基础

1、重点：燃烧的特点及类型、爆炸极限的基本理论及影响因素。

2、难点：爆炸极限的基本理论及影响因素。

第四章 化工工艺热风险及评估

1、重点： 失控反应的原因和影响因素，热风险评估流程。

2、难点： 热温图的理解

第五章 化学反应过程的安全技术

1、重点：各类反应存在的潜在危险及其对应的安全技术措施。

2、难点：理解各类反应的安全要点

第六章 化工特种设备安全

1、重点：压力容器、气瓶、锅炉、压力管道等化工常用特种设备的安全技术。

2、难点：定期检验、维护、报废、档案资料保存的安全工作制度。

第七章 装置运行与维护安全技术

1、重点： 化工装置腐蚀、装置泄漏维护技术、装置运行与安全、装置的使用安全与故障处置方法

2、难点：化工装置安全检修技术和化工装置试车安全技术

第八章 化工生产安全分析与评价

1、重点：重大危险源辨识的依据、指标和分级，系统安全分析与评价中的SCA、PHA、FTA和DOW分析法，安全评价报告的主要内容。

2、难点：重大危险源的分级指标的计算、确定火灾、爆炸危险指数的计算和事故树分析法的运算基本定律。

第九章 化工环境保护

1、重点： 废气、废水、废渣污染的种类、特点和来源，以及化工废气、废水、废渣处理技术。

2、难点： 各项化工废气、废水、废渣处理技术适用范围和优缺点。

第十章 化工职业卫生与防护

1、重点：职业病的危害因素，粉尘的危害与分级，毒物的评价指标，工业噪音的分类和电磁辐射的危害与防护。

2、难点：职业接触毒物危害程度分级标准和生产性粉尘作业分级标准。

**6.3学时安排**

绪论 1学时

第一章 3学时

第二章 4学时

第三章 4学时

第四章 1学时

第五章 2学时

第六章 4学时

第七章 4学时

第八章 4学时

第九章 4学时

第十章1学时

**7．课程实施**

化工安全与环境课程在教学实施过程中，以每章内容为一个教学单元，共11个教学单元，总计32个课时，以下为每个教学单元的课程实施安排表，包括教学日期、教学目标、教学内容（含重点、难点）、教学方法、教学过程、作业安排及相关阅读材料，请同学们仔细阅读。

## 教学单元一

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第1次 | 日期 | 2023 | 课时 | 2 |
| **教学目标** | | | | | |
| 了解化学工业和化工生产，认识到化工生产的危险性，熟悉安全设计过程和安全生产基本控制技术。了解安全生产法律体系，化工企业安全管理制度。熟悉化工企业重点监管的危险化工工艺，重点监管的危险化学品目录，危险化学品重大危险源和建设项目“三同时”管理等相关内容。掌握HSE管理的十大要素和HSE管理的主要措施。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 0.1化学工业的地位和特点  0.2化工生产的危险性  0.3安全原理基础  0.4化工与环境问题  1.1安全管理基本制度 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  通过响水“3·21”固废仓库爆炸事故和BP德克萨斯州事故引起化学工业的危险性在学生眼中的重视，并强调化学工业的重要性以及我们学习本门课程的意义。  二. 讲授  0.1化学工业的地位和特点  （1）化学工业的地位  化工行业是国民经济不可或缺的重要组成部分，化学工业的发达程度是衡量国家工业化和现代化的重要标志。化学工业为现代农业发展提供了物质条件  化学工业为工业部门提供基本原料和材料  化学工业直接或间接地提供了国防所需的物质条件  化工产品，例如涂料、颜料等已成为日常生活中必不可少的产品  （2）化学工业的特点  ① 装置型工业；② 资金密集型工业；③ 知识密集型工业；④ 高能耗、资源密集型工业；⑤ 多污染工业；⑥ 高危险行业  0.2化工生产的危险性  （1）化学工业的危险性  工生产的危险性基本上是由所用原料的特性、加工工艺方法和生产规模决定的。化工原料的易燃性、反应性和毒性；反应器、压力容器的超温超压爆炸；受材质、加工缺陷和腐蚀介质的作用，导致管线破裂或设备损坏，大量易燃气体或液体瞬间泄放；化工生产的危险性主要表现在生产过程中潜在的、可能引发生产安全事故的燃烧性、爆炸性、毒性和腐蚀性等。  （2）燃烧性和火灾危险性  ① 闪点  是指可燃液体挥发出来的蒸气与空气形成的混合物，遇火源能够发生闪燃(一闪即灭)的最低温度。闪点越低，危险性越大。  ② 易燃或可燃液体  是指在可预见的使用条件下能产生可燃蒸气或薄雾，闪点低于45 0C的液体称易燃液体；闪点在450℃ - 1200℃的液体称可燃液体。  ③ 易燃气体  是指在常压下，与空气的混合物中体积浓度超过13%时可点燃的气体或与空气混合，不论燃烧下限值如何，可燃范围至少为12个百分点的气体。常见易燃气体有氢、甲烷、丙烷、乙烯、乙烷、乙焕、硫化氢等，极易燃烧、个别有麻醉性和毒害性。  ④ 易燃薄雾  是指弥散在空气中的易燃液体的微滴。  ⑤ 易燃物质  是指易燃的气体、蒸气、液体和薄雾。  ⑥ 燃点  燃点是指可燃物质加温受热并点燃后，所放出的燃烧热能使该物质挥发足够量的可燃蒸气持续燃烧，加温该物质所需的最低温度即为该物质的“燃点”，也称“着火点”。物质的燃点越低，越容易燃烧。  ⑦ 自燃点  自燃点是指可燃物质达到某一温度时，与空气接触，无需引火即可剧烈氧化而自行燃烧的最低温度。  ⑧ 引燃温度  可燃液体或气体在被加热的试验烧瓶内，发生清晰可见的火焰和/或爆炸的化学反应，这种反应的延迟时间不超过5min ,发生引燃时的最低温度。  （3）爆炸危险性  爆炸性基本概念  ① 爆炸性气体混合物：大气条件下气体、蒸气、薄雾状的易燃物质与空气的混合物，点燃后燃烧将在全范围内传播。  ② 爆炸气体环境：含有爆炸性气体混合物的环境。  ③ 爆炸性粉尘混合物：大气条件下粉尘或纤维状易燃物质与空气的混合物，点 燃后燃烧将在全范围内传播。  ④ 爆炸性粉尘环境：含有爆炸性粉尘混合物的环境。  ⑤ 自然通风环境：由于天然风力或温差使新鲜空气置换原有混合物的区域。  ⑥ 机械通风环境：用风扇、排风机等设备使新鲜空气置换原有混合物的区域。  ⑦ 爆炸极限：易燃气体、易燃液体的蒸气或可燃粉尘和空气混合达到一定浓度 时，遇到火源就会发生爆炸。达到爆炸的空气混合物的浓度，称之为爆炸极限。爆 炸极限通常以可燃气体、蒸气或粉尘在空气中的体积百分数来表示，其最低浓度称 为“爆炸下限”，最高浓度称为“爆炸上限”。  爆炸危险性区域概念  ① 爆炸危险区域：爆炸性混合物出现的或预期可能出现的数量达到足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取预防措施的区域。  ② 非爆炸危险区域：爆炸性混合物预期出现的数量不足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取预防措施的区域。  ③ 释放源：是指可释放出能形成爆炸性混合物的物质所在位置或地点。  ④ 释放源分级：释放源按易燃物质的释放频繁程度和持续的时间长短可分为以下三个基本等级：连续级--预计长期释放或短时频繁释放的释放 源；第一级--预计正常运行时周期或偶尔释放的释放源；第二级释放源--预计在正常运行时不会释放，或偶尔短时释放的释放源。实际上，有时不止存在单一等级释放源，也可能是两个或两个以上等级释放源的组合。  ⑤ 一次危险和次生危险：一次危险是设备或系统内潜在发生火灾或爆炸的危险，但在正常操作状况下不会危害人身安全；次生危险是指由于一次危险而引起的危险，它会危害人身安全、导致设备毁坏和建筑物倒塌等。  （4）中毒危险性  分为四级：I（极度危害）、II（高度危害）、III（中度危害）和IV（轻度危害）  （5）腐蚀性  化工生产设备、管道、阀门、安全配件等设施涉及的材料多为金属材料，其发生的腐蚀一般包括化学腐蚀和电化学腐蚀。腐蚀速率单位，K值： mm/a(毫米/年)mm表示毫米。a表示年。  0.3安全原理基础  （1）事故的基本特性  根据事故造成的人员伤亡或者直接经济损失，一般分为特别重大事故、重大事故、较大事故和一般事故四个等级  事故的最基本特性有因果性、偶然性、潜伏性和可预防性。  （2）事故致因理论  ① 海恩法则：海因里希认为，人的不安全行为、物的不安全状态（内容见表0-4）是事故的直接原因，企业事故预防工作的中心就是消除人的不安全行为和物的不安全状态。  ② 轨迹交叉论  R. Skiba提出的轨迹交叉论认为，人的因素的运动轨迹与物的因素的 运动轨迹的交点，即人的不安全行为与物的不安全状态，同时、同地出现, 则将发生事故。  ③系统安全理论  最先进的事故致因理论是二十世纪五十年代出现的系统安全理论。系统安全是在系统寿命期间内应用系统安全工程和管理方法，辨识系统中的危险源，并采取控制措施使危险性最小，从而使系统在规定的性能、时间、范围内达到最佳的安全程度。  ④综合原因理论  事故的发生不是单一因素的原因，也不是个人的一次失误或单纯设备故障造成的，而是多种因素共同作用的结果。事故的发生、发展过程可以描述为：基本原因-间接原因-直接原因-事故发生-伤害结果。  （3）安全四大基本原则  ① 最小化原则  是指减少危险物质库存量，不使用或使用最少量的危险物质。  ② 替代原则  用安全或危险性小的原料、设备或工艺替代或置换危险的物质或工艺。  ③ 缓和原则  通过改变过程条件降低温度、压力或流动性来减少操作的危险性。  ④ 简化原则  指消除不必要的复杂性，以减少错误和误操作的机率。  （4）事故预防3E原则  事故系统涉及四个要素，通常称为“4M”要素：  ① 人(Men):人的不安全行为是事故的最直接的因素，约占80%。  ② 机(Machine):设备的不安全状态也是事故的最直接因素，约占10%。  ③ 环境(Medium):不良的生产环境会影响人的行为和对机械设备产生 不良的作用，是构成事故的重要因素。  ④ 管理(Management):管理的欠缺是事故发生的间接因素，但也是最 重要的因素，因为管理对人、机、环境都会产生作用和影响。  针对这四个方面的原因，可以采取三种有效防止对策，即工程技术 (engineering )对策、教育(education )对策和法制(enforcement )对策。 这三种对策就是所谓的3E原则。  1.1安全管理基本制度  （1）安全生产法律体系  安全生产方针：安全第一、预防为主、综合治理。  三必须：管行业必须管安全；管业务必须管安全；管生产经营必须管安全。 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1.化工生产有哪些危险性？  2. 事故有哪些基本特性？  3. 本质安全理念的主要功能？ | | | | | |

## 教学单元二

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第2次 | 日期 | 2023 | 课时 | 2 |
| **教学目标** | | | | | |
| 熟悉化工企业重点监管的危险化工工艺，重点监管的危险化学品目录，危险化学品重大危险源和建设项目“三同时”管理等相关内容。掌握HSE管理的十大要素和HSE管理的主要措施。主要培养学生化工生产安全管理的工作能力。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 1.2、 HSE 管理体系  （1）HSE管理的十大要素  （2）HSE管理的主要措施  （3）HSSE管理  1.3、化工企业监管  （1）重点监管的危险化工工艺  （2）重点监管的危险化学品目录  （3）危险化学品重大危险源  （4）建设项目“三同时”管理 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  化工生产的过程是比较复杂且具有危险性的，但是化工产品对于国民经济来看又很重要，所以在化工企业中往往要建立一定的制度来对化工生产单元进行管理。除了相关的法律法规以外，企业也会采取相应的制度，其中比较常见和普遍的就是HSE管理制度。  二. 讲授  1.HSE管理体系  HSE管理体系指的是健康（Health ）、安全（Safety ）和环境 （Environment ）三位一体的管理体系，其核心是责任制。  十大要素：  (1 )领导承诺、方针目标和职责  (2 )组织机构、职责、资源和文件控制  (3 )风险评价和隐患治理  (4 )承包商和供应商管理  (5 )装置(设施)设计和建设  (6 )运行和维护  (7 )变更管理和应急管理  (8 )检查和监督  (9 )事故处理和预防  (10)审核、评审和持续改进  2. HSE管理的主要措施  （1）HSE作业指导书编写指南  （2）HSE作业计划书编写指南  （3）HSE检查表  3. HSSE管理  目标：零伤害、零污染、零事故  方针：组织引领、全员尽责、管控风险、务实基础  理念：安全第一、环保优先、身心健康、严细实恒  4. 化工企业监管  （1）重点监管的危险化工工艺  ① 使用、产生了剧毒、易燃易爆等危险化学品，一旦泄漏，容易造 成影响较大的事故，但工艺参数相对比较好控制。  ② 使用的原料和生产的产品危险性相对较小，但反应迅速，放热量 大,反应不易控制，\_旦失控,会发生爆炸、燃烧等影响较大的事故。  ③ 使用、产生了剧毒、易燃易爆等危险化学品，且反应大量放热， 反应迅速，一旦失控，会发生爆炸、燃烧、中毒等影响巨大的事故。  ④ 使用的原料危险性相对较小，但产品的危险性较大，且反应条件 非常苛刻，必须在高温、高压和催化剂的作用下才能进行。  （2）重点监管的危险化学品目录  ①易燃气体类别（爆炸下限≤13%或爆炸极限≥12%的气体）；  ②易燃液体类别（闭杯闪点<23℃并初沸点≤35℃的液体）；  ③自燃液体类别（与空气接触不到5分钟便燃烧的液体）；  ④自燃固体类别（与空气接触不到5分钟便燃烧的固体）；  ⑤遇水放出易燃气体的物质类别；  ⑥三光气等光气类化学品。  （3）危险化学品重大危险源  危险化学品重大危险源，按照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准辨识，是指长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或者超过临界量的单元（包括场所和设施）。重大危险源根据危险程度，分为一级、二级、三级和四级，一级为最高级。  （4）建设项目“三同时”管理  生产、储存危险化学品的建设项目及使用危险化学品从事生产并且使用量达到规定数量的化工建设项目的安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 针对目前法律法规体系现状，结合化工生产实际，如何从立法层面 进一步完善化工生产法律法规体系，确保危险化学品、化工医药等企 业的规范化管理？  2. 如何把安全生产标准化创建工作与企业的HSE管理、安全生产过程 管理等制度有机融合起来，切实抓好化工企业安全监管工作？ | | | | | |

## 教学单元三

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第3次 | 日期 | 2023 | 课时 | 2 |
| **教学目标** | | | | | |
| 通过本章学习，了解危险化学品的分类和特性、危险化学品的包装与标志、化工装置的特点；掌握危险化学品的储存和运输的安全要求。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 2.1 危险化学品的分类和特性  （1）危险化学品的分类  （2） 危险化学品的危险特性  2.2 危险化学品的包装与标志  （1）安全技术要求  （2） 包装容量和标志  2.3 危险化学品的储存和运输  （1）危险化学品储存  （2）危险化学品的运输 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  在上节课我们了解到化工生产过程的相关法律法规后，就足可以看出化工生产过程存在很多安全的隐患，尤其是在生产、运输和使用危险化学品的过程中。所以危险化学品的标识都是很显眼的，能够引起我们足够的重视，下面让我们一起来学习一下有关于危险化学品的相关知识。  二. 讲授  1危险化学品的分类  根据《危险货物分类和品名编号》**(GB6944-2012)**将危险化学品按其主要危 险特性共分为九个类别：爆炸品，气体，易燃液体，易燃固体，易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质，氧化性物质和有机过氧化物，毒性物质和感染性物质， 放射性物质，腐蚀性物质，杂项物质和物品(包括危害环境物质)。  2 危险化学品的危险特性  (1 )危险的多重性和复杂性  (2 )爆炸危险性  (3 )易燃危险性  (4 )毒害危险性  (5 )放射性危险  (6 )腐蚀性危险  3 危险化学品的包装技术要求  (1) 根据危险化学品的特性选用包装容器的材质。  (2) 选择适用的封口密封方式和密封材料。  (3) 根据危险化学品在运输、装卸过程中能够经受摩擦、撞击、振动、 挤压及受热的程度，设计包装容器的机械强度。  4 装容量和标志  (1) 包装  危险化学品包装应遵照《危险货物运输规则》、《气瓶安全检查 规则》和原化学工业部《液化气体铁路槽车安全管理规定》等有关 要求进行。  (2) 包装容量  为便于搬运和装卸，危险化学品小包装容量不宜过大。  (3) 包装标志  为便于人们提高对危险化学品的警戒，危险化学品包装容器外应 牢固清晰印贴我国统一规定的包装标志，标志分为标记和标签，标 记4个，标签26个。  (4)标志使用的注意事项  ① 标志的标打，可采用粘贴、钉附及喷涂等方法。  ② 标志的位置规定，箱状包装位于包装端面或侧面的明显处；袋、 捆包装位于包装明显处；桶形包装位于桶身或桶盖；集装箱、成组货 物粘贴四个侧面。  ③ 每种危险品的包装件应按其类别贴相应的标志。  ④ 储运的各种危险货物性质的区分及其应标打的标志，应按 GB6944、GB12268及有关国家运输主管部门规定的危险货物安全运 输管理的具体办法执行，出口货物的标志应按我国执行的有关国际公 约(规定)办理。  ⑤ 标志应清晰，并保证在货物储运期内不脱落。  ⑥ 标志应由生产单位在货物出厂前标打，出厂后如改换包装，其标志由改换包装单位标打。  4危险化学品分类储存的安全要求  （1）爆炸性物质储存的安全要求:爆炸性物质的储存按原公安、铁道、商业、化工、卫生和农 业等部门关于”爆炸物品理规则”的规定办理。  （2）压缩气体和液化气体储存的安全要求  （3）易燃液体储存的安全要求  （4） 易燃固体储存的安全要求  储存易燃固体的仓库要求阴凉、干燥，忌阳光照射，易挥发、易燃固 体宜密封堆放，仓库要求严格防潮；易燃固体多属于还原剂，应与氧和氧 化剂分开储存。有很多易燃固体有毒，故储存中应注意防毒。  （5）自燃物质储存的安全要求  （6）遇水燃烧物质储存的安全要求  遇水燃烧物质的储存仓库，宜设在地势较高的安全地带，注意防水防 潮，严防雨雪侵袭，严禁火种接近。  （7）氧化剂储存的安全要求  （8） 有毒物质储存的安全要求  （9） 腐蚀性物质储存的安全要求  5危险化学品专用仓库的管理  危险化学品应当储存在专用仓库、专用场地或者专业储存室， 且不能超过规定储存的数量，与生产车间、居民区、交通要道、 输电和电信线路留有适当的安全距离。危险化学品专用仓库的修建应符合有关安全、防火规定，并应根据物品的种类、性质设置相应的通风、防爆、泄压、防害、防静电、防晒、调温、防护围堤、防火灭火和通信报警信号等安全设施。危险化学品专用仓库 的管理应当符合国家有关规定。  6 危险化学品的运输  我国危险货物运输管理法规要求，组织管理工作，要做到三定，即定人、定车和定点；三落实，即发货、装卸货物和提 货工作落实。 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 危险化学品按其危险性划分为哪几类？  2. 危险化学品储存的基本安全要求是什么? | | | | | |

## 教学单元四

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第4次 | 日期 | 2023 | 课时 | 2 |
| **教学目标** | | | | | |
| 通过本章学习，了解危险化学品事故的特点及后果、危险化学品事故的CPR救护方法；掌握典型危险化学品事故应急处置方案。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 2.4 危险化学品事故  （1）危险化学品事故的特点  （2） 危险化学品事故的后果  2.5 典型危险化学品事故应急处置方案  （1） 火灾事故  （2） 爆炸事故  （3） 泄漏事故  （4） 中毒窒息事故  （5） 化学烧伤事故  （6） 环境污染事故  2.6 危险化学品事故的CPR救护  （1）呼吸复苏术  （2）胸外心脏按压术  （3） 进行心肺复苏法的注意事项 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  上次课我们对危险化学品有了一定的了解，但是如果我们一旦遇到危险化学品发生事故，我们又应该怎么做才能降低对我们带来的危害呢？接下来让我们一起接着学习危险化学品给我们带来的危害，以及处理方案。  二. 讲授  1. 危险化学品事故的特点  突发性；复杂性；严重性；持久性；社会性  2. 危险化学品事故的后果  中毒；烧伤；死亡；窒息  3. 危险化学品事故应急处置方案  （1）火灾事故  ①扑救易燃液体的基本方法  扑救易燃液体火灾，首先应切断火势蔓延的途径，冷却受火 势威胁的压力及密闭容器和可燃物，控制燃烧范围，并积极抢救 受伤和被困人员。  ②扑救毒害品和腐蚀品的方法灭火人员必须穿防护服，佩戴防 护面具。  般情况下采取全身防护即可，对有特殊要求的物品火灾， 应使用专用防护服。扑救时应尽量使用低压水流或雾状水，避免 腐蚀品、毒害品溅出。遇酸类或碱类腐蚀品最好调制相应的中和 剂稀释中和。  ③扑救易燃固体、易燃物品火灾的基本方法  易燃固体、易燃物品一般都可用水或泡沫扑救，相对其他种 类的化学危险物品而言是比较容易扑救的，只要控制住燃烧范围， 逐步扑灭即可。  ④扑救遇湿易燃物品火灾的基本方法  遇湿易燃物品在潮湿环境下与水发生化学反应，产生可燃气 体和热量，有时即使没有明火也能自动着火或爆炸，如金属钾、 钠以及三乙基铝(液态)等。因此，这类物品有一定数量时，绝 对禁止用水、泡沫、酸碱灭火器等湿性灭火剂扑救。  （2）爆炸事故  由于爆炸事故都是瞬间发生，而其往往同时引发火灾，危险性、破坏性极大，给扑救带来很大困难。因此，在保证扑救人员安全的前提下， 把握以下要点。  ① 采取一切可能的措施，全力制止再次爆炸。  ② 应迅速组织力量及时疏散火场周围的易爆、易燃品，使火区周边 出现一个隔离带。  ③ 切忌用砂、土遮盖、压埋爆炸物品，以免增加爆炸时爆炸威力。  ④ 灭火人员要利用现场的有利地形或采取卧姿行动，尽可能采取自 我保护措施。  ⑤ 如果发生再次爆炸征兆或危险时，指挥员应迅速做出正确判断， 下达命令，组织人员撤退。  扑救爆炸物品的基本方法。  遇爆炸物品火灾时，一般应采取以下基本对策：  ① 迅速判断和查明再次发生爆炸的可能性和危险性。  ② 切忌用沙土盖压，以免增强爆炸物品爆炸时的威力。  ③ 如果有疏散可能，人身安全上确有可靠保障，应迅即组织 力量及 时疏散着火区域周围的爆炸物品，使着火区周围形成一个 隔离带。  ④ 扑救爆炸物品堆垛时，水流应采用吊射，避免强力水流直 接冲击堆垛，以免堆垛倒塌引起再次爆炸。  ⑤ 灭火人员应尽量利用现场的掩蔽体或尽量采用卧姿等低姿 射水，尽可能采取自我保护措施。  ⑥ 灭火人员发现有发生再次爆炸的危险可能时，应立即向现 场指挥报告，现场指挥应迅即作出准确判断。  （3）泄漏事故  在化学品的生产、储存和使用过程中，盛装化学品的容器常 常发生一些意外的破裂、洒漏等事故，造成化学危险品的外漏， 因此需要采取简单、有效的安全技术措施来消除或减少泄漏危险。 下面介绍一下化学品泄漏必须采取的应急处理措施。  ①疏散与隔离  在化学品生产、储存和使用过程中一旦发生泄漏，首先要疏 散无关人员，隔离泄漏污染。如果是易燃易爆化学品大量泄漏， 这时一定要打"119”报警。  ②泄漏源控制  泄漏控制；切断火源；个人防护  （3）泄漏物的处理  如果泄漏的危险化学品为液体，泄漏到地面上时会四处蔓延 扩散，难以收集处理，为此需要筑堤堵截或者引流到安全地点。 对于大型泄漏，可选择用隔膜泵将泄漏出的物料抽入容器内 或槽车内；漏量小时，可用沙子、吸附材料、中和材料等吸收中和。  （4）中毒窒息事故  中毒窒息现场应急处置应谩循下列原则：  ①安全进入毒物污染区  ②切断毒物来源  ③彻底清除毒物污染，防止继续吸收  ④迅速抢救生命  ⑤及时解毒和促进毒物排出  ⑥送医院治疗  （5）化学烧伤事故  ①化学烧伤的特点及致伤机理  化学烧伤不同于一般的热力烧伤，具有化学烧伤危害的物质与皮肤 的接触时间一般比热烧伤的长，因此某些化学烧伤可以是局部很深的进 行性损害，甚至通过创面等途径吸收，导致全身各脏器的损害。  ②危险化学品导致化学烧伤的处理原则  化学烧伤的处理原则同一般烧伤相似，应迅速脱离事故现场，终止化学物质对机体的继续损害；采取有效解毒措施，防止中毒；进行全面 体检和化学监测。  （6）环境污染事故  ①陆地上危险化学品泄漏物的控制与处置  ②水中危险化学品的拦截与清除  ③大气中危险化学品的处置  4. 危险化学品事故的CPR救护  （1）呼吸复苏术；（2）胸外心脏按压术； | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 危险化学品在装卸和运输中的安全要求有哪些？  2. 简述危险化学品事故的特点。 | | | | | |

## 教学单元五

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第5/6次 | 日期 | 2023 | 课时 | 4 |
| **教学目标** | | | | | |
| 通过本章学习，了解静电产生的物质特性和条件、静电的危害。熟悉爆炸极限理论与计算、防火防爆的措施、灭火器的类型及灭火原理，静电的危害及防护措施。掌握燃烧的理论和类型、爆炸的分类及机理、爆炸极限及影响因素。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 3.1 防火安全技术  （1）燃烧与类型  （2）火灾与类型  （3） 防火措施  （4）消防灭火  3.2 防爆安全技术  （1） 爆炸及其分类  （2） 爆炸极限  （3） 粉尘爆炸  （4） 防爆措施  3.3 防静电安全技术  （1）静电产生的物质特性和条件  （2）静电的危害  （3）静电的防护措施 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  化工生产过程所用的物料大多都是易燃易爆的，所以在化工生产过程中，十分的重视防火防爆的安全知识。如果操作不当的话就容易引起相当大的安全隐患和经济损失。所以对于我们专业的学生，要掌握防火防爆的知识才能在生产生活中更好的避免这一类的事故。  二. 讲授  1. 燃烧与类型  （1）燃烧及其条件  燃烧发生必须同时具备以下三个条件。  ① 可燃物：凡是能与空气、氧气或其他氧化剂发生剧烈氧化反应的物质。  ② 助燃物:凡是能帮助和维持燃烧的物质，均称为助燃物。  ③ 点火源：凡是能引起可燃物质燃烧的热能源都叫点火源。  （2）燃烧过程    𝑇初为可燃物开始加热的温度。加热 的大部分热量用于熔化或分解、气化。到达𝑇氧，可燃物质开始氧化，由于 温度较低，故氧化速率不快，还需外界 供给能量，此时若停止加热，尚不会引 起燃烧。继续加热，至𝑇自时，氧化产生的热 量和系统向外界散失的热量相等，此时 温度再稍有升高，超过平衡状态，即停止加热，温度仍自行升高，到达𝑇自^,就着火燃烧起来。  𝑇自与𝑇自^的时间间隔称为诱导期，诱导期越短，说明物质越易燃烧。  2. 燃烧机理  （1）活化能理论  燃烧是剧烈的化学反应,而分子间发生化学反应的必要条件是互相碰撞，只有具有一定能量的分子碰撞才能发生化学反应，该分子称为活化分子，具有的最低能量称为活化能。  （2）链反应理论  可燃物质或助燃物质先吸收能量离解成自由基(游离基)，然后自由基与另一分子作用 产生一个新的自由基如此延续下去形成一系列的反应，将燃烧热释放出来，直至全部物质燃烧完或由于中途受到抑制而停止燃烧**。**  （3）过氧化物理论  气体分子在各种能量作用下可被活化。在燃烧反应中，首先是氧分子在热能作用下活化，被活化的氧分子形成过氧键。这种基团加在被氧化物的分子上成为过氧化物。此种过氧化物是强氧化剂，不仅能氧化形成过氧化物的物质，而且也能氧化其它较难氧化的物质, 所以，过氧化物是可燃物质被氧化的最初产物，是不稳定的化合物，能在受热、撞击、摩 擦等情况下分解，甚至引起燃烧或爆炸。  3. 燃烧类型和形式  （1）燃烧类型  根据燃烧的起因不同，燃烧可分为闪燃、自燃和着火三种类型。  ①闪燃和闪点：液体表面都有一定量的蒸气存在，蒸气压的大小取决于液体所处的 温度，因此蒸气的浓度也由液体的温度所决定。可燃液体表面的蒸气与空气形成的混 合气体一旦遇到火源就会发生瞬间燃烧，出现瞬间火苗或闪光。这种现象称为闪燃，闪燃的最低温度称为闪点。可燃液体的温度高于其闪点时，随时都有被火点燃的危险  ②着火和着火点：可燃物质在助燃物充足的条件下，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达5 min以上，这种现象称为 着火。使可燃物发生持续燃烧的最低温度称为着火点，可燃液体的着火点 约高于其闪点5℃~20℃。但闪点在100℃以下时，两者往往相同，因此在 没有闪点数据的情况下，也可以用着火点表征物质的火灾危险性。  ③自燃和自燃点：在无外界火源的直接作用下，物质自行引发的燃烧 称为自燃。自燃的最低温度称为自燃点。  （2）根据可燃物质的聚集状态不同分为扩散燃烧、混合燃烧、蒸发燃烧、分解燃烧。  4. 防火安全技术措施  （1）控制火灾危险性物质和能量。  （2）控制点火源。  5. 防火安全装置  （1）阻火器  阻火器有金属网阻火器、波纹金属片阻火器、砾石阻火器等多种形式。  （2）安全液封  ① 应随时注意水位不得低于水位阀门所标定的位置。  ② 冬季使用安全水封时，在工作完毕后应把水全部排出、洗净，以免冻结。  ③ 用封闭式安全水封时，需要经常检查止逆阀的气密性。  6. 灭火原理  根据燃烧三要素，可以采取除去可燃物、隔绝助燃物(氧气)，将可燃物冷却到燃点以下温度等灭火措施。主要有窒息法、冷却法、隔离法、化学抑制灭火法。  7. 灭火剂及其应用  （1）灭火剂分类：  ①水和水系灭火剂：水是最常用的天然灭火剂。  灭火原理：冷却作用、窒息作用和隔离作用。  ②气体灭火剂:化学稳定性好、耐储存、腐蚀性小、不导电、毒性低、蒸发后不留 痕迹、适用于扑救多种类型火灾。  气体灭火剂：二氧化碳，其他惰性气体如氮气、水蒸气，也可用作灭火剂。  ③泡沫灭火剂：能与水相溶，并可通过化学反应或机械方法产生灭火泡沫的灭火药剂。  ④卤代烷灭火剂：卤代烷及碳氢化合物中的氢原子完全地或部分地被卤族元素取代 而生成的化合物。  灭火原理：主要包括化学抑制作用和冷却作用。  ⑤干粉灭火剂  8. 爆炸的分类  （1）按照爆炸能量的来源不同分类  ①物理性爆炸  由物理因素变化而引起的爆炸现象。物质的化学成分不变。  ②化学性爆炸  是指物质发生急剧化学反应，产生高温、高压而引起的爆 炸，物质的化学成分和化学性质在化学爆炸后均发生了质的变化。  化学性爆炸：  a爆炸性混合物的爆炸;b复杂分解爆炸;c简单分解爆炸  （2）按照爆炸的瞬时燃烧速率分类  ① 轻爆：物质爆炸时的燃烧速率为每秒数米，爆炸破坏力小，音响也不大。  ② 爆炸：物质爆炸时的燃烧速率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。  ③ 爆轰：物质爆炸的燃烧速率为1000〜7000 m/so特点是突然引起极高压 力并产生超音速的”冲击波”。  9. 爆炸极限的基本理论及其影响因素  所有可燃气体、蒸气和可燃粉尘与空气（氧气）组成可燃性混合物，在一定的浓度比例范围内混合才能发生燃爆。  可燃气体、粉尘或可燃液体的蒸气与空气（氧气）形成的混合物遇火源发生爆炸的极限浓度称为爆炸极限。  可燃性混合物在遇到点火源后可能蔓延爆炸的最低和最高浓度分别成为该气体或蒸气、粉尘的爆炸下限和爆炸上限。在下限和上限之间的浓度范围成为爆炸范围。用爆炸上限、下限之差与爆炸下限浓度之比值表示其危险度**H**。一般情况下，**H**值越大，表示可燃性混合物的爆炸极限范围越宽，其爆炸危险性 越大。  影响爆炸极限的主要因素：温度、压力的影响、惰性气体含量的影响、容器的材质和尺寸、点火源  10. 混合气体爆炸极限的计算  （1）Chatelier计算法（两种以上可燃气体或蒸汽混合物的爆炸极限-Le）    （2） 可燃气体与可燃粉尘混合物的爆炸极限  液体蒸气混入含可燃粉尘空气内，会使其爆炸下限降低，危险性增大。即使可燃气体和可燃粉尘都没有达到其爆炸下限，但当二者混合在一起时，可形成爆炸性混合物，即使强引燃也不能引爆的粉尘，掺入可燃气或可燃蒸气以后也可能变成爆炸性粉尘。  混合物粉尘爆炸下限与气体中的可燃气浓度之间的关系可近似用下式表示：Lm = Lm(Sl)  11. 粉尘爆炸  粉尘爆炸是粉尘粒子表面氧化的结果。当粉尘表面达到一定温度时，由于热 分解或干僧作用，粉尘表面会释放出可燃性气体，这些可燃气体与空气形成爆炸 性混合物，而发生粉尘爆炸。因此，粉尘爆炸的实质是气体爆炸。  12. 粉尘爆炸的影响因素  （1）物理化学性质:燃烧热越大的粉尘爆炸危险性越大。  （2）粉尘粒度:粉尘的颗粒越小，其比表面积越大，粉尘表面吸附的氧越 多，（3）化学活性越强，燃点越低，粉尘的爆炸下限越小，爆炸的危险性越大。随着 粉尘颗粒的直径减小，不仅化学活性增加，还容易带静电。  （4）粉尘的悬浮性:粉尘在空气中停留的时间越长，越易发生爆炸。  （5）粉尘的浓度：通常用单位体积中粉尘的质量来表示，其单位为 "mg/m\*。空气中粉尘只有达到一定的浓度，才可能会发生爆炸。因此粉尘爆炸 也有一定的浓度范围,即有爆炸上下限之分，粉尘的爆炸上限浓度很大。  13. 粉尘爆炸的特点  ① 粉尘爆炸速度或爆炸压力上升速度比爆炸气体小，但燃烧时间长，产生 的能量大破坏程度大。  ② 爆炸感应期较长。粉尘的爆炸过程比气体的爆炸过程复杂，要经过尘粒 的表面分解或蒸发阶段及由表面向中心延烧的过程，所以感应期比气体长得多。  ③ 有产生二次爆炸的可能性。  ④ 中毒的危险。粉尘有不完全燃烧后的气体中含有大量的**CO**及粉尘（如塑 料粉）自身分解的有毒气体，会伴随中毒死亡的事故。  14. 预防爆炸混合物的措施  （1）系统密闭和正压操作  （2）惰性气体保护  （3） 厂房通风  （4）以不燃溶剂代替可燃溶剂  （5）危险物品的储存  15. 防爆措施  （1）防爆电气设备的选用  ①防爆电气设备的选型  ②防爆电气设备类型-根据防爆结构的防爆性能的不同特点分类  （2）防爆安全装置  ①安全阀：  a入口处装有隔断阀，隔断阀必须保持常开并加铅封。b直接装在压力容器本体上，容器内有气、液两相物料时，安全阀应安装于气相部分，防止泄压时排除液态物料而发生危险。c一般可直接放空，当安全阀用于泄放可燃 气体时，应用排放管连接至火炬或其他安全设施，易燃易爆介质排放管必须逐段用导线接 地以消除静电作用，用于可燃或有毒液体设备上时，排放管应接入事故储槽或其他容器； 泄放携带腐蚀性液滴的可燃气体，应经分液罐后送至火炬燃烧。d安全阀的选型、规格、 排放压力的设定应合理。  ②爆破片：属于断裂型安全泄放装置,由具有一定厚度和面积的片状脆性材料制成, 通过法兰装在受压设备或容器上，当设备或管道内压力突然上升超过设计值时，爆破片 作为薄弱环节首先自动爆破泄压，从而保证设备主体安全。  ③防爆门(窗)：通常安装在燃油，燃气和燃烧煤粉的燃烧室外壁上，是爆炸时能够 掀开泄压，保护设备完整的防爆安全装置。  ④放空管(阀)：是一种管式排放泄压安全装置，一种是排放正常生产中的废气，另一种是发生事故时将受压设备内气体紧急放空的装置。  16. 静电产生的物质特性和条件  静电是指附着在物体上很难移动的集团电荷  (1)物质本身的特性  ① 逸出功；② 电阻率；③ 介电常数  (2 )外界条件  ① 摩擦起电；② 附着带电；③ 感应起电；④ 极化起电  17.静电的危害  （1）引起火灾和爆炸；（2）静电电击；（3）静电影响生产  18. 静电的防护措施  (1)工艺控制：从工艺流程、设备结构、材料选择和操作管理等方面采取有 效措施，限制静电的产生或控制静电的积累。  （2）接地：将静电接地，使之与大地连接，消除导体上的静电，这是消除静电最 基本的方法。  （3）増湿：存在静电危险的场所，在工艺条件允许的前提下，可采用安装空调设 备、喷雾器等办法，以提高工作场所环境的相对湿度,消除静电危害。  （4）加入抗静电剂：抗静电剂具有较好的导电性或较强的吸湿性。在易产生静电 的高绝缘材料中，加入抗静电剂，使材料的电阻率下降，加快静电泄漏，消除静电危险。  （5）使用静电消除器:静电消除器将气体分子进行电离，产生消除静电所必需电子或离子来对异性电荷进行中和。  （6）人体防静电措施:  ①人体接地；②采用导电性地面；③安全操作工作当中， 应尽量不进行可使人体带电的活动等。 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 简述燃烧的三要素和形式。  2. 化工生产需控制的点火源有哪些？  3. 简述防火安全装置的种类及原理。  4. 水的灭火原理是什么？能扑救什么样的火灾？哪些物质着火不能用水扑救？  5. 常用灭火器如何使用?使用时应注意什么问题？如何保养？  6. 简述化工生产火灾的扑救原则。  7. 何谓轻爆、爆炸、爆轰？三者有何区别？  8. 何谓爆炸极限？爆炸性混合物的爆炸条件是什么？  9. 防爆安全装置有哪些？分别适用什么场合？  10. 化工生产中静电防护措施有哪些？ | | | | | |

## 教学单元六

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第7次 | 日期 | 2023 | 课时 | 2 |
| **教学目标** | | | | | |
| 通过本章学习，了解热平衡及其影响因素、失控反应过程中由温度升高造成的热爆炸过程，熟悉化工工艺热风险评估实验所需的仪器，包括量热实验仪器、绝热仪器等，掌握热风险评估的概念、意义和评估流程。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 4.1 热平衡及其影响因素  （1）热平衡项  4.2 失控反应  （1）热爆炸  （2） Semenov热温图  （3） 临界温度  4.3 热风险评估程序  （1） 热风险评估的概念与意义  （2）热失控严重度和可能性  （3）工艺危险度  （4）评估程序流程 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  一般来看，很多化工生产过程的要求都需要高温高热，且需要维持反应体系的热平衡。所以在化工生产的过程都需要进行换热过程，使得反应体系在热平衡状态下进行，避免了潜在的工艺热风险。  二. 讲授  1. 热平衡项  热平衡项，从不同的角度考虑会有不同的规定。若考虑到其安全性和实用性，则规定使温度降低的条件或因素为负，使温度升高的为正。在化工热力学方面，一般会将吸热定为正，放热定为负。在热平衡过程中，主要有三种热量变化形式：热生成、热累积和热移除。  ①热生成：  ②热移出：  ③热累积：  ④物料流动引起的对流热交换：  ⑤显热：  ⑥搅拌装置：  ⑦热散失：  ⑧热平衡方程：  2. 热爆炸  绝热条件下，具有相同活化能和起始放热速率的反应的温度变化。对于较低反应热的情形，即Δ*T*ad<200K，反应物的消耗会呈现出一条S形曲线的温度-时间关系。对于总反应热高（即Δ*T*ad>200K）的反应，即使大约5%的转化就可导致10K的温升或者更多。  因此，由温升导致的反应加速远远大于反应物消耗带来的影响，这相当于认为它是零级反应。基于这样的原因，从热爆炸的角度出发，常常将反应级数简化成零级。这也代表了一个保守的近似，零级反应比具有较高级数的反应有更短的热爆炸形成时间。  3. Semenov热温图  Semenov热温图是由一个简化的热平衡式描绘的，其中的描述的反应为零级放热反应。一个放热反应的热平衡可通过Semenov热温图描述出来，也就是热生产热速率等于热移出速率（*q*rx=*q*ex）的平衡状态，这体现在Semenov热温图中指数放热速率曲线*q*rx与线性移热速率曲线*q*ex的相交的两个点上，较低温度下的交点（S）是一个稳定平衡点。  4. 参数敏感性  参数敏感性是指如果反应器在临界冷却温度之下进行时，增加一个无限小的量都会使反应达到失控的状态，即这个小小的变化会使反应由可控到不可控。  不仅改变冷却系统温度会引起这种失控，传热系数的不同同样会引发类似的结果。一些操作参数如U、A和Tc等发生很小改变都会使所在反应器由稳定转变为不稳定的状态，从而对这些参数具有高度的潜在敏感性，这使得实际操作的反应器不可控制。  5. 临界温度  当反应器运行时，冷却介质温度接近其临界温度，冷却介质温度微小的变化都可能发生过临界（over-critical）的热平衡，进而发展成不可控状态。因此，知道运行反应器的冷却介质是否接近或者远离临界温度是评估操作条件是否稳定的关键点。    6. 热失控严重度和可能性  （1）热失控严重度  严重度是指失控反应在不受控的情况下释放的能量可能造成破坏的程度。利用绝热温升评估反应的严重度，则主要遵循苏黎世保险公司提出的苏黎世危险性分析法(Zurich Hazard Analysis，ZHA)  （2）热失控可能性  热失控的可能性，在化工工艺风险中是指由于工艺反应本身导致危险事故发生的概率大小。目前，没有方法能够直接对化学失控反应风险发生的可能性进行定量分析，却可以通过时间尺度来进行相应的半定量评估。  7. 工艺危险度  工艺反应本身的危险程度也称为工艺危险度。反应的危险度越大，则反应失控后造成事故的严重程度就越大。下述四个温度参数决定着工艺危险度的大小：  （1）MTT：技术原因影响的最高温度；  （2）Tp：工艺操作温度；  （3）MTSR：热失控时工艺反应可能达到的最高温度；  （4）TD24：体系在绝热过程中最大反应速率到达时间TMRad为24 h时所对应的温度。  根据*T*p、*MTSR*、*MTT*和*T*D24这四个温度参数的不同，危险度分为五个级别：  （1）*T*p<*MTSR*<*MTT*<*TD*24时，  将危险度划为一级危险度。  （2）*T*p<*MTSR*<*TD*24<*MTT*时，  系统的危险度为二级危险度。  （3）*T*p<*MTT*<*MTSR*<*TD*24时，  系统的危险度为三级危险度。  （4）*T*p<*MTT*<*TD*24<*MTSR*时，  系统的危险度为四级危险度。  （5）*T*p<*TD*24<*MTSR*<*MTT*时，  系统的危险度为五级危险度  8. 评估程序流程  研究反应风险是评估工艺风险的基础，而反应热是导致工艺风险的一个主导因素，因此风险评估的主要内容就是反应热的评估。以下三个方面为评估的具体内容：  （1）采集工艺过程里的所有化工物料的数据  （2）确立控制措施确立之前要对风险研究结果进行分析，找出风险源  （3）对一定的工艺进行可操作性以及危险的分析HAZOP  9. 化学反应过程的安全技术  氧化反应；还原反应；催化反应；卤化反应；硝化反应；聚合反应；裂解（裂化）反应 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 发生失控反应的主要原因？  2. 对于大多数的放热化学反应，主要的危险是由什么造成的？造成这种危险的原因是什么？  3. 目标反应发生失控有多快？  4. 什么时候发生冷却失效导致的后果最严重?  5. 化学工艺过程热风险综合评价程序？哪些温度共同用来评估热风险性它们是如何组合来表征不同程度的热风险性的？ | | | | | |

## 教学单元七

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第8/9次 | 日期 | 2023 | 课时 | 4 |
| **教学目标** | | | | | |
| 熟悉生产过程中化工特种设备安全操作和管理的要求，严格执行定期检验、维护、报废、档案资料保存的安全工作制度。掌握压力容器、气瓶、锅炉、压力管道等化工常用特种设备的安全技术；重点培养学生对化工特种设备安全操作和管理的工作能力。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 6.1 压力容器安全  （1）压力容器的分类  （2）压力容器的安全使用管理  （3）压力容器的定期检验制度  （4）压力容器的安全附件  6.2 工业气瓶安全  （5）气瓶分类  （6）气瓶的颜色标志和安全附件  （7）气瓶的安全使用和管理  （8）气瓶的定期检验  6.3 锅炉安全技术  （1） 锅炉设备  （2） 锅炉使用安全管理  （3） 锅炉给水安全  （4） 蒸汽锅炉常见事故及处理  6.4 压力管道  （1） 压力管道特点  （2） 压力管道级别与安装分类  （3）压力管道安全设计  （4） 压力管道事故与防范措施 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  化工生产过程的条件都比较严苛。需要耐高温、耐高压、耐真空和耐腐蚀等。所以在生产过程中大部分设备都需要特殊要求来保证生产过程中的安全，也就是我们这一章所需要学习的内容。  二. 讲授  1. 压力容器安全  压力容器定义为指盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1 MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于2.5 MPa·L的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体的固定式容器和移动式容器；盛装公称工作压力大于或者等于0.2 MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于1.0 MPa·L的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于60℃液体的气瓶；氧舱等。  2. 压力容器的分类  压力容器包括固定式压力容器、移动式压力容器、气瓶、氧舱及压力容器安全部件和材质，其中固定式压力容器是化工生产中应用最多的。为有利于安全技术监督和管理，根据容器的压力高低、介质的危害程度以及在生产中的作用，将压力容器进行分类。  （1）按工作压力分类  （2）按用途分类  （3）按介质危害程度分类  ① 一类压力容器  ② 二类压力容器  ③ 三类压力容器  3. 压力容器的安全使用管理  （1）压力容器的设计质量和制造质量管理  ①压力容器的设计质量管理  ②压力容器的制造质量管理  （2）压力容器安全使用管理  ①建立压力容器技术档案  ②制定压力容器的安全操作规程  ③压力容器的安全操作  a重视岗前培训 b安全巡检 c稳定操作 d严禁容器超负荷运行  ④加强压力容器日常保养  ⑤压力容器应急处置  a 工作压力、液位、温度超过规定值，采取措施仍不能得到有效控制；  b 主要受压元件发生裂缝、鼓包、变形、泄漏、衬内层失效等危及安全的现象；  c 安全附件损坏、失灵等，不能起到安全保护作用的情况；  d接管、承压管路、紧固件损坏，难以保证安全运行；  e发生火灾等直接威胁到压力容器安全运行；  f 装运介质与核准不符或过量充装的；  g压力容器与管道发生严重振动，危及安全运行；  h真空绝热压力容器外壁局部存在严重结冰、介质压力和温度明显上升。  4. 压力容器的定期检验制度  （1） 年度检查  年度检查是指为了确保压力容器在检验周期内的安全而实施的运行过程中的每年一次在线检查。压力容器安全状况符合规定条件的，可适当缩短或者延长检验周期。  （2）定期检验  压力容器定期检验是指压力容器停机时进行的检验和安全状况等级评定，包括全面检验和耐压试验，由具资质的特种设备检验机构进行。  5. 压力容器的安全附件  承压容器的安全附件是为防止容器超温、超压、超负荷而装设在设备上的一种安全装置，最常用的安全附件有安全阀、爆破片、压力表和液位计等。  （1）安全阀  ①安全阀的作用；②安全阀的结构及工作原理；③压力容器安全泄放量；④安全阀的排放能力计算 ；⑤安全阀的选用  （2）爆破片  ①爆破片的选用；②爆破片安装与维护；③爆破片泄放面积的计算  （3）压力表  ①压力表的选用；②压力表的安装；③压力表的维护  6. 气瓶分类  （1）按公称工作压力分类  气瓶按公称工作压力分为高压气瓶和低压气瓶。高压气瓶有五种，其公称工作压力(MPa)为: 30、20、15、12.5、8；低压气瓶有五种，其公称工作压力(MPa)为: 5、3、2、1.6、1。  7. 气瓶的安全附件  （1） 安全泄压装置：为了防止气瓶在遇到火灾等高温时，瓶内气体受热膨胀而发生破裂爆炸，气瓶配有泄压附件易熔塞和爆破片。  （2）其他附件：防震圈是气瓶瓶体的保护装置。瓶阀是控制气体出入的装置，一般是用黄铜或钢制造。瓶帽是瓶阀的防护装置。  8. 气瓶的安全使用和管理  （1）气瓶充装安全  气瓶充装按照《移动式压力容器充装许可规则》（TSGR4002-2011）进行安全管理和设施实施。气瓶充装单位应经省级锅炉压力容器安全监察机构批准，取得气瓶充装许可证后，方可在批准的范围内从事气瓶充装工作。  气瓶充装前必须有专人对钢瓶进行全面检查，确认无缺陷和异物，方可充装；充装后，应当由充装单位持证作业人员逐只对气瓶进行检查，发现超装、错装、泄漏或其他异常现象的，要立即进行妥善处理。  （2）气瓶搬运安全  气瓶的搬运和运输应小心谨慎，否则容易造成事故。  （3）气瓶使用安全  为了避免气瓶在使用中发生气瓶泄漏、燃烧爆炸、中毒等事故，气瓶的使用单位，应根据使用气体的性质和国家有关安全监察规程、标准，制定瓶装气体的使用管理制度以及安全操作规程。气瓶的管理者和使用者应掌握气瓶规格、质量和安全要求的基本知识和规定，熟练操作，严格按照使用说明书的要求使用气瓶。  9. 气瓶的定期检验  （1）气瓶的检验周期  （2）气瓶定期检验的项目  ①外观检查；②音响检查；③瓶口螺纹检查；④内部检查；⑤重量和容积测定； ⑥水压试验；⑦气密性试验  10. 锅炉安全技术  《特种设备安全法》中对锅炉有严格定义：锅炉是指利用各种燃料、电或者其他能源，将所盛装的液体加热到一定的参数，并通过对外输出介质的形式提供热能的设备，其范围规定为设计正常水位容积大于或者等于30 L，并且额定蒸汽压力大于或者等于0.1 MPa（表压）的承压蒸汽锅炉；出口水压大于或者等于0.1 MPa（表压），且额定功率大于或者等于0.1 MW的承压热水锅炉；额定功率大于或者等于0.1 MW的有机热载体锅炉。锅炉中产生的热水或蒸汽可直接为日常生活和工业生产提供所需热能。  11. 锅炉分类  （1）按用途分类，可分为如下四类：  ① 电站锅炉；② 工业锅炉；③ 生活锅炉；④ 特种锅炉  （2）按工质种类和输出状态分为：  ①蒸汽锅炉；②热水锅炉；③特种工质（非水工质）锅炉。  12. 锅炉结构和原理  （1）锅炉结构  锅炉整体的结构包括锅炉的本体、安全附件和仪表、锅炉辅助设备三部分。  （2）锅炉工作流程与原理  在水汽系统方面，给水在加热器中加热到一定温度后，经给水管道进入省煤器，进一步加热以后送入锅筒，与锅水混合后沿下降管下行至水冷壁进口集箱。水在水冷壁管内吸收炉膛辐射热形成汽水混合物经上升管到达锅筒中，由汽水分离装置使水、汽分离。分离出来的饱和蒸汽，由锅筒上部流往过热器，继续吸热成为一定温度的过热蒸汽（大多300 MW、600 MW机组蒸汽温度约为540℃左右），然后送往汽轮机。  13. 锅炉参数  表示锅炉性能的主要指标有：  蒸发量、蒸汽压力、蒸汽温度、给水温度  14. 锅炉使用安全管理  （1）建立健全规章制度  ①锅炉资料齐全制度  ②锅炉使用登记制度  ③持证上岗制度  ④严格安全操作规程制度  15. 锅炉运行安全技术  （1）锅炉点火前的准备工作  ① 检查；② 上水；③ 烘炉；④ 煮炉；⑤ 蒸汽试验  （2）点火与升压  ① 防止炉膛内爆炸；② 控制升温升压速度；③ 密切监控仪表指示变化  （3）并炉和送气  （4）锅炉运行维护  ① 保护装置与联锁装置在锅炉运行中不得停用  ② 控制锅炉水位在正常范围内波动  ③ 保持气压的稳定  ④ 定期进行排污  （5）锅炉停炉  锅炉停炉分紧急情况下临时停炉和正常情况维护保养停炉两种  ① 紧急停炉：锅炉运行中出现以下情况时，必须立即停炉：水位低于水位表的下部可见边缘；不断加大向锅炉给水及采取其他措施，但水位仍继续下降；水位超过最高可见水位 (满水)，经排放水仍不能见到水位指示；给水系统故障，不能向锅炉进水；水位表或安全阀全部失效；炉元件损坏等严重威胁锅炉安全运行的情况。  ② 正常停炉保养：正常停炉是计划内停炉，应按规定的次序进行，防止降压降温过快，使锅炉元件因降温收缩不均匀而产生过大的热应力。正常停炉时应先停燃料供应，随之停止送风，降低引风；同时，逐渐降低锅炉负荷，相应地减少锅炉上水，但应维持锅炉水位稍高于正常水位；接着熄灭和清除炉膛内的燃料，然后打开炉门、灰门、烟风道闸门等以冷却锅炉。锅炉停止供汽后，应隔绝与蒸汽总管的连接，排汽降压。待锅内没有汽压时，开启空气阀，以免锅内因降温形成真空。在正常停炉的4~6 h内，应紧闭炉门和烟道接板，之后打开烟道接板，缓慢通风，适当放水。停炉18~24 h，在锅水温度降至70℃以下时，方可全部放水。锅炉停炉后,为防止腐蚀必须进行保养。常用的保养方法有干法、湿法和热法三种。  16. 锅炉给水安全  （1）锅炉水处理人员  须经过培训、考试合格，并取得锅炉安全监察机构颁发的相应资格证书后，才能从事相应的水处理工作。  （2）锅炉水质  水处理包括锅炉外水处理和锅炉内水处理两个步骤。  ① 锅炉外水处理；②锅炉内水处理  （3）水垢的危害及清除：① 手工除垢；②机械除垢；③化学清洗  蒸汽锅炉常见事故及处理  17. 锅炉的安全附件  锅炉配有以下安全附件，燃气锅炉还有整套的自动控制的安全保护装置。  （1）安全阀（2）压力表（3）水位计（4）流量报警（5）喷淋装置  18. 锅炉常见事故和预防措施  蒸汽锅炉爆炸时，由于锅筒内压力骤然下降，锅内原有的高压蒸汽膨胀成为常压蒸汽，体积迅速增大，同时，由于压力下降，原有储水温度由运行压力下的饱和温度降至常压下的饱和温度，放出大量的热，并把一部分锅水蒸发变为蒸汽，压力又升高，即使锅炉的水容量与汽容量相同，爆炸时由锅水蒸发成蒸汽的体积要比锅内原有蒸汽膨胀增加的体积大得多，锅炉爆炸的冲击波带有大量的水蒸气，在其所笼罩的范围内操作人员将被烫伤以至死亡。水蒸气爆炸属于物理爆炸，其原因有以下四种。  (1) 水位异常导致；（2）汽水共腾；（3）燃烧异常；（4）承压部件损坏  19. 压力管道的特点  压力管道与压力容器的共同特点是在操作运行时都存在一定的压力和较大危险性，但二者在设计、使用和管理上又遵循各自的规范和监察条例。压力管道在设计、施工和维护管理上比压力容器更复杂。  20. 压力管道安全设计的特点  在工业压力管道设计中，管道组成件的连接形式有焊接、法兰和螺纹连接三种。法兰连接和螺纹联接是为了方便管道与设备的安装、维修以及拆换，法兰连接也用于一些钢制非金属衬里管道自身连接。管道的法兰连接处是最容易产生介质泄漏的部位，而螺纹联接的密封可靠性更差，仅在GC3系列管道设计中少量使用。  21. 压力管道材料安全选用原则  压力管道材料的使用是根据所输送介质的操作条件（如压力、温度）及其在该条件下的介质特性决定的。选用管子材料遵循的原则一般是：首先考虑采用金属材料，金属材料不适用时，再考虑非金属材料；金属材料优先选择钢制管材，后考虑选用有色金属材料；钢制管材中，先考虑采用碳钢，不适用时再选用不锈钢；在考虑碳钢材料时，先考虑焊接钢管，不适用时再选用无缝钢管。  （1）介质压力的影响；（2）介质化学性质的影响；（3）管子本身功能的影响；（4）压力降的影响  22. 压力管道事故防范措施  针对压力管道事故因素和经验分析，除了加强对压力管道进行必要的日常检查和保养，要从以下几个方面来预防和杜绝安全事故的发生。  （1）加强设计质量和工程监督  （2）正确选用管道材料  （3）确保阀体和法兰质量无缺陷  （4）确保焊接质量  （5）设置安全阀  （6）管道静电接地  （7）防腐蚀  （8）安全操作 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 化工生产中涉及的特种设备有哪些？  2. 什么叫压力容器？如何分类？  3. 压力容器有哪些安全附件？其作用是什么？  4. 气瓶在使用过程中要注意哪些安全事项？  5. 为什么气瓶内气体不得用尽，必须留有余压？  6. 在使用氧气或其他氧化性气体时，接触气瓶及瓶阀的手、手套、减压器、工具等不得沾染油脂，为什么？  7. 锅炉运行时要密切关注哪些操作参数？  8. 锅炉常见的事故有哪些？如何预防？  9. 压力管道的危险性由哪些因素决定？  10. 从用途角度考虑，压力管道分为哪几类？ | | | | | |

## 教学单元八

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第10/11次 | 日期 | 2023 | 课时 | 4 |
| **教学目标** | | | | | |
| 熟悉生产过程中化工特种设备安全操作和管理的要求，严格执行定期检验、维护、报废、档案资料保存的安全工作制度。掌握压力容器、气瓶、锅炉、压力管道等化工常用特种设备的安全技术；重点培养学生对化工特种设备安全操作和管理的工作能力。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 7.1 概 述  （1）化工生产特点  （2）化工装置腐蚀  （3）装置运行与安全  7.2 化工装置的使用安全与故障处置  （1）化工设备的类型  （2）化工设备使用安全  （3）化工机器的使用安全  7.3 化工装置泄漏维护技术  （1）化工密封装置的泄漏检测  （2）现场堵漏技术及其应用  （3）现场施工操作安全  7.4 锅炉安全技术  （1）化工检修的特点  （2）化工装置检修分类  （3）检修管理及安全要求  （4）动火检修技术  （5）罐内（有限空间）检修技术  （6）动土检修技术  （7）高空检修技术  （8）电气检修技术  （9）建筑维修技术  （10）其他检修技术  7.5 化工装置试车安全技术  （1）现场清理及开工前检查  （2）装置性能试验  （3）试运转操作安全与事故预防  （4）生产开停车安全  （5）安全生产工艺参数的控制  （6）安全生产隐患的检查和事故的控制  7.6 安全生产与装置的验收 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| 教学过程  一.引入  在化学生产过程中，化工装置一直是处于长周期的运行过程中，在长期的磨损、腐蚀和疲劳的影响因素下，可能就会存在一些安全隐患，所以需要定期对化工设备进行维修和安检。所以我们需要学习在装置运行和维护的过程中，我们需要掌握哪些安全技术。  二. 讲授  1. 化工生产特点  化工生产具有易燃、易爆、易中毒、高温、高压、腐蚀性等特点，具有较大的危险性。  ① 化工生产中涉及的危险物品多， 生产原料、半成品和成品种类繁多  ② 化工生产要求的工艺条件苛刻  ③ 生产规模大型化、生产过程连续化和自动化  ④ 高温、高压设备多  ⑤ 工艺复杂，操作要求严格  ⑥ 事故多，损失重大  2. 化工装置腐蚀  化工装置腐蚀是设备材料在周围介质作用下所产生的破坏。引起破坏的原因有物理因素、化学因素以及机械和生物因素等。  （1）腐蚀机理  腐蚀分为化学腐蚀和电化学腐蚀。  化学腐蚀指金属与周围介质发生化学反应而引起的破坏。  电化学腐蚀指金属与电解质溶液接触时，由于金属材料的不同组织及组成之间形成原电池，其阴、阳电极之间所产生氧化还原反应使金属材料的某一组织或组分发生溶解，最终导致材料失效过程。  （2）腐蚀的分类  ①全面腐蚀与局部腐蚀;②点腐蚀;③缝隙腐蚀;④晶间腐蚀;⑤应力腐蚀破裂;⑥氢损伤;⑦腐蚀疲劳;⑧冲刷腐蚀  3. 装置运行与安全  （1）安全生产是化工生产的前提  （2）安全生产是化工生产的保障  （3）安全生产是化工生产的关键  4. 化工设备的类型  各种类型设备中，有些设备是依靠自身的运转进行工作的，如各种泵、压缩机、风机等，称为“转动设备”，习惯上也叫做“动设备”或“机器”，有些设备工作时不运动，而是依靠特定的机械结构及工艺等条件，让物料通过设备时自动完成工作任务，如塔类设备、换热设备、反应设备、加热设备等，称为“工艺设备”，习惯上也叫做“静设备”或“设备”。  5. 化工设备使用安全  （1）换热设备的使用与维护  （2）塔设备的故障诊断  （3）反应器的安全运行  （4）化工管道的使用安全  （5）阀门的使用与维护  6. 化工机器的使用安全  化工机器主要有泵和风机等，泵属于转动设备，在石油化工行业中的使用量是较多的。  （1）离心泵  ① 启动前的检查和准备  ② 启动  ③ 运行和维护  ④ 停车  （2）往复泵  使用往复泵时应注意以下几点：  ① 在排液管路上设置安全阀  ② 泵的安装高度应不超过允许安装高度  ③ 往复泵不能像离心泵那样在排液管路上用阀门调节流量  （3）活塞式压缩机  ① 压缩机在运行时必须认真检查和巡视  ② 禁止压缩机在超温、超压和超负荷下运行  ③ 压缩机在大、中修时，对主轴、连杆、活塞杆等主要部件应进行无损检测  ④ 特殊气体（如氧气）的压缩机，对其设备、管道、阀门及附件、严禁用含油纱布擦拭，也不得被油类污染，检修后应进行脱脂处理。  7. 化工密封装置的泄漏检测  （1）泄漏检测的方法  化工装置泄漏检测的主要方法有水压法，肥皂液法、声音法、超声波法、放射性同位素法、橡胶膜法、气体检测法、卤素加压法、热导率检测法、真空法。  （2）泄漏检测法适用的要求  泄漏检测法的原理多种多样，不论采用哪种方法，首先要理解检测原理，并且要理解灵敏度的适用范围，采用哪种方法可以检测出哪一级的泄漏；不论采用什么方法，要检测出泄漏都要花费时间，有些方法可以判断出泄漏点，有的可能判断不到；有些方法，不管谁用，结果都相同，有的方法则内行和外行用，结果全然不一样，即考虑方法检测结果的一致性和结果数据的稳定性。  8. 现场堵漏技术及其应用  （1）法兰泄漏堵漏方法  ① 直接捻缝围堵法 ② 铜丝捻缝围堵法 ③ 法兰夹具堵漏法  （2）阀门泄漏的堵漏技术  （3）粘接堵漏技术  （4）带压焊接堵漏技术  （5）攻丝堵漏技术  （6）顶压堵漏技术  9. 现场施工操作安全  化工装置堵漏现场操作的一般规定  （1）生产单位配备的安全防护和消防措施已齐备，安全监护人员应全部到位  （2）检查已勘测过的泄漏部位应仍能满足安全施工的要求。  （3）从事带压密封工作的施工单位，应符合下列规定  ① 至少取得省级以上带压密封工程安全施工资质。  ② 至少应有1名具有注册安全工程师执业资格的专职安全技术负责人。  ③ 必须具有至少1名以上具有中级以上专业技术职称带压密封工程设计人员。  ④ 对带压密封工程所用工器具具应执行定检制度，保证其处于完好状态。  ⑤ 应配备齐全的泄漏检测设备。  ⑥ 带压密封工程作业人员必须经过专业技术培训，考试合格证，并熟知《带压密封技术规范》。  （4）施工操作人员必须经过专业技术培训，持证上岗操作。穿戴好工作服和专用的防护用品，方可进入施工现场。进行带压密封施工时，每个作业面必须有两个或两个以上操作人员进行施工。  （5）制定的带压密封施工方案已审批。  （6）带压密封施工方案，应包括下列内容：确定带压密封方法；确定详细的安全操作规程；突发事件的应急处理措施；选择密封注剂；夹具设计和加工；选择注剂工具盒施工工具；选择施工材料；选择防护用品。  10. 化工检修的特点  频繁、复杂、危险性大  11. 化工装置检修分类  根据化工生产中机械设备的实际运转和使用情况，化工检修可分为计划检修和计划外检修。  （1）计划检修  计划检修是指企业根据设备管理、使用的经验以及设备状况，定制设备检修计划，对设备进行有组织、有准备、有安排、按计划进行的检修。根据检修的内容、周期和要求不同，计划检修又可分为大修、中修、小修。  （2）计划外检修  在生产过程运行中因突发性的故障或事故而造成设备或装置临时性停车的检修称为计划外检修。  12. 检修管理及安全要求  检修安全管理工作是化工安全检修的一个重要环节。主要做好以下工作：  （1）组织准备 （2）技术准备 （3）材料准备 （4）安全用具准备  （5）组织领导 （6）指定检修计划（7）安全教育 （8）安全检查  13. 动火区划分  企业应根据生产工艺过程的危险程度及维修工作的需要，在厂区内划分固定动火区和禁火区。  （1）固定动火区  指允许从事各种动火作业的区域。固定动火区应符合以下条件。  ① 距易燃、易爆物区域的距离，应符合国家有关防火规范的防火间距要求。  ② 生产装置正常放空或发生事故时，要保证可燃气体不能扩散到固定动火区内，在任何情况下，要保证固定动火区内可燃气体的含量在允许含量以下。  ③ 室内固定动火区应与危险源隔开，门窗要向外开，道路要畅通。  ④ 固定动火区要有明确标志，区内不允许堆放可燃杂物。  ⑤ 固定动火区内必须配有足够适用的灭火器具。并设置“动火区”字样的明显标志。  （2）禁火区  化工厂厂区内除固定动火区外，其他区域均为禁火区。  14. 动火安全要点  （1）审证;（2）联系;（3）隔离;（4）拆迁;（5）移去可燃物;（6）灭火措施;（7）检查与监护;（8）动火分析;（9）动火;（10）善后处理  15. 罐内（有限空间）检修技术  进入化工生产区域内的各类塔、球、釜、槽、罐、炉膛、锅筒、管道、容器及地下室、阴井、地坑、下水道或其他封闭场所内进行的作业均为进入设备作业。  16. 设备内作业安全要求  （1）安全隔离（2）空气置换 （3）通风（4）用电安全 （5）设备外监护  （6）个人防护（7）进入容器、设备的八个“必须”  原化学工业部颁布的安全生产禁令中有关进入容器、设备的八个“必须”是：  ① 必须申请、办证，并得到批准；  ② 必须进行安全隔离；  ③ 必须切断动力电，并使用安全灯具；  ④ 必须进行置换、通风；  ⑤ 必须按时间要求进行安全分析；  ⑥ 必须佩带规定的防护用具；  ⑦ 必须有人在器外监护，并坚守岗位；  ⑧ 必须有抢救后备措施。  17. 高空检修技术  （1）高处作业的分级  凡距坠落高度基准面（指从作业位置到最低坠落着地点的水平面）2 m及其以上，有可能坠落的高处进行的作业，称为高处作业。  （2）高处作业分类  高处作业分为特殊高处作业、化工工矿高处作业和一般高处作业。  （3）《高处安全作业证》的管理  （4）高处作业的安全要求  18. 电气检修技术  检修使用的电气设施有两种：一是照明电源，二是检修施工机电源（卷扬机、空压机、电焊机）。以上电气设施的接线工作需由电工操作，其他工种不得私自乱接。  电气设施检修应遵照《电气安全工作规程》做好相应的安全措施。  （1）工作票制度  （2）工作监护制度  （3）检修停电安全技术措施  （4）低压带电操作安全措施  （5）临时抢修时的操作安全措施  19. 建筑维修技术  建筑作业时用的脚手架和吊架必须能足够承受站在上面的人员及材料等的重量。使用时禁止在脚手架和脚手板上超重聚集人员或放置超过计算荷重的材料。一般脚手架的荷重量不得超过270 kg/m2。  （1）脚手架材料  脚手架杆柱可采用竹、木或金属管，根据化工检修作业的要求和就地取材的原则选用。  （2）脚手架的链接与固定  脚手架要同建筑物链接牢固。  20. 现场清理及开工前检查  检修后的安全交接及其安全评价，也就是后期交接的安全管理主要包括以下几个方面。  （1）现场清理；（2）装置开车前安全检查； （3）焊接检验；（4）安全检查要点；（5）吹扫、清洗；（6）烘炉；（7）传动设备试车  21. 装置性能试验  装置性能试验是对检修过的设备装置进行验证，必须经检查验收合格后才能进行，内容有试温、试压、试速、试漏、试安全装置及仪表灵敏度等。  （1）试温：指高温设备，按工艺要求升温至最高温度，验证其放热、耐火、保温的功能是否符合要求。  （2）试压：试压包括水压试验、气压试验、气密性试验和耐压试验。目的是检验压力容器是否符合生产和安全要求。试压非常重要，必须严格按规定进行。  （3）试速：指对转动设备的验证，以规定的速度运转，观察其摩擦、振动情况，是否有松动。  （4）试漏：指检验常压设备、管道的连接部位是否紧密，是否有跑、冒、滴、漏现象。  （5）安全装置和安全附件的校验：安全阀按规定进行检验、定压、铅封；爆破片进行更换；压力表按规定校验、铅封。  （6）各种仪表进行校验、调试，达到灵敏可靠。  22. 试运转操作安全与事故预防  生产装置安全运行是一项系统工程，涉及部门广，人员多，应充分做好前期的准备工作，并制定详细可行的方案，以确保试运行的安全。  （1）建立组织保证体系  （2）制定详细的运行方案  （3）做好安全教育  （4）联动试车  （5）试运转安全事故预防  23. 公用工程设备的开车安全  在装置试运转之前，应先启动公用工程设备，确认这些设备运行稳定，确认操作工能熟练掌握设备操作技能。  （1）启动水、电、汽等公用工程设备  ① 启动受电、变电、配点、自用发电机等有关电气设备；  ② 运行有关用水设备、启动冷却塔、循环冷却水、接受工业用水等；  ③ 启动空气压缩机，向系统开启压缩空气，检查仪表等控制系统；  ④ 向系统输送蒸汽，检验蒸汽疏水器功能等；  ⑤ 启动氮气等惰性气体保护设备，确认其运行状况。  （2）启动制冷系统、送排风系统。确认其运行状是否正常。  （3）启动排水设备及环保设施，确认装置区内三废处理设施的功能符合设计要求，环境保护设施有效。  （4）有关安全设备的检验、试运转、如确认消防设备及其他设备的功能等。  24. 单元操作试运转  化工生产线由不同单元组成，每个单元内又分容器设备、传动设备，在联动试车前，应对单体设备的运行状况进行检验，并且要预先做好试压、试漏等准备工作。  （1）单机设备试运转的准备  （2）单元试运转要领  25. 装置进料  在联动试车贯通流程后，进行装置进料运行。进料前，在升温、预冷等工艺调整操作中，检修工与操作工要配合做好螺栓紧固部位的热把、冷把工作，防止物料泄漏。岗位应备有防毒面具。油系统要加强脱水操作，深冷系统要加强干燥操作，为投料奠定基础。  ① 装置开车要按预先制定的方案统一安排，统一领导，车间领导负责现场指挥，岗位操作工按要求和操作规程操作，并且安全生产措施一定要到位，如有有毒有害物质的岗位，虽密闭化生产，岗位还应备防毒面具等。  ② 装置进料前，要关闭所有的放空、排污等阀门，然后按规定流程、经班长检查复核，确认安全后，操作工启动机泵进料，进料过程中，操作工沿管线进行检查，防止物料泄漏或物料走错流程；装置开车过程中，严禁乱堆放各种物料；装置升温、升压、加量，按规定进行，操作调整阶段，应注意检查阀门开度是否合适，逐步提高处理量，使达到正常生产为止。  26. 装置停车安全  （1）正常停车  正常停车情况要有详细记录，如果停车后装置要维修的还要考虑维修和再启动情况。停车操作应注意的事项如下。  ① 停车过程中的操作应准确无误，关键操作采用监护复核制度，操作时都要注意观察是否符合操作意图，如开关动作的缓慢等。  ② 降温降压的速度应严格按照工艺规定进行，防止温度变化过大，使易燃、易爆、有毒及腐蚀性介质产生泄漏。  ③ 装置停车时，所有的转动机械 、容器设备、管线中的物料要处理干净，对残留物料排放时，应采取相应的安全措施。  （2）紧急停车  因某些原因不能继续运转的情况下，为了装置安全，实施局部或全部的紧急停车。  27. 安全生产工艺参数的控制  化工生产过程中的工艺参数主要包括温度、压力、流量及物料配比等。按工艺要求严格控制工艺参数在安全限度以内，是实现化工安全生产的基本保证。实现这些参数的自动调节和控制是保证化工安全生产的重要措施。  （1）温度控制  温度是化工生产中的主要控制参数之一。不同的化学反应都有其自己最适宜的反应温度。化学反应速率与温度有着密切关系。  （2）投料控制  ①投料速度；②投料配比；③投料顺序；④原料纯度；⑤投料量  （3）溢料和泄漏的控制  化工生产中，发生溢料情况并不鲜见，然而若溢出的是易燃物，则是相当危险的。造成溢料的原因很多，它与物料的构成、反应温度、投料速度以及消泡剂用量、质量有关。投料速度过快，产生的气泡大量溢出，同时夹带走大量物料；加热速度过快，也易产生这种现象；物料黏度大也容易产生气泡。  （4）自动控制与安全保护装置  ①自动控制  化工自动化生产中，大多是对连续变化的参数进行调节。对于在生产控制中要求一定的时间间隔做周期性动作，如合成氨生产中原料气的制造，要求一组阀门按一定的要求作周期性切换，就可采用自动程序控制系统来实现。它主要是由程序控制器按一定时间间隔发出信号，驱动执行机构动作。  ②安全保护装置  a信号报警装置;b保险装置;c安全联锁装置  28. 安全生产隐患的检查和事故的控制  （1）安全生产检查  （2）泄漏处理  ①泄漏源控制;②泄漏物处理  （3）火灾控制  29. 安全生产与装置的验收  （1）装置安全的验收标准  化工和石油化工工业及其他流水工业建设中的安全规范、规程和标准是一个庞大的系统，涉及建设和运行中的各个方面。在一个石油化工建设项目被批准后，确定涉及基础条件时就应该确定该项目要执行的各种设计标准和规范。  （2）装置安全设计验收的内容  通过审查、评价这种质量管理计划是否稳妥并确认其完成情况，以保证所完成装置能顺利运转。  （3）安全验收的程序和工作步骤  化工装置验收包括装置堵漏验收、检修后验收、新装置验收等。  ①装置堵漏现场施工操作验收;②化工装置检修后验收;③化工新装置验收 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 化工设备有哪些常用的类型？  2. 化工设备怎样才能安全可靠地运行？  3. 换热器的清洗方法有哪些？各自有什么优点？  4. 常用塔设备有哪些故障？请举例说明故障处理方法。  5. 简述釜式反应设备操作控制要素。  6. 简述阀门使用与维护的主要内容。  7. 简述离心泵的操作要点。  8. 简述往复泵的使用要点。  9. 简述活塞式压缩机运行与维护中应注意的事项。  10. 简述离心式压缩机运行与维护中应注意的事项。 | | | | | |

## 教学单元九

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第12/13次 | 日期 | 2023 | 课时 | 4 |
| **教学目标** | | | | | |
| 了解化工生产的特点;熟悉化工装置安全检修技术和化工装置试车安全技术;掌握化工装置腐蚀、装置泄漏维护技术、装置运行与安全、装置的使用安全与故障处置方法 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 8.1 危险化学品重大危险源辨识  （1）基本概念  （2）重大危险源辨识的依据  （3）重大危险源的辨识指标  （4）重大危险源的分级  （5）重大危险源辨识程序  8.2 系统安全分析与评价  （1）安全检查表分析法（SCA）  （2）预先危险性分析法（PHA）  （3）道化学火灾、爆炸危险指数评价法（DOW）  （4）事故树分析法（FTA）  （5）其他化工安全评价方法简介  8.3 安全评价报告的编制  （1）安全评价的类别  （2）安全评价报告格式  （3）安全评价报告主要内容 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  化工生产中存在的隐患较多，后果严重。不仅给企业造成严重的经济损失，还会威胁到人身安全，影响企业和社会的稳定。因此在事故发生前，我们可以对整个项目进行安全分析和评价，采取有效的措施，减少或消除其危险因素。  二. 讲授  1. 危险化学品基本概念  (1)危险化学品  危险化学品指具有毒害、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。危险化学品的纯物质及 其混合物的危险种类应按GB30000.X ( X=2,3...18 )的规定分类。  (2)危险化学品重大危险源  重大危险源是指长期或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。  (3)临界量  某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。  (4)单元  涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分生产单元 和储存单元。  (5)生产单元  危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设 施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。  (6)储存单元  用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储 罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房(独 立建筑)为界限划分为独立单元。  2. 重大危险源辨识的依据  危险化学品重大危险源可分为生产单元危险化学品重大危险源和储存单元危险化学品重大危险源两类。  3. 重大危险源的辨识指标  生产单元、储存单元内存在的危险化学品的数量等于或超过标准规定 的临界量，即被定为重大危险源。单元內危险化学品的数量依据危险化学 品的种类分为两种情况进行辨识：  ① 生产单元、储存单元为单一化学品时，其存在的数量超过或等于标 准规定的临界量，就可判断为重大危险源;  ② 生产、储存单元如果存在多种危险化学品物质，则按照(8-1 )式计 算辨识指标S :  𝑆=q\_1/𝑄\_1 +q\_2/𝑄\_2 +···+q\_𝑛/𝑄\_𝑛  当S≥1时，可判断该评价单元为重大危险源。危险化学品的实际存在 量的计算按照储存、生产过程中设计的最大量进行计算。  4. 重大危险源的分级  采用单元内各种危险化学品实际存在量与其相对应的临界量比值，经校 正系数校正后的比值之和R作为分级指标。重大危险源分级指标R按8-2式计算    𝛼值的确定,依据危险源厂区边界开始向外延伸500m的范围内常住人口的数量; 根据单元内危险化学品的类别不同，设定β值。  5. 系统安全分析与评价  危险性分析与评价有定性分析和定量分析评价两种类型。  定性分析评价法是用非数学的定性观察分析方法来评价系统内潜在的危险因素及危险程度的方法。  定量分析评价是在定性分析的基础上，进一步研究事故或故障与其影响因素之间的数量关系(数学模型)，以数量大小评定系统的安全可靠性。评价的结果是一些定量的指标， 如事故发生的概率、事故的伤害(或破坏)范围、定量的危险性、事故致因因素的关联度或重要度等。定量分析方法主要有：事件树分析(ETA)、事故树分析(FTA)、美国道化学公司的“火灾、爆炸危险指数评价法”(DOW)、英国ICI公司蒙德部的“火灾、爆炸、毒性指数法”(ICI)及日本劳动省的“化工企业六阶段法”等。  6. 安全检查表分析法(SCA)  安全检查表是指在评价过程中，依据相关的标准、规范，对工程、系统中已知的危险类别、设计缺陷以及与一般工艺设备、操作、管理有关的潜在危险性和有害性进行判别检查。  （1）安全检查表分析法步骤  ①确定检查对象；  ②收集与评价对象有关的数据和资料；  ③选择或编制安全检查表；  ④进行检查评价，编制分析结果文件。  （2）安全检查表分析法的特点  ① 事先编制，有充分的时间组织有经验的人员来编写，能做到系统化和完整化，不会漏掉能导致危险的关键因素；  ② 可以根据规定的标准、规范和法规、检查遵守的情况，提出准确的评价；  ③ 表的应用方式是有问有答，给人的印象深刻，能起到安全教育的作用；  ④ 表内还可注明改进措施的要求，隔一段时间后重新检查改进情况；  ⑤ 简明易懂，容易掌握。  7. 预先危险性分析法（PHA）  危险性预先分析又称初步危险分析，是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的各种危险因素（类别、分布）出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概率分析的系统安全分析方法。  （1）预先危险性分析法步骤  使用预先危险性分析法进行系统安全分析时，一般包括如下步骤：  ① 通过经验判断、技术诊断或其他方法调查确定危险源（即危险因素存在于哪个子系统中），对所需分析系统的生产目的、物料、装置及设备、工艺过程、操作条件以及周围环境进行详细了解；  ② 收集以前的经验和同类生产中发生过的事故情况，判断所要分析对象中是否也会出现类似情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性，危险分析组应尽可能从不同渠道汲取相关经验，包括相似设备的危险性分析、相似设备的操作经验等；  ③ 根据经验、技术诊断等方法确定危险源；  ④ 识别危险转化条件，研究危险因素转变成事故的触发条件；  ⑤ 进行危险性分级，确定危险程度，找出应重点控制的危险源；  ⑥ 编制分析结果文件，制定危险防范措施。  （2）PHA分析过程中应考虑的因素  在进行PHA分析时，应注意的几个要点：  I.应考虑生产工艺的特点，列出系统基本单元可能的危险性和危险状态，这些是概念设计阶段所要确定的，包括：  ①原料、中间产品、衍生产品和成品的危害特性；  ②设备、设施和装置；③作业环境；  ④操作过程；  ⑤各单元之间的联系；  ⑥各系统之间的联系；  ⑦消防和其他安全设施。当识别出所有的危险情况后，列出可能的原因、后果以及可能的改正或防范措施。  II.PHA分析过程中应考虑的因素：  ①危险设备和物料，如燃料、高反应活动性物质、有毒物质、爆炸高压系统、其他储运系统；  ②设备与物料之间与安全有关的隔离装置，如物料的相互作用、火灾、爆炸的产生和发展、控制、停车系统；  ③与安全有关的设施设备，如调节系统、备用设备等；  ④影响设备与物料的环境因素，例如地震、洪水、振动、静电、湿度等；  ⑤操作、测试、维修以及紧急处置规定；  ⑥辅助设施，如储槽、测试设备等。  （3）划分危险性等级  对工艺过程的每一个区域，都要识别危险并分析这些危险的可能原因及导致事故的可能后果。  （4）预先危险分析表格  预先危险性分析的结果一般采用表格的形式列出，表格的形式和内容可根据实际情况确定；通常表格内容包括识别出的危险、危险产生的原因、主要后果、危险等级以及改正或预防措施。PHA分析结果表常作为PHA的最终产品提交给装置设计人员。  （5）预先危险性分析法的特点  预先危险性分析法是进一步进行危险分析的先导，是一种宏观概略定性分析方法。在项目发展初期使用PHA有以下优点：  ①方法简单易行、经济、有效；  ②能为项目开发组分析和设计提供指南；  ③能识别可能的危险，用很少的费用、时间就可以实现改进。  8. 道化学火灾、爆炸危险指数评价法（DOW）  是以过去的事故统计资料以及物质的潜在能量和现行安全措施为依据，定量地对工艺单元潜在火灾、爆炸和反应危险性进行分析与评价。其原理是通过对工艺单元危险物质的辨识，以评价单元中的重要物质系数（MF）为基础，用一般工艺危险系数（F1）确定影响事故损害的大小，以特殊工艺危险性系数(F2)来表示事故发生的主要概率，并根据MF、F1、F2三者之间的关系来确定工艺单元的危害系数(F)和火灾爆炸危险指数(F&EI)，并以此来确定危害区域和危害程度，确定危险等级。进而可求出经济损失的大小，以经济损失评价生产装置的安全性。评价中定量的依据是以往事故的统计资料、物质的潜在能量和现行安全措施的状况。  （1）道化学评价法步骤  在进行道化学评价之前，要准备以下资料：装置或工厂的设计方案；火灾、爆炸指数危险度分级表；火灾、爆炸指数（FEI）计算表；安全措施补偿系数表；工艺单元风险分析汇总表；工厂风险分析汇总表；有关装置的更换费用数据。  ①选择工艺单元  ②确定物质系数MF  ③确定火灾、爆炸危险指数(F&EI)  ④确定暴露区域面积  ⑤确定暴露区域财产更换价值  ⑥确定危害系数  ⑦计算基本最大可能财产损失（基本MPPD）  ⑧计算安全补偿系数  ⑨计算实际最大可能财产损失（实际MPPD）  ⑩计算可能工作日损失（MPDO）  （2） 道化学评价法的特点  道化学评价法能定量地对工艺过程、生产装置及所含物料的实际潜在火灾、爆炸和反应性危险逐步推算并进行客观的评价，并能提供评价火灾、爆炸总体危险性的关键数据，能很好地剖析生产单元的潜在危险，其最大的特点就是能用经济的大小来反映生产过程中火灾爆炸性的大小和所采取安全措施的有效性。但该方法大量使用图表，涉及大量参数的选取，指数的采用使得系统结构复杂，且参数取值宽，因人而异，因而影响了评价的准确性。  9. 事故树分析法（FTA）  事故树分析法(FTA)又称故障树，其分析方法是从要分析的特定事故或故障顶上事件开始，层层分析其发生原因（中间事件），一直分析到不能再分解或没有必要分析时为止，即分析至基本原因事件为止，用逻辑门符号将各层中间事件和基本原因事件连接起来，得到形象、简洁的表达其因果关系的逻辑树图形即故障树。  （1）事故树分析法步骤  ①事故树编程步骤如下：  a确定并熟悉所分析的系统，收集好相关资料，确定所分析系统的顶端事件；  b找出顶端事件的各种直接原因，并用“与门”或“或门”与顶端事件连接；  c 绘制事故树图并进行必要的整理；  ②事故树定性分析  定性分析是事故树分析的核心内容。其目的是分析某类事故的发生规律及特点，找出控制该事故的可行方案，并从事故树结构上分析各基本原因事件的重要程度，以便按轻重缓急分别采取对策。事故树定性分析的主要内容有：利用布尔代数化简事故树；求取事故树的最小割集或最小径集；计算各基本事件的结构重要度；定性分析结论。根据分析结论并结合本企业的实际情况，订出具体、切实可行的预防措施。  ③事故树定量分析  事故树定量分析是用数据来表示系统的安全状况。其内容包括：确定引起事故发生的各基本原因事件的发生概率；计算事故树顶上事件发生概率，并将计算结果与通过统计分析得出的事故发生概率进行比较；如果两者不符，则必须重新考虑编制事故树图是否正确以及各基本原因事件的故障率、失误率是否估计得过高或过低等等；计算基本原因事件概率重要度和临界重要度。  （2）事故树分析法的特点  事故树分析描述了事故发生和发展的动态过程，便于找出事故的直接原因和间接原因及原因的组合。可以用其对事故进行定性分析，辨明事故原因的主次及未曾考虑到的隐患，也可以进行定量分析，预测事故发生的概率。  但事故树分析是数学和专业知识的密切结合，步骤较多，计算也较复杂，事故树的编制和分析需要扎实的数学基础和相当的专业基础知识、专业技能。在国内数据较少，进行定量分析还需要做大量工作。  10. 安全评价的类别  安全评价根据工程、系统生命周期和评价的目的分为安全预评价、安全验收评价和安全现状评价三类。  （1）安全预评价  在建设项目可行性研究、规划阶段或生产经营活动组织实施之前，根据相关的基础资料，辨识与分析建设项目、工业园区、生产经营活动潜在的危险、有害因素，确定其与安全生产法律法规、标准、行政规章、规范的符合性，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全评价结论的活动。  （2）安全验收评价  在建设项目竣工后、正式生产运行前或工业园区建设完成后，通过检查建设项目安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况或工业园区内的安全设施、设备、装置投入生产和使用的情况，检查安全生产管理措施到位情况，检查安全生产规章制度健全情况，检查事故应急救援预案建立情况，审查确定建设项目、工业园区的建设及运行状况、安全管理是否符合安全生产法律法规、标准、规范要求，做出安全验收评价结论的活动。  （3）安全现状评价  针对生产经营活动中、工业园区的事故风险、安全管理等情况，辨识与分析其存在的危险、有害因素，审查确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性，预测发生事故或造成职业危害的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全现状评价结论的活动。有时，政府在特定的时期内进行专项整治时开展的评价又称专项安全评价。  11. 安全评价报告格式  （1）安全评价报告的基本格式  报告应采用A4幅面，左侧装订。装订顺序为：封面-安全评价资质证书影印件-著录项-前言-目录-正文-附件-附录。  （2）封面格式 封面的内容应包括：  ① 委托单位名称（二号宋体加粗）；  ② 评价项目名称（二号宋体加粗）；  ③ 标题：安全X X评价报告（一号黑体加粗），X X指评价类别：预、验收或现状；  ④ 安全评价机构名称（二号宋体加粗）；  ⑤ 安全评价机构资质证书编号（三号宋体加粗）；  ⑥ 评价报告完成时间（三号宋体加粗）。  （3）著录项格式  “安全评价机构法定代表人、评价项目组成员”等著录项，一般分两页布置。第一页署明安全评价机构的法定代表人、技术负责人、评价项目负责人等主要责任者姓名，下方为报告编制完成的日期及安全评价机构公章用章区；第二页为评价人员、各类技术专家以及其他有关责任者名单，评价人员和技术专家均应亲笔签名。  12. 安全评价报告主要内容  （1）安全评价报告的要求  不同类别的安全评价报告，针对的评价对象不同，要求评价的内容和深度也不同。  ①安全预评价报告要求  ②安全验收评价报告要求  ③安全现状评价报告要求  （2）安全评价报告的主要内容  ①安全预评价报告  ②安全验收评价报告  ③安全现状评价报告 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 简述安全检查表法的分析步骤、适用范围及优缺点。  2. 简述预先危险分析法的分析步骤与特点。  3. 简述说明道化学评价法的评价程序。  4. 简述事故树分析法的分析步骤、适用范围及优缺点。 | | | | | |

## 教学单元十

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第14/15次 | 日期 | 2023 | 课时 | 4 |
| **教学目标** | | | | | |
| 了解化工环境概述与环境评价，熟悉环境、环境问题，了解化工废气、废水、废渣污染的种类、特点和来源，熟悉化工废气、废水、废渣处理技术，了解清洁生产与可持续发展，熟悉循环经济概念。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 9.1 化工环境概述与环境评价  （1）化工环境概述  （2）碳达峰·碳中和“3060”双碳目标  （3）环境评价  9.2 化工废气处理技术  （1）化工废气的分类与特点  （2）颗粒态污染物的处理技术  （3）气态污染物的处理技术  9.3 化工废水处理技术  （1）化工废水的来源与分类  （2）化工废水的特点及危害  （3）化工废水污染物的指标  （4）化工废水的处理方法  9.4 化工废渣处理技术  （1）化工废渣的来源与分类  （2）化工废渣的特点和危害  （3）化工废渣的处理原则与技术  9.5 清洁生产与可持续发展  （1）清洁生产  （2）可持续发展 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| 教学过程  一.引入  化工生产过程会产生大量的三废，如果直接排到环境中，会造成环境的污染，威胁到动植物的生存环境。所以我们在创造生产价值的同时，也要保护好我们赖以生存的环境。所以我们要对三废进行处理，直到达到排放的标准。  二. 讲授  1. 化工环境的三废  （1）化工废气是指在化工生产中由化工行业排放出的有毒有害的气体。  （2）化工废水是指在化工生产中排放的工艺废水、洗涤水、冷却水、 设备与场地冲洗水等废水。化工废水按成分主要分为三类：  ①含有机物的废水；②含无机物的废水；③含有机物和无机物的混合废水。  （3）化工废渣是指化学工业生产过程中产生的固体和泥浆状废物，包括化工生产过程中排出的废溶剂、废催化剂、副产品、反应釜底料、滤饼渣以及废水处理产生的污泥等。  2. 碳达峰•碳中和双碳目标  ① “碳达峰”：2030年前，煤炭、石油、天然气等化石能源燃烧活动和工业生产过程 以及土地利用变化与林业等活动产生的温室气体排放不再增长，达到峰值。  ② “碳中和”：是指在一定时间内直接或间接产生的温室气体排放总量，通过植树造林、节能减排等不同形式,以抵消自身产生的CO2排放量，实现CO2“零排放”。  实现"碳达峰、碳中和"，减少CO2碳排放问题关键要减少能源碳排放。包括在实现净零排放的道路上相互关联的四项关键技术：可再生能源、氢能源、应对气候变化时代中国的出口竞争力净贸易，以及二氧化碳碳捕获、利用与封存(CCUS)。  3. 环境评价  环境评价包括环境质量评价和环境影响评价，是对环境系统状况的价值评定、判断和提出对策。  环境质量评价：  （1）环境质量的概念：是环境品质优劣的表征，是环境系统客观存在的一种本质属性，是对不同环境系统所处的状态进行定性和定量的描述。  （2）环境质量评价的概念：是环境科学的重要分支。按照一定的评价指标和评价方法对一定区域范围内环境质量的优劣进行分析、说明、评估和预测。  （3）环境质量评价的分类：评价因角度不同可分为不同的类型。  （4）环境质量现状评价：环境质量评价的内容取决于评价的种类和目的，一般主要包括对污染源、环境质量和环境效应3方面的评价。  4. 环境影响评价  （1）环境影响的概念：环境影响是指人类活动(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和经济的效应。  （2）环境影响的分类。  按照影响来源：直接影响、间接影响和累积影。  按照影响程度:可恢复影响和不可恢复影响。  按照影响效果：有利影响和不利影响。  按照影响时间：短期影响和长期影响，或短暂影响和连续影响。  按照影响方式:污染影响和非污染影响。  按照影响范围：地方影响、区域影响、国家影响和全球影响等。  按照影响时序:建设期影响、运行期影响和终结后影响。  （3）环境影响评价的概念:环境影响评价(EIA)是环境质量评价中一种带主导性类型的评价，实质是环境质量评价中的环境质量预判评价。  （4）需进行环境影响评价的项目类型：根据《中华人民共和国环境影响评价法》，主要包括规划和建设项目的环境影响评价两种类型。  （5）环境影响评价的程序：2016年12月8日发布的《环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016 )给岀了环境影响评价的工作程序，环境 影响评价工作大体分为三个阶段：第一阶段为准备阶段；第二阶段为正式工作阶段；第三阶段为报告书编制阶段。  （6）环境影响识别和评价方法：①类比法；②核查表法；③专家调查法；④模型分析法。  5. 化工废气的来源和分类  （1）废气的来源主要包括：  ① 生产过程中化学反应和反应不完全产生的废气；  ② 生产技术路线及设备陈旧落后，造成反应不完全、生产过程不稳定产生的废气；  ③ 化工产品加工与使用过程中所产生的废气；  ④ 因操作失误、指挥不当、管理不善造成的废气排放；  ⑤ 化工生产中排放的某些气体，在光或雨的作用下产生的有害气体。  （2）化工废气按照大气污染物的存在的状态，可分为颗粒污染物和气态污染物。  ①颗粒污染物:是指固态或液态颗粒分散并悬浮在气体介质中形成的胶体分散体系，按照气溶胶颗粒的物理性质分为烟尘、粉尘、飘尘、尘粒、煤尘和雾尘。（PM2.5、PM10)  ②气态污染物:是指在分子状态下且以气态形式进入大气的污染物，包括气体和蒸汽。  （3）化工废气的特点  ①化工废气成分复杂、种类繁多且排放量大。  ②易燃易爆气体多。  ③大多具有腐蚀性和刺激性。  ④浮游粒子种类多、危害大。  ⑤污染范围广。  6. 颗粒态污染物的处理技术  (1) 除尘装置的技术性能指标  除尘装置的主要性能指标包括技术指标和经济指标两类。技术性能指标主要包括气体处理量、除尘效率和压力损失等。  ①气体处理量：即除尘装置处理能力大小的参数，具体表示为 单位时间内除尘装置所能处理废气量的大小。(体积流量)  ②压力损失：指除尘装置进出口气体的全压差，也称压力降。表明除尘装置消耗能量大小的指标，压力损失越小，则动力消耗越少。  ③除尘效率：除尘装置的效率包括除尘装置的总效率、分级效 率和多级效率等。  总除尘效率指同时间内除尘器捕集的粉尘量与进入粉尘量之百分比，是反映装置除尘程度的平均值。  分级除尘效率指除尘器对某一粒径dp或粒径范围△dp内粉尘的除尘效率，表示除尘效率随粒径的变化。根据分级除尘效率和粉尘粒度分布可计算总除尘效率。  (2) 除尘装置的类型：机械式除尘器、过滤式除尘器、静电除尘器以及湿式除尘器  7. 气态污染物的处理技术  目前，根据气态污染物的物理和化学性质，主要的处理方法包括： 吸收法、吸附法、催化转化法、燃烧法、冷凝法和生物法等。  （1）吸收法：即采用适当的液体作为吸收剂选择性的脱除废气中的有害气 体，根据吸收反应原理可分为物理吸收和化学吸收。  （2）吸附法：即利用多孔性物质表面存在的未平衡和未饱和的分子引力或化学键力，废气中的有害组分被选择性的吸附在多孔性固体表面，从而达到净化的目的。  （3）催化转化法：利用催化剂的催化作用，将废气中的有害组分化学转化为无害物质的方法。  （4）燃烧法：对含有可燃有害物质的混合气体进行氧化燃烧或高温分解, 将有害物质转化或分解为无害物质的方法。  （5）冷凝法：利用不同气态污染物在不同温度下的饱和蒸气压不同，通 过降低废气温度或提高废气压力，使易于凝结的蒸汽状态的污染物冷凝 成液体并从废气中分离出来的方法。  （6）生物法：处理有机废气是利用微生物的生理过程，是附着在滤料中的微生物在有利于其生在的环境中，有效地吸收废气中的有机成分，通过微生物自身的新陈代谢将有机物分解为CO2 、H2O等无害物质的过程，从而达到净化废气的目的。  8. 化工废水的来源与分类  (1) 化工废水的主要来源  ① 化工生产的原料和产品  ② 因化学反应不完全而产生的废料  ③ 化学反应中副反应生成的废水  ④ 冷却水  ⑤ 管道及设备的泄露  ⑥ 生产设备、管道等的清洗  ⑦ 特定生产过程排放的废水  （2）化工废水的分类  ①含有机物的废水  ②含无机物的废水  ③既含有机物又含无机物的混合废水  9. 化工废水的特点及危害  （1）排放量大  （2）水质成分复杂、污染物种类多  （3）污染物毒性大  （4）不易生物降解  （5）营养化物质多  （6）废水温度高  （7）污染范围广  10. 化工废水污染物的指标  （1）废水的物理指标  废水的物理指标主要是指固体含量、色度、臭度、浊度和温度等。  （2）废水的化学指标  废水的化学指标一般包括酸碱度(pH)、化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、总需氧量(TOD)、总有机碳(TOC)、氨氮(NH3-N)、总氮(TN)、总磷(TP)、无机盐、重金属含量等。  11. 化工废水的处理方法  （1）化工废水污染的控制技术按处理的程度，可划分为一级处理、二级处理和三级处理。  ①一级处理: 主要是去除污水中的悬浮物(悬浮固体物、浮油或重油等)，同时起到调节水体pH值以及减轻污水腐化程度的工艺过程。一级处理可采用筛滤、沉淀、浮选和隔油等物理处理技术，除去污水中大部分粒径100μm以上的颗粒物质。  ②二级处理: 是利用各种生物处理技术，即经一级处理的污水再经活性污泥的曝气池及沉淀池，去除废水中呈胶体或溶解状态的有机物，使污水进一步净化的工艺过程。二级处理为废水处理的主体部分，处理水可达到排放标准。  ③ 三级处理: 进一步去除污水中难降解的氮、磷、微细悬浮物、无机盐和微量有机物等的工艺处理过程。三级处理为污水高级处理工业过程，处理水可直接排放到地表系统或回用。  （2）化工废水污染的控制技术按作用原理，可划分为: 物理处理法、化学处理法、物理化学处理法以及生物处理法。  ①物理处理方法  物理处理法利用物理作用分离和去除废水中的悬浮固体、漂浮物、沙和油类物质的方法。在处理过程中不会改变污染物的化学性质。物理处理法具有设备简单、操作方便、成本低等优点，一般作为预处理或补充处理工序。常采用的方法有沉淀法、气浮法、离心分离法和过滤法等。  ②化学处理法是利用化学反应的作用来去除或回收废水中污染物的方法。常采用的方法包括中和法、混凝沉淀法、化学沉淀法和氧化还原法等。  ③ 物理化学处理方法  物理化学处理法是利用物理和化学的综合作用达到废水净化的方法。常用的物理化学方法有吸附法、萃取法、电渗析法、反渗透法和超过滤法等。  ④生物处理方法  生物处理法是利用微生物的代谢功能，使废水中的某些有机污染物分解转化为无害的物质的废水处理法。根据作用微生物的种类和供氧情况分为好氧生物处理法和厌氧生物处理法两种。  12. 化工废渣的来源与分类  化工废渣是指化工生产过程中产生的固态、半固态或液态废弃物，主要来源为化工生产过程中产生的不合格产品(含中间产品)、副产物、废催化剂、未反应的原料、废溶剂、工艺废物、报废的设备、化学品容器、废水处理产生的污泥、空气污染控制设备中排出的粉尘和工业垃圾等。  化工废渣种类种类繁多、成分复杂。按照不同的该方式可分为不同，一般分类方式有以下3种：  按化学性质可分为：有机废渣和无机废渣两类；  按化工固体废物可分为：固体固废和泥状固废；  按化工固废污染防治的需求可分为：一般化工废渣和危险废渣。  13. 化工废渣的特点与危害  （1）化工废渣的特点  ①产量和排放量大；  ②有毒性、危险废物种类多；  ③污染范围广、难恢复性；  ④再资源化可行性大 。  （2）化工废渣的危害  随着工业和经济快速发展，化工废渣的排放量日益增加，有相当一部分直接排放至环境中，对环境造成污染，会间接或直接危害人类健康。化工废渣对环境造成的危害主要体现在以下三个方面：① 侵占土地、污染土壤；② 污染水体 ；③ 污染大气 。  14. 化工废渣的处理原则与技术  （1） 化工废渣的处理原则  我国对固体废弃物污染控制工作起步较晚，在20世纪80年代中期制定了以“无害化”，“减量化”和“资源化”作为控制化工废渣的政策。  ①“无害化”是指将有害固体废物通过物理、化学或生物方法处理，达到不危害人体健康，不污染周围自然环境的目。  ②“减量化”是采取适宜的手段减少或减小化工废渣的数量和容积，以控制或消除其对环境的危害。  ③“资源化”是采取工艺措施从化工废渣中回收有价值的物质和能源。  （2）化工废渣的处理技术  化工废渣中一部分经分选后可回收利用，其余部分的处理方法有卫生填埋法、压实法、破碎法、固化处理法、焚烧法、热解法和微生物分解法等，其中应用最广的为卫生填埋法。  15. 清洁生产的含义  “清洁生产(cleaner production)”的概念最早追溯到由欧洲共同体1976年在巴黎举行的“无废工艺和无废生产国际研讨会”，会上提出了“消除造成污染的根源”的思想。《中国21世纪议程》中给出的清洁生产的定义：既可满足人们的需要又可合理使用自然资源和能源并保护环境的实用生产方法和措施，其实质是一种物料和能耗最少的人类生产活动的规划和管理，将废物减量化、资源化和无害化，或消灭于生产过程之中。同时对人体和环境无害的绿色产品的生产亦将随着可持续发展进程的深入而日益成为今后产品生产的主导方向。  16. 清洁生产的内容  清洁生产主要包括三个方面的内容，即清洁的能源、清洁的生产过程和清洁的产品。  （1）清洁的能源：也称绿色能源。包括常规能源的清洁利用、常规能源节能技术的开发、可再生能源和新能源的利用等。  （2）清洁的生产过程包括：① 尽可能少用或不用有毒有害的原料;② 生产过程产出无毒、无害的中间产品;③ 减少或消除生产过程中的各种危险性因素;④ 物料的再循环利用;⑤ 选用少废或无废的工艺和高效的设备; ⑥ 简便、可控的操作和可靠的控制、完善的管理等。  （3）清洁的产品: 包括尽量节约原料和能源，少用昂贵和稀缺原料；多采用二次资源作原料；消除产品使用过程中和使用后危害人体健康和生态环境的因素；使用后的产品易于回收、复用和再生等。  17. 绿色化工  绿色化工简单而言是把传统的化工绿色化，具体是指将综合预防的环境策略持续地应用于生产过程和产品中，节约原料和能源，淘汰有毒原材料，减少废弃物的毒性和排放，进行生产过程的集成优化，废物利用与资源化，进而降低生产成本和能源消耗；减少产品在整个生命周期过程中对人类和环境的不良影响。绿色化工的宗旨是将现有的化工生产技术路线从“先污染、后治理”转向“从源头上根除污染”。  （1）绿色化工内容包括：① 清洁的能源；② 清洁的生产过程；③ 清洁的产品；④ 清洁的服务；⑤ 清洁的消费。  （2）绿色化工的特点主要为：① 战略性；② 预防性；③ 综合性；④ 统一性；⑤ 持续性。  （3）我国绿色化工发展的三个主要方向是：  ① 重点对现有化工技术进行绿色化改造；  ② 强化生物技术的应用;  ③ 大力推广微化工技术。  18 可持续发展  （1）可持续发展的内涵  可持续发展就是建立在经济、资源、环境、人口、社会相互协调和共同发展的基础上，其宗旨是既能满足当代人的需求而又不危害后代人的发展，核心思想是经济发展、保护资源和保护生态环境协调一致，让子孙后代能够享受充分的资源与良好的环境。  （2）可持续发展的原则  可持续发展主要包含以下三项基本原则：  ① 公平性原则: 主要包括本代人的公平即代内之间的横向公平和代际公平性（即世代之间的纵向公平性）两方面。  ② 持续性原则：指人类的经济活动和社会发展必须在资源和环境承载能力的基础上，也指生态系统受到某种干扰时能保持其生产力的能力。  ③ 共同性原则：指发展经济和保护环境需要全球共同配合行动，需要世界各国的共同和积极参与。  （3）中国对全球推进可持续发展的原则立场  我国2012年6月1日发布的《中华人民共和国可持续发展国家报告》中明确地提出了我国对全球推进可持续发展的原则立场。  ① 坚持经济发展、社会进步和环境保护三大支柱统筹原则；  ② 坚持发展模式多样化原则；  ③ 坚持“共同但有区别的责任”原则等里约热内卢环发大会各项原则。  （4）中国可持续发展的总体思路  ① 把经济结构调整作为推进可持续发展战略的重大举措；  ② 把保障和改善民生作为推进可持续发展战略的主要目的；  ③ 把加快消除贫困进程作为推进可持续发展战略的急迫任务；  ④ 把建设资源节约型和环境友好型社会作为推进可持续发展战略的重要着力点；  ⑤ 把全面提升可持续发展能力作为推进可持续发展战略的基础保障。 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：1. 环境的内涵是什么？  2. 当前危害人类生存的全球十大环境问题是什么？  3. 酸雨形成的原因是什么？酸雨的危害有哪些？  4. 简述温室效应形成的原因及危害。  5. 臭氧层空洞形成的原因是什么？危害有哪些？  6. 简述化工生产对环境的污染主要分类。  7. 哪些项目需要进行环境影响评价？ | | | | | |

## 教学单元十一

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 上课次数 | 第16次 | 日期 | 2023 | 课时 | 1 |
| **教学目标** | | | | | |
| 了解职业病的概念和范围，工业毒物的基本概念和危害，个体防护用品及分类和管理。熟悉职业病的危害因素以及预防原则和措施，粉尘的防护措施，工业毒物的危害和综合防毒措施，工业噪声的来源及分类和危害，射频辐射的危害和防护。掌握紫外线的危害与防护，粉尘的类型和分类，电离辐射的危害和防护。 | | | | | |
| **教学内容** | | | | | |
| 10.1 职业病及其预防  （1）职业病概念  （2）职业病范围  （3）职业病危害因素  （4）职业病预防原则和措施  10.2 粉尘及防尘措施  （1）粉尘危害与分级  （2）粉尘防护措施  10.3 工业毒物及防毒措施  （1）基本概念  （2）工业毒物的危害  （3）综合防毒措施  10.4 其他职业安全技术  （1）工业噪声  （2）电磁辐射污染  （3）个体防护用品管理  （4）个体防护用品及分类  （5）个体防护用品的管理 | | | | | |
| **教学方法** | | | | | |
| 课堂讲授、实例分析、课堂讨论、自主学习法 | | | | | |
| **教学过程**  一.引入  近几年来，职业病发病率呈上升趋势，因粉尘、放射污染和有毒、有害作业导致劳动者患职业病死亡、伤残、部分丧失劳动能力的人数不断增加，而因此产生的职业病纠纷也不断增加。那么什么是职业病?我们在化工生产的过程中应该怎么预防？  二. 讲授  1. 职业病定义  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、放射性物质和其他有毒、有害物质等因素而引起的疾病。  由国家主管部门公布的职业病目录所列的职业病称为法定职业病，界定法定职业病必须具备以下四个条件：  （1）患病主体是企业、事业单位或个体经济组织的劳动者；  （2）必须是在从事职业活动的过程中产生的；  （3）必须是因接触粉尘、放射性物质和其他有毒、有害物质等职业病危害因素引起的；  （4）必须是国家公布的职业病分类和目录所列的职业病。  2. 职业病特点  与其他职业伤害相比，职业病有以下特点：  （1）病因明确  （2）潜伏期长  （3）隐蔽性  （4）不可逆性  3. 职业病危害因素  职业病危害，是指对从事职业活动的劳动者可能导致职业病的各种危害。职业病危害因素是指职业活动中影响劳动者健康的、存在于生产工艺过程以及劳动过程和生产环境中的各种危害因素的统称，包括职业活动中存在的各种有害的化学、物理、生物因素以及在作业过程中产生的其他职业有害因素。  职业病危害因素按其来源分为以下三类：  （1）生产工艺过程中的有害因素  （2）劳动过程中的有害因素  （3）生产环境中的有害因素  4. 职业病预防原则和措施  (1) 设置或者指定职业卫生管理机构或者组织，配备专职或者兼职的职业卫生专业人员负责本单位的职业病防治工作。  (2) 制定职业病防治计划和实施方案。  (3) 建立健全职业卫生管理制度和操作规程。  (4) 建立健全职业卫生档案和劳动者健康监护档案。  (5) 建立健全工作场所职业病危害因素监测及评价制度。  (6) 建立健全职业病危害事故应急教援预案。  (7) 建立健全职业健康宣传教育培训制度。  5. 粉尘危害与分级  （1）粉尘类型  粉尘是指能够较长时间悬浮于空气中的固体微粒，国际上将粒径小于75 μm的固体悬浮物定义为粉尘，在工业生产过程中产生的粉尘称为生产性粉尘，生产性粉尘按其性质分为以下几种：  ① 无机粉尘  ② 有机粉尘  ③ 混合性粉尘  （2）粉尘对人体的危害  粉尘的危害有两个方面：一方面是部分可燃性粉尘与空气混合，可能形成爆炸性气体；另一方面就是对于人体健康的危害。  粉尘对人体的危害如下：  ① 尘肺;② 中毒;③ 上呼吸道慢性炎症;④ 眼睛;⑤ 皮肤;⑥ 致癌作用  （3）生产性粉尘作业分级  生产性粉尘作业按危害程度，根据分级指数G分为四级：相对无害作业（0级）、轻度危害作业（Ⅰ级）、中度危害作业（Ⅱ级）和高度危害作业（Ⅲ级）  6. 粉尘防护措施  （1）密闭；（2）加湿；（3）局部机械排风；（4）工业除尘系统 ；（5）粉尘监测；（6）其他工程措施；（7）加强个人防护  7. 工业毒物与职业中毒  （1）基本概念  凡是作用于人体并产生有害作用的物质均可称为毒物。而狭义的毒物是指小剂量下，通过一定条件作用于机体，引起机体功能或器质性改变，导致暂时性或持久性病理损害乃至危及生命的化学物质。工业毒物（或称生产性毒物）是指在工业生产过程中所使用或生产的有毒物质，如化工生产中所使用的原材料，生产过程中的产品、中间产品、副产品以及其中的杂质，生产中的“三废”排放物中的毒物等均属于工业毒物。  （2）工业毒物的分类  工业毒物常以气体、蒸汽、烟、尘、雾等形态存在于生产环境。工业毒物可按毒物存在的状态、化学属性及作用于人体的性质和部位来分类。  ①按物理形态分类  a气体; b蒸气; c粉尘; d烟尘（烟气）; e雾  ②按毒物作用性质分类  a刺激性毒物; b窒息性毒物; c麻醉性毒物; d全身性毒物  ③按生物作用性质分类  可分为刺激性气体、窒息性气体、麻醉性气体、溶血性及致敏性毒物。  ④按损害的器官或系统  可分为神经系统、呼吸系统、血液系统、循环系统、肝脏、肾脏毒物。  8. 工业毒物的毒性  （1）毒性评价指标  物质的毒性通常用实验动物的死亡数来表达，常用的评价指标有以下四种：  ① 绝对致死剂量或浓度（LD100或LC100）  ② 半数致死剂量或浓度（LD50或LC50）  ③ 最小致死剂量或浓度（MLD或MLC）  ④ 最大耐受剂量或浓度（LD0 或LC0）  （2）毒物的急性毒性分级  根据动物染毒实验资料，将毒物的急性毒性进行分级，分为剧毒、高毒、中等毒、低毒、微毒五级。  （3）职业中毒的类型  ① 急性中毒：急性中毒是短时间内有大量毒物进入人体后突然发生的病变，具有发病急、变化快和病情严重的特点。急性中毒可能在生产现场或下班36小时内发生，多数是因为生产事故或工人违反安全操作规程所引起的。  ② 慢性中毒：慢性中毒是指长时间内有低浓度毒物不断进人人体，逐渐引起的病变。慢性中毒绝大部分是蓄积性毒物所引起的，往往在从事该毒物作业数月、数年或更长时间才出现症状，如慢性铅、汞、锰等中毒。  ③ 亚急性中毒：亚急性中毒介于急性与慢性中毒之间，病变较急性时间长、发病症状较急性缓和的中毒，如二硫化碳中毒。  9. 工业毒物进入人体的途径  工业毒物进入人体的途径有三种，即通过呼吸道、皮肤和消化道，其中最主要的是呼吸道，其次是皮肤，经过消化道进入人体仅在特殊情况下才会发生。  （1）经呼吸道进入  （2）经皮肤进入  （3）经消化道进入  10. 职业中毒对人体的损害  职业中毒可对人体多个系统或器官造成损害，主要包括神经系统、血液和造血系统、呼吸系统、消化系统、肾脏及皮肤等。  （1）神经系统  （2）血液和造血系统  （3）呼吸系统  （4）消化系统  （5）肾脏  （6）皮肤  11. 毒性的影响因素  人体接触毒物后能否中毒及中毒程度受多种因素影响，了解这些因素间相互制约、相互联系的规律，有助于控制不利因素，防止中毒事故的发生。  （1）物质的理化性质对毒性的影响  ① 可溶性：毒物的可溶性越大，其毒性作用越大。  ② 挥发性：其挥发性越大，在空气中的浓度越大，进入人体的毒量越大，对人体的危害作用越大。  ③ 分散度：毒物的颗粒越小，分散度越大，则其化学活性越强，更易于随人的呼吸进入人体，因而毒性越大。  （2）毒物的联合作用影响  （3）生产环境的影响  （4）劳动强度的影响  （5）个体因素的影响  12. 职业接触毒物危害程度分级标准  该标准依据毒物危害程度级别权数D、有毒作业劳动时间权数L和毒物浓度超标倍数B三项指标综合评价，将有毒作业分为五级，分别是0级（安全作业）、一级（轻度危害作业）、二级（中度危害作业）、三级（高度危害作业）和四级（极度危害作业）。  13. 职业接触毒物危害程度分级标准  分级原则是依据各分级指标的危害程度分值F及对职业危害影响作用的权重系数k综合分析，按公式计算毒物危害指数THI，以确定职业接触毒物危害程度级别。毒物危害指数计算公式：    职业接触毒物危害程度分为轻度危害（Ⅳ级）、中度危害（Ⅲ级）、高度危害（Ⅱ级）和极度危害（Ⅰ级）四个等级。  14. 综合防毒措施  （1）工艺设计预防措施  新建、改建、扩建工程的劳动安全卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”。  ① 采用无毒或低毒的生产原料  ② 确定合适工艺路线  ③ 保证生产过程密闭化  （2）有毒作业环境管理措施  ① 健全有毒作业规章制度  ② 定期进行作业环境监测  ③ 净化回收治理措施  a 全面通风换气  b 局部排风收集  c 净化回收  （3）健康管理防护措施  ① 卫生部门应定期对从事有毒作业的劳动者做健康检查，特别要针对有毒物质的种类及可能受损的系统或器官进行健康检查，以便能对职业中毒患者早期发现、早期治疗。  ② 对新入厂员工进行健康体检。  ③ 对从事有毒作业的人员，应按国家有关规定，按期发放防毒保健补贴及保健用品。  ④ 对劳动者进行个人卫生指导，明确纪律，如不在作业场所吃饭、饮水，下班后淋浴，工作服清洗制度等，并安排和提供相应的条件 ⑤ 正确佩戴合适的个人防护用品。  15. 工业噪声来源及分类  （1）按工业噪声产生来源分类  ① 机械性噪声：由于机械的撞击、摩擦、固体的振动和转动而产生的噪声  ② 空气动力性噪声：是由于空气振动而产生的噪声  ③ 电磁性噪声：因电机中交变力相互作用而产生的噪声  （2）按噪声随时间变化的特点分类  ① 稳态噪声：在观察时间内，采用声级计“慢档”动态特性测量时，声压级波动<3dB(A)的噪声。  ② 非稳态噪声：在观察时间内，采用声级计“慢档”动态特性测量时，声压级波动≥3dB(A)的噪声。  ③ 脉冲噪声：噪声突然爆发又很快消失，持续时间≤0.5秒，间隔时间>1秒，声压有效值变化>40dB(A)的噪声。  16. 噪声对人体的危害  （1）损害听觉；  （2）引起人体病症；  （3）影响睡眠  17. 噪声的预防与治理  噪声控制可以从噪声源、噪声传播途径和噪声接受者三个方面进行，基本措施是消除或降低声源噪声、隔离噪声及加强接受者的个人防护。  （1）消除或降低噪声声源  ① 选用低噪音设备、低噪音工艺和低噪音材料；② 合理布局；③ 应用隔振和阻尼减振技术  （2）在噪声传播的途径中采用隔声、吸声、消声等方法是控制噪声的有效措施。  ① 隔声降噪；② 室内吸声降噪；③ 消声器降噪：  （3）个人防护  （4）健康监护  18. 电磁辐射污染  （1）电离辐射的危害  电离辐射危害是超过允许剂量的放射线对人体作用的结果。放射性危害分为体外危害和体内危害。体外危害是放射线由体外穿入人体而造成的危害，如X射线、γ射线和中子都能造成体外危害。较低能量的β粒子和穿透力较弱的a粒子由于能被皮肤阻止，不致造成严重的体外伤害。体内危害是由于吞食、吸入、接触放射性物质，或通过受伤的皮肤直接侵入人体内造成的。  （2）电离辐射的防护  辐射的强度取决于辐射源的强度、受辐射的物体与辐射源的距离、暴露时间及保护屏的效果。防止放射危害的根本方法是控制辐射源的用量，把开放源与外界隔离并控制在有限的空间内。  除控制放射源外，主要从时间、距离和屏蔽三个方面进行防护，同时加强放射性工作场所管理和个人防护。  时间防护是在不影响工作质量的原则下，设法减少人员受照射时间。  距离防护是在保证应用效果的前提下，尽量远离辐射源。辐射强度与从辐射源到辐射目标间的距离的平方成反比——遵循反平方定律。  屏蔽防护是外防护应用最多、最基本的方法。屏蔽设施可设置在房间、设备或辐射源物质运输贮存的场所，工作者可佩带具有屏蔽功能的防护服。屏蔽材料则需根据射线的种类和能量来选择，如X、γ射线可用铅、铁、混凝土等物质，β射线宜用铝和有机玻璃等。  19. 非电离辐射的危害与防护  不能引起原子或分子电离的辐射称为非电离辐射，如紫外线、红外线、无线电或微波设备发射的射频电磁波、激光等都是非电离辐射。  （1）紫外线的危害与防护  紫外线是在电磁波谱中介于X射线和可见光之间的频带。自然界中的紫外线主要来自太阳辐射、火焰和炽热的物体。凡物体温度达到1200℃以上时辐射光谱中即可出现紫外线，物体温度越高，紫外线波长越短，强度越大。紫外线辐射按照其生物作用可分为三个波段：  ① 长波（UVA）波长320~400nm，称晒黑线，其穿透能力最强，生物学作用很弱；  ② 中波（UVB）波长280~320nm，称红斑线，其穿透能力中等，可引起皮肤强烈刺激；  ③ 短波（UVC）波长200~280nm，称灭菌线，穿透能力最弱，作用于组织蛋白及类脂质。  （2）射频辐射的危害与防护  任何交流电路都能向周围空间发射电磁能，形成有一定强度的电磁场。射频辐射是指频率在100kHz~300GHz的电磁辐射，又称无线电波，包括高频电磁场（频率为100kHz~30MHz，波长3km~10m）、超高频（频率为30MHz~300MHz，波长为10m~1m和微波（频率为300MHz~300GHz、波长为1m~1mm），其能量较小。  应用射频辐射的领域包括高频感应加热（如冶炼、半导体材料加工）、高频介质加热（如塑料制品的热合、橡胶硫化等）和微波应用（如雷达导航、探测、微波加热等）。  射频辐射对人体的危害表现在致热效应和非致热效应两方面。致热效应指人体接受电磁辐射后，体内的水分子会随电磁场的方向转换快速运动而使机体升温。非致热效应指吸收的辐射能转化为化学能，不足以引起体温升高，但会出现生物学的变化或反应。微波辐射对人体的伤害，主要是指低强度慢性辐射的影响，大强度的急性作用也可伤害人体，但很少发生。  20. 个体防护用品及分类  （1）头部防护用品  （2）呼吸防护器  ① 过滤式呼吸防护器 ② 隔离式呼吸防护器  （3）眼面部防护用品  （4）听力防护用品  （5）防护服  （6）手和臂防护用品  （7）足部防护用品  （8）防高处坠落防护用品  21. 个体防护用品的管理  与其他职业伤害相比，职业病有以下特点：  （1）个体防护用品的选用  ① 严格按国家标准、行业或地方标准正确选用。  ② 根据生产作业环境、劳动强度以及生产岗位接触有害因素的形式、性质、浓度和防护用品的防护性能进行选用.  ③ 穿戴要舒适方便，不影响工作。  （2）个体防护用品的发放管理 | | | | | |
| **课外作业** | | | | | |
| 思考：  1. 职业病有哪些特点？  2. 职业病的危害因素有哪些？  3. 劳动者有哪些权利和义务？  4. 粉尘侵入人体的途径和危害？  5. 预防粉尘危害应采取哪些技术措施和个体防护措施？  6. “职业中毒”三个要素？  7. 简述工业生产的综合防毒措施。  8. 简述噪声控制的基本措施。  9. 简述电离辐射的危害与防护。  10. 简述射频辐射的危害与防护。 | | | | | |

**8. 课程要求**

**8.1学生自学的要求**

同学们在学习的过程中，除了需要课前充分预习，课后复习相关知识以外，还需要有意识的对照每一章节的基本要求，多思考、多练习，认真的完成课后作业，争取早日写出高水平的科技论文。

**8.2课外阅读的要求**

同学们在课外阅读过程中，以教材为主，以参考用书为辅进行自学总结，有意思找出各章节之间的联系，抓住各章节的重点、难点和关键点，从而理解、强化并掌握所学的知识，巩固课堂上所学的知识，对课堂上没有讲到的知识也可以阅读，遇到问题在课外时间师生共同探讨。

**8.3课堂讨论的要求**

课堂上当老师提问时，同学们应积极开动脑筋，活跃思维，应用所学知识分析问题、解决问题。当老师提出课堂讨论时，你们要充分发挥自己的主观能动性，积极参与讨论，主动的去探究并获取知识，并将讨论过的内容进行归纳、总结、提高，把握其中的重点、难点，并撰写出讨论报告或论文，从而加强对相关知识的理解与掌握。

**8.4课程实践的要求**

同学们在学习科技论文写作的过程中，应该有意识的将课堂上学习到的知识、方法等用于实践，不断熟悉各种数据库、工具及软件，并将其应用于科技论文写作的实践中。

**9．课程考核**

**9.1出勤（迟到、早退等）、作业、报告的要求**

在上课期间，要求同学们不能无故迟到、早退或缺课，不能来上课必须要向老师请假，老师将进行不定期点名，出勤情况将计入平时成绩，如缺课次数超过1/3的同学将直接取消期末考试资格。

老师布置的作业主要有课堂讨论、发言、论文等形式，同学们必须按时按量完成作业，要求报告和论文可以用电脑打印，老师将至少批改作业的1/3，每次登记作业及报告情况，作为期末计算平时成绩的依据。

**9.2成绩的构成与评分规则说明**

根据大纲要求，该门课程是考查课，等级制。

最终成绩=平时考核（100%）。

平时成绩由课堂表现成绩（50%）、课后作业成绩组成（50%）。

课堂表现成绩：采用考勤和课堂随机提问相结合的方式。出勤成绩总分为100分，按百分制评分，旷课一次扣出勤成绩10分，累计超过4次者，取消成绩，本门课程不及格；迟到一次扣5分。课堂表现成绩按50%折算成平时成绩。

课后作业成绩：根据作业提交情况，参照标准答案和作业书写等，对作业进行批阅，按百分制评分，所有作业成绩之和，按50%折算成平时成绩。

**10．学术诚信**

**10.1 杜撰数据、信息**

同学们在完成作业或考试时，不得杜撰数据或信息，弄虚作假，如有此情况者成绩不合格。

**10.2 学术剽窃处理**

在完成习题作业时，同学之间可以相互讨论完成作业，但是不得相互抄袭，如有此情况者，一经发现均视为不合格，并按照学校相关规定处理。

**11．课堂规范**

**11.1课堂纪律**

同学在课堂上应尊重老师，认真听讲，注意力集中，独立思考，做好笔记，积极参与师生互动、课堂讨论，不得做与课堂无关的事情，严禁扰乱课堂秩序，课堂上不得乱讲话、搞小动作、交头接耳、玩手机等。

**11.2课堂礼仪**

老师和同学们在上课期间仪表要端庄，衣着打扮要得体，言谈举止要礼貌。上课的铃声一响，学生应端坐在教室里，恭候老师上课，当教师宣布上课时，全班应迅速肃立，向老师问好，待老师答礼后，方可坐下。在课堂上，同学们要认真听讲，做好笔记。当老师提问时，应该先举手，待老师点到你的名字时才可站起来回答，发言时，身体要立正，态度要落落大方，声音要清晰响亮，并且应当使用普通话。听到下课铃响时，若老师还未宣布下课，同学们应当安心听讲，不要忙着收拾书本，待老师宣布下课后，大家方可离开。

**12．课程资源**

**12.1教材与参考书**

教材：

《化工安全与环保》，化学工业出版社，梁志武主编。

主要参考用书为：

[1] 王凯全 主编.化工安全工程学［M］.北京:中国石化出版社，2007.

[2] 葛晓军等编著.化工生产安全技术［M］.北京:化学工业出版社,2008.

[3] 关荐伊等编著. 化工安全技术［M］.北京:高等教育出版社,2006.

[4] 杨永杰等编著. 化工环境保护概论［M］.北京:化学工业出版社,2017.

[5] 黄岳元，保宇编著.化工环境保护与安全技术概论［M］.北京:高等教育出版社

**12.2专业刊物**

**12.3课外阅读资源**

主要文献资料或相关数据库主要包括ACS、Elesevier、Wiley、 RSC、Springer等数据库中有关化工安全与环境的期刊和论文。

**13．教学合约**

在教学中，我将切实按照本课程实施大纲的内容实施教学过程。请同学们在本门课程开课期间仔细阅读本课程实施大纲，理解教师的教学理念，对课程性质、课程目标、课程内容、教学安排、课程要求、课程考核方式等方面有一个全方面的了解。请各位同学在学习过程中严格执行课程实施大纲中阐述的课堂规范，保持良好的课堂纪律及礼仪，遵守学术诚信规定。

**14．教师寄语**

安全是所有生产生活的基础，希望同学们脚踏实地学好本门课程，提高安全意识，迎接未来的挑战。