

d o c 文档可能在W A P 端浏览体验不佳。建议您优先选择T X T，或下载源文件到本机查看。

化工安全技术 绪论 0.1 该课程的目的及意义 化工生产处理的物质往往具有易燃、易爆、腐蚀性强和有毒有害物质多等特点，且生产装置趋向大型化，一旦发生事故，波及面很大，对国民经济及所在地区的人民安全，带来难以估计的损失和灾害。提高学生的安全意识，为其今后充实到安全生产工作中，改变我国安全生产的被动局面打下良好的基础。化工安全属工业安全卫生学范畴，其地位和作用是由化工本身的特点决定的。在化工产品的开发和生产中，从原料、中间体到成品，大都具有易燃、易爆、有毒、有害等危险性；化工工艺过程复杂多样化，高温、高压、深冷等不安全因素很多。化工事故案例史表明，对加工的化学物质性质及有关的物理化学原理不甚了解，忽视过程和操作的安全，违章操作，是酿成化工事故的主要原因。化工事故造成的损失约为其他工业的 5 倍。因此，开设化工安全技术课程，进行安全技术基础训练，是很有必要的。 0.2 主要参考资料 《化工安全技术》，化学工业出版社，1993 年出版 《危险化学品安全技术》，化学工业出版社，2005 年出版 《化工安全工程概论》，化学工业出版社，2002 年出版 《危险化学品安全经营、储运与使用》，中国石化出版社，2005 年出版 《危险化学品生产安全》，中国石化出版社，2005 年出版 0.3 课程主要内容 (1) 化工生产概论 (2) 化工生产的基本安全技术 (3) 危险化学品储存、使用、运输中的安全技术 (4) 化工生产安全技术与管理 (5) 化工企业安全技术实例

1 1 化工生产概论 1.1 化学工业的特点及分类 1.1.1 化工生产概念 化工生产以化学变化或化学处理为主要特征的工业生产过程。在化学工业中，对原料进行大规模的加工处理，使其不仅在状态与物理性质上发生变化，而且在化学性质上也发生变化，成为符合要求的产品，这个过程即叫化工生产过程。 1.1.2 化学工业发展概况 现代化学工业始于 18 世纪的法国，随后传入英国。19 世纪以煤为基础原料的有机化学工业在德国迅速发展起来。但那时的煤化工其规模并不大，主要着眼于各种化学品的开发。当时的化工过程开发主要是以化学家率领、机械工程师参加进行的。现代化学工业的发展时期是在美国开始的。19 世纪末 20 世纪初，石油的开采和大规模炼油厂的兴建为石油化学工业的发展和化学工程技术的产生奠定了基础。炼油学的背景不如煤化工那么复杂，以此产生了以“单元操作”为标志的现代化学工业的背景。1888 年美国麻省理工学院 (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 开设了世界上最早的化学工程专业，接着宾夕法尼亚大学、土伦大学和密执安大学也先后设置了化学工程专业，教学内容主要是工业化学和机械工程。1915 年 MIT 的 A D Little 首次正式提出单元操作概念，随后进入大发展 (包括数学模型理论) 。20 世纪 60 年代初，新型高效催化剂的发明，新型高级装置材料的出现，以及大型离心机的研究成功，开始了化工装置大型化的进程，化学工业进入新的高度。此后，化学工业过程开发周期已能缩短至 4—5 年，放大倍数达 500—20000 倍。 1.1.3 化学工业分类 一般习惯把化工生产部门分为无机化学工业和有机化学工业部门。一般习惯把化工生产部门分为无机化学工业和有机化学工业部门。无机化学工业部门 (1) 无机化学工业) a 基本无机化学工业：包括无机酸、碱、盐及化学肥料的生产； b 精细无机化学工业：包括稀有元素、无机试剂、药品、催化剂、电子材料的生产； c 电化学工业：包括食盐水溶液的电解，烧碱、氯气、氢气的生产，熔融盐的电解，金属钠、镁、铝的生产，电石、氯化钙和磷的电热法生产等； d 冶金工业：钢铁、有色金属和稀有金属的冶金； e 硅酸盐工业：玻璃、水泥、陶瓷、耐火材料的生产；

2 f 矿物性颜料工业。 (2) 有机化学工业 有机化学工业 a 基本有机合成工业：以甲烷、一氧化碳、氢、乙烯、丙烯以及芳烃为基础原料，合成醇、醛、酸、酮、酯等基本有机合成原料的生产； b 精细有机合成工业：染料、医药、有机农药、香料、合成洗涤剂以及塑料、橡胶的添加剂、纺织、印染助剂的生产； c 高分子化学工业：塑料、合成纤维、合成橡胶等高分子材料的合成工业； d 燃料化学加工工业：石

油、天然气、煤、木材、泥炭的加工工业； e 食品化学工业：糖、淀粉、油脂、蛋白质、酒类等食品的生产； f 纤维素化学工业：以天然纤维素为原料的造纸、人造纤维、胶片等生产。 1. 1. 4 化工生产的特点 化工生产具有易燃、易爆、易中毒，高温、高压，有腐蚀等特点，因而较其它工业部门有更大的危险性。化工生产有四大特点： a 使用的原料、半成品和成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒、有害、有腐蚀的化学危险品，这对贮存运输有特别要求； b 化工生产要求的工艺条件苛刻。有些化学反应在高温、高压下进行，有的要在低温、高真空度下进行。 c 生产规模大型化。近二十多年，国际上化工生产采用大型生产装置是一个明显的趋势。采用大型装置可以明显降低单位产品的建设投资和生产成本，提高劳动生产能力，降低能耗； d 从生产方式上讲，化工生产已经从过去落后的坛坛罐罐的手工操作、间断生产转变为高度自动化、连续化生产；生产设备由敞开式变为密闭式；生产装置从室内走向露天；生产操作由分散控制变为集中控制，同时也由人工手动操作变为仪表自动操作，进而又发展为计算机控制。 1. 1. 5 安全在化工生产的重要意义 化工生产具有易燃、易爆、易中毒，高温、高压，有腐蚀等特点，因此，安全生产在化工行业中就更为重要。一些发达国家的统计资料表明，在工业企业发生的爆炸事故中，化工企业就占了三分之一。随着生产技术和生产规模的大型化，安全生产已成为一个社会问题。我国的化工企业由于安全制度不健全或执行制度不严，操作人员缺乏安全生产知识或技术水平不高、违章作业等，也发生了许多事故。 1987 年前的 20~25 年间，在 95 个国家登记的化学品所发生突发性化学事

名称	汽油	氨	化学品类别	煤油	氯	原油	液化石油气	液体	化学品物质形态	液化气
因素	外部因素(地震、雷击)	阀门管线泄漏	运输事故	工艺过程	泵设备故障	贮存	搬运	机械故障	事故原因	碰撞事故
原因	外部因素(地震、雷击)	阀门管线泄漏	运输事故	工艺过程	泵设备故障	贮存	搬运	机械故障	事故原因	碰撞事故
事故次数(件)	3	4	1	8	1	5	1	2	1	0
比例(%)	18.0	16.1	14.9	14.4	11.2	2.53	47.8	23.1	9.6	34.2
事故频率(%)	35.1	18.2	15.6	12.4	10.4	8.4				
顺序	1	2	3	4	5	6				
事故名称	管道、输送	泵、槽车损坏等	泄漏事故	管道、贮槽、反应釜等破裂	泄					
自然灾	管线、阀门、贮罐等严重泄	漏事故	贮罐等出现重大爆炸、爆裂	等事故	重大					
自然灾害	引起的事故	几起与氨有关的事故	案例。							
发生概率	(次/a)	发生频率	10							

对策 必须采取措施 需要采取措施 采取措施 重视和防范 注意关心
 可能发生 偶尔发生 偶尔发生 极少发生 很难发生
 10-2 10-3 10-4 10-5 10-6
 案例 1: 2006 年 5 月 31 日, 河北省辛集市化工集团化肥有限公司储罐区存 6 t 液氨的罐顶阀体突然破裂, 发生泄漏, 造成 1 人死亡、20 人中毒(其中 6 人中 毒较重), 200 m 外有明显的氨气的刺激性气味, 经过 30 min 修复罐顶阀体。案例 2: 2005 年 11 月 29 日下午 2 时 45 分, 江苏常州新亚化工有限公司(原 肥厂)发生一起液氨泄漏事故。甲胺生产装置在处理放空缓冲罐物料时, 向 甲醇吸收 槽排放稀释氨甲醇混合物, 吸收槽顶盖突然开裂, 槽中物料外泄, 主要成分为氨气及 少量的甲胺、甲醇。附近操作人员及设备安装人员受到了外泄氨味的刺激, 造成 15 人不同程度的呼吸道伤害。事故发生后, 企业根据事故应急预案立即采取了有效措 施, 至当日下午 3 时 20 分, 周围气体才逐渐散去。案例 3: 位于上海市浦东新区 唐陆路 2323 号的上海振众制冷有限公司于 2006 年 2 月 4 日下午 15 时 , 液氨罐体阀门处发生泄漏, 罐体内共装有液氨 500 kg, 泄漏原因为罐体法兰螺丝 松动。抢险班及时实施警戒, 划出安全处置区域并协助 民警疏散围观群众, 同时要求

主管中队消防车出水对周围区域进行稀释；防化班一组做好全面防护，使用扳手紧固阀栏部件，并用堵漏器材对裂缝处进行堵漏。10分钟后，堵漏完成，事故被成功处置。案例4：2004年9月2日18时55分，依兰县北冰洋冰棍厂在向冷液氨过程中输氨管爆裂，造成200多公斤液氨泄漏。在输氨管线上有一个约2厘米长的口子，喷出的液氨有1米多高，依兰县消防中队接到110报警后，3分钟后到达事故现场，顶着液氨的强烈刺激，疏散85人，采取稀释驱散的方法降低空气中氨的浓度，及时关阀断源，经过24分钟的奋力抢险，成功处置了泄漏事故，无人员伤亡。

5

案例5：1977年4月29日夜11时，某化学工业公司化肥厂合成车间氨仓库的一条 $\phi 89\text{mm}$ 的液氨管道因腐蚀而断裂，致使管道内的液氨泄漏3t，氨气波及面积达 2.4km^2 ，先后发生工人43人急性氨中毒，经抢救无一例死亡和后遗症。案例6：2005年7月4日，上海月日液氨气体公司在运输10只液氨钢瓶至汇区惠南镇时，车上一只能载重200公斤液氨的钢瓶爆裂，液氨从裂缝处向外泄漏，烟雾状氨气向四周扩散，致使方圆200米范围空气中布有刺激气味，百余人氨气轻度中毒。爆裂的原因为露天曝晒，钢瓶超期服役、腐蚀严重，钢瓶内液氨过量。国外的2起事故案例：1984年11月，墨西哥城液化石油气站发生爆炸事故，造成540人死亡，4000多人受伤。1984年11月印度博帕尔市的一家发生甲基异氰酸酯毒气泄漏事件，造成2500人死亡，5万人双目失明，15万人终身残疾。2009年3月23日云天化事故——中午12时53分许，云天化股公司合成氨装置合成塔出口管道发生断裂，导致高温、高压气体外泄。由于高温、高压气体外泄形成了强冲击波，并发出爆炸似的响声，附近门窗玻璃被震裂飞溅，导致事发中心现场有7名员工受到轻微伤，工厂附近部分建筑物门窗也受到损坏。已造成17人轻伤，其中7人为公司员工，10人为厂区附近居民，没有重伤和死亡人员，也未造成有毒气体泄漏。中国的化学工业，因制度不健全或执行制度不严，操作人员缺乏安全生产知识或技术水平不高、违章作业等，发生过很多事故。据不完全统计，1983年至1988年发生重大事故647起，死亡人数117人。化工生产造成环境污染，将引发肝炎、肝脾肿大、血象异常、白血病、癌症等职业病。因此化工生产过程中安全是至关重要的。1.2 化学工业的危险与安全事故的多发性和严重性是化学工业独有的特点。1.2.1 化学工业危险因素 美国保险协会(AIA)对化学工业的317起火灾、爆炸事故进行调查，分析了主要和次要原因，把化学工业危险因素归纳为以下九个类型：1.2.1.1 工厂选址 a 易遭受地震、洪水、暴风雨等自然灾害； b 水源不充足；

6

c 缺少公共消防设施的支援； d 有高湿度、温度变化显著等气候问题； e 受邻近危险性大的工业装置影响； f 邻近公路、铁路、机场等运输设施； g 在紧急状态下难以把人和车辆疏散至安全地。1.2.1.2 工厂布局 a 工业设备和储存设备过于密集； b 在显著危险性和无危险性的工业装置间的安全距离不够； c 昂贵设备过于集中； d 对不能替换的装置没有有效的防护； e 锅炉、加热器等水源与可燃物工艺装置之间距离太小； f 有地形障碍。1.2.1.3 结构 a 支撑物、门、墙等不是防火结构； b 电气设备没有防护措施； c 防爆通风换气能力不足； d 控制和管理的指示装置无防护措施； e 装置基础薄弱。1.2.1.4 对加工物质的危险性认识不足 a 在装置中混合原料，在催化剂作用下自然分解； b 对处理的气体、粉尘等在其工艺条件下的爆炸范围不明确； c 没有充分掌握因误操作、控制不良而使工艺过程处于不正常状态时的物料和产品的详细情况。1.2.1.5 化工工艺 a 没有足够的有关化学反应的动力学数据； b 对有危险的副反应认识不足； c 没有根据热力学研究确定爆炸能量； d 对工艺异常情况检测不够。1.2.1.6 物料输送 a 各种单元操作时对物料流动不能进行良好控制； b 产品的标示不完全； c 风送装置内的粉尘爆炸；

7

d 废气、废水和废渣的处理不当； e 装置内的装卸设施。1.2.1.7 误操作忽略关于运转和维修的操作教育； b 没有充分发挥管理人员的监督作用； c 开车、停车计划不适当； d 缺乏紧急停车的操作训练； e 没有建立操作人员和安全人员之

间的协作体制。 1. 2. 1. 8 设备缺陷 a 因选材不当而引起装置腐蚀、损坏； b 设备不完善，如缺少可靠的控制仪表等； c 材料的疲劳； d 对金属材料没有进行充分的无损探伤检查或没有经过专家验收； e 结构上有缺陷、如不能停车而无法定期检查或进行预防维修； f 设备在超过设计极限的工艺条件下进行； g 对运转中存在的问题或不完善的防灾措施没有及时改进； h 没有连续记录温度、压力、开停车情况及中间罐和受压罐内的压力变动。 1. 2. 1. 9 防灾计划不充分 a 没有得到管理部门的大力支持； b 责任分工不明确； c 装置运行异常或故障仅有安全部门负责，只是单线起作用； d 没有预防事故的计划，或即使有也很差； e 遇有紧急情况未采取得力措施； f 没有实行由管理部门和生产部门共同进行的定期安全检查； g 没有对生产负责人和技术人员进行安全生产的继续教育和必要的防灾培训。 1. 2. 2 化工装置紧急状态 对于化工装置紧急状态可以划分为以下五个等级：对于化工装置紧急状态可以划分为以下五个等级：（1）运转失灵：指运转发生紊乱，只要更换备用设施，就可以在尚未发生故障或事故之前恢复正常运转；（2）故障：指设备需要停车检修，但又未发生其它损坏的状态；（3）异常：指对工艺过程需要采取一定措施，否则就有可能发生事故；

8

（4）事故：指设备损坏、生产中止或火灾、爆炸、毒物泄露、人员伤亡。对此必须采取紧急措施。事故状态没有扩展；（5）灾害：指不但发生了事故，而且事故状态扩展，对外界造成威胁。需要采取紧急措施，并求得外部支援。 1. 2. 3 化学工业安全措施 在前面，已经给出了化学工业和石油工业的危险因素，以下将对占较大比例的危险因素提出相应的安全措施。 1. 2. 3. 1 设备安全 确定设备的安全性，需要考虑以下因素： a 是否按照相应的安全标准、规范进行设计； b 是否按照设计说明书正确进行制造； c 是否有适当的安全防护装置； d 维护、检查的程序是否完整。 1. 2. 3. 2 物料加工和操作安全 应该建立原料、中间体、产物和副产物的完整的物性数据档案。根据《第 170 号国际公约》及 1997 年我国施行的《工作场所安全使用化学品规定》，属于危险化学品的物料，可向供应商或制造商索取该物料的《化学品安全技术说明书》，对各种物质的状态、闪点、沸点、熔点、爆炸极限、燃点等性质数据，以及操作、贮运、应急处置等，都应该有清晰地了解。对于操作程序，可分为有化学反应的和无化学反应的两种类型。所谓“有化学反应的”是指在设备中进行聚合、缩合、热裂解、催化裂化、氧化等化学反应。而“无化学反应的”则是指混合、溶解、清洗、蒸馏、萃取、吸收等不进行化学反应的单元操作。对有可能发生的误操作，以及一旦发生所造成的后果，应分门别类地进行分析评价。特别是对可能造成重大损失或损害的操作要格外注意。 1. 2. 3. 3 装置布局安全 化工装置的布局 and 排列，对于绝大多数操作都应该是最有效的，而且安全问题也必须放在同等重要的地位。对于大量处理可燃液体的石油和化工企业，装置布局和设备间距应该注意以下几点： a 须留有空地以把工艺单元可能的火灾控制在最小范围； b 危险性较大的区域应该与其他部分保持足够的安全距离； c 装置事故不能直接影响水、电、气等公用工程设施； d 因各种原因有可能使装置界区内浸水时，须设置防水设备；

9

e 应该特别注意公路、铁路在装置附近的情况； f 对于道路，应该注意在发生事故时能较方便地接近装置； g 在装置的边界和出入口，应该安装监视设施。 1. 3 化工安全理论和技术的发展动向 1. 3. 1 化工危险性评价和安全工程 近年来一些大型化工企业为了防止重大的灾难性事故，提出了不少安全评价方法。这些方法的核心内容是辨识和评价危险性。所谓危险性是指在各类生产活动中造成人员伤亡和财产损失的潜在性原因，处理不当有可能发展成为事故。安全工程的目的是采取措施，使危险性发展成为事故的可能尽量减少。所以这种评价也叫危险性评价。常用的安全工程评价法包括：常用的安全工程评价法包括： a 经验系统化方法 这类方法是通过以往的事故经验把评价对象的危险性辨识出来。如安全检查表法、预先危险性分析法、Dow 化学公司法等。 b 系统解剖分析法 对新开发的工艺和装置，须对系统进行解剖，研究各个组成部分的作用及其发生故障时对系统的影响。 c 逻辑推导法 采用逻辑推理的方法辨识危险性。 d 人的失误分析法 1. 3. 2 安全系统工程的开发和应用 安全系统工程是把生产或作业中的安全作为一个整体系统，对设计、施工操作、维

修、管理、环境、生产周期和费用等构成系统的各个要素进行全面分析，确定各种状态的危险特点及导致灾难性事故的因果关系，进行定性和定量的分析和评价，从而对系统的安全性做出准确预测，使系统事故减少至最低程度。在既定的作业、时间和费用范围内取得最佳的安全效果。1.3.3 化工安全技术的新发展 近几十年来，随着安全技术广泛应用在各个领域，对安全的认识不断深化，实现安全生产的方法和手段日趋完善。（1）设备故障诊断技术和安全评价技术迅速发展；（2）监测危险状况，消除危险因素的高新技术不断出现；（3）救人灭火技术有了很大的进展；

1 0

（4）预防职业危害的安全技术有了很大进步；（5）化工生产和化学品贮运技术等不断趋于完善，管理水平也有了很大提高。2 化工生产的基本安全技术 2.1 典
型化学反应的基本安全技术 一个化工生产过程所包括的步骤分为两类：一个化工生产过程所包括的步骤分为两类：a 化学反应过程：通常在反应器中进行，以化学反应为主。不同化学工业中的化学反应不同，反应机理千差万别，其反应器在构造与操作原理上有很大的差别。b 单元操作过程：化工生产中基本的物理处理过程。一个化工生产过程由若干单元操作与化学反应串联组合而成。

化学反应过程

化工生产的核心

原料的预处理

化工生产过程

物理处理过程（单元操作） 单元操作） 产品的加工

化学反应是有新物质形成的一种变化类型。在发生化学反应时，物质的组成和化学性质都发生了改变。化学反应以质变为其最重要的特征，还伴随着能的变化。化学反应过程必须在某种适宜条件下进行，例如反应物料应有适宜的组成、结构和状态，应要在一定的温度、压强、催化剂以及反应器内的适宜流动状况下进行。由于化学反应过程物质变化多样，反应条件要求严格，反应设备结构复杂，所以其安全技术要求较高。2.1.1 氧化 广义地讲，氧化是指失去电子的作用；狭义的讲，氧化是指物质与氧的化合作用。氧化反应在化工生产中得到广泛的应用。如氨氧化制硝酸、甲苯氧化制苯

1 1

甲酸、乙烯氧化制环氧乙烷等。氧化剂包括无机氧化剂和有机氧化剂，无机氧化剂包括：高价金属氧化物、高价金属盐、硝酸、硫酸、氯酸钠、臭氧、过氧化氢等；有机氧化剂一般是缓和的氧化剂，包括硝基物、亚硝基物、过氧酸以及与无机氧化物形成的复合氧化剂。2.1.1.1 氧化的危险性分析 a 氧化反应需要加热，但反应过程又是放热反应，这些反应热如不及时移去，将会使温度迅速升高甚至发生爆炸；b 有的氧化反应其物料配比接近于爆炸下限，倘若配比失调，温度控制不当，极易爆炸起火；c 被氧化的物质大部分是易燃易爆物质，如氧化制取环氧乙烷的乙烯、氧化制取苯甲酸的甲苯等；d 氧化剂具有很大的火灾危险性，如遇点火源以及有机物、酸类接触，皆能引起着火爆炸；e 部分氧化产品有些也具有火灾危险性，此外氧化过程还能生成危险性较大的过氧化物。2.1.1.2 氧化过程的安全技术要点 a 反应物料的配比应严格控制在爆炸范围之外；b 在催化氧化过程中，对于放热反应，应控制适宜的温度、流量，防止超温、超压；c 在反应器前和管道上应安装阻火器；d 使用硝酸、高锰酸钾等氧化剂时，要严格控制加料速度，防止多加、错加；e 氧化反应使用的原料及产品，应采取相应的防火措施；f 设备系统中配备必要的安全防护措施；g 必须保证反应设备的良好传热能力。对于放热反应，要严格控制反应温度，防止超温，一旦超温，反应将越来越快，以至温度急剧上升（飞温）而无法控制，造成事故。2.1.2 还原 广义地讲，还原是指得到电子的作用；狭义地讲，还原是指物质被夺去氧或得到氢的反应。还原种类很多。如硝基苯在盐酸溶液中被铁粉还原成苯胺、邻硝基苯甲醚在碱性溶液中被锌粉还原成邻氨基苯甲醚等。常用的还原剂有氢气、硫化氢、硫化钠、锌粉、铁屑、氯化亚锡、甲醛等。还原的危险性及安全技术要点

1 2

a 无论是利用初始态还原，还是用催化剂把氢气活化后还原，都有氢气存在（氢

气的爆炸极限为 4.1%—75%)，特别是催化加氢还原，大都在加热、加压条件下进行，如果操作失误或因设备缺陷有氢气泄漏，极易与空气形成爆炸性混合物，如遇着火源即会爆炸； b 固体还原剂保险粉、硼氢化钠（钾）、氢化铝锂等都是遇湿易燃危险品。其中保险粉遇水发热，在潮湿空气中能分解析出硫，硫蒸气受热具有自燃的危险，且保险粉本身受热到 190℃也有分解爆炸的危险； 硼氢化钾（钠）在潮湿空气中能自燃，遇水或酸即分解放出大量氢气，同时产生高热，可使氢气着火而引起爆炸事故； 以上还原剂，遇氧化剂会剧烈发生反应，产生大量热量，具有着火爆炸的危险，故不得与氧化剂混存； c 还原反应中所使用的催化剂雷氏镍吸潮后在空气中有自燃危险，即使没有着火源存在，也能使氢气和空气的混合物引燃形成着火爆炸。因此，当用它们来活化氢气进行还原反应时，必须先用氮气置换反应器内的全部空气； d 还原反应的中间体，特别是硝基化合物还原反应的中间体，亦有一定的火灾危险。例如，在邻硝基苯甲醚还原为邻氨基苯甲醚的过程中，产生氧化偶氮苯甲醚，该中间体受热到 150℃能自燃。苯胺在生产中如果反应条件控制不好，可生成爆炸危险性很大的环己胺； e 开展技术革新，研究采用危险性小、还原效率高的新型还原剂代替火灾危险性大的还原剂。

2.1.3 硝化 硝化通常是指在有机化合物分子中引入硝基（—NO₂），取代氢原子而生成硝基化合物的反应。如甲苯硝化生产梯恩梯（TNT）、苯硝化制取硝基苯、甘油硝化制取硝化甘油等。硝化是染料、炸药及某些药物生产中的重要反应过程。常用的硝化剂是浓硝酸或混酸（浓硝酸和浓硫酸的混合物）。

2.1.3.1 硝化过程的火灾危险性 a 硝化是一个放热反应，引入一个硝基要放热 152.2~153 kJ/mol，所以硝化需要降温条件下进行。在硝化反应中，倘若稍有疏忽，如中途搅拌停止、冷却水供应不良、加料速度过快等，都会使温度猛增、混酸氧

ing k a i j i e 贡献
d o c 文档可能在 W A P 端浏览体验不佳。建议您优先选择 T X T，或下载源文件到本机查看。

《化工安全技术》考试题库 一、填空题（18分） 1. 停工检修项目应做到“五定”，分别是指定检修方案、定检修人员、定安全措施、定检修质量和定检修进度。

2. 物质燃烧必须具备3个条件，分别是：有可燃物、有助燃物（氧气或氧化剂）以及火源。 3. 生产性毒物进入人体的途径有呼吸道、消化道和皮肤。 4. 对盛装有毒、可燃、腐蚀性物料的设备、容器、管道进行检修，应按规定的时间进行彻底的蒸汽吹扫、热水蒸煮、酸碱中和、氮气置换、使其内部不含有残渣、余气，取样分析应符合安全技术标准要求。 5. 安全检查采取日常检查、定期检查、专业检查以及不定期检查等四种检查方式。 6. 防止静电危害的方法有接地法、泄漏法、中和法以及工艺控制法等几种。 7. 电气工作“三票制”是指停（送）电工作票、倒闸操作票、临时用电票。 8. 三级安全教育指班组、车间和厂级三级安全教育。 9. 化工单元操作的种类有加热、冷却、加压、负压、冷冻、物料输送、熔融、干燥、蒸发以及蒸馏等。

10. 常见化工工艺有氧化还原工艺、硝化工艺、加氢工艺、氯化工艺、氟化工艺、过氧化工艺、重氮化工艺及磺化工艺等。 11. 常见事故堵漏技术包括顶紧式堵漏技术、焊接堵漏技术、粘接堵漏技术以及注剂式堵漏技术等几类。 12. 防止静电危害的通用对策和基本措施有静电控制法、自然泄漏法、静电中和法以及静电接地法等几种。

13. 国家标准 GB 13690—1992《常用危险化学品的分类及标志》，按主要危险特性把危险化学品分为8类，并规定了常用危险化学品的包装标志27种（主标志16种，副标志11种）。这8类危险化学品分别是：爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品、放射性物品和腐蚀品。 14. 常用的灭火剂有：水、泡沫、干粉、水蒸汽、惰性气体（氮、二氧化碳、四氯化碳）和卤代烷（1211、1202）等。 15. 安全标签内容包括化学品及其主要有害组分标识、警示词、危险性概述、安全措施、灭火方法、批号、索取提示、联系方式以及应急咨询电话。

二、判断题（12分，正确的打“√”，错误的打“×”） 1. 在危险化学品仓库动火属于一级用火。（ ）

2. 装置停工、检修、必须制定停工、检修、开工方案及其安全措施。重大项目的检修方案、安全措施，要经过讨论，由主管厂长（经理）或总工程师批准。（ ）

3. 打开设备人孔前，其内部温度、压力应降到安全条件以内，并从上而下依次打开

。在打开底部人孔时，应先打开最底部放料排空阀，待确认内部没有堵塞或残存物料时，方可进行。（ ） 4. 含油污水系统的检查井、地漏要确保密实、盖严，装置内的明沟、地坑（包括其它下水井）地面平台及设备、管道外表的油污、物料要吹扫干净，避免动火时发生着火爆炸。（ ） 5. 凡进入有毒、有害部位（包括进入设备内，下槽进下水井内）作业，必须选佩适用的防毒面具、氧气呼吸器、空气呼吸器等特殊防护用品，以防中毒窒息。（ ） 6. 蒸汽用于扑救封闭、半封闭油池油罐火灾是行之有效的，但对于敞开油池、油罐火灾使用要慎重，用法不当反而会引起蔓延。由于蒸汽往往从一个方向喷出，使火焰吹出的方向倾斜，有可能将邻近可燃物点燃，造成蔓延。（ ） 7. 氧气呼吸器的氧气压力降至2.94 MPa时，就应迅速离开有毒现场。（ ）

8. 过滤式防毒面具适用于空气中氧含量大于18%，有毒气体浓度小于2%的环境。（ ）

9. 在进入容器内部前，必须将容器上的人孔和手孔全部打开，使空气对流。在进入烟室或燃烧室检查前，也必须进行通风。在容器内进行检查时外应有专人监护。

（ ） 10. 在潮湿的容器内检修而用电灯照明时，照明电压不得超过12 V；在比较干燥的容器内，而且有妥善的安全措施时，可采用不高于36 V的照明电压。进入容器内部检修，应使用12 V或24 V的低压防爆灯或手电筒；检测仪器的电压超过36 V时，必须采用绝缘良好的软线和可靠的接地线。（ ） 11. 检修压力容器时，如需要卸下或上紧受压部件的紧固件，应将介质全部排出以后再进行。能够转动的或其中有可动部件的压力容器，应锁住开关，固定牢靠。（ ） 12. 取样分析应符合安全技术标准要求。分析合格后，用符合其工艺压力等级要求的盲板堵上，使之与相应的设备、管道、系统隔绝。加盲板应按停工方案、盲板图（表）严格执行并做好明显标志，由专人统一编号管理，防止漏堵漏抽。（ ） 三、简答题（30分） 1. 灭火的基本方法有哪些？ 答：根据着火三要素这一特点，只要消除或破坏掉某一个条件，燃烧就会停止。所以灭

火的基本方法有以下3种： 隔离法：将着火物体与可燃物隔开，由于没有了可燃物，火也就自动熄灭了。 窒息法：阴止空气与燃烧物表面接触，或用不燃物冲淡空气，使燃烧物得不到足够的氧气而自熄。 冷却降温法：将灭火剂（如水），直接喷到燃烧物体上，使燃烧物的温度降到燃点以下，燃烧即可终止。 2. 发现着火时应怎样处理？ 答：发现着火不要惊慌，应立即用就近的灭火器材进行扑救，同时发出信号，有警报器的拉响警报，告诉附近的操作人员，立即向消防队报警，在紧急行动时要特别注意以下几点：（1）使用就近灭火器材，要能扑救燃烧的物质并做到正确操作，使之有效地扑灭火灾，火势大时做到外援到之前，控制火势不使其蔓延。（2）正确处置生产操作，防止火势扩大，防止误操作带来更大的损失。（3）附近人员听到警报后，一定要在安排好自己的操作岗位前提下，按分工职责前去支援，做到既有人坚守岗位，又有人去救火。（4）正确报警，目前多采用电话报警，在报警时，按准火警电话号码，接通电话后，要讲清火灾地点及着火对象，同时要注意正确回答消防队的问话。 3. 电器着火怎样扑救？ 答：扑救电器及其他带电设备火灾时，应与电工合作，首先切断电源，切断电源后的电气设备灭火方法与扑救一般的火灾相同，如需带电灭火时，应注意选择灭火剂，初起火灾可用二氧化碳、四氯化碳、“1211”、“1202”以及干粉等，这些灭火剂不导电，但需要注意人体与带电体之间的距离。扑救电机火灾时，最好不用干粉，以免留下粉尘。此外为了防止大型电机轴的变形，扑救时，应使其慢速旋转。用直流水枪、喷雾水枪扑救带电的电气设备火灾也很有效，但要正确使用才不会发生危险。 4. 对义务消防员的要求有哪些？ 答：（1）认

真贯彻“预防为主、防消结合”的消防工作方针，带领本单位职工认真学习有关消防工作方针、政策和指示。（2）积极学习消防业务知识，熟悉本单位的水源、道路、设施和各种消防设备的位置，并做到对各种消防设备的性能会使用，能保养。（3）积极协助单位领导制定防火措施，并协助解决火险隐患和其它不安全因素。

（4）工作认真，坚守岗位，模范遵守劳动纪律和各种规章制度。（5）要以高度的责任心及时发现本岗位存在的火险隐患，除及时向领导汇报进行解决外，并主动报告消防部门。（6）如果发生火灾，除及时向消防队报警外，还要及时有效地对初起火灾进行扑救，在消防队到达现场时，主动介绍情况，配合灭火。（7）做到平时

坚守岗位，搞好平稳操作，经常不断地宣传消防工作方针、政策和重大意义。战时做到召之即来，来之能战，服从命令，听从指挥。（8）对消防工作认真负责，坚持原则，对违反防火防爆有关规定者予以制止。

5. 使用过滤式防毒面具应注意哪些事项？答：（1）使用时应根据头型大小，选择合适的面罩，佩戴时，其边缘与头部应吻合；（2）使用前应将面罩、导气管、滤毒罐联结起来，并检查整套面具的气密性；（3）使用时必须事先拔去滤毒罐底部进气孔的橡皮塞；（4）在使用前必须弄清作业环境中的毒剂性质和浓度，否则禁止使用；（5）使用后，面罩可用肥皂水洗涤晾干，再用75%的酒精球揩擦消毒，应将滤毒罐的上盖和底部皮塞堵紧，保持密封；（6）使用后失效的滤毒罐，只能防护其相适应的各种有毒气体的蒸汽。使用务必按说明书性能对号使用，并控制使用时间。

6. 在生产现场得悉一个工人中毒倒下，你怎么办？答：（1）立即打电话通知生产调度和单位值班或医院急救室；（2）简单问清在什么地方，初步判断是什么毒物；（3）佩戴好防毒面具或氧气呼吸器，另请一人就近监护，最好有两人同去，随时联系；（4）将患者移到空气新鲜、温度适宜的地方，立即解开妨碍呼吸和血液循环的一切物件；如衣服和皮肤被毒物污染，须脱去衣服，但在冬季注意保暖；（5）检查中毒者是否有心跳，如果没有，则应立即胸外挤压心脏或进行心肺复苏术；（6）如果心跳、呼吸存在，只是眼睛和皮肤受化学物质沾污，则就地用流动水冲洗，时间10~20分钟。

7. 怎样加强对灭火器等小型消防器材的管理？

答：消防器材应有专人负责管理，并列为交接班内容之一；消防器材要专物专用，不能作为他用；定期检查、保养和换药，做好档案记录；消防器材应放置在取用方便、明显的地方，附近不能堆放杂物，保持道路通畅。

8. 义务消防员应做到哪“四会”？答：（1）会检查火险隐患；（2）会管理和使用消防器材；（3）会消除火险隐患；（4）会扑救初起火灾。

9. 常用的人工呼吸法及使用范围有哪些？答：（1）俯卧压背法，用于中毒、窒息、触电、溺水者；（2）仰卧压胸法：用于气体中毒、触电、窒息等，不适合于溺水者；（3）仰卧牵臂法：适用于触电者和孕妇；（4）口对口吹气法：对能从呼吸道排出毒物中毒者禁用。

10. 常见防爆泄压装置和设施有哪些？答：常见防爆泄压装置和设施包括：（1）安全阀（杠杆式、弹簧式等）；（2）爆破片；（3）易熔塞；（4）工业加热炉体用防爆门、窗；（5）防爆球阀；（6）呼吸阀；（7）泄液阀；（8）事故贮槽；（9）放空管；（10）高架（低空）火炬；（11）轻质墙；（12）轻质屋面板；（13）建筑物的泄压门、窗等。

四、化工事故案例分析（40分）对以下化工事故案例进行技术原因分析，并提出防范同类事故的对策措施。

1. 某公司“7·9”重大火灾事故 【事故名称】 某公司“7·9”重大火灾事故 【事故概况、经过】

某中外合资化工制品有限公司位于锡澄公路西侧，占地面积约10000m²，有职工135人，主要生产聚苯乙烯（PS）和可发性聚苯乙烯（EPS），年产量均为5000左右。1995年7月9日19:00，30多名工人在岗工作，19:50突然停电，2min备发电机启动供电，恢复生产时，当班工人发现6号釜和12号釜启动不起来。经检查，确认6号釜已结釜，12号釜可能还未结釜。为此，当班车间主任A某与工艺员B某商量后决定对12号釜放料处理。于是PS车间5号操作工C某立即启动冷却水泵，12号釜操作工D某打开12号釜底阀放料，放料时釜内压力为0.66MPa，温度为60℃，排放10min后确认12号釜已结釜（此时釜内压力为0.4MPa，温度为40℃）20，C某由门卫返回车间的途中（C某去门卫准备打电话向厂长汇报情况，门卫叫他问清情况后再打），发现EPS车间地面发生爆燃，引燃车间内外堆放的EPS和PS，化验员E某当场烧死，另有13人烧伤。20:35市公安消防大队接到报警，立即出动3辆消防车、25名指战员，并调集附近单位专职消防队3辆消防车赶赴现场扑救，市消防支队接到增援报告后，派出4辆消防车增援。经过消防人员奋力扑救，大火于22:40被扑灭。事故当场烧死1人，伤13人，后经医院抢救无效，又有2人死亡，过火面积近100m²，直接经济损失40余万元。

【事故技术分析】 该公司生产EPS每釜需丁烷140kg、戊烷70kg，PS2t、水3.5t、肥皂液30kg，7月9日1，6号釜、12号釜先后结釜，操作工在对12号釜采取放料措施时致使大量的丁烷、戊烷化能力加强，并有多硝基物生成，容易引起着火和爆炸事故；b硝化剂具有氧化性，常用硝化剂浓硝酸、硝酸、浓硫酸、发烟硫酸、混合酸等等都具有较强的氧化

性、吸水性和腐蚀性。它们与油脂、有机物，特别是不饱和的

1 3

有机化合物接触即能引起燃烧。在制备硝化剂时，若温度过高或落入少量水，会促使硝酸的大量分解和蒸发，不仅会导致设备的强烈腐蚀，还可造成爆炸事故；c 被硝化的物质大多易燃，如苯、甲苯、甘油（丙三醇）、脱酯棉等，不仅易燃，有的还兼有毒性，如使用或储存管理不当，很易造成火灾；d 硝化产品大都具有着火爆炸的危险性，特别是多硝基化合物和硝酸酯，受热、摩擦、撞击或接触着火源，极易发生爆炸或着火。2. 1. 3. 2 硝化的安全技术要点 a 硝化设备应确保严密不漏，防止硝化物料溅到蒸馏管道等高温表面上而引起燃烧和爆炸，同时严防硝化器夹道焊缝因腐蚀使冷却水漏入硝化物中；b 车间厂房设计应符合国家爆炸危险场所安全规定，必要时硝化反应器应采取隔离措施；c 采用多段式硝化器可使硝化过程达到连续化，使每次投料少，减少爆炸中毒的危险；d 配置混酸时，应先将浓硫酸稀释后再加浓硝酸，要严防温度猛升而冲料或爆炸；e 硝化过程中一定要避免有机物质的氧化；f 往硝化器中加入固体物质，必须采用漏斗等设备使加料工作机械化；g 在蒸馏硝基化合物时，防止热残渣与空气混合发生爆炸；h 避免油从填料函落入硝化器中引起爆炸；I 对于特别危险的硝化产物（如硝化甘油），则需将其放入装有大量水的安全处理槽中；j 分析取样时应当防止未完全硝化的产物突然着火，防止烧伤事故。2. 1. 4

电解 电流通过电解质溶液或熔融电解质时，在两个极上所引起的化学变化称为电解。电解在工业上有着广泛的作用。许多有色金属（钠、钾、镁、铅等）和稀有金属（锆、钪等）冶炼，金属铜、锌、铝等的精炼；许多基本化学工业产品（氢、氧、氯、烧碱、氯酸钾、过氧化氢等）的制备，以及电镀、电抛光、阳极氧化等，都是通过电解来实现的。如食盐水电解生产氢氧化钠、氢气、氯气，电解水制氢等。食盐水电解过程中的危险性分析与防火要点 a 盐水应保证质量 盐水中如含有铁杂质，能够产生第二阴极而放出氢气；盐水中带入铵盐，在适宜的条件下（ $pH < 4.5$ 时），铵盐和氯作用可生成氯化铵，氯作用于浓氯化铵溶液

1 4

还可生成黄色油状的三氯化氮。三氯化氮是一种爆炸性物质，与许多有机物接触或加热至 90°C 以上以及被撞击，即发生剧烈地分解爆炸。因此盐水配制必须严格控制质量，尤其是铁、钙、镁和无机铵盐的含量，应尽可能采取盐水纯度自动分析装置，这样可以观察盐水成分的变化，随时调节碳酸钠、苛性钠、氯化钡或丙烯酸胺的用量；b 盐水添加高度应适当 在操作中向电解槽的阳极室内添加盐水，如盐水液面过低，氢气有可能通过阴极网渗入到阳极室内与氯气混合；若电解槽盐水装得过满，在压力下盐水会上涨，因此，盐水添加不可过少或过多，应保持一定的安全高度。采用盐水供料器应间断供给盐水，以避免电流的损失，防止盐水导管被电流腐蚀（目前多采用胶管）；c 防止氢气与氯气混合 氢气是极易燃烧的气体，氯气是氧化性很强的有毒气体，一旦两种气体混合极易发生爆炸，当氯气中含氢量达到 5% 以上，则随时可能在光照或受热情况下发生爆炸。造成氢气和氯气混合的原因主要是：阳极室内盐水液面过低；电解槽氢气出口堵塞，引起阴极室压力升高；电解槽的隔膜吸附质量差；石棉绒质量不好，在安装电解槽时碰坏隔膜，造成隔膜局部脱落或者送电前注入的盐水量过大将隔膜冲坏，以及阴极室中的压力等于或超过阳极室的压力时，就可能使氢气进入阳极室等，这些都可能引起氯气中含氢量增高。此时应对电解槽进行全面检查，将单槽氯含氢浓度控制在 2% 以下，总管氯含氢浓度控制在 0.4% 以下；d 严格电解设备的安装要求 由于在电解过程中氢气存在，故有着火爆炸的危险，所以电解槽应安装在自然通风良好的单层建筑物内，厂房应有足够的防爆泄压面积；e 掌握正确的应急处理方法 在生产中当遇突然停电或其他原因突然停车时，高压阀不能立即关闭，以免电解槽中氯气倒流而发生爆炸。应在电解槽后安装放空管，以及时减压，并在高压阀门上安装单向阀，以有效地防止跑氯，避免污染环境和带来火灾危险。

2. 1. 5 聚合 将若干个分子结合为一个较大的组成相同而分子量较高的化合物的反应过程为聚合。如氯乙烯聚合生产聚氯乙烯塑料、丁二烯聚合生产顺丁橡胶和丁苯橡胶等。聚合按照反应类型可分为加成聚合和缩合聚合两大类；按照聚合方式又可分

1 5

为本体聚合、悬浮聚合、溶液聚合和乳液聚合、缩合聚合五种。 2.1.5.1 聚合的危险性分析 a 本体聚合 本体聚合是在没有其他介质的情况下(如乙烯的高压聚合、甲醛的聚合等),用浸在冷却剂中的管式聚合釜(或在聚合釜中设盘管、列管冷却)进行的一种聚合方法。这种聚合方法往往由于聚合热不易传导散出而导致危险。例如在高压聚乙烯生产中,每聚合1公斤乙烯会放出3.8MJ的热量,倘若这些热量未能及时移去,则每聚合1%的乙烯,即可使釜内温度升高12~13℃,待升高到一定温度时,就会使乙烯分解,强烈放热,有发生暴聚的危险。一旦发生暴聚,则设备堵塞,压力骤增,极易发生爆炸。 b 溶液聚合:它是选择一种溶剂,使单体溶成均相体系,加入催化剂或引发剂后,生成聚合物的一种聚合方法。这种聚合方法在聚合和分离过程中,易燃溶剂容易挥发和产生静电火花。 c 悬浮聚合:它是用水作分散介质的聚合方法。它是利用有机分散剂或无机分散剂,把不溶于水的液态单体,连同溶在单体中的引发剂经过强烈搅拌,打碎成小珠状,分散在水中成为悬浮液,在极细的单位小珠液滴(直径为0.1μm)中进行聚合,因此又叫珠状聚合。这种聚合方法在整个聚合过程中,如果没有严格控制工艺条件,致使设备运转不正常,则易出现溢料,如若溢料,则水分蒸发后未聚合的单体和引发剂遇火源极易引发着火或爆炸事故。 d 乳液聚合:它是在机械强烈搅拌或超声波振动下,利用乳化剂使液态单体分散在水中(珠滴直径0.001~0.01μm),引发剂则溶在水里而进行聚合的一种方法。这种聚合方法常用无机过氧化物(如过氧化氢)作引发剂,如若过氧化物在介质(水)中配比不当,温度太高,反应速度过快,会发生冲料,同时在聚合过程中还会产生可燃气体。 e 缩合聚合:它也称缩聚反应,是具有两个或两个以上功能团的单体相互缩合,并析出小分子副产物而形成聚合物的聚合反应。缩合聚合是吸热反应,但由于温度过高,也会导致系统的压力增加,甚至引起爆裂,泄漏出易燃易爆的单体。 2.1.5.2 聚合的安全技术要点 a 反应器的搅拌和温度应有控制和联锁装置,设置反应抑制剂添加系统; b 严格控制工艺条件,保证设备的正常运转,确保冷却效果,防止暴聚;

1.6 c 控制好过氧化物引发剂在水中的配比,避免冲料; d 设置可燃气体检测报警仪,以便及时发现单体泄漏,采取对策; e 特别重视所用容积的毒性及燃烧爆炸性,加强对引发剂的管理。 2.1.6 氯化 以氯原子取代有机化合物中氢原子的过程称为氯化。如由甲烷制甲烷氯化物、苯氯化制氯苯等。常用的氯化剂有:液态或气态氯、气态氯化氢和各种浓度的盐酸、磷酸氯(三氯化磷)、三氯化磷(用来制造有机酸的酰氯)、硫酰氯(二氯硫酰)、次氯酸酯等。氯化过程危险性分析与安全要点 a 氯化反应的火灾危险性主要决定于被氯化物质的性质及反应过程的条件。反应过程中所用的原料大多是有机易燃物和强氧化剂,如甲烷、乙烷、苯、酒精、天然气、甲苯、液氯等。如生产1t甲烷氯化物需要2006m³甲烷、6960kg液氯,生产过程中同有着火爆炸危险。所以,应严格控制各种着火源,电气设备应符合防火防爆要求; b 氯化反应中最常用的氯化剂是液态或气态的氯。氯气本身毒性较大,氧化性极强,储存压力较高,一旦泄漏是很危险的。所以贮罐中的液氯在进入氯化器使用之前,必须先进入蒸发器使其气化。在一般情况下不准把储存氯气的气瓶或槽车当贮罐使用,因为这样有可能使被氯化的有机物质倒流进气瓶或槽车引起爆炸。对于一般氯化器应装设氯气缓冲罐,防止氯气断流或压力减小时形成倒流; c 氯化反应是一个放热过程,尤其在较高温度下进行氯化,反应更为剧烈。例如在环氧氯丙烷生产中,丙烯需预热至300℃左右进行氯化,反应温度可升至500℃,在这样高的温度下,如果物料泄漏就会造成着火或引起爆炸。因此,一般氯化反应设备必须有良好的冷却系统,并严格控制氯气的流量,以免因流量过快,温度剧升而引起事故。 d 由于氯化反应几乎都有氯化氢气体生成,因此所用的设备必须防腐蚀,设备应保证严密不漏。因为氯化氢气体易溶于水,通过增设吸收和冷却装置就可以除去尾气中绝大部分氯化氢。 2.1.7 催化 催化反应是在催化剂的作用下所进行的化学反应,分为单相催化反应和多相催化反应。催化剂是指在化学反应中能改变反应速度而本身的组成和质量在反应前后保持不变的物质。常用的催化剂有金属、金属氧化物和无机酸。

1.7 工业上绝大多数化学反应都是催化反应。例如氮和氢合成氨,由二氧化硫和氧合成三氧化硫,由乙烷和氧合成环氧乙烷等都是属于催化反应。催化的危险性分析

a 反应操作：在催化过程中若催化剂选择不正确或加入不适量，易形成局部反应激烈； b 催化产物：催化过程往往产生有毒有害的物质，如氯化氢、硫化氢、氢气等。氯化氢有腐蚀和中毒危险；有的产生硫化氢，则中毒危险更大，且硫化氢在空气中的爆炸极限较宽（4.3%~45.5%），生产过程中还有爆炸危险；有的催化过程产生氢气，着火爆炸的危险更大，尤其在高压下，氢的腐蚀作用可使金属高压容器脆化，从而造成破坏性事故； c 原料气：原料气中某种能与催化剂发生反应的杂质含量增加，可能成为爆炸危险物。

2.1.8 磺化 磺化是在有机化合物分子中引入磺（酸）基（ $-SO_3H$ ）的反应。常用的磺化剂有发烟硫酸、亚硫酸钠、亚硫酸钾、三氧化硫等。如用硝基苯与发烟硫酸生产间氨基苯磺酸钠，卤代烷与亚硫酸钠在高温高压条件下生成磺酸盐等均属磺化反应。

2.1.8.1 危险性分析 a 常见的磺化剂浓硫酸、三氧化硫、氯磺酸等都是氧化剂。特别是三氧化硫，它一旦遇水则生成硫酸，同时会发出大量的热量，使反应温度升高造成沸溢、导致起火或爆炸； b 可燃物与强氧化剂混合反应，非常危险，因其已经具备了可燃物与氧化剂作用的燃烧条件，对于这类磺化反应，要严格控制反应条件，防止反应失控； c 磺化反应是强放热反应，若在反应过程温度超高，可导致燃烧反应，造成起火或爆炸事故。

2.1.8.2 磺化的安全技术要点 a 使用磺化剂必须严格防水防潮、严格防止接触各种易燃物，以免发生火灾爆炸，经常检查设备管道，防止因腐蚀造成穿孔泄漏； b 保证磺化反应系统有良好的搅拌和有效的冷却装置，以及时移走反应热，避免温度失控； c 严格控制原料纯度，投料操作时顺序不能颠倒，速度不能过快；

1 8

d 反应结束，注意放料安全，避免烫伤及腐蚀伤害； e 磺化反应系统应设置安全防爆装置和紧急防料装置，一旦温度失控，立即紧急防料，并进行紧急冷处理。

2.2 化工单元操作的基本安全技术 任何一种化工产品的生产过程，都是由若干单元操作及化学反应过程组合而成的。每个单元操作，都是在一定的设备中进行的。例如，吸收操作是在吸收塔内进行的；干燥操作是在干燥器内进行的。单元操作不仅在化工生产中占有重要地位，而且在石油、轻工、制药及原子能等工业中也广泛应用。

化工单元操作：整个化工生产中普遍采用的、遵循共同的操作原理，所用设备相近，具有相同作用的一些基本的物理性操作，称为“化工单元操作”。如流体输送、搅拌、沉降、过滤、热交换、蒸发、结晶、吸收、蒸馏、萃取、吸附以及干燥等。

单元操作的分类： a 按操作目的分： 流体输送：气体和液体的输送； 物料的混合：主要指通过搅拌达到物料混合或分散的目的； 物料的加热或冷却：利用物料和环境之间的温度差输入或输出热量； 均相混合物的分离：气体吸收、液体蒸馏、萃取等； 非均相混合物的分离：过滤和沉降。 b 按单元操作遵循的基本规律分： 动量传递过程遵循流体力学基本规律的单元操作：流体输送、沉降、过滤和离心分离等； 热量传递过程遵循热交换基本规律的单元操作：如传热、蒸发等； 质量传递过程遵循通过扩散，从一相转移到另一相的过程：吸收、吸附、蒸馏、萃取、离子交换、膜分离等。

单元操作特点： a 都是物理操作； b 都是化工生产过程中共有的操作； c 用于不同化工生产过程的同一单元操作，其原理相同，所用设备亦通用。各种单元操作依据不同的物理化学原理，应用相应的设备，达到各自的工艺目的。如蒸馏根据液体混合物中各组分挥发能力的差异，可以实现液体混合物中

1 9

各组分分离或某组分提纯的目的。

2.2.1 物料输送 在工业生产过程中，经常需要将各种原材料、中间体、产品以及副产品和废弃物，由前一个工序输往后一个工序，由一个车间输往另一个车间，或输往储运地点，这些输送过程就是物料输送。物料输送是化工行业最普遍的操作手段。物料的相态，形态不同，输送的设备和方法也各不相同，无论采用何种设备和方法输送物料，运行安全都是极为重要的，否则一出故障可能会危及整个生产的全局。

2.2.1.1 固体块状物料和粉状物料输送 (1) 固体物料输送机械与设备 (2) 固体物料输送安全注意事项 a 防止人身伤害事故 在输送设备的日常维护中，润滑、加油和清扫工作是操作者致伤的主要机会；特别关注设备对操作者严重危险的部位，如皮带同皮带轮接触的部位；注意链斗输送机下料器的摇把反转伤人；不得随意拆卸设备突起部位的防护罩，避免设备高速运转时突起部位将人刮到。 b 防止设备事故 防止皮带运行过程中，因高温物料烧坏皮带； 严密

注意齿轮负荷的均匀，物料的粒度以及混入其中的杂物，防止因为卡料，拉断链条，甚至拉毁整个输送设备的机架；防止链斗输送机下料器下料过多，料面过高造成链带拉断。（3）气力输送系统的安全注意事项 a 气流输送系统除本身会产生故障之外，最大的问题是系统的堵塞和由静电引起的粉尘爆炸。粉料气流输送系统应保持良好的严密性。其管道材料应选择导电性材料并有良好的接地，如采用绝缘材料管道，则管外应采取接地措施。输送速度不应超过该物料允许的流速，粉料不要堆积管内，要及时清理管壁。 b 输送有爆炸性或燃烧性物料时，要采用氮、二氧化碳等惰性气体代替空气，以防造成燃烧或爆炸。 2.2.1.2 液态物料输送

2 0

在化工生产中，经常遇到液态物料在管道内的输送。高处物料可以借助其位能自动输往低处。将液态物料从低处输往高处、由一处水平输往另一处、由低压处输往高压处以及为保证克服阻力所需要的能量时，都要依靠泵这种设备去完成。充分认识被输送的液态物料的易燃性，正确选用和操作泵，对化工安全生产十分重要。化工生产中，输送的流体种类很多。流体的温度、压力等操作条件，流体的性质、流量以及所需要提供的能量等方面有很大的不同。为了适应不同情况下的流体输送要求，因而需要不同结构和特性的流体输送机械。流体输送机械根据工作原理的不同通常分为四类，即离心式、往复式、旋转式及流体动力作用式。（1）离心泵的安全要点 a 避免物料泄漏引发事故 b 避免空气吸入导致爆炸 c 防止静电引起燃烧 d 避免轴承过热引起燃烧 e 防止绞伤（2）往复泵、旋转泵的安全要点 往复泵和旋转泵（齿轮泵、螺杆泵）用于流量不大、扬程较高或对扬程要求变化较大的场合，齿轮泵一般用于输送油类等黏性较大的液体。往复泵和旋转泵均属正位移泵，开车时必须把出口阀门打开，严禁采用关闭出口阀门的方法进行流量调节，否则造成泵内压力升高，引发爆炸事故。这一点与离心泵不同，离心泵是可以采用关闭出口阀门的方法进行流量调节的。（3）流体作用泵的安全要点 流体作用泵是靠压缩气体的压力或运动着的流体本身来进行流体的输送，如空气升液器、喷射泵等。这类泵无活动部件且结构简单，在化工生产中有着特殊的用途，常用于输送腐蚀性流体。空气升液器等是以空气为动力的设备，必须有足够的耐压强度，必须有良好的接地装置。输送易燃液体时，不能采用压缩空气压送，要用氮气、二氧化碳等惰性气体代替空气，以防止空气与易燃液体的蒸气形成爆炸性混合物，遇点火源造成爆炸事故。 2.2.1.3 气体物料输送（1）气体输送设备分类 通风机

2 1

鼓风机 压缩机 真空泵 离心式风机，鼓风机与压缩机的工作原理和离心泵相似，依靠叶轮的旋转运动，使气体获得能量，从而提高了气体的压强和速度；通风机都是单级，起输送气体之用，所产生的表压强 $< 14.7 \times 10^3 \text{ Pa}$ ；鼓风机，产生的表压强 $(14.7 \sim 294) \times 10^3 \text{ Pa}$ ；压缩机，都是多级的，压缩机的表压强 $> 294 \times 10^3 \text{ Pa}$ ，气体都有较显著的压缩作用。（2）气体物料输送安全要点 气体与液体不同，气体具有可压缩性，因此，气体输送机械与液体输送机械不尽相同。用于输送液体的机械称为泵，用于输送气体的机械称为风机及压缩机。气体物料输送中，气体压强发生变化，体积和温度也相应发生变化。对气体物料的输送必须特别重视在操作条件下气体的燃烧爆炸危险。 I 通风机和鼓风机 a 保持其防护罩完好，避免人身伤亡事故； b 必要时安装消音装置。 II 真空泵 a 严格密封； b 输送易燃气体，尽可能采用液环式真空泵。 III 压缩机 a 保证散热良好； b 严防泄漏； c 严禁空气与易燃性气体在压缩机内形成爆炸性混合物； d 防止静电； e 预防禁忌物的接触； f 避免操作失误。 2.2.2 干燥 干燥是利用热能使固体物料中的水分（或溶剂）除去的单元操作。干燥的热源有热空气、过热蒸汽、烟道气和明火等。干燥所用的介质有空气、烟道气、氮气或其它惰性气体。

2 2

干燥的目的是为了使物料便于运输、加工处理，贮藏和使用。例如，聚氯乙烯的含水量须低于0.2%，否则在其制品中将有气泡生成；抗菌素的含水量太高则会影响其使用期限等等。干燥在其它农业部门中也得到普遍的应用，如副产品的加工、造纸、纺织、制革、木材加工和食品工业中，干燥都是必不可少的操作。 2.2.2.1 干燥过程的分类 按操作的压力不同，干燥可分为常压干燥和真空干燥。真空干燥温度较低

，适合对于热敏性、易氧化或要求产品含水量极低的物料干燥；按照热能传给湿物料的方式，干燥又可分为传导干燥、对流干燥、辐射干燥和介电加热干燥，以及由其中两种或三种方式组成的联合干燥；按操作方式来分，干燥操作又可分为连续式和间歇式。连续式的优点是生产能力大，热效率高、劳动条件比间歇式好又能得到较均匀的产品。间歇式的优点是基建费用较低，操作控制方便，能适应多品种物料，但干燥时间较长，生产能力较少。

2.2.2.2 干燥的安全要点 a 易燃易爆物料干燥时，采用真空干燥比较安全； b 易燃易爆及热敏性物料的干燥要严格控制温度及时间； c 正压操作的干燥器应密闭良好； d 干燥前必须彻底清除物料中含有的杂质； e 在操作洞道式、滚筒式干燥器时，须防止机械伤害； f 在气流干燥中，应严格控制干燥气流风速。

2.2.3 蒸馏 蒸馏的理论依据是利用溶液中各组分蒸汽压的差异，即各组分在相同的压力、温度下，其挥发性能不同（或沸点不同）来实现分离目的。蒸馏是分离液体混合物的一种方法，是传质过程中最重要的单元操作之一。在工业中，广泛应用蒸馏方法分离液体混合物，从石油工业、酒精工业直至焦油分离，基本有机合成，空气分离等等，常常采用蒸馏分离方法，特别是大规模的生产中蒸馏的应用更为广泛。

2.2.3.1 蒸馏的分类 蒸馏按操作可分为简单蒸馏、平衡蒸馏、精馏、特殊精馏等多种方式；按原料中所含组分数目可分为双组分蒸馏及多组分蒸馏；按操作压力则可分为常压蒸馏、加压蒸馏、减压（真空）蒸馏；按操作是否连续蒸馏和间歇蒸馏；

2.3

工业中的蒸馏多为多组分精馏，但作为蒸馏问题的基础，本节着重讨论常压下的双组分精馏。对不同的物料应选择正确的蒸馏方法和设备：对不同的物料应选择正确的蒸馏方法和设备：在处理难于挥发的物料时（常压下沸点在 150°C 以上）应采用真空蒸馏，这样可以降低蒸馏温度，防止物料在高温下分解、变质或聚合。在处理中等挥发性物料（沸点为 100°C 左右）时，采用常压蒸馏。对沸点低于 30°C 的物料，则应采用加压蒸馏。

2.2.3.2 蒸馏的安全要点 蒸馏涉及到加热、冷凝、冷却等单元操作，是一个比较复杂的过程，危险性大。蒸馏过程的主要危险有： a 易燃液体蒸汽与空气形成爆炸混合物； b 塔釜复杂的残留物在高温下发生热分解、自聚及自燃； c 不稳定杂质分解爆炸； d 低沸点杂质瞬间产生大量蒸汽发生爆炸； e 腐蚀泄漏发生火灾； f 物料堵塞引起超压爆炸； g 温度控制不当而引起液泛、冲料、超压、自燃及淹塔的危险； h 加料量控制不当，有沸溢的危险； I 回流量控制不当，使蒸馏温度发生异常。在安全技术上，除了注意以上安全要点以外，还应根据物料的性质和工艺要求等条件，注意以下安全要点：（1）常压蒸馏）易燃液体蒸馏不可选择明火做热源；腐蚀性物料蒸馏设备的防腐蚀；自燃点低的物料要严防泄漏；高温蒸馏系统要防止冷却水突然漏入塔内；防止凝固点低的物料凝固堵塞管道；冷却介质不可中断。（2）减压蒸馏）真空蒸馏设备的密闭性很重要，蒸馏设备中温度很高，一旦吸入空气，对于某些易燃物质有引起爆炸和着火的可能；氮气置换后再关闭真空泵，以防止空气进入热的蒸馏锅引起燃烧或爆炸；

2.4

注意操作顺序，先打开真空活门，然后开冷却器活门，最后打开蒸汽阀门；易燃物料真空蒸馏的排气管处理，应通至厂房外，管道上应安装阻火器。（3）加压蒸馏）设备气密性和耐压性十分重要，应安装安全阀和温度、压力调节控制装置；蒸馏易燃液体时，应注意系统的静电消除；蒸馏设备应经常检查、维修。

2.2.4 蒸发 蒸发是借加热作用使溶液中所含溶剂不断气化，以提高溶液中溶质的浓度，或使溶质析出的物理过程。例如，氯碱工业中的碱液提浓、海水的淡化等。蒸发过程的实质就是一个传热过程。蒸发按其操作压力不同可分为常压、加压和减压蒸发。常见蒸发设备有循环型和单程型两种：蒸发的安全要点 a 凡蒸发的溶液皆具有一定的特性。如溶质在浓缩过程中可能有结晶、沉淀和污垢生成，这些都能导致传热效率的降低，并产生局部过热，促使物料分解、燃烧和爆炸，因此要控制蒸发温度； b 对热敏性物料必须考虑温度控制。为防止热敏性物质的分解，可采用真空蒸发的方法，降低蒸发温度，或采用高效蒸发器，增加蒸发面积，减少停留时间； c 溶液蒸发产生结晶和沉淀，针对这些物质的稳定性，必须严格控制蒸发温度。

2.2.5 加热 加热是指热能传给较冷物体而使其变热的过程，是促进化学反应和物料蒸发、蒸馏等操作的必要

手段。加热的方法一般有直接火加热（烟道气加热）、蒸气或热水加热、载体加热以及电加热等。2.2.5.1 直接火加热 直接火加热的危险性：直接火加热的危险性：温度不容易控制，可能造成局部过热烧坏设备；加热不均匀容易造成液体蒸汽的燃烧爆炸。直接火加热的安全要点：直接火加热的安全要点：采取隔离措施，不使厂房内存在明火；加热锅内残渣应经常清除；加热锅的烟囱、烟道等灼热部位应经常维修；漏料要及时转移；

2.5

使用煤粉作为燃料时，在制粉系统上要安装爆破片；使用液体或气体作燃料时，点火前应吹扫炉膛，以免积存爆炸性混合气体。2.2.5.2 水蒸气、热水加热 水蒸气、水蒸气、热水加热的危险性：水蒸气、热水加热的危险性：利用水蒸汽、热水加热相对较安全，主要危险在于设备或管道超压爆炸，升温过快引发事故。水蒸气、热水加热的安全要点：水蒸气、热水加热的安全要点：定期检查蒸汽夹套和管道的耐压强度；严密监视设备的压力变化；保持适当的升温速度；高温水蒸气加热的设备要注意保温。2.2.5.3 载体加热 在用水蒸气、热水不能满足要求时，可采用矿物油、有机物、无机物等作为载体进行加热。常用的载体有：机油、锭子油、二苯混合物、熔盐、金属熔融物等。载体加热的危险性主要在于载体物质本身的危险性。

载体加热的危险性主要在于载体物质本身的危险性。载体加热的安全要点：载体加热的安全要点：油类作载体：油循环系统要严格封闭；二苯混合物作载体：不得混入低沸点杂质（如水等），也不得混入易燃易爆杂质；无机物作载体：易燃易爆物混入的爆炸危险；金属蒸汽对人体的伤害。2.2.5.4 电加热 电加热的危险性：电加热的危险性：主要危险是电炉丝绝缘受到破坏，受潮后短路以及接点不良而产生电火花电弧，电线发热等引燃物料；物料过热分解爆炸。电加热的安全要点：电加热的安全要点：电炉加热易燃物料时，应采用封闭式电炉；用电感加热时，应保证设备的安全可靠程度；注意被加热物料的危险特性；加强通风以防止形成爆炸性混合物。

2.2.6 冷却、冷凝与冷冻 冷却、冷却是指使物料温度降低而不发生相变化的过程。在化工生产中，把物料冷却在冷却大气温度以上时，可以用空气或循环水作为冷却介质；冷却温度在15℃以上，

2.6

可以用地下水；冷却温度在0~15℃之间，可以用冷冻盐水。还可以借某种沸点较低的介质的蒸发从需冷却的物料中取得热量来实现冷却，常用的介质有氟里昂、氨等。此时，物料被冷却的温度可达-15℃左右。冷凝 冷凝是指使热物料的温度降低而发生相变化的过程，通常指物质从气态变成液态的过程。化工生产过程中实现冷却、冷凝的设备通常是间壁式换热器。冷冻是指把物料的温度降到比周围环境温度更低的操作。冷冻操作的实质是借助于某种冷冻剂蒸发或膨胀时直接或间接地从需要冷冻的物料中取走热量。-100℃是划分一般冷冻与深度冷冻（深冷）的界限。化工生产中通常用冷冻盐水间接制冷。2.2.6.1 冷却、冷凝的安全要点 冷却、

正确选用冷却剂和冷却设备；冷却设备的密闭性要求；冷却操作时，冷却介质不能中断，否则会造成积热，系统温度、压力骤增，引起爆炸；开车时，应先通冷却介质；停车时，应先停物料，后停冷却系统；有些凝固点较高的物料，遇冷易变得黏稠或凝固，在冷却时要注意控制温度，防止物料卡住搅拌器或堵塞设备及管道；不凝缩可燃气体排空时，要充惰性气体保护；检修设备必须彻底清洗、置换。2.2.6.2

冷冻操作安全要点 a 注意冷冻剂的危险 注意冷冻剂的危险：氨、氟里昂、乙烯、丙烯的危险特性 b 氨冷冻压缩机的安全要点 氨冷冻压缩机的安全要点：采用防爆型电气设备；压缩机出口方向设置能通到吸入管的安全装置；油分离器应设于室外；设备要有足够的耐压程度及密封性良好；紧急停车时要注意冷冻物料的排空处理；设备低温材质的选择；避免含水物料冻结堵塞管道。2.2.7 熔融 熔融是将固体物料通过加热使其熔化为液态的操作。在化工生产中常常需将某些固体物料（如苛性钠、苛性钾、萘、磺酸等）熔融

2.7

之后进行化学反应。碱熔过程中的碱屑或碱液飞溅到皮肤上或眼睛里会造成灼伤。碱融物和磺酸盐中若含有无机盐等杂质，应尽量除掉，否则这些无机盐因不熔融会造成局部过热、烧焦，致使熔融物喷出，容易造成烧伤。熔融过程一般在150~3

50℃下进行，为防止局部过热，必须不间断地搅拌。可以采用烟道气、油浴或金属浴加热。熔融安全要点 从安全技术角度出发，熔融的主要危险在于熔融物料的危险性、熔融时的粘稠程度、中间副产物的生成、熔融设备、加热方式等方面。避免物料熔融时对人的伤害；注意熔融物中杂质的危害；降低物质的粘稠程度；防止溢料事故；选择适宜加热方式和加热温度；避免熔融设备事故；注意熔融过程的搅拌。

2.3 化工设备的安全运行与管理 2.3.1 特种设备安全监察 (1) 概述 特种设备：涉及生命安全，危险性较大的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施。国务院于2003年3月11日以373号令发布《特种设备安全监察条例》，自2003年6月1日起实施。该条例对特种设备的设计、制造、安装、改造、维修、使用、检验检测及监督检查做出了规定，相关单位、机构、政府职能部门均应严格执行。(2) 特种设备使用单位的责任 1) 采购 应当使用符合安全技术规范要求的特种设备。投入使用前，核对制造单位出厂时的各种技术文件，产品合格证书，安装、使用及维修说明，监督检验证明等。2) 登记 投入使用前或投入使用后30日内，使用单位应当向直辖市或者设区的市特种设备安全监察部门登记，登记标志应当置于或附着于特种设备的显著位置。3) 建档

2.8

设计文件、制造单位、产品合格证、使用维护说明书、安装技术文件，定期检验、自行检查记录，使用状况记录，设备及附件日常维护记录，运行故障和事故记录，应急措施和救援预案。4) 自检 5) 定检 6) 注销（报废） 7) 作业人员（持证作业，接受培训和安全监督管理） 8) 法律责任 2.3.2 锅炉 2.3.2.1 定义及分类 是指利用各种燃料、电或其他能源，将所盛装的液体加热到一定的参数，并承载一定压力的密闭设备。其范围规定为：容积 ≥ 30 L的承压蒸汽锅炉；出口水压 ≥ 0.1 MPa（表压）且额定功率 ≥ 0.1 MW的承压热水锅炉。锅炉由“锅”和“炉”两部分及辅机、附件、仪表等组成。其主要作用是通过燃料在炉中燃烧，将燃料的化学能转换为热能，并把热量传给水，使其变为蒸汽，或被加热为较高温度的热水。常采用蒸发量大小及蒸汽压力大小进行分类：(1) 按蒸发量分 小型锅炉：蒸发量 < 20 t/h 中型锅炉： 20 t/h \leq 蒸发量 ≤ 100 t/h 大型锅炉：蒸发量 > 100 t/h (2) 按蒸汽压力分 低压锅炉：蒸汽压力 ≤ 2.45 MPa 中压锅炉： 2.45 MPa $<$ 蒸汽压力 ≤ 3.82 MPa 高压锅炉： 3.82 MPa $<$ 蒸汽压力 ≤ 5.88 MPa 超高压锅炉： 5.88 MPa $<$ 蒸汽压力 ≤ 8.82 MPa 2.3.2.2 锅炉安全装置（安全附件） 锅炉安全附件 (1) 安全阀 当锅炉压力超过预定的值时，安全阀自动开启，排气泄压，将压力控制在允许范围内，并发出警报；当压力降到允许值后安全阀又能自动关闭，使锅炉在允许的压力范围能继续运行。工业锅炉上常用的安全阀有：弹簧式安全阀、杠杆式安全阀、静重式安全阀。

2.9

安全阀的维护： 1) 常检查其铅封是否完好； 2) 发现有渗漏现象时及时更换或检修； 3) 常保持安全阀的清洁，防止其排气管被堵塞； 4) 定期对安全阀进行动排放试验，以防止安全阀的阀瓣和阀座被水垢、污物粘住或堵塞。(2) 压力表 压力表的维护： 1) 保持清洁，表盘的玻璃应明亮清晰； 2) 经常检查压力表指针的转动和波动是否正常；检查压力表连接管是否漏水、漏气现象； 3) 一般每半年校验一次；校验后应封印，并注明下次校验日期； 4) 定期吹洗压力表连接管，以免堵塞。(3) 水位表 水位表的维护： 1) 经常冲洗水位表，保持清洁明亮； 2) 水位表的汽、水旋塞和放水旋塞应保证严密不漏。 2.3.2.3 锅炉的安全使用管理 (1) 日常维护保养及定期检验 1) 锅炉运行中，应不定期查看锅炉的安全附件是否灵敏可靠，辅机运行是否正常，本体的可见部分有无明显的缺陷； 2) 每2年对运行的锅炉进行一次停炉内外部检验；重点检验受压元件有无裂痕、腐蚀、变形、磨损，各种阀门、胀孔、铆缝处是否有渗漏，安全附件是否正常、可靠，自动控制、讯号系统及仪表是否灵敏可靠等。 3) 每6年对锅炉进行一次水压试验（新装、迁装、停用1年以上需要恢复使用的锅炉，以及受压元件经过大修的锅炉也应进行水压试验）。(2) 锅炉房 1) 锅炉一般应安装在单独修建的锅炉房内，与其他建筑的距离应符合安全要求； 2) 每层至少有2个出口（分设在两侧）； 3) 锅炉房通向室外的门应向外开，锅炉运行期间不得锁住； 4) 锅炉房内工作室或生活室的门应向内开。(3) 使用登记及管理

3 0

2. 3. 2. 4 锅炉的安全运行 (1) 水位的调节 (2) 蒸汽压力的调节 (3) 蒸汽压力的调节 (4) 燃烧的监控及调节 (5) 蒸汽锅炉运行中有下列情况之一时应立即停炉: 1) 锅炉水位低于水位表的下部最低可见边缘; 2) 不断加入给水及采取其他措施, 但水位仍然下降; 3) 锅炉内水位超过最高可见水位(满水), 经放水仍不能见到水位; 4) 给水泵全部失效或给水系统故障, 不能向锅炉进水; 5) 水位表或安全阀全部失效; 6) 设置在汽相空间的压力表全部失效; 7) 锅炉元件损坏且危及运行人员安全; 8) 燃烧设备损坏, 炉墙倒塌或锅炉架被烧红; 9) 微机锅炉安全运行的其他异常情况。 2. 3. 2. 5 锅炉事故及原因分析 (1) 爆炸事故 主要指锅炉中的主要受压部件如锅筒、联箱、炉胆、管板等发生破裂爆炸的事故(可导致厂房设备损坏并造成人员伤亡)。主要原因: 超压、存在缺陷或超温。 (2) 重大事故 指锅炉无法维持正常运行而被迫停炉(往往造成设备损坏和人员伤亡)。 1) 缺水事故 2) 满水事故 3) 炉管爆破 4) 炉膛爆炸 5) 水汽共腾(水质差, 负荷增加或压力降低过快) 6) 水击事故 7) 其他(省煤器、过热器损坏, 锅炉结渣等) 2. 3. 3 压力容器 压力容器: 是一种能承受压力载荷的密闭容器, 它的主要作用是储存和运输有压力的气体、液化气体或某些液体, 或者为这些流体的传热、传质过程提供一个密闭空间。

3 1

《特种设备安全监察条例》规定的监察对象为同时具备下列条件的压力容器: 最高工作压力 ≥ 0.1 MPa (表压); 内径 ≥ 0.15 m; 容积 ≥ 0.025 m³; 盛装介质为气体、液化气体或最高工作温度高于等于标准沸点的液体。 2. 3. 3. 1 压力容器分类 (1) 按工作压力分 低压容器: $0.1 \text{ MPa} < p < 1.6 \text{ MPa}$, 多用于化工、机械制造、冶金采矿等企业 中压容器: $1.6 \text{ MPa} \leq p < 10 \text{ MPa}$, 多用于石油化工企业 高压容器: $10 \text{ MPa} \leq p < 100 \text{ MPa}$, 多用于氮肥企业和一部分石油化工企业 超压容器: $p \geq 100 \text{ MPa}$, 主要用于高分子聚合设备 (2) 按安全的重要程度分 1) 第三类压力容器 高压容器; 中压容器(仅限毒性程度为极高和高度危险介质); 中压储存容器(仅限易燃或毒性程度为中度危险介质, 且 $pV \geq 10 \text{ MPa m}^3$); 中压反应器(仅限易燃或毒性程度为中度危险介质, 且 $pV \geq 0.5 \text{ MPa m}^3$); 低压容器(仅限毒性程度为极高和高度危险介质, 且 $pV \geq 0.2 \text{ MPa m}^3$); 高压、中压管壳式余热锅炉; 中压搪瓷压力容器; 使用强度级别较高的材料制造的压力容器; 移动式压力容器(包括铁路罐车、罐式汽车、罐式集装箱); 球形储罐(大于等于 50 m^3); 低温液体储存容器(容积大于 5 m^3)。 介质毒性(GB 5044《职业性接触毒物危害程度分级》, 最高允许浓度): 极度危害(I级) $< 0.1 \text{ mg/m}^3$; 高度危害(II级) $0.1 < 1.0 \text{ mg/m}^3$; 中度危害(III级) $1.0 < 10 \text{ mg/m}^3$; 轻度危害(IV级) $\geq 10 \text{ mg/m}^3$ 。 2) 第二类压力容器 下列情况之中压容器(归入第三类的除外) 低压容器(仅限毒性程度为极高和高度危险介质) 低压反应器、储存容器(仅限易燃介质或毒性程度为中度危险介质) 低压管式余热锅炉

3 2

下列情况之一: 低压搪瓷压力容器 3) 第一类压力容器(未列入第三类和第二类的低压容器) (3) 按工艺用途分 反应容器 换热容器 分离容器 储存容器 2. 3. 3. 2 压力容器的安全装置 (1) 安全阀 与锅炉类似, 但又有不同, 设置时还应注意以下问题: 1) 新装安全阀应有产品合格证 2) 安装前应由安装单位连续反复校后加铅封, 并出据安全阀校验报告 3) 当安全阀入口处装有隔断阀时, 隔断阀必须保持常开状态并加铅封 4) 一般安全阀可就地放空, 但要考虑放空管的高度及方向 5) 容器内有两相物料时, 安全阀应安装在气相部分, 防止排出液相物料发生意外 6) 存在有可燃物料、有毒、有害物料或高温物料系统, 安全阀排放管应连接有针对性的安全处理设施, 不得随意排放。 (2) 爆破片(防爆片、防爆膜) 是种断裂型安全泄压装置, 仅在安全阀不宜使用场合下使用。 (3) 压力表 可参见锅炉部分。 (4) 液面计 显示容器内液面变化情况的装置, 可防止器内因满液而发生液体膨胀导致容器的超压事故。 1) 选用 根据容器的工作压力、介质的理化特性及液面的变化范围进行选择。 承压低的容器: 可选用玻璃管式液面计 承压高的容器: 可选用平板玻璃液面计 洁净或透明的液体: 选用透光式玻璃板液面计 非洁净或稍有色泽的液体: 选用反射式玻璃板液面计 2) 维护

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/596124034220010210>