



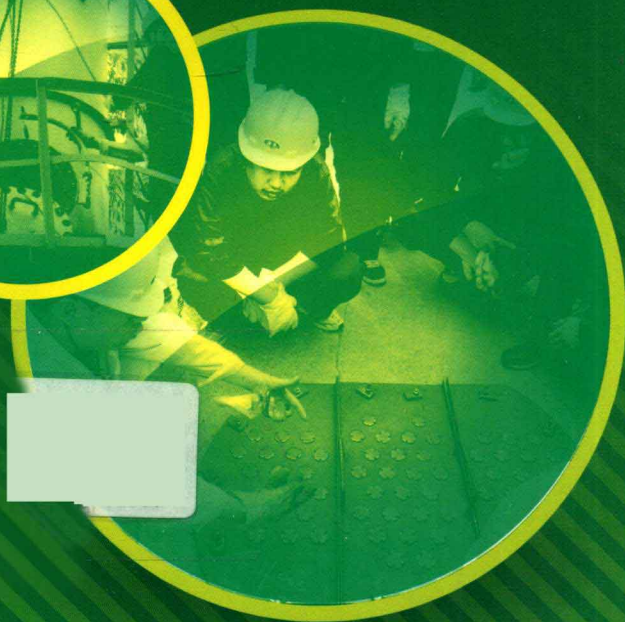
高职高专项目导向系列教材

化工设备维护与检修

★ 何瑞珍 编
★ 武海滨 审

HUAGONG

SHEBEI WEIHU YU
JIANXIU



化学工业出版社

高职高专项目导向系列教材

化工设备维护与检修

何瑞珍 编
武海滨 审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书根据高等职业教育技能型人才的培养目标,以专业课教学的针对性、实用性为指导思想,旨在使学生通过本课程的学习,对塔、换热器、反应釜和管式加热炉等化工设备的特点、结构和工作原理有个全面了解,掌握其维护与检修的基本知识,并能完成主要的维护与检修操作。

为探索工学结合的教学模式,本书依据其教学特点,将内容整合为5个情境、13个任务,每个情境均附有思考题,重点强化对学生职业素养和综合能力的培养。

本书主要作为化工设备维修技术专业、化工设备与机械专业学生的教材,也可作为相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化工设备维护与检修/何瑞珍编. —北京:化学工业出版社, 2012.6

高职高专项目导向系列教材

ISBN 978-7-122-14120-0

I. 化… II. 何… III. 化工设备-维修-高等职业教育-教材 IV. TQ050.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第078697号

责任编辑:高钰

文字编辑:张绪瑞

责任校对:顾淑云

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张7½ 字数176千字 2012年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:24元

版权所有 违者必究

序

辽宁石化职业技术学院是于2002年经辽宁省政府审批，辽宁省教育厅与中国石油锦州石化公司联合创办的与石化产业紧密对接的独立高职院校，2010年被确定为首批“国家骨干高职立项建设学校”。多年来，学院深入探索教育教学改革，不断创新人才培养模式。

2007年，以于雷教授《高等职业教育工学结合人才培养模式理论与实践》报告为引领，学院正式启动工学结合教学改革，评选出10名工学结合教学改革能手，奠定了项目化教材建设的人才基础。

2008年，制定7个专业工学结合人才培养方案，确立21门工学结合改革课程，建设13门特色校本教材，完成了项目化教材建设的初步探索。

2009年，伴随辽宁省示范校建设，依托校企合作体制机制优势，多元化投资建成特色产学研实训基地，提供了项目化教材内容实施的环境保障。

2010年，以戴士弘教授《高职课程的能力本位项目化改造》报告为切入点，广大教师进一步解放思想、更新观念，全面进行项目化课程改造，确立了项目化教材建设的指导理念。

2011年，围绕国家骨干校建设，学院聘请李学锋教授对教师系统培训“基于工作过程系统化的高职课程开发理论”，校企专家共同构建工学结合课程体系，骨干校各重点建设专业分别形成了符合各自实际、突出各自特色的人才培养模式，并全面开展专业核心课程和带动课程的项目导向教材建设工作。

学院整体规划建设的“项目导向系列教材”包括骨干校5个重点建设专业（石油化工生产技术、炼油技术、化工设备维修技术、生产过程自动化技术、工业分析与检验）的专业标准与课程标准，以及52门课程的项目导向教材。该系列教材体现了当前高等职业教育先进的教育理念，具体体现在以下几点：

在整体设计上，摒弃了学科本位的学术理论中心设计，采用了社会本位的岗位工作流程中心设计，保证了教材的职业性；

在内容编排上，以对行业、企业、岗位的调研为基础，以对职业岗位群的责任、任务、工作流程分析为依据，以实际操作的工作任务为载体组织内容，增加了社会需要的新工艺、新技术、新规范、新理念，保证了教材的实用性；

在教学实施上，以学生的能力发展为本位，以实训条件和网络课程资源为手段，融教、学、做为一体，实现了基础理论、职业素质、操作能力同步，保证了教材的有效性；

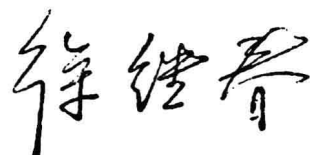
在课堂评价上，着重过程性评价，弱化终结性评价，把评价作为提升再学习效能的反馈

工具，保证了教材的科学性。

目前，该系列校本教材经过校内应用已收到了满意的教学效果，并已应用到企业员工培训工作中，受到了企业工程技术人员的高度评价，希望能够正式出版。根据他们的建议及实际使用效果，学院组织任课教师、企业专家和出版社编辑，对教材内容和形式再次进行了论证、修改和完善，予以整体立项出版，既是对我院几年来教育教学改革成果的一次总结，也希望能够对兄弟院校的教学改革和行业企业的员工培训有所助益。

感谢长期以来关心和支持我院教育教学改革的各位专家与同仁，感谢全体教职员工的辛勤工作，感谢化学工业出版社的大力支持。欢迎大家对我们的教学改革和本次出版的系列教材提出宝贵意见，以便持续改进。

辽宁石化职业技术学院 院长

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '徐' (Xu), '继' (Ji), and '春' (Chun), which are the characters for '徐继春' (Xu Jichun).

2012年春于锦州

前言

《化工设备维护与检修》是根据高等职业教育的培养目标，围绕职业能力训练的教学需要，以专业教学的针对性、实用性和先进性为指导思想编写，充分体现工学结合的教学理念，以教学单元的一个完整过程为主线，集教材、教案精华部分为一体，具体来说有以下四个特点：

1. 针对性强 针对化工设备维修技术专业学生毕业后的就业岗位，分析岗位蕴含的知识点、技能点，以岗位需求为基础来确定主体内容。

2. 服务性好 可直接指导教学的进行，定出框架、给出范例，同时为教师和学生预留足够的空间去发挥，形成个性化教与学。

3. 趣味性足 尽量以图片化来表达知识点，图片取材于生产实际，直观、形象，无论是设备照片还是维修场景都是学生感兴趣的，避免老式教材枯燥的文字叙述；同时以抛出问题的方式引导学生加深对知识的理解与拓展。

4. 深度适中 去除浅显的、非常容易获得的知识，放弃那些虽然属于本岗位的工作，但需要依靠经验来完成的内容，针对岗位基本的要求，以“简明扼要、通俗易懂”为原则，体现实用和够用的高职教学理念。

本书以化工装置中的静设备维修为研究对象，选择了比较有代表性的塔、换热器、反应釜、管式加热炉四大类设备。为便于教学，每个情境后都有适量的思考题，以加强学生对基本知识的掌握。

本书由辽宁石化职业技术学院何瑞珍编，武海滨审，李春生老师完成了书稿电子素材的整理与编辑工作。在编写过程中得到了石化企业相关技术人员给予的帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中有可能存在疏漏，请读者指正。

编者

2012年4月

目录

课程导入	1
【课程任务】	1
【教学方法】	1
❖ 学习情境一 安全培训	2
任务一 化工设备维修危险因素分析与应对	2
【任务导入】	2
【任务分析】	2
【相关知识】	2
一、化工生产的特点	2
二、化工设备维修中的危险因素	3
三、应对措施	3
四、化工设备检修主要事故类型及成因	4
【任务实施】	6
【知识拓展】 化工设备维修的组织管理	10
【思考题】	11
❖ 学习情境二 塔设备维护与检修	12
任务二 认识塔设备	12
【任务导入】	12
【任务分析】	12
【相关知识】	12
一、塔设备的用途	12
二、对塔设备的要求	13
三、塔设备的结构	13
【任务实施】	14
【知识拓展】 板式塔几个常用术语的含义	21
任务三 塔设备的维护	22
【任务导入】	22
【任务分析】	22
【相关知识】	22
一、塔设备的维护要点	22
二、完好标准	23
【任务实施】	24
任务四 塔设备的检修	25
【任务导入】	25
【任务分析】	26
【相关知识】	26
一、检修流程	26
二、施工工序	26
三、检修质量标准及验收	26
【任务实施】	27
【知识与技能拓展】 设备检修前的工艺处理	33
【思考题】	34
❖ 学习情境三 换热器维护与检修	35
任务五 认知换热器	35
【任务导入】	35
【任务分析】	35
【相关知识】	35
一、换热器的分类	35
二、换热器的结构特点	36
三、换热器应满足的基本要求	38
【任务实施】	38
任务六 换热器维护	43
【任务导入】	43
【任务分析】	43
【相关知识】	43
一、维护要点	43
二、常见故障及处理	43
三、完好标准	44
【知识拓展】	45

【任务实施】	46	二、施工要点	47
任务七 管壳式换热器检修	47	三、检验与验收	50
【任务导入】	47	【任务实施】	51
【任务分析】	47	【知识与技能拓展】 换热管与管板的连接	57
【相关知识】	47	【思考题】	60
一、检修流程	47		

❖ 学习情境四 反应釜维护与检修 61

任务八 反应釜工作状态描述	61	二、常见故障及处理	75
【任务导入】	61	三、紧急情况停车	76
【任务分析】	61	四、完好标准	76
【相关知识】	61	五、安全注意事项	77
一、反应设备应满足的基本要求	61	【任务实施】	77
二、反应设备的分类	62	任务十 反应釜检修	78
三、反应设备的工作过程	64	【任务导入】	78
四、反应釜的特点与发展趋势	65	【任务分析】	79
【任务实施】	65	【相关知识】	79
任务九 反应釜维护	74	一、检修流程	79
【任务导入】	74	二、施工要点	79
【任务分析】	74	三、安全注意事项	81
【相关知识】	74	【任务实施】	82
一、维护要点	74	【思考题】	86

❖ 学习情境五 管式加热炉维护与检修 87

任务十一 管式加热炉工作状态描述	87	三、加热炉异常情况的处置	96
【任务导入】	87	【任务实施】	96
【任务分析】	87	【知识与技能拓展】	98
【相关知识】	87	任务十三 管式加热炉检修	99
一、管式加热炉的特征	87	【任务导入】	99
二、管式加热炉应满足的要求	88	【任务分析】	99
三、管式加热炉的结构及工作过程	88	【相关知识】	99
四、管式加热炉的种类与特点	88	一、检修流程	99
【知识拓展】 管式加热炉的主要技术指标	90	二、施工要点	99
【任务实施】	91	三、试验与验收	102
任务十二 管式加热炉维护	95	【任务实施】	102
【任务导入】	95	【知识与技能拓展】 加热炉的烘炉操作	106
【任务分析】	95	一、烘炉的目的	106
【相关知识】	95	二、烘炉的准备工作	106
一、正常操作时加热炉应检查及维护的 内容	95	三、烘炉步骤	106
二、加热炉正常操作的标准	96	【思考题】	107
《化工设备维护与检修》考核方法	108		
一、考核内容	108		
二、考核方法	108		
参考文献	110		

课程导入

石油、化工产品是按照一定的工艺过程，选用与之相配套的化工设备生产而成的，正确的工艺、合适的设备是保证化工生产顺利进行的必要条件。其中对化工设备进行维护与检修，确保其在满足工艺要求的前提下平稳运行是化工设备从业人员的职责，我们必须掌握相关知识与技能，才能胜任将来的就业岗位，因此要学习《化工设备维护与检修》这门核心专业课。经过前期课程的学习，同学们已经掌握了机械方面的基础知识、对化工生产的工艺流程也有一定了解，为学好本门课程奠定了基础。开课之前，我们首先要明确本门课程承担的教学任务及教学方法。

【课程任务】

根据专业课程体系架构，《化工设备维护与检修》课程研究的对象是化工装置中的静设备部分。现选定塔、换热器、反应釜和管式加热炉这四种典型的化工设备，了解其结构、工作原理、日常维护内容及主要的检修操作。

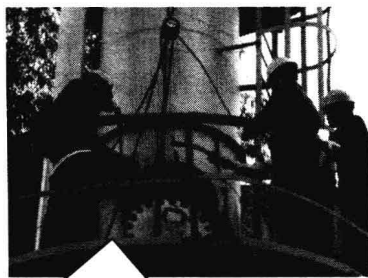
学什么!

【教学方法】

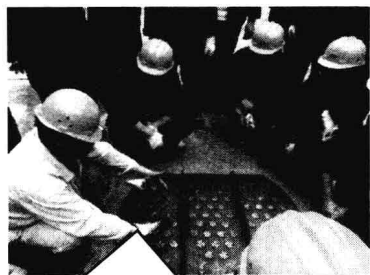
采用情境教学法，以生产实际中真实的设备为载体，如选择常减压蒸馏装置，以装置中的塔、换热器、加热炉的维护与检修为主线，按照生产一线真实的工作情境及要求展开教学，以学生为主体，以能力培养为目标，实现教、学、做一体化。



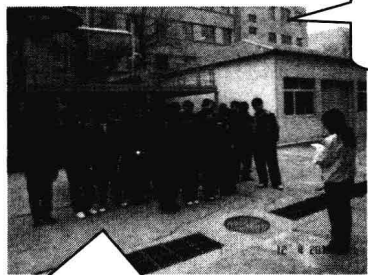
接任务、查资料、小组讨论



定方案、做准备、实施操作



现场讲、做中学、维护检修



怎么学!

生自评、师总结、撰写报告

学习情境一

安全培训

【情境描述】

学生来到☆☆石化企业，将要从事化工装置中静设备的维护与检修工作。按照企业规章制度，大家步入厂区要做的第一件事就是接受各个级别的安全教育，我们的课程也从此开始。

【学习目标】

- 知识方面
1. 了解化工生产的特点。
 2. 掌握在完成过程中自我保护的各项知识。
- 能力方面
1. 能够对各种检修操作潜在危险进行评估。
 2. 能够采取正确措施应对各类风险。

任务一 化工设备维修危险因素分析与应对

【任务导入】

安全对于石化企业的重要性不言而喻，因为化工生产无论是工艺还是介质都存在着许多潜在的危险因素；设备检修更有很多含不安全要素的操作，不能掌握这些不安全因素，采取有效措施进行处理和防范，安全就没有保障，更谈不上工作任务的顺利完成。因此，我们第一堂课的任务就是安全教育，掌握最基本的安全常识。

【任务分析】

完成对化工设备维修危险因素分析这一任务，关键环节是了解化工生产的特点、化工设备检修中的操作特点，分析其中潜在的危险因素；其次是熟知作业区域内各种标识的意义并给予关注，只有这样才能有针对性地制定合理、可行的安全措施，保障维修过程安全、有序地开展。

【相关知识】

化工生产的特点，决定了化工设备复杂多样，介质危险性大，而检修操作自身也存在着许多潜在的不安全因素，这些都需要认真分析与应对。

一、化工生产的特点

化工生产是以气体、液体、粉体等流动性物料为原料，经过各种工艺过程的加工得到不同类型产品的过程工业，其特点可以概括成以下四点。

1. 介质特点

易燃、易爆和有毒、有腐蚀性的物质多。化工生产使用的原料和成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒害、有腐蚀的化学危险品。

2. 设备特点

高温、高压、低温、负压的设备多。化工生产要求的工艺条件苛刻，有的化学反应需要高温、高压，有的要求低温、高真空度。使用的设备大多数属于压力容器，如果设计和制造不符合规定的要求，操作使用不当，或由于严重腐蚀又没有得到及时检修或更新，就会造成灾难性的事故。

3. 工艺复杂、生产规模大型化

化工产品的生产工序繁多，连续性强，每个工序或操作单元包含有许多特殊要求的设备和仪表，而且化工生产采用大型生产装置是一个明显的趋势。

4. 污染严重

化工生产的过程总是伴随着废气、废水的不断产生，如果处理不及时，或者没有进行处理，不但造成对环境的污染，也存在许多潜在的不安全因素，轻者危害人体健康，重者引起中毒、着火、爆炸等灾害性事故。

二、化工设备维修中的危险因素

1. 火灾和爆炸

火灾和爆炸是化工设备维修中发生较多、危害性最大的事故。由于化工介质的易燃、易爆的特点，若维修前工艺处理不当，工器具使用不合理，安全措施不到位，容易引起火灾，甚至爆炸，造成灾难性的后果。

2. 窒息和中毒

由于化工介质大多是有毒物质甚至含有剧毒，同时在化工设备检修中，不可避免要入塔、进罐、漏点处理等作业，如防护或处理不当，容易发生窒息和中毒。

3. 高空坠落、物体打击、机械伤害

化工设备种类繁多，结构和性能各异，检修项目多、检修内容复杂、施工作业量大、任务集中而检修时间又短；另一方面，检修人员多，塔上塔下、容器内外、各工种上下立体交叉的作业方式，这些都极大增加了不安全因素。

三、应对措施

① 动火作业。做到“三不动火”：没有动火证不动火，防火措施不落实不动火，监护人不在现场不动火。

② 用电方面。检修装置现场禁用闸刀开关板；在罐内作业的照明和使用的电动工具，必须使用漏电保护装置，并在安全电压下进行作业，在干燥场合安全电压应 $\leq 36\text{V}$ ，在潮湿环境或通风不良的金属容器内作业时，安全电压应 $\leq 12\text{V}$ ；临时用电线路架空布线时，不得采用裸线，架空高度在装置区内不得低于 2.5m ，穿越道路不得低于 5m ，横穿道路时要有可靠的保护措施。

③ 高处作业。凡在坠落高度基准面 2m 以上（含 2m ）有可能坠落的高处进行作业，均称为高处作业。工作人员必须有作业证，饮酒、精神不振时禁止登高作业，患深度近视的人员也不宜从事高处作业；必须系好安全带，戴好安全帽，随身携带的工具必须装入工具袋，其他物件都要用绳子吊运；地面的指挥人或监护人，应和登高作业者

有预定的联络方法和信号；高处作业一般不应交叉进行，因工序原因必须在同一垂直线下方工作时，必须采取可靠的隔离防范措施，否则不准作业；高度超过 15m 时，应在作业位置垂直下方 4m 处架设安全网；遇六级以上风力或其他恶劣气候时，应停止高处作业。

④ 限度空间作业。凡进入塔、釜、罐、炉或其他限定空间内进行检修、清理为限定空间内作业。作业人员应了解氧含量对人体的影响：人在氧含量为 19%~21% 空气中，表现正常；人在氧含量为 13%~16% 空气中，会突然晕倒；人在氧含量小于 13% 时，会死亡；限定空间内不能用纯氧通风换气，因为氧是助燃物质，万一作业时有火星，会着火伤人。缺氧或富氧，毒害物质超过安全浓度，都会造成事故；凡用过惰性气体（氮气）置换设备，进入限定空间前必须用空气置换，并对空气中的氧含量进行分析，工作中也要向工作场所或设备通入新鲜的空气，稀释有害气体的浓度；进入酸、碱贮罐作业时，要在贮罐外准备大量清水，人体接触浓硫酸，须先用布、棉花擦净，然后迅速用大量清水冲洗，并送医院处理；机械装置不能启动，在电源处挂上“有人检修，禁止合闸”的警告牌；在设备内的工作人员不宜太多，如发现身体不适，要立即出来，不要勉强坚持，以防意外，身体状况不好的人，不能进入设备内作业；进入罐内抢救，必须根据现场情况穿戴防毒面具或氧气呼吸器，安全防护带等防护用具，决不允许不采取任何个人防护而冒险入罐救人；进入限定空间作业，一般应指派两人以上作罐外监护，对监护人的要求：

- a. 了解介质的各种性质；
- b. 位于能经常看见罐内全部操作人员的位置，眼光不能离开操作人员；
- c. 更不能擅离岗位；
- d. 罐内有情况，应设法将人救出；
- e. 无论在什么时候，不得自己进入罐内。

⑤ 个人防护。作业人员必须穿戴好工作服、工作鞋，衣袖裤子不得卷起，皮肤不要裸露在外面；进入有腐蚀性、易燃易爆有毒物料的设备内作业时，必须穿戴适用的个人劳动防护用品和防毒器具；安全帽要符合标准，使用时必须系好下颌带；高处作业使用的安全带，必须符合国家标准，各种部件不得任意拆除，有损坏的不得使用，使用时应高挂低用，拴挂在人的垂直上方无尖锐、锋利棱角的构件上；安全带应绕柱杆拴挂，严禁把挂钩直接挂在脚手架的绑绳或铁丝上，绝不能用绳子代替安全带；禁止使用汽油或挥发性溶剂洗手、洗工作服；严禁将可燃污液、有毒有害物质排入下水道、明沟和地面。

⑥ 对存有易燃、易爆物料的设备施工作业时，须使用防爆（如木、铜质等无火花）工具，严禁用铁器敲击、碰撞；要穿防静电工作服，不能穿带铁钉的皮鞋，更不能打手机或照相摄像。

⑦ 能识别厂区内的各种标识。有安全色标的概念（就是用特定的颜色和标志，引起人们对周围存在的安全和不安全的环境注意，提高人们对不安全因素的警惕），我国采用红、黄、蓝、绿这四种颜色，作为表达“禁止”、“警告”、“指令”和“提示”等安全信息含义。要能读懂图标表达的意思并执行。

四、化工设备检修主要事故类型及成因

化工设备检修主要事故类型及成因见图 1-1。

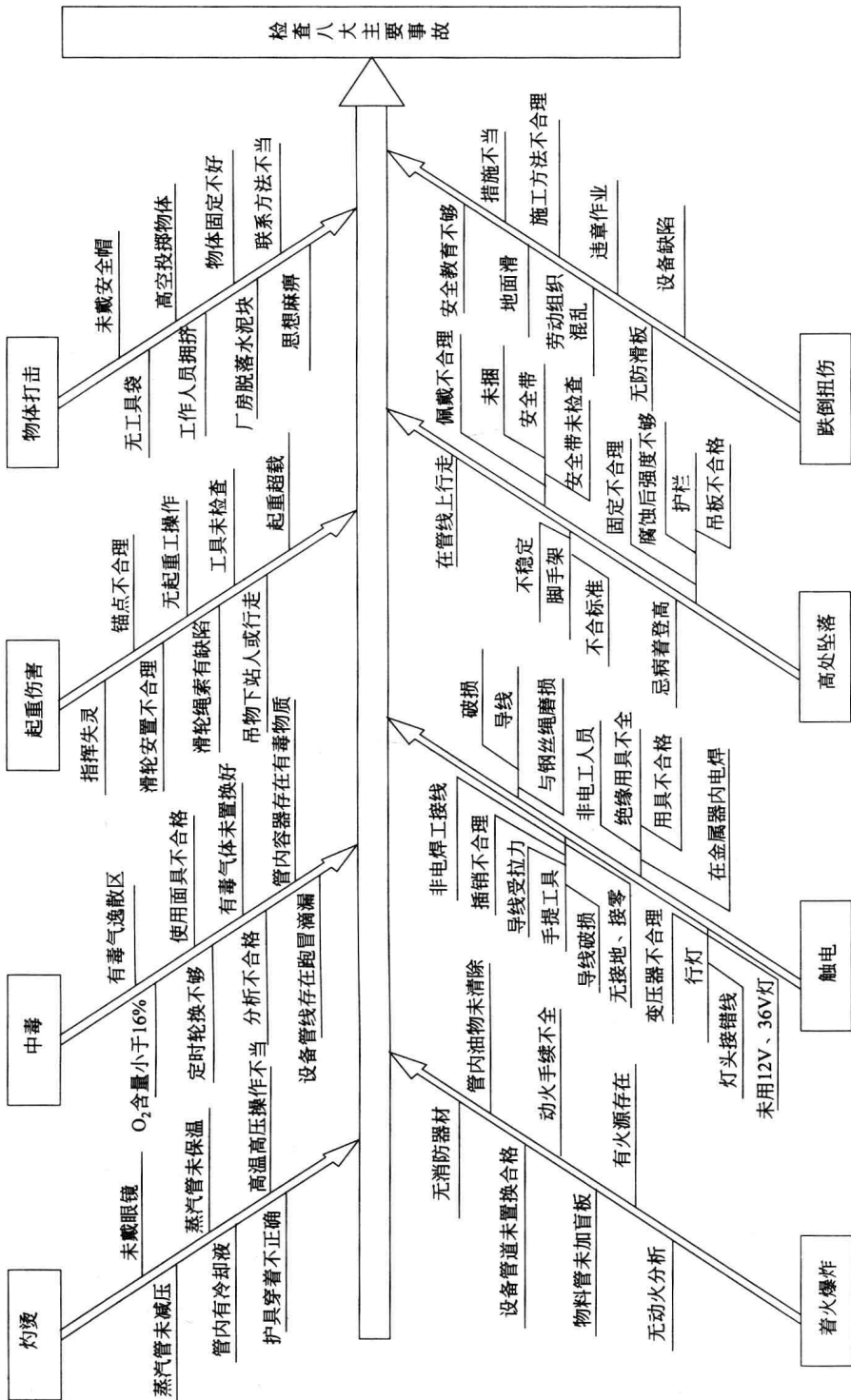
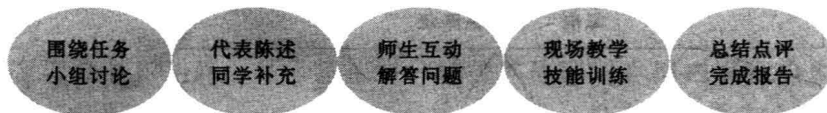


图 1-1 检修安全因果图

【任务实施】

教学流程图



流程说明

小组讨论 在课前给学生下发任务单，查询资料，对石化企业的安全规定有个初步了解，经过课上小组讨论，形成组内结论。

代表陈述 由学生代表来阐述在化工设备维修过程中会有哪些危险因素，应该采取怎样的对策，鼓励全员参与补充完善。

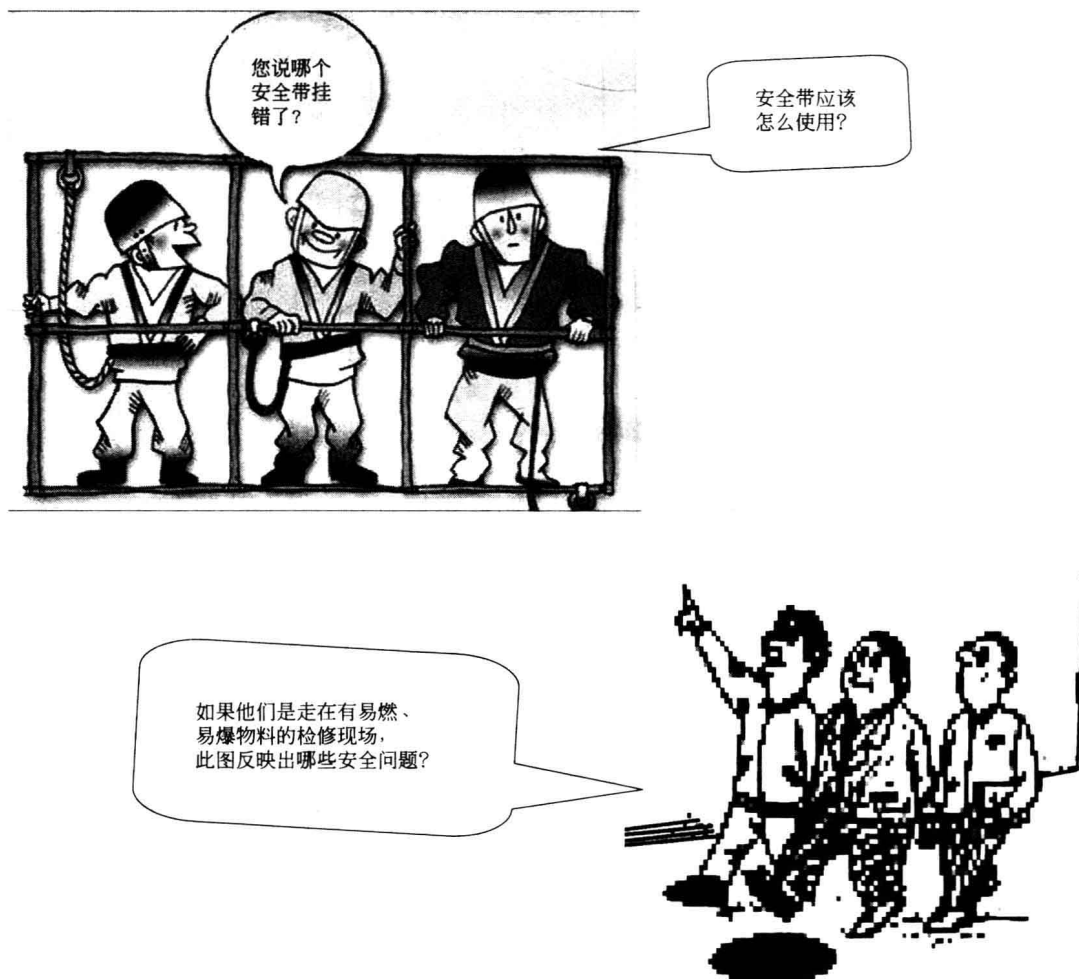
师生互动 针对场景图片进行问答，考核学生是否真正掌握相关安全知识。

技能训练 结合实训条件选择训练项目，要求标准、规范。

总结报告 根据任务完成情况，学生自我总结，教师点评，课后完成学习报告。

实施样例

1. 师生互动问题设置





禁止穿带钉鞋



禁止堆放



禁止抛物



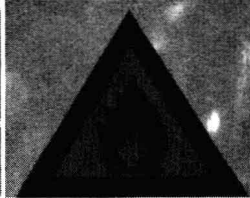
禁止穿化纤衣服



必须系安全带



避险处



这些标识你在哪里会看到？



如何避免这类伤害的出现？

这张图蕴含
哪些哲理?

绊人的桩不在高，
违章的事不在小。



2. 技能训练

(1) 正确着装

要点如下：

衣服：并不是简单的穿上工作服即可，必须起防护作用，有一定的防护要求。在易燃、易爆的设备内，应穿防静电工作服，扣子扣好，衣袖裤子不得卷起；衣服兜内不得装有烟、火柴、尖角或金属物件等。

在缺氧或有毒的受限空间作业时，应佩戴隔离式防护面具，在离开危险场所前严禁摘下。

鞋：不能穿带铁钉的皮鞋、高跟鞋、拖鞋等，要考虑防滑性能，鞋带要系紧，保证行走方便。

帽子：在拿到帽子后首先要检查帽壳、帽带有无瑕疵，大小是否合适；佩戴时安全帽必须保证帽带扣索紧，还要保证帽芯与帽壳间留有一定缝隙，防止坠物打击帽子后帽芯不能将帽壳与头隔开，帽壳直接压在头上造成伤害，即帽芯内部要留有足够的缓冲距离；休息时不能将帽子当凳子，坐在上面。

手套：根据工作内容选择合适的手套，以操作灵活、保护手为原则。

(2) 安全带的使用

一是检查安全带的质量，部件有无损坏；二是选择正确的位置，应系挂在作业处上方的牢固构件上或专为挂安全带用的钢架或钢丝绳上，不得系挂在移动或不牢固的物件上，不得系挂在有尖锐棱角的部位，安全带要高挂低用。系安全带后应检查扣环是否扣牢。

(3) 灭火器的使用

应根据不同类型火灾选择灭火剂。

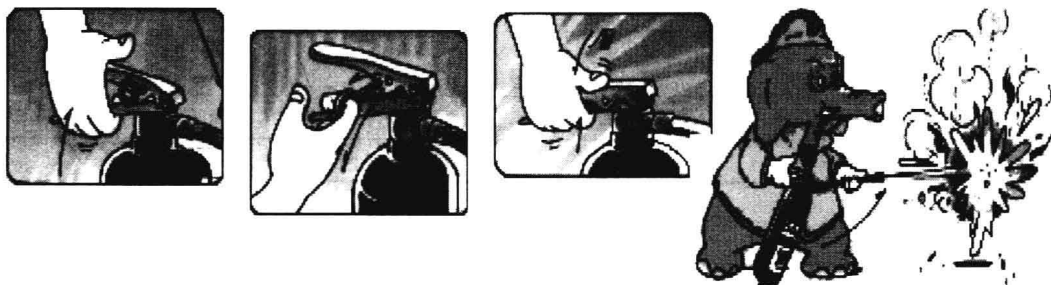
在下列情况应马上离开现场：

- 你的撤离路线出现危险时；
- 灭火器里的制剂用完时；
- 灭火器对灭火没有效果时；

不错，劳保用品
一定要按规定佩戴

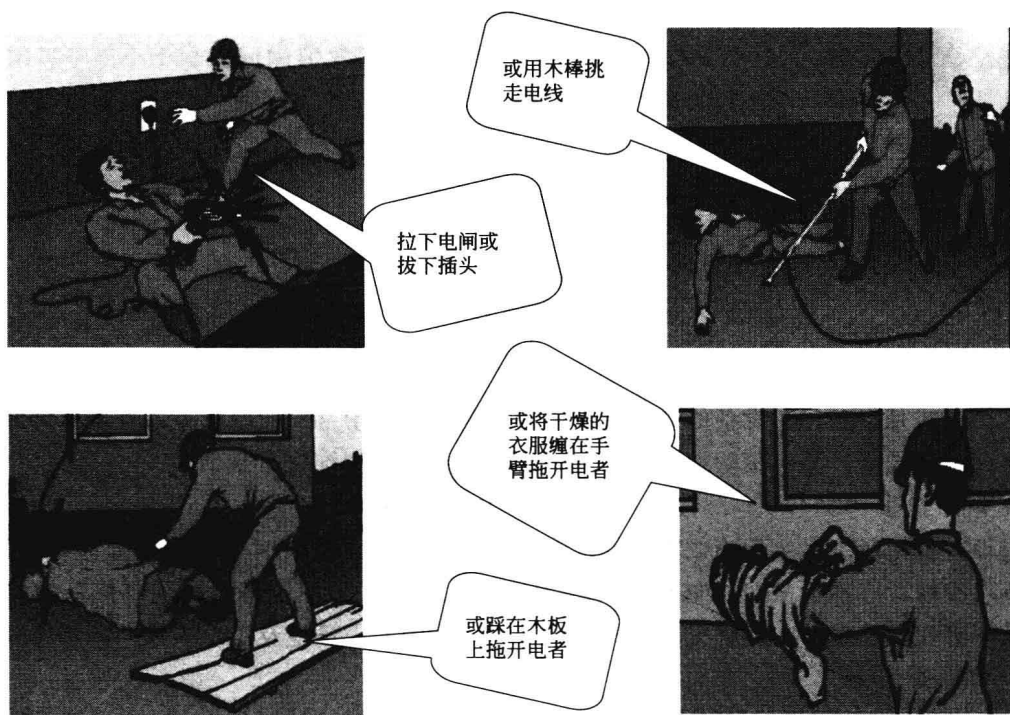


进入施工现场
请戴好安全帽



你不能再安全灭火时。

(4) 触电事故应急处理



关闭电源，无法做到的话就用带绝缘护套的钳子，或者用装有干燥木柄的工器具（如斧头），或者木棒移开电线，注意不要把电线挑到其他人身上；还无法做到，就用干燥的衣服缠在手臂上，抓住触电者不贴身的干燥衣服将其拖开，注意不能用双手，不能接触他的皮肤或拉他的脚，以防施救者触电。

3. 学生总结、教师点评

安全意识靠教育，安全行为靠养成。

4. 课前下发的任务单格式、学生课后完成的报告格式

《化工设备维护与检修》学习任务单

任务名称	化工设备维修危险因素分析与应对		
任务编号	01	完成时间	
任务载体	劳保用品		
任务描述	列举在化工设备维修过程中可能存在的各种危险因素,并说明对策		