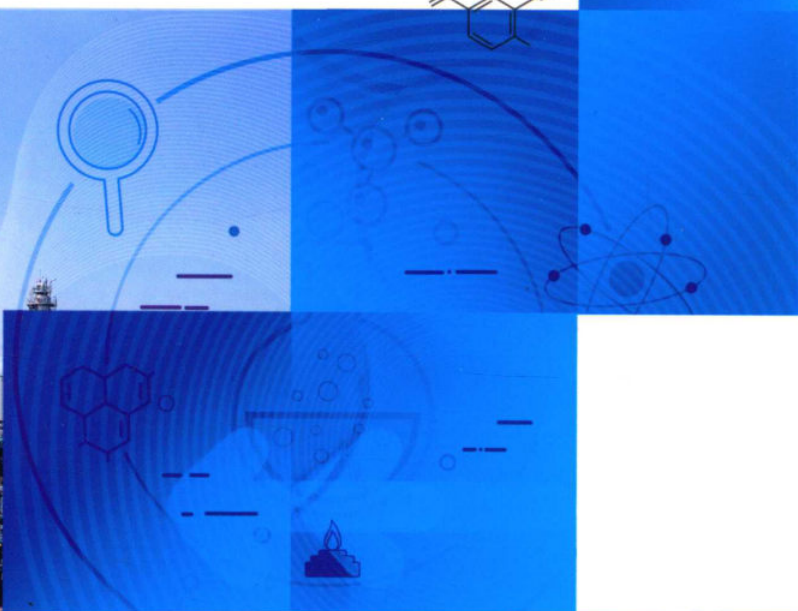
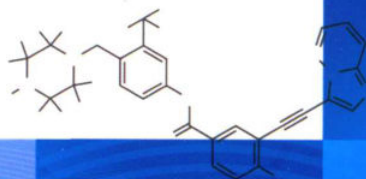




普通高等教育“十三五”规划教材



化学化工 认识实习指南

主 编 史德青

副主编 张会敏 于楚男 郑 军



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



HUAXUE HUAGONG RENSHI SHIXI ZHINAN

责任编辑：刘效松 许 倩
责任校对：李 伟
封面设计：七星博纳

06
ZS28



关注官方微博
获取更多资讯

ISBN 978-7-5114-4819-4



定价：20.00元

普通高等教育“十三五”规划教材

化学化工认识实习指南

主 编 史德青

副主编 张会敏 于楚男 郑 军

中国石化出版社

内 容 提 要

本书主要介绍应用化学和化学工程与工艺等专业学生现场认识实习过程所需的基本知识。内容涵盖认识实习的目的意义和相关要求、石油化工安全生产基本知识、化工典型设备、化工典型工艺流程等章节。

本书力求联系炼油和石油化工工业的生产实际,可作为高等学校化学、化工相关专业认识实习的教材。

图书在版编目(CIP)数据

化学化工认识实习指南 / 史德青主编. —北京:
中国石化出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-5114-4819-4

I. ①化… II. ①史… III. ①化学-指南
②化学工业-指南 IV. ①O6-62 ②TQ-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 051282 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市朝阳区吉市口路9号
邮编:100020 电话:(010)59964500
发行部电话:(010)59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail:press@sinopec.com
北京富泰印刷有限责任公司印刷
全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 7 印张 174 千字
2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷
定价:20.00 元

前言

Preface



化学工业是我国国民经济的支柱产业之一，在国民经济中占有重要地位。化学工业既是资金密集型产业，更是知识密集型产业，每年都需要大量高校相关专业的毕业生加入到这一领域的生产者之中。因而，高校化学、化工相关专业的人才培养也都紧密围绕化学工业的发展而进行。

高校化学、化工类专业的学生，在专业课学习阶段会遇到较多涉及安全生产、工艺流程和化工设备的课程。为了使学生在专业课学习阶段能将较为抽象的理论与工厂实际结合起来，化学、化工类专业一般都会提前安排认识实习教学环节。在这一环节中，学生通过入厂实地参观学习，对化工企业各车间工艺流程的安排、生产装置的作用和单元操作的基本原理等进行初步学习。在此基础上，对化工生产过程建立初步的感性认识，了解化工生产过程的概况，了解化工厂有关生产装置的基本原理及其作用。通过这一环节的学习，可以培养学生对化工生产的学习兴趣，初步建立工程观念和工程意识，为后续专业课的学习打好基础。因此，可以说认识实习是化学、化工类专业学生在校学习过程中不可或缺的重要实践教学环节。

为使学生在认识实习过程中有学习的参考，作者编写了本书。本书编者既有学校长期从事化学、化工理论与实践教学的教师，也有化工生产企业的高级技术人员。根据编者长期指导化学、化工认识实习的经验，本书选定石油化工为认识实习的特定领域，结合工厂的真实生产流程，对认识实习过程中学生应该了解的知识进行总结；适合化学、化工类专业学生认识实习使用，也可作为生产实习的参考资料。

全书共分为5章，第1章介绍了认识实习的目的、意义、实习过程中应学习的内容和实习的基本要求；第2章介绍了石油化工安全生产的基本知识，重点阐述了防火防爆、危险化学品防护和电气事故防护相关知识；第3章对化工生产中最常用的几种设备(流体输送机械、换热器和塔设备)进行了简介；第4

章对石油炼制中最为常见的常减压蒸馏和催化裂化工艺进行了介绍，并简要叙述了几种重要的二次加工工艺；第5章介绍了三种典型的石油化工生产工艺流程，包括气分及MTBE生产、环氧丙烷和溶剂油生产等。

本书第1章和第4章由史德青编写，第2章由郑军编写，第3章由张会敏编写，第5章由于楚男编写。全书由史德青统稿。

由于编者学识有限，书中欠妥之处不少，恳请同行及读者不吝指教，以助日后修订。

目 录

Contents

1 绪论	(1)	2.4 危险化学品的防护	(11)
1.1 认识实习的目的和意义	(1)	2.4.1 化学灼伤的预防和紧急救治	(11)
1.2 认识实习的学习内容	(1)	2.4.2 中毒的预防和紧急救治 ...	(12)
1.3 认识实习的基本要求	(1)	2.5 电气事故防护	(14)
1.3.1 认识实习的安全要求 ...	(1)	2.5.1 触电事故的种类与危害	(14)
1.3.2 认识实习的纪律要求 ...	(2)	2.5.2 触电事故的防护	(14)
1.3.3 认识实习的学习要求 ...	(2)	3 化工生产常用设备	(16)
2 石油化工安全生产基本知识	(3)	3.1 流体输送机械	(16)
2.1 石油化工企业安全生产的重要性	(3)	3.1.1 离心泵	(16)
2.1.1 生产过程具有复杂性和综合性	(3)	3.1.2 其他类型的化工用泵 ...	(20)
2.1.2 石油化工生产所涉及的物料具有危险性	(3)	3.1.3 气体输送机械	(23)
2.1.3 生产装置大型化	(4)	3.2 换热设备	(27)
2.1.4 生产过程的高度连续性和协作性	(4)	3.2.1 概述	(27)
2.2 石油化工行业安全教育意义及主要内容	(4)	3.2.2 换热器	(28)
2.2.1 安全教育意义	(4)	3.3 塔设备	(35)
2.2.2 安全教育的主要内容 ...	(5)	3.3.1 概述	(35)
2.2.3 安全教育的形式	(5)	3.3.2 板式塔	(35)
2.2.4 石油化工企业安全生产禁令	(5)	3.3.3 填料塔	(42)
2.3 防火防爆	(6)	3.3.4 填料塔与板式塔的比较 ...	(45)
2.3.1 燃烧的条件和类型	(6)	4 原油蒸馏及催化裂化工艺流程 ...	(47)
2.3.2 爆炸	(8)	4.1 石油及其产品简介	(47)
2.3.3 石油化工企业防火防爆措施	(9)	4.1.1 石油的性质	(47)
2.3.4 火灾处置与个人保护 ...	(10)	4.1.2 石油产品简介	(49)
		4.2 典型原油加工方案	(53)
		4.2.1 燃料型加工方案	(53)
		4.2.2 燃料-润滑油型加工方案 ...	(54)
		4.2.3 燃料-化工型加工方案	(55)

4.3 原油蒸馏工艺流程	(55)	4.5 其他石油加工流程简介	(82)
4.3.1 常减压装置简介	(55)	4.5.1 催化重整	(82)
4.3.2 典型常减压工艺流程举例	(61)	4.5.2 催化加氢	(85)
4.3.3 原油分馏塔的工艺特征	(64)	4.5.3 焦炭化	(88)
4.3.4 原油分馏塔的回流方式 ...	(65)	5 典型化工工艺流程	(92)
4.3.5 减压蒸馏	(66)	5.1 气体分离装置及 MTBE 工艺流程	(92)
4.3.6 常压蒸馏装置运行操作要点	(68)	5.1.1 气体分馏及 MTBE 装置简介	(92)
4.4 催化裂化工艺流程	(70)	5.1.2 气分工艺流程	(92)
4.4.1 工艺原理	(70)	5.1.3 MTBE 醚化工艺流程.....	(95)
4.4.2 装置简介	(71)	5.2 环氧丙烷装置工艺流程	(96)
4.4.3 反应-再生系统的型式	(75)	5.2.1 装置工艺原理	(96)
4.4.4 典型催化裂化工艺流程举例	(77)	5.2.2 环氧丙烷工艺流程	(98)
4.4.5 生产装置系统运行操作要点	(80)	5.3 溶剂油装置工艺流程	(102)
		5.3.1 溶剂油的分离过程与基本 原理	(102)
		5.3.2 溶剂油生产工艺流程 ...	(103)
		参考文献	(106)

1 绪 论

1.1 认识实习的目的和意义

认识实习是化学工程与工艺及应用化学等相关专业实践性教学的重要环节。通过学生对石油化工企业各装置的作用、基本原理和工艺流程等的参观学习,可以使学生对石油化工生产过程建立初步的感性认识,了解石油炼制与化工生产过程的概况,了解石油化工厂有关生产装置的基本原理及其作用,了解生产过程主要设备的结构及用途。还可以培养学生对化工生产的学习兴趣,为后续专业课的学习打好基础。

1.2 认识实习的学习内容

在认识实习过程中,学生应对以下内容重点学习:

- ① 了解化工企业安全生产的基本知识。
- ② 了解所实习的化工企业的原料、产品及产品的用途。
- ③ 了解生产装置的基本工艺流程和主要设备的分布概况。
- ④ 了解典型化工单元操作的类型及相关设备,并对设备的工作原理、结构类型及特点有初步认识。
- ⑤ 了解化工企业生产的组织过程。
- ⑥ 了解企业文化及其社会责任。

1.3 认识实习的基本要求

1.3.1 认识实习的安全要求

为保证学生在实习期间的人身安全和实习单位的安全生产,学生在认识实习期间应遵守以下基本安全要求:

- ① 严格遵守“实习实训安全管理规定”的各项要求,时刻把安全放在首位,处处注意安全。
- ② 严格遵守实习企业的各项安全制度,认真接受厂规厂纪教育和安全教育,进厂时按厂方要求着装。在厂内遵守厂里的所有安全规定,若因违反安全规定造成个人人身安全事故和损失的,由学生本人负责。造成集体和国家损失的,视情节轻重,按有关规定处理。
- ③ 任何人在厂区内任何地方严禁吸烟,一经发现,立即中止该生的实习,成绩作零分处理。若因吸烟使所在车间或班组的职工遭受经济损失,该经济损失金额由吸烟者支付。
- ④ 不带香烟和火种进厂,不带与实习无关的物品进厂。

⑤ 在车间内,未经许可不得触碰任何生产设备,不得把头 and 手伸向转动部位,不得挪动装置内的任何物品,只有在师傅的指导下方可进行操作活动。

⑥ 遵守交通法规,注意交通安全。

1.3.2 认识实习的纪律要求

① 严格遵守国家法令,遵守学校及实习所在单位的各项规章制度。

② 服从实习企业现场指导人和实习指导教师的指导,虚心学习。

③ 在实习期间一般不得请假,特殊原因需要请假的必须提出书面申请,3 天以内的由实习指导教师批准,请假 3 天以上者报学院主管领导批准。请假时间不得超过实习时间的 1/3。

1.3.3 认识实习的学习要求

① 尊重车间内的所有师傅,虚心向师傅请教。

② 实习期间,认真学习,及时记录。当天实习内容要及时总结。

③ 学习车间内的设备、流程、操作等与生产有关的知识。

④ 实习结束时按规定时间上交实习报告,考核通过方能拿到本课程的学分。

附录 1 主要实训基地实践报告

附录 1.1 主要实训基地实践报告

附录 1.1.1 主要实训基地实践报告

附录 1.1.2 主要实训基地实践报告

附录 1.1.3 主要实训基地实践报告

附录 1.1.4 主要实训基地实践报告

附录 1.1.5 主要实训基地实践报告

附录 1.1.6 主要实训基地实践报告

附录 1.1.7 主要实训基地实践报告

附录 1.1.8 主要实训基地实践报告

附录 1.1.9 主要实训基地实践报告

附录 1.1.10 主要实训基地实践报告

附录 1.1.11 主要实训基地实践报告

附录 1.1.12 主要实训基地实践报告

附录 1.1.13 主要实训基地实践报告

附录 1.1.14 主要实训基地实践报告

附录 1.1.15 主要实训基地实践报告

附录 1.1.16 主要实训基地实践报告

附录 1.1.17 主要实训基地实践报告

附录 1.1.18 主要实训基地实践报告

附录 1.1.19 主要实训基地实践报告

附录 1.1.20 主要实训基地实践报告

附录 1.1.21 主要实训基地实践报告

附录 1.1.22 主要实训基地实践报告

附录 1.1.23 主要实训基地实践报告

附录 1.1.24 主要实训基地实践报告

附录 1.1.25 主要实训基地实践报告

附录 1.1.26 主要实训基地实践报告

附录 1.1.27 主要实训基地实践报告

附录 1.1.28 主要实训基地实践报告

附录 1.1.29 主要实训基地实践报告

附录 1.1.30 主要实训基地实践报告

附录 1.1.31 主要实训基地实践报告

附录 1.1.32 主要实训基地实践报告

附录 1.1.33 主要实训基地实践报告

附录 1.1.34 主要实训基地实践报告

附录 1.1.35 主要实训基地实践报告

附录 1.1.36 主要实训基地实践报告

附录 1.1.37 主要实训基地实践报告

附录 1.1.38 主要实训基地实践报告

附录 1.1.39 主要实训基地实践报告

附录 1.1.40 主要实训基地实践报告

附录 1.1.41 主要实训基地实践报告

附录 1.1.42 主要实训基地实践报告

附录 1.1.43 主要实训基地实践报告

附录 1.1.44 主要实训基地实践报告

附录 1.1.45 主要实训基地实践报告

附录 1.1.46 主要实训基地实践报告

附录 1.1.47 主要实训基地实践报告

附录 1.1.48 主要实训基地实践报告

附录 1.1.49 主要实训基地实践报告

附录 1.1.50 主要实训基地实践报告

附录 1.1.51 主要实训基地实践报告

附录 1.1.52 主要实训基地实践报告

附录 1.1.53 主要实训基地实践报告

附录 1.1.54 主要实训基地实践报告

附录 1.1.55 主要实训基地实践报告

附录 1.1.56 主要实训基地实践报告

附录 1.1.57 主要实训基地实践报告

附录 1.1.58 主要实训基地实践报告

附录 1.1.59 主要实训基地实践报告

附录 1.1.60 主要实训基地实践报告

附录 1.1.61 主要实训基地实践报告

附录 1.1.62 主要实训基地实践报告

附录 1.1.63 主要实训基地实践报告

附录 1.1.64 主要实训基地实践报告

附录 1.1.65 主要实训基地实践报告

附录 1.1.66 主要实训基地实践报告

附录 1.1.67 主要实训基地实践报告

附录 1.1.68 主要实训基地实践报告

附录 1.1.69 主要实训基地实践报告

附录 1.1.70 主要实训基地实践报告

附录 1.1.71 主要实训基地实践报告

附录 1.1.72 主要实训基地实践报告

附录 1.1.73 主要实训基地实践报告

附录 1.1.74 主要实训基地实践报告

附录 1.1.75 主要实训基地实践报告

附录 1.1.76 主要实训基地实践报告

附录 1.1.77 主要实训基地实践报告

附录 1.1.78 主要实训基地实践报告

附录 1.1.79 主要实训基地实践报告

附录 1.1.80 主要实训基地实践报告

附录 1.1.81 主要实训基地实践报告

附录 1.1.82 主要实训基地实践报告

附录 1.1.83 主要实训基地实践报告

附录 1.1.84 主要实训基地实践报告

附录 1.1.85 主要实训基地实践报告

附录 1.1.86 主要实训基地实践报告

附录 1.1.87 主要实训基地实践报告

附录 1.1.88 主要实训基地实践报告

附录 1.1.89 主要实训基地实践报告

附录 1.1.90 主要实训基地实践报告

附录 1.1.91 主要实训基地实践报告

附录 1.1.92 主要实训基地实践报告

附录 1.1.93 主要实训基地实践报告

附录 1.1.94 主要实训基地实践报告

附录 1.1.95 主要实训基地实践报告

附录 1.1.96 主要实训基地实践报告

附录 1.1.97 主要实训基地实践报告

附录 1.1.98 主要实训基地实践报告

附录 1.1.99 主要实训基地实践报告

附录 1.1.100 主要实训基地实践报告

2 石油化工安全生产基本知识

2.1 石油化工企业安全生产的重要性

石油化工是石油化学工业的简称,是以石油、油田气或天然气为原料,采取不同的工艺,经过化工过程制取油品、化工原料、化工中间体和化工产品的工业,目前已成为国民经济的支柱产业之一。

由于石油化工生产中存在易燃、易爆、有毒、有害、高温、高压、腐蚀等危险因素,使其发生泄漏、火灾、爆炸等重大事故的可能性及其严重后果比其他行业要大。血的教训充分说明,在石油化工安全生产中,如果没有完善的安全防护设施和严格的安全管理,即使是先进的生产技术和设备,也难免发生事故。因此,实现安全生产,对石油化工企业尤为重要。以下从石油化工企业生产的几方面特点,论述石油化工安全生产的重要性。

2.1.1 生产过程具有复杂性和综合性

现代化的石油化工企业一般具有生产规模较大、分工较细、自动化程度高的特点,拥有先进的生产技术和成套复杂的大型设备,通过管道把大型联动机、塔、罐、反应器、换热器、泵和加热炉等设备互相联结,形成一个技术密集、多种技术交叉使用的综合体。劳动者受到设备运转规律、工艺流程、操作程序等一系列复杂生产技术的制约。同时,还需要机、电、仪等多工种的密切配合。

石油化工生产从原料到产品,一般都需要经过复杂的加工工序,经过多次反应和多种单元操作才能完成。例如,石油加工的催化裂化过程从原料到产品要经过 8 个加工单元,乙烯生产过程更是需要多达 12 个化学反应和分离单元。

生产过程的复杂性还体现在操作条件方面。石油化工生产过程多是在高温、高压(或低温、负压)等条件下进行的,这些苛刻的生产条件给安全生产带来了很大的困难。例如,以石脑油为原料裂解制乙烯是强吸热反应,反应最高温度可达到接近 1000°C ,而产物分离过程中最低温度又达到 -170°C ;整个流程中最高操作压力大于 10MPa ,最低操作压力仅为 $0.07\sim 0.08\text{MPa}$ 。在这样的工艺条件下,在温度应力和交变应力的作用下,压力容器常因此而受到破坏。

2.1.2 石油化工生产所涉及的物料具有危险性

(1) 物料的易燃易爆性

石油化工生产中所涉及的物料(包括原料、中间产品、产品、溶剂、添加剂等)多为易燃易爆物质,且多以气态或液态存在,易泄漏和挥发。而生产过程中的操作温度又往往较高,甚至达到或超过某些物质的自燃点。一旦出现操作失误或设备出现问题,极易发生火灾爆炸事故。例如,2011 年 7 月 16 日,大连某石化公司厂区内 $1000\times 10^4\text{t/a}$ 常减压蒸馏装置

换热器发生泄漏并引起大火。又如, 2012 年 6 月 16 日, 山东某石化公司一生产装置疑因管线破裂发生泄漏事故并爆炸起火, 市公安消防支队指挥中心调集辖区 27 部消防车进行救援。由于火势较大, 支队又先后调集 9 个企业专职消防队 10 部消防车赶往现场。再如, 2014 年 8 月 31 日, 山东某化工公司人员因违章操作引发重大爆炸事故, 导致公司职工及其他单位施工人员 13 人死亡、1 人重伤、17 人轻伤、多人轻微伤, 并造成经济损失 4326 万元。

(2) 物料的有毒有害性

石油化工生产中所涉及的原料和产品中, 有多种本身即为毒物, 或在反应过程中生成有毒有害的中间产物。典型的有毒物质如氰化物、氟化物、硫化物、氮氧化物等。石油化工生产过程中加氢脱硫所产生的硫化氢气体即为一种剧毒物质, 人体能够闻到 H_2S 气味的浓度下限为 $0.30\sim0.46\text{mg}/\text{m}^3$, 在 $30\sim46\text{mg}/\text{m}^3$ 则出现强烈气味, 在 $152\sim228\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 将使人嗅觉麻痹, 当吸入浓度达到 $1518\text{mg}/\text{m}^3$ 时, 在数秒钟内将发生死亡。对有毒有害类物质, 在设备密封不好或其他原因造成泄漏时, 很容易发生中毒事故, 对人体及周围环境造成伤害。

(3) 物料的腐蚀性

石油化工生产过程中使用的多种物质还具有不同程度的腐蚀性, 其来源大体可分为两类: 一类是生产过程中外加的一些强酸强碱类物质, 如硫酸、烧碱等, 它们不仅对人体有很强的灼伤作用, 对金属设备也会产生强烈的腐蚀; 另一类是生产过程中的一些原料和产品或中间产物也具有较强的腐蚀作用, 如原油加工过程中原料中的硫化物、生产过程中产生的硫化氢、氯化氢等。腐蚀性物质不仅会降低设备使用寿命, 而且它可使金属设备的壁厚减小或使设备变脆, 导致承压能力下降而发生泄漏, 进一步可能造成燃烧爆炸等重大事故。

2.1.3 生产装置大型化

为达到规模效益, 现代石油化工企业的生产规模越来越大。例如, 大连某石化分公司现有炼油生产装置 48 套, 化工生产装置 7 套, 原油一次加工能力为 $2050\times10^4\text{t}/\text{a}$ 。山东也有多家地方炼厂的原油一次加工能力达到 $500\times10^4\text{t}/\text{a}$ 以上。装置生产能力的提高, 为降低能耗、提高生产率创造了条件, 但从安全生产角度看, 一套大型生产装置内储存和流动着大量的易燃易爆性物料, 潜在的危險能量巨大, 一旦发生火灾爆炸事故, 其破坏性也是非常巨大的。

2.1.4 生产过程的高度连续性和协作性

石油化工生产是高度连续化的生产过程, 装置开车投产后除了正常停工检修外, 将每天 24h 不断地投料和产出成品。整个企业是由许多相互关联、相互依存的生产部门构成的, 厂际之间、车间之间, 管道互通, 原料产品互相利用, 是一个组织严密、相互依存、高度统一、不可分割的有机整体。从原料输入到产品输出, 各个生产装置和工序之间都是紧密相连, 互相制约的。如果一个工序或者一台重要设备发生故障, 都会影响到整个生产过程的平稳正常进行, 甚至有可能造成装置停车或发生重大事故。

2.2 石油化工行业安全教育的意义及主要内容

2.2.1 安全教育的意义

安全生产是社会安定、经济建设健康发展的重要保障。通过对石化行业各种事故发生原

因的分析,人们发现管理不善、违章违纪、人员素质差和设备存在隐患等是事故发生的主要原因。其中由于职工安全意识差及职工违章违纪造成的事故占比达到 68.3%。因此,对职工进行深入的安全教育,使其树立较强的安全意识和遵章守纪的工作作风对保证企业的安全生产有重要的意义。

2.2.2 安全教育的主要内容

首先是职业道德教育、安全思想教育和安全生产方针政策教育,它们是安全生产的基础教育。

其次是法制教育和纪律教育,这是使职工养成遵章守纪作风的必备环节,最终使职工树立法制观念,从而严格遵守劳动纪律、工艺纪律、工作纪律和组织纪律。

最后是安全技术知识和安全技能教育。只有使每位职工掌握了安全生产技术和专业性的安全技术知识,才能使职工在生产过程中能够按照安全生产的要求进行安全的工艺操作。

2.2.3 安全教育的形式

各石油化工企业对入厂人员(包括新招收职工、新调入职工、来厂实习学生和其他人员)均进行“三级”教育,分别是厂级安全教育、车间安全教育和班组安全教育。

厂级安全教育:一般由厂级安全技术部门与教育部门共同组织进行,主要讲解劳动保护的基本内容,帮助入厂人员及时树立“安全第一”的思想;介绍企业的安全概况,包括企业的生产特点、工厂设备分布(尤其是要害部位、特殊设备的分布情况)、工厂安全生产的组织机构、全厂的安全生产规章制度等;介绍企业内设置的各种警告标志和信号装置;结合企业典型事故案例,介绍抢险、救人常识及事故报告程序等。

车间安全教育:由车间主任会同车间安全技术人员组织进行,主要介绍车间的生产概况,包括车间的原料及产品、车间的生产工艺流程、车间安全生产组织状况、车间内危险区域及装置、有毒有害工种情况等;介绍车间的安全技术基础知识,包括车间安全生产规章制度、劳动保护用品的使用要求、车间事故易发部位及其原因和处置方法、车间常见事故案例及剖析;介绍车间防火基本知识,包括车间防火基本方针、车间易燃易爆物料情况、防火要害部位及要求、消防用品放置地点及使用方法、遇到火险如何处理等;学习安全生产文件和安全操作规程。

班组安全教育:由班组长会同安全员组织进行,主要介绍本班组的生特点、作业环境、危险区域、设备状况和消防设施;讲解本工种的安全操作规程和岗位责任;讲解如何使用劳保用品;进行实例操作示范。

2.2.4 石油化工企业安全生产禁令

石油化工企业在深刻总结安全生产教训后出台了关于安全生产的多项要求,现摘录其中部分内容如下:

(1) 人身安全十大禁令

- 安全教育和岗位技术考试不合格者,严禁独立顶岗操作。
- 不按规定着装和班前饮酒者,严禁进入生产岗位或施工现场。
- 不戴安全帽者,严禁进入检修施工现场或进入交叉作业现场。
- 未办理登高作业票及不系安全带者,严禁高空作业。

● 未办理进入有限空间作业票，严禁进入塔、容器、油罐、油仓、反应器、下水井、电缆沟等有毒、有害、缺氧场所作业。

● 未办理电器工作证，严禁进入电气施工作业。

● 未办理电气作业“三票”，严禁进行电气施工作业。

● 未办理施工破土工作票，严禁破土施工。

● 机泵设备或高压容器的安全附件、防护装置不齐全好用，严禁启动或使用。

● 机动设备的转动部件，必须加防护措施，在运转中严禁擦洗或拆卸。

(2) 防火防爆十大禁令

● 严禁在厂内吸烟及携带火柴、打火机、易燃易爆、有毒、易腐蚀物品入厂。

● 严禁未按规定办理用火手续，在厂区内进行施工用火或生活用火。

● 严禁穿易产生静电服装进入油气区工作。

● 严禁穿带铁钉的鞋进入油气区及易燃易爆装置。

● 严禁用汽油、易挥发溶剂擦洗各种设备、衣物、工具及地面。

● 严禁未经批准的各种机动车辆进入生产装置、罐区及易燃易爆区。

● 严禁就地排放轻质油品、液化气及瓦斯、化学危险品。

● 严禁在各种油气区内用黑色金属工具敲打。

● 严禁堵塞消防通道及随意挪用或损坏消防器材和设备。

● 严禁损坏生产区内的防爆设施及设备，并定期进行检查。

2.3 防火防爆

石油化工生产中，多种物料属于易燃、可燃性物质，甚至是爆炸性物质。就目前的工艺技术水平看，在石油化工的某些生产过程中，物料不得不用明火加热，另外，设备检修过程也要经常动火，这就构成了石化企业既怕火又要用火的突出矛盾。而石化企业装置的处理能力又很大，一旦处理不好这个矛盾，就会发生重大事故，后果极其严重。因此，在石化企业里，防火防爆是一项十分重要而艰巨的任务，是石化企业安全工作的重中之重，企业职工及入厂实习人员都必须掌握防火防爆的基础知识。

2.3.1 燃烧的条件和类型

燃烧是物质间的一种相互作用，同时有光和热发生的化学反应过程，也就是化学能转化成热能的过程。在燃烧过程中，参与燃烧的物质会改变原有的性质而变成新的物质。所以，放热、发光、生成新物质是燃烧过程的三个特征，这也是区分燃烧和非燃烧现象的基本依据。

(1) 燃烧必须具备的条件

燃烧必须同时具备以下三个条件：

可燃物质：可燃物质是进行燃烧的物质基础。凡能与空气中的氧或其他氧化剂起剧烈反应的物质都属于可燃物质，如汽油、酒精、液化石油气、氢、煤炭、木材等。移走可燃物质，燃烧就会停止。

助燃物质：凡是具有较强的氧化能力，能与可燃物发生化学反应并能帮助和支持燃烧的物质，均称为助燃物质，如空气(氧气)、氯气、高锰酸钾等。当助燃物质不足时，燃烧就

会逐渐减弱,甚至熄灭。

着火源:凡是能引起可燃物质发生燃烧的热能源,均称为着火源,如明火、摩擦、撞击、高温表面、自然发热、化学能、电火花、聚集的曝光或射线等。要使可燃物质燃烧,需要足够的温度和能量。各种物质燃烧所需的温度和能量并不相同,例如,室温下,用火柴去点汽油和柴油,汽油会立刻烧起来,柴油却烧不起来。

以上三个条件必须同时具备,缺一不可。但实际的燃烧不仅要同时具备这三个条件,还要求可燃物和助燃物达到适当的比例,着火源具备一定的强度,否则即使同时具备了上述三个条件燃烧也不能发生。

进入厂区“严禁烟火”“吸烟等于放火”,这些话对具有易燃、易爆、高温、高压特性的石油化工生产环境绝不夸张。烟头虽然不大,但它的表面温度可达到 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$,中心温度更高达 $700\sim 800^{\circ}\text{C}$ 。一支香烟可燃烧 $4\sim 15\text{min}$,没有熄灭的烟头会产生阴燃,时间可长达数小时。由于许多物质的燃点低于烟头的表面温度,因此,能引起许多物质的燃烧。

典型案例:某化工厂的环己烷分离罐脱水装置,操作工离开现场忘关阀门,物料沿排洪沟流失,在离车间几百米处,遇丢弃的烟头爆燃,回火烧至车间。

(2) 燃烧的类型

根据分类的标准不同,燃烧有不同的分类结果。燃烧可根据可燃物质存在的状态进行分类,也可根据燃烧起因和剧烈程度分类。

根据可燃物质存在的状态不同,可将燃烧分为均一系燃烧和非均一系燃烧两大类。均一系燃烧是指燃烧反应在同一相中进行,如氢气在空气中的燃烧。非均一系燃烧是指燃烧反应在两相间进行,如石油、木材等液体和固体的燃烧。在此分类基础上,可将燃烧细分为以下三类。

可燃性气体燃烧:此类燃烧有混合燃烧(动力燃烧)和扩散燃烧之分。可燃性气体预先与空气(或氧气)混合,而后进行的燃烧称为混合燃烧,其特点是反应速度快,火焰传播速度也快,化学性爆炸即属于这一类型。若可燃性气体与周围空气一边混合一边燃烧,则称为扩散燃烧。例如,可燃性气体自管内喷出在管口发生的燃烧。扩散燃烧中,由于氧进入反应带只是部分参加反应,所以常常产生不完全燃烧的黑烟。

可燃性液体燃烧:此类燃烧有蒸发燃烧和分解燃烧之分。液体蒸发产生的蒸气进行的燃烧叫做蒸发燃烧。难挥发的可燃液体的燃烧,是受热后分解产生的可燃性气体进行燃烧,故称为分解燃烧。

可燃性固体燃烧:如木材和煤的燃烧,是固体燃料受热分解产生的可燃性气体的燃烧,也属于分解燃烧。而像硫黄和萘这类可燃固体,是先发生熔融蒸发而后进行燃烧,因此属于蒸发燃烧。固体燃烧一般有火焰产生,又称为火焰型燃烧。当可燃固体燃烧到最后,分解不出可燃气时,此时没有可见火焰,只剩下炭,燃烧转为表面燃烧或叫均热型燃烧。

根据燃烧起因和剧烈程度不同,燃烧又可分为自燃、闪燃和着火等类型。

自燃:可燃物质受热升温而不需要明火作用就能着火的现象称为自燃。引起自燃的最低温度称为自燃点,自燃点越低,危险性越大。

闪燃:在一定温度下,可燃液体的蒸气与空气混合后,遇到火源而引起瞬间(延续时间小于 5s)的燃烧现象,称为闪燃。可燃性液体发生闪燃时的最低温度即为该液体的闪点。闪燃往往是着火先兆,闪点越低,火灾危险性越大。一般将闪点小于或等于 45°C 的液体称为易燃液体,闪点大于 45°C 的液体称为可燃液体。表2-1列出了部分成品油在空气中的闪点与自燃点。

表 2-1 部分成品油在空气中的闪点与自燃点

油品	闪点/℃	自燃点/℃	油品	闪点/℃	自燃点/℃
汽油	<28	510~530	重柴油	>120	300~330
煤油	28~45	380~425	蜡油	>120	300~320
轻柴油	28~45	350~380	渣油	>120	230~240

着火：可燃物质在有足够助燃物的情况下，与火源接触后引起持续燃烧的现象称为着火。将火源移去后仍能继续燃烧的最低温度称为该物质的着火点或燃点。两种燃点不同的可燃物质在相同的条件下，受到火源作用时，燃点低的物质先着火。用冷却法灭火，其原理就是将燃烧物质的温度降到燃点以下，使燃烧停止。

2.3.2 爆炸

爆炸是物质由一种状态迅速转为另一种状态，并在瞬间以声、光、热、机械功等形式放出大量能量的现象，是一种极为迅速的物理或化学能量释放的过程。爆炸时系统内存在高压气体(或蒸气)，高压气体骤然膨胀做功。

(1) 爆炸的分类

① 按爆炸的瞬时燃烧速度分类，可分为轻爆、爆炸和爆轰。轻爆时物质的燃烧速度不大，约为每秒数米，轻爆时破坏力不大，也无较大的声响。爆炸时物质的燃烧速度达到每秒十几米至几百米，此时在爆炸点引起压力急剧增加，导致较大的破坏力和巨大的声响。爆轰时物质的燃烧速度极快，可达 1000~7000m/s，爆轰时会引起极高的压力，并产生超音速的冲击波。

② 按爆炸能量来源的不同分类，可将爆炸分为物理性爆炸和化学性爆炸。物理性爆炸是由物理因素(如温度、体积、压力等)变化而引起的爆炸现象，如蒸汽锅炉爆炸、压缩气瓶爆炸等。化学性爆炸是指物质在短时间内发生化学反应，同时产生大量气体和能量而引起的爆炸现象，如汽油蒸气、面粉粉尘等与空气混合后达到反应条件发生的爆炸。

(2) 爆炸极限及其影响因素

爆炸极限是指可燃物质与空气形成的混合物遇火源发生爆炸的极限浓度。通常用可燃气体在空气中的体积分数(%)来表示，对可燃粉尘则以 mg/L 表示。可燃物质与空气的混合物并非在任何混合比例下都能发生燃烧或爆炸。当混合物浓度低于某一浓度时，因含有过量空气，即使遇到火源也不会爆炸；当混合物浓度高于某一浓度时，因空气严重不足也不会爆炸。可燃物在空气中刚刚足以使火焰蔓延的最低浓度，称为该物质的爆炸下限；同样，足以使火焰蔓延的最高浓度称为爆炸上限。在上、下限之间的浓度范围称为爆炸范围。表 2-2 列出了部分石油化工原料与产品在空气中的爆炸极限。

表 2-2 部分石油化工原料与产品在空气中的爆炸极限 % (体积)

名 称	爆 炸 极 限		名 称	爆 炸 极 限	
	下限	上限		下限	上限
天然气	6.5	17.0	氢气	4.0	75.0
原油	1.1	8.7	甲烷	5.0	16.0
汽油	1.4	7.6	乙烯	2.7	36.0

名 称	爆 炸 极 限		名 称	爆 炸 极 限	
	下限	上限		下限	上限
煤油	0.7	5.8	乙炔	2.5	82.0
甲醇	5.5	36.0	苯	1.2	8.0
乙醇	3.5	19.0	丙酮	2.5	13.0

爆炸极限通常是在常温常压等标准条件下测定出来的数据，不是一个固定值，受各种因素的影响。同一种可燃气体、蒸气的爆炸极限随温度、压力、含氧量、惰性介质及杂物、容器、点火源强度等因素的变化而变化。

① 温度。一般情况下混合物的初始温度越高，会使分子的反应活性增加，导致爆炸范围增大，即爆炸下限降低，上限提高，从而使爆炸的危险性增大。

② 压力。增加混合气体的初始压力，通常会使上限显著增高，爆炸范围扩大。增加压力还能降低混合气的自燃点，这样使混合气在较低的着火温度下能够发生燃烧。

③ 含氧量。混合气中增加含氧量，一般情况下对下限影响不大，因为可燃气在下限浓度时，氧气是过量的。由于可燃气在上限浓度时含氧量不足，所以增加含氧量使上限显著增高，爆炸范围扩大，增加了发生火灾爆炸的危险性。

④ 惰性介质及杂物。一般情况下惰性介质的加入可以缩小爆炸极限范围，当其浓度高到一定数值时可以使爆炸物不发生爆炸。杂物的存在对爆炸极限的影响较为复杂，如少量硫化氢的存在会降低水煤气在空气混合物中的燃点，使其更易爆炸。

⑤ 容器。容器、管子的直径越小，则爆炸范围越小。当管径(或火焰通道)小到一定程度时，火焰难以在其中蔓延，可消除爆炸危险，这个直径称为临界直径或最大灭火间距。容器的材质对爆炸极限也有影响，例如氢和氟在玻璃容器中混合，甚至在液态空气的温度下于黑暗中也会发生爆炸，而在银制容器中，在一般温度下才能发生反应。

⑥ 点火源强度。点火源的强度高，热表面的面积大，火源与混合物的接触时间长，会使爆炸范围扩大，增加燃烧、爆炸的危险性。

2.3.3 石油化工企业防火防爆措施

(1) 控制和消除火源

石油化工生产中可能遇到的火源，除生产过程本身的燃烧炉火、反应热、电火花等以外，还有维修用火、机械摩擦热、撞击火花、静电放电火花以及违章吸烟等。这些火源是引起易燃易爆物质着火爆炸的常见原因。控制这些火源的使用范围，对防火防爆十分重要。

明火的控制：明火主要是指生产过程中的加热用火、维修用火及其他火源。加热易燃液体时，应尽量避免采用明火，可采用蒸汽、过热水、中间载体等。如果必须使用明火，设备应严格密闭，燃烧室应与设备建筑分开或隔离。

摩擦与撞击火花的控制：机器中轴承等转动部分的摩擦，铁器的相互撞击或铁器工具打击混凝土地面等都可能产生火花，管道或铁制容器裂开物料喷出时也可能因摩擦而起火花。必须保持轴承有良好的润滑，凡是撞击的两部分应采用两种不同的金属制成，搬运盛装有可燃气体和易燃液体的金属容器时，不要抛掷、拖拉、震动，不准穿带钉子的鞋进入易燃易爆车间。

其他火源的控制：要防止易燃物料与高温设备、管道表面相接触，可燃物的排放口应远