

职业技能鉴定培训读本

初级工

安全技术基础

黄 柏 马金虎 编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本(初级工)

安全技术基础

黄 柏 马金虎 编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

安全技术基础/黄柏, 马金虎编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 9

职业技能鉴定培训读本 (初级工)

ISBN 7-5025-6129-3

I. 安… II. ①黄…②马… III. 安全技术-职业技能鉴定-教材 IV. X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 094958 号

职业技能鉴定培训读本 (初级工)

安全技术基础

黄 柏 马金虎 编

责任编辑: 周国庆 刘 哲

文字编辑: 麻雪丽

责任校对: 郑 捷

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 201 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6129-3/TB·84

定 价: 17.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着社会经济的发展，企业对从业人员的要求在发生变化，求职人员的结构也在发生变化，特别是近几年农村劳动力的转移引起了国家高度重视。劳动者需要掌握一技之长，才能谋到合适的工作，为今后的职业生涯打下好的基础。目前国家正在大力推行职业资格证书制度，它是国家劳动就业制度的重要组成部分，对于促进劳动者素质提高，提高就业率有着重要的意义。劳动者通过职业技能鉴定考试，取得国家职业资格证书，一方面，企业录用劳动者的时候，可以根据他们持有的证书判断他们的技术水平；另一方面，在国家职业标准的指导下，劳动者可以根据职业的需要去学习掌握相关的知识和技能，干什么，考什么，学什么，用宝贵的时间学到真正有用的东西。

技术技能型操作人员职业资格等级分为五级，从低到高依次为五级（初级工）、四级（中级工）、三级（高级工）、二级（技师）、一级（高级技师）。本套丛书是为技术技能型操作人员编写的初级职业技能鉴定读本，根据国家职业标准的要求编写，旨在满足农村劳动力进城就业和社会上广大新工人学习和掌握各专业工种的基础理论知识和基本操作技能的需要，尽快提高各类操作人员的技术素质，从而增强企业的竞争力，促进新生劳动力、转岗再就业人员和农村转移劳动力实现就业。

本套丛书包括《机械基础》、《机械制图》、《电工识图》、《电工基础》、《电子技术基础》、《安全技术基础》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《焊工》、《锅炉工》、《木工》、《瓦工》、《油漆工》，共14本。

本套丛书力求具有以下特点。

1. 针对性强。本套丛书理论起点低，知识阐述简明扼要，语

言通俗易懂，特别适合文化基础偏低的人员学习阅读。

2. 实践性强。本套丛书从企业生产实际和培训新工人的需要出发，突出介绍了各专业工种的基本技术知识和基本操作技能、操作方法。

3. 在编写过程中充分考虑到企业生产发展和技术更新的需要，介绍了一些新知识、新技术、新工艺、新规范和生产操作案例，为广大技术工人知识更新和技术提高奠定基础。

本书是《安全技术基础》。安全生产是确保企业提高经济效益和促进生产迅速发展的重要保证，直接关系到广大职工的切身利益。本书主要论述了防火防爆技术、电气安全技术、压力容器与工业管道、消防、工业卫生、检修安全技术等，重点阐述了对各种不安全因素所采取的防范措施及检修技术，内容翔实，语言通俗易懂，适合初学者阅读。

本书由黄柏、马金虎、刘子荣编写，朴勇、刘勃安审核。

由于编者水平所限，难免有不妥之处，恳请读者批评指正，不吝赐教。

编者

2004年9月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 石油化工生产的特点	1
1.1.1 生产装置大型化	1
1.1.2 生产过程具有高度的连续性	2
1.1.3 工艺过程和辅助系统庞大复杂	2
1.1.4 生产过程自动化程度高	3
1.1.5 生产过程危险性大	3
1.2 安全技术 in 石油化工生产中的重要性	6
1.3 安全管理在石油化工生产中的重要性	7
第 2 章 防火防爆技术	9
2.1 燃烧	9
2.1.1 燃烧及燃烧条件	9
2.1.2 燃烧过程及形成	10
2.1.3 燃烧速度及热值	15
2.2 爆炸	17
2.2.1 爆炸及其分类	17
2.2.2 分解爆炸性气体的爆炸	17
2.2.3 爆炸性混合物爆炸	18
2.2.4 爆震	19
2.2.5 粉尘爆炸	19
2.2.6 爆炸极限及其影响因素	20
2.2.7 爆炸的破坏作用	23
2.3 爆炸极限及其计算	24
2.3.1 爆炸浓度极限	24
2.3.2 爆炸温度极限	26
2.3.3 爆炸危险度	27
2.3.4 爆炸的极限与燃烧热	27

2.3.5	爆炸极限的计算	28
2.3.6	爆炸极限的影响因素	30
2.4	爆炸的破坏作用及计算	33
2.4.1	爆炸破坏作用的影响因素	33
2.4.2	爆炸造成破坏的形式	33
2.4.3	爆炸温度与压力计算	34
2.5	粉尘爆炸	36
2.5.1	粉尘爆炸的过程	36
2.5.2	粉尘爆炸的影响因素	36
2.6	防火防爆的基本措施	38
2.6.1	石油化工生产中火灾爆炸危险性分析	38
2.6.2	石油化工生产防火防爆措施	39
第3章	电气安全技术	56
3.1	电流对人体的危害	56
3.1.1	电流强度	56
3.1.2	电流通过人体的持续时间	57
3.1.3	电压	58
3.1.4	频率	58
3.1.5	人体电阻	58
3.1.6	电流通过人体的途径	59
3.1.7	人体健康状况	60
3.2	触电及预防	60
3.2.1	触电方式	60
3.2.2	触电原因	62
3.2.3	触电预防和急救	62
3.3	静电	71
3.3.1	静电产生的内因	71
3.3.2	静电产生的外因	73
3.3.3	几种物态的静电产生过程	74
3.4	静电的危害	77
3.4.1	静电的放电形式	77
3.4.2	静电的危害	78
3.5	静电危害的消除措施	80

3.5.1	静电泄漏法	81
3.5.2	静电消除器（静电中和法）	83
3.5.3	工艺控制法	85
3.5.4	人体静电的消除	88
3.6	防雷保护	88
3.6.1	雷电的发生和种类	89
3.6.2	雷电的危害性	89
3.6.3	防雷的基本措施	91
3.6.4	防雷装置的检查	92
3.7	电气防火防爆	93
3.7.1	电气火灾和爆炸的原因	93
3.7.2	电气防火防爆措施	94
3.7.3	电气火灾的扑救常识	99
第4章	压力容器与工业管道	102
4.1	压力容器基本知识	102
4.1.1	压力容器的型式	102
4.1.2	压力容器分类	103
4.1.3	压力容器的制造材料	104
4.1.4	压力容器管理法规	105
4.2	锅炉基本知识	109
4.2.1	锅炉设备概述	109
4.2.2	工业锅炉参数系列及型号表示方法	110
4.3	压力容器的安全附件	111
4.3.1	安全阀	111
4.3.2	防爆片	113
4.3.3	防爆帽	113
4.3.4	压力表	113
4.3.5	液面计	114
4.4	压力容器的安全运行	116
4.4.1	平稳操作	116
4.4.2	防止超载	116
4.4.3	状态监控	116
4.4.4	紧急停运	117

4.5	气瓶	117
4.5.1	气瓶的分类	118
4.5.2	气瓶的安全附件	119
4.5.3	气瓶的颜色和标记	120
4.5.4	气瓶的充装量	122
4.5.5	气瓶的管理	125
4.5.6	气瓶的检验	127
4.6	液化气体罐车	128
4.6.1	载重量及充装量	128
4.6.2	安全附件	128
4.6.3	罐车的使用与管理	130
4.7	压力管道	133
4.7.1	管道的标准	133
4.7.2	管道分级	135
4.7.3	压力管道的设计、制造	137
4.7.4	加工检验及安装	137
4.7.5	管道工程验收	138
4.7.6	压力管道管理	140
第5章	消防	142
5.1	灭火剂	142
5.1.1	水	142
5.1.2	泡沫灭火剂	146
5.1.3	二氧化碳灭火剂	151
5.1.4	干粉灭火剂	153
5.1.5	烟雾灭火剂	154
5.1.6	轻金属火灾灭火剂	155
5.2	灭火的基本方法	156
5.2.1	冷却灭火法	156
5.2.2	隔离灭火法	156
5.2.3	窒息灭火法	157
5.2.4	抑制灭火法	157
5.3	灭火器	158
5.3.1	泡沫灭火器	159

5.3.2	干粉灭火器	164
5.3.3	二氧化碳灭火器	168
5.4	常见的初起火灾扑救	170
5.4.1	火灾的发展过程和特点	170
5.4.2	灭火的基本原则	171
5.4.3	生产装置初期火灾的扑救	173
5.4.4	储罐初起火灾的扑救	174
5.4.5	汽车初起火灾的扑救	175
5.4.6	人身起火的扑救	177
第6章	工业卫生	178
6.1	工业毒物及其危害	178
6.1.1	工业毒物	178
6.1.2	职业中毒	185
6.2	生产性粉尘及其危害	191
6.2.1	生产性粉尘的来源	192
6.2.2	生产性粉尘的性质	192
6.2.3	生产性粉尘的危害	193
6.2.4	生产性粉尘的最高容许浓度	194
6.3	防毒防尘措施	194
6.3.1	管理措施	195
6.3.2	技术措施	195
6.3.3	卫生保健措施	198
6.3.4	个体防护措施	199
6.4	工业噪声的危害及防护	202
6.4.1	噪声及其危害	202
6.4.2	噪声的控制和防护	205
第7章	检修安全技术	208
7.1	石油化工装置检修的准备工作	208
7.1.1	石油化工装置检修的分类与特点	208
7.1.2	装置停车检修前的准备工作	209
7.2	装置停车的安全与处理	213
7.2.1	停车前的准备工作	213
7.2.2	停车操作及设备置换	214

7.2.3	装置环境安全标准	216
7.2.4	抽堵盲板	217
7.2.5	其他	218
7.3	装置安全检修	219
7.3.1	做好检修现场的组织领导工作	219
7.3.2	做好检修现场的平面布置工作	219
7.3.3	检修施工安全用火	219
7.3.4	设备拆卸与封闭	222
7.3.5	进入有限空间作业	223
7.3.6	起重吊装	223
7.3.7	脚手架	224
7.3.8	高处作业	225
7.3.9	检修现场的电气安全	226
7.3.10	检修质量	227
7.3.11	其他	228
7.4	装置检修后的开车	228
7.4.1	做好开工前的安全检查	228
7.4.2	装置开工	229
主要参考文献		231

第 1 章 绪 论

安全生产是确保企业提高经济效益和促进生产迅速发展的重要保证，直接关系到广大职工的切身利益。石油化工生产因其危险性很大而对安全生产有更严格的要求。本书以石油化工生产为背景介绍安全生产技术。

石油化工包括炼油、石油化工、化纤和化肥四大行业，是我国国民经济重要的能源和原材料工业，是国民经济的支柱产业之一，在国民经济中占有重要位置，发挥着重要作用。人们的“衣、食、住、行”样样都离不开石油化工产品。它与人们的生活密切相关，渗透到国民经济的各个领域，广泛应用在飞机、船舶、汽车及制造业、建筑工业和农业上，而且成为发展国防工业和尖端科学技术必不可少的原料。因此，石油化学工业为促进其他工业的迅速发展，提高人们的生活水平起着积极的作用。

石油化工生产具有易燃、易爆、有毒、有害、腐蚀性强等许多潜在的危险因素，安全生产的难度较大，因而，实现石油化工安全生产至关重要，石油化工的安全生产也就越来越引起人们的关切和重视。

1.1 石油化工生产的特点

1.1.1 生产装置大型化

目前，世界各国的石油化工生产装置规模越来越向大型发展。我国乙烯装置规模已达 45 万吨/年以上，涤纶生产装置规模已达 48 万吨 t/年以上，合成氨生产装置采用了 35 万吨 t/年以上的规模，炼油生产装置的年加工能力已达 500 万吨 t 以上。通过挖潜和技术改造，生产装置还会向更大的规模发展。

1.1.2 生产过程具有高度的连续性

石油化工生产是个连续的生产过程，装置开车投产后将不间断地投料，不间断地得到产品，各工序之间一环紧扣一环，紧密相连，互相制约，具有高度的连续性。如果一个工序或者一台设备发生故障，都会造成装置的停车甚至发生重大事故。

1.1.3 工艺过程和辅助系统庞大复杂

石油化工生产从原料到产品，要经过许多工序和复杂的加工单元，通过多次的化学反应（或物理处理过程）才能完成，所以生产过程既复杂又庞大。为了满足石油化工生产的需要，还设有供热、供水、供电等庞大的辅助系统，生产过程使用的各种反应器（炉）、塔、槽、罐、压缩机、泵等都以管道相连通，从而形成了工艺过程复杂和工艺流程长的系列生产线。例如炼油生产的催化裂化装置，从原料到产品要经过 8 个复杂的加工单元；乙烯生产装置，从原料到产品要经过 14 个复杂的加工单元；化肥生产从原料到产品要经过 12 个复杂的加工单元等。

此外，石油化工生产过程的工艺参数相当严格，也十分苛刻。生产是在高温、高压、低温、负压等条件下进行的，这种生产的特殊性，将给安全生产带来很大的困难。如乙烯生产装置的裂解炉管壁温度高达 1100°C ，化肥生产的汽化炉温度高达 1450°C ，而空气分离装置则在 -195°C 的低温下进行操作，天然气深冷分离也在 $-103\sim-102^{\circ}\text{C}$ 的低温下进行。高压聚乙烯的操作压力高达 340MPa ，而聚酯生产却在真空条件下进行，操作压力仅有 $1\times 10^{-4}\text{MPa}$ 。离心式压缩机转速高达 15000r/min 以上，高速泵的转速则为 25000r/min 等。

这些指标的确定是由生产性质决定的。由此可见石油化工生产过程的工艺条件相当严格、复杂和多变。为了生产的安全和稳定，工艺条件的控制要求十分严谨，不允许超过规定。

石油化工生产除部分炼油装置为物理加工过程外，其余均为化学反应过程。由于化学反应剧烈、极易失控，所以在生产过程中，对温度、压力、流量、液位、投料量、投料比例、投料顺序和气体

成分等，必须严加控制，否则就会因剧烈的化学反应造成超温、超压、冒料等情况的发生，导致着火爆炸。

1.1.4 生产过程自动化程度高

随着科学技术的发展，加之石油化工生产本身特殊性的需要，石油化工生产装置大量采用了先进技术，如自动控制、安全联锁、信号报警装置和电视监视及显示等。

自动化系统按其功能可分为自动检测、自动调节、自动操纵和自动信号4类。

自动检测系统的作用是对生产过程中的机器、设备运行情况自动进行检测，把工艺参数（温度、压力、流量、液位和物料配比）变化情况显示或记录下来。自动调节系统的作用是通过参数与设定值的比较和运算，发挥调节作用。自动操纵系统有对机器设备自动启动、停止和交换的作用。操作人员只对自动装置发出指令，全部工序可自动完成。在设备和机器运行中出现异常时，联锁与保护系统会自动发出警报或自动采取安全措施，以防事故发生，保证安全生产。

石油化工生产过程中，当生产状况发生异常时，信号警报装置就会发出声、光或颜色信号，警告操作人员及时采取措施，使工艺参数恢复正常状态。例如两种气体混合进行化学反应，当混合气体接近爆炸极限时，安装在气体输入管道上的保险装置就会自动中断气体的输入，防止爆炸发生。安全联锁装置是利用机械控制或电气控制，按照顺序接通各仪表和设备使其发生联系，达到安全生产的目的。

工业电视可代替操作人员对危险区域或不宜接近的部位进行现场实地连续观察、远距离监视，也可以连续显示工艺参数变化，以达到保障安全、降低劳动强度、改善工作环境的目的。

1.1.5 生产过程危险性大

由于石油化工生产具有潜在危险性，一旦操作条件发生变化，工艺受到干扰产生异常，或因人为因素、人员素质欠佳等原因造成误操作，潜在的危险就会发展成为灾害性事故。

(1) 火灾和爆炸 火灾、爆炸是石油化工生产中发生较多而且

危害甚大的事故类型。在生产过程中，使用的原材料、半成品、成品以及各种辅助材料等大都为易燃易爆物质，当管理不当、操作失误、使用不合理时极易引起着火爆炸。工艺气体发生着火时火势凶猛而且不易扑灭，危险性极大。

石油化工生产过程中客观存在的发生火灾和爆炸的因素，可概括为以下几个方面。

① 各种原材料、辅助材料、中间产品、成品的易燃易爆性。石油化工生产使用的各种原料，如煤及其粉尘、焦炭、天然气、油田气、炼厂气、焦炉气、原油、重油、抽余油和石脑油等，都具有易燃易爆的性质。天然气、油田气、炼厂气、原料煤气、烃类以及各种油蒸气，它们的燃点低、爆炸下限低，点燃的能量低，当操作不当或设备问题发生外泄时，或者空气（或氧气）混入系统中，则发生燃烧爆炸的可能性大。空分装置中的乙炔和碳氢化合物等危险杂质超过允许含量时，极易引起爆炸。氧气是一种强氧化剂，能加速物质的燃烧，可引起许多不易燃烧物质的燃烧，在管道中高速流动时（超过安全流速）也可引起管道燃烧。

② 高温操作带来的危险性。石油化工生产中操作温度高是引起工艺气体着火爆炸的一个重要因素。这是因为如下原因。

a. 高温设备和管道表面易引起与之接触的可燃物质着火。

b. 高温下的可燃气体混合物，一旦空气抽入系统与之混合并达到爆炸极限时，极易在设备和管道内爆炸。

c. 温度达到或超过自燃点的可燃气体，一旦泄漏即能引起燃烧爆炸。

d. 高温可加速运转机械中的润滑油的挥发和分解，使油气在管道中积炭、结焦，导致积炭燃烧和爆炸。

e. 高温使金属材料发生蠕变，改变金相组织，增强腐蚀性介质的腐蚀性，高温还能增强氢气对金属的氢蚀作用，上述作用的结果，可降低设备的机械强度，导致泄漏，甚至造成爆炸。

f. 高温使可燃气体的爆炸极限扩大，如煤气在常温下的爆炸下限为 6.0%，而在 400℃ 时则降低为 4%，又如氨在常温下爆炸

极限为 15.5%~27%，而在 100℃ 时则变为 14.5%~29.5%，由于爆炸范围加宽，危险性增大。

③ 高压运行带来的危险性。高压操作有许多优点，如能提高化学反应速度，增加效率，提高设备生产能力等。但是从安全生产角度来看，则带来一系列不安全因素。例如操作压力高使可燃气体爆炸极限加宽，尤其是对上限影响较大。如常压下甲烷的爆炸上限为 15%，而在 12.5MPa 时，则扩大到 45.7%，使爆炸危险性增加。处于高压下的可燃气体一旦泄漏，高压气体体积迅速膨胀，与空气形成可爆性混合气，又因流速大与喷口处摩擦产生静电火花而导致着火爆炸。

另外，高压操作对设备选材、制造都带来一定难度，给平时的维护也增加了困难，同时易使设备发生疲劳腐蚀，造成泄漏。高压下能加剧氢气、氮气对钢材的氢蚀作用及渗氮作用，使设备机械强度减弱，导致物理爆炸。

④ 其他因素。由于生产过程中，所处理或加工的物料均系易燃易爆物质，当操作不当或设备不严密时，空气或氧气窜入生产装置，或投料顺序有误，或投料比例不符合要求导致氧含量超过规定而造成爆炸。有自聚物生成的生产装置，由于控制不当，管理不严亦会引起自聚物的爆炸。

(2) 中毒窒息 生产过程中，工人接触、使用化学有毒有害物质的机会和种类较多，如一氧化碳、硫化氢、氨、氮氧化物、油蒸气、氯化钠、氢氰酸、苯、苯胺、烃类等。它们多是主要原料成分或中间产物，以气态或尘雾状态存在，在设备密封不好或因设备管道腐蚀、设备检修、操作失误、发生事故等情况下，有毒有害物质便迅速外泄并污染作业环境，如防护不当或处理不及时，很容易发生中毒，对人体造成不同程度的危害。有些气态物质无色无嗅，泄漏后不易被人们察觉，往往会造成更大危害。氮气、二氧化碳、氢气等可造成窒息。

此外，还有噪声和粉尘的危害，高温中暑以及发生化学灼伤等危险。

1.2 安全技术在石油化工生产中的重要性

(1) 安全技术 生产过程中存在着一些不安全或危险的因素，危害着工人的身体健康和生命安全，同时也会造成生产被动或发生各种事故。为了预防或消除对工人健康的有害影响和各类事故的发生，改善劳动条件，而采取各种技术措施和组织措施，这些措施的综合，称为安全技术。

(2) 安全技术的重要性 安全技术是劳动保护科学的重要组成部分，是一门涉及范围广、内容丰富的边缘性学科。

安全技术是生产技术发展过程中形成的一个分支，它与生产技术水平紧密相关。随着石油化工生产的不断发展，石油化工安全技术也随之不断充实和提高。

安全技术的作用在于消除生产过程中的各种不安全因素，保护劳动者的安全和健康，预防伤亡事故和灾害性事故的发生。采取以防止工伤事故和其他各类生产事故为目的的技术措施，其内容包括如下。

- ① 使生产装置本质安全化的直接安全技术措施。
- ② 间接安全技术措施，如采用安全保护和保险装置等。
- ③ 提示性安全技术措施，如使用警报信号装置、安全标志等。
- ④ 特殊安全措施，如限制自由接触的技术设备等。
- ⑤ 其他安全技术措施，如预防性实验，作业场所的合理布局，个体防护设备等。

从上述情况看，安全技术所阐述的问题和采取的措施，是以技术为主，是借安全技术来达到劳动保护的目的，同时也要涉及有关劳动保护法规和制度、组织管理措施等方面的问题。因此，安全技术对于实现石油化工安全生产，保护职工的安全和健康发挥着重要作用。

(3) 安全技术的内容 安全技术是劳动保护科学中的一个学科。是指为了预防或消除对员工健康的有害影响和各类事故的发