

化工和石油化工检修工人

技术等级标准自学丛书

电 焊 工

化 学 工 业 部 劳 资 司
中国石油化工总公司人事部



内 容 提 要

本书是《化工和石油化工检修工人技术等级标准自学丛书》之一。本书根据化工部81年颁发的《化工检修工人技术等级标准》(试行本)规定的一至六级电焊工应知应会的要求,逐级介绍了电焊工应掌握的基础知识和操作技能,对电焊工应了解的其它专业知识也作了相应介绍。本书条理清楚,通俗易懂,并紧密联系化工和石油化工企业电焊工作实际,便于读者自学掌握。

本书由兰州化学工业公司化工机械厂郑承炎编写。俞兆宁、陆君伟和邓生福同志参加了部分工作。锦州化工总厂、兰州长虹电焊条厂和兰州炼油化工总厂安装公司等单位参加了审稿。

本书可作为电焊工自学读物,也可作电焊工培训教材,还可供其它有关人员参考。

化工和石油化工检修工人技术 等级标准自学丛书

电 焊 工

化学工业部劳动司
中国石油化工总公司人事部

责任编辑 李建斌
封面设计 任 辉

化学工业出版社出版发行
(北京和平里七条十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷
化学工业出版社印刷厂装订
新华书店北京发行所经销

开本787×1092¹/₃₂ 印张 22 字数 488 千字
1989 年12月第1版 1989 年12月北京第1次印刷

印 数 12,930
ISBN 7 5025 0622 5 TH·12
定 价 10.40 元

前 言

目前，全国各化工及石油化工企业正在开展全员文化培训和技术培训，为了适应这些企业的检修工人技术培训的需要，不断提高检修工人的技术理论水平和实际操作技能，不断提高他们的技术素质。我们按照化学工业部一九八一年颁发的《化工检修工人技术等级标准》（试行本）（以下简称《等级标准》），组织编写了这套《化工和石油化工检修工人技术等级标准自学丛书》，全套书共计十五册，将陆续出版。

丛书根据《等级标准》中应知应会的要求，相应分为基础理论和实际操作两部分，由一级工到六级工逐级撰写。

丛书是工人技术考核自学用书，力求把《等级标准》中基本要求的内容用通俗易懂的文字、形象直观的插图和有代表性的示例系统地加以阐述。它不是《等级标准》的详细说明和解释，也不是升级考核的标准答案。

丛书在编写方式上，为了便于广大工人自学，保持知识的系统性和完整性，将《等级标准》中应知应会的条文作了适当的归类和次序的调整，并力求做到取材先进、重点突出、举一反三，尽量兼顾大、中、小企业的不同情况。但由于丛书的专业性较强、涉及的知识面又广，加上各企业之间工艺、设备和技术水平等方面的差异，又由于受到篇幅的限制，所以，只能就一些共性的问题进行讨论，因而，不可避免地会存在一些片面性和局限性。但是，丛书是编写者的辛勤劳动

的结晶，尤其是那些操作实例，是他们实践经验的总结，对广大工人学习技术无疑是有裨益的。

化 学 工 业 部 劳 资 司

中国石油化工总公司人事部

1985年8月

目 录

一 级 工

基 础 知 识

一、了解本厂化工生产装置主要原料、产品的种类与特性 (易燃、易爆、有毒、触电、窒息与腐蚀等)及管道涂色标记·····	1
二、自用焊接设备的名称、规格及用途·····	10
三、识图基本知识及公、英制尺寸换算·····	39
四、电流、电压、电阻的物理意义及单位,电弧产生原理及 其与电流、电压的关系·····	43
五、本厂常用金属材料及焊条的种类·····	47
六、本工种在本厂制造、检修工作中的主要内容·····	63
七、一般安全知识,安全电压、防火、防爆、防触电、防 窒息及消防器材使用方法等·····	65

操 作 实 例

一、正确使用自用设备、工、夹、量具和防护用具·····	70
二、看懂简单的焊接零件图·····	75
三、钳工、铆工、气割的简单操作·····	79
四、低碳钢简单构件、管道的手工平、立、角焊与转动焊·····	88

二 级 工

基 础 知 识

一、压力的概念,压力容器设计中有关压力和温度的一些 专门术语的含义;压力容器分类;压力容器制造厂所需 具备的条件及制造过程中的基本管理	95
二、自用设备(包括辅助设备)的基本构造与性能	100
三、识图基本知识,焊缝代号及其意义	108
四、常用金属材料、阀门及管件的名称、牌号与规格	121
五、常用焊条、焊丝、焊剂的种类、牌号、规格、特点、 适用范围与保管方法	140
六、气瓶、减压器的使用、保管方法与搬运注意事项	177
七、焊接接头基本型式、焊缝公差及焊接质量标准	182
八、焊接规范的基本概念	197
九、电工、气焊工、铆工、管工、起重工的基本知识	199
十、安全技术规程	215

操 作 实 例

一、看懂一般常压贮槽装配图及简单钢结构图	216
二、自用设备及辅助设备的使用与维护保养	220
三、根据焊件技术要求正确执行工艺规程	226
四、低碳钢常压设备的全位置焊和化工Ⅳ级管道的转动焊	228
五、简单铸、锻件(如阀门、泵轴等)缺陷(裂纹、磨擦 等)的焊补	231
六、各种焊条、焊剂的烘干装置和焊丝的除油、除锈装置	234
七、正确执行安全技术规程	236

三 级 工

基 础 知 识

一、化工生产装置流程概况·····	240
二、钢制焊接容器、管壳式换热器技术条件、钢制压力容器焊接规程以及焊接技术规范的基本知识·····	246
三、自用设备及辅助设备常见故障产生原因及防止方法·····	251
四、机械制图基本知识·····	255
五、金属学及热处理基本知识·····	259
六、石油化工厂设备中常用的碳钢、不锈钢、低温钢、耐热钢、高强度合金钢、铜、铝及其合金的牌号、机械性能、物理性能、化学成分、焊接性及用途·····	269
七、埋弧自动焊、气体保护焊、碳弧气刨(割)的基本原理及适用范围:气孔、夹渣、咬边、焊瘤、未焊透等缺陷产生原因及防止措施·····	290
八、用正接和反接法进行焊接的特点及其适用范围·····	301
九、电流、电压、焊条直径、焊接速度的相互关系及其对焊接质量的影响。电弧长度、气体纯度、焊条(丝)倾斜角度和倾斜方向、熔深程度、焊件倾斜度以及自然条件等因素对焊接质量的影响·····	303
十、焊接厚度、坡口类型、对缝间隙与焊接变形、焊缝质量的关系。焊前预热和焊后热处理的一般知识·····	309

操 作 实 例

一、看懂低压容器、管壳式换热器及一般钢结构装配图、零部件图 and 一般配管图·····	315
--	-----

二、自用自动、半自动焊机、气体保护焊机、碳弧气割	
(刨)设备的维护保养;交、直流焊机的小修	318
三、根据焊件材质、厚度、坡口型式、工件位置正确选择	
焊接规范	323
四、一般焊缝缺陷产生原因及修补措施	327
五、低碳钢、不锈钢低压容器的平、立、角焊与横焊;化	
工Ⅳ级管道的全位置焊和化工Ⅲ级管道的转动焊	329
六、一般受冲击载荷构件的焊接	331
七、气焊简单操作技术	332

四 级 工

基 础 知 识

一、钢制化工设备常用技术条件的基本内容	339
二、自用设备和辅助设备的构造原理、电气线路原理及故	
障检查与排除方法	349
三、氩弧焊机、等离子切割设备的规格、主要构造、工作	
原理及其使用维护保养方法	368
四、常用焊剂、涂料的组成及其在焊接过程中的作用	383
五、焊缝用料计算方法	388
六、堆焊、切割操作方法以及堆焊中产生缺陷的原因及	
其防止	392
七、常见裂纹的类型、产生原因及防止方法	395
八、焊接工艺过程及顺序的一般知识,化工厂常用金属材	
料焊接规范的选用知识	406

操 作 实 例

一、各种自用焊接设备、辅助设备的故障排除及小修	416
-------------------------	-----

二、看懂一般中压设备图	418
三、根据焊件特点和焊缝分布情况确定焊接顺序	420
四、根据图纸及工艺要求检查工件组对质量(间隙、坡口、 接头等), 正确选择焊接规范	422
五、中压夹套容器及一般受冲击力构件的全位置焊接	424
六、化工Ⅲ级管道的全位置焊接及化工Ⅱ级管道的转动焊	425
七、用碳弧气刨清根及用等离子切割不锈钢板、管及制作 坡口	427
八、根据一般工件估工、算料	431

五 级 工

基 础 知 识

一、常用焊接设备及辅助设备的使用与调整方法	435
二、铜、铝焊接的特点及其焊接方法	440
三、防止复杂焊件变形和消除内应力的方法	446
四、一般合金钢的焊接方法及较复杂机件的补焊方法	455
五、较系统地掌握金属学及热处理知识	459
六、有关金属材料机械性能、物理性能及化学性能试验的 一般知识	472
七、金属材料腐蚀的基本知识	480
八、编制工艺规程的一般知识	493

操 作 实 例

一、看懂较复杂的焊接设备图并能绘制一般零件草图	496
二、在焊接过程中正确地判断焊接设备的运行情况并及时 调整与排除故障	500

三、各种焊接辅助设备、焊接夹具的选用与调整	504
四、常用有色金属(铜、铝、钛、镍等)的焊接	508
五、异种金属材料(如铜与碳钢)及复合板材的焊接	512
六、高温、高压容器、化工Ⅱ级管道的全位置焊接及化工 Ⅰ级管道的转动焊	523
七、大型容器、塔类、管道的自动焊	530
八、根据探伤底片正确判断焊缝缺陷的部位、性质及焊缝 质量等级	538
九、较复杂工程的估工、算料	541
十、安排作业计划与合理组织焊接作业	543

六 级 工

基 础 知 识

一、金属材料的焊接性、影响焊接性的因素及焊接特点	545
二、各种无损探伤的技术规范	551
三、焊接应力的形成原理和有关消除应力的理论与措施	561
四、复杂、精密、大型焊件、各种合金钢焊件的焊前预热 与焊后热处理知识	571
五、有关焊接线能量的计算方法	577
六、根据复杂焊件几何形状、材质厚度、接头型式、焊缝布 置情况合理选择焊接规范、焊接顺序和熔敷方法的知识	579
七、高强度合金钢焊缝金相组织的变化对其化学成分、 机械性能、物理性能、耐腐蚀性能的影响及改进焊缝 性能的措施	588
八、各种复杂焊件防止产生焊接缺陷的措施及缺陷产生后 的补救方法	607

九、大型焊接设备（如塔、反应器等）及大型钢结构的组 装施工·····	616
十、各种高、中压设备焊接工艺制定方法和质量检查方法···	632

操 作 实 例

一、看懂各种复杂设备图，并能绘制简单机加工零部件图···	647
二、各种常用焊接设备的精度检查与调整·····	649
三、编制一般焊接工艺规程·····	652
四、低合金高强度钢大型压力容器的全位置焊接·····	659
五、高压管道的氩弧焊打底加手工全位置焊接·····	668
六、各种材质的复杂零部件补焊·····	670
七、焊接工、卡、胎具的使用·····	673
八、焊条和钢材的焊接工艺性试验和焊接工艺评定·····	674
九、废品原因分析和质量保证体系的建立与健全·····	681

附 录

一、中华人民共和国法定计量单位·····	685
二、常见非法定计量单位与法定计量单位的换算·····	688
三、电焊工技术等级标准·····	688

一 级 工

基 础 知 识

一、了解本厂化工生产装置主要原料、产品的种类与特性（易燃、易爆、有毒、触电、窒息与腐蚀等）及管道涂色标记

（一）化工生产装置主要原料、产品的种类

1. 合成氨厂（氮肥厂）

合成氨厂的主要原料有煤、重油、硫酸铵、固碱、硫氢化钠、冰醋酸、发烟硫酸、活性炭、硅胶、酒精、各类触媒、纯碱、硫酸亚铁、液碱及水和空气等。

主要产品有浓硝酸、液氨、精甲醇、甲醛、乌洛托品、硝酸铵、异戊醇、氨水、尿素、液氮等。

2. 合成橡胶厂

橡胶厂主要原料有轻油、拔头气（拔顶气）、烧碱、硫酸、纯苯、过硫酸钾、氢氧化钾、硫酸镁、亚硝酸钠、福美钠、松香皂、硫酸亚铁、食盐、液氯、液氨等。

主要产品有丁苯橡胶、丁腈橡胶、充油丁苯橡胶、ABS塑料、聚苯乙烯、丙酮等。

3. 石油化工厂

一般中型石油化工厂主要原料有原油、烧碱、3A分子筛、各类触媒、甲醇、液氨等；分子筛作为催化剂用于石油裂解。

中型石油化工厂主要产品有低密度聚乙烯、高密度聚乙烯、聚丙烯、内烯腈、丙纶、乙腈、氰化物、闪蒸残油、裂化汽油、裂解加氢汽油、石油液化气、甲烷氢等。

4. 磷肥厂

一般中小型磷肥厂主要原料有磷矿石、磷酸、氨、硝酸铵、氯化钾、硫酸、尿素、硅石、盐酸、焦炭等。

中小型磷肥厂主要产品有过磷酸钙、磷酸铵、硝酸磷肥、混合肥料、磷酸等。

5. 电石厂

电石厂主要原料有石灰石、焦炭。

主要产品为电石（碳化钙）。

（二）化工生产主要原料、产品的一般特性

1. 化工生产原料和产品（气体类）的特性

化工生产过程中，要产生或利用一些气体物质，如 H_2 、 N_2 ，有些化工原料和产品本身就是气体。气体类化工原料和产品的特性列于表 1-1。

表 1-1 气体类化工原料的产品特性

名 称	性 能				
	可燃性	爆炸范围	刺激性	能否窒息	腐蚀性
一氧化碳	可燃	12.5~74.2%		有毒并窒息	
二氧化碳	不燃	无		窒 息	
氢气	可燃	4~74.2%			
氮气	不燃	无		能窒息	
氧气	助燃				
氧化氢	不燃		刺激皮肤及粘膜		吸入肺部生成亚硝酸腐蚀内脏
合成氨	可燃	15.5~27%	刺激泪腺及肺	能窒息	液氨腐蚀皮肤
发烟硝酸	不燃		刺激皮肤及粘膜		强腐蚀（灼伤）
硫化氢	可燃	4.3~45.5%	刺激皮肤及粘膜	有毒并窒息	长时间接触腐蚀皮肤

2. 化工原料产品（液、固体类）的特性

（1）硫酸铵： $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ （俗称硫铵）纯态硫铵为无色斜方晶体，工业纯硫铵为白色或浅黄色晶粒，含氮约20%，是一种速效氮肥，受潮后对钢铁、水泥等材料均有腐蚀作用。

（2）固碱（固体烧碱 NaOH ）固碱为白色固体，有很强的吸湿性及腐蚀性，并能破坏纤维素，腐蚀皮肤，重者可引起皮肤灼伤。应注意防止与水、有机物、引火物（刨花、稻草、纸张等）接触，以免发生火灾。另外，高温下对碳钢有较严重的腐蚀作用，固碱与液体烧碱同属烧碱。

（3）硫氢化钠（ $\text{NaHS} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）为黄色或棕色油状液体，味苦，密度1.7克/厘米³，溶于水、醇、乙醚，加热分解放出硫化氢（ H_2S ）剧毒气体，且硫化氢与空气的混合物有爆炸危险，是化工厂中主要剧毒、易爆及腐蚀性物品之一，严禁与皮肤、头发接触。应放置在阴凉、干燥通风处。

（4）冰醋酸（乙酸 CH_3COOH ）无色透明液体，有强烈刺鼻的醋味，味苦带酸，具有腐蚀性、燃烧性，其蒸气有毒，且易着火，是易燃和腐蚀性物品，应隔绝火种和各类氧化剂，避免与皮肤接触。

（5）发烟硫酸（ H_2SO_4 ）无色油状液体，易放出雾状三氧化硫（ SO_3 ），为强酸，具有强烈的腐蚀性，其烟雾对人体呼吸道、消化道均有严重的损害作用，发烟硫酸的致死量为1毫升。

（6）酒精（乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ）酒精为无色透明液体，沸点为78.3℃，易燃、易爆、有毒。

（7）浓硝酸（ HNO_3 ）浓硝酸为无色或浅黄色油状液体，密度为1.52克/厘米³，沸点为86℃，是一种无机强酸，常温下会分解放出二氧化氮气体（ NO_2 ），因而呈红棕色。

浓硝酸具有强烈的腐蚀性和强烈的刺激味，与皮肤接触时将迅速使皮肤变成黄色或褐色。浓硝酸致死量为8毫升。有机物遇上浓硝酸时，能引起燃烧和爆炸。除金、铂、铌外，几乎所有的金属都溶于硝酸。

(8) 液氨(液体合成氨 NH_3) 氨在常温常压下是无色有窒息性刺激臭味的气体，当温度降低或压力增大(17~20公斤力/厘米²)时，气体氨变成无色透明的液体氨，液氨与氯(Cl_2)、溴(Br_2)、碘(I_2)等有爆炸反应，氨与空气可形成爆炸性气体，此外，液氨对人体皮肤有灼伤危险。

(9) 甲醇(CH_3OH) 无色透明一级易燃液体，具有类似乙醇的气味，挥发性大，其蒸气与空气混合气体具有爆炸危险(爆炸极限约为6~36.5%)，吸入人体时有毒，并能伤害神经，工作时必须穿工作服，戴口罩，风镜，不可曝晒，要隔绝火种，严禁与氧化剂共贮运。

(10) 甲醛(福尔马林 HCHO) 甲醛为无色有毒气体，其水溶液为无色澄清的液体，pH值为3，有窒息性刺激臭味和极强的杀菌力，并刺激眼睛，对有机物具有腐蚀性和毒害性，接触皮肤后能使肉体组织坏死。

(11) 轻油 无色或浅黄色液体，有臭味，易燃烧，密度0.66~0.75克/厘米³，沸点为35~200℃，蒸发温度不高于133℃。

(12) 氢氧化钾(KOH) 白色斜方结晶体，有极强的吸水性，强烈的腐蚀性，操作时要严防触及皮肤和眼睛(因为此物在吸水后可产生大量的热)，应与易燃品隔绝。

(13) 亚硝酸钠(NaNO_2) 为黄色斜方晶体，密度为2.17克/厘米³，熔点为271℃，在空气中易潮解，与有机物接触时易燃、易爆、有毒，致死量为2克。应防止日光照射，

并严防与火种接触。

(14) 液氯 常温常压下为黄绿色气体，液氯为黄色油状液体，氯元素具有极活泼的化学性，并能与大多数元素反应。能腐蚀大多数金属，在遇热振动下会发生强烈爆炸，对呼吸系统有强烈刺激作用，严重时会窒息死亡。

(15) 丙酮 (C_3H_6O) 无色透明液体，沸点 $56^{\circ}C$ ，易挥发，有毒、易燃，有麻醉作用，与空气能形成爆炸性混合物，属易燃危险品。

(16) 苯乙烯 (C_8H_8) 无色透明液体，熔点为 $-33^{\circ}C$ ，沸点为 $145^{\circ}C$ ，易燃，有毒，遇空气或见光能自聚，能与空气形成爆炸性混合物。不溶于水，属易燃、有毒物品。

(17) 盐酸 (HCl) 无色透明液体，易挥发，有强烈的刺激和腐蚀性，能与许多金属、金属氧化物、氢氧化物作用生成盐类。

(18) 乙二胺 ($C_2H_8N_2$) 无色稠状液体，有臭味，有毒，易挥发，溶于水，水溶液呈碱性。熔点 $8.5^{\circ}C$ ，闪点 $66^{\circ}C$ ，有腐蚀性，属易燃、有毒品。

(19) 硫磺 (S) 浅黄色固体，无臭、无味，不溶于水、酸和碱，可溶于二硫化碳，加热燃烧产生有刺激性的二氧化硫。应远离火种和氧化剂。

(20) 硫化钠 (Na_2S) 为棕红色片状结晶物，易潮解，有腐蚀性，有臭味，有毒，在空气中易氧化变质，遇酸能放出硫化氢，可溶于水。

(21) 丙烯腈 (C_2H_3CN) 为无色易流动液体，蒸气有毒，密度为 0.8克/厘米^3 ，沸点为 $77^{\circ}C$ ，熔点为 $-83^{\circ}C$ ，稍溶于水，能与空气形成爆炸性混合物，属有毒、易燃物品。

(22) 丁醇 (C_4H_9OH) 无色或浅黄色液体，有酒味，

能燃烧，并能和空气生成爆炸性混合物。

(23) 精萘 ($C_{10}H_8$) 外观为白色片状晶体，有强烈焦油味，能挥发，密度为 1.16 克/厘米^3 ，熔点为 80°C ，闪点 176°C ，燃点 979°C 。能与空气形成爆炸性混合物。另外此物易升华，不溶于水，点燃后，光弱烟多，能防蛀。

(24) 福美钠 (二甲基二硫化代氨基甲酸钠) 浅绿色液体，密度为 1.2 克/厘米^3 ，熔点为 -11.5°C ，易溶于水，有毒，可燃。

(25) 氯乙烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$) 又称乙基氯，为无色气体，易液化，密度为 0.9028 克/厘米^3 ，沸点 13.1°C ，挥发得很快，并引起急剧冷却。能与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限为 $3.6\sim 14.8\%$ (体积比)。

(26) 氰化钠 (NaCN) 为白色结晶颗粒或粉末，溶于水和液氨，其水溶液呈强碱性，与人体接触可灼伤皮肤，吸入微量粉末即可中毒死亡。遇酸分解产生剧毒的氰化氢气体，与氯酸盐或亚硝酸盐 (钾或钠的盐) 混合后能发生爆炸，属剧毒物品。

(27) 氰化钾 (KCN) 为白色等轴晶系块状物或粉末，易潮解，易溶于水和乙醇，微溶于甘油、甲醇和液氨中。密度为 1.52 克/厘米^3 ，熔点 634.5°C 。其他物化性质与氰化钠相似，毒性较氰化钠更强，遇酸分解出氰化氢剧毒气体。

(28) 电石 (CaC_2) 化学纯碳化钙是无色的晶体，工业碳化钙按其纯度不同有灰色、棕色、黄色和黑色等。曝露在空气中吸收水分后即失去光泽，变成灰白色粉末。与水作用产生乙炔气体，具有特殊的恶臭气味，气体与火源接触立即燃烧，与空气混合时 (比例在 $2.5\sim 80\%$) 可形成爆炸性气体，吸入人体能使人头昏、头痛、呕吐。不溶于所有的已知