

技术工人岗位培训读本

DIANHANGONG

电焊工

第二版

吉化集团公司 组织编写
孙景荣 王丽华 主编



化学工业出版社

技术工人岗位培训读本

DIANHANGONG

电焊工

第二版

吉化集团公司 组织编写
孙景荣 王丽华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《技术工人岗位培训读本》(第二版)之一,结合焊接技术在材料、工艺、方法等方面的新进展,采用最新国家标准,进行了全面修订。修订后的主要内容包括电焊工的基础知识、焊接材料、常用焊接设备、焊接方法及操作要点、焊接缺陷及质量检验、焊接安全技术等。

本书适合各行业的初、中级电焊工自学,特别适合初学者阅读。书中内容理论联系实际,符合《国家职业标准·焊工》的要求,可作为技术工人职业技能鉴定的培训教程。

图书在版编目(CIP)数据

电焊工/吉化集团公司组织编写,孙景荣,王丽华主编.
2版. —北京:化学工业出版社,2007.7
(技术工人岗位培训读本)
ISBN 978-7-122-00735-3

I. 电… II. ①吉… ②孙… ③王… III. 电焊-焊接
工艺-技术培训-教材 IV. TG443

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第096058号

责任编辑:周国庆 王 烨
责任校对:凌亚男

装帧设计:韩 飞

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 装:北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数191千字

2007年9月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

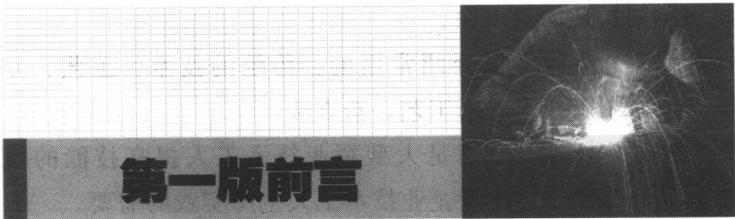
售后服务:010-64518899

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:22.00元

版权所有 违者必究



第一版前言

为了满足企业技术工人岗位培训的需要,不断提高技术工人的理论技术水平和实际操作技能,增强技术工人在科技飞速发展形势下的技术素质以及在市场经济体制下的竞争能力,根据国家石油和化学工业局关于进行化工职业培训的要求,中国化工机械动力技术协会、吉林化学工业集团公司共同组织编写了这套《技术工人岗位培训读本》,(以下简称《读本》),包括《电焊工》、《气焊工》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《起重工》、《维修电工》、《仪表维修工》等8本。

这套《读本》主要具有以下特点:

(1) 实用性。由长期工作在生产一线、具有丰富实践经验的工程师、高级技师编写,注重解决生产实践中的难题,注重提高技术工人的素质和能力,特别是技术工人取证后素质和能力的培养、提高。

(2) 技能性。不刻意强调知识的系统性和完整性,而是注重知识和技能的紧密联系,突出技能和技巧。

(3) 通用性。以化工行业为基础编写,但又不局限于化工行业,而是拓展到其他领域。特别是在举例方面,充分照

顾到不同行业的通用性。

(4) 新颖性。既介绍常用的、传统的技术、工艺、方法，又介绍新技术、新工艺、新方法。

(5) 广泛性。既满足大型企业技术工人提高技能的要求，又照顾到中、小型企业技术工人生产实践的需要。

《电焊工》是这套《读本》的其中之一。

焊接是通过适当的方法使两个分离的固体产生原子、分子之间结合，形成焊接接头的一种连接方法。它可以完成同种金属、异种金属、非金属、金属与非金属间的各种连接。金属焊接广泛应用于工业生产中，现代焊接已成为机器制造、造船、航天、石油化工、电力等工业领域的重要共性技术和加工方法。

本书介绍了金属材料等基础知识及焊接工艺、设备焊接方法、焊接材料、焊接接头设计、焊接缺陷、焊接质量检查、典型金属材料焊接等内容。本书采用新规范、新标准，内容通俗，知识面广，特别注重实用性。

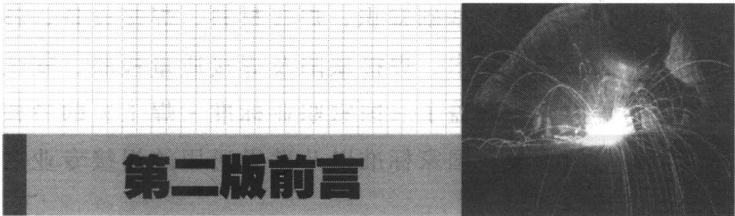
本书主要供各行各业焊工、焊接技术人员和管理人员学习使用。

本书由孙景荣、王丽华主编。其中第1~4、6、7章由孙景荣编写，第5、8、9章由王丽华编写。全书由孙景荣、周国顺审核。

由于编者水平有限，漏误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2000年9月



第二版前言

《技术工人岗位培训读本》第一版自 2000 年出版以来，一直受到读者普遍欢迎，销售情况良好，在技术工人岗位培训中发挥了积极的作用，帮助广大技术工人提高了理论水平和实际操作技能，增强了在科技飞速发展、市场经济体制下的竞争能力。

为了满足广大初、中级技术工人学习知识技能、竞争上岗的需求，适应科学技术和企业生产发展的需要，我们对这套《技术工人岗位培训读本》进行了修订。《电焊工》第二版是此套读本之一。

《电焊工》第二版在第一版的基础之上，结合焊接技术在工艺、材料、方法等方面的新进展，针对广大读者在第一版使用时提出的一些建议进行了全面修订，但第二版仍然保持了第一版的实用性、新颖性和通用性等特点，更加贴近技术工人的工作和学习。值得一提的是，本书将原版的一些叙述性文字编排成图表形式，这样既有利于读者查找及应用，又能使书中的段落紧凑、易学易懂，更适合初学者阅读。

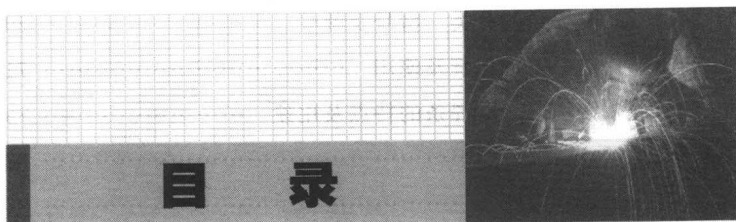
本书介绍了焊工基础知识、焊接材料、焊接设备、各种焊接方法及操作技术、焊接缺陷及焊接质量检验、安全操作技术等内容，涵盖了《国家职业标准·焊工》的考核要求，并采用了最新国家标准以及世界通用的焊接专业名词术语。

本书可作为初、中级电焊工的岗位培训读本或教材，也可作为技术工人的自学读物。

本书由孙景荣、王丽华主编，李荣峰、刘文贤参加编写。

由于编者水平所限，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者



第 1 章 电焊工基础知识	1
1.1 金属学知识	1
1.1.1 纯金属的构造	1
1.1.2 合金的晶体构造	2
1.1.3 铁碳平衡状态图	3
1.1.4 钢的热处理	5
1.2 金属材料知识	6
1.2.1 金属材料的力学性能	6
1.2.2 常用金属材料	11
1.3 焊接接头形式、坡口和焊接符号	11
1.3.1 焊接接头形式	11
1.3.2 焊缝形式	15
1.3.3 焊缝符号	19
1.3.4 焊缝符号在图样上的标注位置	23
第 2 章 焊接材料	26
2.1 电焊条	26
2.1.1 电焊条的组成	26

2.1.2	电焊条的分类、型号及牌号	29
2.1.3	电焊条的保管及使用	71
2.1.4	常用国产电焊条的特点及用途	73
2.2	焊丝	82
2.2.1	实芯焊丝	86
2.2.2	药芯焊丝	92
2.3	焊剂	104
2.3.1	埋弧焊用焊剂	105
2.3.2	电渣焊用焊剂	114
2.4	气焊熔剂	117
2.4.1	气焊熔剂牌号表示方法	117
2.4.2	气焊熔剂的组成、性能及用途	117
第3章	常用焊接设备	119
3.1	焊接设备的分类、型号及性能	119
3.1.1	焊接设备分类	119
3.1.2	电焊机型号及代表符号含义	120
3.1.3	弧焊电源的特性	120
3.2	几种常用焊接设备	130
3.2.1	弧焊变压器	130
3.2.2	焊接整流器	136
3.2.3	晶闸管相控式弧焊整流器	138
3.2.4	逆变弧焊电源	138
3.2.5	直流弧焊发电机	145
3.3	钨极氩弧焊机	148
3.3.1	钨极氩弧焊机的分类及特点	148
3.3.2	典型钨极氩弧焊机主要技术数据	148

3.3.3	钨极氩弧焊焊炬	150
3.4	熔化极气体保护焊机	152
3.4.1	熔化极气体保护焊机的分类	152
3.4.2	熔化极气体保护焊机的用途	153
3.4.3	焊枪及送丝装置	153
3.4.4	典型熔化极气体保护焊机主要技术指标	155
3.5	埋弧自动焊机	157
3.5.1	埋弧自动焊机种类及应用	157
3.5.2	埋弧自动焊机的使用	161
第4章	焊接方法及操作要点	165
4.1	手工电弧焊	165
4.1.1	手工电弧焊的特点	165
4.1.2	手工电弧焊的应用范围	167
4.1.3	手工电弧焊工艺	167
4.2	埋弧焊	176
4.2.1	埋弧焊的特点	176
4.2.2	埋弧焊的应用范围	177
4.2.3	焊接电源的选用	181
4.2.4	不同接头形式的焊接技术	181
4.3	二氧化碳气体保护焊	182
4.3.1	二氧化碳气体保护焊的特点	182
4.3.2	分类及应用范围	184
4.3.3	操作技术	185
4.4	氩弧焊	188
4.4.1	氩弧焊的特点	188
4.4.2	氩气的保护效果	189

4.4.3	熔化极氩弧焊	192
4.4.4	氩弧焊的分类及应用范围	192
4.4.5	氩弧焊操作技术	194
4.5	等离子弧焊接	197
4.5.1	等离子弧焊接的特点	197
4.5.2	焊接过程	199
4.5.3	应用范围	200
4.5.4	焊接操作技术	200
4.6	电渣焊	203
4.6.1	电渣焊的特点	203
4.6.2	应用范围	204
4.6.3	焊接操作技术	204
4.7	点焊	212
4.7.1	点焊的特点	212
4.7.2	应用范围	213
4.7.3	点焊操作技术	215
4.8	缝焊	219
4.8.1	缝焊的特点	219
4.8.2	缝焊的种类及应用范围	220
4.8.3	缝焊工艺参数	221
4.9	凸焊	222
4.9.1	凸焊的特点和应用范围	222
4.9.2	凸焊工艺	224
4.10	对焊	226
4.10.1	对焊的特点及应用范围	226
4.10.2	工艺参数	227

4.11 摩擦焊	230
4.11.1 摩擦焊的特点	230
4.11.2 应用实例	232
4.11.3 焊接工艺	232
4.12 钎焊	235
4.12.1 钎焊的特点	235
4.12.2 应用范围	236
4.12.3 钎焊工艺	237
4.12.4 不同钎焊方法的主要特点	246
第5章 焊接缺陷及质量检验	248
5.1 各种焊接方法常见缺陷及防止措施	248
5.2 焊接接头的无损检验	263
5.2.1 焊缝的射线探伤	265
5.2.2 焊缝的超声波探伤	269
5.2.3 磁粉探伤	271
5.2.4 渗透探伤	272
5.3 焊接缺陷的返修和补焊	274
5.3.1 焊接缺陷的返修	274
5.3.2 补焊	276
第6章 焊接安全技术	277
6.1 焊条电弧焊安全技术	278
6.2 埋弧自动焊安全技术	279
6.3 钨极氩弧焊安全技术	280
6.4 熔化极气体保护焊安全技术	280
6.5 等离子弧焊与切割安全技术	281
6.6 电渣焊安全技术	282

6.7 电子束焊安全技术	283
6.8 激光焊与切割安全技术	283
6.9 电阻焊安全技术	284
6.10 摩擦焊安全技术	285
6.11 高频焊安全技术	285
6.12 爆炸焊安全技术	286
6.13 热喷涂安全技术	287
参考文献	288

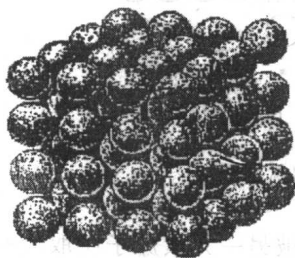
第1章 电焊工基础知识

1.1 金属学知识

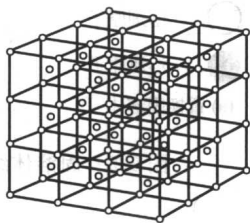
1.1.1 纯金属的构造

固体物质可分为晶体和非晶体。在非晶体内，原子的空间排列是杂乱而无序的。例如，玻璃就是这种非晶体。在晶体内，原子（或分子）在空间是按一定的几何规律排列的，它构成的空间格子称为晶格。食盐就是晶体，所有固体金属都属于晶体。

晶格是金属结构的最小单元，许多有规则的晶格可组成



(a) 晶体中原子的排列



(b) 晶格



(c) 晶胞

图 1-1 晶体晶格示意图

形状不规则的晶粒。我们用肉眼是看不到这些的，只有在显微镜下，才能看到晶粒的形状和大小。金属的晶格如图 1-1 所示。

1.1.2 合金的晶体构造

合金中的原子也和纯铁一样，在空间按一定的几何规则排列，但与纯金属相比要复杂得多。以铁碳合金为例，合金的晶体构造如下。

(1) 固溶体

一种物质均匀地溶解在另一种固体物质之中，所形成的固体溶液叫做固溶体。根据固溶体内原子排列情况，可分为置换固溶体和间隙固溶体，如图 1-2 所示。

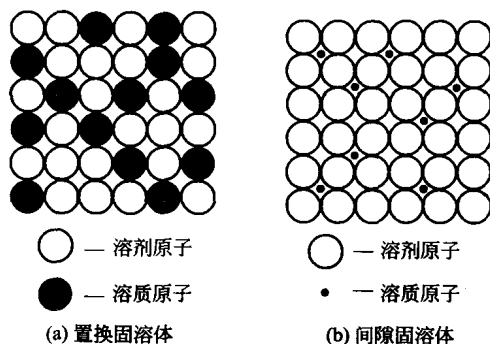


图 1-2 固溶体结构示意图

某一元素晶格上的原子部分地被另一元素原子所取代的固溶体，叫做置换固溶体。如果某一元素晶格上的原子没有减少，而另一元素的原子挤入其原子的间隙中形成的固溶体

叫做间隙固溶体。例如，碳原子挤进 α 铁的体心立方晶格间隙处形成的间隙固溶体，称为铁素体。由于碳原子的挤入，使 α 铁的晶格歪斜，从而使铁素体的塑性变形力增大，这就是铁素体的强度比纯铁的强度稍高的原因。

(2) 金属间化合物

合金中的两种元素按一定的原子数量之比相化合而形成一种新的化合物，称为金属间化合物。例如 Fe_3C ，称为渗碳体。它的分子是由三个铁原子和一个碳原子组成的，含碳量为6.67%。

渗碳体的晶格是由八面体组成，占据顶角或心部位置的是碳化铁分子，而不是铁或碳分子。渗碳体的硬度很高(70~75HRC)，塑性几乎等于零。在一定条件下（如对钢加热），它可分解为碳（溶入铁素体）或铁。

(3) 共析体

共析体是由两种或两种以上的晶体结构混合而成的。

1.1.3 铁碳平衡状态图

钢的含碳量不同，在不同温度下，碳钢的组织变化也各不相同。如果将各种成分的碳钢，在平衡状态下（即经很长时间，碳钢的组织成分仍然保持不变状态）所具有的不同组织汇总起来，即可得到平衡状态图，如图1-3所示。

在铁碳平衡状态图中，各主要点的含义、温度及含碳量如表1-1所示。

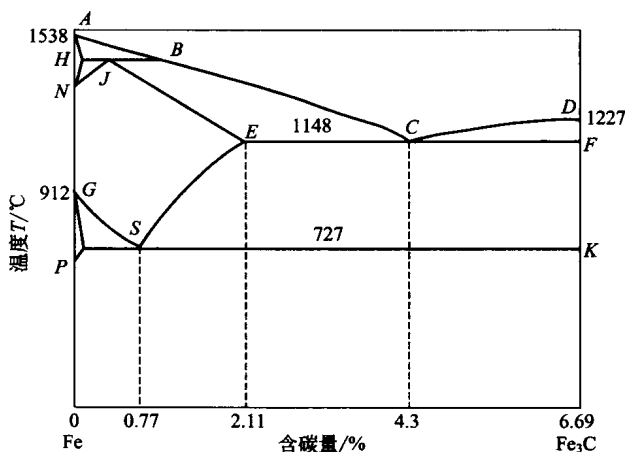


图 1-3 铁碳平衡状态图

表 1-1 铁碳平衡图各主要点的说明

点的符号	温度/℃	含碳量/%	说 明
A	1538	0	纯铁熔点(凝固点)
B	1495	0.53	包晶反应时液态合金的浓度
C	1148	4.30	共晶点, $L_C \rightleftharpoons A_E + Fe_3C$
D	1227	6.68	渗碳体熔点(计算值)
E	1148	2.11	碳在 γ -Fe 中的最大溶解度
F	1148	6.68	共晶反应渗碳体的成分点
G	912	0	α -Fe $\rightleftharpoons$ γ -Fe 同素异晶转变点(A_3)
H	1495	0.09	碳在 δ -Fe 中的最大溶解度
J	1495	0.17	包晶点, $L_B + \delta_H \rightleftharpoons A_J$
K	727	6.69	共析反应时渗碳体成分点
N	1394	0	γ -Fe $\rightleftharpoons$ δ -Fe 同素异构转变点(A_4)
P	727	0.02	碳在 α -Fe 中的最大溶解度
S	727	0.77	共析点, $A_S \rightleftharpoons F_P + Fe_3C$