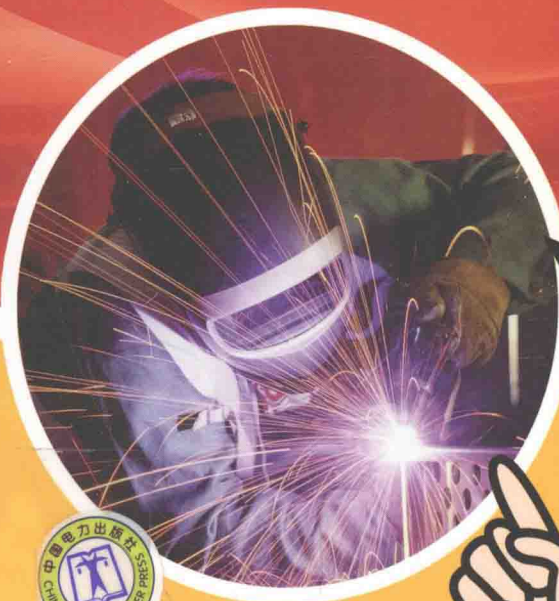


XIAODING XUE DIANHAN

小丁学电焊

周 岐 王亚君 武晓峰 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

XIAODING XUE DIANHAN

小丁学电焊

周 岐 王亚君 武晓峰 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以小丁这个新入职焊接技术员的成长为主线,通过杨工和张师傅两人对小丁的培养和帮助以及小丁自己的努力,借助他们之间的对话,系统介绍了焊条电弧焊、氩弧焊、CO₂ 气体保护焊、埋弧自动焊、碳弧气刨、电渣焊的焊接方法、操作技术以及常用金属的焊接工艺和具体操作;通俗易懂地介绍了焊接材料、焊接设备、焊接缺陷与防止措施、焊接安全技术等内容。

本书通过不同人物之间的交流自然而然地讲解各项焊接知识,使读者在轻松愉快的氛围中学习相关技能。读者通过本书的学习,进行简单的实操即可掌握焊接的基本方法。

本书适合各行业电焊工、焊接技术人员和管理人员学习、参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

小丁学电焊/周岐,王亚君,武晓峰编著. —北京:中国电力出版社,2012.1

ISBN 978-7-5123-2582-1

I. ①小… II. ①周…②王… ③武… III. ①电焊—基本知识
IV. ①TG443

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 003321 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 4 月第一版 2012 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 17.125 印张 449 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

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。增强焊接技术工人的技术素质是企业社会主义市场经济体制下提高竞争能力的重要手段。

焊接技术是一种应用性较强的金属加工工艺，就是在发达国家，对既有一定理论水平又有较强操作能力的焊接技术人员需求量仍然很大，而我国的焊接技术应用型人才更是缺乏。而从教育方式来说，“对话式教学”在技术培训中是一种很好的教学方法。

为了满足焊接技术人员不断提高理论技术水平和实际操作技能的需求，根据焊接职业培训的要求和特点，我们编写了这本《小丁学电焊》。本书采用“对话式”的叙述方式，介绍了焊接相关基础知识、焊接材料、焊接设备、常用焊接方法的操作技术、常用金属材料的焊接、焊接缺陷与防止措施、焊接安全技术等内容，采用理论与实际操作结合的形式，重点介绍了焊条电弧焊、埋弧焊、氩弧焊、 CO_2 气体保护焊、电渣焊等焊接方法的操作技术，以及典型金属材料的焊接工艺与具体操作。

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，主要供各行各业焊工、焊接技术人员和管理人员学习使用。

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

目 录

前言

	第一章 焊接基础	1
	第一节 金属学与热处理知识	3
	一、金属的机械性能	3
	二、金属与合金的结构	5
	三、铁碳合金状态图	6
	四、钢的分类	9
	五、热处理	10
	第二节 金属熔焊原理	13
	一、焊接电弧	13
	二、焊接热过程	18
	三、焊接熔池	20
	四、气体对焊接金属的影响	21
	五、熔渣与金属的作用	23
	六、焊缝金属的结晶	26
	第三节 焊接接头形式与焊缝	29
	一、焊接接头形式	29
	二、焊缝	32
	第四节 焊接缺陷与检验	39
	一、焊接缺陷	39
	二、焊接检验	45
	第二章 焊条电弧焊	50
	第一节 焊条	50

一、焊芯	52
二、药皮	52
三、焊条的分类	55
四、焊条的选用	57
五、焊条的保管	62
第二节 焊条电弧焊设备	63
一、焊机的分类及型号	63
二、焊条电弧焊常用焊机	71
三、焊条电弧焊机的维护	74
四、焊条电弧焊的使用工具	83
第三节 焊接规范与基本操作	85
一、焊接规范——焊条直径	85
二、基本操作——引弧	86
三、焊接规范——焊接电流	88
四、焊接规范——电弧电压	92
五、焊接规范——焊接速度	92
六、焊接操作——运条	93
七、焊缝的起头、接头及收尾	98
第四节 焊条电弧焊的缺陷与防止	103
第五节 板材的焊接操作	106
一、板材的平焊	106
二、板材的横焊	116
三、板材的立焊操作	120
四、板材的仰焊操作	129
五、薄板的焊接	135
第六节 管材的焊接操作	137
一、单面焊双面成形技术	137
二、管材的水平固定焊	145
三、管材的垂直固定焊	152
四、管材的斜焊	157

第七节	管板的焊接操作	160
一、	管板垂直固定焊操作	160
二、	管板水平固定焊接技术	165
第八节	重力焊条电弧焊技术	169
一、	焊架结构	170
二、	焊条的选择	171
三、	操作技术	172
第九节	向下焊焊接技术	174
一、	坡口组对	176
二、	焊条选择	176
三、	焊接参数选择	176
四、	操作技术	177
第十节	焊条堆焊与补焊技术	180
一、	焊条堆焊技术	180
二、	补焊工艺	188
第十一节	焊条电弧焊安全技术	195
一、	防止触电	196
二、	防止弧光辐射	200
三、	通风除尘	201



第三章 氩弧焊

第一节	氩弧焊焊接材料	205
一、	焊丝	206
二、	氩气	209
第二节	氩弧焊设备	210
一、	氩弧焊分类	210
二、	设备组成	211
三、	弧焊电源	213
四、	焊枪	216
五、	供气系统	217
六、	水路系统	219

七、控制系统	219
八、氩弧焊设备的维护	220
第三节 焊接规范与基本操作	220
一、焊接规范——钨极	221
二、焊接规范——喷嘴直径和氩气流量	222
三、焊接规范——电弧电压	223
四、焊接规范——焊接电流	224
五、基本操作——引弧	224
六、基本操作——运弧	225
七、焊接规范——焊接速度	226
八、基本操作——填丝	227
九、基本操作——收弧	229
十、基本操作——定位焊	231
十一、各种位置的焊接	231
第四节 氩弧焊的缺陷与防止	233
第五节 管道氩弧焊焊接技术	237
一、小直径管的钨极氩弧焊	237
二、管道氩弧打底焊	239
第六节 薄板的氩弧焊技术	243
一、焊前准备	243
二、打底焊	244
三、填充焊	245
四、盖面焊	246
第七节 管板氩弧焊技术	246
第八节 脉冲钨极氩弧焊技术	249
第九节 自动钨极氩弧焊技术	253
一、焊前准备	255
二、焊接规范的影响	256
三、自动钨极氩弧焊焊接技术	257
第十节 熔化极氩弧焊技术	262

一、熔化极氩弧焊特点	262
二、熔化极氩弧焊焊接规范选择	262
第十一节 氩弧焊的安全技术	266
一、危害因素	266
二、安全技术	267



第四章 CO₂ 气体保护焊技术

第一节 焊丝与 CO ₂ 气体	269
一、焊丝	270
二、保护气体	273
第二节 CO ₂ 气体保护焊设备	275
一、设备组成	276
二、弧焊电源	276
三、控制系统	278
四、焊枪	279
五、送丝系统	282
六、供气系统	283
七、CO ₂ 气体保护焊设备的维护	284
第三节 焊接规范与基本操作	289
一、焊接规范的选择	289
二、基本操作	295
第四节 CO ₂ 气体保护焊的缺陷与防止	300
第五节 CO ₂ 气体保护焊单面焊双面成形技术	302
一、单面焊双面成形影响因素	303
二、操作要领	305
第六节 板材 CO ₂ 气体保护焊技术	308
一、平焊	308
二、横焊和立焊	309
三、仰焊	310
第七节 管材 CO ₂ 气体保护焊技术	311

一、焊前准备	311
二、打底焊	312
三、填充焊	312
四、盖面焊	313
第八节 管板 CO ₂ 气体保护焊技术	313
第九节 药芯 CO ₂ 气体保护焊	315
第十节 CO ₂ 电弧点焊	319
一、CO ₂ 电弧点焊概述	319
二、CO ₂ 电弧点焊设备	320
三、CO ₂ 电弧点焊接头形式	321
四、CO ₂ 电弧点焊操作	322
第十一节 CO ₂ 气体保护焊的安全技术	324
一、预防弧光危害	324
二、预防灼伤和火灾	325
三、预防有害气体和烟尘的危害	325
四、安全使用 CO ₂ 气瓶	326



第五章 埋弧自动焊技术

第一节 焊丝与焊剂	327
一、埋弧焊焊丝	329
二、焊剂	334
三、焊丝和焊剂的选用	339
第二节 埋弧焊设备与辅助装备	339
一、埋弧焊设备	339
二、埋弧焊辅助装备	345
第三节 焊接规范及操作	352
一、埋弧焊的影响因素	352
二、焊接规范选择方法	358
三、焊前准备	358
四、埋弧自动焊操作	359

第四节	埋弧焊的缺陷与防止	362
第五节	对接直缝的焊接	366
一、	焊剂垫法埋弧自动焊	367
二、	手工焊封底埋弧自动焊	374
三、	锁底连接法埋弧自动焊	375
四、	悬空焊	375
五、	多层埋弧自动焊	377
第六节	对接环缝的焊接	379
第七节	角焊焊缝的焊接	382
一、	船形埋弧焊	382
二、	斜角焊	383
第八节	埋弧焊的堆焊	385
一、	单丝埋弧堆焊	386
二、	多丝埋弧堆焊	387
三、	带极埋弧堆焊	388
第九节	埋弧焊的安全技术	390
 第六章	碳弧气刨	392
第一节	碳弧气刨设备及材料	393
一、	电源设备	393
二、	碳弧气刨枪	394
三、	碳弧气刨软管	395
四、	碳棒	395
第二节	规范参数的选择与操作	397
一、	气刨准备	397
二、	刨削	400
三、	焊缝缺陷的刨除	400
第三节	碳弧气刨的缺陷与防止	401
一、	夹碳	401
二、	粘渣	402
三、	槽型不正和深浅不匀	402

四、刨偏	402
五、铜斑	402
第四节 常用金属材料的碳弧气刨	403
第五节 碳弧气刨安全技术	404



第七章 电渣焊

第一节 电渣焊设备	405
一、电渣焊原理	406
二、电渣焊的特点	407
三、焊接电源	407
四、焊机结构	408
五、电渣焊设备维护和保养	411
第二节 电渣焊的缺陷与防止	412
第三节 丝极电渣焊	413
一、焊接规范的选择	414
二、丝极电渣焊操作技术	417
第四节 板极电渣焊	422
一、装配间隙	423
二、板极数目及位置	423
三、板极尺寸	424
四、焊接电流	424
五、焊接电压	425
六、渣池深度	425
第五节 熔嘴电渣焊	426
一、焊接规范的选择	426
二、焊前准备	429
三、操作技术	430
第六节 管极电渣焊	431
一、管极	432
二、焊接规范选择	432
第七节 环缝的多丝极电渣焊	435

一、环缝多丝极电渣焊的特点	435
二、引弧与造渣	436
三、焊接	436
第八节 电渣焊的安全技术	439
一、电渣焊的危险因素	440
二、安全技术措施	440
 第八章 焊接应力与变形	443
第一节 焊接应力和变形产生的原因	443
一、焊接应力与变形	443
二、焊接应力与变形产生的原因	447
三、影响焊接变形的因素	450
第二节 防止和减少焊接应力与变形的措施	454
一、焊接结构的合理设计	454
二、合理的生产工艺措施	454
三、焊接的装焊夹具	463
第三节 焊接残余应力与变形的消除和矫正	469
一、焊接残余应力的消除	469
二、焊接残余变形的矫正	470
 第九章 常用金属材料的焊接	476
第一节 金属材料的焊接性	476
一、焊接性的含义	476
二、影响焊接性的因素	477
三、焊接性的间断判断	478
四、抗裂性试验	479
第二节 碳钢的焊接	480
一、低碳钢	480
二、中碳钢	482
三、高碳钢	484
第三节 合金结构钢的焊接	486

一、焊接特点	486
二、焊接工艺	487
第四节 不锈钢的焊接	489
一、焊接特点	490
二、焊接工艺	491
第五节 铬钼耐热钢的焊接	495
一、焊接特点	495
二、焊接工艺	496
第六节 铸铁的焊接	498
一、焊接特点	499
二、焊接工艺	500
第七节 铝及铝合金的焊接	505
一、焊接特点	505
二、焊接工艺	506
第八节 铜及铜合金的焊接	511
一、焊接特点	511
二、焊接工艺	512
第九节 钛及钛合金的焊接	517
一、焊接特点	517
二、焊接工艺	518
第十节 异种金属材料的焊接	522
一、异种金属焊接的工艺要点	522
二、不锈复合钢板的焊接	524
三、不锈钢与碳钢的焊接	525

附录 常用钢号推荐选用的焊接材料	529
------------------------	-----

参考文献	534
------------	-----



第一章

焊 接 基 础

小丁大学毕业后，进入到一家大型制造公司工作。

一天，经理把小丁叫到办公室，说：“由于全国各高校的专业改革，在本科招收目录中取消了焊接专业，造成了焊接专业人员的青黄不接。由于焊接技术是一种应用性较强的金属加工工艺，对既有一定理论水平又有较强操作能力的焊接技术人员需求量很大，而我国的焊接技术应用型人才更是缺乏。”

小丁心想，这和我有什么关系呀？

经理接着说：“咱们公司也是一样啊，我看了，你在学校学的是材料加工专业，但没有涉及焊接，主要是铸造。”

小丁忙点头说：“是这样的。”

经理分别指了指旁边的两个人，说：“这是焊接工程师杨工和焊接高级技师张师傅，我们特意考察了一下，发现你特别好学，而且接受能力比较强，就商量了一下，为了咱们厂的发展，决定培养你作为焊接技术人员，你以后要多向杨工和张师傅请教。”

小丁一听，忙说：“可您也知道我重点是学铸造的呀，我怕我不能胜任呀。”

经理三人一听，笑了起来，张师傅说：“没关系，你学的铸造是大熔炼，我们焊接是小熔炼，基础知识还是有关联的。”

杨工说：“再说，你遇到什么问题可以问我们呀。”

小丁只好硬着头皮答应了下来。

从经理办公室里出来，小丁就谦虚地问杨工：“焊接我在工厂里见过，可具体含义是什么呀？”

杨工说：“焊接是被焊工件的材质（同种或异种），通过加热、加压或二者并用，并且用或不用填充材料，使工件的材质达到原子间的结合而形成永久性连接的工艺过程。按焊接的工艺特点和母材金属所处的状态，焊接方法可分为熔焊、压焊、钎焊和特种焊四类。”

说着，从随身的文件夹里拿出一张图（见图 1-1），说：“这是焊接方法的具体分类。”

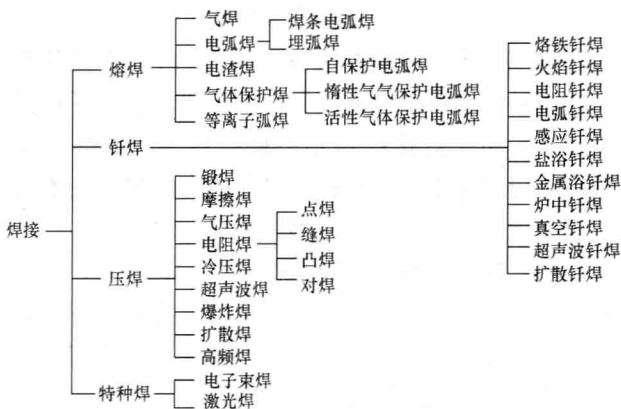


图 1-1 焊接方法的分类

张师傅在旁边说：“焊接生产是现代工业生产中主要的加工工艺之一，采用焊接结构具有节省金属材料，减轻结构质量^①，简化加工和装配工序，接头的密封性好，能承受高压，易实现机械化和自动化生产，缩短建造周期，提高质量和生产效率等一系列优点，在机械制造、交通运输、石油化工、基建及国防等工业

① 国家标准中的名词是质量，为照顾普通焊工阅读，本书一律称为重量。



部门得到了广泛的应用。”

杨工接过张师傅的话，说：“焊接也有不足之处，焊接由于局部和加热不均匀容易引起变形和产生内应力，焊后有时要作矫正处理，对重要构件还要进行焊后热处理，以消除内应力。焊接前，通过热处理或加工硬化形成的金属内部有利组织性能在焊接后受到破坏，焊接热影响区塑性下降，硬度增高，从而容易导致裂纹产生。另外，某些焊接方法会产生强光、有害气体和烟尘，必须采取相应的劳动保护措施，以保护工人的身体健康，这些不足之处需要在焊接生产中特别注意和采取一定的工艺措施和防护措施。”

小丁说：“那我学习焊接技术，应该从哪些方面入手呢？”

杨工说：“当然是焊接的基础知识了，不过你回去先复习一下有关金属学和热处理的知识，这些你都应该学过的。”

小丁说：“好的，这些我都学过，但还要好好复习一下。”



第一节 金属学与热处理知识

回去后，小丁就按照杨工说的，复习了金属学和热处理知识，重点是金属的机械性能、金属与合金结构、铁碳合金状态图和钢的分类以及热处理的一些基础知识。

一、金属的机械性能

所谓金属的机械性能就是金属抵抗外力的能力。机械性能的基本指标有强度、塑性、硬度、韧性和疲劳等。

（一）强度与塑性

1. 强度

强度是金属承受载荷（外力）而不致断裂的能力。强度通过拉伸试验机拉伸试样获得。将材料按规定加工成一定形状和尺寸的试样，将试样置于拉伸试验机中，按规定标准加轴向载荷，直至试样被拉断为止。

当载荷不再增加的情况下，试样却会继续伸长，把这种现象