

● 高元德 编著

焊工 常识

(上部)

HAN
GONG
CHANG
SHI



深圳出版发行集团
海天出版社

责任编辑：班国春

责任技编：蔡梅琴

封面设计：付承凤

文字排版：李 静

HAN GONG CHANG SHI

ISBN 978-7-80747-369-5



9 787807 473695 >

全套上、下2册，各88.00元

● 高元德 编著

焊工常识

上部

HAN GONG CHANG SHI



深圳出版发行集团
海天出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工常识/高元德编著. —深圳: 海天出版社,
2008.9
ISBN 978-7-80747-369-5

I. 焊… II. 高… III. 焊接—基本知识 IV. TG4

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第145187号

焊工常识 (上部)

HANGONG CANGSHI (SHANGBU)

出 品 人: 陈锦涛
出版策划: 毛世屏
责任编辑: 班国春
责任技编: 蔡梅琴
封面设计: 付承凤

出版发行: 海天出版社
地 址: 深圳市彩田南路海天大厦 (518033)
网 址: <http://www.htph.com.cn>
书籍装帧: 深圳市斯迈德设计企划有限公司 (0755-83144228)
印 刷: 深圳市建融印刷包装有限公司
开 本: 787mm×1092mm 1/16
字 数: 500千
印 张: 41.75
版 次: 2007年10月第1版
印 次: 2008年10月第2次
印 数: 2001-3800册
定 价: 全套上、下二册, 各88.00元

海天版图书版权所有, 侵权必究。
海天版图书凡有印刷质量问题, 请随时向承印厂调换。

序 言

一个世纪以来，全球人类的科学技术经历了飞跃性的发展。焊接技术作为科技百花园里的一枝奇葩，焕发出璀璨的异彩。当今世界，天上飞的火箭、飞机、卫星，水上航行的轮船、航母、潜水艇，路上跑的火车、汽车，城市里的摩天大楼，还有大量的桥梁、电站、输油管，甚至军事工业的坦克、大炮、军舰、铁甲车都离不开焊接技术。很难想象，不利用焊接技术的现代工业会有什么样的成就。

由于从事焊接技术的科技人员的不懈努力，目前，分门别类的焊接工艺已有20种之多，如：弧焊、埋弧焊、电渣焊、气体保护焊、点焊、凸焊、钎焊、缝焊、对焊、等离子焊、超声波焊、激光焊等等。有许多是自动化焊接及高效率的大面积点焊，焊接机器人也应用到生产中。尽管如此，在工地、制造场所，手工电弧焊仍担任主要角色，有资料统计表明：世界上最先进的工业化国家在全部焊接工作中，手工焊仍占有70%以上的比例。

手工电弧焊是利用电弧放电把电能转化为热能这一特殊的物理现象熔化两个焊件的边缘。作为另一个电极的电焊条本身也熔化，加入填充金属（焊缝）以完成分子间的互相扩散与渗透作用，也就是完成原子间或分子间的相互连结，把分散的构件连成一个整体。

当电焊工用焊钳夹起电焊条引弧燃烧开始焊接时，其工作内容涉及的领域，包括了声、光、电、化、力学、金属学等范畴。看似简单的一门技术，但真正要了解焊接现象成因的来龙去脉，并不是容易的事。虽然不可能要求每个焊工都能精通以上的各个知识，但起码要掌握以上各领域的基本知识，才能不犯或少犯常识性的错误。

新中国刚成立时，焊接技术应用不广，多数用来修修补补，焊工的培养带有中世纪手工作坊的性质——师傅带徒弟。那时没有钱读书的孩子才去当学徒。因此焊工的文化素质普遍低下，都是师傅手把手教会的。师傅们也是瞎子摸象，摸到什么算什么，也很少有技术书籍供参考。

1958年前后，国家开始了大规模的经济建设，这时东欧社会主义国家的先进设备和先进技术引进我国，还举办多期的焊工培训班。从此以后，焊接行业也引起了国家的高度重视。

本人当了41年电焊工，见证了我国焊接技术的蓬勃发展，尤其改革开放以来，更是突飞猛进，许多焊接技术、焊接材料已自成体系，跨入世界先进行列。

目前市面上有关焊接技术的书也不少,但比较系统全面由浅入深的手工电弧焊的基础知识基本没有。本人浏览了几十本参考书,用两年时间编写了《焊工常识》上集,此书最适合刚刚拿起焊钳的青年焊工阅读参考,帮助焊工们扩大与专业技术有关联的知识面。

《焊工常识》上集包括:

- 一、电工学基本常识;
- 二、手工电弧焊接的工具和设备;
- 三、金属的基本知识;
- 四、电焊条;
- 五、手工电弧焊接工艺;
- 六、焊接接头的质量及检验。

现在也已经备齐资料编写下集。

《焊工常识》下集包括:

- 一、焊接应力与变形;
- 二、各种金属材料的焊接工艺;
- 三、气焊、气割工艺;
- 四、焊工的安全与职业卫生;
- 五、机械化与自动化焊接。

由于本书涉及的知识面广,缺点错误与不当之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者:高元德

目 录

第一章 电工学基本常识	1
第一节 电和电路	1
一、物质的组成和电结构	1
二、静止的电	4
三、导体、半导体和绝缘体	6
四、移动的电	9
五、电流的方向和电子运动方向	11
六、电和化学	12
七、安培、伏特和欧姆	14
八、电功率	18
九、电流的测量	21
第二节 电磁	25
一、磁	25
二、载流线圈所产生的磁场	31
三、磁场对载流导线的作用	33
第三节 电力	36
一、电力是怎样生产出来的	36
二、交流电	39
三、电站	45
四、电力的分配	46
五、电动机	51
六、电照明和电热	54
第二章 手工电弧焊接的工具和设备	57
第一节 焊接工具	57
一、面罩	57



二、护目玻璃	57
三、焊接电缆	59
四、焊钳	61
第二节 焊接设备——电焊机	63
一、电焊机型号编制办法 (JB-1475-74)	63
二、电焊机部分产品新、旧型号对照 (参见表2-6)	67
三、对电焊机的基本要求	70
1. 陡降的外特性	71
2. 对电焊机空载电压和短路电流的要求	72
3. 对电焊机调节特性的要求	73
4. 对电焊机动特性的要求	74
四、直流电焊机	75
1. 直流电焊机的几个名词解释	75
2. AX-320型直流手弧焊发电机	76
3. AX1-500型直流弧焊机	78
4. AX3-300-2型直流弧焊发电机	80
5. AX-165型与AX1-165型直流弧焊机	81
6. 多头直流弧焊机	83
五、交流弧焊机	84
1. 铁芯	84
2. 绕组	85
3. 交流弧焊机的工作原理	85
4. 常用交流弧焊机的结构、电路及工作原理	86
六、焊接整流器	95
1. 三相降压变压器	96
2. 内反馈三相磁放大器 (简称磁放大器)	97
3. 硅整流器组	97
4. 输出电抗器	97
5. 铁磁谐振式稳压器	98
6. 通风机组	98
7. 工作原理	99
8. 焊接电流的调节	100
七、手工电弧焊接电源的开关与接线	100
1. 对电源开关的要求	100

八、交、直流电焊机输入电源线及保险丝的选用	102
1. 输入电源线的选用	102
2. 交、直流电焊机保险丝的选用	103
九、电焊机的选择与接线	104
1. 电焊机的类型	104
2. 电焊机的容量	105
3. 电焊机的暂载率	105
4. 电焊机的接线与维护	107
5. 直流电焊机的外部接线	109
6. 交流电焊机的外部接线	110
7. 多头电焊机的外部接线	111
8. 电焊机的串联和并联	112
十、电焊机的使用和维护修理	117
1. 旋转式直流电焊机的使用、维护及故障排除方法	118
2. 交流电焊机的维护与修理及常见故障排除方法	122
3. 整流式直流电焊机的维护与修理和故障排除方法	125
 第三章 金属的基本知识	 127
第一节 金属的晶体构造	127
一、晶体与非晶体	127
1. 面心立方晶格	129
2. 体心立方晶格	129
3. 密排六方晶格	129
二、纯金属的结晶及金属锭的构造	130
1. 结晶的概念	130
2. 冷却曲线	130
3. 结晶过程	131
4. 树枝状晶体的形成过程	133
5. 金属锭的结晶构造	133
6. 焊缝金属的结晶特点	135
第二节 金属在固态下的转变	127
一、铁的同素异晶转变和磁性转变	136
二、金属的塑性变形和再结晶	137
1. 金属的塑性变形	137



2. 变形金属的再结晶	139
第三节 合金	140
一、几个基本定义	140
1. 合金	140
2. 元	140
3. 系	140
4. 相	141
二、合金结构的种类及特征	141
1. 固溶体	141
2. 金属化合物	142
3. 机械混合物	142
第四节 金属与合金的性能	144
一、物理性能	144
1. 比重	144
2. 熔点	144
3. 导电性	144
4. 热膨胀性	144
5. 导热性	145
6. 磁性	145
二、化学性能	145
1. 抗蚀性	145
2. 抗氧化性	145
3. 化学稳定性	145
三、机械性能	146
1. 强度	146
2. 塑性	147
3. 硬度	147
4. 冲击韧性	147
5. 高温强度	148
四、工艺性能	148
1. 铸造性能	148
2. 压力加工性能	148
3. 焊接性能	149
4. 切削加工性能	149

第五节 金属材料的试验方法	150
一、成分分析	150
1. 化学分析法	150
2. 光谱分析法	150
3. 钢的火花鉴别法	150
二、金相分析	150
1. 断口分析法	150
2. 宏观分析法	151
3. 显微分析法	151
三、无损探伤法	151
1. 射线探伤法 (包括 $\times$ 射线和 γ 射线)	151
2. 超声波探伤法	152
3. 磁粉探伤法	153
4. 涡流探伤法	153
5. 荧光及着色探伤法	153
四、机械性能试验	154
1. 拉力试验	154
2. 冷弯试验	158
3. 硬度测定	159
4. 冲击试验	165
5. 疲劳试验	167
6. 断裂韧性的概念	169
第六节 金属材料的分类方法	171
一、黑色金属材料的分类	171
1. 生铁的分类	171
2. 钢材按材质分类	172
二、有色金属材料分类	175
第七节 钢铁的生产工艺	176
一、炼铁	176
1. 高炉的构造	176
2. 高炉的产品	177
二、炼钢	178
1. 转炉炼钢法	178
2. 平炉炼钢法	180



3. 电炉炼钢法	182
4. 联合炼钢法与混合炼钢法	183
三、钢的浇注	184
1. 模铸	184
2. 连续铸锭	186
3. 镇静钢与沸腾钢	187
4. 沸腾钢和镇静钢的比较	187
5. 钢锭的缺陷	188
四、钢的压力加工	189
1. 冷、热压力加工	189
2. 压力加工方法	189
五、钢材生产过程中的热处理	190
第八节 钢材的品种规格	193
第九节 我国钢材牌号的表示方法	197
一、普通碳素钢	197
1. 甲类钢	197
2. 乙类钢和特类钢	197
二、优质碳素结构钢	199
三、碳素工具钢	199
四、易切削结构钢	200
五、普通低合金结构钢	200
六、合金结构钢	202
七、合金工具钢	202
八、高速工具钢	202
九、弹簧钢	203
十、滚动轴承钢	203
十一、不锈钢	203
十二、耐热钢	203
十三、电器工业用硅钢	204
十四、电器工业用纯铁	204
十五、碳素焊条钢	204
十六、专门用途钢	204
1. 钢轨用钢	204
2. 桥梁用钢	205

3. 锅炉用钢	205
4. 矿用普通低合金钢	205
5. 造船用钢	205
6. 普通碳素铆螺钢	205
7. 优质碳素铆螺钢及合金铆螺钢	205
8. 压力容器用钢	206
第十节 铁碳合金状态图又称铁碳系平衡相图	207
铁碳合金状态图中的特性点和特性曲线	208
1. 铁碳合金状态图中的特性点	208
2. 铁碳合金状态图中的特性曲线	209
3. 铁碳合金在平衡状态下的组织及其性质	210
4. 铁碳合金的结晶过程和室温下的平衡组织	211
5. 碳和常存杂质对钢的组织性能的影响	215
第十一节 钢的热处理	218
一、钢在加热时和冷却时组织的转变	219
1. 钢在加热时组织的转变	219
2. 钢在冷却时的组织转变	220
二、钢的热处理基本方法	222
1. 退火	222
2. 淬火	227
3. 回火	229
4. 正火	230
三、钢的热处理常见缺陷	232
1. 过热与过烧	232
2. 氧化与脱碳	233
3. 机械性能不足	234
4. 软点	234
5. 变形与裂纹	234
第十二节 钢的表面热处理	235
一、表面淬火	235
1. 火焰表面淬火	235
2. 高频表面淬火	236
3. 工频感应加热表面淬火	237
二、钢的表面化学热处理	238



1. 渗碳	238
2. 渗氮	240
3. 碳氮共渗	241
4. 渗金属元素	242

第十三节 手工电弧焊接中常见钢材的牌号、成分、机械性能和用途 243

一、普通碳素钢	243
二、优质碳素结构钢	247
三、低合金高强度钢	251

第四章 电焊条..... 269

第一节 焊缝的过程..... 269

一、焊缝的形成过程	269
二、焊缝金属化学成分对机械性能的影响	270
1. 碳 (C)	271
2. 锰 (Mn)	272
3. 硅 (Si)	273
4. 硫和磷 (S和P)	273
5. 氮 (N)	274
6. 氧 (O)	274
7. 氢 (H)	274

第二节 焊条的组成和分类..... 277

一、焊芯	278
1. 焊芯的成分	278
2. 焊芯的牌号	279
二、药皮	282
三、焊条药皮原料的分类	307
1. 矿物质	308
2. 铁合金类和金属类	308
3. 有机物类	308
4. 化工产品类	308
四、焊条药皮功用分类	309
1. 稳弧剂	309
2. 造渣剂	309
3. 造气剂	309

4. 脱氧剂	309
5. 合金剂	309
6. 稀渣剂	310
7. 粘结剂	310
8. 粘塑剂	310
五、几种典型电焊条药皮的配方及其冶金特点	315
1. 钛钙型类	315
2. 氧化铁型类	317
3. 纤维素型类	318
4. 低氢型类	319
第三节 电焊条的焊接工艺性能	321
一、焊条的稳弧性及极性	321
二、电焊条适用的焊接位置	322
三、焊缝的成形性及焊条的脱渣剂	323
四、焊条的熔深特性	324
五、焊条的熔敷系数	324
六、焊条的飞溅特性	325
第四节 电焊条的制造	326
一、电焊条制造的工艺过程	326
1. 焊芯的加工	327
2. 药皮原材料的制粉	335
3. 铁合金的钝化处理	340
4. 电焊条药皮涂料的制备	344
5. 焊条药皮的压涂	349
6. 焊条的干燥、烘焙和包装	355
第五节 国产电焊条的分类特点及选用	360
一、焊条牌号编制方法	360
二、结构钢焊条使用说明	363
1. 碳钢和普低钢的焊接	363
2. 对于同一强度等级的酸性焊条或碱性焊条的选用	363
3. 异种钢焊接时电焊条的选用	363
4. 中碳钢的焊接	364
5. 铸钢的焊接	364
三、结构钢及结构钢焊条的特点及选用	367

四、第二类：钼和铬钼耐热钢焊条	370
1. 珠光体耐热钢的焊接	371
2. 马氏体耐热钢的焊接	371
3. 珠光体耐热钢焊条	373
五、第三类：不锈钢焊条	374
1. 铬不锈钢及其焊条	375
2. 铬镍奥氏体不锈钢及其焊条	376
六、第四类：堆焊焊条	381
1. 常温不同硬度堆焊焊条	383
2. 常温高锰钢堆焊焊条	385
3. 切削刀具、模具堆焊焊条	385
4. 阀门堆焊焊条	385
5. 合金铸铁与钴基堆焊焊条	386
七、第五类：低温钢焊条	386
八、第六类：铸铁焊条	387
九、第七类：镍和镍合金焊条	390
十、第八类：铜及铜合金焊条	391
十一、第九类：铝及铝合金焊条	393
十二、第十类：特殊用途焊条	394
十三、怎样正确地选用电焊条	395
1. 考虑焊件母材的化学成分和机械、物理性能	395
2. 考虑焊接的工作条件和使用性能	397
3. 考虑焊件的结构特点	398
4. 考虑焊接工地、现场的设备情况以及焊条的操作工艺性	399
5. 考虑经济性	399
6. 异种钢、复合钢板的焊接及焊条	399
第六节 焊条的保管、使用和鉴定	401
一、焊条的保管与使用	401
1. 焊条的贮存与保管	402
2. 焊条的外观检查方法	402
3. 鉴别焊条受潮变质的方法	403
4. 焊条使用前的烘干	403
5. 焊条的鉴定	404
二、焊条消耗量的理论计算	408

第五章 手工电弧焊接工艺	411
第一节 构件的备料及装配	411
一、焊接接头形式	411
二、坡口形式的选用	412
三、坡口各部位名称、坡口的形式及接头的形式	412
1. 坡口各部名称	412
2. 对接接头	413
3. T型接头	414
4. 角接接头	415
5. 搭接接头	415
6. 卷边接头	416
四、坡口的制备	416
1. 剪切	416
2. 刨边	416
3. 车削	416
4. 铲削	417
5. 氧气切割	417
6. 碳弧气刨	417
五、装配与焊接的关系	417
1. 正确掌握公差标准	418
2. 装焊程序问题	418
3. 定位焊	418
4. 几种常用的焊件装配夹具	419
六、焊缝形式	422
1. 焊缝的分类	422
2. 焊缝的种类	422
3. 《焊缝代号》	423
4. 《手工电弧焊焊接接头的基本形式与尺寸》	428
第二节 电弧	432
一、碰撞电离	435
二、热电离	435
三、阴极电子发射	435
1. 热电子发射	436
2. 场致电子发射	436