



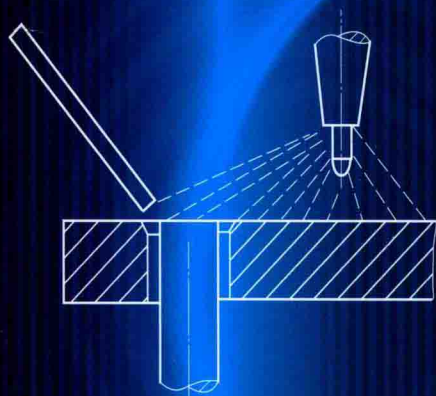
焊工

入门与技巧丛书

图解气焊工 技能速成



李书常 冯 仲 主编



化学工业出版社



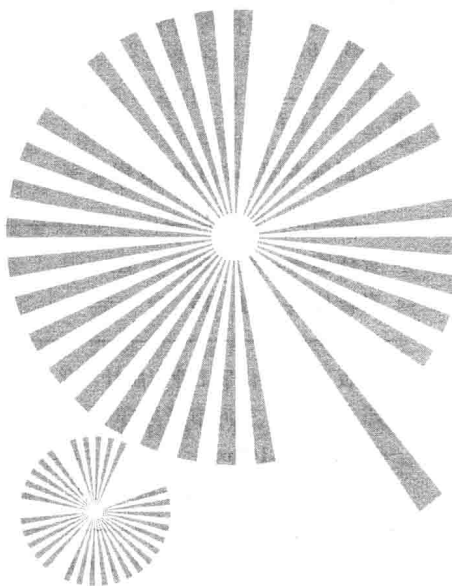
焊工

入门与技巧丛书

图解气焊工 技能速成



李书常 冯 仲 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书根据实际工作的需要,讲解了气焊工的常用知识和必备技能,主要内容包括:气焊特点与气体火焰、气焊设备与工具、气焊丝与气焊熔剂、气焊坡口与气焊工艺、气焊工操作技巧、气割特点与割炬、气割操作、常用气焊工艺实例、金属的气焊、火焰钎焊特点及操作、金属的火焰钎焊、火焰堆焊、气焊气割作业安全等。

本书立足实用,总结了经验技巧,可操作性强,并配有大量的图解说明,方便初学者快速掌握气焊操作技能,可作为机械制造企业技术工人的学习读物,还可以作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

图解气焊工技能速成/李书常,冯仲主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 6
(焊工入门与技巧丛书)
ISBN 978-7-122-23825-2

I. ①图… II. ①李…②冯… III. ①气焊-图解
IV. ①TG446-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 088095 号

责任编辑:贾娜

文字编辑:张绪瑞

责任校对:边涛

装帧设计:史利平

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:三河市延风印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数254千字

2015年8月北京第1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: 39.80 元

版权所有 违者必究



Preface

《焊工入门与技巧》丛书与焊工实践相结合，突出实际操作技能的培养和训练。丛书内容主要针对焊工的必备技能和常用技能，不追求内容的宽泛，突出焊工作业技巧和经验，语言通俗易懂，版式活泼新颖。

本书为《焊工入门与技巧》丛书中的一本。本书根据实际工作的需要，讲解了气焊工的常用知识和必备技能，主要内容包括：气焊特点与气体火焰、气焊设备与工具、气焊丝与气焊熔剂、气焊坡口与气焊工艺、气焊工操作技巧、气割特点与割炬、气割操作、常用气焊工艺实例、金属的气焊、火焰钎焊特点及操作、金属的火焰钎焊、火焰堆焊、气焊气割作业安全等。

本书图文并茂，提供了大量示范图例和操作现场照片，形象逼真，通俗易懂。书中提供的典型实例都是成熟的操作方法，便于学习者模仿和借鉴；本书所选图例紧密结合焊接生产实际，实用性强。

本书由李书常、冯仲任主编，参与编写的人员还有：宋志信、张建波、张健、李晓荣、张振宇、张志谦、赵月琴、薛宏奎、杨华、刘雪宁。本书编写过程中，得到了同事的大力帮助，在此一并表示衷心的感谢！

本书立足实用，总结了经验技巧，可操作性强，并配有大量的图解说明，方便初学者快速掌握气焊操作技能，可作为机械制造企业技术工人的学习读物，还可以作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

编 者



Contents

第1章 > 气焊特点与气体火焰

1

1.1 气焊原理、特点和应用	1
1.1.1 气焊原理	1
1.1.2 气焊特点和应用	2
1.2 气焊焊接的热影响	2
1.2.1 钢中常见的组织	2
1.2.2 气焊的热影响区的组织和性能	4
1.2.3 氧气及氮气对气焊质量的影响	9
1.3 气焊、气割中使用的气体	14
1.3.1 氧气	14
1.3.2 可燃气体	15
1.4 气焊、气割用气体火焰	16
1.4.1 氧-乙炔火焰	17
1.4.2 氧-液化石油气火焰	18
1.4.3 各种金属材料气焊时采用的火焰	19

第2章 > 气焊设备与工具

21

2.1 氧气瓶、乙炔瓶、液化石油气瓶	21
2.1.1 氧气瓶	21
2.1.2 乙炔瓶	22
2.1.3 液化石油气瓶和丙烯瓶	23
2.1.4 氧气减压器	23
2.1.5 可燃气体减压器	24
2.2 焊炬、割炬	26

2.2.1	焊炬 (焊枪)	26
2.2.2	割炬	26
2.3	辅助工具	28
2.3.1	胶管	28
2.3.2	胶管接头	29
2.3.3	点火栓	29
2.3.4	护目镜	29
2.3.5	焊口检测器	29
2.3.6	其他辅助工具	29

第3章 > 气焊丝与气焊熔剂

31

3.1	气焊丝	31
3.1.1	钢焊丝中的化学元素对焊接质量的影响	31
3.1.2	碳素结构钢和合金结构钢焊丝	33
3.1.3	不锈钢焊丝	33
3.1.4	铸铁焊丝	33
3.1.5	铜及铜合金焊丝	37
3.1.6	铝及铝合金焊丝	38
3.1.7	镁合金焊丝	39
3.1.8	焊丝的选用和保存	39
3.2	气焊熔剂	41
3.2.1	气焊熔剂的作用及分类	41
3.2.2	常用的气焊熔剂的用途及性能	41
3.2.3	常用气焊熔剂的化学成分及其使用	42

第4章 > 气焊坡口与气焊工艺

45

4.1	气焊焊接接头的种类和坡口形式	45
4.1.1	气焊接头的种类	45
4.1.2	气焊接头的坡口形式	45

4.2 气焊焊接工艺	50
4.2.1 气焊焊接工艺参数的选择	50
4.2.2 气焊焊接工艺过程	53
4.2.3 定位焊	54

第5章 > 气焊工操作技巧

56

5.1 气焊、气割设备的连接	56
5.1.1 氧气瓶和乙炔瓶的放置	56
5.1.2 安装氧气减压器	56
5.1.3 安装乙炔减压器	56
5.1.4 连接焊炬或割炬	56
5.2 气焊火焰的点火操作	57
5.2.1 开氧气	57
5.2.2 开乙炔	58
5.2.3 点火	58
5.2.4 灭火	58
5.3 左向焊法和右向焊法	59
5.3.1 左向焊法	59
5.3.2 右向焊法	59
5.4 气焊的基本操作方法	60
5.4.1 氧-乙炔焰的调节	60
5.4.2 起焊	60
5.4.3 焊接过程中焊嘴和焊丝的运动	61
5.4.4 接头与收尾	62
5.5 初学者在气焊操作中应注意的问题	64
5.6 平板对接各种空间位置的气焊操作技术	65
5.6.1 平焊	65
5.6.2 立焊	66
5.6.3 横焊	67
5.6.4 仰焊	68

5.7 T形接头立焊、仰焊的气焊操作技术	69
5.7.1 T形接头的立焊	69
5.7.2 T形接头的仰焊	70

第6章 > 气割特点与割炬

72

6.1 气割特点	72
6.1.1 气割过程	72
6.1.2 氧气切割的条件	73
6.1.3 常用金属材料的气割性能	73
6.2 割炬	73
6.2.1 割炬的作用和分类	74
6.2.2 割炬的主要技术数据	75
6.2.3 割炬的安全使用和常见故障的排除方法 ...	75

第7章 > 气割操作

78

7.1 气割工艺主要参数	78
7.1.1 气割氧压力	78
7.1.2 预热火焰能率	79
7.1.3 割嘴倾斜角度	80
7.1.4 割嘴离割件表面的距离	81
7.1.5 气割速度	81
7.1.6 气割顺序的确定	83
7.2 气割操作技巧	84
7.3 手工气割实例	91
7.3.1 薄钢板的气割	91
7.3.2 中厚钢板的气割	93
7.3.3 多层钢板的气割	95
7.3.4 法兰的气割	97
7.4 焊接坡口的气割	99

7.4.1	无钝边 V 形坡口的气割	99
7.4.2	带钝边 V 形坡口的气割	99
7.4.3	双面坡口的气割	100
7.5	气割开孔	100
7.5.1	水平气割开孔	100
7.5.2	垂直气割开孔	102
7.6	钢管的气割	102
7.6.1	可转动钢管的气割	102
7.6.2	水平固定钢管的气割	103
7.6.3	可转动管开坡口	104
7.7	水平固定管开坡口	105
7.8	圆钢的气割	107
7.8.1	气割圆钢的操作方法及要领	107
7.8.2	操作实例	108
7.9	冒口的气割	109
7.9.1	铸钢件浇冒口的气割	109
7.9.2	操作实例	109
7.10	机械气割	109
7.10.1	CG1-30 型气割机	109
7.10.2	CG2-150 型仿形气割机	112
7.10.3	气割机的维护和保养	114
7.10.4	数控气割机简介	114

第8章 > 常用气焊工艺实例

117

8.1	平位焊接	117
8.1.1	平敷焊	117
8.1.2	薄板对接平焊	125
8.1.3	平角焊	128
8.2	钢板件横立仰焊接	133
8.2.1	横焊	133

8.2.2	立焊	134
8.2.3	仰焊接	135
8.3	管子焊接	138
8.3.1	管子对接平位转动焊	138
8.3.2	水平固定管子的气焊	141
8.3.3	三通管的气焊	141
8.3.4	水平转动管单面焊双面成形	142
8.3.5	垂直固定管双面成形	144
8.3.6	水平固定管的双面成形	147
8.3.7	碳钢钢管拉伸弯曲件的焊接	148

第9章 ▶ 金属的气焊

152

9.1	碳素钢的气焊	152
9.1.1	碳素钢的分类及其焊接性	152
9.1.2	碳素钢气焊的一般要求	156
9.1.3	薄壁钢板平焊位的气焊	158
9.1.4	低碳钢管的气焊	163
9.1.5	三通管的气焊	174
9.1.6	薄壁钢板筒形容器的气焊	174
9.1.7	油箱的气焊焊补	177
9.2	低合金钢的气焊	177
9.2.1	普通低合金高强度结构钢的气焊	177
9.2.2	低合金珠光体耐热钢的气焊	180
9.3	不锈钢的气焊	183
9.3.1	铬镍奥氏体不锈钢的焊接性	183
9.3.2	铬镍奥氏体不锈钢的气焊工艺	185
9.3.3	奥氏体不锈钢气焊实例	187
9.4	铸铁的气焊	187
9.4.1	铸铁的分类和焊补方法	187
9.4.2	灰口铸铁的气焊	188

9.4.3	灰口铸铁气焊实例	194
9.4.4	球墨铸铁的气焊	196
9.5	铜及其合金的气焊	197
9.5.1	铜和铜合金的分类与焊接方法	197
9.5.2	紫铜的气焊	199
9.5.3	紫铜管的气焊	203
9.5.4	黄铜的气焊	204
9.5.5	青铜的气焊	206
9.6	铝及其合金的气焊	208
9.6.1	铝及其合金的分类和焊接性	208
9.6.2	铝及其合金的气焊	210
9.6.3	导电铝排的气焊	214
9.6.4	气焊补焊铸造铝合金	214

第10章 > 火焰钎焊特点及操作

216

10.1	火焰钎焊及其特点	216
10.1.1	火焰钎焊工艺	216
10.1.2	火焰钎焊的特点	216
10.2	钎料	217
10.2.1	铝基钎料	217
10.2.2	银基钎料	217
10.2.3	铜基钎料	219
10.3	钎剂	220
10.4	火焰钎焊接头	221
10.4.1	火焰钎焊接头的基本形式	221
10.4.2	接头间隙	222
10.4.3	焊接接头的工艺孔	224
10.5	钎焊工艺	226
10.5.1	火焰钎焊前的清理	226
10.5.2	装配和固定	227

10.5.3	常用金属火焰钎焊钎料和钎剂的选择	228
10.5.4	钎焊温度、保温时间和加热速度	229
10.5.5	钎焊后清洗	230
10.6	火焰钎焊基本操作技术	230
10.6.1	预热	230
10.6.2	焊接	231
10.6.3	焊后清理	231

第11章 > 金属的火焰钎焊

232

11.1	同种金属火焰钎焊	232
11.1.1	基本操作	232
11.1.2	钎焊纯铜阻尼环和阻尼杆	233
11.1.3	纯铜管钎焊	234
11.1.4	灰口铸铁钎焊	236
11.1.5	不锈钢燃油软管接头的钎焊	237
11.2	异种金属火焰钎焊	238
11.2.1	异种火焰钎焊的基本操作	238
11.2.2	铜管接头的钎焊	239
11.2.3	蒸煮锅进气管接头的钎焊	240
11.2.4	硬质合金车刀的钎焊	242
11.2.5	钎焊硬质合金铣刀	244
11.2.6	钎焊热交换器接管	245
11.2.7	不锈钢与铅的钎焊	246

第12章 > 火焰堆焊

248

12.1	火焰堆焊的特点和应用	248
12.1.1	火焰堆焊的特点	248
12.1.2	堆焊材料的类型、性能及应用	249
12.2	氧-乙炔火焰堆焊实例	254

12.2.1	钴基硬质合金的火焰堆焊	254
12.2.2	镍基硬质合金的氧-乙炔堆焊操作	263
12.2.3	管装粒状硬质合金堆焊	264
12.2.4	在铸铁基体上堆焊黄铜的操作	266
12.2.5	在铸钢基体上堆焊黄铜的操作	268
12.2.6	在轴瓦上堆焊轴承合金	269

第13章 > 气焊气割作业安全

271

13.1	气焊、气割安全事故及其防治措施	271
13.1.1	气焊、气割中的爆炸事故及其防治措施	271
13.1.2	气焊、气割中的火灾事故及其防治措施	272
13.1.3	气焊、气割中的烧伤、烫伤事故及其防治措施	273
13.1.4	气焊、气割中的中毒事故及其防治措施	274
13.2	气焊、气割操作安全知识	275
13.2.1	设备和工具的安全使用	275
13.2.2	气焊、气割操作安全	283
13.3	气焊工劳动保护	287
13.3.1	通风措施	287
13.3.2	个人防护措施	290

参考文献

292

第1章



气焊特点与气体火焰

1.1 气焊原理、特点和应用

1.1.1 气焊原理

气焊是利用气体火焰作热源的焊接方法。气焊的原理是：利用可燃气体加上助燃气体，在焊炬里进行混合，并使其发生剧烈燃烧，利用燃烧的热量去熔化工件接头部位的金属和焊丝，使熔化金属形成熔池，冷却后形成焊缝。气焊通常用的是氧-乙炔焊，乙炔 (C_2H_2) 作可燃气体，氧气作助燃气体，火焰温度可高达 $3100 \sim 3300^\circ C$ 。近年来用液化石油气和丙烷 (C_3H_8) 燃气的焊接也迅速发展。如图 1-1 所示为氧-乙炔气焊系统，其设备包括乙炔瓶、回火防止器、氧气瓶、减压阀和焊炬，它们通过软管连接组成焊接系统。

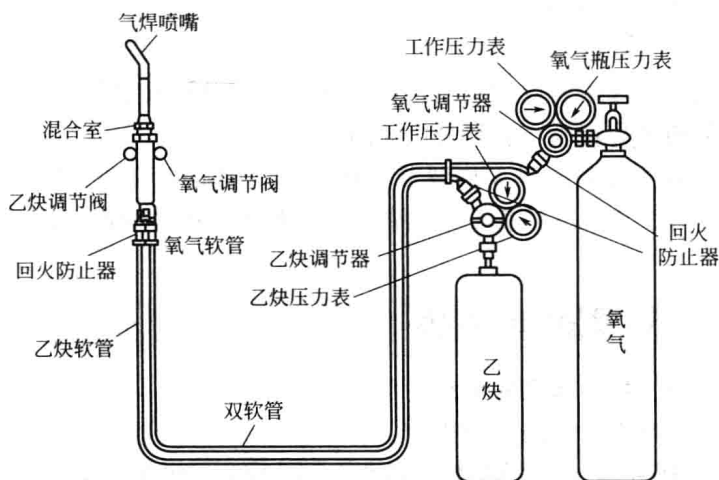


图 1-1 氧-乙炔气焊系统示意图

1.1.2 气焊特点和应用

(1) 气焊特点

① 气焊优点

a. 由于填充金属的焊丝与焊接热源是分离的, 所以焊工能够控制热输入量、焊接区温度、焊缝的尺寸和形状及熔池黏度。这对精细件例如薄板和管件的焊接很有利。

b. 由于气焊火焰种类可调, 故焊接气氛的氧化性或还原性是可控制的。

c. 设备简单、价格低廉、移动方便, 在无电力供应的地区可以方便地进行焊接。

② 气焊缺点

a. 与焊条电弧焊相比较, 气焊温度低, 火焰热量比较分散, 热影响区及变形大。

b. 生产率较低, 除修理外不宜焊接较厚的工件。

c. 因气焊火焰中氧、氢等气体与熔化的金属发生作用, 会降低焊缝性能。

d. 不适宜于难熔金属和“活泼”金属。

e. 难以实现自动化。

(2) 气焊应用

目前气焊主要应用范围包括: 有色金属及铸铁的焊接和修复; 碳钢薄板的焊接及小直径管道的制造和安装。

另外, 由于气焊火焰调节方便灵活, 因此在弯曲、矫直、预热、后热、堆焊、淬火及火焰钎焊等各种工艺操作中得到应用。

1.2 气焊焊接的热影响

1.2.1 钢中常见的组织

(1) 钢中常见的组织特性

① 铁素体 (F)。铁素体是少数的碳和其他合金元素固溶于 α -Fe 中的固溶体。铁素体溶解碳的能力很差, 并随着温度降低而减

少。铁素体中的含碳量低，其性能与纯铁相似。铁素体的强度和硬度低，但塑性和韧性很好，所以铁素体含量多的钢（如低碳钢）就表现出软而韧的性能。

② 渗碳体 (Fe_3C)。渗碳体是铁与碳的化合物，其含碳量（碳的质量分数）为 6.69%。其性能与铁素体相反，硬而脆，随着钢中含碳量的增加，钢中渗碳体的量也增多，钢的硬度、强度也增加，而塑性、韧性则下降。

③ 珠光体 (P)。珠光体是铁素体和渗碳体的机械混合物，含碳量为 0.77%，只有温度低于 727℃ 时才存在。珠光体的性能介于铁素体和渗碳体之间。

④ 奥氏体 (A)。奥氏体是碳和其他合金元素在 $\gamma\text{-Fe}$ 中的固溶体。在一般钢材中，只有高温时存在；当含有一定量扩大 γ 区的合金元素时，则可能在常温下存在，如铬镍奥氏体不锈钢在常温时的组织为奥氏体。奥氏体为面心立方晶格，奥氏体的强度和硬度不高，塑性和韧性很好。奥氏体的另一特点是无磁性。

⑤ 马氏体 (M)。马氏体是碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的过饱和固溶体。马氏体具有很高的硬度和强度，但很脆，延展性很差，并且马氏体中过饱和的碳越多，硬度越高。马氏体的体积比相同质量的奥氏体的体积大，因此奥氏体转变为马氏体时体积要膨胀；局部体积膨胀后的内应力往往导致零件变形、开裂。

⑥ 魏氏组织。魏氏组织是一种晶粒粗大的过热组织。碳钢过热且晶粒长大后，高温下晶粒粗大的奥氏体以一定速度冷却，很容易形成魏氏组织。粗大的魏氏组织使钢材的塑性和韧性下降，使钢变脆。

(2) 焊缝中组织的形成

低碳钢焊缝一次结晶的晶粒都是奥氏体晶粒，冷却到低于相变温度时，奥氏体分解为铁素体和珠光体，因而二次结晶后的组织大部分是铁素体和少量的珠光体。

合金元素含量较少的低合金钢，其焊缝组织与低碳钢焊缝类似，当冷却速度加大时会产生粒状贝氏体。合金元素含量较多、淬

透性较好的低合金高强度钢，其焊缝组织在二次结晶后为贝氏体或低碳马氏体组织，高温回火后为回火索氏体组织。

钼和铬钼耐热钢焊缝的组织，合金元素含量较少（铬 $<5\%$ ）的耐热钢，在焊前进行预热、焊后缓冷的条件下，可得到珠光体和部分淬硬组织；高温回火后可得到完全的珠光体组织。对于含铬量为 $5\%\sim 9\%$ 的耐热钢，当采用与母材成分相近的焊丝和在焊前预热、焊后缓冷的条件下，可得到贝氏体组织，也可能出现马氏体组织；高温回火后可得到回火索氏体组织。

不锈钢焊缝组织、奥氏体不锈钢焊缝组织一般为奥氏体加少量铁素体（ $2\%\sim 6\%$ ）。焊接铁素体不锈钢采用的焊丝成分与母材相近时，其焊缝组织为铁素体；当采用铬镍奥氏体不锈钢焊丝时，焊缝组织为奥氏体。马氏体不锈钢的焊缝，当焊丝成分与母材相近时，其焊缝组织及回火后的组织分别为马氏体和回火马氏体；当采用铬镍奥氏体不锈钢焊丝时焊缝组织为奥氏体。

1.2.2 气焊的热影响区的组织和性能

(1) 焊接接头

焊接接头是用焊接方法连接的接头。气焊焊接接头由焊缝、熔合区和热影响区组成，详见图 1-2。

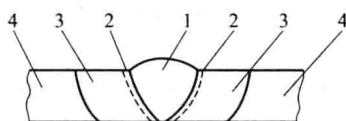


图 1-2 焊接接头

1—焊缝金属；2—熔合区；

3—热影响区；4—母材

气焊火焰离开熔池后，熔池中的液体金属逐渐冷却凝固形成焊缝。而在焊接的过程中，材料因受到了热影响、未熔化而发生了相变和力学性能变化的区域称为热影响区。熔合区是指在焊接接头中，焊缝向热影响区过渡的区域。

在焊接热源的作用下，焊件上某点的温度随时间的变化过程称为焊接热循环。由于焊接接头的各点都经受了一次不同程度的热循环作用，在焊接热影响区内，离焊缝越近的点，被加热的温度就越高，离焊缝越远的点，被加热的温度就越低，使焊接接头的组织发生变化，焊件产生应力和变形。所以焊接热影响区的组织和性能均