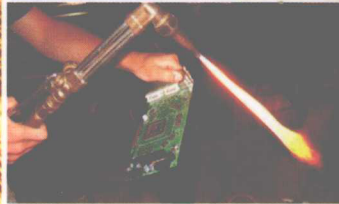
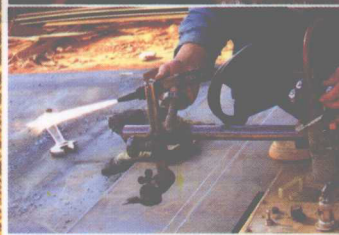
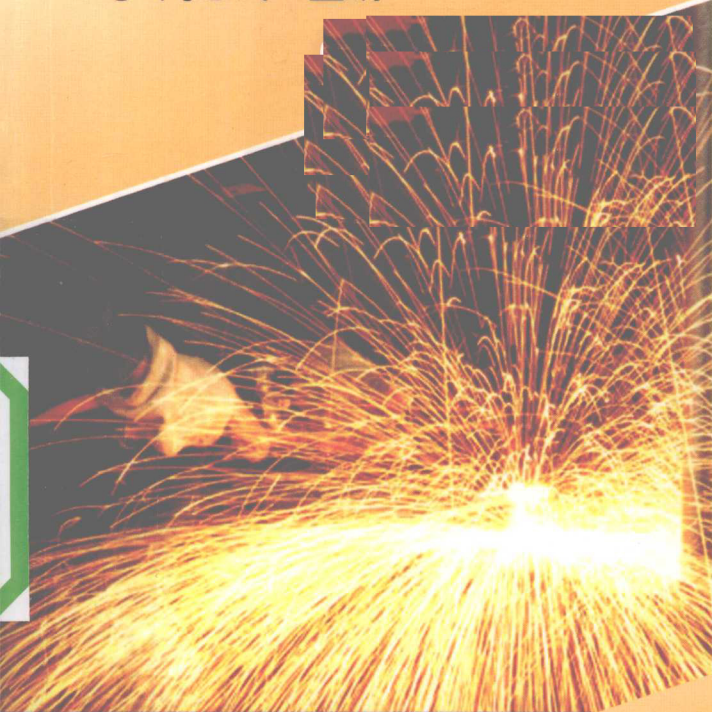


气焊工 入门与技巧

● 高忠民 主编



QIHANGONG
RUMEN YU JIQIAO



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

气焊工入门与技巧

高忠民 主编

金盾出版社

内 容 提 要

本书是专门为即将从事气焊工作的初学者和已经在焊接生产第一线的气焊初级技术工人编写的入门读物。本书结合气焊和气割作业中经常出现的问题和作者多年的实践经验,详实地介绍了气焊(气割)的基础知识、基本操作技术、常用金属材料的气焊(气割)工程实例,以及火焰钎焊、火焰堆焊和气焊(气割)安全作业等内容。

图书在版编目(CIP)数据

气焊工入门与技巧/高忠民主编. -- 北京:金盾出版社, 2010.7

ISBN 978-7-5082-6394-6

I. ①气… II. ①高… III. ①气焊—基本知识 IV. ①TG446

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 068122 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京印刷一厂

正文印刷:北京四环科技印刷厂

装订:海波装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:8.375 字数:208千字

2010年7月第1版第1次印刷

印数:1~8000册 定价:17.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着国家经济建设和工业技术的不断发展,我国城乡建设急需大量的技能型人才,尤其在焊接和切割等工业生产中显得更为突出。为满足广大青年学习技术、掌握气焊和气割操作技能的要求,特别是满足新生代农民进城务工的需求,编写了《气焊工入门与技巧》,与5年前出版的《电焊工入门与技巧》相配套。

本书较完整地介绍了气焊的基础知识、基本操作技术、常用金属材料的焊接,以及大量的气焊、气割工程实例;同时介绍了火焰钎焊、火焰堆焊和气焊、气割安全技术等内容。书中提供的典型实例工艺成熟,便于初学者模仿和借鉴,少走弯路,能帮助尽快地通过技术技能鉴定,取得职业资格证书;对于在职焊工,也能学到新的焊接技术,不断提高专业知识和技能。

本书紧密贴合生产实际,传授作者长期从事焊工职业教育所积累的经验 and 技能技巧,并针对初学者在操作中容易出现的问题,在介绍焊接工艺的同时,重点叙述了关键技术方面的操作方法和要领,内容通俗易懂、针对性强,便于读者自学。

鉴于作者水平所限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 气焊入门基础知识	1
第一节 气焊的原理、特点和应用	1
一、气焊的原理及气体特性	1
二、气焊的特点和应用	3
第二节 气焊焊接的热影响	4
一、钢中常见的组织	4
二、气焊的热影响区的组织和性能	6
三、氧气、氢气及氮气对气焊质量的影响	12
第三节 气焊设备与工具	17
一、氧气瓶、乙炔瓶、液化石油气瓶	17
二、减压器和回火防止器	27
三、焊炬	33
四、橡胶管及气焊辅助工具	38
第四节 气焊用气体火焰	40
一、氧-乙炔火焰	40
二、氧-液化石油气火焰	42
三、各种金属材料气焊时采用的火焰的种类	43
第五节 气焊丝	43
一、钢焊丝中的化学元素对焊接质量的影响	43
二、碳素结构钢和合金结构钢焊丝	45
三、不锈钢焊丝	45
四、铸铁焊丝	49
五、铜及铜合金焊丝	50

六、铝及铝合金焊丝	51
七、镁合金焊丝	52
八、焊丝的选用和保存	52
第六节 气焊熔剂	53
一、气焊熔剂的作用及分类	53
二、常用的气焊熔剂的用途及性能	54
三、常用气焊熔剂的化学成分及其使用	55
第二章 气焊操作基础知识	58
第一节 气焊焊接接头的种类和坡口形式	58
一、气焊接头的种类	58
二、气焊接头的坡口形式	59
第二节 气焊焊接工艺	62
一、气焊焊接工艺参数的选择	62
二、气焊焊接工艺过程	65
三、定位焊	66
第三节 气焊基本操作技术	67
一、气焊、气割设备的连接和点火、灭火操作	67
二、左向焊法和右向焊法	69
三、气焊的基本操作方法	70
四、平板对接各种空间位置的气焊操作技术	75
五、T形接头立焊、仰焊的气焊操作技术	80
第三章 常用金属材料的气焊	83
第一节 碳素钢的气焊	83
一、碳素钢的分类及其焊接性	83
二、碳素钢气焊的一般要求	88
三、薄壁钢板平焊位的气焊	89
四、低碳钢管的气焊	95
五、三通管的气焊	107
六、薄壁钢板筒形容器的气焊	107

七、油箱的气焊焊补	110
第二节 低合金钢的气焊	111
一、普通低合金高强度结构钢的气焊	111
二、低合金珠光体耐热钢的气焊	114
第三节 不锈钢的气焊	116
一、铬镍奥氏体不锈钢的焊接性	116
二、铬镍奥氏体不锈钢气焊工艺	119
三、奥氏体不锈钢气焊实例	121
第四节 铸铁的气焊	122
一、铸铁的分类和焊补方法	122
二、灰口铸铁的气焊	123
三、灰口铸铁气焊实例	128
四、球墨铸铁的气焊	131
第五节 铜及其合金的气焊	132
一、铜和铜合金的分类与焊接方法	132
二、紫铜的气焊	134
三、紫铜管的气焊	138
四、黄铜的气焊	139
五、青铜的气焊	142
第六节 铝及其合金的气焊	143
一、铝及其合金的分类和焊接性	143
二、铝及其合金的气焊	145
三、导电铝排的气焊	149
四、气焊补焊铸造铝合金	151
第四章 气割	152
第一节 气割的特点	152
一、气割的过程	152
二、气割的条件	153
三、气割的特点及常用金属材料的气割性能	153

第二节 割炬	154
一、割炬的作用和分类	155
二、割炬的主要技术数据	156
三、割炬的安全使用和常见故障的排除方法	156
第三节 气割操作基础知识	159
一、确定气割工艺参数	159
二、手工气割基本操作技术	161
第四节 手工气割实例	165
一、钢板的气割	165
二、重叠气割	169
三、法兰的气割	170
四、钢管的气割	171
五、圆钢的气割	173
六、用气割的方法加工焊接坡口	175
第五节 机械气割	178
一、半自动气割机(CG ₁ -30 型)	178
二、仿形气割机	180
三、数控自动气割机	182
第六节 其他气割方法	183
一、氧-丙烷切割	183
二、氧熔剂气割	184
三、振动气割	186
四、高速气割	187
第五章 火焰钎焊	192
第一节 火焰钎焊的钎料和钎剂	192
一、火焰钎焊及其特点	192
二、钎料	193
三、钎剂	196
第二节 火焰钎焊接头和钎焊工艺	197

一、火焰钎焊接头	197
二、火焰钎焊工艺	202
三、火焰钎焊基本操作技术	207
第三节 火焰钎焊实例	208
一、紫铜管钎焊实例	208
二、灰口铸铁钎焊实例	209
三、不锈钢燃油软管接头的钎焊	211
四、异种金属火焰钎焊的操作	212
五、铜管接头的钎焊	212
六、蒸煮锅进气管接头的钎焊	214
七、硬质合金车刀的钎焊	216
八、不锈钢与铅的钎焊实例	218
第六章 火焰堆焊	220
第一节 火焰堆焊的特点和应用	220
一、火焰堆焊的特点	220
二、堆焊材料的类型、性能及应用	221
第二节 氧-乙炔火焰堆焊实例	227
一、钴基硬质合金的火焰堆焊	227
二、管装粒状硬质合金堆焊	234
三、黄铜的堆焊	236
四、轴承合金的堆焊	239
第七章 气焊、气割安全作业	242
第一节 气焊、气割安全事故及其防治措施	242
一、气焊、气割中的爆炸事故及其防治措施	242
二、气焊、气割中的火灾事故及其防治措施	244
三、气焊、气割中的烧伤、烫伤事故及其防治措施	246
四、气焊、气割中的中毒事故及其防治措施	247
第二节 安全用电知识	247

一、安全电压	247
二、操作气割机的安全用电知识	247
第三节 气焊工劳动保护	248
一、通风措施	249
二、个人防护措施	252
第四节 气焊、气割安全操作和文明生产	253
一、气焊、气割操作过程中的安全注意事项	253
二、文明生产	255

第一章 气焊入门基础知识

第一节 气焊的原理、特点和应用

一、气焊的原理及气体特性

1. 气焊原理及设备

气焊是利用气体火焰作热源的焊接方法。气焊的基本原理是：利用可燃气体加上助燃气体，在焊炬里进行混合，并使它们发生剧烈的燃烧，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，火焰温度可以达到 $3100\sim 3300^{\circ}C$ 。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。

2. 气体特性

(1) 氧气。氧气是一种无色、无味、无毒的气体，氧气本身不能燃烧，但它是一种活泼的助燃气体。氧气的化学性质极为活泼，它能与自然界的大部分元素(除惰性气体和金、银、铂外)相结合，称为氧化反应。而激烈的氧化反应就是燃烧。氧的化合能力随着压力的加大和温度的升高而增强，使可燃气体燃烧更激烈。高压氧与油脂类等易燃物质接触就会发生剧烈的氧化反应而迅速燃烧，甚至爆炸，因此使用中要注意安全。

氧气的纯度对气焊、气割的质量和效率有很大的影响，因此，气焊、气割用氧气纯度一般应不低于 99.2%。

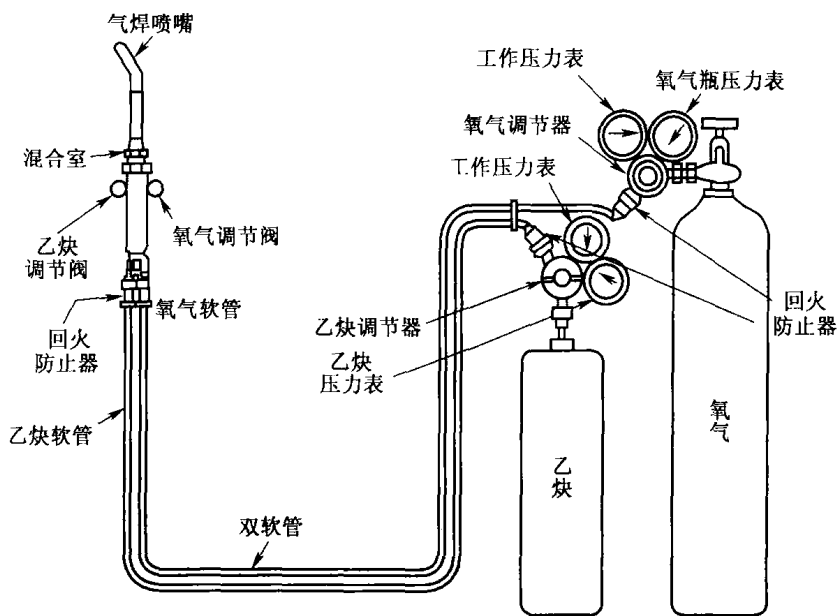
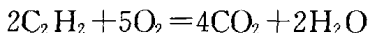


图 1-1 气焊系统示意图

(2)乙炔。乙炔是一种无色而有特殊臭味的气体,是一种碳氢化合物(C_2H_2)。在标准状态下,比空气略轻。乙炔是可燃气体,它与空气混合燃烧时所产生的火焰温度为 $2350^{\circ}C$,而与氧气混合燃烧时所产生的火焰温度可达 $3100\sim 3300^{\circ}C$ 。因此,能够迅速熔化金属进行焊接与切割。

乙炔的完全燃烧按下列反应式进行:



由以上反应式知道 1 个体积的乙炔完全燃烧需要 2.5 个体积的氧气。所以气焊、气割时,氧气的消耗量比乙炔大。

乙炔也是一种具有爆炸性危险的气体,纯乙炔当压力为 $0.15MPa$ 、温度为 $580^{\circ}C$ 时就可能发生爆炸。乙炔与空气或氧气混合时,在空气中浓度达 $2.5\%\sim 80\%$ 、在氧气中浓度达 $2.8\%\sim 93\%$ 范围时,遇到明火就会立刻发生爆炸。乙炔与铜或银长期接触会产生一种爆炸性的化合物,即乙炔铜和乙炔银,当它们受到

剧烈振动或者加热到 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ 时就会引起爆炸。所以凡与乙炔接触的器具设备禁止用纯铜制造,只准用含铜量不超过 70% 的铜合金制造。

由于乙炔受压会引起爆炸,因此不能加压,直接装瓶来储存。但是可以利用乙炔能大量溶解在水和丙酮中的特性储存。特别是在丙酮中溶解量特别大,1 L 丙酮可溶解 25 L 乙炔。工业上将乙炔灌装在盛有丙酮和多孔物质的容器中,称为溶解乙炔(瓶装乙炔)进行储运。

(3)液化石油气。液化石油气是裂化石油的副产品,其主要成分是丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、丙烯(C_3H_6)等碳氢化合物的混合物。在正常温度和大气压力下,组成液化石油气的这些碳氢化合物以气体状态存在。但是,只要加上不大的压力(一般为 $0.8\sim 1.5\text{MPa}$),即变成液体,因此,便于装入瓶中储存和运输。

工业上一般都使用液体状态的石油气。液化石油气在气态时,是一种略带臭味的无色气体,在标准状态下,石油气的密度比空气大,因此泄漏出来的液化石油气容易存积在低洼处。

组成液化石油气的几种成分都能和空气或氧气形成具有爆炸性的混合气,但爆炸混合比值的范围比较窄,因此比乙炔要安全得多。

液化石油气燃烧时,火焰温度可达 $2800\sim 2850^{\circ}\text{C}$,比乙炔火焰的温度低。因此用于气割时,金属的预热时间要长,但切割质量容易保证,切口表面质量比较好。另外液化石油气达到完全燃烧时所需的氧气量比乙炔所需氧气量要大,因此采用液化石油气代替乙炔后,氧气消耗量要多。

目前,氧-液化石油气火焰用于焊接还不成熟,但在气割中已成功地应用,并正在积极地推广。

二、气焊的特点和应用

1. 气焊的特点

(1)气焊的优点:

①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是十分有利的。

②由于气焊火焰种类是可调的,因此,焊接气氛的氧化性或还原性是可控制的。

③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)气焊的缺点:

①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。

②生产率较低,除修理外不宜焊接较厚的工件。

③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。

④不适于焊难熔金属和“活泼”金属。

⑤难以实现自动化。

2. 气焊的应用

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。

第二节 气焊焊接的热影响

一、钢中常见的组织

1. 钢中常见的组织特性

(1)铁素体(F)。铁素体是少量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,所以含铁素体多的钢(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°C 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没有磁性。

(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,延展性很低,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时,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、焊后缓冷的焊接条件下,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、焊后缓冷的焊接条件下,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。

二、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。

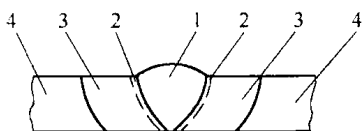


图 1-2 焊接接头

- 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

和性能均有很大差别。

2. 不易淬火钢热影响区的组织和性能

不易淬火钢指低碳钢和普通低合金钢，其焊接热影响区可分为过热区、正火区、不完全重结晶区等，详见图 1-3。

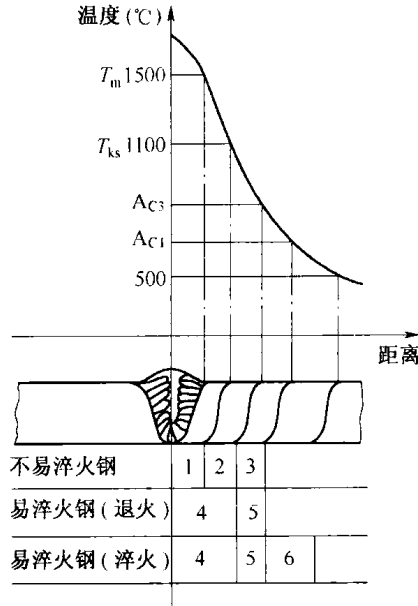


图 1-3 不易淬火钢和易淬火钢热影响区划分示意图

1. 过热区 2. 正火区 3. 不完全重结晶区
4. 淬火区 5. 部分淬火区 6. 回火区

(1) 过热区。过热区在焊接加热时，加热温度范围在晶粒开始急剧长大的温度 T_{KS} 和固相线 T_m 之间，低碳钢为 $1100 \sim 1490^\circ\text{C}$ 。该区母材中的铁素体和珠光体在加热时全部转变为奥氏体。由于温度超过晶粒开始急剧长大的温度 T_{KS} ，故奥氏体晶粒开始急剧长大，温度越高晶粒长大越严重，高温停留的时间越长，晶粒越粗大。冷却后该区的组织与合金成分有关。

(2) 正火区。正火区又称细晶区或相变重结晶区。该区在焊接加热时，加热温度范围对低碳钢为 $900 \sim 1100^\circ\text{C}$ 。该区母材中