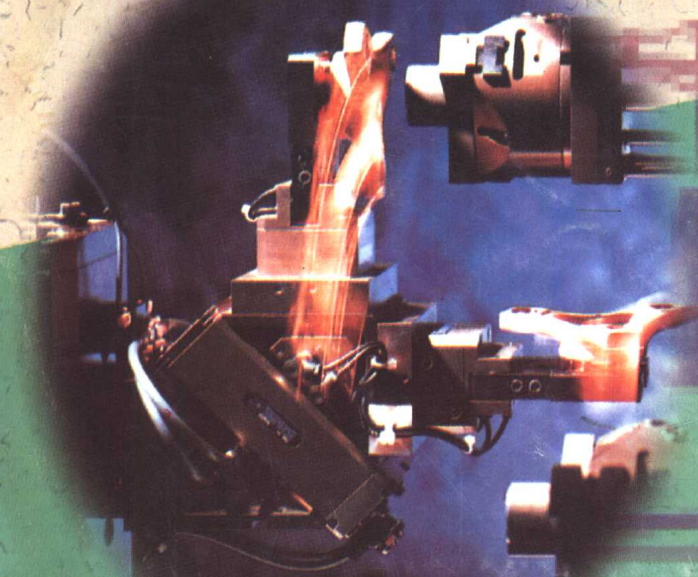


HANJIECAOZUOSHILI

● 主编 朱思照 张学益 武美清

焊接

操作实例



山西科学技术出版社

焊接操作实例

主编 朱思照 张学益 武美清

*

山西科学技术出版社出版 (太原井州北路69号)
山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.25 字数: 310千字
1998年1月第1版 1998年1月太原第1次印刷
印数: 1—3000册

*

ISBN 7-5377-1420-7
G-262 定价: 12.00元

内 容 提 要

本书以具体的焊接操作实例,比较精炼地向读者介绍了防止焊接应力与焊接变形、金属材料的焊接技术和焊补工艺、常用焊接标准,着重介绍了实际生产中焊接结构的操作技术。通过对本书的认真学习,可较快地掌握中等技术水平水平的操作技能。

本书适合于参加焊接生产的新工人学习和培训使用,也可供从事焊接生产的工人和技术人员参考之用。本书由张学益、朱思照、武美清、张宇汉、傅春园、付晓利、胡金玲、张家晋、朱晓英编写。

第一章 防止焊接应力与变形操作实例

一、防止焊接变形的操作实例	(1)
(一) 正确选择装焊顺序	(1)
1. 工字梁的装焊顺序	(1)
2. 箱形梁的装焊顺序	(2)
(二) 正确选择焊接顺序和焊接方向	(3)
1. 厚板双 U 形坡口的相对对称焊接	(3)
2. 圆筒体的对称焊接	(3)
3. 排管的焊接	(3)
4. 长焊缝的焊接	(4)
5. 工字梁的焊接	(4)
(三) 刚性固定法	(5)
1. T 字梁焊接时的刚性固定	(5)
2. 钢板对接焊时加“马”的刚性固定	(5)
3. 防护罩焊接时加临时支撑的刚性固定	(6)
4. 电铲配重箱的压重焊接	(6)
(四) 反变形法	(7)
1. 钢板 V 形坡口对接的反变形	(7)
2. 工字梁上下盖板的塑性反变形	(7)

3. 锅炉集箱焊接时的弹性反变形	(7)
(五) 散热法	(8)
1. 座体焊补时用紫铜垫散热防止变形	(8)
2. 压盖焊接用水冷却防止变形	(8)
二、防止焊接应力的操作实例	(9)
(一) 选择合理的焊接顺序	(9)
1. 带肋板工字梁的逐格焊接顺序	(9)
2. 大型容器底部拼板的焊接顺序	(9)
3. 对结构平面上交叉焊缝的焊接顺序	(9)
(二) 冷焊法与敲击法——蜗轮减速箱的焊补	(10)
(三) 预热法——齿轮毛坯的焊补	(10)
(四) 加热“减应区”法	(11)
1. 采用加热“减应区”法焊接大型齿轮	(11)
2. 框架断口用加热“减应区”法焊补	(11)
三、焊接结构变形的矫正实例	(12)
(一) 机械法矫正焊接变形	(12)
1. 用滚板机滚压或锤击法矫正薄板波浪变形	(12)
2. 用顶床或压力机矫正工字梁弯曲变形	(12)
(二) 火焰加热法矫正焊接变形	(13)
1. 点状加热矫正焊接变形	(13)

2. 线状加热矫正焊接变形	(14)	(一) 油压机底座的焊接	(66)
3. 三角形加热矫正焊接变形	(15)	(二) 支重轮边缘磨损的补焊	(67)
		(三) 钢轨的 CO ₂ 气体保护焊接	(68)
第二章 典型金属结构焊接操作实例		二、低合金结构钢的焊接	(70)
一、桁架的焊接	(16)	(一) 35SiMn 钢大型圆弧齿轮的补焊	(70)
二、起重机械桁架主梁的焊接	(17)	(二) 挖掘机高强度变截面双斗杆的焊接	(72)
三、工字梁的二氧化碳气体保护焊接	(21)	(三) 挖掘机起重臂的焊接	(74)
四、电动机底座的焊接	(24)	三、耐热钢的焊接	(75)
五、单臂压力机架的焊接	(25)	(一) 12CrMoV 锅炉集箱的焊接	(75)
六、4m ³ 电铲底架梁的焊接	(28)	(二) 12Cr3MoVSitB 锅炉过热器管束的焊接	(76)
七、4m ³ 电铲斗杆的焊接	(30)	(三) 15CrMoV 锅炉的焊接	(76)
八、回转平台的焊接	(33)	(四) 铬与钼耐热钢管的对接焊	(77)
九、单壁板减速机体体的焊接	(36)	四、不锈钢、异种钢的焊接	(78)
十、钢结构齿轮的焊接	(38)	(一) F ₁₂ 耐热不锈钢大直径厚壁管对接焊	(78)
十一、63T ^{-M} 无砷座锤头电渣焊	(40)	(二) 1Cr18Ni9 奥氏体不锈钢输氧管道的焊接	(81)
十二、柱塞的自动堆焊	(43)	(三) 高压汽化炉内壳的焊接	(83)
十三、大型转炉炉壳的焊接	(47)	五、铜及铜合金的焊接	(88)
十四、3mB 型煤气炉水套的焊接	(49)	(一) 紫铜结晶器的熔化极氩弧焊	(88)
十五、TC 煤气炉 I 类储气罐的焊接	(53)	(二) 紫铜管的手工电弧焊	(91)
十六、压缩气储气罐的焊接	(56)	(三) 黄铜管与不锈钢三通的气焊	(92)
十七、储油罐的焊接	(59)	(四) 青铜与低碳钢的手工氩弧焊	(93)
十八、球形容器的装配和焊接方法	(61)	六、铝及铝合金的焊接	(94)
十九、压力罐的焊接	(65)	(一) 纯铝容器的手工氩弧焊	(94)
		(二) 纯铝容器封头的手工电弧焊	(96)
		(三) 铝母线的气焊	(98)
第三章 常用金属材料焊接操作实例		七、铸铁的补焊	(99)
一、碳素钢的焊接	(66)		

第一章 防止焊接应力与变形操作实例

金属结构在焊接过程中会产生焊接应力和变形,它们可使焊接产品的质量下降,或使下一道工序无法顺利进行,严重时会使焊件报废或造成事故。

在焊接生产中,产品的结构、类型是多种多样的,焊接时要解决的问题也是多方面的。本章将通过一些操作实例,学会和掌握在焊接生产中如何克服焊接应力和变形的技术问题,并从中找出它们的规律。这样就可以大大减少焊接应力与变形的危害,使焊接生产顺利地顺利进行。

一、防止焊接变形的操作实例

(一) 正确选择装焊顺序

在焊接结构生产中,合理地选择装焊顺序,对防止和减小焊后的变形具有重要的意义。同一种焊接结构,如采用不同的装焊顺序,焊后产生的变形也是不一样的。另外,焊接结构变形的大小与其本身的刚性大小是成反比的。而焊接结构的刚性是在装配与焊接过程中逐渐加大的,结构整体的刚性总比单独零、部件的刚性要大,所以在焊接允许的条件下,尽可能先装配成整体,然后再焊接,这样可减少焊接结构的变形。但在实际生产中,不是所有的焊接结构都可以一次性装配完成,有时还需采用边装边焊的装焊顺序。

1. 工字梁的装焊顺序。工字梁是焊接结构中的基本结构,它由上、下盖板和腹板装配而成,如图 1—1(a) 所示。合理的装焊顺序应是一次性装配完成,再用合理的焊接顺序,则变形就小。这是因为装成工字梁后结构的刚性较强,四条焊缝对称分布于重心两侧(焊缝截面的重心 $x-x$),焊接后四条焊缝的纵向收缩一致,所以,弯曲变形较小。如采用边装边焊的装焊顺序,即先将下盖板与腹板装成 T 字梁,焊接 1 和 2 焊缝,后装上盖板,焊接 3 和 4 焊缝。这样由于 T 字梁的刚性小,1 和 2 焊缝又偏于重心一侧,先焊 1、2 焊缝,冷却后产生的纵向收缩,使 T 字梁出现上拱,如图 1—1(b) 所示。这一弯曲变形,即使在焊完 3、4 焊缝后,也无法抵消由于 1、2 焊缝造成的变形,使工字梁在装焊完毕后,出现较大的弯曲变形,需要进行矫正,所以应避免后一种装焊顺序。

在实际焊接生产中,有时也会有 T 字梁的结构,这就需要在焊接时,采用一定的防止变形的办法,同时进行焊后矫正,确保 T 字梁结构符合要求。

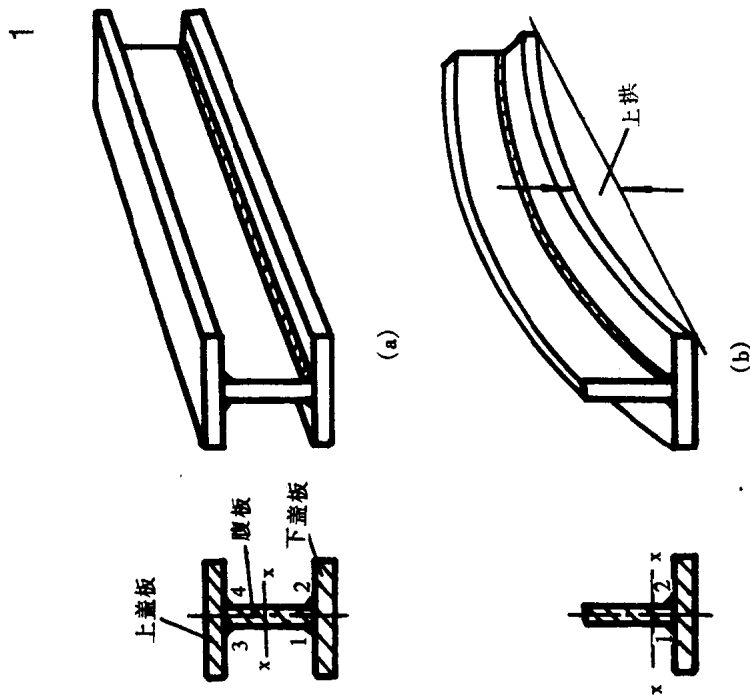


图 1—1 工字梁的装焊顺序
(a) 一次性装配 (b) 边装边焊的顺序

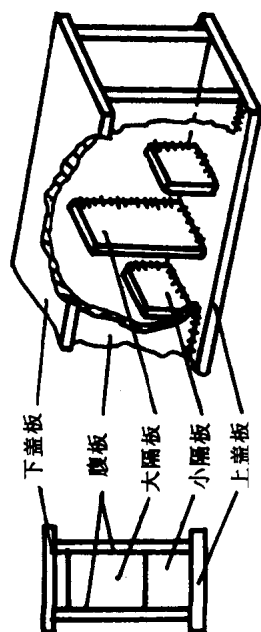


图 1-2 箱形梁结构

2. 箱形梁的装焊顺序。工厂在生产桥式起重机时,其主梁是一封闭的箱形结构,外部有上、下盖板 and 腹板,内部装有大、小隔板,如图 1-2 所示。这种箱形梁结构不能像工字梁那样一次性装配后焊接的顺序,否则内部的大小隔板无法焊接。必须先装成“门”形梁,随后再装成箱形梁。

“门”形梁的焊缝布置是不对称的,应采取边装边焊的装焊顺序。先将大、小隔板装于上盖板上,焊接焊缝 1,如图 1-3(a)。由于焊缝 1 接近于上盖板截面重心,故弯曲变形不明显(焊缝离焊件截面重心越近,则变形越小)。再按图 1-3(b)装配两块腹板,并先后倾置水平位置,分别焊接 2 和 3 焊缝,如图 1-3(c)。由于“门”形梁结构刚性加强,2、3 焊缝是对称的,所以弯曲变形较小。最后装下盖板,并合理焊接箱形梁外面四条纵向焊缝,封闭箱形梁焊接后的整体变形就很小。“门”形梁如果按图 1-3(b)的方法,一次性装成,分别焊接 1、2、3 焊缝,由于焊缝 1 的位置离“门”形梁截面重心较远,焊接后产生的弯曲变形就较大。因此在实际生产中,都是采用边装边焊的装焊顺序。

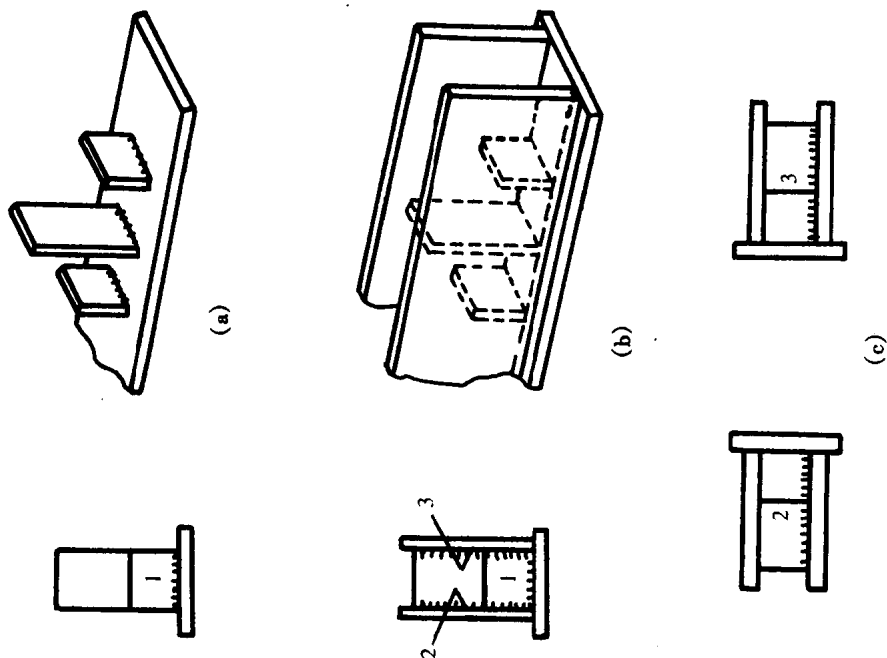


图 1-3 “门”形梁装焊顺序

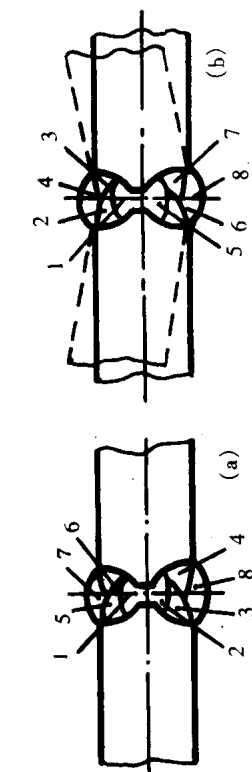


图 1—4 双 U 形坡口对接焊接顺序
(a)合理的焊接顺序 (b)不合理的焊接顺序

(二)正确选择焊接顺序和焊接方向

焊接结构中的焊缝分布不一，焊缝的焊接顺序也会有先后之分。一般先焊的焊缝容易使结构产生变形，因为结构的刚性是随着焊接的进行在不断地加强，而先焊的焊缝往往结构刚性较小，易产生变形。所以在焊接中，要正确选择焊接顺序和焊接方向。在实际生产中，往往以对称焊、分段焊、不对称焊缝先焊少的一侧，或用改变焊接方向等方法来防止和减小焊接结构的变形。

1. 厚板双 U 形坡口的相对对称焊接。图 1—4(b)所示是先焊上侧焊缝，然后翻过来焊下侧焊缝，由于先焊的上侧焊缝收缩变形大于下侧，焊后焊件会产生较大的角变形(图中虚线部分)。所以厚板双 U 形坡口对接焊，要防止角变形的出现。要按图 1—4(a)的焊接顺序，翻动几次后，按 1~8 的顺序焊接，焊缝焊接时虽然先有后，但在顺序上做到了相对对称，所以最大限度地减小了结构的变形。

2. 圆筒体的对称焊接。圆筒体装配对接后，焊接顺序不当，如图 1—5(a)，则焊接后，先焊的焊缝收缩变形大，后焊的收缩变形小，整个筒体焊缝收缩不一致，筒体易产生角变形，出现椭圆度。因此应采用对称的焊接顺序(如一名工人焊接)焊接，按图 1—5(b)的顺序进行焊接。最好由两名工人对称焊接，按图 1—5(c)所示的顺序进行，可防止或减小上述变形的出现，使筒体圆周上焊缝收缩趋向一致。

3. 排管的焊接。排管结构如图 1—6 所示，排管上侧管接头多于下侧管，使焊缝上下不对称。如先焊上侧焊缝 2，后焊下侧焊缝 1，由于上侧焊缝多，先焊的一侧

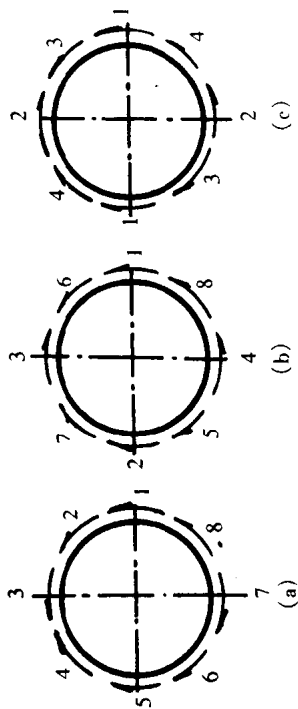


图 1—5 圆筒体对接缝对称焊接顺序

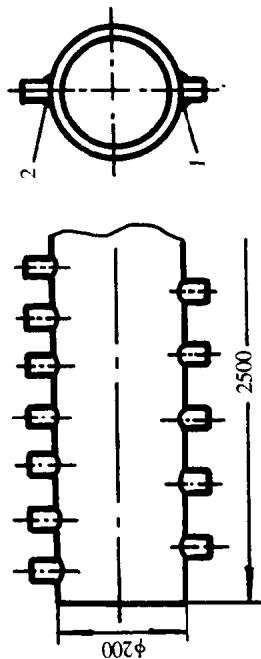


图 1—6 排管的焊接顺序

变形大，上下焊缝焊后的收缩变形不一致，使排管产生下挠弯曲变形。合理的焊接顺序应是先焊焊缝少的下侧 1，使排管产生上拱弯曲变形(相当于预制反变形)，再焊接上侧焊缝 2，使上侧焊缝产生的收缩变形足以抵消下侧焊缝造成的上拱弯曲变形。排管的焊接也可采用隔一个焊一个管接头的跳焊方法，第一次焊接先下后上，第二次仍以同样顺序焊接剩余部分。由于焊件温度上下分布趋向均匀，有效地防止或减小了排管的弯曲变形。

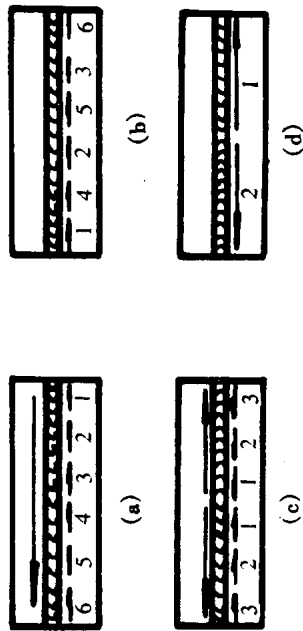


图 1—7 长焊缝分段焊的几种不同的焊接顺序

(a) 逐步退焊法 (b) 跳焊法
(c) 分中逐步退焊法 (d) 分中对称焊法

4. 长焊缝的焊接。对长焊缝长时间的施焊加热, 会使焊缝部位温度升高, 冷却后造成焊缝的纵向和横向收缩加大, 使结构的变形加大。所以对长焊缝不能采用连续的直通焊接方法, 应采用分段焊接法, 并适当改变焊接方向, 使局部焊缝造成的变形尽可能地减小。图 1—7 是长焊缝分段焊的几种不同的焊接方法。其中 1m 以上的长焊缝可采用逐步退焊法、跳焊法、分中逐步退焊法焊接, 如图 1—7(a)、(b)、(c)。对 0.5 ~ 1m 的焊缝用分中对称焊法, 见图 1—7(d)。退焊法和跳焊法每段焊缝长度为 100 ~ 350mm。

5. 工字梁的焊接。前已述及的工字梁一次性装配成焊接的装焊顺序, 对提高结构刚性, 防止焊接变形有重要的意义, 但必须采用合理的焊接顺序和焊接方向, 否则会出现各种变形。如: 四条焊缝的纵向收缩造成的长度缩短; 角焊缝的横向收缩造成上下盖板的角变形; 焊接应力造成的上下盖板的边缘和腹板中间的波浪变形; 先焊 1、3 焊缝, 后焊 2、4 焊缝造成的旁弯变形; 先焊 1、2 焊缝, 后焊 3、4 焊缝造成的上拱变形; 由于装配间隙的不一致, 四条焊缝焊

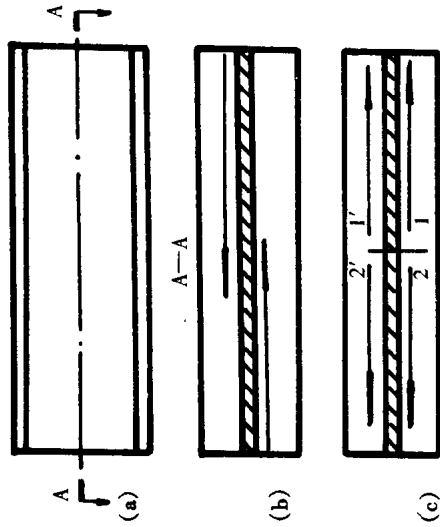


图 1—8 工字梁焊接顺序

(a) 工字梁主左视图 (b) 不合理的焊接方向
(c) 两名焊工同时焊接的顺序

接方向相互错开造成的扭曲变形。

对上述旁弯变形、上拱变形、扭曲变形, 主要通过合理的焊接顺序和焊接方向来解决。

- (1) 四条焊缝的焊接顺序应按图 1—8(a) 中 1、4、3、2 的顺序进行。
- (2) 四条焊缝的焊接方向开始与收尾应一致, 要避免发生图 1—8(b) 相互错开的现象。
- (3) 每道焊缝也可采用分中逐步退焊法 (见图 1—7(c)), 或分中对称焊法 (见图 1—7(d))。

工字梁的长度缩短, 可通过备料, 对盖板和腹板加放适当的余量来解决。对角变形可采用上、下盖板预制反变形或刚性固定来解决。

以上所述为一名焊工焊接的焊接顺序。如两名焊工同时焊接时, 可按图 1—8(c) 所示的焊接顺序和焊接方向进行。

(三)刚性固定法

刚性固定法是以强制的手段增加焊件的刚性，以减少焊后变形的一种方法。

焊接结构的刚性有大有小，一般刚性大的焊件，焊接后变形小。如能在焊接前增大焊件的刚性，就可有效地减少焊件的变形。在生产中加大焊件刚性的方法很多，常用的有夹具、支撑、压重、专用胎具，或临时点固在刚性工作平台上，有时使用焊件本身构成刚性较大的组合体。

1. T 字梁焊接时的刚性固定。T 字梁的刚性较小，焊接后两条焊缝由于纵向和横向收缩，易产生上拱弯曲变形和水平板的角变形，有时还会出现旁弯。因此，对单件 T 字梁的焊接，可将 T 字梁的水平板用手工点固焊在刚性工作平台上，如图 1—9 所示。以 4m 长的 T 字梁为例，点固焊缝长约 30mm 左右，间距为 300mm 左右。点固后采用合理的焊接顺序，按图 1—7(c) 中的分中对称焊法焊接。如由两人同时施焊，可按图 1—8(c) 方法进行。待冷却后，割(或铲)去点固焊缝，可以防止上述变形的产生。薄板的对接焊也可采用点固焊刚性固定，可防止焊后的波浪变形。但在焊接时焊缝两侧要定距离放上压铁(每块重 30kg 左右)，用压铁的重量防止薄板焊后出现的角变形。

如 T 字梁是批量生产，为了提高生产效率，可采用夹具夹紧的刚性固定方法防止变形，如图 1—10 所示。将两 T 字梁的水平板对靠在一起，中间放一条与 T 字梁等长的钢板条，板厚、板宽要适当，然后用螺旋夹具夹紧，使其形成了反变形。这一方法，使焊件本身构成了刚性较大的组合体，在任意的焊接顺序下施焊，冷却后去除夹具，也能防止上拱弯曲变形、角变形。

2. 钢板对接焊时加“马”的刚性固定。钢板对接焊时，由于焊缝收缩不一致，易出现角变形，有时也会出现接口错位。因此常以加“马”来控制焊后变形。图 1—11(a) 是厚板电渣焊对接，因间隙宽，无法点固定位，所以将“马”点固在焊件上，既定了位，又加大了刚性，控制了焊后变形的产生。图 1—11(b) 是一般钢板单面 V 形坡口对接焊，加“马”可防止角变形。圆筒体的对接焊，为防止焊后环缝收缩不一致，使筒体不直，加“马”可防止筒体不直。

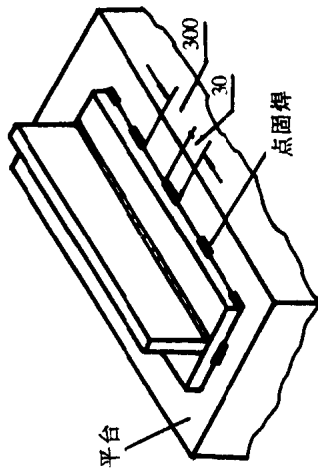


图 1—9 T 字梁焊接时的刚性固定

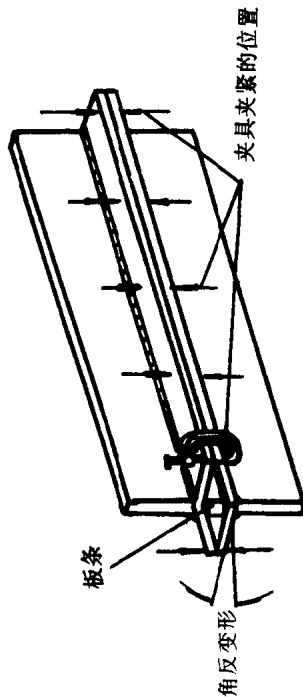


图 1—10 T 字梁刚性夹紧

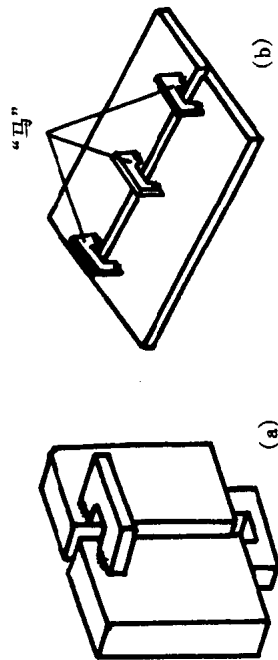


图 1—11 钢板对接加“马”刚性固定

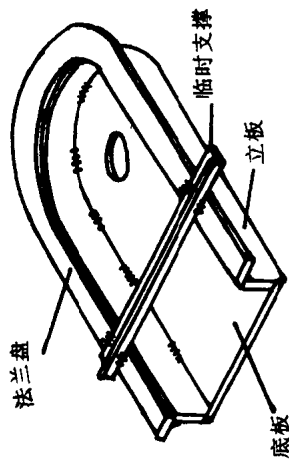


图 1—12 防护罩焊接时的刚性固定

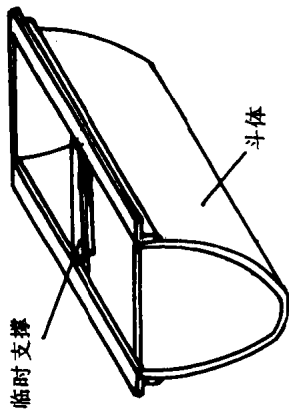


图 1—13 翻斗车斗体内侧加支撑固定

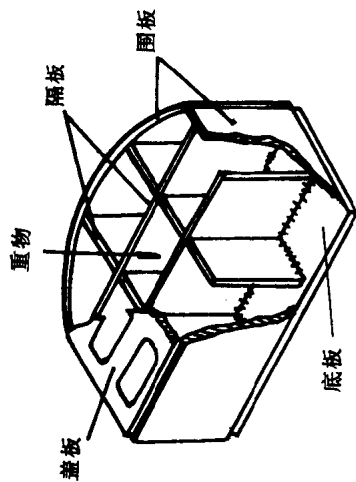


图 1—14 配重箱在重物施压下焊接

3. 防护罩焊接时加临时支撑的刚性固定。齿轮防护罩由底板、立板和法兰盘装焊而成,如图 1—12 所示。立板和底板、立板和法兰盘的内侧为断续焊缝,它们的外侧为连续焊缝。在焊接后,由于焊缝的纵向和横向收缩,会使法兰盘产生外凸的弯曲变形,立板向内倾斜的角变形,使敞开的一端尺寸变小。为了防止上述变形,可在法兰盘的上平面点焊临时支撑,以增大刚性,然后先焊接内侧焊缝,后焊接外侧连续焊缝,待冷却后去除临时支撑,可大大减少变形,焊件尺寸可控制在允许的范围之内。

图 1—13 所示为翻斗车的斗体,其外部轮廓有曲面,也有平面,上平面装有角钢,所有焊缝均为连续角焊缝。施焊后,由于角钢与斗体焊缝的纵向收缩,会使角钢产生弯曲而向外凸。因此,在生产中,也用角钢作为临时支撑,固定在斗体内侧,控制焊接后的变形。

水箱和油箱均为长方形的箱体,在上口装有角钢法兰。因此,在对其进行角焊缝时,也可用临时支撑的方法,加强刚性,防止变形。

4. 电焊配重箱的压重焊接。图 1—14 所示的配重箱是由底板、带孔盖板、四周围板、中间的隔板装焊而成。底板、盖板厚为 16mm,围板厚为 12mm,隔板厚为 10mm,均为连续角焊缝。用手弧焊进行焊接时,其顺序为:先焊隔板、底板的角焊缝,将箱体起吊,使隔板处于水平位置,再进行焊接。

其次焊接外表面的角焊缝,最后在上表面装上盖板,将其焊在箱体上。为防止这完,由于内侧角焊缝的冷却收缩,会使底板产生下凸的挠曲变形。为防止这一现象的产生,在焊接隔板与底板的角焊缝时,可按图中箭头位置用重物(3~5t 重的钢锭)压在箱体上,待隔板与底板的焊缝焊完冷却后,再卸掉重物,然后依次焊接其它焊缝,这样在全焊缝焊完后,底板的挠曲变形可控制在允许的范围之内。以上方法如采用多名焊工同时进行焊接,其效果会更好。

为了提高焊缝质量和生产效率,在有条件的情况下,可采用二氧化碳气体保护焊。此种焊法电弧热量集中,焊接的加热面积小,焊接变形也小。

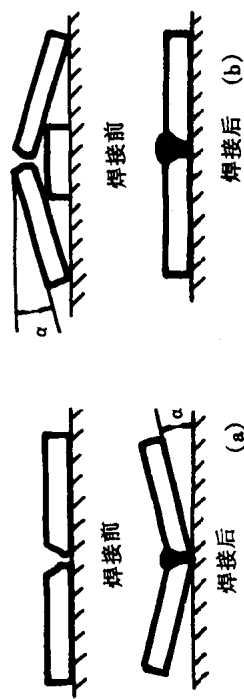


图 1—15 钢板对接焊反变形

(a) 未采取反变形 (b) 采取反变形

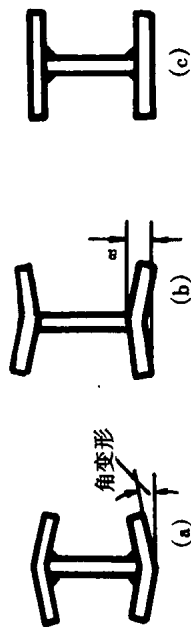


图 1—16 焊接工字梁的反变形

(a) 未采取反变形 (b) 上下盖板预制反变形 (c) 采取反变形后焊接

(四) 反变形法

反变形法是在掌握焊接变形规律的基础上，在焊接前将焊件预制成一个反变形，使这个变形与焊接后的变形方向相反、大小相等，以达到相互抵消焊接变形的目的。反变形法可以是塑性反变形，也可用弹性反变形，在实际生产中使用较为广泛。

1. 钢板 V 形坡口对接的反变形。厚度为 8~12mm 钢板对接，开 V 形坡口，焊接后由于焊缝偏向一侧，焊缝的横向收缩使钢板产生角变形，如图 1—15(a) 所示。为防止这一变形，焊接前可在钢板下面垫一条钢板，如图 1—15(b) 所示，预制成一个反变形，将接口点固，焊接后，焊前的反变形被焊后产生的角变形抵消，焊接后的钢板平整。钢板对接在批量生产中，可预先进行试验，以确

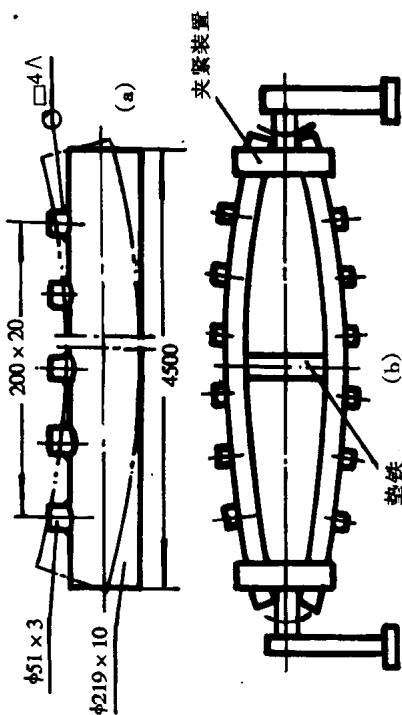


图 1—17 锅炉集箱反变形刚性夹紧转胎具

定垫板的厚度。

2. 工字梁上、下盖板的塑性反变形。工字梁焊接后，由于四条角焊缝的横向收缩，产生上、下盖板的角变形，如图 1—16(a) 所示。要控制这一变形，可将上下盖板在顶床或压床上预先压制，形成塑性反变形，装配后成为图 1—16(b) 所示形状。在合理地焊接顺序焊接后，变形相互抵消，可得到如图 1—16(c) 所示的形状。上、下盖板反变形量的大小与上、下盖板的厚度及宽度有关。

批量生产时，以试验来确定 α 值。

3. 锅炉集箱焊接时的弹性反变形。锅炉集箱上侧装有 20 个管接头，如图 1—17(a) 所示。由于焊缝都偏向同侧，焊后冷却收缩，使集箱产生弯曲变形，如图 1—17(a) 中的双点划线。为防止变形，可制作如图 1—17(b) 所示的锅炉集箱弹性反变形刚性夹紧转胎具，将两个集箱装在夹紧装置内，管接头向外，中间垫一块垫铁，使集箱产生弹性反变形，按图 1—7(b) 的跳焊顺序进行焊接。待焊完一个集箱后翻转 180°，以同样的焊接顺序焊接另一个。冷却后松开夹紧装置，卸下集箱，由于采用了弹性反变形，配合了跳焊法焊接，有效地控制了集箱的弯曲变形。批量生产时，可通过预先的试验来确定中间垫铁的高度，控制集箱的弯曲挠度。这一方法实际上是反变形法与刚性固定法联合使用的实例。

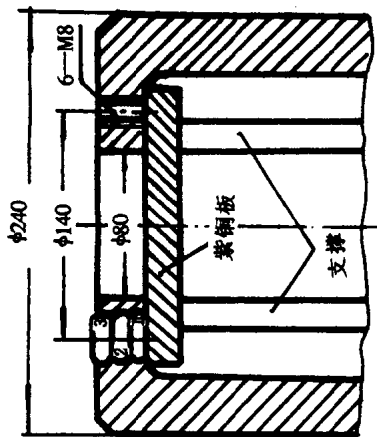


图 1—18 座体焊补用紫铜垫防止变形

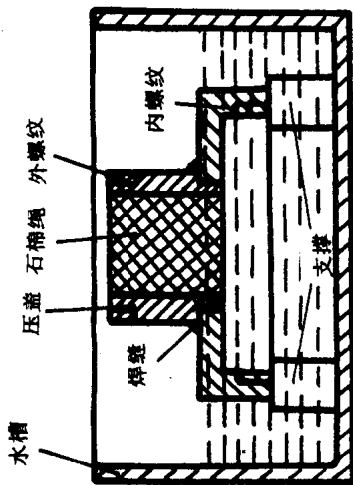


图 1—19 压盖焊接时水中冷却防止变形

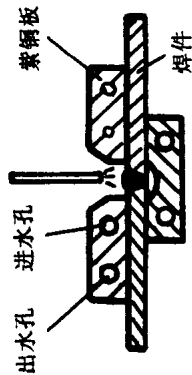


图 1—20 加冷却水的紫铜垫板

(五) 散热法

焊接过程是一个不均匀加热的过程,焊接时,焊缝及近缝区温度高,而周围温度低,或根本没有被加热。根据物体热胀冷缩的现象,焊缝区温度高而要膨胀,但周围冷却金属会阻碍它膨胀,这样对焊缝区的金属来说,相当于受到了压缩。因此冷却后,焊缝区的金属就会发生纵向和横向缩短,导致焊件变形。

散热法就是根据这个道理,缩小焊接区与周围金属的温差,将焊件在强迫冷却条件下焊接,使焊缝区的热量迅速散失,受热面积大大减小,从而减小和防止焊接后的变形。在生产中常用水冷却和紫铜板冷却来防止焊件的变形。但这种方法不宜用于有淬硬倾向的钢种和铸铁材料,否则,会使焊缝区产生裂纹。

1. 座体焊补时用紫铜垫散热防止变形。座体零件一端有 $\phi 80\text{ mm}$ 的轴承孔和圆周上均布有 6 个螺纹孔,加工时,由于两个螺纹孔的位置偏移,使装配发生困难,需要修补后再加工。螺纹孔与轴承孔距离很近,焊补时会使轴承

孔变形,影响孔内轴承的安装。

焊补前,先将偏移的螺纹孔钻孔扩大 $4\sim 5\text{ mm}$,然后在孔底垫上紫铜板,见图 1—18。这既散了热,又促使焊缝底部成形。焊接时用 3 mm 直径焊条,小电流多层焊,缩小了温差。焊完一层后,用小锤敲击焊缝,使焊缝金属得到扩展,抵消焊缝的收缩,这样焊补后,避免了零件的变形。

2. 压盖焊接用水冷却防止变形。压盖零件的上部加工有外螺纹,下部有内螺纹,由于两螺纹离焊缝较近,焊接环焊缝时,会使螺纹受热产生变形,影响与其它零件的连接。

焊接的方法是将压盖上部置于水中,使上部焊缝露出水面,并在上端管内填满浸水的石棉绳,见图 1—19,起强迫冷却的作用。这样焊完后,由于螺纹部位温度不高,防止了变形。

为了提高散热效果,有时在紫铜垫内可钻孔,通冷却水,以加速冷却,见图 1—20。有时为简化冷却设施,也可直接用冷水浇焊件,达到迅速散热的目的。

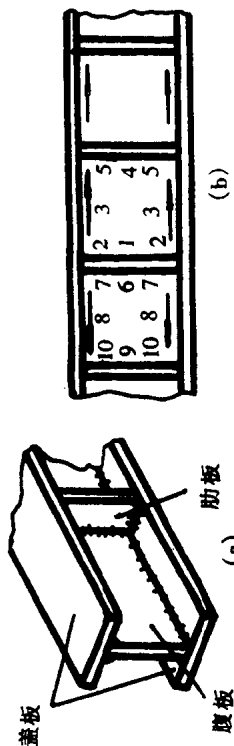


图 1-21 带肋板工字梁逐格焊接顺序

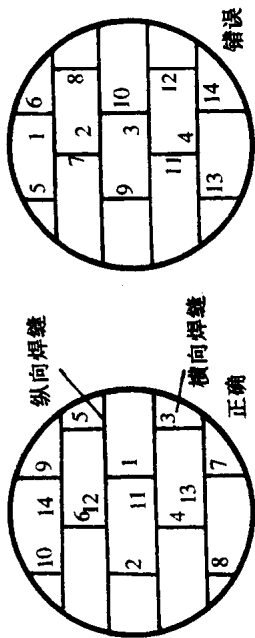


图 1-22 大型容器底部焊接顺序

二、防止焊接应力的操作实例

焊接过程是一个不均匀加热和冷却的过程，冷却后不仅使焊件产生了变形，而且在焊件内部存在一定的焊接应力。这在多数情况下，对结构的强度和长期使用无影响，但对某些可焊性差的金属或刚性较大的结构，会导致产生裂纹，影响结构的安全使用。因此在焊接时要采取有效的工艺措施，减小焊接应力。

(一) 选择合理的焊接顺序

采用合理的焊接顺序，其目的是使焊缝尽量自由地收缩，减小焊接应力。

1. 带肋板工字梁的逐格焊接顺序。图 1-21(a) 为带肋板工字梁示意图，其焊缝有盖板与腹板间的四条纵向角焊缝、肋板与盖板、腹板间的横向角焊缝，横向焊缝的收缩量要比纵向焊缝的大。如先焊接纵向焊缝，后焊接横向焊

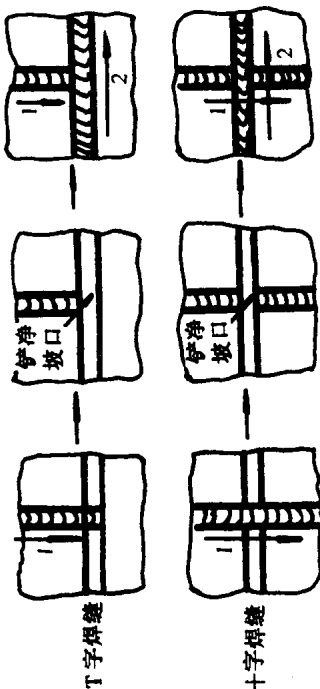


图 1-23 交叉焊缝的焊接顺序

缝，由于先焊的纵向焊缝收缩后，形成了刚性体，使后焊的收缩量大的横向焊缝收缩受到了较大阻力，因此在内部产生较大的焊接应力。正确的焊接顺序应按图 1-21(b) 所示的逐格、对称方法焊接，即先焊收缩量大的 1、2、2 横缝，使它最大限度地先自由收缩，后焊接 3、3 纵缝，接着焊接 4、5、5 横缝，焊完一格后，再按箭头方向，分中向两边继续逐格焊接，直至焊完，这样焊接应力可大大地减小。

2. 大型容器底部拼板的焊接顺序。大型容器底部由许多钢板拼接而成，其中可分为纵向和横向焊缝，如图 1-22 所示。焊接时，应让焊缝有自由收缩的余地，减少结构在焊接中的约束力，从而减小焊接应力。正确的焊接顺序是：先焊各道横向焊缝，后焊各道纵向焊缝，并从中间向四周施焊，使焊缝的收缩由中间逐步向外进行，这样受到的约束力就小，使焊缝最大限度地得到自由收缩，减小了焊接应力。

3. 对结构平面上交叉焊缝的焊接顺序。大型容器壁或底均由钢板拼接而成，在连接交叉处出现 T 字接头或十字接头焊缝，见图 1-23。先焊收缩量大的横向焊缝，后焊纵向焊缝，则焊接应力就小，这在前面的实例中已有了结论。但交叉点处的焊缝处理不好，会使应力集中，产生较大的焊接应力。因此在焊完横向焊缝后，应将交接处的焊缝铲出坡口，再焊接纵向焊缝，这样既保证了交点处的表面质量，又减小了该处的焊接应力。

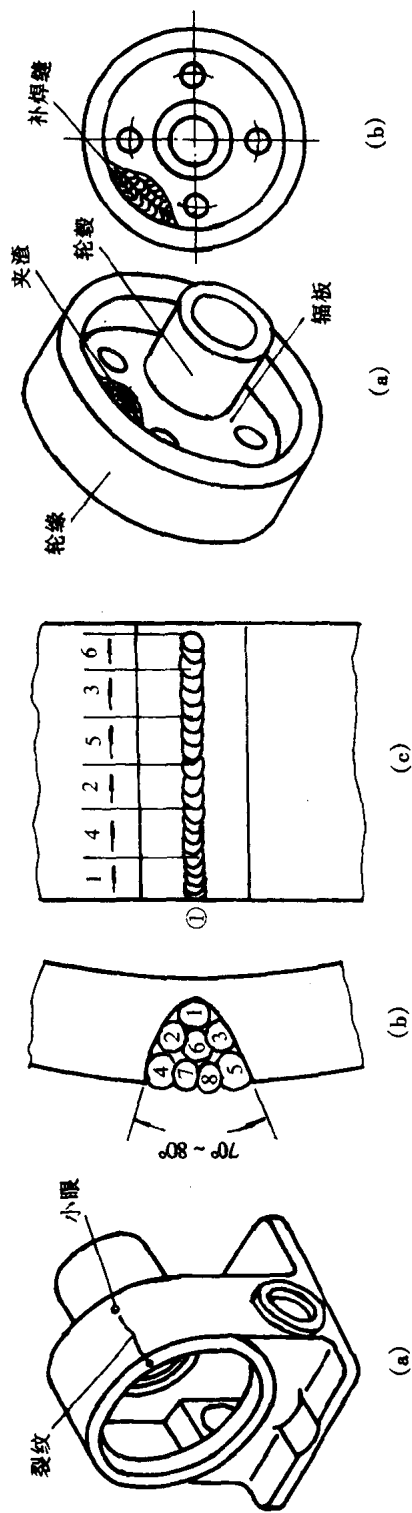


图 1—24 蜗轮减速箱裂纹冷焊法焊补

(二) 冷焊法与敲击法——蜗轮减速箱的焊补

冷焊法的原则是要求焊接区的温度尽量低, 受热面积范围小, 使整个结构的温度分布尽量均匀, 温差缩小, 这样可有效地减小焊接应力。

敲击法是用手锤 (或风锤) 敲击焊缝金属, 使它产生塑性变形而延伸, 释放焊缝中的一部分应力, 减小焊接应力。在生产实际中, 两法并用焊补铸铁零件, 可得到较好的效果。

图 1—24(a) 为蜗轮减速箱体毛坯, 材料为灰口铸铁 HT150, 铸造后在箱体上部出现未穿透裂纹, 需补焊后才能加工。因铸铁的强度、塑性和韧性差, 所以可焊性也差。冷焊时不能用大电流、大直径焊条进行连续焊补, 否则, 由于热量不均匀, 冷却收缩时, 焊接区会出现较大的应力, 再次产生裂纹。所以, 要严格掌握冷焊的工艺要点。

焊补时, 首先按图 (a) 的方法, 在裂纹两端钻出小眼, 防止裂纹继续向两端延伸。然后按图 (b) 的方法开出坡口, 深度以铲尽根部的裂纹为止。用较小的电流和细直径焊条, 采用多层、断续、短段焊的焊接方法焊补。在焊补每道焊缝时, 只焊一短段 (长为 20mm), 以图 (c) 的断续焊接顺序, 将焊缝①焊完。每焊完一短段后, 用带小圆角的尖头小锤迅速锤击焊缝金属, 直到焊缝上出

现麻点并冷却 (可用手摸时) 为止。然后以同样的方法按图 (b) 的顺序将各道焊缝焊完, 使焊补区始终保持在较低的温度范围内, 缩小了与整体间的温差, 最终使焊补区的应力减小, 防止了裂纹的再出现。

(三) 预热法——齿轮毛坯的焊补

预热法是在焊接前对焊件进行全部 (或局部) 加热, 使焊接区与结构整体间的温差减小, 冷却均匀, 减小了应力, 避免裂纹的产生。此法适用于中碳钢、合金钢的焊接及工具钢的堆焊。

图 1—25(a) 为一铸钢 (ZG310—570) 齿轮毛坯, 铸造后在轮缘附近的辐板上出现一片夹渣, 需要铲净焊补。但这种材料的可焊性差, 焊后易硬化, 同时轮缘较厚而刚性较强, 如不预热焊补, 焊接区与刚性较强的轮缘间温差大, 使焊接区金属的收缩受到阻碍, 产生较大的焊接应力, 导致出现裂纹。所以在铲净夹渣后, 应在加热炉内预热 (温度 200~300℃), 然后从炉内取出, 用 E5015 或 E5016 焊条以适当的电流将铲出的凹坑处焊满, 如图 1—25(b) 所示。焊完后尽可能缓慢冷却, 由于温差小, 冷却均匀, 使焊接区的应力减小, 就会达到理想的焊补效果。

图 1—25 齿轮毛坯夹渣热焊法焊补

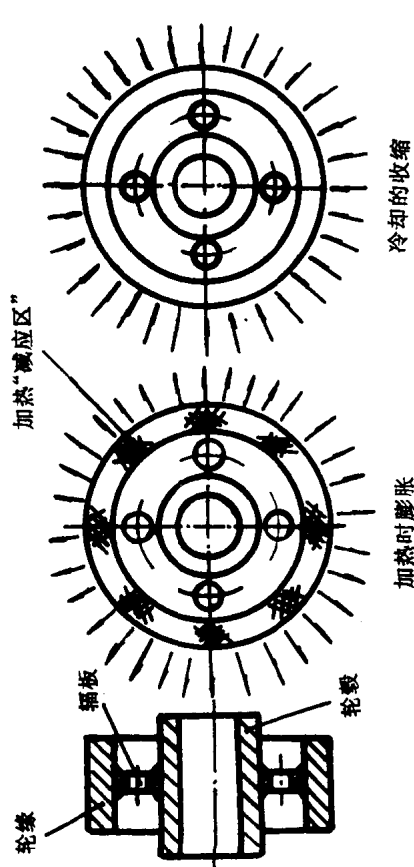


图 1—26 用加热“减应区”法焊接齿轮

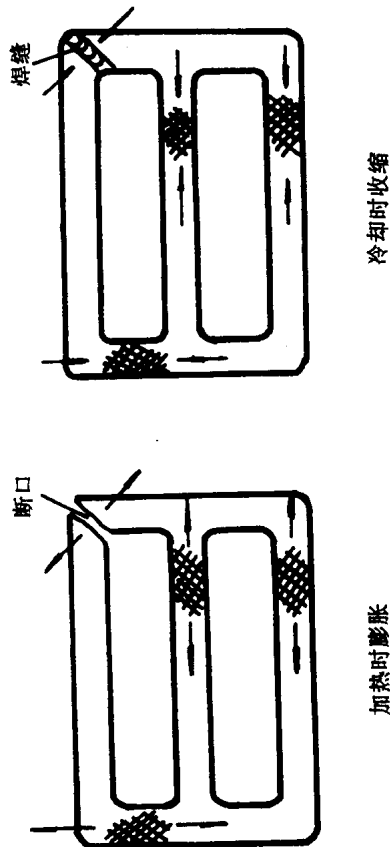


图 1—27 用加热“减应区”法焊补框架断口

(四) 加热“减应区”法

加热“减应区”法的原则是减小焊接部位和焊件上阻碍焊接区自由收缩部位之间的温差。要达到这一目的，就要在结构的适当部位进行加热，使其伸长，然后焊接刚性较大的焊缝，冷却时，这两个部位同时收缩，减小了焊接区的应力，防止了裂纹的产生。这个被加热的部位称为“减应区”。这种方法适用于塑性较差、刚性较大的铸铁件和铸钢件的焊补。

1. 采用加热“减应区”法焊接大型齿轮。图 1—26 所示为焊接齿轮，由于轮缘较厚，所以刚性较强。焊接时，如不采取适当的工艺措施，在焊缝冷却时，由于轮缘与辐板之间焊缝的横向收缩受到了刚性较强轮缘的阻碍，使焊缝不能自由收缩，出现较大的横向拉应力而产生裂纹。

如采用加热“减应区”法，在轮缘上定距离地加热，使它先膨胀，周长增大。焊接后，由于外环焊缝的冷却收缩，与加热的轮缘冷却收缩同步开始，减小了外环焊缝的横向拉应力，避免了裂纹的产生。焊接时，轮缘不需要加热，因为辐板厚度较薄，焊接中温度升得很快，使轮缘与辐板间内环焊缝，在冷却时受的是横向压应力，不至于产生裂纹。

2. 框架断口用加热“减应区”法焊补。图 1—27 为铸造框架，因有断口，需要焊补。焊接时，如不用加热“减应区”法，会使断口焊缝的收缩不自由，受到旁边冷却金属的阻碍而产生焊接应力，再次出现裂纹。因此在焊补前，应选择“减应区”进行加热，使加热部位先膨胀而伸长，此时断口间隙增大，然后进行焊补。在焊缝冷却收缩时，由于加热的部位也同时冷却收缩，使焊缝的收缩阻力小，因此减小了应力，避免了裂纹的出现。

这种减小焊接应力的方法，技术难度较大，关键的是要正确选择加热“减应区”的部位、加热面积的大小，否则达不到良好的效果。