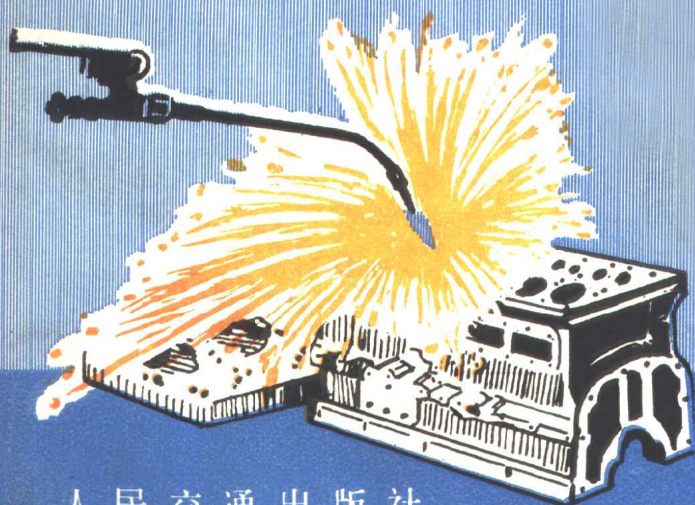


中-3384

铸铁零件气焊的加热减应区法

交通部科学研究院公路研究所编



人民交通出版社

铸铁零件气焊 的加热减应区法

交通部科学研究院公路研究所编

人 民 交 通 出 版 社

1 9 7 7 · 北 京

铸铁零件气焊的加热减应区法

交通部科学研究院公路研究所编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 2.75 字数: 56 千

1977年11月 第1版

1977年11月 第1版 第1次印刷

印数: 0001-26,000 册 定价(科三): 0.25元

内 容 提 要

如何消减焊接应力，是防止焊补铸铁零件时发生开裂的重要问题。本书系根据沈阳市第一运输公司汽车修理厂、天津市货车修理厂、上海市汽车运输公司修理厂焊工的经验及其他单位的经验编写而成，内容简要介绍了气焊铸铁零件时消减焊接应力的一些方法，着重阐述加热减应区法（这种方法目前正在推广），并列举了许多焊补实例，可供汽车、拖拉机和机械制造、修理厂的焊工和技术人员参考。

毛主席语录

千万不要忘记阶级斗争

要搞马克思主义，不要搞修正主义；要团结，不要分裂；要光明正大，不要搞阴谋诡计。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。

前 言

铸铁是制造机械零件的重要材料之一。铸铁零件在各种机械中为数很多，有的机械，铸铁用量甚至超过其总重的一半。

铸铁零件在制造过程中，往往会出现气孔、渣孔、砂眼、局部疏松、缩孔、缺肉、裂纹等缺陷，在使用过程中，又会发生开裂、破洞、缺损和局部磨损等损伤。对这些有缺损的铸铁零件予以焊补，使其可以继续使用，具有重要的经济意义。

铸铁零件的焊补比较困难，在焊补时，经常由于焊接应力的作用发生开裂，这是一个必须解决的问题。过去，汽车、拖拉机和其他机械制造、修理单位的焊工，曾经采用过许多消减焊接应力的方法，这些方法都有一定的适用条件和优缺点，其中有的方法因缺点较严重，现在已很少采用。本书重点介绍的气焊加热减应区法，是我国焊工遵照伟大领袖和导师毛主席关于“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”的教导，在长期生产实践中不断总结提高的一种方法，对焊补铸铁零件的许多缺损部位行之有效，而且具有一些突出的优点。这种方法曾在部分地区交通系统作过介绍和推广，在其他系统也有采用的。

本书主要是根据沈阳市第一运输公司汽车修理厂、天津市货车修理厂、上海市汽车运输公司修理厂焊工的经验编写的，也参考了其他单位的经验。在编写过程中，我们曾得到

上述各单位的工人、干部和技术人员的热情帮助，并得到云南省交通局的大力协助，谨表示谢意！

由于编者水平有限，加之铸铁零件的焊补技术还将不断发展，本书内容难免有错误或不足之处，欢迎读者给予批评指正。

目 录

一、铸铁的特性.....	1
二、焊补铸铁零件时产生开裂的原因.....	6
三、消减焊接应力的方法.....	9
四、减应区的选择.....	17
五、减应区的加热温度.....	20
六、怎样对减应区加热.....	24
七、气焊加热减应区法的焊补工艺.....	29
八、气焊加热减应区法在汽车零件修理中的应 用.....	39
九、气焊加热减应区法在拖拉机零件修理中的 应用.....	52
十、气焊加热减应区法在其他机械零件修理中 的应用.....	58
十一、应用气焊加热减应区法的技术经济效果.....	64
附录一、各种焊补方法的比较.....	69
附录二、几种常用汽车、拖拉机、机床铸件 的化学成分.....	74
附录三、铸铁气焊条的化学成分.....	75
附录四、铸铁气焊条的制造.....	75
附录五、铸铁气焊粉的成分.....	77

一、铸铁的特性

工业用铸铁是含碳(C)2.6~3.7%、硅(Si)0.5~4.5%及少量其他元素的铁碳硅合金，熔点1200~1250°C，比重6.7~7.6克/厘米³，线膨胀系数 $10.6 \times 10^{-6} \left[\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right]$ 。熔化的铸铁在冷却过程中，体积收缩约1.2~1.3%。

常见的铸铁有灰口铸铁、白口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁等四种，其差别在于所含碳元素的存在形态和形状不同。

在灰口铸铁中，碳主要是呈游离状的石墨片存在(图1)。因石墨片比较疏松润滑，使铸铁具有耐磨、吸震、良好的切削加工性能、较小的缺口敏感性。然而石墨的强度极低，石

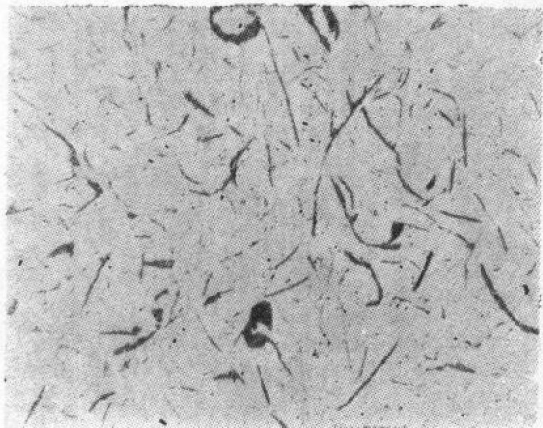


图1 灰口铸铁的显微组织

处理过程：砂模铸造，浸蚀剂，未经浸蚀，显微组织，粗片状石墨，
放大倍数：×100

墨片在铸铁内犹如有许多小的裂缝，使铸铁的强度和塑性都有所下降。

在球墨铸铁中的石墨呈球状(图 2)，在可锻铸铁中石墨

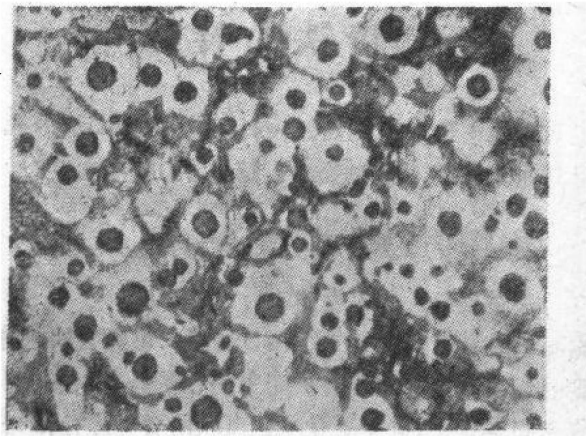


图 2 球墨铸铁的显微组织

处理过程：变质浇铸；浸蚀剂：4 % 硝酸酒精溶液；显微组织：铁素体与球状石墨；放大倍数： $\times 100$

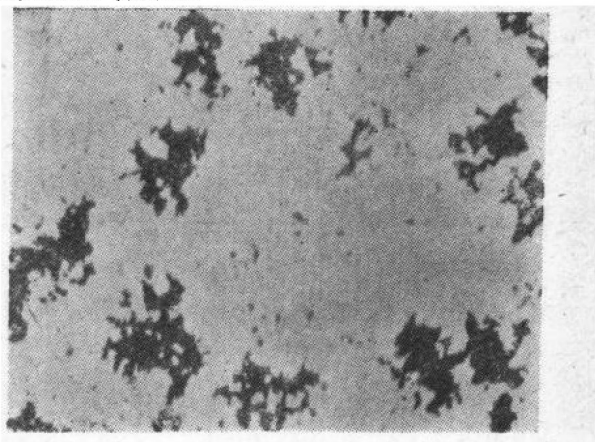


图 3 可锻铸铁的显微组织

处理过程：冷铸后长时间退火；浸蚀剂：未经浸蚀；显微组织：均匀分布的团絮状退火石墨；放大倍数： $\times 100$

呈团絮状(图3)。这两种铸铁的性能较灰口铸铁好得多,强度高,并具有一定的塑性。

在白口铸铁中,碳不是以游离状的石墨存在,而是以铁碳化合物即碳化铁(又叫渗碳体, Fe_3C)的形态存在(图4)。白口铸铁的断口是白亮色的,机械性能最差,非常硬脆,难以进行机械加工,工业上应用较少。

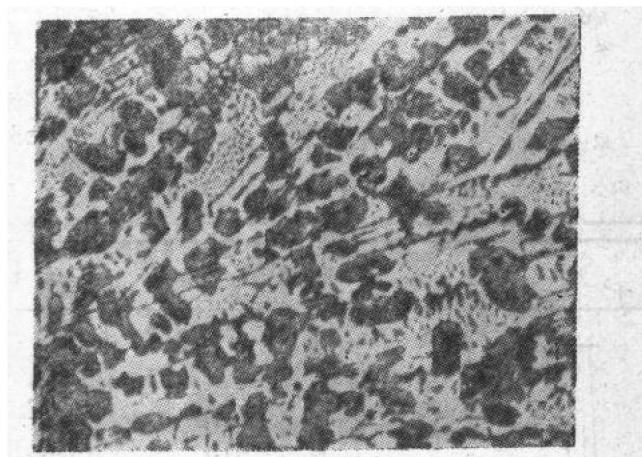


图4 白口铸铁的显微组织

处理过程:冷铸;浸蚀剂:硝酸酒精溶液;显微组织:渗碳体基体上分布团状珠光体和点状莱氏体珠光体;放大倍数: $\times 100$

形成不同种类、不同性能铸铁的原因,主要是由于各种铸铁的化学成分、铸造冷却速度以及处理方法不同。

在较高温度下,碳溶解在铁水中,随着铁水的冷却,可能发生两种完全不同的变化:一种是碳从铁水中分离出来,变成石墨(这一过程叫石墨化),形成灰口、球墨、可锻铸铁;另一种是生成渗碳体,形成白口铸铁。

各种元素对石墨化过程所起的作用不同,有的起促进作用,如碳、硅、铝、钛、镍、钴、铜、磷;有的起阻碍作用,

灰 口 铁	白 口 铁	可 锻 铸 铁
 平均长度0.64米；体 积小；多小火花与分叉	 平均长度0.5米；体 积非常小；火花比灰 口铁小，细而多分叉	 草黄色 平均长度 0.76米； 中等体 积；火花 流线比灰 口铁长； 端头有众 多的分叉 小火花
熟 铁	低 碳 钢	高 碳 钢
 平均长 度1.6 米；体 积大； 火花流 线的端 部有分 叉和箭 头	 平均长 度1.8 米；体 积稍大； 随含碳 量的增 加，火 花增多， 分叉增 多	 平均长度1.2米；体 积大；火花流线短小， 多分叉的小火花

图 5 铸铁和钢的火花鉴别

如硫、钒、铬、锡、钼、锰。

冷却速度的影响是：慢冷容易得到灰口铸铁；快冷则容易形成白口铸铁。

在焊补铸铁零件时，首先要鉴别不同种类的铸铁。除了通过金相分析，观察铸铁的显微组织外，通常采用砂轮打磨的火花鉴别，详见图 5。

由于铸铁具有上述特性，焊补铸铁零件时经常会遇到以下困难：

1. 白口。整个焊接过程是局部小面积加热过程，加热的热量较小，冷却的速度较快，会使碳来不及以石墨的形式析出，而生成铁碳化合物—渗碳体，形成高硬度的白口铁层，难以加工。

2. 裂纹。焊接过程的局部高温加热，必然产生焊接应力和应力集中，而铸铁的收缩率很小，强度低，当焊接应力超过铸铁的强度极限时，就会产生裂纹。

3. 焊不上。以自由状态存在的石墨，有阻碍熔化了焊条金属同母材熔合线的金属熔合在一起的倾向，这在焊条选择不当，或焊补由于长期使用材料业已变质的铸铁零件时，经常发生。

这些是焊接铸铁零件的主要困难。在焊接铸铁零件时，要针对这些困难，采用适当的焊接方法和工艺措施，才能取得成功。

二、焊补铸铁零件时 产生开裂的原因

焊补铸铁零件最常遇到的困难是开裂，而采用不同的焊接方法和焊接工艺，所出现的开裂情况也不一样。

采用电弧冷焊铸铁零件时，往往会在焊缝的表面上产生与鱼鳞状波紋线相垂直的热裂纹（图6），这些裂纹呈不明显的锯齿形，断口上的裂纹处有发蓝、发黑色的氧化色彩，表明这些裂纹是在较高温度时产生的。产生这种裂纹的主要原因是：母材过多地熔入焊缝金属中，使焊缝中磷、硫、碳的含量增高，焊缝金属在高温红热状态有一个塑性很低的温度区间，在这个温度区间停留



图6 焊缝金属的热裂纹

的时间过长，焊缝被焊接应力所拉裂。另外，焊缝的化学成分、熔池的形状、熔深对产生裂纹也有一定的影响。采用非铸铁焊条，也就是电弧冷焊铸铁所用的大多数焊条（如镍基焊条、铜钢焊条、氧化铁型铸铁焊条及普通低碳钢焊条等），都有一定的产生热裂纹的倾向，而且热裂纹产生的部位总是在焊缝金属上。

气焊铸铁零件，出现裂纹的情况与电弧冷焊不一样，往往是在冷却到较低温度时，能听到金属撕裂的清脆响声（俗称炸裂）。这主要是由于在焊补时，红热的焊补区有向外膨胀的倾向，而周围的金属却阻碍它的扩张，于是在铸件的各

部分之间产生了相互作用的力。在温度升高的过程中，焊补区受压应力，而铸件内部的其它部位相应地受拉应力，如果受拉力的部位比较薄弱，就可能被拉裂。在实际生产中，这种情况较为少见，因为焊补区总是比较小，它所产生的应力不能导致强度较大的整体结构被拉裂。相反，在焊补结束以后的冷却过程中，焊补区的收缩受到周围各部分的牵制，阻止了它的收缩，于是温度升高过程中受压应力的焊补区开始受到拉应力，在焊缝冷却到暗红色消失以后或者更低的温度时，金属的塑性丧失，同时拉应力继续扩大，结果使焊补区被拉裂。如果焊缝的强度较高而母材的强度较低，母材牵制不住焊缝的收缩时，往往在结合处母材被拉裂（或叫作剥离）；当结合处产生白口时，也会使焊缝在该处剥离。这种开裂现象称为热应力裂纹（图7）。

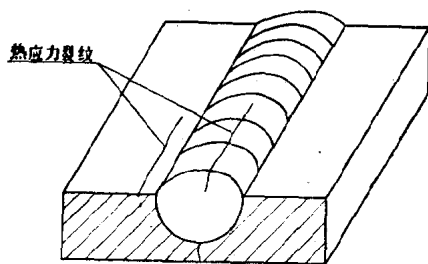


图7 焊缝金属的热应力裂纹

铸铁零件焊补时，无论是产生热裂纹还是热应力裂纹，其内在因素是铸铁的强度低（见表1），塑性很差，不象低碳钢（显微组织见图8）那样组织细密塑性好，而且在焊缝及熔合区等部位容易产生硬而脆的白口；外在的因素则主要是在焊接过程中，工件的不均匀加热和冷却所产生的热应力，以及冶金反应和金相组织的转变所产生的应力。当这些应力大于铸铁本身所能承受的强度极限时，就发生开裂现象。

各类铸铁和钢的机械性能

表 1

材 料	抗 拉 强 度 (公斤/毫米 ²)	延 伸 率 (%)
灰 口 铸 铁	10~40	≤0.5
可 锻 铸 铁	30~60	3~12
球 墨 铸 铁	40~60	2~10
铸 钢	40~55	15~18
低 碳 钢	32~62	19~33

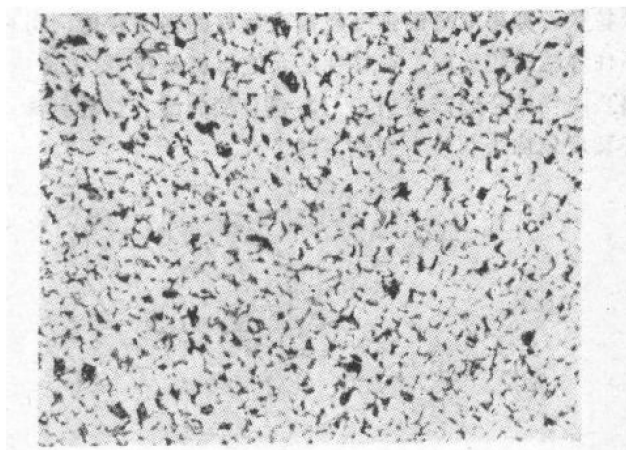


图 8 低碳钢的显微组织

成分: C=0.15~0.25%; 处理过程: 退火; 浸蚀剂: 硝酸酒精溶液;
显微组织: 铁素体(白色)+珠光体(黑色); 放大倍数: ×100

三、消减焊接应力的方法

如前所述，焊补铸铁零件时产生开裂的主要原因，一是本身强度低，二是焊接应力的作用。如能设法消减部分应力，开裂是可以避免的。消减应力的方法，通常有下列几种：

1. 对称平衡加热法

焊接过程是对工件不均匀加热的过程，这种局部加热在工件内部产生内应力。要消除这种应力，就应避免工件的局部受热状况。对称平衡加热法就是力图使工件受热均匀而趋于对称平衡的一种方法。如跃进 NJ130 型汽车发动机气缸体上平面上靠近进排气孔一侧有多处缺陷（图 9），这些缺陷集中在气缸体上平面的一侧（图 9 上的黑点部分），焊补时气缸体受热偏于一侧。为了使气缸体上平面受热均匀，可在焊炬从气缸体的一端向另一端按顺序焊补的同时，用另一把焊炬加热气缸体上平面上对称的一侧（缸孔之间也须适当加热），这样气缸体上平面的一侧为焊补区，另一侧为加热消

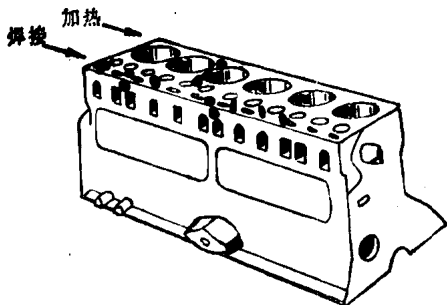


图 9 对称平衡加热法焊补气缸体上平面上的缺陷