铸铁件焊补工艺的选择制定

内蒙古机电职业技术学院 （呼和浩特 010070） 何晓敏

铸铁 $W_c>2\%$ 的铁碳合金，另外还含有一定数量的 Si、Mn、P、S 等元素。由于铸铁具有成本低、易切削加工等特点，所以在汽车、机床等行业使用较为广泛。但是，这种材料的补焊却比较困难。在铸铁补焊时，接头易产生白口及淬硬组织、裂纹、气孔等缺陷；另外补焊区与母材颜色也不尽相同。因此，讨论铸铁的补焊工艺，揭示铸铁补焊的实质，便于焊工根据实际情况选择焊接工艺，掌握铸铁的补焊技术。

1. 铸铁件的焊接工艺

20 世纪 50 年代仅有原始的加热气焊和纯铜钎焊两种工艺用于铸铁焊接，60 年代起焊条电弧焊开始应用于铸铁焊接实际生产中，自 70 年代以来铸铁焊接工艺技术有了较快发展。目前国内的铸铁焊接方法按工件预热程度和焊接工艺方法分为如下几种。

（1）热焊工艺 焊前待焊处稍加修整、清理，整体缓慢加热到 600～650℃，保温一定时间后出炉立即施焊，保持 400℃以上焊接。填充材料为同质铸铁材料，不锤击焊道，焊后趁红热半熔化状态及时修整焊缝并保温缓冷。

热焊法的本质是在工件缺陷处用焊接热源（火焰或电弧）熔化一部分铁液进行“重新铸造”。为补充合金元素熔损和促进石墨化，在填充材料中要加入较多的合金元素，如碳、硅、锰及稀土元素等。铸铁热焊工艺较易掌握，焊接质量容易保证，缺点是劳动条件差、周期长、投资大，适用于大批量中小件焊接。

（2）半热焊工艺 铸件预热至 400℃，采用焊条电弧焊工艺，焊条为普通焊条，利用钢（H08）的良好塑性达到防止裂纹产生的目的。该工艺须与连续炉加热气焊配合使用，即同一工件前期高温（600～650℃）用气焊工艺焊接较长、较宽焊缝，后期降到 400℃左右时用半热焊工艺焊接较小焊缝。半热焊工艺要点与热焊法相同。该工艺的缺点是焊缝硬度较高，仅适用于铸铁非加工面较小的缺陷焊接。

（3）不预热焊工艺 工艺要点和热焊工艺相同，必要时（原大件大缺陷）辅以保温材料筑圈造型。采用通用铸铁焊条是上述热焊工艺的改进型焊接材料，含有碳、铝、钙强脱氧元素。该工艺可改善铸铁热焊劳动条件、提高生产率、降低生产成本和简化工艺，在不用预热情况下进行焊接操作。

（4）冷焊法 为非同质铸铁焊接工艺，与上述不预热焊工艺相比较，尽管都是在室温下工件不预热情况下施焊，但两者在本质上完全不同。冷焊使用镍基或钢质焊接材料居多，利用焊缝金属的良好塑性和某些元素较强的石墨化作用，使熔合线处白口层窄而不连续，形成一种比较理想的焊缝。该工艺焊接质量容易保证，适应性强，但焊接材料价格昂贵，适用于重要铸件或重要部位的焊接。

（5）钎焊工艺 铸铁钎焊一般指氧炔焰钎焊（气焊）。施焊时工件不熔化，仅填充材料（钎料）熔化，由于加热温度低（铜钎料 910℃，锡钎料 138℃），可有效地避免白口和裂纹。该工艺焊前认真清理待焊处至关重要，施焊时要前期氧化焰烧碳、中性焰焊接，钎料要有良好浸润性，焊剂要有活性，为增加钎接面积，坡口角度应适当加大且表面不要太光滑。该工艺焊缝颜色与母材颜色不尽相同，施焊操作上也要严格些。

（6）粘结工艺 铸件粘结工艺（含浸渗工艺）是用膏剂填塞不重要部位，如非加工面小孔眼类缺陷，经济实用，工艺简单。由于能可靠地避免焊缝白口，近几年异军突起，也不失为铸件修复工艺之一。但由于该工艺应用局限性大（如浸渗工艺仅以箱体件为宜，且空隙要小于 0.3mm，以利浸渗液虹

吸)、填充材料易老化、不耐高温、结合强度太低(不足20MPa，仅与锡钎焊相当)、浸渗工艺设备投资大、工艺繁杂等，因而限制了该工艺的实际应用。

应该指出，以上铸铁焊接工艺各具特点，不同的工艺解决不同的问题，为此选择铸铁焊接工艺时应考虑以下几点：①铸件材质、用途及工况。②铸件大小、形状及刚度。③缺陷类型、大小、数量及分布情况。④对焊接接头硬度、加工性、颜色及铸件变形的要求。⑤经济性和现场条件。

2. 内燃机缸体维修实例

材料为灰口铸铁的内燃机缸体冻裂。由于缸体体积较大，现场难以对其整体预热，因此只能在常温下进行焊接修复。

(1) 焊条选择　主要依据是焊条熔化时与缸体的熔合能力。铸铁焊条种类较多，通过焊接比较，选用EZNi型纯镍铸铁焊条，其焊芯含镍量高，药皮含有石墨。镍原子与铁、X碳等原子融合性好，高温下扩散能力强，可溶解碳而不形成白口组织。

当W_{Ni}>25%时，常温下焊缝金属可得到奥氏体组织，使焊缝的切削加工性能好，抗拉强度高，抗裂性好。交、直流电焊机都适用。如焊后不需对焊缝加工，也可选EZNiFe型镍铁焊条或EZNiCu型铜铁焊条。

(2) 裂纹检查　检查裂纹的方法有几种，适合于工地条件且简便易行的方法是油浸法。即首先将零件裂纹及其附近部位用柴油浸泡，浸泡时间一般≥12h；然后用粉笔涂抹，再用小锤敲击，使渗入裂纹的油溢出于粉笔涂抹之处，这样即可清楚地看到裂纹的痕迹。

(3) 焊前准备　首先，钻止裂孔。沿裂纹方向、在离裂纹端点外3~5mm处钻一个限制孔，以防裂纹继续扩展，钻孔直径为5~10mm。孔口处用钻头扩成喇叭口状，以利焊接熔合。其次，开坡口。选用的U形坡口根部为圆角过渡，可以减少应力集中，提高熔合比。U形坡口角度为70°~80°，深度为缸体壁厚的2/3~4/5。用汽油清洗坡口，除去油污和杂质。

(4) 施焊　为了控制焊接变形，减少焊接缺陷，应将施焊部位垫成水平状态。施焊中，以直线划小圈式的运条手法，用中等弧长施焊，每条焊段长度控制在12~20mm，堆焊厚度≤2mm，动作要干脆利落。

为减少焊接应力，防止焊缝剥离和产生裂纹，不应使高温电弧在焊区停留的时间过长。每段焊完之后，要迅速用小锤轻轻敲击焊缝及其周围，以清除药皮和消除焊接内应力；然后将焊缝表面的焊肉用砂轮磨去一些。第一层焊完，用砂轮在整个焊缝上再磨去一些焊肉，检查确定无气孔、裂纹后再焊第二层。依此类推，最后使整道焊缝圆滑过渡到缸体上平面。此焊法对控制焊缝残余应力有利。

(5) 焊止裂孔　焊缝全部焊接完毕并确定已无裂纹后再堆焊裂纹两端的止裂孔。全部焊修完毕后，将焊渣清理干净，再次轻锤焊缝表面，检查焊缝有无气孔、裂纹等缺陷，最后冷却至室温。

3. 结语

铸铁焊接工艺具有“短、平、快”的显著特点，已广泛用于铸铁件服役失效修复上，取得了巨大经济效益和社会效益。

值得指出的是，铸铁件服役失效焊修时，由于机件使用后基体浸满了油锈，又多为裂纹缺陷（折断），其焊接难度之大远远超过在铸造厂对铸铁件缺陷进行焊修。因此在铸造厂（车间）进一步开展铸铁补焊非常必要。

据调查，目前国内铸造厂在已报废铸铁件中尚有25%左右可用焊接工艺修复，按现价计可使铸件吨成本降低400元以上，因此节能降耗意义重大。

MW　(20110325)

“切割技术”栏目征文

为使读者了解最先进的技术、最新的行业动态、最新的技术产品等内容，本刊编辑部现面向广大读者征集“切割技术”栏目的优秀稿件。主题如下：

1. 高效切割技术在生产工作中应用的新技巧、新技术。

2. 实际工作中高效切割技术。

3. 结合工作实践及企业的实际情况，谈谈对切割技术的进一步要求或希望。

投稿网址：www.metalworking1950.com

投稿邮箱：rb1950@126.com