

文章编号: 1002-025X(2007)01-0074-03

# 42CrMoA 柴油机曲轴与 20 钢平衡块的焊接

邱友胜

(中国南车集团 资阳机车有限公司, 四川 资阳 641301)

关键词: 曲轴; 平衡块; 异种钢焊接; 工艺性分析

中图分类号: TG444.73 文献标识码: B

本公司生产出口印度的带焊接平衡块的机车用柴油机曲轴(简称印度曲轴)。该曲轴与我国机车行业广泛采用的曲轴有较大差别, 其中平衡块与曲轴本体的连接方式差别最大, 由于焊接工艺水平限制, 应考虑平衡块与曲轴本体通过焊缝连接的可靠性问题。印度曲轴采用42CrMoA中碳调质钢曲轴本体与20钢平衡块焊接而成, 曲轴本体的焊接性较差。在进行焊接工艺分析时发现: 柴油机工作时, 曲轴高速旋转(3 000 r/min), 平衡块焊缝所受离心力较大, 而且印方提供的技术文件中也对曲轴平衡块焊缝的质量提出了高要求, 不仅要求对焊缝表面进行磁粉探伤, 而且还要求对焊缝内部进行100%的射线探伤, 其对气孔、夹渣等缺陷的探伤合格要求比我国的GB/T 3323—1987级还高, 焊接质量控制难度极大。为此, 根据曲轴平衡块的焊接特点, 制定了更切合本公司实际的焊接工艺, 并进行了相应的工艺试验, 最终将试验结果正式用于印度曲轴平衡块的焊接生产, 满足了印方的高质量要求。

## 1 焊接性分析

带焊接平衡块的印度曲轴, 采用42CrMoA中碳调质钢曲轴本体与8块20低碳钢平衡块焊接而成, 由于其成分、性能差别悬殊, 因此焊接难度较大。

中碳调质钢42CrMoA, C, Cr含量高, 其碳当量为0.82%, 在焊接生产中存在的主要问题是淬硬性较大, 易出现硬脆的马氏体, 冷裂倾向较大, 极易出现冷裂纹; 而且其热影响区及过热区晶粒易于长大, 使其脆性下降, 同时增加了热影响区的组织应力, 使之冷裂倾向增大。由于其还含有较多对热裂纹有较大影响的C, S等元素, 此钢种热敏感性很强, 热裂倾向较大。在制定焊接工艺时, 要考虑解决抗冷裂问题, 需要增大热输入, 而热输入的增大并不能解决接头焊接热影响区粗晶带来的脆性问题; 同时还要解决42CrMoA与20钢的焊接接头性能突变、不匹配的问题。因此, 要求焊接材料的选用以20钢为主, 要求这2种性能差异较大钢材的焊接接头性能不突变; 焊接时, 采用“预热+小热输入+后热处理”的工艺来解决冷、热裂纹

问题。

## 2 焊接工艺分析

根据对印度曲轴材质的焊接性分析, 进行了焊接工艺试验, 在试验中发现存在以下问题。

### 2.1 焊接坡口形式

印方原图样中的焊接坡口形式为双面单边U形, 该坡口形式焊后形成深而窄的焊缝: 在深度为30 mm处的坡口宽度仅为20 mm, 而焊枪喷嘴直径为20 mm, 焊接时要求能有效控制“着弧点”的焊丝最大伸出长为12~16 mm。在焊接时, 这种坡口阻挡焊工的视线, 加上焊枪喷嘴的阻挡, 使焊工不易控制运条, 看不清熔池, 控制不了“着弧点”, 无法保证焊接质量, 同时也增大了焊道清理的难度, 故要求对该坡口形式进行优化改进。

### 2.2 预热

在工艺试验过程中采用氧乙炔焰进行局部预热, 该方法效率低, 预热温度控制不佳, 效果不好。在工艺试验时可以采用, 但无法满足小批量生产的要求, 因此可以考虑采用“焊前整体预热+焊接中氧乙炔焰保温”的方法。

### 2.3 焊后热处理

焊后热处理的好坏, 直接关系到焊接接头焊后的使用。在工艺试验中采用及时低温(400左右)后热处理, 只能缓解部分应力和去除少量焊缝内的扩散氢, 不能达到完全均化结构应力、最大限度地消除焊缝内的扩散氢、提高接头抗裂能力及改善接头组织的效果。从长期保证质量考虑, 应采取焊后及时高温(600左右)去应力退火处理。

### 2.4 焊缝两端质量控制

工艺试验时, 平衡块焊缝按图样尺寸加工, 焊后对焊缝进行射线探伤, 结果表明: 在焊缝两端容易产生夹渣、气孔等缺陷; 而即使焊缝探伤结果满足我国相关射线探伤标准中Ⅱ级质量要求, 仍达不到印度方面所要求的质量合格标准。因此, 必须考虑对平衡块的长度留有余量, 并增加引弧板和熄弧板, 焊后再切除, 以避免焊缝两端产生缺陷。

### 2.5 焊接操作

焊后对焊缝进行射线探伤, 发现在焊缝中部产生条状的

夹渣、气孔和裂纹等缺陷。经分析认为缺陷产生的原因是：焊接时焊接电流太大，使焊接熔池既深又大，导致熔池中的熔渣、气孔等排不出，在熔池凝固后形成夹渣、气孔等缺陷；焊接时，“着弧点”太偏向曲轴本体，导致曲轴本体（42CrMoA）熔化量大，其中的C、Cr、S等在熔池中含量高，产生较多的熔渣、气体，易产生夹渣、气孔及热裂纹等缺陷；焊接时焊接速度低，每道焊缝太宽，产生较大的焊接热应力，加上低熔点共晶物质，可能产生热裂纹，在射线探伤时表现为条状的夹渣缺陷。

### 3 焊接工艺

#### 3.1 焊前准备

(1) 对原坡口进行优化改进，如图1所示。改用双面单边V+U的坡口形式，加大了坡口宽度（在深15 mm处坡口宽度为25 mm），可改善深U形坡口的不利影响，控制“着弧点”，保证坡口两侧母材熔合良好，也改善了焊缝成形。

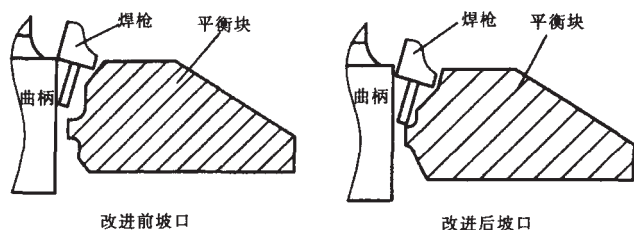


图1 坡口形式改进前后比较

(2) 焊前将曲轴本体整体预热至300~350℃，焊接过程中用氧乙炔焰局部加热保温，保持焊缝附近母材温度不低于300℃。

(3) 组装前先将预热后的曲轴吊装在专用焊接转胎上并夹紧，对曲轴及平衡块待焊部位及其附近100 mm范围内去锈、去氧化皮或油污，保证待焊处清洁。

(4) 用专用工装找正并组装平衡块，保证对口间隙2 mm，同时增加引弧板和熄弧板。

#### 3.2 焊接

(1) 采用CO<sub>2</sub>焊，焊机型号为KR-350；焊接材料选用φ1.2 mm的ER50-6焊丝；电源极性为直流反接。焊接参数见表1。

表1 焊接参数

焊道	焊接电流 /A	电弧电压 /V	气体流量 /(L·min <sup>-1</sup> )	焊接面	备注
1~20	200	26	12~16	正面	—
21~50	220	27	12~16	反面	反面碳弧气刨清根
51~60	220	27	12~16	正面	—

焊接时要求先焊正面，待正面焊完20道后再焊反面，逐层（道）焊接；每焊完一道缝，都要求用风动气铲仔细清理熔渣等异物，并要求用风动气锤（锤尖R=8~10 mm）击打焊缝表面，以释放内应力，确认无缺陷后再进行下一道焊接。焊接顺序如图2所示。

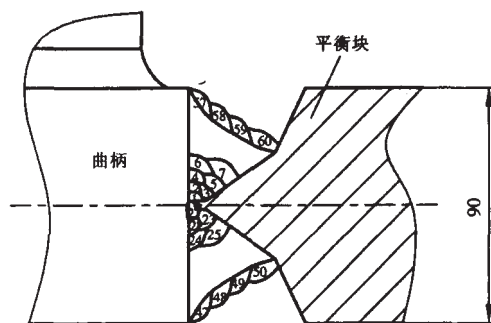


图2 焊接层(道)及焊接顺序示意图

(2) 道间温度要求与预热温度相同，每块平衡块全部焊完后，在热态下用碳弧气刨将引弧板及熄弧板刨除，并留4~5 mm的打磨余量，立即用氧乙炔焰将焊缝及其两侧各200~300 mm范围内加热到300~350℃，保温30 min后用石棉布盖上缓冷。

(3) 焊接时，采取小热输入、多层多道焊工艺，要求焊枪直线运动，以控制每道焊缝的尺寸。每道焊缝厚度5 mm，以减小每道焊缝的热输入，减小焊接热应力。

(4) 焊接操作中还要求控制“着弧点”，尽量偏向平衡块侧，以降低因曲轴本体中的C及其他合金元素过多地熔入焊缝而产生的不利影响。

#### 3.3 焊后热处理

所有平衡块焊后立即下胎，进行高温去应力退火处理，工艺曲线如图3所示。

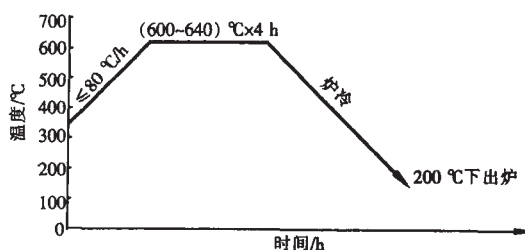


图3 焊后热处理工艺

#### 3.4 焊缝质量检查

(1) 退火处理24 h后，用风砂轮对焊缝及其附近50 mm范围打磨修形，要求表面光洁、圆滑，无肉眼可见缺陷。

(2) 对焊缝及附近进行着色探伤（PT）。

(3) 着色探伤合格后，进行100%射线探伤（RT），以达到技术条件为合格。

### 4 应用情况及结论

印度曲轴平衡块的焊接从工艺试验到正式生产历时1 a多，达到了预期效果，试制出的5根曲轴样品焊缝质量达到了印方规定的技术要求，现已装机运行5 a，未发现任何质量问题。由于本公司提供的曲轴质量高于国际同类产品质量，现在每年向印度提供该曲轴200根以上，已占有印度机车柴油机曲轴市场的70%。实践证明：通过采用上述焊接工艺进行42CrMoA

文章编号: 1002-025X(2007)01-0076-03

# PE电熔管件熔接工艺

刘红卫<sup>1</sup>, 罗琳<sup>2</sup>

(1. 山东警察学院, 山东 济南 250014; 2. 中国石油大学, 山东 东营 257061)

关键词: 电熔熔接; 熔接电压; 熔接动态过程控制

中图分类号: TQ320.674; TQ325.12 文献标识码: B

近年来, 我国非金属管材发展迅速, 尤其以PE为基础材料的各种复合管材更为突出。此类复合管的连接基本上全部采用PE电熔管件, 其性能、结构、生产设备以及安装施工工艺虽已有较多介绍, 但关键的电熔熔接参数等问题很少有详细的探讨, 笔者从事PE电熔管件制造、试验及施工多年, 现重点介绍电熔管件熔接参数的确定以及施工中必须注意的事项。PE电熔管件结构形式如图1所示。

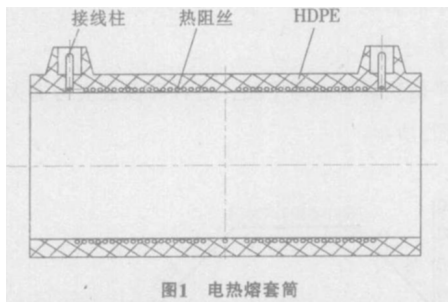


图1 电热熔套筒

PE电熔管件熔接前的准备: 管材、管件内外表面保持干燥, 如有水或潮湿应采取干燥措施; 用电动钢丝刷去除管材熔接部位的氧化层, 使其表面粗糙, 以保证熔合两表面受热均匀, 熔合良好; 用丙酮擦拭管件内表面, 去除水、油、锈等污物; 根据管件的配合深度在管材上作记号, 保证管材插入到位。

## 1 熔接方法及熔接参数的确定

### 1.1 熔接方法的确定

(1) 熔接原理 PE管材电熔熔接的基本原理是通过给嵌

于管件内壁的铜丝通电加热, 使熔合部位塑料树脂发生相变, 高分子链段在一定压力下互相渗透、交织, 通过冷却材料重新结晶排列, 使熔合部位结合成一个牢固的整体<sup>[1]</sup>。

(2) 电熔熔接方法的确定 根据专用电熔焊机特点, 对电熔管件的热阻丝可采用恒电压法和恒电流法。

恒流熔接的特点: 随着通电时间的增加, 电熔熔接过程中电熔焊机输出功率不断增大, 单位时间内输入到熔接区的热量不断增大。

恒压熔接的特点: 随着通电时间的增加, 电熔焊机的输出功率逐渐减小, 相应地单位时间内的输入热量也减小。

在电热熔接时, 为保证熔合面结合良好, 必须使整个熔合面受热均匀, 相态一致, 由于HDPE材料的热导率和热扩散率都很小<sup>[2]</sup>, 因此需经一定时间扩散热阻丝产生的热量。当采用恒流熔接时, 到熔接过程的中后期, 单位时间内输入的热量不断增大, 易导致热量不能很快扩散, 而使得热阻丝周围温度达到HDPE的分解温度, 从而造成电熔熔接失败。而恒压熔接的特点弥补了材料导热性差的特性, 当进入到熔接过程的中后期时, 由于输入的热量是减小的, 因此热量向周围扩散, 避免了管材局部的温升过高。因此, 应优先采用恒压熔接工艺。

### 1.2 恒压熔接时熔接参数的确定

恒压熔接时, 需要确定的参数有熔接电压和熔接时间。熔接电压的确定可由计算公式定量计算, 而熔接时间的确定由于受到塑料复杂的温度场分布的影响, 进行计算存在困难, 因此采用理论分析与熔接试验的方法进行确定。

收稿日期: 2006-12-06

与20钢异种钢的焊接, 可以获得满足产品技术要求的接头质量; 印度曲轴平衡块的成功焊接, 为类似的结构及异种钢的焊接提供了可借鉴的经验, 同时也为我国曲轴的制造与国际接轨提供了技术支持。

[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

[2] 潘春旭. 异种钢及异种金属焊接[M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.

[3] 周振丰, 张文钺. 焊接冶金与金属焊接性 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1987.

参考文献:

[1] 中国机械工程学会焊接学会. 焊接手册—材料的焊接 (第2版)

作者简介: 邱友胜 (1969—), 男, 工学学士, 高级工程师, 主要从事焊接工艺的研究, 已发表论文10余篇。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net