基于碳钢车体的等离子弧焊工艺的研究

渐春光　戴忠晨　周成候　陈菲　孟宪伟　王跃海　张洪逵

【摘要】通过不同厚度耐候钢板的不同间隙等离子弧焊工艺的试验分析，在设定的工艺参数下，焊缝的熔合效果良好，满足了工艺需求，可应用于客车蒙皮耐候钢的等离子弧焊接。

关键词：等离子弧焊；耐候钢；蒙皮

1. 概述

等离子弧焊是利用等离子弧作为热源的一种焊接方法，是普通钨极气体保护焊的一种特殊形式。其稳定性、发热量和温度都高于一般电弧，因而具有较大的熔透力和焊接速度，所以单面焊时无需在背面实施机械支撑，对接焊时无需进行坡口预加工。

国内某客车项目欲在蒙皮时使用等离子弧焊接，这与传统的手工焊接相比，不仅能够保证焊缝质量，亦可提高生产经济效率，降低生产成本，因此研究碳钢车体的等离子弧焊技术有较为重要的意义。

2. 工艺试验

（1）母材分析　客车蒙皮采用05CuPCrNi的耐候钢，试验采用板厚分别为3mm和8mm（需加工），填充金属为ϕ1.0mm的ER309LSi焊丝，表1为试验母材及焊丝的化学成分，保护气体为99.999%的高纯氩，气体流量为20L/min，离子气体为95%Ar+5%H_2，气体流量为8L/min，两种气体流量均可微调。

（2）试验方法　试件的加工尺寸分别为350mm×150mm×8mm（表面需要开槽处理，槽深3mm，倒直角）和350mm×80mm×3mm，试件的接头和组装如图1所示。本试验的设备为等离子弧焊机（型号为TransTig 4000 Job G/F），如图2a所示；根据设计要求需要对焊枪角度进行调整，因此也要对工艺装备进行简单模拟，如图2b所

表2　侧墙蒙皮完成情况

工序	大侧墙	小侧墙	节车制造时间	改进后的时间
制造时间/h	8	6	—	4.5
节车数量/件	6	4	—	10
制造总时间/h	48	24	72	45

（4）侧墙总成，通过采用工装改造、焊点分流、部件分流等方法，基本能按两天一台车完成生产任务。

5. 结语

侧墙平面度的控制通过改进后能有效的解决各个生产工序的难点，顺利完成各工序的生产任务点，解决了后续的返工量和人员重复作业时间的问题，其中产生的效益无法衡量。

作者简介：李忠辉，中车株洲电力机车有限公司技师协会。

MW 20161122

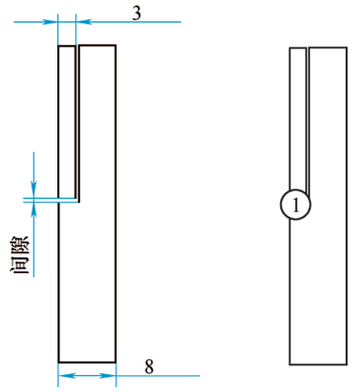


图1　试件接头形式

示。

考虑到组焊过程中的整体组装间隙一般较难保证在1mm以内，因此本试验针对0~3mm的间隙进行焊接试验，并寻求较为良好的焊接参数。为此，分别进行了间隙0mm、0.5mm、1.0mm、1.5mm、2mm以及3mm的工艺试验，首先焊前打磨待焊区域，然后用丙酮擦洗待焊区域，将焊接试件固定在简易工装上焊接，表2~表4是等离子弧焊接参数。而后对焊接试样进行PT探伤，对焊缝截面进行腐蚀并做宏观分析。

3. 试验结果分析

（1）焊缝外观结果　图3是在表2参数下得到的焊缝外观，其间隙分别为0mm、0.5mm、1.0mm以及1.5mm。由图3可以看出其焊缝成形良好，表面无气孔、夹渣等缺陷，对其分别进行PT探伤，检测合格，满足标准要求。

图4是在表3及表4参数下得到的焊缝外观，其间隙分别为2.0mm和3.0mm。由图4可以看出其焊缝成形良好，表面也无气孔、夹渣等缺陷。对其分别进行PT探伤，检测也合格，符合标准要求。

表1　母材05CuPCrNi和焊丝ER309LSi化学成分（质量分数）（%）

试验材料	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Cu	Ni	Mo
母材 05CuPCrNi	≤0.12	0.25 ~ 0.75	0.20 ~ 0.50	0.07 ~ 0.15	≤0.04	—	0.30 ~ 1.25	0.25 ~ 0.55	≤0.65	—
焊丝 ER309LSi	0.03	0.65 ~ 1.00	1.0 ~ 2.5	0.03	0.03	—	23.0 ~ 25.0	0.75	12.0 ~ 14.0	0.75

（a）等离子弧焊设备　　（b）简易焊接工艺装备

图2　焊接设备及简易焊接工艺装备

表2　0mm、0.5mm、1.0mm、1.5mm四种间隙下的焊接参数

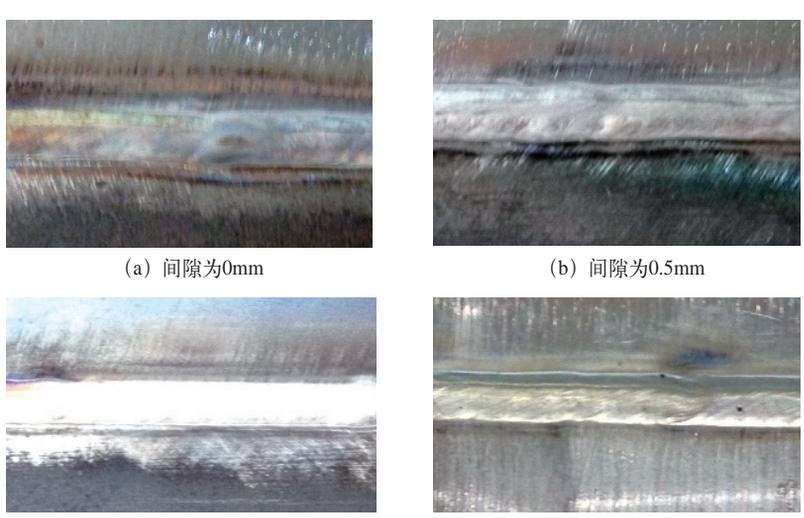
焊道	方法	焊接电流/A	电流种类和极性	送丝速度/cm·min^{-1}	焊接速度/cm·min^{-1}
1	151	270~290	DCEP/+	310~330	40~50

表3　2.0mm间隙下的焊接参数

焊道	方法	焊接电流/A	电流种类和极性	送丝速度/cm·min^{-1}	焊接速度/cm·min^{-1}
1	151	270~290	DCEP/+	390~410	40~50

表4　3.0mm间隙下的焊接参数

焊道	方法	焊接电流/A	电流种类和极性	送丝速度/cm·min^{-1}	焊接速度/cm·min^{-1}
1	151	270~290	DCEP/+	470~490	40~50



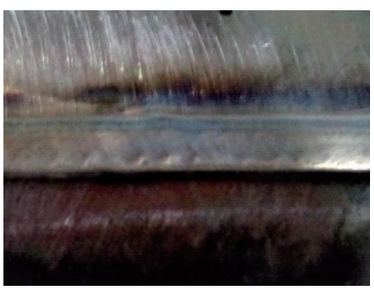
（a）间隙为0mm　　（b）间隙为0.5mm

（c）间隙为1.0mm　　（d）间隙为1.5mm

图3　焊缝外观

（2）焊缝宏观分析　对上述不同间隙下的焊缝进行抛光、腐蚀，得到如下宏观照片，如图5所示。可以看出在设定的不

（a）间隙为2.0mm



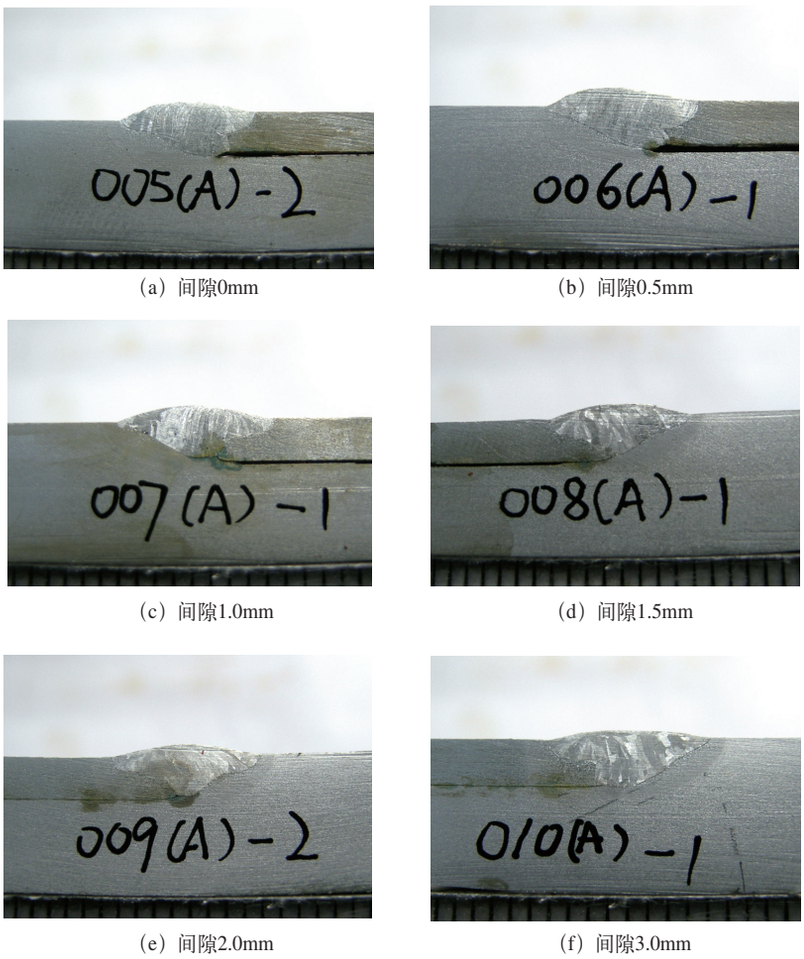
（b）间隙为3.0mm

图4　焊缝外观

同间隙下均能得到熔合良好的焊缝，焊缝无气孔、夹渣、未熔合等常见缺陷。

4. 结语

通过不同板厚不同间隙下的焊接试验发现，随着间隙的增大，可通过提高送丝速度来保证焊缝的成形效果。另外，通过对焊缝宏观试验分析，可以看出等离子弧焊的焊缝熔合良好，满足了客车蒙皮焊接的工艺要求。



（a）间隙0mm　（b）间隙0.5mm

（c）间隙1.0mm　（d）间隙1.5mm

（e）间隙2.0mm　（f）间隙3.0mm

图5　不同间隙下的焊缝宏观照片

参考文献：

[1] 廖志谦，王忠平. 钛合金厚板的等离子焊接[J]. 材料开发与应用，2005，20（4）：27.

[2] 雷玉成，郑惠锦.工艺参数对焊接等离子弧的影响[J].焊接学报，2001，22（6）：73.

作者简介：渐春光等，中车南京浦镇车辆有限公司。

MW 20161122

《金属加工（冷加工）》2016年第24期要目

表面工程技术在航空发动机制造中的应用与发展
用“工程思维模式”加速航空发动机产业发展
特种加工技术在先进航空发动机中的应用与展望
高精度粉末冶金齿轮轴的磨削工艺探究
大型双摆头式五轴联动龙门机床的选型方法
提高龙门加工中心模具加工性能研究
薄壁导筒加工变形控制及工艺改进
正弦曲线型花纹的数控加工
车削轴类工件自动定心锁紧卡套设制
导轨校扭理论及计算方法
双工位加工中心隔音房设计
镗铣床在大模数齿圈粗加工中心应用
硬扯工艺在变速器零件生产中的应用
CBN砂轮简介及实际生产应用
几种专用可转位铣刀的推广应用
基于西门子S7-200的立式拉丝机控制系统设计
巧用FANUC扩展型外部工件检索功能
数控机床急停故障及维修实例