



SQ系列双汽车顶板 采用焊接结构可行性研究

王秀琴 章超荣 杨海林

【摘要】 本文通过对SQ5双层平车车顶蒙皮与框架联接方式对比研究，结合国内客车和轿车制造工艺方法，提出解决目前SQ系列双层平车车顶蒙皮采取铆钉联接效率低成本高的措施。

1. 概述

SQ系列双层平车车顶为防止焊接变形一般设计为弯梁、顺梁、上侧梁组焊成框架结构，再由板厚为1.5mm的蒙皮与之通过铆钉联接方式制成，因此生产效率低，制造成本高。解决此问，通过调研分析和进行有关焊接工艺试验，就该系列车顶蒙皮由铆钉联接改为焊接连接进行了可行性分析。

2. 国内客车和轿车车顶蒙皮焊接技术的应用

目前客车的车身焊接一般都是用点焊、缝焊、电弧焊（包括电弧点焊和塞焊）等方式，目前比较先进的是采用真空电子束焊、激光焊接方法。

客车车顶蒙皮焊接方法及焊接特点如下：

(1) 电弧焊 电弧焊主要用于车身蒙皮的焊接，设备同工厂目前配置完全相同，但这种方式焊接变形较大。

(2) 富氩气体保护电弧塞焊 该焊接方法是将两块板搭接起来，上板钻6~8mm孔，底板

不钻孔，将孔填焊满，属电弧焊的一种。塞焊一般间隔距离为100~150mm。此种焊接方法焊接设备同工厂目前配置完全相同。

(3) TIG电弧点焊 TIG电弧点焊是距离一般为100~120mm。由于定点起弧和熄弧，电弧点焊过程时间极短，所以极易出现熔深不足，造成焊点核心小，或出现焊缝气孔及裂纹。这种方法有的符合结构工艺需要，但是操作起来技术难度较大，焊机采用TIG焊机，钨极需经常打磨和定期更换。

(4) 电阻点（缝）焊 主要用于车身构件及车架的焊接。缝焊是用滚轮电极传递焊接电流与压力，通过滚轮与零件表面相对移动进行连续的焊接，主要进行密封性焊接。

电阻点（缝）焊，由于焊缝表面质量较好，因此该方法比较适合电阻较大的碳钢、不锈钢等材料的焊接，广泛用于轿车和客车制造行业。但由于电阻焊是在上下两极之间通过的大电流，产生的热变形大，焊接部位的两面会留下大片痕迹。另外，最多

几十点到一百多点就必须进行表面的研磨和清洁，同时更换电极所花费的时间也较多，加上焊接施工时爆发的灰尘和电火花，使得工作环境非常恶劣。电阻点（缝）焊设备较复杂，投资大，耗电量大，维修困难。另外，由于工件表面镀锌或磷化电极表面的损耗较快，成本较高。

(5) 真空电子束焊 真空电子束焊是一种高能束精密焊接法，一般在整体式固定真空室内进行，室内真空度一般不低于 1.33×10^{-2} Pa、EBW能量密度高，熔透能力强。真空电子束焊焊接设备投资大，焊件尺寸受到真空室尺寸限制。

(6) 激光焊 激光焊的特点是被焊接工件变形极小，几乎没有连接间隙，焊接深度/宽度比高，例如焊缝宽1mm，深为5mm，因此焊接极为牢固，表面焊缝宽度很小，连接间隙实际为零，焊接质量比传统方法高。所以在一些用激光焊接的汽车顶壳是不用装饰条遮蔽焊接线的，例如上海大众的帕萨特和Polo。在汽车制造中，激光焊接主要用于

车身框架结构的焊接,例如顶盖与侧面车身的焊接,传统焊接方法的电阻点焊已经逐渐被激光焊接所取代。用激光焊接技术,既提高了工件表面的美观,又降低了板材使用量,由于零件焊接部位几乎没有变形,不需要焊后热处理,还提高了车身的刚度。激光焊接设备的关键是大功率激光器,价格比较昂贵。

3. SQ系列双层平车车顶蒙皮与框架间采用焊接方式连接工艺可行性分析

(1) 真空电子束焊、激光焊技术在双层车车顶生产中的应用分析 根据上述分析,由于真空电子束焊和激光焊设备投资大,成本高,因此主要在客车和轿车行业中应用,而我们双层车制造精度要求与客车相比较低而且受成本的限制,应用真空电子束焊和激光焊不符合投入和产出的规律。鉴于此,双层车顶不宜采用真空电子束焊、激光焊接技术。

(2) 电阻点(缝)焊在双层车车顶生产中的应用分析 电阻点(缝)焊虽然与铆接结构相比,具有机械化和自动化程度高,表面质量好,易于得到形状复杂零件等优点,但由于其设备复杂,投资多,占地面积大,维修困难等缺点,而且与我厂现行货车制造焊接工艺方法完全不同,因此如果采用电阻点(缝)焊,则需增加数十台电阻焊机方能满足生产能力之需要。

另外,由于工厂面临新造品种多、生产场地紧张的局面,所以电阻点(缝)焊不宜宜双层平车车顶焊接。

(3) 电弧焊在双层车车顶生产中的应用分析 目前双层车车顶框架连接即采用的是电弧焊,但由于其热输入量大,如果应用于车顶蒙皮与蒙皮间拼接、蒙皮与框架间焊接,在没有可靠装置保证的情况下易造成蒙皮的变形超限及焊缝焊穿的问题。同时在客车厂为减小蒙皮的焊接变形,则在焊接时普遍采用自动涨拉装置来控制焊接变形,效果显著;而货车厂由于受产品结构形式的制约,均未能配备适宜的涨拉装置。

(4) TIG电弧点焊在双层车车顶生产中的应用分析 TIG电弧点焊在客车厂应用较多,例如客车厂在焊接客车地板与底架时,就有应用。我们对这种焊接方法也进行了反复试验,通过辅助压紧装置在试板上平位置试焊和在弯梁上模拟各种位置试焊,其焊缝成形如图1、图2所示。

图1是在试板上进行TIG点焊,组装间隙小于0.3mm。单点施焊时间约5s。由于未磷化,点焊时成形良好,未发现裂纹,经过单点拉伸试验,其剪切强度在12kN左右。

图2是磷化后顶板与矩形钢弯梁间各种位置TIG电弧点焊,组装间隙小于0.3mm。焊后在焊点中心部位产生缩孔,并在缩孔处开裂,为此对磷化后顶板进行

了化学成分分析,其中磷含量两试样均达到0.068%,超过了一般钢材规定的0.025%,因此磷含量超标再加缩孔是产生裂纹的根本原因。缩孔的产生与组装间隙有较大关系。

磷化的影响:磷化后由于磷渗入到母材中,不仅易产生焊缝裂纹,同时在进行TIG点焊时钨极烧损较快,并有飞溅产生。

组装间隙的影响:被焊接点要求密贴,组装间隙超过0.3mm时,点焊缝形成凹坑并易产生裂纹,如图3所示,因此组装间隙<0.3mm。

板厚的影响:板厚超过3mm时,点焊缝底板熔深和熔核小,接头抗剪切强度较小。

综上所述,双层平车车顶蒙皮与弯梁(矩形钢)间采用TIG电弧点焊,必须具备下列条件:

- ①TIG电弧点焊前将点焊处磷化膜清除干净或取消磷化处理。
- ②TIG电弧点焊适用于板厚2mm以下的板间的搭接焊。
- ③TIG电弧点焊对组装间隙要求较高,必须保证间隙在0.3mm以下方能确保点焊质量。

(5) 富氩气体保护电弧塞焊在双层车车顶生产中的应用分析 在试板上钻 $\phi 6$ mm孔,施焊时间为3~5s,在弯梁上进行塞焊,成形与TIG点焊相似,仅焊缝余高略高于母材约1mm,进行



图1 经扁铲剔,点焊缝未撕开



图2 焊缝中心有缩孔和裂纹



图3 组装间隙对TIG点焊影响情况

单点拉伸，其剪切强度一般超过10kN，比TIG点焊略小一些（通过调整焊接电流和增加塞焊孔直径，其剪切强度与TIG相当）。其焊缝外观成形如图4所示，断面宏观金相如图5所示。

因此，双层车车顶蒙皮与弯梁间采用塞焊是可行的；但同电弧点焊要求相同，需去除磷化层。

4. SQ6车顶联接实施焊接与螺栓联接对比分析

(1) 质量对比 ①采用抽芯铆钉联接，由于墩粗量较小，大约1mm，容易豁，在第一台样车生产时吊运过程中就发生了抽芯铆钉豁开。目前小弯梁与车顶板间联接采用抽芯铆钉。②采用螺栓联接，质量较为可靠。目前大弯梁与车顶板、上侧梁间联接，侧墙板与侧墙间采用螺栓联接。③采用TIG电弧点焊，在确保组装间隙和焊前清理到位的情况下质量较为可靠。如果在车顶弯梁与车顶板组装间隙能够保证和非磷化状态下实施应该可以实现TIG电弧点焊。④采用富氩气体保护电弧塞焊，基本同TIG点焊。对组装间隙和磷化较为敏感，需要有可靠的手段来保证组装质量，否则易产生局部焊接变形，但是塞焊点位置设计在弯梁等刚性较大部位可大大减小这种

变形。

(2) 成本对比 几种连接方式的成本对比如附表所示。

综合对比，电弧塞焊成本最低，而TIG电弧点焊需一次性投资较多，但TIG焊机可纳入固定资产摊入成本，螺栓和抽芯铆钉联接相对提高了整车制造成本。

(3) 工艺复杂程度对比 ①螺栓和抽芯铆钉联接，操作简便，易于掌握。②TIG电弧点焊操作要求高，参数调节复杂，组装精度要求高，人员需进行专门培训，工件点焊质量只能通过参数控制，不能精确检测质量只能人工剥落方式检测，点焊间距比螺栓小，一般100mm点焊一处。③电弧塞焊操作要求高，参数易

于调节，容易掌握。点焊间距一般也是100mm左右一处，焊工需要简单的操作培训。其工件塞焊质量检测同TIG点焊尚无可靠自动检测方法，但可采取定期进行工作试件检测的方法对焊工操作进行监控。

(4) 生产效率对比 当组装达到技术要求的前提下，电弧塞焊效率最高，TIG电弧点焊次之，抽芯铆钉与螺栓联接生产效率较低。

5. 结语

依据公司目前工艺装配能力，结论如下：目前SQ系列车顶联接采用铆钉联接，成本高、效率低。采用电阻点焊和TIG点焊一次投入成本高，并且效率



图4 电弧塞焊

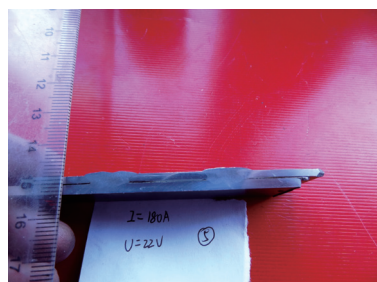


图5 电弧塞焊缝宏观金相

不同连接方式的成本对比

连接方式	消耗材料单价	车顶消耗材料计算/元	所需设备及易损件	工时定额
抽芯铆钉	铆钉1.8元/个	605	专用工具	铆1个，需10s
螺栓联接	螺栓、母、垫圈0.47元/根，需点焊	479	专用工具	每个需10s，点焊时间2s
TIG点焊	钨极2元/个，纯氩气：100元/瓶	110	TIG焊机每台3.8万元，含水箱。需新购	每个点焊需10s
电弧塞焊	焊丝：8元/kg 富氩气：50元/瓶	74	KR500或KR350均可，不需新购	每个塞焊约6s

注：上述对比均未将钻孔成本计算在内。

低。车顶蒙皮联接考虑综合成本，建议尝试采用电弧塞焊的方法设计车顶结构。

作者简介：王秀琴等，南车二七车辆有限公司。