焊接新技术在铁道车辆生产中的应用

长春轨道客车股份有限公司 （吉林 130362） 邵 立

一、概述

长春轨道客车股份有限公司（以下简称长客股份）是国家重点骨干企业，铁路客车和城轨客车国产化的研发和制造基地。随着铁路客车和城轨客车研发和制造技术的发展，长客股份焊接新技术的应用也有了突飞猛进的发展。长客股份在原有碳钢车辆的基础上，开发出铝合金和不锈钢车辆等多种新产品，并形成规模生产。下面简要介绍一下长客股份焊接新技术的应用情况。

二、焊接新技术在不锈钢车体生产上的应用

1. 不锈钢车体常用材料及车体结构

不锈钢车体结构常用材料有高强度不锈钢 SUS301L 系列及 SUS304（0Cr18Ni9）不锈钢。不锈钢车辆具有重量轻、使用寿命长、制造工艺简单、无需涂漆和维修费用低等特点。车体钢结构为全焊接型钢和板梁结构。一般来说，不锈钢车体设计结构如图 1 所示，车体实物如图 2 所示。

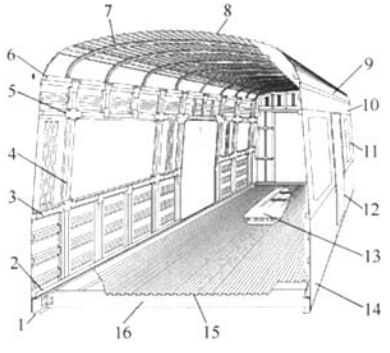


图 1 不锈钢车体设计结构

1. 底架边梁 2. 侧墙下边梁 3. 侧墙横梁
4. 侧墙立柱 5. 连接板 6. 车顶下边梁
7. 车顶弯梁 8. 波纹顶板 9. 侧顶板 10. 上顶板
11. 中墙板 12. 门扣板 13. 牵引梁、枕梁
14. 下墙板 15. 波纹地板 16. 主横梁

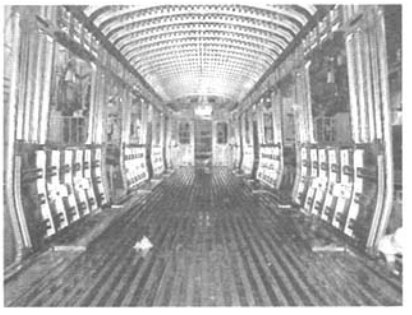


图 2 不锈钢车体实物

2. 不锈钢车体生产焊接工艺

我们知道奥氏体不锈钢焊接需要解决的主要问题有三个：焊接接头耐蚀性、焊接热裂纹敏感性以及焊接变形问题。所以我们针对不同结构的不锈钢车体结构开发出点焊、缝焊、激光焊、MIG 焊、TIG 焊和微束等离子弧焊等工艺。现分述如下。

（1）不锈钢点焊工艺 受不锈钢车体结构的限制，各大部件点焊机均为轨道移动式点焊机。对焊机的基本要求是：电源为直流逆变电源，控制方式为直流逆变恒流控制，恒流精度≥±3%；额定容量≥150k·VA，额定负载持续率≥50%；电极压力≥12kN。具体应用的焊机如图 3、图 4、图 5、图 6 和图 7 所示。



图 3 侧墙分段单面双点焊机

侧墙分段单面双点焊机，可实现示教编程自动焊接。焊接最大板厚（3+3）mm；侧墙合成点焊机器人，



图 4　侧墙合成点焊机器人

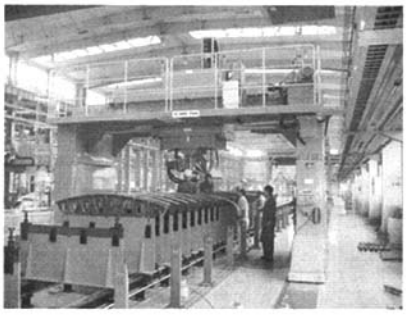


图 5　车顶波纹板单面双点自动点焊机

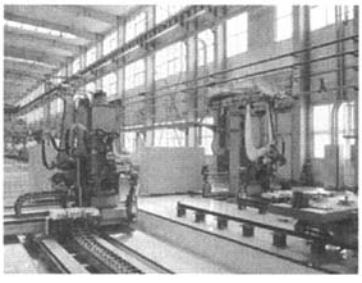


图 6　车顶焊接机械手

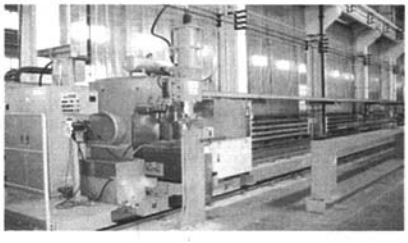


图 7　底架边梁点焊机

焊钳喉深 800mm，电极压力 20kN（2000kgf），可进行（4 + 4）mm 高强不锈钢焊接，焊钳安装在 6 轴机器人上，可实施各种空间位置的自动点焊；车顶波纹板单面双点自动点焊机用于车顶组成的组对及波纹板的焊接。最薄板厚 0.6mm；车顶焊接机械手用于车顶组成的焊接。

底架边梁点焊机可以焊接（5 + 5）mm 的不锈钢，可实现自动点焊，用于底架边梁和横梁连接板的点焊。

缝焊机可焊接板幅 1000mm、板厚（2 + 2）mm 的波纹板，主要用于车顶波纹板和底架地板波纹板的焊接（见图 8）。



图 8　用于波纹板焊接的缝焊机

龙门悬臂点焊机焊钳悬挂在龙门架上，可方便进行侧墙骨架、端墙骨架等的点焊。总组成点焊机配置在车体总组成工位，由 3 套 6 台点焊机组成。分别用于侧墙与车顶、侧墙与底架、侧墙与端墙及车顶与端墙、底架与端墙等焊接（见图 9、图 10）。

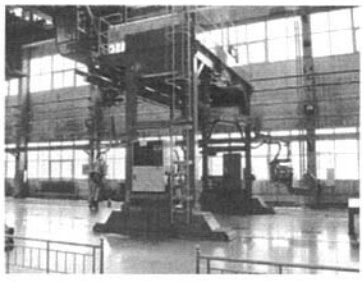


图 9　龙门悬臂点焊机



图 10　总组成点焊机

（2）激光焊工艺　激光焊机主要用于不锈钢平板的拼接焊。其特点是焊机带有激光切割功能，每次焊接前要对板材进行切割，以便保持焊接要求 0.3mm 以内的间隙。激光焊机如图 11 所示。

（3）MIG 焊、TIG 焊及微束等离子弧焊工艺　MIG 焊、TIG 焊和微束等离子弧焊等工艺在不锈钢车体的生产中应用很多，主要是手工焊和手工半自动焊。应用的

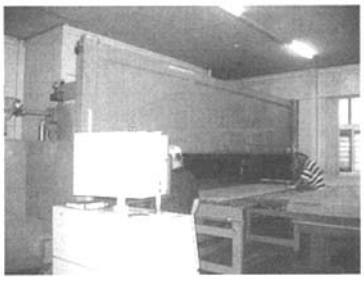


图 11　激光焊机

焊接材料为 308L 和 309L，焊丝直径为 1.0mm 和 2.0mm。保护气体为氩－氧混合气和氩气。焊接设备使用数字式逆变脉冲电源，额定电流 350A。3 种焊接工艺所用设备都是标准焊接设备，应用比较广泛。此外还应用一些固定式和悬挂式点焊机，用于小件的焊接。

三、焊接新技术在铝合金车体生产上的应用

铝合金车体重量轻、耐腐蚀，外观平整度好，且易于制造复杂曲面车体，从而受到世界各城市交通公司和铁道运输部门的欢迎。铝合金车体不仅用在城市轨道车辆上，而且在高速铁路车辆的制造上具有其他材料不可替代的特点，因此，铝合金车体的前景性非常好。长客生产的 200km/h 铝合金动车组如图 12 所示。



图 12　铝合金动车组

1. 铝合金车体结构

铝合金车体设计结构主要有两种形式，即板梁结构和闭式中空型材结构，分别如图 13 和图 14 所示。

2. 铝合金车体焊接

铝合金是所有金属中最难焊接的材料之一。良好的焊接质量需要投入更多的资金进行人员培训，以及设备、工装的投入。铝合金车体主要应用 MIG 焊工艺。为降低人员成本，保证焊接质量，铝合金车体更适合自动化焊接。铝合金车体焊接通常分为车体大部件自动焊和总组成自动焊，大部件自动焊一般指车顶板、地板自动焊、边梁自动焊、底架和车顶及侧墙自动焊；总组成自动焊一般指侧墙和车顶、侧墙和底架连接缝自动焊。小部件焊接中，枕梁等关键部件也经常使用机械手进行焊接。铝合金车体制造中投入大型关键焊接设备和装备，是制造铝合金车体的必备条件。图 15、图 16、图 17 和图 18 分别是铝合金车体生产所用焊接加工设备。

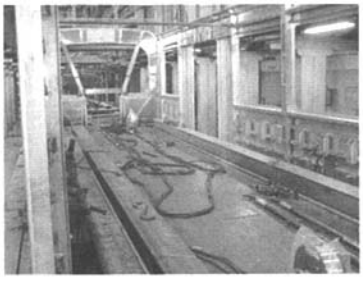


图 13　板梁结构铝合金车体

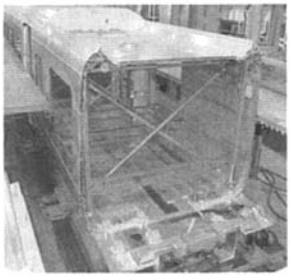


图 14　中空型材结构铝合金车体

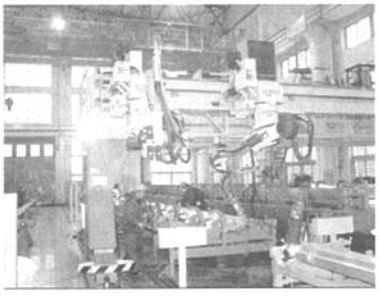


图 15　铝合金车顶焊接机器人



图 16　铝合金窗口数控加工设备

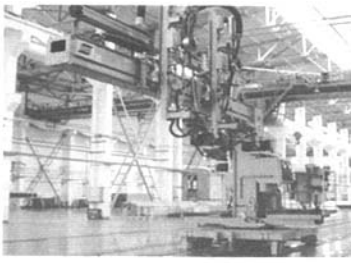


图 17　铝合金车体总组成焊接机器人

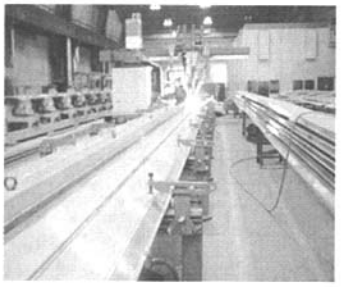


图 18　铝合金车体底架焊接机器人

除此之外，铝合金车体生产中应用 TIG 手工焊和 MIG 半自动焊工艺。应用的焊接材料为 5356 和 4043，焊丝直径 1.2mm，保护气体为氩气。焊接设备使用数字式逆变脉冲电源的标准设备，额定电流 500A。

四、焊接新技术在碳钢车体生产上的应用

碳钢车体是板梁结构的。碳钢车体的焊接采用气体保护焊工艺，主要是手工焊和半自动焊。焊接材料为耐候钢焊丝 ER44—8 和低合金钢焊丝 ER50—6，焊丝直径 1.2mm。保护气体为 Ar-CO_2 混合气。焊接设备额定电流 500A 或 350A。只有车顶有一台焊接机器人，见图 19。



图 19　碳钢车体车顶焊接机器人

五、焊接新技术在转向架生产上的应用

转向架为焊接结构，其构架组成为“H”形结构，钢板材质为 S355J2G3 或 16MnR。焊接主要采用气体保护焊工艺，主要是自动焊和半自动焊。焊接材料为 ER70S—6 和 ER50—6，焊丝直径 1.2mm。保护气体为 Ar-CO_2 混合气，焊接设备额定电流为 500A。转向架焊接有 15 台焊接机器人。构架焊接机械手的特点是 9 轴的，与焊接变位机联动（见图 20、图 21 和图 22）。

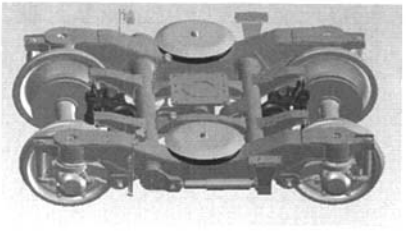


图 20　CW—200 转向架

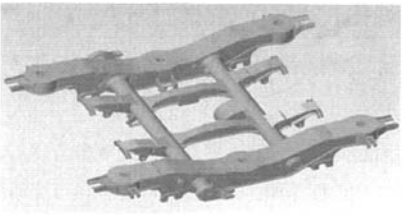


图 21　构架

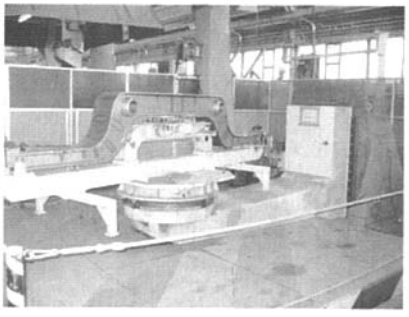


图 22　构架侧梁焊接机械手

六、车辆生产急需焊接设备

车辆生产中急需的设备包括：

（1）不锈钢车顶纵向搭接缝 MIG 自动焊（焊接机器人）。

（2）不锈钢侧墙对接激光焊机。

（3）铝合金摩擦焊机。

（4）铝合金车体点焊机。

（5）碳钢车体点焊机。

（6）CMT 焊机。

（7）焊接车间整体焊接烟尘除尘设备。

（8）标准焊接设备。 （20070910）