

客车铝合金骨架及构件的制造

徐德安, 伍豪杰, 刘庚林, 杨浩

(中车时代电动汽车股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要:介绍用铝合金材料制作客车骨架构件及其连接的几种方式, 以及相应的优缺点。

关键词:客车; 铝合金; 骨架; 构件

中图分类号:U463.83⁺1; U469.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-3331(2022)04-0046-03

Manufacture of Framework and Members for Bus Aluminum Alloy

XU Dean, WU Haojie, LIU Genglin, YANG Hao

(CRRR Electric Vehicle Co., Ltd., Zhuzhou 412007, China)

Abstract: This paper introduces several ways of using aluminum alloy material to make bus framework members and their connections and the corresponding advantages and disadvantages.

Key words: bus; aluminum alloy; framework; member

在节能减排的大环境下, 客车设计与制造都向着轻量化方向发展, 尤其是电动客车, 续航里程与整车重量密切相关, 客车骨架作为客车车身零件中比重最大的部件, 在不改变整车刚度与强度性能的基础上, 使用铝合金材料, 是目前最直接有效的轻量化方向, 铝合金零件及其连接方式在客车骨架制造上可大范围推广。

1 客车铝合金骨架构件的制造

1.1 客车铝合金骨架构件的断面形式

铝合金材料的弹性模量 E 约为 72 000 MPa, 钢材的弹性模量 E 约为 206 000 MPa, 根据零件的刚度 $K=EI_z$ 可知, 在铝合金材料的弹性模量约为钢材的 1/3 情况下, 为确保铝合金零件的刚度不小于钢制零件, 铝合金零件的截面惯性矩 I_z 须大于等于 3 倍钢制零件的惯性截面矩。 $I_z = bh^3/12$, b 为零件宽度, h 为零件高度, 钢材密度约为铝合金密度的 2.8 倍, 所以在铝合金材料零件质量比钢制零件质量低 10% 的前提下, 仅需将零件的高度尺寸提升约 20%, 就能够达到相同的刚度要求。

若铝合金材料零件高度增加受限, 可在宽度方向增加壁厚或者加强筋, 使截面设计为多筋型、“日”字型或“目”字型结构, 如图 1 所示。因此, 应根据重量和刚度的目标、空间需求, 结合 CAE 分析灵活选用断面形式。

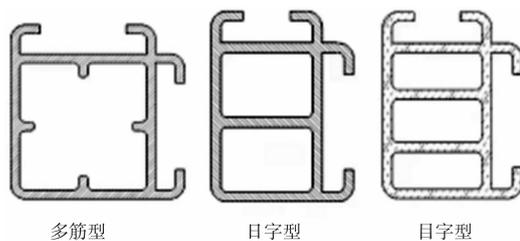


图 1 车身铝合金骨架主要截面形式

1.2 客车铝合金骨架构件的加工方式

客车铝合金骨架构件由不同断面的铝合金型材加工而来。铝合金型材采用挤压成型工艺, 对放在模具型腔内的铝坯料施加强大的压力, 迫使铝坯料产生定向塑性变形, 从挤压模具的模孔中挤出, 从而获得所需断面形式、尺寸和具备一定力学性能的零件^[1-2]。

铝合金骨架构件根据客车骨架的结构形式和精

收稿日期: 2022-04-01。

第一作者: 徐德安 (1986—), 男, 助理工程师; 主要从事汽车白车身零部件研究与开发、汽车工装夹具开发与应用工作。E-mail: anzai7784062@126.com。

度要求,采用不同的设备进行加工:

1) 直构件。在加工精度要求大于1 mm时,采用带锯床加工;在加工精度要求小于等于1 mm时,采用直切锯、圆盘锯或数控切管机加工。

2) 端头带斜面构件。在加工精度要求小于等于1 mm时,使用自动斜切锯或圆盘锯加工;在加工精度要求大于1 mm时,采用斜切锯加工。

3) 复杂形状端头构件。在加工精度要求小于等于1 mm时,采用管激光或者数控机床进行加工;加工精度要求大于1 mm时,采用斜切锯或数控等离子设备加工。

4) 构件上的孔、缺口等。位置精度要求大于等于2 mm、孔径精度要求大于0.5 mm的圆孔,使用摇臂钻加工;位置精度要求小于2 mm、孔径精度要求小于等于0.5 mm的圆孔,使用冲压机床、管激光或者数控机床进行加工;异型孔、缺口的位置精度和尺寸精度都要求大于2 mm时,使用数控等离子进行加工;异型孔、缺口的位置精度和尺寸精度都要求小于等于2 mm时,使用数控机床或者管激光加工。

2 客车铝合金骨架的制造工艺

2.1 总体概述

客车铝合金骨架的制造过程,即为客车铝合金骨架构件的连接过程。客车骨架体积大,空间相对宽裕,尺寸控制要求高,多采用弧焊、螺接或铆接^[3-7] 3种连接形式,具有操作简单、连接成本低、生产节拍快的特点。

客车长度小于6 m的铝合金骨架构件连接接头少,尺寸精度控制难度小,常采用操作方便生产节拍最快的弧焊进行连接;客车长度为6~10 m的铝合金骨架构件连接接头相对较多,尺寸精度控制难度增加,为减小弧焊热输入对铝合金骨架尺寸精度的影响,常采用螺接与弧焊相结合的方式连接铝合金构件,接头密度大的区域使用螺接,接头密度小的区域使用弧焊;客车长度超过10 m的车型,为了消除热输入对铝合金骨架尺寸精度的影响,其铝合金构件间常采用螺接与铆接。

在铝合金骨架中对抗弯能力和抗扭能力要求较高的构件连接接头,如立柱与横梁、立柱与纵梁、横梁

与纵梁的连接通常使用螺接;在铝合金骨架中构件连接空间狭小,而且是构件表面与表面之间连接,如前后围骨架总成与顶盖骨架总成、前后围骨架总成与侧围骨架总成的相应构件连接通常采用铆接;构件间的辅助加强连接,如侧围骨架中“T”型接头的加强连接、前围骨架与顶边梁的加强连接也通常采用铆接。

2.2 客车铝合金骨架构件的弧焊

铝合金构件间的弧焊,包括MIG焊和TIG焊。

MIG焊是使用可熔化的金属焊丝作为电极,通过电极的熔化,将零件连接在一起的焊接方式。其焊接热输入大,焊接节拍快。壁厚大于1.5 mm的铝合金构件之间使用MIG焊。MIG焊产生的变形量通过铝合金构件间尺寸的放量达到尺寸要求,铝合金构件壁厚越大,产生的变形越小,相应的焊接节拍就越快。

TIG焊是使用钨电极与被焊构件之间产生的电弧热熔化母材和填充焊丝的焊接方式。此种焊接形式的热输入量小,焊接节拍较慢,适合壁厚小于1.5 mm的铝合金构件的焊接。

2.3 客车铝合金骨架构件的螺接

客车铝合金骨架构件的螺接接头有两种,一种是“一”型接头,一种是“T”型接头。“一”型接头通过使用螺栓和连接平板把两根直线对接的铝合金构件连接在一起。“T”型接头通过使用螺栓和连接角把2根“T”型对接的铝合金构件连接在一起。螺栓连接时应旋转锁止螺母块穿入铝合金构件的边缘卡槽中,通过卡槽限位防转与锁止。

螺接不产生高热变形,而且连接强度可靠。除了连接铝合金构件外,铝合金构件与非铝构件的连接也常采用螺连形式。

为保证连接螺栓与铝合金旋转锁止螺母块、铝合金构件(或钢构件)与铁制构件不产生电化腐蚀,安装螺栓前,应将结构胶涂在螺栓、螺母块、连接角和连接板的连接部位,一方面可避免电化腐蚀^[8],另一方面可在结构胶硬化后,减小螺栓的紧固扭力衰减,从而保持连接强度。

2.4 客车铝合金骨架构件的铆接

铝合金构件在没有设计安装螺母块的槽型结构时,为了构件间的“T”型接头和“一”型接头连接完整,通常使用带铆接圆孔的“T”型和“一”型钢板覆盖

在铝合金构件间对应接头外表面,并在构件的对应位置开铆接孔,再使用高强度铆钉进行铆接^[9-11]。此种连接方式的构件既可为同种的铝合金材质,也可为钢、铝等异种材质。高强度铆钉选用不锈钢材质,在增加铆钉强度的同时,也增强了铆钉的防腐性能。同样,也需要在接头贴合区域、铆钉表面都进行结构胶涂抹处理。

3 结束语

在铝合金客车骨架制造中,铝合金构件的制造和连接,要根据不同类型、不同用途、不同要求的结构,选取最优的工艺,以达到最优的综合效果。

参考文献:

- [1] 王泽平. 铝合金客车车身连接结构分析[J]. 客车技术, 2019(6):46-48.
- [2] 易斌. 铝合金前副车架 CAE 分析及试验验证[J]. 公路与汽运, 2017(2):9-12.
- [3] 王保清. 铝合金骨架制作工艺及应用浅析[J]. 锻压装备与制造技术, 2017, 52(4):92-94.
- [4] 李勇, 宋筠毅, 程德富, 等. 汽车车身铝合金焊接与连接技术[J]. 汽车工艺师, 2019(12):5.
- [5] 石成义, 张东, 韩华然, 等. 客车铝车身骨架合装方法研究[J]. 客车技术与研究, 2019, 41(1):22-25.
- [6] 康洁, 陈玮, 张铁, 等. 基于铝合金车身结构的连接方法研究[J]. 汽车科技, 2017(2):45-49.
- [7] 宋筠毅, 刘东阳, 张正林, 等. 铝合金在轻量化车身中的应用及连接技术[J]. 上海汽车, 2016(6):52-56.
- [8] 王帆, 王保成, 段晓俊, 等. 5A06 铝合金及焊接材料的电化学腐蚀行为[J]. 材料保护, 2015, 48(7):58-59.
- [9] 黄兴, 杨宏, 陈东, 等. 铝合金车身设计中的铆接技术[J]. 汽车工艺师, 2019(8):45-48.
- [10] 米占丰. 汽车车架的铆接缺陷及预防措施[J]. 现代工业经济和信息化, 2011(12):51-52.
- [11] 张燕飞. 改善 2A10 铝合金铆钉线材铆接性能的生产工艺研究[J]. 轻合金加工技术, 2015, 43(9):42-45.