

内容简介

本书由六篇构成，每篇根据归类，又分为不同的章节。第一篇是铝合金车体制造技术基础篇，主要叙述铝合金车体生产过程中的专业技术基础；第二篇是铝合金焊接质量体系 and 检验控制篇，主要介绍了铝合金车体焊接质量体系应该完成的工作、工作规则以及焊接质量检测和控制的方法；第三篇是铝合金车体制造模式篇，详细介绍了轨道装备制造企业世界各主要公司的铝合金车体生产模式，从各种模式的比较中，可以清楚了解到铝合金车体制造技术在世界的发展情况；第四篇是工装卡具设计篇，通过对铝合金车体制造过程所需要的工装卡具的介绍，详细了解工装卡具的设计原则和方法；第五篇是焊接培训篇，详细介绍了焊接培训的各种技巧和培训内容；第六篇是焊接环保篇，目的是让操作者和企业管理者意识到铝合金焊接烟尘对健康的危害，了解保护自己健康的方法和必要性。

本书第一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十四、十五、十六、十七、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十章由长春轨道客车股份公司撰写，撰写人员：王炎金

第十二章 由北京航空制造工程研究所栾国红和长春工业大学宫文彪撰写。

第十三章 由哈尔滨焊接研究所激光加工技术中心撰写，撰写人员：王旭友、雷振、王威。

第二十二、二十三、二十四、二十五章由长春轨道客车股份公司撰写，撰写人员：王俊玖

第十八、十九章由长春轨道客车股份有限公司撰写；撰写人员：丁国华

第二十六、二十七由长春轨道客车股份有限公司撰写，撰写人员：夏长青

第十六章由长春轨道客车股份有限公司撰写，撰写人员：梁继业

第三十一、三十二章由长沙凯天环保科技股份有限公司撰写，撰写人员：徐文汉、胡天明

全书由中国北车集团公司总裁奚国华审核并提出修改意见，中国工程院院士林尚杨给予写序和指导。

本书实践性、理论性、技术超前性均很好，可供工程技术人员、在校大学生、职业技术学院学生和企业管理者使用，特别适合从事铁路设备制造工厂和从事焊接的技术人员使用。

本书未经作者本人和机械工业出版社共同许可，不可以用任何形式的电子化处理、拷贝、复制该图书。

前 言

铁路是国民经济的命脉，铁路运输事业的不断发展，给轨道交通运输车辆提出了越来越高的要求，轻量化和高速化已成为现代化铁道车辆运输的重要标志，要做到轻量、高速，最好的办法就是减轻车体自重，大力发展铝合金车辆，采用铝合金车体是铁路运输事业和城市轨道车辆发展的必然趋势。

我国开发铝合金车体的起步比较晚，1989年长春轨道客车股份公司开发了首辆铝合金地铁车体，1996年首次用进口大型铝型材开发了“中华之星”号铝合金车体，2001年长春轨道客车股份公司建成了国内第一条铝合金车体自动化生产线，并利用国产铝型材先后开发研制了国内第一列广州二号线地铁、深圳一号线地铁、长白山号动车组、武汉轻轨和重庆单轨车辆，这些产品对推动中国铝合金车体制造技术和引导车辆消费市场起到巨大推动作用。目前铝合金车体高速动车组已经大量运营在我国的各条铁路干线上，为缓解我国铁路运营能力起到决定作用。由于铁路制造技术发展异常迅速，相关科研、教学资料明显滞后，没有一本系统的制造技术丛书可以借鉴，为此中国北车集团组织北车相关单位编写了一套“轨道车辆制造技术”系列丛书，全面反映和介绍铁路车辆制造技术的发展，为人才培养、技术进步做好基础工作。

本书为铝合金车体制造技术部分，由中国北车集团奚国华、王炎金组织编写，本书从铝合金材料、设备、焊接工艺、加工工艺、车辆制造工艺、质量控制、人员培训、环境保护与健康、工装卡具设计等方面全面介绍了铝合金车体生产所涉及的相关技术，是一本内容新、实用性高的高水平的专著，是理论和实践的高度总结。本书可以作为在校大学生、企业工程师、技术管理者、焊接培训机构、职业技术学院的参考用书。

铝合金车体制造技术发展很快，内容也很丰富，但是限于时间和作者的水平，书中不妥之处在所难免，真诚希望使用本书的同志批评指正。

作者

2009年10月

序

实践是人类认识世界的源泉，理论往往是实践经验的总结，并通过实践实现社会效益。因此，实践经验无论是成功的还是失败的都是很宝贵的，通过实践证明是成功的经验更加宝贵。

中国北车集团长春轨道客车股份公司编写的《铝合金车辆焊接工艺学》，就是根据多年制造铝合金车辆的实践经验的总结，总结了在生产实践中发现的各种问题，以及在实践中逐一解决这些问题的有效措施。难能可贵！

我国每年出版许许多多的科技书籍，但是直接来自企业编写的书并不多见。希望通过这本书的出版能带动更多生产第一线的工程师、技师参与编写和总结实际生产经验的书，繁荣我国科技图书的市场。

当今，保持人类生存与发展的环境问题是世界各国共同面临的最大挑战。其中减少温室气体排放是重中之重，而节能减排是主要的措施。轻金属的扩大应用是 21 世纪的必然，铝及铝合金不仅在航空航天器，而且在汽车、轨道交通车辆、船舶以及金属结构等领域也将不断增加其应用的比重。《铝合金车辆焊接工艺学》一书以铝合金的焊接制造为中心，全面介绍了铝合金车体制造中的结构设计工艺性、焊接工艺特点与加工技术、焊工的培训步骤、车体的制造模式、质量控制与检验、焊接环境与职业健康的有关问题。不但为轨道交通车辆的制造全面总结了一套成熟的制造技术，而且也为其他行业提供可以借鉴的经验。

改革开放 30 年来，我国已经发展成为世界最大的焊接大国，希望到 2020 年我国能成为世界焊接强国。在这过程，科学地总结经验和不断地技术创新是非常重要的。

中国科学院院士

林尚扬

2009 年 10 月 4 日

目 录

第一篇 铝合金车体制造工艺基础篇

第一章 绪论

第一节 铝合金车体在轨道车辆上的基本概念

第二节 铝合金车体优点和在我国的概况

第三节 铝合金车体典型结构和各自优缺点

第二章 铝合金车体设计工艺性技术

第一节 铝型材设计工艺性技术

第二节 铝合金车体结构设计精细化技术

第三节 铝合金车体结构设计标准化技术

第四节 接头设计和接头准备

第三章 铝及铝合金材料

第一节 铝及铝合金材料的应用领域

第二节 铝及铝合金材料的物理特性

第三节 铝及铝合金材料的分类

第四节 铝及铝合金材料的焊接特性

第四章 铝及铝合金焊接材料

第一节 焊接保护气体

第二节 焊接填充材料

第五章 铝及铝合金焊接打磨工艺

第一节 焊前清理

第二节 焊缝修理

第三节 焊缝磨平

第四节 化学清洗

第六章 铝及铝合金加热处理工艺

第一节 焊前预热

第二节 焊后火焰调修

第三节 焊后热处理

第七章 铝及铝合金常见焊接缺陷、原因分析和控制规则

第一节 气孔

第二节 裂纹

第三节 夹渣

第四节 根部未熔合和未焊透

第五节 错边

第六节 根部间隙

第七节 咬边

第八节 焊缝加强高和宽度过大

第九节 焊接背透和凸度过大

第八章 铝及铝合金焊接变形和调修技术

第一节 焊接变形产生的原因

第二节 焊接变形的影响因素和解决措施

第三节 焊接变形的调修方法

第九章 铝及铝合金 MIG 焊设备和工艺

第一节 MIG 焊接工艺的定义

第二节 MIG 焊接设备

第三节 MIG 焊电弧方式

第四节 MIG 焊接起弧、收弧、焊接过程

第五节 MIG 焊接坡口设计

第六节 MIG 焊焊接参数指导值

第七节 MIG 焊焊接缺陷产生种类和原因

第十章 铝合金车体 MIG 自动焊接技术

第一节 铝合金车体自动焊接技术在铁路行业发展概况

第二节 铝合金车体自动焊特点

第三节 铝合金车体自动焊实施的关键要点

第四节 铝合金车体自动焊常见故障和处理办法

第十一章 铝及铝合金 TIG 焊接设备和工艺

第一节 TIG 焊接工艺的定义

第二节 TIG 焊接电源种类

第三节 TIG 焊接设备构成

第四节 TIG 焊接操作

第五节 TIG 脉冲焊接

第六节 铝及铝合金 TIG 焊工艺

第十二章 铝及铝合金搅拌摩擦焊技术

第一节 搅拌摩擦焊发展概述

第二节 搅拌摩擦焊原理

第三节 搅拌摩擦焊术语定义

第四节 搅拌摩擦焊技术特点

第五节 搅拌摩擦焊工艺参数

第六节 搅拌摩擦焊在列车制造领域应用

第七节 搅拌摩擦焊设备

第十三章 铝及铝合金激光—MIG 复合焊接技术

第一节 概述

第二节 激光—MIG 复合热源焊接设备

第三节 激光与电弧的相互作用机理

第四节 激光—MIG 复合热源焊接工艺

第五节 铝及铝合金激光—MIG 复合热源焊接接头冶金性能特性

- 第六节 铝及铝合金激光-MIG 复合热源焊接常见的缺陷及原因
- 第七节 铝及铝合金激光-MIG 复合热源焊接技术的应用
- 第八节 激光安全防护

第十四章 铝及铝合金电阻点焊技术

- 第一节 铝合金电阻点焊的工艺特点
- 第二节 焊接参数设置的基本原理和步骤
- 第三节 焊接操作步骤
- 第四节 焊接过程的监控
- 第五节 焊接设备常见的故障和常见的处理方法
- 第六节 工件实际焊接过程的操作指南（手工操作）

第十五章 铝及铝合金火焰钎焊技术

- 第一节 基本概念
- 第二节 铝及铝合金火焰钎焊工艺特点
- 第三节 钎焊铝合金结构工装要求
- 第四节 铝钎焊接头力学性能、清洗和检验要求

第十六章 铝及铝合金冲压技术

- 第一节 冲压下料技术
- 第二节 弯曲成型技术
- 第三节 蒙皮成型技术
- 第四节 成型工件调型技术

第十七章 铝及铝合金加工技术

- 第一节 铝型材及车体小部件加工技术
- 第二节 铝合金车体大部件加工技术

第二篇 铝合金焊接质量体系及检验控制篇

第十八章 铝及铝合金焊接工艺评定的原则

第一节 工艺评定的目的

第二节 工艺评定内容的制定流程

第三节 车辆工业铝合金车体焊接应该进行的工艺评定内容

第十九章 铝及铝合金焊接工作试件的制定原则

第一节 工作试件的制作目的

第二节 工作试件的应用对象和方法

第二十章 铝及铝合金产品的焊缝质量检验

第一节 外观检验

第二节 焊缝掰开试验

第三节 宏观断口检测试验

第四节 X射线探伤

第五节 超声波探伤检验

第六节 接头机械性能试验

第七节 渗透试验

第八节 金相检验

第九节 腐蚀试验

第十节 硬度试验

第二十一章 产品形位公差检验

第一节 尺寸检验

第二节 轮廓检验

第三节 形位公差等综合检验

第三篇 铝合金车体制造工艺模式篇

第二十二章 侧墙制造工艺模式

第一节 模块化侧墙制造模式

第二节 开式型材侧墙制造模式

第三节 闭式型材侧墙制造模式

第二十三章 车顶制造工艺模式

第一节 板梁结构车顶制造工艺模式

第二节 带有空调机组座的车顶制造模式

第三节 圆顶车顶制造模式

第二十四章 底架制造工艺模式

第一节 城轨车底架制造模式

第二节 高速车底架制造模式

第二十五章 铝合金车体总组成制造工艺模式

第四篇 铝合金车体工装设计篇

第二十六章 铝合金车体小部件工装设计

第一节 可翻转工装设计方法

第二节 多点过定位设计方法

第三节 快速压紧设计方法

第二十七章 铝合金车体大部件工装设计

第一节 通用工装设计理念

第二节 工装整体翻转设计理念

第三节 在工装中设置工件挠度和焊接反变形方法

第四节 大型工装设计举例

第五篇 焊接培训篇

第二十八章 铝及铝合金焊工培训内容

- 第一节 焊接基本概念培训
- 第二节 焊接基本技能培训
- 第三节 铝合金焊工能力培训和考证规定
- 第四节 组合内容培训
- 第五节 工艺评定内容培训

第二十九章 MIG 焊工培训步骤

- 第一节 MIG 焊接设备使用训练
- 第二节 码（堆）焊道基本功训练
- 第三节 打底焊道训练
- 第四节 平焊位置的单道角焊
- 第五节 平焊位置的单道对接焊
- 第六节 平焊位置的多道角焊
- 第七节 铝管平焊位置的单道对接焊
- 第八节 铝板平焊位置的多道对接焊缝
- 第九节 横焊位置的多道角焊和对接焊缝
- 第十节 立向上位置的多道角焊和对接焊缝
- 第十一节 仰焊位置的多道角焊和对接焊缝
- 第十二节 管水平固定位置的多道焊接

第三十章 TIG 焊工培训步骤

- 第一节 TIG 焊接设备使用训练
- 第二节 建立电弧，形成熔池
- 第三节 铝板上的平焊堆焊
- 第四节 平焊位置的单道角焊

- 第五节 在铝板上进行平焊位置的单道对接焊
- 第六节 在板材上进行平焊位置的多道角焊
- 第七节 铝管单道焊和多焊道平焊
- 第八节 铝板多道对接平焊
- 第九节 横焊多焊道角焊和对接焊
- 第十节 立式多焊道角焊和对接焊
- 第十一节 仰焊多焊道角焊和对接焊
- 第十二节 水平固定位置多焊道铝管焊接

第六篇 铝及铝合金焊接职业健康与安全环保

第三十一章 铝及铝合金焊接的职业健康和烟尘危害

- 第一节 铝及铝合金焊接的职业健康安全要求
- 第二节 焊接烟尘的产生机理
- 第三节 焊接烟尘的成份及危害

第三十二章 铝合金焊接烟尘的治理

- 第一节 劳动保护方法
- 第二节 局部除尘治理方法
- 第三节 焊接烟尘的整体厂房治理
- 第四节 工程实例——CRH3 高速列车焊接厂房除尘除湿空调工程