

---

突破铝/钢电阻点焊工艺替代高成本铆接工艺，是实现铝、钢混合车身低成本制造的关键技术。然而铝合金表面易生成高熔点、高电阻率的氧化膜。焊接过程中氧化膜会增加焊点产热，促进界面脆性相生长，凝固阶段会形成氧化膜夹杂。氧化膜制约了铝/钢电阻点焊技术的大规模工业化应用。面向铝/钢异质材料的低成本、高性能电阻点焊需求，本文研究了氧化膜对 5 系铝合金/镀锌低碳钢焊点宏微观质量的影响规律，发现了含氧化膜缺陷的铝/钢焊点高温烤漆后接头性能显著下降的现象，揭示了高温烤漆对含氧化膜缺陷的铝/钢焊点性能劣化机制；针对氧化膜带来的不利影响，提出了基于多阶段脉冲的氧化膜缺陷分布及熔核生长协同调控的新工艺，通过增大熔核厚度，增加了熔化金属和氧化膜缺陷的流动速度，有效改变了氧化膜缺陷沿界面的分布状态，确定了氧化膜分布有效调控的熔核厚度，实现了在瞬时、封闭特征下焊点的形、性协同调控，解决了铝/钢焊点沿界面氧化膜缺陷脆性开裂的工程技术难题；面向工业生产开展了多阶段脉冲铝/钢点焊工艺的适用性研究，探究了焊接飞溅、焊枪刚度、电极臂变形对多阶段脉冲铝/钢焊点宏微观特征和力学行为的影响，为工艺控制、焊枪设计、质量评价提供了理论依据。