

高性能煤矿机械用易焊接 Q890 钢的制备

Yang Kang (杨康), Guo Jia (郭甲), Yang Senyu (杨森宇)

东北大学、材料科学与工程学院、材料科学与工程

Abstract: at present, the welding performance of Q890 steel used in production is poor, mainly manifested in the low welding heat input, less than 20kJ/cm, which cannot meet the requirements of robot welding. In this experiment, thermal simulation test was used to study the microstructure and properties of heat-affected zone (HAZ) of Q890 steel after composition optimization under different heat input. The results show that when the heat input is 35kJ/cm, the impact toughness of the heat-affected zone is the highest and meets the welding requirements of Q890 high strength steel. Through the microstructure analysis, it is found that the acicular ferrite (AF) in the microstructure of the heat-affected zone is beneficial to improve the toughness and welding property of Q890 steel.

Keywords: Q890, Heat affected zone, Acicular ferrite (AF), Welding heat input.

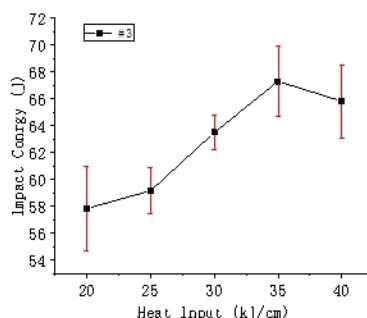
煤矿机械用钢在使用过程中受冲击、静载荷等力的作用，工作条件恶劣，对钢的强度、冲击韧性和焊接性能要求越来越高。调质态的 Q890 高强钢因其高强度、高韧性和优良焊接性能特点在煤矿机械中应用具有前景，但调质态钢随着强度的增加，其焊接性变差，严重限制了调质态 Q890 钢在煤矿机械领域的应用范围。随着工业生产的机械化，机器人焊接技术被工厂大规模使用。目前的 Q890 钢焊接热输入较低，小于 20kJ/cm，随着热输入的提高，其焊接性能降低，不能在保证焊接质量的前提下，提高机器人焊接的工作效率。为了提升机器人焊接效率，保证焊接质量与稳定性，通过调整 Q890 化学成分，研发出高热输入、高性能的 Q890 钢十分有意义。

1、易焊接 Q890 实验钢焊接性能研究

将成分优化后的 Q890 钢坯轧制成厚度为 13mm 的钢板，进行 920℃ 淬火 + 520℃ 回火调质处理，制备为实验钢，检测其力学性能满足 Q890 标准要求。焊接热影响区 (HAZ) 是焊接接头中性能最薄弱的部分，Q890 焊接热影响区的冲击韧性可反映出其焊接性能的优劣。对易焊接 Q890 实验钢进行以下实验：(1) 对易焊接 Q890 实验钢进行焊接热模拟实验，模拟热输入分别设置为 20kJ/cm、25kJ/cm、30kJ/cm、35kJ/cm 和 40kJ/cm。考察在不同热输入下 Q890 实验钢 HAZ 的显微组织和冲击韧性。(2) 对易焊接 Q890 实验钢中夹杂物进行成分扫描 (EDS)，研究夹杂物的类型。(3) 进行高温原位观察实验，观测易焊接 Q890 实验钢焊接热影响区，在焊接过程中的显微组织演化。

2、实验钢显微组织分析与实验结论

当热输入由 20kJ/cm 增加到 35kJ/cm 时，实验钢 HAZ 中原奥氏体晶粒开始粗大，马氏体减少，残余奥氏体减少，板条贝氏体增多，针状铁素体和粒状贝氏体出现，冲击韧性逐渐增加（如右图所示）。当热输入由 35kJ/cm 增加到 40kJ/cm 时，实验钢 HAZ 中粒状贝氏体增加，板条贝氏体减少，铁素体中开始析出碳化物颗粒和粒状渗碳体，大块晶界铁素体开始出现，冲击韧性开始降低。



实验钢在不同热输入下的冲击韧性图

通过易焊接 Q890 实验钢焊接性能研究，可得出以下结论：（1）经过成分优化后的易焊接 Q890 高强钢，最高热输入达到 35kJ/cm 时，仍然能保持良好的焊接性能，远高于目前生产出的其他种类的 Q890 钢。（2）易焊接 Q890 钢在热输入为 35kJ/cm 时，热影响区中针状铁素体主要以实验钢中 0.2~2.0 μm 的夹杂物为形核质点并长大。（3）易焊接 Q890 钢焊接接头的显微组织中，针状铁素体的形成有利于提高焊接粗晶热影响区的冲击韧性，从而改善 Q890 钢的焊接性能。