

钢轨气压焊接头断裂分析

朱峰^{1, 2}, 侯文科¹, 李建刚³, 石建伟³

(1 山东大学 材料学院, 山东 济南 250061; 2 济南铁路局 换轨大修段, 山东 济南 250022;

3 山东张店钢铁总厂, 山东 淄博 255007)

摘要: 对胶济线K247+975处气压焊断裂接头进行宏观检查、显微形貌与成分分析, 认为组织为莱氏体的异种金属物是断裂源, 断裂原因是人为熔入铸铁块所致。提出实施小型气压焊接应避免过度加热, 杜绝在焊接头进行焊后火焰修补及填充其它金属物。

关键词: 钢轨接头; 气压焊; 失效断裂

中图分类号: TG453+2 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2003) 06-0054-02

Analysis of the Fractured Rail Gas Pressure Welding Joint

ZHU Feng^{1, 2}, HOU Wen-ke¹, LI Jian-gang³, SHI Jian-wei³

(1 Shandong University, Jinan 250061; 2 Track Overhaul Division of Jinan Rail Bureau, Jinan 250022;

3 Zhangdian Iron and Steel General Works, Zibo 255007, China)

Abstract: Discussed the fractured causes of rail pressure gas welding joint which located in K247+975 on Jiaoji rail road by macro and micro examination and composition analysis of the fracture surface. The conclusion is that the dissimilar metallics with ledeburite is the crack initiation, and the man-added cast iron resulted in this failure. The preventative measures such as avoiding overheat, flame healing up after welding and filling other metallics in welding joint during small-scale gas pressure welding were offered to ensure the welding quality.

Keywords: rail joint; pressure gas welding;; failure fracture

1 前言

2001年3月13日, 济南铁路局管内胶济下行线K247+975处发生钢轨接头断裂。钢轨接头为气压焊焊接, 在线路上共使用14天, 其外观形态及断裂形貌见图1。为找出断裂原因, 对焊接头的宏观形貌、显微组织和成分进行了分析。



图1 焊接头的断裂形貌

2 断裂原因分析

2.1 外观检查

对焊接头的外观质量和表面状态检查结果表明，焊接头的表面状态良好，外观质量符合技术要求，未发现表面裂纹和过烧等引起的宏观缺陷；焊头的断裂位置不在熔合线处，而是在离熔合线约20mm处的热影响区。

2.2 断口观察

断口形貌特征见图2，钢轨底角处断口局部形貌见图3。对断口形态特征的检查结果表明，在一侧的钢轨底角上弧面处存在一明显的白色异金属物，其宽度约为20mm，厚度约2~5mm，沿钢轨纵向长度约为25mm。从断口形貌特征分析，异种金属物下方区域呈现明显的放射状纹理，为裂纹扩展区。由于轨底受拉应力，在列车交变应力作用下首先在异种金属物处产生初始裂纹，裂纹源逐步发展，然后突发开裂造成断轨。

2.3 金相分析

为进一步确定断裂的起始位置，在钢轨底角上弧面异种金属物存在区域截取金属试样，进行微观组织检查。结果表明，异种金属物处的金相组织为莱氏体组织(见图4左侧白色区域)，而钢轨焊接热影响区的组织为铁素体和珠光体(见图4右侧黑色区域)。



图2 断口宏观形貌



图3 钢轨底角处断口形貌



图4 异种金属物的金相组织 100×

2.4 成分分析

对钢轨母材化学成分的化验结果见表1。结果表明，化学成分符合该钢种相关技术要求。对异种金属物进行电子探针分析，含碳量在2.14%左右，可判别为莱氏体组织。

表1 钢轨母材化学成分 %

| C | Si | Mn | P | S |
|------|------|------|-------|-------|
| 0.74 | 0.23 | 1.22 | 0.006 | 0.018 |

3 结果与讨论

对断口形貌特征检查可以认为，焊接头的断裂过程为：首先异种金属物在使用过程中开裂，形成裂纹源；此后，在很短的时间内，该裂纹源快速失稳扩展，造成焊接头突然断裂，在这一断裂过程中，几乎不存在稳态疲劳扩展过程。裂纹源之所以会在异种金属物处形成，是因为该异种金属物为莱氏体组织，属脆性相，变形能力极低，当承受载荷时，极易脆裂。

对焊接头断裂位置的检查表明，断裂不是在熔合线而是在距熔合线一侧约20mm的热影响区，而且在焊接头表面未发现有影响焊接质量的有害缺陷。这表明焊接头的断裂和焊接工艺过程无直接关系，焊接头的断裂仅是由于异金属物的存在。而对钢轨材料而言，任何焊接工艺均不能产生莱氏体组织。莱氏体组织是含碳量高的脆性组织，因此，据钢轨化学成分的分析结果可知，钢轨自身也不具有产生这种莱氏体组织的成分条件。

小型气压焊属压焊范畴，即将待焊的钢轨平顺对直，然后把对好的钢轨端部固定在气压焊机的夹具上，利用氧乙炔火焰产生的热量将两端钢轨加热到表面熔化状态，并立即加压，在压力下相互结晶，使两节钢轨焊接在一起，焊接过程中不需要填充材料。对于异金属物的来源，可以断定是由于人为的违规操作所致。据小型气压焊焊接工艺特点分析和焊接现场调查可知，由于小型气压焊接头加热区比较宽，在焊接过程中，在钢轨加热到接近熔化的温度进行顶锻时，钢轨底角容易发生下塌，导致外观质量下降。为弥补此类缺陷，操作工人习惯顺手找一块金属物（经常是铁丝之类）用氧乙炔火焰将之熔化到钢轨底角下塌处，予以填平。这一次使用的是一铸铁块，由于铸铁组织含碳量很高，导致二次冶金融合时形成莱氏体组织，宏观上为异种金属物。

4 结语

综上所述，胶济下行线K247+975处的钢轨接头断裂是由于人为违规焊接操作所致。在实施小型气压焊接工艺时，应避免钢轨的过度加热，减少轨底角下塌的现象。严格遵守焊接工艺操作规范，杜绝在焊接头上进行焊后的火焰修补和填充其它金属物的作业，以防止钢轨焊接头发生类似的断裂，保证铁路运输的安全可靠。

[返回上页](#)