

铸件缺陷焊补新技术的应用及分析

作者：北京奥宇可鑫表面工程技术公司 彭兴玖

摘要：通过铸造缺陷修补机在灰铁 250 及球铁 50 两种铸铁材质试块上焊补效果的显微分析，以及对 2 件 HT250 机床导轨、3 件 QT40-4 阀体渗漏缺陷的焊补效果检测，说明铸造缺陷修补机在焊补灰铁、球铁两种材质铸件上的不同缺陷，焊补效果从颜色及性能方面均能满足要求，是一种值得推广的新技术。

说明：由于我国铸造废品率远高于日本、欧盟等发达国家，于是铸件挽救工程在我国就显得尤为重要。世界第一台专用于修复铸件缺陷的设备在 1999 年诞生于中国北京奥宇可鑫公司，经过近五年的长时间跟踪研究，从用户使用的宏观效果的反馈及微观的实验室分析，我们认为此项新技术已发展成熟，希望将我们的研究成果与广大铸造界朋友共同分享，为铸件挽救工程尽力。

关键词：铸造缺陷修补机 灰铁 球铁 机床导轨 阀体 缺陷 焊补

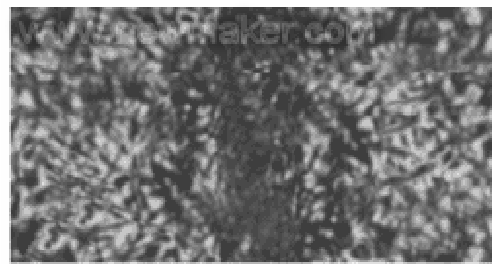
一. 试棒的制做与分析：

1. 灰铁试棒的制做与分析

用 HT250 材质加工一根 $\Phi 3 \text{ Ra}0.6 \times 100$ 的试棒，在试棒表面钻 5-7 个 $\Phi 3-\Phi 7\text{mm}$ ，深度为 3-5 mm 的孔，补材选择材质为 HT250 厚度为 .2-0.4mm 的车屑，设备选择铸造缺陷修补机第五代产品 AKZQB-2000C。

1-1 宏观检测：焊补后基体温度升高 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ，经磨床磨削表面达粗糙度 Ra0.6 时目测：颜色与基体一致、无焊补痕迹、无裂纹。使用手提硬度计检测硬度：基体硬度为 HB172-179，焊补点硬度为 HB183-189。

1-2 金相分析：对焊补点进行抛光、浸蚀，制做金相分析试片 3 块，经 250 倍放大后，金相组织如图 a：左边为基体 HT250，右边为补材 HT250，基体组织改变率 $\leq 6\%$ ，中间区域为过渡区，过渡区内有部分渗碳体出现，实际宽度在 0.1-0.2mm 之间。



基体 HT250 过渡区域 补材 HT250

图 a 灰口铸铁焊补区域的组织 ×250

1-3 结论：试棒在焊补过程中始终处于常温状态，焊补点与基体金相组织基本上未有变化，热影响区 $\leq 0.2\text{mm}$ ，机械加工后焊补点颜色与基体相同，无裂纹、无焊补痕迹、无焊补硬点。

2. 球墨铸铁试棒的制做与分析：

用 QT50-5 材质加工一根 $\Phi 3 \text{ Ra}0.6 \times 100$ 的试棒，在试棒表面钻 5-7 个 $\Phi 3\text{-}\Phi 7\text{mm}$ ，深度为 3-5 mm 的孔，补材选择材质为 QT50-5 厚度为 0.2-0.4mm 的车屑，设备选择铸造缺陷修补机第五代产品 AKZQB-2000C。

2-1 宏观检测：焊补后基体温度升高 $\leq 3^\circ\text{C}$ ，经磨床磨削表面达粗糙度 $\text{Ra}0.6$ 时目测：颜色与基体一致、无焊补痕迹、无裂纹。使用手提硬度计检测硬度：基体硬度为 $\text{HB}175\text{-}180$ ，焊补点硬度为 $\text{HB}186\text{-}197$ 。

2-2 金相分析：对焊补点进行抛光、浸蚀，制做金相分析试片 3 块，经 250 倍放大观测：金相组织如图 b：左边为基体 QT50-5，右边为补材 QT50-5，基体组织改变率 $\leq 5\%$ ，中间区域为过渡区，过渡区内有大量未改变的球状石墨体存在，渗碳体的出现数量很少，实际宽度在 0.1-0.2mm。



基体 QT50 过渡区域 补材 QT50

图 b 球墨铸铁焊补区域的组织 ×250

2-3 结论：试块在焊补过程中始终处于常温状态，焊补点与基体金相组织基本未有变化，焊补点周围热影响区 $\leq 0.2\text{mm}$ ，机械加工后焊补点颜色与基体相同，无裂纹、无焊补痕迹、无焊补硬点。

二. 实物铸件的缺陷焊补效果与分析

1. 机床导轨面缺陷的焊补效果及分析

材质：HT250，表面淬火的机床导轨 2 件，硬度 HRC52-56， $\Phi 1-5\text{mm}$ ，深 3—5 mm 的气孔、砂眼每个导轨 2-4 个，选用第五代产品 AKZQB-2000C 型设备进行焊补，补材选择 HT250 铁屑，厚度为 $\Phi 0.2\text{mm}—0.4\text{mm}$ 。

1.1 加工方法：一根导轨用磨削加工，表面粗糙度为 Ra0.8，一根导轨用电动工具打磨后用 800 目油石研磨，表面粗糙度为 Ra1.6。

1.2 焊补效果检测：宏观目测：焊补点颜色与母体相同，无烧痕、无咬边，用手提式硬度计及 20 倍放大镜检测焊补区域；焊补点及其周边无微裂纹，无明显分界线，焊补点本身硬度为 HB210-230，焊补点附近硬度 HRC51-54，未出现硬点及退火软化现象，PT 剂探伤合格。

2. 阀体缺陷的焊补效果及分析

材质：QT40-4，数量：3 件，阀体在加工过程中，加工面及非加工面由于出现气孔、砂眼而发生渗漏现象，缺陷直径在 $\Phi 1.5-\Phi 8\text{mm}$ 之间，壁厚 15-20mm 左右，标准压力 4Mpa，补材选择 08#、 $\Phi 1.0\text{mm}$ 的普通铁丝及厚度为 0.4mm 左右的 QT40-4 车屑，选择铸造缺陷修补机第五代产品 AKZQB-2000C 型设备进行焊补。

2-1 焊补工艺：首先用电钻或电磨头将 $< \Phi 3\text{mm}$ 的气孔、砂眼扩大到 $\Phi 3\text{mm}$ 以上，对于渗漏

缺陷扩孔深度 6-7mm 时，即可承受 40-50Mpa 压力，非渗漏缺陷扩孔深度应大于后序机械加工量与工件磨损量之和，大于 $\Phi 3\text{mm}$ 以上缺陷可不用扩大。非加工面上的缺陷焊补，最后将频率调整至 16-20HZ 进行平整焊补，焊后不进行打磨加工，加工面上的缺陷焊补用电动工具打磨后，用油石研磨及进行抛光。

2-2 焊补效果检测：非加工面上的焊补点，目测无焊补痕迹，PT 剂着色探伤无裂纹，经 40Mpa 试压无渗漏，加工面上的焊补点，打磨后颜色与基体一致，无焊补痕迹，用 20 倍放大镜检测无裂纹。



“奥可”牌铸造缺陷修补机

三．结论：

1. 通过对试棒及实物的焊补效果分析，可以认为用铸造缺陷修补机第五代产品 AKZQB-2000C 型设备对铸铁缺陷进行焊补，补材选择同材质的车屑，经后序机械加工后，颜色与基体一致，无焊补痕迹、无裂纹，能很好地满足机床导轨、缸套、曲轴、刹车盘等一些要求严格的加工表面上的缺陷焊补。
2. AKZQB-2000C 型设备在焊补过程中，铸件始终处于常温状态，无组织变化、无内应力，所以制件在工作运行中，不会因为长期的振动、温度变化等原因释放内应力而出现微裂纹，所以应用其对发动机体、箱体、壳体、油缸、泵、阀等渗漏缺陷进行焊补是安全、可靠的。
3. 由于铸造缺陷修补机的焊补过程为直径为 1.5mm 左右的高频脉冲焊补点的反复熔化堆积过程，对于小于 $\Phi 20\text{mm}$ 的缺陷焊补，有其广阔的应用范围；对于较大缺陷的焊补，其焊补效率是其选用时所需考虑的首要因素，低价值、大缺陷铸件的焊补意义不大；高价值、大缺陷铸件的焊补，其选择应用所创造的经济效益还是巨大的。
4. 铸造缺陷修补机在我国（北京奥字可鑫公司）诞生已有六年的时间，它（技术、服务）完成了从发展到完善的初级阶段，第五代产品所具有的常温、同材质焊补、组织致密、无裂

纹、颜色与基体相同等特点，使其完全适合于铸铁、铸钢、不锈钢等金属的焊补。通过长时间对其理论与实践的研究，我们认为此种新的技术已趋成熟，它的大范围应用必将为我国铸造企业降低铸件废品率起到巨大作用。