

31-33

低碳不锈钢铸件缺陷焊接修复

Welding Repair for Cast Defaults of Low-carbon stainless steel pipes

宝鸡制药机械厂(721006) 李勇 杨秀云

Baoji Drug Machinery Manufacturer Li Yong et al

TG455

汉江制药厂进口西德产卧式离心机 Centrifuge Type 937H 关键部件——物料转鼓(最高转速可达 1400rpm), 发生损坏, 现由我厂为其重新制造。转鼓结构见图 1。我们根据转鼓的设计要求和使状况, 结合现有的制造加工手段, 拟采用对转鼓底盘和上盖铸造制成, 材质为 ZG0Cr18 Ni12Mo2Ti, 并委托某军工厂具体实施。由于铸件形状较复杂, 尤其是厚度不均匀, 铸造工艺上存在一定难度, 经几次铸造加工质量尚差。因此, 我们决定对不合格铸件进行尝试性焊接修复。

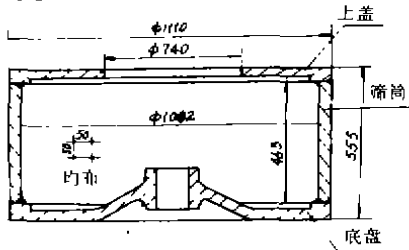


图 1 卧式离心机转鼓(组焊件)

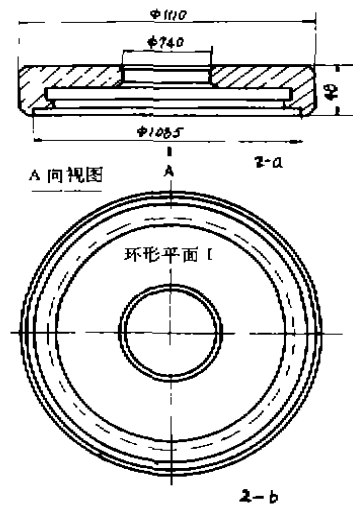


图 2

一、缺陷检查及分析

1. 检查手段

如图 2、图 3 所示, 肉眼可见上盖和底盘铸坯表面、边缘处及内孔壁存在大面积砂眼和裂纹区。为便于无损检测方法实施和避免伪缺陷干扰, 确定缺陷区域以便控补修复, 先将铸坯在立式车床粗加工。机加工后上述各表面部分缺陷肉眼仍可见, 尤以底盘为甚。对表 1 所示序号 1、2、3、5、6、7 缺陷所处的各表面着色检查, 显示出缺陷的情形和详细部位并标识。对序号 4 所在的平面 N 全贴胶片 X 射线检查, 显示出甲、乙两处严重夹杂, 标识出具体位置。

表 1 缺陷检查记录

序号	铸件名称	缺陷部位	缺陷名称	检查方法
1	上盖	图 2(b)示环形平面 I 上十余处	砂眼	着色
2	上盖	上盖边缘两处	裂纹	着色
3	底盘	图 3(b)示锥形平面 I	夹杂、裂纹、砂眼	着色
4	底盘	图 3(b)示环形平面 N (甲乙处)	大面积夹杂	X 射线
5	底盘	图 3(c)示曲面 I 标识 120°区域	裂纹	着色
6	底盘	底盘边缘 3 处	裂纹	着色
7	底盘	图 3(a)示 Φ115 孔的内壁	裂纹	着色

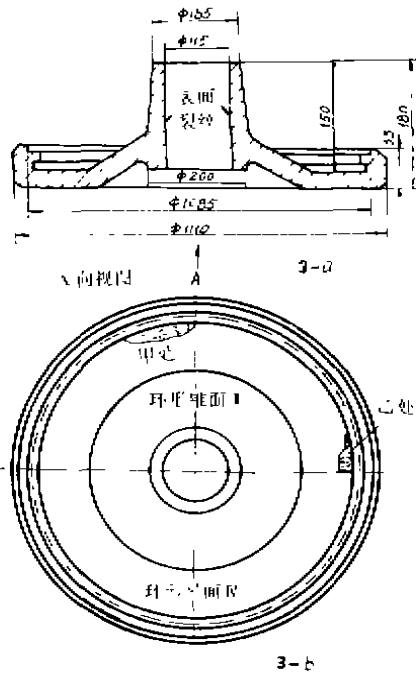


图3 底盘

2. 分析

底盘铸造时采用铸箱平置边缘浇注、边缘补缩、中心壁厚处加垫不连续冷铁的方法。由于不锈钢钢水流动性差,且低碳不锈钢铸造冶金要求两个反应:

(1)降低钢水中碳含量的脱碳反应;

(2)补充冶炼过程中合金元素铬、镍的烧损。所以在非真空铸造时易形成铬和镍氧化物杂质,甲、乙两处正是因为较先凝固,夹杂物残留在铸件中;夹杂物聚集为残留气体提供了方便,不难解释铸造砂眼,夹杂物与金属间存在许多微小尖角,易诱发裂纹,一旦金属疲劳,裂纹便会迅速扩展直至破坏发生。该铸件厚度不均匀,由于设置的冷铁不连续,原要求最先凝固的部位较后凝固,又无法补缩或其他原因,会使该部位处受拉超过极限形成浅表面裂纹,失效后发生断裂破坏。

对于服役条件是高转速、耐腐蚀、动平衡要求严格的转鼓来说,不允许出现上述缺陷。

二、修复方法

1. 焊修工艺流程(见图4)

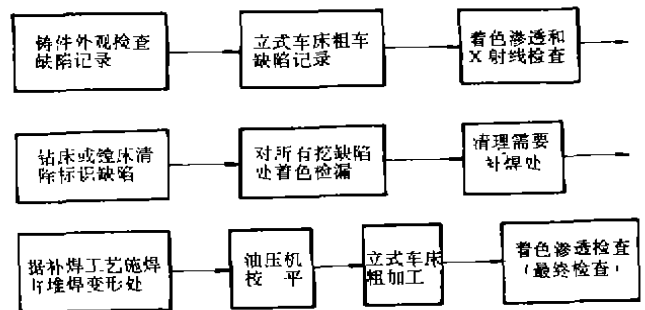


图4 焊修工艺流程框图

2. 焊接修复

(1)补焊工艺要点 考虑到补焊量大,为降低成本采用手工电弧焊方法(我厂对低碳、超低碳不锈钢焊接有成熟的工艺),选用碳、铬、镍含量与母材相匹配的EO-19-13Mo2-16型焊条A022,规格 $\phi 4$ 、 $\phi 5$ mm,补焊设备为直流弧焊机反接。实施补焊时应注意使焊缝产生一定余高起焊接小熔池的补缩作用。

上盖和底盘的铸造缺陷主要用镗床挖除,既保证清除缺陷彻底、补焊处光滑又不产生焊接死角,导致新的焊接缺陷。ZG0Cr18Ni12Mo2Ti线膨胀系数较大,底盘挖铲数量大又较集中,焊前不允许预热,冷却时补焊处收缩应力大,易产生热裂纹,故将需补件置于自由无拘束状态补焊。严格控制补焊层层间温度并锤击焊道消除焊缝收缩应力,提高抗裂性。

需补焊处严防铁污,焊前用钢丝刷刷净,分析纯丙酮清洗,由有经验的高级焊工施焊。表2为经试验确定的手工焊补焊工艺参数。

表2

焊条直径(mm)	焊接电流(A)	焊接电压(V)	层间温度(℃)
$\phi 4$	140~150	25~32	≤ 60
$\phi 5$	170~180	24~28	≤ 60

(2)重新开裂的处理 采用上述补焊措施上盖一次补焊成功,底盘如图3(b)所示环形锥

面 I 上产生了两条长 60~70mm 的表面裂纹——系补焊时邻近的挖铲处受拉后产生。立即停止施焊,待冷却至室温后,采用 $\phi 4\text{mm}$ 钻头在裂纹两端打上深 10mm 的止裂孔,然后送镗床挖尽裂纹,着色证实确已清理干净后再采取如前所述的方法补焊,未发现新的表面缺陷。

(3)铸件整体变形处理措施 铸件在自由无拘束状态下实施补焊,甲乙两处挖铲深度在 15~20mm 之间,补焊后焊缝尺寸为 $240\text{mm} \times 45\text{mm}$, $150\text{mm} \times 60\text{mm}$,且处于铸件边缘。局部发生较大变形,冷却至室温后测量需堆焊轴向边缘(单侧)5~6mm,环向边缘 6~8mm,长度在 100mm 以内。使堆焊面处于平焊位置堆焊,参照表 2 所示的工艺参数,得到满意的堆焊质量。

(4)焊接质量检查 铸件补焊完毕,肉眼仔细检查未发现表面缺陷,送油压机校平,再进行粗加工,然后对所有补焊处及其周围着色渗透检查,对甲乙两处射线探伤检查,结果见表 3。

表 3

检查方法	合格标准	说明
着色检查	加工面无任何表面缺陷	补焊处满足要求
X 射线检查	I 级胶片	甲、乙处符合要求

三、结论

1. 对于厚度较大的低碳不锈钢铸件,只要采取合理的焊接工艺方案,是可以修复铸造缺陷,重新使用的。

2. 见图 3(a)示,底盘可由 BB 处分段铸造后再焊接构成。具体而言就是在水平位置将壁厚的中心部分加垫整体冷铁,中心浇注,中心补缩;平面及边缘部分采用与上盖相同的方法,边缘浇注、边缘补缩。对接环焊缝可做 X 射线检查。

参考文献

- 1 周振丰、张文斌,焊接冶金与金属焊接性,吉林工业大学、天津大学。
- 2 不锈钢铸造工艺学,陕西机械学院铸造研究所编。
- 3 田锡唐主编,焊接结构,哈尔滨工业大学。
- 4 李勇编,宝鸡制药机械厂焊接工艺评定 PQR92-05。

欢迎订购《电焊机产品检测及安全认证讲义》

为了提高电焊机行业检测水平,培训企业检测人才,统一试验方法,国家电焊机质量监督检验测试中心、中国电工产品认证委员会电焊机检测站、全国电焊机行业质量网联合编辑出版了《电焊机产品检测及安全认证讲义》一书。

该书共分七章:认证基础知识;质量管理和质量保证;电焊机标准及产品可靠性;电工基础;弧焊电源;电焊机检测用仪器、仪表;电弧焊机检测设备及检测技术。该书是培训行业厂电焊机检测认证人员的教材和必读书籍,也可供企业厂长、经理及相关技术人员参考。

该书为 16 开本,计 33 万字,现限行业内部发行,定价 40 元/本(含邮费)。印数不多,欢迎订购。邮汇款至:成都市二环路东一段 29 号 成都电焊机研究所《电焊机》编辑部张建同志处,邮码:610051。可开出相应收据作记帐凭证。