

铸钢件质量分析及质量改进措施

■ 徐远蒙, 吴春光, 李蔚, 陈珍山, 张虞婷

摘要: 主要介绍了铸钢件的质量问题, 如外表粘砂、缩孔、气孔、尺寸偏差、错边、脆性材质的裂纹、硬度不足及变形等, 归纳为工艺问题和操作问题, 并提出相应的质量改进措施, 以提高铸钢件的铸件成品率。

关键词: 铸钢; 质量分析; 改进措施; 效果

我公司采用一台3t/h电弧炉, 主要进行碳钢、多元低合金钢以及高铬白口铸铁的熔炼, 铸件应用于电厂磨煤机的备品备件等。这些铸件在磨煤机上高负荷长时间连续运转, 因而对铸件的可靠性和耐磨性有严格的要求。铸钢车间生产工序多, 从工艺制订、模具制作、造型、制芯、烘模、配模, 一直到钢液熔炼、浇注、清理、打磨及热处理等, 其中任一工序质量控制不到位, 都将对铸钢件的质量产生一定的影响。

1. 主要质量问题

我公司铸钢件生产中存在的质量问题主要有: 外表粘砂、缩孔、气孔、尺寸偏差、错型、脆性材质的裂纹、硬度不足及变形等。其中较为常见的铸造缺陷是大件表面粘砂、气孔, 以及冒口下方缩孔。这些问题引起车间技术人员的足够重视, 通过分析原因, 采取了合理有效的措施, 防

止铸件的报废给车间生产和成本造成极大的损失。

2. 质量问题的影响因素

质量问题的影响因素主要分为两方面: 一是工艺制订的合理性; 二是操作不当引发的质量问题。

(1) 工艺问题 是指工艺设计人员制订的工艺不合理, 引发的铸件质量问题有缩孔、尺寸偏差、硬度不足、裂纹及变形等, 如表1所示。

在铸钢件的铸造工艺设计上, 浇注系统的布置和冒口的尺寸、位置等, 都必须根据铸件形状及热节大小, 经过严格的工艺设计, 工艺不当容易使铸件补缩

距离不足, 在冒口下方产生缩孔。铸件采用顺序凝固的原则, 保证铸件上各部分按照远离冒口的部分最先凝固, 然后是靠近冒口部分, 最后是冒口本身凝固的次序进行。加强冒口的补缩作用可以通过在铸件底部和侧面放置冷铁、在冒口下方设置补贴来增加冒口的补缩距离、倾斜10°浇注, 以及浇注结束时从冒口补浇后用保温剂覆盖等措施, 使铸件遵循顺序凝固的原则, 保证缩孔集中在冒口中, 从而获得致密的铸件。

铸件的尺寸偏差主要是由于技术人员对铸造收缩率的把握不准确所致, 铸造线收缩率应该

表1 工艺制订不合理引发的质量问题

| 质量问题 | 影响因素 |
|------|---------------|
| 缩孔 | 浇注系统及冒口尺寸、位置等 |
| 尺寸偏差 | 铸造收缩率等 |
| 硬度不足 | 热处理工艺等 |
| 裂纹 | 铸造及热处理工艺 |
| 变形 | 铸造及热处理工艺 |

充分考虑金属本身的化学成分、浇注温度、铸件的结构复杂程度和尺寸的大小，同时应该考虑铸件在铸型中的收缩是自由收缩还是受阻收缩，综合确定实际收缩率。

硬度不足的问题主要是由于热处理工艺不当引起的。热处理工艺参数如加热温度、加热速度、保温时间、冷却速度等，应根据铸件材质、壁厚、化学成分等制订。我公司高铬白口铸铁件采用高温淬火+中温回火的热处理工艺，以获得高硬度的马氏体基体，铸件热处理后的硬度 $\geq 58\text{HRC}$ 。

脆性材质的裂纹，如高铬白口铸铁，其 w_{Cr} 为18%~21%，硬度高，脆性大，容易产生裂纹。裂纹分为热裂纹和冷裂纹。热裂纹外观特征沿晶界扩散，外形曲折，表面呈氧化色，不光滑。防止热裂的措施有降低钢中的硫、磷含量；采用冷铁加速热节冷却；厚薄搭接处应作出过渡；直角相接触应作出圆角等。冷裂纹外形是连续直线或圆滑曲线，常穿过晶粒，断口有金属光泽或呈轻微氧化色。预防措施：第一，要制订合理的铸造工艺，开箱时间要留足，若过早打箱，由于铸件温度高，在空气中冷却会加大内外温差，以致引起变形和开裂。第二，要制订合理的热处理工艺，消除铸造应力。对于碳钢，采用正火+高温回火处理。图1为ZG270-500的热处理工艺。

铸件在冷却过程中，可能会由收缩应力引起铸件外形和尺寸与图样不符，发生变形。截面均匀的铸件在冷却速度不均时会

发生挠曲变形。平板铸件中心部分比边缘部分冷却慢，产生拉应力，而边缘部分产生压应力，发生挠曲变形。对于铸件变形应该尽量减少铸件冷却过程中的温差。具体预防措施：在铸件厚实处加放冷铁；控制打箱落砂的时间；放置较重的压铁以减少铸件的挠曲；采取设置加强筋的方式；平板铸件适当增大加工余量。

(2) 操作问题 作业人员操作不当、未按工艺执行或者违章操作，也是引发质量问题的主要原因之一。常见的铸造缺陷有粘砂、气孔和错型等（见表2）。

粘砂的问题，一方面与涂料的选用、涂刷方法和涂层厚度有关，涂料一般选用醇基锆英粉涂料，其耐火度高，抗粘砂性能好，涂刷后涂层致密光滑，能有效抵抗金属液的渗透，起到良好的抗粘砂作用，涂料涂层厚度不宜太薄。另一方面与砂型的紧实度和强度有关，砂型紧实度要高。我公司采用树脂砂和陶白砂

两种造型方式，树脂砂要求24h抗拉强度 $\geq 0.6\text{MPa}$ 、24h抗弯强度 $\geq 1\text{MPa}$ 。另外，粘砂问题还与钢液浇注温度有关，温度越高，则越容易出现粘砂，因此应适当降低浇注温度，提高浇注速度。我公司高铬白口铸铁厚大件出炉温度控制在1400~1450℃，浇注温度在1360~1400℃，力求高温出炉，低温浇注，出铁后镇静3~5min开始浇注；碳钢件的出炉温度一般1580~1600℃，出钢后静置3min，浇注温度为1530~1550℃。图2所示为碳钢件HP1163辊套，从中可以看出铸件外表面有粘砂，给清理工作造成困难。

在气孔问题上，大型铸钢件采用陶白砂造型，砂型需要烘干，其烘干工艺如图3所示。高铬铸件由于硬度高，冒口难以清割，常在冒口下放置易割片，其使用时也需要烘干水分。采用树脂砂造型的铸件，树脂砂干透气性 ≥ 240 ，砂芯要加强出气，可以通过预埋草绳或出气绳的方式排气；醇基涂料要烘干；树脂、

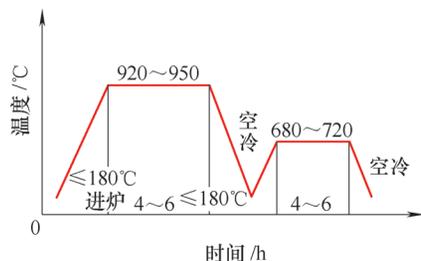


图1 ZG270-500的热处理工艺

表2 操作不当引起的质量问题

| 质量问题 | 影响因素 |
|------|----------------|
| 粘砂 | 砂型紧实度、涂料、浇注温度等 |
| 气孔 | 砂型烘干、砂芯出气等 |
| 错型 | 合型偏差 |

固化剂和原砂的混合比例要适当，我公司树脂、固化剂、原砂的混合比例为 (0.9~1.4) : (0.4~0.9) : 100，保证型砂强度和紧实度的同时，降低树脂、固化剂过多引起的发气量。

对于错型的问题，配模合箱时，至少三个人在场配合，其中两个人合箱，第三个人在旁边观察定位销，发现合箱位置有偏差时马上要求停止。合箱后，拧紧扣箱螺栓，并按照工艺要求用红泥糊箱，防止浇注时“跑火”。

3. 质量改进措施

针对上述关于质量问题的影响因素，车间从管理、操作两个层面统筹考虑，制订了以下措施。

(1) 明确质量管理职责 明确质量目标、提高质量意识；通过公司每年“质量月”活动的契机，明确质量的管理职责。

车间技术管理人员负责工艺管理、工艺监督、工艺完善等技术工作，确保工艺执行到位；同时积极深入生产实践，不断改进工艺、发展新工艺，通过改善工艺来提高质量。深入生产现场，对生产过程的工艺执行、操作质量进行监督。对出现的质量问题进行跟踪、统计；对缺陷产生的部位、频次，以及生产过程中的各种因素进行分析，做到持续跟踪和改进。

(2) 确定技术攻关方向 由于产生铸造缺陷因素具有多样性，因此寻求完善的过程工艺还需深入实践。根据铸件具体的质量问题，制订合适的铸造及热处理工艺来消除铸缺。

(3) 强化质量过程控制 针对不同钢种的特性以及具体铸件的结构和大小，合理选择树脂砂和陶白砂造型以及浇注温度，来减轻铸件粘砂的倾向；根据铸件大小及壁厚制订相应的涂料涂刷工艺和涂刷次数；对型砂的性能进行定期检测，并作检定记录；加强大件配模质量的监督；通

过合理装炉、改进烘干炉操作工艺，确保砂型烘干；加强车间工艺纪律检查。

树立工艺持续改进和完善的理念，设定具体工艺发展方向，严格把关各道生产工序，减轻粘砂、气孔、缩孔等现象，避免大件报废，拓展新材料、新工艺，提高生产铸件的质量。

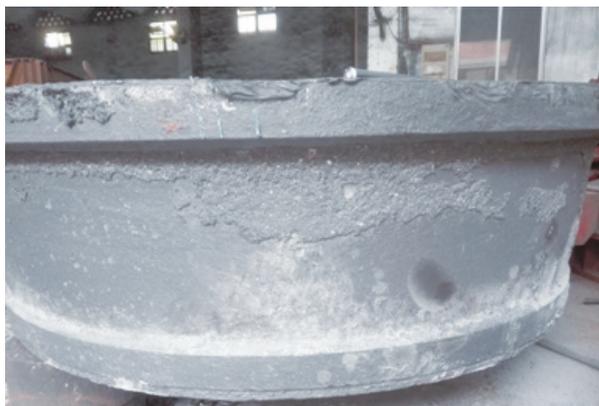


图2 碳钢铸件辊套的粘砂

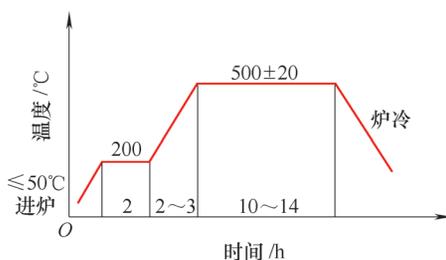


图3 砂型的烘干工艺

4. 结语

通过提高工艺人员的设计水平，规范操作工人的操作行为，强化工艺执行力度，保证铸造过程的可控性，确保铸钢件成品率的提高，以稳定的质量迎接市场的考验。

参考文献：

[1] 李新亚. 铸造手册：第5卷铸造工艺[M].3版.北京：机械工业出版社. 2011.

[2] 安阁英. 铸件形成理论[M]. 北京：机械工业出版社，1990：248-249.
[3] 廖琼. 铸钢件缺陷及防止措施[J]. 经济技术协作信息，2011(15)：149.

作者简介：徐远蒙、吴春光、李蔚、陈珍山，扬州电力设备修造厂有限公司。张虞婷，扬州市职业大学。

MW 20170925