

透平缸细长孔芯的工艺设计优化

李云飞¹, 秦大鹏¹, 杨勇², 侯云霞²

(1.大连华锐重工铸业有限公司, 辽宁大连 116300; 2.沈阳鼓风机集团核电泵业有限公司, 辽宁沈阳 110869)

摘要: 分析了细长孔芯在透平缸内的受热情况。介绍了芯砂和芯骨对细长孔芯强度的影响。重点介绍芯砂和芯骨的选择, 使细长孔尺寸准确, 芯砂便于清理。

关键词: 芯砂; 芯骨; 强度

中图分类号: TG242.7 文献标识码: B 文章编号: 1001-4977 (2016) 10-1014-02

Process Design Optimization of the Elongate Core of the Turbine Cylinder

LI Yun-fei¹, QIN Da-peng¹, YANG Yong², HOU Yun-xia²

(1. Dalian Huarui Heavy Industry Casting Co., Ltd., Dalian 116300, Liaoning, China; 2. Shenyang Blower Works Group Nuclear Pump Co., Ltd., Shenyang 110869, Liaoning, China)

Abstract: The heating status of elongate core in turbine cylinder was analyzed. The effect of core sand and core rod on strength of elongate core was presented. The choice of core sand and core rod was introduced, in order to achieve accurate elongate core size and to clear core sand easily.

Key words: core sand; core rod; strength

火电球铁气缸件是火力发电的关键铸件, 透平缸作为火电球铁气缸件中重要铸件, 上、下半透平缸均带有21个长731.5 mm的 $\Phi 40$ mm细长排气铸孔, 且孔由 $\Phi 40$ mm圆孔变径为长116.8 mm、宽40 mm的椭圆孔, 孔内不加工, 要求平整光洁, 孔表面不允许有任何粘砂、毛刺、凹坑、涂料层等, 这给铸造增加很大难度。鉴于火力发电厂的减排改造, 火电球铁气缸件需求量大, 笔者根据实际生产的情况, 将球铁件透平缸细长孔芯的工艺设计时所获得一些心得和应用效果做一总结, 以供同行参考。

1 透平缸细长孔的结构特点

此件透平缸材质为美标B50A684, 相当于国标QT400-18A, 成品轮廓尺寸为3 602 mm \times 1 734 mm \times 1 274 mm, 圆周分布的21个铸孔长度为731.5 mm, 孔由 $\Phi 39.6$ mm圆孔变径为长116.8 mm, 宽39.6 mm的椭圆孔, 如图1、图2所示。铸孔距离外侧壁厚为23 mm, 距离内侧最大壁厚为133 mm, 见图3所示。

2 铸孔首件工艺设计

首件透平缸铸孔工艺设计时利用芯头将3个孔并联为一个孔芯, 共计7组孔芯, 见图4所示。芯砂采用铬矿砂, 芯骨采用直径为10 mm、厚度为2 mm的无缝钢

管, 孔芯表面涂刷铸钢用耐火涂料。

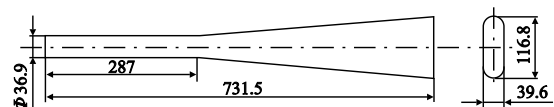


图1 透平缸铸孔结构图

Fig. 1 The casting structure of turbine cylinder



图2 透平缸铸孔分布图

Fig. 2 Distribution of the casting hole for turbine cylinder



图3 铸孔两侧壁厚示意图

Fig. 3 Wall thickness of both sides of the casting hole

首件清理时发现发现有3个 $\Phi 40$ mm铸孔在中间区域出现透腔且粘砂, 无法清理而导致铸件报废。由此可以看出孔芯在铁液充型后出现弯曲变形现象, 且铁液渗入芯砂形成粘砂。

收稿日期: 2016-05-19收到初稿, 2016-06-11收到修订稿。

作者简介: 李云飞 (1982-), 男, 工程师, 主要从事球墨铸铁方面的研究。E-mail: liyfa@dhidcw.com

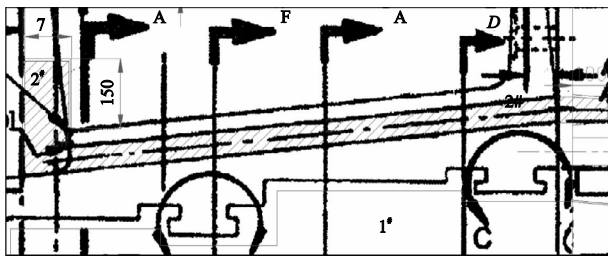


图4 铸孔孔芯结构设计
Fig. 4 Cast hole core structure design

3 原因分析

孔芯出现弯曲主要原因在于芯骨，采用直径为10 mm厚度为2 mm的无缝钢管做芯骨，可能是钢管在高温铁液烘烤下受热，刚性不够而变软，此时芯砂受热强度下降时，且孔芯两端有芯头固定，芯骨就会带动芯砂整体出现弯曲且中心区域变形量最大，当变形量大于孔芯外侧壁厚23 mm时，就会出现壁透现象。

孔芯采用铬矿砂制作，铸造用铬矿砂^[4]受热体积稳定、热导率高，与熔融金属接触时，不仅有很好的抗碱性渣作用，不与氧化铁等起化学反应，而且本身具有固相烧结的特点，能很好地防止熔融金属的渗透，避免粘砂缺陷。但此件产品孔芯出现粘砂，原因为芯砂紧实度不够，孔隙率大，导致铁液渗入芯砂形成。

4 工艺设计优化

4.1 选择合理的芯骨

芯骨的作用是增加砂芯的刚度和强度，砂芯在翻转、吊运过程中要求承受外力的作用，浇注时又要承受金属液的浮力作用，因此要求砂芯具有足够的强度和刚度，除某些强度高的特殊粘结剂砂芯外，一般制作砂芯时都要利用芯骨来增强其强度和刚度。若刚度不够，砂芯的变形量增大，必然会影响铸件尺寸精度。

芯骨材质一般选择铸铁或普通碳素钢，但从上述孔芯弯曲原因来看，芯骨还是选择塑性、韧性、强度等性能都非常好的优质碳素结构钢，从使用性能和经济价值综合考虑，确定选择45[#]优质碳素结构钢作为芯骨，以此保证砂芯在高温烘烤下仍有足够的刚性，使孔芯的变形量达到最小，从而保证铸件尺寸精度。

考虑到孔芯直径仅为39.6 mm，要保证芯骨周围有合理的芯砂吃砂量，同时要选直径尽量大的芯骨以保证芯骨有足够的塑性、韧性和强度，综合考虑选用直径为20 mm的45[#]优质碳素结构钢。

4.2 优化制芯工艺

孔芯采用铬矿砂制作是合理的，但由于芯砂紧实度不够会导致粘砂，故优化制芯工艺的重点是提高芯砂的紧实度。考虑到芯骨直径为20 mm，孔芯单边吃砂量仅为10 mm，如此小的吃砂量要能够紧实到位，

必须有专用的紧实工具，为此设计了专门的环形紧实工具，即加工一个厚10 mm圆环，圆环外径比芯骨小2 mm，内径比芯骨大2 mm，将圆环与一钢管焊接在一起，如图5所示。

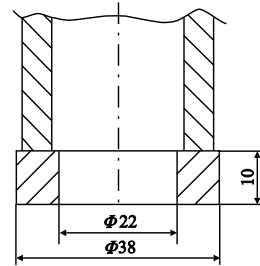


图5 紧实工具
Fig. 5 Compaction tool

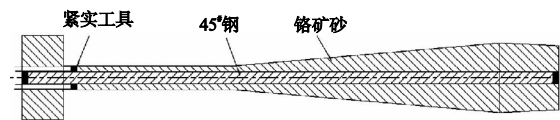


图6 紧实操作示意图
Fig. 6 Schematic diagram of compaction operation

之前铬矿砂混制采用小型碗式混砂机，但由于一个芯仅使用50 kg铬矿砂，且制作完毕一个芯需要时间较长，故若一次制作几个芯，会超过铬矿砂的可使用时间，从而影响砂型强度。故优化铬矿砂混制工艺，将一定量的铬矿砂分成两部分，其中一部分铬矿砂仅加入规定量的树脂，另一部分则加入相应量的固化剂，制芯时根据需要各取适量的两部分铬矿砂混制均匀，然后进行制芯，这样不仅保证了树脂、固化剂混制均匀，而且保证了铬矿砂的可使用时间。

制芯时先将芯盒内放置一些混制好的铬矿砂，然后用环形紧实工具套在芯骨上充分紧实芯砂，之后再放置一些混制好的铬矿砂进行紧实，如此反复直至孔芯制作完毕，紧实操作示意图如图6所示。

同时考虑芯骨在高温下的伸长变形，制作孔芯时要求在芯骨两端留有10 mm间隙量，以保证芯骨能够伸长不受阻。

5 结束语

按照优化后的孔芯工艺设计试验生产了一件透平缸，清理时发现铸孔内芯砂溃散自然流出，孔壁表面圆滑、光洁，无粘砂、毛刺、凸凹等现象，用超声波检测孔壁，壁厚均匀一致，这说明孔芯无弯曲现象。按此工艺连续生产10件透平缸均达到技术要求，这说明优化的孔芯工艺设计合理、可靠，也为今后生产细长铸孔的铸件奠定了技术基础。

参考文献：

[1] 蔡震升. 造型材料及砂处理[M]. 北京：化学工业出版社，2010.

(编辑：刘冬梅，ldm@foundryworld.com)

(选自《铸造》2016年第10期)