

阀体阀杆类零件尺寸稳定性控制

■ 兰志刚, 孙黎

针对我公司产品SD7推土机的阀体与阀杆在使用过程中短时间内频繁出现卡死的现象,通过项目攻关,提高阀体(HT250)及阀杆(20CrMo、20CrMnTi)在工作温度范围内(100~120℃)的尺寸稳定性,以保障其正常工作。

1. 阀体及阀杆卡死的原因

出现阀体及阀杆卡死的现象,主要原因有以下两方面:

(1) 残余应力 生产过程中由于凝固冷却、热处理、校直等原因,零件中存在较大的残余应力。表面上装配时能够正常工作,但在工作过程中,残余应力的释放将导致阀体及阀杆发生挠曲,一旦挠度超过二者的装配间隙将出现卡死现象。

(2) 阀杆在工作过程中出现残留奥氏体向马氏体转变 由于阀杆在热处理过程中不可避免地存在残留奥氏体,其在一定条件下将发生向马氏体的转变。这个相变过程是一个体积膨胀过程,待相变达到一定程度后阀杆的膨胀将导致卡死现象。

2. 采取的措施

(1) 尽量减小残余应力 阀

体的残余应力主要是其凝固冷却过程中产生的热应力及铸件显微组织不均匀产生的组织应力。为此,主要通过成分设计减小冷却过程中产生的组织应力,再加上合理的热处理工艺达到减小残余应力的目的。阀杆的残余应力主要是在热处理(淬火)及随后校直过程中产生的,虽然后续的回火处理能够消除大部分的残余应力,但残余应力还是不可避免。为此,采用优化热处理工艺及特殊热处理方法,尽量减小残余应力。

(2) 尽量减少残留奥氏体 由于阀杆在淬火过程中残留奥氏体的不可避免性,我们采用深冷处理技术,促使残留奥氏体尽量转变为马氏体,以尽可能防止相变带来的体积膨胀。另外,深冷处理也可大幅降低零件中的残余应力。

3. 具体方案

(1) 阀体 HT250阀体是较高强度的铸铁,在传统的生产工艺中其化学成分特点为较低的碳当量,并采取炉前处理方法

通过细化石墨形态来满足力学性能。随铸铁强度的提高,铸件的残余应力增大,使铸件产生挠曲变形、甚至开裂。铸件的残余应力一般是由铸件中的热应力(铸件壁厚不同)和组织应力(铸件显微组织不均匀)等内部原因造成的。热应力和组织应力是同时存在的。采取热处理可以有效消除热应力,但对消除组织应力的作用较弱。组织越均匀、一致,其不同厚度处的硬度值也就越接近,且组织均一性越好,铸件断面敏感性就越小。因此,可以通过在不同壁厚的铸件上检测硬度来反映组织应力,硬度差越大,组织应力也越大,反之越小。

试验铸件的化学成分设计如下:碳当量(CE)控制在3.65%~3.80%,较高的Si/C值,控制在0.7~0.85,具体成分见表1。

孕育剂:孕育剂加入量为0.6%~0.8%。

孕育剂种类:BaSiFe(钡硅铁孕育剂)或75%Fe-Si+少量1#RE。

铁液温度: >1440℃。

表1 HT250铸件化学成分(质量分数) (%)

C	Si	Mn	S	P	CE	Si/C
3.1~3.20	2.0~2.2	0.6~0.8	<0.10	<0.10	3.75~3.9	0.7~0.80

铸件时效处理温度由铸铁的抗拉强度决定，时效处理的最高温度可由下式确定

$$T(^{\circ}\text{C}) = 480 + 0.4 \sigma_b$$

σ_b 是指直径为 $\phi 30\text{mm}$ 标准试棒的抗拉强度，其随时效温度、时效时间的提高，铸件应力下降，抗拉强度下降，对硬度影响不大。对HT250来讲，时效工艺采用 550°C 保温3h。

我们针对不同Si/C值的铸铁做了8组试验，具体铸铁试样的化学成分及力学性能见表2。

由表2可知，除了6号试样外，其他炉次的抗拉强度随Si/C值的提高而增大。6号试样的化学成分为低碳当量高强度铸铁，抗拉强度和硬度最高，渗碳体含量达15%。当铸铁组织中渗碳体 $<5\%$ 、Si/C值在0.73~0.85时，试样硬度差17.7HBW；Si/C值在0.54~0.64时，其硬度差58.7HBW。这表明高Si/C值铸铁的激冷倾向小，组织均一，在相同孕育条件下，其孕育效果好，渗碳体含量低，这与预期相一致。

另外，由表2可知，6号试样的应力框自行断裂，这是应力

过大所致。如果将 σ_b/σ_1 、 σ_b/σ_r 值与Si/C值对照后发现，Si/C值为0.64~0.85时， $\sigma_b/\sigma_1=2.46\sim 2.58$ ， $\sigma_b/\sigma_r=3.80\sim 6.12$ ；而Si/C值为0.54~0.57时， $\sigma_b/\sigma_1=2.00\sim 2.01$ ， $\sigma_b/\sigma_r=1.88\sim 2.16$ ，表明高Si/C值铸铁抗裂纹能力强。在Si/C值较低（0.54~0.57）时， σ_r 值产生了突变，由57.4~78.0增加到134.7~193.7，除渗碳体的影响外，同时表明低Si/C值铸铁的残余应力较大。

（2）阀杆 参考我公司以前阀杆的热处理工艺，采用图1所示热处理方法。

试验结果：图2和图3分别为20CrMo试样渗碳层和心部硬度随着深冷保温时间延长的变化曲线。由图2和图3可知，随着深冷保温时间的延长，试样渗碳层和心部的硬度逐渐增加，保温1h后，硬度增加的趋势明显变缓。硬度增加主要归因于深冷处理过程中，试样中发生了残留奥氏体向马氏体的转变。由此可见，深冷处理对于残留奥氏体的转变具有明显的促进，作用与我们的预期一致。

4. 实施结果

（1）阀体 生产HT250及以上牌号铸铁时，碳当量（CE）

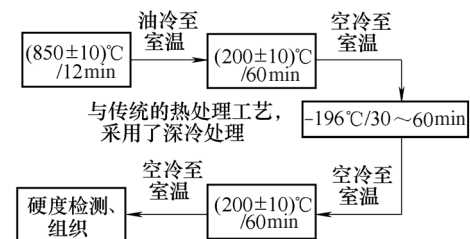


图1 阀杆热处理工艺流程

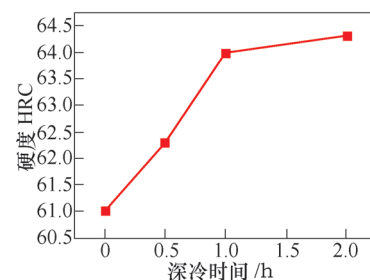


图2 试样渗碳层硬度随深冷保温时间的变化曲线

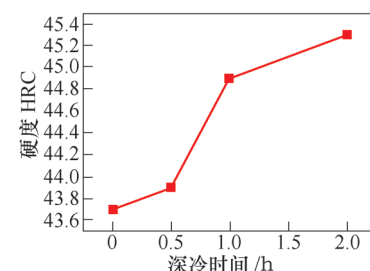


图3 试样心部硬度随深冷保温时间的变化曲线

表2 不同Si/C值铸铁试样的成分及力学性能

炉号	化学成分 (质量分数, %)			CE (%)	Si /C	σ_b /MPa	HBW	σ_1	σ_r	σ_b / σ_r	渗碳体量 (体积分数, %)	基体	孕育剂 加入量 (%)
	C	Si	Cr										
1	3.06	2.53	—	3.90	0.83	268.5	182	106.8	48.2	5.57	<1	P+少量F	0.80
2	2.93	2.48	0.85	3.76	0.85	351.3	241.7	136.3	57.4	6.12	2	P	0.80
3	3.06	2.32	0.82	3.83	0.76	306.3	234	127.7	74.1	4.13	3~5	P	0.80
4	3.03	2.20	0.69	3.76	0.73	320.1	224	128.8	71.7	4.46	3~5	P	0.80
5	3.21	2.06	0.73	3.90	0.64	297.5	221	120.8	78	3.81	5	P	0.80
6	2.97	1.70	0.78	3.54	0.57	365	279.7	应力框 断裂	193.7	1.88	15	P	0.80
7	3.30	1.86	0.66	3.92	0.56	281.5	222	140.4	134.7	2.09	>5	P	0.80
8	3.11	1.67	0.73	3.67	0.54	313.7	229	156.4	145.3	2.16	5~10	P	0.80

注：1. σ_r 为应力框测定的应力值； σ_1 为仪器测定的应力值； σ_b/σ_r 表示材质抗裂纹的能力。

2. 浇注温度 $1360\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 。

大型薄壁压铸件壁厚的控制研究

■ 王飞, 郝鹏磊

摘要: 大型薄壁压铸件质量控制较难, 特别是对壁厚有特殊要求的铸件, 需通过一系列措施来保证铸件壁厚合格。以我公司的15180-0401DC压铸电池壳为例, 通过改善模具温度场和铸造压力, 将铸件壁厚控制在要求范围。

关键词: 薄壁件; 温度场; 比压; 控制

1. 背景

相比传统铸造, 高压铸造具有效率高、工艺路线短、精度高、表面粗糙度值低等优点, 铸态表面可直接装配密封, 节约冷加工成本。随着轻量化的要求日益提高, 汽车中的许多关键部件, 包括部分有密封要求的大型汽车零部件开始逐渐采用压铸生产。

我公司承制的某大型电池壳(见附图), 材料AlSi9Cu3, 外形尺寸1060mm×630mm×168mm, 适用机型: Carat440, 平均壁厚3.5mm, 侧壁铸态表

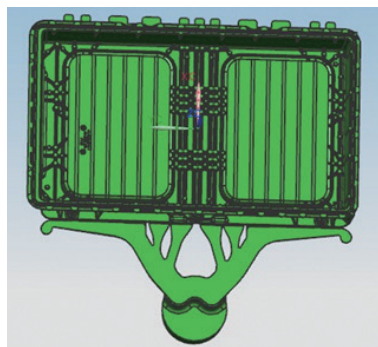
面装配高压连接器, 壁厚要求 (3.5 ± 0.2) mm。在实际生产过程中发现, 铸件四壁、底部壁厚差较大。生产中测量发现, 停机后前几件电池壳侧壁较连续生产时厚0.2~0.5mm, 底部厚度一致超厚约0.3mm。我们经过一系列验证与研究, 对大型薄壁件壁厚控制作出如下方案。

2. 影响因素及解决方案

(1) 增压压力 是指金属液充满型腔后, 冲头作用在金属液上使之进一步压实的力, 可提

高铸件致密度和力学性能, 压缩铸件内部气孔。

根据投影面积及冲头直径等计算, 初始设置增压压力为



大型电池壳

控制在3.65%~3.80%, Si/C值控制在0.70~0.85, 加强孕育, 提高铸件刚度和硬度的均匀性。另外, 生产灰铸铁的回炉料与其他铸铁的回炉料分开, 以便更好地控制成分。

时效处理的温度在550℃左右保温3h, 试验热处理工艺对铸件硬度和尺寸稳定性的影响, 确定600℃的去应力退火工艺的合理性和有效性。

经过以上改进, 连续跟踪两个月机加工效果较好, 提高了阀体装机后的尺寸稳定性。

(2) 阀杆 在原热处理工艺的基础上作以下热处理规范:

$(860 \pm 10^\circ\text{C}, 12 \text{ min})$
→油冷至室温→深冷处理(液氮, 30~60min, 在淬火冷却至室温后马上进行深冷处理)
→回火 $(200 \pm 10^\circ\text{C}, 60 \text{ min})$ →(清洗)→校直→回火

$(180 \pm 10^\circ\text{C}, 60 \text{ min})$ →二次校直。

经过以上改进, 后续机加工效果较好, 提高了阀杆装机后的尺寸稳定性。

作者简介: 兰志刚、孙黎, 宣化工程机械集团有限公司。

MW 20170516