

隔膜阀阀体缩孔缺陷分析与改进

郑蕊 胡杰 王胜良 徐贵强
(石家庄盛华企业集团有限公司)

摘要 针对不锈钢隔膜阀阀体在熔模铸造生产过程中常出现缩孔、缩松缺陷,通过分析提出了相应的改进工艺方案。通过优化内浇道、调整产品壁厚、改变组树方案、改善型壳散热条件等方式,有效解决了缩孔、缩松,明显提高了铸件合格率,减少了焊补修磨的工作量,缩短了生产周期。

关键词 精密铸造;缩孔;浇注系统;型壳

中图分类号 TG249.5 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2023.09.022

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis and Optimization of Shrinkage Defect of Diaphragm Valve Body

Zheng Rui, Hu Jie, Wang Shengliang, Xu Guiqiang
(Shijiazhuang Shenghua Group Co., Ltd.)

Abstract: In view of the common defects in stainless steel diaphragm valve body during investment casting, including shrinkage porosities and cavities, the corresponding improvement process was put forward. By optimizing the inner gate, adjusting the thickness of the product wall, changing the scheme of group tree and improving the heat dissipation condition of the shell, the shrinkage porosities and cavities are effectively eliminated, greatly increasing the qualified rate and reducing production cost and production cycle.

Key Words: Investment Casting, Shrinkage Cavity, Gating System, Mold Shell

精密铸造能生产接近零件最终形状的精密复杂铸件,常应用于精密复杂的中小铸件。目前在航空航天、造船、汽轮机和燃气轮机、兵器、电子、石油、化工、核能、交通运输、纺织、制药、医疗器械、仪器仪表、机械、泵和阀、运动器械、家用电器等行业得到广泛应用^[1-3]。

我司在精密铸造生产不锈钢隔膜阀阀体时,由于缩孔、缩松缺陷,废品率达到 20.8%,经济损失明显。本研究对隔膜阀阀体的缩孔、缩松缺陷产生的原因进行分析,并提出工艺改进措施,为同类产品降低废品率、提高铸件品质、降低生产成本、缩短生产周期提供借鉴。

道方案见图 2。

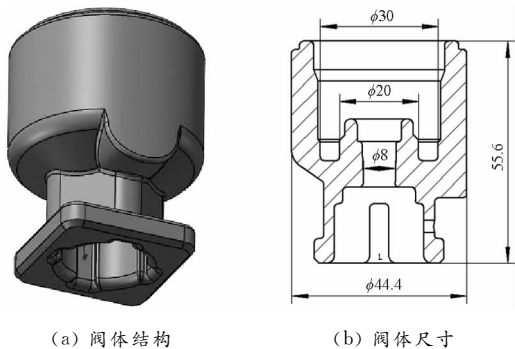


图 1 隔膜阀阀体结构及尺寸图

Fig.1 Schematic diagram and dimension of diaphragm valve body

1 初始方案设计

隔膜阀阀体外形轮廓尺寸为 $\phi 44.4\text{ mm} \times 55.6\text{ mm}$,最小壁厚为 2.5 mm,热节处壁厚最大为 7.2 mm,材质为 1.4408 奥氏体不锈钢,质量为 0.27 kg。

1.1 原始浇注工艺及制壳工艺

隔膜阀阀体结构见图 1。根据隔膜阀阀体结构,内浇道设置在最大热节处,根据热节圆比例法计算内浇道尺寸为 $18\text{ mm} \times 12\text{ mm} \times 10\text{ mm}$,隔膜阀阀体原内浇

初始浇注系统选择多直浇道-内浇道式浇注系统^[1],见图 3。同时,为了便于制壳和型壳干燥、减少脱蜡时的残留蜡液,使隔膜阀阀体两端口朝向侧面。

为了避免凹槽处内漏,在第 2 层制壳使用刚玉,每层操作前做预浸润处理,以提高浆液的流动性和砂子的润湿性,保证耐火粉料涂挂紧实均匀。阀体制壳工艺见表 1。

收稿日期:2022-08-12;修改稿收到日期:2022-10-12
第一作者简介:郑蕊,女,1986 年出生,助理工程师,石家庄(050800),E-mail:zhengrui7942@126.com
引用格式:郑蕊,胡杰,王胜良,等. 隔膜阀阀体缩孔缺陷分析与改进[J]. 特种铸造及有色合金,2023,43(9):1 279-1 281.
ZHENG R, HU J, WANG S L, et al. Analysis and optimization of shrinkage defect of diaphragm valve body[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2023, 43(9):1 279-1 281.

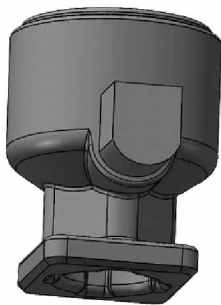


图 2 隔膜阀阀体原内浇道方案

Fig.2 Initial inner gate scheme of diaphragm valve body

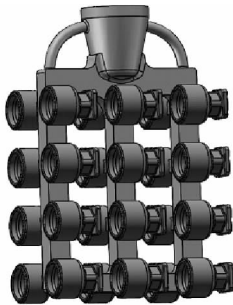


图 3 隔膜阀阀体初始浇注系统方案

Fig.3 Initial gating system of diaphragm valve body

表 1 隔膜阀阀体原制壳工艺参数

Tab.1 Parameters of initial shell process for diaphragm valve body

层数	型砂类型	粒度/目	浆液粘度/s	干燥时间/h	注意事项
1	锆英砂	120	45~50	3~5	凹槽和小孔要求挂砂沾浆均匀紧实。
2	刚玉	80~120	20~25	4~8	
3	莫来砂	30~60	11~15	8~12	
4	莫来砂	16~30	11~15	8~12	
5	莫来砂	16~30	11~15	8~12	

1.2 浇注参数选定及试验

该件质量小,壁厚且组树分枝较多,采用浇注温度为 1 620~1 640 ℃,型壳温度为 1 050~1 100 ℃,为防止最下排的铸件过热产生缩孔、缩松,浇注后于铁架上分散摆放。共浇注 48 件,缩孔 10 件,合格率仅有 79.2%,严重影响了生产周期,需要改进铸造工艺,铸件缩孔见图 4。



图 4 隔膜阀阀体缩孔

Fig.4 Shrinkage cavities of diaphragm valve body

1.3 缩孔位置及原因分析

缩孔位置出现在内浇道附近和壁-壁交接的转角处。原因可能为:①内浇道结构及尺寸不当,不利于建立顺序凝固;②铸件结构壁厚不均匀,造成热节过大;③浇注系统设计不当,使铸件热节处得不到金属液补充^[2]。

2 优化改进

2.1 第 1 次优化

将浇口两侧单边加大 5 mm,呈阶梯状浇口。浇注

系统、制壳工艺和浇注参数不改变。通过调整内浇道的尺寸,有利于在凝固过程中形成顺序凝固,对缩孔缺陷有所改善。浇注 48 件,有缩孔的 7 件,合格率仅有 85.4%。试验结果比初始方案有所改善,但仍需进一步改进。

2.2 第 2 次优化

在不影响铸件关键部位的情况下,加大凹槽处的壁厚以及根部圆角,根部圆角由 0.5mm 改为 1.5 mm,见图 5。通过调整铸件的壁厚,使壁厚均匀,避免造成过大的热节,有利于铸件得到金属液的补充。其他浇注系统、制壳工艺和浇注参数不变。共浇注 96 件,有缩孔的 6 件,合格率达到 93.7%。优化改进的结果有明显改善,但仍未达标,需进一步改进。

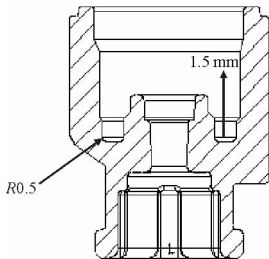


图 5 隔膜阀阀体结构调整

Fig.5 Structure adjustment of diaphragm valve body

2.3 第 3 次优化

由多道直浇道-内浇道式浇注系统改为横浇道-内浇道式浇注系统,易出现缩孔部位圆孔向外组树,且两排件错开组树,加大件与件的间距,见图 6。合理布置模组,消除局部散热困难的部位,改善型壳散热条件^[2]。共浇注 96 件,合格率达 96.9%。该优化工艺有较大改善,但仍有改善余地。

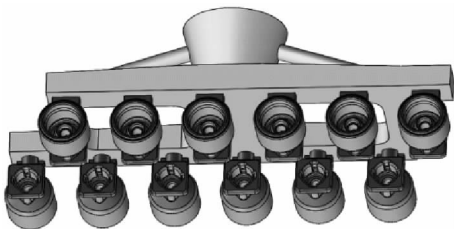


图 6 隔膜阀阀体优化后组树方案

Fig.6 Group tree scheme of diaphragm valve body after optimization

2.4 第 4 次优化

为了改善型壳的散热条件,考虑了铸树的质量,将制壳 5 层改为 4 层,制壳工艺参数见表 2。

表 2 制壳工艺参数

Tab.2 Parameters of shell making process

层数	型砂类型	粒度/目	浆液粘度/s	干燥时间/h	注意事项
1	锆砂	120	45~50	3~5	凹槽和小孔要求挂砂沾浆均匀紧实。凹槽和小孔在 3 层、4 层后用气枪吹掉浆流和浮砂。
2	刚玉	80~120	20~25	4~8	
3	莫来砂	30~60	11~15	8~12	
4	莫来砂	16~30	11~15	8~12	

在其他浇注系统和浇注参数不变的条件下,浇注 96 件,无缩孔,只有 1 件缩松,合格率为 99%,达到了公 司指标。小批量生产 960 件,无缩孔,4 件有缩松,无内 漏、浇不足等其他缺陷。结果总结见表 3 和表 4。

表 3 隔膜阀阀体试验方案
Tab.3 Scheme for diaphragm valve body test

方案	浇口	产品结构	组树方案	制壳工艺	浇注参数
初始方案		原始结构		5 层	型壳温度为 1 050~1 100 ℃, 浇注温度为 1 620~1 640 ℃, 浇注后放铁架上分散摆放。
第 1 次改进方案		原始结构		5 层	不变,同上。
第 2 次改进方案		加大凹槽处的壁厚以及根部圆角		5 层	不变,同上。
第 3 次改进方案		加大凹槽处的壁厚以及根部圆角		5 层	不变,同上。
第 4 次改进方案		加大凹槽处的壁厚以及根部圆角		4 层,凹槽和小孔 3 层、4 层后用气枪吹掉浆流和浮砂。	不变,同上。
小批量验证		加大凹槽处的壁厚以及根部圆角		4 层,凹槽和小孔 3 层、4 层后用气枪吹掉浆流和浮砂。	不变,同上。

表 4 隔膜阀阀体试验数据和结果

Tab.4 Data and resultsfordiaphragm valve body test

方案	试验数量/件	缩孔缩松数量/件	缩孔缩松比例/%	缺陷照片
初始方案	48	10	20.8	
第 1 次改进方案	48	7	14.6	
第 2 次改进方案	96	6	6.3	
第 3 次改进方案	96	3	3.1	
第 4 次改进方案	96	1	1	
小批量验证	960	4	0.4	

3 结 语

在精密铸造隔膜阀阀体时,适当调整内浇道尺寸大小,一定程度上可以改善缩孔。避开壁厚不均匀的结构,有利于建立顺序凝固条件,改善缩孔倾向。采用横浇道-内浇道式浇注系统,加大件与件的间距,改善型壳的散热条件,可以降低铸件缩松的概率。

参 考 文 献

[1] 姜不居. 实用熔模铸造技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2008.
[2] 韩大平,杨武,彭志江.基于 ProCAST 的大型薄壁机匣件整体熔模铸造工艺研究[J].铸造, 2013, 62(10): 979-982.
[3] 许云祥,熔模铸钢件冒口补缩距离研究[A].中国铸协精密铸造专业委员会第六届技术会议[C]. 武汉, 1999.

(编辑:彭瑾)

欢迎使用在线稿件处理系统

投稿、查稿、审稿

敬请登录 www.special-cast.com