

液压件铸件气孔缺陷的形成原因及防止措施

程凤军, 潘安霞

(常州工业职业技术学院, 江苏常州 213164)

摘要: 液压件铸件内腔形状复杂、尺寸精度要求高, 砂芯常用覆膜砂制作。气孔是该类铸件常见缺陷之一, 具体表现为表面气孔、重皮、呛火等形式, 主要是由于砂芯发气量大所致。以液压件后盖为例, 对铸件的气孔缺陷形成原因进行了分析, 然后以“排、减、溢”为原则, 提出了防止铸件气孔缺陷的具体措施, 包括加强芯头排气、砂芯减重、制芯后二次烘烤、提高浇注温度、设置溢流冒口等。

关键词: 液压件; 气孔; 覆膜砂; 溢流冒口

液压件形状复杂、内腔流道多, 常见的如后盖、泵类、多路阀等, 这类铸件通常采用覆膜砂制作砂芯, 具有砂芯尺寸精度高、生产效率高、易溃散等优点。但由于覆膜砂发气量大, 液压件铸件在铸造生产中容易在上表面或内腔产生气孔缺陷^[1-3], 从而导致铸件报废, 一些未发现的气孔则可能导致零件在使用过程中失效。本研究以液压件铸造过程中的气孔类缺陷解决为例, 分析了气孔缺陷的形成原因并提出了防止措施, 为液压件的铸造生产提供一定的参考。

1 气孔类缺陷的形成原因及解决措施

1.1 气孔缺陷

图1为一种球墨铸铁液压件后盖的铸造工艺, 铸件的平面朝上, 侧面设置冒口进行补缩。图2为该铸件的砂芯三维模型及其实物组装图。经小批量试制, 结果发现铸件上表面出现严重的气孔缺陷或不成形(图3), 铸件废品率100%。

1.2 气孔缺陷的形成原因

图4是后盖铸件及其砂芯的组合结构图, 其中1号与3号砂芯各有一个较大的芯头与外界相通, 在浇注过程中芯头能有效排气, 因此这两个砂芯产生的气体侵入铁液的概率较小。而2号砂芯的芯头非常细小, 其砂芯体积相对较大, 当砂芯被铁液完全淹没时, 芯头不能有效排气, 砂芯的发气只能侵入铁液, 最终因无法全部上浮溢出铸件而形成气孔缺陷。据现场观察, 在浇注过程中有明显呛火现象, 铸件上表面有

作者简介:

程凤军(1975-), 男, 高级工程师, 主要从事金属材料的研究工作。E-mail: cfjsub@163.com

中图分类号: TG245

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2021)09-1101-05

收稿日期:

2021-04-14 收到初稿,
2021-05-21 收到修订稿。

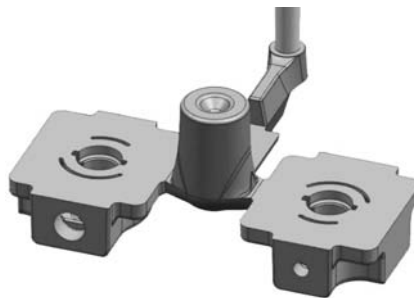


图1 后盖原铸造工艺方案

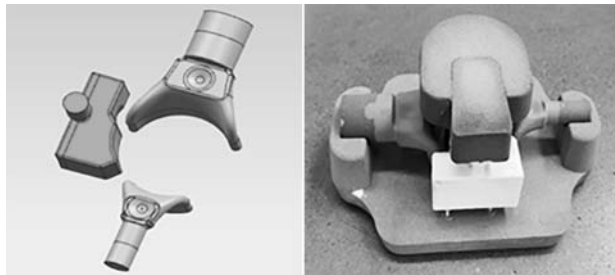
Fig. 1 Original casting process of back cover

严重气孔（主要分布在2号砂芯的正上方位置）和黑色氧化夹杂物（按双层膜理论^[4]，铁液在呛火过程中大量氧化，形成氧化夹杂物）。

1.3 气孔缺陷的解决措施

为解决该气孔缺陷，进行了工艺改进，具体如下：组装后的砂芯在180~200℃烘箱中烘烤2 h，使其呈明显的深褐色，如图5所示；浇注温度由1 340~1 420℃提高至1 420~1 440℃。试制后铸件气孔缺陷的严重程度有所降低，但未能消除。试制结果表明，由于2号砂芯发气量大，气体侵入铁液后很难全部溢出而形成气

孔。如果在2号砂芯正上方位置增加一个溢流冒口，这样可以使气体上浮至冒口中，而不会在铸件上表面停留。于是再次改进工艺，如图6a所示。经小批量试制，铸件表面未发现气孔，铸件缺陷比率大大降低。图6b所示为改善后的铸件，可以看出铸件上表面光滑无缺陷，而溢流冒口顶部存在大量的气孔。上述结果表明，通过采取提高浇注温度、制芯后二次烘烤、增加溢流冒口等多个措施，成功消除了后盖铸件的气孔缺陷。



(a) 砂芯示意图

(b) 砂芯组装图

图2 后盖铸件的砂芯结构图

Fig. 2 Diagram of sand cores for back cover casting

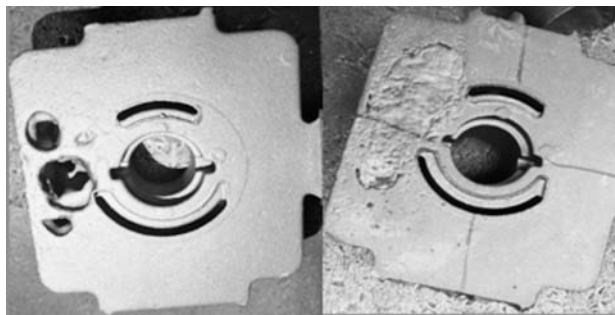


图3 后盖铸件上表面典型的气孔类缺陷

Fig. 3 Typical blowhole defect on the upper surface of back cover casting

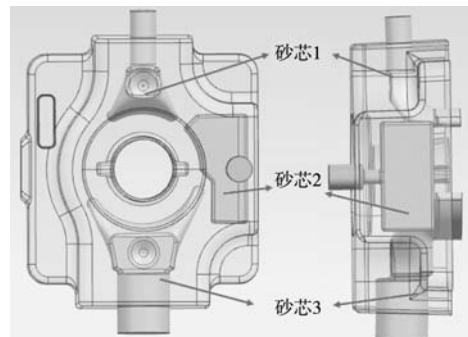


图4 后盖铸件及其砂芯的组装结构图

Fig. 4 Assembly diagram of back cover casting and its sand cores

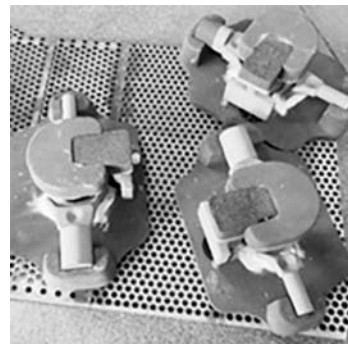
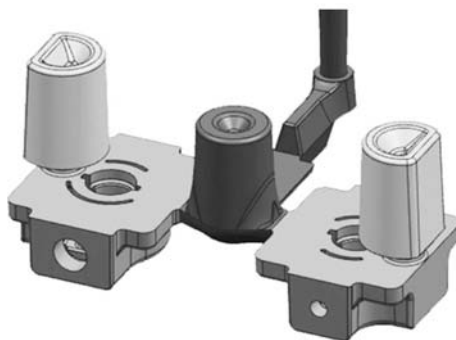
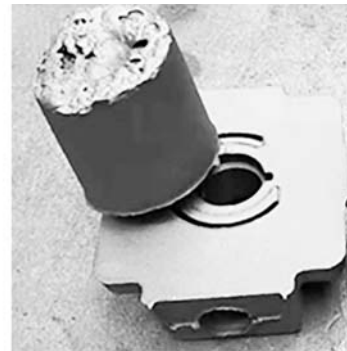


图5 制芯后二次烘烤的砂芯

Fig. 5 Sand core assembly after second baking



(a) 改进后的工艺



(b) 改善后的铸件

图6 改进后的工艺方案和试制铸件

Fig. 6 Improved casting process scheme and a trial casting

2 分析与讨论

2.1 覆膜砂发气量的影响

覆膜砂的树脂含量为3%左右，发气量大，而实际砂芯的发气量还与其重量、大小、形状等有关。图7是一种液压泵壳铸件的砂芯，芯头掏空可以减少砂芯发气量，但由于砂芯较大，在浇注时的发气不能完全从芯头排出，铸件仍具有产生气孔缺陷的倾向^[5]。制芯后二次烘烤可很大程度降低砂型和砂芯的实际发气量。图7中左边的砂芯未烘烤，中间的砂芯为涂料表干状态，而右边的砂芯经过180~200℃烘烤2 h，颜色呈深褐色。经批量生产验证，在其他工艺参数不变的情况下，与采用未烘烤或仅表面干的砂芯相比，采用制芯后二次烘烤的砂芯，其发气量明显下降，铸件基本上不存在气孔缺陷。

2.2 铁液温度的影响

气孔的形成与铁液温度有很大关系，铁液温度越低，其粘度越大，铁液表面的氧化结皮层也越厚，气体难以溢出，因此适当提高浇注温度对防止气孔缺陷是非常有效的^[6]。生产中发现，浇注温度提高20~40℃，铁液中的气体溢出能力增强，可大大降低气孔缺陷的产生概率。因此，在防止气孔类缺陷时，提高浇注温度是非常有效的措施，但在铸件工艺设计时必须要有良好补缩，以避免提高浇注温度使铸件产生缩孔缩松

缺陷。图8为一种液压件泵壳铸件的气孔缺陷，分布在铸件的表面，但当浇注温度从1 400~1 420℃提高到1 430~1 450℃后，其气孔缺陷消除。

2.3 铸件工艺的影响

铸件在充型过程中，砂芯的发气可分为二个阶段：第一阶段为充型初期铁液未完全淹没砂芯，此时砂芯发气可以通过砂芯或芯头排出；第二阶段为铁液完全淹没砂芯，此时侵入铁液的气体必须充分溢出才能防止气孔的产生，如果此时铁液温度较低，铁液表面生成了较厚的氧化结皮层，导致气体无法有效溢出，则会形成铸件气孔缺陷。因此，设法提高第二阶段气体溢出铁液的能力是解决气孔问题的关键，对于一些气孔缺陷难以解决的铸件，除提高浇注温度外，增设溢流冒口也可大大提高气体溢出概率。图9是一种液压端盖铸件及其砂芯结构，可以看出，芯头与砂芯主体连接部位相对细小，排气通道不畅，对于这类铸件应尽可能使铸件的厚大面朝上，有利于气体溢出铁液，如铸件没有厚大面，则应使形状简单的面朝上，这样便于设置溢流冒口，从而降低气孔缺陷的产生概率。

图10为一种多路阀铸件的砂芯与铸造工艺示意图，其砂芯形状十分复杂（图10a），在浇注过程中砂芯会产生大量气体，引起铸件上表面形成气孔缺

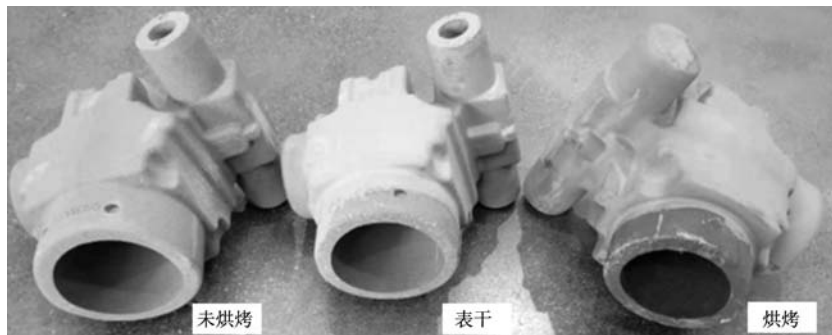


图7 一种泵壳类液压件砂芯的三种状态
Fig. 7 Three states of sand core for a pump hydraulic part

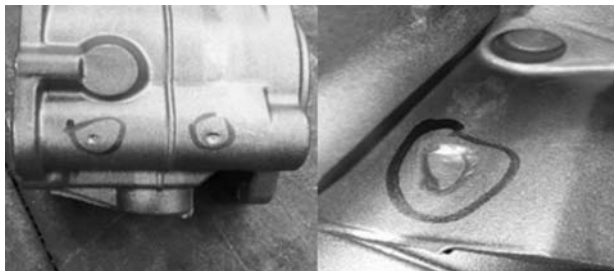


图8 泵壳铸件的表面气孔缺陷
Fig. 8 Blowhole defects on the surface of a pump hydraulic casting

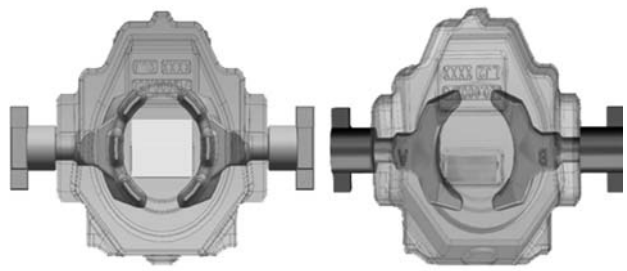


图9 一种液压端盖铸件砂芯示意图
Fig. 9 Diagram of sand core for a hydraulic casting of end cover

陷。针对这种情况,工艺设计时应充分考虑补缩和砂芯发气的溢出能力,冒口应设置在铸件的上平面(图10b),既作为补缩冒口,也作为溢流冒口,这样砂芯的大量发气可通过冒口溢出,从而生产出合格铸件。

2.4 措施的有效性

液压件铸件气孔缺陷产生的原因主要是砂芯发气量大、排气困难,气体最终停留在铸件内形成气孔。如果浇注过程中气体能够全部排出型腔或溢出铁液,则铸件不会产生气孔缺陷。“排、减、溢”原则就是针对这一问题而提出的防止气孔缺陷的主要对策。首先,铁液充型过程中,砂芯本身要有一定的排气能力,芯头打出气孔可进一步提高排气能力,因而可减少气孔的形成倾向,但“排”原则在大多情况下并不能完全消除气孔缺陷,如一些形状复杂、砂芯数量多、砂芯体积或重量大等液压件铸件,即使砂芯或芯

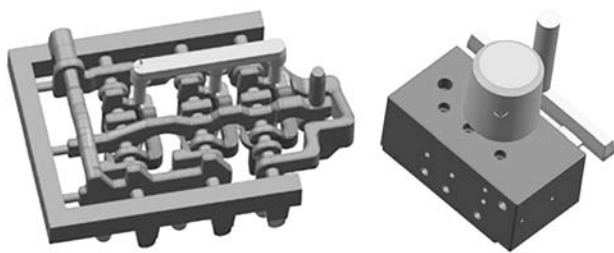
头有一定的排气作用,但砂芯发气量远大于排出量,气体仍可侵入铁液中形成气孔。对于这些铸件,可进一步使用“减”的原则,主要包含两个方面:首先,砂芯减重或掏空可减少发气量;其次,由于砂芯固化不充分(尤其是砂芯心部),所以制芯后二次烘烤可以大大减少发气量。经验表明,对砂芯进行180~200℃烘烤1~2h(以砂芯整个断面呈褐色,但砂芯强度不明显下降为标准)对防止气孔非常有效。最后,对于多路阀、马达盖等内腔结构相当复杂的液压件,当“排、减”措施都不能完全有效时,还应利用“溢”的原则,使侵入铁液的气体有足够时间溢出,进一步降低铸件产生气孔的倾向,主要措施包括提高浇注温度、铸件厚大面朝上、在砂芯的上方设置溢流冒口等。

3 结论

(1) 解决液压件铸件气孔缺陷需遵循“排、减、溢”原则,加强芯头排气、砂芯减重、制芯后二次烘烤、提高浇注温度、设置溢流冒口等都是该原则的具体有效措施。

(2) 加强芯头排气可降低铸件气孔形成倾向,但对于砂芯体积较大的铸件,砂芯厚大部位掏空、砂芯减重、砂芯在180~200℃下烘烤1~2h等降低砂芯发气量的“减”措施可防止铸件气孔缺陷的产生。

(3) 对于砂芯数量多、砂芯重量大、芯头细小、铸件形状复杂等气孔缺陷形成倾向大的铸件,除“排、减”原则外,提高浇注温度20~40℃、铸件厚大面朝上、在砂芯上方设置溢流冒口等措施可提高铁液中气体的溢出能力,从而防止铸件产生气孔缺陷。



(a) 砂芯示意图 (b) 铸造工艺

图10 多路阀铸件的砂芯及铸造工艺示意图

Fig. 10 Schematic diagram of sand core and casting process of multi-way valve

参考文献:

- [1] 陈振国. 液压件铸件气孔缺陷产生的原因分析及解决对策 [C]//湖北省机械工程学会锻造专业委员会. 第八届21省(市、自治区)4市铸造学术年会论文集. 2006: 24-26.
- [2] 王荣. 铸件气孔缺陷的成因及防止措施 [J]. 金属加工(热加工), 2011(15): 65-68.
- [3] 耿相军. 气缸体铸件气孔缺陷的防止措施 [J]. 热加工工艺, 2009, 38(11): 152-153.
- [4] 约翰·坎贝尔. 铸造原理 [M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2011.
- [5] 巩建强, 曹峤. 覆膜砂铸件气孔问题的成因与防治 [J]. 铸造, 2021, 70(1): 90-93.
- [6] 孟繁营. 汽车缸体铸件气孔缺陷及改进措施 [J]. 铸造技术, 2015, 36(6): 1619-1621.

Causes and Preventive Measures of Blowhole Defects in Hydraulic Castings

CHENG Feng-jun, PAN An-xia

(Changzhou Vocational Institute of Industry, Changzhou 213164, Jiangsu, China)

Abstract:

The shape of inner cavities in hydraulic castings is complex and high dimensional precision is required. Their sand cores are usually made of precoated sand. Blowhole is one of the common defects in such castings, which is manifested as surface porosity, double skin, boiling, and so on. It is mainly due to the large gas generation of sand core. In this paper, firstly taking the back cover as an example, the causes of blowhole defects in hydraulic castings were analyzed, and then the specific measures to prevent the blowhole defects were proposed based on the principle of "discharge, reduction and overflow", such as strengthening the gas exhaust from core heads, reducing the weight of sand cores, secondary baking of sand cores, increasing the pouring temperature and setting the overflow riser.

Key words:

hydraulic parts; blowhole; precoated sand; overflow riser
