● 生产技术 Production Technology ●
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.03.009

柴油机飞轮铸造生产工艺

王立林,杨传栋
(聊城新泺机械有限公司,山东 聊城 252000)

摘　要:针对飞轮铸件厚大的特点及容易出现的缺陷,采用计算机模拟改进了浇注系统、冷铁加快厚大部位冷却、横浇道作为补缩冒口,以旋转集渣包进行集渣,横浇道实现挡渣等铸造工艺措施。结果表明,采用电炉熔炼,结合喂丝球化,成功生产出 1.3 t 的飞轮产品。

关键词:飞轮;旋转集渣包;铸造工艺

中图分类号:TG255　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)03-0196-03

Casting Technology of Diesel Engine Flywheel

WANG Lilin, YANG Chuandong
(Liaocheng Xinluo Machinery Co., Ltd., Liaocheng 252000, China)

Abstract: In view of the characteristics of large thickness of flywheel castings and the defects that were easy to appear, computer simulation was adopted to improve the casting process, such as the gating system, the chiller to accelerate the thickness of most of the cooling, the runner as feeding riser, the rotating slag collecting bag to collect slag, and the runner to prevent slag. The results show that 1.3 t flywheel products are successfully produced by electric furnace melting and wire feeding spheroidizing.

Key words: flywheel; rotating slag-collecting ladle; casting technology

柴油机中汽缸体、汽缸盖属于结构复杂,生产难度相对较大的产品,飞轮相对于汽缸体、汽缸盖等铸件产品来说结构简单。但飞轮大部分为球铁材质、厚大且飞轮基本都是全加工,表面及内部出现缩松(或缩孔)和夹杂缺陷的几率相对较大,集中的内部缺陷造成无法平衡、加工时出现表面缺陷造成铸件报废。对于球铁飞轮产品的铸造,不同公司形成了各自的工艺,无冒口铸造、冷铁冒口工艺、明冷铁暗冷铁的配合使用,局部发热冒口等。笔者通过多年的生产总结,介绍一种经过长期验证、质量稳定可靠的柴油机飞轮的铸造工艺设计和生产控制。

1　铸件结构及技术要求

飞轮产品材质为 QT500-7, 轮廓尺寸 ϕ1500mm×160 mm,壁厚相差大,最薄处为 50 mm,最厚处为 160 mm,铸件重量为 1.3 t,加工面不允许有缺陷,内部缺陷射线探伤 2 级。

收稿日期:2020-12-06

作者简介:王立林(1972—),山东聊城人,硕士,高级工程师.主要从事铸造和机械加工技术的设计开发、项目管理及运营方面的工作.电话:13082785921,Email:ycdsdlc@163.com

2　铸造工艺

2.1　造型工艺、分型面及模具收缩率

采用呋喃树脂砂工艺, 分型面选择在外侧平面处, 造型时震实, 砂箱采用铸铁材质, 箱筋距离 200 mm,保证砂箱的足够刚性,减少砂箱在浇注后铸件发生石墨化膨胀时型壁外移造成缩松(或缩孔)倾向。

根据飞轮铸件为自由收缩及生产经验, 模具收缩率选择 1.2%。

2.2　浇冒系统设计

根据球墨铸铁件的特点, 为防止二次氧化渣的出现,充型要求平稳,浇注系统简洁、通畅,多采用半封闭式或开放式浇注系统。鉴于飞轮厚大且全加工的特点,需要浇注温度低,铁液质量好,必须有良好的挡渣效果,因此采用半封闭式浇注系统,且浇注系统中横浇道离铸件近,有利于液态补缩。

根据飞轮厚大及结构特点, 浇注系统采用外侧上部顶注式(见图 1、图 2),浇注系统的比例为:

$\sum_{直}:\sum_{横}:\sum_{阻}:\sum_{内}=1.3:1.5:1.1:1.0$[1-3]。

直浇道下部设计高度与直径比大于 2 倍的浇口窝(见图 2),保证铁液下落过程平稳,有效避免铁液冲砂现象。铁液进入直浇道后采用大截面旋转集渣

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

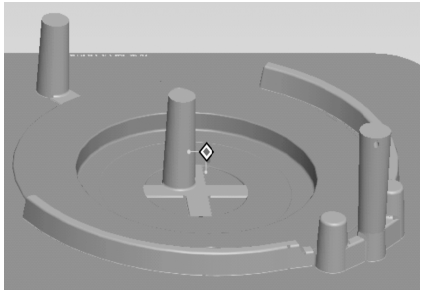

图 1 上模板显示浇冒系统
Fig.1 Gating and Risering system shown in top pattern

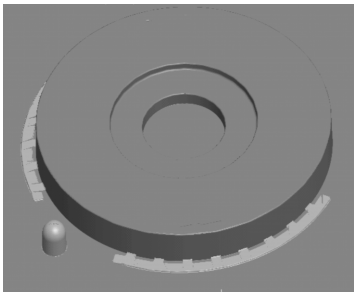

图 2 下模板显示浇注系统
Fig.2 Gating system shown in bottom pattern

冒口进行集渣,并且在旋转集渣包后设置阻流截面(见图 3),使进入旋转集渣包后铁液流速显著降低,有利于铁液夹渣物上浮至集渣包。同时横浇道高度加大、内浇道均匀分散、内浇道长为 3 mm,有效保证铸件的液态补缩的需要,内浇道的厚度为 8 mm,横浇道高度与内浇道的高度 15:1, 减少吸洞区,夹渣物上浮到横浇道上部,使横浇道进一步有效进行集渣,减少内部缺陷。同时浇注系统面积整体加大,浇注时间设计为 30 s,减少铁液氧化现象。

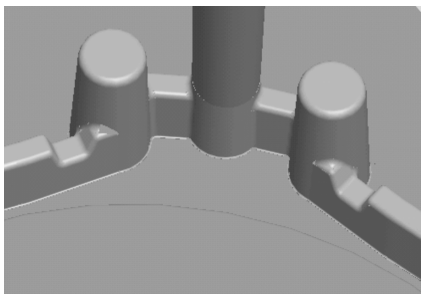

图 3 浇注系统中的集渣冒口和阻流断面
Fig.3 Slag inclusion and choke cross section

为充分排气又不增加铸件的热节,在外侧和中间圆孔处放置出气冒口, 冒口颈厚度设计为 10 mm,出气冒口的面积是阻流面积的 1.5 倍。

2.3 冷铁设置

冷铁的作用是与浇注系统和冒口配合使用控制铸件的凝固顺序,加速铸件的凝固速度,细化晶粒组织,提高铸件的力学性能,防止缩松(或缩孔),提高冒口的补缩效果。冷铁分为明冷铁和暗冷铁,因暗冷铁与铸件之间有 10～15 mm 的砂层相隔,激冷作用弱,且不好掌握,容易冲砂,球铁件大多选用明冷铁。

根据飞轮厚大的结构特点,为有效防止缩松(或缩孔),全部采用明冷铁,模具上放置冷铁的位置设计高出 0.5 mm 的凸台,便于操作者按工艺要求放置冷铁,为防止在灌砂过程中冷铁发生偏移,在每块需放冷铁位置设置磁铁。为防止上侧中间厚薄交接靠近圆弧处缩孔, 将此处冷铁尽量减小且放到上侧圆弧处(见图 4)。外侧和内侧的冷铁放置在下箱,有利于浇注过程中横浇道对铸件的液态补缩 (见图 5),同时防止上箱放置冷铁造成冷铁下部出现缩凹和气孔现象。厚大部位冷铁厚度为铸件相应位置壁厚的 0.7 倍左右。中间壁薄部位冷铁厚度为铸件相应位置壁厚的 0.5 倍左右,保证均匀快速冷却,防止出现缩松(或缩孔)及石墨漂浮现象。

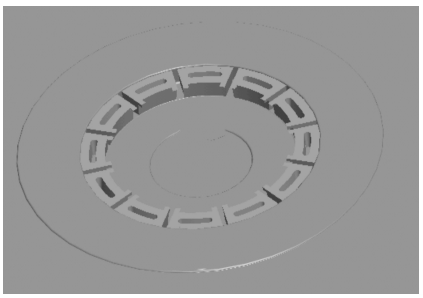

图 4 上模板上的冷铁
Fig.4 Iron chills in top pattern

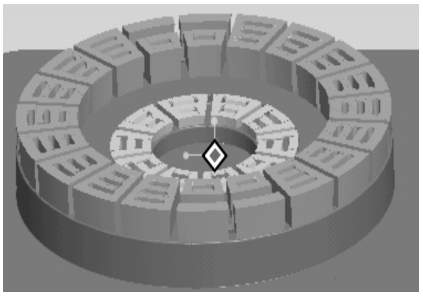

图 5 下模板上的冷铁
Fig.5 Iron chills in bottom pattern

2.4 浇注模拟情况

通过不断对铸件进行模拟分析, 并对对浇道和冷铁布置情况进行改进,最终确定以上工艺,确定工艺后的模拟情况良好(见图 6、图 7)。铸件虽有零星

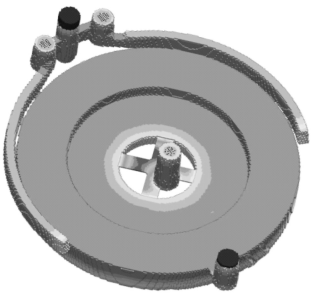

图 6 冷却过程
Fig.6 Cooling process

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

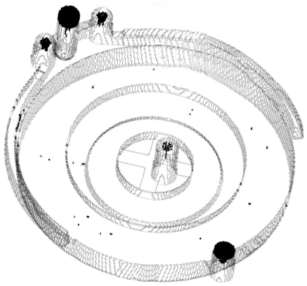

图 7 铸件缺陷分布
Fig.7 Defect distribution in flywheel

缺陷(见图 6),但符合要求标准。

2.5 熔炼浇注工艺

在球墨铸铁的熔炼浇注中,影响铸态球墨铸铁熔炼生产稳定性的因素很多,要稳定地生产球墨铸铁,必须把握好化学成分的设计、炉前处理、球化和孕育处理、浇注和过程质量控制等环节。

根据飞轮重及厚大的特点，采用 3 t 感应电炉熔炼,铁液到达 1 520 ℃静置 10 min,充分浮渣,用炉前快速分析仪和光谱仪进行成分控制,铸件的化学成分控制目标 w(%)为:3.7 C;2.6 Si;0.4 Mn:;S:<0.02;0.04 Sn;0.04 Mg:。根据铁液成分、温度和重量计算喂丝量,利用喂丝球化站进行球化处理。球化时孕育高钡硅铁,控制孕育后的再辉度≤3 ℃,铸件的浇注温度 1 320～1 330 ℃，减少铸件收缩倾向,浇注时使用浇口盆,将浇口盆保持充满状态,使铁水快速充型,使横浇道处于充满状态,有利于有效起到挡渣、集渣效果。

3 生产结果

采用此工艺生产的飞轮考虑到铸件结构特点，充分利用明冷铁和横浇道作为热冒口的工艺，成功实现逐层凝固和体积凝固，得到符合要求的合格铸件(见图 8)。通过解剖和射线探伤,未发现明显缺陷,与模拟结果基本一致。经过对飞轮进行持续生产跟踪,共生产 200 余件,未发现明显缺陷,质量状况良好。

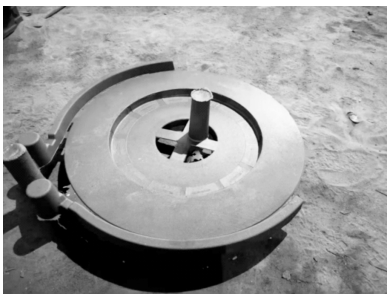

图 8 浇注后铸件
Fig.8 Poured flywheel casting

4 结论

(1)飞轮产品主要采用下部放明冷铁,铸件表面质量良好，避免了在上部放冷铁容易造成冷铁下部缩凹和气孔现象。

(2)横浇道高度加高,设置在铸件的顶部,且离铸件尽量近,横浇道中铁水温度高,相当于热冒口,能均匀补缩铸件,避免了冒口有效补缩距离小现象,更有利于铸件的液态补缩。

参考文献:

[1] 沈阳铸造研究所. 球墨铸铁 [M]. 北京:机械工业出版社,1982.
[2] 陆文华. 铸铁及熔炼 [M]. 北京:机械工业出版社,1981.
[3] 铸造手册. 铸铁[M]. 北京:机械工业出版社,1997.

新书邮购

《消失模铸造工艺学》

《消失模铸造工艺学》由化学工业出版社2019年5月20日出版发行。（书号:ISBN978-7-122-34175-4）

《消失模铸造工艺学》作者刘立中，历经三十多年现场实践经验的总结和理论的升华。全书总结136个案例，选用1718帧彩色照片，撰写583千字创造性的提出了消失模铸造“三场理论”，详细解读在“流场、热场、负压场”理论指导下的“消失模铸造浇注系统设计原则”，提出了“借用型腔做浇道，极致简化浇注系统”新的理念，在国内外均属首创。奠定了消失模铸造的理论基础，提出了消失模铸造研究与发展的方向。

定价：498元

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071　　微信：13991824906

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net