

油底壳泄油塞缩孔的工艺改善过程

王金堂 王琳琳 侯志杰 葛春东 白明月
(大连亚明汽车部件股份有限公司, 大连 116041)

摘要 某油底壳压铸件,泄油塞处体积过大,无法通过压力补偿来弥补铝合金温度变化对应的体积变化。同时,该铸件没有预留抽芯空间,无法增加抽芯。因此,缩孔报废率极高。通过多种方式的压铸工艺调试,都无法彻底解决缩孔问题。采用油缸配合弯销的方式,经过不断完善,基本解决了泄油塞处的缩孔问题。

关键词 油底壳;缩孔;弯销;压铸

中图分类号 TG249.2;TG146.21

文献标志码 A

DOI:10.15980/j.tzzz.T20240040

Process Improvement of Shrinkage Cavities in Oil Pan Drain

WANG Jintang, WANG Linlin, HOU Zhijie, GE Chundong, BAI Mingyue
(Dalian Yaming Auto Parts Co., Ltd., Dalian 116041)

Abstract: A casting part of oil pan with overlarge volume at the oil drain plug which is impossible to compensate for the volume variation caused by the temperature variation of aluminum alloy through pressure adjustment. Meanwhile, the casting was not equipped with a reserved core-pulling space, which was unable to increase the core-pulling, resulting in high scrap rate of shrinkage cavities. The shrinkage cavities could not be completely resolved through various pressure casting process adjustments. An oil cylinder was combined with an angular cam, and the shrinkage cavities at the oil drain plug were basically solved after continuous improvement.

Key Words: Oil Pan, Shrinkage Cavities, Angular Cam, Die Casting

油底壳作为传统燃油汽车发动机中的关键零件,经过多年的发展,具有较成熟的技术经验,但在实际生产过程中,仍然会遇到各种各样的问题^[1]。我司为欧洲某品牌客户生产的油底壳,由于前期技术评估未能充分识别到泄油塞处缩孔风险,因此,并未设计抽芯机构,也未预留抽芯机构的空间,导致生产过程中因缩孔报废率极高,使生产受到影响。针对这种情况,分析其原因,并通过改进措施消除缺陷,旨在为相关产品生产提供参考。

1 油底壳泄油塞缩孔缺陷

油底壳泄油塞处非常厚大,直径为27 mm,长度为25 mm,原工艺方案没有设计抽芯机构,因此,不可避免地出现了缩孔。在实际压铸生产过程中,通过调整铸造压力、温度等铸造工艺条件,均无法彻底消除,泄油塞缩孔成为主要缺陷,使报废率达到30%以上。通过X光探伤能清晰地识别出缩孔缺陷,见图1和图2。

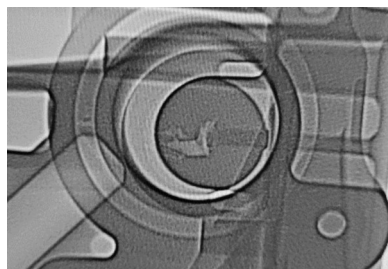


图1 泄油塞处缩孔正面X光照片

Fig.1 X-ray image of the front side of shrinkage cavities in oil drain plug

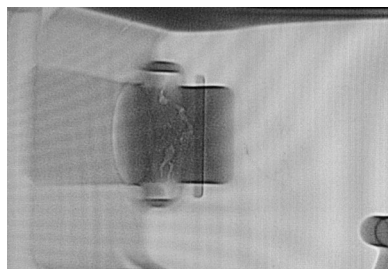


图2 泄油塞处缩孔侧面X光照片

Fig.2 X-ray image of profile of shrinkage cavities in oil drain plug

收稿日期:2024-01-31;修订日期:2024-02-06

第一作者简介:王金堂,男,1971年出生,工程师, E-mail:wangjintang@dlym.com

引用格式:王金堂,王琳琳,侯志杰,等. 油底壳泄油塞缩孔的工艺改善过程[J]. 特种铸造及有色合金, 2025, 45(6): 958-960.

WANG J T, WANG L L, HOU Z J, et al. Process improvement of shrinkage hole in oil pan drain [J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2025, 45(6): 958-960.

2 抽芯机构设计

2.1 设计方案的确定

生产发现,通过压铸工艺调试无法彻底解决缩孔,因此增加抽芯机构成为优化选择,但油底壳泄油塞位置由于抽芯方向与料缸干涉,无法设计垂直油缸抽芯,见图3。

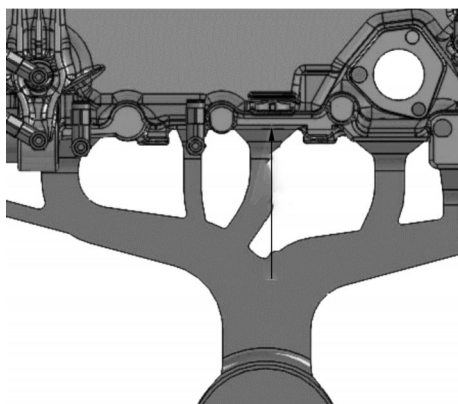


图3 泄油塞抽芯方向

Fig.3 Core pulling direction of oil drain plug

如果增加抽芯,就要面对抽芯方向与料缸干涉的问题。解决的办法通常有两个,一是移动料缸的位置,在现有基础上偏移150 mm以上,但会使整个横浇道产生显著变化,并对铸件品质产生未知的影响,风险极高,而且更改的工作量大、成本高,且无法恢复原状。二是采用油缸驱动弯销机构,相当于将抽芯油缸布置成与抽芯垂直的方向。该方法最大的风险在于机构的可靠性,但改动的工作量较小,成本也较低,而且如果有问题,还可以恢复到之前的状态。

2.2 弯销设计计算

抽芯行程为24 mm,弯销与抽芯方向夹角为 20° ,核算弯销运动行程为66 mm,抽芯力的计算为^[1]:

$$F = F_{\text{阻}} \cos \alpha - F_{\text{包}} \sin \alpha = A l p (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (1)$$

式中, F 为抽芯力,N; $F_{\text{阻}}$ 为抽芯阻力,N; $F_{\text{包}}$ 为铸件凝固收缩后对型芯产生的包紧力,N; A 为被铸件包紧的型芯成形部分断面周长,cm; l 为被铸件包紧的型芯成形部分长度,cm; p 为挤压压力(单位面积的包紧力),对铝合金 p 一般取10~12 MPa; μ 为压铸合金对型芯的摩擦因数; α 为型芯成形部分的起模斜度, $(^\circ)$ 。

取 $A=4.7$ cm, $l=1.9$ cm, $\mu=0.25$, $\alpha=2^\circ$, $p=12$ MPa,代入式(1)计算得 $F=2\,257$ N。

导柱直径可估算为^[2]:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{Fh}{3\,000 \cos^2 \alpha}} \quad (2)$$

式中, d 为导柱直径,mm; h 为滑块断面至受力点的垂直距离,cm。

将 $F=2\,257$ N, $h=6$ cm, $\alpha=20^\circ$ 代入式(2), $d \geq 17.2$ mm,确定导柱直径 ≥ 17.2 mm。为了便于安装,弯销采用正方形截面,尺寸为20 mm×20 mm,见图4。驱动油缸选用直径为100 mm,活塞杆直径为45 mm,行程为70 mm。

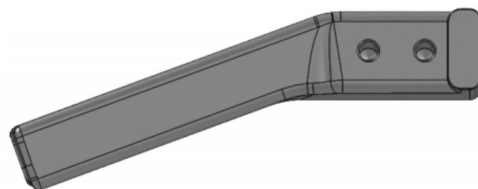


图4 弯销外形

Fig.4 Outline of angular cam

2.3 结构的应用与改进

新的抽芯机构生产了1 000多模之后,弯销断裂,见图5。



图5 断裂的弯销

Fig.5 Fractured angular cam

分析发现,压射增压时,型芯受到的反压力远大于抽芯力,弯销受力核算应该以反压力为主:

$$F_{\text{反}} = PS \quad (3)$$

式中, $F_{\text{反}}$ 为抽芯反压力,N; P 为铸造压力,N; S 为抽芯截面积,mm²。

抽芯直径为2.4 cm,铸造压力为85 MPa,计算胀型力为 $F_{\text{反}}=38\,407$ N,核算弯销直径为 $d \geq 4.4$ cm。

d 取整为4.5 cm,同时优化受力方式。之前弯销是悬臂方式,在压铸增压过程中,需要承受很大的反压力,极易出现疲劳断裂现象。因此,在弯销前端增加了受力支撑点,见图6。在弯销插入最前端时,前端与静模镶块形成配合,受力方式更为合理,见图7。

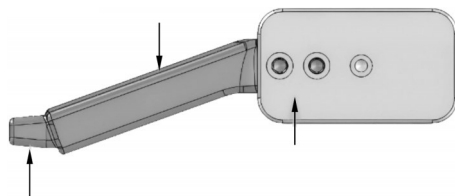


图6 弯销的受力点

Fig.6 Subjected-force point of angular cam

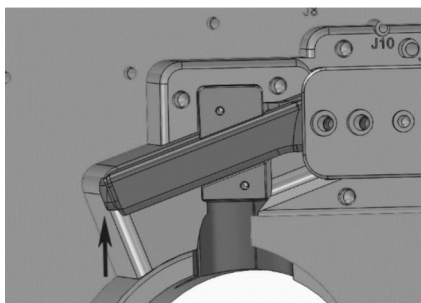


图7 弯销前端的支撑方式

Fig.7 Support mode of angular cam at the front end

改进后的弯销结构生产了几千模后,弯销滑动导向部位又出现了严重的拉伤烧结现象,导致无法继续生产,见图8。



图8 拉伤烧结的导向面

Fig.8 Guide surface of strain sintering

进一步对弯销滑动导向部位进行优化,增加润滑油槽,见图9。油槽断面形状为半圆形,直径为6 mm,这样既可以储存润滑油脂提供润滑又可以收集灰尘、碎屑避免拉伤配合面。由于弯销工作区域接近料缸的高温区域,所以润滑油脂要采用高温润滑脂。在每次装配时,清理掉旧的油脂、灰尘等,重新涂满干净的油脂。

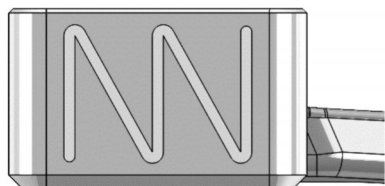
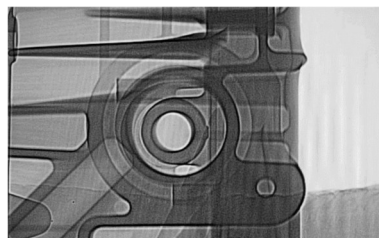


图9 导向面上的润滑油槽

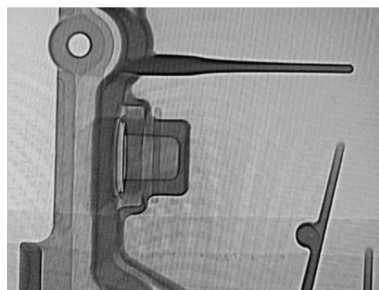
Fig.9 Lubricating oil tank on the guide surface

经过优化,弯销机构可以实现长时间无故障运行。通过采用这种油缸配合弯销机构实现垂直方向抽芯的方式,优化了泄油塞处的铸件结构,也减少了加工余量,基本解决了油底壳泄油塞位置缩孔的问题,大幅度降低了零件的报废率。改进后的泄油塞通过X光探伤

未检测到明显的缩孔,见图10。



(a) 正面



(b) 侧面

图10 改善后泄油塞X光照片

Fig.10 X-ray image of modified drain plug

3 结 语

在压铸模的开发阶段,要充分评估潜在的质量风险,这会很大程度上影响质量成本与制作成本。油底壳泄油塞缩孔最可靠的解决方案就是增加抽芯机构,如果受模具结构限制,不能增加垂直抽芯的情况下,弯销配合油缸的方式也是一种选择,同样也能够有效解决缩孔的问题。

参 考 文 献

- [1] 潘宪曾.压铸模设计手册[M].北京:机械工业出版社,2004.

(编辑:张正贺)

欢迎登陆期刊官网

投稿、查稿、审稿

2024年起,《特种铸造及有色合金》杂志新版网站正式上线,期刊论文彩色版本均可在网站免费在线阅读或下载pdf文件,并可体验AI导读功能,网址:www.special-cast.com,欢迎访问!