

利用分水盘结构解决油底壳压铸件粘料擦伤的缺陷

侯丽彬 董少峥 周 默
(大连科技学院机械工程学院)

摘 要 介绍了某汽车发动机油底壳的模具结构及批量生产中主要的失效模式,用成因分析表对粘料擦伤的原因进行分析,发现是上滑块模具温度过高导致的。对上滑块结构进行分析,发现上滑块锁模处无法设置冷却水道。针对缺陷产生的原因,对上滑块结构进行优化,增加锁模面处的冷却,利用分水盘改变冷却水进出方向和位置。优化后的模具冷却能力提高近 1 倍,有效地解决了因上滑块温度过高导致的局部粘料擦伤问题。

关键词 油底壳;粘料擦伤;分水盘;模具冷却

中图分类号 TG249.2;TG245 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2023.03.027

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Defect of Adhesion Scratch of Oil Pan Die Casting by Using the Structure of Water Distributor

Hou Libin, Dong Shaozheng, Zhou Mo

(School of Mechanical Engineering, Dalian College of Science and Technology)

Abstract: The die structure of an automobile engine oil pan and the main failure modes of the die in mass production were analyzed. The cause of adhesive scratch was analyzed, which was attributed to the high temperature of the upper slider die through elimination method. By further analyzing the structure of the upper slider, the origination of the high temperature is related with the cooling water channel that can't be set at the die locking position of the upper slider. According to the cause, the structure of the upper slider was optimized, and the cooling at the clamping surface was improved, meanwhile the direction and position of the cooling water were changed by the water distributor. The cooling capacity of the optimized die is nearly doubled, which effectively solve the defect of local adhesion scratch caused by the high temperature of the upper slider.

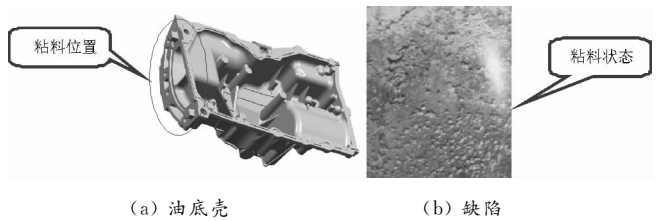
Key Words: Oil Pan, Adhesion Scratch, Water Distributor, Die Cooling

压铸可实现少切削或无切削、高效快速生产各种复杂零件,因此广泛应用于汽车、摩托车、机械装备、家电及 3C 产品生产,但成形过程是在高温、高压、高速下进行的,因此压铸件会产生缩孔、气孔、粘料擦伤、流痕、冷隔等缺陷^[1-3]。压铸件局部粘料擦伤已成为复杂铸件普遍存在的问题。本研究通过对汽车发动机油底壳局部粘料擦伤原因进行分析,并加以解决,旨在为解决类似问题提供参考。

1 铸件的工艺分析及缺陷形式

图 1 为某发动机油底壳。铸件要求外观无冷隔、粘料擦伤、划痕等缺陷,内部孔隙率低于 5%,气密性要求 0.1 MPa 压力下泄露量小于 5 mL/min。铸件外形轮廓尺寸为 442 mm×298 mm×130 mm,总质量约为 4.8

kg。此油底壳结构较复杂,一般壁厚为 4.5 mm,部分有螺栓安装面的功能区壁厚约为 20 mm。铸件材质为 ADC12 合金,其化学成分见表 1。在批量生产过程中,局部存在明显的粘料擦伤现象,铸件表面粗糙,颜色发白,且有沿起模方向的拉痕,粘料严重的铸件会损伤表面激冷层导致零件泄漏。



(a) 油底壳 (b) 缺陷

图 1 油底壳形状及其缺陷

Fig.1 The shape and the defect of oil pan

收稿日期:2022-06-14;修改稿收到日期:2022-07-23
第一作者简介:侯丽彬,女,1968 年出生,高级工程师,辽宁大连(116036),E-mail: houlibin_dalian@163.com
引用格式:侯丽彬,董少峥,周默. 利用分水盘结构解决油底壳压铸件粘料擦伤的缺陷[J]. 特种铸造及有色合金,2023,43(3):425-427.
HOU L B,DONG S Z,ZHOU M. Defect of adhesion scratch of oil pan die casting by using the structure of water distributor[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2023, 43(3):425-427.

表 1 ADC12 合金的化学成分

Tab.1 Chemical composition of ADC12 alloy										%
w_B										
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Zn	Sn	Pb	其他微量元素	Al
9.6~12.0	<1.3	1.5~3.5	<0.5	<0.3	<0.5	<1.0	<0.2	<0.2	0.25	余量

2 模具结构设计方案

油底壳在长边方向的中间部位有直径为 $\phi 20$ mm 斜孔和直径为 $\phi 16$ mm 侧向直孔,因此模具设计一侧有动模斜抽芯,另一侧有静模侧抽芯。设计侧向填充的浇注系统后,会影响料缸和分流锥的布置。另外,油底壳长向法兰面设计有多处螺栓安装凸台位置。为保证功能区的品质,油底壳模具的浇注系统设计成 U 型浇道,模具结构图见图 2。压铸时金属液从两侧充填,下方设计大容积的集渣包,上方充填末端设计曲面排气道。模具的导向机构采用方形导柱、导套结构,并与套板上的精定位块配合使用,既保证模具在开模过程中不受热膨胀的影响,又能保证动静模合模后定位精度。

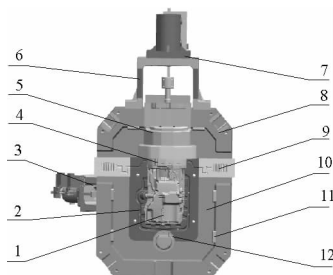


图 2 油底壳压铸模结构图(动模)

Fig.2 Structural diagram of oil pan die casting

1.铸件 2.动模镶块 3.动模侧抽芯总成 4.上滑块 5.上滑块导向套
6.油缸支架 7.上滑块抽芯缸 8.方导套 9.排气道镶块 10.动模模板
11.精定位块 12.分流锥

3 油底壳粘料擦伤分析

粘料擦伤是压铸件主要缺陷之一,是指铸件表面与型腔壁黏连,铸件表面粗糙度被破坏,严重时会出现沿开模方向表面呈现条状的拉伤痕迹。表 2 是铝合金压铸件粘料擦伤成因对照表。

基于上述铝合金压铸件粘料擦伤成因对照表及经验数据,综合考虑发生率及严重程度等因素,铝合金铸件粘料擦伤的主要原因如下:模具温度太高;合金液浇注温度过高;成形表面粗糙,起模斜度过小;脱模剂用量不足;铝合金含 Fe 量小于 0.6%;浇道系统不正确使金属液直接冲击型芯或型壁。此款油底壳出现粘料擦伤的位置是在滑块成形处。依据零件形状结构及品质要求设计浇注系统,使用 AnyCasting 软件进行模拟分析,整

表 2 铝合金压铸件粘料擦伤成因对照表

Tab.2 Cause comparison of adhesion scratch of aluminum alloy die castings																
铝合金		压铸模设计						压铸机			压铸工艺					
浇注温度	合金成分	浇注速度	浇口形状位置	浇口尺寸	模具温度	脱模斜度	模具表面粗糙度	压室充满度	冲头直径	压射速度	脱模剂	压射速度	压射位置	增压压力	持压时间	开模时间
●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●
		●	●		●	●	●				●			●		
					●		●				●					

注:○无影响,●稍有影响,●●有影响,●●●重大影响

个充型过程平稳有序,浇注系统设计合理,而且在充填过程中金属液没有直接冲击产生缺陷部位的上滑块。检查模具上滑块成形部位表面粗糙度和起模斜度、喷涂机器人的程序设置,均符合要求。将铝合金中含 Fe 量控制在 0.65%~1.1%,合金液浇注温度控制在(660±15)℃,并进行其他工艺参数调整,发现对油底壳粘料缺陷位置和缺陷程度影响不大。

进一步对铸件缺陷部位的形状及模具结构进行分析,发现铸件在上滑块处壁厚较大,金属液在凝固过程中会产生大量热量。此处的成形上滑块为保证排气效果采用“随形”结构,滑块锁模处无法将冷却水管引出,所以冷却水布置在滑块下方,上滑块型芯和上部分凸起的型腔没有得到充分的冷却,因此导致滑块局部温度过高。

4 模具结构的优化设计

根据分析,油底壳局部粘料擦伤的根本原因是因滑块结构导致的模具冷却不足,局部成形处温度过高导致的,因此需对上滑块进行结构优化,以加大模具冷却效果。

4.1 上滑块原结构及冷却水布置

上滑块优化前的结构见图 3。上滑块总成由两部分组成,由于锁模位置以上区域冷却水管无法引出,所

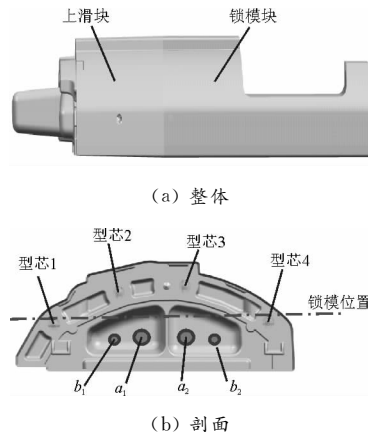


图 3 上滑块优化前结构

Fig.3 Upper slider structure before optimization

以上滑块冷却水只布置在锁模面以下位置,共4处喷管式冷却。冷却水a水道两处直径 $\phi 15\text{ mm}$,冷却水b水道两处直径 $\phi 11\text{ mm}$,上滑块型芯1~4无冷却。

4.2 利用分水盘结构加大冷却

上滑块优化后的结构见图4,上滑块总成由3部分组成,在上滑块前端和锁模块中间增加“分水盘”。上滑块在原有的4处点冷却的基础上,增加了4个型芯冷却

和5处型腔冷却。上滑块4个 $\phi 11\text{ mm}$ 型芯上增加点冷却,即冷却水道c,直径为 $\phi 5\text{ mm}$,共4处;在上滑块成形处各凸起部位增加冷却水道d,直径为 $\phi 8\text{ mm}$,共5处。冷却水道 $c_1\sim c_4$ 通过分水盘实现串联,并将冷却水进出口位置引到锁模面下方。同理,冷却水道 $d_1\sim d_5$ 通过分水盘实现串联,并将冷却水进出口位置引到锁模面下方。通过设计独立的分水盘,将冷却水串联并

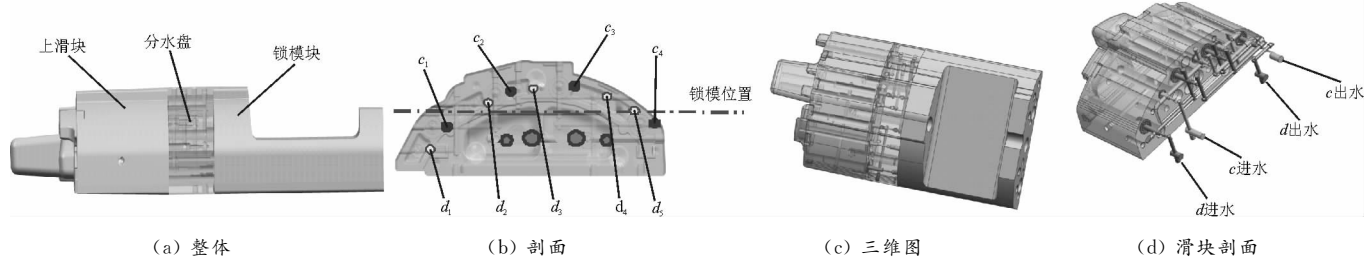


图4 上滑块优化后结构
Fig.4 Upper slider structure after optimization

改变进出口位置,解决锁模面以上无法设置冷却水的问题,同时可以方便加工和更换。分水盘与上滑块之间用氟橡胶O型密封圈进行端密封,分水盘前后端面有定位块,实现与上滑块和锁模块之间的精准定位,上滑块总成中3个零件用4个M16螺栓连接固定。

4.3 上滑块优化前后冷却能力对比

模具冷却水从模具中带走的热量计算如下:

$$Q = \alpha A_w (Q_d - Q_w) = \alpha \pi D L (Q_d - Q_w) \quad (1)$$

式中, Q 为冷却水应从模具中带走的热量,kW; A_w 为冷却水道的表面积, m^2 ; Q_d 为距型腔表面 d 处冷却水道周围的温度, $^{\circ}\text{C}$; Q_w 为水道内冷却水平均温度(即出水口的平均值), $^{\circ}\text{C}$; D 为冷却水道直径; L 为冷却水道长度; α 为水的传热系数, $\text{kW}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。

(1)模具优化前冷却水带走的热量 模具优化前上滑块冷却水道: a_1 深135 mm, a_2 深210 mm, b_1 深135 mm, b_2 深210 mm,4处冷却水道带走的热量 $Q_1 = 0.027\ 1\alpha(Q_d - Q_w)$ 。

(2)模具优化后冷却水带走的热量 模具优化后在原有的4处冷却水基础上增加冷却水道9处, $c_1\sim c_4$ 、 $d_1\sim d_5$ 深130 mm。增加的冷却水道带走的热量 $Q' = 0.024\ 5\alpha(Q_d - Q_w)$ 。

在上滑块上 Q_d 、 Q_w 的变化忽略的情况下,模具优化后冷却水带走的总热量 $Q_2 = Q_1 + Q' = 0.051\ 6\alpha(Q_d - Q_w)$,冷却能力是优化前的1.9倍。

5 优化设计的验证

上滑块结构优化加大冷却能力后,上滑块温度得到有效改善,见图5。优化前上滑块喷涂前局部温度最高为 $319\text{ }^{\circ}\text{C}$,优化后同条件下局部温度最高为 $285\text{ }^{\circ}\text{C}$,温度降低了 $34\text{ }^{\circ}\text{C}$,而且高温区域明显减小。优化后的模

具按原工艺参数进行压铸,铸件品质明显改善。油底壳上滑块4处预铸孔内壁表面光滑,异形凹陷形状处无粘料,彻底解决了油底壳局部粘料擦伤。优化后的模具经批量生产验证,运行稳定可靠。

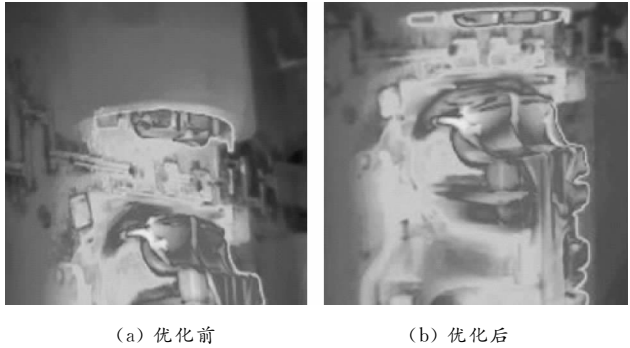


图5 优化前后的模具温度(喷涂前)
Fig.5 Mold temperature before and after optimization

6 结 语

上滑块无法设置冷却水的部位,由于模具温度过高导致油底壳局部粘料擦伤。利用分水盘结构改变冷却水进出方向和位置,从而实现滑块锁模面以上区域进行冷却。滑块采用分水盘结构,对滑块的使用及寿命影响不明显,经批量生产验证,模具运行稳定可靠。

参 考 文 献

[1] 江昌勇. 压铸成型工艺与模具设计[M]. 北京:北京大学出版社, 2019.
[2] 潘宪曾. 压铸模设计手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
[3] 朱洪军,吕海霆. 前油封法兰盘压铸件缺陷分析及解决[J]. 特种铸造及有色合金, 2021, 41(1): 130-132.

(编辑:张正贺)