

# 压铸工艺及压铸模具设计要点探究

周元元

浙江极氪汽车研究开发有限公司 浙江 宁波 315204

**摘要:** 随着制造业的快速发展,压铸工艺在产品制造中的应用越来越广泛,尤其在汽车、航空航天、电子等领域。本文简要介绍了压铸模具的主要结构,分析了压铸工艺技术,并对压铸模具设计要点进行了讨论,以期提升压铸成型的质量和效率。

**关键词:** 压铸工艺; 压铸模具设计; 要点

## 引言

压铸是一种常见的金属成型工艺,具有高效率、高精度和高成品率等优点,因此在制造业中得到广泛应用。而压铸模具是实现压铸成型的关键工具,其设计水平和制造质量直接影响到压铸成品的形状、尺寸和表面质量。因此,为了提升压铸成型的质量和效率,必须要对压铸工艺及压铸模具设计的要点进行深入探讨。

### 1 压铸模具的主要结构

压铸模具是一种用于金属压铸成型的模具,其主要结构通常由以下几个部分组成:1) 浇道系统是模具的关键部分之一,它负责将熔融金属引入模具的型腔。浇道系统通常包括浇口杯、直浇道、横浇道和内浇口。浇口杯位于模具顶部,接收从压铸机喷嘴流出的熔融金属,并将其通过直浇道引入横浇道。横浇道将熔融金属引入内浇口,内浇口则将金属引入型腔。2) 型腔是模具的核心部分,它定义了金属件的外形和尺寸。型腔通常由定模和动模两部分组成,定模固定在压铸机上,动模则与压射柱塞相连,可在压铸过程中实现开合。型腔内壁的光洁度和平整度直接影响金属件的成型质量和脱模效果。3) 排气系统的作用是在压铸过程中及时排出型腔内的气体,以防止气孔、焦斑等缺陷的产生。排气系统通常包括排气槽和排气孔,排气槽设在型腔周边,排气孔则与外界相连。4) 侧向抽芯机构。在某些复杂结构的金属件压铸过程中,需要将模具的某些部分侧向移动以让出型腔空间,这便是侧向抽芯机构的作用。侧向抽芯机构通常包括滑块、导轨、斜销等部件,滑块沿着导轨移动,斜销则控制滑块的移动方向。5) 顶出机构用于将成型金属件从型腔中顶出,以完成脱模过程。顶出机构通常包括顶杆、复位杆和顶出板等部件,顶杆可在复位杆的限制下伸出一定距离,顶出板则将顶杆的顶出力传递给金属件。6) 冷却系统用于控制模具的温度,以延长模具的使用寿命和提高金属件的成型质量。冷却系统通常

包括水管和冷却通道,水管连接水源,冷却通道则设在模具各部位,如型腔、浇道系统和侧向抽芯机构等。7) 控制系统用于控制模具的开关模、抽芯、顶出等动作,以及模具的加热和冷却过程。控制系统通常包括电气控制系统和液压控制系统两部分,电气控制系统负责信号的传输和处理,液压控制系统则控制各部件的动作。

## 2 压铸工艺技术

### 2.1 压铸机的合理选择

压铸工艺技术是制造金属件的重要手段,其中压铸机的选择是实现高效、高品质生产的关键因素之一。压铸机按照成型特点可以分为热压室压铸机和冷压室压铸机两种。热压室压铸机的主要特点是模具置于压铸机的热模室中,其优点是成型温度易于控制,生产效率高,但模具制造难度较大。冷压室压铸机的模具置于压铸机的冷模室中,模具制造相对简单,但成型温度不易控制,生产效率较低。而在选择压铸机时,首先需要考虑模具的安装与调试。一般来说,大型压铸机可以安装大型模具,而小型压铸机则适合安装小型模具。此外,还需要考虑模具的调试和维护是否方便,如果模具调试困难或者维护不便,会影响生产效率和模具寿命。其次,锁模力是压铸机的重要参数之一,它决定了可以生产的金属件的最大壁厚和高度。一般来说,锁模力越大,可以生产的金属件越大。但是,过大的锁模力可能导致模具承受过大的压力而受损。因此,在选择压铸机时,需要根据金属件的尺寸和模具的强度要求来选择合适的锁模力。同时,机器精度与稳定性也是选择压铸机的重要考虑因素。高精度的压铸机可以生产出高品质的金属件,而稳定性则决定了生产效率和品质的可靠性。因此,在选择压铸机时,需要考虑其精度和稳定性是否符合生产要求。最后,在选择压铸机时,还需要考虑其价格和使用成本。价格包括了购买成本和运输、安装、调试等费用。使用成本则包括了电力消耗、液压油消耗、

冷却水消耗等费用。因此,在选择压铸机时,需要综合考虑价格和使用成本,以选择性价比最优的压铸机。

## 2.2 压铸温度的有效控制

压铸过程中,模具和金属液都需要在一定的温度范围内进行。模具温度过高会导致金属液过早凝固,使得模具无法正常工作,而模具温度过低则会导致金属液无法完全填充模具型腔,从而产生缺陷。并且,在通常情况下,金属液需要加热到一定温度以保证其流动性,同时也需要保证浇注过程中金属液温度的稳定性。一方面,模具加热和冷却系统是压铸生产中必备的设施之一。加热系统通常采用电热元件或燃气加热器,通过控制加热温度和加热速度来调节模具温度;冷却系统则采用水或油等冷却介质,通过控制冷却速度和冷却时间来调节模具温度。因此,在生产过程中,需要不断监控模具温度并根据需要进行调整<sup>[1]</sup>。此外,在大型模具或自动化生产线上,可以通过计算机控制系统来实现自动控制。另一方面,金属液的加热技术是保证压铸过程中金属液温度稳定的重要手段之一,其通常采用电热或燃气加热器对金属液进行加热。在加热过程中,需要控制加热温度和加热速度,以保证金属液温度的稳定性。同时,还需要注意金属液的搅拌和混合,以使其温度更加均匀。最后,热平衡技术是通过调节模具和金属液的温度差来实现压铸过程稳定的一种技术。通过控制模具和金属液的温度差,可以使得金属液在填充模具型腔时更加均匀,减少填充不足或填充过多的现象。同时,热平衡技术可以通过调节金属液的加热温度、浇道和浇口的设置以及模具的冷却速度来实现。在实践中,需要根据实际情况选择适当的调节方法。

## 2.3 压铸速度和时间的协调

压铸速度是压铸过程中熔融金属在模具型腔内的流动速度,它的设定直接影响到金属件的成型质量和生产效率。一般来说,通过控制压铸速度,可以调整金属件内部的结晶结构和表面质量。而压铸速度和时间的协调通常需要考虑以下因素:第一,不同种类的金属材料具有不同的流动性和可加工性,因此需要设定不同的压铸速度和时间。例如,铝合金的流动性较好,可以设定较高的压铸速度,而钢的流动性较差,则需要设定较低的压铸速度。第二,模具结构和型腔的设计直接影响着熔融金属在模具内的流动状态和成型质量。对于结构复杂的模具或型腔,需要适当降低压铸速度,以确保金属能够均匀填充型腔并避免产生气孔、缩孔等缺陷。第三,不同型号的压铸机具有不同的性能参数,如最大锁模力、最大射速等,这些参数对压铸速度的设定有着重要

影响。在选择压铸机时,需要根据金属件的大小、模具的结构以及生产效率等因素来综合考虑。

## 3 压铸模具设计要点

### 3.1 分型面选择

在压铸模具设计中,分型面的选择是一项重要的工作。选择一个合适的分型面,可以简化模具结构,提高生产效率,同时也可以保证压铸件的质量。首先,产品结构特点是影响分型面选择的重要因素之一。对于不同结构特点的产品,其分型面的选择也会有所不同。例如,对于筒类产品,可以选择筒的中心线作为分型面,将筒的一端作为浇口,另一端作为溢流口,这样可以保证金属液能够顺利填充型腔,同时也可以避免产生涡流和氧化夹渣等缺陷。而对于轴类产品,可以选择轴的中心线作为分型面,将浇口设置在轴的一端,溢流口设置在另一端,这样可以保证金属液能够从轴的一端向另一端填充,同时也可以避免金属液溢出过多,节约成本。其次,模具的结构特点也会影响分型面的选择。例如,对于一模多腔的模具,可以选择将同一套模具中的多个型腔放置在同一平面内,以简化模具结构,降低成本。同时,也可以采用对称分型面和非对称分型面等方式来平衡金属液的填充速度和填充质量。对于多模框模具,可以选择将各模框放置在同一平面内,以方便加工和装配。最后,材料的流动性、收缩率和强度等因素也会影响分型面的选择。例如,对于强度较低的材料,可以选择在分型面上增加浇口套结构,以提高浇注速度和填充效果。对于收缩率较大的材料,可以选择在分型面上设置较大的溢流槽,以避免因收缩而产生的缺陷。

### 3.2 冷却系统设计

冷却系统的主要作用是降低模具温度,以加快生产周期和提高产品质量。因此,合理设计冷却系统对提高压铸件质量十分关键。其设计要点包括以下几方面:

(1)要根据压铸机的型号和规格,确定模具的冷却参数,如冷却水流量、进出口水温差等。这些参数可以根据压铸机的技术手册进行选择。同时还要根据压铸件的材料、结构和生产批量等因素来选择合适的冷却介质和冷却方式。(2)根据模具材料的不同,选择合适的冷却材料。常用的冷却材料包括不锈钢、铜合金和铝合金等。在选择冷却材料时,应考虑其导热性能、耐腐蚀性和加工性能等因素。此外,为了提高冷却效果,还可以在管壁外侧增加散热片,以增加散热面积。(3)根据模具的结构特点,设计合理的冷却回路<sup>[2]</sup>。冷却回路应尽量避开模具的薄弱环节,以避免因冷却不均而产生开裂等问题。此外,冷却回路的进出口应设置在模具的两侧,

以方便连接和维修。同时要注意管道连接的密封性和可靠性,防止出现泄漏等问题。(4)根据模具的形状和大小,选择合适的冷却管道规格和数量,并合理布置在模具上。在布置冷却管道时,应考虑管道的弯曲半径、进出口高度差等因素,以避免水流不畅或泄漏等问题。此外,为了方便维护,可以将冷却管道的进出口设置在模具的下方或侧面。同时考虑到模具的美观性和安全性,将管道隐藏在模具内部或者采用半隐藏式布置。

(5)为了提高冷却效果,还需要对冷却水道结构进行优化设计。例如,可以通过改变水道截面形状、增加水道壁厚等方式来减小水流阻力,提高冷却效率;或在水道入口处设置滤网或者过滤器,以防止杂质进入水道堵塞管道。同时,也要考虑到水道结构的可靠性和耐久性,避免出现渗漏等问题。

### 3.3 浇注系统设计

浇注系统的主要作用是将熔融的金属液引入模具型腔,并控制填充速度、填充量、金属液的流动方向和温度分布等参数。合理的浇注系统设计可以保证金属液能够顺利填充模具型腔,避免产生涡流、氧化夹渣、缩孔等缺陷,从而提高铸件的质量和生产效率。第一,要明确浇注系统的组成和各部分的功能<sup>[3]</sup>。浇注系统包括浇口杯、直浇道、横浇道和内浇口等部分。浇口杯位于模具顶部,接收从压铸机喷嘴流出的熔融金属,并将其导向直浇道。直浇道连接浇口杯和横浇道,将熔融金属导向横浇道。横浇道连接直浇道和内浇口,将熔融金属导向内浇口,最终进入模具型腔。第二,要合理设计浇注系统的各部分尺寸。浇口杯的尺寸要与压铸机的喷嘴相匹配,以确保金属液体能够顺畅地进入模具;直浇道的长度和直径要适当,以避免金属液体在直浇道中形成涡流或氧化物夹杂;横浇道的截面积要足够大,以确保金属液体能够均匀地进入内浇口,避免产生喷射和涡流;内浇口的截面积要与型腔相匹配,同时内浇口的长度和角度要适当,以避免金属液体在进入型腔时形成涡流或氧化物夹杂。第三,要考虑到浇注系统的密封性和排气性。浇注系统的密封性要好,以防止金属液体在浇注过

程中泄漏。同时,浇注系统的排气性也要好,以便在浇注过程中排出型腔和浇注系统中的气体,避免形成气孔、缩孔等缺陷。

### 3.4 经常润滑压铸工艺设备

压铸工艺设备是用于生产铸件的关键工具,其中包括压铸机、模具、浇注系统、压室、冲头等部件。在压铸过程中,设备部件之间的摩擦是造成设备损坏的主要原因之一。而适当的润滑可以有效地减小这种摩擦,从而延长设备的使用寿命。因此,为了确保这些设备的正常运行和延长其使用寿命,经常润滑是必要的<sup>[4]</sup>。其中,选择适当的润滑剂对于压铸工艺设备的润滑至关重要。应根据设备的具体工作条件、使用频率、部件材料等因素来选择合适的润滑剂。一般来说,对于压铸机等大型设备的润滑,应选择黏度较大、抗氧化性强的润滑剂。对于模具、浇注系统等精密部件的润滑,应选择黏度较小、渗透性好的润滑剂。另外,润滑剂在使用过程中会逐渐变质,失去润滑效果,因此必须定期更换。更换润滑剂的时间取决于润滑剂的类型和使用条件,一般建议每3-6个月更换一次。

### 结束语

综上所述,在实际生产过程中,相关人员应当严格控制压铸工艺参数,根据产品要求和材料特性进行模具设计,同时注重模具制造过程中的细节问题。只有这样,才能保证压铸成品的形状、尺寸和表面质量,提高生产效率和降低成本,从而为制造业的发展提供有力支持。

### 参考文献

- [1]陆佳晖,闵永安,岳加佳,等.大型铝合金压铸模的性能均匀性与开裂机理[J].材料热处理学报,2019,40(03):62-69.
- [2]李荣,王克军,杨文荣.压铸模具设计及优化[J].铸造技术,2019,40(10):2090-2095
- [3]刘建潮,杜晋.基于CAE的压铸模具设计及优化[J].模具技术,2019,41(5):43-47.
- [4]王勇,杨兵,李荣.基于数值模拟的铝合金压铸模具设计及优化[J].中国有色金属学报,2019,29(11):2096-2103.