

小型薄壁塑料件模具开发及优化设计

汤东利

上海兰宝传感科技股份有限公司, 上海市奉贤区, 201400

摘要: 针对小型薄壁塑料件模具开发及优化设计展开研究。探讨模具开发关键环节, 如结构设计、材料选择等。通过优化设计, 提升模具精度、缩短成型周期、降低成本。分析影响模具性能因素, 提出改进措施, 为小型薄壁塑料件模具高效开发与设计提供理论支持和实践指导。

关键词: 小型薄壁塑料件; 模具开发; 优化设计; 模具性能; 改进措施

作者简介: 汤东利 (1981-), 男, 汉族, 上海, 学士, 中级工程师职称。

引言: 随着塑料制品需求增长, 小型薄壁塑料件应用广泛。其模具开发及设计要求不断提高, 传统方法面临挑战。为提高模具质量和生产效率, 对小型薄壁塑料件模具开发及优化设计研究意义重大, 能推动塑料模具行业技术进步。

1. 小型薄壁塑料件概述

1.1 产品特点

小型薄壁塑料件具有诸多独特的产品特点。首先, 其壁厚尺寸非常小, 这使得塑料件在保证一定强度的同时, 具有较轻的重量, 这对于一些对重量敏感的应用场景, 如航空航天、高端电子产品等非常有利。其次, 小型薄壁塑料件的形状往往较为复杂, 需要精确的模具成型才能达到设计要求。例如, 在一些精密仪器的外壳制造中, 可能会有各种精细的凸起、凹陷或者内部结构。再者, 由于壁厚的限制, 这类塑料件在成型过程中对材料的流动性要求很高, 因为较薄的壁厚可能会导致塑料材料在模具型腔中流动阻力增大, 从而影响成型质量。此外, 小型薄壁塑料件的表面质量要求通常也较高, 需要具有光滑的表面, 无明显的流痕、缩痕等缺陷。

1.2 应用领域

小型薄壁塑料件在众多领域有着广泛的应用。在电子电器行业, 如手机、平板电脑等小型电子设备, 小型薄壁塑料件被大量用于制造外壳、按键等部件。这些部件不仅需要满足外观精美、重量轻的要求, 还需要具备一定的机械强度和电磁屏蔽等性能。在医疗领域, 一些小型的医疗器械, 如一次性注射器、输液器等部分组件也是由小型薄壁塑料件构成。这是因为塑料材料具有良好的生物相容性和低成本的优势。在汽车工业中, 小型薄壁塑料件用于汽车内饰件, 如仪表盘的一

些小型装饰件、空调出风口等, 能够提升汽车内饰的美观度和舒适度。

1.3 市场需求

随着现代科技的不断发展, 小型薄壁塑料件的市场需求呈现出持续增长的趋势。在消费电子领域, 消费者对于电子产品的轻薄化、小型化和美观化的追求, 促使制造商不断采用小型薄壁塑料件。例如, 每一代新的手机产品都会在外观设计和重量上进行优化, 小型薄壁塑料件的使用量也相应增加。在医疗行业, 随着人们对医疗健康的重视和医疗技术的进步, 一次性医疗器械的使用量不断上升, 从而带动了小型薄壁塑料件的需求。此外, 汽车行业的发展, 特别是新能源汽车的兴起, 对汽车内饰的品质和舒适度有了更高的要求, 这也为小型薄壁塑料件提供了广阔的市场空间。

2. 模具开发基础

2.1 开发流程

小型薄壁塑料件模具开发流程较为复杂。首先是产品设计分析阶段, 需要对小型薄壁塑料件的结构、尺寸、功能要求等进行详细的分析。这一阶段要充分考虑塑料件的薄壁特性对成型的影响, 例如, 分析壁厚对塑料材料流动性能的要求。接着是模具设计阶段, 根据产品设计分析结果设计模具的结构, 包括型腔、型芯的设计, 确定分型面、浇口位置等关键要素。在这个过程中, 要考虑如何确保塑料材料在薄壁型腔中的均匀流动。然后是模具制造阶段, 采用合适的加工工艺, 如数控加工、电火花加工等制造模具的各个零部件。制造完成后进行模具装配和调试, 在调试过程中, 要对模具的开合模动作、冷却系统、顶出系统等进行检查和调整, 确保模具能够正常工作并生产出合格的小型薄壁塑料件。

2.2 关键技术

小型薄壁塑料件模具开发涉及多项关键技术。其中，塑料材料的流动模拟技术至关重要。通过计算机辅助工程（CAE）软件对塑料材料在模具型腔中的流动情况进行模拟，可以提前预测可能出现的问题，如短射、困气等。例如，根据模拟结果调整浇口的大小和位置，优化塑料材料的流动路径。模具的冷却技术也是关键之一，由于小型薄壁塑料件的壁厚薄，冷却速度对成型质量影响很大。高效的冷却系统能够确保塑料件均匀冷却，减少收缩变形等问题。例如，采用随形冷却技术，使冷却通道尽可能贴近模具型腔表面，提高冷却效率。另外，模具的精密加工技术也是必不可少的，因为小型薄壁塑料件对模具的精度要求很高，需要采用高精度的加工设备和工艺来保证模具的尺寸精度和表面质量。

2.3 常见问题

在小型薄壁塑料件模具开发过程中，存在一些常见问题。首先是塑料材料的填充不足问题，由于薄壁的存在，塑料材料在型腔中的流动阻力较大，容易出现短射现象。这可能是由于浇口尺寸不合理、塑料材料的流动性差或者模具的排气不良等原因造成的。其次是脱模困难问题，小型薄壁塑料件由于壁厚薄的限制，在脱模过程中容易发生变形或者损坏。这可能是由于顶出机构设计不合理、模具表面粗糙度不够或者脱模斜度不足等因素引起的。再者，收缩变形也是一个常见问题，薄壁塑料件在冷却过程中由于各部分冷却速度不一致，容易产生收缩变形，影响产品的尺寸精度和外观质量。

3. 模具优化设计

3.1 结构优化

结构优化是小型薄壁塑料件模具优化设计的重要方面。对于模具的型腔和型芯结构，可以采用加强筋或者肋板结构来增强其强度和刚性，以应对在成型过程中可能受到的压力。例如，在型腔的薄弱部位增加适当的加强筋，既能提高模具的使用寿命，又能保证塑料件的成型质量。在浇口和流道系统方面，优化浇口的形状和尺寸，如采用针点浇口或者侧浇口的优化设计，能够改善塑料材料的流动性能，提高填充效率。同时，优化流道的直径和粗糙度，使塑料材料在流道中的流动阻力最小化。另外，在顶出机构方面，根据小型薄壁塑料件的特点，设计合理的顶出方式和顶出位置。例如，采用推板顶出或者推杆与推板相结合的顶出方式，

确保塑料件能够顺利脱模而不发生变形。

3.2 材料选用

材料选用对小型薄壁塑料件模具优化设计具有重要意义。在模具的型芯和型腔材料选择上，应选用具有高强度、高硬度和良好导热性的材料。例如，优质的模具钢，如P20钢，具有良好的综合性能，适合用于制造小型薄壁塑料件模具。这种材料在保证模具具有足够强度的同时，能够快速传导热量，有利于塑料件的冷却成型。对于模具的镶件材料，可以根据具体的功能需求选择特殊材料。例如，如果需要提高镶件的耐磨性，可以选用硬质合金材料。此外，在选择材料时，还应考虑材料的加工性能，确保材料能够采用现有的加工工艺进行精确加工，以满足小型薄壁塑料件模具的高精度要求。

3.3 工艺改进

工艺改进是提高小型薄壁塑料件模具质量的有效途径。在模具制造工艺方面，可以采用高速切削加工技术，这种技术能够提高模具的加工精度和表面质量，减少加工时间。例如，在加工型腔和型芯时，高速切削能够获得更光滑的表面，减少后续的研磨和抛光工序。在模具的表面处理工艺上，可以采用化学镀镍或者氮化处理等方法，提高模具表面的硬度和耐磨性，延长模具的使用寿命。在成型工艺方面，优化注射参数，如注射压力、注射速度、保压时间等。通过调整这些参数，可以改善塑料材料在模具型腔中的流动状态，提高小型薄壁塑料件的成型质量。

4. 性能影响因素

4.1 成型工艺

成型工艺对小型薄壁塑料件模具的性能有着显著影响。注射压力是一个关键因素，对于小型薄壁塑料件，由于壁厚较薄，需要较高的注射压力才能确保塑料材料充满整个型腔。如果注射压力不足，容易导致填充不足的问题。注射速度也非常重要，适当的注射速度能够保证塑料材料在型腔中的均匀流动，避免出现流痕或者困气现象。例如，较快的注射速度可以在塑料材料冷却之前快速填充型腔，但如果注射速度过快，可能会导致空气无法及时排出，产生困气问题。保压时间同样不可忽视，足够的保压时间可以使塑料件在型腔中得到充分的压实，减少收缩变形，但过长的保压时间可能会增加脱模难度。

4.2 模具结构

模具结构对小型薄壁塑料件的性能影响很大。首

先, 模具的分型面设计直接关系到塑料件的外观质量和脱模难度。合理的分型面设计能够使塑料件在脱模时顺利分离, 避免产生拉伤或者变形。其次, 浇口的位置和类型对塑料件的成型质量有重要影响。不同的浇口位置和类型会影响塑料材料的流动方向和速度, 例如, 针点浇口能够在塑料件上留下较小的浇口痕迹, 但对塑料材料的流动性要求较高。再者, 模具的冷却系统结构决定了塑料件的冷却速度和均匀性。冷却系统是模具的重要组成部分, 其结构设计的合理性与否直接影响着塑料件的成型质量。良好的冷却系统能够使塑料件均匀冷却, 这是因为合理的冷却管道布局能让冷却液在模具内均匀流动。

4.3 材料特性

材料特性是影响小型薄壁塑料件模具性能的重要因素。塑料材料的流动性直接影响其在模具型腔中的填充情况。流动性好的材料能够更容易地充满薄壁型腔, 而流动性差的材料则可能导致填充困难。例如, 一些高性能工程塑料的流动性相对较差, 在加工小型薄壁塑料件时需要特殊的工艺处理。塑料材料的收缩率也是一个关键特性, 不同的塑料材料具有不同的收缩率, 在模具设计时需要根据材料的收缩率来预留收缩量, 以保证塑料件的尺寸精度。此外, 材料的热稳定性也很重要, 热稳定性差的材料在高温的成型过程中可能会分解或者性能下降, 影响小型薄壁塑料件的质量。

5. 改进措施与展望

5.1 解决策略

针对小型薄壁塑料件模具开发和设计中存在的问题, 可以采取一系列解决策略。对于填充不足的问题, 可以优化浇口系统, 如增大浇口尺寸或者改变浇口类型, 同时提高塑料材料的加工温度以增强其流动性。在脱模困难方面, 优化顶出机构设计, 增加脱模斜度, 对模具表面进行抛光处理以降低摩擦系数。针对收缩变形问题, 可以优化模具的冷却系统, 使塑料件均匀冷却, 同时在模具设计时准确计算并预留材料的收缩量。另外, 加强对模具开发和制造过程中的质量控制, 这是确保模具达到高标准的关键环节。在模具开发阶段, 要依据精确的设计图纸进行严格把控。制造过程中, 采用先进的检测设备和技術意义重大。例如三坐标测量仪, 它能够对模具的尺寸精度进行极为精准的检测。三坐标测量仪可以从多个维度测量模具的各个部位, 无论是复杂的曲面还是微小的孔洞, 都能精确测定

其尺寸是否符合设计要求。通过这种高精度的检测手段, 能及时发现模具制造过程中产生的偏差, 从而进行调整和修正, 有效确保模具质量, 为后续的生产应用提供可靠保障。

5.2 发展趋势

小型薄壁塑料件模具的发展趋势朝着智能化、精密化和绿色化方向发展。智能化方面, 将更多地应用智能传感器和控制系统, 实现对模具制造过程和成型过程的实时监控和智能控制。例如, 通过在模具中安装温度传感器和压力传感器, 实时监测模具内部的温度和压力变化, 并根据监测结果自动调整成型工艺参数。精密化趋势要求模具的加工精度和成型精度不断提高, 采用更先进的加工设备和工艺, 如超精密加工技术和微纳制造技术。绿色化则体现在模具材料的选择和制造工艺上, 选择环保型的模具材料, 减少对环境的污染, 同时采用绿色制造工艺, 降低能源消耗。

5.3 应用前景

小型薄壁塑料件模具具有广阔的应用前景。随着消费电子、医疗、汽车等行业的持续发展, 对小型薄壁塑料件的需求将不断增加, 从而推动小型薄壁塑料件模具市场的繁荣。在新兴技术领域, 如5G通信、物联网等, 小型薄壁塑料件也将有更多的应用机会。例如, 5G基站中的一些小型塑料部件可能采用薄壁设计, 这就需要专门的模具来制造。此外, 随着人们对产品质量和性能要求的不断提高, 小型薄壁塑料件模具的优化设计和开发技术也将不断进步, 进一步拓展其应用领域和市场空间。

结束语: 小型薄壁塑料件模具开发及优化设计是复杂且关键工作。通过对各环节研究和改进, 可有效提升模具性能。未来需持续探索新技术和方法, 以适应市场需求, 推动小型薄壁塑料件模具行业进一步发展。

参考文献

- [1] 曹洋, 宁雪梅, 秦剑, 等. 复杂多特征SR3薄壁塑料壳体多向抽芯注塑模具设计 [J]. 塑料工业, 2022, 50
- [2] 许开华. 一种吸塑薄壁制品用全生物降解改性塑料及其制备方法. 江西省, 江西格林循环产业股份有限公司, 2022-12-13.
- [3] 袁志华, 符烜赫, 袁博. 基于Moldflow软件对薄壁件某塑料喷嘴的注塑方案优化研究 [J]. 机械工程师,
- [4] 宋寿亮, 陈兴锋, 黄昌敏, 等. 高熔指薄壁注塑料聚丙烯LHM65的开发及应用 [J]. 炼油与化工, 2024, 35