

塑料注射模具冷却系统的设计

李永梅^{1,2} 林 彬¹ 李延杰³

(1. 天津大学机械学院, 天津 300072; 2. 青岛广播电视大学城阳分校, 青岛 266109; 3. 青岛海尔模具有限公司, 青岛 266103)

摘要 介绍并分析了塑料注射模具冷却系统的设计原则和思想, 采用 MPI/COOL 系统对轿车门板模具冷却系统的设计进行验证与优化, 分析了冷却系统的优化对生产效率及制品质量提高的重要性。指出这一设计原则从用户角度考虑, 提高了制品的生产效率和竞争力, 同时为模具设计工程师在进行塑料注射模具冷却系统设计时提供参考和借鉴。

关键词 注射模具 冷却系统 优化分析

塑料注射模具冷却系统设计不但对制品精度、变形、耐应力开裂性、表面质量等影响较大, 更为重要的是, 由于在注射成型过程中, 冷却时间占成型周期的 80% 左右, 所以塑料注射模具冷却系统设计的优劣对塑料制品的生产效率起着至关重要的作用。因此, 设计合理的冷却系统, 对模具温度进行有效调节是十分必要的^[1,2]。

但是, 塑料注射模具冷却系统的设计经常被认为只是次要的问题, 对于冷却系统的尺寸和结构设计都没有给予足够的重视, 往往将冷却系统的设计作为模具结构设计的最后一道工序来做, 其结果是哪里有可利用的空间, 就在哪里加上冷却水路, 这样的冷却设计很难满足客户对生产效率和高质量制品的要求。采用 MPI/COOL 软件通过分析塑料注射模具的冷却系统对模具和制品温度场的影响, 优化冷却系统的布局, 可达到使塑料制品快速、均衡冷却的目的, 从而缩短注射成型的冷却时间, 提高生产效率, 减少废品, 提高经济效益^[3]。

笔者以一套轿车的门板模具冷却系统设计为例, 说明在塑料注射模具冷却系统设计方面的设计思想及原则。

1 塑料注射模具冷却系统的设计原则及分析

1.1 确定冷却水路的分布

模具上大部分热量是通过型腔及型芯的冷却移走的, 但仍有一部分热量会传递到支撑型腔和型芯的模板上, 这些热量如果不能及时散失, 也会影响制品的成型周期。

(1) 流道系统的冷却设计 由于冷流道随制品一起顶出(一般模具流道的凝固层厚度达 50% ~ 60% 即可顶出), 而一般冷流道较厚, 其附近的热量较为集中, 若不能及时冷却将影响整个生产周期, 所以冷流道周围必须单独设计一组水路进行冷却。由

于热流道需不断加热, 尽管热流道的加热部件与周围模板之间有隔热层, 但仍不可避免有部分热量传递到模板上, 所以在热流道周围必须设计冷却水路。笔者分析的这套轿车门板模具的每个热喷嘴周围都设计了一组点冷水路。

(2) 模板的冷却设计 由于模板用来支撑和固定型腔和型芯, 容纳流道系统和顶出系统等机构, 如果模板之间存在温差, 可能会影响导向机构、顶出机构、锁紧机构的定位, 加快这些部件的磨损。所以这套轿车门板模具除顶针板外都有一组单独设计的水路。

1.2 水路的尺寸及位置

冷却效果并不是冷却水路的直径越大越好, 还要考虑冷却水量, 保证形成湍流所需要的流速, 以及产生这一流速所需要的压力差。冷却水在冷却通道中必须呈湍流状态, 以保证参与冷却的水量越多, 冷却效果越好, 即雷诺指数 Re 应大于 4000, 见式(1):

$$Re = \omega d / \nu \geq 4000 \quad (1)$$

式中: ω ——冷却水的流速;

d ——冷却通道直径;

ν ——冷却介质的运动粘度。

根据制品壁厚及形状, 对于中等以上制品水路直径设计一般选用: 10 ~ 16 mm。若需设计点冷, 通常点冷水路直径为与其相连的直通水路直径的 1.45 倍左右。

水路距制品壁不能太远, 但也不能太近, 一般不能小于水路直径的 2 倍, 否则, 塑料熔体对冷却过于敏感, 制品内外壁高分子的松弛程度不同, 容易引起制品开裂、变形等缺陷。

根据公式计算结果及实践经验, 一般水路距制

品壁的距离为水路直径的 2~3 倍,水路间距为水路直径的 3~5 倍较好。

1.3 塑料模具冷却水路的分布原则

(1) 设置水路时应考虑制品的形状,对热量分布较多的位置应重点设计。一般镶芯、筋及斜顶的根部,盒子侧壁重叠处等为热量集中区域。当冷却开始时,制品发生收缩,紧贴在镶芯上,同时脱离型腔壁。这类制品的成型周期主要取决于镶芯的冷却时间,实践证明,若不能及时冷却,镶芯的温度可能比其它部位高出 20~50℃,无法实现连续生产。一般对于小的镶芯可以采用喷泉式冷却、铍铜镶芯下面通水、导热针等方式。

(2) 水路中冷却水的流动方向与熔体流动方向应一致,以便最大效率地带走热量,同时有利于熔体的充填(流动末端模温过低不利于熔体充填)。

(3) 对于大中型复杂模具,应以每个浇口为中心分区域冷却。

(4) 为了保证型腔、型芯温度分布均匀,制品冷却均匀,型腔、型芯水路的走向应一致;型腔、型芯的温度差应控制在 10℃ 以内。

(5) 为了减小冷却水的压力损失,模具外围连接冷却水管的尺寸一定要大于或等于模具内水路的尺寸。

(6) 冷却水路尽可能设计在与塑料熔体接触的模具零件中,而不宜设在与之相邻的模板中。因为接触区域的导热效果最多只有整体模板的 50%。

2 轿车门板模具冷却系统设计方案说明

注塑材料: (丙烯腈/丁二烯/苯乙烯) 共聚物 (ABS), 德国拜耳公司;

注塑机: HTF1080T 型, 宁波海天设备公司;

制品尺寸: 900 mm × 590 mm;

制品平均壁厚: 2 mm。

2.1 型腔、型芯冷却系统设计方案

型腔冷却系统设计方案如图 1 所示。

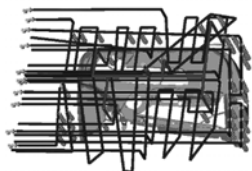


图 1 型腔冷却系统示意图(11 组回路)

型芯冷却系统设计方案如图 2 所示。

2.2 水路设计说明

塑料材料选用 Bayer Lustran ABS 5300, 熔体温

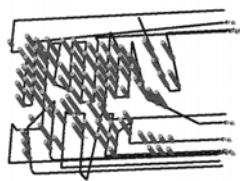


图 2 型芯冷却系统示意图(7 组回路)

度为 230℃, 型腔温度为 40℃。基于上述设计原则, 采用的冷却管道直径为 12 mm, 点冷直径为 25 mm。冷却介质为水, 水温 15℃, 雷诺指数为 5000。

2.3 软件分析结果与试模结果

应用 MPI/COOL 软件分析的冷却效果基本符合要求, 实际试模时, 生产周期较以前同类模具提高了 15 s, 客户较为满意。

(1) 软件分析得到型腔、型芯温度差基本在 10℃ 以内, 实际测量为 5℃, 冷却效果较为理想。

(2) 软件分析制品冷却时间为 15 s 左右, 较为理想, 实际冷却时间为 20 s。

(3) 软件分析进出水温差在 2℃ 以内, 较为理想, 但冷却热流道的一组水路温度略高(见图 3), 在试模时此路水需单独控制。

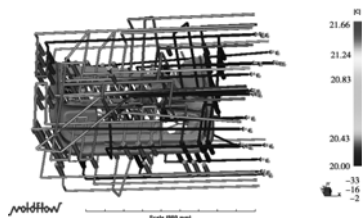


图 3 软件分析出水温度

2.4 经济效益分析

表 1 为冷却系统改进前后的经济效益分析结果。

由以上分析可见, 冷却系统直接影响冷却效果, 合理的冷却水路布局可以对制品进行均匀冷却, 从而缩短成型周期, 降低生产成本, 仅优化水路设计一项每天(按 8 h 算)可多生产 133 件, 在时间就是效益的今天, 其经济效益和社会效益无法估量。

表 1 冷却系统改进前后的经济效益分析结果

以前同类模具 生产周期/s	现生产周 期/s	每件提高/ s	效率提高/ 件·天 ⁻¹
65	50	15	133

3 结语

(1) 通过定性分析冷却系统的设计原理和实践中的设计要点, 以及应用 MPI/COOL 软件模拟分析其冷却过程, 优化了冷却系统。

(2) 通过实际试模验证, 合理的水路设计可以

有效地提高生产效率,所以塑料注射模具的冷却系统是影响生产效率的关键因素。

参考文献

1 李德群,唐志玉.中国模具设计大典(第 2 卷).南昌:江西科技

术出版社,2003.

2 李德群.塑料成型工艺及模具设计.北京:机械工业出版社,1994.

3 余卫东,陈建.注塑成型 CAE 技术.计算机辅助设计与制造,2002
(3):60

THE RESEARCH OF COOLING SYSTEM DESIGN IN PLASTIC INJECTION MOULD

Li Yongmei^{1,2}, Lin Bin¹, Li Yanjie³

(1. Mechanical Department, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. Chengyang Branch, Qingdao Broadcast TV University, Qingdao 266109, China; 3. Qingdao Haier Mould Co. Ltd., Qingdao 266103, China)

ABSTRACT This article introduced and analysed the design principle and idea of cooling system on plastic injection mould. Adopting MPI/COOL analysis system, the cooling system on automobile door panel mould were validated and optimized. The important effect of optimization of cooling system to the production efficiency and the quality improvement of product was analysed. It was pointed out that this design principle standing on the customer's point of view, improved the production efficiency and the competitive capability, and at the same time provided a reference for the mould designer.

KEYWORDS injection molding, cooling system, optimum design

印度 Gail 将扩建乙烯裂解装置

印度 Gail 公司董事长兼总经理 Proshanto Banerjee 不久前表示,计划在今年 12 月份前投资 70 亿卢比,将位于印度 Uttar Pradesh 邦 Pata 的乙烯裂解装置的生产能力从目前的 31 万 t/a 扩至 45 万 t/a。Gail 公司计划通过增加裂解炉数量来扩大乙烯产能,同时还计划利用新增乙烯产量在该石化联合体内新建一套 10 万 t/a 的线性低密度聚乙烯(LLDPE)/高密度聚乙烯(HDPE)(可切换生产)装置。Gail 公司目前可以生产多种聚乙烯(PE)品种,包括注塑、吹塑、单丝管和薄膜级产品等。巴斯还拥有一套应用日本三井专利技术的 10 万 t/a 的 HDPE 装置和一套应用诺瓦化学专利技术的 21 万 t/a 的 LLDPE/HDPE 装置。

(江南)

巴斯夫聚合物去年获利丰厚

由于绝大多数聚合物提价,去年巴斯夫塑料分部利润较高。据年报称,虽然去年聚合物销售量仅增长 1%,但销售额增长率却达到了 11%,达到 117 亿欧元,税前利润增长 26%,超过 15 亿欧元。去年,该公司的功能聚合物如聚酰胺,销售额强劲增长,增幅达 12%,聚氨酯销售额增长近 23%,然而苯乙烯类聚合物因需求下降,销售额仅与上年持平。巴斯夫聚合物今年仍有望保持较高增长,但因其位于路德维希港的苯乙烯装置于去年底临时停工,将影响其今年第一季度的聚合物总产量。巴斯夫称,去年公司创纪录地实现销售收入 427 亿欧元及税前利润 82 亿欧元。

(王立)

美国塑机企业力拓中国市场

Milacron Inc. 机械公司董事会主席、总裁兼首席执行官 Ronald Brown 不久前透露,该公司今年有望通过在江苏省江阴市的合资企业,向我国出售价值 600 万美元的塑机设备。

Brown 还称,总部位于美国俄亥俄州辛辛纳提的 Milacron Inc. 机械公司预计今年还将从其它生产厂(主要是在欧洲的生产厂)向我国航运价值 1200 ~1300 万美元的塑机设备。尽管我国目前主要需求小吨位注塑机,但 Brown 称,公

司仍计划在我国集中生产服务于汽车零部件模塑领域的大型塑机设备。

(刘欣)

亚洲最大的 PVC 糊树脂装置投产

经过两年的技术改造,中国蓝星(集团)总公司所属沈阳化工集团去年底建成的 10 万 t/a PVC 糊树脂生产装置,目前达标达产,成为亚洲最大的 PVC 糊树脂生产装置。同时,该装置的技改成功,使沈化集团成为亚洲最大的 PVC 糊树脂生产企业,也使蓝星化工新材料产业链体系更加牢固。

沈化集团在原有 5 万 t/a PVC 糊树脂生产能力的基础上进行了扩建,在新建 PVC 糊树脂项目中,大胆采用了新型半管冷却式聚合物釜、膜分离技术回收尾气、新型雾化器等新技术和新设备,使装置一开车就在低成本下运行,为更有利地占领国内外市场提供了可靠保障。

沈化集团是国内第一家引进国外 PVC 糊树脂生产技术的企业,其生产能力与产量、质量均居国内首位,装置扩建后的产能占目前国内总产能的 50% 以上。

(张弛)

全球阻燃剂供应紧张企业忙扩产

近两年全球溴和磷阻燃剂及三氧化二锑等相关产品的需求量持续增长,然而由于原材料供应紧张,导致这类产品出现短缺。业内人士预计,今后阻燃剂市场供应紧张的局面仍难改变。在亚洲市场,六溴环十二烷和十溴二苯醚阻燃剂的代用品如四溴双酚 A 及其环氧化低聚物的需求量均以两位数快速增长。这是由于亚洲电子行业需求旺盛和中国市场走强所致。在国际市场上,近两年来以色列溴生产投资停滞,原料溴市场出现紧张,结果导致 2004 年以来溴价成倍上涨。在 2006 年上半年扩建新产能竣工投产之前,溴市场供应仍可能趋紧。在我国强劲需求推动下,磷阻燃剂需求量正以年均 20% 的速度增长。磷阻燃剂原料黄磷的供应主要依赖我国厂家。大八化学工业和旭电化是两家日本磷阻燃剂生产商,目前这两家公司正忙着在我国和本国扩大生产。

(徐双人)