

基于快速制造新型注塑模具设计的探讨^{*}

董祥忠^{1,2} 莫健华² 史玉升² 刘 洁²

(1. 四川大学高分子科学与工程学院, 成都 610065; 2. 华中科技大学材料科学与工程学院, 武汉 430074)

摘要 重点针对快速原型制造技术中的新型塑料水龙头注塑模具结构、冷却系统、浇注系统的位置与尺寸进行了设计, 阐述了产品创新开发中的快速原型(RP)技术与 CAD/CAE/CAM 之间的关系。并就简化模具结构设计的优缺点与前后三次激光选区烧结(SLS)的成型工艺条件和收缩率进行了探讨, 提出了 SLS 技术的现状、发展趋势与方向。

关键词 RPM 技术 塑料水龙头 浇注系统 RP 技术 CAD/CAE/CAM 激光选区烧结

快速原型制造(RPM)技术基于“离散-堆集”原理, 具有高度柔性的制造思想, 已被企业界人士广泛接受, 其应用正在从最初的设计原型和测试原型制造向最终产品制造的方向发展。RPM 技术发展 10 余年来, 产生了激光光敏固化(SLA)、分层实体制造(LOM)、激光选区烧结(SLS)、熔融沉积制造(FDM)等多种新工艺^[1]。它的应用已遍及航空航天、机械制造、生物医学、艺术加工、大众消费等各个领域。快速原型(RP)作为产品开发早期的一种原型快速设计、生产方法, 正在转变成为一种新的快速生产方式。随着这个转变的完成, 实现“离散-堆集”过程中的使能方式和驱动技术, 必将成为推动 RPM 技术向前发展的新动力^[2], 它也必将在未来的塑料工业制品开发和模具制造领域中得到广泛应用和飞速发展。

RP 技术与原始的精密铸造结合起来, 能够在生产中取得显著的社会效益和经济效益。例如, 世界著名的美国 Pratt & Whitney 实验室于 1994 年采用 RP 技术与铸造工艺相结合, 仅生产 32000 个铸造零件, 就节约了 640 万美元, 且节省制造时间 70% ~

90%^[3]。水龙头是我国量大面宽的日用产品, 但是, 目前水龙头中有 90% 以上均为铸铁生产。由于铸铁生产的水龙头制造时能耗高、易生锈、对环境污染大、寿命短、维护困难, 国家已发文大力推广以塑料代铁的建材制品。所以, 塑料水龙头取代传统的铸铁水龙头是大势所趋。为此, 笔者对新型塑料水龙头注塑模具结构的设计和采用 SLS 的塑料模具进行了研究^[4]。

1 基于 RPM 塑料模具的工艺路线和制造技术指标

1.1 基于 RPM 塑料模具的工艺路线

目前, 需要开发的新产品很多, 但研发的时间却很短。如何快速地获取三维实体模型, 让市场去检验产品造型的美观与质量的好坏特别重要。采用 RPM 技术进行快速制模以生产出合格产品是检验设计新产品好坏较先进的手段, 也是目前最广泛使用的生产技术。

图 1 示出产品创新开发过程中的 RPM 工艺路线。图 2 示出注塑模具结构设计、浇注系统 CAE 优化与型腔 RPM 工艺路线。图 3 示出注塑模具型腔特种精密铸造及注塑试模工艺路线。

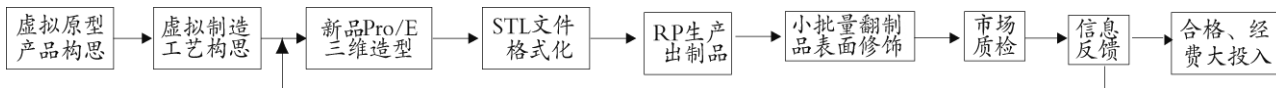


图 1 产品创新开发过程中的 RPM 工艺路线

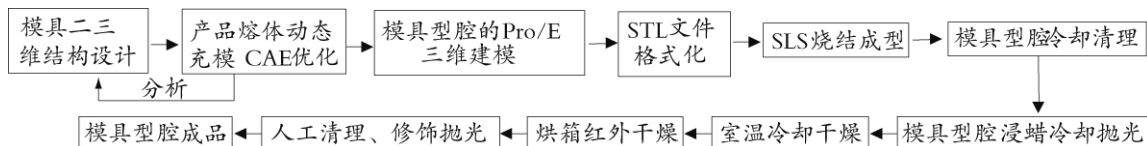


图 2 注塑模具结构设计、浇注系统 CAE 优化与型腔 RPM 工艺路线

1.2 新型塑料水龙头注塑模具制造技术指标

RPM 技术对新型水龙头注塑模具要求的指标是: 在 SLS 直接制作的关键技术中, 注塑模具精度为 (100 ± 0.25) mm; 在 RP 技术中的纸叠层 LOM 制造

^{*} 国家 863 重大项目(2002A6Z3081), 湖北省重点科技攻关项目(2001A107B02)

收稿日期: 2002-12-24

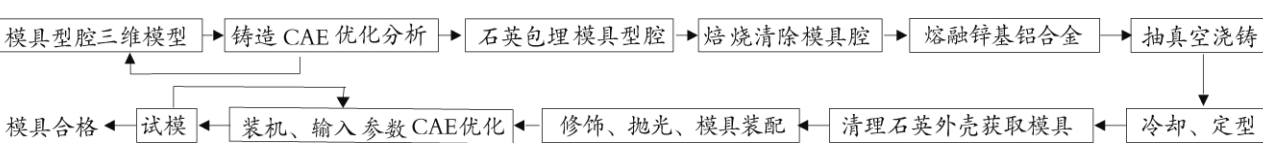
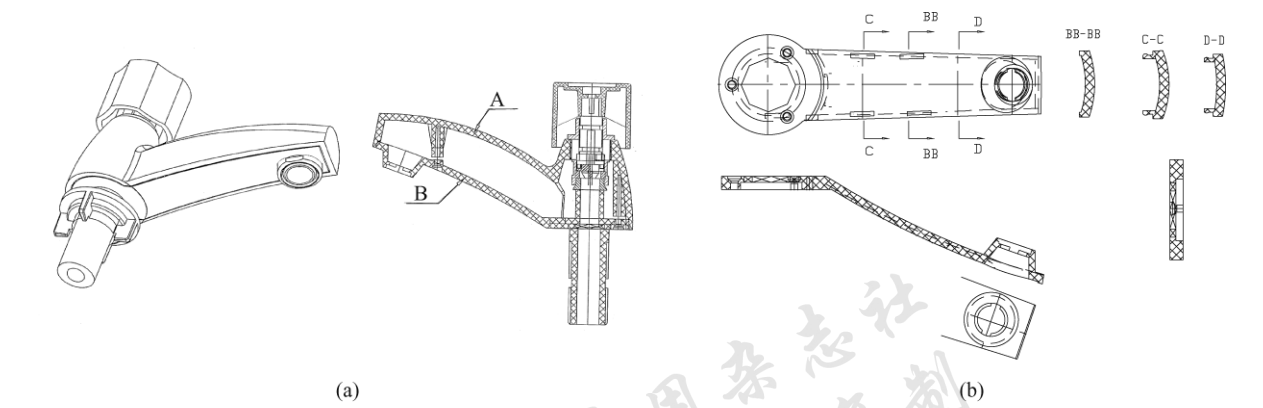


图 3 注塑模具型腔特种精密铸造及注塑试模工艺路线

和 SLS 生产注塑模具铸件的制作时间应由 3 周左右缩短为 4 d; 采用了上述方法精密铸造的注塑模具型腔铸件精度应达到(100 ±0.03) mm。图 4^[5] 示出笔者要讨论的塑料水龙头组装和零部件图。



a—外观装配图; b—下盖 B 零件图

图 4 塑料水龙头组装、零部件图

2 模具结构设计

要获得外形美观、尺寸精度高、实现 A、B 塑料件组装无缝的制品,最关键的是模具的配合,笔者将研究重点放在下盖 B 零件图的快速制造注塑模具的型腔和型芯上。

2.1 塑料水龙头下盖模具结构

塑料水龙头下盖形状如图 4 b 所示。它是一个典型的斜长条加厚形、且配有嵌件的制件,尽管该件造型简单,但因其折面所至而导致模具的分型面必须为一个阶梯多折面形状,给模具的机加工和快速原型制造带来极大的不便。同时,由于有嵌件附着,注射成型中的安装和脱出都将会给操作者带来极大的妨碍。此外,塑料件在生产过程中的放热量较大,它在模具结构的设计中显得特别重要。笔者在模具结构设计中考虑的是冷却水孔应在快速原型制造型腔的过程中一步加工而成。希望它能在 RPM 中一道随型腔等边距做出最佳冷却水孔的流道,以保证其冷却效果的均匀合理性。详细结构见图 5^[6,7]。

2.2 动作原理

模具在注塑机的作用下合模,塑料熔体被注入模具的型腔,经保压、冷却而固化,模具在注塑机的作用下首先在定模弹簧 9 的作用下在 C - C 面分开,定模的 4 个活动型芯 31 在弹簧 30 的作用下被留在运动的动、定模具型腔板 24 的 4 个孔中;当模

具继续向左运动而主分型面 D - D 被分开时,4 组侧滑块 2 在弹簧 3 的作用下同时进行左右侧向分型抽芯、并在动模定位销 4 的作用下止动,制品被留在动模的大型芯 13、小型芯 22 和主型芯 23 上;然后在注塑机动模顶杆的作用下,制品在顶出板 19 和顶出固定板 20 的带动下,被顶杆 12、14、15、16、17 与拉料杆 39 顶出大型芯 13、小型芯 22 和主型芯 23 而自动落下。合模时,动模顶杆 12、14、15、16、17 与拉料杆 39 在回程杆 7 的作用下后退,定模板 27 的侧压面压迫 4 组侧滑块 2 自行复位,4 个活动型芯 31 则在 4 个压块 33 的作用下自行复位,然后闭模而进入下一个成型周期。

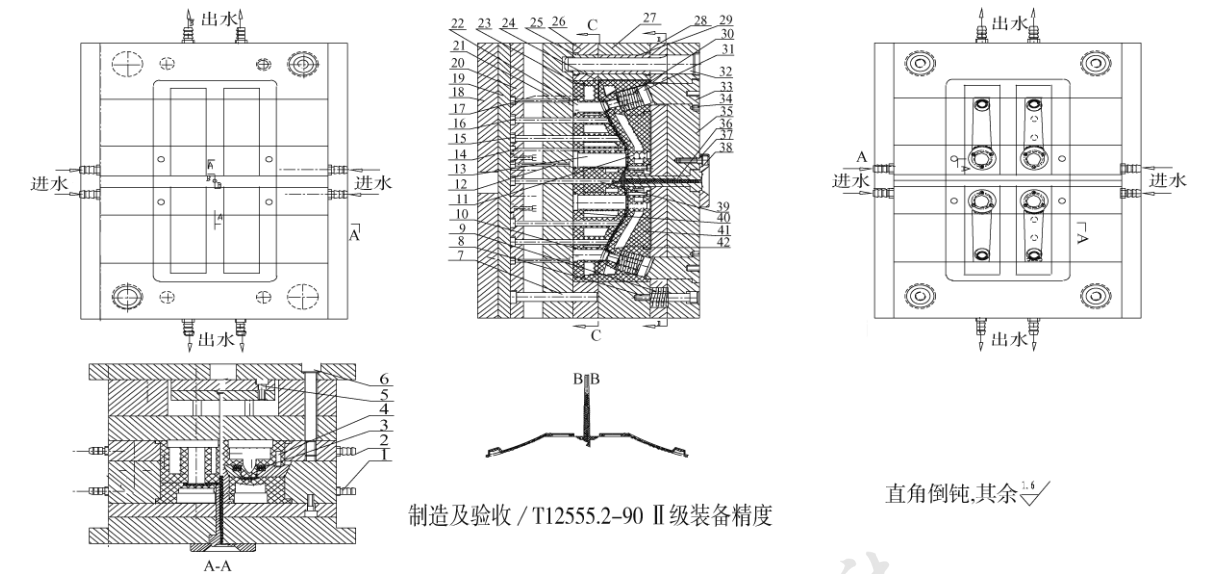
3 SLS 模具型腔成型工艺条件

新型塑料水龙头注塑模具型腔 SLS 成型工艺条件见表 1。

表 1 新型塑料水龙头注塑模具 SLS 烧结制造成型工艺条件

烧结速度 / mm · s ⁻¹	烧结温度 / ℃	烧结厚度 / mm	扫描间距 / mm	光斑直径 / μm
2 000	95 ~105	0.2	0.1	0.1 ~0.2

采用 SLS 新型塑料水龙头模具型腔的结构图见图 6。采用 SLS 塑料模具有关收缩率的确定非常重要,影响 SLS 塑料水龙头模具尺寸收缩率的因素较多,一般有 SLS 塑料的烧结收缩、结晶收缩和温度收缩等^[8]。由于文章篇幅所限,此处不再加以讨论。



1—水嘴; 2—侧滑块; 3—弹簧; 4—定位销; 5, 6—螺钉; 7—回程杆; 8—螺钉; 9—弹簧; 10—销钉; 11—成型杆; 12—顶杆 a; 13—大型芯; 14, 15, 16, 17—顶杆 b, c, d, e; 18—动模底板; 19—顶出垫板; 20—顶出固定板; 21—动模垫板; 22—小型芯; 23—主型芯; 24—型腔板; 25—导套; 26—动模固定板; 27—定模板; 28—中隔板; 29—长导套; 30—弹簧; 31—活动型芯; 32—导柱; 33—压块; 34—止动销; 35—定模板; 36—衬套; 37—螺钉; 38—定位圈; 39—拉料杆; 40—型芯盖; 41—型腔盖; 42—密封圈

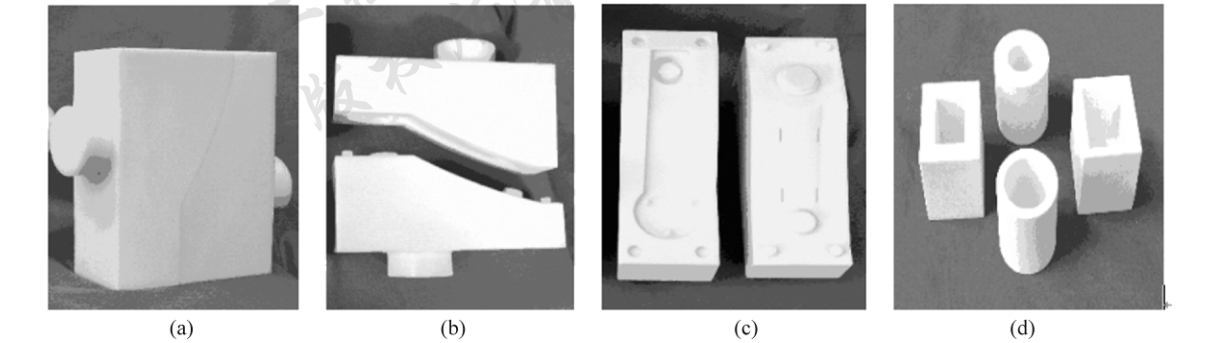
图 5 塑料水龙头下盖 B 零件的模具结构总图

笔者设计的 SLS 塑料水龙头模具的设定尺寸、烧结

4 结论

后的测定值及平均收缩率结果见表 2。

(1) 塑料成型制品尺寸精度的好坏取决于模具



a—模具闭合的结构; b—模具分模的情况; c—模具内部的结构; d—随机烧结的标准块

图 6 采用 SLS 的新型塑料水龙头下盖模具型腔的结构图

表 2 塑料水龙头模具尺寸设定值、测定值及收缩率¹⁾

尺寸项目	模具型腔			模具型芯			随机烧结样块		
	设定值/mm	测定值/mm	收缩率/%	设定值/mm	测定值/mm	收缩率/%	设定值/mm	测定值/mm	收缩率/%
长度/mm	172.04	172.00	-0.0233	172.04	171.89	-0.08719	50.00	49.86	-0.28
宽度/mm	60.72	60.25	-0.7740	60.72	60.15	-0.09387	40.00	40.10	-0.60
高度/mm	86.24	86.22	-0.0232	75.394	75.48	+0.11407	50.00	52.00	+4.00
高度/mm	46.046	46.08	+1.3769	35.197	35.40	+0.5759	40.00	41.00	+2.50

注: 1) 塑料注塑模具型腔在烧结成型中因激光机械运动的 X 和 Y 轴误差而给定的修正值, $x = 1.00559$, $y = 0.99925$, $z = 1.00000$ 。可根据高度尺寸偏大而改变 Z 轴的系数值, 即可降低高度的收缩率大小。

型腔制造的尺寸精度, 要充分重视模具结构的设计和浇口位置尺寸的确定。

(2) 在塑料模具结构的设计中, 型腔的冷却非常关键, 应根据制品形状进行冷却水孔的结构设计, 同时还应考虑机械加工的可能性和可行性, 才会获

得理想的冷却设计效果。

(3) 模具型腔结构的尺寸设计很关键, 在设计模具型腔结构的有关尺寸时要考虑到材料的收缩率, 使所设计的 SLS 制品(模具) 应有均匀的壁厚。

(4) 采用 SLS 烧结的塑料或复合基的其它材料

时应充分考虑它们本身的特性,且在加工过程中还应制定详细的成型工艺条件并严格工艺操作。

(5) 采用 RPM 技术来制造塑料模具的型腔,可以大大缩短制模周期,它特别适合形状复杂制品模具的生产,但它成型的模具尺寸精度离设计要求还有一定距离,还要在材料选择、SLS 烧结工艺及后处理方面多加研究。

参考文献

1 单忠德. 基于快速原型的金属模具制造工艺研究: [博士论文].

清华大学, 2002. 4

2 颜永年, 陈立峰, 王笠. 快速成型技术的发展趋势和未来. 见: 2001 年中国机械工程学会年会暨第九次全国特种加工学术年会论文集. 北京: 机械工业出版社, 2001. 14

3 湖北省科技厅 2001A107B02 号文件, 2001.

4 成都科技大学, 天津轻工业学院, 北京化工学院. 塑料成型模具. 北京: 中国轻工业出版社, 1980. 8

5 成都科技大学. 塑料成型工艺. 北京: 中国轻工业出版社, 1980. 8

6 李湘生. 激光选区烧结的若干关键技术研究: [博士论文]. 华中科技大学, 2001. 9

DISCUSSION OF A NEW TYPE INJECTION MOULD DESIGN BASED ON RPM

Dong Xiangzhong^{1,2}, Mo Jianhua², Shi Yusheng², Liu Jie²

(1. College of Polymer Science & Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Laboratory of Plastic Forming Simulation and Die & Mould Technology, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

ABSTRACT The plastic injection mould structure, the positions and dimensions of the cooling system and the casting system for a new type hydrant based on RPM are mainly discussed. The relationship between RP and CAD/CAE/CAM in the process of the product innovation is also illuminated. The advantages and disadvantages of simplifying the mould structure, and the molding condition and contraction rate of the successive SLS three times are discussed. Further more, the status in quo, the trend and direction for further development of SLS is put forward.

KEYWORDS RPM technology, plastic hydrant, casting system, RP technology, CAD/CAE/CAM, SLS

广告索引

浙江金星螺杆制造有限公司(封面) 南京聚隆工程塑料有限公司(封二) 张家港市神舟机械有限公司(插1) 多米诺喷码技术有限公司(插2) 深圳市新三思计量技术有限公司(插3) 南京航空航天大学信立塑料机械厂(插4) 北京福田建材有限责任公司(插5) 张家港市欣荣机械有限公司(插6) 深圳市瑞格尔仪器有限公司(插7) 张家港市轻工机械厂有限公司(插8) 承德精密试验机有限公司(插9) 南京瑞亚高聚物装备有限公司(插10) 海天机械有限公司(插11) 高铁检测仪器有限公司(插12) 昆山科信橡塑机械有限公司(插13) 南京鼎天机械制造有限责任公司(插14) 承德市金建检测仪器有限公司(插15) 南京橡塑机械厂(插16) 南京杰恩特机电有限公司(插17) 北京丰阳塑化工程技术有限责任公司(插18) 杭州康发塑料机械有限公司(插19) 南京科亚实业有限公司(插20、插21) 张家港市二轻机械有限公司(插22) 上海神源电气有限公司(插23) 广东泓利机器有限公司(插24) 三博高分子合金(宁波)有限公司(插25) 四川省得阳科技股份有限公司(插26) 孝感市五岳传感器有限公司(插27) 南京智诚橡塑机械有限公司(插28) 张家港华明机械有限公司(插29) 无锡宏益塑胶机械有限公司(插30) 成都金石东方工业有限公司(插31) 南京宁利实业有限公司(插32) 成都科强高分子工程公司(插33) 第三届中国国际工程塑料展览会(插34) 上海新星双螺杆机械有限公司(插35) 第十七届中国国际塑料橡胶工业展览会(插36) 2003 东莞国际工业展(插37) 第六届亚太国际橡塑工业展览会(插38) 张家港白熊兰马机械有限公司(插39) 四川英杰电气有限公司(插40) 德国恩欣格国际有限公司(插41) 青岛顺利达塑料机械有限公司(插42) 青岛科亚塑料机械有限公司(插43) 绍兴四维塑胶工程有限公司(插44) 舟山市金海机械有限公司(插45) 江苏白熊机械有限公司(插46) 张家港市万塑机械有限公司(插47) 玉环真空泵厂(插48) 鞍山市龙马塑料有限公司(插12) 洪湖市恒基化工有限公司(插22) 北京普利宏斌化工材料有限责任公司(插28) 广州八达公司(插33) 北京实达丰商贸有限公司(插62) 泉州三威化工有限公司(插49) 上海日之升新技术发展有限公司(插50) 杭州华洋化工有限公司(插51) 江阴新达塑料机械有限公司(插52) 岳阳经济技术开发区巨力工程塑料有限公司(插53) 浙江黄岩傲霸塑料模具厂(插54) 平顶山市华伦塑料有限公司(插55) 郑州富龙新材料科技有限公司(插56) 大连塑料机械厂(插57) 上海卓仁实业有限公司(插58) 四川隆昌化工机械厂(插59) 长春智能仪器设备有限公司(插60) 张家港市亚太轻工机械制造有限公司(插61) 慈溪市华通塑化有限公司(插62) 张家港市德华机械制造有限公司(插63) 江苏华都科技有限公司(插64) 徐州超精细粉体厂(插65) 上海方田弹性体有限公司(插66) 南京中观机械电子有限公司(插67) 山西省化工研究院(插68) 湖北省洪湖双马树脂厂(插69) 辽宁调兵山市兴源超细增强材料有限公司(插69) 余姚市中发工程塑料有限公司(插70) 济南泰星精细化工有限公司(插70) 岳阳市维远实业有限公司(插71) (北京奥可发塑料有限责任公司(插71) 江苏靖江市化纤塑料助剂厂(插72) 舟山市金岛机械有限公司(插72) 上海格利雅化工有限公司(插73) 北京加成助剂研究所(插73) T&T 科技有限公司(插74) 能达化学(鹤山)有限公司(插74) 鹿泉市安利达粉体材料厂(插75) 深圳市现代宝实业有限公司(插75) 中国兵器工业集团第五三研究所(插76) 济南联宝轻工设备有限公司(插77) 上海艺孟橡塑有限公司(插78) 上海逊达橡塑机械制造有限公司(插79) 中蓝晨光化工研究院(插80) 中芬合资南京金陵奥普特高分子材料有限公司(插81) 无锡华亚机械制造有限公司(插82) 广东惠丹纳米材料有限公司(插83) 中纺投资发展股份有限公司(插84) 上海经纬机械制造有限公司(封3) 浙江华峰微特电机有限公司(封底)