

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.03.014

轮椅踏板旋转座注塑模具设计

冯鲜^{1,2}, 辛中将¹, 郑明亮¹, 袁惠新³

(1. 无锡太湖学院机电工程学院, 江苏无锡 214064; 2. 江苏省物联网应用技术重点实验室, 江苏无锡 214064;

3. 常州大学机械工程学院, 江苏常州 213000)

摘要: 针对外侧螺纹的轮椅踏板旋转座的成型工艺特点, 确定了注塑模具的整体设计方案, 确定了模具设计的多型腔布局、侧抽芯及滑块镶件、推杆顶出机构等关键点。模具选用1模4腔侧浇口的型腔布局形式, 采用双向斜导柱侧抽芯机构, 设置了1根直径为6 mm的流道推杆和16根直径3 mm的流道推杆以及相应的冷料穴, 每个塑件采用四推杆顶出机构, 可以安全顶出产品, 且与浇注系统和冷却系统等互不干涉, 实现了浇注凝料的自动脱模。实践证明, 该注塑模具结构设计合理, 工作稳定, 塑件精度较好, 满足了企业的要求。

关键词: 轮椅踏板旋转座; 注塑模; 侧抽芯; 1模4腔

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)03-0072-05

Design of Injection Mold for the Footrest Adjusting Seat of Wheelchair

Feng Xian^{1,2}, Xin Zhongjiang¹, Zheng Mingliang¹, Yuan Huixin³

(1. School of Electrical and Mechanical Engineering, Taihu University of Wuxi, Wuxi 214064, China;

2. The Internet of Things Application Technology of Key Construction Laboratory in Jiangsu Province, Wuxi 214064, China;

3. School of Mechanical Engineering, Changzhou University, Changzhou 213000, China)

Abstract : According to the characteristics of injection molding process for the footrest adjusting seat of wheelchair with thread, the overall design scheme of injection mold was determined, and the key points of mold such as multi cavity layout, side core-pulling, slider inserts and ejector pins were determined. The mold adopts the cavity layout of 1 mold and 4 cavities, and side core pulling mechanism with inclined guide pillar was adopted. One 6 mm diameter and sixteen 3 mm diameter runner push rod have been set up, and four push rod ejection mechanism was used for each plastic part. Products can be ejected safely and does not interfere with the gating system and the cooling system. The automatic demoulding of the castable was realized. Practice has proved that the injection mold has reasonable structure, stable work and good precision of plastic parts, so as to meet the requirements of the enterprise.

Keywords : footrest adjusting seat of wheelchair ; injection mold ; side core-pulling ; one module and four cavities

1 塑料件工艺与结构分析

1.1 塑料件工艺分析

该塑料件是轮椅配件, 工作时承受外力较为复杂, 优先考虑塑料件力学性能、耐磨性、抗光氧化性、低温特性等综合性能, 其次才是成型难易和经济性问题^[1-3]。材料选用增强尼龙 (PA66-GF30), 其优点是韧性好、抗疲劳、表面光滑耐磨、抗冲击、材料含有玻璃纤维成分, 受热变形温度可高达 250℃, 成型制件稳定, 质量轻、耐热性均匀; 缺点是吸水性稍高、

尺寸性能不稳定, 所以塑料件脱模后需进行水煮, 使塑料件具备韧性^[4]。成型零部件采用特种加工, 电火花处理表面精度, 保证零件产品表面质量无明显云纹、凹陷等缺陷^[5]。依据工厂的实际生产需求, 进行了轮椅踏板旋转座的注塑模具设计。

1.2 塑料件结构分析

本塑料件为轮椅踏板旋转座, 其结构图如图 1 所示。塑料件上方成不规则圆台形, 上端面最大直径尺寸为 35 mm, 下端部直径为 25.44 mm, 整体

基金项目: 江苏省高等学校自然科学研究项目 (18 KJB460027)

通讯作者: 冯鲜, 讲师, 主要从事数字化设计与制造, 模具 CAD/CAE E-mail: fengxian84@163.com

收稿日期: 2019-01-03

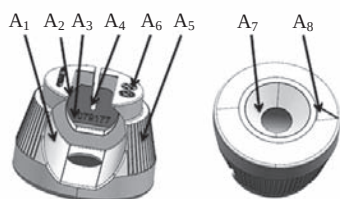
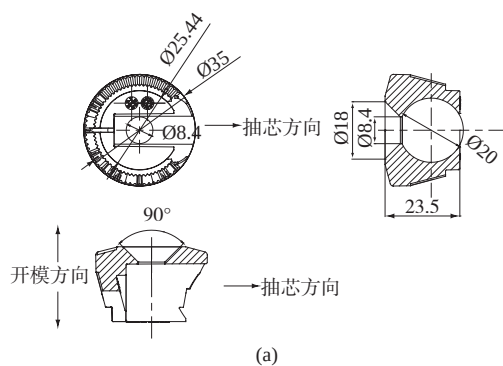
引用格式: 冯鲜, 辛中将, 郑明亮, 等. 轮椅踏板旋转座注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(3):72-76.

Feng Xian, Xin Zhongjiang, Zheng Mingliang, et al. Design of injection mold for the footrest adjusting seat of wheelchair[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(3):72-76.

高 23.5 mm,产品整体壁厚不均匀,塑料件体积为 10.7 cm³,质量为 11.48 g,外侧有螺纹结构。

塑料件有以下 8 个特征,分别为 A₁~A₈,基本构成特征如下^[5]:

(1) A₁~A₄ 都属于塑料件结构内部孔,呈凹凸分



(b)
a—尺寸图;b—示意图
图1 轮椅踏板旋转座

布,且内部孔精度相对外部较高,为 $R_a=1.6 \mu\text{m}$,外形不规则,壁厚不均匀,A₄处为 13 mm×3 mm×1.3 mm 的槽,有 $R=1.3 \text{ mm}$ 的圆角,可通过动模、定模的开模直接成型;A₁,A₂,A₃ 为近似阶梯孔,A₁处尺寸为 20 mm×21 mm 孔,A₃处为直径 16 mm 的孔,与 A₂处相贯,A₂宽度 12 mm,此处采用斜导柱侧抽芯结构成型。

(2) A₅处为零件外形,零件整体高度为 23.5 mm,有间隔 5°,整体呈 275°分布的螺纹,自上而下外部螺纹倾斜角为 15°,表面粗糙度为 $R_a=6.3 \mu\text{m}$,成型零件需进行电火花处理。

(3) A₆处为零件底部,直径为 25.44 mm,表面粗糙度同 A₅处,底部形状不规则,在 A₂处成矩形孔。

(4) A₇处为锥形结构,最中心留有直径为 8.4 mm 圆孔,孔深 0.65 mm,与端面在垂直方向 4.8 mm 处成到 90°锥度,最大直径尺寸为 35 mm,A₇边缘处有 R 为 1.3 mm 的圆角;A₇结构特征可由成型零件开模直接成型。

(5) A₈基于 A₇表面,夹角为 45°端部为弧长 5 mm 圆弧状,垂直方向深 0.75 mm。

2 模具结构设计

塑料件为大批量生产,粗糙度要求不高。模具装配图如图 2 所示。为使模具结构紧凑,节约贵

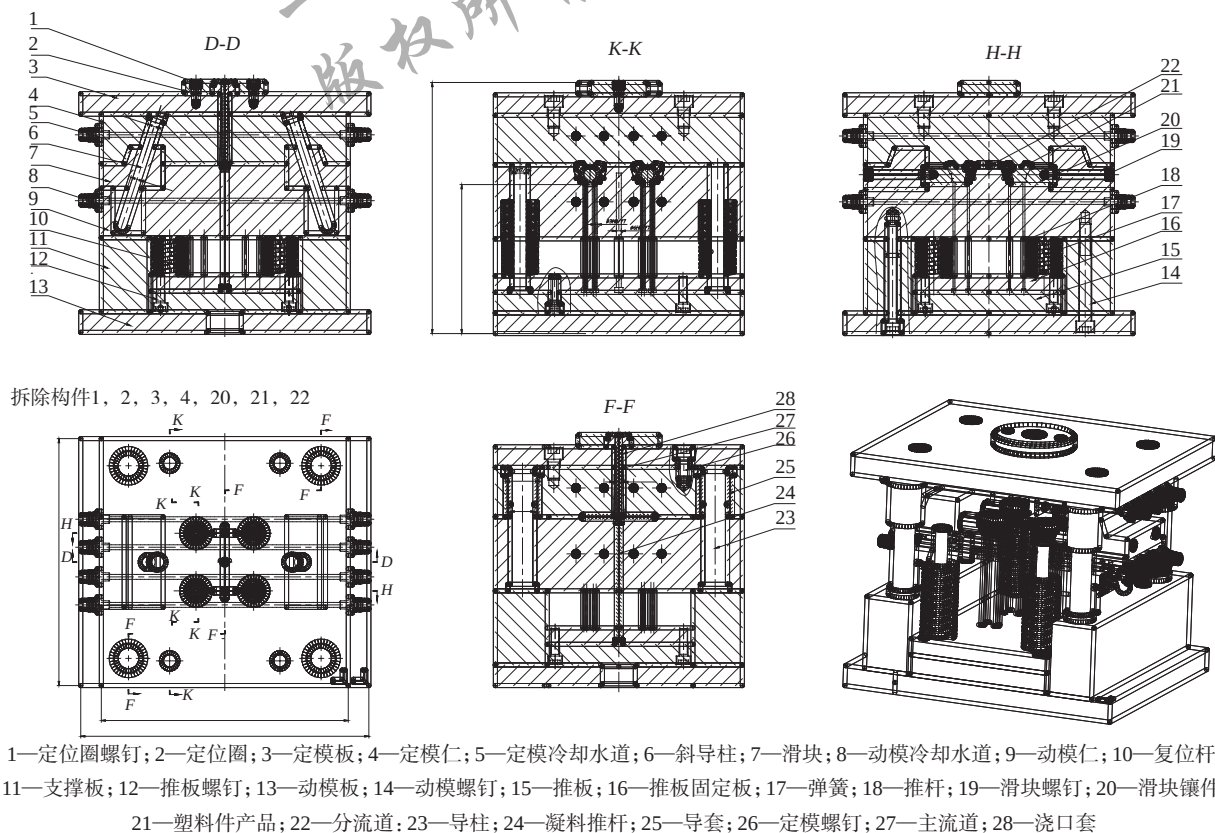


图2 模具装配图

重的模具钢,模具采用1模4腔结构^[5-6],采用H形对称分布^[7],确保注塑时每个型腔均匀受到注塑流体的总压力,以便型腔均匀地被填充。

2.1 浇注系统的设计

模具采用普通型浇注系统,将来自注塑机的熔体均匀地填充到各个型腔,有利于型腔气体的排出,浇注系统如图3所示。

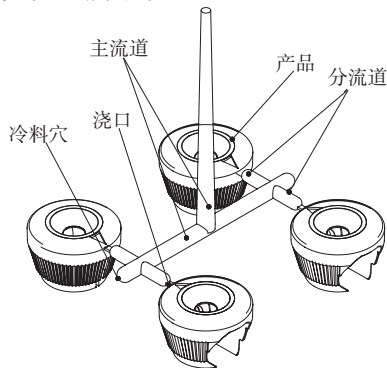
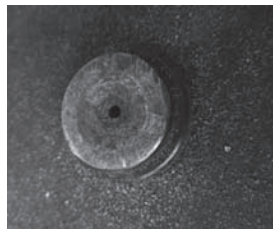
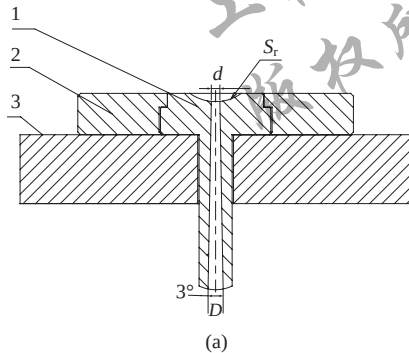


图3 模具浇注系统

(1) 主流道的设计。

主流道尺寸设计是否合理对模具注塑完全填充的时间和熔体速度有着决定性作用。主流道形状采取圆锥形,主流道的长度 L 取60 mm,锥角 $\alpha=3^\circ$,主流道表面粗糙度 $R_a=0.4\ \mu\text{m}$,如图4所示。



1—定模座板;2—定位圈;3—浇口套
a—主流道尺寸;b—浇口套产品图

图4 主流道尺寸及浇口套产品图

相关尺寸计算如下^[7-9]:

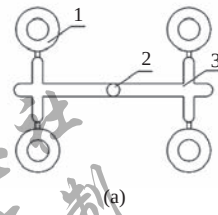
主流道进口直径 d =注塑机喷嘴直径 $+(0.5\sim 1\text{ mm})=3+1=4\text{ mm}$;

主流道进口处球面半径 S_r =注塑机喷嘴球头半径 $+(1\sim 2)\text{ mm}=14+1=15\text{ mm}$;

球面配合高度 $h=3\text{ mm}$ 。

(2) 分流道的设计

模具采用1模4腔的多型腔布局,保证注塑顺利进行的同时,又要满足每个塑料件的质量和内部性能一致的要求,模具采用平衡式分流道布置,保证熔体能均匀到达各型腔。为使来自主流道的熔体填充均匀、减少压力损失,考虑到分流道制造工艺、传热效率、装配和经济等,分流道截面形状采用圆形截面,分别将两个半圆布置在动模、定模仁上^[10],直径为8 mm,长度为130 mm,如图5所示。



1—塑料件产品;2—主流道入口;3—分流道
a—型腔分布设计图;b—型腔分布产品图

图5 平衡式型腔分布

(3) 浇口设计。

浇口的形式很多,笔者采用侧浇口(边缘浇口),从塑料件侧面进料,便于控制剪切速率,有利于填充型腔。浇口截面尺寸为矩形,设在分型面处,在塑料件的侧面中心位置与二次分流道相接处,如图6浇口尺寸所示。

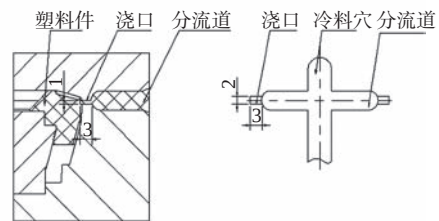


图6 浇口形状

2.2 分型面设计

根据分型面的总体选择原则,分型面设计在塑料件截面最大尺寸处,如图7所示A-A截面为主分型面的位置。 A_4 , A_5 , A_6 , A_7 , A_8 特征,通过自然脱

模直接成型; A_1 , A_2 , A_3 特征通过斜导柱侧抽芯方式脱模成型,侧抽芯结构采取组合式。滑块以及斜顶块设计在动模仁上^[7],开模后塑料件留在动模仁上,采用推板顶出方式实现脱模。

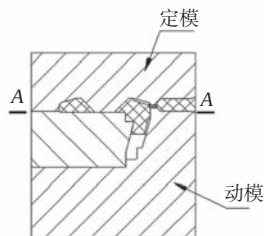


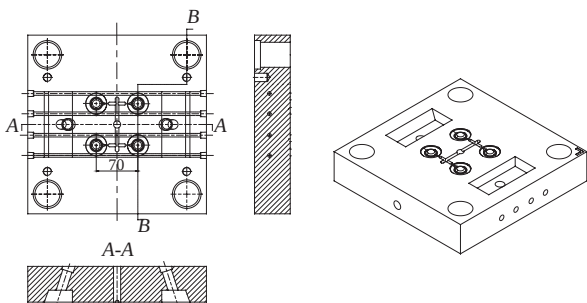
图7 分型面

3 典型零部件设计

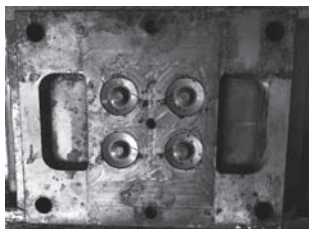
成型零部件是直接成型塑料件的关键零部件,由于塑料熔体经浇注系统直接进入动模仁和定模仁,与塑料熔体直接接触,所以此类零部件必须要有足够的强度和刚度来承受高温变形;还需要较高的尺寸精度,确保塑料件的质量和精度。成型零部件由定模仁4、动模仁9、导柱23以及滑块侧抽芯机构组成,为满足塑料件表面特性和精度要求,定模仁4、动模仁9需紫铜做电击,通过电火花的电流大小调节表面粗糙度,做成火花纹表面。

3.1 定模仁结构设计

定模仁4采用整体式型芯结构,尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 60\text{ mm}$,用于成型踏板旋转座塑料件的结构 A_7 , A_8 部位。结构上包括滑块和斜导柱运动槽孔、排气孔道以及设有四道冷却水道,如图8所示。



(a)



(b)

a—定模仁设计图纸;b—定模仁产品图

图8 定模仁结构图

3.2 动模仁结构设计

动模仁9采用整体式型腔结构,以动模螺钉14将其固定在支撑板上方,用于成型塑料件的外表面 A_5 , A_6 部位,而对于塑料件侧孔和内部孔即 $A_1 \sim A_3$,由滑块镶件20成型。为满足塑料件精度,主型芯表面粗糙度取值 $R_a=0.8\text{ }\mu\text{m}$,外形尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 60\text{ mm}$,主体结构包括滑块和斜导柱运动槽孔、排气孔道、滑块镶件孔、四道冷却水道等,如图9所示。

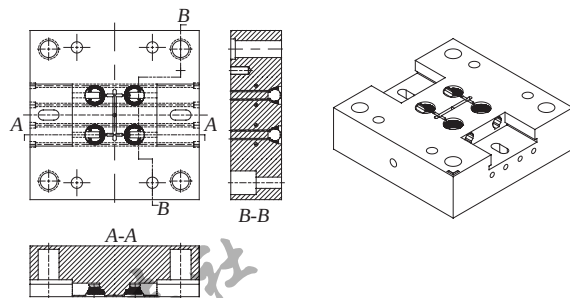
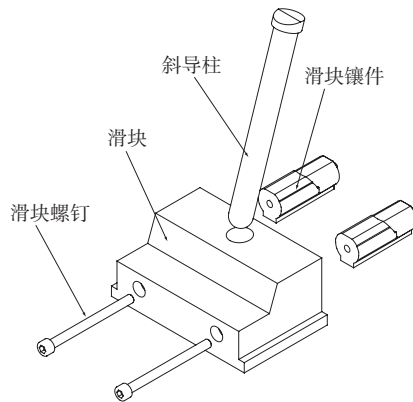


图9 动模仁结构图

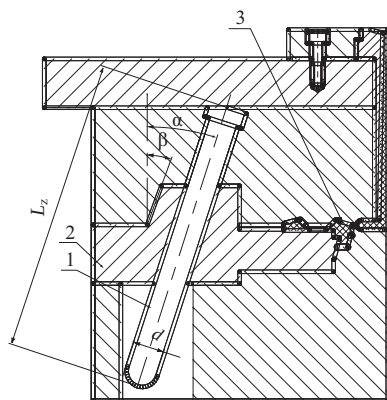
3.3 斜导柱抽芯机构设计

A_1 , A_2 , A_3 为近似阶梯孔, A_1 处尺寸为 $20\text{ mm} \times 21\text{ mm}$ 孔, A_3 处为直径 16 mm 的孔,与 A_2 处相贯,总孔深 18 mm ,加上 $2 \sim 3\text{ mm}$ 安全余量,实际抽芯距离取 21 mm ,侧抽芯机构采用滑块带镶件的组合式,其主要组成部分为滑块,滑块镶件,斜导柱等。通过滑块螺钉19将滑块镶件20与滑块7连接,滑块7通过T型与动模板13上的卡槽,如图10所示。这种设计方法便于侧抽芯零件的修复和更换,节约使用成本。完成抽拔动作后,应使滑块留在滑块压条中的长度大于总长度的 $2/3$,否则滑块复位时易倾斜甚至破坏^[8,11-12]。

图10 A_1 、 A_2 、 A_3 侧抽芯机构

斜导柱端部做成半圆形结构,取端部圆角 R 为 8 mm ,长度取 $L_z=150\text{ mm}$,直径 $d=16\text{ mm}$;斜导柱表面粗糙度 $R_a=0.8\text{ }\mu\text{m}$,斜导柱与模板内的安装

孔采用 H7/m6 过渡配合;滑块采用整体式 T 形滑块,与动模仁上的滑槽采用 H11/b11 间隙配合,滑块与滑块镶件采用螺钉固定,配合部分的粗糙度要求 $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$ 。本结构开模方向和抽芯方向相垂直,通过力学分析和理论计算,取斜导柱倾斜角度 $\alpha=18^\circ$;压座角度 $\beta=20^\circ$ ^[7,12],如图 11 所示。



1—斜导柱;2—滑块;3—塑料件

图 11 滑块与斜销结构

3.4 冷却系统的设计

保证模具温度均匀分布,模具的定模仁、动模仁均采用四道并联水道进行冷却,且水道采用直流式水道,其每根水道直径为 6 mm,各堵头的密封效果要好,不能出现漏水现象^[5]。其分布如图 12 所示。



图 12 冷却水道结构形式

4 模具工作过程

模具注塑主要由注射保压、冷却固化后开模,塑料件推出、合模等过程组成^[6]。开模时,注塑机将模具从定模仁 4 结构与动模仁 9 结构的分型面处拉开即型芯与型腔结合处分离,在推杆 18 支撑推动下将塑料件产品与流道(主流道 27、分流道 22)内的废料分离,同时斜导柱 6 推动滑块 7 向后移动直到塑料件产品 21 完全脱离滑块镶件 20,最终完成侧抽芯动作;然后注塑机顶出机构推动推板 15 从而带动推板固定板 16 和推杆 18 向定模方向运动,最后将塑料件产品 21 推出。合模时,注塑机顶杆退回原位,模具在复位杆 10 和弹簧 17 的作用下,推板 15 和推杆 18 回位,完成合模动作,准备进行下一周期的注塑工作。

5 结论

笔者选用 1 模 4 腔结构,设计了斜导柱侧抽芯结构并对滑块镶件进行了设计。考虑到塑料件在开模过程中受力均匀,且确保成型后切段浇口并推出浇道凝料和塑料件,分别设置了 1 根直径为 6 mm 的流道推杆和 16 根直径 3 mm 的流道推杆以及相应的冷料穴。

设计的注塑模具结构简单、布局合理、动作可靠,生产的塑料件不仅精度和质量易于保证,而且产量大、成本低。所做模具不仅提高了效率,改善了工艺,通过推杆推出机构,顺利完成了脱模。实践证明,该注塑模具结构设计合理,塑料件精度较好,满足了企业的要求。

参考文献

- [1] 张中元. 塑料注射模具设计: 入门到精通 [M]. 北京: 航空工业出版社, 1999.
Zhang Zhongyuan. Plastic injection mold design: Entry to the master [M]. Beijing: Aviation Industry Press, 1999.
- [2] 付伟, 陈碧龙. 注塑模具设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
Fu Wei, Chen Bilong. Injection mold design [M]. Beijing: China Machine Press, 2010.
- [3] 唐志玉. 塑料模具设计师指南 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
Tang Zhiyu. Guide for plastic mold designers [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 1999.
- [4] 张士华, 熊党生, 崔崇. 国内尼龙 6 增强改性研究进展 [J]. 塑料科技, 2003, 156(4): 57-59.
Zhang Shihua, Xiong Dangsheng, Cui Chong. Progress in discrimination technology for waste plastics [J]. Plastics Science and Technology, 2003, 156(4): 57-59.
- [5] 冯鲜, 袁惠新, 曹亚玲. 多向抽芯的轮椅扶手后托架注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2017, 45(12): 75-79.
Feng Xian, Yuan Huixin, Cao Yaling. Design of injection mold for the rear bracket of wheelchair armrest with multi core-pulling [J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(12): 75-79.
- [6] 张建卿. 汽车暖风机下壳体 CAE 优化与模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2016, 44(5): 65-69.
Zhang Jianqing. Mould design and CAE optimization for automobile heater under-shell [J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(5): 65-69.
- [7] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
Qu Huachang. Plastics molding technology and mould design [M]. Beijing: High Education Press, 2011.
- [8] 齐晓杰. 塑料成型工艺与模具设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.

钻头总寿命减少为原来的82%,效率提升明显,图5为刷头模具加工结果。



图5 刷头模具加工图

3 结论

通过研究将硅胶材料应用于日常生活的牙刷产品中,并结合产品和硅胶材料的特点对硅胶牙刷的刷头进行结构优化设计,并对优化后的刷头模具众多细长孔加工工艺作系统研究^[10],通过对加工过程中切削力的分析,确定影响细长孔加工钻头折断的主要因素,最后通过加工实验,验证并得出理想的刷头模具细长孔加工工艺参数,从而降低了生产成本,提高了生产效率^[11]。

参考文献

- [1] 张文全,韦文术. 不锈钢小深孔高速钻削加工参数优化[J]. 煤矿机械,2011,32(4):119-121.
Zhang Wenquan, Wei Wenshu. Parameter optimization of high speed drilling in small and deep hole on stainless steel[J]. Coal Mine Machinery, 2011, 32(4):119-121.
- [2] 唐英,陈泽,吴权. 淬硬钢高速微小孔钻削工艺试验研究[J]. 工具技术,2011,45(2):67-72.
Tang Ying, Chen Ze, Wu Quan. Experimental study on high-speed micro-hole drilling technology for hardened steel [J]. Tool Engineering, 2011, 45(2):67-72.
- [3] 贾宝贤,边文凤,赵万生,等. 微细孔超声加工关键技术[J]. 机械工程学报,2007(11):212-216.
Jia Baoxian, Bian Wenfeng, Zhao Wansheng, et al. Key technologies in ultrasonic machining micro holes[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007(11):212-216.
- [4] 付伟,范士娟,张海. 注射模具设计中浇口位置和结构形式的选用[J]. 工程塑料应用,2007,35(10):60-63.
Fu Wei, Fan Shijuan, Zhang Hai. Choice of gate location and structure form in injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2007, 35(10):60-63.
- [5] 朱晓翠,韩雪冰,赵云飞,等. 变进给量振动钻削提高微小孔加工质量的分析[J]. 工具技术,2006(4):54-57.
Zhu Xiaocui, Han Xuebing, Zhao Yunfei, et al. Study on improving micro-hole machining quality by varying feed rate vibration drilling[J]. Tool Engineering, 2006(4):54-57.
- [6] 张鹏,李先昊,张德远. 实用化振动切削技术—微小孔振动钻削工艺及设备[J]. 新技术新工艺,2007(1):33-34.
Zhang Peng, Li Xianhao, Zhang Deyuan. Practical vibration cutting technology-vibration micro-drilling technology and equipment[J]. New Technology & New Process, 2007(1):33-34.
- [7] 张鹏. 难加工材料微小孔振动钻削及去毛刺技术研究[D]. 北京:北京航空航天大学,2007.
Zhang Peng. Vibration drilling and deburring technology for micro-holes in difficult-to-machine materials[D]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2007.
- [8] 裴永臣. 微小孔钻头的动态应力研究[D]. 长春:吉林大学,2005.
Pei Yongchen. The dynamic stress study for micro-drills[D]. Changchun: Jilin University, 2005.
- [9] 袁忠宇. 深孔钻削加工的振动分析及仿真[D]. 兰州:兰州理工大学,2005.
Yuan Zhongyu. Vibration analysis and simulation of deep hole drilling[D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2005.
- [10] 杨兆军,杨永海,贾庆祥,等. 通过轴向力监测预报微钻头折断的研究[J]. 光学精密工程,2003,11(5):477-480.
Yang Zhaojun, Yang Yonghai, Jia Qingxiang, et al. Prediction of micro drill break through thrust monitoring[J]. Optics and Precision Engineering, 2003, 11(5):477-480.
- [11] 贾宝贤,边文凤,赵万生,等. 微细孔超声加工关键技术[J]. 机械工程学报,2007(11):212-216.
Jia Baoxian, Bian Wenfeng, Zhao Wansheng, et al. Key technologies in ultrasonic machining micro holes[J]. Chinese Journal of Mechanical engineering, 2007(11):212-216.
- [12] 张建卿. 洗涤剂屏蔽盖双滑动三次抽芯注塑模脱模机构设计[J]. 塑料科技,2016,44(1):87-89.
Zhang Jianqing. Demoulding mechanism design for the injection molding of washing machine shield cover with thrice slide-drawing and double T-grooves[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(1):87-89.
- [13] 梅益,朱春兰,宋沛毅. 短固定手柄套多侧向抽芯注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2018,46(4):75-79.
Mei Yi, Zhu Chunlan, Song Peiyi. Design of injection mould with multi side core-pulling for short fixed handle sleeve[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(4):75-79.

(上接第76页)

- Qi Xiaojie. Plastics molding technology and mould design[M]. Beijing: China Machine Press, 2013.
- [9] 陈志刚. 塑料模具设计[M]. 北京:机械工业出版社,2009:162-163.
Chen Zhigang. Plastic mould design[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2009:162-163.
- [10] 模具实用技术丛书编委会. 塑料模具设计制造与应用实例[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
Mould Practical Technology Committee. Examples of plastic mold design. manufacturing and application[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.