

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.04.016

对称反向斜齿轮塑件成型工艺分析与注射模具设计^{*}

江昌勇,李丹虹,沈洪雷

(常州工学院,江苏常州 213032)

摘要: 基于对一种对称反向斜齿轮塑件的结构特性及注射成型工艺的分析,完成了该塑件注射成型模具总装结构的创新设计。成型零件结构上,采用两部分斜齿轮型腔分别成型两段旋向相反的斜齿轮;脱模方式上,借助向心推力轴承使斜齿轮型腔“旋转”,采用弹簧限位拉杆、倒锥形拉料杆和限位拉板四次顺序定距分型结构来实现浇注系统凝料和塑件的自动脱模,有效解决了两部分斜齿轮型腔镶块旋转方向相反而导致的干扰问题。同时采用定位镶块对两部分斜齿轮型腔镶块进行复位定位,有效解决了旋向相反的两段斜齿轮齿槽合模对拼时的位置对正问题。

关键词: 对称反向斜齿轮;工艺分析;注射模具;斜齿轮型腔旋转;顺序定距分型

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)04-0078-05

Analysis on Molding Process and Design of Injection Mould for Symmetric Reverse Plastic Double-Helical Gear

Jiang Changyong, Li Danhong, Shen Honglei

(Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213032, China)

Abstract : Based on the analysis of structural characteristics and injection molding process of symmetric reverse plastic double-helical gear part, the innovative design of the assembly structure of the injection mould was completed. As to the molding parts structure, two-part reversed helical gear is respectively formed by two helical gear cavities. In the demolding mode, the helical gear cavity is “rotated” by means of the radial thrust bearing, and the four-stage sequential fixed-distance parting mechanism of spring-limiting rod, the inverted conical puller rod and the limit puller plate are used to achieve the automatic stripping of feed system condensate and plastic part, which effectively solves the interference problem caused by the opposite direction of the two parts of helical gear cavity insert blocks rotating. Meanwhile, using positioning insert blocks to reset the position of the two parts of helical gear cavity insert blocks effectively solves the problem of position alignment when the two diagonal helical teeth of the rotating direction are assembled opposite to each other.

Keywords : symmetrical reverse double-helical gear ; process analysis ; injection mold ; helical gear cavity rotation ; sequential fixed-distance parting

塑料齿轮已深入应用到多个不同领域中,起到传递扭矩和运动的作用^[1]。平行两轴的齿轮传动有直齿轮、斜齿轮两类。塑料斜齿轮得益于其优良的成型工艺性能、自润滑性能以及接触均匀、啮合冲击小、噪声低、传动平稳等优点,应用领域在不断拓展^[2-3]。由于斜齿轮传动所产生的轴向力较大而影响传动系统的平稳性,设计一种由两段结构对称、直径相等、螺旋角方向相反的圆柱斜齿轮合并,即一段为右旋齿而另一段为左旋齿的结构,可以有效解决这一问题,这种结构的对称反向斜齿传动轮又俗称为人字齿轮,具有承载能力高、传动平稳和轴向载荷小等优点。人字齿轮传动是齿轮传动机构的一个重要发展方向^[4]。

采用注射工艺大批量生产塑料人字齿轮,模具

是关键部分。成型后的塑件,要使其两段分别为左旋、右旋的齿圈顺利与齿轮成型型腔分离,最好能借助相应的旋转运动(或者是齿轮塑件旋转,或者是齿轮成型型腔旋转)来实现^[5-6]。关于此类塑件的成型与脱模,文献[7-8]所介绍的模具结构方案均具有一定的借鉴作用和实践应用价值。笔者针对图1所示结构对称反向斜齿塑料传动轮(人字齿轮)进行注射成型工艺分析,并提出了一种结构新颖、功能完善、动作合理、实效明显的模具设计方案,可以更有效地实现斜齿轮成型型腔顺序旋转脱出塑件及

^{*} 常州工学院科研基金重点项目(YN1308)

联系人:江昌勇,副教授,主要研究方向为材料成型的过程控制、模具结构的优化创新设计、精密塑料斜齿轮注射成型技术等

收稿日期:2017-01-18

点” 120° 均分设置,以保证注射成型时料流的均衡性。

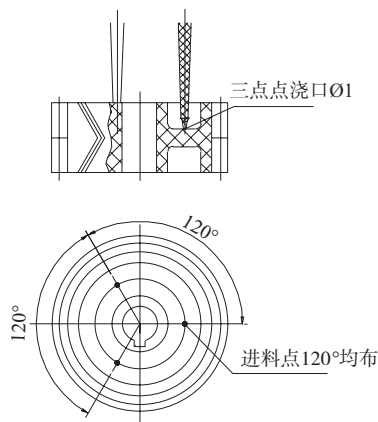


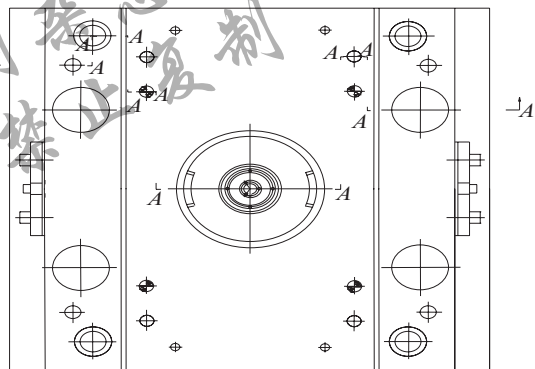
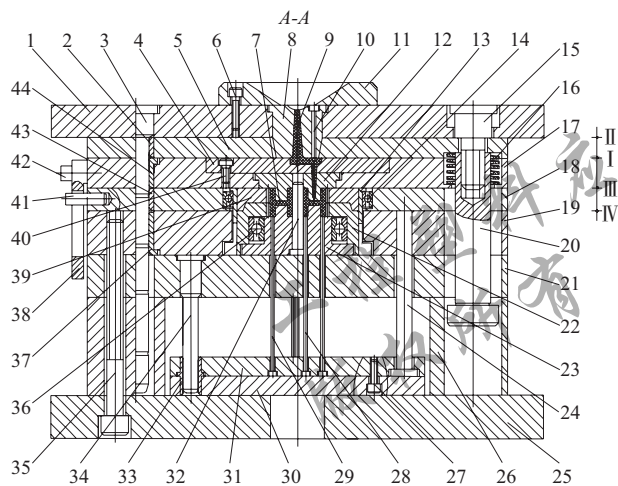
图3 浇口位置

2.3 模具结构

对称反向斜齿塑料传动轮的注射模具结构如图4所示。模具设有四根导柱,用于与对应导套构成开合模导向机构;设有四组推板导柱导套,用于推出机构的运动导向;设有四根复位杆,用于推出机构的合模复位;设有四组限位拉杆和两组限位拉板,实现四个分型面的顺序分型。

2.4 斜齿轮型腔结构

分别采用两部分斜齿轮型腔镶块(件22、件39)成型两段旋向相反的斜齿轮,斜齿轮型腔镶块Ⅰ和斜齿轮型腔镶块Ⅱ通过定位镶块(件13)进行复位定位,确保旋向相反的两段斜齿齿槽对接时对接位置。斜齿轮型腔镶块Ⅰ和Ⅱ间的锥面配合保证了两段斜齿轮的同轴度。斜齿轮型腔镶块、定位镶



- 1—定模座板;2,43—直导套;3—导柱;4—压板;5—推料板;6,27,40,42—内六角螺钉;7—对称反向斜齿轮塑件;8—浇口套;
9—浇注系统凝料;10—倒锥形拉料杆;11—定位圈;12—型芯镶块Ⅰ;13—定位镶块;14—向心推力轴承Ⅰ;15—螺钉;16—矩形弹簧;
17—型芯固定板;18—型腔固定板;19—动模板;20—限位拉杆;21—支承板;22—斜齿轮型腔镶块Ⅱ;23—型芯镶块Ⅱ;24—复位杆;
25—动模底板;26—垫块;28—推杆Ⅰ;29—推杆Ⅱ;30—推板;31—推杆固定板;32—型芯;33—推板导套;34—推板导柱;35—连接螺钉;
36—向心推力轴承Ⅱ;37,44—带肩导套;38—限位拉板;39—斜齿轮型腔镶块Ⅰ;41—限位销

图4 对称反向斜齿塑料传动轮的注射模具总装图

块之间的装配关系见图5。图6为斜齿轮型腔镶块Ⅰ、斜齿轮型腔镶块Ⅱ、定位镶块的结构示意图。

2.5 塑件推出方式

(1) 推出元件。

在塑件外圈靠近斜齿齿根部位对称均布4根推杆,在中心孔圆筒底面 120° 均布3根推杆,推杆直径2 mm,如图7所示。在每个点浇口的始端分流道相对应部位设置倒锥形拉料杆(件10),开模时,动、定模间(分型面Ⅲ)尚未分型前,倒锥形拉料杆先拉住点浇口凝料,使之与塑件分离,从而避免了点浇口凝料与塑件分离时拉动塑件而使塑件产生变形

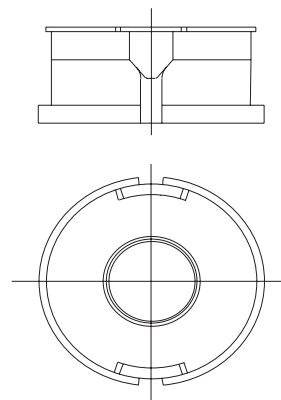
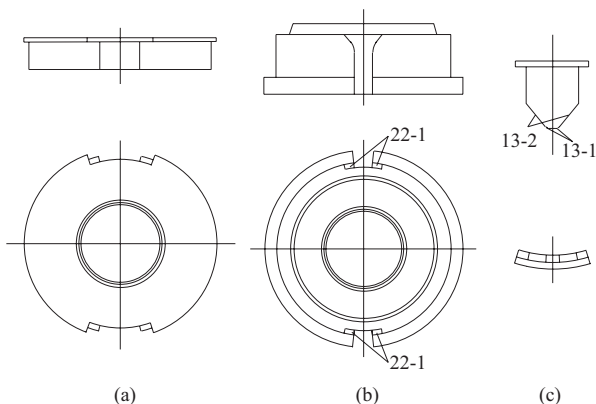


图5 斜齿轮型腔镶块与定位镶块的组合结构



a—型腔镶块 I; b—型腔镶块 II; c—定位镶块

图6 斜齿轮型腔镶块 I、镶块 II 及定位镶块

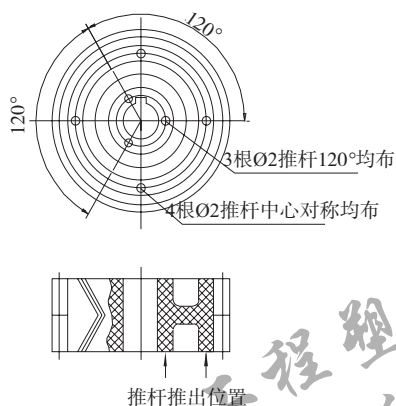


图7 塑件推出元件及分布

或损伤。浇口套(件8)与推料板(件5)为锥面配合,开模时能顺畅打开分型面Ⅱ,合模成型时不会形成溢料间隙。

(2) 斜齿轮塑件脱离型腔的方式。

塑件成型后的脱模需要借助斜齿轮型腔镶块 I (件 39)、II (件 22) 的“逆向旋转”来实现。即注射完成后,塑件的脱模过程只是沿中心轴线与型腔产生直线相对位移,而本身不旋转。为避免塑件在推出过程中产生后变形,采用慢速推出的脱模方式。为减小斜齿轮型腔镶块在脱模时的“旋转”阻力,提高模具工作零件的耐磨性能,在型腔固定板(件 18)和斜齿轮型腔镶块 I (件 39) 之间设置了向心推力轴承 I (件 14);在斜齿轮型腔镶块 II (件 22) 与型芯镶块 II (件 23) 之间设置向心推力轴承 II (件 36)。为使斜齿轮型腔镶块 II (件 22) 在塑件脱模过程中能顺畅地旋转,在其与动模板(件 19)的安装孔之间留有较大的装配间隙。

2.6 模具动作过程

模具安装在卧式注塑机上,塑件成型后模具的四个分型面按顺序依次打开设定的距离。

随着注射结束,注塑机锁模机构停止作用,开模机构工作,在矩形弹簧(件 16)的弹力回复作用下,模具首先沿分型面 I 向后打开,浇注系统凝料(件 9)包紧着倒锥形拉料杆(件 10)的倒锥形头部,从对称反向斜齿轮塑件(件 7)的三个连接处拉断并脱出压板(件 4)和型芯镶块 I (件 12)。

当型芯固定板(件 17)的下表面与限位拉杆(件 20)的台肩接触,分型面Ⅱ打开,螺钉(件 15)的台肩带动推料板(件 5)与定模座板(件 1)分开,此时,浇注系统凝料被剥离出倒锥形拉料杆的倒锥形头部,同时脱出浇口套(件 8),因自重而掉落。

模具继续向后移动,由于限位拉杆的限位作用,模具沿分型面Ⅲ打开,斜齿轮塑件与型芯镶块 I 分离,当限位拉板(件 38)上长圆孔的下端与限位销(件 41)接触,分型面Ⅲ停止打开。限位拉板通过内六角螺钉(件 42)对称安装在型芯固定板(件 17)的两个侧面,限位销安装在型腔固定板的侧面与限位拉板上长圆孔对应的位置。

模具继续向后移动,沿分型面Ⅳ打开,在限位拉板的作用下,通过安装在型腔固定板上的向心推力轴承 I,带动斜齿轮型腔镶块 I 旋转的同时使斜齿轮塑件沿轴向脱出斜齿轮型腔镶块 I。与此同时,设置在斜齿轮型腔镶块 I 的定位镶块不再与斜齿轮型腔镶块 II 外侧对应开设的定位槽斜面 22-1(见图 6b)接触,不会对斜齿轮型腔镶块 I 的旋转产生干涉。

当斜齿轮型腔镶块 I 旋转与斜齿轮塑件分离时,为避免斜齿轮型腔镶块 I 和向心推力轴承 I 沿轴向产生位移并可能脱离型腔固定板,采用在斜齿轮型腔镶块 I 上设置台肩与型腔固定板上设置台阶孔的配合结构。

模具沿分型面Ⅳ打开一定行程后,停止向后移动,推出机构开始工作,注塑机顶杆向前推动推板(件 30),推杆(件 28、29)将斜齿轮塑件推出斜齿轮型腔镶块 II,由于向心推力轴承 II 的作用,斜齿轮型腔镶块 II 逆向旋转,实现斜齿轮塑件在脱模时沿着轴线方向与斜齿轮型腔镶块 II 分离脱出,当斜齿轮塑件完全脱离斜齿轮型腔镶块 II 和型芯(件 32)后,因自重而无阻滞掉落。

合模时,在注塑机合模机构作用下,分开的模具部分向前移动,沿分型面合拢,当复位杆(件 24)的上端面与型腔固定板的下表面接触,将推出机构反向推回到初始成型位置。

由于斜齿轮塑件在脱模过程中迫使斜齿轮型腔镶块Ⅰ和斜齿轮型腔镶块Ⅱ“逆向”旋转,再加上旋转时的运动惯性,会导致两斜齿轮型腔镶块中的斜齿齿槽在合模对拼时产生错位。在斜齿轮型腔镶块Ⅰ的外侧安装有两个定位镶块,分型面Ⅳ合模时,定位镶块上的弧面13-1(见图6c)先与斜齿轮型腔镶块Ⅱ外侧对应开设的定位槽斜面22-1(见图6b)接触,借助向心推力轴承Ⅰ和Ⅱ的作用,斜齿轮型腔镶块Ⅰ和斜齿轮型腔镶块Ⅱ一边旋转一边合拢,直至定位镶块上的斜面13-2(见图6c)与斜齿轮型腔镶块Ⅱ外侧对应开设的定位槽斜面22-1接触,迫使两段斜齿轮型腔镶块(件22、件39)的斜齿齿槽对拼时对准位置,确保斜齿轮塑件的成型精度。

最后所有零部件回到原始成型位置,准备下一个注射成型循环。

3 结语

对称反向斜齿轮的注射成型是一个较为复杂的技术,其中成型工艺条件、成型收缩的修正与补偿、成型零件的加工工艺、模具结构及功能等是控制和保证斜齿轮成型质量的关键,笔者提出的模具设计方案经过实践检验,具有如下积极的效果:

(1) 分别采用两部分斜齿轮型腔成型两段旋向相反的斜齿轮,通过顺序定距分型脱模,有效解决了两部分斜齿轮型腔旋转方向相反而导致的干扰问题。向心推力轴承的使用,有助于通过斜齿轮型腔的逆向旋转实现斜齿轮塑件在脱模时沿着轴线方向与对应成型的斜齿轮型腔分离而脱出。

(2) 两部分斜齿轮型腔镶块通过定位镶块进行复位定位,确保旋向相反的两段斜齿齿槽合模对拼时对准位置。前后两部分斜齿轮型腔间的锥面配合保证了两段斜齿轮的同轴度。

(3) 模具功能完善,动作可靠,多分型面顺序定距分型实现了浇注系统凝料和斜齿轮塑件的自动脱模,提高了塑件的成型效率和模具的使用寿命,从而拓展了对称反向斜齿塑料传动轮(即人字齿轮)的应用。

参考文献

- [1] 郝瑞贤,李元宗. 对我国塑料齿轮发展的一些思考[J]. 工程塑料应用,2007,35(3):71-73.
Hao Ruixian, Li Yuanzong. Some considerations on development of plastic gear in china[J]. Engineering Plastics Application, 2007, 35(3):71-73.
- [2] 江昌勇,姜伯军,李丹虹,等. 精密小模数塑料斜齿轮成型模具开发技术展望[J]. 塑料科技,2016,44(7):82-85.
Jiang Changyong, Jiang Bojun, Li Danhong, et al. Technology outlook in mould development of precision small module plastic helical gear[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(7):82-85.
- [3] Smith Z, Sheridan D. Gear molding:Where it's headed[J]. Plastics Technology, 2006(3):66-69.
- [4] 王清辉,李治平. 人字齿轮及其加工方法[J]. 机械工程师, 2015(7):234-235.
Wang Qinghui, Li Zhiping. Herringbone gear and its manufacturing method[J]. Mechanical Engineer, 2015(7):234-235.
- [5] 屈华昌. 斜齿轮塑件注射模的脱模机构设计[J]. 模具技术, 2002(5):29-30.
Qu Huachang. Design of injection mould demoulding mechanism for helical gear plastic parts[J]. Die and Mould Technology, 2002(5):29-30.
- [6] 梅永亮. 斜齿轮注塑模脱模机构设计[J]. 制造技术与机床, 2013(5):32-35.
Tao Yongliang. The helical gear demoulding mechanism design[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2013(5):32-35.
- [7] 王逸群. 人字齿轮注射模设计[J]. 模具工业, 1997(3):47-48.
Wang Yiqun. Design of injection mould for herringbone gear[J]. Die & Mould Industry, 1997(3):47-48.
- [8] 乔女. 人字齿注塑模设计[J]. 轻工机械, 2013, 31(4):76-78.
Qiao Nyu. Injection mold design for double helical gear[J]. Light Industry Machinery, 2013, 31(4):76-78.
- [9] 江昌勇,沈洪雷. 塑料成型模具设计[M]. 北京:北京大学出版社, 2012.
Jiang Changyong, Shen Honglei. Design of plastic molding mold[M]. Beijing:Peking University Press, 2012.
- [10] 赵世友. 塑料斜齿轮注塑模具设计与分析[J]. 塑料科技, 2010, 38(5):77-79.
Zhao Shiyu. Design and analysis of injection mould for plastic helical gear[J]. Plastics Science and Technology, 2010, 38(5):77-79.
- [15] 李帅. 液体成型用环氧树脂体系制备及与碳纤维匹配性研究[D]. 北京:北京化工大学 2014:11-14.
Li Shuai. Preparation of epoxy resin system used in liquid composite molding and research for the matching performance with carbon fibers[D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology 2014:11-14.

(上接第77页)

- [14] 王向茹. 适用于 VARTM 工艺的树脂性能研究[D]. 天津:天津工业大学, 2012:10-11.
Wang Xiangru. Research on the properties of resin used for VARTM technology[D]. Tianjin:Tianjin Polytechnic University, 2012:10-11.