

塑料管材挤出模具可重构设计^{*}

丁晚景^{1,2} 刘 繁² 孙 川¹

(1.黄石理工学院,黄石 435003; 2.华中科技大学,武汉 430074)

摘要 为大幅度地降低模具生产成本,提高模具利用率及生产效率,提出了塑料管材挤出模具的可重构设计思想,通过对塑料管材挤出模进行特性、参数分析,得到模具重构的最佳范围,为塑料管材模具的设计、制造提供了新的设计理念。

关键词 可重构 挤出模具 塑料管材 参数分析

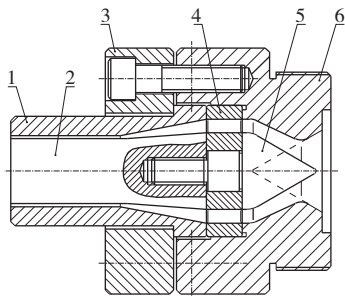
随着塑料管材应用的普及,其生产已日臻完善。目前主要有两类从生产成本考虑的管材模具方案,颇受管材生产厂家的青睐:一类是一模多腔的管材模具,该类模具充分利用设备的生产能力,追求最高生产效率;另一类是多种不同规格的共用部分功能结构的管材模具,该类模具追求最短辅助时间和最低模具成本。

笔者基于第二类模具设计的思想,进行可重构塑料管材挤出模具设计的探讨。首先,提出在一副模具机头主体不变的情况下,更换少量功能模块即可构成一副新的模具机头的重构方法。其次,对可重构管材挤出模具进行特性分析和关键参数分析,寻求最佳可重构范围。从而为塑料管材挤出模具的设计、制造、使用和维护提供新的思路。

1 可重构管材挤出模具

1.1 管材挤出机头的重构

现今通用的管材挤出模具设计中,共用功能结构一般只是共用模体,以统一各种规格的管材模具与挤出生产线的连接。模具的共用模体设计,是一种局部可重构。实际上,在图1所示的常见挤出机头结构中,各个功能结构都可以通过一定的方式进行重构。



1—口模; 2—型芯; 3—压板; 4—支架; 5—分流锥; 6—模体

图1 常见挤出机头结构及功能模块

机头重构的基本原则是最大限度地共用功能结构,或者说尽量少地更换零件。一般来说,一组不同

规格的管材(不等外径或等外径不等壁厚)一经选定,模具共用功能结构的性质随之被确定。如果管材是等外径不等壁厚,则模具一般需更换型芯,其余部分将视具体情况被共用;如果管材是不等外径的,则口模和型芯都需更换。无论哪种情况,模体总是被共用的。因此,共用模体是重构中的一种最小共用情况。

1.2 可重构模具设计

可重构管材挤出模具的设计是针对相同或不同系列的多个规格的管材制品进行模具设计。在对全体被设计对象的几何参数和性能参数进行综合分析的前提下,合理利用取值范围进行统一设计,在最佳可重构范围内以期最大限度地共用功能结构,达到高效率、低成本设计、制造、使用和维护模具的目的。

2 可重构模具的特性

2.1 模具的快速更换

可重构模具具有共用模体模具的一切特性。除了在一定程度上降低了模具成本外,最主要的优点在于能实现生产过程中模具的快速更换。在生产线上能实现简单、方便、快速地更换模具,可带来很多益处,主要可体现在减少电能消耗、缩短辅助时间、可灵活安排生产计划等三个方面。

2.2 产品分组

可重构模具使用性能的好坏,取决于一个很重要的因素,就是管材制品按规格和性能的分组是否合理。产品规格参数和性能要求模具所采用的参数必须在一定的范围以内。而在其它工艺条件不变的情况下,模具参数一旦确定,直接决定着管材制品的尺寸和内在性能。因此,不能盲目地重构,要对管材制品的尺寸及其精度、内在性能要求作具体、量化的

^{*} 湖北省机械电子重点学科支持项目

收稿日期:2010-06-28

分析,即作到科学合理地进行产品分组。分组一经确定,模具方案随之而定,并且是相对固定的。

2.3 稳定性和适应性

在可重构范围内,一旦经过某种重构过程形成一副模具,它就具有同针对一种规格的管材单独设计的模具一样的其它特性。对具体的塑料配方、具体的挤出生产线具有适应性,能适应预先设定的配方和一定范围内的配方修订,能适应预先制定的挤出生产线和一定范围内的工艺参数调整,并且能够连续稳定地生产。

2.4 独立修正

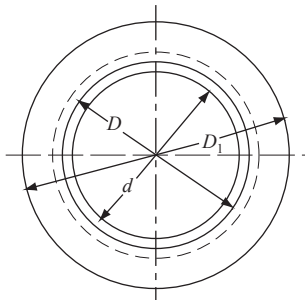
在理论上,圆管类挤出模具已经在流动状态上有较为精确的解,是对理想状态的推导结果^[1]。生产实践中塑料管材的生产也已经很成熟,但仍然在模具设计上预先考虑了修正和调整,以适应生产过程中的种种不可预见的变化,如汇流段调整、口模间隙调整等。

可重构模具的修正结构和调整结构应该是独立的,尽可能地不设计在共用的结构上,这样有利于试模过程中的修正和生产过程中的调整。

3 可重构模具的参数分析

3.1 压缩比

压缩段主要起压缩物料和调整物料流速的作用,压缩比是挤出模具压缩段的重要参数之一,直接决定成型和制品的致密性^[2]。对于小口径管材,模具通常采用直芯结构,各功能结构的流道断面叠加如图2所示。



D₁—流道外径; D—口模外径; d—型芯直径

图2 直芯结构管材模具的流道叠加图

流道过流面积 A_{can}和口模出料面积 A_{lip}分别为:

A_{can} = π(D₁² - d²) / 4 (1)

A_{lip} = π(D² - d²) / 4 (2)

若 D₀为管材公称外径, λ为口模缩放系数(考虑离模膨胀、牵伸和热胀冷缩的综合作用), t为管材制品壁厚, μ为壁厚缩放系数, T为流道环宽度,则面积压缩比 β为:

β = A_{can} / A_{lip} = λD₀ + T - 2μt / λD₀ - μt · T / μt (3)

当对一组产品进行可重构模具设计时,流道外径 D₁将根据参数选择确定在某一固定水平上,这是该组模具共用模体到支架板结构的前提条件。对 Ø16 ~ 32 四种外径的中型穿线管,取 λ=1.03, μ=0.95,以 16 为基准,其流道环宽度按 T=15 mm 计算, D₁=43.63 mm,按式(3) 计算四种不同规格穿线管的面积压缩比 β 结果如表 1 所示。

表 1 四种外径的中型穿线管参数对照

D ₀	t/mm	d/mm	T/mm	β
16	1.50	13.63	15.00	20.0
20	1.55	17.66	12.98	14.1
25	1.80	22.33	10.65	8.5
32	2.10	28.97	7.33	4.3

由表 1 可知,四种管材按上述方案进行可重构模具设计,其中面积压缩比 β相差太大,这必将导致制品内在质量存在较大差别,甚至导致个别制品根本不能成型,因而方案不可行。必须对分流锥实行调整,即减少共用部分,使分流锥成为独立的零件,以调节各制品的面积压缩比。

针对上述情况,将面积压缩比固定在 β=8,则相应的分流锥直径 d_p和流道环宽度 T 分别为:

d_p = √(D₁² - β(λ² D₀² - d²)) (4)

T = (D₁ - d_p) / 2 (5)

调整后各种规格管材的模具相关结构尺寸按式(4)、式(5) 计算,结果如表 2 所示。

表 2 分流锥及流道宽度调整参数(β=8)

D ₀	t/mm	d/mm	d _p /mm	T/mm
16	1.50	13.63	34.88	4.37
20	1.55	17.66	31.66	5.99
25	1.80	22.33	24.25	9.70
32	2.10	28.97		

由表 2 可知,通过调整分流锥直径(包括支架板内芯直径),Ø16、Ø20、Ø25 可以组合在一起,共用一部分结构,而 Ø32 则需要进一步调整,或者说在上述情况下,Ø32 规格的管材不能分在该产品组中。

3.2 稳定段长度和压力降

能否建立适当、稳定的背压是模具能否稳定生产的关键。而在其它工艺条件不变的情况下,口模间隙和稳定段长度、流道形状和宽度直接决定背压的大小^[3]。在一组有共用结构的模具中,只考虑稳定段的压力降就可以说明共用效果。

通常,当口模型腔直径和型芯直径的比值小于

3 时,可以把圆环间隙口模展开,按平行板挤出模型处理^[1],其成型段长度 L 根据式(6)计算:

$$L = \frac{\Delta P}{2K} \left[\frac{\pi(R_o + R_i)}{6Q} \right]^n (R_o - R_i)^{2n+1} \quad (6)$$

式中: P ——压力降;

K ——与 n 有关的一个系数;

R_o ——口模型腔半径;

R_i ——型芯半径;

Q ——体积流量;

n ——非牛顿指数。

考虑相同的压力降、挤出速度、配方和工艺参数,只考虑口模间隙尺寸对稳定段长度的影响,则稳定段长度系数 ξ 正比于 t^{n+1} 。

对 $\phi 160$ 的给水管,按国家标准规定,耐压力 P 从 0.60 MPa 到 1.60 MPa 时,其壁厚 t 从 4.7 mm 到 8.3 mm,模具口模间隙对稳定段长度系数 ξ 的影响如表 3 所示。由表 3 可知,对 $\phi 160$ 的给水管,各种

表 3 不同壁厚 160 给水管的模具稳定段长度系数

P/MPa	t/mm	ξ
0.60	4.7	7.36
0.80	5.6	9.23
1.00	7.0	12.3
1.25	7.7	13.92
1.60	8.3	15.33

壁厚的模具组合在一起时,不只是更换型芯以获得不同的口模间隙,所要求的口模稳定段长度变化很大,在一块模板上是很难折中的,因此需要附加另外的结构模块才能实现有效的重构。而相临两档之间的差别则不是太大,可以考虑在重构中共用。

4 结论

(1) 从特性分析来看,对塑料管材挤出模具采用可重构设计方法,利用可共用的结构模块进行重构,可大幅降低模具生产成本,提高模具利用率及生产效率。

(2) 从参数分析来看,存在寻求最佳可重构范围的具体手段。对同类管材的相邻规格进行模具可重构设计是可行的。对不同种类的管材,如穿线管、落水管和供水管等,也可以利用内在性能要求的不同来进行挤出模具的可重构设计。

(3) 目前挤出模具重构设计基本上只适合于规则断面的型材,如管材、线材和板材等,对于具有复杂断面的异型材,仍需进行更为深入的研究。

参考文献

- [1] 李德群,唐志玉.中国模具工程大典:第3卷 塑料与橡胶模具设计[M].北京:电子工业出版社,2007:3.
- [2] 毛玉,王强.浅析挤出模具口模设计[J].工程塑料应用,2008,36(10):73-75.
- [3] 唐志玉.挤塑模设计[M].北京:化学工业出版社,1997:6.

DESIGN OF RECONFIGURABLE EXTRUSION MOULD FOR PLASTIC PIPES

Ding Wan-jing^{1,2}, Liu Yi², Sun Chuan¹

(1. Huangshi Institute of Technology, Huangshi 435003, China; 2. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

ABSTRACT Aiming at reducing the cost of mould production, improving utilization and productivity of extrusion mould. A new design idea about reconfigurable extrusion mould for plastic pipe was proposed. The best scope of reconfiguration was found through analyzing the characteristics and parameters of extrusion mould for plastic pipes. A new design concept was presented for mould design and manufacturing of plastic pipes.

KEYWORDS reconfigurable, extrusion mould, plastic pipe, parameter analysis

《工程塑料应用》杂志开设“技术转让与合作”、“企业风采”栏目

为作好广大作者、读者单位最新科研成果及新产品、新技术的推广服务,《工程塑料应用》杂志和“工程塑料网”(www.epa1973.com)网站已开设“技术转让与合作”栏目,以方便买卖双方的有效交流与沟通。栏目内容可涉及科研成果及专利技术的转让,公司新产品、新技术简介等方面。另外,为了全方位宣传塑料行业精英企事业单位形象,《工程塑料应用》杂志增设“企业风采”栏目。报道内容主要是企业发展历史、企业文化、企业管理、研发创新能力、新产品发布、攻关项目介绍,人物专访等。来稿字数控制在5000字以内,可以附带图片。

《工程塑料应用》为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,国内外公开发行,屡获国家期刊奖,是中国塑料行业的权威媒体,知名度高,发行量大。可确保您发布的信息有足够的浏览量。

欢迎各有关企事业单位踊跃投稿!

投稿时请加盖单位公章。具体刊登事宜请与编辑部直接联系。

地址:济南市108信箱杂志社 邮编:250031

电话:0531-85878057 85878278 传真:0531-85947355 85878057

E-mail: epa@epa1973.com