



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105058743 B

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201510442207.9

B29C 47/62(2006.01)

(22)申请日 2015.07.24

审查员 张静

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105058743 A

(43)申请公布日 2015.11.18

(73)专利权人 广东轻工职业技术学院

地址 510300 广东省广州市新港西路152号

(72)发明人 徐百平 王玫瑰 何亮 陈金伟

喻慧文 庄文柳

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有

限公司 44245

代理人 谢静娜 裘晖

(51)Int.Cl.

B29C 47/40(2006.01)

B29C 47/60(2006.01)

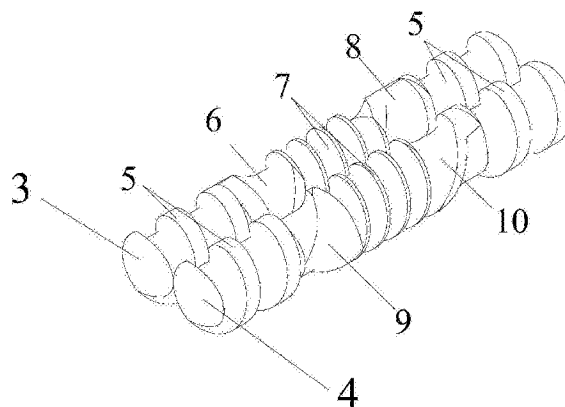
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机及其加工方法

(57)摘要

本发明公开一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机及其加工方法,挤出机中的螺杆组件包括第一螺杆和第二螺杆,第一螺杆和第二螺杆等速同向旋转且保持啮合;第一螺杆包括依次连接的第一单头螺纹元件、第一过渡元件、多头螺纹元件、第二过渡元件和第二单头螺纹元件;第二螺杆包括依次连接的第一单头螺纹元件、第三过渡元件、多头螺纹元件、第四过渡元件和第二单头螺纹元件。其加工方法是通过第一螺杆和第二螺杆的旋转实现物料输送,利用螺纹头数渐变的结构促进物料内各组分的混合;利用流道依次呈现扩张、压缩和再扩张的形态,物料在流道内依次进行一分多、多合一和一再分多的混沌混合;通过第一螺杆和第二螺杆之间的相互擦拭实现自洁作用。



1. 头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 包括机筒和螺杆组件, 螺杆组件设于机筒内腔中, 其特征在于, 螺杆组件包括第一螺杆和第二螺杆, 第一螺杆和第二螺杆等速同向旋转且保持啮合; 第一螺杆包括依次连接的第一单头螺纹元件、第一过渡元件、多头螺纹元件、第二过渡元件和第二单头螺纹元件; 第二螺杆相应包括依次连接的第一单头螺纹元件、第三过渡元件、多头螺纹元件、第四过渡元件和第二单头螺纹元件;

所述第一过渡元件和第三过渡元件分别为结构不同的两个单头螺纹渐变为多头螺纹的过渡元件, 第二过渡元件和第四过渡元件分别为结构不同的两个多头螺纹渐变为单头螺纹的过渡元件; 第一过渡元件和第三过渡元件配对使用, 第二过渡元件和第四过渡元件配对使用;

物料在流道内移动的过程中, 通过第一螺杆和第二螺杆的旋转实现物料输送, 同时, 利用螺纹头数渐变的结构促进物料内各组分的混合; 利用流道依次呈现扩张、压缩和再扩张的形态, 物料在流道内依次进行一分多、多合一和一再分多的混沌混合; 物料输送过程中, 第一螺杆和第二螺杆始终保持啮合, 通过第一螺杆和第二螺杆之间的相互擦拭实现自洁作用;

第一螺杆和第二螺杆的最大外径均为 $D$ , 最小内径均为 $d$ 。

2. 根据权利要求1所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述第一单头螺纹元件和第二单头螺纹元件结构相同, 第一过渡元件和第二过渡元件结构对称, 第三过渡元件和第四过渡元件结构对称。

3. 根据权利要求1所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述第一螺杆和第二螺杆均与机筒内腔的内壁相切, 且第一螺杆、第二螺杆与机筒内腔形成流道; 机筒内腔由两个连通的圆柱槽构成, 且机筒内腔的截面形状呈横置的“8”字形, 第一螺杆和第二螺杆对应设于两个圆柱槽内。

4. 根据权利要求1所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述第一螺杆和第二螺杆的截面均为多段曲率半径不等的圆弧构成, 且在同一轴向位置上, 构成第一螺杆截面和第二螺杆截面的圆弧数量相等。

5. 根据权利要求4所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述第一螺杆截面和第二螺杆截面均由4~8段圆弧构成。

6. 根据权利要求1所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述多头螺纹元件为双头螺纹元件、三头螺纹元件或四头螺纹元件。

7. 根据权利要求1所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述机筒设有输送段、熔融段、排气段和混炼挤出段, 按被加工物料的移动方向, 输送段、熔融段、排气段和混炼挤出段依次排列; 输送段上设有与机筒内腔连通的进料口, 排气段上设有与机筒内腔连通的排气口, 混炼挤出段的末端设有出料口; 熔融段内主要设置多头螺纹元件, 混炼挤出段内也主要设置多头螺纹元件。

8. 根据权利要求7所述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机, 其特征在于, 所述物料在流道内移动时, 物料经过机筒各阶段时的具体过程如下:

(1) 物料从进料口进入输送段的流道后, 第一螺杆和第二螺杆分别沿各自的螺杆轴线同向等速转动; 在第一螺杆和第二螺杆的轴向正位移输送力, 以及第一螺杆和第二螺杆之间的摩擦力共同作用下实现进料输送, 同时, 通过螺纹头数渐变的结构实现物料中各组分

的混合,消除进料成分波动带来的质量不稳定,并迫使物料向熔融段的流道方向移动;

(2) 当物料移动至熔融段的流道处时,由于第一螺杆及第二螺杆的螺纹头数不断变化,产生了流道的切割分散、汇聚、再切割分散及随机翻腾作用,在第一螺杆和第二螺杆高速旋转所产生摩擦热的作用,同时与机筒的外加热共同作用使得物料进一步发生融化;由于第一螺杆的流道及第二螺杆的流道同时存在“一分多、多合一、一再分多”的混沌混合特性,加之流道的截面形状具有“扩张、压缩、再扩张”的作用,加速了熔体的物料与固体的物料的分离,而且,第一螺杆和第二螺杆的流道在啮合区引入了随机性变化,进一步强化了混沌混合效应,将进一步加速固体的物料的熔融进程,使得物料成为熔体;

(3) 熔体的物料从熔融段的流道进入排气段的流道后,排气段内采用大导程的单头螺纹结构,流道容积突然扩大,从而扩大了物料排气的表面积,加速了气体从排气口排出,同时熔融的物料受第一螺杆和第二螺杆的作用进一步向混炼挤出段的流道方向运动;

(4) 熔体的物料进入混炼挤出段的流道后,受到流道的“切割分散、汇聚、再切割分散”的作用,同时受到第一螺杆及第二螺杆“一分多、多合一、一再分多”的混沌混合作用,并且第一螺杆和第二螺杆在啮合区引入的随机扰动作用在螺槽全程触发混沌混合,从而对熔体的物料进行混炼塑化,且使熔体的物料稳定从出料口挤出;同时,第一螺杆和第二螺杆之间的相互擦拭作用实现了自洁作用。

## 头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机及其加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及双螺杆挤出机技术领域,特别涉及一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机及其加工方法。

### 背景技术

[0002] 具有自洁功能的同向双螺杆挤出机是目前广泛应用的混合加工装备。这类设备主要包括机筒和两根平行安装于机筒内腔中的双螺杆。为了产生高剪切强化混合,传统做法多采用多头螺纹结构,这导致了物料向前输送过程中被分割成若干独立的流道,比如双头螺纹会将机筒内流道分割为三个不连通的流道,物料向前输送过程中沿着各自的流道前行,彼此不会相互混合。这样,进料组合分的不均匀可能会导致进入不同流道物料组分不均匀,这种不均匀不会在物料前行过程中通过彼此混合而得到提高,这往往是导致产品质量不稳定的关键因素。只有在安装了捏合块的区域才能彼此混合,但捏合块会带来高转速下的间隙变形而引起的高摩擦生热、电机电流突然飙升,以及高剪切、积料、存在死角及自洁性下降等诸多问题。另一方面,由于几何啮合关系决定,采用多头螺纹还会导致螺槽变浅,产量下降。传统的同向双螺杆挤出机,只在啮合区提供扰动作用提升混合质量,在远离啮合区缺乏混沌混合触发机制,而且,物料在左右螺槽容积一致,无法引入拉伸力场及切割分布等作用机理,螺槽容积主体部分缺乏有效提升混合的结构导致分布混合效果不能进一步提高,缺乏拉伸力场效应导致分散混合不理想。另外,双螺杆挤出机加工过程大部分为非充满状态,几乎没有变化的流道导致物料的塑化混炼大打折扣,为提高混合效果和产量,工程实践采用高转速实现高剪切,大长径比螺杆延长加工历程,带来了高能耗,低效率和物料降解等诸多问题。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种将混沌混合、拉伸力场作用及切割分布混合作用相结合,熔融混合效率高的头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机。

[0004] 本发明的另一目的在于提供一种上述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机的加工方法。

[0005] 本发明的技术方案为:一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,包括机筒和螺杆组件,螺杆组件设于机筒内腔中,螺杆组件包括第一螺杆和第二螺杆,第一螺杆和第二螺杆等速同向旋转且保持啮合;第一螺杆包括依次连接的第一单头螺纹元件、第一过渡元件、多头螺纹元件、第二过渡元件和第二单头螺纹元件;第二螺杆相应包括依次连接的第一单头螺纹元件、第三过渡元件、多头螺纹元件、第四过渡元件和第二单头螺纹元件。即第一螺杆和第二螺杆均采用“单头螺纹-单头渐变为多头过渡螺纹-多头螺纹-多头渐变为单头过渡螺纹-单头螺纹”的循环结构形式,并且两个螺杆之间始终保持啮合以实现自洁功能,该结构的螺杆可通过改变流道结构,使其产生“一分多-多分一--一再分多”的循环式混

沌混合作用,从而提高物料的熔融混合效果及混合效率。

[0006] 所述第一单头螺纹元件和第二单头螺纹元件结构相同,第一过渡元件和第二过渡元件结构对称,第三过渡元件和第四过渡元件结构对称。

[0007] 所述第一螺杆和第二螺杆均与机筒内腔的内壁相切,且第一螺杆、第二螺杆与机筒内腔形成流道;机筒内腔由两个连通的圆柱槽构成,且机筒内腔的截面形状呈横置的“8”字形,第一螺杆和第二螺杆对应设于两个圆柱槽内。

[0008] 所述第一螺杆和第二螺杆的截面均为多段曲率半径不等的圆弧构成,且在同一轴向位置上,构成第一螺杆截面和第二螺杆截面的圆弧数量相等。

[0009] 所述第一螺杆截面和第二螺杆截面均由4~8段圆弧构成。

[0010] 所述多头螺纹元件为双头螺纹元件、三头螺纹元件或四头螺纹元件。

[0011] 所述第一过渡元件和第三过渡元件分别为结构不同的两个单头螺纹渐变为多头螺纹的过渡元件,第二过渡元件和第四过渡元件分别为结构不同的两个多头螺纹渐变为单头螺纹的过渡元件;第一过渡元件和第三过渡元件配对使用,第二过渡元件和第四过渡元件配对使用。

[0012] 所述机筒设有输送段、熔融段、排气段和混炼挤出段,按被加工物料的移动方向,输送段、熔融段、排气段和混炼挤出段依次排列;输送段上设有与机筒内腔连通的进料口,排气段上设有与机筒内腔连通的排气口,混炼挤出段的末端设有出料口;熔融段内主要设置多头螺纹元件,混炼挤出段内也主要设置多头螺纹元件。其中,第一螺杆和第二螺杆均包含有2段“单头螺纹-单头渐变为多头螺纹-多头螺纹-多头渐变为单头螺纹-单头螺纹”的结构,输送段、排气段和混炼挤出段的末端均设置“单头螺纹”的结构,熔融段和混炼挤出段中主要设置“多头螺纹”的结构。

[0013] 上述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机的加工方法,主要是:物料在流道内移动的过程中,通过第一螺杆和第二螺杆的旋转实现物料输送,同时,利用螺纹头数渐变的结构促进物料内各组分的混合;利用流道依次呈现扩张、压缩和再扩张的形态,物料在流道内依次进行一分多、多合一和一再分多的混沌混合;物料输送过程中,第一螺杆和第二螺杆始终保持啮合,通过第一螺杆和第二螺杆之间的相互擦拭实现自洁作用。

[0014] 其中,物料经过机筒各阶段时的具体过程如下:

[0015] (1) 物料从进料口进入输送段的流道后,第一螺杆和第二螺杆分别沿各自的螺杆轴线同向等速转动;在第一螺杆和第二螺杆的轴向正位移输送力,以及第一螺杆和第二螺杆之间的摩擦力共同作用下实现进料输送,同时,通过螺纹头数渐变的结构实现物料中各组分的混合,消除进料成分波动带来的质量不稳定,并迫使物料向熔融段的流道方向移动;

[0016] (2) 当物料移动至熔融段的流道处时,由于第一螺杆及第二螺杆的螺纹头数不断变化,产生了流道的切割分散、汇聚、再切割分散及随机翻腾作用,在第一螺杆和第二螺杆高速旋转所产生摩擦热的作用,同时与机筒的外加热共同作用使得物料进一步发生融化;由于第一螺杆的流道及第二螺杆的流道同时存在“一分多、多合一、一再分多”的混沌混合特性,加之流道的截面形状具有“扩张、压缩、再扩张”的作用,加速了熔体的物料与固体的物料的分离,而且,第一螺杆和第二螺杆的流道在啮合区引入了随机性变化,进一步强化了混沌混合效应,将进一步加速固体的物料的熔融进程,使得物料成为熔体;

[0017] (3) 熔体的物料从熔融段的流道进入排气段的流道后,排气段内采用大导程的单

头螺纹结构,流道容积突然扩大,从而扩大了物料排气的表面积,加速了气体从排气口排出,同时熔融的物料受第一螺杆和第二螺杆的作用进一步向混炼挤出段的流道方向运动;

[0018] (4) 熔体的物料进入混炼挤出段的流道后,受到流道的“切割分散、汇聚、再切割分散”的作用,同时受到第一螺杆及第二螺杆“一分多、多合一、一再分多”的混沌混合作用,并且第一螺杆和第二螺杆在啮合区引入的随机扰动作用在螺槽全程触发混沌混合,从而对熔体的物料进行混炼塑化,且使熔体的物料稳定从出料口挤出;同时,第一螺杆和第二螺杆之间的相互擦拭作用实现了自洁作用。

[0019] 本发明相对于现有技术,具有以下有益效果:

[0020] 1、本发明的螺杆组件中,第一螺杆及第二螺杆均采用“单头螺纹-单头渐变为多头过渡螺纹-多头螺纹-多头渐变为单头过渡螺纹-单头螺纹”的结构形式,这样的结构依次循环,两根螺杆等速啮合旋转,可以有效解决原料成分波动带来的产品质量不稳定问题,兼顾了单头螺纹深螺槽的强大输送效率及排气效率,提高了固体输送效率,可以更大程度的增加挤出产量,适用于大产量加工。

[0021] 2、本发明中,采用了头数渐变的螺纹结构连接单头螺纹元件和多头螺纹元件,能够产生流道的切割分散、汇聚、再切割分散及随机翻腾作用,有效强化了熔融过程和分散混合,可以取消捏合块的使用,因此,本发明全面强化了混合混炼和传热过程,使完成塑化的热、机械历程大大缩短,能耗低、节能降耗效果显著。

[0022] 3、本发明保证了第一螺杆和第二螺杆紧密啮合同向旋转,两根螺杆之间相互擦拭作用,实现了加工过程自洁作用。

[0023] 4、本发明通过引入螺纹头数渐变的组合结构,尤其适用于非充满挤出过程,可以不用捏合块,大幅度提高了加工过程自洁功能,使加工过程停留时间分布更窄,提高了加工效率和效果,尤其适用于高产量、纳米材料的加工。

## 附图说明

[0024] 图1是实施例1的头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机的结构示意图。

[0025] 图2是图1中部分螺杆的三维造型示意图。

[0026] 图3是单个螺杆中单头螺纹元件的截面结构示意图。

[0027] 图4是单个螺杆中双头螺纹元件的截面结构示意图。

[0028] 图5是螺杆组件中单头渐变为双头过渡螺纹元件的截面结构示意图。

[0029] 图6是图5的A方向视图。

[0030] 图7是图6的B方向视图。

[0031] 图8是图2的螺杆组件中,单头渐变为双头过渡螺纹元件的三维造型示意图之一。

[0032] 图9是图2的螺杆组件中,单头渐变为双头过渡螺纹元件的三维造型示意图之二。

[0033] 图10是图8的单头渐变为双头过渡螺纹元件中,轴向位置在B<sub>2分-9</sub>前的截面结构示意图。

[0034] 图11是图8的单头渐变为双头过渡螺纹元件中,轴向位置在B<sub>2分-9</sub>后的截面结构示意图。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合实施例,对本发明作进一步的详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0036] 实施例1

[0037] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,其结构如图如图1~7所示,包括机筒1和螺杆组件,机筒内为机筒内腔2,螺杆组件安装于机筒内腔中;螺杆组件包括第一螺杆3和第二螺杆4(如图2所示),第一螺杆3和第二螺杆4相互啮合,且第一螺杆3和第二螺杆4都与机筒内腔的内壁相切;第一螺杆、第二螺杆与机筒内腔形成流道;第一螺杆3和第二螺杆4的截面均为由曲率半径不等的4~8段圆弧构成;且第一螺杆采用单头螺纹元件5、第一单头渐变为双头过渡螺纹元件6、双头螺纹元件7、第一双头渐变为单头过渡螺纹元件8多种螺纹元件组合而成,且采用“单头螺纹元件(作为第一单头螺纹元件)、第一单头渐变为双头过渡螺纹元件(作为第一过渡元件)、双头螺纹元件、双头渐变为单头过渡螺纹元件(作为第二过渡元件)、单头螺纹元件(作为第二单头螺纹元件,其结构与第一单头螺纹元件相同)”依次循环连接组合的连接形式;第二螺杆采用同样的排列规律,即采用单头螺纹元件5、第二单头渐变为双头过渡螺纹元件9(作为第三过渡元件)、双头螺纹元件7、第二双头渐变为单头过渡螺纹元件10(作为第四过渡元件)、单头螺纹元件5几种螺纹元件组成,这样的结构依次循环;当第一螺杆3和第二螺杆4等速同向转动时,始终保持彼此啮合接触实现自洁功能。机筒内腔2由两个连通的圆柱槽构成,且其截面形状呈横置的“8”字形。

[0038] 其中,第一螺杆和第二螺杆的最大外径均为 $D$ ,最小内径均为 $d$ 。第一螺杆3旋转中心 $O_1$ 和第二螺杆4旋转中心 $O_2$ 之间的距离为 $C$ ,且 $\frac{\sqrt{2}D}{2} \leq C < D$ 。

[0039] 单头螺纹元件5中,如图3所示,其截面由4段圆弧(即 $M_1M_2$ 、 $M_2M_3$ 、 $M_3M_4$ 、 $M_4M_1$ )组成,具体来讲, $M_2M_3$ 、 $M_4M_1$ 的圆心角均为 $\beta$ ,且 $\beta = 2 \arccos\left(\frac{C}{D}\right)$ ,并且 $M_2M_3$ 、 $M_4M_1$ 是半径为 $C$ 的圆弧; $M_1M_2$ 对应的圆心角 $\alpha$ 为顶角, $M_3M_4$ 的圆心角为 $\gamma$ 为底角,取单头螺纹元件的顶角 $\alpha$ 与底角 $\gamma$ 相等,则有 $\alpha = \gamma = \pi - \beta$ 。

[0040] 双头螺纹元件7中,如图4所示,其截面由8段圆弧(即 $M_1M_2$ 、 $M_2M_3$ 、 $M_3M_4$ 、 $M_4M_5$ 、 $M_5M_6$ 、 $M_6M_7$ 、 $M_7M_8$ 、 $M_8M_1$ )组成,具体来讲, $M_2M_3$ 、 $M_4M_5$ 、 $M_6M_7$ 、 $M_8M_1$ 的圆心角均为 $\beta$ ,且 $\beta = 2 \arccos\left(\frac{C}{D}\right)$ ,并且 $M_2M_3$ 、 $M_4M_5$ 、 $M_6M_7$ 、 $M_8M_1$ 是半径为 $C$ 的圆弧; $M_1M_2$ 、 $M_5M_6$ 对应的圆心角 $\alpha$ 为顶角, $M_3M_4$ 、 $M_7M_8$ 的圆心角为 $\gamma$ 为底角,取螺纹元件7的顶角 $\alpha$ 与底角 $\gamma$ 相等,则有 $\alpha = \gamma = \frac{\pi}{2} - \beta$ 。

[0041] 如图5、图6、图7、图8或图9所示,第一单头渐变为双头过渡螺纹元件6与第二单头渐变为双头过渡螺纹元件9配对使用,其中,第一单头渐变为双头过渡螺纹元件的旋转中心为 $O_1$ ,轴向长度为 $L$ ,头部为单头螺纹,螺杆轴线与 $z$ 坐标轴平行,坐标原点位于头部 $O_1$ , $z$ 坐标轴正向由螺纹过渡元件头部指向尾部方向。如图5所示,头部的截面由顶圆弧 $M_{1前-6}M_{2前-6}$ 、螺腹圆弧 $M_{2前-6}M_{3前-6}$ 、 $M_{4前-6}M_{1前-6}$ ,及根圆弧 $M_{3前-6}M_{4前-6}$ 组成,顶圆弧 $M_{1前-6}M_{2前-6}$ 关于 $O_1A_{1前-6}$ 对称,半径为 $D/2$ ,螺腹圆弧 $M_{2前-6}M_{3前-6}$ 、 $M_{4前-6}M_{1前-6}$ 对应圆心角为 $\beta$ ,且 $\beta = 2 \arccos\left(\frac{C}{D}\right)$ ,且半径为螺杆中心距 $C$ ,根圆弧 $M_{3前-6}M_{4前-6}$ 关于 $O_1B_{1前-6}$ 对称,且半径为 $d/2$ ;第一单头渐变为双头过渡螺纹元

件在由单头逐渐连续转变为双头的过程中,  $B_{1前-6}$  转换为  $B_{1后-6}$  (如图8或图9所示), 且  $B_{1前-6}$  所在曲线半径为  $d/2$  保持不变; 而  $A_{1前-6}$  转变成为  $A_{1后-6}$  (如图9所示), 逐渐形成凹槽,  $A_{1前-6}$  所在曲线的半径由  $D/2$  逐渐减小为  $d/2$ ;  $M_{1前-6}$  转变为  $M_{2后-6}$  (如图9所示),  $M_{2前-6}$  转变为  $M_{5后-6}$ ,  $M_{3前-6}$  转变为  $M_{4后-6}$ ,  $M_{4前-6}$  转变为  $M_{3后-6}$ , 第一单头渐变为双头过渡螺纹元件的尾部为双头螺纹, 如图7所示, 其中,  $M_{1后-6}M_{2后-6}$ 、 $M_{5后-6}M_{6后-6}$  为顶圆弧, 半径为  $D/2$ ;  $M_{3后-6}M_{4后-6}$ 、 $M_{7后-6}M_{8后-6}$  为根圆弧, 半径为  $d/2$ , 且关于  $O_1B_{1后-6}$  对称;  $M_{2后-6}M_{3后-6}$ 、 $M_{4后-6}M_{5后-6}$  为螺腹圆弧, 对应的圆心角为对应圆心角为  $\beta$ , 且  $\beta = 2 \arccos\left(\frac{C}{D}\right)$ , 半径为螺杆中心距  $C$ 。在第一单头渐变为双头过渡螺纹元

件横截面形状连续变化的过程中,  $O_1B_{1前-6}$  与  $O_1B_{1后-6}$  夹角为  $\theta$ , 取值为  $150^\circ$ 。

[0042] 第二单头渐变为双头过渡螺纹元件9的旋转中心为  $O_2$ , 轴向长度也为  $L$ , 如图5所示, 头部为单头螺纹, 由顶圆弧  $M_{1前-9}M_{2前-9}$ 、螺腹圆弧  $M_{2前-9}M_{3前-9}$ 、 $M_{4前-9}M_{1前-9}$ , 及根圆弧  $M_{3前-9}M_{4前-9}$  组成, 顶圆弧  $M_{1前-9}M_{2前-9}$  关于  $O_2A_{2前-9}$  对称, 半径为  $D/2$ , 螺腹圆弧  $M_{2前-9}M_{3前-9}$ 、 $M_{4前-9}M_{1前-9}$  对应的圆心角为  $\beta$ , 且  $\beta = 2 \arccos\left(\frac{C}{D}\right)$ , 且半径为螺杆中心距  $C$ , 根圆弧  $M_{3前-9}M_{4前-9}$  关于  $O_2B_{2前-9}$  对称, 且

半径为  $d/2$ ; 第二单头渐变为双头过渡螺纹元件在由单头逐渐连续转变为双头的过程中, 如图8所示,  $B_{2前-9}$  到  $B_{2分-9}$  逐渐凸出形成单脊凸棱, 所在曲线对应的半径由  $d/2$  逐渐增加到  $D/2$ , 到达  $B_{2分-9}$  后, 再分离成为  $M_{5后-9}$ 、 $M_{6后-9}$  (如图9所示), 并保持半径  $D/2$  不变;  $B_{1后-6}$ 、 $B_{1前-6}$  所在曲线的半径为  $d/2$ , 保持不变; 如图8所示,  $A_{2前-9}$  转换为  $A_{2后-9}$ , 且  $A_{2前-9}A_{2后-9}$  所在曲线的半径为  $D/2$  保持不变;  $M_{1前-9}$  转变为  $M_{2后-9}$ ,  $M_{2前-9}$  转变为  $M_{1后-9}$ ,  $M_{3前-9}$  转变为  $M_{8后-9}$ ,  $M_{4前-9}$  转变为  $M_{3后-9}$ 。第二单头渐变为双头过渡螺纹元件的尾部为双头螺纹, 如图7所示, 其中,  $M_{1后-9}M_{2后-9}$ 、 $M_{5后-9}M_{6后-9}$  为顶圆弧, 半径为  $D/2$ , 且关于  $O_2A_{2后-9}$  对称;  $M_{3后-9}M_{4后-9}$ 、 $M_{7后-9}M_{8后-9}$  为根圆弧, 半径为  $d/2$ ;  $M_{2后-9}M_{3后-9}$ 、 $M_{4后-9}M_{5后-9}$ 、 $M_{6后-9}M_{7后-9}$ 、 $M_{7后-9}M_{8后-9}$  为螺腹圆弧, 对应的圆心角为  $\beta$ , 且  $\beta = 2 \arccos\left(\frac{C}{D}\right)$ ,

半径为螺杆中心距  $C$ 。在第二单头渐变为双头过渡螺纹元件横截面形状连续变化的过程中,  $O_2A_{2前-9}$  与  $O_2A_{2后-9}$  夹角为  $\theta$ , 取值为  $150^\circ$ 。

[0043] 第一单头渐变为双头过渡螺纹元件和第二单头渐变为双头过渡螺纹元件在轴向位置任意截面的均具有相同数量的圆弧, 如图10或图11所示, 将两根螺杆旋转相同的角度, 总是使得  $O_2A_{2-9}$  处于水平位置。

[0044] 轴向位置在  $B_{2分-9}$  前时, 螺杆组件的截面如图10所示, 第一单头渐变为双头过渡螺纹元件由7段圆弧组成, 且关于  $O_2A_{2-9}$  对称,  $M_{7-6}M_{8-6}$  为根圆弧, 半径为  $d/2$ , 其中,  $\angle M_{7-6}O_1M_{8-6} = \gamma$ ,  $\gamma$  随着轴向  $z$  坐标的增加逐渐减小, 且  $\pi/2 - \beta \leq \gamma \leq \pi - \beta$ ;  $M_{1-6}M_{2-6}$ 、 $M_{5-6}M_{6-6}$  为顶圆弧, 半径为  $D/2$ , 对应的圆心角为  $\pi - \beta - \varepsilon - \gamma$ ;  $M_{6-6}M_{7-6}$ 、 $M_{8-6}M_{1-6}$  为螺腹圆弧, 对应的圆心角均为  $\beta$ , 圆弧半径均为螺杆中心距  $C$ 。点  $A_{1-6}$  总是位于  $O_1O_2$  的连线上,  $O_1A_{1-6} = C - \rho$ , 这里  $\rho$  为  $O_2B_{2-9}$  距离,  $\rho$  随着  $z$  坐标的增加逐渐增大, 并有  $d/2 \leq \rho \leq D/2$ ;  $M_{2-6}A_{1-6}$ 、 $A_{1-6}M_{5-6}$  为螺腹圆弧, 圆弧半径均为螺杆中心距  $C$ , 对应的圆心角均为  $\varepsilon$ , 且  $\varepsilon = \pi - \arccos\left(\frac{D^2 + \rho^2 - C^2}{2\rho D}\right)$ 。第二单头渐变为双头过渡

螺纹元件9同样由7段圆弧组成, 且关于  $O_2A_{2-9}$  对称,  $M_{5-9}M_{6-9}$  为顶圆弧, 半径为  $D/2$ , 对应的圆心角为  $\gamma$ , 并且  $\gamma$  随着轴向  $z$  坐标的增加逐渐减小, 且  $\pi/2 - \beta \leq \gamma \leq \pi - \beta$ ;  $M_{3-9}M_{4-9}$ 、 $M_{7-9}M_{8-9}$  为根

圆弧,半径为 $d/2$ ,对应的圆心角为 $\pi-\beta-\varepsilon-\gamma/2$ ;  $M_{6-9}M_{7-9}$ 、 $M_{5-9}M_{4-9}$ 为螺腹圆弧,对应的圆心角均为 $\beta$ ,圆弧半径均为螺杆中心距 $C$ ;点 $B_{2-9}$ 总是位于 $O_1O_2$ 连线上,且 $O_2B_{2-9}=\rho$ , $\rho$ 随着 $z$ 坐标的增加逐渐增大,并有 $d/2\leq\rho\leq D/2$ , $B_{2-9}M_{3-9}$ 、 $M_{8-9}B_{2-9}$ 为螺腹圆弧,圆弧半径均为螺杆中心距 $C$ ,

对应的圆心角均为 $\varepsilon$ ,且 $\varepsilon=\pi-\arccos\left(\frac{D^2+\rho^2-C^2}{2\rho D}\right)$ 。

[0045] 轴向位置在 $B_{2-9}$ 后时,螺杆组件的截面如图11所示,第一单头渐变为双头过渡螺纹元件由8段圆弧组成,且关于 $O_2A_{2-9}$ 对称, $M_{3-6}M_{4-6}$ 、 $M_{7-6}M_{8-6}$ 为根圆弧,半径为 $d/2$ ,其中, $\angle M_{3-6}O_1M_{4-6}=\alpha$ , $\alpha$ 随着轴向 $z$ 坐标的增加逐渐增加,且 $0\leq\alpha\leq\pi/2-\beta$ ;  $\angle M_{7-6}O_1M_{8-6}=\gamma$ , $\gamma$ 随着轴向 $z$ 坐标的增加逐渐减小,且 $\pi/2-\beta\leq\gamma\leq\pi-\beta$ ;  $M_{2-6}M_{3-6}$ 、 $M_{4-6}M_{5-6}$ 、 $M_{6-6}M_{7-6}$ 、 $M_{8-6}M_{1-6}$ 为螺腹圆弧,对应的圆心角均为 $\beta$ ,圆弧半径均为螺杆中心距 $C$ ;  $M_{1-6}M_{2-6}$ 、 $M_{5-6}M_{6-6}$ 为顶圆弧,半径为 $D/2$ ,对应的圆心角为 $\pi-2\beta-\alpha/2-\gamma/2$ 。第二单头渐变为双头过渡螺纹元件同样由8段圆弧组成,且关于 $O_2A_{2-9}$ 对称, $M_{1-9}M_{2-9}$ 、 $M_{5-9}M_{6-9}$ 为顶圆弧,半径为 $D/2$ ,其中, $\angle M_{1-9}O_2M_{2-9}=\alpha$ , $\alpha$ 随着轴向 $z$ 坐标的增加逐渐增加,且 $0\leq\alpha\leq\pi/2-\beta$ ;  $\angle M_{5-9}O_2M_{6-9}=\gamma$ , $\gamma$ 随着轴向 $z$ 坐标的增加逐渐减小,且 $\pi/2-\beta\leq\gamma\leq\pi-\beta$ ;  $M_{2-9}M_{3-9}$ 、 $M_{4-9}M_{5-9}$ 、 $M_{6-9}M_{7-9}$ 、 $M_{8-9}M_{1-9}$ 为螺腹圆弧,对应的圆心角均为 $\beta$ ,圆弧半径均为螺杆中心距 $C$ ;  $M_{3-9}M_{4-9}$ 、 $M_{7-9}M_{8-9}$ 为根圆弧,半径为 $d/2$ ,对应的圆心角均为 $\pi-2\beta-\alpha/2-\gamma/2$ 。

[0046] 第一双头渐变为单头过渡螺纹元件与第二双头渐变为单头过渡螺纹元件配对使用,并且其结构分别与第一单头渐变为双头过渡螺纹元件和第二单头渐变为双头过渡螺纹元件完全相同,只是头尾调换方向安装使用。

[0047] 同时,第一螺杆3和第二螺杆4的螺距 $S$ 均为 $0.01D\sim 10000D$ ,第一单头渐变为双头过渡螺纹元件、第二单头渐变为双头过渡螺纹元件、第一双头渐变为单头过渡螺纹元件和第二双头渐变为单头过渡螺纹元件的长度 $L$ 均为 $0.01D\sim 10000D$ 。

[0048] 如图1所示,机筒1设有输送段14、熔融段15、排气段16和混炼挤出段17;输送段14、熔融段15、排气段16和混炼挤出段17自被加工的物料的移动方向依次排列;输送段14的上面设有与机筒内腔2连通的进料口11,排气段16的上面设有与机筒内腔连通的排气口12;混炼挤出段17的末端设有出料口13。

[0049] 上述头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机的加工方法,具体包括以下步骤:

[0050] (1) 物料从进料口11进入输送段14的流道后,第一螺杆3和第二螺杆4分别沿各自的螺杆轴线同向等速转动;在第一螺杆和第二螺杆的轴向正位移输送力以及第一螺杆和第二螺杆之间的摩擦力的共同作用下实现进料输送,同时,通过螺纹头数渐变实现两根螺杆间物料组分的混合,消除进料成分波动带来的质量不稳定,并迫使物料向熔融段15的流道方向移动;

[0051] (2) 当物料移动至熔融段15的流道处时,由于第一螺杆及第二螺杆螺纹头数的不断变化,产生了流道的切割分散、汇聚、再切割分散及随机翻腾作用,在第一螺杆和第二螺杆的高速旋转产生摩擦热的作用,同时在机筒的外加热共同作用,使得物料进一步发生融化;由于第一螺杆流道及第二螺杆流道同时存在“一分多-多合一-一再分多”的混沌混合特性,加之所述流道的截面形状“扩张-压缩-扩张”作用,加速了熔体的物料与固体的物料的分理,而且,两根螺杆的流道在啮合区引入了随机性变化,进一步强化了混沌混合效应,将

进一步加速固体的物料的熔融进程,使得物料成为熔体;

[0052] (3) 熔体的物料从熔融段15的流道进入排气段16的流道后,此段采用大导程的单头螺纹结构,流道容积突然扩大,扩大了物料排气表面积,加速了气体从排气口12排出,同时熔融的物料受两根螺杆的作用进一步向混炼挤出段17的流道方向运动;

[0053] (4) 熔体的物料进入混炼挤出段17的流道后,受到流道的“切割分散-汇聚-再切割分散”作用,受到每根螺杆组成流道导致的“一分多-多合一-一再分多”的混沌混合作用,及两根螺杆在啮合区引入的随机扰动作用在螺槽全程触发混沌混合,从而对熔体的物料进行混炼塑化,且使熔体的物料稳定从出料口13挤出;同时,第一螺杆3、第二螺杆4之间的相互擦拭作用实现了自洁作用。

[0054] 实施例2

[0055] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,夹角 $\theta$ 取值为 $180^\circ$ 。

[0056] 实施例3

[0057] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,夹角 $\theta$ 取值为 $360^\circ$ 。

[0058] 实施例4

[0059] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,螺杆组件中,所有单头螺纹元件及双头螺纹元件均采用右旋螺纹。

[0060] 实施例5

[0061] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,螺杆组件中,仅双头螺纹元件采用右旋螺纹。

[0062] 实施例6

[0063] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,排气段中,采用双头螺纹元件代替单头螺纹元件使用。

[0064] 实施例7

[0065] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,螺杆间距 $\frac{\sqrt{3}D}{2} \leq C < D$ ,且第一螺杆及第二螺杆均采用“单头螺纹-单头渐

变为三头过渡螺纹-三头螺纹-三头渐变为单头过渡螺纹-单头螺纹”的结构形式。

[0066] 实施例8

[0067] 本实施例一种头数渐变全程自洁的同向自洁双螺杆挤出机,与实施例1相比较,其不同之处在于,螺杆间距 $0.92388D \leq C < D$ ,且第一螺杆及第二螺杆均采用“单头螺纹-单头渐变为四头过渡螺纹-四头螺纹-四头渐变为单头过渡螺纹-单头螺纹”的结构形式。

[0068] 如上所述,便可较好地实现本发明,上述实施例仅为本发明的较佳实施例,并非用来限定本发明的实施范围;即凡依本发明内容所作的均等变化与修饰,都为本发明权利要求所要求保护的范围内所涵盖。

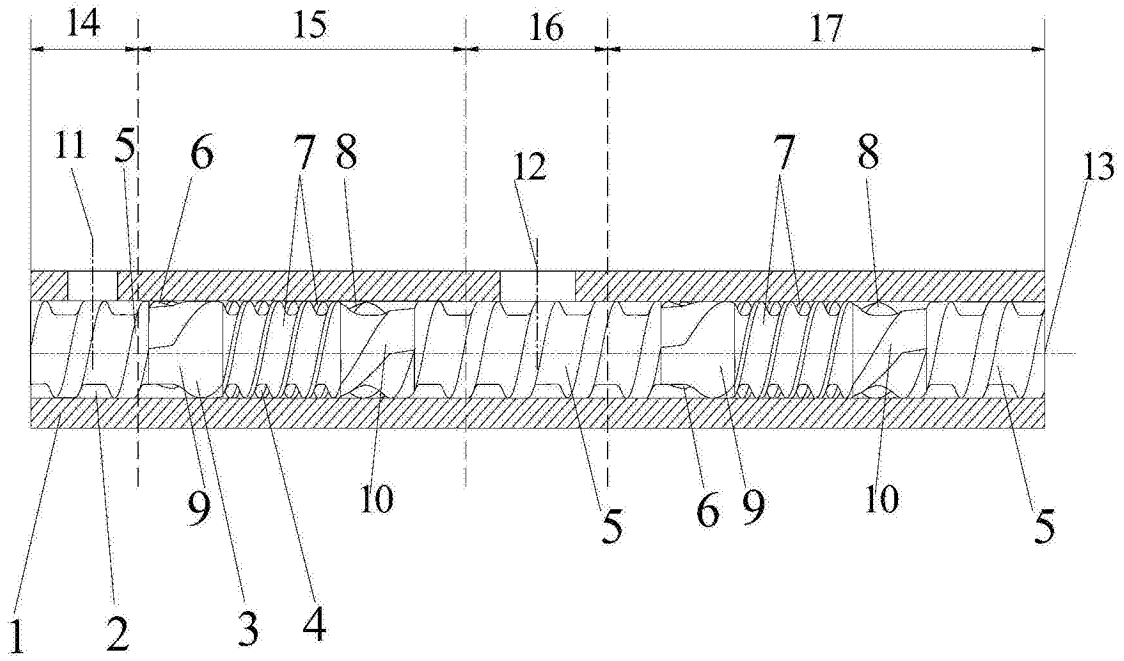


图1

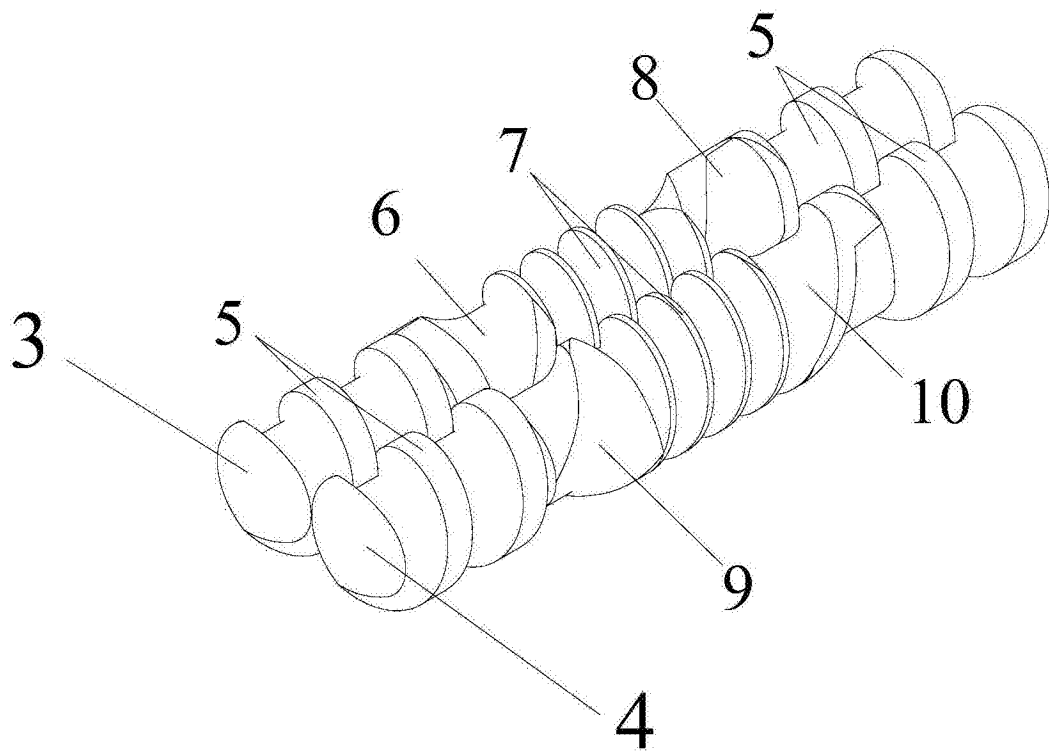


图2

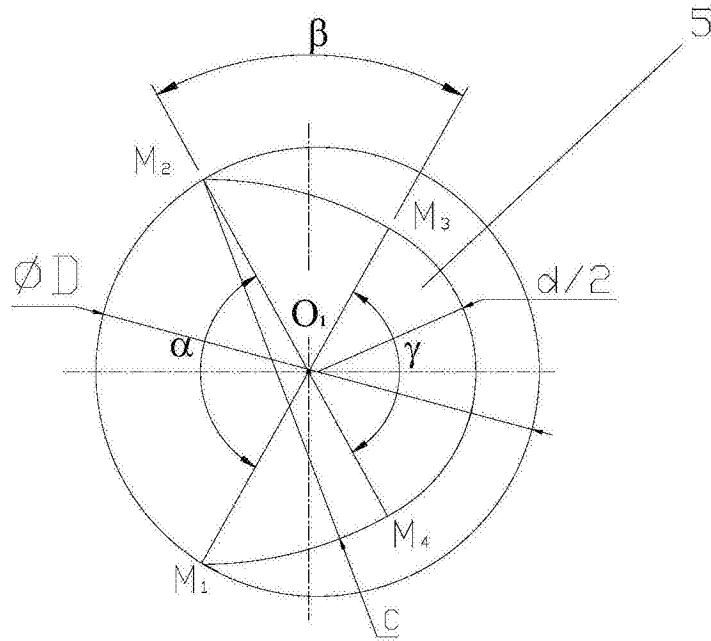


图3

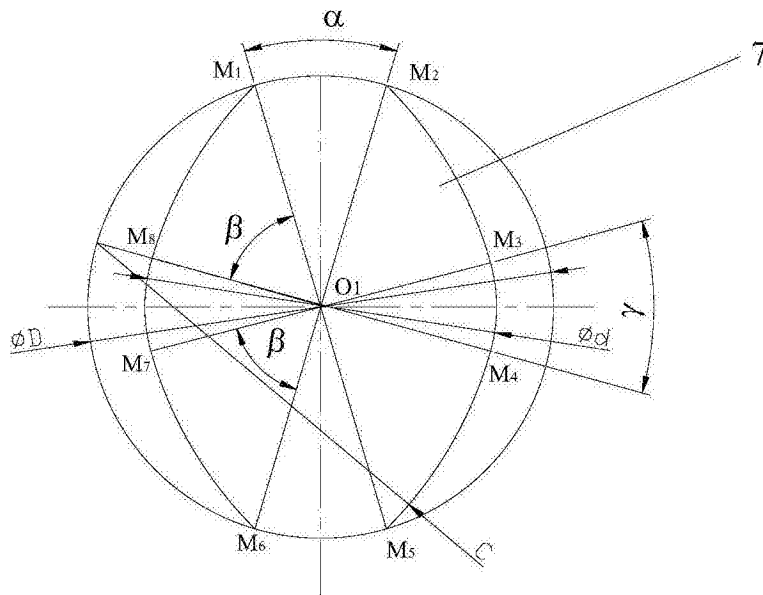


图4



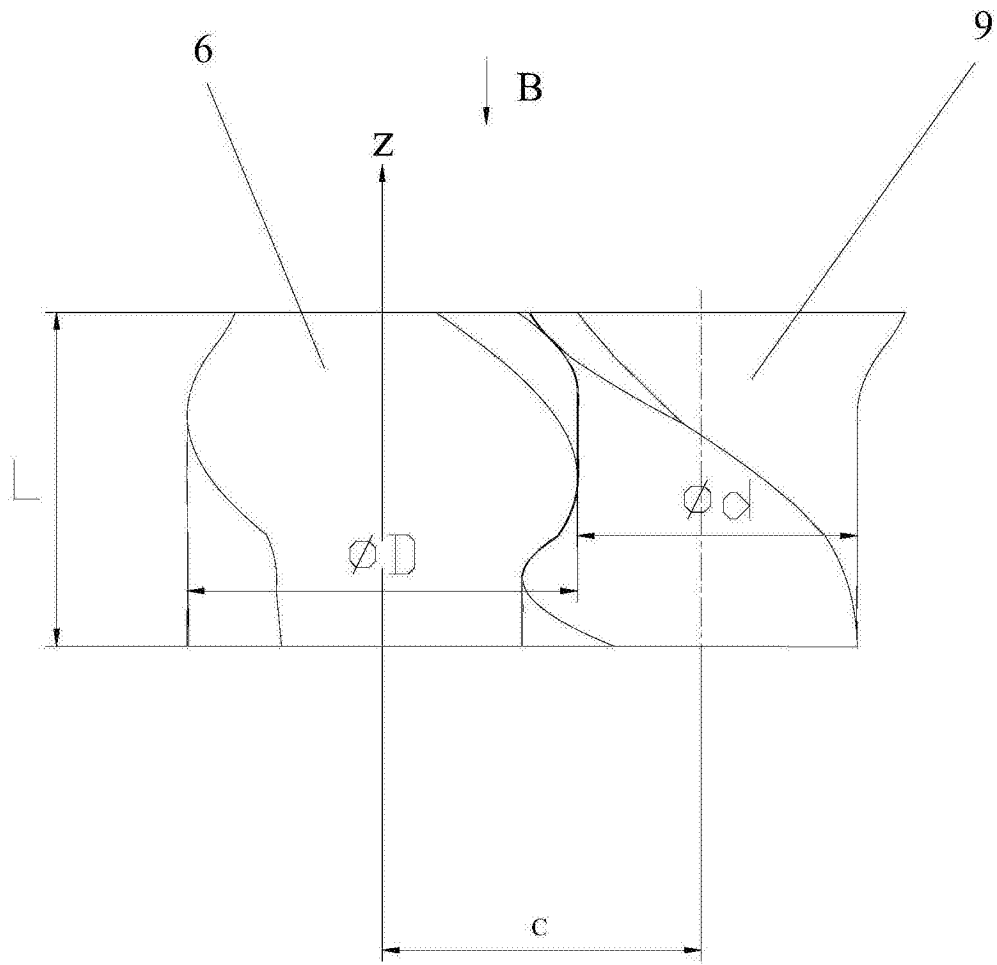


图6

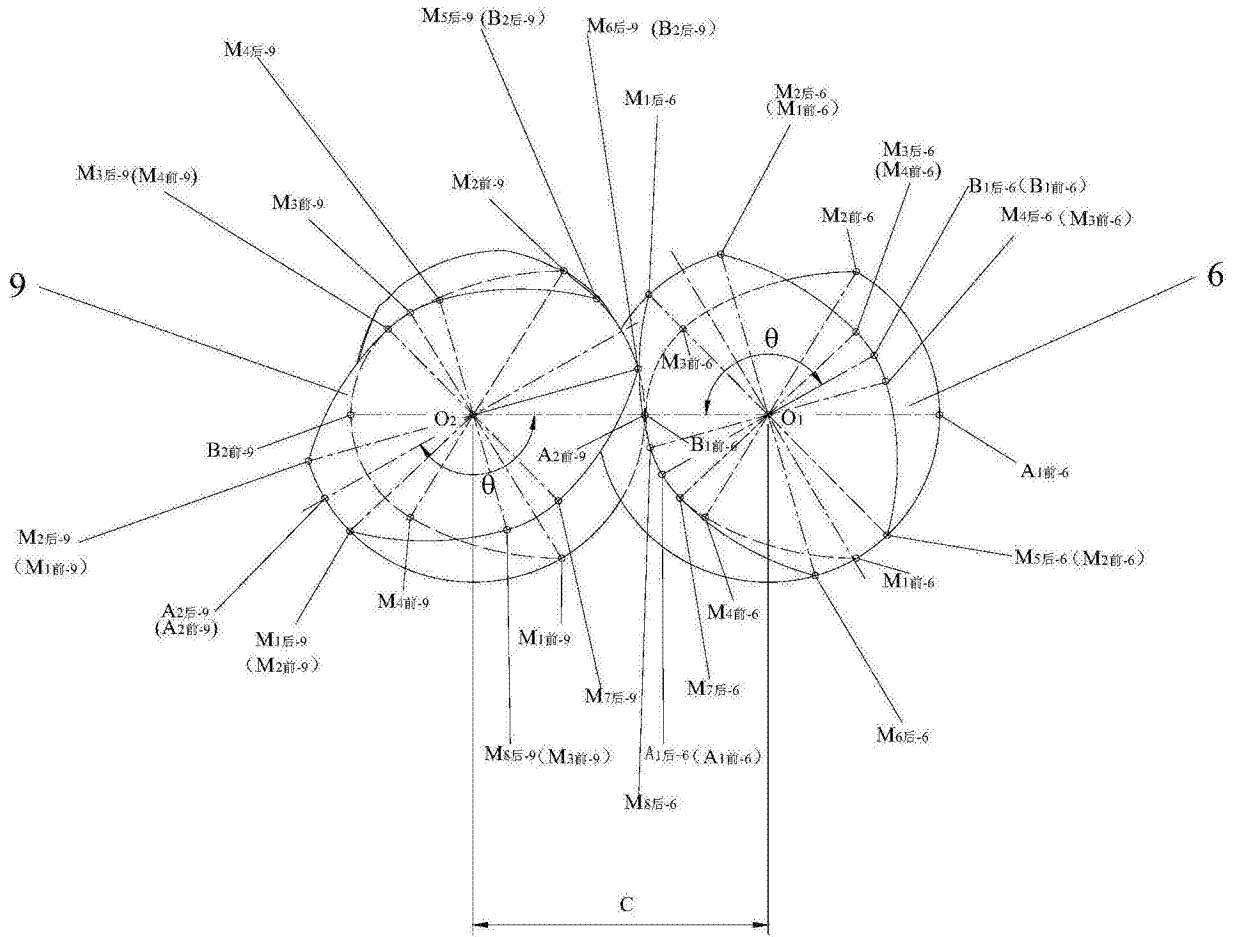


图7

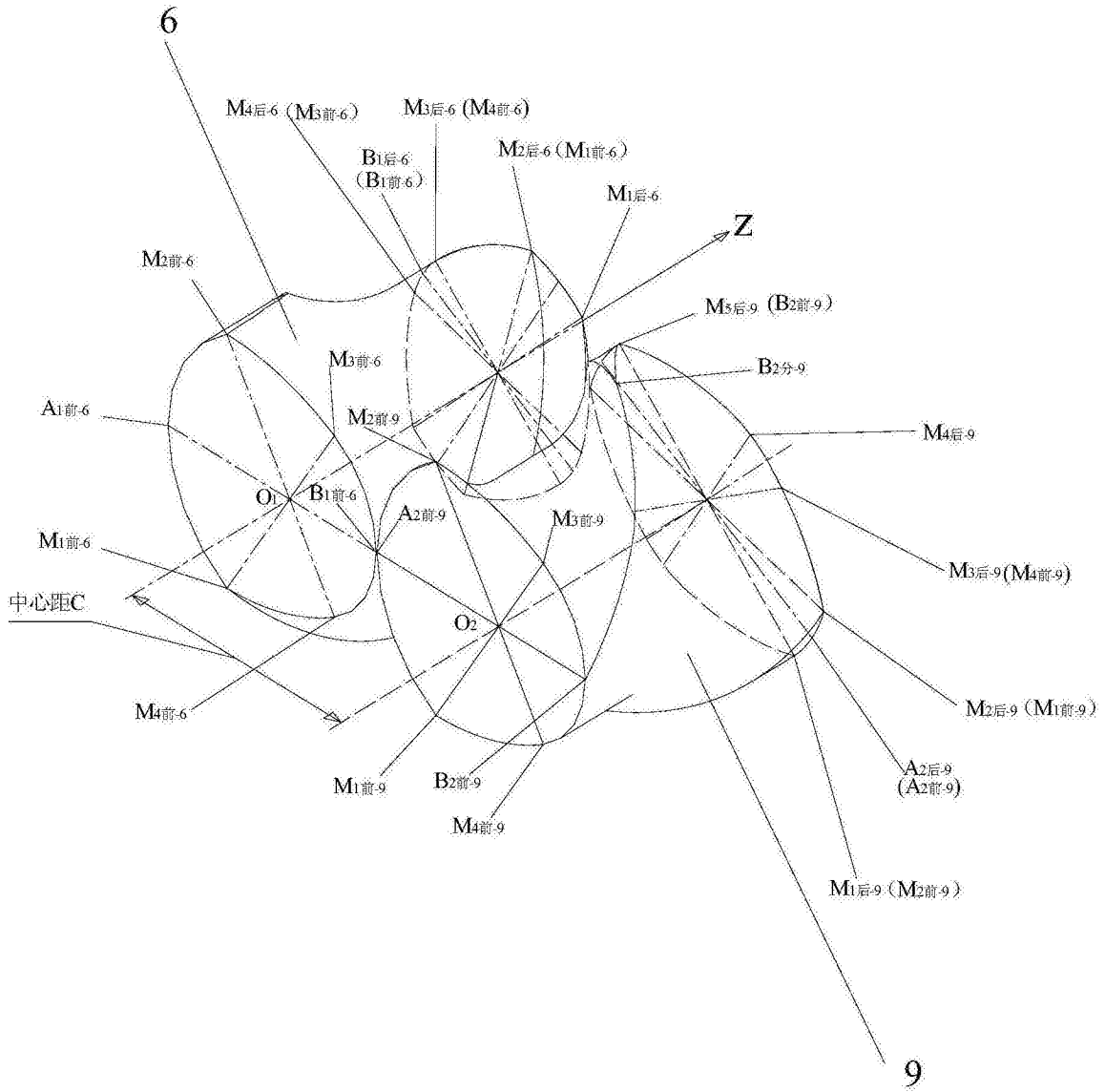


图8

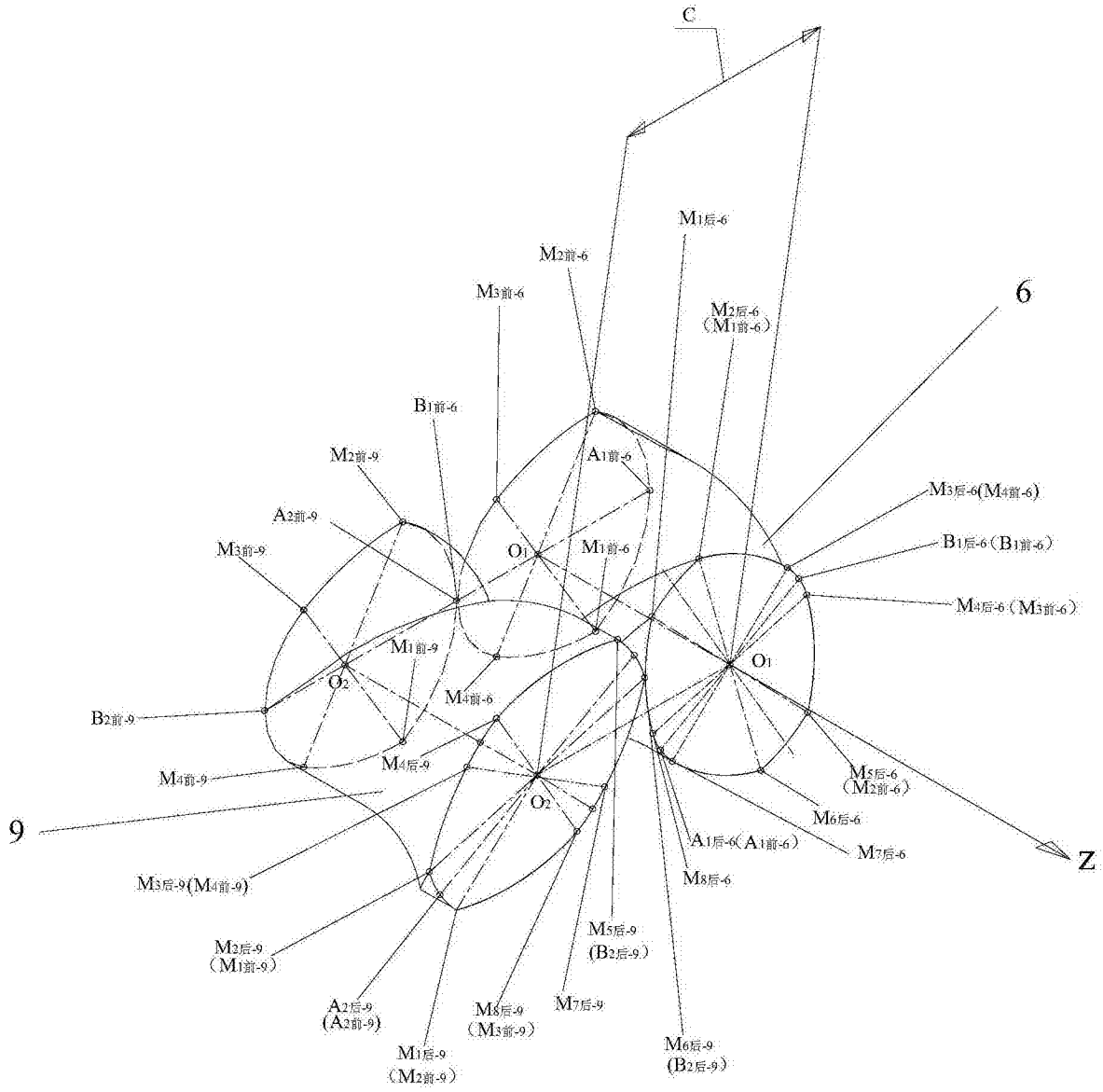


图9

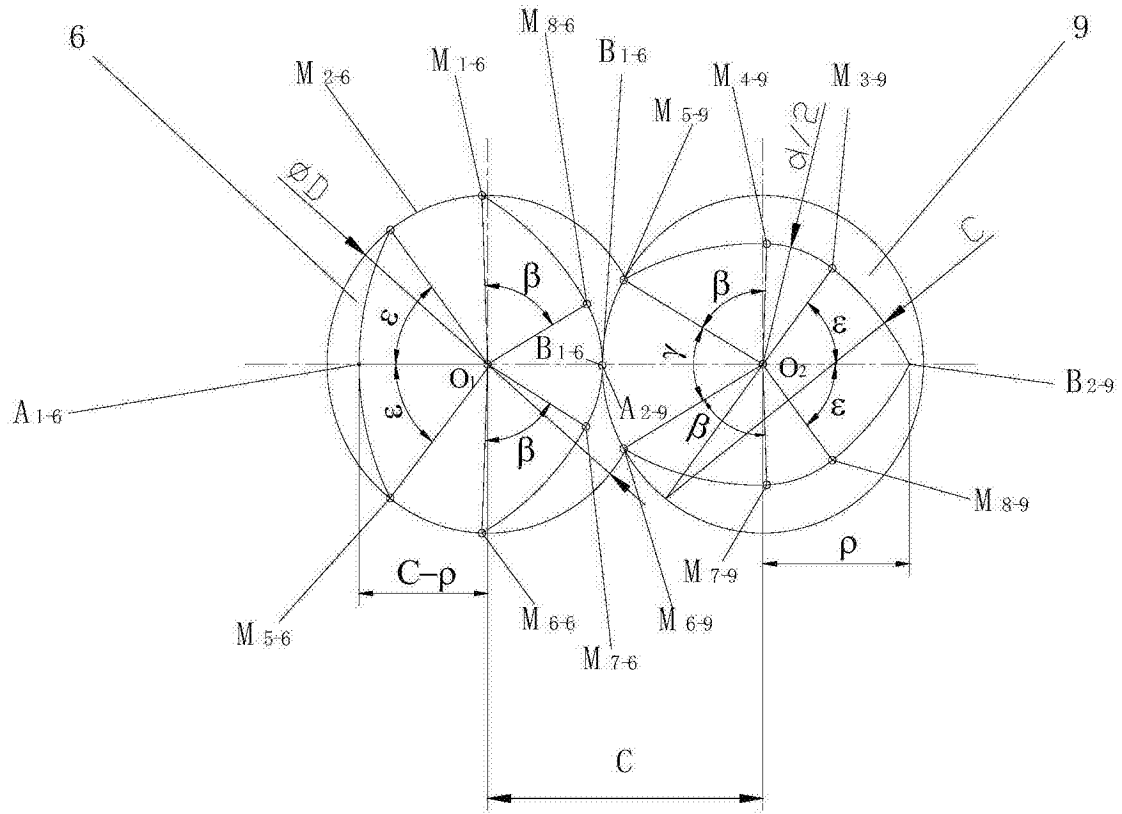


图10

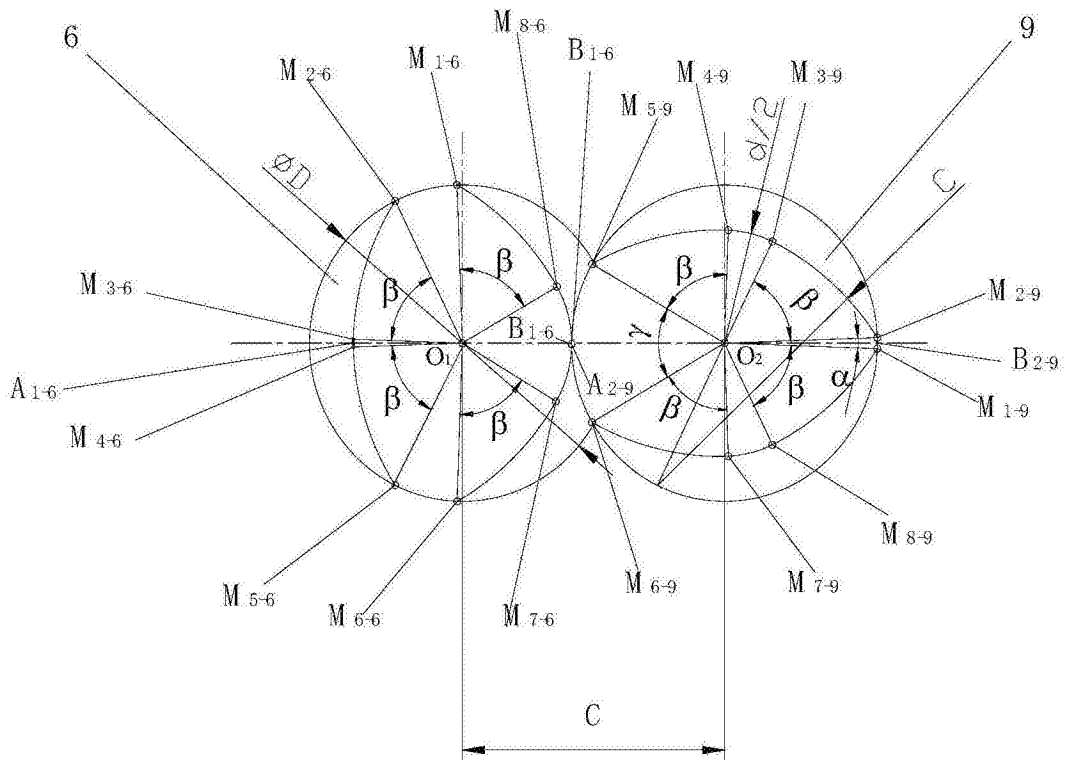


图11