



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108465858 A

(43)申请公布日 2018.08.31

(21)申请号 201810188914.3

(22)申请日 2018.03.08

(71)申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 辛红敏 史耀耀 杨程 李志山
朱德荣

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心
61204

代理人 王鲜凯

(51)Int.Cl.

B23C 5/08(2006.01)

B23C 5/20(2006.01)

B23C 5/22(2006.01)

B23C 3/28(2006.01)

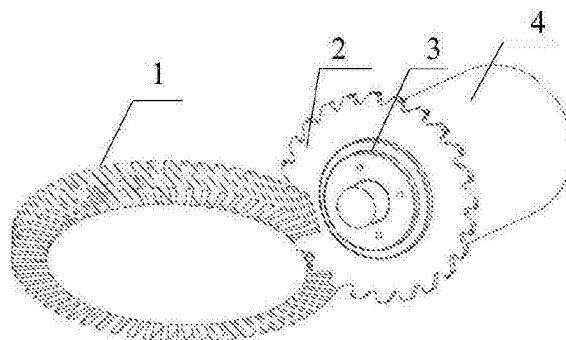
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具
及使用方法

(57)摘要

本发明涉及一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具,采用两个平键对称分布,可使刀片所承受的冲击更加均衡,有效避免刀具的局部磨损,从而提高刀具使用寿命。背景技术中盘铣刀采用的是单键结构,会引起切削力不均衡分布,造成刀具产生严重的局部磨损、崩刃、裂纹等,缩短刀具使用寿命,进而影响整体叶盘开槽加工效率。本发明中的刀片直接采用螺钉安装在刀槽内,此种结构依靠面及孔定位,螺钉夹紧,零件数目少,结构简单,夹紧牢靠,更换刀片的时间大幅度缩短。再有,本发明可组合为成套刀具,根据可加工产品的尺寸选取不同的刀具,从而同时起到调节切削宽度和切削深度的目的,提高整体叶盘开槽的加工效率2~3倍,具有更强的通用性和灵活性。



1. 一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于包括刀体(7)和刀片(9); 刀体(7)为圆盘状结构, 中心设有键槽(8), 圆周上均匀分布多个容屑槽(11)和多个平头键齿; 每个平头键齿的头部设有刀槽(12), 每个刀槽(12)上固定一个刀片(9), 与刀槽(12)槽底垂直的四个竖边为四个切削刃(16); 所述刀片(9)为菱形体结构或长方体结构; 所述刀槽(12)与刀片(9)的形状与尺寸相吻合。

2. 根据权利要求1所述整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述容屑槽(11)贯穿刀体, 容屑槽(11)有一个斜面、一个圆弧和一个平面组成, 斜面与刀体平面夹角为 50° 。

3. 根据权利要求1所述整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述刀槽(12)的封闭侧边设有刀体避空槽(14)。

4. 根据权利要求1所述整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述刀体(7)上设有的四个盘铣刀拆卸螺纹孔(6)。

5. 根据权利要求1~4所述任一项整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述刀体(7)的 $\Phi 420$, 键齿数24; 所对应刀片(9)的参数为: 长为12.7, 宽为9.525、厚度为4.67, 切削刃(14)的刀尖圆弧半径为R0.8; 单位为mm。

6. 根据权利要求1~4所述任一项整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述刀体(7)的 $\Phi 360$, 键齿数27; 所对应刀片(9)的参数为: 长为15.875, 宽为9.525、厚度为4.67, 切削刃(14)的刀尖圆弧半径为R0.5; 单位为mm。

7. 根据权利要求1~4所述任一项整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述刀体(7)的 $\Phi 360$, 键齿数28; 所对应刀片(9)的参数为: 长为15.875, 宽为9.525、厚度为4.67, 切削刃(14)的刀尖圆弧半径为R0.5; 单位为mm。

8. 根据权利要求1或5~7所述任一项整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具, 其特征在于: 所述刀片(12)材料选用YG类硬质合金。

9. 一种权利要求5~7所述整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具的使用方法, 其特征在于: 将三个尺寸不同的盘铣刀作为成套刀具使用, 满足不同尺寸的整体叶盘盘铣开槽加工。

一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具及使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于航空发动机整体叶盘机械加工领域,涉及一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具及使用方法。

背景技术

[0002] 文献1“申请公开号CN105081433A中国发明专利”公开了一种开式整体叶盘盘铣开槽专用立装错齿可调切宽刀具。结合附图1、2、3和4,该刀具主要由第一调整垫块17,第二调整垫块18,第三调整垫块19,刀体7,刀片9,螺钉13组成。刀体7外圆周上均匀加工有12个容屑槽11和刀槽12,相邻的两个刀槽12采用错齿结构,刀槽12内设计有两个刀体避空槽14,刀片9和三个调整垫块中任一个通过螺钉13、刀片螺纹孔10、刀槽安装螺纹孔15固定在刀槽12内,通过更换三个调整垫块中任一个使刀片9单边偏移0.5、1.0或1.5mm。从而实现刀具的可调切宽切削加工。背景技术中的刀具只能根据整体叶盘的尺寸不同改变切削宽度,而不能改变切削深度,缺乏通用性和灵活性。

[0003] 整体叶盘是高推重比、高性能发动机的核心部件,也是航空航天、国防、能源、动力等领域重大装备实现减重、增效和改善性能的关键零件。但由于整体叶盘通道深而窄、曲率小而变化大、叶片前后缘厚度不同,且整体叶盘的工作条件多为高温、高压、高转速等恶劣工况,所以一般采用钛合金、高温合金等难加工材料来制造,使其制造技术属于国际性难题。因此,实现整体叶盘高效、高质量、低成本数控加工是提升国家重大装备制造水平、提高航空发动机工作性能的核心关键技术。

[0004] 目前,整体叶盘的通道加工技术主要有线切割加工、水射流加工、电解加工、激光加工、电火花加工,数控加工。线切割、水射流和激光加工的加工效率不高,且无法实现余量的二次去除。电解加工由于受电极形状的限制,无法去除通道中的窄缝和尖角部分。电火花加工会在加工表面产生较厚的变质层,进而使表层材料的力学性能改变。传统的数控铣削加工效率高、加工精度和稳定性易于控制,所以在整体叶盘通道加工方面得到了广泛地应用。数控铣削工艺技术主要有两种:侧铣和插铣。侧铣开槽是采用球头铣刀或圆柱铣刀进行侧铣行切,插铣开槽是利用刀具底部的切削刃沿轴线方向做进给运动。由于整体叶盘的通道深而窄,只能使用刀具细长,加工过程中所受径向力较大,振动明显,严重时出现断刀现象,进而加剧刀具磨损,降低加工效率。实验表明,与侧铣相比,插铣能提高整体叶盘开槽加工效率50%以上。但即使采用先进的插铣工艺,整体叶盘的开槽加工时间仍需要40~50天,导致加工周期长,效率低,这已成为我国航空发动机研制和批量生产的瓶颈。

[0005] 解决以上问题的方案是提出一种整体叶盘数控加工的新方法—复合铣,即首先利用盘铣进行通道开槽粗加工,实现大余量切除;再次利用插铣进行扩槽加工及曲面成形,最后利用侧铣进行半精加工,实现除棱清根。实验表明:复合铣工艺相比于插铣工艺能提高整体叶盘开槽加工效率3倍以上。将三种工艺集成在一台机床上就形成了整体叶盘复合铣专用装备—航空发动机整体叶盘高效强力复合铣削机床,其中插铣和侧铣工艺较为成熟,所用刀具的选择范围较广,可借鉴的经验也较多。盘铣应用于整体叶盘的加工属于一种新工

艺新方法,所以盘铣刀结构是否合理,性能是否优越,不仅直接关系到盘铣刀的寿命,而且也会影响到盘铣工艺的成功应用,进而影响整体叶盘的加工效率。因此,开展整体叶盘盘铣开槽加工专用刀具的研究,具有重大的现实意义和工程应用价值。

发明内容

[0006] 要解决的技术问题

[0007] 为了避免现有技术的不足之处,本发明提出一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具及使用方法,克服整体叶盘盘铣开槽刀具只能调节切削宽度,不能调节切削深度的问题。

[0008] 技术方案

[0009] 一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具,其特征在于包括刀体7和刀片9;刀体7为圆盘状结构,中心设有键槽8,圆周上均匀分布多个容屑槽11和多个平头键齿;每个平头键齿的头部设有刀槽12,每个刀槽12上固定一个刀片9,与刀槽12槽底垂直的四个竖边为四个切削刃16;所述刀片9为菱形体结构或长方体结构;所述刀片9为菱形体结构或长方体结构;所述刀槽12与刀片9的形状与尺寸相吻合。

[0010] 所述容屑槽11贯穿刀体,容屑槽11有一个斜面、一个圆弧和一个平面组成,斜面与刀体平面夹角为 50° 。

[0011] 所述刀槽12的封闭侧边设有刀体避空槽14。

[0012] 所述刀体7上设有的四个盘铣刀拆卸螺纹孔6。

[0013] 所述刀体7的 $\phi 420$,键齿数24;所对应刀片9的参数为:长为12.7,宽为9.525、厚度为4.67,切削刃14的刀尖圆弧半径为 $R0.8$;单位为mm。

[0014] 所述刀体7的 $\phi 360$,键齿数27;所对应刀片9的参数为:长为15.875,宽为9.525、厚度为4.67,切削刃14的刀尖圆弧半径为 $R0.5$;单位为mm。

[0015] 所述刀体7的 $\phi 360$,键齿数28;所对应刀片9的参数为:长为15.875,宽为9.525、厚度为4.67,切削刃14的刀尖圆弧半径为 $R0.5$;单位为mm。

[0016] 一种所述整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具的使用方法,其特征在于:将三个尺寸不同的盘铣刀作为成套刀具使用,满足不同尺寸的整体叶盘盘铣开槽加工。

[0017] 有益效果

[0018] 本发明提出的一种整体叶盘盘铣开槽加工两两错齿刀具及使用方法,采用两个平键对称分布,可使刀片所承受的冲击更加均衡,有效避免刀具的局部磨损,从而提高刀具使用寿命。背景技术中盘铣刀采用的是单键结构,会引起切削力不均衡分布,造成刀具产生严重的局部磨损、崩刃、裂纹等,缩短刀具使用寿命,进而影响整体叶盘开槽加工效率。本发明中的刀片直接采用螺钉安装在刀槽内,此种结构依靠面及孔定位,螺钉夹紧,零件数目少,结构简单,夹紧牢靠,更换刀片的时间大幅度缩短。再有,本发明可组合为成套刀具,根据可加工产品的尺寸选取不同的刀具,从而同时起到调节切削宽度和切削深度的目的,提高整体叶盘开槽的加工效率2~3倍,具有更强的通用性和灵活性。

[0019] 参照图1-12,本发明与背景技术相比较,其共同之处为:适用的加工对象相同,都是航空发动机整体叶盘开槽加工;都采用了整体可转位式结构,刀片两两错齿安装。

[0020] 不同之处为:

[0021] 1、本发明中盘铣刀采用两个平键对称分布。因为盘铣刀直径较大,铣削过程中盘铣刀所受到的冲击和铣削力较大,会对刀具的磨损造成严重影响。由于键槽和键的制造精度和安装精度不够,键槽附近的刀片会受承较大的冲击,磨损较为严重。采用双键对称分布后,可使刀片所承受的冲击更加均衡,有效避免刀具的局部磨损,从而提高刀具使用寿命。背景技术中盘铣刀采用的是单键结构,会引起切削力不均衡分布,造成刀具产生严重的局部磨损、崩刃、裂纹等,缩短刀具使用寿命,进而影响整体叶盘开槽加工效率。

[0022] 2、本发明中的刀片直接采用螺钉安装在刀槽内,此种结构依靠面及孔定位,螺钉夹紧,零件数目少,结构简单,夹紧牢靠,更换刀片的时间大幅度缩短。背景技术中刀槽结构复杂,零件数目较多,容易造成定位不准确,再加上刀片数量较多,安装累计误差增大,使零件的加工精度难以保证。另外,如此多的零件数目会大大延长更换刀片的时间,从而降低加工效率。

[0023] 3、本发明为航空发动机整体叶盘开槽加工成套刀具,不同尺寸的整体叶盘选用不同的刀具型号。而且本发明公开了刀具的装夹结构,由此刀具的设计考虑了切削过程中其它附属结构造成的干涉问题,背景技术中并没有公开刀具的具体装夹结构,且背景技术中的刀具只能改变切宽,即根据槽的宽度调整刀片的安装位置。但整体叶盘通道深而窄,要想在盘铣阶段最大限度地去除可加工余量,单单考虑宽度是不够的,必须同时考虑盘铣刀的可切削深度(盘铣刀直径)才最为合理。本发明中三种不同型号的盘铣刀,不仅可应对不同宽度槽的加工,也可对不同深度的槽进行切削加工。

附图说明

[0024] 图1背景技术附图--开式整体叶盘盘铣开槽专用立装错齿可调切宽刀具整体结构装配图主视图

[0025] 图2图1刀槽的局部放大图

[0026] 图3图1的紧固螺钉

[0027] 图4图1的刀片结构图

[0028] 图5整体叶盘两两错齿刀具盘铣开槽加工示意图

[0029] 图6两两错齿成套刀具装夹图

[0030] 图7两两错齿第一盘铣刀整体图

[0031] 图8两两错齿第二和第三盘铣刀整体图

[0032] 图9两两错齿刀具的容屑槽形状图

[0033] 图10两两错齿刀具的刀片形状图

[0034] 图11两两错齿第一盘铣刀的刀片装夹图

[0035] 图12两两错齿第二和第三盘铣刀的刀片装夹图

[0036] 其中图1-4属于背景技术附图,图中,第一调整垫块17;第二调整垫块18;第三调整垫块19;刀体7;刀片9;刀片螺纹孔10;容屑槽11;刀槽12;螺钉13;刀体避空槽14;刀槽安装螺纹孔15

[0037] 图5-12为该发明附图,图中,整体叶盘1;盘铣刀2(包括第一盘铣刀、第二盘铣刀、第三盘铣刀);压紧块3;盘铣主轴头4;法兰盘5;盘铣刀拆卸螺纹孔6;刀体7;键槽8;刀片9;刀片螺纹孔10;容屑槽11;刀槽12;螺钉13;刀体避空槽14;刀槽安装螺纹孔15;切削刃16

具体实施方式

[0038] 现结合实施例、附图对本发明作进一步描述：

[0039] 本发明采用以下技术方案：结合附图7、8、9、10、11、12，本发明主要由刀体7、刀片9、螺钉13组成。刀体7外圆周上均匀加工有容屑槽11和刀槽12，相邻的两个刀槽12采用错齿结构，刀槽12内设计有两个刀体避空槽14，避免切削刀16受到挤压和碰撞。刀片9安装在刀槽12内，通过螺钉13、刀片螺纹孔10、刀槽安装螺纹孔15紧固在刀槽12内。

[0040] 盘铣刀2为成套刀具，有三种型号，分别是第一盘铣刀、第二盘铣刀、第三盘铣刀，其中第一盘铣刀直径较大，适用于加工的产品直径较大，通道较深和较宽；第二盘铣刀直径和厚度都比第一盘铣刀的小一些，第三盘铣刀的直径最小，第一、第二和第三盘铣刀的加工范围是递减的，即第一盘铣刀可加工的产品直径最大，通道较深和较宽，第三盘铣刀可加工的产品直径最小，通道较浅和较窄。

[0041] 结合图5可知，盘铣刀2直径较大，整体叶盘1开槽加工的通道深而窄，曲率变化大，前后缘厚度不同，所以单单考虑盘铣刀2的厚度而不考虑直径，会造成整体叶盘1深度方向达不到加工要求。

[0042] 结合图6、图7和图8可知，盘铣刀2以法兰盘5侧面实现轴向定位，通过2个对称分布的键槽8安装在法兰盘5上，最后通过压紧块3的内孔螺纹进行轴向锁紧。刀体7上的4个盘铣刀拆卸螺纹孔6的作用是在盘铣刀2拆卸时用以顶出盘铣刀2，方便拆卸。将盘铣刀2安装在盘铣主轴头4上，实现整体叶盘1盘铣开槽切削加工

[0043] 刀体7材料选用42CrMo，淬透性高，强度高，在高温时有较高的抗蠕变性能，且强度持久，调质处理后具有较高的疲劳极限和抗多次冲击的能力，且低温冲击韧性良好，可以保证盘铣刀在反复强冲击下具有较高的强度。

[0044] 刀片9材料选用YT类硬质合金。整体叶盘采用钛合金和高温合金制造而成，属于难加工材料，所以刀具材料的选择对刀具的耐用度、加工效率和加工质量起到至关重要的作用。YT类硬质合金材料中加入了TiC，同时Co的含量较低，其硬度、耐热性和耐磨性提高，抗粘结、抗扩散及抗氧化能力提高，是最适合加工钛合金等难加工材料的刀具。

[0045] 本发明的成套刀具一共有3种型号，具体的刀具尺寸如表1所示。其中第一盘铣刀直径较大，适用于加工的产品直径较大，通道较深和较宽；第二盘铣刀直径和厚度都比第一盘铣刀的小一些，第三盘铣刀的直径最小，第一盘铣刀、第二盘铣刀和第三盘铣刀的加工范围是递减的，即第一盘铣刀可加工的产品直径最大，通道较深和较宽，第三盘铣刀可加工的产品直径最小，通道较浅和较窄。

[0046] 表1盘铣刀几何参数

	刀具号	第一盘铣刀	第二盘铣刀	第三盘铣刀
[0047]	刀具直径 (mm)	$\phi 420$	$\phi 360$	$\phi 360$
	刀具内孔	$\phi 100$	$\phi 100$	$\phi 100$
	齿数	24	27	28
	厚度 (mm)	15	10	7
	刀体材料	42CrMo	42CrMo	42CrMo
	刀片材料	YT15	YT15	YT15

[0048] 结合图7和图8,盘铣刀2采用可转位结构,每个刀片9具有4个切削刃16,可更换4次使用。两个齿交错安装,切削时两个齿交替参与切削,可有效提高加工效率,延长刀具使用寿命。

[0049] 结合图10,第一盘铣刀选用的是菱形刀片9,第二和第三盘铣刀选用的是长方形刀片9,刀片9中间具有 $\phi 5$ 的刀片螺纹孔10用以安装紧固刀片9。刀片的几何参数如表2所示。

[0050] 表2刀片几何参数

	序号	第一盘铣刀	第二盘铣刀	第三盘铣刀
[0051]	长 (mm)	12.7	15.875	15.875
	宽 (mm)	9.525	9.525	9.525
	厚度 (mm)	4.76	4.76	4.76
	夹角 ($^{\circ}$)	80	90	90
	前角 ($^{\circ}$)	6	6	6
	后角 ($^{\circ}$)	12	12	12
	刃倾角 ($^{\circ}$)	0	0	0
	刀尖圆弧半径	R0.8	R0.5	R0.5
	压紧螺孔	$\phi 5$	$\phi 5$	$\phi 5$

[0052] 结合图9,刀体7上均布有容屑槽11,容屑槽11贯穿刀体,容屑槽11有一个斜面、一个圆弧和一个平面组成,斜面与刀体平面夹角为 50° 。此种类型的容屑槽结构简单,制造加工方便,易于切屑的卷曲、折断、排屑,避免加工过程中因排屑不畅导致加工误差,以及减小刀具磨损。三种型号刀具的容屑槽11的具体尺寸如表3所示。

[0053] 表3盘铣刀容屑槽尺寸

	编号	P	h	g	r
[0054]	第一盘铣刀	53	15	15	9
	第二盘铣刀	40	12	12	7
	第三盘铣刀	40	12	12	7

[0055] 结合图11和图12,每个容屑槽11旁边的刀体7上均匀交错分布着刀槽12,刀槽12底部有刀槽螺纹安装孔15,且在刀槽12内侧有刀体避空槽14,用以保护刀片9在安装及切削过程中切削刃16免受挤压与碰撞。因第一盘铣刀、第二盘铣刀和第三盘铣刀刀具尺寸不同,选用的刀片形状不同,对于第一盘铣刀来说选用的是菱形刀片,一个切削刃16容易受到挤压与碰撞,故在刀槽12内设计了一个刀体避空槽14。对于第二和第三盘铣刀来说,选用的是长方形的刀片,有2个切削刃16同时受到挤压与碰撞,需要2个刀体避空槽14。

[0056] 结合图11和图12,刀片9安装在刀槽12内,通过刀槽12内的平面和刀槽安装螺纹孔15进行刀片9的定位,通过螺钉13和刀槽12内的刀槽安装螺纹孔15进行刀片9紧固。

[0057] 结合图11和图12,第一盘铣刀2的刀片9安装在了刀体7的圆周面上,而第二和第三盘铣刀2的刀片9则装在了刀体7的侧面,原因是因为第二和第三盘铣刀刀体厚度太薄,分别为10mm和7mm,不满足安装在圆周面上的条件。所以第一盘铣刀的切削刃16为菱形边,长度为9.525mm,第二和第三盘铣刀的切削刃16为刀片9的厚度,切削刃16的长度为4.76mm。

[0058] 结合图5-12,盘铣刀2(包括第一盘铣刀、第二盘铣刀、第三盘铣刀)最大的区别在于直径、厚度不同,从而起到调节切削宽度和切削深度的目的。齿数不同是由直径的多少来决定的。另外,第一盘铣刀和第二、第三盘铣刀所选用的刀片不同,且安装位置不同,其原因已在具体实施方式第9、11条中解释。其中容屑槽11的形状、刀片9的安装方式都是一样的。

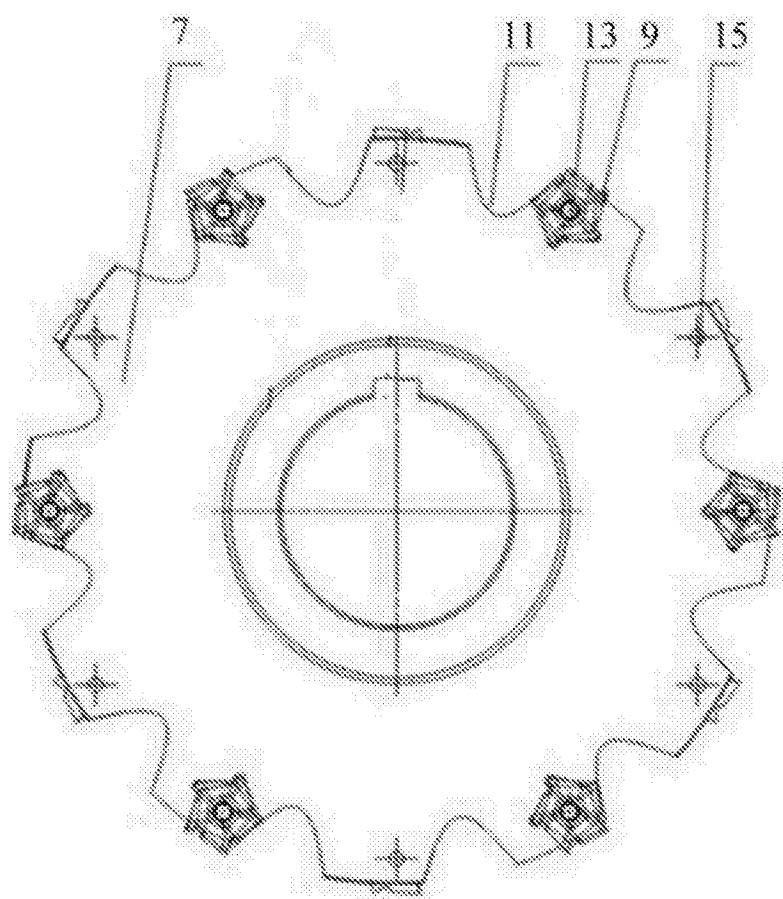


图1

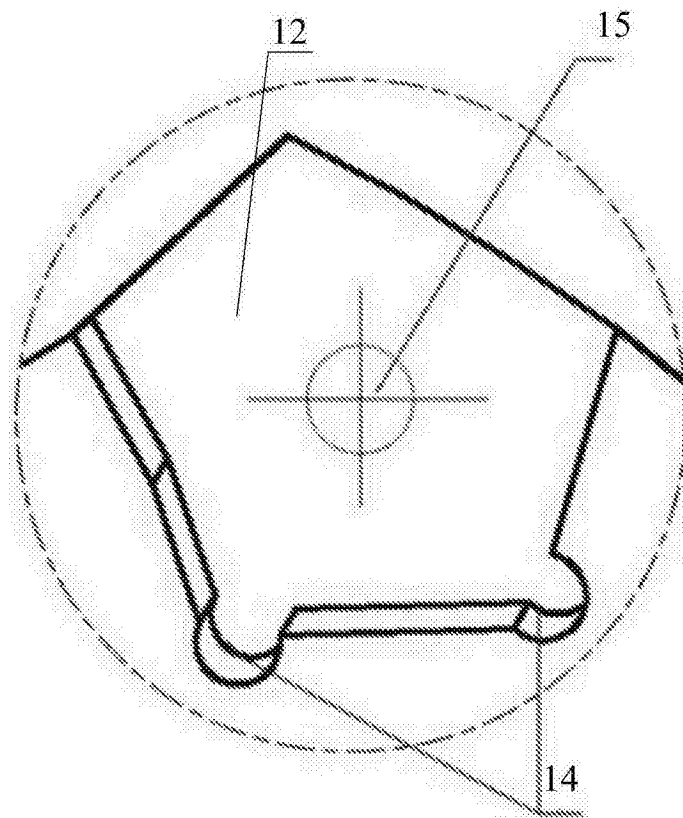


图2

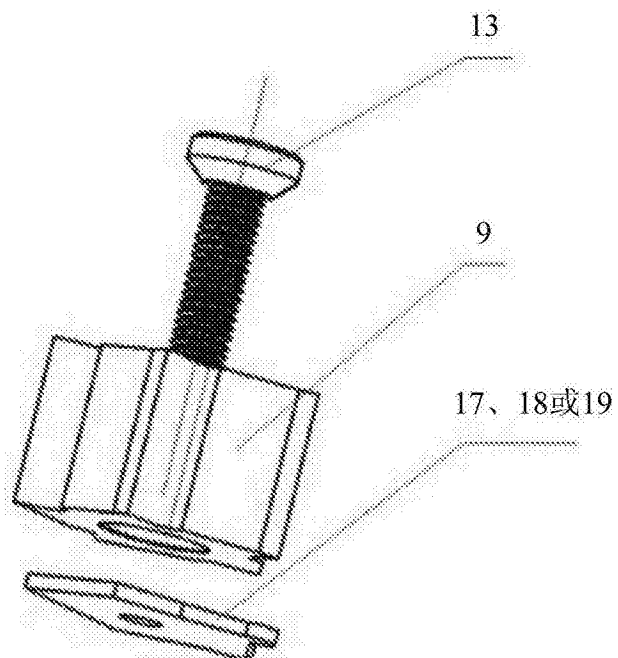


图3

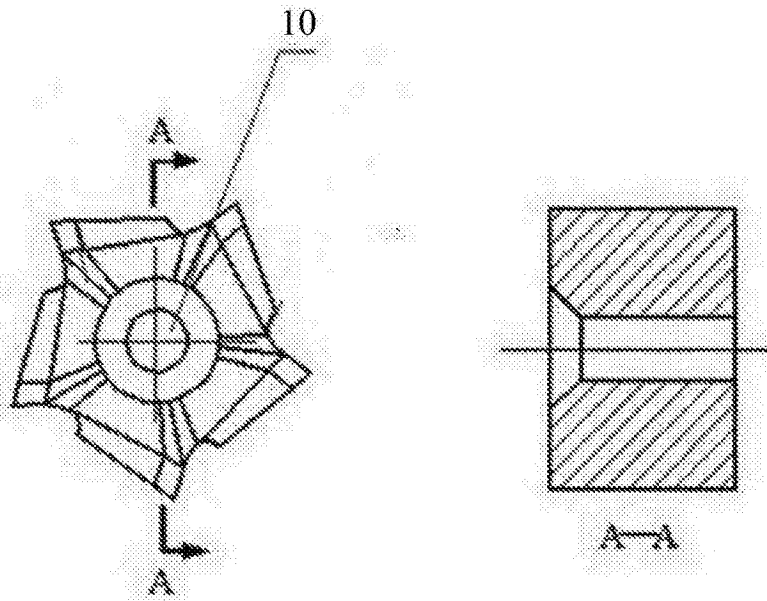


图4

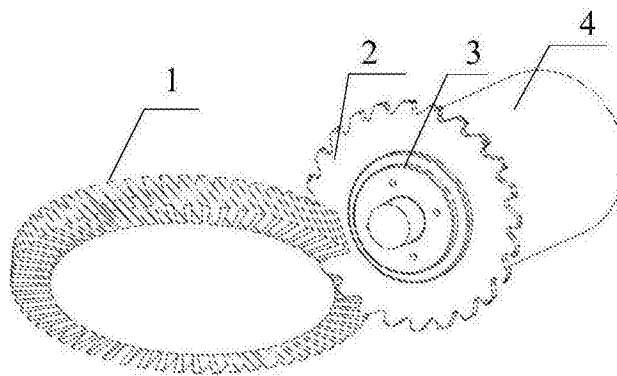


图5

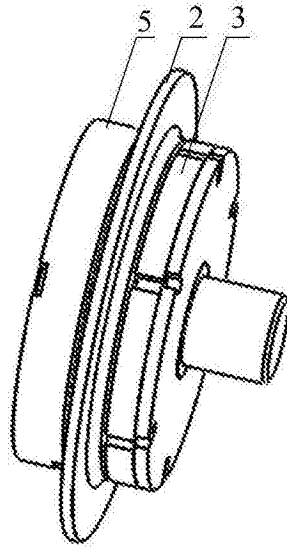


图6

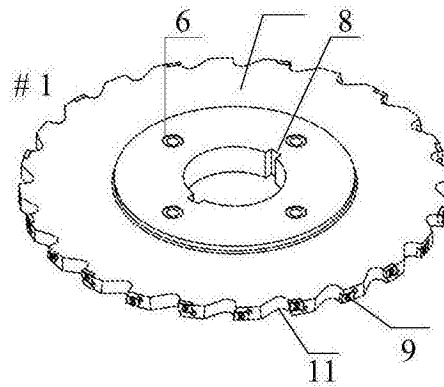


图7

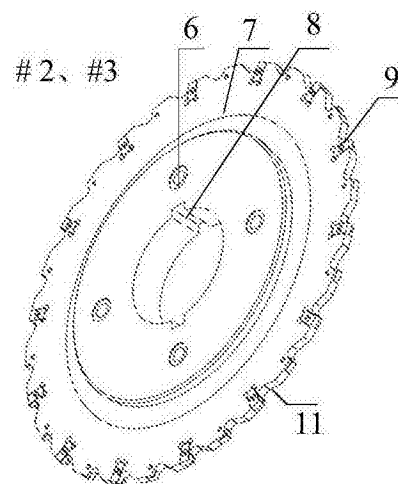


图8

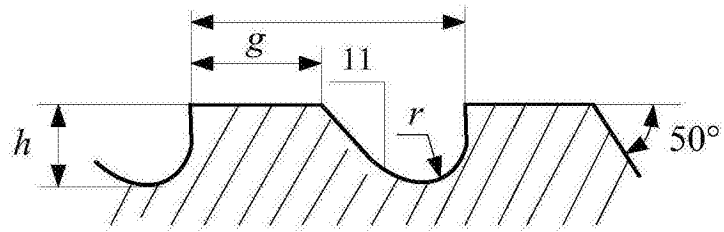


图9

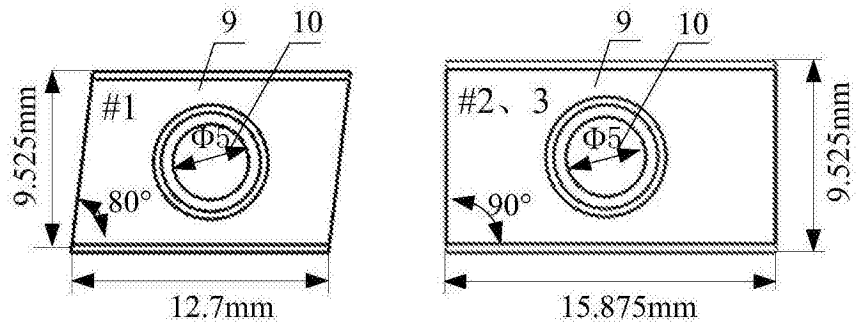


图10

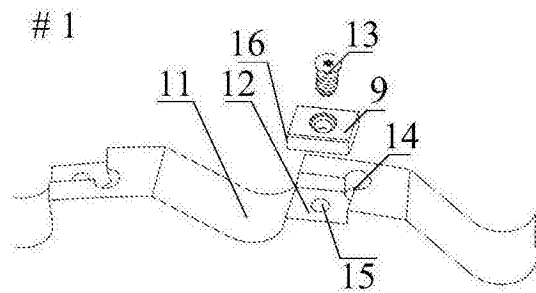


图11

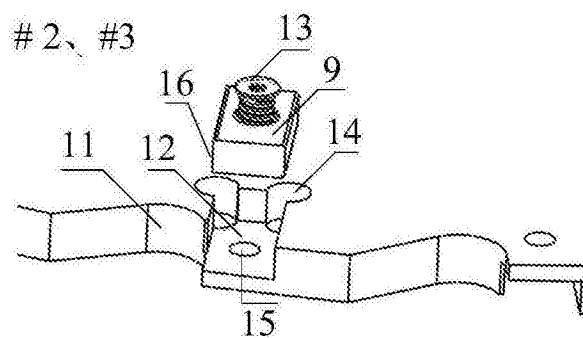


图12