



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215091127 U

(45) 授权公告日 2021.12.10

(21) 申请号 202121457721.7

(22) 申请日 2021.06.29

(73) 专利权人 攀枝花学院

地址 617000 四川省攀枝花市东区机场路
10号

(72) 发明人 张学刚

(74) 专利代理机构 成都希盛知识产权代理有限
公司 51226

代理人 温国杰 何强

(51) Int.Cl.

B23F 21/12 (2006.01)

B23F 21/16 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

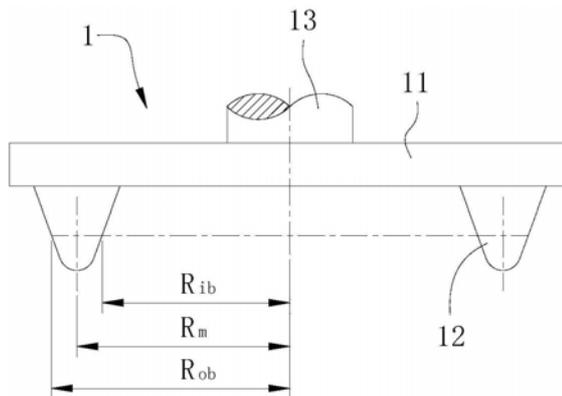
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54) 实用新型名称

弧齿圆柱齿轮副的加工刀具

(57) 摘要

本实用新型涉及弧齿圆柱齿轮副技术领域，提供了一种弧齿圆柱齿轮副的加工刀具，包括第一铣刀、第二铣刀和第三铣刀；第一铣刀包括第一刀盘和圆周均布安装在第一刀盘端面上的若干个第一刀齿；第二铣刀包括第二刀盘和圆周均布安装在第二刀盘端面上的若干个内刃刀齿；第三铣刀包括第三刀盘和圆周均布安装在第三刀盘端面上的若干个外刃刀齿。通过设置第一铣刀，用于对齿轮副中的其中一个齿轮进行加工；通过设置第二铣刀和第三铣刀，用于对齿轮副中的另一个齿轮进行加工；通过调节第二铣刀的内刃曲率半径 r_{ib} 和第三铣刀的外刃曲率半径 r_{ob} ，就可调节齿轮副中两个齿轮的齿面接触区，以达到主动调节齿面接触区的目的。



1. 弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,其特征在于,包括第一铣刀(1)、第二铣刀(2)和第三铣刀(3);

所述第一铣刀(1)包括第一刀盘(11)和圆周均布安装在第一刀盘(11)端面上的若干个第一刀齿(12);所述第一刀齿(12)具有内刃齿面和外刃齿面;所述第一铣刀(1)的外刃曲率半径为 R_{ob} ;所述第一铣刀(1)的内刃曲率半径为 R_{ib} ;所述第一铣刀(1)的平均曲率半径为 R_m ;其中, $R_{ib}=R_m-\pi m/4$, $R_{ob}+R_{ib}=2R_m$;

所述第二铣刀(2)包括第二刀盘(21)和圆周均布安装在第二刀盘(21)端面上的若干个内刃刀齿(22);所述第二铣刀(2)的内刃曲率半径为 r_{ib} ;其中, $R_m-\pi m/4 \leq r_{ib} \leq R_m+\pi m/4$;m为被加工齿轮的模数;

所述第三铣刀(3)包括第三刀盘(31)和圆周均布安装在第三刀盘(31)端面上的若干个外刃刀齿(32);所述第三铣刀(3)的外刃曲率半径为 r_{ob} ;其中, $r_{ob}=2R_m-r_{ib}$ 。

2. 根据权利要求1所述的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,其特征在于,所述第一铣刀(1)还包括同轴固定在第一刀盘(11)另一端面上的第一固定轴(13)。

3. 根据权利要求1所述的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,其特征在于,所述第二铣刀(2)还包括同轴固定在第二刀盘(21)另一端面上的第二固定轴(23)。

4. 根据权利要求1所述的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,其特征在于,所述第三铣刀(3)还包括同轴固定在第三刀盘(31)另一端面上的第三固定轴(33)。

弧齿圆柱齿轮副的加工刀具

技术领域

[0001] 本实用新型涉及弧齿圆柱齿轮副技术领域,尤其是一种弧齿圆柱齿轮副的加工刀具。

背景技术

[0002] 弧齿圆柱齿轮副是两个相啮合的弧齿圆柱齿轮组成的基本机构。弧齿圆柱齿轮是一种平行轴齿轮,其齿形结构为沿齿宽方向呈弯曲的弧形。两个弧齿圆柱齿轮在啮合的过程中,根据齿面的接触形式不同分为点接触弧齿圆柱齿轮副和线接触弧齿圆柱齿轮副。

[0003] 目前,弧齿圆柱齿轮副均是采用同一个加工刀具对两个相啮合的弧齿圆柱齿轮进行加工,但是这种加工方式只能加工出点接触弧齿圆柱齿轮副或线接触弧齿圆柱齿轮副。例如,当采用如公开号为CN1047137A中的刀具加工时,就只能加工出点接触弧齿圆柱齿轮副;当采用如公告号为CN103203647A、公布号为CN112170974A、公告号为CN101890540B或公告号为CN100335821C中的刀具加工时,就只能加工出线接触弧齿圆柱齿轮副。

[0004] 点接触弧齿圆柱齿轮副在啮合过程中,两配对齿面上的接触形式为局部接触,接触位置主要集中在齿宽中间截面的位置,其接触应力分布如图1所示。由于点接触弧齿圆柱齿轮副的接触区域较小,在传动过程中,接触的局部区域承受的载荷较大,长时间使用极易引起接触区的疲劳磨损。

[0005] 线接触弧齿圆柱齿轮副在啮合过程中,两配对齿面上的接触形式为沿齿宽方向上呈现曲线接触,其接触应力分布如图2所示。虽然线接触弧齿圆柱齿轮副在整个齿宽方向上都存在接触,接触区域较大,但是齿轮副在安装过程中容易出现安装误差,此时两啮合的齿轮就会从线接触状态转变为轮齿边缘接触,使用时,对齿轮边缘的磨损极其严重,容易引起较大的传动误差、噪声和振动等。

实用新型内容

[0006] 本实用新型所要解决的技术问题是提供一种齿面接触区可主动调节的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具。

[0007] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,包括第一铣刀、第二铣刀和第三铣刀;

[0008] 所述第一铣刀包括第一刀盘和圆周均布安装在第一刀盘端面上的若干个第一刀齿;所述第一刀齿具有内刃齿面和外刃齿面;所述第一铣刀的外刃曲率半径为 R_{ob} ;所述第一铣刀的内刃曲率半径为 R_{ib} ;所述第一铣刀的平均曲率半径为 R_m ;其中, $R_{ib}=R_m-\pi m/4$, $R_{ob}+R_{ib}=2R_m$;

[0009] 所述第二铣刀包括第二刀盘和圆周均布安装在第二刀盘端面上的若干个内刃刀齿;所述第二铣刀的内刃曲率半径为 r_{ib} ;其中, $R_m-\pi m/4 \leq r_{ib} \leq R_m+\pi m/4$;m为被加工齿轮的模数;

[0010] 所述第三铣刀包括第三刀盘和圆周均布安装在第三刀盘端面上的若干个外刃刀

齿;所述第三铣刀的外刃曲率半径为 r_{ob} ;其中, $r_{ob}=2R_m-r_{ib}$ 。

[0011] 进一步的,所述第一铣刀还包括同轴固定在第一刀盘另一端面上的第一固定轴。

[0012] 进一步的,所述第二铣刀还包括同轴固定在第二刀盘另一端面上的第二固定轴。

[0013] 进一步的,所述第三铣刀还包括同轴固定在第三刀盘另一端面上的第三固定轴。

[0014] 本实用新型的有益效果是:本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,通过设置第一铣刀,用于对齿轮副中的其中一个齿轮进行加工;通过设置第二铣刀和第三铣刀,用于对齿轮副中的另一个齿轮进行加工;通过调节第二铣刀的内刃曲率半径 r_{ib} 和第三铣刀的外刃曲率半径 R_{ob} ,就可调节齿轮副中两个齿轮的齿面接触区,以达到主动调节齿面接触区的目的。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍;显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来说,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0016] 图1是点接触弧齿圆柱齿轮副在啮合时的接触应力图;

[0017] 图2是线接触弧齿圆柱齿轮副在啮合时的接触应力图;

[0018] 图3是本实用新型实施例提供的第一铣刀的结构示意图;

[0019] 图4是本实用新型实施例提供的第二铣刀的结构示意图;

[0020] 图5是本实用新型实施例提供的第三铣刀的结构示意图;

[0021] 图6是本实用新型实施例中通过第一铣刀加工第一被加工齿轮的齿槽的结构示意图;

[0022] 图7是图6中A-A剖视图;

[0023] 图8是本实用新型实施例中通过第三铣刀加工第二被加工齿轮的齿槽的凹齿面的结构示意图;

[0024] 图9是图8中B-B剖视图;

[0025] 图10是本实用新型实施例中通过第二铣刀加工第二被加工齿轮的齿槽的凸齿面的结构示意图;

[0026] 图11是图10中C-C剖视图;

[0027] 图12是本实用新型实施例提供的加工机床的结构示意图;

[0028] 图13是对本实用新型实施例1中的齿轮副进行接触分析所得到的接触区域示意图;

[0029] 图14是对本实用新型实施例2中的齿轮副进行接触分析所得到的接触区域示意图;

[0030] 图15是对本实用新型实施例3中的齿轮副进行接触分析所得到的的接触区域示意图。

[0031] 图中附图标记为:1-第一铣刀,2-第二铣刀,3-第三铣刀,4-第一被加工齿轮,5-第二被加工齿轮,6-加工机床,11-第一刀盘,12-第一刀齿,13-第一固定轴,21-第二刀盘,22-内刃刀齿,23-第二固定轴,31-第三刀盘,32-外刃刀齿,33-第三固定轴,61-工件轴,62-刀

轴。

具体实施方式

[0032] 为了使本领域的人员更好地理解本实用新型,下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明。显然,所描述的实施例仅是本实用新型的一部分实施例,而不是全部的实施例。在不冲突的情况下,本实用新型中的实施例及实施例中的特征可以相互结合。

[0033] 图3是本实用新型实施例提供的第一铣刀的结构示意图;图4是本实用新型实施例提供的第二铣刀的结构示意图;图5是本实用新型实施例提供的第三铣刀的结构示意图。

[0034] 参见图3至图5,本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,包括第一铣刀1、第二铣刀2和第三铣刀3;

[0035] 所述第一铣刀1包括第一刀盘11和圆周均布安装在第一刀盘11端面上的若干个第一刀齿12;所述第一刀齿12具有内刃齿面和外刃齿面;所述第一铣刀1的外刃曲率半径为 R_{ob} ;所述第一铣刀1的内刃曲率半径为 R_{ib} ;所述第一铣刀1的平均曲率半径为 R_m ;其中, $R_{ib} = R_m - \pi m / 4$, $R_{ob} + R_{ib} = 2R_m$;

[0036] 所述第二铣刀2包括第二刀盘21和圆周均布安装在第二刀盘21端面上的若干个内刃刀齿22;所述第二铣刀2的内刃曲率半径为 r_{ib} ;其中, $R_m - \pi m / 4 \leq r_{ib} \leq R_m + \pi m / 4$;m为被加工齿轮的模数;

[0037] 所述第三铣刀3包括第三刀盘31和圆周均布安装在第三刀盘31端面上的若干个外刃刀齿32;所述第三铣刀3的外刃曲率半径为 r_{ob} ;其中, $r_{ob} = 2R_m - r_{ib}$ 。

[0038] 本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具,包括第一铣刀1、第二铣刀2和第三铣刀3。所述第一铣刀1用于对齿轮副中的其中一个齿轮进行加工,第二铣刀2和第三铣刀3用于对齿轮副中的另一个齿轮进行加工。

[0039] 参见图3,所述第一铣刀1包括呈圆形的第一刀盘11,以第一刀盘11的中心线为中心、且圆周均布安装在第一刀盘11下端面上的若干个第一刀齿12,同轴固定在第一刀盘11上端面上的第一固定轴13。所述第一刀齿12上具有内刃齿面和外刃齿面;所述内刃齿面的形状与齿槽的凸齿面的形状相适配,通过该内刃齿面加工齿槽的凸齿面;所述外刃齿面的形状与齿槽的凹齿面的形状相适配,通过该外刃齿面加工齿槽的凹齿面。所述第一铣刀1的外刃曲率半径为 R_{ob} ; R_{ob} 指的是:第一刀齿12的外刃齿面上且与被加工齿轮的节圆相对应的位置到第一刀盘11中心线的距离。所述第一铣刀1的内刃曲率半径为 R_{ib} ; R_{ib} 指的是:第一刀齿12的内刃齿面上且与被加工齿轮的节圆相对应的位置到第一刀盘11中心线的距离。所述第一铣刀1的平均曲率半径为 R_m ; R_m 指的是:第一刀齿12的中心线到第一刀盘11中心线的距离。本实施例中,参数 R_{ib} 、 R_{ob} 、 R_m 的值由刀具厂商的标准决定,在此不做具体的限定。例如, $R_{ib} = R_m - \pi m / 4$, $R_{ob} + R_{ib} = 2R_m$ 。

[0040] 参见图4,所述第二铣刀2包括呈圆形的第二刀盘21,以第二刀盘21的中心线为中心、且圆周均布安装在第二刀盘21下端面上的若干个内刃刀齿22,同轴固定在第二刀盘21上端面上的第二固定轴23。所述内刃刀齿22上具有内刃齿面,该内刃齿面的形状与齿槽的凸齿面的形状相适配,通过该内刃齿面加工齿槽的凸齿面。所述第二铣刀2的内刃曲率半径为 r_{ib} ; r_{ib} 指的是:第二铣刀2的内刃齿面上且与被加工齿轮的节圆相对应的位置到第二刀盘21中心线的距离。其中, $R_m - \pi m / 4 \leq r_{ib} \leq R_m + \pi m / 4$;m为被加工齿轮的模数。

[0041] 参见图5,所述第三铣刀3包括呈圆形的第三刀盘31,以第三刀盘31的中心线为中心、且圆周均布安装在第三刀盘31下端面上的若干个外刃刀齿32,同轴固定在第三刀盘31上端面上的第三固定轴33。所述外刃刀齿32上具有外刃齿面,该外刃齿面的形状与齿槽的凹齿面的形状相适配,通过该外刃齿面加工齿槽的凹齿面。所述第三铣刀3的外刃曲率半径为 r_{ob} ; r_{ob} 指的是:外刃刀齿32的外刃齿面上且与被加工齿轮的节圆相对应的位置到第三刀盘31中心线的距离。其中, $r_{ob}=2R_m-r_{ib}$ 。

[0042] 本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工方法,所述弧齿圆柱齿轮副包括用于相啮合的第一被加工齿轮4和第二被加工齿轮5;包括如下步骤:制备弧齿圆柱齿轮副的加工刀具;采用第一铣刀1对第一被加工齿轮4进行加工;采用第二铣刀2和第三铣刀3对第二被加工齿轮5进行加工。

[0043] 图6是本实用新型实施例中通过第一铣刀加工第一被加工齿轮的齿槽的结构示意图;图7是图6中A-A剖视图。

[0044] 参见图6、图7,本实用新型实施例提供的第一被加工齿轮4的加工方法,包括如下步骤:

[0045] S1、将第一被加工齿轮4安装在加工机床6的工件轴61上;将第一铣刀1安装在加工机床6的刀轴62上;其中,工件轴61平行于X向设置,刀轴62平行于Y向设置,且X向垂直于Y向;根据第一被加工齿轮4的设计参数调整工件轴61与刀轴62的初始位置;

[0046] S2、控制刀轴62绕自身轴线转动,控制工件轴61沿Y向进给,通过第一铣刀1加工出第一被加工齿轮4的一个齿槽;

[0047] S3、步骤S2完成后,第一被加工齿轮4进行分度,重复步骤S2直至第一被加工齿轮4的所有齿槽加工完成为止。

[0048] 所述加工机床6是一种用于对弧齿圆柱齿轮进行加工的设备。本实用新型实施例中,所述加工机床6优选为六轴数控铣齿机。当然,所述加工机床6还可以为其他常用的机床,只要能加工弧齿圆柱齿轮即可,在此不做具体的限定。

[0049] 图12是本实用新型实施例提供的加工机床的结构示意图。

[0050] 参见图12,图中的X向、Y向和Z向为三个相互垂直的方向,其中,X向和Y向为两个水平方向,Z向为竖直方向。所述加工机床6上具有水平设置的工件轴61和刀轴62。其中,所述工件轴61可绕自身轴线转动,且工件轴61还可在水平面内绕一竖向中心线转动,且工件轴61还可沿Y向往复运动。所述刀轴62可绕自身轴线转动,且刀轴62平行于Y向设置,刀轴62可分别沿X向和Z向往复运动。工作时,被加工齿轮安装在工件轴61上,弧齿铣刀安装在刀轴62上。

[0051] 下面结合图6、图7、图12对本实用新型实施例提供的第一被加工齿轮4的加工方法进行详细说明。

[0052] 步骤S1中,将第一被加工齿轮4安装在加工机床6的工件轴61上,可保证第一被加工齿轮4与工件轴61同轴,这样就可通过工件轴61带动第一被加工齿轮4绕自身轴线转动。调整工件轴61的位置,使工件轴61的轴线与X向平行。

[0053] 将第一铣刀1安装在加工机床6的刀轴62上,具体的,将第一固定轴13安装在加工机床6的刀轴62,可保证第一铣刀1与刀轴62同轴,这样就通过刀轴62带动第一铣刀1绕自身轴线转动。所述刀轴62平行于Y向,因此当调整工件轴61使其与X向平行后,就可保证所述第

一被加工齿轮4的轴线与第一铣刀1的轴线呈相互垂直的状态。

[0054] 根据第一被加工齿轮4的设计参数调整工件轴61与刀轴62的初始位置,具体的,根据被第一被加工齿轮4的设计参数调整刀轴62在X向和Z向的位置。例如,参见图6,可通过调整刀轴62在X向和Z向的位置,使第一铣刀1的中心线位于被第一被加工齿轮4的中心线的下方,且第一铣刀1的第一刀齿12正对第一被加工齿轮4左侧 180° 的位置,调整完成后,所述第一被加工齿轮4的中心线与第一铣刀1的中心线在Z向的距离为Z1。

[0055] 当然,作为另一种实施方式,当工件轴61与刀轴62的初始位置调整后,所述第一铣刀1的中心线也可以位于第一被加工齿轮4的中心线的上方,在此不做具体的限定。

[0056] 优选的,当工件轴61与刀轴62的初始位置调整后,所述第一铣刀1的中心线与第一被加工齿轮4的齿宽中间截面共面,参见图7,这样就可加工出关于齿宽中间截面对称的弧形齿槽。

[0057] 步骤S2中,启动加工机床6,对第一被加工齿轮4进行加工。具体的,参见图6,控制刀轴62绕自身轴线转动,进而带动第一铣刀1转动,控制工件轴61沿Y向进给;进而通过第一铣刀1在被加工齿轮1左侧的 180° 位置加工出一个完整的齿槽,也就是说,该齿槽的凹齿面和凸齿面均被加工完成,如图7所示,该齿槽的凹齿面在齿轮的节圆位置处的半径为 R_{ob} ,该齿槽的凸齿面在齿轮的节圆位置处的半径为 R_{ib} 。

[0058] 步骤S3中,当在第一被加工齿轮4上加工出一个齿槽11后,然后第一被加工齿轮4进行分度,并重复步骤S2,依次加工出第一被加工齿轮4上其余的齿槽。

[0059] 图8是本实用新型实施例中通过第三铣刀加工第二被加工齿轮的齿槽的凹齿面的结构示意图;图9是图8中B-B剖视图;图10是本实用新型实施例中通过第二铣刀加工第二被加工齿轮的齿槽的凸齿面的结构示意图;图11是图10中C-C剖视图。

[0060] 参见图8至图11,本实用新型实施例提供的第二被加工齿轮5的加工方法,包括如下步骤:

[0061] K1、将第二被加工齿轮5安装在加工机床6的工件轴61上;将第三铣刀3安装在加工机床6的刀轴62上;其中,工件轴61平行于X向设置,刀轴62平行于Y向设置,且X向垂直于Y向;

[0062] K2、根据第二被加工齿轮5的设计参数调整工件轴61与刀轴62的初始位置;工件轴61的中心线与刀轴62的中心线在Z向的距离为Z3;其中,Z向分别与X向和Y向垂直;

[0063] K3、控制刀轴62绕自身轴线转动,控制工件轴61沿Y向进给,进而加工出第二被加工齿轮5的一个齿槽的凹齿面;

[0064] K4、步骤K3完成后,被第二被加工齿轮5进行分度;然后重复步骤K3直至第二被加工齿轮5的所有齿槽的凹齿面加工完成为止;

[0065] K5、步骤K4完成后,卸下第三铣刀3,将第二铣刀2安装在加工机床6的刀轴62上;控制刀轴62沿Z向移动,使工件轴61的中心线与刀轴62的中心线在Z向的距离为Z2;其中, $Z2 = Z1 + E$, $E = \pi m / 2 - (r_{ob} - r_{ib})$;

[0066] K6、控制刀轴62绕自身轴线转动,控制工件轴61沿Y向进给,进而加工出第二被加工齿轮5的一个齿槽的凸齿面;

[0067] K7、步骤K6完成后,被第二被加工齿轮5进行分度;然后重复步骤K6直至第二被加工齿轮5的所有齿槽的凸齿面加工完成为止。

[0068] 下面结合图8至图12对本实用新型实施例提供的第二被加工齿轮5的加工方法进行详细说明。

[0069] 步骤K1中,将第二被加工齿轮5安装在加工机床6的工件轴61上,可保证第二被加工齿轮5与工件轴61同轴,这样就可通过工件轴61带动第二被加工齿轮5绕自身轴线转动。调整工件轴61的位置,使工件轴61的轴线与X向平行。

[0070] 将第三铣刀3安装在加工机床6的刀轴62上,具体的,将第三固定轴33安装在加工机床6的刀轴62,可保证第三铣刀3与刀轴62同轴,这样就通过刀轴62带动第三铣刀3绕自身轴线转动。所述刀轴62平行于Y向,因此当调整工件轴61使其与X向平行后,就可保证所述第二被加工齿轮5的轴线与第三铣刀3的轴线呈相互垂直的状态。

[0071] 步骤K2中,根据第二被加工齿轮5的设计参数调整工件轴61与刀轴62的初始位置,具体的,根据第二被加工齿轮5的设计参数调整刀轴62在X向和Z向的位置。例如,参见图8,可通过调整刀轴62在X向和Z向的位置,使第三铣刀3的中心线位于被第二被加工齿轮5的中心线的下方,且第三铣刀3的外刃刀齿32正对第二被加工齿轮5左侧 180° 的位置,调整完成后,所述第二被加工齿轮5的中心线与第三铣刀3的中心线在Z向的距离为 Z_3 。

[0072] 当然,作为另一种实施方式,当工件轴61与刀轴62的初始位置调整后,所述第三铣刀3的中心线也可以位于第二被加工齿轮5的中心线的上方,在此不做具体的限定。

[0073] 优选的,当工件轴61与刀轴62的初始位置调整后,所述第三铣刀3的中心线与第二被加工齿轮5的齿宽中间截面共面,参见图9,这样就可加工出关于齿宽中间截面对称的弧形齿槽。

[0074] 步骤K3中,启动加工机床6,对第二被加工齿轮5进行加工。具体的,参见图8,控制刀轴62绕自身轴线转动,进而带动第三铣刀3转动,控制工件轴61沿Y向进给,进而通过第三铣刀3在第二被加工齿轮5左侧的 180° 位置加工出一个齿槽的凹齿面,如图9所示,该齿槽的凹齿面在齿轮的节圆位置处的半径为 r_{ob} 。

[0075] 步骤K4中,当在第二被加工齿轮5上加工出一个齿槽的凹齿面后,然后第二被加工齿轮5进行分度,并重复步骤K3,依次加工出第二被加工齿轮5上其余齿槽的凹齿面。

[0076] 步骤K5中,当第二被加工齿轮5上所有齿槽的凹齿面都加工完成后,卸下第三铣刀3,此时应保证工件轴61在Y向和Z向的位置不变,保证刀轴62在X向和Z向的位置不变,然后将第二铣刀2安装在加工机床6的刀轴62上。具体的,将第二固定轴23安装在加工机床6的刀轴62上,可保证第二铣刀2与刀轴62同轴,这样就通过刀轴62带动第二铣刀2绕自身轴线转动。

[0077] 控制刀轴62沿Z向移动,使工件轴61的中心线与刀轴62的中心线在Z向的距离为 Z_2 ;其中, $Z_2=Z_1+E$, $E=\pi m/2-(r_{ob}-r_{ib})$ 。具体的,参见图10,由于第二铣刀2的中心线位于第二被加工齿轮5的中心线的下方,因此,控制刀轴62沿Z向向下移动E即可,此时所述第二铣刀2的内刃刀齿22正对第二被加工齿轮5左侧 180° 的位置,且所述第二被加工齿轮5的中心线与第二铣刀2的中心线在Z向的距离为 Z_2 。

[0078] 当然,当步骤K1中所述第三铣刀3的中心线位于第二被加工齿轮5的中心线的上方时,那么在步骤K5中,就应控制刀轴62沿Z向向上移动E即可。

[0079] 步骤K6中,启动加工机床6,对第二被加工齿轮5进行加工。具体的,参见图10,控制刀轴62绕自身轴线转动,进而带动第二铣刀2转动,控制工件轴61沿Y向进给,进而通过第二

铣刀2在第二被加工齿轮5左侧的 180° 位置加工出一个齿槽的凸齿面,如图11所示,该齿槽的凸齿面在齿轮的节圆位置处的半径为 r_{ib} ,这样就完成一个齿槽的加工。

[0080] 步骤K7中,当在第二被加工齿轮5上加工出一个齿槽的凸齿面后,然后第二被加工齿轮5进行分度,并重复步骤K6,依次加工出第二被加工齿轮5上其余齿槽的凸齿面。

[0081] 本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工方法,可采用一台加工机床6完成两个弧齿圆柱齿轮的加工,也可以采用两台加工机床6完成两个弧齿圆柱齿轮的加工,在此不做具体的限定。当加工机床6的数量为一台时,可以先对第一被加工齿轮4进行加工,再对第二被加工齿轮5进行加工;也可以先对第二被加工齿轮5进行加工,再对第一被加工齿轮4进行加工。当加工机床6的数量为两台时,其中一台加工机床6用于对第一被加工齿轮4进行加工,另一台加工机床6用于对第二被加工齿轮5进行加工;第一被加工齿轮4与第二被加工齿轮5可以同时进行加工,也可以先后进行加工,在此不做具体的限定。

[0082] 实施例1:

[0083] 弧齿圆柱齿轮副的两个齿轮的齿宽为 $W=30\text{mm}$,模数为 $m=4\text{mm}$;

[0084] 第一铣刀1的外刃曲率半径为 $R_{ob}=43.14159\text{mm}$;所述第一铣刀1的内刃曲率半径为 $R_{ib}=36.85841\text{mm}$;所述第一铣刀1的平均曲率半径为 $R_m=40\text{mm}$;

[0085] 第二铣刀2的内刃曲率半径为 $r_{ib}=R_m-\pi m/4=36.85841\text{mm}$;

[0086] 第三铣刀3的外刃曲率半径为 $r_{ob}=2R_m-r_{ib}=43.14159\text{mm}$;

[0087] 刀盘偏置: $E=\pi m/2-(r_{ob}-r_{ib})=0$;

[0088] 采用第一铣刀1对第一被加工齿轮4进行加工,采用第二铣刀2和第三铣刀3对第二被加工齿轮5进行加工。加工完成后,经轮齿接触分析,两个齿轮啮合时在其中一个齿面上某个接触位置的接触区域如图13所示,图13中椭圆所在区域即为接触区域,接触区域主要集中在齿宽中间截面的位置,属于点接触弧齿圆柱齿轮副。

[0089] 实施例2:

[0090] 弧齿圆柱齿轮副的两个齿轮的齿宽为 $W=30\text{mm}$,模数为 $m=4\text{mm}$;

[0091] 第一铣刀1的外刃曲率半径为 $R_{ob}=43.14159\text{mm}$;所述第一铣刀1的内刃曲率半径为 $R_{ib}=36.85841\text{mm}$;所述第一铣刀1的平均曲率半径为 $R_m=40\text{mm}$;

[0092] 第二铣刀2的内刃曲率半径为 $r_{ib}=42.9172\text{mm}$;

[0093] 第三铣刀3的外刃曲率半径为 $r_{ob}=2R_m-r_{ib}=37.0828\text{mm}$;

[0094] 刀盘偏置: $E=\pi m/2-(r_{ob}-r_{ib})=12.11758\text{mm}$;

[0095] 采用第一铣刀1对第一被加工齿轮4进行加工,采用第二铣刀2和第三铣刀3对第二被加工齿轮5进行加工。加工完成后,经轮齿接触分析,两个齿轮啮合时在其中一个齿面上某个接触位置的接触区域如图14所示,图14中椭圆所在区域即为接触区域,接触区域的宽度大概为齿宽的 $5/8$,大于点接触弧齿圆柱齿轮副的接触宽度,且小于线接触弧齿圆柱齿轮副的接触宽度。

[0096] 实施例3:

[0097] 弧齿圆柱齿轮副的两个齿轮的齿宽为 $W=30\text{mm}$,模数为 $m=4\text{mm}$;

[0098] 第一铣刀1的外刃曲率半径为 $R_{ob}=43.14159\text{mm}$;所述第一铣刀1的内刃曲率半径为 $R_{ib}=36.85841\text{mm}$;所述第一铣刀1的平均曲率半径为 $R_m=40\text{mm}$;

[0099] 第二铣刀2的内刃曲率半径为 $r_{ib}=R_m+\pi m/4=43.14159\text{mm}$;

[0100] 第三铣刀3的外刃曲率半径为 $r_{ob} = 2R_m - r_{ib} = 36.85841\text{mm}$;

[0101] 刀盘偏置: $E = \pi m / 2 - (r_{ob} - r_{ib}) = 12.56636\text{mm}$;

[0102] 采用第一铣刀1对第一被加工齿轮4进行加工,采用第二铣刀2和第三铣刀3对第二被加工齿轮5进行加工。加工完成后,经轮齿接触分析,两个齿轮啮合时在其中一个齿面上某个接触位置的接触区域如图15所示,接触区域的宽度等于齿宽,属于在整个齿宽方向存在接触的线接触弧齿圆柱齿轮副。

[0103] 本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具及加工方法,通过设置第一铣刀1,用于对齿轮副中的其中一个齿轮进行加工,通过设置第二铣刀2和第三铣刀3,用于对齿轮副中的另一个齿轮进行加工;通过调节第二铣刀2的内刃曲率半径 r_{ib} 和第三铣刀3的外刃曲率半径 r_{ob} ,就可调节齿轮副中两个齿轮的齿面接触区,以达到主动调节齿面接触区的目的,以便根据不同的工作状况设计不同的齿轮副。并且由实施例1-3可知,第二铣刀2的内刃曲率半径 r_{ib} 越大,所加工出的弧齿圆柱齿轮副的接触区域的宽度越大。

[0104] 本实用新型实施例提供的弧齿圆柱齿轮副的加工刀具及加工方法,当 $R_m - \pi m / 4 < r_{ib} < R_m + \pi m / 4$ 时,就可加工出接触区域宽度介于点接触弧齿圆柱齿轮副与线接触弧齿圆柱齿轮副的接触区域宽度之间的弧齿圆柱齿轮副,与现有的点接触弧齿圆柱齿轮副相比,提高了接触区域的宽度,降低了接触区域承受的载荷,提高了齿轮副的使用寿命,与现有的线接触弧齿圆柱齿轮副相比,避免在整个齿宽方向上都存在接触,这样当齿轮副在安装过程中出现安装误差时,可防止出现轮齿边缘接触的现象,在使用过程中避免由于齿轮边缘磨损而引起传动误差、噪声和振动,提高了齿轮副传动的可靠性。

[0105] 以上所述仅为本实用新型的优选实施例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

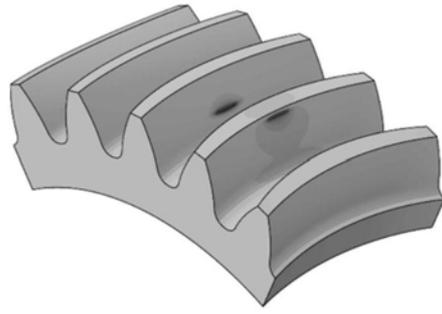


图1

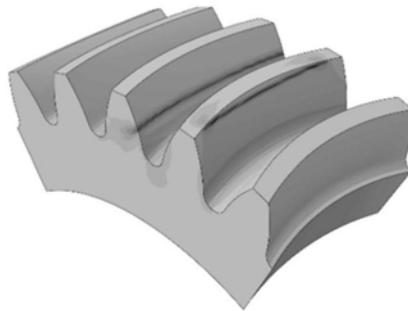


图2

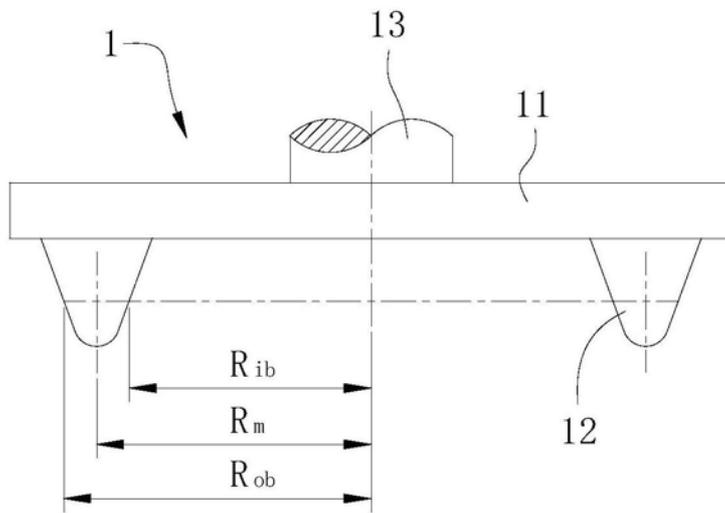


图3

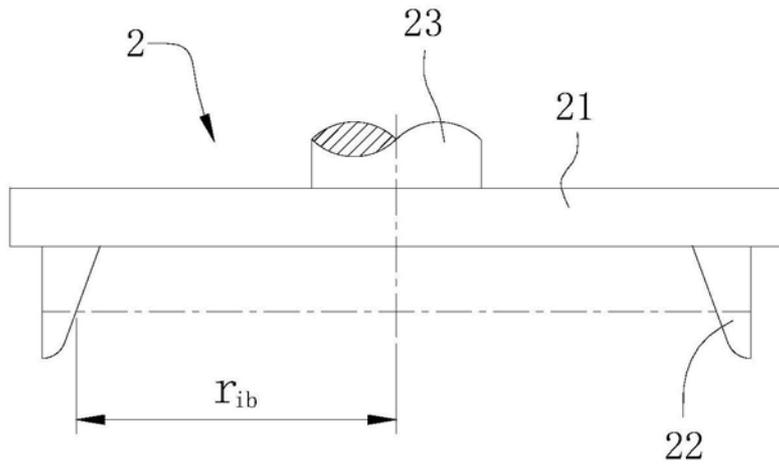


图4

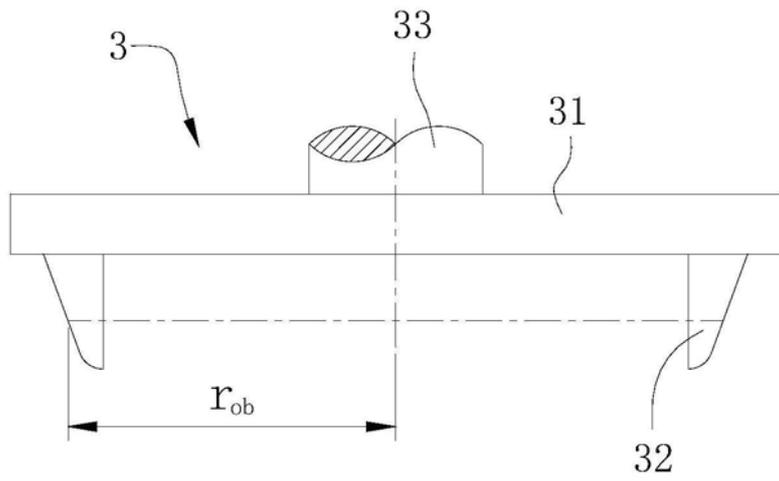


图5

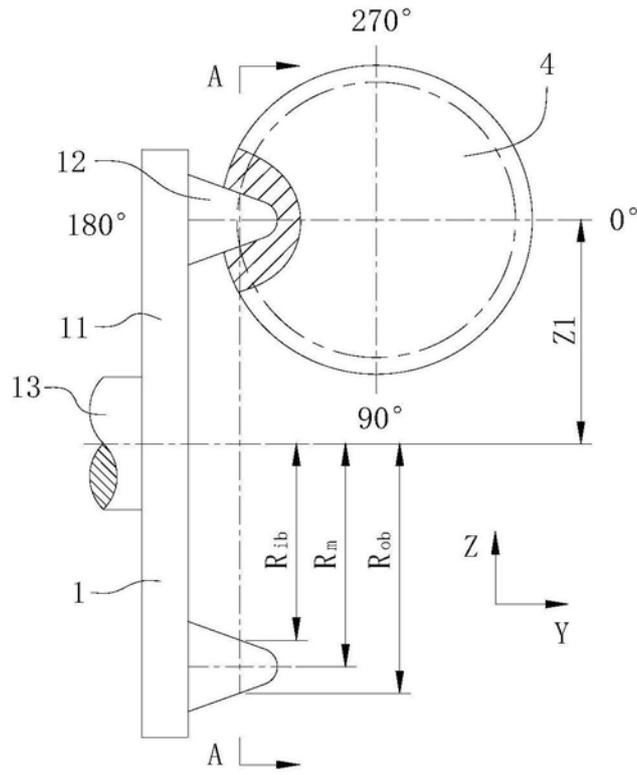


图6

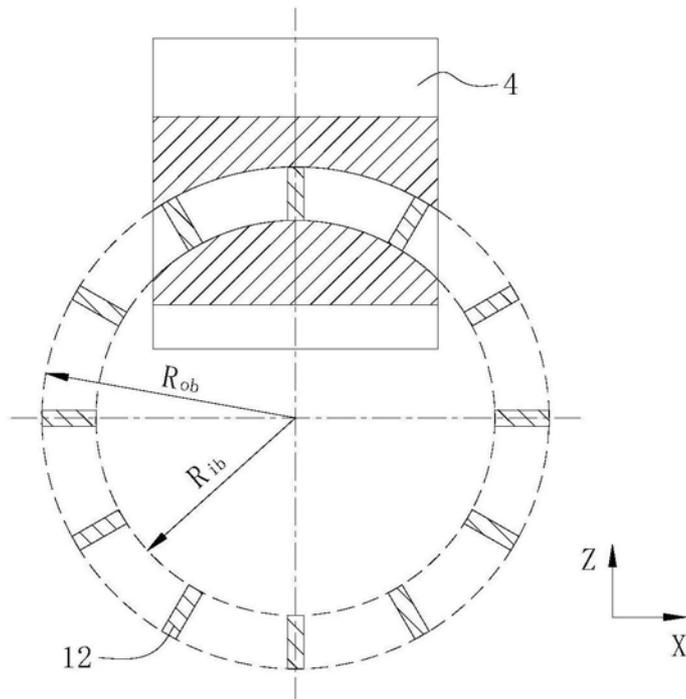


图7

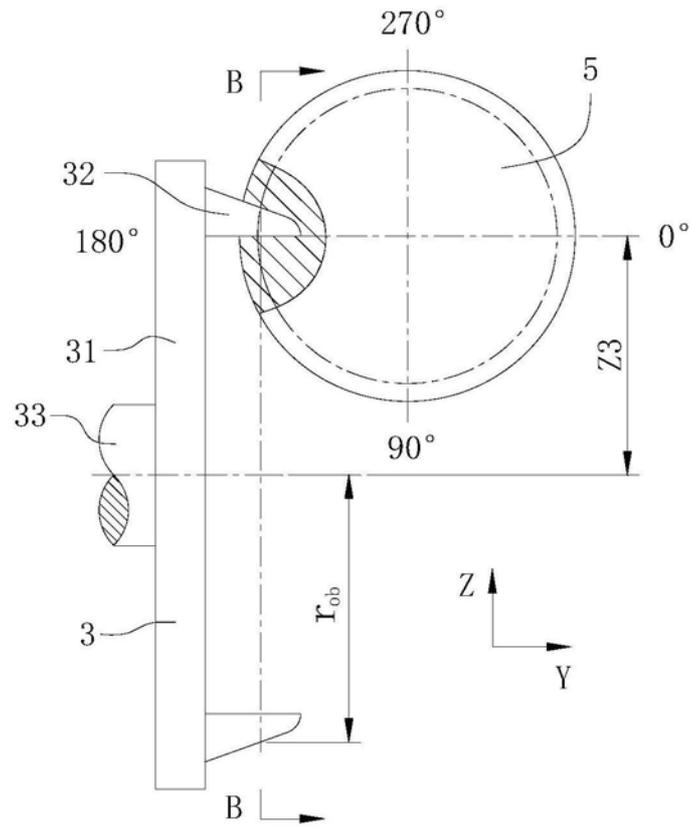


图8

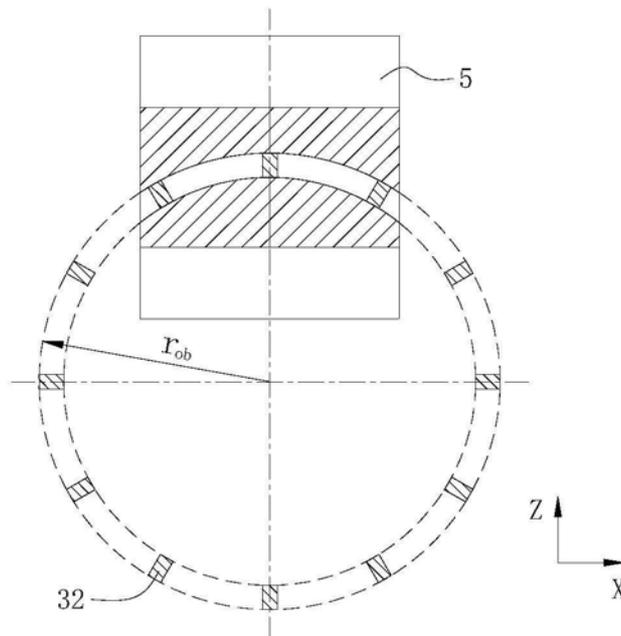


图9

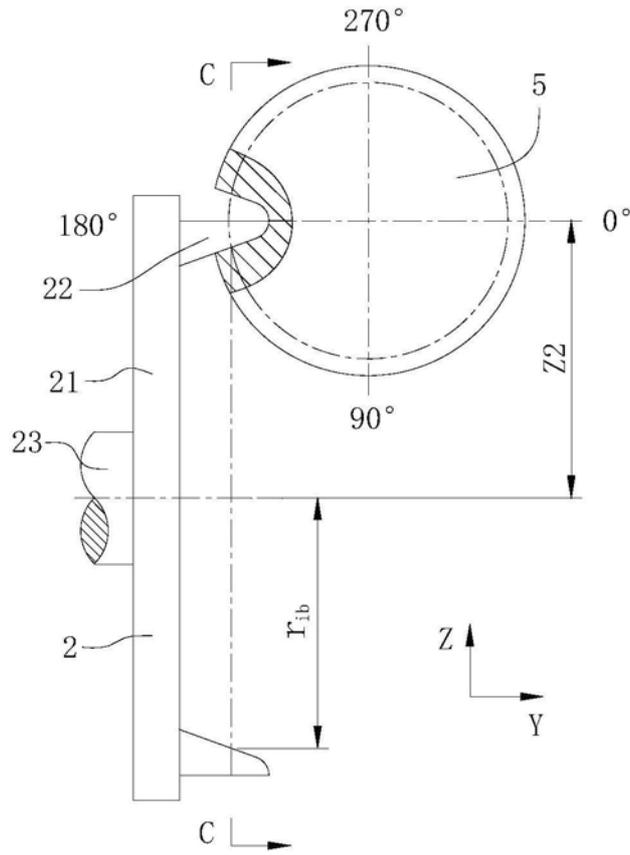


图10

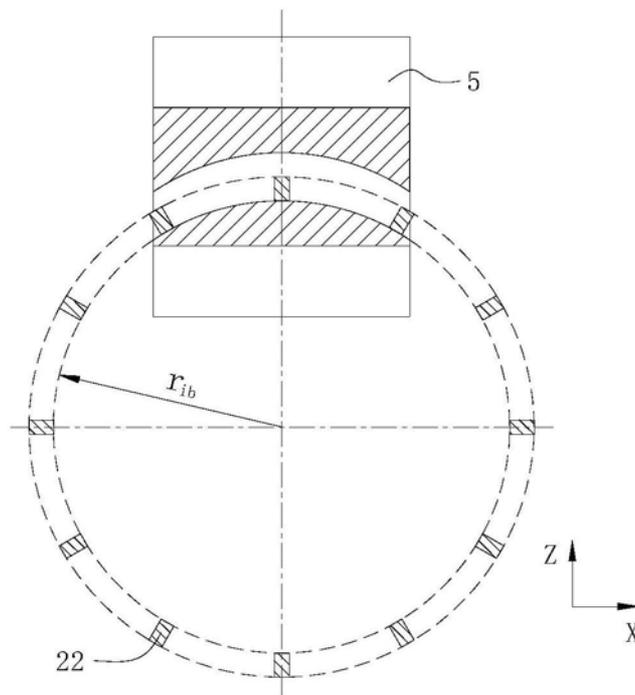


图11

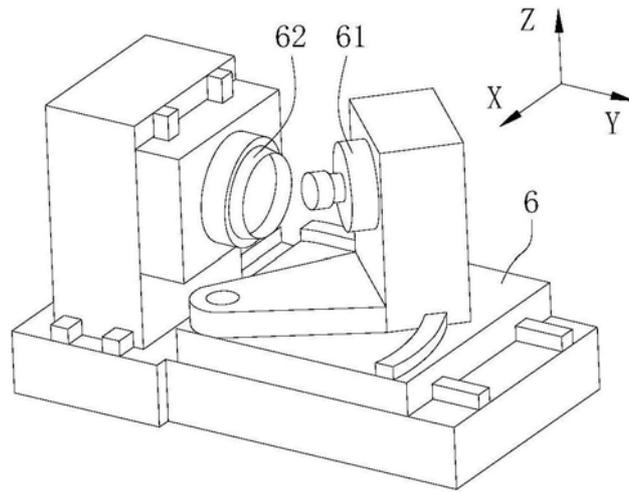


图12

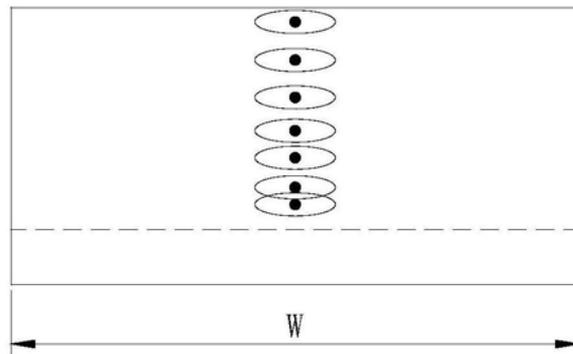


图13

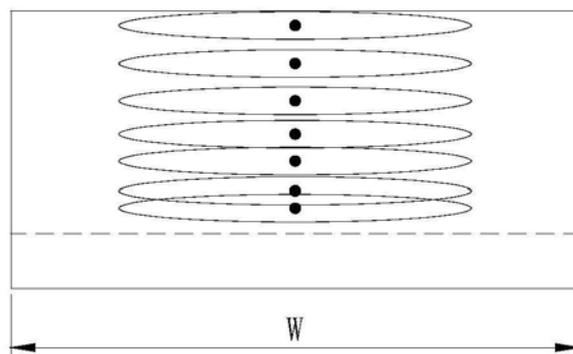


图14

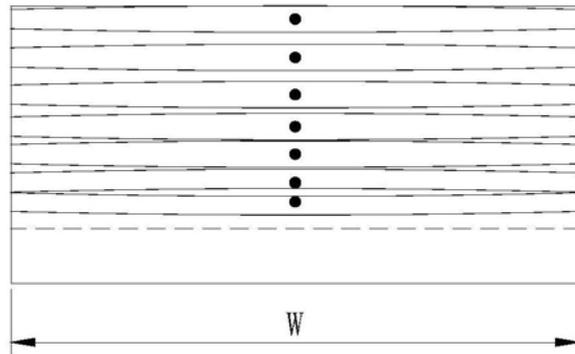


图15