



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110064799 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 16

(21) 申请号 201910407772.X

B23F 23/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.05.15

审查员 郭玉玉

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110064799 A

(43) 申请公布日 2019.07.30

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 陈扬枝 何高伟 胡延松

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

专利代理师 何淑珍 黄海波

(51) Int. Cl.

B23F 19/00 (2006.01)

B23F 23/06 (2006.01)

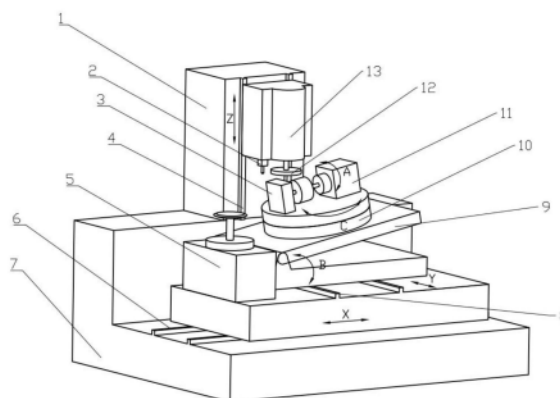
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法,所述线齿轮数控磨齿机包括床身、立柱、砂轮主轴箱、砂轮修整装置、工件夹持机构、分度盘、旋转工作台以及数控系统;所述线齿轮磨削加工方法通过使待加工的线齿轮工件和成形砂轮呈啮合状态并以规定的轴交叉角同步旋转,同时待加工的线齿轮工件以规定的方向进行相对的进给运动,从而实现成形砂轮磨削所述线齿轮工件的加工过程。本发明的线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法,简化了线齿轮的磨削加工工艺过程,提高了线齿轮磨削加工效率和加工精度,同时扩大了其适用范围,可用于磨削加工圆柱线齿轮、圆锥线齿轮及其它类型的螺旋齿轮的加工。



1. 一种线齿轮数控磨齿机, 包括床身、立柱、砂轮主轴箱、砂轮修整装置、工件夹持机构、分度盘、旋转工作台以及数控系统, 其特征在于: 所述床身上固定安装有立柱, 所述立柱的竖直方向上设置有沿Z轴方向移动的Z轴导轨和驱动装置, 所述砂轮主轴箱安装在Z轴导轨上沿Z轴导轨移动, 所述床身上设置有X轴导轨、与X轴导轨滑动配合的X向移动机座、驱动所述X向移动机座沿所述X轴导轨往复移动的驱动装置; 所述X向移动机座上设置有Y轴导轨、与所述Y轴导轨滑动配合的Y向移动机座、驱动所述Y向移动机座沿所述Y轴导轨往复移动的驱动装置; 所述砂轮修整装置安装在所述Y向移动机座上; 所述旋转工作台的一端通过绕B轴旋转的转动机构与Y向移动机座相连接, 所述B轴平行于所述Y轴导轨; 所述分度盘固定在所述旋转工作台中间且可绕垂直于所述旋转工作台所在平面的C轴转动; 所述工件夹持机构安装在所述分度盘上, 用于夹紧并驱动工件沿垂直于C轴的A轴旋转, 所述数控系统分别与所述砂轮主轴箱、各驱动装置、转动机构、分度盘、砂轮修整装置电气连接。

2. 根据权利要求1所述的线齿轮数控磨齿机, 其特征在于: 所述工件夹持机构包括相对设置的卡盘和顶尖尾座, 所述卡盘用于装夹工件, 所述顶尖尾座用于辅助装夹工件, 卡盘在伺服电机的驱动下绕所述A轴旋转。

3. 根据权利要求2所述的线齿轮数控磨齿机, 其特征在于: 所述卡盘在伺服电机的驱动下绕自身轴线A轴转动, 所述数控系统用于分别控制X轴伺服电机驱动X向移动机座沿X轴方向移动、Y轴伺服电机驱动Y向移动机座沿Y轴方向移动、Z轴伺服电机驱动砂轮主轴箱沿Z轴方向移动, 实现A轴转动、X轴移动、Y轴移动、Z轴移动这四轴联动。

4. 根据权利要求1所述的线齿轮数控磨齿机, 其特征在于: 在装夹待加工线齿轮时, 调节旋转工作台绕B轴转过一定的角度, 调节分度盘使工件夹持机构绕C轴转过一定的角度, 使砂轮轴线和线齿轮轴线的夹角为设计值, 所述旋转工作台绕B轴的转动以及分度盘绕C轴的转动为独立运动或与其他运动机构相联动。

5. 根据权利要求2所述的线齿轮数控磨齿机, 其特征在于: 所述分度盘上设置有带动工件沿径向移动的T型槽, 用于所述卡盘和顶尖尾座的安装调整。

6. 根据权利要求1所述的线齿轮数控磨齿机, 其特征在于: 所述数控系统通过控制Y向移动机座和砂轮主轴箱的相对运动实现对砂轮的修形。

7. 根据权利要求1所述的线齿轮数控磨齿机, 其特征在于: 砂轮安装在砂轮握把上, 所述砂轮握把安装在砂轮主轴上, 同时所述立柱上还安装有对刀测头机构, 用于磨削加工开始的定位对刀。

8. 一种线齿轮磨削加工方法, 包括以下步骤:

S1: 确定待磨削线齿轮的参数: 所述线齿轮主要包括圆柱线齿轮和圆锥线齿轮两种形式, 其中圆柱线齿轮轮齿啮合线为圆柱螺旋线, 圆锥线齿轮轮齿啮合线为圆锥螺旋线, 在坐标系 $o_j-x_jy_jz_j$ 中, 线齿轮轮齿啮合线的通用数学表达为:

$$\begin{cases} x_j = k_j (m_j + n_j t_j \sin \theta_j) \cos t_j \\ y_j = (m_j + n_j t_j \sin \theta_j) \sin t_j \\ z_j = -n_j t_j \cos t_j \end{cases}$$

式中 θ_j 为线齿轮轮齿啮合线的半圆锥顶角, 当 $\theta_j = 0$ 时, 线齿轮轮齿啮合线是圆柱螺旋

线,当 $\theta_j \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ 时,线齿轮轮齿啮合线是圆锥螺旋线,

k_j 是旋向参数,当 $k_j=1$ 时,轮齿啮合线为左旋, $k_j=-1$ 时,轮齿啮合线为右旋,

n_j 为线齿轮啮合线的螺旋参数, t_j 为线齿轮啮合线方程的参变量, $t_{js} \leq t_j \leq t_{je}$; t_{js} 为初始啮合点, t_{je} 为终端啮合点;

S2:确定成形砂轮的参数:线齿轮的齿面是一条圆弧母线沿轮齿啮合线切线方向扫掠得到,成形砂轮在磨削线齿轮时,在线齿轮轮齿啮合线法向截面上,成形砂轮截面廓形与线齿轮齿廓形状一致,同时所述成形砂轮截面廓形有效部分高度应该大于被加工线齿轮的最大齿全高,砂轮宽度小于被加工线齿轮的最小齿槽宽度,避免砂轮的侧非工作侧与被加工线齿轮齿面干涉;

S3:确定线齿轮的装夹方式:圆柱线齿轮在装夹时,利用卡盘和顶尖尾座将待加工的圆柱线齿轮装夹固定,根据圆柱线齿轮轮齿啮合线参数确定旋转工作台绕B轴转过的角度 γ ,

取 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$,使得待磨削的圆柱线齿轮的轴线与成形砂轮轴线的夹角为 α ,其中 α 为圆柱线

齿轮轮齿啮合线的螺旋角,圆锥线齿轮在装夹的时候,利用卡盘和顶尖尾座将待磨削加工的圆锥线齿轮装夹固定,根据圆锥线齿轮轮齿啮合线参数确定旋转工作台绕B轴转过的角度 β ,然后根据圆锥线齿轮轮齿啮合线的半圆锥顶角确定分度盘转过的角度 θ ,使得待磨削加工的圆锥线齿轮的母线与水平X轴方向平行;

S4:确定成形砂轮和待加工线齿轮的运动形式:在磨削线齿轮的时候,使得待加工的线齿轮工件和成形砂轮呈啮合状态并以规定的轴交叉角同步旋转,同时待加工的线齿轮工件以规定的方向进行相对的进给运动,从而实现成形砂轮磨削所述线齿轮工件的加工过程,待磨削线齿轮工件在磨削加工过程中绕自身轴线旋转和沿横向水平方向移动的规律是:

$$\begin{cases} \phi_j = \frac{180t_j}{\pi} \\ x_j = n_j t_j \end{cases}$$

其中, ϕ_j 是磨削时线齿轮绕自身轴线旋转的角度,单位是度,

x_j 是磨削加工时线齿轮沿x轴方向移动的距离,单位是毫米,

n_j 是线齿轮啮合线的螺旋参数,

t_j 是参变量。

9.根据权利要求8所述的线齿轮磨削加工方法,其特征在于:在磨削加工齿廓半径相同的线齿轮时,使用相同的成形砂轮进行磨削加工,大大的提高了成形砂轮的通用性。

一种线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及齿轮加工设备及齿轮加工方法领域,尤其涉及一种线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法。

背景技术

[0002] 线齿轮是一种基于空间共轭曲线啮合原理的新型齿轮,线齿轮副以点接触的方式进行传动,为了进一步提升线齿轮的承载能力和使用寿命,需要对铣削加工后的线齿轮进行热处理,为了高效地对热处理后的线齿轮的齿面进行精加工,需要对线齿轮进行磨削加工。

[0003] 不同于传统的渐开线直齿轮和螺旋锥齿轮,线齿轮轮齿啮合线包括圆柱螺旋线和圆锥螺旋线两种形式,因此目前用于磨削加工渐开线直齿轮齿轮和螺旋锥齿轮的磨齿机无法适应不同类型线齿轮的磨削加工,六轴加工中心虽然能够满足不同类型线齿轮磨削加工时的运动要求,但是加工成本高,因此,结合线齿轮的结构特点,本发明提出了一种线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法。本发明的线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法,简化了线齿轮的磨削加工工艺过程,提高了线齿轮磨削加工效率和加工精度,同时适用范围广,可以磨削加工圆柱线齿轮、圆锥线齿轮及其他类型的螺旋齿轮。

发明内容

[0004] 为了解决现有齿轮磨削加工设备和齿轮磨削方法磨削线齿轮时存在的问题,本发明提供了一种可以实现四轴联动的线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法,简化了线齿轮的磨削加工动作,提高了线齿轮的加工精度和加工效率,降低了加工成本。

[0005] 本发明的目的至少通过如下技术方案之一实现:

[0006] 一种线齿轮数控磨齿机,包括床身、立柱、砂轮主轴箱、砂轮修整装置、工件夹持机构、分度盘、旋转工作台以及数控系统,其特征在于:所述床身上固定安装有立柱,所述立柱的竖直方向上设置有沿Z轴方向移动的Z轴导轨和驱动装置,所述砂轮主轴箱安装在Z轴导轨上沿Z轴导轨移动,所述床身上设置有X轴导轨、与X轴导轨滑动配合的X向移动机座、驱动所述X向移动机座沿所述X轴导轨往复移动的驱动装置;所述X向移动机座上设置有Y轴导轨、与所述Y轴导轨滑动配合的Y向移动机座、驱动所述Y向移动机座沿所述Y轴导轨往复移动的驱动装置;所述砂轮修整装置安装在所述Y向移动机座上;所述旋转工作台的一端通过绕B轴旋转的转动机构与Y向移动机座相连接,所述B轴平行于所述Y轴导轨;所述分度盘固定在所述旋转工作台中间且可绕垂直于所述旋转工作台所在平面的C轴转动;所述工件夹持机构安装在所述分度转盘上,用于夹紧并驱动工件沿垂直于C轴的A轴旋转,所述数控系统分别与所述砂轮主轴箱、各驱动装置、转动机构、分度盘、砂轮修整装置电气连接。

[0007] 进一步地,所述工件夹持机构包括相对设置的卡盘和顶尖尾座,所述卡盘用于装夹工件,所述顶尖尾座用于辅助装夹工件,卡盘在伺服电机的驱动下绕所述A轴旋转。

[0008] 进一步地,所述卡盘在伺服电机的驱动下绕自身轴线A轴转动,所述数控系统用于

分别控制X轴伺服电机驱动X向移动机座沿X轴方向移动、Y轴伺服电机驱动Y向移动机座沿Y轴方向移动、Z轴伺服电机驱动砂轮主轴沿Z轴方向移动,实现A轴转动、X轴移动、Y轴移动、Z轴移动这四轴联动。

[0009] 进一步地,在装夹所述待加工线齿轮时,调节旋转工作台绕B轴转过一定的角度,调节分度盘使工件夹持装置绕C轴转过一定的角度,使砂轮轴线和线齿轮轴线的夹角为设计值,所述旋转工作台绕B轴的转动以及分度盘绕C轴的转动为独立运动或与其他运动机构相联动。

[0010] 进一步地,所述分度盘上设置有带动工件沿径向移动的T型槽,用于所述卡盘和顶尖尾座的安装调整。

[0011] 进一步地,所述数控系统通过控制Y向移动机座和砂轮主轴箱的相对运动实现对砂轮的修形。

[0012] 进一步地,所述成形砂轮安装在砂轮握把上,所述砂轮握把安装在砂轮主轴上,同时所述立柱上还安装有对刀测头机构,用于磨削加工开始的定位对刀。

[0013] 一种线齿轮磨削加工方法,包括以下步骤:

[0014] S1:确定待磨削线齿轮的参数:所述线齿轮主要包括圆柱线齿轮和圆锥线齿轮两种形式,其中圆柱线齿轮轮齿啮合线为圆柱螺旋线,圆锥线齿轮轮齿啮合线为圆锥螺旋线,在坐标系 $o_j-x_jy_jz_j$ 中,线齿轮轮齿啮合线的通用数学表达为:

$$[0015] \quad \begin{cases} x_j = k_j (m_j + n_j t_j \sin \theta_j) \cos t_j \\ y_j = (m_j + n_j t_j \sin \theta_j) \sin t_j \\ z_j = -n_j t_j \cos t_j \end{cases}$$

[0016] 式中 θ_j 为线齿轮轮齿啮合线的半圆锥顶角,当 $\theta_j=0$ 时,线齿轮轮齿啮合线是圆柱螺旋线,当 $\theta_j \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ 时,线齿轮轮齿啮合线是圆锥螺旋线,

[0017] k_j 是旋向参数,当 $k_j=1$ 时,轮齿啮合线为左旋, $k_j=-1$ 时,轮齿啮合线为右旋,

[0018] n_j 为线齿轮啮合线的螺旋参数, t_j 为线齿轮啮合线方程的参变量, $t_{js} \leq t_j \leq t_{je}$; t_{js} 为初始啮合点, t_{je} 为终端啮合点;

[0019] S2:确定成形砂轮的参数:线齿轮的齿面是一条圆弧母线沿轮齿啮合线切线方向扫掠得到,成形砂轮在磨削线齿轮时,在线齿轮轮齿啮合线法向截面上,成形砂轮截面廓形与线齿轮齿廓形状一致,同时所述成形砂轮截面廓形有效部分高度应该大于被加工线齿轮的最大齿全高,砂轮宽度小于被加工线齿轮的最小齿槽宽度,避免砂轮的非工作侧与被加工线齿轮齿面干涉;

[0020] S3:确定线齿轮的装夹方式:圆柱线齿轮在装夹时,利用卡盘和顶尖尾座将待加工的圆柱线齿轮装夹固定,根据圆柱线齿轮轮齿啮合线参数确定旋转工作台绕B轴转过的角度 γ ,取 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$,使得待磨削的圆柱线齿轮的轴线与成形砂轮轴线的夹角为 α ,其中 α 为圆柱线齿轮轮齿啮合线的螺旋角,圆锥线齿轮在装夹的时候,利用卡盘和顶尖尾座将待磨削加工的圆锥线齿轮装夹固定,根据圆锥线齿轮轮齿啮合线参数确定旋转工作台绕B轴转过的角度 β ,然后根据圆锥线齿轮轮齿啮合线的半圆锥顶角确定分度盘转过的角度 θ ,使得待

磨削加工的圆锥线齿轮的母线与水平X轴方向平行；

[0021] S4:确定成形砂轮和待加工线齿轮的运动形式:在磨削线齿轮的时候,使待加工的线齿轮工件和成形砂轮呈啮合状态并以规定的轴交叉角同步旋转,同时待加工的线齿轮工件以规定的方向进行相对的进给运动,从而实现成形砂轮磨削所述线齿轮工件的加工过程,待磨削线齿轮工件在磨削加工过程中绕自身轴线旋转和沿横向水平方向移动的规律是:

$$[0022] \quad \begin{cases} \phi_j = \frac{180t_j}{\pi} \\ x_j = n_j t_j \end{cases}$$

[0023] 其中, ϕ_j 是磨削时线齿轮绕自身轴线旋转的角度,单位是度,

[0024] x_j 是磨削加工时线齿轮沿x轴方向移动的距离,单位是毫米,

[0025] n_j 是线齿轮啮合线的螺旋参数,

[0026] t_j 是参变量。

[0027] 进一步地,在磨削加工齿廓半径相同的线齿轮时,使用相同的成形砂轮进行磨削加工,大大的提高了成形砂轮的通用性。

[0028] 相比现有技术,本发明的线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法,简化了线齿轮的磨削加工工艺过程,提高了线齿轮磨削加工效率和加工精度,同时扩大了其适用范围,可用于磨削加工圆柱线齿轮、圆锥线齿轮及其它类型的螺旋齿轮。

附图说明

[0029] 图1是本发明实施例的一种用于加工硬齿面线齿轮的数控磨齿机结构示意图。

[0030] 图2是本发明实施例的磨削加工方法流程图。

[0031] 图3是本发明实施例的磨削加工圆柱线齿轮的加工示意图。

[0032] 图4是本发明实施例的磨削加工圆柱线齿轮的另一方向加工示意图。

[0033] 图5是本发明实施例的磨削加工圆锥线齿轮的加工示意图。

[0034] 图6是本发明实施例的磨削加工圆锥线齿轮的另一方向加工示意图。

[0035] 图中:

[0036] 1.立柱,2.对刀测头机构,3.顶尖尾座,4.Z轴导轨,5.砂轮修整装置,6.X轴导轨,7.床身,8.Y轴导轨,9.旋转工作台,10.分度盘,11.卡盘,12.砂轮握把,13.砂轮主轴箱,14.圆柱线齿轮,15.圆柱线齿轮加工砂轮,16.圆锥线齿轮,17.圆锥线齿轮加工砂轮。

具体实施方式

[0037] 为了更加清楚的说明本发明实施例中的技术方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明的范围。

[0038] 如图1所示,本实施例是一种加工硬齿面线齿轮的数控磨齿机,包括床身7、立柱1、砂轮主轴箱13、砂轮修整装置5、卡盘11、顶尖尾座3、分度盘10、旋转工作台9以及数控系统。

[0039] 所述床身7上固定安装有立柱1,所述立柱1的竖直方向上设置有沿Z轴方向移动的

Z轴导轨4和驱动装置,所述砂轮主轴箱13安装在Z轴导轨4上沿Z轴导轨4移动,所述床身7上设置有X轴导轨6、与X轴导轨6滑动配合的X向移动机座、驱动所述X向移动机座沿所述X轴导轨6往复移动的驱动装置;所述X向移动机座上设置有Y轴导轨8、与所述Y轴导轨8滑动配合的Y向移动机座、驱动所述Y向移动机座沿所述Y轴导轨8往复移动的驱动装置;所述砂轮修整装置5安装在所述Y向移动机座上;所述旋转工作台9的一端通过绕B轴旋转的转动机构与Y向移动机座相连接,旋转工作台9可以通过转动机构绕B轴转动,所述B轴平行于所述Y轴导轨8;所述分度盘10固定在所述旋转工作台9中间且可绕垂直于所述旋转工作台9所在平面的C轴转动;所述工件夹持机构安装在所述分度转盘10上,用于夹紧并驱动工件沿垂直于C轴的A轴旋转;所述数控系统分别与所述砂轮主轴箱、各驱动装置、转动机构、分度盘、砂轮修整装置电气连接。

[0040] 本实施例中,所述数控系统分别控制卡盘11在伺服电机的驱动下绕A轴转动、X轴导轨6在伺服电机的驱动下带动工件沿X轴方向移动、Y轴导轨8在伺服电机的驱动下带动工件沿Y轴方向移动、Z轴导轨4在伺服电机的驱动下带动砂轮主轴箱13沿Z轴方向移动,所述磨齿机能够实现A轴转动、X轴移动、Y轴移动、Z轴移动这四轴联动。

[0041] 本实施例中,装夹待磨削加工线齿轮的时候,调节旋转工作台9使待加工工件绕B轴转过特定的角度同时调节分度盘10使待加工线齿轮绕C轴转过特定的角度,使砂轮轴线和待磨削加工线齿轮轴线的夹角为设计值,旋转工作台绕B轴的转动以及分度盘绕C轴的转动不必与A轴转动、X轴移动、Y轴移动、Z轴移动这四轴实现联动。本实施例中,所述分度盘10上有带动带磨削加工沿径向移动的T型槽,用于完成卡盘11和顶尖尾座3的安装调整,所述砂轮修整装置安装在所述Y向移动机座上,通过控制Y向移动机座和主轴箱的相对运动实现对砂轮的修形,砂轮安装在砂轮握把12上,砂轮握把12安装在砂轮主轴上,同时立柱1上还安装有对刀测头机构2,用于磨削加工开始的定位对刀。

[0042] 14.圆柱线齿轮,15.圆柱线齿轮加工砂轮,16.圆锥线齿轮,17.圆锥线齿轮加工砂轮。

[0043] 如图2所示,一种线齿轮磨削加工方法,包括步骤:

[0044] S1:确定待磨削线齿轮的参数:所述线齿轮主要包括圆柱线齿轮14和圆锥线齿轮16两种形式,其中圆柱线齿轮轮齿啮合线为圆柱螺旋线,圆锥线齿轮轮齿啮合线为圆锥螺旋线,在坐标系 $o_j-x_jy_jz_j$ 中,线齿轮轮齿啮合线的通用数学表达为:

$$[0045] \quad \begin{cases} x_j = k_j (m_j + n_j t_j \sin \theta_j) \cos t_j \\ y_j = (m_j + n_j t_j \sin \theta_j) \sin t_j \\ z_j = -n_j t_j \cos t_j \end{cases}$$

[0046] 式中 θ_j 为线齿轮轮齿啮合线的半圆锥顶角,当 $\theta_j=0$ 时,线齿轮轮齿啮合线是圆柱螺旋线,当 $\theta_j \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ 时,线齿轮轮齿啮合线是圆锥螺旋线,

[0047] k_j 是旋向参数,当 $k_j=1$ 时,轮齿啮合线为左旋, $k_j=-1$ 时,轮齿啮合线为右旋,

[0048] n_j 为线齿轮啮合线的螺旋参数, t_j 为线齿轮啮合线方程的参变量, $t_{js} \leq t_j \leq t_{je}$; t_{js} 为初始啮合点, t_{je} 为终端啮合点。

[0049] S2:确定成形砂轮的参数:线齿轮的齿面可以看作是一条圆弧母线沿轮齿啮合线

切线方向扫掠得到,成形砂轮在磨削线齿轮时,在线齿轮轮齿啮合线法向截面上,成形砂轮截面廓形与线齿轮齿廓形状一致,同时所述成形砂轮截面廓形有效部分高度应该大于被加工线齿轮的最大齿全高,砂轮宽度应该小于被加工线齿轮的最小齿槽宽度,避免砂轮的非工作侧与被加工线齿轮齿面干涉。

[0050] S3:确定线齿轮的装夹方式:圆柱线齿轮在装夹的时候,利用卡盘和顶尖尾座将待加工的圆柱线齿轮装夹固定,根据圆柱线齿轮轮齿啮合线参数确定旋转工作台绕B轴转过的角度 γ ,一般取 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$,使得待磨削的圆柱线齿轮的轴线与圆柱线齿轮加工砂轮15的轴线的夹角为 α ,其中 α 为圆柱线齿轮轮齿啮合线的螺旋角(如图3和图4所示);圆锥线齿轮在装夹的时候,利用卡盘和顶尖尾座将待磨削加工的圆锥线齿轮装夹固定,安装圆锥线齿轮加工砂轮17,根据圆锥线齿轮轮齿啮合线参数确定旋转工作台绕B轴转过的角度 β ,然后根据圆锥线齿轮轮齿啮合线的半圆锥顶角确定分度盘转过的角度 θ ,使得待磨削加工的圆锥线齿轮的母线与水平X轴方向平行,(如图5和图6所示)。

[0051] S4:确定成形砂轮和待加工线齿轮的运动形式:在磨削线齿轮的时候,使待加工的线齿轮工件和成形砂轮呈啮合状态并以规定的轴交叉角同步旋转,同时待加工的线齿轮工件以规定的方向进行相对的进给运动,从而实现成形砂轮磨削所述线齿轮工件的加工过程,待磨削线齿轮在磨削加工过程中绕自身轴线旋转和沿横向水平移动的规律是:

$$[0052] \quad \begin{cases} \phi_j = \frac{180t_j}{\pi} \\ x_j = n_j t_j \end{cases}$$

[0053] 其中, ϕ_j 是磨削时线齿轮绕自身轴线旋转的角度,单位是度,

[0054] x_j 是磨削加工时线齿轮沿x轴方向移动的距离,单位是毫米,

[0055] n_j 是线齿轮啮合线的螺旋参数,

[0056] t_j 是参变量。

[0057] 所述线齿轮磨削加工方法使待加工的线齿轮工件和成形砂轮呈啮合状态并以规定的轴交叉角同步旋转,同时待加工的线齿轮工件以规定的方向进行相对的进给运动,从而实现成形砂轮磨削所述线齿轮工件的加工过程。

[0058] 本发明针对线齿轮的齿面成形原理,提出了一种线齿轮数控磨齿机及线齿轮磨削加工方法,简化了线齿轮的加工工艺过程,可以实现圆柱线齿轮、圆锥线齿轮的磨削加工,具有磨削效率高、磨削精度高、适用范围广的优点。

[0059] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

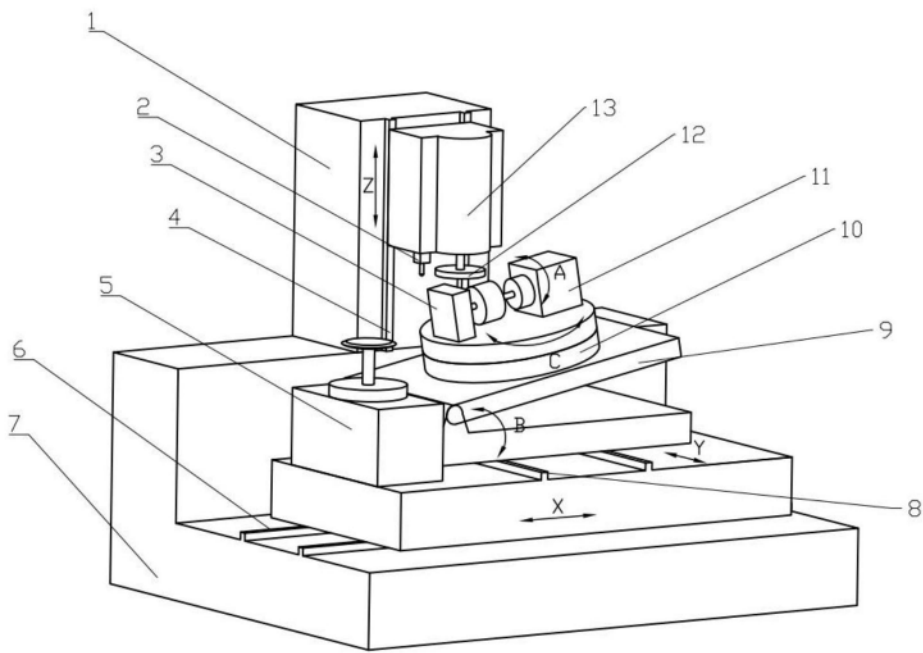


图1

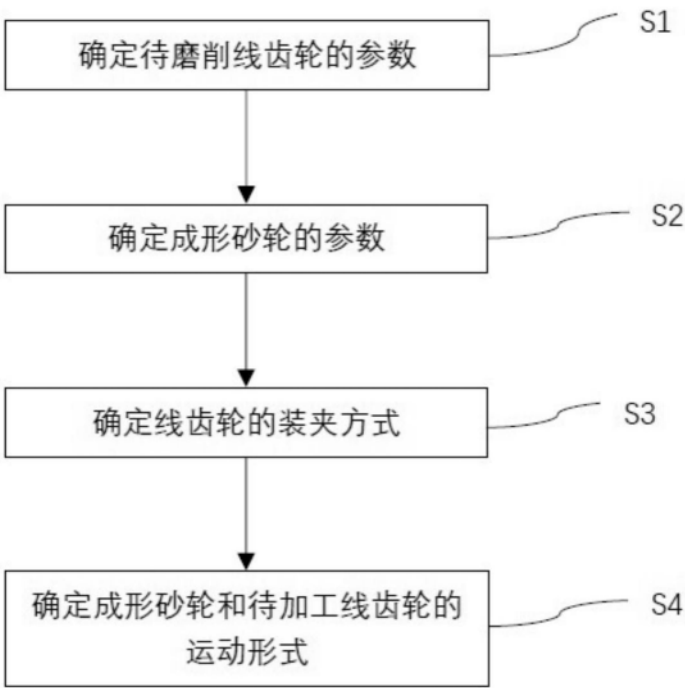


图2

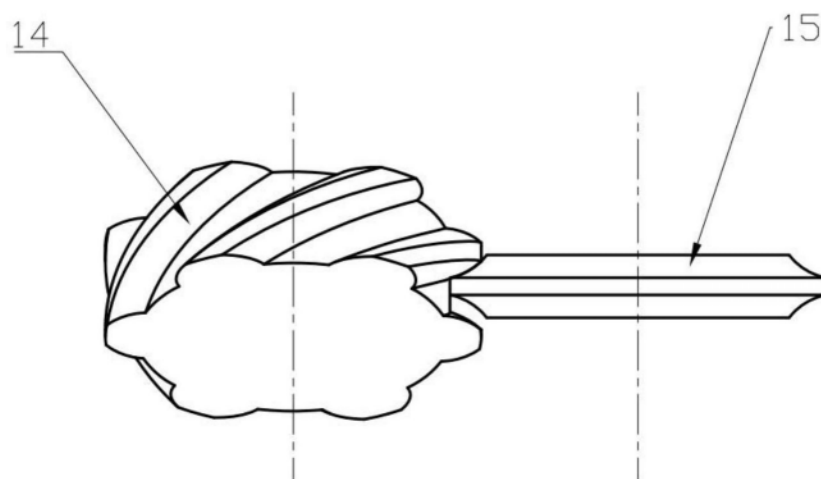


图3

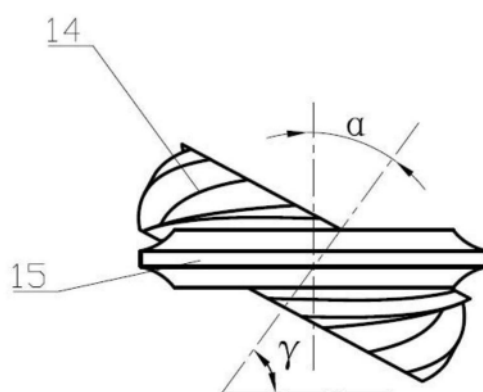


图4

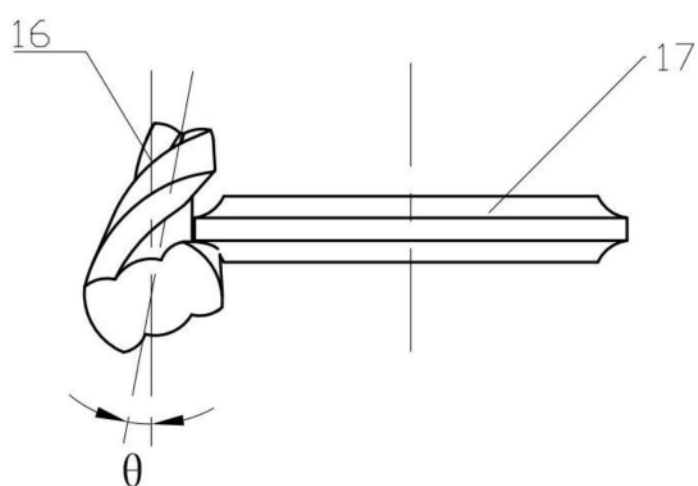


图5

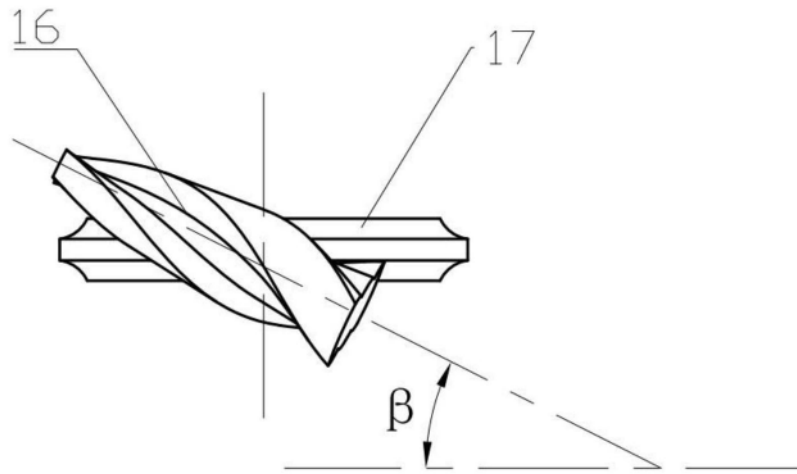


图6