



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103121184 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201310006270. 9

(22) 申请日 2013. 01. 08

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 范晋伟 刘勇军 陈东菊 李云

谭福涛 王志远

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

代理人 张慧

(51) Int. Cl.

B24B 19/12(2006. 01)

B24B 49/16(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102458759 A, 2012. 05. 16, 全文.

CN 201889695 U, 2011. 07. 06, 全文.

SU 810452 A1, 1981. 03. 07, 全文.

EP 2163341 A2, 2010. 03. 17, 全文.

JP 2005052912 A, 2005. 03. 03, 全文.

DE 2841310 A1, 1980. 03. 27, 全文.

审查员 曹艳萍

权利要求书2页 说明书5页 附图6页

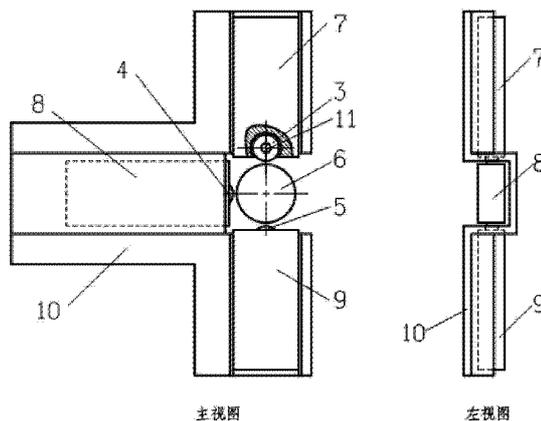
(54) 发明名称

一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置及方法

(57) 摘要

本发明一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置及方法。在凸轮轴磨床一侧与凸轮轴主轴轴线方向平行的方向安装两个补偿装置底座，底座安装在两个导轨上，可以沿导轨移动，底座可以用锁紧螺钉紧固在导轨上。补偿装置安装在底座上，补偿装置由伺服电机、丝杠、螺母、连杆、滑块、滚子和控制系统等部分组成。凸轮轴毛坯在主轴上夹紧后，将补偿装置底座调整到凸轮轴安装轴承处并锁紧，在补偿装置的控制系统中输入凸轮轴安装轴承处的直径，按下启动按钮后，补偿装置的电机驱动滑块将凸轮轴夹紧。本发明具有以下优点：在不影响数控凸轮轴磨床正常功能的前提下，可以方便地补偿因磨削力造成凸轮轴的变形，提高凸轮轴的加工精度。

CN 103121184 B



1. 一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,包括垂直方向滑块、水平方向滑块、垂直方向滑块驱动系统、水平方向滑块驱动系统、底座、控制系统六部分,其特征在于:垂直方向滑块包括垂直方向上滑块(7)和垂直方向下滑块(9),垂直方向上、下滑块位于被磨削凸轮轴垂直方向的上、下两侧,用于抵消凸轮轴在磨削过程中沿垂直方向上的变形,水平方向滑块(8)用于抵消凸轮轴在磨削过程中沿水平方向上的变形,垂直方向滑块、水平方向滑块分别由垂直方向滑块驱动系统、水平方向滑块驱动系统以及控制系统进行驱动和控制,垂直方向滑块驱动系统、水平方向滑块驱动系统由伺服电机(14、27)、丝杠(18、29)、螺母(19、31)、联轴器、连杆构成,控制系统由PLC(47)、触摸屏(40)、伺服驱动器(48、49)、启动按钮(41)、停止按钮(42)、限位开关(43、44、45、46)组成。

2. 根据权利要求1中所述的一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,其特征在于:垂直方向上滑块(7)通过上连杆轴(21)与上连杆(12)一端连接,垂直方向下滑块(9)通过下连杆轴(22)与下连杆(13)一端连接,上、下连杆另一端分别与垂直运动螺母(19)连接,垂直运动螺母(19)套在垂直运动丝杠(18)上,该丝杠(18)与垂直运动伺服电机(14)通过联轴器(17)相连。

3. 根据权利要求1中所述的一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,其特征在于:水平方向滑块(8)通过连接螺栓(33)、连接板(32)与水平运动螺母(31)相连,水平运动螺母(31)套在水平运动丝杠(29)上,水平运动丝杠(29)通过联轴器(28)与水平运动伺服电机(27)相连。

4. 根据权利要求1中所述的一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,其特征在于:垂直方向上、下滑块和水平方向滑块朝向凸轮轴的一端均开有槽,所述槽中均开有孔,孔内均安装有滚子转轴,滚子套在滚子转轴上,滚子绕滚子转轴自由转动,滚子的边缘突出垂直方向上、下滑块和水平方向滑块,以便与凸轮轴接触,垂直方向上、下滑块中部安装连杆轴(21、22),垂直方向上、下滑块和水平方向滑块与底板(10)间通过导轨连接,从而可以在底板(10)上自由运动。

5. 根据权利要求1中所述的一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,其特征在于:垂直方向上、下滑块和水平方向滑块、伺服电机(14、27)、丝杠(18、29)、螺母(19、31)均装在底座的箱体(37)内,箱体(37)安装在导轨(39)上,箱体(37)可以沿导轨(39)运动,底座可以通过锁紧螺栓(38)锁紧在导轨(39)上。

6. 根据权利要求1中所述的一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,其特征在于:控制系统的触摸屏(40)上能够输入凸轮轴轴承安装处(6)的直径,启动按钮(41)被按下后,PLC(47)控制水平运动伺服电机(27)和垂直运动伺服电机(14)转动,进而带动丝杠(18、29)转动,丝杠(18、29)驱动螺母(19、31)做直线运动,螺母直接驱动水平方向滑块(8)和垂直方向上、下滑块(7、9)运动,PLC(47)根据触摸屏(40)上的输入值进行计算,控制水平运动伺服电机(27)和垂直运动伺服电机(14)转动的角位移,确保滑块前端的滚子与凸轮轴接触;当按下停止按钮(42)后,PLC(47)控制水平运动伺服电机(27)和垂直运动伺服电机(14)反向转动,三个滑块(7、8、9)复位,在丝杠两端安装有限位开关(43、44、45、46),以限制螺母的行程。

7. 一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿方法,其特征在于:在凸轮轴的磨削过程中,采用至少一个权利要求1-6任一项的数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置。

8. 根据权利要求 7 所述的数控凸轮轴磨床磨削变形补偿方法,其特征在于:对于较短的凸轮轴的加工,将一个补偿装置支持在凸轮轴的中间位置;对于较长的凸轮轴,将至少两个补偿装置分别安装在凸轮轴轴承安装处。

一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在三个方向支撑凸轮轴以抵消磨削变形的数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,该装置包含机械机构、电气控制系统及控制方法。本发明属于精密加工技术和工业自动化控制领域。

背景技术

[0002] 凸轮轴广泛应用在汽车发动机、柴油机发动机中,用以控制发动机的吸排气和喷油,由于发动机的转速较高,凸轮轴的精度对发动机的进排气性能和喷油性能及整机的性能影响很大。

[0003] 凸轮轴通常采用先铸造出凸轮轴毛坯,然后对毛坯进行车削,最后送到数控凸轮轴磨床上进行磨削,其中磨削是最后一道工序,磨削质量的好坏直接决定凸轮轴成品质量的优劣。

[0004] 数控磨床的坐标轴如图 1 所示,夹持工件的旋转轴为 C 轴,与 C 轴法向方向垂直且在水平面的方向为 X 轴,远离工件的方向为 X 轴正方向,与 X 轴垂直且在水平面内的方向为 Z 轴,远离工件的方向为 Z 轴正方向,按笛卡尔坐标系规则即可确定 Y 轴。

[0005] 磨削时,凸轮轴被夹在主轴和尾座之间,C 轴与 X 轴进给联动,即可磨出凸轮的形状。磨削时砂轮直接作用在凸轮轴上,凸轮轴在磨削过程中受到的磨削力如图 2、图 3 和图 4 所示,图中 O 为凸轮基圆的圆心, O_g 为砂轮圆心, P 为磨削点, F 为砂轮对凸轮的作用力。图 2 为磨削凸轮的基圆处,此时凸轮受到向左的力 F ,凸轮轴将向左变形,图 3 为凸轮升程部分与砂轮的上半部分接触,此时凸轮受到左上方向的力 F ,凸轮轴将向左上的方向变形,图 4 为凸轮升程部分与砂轮的下半部分接触,此时凸轮受到左下方向的力 F ,凸轮轴将向左下的方向变形,总之,无论磨削点在任何位置,凸轮轴都将会变形。

[0006] 目前处理凸轮轴磨削变形普遍采用的方法是在凸轮轴底部加一个支撑,支撑的上部为圆弧形开口,圆弧形开口与凸轮轴轴承安装处配合,然而,这种支撑只能抵消凸轮轴向左下方向的受力,且凸轮轴轴承安装处的直径变化时,必须更换新的支撑,影响工作效率。

[0007] 针对上述现有技术中存在的不足,本发明提供一种数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置,该补偿装置可以补偿不同规格的凸轮轴向左、左上和左下方向的受力变形,且操作简单、使用方便,可以有效提高凸轮轴的加工精度。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种能够补偿凸轮轴磨削变形的补偿装置及方法,该补偿装置由垂直方向活动滑块、水平方向活动滑块、垂直滑块驱动系统、水平滑块驱动系统、底座、控制系统等六部分组成。垂直方向滑块包括垂直方向上滑块 (7) 和垂直方向下滑块 (9),垂直方向上、下滑块位于被磨削凸轮轴垂直方向的上、下两侧,用于抵消凸轮轴在磨削过程中沿垂直方向上的变形,水平方向滑块 (8) 用于抵消凸轮轴在磨削过程中沿水平方向上的变形,垂直方向滑块、水平方向滑块分别由垂直方向滑块驱动系统、水平方向滑块驱动系统

以及控制系统进行驱动和控制,垂直方向滑块驱动系统、水平方向滑块驱动系统由伺服电机(14、27)、丝杠(18、29)、螺母(19、31)、联轴器、连杆构成,控制系统由PLC(47)、触摸屏(40)、伺服驱动器(48、49)、启动按钮(41)、停止按钮(42)、限位开关(43、44、45、46)组成。

[0009] 垂直方向上滑块(7)通过上连杆轴(21)与上连杆(12)一端连接,垂直方向下滑块(9)通过下连杆轴(22)与下连杆(13)一端连接,上、下连杆另一端分别与垂直运动螺母(19)连接,垂直运动螺母(19)套在垂直运动丝杠(18)上,该丝杠(18)与垂直运动伺服电机(14)通过联轴器(17)相连;水平方向滑块(8)通过连接螺栓(33)、连接板(32)与水平运动螺母(31)相连,水平运动螺母(31)套在水平运动丝杠(29)上,水平运动丝杠(29)通过联轴器(28)与水平运动伺服电机(27)相连。

[0010] 垂直方向上、下滑块和水平方向滑块朝向凸轮轴的一端均开有槽,所述槽中均开有孔,孔内均安装有滚子转轴,滚子套在滚子转轴上,滚子可以绕滚子转轴自由转动,滚子的边缘突出垂直方向上、下滑块和水平方向滑块,以便与凸轮轴接触,垂直方向上、下滑块中部安装连杆轴(21、22),垂直方向上、下滑块和水平方向滑块与底板(10)间通过导轨连接,从而可以在底板(10)上自由运动。

[0011] 垂直方向上、下滑块和水平方向滑块、伺服电机(14、27)、丝杠(18、29)、螺母(19、31)均装在底座的箱体(37)内,箱体(37)安装在导轨(39)上,箱体(37)可以沿导轨(39)运动,底座可以通过锁紧螺栓(38)锁紧在导轨(39)上。

[0012] 控制系统的触摸屏(40)上能够输入凸轮轴轴承安装处(6)的直径,启动按钮(41)被按下后,PLC(47)控制水平运动伺服电机(27)和垂直运动伺服电机(14)转动,进而带动丝杠(18、29)转动,丝杠(18、29)驱动螺母(19、31)做直线运动,螺母直接驱动水平方向滑块(8)和垂直方向上、下滑块(7、9)运动,PLC(47)根据触摸屏(40)上的输入值进行计算,控制水平运动伺服电机(27)和垂直运动伺服电机(14)转动的角位移,确保滑块前端的滚子与凸轮轴接触;当按下停止按钮(42)后,PLC(47)控制水平运动伺服电机(27)和垂直运动伺服电机(14)反向转动,三个滑块(7、8、9)复位,在丝杠两端安装有限位开关(43、44、45、46),以限制螺母的行程。

[0013] 数控凸轮轴磨床磨削变形补偿方法是在凸轮轴的磨削过程中,采用上述的数控凸轮轴磨床磨削变形补偿装置;对于较短的凸轮轴的加工,将一个补偿装置支持在凸轮轴的中间位置;对于较长的凸轮轴,将至少两个补偿装置分别安装在凸轮轴轴承安装处。

[0014] 本发明具有的有益效果是:

[0015] 1、本发明所述的补偿装置可以补偿砂轮对凸轮轴的磨削力,防止凸轮轴在磨削时变形,从而有效提高凸轮轴的加工精度,改善发动机的进排气性能或喷油性能。

[0016] 2、本发明所述的补偿装置可以根据所输入的凸轮轴轴承处的安装直径值并按下启动按钮后,补偿装置自动夹紧凸轮轴,在三个方向定位,加工完毕后则按下停止按钮,补偿装置自动松开,中间无需人为操作。

[0017] 本发明适用于各种数控凸轮轴磨床,根据凸轮轴的长短选择一个或两个补偿装置,具有较好的应用前景。

附图说明

[0018] 图1是数控磨床的坐标轴示意图;

- [0019] 图 2 是凸轮轴磨削时磨削点在基圆处的受力分析图；
- [0020] 图 3 是凸轮轴磨削时磨削点在砂轮上半部分时的受力分析图；
- [0021] 图 4 是凸轮轴磨削时磨削点在砂轮下半部分时的受力分析图；
- [0022] 图 5 是数控凸轮轴磨床磨削变形误差补偿装置松开时的原理图；
- [0023] 图 6 是数控凸轮轴磨床磨削变形误差补偿装置夹紧时的原理图；
- [0024] 图 7 是数控凸轮轴磨床磨削变形误差补偿装置工作原理示意图；
- [0025] 图 8 是垂直滑块驱动系统结构图；
- [0026] 图 9 是水平滑块驱动系统结构图；
- [0027] 图 10 是补偿装置固定位置示意图。
- [0028] 图 11 是底座结构图；
- [0029] 图 12 是补偿装置控制系统原理图。
- [0030] 图 13 是系统工作流程图。
- [0031] 图中：1、凸轮，2、砂轮，3、垂直方向上滚子，4、水平方向滚子，5、垂直方向下滚子，6、凸轮轴安装轴承处，7、垂直方向上滑块，8、水平方向滑块，9、垂直方向下滑块，10、底板，11、垂直方向滚子转轴，12、上连杆，13、下连杆，14、垂直运动伺服电机，15、垂直运动电机座，16、导杆，17、联轴器，18、垂直运动丝杠，19、垂直运动螺母，20、支座，21、上连杆轴，22、下连杆轴，23、垂直方向驱动机构底板，24、垂直运动螺母转轴，25、水平方向驱动机构底板，26、水平运动电机座，27、水平运动伺服电机，28、联轴器，29、水平运动丝杠，30、导杆，31、水平运动螺母，32、连接板，33、连接螺栓，34、水平滑块导轨，35、水平方向滚子转轴端盖，36、水平方向滚子转轴，37、箱体，38、锁紧螺母，39、导轨，40、触摸屏，41、启动按钮，42、停止按钮，43、水平方向前限位开关，44、水平方向后限位开关，45、垂直方向前限位开关，46、垂直方向后限位开关，47、PLC，48、水平运动伺服驱动器，49、水平运动伺服驱动器。

具体实施方式

- [0032] 下面结合附图对本发明作进一步描述。
- [0033] 图 2 是数控凸轮轴磨削时磨削点在基圆处的受力分析图，此图主要说明磨削点在凸轮基圆时，凸轮轴将向左弯曲变形；图 3 是数控凸轮轴磨削时磨削点在砂轮上半部分时的受力分析图，此图主要说明磨削点在砂轮上半部分时，凸轮轴将向左上方向变形；图 4 是数控凸轮轴磨削时磨削点在砂轮下半部分时的受力分析图，此图主要说明磨削点在砂轮下半部分时，凸轮轴将向左下方向变形；
- [0034] 综合图 2、图 3 和图 4 可以得出以下结论：只要磨削力存在，凸轮轴就会发生弯曲变形，变形的方向为向左、左上和左下方向。
- [0035] 图 5 是数控凸轮轴磨床磨削变形误差补偿装置松开时的原理图；图 6 是数控凸轮轴磨床磨削变形误差补偿装置夹紧时的原理图。根据上述的分析可知凸轮轴可能向左上和左下方向弯曲，为此必须抵消凸轮轴向这两个方向的力。在未加工之前，三个滚子分别处于复位状态，远离凸轮轴的轴承安装处，此时可以装卸工件。当工件安装完毕，准备加工时，按下控制系统中的启动按钮后，三个滚子运动，紧贴住凸轮轴的轴承安装处，这样就可以抵消砂轮的磨削力，从而防止凸轮轴的变形，提高加工精度。
- [0036] 图 7 是数控凸轮轴磨床磨削变形误差补偿装置工作原理示意图，图 8 是垂直滑块

驱动系统结构图,图 9 是水平滑块驱动系统结构图,这三个图包含滑块及连杆机构、滚珠丝杠驱动机构。三个滚子分别安装在三个滑块的前部并突出,三个滑块均通过导轨安装在底板上,其中垂直方向的两个滑块由两个连杆驱动,两个连杆的一端安装在垂直方向的两个滑块上,另一端连接在丝杠螺母副的螺母上,而丝杠通过联轴器与伺服电机相连,这样,加工时,伺服电机正转,带动丝杠转动,丝杠带动螺母向左做直线运动,螺母带动两个连杆运动,连杆带动垂直方向的两个滑块运动,当滚子紧贴凸轮轴的轴承安装处时,电机停转并带电锁紧,即达到了夹持工件的目的。水平方向的驱动机构与垂直方向不同,水平方向滑块通过连接板直接与水平滚珠丝杠螺母副的螺母相连,这样,按下启动按钮时,水平运动伺服电机转动,带动水平方向丝杠转动,丝杠带动螺母向前运动,螺母带动滑块向前运动,当滑块前部的滚子贴紧凸轮轴的轴承安装处时,水平运动伺服电机停转。当加工完成需要卸下工件时,按停止按钮,两个伺服电机反转,松开工件。

[0037] 图 10 是补偿装置固定位置示意图,图中所示的凸轮轴为具有 8 个凸轮的进排气凸轮轴,由于凸轮轴较长,故采取两个补偿装置来支持工件,图中 A 和 B 即为补偿装置的安装位置,两个补偿装置夹住凸轮轴的轴承安装处。

[0038] 图 11 是底座结构图,补偿装置安装在底座的箱体中,因为所加工的凸轮轴的长短不同、轴承安装处的位置也不同,所以两个补偿装置的底座设计成可以沿导轨滑动,到滑动到位后,用锁紧螺母将底座锁紧。

[0039] 图 12 是补偿装置控制系统原理图,图 13 是系统工作流程图。控制系统主要是接收凸轮轴轴承安装处的直径和控制两个伺服电机的运动,并具有安全保护功能。整个控制系统的工作原理为:在触摸屏上输入凸轮轴轴承安装处的直径,PLC 接收触摸屏的数据并进行计算,将直径值转换为控制伺服驱动器的脉冲数,按下启动按钮后,PLC 将脉冲输出给两个伺服驱动器,伺服驱动器带动两个伺服电机运动,并最终带动滑块运动,当按下停止按钮后,两个伺服电机反转复位。在两个丝杠的前后位置分别安装有限位开关,其保护作用。

[0040] 根据前述可知,凸轮轴在磨削时可能向左、左上和左下方向变形,为了补偿这种变形,所设计的补偿装置必须能够抵消每个方向的受力,为此本发明设计了三个滚子,分别是垂直方向上滚子(3)、垂直方向下滚子(5)、水平方向滚子(4),三个滚子分别安装在垂直方向上滑块(7)、垂直方向下滑块(9)和水平方向滑块(8)上,三个滑块可以移动,如图 5、图 6 和图 7 所示,未加工时,三个滑块缩回,此时可以装卸工件,加工时,三个滑块向前运动,装在滑块前的滚子与凸轮轴的轴承安装处接触,从而可以抵消因磨削时的磨削力而导致的变形。

[0041] 垂直方向上、下滑块的结构相同,为了说明其工作原理,在此仅以垂直方向上滑块(7)为例。如图 8 所示,垂直方向上滑块(7)的下端开有槽,槽内开有孔,孔内装有垂直方向上滚子转轴(11),垂直方向上滚子(3)安装在垂直方向上滚子转轴(11)上,上滚子可以绕上滚子转轴自由转动,滚子的最下端突出垂直方向上滑块(7)的最下端,以保证在加工时只有滚子和凸轮轴接触。滑块的中间开有孔,在孔内安装有上连杆轴(21),上连杆(12)一端安装在上连杆轴(21)上,上连杆可以绕上连杆轴自由转动。垂直方向上滑块(7)通过导轨安装在底板(10)上,垂直方向上滑块可以在底板上的导轨上沿垂直方向自由滑动。垂直方向上滑块的垂直运动是靠连杆驱动的,上连杆(12)另一端安装在垂直运动螺母(19)上的轴(24)上,并可以绕轴(24)转动,垂直运动螺母(19)安装在垂直运动丝杠(18)上,垂

直运动螺母 (19) 安装在垂直运动丝杠 (18) 上, 垂直运动丝杠 (18) 通过联轴器 (17) 与垂直运动伺服电机 (14) 相连, 垂直运动伺服电机 (14) 安装在电机座 (15) 上, 垂直方向下滑块与垂直方向上滑块具有相似的结构, 且通过下连杆轴 (22)、下连杆 (13)、轴 (24) 与垂直运动螺母 (19) 相连, 这样, 垂直运动伺服电机 (14) 转动时就可以驱动垂直运动螺母 (19) 做直线运动, 螺母的直线运动通过两个连杆就可以带动垂直方向滑块 (7) 和 (9) 上下运动, 从而在垂直方向上夹紧或松开凸轮轴。

[0042] 水平方向滑块及驱动系统与垂直方向基本相同, 如图 9 所示, 不同的是水平方向滑块 (8) 与连接板 (32) 通过螺栓 (33) 连接在一起, 连接板 (32) 和与水平运动螺母 (31) 之间通过螺栓 (33) 连接, 水平方向伺服电机 (27) 的旋转运动通过水平运动丝杠 (29)、水平运动螺母直接转化为水平方向滑块 (8) 的直线运动。

[0043] 垂直运动伺服电机 (14) 和水平运动伺服电机 (27) 由 PLC(47) 通过伺服驱动器 (48)、(49) 来控制, PLC 根据从触摸屏 (40) 输入的凸轮轴安装轴承的直径大小, 计算水平运动螺母 (31) 和垂直运动螺母 (19) 需要的位移, 并将位移转化为脉冲发给伺服驱动器 (48)、(49)。垂直运动丝杠 (18) 和水平运动丝杠 (29) 的两端均设置有限位开关, 用以限制滑块的极限位置, 保护系统。两个方向的螺母 (19) (31) 均安装在丝杠 (18、29) 上。

[0044] 对于较短的凸轮轴的加工而言, 只需要一个补偿装置即可, 将其支持在凸轮轴的中间位置, 就可以补偿凸轮轴的磨削变形了。对于较长的凸轮轴则需要两个补偿装置, 如图 10 所示, 两个补偿装置分别安装在 A 和 B 处, 这样即可起到补偿作用。

[0045] 如图 11 所示, 补偿装置安装在子箱体 (37) 中, 补偿装置可以在导轨 (39) 上滑动, 当滑动到所需位置后, 用锁紧螺栓 (38) 锁紧。

[0046] 凸轮轴磨削变形补偿装置的控制系統如图 12 所示, 整个系統由 PLC(47) 控制, 凸轮轴轴承安装处的直径手动输入到触摸屏 (40) 中, 触摸屏 (40) 将接收的数据传给 PLC(47), PLC 接收到数据后计算垂直和水平方向螺母 (19) (31) 需要移动的距离, 然后将该距离值转换为脉冲。当按下启动按钮 (41) 后, PLC 将脉冲送给水平和垂直伺服驱动器 (48) (49) 控制垂直和水平运动伺服电机 (14) (27) 转动。按下停止按钮 (42) 后, PLC 发反向脉冲, 水平和垂直滑块 (7) (8) (9) 复位。控制系统中安装有限位开关 (43) (44) (45) (46), 以限制螺母的位置, 防止出现事故。

[0047] 以上所述具体实施方式用来解释说明本发明, 而不是对本发明进行限制。在本发明的设计思想和权利要求的保护范围内, 对本发明做出任何修改或改变, 均应视为本发明的保护范围。

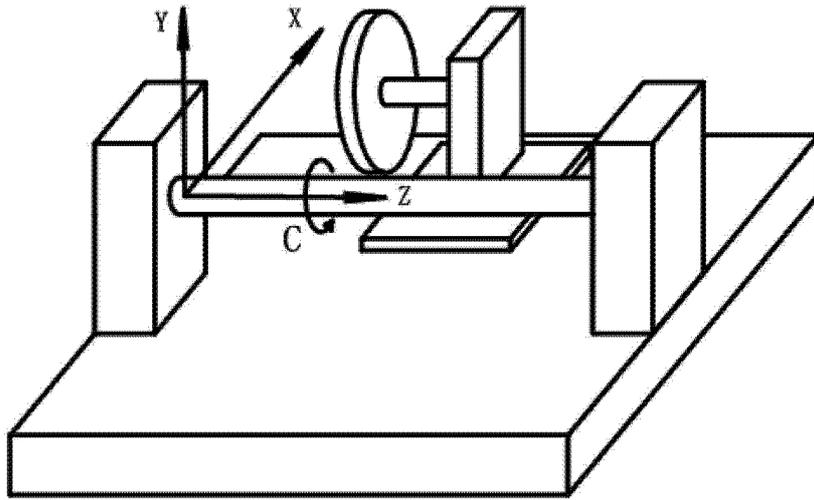


图 1

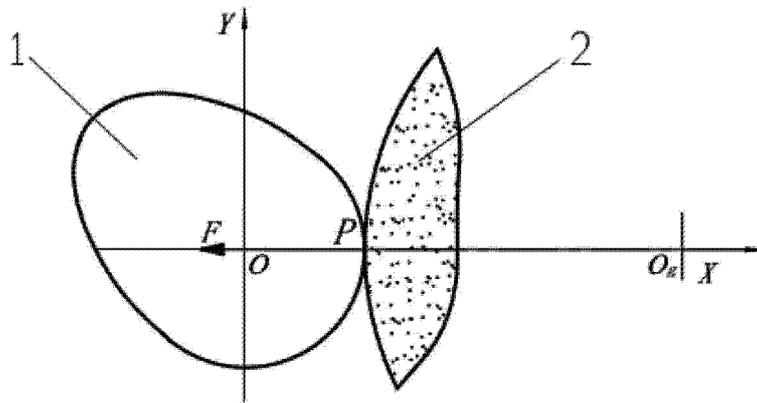


图 2

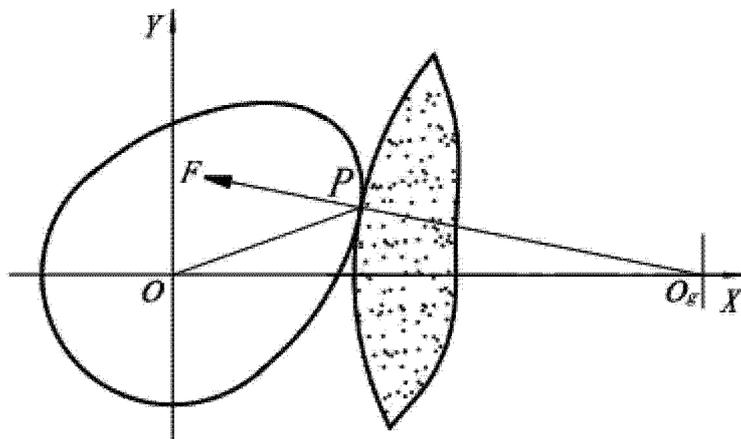


图 3

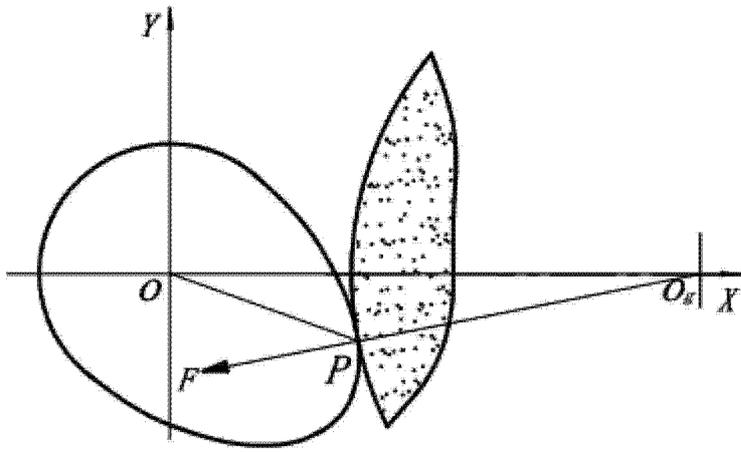


图 4

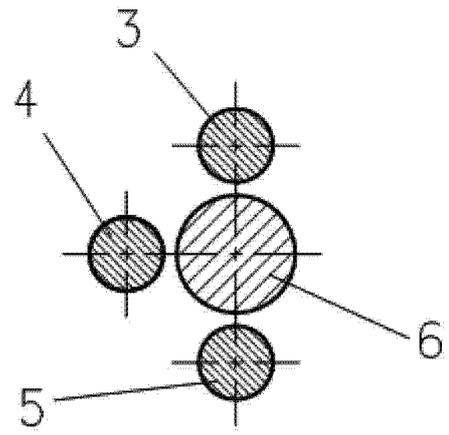


图 5

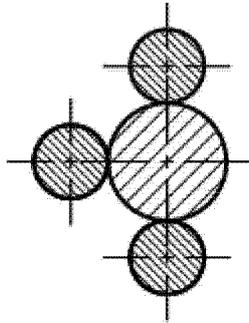


图 6

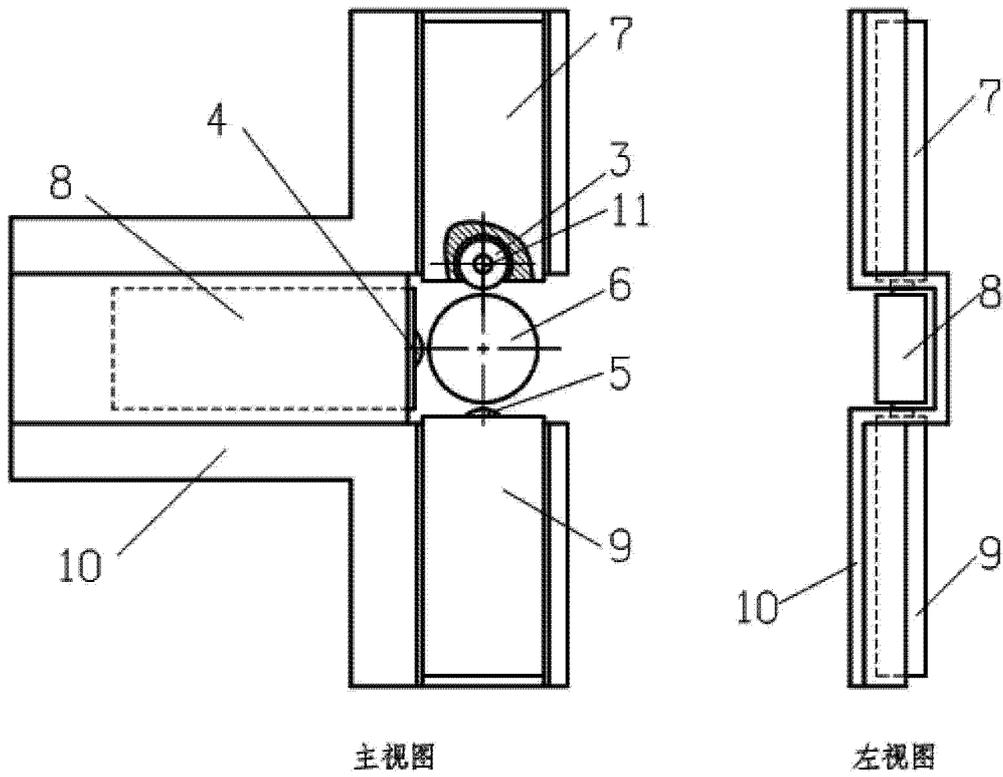


图 7

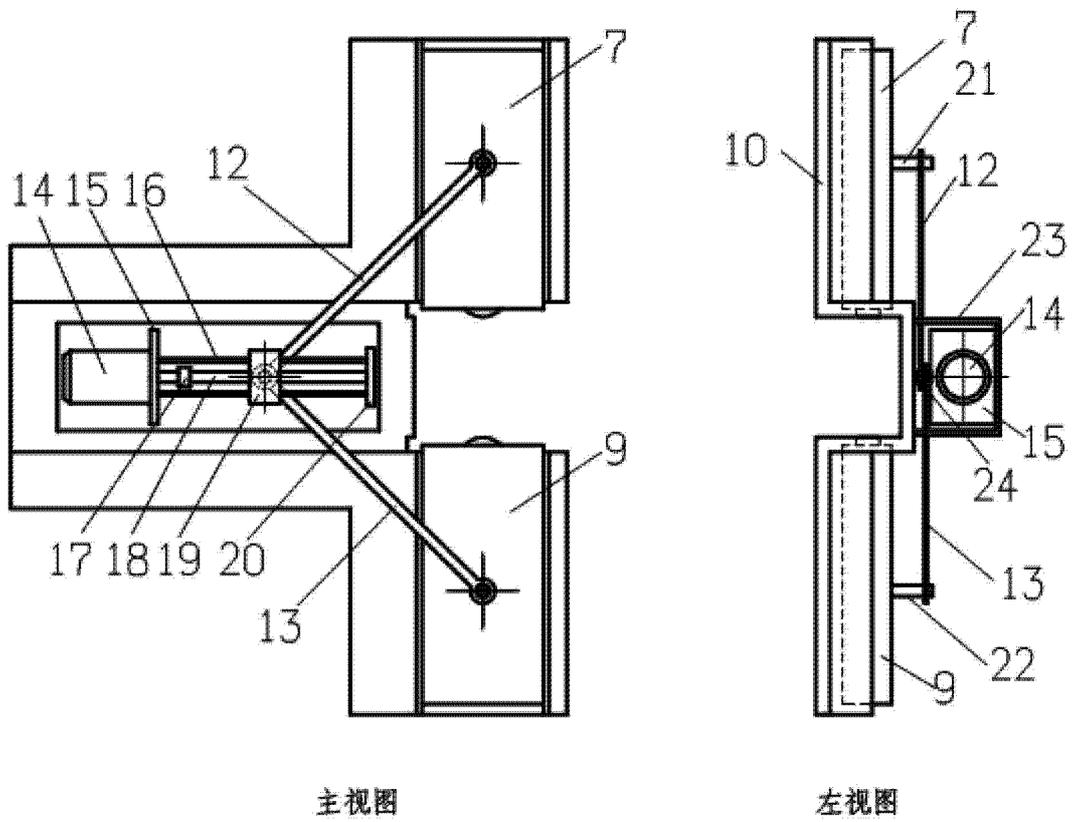


图 8

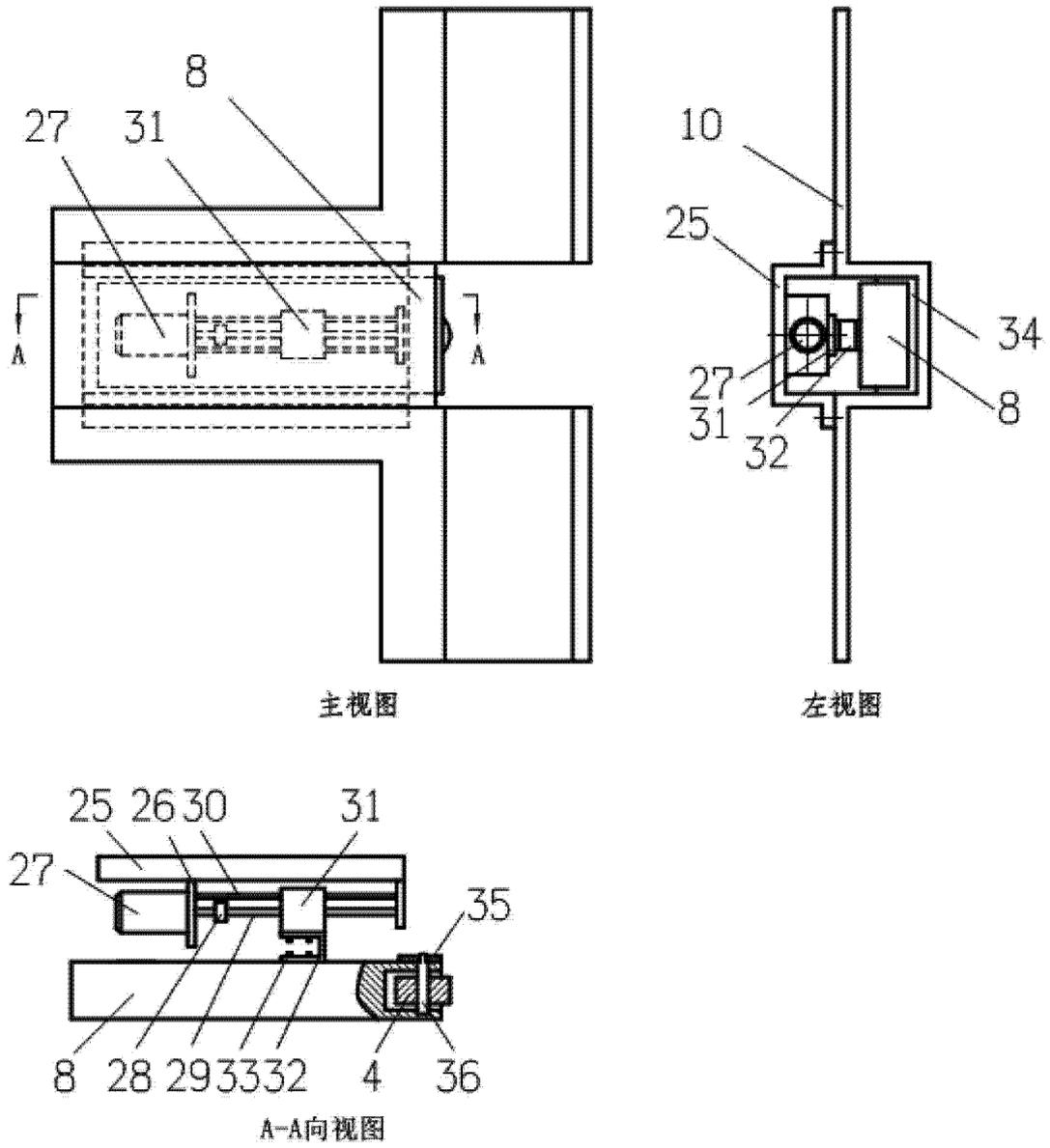


图 9

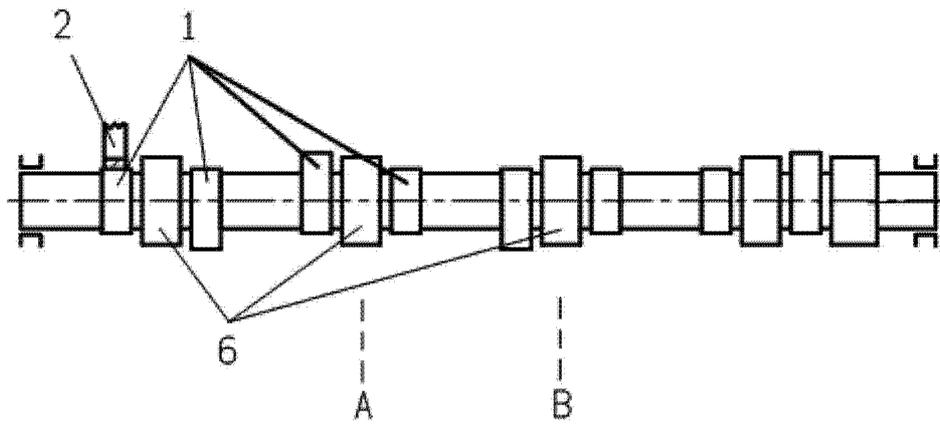


图 10

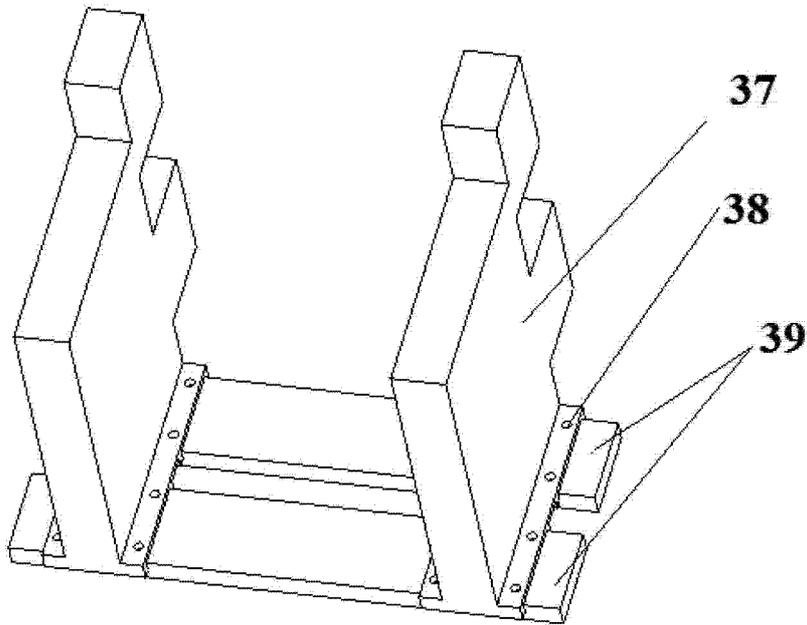


图 11

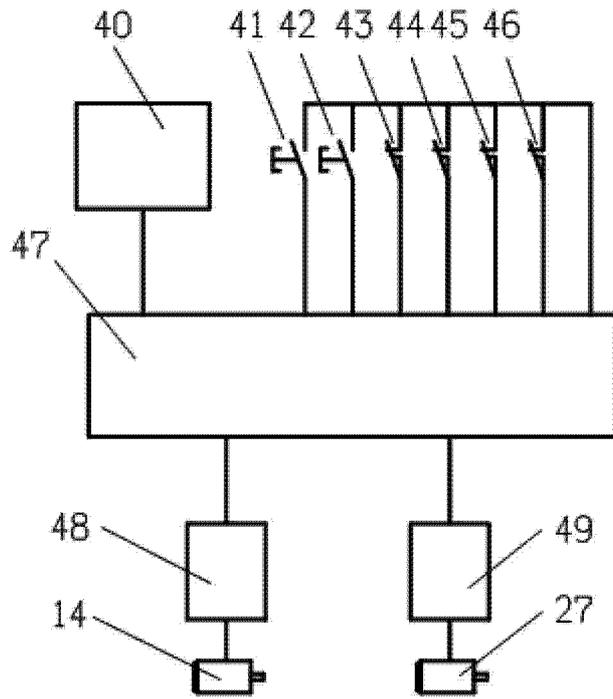


图 12