

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B24B 19/20 (2006.01)

B24B 49/08 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610017247. X

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100436057C

[22] 申请日 2006. 10. 17

[21] 申请号 200610017247. X

[73] 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

[72] 发明人 祝佩兴 赵继 王义强 周淑红 韩春学

[56] 参考文献

CN1373698A 2002. 10. 9

JP2001 - 219351A 2001. 8. 14

CN1490125A 2004. 4. 21

US6758729B2 2004. 7. 6

JP11 - 245165A 1999. 9. 14

混联虚拟轴研抛机床的多柔体动力学研究. 于淼等. 机械科学与技术, 第 23 卷第 6 期. 2004

机器人超声弹性研磨自由曲面的过程识别与优化. 赵继等. 机械工程学报, 第 36 卷第 1 期. 2000

机器人超声研抛自由曲面的精加工系统. 詹建明等. 中国机械工程, 第 11 卷第 8 期. 2000

审查员 陆 帅

[74] 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司

代理人 邵铭康 朱世林

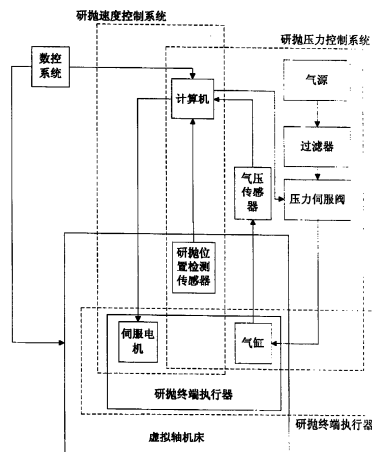
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

[54] 发明名称

调压调速式模具曲面研抛系统

[57] 摘要

调压调速式模具曲面研抛系统属模具和曲面零件的加工和制造领域, 目的是克服现有模具自由曲面自动研抛设备去除量不均匀的缺点, 本发明由研抛终端执行器、研抛压力控制系统和研抛速度控制系统组成。伺服电机为研抛终端执行器和研抛速度控制系统共有; 研抛终端执行器和研抛压力控制系统共有的气缸与研抛压力控制系统中的压力伺服阀、气压传感器连接; 研抛压力控制系统和研抛速度控制系统共有的计算机经数控系统与虚拟轴机床连接, 计算机同时与气压传感器、伺服电机连接; 本发明需安装在虚拟轴机床上使用。本发明通过对力、位移的同步控制和采用速度补偿式等余量去除技术, 达到了自动化均匀去除模具曲面余量的目的。



1. 一种调压调速式模具曲面研抛系统，由研抛终端执行器、研抛压力控制系统和研抛速度控制系统组成，其特征在于伺服电机(9)为研抛终端执行器和研抛速度控制系统共有；研抛终端执行器和研抛压力控制系统共有的气缸(8)与研抛压力控制系统中的压力伺服阀、气压传感器连接；研抛压力控制系统和研抛速度控制系统共有的计算机经数控系统与虚拟轴机床连接，同时与研抛位置检测传感器(19)、研抛压力控制系统的气压传感器、研抛速度控制系统的伺服电机(9)连接；调压调速式模具曲面研抛系统需安装在虚拟轴机床上使用。

2. 按权利要求 1 所述的调压调速式模具曲面研抛系统，其中的研抛终端执行器由支架(1)、导向柱(2)、弹簧(3)、电机座(4)、螺钉(5)、电机压盖(6)、气缸活塞杆(7)、气缸(8)、伺服电机(9)、气缸接头(10)、直线轴承(11)、螺栓(12)、螺母(13)、主轴座套(14)、主轴(15)、夹头(16)、轴承(17)和联轴器(18)组成，其特征在于伺服电机(9)、电机座(4)、直线轴承(11)、导向柱(2)和支架(1)顺序连接，伺服电机(9)由螺钉(5)和电机压盖(6)紧固在电机座(4)上，两个导向柱(2)对称分布，导向柱(2)通过螺母(13)固定在支架(1)上，电机座(4)通过四个直线轴承(11)安装在两个导向柱(2)上；两个气缸(8)通过螺纹对称安装在支架(1)上，气缸(8)的活塞杆顶在电机座(4)上面；弹簧(3)安装在导向柱(2)上，位于电机座(4)和支架(1)之间，两个弹簧左右对称分布；夹头(16)、主轴(15)、联轴器(18)和伺服电机(9)顺序连接；主轴(15)由轴承(17)支撑在主轴座套(14)内，主轴座套(14)由螺栓(12)紧固在伺服电机(9)的外壳上。

3. 按权利要求 1 所述的调压调速式模具曲面研抛系统，其中的研抛压力控制系统由研抛位置检测传感器、气源、过滤器、压力伺服阀、气缸、气压传感器和计算机组成，其特征在于研抛位置检测传感器(19)与计算机连接；气源、过滤器、压力伺服阀、气缸和气压传感器顺序连接；气压传感器与计算机连接，计算机有一线直接与压力伺服阀连接。

4. 按权利要求 1 所述的调压调速式模具曲面研抛系统，其中的研抛速度控制系统由研抛位置检测传感器、计算机和伺服电机组成，其特征在于研抛位置检测传感器(19)与计算机连接，计算机与伺服电机(9)连接。

## 调压调速式模具曲面研抛系统

## 技术领域

本发明属于模具和曲面零件的加工、制造领域，涉及曲面自动化研抛加工技术。

## 背景技术

模具加工的制造装备及其相关技术是模具工业发展的基础，面向模具等产业的曲面自动化研磨抛光技术及其相关装备研究，对于促进汽车、电子等产业的发展意义重大。目前模具曲面的精加工及光整加工，大多靠熟练工人的手工操作，存在着费时、费力和加工质量差的弊端。高质高效地完成模具曲面精加工，其关键是研制模具自由曲面研抛加工的自动化加工系统。

在数控机床上使用球形研抛砂轮研抛自由曲面过程中，随着球形研抛砂轮在曲面上的移动，球形研抛砂轮表面上接触曲面的点随着曲面形状的变化而变动。球形研抛砂轮与曲面的接触面积（由于砂轮的弹性变形而形成一小的接触面积）与瞬时研抛点的模具曲面形状有关；同时由于球形研抛砂轮是恒转速，球形研抛砂轮表面上研抛点的变动导致了研抛速度的变化。上述两方面因素都造成曲面上各点去除量不一致，影响曲面的形状精度。

目前普遍采用定压法解决去除量不一致的问题，定压法是保持研抛过程中球形研抛砂轮与模具曲面之间的法向接触压力恒定。由于球形研抛砂轮与曲面接触面积随着曲面形状的变化而改变，保证恒压力并不能保证等压强研抛，且这种方法没有考虑速度变化对去除量的影响，因此这种定压法不能很好地保证曲面去除量的均匀一致，会影响到曲面的形状加工精度。

## 发明内容

本发明的目的是克服现有模具自由曲面自动研抛设备去除量不均匀的缺点，使自动研抛曲面的去除量均匀一致。

本发明解决关键问题采用的技术方案是：

1. 进行研抛过程的力和位移同步控制。在球形研抛砂轮的移动过程中，根据球形研抛砂轮瞬时研抛点的模具曲面曲率，实时调整球形研抛砂轮与曲面间的法向接触压力，实现等压强研抛；

2. 在研抛过程中进行速度补偿控制。针对球形研抛砂轮表面上旋转半径不同的点的圆周线速度不相等，而导致的研抛速度变化，根据球形研抛砂轮与模具瞬时接触点的砂轮回转半径，实时调整球形研抛砂轮转速进行速度补偿。

由于本发明采用了上述技术方案，通过对研抛过程中力和位移的同步控制及速度补偿，达到了均匀去除曲面余量的目的。

本发明的具体结构如下：

它由研抛终端执行器、研抛压力控制系统和研抛速度控制系统组成，伺服电机 9 为研抛终端执行器和研抛速度控制系统共有；研抛终端执行器和研抛压力控制系统共有的气缸 8 与

研抛压力控制系统中的压力伺服阀、气压传感器连接；研抛压力控制系统和研抛速度控制系统共有的计算机经数控系统与虚拟轴机床连接，同时与研抛位置检测传感器 19、研抛压力控制系统的气压传感器、研抛速度控制系统的伺服电机 9 连接；调压调速式模具曲面研抛系统需安装在虚拟轴机床上使用。

研抛终端执行器由支架 1、导向柱 2、弹簧 3、电机座 4、螺钉 5、电机压盖 6、气缸活塞杆 7、气缸 8、伺服电机 9、气缸接头 10、直线轴承 11、螺栓 12、螺母 13、主轴座套 14、主轴 15、夹头 16、轴承 17 和连轴器 18 组成，其中伺服电机 9、电机座 4、直线轴承 11、导向柱 2 和支架 1 顺序连接，伺服电机 9 由螺钉 5 和电机压盖 6 紧固在电机座 4 上，两个导向柱 2 对称分布，导向柱 2 通过螺母 13 固定在支架 1 上，电机座 4 通过四个直线轴承 11 安装在两个导向柱 2 上；两个气缸 8 通过螺纹对称安装在支架 1 上，气缸 8 的活塞杆顶在电机座 4 上面；弹簧 3 安装在导向柱 2 上，位于电机座 4 和支架 1 之间，两个弹簧左右对称分布；夹头 16、主轴 15、连轴器 18、伺服电机 9 顺序连接；主轴 15 由轴承 17 支撑在主轴座套 14 内，主轴座套 14 由螺栓 12 紧固在伺服电机 9 的外壳上。夹头 16 用于安装球形研抛砂轮，套在导向柱 2 上的弹簧 3 使电机座 4 向上复位，改变气缸 8 中的气压调节球形研抛砂轮与曲面间的法向压力。

研抛压力控制系统由研抛位置检测传感器、气源、过滤器、压力伺服阀、气缸、气压传感器和计算机组成，其中研抛位置检测传感器 19 与计算机连接；气源、过滤器、压力伺服阀、气缸和气压传感器顺序连接；气压传感器(信号输出端)与计算机连接，计算机有一线直接与压力伺服阀(控制信号输入端)连接。研抛压力控制系统采用气压伺服调节气缸中的压力，气源产生的压缩空气先由过滤器净化，再输入压力伺服阀，压力伺服阀根据计算机发出的控制信号调节伺服阀的输出气压，通过控制气缸的气压，调节球形研抛砂轮与曲面的法向接触压力。

研抛速度控制系统由研抛位置检测传感器、计算机和伺服电机组成，其中研抛位置检测传感器 19 与计算机连接，计算机与伺服电机 9 连接。

在虚拟轴机床与本系统的连接关系中，研抛位置检测传感器 19 安装于虚拟轴机床的滚珠丝杠 21 上，研抛终端执行器 22 通过螺栓安装在虚拟轴机床动平台 20 下面。

需要特别强调的技术特征和结构特征是：

(1) 力、位移同步控制和速度补偿式等余量去除。在研抛过程中进行力和位移同步控制，根据与球形研抛砂轮接触点的模具曲面形状实时调整球形研抛砂轮与曲面间的法向压力，实现研抛恒压强；根据球形研抛砂轮上研抛点的回转半径的变化，实时调整球形研抛砂轮转速进行速度补偿。

(2) 研抛终端执行器的结构特征是：伺服电机 9、电机座 4、直线轴承 11、导向柱 2、支架 1 顺序连接，两个导向柱 2 对称分布；两个气缸 8 通过螺纹对称安装在支架 1 上面，气缸 8 的活塞杆顶在电机座 4 上面；弹簧 3 安装在导向柱 2 上，位于电机座 4 和支架 1 之间，两个弹簧对称分布。

调压调速式模具曲面研抛系统的工作过程：

研抛过程中，研抛终端执行器 22 在虚拟轴机床动平台 20 的带动下，根据模具曲面形状作曲线进给运动。计算机接收研抛位置检测传感器 19 检测到的瞬时研抛位置信息，根据瞬时研抛位置的模具曲面形状，向压力伺服阀发出信号，控制伺服阀输出气压，改变球形研抛砂轮与模具之间的法向接触压力。当球形研抛砂轮与模具曲面的接触面积增大时增大压力，反之减小压力。

同时，计算机根据球形研抛砂轮上研抛点的回转半径的变化，控制伺服电机 9 改变转速，实时调整球形研抛砂轮转速进行速度补偿。研抛速度的控制是通过控制伺服电机 9 的转速来实现，当球形研抛砂轮表面研抛点的回转半径增大时，减小砂轮转速，反之增大转速。

伺服电机 9 连同电机座 4 可沿导向柱 2 上下移动，通过控制气缸 8 中的气压，实现研抛压力的实时控制。在研抛加工过程中，球形研抛砂轮沿曲面的运动轨迹由虚拟轴机床保证，电机座 4 相对于导向柱 2 的滑动，仅是由于模具表面微观不平而导致的微小相对滑动。

本发明的积极效果在于：解决了球形研抛砂轮研抛自由曲面过程中，由于球形研抛砂轮表面与模具曲面接触面积的变化和球形研抛砂轮表面上研抛点速度的变化而导致的模具曲面上各点去除量不一致的问题。通过对力、位移的同步控制，和采用速度补偿式等余量去除技术，在研抛过程中根据与球形研抛砂轮接触点的模具曲面形状实时调整球形研抛砂轮与曲面间的法向压力和球形研抛砂轮的转速，达到了自动化均匀去除模具和曲面余量的目的。

附图说明

图 1 为调压调速式模具曲面研抛系统的总体结构示意图

图 2 为调压调速式模具曲面研抛系统中的研抛终端执行器结构图

其中：1. 支架 2. 导向柱 3. 弹簧 4. 电机座 5. 螺钉 6. 电机压盖 7. 气缸活塞杆 8. 气缸 9. 伺服电机 10. 气缸接头 11. 直线轴承 12. 螺栓 13. 螺母 14. 主轴座套 15. 主轴 16. 夹头 17. 轴承 18. 联轴器

图 3 为虚拟轴机床与调压调速式模具曲面研抛系统示意图

其中：19. 研抛位置检测传感器 20. 虚拟轴机床动平台 21. 虚拟轴机床的滚珠丝杠 22. 研抛终端执行器 23. 模具

图 4 为调压调速式模具曲面研抛系统控制流程图

具体实施方式

调压调速式模具曲面研抛系统由研抛终端执行器、研抛压力控制系统和研抛速度控制系统组成，伺服电机 9 为研抛终端执行器和研抛速度控制系统共有；研抛终端执行器和研抛压力控制系统共有的气缸 8 与研抛压力控制系统中的压力伺服阀、气压传感器连接；研抛压力控制系统和研抛速度控制系统共有的计算机经数控系统与虚拟轴机床连接，同时与研抛位置检测传感器 19、研抛压力控制系统的气压传感器、研抛速度控制系统的伺服电机 9 连接；调压调速式模具曲面研抛系统需安装在虚拟轴机床上使用。

伺服电机 9、电机座 4、直线轴承 11、导向柱 2 和支架 1 顺序连接，伺服电机 9 由螺钉 5 和电机压盖 6 紧固在电机座 4 上，两个导向柱 2 对称分布，导向柱 2 通过螺母 13 固定在支架 1 上，电机座 4 通过四个直线轴承 11 安装在两个导向柱 2 上；两个气缸 8 通过螺纹对称安装

在支架 1 上面，气缸 8 的活塞杆顶在电机座 4 上面；弹簧 3 安装在导向柱 2 上，位于电机座 4 和支架 1 之间，两个弹簧左右对称分布；夹头 16、主轴 15、连轴器 18 和伺服电机 9 顺序连接；主轴 15 由轴承 17 支撑在主轴座套 14 内部，主轴座套 14 由螺栓 12 紧固在伺服电机 9 的外壳上。伺服电机 9 连同电机座 4 可沿导向柱 2 上下移动，此结构可通过控制气缸中的气压实现研抛压力的实时控制，气缸活塞杆输出压力的变化使球形研抛砂轮与模具的压力改变，气缸中的气压由压力伺服阀控制。计算机根据模具曲面形状的变化向压力伺服阀发出信号，控制球形研抛砂轮与模具的接触压力。在研抛加工过程中，球形研抛砂轮沿曲面的运动轨迹由虚拟轴机床保证。

研抛压力控制系统由研抛位置检测传感器、气源、过滤器、压力伺服阀、气缸、气压传感器和计算机组成，其中研抛位置检测传感器 19 与计算机连接；气源、过滤器、压力伺服阀、气缸和气压传感器顺序连接；气压传感器(信号输出端)与计算机连接，计算机有一线直接与压力伺服阀(控制信号输入端)连接。

研抛速度控制系统由研抛位置检测传感器、计算机和伺服电机组成，其中研抛位置检测传感器 19 与计算机连接，计算机与伺服电机 9 连接。

在虚拟轴机床与本系统的连接关系中，研抛位置检测传感器 19 安装于虚拟轴机床的滚珠丝杠 21 上，研抛终端执行器 22 通过螺栓安装在虚拟轴机床动平台 20 下面。

伺服电机 9 采用 90SZ01 型直流伺服电机，压力伺服阀采用 23BPD2 型压力伺服阀，气压传感器采用 AK-1 型气压传感器，气缸采用薄膜气缸。

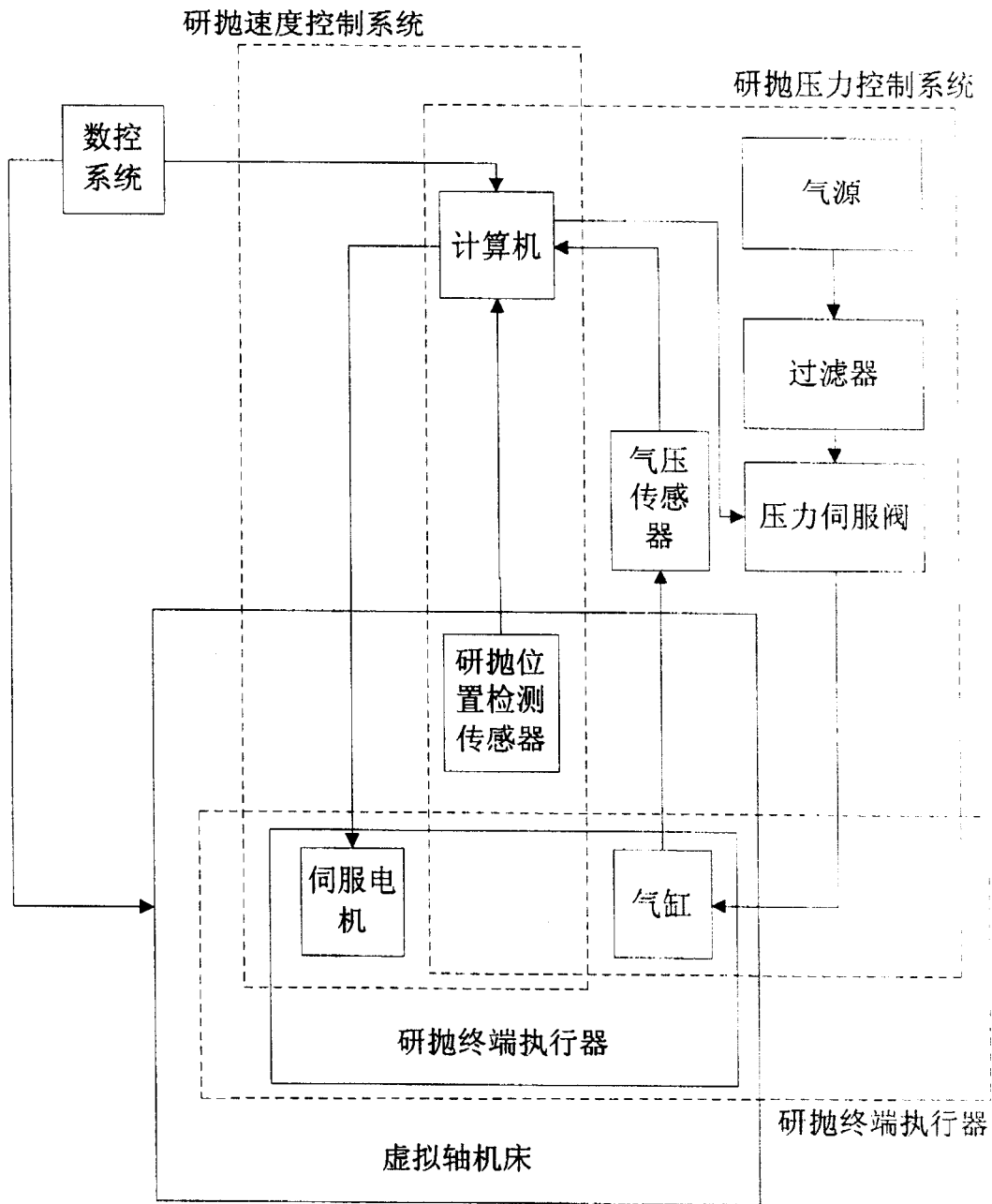


图 1

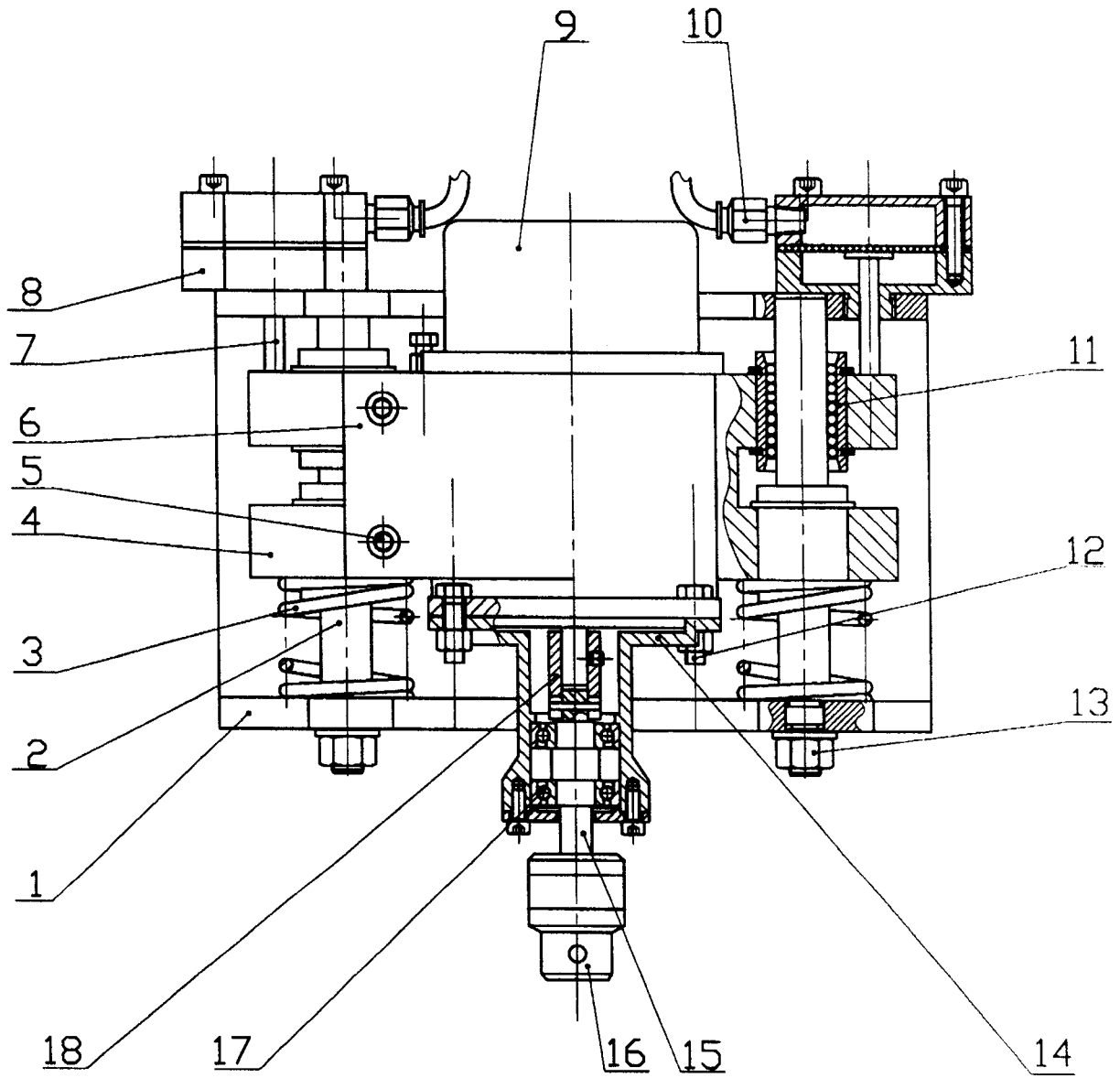


图 2



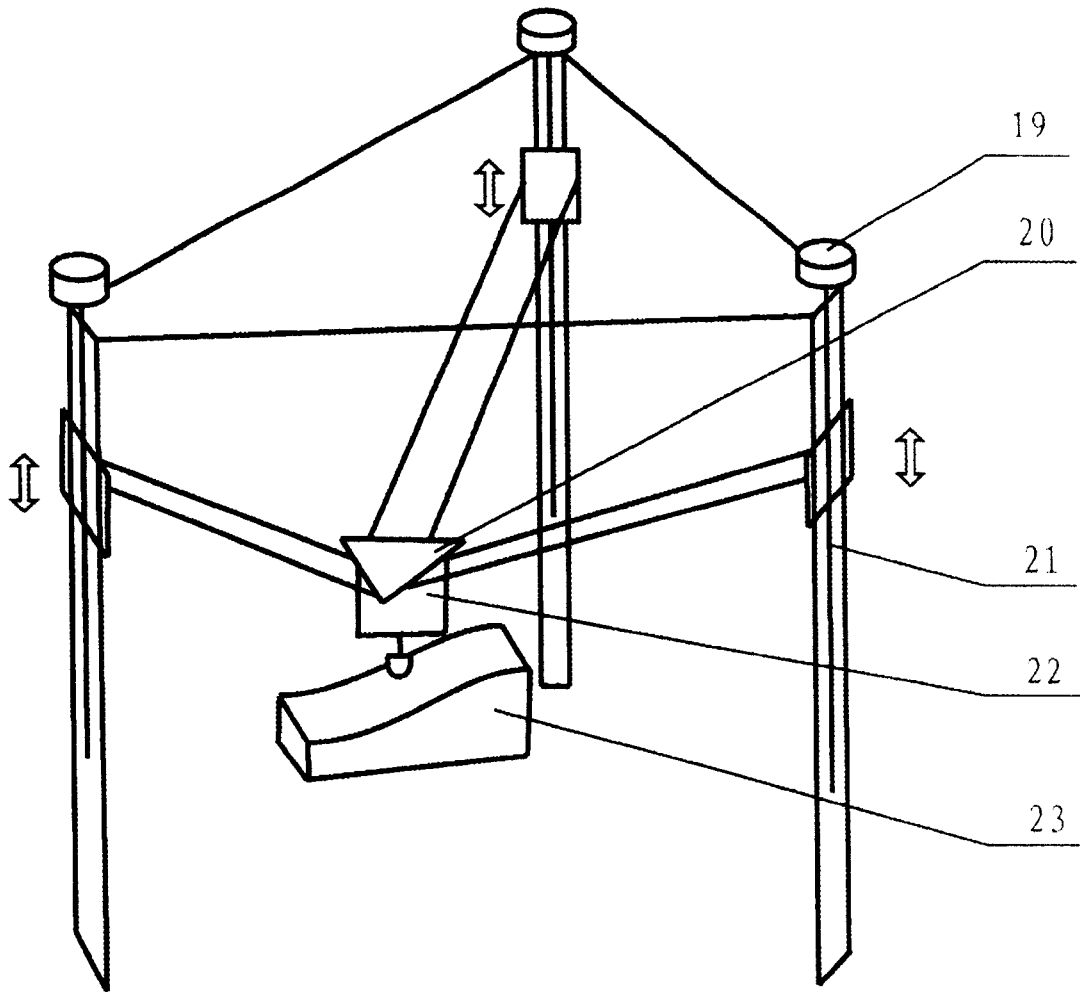


图 3

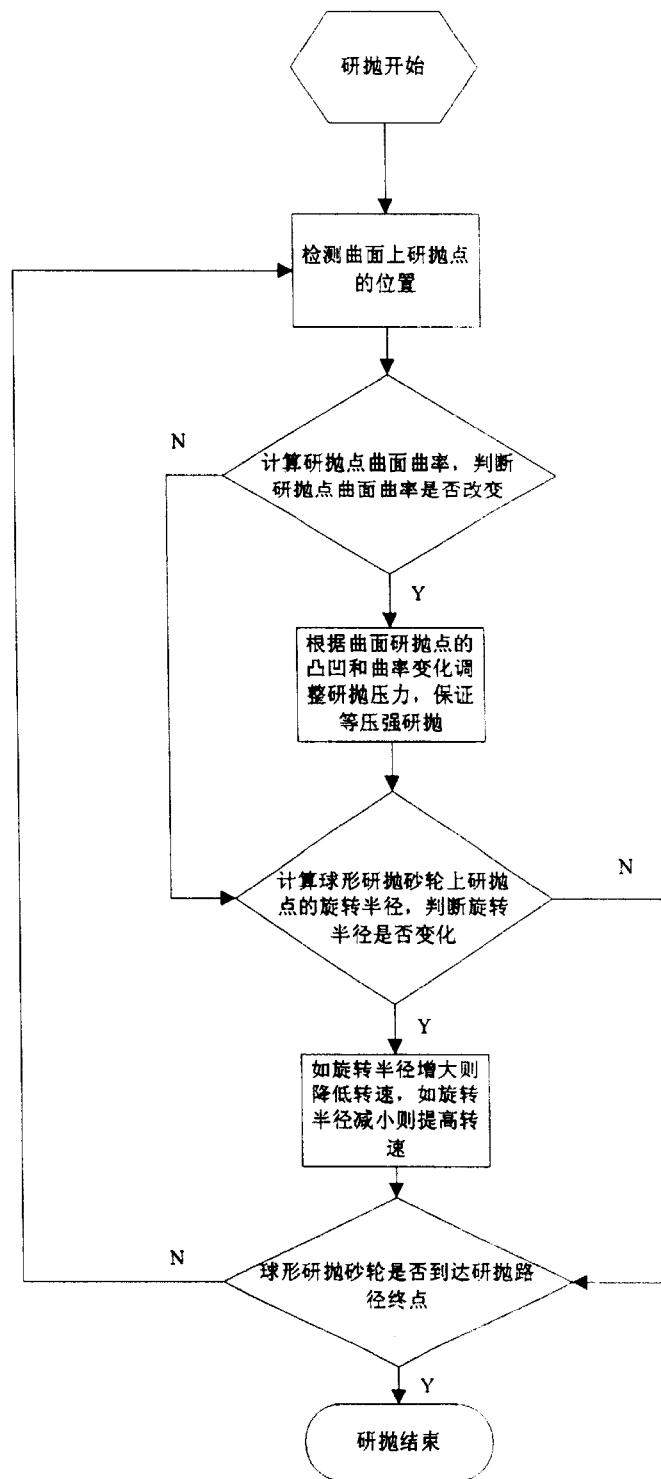


图 4