

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01N 19/02 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710046915.6

[45] 授权公告日 2009年12月2日

[11] 授权公告号 CN 100565183C

[22] 申请日 2007.10.11

[21] 申请号 200710046915.6

[73] 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

[72] 发明人 田成达 唐鼎 李大永 彭颖红

[56] 参考文献

US6463783B1 2002.10.15

CN1580737A 2005.2.16

US2006/0171579A1 2006.8.3

CN101008598A 2007.8.1

US5861954A 1999.1.19

CN1645103A 2005.7.27

WO2004/051239A1 2004.6.17

US6199424B1 2001.3.13

审查员 郝学江

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

代理人 王锡麟 王桂忠

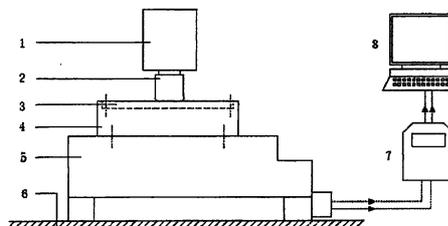
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

材料成形加工中动摩擦系数的测量系统

[57] 摘要

一种材料加工工程技术领域的材料成形加工中动摩擦系数的测量系统，包括：数控机床刀柄、摩擦头、试件固定台、三相动力仪压电传感器平台、电荷放大器以及A/D采集计算机，摩擦头设置在数控机床刀柄下方，试件固定台固定在三相动力仪压电传感器平台上，三相动力仪压电传感器平台固定在数控铣床的工作台上，三相动力仪压电传感器平台通过电荷放大器与A/D采集计算机相连。本发明结构简单，刚性好，操作简便，设备通用性好，结果精确稳定。



1. 一种材料成形加工中动摩擦系数的测量系统, 包括: 数控机床刀柄, 其特征在于, 还包括: 摩擦头、试件固定台、三相动力仪压电传感器平台、电荷放大器以及 A/D 采集计算机, 摩擦头设置在数控机床刀柄下方, 试件固定台固定在三相动力仪压电传感器平台上, 三相动力仪压电传感器平台通过电荷放大器与 A/D 采集计算机相连。

2. 根据权利要求 1 所述的材料成形加工中动摩擦系数的测量系统, 其特征是, 所述 A/D 采集计算机包括 A/D 采集模块、数据处理模块、显示模块, 所述 A/D 采集模块负责接收由电荷放大器传输的模拟信号, 并将其转换为数字信号, 再将数字信号传递给数据处理模块, 所述数据处理模块接收 A/D 采集模块的数字信号, 并对数字信号进行处理, 计算得到摩擦系数, 然后将摩擦系数结果传输给显示模块, 所述显示模块实时显示 A/D 采集模块采集的信息以及数据处理模块处理后的摩擦系数结果。

3. 根据权利要求 1 所述的材料成形加工中动摩擦系数的测量系统, 其特征是, 所述三相动力仪压电传感器平台, 负责测量平面上 x、y 方向的力, 和竖直 z 方向的力, 即同时测量摩擦力和正向压力, 并将正向压力与摩擦力信号转化成电信号。

4. 根据权利要求 1 所述的材料成形加工中动摩擦系数的测量系统, 其特征是, 所述电荷放大器, 负责接收三相动力仪压电传感器平台受压而产生的电信号, 并将电信号放大。

5. 根据权利要求 1 所述的材料成形加工中动摩擦系数的测量系统, 其特征是, 所述摩擦头, 其底端为平面。

## 材料成形加工中动摩擦系数的测量系统

### 技术领域

本发明涉及一种材料加工技术领域的系统，具体是一种材料成形加工中动摩擦系数的测量系统。

### 背景技术

材料成形加工中，模具与工件表面之间或是存在着机械的相对运动，或是存在变形金属的塑性流动，因此不可避免地存在着摩擦。摩擦对塑性成形过程有着极其重要的影响。首先，不良的摩擦与润滑状态，易造成产品尺寸超差、表面质量达不到要求、塑性变形不足等缺陷；其次，成形过程有限元分析中摩擦边界条件的不准确，将造成模拟分析结果与生产实际的不一致；模具与工件之间的剧烈磨损，还会使模具过早失效，增加生产成本。因此，为了合理控制和利用摩擦，为进行模具及工艺设计提供依据，需要对塑性成形过程中的摩擦进行测试和研究。

目前常用的摩擦系数的测定方法都是靠复杂机械机构，与应变式传感器配合完成，复杂机构操作不便，应变式传感器设置复杂，测试结果受人为操作影响大，标定困难，因此通用性和测试结果的精度都很难保证。所以，通用性强、操作设置易于标准化、结果数值稳定、精度高的摩擦系数测量装置成为机械制造业的亟需。

经对现有技术文献的检索发现，专利授权公告号CN2384211，名称为：动摩擦系数及转动惯量测量仪，其自述为：“一种动摩擦系数及转动惯量测量仪包括机座、立柱、横杆、滚柱，立柱一端固定在机座上，立柱上开有滑动槽，横杆一端固定在滑动槽上，另一端设有砝码盘，滚柱通过支架固定在机座上，被测物块套在横杆上。”其不足在于：沿用了机械传动型式的惯性测量原理，在测量过程中，由于需要通过试件与转盘之间的表面摩擦力带动转盘转动，且试件与试件固定槽之间存在侧向间隙，使得接触表面不能达到稳定的摩擦接触状态，摩擦表面磨损严重，并伴随有大量的接触发热，导致数值及其不稳定，测量精度不高。

### 发明内容

本发明针对上述现有技术的不足，提供了一种材料成形加工中动摩擦系数的测量系统，使其采用高精度三相动力仪模拟成形的摩擦条件，精确控制正压力范围，并实时观察结果的摩擦系数测量。

本发明通过以下技术方案实现，本发明包括：数控机床刀柄、摩擦头、试件固定台、三相动力仪压电传感器平台、电荷放大器以及 A/D 采集计算机，摩擦头设置在数控机床刀柄下方，试件固定台固定在三相动力仪压电传感器平台上，三相动力仪压电传感器平台通过电荷放大器与 A/D 采集计算机相连。

所述 A/D 采集计算机包括 A/D 采集模块、数据处理模块、显示模块，所述 A/D 采集模块负责接收由电荷放大器传输的模拟信号，将其转换为数字信号，并将数字信号传递给数据处理模块，所述数据处理模块接收 A/D 采集模块的数字信号，并对数字信号进行处理，计算得到摩擦系数，然后将摩擦系数结果传输给显示模块，所述显示模块，实时显示 A/D 采集模块采集的信息以及数据处理模块处理后的结果。

所述三相动力仪压电传感器平台，基于压电晶体的压电效应，负责测量平面上 x、y 方向的力，和竖直 z 方向的力，即同时测量摩擦力和正压力，并将正向压力与摩擦力信号转化成电信号，灵敏度和分辨率高、动态响应频带宽，动态误差小。

所述电荷放大器，负责接收三相动力仪压电传感器平台受压而产生的电压信号，并将其微弱的电压信号放大。

所述摩擦头，其底端为平面，以与待测试件充分接触。

所述摩擦头，其底端平面两末端带有  $\Phi 5$  的倒角。

所述试件固定台，其表面设有凹槽，凹槽尺寸为  $81\text{mm} \times 21\text{mm}$ 。

本发明工作时，将摩擦头紧固在数控机床刀柄下方，并将数控机床刀柄的旋转自由度锁定，使用垫片和千分表保证试件固定台的水平度，利用量块对数控机床刀柄的竖值高度进行校准，三相动力仪压电传感器平台固定在数控铣床的工作台上，将粘胶均匀涂抹在试件固定台上的凹槽内，将待测试件待测表面朝上粘在试件固定台的凹槽内，再用硬橡胶垫将待测试件压紧，然后用螺钉将待测试件固在试件固定台上，通过数控机床程序控制数控机床刀柄，使摩擦头下降与待测试件表面将接触，显示模块实时显示三相动力仪压电传感器平台输出的待测试件

受力大小，微调摩擦头下降高度，使正压力数值略大于 0，记录下数控机床上显示的此时的摩擦头高度，按照此高度对数控机床进行设定，使摩擦头在此高度上以与扩管成型加工时相近的速度与试件相对运动，采集模块采集该状态下正压力、摩擦力，经过数据处理模块计算出摩擦系数，并通过显示模块显示计算出的动摩擦系数，通过数控机床程序控制，循环进行在各种下压量之下，测量动摩擦系数。

与现有技术相比，本发明具有如下有益效果：本发明以较大的正压力使待测试件表面发生形变，模拟成形加工的摩擦条件；正压力可以实时连续地增减，三相动力仪压电传感器平台实时获得正压力和摩擦力，二者的比值即消除标定误差；实现摩擦头在试件匀速相对运动，并在短时间内完成，结果稳定且不会引起摩擦表面的温升，三相动力仪压电传感器平台的量程从几十帕至几十兆帕，灵敏度高，精度可达 1%；本发明结构简单，刚性好，操作简便，设备通用性好，结果精确稳定，可用于解决现有成形加工摩擦系数的测量。

#### 附图说明

图 1 是本发明结构示意图。

#### 具体实施方式

下面结合附图对本发明的实施例作详细说明：本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

如图 1 所示，本实施例包括：数控机床刀柄 1、摩擦头 2、试件固定台 4、三相动力仪压电传感器平台 5、电荷放大器 7 以及 A/D 采集计算机 8，摩擦头 2 设置在数控机床刀柄 1 下方，试件固定台 4 固定在三相动力仪压电传感器平台 5 上，三相动力仪压电传感器平台 5 通过电荷放大器 7 与 A/D 采集计算机 8 相连。

所述 A/D 采集计算机 8 包括 A/D 采集模块、数据处理模块、显示模块，所述 A/D 采集模块负责接收由电荷放大器 7 传输的模拟信号，并将其转换为数字信号，并将数字信号传递给数据处理模块，所述数据处理模块接收 A/D 采集模块的数字信号，并对数字信号进行处理，计算得到摩擦系数，然后将摩擦系数结果传输给显示模块，所述显示模块，实时显示 A/D 采集模块采集的信息以及数据处理模块处理后的结果。

所述三相动力仪压电传感器平台 5，基于压电晶体的压电效应，负责测量平面

上 x、y 方向的力和竖直 z 方向的力，即同时测量摩擦力和正压力，并将正向压力与摩擦力信号转化成电信号。

所述电荷放大器 7，负责接收三相动力仪压电传感器平台 5 受压而产生的电信号，并将其微弱的电信号放大。

所述摩擦头 2，其底端为平面，以与待测试件充分接触。

所述摩擦头 2，其底端平面两末端带有  $\Phi 5$  的倒角。

所述试件固定台 4，其表面设有凹槽，凹槽尺寸为  $81\text{mm} \times 21\text{mm}$ 。

本实施例工作时，将摩擦头 2 紧固在数控机床刀柄 1 下方，并将数控机床刀柄 1 的旋转自由度锁定，使用垫片和千分表保证试件固定台 4 的水平度，利用量块对数控机床刀柄 1 的竖值高度进行校准，三相动力仪压电传感器平台 5 固定在数控铣床的工作台 6 上，将粘胶均匀涂抹在试件固定台 4 上的凹槽内，将待测试件 3 待测表面朝上粘在试件固定台 4 的凹槽内，再用硬橡胶垫将待测试件压紧，然后用螺钉将待测试件固在试件固定台上，通过常规数控机床程序控制数控机床刀柄 1，使摩擦头 2 与试件表面接近接触，显示模块实时显示三相动力仪压电传感器平台 5 输出的试件受力大小，微调摩擦头 2 下降高度，使正压力数值略大于 0，记录下数控机床上显示的此时的摩擦头 2 高度，按照此高度对数控机床进行设定，使摩擦头 1 在此高度上以与扩管成型加工时相近的速度与试件相对运动，采集模块采集该状态下正压力、摩擦力，经过数据处理模块计算出摩擦系数，并通过显示模块显示计算出的动摩擦系数，通过数控机床程序控制，循环进行在各种下压力量之下，测量动摩擦系数。

与现有技术相比，本实施例中三相动力仪压电传感器平台的量程从几十帕至几十兆帕，灵敏度高，精度可达 1%；本实施例结构简单，刚性好，操作简便，设备通用性好，结果精确稳定，可用于解决现有成形加工摩擦系数的测量。

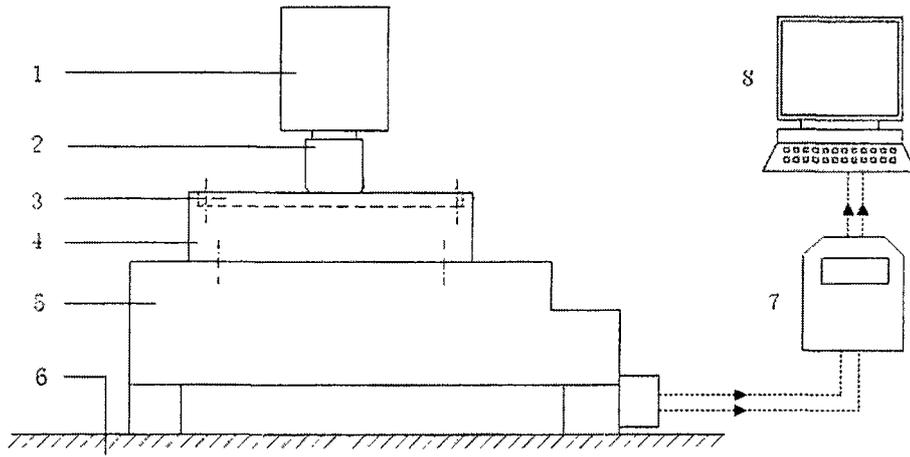


图1