



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203636509 U

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201320704082. 9

(22) 申请日 2013. 11. 10

(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 呼焯 徐明旭 徐学正 张富 朱晓翠 刘建春 李贺

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 齐安全 胡景阳

(51) Int. Cl.

B23Q 17/09 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

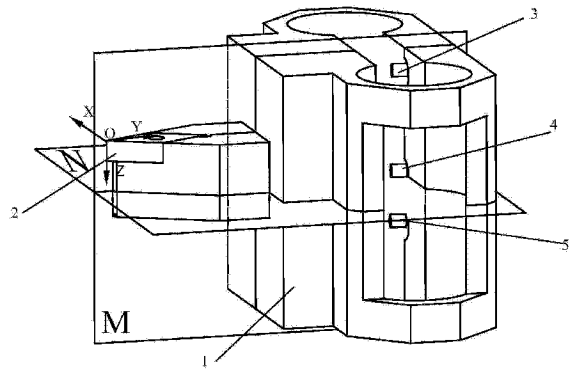
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

三向切削力测量装置

(57) 摘要

本实用新型公开了三向切削力测量装置,旨在克服现有切削力测量装置在各个方向之间相互干扰和贴片位置不精确的问题。三向切削力测量装置包括八角环刀架(1)、车刀(2)、Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)、X轴位移传感器(5)与刀杆(7)。车刀(2)利用螺钉固定在刀杆(7)左端的刀槽内,刀杆(7)右端固定在八角环刀架(1)的矩形凹槽内,Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)与X轴位移传感器(5)由上至下地依次固定在八角环刀架(1)上的Z传感器通孔、Y传感器通孔与X传感器通孔内。Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)与X轴位移传感器(5)的回转轴平行。并同处八角环刀架(1)的对称面M内。



1. 一种三向切削力测量装置,其特征在于,所述的三向切削力测量装置包括八角环刀架(1)、车刀(2)、Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)、X轴位移传感器(5)与刀杆(7);车刀(2)利用螺钉固定在刀杆(7)左端的刀槽内,刀杆(7)右端固定在八角环刀架(1)上的凹槽内,Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)与X轴位移传感器(5)由上至下地依次固定在八角环刀架(1)上的三个传感器通孔内。

2. 按照权利要求1所述的三向切削力测量装置,其特征在于,所述的八角环刀架(1)为一个多棱柱式等横截面的左右对称的空心壳体件,八角环刀架(1)的前半部分为前端(6),八角环刀架(1)的后半部分为固定端(8),前端(6)与固定端(8)连成一体,八角环刀架(1)即前端(6)与固定端(8)的左右端设置有对称地圆柱形通孔,两圆柱形通孔由一个长方体形通孔连通,两圆柱形通孔的左右侧壁上设置有和两圆柱形通孔连通的矩形通孔,前端(6)的前端面上设置有安装刀杆(7)的矩形凹槽,固定端(8)的前端面上由上至下地设置有三个安装Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)与X轴位移传感器(5)的传感器通孔即Z传感器通孔、Y传感器通孔与X传感器通孔。

3. 按照权利要求2所述的三向切削力测量装置,其特征在于,所述的矩形凹槽位于八角环刀架(1)的前端(6)的几何中心处。

4. 按照权利要求2所述的三向切削力测量装置,其特征在于,所述的Z传感器通孔、Y传感器通孔与X传感器通孔的回转轴相互平行,并同处于八角环刀架(1)的左右对称面M上,Y传感器通孔的回转轴处于八角环刀架(1)的中性层即中性面N内。

5. 按照权利要求1所述的三向切削力测量装置,其特征在于,所述的Z轴位移传感器(3)、Y轴位移传感器(4)与X轴位移传感器(5)的回转轴相互平行,并同处于八角环刀架(1)的左右对称面M内,对称面M为八角环刀架(1)几何对称面即YOZ平面;Y轴位移传感器(4)的回转轴位于八角环刀架(1)的中性面N内,中性面N平行于XOY面,且经过八角环刀架(1)的中性层。

6. 按照权利要求1所述的三向切削力测量装置,其特征在于,所述的Z轴位移传感器(3)位于中性面N的上方,X轴位移传感器(5)位于中性面N的下方。

7. 按照权利要求1所述的三向切削力测量装置,其特征在于,所述的车刀(2)的刀尖位于八角环刀架(1)的左右对称面M内,即车刀(2)的刀尖位于YOZ平面内。

## 三向切削力测量装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种车削加工过程中切削力测量装置,更具体地说,它涉及一种三个独立方向的三向切削力测量装置。

### 背景技术

[0002] 在切削加工中,切削力是一个非常重要的参数。切削力信号含有丰富的刀具磨损信息,它反映刀具的磨损情况最为直接,与刀具磨损的相关性好,信号处理的实时性强,因此可利用它作为特征量来实时在线监测刀具的磨损情况。切削力还是设计和合理使用机床、刀具、夹具的重要依据。

[0003] 目前,用于测量车削力最常见的装置是八角环电阻应变片式测力仪,其结构简单、制造容易、成本低廉,可以进行多个方向上分力的测量,所以得到了广泛的应用。八角环电阻应变片式测力仪根据单个八角环受力变形规律制作而成,同时对其进行了简化,做成双层八角环结构,但由于单个八角环和实际测力仪上的耳环的变形规律有一定的差异,所以八角环上的理论贴片位置并不一定就是测力仪耳环上的对应位置,测力仪的测量精度就不高,被测的各个分力之间的相互影响较大。另外电阻应变片的一致性很难保证,应变片的粘贴固定也相当繁琐,成功率和一致性很难保证,同时存在零点漂移问题、蠕变问题、现行修正和标定问题。

### 发明内容

[0004] 本实用新型所要解决的技术问题是克服了现有切削力测量装置在各个方向之间相互干扰和贴片位置不精确的问题,提供了一种三向切削力测量装置。

[0005] 为解决上述技术问题,本实用新型是采用如下技术方案实现的:所述的三向切削力测量装置包括八角环刀架、车刀、Z轴位移传感器、Y轴位移传感器、X轴位移传感器与刀杆。

[0006] 车刀利用螺钉固定在刀杆左端的刀槽内,刀杆右端固定在八角环刀架上的凹槽内,Z轴位移传感器、Y轴位移传感器与X轴位移传感器由上至下地依次固定在八角环刀架上的三个传感器通孔内。

[0007] 技术方案中所述的八角环刀架为一个多棱柱式等横截面的左右对称的空心壳体件,八角环刀架的前半部分为前端,八角环刀架的后半部分为固定端,前端与固定端连成一体,八角环刀架即前端与固定端的左右端设置有对称地圆柱形通孔,两圆柱形通孔由一个长方体形通孔连通,两圆柱形通孔的左右侧壁上设置有和两圆柱形通孔连通的矩形通孔,前端的前端面上设置有安装刀杆的凹槽,固定端的前端面上由上至下地设置有三个安装Z轴位移传感器、Y轴位移传感器与X轴位移传感器的传感器通孔即Z传感器通孔、Y传感器通孔与X传感器通孔。

[0008] 技术方案中所述的矩形凹槽位于八角环刀架的前端的几何中心处。

[0009] 技术方案中所述的Z传感器通孔、Y传感器通孔与X传感器通孔的回转轴相互

平行,并同处于八角环刀架的左右对称面 M 上,Y 传感器通孔的回转轴线处于八角环刀架的中性层即中性面 N 内。

[0010] 技术方案中所述的 Z 轴位移传感器、Y 轴位移传感器与 X 轴位移传感器的回转轴线相互平行,并同处于八角环刀架的左右对称面 M 内,对称面 M 为八角环刀架几何对称面即 YOZ 平面;Y 轴位移传感器的回转轴线位于八角环刀架的中性面 N 内,中性面 N 平行于 XOY 面,且经过八角环刀架的中性层。

[0011] 技术方案中所述的 Z 轴位移传感器位于中性面 N 的上方,X 轴位移传感器位于中性面 N 的下方。

[0012] 技术方案中所述的车刀的刀尖位于八角环刀架的左右对称面 M 内,即车刀的刀尖位于 YOZ 平面内。

[0013] 与现有技术相比本实用新型的有益效果是:

[0014] 1. 本实用新型所述的三向切削力测量装置不同于以往的测量装置,本实用新型是提出了一种利用电容式位移传感器测量切削力的装置,避免了因电阻应变片贴片位置不精确产生的误差及维间干扰,提高了测量精度,实现了维间解耦;

[0015] 2. 本实用新型所述的三向切削力测量装置结构简单,使用方便。

#### 附图说明

[0016] 下面结合附图对本实用新型作进一步的说明:

[0017] 图 1 为车削加工过程中刀尖受力的轴测投影图;

[0018] 图 2 为本实用新型所述的三向切削力测量装置结构组成的轴测投影图;

[0019] 图 3 为本实用新型所述的三向切削力测量装置中所采用的八角环刀架结构的轴测投影图;

[0020] 图 4 为本实用新型所述的三向切削力测量装置中所采用的八角环刀架结构的俯视图;

[0021] 图中:1. 八角环刀架,2. 车刀,3. Z 轴位移传感器,4. Y 轴位移传感器,5. X 轴位移传感器,6. 前端,7. 刀杆,8. 固定端。

#### 具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本实用新型作详细的描述:

[0023] 本实用新型针对目前切削力测量装置在各个方向之间相互干扰和贴片位置不精确的问题,提出了一种机械结构简单、测量精度高的三向切削力测量装置,利用三个非接触的电容量位移传感器即 Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4 与 X 轴位移传感器 5 测量八角环刀架 1 在 Z、Y、X 三个方向上的变形,进而较精确计算三向切削力的大小。该三向切削力测量装置结构简单,调试方便,同时该三向切削力测量装置采用非接触测量方式,很大程度上降低了三个方向上切削力之间的相互干扰,提高了三向切削力测量装置的各项精度。

[0024] 参阅图 2,本实用新型所述的一种三向切削力测量装置包括有八角环刀架 1、车刀 2、Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4、X 轴位移传感器 5、刀杆 7。

[0025] 所述的八角环刀架 1 为一个多(12)棱柱式等横截面的左右对称的空心壳体件。八角环刀架 1 的前半部分为前端 6,八角环刀架 1 的后半部分为固定端 8,前端 6 与固定端 8

连成一体,八角环刀架 1 的左、右两端即前端 6 与固定端 8 的左、右端设置有左右对称的圆柱形通孔,两圆柱形通孔之间由一个长方体形通孔连通,两圆柱形通孔的左右侧壁(即左端圆柱形通孔的左侧壁与右端圆柱形通孔的右侧壁)上设置有和两圆柱形通孔(即左端圆柱形通孔与右端圆柱形通孔)连通的两矩形通孔(左端矩形通孔与右端矩形通孔),前端 6 的前端面上设置有安装刀杆 7 的矩形凹槽,矩形凹槽的左右对称面与八角环刀架 1 左右对称面共面,车刀 2 的刀尖位于矩形凹槽与八角环刀架 1 的左右对称面内,固定端 8 的前端面上由上至下地设置有三个安装 Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4 与 X 轴位移传感器 5 的传感器通孔即 Z 传感器通孔、Y 传感器通孔与 X 传感器通孔。Z 传感器通孔、Y 传感器通孔与 X 传感器通孔的回转轴相互平行,并同处于八角环刀架 1 的左右对称面 M 内,左右对称面 M 平行于 YOZ 坐标面;Y 传感器通孔的回转轴处于八角环刀架 1 的中性层即中性面 N 内,中性面 N 平行于 XOY 坐标面。

[0026] 所述的刀杆 7 的一端设置有用于安装车刀的刀槽,杆 7 可以为单独的零件,也可以与八角环刀架 1 做成一体。

[0027] 所述的 Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4、X 轴位移传感器 5 均为非接触的电容式传感器,均采用型号为 ZCS1100 的传感器,所述非接触的电容式位移传感器是指传感器与被测量目标为非接触的,在本实用新型中具体指 Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4、X 轴位移传感器 5 与刀架 1 的前端 6 为非接触的,并通过测量前端 6 与后端 8 之间的位移变化来获得测量数据。Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4、X 轴位移传感器 5 分别固定安装于 Z 传感器通孔、Y 传感器通孔与 X 传感器通孔内。X 轴位移传感器 5 用于测量进给力  $F_x$ , Y 轴位移传感器 4 用于测量背向力  $F_y$ , Z 轴位移传感器 3 用于测量主切削力  $F_z$ ,降低了三向力之间的相互干扰,实现维间解耦。

[0028] 车刀 2 利用螺钉固定在刀杆 7 左端的上刀槽内,刀杆 7 右端(尾端)固定在八角环刀架 1 左端的矩形凹槽内,该矩形凹槽位于八角环刀架 1 的前端 6 的几何中心,车刀 2 的刀尖位于八角环刀架 1 的左右对称面 M 内,即车刀 2 的刀尖位于 YOZ 平面内。Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4、X 轴位移传感器 5 由上至下地依次固定安装在八角环刀架 1 的 Z 传感器通孔、Y 传感器通孔与 X 传感器通孔内,Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4 与 X 轴位移传感器 5 的回转轴相互平行,并同处于八角环刀架 1 的左右对称面 M 内,对称面 M 为八角环刀架 1 几何对称面即 YOZ 平面;Y 轴位移传感器 4 的回转轴位于八角环刀架 1 的中性面 N 内,中性面 N 平行于 XOY 面,且经过八角环刀架 1 的中性层;Z 轴位移传感器 3 位于中性面 N 的上方,X 轴位移传感器 5 位于中性面 N 的下方。八角环刀架 1 的中性层,是指车刀 2 刀尖承受 Z 向力时,八角环刀架 1 上层材料受拉伸长,下层材料受压缩短,在伸长层与缩短层之间存在的一个长度保持不变的纤维层。

[0029] 参阅图 1,当进行车削加工时,车刀 2 上所受的力可以分解成三个方向的分力,即主切削力  $F_z$ ,进给力  $F_x$  及背向力  $F_y$ 。

[0030] 参阅图 2 至图 4,在测量进给力  $F_x$  时,主切削力  $F_z$  及背向力  $F_y$  不会对 X 轴位移传感器 5 产生干扰,这是因为 X 轴位移传感器 5 是通过测量八角环刀架 1 的前端 6 与固定端 8 之间在 X 轴方向上的位移变化来测量进给力  $F_x$  的大小的,根据八角环刀架 1 的受力变形规律,进给力  $F_x$  只会使得八角环刀架 1 的前端 6 在 X 轴方向上产生位移变化,且主切削力  $F_z$  使得八角环刀架 1 产生弯曲变形,背向力  $F_y$  使得八角环刀架 1 的前端 6 向八角环刀架 1 的

固定端 8 移动,即主切削力  $F_z$  和背向力  $F_y$  均不会使八角环刀架 1 的前端 6 和固定端 8 在 X 轴方向上发生相对位移变化;在测量背向力  $F_y$  时,进给力  $F_x$  不会对 Y 轴位移传感器 4 产生干扰,Y 轴位移传感器 4 是通过测量八角环刀架 1 的前端 6 与固定端 8 之间沿 Y 轴方向上的位移变化来测量背向力  $F_y$  大小,由于 Y 轴位移传感器 4 轴线在中性面 N 内,主切削力  $F_z$  使得八角环刀架 1 的上层材料受拉伸长,下层材料受压缩短,Y 轴位移传感器 4 轴线位于伸长层与缩短层之间的一个长度保持不变的纤维层上,即主切削力  $F_z$  不会对 Y 轴位移传感器 4 产生干扰;在测量主切削力  $F_z$  时,Z 轴位移传感器 3 是通过测量八角环刀架 1 的前端 6 与固定端 8 之间沿 Y 轴方向上的位移变化来测量主切削力  $F_z$  的,进给力  $F_x$  使得八角环刀架 1 的前端 6 相对于固定端 8 在 X 轴方向上产生位移,因此不会对 Z 轴位移传感器 3 产生干扰,而由于背向力  $F_y$  的作用会使得八角环刀架 1 的前端 6 与固定端 8 之间沿 Y 轴方向上的位移发生变化,即对 Z 轴位移传感器 3 测量的数据产生干扰,设 Z 轴位移传感器 3 所测量到的变形量为  $\Delta = \Delta_z - K \Delta_y$ ,其中  $\Delta_z$ 、 $\Delta_y$  分别为主切削力  $F_z$  及背向力  $F_y$  作用于车刀 2 的刀尖部位使得八角环刀架 1 所产生的变形量, K 为影响因子,所以消除背向力  $F_y$  对主切削力  $F_z$  产生的干扰后,得到主切削力  $F_z$  所引起的变形量  $\Delta_z = \Delta + K \Delta_y$ 。然后,将 Z 轴位移传感器 3、Y 轴位移传感器 4 与 X 轴位移传感器 5 所采集的信号经过 A/D 转换及计算机处理后,得到三向切削力的大小。

[0031] 该测力装置结构简单,调试方便,采用电容式位移传感器,与传统的电阻应变片式结构相比,该装置的非线性度明显降低。同时该测力装置采用非接触的测量方式,很大程度上降低了切削力在三个方向上的分力之间的相互干扰,提高了切削力测量装置的各向精度。

[0032] 三向切削力测量装置的工作原理:

[0033] 八角环刀架 1 的固定端 8 固定于车床的工作台上,在进行车削加工时,车削加工所产生的切削力作用于车刀 2 的刀尖部位,并通过刀杆 7 传到八角环刀架 1 上,从而引起八角环刀架 1 发生变形,此时,X 轴位移传感器 5、Y 轴位移传感器 4 与 Z 轴位移传感器 3 即可分别测量到八角环刀架 1 在 X 轴方向、Y 轴方向变形量、Z 轴方向及弯曲变形量,然后将三个传感器所采集到的信号经过 A/D 转换及计算机处理后,得到  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  的大小,通过力的合成即可得到切削力的大小。

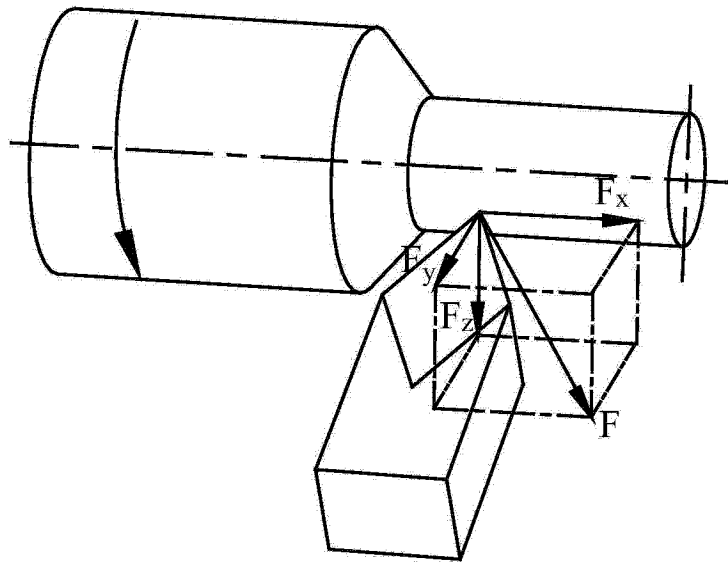


图 1

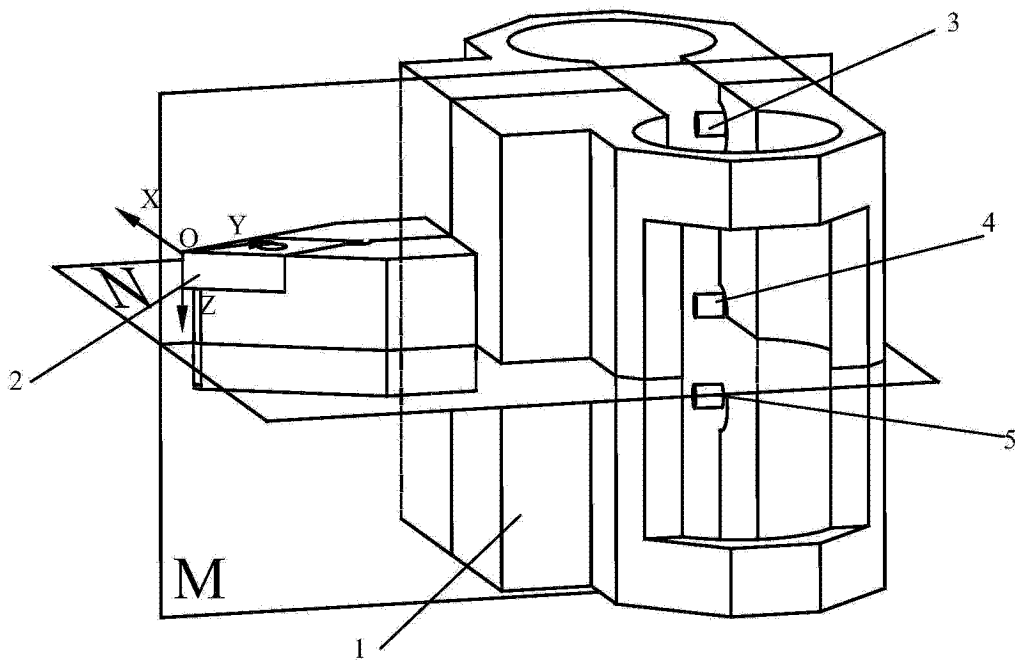


图 2

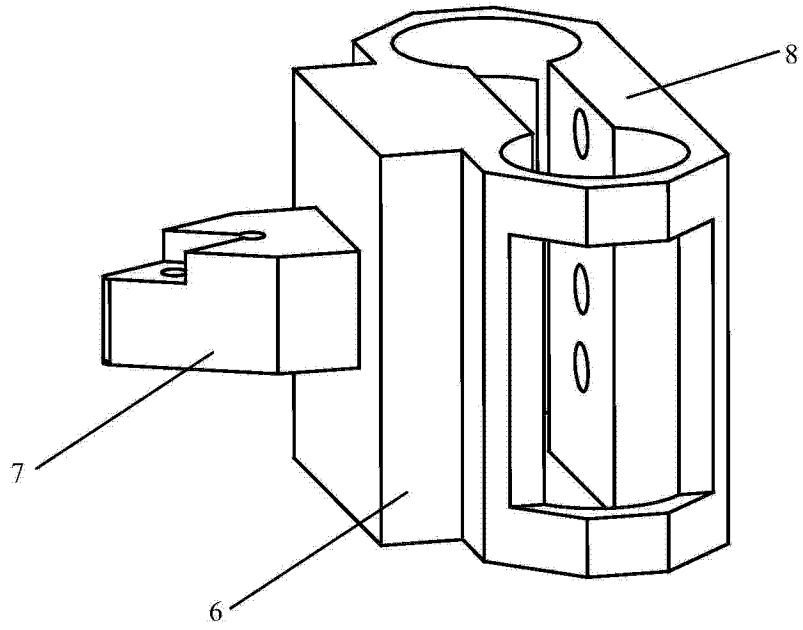


图 3

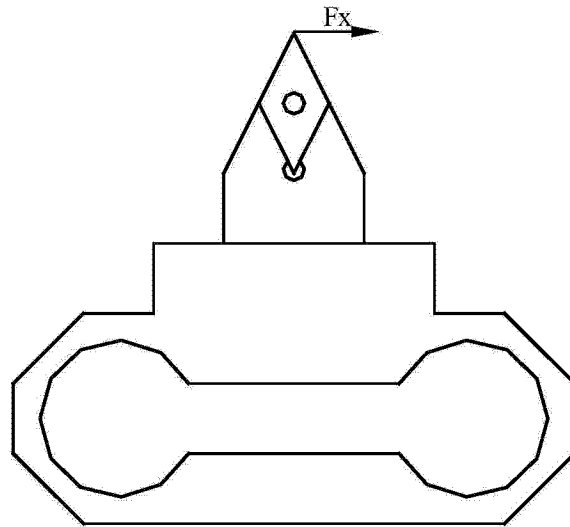


图 4