



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104162807 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201410406257. 7

(22) 申请日 2014. 08. 18

(71) 申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)西  
源大道 2006 号

(72) 发明人 王伟 郑从志 陈学尚 边志远

(74) 专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所  
(普通合伙) 51227

代理人 周永宏

(51) Int. Cl.

B23Q 17/00(2006. 01)

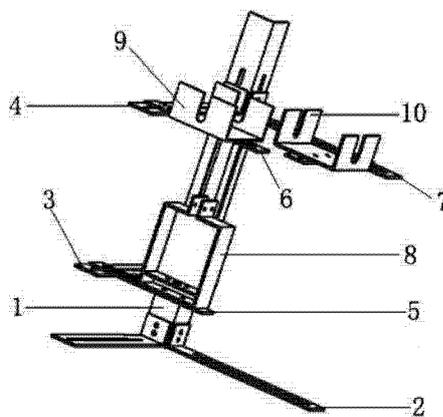
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

## (54) 发明名称

一种机床 RTCP 三维同步检测装置及检测方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种机床 RTCP 三维同步检测装置及检测方法,装置包括支撑架、X 方向测量单元、Y 方向测量单元和 Z 方向测量单元,支撑架由 Z 方向长直导轨 (1) 和底座垫片 (2) 组成,Z 方向长直导轨 (1) 和底座垫片 (2) 通过螺母固定连接,Z 方向测量单元由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和立式千分表架组成,X 方向测量单元和 Y 方向测量单元均由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和卧式千分表架组成;测量臂导轨 A 沿 Z 方向长直导轨 (1) 直线滑动,测量臂导轨 A 沿测量臂导轨 B 直线滑动,立式千分表架和卧式千分表架分别沿测量臂导轨 B 直线滑动。本发明的装置结构简单,成本低廉,能够简化检测步骤,提高检测速率,为数控机床提供更好的联动精度支持。



1. 一种机床 RTCP 三维同步检测装置,其特征在于:包括支撑架、X 方向测量单元、Y 方向测量单元和 Z 方向测量单元,支撑架由 Z 方向长直导轨 (1) 和底座垫片 (2) 组成,Z 方向长直导轨 (1) 和底座垫片 (2) 通过螺母固定连接,Z 方向测量单元由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和立式千分表架组成,X 方向测量单元和 Y 方向测量单元均由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和卧式千分表架组成;

测量臂导轨 A 沿 Z 方向长直导轨 (1) 直线滑动,并通过螺母固定在 Z 方向长直导轨 (1) 行程内任意位置,测量臂导轨 B 沿测量臂导轨 A 直线滑动,并通过螺母固定在测量臂导轨 A 行程内任意位置,立式千分表架和卧式千分表架分别沿测量臂导轨 B 直线滑动并通过螺母固定连接在测量臂导轨 B 行程内任意位置。

2. 根据权利要求 1 所述的检测装置,其特征在于:所述的测量臂导轨 A 和测量臂导轨 B 均为三个,测量臂导轨 A 分别安装在 Z 方向长直导轨 (1) 上,第一测量臂导轨 B (5) 通过螺母固定在第一测量臂导轨 A (3) 上,第一测量臂导轨 B (5) 上通过螺母固定连接立式千分表架 (8),第二测量臂导轨 B (6) 通过螺母固定在第二测量臂导轨 A (4) 上,第三测量臂导轨 B (7) 通过螺母固定在第三测量臂导轨 A 上,第二测量臂导轨 B (6) 和第三测量臂导轨 B (7) 上分别通过螺母固定连接第一卧式千分表架 (9) 和第二卧式千分表架 (10)。

3. 根据权利要求 1 所述的检测装置,其特征在于:所述的底座垫片 (2) 通过夹具固定在机床工作平台上。

4. 根据权利要求 2 所述的检测装置,其特征在于:所述的底座垫片 (2) 为两片,两片底座垫片 (2) 相互垂直。

5. 根据权利要求 4 所述的检测装置,其特征在于:所述的立式千分表架 (8) 内安装有立式千分表。

6. 根据权利要求 1 所述的检测装置,其特征在于:所述的第一卧式千分表架 (9) 和第二卧式千分表架 (10) 内均安装有卧式千分表。

7. 一种机床 RTCP 三维同步检测方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1:精度检测装置预调整:将三个千分表分别固定于三个千分表架中,将三个千分表架分别移动至测量臂导轨 B 的中间位置,调整机床球头位置使球头的球心距离工作台平台  $120\text{mm} \sim 230\text{mm}$ ,以立式千分表为参照,放置检测装置并固定,使得立式千分表对准球心,微调三个千分表的位置,使得千分表紧压球心并且具有一定的读数  $L_0$ ;

S2:精度检测装置对心调整,包括立式千分表的对心调整和卧式千分表的对心调整;

S3:进行联动精度检测:在三个千分表都完成对心调整之后,重新调整千分表与球面之间的贴近程度,使得千分表的初始读数  $L_0$  处于千分表量程的一半处,记录下各千分表此时的读数  $L_1$ ,使机床球头在开启 RTCP 功能下进行运转,观察三个千分表的读数,记录下在机床运转过程中千分表的最大读数  $L_{\max}$  与最小读数  $L_{\min}$ ,则机床在 RTCP 功能下的精度用  $L_{\max} - L_1$  和  $L_1 - L_{\min}$  的两组结果中较大值来表示。

8. 根据权利要求 7 所述的检测方法,其特征在于:所述的步骤 S2 中立式千分表的对心调整包括以下子步骤:

S211:在第一测量臂导轨 B (5) 上沿一端移动立式千分表架 (8),观察立式千分表的读数;

S212:若立式千分表的读数出现峰值  $L_{\max}$ ,且在出现最大值位置的两边时千分表也均

有读数,则锁紧立式千分表架(8)与第一测量臂导轨B(5)之间的螺母;若立式千分表的读数递增或者递减但未出现峰值,则反向移动立式千分表架(8),反复调整直至立式千分表的读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时立式千分表也均有读数,锁紧立式千分表架(8)与第一测量臂导轨B(5)之间的螺母;

S213:在第一测量臂导轨A(3)上沿一端移动第一测量臂导轨B(5),观察立式千分表的读数;

S214:若读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时千分表也均有读数,锁紧第一测量臂导轨B(5)与第一测量臂导轨A(3)之间的螺母;若读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第一测量臂导轨A(3),反复调整直至千分表的读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时千分表也均有读数,锁紧第一测量臂导轨B(5)与第一测量臂导轨A(3)之间的螺母,完成立式千分表的对心调整。

9. 根据权利要求7所述的检测方法,其特征在于:所述的步骤S2中所述的卧式千分表的对心调整包括以下子步骤:

S221:在第二测量臂导轨B(6)上沿一端移动第一卧式千分表架(9),观察该卧式千分表的读数;

S222:若该卧式千分表的读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时卧式千分表也均有读数,则锁紧第一卧式千分表架(9)与第二测量臂导轨B(6)之间的螺母;若该卧式千分表的读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第一卧式千分表架(9),反复调整直至该卧式千分表的读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时卧式表也均有读数,锁紧第一卧式千分表架(9)与第二测量臂导轨B(6)之间的螺母;

S223:在Z方向长直导轨(1)上沿一端移动第二测量臂导轨A(4),观察第一卧式千分表架(9)内千分表的读数;

S224:若该卧式千分表的读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时卧式千分表也均有读数,则锁紧第二测量臂导轨A(4)与Z方向长直导轨(1)之间的螺母;若该卧式千分表的读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第二测量臂导轨A(4),反复调整直至该卧式千分表的读数出现峰值 $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时该卧式千分表均有读数,锁紧第二测量臂导轨A(4)与Z方向长直导轨(1)之间的螺母;

S225:对于第二卧式千分表架(10)内的卧式千分表,重复步骤S221~S224的操作,对该卧式千分表进行对心调整。

## 一种机床 RTCP 三维同步检测装置及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明一种机床三维联动误差测量装置结构的设计,特别涉及一种机床 RTCP 三维同步检测装置。

### 背景技术

[0002] 目前五轴加工数控机床已经在机械加工行业得到了广泛使用,五坐标机床的机床精度在使用中逐渐恶化,如何判断五坐标机床的加工精度是否满足加工要求是国内外一直探讨的热议话题。利用 RTCP(绕刀具中心旋转)功能检测五坐标机床动态精度,可以准确地判断机床五轴联动动态精度的误差,了解机床的精度状态。目前国内现行的 RTCP 动态精度检测用的是千分表在 X、Y、Z 三个坐标方向分别架设千分表进行测量,这种方法成本低廉,但需要多次架设千分表,多次架设不但耗时耗力,无法保证每次安装精度,对工人要求高,而国外的 RTCO 检测仪器价格又太昂贵,不利于推广。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术现有 RTCP 检测方法精度底的缺陷,提供一种结构简单,成本低廉,结合 RTCP 功能准确同步地对机床联动精度进行三维同步检测,能够有效避免由于各种原因引起的检测误差的机床 RTCP 三维同步检测装置。

[0004] 本发明的另一个目的是提供一种机床 RTCP 三维同步检测方法,此方法应用了球心位于球体最大圆截面的圆心位置的基本几何性质来进行三维对心调整,无需多次架设千分表,省时省力,对人工要求低,使用方便,有利于检测装置的推广使用。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种机床 RTCP 三维同步检测装置,包括支撑架、X 方向测量单元、Y 方向测量单元和 Z 方向测量单元,支撑架由 Z 方向长直导轨和底座垫片组成,Z 方向长直导轨和底座垫片通过螺母固定连接,Z 方向测量单元由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和立式千分表架组成,X 方向测量单元和 Y 方向测量单元均由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和卧式千分表架组成;

[0006] 测量臂导轨 A 沿 Z 方向长直导轨直线滑动,并通过螺母固定在 Z 方向长直导轨行程内任意位置,测量臂导轨 B 沿测量臂导轨 A 直线滑动,并通过螺母固定在测量臂导轨 A 行程内任意位置,立式千分表架和卧式千分表架分别沿测量臂导轨 B 直线滑动并通过螺母固定连接在测量臂导轨 B 行程内任意位置。

[0007] 具体地,所述的测量臂导轨 A 和测量导轨 B 均为三个,测量导轨 A 分别安装在 Z 方向长直导轨上,第一测量导轨 B 通过螺母固定在第一测量臂导轨 A 上,第一测量导轨 B 上通过螺母固定连接立式千分表架,第二测量导轨 B 通过螺母固定在第二测量臂导轨 A 上,第三测量导轨 B 通过螺母滴定在第三测量导轨 A 上,第二测量导轨 B 和第三测量导轨 B 上分别通过螺母固定连接第一卧式千分表架和第二卧式千分表架。

[0008] 进一步地,所述的底座垫片通过夹具固定在机床工作平台上,底座垫片为两片,两片底座垫片相互垂直。

[0009] 进一步地,所述的立式千分表架内安装有立式千分表,第一卧式千分表架和第二卧式千分表架内均安装有卧式千分表。

[0010] 本发明还提供一种机床 RTCP 三维同步检测方法,包括以下步骤:

[0011] S1:精度检测装置预调整:将三个千分表分别固定于三个千分表架中,将三个千分表架分别移动至测量臂导轨 B 的中间位置,调整机床球头位置使球头的球心距离工作台平台 120mm ~ 230mm,以立式千分表为参照,放置检测装置并固定,使得立式千分表对准球心,微调三个千分表的位置,使得千分表紧压球心并且具有一定的读数 L0;

[0012] S2:精度检测装置对心调整,包括立式千分表的对心调整和卧式千分表的对心调整;

[0013] S3:进行联动精度检测:在三个千分表都完成对心调整之后,重新调整千分表与球面之间的贴近程度,使得千分表的初始读数 L0 处于千分表量程的一半处,记录下各千分表此时的读数 L1,使机床球头在开启 RTCP 功能下进行运转,观察三个千分表的读数,记录下在机床运转过程中千分表的最大读数 Lmax 与最小读数 Lmin,则机床在 RTCP 功能下的精度用 Lmax - L1 和 L1-Lmin 的两组结果中较大值来表示。

[0014] 进一步地,所述的步骤 S2 中立式千分表的对心调整包括以下子步骤:

[0015] S211:在第一测量臂导轨 B 上沿一端移动立式千分表架,观察立式千分表的读数;

[0016] S212:若立式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现最大值位置的两边时千分表也均有读数,则锁紧立式千分表架与第一测量臂导轨 B 之间的螺母;若立式千分表的读数递增或者递减但未出现峰值,则反向移动立式千分表架,反复调整直至立式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时立式千分表也均有读数,锁紧立式千分表架与第一测量臂导轨 B 之间的螺母;

[0017] S213:在第一测量臂导轨 A 上沿一端移动第一测量臂导轨 B,观察立式千分表的读数;

[0018] S214:若读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时千分表也均有读数,锁紧第一测量臂导轨 B 与第一测量臂导轨 A 之间的螺母;若读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第一测量臂导轨 A,反复调整直至千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时千分表也均有读数,锁紧第一测量臂导轨 B 与第一测量臂导轨 A 之间的螺母,完成立式千分表的对心调整。

[0019] 进一步地,所述的步骤 S2 中所述的卧式千分表的对心调整包括以下子步骤:

[0020] S221:在第二测量臂导轨 B 上沿一端移动第一卧式千分表架,观察该卧式千分表的读数;

[0021] S222:若该卧式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时卧式千分表也均有读数,则锁紧第一卧式千分表架与第二测量臂导轨 B 之间的螺母;若该卧式千分表的读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第一卧式千分表架,反复调整直至该卧式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时卧式表也均有读数,锁紧第一卧式千分表架与第二测量臂导轨 B 之间的螺母;

[0022] S223:在 Z 方向长直导轨上沿一端移动第二测量臂导轨 A,观察第一卧式千分表架内千分表的读数;

[0023] S224:若该卧式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时卧式千

分表也均有读数,则锁紧第二测量臂导轨 A 与 Z 方向长直导轨之间的螺母;若该卧式千分表的读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第二测量臂导轨 A,反复调整直至该卧式千分表的读数出现峰值  $L_{max}$ ,且在出现峰值位置的两边时该卧式千分表均有读数,锁紧第二测量臂导轨 A 与 Z 方向长直导轨之间的螺母;

[0024] S225:对于第二卧式千分表架内的卧式千分表,重复步骤 S221 ~ S224 的操作,对该卧式千分表进行对心调整。

[0025] 本发明的有益效果是:

[0026] 1、Z 方向测量单元由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和立式千分表架组成,能够实现 Z 方向的误差测量,X 方向测量单元和 Y 方向测量单元均由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和卧式千分表架组成,能够分别实现 X 和 Y 方向上的误差测量,装置结构简单,成本低廉,结合 RTCP 功能准确同步地对机床联动精度进行三维同步检测,能够有效避免由于各种原因引起的检测误差,缩短检测时间,简化检测步骤,提高检测速率,为数控机床提供更好的联动精度支持;

[0027] 2、本发明的检测装置即检测方法应用了球心位于球体最大圆截面的圆心位置的基本几何性质来进行三维对心调整,无需多次架设千分表,省时省力,而且能够避免出现因为每次安装不同带来的误差,能够有效提高检测的精度,而且对人工要求低,使用方便,有利于检测装置的推广使用。

## 附图说明

[0028] 图 1 为本发明的检测装置结构示意图;

[0029] 图 2 为本发明的测量臂导轨 A 结构示意图;

[0030] 图 3 为本发明的测量臂导轨 B 结构示意图;

[0031] 图 4 为本发明的立式千分表架结构示意图;

[0032] 图 5 为本发明的卧式千分表架结构示意图;

[0033] 附图标记说明:1-Z 方向长直导轨,2-底座垫片,3-第一测量臂导轨 A,4-第二测量臂导轨 A,5-第一测量导轨 B,6-第二测量导轨 B,7-第三测量导轨 B,8-立式千分表架,9-第一卧式千分表架,10-第二卧式千分表架。

## 具体实施方式

[0034] 下面结合附图进一步说明本发明的技术方案,但本发明所保护的内容不局限于以下所述。

[0035] 如图 1 所示,一种机床 RTCP 三维同步检测装置,包括支撑架、X 方向测量单元、Y 方向测量单元和 Z 方向测量单元,支撑架由 Z 方向长直导轨 1 和底座垫片 2 组成,Z 方向长直导轨 1 和底座垫片 2 通过螺母固定连接,Z 方向测量单元由测量臂导轨 A 结构如图 2 所示、测量臂导轨 B 结构如图 3 所示和立式千分表架结构如图 4 所示组成,共有 X、Y、Z 三个方向自由度,能够实现 Z 方向上的误差测量,X 方向测量单元和 Y 方向测量单元均由测量臂导轨 A、测量臂导轨 B 和卧式千分表架结构如图 5 所示组成,亦各具有 X、Y、Z 三个方向自由度,能够实现 X 和 Y 方向上的误差测量;

[0036] 测量臂导轨 A 沿 Z 方向长直导轨 1 直线滑动,并通过螺母固定在 Z 方向长直导轨 1

行程内任意位置,测量臂导轨 B 沿测量臂导轨 A 直线滑动,并通过螺母固定在测量臂导轨 A 行程内任意位置,立式千分表架和卧式千分表架分别沿测量臂导轨 B 直线滑动并通过螺母固定连接在测量臂导轨 B 行程内任意位置。

[0037] 具体地,所述的测量臂导轨 A 和测量导轨 B 均为三个,测量导轨 A 分别安装在 Z 方向长直导轨 1 上,第一测量导轨 B5 通过螺母固定在第一测量臂导轨 A3 上,第一测量导轨 B5 上通过螺母固定连接立式千分表架 8,第二测量导轨 B6 通过螺母固定在第二测量臂导轨 A4 上,第三测量导轨 B7 通过螺母固定在第三测量导轨 A(图中未标示出)上,第二测量导轨 B6 和第三测量导轨 B7 上分别通过螺母固定连接第一卧式千分表架 9 和第二卧式千分表架 10。

[0038] 本实施例所述的底座垫片 2 通过夹具固定在机床工作平台上,底座垫片 2 为两片,两片底座垫片 2 相互垂直。

[0039] 进一步地,所述的立式千分表架 8 内安装有立式千分表,第一卧式千分表架 9 和第二卧式千分表架 10 内均安装有卧式千分表。

[0040] 本发明还提供一种机床 RTCP 三维同步检测方法,包括以下步骤:

[0041] S1:精度检测装置预调整:将三个千分表分别固定于三个千分表架中,将三个千分表架分别移动至测量臂导轨 B 的中间位置,调整机床球头位置使球头的球心距离工作台平台 120mm ~ 230mm,以立式千分表为参照,放置检测装置并固定,使得立式千分表对准球心,微调三个千分表的位置,使得千分表紧压球心并且具有一定的读数 L0;

[0042] S2:精度检测装置对心调整,包括立式千分表的对心调整和卧式千分表的对心调整;

[0043] S3:进行联动精度检测:在三个千分表都完成对心调整之后,重新调整千分表与球面之间的贴近程度,使得千分表的初始读数 L0 处于千分表量程的一半处,记录下各千分表此时的读数 L1,使机床球头在开启 RTCP 功能下进行运转,观察三个千分表的读数,记录下在机床运转过程中千分表的最大读数 Lmax 与最小读数 Lmin,则机床在 RTCP 功能下的精度用 Lmax - L1 和 L1 - Lmin 的两组结果中较大值来表示。

[0044] 本实施例所述的步骤 S2 中立式千分表的对心调整包括以下子步骤:

[0045] S211:在第一测量臂导轨 B5 上沿一端移动立式千分表架 8,观察立式千分表的读数;

[0046] S212:若立式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现最大值位置的两边时千分表也均有读数,则锁紧立式千分表架 8 与第一测量臂导轨 B5 之间的螺母;若立式千分表的读数递增或者递减但未出现峰值,则反向移动立式千分表架 8,反复调整直至立式千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时立式千分表也均有读数,锁紧立式千分表架 8 与第一测量臂导轨 B5 之间的螺母;

[0047] S213:在第一测量臂导轨 A3 上沿一端移动第一测量臂导轨 B5,观察立式千分表的读数;

[0048] S214:若读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时千分表也均有读数,锁紧第一测量臂导轨 B5 与第一测量臂导轨 A3 之间的螺母;若读数递增或者递减但没有出现峰值,则反向移动第一测量臂导轨 A3,反复调整直至千分表的读数出现峰值 Lmax,且在出现峰值位置的两边时千分表也均有读数,锁紧第一测量臂导轨 B5 与第一测量臂导轨 A3 之间的螺母,完成立式千分表的对心调整。

[0049] 本实施例所述的步骤 S2 中所述的卧式千分表的对心调整包括以下子步骤：

[0050] S221：在第二测量臂导轨 B6 上沿一端移动第一卧式千分表架 9，观察该卧式千分表的读数；

[0051] S222：若该卧式千分表的读数出现峰值  $L_{max}$ ，且在出现峰值位置的两边时卧式千分表也均有读数，则锁紧第一卧式千分表架 9 与第二测量臂导轨 B6 之间的螺母；若该卧式千分表的读数递增或者递减但没有出现峰值，则反向移动第一卧式千分表架 9，反复调整直至该卧式千分表的读数出现峰值  $L_{max}$ ，且在出现峰值位置的两边时卧式表也均有读数，锁紧第一卧式千分表架 9 与第二测量臂导轨 B6 之间的螺母；

[0052] S223：在 Z 方向长直导轨 1 上沿一端移动第二测量臂导轨 A4，观察第一卧式千分表架 9 内千分表的读数；

[0053] S224：若该卧式千分表的读数出现峰值  $L_{max}$ ，且在出现峰值位置的两边时卧式千分表也均有读数，则锁紧第二测量臂导轨 A4 与 Z 方向长直导轨 1 之间的螺母；若该卧式千分表的读数递增或者递减但没有出现峰值，则反向移动第二测量臂导轨 A4，反复调整直至该卧式千分表的读数出现峰值  $L_{max}$ ，且在出现峰值位置的两边时该卧式千分表均有读数，锁紧第二测量臂导轨 A4 与 Z 方向长直导轨 1 之间的螺母；

[0054] S225：对于第二卧式千分表架 10 内的卧式千分表，重复步骤 S221 ~ S224 的操作，对该卧式千分表进行对心调整。

[0055] 本领域的普通技术人员将会意识到，这里所述的实施例是为了帮助读者理解本发明的原理，应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合，这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

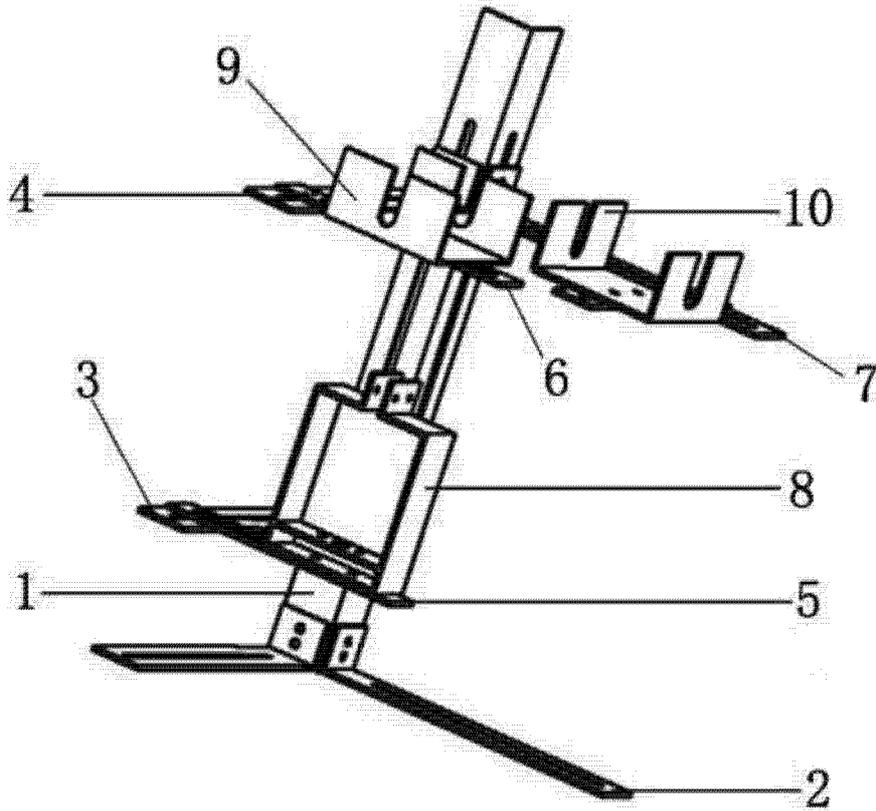


图 1

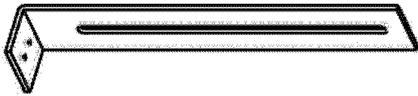


图 2

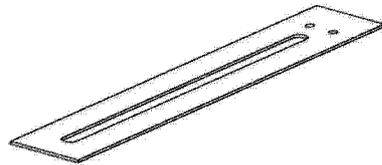


图 3

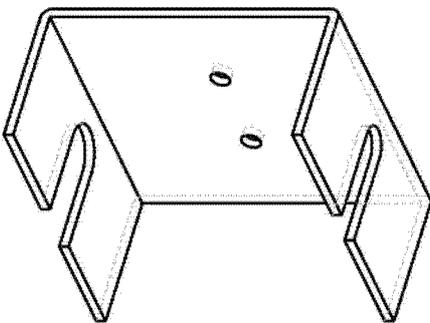


图 4

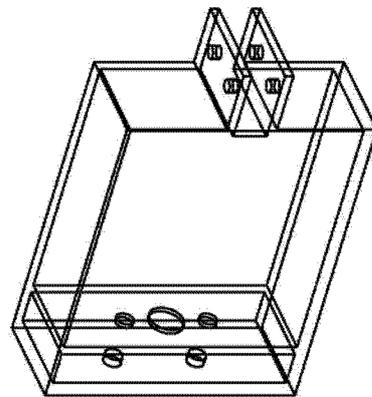


图 5