



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103115770 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201310024818. 2

CN 102175450 A, 2011. 09. 07,

(22) 申请日 2013. 01. 23

CN 102445340 A, 2012. 05. 09,

CN 102620929 A, 2012. 08. 01,

(73) 专利权人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市孝陵卫 200 号

审查员 王杨

(72) 发明人 欧屹 冯虎田 朱宇霖 陶卫军

蔡理 沈嘉禾 韩军 王禹林

殷爱华

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

代理人 马鲁晋

(51) Int. Cl.

G01M 13/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203037460 U, 2013. 07. 03,

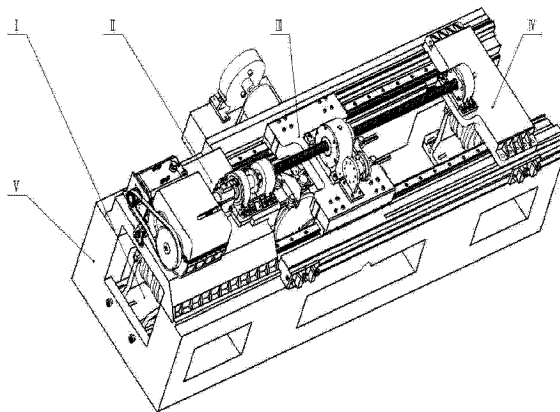
权利要求书2页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置

(57) 摘要

本发明公开了一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置。头架托板上安装电机和变速箱,变速箱的输出轴与动态扭矩传感器连接,此传感器通过联轴器与被测滚珠丝杠相连,在此联轴器上设置圆磁栅,圆磁栅与被测丝杠连接,被测丝杠头尾部通过头、尾架支撑固定;电涡流制动器连接变速箱,再与加载部件连接,加载部件构包括两个双联滑轮组、两个双联卷筒和三个齿轮构成,卷筒上的钢丝绳通过螺母托板对被测丝杠的螺母传递阻尼,托板上固连丝杠的配套螺母,托板的两端下侧设置4个滑块,使其可在固定在床身上的导轨上滑移,尾架托板安装在床身尾部的平—V导轨上。工作时,由电涡流制动器提供负载,通过调节通过电涡流制动器的电流值可实现对滚珠丝杠副工况的模拟。



1. 一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置,其特征在于,包括加载部件(I)、头架拖动部件(II)、工作台面部件(III)、尾架支撑部件(IV)和床身(V),其中头架拖动部件(II)和尾架支撑部件(IV)均位于床身(V)上,工作台面部件(III)位于头架拖动部件(II)和尾架支撑部件(IV)之间,加载部件(I)位于床身(V)中部的凹槽内;

所述头架拖动部件(II)包括头架托板(1)、从动带轮(2)、同步带(3)、张紧轮(4)、主动带轮(5)、电动机(6)、变速箱(7)、动态扭矩传感器(8)、圆磁栅(9)、第一头架支撑单元(10)、第二头架支撑单元(12),头架托板(1)上设置电动机(6)和变速箱(7),电动机(6)的输出轴上设置主动带轮(5),变速箱(7)的输入轴上设置从动带轮(2),主动带轮(5)和从动带轮(2)上套有同步带(3),该同步带通过位于头架托板(1)上的张紧轮(4)张紧,变速箱(7)的输出轴通过第一联轴器与动态扭矩传感器(8)相连,动态扭矩传感器(8)的另一端通过第二联轴器(11)与被测丝杠的一端连接,第一头架支撑单元(10)和第二头架支撑单元(12)均位于头架托板(1)上,其中第一头架支撑单元(10)对第二联轴器(11)支撑固定,第二头架支撑单元(12)对被测丝杠支撑定位,圆磁栅(9)包括读数头和磁栅鼓,其中读数头位于第一头架支撑单元(10)上,磁栅鼓位于从第一头架支撑单元(10)外侧伸出的第二联轴器(11)的外部。

2. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠副精度保持性试验装置,其特征在于,工作台面部件(III)包括工作台(15)、工作台承力底板(53)、静态扭矩传感器支架(16)、静态扭矩传感器(17)、螺母支撑单元(18)、扭矩联动件(19)、工作台防撞垫片(22)、滑块(23),

工作台(15)整体呈工字型,该工作台上设置静态扭矩传感器支架(16),静态扭矩传感器支架(16)上设置静态扭矩传感器(17),螺母支撑单元(18)也位于工作台(15)上,螺母支撑单元(18)套在被测滚珠丝杠上,该螺母支撑单元通过扭矩联动件(19)将力矩传递到静态扭矩传感器(17)上,工作台防撞垫片(22)设置在工字型工作台(15)的突起部分,滑块(23)设置在工作台(15)底面,工作台承力底板(53)设置在工作台(15)的底部中心。

3. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠副精度保持性试验装置,其特征在于,加载部件(I)包括电涡流制动器(38)、摆线针轮减速器(39)、外花键轴(51)、传动齿轮(48)、卷筒(47)、卷筒座(49)、内花键轴(46)、定滑轮(41)、定滑轮座(40)、定滑轮座调节螺母(52)、铰链单元块(21)、钢丝绳(42)、拉力传感器(44)、拉力传感器连接块(43)、传感器连接螺母(45);

电涡流制动器(38)设置在工作台一侧外部,通过第三联轴器与摆线针轮减速器(39)相连,摆线针轮减速器(39)通过第四联轴器与外花键轴(51)相连,外花键轴(51)与内花键轴(46)相啮合,内花键轴(46)上套有传动齿轮(48),传动齿轮(48)包括主动齿轮(48-1)、第一从动齿轮(48-2)和第二从动齿轮(48-3),主动齿轮(48-1)设置在内花键轴(46)上,两个从动齿轮分别设置在两个对称布置的卷筒轴上,两个卷筒轴的两端分别通过轴承架在卷筒座(49)上;

每个卷筒轴上均设置一个卷筒(47),每个卷筒(47)上均缠绕钢丝绳(42),钢丝绳(42)伸出的绳头绕过与其对应的定滑轮固连在铰链单元块(21)上,钢丝绳上的加载力由铰链单元块(21)调节平衡后传递到与其相连的拉力传感器(44)上,拉力传感器(44)通过大六角螺钉(45)固定在工作台承力底板(53)上。

4. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠副精度保持性试验装置,其特征在于,床身(V)包

括限位开关 (32)、限位开关 T 型槽 (33)、导轨 (34)、楔形块 (35)、光栅尺 (36)、平 -V 导轨 (37) 和梯形槽 (20),

导轨 (34) 平行设置在床身 (V) 上, 导轨的一侧通过楔形块 (35) 固定, 光栅尺 (36) 设置在床身凹槽的内壁上, 光栅尺 (36) 的读数头固定在工作台 (15) 上, 工作的时候, 随工作台 (15) 往复运动, 床身 (V) 上表面开有平 -V 导轨 (37)、限位开关 T 型槽 (33)、梯形槽 (20), 限位开关 (32) 安装在限位开关 T 型槽 (33) 上。

5. 根据权利要求 1 所述的滚珠丝杠副精度保持性试验装置, 其特征在于, 尾架支撑部件 (IV) 包括尾架 (28), 尾架托板 (27), 尾架 (28) 设置在尾架托板 (27) 的一端, 尾架托板 (27) 的下表面设置有与床身平 -V 导轨相配合的结合面和与 T 型槽相配合的结合面。

## 一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械装置精度保持性测试技术领域,特别是一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置。

### 背景技术

[0002] 滚珠丝杠具有运动精度高,摩擦力小,无侧隙、刚性高、将回转运动与直线运动相互转化的可逆性高,效率高等优点,是机床常用的运动部件,被广泛应用于各种工业设备和精密仪器。滚珠丝杠的精度保持性对机床加工精度、精度保持性都有着直接影响。机床使用一定时间后,滚道及钢珠会磨损,预紧力释放,并伴随滚动体疲劳点蚀,产生间隙误差,导致轴向跳动超差,影响了机床的加工精度。因而希望改善滚珠丝杠的结构、材料、表面处理工艺、润滑方式等参数,降低滚道及钢珠的磨损,尽量延长丝杠使用时间,提高机床精度保持性;同时开发一种快速评价滚珠丝杠精度保持性的试验手段,为产品选择提供依据。

[0003] 目前,国内滚珠丝杠的试验装置多针对丝杠副的综合性能,滚珠丝杠精度保持性试验装置的研发领域几乎是空白,而某些厂家自行开发的精度保持性试验机也缺乏模拟各种实际工况的能力。

### 发明内容

[0004] 本发明所解决的技术问题在于提供一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置与试验方法。

[0005] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置,包括加载部件、头架拖动部件、工作台面部件、尾架支撑部件和床身,其中头架拖动部件和尾架支撑部件均位于床身上,工作台面部件位于头架拖动部件和尾架支撑部件之间,加载部件位于床身中部的凹槽内;

[0006] 所述头架拖动部件包括头架托板、从动带轮、同步带、张紧轮、主动带轮、电动机、变速箱、动态扭矩传感器、圆磁栅、第一头架支撑单元、第二头架支撑单元,头架托板上设置电动机和变速箱,电动机的输出轴上设置主动带轮,变速箱的输入轴上设置从动带轮,主动带轮和从动带轮上套有同步带,该同步带通过位于头架托板上的张紧轮张紧,变速箱的输出轴通过第一联轴器与动态扭矩传感器相连,动态扭矩传感器的另一端通过第二联轴器与被测丝杠的一端连接,第一头架支撑单元和第二头架支撑单元均位于头架托板上,其中第一头架支撑单元对第二联轴器支撑固定,第二头架支撑单元对被测丝杠支撑定位,圆磁栅包括读数头和磁栅鼓,其中读数头位于第一头架支撑单元上,磁栅鼓位于从第一头架支撑单元外侧伸出的第二联轴器的外部。

[0007] 本发明与现有技术相比,其显著优点为:1)本发明利用三档齿轮变速箱调节丝杠转速,增加了可测量程;2)本发明利用内外锥套及轴承套件夹持丝杠两端,以适应不同规格的丝杠,且更换方便,保证丝杠安装的兼容性与稳定性;3)本发明的加载力通过钢缆传动实现,可实现加载力的连续性变化,成本低廉;4)本发明的加载系统采用电涡流制动器、卷

筒、滑轮三位一体的加载系统,可实现阻尼的连续变化,有效得模拟了实际工况;5)本发明的尾架与床身之间的平—V 导轨设计,可适应不同长度被测丝杠的支撑要求;6)本发明的扭矩传感器及联轴器段的拉力传感器可实现实时监测被测丝杠上加载力的大小,为模拟实际工况提供依据。

[0008] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

### 附图说明

[0009] 图 1 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置的工作原理示意图,其中图 A 为主视图,图 B 为俯视图。

[0010] 图 2 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置的总体结构示意图。

[0011] 图 3 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置头架拖动部件的示意图。

[0012] 图 4 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置工作台部件的上面示意图。

[0013] 图 5 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置工作台部件的底面示意图。

[0014] 图 6 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置加载系统的示意图。

[0015] 图 7 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置尾架部件的示意图。

[0016] 图 8 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置床身部件的示意图。

[0017] 图 9 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置单批次样件精度保持性验证工序流程图。

[0018] 图 10 是本发明滚珠丝杠副精度保持性试验装置单批样件精度保持性测定工序流程图。

### 具体实施方式

[0019] 结合图 1、图 2,本发明的一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置,包括加载部件 I、头架拖动部件 II、工作台面部件 III、尾架支撑部件 IV 和床身 V,其中头架拖动部件 II 和尾架支撑部件 IV 均位于床身 V 上,工作台面部件 III 位于头架拖动部件 II 和尾架支撑部件 IV 之间,加载部件 I 位于床身 V 中部的凹槽内;

[0020] 结合图 3,所述头架拖动部件 II 包括头架托板 1、从动带轮 2、同步带 3、张紧轮 4、主动带轮 5、电动机 6、变速箱 7、动态扭矩传感器 8、圆磁栅 9、第一头架支撑单元 10、第二头架支撑单元 12,头架托板 1 上设置电动机 6 和变速箱 7,电动机 6 的输出轴上设置主动带轮 5,变速箱 7 的输入轴上设置从动带轮 2,主动带轮 5 和从动带轮 2 上套有同步带 3,该同步带通过位于头架托板 1 上的张紧轮 4 张紧,变速箱 7 的输出轴通过第一联轴器与动态扭矩传感器 8 相连,动态扭矩传感器 8 的另一端通过第二联轴器 11 与被测丝杠的一端连接,第一头架支撑单元 10 和第二头架支撑单元 12 均位于头架托板 1 上,其中第一头架支撑单元 10 对第二联轴器 11 支撑固定,第二头架支撑单元 12 对被测丝杠支撑定位,圆磁栅 9 包括读数头和磁栅鼓,其中读数头位于第一头架支撑单元 10 上,磁栅鼓位于从第一头架支撑单元 10 外侧伸出的第二联轴器 11 的外部。

[0021] 结合图 4 和图 5,工作台面部件 III 包括工作台 15、承力钢板 53、静态扭矩传感器支架 16、静态扭矩传感器 17、螺母支撑单元 18、扭矩联动件 19、工作台防撞垫片 22、滑块 23,

[0022] 工作台 15 整体呈工字型,该工作台上设置静态扭矩传感器支架 16,静态扭矩传感

器支架 16 上设置静态扭矩传感器 17, 螺母支撑单元 18 也位于工作台 15 上, 螺母支撑单元 18 套在被测滚珠丝杠上, 该螺母支撑单元通过扭矩联动件 19 将力矩传递到静态扭矩传感器 17 上, 工作台防撞垫片 22 设置在工字型工作台 15 的突起部分, 滑块 23 设置在工作台 15 底面, 承力钢板 53 设置在工作台 15 的底部中心。光栅尺读数头通过接合装置设置在工作台上。

[0023] 结合图 6 和图 5, 加载部件 I 包括电涡流制动器 38、摆线针轮减速器 39、外花键轴 51、传动齿轮 48、卷筒 47、卷筒座 49、内花键轴 46、定滑轮 41、定滑轮座 40、定滑轮座调节螺母 52、铰链单元块 21、钢丝绳 42、拉力传感器 44、拉力传感器连接块 43、传感器连接螺母 45;

[0024] 电涡流制动器 38 设置在工作台一侧外部, 通过第三联轴器与摆线针轮减速器 39 相连, 摆线针轮减速器 39 通过第四联轴器与外花键轴 51 相连, 外花键轴 51 与内花键轴 46 相啮合, 内花键轴 46 上套有传动齿轮 48, 传动齿轮 48 包括主动齿轮 48-1、第一从动齿轮 48-2 和第二从动齿轮 48-3, 主动齿轮 48-1 设置在内花键轴 46 上, 两个从动齿轮分别设置在两个对称布置的卷筒轴上, 两个卷筒轴的两端分别通过轴承架在卷筒座 49 上; 工作时, 由电涡流制动器 38 提供负载, 通过调节通过电涡流制动器 38 的电流值可实现对滚珠丝杠副工况的模拟;

[0025] 每个卷筒轴上均设置一个卷筒 47, 每个卷筒 47 上均缠绕钢丝绳 42, 钢丝绳 42 伸出的绳头绕与其对应的定滑轮固连在铰链单元块 21 上, 钢丝绳上的加载力由铰链单元块 21 调节平衡后传递到与其相连的拉力传感器 44 上, 拉力传感器 44 通过大六角螺钉 45 固定在工作台承力底板 53 上。

[0026] 床身 V 包括限位开关 32、限位开关 T 型槽 33、导轨 34、楔形块 35、光栅尺 36、平-V 导轨 37 和梯形槽 20,

[0027] 导轨 34 平行设置在床身 V 上, 导轨的一侧通过楔形块 35 固定, 光栅尺 36 设置在床身凹槽的内壁上, 光栅尺 36 的读数头固定在工作台 15 上, 工作的时候, 随工作台 15 往复运动, 床身 V 上表面开有平-V 导轨 37、限位开关 T 型槽 33、梯形槽 20, 限位开关 32 安装在限位开关 T 型槽 33 上。

[0028] 结合图 7 和图 8, 尾架支撑部件 IV 包括尾架 28, 尾架托板 27, 尾架 28 设置在尾架托板 27 的一端, 尾架托板 27 的下表面设置有与床身平-V 导轨相配合的结合面和与 T 型槽相配合的结合面。

[0029] 试验时, 工作台在头尾架之间来回运动, 光栅尺的扫描单元随工作台一起运动, 当工作台从床身一侧运动向另一侧时, 起始侧的卷筒滑轮系统张紧, 提供与运动方向相反的阻尼, 同时工作台下方受力的一侧的拉力传感器工作。长光栅的读数头在随工作台移动时实时监测螺母移动位置, 圆磁栅测量丝杠旋转角度, 结合两者测量结果, 得出行程误差值, 在试验中实时监测行程误差的变化。

[0030] 总体而言, 本发明的滚珠丝杠副精度保持性试验台, 包括床身部件, 头架拖动部件, 工作台面部件, 加载部件, 以及尾架部件。电动机, 3 档变速箱, 头架支撑; 工作台面部件主要包括静态扭矩传感器, 螺母支撑单元; 加载部件主要包括电涡流制动器, 减速器, 定滑轮, 卷筒; 尾架部件主要包括尾架, 尾架托板。头架托板上安装电动机和齿轮变速箱, 电动机和变速箱通过皮带传动, 变速箱的输出轴通过联轴器与动态扭矩传感器连接, 扭矩传感

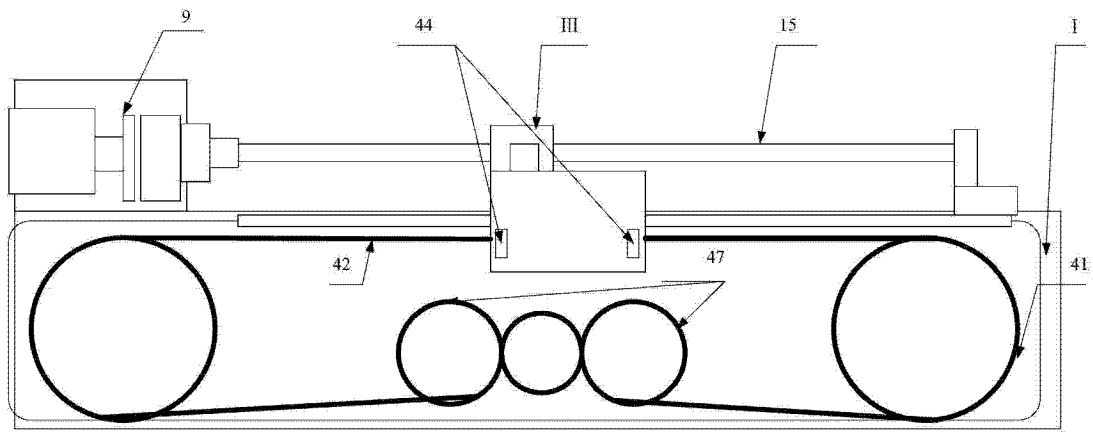
器通过两个对接的联轴器与被测滚珠丝杠相连,两个对接的联轴器中靠近扭矩传感器的上边安装圆磁栅,两个对接的联轴器通过丝杠支架固定,丝杠的前端通过丝杠支架内的两个锥套固定;电涡流制动器伸出轴通过联轴器连接变速箱,再与阻力加载结构的伸出轴连接,阻力加载机构主要由两个对称排布的双联滑轮组、两个双联卷筒和三个传力齿轮构成,卷筒上的钢丝绳通过螺母托板对被测丝杠的螺母传递阻尼,托板上固连丝杠的配套螺母和静态扭矩传感器托架,托板的两端下侧固连滑块,与固定在底座凹槽上端的两段导轨形成导轨副,尾架托板安装在床身尾部的平—V 导轨上,根据被测丝杠的长短在导轨上前后调整位置,并通过 5 组螺钉螺母最终固定。工作时,由电涡流制动器提供负载,通过调节通过电涡流制动器的电流值可实现对滚珠丝杠副工况的模拟。

[0031] 结合图 9 和图 10,一种滚珠丝杠副精度保持性试验装置与试验方法主要包括准备工序,对系统加载,系统测控,信息记录。

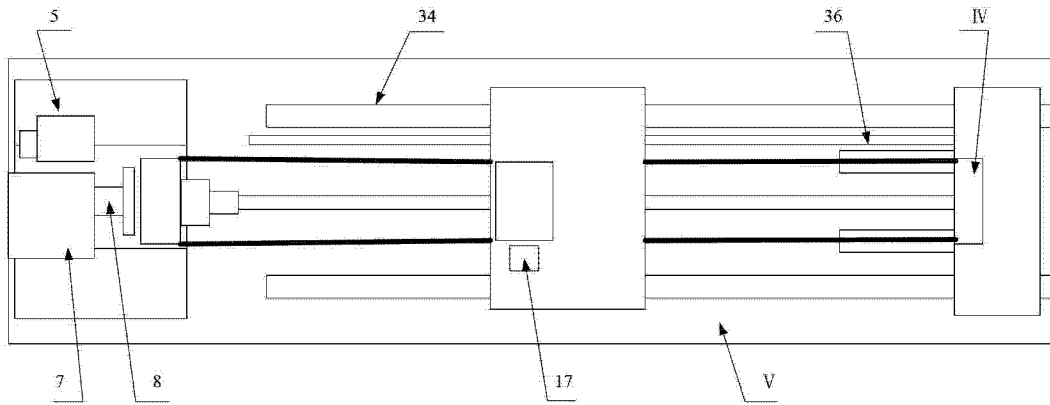
[0032] 准备工序主要包括 1 确定测试工件,并参照试验规范选择测试总样本量;根据丝杠支撑单元及螺母轴径,选择合适的安装工装;根据丝杠安装规范,在试验台工作台上安装被测滚珠丝杠副,并根据安装型式调节尾架支撑;如果采用两端固定型式,需要将尾架锁死在床身上;如果需要预拉伸,根据预拉伸规范,使用测力扳手进行预拉伸;根据加载力大小,参照使用手册选取正确的拖动减速速箱档位及加载增速箱档位;依次开启试验台电源、冷却系统、数控系统、测试系统;关闭防护挡板;系统加载即对被测丝杠加载至额定动载荷或规定载荷,视所测的目的而定。试验台加载由测控系统自动控制,需事先在测控系统界面设定加载力要求。

[0033] 精度保持性验证工序:精度保持性试验,样本量尽量大于 10 件,在 20% 额定动载荷加载条件下连续转动标称的精度保持性时间,其中只有 10% 以内产品行程误差劣化在 30% 以内,则该产品标定精度保持性时间可信。每批次样件精度保持性验证工序如图 9。

[0034] 精度保持性测定工序:精度保持性测定为批量试验,样本量尽量大于 10 件,在标称精度保持性不可信,或不明确实际精度保持性指标下,通过本工序完成精度保持性测定试验,结合精度保持性试验规范得到产品的实际精度保持性指标。每批样件疲劳精度保持性测定工序如图 10 所示。



A



B

图 1



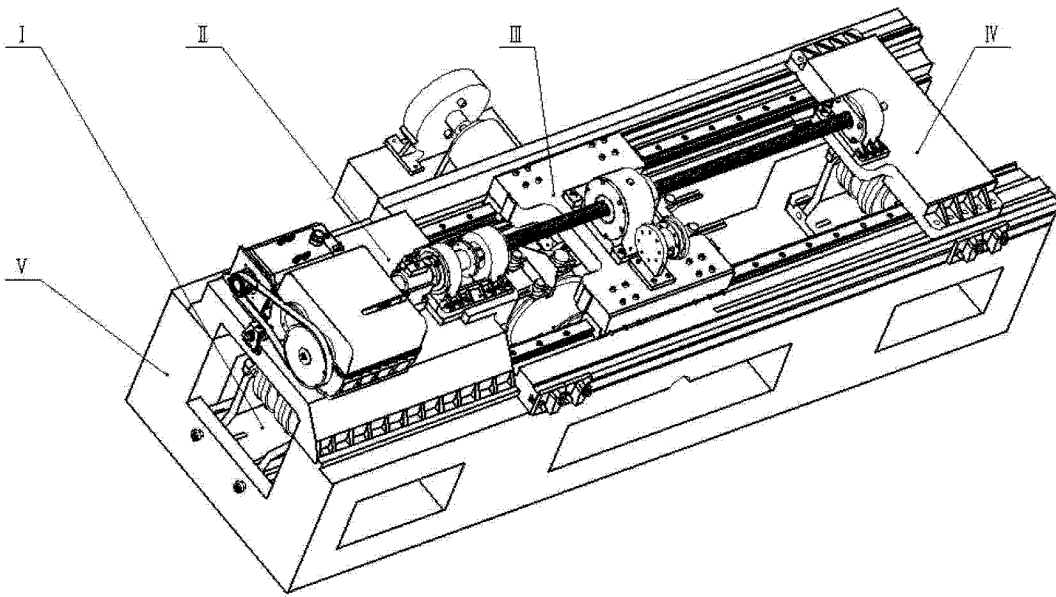


图 2

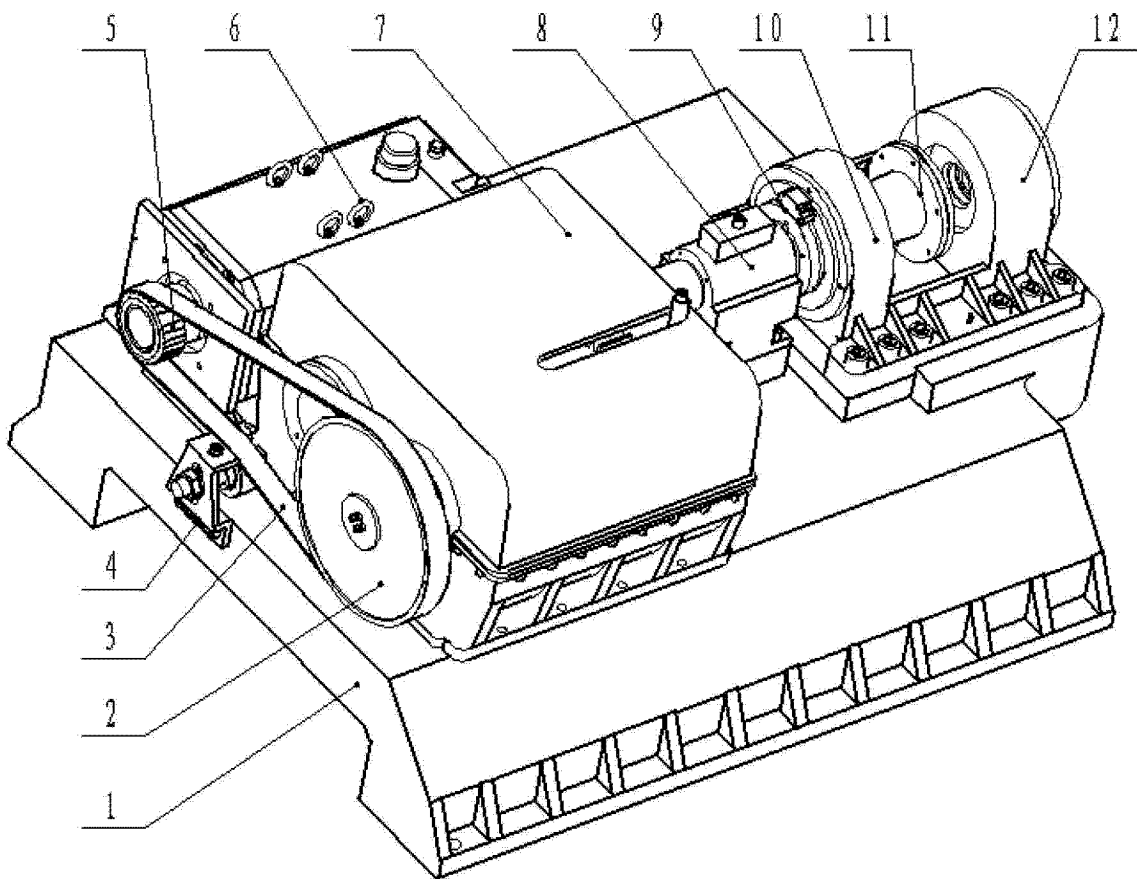


图 3

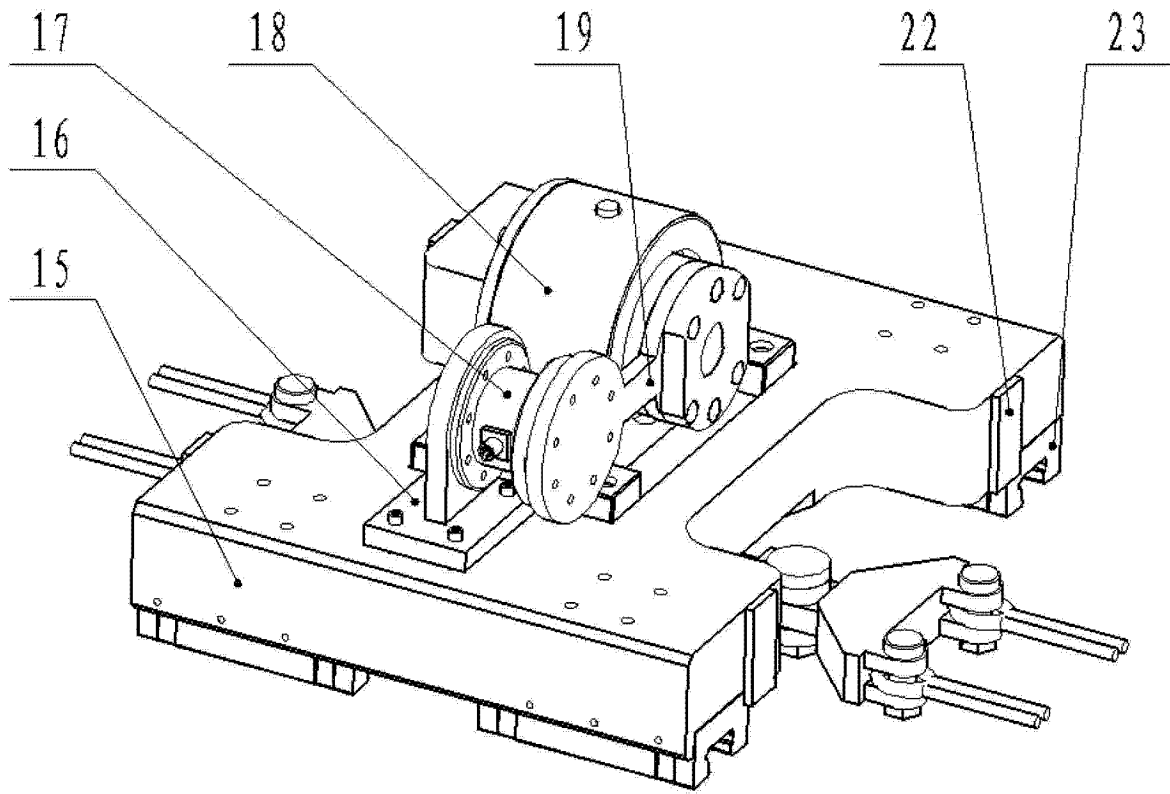


图 4

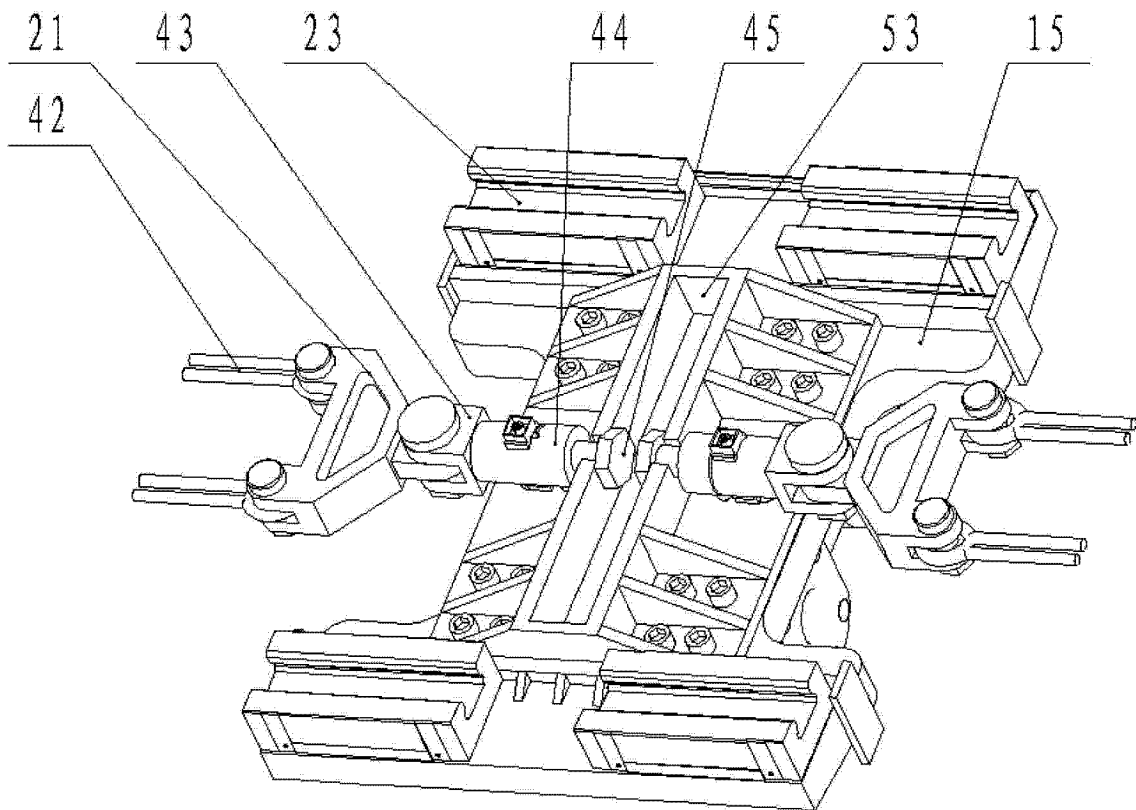


图 5

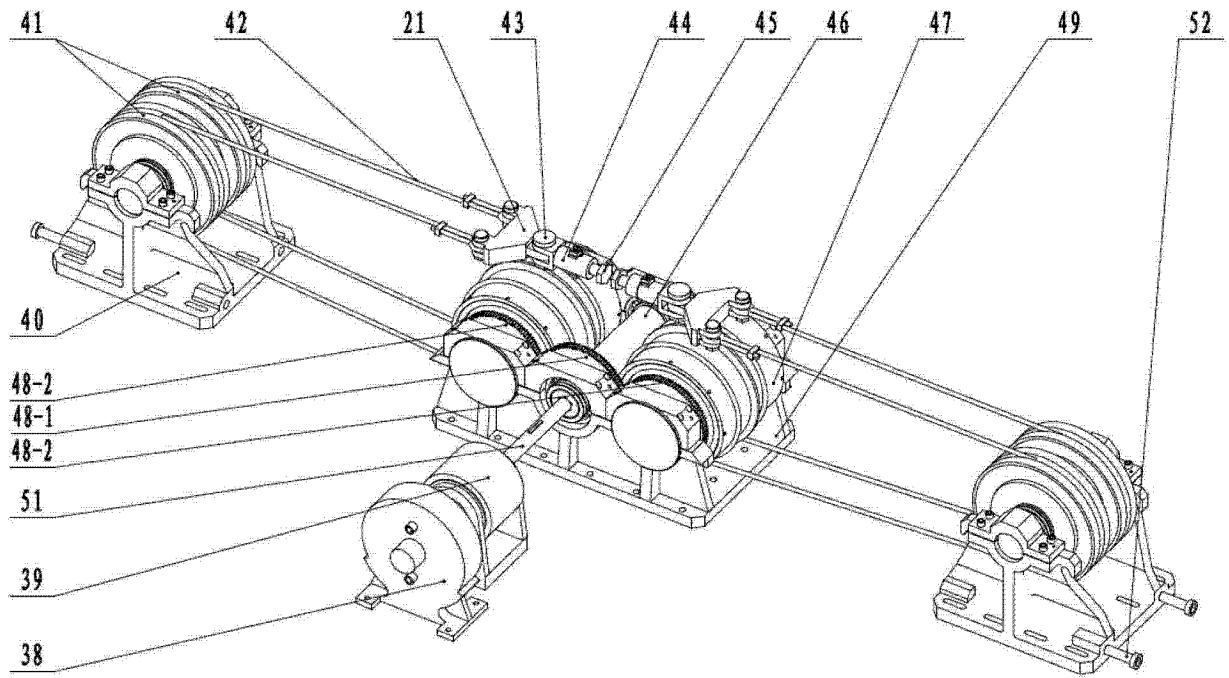


图 6

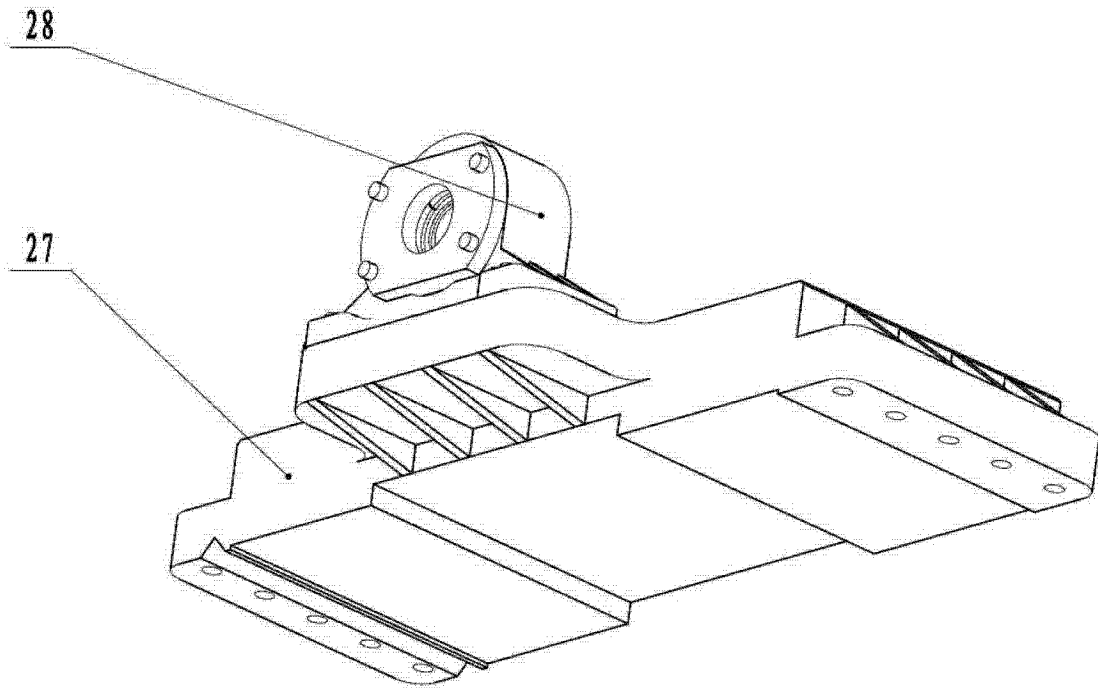


图 7

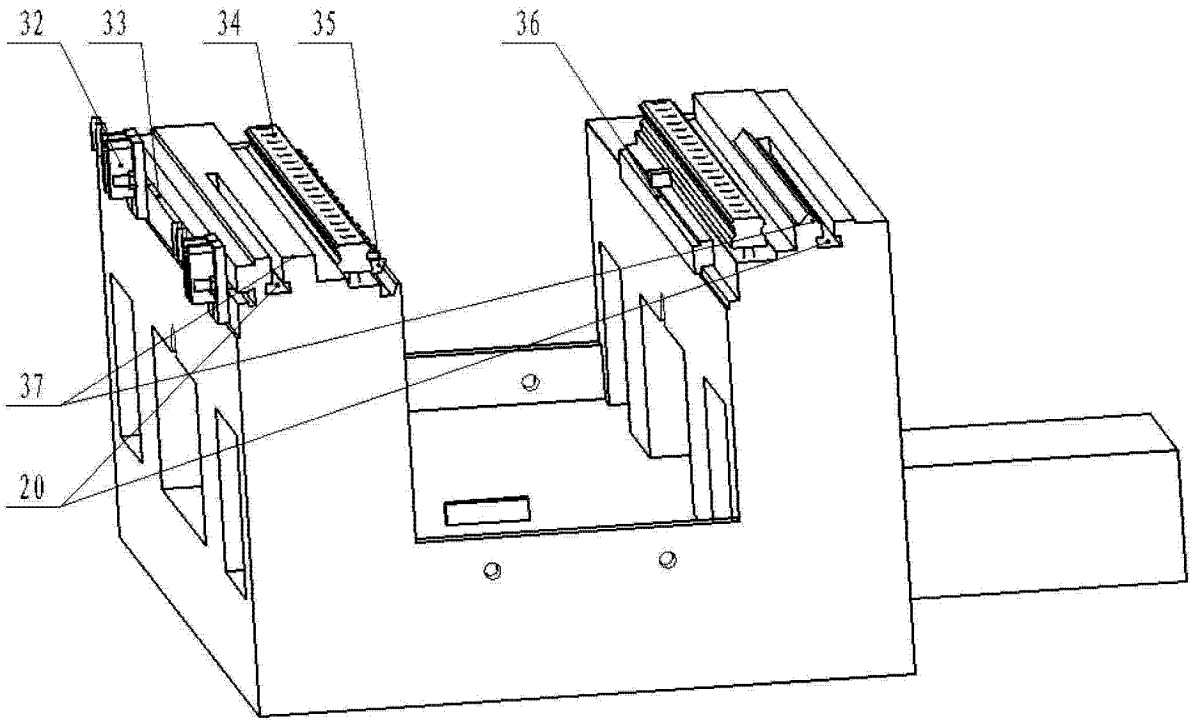


图 8

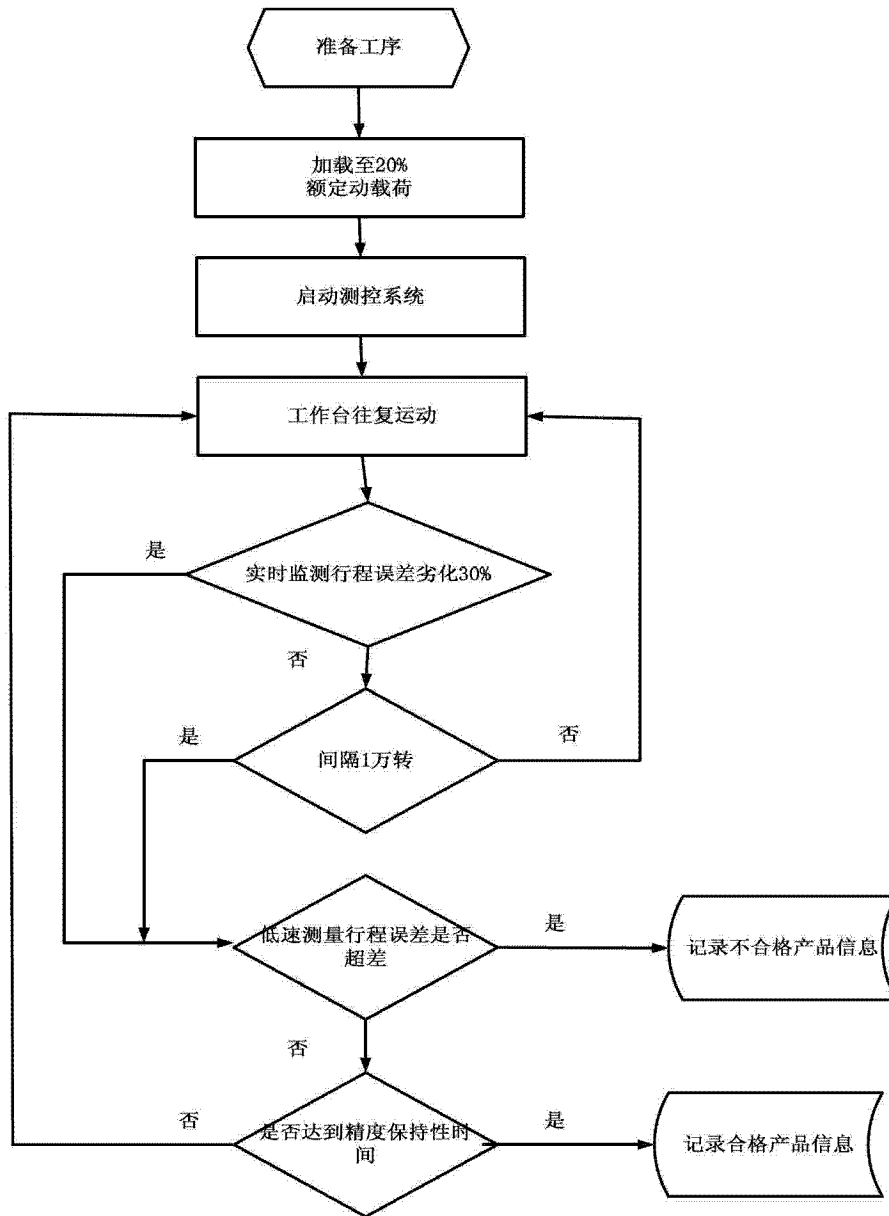


图 9

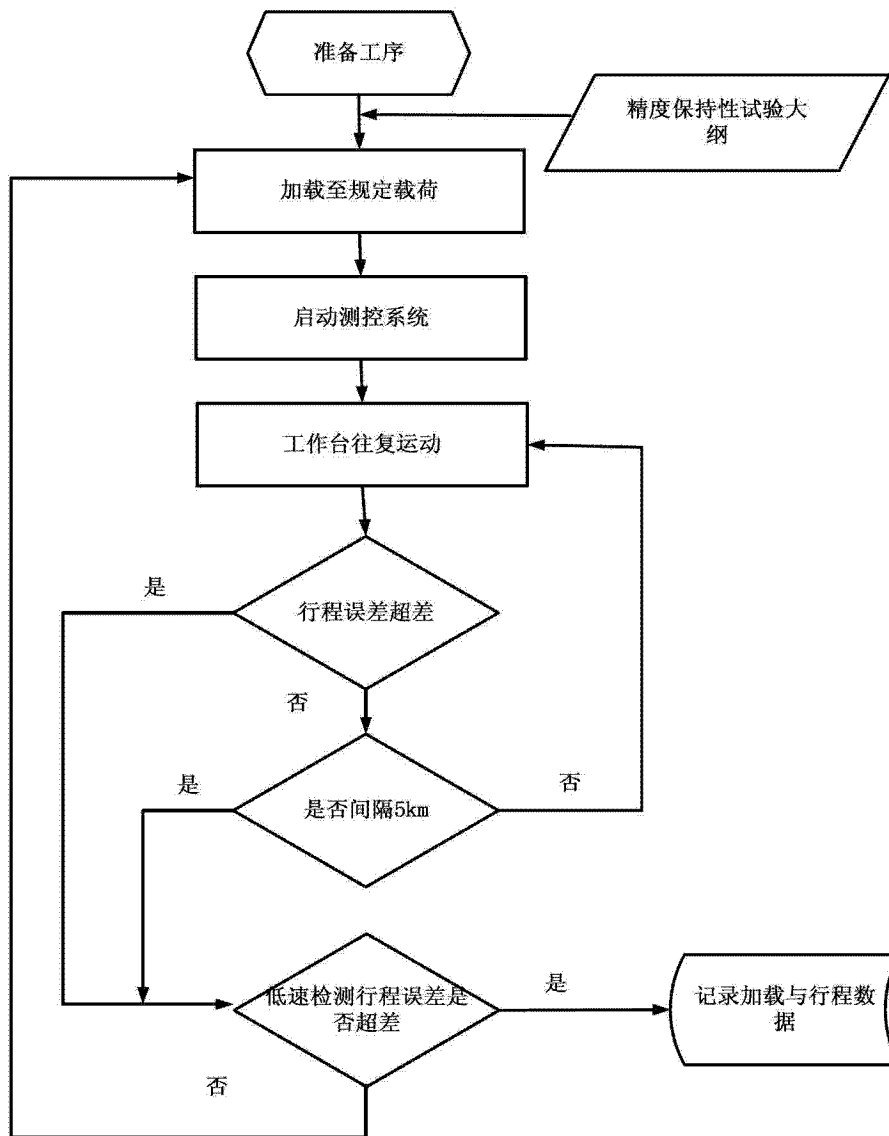


图 10