



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102230839 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201110087341. 3

(22) 申请日 2011. 04. 08

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华大学汽车工程  
系

(72) 发明人 范子杰 邓承浩 桂良进 彭钱磊

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限  
公司 11245

代理人 徐宁 关畅

(51) Int. Cl.

G01M 5/00 (2006. 01)

审查员 张筠

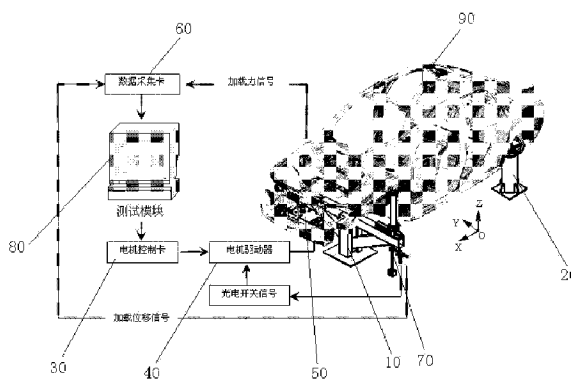
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统

(57) 摘要

本发明涉及一种电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统,其特征在于:它包括机械约束装置、电控加载装置、传感测量装置和工控机;机械约束装置包括前约束装置和后约束装置;电控加载装置包括设置在工控机上的电机控制卡;电机控制卡的输出端电连接电机驱动器,电机驱动器的输出端电连接机械起升装置中的电机,机械起升装置设置在前约束装置下方,且其上设置有力传感器,力传感器的输出端电连接设置在工控机上的数据采集卡;传感测量装置包括设置在前约束装置下方的安装支架,安装支架上设置有光电开关和位移传感器;光电开关的输出端电连接电机驱动器;位移传感器的输出端电连接数据采集卡;工控机内预置有用于对电机控制卡和数据采集卡进行控制的测试模块。



1. 一种电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统, 其特征在于: 它包括机械约束装置、电控加载装置、传感测量装置和工控机;

所述机械约束装置包括对试验对象进行约束的前约束装置和后约束装置; 所述前约束装置包括安装支架和主钢架; 所述安装支架包括一个底座, 所述底座上平行焊接两根立柱; 所述主钢架呈“T”型, 包括水平梁和垂向梁, 所述垂向梁设置在两根所述立柱之间, 且通过一连接轴与两根所述立柱转动连接; 所述主钢架的水平梁顶面两端分别焊接有一段导轨, 每一段所述导轨顶部均配合一导槽, 各所述导槽分别通过第一关节轴承连接一约束立杆, 各所述约束立杆的另一端均通过第二关节轴承连接用于约束试验对象的约束盖板;

所述电控加载装置包括电机控制卡, 所述电机控制卡设置在所述工控机上; 所述电机控制卡的输出端电连接电机驱动器, 所述电机驱动器的输出端电连接机械起升装置中的步进电机, 所述机械起升装置设置在所述前约束装置的所述主钢架水平梁一端的下方; 所述机械起升装置包括一箱体, 所述箱体内设置有螺旋升降机; 所述螺旋升降机的输入端连接设置在所述箱体上的第一手轮和步进电机; 所述螺旋升降机的输出轴穿过所述箱体顶面; 所述螺旋升降机的输出轴顶端通过第一铰接件连接一力传感器的一端, 所述力传感器的另一端通过第二铰接件连接顶块; 所述力传感器的输出端电连接数据采集卡, 所述数据采集卡设置在所述工控机上;

所述传感测量装置包括一安装支架, 所述安装支架设置在所述前约束装置的所述主钢架水平梁另一端的下方; 所述安装支架包括磁座, 所述磁座上设置有一竖向支撑杆, 所述竖向支撑杆的一端穿设并通过螺钉紧固在第一固定关节上; 所述第一固定关节上还穿设并通过螺钉紧固有一横向支撑杆; 所述横向支撑杆的另一端穿设并通过螺钉紧固在第二固定关节上, 所述第二固定关节上设置有光电开关和位移传感器; 所述光电开关的输出端电连接所述电机驱动器; 所述位移传感器的输出端电连接所述数据采集卡;

所述工控机内预置有用于对所述电机控制卡和数据采集卡进行控制的测试模块。

2. 如权利要求 1 所述的电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统, 其特征在于: 所述后约束装置包括一安装板, 所述安装板上焊接有一圆筒形的后约束底座; 所述后约束底座内通过轴承转动设置有丝母底座, 所述丝母底座上方、所述后约束底座的顶端设置一具有通孔的盖板, 所述丝母底座内螺纹连接一丝母, 所述丝母上端穿过所述盖板上的通孔且固定连接第二手轮; 所述丝母内螺纹连接一丝杠, 所述丝杠下端插入所述后约束底座内, 上端通过第三关节轴承连接用于约束试验对象的后约束盖板。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统, 其特征在于: 所述工控机内预置的所述测试模块包括参数设置模块、数据采集模块、数据处理模块和报表生成模块; 通过所述参数设置模块设置参数后, 所述数据采集模块采集数据, 并将采集到的数据输送给所述数据处理模块, 所述数据处理模块将处理后的数据输送给所述报表生成模块, 所述报表生成模块自动生成试验报表, 显示试验结果。

## 电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽车整车测试系统,特别是关于一种电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统。

### 背景技术

[0002] 汽车白车身结构静刚度是衡量整车力学性能的重要参数之一。如果车身刚度设计不合理,将会影响汽车在行驶过程中的动态响应和 NVH(Noise、Vibration、Harshness,即噪声、振动和声振粗糙度)性能,对汽车的操纵性、稳定性和安全性产生影响。因此,在汽车研发期,需要对白车身结构静刚度进行测试。结构静刚度包括扭转静刚度和弯曲静刚度。

[0003] 过去 10 年,国内部分高校和企业进行过白车身或者汽车底盘扭转静刚度试验装置的研究和开发。清华大学的范子杰、陈宗渝等开发了一套白车身结构扭转静刚度试验平台(公开号 CN 1405542A,公开日期 2003 年 3 月 26 日),该装置成本低,通用性强,操作简便,可以满足测试精度和可靠性要求,但采用手动加载,试验劳动强度大;上海比亚迪公司的黄彦、夏承钢等设计并开发了汽车底盘扭转刚度测试装置(公开号 CN 1769858A,公开日期 2006 年 5 月 10 号),该装置在测试时,保留悬架部分,但通用性不高,通过千斤顶实现加载,试验劳动强度大;奇瑞汽车公司的陈文敏、郭喜晨和张厚平等公开了一种乘用车白车身结构静刚度测试系统及其试验方法(公开号 CN 101281085A,公开日期 2008 年 10 月 8 号),该系统引入了伺服机构进行加载,试验劳动强度降低,但机械装置复杂,存在过约束。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种通用性强,机械装置简单,试验劳动强度低,自动化程度高、测试准确,电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种电动 / 手动一体加载的轿车白车身扭转静刚度测试系统,其特征在于:它包括机械约束装置、电控加载装置、传感测量装置和工控机;所述机械约束装置包括对试验对象进行约束的前约束装置和后约束装置;所述电控加载装置包括电机控制卡,所述电机控制卡设置在所述工控机上;所述电机控制卡的输出端电连接电机驱动器,所述电机驱动器的输出端电连接机械起升装置中的电机,所述机械起升装置设置在前约束装置下方,且其上设置有力传感器,所述力传感器的输出端电连接数据采集卡,所述数据采集卡设置在所述工控机上;所述传感测量装置包括设置在所述前约束装置下方的安装支架,所述安装支架上设置有光电开关和位移传感器;所述光电开关的输出端电连接所述电机驱动器;所述位移传感器的输出端电连接所述数据采集卡;所述工控机内预置有用于对所述电机控制卡和数据采集卡进行控制的测试模块。

[0006] 所述机械约束装置中,所述前约束装置包括安装支架和主钢架;所述安装支架包括一个底座,所述底座上平行焊接两根立柱;所述主钢架呈“T”型,包括水平梁和垂向梁,所述垂向梁设置在两根所述立柱之间,且通过一连接轴与两根所述立柱转动连接;所述主钢架的水平梁顶面两端分别焊接有一段导轨,每一段所述导轨顶部均配合一导槽,各所述

导槽分别通过关节轴承连接一约束立杆,各所述约束立杆的另一端均通过关节轴承连接用于约束试验对象的约束盖板。

[0007] 所述机械约束装置中,所述后约束装置包括一安装板,所述安装板上焊接有一圆筒形的后约束底座;所述后约束底座内通过轴承转动设置有丝母底座,所述丝母底座上方、所述后约束底座的顶端设置一具有通孔的盖板,所述丝母底座内螺纹连接一丝母,所述丝母上端穿过所述盖板上的通孔且固定连接一手轮;所述丝母内螺纹连接一丝杠,所述丝杠下端插入所述后约束底座内,上端通过关节轴承连接用于约束试验对象的后约束盖板。

[0008] 所述电控加载装置中,所述机械起升装置设置在所述前约束装置的所述主钢架水平梁的下方;所述机械起升装置包括一箱体,所述箱体内设置有螺旋升降机;所述螺旋升降机的输入端连接设置在所述箱体上的手轮和步进电机;所述螺旋升降机的输出轴穿过所述箱体顶面;所述力传感器的一端通过铰接件连接所述螺旋升降机的输出轴顶端,所述力传感器的另一端通过铰接件连接顶块。

[0009] 所述传感测量装置中,所述安装支架设置在所述前约束装置的所述主钢架水平梁的下方;所述安装支架包括磁座,所述磁座上设置有一竖向支撑杆,所述竖向支撑杆的另一端穿设并通过螺钉紧固在一固定关节上;所述固定关节上还穿设并通过螺钉紧固有一横向支撑杆;所述横向支撑杆的另一端穿设并通过螺钉紧固在另一固定关节上,所述光电开关和位移传感器设置在该所述固定关节上。

[0010] 所述工控机内预置的所述测试模块包括参数设置模块、数据采集模块、数据处理模块和报表生成模块;通过所述参数设置模块设置参数后,所述数据采集模块采集数据,并将采集到的数据输送给所述数据处理模块,所述数据处理模块将处理后的数据输送给所述报表生成模块,所述报表生成模块自动生成试验报表,显示试验结果。

[0011] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明包括机械约束装置、电控加载装置、传感测量装置和工控机,工控机上预置测试模块,测试模块通过运动控制卡向步进电机驱动器发送一定数量的脉冲,从而控制步进电机实现精确正反转,实现了自动加载和数据的自动采集与处理,自动化程度高,降低了试验过程中试验人员的劳动强度,提高了试验效率。2、本发明设置的机械约束装置包括前约束装置和后约束约束,前约束装置和后约束约束之间完全独立,因此,通过调节前、后约束装置间的安装距离,可以满足不同轿车不同轴距的测试要求,通用性强。3、本发明的前约束装置通过导槽和导轨的配合,可以调节两约束立杆之间的距离,因此,能够满足不同前悬距的测试要求。4、本发明的后约束装置中设置有丝杠丝母装置,通过转动手轮,调节丝杠与丝母的配合位置,进而可以调节后约束装置的支撑高度,因此,可以使不同白车身约束到试验平台之后,均能调节到水平状态。5、本发明采用步进电机驱动加载,相比于液压加载,步进电机驱动具有成本低,响应快,控制精确的特点;同时,本发明不仅具有步进电机驱动加载,还保留了手动加载,既具有自动化,又将电动/手动加载集于一体。6、本发明的机械约束装置与白车身的四个支撑处,均采用了关节轴承,限制了部分平动自由度,释放了转动自由度,经过空间自由度计算,保证了白车身与试验台在约束后构成稳定的空间结构,即无过约束,也无欠约束。7、本发明电控加载装置的机械起升装置中设置有力传感器,力传感器两端均设置有铰接件,因此,可以保证力传感器只受轴向压力。8、本发明电控加载装置的机械起升装置中设置有螺旋升降机,螺旋升降机相当于减速箱,既实现了把圆周运动转化成直线运动的功能,又达到了减速增力的

作用。本发明结构设置巧妙,通用性强,测量准确,自动化程度高,可广泛用于轿车白车身扭转静刚度的测试过程中。

### 附图说明

- [0012] 图 1 是本发明总流程示意图
- [0013] 图 2 是本发明机械约束装置示意图
- [0014] 图 3 是本发明前约束装置示意图
- [0015] 图 4 是本发明后约束装置示意图
- [0016] 图 5 是本发明电控加载装置的机械起升装置示意图
- [0017] 图 6 是本发明传感测量装置的传感器和安装支架示意图
- [0018] 图 7 是本发明测试模块结构示意图
- [0019] 图 8 是本发明系统进行测试的流程示意图

### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0021] 如图 1 所示,本发明包括机械约束装置、电控加载装置、传感测量装置和工控机。机械约束装置包括前约束装置 10 和后约束装置 20。电控加载装置包括电机控制卡 30,电机控制卡 30 设置在工控机上,电机控制卡 30 的输出端电连接电机驱动器 40,电机驱动器 40 的输出端电连接机械起升装置 50 中的电机,机械起升装置 50 中还设置有有力传感器。传感测量装置包括数据采集卡 60 和安装支架 70,安装支架 70 上设置有光电开关和位移传感器,光电开关的输出端电连接电机驱动器 40;位移传感器的输出端和机械起升装置 50 中的力传感器的输出端均电连接数据采集卡 60,数据采集卡 60 设置在工控机上。工控机内预置有测试模块 80。

[0022] 机械约束装置用于约束试验对象;工控机内预置的测试模块 80 通过电机控制卡 30 对电机驱动器 40 发送脉冲信号,控制机械起升装置 50 对试验对象加载或者卸载。试验对象受载变形后,力传感器和位移传感器测量的加载力和位移信号通过数据采集卡 60 返回到测试模块 80,完成数据保存与处理。光电开关监测试验对象的受扭情况,当扭转角达到试验对象的最大许可扭转角时,光电开关被触发,信号输入电机驱动器 40,加载命令中止。

[0023] 如图 1、2 所示,试验对象为白车身 90,白车身 90 的前悬架孔通过前约束装置 10 进行约束,白车身 90 的后悬架孔通过两个后约束装置 20 进行约束。前约束装置 10 和后约束装置 20 共同作用,约束白车身 90,并与白车身 90 形成稳定的空间结构。

[0024] 如图 2、图 3 所示,前约束装置 10 包括安装支架 101 和主钢架 102。安装支架 101 可以固定在实验室 T 型槽上。安装支架 101 包括一个底座 103,底座 103 上平行焊接两根立柱 104;主钢架 102 呈“T”型,其水平梁 105 和垂向梁 106 之间对称焊接两根斜撑 107,以增加主钢架 102 的刚性,主钢架 102 的垂向梁 106 设置在安装支架 101 的两根立柱 104 之间,且通过一连接轴 108 与两根立柱 104 转动连接。主钢架 102 水平梁 105 的顶面两端分别焊接有一段导轨 109,每一段导轨 109 顶部均配合一导槽 110,各导槽 110 分别通过关节轴承 111 连接一约束立杆 112,各约束立杆 112 的另一端均通过关节轴承 113 连接约束盖板 114。约束盖板 114 直接与白车身 90 的前悬架孔连接;对于不同的前悬距,可以通过调节导

槽 110 与导轨 109 的配合位置以满足测试需求。

[0025] 如图 2、图 4 所示,后约束装置 20 包括圆筒形的后约束底座 201,后约束底座 201 下端焊接有一安装板 202,后约束底座 201 可以通过安装板 202 固定在实验室 T 型槽上。后约束底座 201 周向和安装板 202 之间间隔焊接有四个加强筋 203,用于保护后约束底座 201 上的焊缝,增大后约束底座 201 的刚性。后约束底座 201 上设置有丝杠丝母机构,丝杠丝母机构包括通过轴承转动设置在后约束底座 201 内的丝母底座,丝母底座上方设置一具有通孔的盖板 204,盖板 204 通过螺钉固定在后约束底座 201 顶端,丝母底座内螺纹连接一丝母 205,丝母 205 上端穿过盖板 204 上的通孔且通过螺钉固定连接一手轮 206。丝母 205 内螺纹连接一丝杠 207,丝杠 207 下端插入后约束底座 201 内,上端通过关节轴承 208 连接后约束盖板 209。转动手轮 206,带动丝母 205 转动,转化为丝杠 207 的垂直升降,从而调节后约束装置 20 的高度。

[0026] 上述实施例中,其中一个后约束装置 20 的丝杠 207 上端设置的关节轴承 208 的轴承销上设置有止动片,可以严格限制该后约束位置 20 沿 Y 轴方向的平动自由度。

[0027] 如图 2、图 5 所示,电控加载装置中的机械起升装置 50 安装在前约束装置 10 主钢架 102 的水平梁 105 的下方。机械起升装置 50 包括一箱体,箱体由上箱体 501 和下箱体 502 组成,下箱体 502 可以固定在实验室 T 型槽上;箱体内设置有螺旋升降机 503;螺旋升降机 503 的输入端连接设置在箱体上的手轮 504 和步进电机 505。螺旋升降机 503 的输出轴穿过上箱体 501 顶面通过铰接件 506 连接一力传感器 507,力传感器 507 的另一端通过铰接件 508 连接顶块 509。试验时,如果选择电动加载,由于步进电机 505 转速低,手轮 504 可以不拆下来,随着转动;如果选择手动加载,则步进电机 505 断电,此时,可以人力转动手轮 504。当手轮 504 或者步进电机 505 转动时,通过螺旋升降机 503 转化成顶块 509 的垂直升降动作,带动主钢架 102 绕连接轴 108 转动,对白车身 90 施加扭矩;力传感器 507 用于测量加载力大小。

[0028] 上述实施例中,螺旋升降机 503 属于现有技术,在此不再详细说明。

[0029] 如图 2、图 6 所示,传感测量装置中的安装支架 70 设置在前约束装置 10 主钢架 102 的水平梁 105 下方。安装支架 70 包括磁座 701,磁座 701 可以吸附在实验室 T 型槽上;磁座 701 上设置有一竖向支撑杆 702,竖向支撑杆 702 的另一端穿设并通过螺钉紧固在一固定关节 703 上;固定关节 703 上还穿设并通过螺钉紧固有一横向支撑杆 704,横向支撑杆 704 的另一端穿设并通过螺钉紧固在另一固定关节 705 上,固定关节 705 上设置有位移传感器 706 和光电开关 707。通过松开拧紧螺钉,可以调节各固定关节与支撑杆之间的连接角度,以测量空间任意点沿任意方向的位移量大小。位移传感器 706 用来测量主钢架 102 上某点的垂向位移,可以通过换算得到主钢架 102 的扭转角。光电开关 707 起限位保护作用,当扭转角过大时,主钢架 102 进入光电开关 707 的感应量程,光电开关 707 输出开关量信号到电机驱动器 40 的脱机端,步进电机 505 停止转动,保护了测试对象。通过传感测量装置测得扭矩和扭转角,从而计算得到扭转刚度系数。

[0030] 如图 7 所示,测试模块 80 负责发送各种操作指令,并接收测试数据,自动完成数据处理,得到扭转静刚度试验结果,打印试验报表。测试模块 80 包括四个模块:参数设置模块 801、数据采集模块 802、数据处理模块 803 和报表生成模块 804。通过参数设置模块 801 设置参数后,数据采集模块 802 采集数据,并将采集到的数据输送给数据处理模块 803,数据

处理模块 803 处理后的数据输送给报表生成模块 804, 报表生成模块 804 自动生成试验报表, 显示试验结果。

[0031] 在参数设置模块 801, 首先需要选择加载模式, 确定是手动加载还是电动加载; 然后设置与扭转刚度系数计算相关的车身参数; 再设置采集相关的参数, 比如采集卡选择、采样频率、传感器通道、传感器灵敏度系数等; 如果是电动加载模式, 则设置电机参数; 最后对各传感器进行归零, 设定参考点, 如果是手动加载模式, 则直接对各传感器进行归零, 设定参考点。

[0032] 在数据采集模块 802, 如果是电动加载模式, 则需要进行安全设置, 该安全设置与光电开关 707 的机械限位相互独立, 属软件端控制, 如果白车身 90 的扭转角超过了设定值, 电机控制卡 30 则停止向电机驱动器 40 发送脉冲, 否则进行数据采集。如果是手动加载模式, 则直接进行数据采集。

[0033] 在数据处理模块 803, 根据数据采集模块 802 采集的数据, 绘制扭转刚度加载卸载 F-L 曲线, 也可以对一些别的采样数据进行绘图, 比如车门窗对角线变形、车身底部测量点垂向变形等; 然后计算得到试验结果, 输送给报表生成模块 804。

[0034] 在报表生成模块 804, 可以自动自成试验报表并完成打印, 结束白车身 90 的扭转静刚度试验。

[0035] 如图 8 所示, 本发明系统的测试方法, 包括以下步骤:

[0036] 1) 将白车身 90 的前悬架孔通过前约束装置 10 进行约束, 将白车身 90 的后悬架孔通过两个后约束装置 20 进行约束。

[0037] 2) 工控机内预置的测试模块 80 通过电机控制卡 30 对电机驱动器 40 发送脉冲信号, 从而控制步进电机 505 精确正反转; 如果脱机信号 = 0, 则步进电机 505 按照测试模块 80 的指令进行转动, 进行步骤 3); 否则, 步进电机 505 停转。

[0038] 3) 步进电机 505 带动螺旋升降机 503 升降, 对白车身 90 施加扭矩。

[0039] 4) 通过机械起升装置 50 上的力传感器 507 检测电控加载装置的加载力; 通过安装支架 70 上的位移传感器 706 检测加载位移; 光电开关 707 实时检测电控加载装置的加载情况, 当白车身 90 的扭转角过大, 主钢架 102 水平梁 105 上的测点进入光电开关行程, 光电开关被触发, 开关量信号返回到电机驱动器 40, 步进电机 505 停止转动, 加载过程被中止。

[0040] 5) 力传感器 507 和位移传感器 706 检测的模拟量信号通过数据采集卡 60 返回到工控机中的测试模块 80; 测试模块 80 将这些模拟量信号转化成数字量信号, 得到需要的测量数据, 计算白车身 90 的扭转静刚度值。

[0041] 上述各实施例仅用于说明本发明, 其中各部件的结构、连接方式等都是可以有所变化的, 凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进, 均不应排除在本发明的保护范围之外。

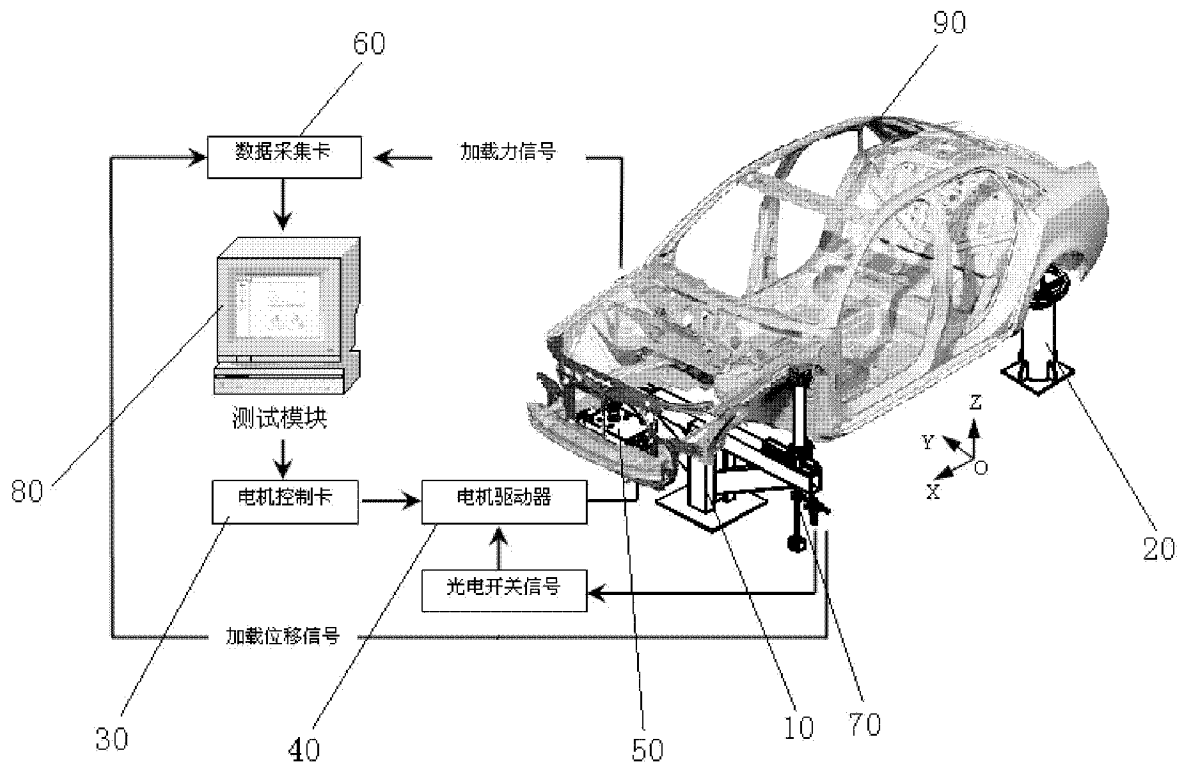


图 1



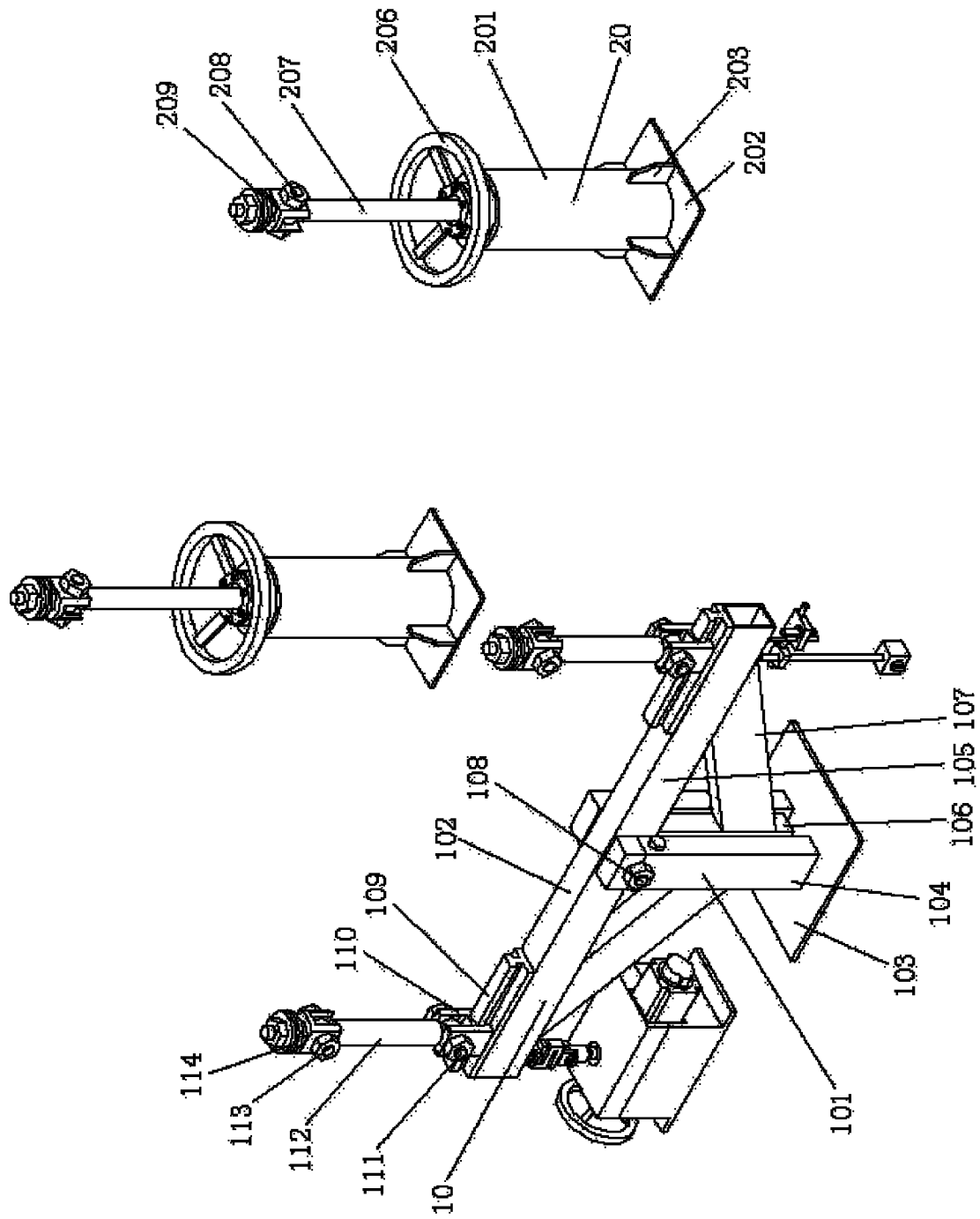


图 2

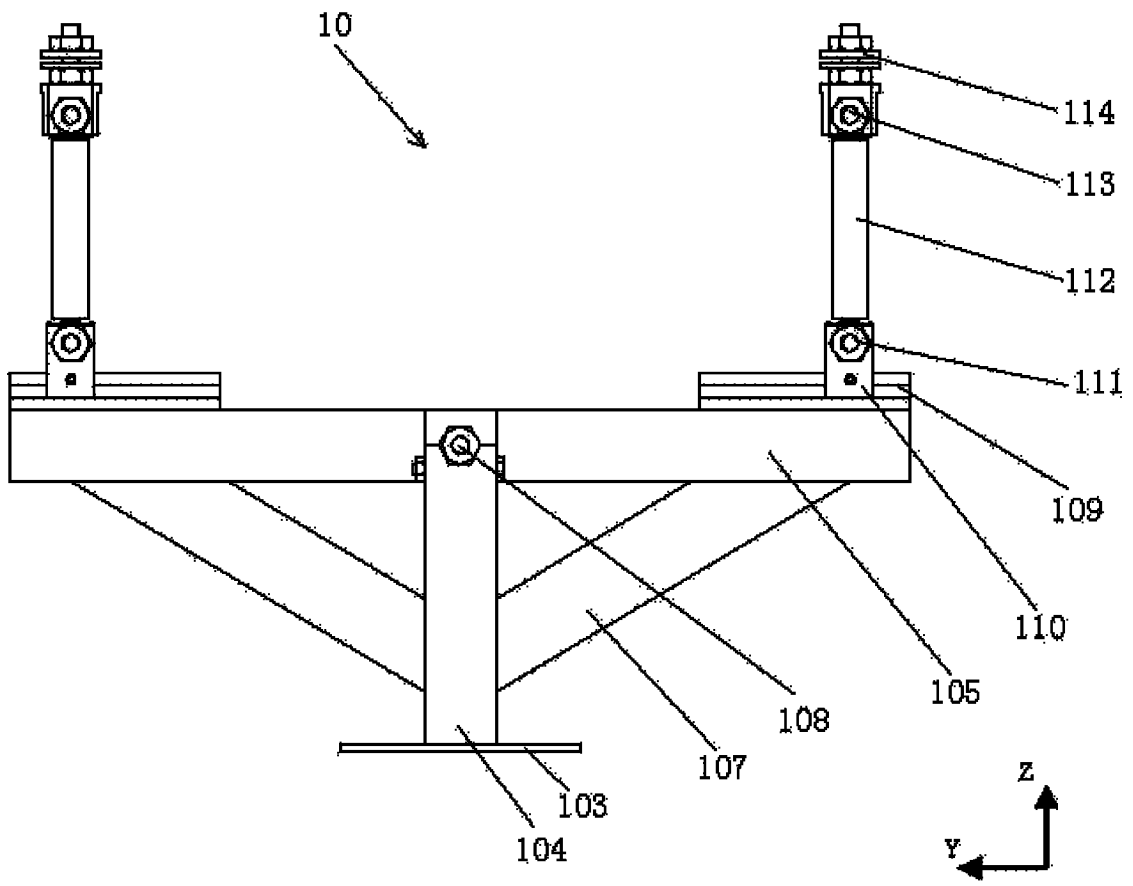


图 3

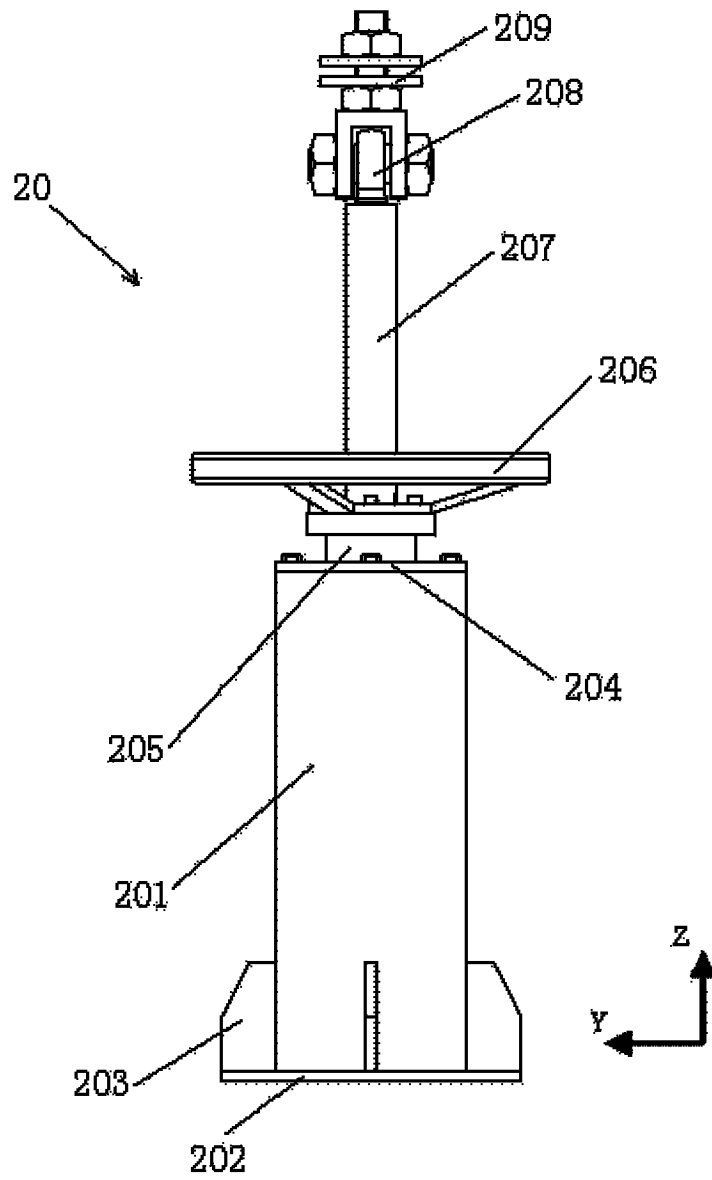


图 4

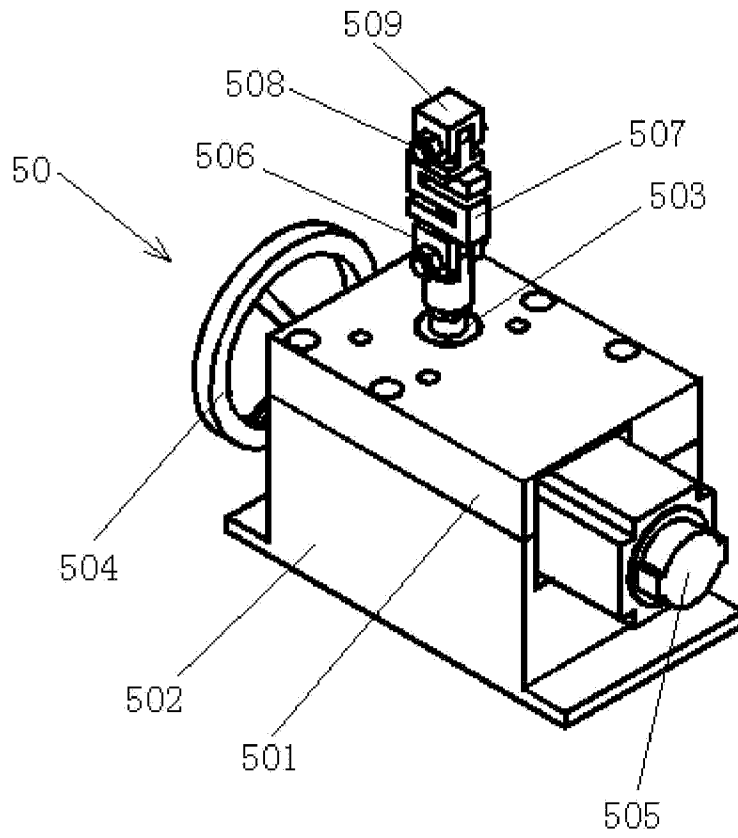


图 5

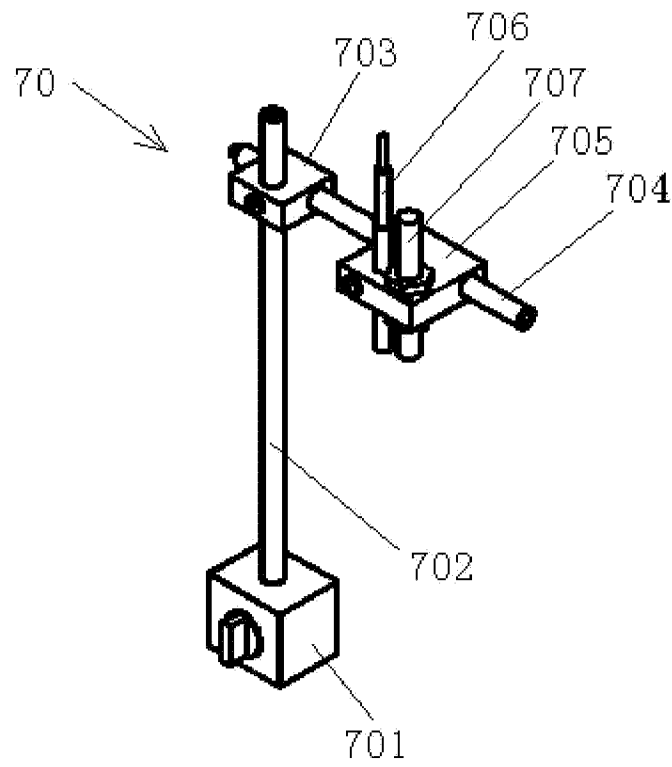


图 6

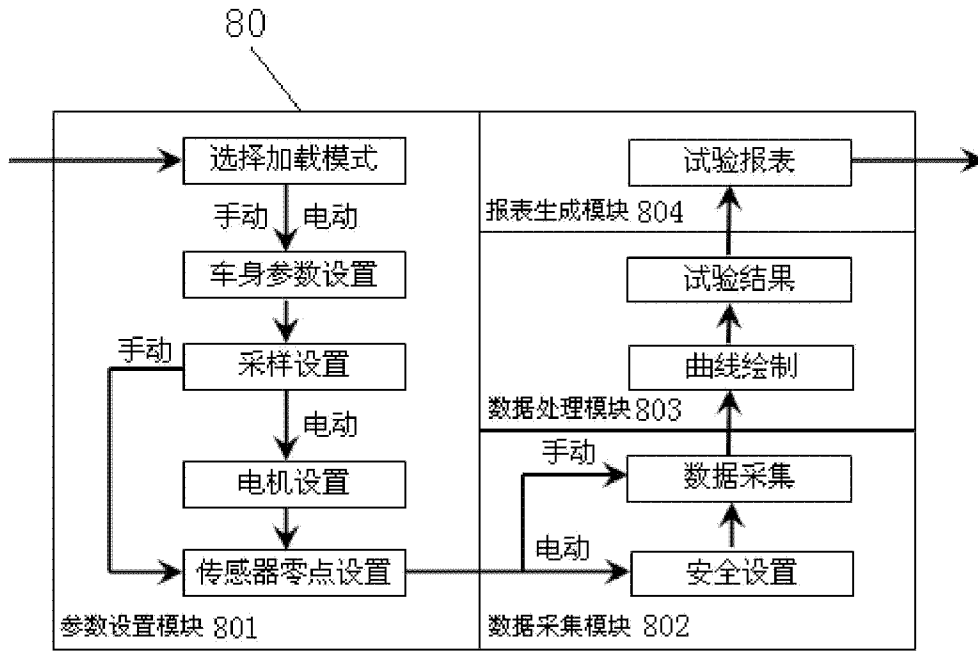


图 7

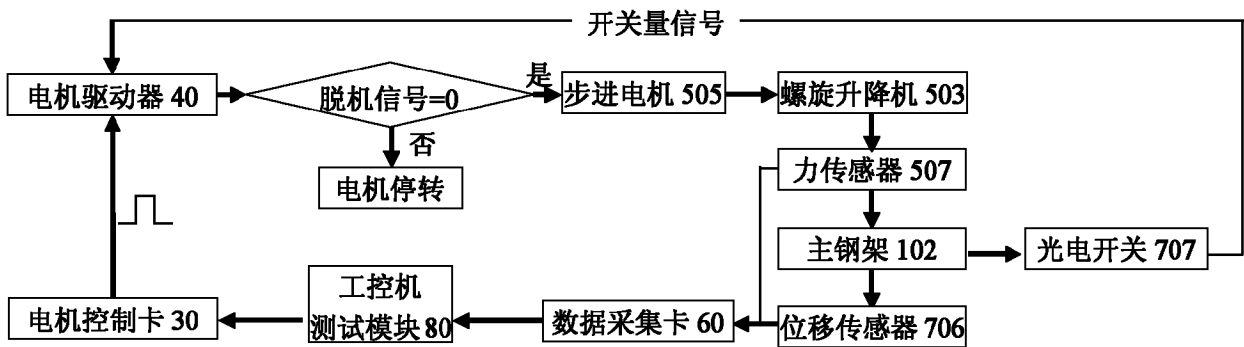


图 8