



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102455251 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 21

(21) 申请号 201010517239. 8

(22) 申请日 2010. 10. 22

(73) 专利权人 上海汽车集团股份有限公司

地址 201203 上海市张江高科技园区松涛路  
563 号 1 号楼 509 室

(72) 发明人 于瑞贺 高丽萍 姚烈 龚红兵  
梅爱群 孙成智 王光耀 叶永亮  
羊军 张琦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001

代理人 张昱 谭祐祥

(51) Int. Cl.

G01M 17/007(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101281085 A, 2008. 10. 08, 说明书  
58-107 段, 附图 1-6, 13-15.

CN 101408482 A, 2009. 04. 15, 说明书第 1 页  
最后一段, 附图 1.

CN 201540191 U, 2010. 08. 04, 说明书第  
23-27 段, 图 1.

JP 特许第 3805698 号 B2, 2006. 08. 02, 全  
文.

CN 1405542 A, 2003. 03. 26, 全文.

SU 873009 A1, 1981. 10. 25, 全文.

审查员 周群

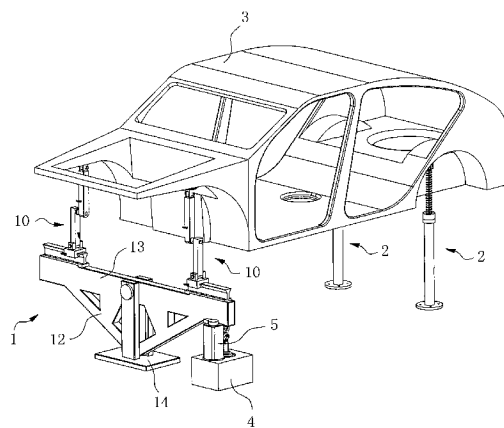
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

汽车白车身扭转刚度测试系统及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种汽车白车身扭转刚度测试系统,其包括约束子系统和加载子系统,所述约束子系统包括前悬台架和后悬台架,所述加载子系统包括至少两个动力输出装置和加载装置。通过采用创新性的改进设计,本测试系统能够在测试过程中进行自适应调节,从而减少了应力的产生,并且通用性极佳而完全适用于不同车型的测试需要。本发明还公开了一种使用上述测试系统来进行汽车白车身扭转刚度测试的方法,采用其能非常容易、快捷地调平汽车白车身并获得理想的测试数据,它实质性地改进了白车身扭转刚度的测试方法,相比其他的现有测试方法,本发明在约束处理、载荷施加位置和方式、测试数据的采集和判断等诸多方面都实现了相当显著的创新性改进。



1. 一种汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

A、将白车身布置在汽车白车身扭转刚度测试系统上,并且在白车身上各测试点处布置位移测量部件,所述汽车白车身扭转刚度测试系统包括约束子系统和加载子系统,所述约束子系统包括:

前悬台架,其包括通过球铰连接于白车身一端并对其进行支撑的第一模拟悬架、以及被刚性装设于工作台上用于支撑所述第一模拟悬架的支撑台架,所述第一模拟悬架铰接于所述支撑台架的横梁上,所述横梁被设置成能在 YZ 平面内旋转,并且所述第一模拟悬架上设置有用以锁定其 Y 轴和 Z 轴方向运动而释放 X 轴方向运动的锁定部件,所述 YZ 平面和所述 Z 轴方向均垂直于所述工作台面;以及

后悬台架,其包括通过球铰连接于白车身另一端并对其进行支撑的第二模拟悬架、以及被刚性装设于所述工作台上用于支撑所述第二模拟悬架且能进行高度调节的第二支撑部件;

所述加载子系统包括:

动力输出装置,其用于为所述加载子系统提供动力;以及

加载装置,其与所述动力输出装置相连接并将所述动力作用于所述支撑台架的横梁上以对白车身的一侧施加载荷;

B、对白车身进行扭转刚度测试的约束处理,其包括如下步骤:

b1、使用所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的第一模拟悬架连接白车身一端,并通过所述第一模拟悬架的锁定部件来锁定所述第一模拟悬架的 Y 轴和 Z 轴方向运动而释放其 X 轴方向运动;以及

b2、使用所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的后悬台架连接并约束白车身另一端;

C、使用所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的加载子系统对白车身进行加载,并进行测试数据采集和处理,其包括如下步骤:

c1、在白车身一侧进行预加载:通过所述加载子系统在所述白车身一侧施加载荷至第一载荷,然后判断由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据是否呈线性关系:如果不呈线性关系,则检查所述第一模拟悬架和/或所述第二模拟悬架与白车身的连接处是否存在间隙、或者所述连接处的垂直度和/或平行度是否存在偏差、或者检查全部或一部分的所述位移测量部件的布置位置及其垂直度是否正确,并在出现以上任一情形时进行相应调整;

c2、卸载:将所述第一载荷卸载至零;

c3、在所述白车身一侧进行加载:在所述白车身一侧施加载荷至所述第一载荷,然后将该第一载荷卸载至零;

c4、记录:在步骤 c3 的加载过程中,记录该组由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据、以及所施加的相应载荷数值;

c5、在白车身另一侧进行预加载:通过所述加载子系统在所述白车身另一侧施加载荷至第二载荷,所述第二载荷与所述第一载荷大小相等但方向相反,然后判断由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据是否呈线性关系:如果不呈线性关系,则检查所述第一模拟悬架和/或所述第二模拟悬架与白车身的连接处是否存在间隙、或者所述连接处的垂直度和/或平行度是否存在偏差、或者检查全部或一部分的所述位移测量部件的布置位置

及其垂直度是否正确,并且在出现以上任一情形时进行相应调整;

c6、卸载:将步骤 c5 中施加的所述第二载荷卸载至零;

c7、在所述白车身另一侧进行加载:在所述白车身另一侧施加载荷至所述第二载荷,然后将该第二载荷卸载至零;

c8、记录:在步骤 c7 的加载过程中,记录该组由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据、以及所施加的相应载荷数值;以及

c9、重复步骤 c1-c8 至少一次,然后停止测试,从步骤 c4 中所得各测试点的位移数据、步骤 c8 中所得各测试点的位移数据中各选取数据线性度和数据重复精度最佳的一组位移数据,并根据所选取出的位移数据及其相应的载荷数值计算白车身扭转刚度数据和/或绘制白车身扭转刚度曲线。

2. 根据权利要求 1 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,当所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的动力输出装置包括电机时,所述步骤 c3 中施加载荷至所述第一载荷的步骤包括:

c31、按照第一预设电压驱动所述电机运转;

c32、获取施加于白车身上的当前载荷数值;

c33、判断所述当前载荷数值是处于第一区间、还是第二区间或第三区间,所述第一区间范围是不大于所述第一载荷的 10%,所述第二区间范围是大于所述第一载荷的 10% 且不大于所述第一载荷的 90%、第三区间范围是大于所述第一载荷的 90% 且不大于所述第一载荷,并且采取以下相应处理:

如果处于所述第一区间,则返回步骤 c31;

如果处于所述第二区间,则采用第二预设电压驱动所述电机运转,然后返回步骤 c32,所述第二预设电压大于所述第一预设电压;以及

如果处于所述第三区间,则采用第三预设电压驱动所述电机运转,然后获取施加于白车身上的当前载荷数值并在其达到所述第一载荷时使所述电机停止运转,所述第三预设电压小于所述第一预设电压。

3. 根据权利要求 1 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,当所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的动力输出装置包括电机时,所述步骤 c7 中施加载荷至所述第二载荷的步骤包括:

c71、按照第一预设电压驱动所述电机运转;

c72、获取施加于白车身上的当前载荷数值;

c73、判断所述当前载荷数值是处于第一区间、还是第二区间或第三区间,所述第一区间范围是不大于所述第二载荷的 10%,所述第二区间范围是大于所述第二载荷的 10% 且不大于所述第二载荷的 90%、第三区间范围是大于所述第二载荷的 90% 且不大于所述第二载荷,并且采取以下相应处理:

如果处于第一区间,则返回步骤 c71;

如果处于第二区间,则采用第二预设电压驱动所述电机运转,然后返回步骤 c72,所述第二预设电压大于所述第一预设电压;以及

如果处于第三区间,则采用第三预设电压驱动所述电机运转,然后获取施加于白车身上的当前载荷数值并在其达到所述第二载荷时使所述电机停止运转,所述第三预设电压小

于所述第一预设电压。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述第一载荷的数值范围是  $4080 \pm 500\text{N}$ ,将所述第一载荷和所述第二载荷施加在白车身上的加载速度均不超过  $100\text{N/s}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述动力输出装置包括电机。

6. 根据权利要求 5 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述加载装置为杆状物,其一端与所述电机的输出轴相连接,其另一端抵靠在所述横梁的一侧且朝向所述工作台面的表面上。

7. 根据权利要求 1、5 或 6 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述加载子系统还包括动力调整装置,其被设置于所述动力输出装置和所述加载装置之间用于调整所述动力的大小。

8. 根据权利要求 7 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述动力调整装置是蜗轮蜗杆装置。

9. 根据权利要求 1、5 或 6 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述支撑台架呈倒三角形。

10. 根据权利要求 1、5 或 6 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述第二支撑部件是丝杆螺母装置。

11. 根据权利要求 1、5 或 6 所述的汽车白车身扭转刚度测试方法,其特征在于,所述约束子系统还包括两个第一支撑部件,其用于分别设置在所述横梁的两侧以支撑所述横梁。

## 汽车白车身扭转刚度测试系统及其方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及汽车白车身静刚度测试技术领域,尤其涉及一种汽车白车身扭转刚度测试系统及其方法,所述汽车包括但不限于乘用车。

### 【背景技术】

[0002] 汽车白车身静刚度指标一般包括弯曲刚度、扭转刚度,其中的汽车白车身扭转刚度可以由汽车白车身扭转角、各侧门洞口及各尾门洞口的对角线变化量等指标来衡量,而汽车白车身的弯曲刚度则可以由汽车白车身后前后的变形量来进行衡量。因此,汽车白车身静刚度是评价车辆设计可靠性和整车安全性能等的重要指标,针对汽车白车身的扭转刚度分析和弯曲刚度分析则是在整车开发设计过程中必不可少的关键环节之一。

[0003] 根据检索,涉及汽车白车身静刚度测试的专利文献主要包括:

[0004] 在中国专利号为 02146871.1 的专利文献中公开了一种“乘用车白汽车白车身结构弯曲刚度测试约束与加载装置”,其中披露了弯曲刚度的测试设备及其约束装置,其基本要求是:在弯曲刚度测试时,由弯曲刚度测试台前左右支座和弯曲测试台后左右支座固定测试汽车白车身的前后部,固定位置为前后中心位置的纵梁,约束车前部的安装位置 Y 和 Z 方向的平动自由度;约束车后部的安装位置所有平动自由度。

[0005] 在中国专利号为 02146783.8 的专利文献中公开了一种“乘用车白汽车白车身结构扭转刚度测试约束与加载装置”,其基本要求为:扭转刚度测试时,由扭转测试台后左右支座固定测试汽车白车身的后部,固定位置为后悬置点上,在两个前悬置点分别施加方向相反的铅垂方向的约束力,使汽车白车身产生纯扭转变形,约束车后部安装位置所有平动自由度。

[0006] 在中国专利公开号为 CN 101281085A 的专利文献中提供了一种“乘用车白汽车白车身结构静刚度测试系统及其测试方法”。

[0007] 在上述这些专利文献中所公开的技术方法和装置设备都存在着操作相对较复杂、通用性不佳、不易于快速且准确地进行测试,而且在针对不同车型进行测试时还通常需要专门设计并制造专用的夹具,从而增加了成本、影响到测试进程,同时也无法保证白车身静刚度测试数据的可靠性和精确性。

### 【发明内容】

[0008] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种汽车白车身扭转刚度测试系统及其方法,以便能够有效解决现有技术中存在的上述问题,从而可以方便、快捷地进行不同车型的白车身扭转刚度测试,并且能够保证获得可靠、有效的测试数据。

[0009] 为实现上述发明目的,本发明采用的技术方案如下:

[0010] 一种汽车白车身扭转刚度测试系统,其包括约束子系统和加载子系统,其中所述约束子系统包括:

[0011] 前悬台架,其包括通过球铰连接于白车身一端并对其进行支撑的第一模拟悬架、

以及被刚性装设于工作台上用于支撑所述第一模拟悬架的支撑台架,所述第一模拟悬架铰接于所述支撑台架的横梁上,所述横梁被设置成能在 YZ 平面内旋转,并且所述第一模拟悬架上设置有用以锁定其 Y 轴和 Z 轴方向运动而释放 X 轴方向运动的锁定部件,所述 YZ 平面和所述 Z 轴方向均垂直于所述工作台面;以及

[0012] 后悬台架,其包括通过球铰连接于白车身另一端并对其进行支撑的第二模拟悬架、以及被刚性装设于所述工作台上用于支撑所述第二模拟悬架且能进行高度调节的第二支撑部件;

[0013] 所述加载子系统包括:

[0014] 动力输出装置,其用于为所述加载子系统提供动力;以及

[0015] 加载装置,其与所述动力输出装置相连接并将所述动力作用于所述支撑台架的横梁上以对白车身的一侧施加载荷。

[0016] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述动力输出装置包括电机。

[0017] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述加载装置为杆状物,其一端与所述电机的输出轴相连接,其另一端抵靠在所述横梁的一侧且朝向所述工作台面的表面上。

[0018] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述加载子系统还包括动力调整装置,其被设置于所述动力输出装置和所述加载装置之间用于调整所述动力的大小。

[0019] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述动力调整装置是蜗轮蜗杆装置。

[0020] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述支撑台架呈倒三角形。

[0021] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述第二支撑部件是丝杆螺母装置。

[0022] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试系统中,优选地,所述约束子系统还包括两个第一支撑部件,其用于分别设置在所述横梁的两侧以支撑所述横梁。

[0023] 此外,本发明还采用了以下的技术方案:

[0024] 一种汽车白车身扭转刚度测试方法,其包括如下步骤:

[0025] A、将白车身布置在以上任一项所述的汽车白车身扭转刚度测试系统上,并且在白车身上各测试点处布置位移测量部件;

[0026] B、对白车身进行扭转刚度测试的约束处理,其包括如下步骤:

[0027] b1、使用所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的第一模拟悬架连接白车身一端,并通过所述第一模拟悬架的锁定部件来锁定所述第一模拟悬架的 Y 轴和 Z 轴方向运动而释放其 X 轴方向运动;以及

[0028] b2、使用所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的后悬台架连接并约束白车身另一端;

[0029] C、使用所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的加载子系统对白车身进行加载,并进行测试数据采集和处理,其包括如下步骤:

[0030] c1、在白车身一侧进行预加载:通过所述加载子系统在所述白车身一侧施加载荷至第一载荷,然后判断由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据是否呈线形关系:如果不呈线性关系,则检查所述第一模拟悬架和 / 或所述第二模拟悬架与白车身的连接处

是否存在间隙、或者所述连接处的垂直度和 / 或平行度是否存在偏差、或者检查全部或一部分的所述位移测量部件的布置位置及其垂直度是否正确,并在出现以上任一情形时进行相应调整;

[0031] c2、卸载:将所述第一载荷卸载至零;

[0032] c3、在所述白车身一侧进行加载:在所述白车身一侧施加载荷至所述第一载荷,然后将该第一载荷卸载至零;

[0033] c4、记录:在步骤 c3 的加载过程中,记录该组由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据、以及所施加的相应载荷数值;

[0034] c5、在白车身另一侧进行预加载:通过所述加载子系统在所述白车身另一侧施加载荷至第二载荷,所述第二载荷与所述第一载荷大小相等但方向相反,然后判断由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据是否呈线形关系:如果不呈线性关系,则检查所述第一模拟悬架和 / 或所述第二模拟悬架与白车身的连接处是否存在间隙、或者所述连接处的垂直度和 / 或平行度是否存在偏差、或者检查全部或一部分的所述位移测量部件的布置位置及其垂直度是否正确,并且在出现以上任一情形时进行相应调整;

[0035] c6、卸载:将步骤 c5 中施加的所述第二载荷卸载至零;

[0036] c7、在所述白车身另一侧进行加载:在所述白车身另一侧施加载荷至所述第二载荷,然后将该第二载荷卸载至零;

[0037] c8、记录:在步骤 c7 的加载过程中,记录该组由所述位移测量部件采集的各测试点的位移数据、以及所施加的相应载荷数值;以及

[0038] c9、重复步骤 c1-c8 至少一次,然后停止测试,从步骤 c4 中所得各测试点的位移数据、步骤 c8 中所得各测试点的位移数据中各选取数据线性度和数据重复精度最佳的一组位移数据,并根据所选取出的位移数据及其相应的载荷数值计算白车身扭转刚度数据和 / 或绘制白车身扭转刚度曲线。

[0039] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试方法,优选地,当所述汽车白车身扭转刚度测试系统中的动力输出装置包括电机时,所述步骤 c3 中施加载荷至所述第一载荷的步骤包括:

[0040] c31、按照第一预设电压驱动所述电机运转;

[0041] c32、获取施加于白车身上的当前载荷数值;

[0042] c33、判断所述当前载荷数值是处于第一区间、还是第二区间或第三区间,所述第一区间范围是不大于所述第一载荷的 10%,所述第二区间范围是大于所述第一载荷的 10% 且不大于所述第一载荷的 90%、第三区间范围是大于所述第一载荷的 90% 且不大于所述第一载荷,并且采取以下相应处理:

[0043] 如果处于所述第一区间,则返回步骤 c31;

[0044] 如果处于所述第二区间,则采用第二预设电压驱动所述电机运转,然后返回步骤 c32,所述第二预设电压大于所述第一预设电压;以及

[0045] 如果处于所述第三区间,则采用第三预设电压驱动所述电机运转,然后获取施加于白车身上的当前载荷数值并在其达到所述第一载荷时使所述电机停止运转,所述第三预设电压小于所述第一预设电压。

[0046] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试方法,优选地,当所述汽车白车身扭转刚度测

试系统中的动力输出装置包括电机时,所述步骤 c7 中施加载荷至所述第二载荷的步骤包括:

[0047] c71、按照第一预设电压驱动所述电机运转;

[0048] c72、获取施加于白车身上的当前载荷数值;

[0049] c73、判断所述当前载荷数值是处于第一区间、还是第二区间或第三区间,所述第一区间范围是不大于所述第二载荷的 10%,所述第二区间范围是大于所述第二载荷的 10%且不大于所述第二载荷的 90%、第三区间范围是大于所述第二载荷的 90%且不大于所述第二载荷,并且采取以下相应处理:

[0050] 如果处于第一区间,则返回步骤 c71;

[0051] 如果处于第二区间,则采用第二预设电压驱动所述电机运转,然后返回步骤 c72,所述第二预设电压大于所述第一预设电压;以及

[0052] 如果处于第三区间,则采用第三预设电压驱动所述电机运转,然后获取施加于白车身上的当前载荷数值并在其达到所述第二载荷时使所述电机停止运转,所述第三预设电压小于所述第一预设电压。

[0053] 在上述的汽车白车身扭转刚度测试方法,优选地,所述第一载荷的数值范围是  $4080 \pm 500\text{N}$ ,所述第一载荷和所述第二载荷施加在白车身上的加载速度均不超过  $100\text{N/s}$ 。

[0054] 本发明的有益效果在于:通过采用创新性的改进设计,在本汽车白车身扭转刚度测试系统中包括了不同于现有技术的新颖约束子系统和加载子系统,特别是约束子系统的前悬台架及后悬台架能够在测试过程中进行自适应调节,从而减少了应力的产生,而且它的通用性极佳,完全适用于不同车型的测试需要,所以不必再设计、制造多余的夹具。基于以上的测试系统,采用本发明的汽车白车身扭转刚度测试方法能够非常容易、快捷地调平汽车白车身并获得理想的测试数据,它实质性地改进了白车身扭转刚度的测试方法,使其更符合实际汽车白车身刚度的测试需求,相比其他的现有测试方法,本发明在约束处理、载荷施加位置和方式、测试数据的采集和判断等诸多方面都实现了相当显著的创新性改进。

#### 【附图说明】

[0055] 以下将结合附图和实施例,对本发明的技术方案作进一步的详细描述。其中:

[0056] 图 1 是本发明的汽车白车身扭转刚度测试系统的一个较佳实施例中约束子系统的前悬台架的主视图,在图中同时示出了其空间直角坐标系;

[0057] 图 2 是图 1 的较佳实施例中约束子系统的前悬台架的立体结构示意图,在图中同时示出了其空间直角坐标系;

[0058] 图 3 是图 2 中前悬台架的第一模拟悬架的立体结构示意图,在图中同时示出了其空间直角坐标系;

[0059] 图 4 是图 3 中包含球铰的第一模拟悬架的顶端部分结构的主视图;

[0060] 图 5 是图 3 中包含球铰的第一模拟悬架的顶端部分结构的侧视图;

[0061] 图 6 是图 1 的较佳实施例中约束子系统的后悬台架的立体结构示意图,在图中同时示出了其空间直角坐标系;

[0062] 图 7 是图 1 的较佳实施例中约束子系统的后悬台架的主视图,在图中同时示出了



其空间直角坐标系；

[0063] 图 8 是图 7 中包含球铰的第二模拟悬架的顶端部分的剖视示意图；

[0064] 图 9 是将汽车白车身装设在图 1 示出的汽车白车身扭转刚度测试系统的较佳实施例上的结构示意图,在图中也示出了使用两个第一支撑部件来进行支撑的情形；

[0065] 图 10 是将汽车白车身装设在图 1 示出的汽车白车身扭转刚度测试系统的较佳实施例上并通过加载子系统对白车身的一侧施加载荷的结构示意图；以及

[0066] 图 11 是在本发明的汽车白车身扭转刚度测试方法中对汽车白车身施加载荷至预设载荷的一个较佳实施例的流程示意图。

[0067] 附图标记说明：

[0068]	1	前悬台架	2	后悬台架
[0069]	3	白车身	4	动力调整装置
[0070]	5	动力输出装置	10	第一模拟悬架
[0071]	11	球铰	12	支撑台架
[0072]	13	横梁	14	基座
[0073]	15	第一支撑部件	16	锁定部件
[0074]	21	第二模拟悬架	22	第二支撑部件
[0075]	23	球铰		

### 【具体实施方式】

[0076] 概括而言,在本发明的汽车白车身扭转刚度测试系统中,它主要包括约束子系统和加载子系统这两大组成部分,以分别实现针对白车身进行空间位置约束和施加载荷的功能,并且在所附的图 1-8 中示例性地图示出了上述的约束子系统在本发明系统的一个较佳实施例中基本结构组成情况,而在图 10 中也示例性地图示出了加载子系统的整体构成情况,以下将结合这些附图对于这些部件及其组成进行详细的说明。

[0077] 请同时参阅图 1 至图 5,在上述较佳实施例中,约束子系统包括前悬台架 1 和后悬台架 2。如图 1 和图 2 所示,前悬台架 1 进一步包括第一模拟悬架 10 和支撑台架 12,其中第一模拟悬架 10 通常被设置为两个并通过其各自的球铰 11(图 4 和图 5)与白车身 3 的一端相连接以对其形成支撑作用(图 9 和图 10),而支撑台架 12 则是被刚性地装设在工作台面(例如,水泥地面、地板面或试验台面等)上用来支撑第一模拟悬架 10。为了实现本发明如前所述的进行汽车白车身扭转刚度测试的目的,进一步地将第一模拟悬架 10 以铰接方式装设在支撑台架 12 的横梁 13 上,并将该横梁 13 设置成能在图示空间直角坐标系下的 YZ 平面内进行旋转(即沿着图中箭头 A-A 的旋转方向),而且第一模拟悬架 10 被设置成能够受控而独立地在 XY 或 YZ 平面内旋转,并且在第一模拟悬架 10 上设置有用来锁定该第一模拟悬架 10 的 Y 轴和 Z 轴方向运动而释放其 X 轴方向运动的若干个锁定部件 16,请参考图 1、2 和 3,在这些图中示出的空间直角坐标系下,上述的 YZ 平面和 Z 轴方向都是垂直于工作台面的。通过采用上述创新性的设计,显然以上的约束子系统具有比较灵活的可调性,并且能够最大限度地确保实现整车的相应约束要求。

[0078] 需要指出的是,事实上可以通过改变在以上空间直角坐标系下的约束条件,例如采用上述的锁定部件或者另外设置的其他锁定部件来锁定第一模拟悬架 10 在 X 轴和 Z 轴

方向运动而释放其在 Y 轴方向的运动,则可以利用本发明中的约束子系统来实现进行汽车白车身弯曲刚度测试的系统,在申请人与本申请同一日递交的、题为“汽车白车身弯曲刚度测试系统及其方法”的申请中已经公开了一种此类测试系统,在此通过引用将其并入本文。并且在最为优选的情形下,当然可以在同一个测试系统中集成实现汽车白车身扭转刚度测试和弯曲刚度测试的功能。

[0079] 此外,约束子系统还优选地包括两个第一支撑部件 15,以便在任何需要的时候可以将它们分别设置在横梁 13 的两侧,用来对该横梁 13 进行支撑,从而稳定地支撑起白车身。另外,支撑台架 12 也被优选地设置呈倒三角形,并且通过基座 14 承载在工作台面上。

[0080] 关于后悬台架 2 的组成情况,请结合参阅图 6 至图 8。它包括第二模拟悬架 21 和第二支撑部件 22,其中的第二模拟悬架 21 通常被设置为两个并通过各自的球铰 23(图 8)与白车身 3 的另一端进行连接并对其进行支撑,而第二支撑部件 22 则是被刚性地装设在上述的工作台面上以便支撑第二模拟悬架 21,同时还能通过第二支撑部件 22 进行高度调节以适应测试时的高度调整需要。例如,如图 6 和图 7 所示,第二支撑部件 22 可以优选地采用丝杆螺母装置来实现,它能够在不移动汽车白车身的同时方便、快捷地调节汽车白车身后悬的高度,在汽车白车身已被固定在前悬、后悬的结构后还能对汽车白车身的高度进行微调,所以对汽车白车身的调平有非常好的便利性。同时,在后悬高度调整到位后,通过拧紧未图示出的固定件(例如,螺栓等)来固定丝杆,使用过程非常方便。在实际测试使用过程中,调整好汽车白车身后悬的位置后,再将第二支撑部件 22 刚性地装设在工作台面上。通过使用上述的丝杆螺母,可以在刚度能满足测试要求的同时,还能兼顾高度调节的便利。该种解决方案的优点在于其结构简单、经济性好,并能非常方便地满足高度调整的要求。

[0081] 下面将进一步介绍本发明中的加载子系统,它是本汽车白车身扭转刚度测试系统的重要组成部分之一。在上述的较佳实施例中,加载子系统包括动力输出装置 5 和加载装置,动力输出装置 5 是被设置用来为加载子系统提供动力,而加载装置是被设置成与动力输出装置 5 相连接并将其动力作用在支撑台架 12 的横梁 13 上,以便在白车身 3 的一侧上施加载荷。上述的加载子系统可以配置为两个,以便在进行白车身扭转刚度测试时将它们分别放置在车身两侧以更方便地对白车身施加载荷。

[0082] 在一个优选的情形下,上述的动力输出装置 5 包括电机,这样可以非常方便地通过控制电机进行正向或方向运转来施加方向相反的载荷。而加载装置为杆状物(例如,螺栓等),该杆状物的一端与电机的输出轴相连接,其另一端抵靠在横梁 13 的一侧且朝向所述工作台面的表面上。而在另一个优选的情形下,加载子系统还包括动力调整装置 4,并将其设置在动力输出装置 5 和加载装置之间用来调整动力的大小,这样的动力调整装置 4 可以采用蜗轮蜗杆装置来实现,这种实现方式优点在于,其结构设计简单实用、使用操作灵活、价格经济,并能达到良好的减速控制效果。

[0083] 以下将基于以上所述的本发明的汽车白车身扭转刚度测试系统,来说明如何进行汽车白车身扭转刚度测试的方法。

[0084] 具体而言,请参照图 9 和图 10,本发明的汽车白车身扭转刚度测试方法将包括如下步骤:

[0085] 首先,将白车身 3 布置在如上所述的本发明的汽车白车身扭转刚度测试系统上,并且在白车身 3 上的各测试点处布置位移测量部件(例如,位移传感器等)。关于各测试点

的布置方面的内容可以参考申请人与本申请同一日递交的、题为“用于汽车白车身静刚度测试的测点布置系统”的申请,在此通过引用将其所记载的内容全部并入本文。

[0086] 然后,对白车身 3 进行扭转刚度测试的约束处理,其包括下列步骤:使用第一模拟悬架 10 来连接并支撑白车身 3 的一端,随后通过在第一模拟悬架 10 上设置的锁定部件 16 来锁定第一模拟悬架 10 的 Y 轴和 Z 轴方向运动而释放其 X 轴方向运动,随后使用后悬架架 2 连接并约束白车身 3 的另一端。

[0087] 接下来,使用加载子系统对白车身 3 施加载荷,并进行测试数据的采集和处理(关于各测试点的测试数据的采集、处理等方面的内容可以参考申请人与本申请同一日递交的、分别题为“多自由度位移测量装置及其在白车身静刚度测试中应用”、“自适应动态位移测量装置及其在白车身静刚度测试中应用”和“用于汽车白车身静刚度测试的数据采集处理系统”的申请,在此通过引用将它们所公开记载的内容都并入本文),这将具体包括以下的步骤:

[0088] (1) 在白车身 3 的一侧进行预加载:通过加载子系统在白车身 3 的一侧施加载荷至第一载荷(例如,其大小范围是  $4080 \pm 500\text{N}$  或者是根据测试需要而采用的任意适宜数值),然后判断由位移测量部件采集的测试点的位移数据是否呈线形关系:如果不呈线性关系(毫无疑问地是,在此也可以包含由测试人员根据其实际测试经验而形成关于这种线性关系显现得不够明显的判断情形),则检查第一模拟悬架 10 和 / 或第二模拟悬架 21 与白车身 3 的连接处是否存在间隙、或者连接处的垂直度和 / 或平行度是否存在偏差、或者检查全部或一部分的位移测量部件的布置位置及其垂直度是否正确,并在出现以上任一情形时进行相应调整(在此仅是以列举的方式罗列出几种情况,事实上需要进行检查并加以调整的显然还包括了由于限于篇幅而未加以更详细讨论的其他诸多可能情形,当出现这些情形时也有必要根据以上原则采取相应措施来尽可能地保证实现上述的位移数据的线形关系);

[0089] (2) 卸载:将第一载荷卸载至零;

[0090] (3) 在上述的白车身 3 一侧进行加载:在该侧的白车身 3 上施加载荷至第一载荷(例如,可采用不超过  $100\text{N/s}$  的加载速度将第一载荷施加在白车身 3 上),然后将该第一载荷卸载至零;

[0091] (4) 记录:在步骤(3)的加载过程中,记录该组由位移测量部件采集的各测试点的位移数据、以及所施加的相应载荷数值;

[0092] (5) 在白车身 3 的另一侧进行预加载:通过加载子系统在白车身 3 的另一侧施加载荷至第二载荷,该第二载荷与第一载荷的大小相等但方向相反,然后判断由位移测量部件采集的测试点的位移数据是否呈线形关系:如果不呈线性关系(与前述类似,在此也可以包含由测试人员根据其实际测试经验而形成关于这种线性关系显现得不够明显的判断情形),则检查第一模拟悬架 10 和 / 或第二模拟悬架 21 与白车身 3 的连接处是否存在间隙、或者连接处的垂直度和 / 或平行度是否存在偏差、或者检查全部或一部分的位移测量部件的布置位置及其垂直度是否正确,并且在出现以上任一情形时进行相应调整(与前述类似,在此仅是以列举的方式罗列出几种情况,事实上需要进行检查并加以调整的显然还包括了由于限于篇幅而未加以更详细讨论的其他诸多可能情形,当出现这些情形时也有必要根据以上原则采取相应措施来尽可能地保证实现上述的位移数据的线形关系);

[0093] (6) 卸载 :将步骤 (5) 中施加的第二载荷卸载至零 ;

[0094] (7) 在上述的白车身 3 另一侧进行加载 :在该侧的白车身 3 上施加载荷至第二载荷 (例如,可采用不超过 100N/s 的加载速度将第二载荷施加在白车身 3 上),然后将该第二载荷卸载至零 ;

[0095] (8) 记录 :在步骤 (7) 的加载过程中,记录该组由位移测量部件采集的各测试点的位移数据、以及所施加的相应载荷数值 ;以及

[0096] (9) 根据测试需要,重复上述步骤 (1)-(8) 一次或多次,然后停止测试,从上述的步骤 (4) 中所得各测试点的位移数据、步骤 (8) 中所得各测试点的位移数据中各选取数据线性度和数据重复精度最佳的一组位移数据,并根据所选取出的位移数据及其相应的载荷数值计算汽车白车身的扭转刚度数据和 / 或绘制其扭转刚度曲线。

[0097] 此外,在图 11 中还示出了在本发明方法中对汽车白车身施加载荷至预设载荷的一个较佳实施例的流程示意图。

[0098] 该较佳实施例所针对的是当动力输出装置 5 包括电机时,则可以非常方便、精确地通过控制电机的转速来控制实现上述步骤 (3) 中对白车身 3 施加第一载荷 (或者,类似地在上述步骤 (7) 中对白车身 3 施加第二载荷) 的控制过程,如图 11 所示,该控制过程具体包括步骤如下 :

[0099] 首先,在步骤 S11 中,按照第一预设电压驱动电机运转 ;

[0100] 接下来,在步骤 S12 中,获取施加于白车身 3 上的当前载荷数值 ;

[0101] 然后,在步骤 S13 中判断所获取的当前载荷数值是否处于第一区间 (其范围是指不大于第一载荷的 10%)、第二区间 (其范围是指大于第一载荷的 10% 且不大于第一载荷的 90%) 或第三区间 (其范围是指大于第一载荷的 90% 且不大于该第一载荷),并根据判断结果而进一步采取以下的相应处理 :

[0102] 如果当前载荷数值处于第一区间,则重新返回步骤 S11 ;

[0103] 如果当前载荷数值处于第二区间,则进入步骤 S14 采用第二预设电压驱动电机运转,该第二预设电压是被设定为大于第一预设电压的 ;

[0104] 如果当前载荷数值处于第三区间,则进入步骤 S15 采用第三预设电压驱动电机运转,然后在步骤 S16 中获取施加在白车身上的当前载荷数值 ;如判断该载荷数值达到第一载荷,则进入步骤 S17 使电机停止运转 ;否则,返回步骤 S15。上述的第三预设电压是被设定为小于第一预设电压的。

[0105] 以上列举了若干具体实施例来详细阐明本发明的汽车白车身扭转刚度测试系统及其方法,这些个例仅供说明本发明的原理及其实施方式之用,而非对本发明的限制,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,本领域的普通技术人员还可以做出各种变形和改进。例如,可以根据实际测试需要而将第一模拟悬架 10 和 / 或第二模拟悬架 21 灵活地设置为如两个以上的任何适宜数目 ;也可以将加载子系统 5 中的动力输出装置 5 设置为两个以上 ;对于上述的第一、第二和第三区间范围的划分,其也并不局限于所列出的 10% 和 90% 而完全适用其他的数值等等。因此,所有等同的技术方案均应属于本发明的范畴并为本发明的各项权利要求所限定。

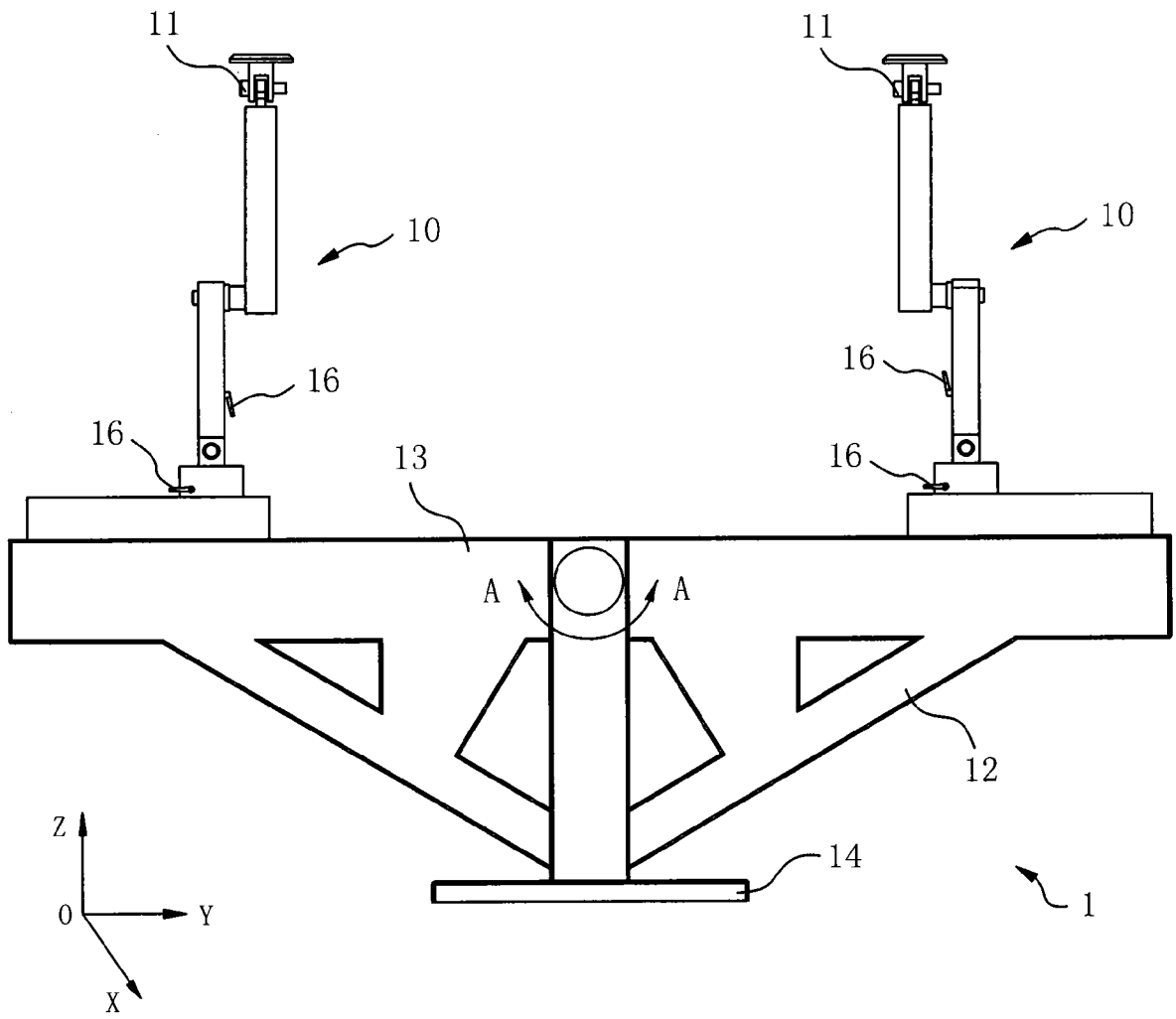


图 1

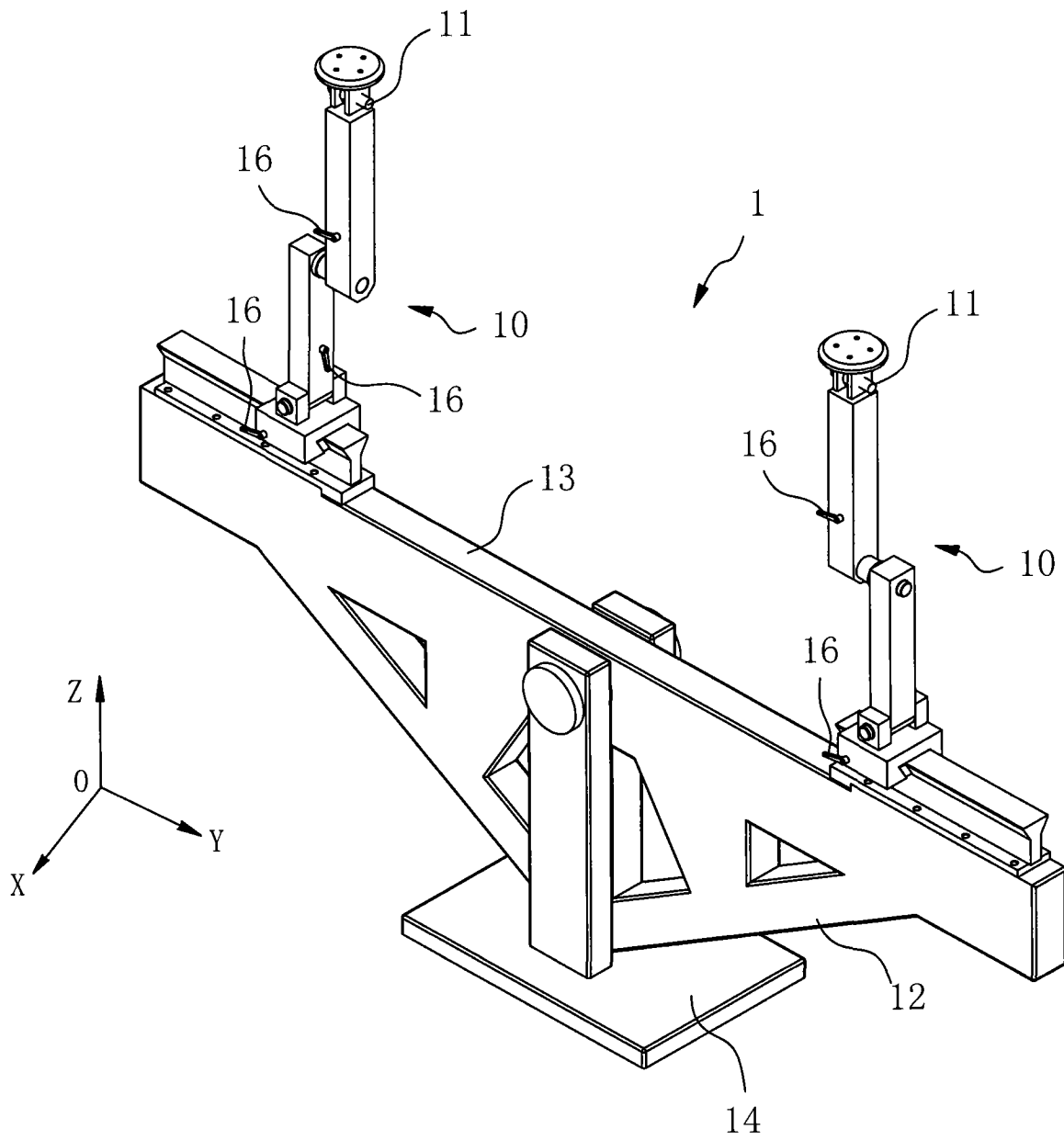


图 2

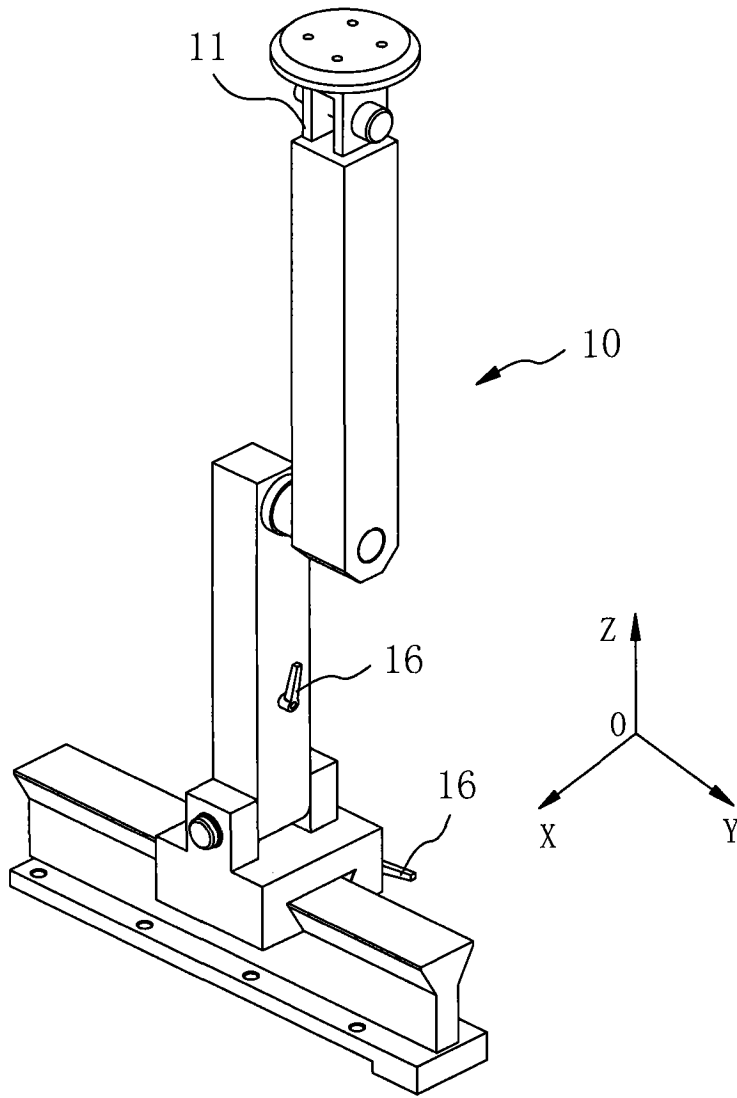


图 3

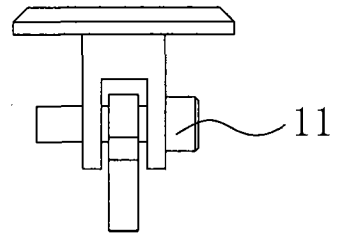


图 4

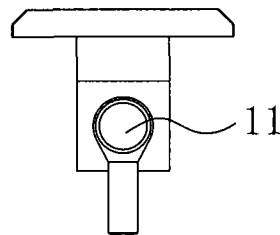


图 5

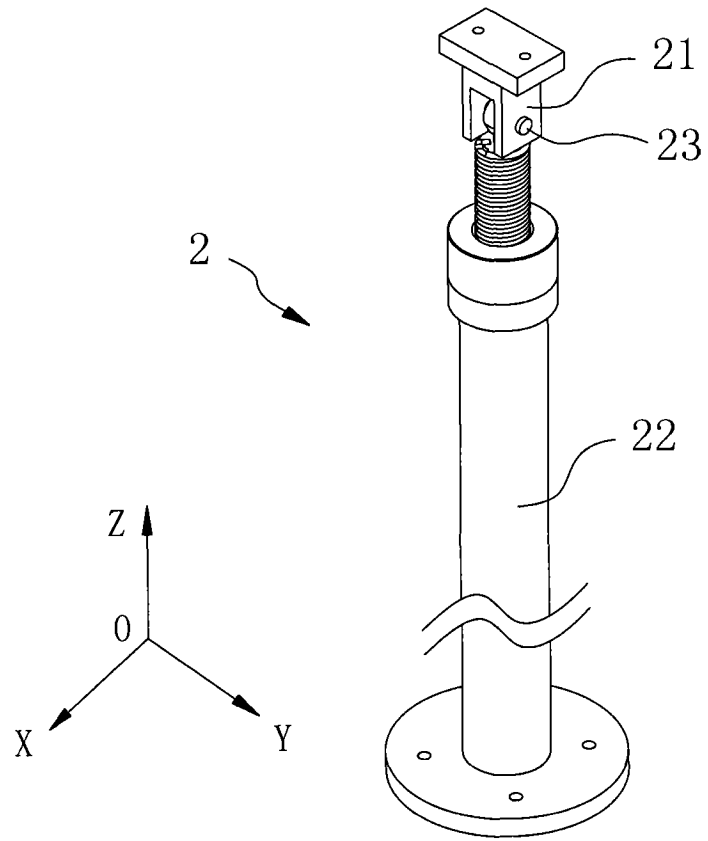


图 6



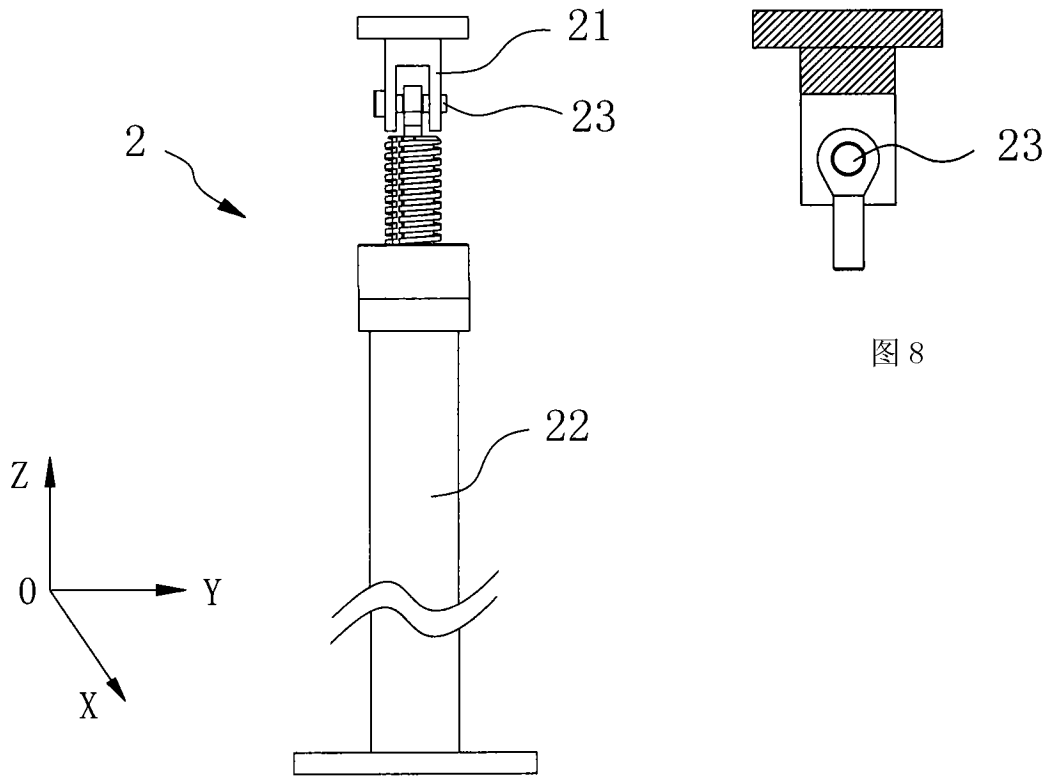


图7

图8

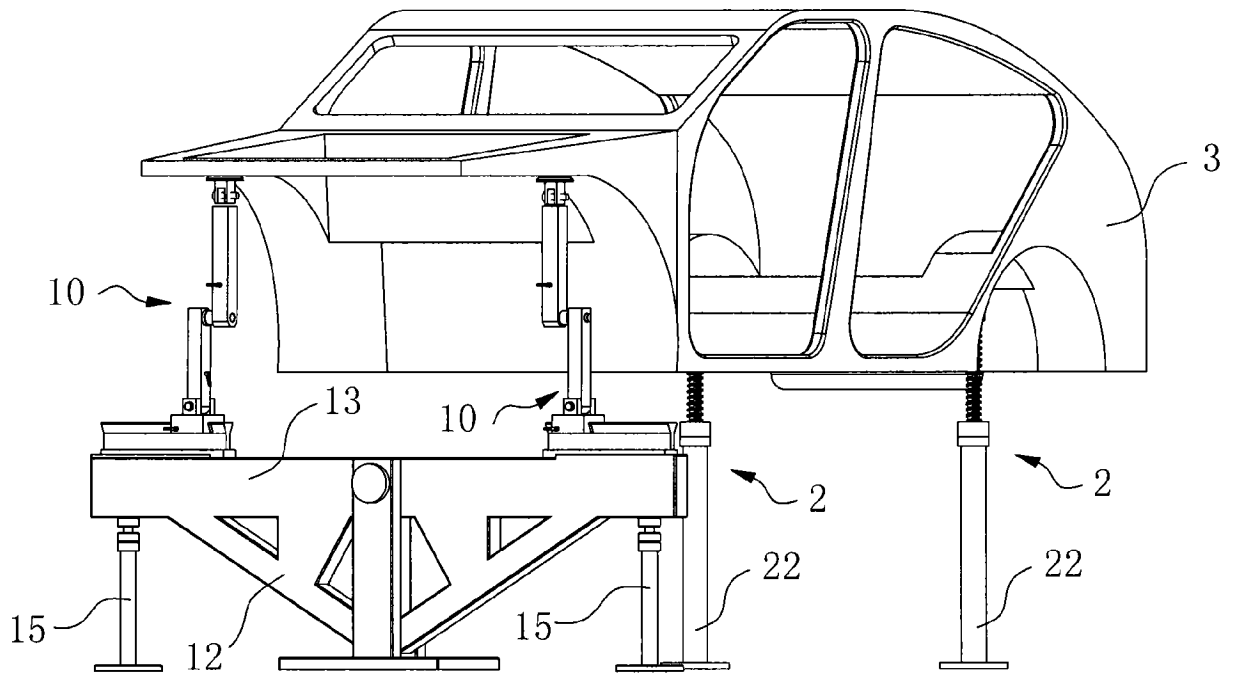


图9

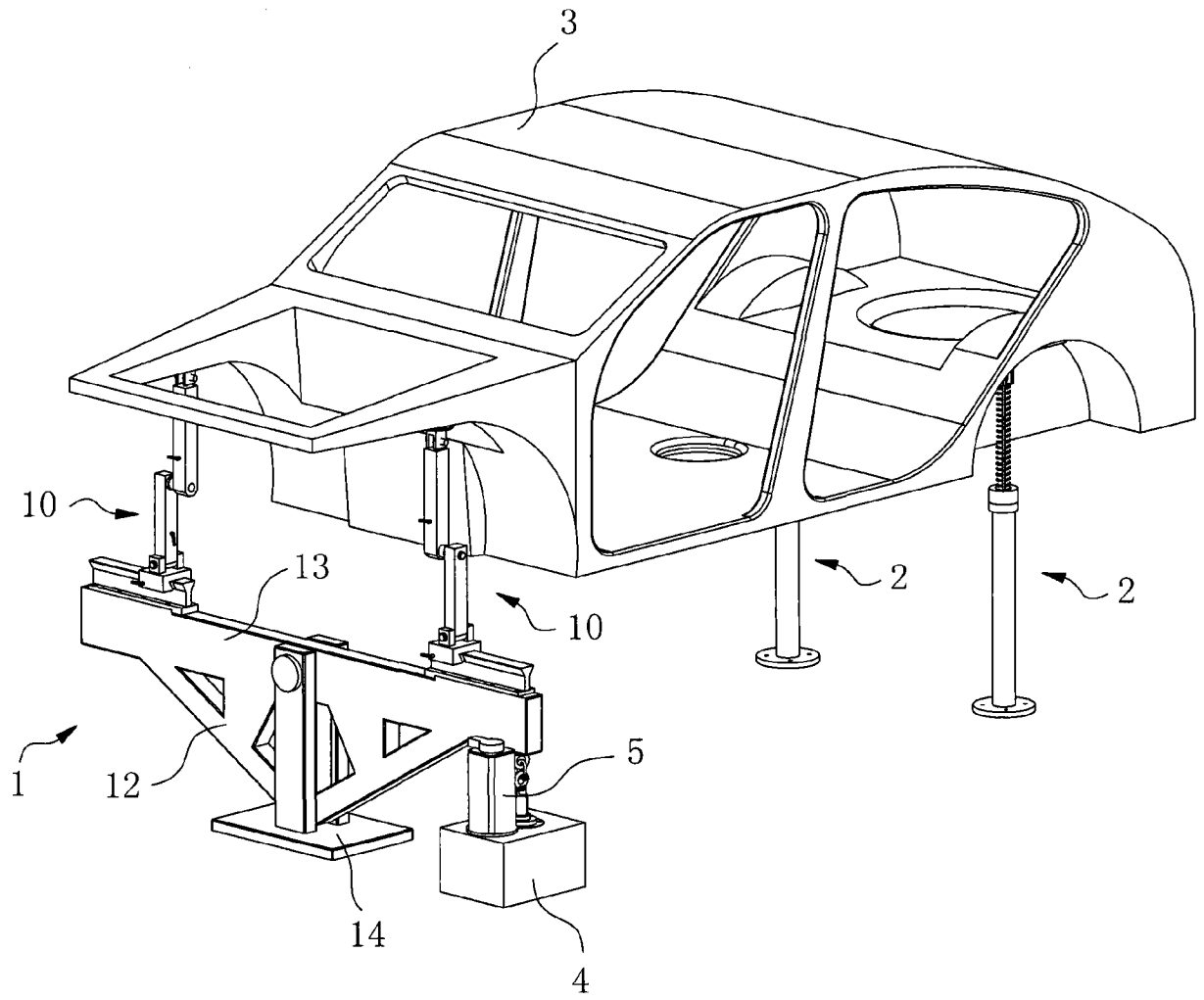


图 10

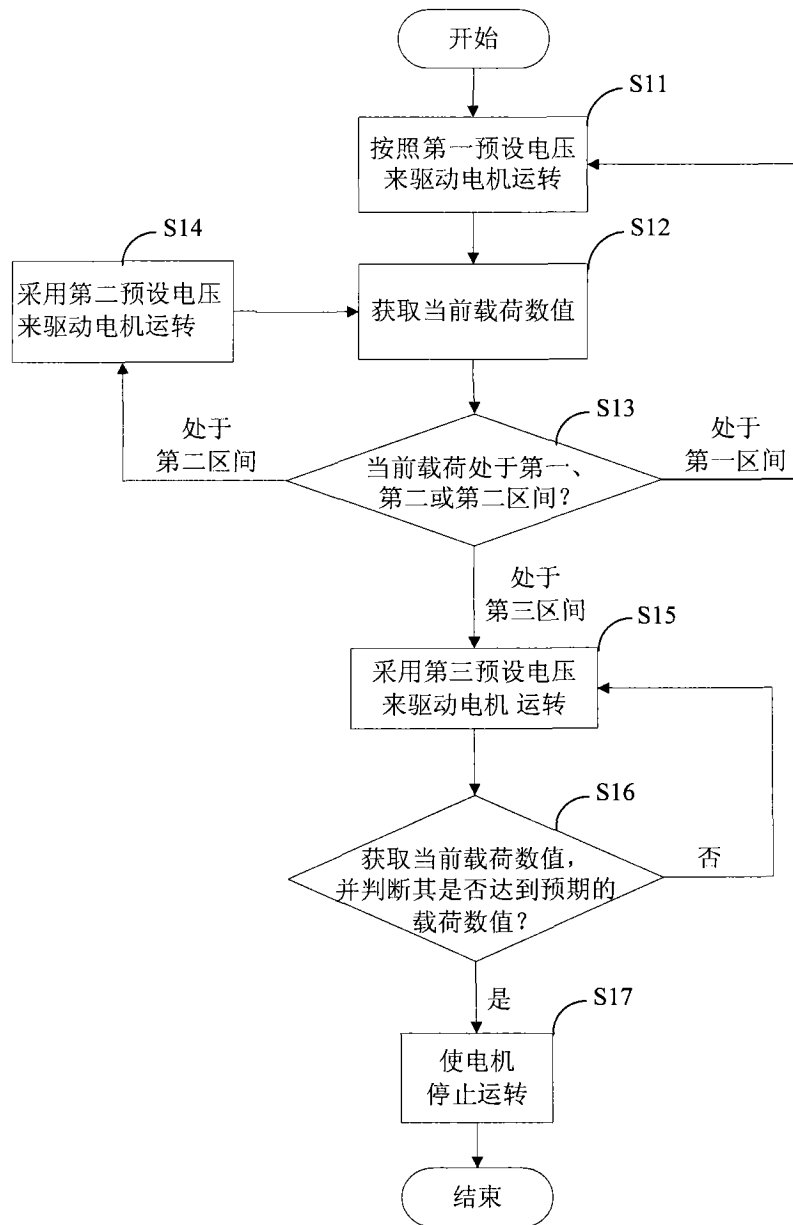


图 11