



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104390576 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201410485916. 0

B23K 37/00(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 09. 22

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 那景新 袁正 崔文波 秦国锋
刘玉 白霜 陶士振 张师源
蔡亮 杨丹瑒

(74) 专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理
事务所(普通合伙) 11369
代理人 史霞

(51) Int. Cl.

G01B 5/30(2006. 01)

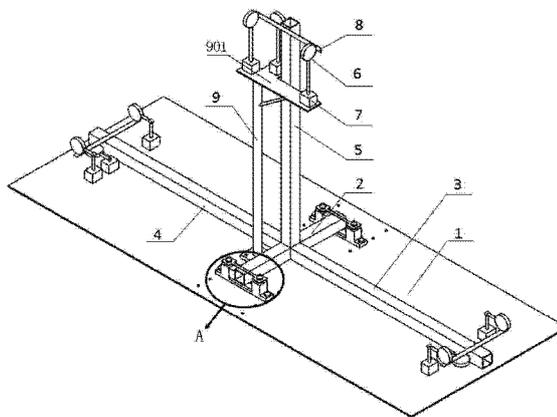
权利要求书2页 说明书6页 附图11页

(54) 发明名称

一种机械式焊接变形测量装置及客车骨架接头焊接工艺优化方法

(57) 摘要

本发明公开了一种机械式焊接变形测量装置及客车骨架接头焊接工艺优化方法。其测量装置包括工作平台,二个凹形座对称固定在工作平台上;压紧装置分别连接在二个凹形座上;表座支架构在工作平台上;一组测量仪表固定在表座支架上。其优化方法首先测量出焊接接头的焊接变形;然后对测量数据进行处理,获得加载断面处的变形量;建立整车梁单元模型;对客车中不同规格接头重复执行上述步骤,获得不同规格接头的焊接变形应力并存储到数据库;该装置构造简单、操作方便、成本低、精度高,可测量不同形式客车骨架接头在焊接过程中产生的弯曲及扭转变形,该方法可为客车结构的优化设计提供数据支持,并为客车接头焊接工艺的选择提供有效的评价方法。



1. 一种机械式焊接变形测量装置,包括一个矩形工作平台,其特征是:
二个凹形座,内设矩形凹槽且对称固定在工作平台的前、后两侧,用于支撑客车骨架接头的主梁;
定位块,分别设在二个凹形座的矩形凹槽内,用于对所述主梁进行定位;
二个压紧装置,分别连接在二个凹形座上,用于对所述主梁压紧;
表座支架,垂直固定在工作平台中部,用于支撑测量用的测量仪表;
一组测量仪表,分别固定在表座支架上,用于对客车骨架接头的焊接梁在焊接过程中产生的位移、转角进行测量;
金属片,固定在所述焊接梁的端部,通过测量仪表分别对金属片两端的位移进行测量从而得到焊接梁在焊接过程中产生的位移。
2. 根据权利要求1所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:在工作平台的两端对称设有二组测量仪表。
3. 根据权利要求1或2所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:所述每组测量仪表的数量为三个,其中每组中的两个测量仪表对称布置在所述焊接梁的两侧并且测杆垂直对应所述金属片,另外一个测量仪表的测杆对应所述焊接梁的一侧。
4. 根据权利要求1所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:所述测量仪表测量点到所述骨架接头焊接区域的距离大于1m,以对所测位移数据进行适当放大,从而减小测量误差。
5. 根据权利要求1所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:所述凹形座和表座支架通过螺栓固定在工作平台上,在工作平台上设有与所述凹形座对应的多组定位螺孔,以调整凹形座与表座支架的相对位置,适应不同规格骨架接头的测量要求。
6. 根据权利要求1所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:所述压紧装置是由压紧片和贯穿在压紧片两端的二组紧固螺栓和压力弹簧构成,通过紧固螺栓与凹形座螺纹连接并通过压紧片将所述主梁固定在凹形座的矩形凹槽内。
7. 根据权利要求1或2所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:所述测量仪表为机械式千分表。
8. 根据权利要求1所述的一种机械式焊接变形测量装置,其特征是:在所述凹形座的矩形凹槽底面设有半圆柱形凸起,以避免所述主梁在固定过程中发生变形。
9. 一种使用如权利要求1所述机械式焊接变形测量装置的客车骨架接头焊接工艺优化方法,其特征在于,包含步骤如下:
 - 1) 使用机械式焊接变形测量装置,测量出焊接接头在不同焊接工艺下的焊接变形;
 - 2) 选择骨架接头中焊接梁的非焊接端为加载断面,利用几何转换的方法对步骤1)测量的数据进行处理,获得加载断面处的位移、转角变形量;
 - 3) 建立整车梁单元模型,再根据所述加载断面处的变形量,建立变形后的接头壳单元模型,假设将该接头壳单元模型置于整车模型中,对整车模型的加载断面进行反向加载使焊接梁恢复至变形前,进而计算出客车骨架接头在焊接过程中由于受到周围杆件的约束无法自由变形而在接头局部产生的焊接变形应力;
 - 4) 对客车中不同规格接头进行步骤1)至步骤3),获得客车中不同规格接头在不同焊接工艺下的焊接变形应力,并将焊接变形应力存储到数据库;

5) 在进行客车接头强度分析时,根据接头具有多种不同焊接工艺,对数据库中每种焊接工艺的焊接变形应力进行数据提取与应力叠加,以获得更接近实际的客车骨架接头应力;获得最优的接头焊接工艺。

10. 根据权利要求9所述的一种客车骨架接头焊接工艺优化方法,其特征在于:所述步骤4)中应力叠加时,提取各个接头壳单元的应力分量,根据等效应力计算公式进行计算,以获得更接近实际的接头单元综合应力。

一种机械式焊接变形测量装置及客车骨架接头焊接工艺优化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种焊接变形测量装置,更确切地说,涉及一种机械式焊接变形测量装置以及基于此装置的客车骨架接头焊接工艺优化方法。

背景技术

[0002] 在焊接过程中,焊缝金属的热胀冷缩导致工件在焊接后存在残余变形。传统的焊接变形测量方法,如在工件上贴应变片等,其测量精度较低;而光干涉法、光电变形测量法以及应用较广的固定点重复测量方法的测量装置均较为复杂,对测量环境要求严格,测量成本较高且操作繁琐,不适于实际工程中的批量测量。

[0003] 与简单焊接结构的焊接残余应力不同,客车骨架接头在焊接过程中焊接杆件由于受到周围结构的约束而不能自由变形,导致杆件在焊后会产生残余应力(我们称之为焊接变形应力),这种应力的存在往往会降低焊接杆件的承载能力和机械性能。不同的焊接工艺,如简单的改变焊接顺序等,对焊接变形应力的影响很大。因此,选择合理的焊接工艺将对骨架接头强度的提高有着重要意义。

[0004] 目前,在进行客车车身结构设计时,由于缺少对不同焊接工艺下焊接变形应力的评价方法,设计人员往往忽略接头处焊接变形应力对结构强度的影响,而采用增加杆件截面尺寸和增加焊角的方式来提高接头的局部强度,在增加制造成本同时也不利于客车骨架的轻量化设计。

发明内容

[0005] 本发明的目的是要提供一种机械式焊接变形测量装置及客车骨架接头焊接工艺优化方法,该装置构造简单、操作方便、成本低、精度高,可测量不同形式客车骨架接头在焊接过程中产生的弯曲及扭转变形,该方法可为客车结构的优化设计提供数据支持,并为客车接头焊接工艺的选择提供有效的评价方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种机械式焊接变形测量装置,包括一个矩形工作平台,

[0008] 二个凹形座,内设矩形凹槽且对称固定在工作平台的前、后两侧,用于支撑客车骨架接头的主梁;

[0009] 定位块,分别设在二个凹形座的矩形凹槽内,用于对所述主梁进行定位;

[0010] 二个压紧装置,分别连接在二个凹形座上,用于对所述主梁压紧;

[0011] 表座支架,垂直固定在工作平台中部,用于支撑测量用的测量仪表;

[0012] 一组测量仪表,分别固定在表座支架上,用于对客车骨架接头的焊接梁在焊接过程中产生的位移、转角进行测量;

[0013] 金属片,固定在所述焊接梁的端部,通过测量仪表分别对金属片两端的位移进行测量从而得到焊接梁在焊接过程中产生的位移。

[0014] 作为进一步优选,在工作平台的两端对称设有二组测量仪表。

[0015] 作为进一步优选,所述每组测量仪表的数量为三个,其中每组中的两个测量仪表对称布置在所述焊接梁的两侧并且测杆垂直对应所述金属片,另外一个测量仪表的测杆对应所述焊接梁的一侧。

[0016] 作为进一步优选,所述测量仪表测量点到所述骨架接头焊接区域的距离大于 1m,以对所测位移数据进行适当放大,从而减小测量误差。

[0017] 作为进一步优选,所述凹形座和表座支架通过螺栓固定在工作平台上,在工作平台上设有与所述凹形座对应的多组定位螺孔,以调整凹形座与表座支架的相对位置,适应不同规格骨架接头的测量要求。

[0018] 作为进一步优选,所述压紧装置是由压紧片和贯穿在压紧片两端的二组紧固螺栓和压力弹簧构成,通过紧固螺栓与凹形座螺纹连接并通过压紧片将所述主梁固定在凹形座的矩形凹槽内。

[0019] 作为进一步优选,所述测量仪表为机械式千分表。

[0020] 作为进一步优选,在所述凹形座的矩形凹槽底面设有半圆柱形凸起,以避免所述主梁在固定过程中发生变形。

[0021] 一种客车骨架接头焊接工艺优化方法,包含步骤如下:

[0022] 1) 使用机械式焊接变形测量装置,测量出焊接接头在不同焊接工艺下的焊接变形;

[0023] 2) 选择骨架接头中焊接梁的非焊接端为加载断面,利用几何转换的方法对步骤 1) 测量的数据进行处理,获得加载断面处的位移、转角变形量;

[0024] 3) 建立整车梁单元模型,再根据所述加载断面处的变形量,建立变形后的接头壳单元模型,假设将该接头壳单元模型置于整车模型中,对整车模型的加载断面进行反向加载使焊接梁恢复至变形前,进而计算出客车骨架接头在焊接过程中由于受到周围杆件的约束无法自由变形而在接头局部产生的焊接变形应力;

[0025] 4) 对客车中不同规格接头进行步骤 1) 至步骤 3),获得客车中不同规格接头在不同焊接工艺下的焊接变形应力,并将焊接变形应力存储到数据库;

[0026] 5) 在进行客车接头强度分析时,根据接头具有多种不同焊接工艺,对数据库中每种焊接工艺的焊接变形应力进行数据提取与应力叠加,以获得更接近实际的客车骨架接头应力;获得最优的接头焊接工艺。

[0027] 作为进一步的优选,所述步骤 4) 中应力叠加时,提取各个接头壳单元的应力分量,根据等效应力计算公式进行计算,以获得更接近实际的接头单元综合应力。

[0028] 本发明的有益效果是:

[0029] 1、本发明所涉及的一种机械式焊接变形测量装置相比现有的测量装置,在测量仪表方面,选用机械式千分表作为测量工具,对测量环境要求较低,可实现加工车间内的测量;在测量成本方面,本发明涉及的测量装置远远低于现有装置;在操作流程方面,本发明涉及的测量装置更为简单方便,无需进行繁琐的数据处理和转换,测量周期大大缩短,符合当代产品设计要求;在测量精度方面,本发明涉及的测量装置通过增加测量点到焊接区域的距离,能够对测量数据进行放大,以减小测量误差;在测量真实性方面,本发明涉及的测量装置通过金属片及测量仪表的布置,对金属片两端位移进行测量,通过几何转换的方法

获得焊接客车骨架接头的扭转变形,使测量数据更为真实、全面。

[0030] 2、本发明涉及的客车骨架接头焊接工艺的优化方法利用所测得的焊接变形对客车骨架接头进行有限元仿真分析,从而获得客车接头在焊接过程中由于受到周围杆件的约束无法自由变形而在接头局部产生的焊接变形应力;针对客车中不同规格接头在不同焊接工艺下的焊接变形应力建立数据库,在进行客车接头强度分析时,根据其实际焊接工艺对数据库中的焊接变形应力进行数据提取与应力叠加,以获得更接近实际的客车骨架接头应力;该应力的获得可以为客车结构的优化设计提供数据支持,并为客车接头焊接工艺的选择提供有效的评价方法。

附图说明

[0031] 图1为本发明所述的焊接测量装置结构示意图。

[0032] 图2是图1的A部放大图。

[0033] 图3为本发明所述的焊接测量装置主要尺寸参数示意图。

[0034] 图4是图3的左视图。

[0035] 图5是图3的B部放大图。

[0036] 图6为本发明所述的焊接变形测量及位移、转角计算原理示意图。

[0037] 图7是图6的侧视图。

[0038] 图8是图7的局部放大图。

[0039] 图9是本发明所述T形接头的结构形式尺寸参数示意图。

[0040] 图10是本发明所述的壳单元应力分量示意图。

[0041] 图11是本发明的整车梁壳混合模型示意图。

[0042] 图12为本发明的梁壳混合模型反向加载示意图。

[0043] 图13为本发明所述的客车骨架接头焊接工艺优化流程图。

[0044] 图中:1、工作平台,2、主梁,3、第二焊接梁,4、第三焊接梁,5、第一焊接梁,6、测量仪表,7、磁力座,8、金属片,9、表座支架,901、T形钢板,10、凹形座,101、半圆柱形凸起,11、定位块,12、压紧片,13、压力弹簧,14、紧固螺栓。

具体实施方式

[0045] 如图1和图2所示,本发明涉及的一种机械式焊接变形测量装置,包括一个矩形工作平台1,该工作平台1为钢板或铸铁板制成。在工作平台1上的前、后两侧对称固定二个凹形座10,在凹形座10内设有矩形凹槽,用于支撑客车骨架接头的主梁2;在所述矩形凹槽内的底面设有半圆柱形凸起101,以避免所述主梁2在固定过程中发生变形。在二个凹形座10的矩形凹槽内分别设有定位块11,用于对所述主梁2进行定位;所述定位块11有多块,厚度依次为10mm、20mm、30mm等不同尺寸,以实现对不同规格骨架接头的定位工作。

[0046] 在二个凹形座10上分别连接一个压紧装置,用于对所述主梁2压紧。所述压紧装置是由压紧片12和贯穿在压紧片12两端的二组紧固螺栓14和压力弹簧13构成,紧固螺栓14与凹形座10通过螺纹连接,并将压力弹簧13夹持在压紧片12与凹形座10之间,通过压紧片12将所述主梁2固定在凹形座10的矩形凹槽内并靠在定位块11一侧。

[0047] 在工作平台1中部位于二个凹形座10之间垂直固定有表座支架9,表座支架9上

端固定有 T 形钢板 901, 用于支撑测量用的测量仪表 6。在表座支架 9 上设有一组测量仪表 6, 作为优选, 所述测量仪表 6 为千分表, 千分表通过其磁力座 7 固定在 T 形钢板 901 上, 用于对垂直焊接在所述主梁 2 上的第一焊接梁 5 在焊接过程中产生的位移、转角进行测量。

[0048] 作为优选, 在工作平台 1 的两端对称设有二组测量仪表 6, 二组测量仪表 6 通过其磁力座固定在工作平台 1 上, 用于测量分别焊接在所述主梁 2 两侧的第二焊接梁 3 和第三焊接梁 4 在焊接过程中产生的位移、转角。在每根焊接梁上靠近其非焊接端部分别固定粘接金属片 8, 金属片 8 长度为 200-400mm 且与焊接梁垂直, 通过测量仪表 6 分别对金属片 8 两端的位移进行测量从而得到焊接梁在焊接过程中产生的位移。所述金属片 8 表面抛光并具有足够刚度, 以减小测量误差。

[0049] 所述每组测量仪表 6 的数量为三个, 其中两个测量仪表 6 对称布置在所述焊接梁的两侧并且位于对应金属片 8 的同一侧, 两个测量仪表 6 的测杆垂直对应所述金属片 8, 另外一个测量仪表 6 的测杆对应所述焊接梁的一侧且与金属片 8 平行。作为优选, 所述测量仪表 6 测量点到所述骨架接头焊接区域的垂直距离大于 1m, 以对所测位移数据进行适当放大, 从而减小测量误差。

[0050] 所述凹形座 10 和表座支架 9 分别通过螺栓固定在工作平台 1 上, 在工作平台 1 上设有与所述凹形座 10 对应的多组定位螺孔, 以调整凹形座 10 与表座支架 9 的相对位置, 适应不同规格骨架接头的测量要求。

[0051] 如图 13 所示, 本发明涉及的一种客车骨架接头焊接工艺优化方法, 包含步骤如下:

[0052] 1、根据客车中所测骨架接头的结构组成和尺寸规格对所述机械式焊接变形测量装置中的凹形座 10、测量仪表 6 的位置进行选择 and 调整, 使用机械式焊接变形测量装置测量出焊接接头在不同焊接工艺下的焊接变形;

[0053] 2、选择骨架接头中焊接梁的非焊接端为加载断面, 利用几何转换的方法对步骤 1 测量的数据进行处理, 获得加载断面处的位移、转角等变形量;

[0054] 3、基于有限元仿真方法建立整车梁单元模型, 并对所测接头局部进行处理。再根据步骤 2 中所获得的加载断面处的变形量, 建立变形后的接头壳单元模型, 并假设将该接头模型嵌于整车模型中, 以刚性连接的方式进行拼合, 基于反向加载原理对整车梁壳混合模型中的加载断面进行反向加载使焊接梁恢复至变形前, 进而计算出客车骨架接头在焊接过程中由于受到周围杆件的约束无法自由变形而在接头局部产生的焊接变形应力;

[0055] 4、对客车中不同规格接头重复进行步骤 1 至步骤 3, 获得客车中不同规格接头在不同焊接工艺下的焊接变形应力, 并将焊接变形应力建立并存储到数据库;

[0056] 5、在进行客车接头强度分析时, 根据接头具有多种不同焊接工艺, 对数据库中每种焊接工艺的焊接变形应力进行数据提取与应力叠加, 以获得更接近实际的客车骨架接头应力; 根据该应力为客车结构的优化设计提供数据支持, 并为客车接头焊接工艺的选择提供有效的评价方法, 进而获得最优的接头焊接工艺。

[0057] 作为进一步的优选, 所述步骤 4 中应力叠加时, 提取各个接头壳单元的应力分量, 根据米塞斯应力 (等效应力) 计算公式进行计算, 以获得更接近实际的接头单元综合应力。

[0058] 下面以客车骨架接头中常见的 T 形接头为例, 对本发明的焊接优化方法进行阐述。

[0059] 1、参见附图 9，首先设定所选取的某全承载客车中一处 T 形接头的结构形式与尺寸参数如下：主梁 2 的长度尺寸为 $L = 1130\text{mm}$ ，截面尺寸为 $50*50\text{mm}$ ，壁厚为 3mm ，焊接梁的长度尺寸为 $H = 880\text{mm}$ ，截面尺寸为 $50*50\text{mm}$ ，壁厚为 3mm 。

[0060] 如图 3- 图 5 所示，根据所测 T 形接头的结构形式与尺寸参数，确定该机械式焊接变形测量装置的主要尺寸参数如下：T 形钢板 901 的上表面到工作平台 1 上表面的距离 $L_1 = 0.9$ 米，设在 T 形钢板 901 上的测量仪表 6 测量点到工作平台 1 上表面的距离 $L_2 = 1.1$ 米，金属片 8 一侧的两个测量仪表 6 测量点的相对距离 $L_6 = 0.3$ 米，两个凹形座 10 的相对距离 $L_7 = 0.4$ 米，凹形座 10 的矩形凹槽内的半圆柱形凸起高度 $L_8 = 0.01$ 米，凹形座 10 的凹槽宽度 $L_9 = 0.1$ 米。

[0061] 如图 6- 图 8 所示，通过本发明所述的测量装置测量该 T 形接头焊接梁的焊接变形参数，测得数据如下（单位：米）：

[0062] $\Delta X_1 = 0.00074$ ， $\Delta X_2 = -0.00021$ ， $\Delta Y_1 = 0.00063$ ；

[0063] $a = b = L_6/2 = 0.15$ ， $H_1 = 1.03$ ；

[0064] 其中， H_1 为测量仪表 6 测量点到焊接主梁 2 上表面的距离； a 、 b 为抛光金属片 8 一侧两测量仪表 6 测量点到焊接梁中间断面的距离； ΔX_1 、 ΔX_2 、 ΔY_1 可通过测量仪表 6 直接测得（ ΔX_1 、 ΔX_2 、 ΔY_1 为矢量，正方向如图中坐标系所示）。

[0065] 2、利用几何转换的方法对所测数据进行处理；得出测量断面的实际位移、转角计算公式：

$$[0066] \quad \Delta X_4 = \frac{H\Delta X_1}{H_1}, \quad \Delta X_5 = \frac{H\Delta X_2}{H_1}, \quad \Delta Y_2 = \frac{H\Delta Y_1}{H_1};$$

$$[0067] \quad \Delta X_3 = \Delta X_4 + \frac{(a - \Delta Y_2)(\Delta X_5 - \Delta X_4)}{a + b}, \quad \theta = \arctan\left(\frac{\Delta X_4 - \Delta X_5}{a + b}\right);$$

$$[0068] \quad \Delta Z = \Delta Z_1 = H \cos\left(\arctan\frac{\Delta X_3}{H}\right) - H;$$

$$[0069] \quad \Delta X = \Delta X_3 + \frac{\Delta Z * \Delta X_3}{H};$$

$$[0070] \quad \Delta Y = \Delta Y_2 + \frac{\Delta Z * \Delta Y_2}{H}.$$

[0071] 其中， ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 为所求加载断面的焊接变形位移量， θ 为焊接梁的轴向扭转变形量； ΔX_3 、 ΔX_4 、 ΔX_5 、 ΔY_2 、 ΔZ_1 为计算中间变量。

[0072] 根据公式计算得出： $\Delta X = 0.0002278640\text{m}$ ， $\Delta Y = 0.0005382524\text{m}$ ， $\Delta Z = -0.0000000295\text{m}$ ； $\theta = 0.4869891031\text{deg}$ 。

[0073] 3、参见附图 11、12，为本实施例中所建立的梁壳混合模型反向加载示意图：接头壳单元模型单元尺寸为 2mm ，整车梁单元模型单元尺寸为 100mm 。基于反向加载原理对整车梁壳混合模型中的加载断面进行反向加载；对整车梁壳混合模型进行分析处理。

[0074] 将分析结果统计至数据库中，在进行客车骨架接头强度分析时，根据其实际焊接

工艺对数据库中的焊接变形应力进行数据提取与应力叠加,单元应力叠加计算公式,参考附图 10:

$$[0075] \quad \sigma_x = \sigma'_x + \sigma''_x, \sigma_y = \sigma'_y + \sigma''_y, \tau_{xy} = \tau'_{xy} + \tau''_{xy}$$

[0076] 其中, σ_x 、 σ_y 、 τ_{xy} 为壳单元在平面应力状态下的全应力分量; σ'_x 、 σ'_y 、 τ'_{xy} 为客车接头在未考虑焊接变形应力时仿真获得的壳单元应力分量; σ''_x 、 σ''_y 、 τ''_{xy} 为本发明所述焊接变形应力在对应壳单元上的单元应力分量。

[0077] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

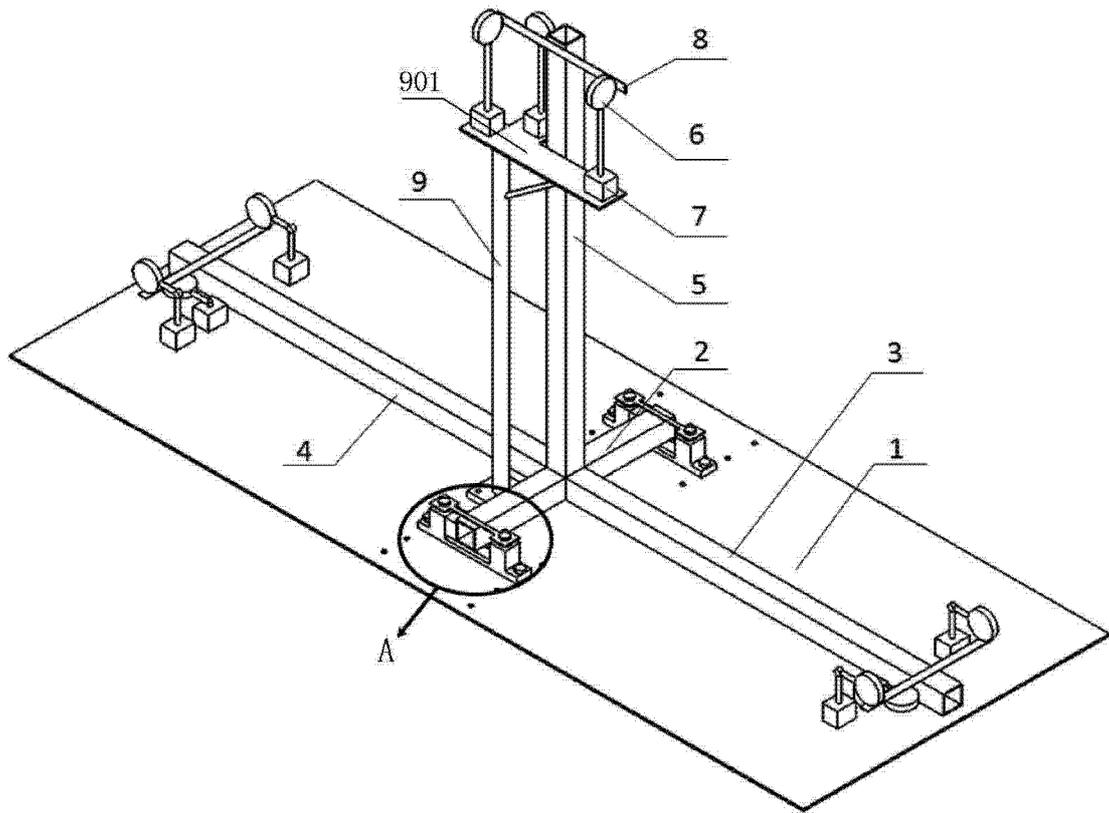


图 1

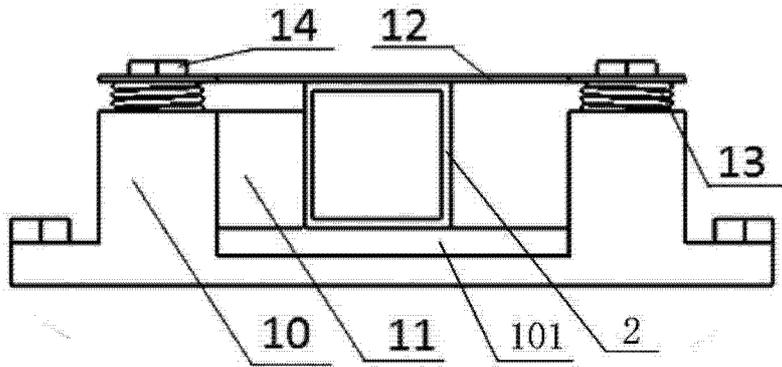


图 2

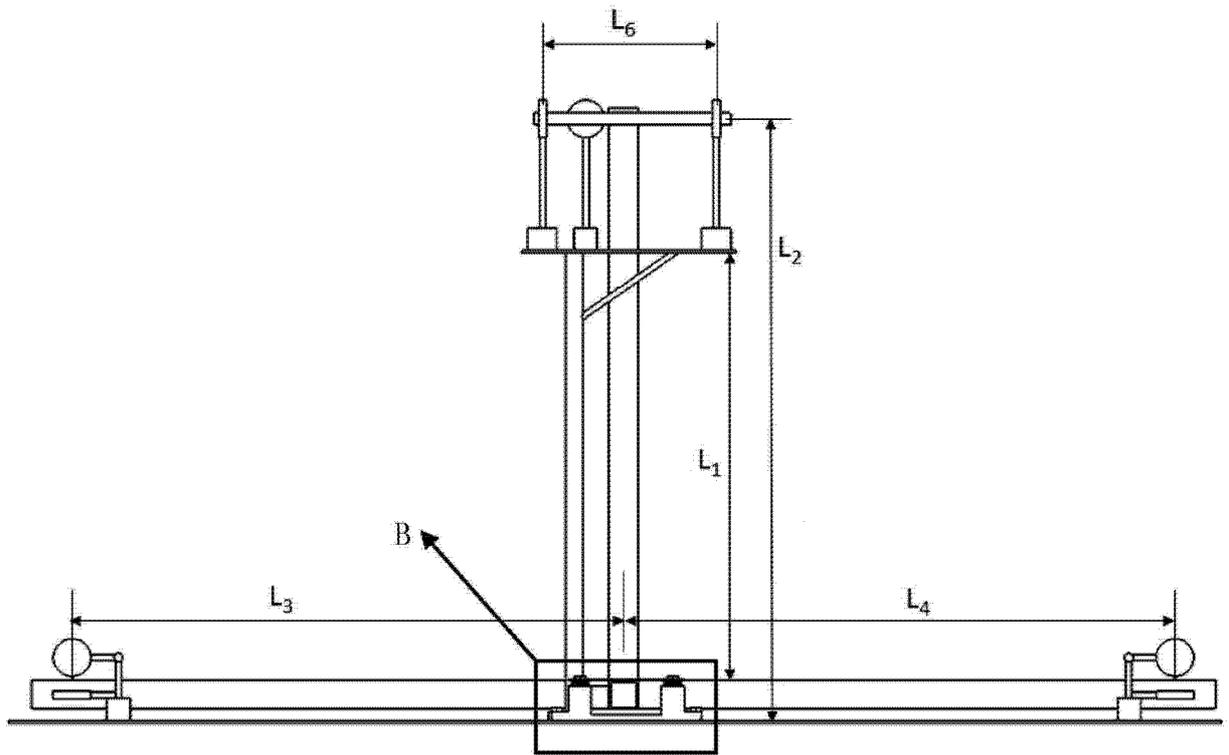


图 3

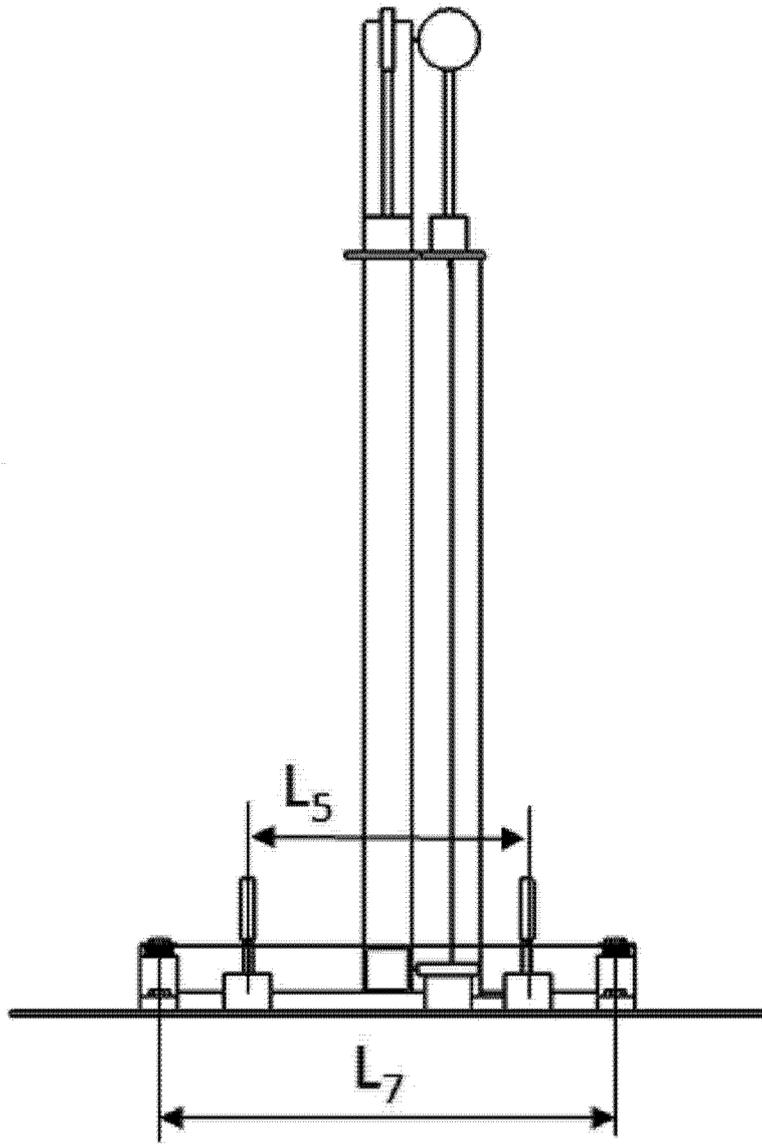


图 4

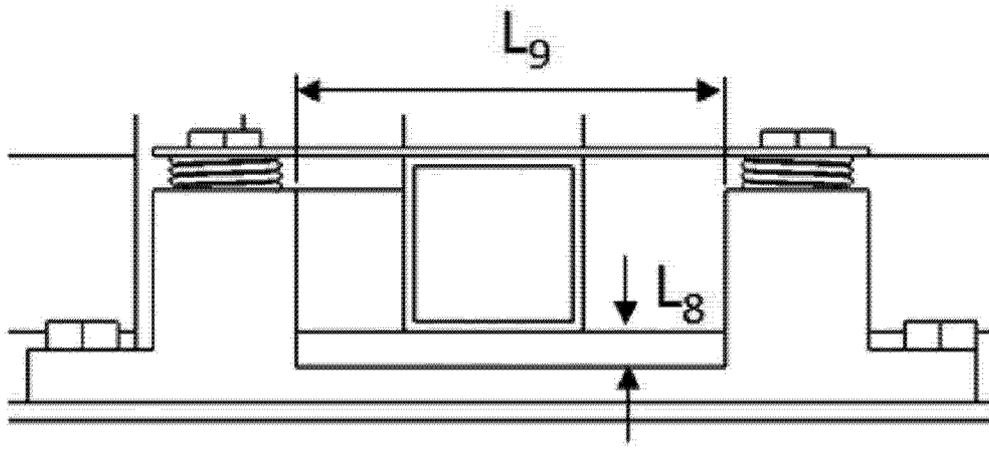


图 5

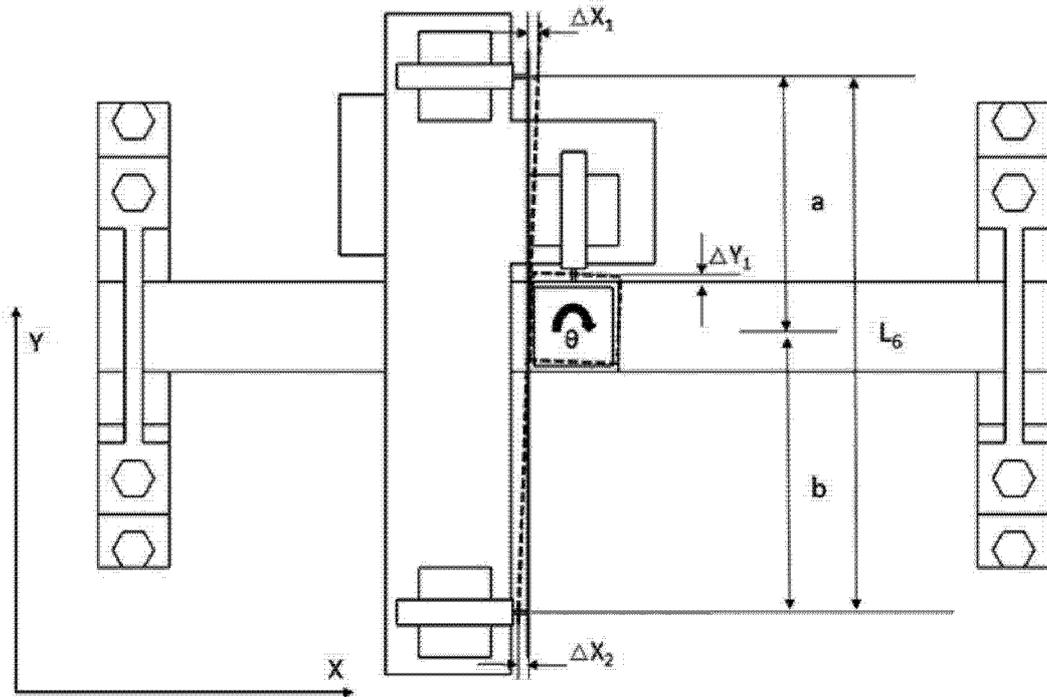


图 6

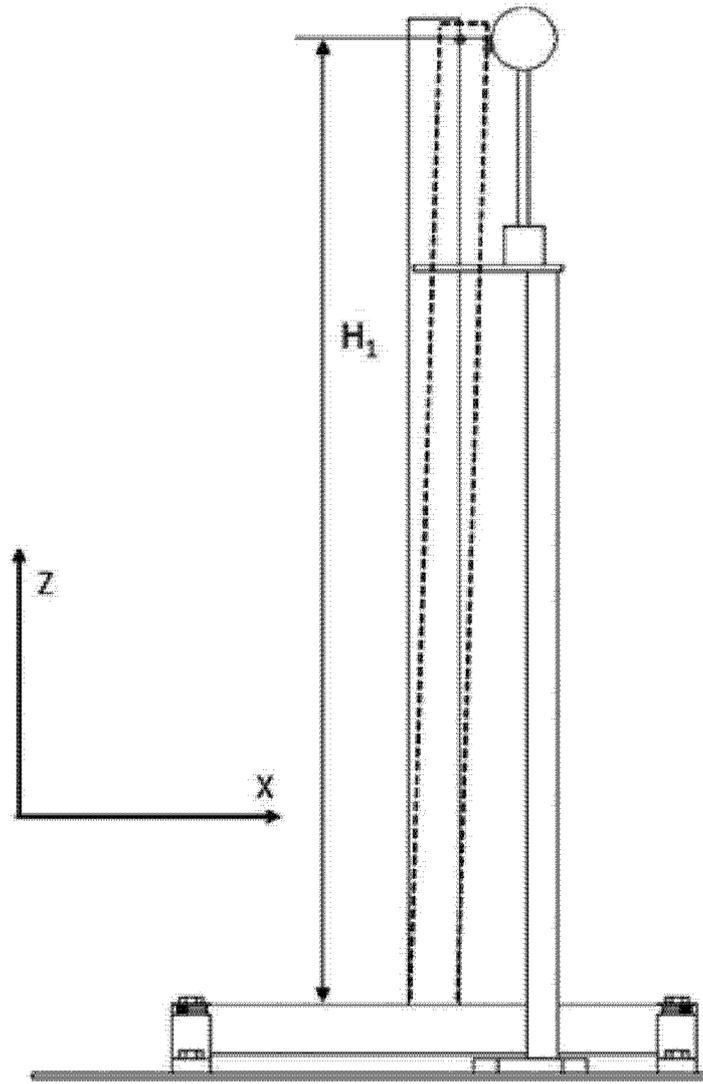


图 7

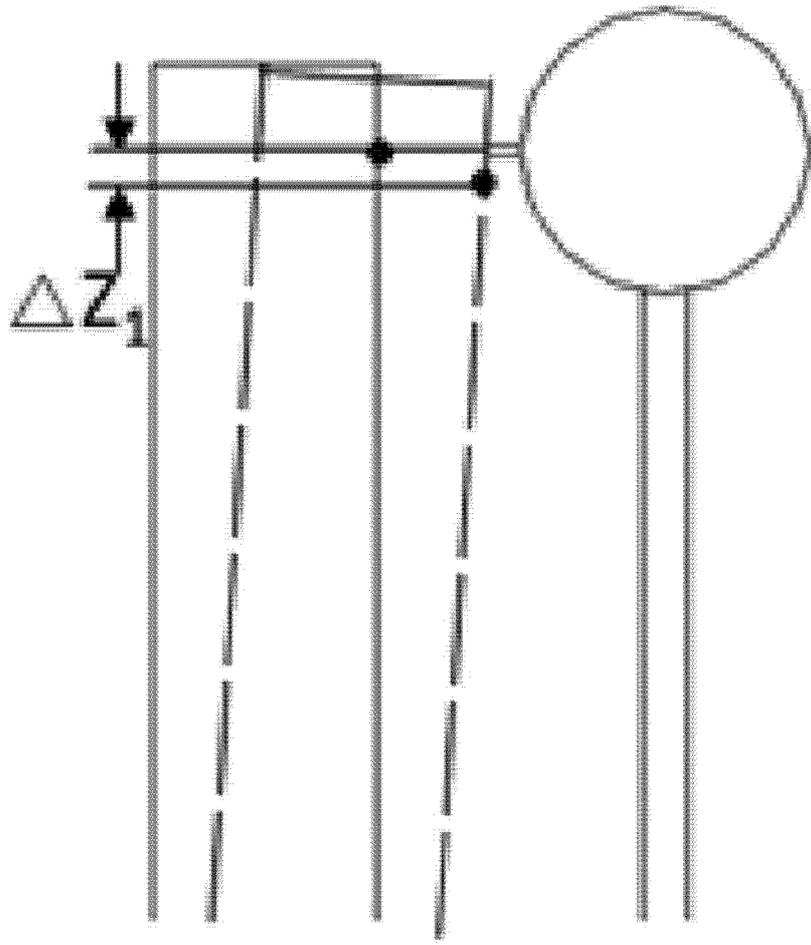


图 8

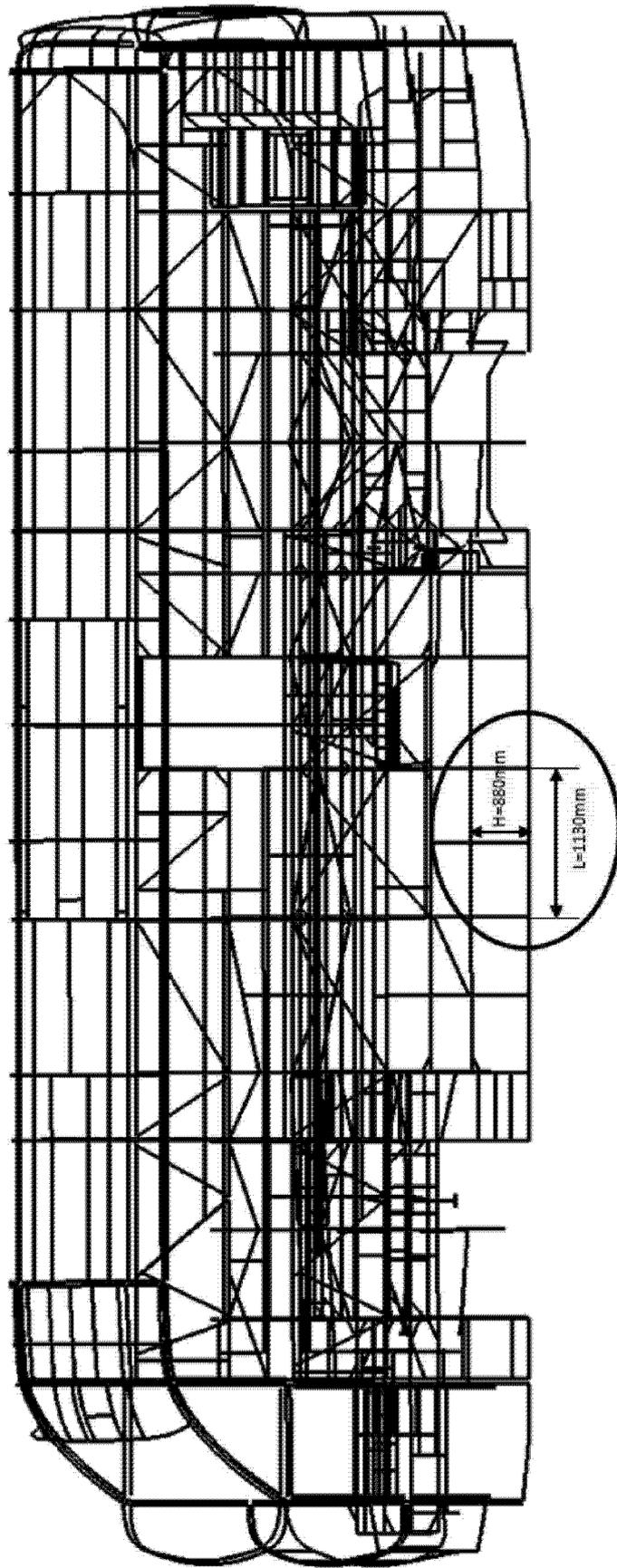


图 9

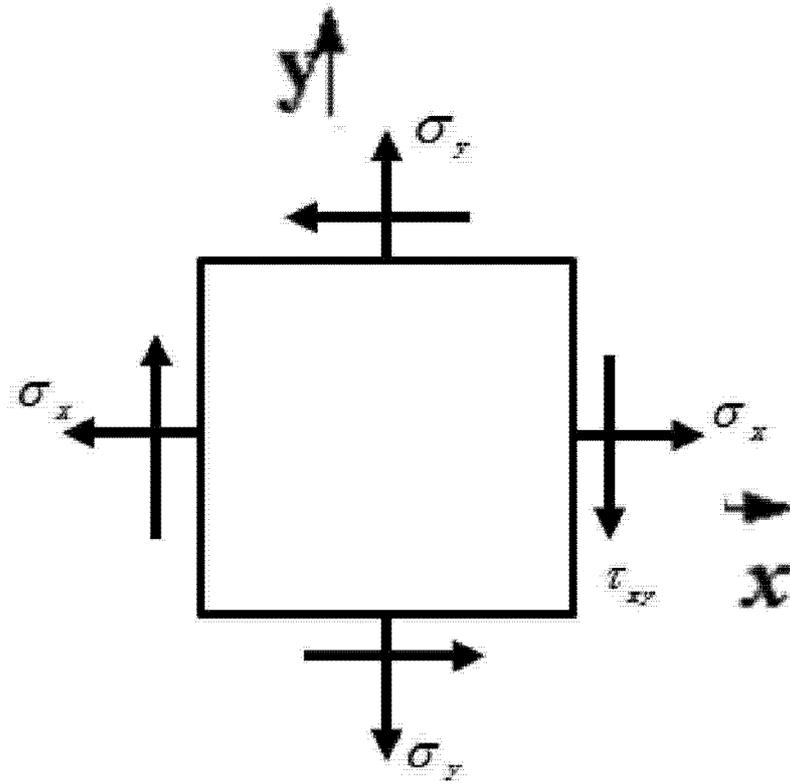


图 10

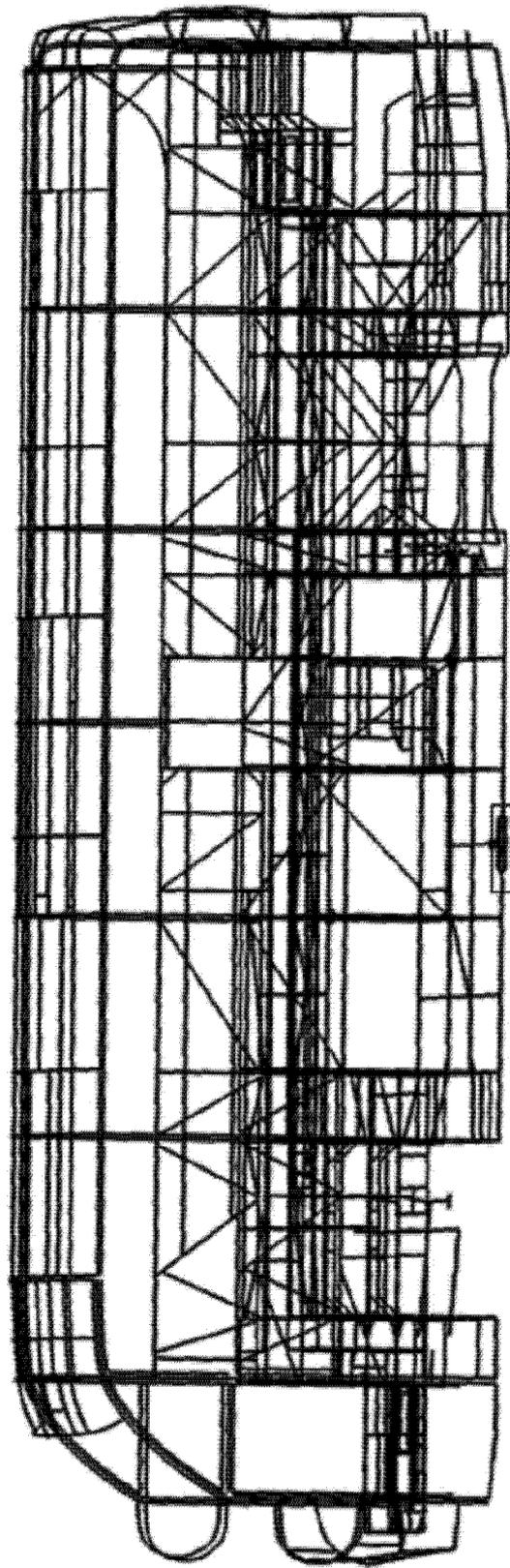


图 11

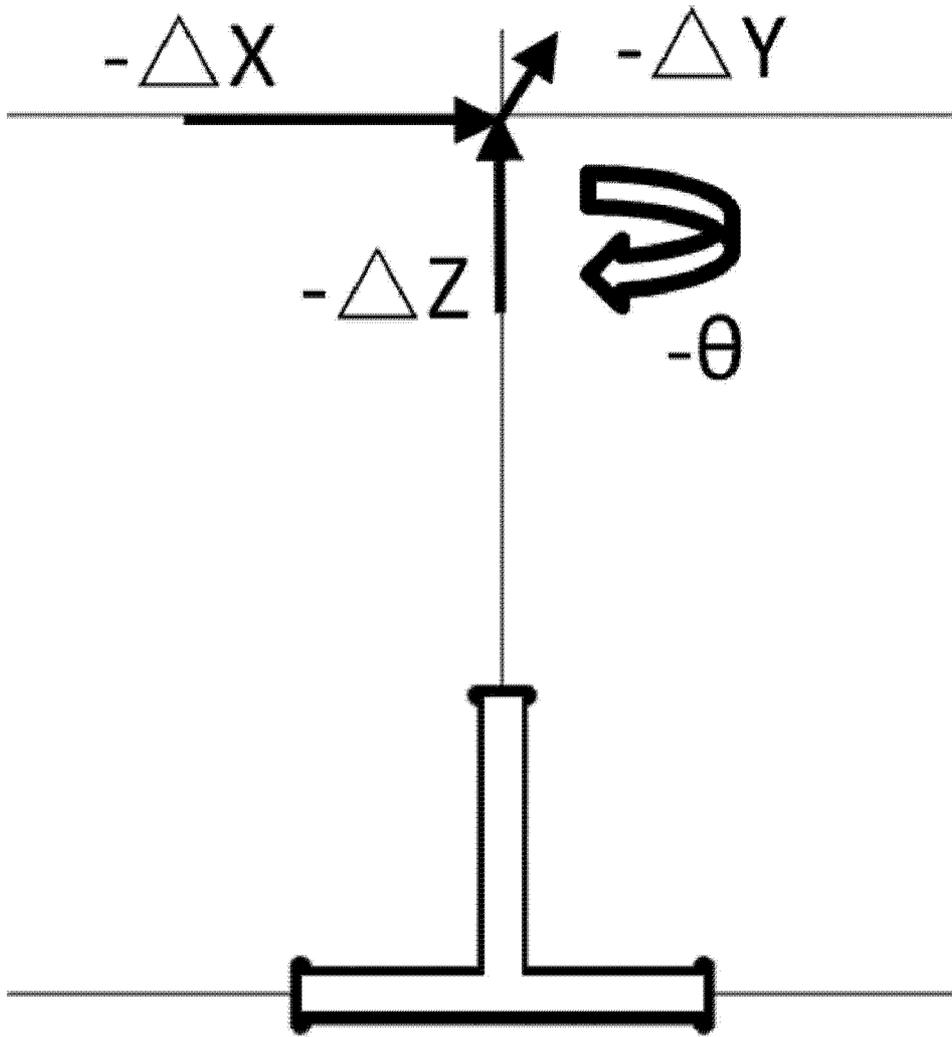


图 12

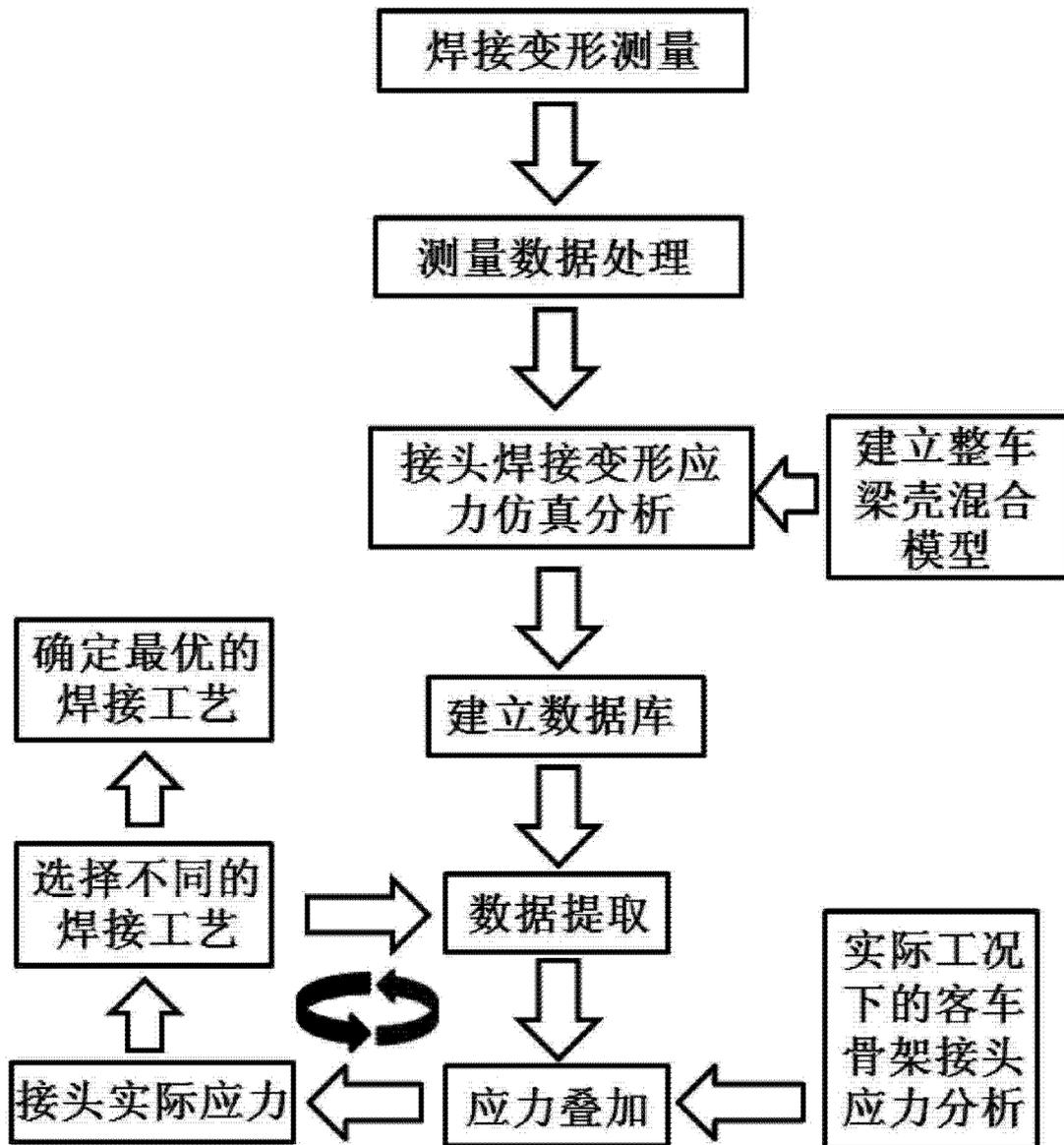


图 13