

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021 年 12 月 2 日 (02.12.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/237999 A1

- (51) 国际专利分类号:
G09B 23/10 (2006.01) **G01B 11/02** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/118282
- (22) 国际申请日: 2020 年 9 月 28 日 (28.09.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010462078.0 2020 年 5 月 27 日 (27.05.2020) CN
- (71) 申请人: 大连理工大学 (**DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。
- (72) 发明人: 陈廷国 (**CHEN, Tingguo**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 刘子楠 (**LIU, Zinan**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 董官宁 (**DONG, Guanning**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 任理娇 (**REN, Chengjiao**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 朱

德庆 (**ZHU, Deqing**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 任伟宾 (**REN, Weibin**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 吴江龙 (**WU, Jianglong**); 中国辽宁省大连市凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

(54) Title: PORTABLE TRUSS STRUCTURE EXPERIMENTAL APPARATUS

(54) 发明名称: 一种便携式桁架结构实验装置

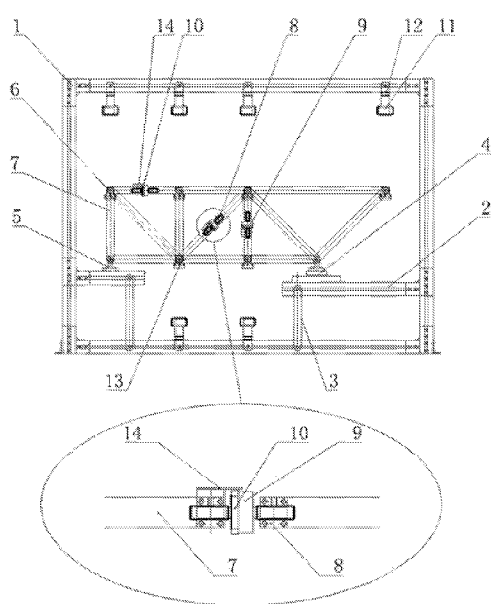


图 1

(57) Abstract: A portable truss structure experimental apparatus, relating to the field of teaching practice of civil engineering professional structural mechanics, and comprising: a basic frame (1), detachable cross beams (2), positioning support rods (3), a slide path (4), hinged supports (5), a truss structure, reflecting plates (13), a measurement device, and an acquisition device. The apparatus is simple in structure, convenient to assemble and disassemble, reusable, and accurate in measurement result, can be synchronized to a large screen to directly obtain a structural influence line, and can realize classroom demonstration of the teaching content of the influence line in the structural mechanics. By means of experiments, students can more accurately understand related theories of the influence line in the structural mechanics.

(57) 摘要: 一种便携式桁架结构实验装置, 属于土木工程专业结构力学的教学实践领域, 包括: 基础框架 (1)、可拆卸横梁 (2)、定位支杆 (3)、滑道 (4)、铰支座 (5)、桁架结构、反光板 (13)、测量设备和采集设备。该装置结构简单、装卸方便、可重复利用、测量结果准确、可同步至大屏幕并直接得到结构影响线, 能够实现结构力学影响线教学内容的课堂演示; 通过实验, 使学生们更加准确理解结构力学影响线相关理论。

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

发明名称：一种便携式桁架结构实验装置

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程专业结构力学的教学实践领域，涉及静定桁架结构实验装置，可进行结构力学中桁架影响线的课堂演示实验。

背景技术

[0002] 结构力学是高等院校土木工程专业必修学科，主要以梁、拱、桁架、刚架等杆件结构为主要研究对象，根据力学原理研究外力和其他外界因素作用下结构的内力和变形，结构的强度、刚度、稳定性和动力反应，以及结构的组成规律和受力性能。

[0003] 目前高等院校结构力学的教学方法主要是理论教学，缺少对相关力学原理的实验验证，导致部分同学对相关理论理解不够深入，甚至对相关理论产生质疑。因此，在结构力学教学中引入实验环节是其教学发展的必然趋势。

[0004] 在结构力学教学的影响线部分，经常以桁架结构为研究对象，但实验室中的桁架结构模型大多十分笨重，并不适合进入课堂，所以发明一种易于拆卸、方便携带的桁架结构模型以研究结构力学中影响线的相关理论，尤为重要。

发明概述

技术问题

[0005] 为改变目前结构力学课堂教学中缺乏影响线实验演示环节的现状，发明一种便携桁架结构实验装置，该装置结构简单、装卸方便、可重复利用、测量结果准确、可同步至大屏幕并直接得到结构影响线，能够实现结构力学影响线教学内容的课堂演示。通过实验，使学生们更加准确理解结构力学影响线相关理论。

问题的解决方案

技术解决方案

[0006] 本发明的技术方案：

[0007] 一种便携式桁架结构实验装置，包括基础框架1、可拆卸横梁2、定位支杆3、滑道4、铰支座5、桁架结构、反光板13、测量设备和采集设备。所述的基础框

架1依靠其自重保证整个装置的稳定；可拆卸横梁2共两根，每根可拆卸横梁2上均连接一根定位支杆3，定位支杆3与基础框架1底座垂直，两根可拆卸横梁2分别与基础框架1的两根立柱垂直；滑道4固定在其中一根可拆卸横梁2上；铰支座5共两个，分别固定于另一根可拆卸横梁2和滑道4上，两个铰支座5位于同一水平线上；桁架结构包括定长杆件、可伸缩杆件和铰结点6，定长杆件由一对钢片7组合构成，保证模型的空间稳定性；可伸缩杆件由调节螺杆9、刻度盘10、指针14、两个夹紧装置8和两对钢片7构成，可伸缩杆件的每对钢片7通过一个夹紧装置8固定成一个整体，调节螺杆9两端与两个夹紧装置8连接，指针14固定于夹紧装置8上，刻度盘10固定于调节螺杆9上，转动调节螺杆9即可调节杆件长度，并可读出调节螺杆9的转动角度，进而推算出杆件长度的变化量；所有的定长杆件及可伸缩杆件之间通过铰结点6相连成一个整体，每个铰结点6上均固定一个反光板13，用以反射激光位移计11发射的激光；测量设备为激光位移计11，用于测量模型各点的位移；采集设备为多模结构参量遥测系统终端，采集模型各点位移；所述的激光位移计11通过支撑板12固定于基础框架1的横梁和底座上，分别与铰结点6的位置竖向对齐，用于测量模型铰结点6的位移；采集设备为多模结构参量遥测系统终端，采集模型各点位移。

发明的有益效果

有益效果

[0008] 本发明的有益效果：按照本发明制造的便携式桁架结构实验装置集方便和科学于一身，既能进行真实实验，又能即时将实验结果进行处理，十分适宜在时间有限的课堂上进行演示；同时，该实验操作简单，便于新手学习，十分适合学生动手操作。

对附图的简要说明

附图说明

[0009] 图1是本发明便携式桁架结构实验装置主视图。

[0010] 图2是本发明便携式桁架结构实验装置侧视图。

[0011] 图3是本发明便携式桁架结构实验装置俯视图。

[0012] 图中：1基础框架，2可拆卸横梁，3定位支杆，4滑道，5铰支座，6铰结点，7

钢片，8夹紧装置，9调节螺杆，10刻度盘，11激光位移计，12支撑板，13反光板，14指针。

发明实施例

本发明的实施方式

[0013] 下面结合附图对本发明做进一步的说明：

[0014] 本发明：一种便携式桁架结构实验装置，由基础框架1、两根可拆卸横梁2、两根定位支杆3、一个滑道4、两个铰支座5、十根定长杆件、三根可伸缩杆件、六个铰结点6、六个反光板13、测量设备和采集设备组成。

[0015] 设备的具体安装方式如下：

[0016] 图1是本发明便携式桁架结构实验装置主视图；图2是本发明便携式桁架结构实验装置侧视图；图3是本发明便携式桁架结构实验装置俯视图。

[0017] 如图1、图2和图3所示，基础框架1依靠其自重保证整个装置的稳定；两根可拆卸横梁2通过各自的定位支杆3分别固定在基础框架1的两根立柱和底座上，其中定位支杆3与基础框架1底座垂直，两根可拆卸横梁2分别与基础框架1的两根立柱垂直；滑道4固定在长的可拆卸横梁2上；两个铰支座5分别固定于短的可拆卸横梁2和滑道4上。

[0018] 十根定长杆件每根均由一对钢片7组合构成，保证模型的空间稳定性；三根可伸缩杆件均由两对钢片7、两个夹紧装置8、调节螺杆9、指针14刻度盘10构成，每对钢片7通过一个夹紧8装置固定成一个整体，调节螺杆9两端与两个夹紧装置8连接，指针14固定于夹紧装置8上，刻度盘10固定于调节螺杆9上，转动调节螺杆9即可调节杆件长度，并可读出转动角度，进而推算出杆件长度的变化量，调节螺杆9每转动 60° ，杆件长度变化0.5mm。

[0019] 所有杆件通过六个铰结点6和两个铰支座5相连成一个整体，每个铰结点6上均固定一个反光板13，用以反射激光位移计11发射的激光；六个激光位移计11通过支撑板12固定于基础框架1的横梁和底座上，分别与六个铰结点6的位置竖向对齐，用于测量模型铰结点6的位移；采集设备为多模结构参量遥测系统终端，采集模型各点位移。

[0020] 如图1所示，定长杆件中，有六根短杆，三根中长杆，二者分别为等腰直角三

角形的直角边和斜边，一根长杆，长度为短杆的两倍；所述的可伸缩杆件中，有两根短杆，一根中长杆，装配之前需调整其初始状态的长度与相应的定长杆件相同。

[0021] 机动法作桁架结构影响线实验步骤：

[0022] 第一步，按照上述方式安装该便携式桁架结构实验装置，接通激光位移计11和多模结构参量遥测系统终端电源，并对三根可伸缩杆件进行标号，横杆为1号杆件，竖杆为2号杆件，斜杆为3号杆件。

[0023] 第二步，保持2、3号杆件长度不变，转动调节螺杆9使1号杆件伸长，进行预加载，并对多模结构参量遥测系统终端进行平衡清零。

[0024] 第三步，保持2、3号杆件长度不变，转动调节螺杆9使1号杆件伸长，每级转动 60° ，两级加载至少间隔5秒，保证激光位移计数据稳定，采集位移数据。

[0025] 第四步，对采集的数据进行后处理，可得1号杆件的影响线。

[0026] 第五步，卸载，保持2、3号杆件长度不变，反向转动调节螺杆9，将模型恢复至加载前的状态。

[0027] 第六步，保持1、3号杆件长度不变，重复第二至五步。

[0028] 第七步，保持1、2号杆件长度不变，重复第二至五步。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种便携式桁架结构实验装置，其特征在于，包括基础框架（1）、可拆卸横梁（2）、定位支杆（3）、滑道（4）、铰支座（5）、桁架结构、反光板（13）、测量设备和采集设备；所述的基础框架（1）依靠其自重保证整个装置的稳定；可拆卸横梁（2）共两根，每根可拆卸横梁（2）上均连接一根定位支杆（3），定位支杆（3）与基础框架（1）底座垂直，两根可拆卸横梁（2）分别与基础框架（1）的两根立柱垂直；滑道（4）固定在其中一根可拆卸横梁（2）上；铰支座（5）共两个，分别固定于另一根可拆卸横梁（2）和滑道（4）上，两个铰支座（5）位于同一水平线上；桁架结构包括定长杆件、可伸缩杆件和铰结点（6），定长杆件由一对钢片（7）组合构成，保证模型的空间稳定性；可伸缩杆件由调节螺杆（9）、刻度盘（10）、指针（14）、两个夹紧装置（8）和两对钢片（7）构成，可伸缩杆件的每对钢片（7）通过一个夹紧装置（8）固定成一个整体，调节螺杆（9）两端与两个夹紧装置（8）连接，指针（14）固定于夹紧装置（8）上，刻度盘（10）固定于调节螺杆（9）上，转动调节螺杆（9）即可调节杆件长度，并可读出调节螺杆（9）的转动角度，进而推算出杆件长度的变化量；所有的定长杆件及可伸缩杆件之间通过铰结点（6）相连成一个整体，每个铰结点（6）上均固定一个反光板（13），用以反射激光位移计（11）发射的激光；测量设备为激光位移计（11），用于测量模型各点的位移；采集设备为多模结构参量遥测系统终端，采集模型各点位移；所述的激光位移计（11）通过支撑板（12）固定于基础框架（1）的横梁和底座上，分别与铰结点（6）的位置竖向对齐，用于测量模型铰结点（6）的位移；采集设备为多模结构参量遥测系统终端，采集模型各点位移。

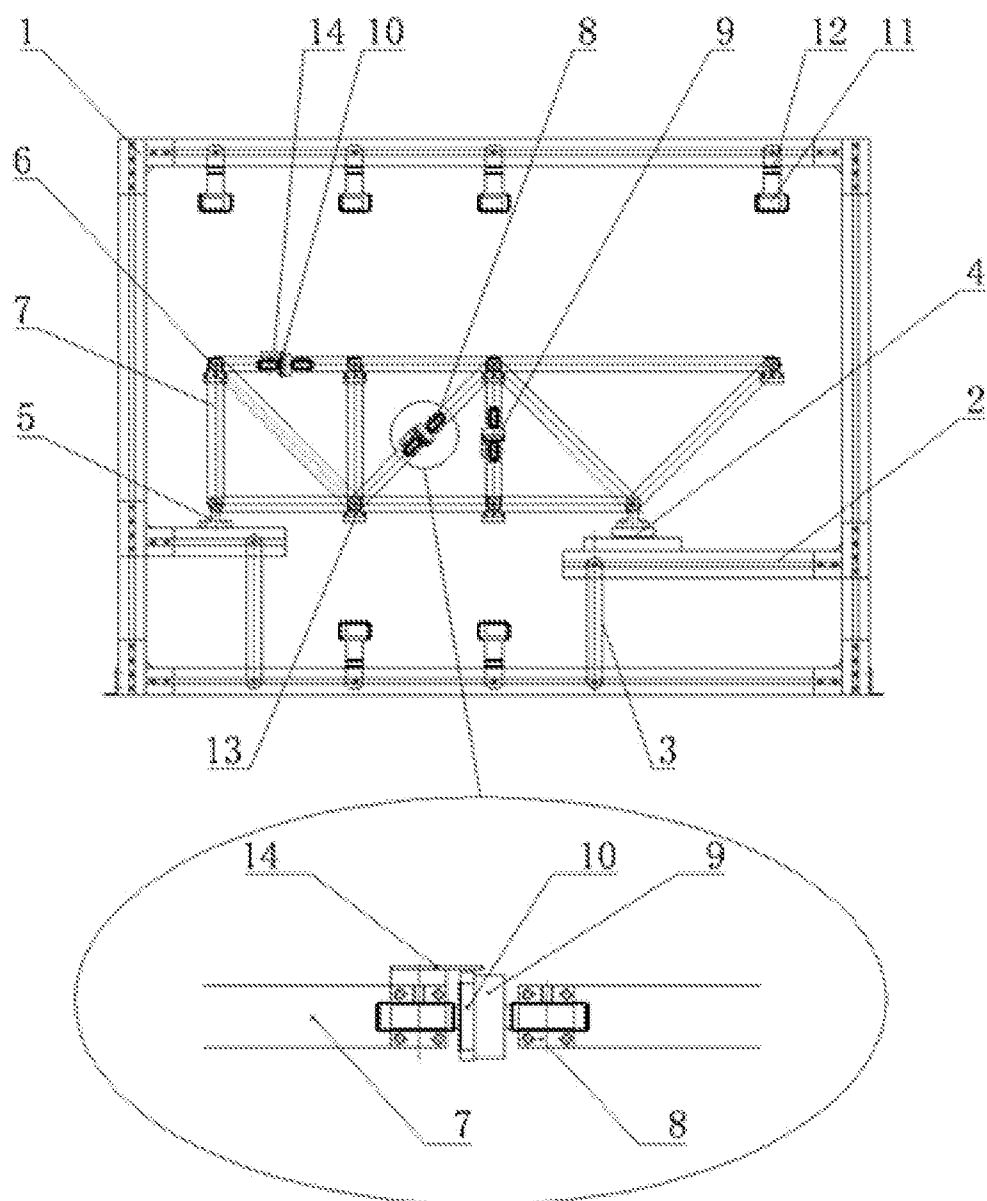


图 1

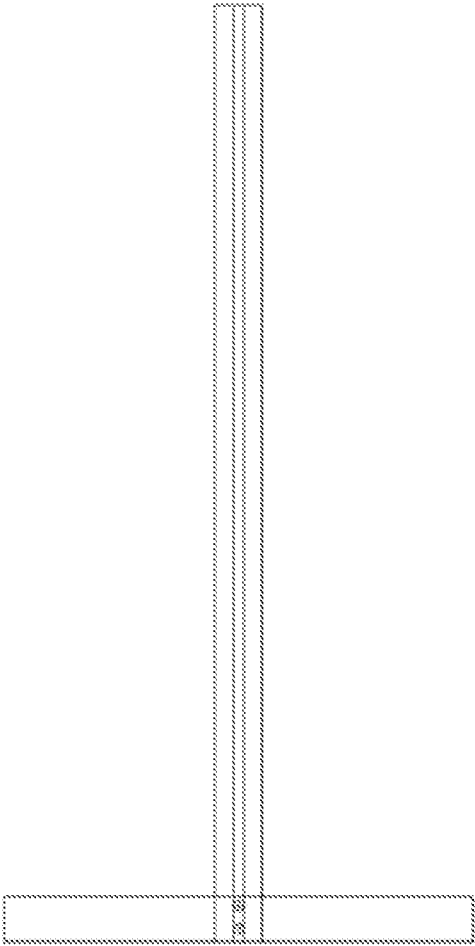


图 2

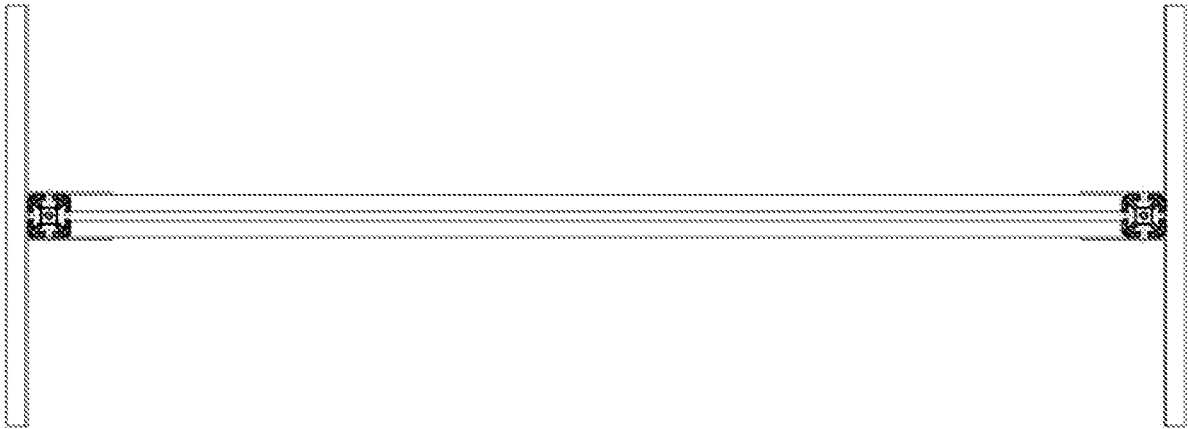


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/118282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09B 23/10(2006.01)i; G01B 11/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G09B; G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 大连理工大学, 烟台新天地试验技术有限公司, 陈廷国, 刘子楠, 董官宁, 任理娇, 朱德庆, 任伟宾, 吴江龙, 桁架, 结构力学, 实验, 试验, 测, 位移, 梁, 杆, 铰接, 铰结, 反光, 反射, 激光, 伸缩, 滑道, 导轨, 滑轨, truss, structural mechanics, experiment, test, measure+, displace+, beam, rod, hinge, reflect+, laser, telescopic, slide, guide

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111554158 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 18 August 2020 (2020-08-18) claim 1, description paragraphs [0014]-[0027], figures 1-3	1
E	CN 212010041 U (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 24 November 2020 (2020-11-24) claim 1, description paragraphs [0014]-[0028], figures 1-3	1
A	CN 104332086 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 04 February 2015 (2015-02-04) description, paragraphs [0019]-[0029], and figures 1-4	1
A	CN 102426808 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 25 April 2012 (2012-04-25) entire document	1
A	CN 1920900 A (SHANDONG UNIVERSITY) 28 February 2007 (2007-02-28) entire document	1
A	CN 106952556 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 July 2017 (2017-07-14) entire document	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2021

Date of mailing of the international search report

26 February 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/118282**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101303813 A (YANTAI UNIVERSITY et al.) 12 November 2008 (2008-11-12) entire document	1
A	CN 103761910 A (HOHAI UNIVERSITY) 30 April 2014 (2014-04-30) entire document	1
A	JP H0830191 A (AMADA, Masao et al.) 02 February 1996 (1996-02-02) entire document	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/118282

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111554158	A	18 August 2020	None			
CN	212010041	U	24 November 2020	None			
CN	104332086	A	04 February 2015	CN	104332086	B	31 August 2016
CN	102426808	A	25 April 2012	None			
CN	1920900	A	28 February 2007	None			
CN	106952556	A	14 July 2017	None			
CN	101303813	A	12 November 2008	None			
CN	103761910	A	30 April 2014	CN	103761910	B	25 May 2016
JP	H0830191	A	02 February 1996	JP	3510337	B2	29 March 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/118282

A. 主题的分类 G09B 23/10(2006.01)i; G01B 11/02(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G09B; G01B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, CNKI, EPDOC, WPI: 大连理工大学, 烟台新天地试验技术有限公司, 陈廷国, 刘子楠, 董官宁, 任理娇, 朱德庆, 任伟宾, 吴江龙, 桁架, 结构力学, 实验, 试验, 测, 位移, 梁, 杆, 铰接, 铰结, 反光, 反射, 激光, 伸缩, 滑道, 导轨, 滑轨, truss, structural mechanics, experiment, test, measure+, displace+, beam, rod, hinge, reflect+, laser, telescopic, slide, guide		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111554158 A (大连理工大学 等) 2020年 8月 18日 (2020 - 08 - 18) 权利要求1, 说明书第[0014]-[0027]段, 图1-3	1
E	CN 212010041 U (大连理工大学 等) 2020年 11月 24日 (2020 - 11 - 24) 权利要求1, 说明书第[0014]-[0028]段, 图1-3	1
A	CN 104332086 A (大连理工大学 等) 2015年 2月 4日 (2015 - 02 - 04) 说明书第[0019]-[0029]段, 图1-4	1
A	CN 102426808 A (西安交通大学) 2012年 4月 25日 (2012 - 04 - 25) 全文	1
A	CN 1920900 A (山东大学) 2007年 2月 28日 (2007 - 02 - 28) 全文	1
A	CN 106952556 A (华南理工大学) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文	1
A	CN 101303813 A (烟台大学 等) 2008年 11月 12日 (2008 - 11 - 12) 全文	1
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2021年 1月 22日		国际检索报告邮寄日期 2021年 2月 26日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 刘杰 电话号码 86-(10)-53962433

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103761910 A (河海大学) 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30) 全文	1
A	JP H0830191 A (AMADA, Masao 等) 1996年 2月 2日 (1996 - 02 - 02) 全文	1

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/118282

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111554158	A	2020年 8月 18日	无	
CN	212010041	U	2020年 11月 24日	无	
CN	104332086	A	2015年 2月 4日	CN 104332086	B 2016年 8月 31日
CN	102426808	A	2012年 4月 25日	无	
CN	1920900	A	2007年 2月 28日	无	
CN	106952556	A	2017年 7月 14日	无	
CN	101303813	A	2008年 11月 12日	无	
CN	103761910	A	2014年 4月 30日	CN 103761910	B 2016年 5月 25日
JP	H0830191	A	1996年 2月 2日	JP 3510337	B2 2004年 3月 29日