



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
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)。

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 自复位金属耗能拉索

### 技术领域

本发明涉及一种自复位金属耗能拉索技术，属于土木工程抗震加固领域。

### 背景技术

为了提高结构的抗侧刚度和减轻地震作用对结构的破坏往往在结构中设置支撑来提高结构的抗侧刚度和耗散地震输入能量。现有的普通支撑在强震下会产生不可修复的残余变形并对结构产生各种不利的影晌。为了避免结构在强震下发生不可修复的破坏，自复位耗能支撑应运而生，目前现有的自复位耗能支撑多为双向受力支撑，为了避免受压屈曲和实现复位效果，往往构造复杂、造价高昂。

目前可恢复功能性支撑中恢复力的来源主要有蝶形弹簧、钢绞线、FRP 筋材和记忆合金等，但钢绞线和 FRP 筋材对锚固要求苛刻且使用过程中会产生较大的预应力损失，而记忆合金材料目前价格高昂。

目前耗能支撑多采用金属塑性变形耗能、摩擦耗能和粘滞材料流动耗能等，其中金属塑形变形耗能性能稳定，可靠性高；摩擦耗能存在摩擦材料易老化和最大静摩擦力与滑动摩擦力差异大的问题；粘滞材料流动耗能存在对温度敏感和粘滞材料泄露等弊端。目前可恢复功能性支撑广泛存在构造复杂、自重大、成本过高、耗能效果不稳定和材料强度利用率低等问题。

### 发明内容

**技术问题：**本发明提供一种降低自复位耗能支撑的自重和成本、充分利用高强材料强度和提商支撑耗能稳定性的自复位金属耗能拉索。

**技术方案：**本发明的自复位金属耗能拉索，包括复位耗能单元、通过连接单元与所述复位耗能单元连接的拉索筋材，复位耗能单元包括外槽、设置在所述外槽上端开口中的轴心管、并排设置并固定安装在外槽中的两个倒 U 形软钢、由所述两个倒 U 形软钢夹持并与之固定连接的轴心托板、设置在外槽中并套在轴心管上的蝶形弹簧组。连接单元包括安装在轴心管上端的筋底接头、筋顶接头、顶端接头、底端接头，所述拉索筋材包括受拉筋、分别设置在所述受拉筋上下两端的筋顶锚头和筋底锚头，所述筋底接头与轴心管连接，受拉筋通过筋底锚头锚固在筋底接头上，所述筋顶接头与顶端接头连接，受拉筋通过筋顶锚头锚固在筋顶接头上。

进一步的，本发明装置中，轴心管下端与轴心托板上端的端头螺纹连接，轴心管通过

上端设置的外螺纹安装有锁力螺母，套在轴心管上的蝶形弹簧组施加有预压力，通过调节锁力螺母旋进轴心管的长度来调节蝶形弹簧组的压缩量和预压力。

进一步的，本发明装置中，倒 U 形软钢材质为软钢且其两侧壁底端开孔，并通过高强螺栓安装在外槽中，同时通过另一组高强螺栓将两个倒 U 形软钢和夹持在二者之间的轴心托板连接为一体，通过调节软钢的壁厚和宽度调节来改变自复位金属耗能拉索的耗能能力。

进一步的，本发明装置中，轴心托板为 T 形截面，包括竖向的下端板、设置在所述下端板顶端的中部托板和设置在所述中部托板上侧的端头，所述中部托板支承碟形弹簧组，端头设置有外螺纹，下端板设置在两个倒 U 形软钢之间并通过高强螺栓和倒 U 形软钢连接。

进一步的，本发明装置中，外槽底侧设置有底端接头，筋顶连接头上连接有顶端接头，所述底端接头和顶端接头分别采用销轴连接与待加固结构连接，从而保证拉筋轴向传力。

本发明的自复位金属耗能拉索为土木工程抗震加固领域的结构构件，使用时双向布置，采用预压蝶形弹簧组为该耗能拉索提供恢复力，利用屈服强度较低的倒 U 形软钢的塑形变形来耗散地震能量。采用高强度、高弹性伸长率的筋材作为受拉筋。自复位金属耗能拉索利用 U 形软钢塑形变形来耗散地震能量，通过预压的蝶形弹簧组提供恢复力。受拉筋一端通过拉筋接头和轴心管连接，一端通过拉筋接头和端部接头与待加固结构相连。轴心管的内管可旋进轴心托板的开螺纹端头，其顶部开螺纹端可旋入锁力螺母从而锁死蝶形弹簧组的预压力，顶部内壁可旋进筋底接头。碟形弹簧组由轴心管串联起来，其个数按需要刚度来设定。蝶形弹簧组放置在外槽顶端和轴心托板之间，通过调节锁力螺母旋进轴心管的距离可以调节蝶形弹簧组的预压力。倒 U 形软钢下侧壁开孔并分别与轴心托板和外槽通过高强螺栓相连，随着轴心托板的运动，U 形软钢的塑形变形区域不断变化。受拉筋穿入筋底接头和筋顶接头后两端被筋底锚头和筋顶锚头锚固，筋底接头连接轴心管，筋顶接头连接底端接头，全拉索通过底端和顶端接头与待加固结构相连。

**有益效果：**本发明相比于现有的自复位耗能支撑，具有造价低廉、构造简单、安装方便、耗能能力和复位能力稳定的优点。本自复位金属耗能拉索通过双向交叉布置规避了受压屈曲问题且采用高强材料作为受拉筋，从而大幅度减小了支撑的自重和造价。本自复位金属耗能拉索采用预压蝶形弹簧组提供复位力，通过张拉串联蝶形弹簧组的轴心管到指定位移并拧紧锁死螺母就可以精确调节蝶形弹簧组的预压力。采用预压缩的蝶形弹簧作为复位材料比采用预应力筋材更稳定且施工更简单，比采用记忆合金作为复位材料成本更低。

本自复位金属耗能拉索采用两侧壁被夹持的倒 U 形软钢塑形屈服耗散地震能量，随着轴心托板的移动，倒 U 形软钢的塑形屈服段不断发生变化故而相比于其他塑形屈服区域不变的金属耗能支撑大幅度提高了耗能金属的使用寿命。本自复位金属拉索支撑全支撑构件都可通过高强螺栓连接，其装配不需要张拉设备和施焊设备，故而相比于其他支撑安装方便、施工效率高且安全性高。

## 附图说明

图 1：蝶形弹簧组示意图

图 2：外槽示意图

图 3：轴心管示意图

图 4：轴心托板示意图

图 5：倒 U 形软钢示意图

图 6：锁力螺母示意图

图 7：筋底连接头示意图

图 8：筋顶连接头示意图

图 9：底端连接头示意图

图 10：顶端连接头示意图

图 11：复位耗能单元未组装蝶形弹簧组的构造示意图

图 12：复位耗能单元组装蝶形弹簧组的构造示意图

图 13：拉索筋材与连接单元构造示意图

图 14：拉索筋材、连接单元与外槽、蝶形弹簧组组装的构造示意图

附图中：1-蝶形弹簧组，2-外槽，3-轴心管，4-轴心托板，5-倒 U 形软钢，6-锁力螺母，7-筋底连接头，8-筋顶连接头，9-底端连接头，10-顶端连接头，11-高强螺栓，12-受拉筋，13-筋顶锚头，14-筋底锚头。

## 具体实施方式

本发明的自复位金属耗能拉索，包括复位耗能单元、连接单元和受拉筋材。其中复位耗能单元包括通过预先压缩来提供复位力的蝶形弹簧组 1、用来串联蝶形弹簧组 1 和连接轴心托板的轴心管 3、通过旋入轴心管 3 来锁死蝶形弹簧组预压力的锁力螺母 6、用来支承蝶形弹簧组 1 和连接倒 U 形软钢 5 的轴心托板 4、塑形屈服区域随加载位移变化的倒 U 形耗能软钢，其构造见图 12。连接单元包括通过筋顶锚头 13 和受拉筋 12 连接的筋顶连接头 8、通过筋底锚头 14 和受拉筋 12 连接的筋底连接头 7，连接待加固结构的顶端连接头

10 和底端接头 9，其构造见图 14。拉索筋材包括高强度的受拉筋 12、将受拉筋 12 和筋顶接头 8 连接的筋顶锚头 13 和将受拉筋 12 和筋底接头 7 连接的筋底锚头 14，其构造见图 13，其中受拉筋 12 可以是钢绞线和 FRP 筋材。

将蝶形弹簧组 1 放置在轴心托板 4 上并一起放入固定好的外槽 2 中，然后将筋顶接头 8、筋底接头 7 和轴心管 3 依次穿在受拉筋 12 上，并采用锚固设备对受拉筋的两端用筋顶锚头 13 和筋底锚头 14 锚固（见图 13），然后将轴心管 3 从外槽 2 顶部穿过蝶形弹簧组 1 并旋进轴心托板 4 的上端头，然后张拉轴心管 3 到蝶形弹簧组 1 预压缩位移并旋入锁力螺母 6 将蝶形弹簧组 1 的预压力锁死，然后将根据耗能能力的大小设计的 2 个倒 U 形软钢 5 分别放置在轴心托板 4 和外槽 2 之间并用高强螺栓 11 连接，然后将筋顶接头 8 和顶端接头 10 螺纹连接、筋底接头 7 和轴心管 3 螺纹连接并将底端接头 9 和外槽 2 连接，最后将顶端接头 10 和底端接头 9 和待加固结构通过销轴连接，销轴连接可以保证自复位金属耗能拉索的轴向受力要求。

本发明自复位金属耗能拉索按照以下方式安装使用：

1. 把轴心托板 4 放入外槽 2，然后将蝶形弹簧组 1 放置在轴心托板 4 的中部托板上。
2. 将筋顶接头、筋底接头和轴心管依次穿入受拉筋，然后将受拉筋的两端用筋顶锚头 13 和筋底锚头 14 锚固。
3. 把轴心管 3 从外槽 2 顶部穿入把蝶形弹簧组 1 串联起来，并旋进轴心托板 4 的开螺纹上端头。
4. 固定外槽 2 并张拉轴心管 3 至碟形弹簧组 1 设定预压力，然后将锁力螺母 6 旋入轴心管 3 外管开螺纹端锁死蝶形弹簧组 1 的预压力。
5. 使用高强螺栓 11 把倒 U 形软钢 5 分别与轴心托板 4 和外槽 2 相连。
6. 将受拉筋 12 穿入筋底接头 7 和筋顶接头 8 并采用筋顶锚头 13 和筋底锚头 14 将两端锚固。然后将筋底接头 7 旋入轴心管 3，将筋顶接头 8 旋入顶端接头 9，并将外槽 2 和底端接头 10 通过高强螺栓 11 相连。

## 权利要求书

1. 一种自复位金属耗能拉索，其特征在于，该耗能拉索包括复位耗能单元、通过连接单元与所述复位耗能单元连接的拉索筋材，复位耗能单元包括外槽（2）、设置在所述外槽（2）上端开口中的轴心管（3）、并排设置并固定安装在外槽（2）中的两个倒 U 形软钢（5）、由所述两个倒 U 形软钢（5）夹持并与之固定连接的轴心托板（4）、设置在外槽（2）中并套在轴心管（3）上的蝶形弹簧组（1）；

所述连接单元包括安装在轴心管（3）上端的筋底接头（7）、筋顶接头（8），所述拉索筋材包括受拉筋（12）、分别设置在所述受拉筋（12）上下两端的筋顶锚头（13）和筋底锚头（14），所述筋底接头（7）与轴心管（3）连接，受拉筋（12）通过筋底锚头（14）锚固在筋底接头（7）上，受拉筋（12）通过筋顶锚头（13）锚固在筋顶接头（8）上。

2. 根据权利要求 1 所述的自复位金属耗能拉索，其特征在于，所述轴心管（3）下端与轴心托板（4）上端的端头螺纹连接，轴心管（3）通过上端设置的外螺纹安装有锁力螺母（6），套在轴心管（3）上的蝶形弹簧组（1）施加有预压力，通过调节锁力螺母（6）旋进轴心管（3）的长度来调节蝶形弹簧组（1）的压缩量和预压力。

3. 根据权利要求 1 所述的自复位金属耗能拉索，其特征在于，所述倒 U 形软钢（5）材质为软钢且其两侧壁底端开孔，并通过高强螺栓（11）安装在外槽（2）中，同时通过另一组高强螺栓（11）将两个倒 U 形软钢（5）和夹持在二者之间的轴心托板（4）连接为一体，通过调节软钢的的壁厚和宽度调节来改变自复位金属耗能拉索的耗能能力。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的自复位金属耗能拉索，其特征在于，所述轴心托板（4）为 T 形截面，包括竖向的下端板、设置在所述下端板顶端的中部托板和设置在所述中部托板上侧的端头，所述中部托板支承碟形弹簧组（1），端头设置有外螺纹，下端板设置在两个倒 U 形软钢（5）之间并通过高强螺栓（11）和倒 U 形软钢（5）连接。

5. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的自复位金属耗能拉索，其特征在于，所述外槽（2）底侧设置有底端接头（9），筋顶接头（8）上连接有顶端接头（10），所述底端接头（9）和顶端接头（10）分别采用销轴连接与待加固结构连接，从而保证拉筋（12）轴向传力。

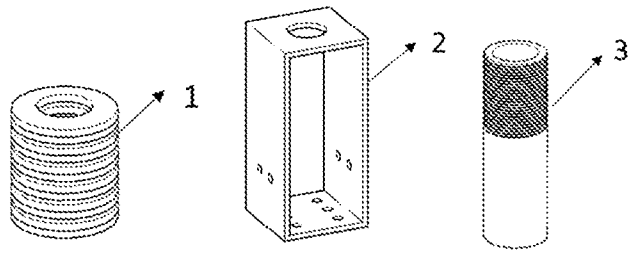


图 1

图 2

图 3

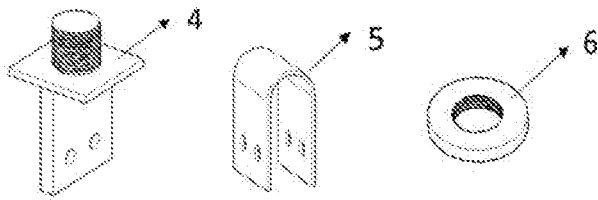


图 4

图 5

图 6

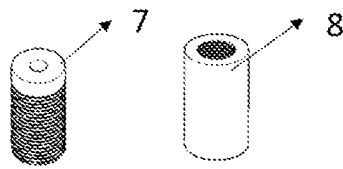


图 7

图 8

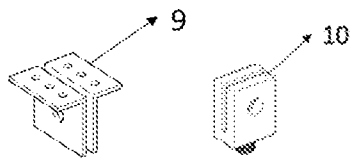


图 9

图 10

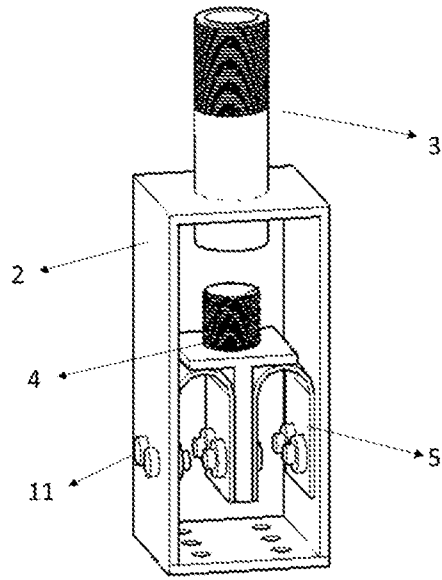


图 11

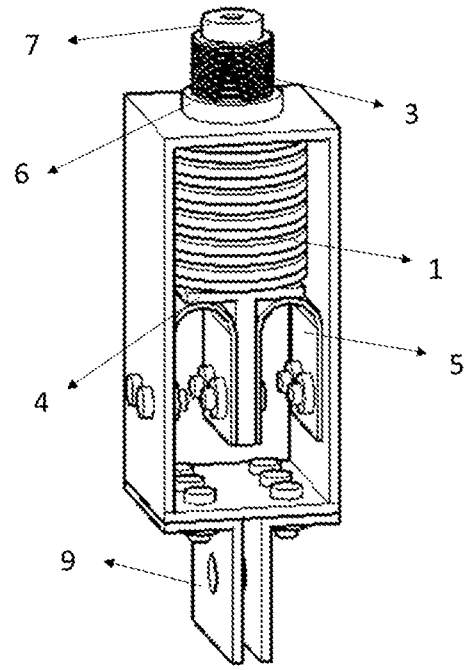


图 12

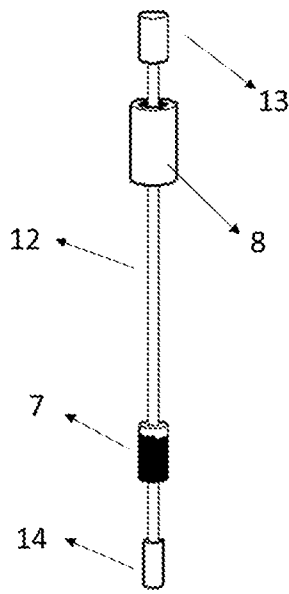


图 13

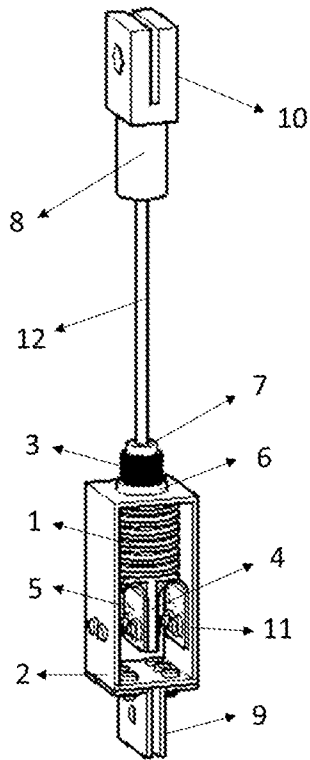


图 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/105367

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

E04B 1/98(2006.01)i; E04H 9/02(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)

E04B1/-; E04H9/-

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)

CNABS, SIPOABS, DWPI: 自复位, 耗能, 碟簧, 蝶簧, 蝶形弹簧, 碟形弹簧, 软钢, 拉索, 拉筋, (self or automatic) w resetting, energy w (consuming or consumer or consumption or dissipat??), (disc or disk or butterfly or (disc w type) or (disk w type) or (disc w shaped) or (disk w shaped)) w (spring?), soft w steel, ((inhaul or stay or guy) w cable?) or dragline

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103967158 A (JIANGSU UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY ET AL.) 06 August 2014 (2014-08-06) description, paragraphs 0029-0031, and figures 1-4	1-5
A	CN 107542177 A (CHANG“AN UNIVERSITY) 05 January 2018 (2018-01-05) entire document	1-5
A	CN 106760010 A (SHANGHAI RESEARCH INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES ET AL.) 31 May 2017 (2017-05-31) entire document	1-5
A	CN 105155718 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 16 December 2015 (2015-12-16) entire document	1-5
A	DE 102007010701 A1 (GERB SCHWINGUNGSISOLIERUNGEN GMBH) 28 August 2008 (2008-08-28) entire document	1-5
A	JP 2012189104 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO., LTD.) 04 October 2012 (2012-10-04) entire document	1-5

 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 December 2018

Date of mailing of the international search report

04 January 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/  
CN)  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2018/105367**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103967158	A	06 August 2014	CN	103967158	B	13 January 2016
CN	107542177	A	05 January 2018	None			
CN	106760010	A	31 May 2017	None			
CN	105155718	A	16 December 2015	CN	105155718	B	20 June 2017
DE	102007010701	A1	28 August 2018	None			
JP	2012189104	A	04 October 2012	JP	5831734	B2	09 December 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/105367

<p><b>A. 主题的分类</b> E04B 1/98(2006.01)i; E04H 9/02(2006.01)i</p> <p>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</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b> 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) E04B1/-; E04H9/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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)) CNABS, SIPOABS, DWPI: 自复位, 耗能, 碟簧, 蝶簧, 蝶形弹簧, 碟形弹簧, 软钢, 拉索, 拉筋, (self or automatic) w resetting, energy w (consuming or consumer or consumption or dissipat???), (disc or disk or butterfly or (disc w type) or (disk w type) or (disc w shaped) or (disk w shaped)) w (spring?), soft w steel, ((inhaul or stay or guy) w cable?) or dragline</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 103967158 A (江苏科技大学等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 说明书第0029-0031段, 图1-4</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107542177 A (长安大学) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106760010 A (上海市建筑科学研究院等) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105155718 A (哈尔滨工业大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 102007010701 A1 (GERB SCHWINGUNGSISOLIERUNGEN GMBH) 2008年 8月 28日 (2008 - 08 - 28) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012189104 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO., LTD.) 2012年 10月 4日 (2012 - 10 - 04) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 103967158 A (江苏科技大学等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 说明书第0029-0031段, 图1-4	1-5	A	CN 107542177 A (长安大学) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 全文	1-5	A	CN 106760010 A (上海市建筑科学研究院等) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-5	A	CN 105155718 A (哈尔滨工业大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文	1-5	A	DE 102007010701 A1 (GERB SCHWINGUNGSISOLIERUNGEN GMBH) 2008年 8月 28日 (2008 - 08 - 28) 全文	1-5	A	JP 2012189104 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO., LTD.) 2012年 10月 4日 (2012 - 10 - 04) 全文	1-5
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 103967158 A (江苏科技大学等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 说明书第0029-0031段, 图1-4	1-5																					
A	CN 107542177 A (长安大学) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 全文	1-5																					
A	CN 106760010 A (上海市建筑科学研究院等) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-5																					
A	CN 105155718 A (哈尔滨工业大学) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文	1-5																					
A	DE 102007010701 A1 (GERB SCHWINGUNGSISOLIERUNGEN GMBH) 2008年 8月 28日 (2008 - 08 - 28) 全文	1-5																					
A	JP 2012189104 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO., LTD.) 2012年 10月 4日 (2012 - 10 - 04) 全文	1-5																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 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</p> <p>“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 “&amp;” 同族专利的文件</p>																							
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2018年 12月 27日	2019年 1月 4日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																						
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	姜松																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53962945																						

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/105367

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	103967158	A	2014年 8月 6日	CN	103967158	B	2016年 1月 13日
CN	107542177	A	2018年 1月 5日	无			
CN	106760010	A	2017年 5月 31日	无			
CN	105155718	A	2015年 12月 16日	CN	105155718	B	2017年 6月 20日
DE	102007010701	A1	2018年 8月 28日	无			
JP	2012189104	A	2012年 10月 4日	JP	5831734	B2	2015年 12月 9日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)