(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
2018 年 11 月 29 日 (29.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/214518 A1

(51) 国际专利分类号:
E21D 11/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/072077

(22) 国际申请日: 2018 年 1 月 10 日 (10.01.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
2017103692436 2017年5月23日 (23.05.2017) CN

(71) 申请人: 山 东 大 学 (SHANDONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。

(72) 发明人: 李术才 (LI, Shucai); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。 许振浩 (XU, Zhenhao); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。 王欣桐 (WANG, Xintong); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。 黄鑫 (HUANG, Xin); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。 林春金 (LIN, Chunjin); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。 潘东东 (PAN, Dongdong); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。 林鹏 (LIN, Peng); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。

(74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司 (JINAN SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国山东省济南市历下区经十路17703号华特广场B308, Shandong 250061 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) **Title:** INTELLIGENT, FLEXIBLE PROTECTION DEVICE FOR STEEL ARCH IN CASE OF TUNNEL ROCKFALL COLLAPSE

(54) **发明名称**: 隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置

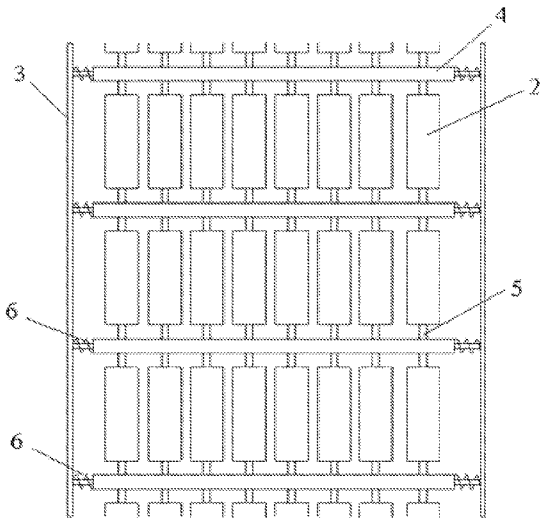


图 2

(57) **Abstract:** Disclosed is an intelligent, flexible protection device for a steel arch in case of a tunnel rockfall collapse, the device comprising an arch body system and a flexible protection system. The arch body system comprises an arched rigid high-strength steel frame (1) and a base. The flexible protection system comprises two parallel support rods (3) disposed on the rigid high-strength steel frame along an arc direction of the arch, and guiding rods are arranged at intervals between the two support rods, the guiding rods being connected to the support rods via connection members. Meanwhile, a plurality of rolling shafts (5) are disposed between two adjacent two-way guiding rods, and are perpendicular to the axial direction of the two-way guiding rods and connected to the two-way guiding rods, and flexible rollers (2) are fitted over the rolling shafts. When the falling rock with a great impact force rolls down, part of the impact kinetic energy is offset by the deformation of the flexible rollers, and is then transformed to deformation potential energy, and the resilience force generated after the deformation of the flexible rollers can react to the falling rock, which greatly reduces the damage of the falling rock to the arch during the collapse.

WO 2018/214518 A1

[见续页]

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, 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))。

(57) 摘要: 一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，包括拱架主体系统和柔性防护系统；所述的拱架主体系统包括拱形的刚性高强度钢架（1）以及底座；所述的柔性防护系统包括设置在所述的刚性高强度钢架上沿着拱架的圆弧方向设有两个平行的支撑杆（3），在两个支撑杆之间间隔的设有导向杆，所述的导向杆与支撑杆之间通过连接件相连；且在相邻的双向导向杆之间设有多个与双向导向杆轴线方向垂直且与双向导向杆相连的滚动轴（5），在所述的滚动轴上套装有柔性滚筒（2）。当带有巨大冲击力的落石块向下滚落，冲击动能的一部分由柔性滚筒的变形来抵消，转化为变形势能，而且柔性滚筒变形以后产生的回弹力可以反作用于落石，极大程度上减小了落石坍塌对拱架的伤害。

隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置

技术领域

本发明涉及一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置。

背景技术

现阶段，随着经济建设的飞速发展，大批水利水电工程、铁路公路交通工程等重大基础工程加快了建设步伐，并且建设重心向地形地质条件极端复杂的西部山区、岩溶地区转移，这都大大促进了隧洞工程的建设。在含溶洞的隧道施工中，为提高围岩稳定性和施工安全性，软弱围岩通常需要进行拱架安装支护。在岩溶隧道施工初支后、二衬施工前，在工程扰动下，极易引发溶洞塌方落石灾害，常给搭设的拱架造成了不可修复的重创，导致了严重的人员伤亡，造成了工期延误及经济损失。现阶段，相关专家学者尚未针对含溶洞隧道的落石塌方灾害研制出一种有效的拱架防护措施或装置。因此，有必要针对含溶洞隧道的隧道及地下工程中的落石塌方，发明一种拱架柔性防护装置及预警系统，使施工单位能及时准确地了解塌方信息，尽快采取应急措施，减小损失。

发明内容

本发明为克服上述技术的不足，提供一种操作简便、方便监测的隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置及预警系统。

为实现上述目的，本发明采用下述技术方案：

一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，包括拱架主体系统和柔性防护系统；所述的拱架主体系统包括拱形的刚性高强度钢架以及底座；所述的柔性防护系统包括设置在所述的刚性高强度钢架上沿着拱架的圆弧反向设有两个平行的支撑杆，在两个支撑杆之间间隔的设有连接杆，连接杆的两端固定在两个支撑杆上，在所述的连接杆上套装有导向杆，所述的导向杆与支撑杆之间设有弹性装置；且在相邻的双向导向杆之间设有多个与双向导向杆轴线方向垂直且与双向导向杆相连的滚动轴，在所述的滚动轴上套装有柔性滚筒。

进一步的，所述的支撑杆通过立柱与所述的刚性高强度钢架相连，且在所述的立柱上设有缓冲减震垫块。

进一步的，所述的柔性防护系统还包括栅栏式拦石网，所述的栅栏式拦石网

设置在刚性高强度钢架顶部，位于柔性滚筒下方。

进一步的，所述的并列滚动轴均嵌套多个柔性滚筒，所述的柔性滚筒与滚动轴之间通过轴承连接，涂有润滑油，不同滚动轴上的柔性滚筒之间有间隙，可无阻力滚动。

进一步的，在所述的双向导向杆之间也设有弹性装置。

进一步的，所述的弹性装置为高强度弹簧。

进一步的，还包括智能监测与数据采集系统，所述智能监测与数据采集系统包括多种传感器及无线传输装置，柔性滚筒内设置有转速传感器和压力传感器，可对柔性滚筒和主轴之间的压力、转数、转速、角度、角速度信息进行检测；

所述无线传输装置内嵌在柔性滚筒内，收集到的信号通过无线传输装置传送到数据分析反馈系统。

进一步的，还包括数据分析反馈系统，所述数据分析反馈系统包括计算机、伺服控制器以及远程控制室，负责对智能监测系统收集到的数据进行储存、整理、处理、分析，实现全自动化处理。

所述数据分析反馈系统通过对监测数据的分析，对不同种类的塌方进行预警、预报，反馈至报警系统，使施工单位能及时准确地了解塌方信息，尽快采取应急措施，减小损失。

当带有巨大冲击力的落石块向下滚落，冲击动能的一部分由柔性滚筒的变形来抵消，转化为变形势能，而且柔性滚筒变形以后产生的回弹力可以反作用于落石，极大程度上减小了落石坍塌对拱架的伤害；发生塌方后，柔性滚筒受侧向力产生转动，剩余的部分冲击动能转化为转动动能，产生的柔性滚筒的转动对落石有导向作用，使落石沿着拱架方向减小了自身冲击力，进一步减小了落石坍塌对拱架的伤害；

本申请的抗冲击缓冲系统：分为两种减震缓冲装置，分别为高强度弹簧、缓冲减震垫块，高强度弹簧固定在导向杆和立杆之间、导向杆和导向杆之间；

智能监测与数据采集系统：包括多种传感器及无线传输装置，柔性滚筒内设置有转速传感器和压力传感器，无线传输装置内嵌在柔性滚筒内，收集到的信号通过无线传输装置传送到数据分析反馈系统；

数据分析反馈系统：包括计算机、伺服控制器以及远程控制室，负责对智能

监测系统收集到的数据进行储存、整理、处理、分析，实现全自动化处理。

所述拱架主体系统包括刚性高强度钢架以及底座，可根据隧道具体情况对钢拱架参数进行设置；

所述支撑杆与连接杆之间为螺栓连接，形成钢框架，分上下两层框架，上下两层可拆卸，以重复利用；

所述并列滚动轴均嵌套多个柔性滚筒，以轴承连接，涂润滑油，不同滚动轴上的柔性滚筒之间有间隙，可无阻力滚动，固定在第一层框架上，为第一道防护；

所述栅栏式拦石网为钢丝绳防护网，固定在第二层框架上，为第二道防护；

所述当带有巨大冲击力的落石块向下滚落，冲击动能的一部分由柔性滚筒的变形来抵消，转化为变形势能，而且柔性滚筒变形以后产生的回弹力可以反作用于落石，极大程度上减小了落石坍塌对拱架的伤害；

发生塌方后，所述柔性滚筒受侧向力产生转动，剩余的部分冲击动能转化为转动动能，产生的柔性滚筒的转动对落石有导向作用，使落石沿着拱架方向减小了自身冲击力，进一步减小了落石坍塌对拱架的伤害；

所述抗冲击缓冲系统分为两种减震缓冲装置，分别为高强度弹簧、缓冲减震垫块；

所述高强度弹簧固定在导向杆和立杆之间、导向杆和导向杆之间，当落石冲击能较大时，柔性滚筒的转动动能和柔性滚筒的变形势能不足以消减，高强度弹簧拉伸或压缩，将水平向的冲击动能转化为弹簧的弹性势能；

所述缓冲减震垫块由橡胶制成，安置在上下两层框架之间，可以抵消落石产生的垂直向的冲击动能。

本发明研究了一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置及预警系统，适用于含溶洞的隧道围岩，减小了以往岩溶隧道施工中溶洞塌方落石灾害对钢拱架造成的威胁，解决了对溶洞塌方落石灾害的实时准确监测的技术难题。与前人研究相比，本发明装置具有以下优点：

1）支撑杆与导向杆之间为螺栓连接，形成钢框架，分上下两层框架，上下两层可拆卸，可重复利用、经济方便；

2）冲击动能的一部分由柔性滚筒的变形来抵消，转化为变形势能，剩余的部分转化为转动动能，柔性滚筒和栅栏式拦石网组成的两道防护对拱架进行双重

保护，安全性更高；

3）本装置对落石有导向作用，且柔性滚筒变形以后产生的回弹力可以反作用于落石，使落石沿着拱架方向减小了自身冲击力，也减小了落石坍塌对拱架的伤害；

4）抗冲击缓冲系统由两种减震缓冲装置组成，高强度弹簧、缓冲减震垫块分别对垂直方向和水平方向的冲击进行缓冲，装置简易并不简单；

5）采用智能监测与数据采集系统对柔性滚筒和主轴之间的压力、转数、转速、角度、角速度等信息进行收集，并进行无线传输，能及时准确的监测落石的发生，综合性强；

6）数据分析反馈系统对智能监测系统收集到的数据进行储存、整理、处理、分析，通过全自动化分析处理，对不同种类的塌方进行预警、预报，反馈至报警系统，高效准确，为具体施工提供了指导性建议。

附图说明

构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。

图 1 是本发明结构正视图；

图 2 为柔性防护系统俯视图示意图；

图 3 为柔性防护系统正视图示意图；

其中，1、高强度钢架；2、柔性滚筒；3、拱形支撑杆；4、双向导向杆及配套滑杆；5、并列滚动轴；6、高强度弹簧；7、栅栏式拦石网；8、缓冲减震垫块，9 刚性立杆，10 连接杆。

具体实施方式

应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件

和/或它们的组合。

本发明中所述的“高强度”是指强度可以抵挡落石的冲击力即可；所述的栅栏式拦石网是指用钢绞线编织而生的网状结构。

正如背景技术所介绍的，现有技术中在隧道施工初支后、二衬施工前，发生的塌方落石灾害常给搭设的拱架造成了不可修复的重创，导致了严重的人员伤亡，造成了工期延误及经济损失，为了解决如上的技术问题，本申请提出了一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置及预警系统。

下面结合附图，进一步详细说明本专利的具体实施方式。

一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置及预警系统，拱架主体系统包括刚性高强度钢架 1 以及底座，具体钢拱架参数可根据隧道具体情况进行设置。

柔性防护系统由多个柔性滚筒 2、拱形支撑杆 3、双向导向杆及配套滑杆 4、并列滚动轴 5、栅栏式拦石网 7 组成，支撑杆 3 与连接杆 10 之间为螺栓连接，形成钢框架，分上下两层框架，上下两层可拆卸，以重复利用；每个并列滚动轴 5 均嵌套多个柔性滚筒 2，以轴承连接，涂润滑油，不同滚动轴上的柔性滚筒之间有间隙，可无阻力滚动，固定在第一层框架上，为第一道防护；栅栏式拦石网 7 为钢丝绳防护网，固定在第二层框架上，为第二道防护。

大型落石被第一道防护拦拦截，通过双层刚性框孔隙的微小滚石块则由第二道防护进行拦截。

所述栅栏式拦石网由高强度底框和钢绞线拦石网组成，将微小落石的冲击能转化为拦石网的变形能。

拱形支撑杆 3 通过刚性立杆 9 与刚性高强度钢架 1 相连。

当带有巨大冲击力的落石块向下滚落，冲击动能的一部分由柔性滚筒 1 的变形来抵消，转化为变形势能，而且柔性滚筒变形以后产生的回弹力可以反作用于落石，极大程度上减小了落石坍塌对拱架的伤害；发生塌方后，柔性滚筒受侧向力产生转动，剩余的部分冲击动能转化为转动动能，产生的柔性滚筒的转动对落石有导向作用，使落石沿着拱架方向减小了自身冲击力，进一步减小了落石坍塌对拱架的伤害。

抗冲击缓冲系统分为两种减震缓冲装置，分别为高强度弹簧 6、缓冲减震垫

块 8，高强度弹簧 6 固定在导向杆 4 和拱形支撑杆 3 之间，当落石冲击能较大时，柔性滚筒 2 的转动动能和柔性滚筒的变形势能不足以消减，高强度弹簧 6 拉伸或压缩，将水平向的冲击动能转化为弹簧的弹性势能；缓冲减震垫块 8 由橡胶制成，安置在上下两层框架之间，可以抵消落石产生的垂直向的冲击动能。

智能监测与数据采集系统：包括多种传感器及无线传输装置，柔性滚筒内设置有转速传感器和压力传感器，可对柔性滚筒和主轴之间的压力、转数、转速、角度、角速度等信息进行检测，无线传输装置内嵌在柔性滚筒内，收集到的信号通过无线传输装置传送到数据分析反馈系统。

数据分析反馈系统：包括计算机、伺服控制器以及远程控制室，负责对智能监测系统收集到的数据进行储存、整理、处理、分析，实现全自动化处理。通过对监测数据的分析，对不同种类的塌方进行预警、预报，反馈至报警系统，使施工单位能及时准确地了解塌方信息，尽快采取应急措施，减小损失。

本申请的抗冲击缓冲系统：分为两种减震缓冲装置，分别为高强度弹簧、缓冲减震垫块，高强度弹簧固定在导向杆和立杆之间、导向杆和导向杆之间；

智能监测与数据采集系统：包括多种传感器及无线传输装置，柔性滚筒内设置有转速传感器和压力传感器，无线传输装置内嵌在柔性滚筒内，收集到的信号通过无线传输装置传送到数据分析反馈系统；

数据分析反馈系统：包括计算机、伺服控制器以及远程控制室，负责对智能监测系统收集到的数据进行储存、整理、处理、分析，实现全自动化处理。

所述拱架主体系统包括刚性高强度钢架以及底座，可根据隧道具体情况对钢拱架参数进行设置；

所述支撑杆与连接杆之间为螺栓连接，形成钢框架，分上下两层框架，上下两层可拆卸，以重复利用；

所述并列滚动轴均嵌套多个柔性滚筒，以轴承连接，涂润滑油，不同滚动轴上的柔性滚筒之间有间隙，可无阻力滚动，固定在第一层框架上，为第一道防护；

所述栅栏式拦石网为钢丝绳防护网，固定在第二层框架上，为第二道防护；

所述当带有巨大冲击力的落石块向下滚落，冲击动能的一部分由柔性滚筒的变形来抵消，转化为变形势能，而且柔性滚筒变形以后产生的回弹力可以反作用于落石，极大程度上减小了落石坍塌对拱架的伤害；

发生塌方后，所述柔性滚筒受侧向力产生转动，剩余的部分冲击动能转化为转动动能，产生的柔性滚筒的转动对落石有导向作用，使落石沿着拱架方向减小了自身冲击力，进一步减小了落石坍塌对拱架的伤害；

所述抗冲击缓冲系统分为两种减震缓冲装置，分别为高强度弹簧、缓冲减震垫块；

所述高强度弹簧固定在导向杆和立杆之间、导向杆和导向杆之间，当落石冲击能较大时，柔性滚筒的转动动能和柔性滚筒的变形势能不足以消减，高强度弹簧拉伸或压缩，将水平向的冲击动能转化为弹簧的弹性势能；

所述缓冲减震垫块由橡胶制成，安置在上下两层框架之间，可以抵消落石产生的垂直向的冲击动能。

上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

权利要求书

1.一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，包括拱架主体系统和柔性防护系统；所述的拱架主体系统包括拱形的刚性高强度钢架以及底座；所述的柔性防护系统包括设置在所述的刚性高强度钢架上沿着拱架的圆弧反向设有两个平行的支撑杆，在两个支撑杆之间间隔的设有连接杆，连接杆的两端固定在两个支撑杆上，在所述的连接杆上套装有导向杆，所述的导向杆与支撑杆之间设有弹性装置；且在相邻的双向导向杆之间设有多个与双向导向杆轴线方向垂直且与双向导向杆相连的滚动轴，在所述的滚动轴上套装有柔性滚筒。

2.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，所述的支撑杆通过立柱与所述的刚性高强度钢架相连，且在所述的立柱上设有缓冲减震垫块。

3. 如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，所述的连接杆与支撑杆之间通过螺栓相连。

4.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，所述的柔性防护系统还包括栅栏式拦石网，所述的栅栏式拦石网设置在刚性高强度钢架顶部，位于柔性滚筒下方。

5.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，所述的并列滚动轴均嵌套多个柔性滚筒，所述的柔性滚筒与滚动轴之间通过轴承连接，涂有润滑油，不同滚动轴上的柔性滚筒之间有间隙，可无阻力滚动。

6.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，在所述的双向导向杆之间也设有弹性装置。

7. 如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，所述的弹性装置为高强度弹簧。

8.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，还包括智能监测与数据采集系统，所述智能监测与数据采集系统包括多种传感器及无线传输装置，柔性滚筒内设置有转速传感器和压力传感器，可对柔性滚筒和主轴之间的压力、转数、转速、角度、角速度信息进行检测；所述无线传输装置内嵌在柔性滚筒内，收集到的信号通过无线传输装置传送到数据分

析反馈系统。

9.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，还包括数据分析反馈系统，所述数据分析反馈系统包括计算机、伺服控制器以及远程控制室，负责对智能监测系统收集到的数据进行储存、整理、处理、分析，实现全自动化处理。

10.如权利要求 1 所述的一种用于隧道落石塌方的智能钢拱架柔性防护装置，其特征在于，所述的刚性高强度钢架以及底座，具体钢拱架参数可根据隧道具体情况进行设置。

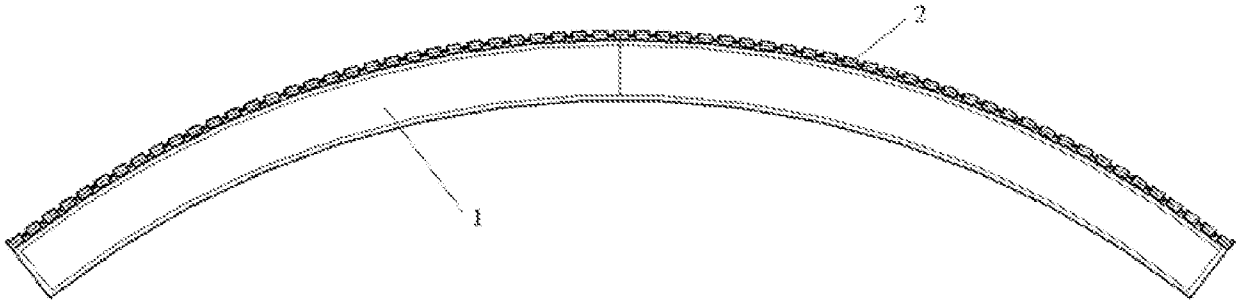


图 1

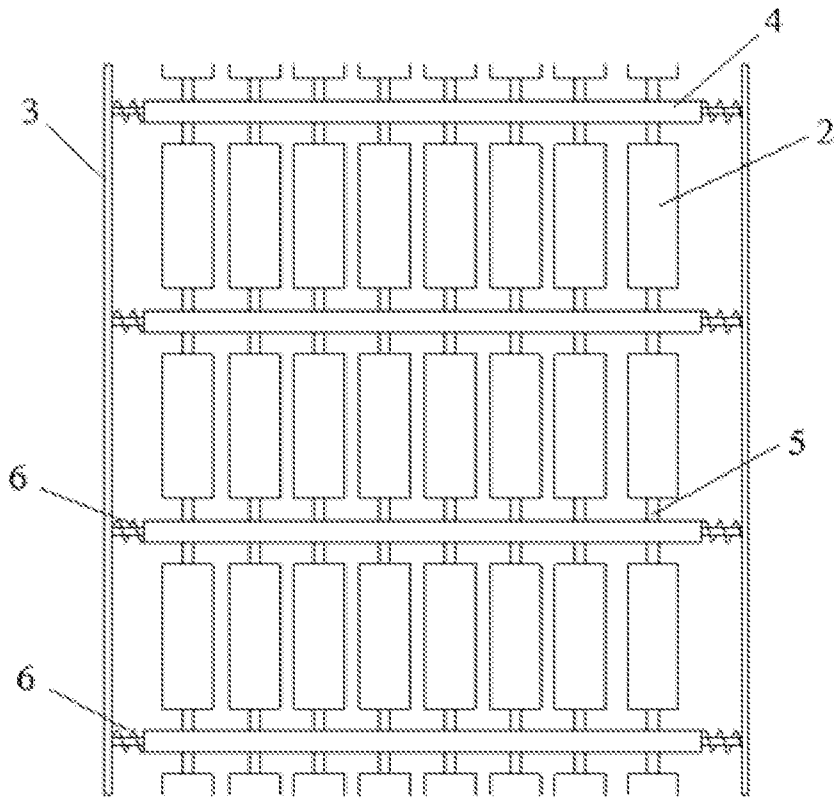


图 2

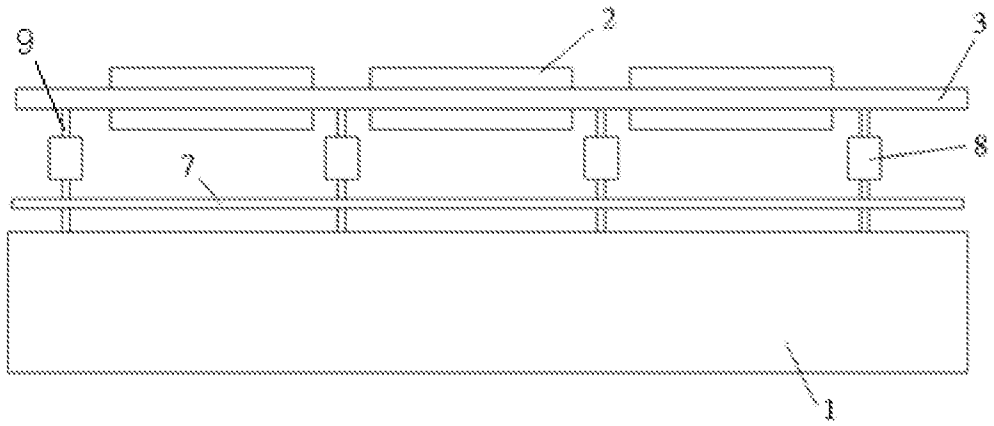


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/072077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21D 11/18 (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)

E21D

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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 隧道, 柔性, 防护, 拱架, 拱形, 圆弧, 支撑杆, 连接, 导向杆, 弹簧, 滚筒, 减震, flexible, arc, protective, tunnel, support+, rod, guide, connect+, roll+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107035390 A (SHANDONG UNIVERSITY), 11 August 2017 (11.08.2017), claims 1-10, and figures 1-3	1-10
A	CN 102628368 A (LIN, Xinbin), 08 August 2012 (08.08.2012) description, particular embodiments, and figures 1-8	1-10
A	CN 205243522 U (SICHUAN CHUANJIAO CROSS ROAD & BRIDGE CO., LTD.), 18 May 2016 (18.05.2016), entire document	1-10
A	CN 204024678 U (CHINA RAILWAY 16TH BUREAU GROUP CO., LTD.), 17 December 2014 (17.12.2014), entire document	1-10
A	US 4915542 A (FERNANDO, G.B.), 10 April 1990 (10.04.1990), entire document	1-10
A	CN 206000552 U (CHONGQING ZHONGSHE ENGINEERING DESIGN CO., LTD.), 08 March 2017 (08.03.2017), entire document	1-10
A	CN 205840893 U (ANHUI UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY), 28 December 2016 (28.12.2016), entire document	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
07 March 2018	23 March 2018

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
QU, Xin
Telephone No. (86-10) 010-53961171

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/072077

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107035390 A	11 August 2017	None	
CN 102628368 A	08 August 2012	RU 2014145634 A	20 June 2016
		US 2015086272 A1	26 March 2015
		AU 2012377963 A1	06 November 2014
		WO 2013159448 A1	31 October 2013
		CA 2869211 A1	31 October 2013
		EP 2843189 A1	04 March 2015
CN 205243522 U	18 May 2016	None	
CN 204024678 U	17 December 2014	None	
US 4915542 A	10 April 1990	CA 1243498 A	25 October 1988
		EP 0182624 A1	28 May 1986
CN 206000552 U	08 March 2017	None	
CN 205840893 U	28 December 2016	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2018/072077

A. 主题的分类

E21D 11/18(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)

E21D

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）)

EPODOC,WPI,CNPAT,CNKI:隧道，柔性，防护，拱架，拱形，圆弧，支撑杆，连接，导向杆，弹簧，滚筒，减震，flexible, arc, protective, tunnel, support+, rod, guide, connect+, roll+

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 107035390 A（山东大学）2017年 8月 11日 (2017-08-11) 权利要求1-10，附图1-3	1-10
A	CN 102628368 A（李信斌）2012年 8月 8日 (2012-08-08) 说明书具体实施方式、附图1-8	1-10
A	CN 205243522 U（四川川交路桥有限责任公司）2016年 5月 18日 (2016-05-18) 全文	1-10
A	CN 204024678 U（中铁十六局集团有限公司）2014年 12月 17日 (2014-12-17) 全文	1-10
A	US 4915542 A (FERNANDO, G. B.) 1990年 4月 10日 (1990-04-10) 全文	1-10
A	CN 206000552 U（重庆中设工程设计股份有限公司）2017年 3月 8日 (2017-03-08) 全文	1-10
A	CN 205840893 U（安徽理工大学）2016年 12月 28日 (2016-12-28) 全文	1-10

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 3月 7日	2018年 3月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	曲欣
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)010-53961171

表 PCT/ISA/210（第2页）(2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/072077

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	107035390	A	2017年 8月 11日		无		
CN	102628368	A	2012年 8月 8日	RU	2014145634	A	2016年 6月 20日
				US	2015086272	A1	2015年 3月 26日
				AU	2012377963	A1	2014年 11月 6日
				WO	2013159448	A1	2013年 10月 31日
				CA	2869211	A1	2013年 10月 31日
				EP	2843189	A1	2015年 3月 4日
CN	205243522	U	2016年 5月 18日		无		
CN	204024678	U	2014年 12月 17日		无		
US	4915542	A	1990年 4月 10日	CA	1243498	A	1988年 10月 25日
				EP	0182624	A1	1986年 5月 28日
CN	206000552	U	2017年 3月 8日		无		
CN	205840893	U	2016年 12月 28日		无		