

(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
2023 年 12 月 14 日 (14.12.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/237019 A1

- (51) 国际专利分类号:
F03G 3/00 (2006.01) *F03B 13/06* (2006.01)
F01K 27/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/098968
- (22) 国际申请日: 2023 年 6 月 7 日 (07.06.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210642211.X 2022年6月8日 (08.06.2022) CN
- (71) 申请人: 西安热工研究院有限公司
(XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。华能集团技术创新中心有限公司(HUANENG GROUP R&D CENTER CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市西城区复兴门内大街6号楼3层A312, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 文军 (WEN, Jun); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。李阳

(LI, Yang); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。张步斌 (ZHANG, Bubin); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。赵瀚辰 (ZHAO, Hanchen); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。姚明宇 (YAO, Mingyu); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。杨成龙 (YANG, Chenglong); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。姬海民 (JI, Haimin); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。宋晓辉 (SONG, Xiaohui); 中国陕西省西安市碑林区兴庆路 136 号, Shaanxi 710032 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区悦秀路 99 号4层2单元417, Beijing 100085 (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,

(54) Title: GRAVITY COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE DEVICE HAVING LAYERED GRAVITY BLOCKS ARRANGED UNDERGROUND

(54) 发明名称: 分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置

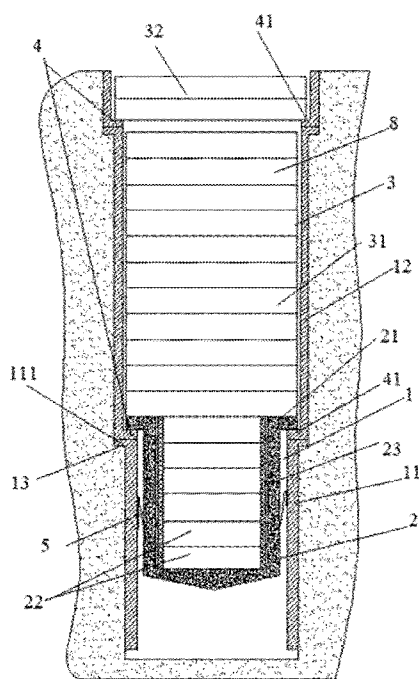


图 1

(57) Abstract: A gravity compressed air energy storage device having layered gravity blocks arranged underground, comprising a vertical shaft (1), a pressure-bearing cylinder (2) and multiple stages of gravity block groups (3), wherein multiple stages of locking platforms (4) are provided on the inner wall of the vertical shaft (1) from bottom to top in an axial direction; the pressure-bearing cylinder (2) is movably inserted into the vertical shaft (1), and a limiting assembly (21) is provided on the outer wall of the top end of the pressure-bearing cylinder (2), so that the pressure-bearing cylinder (2) is supported on the bottommost stage of locking platform (41) of the vertical shaft (1) by means of the limiting assembly (21) when at the lowest limit position; the multiple stages of gravity block groups (3) are respectively disposed on the corresponding multiple stages of locking platforms (4), and the gravity block group (31) located on the first-stage locking platform (41) is disposed at the top of the pressure-bearing cylinder (2), so that the gravity block group (31) on the first-stage locking platform (41) is supported by means of the pressure-bearing cylinder (2).

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置, 包括竖井(1)、承压筒(2)和多级重力块组(3), 竖井(1)内壁上沿轴向方向从下到上设置有多级锁定平台(4); 承压筒(2)活动插接在竖井(1)中, 承压筒(2)的顶端外壁设置有限位组件(21), 以使承压筒(2)在最低限位时通过限位组件(21)支撑在竖井(1)最底部的一级锁定平台(41)上, 多级重力块组(3)分别设置在相应的多级锁定平台(4)上, 位于一级锁定平台(41)上的重力块组(31)设置在承压筒(2)顶部, 以通过承压筒(2)对一级锁定平台(41)上的重力块组(31)进行支撑。

分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202210642211.X、申请日为 2022 年 06 月 08 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本公开涉及电能存储技术领域，尤其涉及一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置。

背景技术

重力压缩空气储能是通过在竖井中设置重力块，重力块与竖井之间通过密封膜密封连接，位于重力块下方的竖井中形成密封的储气腔，用于高压气体的存储，通过将空气进行压缩后通入储气腔中将压缩空气的能量部分转化为重力块的重力势能进行存储，但是存储量较大时，需要较大重量的重力块，直接将重力块设置成一个整体的结构，重量太大，吊装不方便，并且由于储气腔中需要留有一定空间，向内部通入足够的压缩空气，因此需要对重力块进行支撑，当储气压力较大时，重力压块重量较大，高度达数百米，支撑平台施工难度大，且存在较大安全隐患。

发明内容

本公开提出了一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，包括：

竖井，所述竖井内壁上沿轴向方向从下到上设置有多级锁定平台；

承压筒，所述承压筒活动插接在所述竖井中，所述承压筒的顶端外壁设置有限位组件，以使所述承压筒在最低限位时通过所述限位组件支撑在所述竖井最底部的一级锁定平台上，所述承压筒的外壁与所述竖井的内壁之间通过密封组件密封连接；

多级重力块组，多级重力块组分别设置在相应的多级所述锁定平台上，位于所述一级锁定平台上的所述重力块组设置在所述承压筒顶部，以通过所述承压筒对所述一级锁定平台上的所述重力块组进行支撑。

在一些实施例中，所述竖井内壁位于所述一级锁定平台的下方设置有底部沉管，所述密封组件连接在所述底部沉管内壁与所述承压筒外壁之间。

在一些实施例中，每相邻两级所述锁定平台之间的竖井内壁上均设置有导轨，所述重力块组上设置有与所述导轨配合的一级导向组件，以通过所述导轨对所述重力块组进行限位。

在一些实施例中，所述锁定平台为预埋在所述竖井内壁的锁定圈；

所述限位组件为设置在所述承压筒顶端外壁上的支撑圈，所述支撑圈的外径大于所述一级锁定平台的锁定圈的内径，所述支撑圈的外径小于所述一级锁定平台上方的所述锁定平台的锁定圈的内径。

在一些实施例中，所述支撑圈的外壁设置有与所述导轨配合的二级导向组件。

在一些实施例中，每级所述重力块组包括多个相同的重力块，每个重力块的直径大于支撑的所述锁定平台的锁定圈的内径，小于上方的所述锁定平台的锁定圈的内径，以使多个所述重力块安装时能够穿过上方的所述锁定平台到达支撑的所述锁定平台上。

5 在一些实施例中，所述承压筒内部填充有多个填充重力块。

在一些实施例中，所述承压筒内壁设置有沿轴向方向的多个定位条，所述定位条的侧壁上设置有沿轴向方向的定位滑槽，所述填充重力块的侧壁上设置有与所述定位滑槽配合的定位滑块。

10 在一些实施例中，所述承压筒内壁上沿轴向方向设置有多支撑环，多个所述支撑环与
所述承压筒同轴心设置。

在一些实施例中，所述承压筒的底部为锥形结构。

本公开附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

15 附图说明

本公开上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是本公开一实施例提出的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置的结构示意图；

20 图 2 是本公开图 1 的局部结构示意图；

图 3 是本公开密封组件的结构示意图；

图中，1、竖井；11、底部沉管；111、卡圈；12、沉管；13、卡台；2、承压筒；21、限位组件；22、填充重力块；23、定位条；24、支撑环；3、重力块组；31、一级重力块组；32、二级重力块组；4、锁定平台；41、一级锁定平台；5、密封组件；51、支撑筋；52、弹性密封膜；6、储气腔；8、重力块。

具体实施方式

下面详细描述本公开的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的
30 实施例是示例性的，仅用于解释本公开，而不能理解为对本公开的限制。相反，本公开的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

本公开旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

为此，本公开的目的在于提出一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，通过设置多级重力块组，同时对应设置多级锁定平台，通过多级锁定平台分别对多级重力块组
35 进行支撑，不仅吊装方便，并且通过多级锁定平台的分散支撑，可以减少作用于锁定平台上的作用力，降低施工难度。

图 1 是本公开一实施例提出的一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置的结构示意图。

参见图 1-3，一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，包括竖井 1、承压筒 2 和多级重力块组 3；

5 竖井 1 内壁上沿轴向方向从下到上设置有多级锁定平台 4，也就是说，竖井 1 最底部的是
一级锁定平台，一级锁定平台上方相邻的是二级锁定平台，二级锁定平台上方相邻的是三
级锁定平台，以此类推，直到 N 级锁定平台，承压筒 2 活动插接在竖井 1 中，承压筒 2 的顶
端外壁设置有限位组件 21，以使承压筒 2 在最低限位时通过限位组件 21 支撑在竖井 1 最底
部的一级锁定平台 41 上，承压筒 2 的外壁与竖井 1 的内壁之间通过密封组件 5 密封连接，
10 使得承压筒 2、密封组件 5 以及竖井 1 位于密封组件 5 的下方空间之间围成储气腔 6，当承
压筒 2 向下移动至限位组件 21 与一级锁定平台 41 相接时，此时承压筒 2 停止移动，承压筒
2 达到最低限位，此时，储气腔 6 中保留一定空间，能够保障向储气腔 6 中通入足量压缩空
气时承压筒 2 能够启动向上移动。

多级重力块组 3 分别设置在相应的多级锁定平台 4 上，也就是说，每级锁定平台 4 上均
15 对应设置有相应的重力块组 3，一级锁定平台 41 上设置有一级重力块组 31，二级锁定平台
42 上设置有二级重力块组 32，以此类推，最顶端的 N 级锁定平台上设置有 N 级重力块组，
另外，由于承压筒 2 顶部外壁上的限位组件 21 支撑在一级锁定平台 41 上，那么，位于一
级锁定平台 41 上的重力块组 3（也就是一级重力块组 31）直接设置在承压筒 2 顶部，直接
与承压筒 2 顶部相接，以通过承压筒 2 对一级锁定平台 41 上的重力块组 3（也就是一级重
20 力块组 31）进行支撑，通过设置多级重力块组 3 以及与其相对应的多级锁定平台 4，通过多
级锁定平台 4 对多级重力块组 3 进行分级支撑，使得多级重力块组 3 不会将全部的力量集
中在一个锁定平台上，会造成在储气腔 6 中没有通入压缩空气时，只能通过一个锁定平台
对多级重力块组 3 进行支撑，当需要的多级重力块组 3 的重量较大时，一个锁定平台的承
重能力可能不够，需要对一个锁定平台进行层层加固，提高施工难度。

25 详细来说，储气腔 6 连接空气压缩机组和空气膨胀机组，富余电力通过电动机带动空气
压缩机组对气体做功，将得到的压缩空气通入储气腔 6 中，通过压缩空气压力带动承压筒 2
向上移动，承压筒 2 向上移动时带动一级重力块组 31 向上移动，一级重力块组 31 向上移
动至与二级重力块组 32 相接时，储气腔 6 中压力增大直到将二级重力块组 32 一起向上顶
起，向上移动，以此类推，实现能量的存储，在释能时，储气腔 6 中的压缩空气通入空气膨
30 胀机组中进行做功，转化为电能，多级重力块组 3 向下移动，当竖井 1 最顶端的 N 级重
力块组下方的一级重力块组 31 到 N-1 级重力块组穿过 N 级锁定平台后直到 N 级重力块组
通过 N 级锁定平台限位支撑停止移动，此时剩余的多级重力块组的重量减小，压缩空气持
续向外做功，直到压缩空气的压力与剩余多级重力块的重力平衡时，再向外做功，剩余多
级重力块的重力大于压缩空气的压力，剩余多级重力块继续向下移动，直到 N-1 级重力块
35 组被 N-1 级锁定平台相接，通过 N-1 级锁定平台限位支撑，此时余下的多级重力块组
的重量减少，压缩空气持续向外做功，直到压缩空气的压力与余下的多级重力块的重力平
衡时，再向外做功，余下的

多级重力块的重力大于压缩空气的压力，余下的多级重力块继续向下移动，以此类推，直到承压筒 2 向下移动至限位组件 21 支撑在一级锁定平台上时，一级重力块组 31 支撑在承压筒 2 顶部，通过逐级锁定，能够实现多级重力块组 3 的多级支撑，使得每级锁定平台承受的重量均较小，提高了锁定平台的使用寿命。

5 在一些实施例中，竖井 1 内壁位于一级锁定平台 41 的下方设置有底部沉管 11，密封组件 5 连接在底部沉管 11 内壁与承压筒 2 外壁之间，并且承压筒 2 为钢板围成的圆筒状结构，由于底部沉管 11 的内壁以及承压筒 2 的外壁均为光滑面，在与密封组件 5 连接时，能够提高密封性能，便于密封组件 5 的安装。

10 另外，锁定平台 4 为预埋在竖井 1 内壁的锁定圈，限位组件 21 为设置在承压筒 2 顶端外壁上的支撑圈，支撑圈的外径大于一级锁定平台 41 的锁定圈的内径，小于一级锁定平台 41 上方的锁定平台的锁定圈的内径，也就是说，承压筒 2 能够穿过一级锁定平台 41 上方的锁定平台，而不能穿过一级锁定平台 41，通过一级锁定平台 41 进行支撑限位。

需要说明的是，重力块组 3 在竖井 1 中安装放置的方式有多种。

15 作为一种可能的方式，每相邻两级锁定平台 4 之间的竖井 1 内壁上均设置有多沿竖直线方向分布的导轨，导轨可以设置 4 个，每级重力块组 3 上设置有与导轨配合的一级导向组件，以通过导轨对每级重力块组 3 进行限位，使得重力块组 3 上下移动过程中重心不会偏移。

20 另外，支撑圈的外壁设置有与导轨配合的二级导向组件，承压筒 2 上下移动过程中能够通过导轨进行限位，使得承压筒 2 在上下移动过程中重心不会偏移，承压筒 2 的中心和每级重力块组 3 的重心均在承压筒 2 的轴线上，使得承压筒 2 和多级重力块组 3 上下移动过程中不会出现倾斜的情况，也就不会由于倾斜造成对导轨施加较大作用力，使得导轨可能会变形或损坏。

优选地，一级导向组件和二级导向组件可以均设置为与导轨配合的滚针凸轮导向器。

25 在一些实施例中，每级重力块组 3 包括多个相同的重力块 8，每个重力块 8 上可以设置与导轨配合的二级导向组件，每个重力块 8 的直径大于支撑的锁定平台 4 的锁定圈的内径，小于上方的锁定平台 4 的锁定圈的内径，以使多个重力块 8 安装时能够穿过上方的锁定平台 4 到达支撑的锁定平台 4 上，也就是说，每级重力块组 3 上重力块 8 的外径均比支撑该重力块 8 的锁定平台 4 上方的锁定平台上的锁定圈的内径要小，使得重力块 8 在安装时能够穿过上方的多个锁定圈到达支撑的锁定圈上时，由于支撑的锁定圈的内径小于该重力块 8 的外径，实现对该重力块 8 的限位作用。

30 需要详细说明的是，承压筒 2 的结构设置可以有多种。

35 作为一种可能的结构，承压筒 2 内部填充有多个填充重力块 22，多个填充重力块 22 层层叠加堆叠在承压筒 2 中，通过将承压筒 2 设置成筒状结构，能够降低承压筒 2 的重量，使得吊装方便，并且在吊装后再向承压筒 2 中填充多个填充重力块 22，使得在保障方便吊装的同时，又能够合理利用空间增大承压筒 2 整体的重力，提高压缩空气的储量，由于储气腔 6 中储能压力较大约为 10Mpa，而重力块一般都是用混凝土制备，在高压空气作用下会出现漏气的情况，通过设置承压筒 2 包覆在多个填充重力块 22 外部，能够提高气密性，防止漏

气，进而保证储气腔 6 的密封特性，可以承受较高的压力，提升系统储能能量密度。

在一些实施例中，承压筒 2 内壁设置有沿轴向方向的多个定位条 23，定位条 23 的侧壁上设置有沿轴向方向的定位滑槽，填充重力块 22 的侧壁上设置有与定位滑槽配合的定位滑块，定位滑块能够沿定位滑槽上下移动，通过定位滑槽的限位作用，能够保障多个填充重力块 22 的重心都在承压筒 2 的轴线上，使得整个承压筒 2 上下移动过程中重心不会偏移。

另外，由于承压筒 2 为筒状结构，内部是空腔，为了提高承压筒 2 的强度，承压筒 2 内壁上沿轴向方向设置有多个支撑环 24，多个支撑环 24 与承压筒 2 同轴心设置，定位条 23 设置在支撑环 24 上。

在一些实施例中，承压筒 2 的底部为锥形结构，使承压筒 2 底部在高压环境下受力更均匀，不产生变形。

另外，需要说明的是，位于相邻两个锁定平台 4 之间的竖井 1 内壁上均设置有沉管 12，导轨固定在沉管 12 内壁上，每个沉管 12 均与其上方相邻的锁定平台 4 底部相接，可以对锁定平台 4 有一定支撑，底部沉管 11 顶端与一级锁定平台 41 的底部相接，用于对一级锁定平台 41 有一定的支撑，另外，底部沉管 11 的顶端外壁向外垂直延伸形成卡圈 111，竖井 1 内壁上设置有卡台 13，卡圈 111 卡接在卡台 13 上。

需要说明的是，密封组件 5 的结构可以有多种。

作为一种可能的结构，密封组件 5 为密封膜，密封组件 5 为筒状结构，密封组件 5 包括多个支撑筋 51，多个支撑筋 51 围绕在筒状结构的周侧，两个相邻支撑筋 51 之间通过弹性密封膜 52 连接，以通过多个支撑筋 51 和弹性密封膜 52 围成筒状结构，密封膜顶端向内折弯形成内环和外环，内环和外环的顶端相连，内环的底端密封连接在承压筒 2 的外壁上，外环的底端连接在竖井 1 的内壁上，通过设置支撑筋 51 能够提高密封膜纵向的抗拉强度，并且储气室 4 内恒压充气时，密封膜的弹性密封膜 52 的弹性区域向低压侧鼓起，与竖井 1 壁面和承压筒 2 贴合，提供反向支撑力，降低密封膜环向拉力，另外，承压筒 2 运动至不同高度时，密封膜的弯折位置不同导致密封膜产生自身挤压形变，会降低密封膜的使用寿命，需要提高密封膜材料的性能，进而会增大成本，通过相邻两个支撑筋 51 之间密封膜的设置可以提供密封膜向内形变余量，降低形变产生的密封膜内部应力，提高密封膜使用寿命，降低密封膜材料成本。

进一步来说，外环的外径与竖井 1 的内径相同，以使外环的支撑筋 51 和弹性密封膜 52 与竖井 1 内壁相接，内环的支撑筋 51 与承压筒 2 的外壁相接，当储气室 4 中充气时，在压力作用下，弹性密封膜 52 向低压侧鼓起，进而使得弹性密封膜 52 也能够与承压筒 2 外壁相接。同时，在密封膜折弯形成内环和外环时，翻折后的内环周侧形成褶皱，褶皱之间相互挤压，会产生自身挤压形变，产生内部应力，影响密封膜的使用寿命，通过设置支撑筋 51，通过支撑筋 51 的固定，使得弹性密封膜 52 褶皱凸起后，相邻两个褶皱凸起之间通过支撑筋 51 的间隔不会产生挤压和内部应力，从而降低密封膜材料成本。

需要说明的是，在本公开的描述中，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外，在本公开的描述中，除非另有说明，“多个”的含

义是两个或两个以上。

5 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为，表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分，并且本公开的优选实施方式的范围包括另外的实现，其中可以不按所示出或讨论的顺序，包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序，来执行功能，这应被本公开的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

10 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任意的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管上面已经示出和描述了本公开的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本公开的限制，本领域的普通技术人员在本公开的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

1、一种分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，包括：

竖井，所述竖井内壁上沿轴向方向从下到上设置有多级锁定平台；

5 承压筒，所述承压筒活动插接在所述竖井中，所述承压筒的顶端外壁设置有限位组件，以使所述承压筒在最低限位时通过所述限位组件支撑在所述竖井最底部的一级锁定平台上，所述承压筒的外壁与所述竖井的内壁之间通过密封组件密封连接；

多级重力块组，多级重力块组分别设置在相应的多级所述锁定平台上，位于所述一级锁定平台上的所述重力块组设置在所述承压筒顶部，以通过所述承压筒对所述一级锁定平台上的所述重力块组进行支撑。

10

2、如权利要求 1 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述竖井内壁位于所述一级锁定平台的下方设置有底部沉管，所述密封组件连接在所述底部沉管内壁与所述承压筒外壁之间。

15

3、如权利要求 1 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，每相邻两级所述锁定平台之间的竖井内壁上均设置有导轨，所述重力块组上设置有与所述导轨配合的一级导向组件，以通过所述导轨对所述重力块组进行限位。

20

4、如权利要求 3 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述锁定平台为预埋在所述竖井内壁的锁定圈；

所述限位组件为设置在所述承压筒顶端外壁上的支撑圈，所述支撑圈的外径大于所述一级锁定平台的锁定圈的内径，所述支撑圈的外径小于所述一级锁定平台上方的所述锁定平台的锁定圈的内径。

25

5、如权利要求 4 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述支撑圈的外壁设置有与所述导轨配合的二级导向组件。

30

6、如权利要求 4 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，每级所述重力块组包括多个相同的重力块，每个重力块的直径大于支撑的所述锁定平台的锁定圈的内径，小于上方的所述锁定平台的锁定圈的内径，以使多个所述重力块安装时能够穿过上方的所述锁定平台到达支撑的所述锁定平台上。

7、如权利要求 1 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述承压筒内部填充有多个填充重力块。

35

8、如权利要求 7 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述承压筒内壁设置有沿轴向方向的多个定位条，所述定位条的侧壁上设置有沿轴向方向的定位滑槽，所述填充重力块的侧壁上设置有与所述定位滑槽配合的定位滑块。

5 9、如权利要求 1 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述承压筒内壁上沿轴向方向设置有多支撑环，多个所述支撑环与所述承压筒同轴心设置。

10 10、如权利要求 1 所述的分层式重力块地下布置的重力压缩空气储能装置，其中，所述承压筒的底部为锥形结构。

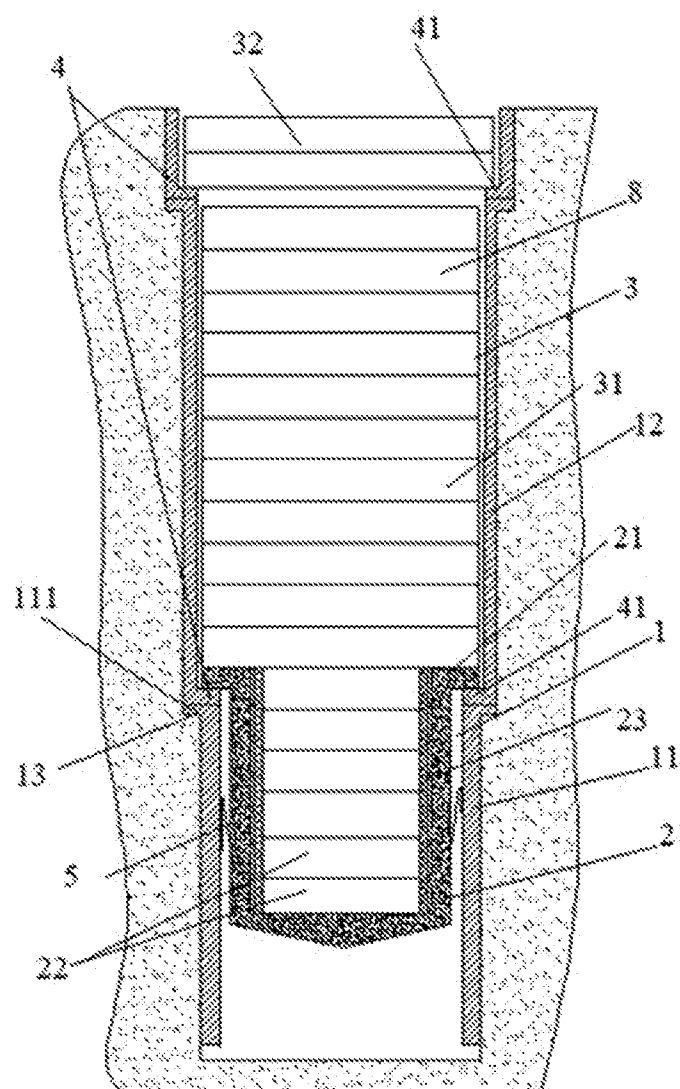


图 1

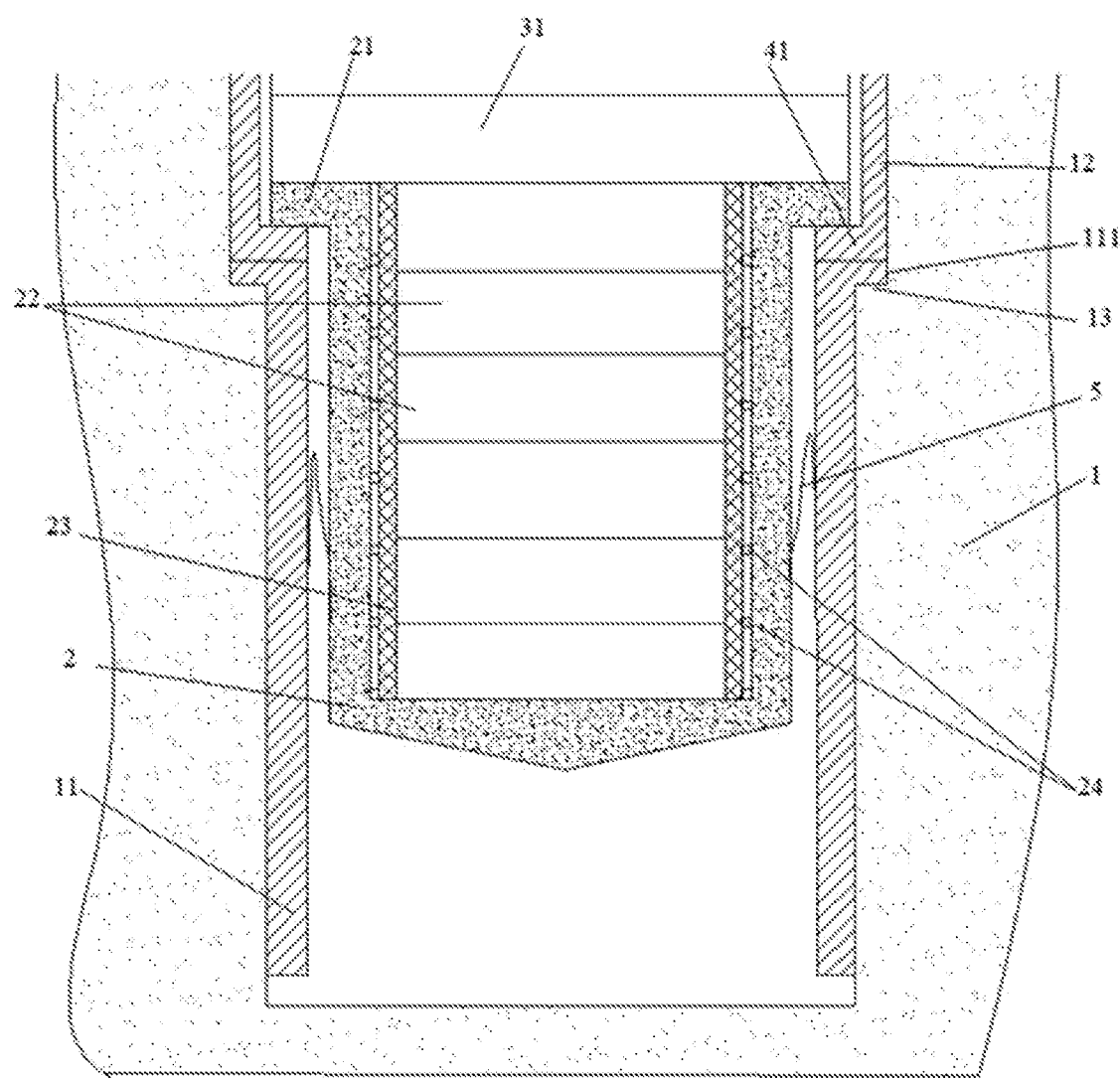


图 2

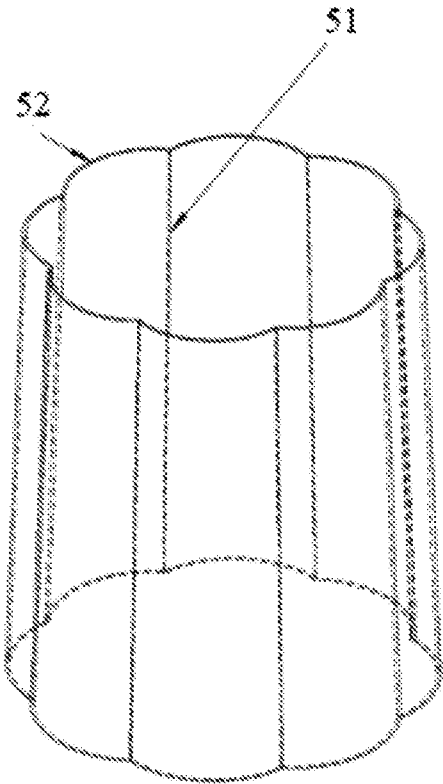


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/098968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03G3/00(2006.01)i; F01K27/00(2006.01)n; F03B13/06(2006.01)n

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)

F03G/-; F01K27/-; F03B13/-

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)

WPABSC; CNTXT; CNKI: 西安热工, 华能, 储能, 重力, 重物, 重块, 活塞, 多级, 直径, 阶梯, 台阶, 孔, 洞, 井, 支撑, 限位, 锁; WPABS; ENTXT; DWPI: gravity, mass+, weight+, heavy+, load+, piston?, diameter+, stage?, should+, step+, hole?, well?, mine?, support+, limit+;

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114718687 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.; HUANENG GROUP TECHNOLOGY INNOVATION CENTER CO., LTD.) 08 July 2022 (2022-07-08) claims 1-10, and description, paragraphs 0019-0036	1-10
A	DE 102014016640 A1 (UEBERALL ELLINOR; UEBERALL PETER;) 12 May 2016 (2016-05-12) entire document	1-10
A	WO 2016131612 A1 (HEINDL ENERGY GMBH) 25 August 2016 (2016-08-25) entire document	1-10
A	WO 2017174081 A1 (DELTA ENERGY GMBH & CO. KG 1) 12 October 2017 (2017-10-12) entire document	1-10
A	CN 216043933 U (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 15 March 2022 (2022-03-15) 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

04 August 2023

Date of mailing of the international search report

11 August 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/098968**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113914865 A (INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 11 January 2022 (2022-01-11) entire document	1-10
A	DE 3407827 A1 (HYDROMATIK GMBH) 04 October 1984 (1984-10-04) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/098968

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114718687	A	08 July 2022	None			
DE	102014016640	A1	12 May 2016	None			
WO	2016131612	A1	25 August 2016	DE	102015102211	A1	01 September 2016
WO	2017174081	A1	12 October 2017	DE	102016205856	A1	12 October 2017
				EP	3271590	A1	24 January 2018
				EP	3271590	B1	14 August 2019
				DK	3271590	T3	14 October 2019
CN	216043933	U	15 March 2022	CN	113550803	A	26 October 2021
CN	113914865	A	11 January 2022	CN	113914865	B	27 May 2022
DE	3407827	A1	04 October 1984	DE	3407827	C2	28 March 1985
				US	4519413	A	28 May 1985

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/098968

A. 主题的分类

F03G3/00(2006.01)i; F01K27/00(2006.01)n; F03B13/06(2006.01)n

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)

F03G/-; F01K27/-; F03B13/-

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))

WPABSC;CNTXT;CNKI: 西安热工, 华能, 储能, 重力, 重物, 重块, 活塞, 多级, 直径, 阶梯, 台阶, 孔, 洞, 井, 支撑, 限位, 锁; WPABS;ENTXT;DWPI: gravity, mass+, weight+, heavy+, load+, piston?, diameter+, stage?, should+, step+, hole?, well?, mine?, support+, limit+;

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 114718687 A (西安热工研究院有限公司; 华能集团技术创新中心有限公司) 2022年7月8日 (2022 - 07 - 08) 权利要求1-10, 说明书第0019-0036段	1-10
A	DE 102014016640 A1 (UEBERALL ELLINOR;UEBERALL PETER;) 2016年5月12日 (2016 - 05 - 12) 全文	1-10
A	WO 2016131612 A1 (HEINDL ENERGY GMBH) 2016年8月25日 (2016 - 08 - 25) 全文	1-10
A	WO 2017174081 A1 (DELTA ENERGY GMBH & CO KG 1) 2017年10月12日 (2017 - 10 - 12) 全文	1-10
A	CN 216043933 U (西安热工研究院有限公司) 2022年3月15日 (2022 - 03 - 15) 全文	1-10
A	CN 113914865 A (中国科学院电工研究所) 2022年1月11日 (2022 - 01 - 11) 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2023年8月4日

国际检索报告邮寄日期

2023年8月11日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王千

电话号码 (+86) 028-62967368

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	DE 3407827 A1 (HYDROMATIK GMBH) 1984年10月4日 (1984 - 10 - 04) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/098968

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	114718687	A	2022年7月8日	无	
DE	102014016640	A1	2016年5月12日	无	
WO	2016131612	A1	2016年8月25日	DE	102015102211 A1 2016年9月1日
WO	2017174081	A1	2017年10月12日	DE	102016205856 A1 2017年10月12日
				EP	3271590 A1 2018年1月24日
				EP	3271590 B1 2019年8月14日
				DK	3271590 T3 2019年10月14日
CN	216043933	U	2022年3月15日	CN	113550803 A 2021年10月26日
CN	113914865	A	2022年1月11日	CN	113914865 B 2022年5月27日
DE	3407827	A1	1984年10月4日	DE	3407827 C2 1985年3月28日
				US	4519413 A 1985年5月28日