



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116354023 A

(43) 申请公布日 2023.06.30

(21) 申请号 202310337353.X

E21D 13/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.03.31

E21D 11/00 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

(71) 申请人 中国科学院武汉岩土力学研究所

地址 430071 湖北省武汉市武昌区小洪山
中区2号

(72) 发明人 孙冠华 王章星 易琪 朱开源

王娇 夏阳 于显杨 耿璇 石露
罗红明

(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理

有限公司 11385

专利代理师 和成

(51) Int. Cl.

B65G 5/00 (2006.01)

B65D 88/76 (2006.01)

B65D 90/02 (2019.01)

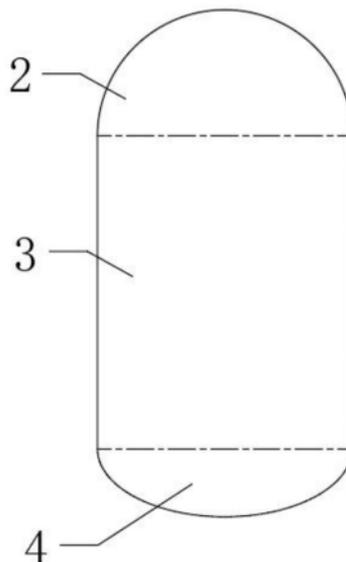
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

压缩空气储能电站仓筒式硐室、地下存储设施及施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种压缩空气储能电站仓筒式硐室、地下存储设施及施工方法,涉及地下能源储存技术领域,包括:储气硐室本体,储气硐室本体为顶部半球形、中部圆筒形和底部碟型的中空密封结构,储气硐室本体上由外至内依次设置混凝土衬砌层、钢衬砌密封层,混凝土衬砌层外壁与围岩贴合固定,钢衬砌密封层与混凝土衬砌层的内壁固定,钢衬砌密封层内用于容纳压缩空气,混凝土衬砌层用于承载压缩空气的荷载并传递给围岩。适用范围广,有效节约成本,性价比高。



1. 一种压缩空气储能电站仓筒式硐室,其特征在于:包括:

储气硐室本体,所述储气硐室本体为顶部半球形、中部圆筒形和底部碟型的中空密封结构,所述储气硐室本体上由外至内依次设置混凝土衬砌层、钢衬砌密封层,所述混凝土衬砌层外壁与围岩贴合固定,所述钢衬砌密封层与所述混凝土衬砌层的内壁固定,所述钢衬砌密封层内用于容纳压缩空气,所述混凝土衬砌层用于承载所述压缩空气的荷载并传递给所述围岩。

2. 根据权利要求1所述的压缩空气储能电站仓筒式硐室,其特征在于:所述储气硐室本体的顶部半球形空间为顶拱,中部圆筒形空间为核心筒体,下部碟型空间为仰拱,所述核心筒体的上口与所述顶拱对口一体连接,所述核心筒体的下口与所述仰拱对口一体连接,所述顶拱的直径小于等于50m,所述核心筒体的半径与所述顶拱的半径相同,所述核心筒体的高度为40~60m,所述仰拱的半径与所述核心筒体的半径相同,所述仰拱的高度为所述核心筒体半径的 $1/3 \sim 1/2$ 。

3. 根据权利要求1所述的压缩空气储能电站仓筒式硐室,其特征在于:所述混凝土衬砌层包括初期支护衬砌层、防水层和二次支护衬砌层,所述初期支护衬砌层包括喷射混凝土层、锚杆和挂网钢筋,所述挂网钢筋铺设在所述围岩上,所述喷射混凝土层喷射在所述围岩上并包裹所述挂网钢筋,所述锚杆一端与所述喷射混凝土层固定,另一端锚固于所述围岩中,所述防水层固定于所述初期支护衬砌层远离所述围岩的一侧,所述二次支护衬砌层为模筑钢筋混凝土层,所述模筑钢筋混凝土层固定设置于所述防水层远离所述初期支护衬砌层的一侧,部分所述钢衬砌密封层嵌入所述模筑钢筋混凝土层的裂缝之中。

4. 根据权利要求3所述的压缩空气储能电站仓筒式硐室,其特征在于:所述模筑钢筋混凝土层中的混凝土为钢纤维混凝土。

5. 根据权利要求4所述的压缩空气储能电站仓筒式硐室,其特征在于:还包括橡胶材料缓冲层,所述橡胶材料缓冲层固定设置于所述模筑钢筋混凝土层与所述钢衬砌密封层之间。

6. 一种压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施,其特征在于:包括:

围岩结构,所述围岩结构设置有容纳空间;

如权利要求1~5任一项所述的压缩空气储能电站仓筒式硐室,所述储气硐室本体与所述容纳空间的内壁贴合固定;

竖井,所述竖井设置在所述储气硐室本体顶部的地层岩体中以垂直连通所述储气硐室本体至地表面;

斜井,所述斜井设置在所述储气硐室本体底部至地表的岩体中以倾斜连通所述储气硐室本体至地表面;

第一密封堵头,所述第一密封堵头固定设置于所述储气硐室本体与所述竖井的连接处以对所述所储气硐室本体进行封闭;

第二密封堵头,所述第二密封堵头固定设置于所述储气硐室本体与所述斜井的连接处以对所述所储气硐室本体进行封闭。

7. 根据权利要求6所述的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施,其特征在于:所述竖井为圆形断面,所述竖井的直径为3~6m,所述竖井用于所述储气硐室本体开挖时吊装设备及人员进出,以及备用的输气管道安装。

8. 根据权利要求7所述的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施,其特征在于:所述斜井断面形式为圆拱直墙带仰拱型,所述斜井用于所述储气硐室本体开挖出渣、进料、排水、输气管道安装及后期运营期间的维修,所述斜井的设计坡度不超过 25° ,所述斜井内采用有轨牵引运输形式,且设置有2~4个运输轨道。

9. 根据权利要求8所述的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施,其特征在于:所述第二密封堵头在所述斜井处采用锥式设计,钢筋混凝土浇注一体式成型,所述输气管道锚固于所述第二密封堵头之中,所述第一密封堵头在所述竖井处采用圆柱形设计,钢筋混凝土浇注一体式成型,所述备用输气管道锚固于所述第一密封堵头之中。

10. 一种如权利要求6~9任一项所述压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的施工方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1,从地表面倾斜开挖所述斜井至所述储气硐室本体的底部,从地表面竖向开挖所述竖井至所述储气硐室本体的顶部;

S2,开挖所述容纳空间并进行所述储气硐室本体施工:从所述竖井的底端开始,开挖顶部半球形结构,然后依次向下开挖中部圆筒形和底部碟型结构,施作所述混凝土衬砌层和钢衬砌密封层;

S3,施作所述第一密封堵头和所述第二密封堵头。

压缩空气储能电站仓筒式洞室、地下存储设施及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地下能源储存技术领域,特别是涉及一种压缩空气储能电站仓筒式洞室、地下存储设施及施工方法。

背景技术

[0002] 压缩空气储能技术本质上是一种通过高压空气储存电网“弃能”进行转化发电的技术,作为一种大容量长时物理储能技术可以大幅改善电网发电、用电的时空结构,增大电网的调峰能力,解决可再生能源的间歇性问题。同时,压缩空气储能技术不涉及化石燃料的燃烧、不排放任何有害物质,对环境友好度更高。

[0003] 新型压缩空气储能系统主要利用地面储罐、地下废弃矿洞、含水层、盐岩洞穴及天然或人工地下硬岩洞穴等作为高压空气储存容器,目前国内外已建成的商业化运营的压缩空气储能电站主要采用地下盐穴作为储气装置。对比来看,地面储罐全部依靠钢的约束,承受10MPa级高压需要钢板厚度大,致使其成本高,只适合小规模储气;地下废弃矿洞、含水层及盐岩洞穴均受制于特定地理条件和区域地质条件,虽成本较低难以大范围普及。岩石内衬地下硬岩储气洞室受地理因素影响较小,可根据工程地质勘查结果选择合适硬岩地层开展建设,同时自行设计储气参数,自适应程度高。

[0004] 随着大容量(百兆瓦级)长时压缩空气储能技术发展的需要,储气装置设计容积须达到10万m³,承受的最高内压至少将达到6-10MPa级,内压力差达到2-6MPa,储气时长控制在4-8h,每天充压泄压循环周期为0~4次。由于盐穴、天然矿洞等地质条件复杂,在上述高压长周期循环储气条件下,对于储气装置围岩的稳定性、完整性提出了更高的要求。岩石内衬地下洞室由于其较高的建设效率、自主化选型设计及参数控制等方面的优势正在成为我国压缩空气储能技术地下储气装置的优势选择。

[0005] 目前,岩石内衬地下储气洞室设计选型主要以水平圆形断面隧道式为主,断面尺寸较小,轴线长度大,致使内表面积大,衬砌成本高。在保证地下储气洞室长期稳定的条件下和进一步压缩投资成本、落实2年建设期的需求下,探索实现造价低、工效高的压缩空气储能岩石内衬洞室选型设计及配套施工工法成为了亟需解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种压缩空气储能电站仓筒式洞室、地下存储设施及施工方法,以解决上述现有技术存在的问题,适用范围广,有效节约成本,性价比高。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0008] 本发明提供一种压缩空气储能电站仓筒式洞室,包括:储气洞室本体,所述储气洞室本体为顶部半球形、中部圆筒形和底部碟型的中空密封结构,所述储气洞室本体上由外至内依次设置混凝土衬砌层、钢衬砌密封层,所述混凝土衬砌层外壁与围岩贴合固定,所述钢衬砌密封层与所述混凝土衬砌层的内壁固定,所述钢衬砌密封层内用于容纳压缩空气,所述混凝土衬砌层用于承载所述压缩空气的荷载并传递给所述围岩。

[0009] 优选的,所述储气硐室本体的顶部半球形空间为顶拱,中部圆筒形空间为核心筒体,下部碟型空间为仰拱,所述核心筒体的上口与所述顶拱对口一体连接,所述核心筒体的下口与所述仰拱对口一体连接,所述顶拱的直径小于等于50m,所述核心筒体的半径与所述顶拱的半径相同,所述核心筒体的高度为40~60m,所述仰拱的半径与所述核心筒体的半径相同,所述仰拱的高度为所述核心筒体半径的 $1/3 \sim 1/2$ 。

[0010] 优选的,所述混凝土衬砌层包括初期支护衬砌层、防水层和二次支护衬砌层,所述初期支护衬砌层包括喷射混凝土层、锚杆和挂网钢筋,用以及时加固新开挖围岩体,维持施工期间围岩的基本稳定;所述挂网钢筋铺设在所述围岩上,所述喷射混凝土层喷射在所述围岩上并包裹所述挂网钢筋,所述锚杆一端与所述喷射混凝土层固定,另一端锚固于所述围岩中,所述防水层固定于所述初期支护衬砌层远离所述围岩的一侧,所述二次支护衬砌层为模筑钢筋混凝土层,所述模筑钢筋混凝土层固定设置于所述防水层远离所述初期支护衬砌层的一侧,部分所述钢衬砌密封层嵌入所述模筑钢筋混凝土层的裂缝之中。

[0011] 优选的,所述模筑钢筋混凝土层中的混凝土为钢纤维混凝土。

[0012] 优选的,还包括橡胶材料缓冲层,所述橡胶材料缓冲层固定设置于所述模筑钢筋混凝土层与所述钢衬砌密封层之间。

[0013] 本发明还提供一种压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施,包括:围岩结构、如上所述的压缩空气储能电站仓筒式硐室、竖井、斜井、第一密封堵头和第二密封堵头,所述围岩结构设置有容纳空间;所述储气硐室本体与所述容纳空间的内壁贴合固定;所述竖井设置在所述储气硐室本体顶部的地层岩体中以垂直连通所述储气硐室本体至地表面;所述斜井设置在所述储气硐室本体底部至地表的地层岩体中以倾斜连通所述储气硐室本体至地表面;所述第一密封堵头固定设置于所述储气硐室本体与所述竖井的连接处以对所述储气硐室本体进行封闭;所述第二密封堵头固定设置于所述储气硐室本体与所述斜井的连接处以对所述储气硐室本体进行封闭;

[0014] 优选的,所述竖井为圆形断面,所述竖井的直径为3~6m,所述竖井用于所述储气硐室本体开挖时吊装设备及人员进出的通道,以及备用的输气管道安装通道。

[0015] 优选的,所述斜井断面形式为圆拱直墙带仰拱型,所述斜井用于所述储气硐室本体开挖出渣、进料、排水、输气管道安装及后期运营期间的维修通道,所述斜井的设计坡度不超过 25° ,所述斜井内采用有轨牵引运输形式,且设置有2~4个运输轨道。

[0016] 优选的,所述第二密封堵头在所述斜井处采用锥式设计,钢筋混凝土浇注一体式成型,所述输气管道锚固于所述第二密封堵头之中,所述第一密封堵头在所述竖井处采用圆柱形设计,钢筋混凝土浇注一体式成型,所述备用输气管道锚固于所述第一密封堵头之中。

[0017] 本发明还提供了一种如上任一项所述压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的施工方法,包括以下步骤:

[0018] S1,从地表面倾斜开挖所述斜井至所述储气硐室本体的底部;

[0019] S2,从地表面竖向开挖所述斜井至所述储气硐室本体的顶部;

[0020] S3,开挖所述容纳空间并进行所述储气硐室本体施工:从所述竖井的底端开始,开挖顶部半球形结构,然后依次向下开挖中部圆筒形和底部碟型结构,施作所述混凝土衬砌层和钢衬砌密封层;

[0021] S4,施作所述第一密封堵头和所述第二密封堵头。

[0022] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0023] 本发明提供了一种压缩空气储能电站仓筒式硐室、地下存储设施及施工方法,通过将储气硐室本体设置为顶部半球形、中部圆筒形和底部碟型的中空密封结构,相比于地下废弃矿洞、含水层、盐岩洞穴及天然或人工地下硬岩洞穴等作为高压空气储存容器,本发明确提供的储气硐室本体的适用性更高,相比于地面储罐或小断面、长隧道式储气洞室结构,同等储气规模下可分别节省约50%和30%的造价。进一步的由于储气硐室本体占地面积小,可以根据工程勘察结果灵活的避开拟建地区的大小断层和岩体质量差的地层,同时选择合适的埋置深度,且地表用地保护范围大大缩小,可以直接修建在压缩空气储能电站的下部地层,进一步缩减征地面积,减小对周围地质环境的影响。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式硐室的结构示意图;

[0026] 图2为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式硐室中的储气硐室本体的边缘衬砌详图;

[0027] 图3为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式硐室中的储气硐室本体高温高压气体加载之后储气硐室本体的环向局部断面图;

[0028] 图4为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式硐室中的储气硐室本体高温高压气体卸载之后储气硐室本体的环向局部断面图;

[0029] 图5为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的正视图;

[0030] 图6为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的俯视图;

[0031] 图7为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施中斜井与储气洞室连接处主视图;

[0032] 图8为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施中竖井与储气洞室连接处主视图;

[0033] 图9为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施中斜井隧道断面图;

[0034] 图10为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的施工方法的演示正视图;

[0035] 图11为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的施工方法的演示正视图;

[0036] 图12为本发明提供的压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的施工方法的演示俯视图;

[0037] 图中:1、储气硐室本体;2、顶拱;3、核心筒体;4、仰拱;5、混凝土衬砌层;6、斜井;7、竖井;8、钢衬砌密封层;9、初期支护衬砌层;10、锚杆;11、二次支护衬砌层;12、防水层;13、输气管道;14、第二密封堵头;15、第一密封堵头;16、运输轨道;17、矿车;18、导井;19、下导

坑;20、开挖顺序;21、围岩;22、橡胶材料缓冲层;23、裂缝;24、高温高压气体作用。

具体实施方式

[0038] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0039] 本发明的目的是提供一种压缩空气储能电站仓筒式硐室、地下存储设施及施工方法,以解决上述现有技术存在的问题,适用范围广,有效节约成本,性价比高。

[0040] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0041] 实施例一

[0042] 本实施例提供一种压缩空气储能电站仓筒式硐室,如图1~3所示,包括:储气硐室本体1,储气硐室本体1为顶部半球形、中部圆筒形和底部碟型的中空密封结构,整体高度在60~90m,最大宽度在30~50m,边界过渡平滑,形体设计符合力学装置设计原理,整体受力状态均匀,不存在局部应力集中的情况。储气硐室本体1上由外至内依次设置混凝土衬砌层5、钢衬砌密封层8,混凝土衬砌层5外壁与围岩21贴合固定,钢衬砌密封层8与混凝土衬砌层5的内壁固定,钢衬砌密封层8内用于容纳压缩空气,混凝土衬砌层5用于承载压缩空气的荷载并传递给围岩21,通过将储气硐室本体1设置为顶部半球形、中部圆筒形和底部碟型的中空密封结构,相比于地下废弃矿洞、含水层、盐岩洞穴及天然或人工地下硬岩洞穴等作为高压空气储存容器,本发明的提供的储气硐室本体1的适用性更高,相比于地面储罐或小断面、长隧道式储气洞室结构,同等储气规模下可分别节省约50%和30%的造价。进一步的由于储气硐室本体1占地面积小,可以根据工程勘察结果灵活的避开拟建地区的大小断层和岩体质量差的地层,同时选择合适的埋置深度,且地表用地保护范围大大缩小,可以直接修建在压缩空气储能电站的下部地层,进一步缩减征地面积,减小对周围地质环境的影响。

[0043] 本实施例的一个优选的方案中,储气硐室本体1的顶部半球形空间为顶拱2,中部圆筒形空间为核心筒体3,下部碟型空间为仰拱4,顶拱2的直径小于等于50m,核心筒体3的半径与顶拱2的半径相同,高度一般在40~60m;仰拱4的半径与核心筒体3的半径相同,仰拱4的高度为核心筒体3半径的 $1/3\sim 1/2$ 。

[0044] 本实施例的一个优选的方案中,混凝土衬砌层5包括初期支护衬砌层9、防水层12和二次支护衬砌层11,初期支护衬砌层9包括喷射混凝土层、锚杆10和挂网钢筋,用以及时加固新开挖围岩21体,维持施工期间围岩21的基本稳定;挂网钢筋铺设在围岩21上,喷射混凝土层喷射在围岩21上并包裹挂网钢筋,锚杆10一端与喷射混凝土层固定,另一端锚固于围岩21中,防水层12固定于初期支护衬砌层9内侧,二次支护衬砌层11为模筑钢筋混凝土层,模筑钢筋混凝土层固定设置于防水层12的内侧,部分钢衬砌密封层嵌入模筑钢筋混凝土层的裂缝23之中,模筑钢筋混凝土层中的混凝土为钢纤维混凝土,钢纤维混凝土可以有效控制空气衬砌层在高内压作用下的裂缝23开展,使得裂缝23更加均匀,同时提升了密封结构在压气放气循环荷载作用下的抗疲劳性能,在首次储气之时,充入温度较高的气体,使得钢密封层的屈服强度降低,更易进入塑性变形阶段,与此同时,增大人工硐室内的气压

值,使得钢纤维混凝土衬砌层5出现均匀的裂缝23,此时钢衬砌密封层在高温高压气体作用24紧贴钢纤维混凝土衬砌层5,并嵌入钢纤维混凝土衬砌层5的裂缝23之中;放气阶段,由于钢衬砌发生了塑性变形,卸载之后变形并不会完全恢复,故钢衬砌密封层将会嵌入钢纤维混凝土衬砌层5的裂缝23之中,同时钢纤维混凝土衬砌层5的裂缝23收缩,紧紧贴合嵌入裂缝23之中的塑性钢衬,提供额外的咬合力,使得两者在之后的储气放气过程之中不会脱离,形成一个稳定的受力整体,保证钢衬砌密封层8的密封效果。

[0045] 本实施例的一个优选的方案中,初期支护衬砌层9所用的喷射混凝土标号不应高于C25;锚杆10可采用非预应力或低预应力中空注浆锚杆10;初期支护衬砌层9厚度控制在15cm~25cm。

[0046] 本实施例的一个优选的方案中,防水层12包括土工布和防水板材,土工布起到隔离、过滤的作用,防水板材作为主要隔水材料,用以保障二衬混凝土开裂后混凝土能够有效承担外水压力,且防止外水沿混凝土裂缝23渗入洞室内部,对钢衬砌密封层8造成腐蚀。

[0047] 本实施例的一个优选的方案中,储气硐室本体1还包括橡胶材料缓冲层22,橡胶材料缓冲层22固定设置于模筑钢筋混凝土层与钢衬砌密封层之间,橡胶材料缓冲层22由多块高分子材料板连接而成,连接的方式采用热熔连接,两块高分子材料板连接的结合部位不小于80mm,且粘结剥离强度不应小于高分子材料板拉伸强度的80%。加入高分子橡胶缓冲材料,可以避免钢密封层与钢纤维混凝土衬砌层5直接接触,延长钢衬砌密封层使用寿命,除此之外还可以提升系统的气密性。橡胶材料缓冲层22为丁基橡胶。

[0048] 实施例二

[0049] 本实施例还提供一种压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施,包括:围岩21结构、如实施例一的压缩空气储能电站仓筒式硐室、竖井7、斜井6、第一密封堵头15和第二密封堵头14,围岩21结构设置有容纳空间;储气硐室本体1与容纳空间的内壁贴合固定;竖井7设置在储气硐室本体1顶部的地层岩体中以垂直连通储气硐室本体1至地表面;斜井6设置在储气硐室本体1底部至地表的岩体中以倾斜连通储气硐室本体1至地表面;第一密封堵头15固定设置于所储气硐室本体1与竖井7的连接处以对所储气硐室本体1进行封闭;第二密封堵头14固定设置于所储气硐室本体1与斜井6的连接处以对所储气硐室本体1进行封闭;

[0050] 本实施例的一个优选的方案中,竖井7为圆形断面,竖井7的直径为3~6m,直径可根据最大吊装机械尺寸和开挖施工作业效率确定,竖井7用于储气硐室本体1开挖时吊装设备及人员进出的通道,以及备用的输气管道13安装通道。

[0051] 本实施例的一个优选的方案中,斜井6断面形式为圆拱直墙带仰拱4型,斜井6用于储气硐室本体1开挖出渣、进料、排水、输气管道13安装及后期运营期间的维修通道,断面尺寸根据最大材料尺寸和开挖施工作业效率确定,斜井6的设计坡度不超过25°,斜井6内采用有轨牵引运输形式,且设置有2~4个运输轨道16。

[0052] 本实施例的一个优选的方案中,第二密封堵头14在斜井6处采用锥式设计,钢筋混凝土浇注一体式成型,输气管道13锚固于第二密封堵头14之中,第一密封堵头15在竖井7处采用圆柱形设计,钢筋混凝土浇注一体式成型,备用输气管道13锚固于第一密封堵头15之中。

[0053] 实施例三

[0054] 本实施例还提供了一种压缩空气储能电站仓筒式地下存储设施的施工方法,包括

以下步骤:

[0055] 步骤(1),压缩空气储能电站项目的可研阶段根据工程地质勘查资料确定储气硐室本体1的选址、埋深、尺寸、衬砌方案及竖井7和斜井6的长度、尺寸、衬砌方案等;

[0056] 步骤(2),开挖斜井6,采用钻爆法施工作业,根据围岩21分类情况选择开挖方式(Ⅲ类以上的围岩21可采用全断面一次开挖,Ⅳ、Ⅴ类围岩21可采用分台阶分布开挖),按照“弱爆破、短进尺、强支护、早衬砌、勤监测”的原则开挖,及时施作斜井6的初期支护,适时施作防水层12、二次衬砌及仰拱4,边开挖边支护,同步铺设出渣运输轨道16,通过轨道矿车17外运所有弃渣至洞口;

[0057] 步骤(3),开挖竖井7,采用反井法施工作业,根据设计断面尺寸选择反井钻机尺寸大小,自地表向下施作导井18直至斜井6底部平台,换用大尺寸刀片向上提钻扩孔,形成溜渣通道。自地表向下通过人工钻爆开挖全断面,依次施作初支层、防水层12及二衬,直至储气硐室本体1顶拱2半球形空间与中部圆筒空间交界面处,弃渣通过中间的导井18自溜到斜井6底部运出;

[0058] 步骤(4),开挖储气硐室本体1,从步骤(3)竖井7开挖的最底端开始,利用钻爆法开挖顶拱2,然后依次向下开挖中部核心筒及下部碟型空间,按照“螺旋向外、逐层向下”的开挖顺序20分步开挖,弃渣通过中间的导井18自溜到斜井6底部运出。及时施作初期支护衬砌层9,适时施作防水层12及二次支护衬砌层11;

[0059] 步骤(5),储气硐室本体1开挖完成后,通过底部斜井6将钢板分片运输至储气硐室本体11中进行拼装焊接,形成全封闭的密封层;

[0060] 步骤(6),根据压缩空气储能电站地面厂房的实际位置,选择斜井6安装输气管道13并联通地面厂房设备,同时在管道与储气硐室本体1连接处安装密封堵头;

[0061] 步骤(7),改造竖井7或斜井6,建设运营期排水、维修专用通道。

[0062] 步骤(2)中开挖斜井6至储气硐室本体1底部碟型空间后应该放平斜井6同时加宽一小段斜井6断面,留出施工装渣作业空间,还可通过分轨增加运输轨道16的数量,提高出渣轮换效率。为了实施反井钻工法,应储气硐室本体11底部修建下导坑19,并联通斜井6。

[0063] 步骤(6)安装斜井6处密封堵头时应安装可开关密封门,用于后期运营时进入储气硐室本体1内部检修。

[0064] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

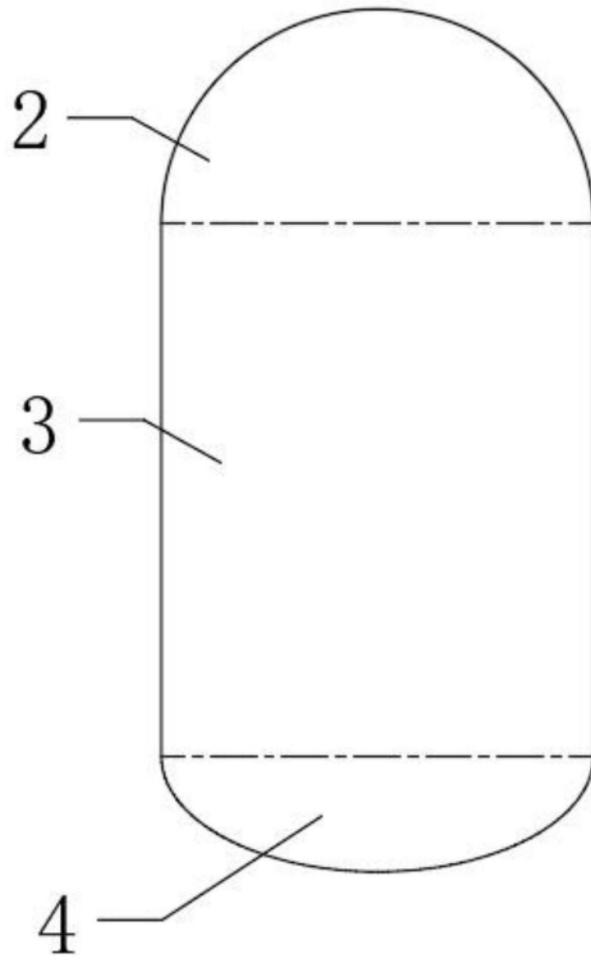


图1

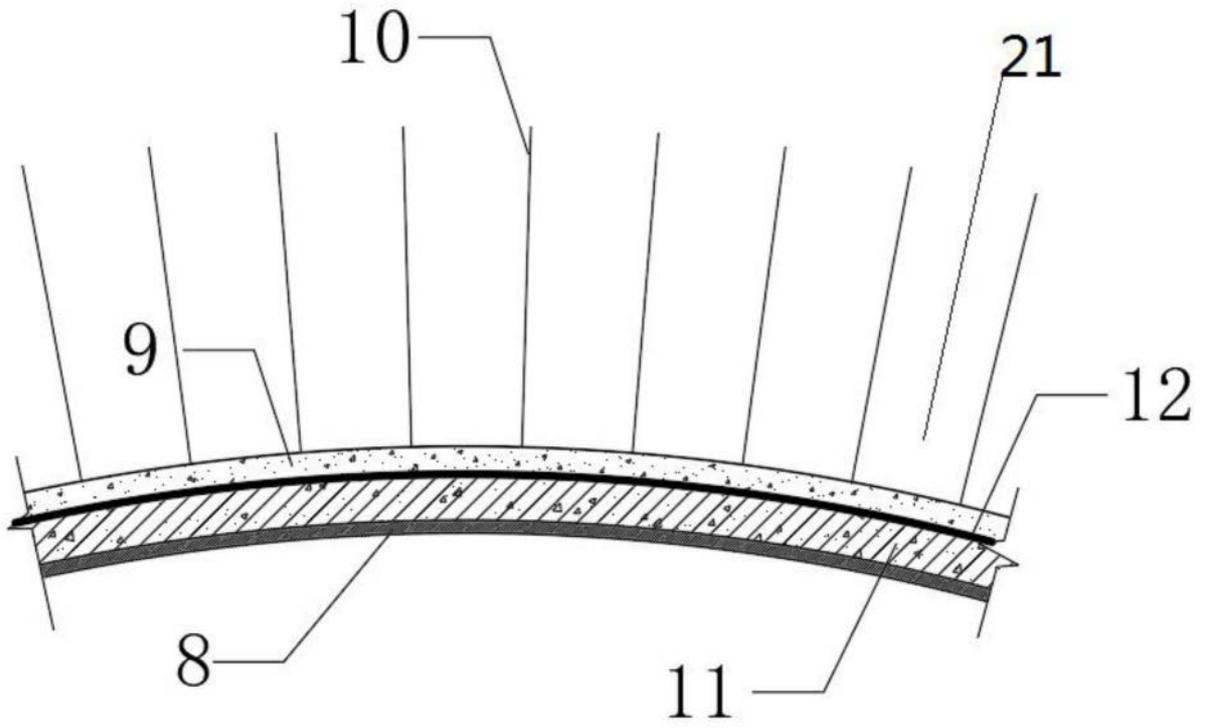


图2

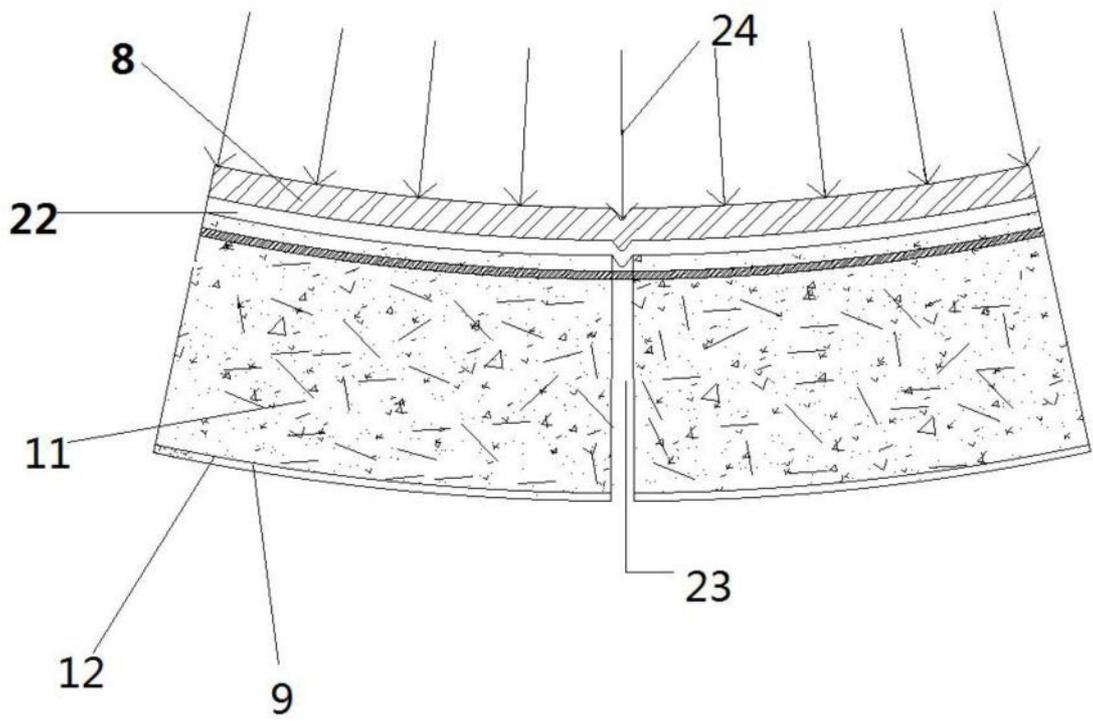


图3

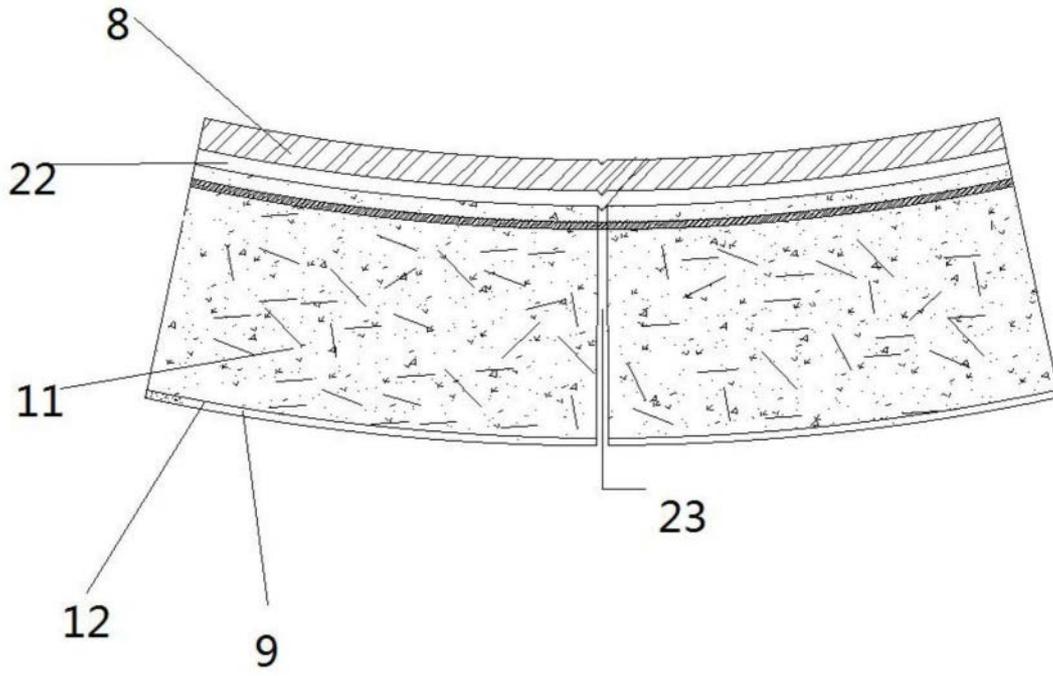


图4

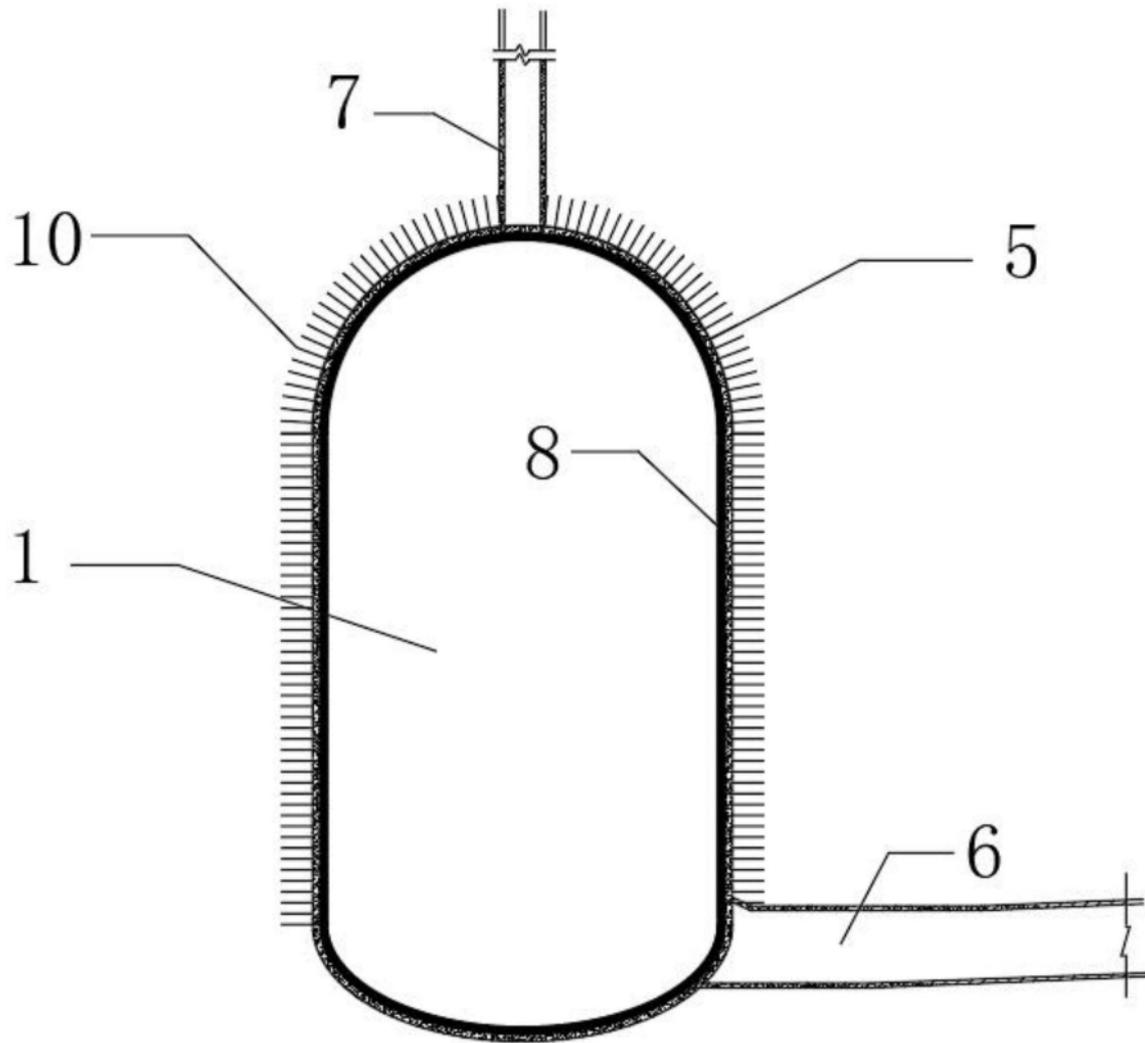


图5

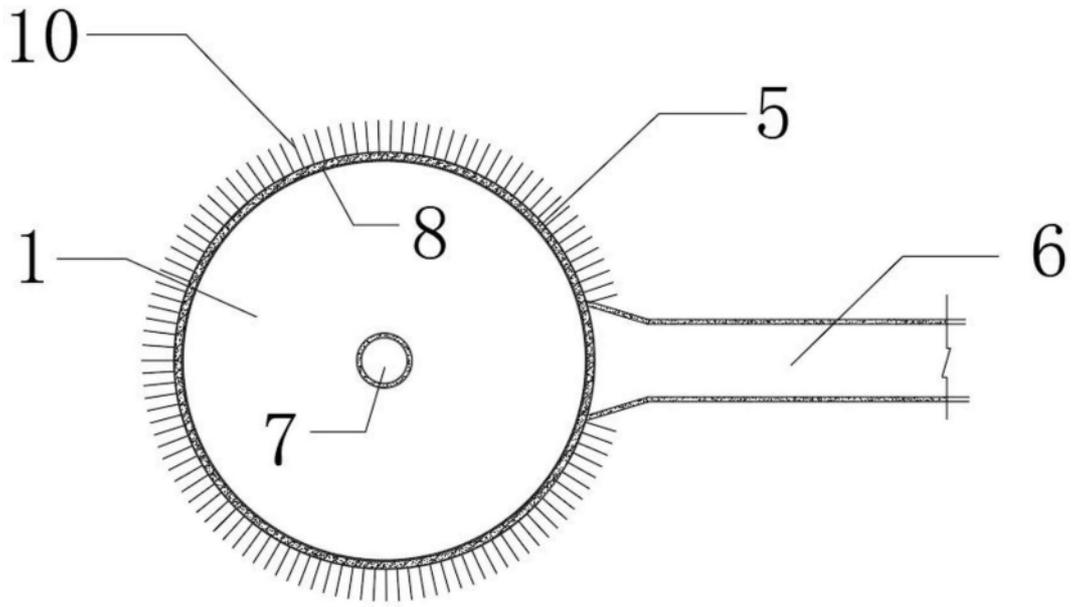


图6

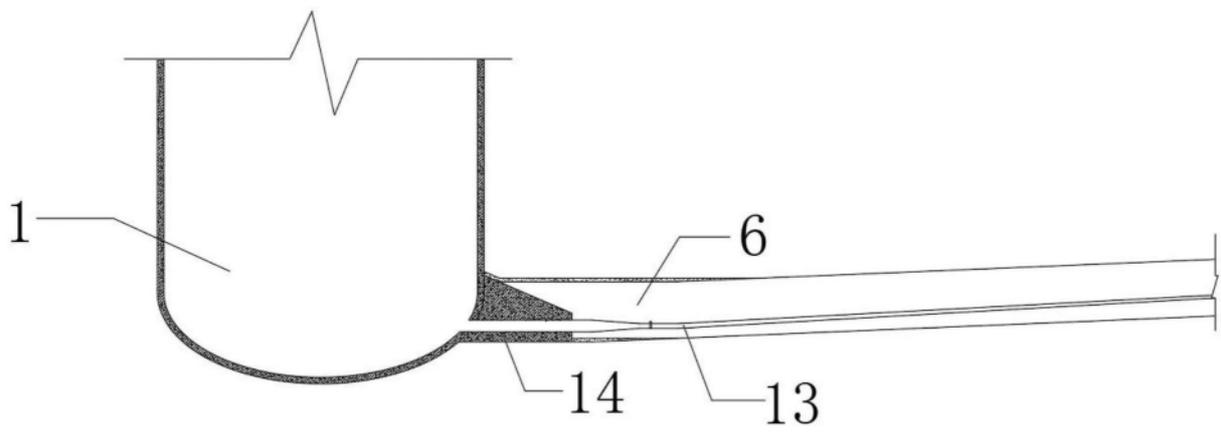


图7

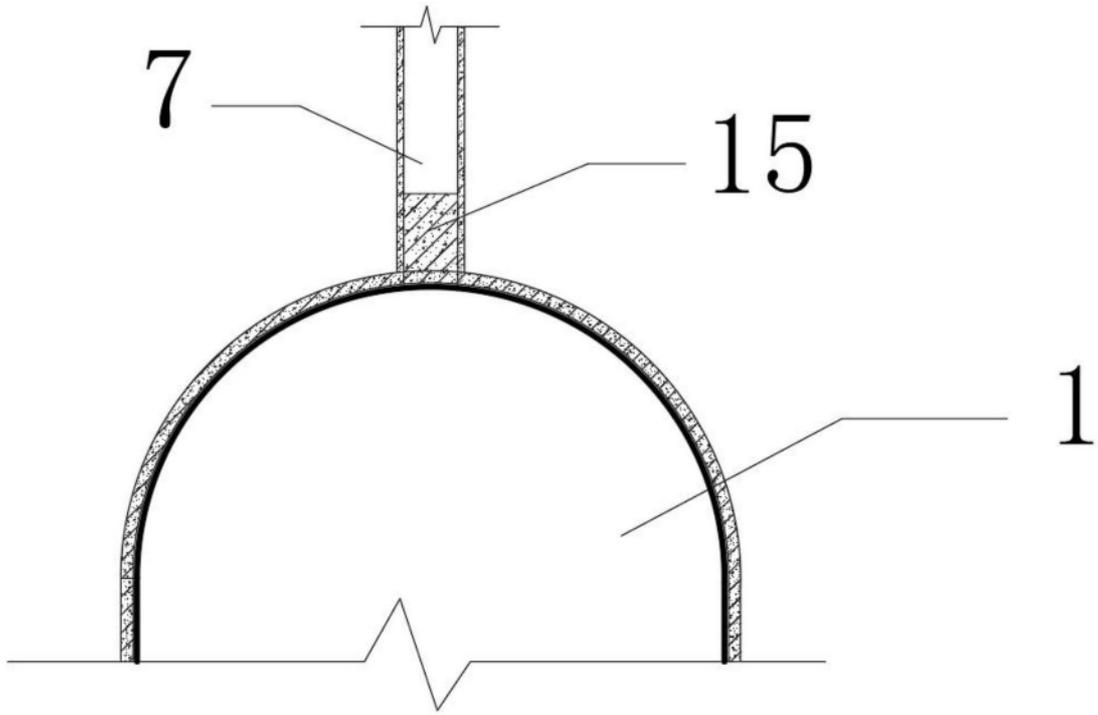


图8

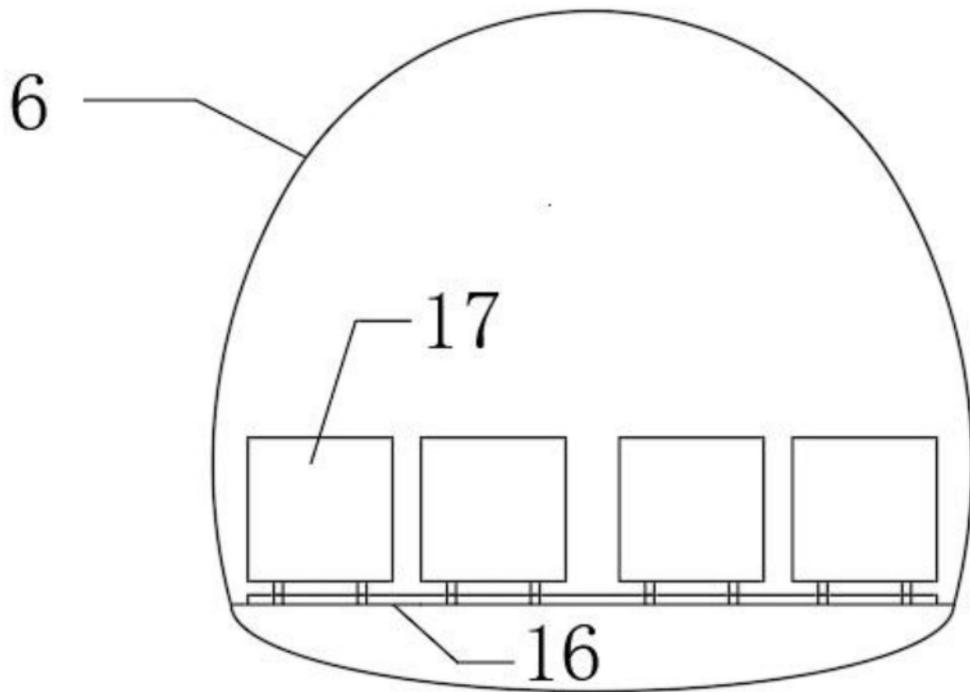


图9

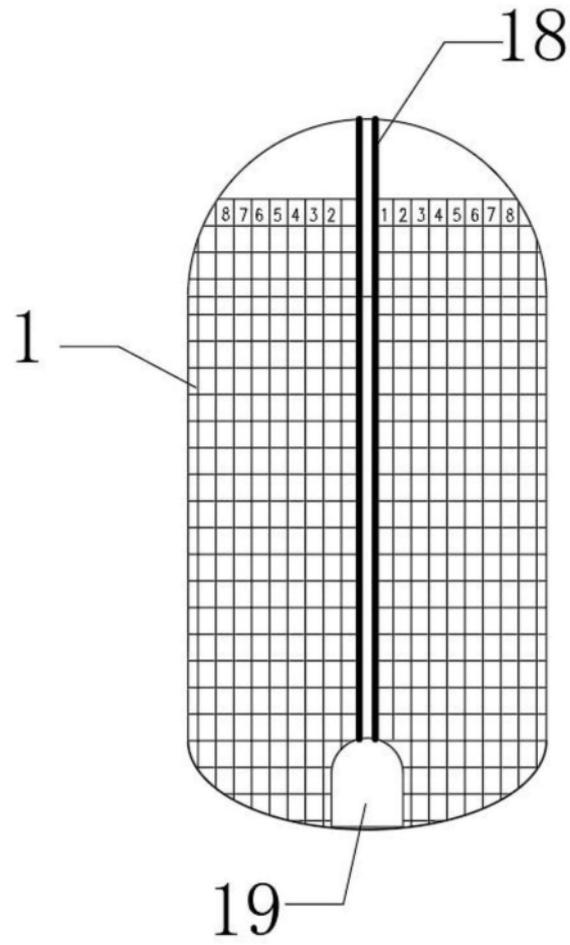


图10

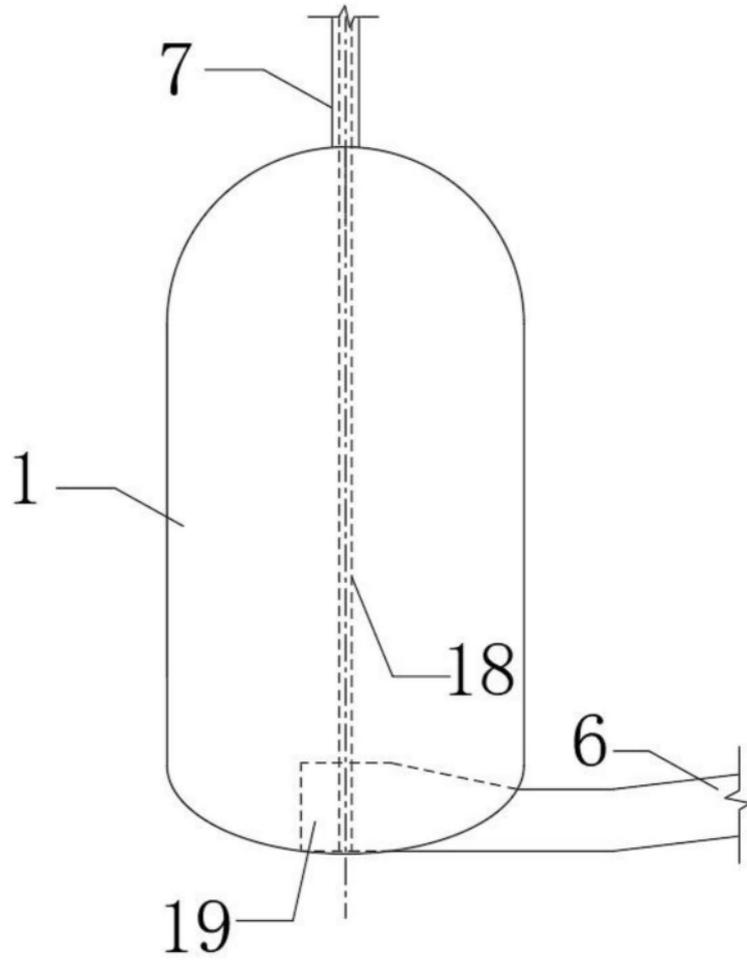


图11

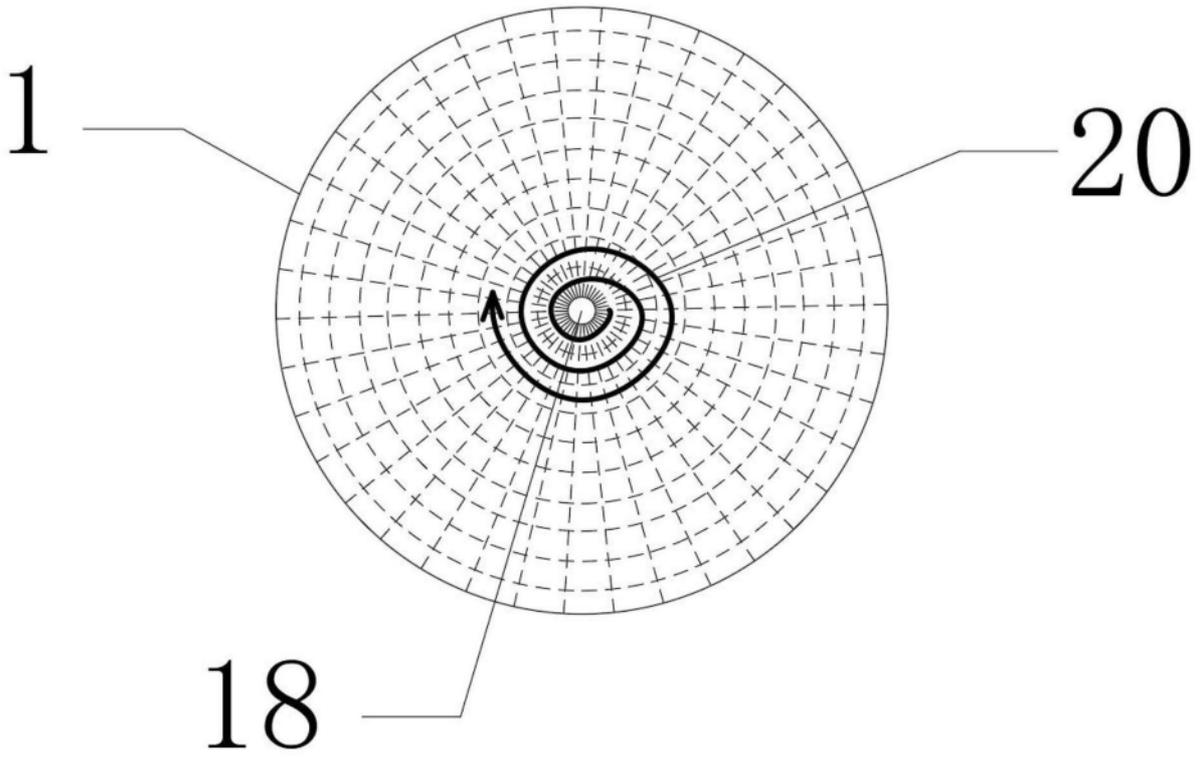


图12