



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211419278 U

(45)授权公告日 2020.09.04

(21)申请号 201921944048.2

(22)申请日 2019.11.12

(73)专利权人 中国矿业大学

地址 221000 江苏省徐州市泉山区大学路1号

(72)发明人 鲍久圣 张磊 葛世荣 刘勇

阴妍 庄吉庆 郝建伟

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

32200

代理人 陆志斌

(51)Int.Cl.

B66B 15/08(2006.01)

B66B 17/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

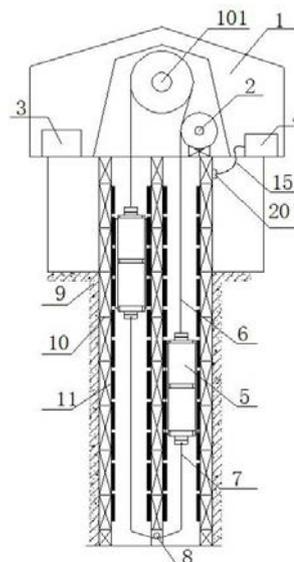
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)实用新型名称

垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,包括钢丝绳提升系统、直线电机辅助驱动系统与电控系统;钢丝绳提升系统包括罐笼、提升钢丝绳、尾绳、导向轮和尾绳导向轮;直线电机辅助驱动系统包括直线电机初级、初级绕组、直线电机次级;通过直线电机辅助驱动系统产生的电磁驱动力推动罐笼垂直运动来承担特大吨位罐笼的增量提升载荷;上位机、PLC、变频器与罐笼加速度检测装置通过控制电缆对提升系统进行实时控制与监测,在加速度检测装置发现提升加速度超过设定值后,可以利用直线电机辅助提升系统对其进行紧急制动对提升机进行安全保护;增加了提升系统的提升深度与提升载荷,使其能够满足超深井超大型罐笼提升的需求。



1. 一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,其特征在于,包括提升滚筒(101)、电机(105)、两个罐笼(5)、PLC(4)、上位机(16)、变频器(17)和盘式制动器;

提升滚筒(101)架设在竖井井口上方,提升滚筒(101)通过联轴器(107)与电机(105)连接,电机(105)的轴上设有转矩转速传感器(106),提升滚筒(101)上设置有盘式制动器;

罐笼(5)的顶端和底端分别设有钢丝绳连接装置(508),罐笼(5)的顶端还设有压电加速度传感器(502)、无线信号发射器(504)和电池(505),压电加速度传感器(502)与无线信号发射器(504)通过控制电缆(15)电连接,压电加速度传感器(502)、无线信号发射器均与电池(505)电连接,罐笼(5)的两个侧面分别设有直线电机次级安装板(506),直线电机次级(12)安装在直线电机次级安装板(506)上;

竖井的井壁(9)左右两侧分别设有钢架(10),钢架(10)的内侧纵向方向焊接直线电机初级安装板(19),直线电机初级(11)纵向间隔安装在直线电机初级安装板(19)上,直线电机初级(11)上还设置有初级绕组(18),直线电机初级(11)之间为串联供电的形式,直线电机初级(11)之间通过动力电缆(14)与控制电缆(15)连接,所有直线电机初级(11)均与变频器(17)电连接,钢架(10)顶部设有无线信号接收器(20);

两个罐笼(5)分别位于一个竖井中,罐笼(5)左右两侧的直线电机次级(12)卡在钢架(10)内侧的直线电机初级(11)上,提升钢丝绳(6)的一端与一个罐笼(5)顶端的钢丝绳连接装置(508)连接,另一端绕过提升滚筒(101)后与另一个罐笼(5)顶端的钢丝绳连接装置(508)连接,两个罐笼(5)底端的钢丝绳连接装置(508)通过尾绳(7)连接在一起;

上位机(16)、变频器(17)、无线信号接收器(20)、电机(105)、转矩转速传感器(106)和盘式制动器均与PLC(4)电连接。

2. 根据权利要求1所述的一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,其特征在于:所述盘式制动器包括制动片(102)、制动盘(103)和液压站(104),制动片(102)、制动盘(103)设置在提升滚筒(101)的轴向两侧,制动盘(103)与液压站(104)连接,液压站(104)与PLC(4)电连接。

3. 根据权利要求1所述的一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,其特征在于:所述钢架(10)的侧面纵向方向平行间隔设置两条直线电机初级安装板(19),每条直线电机初级安装板(19)上均设置有直线电机初级(11),罐笼(5)的两个侧面分别设有两条直线电机次级安装板(506),每条直线电机次级安装板(506)上分别设有直线电机次级(12)。

4. 根据权利要求1所述的一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,其特征在于:还包括导向轮(2),导向轮(2)架设在竖井井口上方,提升钢丝绳(6)先后绕过提升滚筒(101)、导向轮(2)后一端与一个罐笼(5)顶端的钢丝绳连接装置(508)连接,另一端与另一个罐笼(5)顶端的钢丝绳连接装置(508)连接。

5. 根据权利要求1所述的一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,其特征在于:所述两个竖井之间的井壁(9)设有尾绳导向轮(8),尾绳(7)一端与一个罐笼(5)底端的钢丝绳连接装置(508)连接,另一端绕过尾绳导向轮(8)后与另一个罐笼(5)底端的钢丝绳连接装置(508)连接。

垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种罐笼提升系统,具体涉及一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统。

背景技术

[0002] 我国是世界煤炭资源大国,煤炭开采量和消耗量都居世界前列,在煤炭开采体系中,矿井运输与提升是开采过程中的重要的组成环节,而罐笼是矿井提升中的重要设备之一,一般用于矿井的副井提升人员、矿石、设备、材料,也可以作为主井提升煤炭的设备来使用。

[0003] 随着经济和科学技术的发展,人类对自然资源愈加依赖,由于埋藏较浅的煤炭、金属和非金属等自然资源的储量已大幅减少,因此未来我国矿井的开采势必会朝着超深井与超大型提升发展。

[0004] 但随着提升深度的增加,存在着以下问题限制了罐笼提升系统朝着超深井方向发展:

[0005] (1) 钢丝绳的力学性能严重影响了提升深度,随着提升深度的增加,钢丝绳逐渐长加粗,安全系数减小,在自重中所占的比例也越来越大,在这个过程中而钢丝绳的疲劳磨损、断裂与腐蚀的问题也更加严重。

[0006] (2) 目前的矿井提升均采用罐道与罐耳配合的方式对罐笼导向,但随着提升深度的增加,在建造过程中,单侧罐道的直线度与两侧罐道的平行度难以保证,且罐道长期处于潮湿环境下,容易发生结构变形,因此在超深井提升过程中,罐道与罐耳的形式可靠性不高。

[0007] 与此同时为了增加生产规模,提高煤炭产量,罐笼的提升载荷也越来越大,目前虽然罐笼的最大的单次提升量已经达到了60吨,但仍无法满足罐笼向着超大吨位发展的需求。

[0008] 随着罐笼朝着超大吨位提升负载发展,随之也产生一些新的问题:

[0009] (1) 钢丝绳通常要承受重载荷,受到了很大的拉伸应力与弯曲应力,而钢丝绳由于材料与规格的限制,其最大的拉伸应力与弯曲应力是一定的,随着提升载荷的增加,罐笼朝着超大吨位发展,钢丝绳的各项力学性能不可能被无限增大,而提升载荷的增大也会严重缩短钢丝绳的寿命,使其提前报废。

[0010] (2) 现有的罐笼提升系统依靠旋转电机驱动提升滚筒带动钢丝绳来进行提升,提升模式较为单一。为了增加罐笼的提升载荷,所需的提升滚筒体积与旋转电机的功率也越来越大,极大的提高了提升机的安装维护与用电成本。

[0011] 此外,罐笼提升系统承担着提升煤炭、人员、物料的任务,所处的提升负载与工况处在变化之中。在超深井中,若特大吨位罐笼的提升系统不论提升负载量大小,每次提升均采用旋转电机的最大额定功率来驱动钢丝绳提升系统来提升罐笼会造成电能浪费,同时仅依靠钢丝绳频繁的提升也会加剧对钢丝绳磨损。

发明内容

[0012] 针对上述现有技术存在的问题,本实用新型提供一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,增加原有提升系统的提升高度,提升载荷,制动效率。

[0013] 为实现上述目的,本实用新型提供如下技术方案:一种垂直式直线电机辅助驱动的超深井特大吨位罐笼提升系统,包括提升滚筒、电机、两个罐笼、PLC、上位机、变频器和盘式制动器;提升滚筒架设在竖井井口上方,提升滚筒通过联轴器与电机连接,电机的轴上设有转矩转速传感器,提升滚筒上设置有盘式制动器;罐笼的顶端和底端分别设有钢丝绳连接装置,罐笼的顶端还设有压电加速度传感器、无线信号发射器和电池,压电加速度传感器与无线信号发射器通过控制电缆电连接,压电加速度传感器、无线信号发射器均与电池电连接,罐笼的两个侧面分别设有直线电机次级安装板,直线电机次级安装在直线电机次级安装板上;

[0014] 竖井的井壁左右两侧分别设有钢架,钢架的内侧纵向方向焊接直线电机初级安装板,直线电机初级纵向间隔安装在直线电机初级安装板上,直线电机初级上还设置有初级绕组,直线电机初级之间为串联供电的形式,直线电机初级之间通过动力电缆与控制电缆连接,所有直线电机初级均与变频器电连接,钢架顶部设有无线信号接收器;

[0015] 两个罐笼分别位于一个竖井中,罐笼左右两侧的直线电机次级卡在钢架内侧的直线电机初级上,提升钢丝绳的一端与一个罐笼顶端的钢丝绳连接装置连接,另一端绕过提升滚筒后与另一个罐笼顶端的钢丝绳连接装置连接,两个罐笼底端的钢丝绳连接装置通过尾绳连接在一起;

[0016] 上位机、变频器、无线信号接收器、电机、转矩转速传感器和盘式制动器均与PLC电连接。

[0017] 进一步的,所述盘式制动器包括制动片、制动盘和液压站,制动片、制动盘设置在提升滚筒的轴向两侧,制动盘与液压站连接,液压站与PLC电连接。

[0018] 进一步的,所述钢架的侧面纵向方向平行间隔设置两条直线电机初级安装板,每条直线电机初级安装板上均设置有直线电机初级,罐笼的两个侧面分别设有两条直线电机次级安装板,每条直线电机次级安装板上分别设有直线电机次级。

[0019] 进一步的,还包括导向轮,导向轮架设在竖井井口上方,提升钢丝绳先后绕过提升滚筒、导向轮后一端与一个罐笼顶端的钢丝绳连接装置连接,另一端与另一个罐笼顶端的钢丝绳连接装置连接。

[0020] 进一步的,所述两个竖井之间的井壁设有尾绳导向轮,尾绳一端与一个罐笼底端的钢丝绳连接装置连接,另一端绕过尾绳导向轮后与另一个罐笼底端的钢丝绳连接装置连接。

[0021] 与现有技术相比,本实用新型钢丝绳提升系统仍然提供主要的提升动力,在原有钢丝绳提升系统的基础上,在钢架与罐笼上分别设置直线电机初级和次级,多个直线电机同步上下线性运动产生提升罐笼所需的驱动力来辅助运输人员与设备;通过对直线电机的使用,不仅能够解决因钢丝绳载荷不足造成的提升载荷低、提升深度低的问题,减轻了钢丝绳提升系统的工作负担,提高了运输能力;根据罐笼承载物的负载的不同自行选择提升方式,提高了运输的灵活性,降低了运输过程中电能的损耗量;此外,直线电机辅助驱动系统在施加反向电流的情况下可以使直线电机产生与罐笼运动方向相反的力,辅助提升系统制

动,提高了提升机的安全性。

附图说明

[0022] 图1为本实用新型整体结构示意图;

[0023] 图2为本实用新型罐笼安装俯视图;

[0024] 图3为本实用新型直线电机初级安装图;

[0025] 图4为本实用新型罐笼结构与传感器安装位置图;

[0026] 图5为本实用新型驱动与制动系统机构图;

[0027] 图中:1、提升机房;2、导向轮;3、供电室;4、PLC;5、罐笼;6、提升钢丝绳;7、尾绳;8、尾绳导向轮;9、井壁;10、钢架;11、直线电机初级;12、直线电机次级;13、螺栓;14、动力电缆;15、控制电缆;16、上位机;17、变频器;18、初级绕组;19、直线电机初级安装板;20、无线信号接收器;101、提升滚筒;102、制动片;103、制动盘;104、液压站;105、电机;106、转矩转速传感器;107、联轴器;501、罐笼门;502、压电加速度传感器;503、传感器安装底板;504、无线信号发射器;505、电池;506、直线电机次级安装板;507、螺栓;508、钢丝绳连接装置。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本实用新型作进一步说明。

[0029] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型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实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

[0030] 如图1至图5所示,本实用新型提供一种技术方案:包括钢丝绳提升系统、直线电机辅助驱动系统、PLC4、上位机16、变频器17和盘式制动器;

[0031] 钢丝绳提升系统为塔式多绳摩擦式的提升结构,包括提升滚筒101、电机105、两个罐笼5、提升钢丝绳6、尾绳7、导向轮2和尾绳导向轮8;提升滚筒101架设在竖井井口上方,提升滚筒101通过联轴器107与电机105连接,电机105的轴上设有转矩转速传感器106,提升滚筒101上设置有盘式制动器;所述盘式制动器包括制动片102、制动盘103和液压站104,制动片102、制动盘103设置在提升滚筒101的轴向两侧,制动盘103与液压站104连接,液压站104与PLC4电连接;

[0032] 如图4所示,罐笼5的顶端和底端分别设有钢丝绳连接装置508,罐笼5的顶端还设有传感器安装底板503,传感器安装底板503上设有压电加速度传感器502、无线信号发射器504和电池505,压电加速度传感器502与无线信号发射器504通过控制电缆15电连接,压电加速度传感器502、无线信号发射器504均与电池505电连接,电池505为压电式加速度传感器502与无线信号发射器504提供其工作所需的电量;

[0033] 罐笼5的两个侧面分别设有直线电机次级安装板506,直线电机次级12通过螺栓507安装在直线电机次级安装板506上,罐笼5的前侧面设有罐笼门501;罐笼5可以是单层,双层,也可以是多层,根据提升需求,可以在用罐笼5运输人员、设备与煤炭,增加了提升容器的灵活性;

[0034] 直线电机辅助驱动系统包括钢架10、直线电机初级11和直线电机次级12,直线电

机种类采用扁平型单边短初级长次级形式,直线电机初级采用有铁芯直线电机,直线电机种类既可以是永磁直线电机,也可以是直线感应电机;相邻的两个竖井的井壁9左右两侧分别设有钢架10,钢架10以打孔分段式固定与井壁9上,可随着井筒深度不断增加;钢架10的内侧纵向方向焊接直线电机初级安装板19,直线电机初级11通过螺栓13纵向间隔分段安装在直线电机初级安装板19上,直线电机初级11上还设置有初级绕组18来提供三相旋转磁场;直线电机初级11之间为串联供电的形式,直线电机初级11之间通过动力电缆14与控制电缆15连接,所有直线电机初级11均与变频器17电连接,钢架10顶部设有无线信号接收器20,无线信号接收器20可接收到无线信号发射器504发出的信号;

[0035] 两个罐笼5分别位于一个竖井中,罐笼5左右两侧的直线电机次级12卡在钢架10内侧的直线电机初级11上,取消了原有矿井提升系统的罐道与罐耳配合的导向形式,采用直线电机初级11与直线电机次级12配合使用的直线运动导轨副的形式,直线电机初级11与直线电机次级12既作为整个提升系统中的辅助提升驱动系统使用,又可作为罐笼提升过程中的导向装置;井上的供电室3通过动力电缆14给直线电机初级11通电,使直线电机初级11与直线电机次级12之间产生气隙磁场,从而产生驱动力,推动罐笼5在井筒内上下直线运动;提升钢丝绳6的一端与一个罐笼5顶端的钢丝绳连接装置508连接,另一端绕过提升滚筒101后与另一个罐笼5顶端的钢丝绳连接装置508连接,为了保证提升钢丝绳6与罐笼5连接时的垂直程度,在竖井井口上方架设导向轮2,提升钢丝绳6先后绕过提升滚筒101、导向轮2后一端与一个罐笼5顶端的钢丝绳连接装置508连接,另一端与另一个罐笼5顶端的钢丝绳连接装置508连接,以提升钢丝绳6一端为基准,垂直向下与一个罐笼5连接,另一端通过调节导向轮2的位置来保证提升钢丝绳6的另一端也垂直向下与另一个罐笼5连接;两个罐笼5底端的钢丝绳连接装置508通过尾绳7连接在一起,两个竖井之间的井壁9设有尾绳导向轮8,尾绳7一端与一个罐笼5底端的钢丝绳连接装置508连接,另一端绕过尾绳导向轮8后与另一个罐笼5底端的钢丝绳连接装置508连接;以此来平衡提升滚筒101两端的力矩,尾绳7通过尾绳导向轮8来导向同时保证提升力矩;

[0036] 为了提高效果,所述钢架10的侧面纵向方向平行间隔设置两条直线电机初级安装板19,每条直线电机初级安装板19上均设置有直线电机初级11,罐笼5的两个侧面分别设有两条直线电机次级安装板506,每条直线电机次级安装板506上分别设有直线电机次级12;罐笼5两侧的直线电机次级12设置位置与钢架10侧面的直线电机初级11设置位置对应。

[0037] 如图5所示,上位机16、变频器17、无线信号接收器20、电机105、转矩转速传感器106和盘式制动器均与PLC4电连接;导向轮2、供电室3、PLC4、提升滚筒101设置在提升机房1内,

[0038] 运输的人员、设备与煤炭均通过罐笼门501进入罐笼,在罐笼提升系统工作前罐笼门501确保闭合。

[0039] 如图5所示:

[0040] (1)罐笼提升系统的驱动模式如下:

[0041] ① 当提升系统的提升载荷较小时,使用钢丝绳提升系统来提升罐笼5,直线电机辅助驱动系统处于通电不工作状态作为紧急制动系统使用,该模式具体操作如下:

[0042] 上位机16通过控制电缆15给PLC 4发送盘式制动器松闸指令,PLC 4控制液压站104利用液压油将盘式制动器松闸;

[0043] 上位机16给PLC 4发送主提升电机开启命令,PLC 4通过控制电缆15控制电机105启动,电机105驱动提升滚筒101转动,在提升滚筒101的作用下,提升钢丝绳6带动两侧的两个罐笼5上下行运动;

[0044] ② 当罐笼提升系统提升载荷很大时,需要钢丝绳提升系统与直线电机辅助驱动系统协同工作才能满足提升条件,模式具体操作如下:

[0045] 钢丝绳提升系统与直线电机辅助驱动系统采用主从控制模式,在钢丝绳提升系统正常启动后,电机105与提升滚筒101之间的转矩转速传感器106将转矩转速电信号传递给PLC 4,PLC 4将转矩转速电信号传递给变频器17,变频器17根据电机105给定的转矩与转速信号控制直线电机初级11,直线电机初级11上的初级绕组18在受到三相交流后产生交变磁场,位于罐笼5两侧的4个直线电机次级12在交变磁场的作用下产生罐笼5提升所需的提升力,从而分担了总的提升载荷,减小了钢丝绳提升系统的提升负担,节约了提升系统电能。

[0046] (2)提升系统的制动模式如下:

[0047] ① 正常制动:

[0048] 当提升系统的提升载荷较小时,钢丝绳提升系统工作,PLC 4控制钢丝绳提升系统的电机105减速制动,减速完成后,盘式制动器抱闸完成制动;

[0049] ② 辅助制动:

[0050] 当提升系统的提升载荷很大时,采用钢丝绳提升系统与直线电机辅助驱动系统复合制动的形式,在罐笼5上下行的制动过程中,PLC 4控制钢丝绳提升系统的电机105减速制动,同时PLC 4通过变频器17给直线电机初级11施加反向电流进而产生与罐笼5运动方向相反的电磁制动力来实现复合减速制动,减小了钢丝绳提升系统制动时的工作负担。

[0051] ③ 紧急制动:

[0052] 在提升过程中,压电加速度传感器502实时监测罐笼提升系统的加速度大小,并通过无线信号发射器504将加速度信号传输给井口钢架10处的无线信号接收器20,无线信号接收器20将加速度电信号转换为4~20mA的直流电信号实时传输给PLC 4;

[0053] 若PLC 4监测到加速度大小大于最大允许加速度时,判断罐笼提升系统发生故障,此时需要直线电机辅助驱动系统来进行电磁制动,直线电机次级12在电磁力的作用下对通过施加与罐笼5运动方向相反的电磁力来进行减速制动,保障罐笼提升系统的安全性。

[0054] 在原有的钢丝绳提升系统上安装直线电机辅助驱动系统,能够解决超深井提升过程中的钢丝绳强度不够,钢丝绳太长太粗,自重比例过大,容易发生疲劳变形等问题;能够解决提升载荷无法持续增加的问题,通过直线电机辅助驱动系统可以额外增加载荷,增加系统的提升动力,同时在原有吨位不变的前提下也可以减轻提升钢丝绳载荷,减小提升机规格;直线电机辅助驱动系统与传统钢丝绳提升系统相比较有一个重大的优点,即前者反应速度快,加速度大,灵敏度高,快速提升可以缩短提升周期,提高工作效率,同时在原有液压制动的基础上,利用直线电机反向制动,缩短了制动的的时间,提高了制动的效率。

[0055] 对于本领域技术人员而言,显然本实用新型不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本实用新型的精神或基本特征的情况下,能够以其它的具体形式实现本实用新型。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本实用新型的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本实用新型内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制

所涉及的权利要求。

[0056] 以上所述,仅为本实用新型的较佳实施例,并不用以限制本实用新型,凡是依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何细微修改、等同替换和改进,均应包含在本实用新型技术方案的保护范围之内。

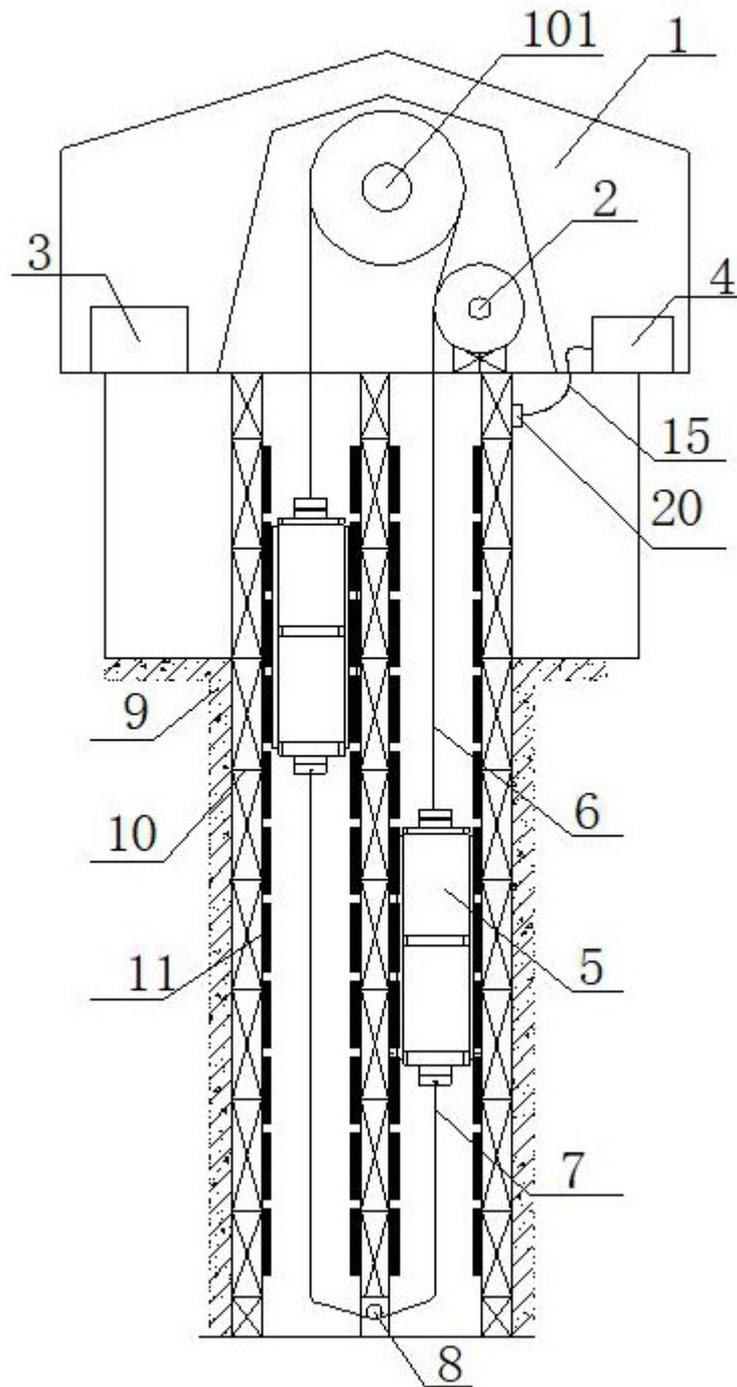


图1

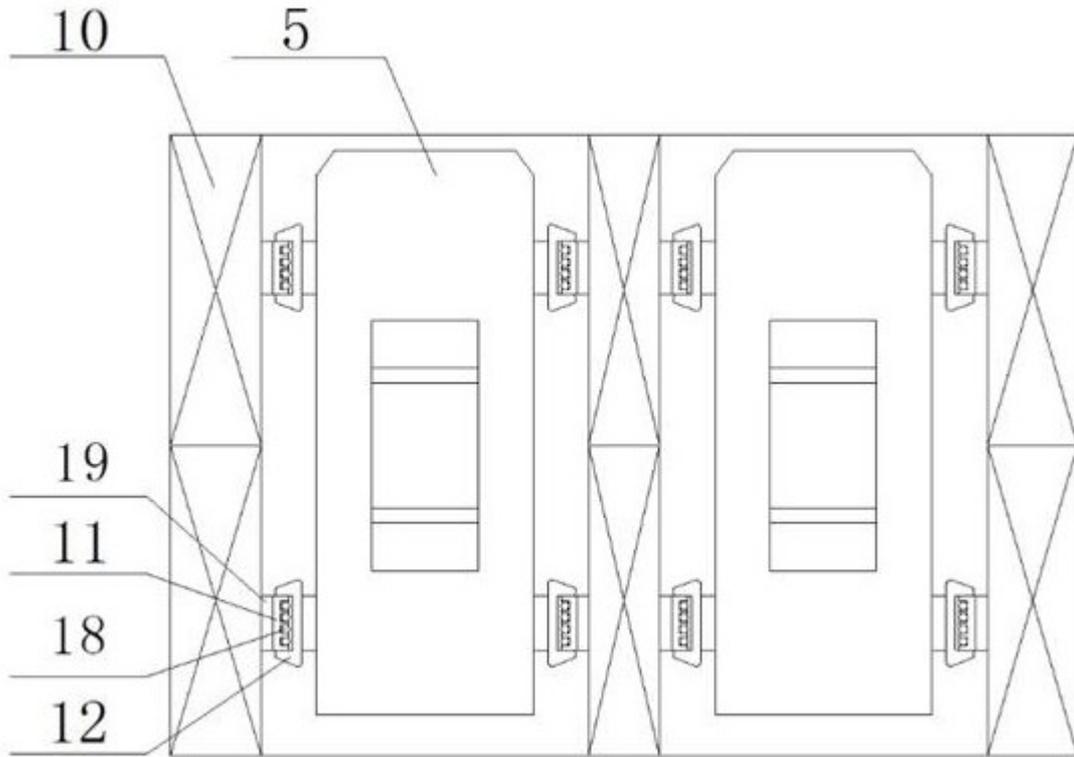


图2

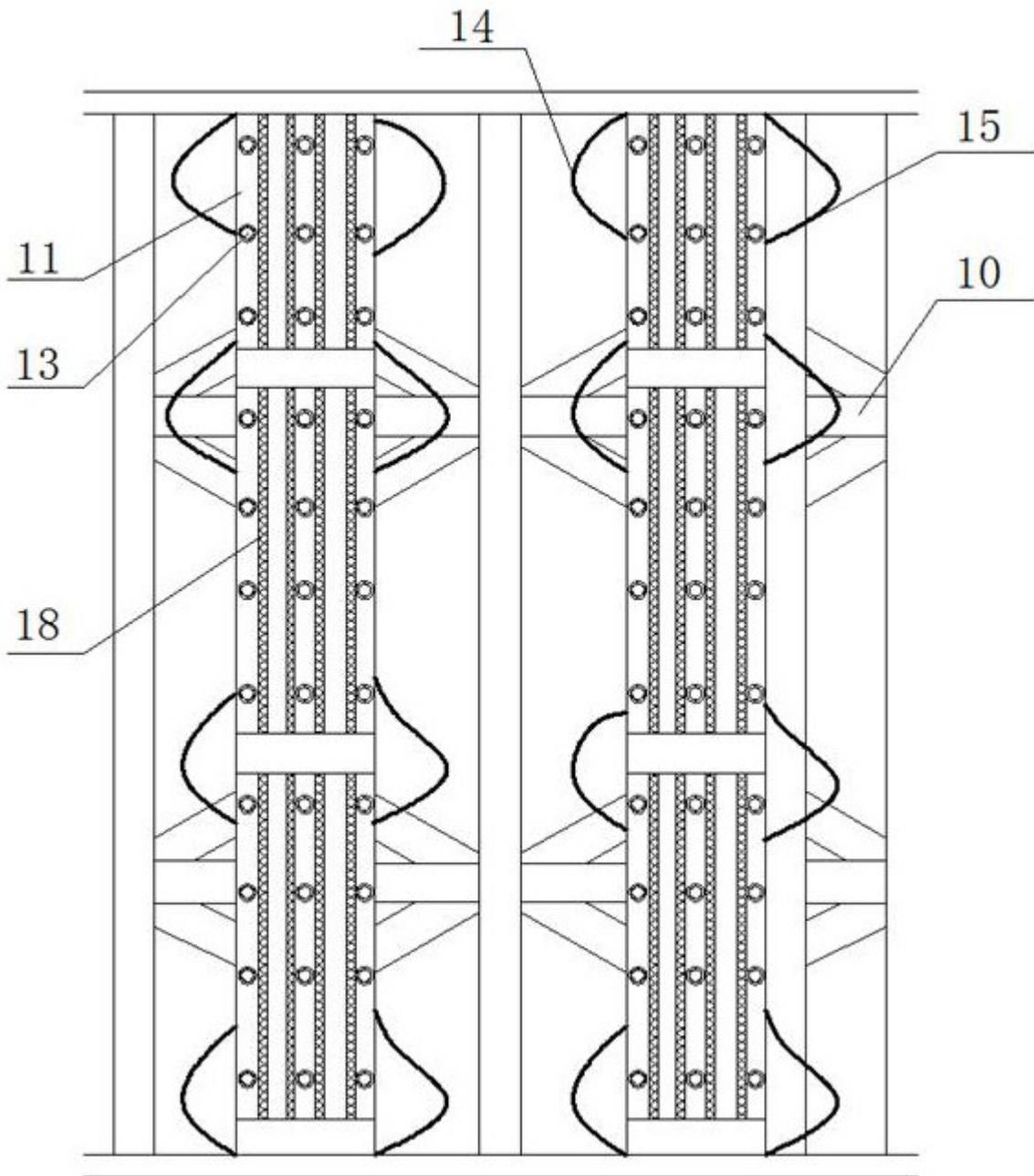


图3

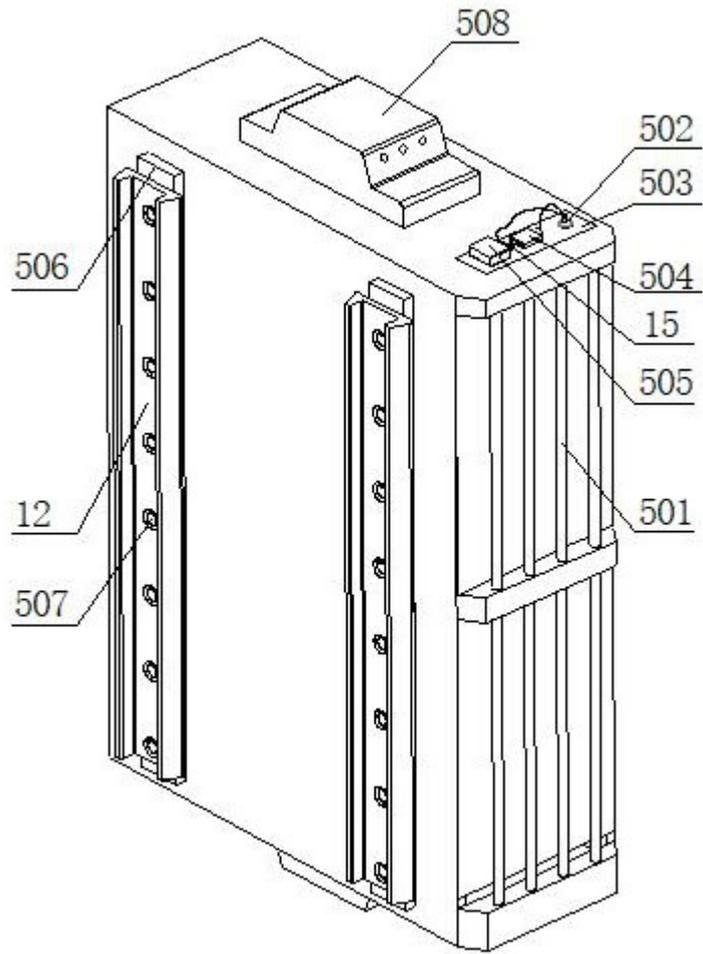


图4

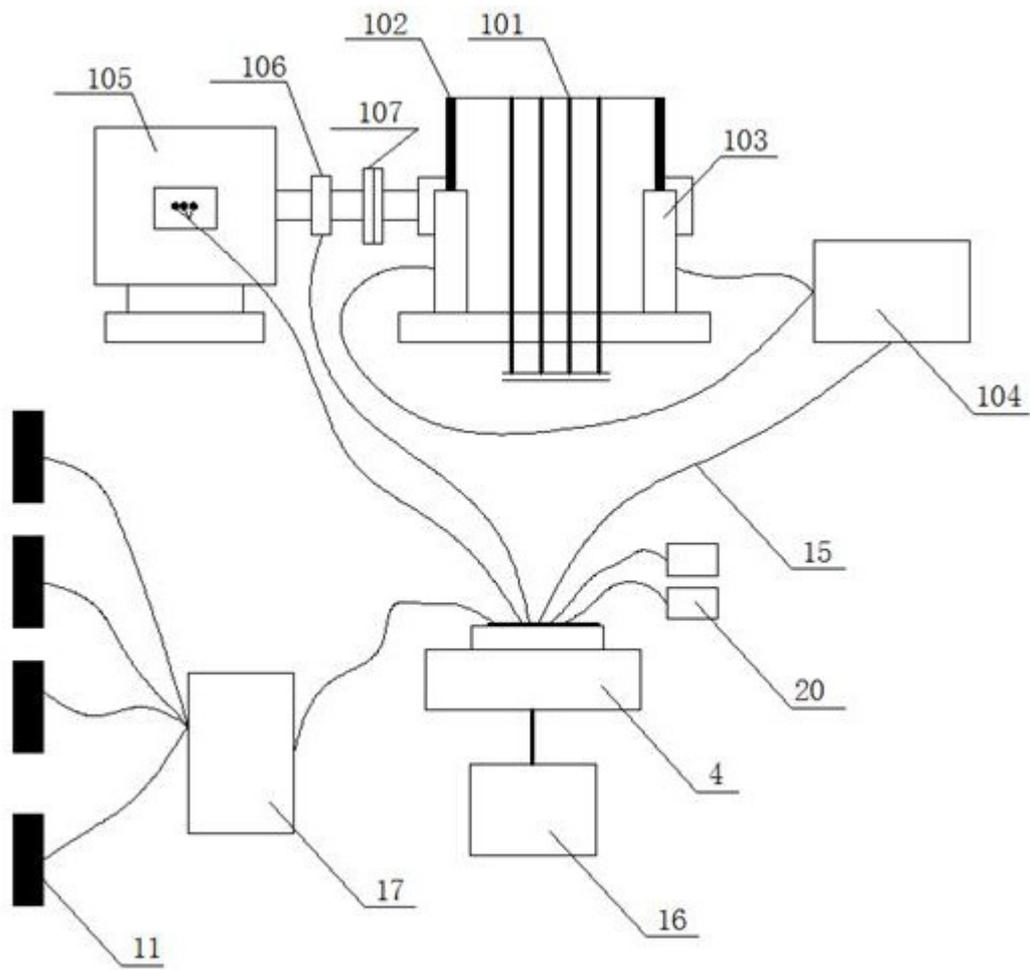


图5