



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104822221 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201510244944. 8

(22) 申请日 2015. 05. 14

(71) 申请人 丹东市无损检测设备有限公司

地址 118003 辽宁省丹东市元宝区金山工业
园通河街 2 号

(72) 发明人 王志勇 李贤 邹汝佐

(74) 专利代理机构 沈阳杰克知识产权代理有限
公司 21207

代理人 孙国瑞

(51) Int. Cl.

H05H 9/04(2006. 01)

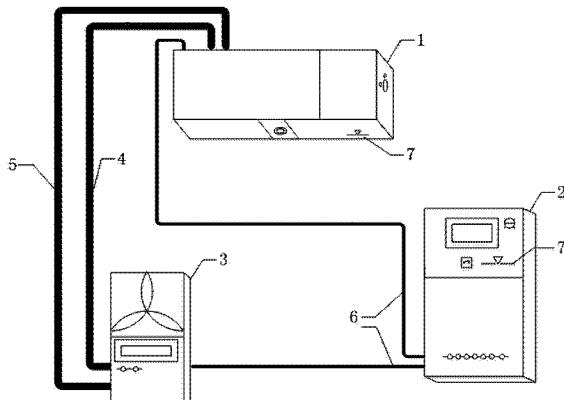
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

驻波电子直线加速器

(57) 摘要

一种驻波电子直线加速器，X 射线机箱通过控制光纤电缆与 PLC 高压调制器柜连接，温控水冷机通过控制光纤电缆与 PLC 高压调制器柜连接，在 X 射线机箱和温控水冷机之间设有进出水管，安全联锁保护装置通过控制光纤电缆 6 与 X 射线机箱连接，温控水冷机通过控制电缆与安全联锁保护装置连接。本加速器采用直线轨道加速的设计，很好地解决了辐射损失的问题，不仅粒子的注入、引出方便与效率高、粒子速流强度高，而且它还可以方便地根据需要增接加速结构，提高能量，同时它可以在很宽范围内加速不同种类和能量的电子，具有较大的灵活性，采用驻波加速场，很好的解决了行波加速场中终端的微波剩余功率未被充分利用的问题。



1. 一种驻波电子直线加速器，其特征在于：由 X 射线机箱(1)、PLC 高压调制器柜(2)、温控水冷机(3)、进水管(4)、出水管(5)、控制光纤电缆(6)及安全联锁保护装置(7)组成，其中：X 射线机箱(1)通过控制光纤电缆(6)与 PLC 高压调制器柜(2)连接，温控水冷机(3)通过控制光纤电缆(6)与 PLC 高压调制器柜(2)连接，在 X 射线机箱(1)和温控水冷机(3)之间设有进水管(4)和出水管(5)，安全联锁保护装置(7)通过控制光纤电缆(6)与 X 射线机箱(1)连接，温控水冷机(3)通过控制电缆(6)与安全联锁保护装置(7)连接；

所述的 X 射线机箱(1)由加速管(11)、射线准直装置(12)、屏蔽装置(13)、微波传输装置(14)、磁控管脉冲变压器(15)、磁控管(16)、AFC 频率自动跟踪装置(17)、电子枪(18)、钛泵(19)、充气装置(20)、恒温水冷装置(21)、电子枪脉冲变压器(22)及电接点压力表(23)组成，其中：磁控管脉冲变压器(15)通过恒温水冷装置(21)与进水管(4)和出水管(5)连接，恒温水冷装置(21)通过进水管(4)和出水管(5)与温控水冷机(3)连接，磁控管脉冲变压器(15)上设有通过电缆连接的磁控管(16)，AFC 频率自动跟踪装置(17)通过铝座固定在磁控管(16)的左侧并通过电缆与磁控管(16)连接，微波传输装置(14)的一端通过法兰与 AFC 频率自动跟踪装置(17)连接，电子枪(18)通过法兰与微波传输装置(14)的另一端及加速管(11)连接，加速管(11)固定在屏蔽装置(13)中心部位设置的凹槽处，同时电子枪(18)还通过电缆与电子枪脉冲变压器(22)连接、通过电接点压力表(23)与钛泵(19)连接、通过三通与充气装置(20)连接，充气装置(20)通过气管与电接点压力表(22)连接，电接点压力表(20)通过气管与电子枪(18)及钛泵(19)连接并通过控制光纤(6)与安全联锁保护装置(7)连接，射线准直装置(12)中的两个固定支架分别固定在屏蔽装置(13)的射线窗口的上方和左侧；

所述的微波传输装置(14)由四端环形器(141)、水负载装置(142)、干负载装置(143)、软波导(144)、直波导(145)、弯波导(146)、波导窗(147)及方圆波导(148)组成，其中：四端环形器(141)的 a 口通过法兰与方形波导(148)的一端连接、b 口通过法兰与水负载装置(142)连接、c 口通过法兰与干负载装置(143)连接、d 口通过法兰与弯波导(146)连接，弯波导(146)的另一端通过法兰与直波导(145)的一端连接，直波导(145)的另一端通过法兰与软波导(144)的一端连接，软波导(144)的另一端通过法兰与波导窗(147)的一端连接，波导窗(147)的另一端通过法兰与电子枪(18)连接，方形波导(148)的另一端通过法兰与 AFC 频率自动跟踪装置(17)连接；

所述的射线准直装置(12)由 24V 直流电源(121)、电源转换模块(122)、红光二极管(123)、激光固定支架(124)和电源线(125)组成，其中：24V 直流电源(121)通过电源线(125)与电源转换模块(122)连接，电源转换模块(122)经电压转换后再通过电源线(125)与红光二极管(123)连接，两个激光固定支架(124)分别固定在屏蔽装置(13)的射线窗口一侧的上方和左侧，其中位于屏蔽装置(13)的射线窗口一侧上方的固定支架(124)的中心位置与屏蔽装置(13)的射线窗口的中心位置在一条垂直直线上，位于屏蔽装置(13)的射线窗口左侧的固定支架(124)的中心位置与屏蔽装置(13)的射线窗口的中心位置在一条水平直线上，红光二极管(123)固定在激光固定支架(124)的通孔中；

所述的安全联锁保护装置(7)由急停开关(71)、钥匙开关(72)、高压警灯警铃(73)和门联锁(74)组成，钥匙开关(72)、高压警灯警铃(73)和门联锁(74)分别通过控制光纤电缆(6)与供电系统的高压电路(24)连接，X 射线机箱(1)和 PLC 高压调制器柜(2)分别与急停

开关(71)连接，急停开关(71)通过控制光纤电缆(6)与供电系统的稳压电源(26)连接；

本机供电电路由高压电路(24)和低压电路(25)组成，整机供电由外部配电盒上送出380V电压，经稳压电源(26)到电压调制器(27)，电压调制器(27)再将电压分配到低压电路(25)和高压电路(24)中，低压电路(25)将转换后的电压通过电缆输送给温控水冷机(3)、磁控管(16)、AFC频率自动跟踪装置(17)、电子枪脉冲变压器(22)及电子枪(18)，高压电路(24)将转换后的电压输送给电子枪脉冲变压器(22)和钛泵(19)。

驻波电子直线加速器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 X 射线发生装置, 具体涉及一种利用高频电场产生高能量 X 射线的驻波电子直线加速器。

背景技术

[0002] 加速器是一种广泛应用于工业、农业、医疗卫生等领域内的电子设备, 目前, 世界各地运行着数千台加速器, 且种类较多。应用比较广泛的有直流高压型加速器、电磁感应型加速器、回旋共振型加速器等。这些加速器在性能上各有优缺点, 如高压型加速器可以加速任意一种带电粒子, 但由于它的加速电压直接受介质击穿的限制, 因此它的能量不高; 而电磁感应加速器的缺点是粒子速流强度较低; 回旋加速器由于其同步辐射损失的限制及磁场和电子轨道的调整比较麻烦, 轨道所占面积空间较大, 系统的真空室相应较大, 此外, 回旋加速器的速流功率相对较小, 致使它的粒子速流强度也相对较低。

发明内容

[0003] 针对上述几种加速器存在的缺陷, 本发明提供一种产生能高能量 X 射线的驻波电子直线加速器。

[0004] 解决上述技术问题所采取的具体技术措施是:

一种驻波电子直线加速器, 其特征在于:由 X 射线机箱 1、PLC 高压调制器柜 2、温控水冷机 3、进水管 4、出水管 5、控制光纤电缆 6 及安全联锁保护装置 7 组成, 其中:X 射线机箱 1 通过控制光纤电缆 6 与 PLC 高压调制器柜 2 连接, 温控水冷机 3 通过控制光纤电缆 6 与 PLC 高压调制器柜 2 连接, 在 X 射线机箱 1 和温控水冷机 3 之间设有进水管 4 和出水管 5, 安全联锁保护装置 7 通过控制光纤电缆 6 与 X 射线机箱 1 连接, 温控水冷机 3 通过控制电缆 6 与安全联锁保护装置 7 连接;

所述的 X 射线机箱 1 由加速管 11、射线准直装置 12、屏蔽装置 13、微波传输装置 14、磁控管脉冲变压器 15、磁控管 16、AFC 频率自动跟踪装置 17、电子枪 18、钛泵 19、充气装置 20、恒温水冷装置 21、电子枪脉冲变压器 22 及电接点压力表 23 组成, 其中:磁控管脉冲变压器 15 通过恒温水冷装置 21 与进水管 4 和出水管 5 连接, 恒温水冷装置 21 通过进水管 4 和出水管 5 与温控水冷机 3 连接, 磁控管脉冲变压器 15 上设有通过电缆连接的磁控管 16, AFC 频率自动跟踪装置 17 通过铝座固定在磁控管 16 的左侧并通过电缆与磁控管 16 连接, 微波传输装置 14 的一端通过法兰与 AFC 频率自动跟踪装置 17 连接, 电子枪 18 通过法兰与微波传输装置 14 的另一端及加速管 11 连接, 加速管 11 固定在屏蔽装置 13 中心部位设置的凹槽处, 同时电子枪 18 还通过电缆与电子枪脉冲变压器 22 连接、通过电接点压力表 23 与钛泵 19 连接、通过三通与充气装置 20 连接, 充气装置 20 通过气管与电接点压力表 23 连接, 电接点压力表 23 通过气管与电子枪 18 及钛泵 19 连接并通过控制光纤 6 与安全联锁保护装置 7 连接, 射线准直装置 12 中的两个固定支架分别固定在屏蔽装置 13 的射线窗口的上方和左侧;

所述的微波传输装置 14 由四端环形器 141、水负载装置 142、干负载装置 143、软波导 144、直波导 145、弯波导 146、波导窗 147 及方圆波导 148 组成, 其中 : 四端环形器 141 的 a 口通过法兰与方形波导 148 的一端连接、b 口通过法兰与水负载装置 142 连接、c 口通过法兰与干负载装置 143 连接、d 口通过法兰与弯波导 146 连接, 弯波导 146 的另一端通过法兰与直波导 145 的一端连接, 直波导 145 的另一端通过法兰与软波导 144 的一端连接, 软波导 144 的另一端通过法兰与波导窗 147 的一端连接, 波导窗 147 的另一端通过法兰与电子枪 18 连接, 方形波导 148 的另一端通过法兰与 AFC 频率自动跟踪装置 17 连接 ;

所述的射线准直装置 12 由 24V 直流电源 121、电源转换模块 122、红光二极管 123、激光固定支架 124 和电源线 125 组成, 其中 : 24V 直流电源 121 通过电源线 125 与电源转换模块 122 连接, 电源转换模块 122 经电压转换后再通过电源线 125 与红光二极管 123 连接, 两个激光固定支架 124 分别固定在屏蔽装置 13 的射线窗口一侧的上方和左侧, 其中位于屏蔽装置 13 的射线窗口一侧上方的固定支架 124 的中心位置与屏蔽装置 13 的射线窗口的中心位置在一条垂直直线上, 位于屏蔽装置 13 的射线窗口左侧的固定支架 124 的中心位置与屏蔽装置 13 的射线窗口的中心位置在一条水平直线上, 红光二极管 123 固定在激光固定支架 124 的通孔中 ;

所述的安全联锁保护装置 7 由急停开关 71、钥匙开关 72、高压警灯警铃 73 和门联锁 74 组成, 钥匙开关 72、高压警灯警铃 73 和门联锁 74 分别通过控制光纤电缆 6 与供电系统的高压电路 24 连接, X 射线机箱 1 和 PLC 高压调制器柜 2 分别与急停开关 71 连接, 急停开关 71 通过控制光纤电缆 6 与供电系统的稳压电源 26 连接 ;

本机供电电路由高压电路 24 和低压电路 25 组成, 整机供电由外部配电盒上送出 380V 电压, 经稳压电源 26 到电压调制器 27, 电压调制器 27 再将电压分配到低压电路 25 和高压电路 24 中, 低压电路 25 将转换后的电压通过电缆输送给温控水冷机 3、磁控管 16、AFC 频率自动跟踪装置 17、电子枪脉冲变压器 22 及电子枪 18, 高压电路 24 将转换后的电压输送给电子枪脉冲变压器 22 和钛泵 19。

[0005] 本发明的积极效果: 针对目前加速器存在的缺陷, 本发明采用了直线轨道加速的设计, 很好地解决了辐射损失的问题。此外直线加速器不仅具有粒子的注入、引出方便与效率高、粒子速流强度高, 而且它还可以方便地根据需要增接加速结构, 提高能量。同时它可以在很宽范围内加速不同种类和能量的电子, 具有较大的灵活性。本发明采用的是驻波加速场, 这很好的解决了行波加速场中终端的微波剩余功率未被充分利用的问题。

附图说明

[0006] 图 1 为本发明的结构示意图 ;

图 2 为本发明中 X 射线机箱的内部结构示意图 ;

图 3 为本发明中微波传输装置的结构示意图 ;

图 4 为本发明中射线准直装置的结构示意图 ;

图 5 为本发明中安全联锁保护装置的结构示意图 ;

图 6 为本发明的供电电路框图。

具体实施方式

[0007] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0008] 一种驻波电子直线加速器，如图1所示，本发明采用S波段驻波磁轴耦合机构，由X射线机箱、PLC高压脉冲调制器、恒温水冷系统三大部件组成，另外还有水管、光纤及电缆组成的互连系统。PLC控制系统电路部分装在调制器柜内，PLC为西门子公司生产的S7-200 SMART PLC。其具体结构是：

驻波电子直线加速器由X射线机箱1、PLC高压调制器柜2、温控水冷机3、进水管4、出水管5、控制光纤电缆6及安全联锁保护装置7组成，其中：X射线机箱1通过控制光纤电缆6与PLC高压调制器柜2连接，温控水冷机3通过控制光纤电缆6与PLC高压调制器柜2连接，在X射线机箱1和温控水冷机3之间设有进水管4和出水管5，安全联锁保护装置7通过控制光纤电缆6与X射线机箱1连接，温控水冷机3通过控制电缆6与安全联锁保护装置7连接。PLC高压调制器柜作为磁控管的高压电源，输出脉冲高压，使磁控管产生微波，通过波导传输至加速管。加速管中建立好稳定的驻波加速场后，通过触发加速管电子枪电源，产生低能电子束，电子束在加速管中被加速，直至打靶产生X射线。

[0009] X射线机箱1如图2所示，由加速管11、射线准直装置12、屏蔽装置13、微波传输装置14、磁控管脉冲变压器15、磁控管16、AFC频率自动跟踪装置17、电子枪18、钛泵19、充气装置20、恒温水冷装置21、电子枪脉冲变压器22及电接点压力表23组成，其中：磁控管脉冲变压器15通过恒温水冷装置21与进水管4和出水管5连接，磁控管脉冲变压器15用于给磁控管供灯丝电压和启振高压，其电压由PLC高压调制器柜供给，且受控于PLC高压调制器柜。同时，磁控管灯丝电源通过脉冲变压器给磁控管灯丝供电，并返回磁控管灯丝的状态，从而确定是否退掉磁控管灯丝加热电流。当磁控管高压加上且触发频率高于110Hz时，磁控管灯丝电流会自动退掉一部分。恒温水冷装置21通过进水管4和出水管5与温控水冷机3连接，将加速器内部发热元件，如：加速管、磁控管、四端环行器、脉冲变压器等的热量带走，使其内部保持恒定的工作温度，使器件不会被束流和微波温度过高而烧坏。它还保证加速管和磁控管的工作频率稳定，因为加速管和磁控管工作时温度会升高，致使加速管和磁控管腔体尺寸增大，引起加速管工作频率的变化，从而引起电子束的能量和剂量的波动，因此加速管和磁控管要用恒温水冷却，恒温水由恒温水冷机组提供。当缺水或者水压不够时，通过安全联锁保护装置7自动切断高压。恒温水温度常置为24~25℃。加速器开机前先打开恒温水机，并检查温度。磁控管脉冲变压器15上设有通过电缆连接的磁控管16，AFC频率自动跟踪装置17通过铝座固定在磁控管16的左侧并通过电缆与磁控管16连接，磁控管16是产生微波的装置，其型号为MG5125，生产厂家是：昆山国力真空电器有限公司。磁控管16的额定脉冲功率为2.0MW，工作频率在2993~3002MHz范围内可调。微波传输装置14的一端通过法兰与AFC频率自动跟踪装置17连接，电子枪18通过法兰与微波传输装置14的另一端及加速管11连接，加速管11是一种电子与加速腔中的轴向驻波相互作用，使得微波能量转化为电子动能的装置，电子束打靶，产生X射线。电子枪18还通过电缆与电子枪脉冲变压器22连接，电子枪脉冲变压器22的电压由PLC高压调制器柜供给，且受控于PLC高压调制器柜。电子枪18通过电接点压力表23与钛泵19连接，钛泵19用于维持加速管真空，加速管要求在高真空条件下工作，以防止加速管内微波放电打火、电子枪阴极中毒、灯丝氧化以及减少电子与残余气体的碰撞损失。电子枪18通过三通与充气装置20连接，充气装置20为波导充气用，为防止波导内放电打火，采用在波导内充以六氟化硫(SF₆)

气体,压力为1~1.8个标准大气压。充气装置20与电接点压力表23通过气管连接,电接点压力表23通过控制光纤6与安全联锁保护装置7连接,当压力过低时会自动切断加速器高压。屏蔽装置13由铅套和铁管组成,铅套屏蔽X射线,铁管屏蔽磁场,避免磁场对加速管的影响,屏蔽装置13的中心部位设有凹槽,加速管11置于屏蔽装置13的凹槽处后通过法兰将其固定,射线准直装置12中的两个固定支架分别固定在屏蔽装置13的射线窗口的上方和左侧,电接点压力表23通过气管与电子枪18及钛泵19连接并通过控制光纤6与安全联锁保护装置7连接,压力过低时将不会启动或切断加速器高压。

[0010] X射线机箱的主要作用是:一是将脉冲调制器送出的脉冲高压通过脉冲变压器的一个绕组提供给加速管的电子枪,从而将电子枪因灯丝加热而产生的电子加速后注入到加速管的加速腔中;二是将脉冲调制器送出的脉冲高压通过脉冲变压器另一绕组为磁控管供电,使磁控管产生射频微波,该微波功率经波导系统馈入到驻波加速管中,在加速管中形成驻波,加速管体中的电子。电子在加速终了时打到靶上,产生X射线。

[0011] 微波传输装置14如图3所示,由四端环形器141、水负载装置142、干负载装置143、软波导144、直波导145、弯波导146、波导窗147及方圆波导148组成,四端环行器141用于防止加速管反射的微波功率直接进入磁控管,引起磁控管的损坏。系统工作时,加速管反射的微波功率在四端环行器的作用下,被负载有效吸收,从而保护磁控管。四端环形器141的a口通过法兰与方形波导148的一端连接、b口通过法兰与水负载装置142连接、c口通过法兰与干负载装置143连接、d口通过法兰与弯波导146连接,弯波导146的另一端通过法兰与直波导145的一端连接,直波导145的另一端通过法兰与软波导144的一端连接,软波导144的另一端通过法兰与波导窗147的一端连接,波导窗147的另一端通过法兰与电子枪18连接,方形波导148的另一端通过法兰与AFC频率自动跟踪装置17连接。

[0012] 射线准直装置12如图4所示,由24V直流电源121、电源转换模块122、红光二极管123、激光固定支架124和电源线125组成,其中:24V直流电源121通过电源线125与电源转换模块122连接,电源转换模块122经电压转换后再通过电源线125与红光二极管123连接,两个激光固定支架124分别固定在屏蔽装置13的射线窗口一侧的上方和左侧,其中位于屏蔽装置13的射线窗口一侧上方的固定支架124的中心位置与屏蔽装置13的射线窗口的中心位置在一条垂直直线上,位于屏蔽装置13的射线窗口左侧的固定支架124的中心位置与屏蔽装置13的射线窗口的中心位置在一条水平直线上,红光二极管123固定在激光固定支架124的通孔中,此时两条激光的交点即是射线出束的焦点。

[0013] 安全联锁保护装置7如图5所示,由急停开关71、钥匙开关72、高压警灯警铃73和门联锁74组成,钥匙开关72、高压警灯警铃73和门联锁74分别通过控制光纤电缆6与供电系统的高压电路24连接,X射线机箱1和PLC高压调制器柜2分别与急停开关71连接,急停开关71通过控制光纤电缆6与供电系统的稳压电源25连接。操作人员发现意外情况,必须紧急停机时,则按下急停开关71的按扭,此时加速器所有系统停止工作。

[0014] 本机供电电路如图6所示,由高压电路24和低压电路25组成,整机供电由外部配电盒上送出380V电压,经稳压电源26到电压调制器27,电压调制器27再将电压分配到低压电路25和高压电路24中,低压电路25将转换后的电压通过电缆输送给温控水冷机3、磁控管16、AFC频率自动跟踪装置17、电子枪脉冲变压器22及电子枪18;高压电路24将转换后的电压输送给电子枪脉冲变压器22和钛泵19。

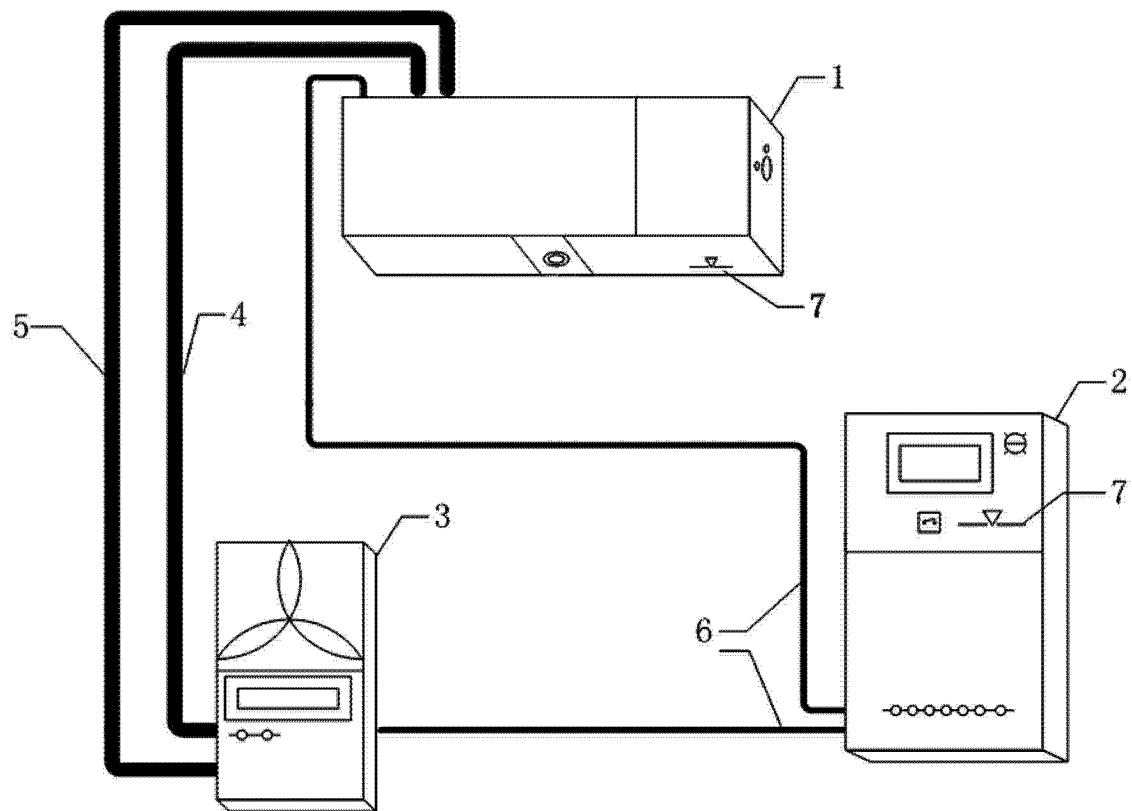


图 1

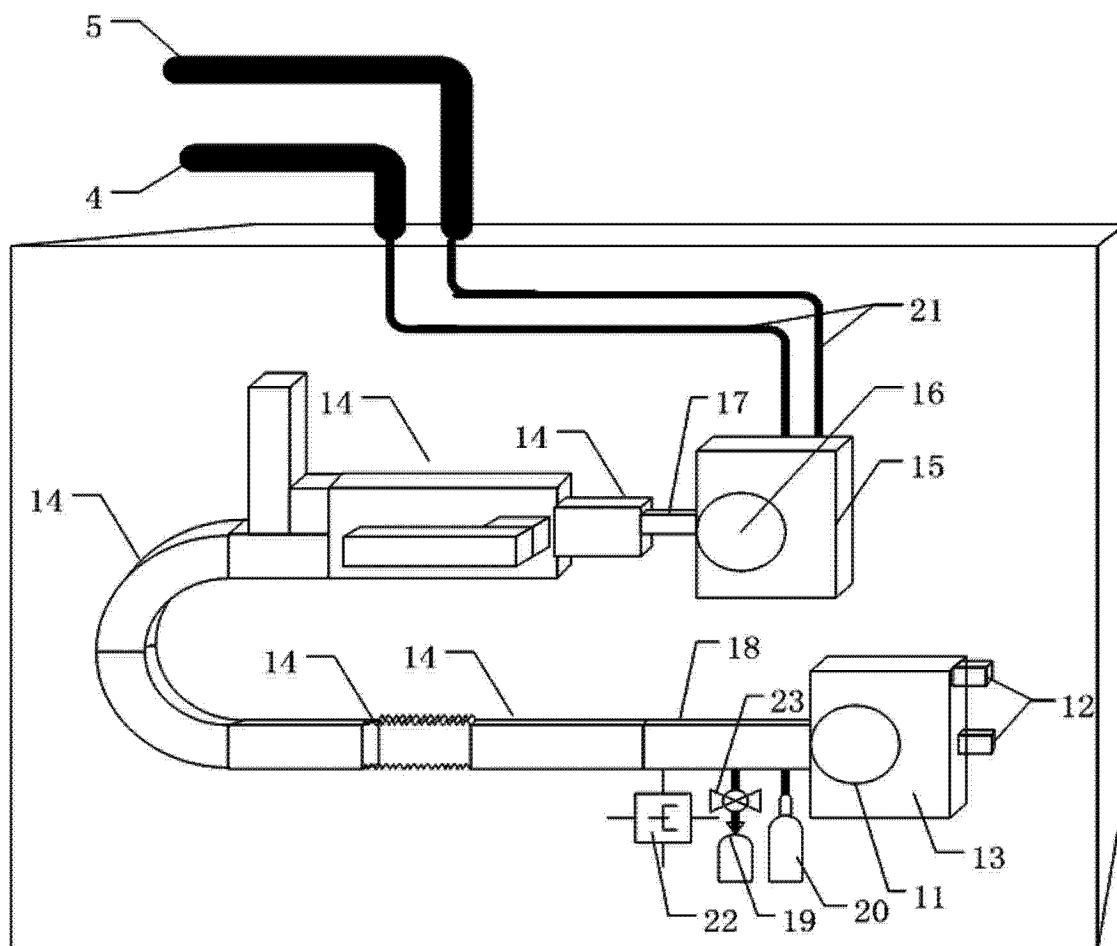


图 2

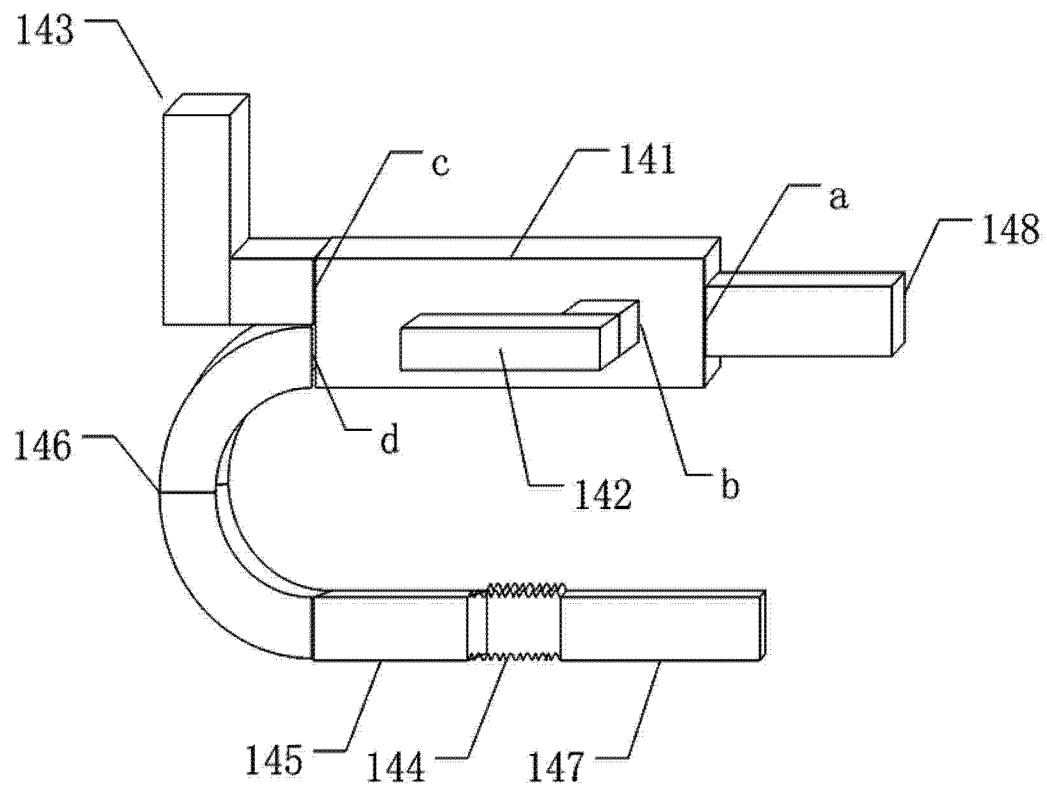


图 3

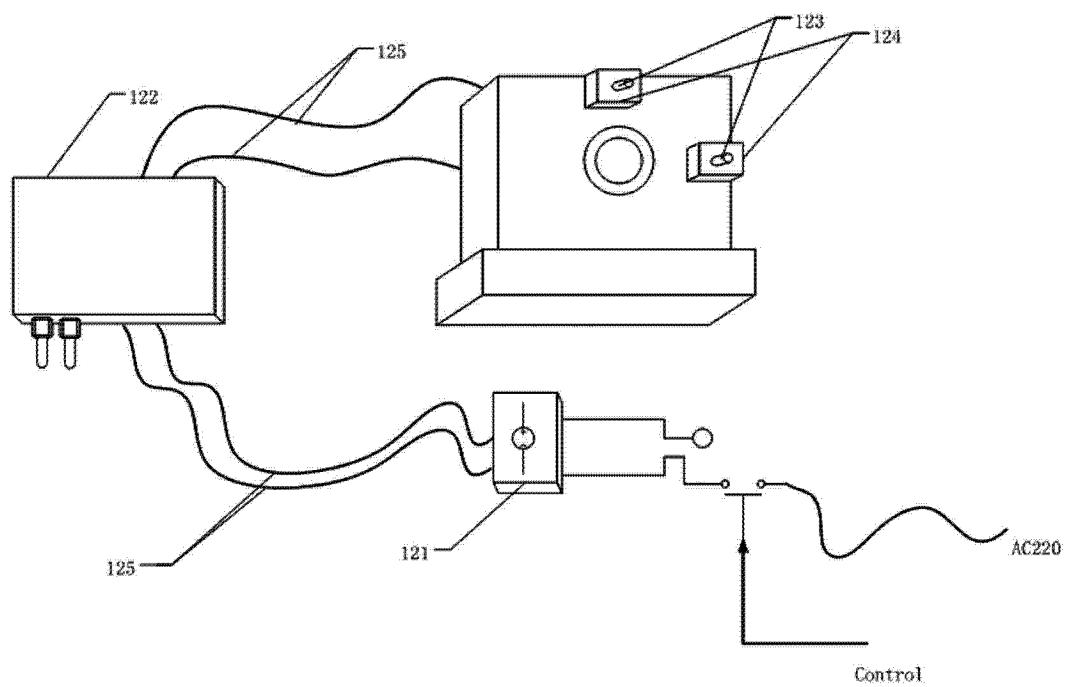


图 4

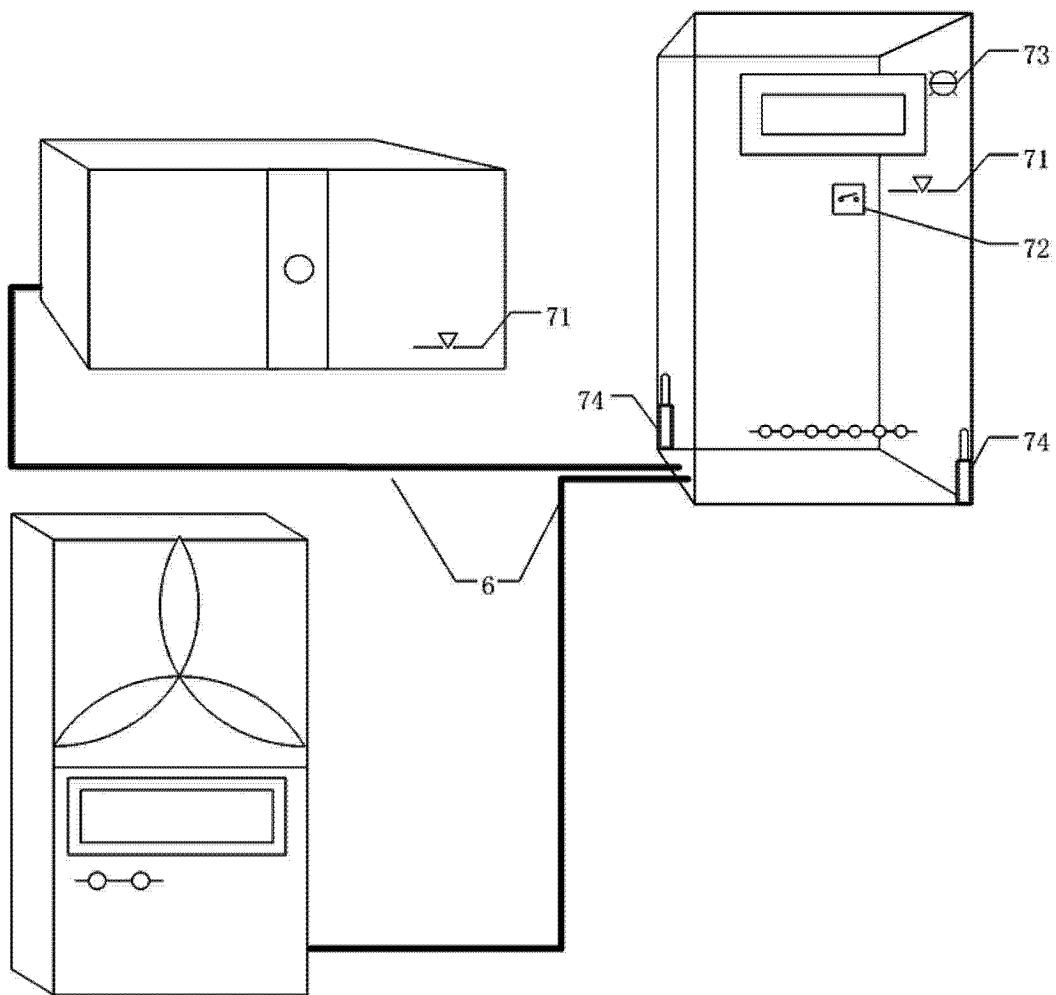


图 5

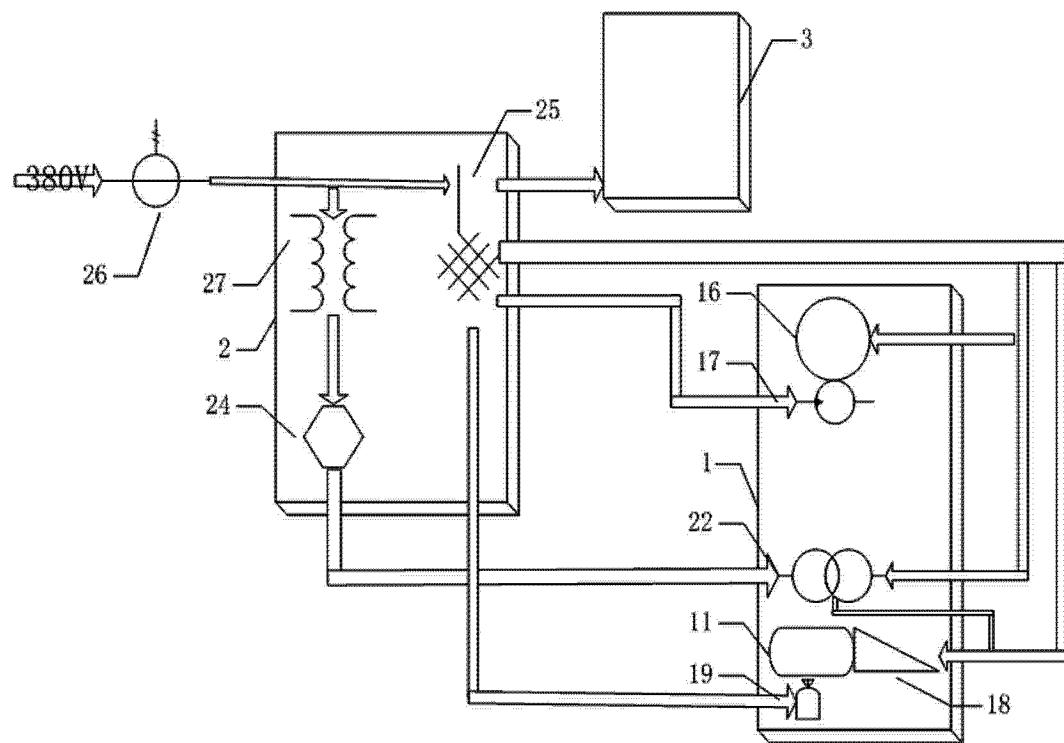


图 6