(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116263367 A
(43)申请公布日 2023.06.16

(21)申请号 202111526667.1

(22)申请日 2021.12.14

(71)申请人 核动力运行研究所
地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发区民族大道1021号
申请人 中核武汉核电运行技术股份有限公司

(72)发明人 沈勇波 舒芝锋 张力 熊星满 罗伟 符帅 杨威 黄萍

(74)专利代理机构 核工业专利中心 11007
专利代理师 程然

(51)Int.Cl.
G01M 3/28(2006.01)

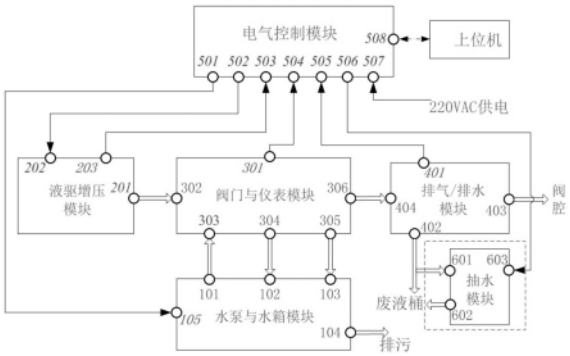
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种便携式智能化阀门密封性能试验装置

(57)摘要

本发明属于阀门密封性试验检测和维修技术领域，具体涉及一种便携式智能化阀门密封性能试验装置。包括水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、电气控制模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机；所述的水泵与水箱模块和阀门与仪表模块连接，液驱增压模块和阀门与仪表模块连接，阀门与仪表模块与排气/排水模块连接，排气/排水模块与阀腔连接，电气控制模块与水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机连接，上位机与电气控制模块连接。其优点是：自动精确定量地分析计算出阀门的泄漏率，并对阀门的密封性能自动进行合格性评价，从而确保阀门的维修质量，保证核电厂机组运行的安全和经济指标。



CN 116263367 A

1.一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:包括水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、电气控制模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机;所述的水泵与水箱模块和阀门与仪表模块连接,液驱增压模块和阀门与仪表模块连接,阀门与仪表模块与排气/排水模块连接,排气/排水模块与阀腔连接,电气控制模块与水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机连接,上位机与电气控制模块连接。

2.如权利要求1所述的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:所述的水泵与水箱模块包括注水泵、手动隔离阀、过滤器、单向阀和水箱,模块外部接口包括第一出水接口、第一回水接口、第二回水接口、排污接口和电源接口,所述水泵与水箱模块出水接口通过高压软管与阀门与仪表模块水泵接口连接,第一回水接口和第二回水接口通过软管与阀门与仪表模块第一泄压排气接口和第二泄压排气接口连接,排污接口与排污软管连接排污,电源接口通过电缆与泄压排气接口的水泵电源接口连接。

3.如权利要求1所述的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:所述的液驱增压模块包括一体式液压站和增压缸,模块外部接口包括液压输出接口、电源接口和信号输出接口;所述液驱增压模块液压输出接口通过高压软管与阀门与仪表模块增压接口连接,电源接口通过电缆与电气控制模块液压站电源接口连接,信号输出接口通过电缆与电气控制模块信号采集接口连接。

4.如权利要求1所述的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:所述的阀门与仪表模块包括蓄能器、电动球阀、手动球阀、安全阀、压力表和温度传感器,模块外部接口包括信号输出接口、增压接口、水泵接口、第一泄压排气接口、第二泄压排气接口和液压输出接口;信号输出接口通过电缆与电气控制模块信号采集接口连接,液压输出接口通过高压软管与排气/排水模块液压输入接口连接。

5.如权利要求1所述的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:所述的排气/排水模块包括压力表、手动球阀、单向阀和快插接头,模块外部接口包括信号输出接口、排水/排气接口、阀腔试验接口和液压输入接口;所述信号输出接口通过电缆与电气控制模块信号采集接口连接,排水/排气接口一路通过软管与废液桶连接,另一路通过软管与抽水模块抽水接口连接,阀腔试验接口通过高压软管与阀门阀腔接口连接。

6.如权利要求1所述的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:所述的电气控制模块包括PLC采集控制器、供电电源、急停控制按钮及其他相关电气元件,模块外部接口包括水泵电源接口、液压站电源接口、第一信号采集接口、第二信号采集接口、第三信号采集接口、抽水泵电源接口、供电接口和网络接口;所述供电接口通过电源线与外接220VAC电源连接,网络接口508通过网线与上位机连接。

7.如权利要求1所述的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,其特征在于:所述的抽水模块包括抽水泵、手动球阀和连接软管,模块外部接口包括抽水接口、排水接口和电源接口;所述排水接口通过软管与废液桶连接,电源接口通过电缆与电气控制模块抽水泵电源接口连接。

一种便携式智能化阀门密封性能试验装置

技术领域

[0001] 本发明属于阀门密封性试验检测和维修技术领域，具体涉及一种便携式智能化阀门密封性能试验装置。

背景技术

[0002] 阀门在核电厂使用非常广泛，在各个系统管道上都有应用，主要起流体截断、隔离或调节等作用。阀门的密封性能是核电厂重点关注的问题，特别是一些隔离边界的闸阀和止回阀，其密封性能的好坏直接影响到核电站的安全、可靠和经济运行，如果发生泄漏，将破坏机组压力边界的完整性，对核电厂的安全造成不利影响。

[0003] 消除阀门泄漏是核电厂运行和维修工作中的重点关注事项，受技术条件限制和考虑现场工作风险较高的因素，目前国内大多数核电厂基本都采用大修时阀门解体研磨+蓝油试验的传统维修方式，维修质量的好坏很大程度上依赖于维修人员的技能水平的高低，而维修后阀门是否合格只能在机组升压期间进行系统密封性打压试验才能验证，一旦试验不合格，机组状态将不得不后撤，严重影响机组安全和经济指标。

[0004] 阀门密封性泄漏检测，最直观有效的方法是密封性能试验。通过现场模拟阀门运行时的压力条件，在阀门关闭状态下将带压介质注入阀腔，如果密封性能试验显示阀门不泄漏，就能确保阀门密封结构的完整性，从而保证阀门的密封性能。

[0005] 目前在国内核电厂应用较多的阀门密封性能试验装置是从法国珐玛通公司引进的OPERA闸阀打压工具，但该工具售价较高、智能化程度较低，采用一体化集中式机柜设计，体积大、重量重，不便运输和携带，限制了装置的推广应用；而进口止回阀打压工具在国内还未见引进。国内曾有核电厂联合专业技术公司开发出闸阀和止回阀打压系统，但其在核电现场实际使用中存在系统稳定性差、测量精度低及操作复杂、体积大、不便运输等问题，已被各电厂弃用。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种便携式智能化阀门密封性能试验装置，通过模块化结构，将传统的一体化集中式机柜设计的阀门密封试验装置，按照结构和功能进行模块化划分，突出便携式和轻量化特点，设计成多个不同的便携式功能模块，方便两人现场搬运和携带，各个模块可通过电缆和高压软管快速连接成整套系统投入使用。

[0007] 本发明的技术方案如下：一种便携式智能化阀门密封性能试验装置，包括水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、电气控制模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机；所述的水泵与水箱模块和阀门与仪表模块连接，液驱增压模块和阀门与仪表模块连接，阀门与仪表模块与排气/排水模块连接，排气/排水模块与阀腔连接，电气控制模块与水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机连接，上位机与电气控制模块连接。

[0008] 所述的水泵与水箱模块包括注水泵、手动隔离阀、过滤器、单向阀和水箱，模块外

部接口包括第一出水接口、第一回水接口、第二回水接口、排污接口和电源接口，所述水泵与水箱模块出水接口通过高压软管与阀门与仪表模块水泵接口连接，第一回水接口和第二回水接口通过软管与阀门与仪表模块第一泄压排气接口和第二泄压排气接口连接，排污接口与排污软管连接排污，电源接口通过电缆与泄压排气接口的水泵电源接口连接。

[0009] 所述的液驱增压模块包括一体式液压站和增压缸，模块外部接口包括液压输出接口、电源接口和信号输出接口；所述液驱增压模块液压输出接口通过高压软管与阀门与仪表模块增压接口连接，电源接口通过电缆与电气控制模块液压站电源接口连接，信号输出接口通过电缆与电气控制模块信号采集接口连接。

[0010] 所述的阀门与仪表模块包括蓄能器、电动球阀、手动球阀、安全阀、压力表和温度传感器，模块外部接口包括信号输出接口、增压接口、水泵接口、第一泄压排气接口、第二泄压排气接口和液压输出接口；信号输出接口通过电缆与电气控制模块信号采集接口连接，液压输出接口通过高压软管与排气/排水模块液压输入接口连接。

[0011] 所述的排气/排水模块包括压力表、手动球阀、单向阀和快插接头，模块外部接口包括信号输出接口、排水/排气接口、阀腔试验接口和液压输入接口；所述信号输出接口通过电缆与电气控制模块信号采集接口连接，排水/排气接口一路通过软管与废液桶连接，另一路通过软管与抽水模块抽水接口连接，阀腔试验接口通过高压软管与阀门阀腔接口连接。

[0012] 所述的电气控制模块包括PLC采集控制器、供电电源、急停控制按钮及其他相关电气元件，模块外部接口包括水泵电源接口、液压站电源接口、第一信号采集接口、第二信号采集接口、第三信号采集接口、抽水泵电源接口、供电接口和网络接口；所述供电接口通过电源线与外接220VAC电源连接，网络接口通过网线与上位机连接。

[0013] 所述的抽水模块包括抽水泵、手动球阀和连接软管，模块外部接口包括抽水接口、排水接口和电源接口；所述排水接口通过软管与废液桶连接，电源接口通过电缆与电气控制模块抽水泵电源接口连接。

[0014] 本发明的有益效果在于：结合高精度的液驱增压控制技术、先进的传感器检测技术和高精度数据采集控制技术，通过模块化设计，将传统的一体化集中式机柜设计的阀门密封试验装置，按照结构和功能进行模块化划分，突出便携式和轻量化特点，设计成多个不同的便携式功能模块，方便两人现场搬运和携带，各个模块可通过电缆和高压软管快速连接成整套系统投入使用。使用时，模拟阀门的实际运行压力，将带压介质注入阀腔，稳定地控制试验升压速率，精确检测和显示阀门的试验压降数据和曲线；开创性地利用蓄能器稳压与泄漏补偿功能，并结合先进的软件计算分析算法，自动精确定量地分析计算出阀门的泄漏率，并对阀门的密封性能自动进行合格性评价，从而确保阀门的维修质量，保证核电厂机组运行的安全和经济指标。

附图说明

[0015] 图1是本发明的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置系统连接框图；

[0016] 图2是本发明的一种便携式智能化阀门密封性能试验装置系统工作示意图。

[0017] 图中，101第一出水接口，102第一回水接口，103第二回水接口，104排污接口，105电源接口，201液压输出接口，202电源接口，203信号输出接口，301信号输出接口，302增压

接口,303水泵接口,304第一泄压排气接口,305第二泄压排气接口,306液压输出接口,401信号输出接口,402排水/排气接口,403阀腔试验接口,404液压输入接口,501泵电源接口,502液压站电源接口,503第一信号采集接口,504第二信号采集接口,505第三信号采集接口,506抽水泵电源接口,507供电接口,508网络接口,601抽水接口,602排水接口,603电源接口。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0019] 如图1所示,一种便携式智能化阀门密封性能试验装置,包括水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、电气控制模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机;水泵与水箱模块和阀门与仪表模块连接,液驱增压模块和阀门与仪表模块连接,阀门与仪表模块与排气/排水模块连接,排气/排水模块通过阀门密封试验专用接口与阀腔连接,为带压介质进入阀门阀腔和系统排气/排水提供通路,并在试验结束后通过抽水模块将阀腔内试验介质排空至废液桶,试验介质不需排空的阀门可不使用抽水模块;电气控制模块通过电缆与水泵与水箱模块、液驱增压模块、排气/排水模块、阀门与仪表模块、抽水模块和上位机连接,用以对系统压力、温度进行采集,对阀腔增压速率进行调节控制,对系统超压进行紧急停机保护控制,以及试验结束后排空阀腔试验介质以便恢复阀门初始状态;上位机通过以太网或WIFI与电气控制模块连接,用以向电气控制模块下达控制信号,控制系统平稳升压,对采集的数据进行分析处理和显示,得出阀门泄漏率和相关参数曲线,对系统异常进行报警提示和保护。

[0020] 所述水泵与水箱模块包括注水泵、手动隔离阀、过滤器、单向阀和水箱,模块外部接口包括出水接口101、第一回水接口102,第二回水接口103、排污接口104和电源接口105。

[0021] 所述液驱增压模块包括一体式液压站和增压缸,模块外部接口包括液压输出接口201、电源接口202和信号输出接口203。

[0022] 所述阀门与仪表模块包括蓄能器、电动球阀、手动球阀、安全阀、压力表和温度传感器,模块外部接口包括信号输出接口301、增压接口302、水泵接口303、第一泄压排气接口304、第一泄压排气接口305和液压输出接口306。

[0023] 所述排气/排水模块包括压力表、手动球阀、单向阀和快插接头,模块外部接口包括信号输出接口401、排水/排气接口402、止回阀打压接口403和液压输入接口404。

[0024] 所述电气控制模块包括PLC采集控制器、供电电源、急停控制按钮及其他相关电气元件,模块外部接口包括水泵电源接口501、液压站电源接口502、第一信号采集接口503、第二信号采集接口504、第三信号采集接口505、抽水泵电源接口506、供电接口507和网络接口508。

[0025] 所述抽水模块包括抽水泵、手动球阀和连接软管,模块外部接口包括抽水接口601、排水接口602和电源接口603。

[0026] 所述水泵与水箱模块出水接口101通过高压软管与阀门与仪表模块水泵接口303连接,第一回水接口102,第二回水接口103通过软管与阀门与仪表模块第一泄压排气接口304、第二泄压排气接口305连接,水泵与水箱模块排污接口104与排污软管连接排污,水泵与水箱模块电源接口105通过电缆与电气控制模块水泵电源接口501连接。

[0027] 所述液驱增压模块液压输出接口201通过高压软管与阀门与仪表模块增压接口302连接，液驱增压模块电源接口202通过电缆与电气控制模块液压站电源接口502连接，液驱增压模块信号输出接口203通过电缆与电气控制模块信号采集接口503连接。

[0028] 所述阀门与仪表模块信号输出接口301通过电缆与电气控制模块信号采集接口504连接，阀门与仪表模块液压输出接口306通过高压软管与排气/排水模块液压输入接口404连接。

[0029] 所述排气/排水模块信号输出接口401通过电缆与电气控制模块信号采集接口505连接，排气/排水模块排水/排气接口402一路通过软管与废液桶连接，另一路通过软管与抽水模块抽水接口601连接，排气/排水模块阀腔试验接口403通过高压软管与阀门阀腔接口连接。

[0030] 所述电气控制模块供电接口507通过电源线与外接220VAC电源连接，电气控制模块网络接口508通过网线与上位机连接。

[0031] 所述抽水模块排水接口602通过软管与废液桶连接，抽水模块电源接口603通过电缆与电气控制模块抽水泵电源接口506连接。

[0032] 如图2所示，本发明在工作时，打压装置通过高压软管与阀门密封试验专用接口连接，为阀门提供试验介质和试验压力；上位机通过网线与密封试验装置的通讯网口连接，对试验压力、试验时间等参数进行设置，实时采集试验过程中的数据变化并对密封性能试验结果进行自动分析和记录；试验结束后通过抽水模块将阀腔内试验介质排空至废液桶，以便恢复阀门初始状态。

[0033] 本发明一种便携式智能化阀门密封性能试验装置使用步骤如下：

[0034] 步骤一：关闭阀门，阀腔下游管口需封堵的应可靠安装密封堵塞，使阀门密封面与阀腔形成密闭腔室。将试验阀门的专用试验接口堵头拆下，安装上试验配套快速接头，使用高压软管将试验装置压力输出口与阀腔试验接口连接牢固；

[0035] 步骤二：打压装置连接好后，给装置通电，将密封试验装置电气控制模块上的手/自动切换旋钮旋至手动位置，手动启动注水泵给阀腔注水，阀腔注满水后启动液压站使试验回路升至一定压力，使用阀门与仪表模块上的高位排气阀和排气/排水装置对整个回路进行高位排气和阀门就近排气并卸压。加压、卸压过程也可以通过自动控制的方式通过上位机进行操作；

[0036] 步骤三：在上位机中输入被测阀门的相关信息(如阀门公称压力、公称通径等)、及试验参数(如试验压力、试验时间、验收压力、允许压降、泄漏率验收标准等)。在自动控制方式下操作数据采集软件启泵升压。当系统检测到阀门与仪表模块管路中的压力值到达设定的试验压力时，系统自动关闭阀门与仪表模块中的电动球阀。稳压1分钟后系统自动进入保压检测阶段，保压时间结束后系统会自动记录测试曲线及数据，并显示测试结果。测试结束后，上位机自动进行卸压，阀门与仪表模块管路上的电动球阀自动开启，完成卸压。打压装置阀门与仪表模块管路上设有安全阀，当试验压力高于保护压力时，系统将自动保护卸压；

[0037] 步骤四：在上位机中能对阀门信息进行管理(创建、编辑、删除等操作)，对历次打压测试数据及曲线进行回放，能对测试曲线进行辅助分析及标注等，并能自动生成测试报告，对测试结果进行自动评价；

[0038] 步骤五：试验结束后，若阀腔下游管口安装有密封堵塞，可通过抽水模块将阀腔内

试验介质排空至废液桶，从阀腔中取出密封堵塞，并将阀门恢复至初始状态。

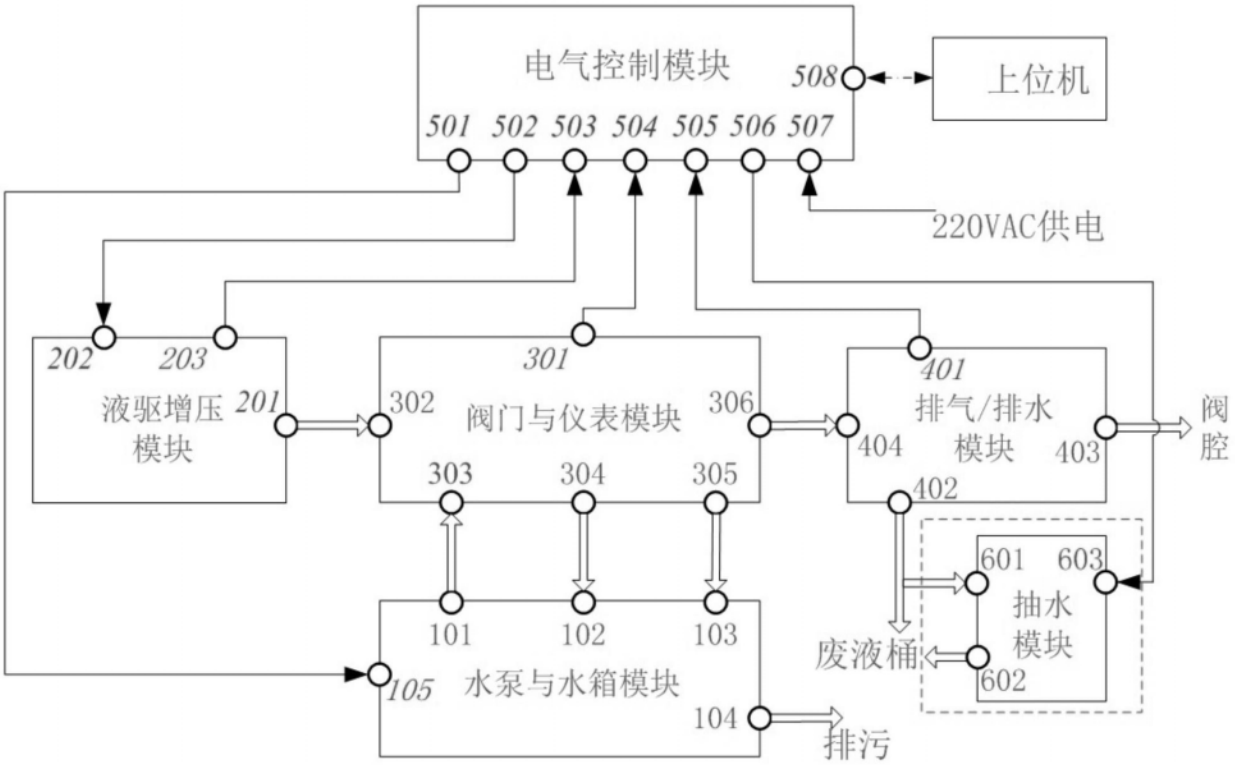

电气控制模块
508
上位机
501 502 503 504 505 506 507
220VAC供电
202
203
液驱增压
模块
201
301
302
阀门与仪表模块
306
401
排气/排水
模块
404
403
阀
腔
303 304 305
402
601 603
抽水
模块
602
废液桶
101 102 103
105
水泵与水箱模块
104
排污

图1

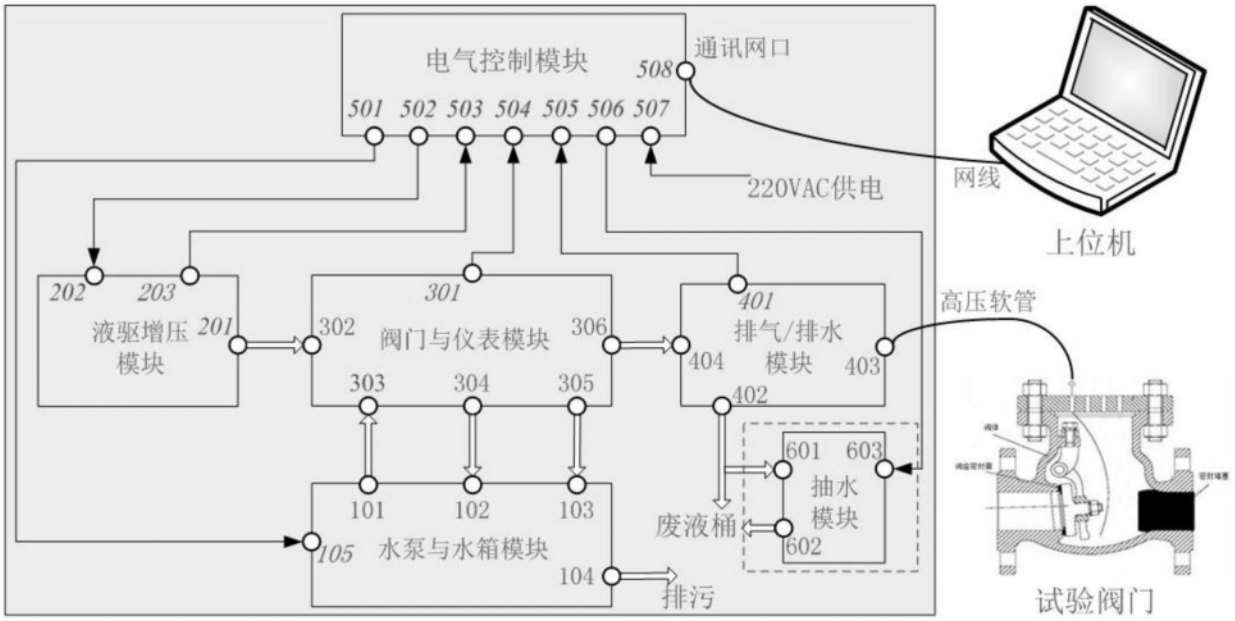

电气控制模块
通讯网口
508
501 502 503 504 505 506 507
220VAC供电
网线
上位机
202
203
液驱增压
模块
201
301
302
阀门与仪表模块
306
401
排气/排水
模块
404
403
高压软管
303 304 305
402
601 603
抽水
模块
602
废液桶
101 102 103
105
水泵与水箱模块
104
排污
试验阀门

图2