



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107144872 A

(43)申请公布日 2017.09.08

(21)申请号 201710210686.0

G01T 7/12(2006.01)

(22)申请日 2017.03.31

G21C 17/00(2006.01)

(71)申请人 中广核核电运营有限公司

地址 518031 广东省深圳市福田区上步中
路西深圳科技大厦24层2405室

申请人 中国广核集团有限公司

中国广核电力股份有限公司

(72)发明人 刘军 谭永元 袁德争 姜磊

周建华 潘瑞堂 郭勇强 张泽勇

肖付虎 唐兴江

(74)专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务
所(普通合伙) 44314

代理人 林俭良 高瑞

(51)Int.Cl.

G01T 7/00(2006.01)

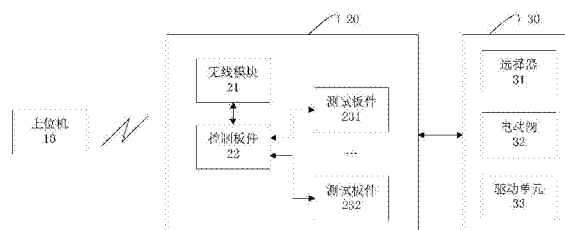
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用
测试装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置及方法,专用测试装置包括:测试箱、上位机,测试箱内容置有无线模块、控制板件及多个测试板件,测试板件与相应的待测试器件相连,其中,上位机,用于获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号,并发送至测试箱;及对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析,并输出分析结果;无线模块,用于接收来自上位机的测试控制信号,并将其输出至控制板件,及将控制板件输出的测试响应信号发送至上位机;控制板件,用于将所接收的测试控制信号分配至相应的测试板件,及采集测试板件返回的测试响应信号。实施本发明的技术方案,该专用测试装置具有数字化的在线检测和历史数据分析功能。



1. 一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,用于对堆芯中子测量系统中的选择器、电动阀和驱动单元进行测试,其特征在于,所述专用测试装置包括:测试箱、上位机,其中,所述测试箱内容置有无线模块、控制板件及多个测试板件,所述测试板件与相应的待测试器件相连,其中,

所述上位机,用于获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号,并发送至所述测试箱;及对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析,并输出分析结果;

无线模块,用于接收来自所述上位机的测试控制信号,并将其输出至所述控制板件,及将所述控制板件输出的测试响应信号发送至所述上位机;

所述控制板件,用于将所接收的所述测试控制信号分配至相应的测试板件,及采集所述测试板件返回的测试响应信号。

2. 根据权利要求1所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述上位机,还用于判断所述测试响应信号是否超过预设的相应标准值,若是,则输出报警信号。

3. 根据权利要求1所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述上位机,还用于通过图形、曲线、图表或报警灯的方式输出所述分析结果;或者所述上位机,用于通过打印的方式输出所述分析结果。

4. 根据权利要求1所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述上位机,还用于对所述测试响应信号和所述分析结果进行存储。

5. 根据权利要求1所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述上位机,还用于接收用户输入的图纸在线查看请求,并根据所述图纸在线查看请求从预先存储的图纸中调出并显示相应图纸的电子档文件。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述测试器件为选择器,而且,

所述测试控制信号包括选择器的路径选择控制命令及状态控制信号;

所述测试响应信号包括:

从发出所述路径选择控制命令到接收到相应路径的特定位置处的微动开关的反馈信号之间的时间信号;

选择器内马达和离合器的工作电流信号及启、停电流信号;

选择器入口处的微动开关及通道特定位置处的微动开关的状态信号;

选择器入口处的微动开关及通道特定位置处的微动开关的闭合接触电阻值。

7. 根据权利要求1-5任一项所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述测试器件为电动阀,而且,

所述测试控制信号包括电动阀的状态控制命令;

所述测试响应信号包括:

电动阀的开和关位置处的微动开关的状态信号

电动阀开和关位置处的微动开关的闭合接触电阻值;

电动阀从开到关的时间信号。

8. 根据权利要求1-5任一项所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,其特征在于,所述测试器件为驱动单元,且所述驱动单元包括驱动电机、绕线盘马达及同步电

机,

所述测试控制信号包括:驱动电机的前进/后退、高速/低速控制命令;

所述测试响应信号包括:

驱动电机、绕线盘电机、同步电机的工作电流信号及启动电流信号;

限位安全开关的状态信号;

限位安全开关的闭合接触电阻值。

9. 一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试方法,用于对堆芯中子测量系统中的选择器、电动阀和驱动单元进行测试,其特征在于,包括:

上位机获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号,并发送至测试箱,其中,所述测试箱内容置有无线模块、控制板件及多个测试板件;

无线模块接收来自上位机的测试控制信号,并将其输出至控制板件;

控制板件将所接收的所述测试控制信号分配至相应的测试板件,并采集所述测试板件返回的测试响应信号;

无线模块将控制板件输出的测试响应信号发送至上位机;

上位机对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析,并输出分析结果。

10. 根据权利要求9所述的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试方法,其特征在于,还包括:

上位机判断所述测试响应信号是否超过预设的相应标准值,若是,则输出报警信号。

一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及核电领域,尤其涉及一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置及方法。

背景技术

[0002] 目前,各基地电厂进行压水堆核电站堆芯中子测量系统(RIC)中子设备检修工作时只能依靠国外AREVA的测试箱,该测试箱采购价格高昂,功能不全面,其采用分立的元器件构成,只能进行几项较简单的测试,且只能通过手动方式附加使用万用表和秒表等常规工器具进行测量,不具备数据的自动采集、分析和历史数据的存储、追忆等能力。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置及方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置,用于对堆芯中子测量系统中的选择器、电动阀和驱动单元进行测试,其特征在于,所述专用测试装置包括:测试箱、上位机,其中,所述测试箱内容置有无线模块、控制板件及多个测试板件,所述测试板件与相应的待测试器件相连,其中,

[0005] 所述上位机,用于获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号,并发送至所述测试箱;及对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析,并输出分析结果;

[0006] 无线模块,用于接收来自所述上位机的测试控制信号,并将其输出至所述控制板件,及将所述控制板件输出的测试响应信号发送至所述上位机;

[0007] 所述控制板件,用于将所接收的所述测试控制信号分配至相应的测试板件,及采集所述测试板件返回的测试响应信号。

[0008] 优选地,所述上位机,还用于判断所述测试响应信号是否超过预设的相应标准值,若是,则输出报警信号。

[0009] 优选地,所述上位机,还用于通过图形、曲线、图表或报警灯的方式输出所述分析结果。

[0010] 优选地,所述上位机,用于通过打印的方式输出所述分析结果。

[0011] 优选地,所述上位机,还用于对所述测试响应信号和所述分析结果进行存储。

[0012] 优选地,所述上位机,还用于建立与每次大修相对应的文件夹,及在所述文件夹下建立与每个测试器件相对应的文件,且将所述测试器件的测试响应信号和所述分析结果存入相应的文件中。

[0013] 优选地,所述上位机,还用于接收用户输入的图纸在线查看请求,并根据所述图纸在线查看请求从预先存储的图纸中调出并显示相应图纸的电子档文件。

[0014] 优选地,所述测试器件为选择器,而且,

[0015] 所述测试控制信号包括选择器的路径选择控制命令及状态控制信号;

- [0016] 所述测试响应信号包括：
- [0017] 从发出所述路径选择控制命令到接收到相应路径的特定位置处的微动开关的反馈信号之间的时间信号；
- [0018] 选择器内马达和离合器的工作电流信号及启、停电流信号；
- [0019] 选择器入口处的微动开关及通道特定位置处的微动开关的状态信号；
- [0020] 选择器入口处的微动开关及通道特定位置处的微动开关的闭合接触电阻值。
- [0021] 优选地，所述测试器件为电动阀，而且，
- [0022] 所述测试控制信号包括电动阀的状态控制命令；
- [0023] 所述测试响应信号包括：
- [0024] 电动阀的开和关位置处的微动开关的状态信号
- [0025] 电动阀开和关位置处的微动开关的闭合接触电阻值；
- [0026] 电动阀从开到关的时间信号。
- [0027] 优选地，所述测试器件为驱动单元，且所述驱动单元包括驱动电机、绕线盘马达及同步电机，
- [0028] 所述测试控制信号包括：驱动电机的前进/后退、高速/低速控制命令；
- [0029] 所述测试响应信号包括：
- [0030] 驱动电机、绕线盘电机、同步电机的工作电流信号及启动电流信号；
- [0031] 限位安全开关的状态信号；
- [0032] 限位安全开关的闭合接触电阻值。
- [0033] 本发明还构造一种压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试方法，用于对堆芯中子测量系统中的选择器、电动阀和驱动单元进行测试，包括：
- [0034] 上位机获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号，并发送至测试箱，其中，所述测试箱内容置有无线模块、控制板件及多个测试板件；
- [0035] 无线模块接收来自上位机的测试控制信号，并将其输出至控制板件；
- [0036] 控制板件将所接收的所述测试控制信号分配至相应的测试板件，并采集所述测试板件返回的测试响应信号；
- [0037] 无线模块将控制板件输出的测试响应信号发送至上位机；
- [0038] 上位机对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析，并输出分析结果。
- [0039] 优选地，还包括：
- [0040] 上位机判断所述测试响应信号是否超过预设的相应标准值，若是，则输出报警信号。
- [0041] 实施本发明的技术方案，该RIC专用测试装置基于计算机技术及数字化采集、处理技术，其适用于RIC中子测量设备所有检测项目，具有数字化的在线检测和历史数据分析功能，解决了国外AREVA的测试箱无法满足部分设备的检测项目需求及数据追溯的问题。

附图说明

- [0042] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：
- [0043] 图1是本发明压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置实施例一的逻辑结构图；

- [0044] 图2是图1中上位机的软件界面一的示意图；
[0045] 图3是图1中上位机的软件界面二的示意图；
[0046] 图4是图1中上位机的软件界面三的示意图；
[0047] 图5是图1中上位机的软件界面四的示意图；
[0048] 图6是图1中上位机的软件界面五的示意图；
[0049] 图7是图1中上位机的软件界面六的示意图；
[0050] 图8是图1中上位机的软件界面七的示意图；
[0051] 图9是本发明压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试方法实施例一的流程图。

具体实施方式

[0052] 本发明的堆芯中子测量系统专用测试装置(以下简称RIC专用测试装置) 基于计算机技术(包括硬件研制和软件开发),其适用于RIC中子测量设备所有检测项目,具有数字化的在线检测和历史数据分析功能,以解决国外RIC专用测试装置无法满足部分设备的检测项目需求及数据追溯的问题,提高RIC 设备的检修质量和效率,并可推广到多基地使用。另外,RIC专用测试装置结构具备高集成度、体积小、重量轻,便于运输、携带,稳定可靠,并方便维护;人接界面友善,方便用户操作。而且,RIC专用测试装置可通过软件界面操作进行各设备的测试操作和数据的自动分析及数据导出,测试装置能够自动生成各设备的测试结果分析报告。

[0053] 图1是本发明压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试装置实施例一的逻辑结构图,首先说明的是,堆芯中子测量系统主要包括选择器、电动阀和驱动单元,该实施例的堆芯中子测量系统专用测试装置(以下简称RIC专用测试装置)用于对选择器、电动阀和驱动单元等器件进行测试。而且,该RIC 专用测试装置包括上位机10及测试箱20,其中,测试箱20内容置有无线模块21、控制板件22及多个测试板件231、...、232,多个测试板件231、...、232分别与相应的待测试器件相连。上位机10用于获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号,并发送至测试箱;及对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析,并输出分析结果。无线模块21用于接收来自上位机的测试控制信号,并将其输出至控制板件,及将控制板件输出的测试响应信号发送至上位机。控制板件22用于将所接收的测试控制信号分配至相应的测试板件,及采集测试板件返回的测试响应信号。

[0054] 进一步地,上位机10还用于判断测试响应信号是否超过预设的相应标准值,若是,则输出报警信号。

[0055] 进一步地,上位机10还用于通过图形、曲线、图表或报警灯的方式输出分析结果;和/或,用于通过打印的方式输出分析结果。

[0056] 进一步地,上位机10还用于对测试响应信号和分析结果进行存储。

[0057] 进一步地,上位机10还用于建立与每次大修相对应的文件夹,及在文件夹下建立与每个测试器件相对应的文件,且将测试器件的测试响应信号和分析结果存入相应的文件中。

[0058] 进一步地,上位机10还用于接收用户输入的图纸在线查看请求,并根据图纸在线查看请求从预先存储的图纸中调出并显示相应图纸的电子档文件。

[0059] 下面说明该RIC专用测试装置的具体功能:

[0060] 选择器通道选择和定位控制:该RIC专用测试装置可选手动或自动方式输出控制命令选择正常测量路径、救援路径、校准路径或贮存路径,当探测到相应路径的用于位置定位的微动开关的反馈信号后停运组选择器的马达完成路径选择功能。

[0061] 选择器内部马达和离合器工作电流测量:测量精度要求 $\pm 1\text{mA}$,量程 $0\sim 500\text{mA}$ 。离合器电流(48VDC直流)的正常要求 $I\leq 190\text{mA}$;离合+马达电流(48VDC直流)的正常要求 $I\leq 410\text{mA}$ 。

[0062] 选择器旋转一周时间记录:计算从发出路径选择控制命令到接收到相应路径的特定位置处的微动开关的反馈信号间的时间(精度 $\pm 100\text{ms}$)。

[0063] 微动开关反馈信号采集:探测、指示组选择器入口处微动开关和通道特定位置处的微动开关的状态。

[0064] 微动开关接触电阻测量:测量微动开关的闭合接触电阻。

[0065] 电动阀内微动开关状态控制:可选手动或自动方式对电动阀发出阀门开或关的操作命令,在接收到电动阀开或关位置处的微动开关的反馈信号后停止电机旋转,并指示电动阀处于开、关的位置时有明确的图示标识。

[0066] 电动阀开关动作时间记录:记录电动阀从开到关及从关到开转动过程中的时间,超时(通常小于5S)时给出相应的提示。

[0067] 驱动电机的启动电流和过程电流测量:测量、记录、显示驱动电机的启动电流和过程电流并给出最大电流值,判断阀门的工作性能。过电流时(通常小于390mA)给出相应的提示。(量程 $0\sim 800\text{mA}$,测量精度要求 $\pm 5\text{mA}$ 。)

[0068] 驱动电机运行控制:可手动控制对发出驱动电机发出前进或后退、高速或低速控制命令控制驱动电机运转。

[0069] 驱动电机电流测试:能够手动控制启停驱动单元380VAC驱动电机并对 380VAC驱动电机的高速、低速和刹车线圈工作电流进行测试,正常工作电流约为3A左右,量程可设置为 $0\sim 5\text{A}$,精度要求 $\pm 0.1\text{A}$ 。

[0070] 绕线盘磁开关的状态探测:探测、记录绕线盘磁开关的状态及工作波形。

[0071] 48VDC绕线盘马达电流测试:能够手动控制启停48VDC绕线盘马达并对 48VDC绕线盘马达工作电流进行测试,正常工作电流约为 $3\sim 3.5\text{A}$,量程可设置为 $0\sim 5\text{A}$,精度要求 $\pm 0.1\text{A}$ 。

[0072] 220VAC同步电机测量:能够测量同步电机(自整角机)的输出波形。

[0073] 安全开关状态探测:探测、指示安全开关的状态及阻值。

[0074] 该实施例的RIC专用测试装置基于计算机技术及数字化采集、处理技术,其适用于RIC中子测量设备所有检测项目,具有数字化的在线检测和历史数据分析功能,解决了国外AREVA的测试箱无法满足部分设备的检测项目需求及数据追溯的问题。另外,采用无线模块实现采集机箱与笔记本电脑之间的数据交互。为控制双速交流电机,设计使用大功率继电器,作为双速交流电机控制回路的控制设备。为测量双速交流电机和刹车电机的工作电流,设计使用交流电流变送器,对工作电流进行测量。为测量直流步进电机和电磁阀电机的工作电流,设计使用直流电流变送器,对工作电流进行测量。为了测量驱动单元同步位置发送器的位置信息,利用FB900C角位变送器将旋转物体转过的角度经微处理器进行处理后换算成角位移或直线位移输出。为自整角机供电 220VAC,并采集自整角机反馈信号。可用于接

收同步电机的反馈信号。通过采用美国NI公司系列卡件采集RIC设备的电压、电流、电阻、开关量等信号。

[0075] 在一个具体实施例中,RIC专用测试装置用于RIC系统的维修工作中对 RIC组选择器、路选择器、电动阀、驱动电机、绕线盘马达、同步电机等设备进行相关测试、验证,以确保RIC系统的可用性。该RIC专用测试装置设计包括1台笔记本电脑(上位机)及相关的试验控制软件、1台试验台箱体(测试箱)、1套数据采集和控制系统和若干根信号电缆。

[0076] 在该实施例中,RIC专用测试装置与RIC系统连接的输入输出接口包括:与驱动单元连接的3个接口;与选择器连接的1个接口和与电动阀连接的1 个接口。RIC专用测试装置的供电分为两路:一路380VAC,为驱动电机供电;一路220VAC为专用测试装置供电。RIC专用测试装置提供五种信号接口,分别用于连接测试装置和不同的被测对象。

[0077] 在该实施例中,对于RIC选择器的测试,主要用于组选择器、路选择器的状态控制、选择器定位某一位置转动的的时间测量以及选择器电机和离合器的启/停电流和工作电流测量、开关接触电阻值的测量,将结果与给出标准比较,判断是否合格。

[0078] 在该实施例中,对于RIC电动阀的测试,主要用于50个电动阀的状态控制、阀门开或关转动过程中时间的测量以及驱动电机的启/停电流和工作电流测量、阀门开和关位置处微动开关状态及开关触点闭合电阻值的测量,将结果与给出标准比较,判断是否合格。

[0079] 在该实施例中,对于RIC驱动单元的测试,主要用于驱动电机、绕线盘马达、同步电机、限位安全开关等设备的控制及电流测试。

[0080] 在该实施例中,关于硬件设计,RIC专用测试装置的测试箱选用派力肯小型安全箱。该安全箱防水、防撞击、防尘。数据采集和控制系统由一台cDAQ 机箱、若干块输入/输出模块、大功率继电器、断路器等组成。

[0081] 笔记本电脑内置试验控制软件,实现现场数据的分析、显示和处理。笔记本电脑通过无线WIFI通讯接口与试验台本体建立数据连接。笔记本电脑配备虚拟键盘和触控笔。方便试验人员在现场带手套操作。为满足试验需求,设计采用NI 9475控制继电器的方式,实现输出控制。NI 9475可以直接与多种工业设备连接,例如螺线管、电机、激励器、继电器和照明设备等。为满足电压信号采集需求,设计采用NI 9201电压采集卡和NI 9229电压采集卡。其中NI 9201为通道对地隔离电压采集卡,NI 9229为通道间隔离电压采集卡。为满足电流信号采集需求,设计使用一块电流变送器,将测量的电流信号转换为电压信号,再使用NI 9201采集电流变送器的输出电压。为满足380VAC驱动电机三相交流电流信号采集需求,设计分别使用一块三相交流电流变送器测量驱动电机的工作电流和刹车线圈工作电流,将电流转换为电压信号后,由NI 9201 采集。为满足测量同步电机(自整角机)的输出波形,设计使用FB900C角位变送器实现自整角机的供电和反馈信号采集。该装置可将反馈信号转变为角度,通过RS232通讯接口传递给采集系统。为满足试验需求,设计采用NI 9437 对位置开关状态和微动开关状态进行采集。为满足用于位置反馈的微动开关和磁开关的触点接触电阻的测量需求,设计采用NI 9219进行电阻测量。在测量多个入口微动开关以及位置反馈开关的触点接触电阻时,采用通道复用的设计方式减少对NI 9219测量通道的使用数量。电动阀开关动作时间的记录,设计采用软件计时实现时间测量。以控制继电器的闭合时间为 T_0 ,NI 9437采集到电动阀的状态信号变化时间为 T_1 ,那么电动阀开关动作时间 $T=T_1-T_0$ 。选择器旋转一周时间的记录,设计采用软件计时实现时间测量。软件控制NI 9475 输出时开始

计时(T0),NI 9437采集到位置开关反馈信号时停止计时(T1)。旋转时间 $T=T1-T0$ 。

[0082] 在该实施例中,关于软件设计,该专用测试装置软件主要包括RIC选择器测试、RIC电动阀测试和RIC驱动单元测试三大功能模块,各功能模块包括设备的手动和自动控制、数据显示、数据分析、历史数据回放、报表打印功能,程序主界面如图2所示。运行程序后,弹出对话框,要求输入此次测试的大修编号,界面如图3所示。输入信息,点击确定后,此次测试中,大修编号不能再修改。

[0083] 下面以RIC选择器测试功能模块为例对软件的各项功能界面的设计简述如下:

[0084] 在数据采集界面中,点击界面的“参数配置”按钮,可以更改测试参数。用户可从操作界面选择被测选择器,如组选择器110ZL。将对不同测试选择器以独立文件夹存储相关测试数据。用户需要根据实际情况进行手动或自动测试选择,该测试功能的手动测试模式数据采集主界面如图4所示,该测试功能的自动测试模式数据采集主界面如图5所示。当点击“参数设置”后,进入如图5所示的界面。当选择文件所在的路径后,并点击“在线查看图纸”后,即可弹出图纸的电子档文件。

[0085] 关于数据的存储,自动和手动执行过程中,软件自动将时间和电流测试数据进行存储。根据以大修编号为名称的文件夹进行管理。例如: D:\Result\Selector\[大修编号]\[选择器编号]\。界面上的其他数据,需要点击界面的“保存数据”按钮,进行保存。一次测试生成一个数据文件,文件命名格式为:Selector_[选择器编号]_[日期]_[时间].tdms。其中,日期格式为 YYYYMMDD;时间格式为HHMMSS。例如:D:\Result\Selector\SITExxx_1\Selector_110ZL_20150115_155436.tdms。

[0086] 关于数据分析及图像回放,结合图7,用户可以选择任一选择器任何一次测试数据,每一测试项的数值将自动计算,并显示在表格中。如果测试参数超过默认判定规则,将给出报警信号,且标红显示。图像回放将显示对应三条曲线,即离合器电流、马达电流、离合+马达电流显示。用户可以点击打印按钮,将该测试数据导出至Excel文件,如图8所示。

[0087] 本申请的RIC专用测试装置与现有技术的AREVA试验箱相比,具有以下优势及有益效果:

[0088] 1.使用基于计算机和数字化采集、处理技术,适用于RIC中子测量设备所有检测项目,具有数字化的在线检测、分析和历史数据的分析、追溯功能。

[0089] 2.设计时充分考虑了维修程序的要求,覆盖了试验中所有要求执行的内容,保证了试验的完整性。

[0090] 3.从使用者的角度出发,硬件连接集成简化,人接界面软件设计美观简约,操作简单快捷,大幅降低了试验操作难度,同时也减小了人因失误导致试验重做的风险。

[0091] 4.试验装置自动化程度高,执行试验时数据可自动存储,省去了人员手动测试、记录数据的环节,试验后可自动完成试验数据的分析比对,并给出试验结果是否合格的报告,节约了试验工期。

[0092] 5.通过连续测量、记录RIC设备动作过程中的工作电压、电流、磁开关动作状态、微动开关动作状态和触点电阻值等数据,可以检测、分析设备的动态过程健康状态,而原有测试箱只能手动测试某一时刻的瞬态数据功能,无法测试设备动作过程中的电压及电流曲线变化情况,亦无磁开关动作状态和微动开关动作触点电阻值等数据的测量功能。

[0093] 6.大幅提升了便携程度,无线笔记本可以带回办公室,使维修人员可以工作后立

即将维修试验数据打印出来或者长期存档;另外,在进行设备检查时无需额外的纸质图纸,通过该装置的软件即可在线查看各电厂不同机组的设备图纸。

[0094] 7.新增RIC驱动电机的运转性能测试功能,可以在RIC房间连接220VAC 电源箱,该装置内部有变压装置,可以产生三相380VAC电压,用于380VAC 双速驱动电机的动作测试。

[0095] 而且,本申请的RIC专用测试装置成功解决了各基地核电站现有大修工作中RIC中子通量测量系统设备检查难度大、试验后分析数据困难及无法对设备状态进行趋势跟踪、分析等问题,可有效提高RIC中子通量测量系统设备的维修质量和效率。该RIC测试装置可应用于集团内使用同类型设备的核电站RIC中子通量测量系统设备的检修及性能测试。集团外潜在用户包括秦山核电站、福清核电站、海南昌江核电站,EDF同类型机组的相关核电站等。

[0096] 本申请对CNOC生产率所作的贡献:

[0097] 1.提升RIC大修工作效率,RIC房间设备检修更加便捷高效。可以减少 RIC大修的检修工期,节约大修关键路径,减少维修人员辐照剂量。

[0098] 2.提升RIC系统设备大修检修质量,提高RIC系统设备运行的可靠性。

[0099] 3.收集RIC设备健康状态信息,可以存储所有中子设备历史检修数据和信息,有利于日常期间设备故障时的诊断及分析,并可对设备健康状态进行趋势跟踪、分析,为预防性维修方案及策略决策提供依据。

[0100] 4.可以向集团内外各基地电厂进行推广,生产、销售该套装置可以为公司创收。

[0101] 图9是本发明压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试方法实施例一的流程图,首先说明的是,堆芯中子测量系统主要包括选择器、电动阀和驱动单元,该实施例的堆芯中子测量系统专用测试方法用于对选择器、电动阀和驱动单元等器件进行测试。该实施例的测试方法包括:

[0102] S10.上位机获取测试人员所输入的测试器件所对应的测试控制信号,并发送至测试箱,其中,测试箱内容置有无线模块、控制板件及多个测试板件;

[0103] S20.无线模块接收来自上位机的测试控制信号,并将其输出至控制板件;

[0104] S30.控制板件将所接收的所述测试控制信号分配至相应的测试板件,并采集所述测试板件返回的测试响应信号;

[0105] S40.无线模块将控制板件输出的测试响应信号发送至上位机;

[0106] S50.上位机对测试箱所发送的测试响应信号进行记录及分析,并输出分析结果。

[0107] 进一步地,本发明的压水堆核电站堆芯中子测量系统专用测试方法还包括:

[0108] 上位机判断所述测试响应信号是否超过预设的相应标准值,若是,则输出报警信号。

[0109] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的权利要求范围之内。

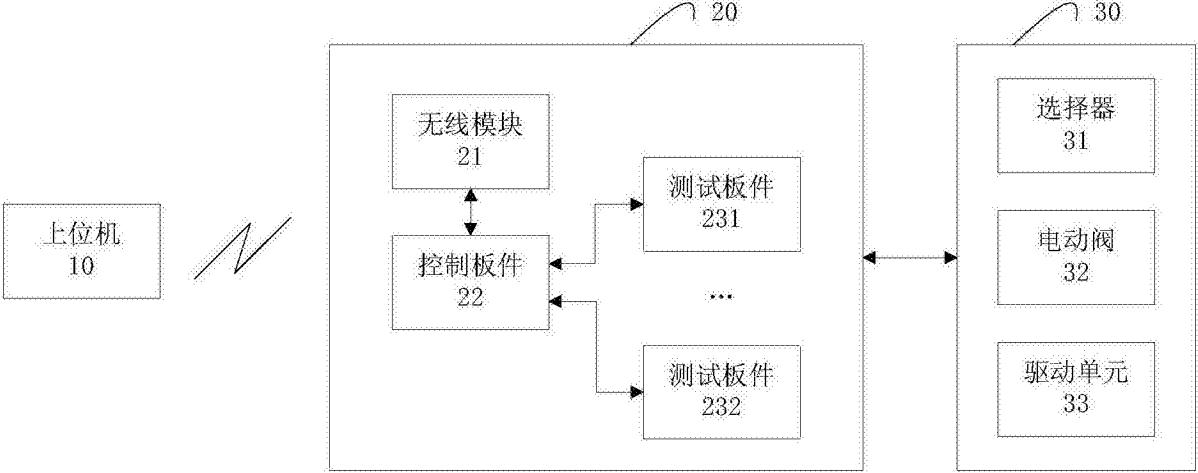


图1



图2



图3

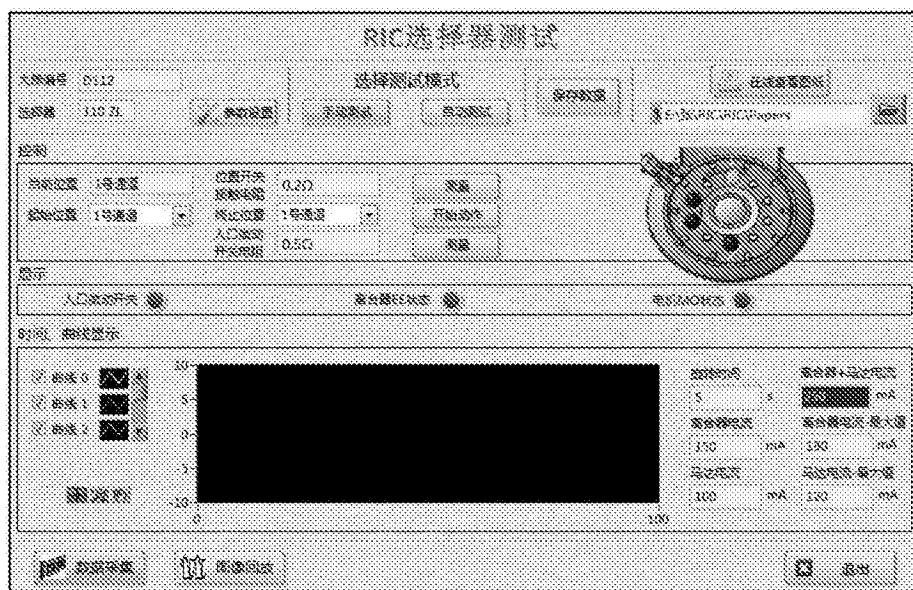


图 4

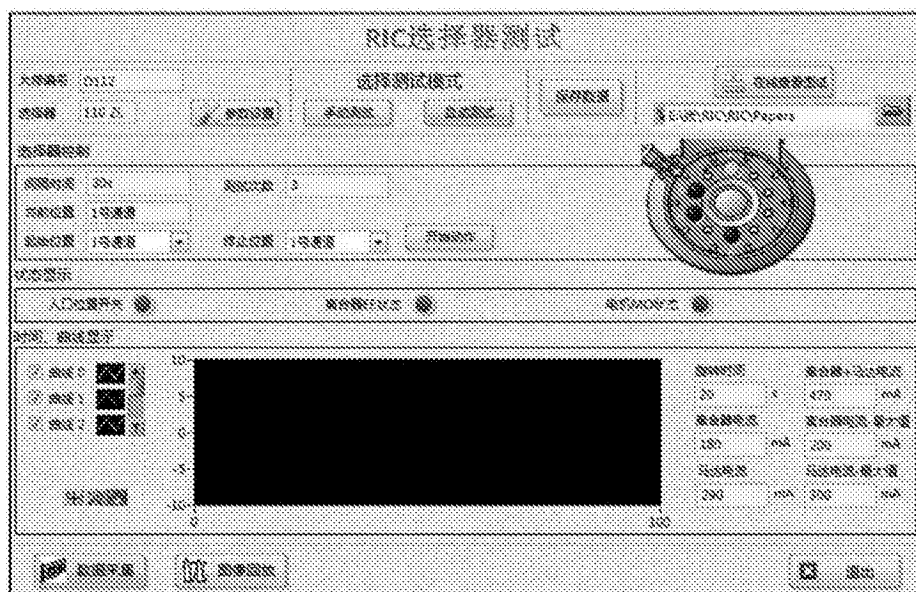


图5



图6



图7



图8

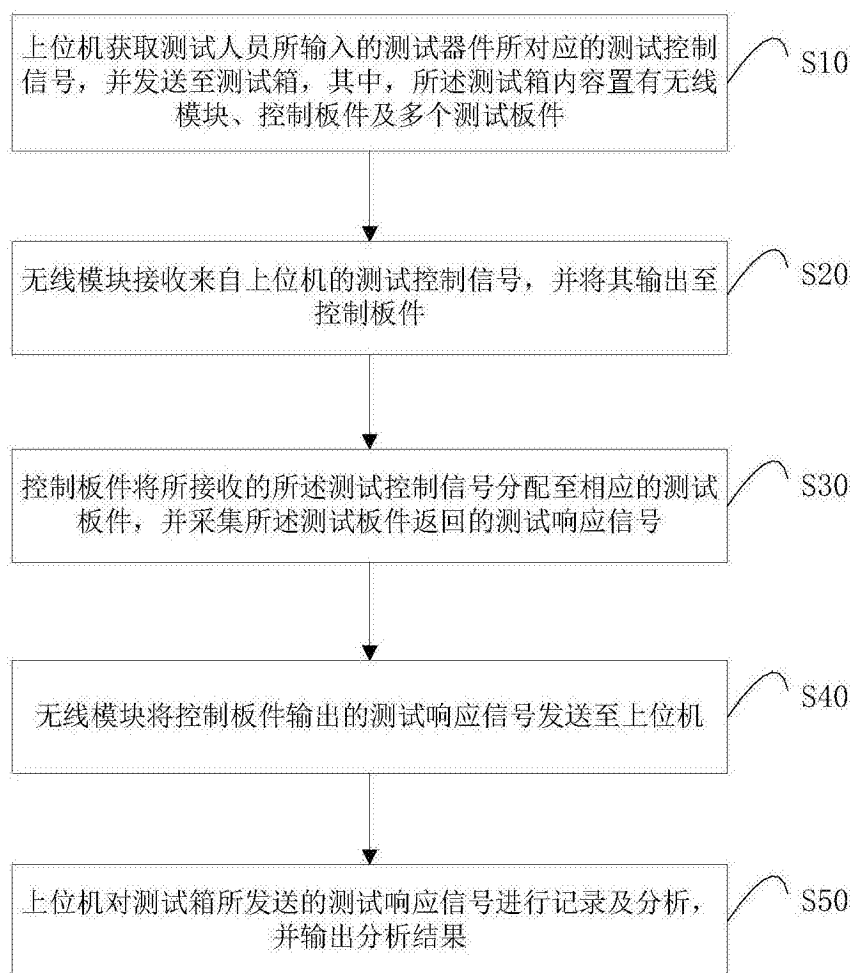


图9