



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102830693 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201210285761. 7

(22) 申请日 2012. 08. 10

(73) 专利权人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15 号

专利权人 中电普瑞张北风电研究检测有限
公司
国家电网公司

(72) 发明人 孙勇 王瑞明 秦世耀 陈晨
王伟

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

G05B 23/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102508157 A, 2012. 06. 20,

CN 101846707 A, 2010. 09. 29,

CN 102129036 A, 2011. 07. 20,

审查员 王波

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种风电机组低电压穿越测试设备的控制系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种风电机组低电压穿越测试设备的控制系统及其控制方法,测试设备为电压跌落装置,包括开关柜和电抗器;控制系统包括数据采集系统、监控系统和中央处理系统;中央处理系统分别与数据采集系统和监控系统连接。本发明在进行测试时,中央处理系统控制开关柜组合,通过控制断路器实现限流电抗器与短路电抗器的投入与退出,将风电机组的状态改为电压跌落的状态,并通过就地监控系统监控开关柜组合的运行状态、电抗器实时温度、安全链系统状态和状态信号指示,并将监控的数据传给中央处理系统;数据采集系统采集风电机组的测试数据并传给中央处理系统,通过数据分析,判断风电机组是否具备低电压穿越能力。本发明自动化程度高、稳定性强。

1. 一种风电机组低电压穿越测试设备的控制系统,所述测试设备为电压跌落装置,包括开关柜和电抗器;其特征在于,所述控制系统包括数据采集系统、监控系统和中央处理系统;所述中央处理系统分别与所述数据采集系统和监控系统连接;

所述监控系统包括就地监控系统和远程监控系统;所述就地监控系统和远程监控系统分别与所述中央处理系统连接;

所述就地监控系统包括安全链系统、状态信号指示系统和电抗器测温系统;

所述安全链系统用于断开所述测试设备与电网间的供电开关;

所述状态信号指示系统用于判断所述测试设备的运行状态;

所述电抗器测温系统通过 3 路红外线测温探头实时监测电抗器的温度;

所述中央处理系统根据从所述数据采集系统和所述监控系统得到的数据进行运算处理与逻辑控制,并与远程监控系统进行测试数据及三遥信息的交互传输;

中央处理系统的逻辑包括进集装箱操作控制逻辑、风电机组准备并网控制逻辑、风电机组并网控制逻辑和启动电压跌落测试控制逻辑;

所述中央处理系统依据设定参数,判断所述测试设备的状态,通过逻辑控制将所述测试设备调整至风电机组电压跌落的状态。

2. 如权利要求 1 所述的控制系统,其特征在于,所述状态信号指示系统通过判断开关柜组合中开关的分合位置,确定测试设备的运行状态;所述测试设备的运行状态包括进集装箱操作状态、风机准备并网状态、风机并网发电状态和系统紧急停止状态。

3. 如权利要求 1 所述的控制系统,其特征在于,所述远程监控系统通过服务器和液晶屏实现对风电机组的监测;

所述液晶屏实时显示电网电压二次值、风电机组的机端电压二次值和电抗器的实时温度;

当安全出现故障时,所述液晶屏弹出紧急事项报警框,警示操作人员立即停止试验,进行安全检查。

4. 如权利要求 1 所述的控制系统,其特征在于,所述数据采集系统包括数据采集、数据存储与导出、数据分析与输出功能;

所述数据采集系统采集风电机组的电气量与状态量,并传给所述中央处理系统。

5. 如权利要求 1 所述的控制系统,其特征在于,所述中央处理系统包括智能控制器;所述智能控制器采用 Renesas 公司工业级 32 位总线微控制器。

6. 如权利要求 1 所述的风电机组低电压穿越测试设备控制系统的控制方法,其特征在于,

进行测试时,所述中央处理系统控制开关柜组合,通过控制断路器实现限流电抗器与短路电抗器的投入与退出,将风电机组的状态改为电压跌落的状态,并通过所述就地监控系统监控开关柜组合的运行状态、电抗器实时温度、安全链系统状态和状态信号指示,并将监控的数据传给所述中央处理系统;所述数据采集系统采集风电机组的测试数据并传给所述中央处理系统,通过数据分析,判断风电机组是否具备低电压穿越能力;

所述中央处理系统控制开关柜组合的过程中,中央处理系统先判断测试设备的状态,通过逻辑控制,将风电机组状态调整为电压跌落状态;

所述测试设备状态分为进集装箱操作状态、风机准备并网状态、风机并网发电状态和

系统紧急停止状态。

7. 如权利要求 6 所述的控制方法,其特征在于,所述逻辑控制包括:

对于进集装箱操作控制逻辑:

断开断路器 CB3、CB2 和 CB1;

断开隔离刀闸 S2 和 S1;

闭合接地刀闸 G2 和 G1;且

闭合断路器 CB2 和 CB1;

对于风电机组准备并网控制逻辑:

断开接地刀闸 G2 和 G1;

断开断路器 CB3、CB2 和 CB1;

闭合隔离刀闸 S2 和 S1;且

闭合断路器 CB2;

对于风电机组并网控制逻辑:

断开断路器 CB3;且

闭合断路器 CB1;

对于启动电压跌落控制逻辑:

延时启动测试时间 t_1 ;

断开断路器 CB2;

延时限流电抗器投入时间 t_2 ;

闭合断路器 CB3;

延时短路电抗器投入时间 t_3 ;

断开断路器 CB3;

延时限流电抗器退出时间 t_4 ;且

闭合断路器 CB2。

一种风电机组低电压穿越测试设备的控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统领域,具体涉及一种风电机组低电压穿越测试设备的控制系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 当前我国的风力发电已经进入了一个大规模发展阶段,为保证电力系统安全稳定运行,要求并网运行的风电机组必须具备低电压穿越能力,即在电网发生一定程度的扰动或故障时,风电机组仍能够保持并网运行,避免大面积脱网对电网造成冲击。IEC 标准推荐采用基于阻抗分压原理的断路器投切电抗器式电压跌落装置,在风电机组并网点实际产生电压跌落,检测风电机组的低电压穿越能力。

发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明提供一种风电机组低电压穿越控制系统及其控制方法,用于控制电压跌落发生装置,在风电场对风电机组进行低电压穿越能力测试。

[0004] 本发明提供了一种风电机组低电压穿越测试设备的控制系统,所述测试设备为电压跌落装置,包括开关柜和电抗器;其改进之处在于,所述控制系统包括数据采集系统、监控系统和中央处理系统;所述中央处理系统分别与所述数据采集系统和监控系统连接。

[0005] 其中,所述监控系统包括就地监控系统和远程监控系统;所述就地监控系统和远程监控系统分别与所述中央处理系统连接。

[0006] 其中,所述就地监控系统包括安全链系统、状态信号指示系统和电抗器测温系统;

[0007] 所述安全链系统用于断开所述控制系统与电网间的供电开关;

[0008] 所述状态信号指示系统用于判断所述测试设备的运行状态;

[0009] 所述电抗器测温系统通过 3 路红外线测温探头实时监测电抗器的温度。

[0010] 其中,所述状态信号指示系统通过判断开关柜组合中开关的分合位置,确定测试设备的运行状态;所述测试设备的运行状态包括进集装箱操作状态、风机准备并网状态、风机并网发电状态和系统紧急停止状态。

[0011] 其中,所述远程监控系统通过服务器和液晶屏实现对风电机组的监测;

[0012] 所述液晶屏实时显示电网电压二次值、风电机组的机端电压二次值和电抗器的实时温度;

[0013] 当安全出现故障时,所述液晶屏弹出紧急事项报警框,警示操作人员立即停止试验,进行安全检查。

[0014] 其中,所述数据采集系统包括数据采集、数据存储与导出、数据分析与输出功能;

[0015] 所述数据采集系统采集风电机组的电气量与状态量,并传给所述中央处理系统。

[0016] 其中,所述中央处理系统根据从所述数据采集系统和所述监控系统得到的数据进

行运算处理与逻辑控制,并与远程监控系统进行测试数据及三遥信息的交互传输。

[0017] 其中,中央处理系统的逻辑包括进集装箱操作控制逻辑、风电机组准备并网控制逻辑、风电机组并网控制逻辑和启动电压跌落测试控制逻辑;

[0018] 所述中央处理系统依据设定参数,判断所述测试设备的状态,通过逻辑控制将所述测试设备调整至风电机组电压跌落的状态。

[0019] 其中,所述中央处理系统包括智能控制器;所述智能控制器采用 Renesas 公司工业级 32 位总线微控制器。

[0020] 本发明基于另一目的提供的一种风电机组低电压穿越测试设备控制系统的控制方法,其改进之处在于,

[0021] 进行测试时,所述中央处理系统控制开关柜组合,通过控制断路器实现限流电抗器与短路电抗器的投入与退出,将风电机组的状态改为电压跌落的状态,并通过所述就地监控系统监控开关柜组合的运行状态、电抗器实时温度、安全链系统状态和状态信号指示,并将监控的数据传给所述中央处理系统;所述数据采集系统采集风电机组的测试数据并传给所述中央处理系统,通过数据分析,判断风电机组是否具备低电压穿越能力。

[0022] 其中,所述中央处理系统控制开关柜组合的过程中,中央处理系统先判断测试设备的状态,通过逻辑控制,将风电机组状态调整为电压跌落状态。

[0023] 其中,所述测试设备状态分为进集装箱操作状态、风机准备并网状态、风机并网发电状态和系统紧急停止状态。

[0024] 其中,所述逻辑控制包括:

[0025] 对于进集装箱操作控制逻辑:

[0026] 断开断路器 CB3、CB2 和 CB1;

[0027] 断开隔离刀闸 S2 和 S1;

[0028] 闭合接地刀闸 G2 和 G1;且

[0029] 闭合断路器 CB2 和 CB1;

[0030] 对于风电机组准备并网控制逻辑:

[0031] 断开接地刀闸 G2 和 G1;

[0032] 断开断路器 CB3、CB2 和 CB1;

[0033] 闭合隔离刀闸 S2 和 S1;且

[0034] 闭合断路器 CB2;

[0035] 对于风电机组并网控制逻辑:

[0036] 断开断路器 CB3;且

[0037] 闭合断路器 CB1;

[0038] 对于启动电压跌落控制逻辑:

[0039] 延时启动测试时间 t_1 ;

[0040] 断开断路器 CB2;

[0041] 延时限流电抗器投入时间 t_2 ;

[0042] 闭合断路器 CB3;

[0043] 延时短路电抗器投入时间 t_3 ;

[0044] 断开断路器 CB3;

[0045] 延时限流电抗器退出时间 t_4 ;且

[0046] 闭合断路器 CB2。

[0047] 与现有技术比,本发明的有益效果为:

[0048] (1) 控制系统自动化程度高。系统通过逻辑操作,实现不同测试阶段的自动控制,整个测试过程简易高效,可有效避免人为误操作,降低测试风险。

[0049] (2) 控制系统稳定性强。控制系统对测试设备中开关柜组合、电抗器组合等关键部件的实时运行监控,可靠预防运行故障,提高测试设备稳定性。

[0050] (3) 控制系统具备极强的安全防护功能。控制系统设计了严谨周密的安全链防护体系,通过状态指示及安全链紧急停机的方式,从主动及被动两方面均作了严格的安全防护措施。

附图说明

[0051] 图 1 为现有技术中风电机组电压跌落装置一次主接线图。

[0052] 图 2 为本发明提供的风电机组低电压穿越测试设备的控制系统示意图。

[0053] 图 3 为本发明提供的智能控制器前面板设计。

[0054] 图 4 为本发明提供的自动控制逻辑流程图一。

[0055] 图 5 为本发明提供的自动控制逻辑流程图二。

[0056] 图 6 为本发明提供的自动控制逻辑流程图三。

[0057] 图 7 为本发明提供的自动控制逻辑流程图四。

[0058] 图 8 为本发明提供的跌落测试动作时序图。

[0059] 图 9 为本发明提供的安全链系统逻辑图。

具体实施方式

[0060] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0061] 本实施例的风电机组电压跌落装置一次主接线图如图 1 所示,其主要包括开关柜和电抗器,电抗器包括短路电抗器和限流电抗器。本实施例提供一种风电机组低电压穿越测试设备(即为电压跌落装置)的控制系统及其控制方法,对风电机组进行低电压穿越能力测试。

[0062] 风电机组低电压穿越测试设备的控制系统逻辑上包括数据采集系统、就地监控系统、远程监控系统及中央处理系统等四个部分,如附图 2 所示。中央处理系统分别与数据采集系统、就地监控系统和远程监控系统连接;数据采集系统采集被测风电机组的电气量与状态量;就地监控系统对测试设备运行状态进行监控与指示;中央处理系统采集风电机组及测试设备的运行状态并进行集中运算处理,同时与远程监控系统进行测试数据及三遥信息的交互传输。

[0063] 其中:

[0064] 1 中央处理系统设计

[0065] 中央处理系统智能控制器实现测试设备运行状态信息和测试风电机组运行状态信息的采集,通过对相应信息的逻辑判断与处理,实现测试设备智能逻辑控制。

[0066] 1.1 中央处理系统智能控制器硬件设计

[0067] 智能控制器硬件平台核心采用先进的 Renesas 公司工业级 32 位总线微控制器,集成度高,抗干扰能力强,运行速度快,功耗低。控制器使用采用独立的 ADI 公司 14 位 A/D 转换采样芯片,实现模拟量采集。

[0068] 结构设计方面,控制器内部各板卡强弱电回路、开入开出回路合理布局,采用槽轨插拔式安装,方便板卡的更换与维护。采用高屏蔽性的电位一体机箱,电气隔离和电磁屏蔽设计符合国际标准,确保装置的硬件系统具有极高的抗干扰能力。采用高分辨率液晶屏幕显示,清晰度高,显示内容全面直观;薄膜按键美观耐用,使现场实时观察、维护、操作方便可行。智能控制器前面板设计如附图 3 所示。

[0069] 智能控制器性能参数如下:

[0070] 1、通讯接口:RS232;

[0071] 2、6 路 0-100V 电压信号;

[0072] 3、6 路 4-20mA 电流信号;

[0073] 4、20 路开关量输入通道;

[0074] 5、36 路开关量输出通道;

[0075] 6、模拟采样精度 0.5%;

[0076] 7、通道阶跃响应时间 <10ms;通道同步时间 <1ms;

[0077] 1.2 中央处理系统智能控制器软件设计

[0078] 中央处理系统智能控制器软件设计全面涵盖了测试设备多方面的应用需求,从安全、稳定、便捷、实用等角度出发,从安全闭锁防护到自动逻辑控制,都做了深入完善的架构设计。

[0079] 为实现测试过程的自动化控制,智能控制器操作系统中嵌入了四组自动控制逻辑,包括:“进集装箱操作控制逻辑”、“风电机组准备并网控制逻辑”、“风电机组并网控制逻辑”、“启动电压跌落测试控制逻辑”。依据测试设定参数,自动控制系统判断测试设备所处状态,通过控制逻辑自动将测试设备调整至设定的运行状态,并最终自动完成整个低电压穿越的测试过程。

[0080] 2 就地监控系统设计

[0081] 就地监控系统主要实现与开关柜组合和电抗器的信息交互与控制。就地监控系统包括安全链系统、状态信号指示系统和电抗器测温系统;

[0082] 就地监控系统采集电压跌落装置中全部开关柜组合的开关位置,并能在就地对开关柜进行独立遥控操作。同时,就地监控系统监测开关柜绝缘气体压力、温度、湿度等运行参数,并可以对温湿度进行主动干预与调节,维护开关柜运行环境。

[0083] 就地监控系统的电抗器测温系统,通过 3 路红外线测温探头实时监测电抗器的本体温度。当电抗器温度超高后,就地监控系统告警并自动终止测试设备运行,保证电抗器运行安全。其红外测温探头的型号可为 IRTP300MS-TR。

[0084] 就地监控系统的安全链系统,包括 4 组自动电控门限开关与一组紧急停止按钮。当测试设备运行时,任何误操作触发门限开关动作后,安全链系统立即启动,断开测试设备与电网间的供电开关,将测试设备从高压电网中脱离,确保测试人员与测试设备的安全。紧急停止按钮用于任何情况下的手动紧急切出操作,增加测试设备的安全可控性。安全链系统逻辑见附图 9。本实施例的门限开关型号为施耐德 XCE-145。

[0085] 就地监控系统设计状态信号指示系统,通过判断开关柜组合中各个开关的分合位置,将测试设备分位四种运行状态,即“进集装箱操作状态”、“风机准备并网状态”、“风机并网发电状态”及“系统紧急停止状态”,并分别用绿闪、橙色、红色以及红闪四种信号灯分别指示,测试人员可以根据信号灯判断测试所处的系统运行状态,增强测试设备安全可视性。本实施例的状态信号指示系统为信号指示灯,其型号为施耐德 XVB-C。

[0086] 3 远程监控系统

[0087] 包括服务器和液晶显示屏,通过远程监控系统,测试人员可以在远离高压测试设备的地方对测试设备进行监测与控制,从地理隔离的层面保证了测试人员的绝对安全。

[0088] 远程监控系统通过 RS232 通讯模式与智能控制器交互通讯,通讯系统稳定可靠。为了减少高压设备的电磁干扰对通讯设备的影响,远程监控系统采用了多模光纤作为传输媒介,彻底隔离电磁干扰,提高了远程监控系统的抗干扰性。

[0089] 为力争操作便捷实用,远程监控软件将控制系统中实时信息全部集成在一个主界面显示。主界面中显示的测试设备一次电路图中,包含所有断路器、隔离刀闸及接地刀闸的分合位置,每个开关位置均可以独立遥控操作。

[0090] 主界面中还包括:

[0091] (1) 实时显示 6 路电压二次值的对话框,其用于判断电网电压运行水平;

[0092] (2) 实时显示温度的温度框 T1~T3,其用于监控测试设备主要功能器件电抗器的实时温度,防止其超温损坏;

[0093] (3) 紧急事项报警框,用于监视影响设备运行安全的重要信号状态,当出现安全故障时,报警框警示操作人员立即停止试验,进行安全检查,确保测试设备运行安全;

[0094] (4) 智能控制器软件设计了独立的控制对话框,以防止误操作。控制界面中逻辑控制部分包含 4 种逻辑自动控制操作方式,分别执行不同的自动逻辑控制,使测试设备自动完成整个测试动作。跌落测试参数设置框中,可以由操作员设定自动逻辑控制中各个时序的操作时长,方便进行不同类型的跌落测试。

[0095] 4 数据采集系统

[0096] 数据采集系统的主要功能如下:

[0097] (1) 数据采集。采用 24 位高速数据采集设备,采样率高达 200KHz,采集设备配备 16 路采集通道,用以采集风电机组电流、电压、风速、转速、桨矩角以及开关状态等多种数据,依据采集数据的特征,采集通道可以分别独立设置滤波器类型及通带范围。采集的数据可利用多窗口进行监视,具有移动光标显示数据功能。通过通道的数学计算,可显示处理后的实时值、平均值、有效值等多种数据类型。

[0098] (2) 数据存储与导出。可选电平、时间、频率为触发信号,触发记录采集数据。触发条件可选沿触发、滤波沿触发、脉冲宽度触发、斜率触发、窗触发及窗与脉冲宽度组合等多种触发方式。也可手动触发。启动文件存储。文件可以多种格式输出:Text、Excel、Flexpro、Matlab、Famos、Wave 等格式。存储容量高达 500GB。

[0099] (3) 数据分析与输出。所有测试数据实时存储,可以重放,选择,分析,打印。

[0100] 数据采集系统可为传感器。

[0101] 根据上述控制系统,本实施例提出一种控制方案,进行测试时,所述中央处理系统控制开关柜组合,通过控制断路器实现限流电抗器与短路电抗器的投入与退出,在风电机

组并网点制造出电压跌落状态,并通过所述就地监控系统监控开关柜组合的运行状态、电抗器实时温度、安全链系统状态和状态信号指示,并将监控的数据传给所述中央处理系统;所述数据采集系统采集风电机组的测试数据并传给所述中央处理系统,通过数据分析,判断风电机组是否具备低电压穿越能力。

[0102] 中央处理系统控制开关柜组合的过程中,中央处理系统先判断测试设备的状态,通过逻辑控制调整至电压跌落状态。

[0103] 本实施例的测试设备分为进集装箱操作状态、风机准备并网状态、风机并网发电状态和系统紧急停止状态。根据相应的状态,中央处理系统进行相应的逻辑控制,用于模拟风电场的电压跌落,其逻辑控制如图 4- 图 7 所示,包括:

[0104] 对于进集装箱操作控制逻辑:

[0105] 断开断路器 CB3、CB2 和 CB1;

[0106] 断开隔离刀闸 S2 和 S1;

[0107] 闭合接地刀闸 G2 和 G1 ;且

[0108] 闭合断路器 CB2 和 CB1;

[0109] 对于风电机组准备并网控制逻辑:

[0110] 断开接地刀闸 G2 和 G1;

[0111] 断开断路器 CB3、CB2 和 CB1;

[0112] 闭合隔离刀闸 S2 和 S1 ;且

[0113] 闭合断路器 CB2;

[0114] 对于风电机组并网控制逻辑:

[0115] 断开断路器 CB3 ;且

[0116] 闭合断路器 CB1;

[0117] 对于启动电压跌落控制逻辑:

[0118] 延时启动测试时间 t_1 ;

[0119] 断开断路器 CB2;

[0120] 延时限流电抗器投入时间 t_2 ;

[0121] 闭合断路器 CB3;

[0122] 延时短路电抗器投入时间 t_3 ;

[0123] 断开断路器 CB3;

[0124] 延时限流电抗器退出时间 t_4 ;且

[0125] 闭合断路器 CB2。

[0126] 通过上述控制,电压跌落装置的电抗器动作时序如图 8 所示。当模拟出风电场的电压跌落的现象后,数据采集系统采集风电机组的相关测试数据,包括发电机转子侧 R 点的三相电压、三相电流,变流器直流侧 C 点直流电压,网侧变流器 L 点三相电流、风电机组出口处 T 点三相电压、三相电流,非电量有风速信号 V_{wind} ,风电机组桨矩角,发电机机械转速 ω_r ,风电机组并网开关 S 的分合位置信号,通过数据分析,判断风电机组是否具备低电压穿越能力。

[0127] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然

可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

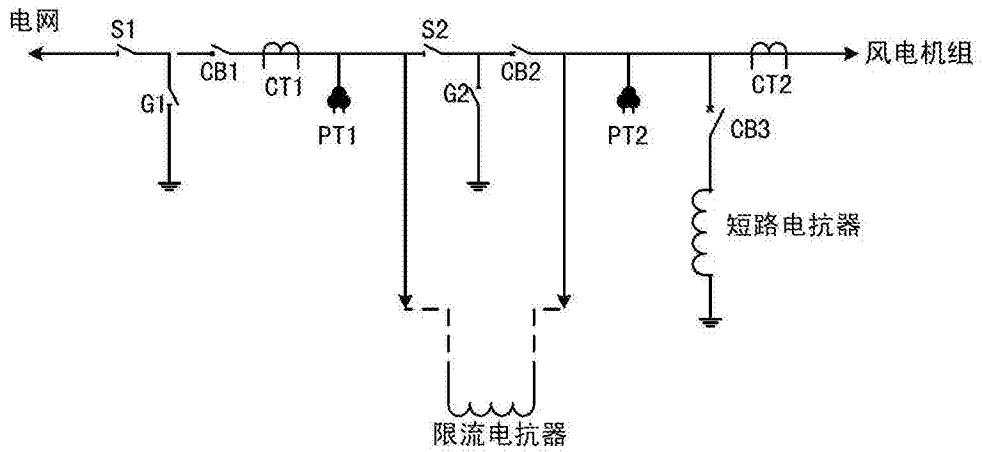


图 1

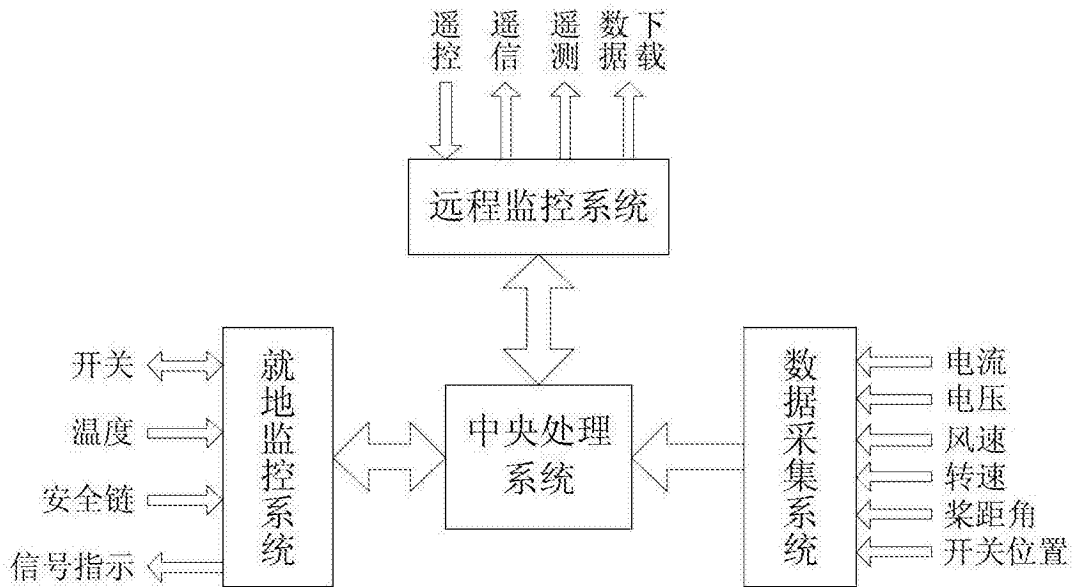


图 2

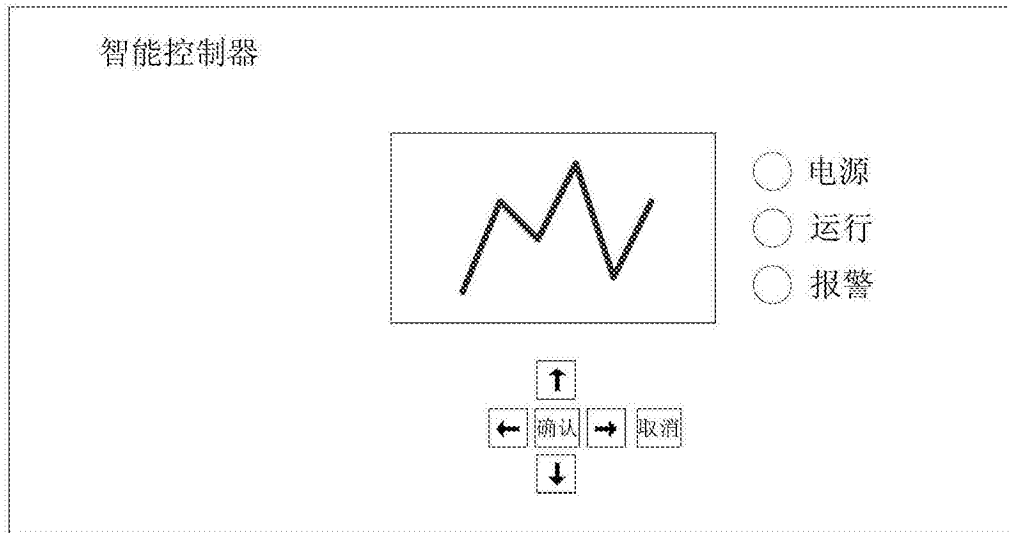


图 3

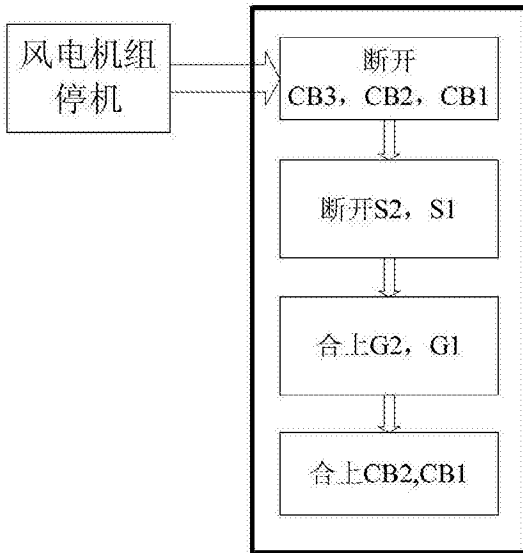


图 4

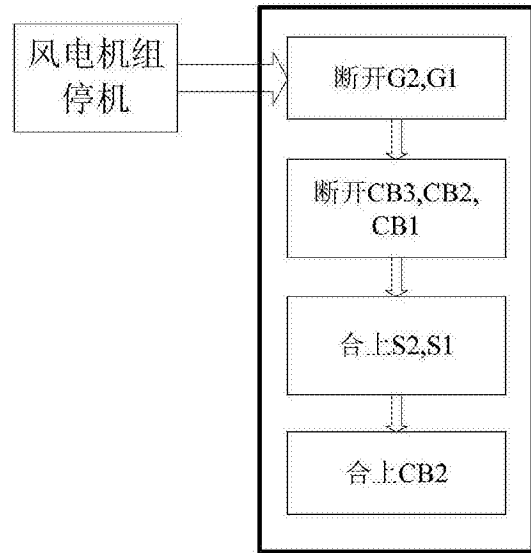


图 5

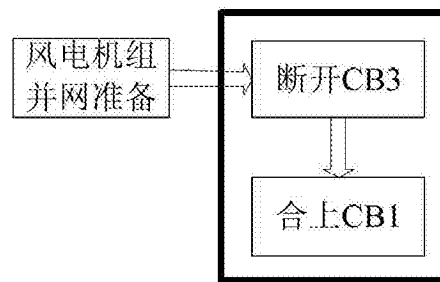


图 6

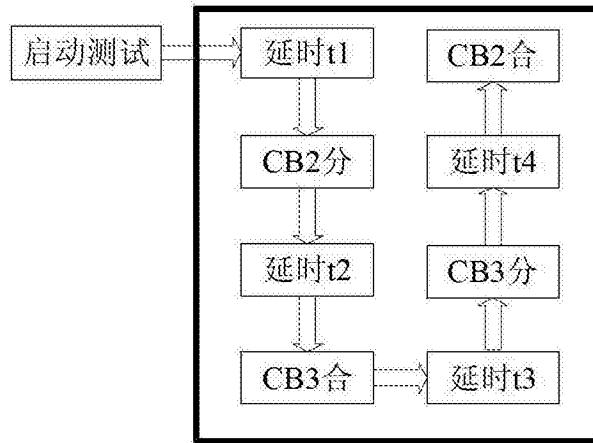


图 7

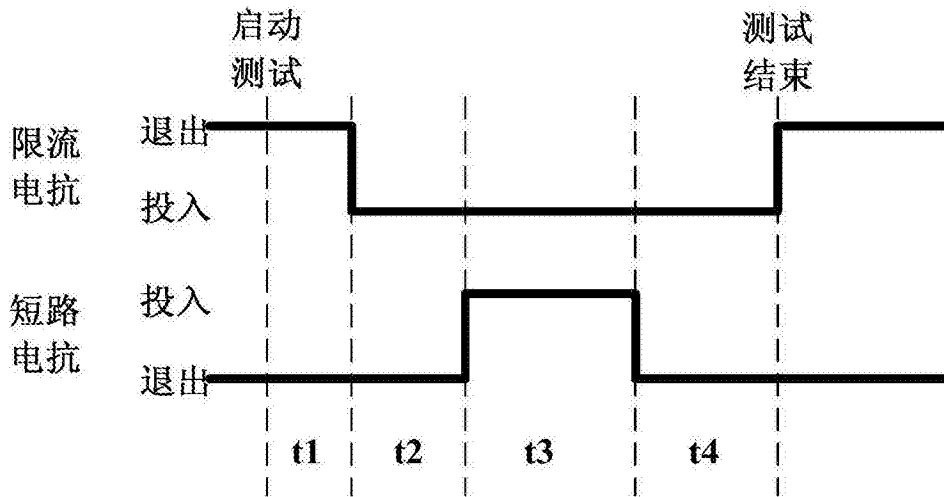


图 8

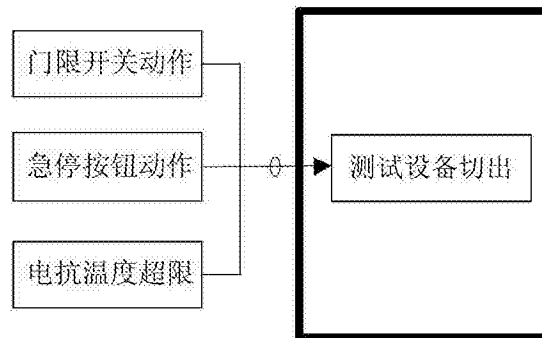


图 9