



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111650458 B

(45) 授权公告日 2022.06.28

(21) 申请号 202010516487.4

G01R 29/08 (2006.01)

(22) 申请日 2020.06.09

G01D 21/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111650458 A

(56) 对比文件

CN 109660018 A, 2019.04.19

(43) 申请公布日 2020.09.11

CN 109660018 A, 2019.04.19

(73) 专利权人 南京师范大学

CN 107026481 A, 2017.08.08

地址 210046 江苏省南京市栖霞区文苑路1号

CN 107490748 A, 2017.12.19

(72) 发明人 王维 许晨进 曾振炜 王勘恣
王琦

CN 209150787 U, 2019.07.23

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

CN 103904697 A, 2014.07.02

专利代理人 徐红梅

CN 103887899 A, 2014.06.25

(51) Int.Cl.

CN 110829619 A, 2020.02.21

G01R 31/00 (2006.01)

CN 205898895 U, 2017.01.18

CN 105553119 A, 2016.05.04

审查员 尤茜

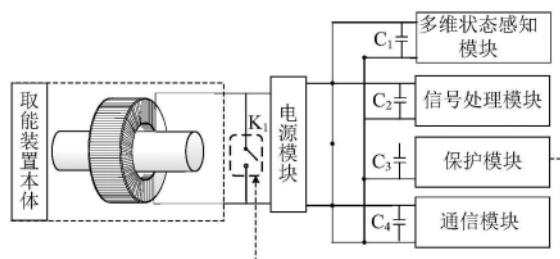
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种输电线路自供能型取能装置及其多维状态监测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种输电线路自供能型取能装置及其多维状态监测方法，取能装置安装在输电线路高压侧，包括取能装置本体和取能本体监测装置，取能装置本体为环状磁芯，通过采集输电线路电磁能为取能本体监测装置持续供能。取能本体监测装置安装在取能装置本体上，用于监测取能装置本体的运行状态，监测方法根据取能装置本体敏感参数波动采取电路制-启动措施，调整或切断取能装置本体与受能端的连接，取能本体监测装置还将取能装置本体的运行状态上传监控终端。本发明填补了现有输电线路感应取能装置状态自感知技术和远程数据传输技术匮乏等空白，为智能互联时代的构建提供信息收集、状态感知和设备评估等技术支持，具有很好的经济性和实用性。



1. 一种输电线路自供能型取能装置，其特征在于，该取能装置安装在输电线路高压侧，包括取能装置本体和取能本体监测装置，取能装置本体为环状磁芯，通过采集输电线路电磁能为取能本体监测装置持续供能；取能本体监测装置安装在取能装置本体上，用于监测取能装置本体的运行状态，根据取能装置本体敏感参数波动采取电路制-启动措施，调整或切断取能装置本体与监测装置的连接，取能本体监测装置还将取能装置本体的运行状态上传监控终端；

取能本体监测装置包括电源模块、多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块、第一超级电容C₁、第二超级电容C₂、第三超级电容C₃、第四超级电容C₄和开关K₁，取能装置本体二次侧线圈与电源模块输入端并联连接有开关K₁，电源模块输出端并联连接有第一超级电容C₁、第二超级电容C₂、第三超级电容C₃和第四超级电容C₄；开关K₁处于常开状态，取能装置本体二次侧取能线圈通过电源模块向所有超级电容充电，同时向多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块和通信模块供能；当取能装置本体运行状态异常时，开关K₁闭合，取能装置本体二次侧取能线圈短接，取能装置本体不再向监测装置供能，第一超级电容C₁为多维状态感知模块供电，第二超级电容C₂为信号处理模块供电，第三超级电容C₃为保护模块供电，第四超级电容C₄为通信模块供电；多维状态感知模块用于感知取能装置本体的工作状态，信号处理模块采集多维状态感知模块数据并将信号模拟量直接传递给保护模块，若有故障时，保护模块控制开关K₁闭合，切断取能本体监测装置与取能装置本体的连接，取能装置本体二次侧取能线圈短接，同时多维状态感知模块数据的模拟量信号经A/D转换电路调制为数字量传递给通信模块；通信模块将取能装置本体感知元件的监测数据统一打包并上传至监控终端；

保护模块包含给定单元与取样单元，给定单元包括取能装置本体极端工作条件下多项阈值，取样单元采集信号处理模块输出的模拟量信号；当取能装置本体的磁芯温度与二次侧电流大于设定阈值或绝缘层老化被击穿时，保护模块控制开关K₁闭合，取能装置本体二次侧取能线圈短接，切断取能装置本体供能，各个超级电容分别给多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置补给能量。

2. 根据权利要求1所述的输电线路自供能型取能装置，其特征在于，电源模块包括整流电路、滤波电路和多路输出电路，整流电路输入端与取能装置本体的二次侧取能线圈输出端连接，采用桥式整流电路将二次侧交流电转化成直流电输出至滤波电路，滤波电路采用低通滤波电路滤除高频信号，然后输出至多路输出电路，多路输出电路包括多个不同电压等级输出的直流变换器，直流变换器的输出端均与多维状态感知模块、信号处理模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置的电能输入端相连，且各模块工作电压与对应直流变换器输出大小吻合。

3. 根据权利要求1所述的输电线路自供能型取能装置，其特征在于，多维状态感知模块包括温度传感器、湿度传感器、电场传感器和电流传感器，温度传感器用于检测取能装置本体的温度数据，湿度传感器用于检测取能装置本体的湿度数据，电场传感器用于检测取能装置本体的电场强度，电流传感器测量取能装置本体的二次侧取能线圈的电流大小。

4. 根据权利要求1所述的输电线路自供能型取能装置，其特征在于，信号处理模块包括信号放大电路与A/D转换电路，信号放大电路采用运算放大器组件调整多维状态感知模块输出信号强度并分两路输出模拟量信号，将一路模拟量信号输入保护模块，同时将另一路

模拟量信号输出至A/D转换电路,A/D转换电路将放大信号模拟量转为数字量,同时,将该数字量信号输出至通信模块。

5.根据权利要求1所述的输电线路自供能型取能装置,其特征在于,通信模块包括近场通信模块、协调器、微处理器和5G远程通信模块,近场通信模块输入端与信号处理模块输出端有线连接,协调器与近场通信模块采用Zigbee近场通信方式连接,并汇总信号处理模块输出信号,微处理器与协调器有线连接并通过无线传输的方式将采样数据发送给所述5G远程通信模块。

6.根据权利要求1所述的输电线路自供能型取能装置,其特征在于,该装置还包括输电线路其他在线监测装置,该输电线路其他在线监测装置通过取能本体监测装置的电源模块供电,且输电线路其他在线监测装置与取能本体监测装置的电源模块之间还并联连接有第五超级电容C₅。

7.一种权利要求1-6任一项所述输电线路自供能型取能装置的多维状态监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)装置上电:电源模块为不同电压等级的多维状态感知模块、信号处理模块和通信模块和输电线路其他在线监测装置实时供电;

(2)多维状态感知模块监测取能装置本体运行状态,采集感应取能装置本体温度、湿度、电场强度、电流的信号;

(3)信号处理模块将多维状态感知模块监测到的取能装置本体温度、湿度、电场强度、电流的信号进行处理,首先经过信号放大电路放大输入信号,然后分两路输出模拟量信号,一路模拟量信号输入保护模块,另一路模拟量信号输出至A/D转换电路,采用A/D转换电路将放大信号模拟量转为数字量,同时,将该数字量信号输出至通信模块;

(4)保护模块的取样单元采集信号处理模块输出的模拟量信号,然后将该信号与给定单元中的阈值进行对比,当取能装置本体非正常运行时实施故障动作措施,即当取能装置本体的磁芯温度与二次侧电流大于设定阈值或绝缘层老化被击穿时,保护模块控制开关K₁闭合,取能装置本体二次侧取能线圈短接,切断取能装置本体供能,各个超级电容分别给多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置补给能量;

(5)将信号处理模块输出的原信号数字量通过Zigbee无线通信模块发送给协调器汇总,经微处理器处理后打包发送给所述5G远程通信模块,最后将取能装置本体多维状态感知信息上传至监控终端。

一种输电线路自供能型取能装置及其多维状态监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输电线路感应取能技术,特别涉及一种输电线路自供能型取能装置及其多维状态监测方法。

背景技术

[0002] 输电线路智能感知元件的传统供能方式主要通过UPS或蓄电池完成能量补给,同时自然环境取能和人为能量供给也存在地理环境、制造成本、运维检修、能量来源的制约因素,难以大面积推广和使用,线路电场感应取能凭借其稳定、低廉的特点成为较为合适的能力补给方式,但取能装置大多安装在无人值守的架空线上,野外和高空环境的恶劣性加大了人工巡检的难度,作为线路传感网的供能端,感应取能装置自身运行状态的监测显得尤为迫切和需要。此外,无线通信模块作为连接感知端和监控终端之间的桥梁,其能量支撑、传输速率、传输时效性等关键问题也亟待解决和优化。

发明内容

[0003] 发明目的:本发明的一个目的是提供一种输电线路自供能型取能装置。

[0004] 本发明的另一个目的是提供一种所述输电线路自供能型取能装置的多维状态监测方法。

[0005] 技术方案:本发明的输电线路自供能型取能装置,该取能装置安装在输电线路高压侧,包括取能装置本体和取能本体监测装置,取能装置本体为环状磁芯,通过采集输电线路电磁能为监测装置持续供能;取能本体监测装置安装在取能装置本体上,用于监测取能装置本体的运行状态,根据取能装置本体敏感参数波动采取电路制-启动措施,调整或切断取能装置本体与监测装置的连接,取能本体监测装置还将取能装置本体的运行状态上传监控终端。

[0006] 优选的,取能本体监测装置包括电源模块、多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块、第一超级电容C₁、第二超级电容C₂、第三超级电容C₃、第四超级电容C₄和开关K₁,取能装置本体二次侧线圈与电源模块输入端并联连接有开关K₁,电源模块输出端并联连接有第一超级电容C₁、第二超级电容C₂、第三超级电容C₃和第四超级电容C₄;开关K₁处于常开状态,取能装置本体二次侧取能线圈通过电源模块向所有超级电容充电,同时向多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块和通信模块供能;当取能装置本体运行状态异常时,开关K₁闭合,取能装置本体二次侧取能线圈短接,取能装置本体不再向监测装置供能,第一超级电容C₁为多维状态感知模块供电,第二超级电容C₂为信号处理模块供电,第三超级电容C₃为保护模块供电,第四超级电容C₄为通信模块供电;多维状态感知模块用于感知取能装置本体的工作状态,信号处理模块采集多维状态感知模块数据并将信号模拟量直接传递给保护模块,若有故障时,保护模块控制开关K₁闭合,切断取能本体监测装置与取能装置本体的连接,取能装置本体二次侧取能线圈短接,同时多维状态感知模块数据的模拟量信号经A/D转换电路调制为数字量传递给通信模块;通信模块将取能装置本体感知元件的监测

数据统一打包并上传至监控终端。

[0007] 优选的，电源模块包括整流电路、滤波电路和多路输出电路，整流电路输入端与取能装置本体的二次侧取能线圈输出端连接，采用桥式整流电路将二次侧交流电转化成直流电输出至滤波电路，滤波电路采用低通滤波电路滤除高频信号，然后输出至多路输出电路，多路输出电路包括多个不同电压等级输出的直流变换器，直流变换器的输出端均与多维状态感知模块、信号处理模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置的电能输入端相连，且各模块工作电压与对应直流变换器输出大小吻合。

[0008] 优选的，多维状态感知模块包括温度传感器、湿度传感器、电场传感器和电流传感器，温度传感器用于检测取能装置本体的温度数据，湿度传感器用于检测取能装置本体的湿度数据，电场传感器用于检测取能装置本体的电场强度，电流传感器测量取能装置本体的二次侧取能线圈的电流大小。

[0009] 优选的，信号处理模块包括信号放大电路与A/D转换电路，信号放大电路采用运算放大器组件调整多维状态感知模块输出信号强度并分两路输出模拟量信号，将一路模拟量信号输入保护模块，同时将另一路模拟量信号输出至A/D转换电路，A/D转换电路将放大信号模拟量转为数字量，同时，将该数字量信号输出至通信模块。

[0010] 优选的，保护模块包含给定单元与取样单元，给定单元包括取能装置本体极端工作条件下多项阈值，取样单元采集信号处理模块输出的模拟量信号；当取能装置本体的磁芯温度与二次侧电流大于设定阈值或绝缘层老化被击穿时，保护模块控制开关K₁闭合，取能装置本体二次侧取能线圈短接，切断取能装置本体供能，各个超级电容分别给多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置补给能量。

[0011] 优选的，通信模块包括近场通信模块、协调器、微处理器和5G远程通信模块，近场通信模块输入端与信号处理模块输出端有线连接，协调器与近场通信模块采用Zigbee近场通信方式连接，并汇总信号处理模块输出信号，微处理器与协调器有线连接并通过无线传输的方式将采样数据发送给所述5G远程通信模块。

[0012] 优选的，该装置还包括输电线路其他在线监测装置，该输电线路其他在线监测装置通过取能本体监测装置的电源模块供电，且输电线路其他在线监测装置与取能本体监测装置的电源模块之间还并联连接有第五超级电容C₅。

[0013] 所述输电线路自供能型取能装置的多维状态监测方法，包括以下步骤：

[0014] (1) 装置上电：电源模块为不同电压等级的多维状态感知模块、信号处理模块和通信模块和输电线路其他在线监测装置实时供电；

[0015] (2) 多维状态感知模块监测取能装置本体运行状态，采集感应取能装置本体温度、湿度、电场强度、电流的信号；

[0016] (3) 信号处理模块将多维状态感知模块监测到的取能装置本体温度、湿度、电场强度、电流的信号进行处理，首先经过信号放大电路放大输入信号，然后分两路输出模拟量信号，一路模拟量信号输入保护模块，另一路模拟量信号输出至A/D转换电路，采用A/D转换电路将放大信号模拟量转为数字量，同时，将该数字量信号输出至通信模块；

[0017] (4) 保护模块的取样单元采集信号处理模块输出的模拟量信号，然后将该信号与给定单元中的阈值进行对比，当取能装置本体非正常运行时实施故障动作措施，即当取能装置本体的磁芯温度与二次侧电流大于设定阈值或绝缘层老化被击穿时，保护模块控制开

关K₁闭合，取能装置本体二次侧取能线圈短接，切断取能装置本体供能，各个超级电容分别给多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置补给能量；

[0018] (5) 将信号处理模块输出的原信号数字量通过Zigbee无线通信模块发送给协调器汇总，经微处理器处理后打包发送给所述5G远程通信模块，最后将取能装置本体多维状态感知信息上传至监控终端。

[0019] 有益效果：与现有技术相比，本发明能够实现线路感应取能装置的自身运行状态监测并享有设备保护模式，基于成熟的Zigbee近场通信与跨时代的5G远程通信技术完成电气设备与监控终端的远程互联。同时所述感知元件及各项协同工作模块均能满足自供电需求，极大降低了电网的运维成本。

附图说明

[0020] 图1是本发明取能装置的一种结构框图；

[0021] 图2是本发明取能装置的另一种结构框图；

[0022] 图3是本发明装置的监测方法流程图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施例对本发明作更进一步的说明。

[0024] 本发明提出的线路感应取能装置结合智能感知技术可对本体多维状态进行监测，并通过近场Zigbee无线通信模块与远端5G通信技术的有机结合实现低成本、高速率和低延迟的源-终端远程互联技术，在此基础上，对所述感知元件及各项协同工作模块提供自供电功能，提高电力设备使用寿命，保障电力系统安全稳定运行。

[0025] 如图1和图3所示，一种输电线路自供能型取能装置，安装在输电线路高压侧，包括取能装置本体和取能本体监测装置，取能装置本体为环状磁芯，通过采集输电线路电磁能为取能本体监测装置持续供能；取能本体监测装置安装在取能装置本体上，用于监测取能装置本体的运行状态，取能本体监测装置包括电源模块、多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块、第一超级电容C₁、第二超级电容C₂、第三超级电容C₃、第四超级电容C₄和开关K₁，电源模块输入端与取能装置本体二次侧取能线圈输出端连接，取能装置本体二次侧线圈与电源模块并联连接有开关K₁，电源模块输出端并联连接有第一超级电容C₁、第二超级电容C₂、第三超级电容C₃和第四超级电容C₄，第一超级电容C₁两端并联连接有多维状态感知模块，第二超级电容C₂两端并联连接有信号处理模块，第三超级电容C₃两端并联连接有保护模块，第四超级电容C₄两端并联连接有通信模块；开关K₁处于常开状态，取能装置本体二次侧取能线圈通过电源模块向所有超级电容充电，同时向多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块和通信模块供能；当取能装置本体运行状态异常时，开关K₁闭合，取能装置本体二次侧取能线圈短接，当开关K₁闭合即取能电源断开（取能本体监测装置与取能装置本体断开）期间，第一超级电容C₁为多维状态感知模块供电，第二超级电容C₂为信号处理模块供电，第三超级电容C₃为保护模块供电，第四超级电容C₄为通信模块供电，多维状态感知模块用于感知取能装置本体的工作状态，信号处理模块采集多维状态感知模块数据并将信号模拟量直接传递给保护模块；若有故障时，保护模块控制开关K₁闭合，切断监测装置与取

能装置本体的连接,取能装置本体二次侧取能线圈短接,同时多维状态感知模块数据的模拟量信号经A/D转换电路调制为数字量传递给通信模块;通信模块将取能装置本体感知元件(多维状态感知模块)的监测数据统一打包并上传至监控终端。

[0026] 所述电源模块包括整流电路、滤波电路和多路输出电路。所述整流电路输入端与取能装置本体的二次侧取能线圈输出端连接,采用桥式整流电路将二次侧交流电转化成直流电输出至滤波电路;所述滤波电路采用低通滤波电路滤除高频信号,然后输出至多路输出电路;所述多路输出电路包括多个不同电压等级输出的直流变换器,所述直流变换器的输出端均与所述多维状态感知模块、所述信号处理模块、所述通信模块和所述输电线路其他在线监测装置的电能输入端相连,且各模块工作电压与对应直流变换器输出大小吻合。

[0027] 所述多维状态感知模块包括温度传感器、湿度传感器、电场传感器和电流传感器,温度传感器用于检测取能装置本体的温度数据,湿度传感器用于检测取能装置本体的湿度数据,电场传感器用于检测取能装置本体的电场强度,电流传感器测量取能装置本体的二次侧取能线圈的电流大小。

[0028] 所述信号处理模块包括信号放大电路与A/D转换电路,信号放大电路采用运算放大器组件调整多维状态感知模块输出信号强度并分两路输出模拟量信号,将一路模拟量信号输入保护模块,同时将另一路模拟量信号输出至A/D转换电路,A/D转换电路型号为ADS9224R,A/D转换电路将放大信号模拟量转为数字量,同时,将该数字量信号输出至通信模块。

[0029] 所述保护模块包含给定单元与取样单元,所述给定单元包括取能装置本体极端工作条件下多项阈值,具体表现为绝缘能力、工作温度、环境湿度和副边电流等参数。所述取样单元包括所述信号处理模块输出的模拟量信号。当取能装置本体的磁芯温度与二次侧电流大于设定阈值或绝缘层老化被击穿时,保护模块控制开关K₁闭合,取能装置本体二次侧取能线圈短接,切断取能装置本体供能,各个超级电容分别给多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置补给能量。

[0030] 保护措施具体表现为:当取能装置本体长时间处于深度饱和时,通过所述温度传感器采样量可及时调整或切断供能,或因装置老化而导致的绝缘能力降低时,所述电场传感器结合所述温度传感器和所述湿度传感器采样量综合评估感应取能装置的绝缘性能是否弱化,为取能装置的更换及调整提供预警机制。

[0031] 所述通信模块包含近场通信模块、协调器、微处理器和远程通信模块,所述近场通信模块采用Zigbee无线通信模块,所述Zigbee无线通信模块与所述信号处理模块输出端有线连接;所述协调器采用CC2530作为主控芯片并与所述近场通信模块无线连接;所述微处理器与所述协调器有线连接并将采样数据发送给所述远程通信模块;所述远程通信模块采用5G无线通信模块。

[0032] 如图2所示,取能装置还包括输电线路其他监测装置,取能本体监测装置的电源模块输出端还并联有第五超级电容C₅,第五超级电容C₅两端并联连接输电线路其他监测装置,开关K₁处于常开状态时,取能装置本体二次侧取能线圈通过电源模块向第五超级电容C₅充电,同时向输电线路其他在线监测装置供能;当取能装置本体运行状态异常时,开关K₁闭合,取能装置本体二次侧取能线圈短接,第五超级电容C₅为输电线路其他监测装置供电。

[0033] 如图3所示,所述输电线路自供能型取能装置的多维状态监测方法,主要包括以下

步骤：

[0034] (1) 装置上电：电源模块为不同电压等级的所述多维状态感知模块、信号处理模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置实时供电；

[0035] (2) 多维状态感知模块监测取能装置本体运行状态，采集感应取能装置本体温度、湿度、电场强度和电流信号；

[0036] (3) 信号处理模块将多维状态感知模块监测到的取能装置本体温度、湿度、电场强度、电流的信号进行处理，首先经过信号放大电路放大输入信号(即将微弱感知信号进行放大)，然后分两路输出模拟量信号，一路模拟量信号(各传感单元采样模拟量)输入保护模块，另一路模拟量信号输出至A/D转换电路，采用A/D转换电路将放大信号模拟量转为数字量(各传感单元采样数字量)，同时，将该数字量信号输出至通信模块；

[0037] (4) 保护模块的取样单元采集信号处理模块的输出信号，然后将该信号与给定单元中的阈值进行对比，当取能装置本体非正常运行时实施故障动作措施，即当取能装置本体的磁芯温度与二次侧电流大于设定阈值或绝缘层老化被击穿时，保护模块控制开关K₁闭合，取能装置本体二次侧取能线圈短接，切断取能装置本体供能，各个超级电容分别给多维状态感知模块、信号处理模块、保护模块、通信模块和输电线路其他在线监测装置补给能量；

[0038] (5) 将信号处理模块输出的原信号数字量通过近场通信模块(Zigbee无线通信模块)发送给协调器汇总，经微处理器处理后打包发送给所述5G通信模块，最后将取能装置本体多维状态感知信息上传至监控终端。

[0039] 本发明的取能装置中，取能装置本体通过电源模块为不同电压等级的协同工作模块实时供电，多维状态感知模块采集线路感应取能装置温度、湿度、电场强度、电流的信号，信号处理模块对微弱感知信号进行放大及A/D转换处理，保护模块可及时根据取能装置敏感参数波动采取电路制-启动措施，通信模块将感应取能装置多维状态感知信息上传至监控终端，有效监控感应取能装置的本体运行状态。本发明填补了现有线路感应取能装置状态自感知和远程数据传输技术匮乏等空白，为智能互联时代的构建提供信息收集、状态感知和设备评估等技术支持，具有很好的经济性和实用性。

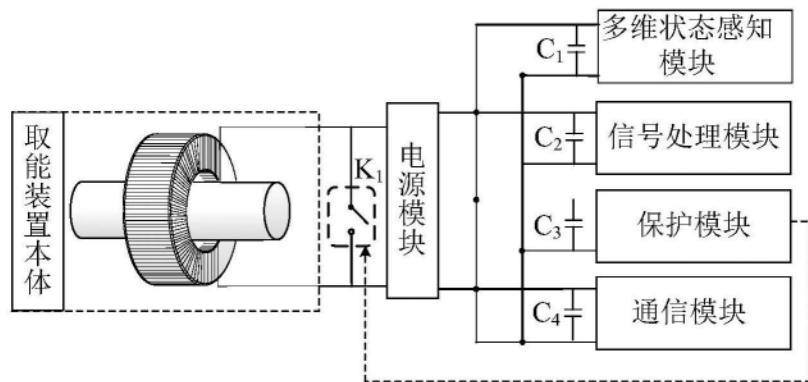


图1

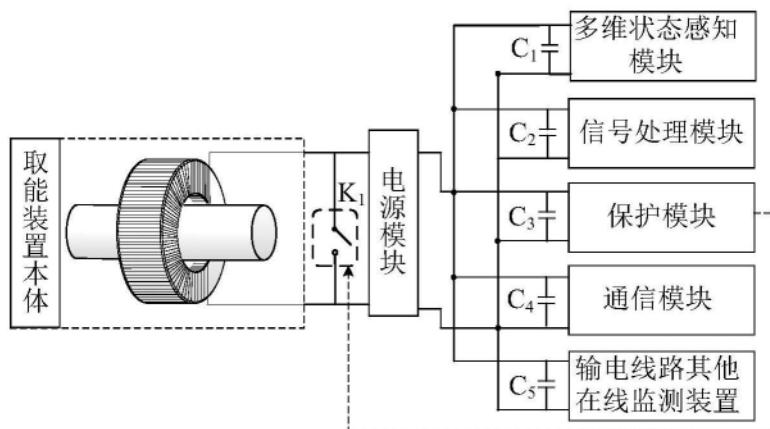


图2

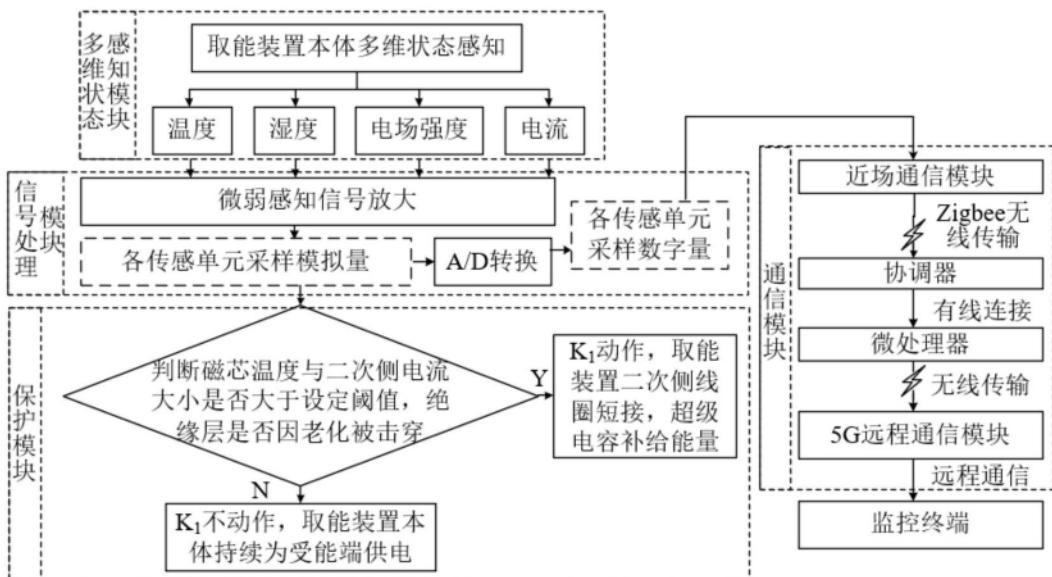


图3