

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720086342.5

G08C 17/00 (2006.01)

G01R 31/00 (2006.01)

G01R 31/02 (2006.01)

G01R 31/08 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008年9月10日

[11] 授权公告号 CN 201111704Y

[22] 申请日 2007.8.7

[21] 申请号 200720086342.5

[73] 专利权人 刘 熠

地址 430070 湖北省武汉市洪山区卓刀泉南路164号

[72] 发明人 刘 熠

[74] 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司

代理人 王守仁

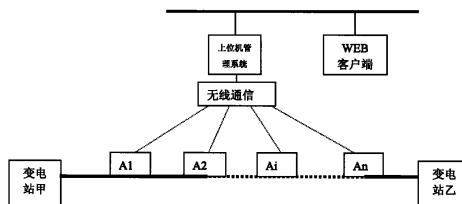
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

[54] 实用新型名称

输电线路雷击跳闸事故性质识别系统

[57] 摘要

本实用新型涉及输电线路雷击跳闸事故性质识别，提供了一种输电线路雷击跳闸事故性质识别系统。该系统包括现场监测装置和上位机，现场监测装置包括电源单元、电流传感器单元、数据采集与处理单元以及通信单元，电流传感器单元、数据采集与处理单元、通信单元均与电源单元相连，电流传感器的输出端接至数据采集与处理单元的输入端，数据采集与处理单元的输出端接至通信单元的输入端；现场监测装置通过无线通信技术与上位机建立通信连接。该系统工程量和维护量小，监测自动化程度高。



1、一种输电线路雷击跳闸事故性质识别系统，其特征在于：其包括现场监测装置和上位机，现场监测装置包括电源单元、电流传感器单元、数据采集与处理单元以及通信单元，电流传感器单元、数据采集与处理单元、通信单元均与电源单元相连，电流传感器单元的输出端接至数据采集与处理单元的输入端，数据采集与处理单元的输出端接至通信单元的输入端；现场监测装置通过无线通信技术与上位机建立通信连接。

2、如权利要求1所述的输电线路雷击跳闸事故性质识别系统，其特征在于：所述电源单元包括耦合变压器（1）和变换电路。

3、如权利要求1所述的输电线路雷击跳闸事故性质识别系统，其特征在于：所述电流传感器单元包括罗柯夫斯基线圈。

4、如权利要求1所述的输电线路雷击跳闸事故性质识别系统，其特征在于：所述通信单元采用GPRS通信系统或CDMA通信系统。

输电线路雷击跳闸事故性质识别系统

技术领域

本实用新型涉及电力系统雷电监测领域，特别是涉及输电线路雷击跳闸事故性质识别领域。

背景技术

在输电线路电压等级向超高压和特高压发展的今天，雷击事故仍然是引起输电线路故障开断的重要原因之一。绕击跳闸事故(雷电击中输电线路导线引起的跳闸)和反击跳闸事故(雷电击中输电线路的避雷线或杆塔)是输电线路雷击跳闸事故的两种不同类型。对两种类型雷击事故的防护措施也是有所不同的，除增强绝缘以及加装线路避雷器等共同思路外，对于绕击跳闸事故一般采取从加强输电线路屏蔽体系的屏蔽能力方面着手防护，而对于反击跳闸事故一般采取降低杆塔接地电阻的角度来加强防护。由于输电线路不同区段的微地理和微气象条件的差异，不同区段往往会呈现以某种雷击事故为主导的情况。因此有必要了解特定区段是容易遭受绕击跳闸还是反击跳闸，以便采取有针对性的防护措施。

雷电定位系统(见参考文献1)是大面积、全自动、实时监测雷电活动的计算机在线系统，能大面积实时探测并显示每次云对地雷击的位置、时间及雷电流幅值极性、回击次数等多项雷电参数。但由于雷电定位系统是针对二维地理平面而设计的，其原理是利用雷击对地闪络的空间场信号，而不是直接监测输电线路遭受雷击后沿线路传递的线路信号，因此在监测输电线路雷击信息时会出现一些失误或遗漏。在判断输电线路雷击跳闸事故类型时一般根据雷击电流的大小进行初步判断，但由于绕击事故的分散性和局部地形特征，如山坡地段较大雷电流的雷击也可能绕击导线而跳闸，这种判断只是一种粗略判断，存在较大误判可能。

“寻迹器技术”是目前国内外监测输电线路绕击与反击事故的常见方法。这种方法依靠在输电线路杆塔、避雷线上装设大量的磁钢棒记录输电线路遭受雷击时的雷电流幅值和方向，从而判断事故类型和位置。参考文献2对这种方法进行了总结。在对输电线路全线段监测时，这种方法需要装设大量的记录传感器，工程量和维护量大，同时无法实现监测的自动化，不具备实用性。

发明内容

本实用新型所要解决的技术问题是：提供一种输电线路雷击跳闸事故性质识别系统，该系统能够准确判断雷击输电线路跳闸的方式(绕击跳闸与反击跳闸)，工程量和维护量较小，监测自动化程度高。

本实用新型所采用的技术方案是：该输电线路雷击跳闸事故性质识别系统包括现场监测装置和上位机，现场监测装置包括电源单元、电流传感器单元、数据采集与处理单元以及通信单元，电流传感器单元、数据采集与处理单元、通信单元均与电源单元相连，电流传感器的输出端接至数据采集与处理单元的输入端，数据采集与处理单元的输出端接至通信单元的输入端；现场监测装置通过无线通信技术与上位机建立通信连接。

相对于现有技术，本系统具有以下优点：

- 1) 直接监测输电线路本体雷电波信号，识别故障类型准确；
- 2) 不用每基杆塔安装监测装置，每隔 10 公里左右安装一个点，可以实现少量装置对输电线路全线段的雷电特性监测；
- 3) 可以分区段实现输电线路雷击事故规律的统计，为雷电防护提供依据；
- 4) 实现了输电线路雷击事故监测统计的自动化、智能化和信息化。

附图说明

图 1 是绕击暂态波形典型特征图。

图 2 是反击暂态波形典型特征示意图。

图 3 是系统结构图。

图 4 是现场监测装置原理框图。

图 5 是现场监测装置的立体结构图。

图 6 是剖切面示意图。

图 7 是现场监测装置的轴向剖面图。

图 8 是耦合变压器结构图。

图 9 是电源模块变换电路的原理图。

图 10 是电流传感器的原理图。

图 11 是现场采集与处理单元的原理图。

图 12 是通信单元的原理图。

图 13 是上位机管理系统框图。

图 14 是上位机管理系统软件的流程图。

图 15 是具体实施例的示意图。

具体实施方式

大量的现场观测数据表明，虽然每一次雷击的雷电流波形都是不同的，但绝大多数雷电流波形都满足较短的波头时间和较长的波尾时间这一特征。绕击跳闸时，雷电流击中输电线路的导线引起闪络，该导线被击穿后雷电流经过较短的杆塔入地，由于杆塔波阻抗和地面反射波的作用，会使沿线路传输的雷电流波形有很陡峭的下降沿和随后较低的幅值，如图 1 所示；而反击跳闸时，雷电流击中避雷线或杆塔引起绝缘子串闪络跳闸，绝缘子串被击穿后，较长的雷电流波尾会分流进入输电线路的导线传播，该雷电流波形具有很陡的上升沿和相对缓慢下降的波尾，如图 2 所示。绕击跳闸和反击跳闸所形成的两种不同特性的雷电流沿输电线路导线传输时，雷电流波形虽然会受到衰减、畸变和反射波因素的影响，但该波形的特征在一定传输距离内仍然能够充分呈现。

按照以上方法原理，设计了输电线路雷击跳闸事故性质识别系统。

该系统的结构图如图 3 所示，其包括变电站甲、乙之间布设的现场监测装置（A1、A2…Ai…An）和上位机（包括上位机管理系统、WEB 客户端）。

现场监测装置原理框图如图 4 所示，其包括电源单元、电流传感器单元、数据采集与处理单元以及通信单元，电流传感器单元、数据采集与处理单元、通信单元均与电源单元相连，电流传感器的输出端接至数据采集与处理单元的输入端，数据采集与处理单元的输出端接至通信单元的输入端；现场监测装置通过无线通信技术与上位机建立通信连接。

现场监测装置的立体结构如图 5 所示，剖切面如图 6 所示，剖切面延轴向，其剖面图如图 7 所示：现场终端外壳 6 由金属制成，其上半部与下半部通过卡槽连接，现场终端外壳 6 的下半部支架 7、电流传感器 2、主板盒 3。耦合变压器 1 在现场终端外壳 6 的内部，耦合变压器 1 安装在支架 7 上。输电线路导线通过现场终端外壳 6 端部的导线穿孔 4 穿过耦合变压器 1 的耦合线圈和电流传感器 2 的线圈。电源单元包括耦合变压器 1 和变换电路，电流传感器单元包括电流传感器 2。电源单元的变换电路、数据采集与处理单元、通信单元安装在主板盒 3 中。通信单元配置的专用天线通过主板盒 3 和现场终端外壳 6 端部的天线穿孔 5 伸出该外壳壳体，以保障通信信号的良好。

耦合变压器 1 结构图如图 8 所示。其由截面积相同的两个半环形的硅钢片铁芯材料组成，并在其中一个半环形铁芯上缠绕 30~60 匝导线，硅钢片铁芯的中间穿过输电线路导线。硅钢片铁芯的截面为长 40mm、宽 20mm 的长方形。

电源单元通过耦合输电线路导线中的输入电流而变换出整个现场监测装置工作所需的电源。电源单元的变换电路框图如图 9 所示，输入电流先进入共模滤波电路，共模滤波电路的输出端接至全波整流电路的输入端，全波整流电路的输出端接至差模滤波电路的输入端，差模滤波电路的输出端通过过压保护电路接至输出电源。共模滤波电路主要消除系统共模高频干扰，其采用铁氧体芯的绕线电感，电感大小 8mH 左右。全波整流电路主要将输入电流整流成脉动的直流电源，其采用 KRB206 整流模块。差模滤波电路主要消除系统差模干扰，其使用差模电感。过压保护电路在系统过压时，保护输出电源不受损害。

电流传感器单元的原理如图 10 所示，其采用了罗柯夫斯基线圈，罗柯夫斯基电流传感器与传统的电磁式互感器相比，它没有铁心饱和问题，具有传输频带宽、抗干扰性能优异、尺寸小、质量轻等优点。电流传感器单元具有高达几十兆的频率响应特性，它将输电线路导线上传播的雷电流和工频故障电流转换为数据采集与处理单元能采集的信号。罗柯夫斯基线圈是将导线均匀地绕在一个非铁磁性环形骨架上，一次母线置于线圈中央，因此绕组线圈与母线之间的电位是隔离的。设磁感应密度为 $\Phi(t)$ ，母线电流为 $I(t)$ ，线圈匝数 N ，线圈横截面积 S ，线圈半径 r ，时间为 t ，则在线圈上的感应电动势 $e(t)$ 为：

$$e(t) = -\frac{d\phi(t)}{dt} = -\frac{\mu NS}{2\pi r} \cdot \frac{dI(t)}{dt}$$

式中 μ 是空气(或真空)磁导率。

数据采集与处理单元再将输入模拟信号的雷电流和工频电流转换为数字信号，其电路图如图 11 所示。该单元主要包括微处理器 MSP430F169、FPGA EP1C144C8 (EP1 系列)、高速 AD 采集器 AD9280 和大容量的 SRAM 存贮器。晶振、看门狗及复位电路、信号调整电路 I 的输入端、FPGA 的一个输入端、SRAM 存贮器的一个输入端均与 MSP430F169 的相应引脚相连。信号

调整电路 II 输出端接至 AD9280 的输入端, AD9280 的输出端接至 FPGA 的另一个输入端。输入模拟信号的一路通过信号调整电路 I 进入内嵌 AD 转换器的 MSP430F169 采集, 另一路通过信号调整电路 II 送入 AD9280 采集, 输入模拟信号经过采集后, 进入 FPGA 并由其来控制, 然后存储在大容量的外部 SRAM 里, 以供传输。两路信号可根据需要实时可靠传输。

通信单元可采用 GPRS 通信系统或 CDMA 通信系统。以 GPRS 通信系统为例, 如图 12 所示, 通信单元主要包括微处理器 MSP430F169 的串口接口、西门子 GPRS 通信模块 MC35i、SIM 卡电路和 SRAM 存储器。微处理器 MSP430F169 的串口接口接至 MC35i 的输入端, MC35i 还与 SIM 卡电路和 SRAM 存储器相连。经过数据采集与处理单元采集到的数据通过串口接口进入 MC35i 传送, MC35i 和微处理器 MSP430F169 间通过串口操作, 使用各种 AT 指令来互相通信, 同时在 GPRS 模块的软件中嵌入 TCP/IP 协议, 以实现数据的网络传输。SIM 卡电路主要由目前移动运营商所提供的 SIM 卡、6 个引脚的抽屉式卡座等组成。SIM 卡是带有微处理器的芯片, 它是一张符合 GSM 规范的智能卡, 其内部包含了运营商提供的与用户有关的、被存储在用户这一方的信息, 以提供 GSM 系统鉴别 SIM 的合法性, 是基于 GPRS 通信的必要条件。SIM 卡的 6 个引脚通过抽屉式卡座与通信模块 MC35i 相连, 完成数据交换。SRAM 存储器主要存储微处理器 MSP430F169 处理过程中的临时变量和大量各种采集波形数据, 以供传输。通信单元将数字化的波形信号上传到上位机管理系统。考虑到冲击电晕对雷电流波形的衰减影响, 每隔约 10 公里左右安装现场监测装置于各相导线上, 并通过 GPRS 或 CDMA 无线通信技术与上位机建立通信连接。

上位机安装于相关管理办公室, 上位机上安有上位机管理系统。管理部门可通过局域网在 WEB 客户端上查询上位机管理系统的相关雷电故障信息。

上位机管理系统框图如图 13 所示。上位机管理系统包含前置通信模块、输电线路雷击跳闸数据库管理模块、智能诊断模块和统计分析模块。各模块以数据库管理模块为连接的纽带, 前置通信模块完成输电线路雷击故障波形的上传接收, 并将其存放于由数据库管理模块所管理的数据库中; 智能化诊断模块从该数据库中提取故障波形, 一方面根据绕击和反击跳闸事故的不同特征, 应用小波分析的方法识别雷击闪络事故类型, 另一方面根据现场监测装置监测到的闪络后故障工频电流方向判断雷击事故发生的区间, 这些诊断分析的结果又存储到数据库中。统计分析模块从数据库中提取智能诊断模块的分析结果, 统计各区段发生雷击事故的情况。

该上位机管理系统软件的流程如图 14 示。当输电线路发生雷击跳闸事故时, 现场监测装置会主动上报导线上传播的雷电流波形和随后的工频故障电流波形, 前置通信模块将这些上报信息接收并存储于数据库中; 智能诊断模块首先根据工频故障电流在故障点两侧相位相反的逻辑, 分析本次故障所在区间, 同时, 采用 db1 作为小波基函数, 根据对应下降沿的模值大于规定阈值为绕击的原理, 对频率在 20~100 兆区段的小波分解模值进行分析, 确定雷击事故为绕击或反击。智能诊断模块将故障区段及雷击故障信息存储到数据库中; 统计分析模块根据一段时间的雷击跳闸事故诊断结果, 可对某条输电线路的雷电跳闸特征进行分析, 分析各区段是否为雷击易闪段、绕击事故和反击事故所占比例以及应该加强绕击防护还是反击

防护等有利于系统安全运行的建议。

按照本专利提出的雷击事故识别方法和监测系统，可以实现输电线路雷击跳闸事故类型的准确识别，并且统计输电线路特定区段的雷击事故规律。

实施例：

如图 15 所示,某地区电力公司有一条长 50 公里的 220kv 输电线路，该线路的雷击跳闸事故较多，可以安装一套输电线路雷击跳闸事故性质识别系统以掌握雷击事故的情况，以便针对性地采取防护措施。为此，在线路专责办公室安装有上位机，上位机上装有上位机管理系统一套，并配置 WEB 客户端与该管理系统相连，使关心系统运行情况的公司相关领导和相关部门能通过局域网浏览到相关信息。在输电线路的各相导线上安装现场监测装置四套，分别为离甲变电站 10 公里处的 A1、20 公里处的 A2、30 公里处的 A3 和 40 公里处的 A4。

该系统主要功能性能指标如下：

故障区间识别准确率 $\geq 98\%$

雷击性质识别准确率 $\geq 90\%$

可监测输电线路条数 ≥ 1000 条

故障诊断时间 ≤ 60 秒

在当前乃至今后相当长的一段时间，雷电事故都是高压、超高压乃至特高压线路安全运行中最主要的破坏因素，本系统的应用将对统计输电线路雷击跳闸事故的分布规律、针对性地采取雷电防护措施，提高系统运行的安全性发挥巨大的作用。

参考文献

- 1、张文亮等，雷电定位系统时差定位精确确定方法，专利号申请号 02115709.X
- 2、侯仁保，雷击故障性质的鉴别，供用电，1999，Vol. 16，No. 2, P38-39.

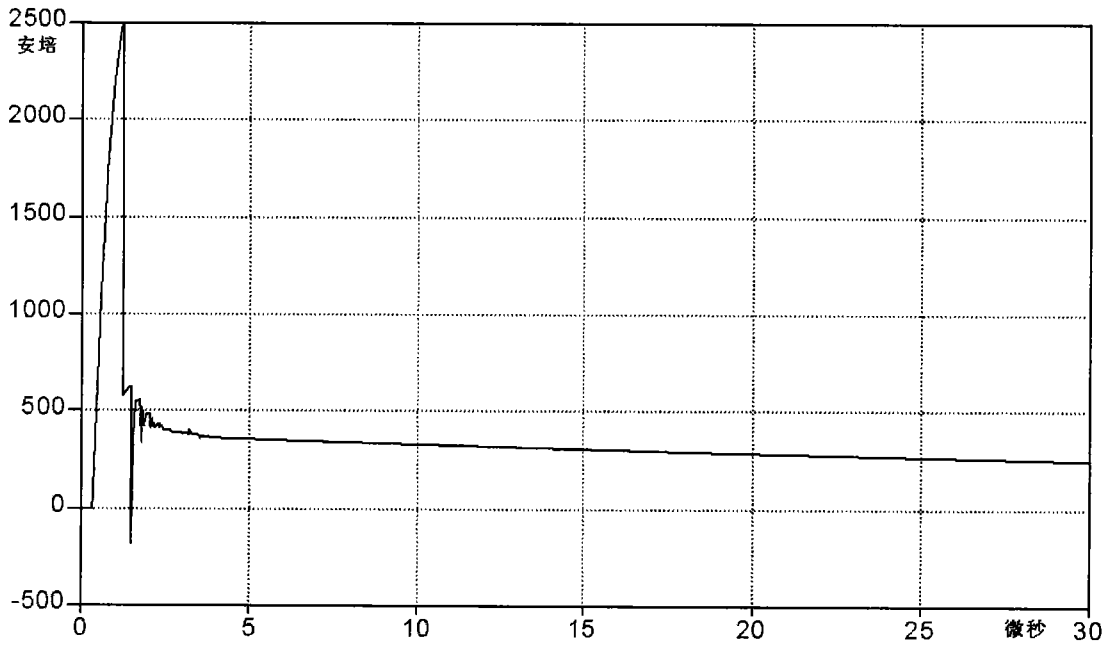


图 1

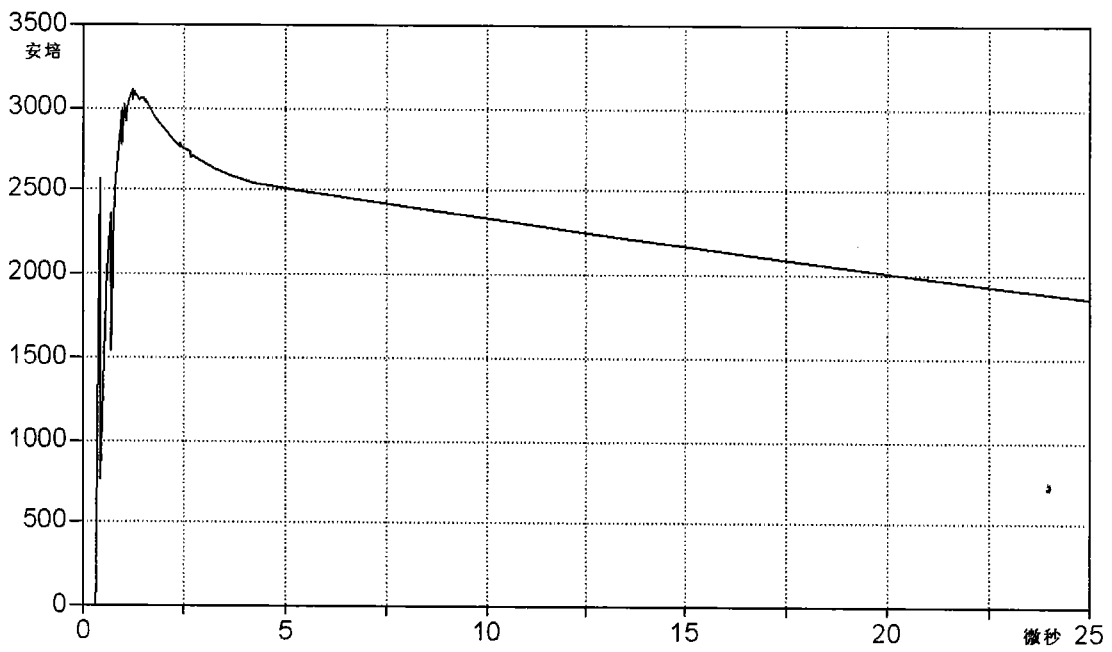


图 2

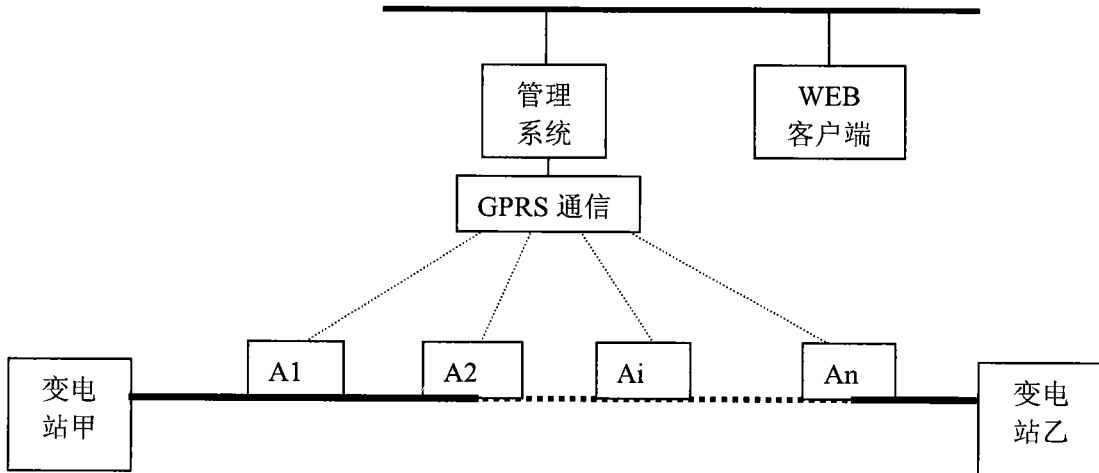


图 3

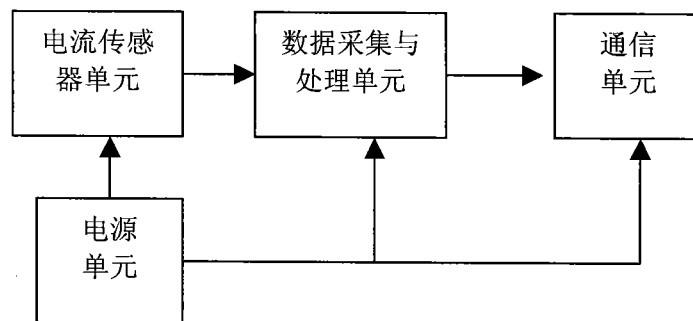


图 4

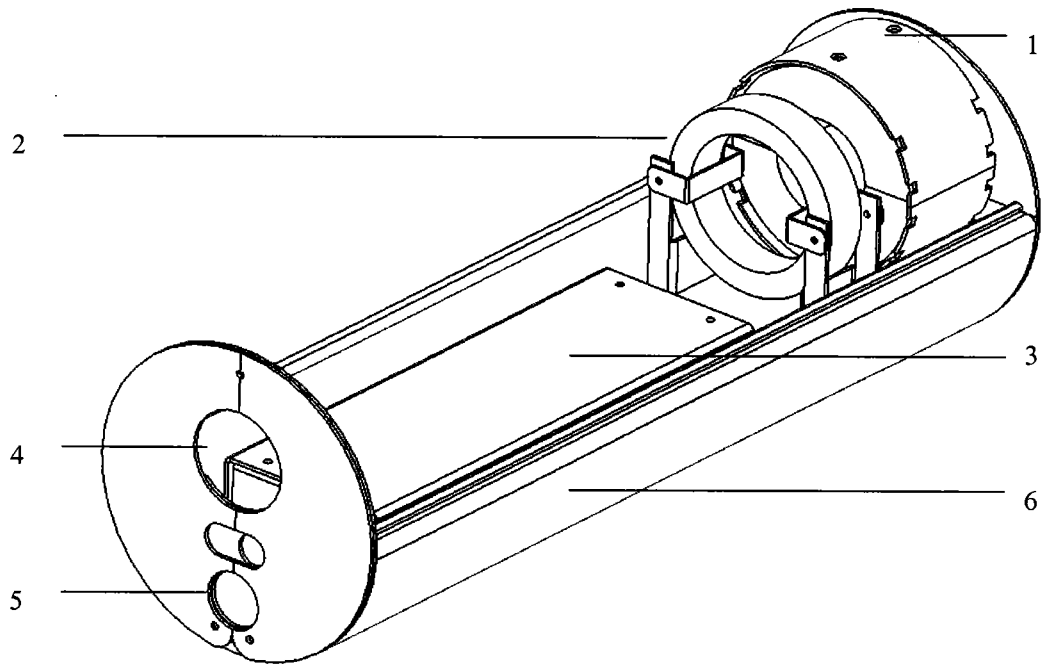


图 5

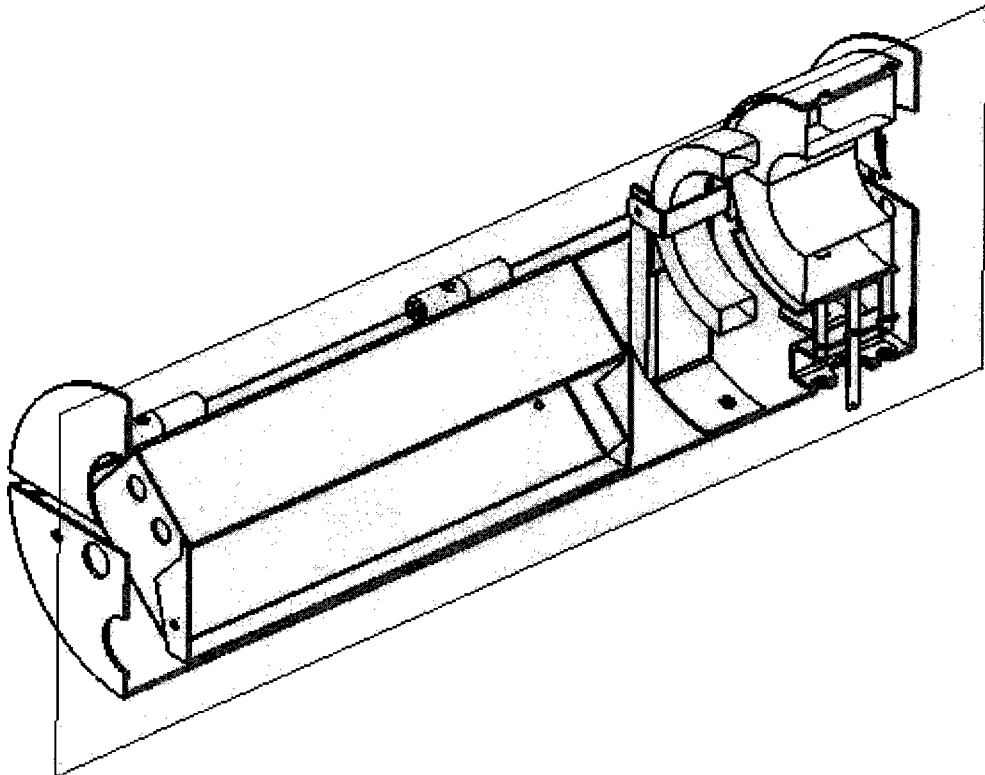


图 6

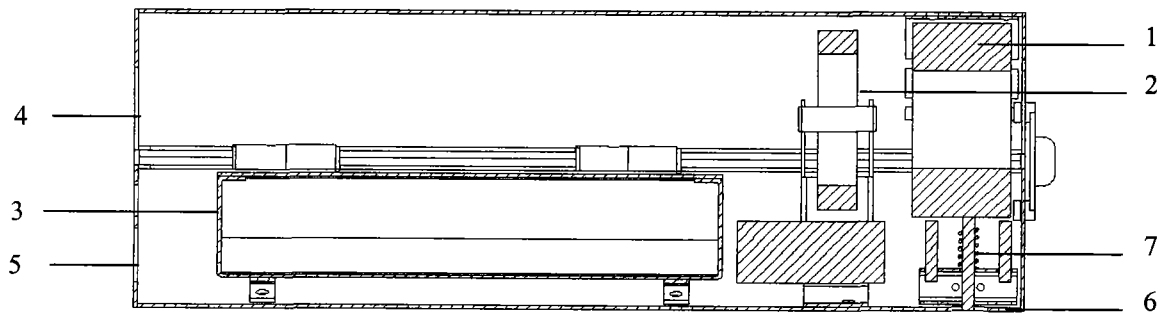


图 7

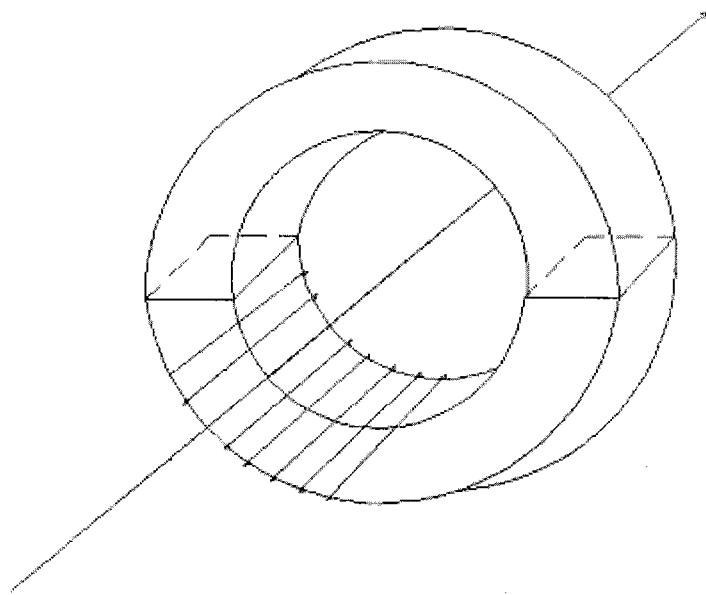


图 8

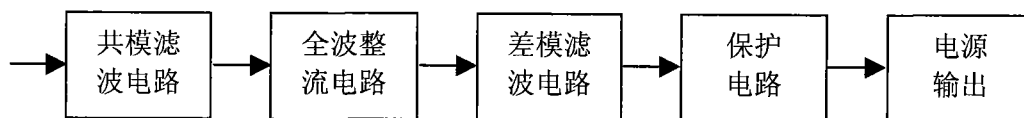


图 9

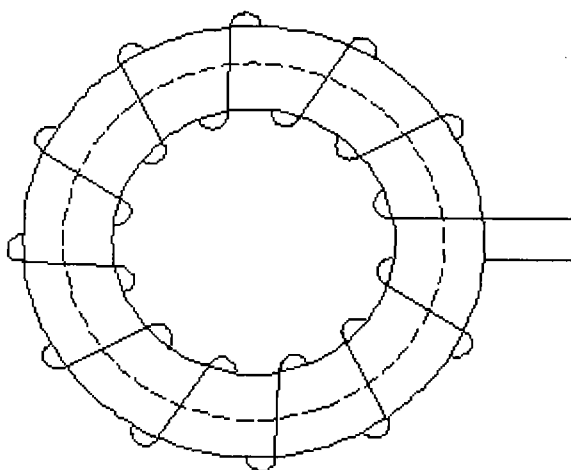


图 10

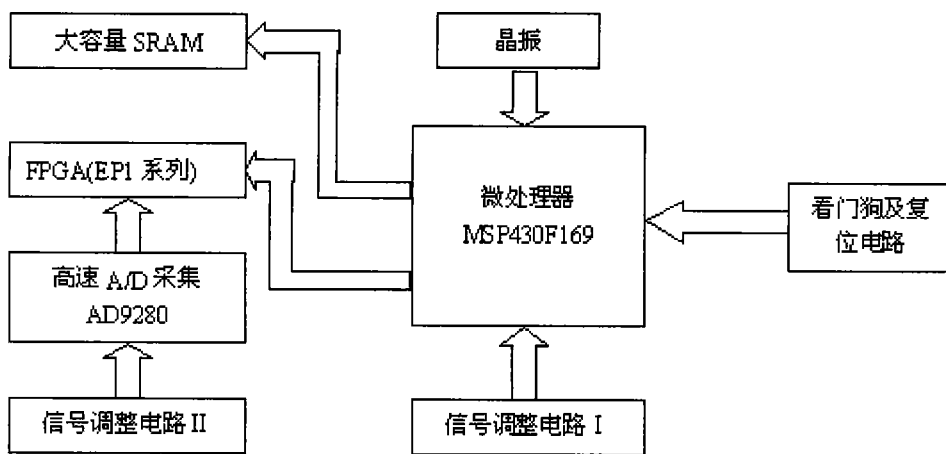


图 11

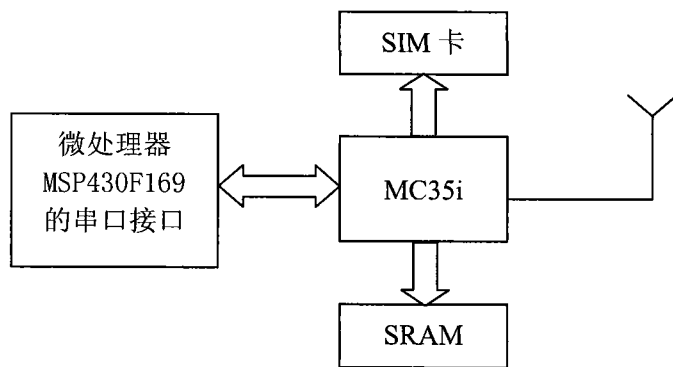


图 12

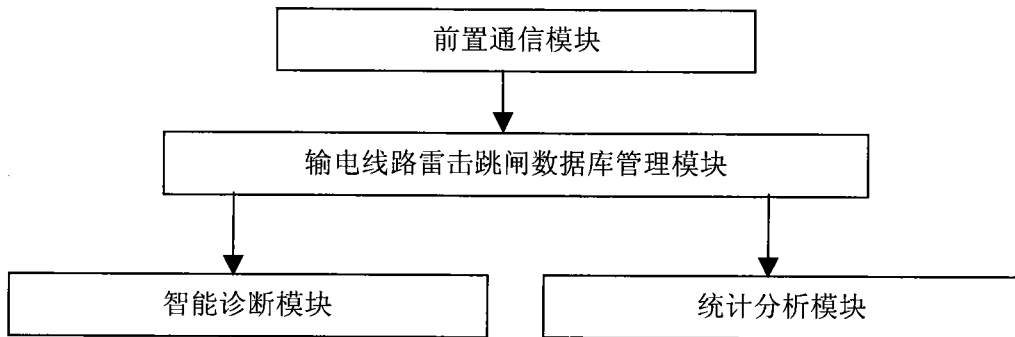


图 13

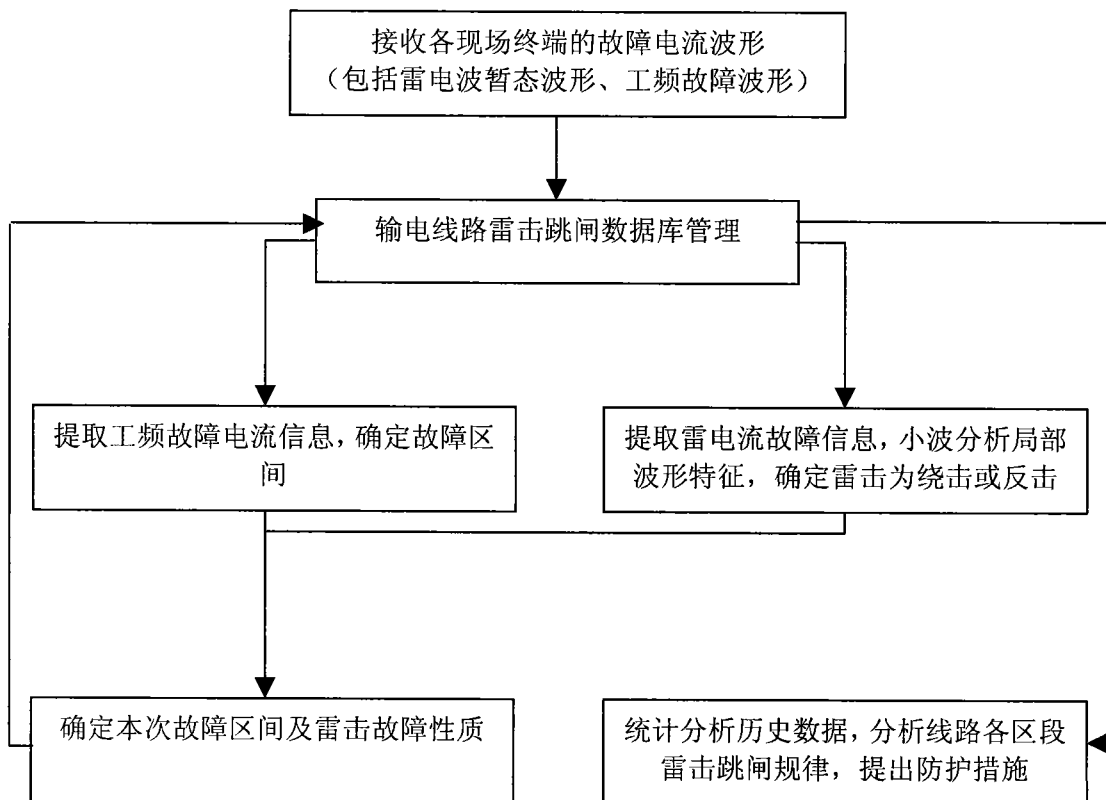


图 14

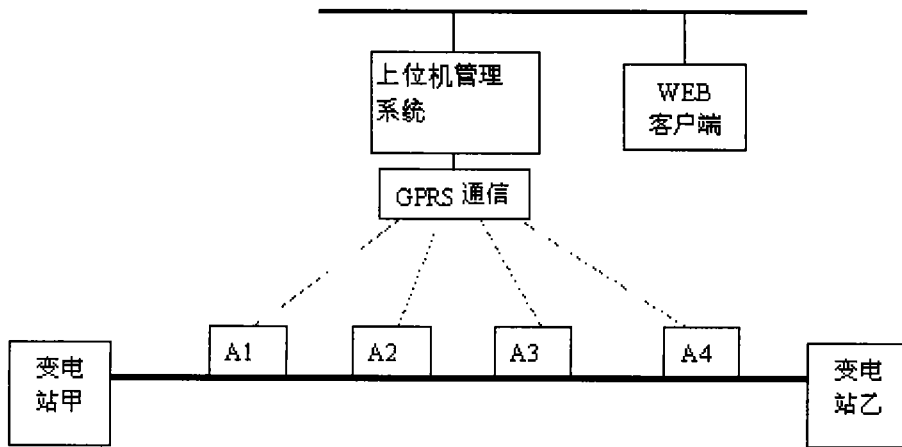


图 15