



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204903697 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201520676379. 8

GO8C 17/02(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 09. 01

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(73) 专利权人 国网新疆电力公司经济技术研究院

地址 830011 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市
高新技术产业开发区(新市区) 长春北
路 1118 号

专利权人 国家电网公司

(72) 发明人 李昌陵 赵学花 何琳 贾政豪
刘璐

(74) 专利代理机构 乌鲁木齐合纵专利商标事务
所 65105

代理人 周星莹 汤建武

(51) Int. Cl.

G01R 31/08(2006. 01)

G01R 19/165(2006. 01)

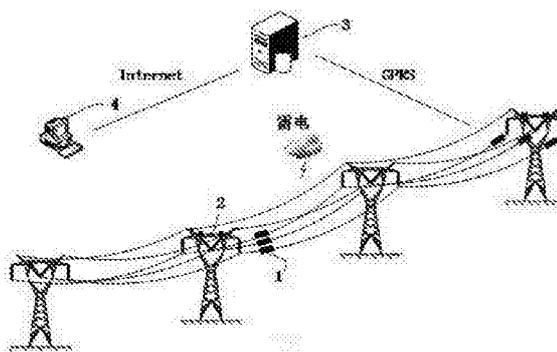
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 实用新型名称

输电线路雷击监测装置

(57) 摘要

本实用新型涉及输电线路雷击监测技术领域,是一种输电线路雷击监测装置,其包括数据采集主机、数据采集分机、服务器和监控中心;数据采集主机采集输电线路遭受雷击时流过输电线路上的雷电流,并与数据采集分机进行数据交互,数据采集分机采集避雷线遭受雷击时流过避雷线上的雷电流并与数据采集主机进行数据交互,监控中心通过互联网远程访问服务器以获取服务器对输电线路雷电流信息的分析结果。本实用新型对于指导现有线路的防雷改造,使雷电防护集中在线路薄弱环节,提高整条线路的耐雷性能;提升了事故排查效率,保障了输电线路的安全稳定运行,有效提高了电力系统的供电可靠性。



1. 一种输电线路雷击监测装置,其特征在于包括安装于输电线路三相导线上的数据采集主机、安装于输电线路杆塔上的数据采集分机、服务器和监控中心;数据采集主机与数据采集分机之间通过无线传输模块通信连接,数据采集主机与服务器的通信端口无线通信连接,服务器与控制中心之间通过网络实现数据通信;所述的数据采集主机包括传感器测量单元、数据处理单元和无线通信单元,传感器测量单元的输出端与数据处理单元的输入端通过导线电连接,数据处理单元与无线通信单元双向通信连接;所述的数据采集分机包括安装在避雷线上的数据采集分机传感器测量单元、数据采集分机数据处理单元和无线传输模块,数据采集分机传感器测量单元的输出端与数据采集分机数据处理单元的输入端通过导线电连接,数据采集分机数据处理单元与无线传输模块双向通信连接。

2. 根据权利要求 1 所述的输电线路雷击监测装置,其特征在于所述的传感器测量单元包括罗氏线圈;或/和,所述的数据处理单元为单片机或 DSP 芯片。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的输电线路雷击监测装置,其特征在于无线通信单元包括 GPRS DTU 模块和无线传输模块。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的输电线路雷击监测装置,其特征在于数据采集主机还包括感应取能电源模块,所述的感应取能电源模块包括电磁感应装置、过电压保护器、整流滤波器、DC/DC 转换器、控制器和储能模块,用于给数据采集主机供电并给储能模块充电,电磁感应装置的输出端与过电压保护器的输入端通过导线电连接,过电压保护器的输出端与整流滤波器的输入端通过导线电连接,整流滤波器的输出端与 DC/DC 转换器的输入端通过导线电连接,DC/DC 转换器的输出端与控制器的输入端通过导线电连接,控制器的输出端分别与储能模块的输入端和数据采集主机通过导线电连接;或/和,数据采集分机还包括太阳能电源模块,太阳能电源模块的输出端分别与数据采集分机传感器测量单元的输入端、数据采集分机数据处理单元的输入端和无线传输模块的输入端通过导线电连接。

5. 根据权利要求 3 所述的输电线路雷击监测装置,其特征在于数据采集主机还包括感应取能电源模块,所述的感应取能电源模块包括电磁感应装置、过电压保护器、整流滤波器、DC/DC 转换器、控制器和储能模块,用于给数据采集主机供电并给储能模块充电,电磁感应装置的输出端与过电压保护器的输入端通过导线电连接,过电压保护器的输出端与整流滤波器的输入端通过导线电连接,整流滤波器的输出端与 DC/DC 转换器的输入端通过导线电连接,DC/DC 转换器的输出端与控制器的输入端通过导线电连接,控制器的输出端分别与储能模块的输入端和数据采集主机通过导线电连接;或/和,数据采集分机还包括太阳能电源模块,太阳能电源模块的输出端分别与数据采集分机传感器测量单元的输入端、数据采集分机数据处理单元的输入端和无线传输模块的输入端通过导线电连接。

输电线路雷击监测装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及输电线路雷击监测技术领域,是一种输电线路雷击监测装置。

背景技术

[0002] 现有的雷击事故在输电线路故障中占有很大比例,为降低雷害事故,输电线路防雷设计时常采用安装避雷器、降低接地电阻、架设避雷线等防雷措施。对输电线路防雷水平进行评估是指导输电线路防雷设计、改造输电线路防雷措施的重要技术手段。

[0003] 目前,在现有输电线路防雷水平的评估方法中,一般以雷电流幅值概率分布和地闪密度为参数进行计算,地闪密度的获取一般根据气象部门人工观测统计出的雷电日推算得出或采用雷电定位系统监测数据统计出的大区域地闪密度,两者对输电线路均缺乏针对性,误差较大,无法准确地评估输电线路的防雷水平。也有学者以输电线路雷击跳闸率作为线路防雷水平评估的重要参数,雷击跳闸率通常根据经验公式或仿真模型计算得出,例如规程法、电磁暂态程序(EMTP)法和蒙特卡罗(Monte Carlo)法。

[0004] 雷电活动状况多变而复杂,输电线路雷击跳闸存在较大的随机性,同一区域不同时期、同一时期不同区域均差异很大。按照传统的雷击跳闸率计算方法对输电线路防雷水平进行评估存在误差较大,所以针对输电线路的防雷改造仍然采取无差异的统一整改方案,且投资成本较大,缺乏经济性和合理性。

[0005] 综上所述,目前输电线路防雷水平一般根据线路走廊雷电活动情况、线路地形地貌特征、线路结构、绝缘配置、防雷措施等因素,通过建立仿真模型或依据相关规程经验公式进行评估,涉及相关因素较多,误差较大。截止目前,尚缺乏一种直接通过对输电线路和避雷线进行在线监测的装置,有针对性地根据线路雷电流信息进行防雷水平评估。

发明内容

[0006] 本实用新型提供了一种输电线路雷击监测装置,克服了上述现有技术之不足,其能有效解决因现有技术中缺少直接通过输电线路和避雷线进行监测的设备,造成不能针对性的根据线路雷电流信息进行防雷水平的评估的问题。

[0007] 本实用新型的技术方案是通过以下措施来实现的:一种输电线路雷击监测装置,包括安装于输电线路三相导线上的数据采集主机、安装于输电线路杆塔上的数据采集分机、服务器和监控中心;数据采集主机与数据采集分机之间通过无线通信模块通信连接,数据采集主机与服务器的通信端口无线通信连接,服务器与控制中心之间通过网络实现数据通信;所述的数据采集主机包括传感器测量单元、数据处理单元和无线通信单元,传感器测量单元的输出端与数据处理单元的输入端通过导线电连接,数据处理单元与无线通信单元双向通信连接;所述的数据采集分机包括安装在避雷线上的数据采集分机传感器测量单元、数据采集分机数据处理单元和数据采集分机无线传输模块,数据采集分机传感器测量单元的输出端与数据采集分机数据处理单元的输入端通过导线电连接,数据采集分机数据处理单元与无线传输模块双向通信连接。

- [0008] 下面是对上述实用新型技术方案的进一步优化或 / 和改进：
- [0009] 上述传感器测量单元包括罗氏线圈 ; 或 / 和, 所述的数据处理单元为单片机或 DSP 芯片。
- [0010] 上述无线通信单元包括 GPRS DTU 模块和无线传输模块。
- [0011] 上述数据采集主机还包括感应取能电源模块, 感应取能电源模块包括电磁感应装置、过电压保护器、整流滤波器、DC/DC 转换器、控制器和储能模块, 用于给数据采集主机供电并给储能模块充电, 电磁感应装置的输出端与过电压保护器的输入端通过导线电连接, 过电压保护器的输出端与整流滤波器的输入端通过导线电连接, 整流滤波器的输出端与 DC/DC 转换器的输入端通过导线电连接, DC/DC 转换器的输出端与控制器的输入端通过导线电连接, 控制器的输出端分别与储能模块的输入端和数据采集主机通过导线电连接 ; 或 / 和, 数据采集分机还包括太阳能电源模块, 太阳能电源模块的输出端分别与数据采集分机传感器测量单元的输入端、数据采集分机数据处理单元的输入端和无线传输模块的输入端通过导线电连接。
- [0012] 本实用新型提供了一种输电线路雷击监测装置, 不仅有利于指导现有线路的防雷技术改造, 将雷电防护集中在线路薄弱环节, 而且有效提高整条线路的耐雷性能。该装置有效提升了事故排查效率, 保障了输电线路的安全稳定运行, 提高了电力系统的供电可靠性。

附图说明

- [0013] 图 1 是本实用新型的组成原理示意图。
- [0014] 图 2 是输电线路落雷点定位原理图。
- [0015] 图 3 是数据采集主机结构图。
- [0016] 图 4 是感应取能电源模块原理图。
- [0017] 图 5 是数据采集分机结构图。
- [0018] 图 6 是数据采集分机现场安装示意图。
- [0019] 图 7 数据采集主机和分机数据交互流程图。
- [0020] 图 8 是防雷水平评估方法流程图。
- [0021] 图 9 是输电线路落雷幅值密度示意图。
- [0022] 图 10 是输电线路区段划分流程图。
- [0023] 图 11 是输电线路事故跳闸幅值密度示意图。
- [0024] 附图中的编码分别为 : 1 为数据采集主机, 2 为数据采集分机, 3 为服务器, 4 为监控中心, 301 为传感器测量单元, 302 为数据处理单元, 303 为无线通信单元, 304 为感应取能电源模块, 401 为交流输电线路工频负荷电流, 402 为感应取能铁芯, 403 为感应取能线圈, 404 为过电压保护器, 405 为整流滤波器, 406 为 DC/DC 转换器, 407 为控制器, 408 为储能模块, 501 为数据采集分机传感器测量单元, 502 为数据采集分机数据处理单元, 503 为无线传输模块, 504 为太阳能电源模块。

具体实施方式

- [0025] 本实用新型不受下述实施例的限制, 可根据本实用新型的技术方案与实际情况来确定具体的实施方式。

[0026] 在本实用新型中,为了便于描述,各部件的相对位置关系的描述均是根据说明书附图 1 的布图方式来进行描述的,如:上、下、左、右等的位置关系是依据说明书附图的布图方向来确定的。

[0027] 下面结合实施例及附图对本实用新型作进一步描述:

[0028] 如附图 1、3、5 所示,该输电线路雷击监测装置包括安装于输电线路三相导线上的数据采集主机 1、安装于输电线路杆塔上的数据采集分机 2、服务器 3 和监控中心 4;数据采集主机 1 与数据采集分机 2 之间通过无线传输模块通信连接,数据采集主机 1 与服务器 3 的通信端口无线通信连接,服务器 3 与控制中心 4 之间通过网络实现数据通信;所述的数据采集主机 1 包括传感器测量单元 301、数据处理单元 302 和无线通信单元 303,传感器测量单元 301 的输出端与数据处理单元 302 的输入端通过导线电连接,数据处理单元 302 与无线通信单元 303 双向通信连接;所述的数据采集分机 2 包括安装在避雷线上的数据采集分机传感器测量单元 501、数据采集分机数据处理单元 502 和无线传输模块 503,数据采集分机传感器测量单元 501 的输出端与数据采集分机数据处理单元 502 的输入端通过导线电连接,数据采集分机数据处理单元 502 与无线传输模块 503 双向通信连接。在使用过程中,数据采集主机 1 用于采集输电线路遭受雷击时流过输电线路上的雷电流,并与数据采集分机 2 进行数据交互,接收数据采集分机 2 发送的雷击避雷线时采集到的雷电流信息,再将采集到的雷电流信息上传给所述服务器 3;数据采集分机 2 用于采集避雷线遭受雷击时流过避雷线上的雷电流并与数据采集主机 1 进行数据交互,将采集的雷电流信息通过数据采集主机 1 传送给服务器 3,服务器 3 用于接收数据采集主机 1 上传的雷电流信息并进行信息分析,监控中心 4 用于通过互联网远程访问服务器 3 以获取服务器 3 对输电线路雷电流信息的分析结果;数据采集主机 1 安装于临近输电线路杆塔附近的三相导线上,数据采集分机 2 安装于输电线路杆塔顶端;当雷击输电线路三相导线或避雷线时,数据采集主机 1 将雷电流及对应的 GPS 时间信息通过无线传输的方式上传至服务器 3。服务器 3 接收数据采集主机 1 上传的雷电流信息,并对雷电流数据进行分析和诊断,具体为:利用行波理论的双端定位法,根据雷击落雷点两端数据采集主机 1 上传的雷电流波形数据和对应 GPS 时间数据,计算落雷点位置,对因遭受雷击导致的输电线路跳闸故障进行故障点精确定位,并根据雷电流波形暂态特征进行绕击和反击的雷击故障原因辨识;最后,根据诊断结果对输电线路防雷水平进行评估。数据采集分机 2 的传感器测量单元 501 安装于临近杆塔位置的避雷线上,用于采集避雷线遭受雷击时流过避雷线上的雷电流;数据采集分机 2 的主体结构安装于输电线路杆塔上,传感器信号引出线沿杆塔与数据采集分机 2 主体结构连接,数据采集分机 2 的主体结构使数据采集分机数据处理单元 502、无线传输模块 503 集成在金属箱体内。无线传输模块 503 也选用微功率无线传输模块,其具备功耗低,数据传输可靠性高,适合短距离无线传输,用于同数据采集主机 1 进行数据交互,将采集的雷击避雷线的雷电流通过数据采集主机 1 传送给服务器 3。

[0029] 可根据实际需要,对上述输电线路雷击监测装置作进一步优化或/和改进:

[0030] 如附图 1、3、5 所示,传感器测量单元 301 包括罗氏线圈;或/和,所述的数据处理单元 302 为单片机或 DSP 芯片。传感器测量单元 301 主要用于测量输电线路上的三相雷电流,由于雷电流幅值较大,因此采用罗氏线圈进行测量。罗氏线圈可以采用开口式或者柔性骨架型,以便于在输电线路导线上安装。由于罗氏线圈响应频带较宽,能够感应到输电线路

工频负荷电流,因此在罗氏线圈输出端通常加一个高通滤波电路用于滤除 50Hz 的工频干扰分量。数据采集分机的传感器测量单元 501 与数据采集主机 1 的传感器测量单元 301 相比,由于避雷线没有工频负荷电流,因此在罗氏线圈的输出端未加高通滤波电路。数据处理单元 302 用于对传感器测量单元 301 输出的雷电流波形信息进行数据采集、处理、存储,并通过串行接口发送给无线通信单元 303。

[0031] 如附图 1、3、4、5 所示,无线通信单元 303 包括 GPRS DTU 模块和无线传输模块,数据采集主机 1 通过 GPRS DTU 模块向服务器 3 发送通信数据或接收通信数据,无线传输模块用于与数据采集分机 2 进行数据交互。在使用时,无线传输模块选用微功率无线传输模块,视距可靠,传输距离为 800m,采用 GFSK 的调制方式,载频可选 433MHz 至 915MHz 或 ISM 频段,功耗小于 100mW,用于和数据采集分机 2 进行数据交互。

[0032] 如附图 1、3、4 所示,该数据采集主机还包括感应取能电源模块 304,感应取能电源模块 304 包括电磁感应装置、过电压保护器 404、整流滤波器 405、DC/DC 转换器 406、控制器 407 和储能模块 408,用于给数据采集主机 1 供电并给储能模块 408 充电,电磁感应装置的输出端与过电压保护器 404 的输入端通过导线电连接,过电压保护器 404 的输出端与整流滤波器 405 的输入端通过导线电连接,整流滤波器 405 的输出端与 DC/DC 转换器 406 的输入端通过导线电连接,DC/DC 转换器 406 的输出端与控制器 407 的输入端通过导线电连接,控制器 407 的输出端分别与储能模块 408 的输入端和数据采集主机 1 通过导线电连接;或/和,数据采集分机 2 还包括太阳能电源模块 504,太阳能电源模块 504 的输出端分别与数据采集分机传感器测量单元 501 的输入端、数据采集分机数据处理单元 502 的输入端和无线传输模块 503 的输入端通过导线电连接。在实际使用过程中,电磁感应装置包括交流输电线路工频负荷电流 401、感应取能铁芯 402 和感应取能线圈 403;交流输电线路工频负荷电流 401 会产生交变的电磁场,感应取能铁芯 402 根据电磁感应原理将交流输电线路周围的磁场能转换为电能,感应取能线圈 403 输出的交流电压经过电压保护器 404、整流滤波器 405、DC/DC 转换器 406,将输出电压转换为数据采集主机 1 工作所需的电压,控制器 407 负责蓄电池或锂电池储能模块 408 的充放电,并连接数据采集主机 1 供电电源通道,当感应取能输出能量充足时,由感应取能线圈通道供电,当输电线路停电时,由电池储能模块 408 为数据采集主机 1 供电。太阳能电源模块 504 的太阳能电池板安装于杆塔顶端,在日照充足的情况下,可由太阳能电源模块 504 向数据采集分机 2 的各单元提供电能;在太阳能电源模块电量不足的情况下,由数据采集分机内设置的蓄电池或锂电池储能模块向各单元供电。

[0033] 以下是本实用新型的防雷水平评估方法,包括以下步骤:

[0034] 步骤一:服务器根据数据采集主机安装点的经纬度信息,实时获取当地的气象信息,发送给所述数据采集主机;数据采集主机根据接收到的气象信息,选择所述数据采集分机的工作模式,根据当地未来天气,若为雷雨天气,则发送唤醒指令,之后进入步骤二;若当地未来天气为非雷雨天气,则发送休眠指令,之后进入步骤三;

[0035] 步骤二:数据采集分机接收唤醒工作模式控制指令,即选择唤醒工作模式,开启雷击避雷线雷电流高速采集通道并对采集数据进行分析处理,将处理后的雷电流数据通过无线传输模块发送给数据采集主机,之后进入步骤四;

[0036] 步骤三:数据采集分机接收休眠工作模式控制指令,即选择休眠工作模式,关闭雷击避雷线雷电流高速采集通道;在休眠工作模式,每隔 30 秒与数据采集主机建立一次连

接,接收下一次的工作模式控制信息,当接收到唤醒工作模式控制指令,则进入步骤二;当接收到休眠工作模式控制指令,则循环执行步骤三;

[0037] 步骤四:指定输电线路防雷水平评估的时间段,从服务器获取该时间段内各次雷击输电线路、雷击杆塔、雷击避雷线的雷电流幅值、落雷点和雷击事故跳闸的绕击反击类型,统计引起输电线路事故跳闸的雷电流幅值、落雷点和雷击类型,之后进入步骤五;

[0038] 步骤五:根据待评估输电线路杆塔坐标、编号和雷电流幅值建立二维坐标系,绘制输电线路落雷幅值密度图,划分区段,计算各区段在指定时间段内的落雷密度和落雷强度,得出易击区段;

[0039] 落雷密度: $\rho_i = \frac{n_i}{d_i t_i}$

[0040] 落雷强度: $E_i = \frac{\sum_{k=1}^M I_{kmaxi}}{N} \rho_i$

[0041] 式中:

[0042] n_i -第 i 个区段内的落雷次数;

[0043] d_i -第 i 个区段的线路长度,单位公里;

[0044] t_i -指定评估时间段,单位年;

[0045] M -待评估线路划分区段总段数;

[0046] N -第 i 个区段内落雷总次数;

[0047] I_{kmaxi} -第 k 次雷电流幅值最大值,单位 kA;

[0048] 其中,落雷密度表征该区段遭受雷击的概率,单位为次/公里·年,落雷强度表征该区段所遭受雷击强度的大小,单位为 kA/公里·年,之后进入步骤六;

[0049] 步骤六:根据待评估输电线路杆塔坐标、编号和雷电流幅值建立二维坐标系,按照步骤五划分的区段,绘制输电线路事故跳闸幅值密度图,计算各区段在指定时间段内的雷击绕击故障率、反击故障率和总雷击故障率,得出易闪区段;其中,绕击故障率=绕击故障次数/落雷次数,反击故障率=反击故障次数/落雷次数、总雷击故障率等于绕击故障率和反击故障率之和,之后进入步骤七;

[0050] 步骤七:根据步骤六各区段总雷击故障率计算结果,对待评估输电线路各区段防雷水平进行等级划分。

[0051] 在使用过程中,进行雷电流数据高频采集时,系统功耗较高,而太阳能电源模块所用的电池寿命与充放电次数有关,数据采集分机 2 采用根据雷雨气象参数选择是否进行雷电流采集,可有效地延长电池使用寿命,提高数据采集分机 2 系统工作的可靠性。

[0052] 本实用新型提供了输电线路落雷点定位方法,如附图 2 所示,设两个监测点间的区间长度为 L,当雷击输电线路发生在两个监测点之间的 A 点,即 A 点为落雷点,A 点距监测点 1 的距离为 L_1 ,A 点距监测点 2 的距离为 L_2 。由雷电流发生时刻 GPS 信息知从落雷点到监测点 1 和监测点 2 监测到行波电流的时间分别为 t_1, t_2 ,雷电波在线路中的传播速度为光速 V。则,可以得到落雷点距监测点 1 的距离及落雷点距监测点 2 的距离分别为:

$$[0053] \quad L_1 = \frac{L + (t_1 - t_2) \nu}{2} \quad (1)$$

$$[0054] \quad L_2 = \frac{L - (t_1 - t_2) \nu}{2} \quad (2)。$$

[0055] 监控中心 4 通过互联网与服务器 3 建立连接,运行管理单位可以通过监控中心 4 远程访问服务器 3,从而可以获取输电线路雷击故障点位置、防雷水平评估结果等相关信息。

[0056] 本实用新型提供输电线路区段划分方法:

[0057] 如附图 1、9、10、11 所示,根据杆塔坐标和编号进行待评估输电线路区段的划分方法采用等分法,区段长度=线路总长度/段数。

[0058] 如附图 1、9、10、11 所示,根据杆塔坐标和编号进行待评估输电线路区段的划分方法采用迭代法,首先确定输电线路所需分成的段数,接着设置距离参数,从第一级杆塔算起为第一区段,若相邻两次落雷点距离差小于距离参数,则判定为同一区段,否则为不同区段,相邻两个不同区段以两次落雷点间杆塔编号最大者为分界点,依次类推,计算得出区段数;当分段数计算结果大于所需分成的段数,则调整距离参数,最后,分段数计算结果等于所需分成的段数。在使用过程中,首先确定输电线路所需分成的段数 M,接着设置距离参数 D,从第一级杆塔算起为第一区段,若相邻两次落雷点距离差小于距离参数 D,则判定为同一区段,否则为不同区段,相邻两个不同区段以两次落雷点间杆塔编号最大者为分界点,依次类推,计算得出分段数;当分段数计算结果段大于所需分成的段数 M 时,则调整距离 D,最终使分段数计算结果与所需分成的段数 M 相等为止;最后,根据待评估输电线路杆塔坐标、编号和雷电流幅值建立二维坐标系,按照上述划分的区段,绘制输电线路事故跳闸幅值密度图,计算各区段在指定时间段内的雷击绕击故障率、反击故障率和总雷击故障率,得出易击区段。

[0059] 事故跳闸幅值密度图可以反映各个区段遭受雷击后能够发生事故的的概率,进一步说明防雷水平的高低。绕击故障率=绕击故障次数/落雷次数,反击故障率=反击故障次数/落雷次数、总雷击故障率等于绕击故障率和反击故障率之和。绕击故障率和反击故障率可以方便运行管理单位针对不同的雷击故障类型,分析事故原因,从而制定有效的防雷措施。

[0060] 以上技术特征构成了本实用新型的实施例,其具有较强的适应性和实施效果,可根据实际需要增减非必要的技术特征,来满足不同情况的需求。

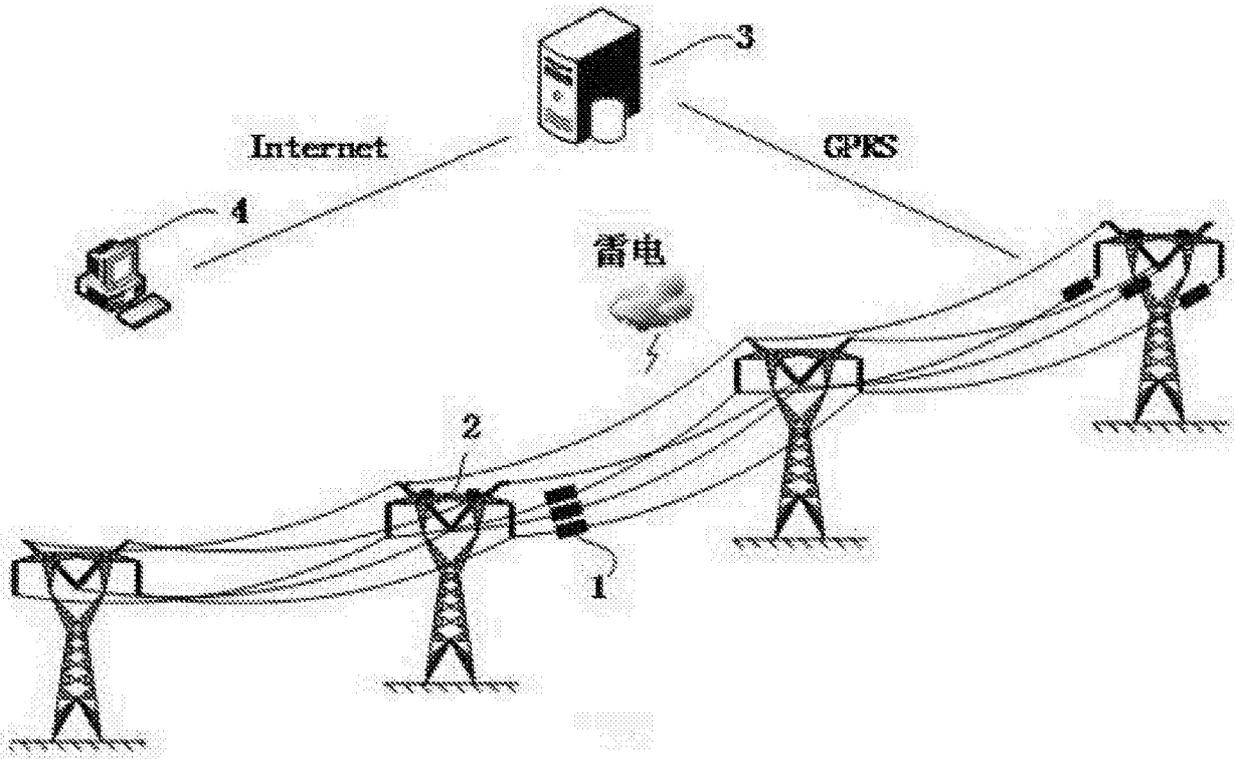


图 1

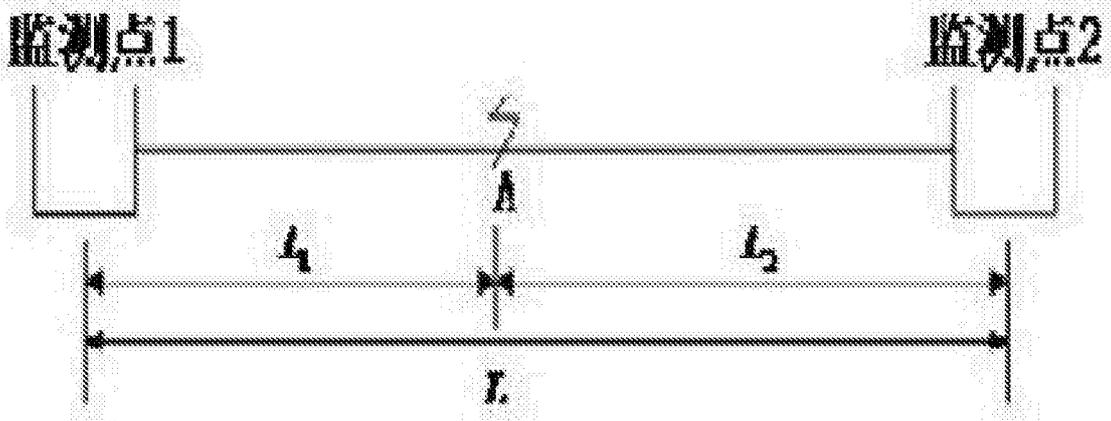


图 2

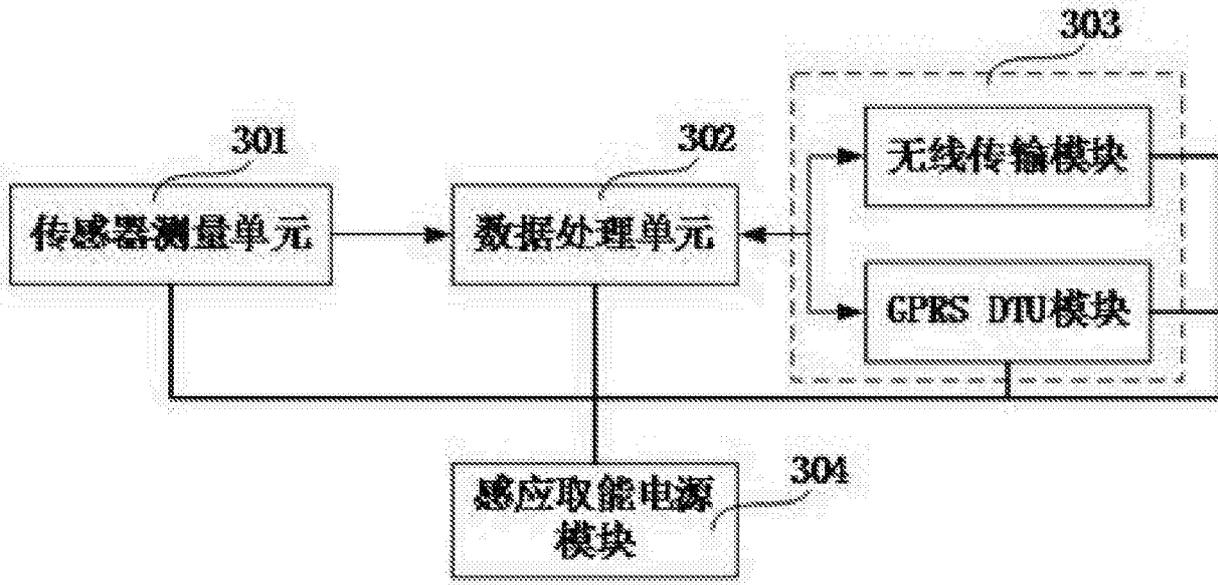


图 3

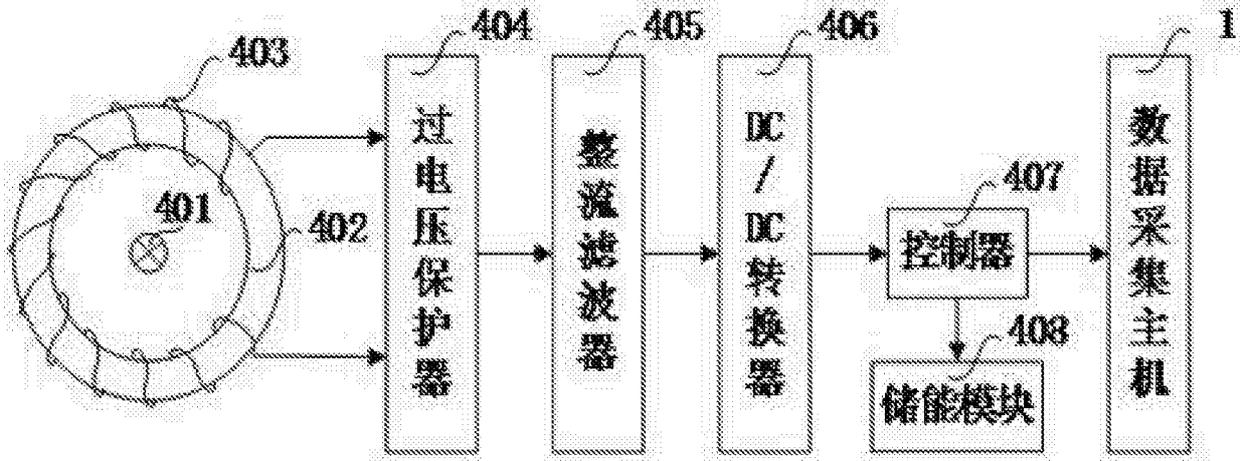


图 4

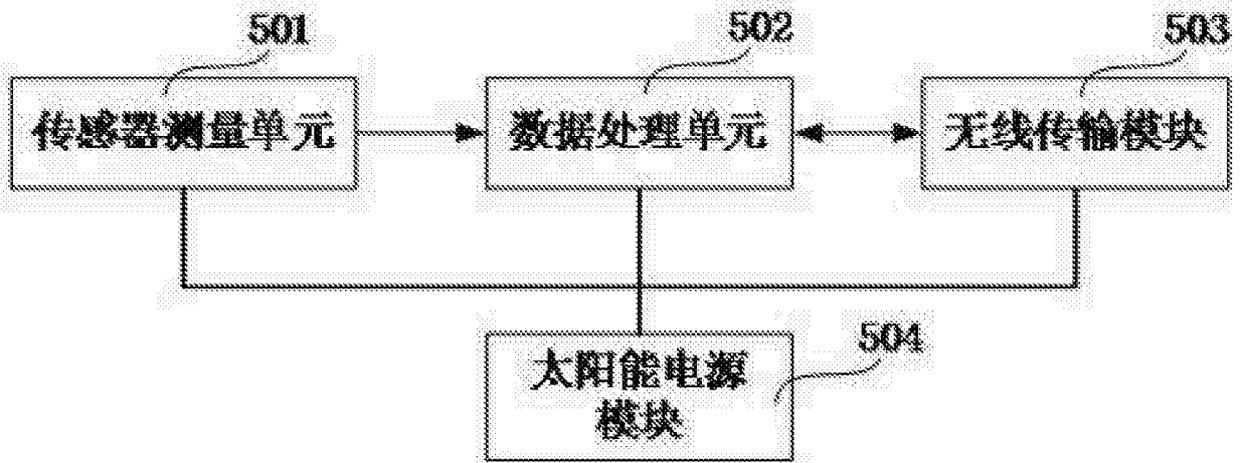


图 5

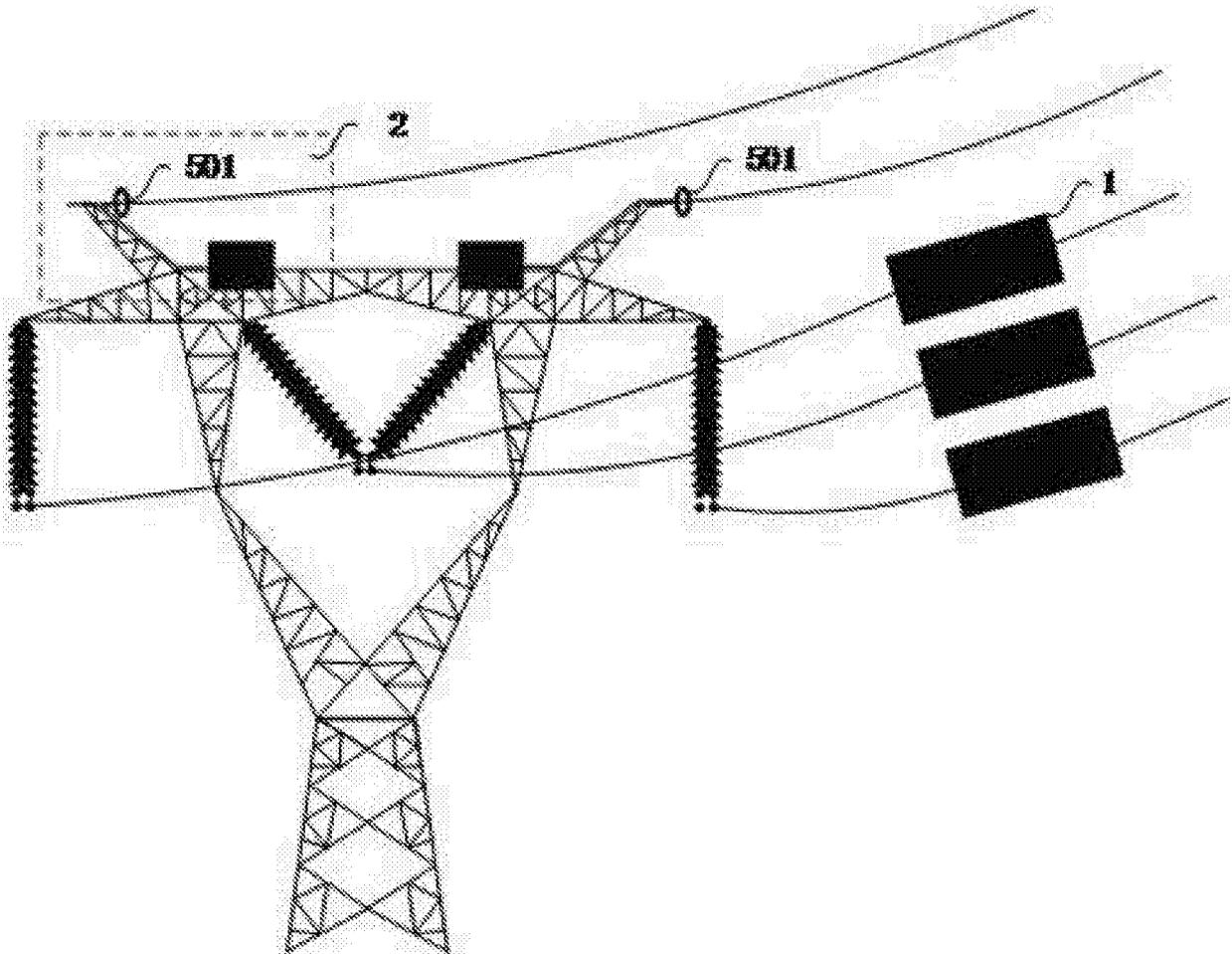


图 6



图 7

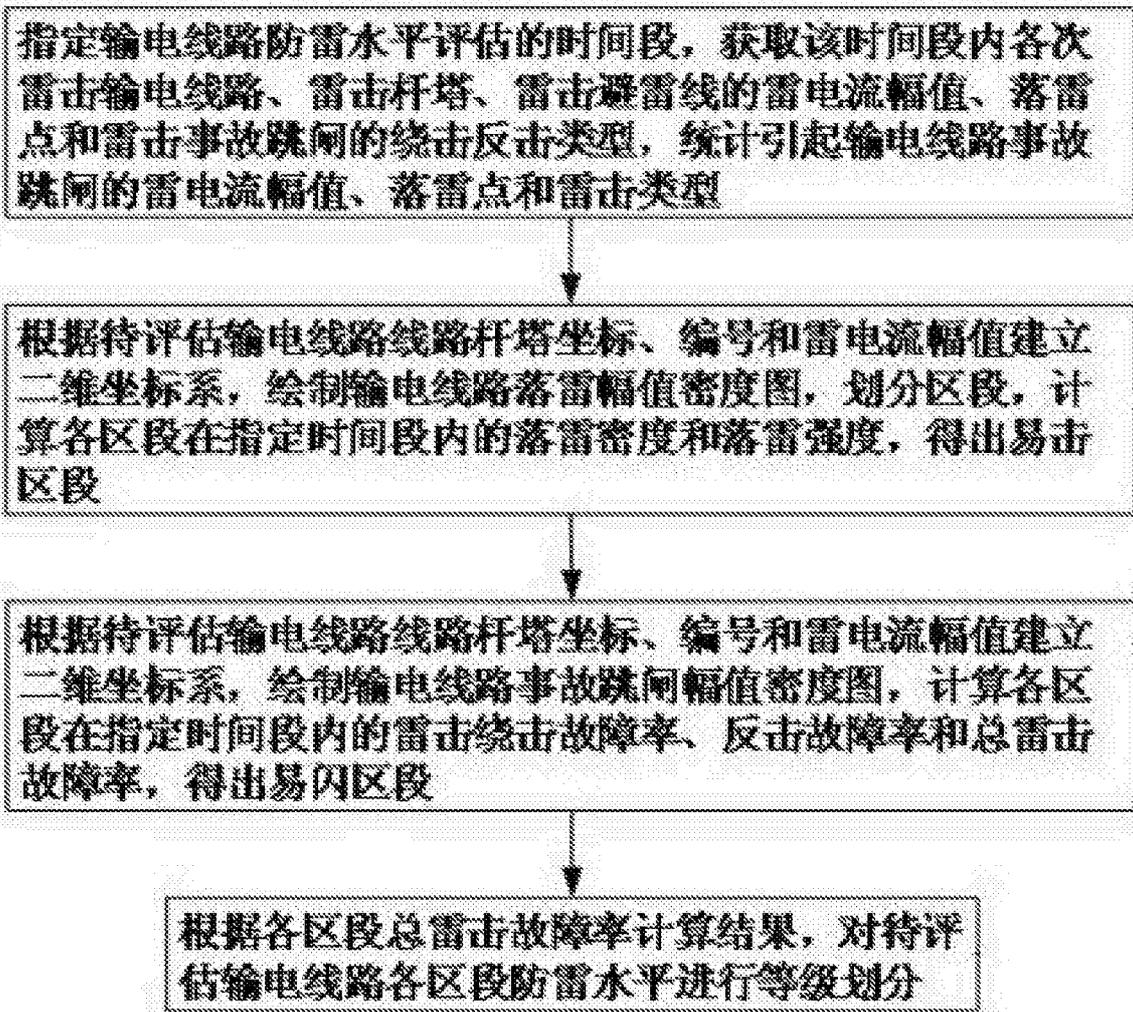


图 8

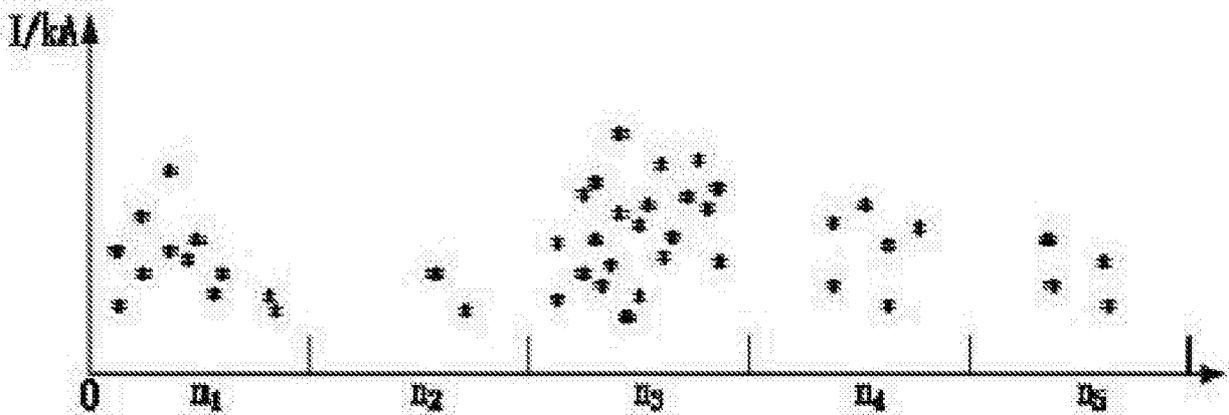


图 9

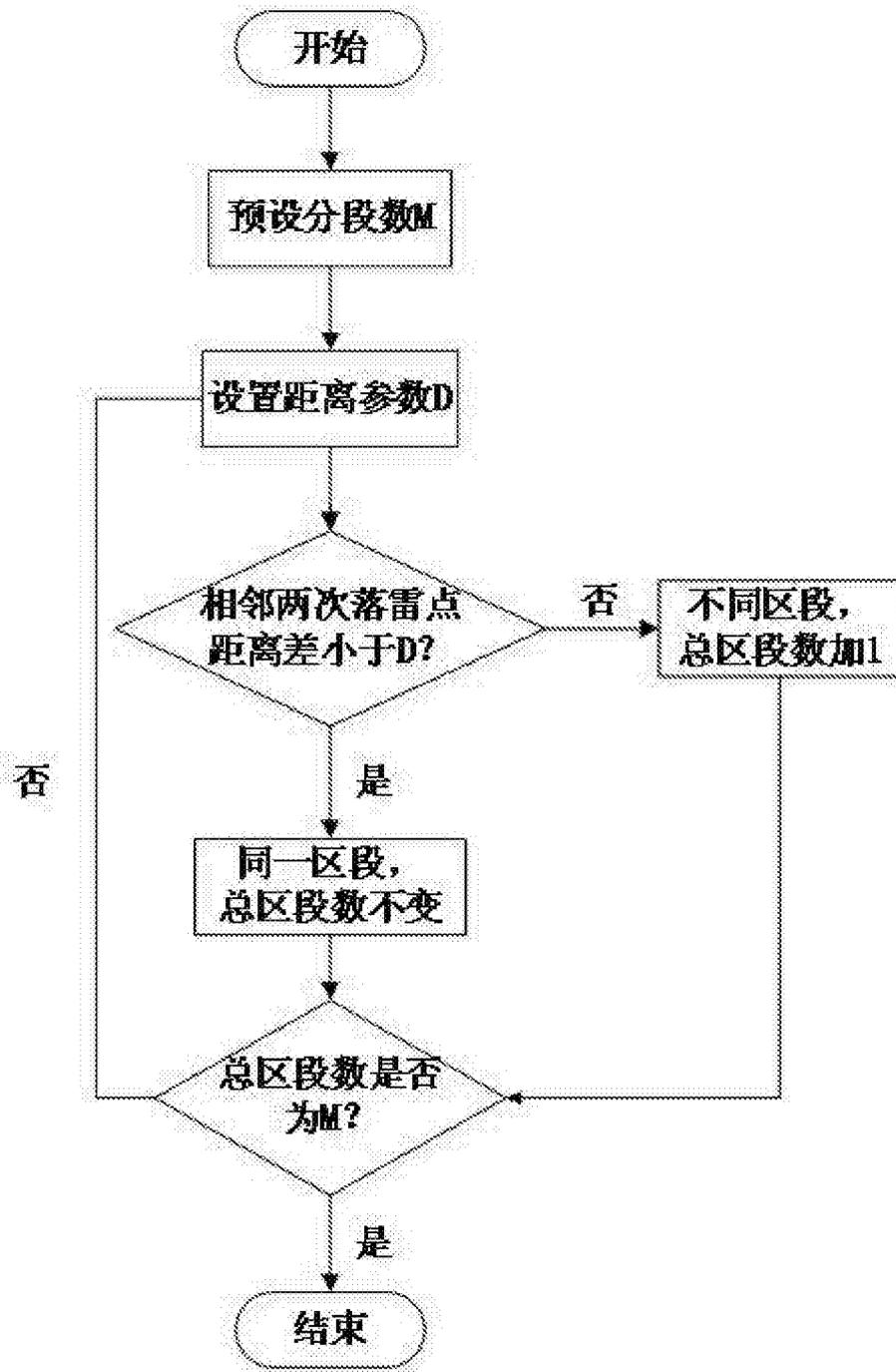


图 10

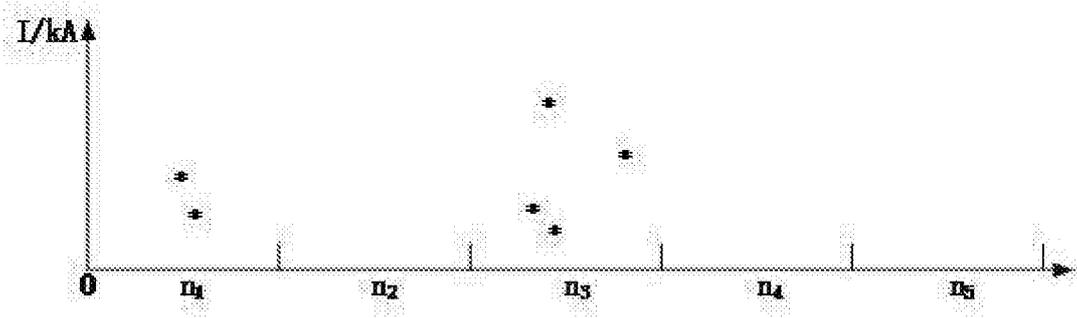


图 11