



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103048552 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201210557928. 0

(22) 申请日 2012. 12. 20

(73) 专利权人 孙海元

地址 510620 广东省广州市天河区华朗路  
29号1501幢

(72) 发明人 孙海元

(74) 专利代理机构 广东世纪专利事务所 44216

代理人 刘润愚

(51) Int. Cl.

G01R 29/08(2006. 01)

G01R 29/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101871980 A, 2010. 10. 27, 说明书第  
[0030] 段和附图 1-2.

CN 102279321 A, 2011. 12. 14, 说明书第  
[0022] 段和附图 1-2.

CN 202025042 U, 2011. 11. 02, 说明书第  
[0022]、[0024]-[0025] 段和附图 1-4.

CN 1601286 A, 2005. 03. 30, 全文.

CN 101799497 A, 2010. 08. 11, 全文.

CN 1635721 A, 2005. 07. 06, 全文.

CN 101871980 A, 2010. 10. 27, 说明书第  
[0028]-[0029]、[0030]、[0035]、[0041]-[0042]  
段和附图 1-2.

CN 102590639 A, 2012. 07. 18, 全文.

JP 特开 2011-85526 A, 2011. 04. 28, 全文.

JP 特开平 8-285956 A, 1996. 11. 01, 全文.

孟青等. 地面电场资料在雷电预警技术中的  
应用.《气象》. 2005, 第 31 卷(第 9 期), 第 30-33  
页.

审查员 黄金霞

权利要求书1页 说明书6页 附图4页

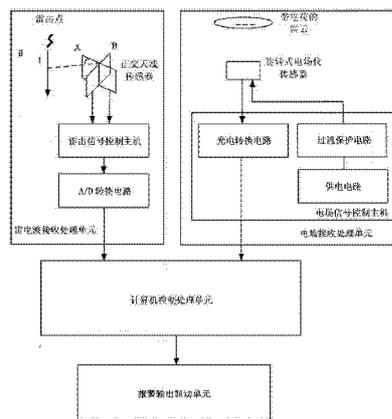
(54) 发明名称

一种雷电预警的实现方法

(57) 摘要

一种雷电预警装置及雷电预警的实现方法, 包括雷电波接收处理单元、电场接收处理单元、计算机控制处理单元、报警输出处理单元、报警处理驱动单元, 其中雷电波接收处理单元和电场接收处理单元分别将各自接收到的实时雷电波数据和实时大气电场值同时发送到计算机控制处理单元, 计算机控制处理单元将雷电波数据和大气电场值两组数据进行读取、保存和分析判断处理。本发明由于采用雷电波探测和电场仪相结合的结构, 利用两种传感器实时地采集两组不同的数据参数, 通过对两组不同的参数同时进行分析处理, 只有当两组数据都满足预设的预警要求时才发出相应的预警信号及作出相对应的控制, 大大地提高了雷电预警的正确率, 增加了提前预警时间。

CN 103048552 B



1. 一种雷电预警的实现方法,其特征在于包括以下步骤:

A、在待预警的区域装置用于接收实时雷电波信号的雷电波接收天线和用于接收实时的大气电场值的电场仪;

B、将雷电波接收天线接收到的雷电波信号进行电场分量相位与磁场分量相位的读取和两电动势的读取,计算出相位差进而查找出相应的雷击距离 L,并计算出雷击方向  $\theta$ ,并将该雷击距离 L 信号和雷击方向  $\theta$  信号转换为标准的 RS232 协议数据,同时,将电场仪接收到的大气电场值进行交流信号处理后转换为标准的 RS232 协议信号,再经光电转换电路转换为光信号;

C、将步骤 B 中所得到的已转换为标准的 RS232 协议数据的雷击方向  $\theta$ 、雷击距离 L 信号和已转换为光信号的大气电场值同时送到计算机控制处理单元进行以下处理:

C<sub>1</sub>、到设定的串口读取雷电波数据和电场数据;

C<sub>2</sub>、将读取到的原始数据自动保存到指定盘的指定目录下,定时生成一个数据文件;

C<sub>3</sub>、同时分析读取到的雷电波数据和电场数据,并判断雷电波数据和电场数据是否达到预警设定值;

C<sub>4</sub>、当雷电波数据和电场数据都达到预警设定值时,启动报警程序发出预警信号,并根据设定的预警值通过预警输出控制单元发出对应级别的声光报警和提示和通过输出控制端口发出串口命令给报警处理驱动单元控制煤气开关、动力开关、配电开关或油管阀门的自动关闭;

C<sub>5</sub>、自动生成各种雷击报表,供查阅分析。

## 一种雷电预警的实现方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种雷电预警的实现方法。

### 背景技术

[0002] 雷电预警是雷击发生前,预报某个非常具体的位置(比如某个油库)即将可能发生雷击。主要为露天作业场所的工作人员等避雷提供依据,同时也为易燃易爆场所提供避雷依据。因此,雷电预警能大幅减少雷击对人类社会的危害。目前的雷电预警系统主要采用大气电场仪监测大气电场,如图 1 所示,其工作原理是电场仪实时监测大气电场值,并送达计算机,当接收到的大气电场值大于预设值  $E_0$  时,电脑发出报警信息。间接地预报雷电活动情况。雷云要对地放电最关键的条件是雷云对大地的电场强度要达到某个值以上,因此,监测雷云产生的电场可以间接地分析出雷电的活动情况,电场仪 24 小时不间断地监测大气电场,记录着每时每刻的电场数据,这些数据与正常数据对比可分析雷电发生的可能性。电场仪监测的是近距离内的雷云对地的电场,因此,电场仪只适合于小范围内(20 左右公里内)的雷电监测。大气电场仪作为雷电预警,成本相对较低,但还需要专业人员分析,因为,当地的地形,地质,空气潮湿度,雷云的移动速度、雷云的大小(体积),当天的风速等等都影响到雷云对地放电的可能性,也就是说同样大小的电场值在不同地方或不同时候可能产生雷击,也可能不产生雷击,因此单一的比较电场值的大小来预警雷电其准确率比较低。同时,大气电场值可能由于周边环境变化而发生突变,比如带静电的汽车经过,人或动物经过等都可能引起电场仪的测量值突变,引发误预警。正因为决定雷云对地面放电与否的因素很多,所以,这类靠单一电场值来判断雷击可能性的雷电预警系统有两个缺点:

[0003] (1)、准确率不高,低于 50%。预警准确率低会严重影响野外作业人员的正常工作。

[0004] (2)、提前预警时间短,一般 10 分钟内,因为电场仪监测范围小,不能提前更多的时间预警,致使某些野外作业人员来不及撤离。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对上述存在问题和不足,提供一种可大大提高雷电预警的准确率、大大增加了提前预警时间并附加有多种实用的预警显示和预警处理机制的雷电预警的实现方法。

[0006] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 本发明所述的雷电预警装置,其包括雷电波接收处理单元、电场接收处理单元、计算机控制处理单元、报警输出处理单元、报警处理驱动单元,其中雷电波接收处理单元和电场接收处理单元分别将各自接收到的实时雷电波数据和实时大气电场值同时发送到计算机控制处理单元,计算机控制处理单元将雷电波数据和大气电场值两组数据进行读取、保存和分析判断处理,当其中一组数据异常时,立即判断另一组数据,只需当两组数据都满足预设的要求时,计算机控制处理单元才发出雷电预警信号,报警输出处理单元接收到计算机控制处理单元发出的雷电预警信号后分别输出音频报警信号进行声光报警和输出串口

命令给报警处理驱动单元,报警处理驱动单元根据该串口命令控制如煤气开关、动力开关、配电开关、油管阀门的自动关闭。

[0008] 其中,上述雷电波接收处理单元包括接收天线、雷击信号控制主机和 A/D 转换电路,其中接收天线为一由两条相互垂直的天线组成的正交天线,用于接收雷电波,雷击信号控制主机为一内置程序的单片机,用于将接收天线接收到的雷电波进行信号计算处理得到雷击方向  $\theta$  和雷击距离 L,并依据该雷击方向  $\theta$  和雷击距离 L 两个数据通过 A/D 转换电路转换成标准的 RS232 协议数据后通过串口直接送到计算机控制处理单元。

[0009] 上述电场接收处理单元包括电场仪和电场信号控制主机,其中电场仪为一设有六组静电感应传感器的旋转式电场仪,且传感器上方有一组屏蔽金属叶,由电机带动作匀速转动,同时该电场仪内还设有信号放大电路、滤波电路、A/D 转换电路,各传感器接收到交流信号由信号放大电路、滤波电路进行放大处理和滤波后再由 A/D 转换电路转换为标准的 RS232 协议信号,电场信号控制主机包括光电转换电路和供电电路、过流保护电路,其中光电转换电路将电场仪送过来的标准 RS232 协议信号转换为光信号兵通过光缆将该光信号送到计算机控制处理单元,供电电路通过过流保护电路给电场仪提供 12V 电源。

[0010] 本发明所述的雷电预警的实现方法,其特点是包括以下步骤:

[0011] A、在待预警的区域装置用于接收实时雷电波信号的雷电波接收天线和用于接收实时的大气电场值的电场仪;

[0012] B、将雷电波接收天线接收到的雷电波信号进行电场分量相位与磁场分量相位的读取和两电动势的读取,计算出相位差进而查找出相应的雷击距离 L,并计算出雷击方向  $\theta$ ,并将该雷击距离 L 信号和雷击方向  $\theta$  信号转换为标准的 RS232 协议数据,同时,将电场仪接收到的大气电场值进行交流信号处理后转换为标准的 RS232 协议信号,再经光电转换电路转换为光信号;

[0013] C、将步骤 B 中所得到的已转换为标准的 RS232 协议数据的雷击方向  $\theta$ 、雷击距离 L 信号和已转换为光信号的大气电场值同时送到计算机控制处理单元进行以下处理:

[0014] C<sub>1</sub>、到设定的串口读取雷电波数据和电场数据;

[0015] C<sub>2</sub>、将读取到的原始数据自动保存到指定盘的指定目录下,定时生成一个数据文件;

[0016] C<sub>3</sub>、同时分析读取到的雷电波数据和电场数据,并判断雷电波数据和电场数据是否达到预警设定值;

[0017] C<sub>4</sub>、当雷电波数据和电场数据都达到预警设定值时,启动报警程序发出预警信号,并根据设定的预警值通过预警输出控制单元发出对应级别的声光报警和提示和通过输出控制端口发出串口命令给报警处理驱动单元控制煤气开关、动力开关、配电开关、油管阀门的自动关闭;

[0018] C<sub>5</sub>、自动生成各种雷击报表,供查阅分析。

[0019] 本发明由于采用雷电波探测和电场仪相结合的结构,利用两种传感器实时地采集两组不同的数据参数,通过对两组不同的参数同时进行分析处理,只有当两组数据都满足预设的预警要求时才发出相应的预警信号及作出相对应的控制,由于两组数据交叉判断,互为补充,排除了各种环境及人为干扰因素的影响,大大地提高了雷电预警的正确率,增加了提前预警时间,并方便地附加多种实用的预警显示和预警处理机制。

[0020] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

### 附图说明

[0021] 图 1 为现有的预警处理流程图。

[0022] 图 2 为本发明的结构组成示意图。

[0023] 图 3 为本发明的预警处理流程图。

[0024] 图 4 为本发明的计算机控制处理单元的处理流程图。

[0025] 图 5 为本发明的电场与磁场相位差与雷击距离 L 之间的关系曲线图。

### 具体实施方式

[0026] 如图 2- 图 5 所示, 本发明所述的雷电预警装置, 包括雷电波接收处理单元、电场接收处理单元、计算机控制处理单元、报警输出处理单元、报警处理驱动单元, 其中雷电波接收处理单元和电场接收处理单元分别将各自接收到的实时雷电波数据和实时大气电场值同时发送到计算机控制处理单元, 计算机控制处理单元将雷电波数据和大气电场值两组数据进行读取、保存和分析判断处理, 当其中一组数据异常时, 立即判断另一组数据, 只需当两组数据都满足预设的要求时, 计算机控制处理单元才发出雷电预警信号, 报警输出处理单元接收到计算机控制处理单元发出的雷电预警信号后分别输出音频报警信号进行声光报警和输出串口命令给报警处理驱动单元, 报警处理驱动单元根据该串口命令控制煤气开关、动力开关、配电开关、油管阀门的自动关闭。其中, 各部分组成及工作原理如下:

[0027] (1)、雷电波接收处理单元

[0028] 雷电接收处理单元由接收天线与信号控制主机 1 两大部分组成, 接收天线是一条正交天线, 用于接收雷电波。信号控制主机 1 是一台内置程序的单片机, 完成雷击方向及雷击距离计算。

[0029] 接收天线为正交天线, 正交天线是一条由两条相互垂直的天线组成, 一个雷电波同时被这两条天线接收, 一个雷电波就被正交天线测得两个矢量数据  $\Phi A$  与  $\Phi B$ , 根据电磁理论, 雷击时的雷电流 I 在 A 天线中感应的电动势为:

$$[0030] \quad \Phi A = \Psi \cos \theta \quad (1)$$

[0031] 在 B 天线中感应的电动势为

$$[0032] \quad \Phi B = \Psi \sin \theta \quad (2)$$

[0033] ( $\Psi$  为与雷电流 I 成正比, 与雷击距离 L 成反比的电压值, 在一次雷击中, I 与 L 是一定的, 所以上面两个计算式中的  $\Psi$  是相同的)

[0034] 这两个矢量数据  $\Phi A$  与  $\Phi B$  送到 A/D (模拟数字转换) 处理控制主机。

[0035] 信号控制主机 1 同时接收到两个矢量数据  $\Phi A$  与  $\Phi B$  后, 先通过计算雷击的方向, 上述两式(1)与(2)相除得

$$[0036] \quad \theta = \arctan (\Phi B / \Phi A) \quad (3)$$

[0037]  $\Phi A$  与  $\Phi B$  是正交天线测得的两个值, 得出  $\theta$ , 如果确定 A 天线为正北方, 有了  $\theta$  值就确定了雷击的方向。值得注意的是,  $\theta$  的计算与雷电流 I、雷击距离 L 的大小无关, 因此, 天线的灵敏度, 雷电波空中传播的衰减等等都不影响  $\theta$  的计算值。

[0038] 信号控制主机 1 同时接收到两个矢量数据  $\Phi A$  与  $\Phi B$  后, 用麦克韦斯方程组解析

出两个矢量波形中信号最强的一个的电场相位与磁场相位及频率,再用电、磁分量相位差法计算雷击位置到天线的距离,计算原理是低频雷电波的电场与磁场信号的相位差将随距离呈规律变化,不同频率段有不同的变化规律,两者的关系曲线如下图(见《大气物理》)。从图可见在 100 公里内相位差与距离基本为正比例关系, $L=KQ$ ( $L$  为距离, $K$  为常数,在不同频率下有一个经验值, $Q$  为相位差)。

[0039] 控制主机 1 计算出相位差及频率结果,并自动计算出雷击距离数据。值得注意的是, $L$  的计算与雷电流  $I$  的大小无关,因此,天线的灵敏度,雷电波空中传播的衰减等等都不影响  $L$  的计算值。

[0040] 上面计算出的  $\theta$  与  $L$  实际上确定了雷击的位置,这两个数据由控制主机 1 内的 A/D 转换电路转换成标准的 RS232 协议数据后通过串口直接送到计算机。

[0041] 经过控制主机的 A/D 处理后雷电波数据输出的格式为控制主机与计算机约定的握手格式,具体:  $\$ \langle ddd \rangle, \langle bbb. b \rangle \#$

[0042] 其中:  $\$$ :表示雷电波数据开始。

[0043]  $\langle ddd \rangle$ :表示雷击距离,0~300 公里,100 公里内的数据比较准确。

[0044]  $\langle bbb. b \rangle$ :表示雷击位置的角度,从北向东的角度。000. 0~359. 9 度。

[0045]  $\#$ :表示雷电波数据结束。

[0046] 例如:控制主机送出一组数据为:  $\$ \langle 135 \rangle, \langle 56. 8 \rangle \#$  表示为:以雷电探测器为中心,北偏东 56. 8 度,离中心 135 公里处有一个雷击。

[0047] (2)、电场接收处理单元

[0048] 电场接收处理单元由电场仪与信号控制主机 2 两大部分组成,电场仪接收空中电场数据(雷云的静电场),处理数据并将数据转换成光信号,控制主机 2 主要是为电场仪供 12V 电,防止线路短路而设过流保护功能,将光信号转换成电信号。具体如下:

[0049] 旋转式电场仪设有六组静电感应传感器,传感器上方有一组屏蔽金属叶,由电机带动做匀速转动,使传感器测量到静电场值变成容易放大传输的交流信号,电场仪内设信号放大、滤波、A/D 转换、光电转换等电路。传感器过来的交流信号由电场仪内的放大器放大滤波后转换为标准的 RS232 协议信号,光电转换电路将该 RS232 信号转为光信号,包含电场值的这组 RS232 信号通过光缆传输到控制主机 2。

[0050] 控制主机 2 由 12V 配电电路、过流保护电路、光电转换电路组成。12V 配电电路为电场仪配电;保护电路由电流监测及自动开关组成,当工作电流大于 0. 5A 时,控制主机自动切断 12V 电源,作为过流保护,防止短路引起火灾。光电转换电路将电场仪送过来的光信号转换成 RS232 电信号。该信号送到计算机的串口。

[0051] 经过电场仪内的 A/D 处理后雷电波数据输出的格式为主机与计算机约定的格式,具体为:  $* \langle p \rangle, \langle ee. ee \rangle \#$

[0052] 其中:

[0053]  $*$ :表示电场数据开始。

[0054]  $\langle p \rangle$ :表示正负,“1”为正,“0”为负

[0055]  $\langle ee. ee \rangle$ :表示电场值。

[0056]  $\#$ :表示电场值数据结束。

[0057] 例如:电场仪送出一组数据  $* \langle 0 \rangle, \langle 12. 38 \rangle \#$  表示为当前电场值为 -12. 38KV/m。

[0058] (3)、计算机

[0059] 计算机由主机硬件、操作软件组成,主机硬件为主频 2G 以上的 PC 机,操作软件是一个实现自动预警及操作的专用作软件。

[0060] 计算机是普通的个人电脑,要求主频 2G 以上,内存 1G 以上,硬盘 150G 以上,显示器不小于 17 寸,设有 4 个以上串口,一个接收从控制主机 1 的雷电波数据,一个接收控制主机 2 的电场数据,一个用于预警输出控制信号,一个备用。

[0061] 操作软件,以 V1.3.6 版本为例介绍其基本功能。

[0062] 1)、读取数据:软件到设定的串口读取雷电波数据与电场数据。

[0063] 2)、保存数据:读取到的原始数据软件自动保存到指定盘的指定目录下,每天自动生成一个数据文件。

[0064] 3)、分析数据:雷电波数据与电场数据同时分析。

[0065] 雷电波数据分析:如果接收到雷电波数据,则,分析雷击活动规律,主要分析移动方向,移动速度,如果雷击位置近于在设定的位置或雷击正向被监控位置漂移而且预计 30 分钟会到达被监控位置内,则,提出雷电波预警信号,该预警信号只是一个内部记录信号,计算机此时还需要分析电场数据后才判断是否发出雷击预警信号。接收到的雷电波都按照雷击位置在电脑显示屏上打出标记,该标记显示 2 分钟后自动消失。

[0066] 电场值分析:电脑显示电场值的实时波形及数据,如果电场值超过设定值,或电场值一直在变大并在 30 分钟内会超过设定值,则提出电场值预警信号。计算机此时还需要分析雷电波数据后才判断是否发出雷击预警信号。

[0067] 4)、发出预警信号:当雷电波分析、电场值分析都发出预警信号时,电脑启动报警程序,

[0068] 发出预警信号,并根据设定的值,分别提示黄、橙、红三个不同级别的报警及提示。输出音频信号发出报警声,输出控制端口发出预警信号到输出报警控制单元。

[0069] 5)、设置:软件设置了“预警参数“设置功能,用户根据自身的需要及地形特点设置各种临界参数,软件自动默认一个常见的参数。

[0070] 6)、数据查阅:软件自动生成各种雷击报表,供查阅。

[0071] (4)、声光报警

[0072] 声音报警是一对 5W 以上的报警器,放大计算机发出的报警声音。

[0073] (5)、报警输出控制单元

[0074] 报警输出控制单元又 RS232 命令接收控制电路、自动开关电路组成。

[0075] RS232 命令接收电路接收来自计算机的控制命令,将该命令解析后输出信号去控制一组自动开关。

[0076] 自动开关电路主要由晶闸管组成,由 RS232 命令接收电路的输出信号控制晶闸管的通与断,从而实现自动开关。

[0077] (6)、继电器组

[0078] 继电器组主要是由继电器组成,控制马达、动力开关、配电开关等大电流设备的自动开关。比如雷击时自动关闭油管阀门等。继电器组由报警输出控制单元控制通与断。

[0079] 其主要优点如下:

[0080] (1)、大大提高了预警准确率:采用雷电探测器与大气电场仪组合传感器,两种传

感器取长补短，大气电场仪监测近距离内的电场值，并计算电场值的变化率排除各种干扰，再配合雷电探测器监测周围 100 公里左右的雷电活动情况，两者综合判断本地雷击发生的可能性。大大提高了雷电预警的准确率，准确率在 85% 以上。

[0081] (2)、增加了提前预警时间：由于监控了 100km 内的雷击，同时监控了电场的变化率，增加了本地提前预警的时间，大约提前 30 分钟。

[0082] (3)、实用功能：报警时，系统输出了一组控制命令，通过工业控制器去控制继电器的通断，实现自动控制。

[0083] 本发明是通过实施例来描述的，但并不对本发明构成限制，参照本发明的描述，所公开的实施例的其他变化，如对于本领域的专业人士是容易想到的，这样的变化应该属于本发明权利要求限定的范围之内。

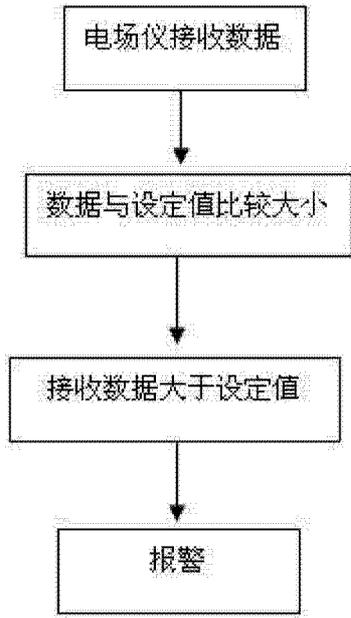


图 1

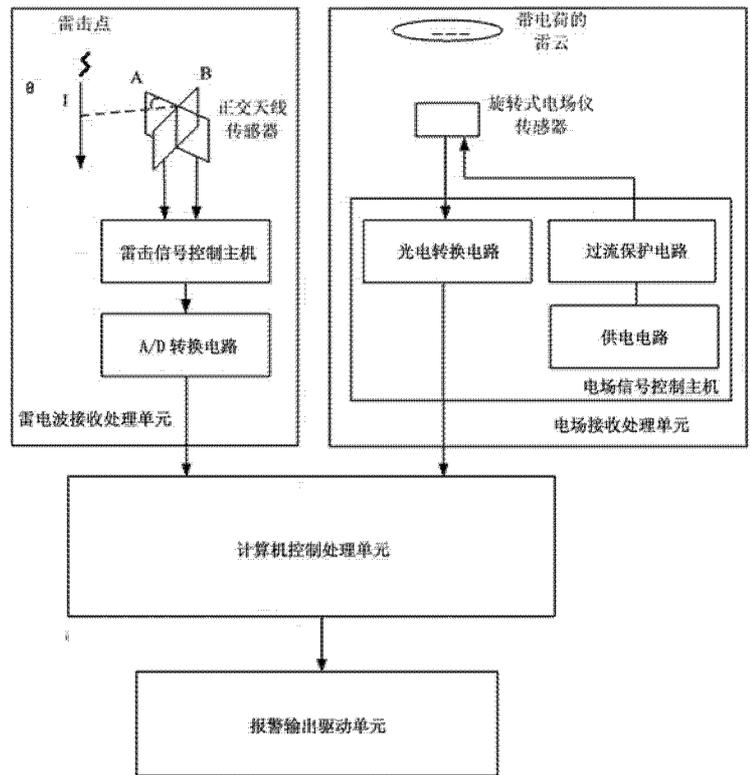


图 2

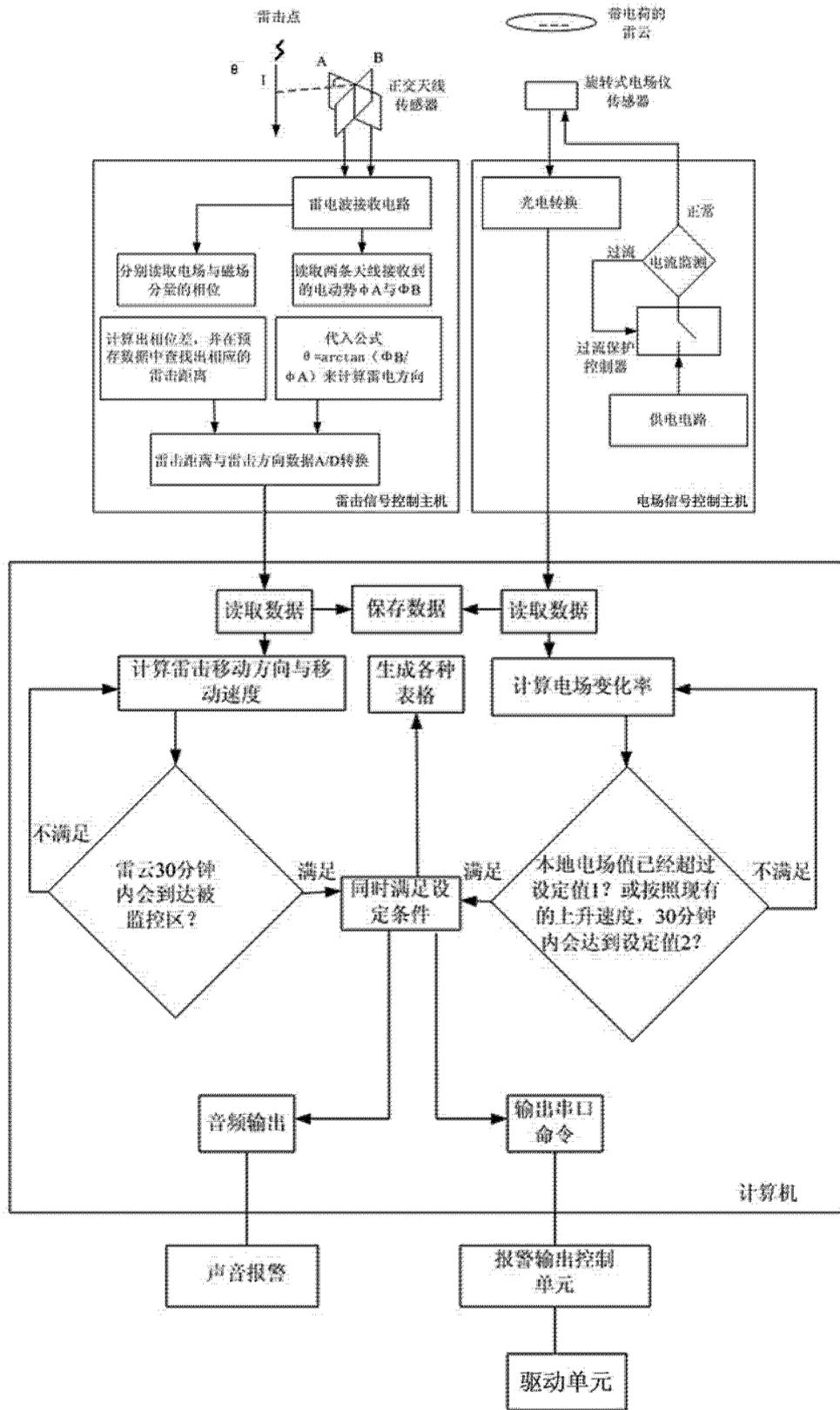


图 3

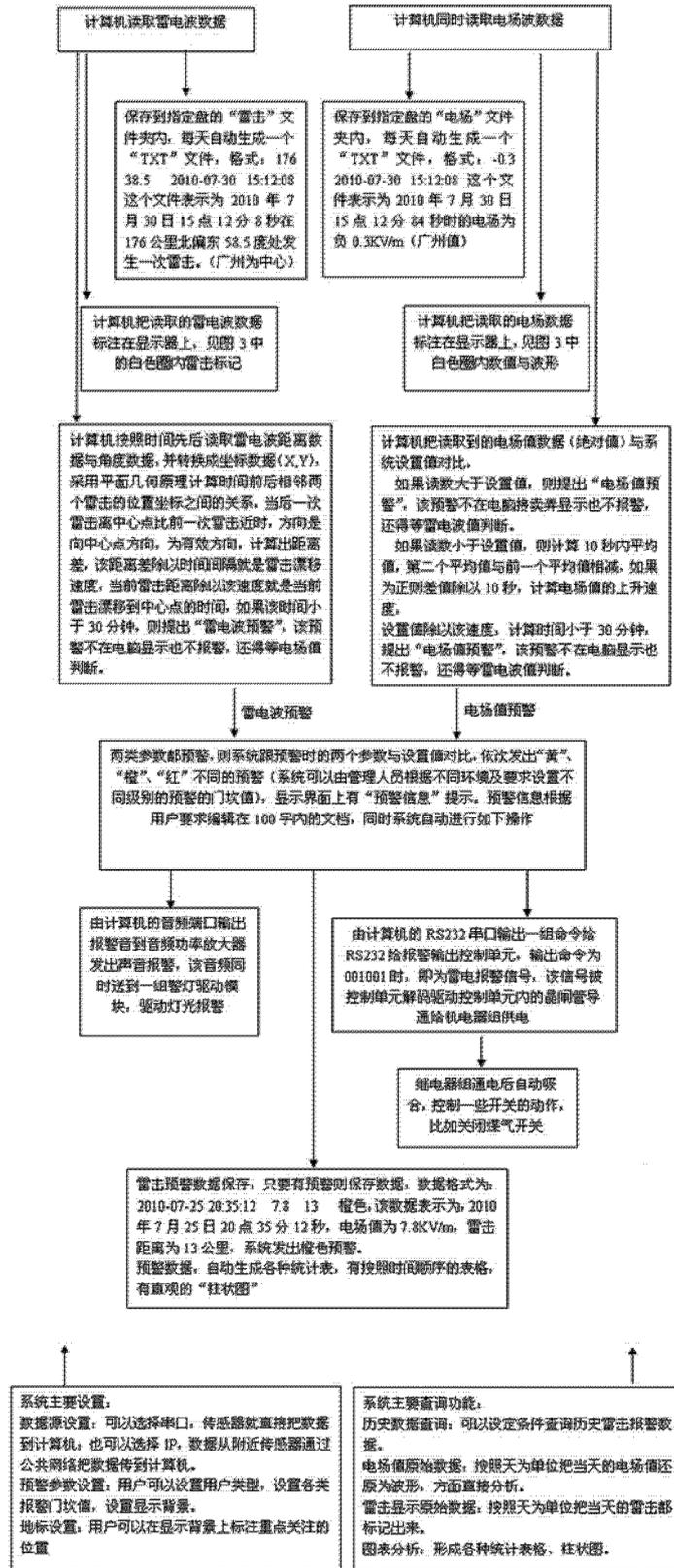


图 4

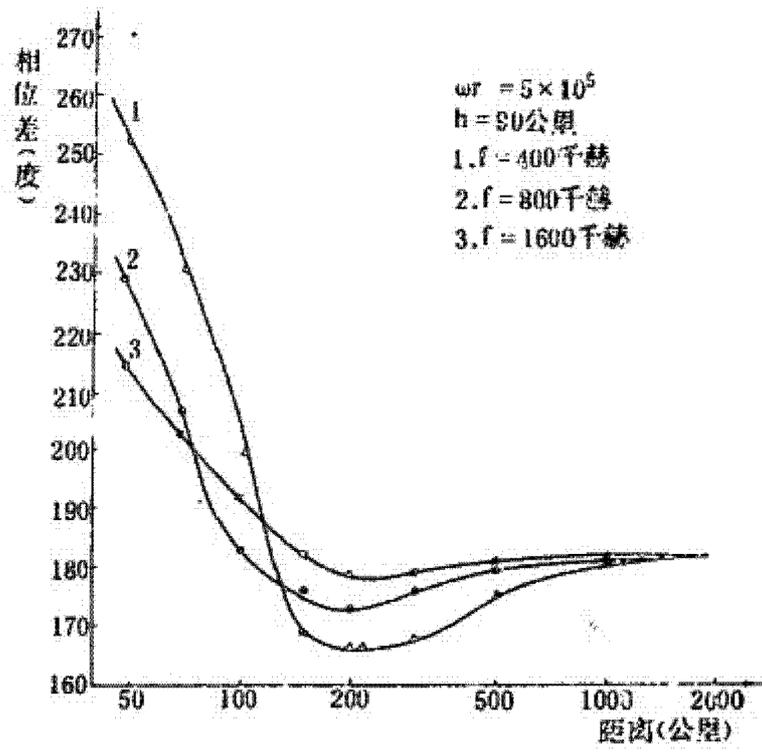


图 5