

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710032754.5

[51] Int. Cl.

G01R 31/08 (2006.01)

G01R 27/02 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 6 月 11 日

[11] 公开号 CN 101196550A

[22] 申请日 2007.12.21

[21] 申请号 200710032754.5

[71] 申请人 赵瑞琳

地址 510600 广东省广州市寺右北三街四巷 1
号 301 房

共同申请人 陈能翀

[72] 发明人 赵瑞琳 陈能翀

[74] 专利代理机构 广州致信伟盛知识产权代理有限公司

代理人 伍嘉陵

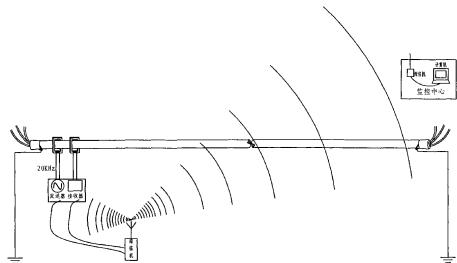
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

电力电缆监测装置和应用其监测电力电缆状态的方法

[57] 摘要

本发明给出可以用于实时监测电力电缆状态的电力电缆监测装置，包括发送器和接收器，发送器具有套在电力电缆上的发送变压器。本发明还给出应用该电力电缆监测装置监测电力电缆状态的方法。利用本发明可以建立电力电缆的安防系统，实现实时监测和自动报警，还可以进行电缆查询和查找，且不用改变线路的运行方式，也不必停电，且安装操作简易，适用于各种带屏蔽和铠装的电缆的监测。



1. 电力电缆监测装置，其特征在于，包括发送器和接收器，发送器发送监测信号使被测电缆防护层的导电层中产生感应电动势，接收器检测由感应电动势在所述导电层回路中产生的感生电流并输出检测结果，发送器具有套在电力电缆上的发送变压器，发送绕组作为发送变压器的初级绕组，被测电缆作为发送变压器的次级绕组，当发送绕组通交流电时，电力电缆防护层的导电层中会产生感应电动势。
2. 根据权利要求 1 所述的电力电缆监测装置，其特征在于，所述的接收器具有套在被测电缆上的接收变压器，被测电缆作为接收变压器的初级绕组，接有测流器的接收绕组作为接收变压器的次级绕组。
3. 根据权利要求 1 的电力电缆监测装置，其特征在于，所述的发送器具有电流负反馈单元，发送器根据电流反馈信号调整发送监测信号的强度，使得在正常情况下所述导电层回路中产生的感生电流强度为设定值。
4. 根据权利要求 1 的电力电缆监测装置，其特征在于，监测信号频率大于等于 5kHz，小于 50kHz。
5. 应用权利要求 1 所述的电力电缆监测装置监测电力电缆状态的方法，其特征在于，用发送器发送监测信号使被测电缆防护层中的导电层产生感应电动势，接收器检测感应电动势在所述导电层回路中产生的感生电流，将检测结果发送到远方的监控中心，监控中心调取被测电缆信息。
6. 根据权利要求 5 所述的监测电力电缆状态的方法，其特征在于，当接收器检测不到由感应电动势在所述导电层回路中产生的感生电流时，确定电力电缆已经被盗。
7. 根据权利要求 6 或所述的监测电力电缆状态的方法，其特征在于，各条电力电缆上均安装电力电缆监测装置，当有两个以上电力电缆监测装置的接收器都检测不到由监测信号感应电动势在电力电缆防护层中的导电层回路产生的感生电流时，若所述的接收器所监测的电力电缆具有被共同敷设的地段，则确定被盗地点位于该地段。
8. 根据权利要求 6 或 7 或所述的监测电力电缆状态的方法，其特征在于，当电力电缆监测装置监测到异常情况时，向监控中心发出警示信号，监控中心收到警

示信号，即自动报警，并自动提取有关电缆信息，链接电力信息系统，将异常电缆的走向以地理信息图的方式显示。

9. 根据权利要求 5 所述的监测电力电缆状态的方法，其特征在于，在供查询的多条电力电缆上均安装电力电缆监测装置，在查询地点用可移动的另一个电力电缆监测装置的发送器向待查询的电力电缆发送查询信号，接收到查询信号的电力电缆监测装置自动发信号至指定设备。
10. 根据权利要求 5 所述的监测电力电缆状态的方法，其特征在于，用发送器向待查找的电力电缆发送查找信号，查找时用可移动的接收器检测，把测出有查找信号的地点确定为待查找的电力电缆的经过之处。

电力电缆监测装置和应用其监测电力电缆状态的方法

技术领域

本发明涉及电力电缆监测装置和应用该电力电缆监测装置监测电力电缆状态的方法。

背景技术

随着城市美化和电力要求的提高，用于传输电能的电缆数量与日俱增，电缆线路遍布大街小巷。在电缆坑中，同坑敷设的电缆少则3~5根，多则20~30根，甚至更多。

电力电缆从结构上可划分为线芯和防护层两大部分，位于最里层的线芯用于传输电能，裹在线芯外的防护层具有多层结构，分别实现屏蔽、绝缘、防外力破坏等功能。在防护层中，用于防外力破坏的铠装层和用于电磁屏蔽的屏蔽层的材料具有可导电性能。本文将电缆防护层中的可导电部分简称为导电层。在中压及以上输、配电网，由于电压较高，盗窃带电电缆常会导致盗窃者伤亡，这类盗窃事件过去甚少发生，因此电缆没有装设安防系统。

以往，盗贼盗窃电力线路主要是冲着导线的铜材而来，近一年来出现了多起10kV电力电缆绝缘防护层被盗事件。由于电缆敷设隐蔽，且没有设置监防系统，故电缆防护层被盗没有造成停电及短路事故的不易被发现。有的地方，盗窃者盗取10kV电缆绝缘防护时导致了系统短路，造成盗窃者伤亡和停电；有的电缆防护层被盗后，虽然暂时没有发生停电或人员伤亡事故，但电缆绝缘防护等级大幅下降，操作过电压、雷电过电压、谐波过电压、人员踩踏、鼠咬，都将触发短路，某一相短路爆炸，往往引发同沟敷设的多条馈电线路同时短路，造成大面积停电，由此可见，盗贼已给电力系统埋下了多处严重的安全隐患。由于多条防护层被盗后的电缆埋藏在地下，电力部门至今没有专门的设备监测电缆的安全情况，无法得知电力电缆的防护层被破坏，从而不能及时采取补救措施，使电力系统和周边人员及环境的安全受到严重威胁。

另外，电缆绝缘层被盗给国家和人民带来巨大的经济损失。就已发生的事故

而言，仅重新修复电缆的费用有的十几万、有的几十万、有的甚至过千万元，且事故让用户和电力部门蒙受停电带来的损失无法估计。工作在危险状态的电缆正日渐增加，建立电缆安防系统，保护供电系统安全已刻不容缓。

在现有技术中，没有关于电力电缆监测的内容。检索到的电缆鉴别和故障查找装置基本上是直接将电压或电流直接加到线芯或钢铠甲上进行，需停电进行，不适合作为监测用。

另外，在多根电缆同沟敷设的电缆走廊里，假如某根电缆部分遭损坏，未造成短路但需停电维修时，要确认该电缆是哪条馈电线路的哪根电缆，才能停电检修。用现有的电缆检测装置查找的方法是将经过该路段的所有电缆分别停电，将在电缆头处分别将其中二相并接，然后在一端连接信号发生器发送检测信号，另一端接地，在电缆损坏处检测检测信号来鉴别该电缆。这样工作量大，且要多次停电才能完成，耗时费事，难以满足当今高速发展的科学技术对电网的安全、可靠、优质的要求。

发明内容

本发明旨在给出一种可以使用方便、适用于实时监测电力电缆状态的电力电缆监测装置。

本发明还给出应用此电力电缆监测装置监测电力电缆状态的方法。

本发明给出电力电缆监测装置，其特征在于，包括发送器和接收器，发送器发送监测信号使被测电缆防护层的导电层中产生感应电动势，接收器检测由感应电动势在所述导电层回路中产生的感生电流并输出检测结果，发送器具有套在电力电缆上的发送变压器，发送绕组作为发送变压器的初级绕组，被测电缆作为发送变压器的次级绕组，当发送绕组通交流电时，电力电缆防护层的导电层中会产生感应电动势。

本发明的电力电缆监测装置，其发送器发送监测信号使该防护层中的导电层产生感应电动势。由于正常使用时，防护层中的导电层在电力电缆的供电端和受电端分别接地，与大地构成回路，满足感生电流产生的条件，故上述感应电动势

在上述导电层回路产生感生电流，接收器就可以接收到该感生电流。因电力电缆中线芯连同两端母线和变压器构成的线芯回路的阻抗远大于防护层中的导电层回路的，监测信号在线芯回路上产生的感生电流远小于防护层中的导电层回路上的感生电流，故不会影响接收器的检测结果。本发明的发送器采用电磁耦合，实现高低压隔离，安装和监测时，都无需改变线路的运行方式，也不必停电，操作简易，因此适用于实时监测电力电缆的状态。

所述的电力电缆监测装置，其接收器具有套在被测电缆上的接收变压器，被测电缆作为接收变压器的初级绕组，接有测流器的接收绕组作为接收变压器的次级绕组。

接收器采用变压器的方式，实现高低压隔离，提高了安全性，适用于实时监测；变压器采用闭合磁芯，可提高信噪比，抑制干扰信号，从而达到较高的精度。

所述的电力电缆监测装置，其发送器具有电流负反馈单元，发送器根据电流反馈信号调整发送监测信号的强度，使得在正常情况下所述导电层回路中产生的感生电流强度为设定值。

由于不同型号规格的电缆有不同的阻抗值 Z_L ，接地电阻也不尽相同，故对于不同的电缆，总阻抗 $Z_{\text{总}}$ 是一个变量，且变化幅度大，这样感生电流变化范围也很大，给测量鉴别带来了困难。电流负反馈单元的接入让发送器根据电流反馈信号调整发送监测信号的强度，使得在正常情况下所述导电层回路中产生的感生电流强度为设定值，适用于各种长度、规格的电缆监测、查询、查找。

所述的电力电缆监测装置，监测信号频率大于等于 5kHz，小于 50kHz。

由于电力电缆的工作频率为 50Hz，故本发明电力电缆监测装置的监测信号频率应当避开电力电缆的工作频率干扰，以大于等于 5kHz 为宜；同时，因为当监测信号频率接近射频时，将可能使多条电缆上都接收到监测信号，影响本机和其它电力电缆的检测结果，监测信号频率又不宜过高，所以监测信号频率不宜过高，以小于 50kHz 为宜。

本发明还给出应用上述电力电缆监测装置监测电力电缆状态的方法，其特征在于，用发送器发送监测信号使被测电缆防护层中的导电层产生感应电动势，接收器检测感应电动势在所述导电层回路中产生的感生电流，将检测结果发送到远方的监控中心，监控中心调取被测电缆信息。

使用监测电力电缆状态的方法可实时得知电网系统内各条电缆的状态。

所述的监测电力电缆状态的方法，当接收器检测不到由感应电动势在所述导电层回路中产生的感生电流时，确定电力电缆已经被盗。

本发明的监测电力电缆状态的方法可以用于实时监测电力电缆是否被盗。因为电力电缆被盗时，防护层中的导电层必遭到破坏，导电层回路被切断，则无法产生感生电流，所以若接收器接收不到该感生电流，则表示防护层中的导电层已被破坏，监控中心就可以实时得知电力电缆被盗。监控中心调取被测电缆信息后，就可以得知被盗的是哪条电力电缆。

所述的监测电力电缆状态的方法，各条电力电缆上均安装电力电缆监测装置，当有两个以上电力电缆监测装置的接收器都检测不到由监测信号感应电动势在电力电缆防护层中的导电层回路产生的感生电流时，若所述的接收器所监测的电力电缆具有被共同敷设的地段，则确定被盗地点位于该地段。

所述的监测电力电缆状态的方法，当电力电缆监测装置监测到异常情况时，向监控中心发出警示信号，监控中心收到警示信号，即自动报警，并自动提取有关电缆信息，链接电力信息系统，将异常电缆的走向以地理信息图的方式显示。

利用本发明的电力电缆监测装置，以监控中心为核心建立安防系统，一旦发生电力电缆被盗事故，系统可以立即报警，并调取电缆信息在地图上显示事故路段，可让工作人员迅速、直观地了解事故情况，工作人员也可以根据电缆分布地图判断相同路段有哪些电力电缆也可能被盗，从而采取应急措施。

所述的监测电力电缆状态的方法，在供查询的多条电力电缆上均安装电力电缆监测装置，在查询地点用可移动的另一个电力电缆监测装置的发送器向待查询的电力电缆发送查询信号，接收到查询信号的电力电缆监测装置自动发信号至指定设备。

本发明的监测电力电缆状态的方法可以用于电力电缆查询。在已建立电缆监测的电网上的多条电力电缆上均安装电力电缆监测装置，工作人员在电缆敷设处欲查询某条电缆是连接哪个电缆点的电缆时，只需用一个移动的发送器向待查询电缆发送查询信号（例如采用 0.5Hz 调制 20kHz 的信号），接收到查询信号的电力电缆监测装置就自动发送信息到监控中心，监控中心调取被测电缆信息后，就可以得知工作人员正在查询的是哪条电力电缆，然后将检测结果发送至指定设备，也可发送到工作人员的通信工具上。由于只作用于电力电缆的防护层，查询时无需断电并拆除线芯，使用方便，不会影响电力电缆的正常工作。

所述的监测电力电缆状态的方法，用发送器向待查找的电力电缆发送查找信号，查找时用可移动的接收器检测，把测出有查找信号的地点确定为待查找的电力电缆的经过之处。

本发明的监测电力电缆状态的方法可以用于电力电缆查找。在供查询的多条电力电缆上均安装发送器，向待查找的电力电缆发送查找信号（例如采用 1Hz 调制 1kHz、1kHz 调制 20kHz 的信号），要查找电力电缆的工作人员来到查询现场，用接收器检测，如可以测出查找信号，则表明此处为待查找的电力电缆经过之处；否则表明待查找的电力电缆不经过此处。

附图说明

图 1 是电力电缆监测装置的方框图。

图 2 是发送变压器的工作原理图。

图 3 是接收变压器的工作原理图。

图 4 是电缆监测被盗自动报警系统示意图。

图 5 是采用可移动的发送器查询电缆的示意图。

图 6 是采用可移动的接收器查找电缆的示意图。

具体实施方式

本发明的电力电缆监测装置如图 1, 当输入的监测指令为“0”时, 第一光电耦合器的输出为“0”, 二个 PWM 控制器停止工作, 发送变压器的初级电压为“0”, 即没有信号加到被测电缆上, 电力电缆监测装置停止工作。

当输入的监测指令为“1”时, 第一光电耦合器的输出为“1”, 二个 PWM 控制器工作, PWM-1 控制器控制 DC1/DC2 变换器的导通角 Ψ , 电源电压 U_{DC2} 为 12V, 通过振荡、变换升压、整流, 得到直流电压 U_{DC2} , 不同的导通角 Ψ 会对应不同的输出电压 U_{DC2} 值。

PWM-2 控制器用于控制 DC2/AC 变换器, 交流方波频率为 20kHz, AC 的幅值就是 U_{DC2} 之值, AC 是加到发送变压器初级绕组的电压, 如图 2 所示, 副边是被测电缆 (一匝), 其感生电动势 E_{AC1} 与 AC 电压成正比。

附图 2 是描述发送变压器输入 AC 信号后, 其次级绕组即被测电缆的导电层产生电动势 E_{AC1} 在正常情况下形成感生电流 i_H 。

电力电缆的铠甲和屏蔽层是金属导电体, 整根电缆的防护层中的导电层 (本文以下简称导电层) 的阻抗 Z_L 不大, 导电层的两端在电缆终端头处接地, 其接地电阻 $R1$ 、 $R2$ 均不大于 4 欧姆。该回路的总阻抗为 $Z_{总}=R1+R2+Z_L$ 。在电缆上 (相当于一匝线圈) 的感生电动势 E_{AC1} 作用下, 产生感生电流 $i_H=E_{AC1}/Z_{总}$ 。假若电缆绝缘防护层被盗, 导电层断开, $Z_{总}$ 是无限大, $i_H \approx 0$ 。

在正常情况下, 不同型号规格的电缆有不同的 Z_L 值, 接地电阻也不尽相同, 故对于不同的电缆, 总阻抗 $Z_{总}$ 是一个变量, 且变化幅度大, 这样感生电流变化范围也很大, 给测量鉴别带来了困难。采用电流负反馈单元就解决了这一问题。将与电缆感生电流成正比的信号取出, 经放大, 通过 PWM-1 控制器调节导通角 Ψ 的大小来控制 U_{DC2} 和 AC 电压的大小, 从而实现正常情况下 i_H 在小幅度范围内变化的目的。当电缆被盗, 电缆绝缘防护层被盗导电层断开 $Z_{总} \approx \infty$, 则 $i_H \approx 0$ 。

接收器的接收变压器套在被测电缆上 (如图 3 所示), 被测电缆作为接收变压器的初级绕组, 只有一匝, 接有测流器的接收绕组作为接收变压器的次级绕组。

当被测电缆流过感生电流 i_{ll} 时，接收变压器铁心会产生交变的磁通，次级绕组产生感生电动势 E_{22} ，经过选频、放大、检波，得到直流电压 U_f ， U_f 与被测电缆导电层产生的感生电流 i_{ll} 成正比，通过电平指示器指示 U_f 大小，也相当于感生电流大小。

U_{gd} 是采用分压器从电源取下的一恒定电压作参比电压，从负端输入比较器。当 $U_f > U_{gd}$ 时，比较器输出高电平，通过第二光电耦合器，发出正常信号给短信机或直接输出正常信号显示。反之，当 $U_{gd} > U_f$ （感生电流 i_{ll} 小于设定值）时，比较器输出低电平，通过第二光电耦合器和短信机将电缆故障信号发送到设定的地方。其中的光电耦合器是便于数据信息的传输，实现计算机自动控制和自动报警。

判断电缆防护层是否被盗。具体实施如下：

短信机收到巡检信号后，便发出信号让 1 号电缆的发送器工作 10 秒，对 1 号电缆进行监测，在此期间假若其接收器均反馈“正常”信号，则 1 号发送器停止工作，令 2 号电缆的发送器工作 10 秒，对 2 号电缆进行监测；假若其接收器均反馈“正常”信号，则 2 号发送器停止工作，令 3 号电缆的发送器工作 10 秒，对 3 号电缆进行监测，如此巡回监测。

假若第 n 号接收器发出“不正常”信号，为了减少由于干扰而误发被盗信号，而短信机要再对第 n 号发送器，连续发出三次监测信号，每次仍然 10 秒。假若三次均报不正常，才发出“被盗”信息。

由电力电缆监测装置构成的电缆自动监测系统的示意图如图 4，电力电缆监测系统主要由电力电缆监测装置、计算机、控制及通讯模块（短信机或单片机及通讯连接设备）组成。

图 4 所示电力电缆监测系统之一实施例。

首先在需监测的电力电缆上安装电力电缆监测装置，再在各开关房（站）分别安装短信机，也可以是单片机及通讯连接设备，并连接监控中心。

发送器和接收器由计算机（或通过短信机）控制。计算机连接喇叭、显示器、无线或有线通信模块等报警装置，当接收器检测不到感应电流时，计算机控制喇叭发出警示音，或在显示器上显示异常信息。计算机通过无线通信模块与远方的

调度中心进行无线连接，当接收器检测不到感应电流时，计算机向调度中心发送异常信息。

监控中心计算机发出指令，用短信通知短信机控制电力电缆监测装置进行监测工作（也可以用线控或手动操作启动监测），监测装置对电缆进行监测，并将监测结果反馈到短信机（或者直接输出结果）。当监测装置监测到异常情况时，短信机或单片机向监控中心发出警示信号，监控中心计算机收到异常报警信号，即自动报警，并自动提取有关电缆信息，链接电力信息系统，将异常电缆的走向在地理信息图上显示。当二根以上的电缆的监测装置发出报警信号时，以上电缆敷设的公共走廊就是贼人作案的路段。有关人员前往制止破坏，抓捕疑犯。

按图 5，用作电缆查询，此时用可移动的发送器向电缆发出 $0.5\text{Hz}+20\text{KHz}$ 的电缆查询信号，即 1 秒有 20KHz 信号，下一秒没信号，再下一次有 20KHz 信号。电缆查询信号由移动发送器发送到待查电缆，电力电缆监测装置接收到 0.5Hz 的 $0-1$ 信号。短信机按信息 0.5Hz 的 $0-1$ 信号和地址码发出 XX 变电站 XX 电缆为工作人员要查询的电缆。

按图 6，用作查找电缆走向，令电力电缆监测装置的发送器连续发出 $1\text{Hz}+1\text{KHz}+20\text{KHz}$ 信号，此时用可移动的接收器接收信号。通过第一级选频 20KHz 器，检测出 1KHz ，推动喇叭发出 1Hz 的 1KHz 断续响，凭声音信号大小来判断电缆走向，这种可移动接收器可采用接收变压器型接收器，也可采用磁棒型接收器。当磁棒与电缆轴线共一平面，例如平行或垂直时，信号最小。当磁棒与电缆轴线垂直，但又不共平面时，信号最大。以此原则，来判断被测电缆走向并可鉴别电缆。

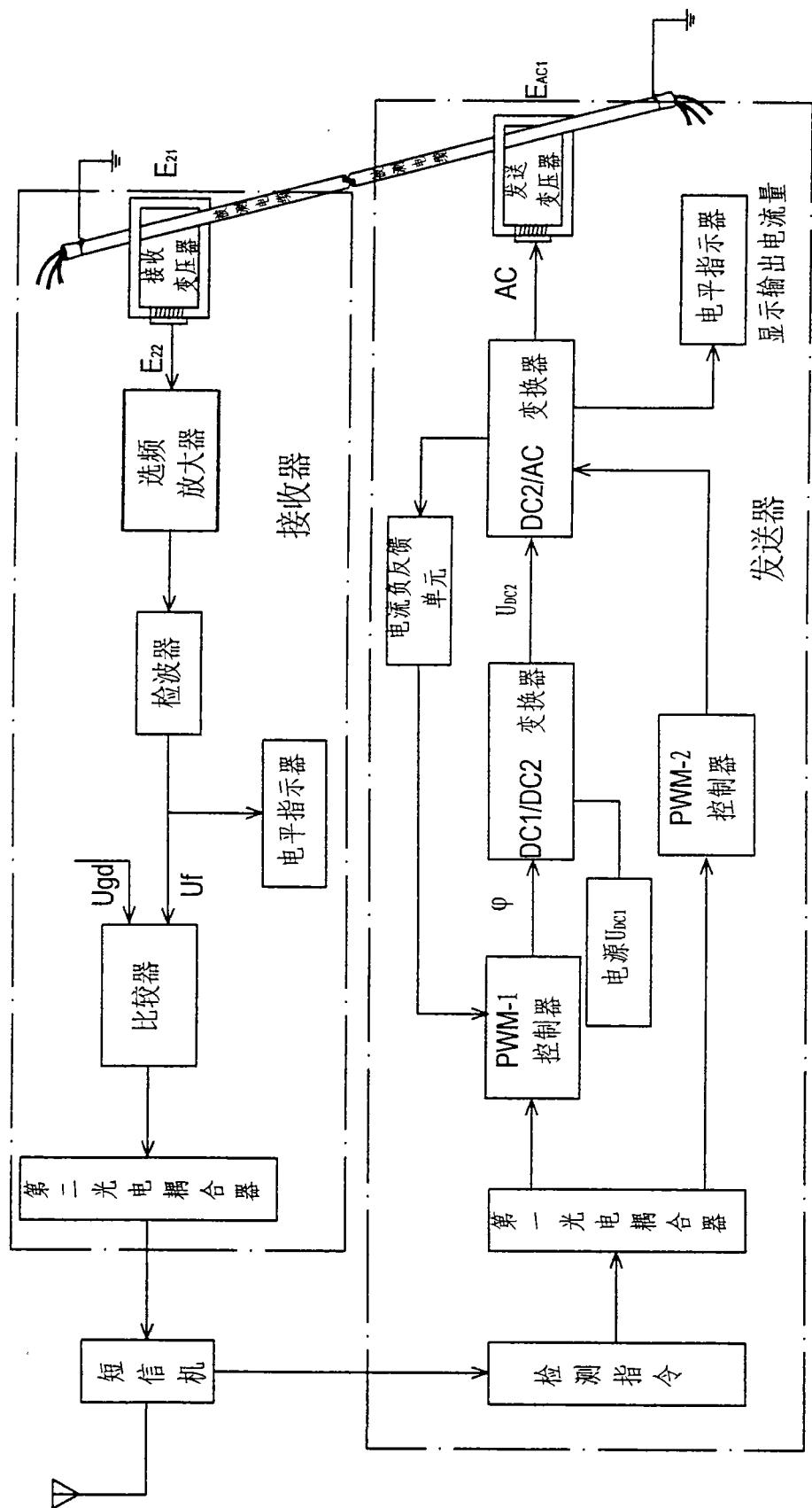


图 1

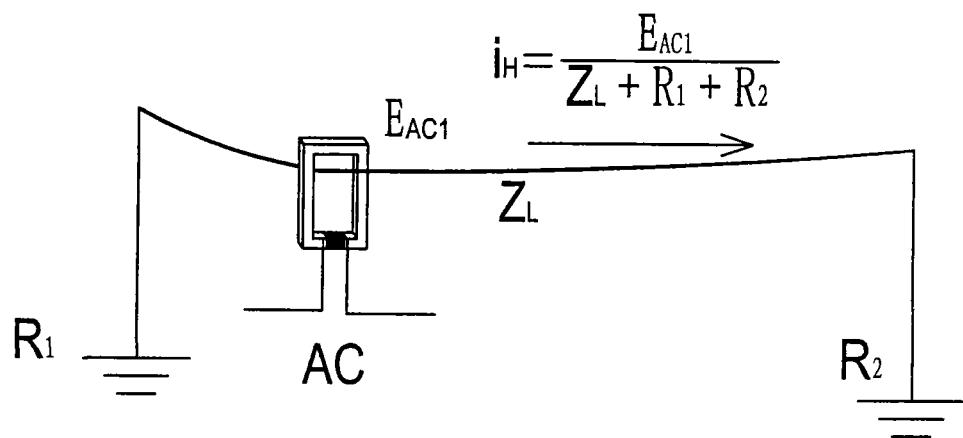


图 2

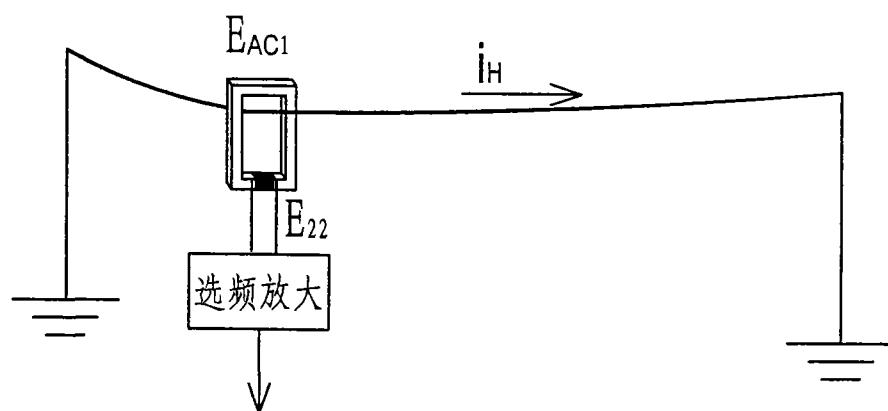


图 3

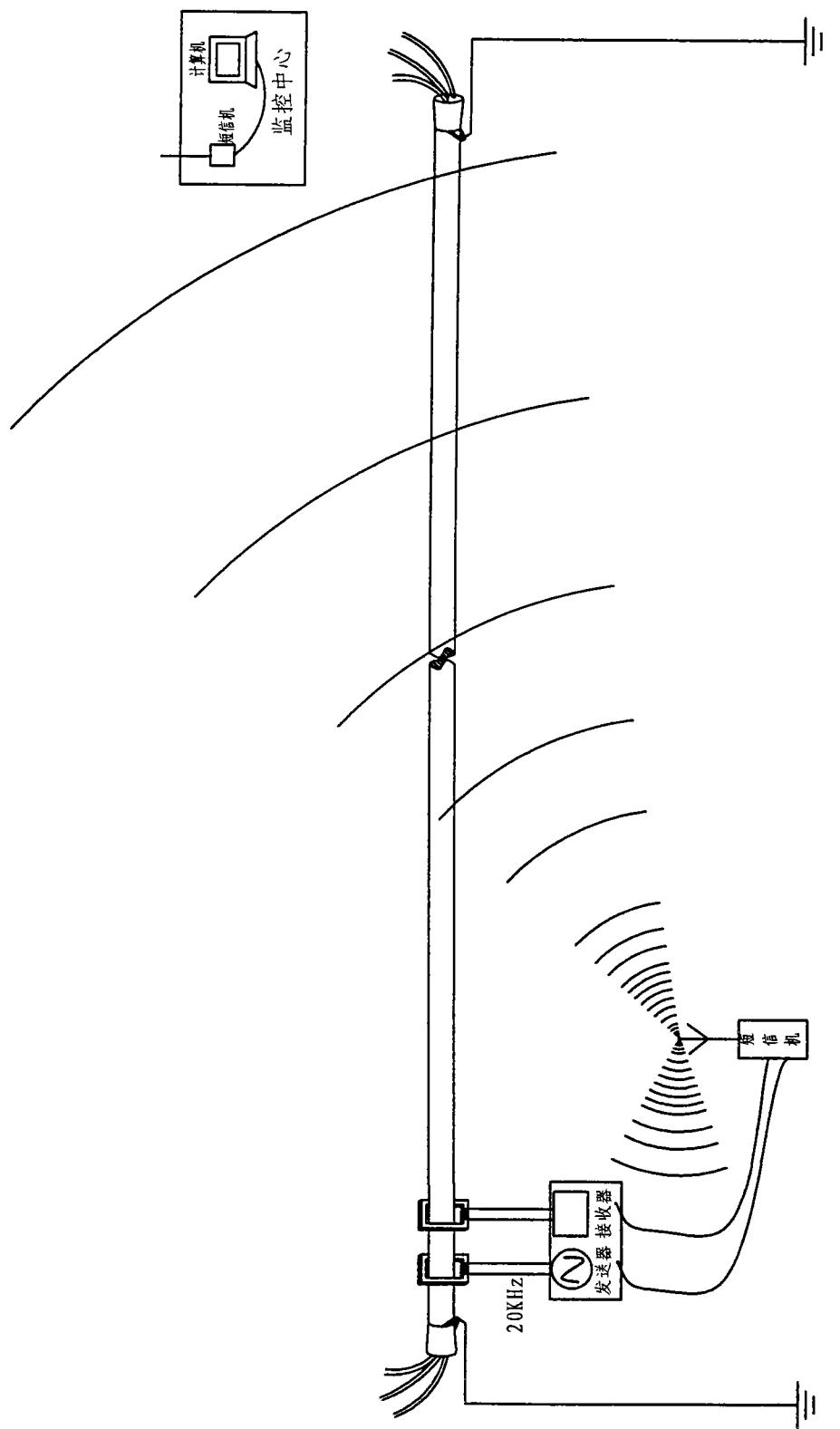


图 4

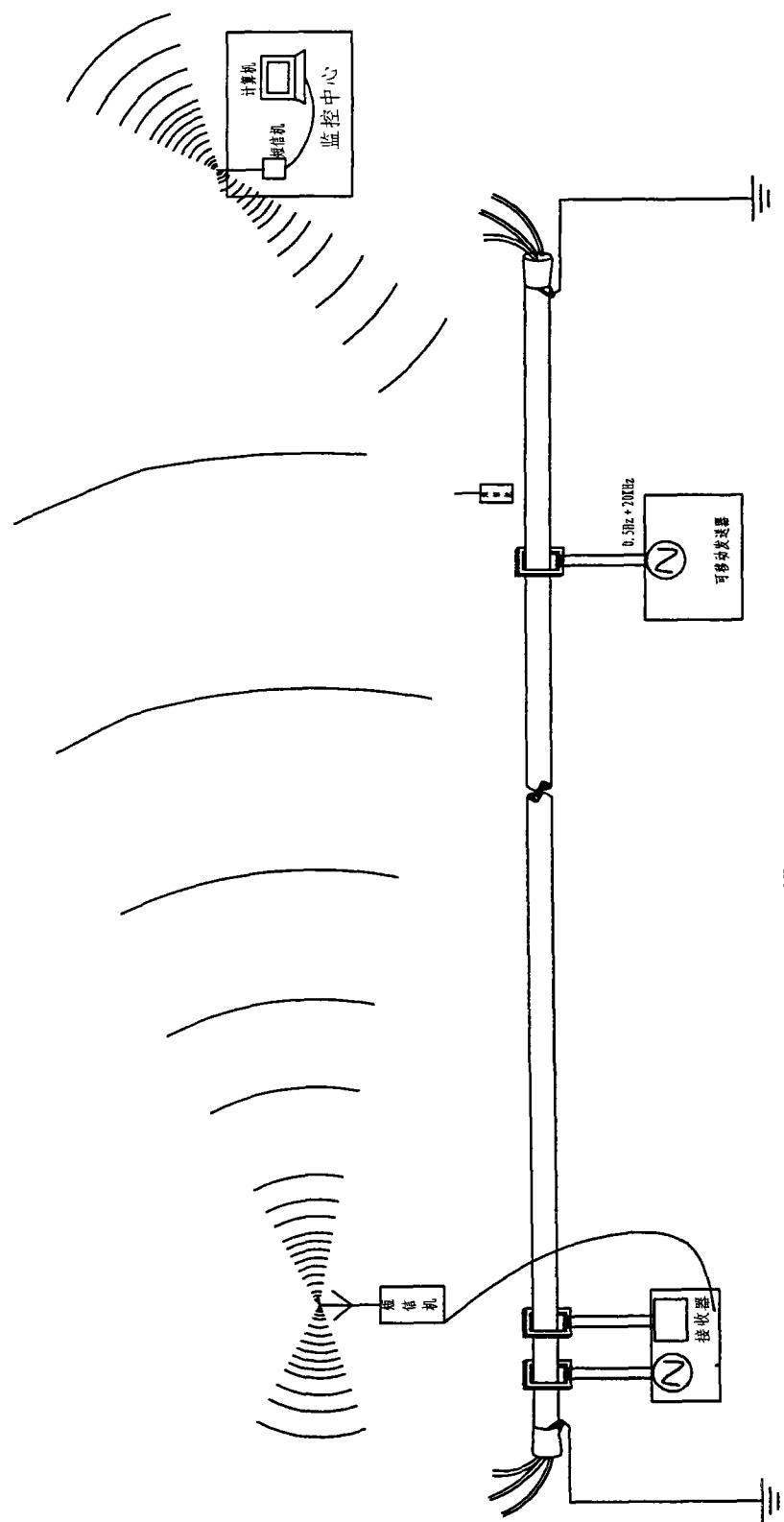


图 5

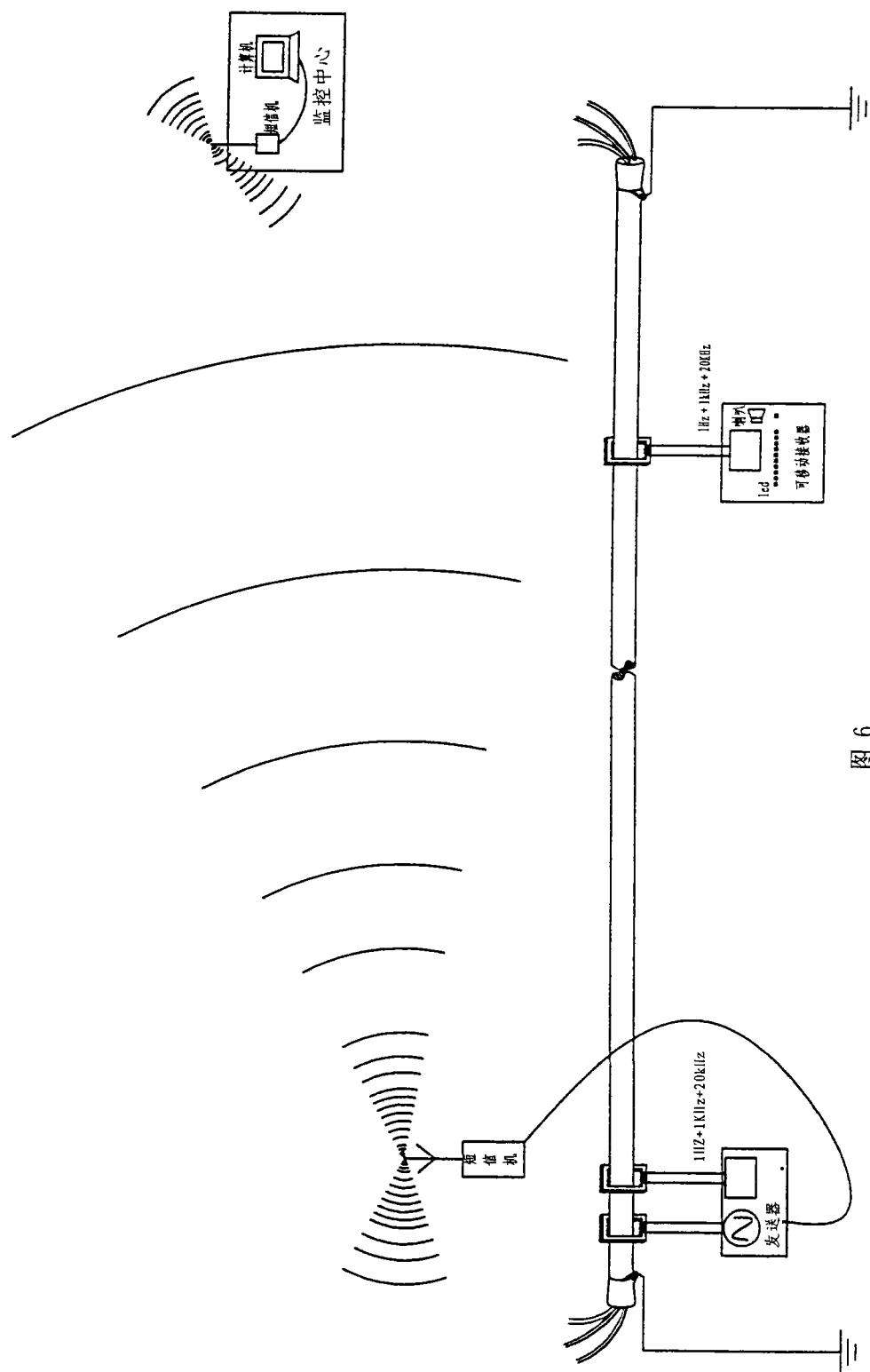


图 6