



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115021422 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 08

(21) 申请号 202210684212.0

H02M 3/158 (2006.01)

(22) 申请日 2022.06.16

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 103280900 A, 2013.09.04

申请公布号 CN 115021422 A

CN 104485756 A, 2015.04.01

(43) 申请公布日 2022.09.06

审查员 江汉琼

(73) 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市玄武区新街口
街道四牌楼2号

(72) 发明人 谭林林 武志军 李昊泽 徐鹤琦
沈舒雨 黄学良

(74) 专利代理机构 北京同辉知识产权代理事务
所(普通合伙) 11357

专利代理师 王艳秋

(51) Int. Cl.

H02J 50/10 (2016.01)

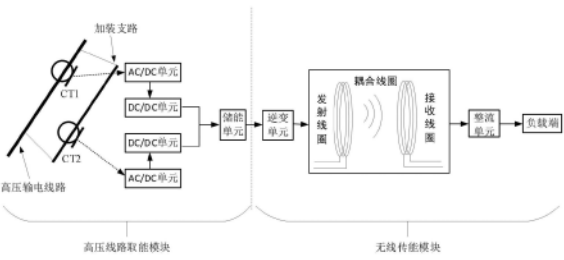
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统

(57) 摘要

本发明公开一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,涉及高压输电线路在线监测技术领域,包括高压线路取能模块和无线传能模块,所述高压线路取能模块由两条取能支路组成,本发明采用双CT取能器,结合DC/DC转换电路得到的功率大小判断高压输电线路中的电流大小,计算并改变占空比,并影响取能支路等效阻抗以实现两个CT取能器的切换效果,无附加电路的引入,在提高CT取能器取能效果的基础上又保证了不增加高压线路取能模块的体积;高压线路取能模块取到电能后利用无线电能传输技术将电能传输至负载端,使得高压侧取电和低压侧用电模块相互分开,不影响绝缘子串性能,同时也避免了单独为低压侧设备铺设低压输电线路造成的成本过高问题。



1. 一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,包括高压线路取能模块和无线传能模块,其特征在于,所述高压线路取能模块由两条取能支路组成,所述高压线路取能模块包括2个CT取能器、整流电路、DC/DC变换电路和储能单元,高压线路取能模块致力于利用CT取能器从高压输电线路通过电磁感应原理获取电能后输入整流电路,形成稳定的直流电后经由DC/DC变换电路转换为合适的电压后将电能存储入储能单元,其根据DC/DC转换电路得到的功率大小判断高压输电线路中的电流大小,计算并改变占空比,支路中的等效阻抗会发生相应改变,阻抗的改变会影响支路中流经的电流,进而改变取能支路中CT取能器的工作状态,从而达到改变取能功率的效果;所述无线传能模块包括逆变单元、耦合线圈单元、整流单元和负载单元,无线传能模块致力于将储能单元中的电能经过逆变电路、耦合线圈、整流电路传输至负载端,实现能量传输功能;

所述高压线路取能模块每条支路中均包含1个CT取能器、整流电路、DC/DC变换电路,所述两条取能支路中,一条为原有高压输电线路,另一条为在高压输电线路中加装的与高压输电线路并联的取能支路,所述2个CT取能器分别安装在主高压输电线路中和人为加装的一条与主高压输电线路并联的支路中,其中安装在主高压输电线路中的CT取能器为开气隙取能器,另一个为不开气隙取能器,两条支路中的CT取能器的工作条件和取能功率不同,其中位于高压输电线路中的CT取能器的工作电流较大,取能功率较大,与之相反,位于与高压输电线路并联的取能支路中的CT取能器的工作电流较小,取能功率也较小。

2. 根据权利要求1所述的一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,其特征在于,所述高压线路取能模块的整流电路单元主要由整流二极管组成不控整流电路,用于将CT取能器取到的交流电转换为单相脉动性直流电。

3. 根据权利要求1所述的一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,其特征在于,所述高压线路取能模块的DC/DC变换电路为buck电路、boost电路或buck/boost电路组成,用于将单相脉动性直流电转换为无线传能模块所需的电压或电流。

4. 根据权利要求1所述的一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,其特征在于,所述储能单元为电池或超级电容,所述无线传能模块的逆变单元由全桥逆变电路组成,所述无线传能模块的耦合线圈由利兹线绕制而成,且采用S-S拓扑将能量由发射线圈侧传递至接收线圈侧,所述无线传能模块的整流电路单元由单相桥式可控整流电路。

5. 根据权利要求1所述的一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,其特征在于,所述无线传能模块的负载端为高压输电线路在线监测设备,所述线监测设备包括摄像头和传感器。

一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及高压输电线路在线监测技术领域,具体的是一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统。

背景技术

[0002] 高压输电线路是一个组成复杂的电力网络,确保电力系统安全稳定的运行一直是研究人员面临的巨大挑战任务,通过搭建智能运检系统,在电力杆塔上安装多种传感器,以获取电力杆塔倾斜角度,导线温度,所处位置的风速、雨量和覆冰情况等信息,并上传至控制中心,能够实现对杆塔各类数据的实时监控,方便运维人员对潜在风险提前预警,有助于预防灾难性事故的发生。

[0003] 由于高压电力杆塔处于野外环境,通常不具备低压供电能力,所以以往安装于杆塔上的各类监测设备,只能通过蓄电池或光伏进行供电,然而光伏供电的功率易受天气条件影响,以江淮流域为例,每年仅梅雨季节就会持续20~30天左右,光伏能量不足,可能导致监测设备意外下线,影响监测效果。由于这些监测设备大部分安装在杆塔等低压侧,单独为这些监测设备铺设低压输电线路成本过高,因此寻找一种可靠稳定的能量来源势在必行。

[0004] 事实上,高压输电线路基本上全天候都在进行大功率的电力传输,因此,完全可以利用高压输电线路中的电能为监测设备提供持续可靠的能量。实现这一能量供应方式的主要难点包括如何从高压侧的线路取能,以及能量如何从高压线路侧传递到低压用电侧。在实际输电线路中,绝缘子长度一般为高压侧与低压侧的最短绝缘距离,所以利用高压输电线路的能量为监测设备供电主要是需要解决跨绝缘距离的电能量传输问题。当然,高压线路的电压等级不同,高压线路到杆塔侧(接地侧)的绝缘距离也不同。根据国内设计标准,一般情况下110kV的跨绝缘传输距离需要至少达到1m,而220kV电压等级的输电线路需要达到2-3m,500kV绝缘距离高达3-5m。此外,以往的单个CT取能器的工作范围有限,需要高压输电线路流经的电流满足取能器的工作标准,高于或低于该标准值CT取能器均不能正常工作,而高压输电线路中的电流大小由用电负荷决定,无法实现其电流在固定范围内运行,因此单个CT取能器不利于高压输电线路在线监测设备的稳定运行。

发明内容

[0005] 为解决上述背景技术中提到的不足,本发明的目的在于提供一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,本发明采用双CT取能器,结合DC/DC转换电路得到的功率大小判断高压输电线路中的电流大小,计算并改变占空比,并影响取能支路等效阻抗以实现两个CT取能器的切换效果,无附加电路的引入,在提高CT取能器取能效果的基础上又保证了不增加高压线路取能模块的体积;

[0006] 同时,本发明在使用时,高压线路取能模块取到电能后利用无线电能传输技术将电能传输至负载端,使得高压侧取电和低压侧用电模块相互分开,不影响绝缘子串性能,同

时也避免了单独为低压侧设备铺设低压输电线路造成的成本过高问题。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现：

[0008] 一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统，包括高压线路取能模块和无线传能模块，所述高压线路取能模块由两条取能支路组成，所述高压线路取能模块包括2个CT取能器、整流电路、DC/DC变换电路和储能单元，高压线路取能模块致力于利用CT取能器从高压输电线路通过电磁感应原理获取电能后输入整流电路，形成稳定的直流电后经由DC/DC变换电路转换为合适的电压后将电能存储入储能单元，其根据DC/DC转换电路得到的功率大小判断高压输电线路中的电流大小，计算并改变占空比，支路中的等效阻抗会发生相应改变，阻抗的改变会影响支路中流经的电流，进而改变取能支路中CT取能器的工作状态，从而达到改变取能功率的效果；所述无线传能模块包括逆变单元、耦合线圈单元、整流单元和负载单元，无线传能模块致力于将储能单元中的电能经过逆变电路、耦合线圈、整流电路传输至负载端，实现能量传输功能。

[0009] 进一步地，所述高压线路取能模块每条支路中均包含1个CT取能器、整流电路、DC/DC变换电路，所述两条取能支路中，一条为原有高压输电线路，另一条为在高压输电线路中加装的与高压输电线路并联的取能支路，所述2个CT取能器分别安装在主高压输电线路中人为加装的一条与主高压输电线路并联的支路中，其中安装在主高压输电线路中的CT取能器为开气隙取能器，另一个为不开气隙取能器，两条支路中的CT取能器的工作条件和取能功率不同，其中位于高压输电线路中的CT取能器的工作电流较大，取能功率较大，与之相反，位于与高压输电线路并联的取能支路中的CT取能器的工作电流较小，取能功率也较小。

[0010] 进一步地，所述高压线路取能模块的整流电路单元主要由整流二极管组成不控整流电路，用于将CT取能器取到的交流电转换为单相脉动性直流电。

[0011] 进一步地，所述高压线路取能模块的DC/DC变换电路为buck电路、boost电路或buck/boost电路组成，用于将单相脉动性直流电转换为无线传能模块所需的电压或电流。

[0012] 进一步地，所述储能单元为电池或超级电容，所述无线传能模块的逆变单元由全桥逆变电路组成，所述无线传能模块的耦合线圈由利兹线绕制而成，且采用S-S拓扑将能量由发射线圈侧传递至接收线圈侧，所述无线传能模块的整流电路单元由单相桥式可控整流电路。

[0013] 进一步地，所述无线传能模块的负载端为高压输电线路在线监测设备，所述线监测设备包括摄像头和传感器。

[0014] 本发明的有益效果：

[0015] 1、本发明采用双CT取能器，结合DC/DC转换电路得到的功率大小判断高压输电线路中的电流大小，计算并改变占空比，并影响取能支路等效阻抗以实现两个CT取能器的切换效果，无附加电路的引入，在提高CT取能器取能效果的基础上又保证了不增加高压线路取能模块的体积；

[0016] 2、本发明高压线路取能模块取到电能后利用无线电能传输技术将电能传输至负载端，使得高压侧取电和低压侧用电模块相互分开，不影响绝缘子串性能，同时也避免了单独为低压侧设备铺设低压输电线路造成的成本过高问题。

附图说明

- [0017] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。
- [0018] 图1为本发明实施例的高压输电线路在线监测设备的供电系统示意图。
- [0019] 图2为本发明实施例的高压线路取能模块的整流电路单元和DC/DC变换电路单元。
- [0020] 图3为本发明实施例的取能器支路及其等效模型示意图。
- [0021] 图4为本发明实施例的耦合线圈所采用的SS拓扑示意图。
- [0022] 图5为本发明实施例的系统工作流程图。

具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“开孔”、“上”、“下”、“厚度”、“顶”、“中”、“长度”、“内”、“四周”等指示方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的组件或元件必须具有特定的方位,以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0025] 一种用于高压输电线路在线监测设备的供电系统,如图1所示,所述高压输电线路在线监测设备的供电系统包括高压高压线路取能模块和无线传能模块;所述高压高压线路取能模块包括两个取能线圈(CT1和CT2)及加装的取能支路、AC/DC单元、DC/DC单元和储能单元,其中AC/DC单元由整流二极管组成不控整流电路,用于将CT取能器取到的交流电转换为单相脉动性直流电,DC/DC单元为buck电路、boost电路或buck/boost电路组成,用于将单相脉动性直流电转换为无线传能模块所需的电压或电流,储能单元为电池或超级电容,用于将取能器取到的能量进行存储;所述无线传能模块包括逆变单元、耦合线圈、整流单元和负载,其中逆变单元由全桥逆变电路组成,用于将储能单元中的电能转换为高频交流电用于无线电能传输,耦合线圈由利兹线绕制而成并且包含补偿电容,整流电路单元由单相桥式可控整流电路构成,用于将接收线圈接收到的高频交流电转换为负载可用的稳定的直流电。

[0026] 如图2所示, I_1 为CT取能器输出电流,同时也是整流电路单元的输入电流, I_{in} 为整流电路的输出电流,当只考虑电压和电流的基本分量时,有

$$[0027] \quad I_{in} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_1 \sin(\omega t) d\omega t = \frac{2I_2}{\pi} \quad (1.1)$$

[0028] 假设在推导中忽略整流器功率损耗,则功率平衡方程为

$$[0029] \quad (I_{in})^2 R_{eq} = \left(\frac{I_1}{\sqrt{2}}\right)^2 R_{in} \quad (1.2)$$

[0030] 其中, R_{eq} 为DC/DC变换电路单元的等效输入阻抗,也即整流电路单元的输入阻抗, R_{in} 为整流电路单元的等效输入阻抗。

[0031] 则可以得到

$$[0032] \quad R_{in} = \frac{8}{\pi^2} R_{eq} \quad (1.3)$$

[0033] 同时,DC/DC变换电路单元以boost电路为例进行分析,D为开关管Q1的输入PWM信号占空比,则对于输入/输出电压关系有

$$[0034] \quad U_o = \frac{1}{1-D} U_{in} \quad (1.4)$$

[0035] 对于输入/输出电流关系有

$$[0036] \quad I_o = (1-D) I_{in} \quad (1.5)$$

[0037] 对于输入/输出等效电阻有

$$[0038] \quad R_{eq} = (1-D)^2 R_o \quad (1.6)$$

[0039] 根据以上分析可知,当负载电阻一定时,改变占空比即可等效的改变整流电路单元的输入阻抗。

[0040] 如图3所示,高压输电线路可以近似等效为一个电流源,两个CT取能器可以等效为一个带有励磁电阻和电感的变压器, R_1 和 R_2 为变压器一次侧等效电阻,则有

$$[0041] \quad R_1 = n^2 R_{in} \quad (1.7)$$

[0042] 同理, R_2 也可以同样求得。则由式(1.7)可知,通过改变某一取能器支路中的 R_{in} 即可改变该取能器支路的总阻值,由于取能器支路采用并连的方式接在电流源中,因此当支路阻值改变时,其支路中的电流也会相应的改变。当支路中的电流发生改变时,取能器所取得的电能也会相应发生改变。

[0043] 如图4所示,所述耦合线圈单元采用SS谐振拓扑结构,则根据基尔霍夫电压定律可得

$$[0044] \quad U_s = (R_1 + R_s + j\omega L_1 + 1/j\omega C_1) I_1 - j\omega M I_2 \quad (1.8)$$

$$[0045] \quad 0 = -j\omega M I_1 + (R_2 + R_L + j\omega L_2 + 1/j\omega C_2) I_2 \quad (1.9)$$

[0046] 其中, U_s 为取能逆变单元输出电压, I_1 为发射侧输入电流, I_2 为接收侧输出电流, R_1 为发射侧谐振线圈内阻, R_2 为接收侧谐振线圈内阻, R_s 为等效电路电源内阻, R_L 为负载电阻阻值, ω 为谐振电路工作频率, L_1 为发射侧谐振线圈电感值, C_1 为发射侧串联补偿电容的电容值, L_2 为接收侧谐振线圈电感值, C_2 为接收侧串联补偿电容的电容值。令 $X_1 = \omega L_1 - 1/\omega C_1$, $Z_1 = R_1 + R_s + jX_1$, $X_2 = \omega L_2 - 1/\omega C_2$, $Z_2 = R_2 + R_L + jX_2$,则可以求得接收侧功率为

$$[0047] \quad P_L = I_2^2 R_L = \frac{(\omega M)^2 U_s^2 R_L}{[Z_1 Z_2 + (\omega M)^2]^2} \quad (1.10)$$

[0048] 由式(1.10)可以求得耦合线圈的传输功率,即可求得负载端的接收功率。

[0049] 如图5所示,系统开始工作时,首先确定负载端(摄像头、各类传感器等)的功率需求,根据式(1.8)、式(1.9)和式(1.10)计算逆变单元的输入电压、电流,通过读取DC/DC变换电路单元(boost电路)的输出电压和输出电流,来判断此时CT取能器的工作状态,进而可以求解得到高压输电线路的流经电流。若此时CT取能器所取到的功率满足系统使用,则保持当前状态,否则,可以根据式(1.1)至式(1.6)来调整系统的占空比,进而改变CT取能器的工作状态,以获取所需功率。

[0050] 在使用时,采用双CT取能器进行能量获取,可以根据取能大小判断取能器所在输

电线路支路中的电流大小,通过改变系统占空比来调整支路阻抗,进而改变取能器工作状态,从而使得输电线路电流存在较大波动时,系统仍然可以稳定的提供能量,保证高压输电线路在线监测设备的供电稳定性。

[0051] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“示例”、“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0052] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。

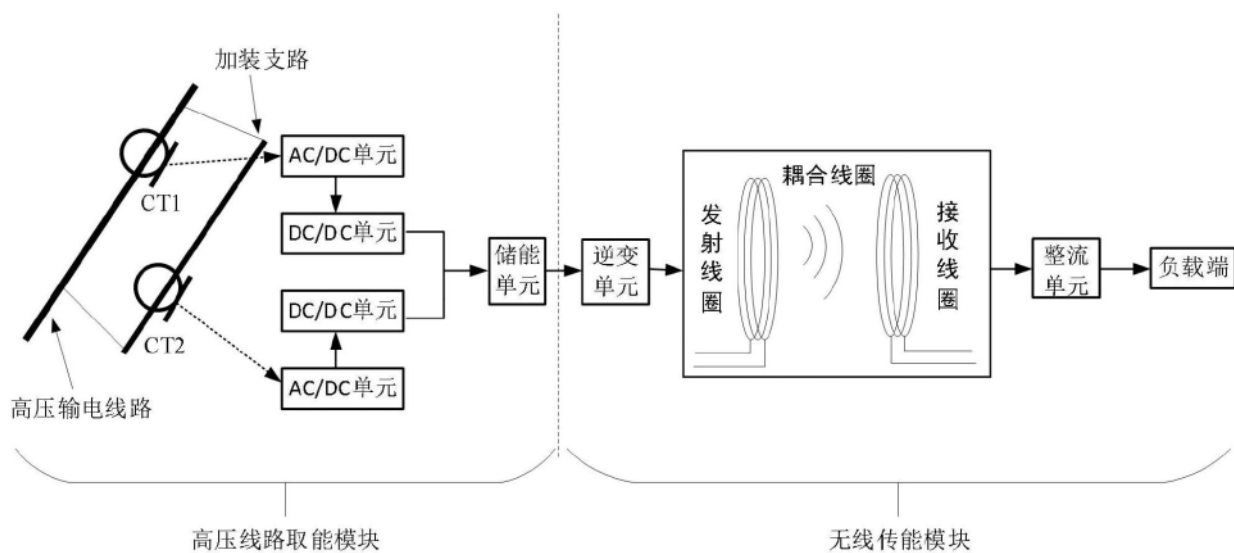


图1

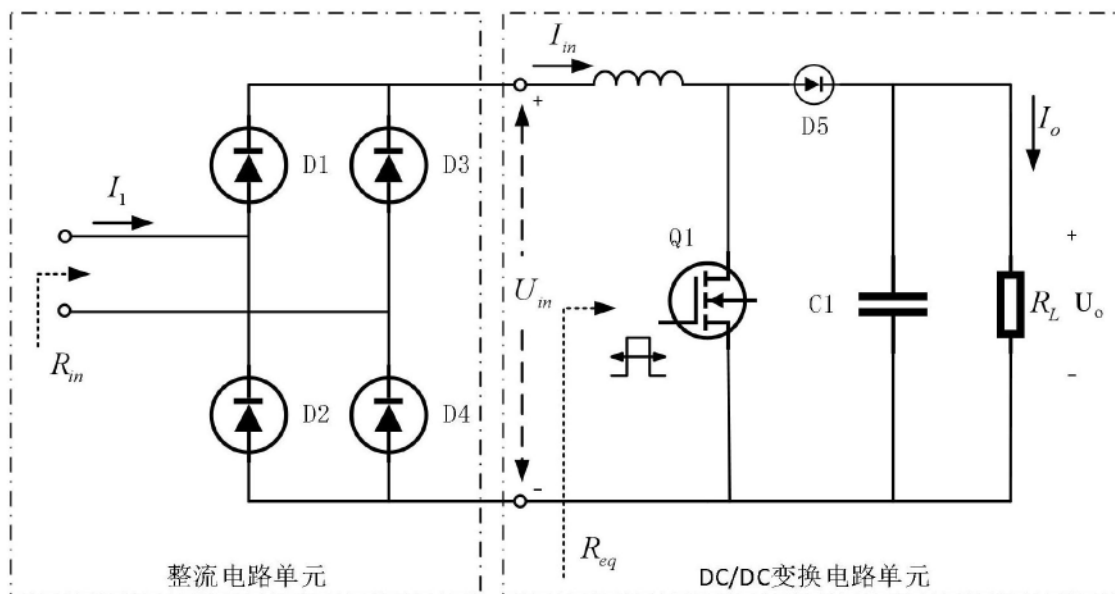


图2

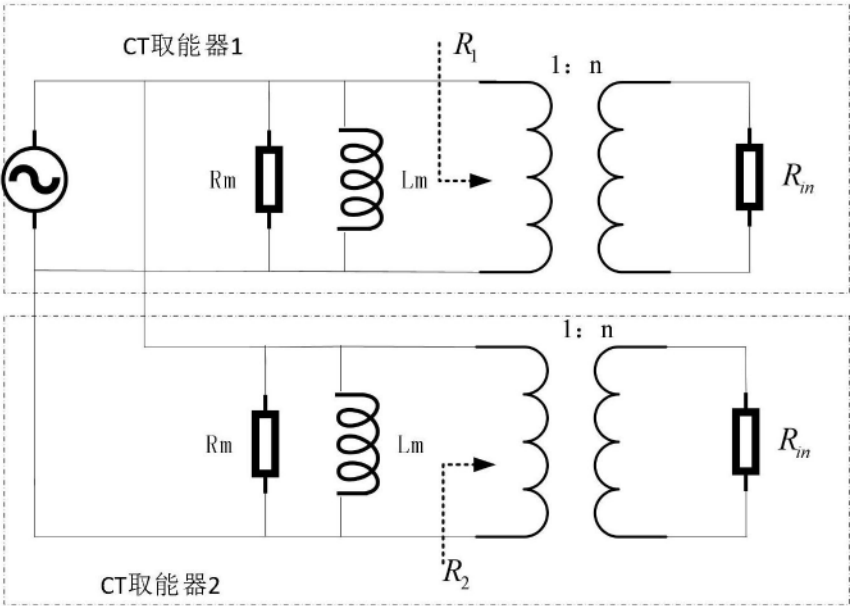


图3

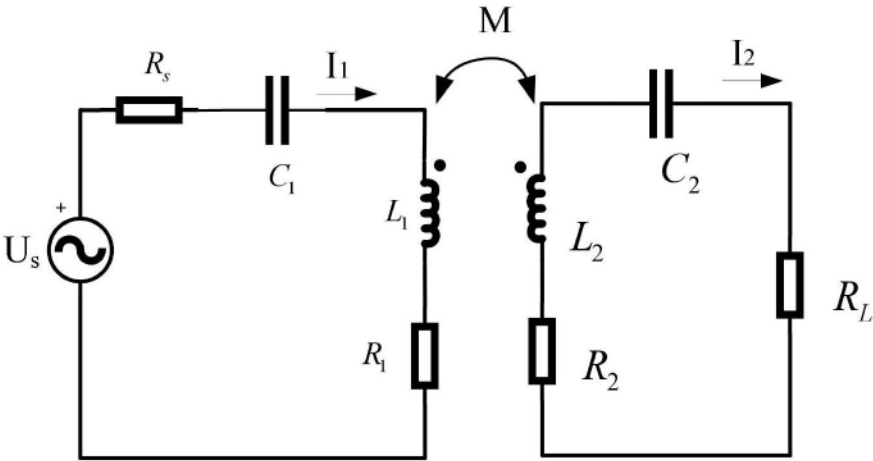


图4

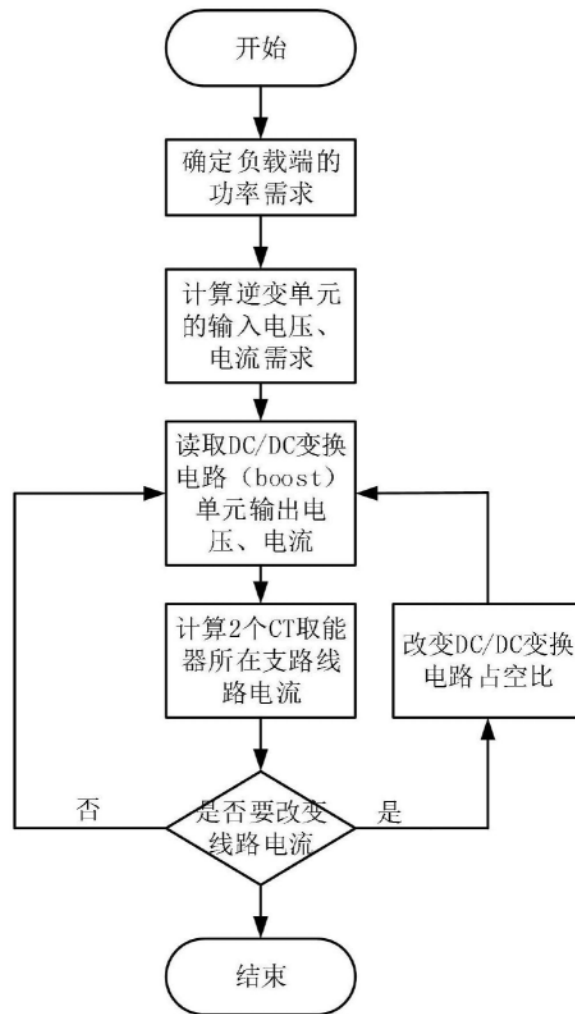


图5