(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114759685 B
(45)授权公告日 2025.04.25

(21)申请号 202210519574.4
(22)申请日 2022.05.13
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114759685 A
(43)申请公布日 2022.07.15
(73)专利权人 国网江苏省电力有限公司超高压分公司
地址 211100 江苏省南京市江宁区南京市江宁开发区苏源大道56号
(72)发明人 韩学春 宋恒东 陈轩 林松 潘灵敏 鲍奕
(74)专利代理机构 北京智绘未来专利代理事务所(普通合伙) 11689
专利代理师 郑直
(51)Int.Cl.
H02J 50/12(2016.01)
H02J 50/50(2016.01)
H02J 50/90(2016.01)
H02H 9/04(2006.01)
H02M 7/5387(2007.01)
(56)对比文件
CN 110098663 A,2019.08.06
CN 110596481 A,2019.12.20
审查员 郭桢

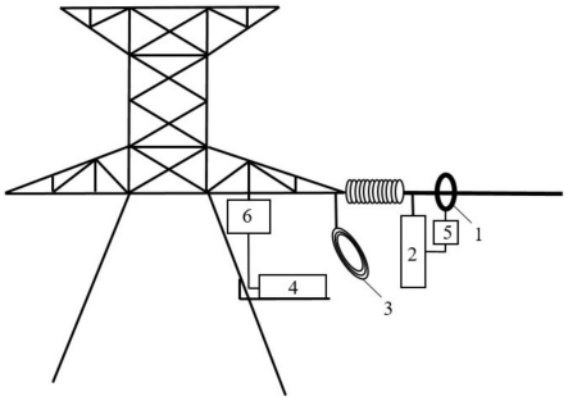
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统及方法

(57)摘要

一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统及方法,其特征在于:所述系统包括感应取能装置、防雷击保护装置、无线供电发射装置、中继装置、无线供电接收装置和在线监测单元;其中,所述感应取能装置通过防雷击保护装置与无线供电发射装置连接,其中,所述无线供电发射装置中包括发射线圈;所述无线供电接收装置与在线监测单元连接,其中,所述无线供电接收装置中包括接收线圈;并且,所述发射线圈与所述接收线圈相互垂直,且分别与所述中继装置中的中继线圈呈设定角度。本发明方法简单,调节方便,能够与防雷击等设备有效结合利用,大幅提高了无线电能传输技术的广泛程度。



CN 114759685 B

1.一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述系统包括感应取能装置(1)、防雷击保护装置(5)、无线供电发射装置(2)、中继装置(3)、无线供电接收装置(4)和在线监测单元(6);其中,

所述感应取能装置(1)通过防雷击保护装置(5)与无线供电发射装置(2)连接,其中,所述无线供电发射装置(2)中包括发射线圈(7);

所述无线供电接收装置(4)与在线监测单元(6)连接,其中,所述无线供电接收装置(4)中包括接收线圈(8);

并且,所述发射线圈(7)与所述接收线圈(8)相互垂直,且分别与所述中继装置(3)中的中继线圈(9)呈设定角度;

所述防雷击保护装置(5)包括陶瓷气体放电管、压敏电阻R1、电感L1、第一二极管D1、MOS管Q1、电阻R2、R3和R4,电容C1和C2、第二二极管D2;

其中,所述陶瓷气体放电管两端分别与压敏电阻R1、电感L1组成的支路连接,并与第一二极管D1的两端连接,

所述二极管D1的一端连接至MOS管Q1的漏极,其源极分别与电阻R3、第二二极管D2的负极、第一电容C1、第二电容C2的一端连接,其栅极分别与电阻R3的另一端,第二二极管D2的正极、第二电容C2的另一端连接,且与电阻R4的一端连接;

电阻R4的另一端接地,第一电容C1的另一端通过电阻R2接入至MOS管Q1的漏极;

所述发射线圈(7)、中继线圈(9)、接收线圈(8)的传输效率为

$$\frac{\omega^4 M_1(\theta)^2 M_2(\theta)^2}{\{R_P R_R(R_L+R_S)+\omega^2[M_1(\theta)^2(R_S+R_L)+M_2(\theta)^2 R_R]\}^2};$$

式中,ω为所述系统的工作频率,由所述线圈的电感和谐振电容的谐振生成,$M_1(\theta)$为所述发射线圈(7)与中继线圈(9)之间的互感,其中θ为中继线圈(9)与接收线圈(8)之间的夹角,且有0°<θ<90°,

$M_2(\theta)$为所述中继线圈(9)与接收线圈(8)之间的互感,

R_p、R_R与R_S分别为所述发射线圈(7)、中继线圈(9)、接收线圈(8)的寄生电阻,

R_L为所述接收线圈(8)接入的等效负载。

2.根据权利要求1中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述无线供电发射装置(2)中包括高频逆变电路(10)和发射线圈(7),所述发射线圈(7)垂直于高压输电线路;

所述无线供电发射装置(2)通过绝缘制成固件垂直悬挂于所述高压输电线路上。

3.根据权利要求2中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述高频逆变电路(10)为电压型全桥逆变电路,分别包括第一至第四开关管和第一至第四二极管;

其中,开关管采用碳化硅MOSFET管制成,二极管采用电力二极管;

所述第一、第三开关管与第二、第四开关管之间依次连接有补偿电阻R、补偿电容C、补偿电感L;

其中,所述补偿电容C采用电力电容,所述补偿电感L为利兹线电感。

4.根据权利要求3中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述无线供电接收装置(4)中包括整流稳压电路(11)和接收线圈(8),所述发射线圈(7)平行于高压输电线路;

所述无线供电接收装置(4)水平固定于高压杆塔上。

5.根据权利要求4中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述中继线圈(9)位于所述发射线圈(7)与所述接收线圈(8)之间,且其与所述发射线圈(7)、接收线圈(8)的角度可调节。

6.根据权利要求5中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述发射线圈(7)、中继线圈(9)、接收线圈(8)的电感分别为L_P、L_R和L_S,谐振电容分别为C_P、C_R和C_S,则有$L_P \cdot C_P = L_R \cdot C_R = L_S \cdot C_S$。

7.根据权利要求6中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其特征在于:

所述发射线圈(7)、中继线圈(9)、接收线圈(8)的传输效率随中继线圈(9)与接收线圈(8)之间的夹角的变化而变化。

8.一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电方法,其特征在于:

所述方法采用如权利要求1-7任意一项中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统实现;

其中,分别将所述发射线圈(7)和接收线圈(8)垂直、平行于高压输电线路设置,

调节所述中继线圈(9)与所述接收线圈(8)之间的夹角,以使得整流稳压电路(11)实时输出符合在线监测单元(6)要求的直流电压。

一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高压监测设备领域,更具体地,涉及一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统及方法。

背景技术

[0002] 随着电力事业的不断发展,输电线路的电压等级逐渐提高,建立一个坚强的高压输电网已经成为电力行业的重要目标。为了保证高压输电线始终处于良好的运行状态,线路舞动与风偏监测、覆冰监测、雷电监测和杆塔倾斜监测等监测设备得到了越来越广泛的应用,保障了高压输电线路的实时稳定运行。

[0003] 目前,基于高压输电线路在线监测设备的供电方式主要包括直流电池供电、太阳能供电和风能供电等。然而,上述传统的供电方式极易受到环境的影响,也存在寿命不足等问题。而高压监测设备通常需要五年以上的连续工作时间,采用传统的供能方式难以满足设备工作需求。

[0004] 无线电能传输技术采用非接触传能的方式,不仅能够避免线路频繁连接带来的安全问题,而且具备较高的灵活性,成为目前能源供应领域热点方向之一。目前将无线电能传输技术应用于高压输电线路在线监测设备的电能供应上,可以保证设备长时间工作,且不易受到环境干扰。

[0005] 但是,为无线电能传输技术提供供电基础的高压输电线路中,依然存在着绝缘特性干扰、充电功率难以控制,充电功率难以有效匹配各类用电设备,雷击电涌严重等问题。

[0006] 针对上述问题,亟需一种无线供电方法及系统。

发明内容

[0007] 为解决现有技术中存在的不足,本发明的目的在于,提供一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电方法及系统,通过设置发射线圈、中继线圈和接收线圈,通过调节线圈之间的角度对用电设备的充电功率进行有效的调节。

[0008] 本发明采用如下的技术方案。

[0009] 本发明第一方面,涉及一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统,其中,系统包括感应取能装置1、防雷击保护装置5、无线供电发射装置2、中继装置3、无线供电接收装置4和在线监测单元6;其中,感应取能装置1通过防雷击保护装置5与无线供电发射装置2连接,其中,无线供电发射装置2中包括发射线圈7;无线供电接收装置4与在线监测单元6连接,其中,无线供电接收装置4中包括接收线圈8;并且,发射线圈7与接收线圈8相互垂直,且分别与中继装置3中的中继线圈9呈设定角度。

[0010] 优选的,无线供电发射装置2中包括高频逆变电路10和发射线圈7,发射线圈7垂直于高压输电线路;无线供电发射装置2通过绝缘制成固件垂直悬挂于高压输电线路上。

[0011] 优选的,高频逆变电路10为电压型全桥逆变电路,分别包括第一至第四开关管和第一至第四二极管;其中,开关管采用碳化硅MOSFET管制成,二极管采用电力二极管;第一、

第三开关管与第二、第四开关管之间依次连接有补偿电阻R、补偿电容C、补偿电感L;其中,补偿电容C采用电力电容,补偿电感L为利兹线电感。

[0012] 优选的,防雷击保护装置5包括陶瓷气体放电管、压敏电阻R1、电感L1、第一二极管D1、MOS管Q1、电阻R2、R3和R4,电容C1和C2、第二二极管D2;其中,陶瓷气体放电管两端分别与压敏电阻R1、电感L1组成的支路连接,并与第一二极管D1的两端连接,二极管D1的一端连接至MOS管Q1的漏极,其源极分别与电阻R3、第二二极管D2的负极、第一电容C1、第二电容C2的一端连接,其栅极分别与电阻R3的另一端,第二二极管D2的正极、第二电容C2的另一端连接,且与电阻R4的一端连接;电阻R4的另一端接地,第一电容C1的另一端通过电阻R2接入至MOS管Q1的漏极。

[0013] 优选的,无线供电接收装置4中包括整流稳压电路11和接收线圈8,发射线圈8平行于高压输电线路;无线供电接收装置4水平固定于高压杆塔上。

[0014] 优选的,中继线圈9位于发射线圈7与接收线圈8之间,且其与发射线圈7、接收线圈8的角度可调节。

[0015] 优选的,发射线圈7、中继线圈9、接收线圈8的电感分别为L_P、L_R和L_S,谐振电容分别为C_P、C_R和C_S,则有$L_P \cdot C_P = L_R \cdot C_R = L_S \cdot C_S$。

[0016] 优选的,发射线圈7、中继线圈9、接收线圈8的传输效率为

[0017] $$\frac{\omega^4 M_1(\theta)^2 M_2(\theta)^2}{\{R_P R_R (R_L+R_S)+\omega^2[M_1(\theta)^2(R_S+R_L)+M_2(\theta)^2 R_R]\}^2};$$

[0018] 式中,ω为系统的工作频率,由线圈的电感和谐振电容的谐振生成,$M_1(\theta)$为发射线圈7与中继线圈9之间的互感,其中θ为中继线圈9与接收线圈8之间的夹角,且有$0° < \theta < 90°$,$M_2(\theta)$为中继线圈9与接收线圈8之间的互感,R_P、R_R与R_S分别为发射线圈(7)、中继线圈(9)、接收线圈(8)的寄生电阻。R_L为接收线圈(8)接入的等效负载。

[0019] 优选的,发射线圈7、中继线圈9、接收线圈8的传输效率随中继线圈9与接收线圈8之间的夹角的变化而变化。

[0020] 本发明第二方面,涉及一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电方法,其中,方法采用如本发明第一方面中所述的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统实现;其中,分别将发射线圈7和接收线圈8垂直、平行于高压输电线路设置,调节中继线圈9与接收线圈8之间的夹角,以使得所述整流稳压电路11实时输出符合在线监测单元6要求的直流电压。

[0021] 本发明的有益效果在于,与现有技术相比,本发明中一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电方法及系统,能够通过设置发射线圈、中继线圈和接收线圈,通过调节线圈之间的角度对用电设备的充电功率进行有效的调节,使得无线电能传输技术有效的应用于各类用电设备上。本发明方法简单,调节方便,能够与防雷击等设备有效结合利用,大幅提高了无线电能传输技术的广泛程度。

附图说明

[0022] 图1为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统的装设方式示意图;

[0023] 图2为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统的功能结构示意

图；

[0024] 图3为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中防雷击保护装置的电路结构示意图；

[0025] 图4为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中高频逆变电路的结构示意图；

[0026] 图5为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中传递线圈的电路结构示意图；

[0027] 图6为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中整流稳压的电路结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本申请作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本申请的保护范围。

[0029] 图1为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统的装设方式示意图。如图1所示，本发明第一方面，涉及一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统，其中，系统包括感应取能装置1、防雷击保护装置5、无线供电发射装置2、中继装置3、无线供电接收装置4和在线监测单元6；其中，感应取能装置1通过防雷击保护装置5与无线供电发射装置2连接，其中，无线供电发射装置2中包括发射线圈7；无线供电接收装置4与在线监测单元6连接，其中，无线供电接收装置4中包括接收线圈8；并且，发射线圈7与接收线圈8相互垂直，且分别与中继装置3中的中继线圈9呈设定角度。

[0030] 可以理解的是，本发明中的感应取能装置1可以基于感应输电线路上流过的电能而获取能量。一般来说，感应取能装置1可以嵌套在输电线路上，其中包括磁环和导线。本发明一实施例中，磁环采用铁镍钼磁粉芯材料制成，嵌套在输电线路上取能，取得的能量通过导线与防雷击保护装置5连接并实现输出。

[0031] 图2为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统的功能结构示意图。如图2所示，本发明中的感应取能装置1通过防雷击保护装置5后与无线供电发射装置2中的高频逆变电路部分连接，而无线供电发射装置2中的发射线圈7则与中继装置3中的中继线圈9、无线供电接收装置4中的接收线圈8相互感应，并通过整流稳压电路11实现电能的接收和调节，并将调节好的电能传输给在线监测单元6，以供在线监测设备实时使用。

[0032] 由于本发明中的取能装置能够通过一直作用的高压线路获取电能，因此不存在电池等电能耗进的情况，只要系统被设置好后就能够一直使用，不会发生断电等情况，有效提高了在线监测设备的供能安全性。同时，由于取能装置是通过互感原理采集高压输电线路中的工频交流电的电能的，并不需要额外的供电设备，这种方式也节约了电能。

[0033] 本发明一实施例中，取能装置1还可以先通过整流稳压电路再进入防雷击保护装置5中。该整流稳压电路可以将获取的工频交流电调节为48V的直流电。该48V的直流电通过保护电路后输出。

[0034] 图3为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中防雷击保护装置的电路结构示意图。如图3所示，本发明中的防雷击保护装置5可以对整流稳压电路输出的48V直流电进行控制。由于输电线路可能受到雷击等自然天气的作用，而在瞬间输出高于

48V电压的直流电,因此,本发明中增加的防雷击保护装置5可以控制其输出到发射线圈中的电压是足够安全的。该保护装置5中的电路在正常工作情况下其输出增益为1,此时,48V直流电输出保护装置后,输出仍为48V。而当电路中出现由于雷击等作用引发的瞬时高压时,该装置则可以将输出电压限制在48V以内。

[0035] 优选的,防雷击保护装置5包括陶瓷气体放电管、压敏电阻R1、电感L1、第一二极管D1、MOS管Q1、电阻R2、R3和R4,电容C1和C2、第二二极管D2;其中,陶瓷气体放电管两端分别与压敏电阻R1、电感L1组成的支路连接,并与第一二极管D1的两端连接,二极管D1的一端连接至MOS管Q1的漏极,其源极分别与电阻R3、第二二极管D2的负极、第一电容C1、第二电容C2的一端连接,其栅极分别与电阻R3的另一端,第二二极管D2的正极、第二电容C2的另一端连接,且与电阻R4的一端连接;电阻R4的另一端接地,第一电容C1的另一端通过电阻R2接入至MOS管Q1的漏极。

[0036] 可以理解的是,本发明中的电阻R1为压敏电阻,在电压瞬间升高时其阻值也升高,另外,第一、第二二极管均为TVS(瞬态二极管,Transient Voltage Suppressor)二极管,在瞬态电压经过时能够将其阻抗快速降低。本发明中,由于第一二极管D1的两端还并联有陶瓷气体放电管,因此二极管能够吸收瞬态电流,从而将二极管两端的电压钳位在一个较低的电压值上,保护后级电路源极不会受到瞬态高压尖峰脉冲的冲击。

[0037] 当电路发生雷击浪涌时,大量的电能被陶瓷气体放电管、压敏电阻和第一二极管D1组成的并联支路吸收后,较小的电压被输入至Q1管上。Q1管受到电阻R3和R4的分压作用,提供稳定的栅极电压,从而使得其源漏电流保持相对的稳定。在这个过程中,电容C1、电阻R2也进一步稳定了浪涌电压,同时电容C2和第二二极管D2则稳定了R3两端,也就是Q1管栅极的电压。因此,图3中右侧的电压输出是足够稳定的。本发明中的防雷击保护装置5能够充分安全的防止电压浪涌,为后级电路提供限制在48V的直流电压。

[0038] 优选的,无线供电发射装置2中包括高频逆变电路10和发射线圈7,发射线圈7垂直于高压输电线路;无线供电发射装置2通过绝缘制成固件垂直悬挂于高压输电线路上。

[0039] 本发明中的无线供电发射装置2能够将48V的直流电再次转换为高频交流电,从而使得发射线圈能够与其他线圈发生互感作用。本发明一实施例中,该高频交流电为35kHz至120kHz之间的频率。

[0040] 图4为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中高频逆变电路的结构示意图。如图4所示,本发明中,高频逆变电路10为电压型全桥逆变电路,分别包括第一至第四开关管和第一至第四二极管;其中,开关管采用碳化硅MOSFET管制成,二极管采用电力二极管;第一、第三开关管与第二、第四开关管之间依次连接有补偿电阻R、补偿电容C、补偿电感L;其中补偿电容C采用电力电容,补偿电感L为利兹线电感。

[0041] 本发明中的高频逆变电路采用电压型全桥逆变电路,能够通过开关管和二极管的作用,实现直流电到交流电的转换。

[0042] 另外,本发明中,发射线圈可以垂直于高压输电线路设置,从而实现与接收线圈的设定角度。

[0043] 优选的,中继线圈9位于发射线圈7与接收线圈8之间,且其与发射线圈7、接收线圈8的角度可调节。

[0044] 另外,本发明中的中继线圈可以设置为能够在一定角度上旋转的结构。该中继装

置3可以包括绝缘支撑固件,驱动电机,中继线圈9和补偿电容构成。通过驱动电机的驱动,中继线圈可以变换角度,从而实现旋转。另外,绝缘支撑固件则可以将中继线圈固定在发射线圈7和接收线圈8之间。

[0045] 优选的,无线供电接收装置4中包括整流稳压电路11和接收线圈8,发射线圈8平行于高压输电线路;无线供电接收装置4水平固定于高压杆塔上。

[0046] 本发明中的无线接收装置则可以通过与高压输电线路水平设置,而最大程度上避免受到高压输电线路中高频交流电的影响,使得其接收到的互感完全来自于发射线圈7。接收线圈接收到交流电后,将其输出至整流稳压电路11中。本发明一实施例中,该电路可以将高频交流电转换为12V的直流电,该电压能够符合负载端在线监测设备的供电要求。

[0047] 图6为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中整流稳压的电路结构示意图。具体来说,整流稳压电路11可以为一种桥式整流电路。本发明一实施例中,该电路中包括二极管D1至D4、D1和D3串联,D2和D4串联,并且,两条串联支路首尾分别并行连接至电容C_L和电阻R_L的两端,作为稳定的接收信号输出。而同时,发射线圈的电容、电阻和电感则串接入至两个串联支路中的D1和D3连接点之间、D2和D4的连接点之间。

[0048] 图5为本发明一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统中传递线圈的电路结构示意图。如图5所示,发射线圈7、中继线圈9、接收线圈8的电感分别为L_P、L_R和L_S,谐振电容分别为C_P、C_R和C_S,则有$L_P \cdot C_P = L_R \cdot C_R = L_S \cdot C_S$。且由于LC的振荡生成了系统的工作频率$\omega$,因此有$\omega^2 L_P C_P = \omega^2 L_R C_R = \omega^2 L_S C_S = 1$。

[0049] 本发明中,为了使得各个线圈所在电路上的工作频率不发生变化,需要合理的配置电感线圈的电感值和线圈所串接的电容的大小。简单的,有$L_P \cdot C_P = L_R \cdot C_R = L_S \cdot C_S$,从而使得发射线圈、中继线圈和接收线圈均能够以固定的交流电频率实现互感交流电的生成。由于本发明中,发射线圈、中继线圈和接收线圈的电感值是预先设置的,因此通过调节电容的大小,就可以实现频率不变的电能传递了。

[0050] 本发明中,为了使得电路最终能够输出刚好等于12V的直流电,需要调节中继线圈与另外两个线圈之间的夹角。

[0051] 优选的,发射线圈7、中继线圈9、接收线圈8的传输效率为

[0052] $$\frac{\omega^4 M_1(\theta)^2 M_2(\theta)^2}{\{(R_R+R_S)(R_L+R_P)+\omega^2[M_1(\theta)^2(R_R+R_L)+M_2(\theta)^2(R_R+R_S)]}$$;

[0053] 式中,ω为系统的工作频率,$M_1(\theta)$为发射线圈7与中继线圈9之间的互感,其中θ为中继线圈9与接收线圈8之间的夹角,且有$0° < \theta < 90°$,$M_2(\theta)$为中继线圈9与接收线圈8之间的互感,R_P、R_R与R_S分别为发射线圈寄生电阻、旋转中继线圈寄生电阻与接收线圈寄生电阻,R_L为接收线圈(8)接入的等效负载。

[0054] 本发明中所述的传输效率是指,为了使得输出的电压和功率保持稳定,例如当接收线圈上的输出交流电的电压峰值在U_S时,且该线圈上接入的等效负载为R_L,流过线圈L_P、L_R与L_S的电流分别为I_P、I_R与I_S时,根据KVL(基尔霍夫电压定律,KirchhoffVoltage Laws),分别对发射线圈、中继线圈、接收线圈所在的网孔建立KVL方程,可以有:

[0055] $$\begin{bmatrix} R_P + j\omega L_P + 1/j\omega C_P & j\omega M_1(\theta) & 0 \\ j\omega M_1(\theta) & R_R + j\omega L_R + 1/j\omega C_R & j\omega M_2(\theta) \\ 0 & j\omega M_2(\theta) & R_S + R_L + j\omega L_S + 1/j\omega C_S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_P \\ \dot{I}_R \\ \dot{I}_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_S \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0056] 其中,中继线圈和接收线圈所在的网孔上,均不会接收到外部电压的作用,而发射线圈上,还需要接入交流电电压U_S。

[0057] 由于各个线圈的谐振电容、谐振电感的取值与系统的工作频率相关,则可以将上述公式化简为

[0058] $$\begin{bmatrix} R_P & j\omega M_1(\theta) & 0 \\ j\omega M_1(\theta) & R_R & j\omega M_2(\theta) \\ 0 & j\omega M_2(\theta) & R_S+R_L \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dot{I}_P \\ \dot{I}_R \\ \dot{I}_S \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \dot{U}_S \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0059] 由此可得

[0060] $$\begin{cases} R_P\dot{I}_P+j\omega M_1(\theta)\dot{I}_R=\dot{U}_S \\ j\omega M_1(\theta)\dot{I}_P+R_R\dot{I}_R+j\omega M_2(\theta)\dot{I}_S=0 \\ j\omega M_2(\theta)\dot{I}_R+R_S\dot{I}_S+R_L\dot{I}_S=0 \end{cases}$$

[0061] 求解该KVL方程,得:$\dot{I}_S=-\frac{\omega^2M_1(\theta)M_2(\theta)U_S}{R_PR_R(R_L+R_S)+\omega^2[M_1(\theta)^2(R_S+R_L)+M_2(\theta)^2R_R]}$

[0062] 进而,求得本发明中接收线圈接收端的功率P_{out}为:

[0063] $$Pout=\frac{\omega^4M_1(\theta)^2M_2(\theta)^2U_S{}^2R_L}{\{R_PR_R(R_L+R_S)+\omega^2[M_1(\theta)^2(R_S+R_L)+M_2(\theta)^2R_R]\}^2}$$

[0064] 可见,本发明中三个线圈的总传输效率为

[0065] $$\frac{\omega^4M_1(\theta)^2M_2(\theta)^2}{\{R_PR_R(R_L+R_S)+\omega^2[M_1(\theta)^2(R_S+R_L)+M_2(\theta)^2R_R]\}^2}。$$

[0066] 优选的,发射线圈7、中继线圈9、接收线圈8的传输效率随中继线圈9与接收线圈8之间的夹角的变化而变化。

[0067] 可以理解的是,当本发明装置确定后,只有中继线圈9与接收线圈8之间的夹角θ变化时,互感$M_1(\theta)$和$M_2(\theta)$才会随着角度的变化而发生变化。例如,当夹角增大时,互感$M_1(\theta)$会与Cosθ的大小正相关,而互感$M_2(\theta)$则会与Sinθ的大小正相关。当R_P、R_R与R_S、C_P、C_R和C_S作为系数大小不同时,随着夹角的变化,功率的传输效率也会随之发生变化,从而保证了中继线圈旋转过程中,通过实时监测在线设备的充电需求与在线监测设备中锂电池当前的剩余电量,自动通过旋转电机调节旋转中继线圈的θ值,动态调节功率,从而保证了在线设备与锂电池的使用寿命。

[0068] 需要说明的是,本发明一实施例中,负载端在连接高压输电在线监测设备的同时也可以连接电池,使得电池为设备提供电能。

[0069] 本发明第二方面,涉及一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电方法,该方法采用如本发明第一方面中的一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电系统实现;其中,分别将发射线圈7和接收线圈8垂直、平行于所述高压输电线路设置,调节中继线圈9与接收线圈8之间的夹角,以使得整流稳压电路11实时输出符合在线监测单元6要求的直流电压。

[0070] 本发明的方法中,可以根据锂离子电池的剩余电量,来间隔预设的时间调节一次感应线圈的角度,从而使得电路在长期使用的过程中,均能够为在线监测单元提供充足且合适的电能。

[0071] 本发明的有益效果在于,与现有技术相比,本发明中一种基于感应线圈角度调节功率的无线供电方法及系统,能够通过设置发射线圈、中继线圈和接收线圈,通过调节线圈

之间的角度对用电设备的充电功率进行有效的调节,使得无线电能传输技术有效的应用于各类用电设备上。本发明方法简单,调节方便,能够与防雷击等设备有效结合利用,大幅提高了无线电能传输技术的广泛程度。

[0072] 本发明申请人结合说明书附图对本发明的实施示例做了详细的说明与描述,但是本领域技术人员应该理解,以上实施示例仅为本发明的优选实施方案,详尽的说明只是为了帮助读者更好地理解本发明精神,而并非对本发明保护范围的限制,相反,任何基于本发明的发明精神所作的任何改进或修饰都应当落在本发明的保护范围之内。

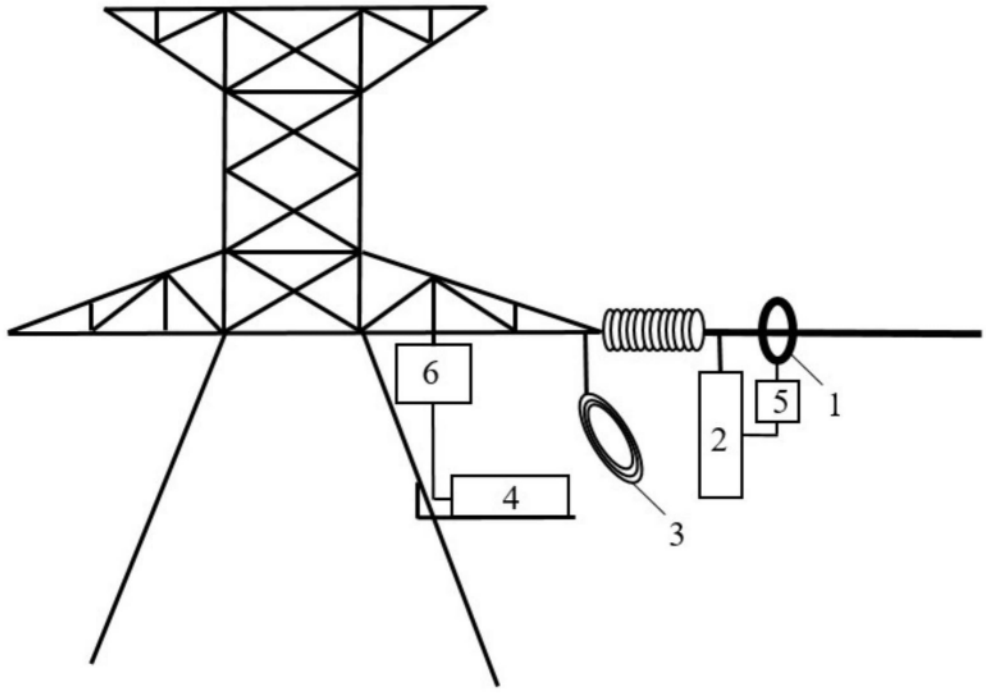

6
4
3
2
5
1

图1

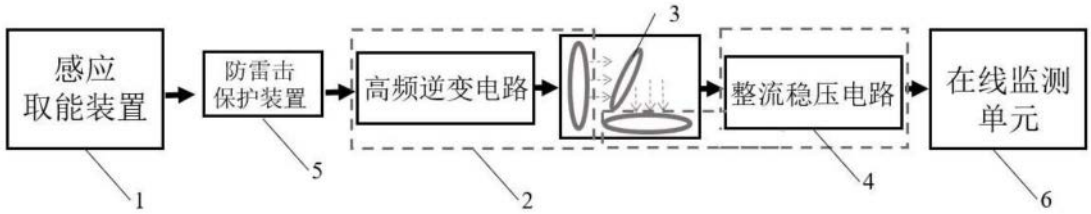

感应
取能装置
防雷击
保护装置
高频逆变电路
3
整流稳压电路
在线监测
单元
1
5
2
4
6

图2

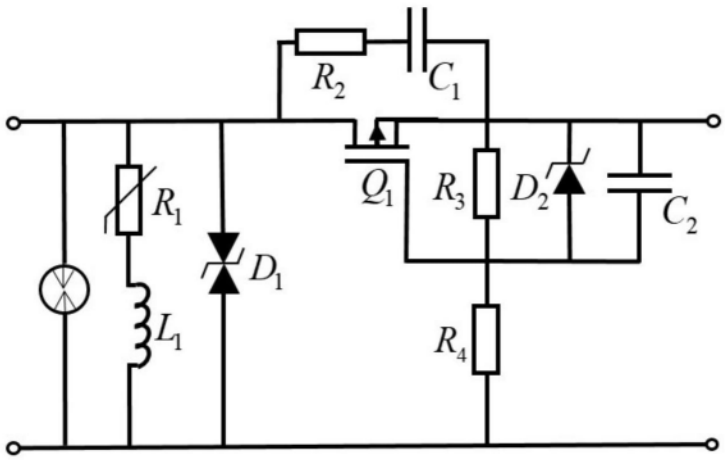

R2
C1
Q1
R3
D2
C2
R1
D1
L1
R4

图3

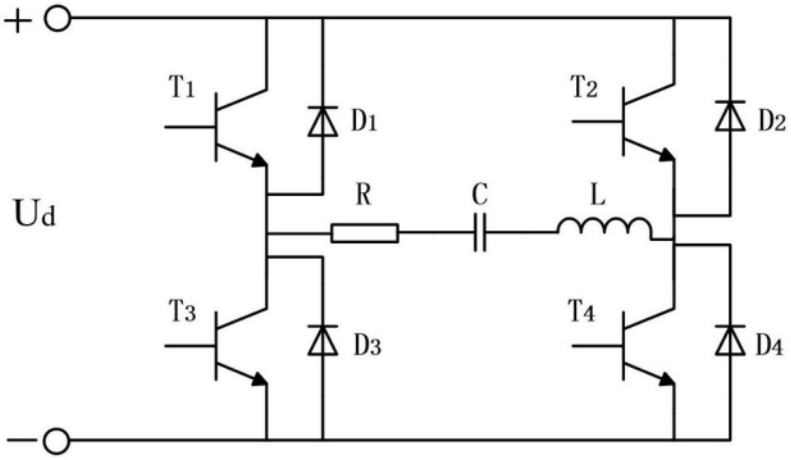


图4

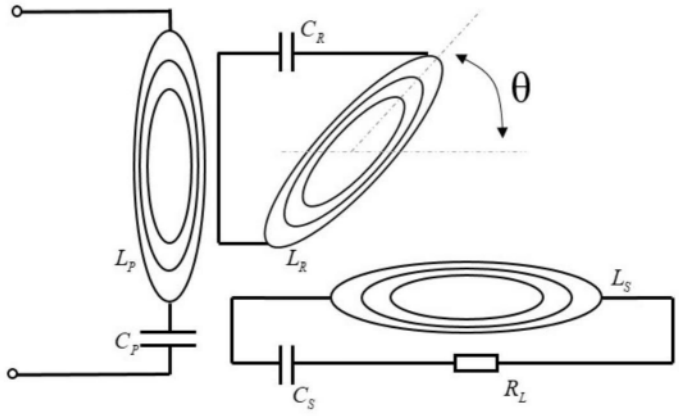


图5

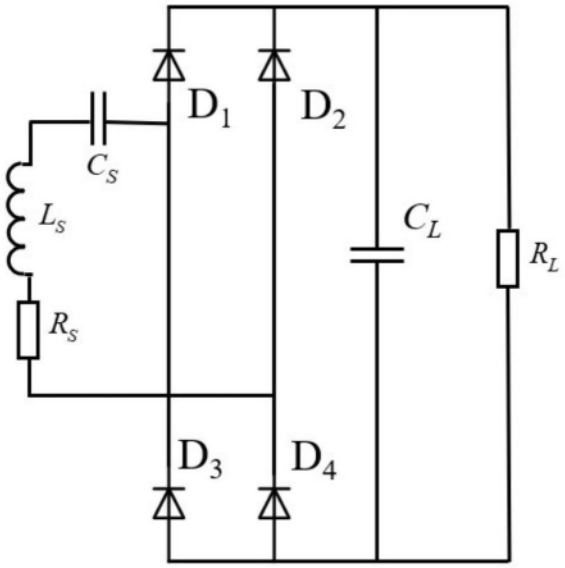


图6