



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119324552 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202411875432.7

H02J 50/10 (2016.01)

(22) 申请日 2024.12.19

H02J 50/90 (2016.01)

H02J 50/70 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119324552 A

(56) 对比文件

CN 219717953 U, 2023.09.19

CN 113691027 A, 2021.11.23

(43) 申请公布日 2025.01.17

(73) 专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

审查员 李莹杰

(72) 发明人 闫争超 李佳原 张克涵 王继盼

彭柏栋 邵泽胤 李凌霄 毛昭勇

田文龙

(74) 专利代理机构 北京东方盛凡知识产权代理

有限公司 11562

专利代理师 董丽媛

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

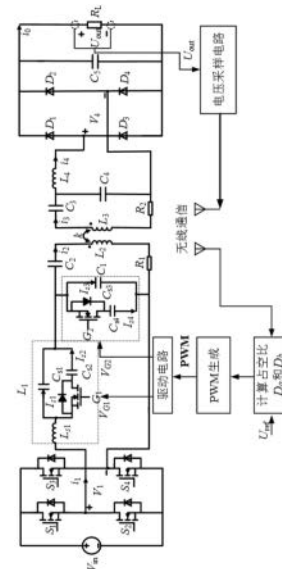
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统及其控制方法,系统包括:电压采样电路、驱动电路、电能发送端和电能接收端;电压采样电路用于接收电能接收端发出的充电指令,并输出电压采样,之后基于电压采样生成PWM;驱动电路基于PWM控制电能发送端执行充电操作;电能发送端用于为电能接收端充电;电能接收端用于接收电能发送端发出的电能。本发明在线圈间耦合系数发生宽范围(0.1~0.4)变化的情况下,系统输出的波动小于1.6%,同时系统效率能维持在80%以上,所附加的额外期间均位于电能发送侧,有利于电能接收侧的小型化和轻量化。



1. 一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统,其特征在于,包括:电压采样电路、驱动电路、电能发送端和电能接收端;

所述电压采样电路用于接收所述电能接收端发出的充电指令,并输出电压采样,之后基于所述电压采样生成PWM;

所述驱动电路基于PWM控制所述电能发送端执行充电操作;

所述电能发送端用于为所述电能接收端充电;

所述电能接收端用于接收所述电能发送端发出的电能;

所述电能发送端由全桥逆变器、发送侧补偿电感、第一发送侧补偿电容、第二发送侧补偿电容和电能发送线圈连接构成;

所述全桥逆变器由4个MOSFET二极管连接构成;

所述发送侧补偿电感器由1个开关、1个电感、2个电容和1个MOSFET二极管连接构成;

所述第一发送侧补偿电容由1个开关、2个电容和1个MOSFET二极管连接构成;

所述电能接收端由电能接收线圈、接收侧补偿网络、不可控整流器和滤波电容连接构成;

所述接收侧补偿网络由2个电容和1个电感连接构成;

所述不可控整流器由4个二极管构成;

所述电能接收端进入充电区域并发出充电信号后,系统开始工作;

所述电压采样电路接收到所述充电信号后,采集负载两端电压,并比较采样电压与参考电压 U_{ref} 的大小来确定电能发送线圈和电能接收线圈是否发生偏移;

在系统初始条件下,当线圈间发生偏移时,系统输出电压 U_{out} 会小于参考电压 U_{ref} ,进而通过调整占空比使 U_{out} 增加,直到满足 $U_{out} \geq U_{ref}$ 后,生成PWM驱动信号;

所述驱动电路基于PWM控制所述发送侧补偿电感和所述第一发送侧补偿电容的值,以执行充电操作。

一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线电能传输技术领域,具体涉及一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 无线电能传输技术因其具有安全性、可靠性以及便捷性等优势,在电动汽车、水下航行器和植入式医疗设备等诸多领域中备受关注。然而,在无线电能传输系统的实际应用中,由耦合线圈位置偏移而引起的耦合系数变化会造成系统输出产生剧烈波动。如何在耦合系数发生变化时,确保系统输出稳定是无线电能技术研究的关键问题之一。

[0003] 在相关的无线电能传输技术中,常从磁耦合器设计与拓扑设计的角度出发,缓解由线圈偏移而引起的系统输出波动。基于磁耦合器设计的无线电能传输系统抗偏移技术可以有效缓解线圈错位造成的耦合系数变化,从而降低输出的波动。但仅从耦合器设计角度出发,无法避免线圈位置发生极端偏移时,系统输出偏离正常工作状态。而基于拓扑设计的无线电能传输抗偏移技术参数设计过程复杂,元件数量多且偏移范围和方向均受到磁耦合器的限制。

发明内容

[0004] 本发明旨在解决现有技术的不足,提供了如下方案:

[0005] 一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统,包括:电压采样电路、驱动电路、电能发送端和电能接收端;

[0006] 所述电压采样电路用于接收所述电能接收端发出的充电指令,并输出电压采样,之后基于所述电压采样生成PWM;

[0007] 所述驱动电路基于PWM控制所述电能发送端执行充电操作;

[0008] 所述电能发送端用于为所述电能接收端充电;

[0009] 所述电能接收端用于接收所述电能发送端发出的电能。

[0010] 优选的,所述电能发送端由全桥逆变器、发送侧补偿电感、第一发送侧补偿电容、第二发送侧补偿电容和电能发送线圈连接构成;

[0011] 所述全桥逆变器由4个MOSFET二极管连接构成;

[0012] 所述发送侧补偿电感器由1个开关、1个电感、2个电容和1个MOSFET二极管连接构成;

[0013] 所述第一发送侧补偿电容由1个开关、2个电容和1个MOSFET二极管连接构成。

[0014] 优选的,所述电能接收端由电能接收线圈、接收侧补偿网络、不可控整流器和滤波电容连接构成;

[0015] 所述接收侧补偿网络由2个电容和1个电感连接构成;

[0016] 所述不可控整流器由4个二极管构成。

[0017] 本发明还提供了一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统的控制方

法,所述控制方法用于控制上述任一项所述的电能传输系统,包括以下步骤:

[0018] 所述电能接收端进入充电区域并发出充电信号后,系统开始工作;

[0019] 所述电压采样电路接收到所述充电信号后,采集负载两端电压,并比较采样电压与参考电压 U_{ref} 的大小来确定电能发送线圈和电能接收线圈是否发生偏移;

[0020] 在系统初始条件下,当线圈间发生偏移时,系统输出电压 U_{out} 会小于参考电压 U_{ref} ,进而通过调整占空比使 U_{out} 增加,直到满足 $U_{out} \geq U_{ref}$ 后,生成PWM驱动信号;

[0021] 所述驱动电路基于PWM控制发送侧补偿电感和第一发送侧补偿电容的值,以执行充电操作。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0023] 本发明提出的无线电能传输系统具有以下优点:(1)在线圈间耦合系数发生宽范围(0.1~0.4)变化的情况下,系统输出的波动小于1.6%,同时系统效率能维持在80%以上;(2)该抗偏移方法适用于采用不同磁耦合器结构的无线电能传输系统;(3)所附加的额外期间均位于电能发送侧,有利于电能接收侧的小型化和轻量化。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本发明实施例的系统电路示意图;

[0026] 图2为本发明实施例的系统控制流程示意图。

具体实施方式

[0027] 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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0029] 实施例

[0030] 在本实施例中,如图1所示,一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统,包括:电压采样电路、驱动电路、电能发送端和电能接收端。 R_L 为负载的电阻值。

[0031] 电压采样电路用于接收电能接收端发出的充电指令,并输出电压采样,之后基于电压采样生成PWM;驱动电路基于PWM控制电能发送端执行充电操作;电能发送端用于为电能接收端充电;电能接收端用于接收电能发送端发出的电能。

[0032] 电能发送端由全桥逆变器、发送侧补偿电感、第一发送侧补偿电容、第二发送侧补偿电容和电能发送线圈连接构成;全桥逆变器由4个MOSFET二极管连接构成;发送侧补偿电感到由1个开关、1个电感、2个电容和1个MOSFET二极管连接构成;第一发送侧补偿电容由1个开关、2个电容和1个MOSFET二极管连接构成。

[0033] 在本实施例中,如图1所示,全桥逆变器由 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 这4个MOSFET二极管连接构

成;发送侧补充电感由开关 G_1 、电感 L_{s1} 、电容 C_{s1} 、电容 C_{s2} 和MOSFET二极管连接构成;第一发送侧补偿电容由开关 G_2 、电容 C_{s3} 、电容 C_{s4} 和MOSFET二极管连接构成;第二发送侧补偿电容为 C_2 ;电能发送线圈 L_2 的内阻为 R_1 。

[0034] 电能接收端由电能接收线圈、接收侧补偿网络、不可控整流器和滤波电容连接构成;接收侧补偿网络由2个电容和1个电感连接构成;不可控整流器由4个二极管构成。

[0035] 在本实施例中,如图1所示,接收侧补偿网络由电容 C_3 、电容 C_4 和电感 L_4 连接构成;不可控整流器由 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 这4个二极管连接构成;滤波电容为 C_5 ;电能接收线圈 L_3 的内阻为 R_2 。

[0036] 在本实施例中,还提供了一种基于拓扑参数重构的强抗偏移无线电能传输系统的控制方法,如图2所示,包括以下步骤:

[0037] 电能接收端进入充电区域并发出充电信号后,系统开始工作;电压采样电路接收到充电信号后,采集负载两端电压,并比较采样电压与参考电压 U_{ref} 的大小来确定电能发送线圈和电能接收线圈是否发生偏移;在系统初始条件下,当线圈间发生偏移时,系统输出电压 U_{out} 会小于参考电压 U_{ref} ,进而通过调整占空比 D_a 和 D_b 使 U_{out} 增加,直到满足 $U_{out} \geq U_{ref}$ (考虑到存在采样误差, $U_{out} = U_{ref}$ 的极端情况很难执行,因此通过 $U_{out} \geq U_{ref}$ 判断系统是否工作于预设状态)后,生成PWM驱动信号;驱动电路基于PWM控制发送侧补偿电感和第一发送侧补偿电容的值,以执行充电操作。

[0038] 以上所述的实施例仅是对本发明优选方式进行的描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

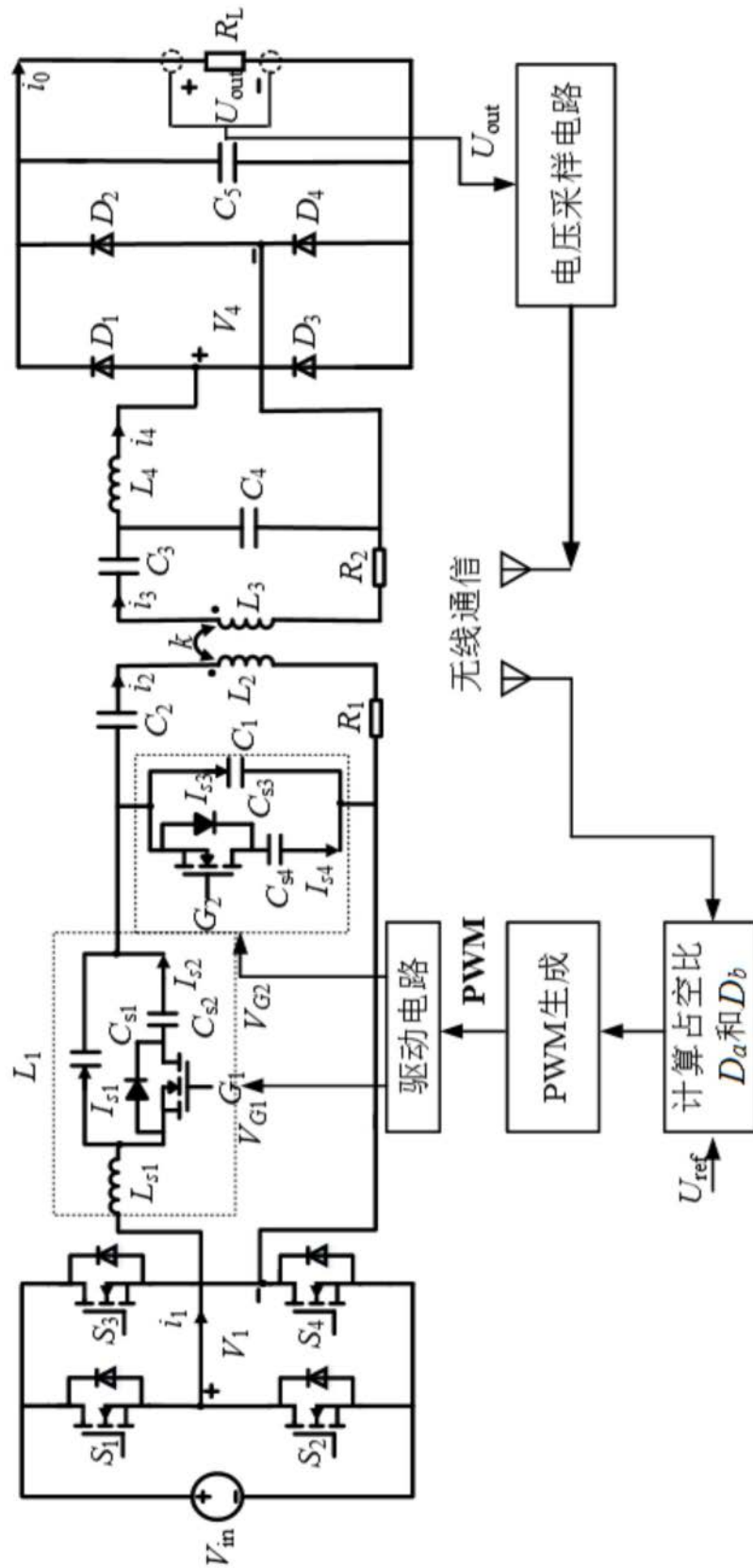


图1

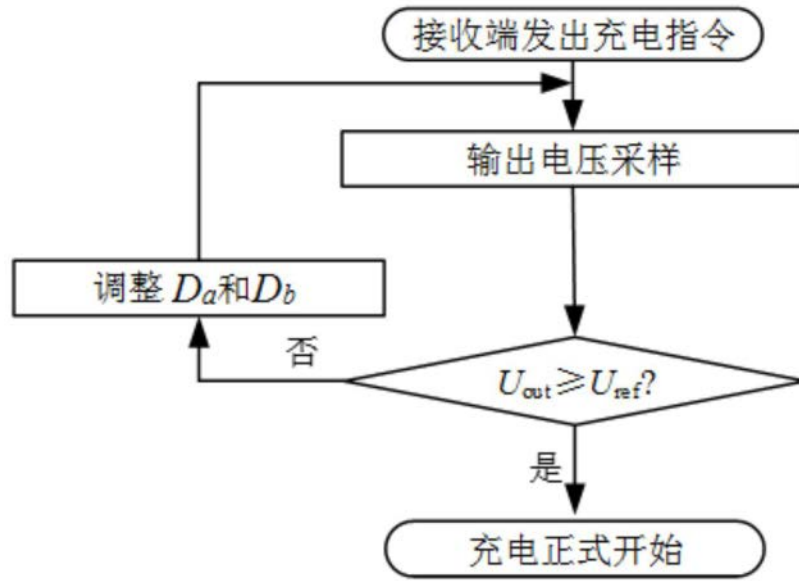


图2