



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103078381 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 17

(21) 申请号 201310031207. 0

第 12-29 行, 图 1.

(22) 申请日 2013. 01. 27

TW 201141005 A1, 2011. 11. 16, 说明书第 21-25 段.

(73) 专利权人 中国科学院电工研究所

CN 201594757 U, 2010. 09. 29, 说明书第 44-73 段, 图 1-2.

地址 100190 北京市海淀区中关村北二条 6 号

US 2012/0281547 A1, 2012. 11. 08, 全文.

(72) 发明人 廖承林 王丽芳 陶成轩 李均锋

审查员 曹卫琴

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限公司 11251

代理人 关玲

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

H02J 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2011/148254 A2, 2011. 12. 01, 说明书第 28-48 段, 图 1, 图 5).

CN 101673962 A, 2010. 03. 17, 说明书第 2 页

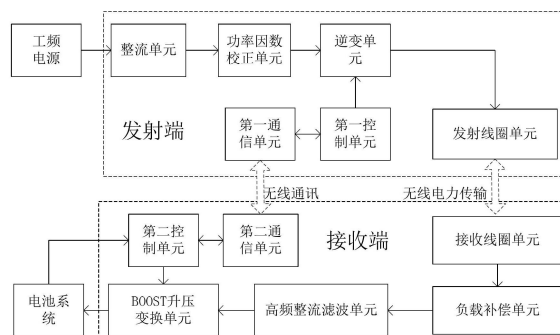
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种电动汽车无线充电装置及其输出控制方法

(57) 摘要

一种电动汽车无线充电装置及其输出控制方法, 包括与工频电源相连的发射端和与电动汽车电池系统相连的接收端。所述发射端由工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元、发射线圈单元、第一通信单元和第一控制单元构成; 所述接收端由接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元、第二通信单元和第二控制单元构成; 所述输出控制方法为发射端仅对输出功率进行开启和关闭控制, 接收端则根据电池系统要求对输出电压或电流进行连续闭环控制。所述的发射线圈单元和接收线圈单元通过相互耦合进行无线能量传输, 所述的第一通信单元和第二通信单元进行通过无线方式进行通信。



1. 一种电动汽车无线充电装置,其特征在于所述的无线充电装置包括连接在工频电源的发射端和与电动汽车电池系统相连的接收端;所述发射端由工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元、发射线圈单元、第一通信单元和第一控制单元构成;所述的工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元和发射线圈单元依次顺序串联连接;所述的第一通信单元和第一控制单元串联连接,第一控制单元的输出控制逆变单元;所述接收端由接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元、第二通信单元和第二控制单元构成;接收线圈单元、高频整流滤波单元, BOOST 升压变换单元依次顺序串联连接;BOOST 升压变换单元的输出连接电动汽车电池系统;第二通信单元和第二控制单元串联连接;电池系统的反馈信号作为第二控制单元的输入,第二控制单元的输出控制 BOOST 升压变换单元;所述的发射端的第一通信单元和接收端的第二通信单元通过无线信号进行通信;

所述发射端的发射线圈单元由发射线圈和发射端放大线圈组成;发射线圈的半径和发射端放大线圈的半径相同;发射线圈和发射端放大线圈平行放置;发射线圈和发射端放大线圈的中心位于同一轴线上;发射线圈和发射端放大线圈之间距离小于 10mm;所述的发射线圈单元埋设于地下或者放置在地面上;

所述接收端的接收线圈单元由接收线圈和接收端放大线圈组成;接收线圈的半径和接收端放大线圈的半径相同;接收线圈和接收端放大线圈平行放置;接收线圈和接收端放大线圈的中心位于同一轴线上,接收线圈和接收端放大线圈之间距离小于 10mm,所述的接收线圈单元固定于电动汽车的底部;

所述的发射线圈单元中的发射线圈串联有第一可变谐振补偿电容 (C1);接收线圈单元的接收线圈串联有第四可变谐振补偿电容 (C4);发射端放大线圈并联有第二可变谐振补偿电容 (C2);接收端放大线圈并联有第三可变的谐振补偿电容 (C3);通过调节所述的谐振补偿电容的值能够改变四个所述的线圈对磁场的放大倍数;

所述的逆变单元为全桥逆变电路,逆变单元输出电压的工作频率在 20KHZ 至 500KHZ 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车无线充电装置,其特征在于,所述的发射端的发射线圈单元中心轴线和接收端的接收线圈单元中心轴线的距离不超过发射线圈单元的半径 (r);发射线圈单元与接收线圈单元垂直距离在 100mm 至 500mm 之间;所述的发射线圈单元和接收线圈单元之间进行无线电力传输。

3. 根据权利要求 1 所述的电动汽车无线充电装置,其特征在于所述接收端的负载补偿单元为由电感和电容串联组成;所述电感和电容在逆变器输出电压频率下处于谐振状态,所述负载补偿单元的电感电容参数取值满足在所述接收端的接收线圈单元输出电压的一个周期内,所述的高频整流滤波单元中每个二极管有正向电流流过的时间占整个周期的 50%。

4. 根据权利要求 1 所述的电动汽车无线充电装置,其特征在于所述第一通信单元与第二通信单元通过无线信号通信的内容至少包括所述电动汽车无线充电装置接收端充电请求、充电停止、SOC、充电状态,发射端充电允许、计费信息,输入的电压和电流,以及输出的电压和电流,以此协调所述第一控制单元与第二控制单元工作,使无线充电装置的输出电压电流满足电池系统的充电需求。

5. 根据权利要求 1 所述的电动汽车无线充电装置,其特征在于所述的 BOOST 升压变换

单元由电感 (L)、第一全控型功率器件 (V1)、第一二极管 (VD1)、电容 (C)、第二二极管 (VD2) 和第二全控型功率器件 (V2) 构成 ; 其中电感 (L)、第一二极管 (VD1)、第二二极管 (VD2)、电池系统和第二全控型功率器件 (V2) 依次顺序串行连接, 第一全控型功率器件 (V1) 的高压端连接于电感 (L) 和第一二极管 (VD1) 之间, 电容 (C) 的高压端连接于第一二极管 (VD1) 和第二二极管 (VD2) 之间, 第一全控型功率器件 (V1) 和电容 (C) 的低压端共同连接于第二全控型功率器件 (V2) 的低压端。

6. 根据权利要求 1 所述的电动汽车无线充电装置的输出控制方法, 其特征在于所述的无线充电装置工作时, 所述的发射端自动适应负载大小的变化, 逆变单元采用固定 PWM 占空比控制, 所述的发射端根据接收端的充电请求开启发射端的功率输出, 根据接收端的充电停止或检测发射端工频整流单元电流小于设定值后自动关闭发射端的功率输出 ; 当所述的第二控制单元准备接受发射端传递过来的电能给电池系统充电时, 打开第二全控型功率器件 (V2), 在充电期间所述的接收端的 BOOST 升压变换单元采用调节 PWM 占空比控制第一全控型功率器件 (V1), 根据电池系统剩余电量、温度和充电要求对充电装置进行输出恒流或恒压控制, 即接收端监测电池系统剩余电量 SOC 值和其他状态信息, 监测高频整流单元输出的电压值和电流值, 监测 BOOST 升压变换单元输出的电压值和电流值, 按照设定的充电曲线通过闭环控制调节 BOOST 升压变换单元的 PWM 占空比来实现无线充电装置的输出恒流或恒压控制, 以满足电动汽车电池系统的充电需求, 当充电结束或者需要停止充电时, 第二控制单元关闭第二全控型功率器件 (V2), 并使第一全控型功率器件 (V1) 的占空比为 0, 即可停止对电池系统充电。

## 一种电动汽车无线充电装置及其输出控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动汽车无线充电设备,尤其涉及一种大功率、高效率、中距离的电动汽车无线充电装置及其输出控制方法。

### 背景技术

[0002] 发展电动汽车无线充电技术意义重大,能彻底解决传统接触式充电易磨损,易触电,多次插拔后可能造成电能传输不可靠以及不方便等缺点。但电动汽车无线充电至少需要数 kW 的输出功率,传输距离要求也较远,这给电动汽车无线充电技术造成了很大的挑战。

[0003] 现有的无线充电产品普遍采用电磁感应方式进行电力传输,这类产品具有功率小,效率不高,传输距离近等特点,主要用于便携式电子产品充电。这些特点导致了利用电磁感应原理的无线充电装置很难应用于电动汽车充电。

[0004] 2006 年 11 月美国麻省理工学院 (MIT) 物理系助理教授 Marin Soljacic 研究小组提出了磁耦合谐振技术,并于 2007 年 6 月进行了实验验证,相隔 2.16m 隔空将一只 60W 灯泡点亮,效率为 40% (文献 1: Andre Kurs et al, "Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances", 2007 年 7 月 6 日, Science, VOL317, p. 83-86)。但 60W 的功率传输仍然远远不能满足电动汽车充电 KW 级的功率需求,而且文章中所提到的 10MHz 左右的工作频率也给无线电力传输装置中的大功率开关电源功率的设计带来了困难。中国专利 CN102177042A “非接触电力传递装置及具有非接触电力传递装置的车辆”在上述文献 1 的原理的基础上,增加了主电路等附属设备,并进行了紧凑化设计。

[0005] 目前电动汽车无线充电的需求一般需要传输功率不低于传统乘用车标准,无线传输距离大于乘用车底盘离地高度并可达 20cm 到 40cm,无线传输效率可达 90% 以上,满足以上需求存在极大困难。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是克服现有技术的不足之处,提出一种输出功率大,效率高,传输距离中等而且易于实现的电动汽车无线充电装置,以解决现有无线充电装置大多存在的传输距离小,传输功率小,效率低,设计困难等缺点。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提出一种电动汽车无线充电装置及其输出控制方法,主要包括降低系统工作频率,将非专利文献 1 中的单圈感应线圈改为多圈串联谐振结构,利用第一个线圈的串联谐振补偿电容进行阻抗匹配,改进负载补偿电路以提高效率,并在接收端对输出电压和电流进行自适应控制以满足实用要求。该电动汽车无线充电装置包括与工频电源相连的发射端和与电动汽车电池系统相连的接收端。

[0008] 所述发射端由工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元、发射线圈单元、第一通信单元和第一控制单元构成。所述的工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元和发射线圈单元按照此顺序串联连接,第一通信单元和第一控制单元串联连接,第一控制单元控

制逆变单元的输出。

[0009] 所述接收端由接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元、第二通信单元和第二控制单元构成。接收线圈单元、高频整流滤波单元, BOOST 升压变换单元按照此顺序串联连接, BOOST 升压变换单元的输出连接电动汽车电池系统, 第二通信单元和第二控制单元串联连接, 电动汽车电池系统的反馈信号作为第二控制单元的输入, 第二控制单元的输出控制 BOOST 升压变换单元。所述的电池系统的反馈信号包括电池的剩余电量 SOC, 电流, 电压, 温度等信息。

[0010] 所述发射端中:

[0011] 所述的工频整流单元为二极管全桥整流。

[0012] 所述的功率因数校正单元为功率因数校正单元, 可以采用有源功率因数校正拓扑, 也可以采用无源功率因数校正拓扑。

[0013] 所述的逆变电路单元的作用是将经过工频整流单元和功率因数校正单元得到的直流电压逆变成高频交流电压, 供发射线圈单元使用。逆变单元的拓扑采用全桥逆变电路, 采用固定占空比控制。在本发明中, 逆变后的逆变单元输出电压典型工作频率在 20KHZ 至 500KHZ 之间, 逆变电路的输出由所属第一控制单元控制。

[0014] 所述的发射线圈单元埋设于地下或者安装在地面上, 所述的接收线圈单元固定于电动汽车的底部。

[0015] 所述的发射线圈单元由发射线圈和发射端放大线圈构成, 发射线圈和发射端放大线圈可采用圆形或多边形结构, 发射线圈和发射端放大线圈的半径大小相同, 平行放置, 发射线圈和发射端放大线圈的中心位于同一轴线上, 发射线圈单元的半径即为发射线圈单元中心轴线与边之间的最短距离, 当发射线圈单元为圆形结构时即为圆的半径。从空间位置看, 发射端放大线圈位于发射线圈之上, 两线圈之间的空隙小于 10mm。

[0016] 所述的接收线圈单元由接收端放大线圈和接收线圈构成, 接收端放大线圈和接收线圈可为圆形结构或多边形结构, 两个线圈大小相同, 平行放置。接收端放大线圈和接收线圈的中心位于同一轴线上, 接收线圈单元的半径即为接收线圈单元中心轴线与边之间的最短距离, 当接收线圈单元为圆形结构时即为圆的半径。从空间位置看, 接收线圈位于接收端放大线圈之上, 使得所述的发射端放大线圈和接收端放大线圈相邻。

[0017] 所述发射线圈和接收线圈串联有可变的谐振补偿电容, 发射端放大线圈和接收端放大线圈并联有可变的谐振补偿电容, 使发射端线圈和接收端线圈工作于固有谐振点或者接近于固有谐振点时, 发射线圈单元和接收线圈单元传输距离为 100mm-500mm。发射线圈单元向接收线圈单元传输能量时, 发射线圈单元的中心轴线与接收线圈的中心轴线并不需要严格对齐, 当两中心轴线的距离不超过发射线圈单元的半径时, 发射线圈单元向接收线圈单元传输能量的最大传输功率和效率均能满足电动汽车的充电需求, 但两中心轴线距离越近, 所述电动汽车无线充电装置的最大传输功率越大, 效率越高。

[0018] 所述的发射线圈谐振补偿电容同时还可以调节逆变单元的阻抗, 对逆变电路之后的等效电路进行阻抗匹配, 即不需要专门的阻抗变换单元, 仅通过调节发射线圈谐振补偿电容的容值即可实现阻抗匹配调节。

[0019] 所述的负载补偿单元为 LC 串联结构, 能够使高频整流滤波的输入电流连续, 降低接收端变流装置对无线能量传输环节的影响, 保证发射单元和接收单元能量传输连续。为

了使 LC 上的电压尽量小,保证输出到负载上的电压足够大,所述 LC 在接收线圈输出基波电压频率下处于谐振状态。

[0020] 所述的高频整流滤波单元为二极管全桥整流电路,它将接收线圈单元输出的高频电压整流为直流电压。在加入了负载补偿单元后,高频整流滤波单元在一个输入电压周期内,每个二极管有正向电流流过的时间为电压周期的 50%。

[0021] 所述的 BOOST 升压变换单元是为了将本发明的输出电压转换为可供电池系统充电的合适电压值,并由此对输出电流和输出功率进行控制。BOOST 变换单元与第二控制单元和电池系统形成闭环控制系统,可以根据电池剩余电量 SOC 等状态信息、充电方式和电池充电曲线来闭环调节占空比,实现 BOOST 升压变换单元输出恒压或恒流控制。

[0022] 所述第一通信单元和第二通信单元为无线通信模块,相互以全双工或半双工的方式进行无线通信。通信内容至少包括所述电动汽车无线充电装置接收端充电申请、充电状态,发射端充电允许、计费信息,输入的电压、电流,输出的电压、电流等信息,以此协调所述第一控制单元与第二控制单元工作,使无线充电装置的输出电压电流满足电池系统的充电需求。

[0023] 所述的第一控制单元和第二控制单元为发送端逆变单元和接收端 BOOST 升压变换单元的控制电路,分别控制逆变单元和 BOOST 升压变换单元,其控制依据为所述的第一通信单元和第二通信单元无线通信所得到的信息,并根据这些信息来协调第一控制单元和第二控制单元同步工作,使无线充电装置的输出电压电流满足电池系统的充电需求。

[0024] 所述的 BOOST 升压变换单元由电感、第一全控型功率器件、第一二极管、电容、第二二极管和第二全控型功率器件构成,其中电感、第一二极管、第二二极管、电池系统和第二全控型功率器件依次顺序串行连接,第一全控型功率器件的高压端连接于电感和第一二极管之间,电容的高压端连接于第一二极管和第二二极管之间,第一全控型功率器件和电容的低压端共同连接于第二全控型功率器件的低压端。

[0025] 所述输出控制方法为在发射端对充电装置的输出进行开启或关闭控制,发射端逆变单元采用固定占空比控制,即根据接收端的充电请求开启发射端的功率输出,根据接收端的充电停止或检测发射端工频整流单元电流小于设定值后自动关闭发射端的功率输出;当第二控制单元准备接受发射端传递过来的电能给电池系统充电时,打开第二全控型功率器件,在充电期间接收端根据电池系统剩余电量、温度等状态信息和充电要求对充电装置进行输出恒流或恒压控制,即接收端监测电池系统剩余电量 SOC 值和其他状态信息,监测高频整流单元输出的电压值和电流值,监测 BOOST 升压变换单元输出的电压值和电流值,按照设定的充电曲线通过闭环控制调节 BOOST 升压变换单元的 PWM 占空比来实现无线充电装置的输出恒流或恒压控制,以满足电动汽车电池系统的充电需求,当充电结束或者需要停止充电时,第二控制单元关闭第二全控型功率器件,并使第一全控型功率器件的占空比为 0,即可停止对电池系统充电。

[0026] 与现有的无线充电技术相比,本发明有如下优点:

[0027] 1、本发明传输功率大,传输效率高。

[0028] 2、与现有基于磁感应耦合原理的无线充电装置相比,本发明大大增大了无线传输的距离,达到 100mm-500mm,传输的功率和效率也比现有的基于磁感应耦合原理的无线充电装置高很多。

[0029] 3、与现有的基于磁耦合谐振原理的无线充电装置相比，本发明将磁耦合谐振技术常用的数 MHz 甚至数十 MHz 的频率降低到了 20KHZ-500KHZ，在这个频率段，开关电源便于设计，效率高，大大降低了本发明的设计难度。

[0030] 4、发射端具有对输出功率的自适应能力，仅需对输出功率进行开启或关闭控制；通过调节接收端 BOOST 升压变换单元占空比就可实现无线充电装置的输出电压、电流和功率的灵活有效控制，可以满足不同的充电需求。

## 附图说明

[0031] 图 1 是本发明所示的结构示意图；

[0032] 图 2 是本发明的使用示意图；

[0033] 图 3 是本发明的发射线圈单元和接收线圈单元的结构图；

[0034] 图 4a 是本发明的负载补偿单元电路原理图；

[0035] 图 4b 是不加负载补偿单元时接收线圈输出的电压电流波形；

[0036] 图 4c 是加上负载补偿单元后接收线圈输出的电压电流波形；

[0037] 图 5 是 BOOST 升压变换单元及其闭环控制逻辑框图。

## 具体实施方式

[0038] 以下结合附图和具体实施方式进行进一步说明本发明。

[0039] 本发明电动汽车无线充电装置包括与工频电源相连的发射端和与电动汽车电池系统相连的接收端。

[0040] 所述发射端由工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元、发射线圈单元、第一通信单元和第一控制单元构成。所述的工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元和发射线圈单元按照此顺序串联连接，第一通信单元和第一控制单元串联连接，第一控制单元控制逆变单元的输出。

[0041] 所述的接收端由接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元、第二通信单元和第二控制单元构成。接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元照此顺序串联连接，BOOST 升压变换单元输出的电能供电动汽车电池系统使用。第二通信单元和第二控制单元串联连接，电动汽车电池系统的反馈信号作为第二控制单元输入，第二控制单元的输出控制 BOOST 升压变换单元。所述的电池系统的反馈信号包括电池的剩余电量 SOC，电流，电压，温度等信息。

[0042] 如图 1 所示，本装置的发射端由工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元、发射线圈单元、第一通信单元和第一控制单元构成。所述的工频整流单元、功率因数校正单元、逆变单元和发射线圈单元按照此顺序串联连接，第一通信单元和第一控制单元串联连接，第一控制单元控制逆变单元的输出。本装置的接收端由接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元、第二通信单元和第二控制单元构成。所述的接收线圈单元、负载补偿单元、高频整流滤波单元、BOOST 升压变换单元照此顺序串联连接，BOOST 升压变换单元输出的电能供电池系统使用。第二通信单元和第二控制单元串联连接，电动汽车电池系统的反馈信号作为第二控制单元输入，第二控制单元的输出控制 BOOST 升压变换单元。所述的发射线圈单元与接收线圈单元进行无线电力传输，所述的第一通信单

元和第二通信单元进行无线通信,发射端与接收端之间没有电线的连接。

[0043] 如图 2 所示,当安装有接收线圈的车辆停在安装有所述发射端的地面上,使所述发射线圈单元中心轴线和接收线圈单元中心轴线的距离不超过发射线圈单元的半径  $r$ ,本发明能启动充电,发射线圈中心轴线与接收线圈中心轴线距离越近,本发明所能提供的最大输出功率越大,传输效率越高,所述的发射线圈单元与接收线圈单元距离可以相距 100mm-500mm,这个距离段能适合大部分的车型充电。

[0044] 如图 3 所示为本发明装置发射端的发射线圈单元和接收端的接收线圈单元。按空间上从下向上依次为发射线圈单元的发射线圈 11,发射端放大线圈 12,接线圈单元的接收端放大线圈 21 和接收线圈 22,线圈之间以气隙耦合。作为一种实施例,将发射线圈 11、发射端放大线圈 12、接收端放大线圈 21、接收线圈 22 等 4 个线圈都绕成直径  $2r$  为 500mm 的螺旋状圆形线圈,即半径  $r$  为 250mm。线圈由多股漆包线绕成,发射线圈 11 和接收线圈 22 绕制匝数为 2 匝,发射端放大线圈 12 与接收端放大线圈 21 绕制匝数为 5 匝。发射线圈 11 与发射端放大线圈 12 之间的距离小于 10mm,同样,接收线圈 22 与接收端放大线圈 21 之间的距离小于 10mm。发射端放大线圈 12 与接收端放大线圈 21 之间的距离为 250mm。发射线圈单元的半径  $r$  与发射线圈和发射端放大线圈半径相同,接收线圈单元的半径  $r$  与接收端放大线圈和接收线圈半径相同。4 个所述的线圈平行放置,4 个所述的线圈的中心位于同一轴线上。当然,这种结构仅仅是一种范例,线圈的大小,形状、匝数、距离、材料可以根据实际情况不同而调整。

[0045] 发射线圈串联有第一可变谐振补偿电容  $C1$ ,接收线圈串联有第四可变谐振补偿电容  $C4$ ,发射端放大线圈并联有第二可变谐振补偿电容  $C2$ ,接收端放大线圈并联有第三可变谐振补偿电容  $C3$ 。

[0046] 所述的发射线圈将所述的逆变单元输出的电能转化为磁场能量,并通过磁场耦合原理将能量传递至发射端放大线圈,发射端放大线圈利用其低阻抗的特性,将磁场放大并传递至接收端放大线圈,接收端放大线圈利用其低阻抗的特性,将接收到的磁场进一步放大,并通过磁场耦合传递给接收线圈,接收线圈将磁场能量转化为电能输出至负载。发射线圈和发射端放大线圈利用各自的谐振补偿电容,有效提高相互间的耦合程度,并将电能转化为磁场能发射出去。接收端放大线圈和接收线圈利用各自的谐振补偿电容,有效接收到的磁场能并转化为电能。发射线圈、发射端放大线圈、接收端放大线圈、接收线圈均起到了磁场放大作用,各自的放大倍数可以通过各个并联谐振电容  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$ ,  $C4$  进行调整,并联谐振电容与线圈电感的固有谐振频率与电源频率越接近,线圈对磁场的放大倍数越高。

[0047] 线圈放大倍数提高将增加线圈的电流和并联电容的电压,给本发明的绝缘安全带带来威胁,为此提出了在满足功率传输要求的前提下,通过降低各线圈的放大倍数,降低各线圈的电流和电压。可以根据发射线圈与接收线圈的距离  $d$ ,谐振补偿电容的耐压值来调节四个谐振补偿电容,使本发明的最大传输功率,效率值,谐振补偿电容  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$ ,  $C4$  上的电压值达到设计要求。

[0048] 如图 4a 所示,高频的交流电能需经过高频整流滤波单元变为直流电压后才能使用,但经过高频整流滤波单元会导致接收线圈单元电流断续的现象,如图 4b 所示,只有在输出侧电压高于滤波电容上的电压时,整流桥中才能流过电流,这就导致了输出线圈流过电流的时间很短,而且流过电流的幅值很大,但发射线圈单元和接收线圈单元中只有在有



电流时才能有支撑能量传输的磁场存在,接收线圈输出的电流必须连续。为了达到这个目的,本装置引入由电感和电容串联的 LC 结构作为负载补偿单元,如图 4c 所示,通过调节电感 L 和电容 C 的参数使高频整流滤波单元中每个二极管有正向电流流过的时间均为高频滤波单元输入电压周期的 50%,输入电流在整个电压周期内无断流现象,发射线圈单元能量能连续传输给接收线圈,为了使电感 L 和电容 C 构成的负载补偿单元的引入不影响输出电压,调节电感 L 和电容 C 的值使负载补偿单元在输出线圈输出的基波电压频率下处于谐振状态,这样负载补偿单元上承受的电压很小,负载能得到较大的电压值。

[0049] 本发明中,如图 5 所示,无线充电装置输出电压电流的调节只需通过第二控制单元实现,第二控制单元和 BOOST 升压变换单元、电池系统形成闭环结构,通过调节 PWM 占空比控制 BOOST 升压变换单元的输出。如图 5 所示 BOOST 升压变换单元由电感 L、第一全控型功率器件 V1、第二全控型功率器件 V2、电容 C、第一二极管 VD1 和第二二极管 VD2 构成。当第二控制单元准备接受发射端传递过来的电能给电池系统充电时,打开第二全控型功率器件 V2,在充电期间第二控制单元检测到电池系统的剩余电量 SOC、电压、电流、温度等状态信息,高频整流单元输出的电压 U 和电流 I,以及 BOOST 升压变换单元输出的电压  $U_o$  和  $I_o$  之后,根据设定的充电方式或充电曲线,通过对 PWM 占空比进行控制,对 BOOST 升压变换单元输出的电压  $U_o$  进行恒压控制或对电流  $I_o$  进行恒流控制,使本发明的输出满足电池系统的充电需求,当充电结束或者需要停止充电时,第二控制单元关闭第二全控型功率器件 V2,并使第一全控型功率器件 V1 的占空比为 0,即可停止对电池系统充电。

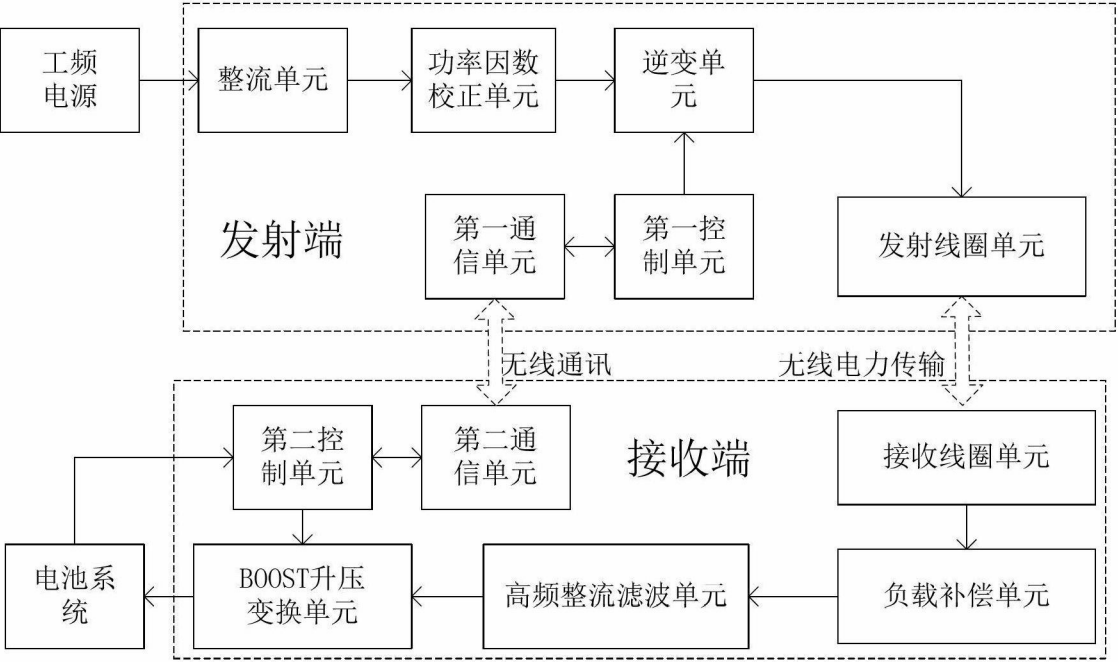


图 1

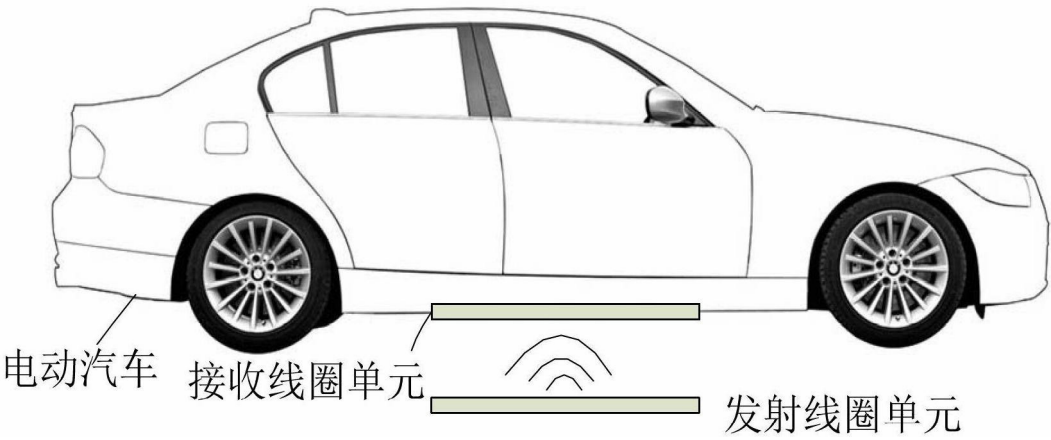


图 2

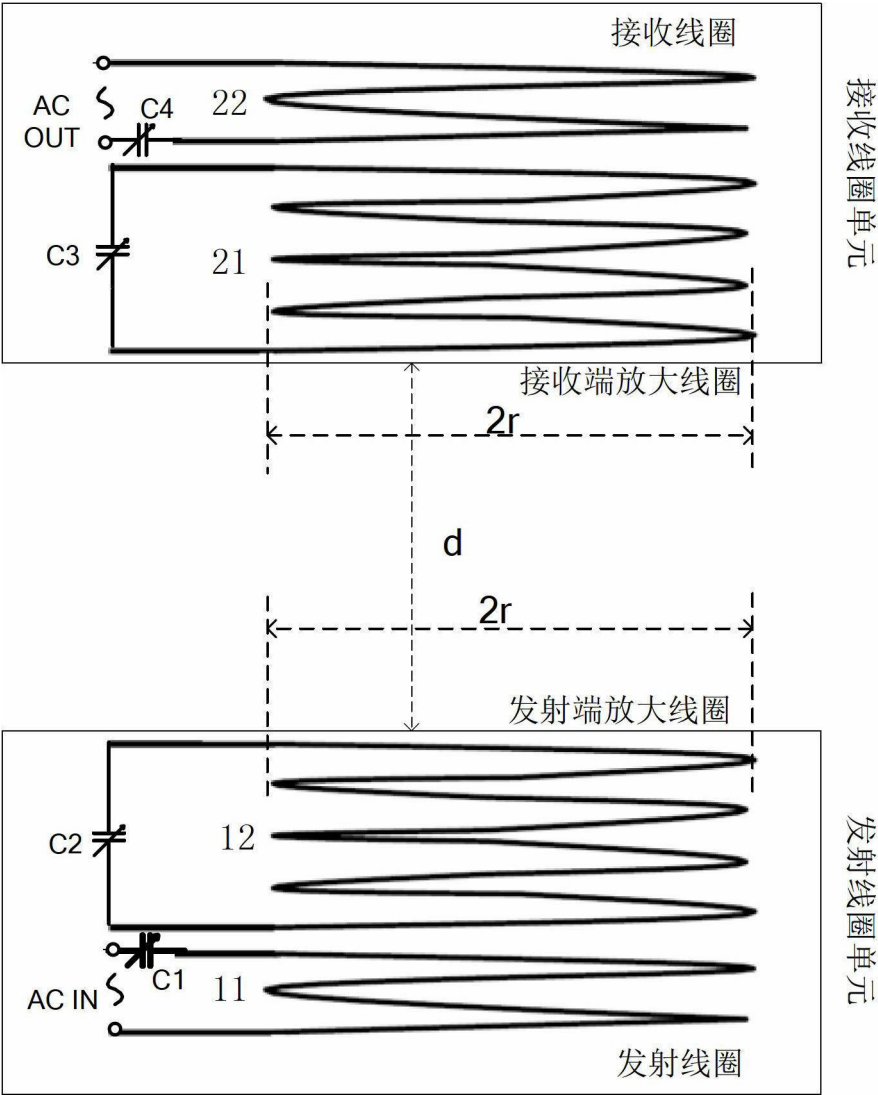


图 3

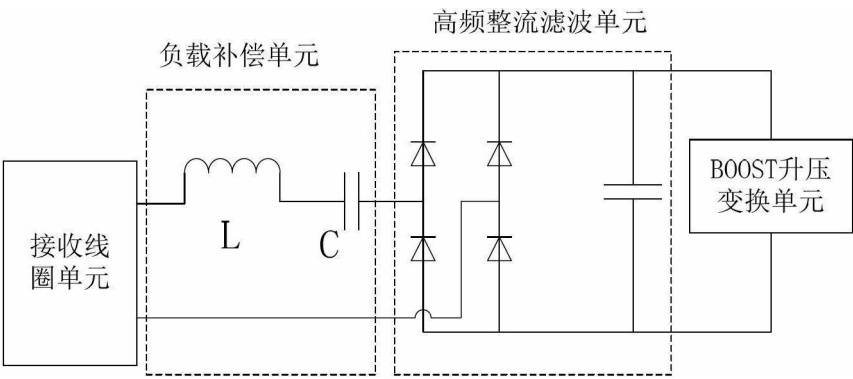


图 4a

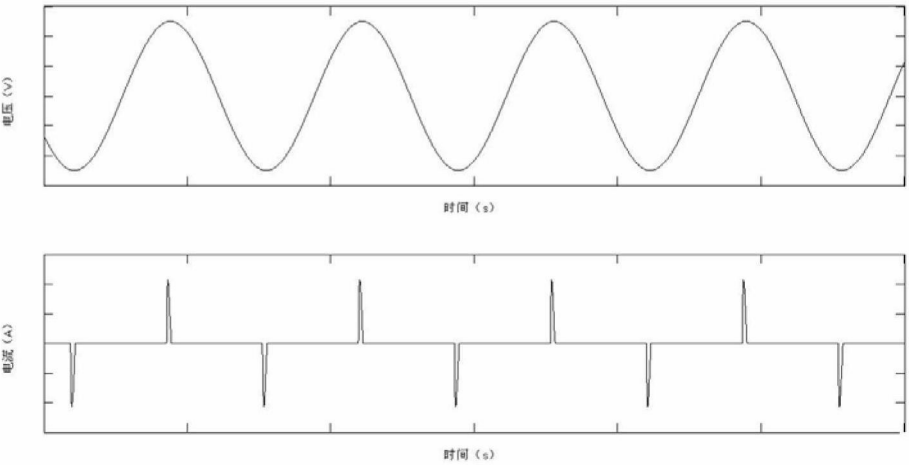


图 4b

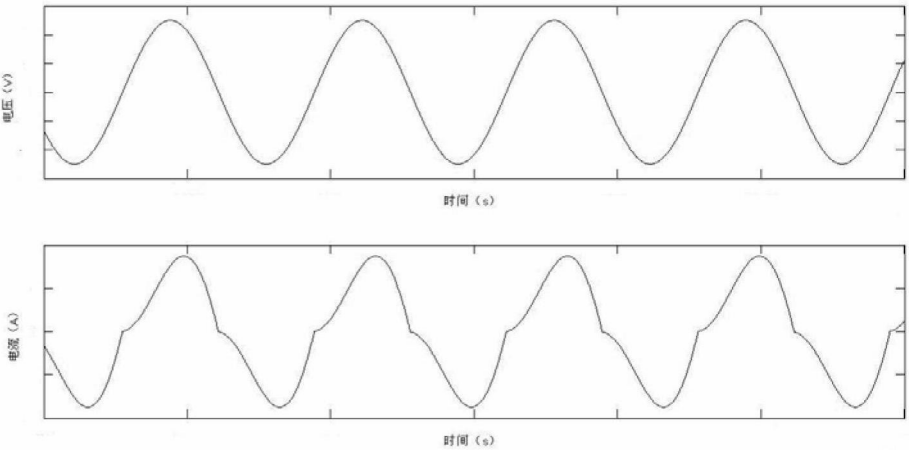


图 4c

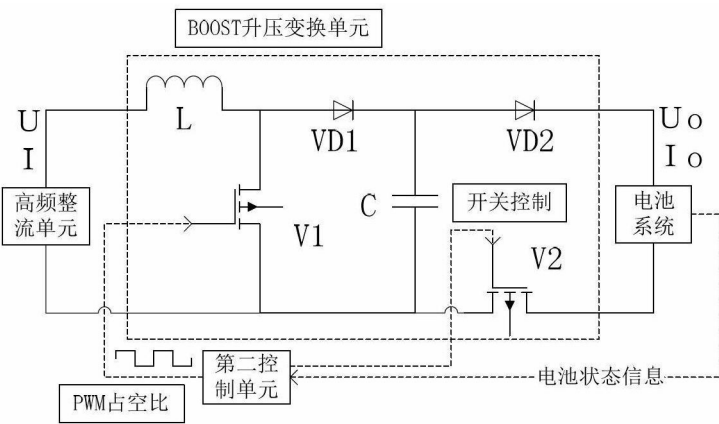


图 5