



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116729147 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 12

(21) 申请号 202310699283.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2023.06.13

B60L 53/12 (2019.01)

B60L 53/65 (2019.01)

(71) 申请人 广西电网有限责任公司电力科学研究院

B60L 53/66 (2019.01)

地址 530023 广西壮族自治区南宁市兴宁区民主路6-2号

申请人 重庆大学

(72) 发明人 肖静 周柯 李小飞 陈丰伟 吴晓锐 龚文兰 卓浩泽 韩帅 林锐 陈卫东 吴剑豪 吴宁 陈绍南 莫宇鸿 张龙飞 郭敏 侯莉婕 郭小璇 卢健斌 阎浩

(74) 专利代理机构 重庆敏创专利代理事务所 (普通合伙) 50253

专利代理师 黄梅

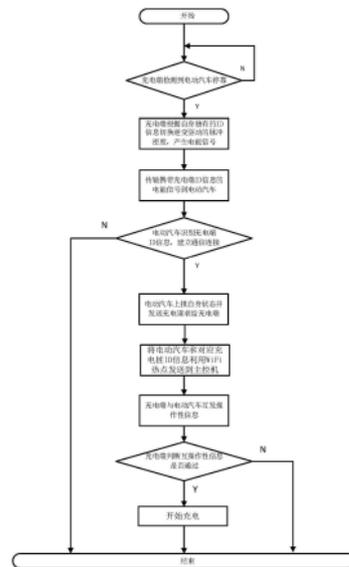
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统

(57) 摘要

本发明涉及电动汽车无线充电技术领域,具体公开了一种基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,当电动汽车停靠在充电区域后,该系统通过控制充电端逆变开关的脉冲密度,发射带有充电端ID信息的电能信号到电动汽车,电动汽车识别此ID信号并与其进行连接后返回电动汽车自身ID信号,实现电动汽车与充电端充电前的身份认证和通信连接。本发明通过开关切换的频率(即脉冲密度)定义不同充电端的身份ID,不同切换频率对应不同的ID信息,具有准确度高、检测简单等优点;基于无线电能传输的方法,开关切换频率对应不同的传输电能值,将充电端的ID信息以电能的方式传输给电动汽车,在进行身份认证过程中无需其他额外设备,结构简单,节约成本。



1. 基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于,包括充电端与电动汽车,所述充电端设有高频逆变器和PDM调制模块,当所述充电端感应到有所述电动汽车停靠在自身的充电区域时,控制所述PDM调制模块将所述充电端的ID信息调制成PDM特征波并作用于所述高频逆变器,所述高频逆变器发射带有所述充电端的ID信息的电能信号到所述电动汽车;所述电动汽车接收到所述电能信号后进行解调获取所述充电端的ID信息,然后将自身的ID信息发送至所述充电端,所述充电端收到所述电动汽车的ID信息后建立与所述电动汽车的通信连接。

2. 根据权利要求1所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于,该系统设有M个所述充电端, $M \geq 2$;

为每个所述充电端设置唯一的ID信息,当 $M \leq T$ 时, T 为充电端阈值个数,对于M个所述充电端中的第m个充电端按照如下第一种调制方式进行调制:

在第一时序,发送脉冲密度为1的PDM特征波;

在第二时序,发送脉冲密度为 $P_m = a_1 + bm$ 的PDM特征波, a_1 表示第一脉冲密度起始值, b 表示相邻两个所述充电端的脉冲密度差值, $a_1 \geq 2$ 且为整数, $b \geq 1$ 且为整数。

3. 根据权利要求2所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于,所述电动汽车按照如下方式进行解调:

所述电动汽车检测到第一时序的电压信号后,根据电压信号与脉冲密度的第一对应关系确定第一时序的脉冲密度为1,则确定按照如下第一解调方式进行解调:

检测第二时序的电压信号,并根据该电压信号与脉冲密度的电压密度关系确定第二时序的脉冲密度,然后根据第二时序的脉冲密度与发射端ID信息的密度ID关系得到所述充电端的ID信息。

4. 根据权利要求3所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于,当 $M > T$ 时,对于M个所述充电端中的第m个充电端的调制方式为:

将M个所述充电端分为N组, $N = \lceil \frac{M}{T} \rceil$, $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整;

在第一时序,发送脉冲密度为2的PDM特征波;

在第二时序,发送脉冲密度为 $R+2$ 的PDM特征波, $R = \lceil \frac{m}{T} \rceil$;

在第三时序,发送脉冲密度为 $P'_k = a_2 + bk$, $k = m - T(R-1)$, a_2 表示第二脉冲密度起始值, $a_2 \geq N$ 。

5. 根据权利要求4所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于,所述电动汽车按照如下方式进行解调:

所述电动汽车检测到第一时序的电压信号后,根据所述电压密度关系确定第一时序的脉冲密度为2,则确定按照如下第二解调方式进行解调:

检测第二时序的电压信号并根据所述电压密度关系确定第二时序的脉冲密度;

检测第三时序的电压信号并根据所述电压密度关系确定第三时序的脉冲密度;

根据第二时序的脉冲密度、第三时序的脉冲密度与发射端ID信息的脉冲密度ID关系得到所述充电端的ID信息。

6. 根据权利要求5所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征

在于,当所述电动汽车检测到第一时序的电压信号既不为1也不为2时,则发出移动电动汽车到其他充电区域的提醒。

7.根据权利要求5所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于,该系统还包括连接所述充电端的主控机;

在建立一组所述发射端与所述电动汽车的通信连接后,该电动汽车将充电请求发送至其连接的发射端,该发射端将自身的ID信息和其收到的电动汽车的ID信息通过WiFi热点发送至所述主控机,所述主控机控制对应ID的发射端的充电线路为待机状态,在该发射端确认电动汽车的互操作信息通过后,开始为电动汽车充电。

8.根据权利要求6所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于:M个所述发射端阵列式排布。

9.根据权利要求6所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于: $T \geq 20$ 。

10.根据权利要求9所述的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,其特征在于: $T=25, a_1=a_2=5, b=2$ 。

基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车无线充电技术领域,尤其涉及基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统。

背景技术

[0002] 无线充电技术具有灵活、可靠、安全等优点。在无人机、家电及电动汽车等领域应用越来越广泛。为实现系统能效最优及状态监测,提高无线充电系统性能,无线充电系统往往需要原副边通信,实现信息的交互,同时,针对多电动汽车无线充电系统,在进行无线充电之前还需要进行电动汽车与充电端身份认证和通信连接,确保充电过程的正常运行。

[0003] 然而由于传统的通信方式在多电动汽车无线充电系统通信连接中存在信道干扰的问题,从而导致电动汽车与充电端的连接混乱,使充电系统工作紊乱,因此需要在电动汽车无线充电之前进行充电端与电动汽车的ID信息认证。

发明内容

[0004] 本发明提供基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,解决的技术问题在于:如何在电动汽车无线充电之前进行充电端与电动汽车的ID信息认证。

[0005] 为解决以上技术问题,本发明提供基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,包括充电端与电动汽车,所述充电端设有高频逆变器和PDM调制模块,当所述充电端感应到有所述电动汽车停靠在自身的充电区域时,控制所述PDM调制模块将所述充电端的ID信息调制成PDM特征波并作用于所述高频逆变器,所述高频逆变器发射带有所述充电端的ID信息的电能信号到所述电动汽车;所述电动汽车接收到所述电能信号后进行解调获取所述充电端的ID信息,然后将自身的ID信息发送至所述充电端,所述充电端收到所述电动汽车的ID信息后建立与所述电动汽车的通信连接。

[0006] 优选的,该系统设有M个所述充电端, $M \geq 2$;

[0007] 为每个所述充电端设置唯一的ID信息,当 $M \leq T$ 时, T 为充电端阈值个数,对于M个所述充电端中的第m个充电端按照如下第一种调制方式进行调制:

[0008] 在第一时序,发送脉冲密度为1的PDM特征波;

[0009] 在第二时序,发送脉冲密度为 $P_m = a_1 + bm$ 的PDM特征波, a_1 表示第一脉冲密度起始值, b 表示相邻两个所述充电端的脉冲密度差值, $a_1 \geq 2$ 且为整数, $b \geq 1$ 且为整数。

[0010] 优选的,所述电动汽车按照如下方式进行解调:

[0011] 所述电动汽车检测到第一时序的电压信号后,根据电压信号与脉冲密度的第一对应关系确定第一时序的脉冲密度为1,则确定按照如下第一解调方式进行解调:

[0012] 检测第二时序的电压信号,并根据该电压信号与脉冲密度的电压密度关系确定第二时序的脉冲密度,然后根据第二时序的脉冲密度与发射端ID信息的密度ID关系得到所述充电端的ID信息。

[0013] 优选的,当 $M > T$ 时,对于M个所述充电端中的第m个充电端的调制方式为:

[0014] 将M个所述充电端分为N组, $N = \lceil \frac{M}{T} \rceil$, $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整;

[0015] 在第一时序,发送脉冲密度为2的PDM特征波;

[0016] 在第二时序,发送脉冲密度为R+2的PDM特征波, $R = \lceil \frac{m}{T} \rceil$;

[0017] 在第三时序,发送脉冲密度为 $P'_k = a_2 + bk$, $k = m - T(R - 1)$, a_2 表示第二脉冲密度起始值, $a_2 \geq N$ 。

[0018] 优选的,所述电动汽车按照如下方式进行解调:

[0019] 所述电动汽车检测到第一时序的电压信号后,根据所述电压密度关系确定第一时序的脉冲密度为2,则确定按照如下第二解调方式进行解调:

[0020] 检测第二时序的电压信号并根据所述电压密度关系确定第二时序的脉冲密度;

[0021] 检测第三时序的电压信号并根据所述电压密度关系确定第三时序的脉冲密度;

[0022] 根据第二时序的脉冲密度、第三时序的脉冲密度与发射端ID信息的脉冲密度ID关系得到所述充电端的ID信息。

[0023] 优选的,当所述电动汽车检测到第一时序的电压信号既不为1也不为2时,则发出移动电动汽车到其他充电区域的提醒。

[0024] 优选的,该系统还包括连接所述充电端的主控机;

[0025] 在建立一组所述发射端与所述电动汽车的通信连接后,该电动汽车将充电请求发送至其连接的发射端,该发射端将自身的ID信息和其收到的电动汽车的ID信息通过WiFi热点发送至所述主控机,所述主控机控制对应ID的发射端的充电线路为待机状态,在该发射端确认电动汽车的互操作信息通过后,开始为电动汽车充电。

[0026] 优选的,M个所述发射端阵列式排布。

[0027] 优选的, $T \geq 20$ 。

[0028] 优选的, $T = 25$, $a_1 = a_2 = 5$, $b = 2$ 。

[0029] 本发明提供的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,当电动汽车停靠在充电区域后,通过控制充电端逆变开关的脉冲密度,发射带有充电端ID信息的电能信号到电动汽车,电动汽车识别此ID信号并与其进行连接后返还电动汽车自身ID信号,实现电动汽车与充电端充电前的身份认证和通信连接。本发明的有益效果在于:

[0030] 1、基于逆变切换的方法,通过开关切换的频率(即脉冲密度)可以定义不同充电端的身份ID,不同切换频率对应不同的ID信息,具有准确度高、检测简单等优点;

[0031] 2、基于无线电能传输的方法,开关切换频率对应不同的传输电能值,将充电端的ID信息以电能的方式传输给电动汽车,在进行身份认证过程中无需其他额外设备,结构简单,节约成本;

[0032] 3、电动汽车检测接收到的电能值就能识别出充电端身份信息,在无线电能传输过程中,电能传输速度快,因此具有身份认证速度快的优点,当电动汽车接收到具有充电端ID信息的电能信号时,便能够与其进行通信连接,具有连接精度高、无信道串扰问题等优点。

附图说明

[0033] 图1是本发明实施例提供的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统

的工作流程图；

[0034] 图2是本发明实施例提供的一种PDM调制输入输出的示例图；

[0035] 图3是本发明实施例提供的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统的电路原理图；

[0036] 图4是本发明实施例提供的充电端5×5阵列式分布的电动汽车无线充电系统的结构图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图具体阐明本发明的实施方式,实施例的给出仅仅是为了说明目的,并不能理解为对本发明的限定,包括附图仅供参考和说明使用,不构成对本发明专利保护范围的限制,因为在不脱离本发明精神和范围基础上,可以对本发明进行许多改变。

[0038] 为了在电动汽车无线充电之前进行充电端与电动汽车的ID信息认证,本发明实施例提供一种基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,在本实施例中,包括充电端与电动汽车,充电端设有高频逆变器和PDM调制模块,该系统还包括连接充电端的主控机。如图1的流程图所示,当充电端感应到有电动汽车停靠在自身的充电区域时,控制PDM调制模块将充电端的ID信息调制成PDM特征波并作用于高频逆变器,高频逆变器发射带有充电端的ID信息的电能信号到电动汽车;电动汽车接收到电能信号后进行解调获取充电端的ID信息,然后将自身的ID信息发送至充电端,充电端收到电动汽车的ID信息后建立与电动汽车的通信连接(比如WIFI连接)。在建立一组发射端与电动汽车的通信连接后,该电动汽车将充电请求通过WIFI发送至其连接的发射端,该发射端将自身的ID信息和其收到的电动汽车的ID信息发送至主控机,主控机控制对应ID的发射端的充电线路为待机状态,在该发射端确认电动汽车的互操作信息通过后,开始为电动汽车充电。

[0039] PDM(Pulse Density Modulation)调制是一种数字信号调制技术,用于将模拟信号转换为数字脉冲序列。模拟信号首先需要被离散采样,即在一段时间内定期测量信号的幅度值。采样率必须足够高,以捕获模拟信号的高频成分。采样后的模拟信号需要进行量化,将每个采样点的幅度值转换为数字值。通常,将连续的幅度范围分成离散的级别,并将每个采样点映射到最接近的量化级别。在PDM调制中,每个量化的数字值被编码为一个二进制脉冲,其中高电平表示1,低电平表示0。编码时,每个量化级别对应于一个时间段,称为脉冲宽度。PDM的特点是使用脉冲密度来表示模拟信号的幅度信息。脉冲密度是指单位时间内的脉冲数量。模拟信号的幅度越高,脉冲密度就越高;模拟信号的幅度越低,脉冲密度就越低。PDM调制具有高信号精度、无失真传输、宽动态范围、低成本实现和数字信号处理优势等优点。图2所示为一种示例的PDM调制输入输出电压波形。

[0040] 多电动汽车无线充电系统的拓扑如图3所示,采用LCC-S型拓扑,图中 U_{in} 为直流电源输入, U_{out} 负载电压,MOSFET $S_1 \sim S_4$ 构成全桥逆变电路, L_{f1} 、 C_{f1} 、 C_p 和 L_p 为原边补偿网络, C_s 和 L_s 为副边补偿网络,其中 L_p 和 L_s 分别为原边线圈和副边线圈自感, M 为线圈间的互感,二极管 $D_1 \sim D_4$ 构成整流电路, C 为滤波电容, R_L 为负载。逆变电路的开关控制信号的脉冲密度不同,电动汽车接收的电能也不同,因此可以用来进行电动汽车与充电端的身份识别。电动汽车端设有PDM解调模块,用于根据负载电压(即系统输出电压)解调得到发射端的ID信息。

[0041] 本发明也适用于多充电端和多电动汽车,多充电端和多电动汽车的电动汽车无线

充电系统的结构如图4所示,图4中设有25个充电端(5×5阵列式排布)。

[0042] 针对一个设有M个充电端的电动汽车无线充电系统,为每个充电端设置唯一的ID信息,当 $M \leq T$ 时,T为充电端阈值个数,对于M个充电端中的第m个充电端按照如下第一种调制方式进行调制:

[0043] 在第一时序,发送脉冲密度为1的PDM特征波;

[0044] 在第二时序,发送脉冲密度为 $P_m = a_1 + bm$ 的PDM特征波, a_1 表示第一脉冲密度起始值,b表示相邻两个充电端的脉冲密度差值, $a_1 \geq 2$ 且为整数, $b \geq 1$ 且为整数。

[0045] 比如,当 $m=10, a_1=5, b=2$,则在第一时序,发送脉冲密度为1的PDM特征波,在第二时序,发送脉冲密度为 $P_{10} = 5 + 2 * 10 = 25$ 的PDM特征波。

[0046] 电动汽车按照如下方式进行解调:

[0047] 电动汽车检测到第一时序的电压信号后,根据电压信号与脉冲密度的第一对应关系确定第一时序的脉冲密度为1,则确定按照如下第一解调方式进行解调:

[0048] 检测第二时序的电压信号,并根据该电压信号与脉冲密度的电压密度关系(已经提前存储在电动汽车中)确定第二时序的脉冲密度,然后根据第二时序的脉冲密度与发射端ID信息的脉冲密度ID关系(已经提前存储在电动汽车中)得到充电端的ID信息。

[0049] 而当M较大时,为避免过高的脉冲密度对电路带来更多消耗、增大调制解调难度和带来其他不利影响,本实施例还设置了第二种调制和解调方式,也即是:

[0050] 当 $M > T$ 时,对于M个充电端中的第m个充电端的调制方式为:

[0051] 将M个充电端分为N组, $N = \lceil \frac{M}{T} \rceil$, $\lceil \quad \rceil$ 表示向上取整;

[0052] 在第一时序,发送脉冲密度为2的PDM特征波;

[0053] 在第二时序,发送脉冲密度为 $R+2$ 的PDM特征波, $R = \lceil \frac{m}{T} \rceil$;

[0054] 在第三时序,发送脉冲密度为 $P'_k = a_2 + bk, k = m - T(R-1)$, a_2 表示第二脉冲密度起始值, $a_2 \geq N$ 。

[0055] 比如对于 $M=100, T=25, a_1=a_2=5, b=2, m=65$,则 $N=4, R=3$ 。本实施例中,第m个充电端的ID即为其序号m。则针对第m个充电端,采用第二种调制方式进行调制,在第一时序,发送脉冲密度为2的PDM特征波,在第二时序,发送脉冲密度为5的PDM特征波,在第三时序,发送脉冲密度为35的PDM特征波。

[0056] 电动汽车按照如下方式进行解调:

[0057] 电动汽车检测到第一时序的电压信号后,根据电压密度关系确定第一时序的脉冲密度为2,则确定按照如下第二解调方式进行解调:

[0058] 检测第二时序的电压信号并根据电压密度关系确定第二时序的脉冲密度;

[0059] 检测第三时序的电压信号并根据电压密度关系确定第三时序的脉冲密度;

[0060] 根据第二时序的脉冲密度、第三时序的脉冲密度与发射端ID信息的脉冲密度ID关系(已经提前存储在电动汽车中)得到充电端的ID信息。

[0061] 当电动汽车检测到第一时序的电压信号既不为1也不为2时(充电端可能出现故障),则发出移动电动汽车到其他充电区域的提醒。

[0062] 上述T、 a_1 、 a_2 、 $b=2$ 、M的具体值仅仅为了举例说明,根据实际需求可在这些参数的

可选范围内任意选取。

[0063] 综上所述,本发明实施例提供的基于PDM特征波进行ID认证的电动汽车无线充电系统,当电动汽车停靠在充电区域后,通过控制充电端逆变开关的脉冲密度,发射带有充电端ID信息的电能信号到电动汽车,电动汽车识别此ID信号并与其进行连接后返还电动汽车自身ID信号,实现电动汽车与充电端充电前的身份认证和通信连接。本发明的有益效果在于:

[0064] 1、基于逆变切换的方法,通过开关切换的频率(即脉冲密度)可以定义不同充电端的身份ID,不同切换频率对应不同的ID信息,具有准确度高、检测简单等优点;

[0065] 2、基于无线电能传输的方法,开关切换频率对应不同的传输电能值,将充电端的ID信息以电能的方式传输给电动汽车,在进行身份认证过程中无需其他额外设备,结构简单,节约成本;

[0066] 3、电动汽车检测接收到的电能值就能识别出充电端身份信息,在无线电能传输过程中,电能传输速度快,因此具有身份认证速度快的优点,当电动汽车接收到具有充电端ID信息的电能信号时,便能够与其进行通信连接,具有连接精度高、无信道串扰问题等优点。

[0067] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

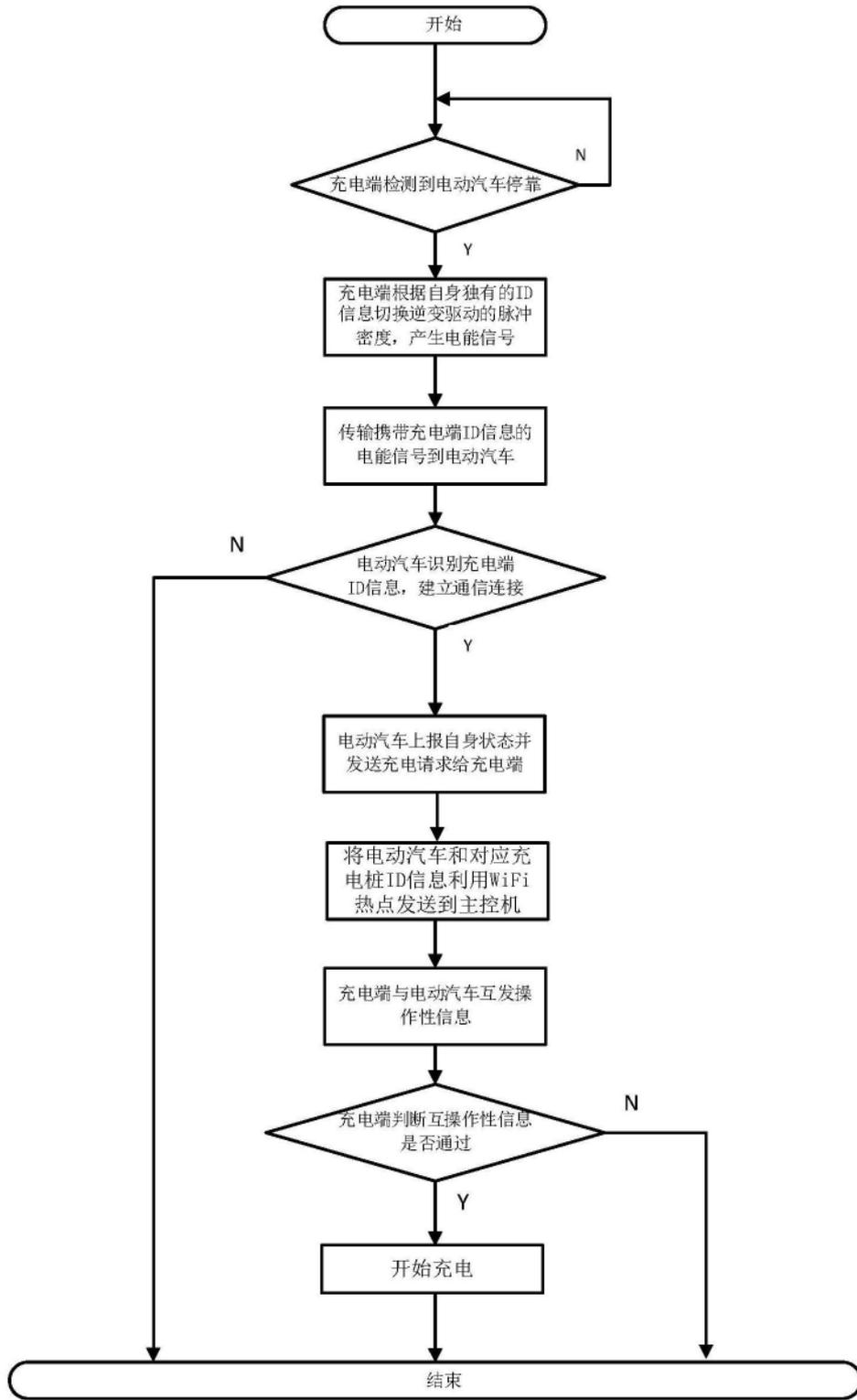


图1

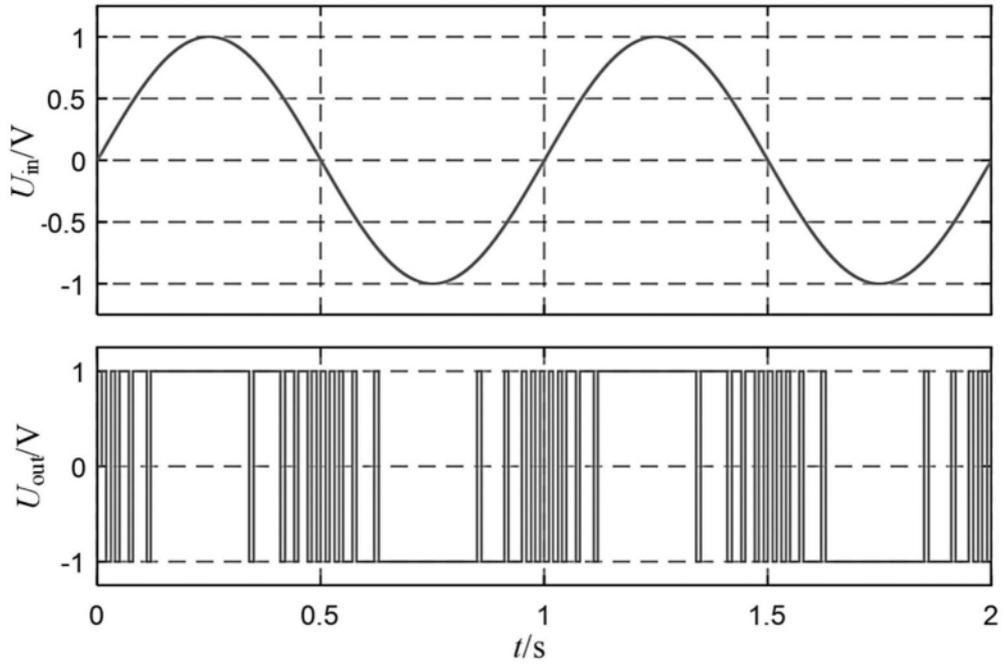


图2

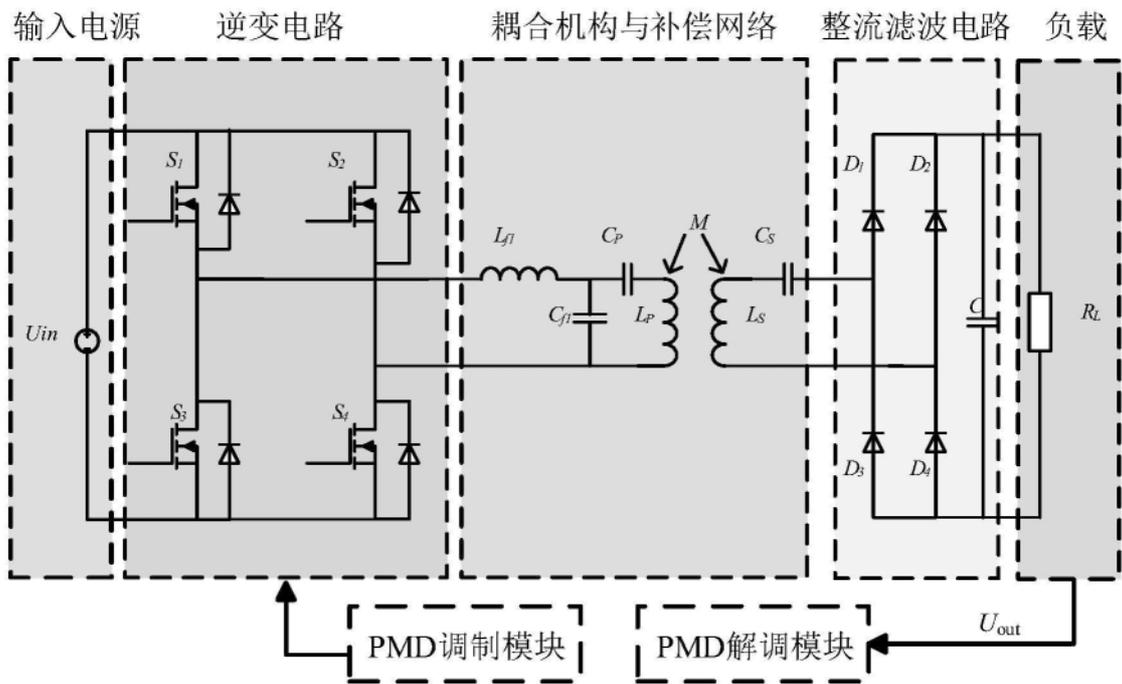


图3

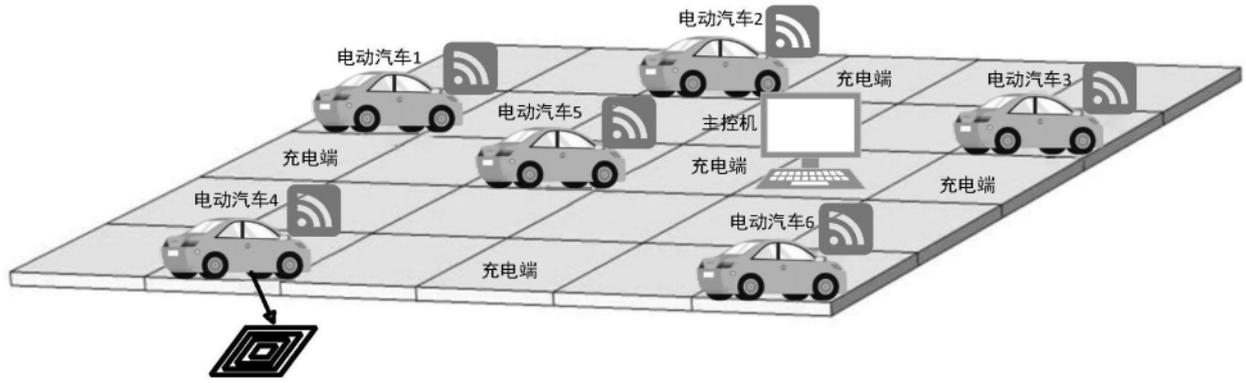


图4