

# 电动汽车双向充电微电网系统设计

路易泽 冯勇贺 邹世玉 窦安琪 韩冰 王文珂 李肇君 姜明凯 刘军

(青岛恒星科技学院 266000)

摘要: 本文首先介绍了电动汽车双向充电技术的原理, 然后详细阐述了微电网系统的设计方案, 包括系统架构、能量管理策略以及关键设备选型等。最后, 通过仿真实验验证了系统的可行性和有效性。针对由于接入新能源造成的电网电压波动性的问题, 设计和改进车载双向充电电力系统, 使其输出输入的电能质量更高、更稳定, 采用 AD-DC 变换器进行升降压, 使电压更加流畅的在电网和电动车间进行流动转化, 减轻汽车大型功率设备的要求和提高电力经济效益。在 MATLAB/Simulink 中搭建出电动汽车双向充电电力系统仿真模型。该仿真模型包括电网 AC-DC 转化、电动汽车电池的 DC-AC 转化和 DC-DC 控制模块, 设计仿真演示其可行性和可靠性。

## 一、引言

随着电动汽车的普及和可再生能源的发展, 微电网系统作为一种新型的能源供应方式, 逐渐受到人们的关注。电动汽车作为微电网系统的重要组成部分, 其双向充电技术为系统的能源优化提供了可能。本文在此背景下, 探讨了电动汽车双向充电微电网系统的设计问题, 旨在为未来的能源供应和管理提供新的思路和方法。

针对于电动汽车双向充电微电网系统设计研究, 主要分为微电网对电动汽车电力进行调配和车载双向充电电力系统的设计, 此设计主要是为了完成能量的双向流动, 通过设计 AC-DC 和 DC-AC 两个拓扑结构去实现必要的整流和逆变的功能。基本原理如图 1 所示。

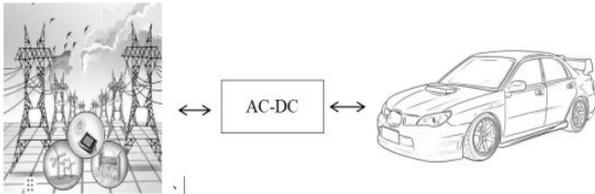


图 1 电网与电动汽车互联

## 二、电动汽车双向充电技术概述

双极变换电路结构的特点是电网电压首先经过 AD-DC 电路来进行一个整流变换, 使得交流母线电压变为直流电, 让后在经过一个 DC-DC 电路, 将其电压调节为汽车电池充电所需的电压, 最终接入车载电池之中。这种对于这种能量的调节的电路是多种多样的, 如何使用合适的电路来进行设计跟完成能量的流动是主要设计问题, 由于一些电路的元件较多, 对元件的设定和变换较多的问题使得控制起来也相对变得更加复杂, 选择合适的电路对控制电压等数据有着较高的可靠性和可行性。双向变换器结构如图 2 所示。

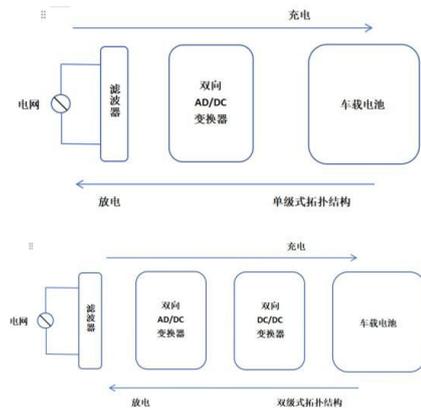


图 2 双向 AD-DC 变换器结构框图

## 三、系统架构

基于微电网的电动汽车双向充电的电力系统, 其工作控制主要使通过各个电力控制系统之间相互配合来完成。其工作过程为双向智能充放电装置将电动汽车的电池等信息传递给微电网电力控制系统。电网侧的各个电力信息数据传递给微电网智能控制中心, 控制中心将这些来自电网的信息整合打包发送给微电网智能控制系统。具体控制流程图如图 3 所示。

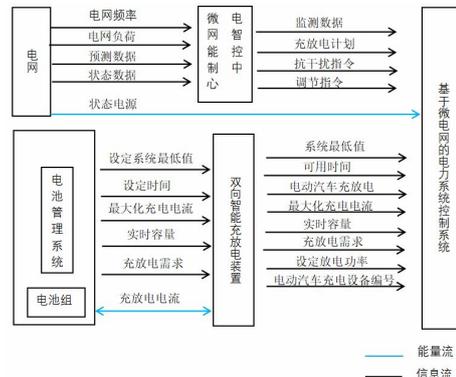


图 3 基于微电网的电动汽车电能调配控制

## 四、双向充电系统拓扑结构设计研究

### 4.1 单极式双向 AC-DC 变换器

#### (1) 半桥式双向 AC-DC 变换器

如图 4 所示电路结构,半桥式双向 AC-DC 变换器可以通过控制两个功率开关管实现正向整流和反向逆变,这种拓扑结构所展示的电路原理简单,元器件较少,控制起来方便快捷。

(2)全桥式 AC-DC 变换器

如图 5 所示电路,全桥式 AC-DC 变换器在半桥型 AC-DC 变换器电路结构的基础上又加入了两个功率开关管。全桥型双向 AC-DC 电路由于开关管的数量增加,所产生的控制方式也随之增加,这样就会使得不论是整流输出的直流电压,还是逆变输出的交流电压都能有很大程度的改善。这种变换器的缺点就是控制方式过于复杂,如果后面直接接充电电池,则很难保证达到充电电池的性能指标。

(3)钳位式多电平双向 AC-DC 变换器

如图 6、7 所示,钳位式变换器就是在半桥式双向 AC-DC 变换器的基础上增加两个具有钳位功能的二极管。钳位式多电平双向 AC-DC 变换器在单位时间内,对于开关管的开闭频率有着一定量的降低作用,这样的话就能有效的降低功率开关管由于长时间高频率开闭所带来的损耗;另外多电平双向 AC-DC 电路结构可以提高输出的电能质量,使得直流侧电压能够得到有效的控制。

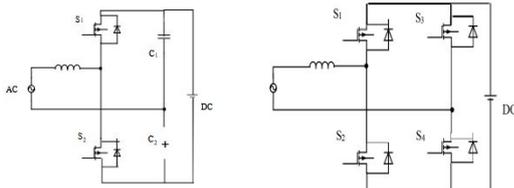


图 4 半桥式双向 AC-DC 变换器结构 图 5 全桥式双向 AC-DC 变换器拓扑结构

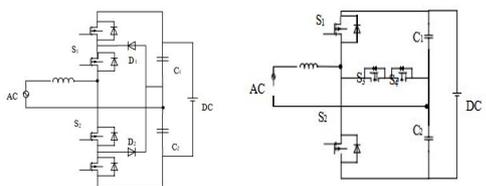


图 6 双向二极管钳位式 AC-DC 变换器拓扑结构 图 7 双向功率开关管钳位式 AC-DC 变换器拓扑结构

4.2 双向 AC-DC 模块电路参数设计

双向 AC-DC 模块电路设计其中根据其工作原理应分为整流设计跟逆变设计两个部分。其电路参数设计如下:

功率开关管的选择:本研究主要的控制最大电压都是对基于微电网而言,所以对于选择功率开关管的时候,所承受的电压范围一定要高一些。

4.2.1 整流模块电路

如图 8 所示,该整流电路的工作时间在电动汽车电池电量不足和微电网因电能溢出时进行工作,因此要设计参数时要根据电网侧的数据来设计电路当中的整流电路的输入参数。

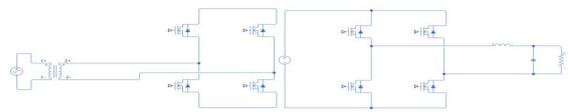


图 8 整流电路

4.2.2 逆变模块电路

如图 9 所示,该逆变电路的工作时间在电动汽车电量充足时,微电网的电能不足需要补充的时间内,因此要设计参数时要根据电网侧的数据来设计电路当中逆变的输出参数。

4.3 双向全桥 DC-DC 模块电路参数设计

如图 10 所示,双向全桥 DC-DC 模块电路图,其中电路在实际使用时分为两个部分,分别为升压跟降压。电路图如图 11、12 所示。该电路主要作用是调节来自整流后的直流电压和电池的直流电压。主要是为了使电压更加精确跟电气隔离增加稳定性,该电路是将来自整流的电压降压到电动汽车能够进行充电的电压,实现电动汽车充电,将来自电动汽车的电压升压至逆变所需的输入电压进行逆变接入电网。

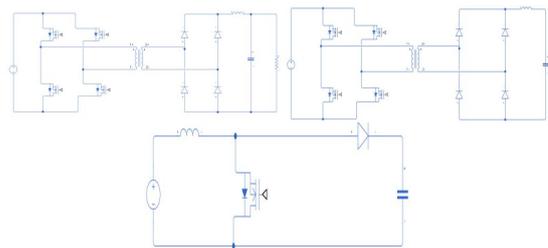


图 10 全桥 DC-DC 电路图 图 11 降压电路图

图 12 升压电路图

五、电动汽车双向充电微电网系统设计结论

此项目是基于微电网的电动汽车双向充电电力系统设计所用的拓扑结构为单向单极全桥式双向 AC-DC 电路和全桥双向 DC-DC 电路,通过内环电流控制外环电压控制的双环控制系统,实现电力的双向流动,原理结构简单易操作,元件较少容易维护和减少成本。

再者针对电动汽车的双向充电电力系统进行仿真,通过仿真结果可以得知,所设计的双向 AC-DC 电路对电压的变换可以产生非常好的效果,对于添加 LC 滤波电路对双向 AC-DC 变换器的整流和逆变输出都具有良好的滤波效果。

参考文献:

[1]李阳,寇苏雅,安张磊,等.移动中继双向无线充电系统拓扑结构设计[J].电源学报,2023,21(06):15-23  
 [2]闫蕊.储能式充电桩的双向 DC/DC 变换器设计[D].安徽理工大学,2022  
 [3]张伟哲.电动汽车充电桩双向变流器的研究[D].曲阜师范大学,2023  
 [4]王金明,胡越,于长虹,等.电动汽车双向无线充电系统及其控制技术研究[J/OL].电源学报,1-12