



基于磁耦合谐振式的无线电能传输系统*

陈强军 徐安洋 曾祥灿 李丹凤 张越 胡安正

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2015-11-05)

摘要:提出了一种基于磁耦合谐振式的无线电能传输系统,该系统能够提高电能的传输效率和传输距离,具有良好的发展前景.

关键词:磁耦合谐振式 全桥驱动电路 DC/AC 逆变器(LC 串联谐振电路) AC/DC 变换器 恒流驱动

随着社会的快速发展和科技的飞速进步,智能手机、笔记本电脑等便携式电子产品已经普及应用,传统的有线供电方式已经不能满足人们的生活需求,而无线供电的优势却渐渐得到突显.针对目前无线电能传输^[1]技术传输效率不高、传输距离短等问题,本文提出了一种基于磁耦合谐振式^[2]的无线电能传输系统.该系统主要包括全桥驱动^[3]电路、DC/AC 逆变器(LC 串联谐振电路^[4])、AC/DC 变换器以及恒流源电路 4 个部分.系统保持发射线圈与接收线圈间距离 $x = 10 \text{ cm}$,输入直流电压 $U_1 = 15 \text{ V}$ 时,接收端输出直流电流 $I_2 = 0.5 \text{ A}$,输出直流电压 $U_2 \geq 8 \text{ V}$,效率可以高到 60%;在保持输出功率为 1 W 的条件下,两线圈间距离可达到 33 cm;较传统技术而言,大大提高了电能传输效率和传输距离,具有良好的发展前景.

1 无线电能传输装置结构框图

如图 1 所示,电能由发射模块将其转变为磁场能,然后从发射线圈发射,接收模块接收后将其转变为电能.

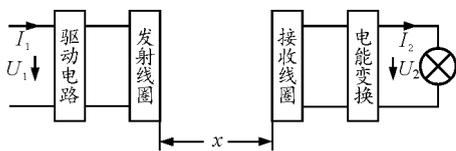


图 1 电能无线传输装置结构框图

2 系统总体方案

主控芯片输出 PWM 波通过全桥驱动电路将直流电逆变为正弦交流电,通过发射模块将其高效的转化为射频功率信号,接收模块将接收到的交变信号经过 AC/DC 变换器转换为直流信号,给负载供电.系统整体框图如图 2 所示.

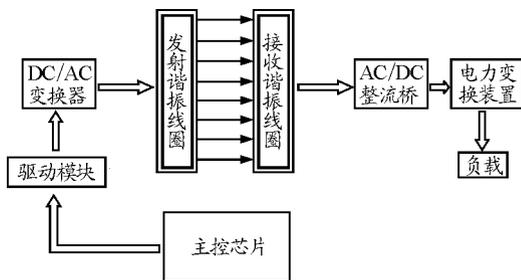


图 2 系统整体方案框图

3 线圈选取方案

线圈采用密绕环形^[5]的方式绕制,根据计算,两线圈均取直径 $r = 20 \text{ cm}$,导线截面半径 $a = 2.5 \text{ mm}$,匝数 $N = 15$ 匝,谐振频率为 600 kHz.如图 3,4 所示,根据两线圈与输出功率、传输效率之间的关系,线圈距离为 10 cm 时,传输效率和输出功率均可达到相对最大.

* 湖北文理学院大学生创新创业项目资助,项目编号:201510519013, 201510519084

作者简介:陈强军(1993-),男,本科在读,专业方向为电子通信.

指导教师:胡安正(1965-),男,博士,教授,主要研究方向为电子技术应用.

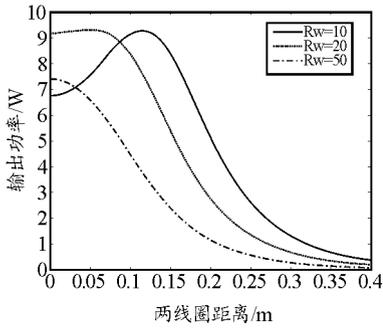


图3 两线圈距离与输出功率关系

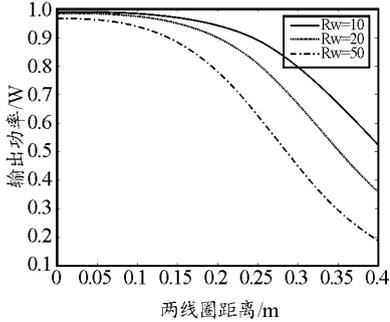


图4 两线圈距离与传输效率关系

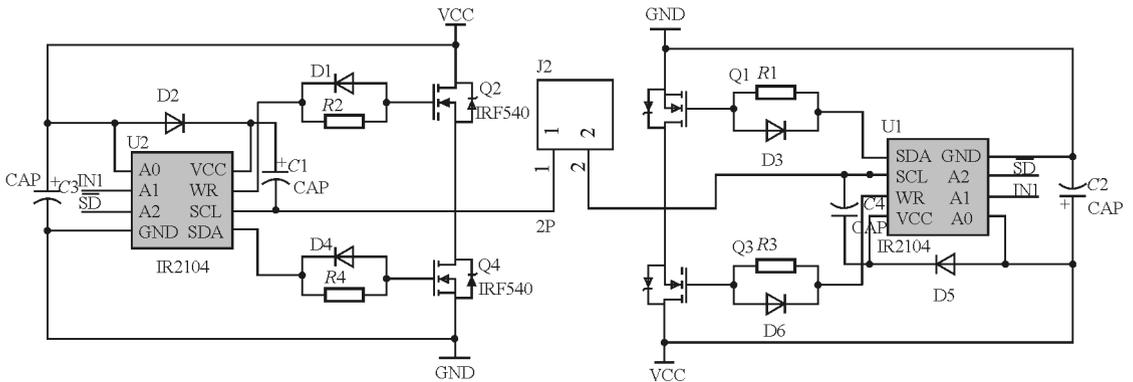


图5 全桥驱动电路

4.2 AC/DC 变换电路

AC/DC 变换器选用多个低压降二极管并联构成全桥整流电路,从而降低管耗.如图6所示.

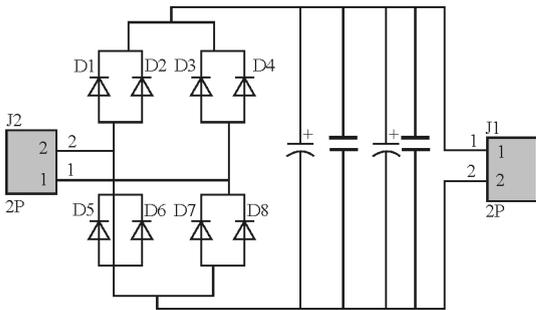


图6 AC-DC 整流电路

4.3 恒流源电路

恒流源电路设计采用 XL6009boost 开关电源电路,相对来说可实现大范围的电压输出,且输出电

4 电路设计

4.1 驱动电路

全桥驱动电路采用国际整流桥公司的芯片 IR2104,IR2104 具有独立的低端和高端输入通道;悬浮电源采用自举电路.

在 IN1 输入 PWM 波,WR 和 SDA 脚分别输出两路相反的 PWM 波,分别控制 4 个 MOS 管,将直流电逆变为交流电;MOS 管前面的二极管和电阻配合使用,起到快速关断的作用;D2 和 C1 为自举二极管和自举电容,抬高 SCL 的电位,同时 D2 还起到防止电流倒灌的作用.

MOSFET 管采用 IRF840,具有驱动电流大且工作频率高等特点,因此大大提高了开关频率和降低了电磁干扰.电路如图5所示.

压连续可调,输出功率大.如图7所示.

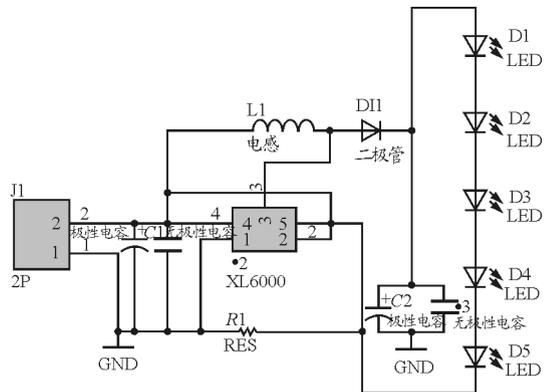


图7 恒流源驱动电路

5 结束语

本文主要提供一种无线电能传输系统的设计方



带电粒子在速度选择器中的运动

——对人教版普通高中物理教材一题的改进分析及建议

周建新 刘黎红

(武汉市新洲区第一中学 湖北 武汉 430415)

(收稿日期:2015-11-07)

摘要:人教版普通高中《物理·选修3-1》第98页“问题与练习”中的第3题,是一道带电粒子在速度选择器中运动的问题.本文提出若带电粒子不是速度选择器所选择的速度时,带电粒子做什么样的运动?并就此问题做出了分析,利用几何画板软件画出图像做了验证,提出改进速度选择器精度的意见.

关键词:速度选择器 带电粒子 运动

1 问题提出

人教版普通高中《物理·选修3-1》第98页“问题与练习”中第3题:在图1所示的平行板器件中,电场强度 E 和磁感应强度 B 相互垂直.具有不同水平速度的带电粒子射入后发生偏转的情况不同.这种装置能把具有某一特定速度的粒子选择出来,所以叫速度选择器.试证明带电粒子具有速度 $v_0 = \frac{E}{B}$ 时,才能沿着图示虚线路径通过这个速度选择器.

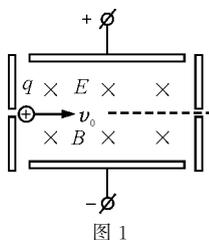


图1

带电粒子以初速 v_0 进入磁场, $v_0 \perp E$, $v_0 \perp B$,

设粒子电荷量 $+q$,则受洛伦兹力 $f_{洛} = Bqv_0$,方向向上,电场力 $F_{电} = qE$,方向向下.当粒子沿图中虚线做直线运动时,由二力平衡有

$$qv_0B = Eq \quad v_0 = \frac{E}{B}$$

若带电粒子的速度不是 v_0 ,那带电粒子做什么样的运动呢?它还有可能从右边的小孔中射出吗?

2 问题分析

设带电粒子水平射入的速度为 v ($v > v_0$).此时粒子的水平速度 v 可以分解为两个水平速度:一是速度方向水平,大小为 $v_0 = \frac{E}{B}$.由这个速度引起的洛伦兹力跟电场力平衡,故粒子在这个方向做速度为 v_0 的匀速直线运动.另一个速度是方向水平,大小为 $(v - v_0)$.粒子同时受到由这个速度 $(v - v_0)$ 产生的洛伦兹力的作用而做匀速圆周运动.以粒子刚进

案,直流电经过全桥逆变转变为能量较高的正弦交流电,用磁耦合谐振的方式进行能量的无线传输.本系统在实验室条件下,传输距离为10 cm时,传输效率可达到60%,在保证输出功率为1 W前提下,传输距离可达到33 cm,具有传输效率高、距离较远、输出功率大等特点,经验证,可实现为手机无线充电的功能,具有良好的市场发展前景.

参考文献

1 张国圆,王习,赵端.磁耦合谐振式无线电能传输系统传

输特性分析.工矿自动化,2015(7)

2 余梅.一种磁耦合谐振式无线电能传输系统的研究.电力系统及其自动化,2015(5)

3 王振亚.谐振式无线电能传输系统的优化设计.电力电子与电力传动,2015(5)

4 董苗苗.磁耦合谐振式无线电能传输的研究.通信与信息系统,2014(3)

5 肖思宇,马殿光,张汉花,等.耦合谐振式无线电能传输系统的线圈优化.电工技术学报,2015(S1)