

CD 电感在无线充电系统中的影响及其优化策略

唐宗飘 陈维招 苏忠根 葛俊旭 庄 重

浙江骐盛电子有限公司 浙江温州 325000

摘 要：无线充电系统由于其便捷性和通用性，在消费电子产品、电动汽车和医疗设备等领域有着广泛的应用。然而，无线充电系统的效率和性能受到多种因素的影响，其中 CD 电感是关键因素之一。CD 电感是指绕在磁环上的导线的电感，在无线充电过程中起到能量转换和传输的作用。本文将深入探讨 CD 电感在无线充电系统中的影响，并提出优化策略，以提高无线充电系统的性能和效率。

关键词：CD 电感；无线充电系统；优化策略

引 言：

越来越多的设备开始采用无线充电方式。无线充电系统主要由发射器和接收器组成，其中 CD 电感是实现能量转换和传输的核心元件。CD 电感的工作原理是利用磁耦合原理，通过磁场实现能量的无线传输。在无线充电过程中，CD 电感的作用至关重要，其性能直接影响整个无线充电系统的效率和稳定性。

1. CD电感在无线充电系统中的影响分析

无线充电设备是采用磁共振的原理，通过两个磁共振线圈之间的电磁感应耦合，将能量从充电器传递到电池充电装置，从而实现无线充电的目的。发射端由振荡电路、功率放大器和磁共振线圈组成，接收端由磁共振线圈、整流电路和电池充电装置组成。无线充电系统虽然不是近来才发现并运用到实际的一种电磁感应技术，但被普遍的运用到生活中是在近10年来电子产品的智能化，蓄电池的轻量化、储能更多工作更久才得以广泛应用^[1]。无线充电系统在锂电池、石墨烯电池的普及下，更多产品可以脱离有线电源而工作更长时间，有了这个保障，无线充电系统也就顺利实施。CD电感的能量传输效率是衡量无线充电系统性能的重要指标。CD电感的电感量、电阻和磁环的磁导率等因素都会影响能量传输效率。提高CD电感的能量传输效率可以有效减少能量损失，提高充电效率。CD电感在无线充电过程中产生磁场，磁场的分布对能量传输效率和充电稳定性有重要影响^[2]。合理的磁场分布可以提高能量的传

输效率，同时减少对周围设备的干扰。

1.1无线充电技术介绍

近年来，科技的发展带来了无数的便利，其中之一就是无线充电技术的应用。无线充电技术是指通过无线电波或者磁场来传输能量，使电子设备无需通过插线充电，实现了便携和自动化。本文将探讨无线充电技术的原理，以及其在生活和工作中的应用。

无线充电技术的原理可以归结为电磁感应和电磁辐射两种方式。电磁感应利用了能量传输中的电磁感知现象，通过感应线圈和变压器实现能量的传输。而电磁辐射则是利用电磁波的传输来实现充电，其中包括了如射频能量传输和毫米波能量传输等技术。无论采取何种方式，无线充电技术都基于电磁学原理，实现了隐形的能量传输，让我们的生活更加便利。

在生活中，无线充电技术可以应用于多个领域。最为常见的就是智能手机的无线充电功能。我们只需要将手机放置在工作支持无线充电的充电底座上，就能自动充电，不用

担心忘记带充电线而无法充电的尴尬。这种便捷的无线充电功能,大大提高了手机的使用体验。在家里、办公室、咖啡馆等多个场合,只要有支持无线充电的地方,我们就能够随时随地为手机充电,解放了插头和数据线的束缚^[3]。

除了智能手机,无线充电技术还可以应用在其他电子设备上,例如智能手表、蓝牙耳机、电动牙刷等。这些设备通常需要频繁充电,而通过无线充电技术,可以省去带着充电线的麻烦,使得设备的使用更加方便和舒适。

在工作领域,无线充电技术的应用也是越来越广泛。例如,医疗器械中的无线充电技术可以使得心脏起搏器等植入式器械不再需要手术替换电池,大大减轻了患者的痛苦和经济负担。同时,无线充电技术还可以应用于工业自动化领域,提供无需人工充电的电动车辆、机器人等设备,提高了生产效率和工作环境的安全性。

随着无线充电技术的不断发展,人们对于充电设备的

电设备的生产成本和环境污染等也是需要考虑的因素^[4]。

综上所述,无线充电技术的出现给我们的生活和工作带来了很大的便利。通过无线充电,我们不再受限于电线和插头,享受到了真正的无拘无束。随着技术的不断发展和创新,相信无线充电技术将在更多领域得到应用,提供更加高效和便捷的充电体验,进一步改善我们的生活质量。

2. 系统软硬件设计

2.1 硬件电路总体设计

图 1 展示了硬件电路的主要结构,主要控制部分负责维持整个系统的运行,同时通过驱动部分来保障整体桥梁的稳定运行。通过 AC-DC 变换器,于该系统包含低压和高压电源,因此必须通过隔离保护电路来实现对高低压电力的分隔。通过电流采集器来获取输入电流和线圈的谐波电流。通过温度测量电路来获取系统的运行温度。利用整流滤波器,可以高效地对从负载端发射线圈获得的交流电

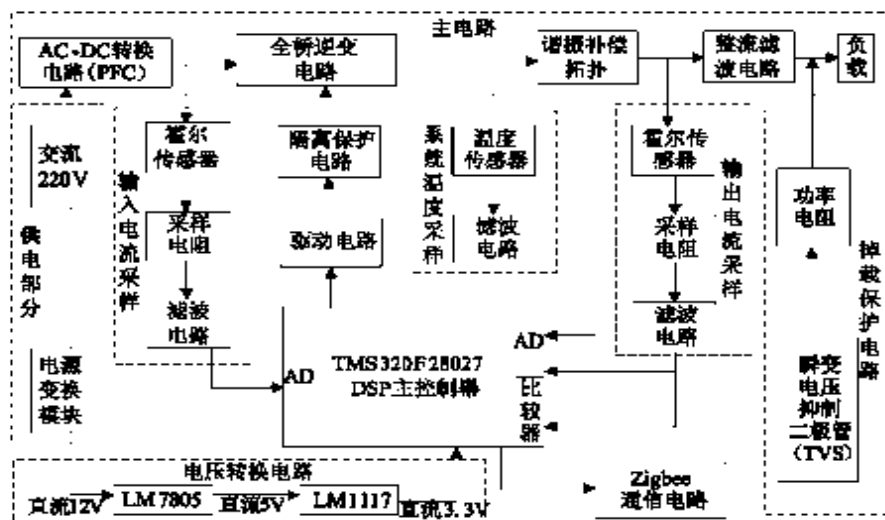


图 1 硬件总体设计原理框图

需求也越来越多样化。无线充电技术不仅可以应用于个人消费电子产品,还可以应用于交通系统、能源领域等。例如,通过在道路上布置无线充电设备,实现了在行驶中对电动车辆的充电,这种技术被称为动态无线充电。这种方式可以大大减少电动车辆充电时间,提高其使用效率,进一步推进电动交通的发展。

然而,无线充电技术在实际应用过程中还面临着一些挑战。例如,能量传输效率的提升、设备之间的兼容性和安全性等问题,都需要持续的研究和改进。同时,无线充

进行整流和滤波。通过超压防护系统来防止负荷超压^[4]。

2.2 系统软件设计

TMS320F2802x/3x Piccolo 系列处理器成功地融合了 DSP 和 MCU 的优点,克服了它们的不足,为了实现频率和相对位置的调节,我们设计了相应的软件流程,其中的核心代码。一旦 DSP 的核心控制部分开机,最关键的一步就是对整个系统进行初始化。首先,必须设置 DSP 的运行频率,同时安装锁相环和看门狗,然后配置外围设备的时钟和 GPIO 接口等。接下来,需要对事件处理模块、PIE 断

点向量表和所有外围设备进行初步配置,最后启用所有断点并打开。一旦接收到中断指令,只要实时时钟指示被激活,系统就会开始运行实时时间服务。该服务器的核心功

能是对 8 次 AD 部分采样进行平均值计算,包括收集 PFC 的输入电流数据、线圈的谐振电流数据和系统的操作温度数据^[5]。在比较收集的线圈谐振电流和预先设置的电流

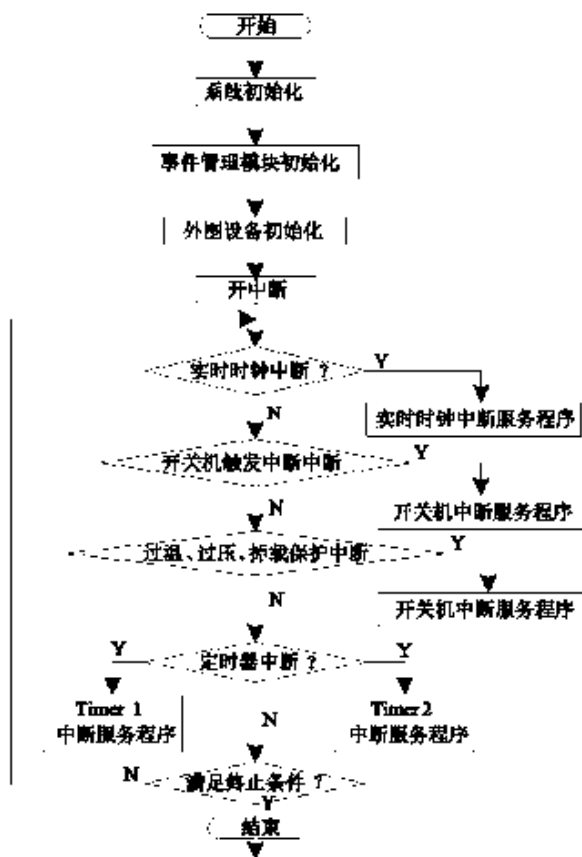


图 2 主程序流程图

后,如果超过预先设置的电流,将对两条 PWM 进行相位和频率的调整。相反,如果没有超过限制,PWM 的波动将一直存在。利用 PI 算法,我们可以将获取的输入电流值和设定的电流值相加,从而调节 PWM 波的旋转角度,进而改变输入电压的幅度,实现了数字化的闭环控制。

其主要功能是监测系统的温度、电流、电压、移相角和频率等参数,以实现过温、过压、掉载保护等中断服务程序。

在 1865~2100 范围内(对应的数值范围为 0~12A),如果超过了预定的阈值,将引发相应的防止中断,DSP 控制系统也将执行相应的软切换操作。通过激活 DSP 的相应引脚,可以触发开关机中断。

3. 系统仿真及测试实验分析

3.1 系统整体仿真及分析

我们通过模拟 AC-DC 转换电路,采用了直流电压源的方法,将 400V 的直流电注入到全桥逆变电路中以获取电力。此外,我们还使用 PWM 发射器来驱动四个 MOS 管在全桥电路中的工作,系统操作仿真电路图。全桥电路输出电流电压波形这是一个仿真的全桥电路输入端的电流和电压波动情况。在这里,我们用方波来表示整个桥梁的输入电压,用正弦波来表示电流。根据这张图,我们可以看到整个桥梁的输入电压是方波,其最大值约为 400V,而电流是正弦波,其最大值约为 30A。无线充电系统需要通过 PWM 设计和布局来确保系统的高效性能和可靠性。在 PCB 设计中,注重信号质量、电源和接地以及热管理等因

素的考虑非常关键。L1 电流波形呈现出谐振电流的特征，从 L1 电流的特征可以看出，其发射端的谐振电流最大值约为 $\pm 30V$ 。

3.2 系统测试及分析

3.2.1 总体测试

系统测试过程中使用 RIGOL DP821 直流电源为主控板提供 12V 电力。同时，利用 RigolDS2012A 数字示波器，我们对 PWM 输出和 5V 电压输出进行了检验。采用 IT6523D 高效直流电源作为输入电源，使我们能够对整个系统进行精确的检验。

3.2.2 PWM驱动波形测试

PWM驱动波形测试环节使用示波器对 DSP 主控电路的 PWM 和 5V 输出进行了检验，主控模块输出 PWM，PWMA 和 PWMB 呈现的是两种带有死区的 PWM 波形，它们的电压峰值均为 5.6V，几乎没有峰值，这表明 PWM 波形的输出非常稳定，而 5.4V 的直流电压则由横线表示。我们可以观察到 PWM 波形和电压的变化工作频率为 95.4kHz。

3.2.3 全桥逆变电压电流测试

该设计通过利用 PWM 波的转换和调节来控制整个桥梁的逆变器，以确保系统的稳定输出流量。实验中的波动情况，其中矩形波代表整个桥梁逆变电路的输出电压波动，而正弦波则是线圈谐振电流的表现形式。当相位角为 0° 时， $V_{PP}=720V$ ， $I_{PP}=72A$ ， $f=80kHz$ 。

当 300V 的移相角为 0 时，电感可以与电源电压一起

进行叠加，提升电压之后给 MOS 管漏极供电效果。

3.2.4 功率突变时电压电流测试

我们利用 Matlab GUI 的交互界面在 PC 端独立构建，并通过 Zigbee 进行数据传输，从而将移动角度从最大值调整到最小值，也就是说，系统会突然从最低功率状态切换到最高功率状态。对实时波形的观测结果。

当输入电压为 400V 时，将移相角从 1100 微调至 0，相当于向系统发送一个逐渐增加的信号。PI 的调节有助于评估系统的稳定性，同时我们注意到，谐振电流在 36A 至 76A 的范围内逐渐上升，且其变化趋势保持不变，这表明该系统具有良好的自我管理功能。

3.2.5 系统功率及效率测试

为了评估系统在各种输入电压和电流条件下的运行性能。我们可以看到，输入的直流电压为 154.45V，输入功率为 1079.3W，而负载电压为 144.84V，负载功率为 1014.16W，总的来说，传输效率达到了 93.96%。

我们已经多次调节了系统的输入电压，并对其输出功率进行了检验，另一方面，随着输入能量的增加，传输效果也呈现出持续上升的趋势。

传输功率数据的曲线图。随着输入和输出功率的逐渐提升，系统的传输效率也呈现出相应的上升趋势，其范围主要集中在 91%~94%，甚至能够突破 93.99%。因此，我们推测，在进行大功率传输时，系统的传输效能会有所提高。

结束语

CD 电感在无线充电系统中起着至关重要的作用，其性能直接影响整个系统的效率和稳定性。通过对 CD 电感的优化设计，可以提高无线充电系统的性能和效率，为用户带来更好的使用体验。未来随着无线充电技术的不断发展，CD 电感的设计和优化将成为一个重要的研究方向。

参考文献

- [1] 赵争鸣, 刘方, 陈凯楠. 无线充电技术研究综述[J]. 电工技术学报, 2016, 31(20):30-40.
- [2] 邓亚峰. 电能传输技术及在 cd 电感中的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [3] Covic G A, Boys J T. Inductive Power Transfer[J]. Proceedings of the IEEE, 2013, 101(6):1276-1289.
- [4] Li Siqi, Mi Chris. Wireless Power Transfer for Electric Vehicle Applications[J]. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 2015, 3(1):4-17.