

典型系统 19 一种非接触供电的车灯电路

19.1 设计要求

采用非接触供电的电流型全桥 DC-DC 隔离式开关电源电路，使用原、副边不接触的无铁芯线圈。反馈电路将负载电压信号无线反馈到非接触充电电路的原边电路的控制端，系统自动调节并改变原边电路全桥变换器的占空比，使输出功率稳定在设定值。

19.2 系统方案设计

一种非接触供电车灯的无线反馈稳压电路。电路包括非接触供电和无线信号反馈稳压电路两部分。非接触供电电路包括原边电路和副边电路两部分；无线反馈稳压电路由发射电路和接收及反馈控制电路组成。

无线反馈稳压电路的发射电路和接收电路均由无线模块 nRF24L01、ARM 微处理器（STM32F107RTB6）及外围电路构成，ARM 自带 A/D 转换端口和 PWM 输出功能。

通过对负载电压和电流取样，用 ARM 微处理器（STM32F107RTB6，信号发射端）自带的 A/D 转换端口将检测到的信号转换为数字信号，再用 1 对无线收发模块 NRF24L01 将信号传递到 ARM 微处理器（STM32F107RTB6，信号接收端），由 ARM 自动调节 PWM 输出的占空比，控制非接触供电电路的功率开关管，改变原边电路的输出功率，达到稳定负载电压的目的。

非接触供电车灯电路的原理图见图 19-1。

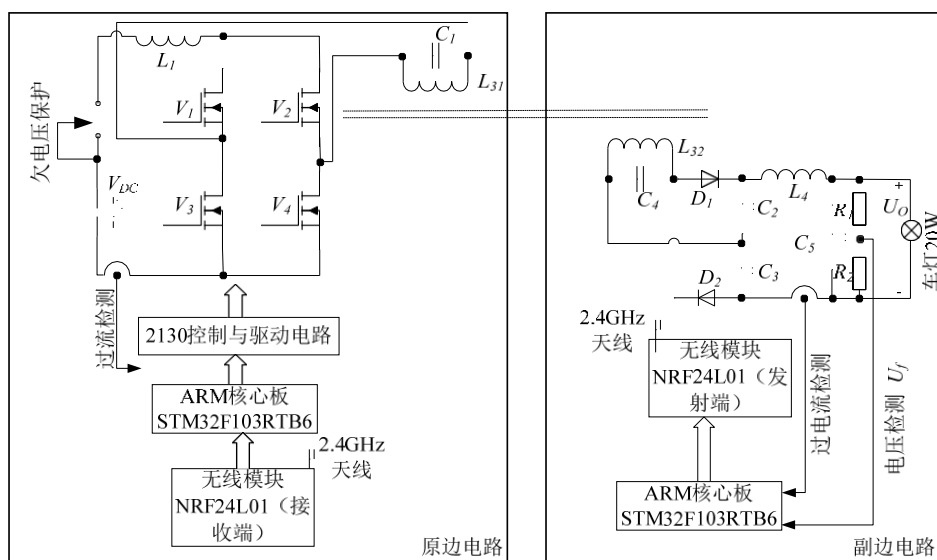


图 19-1 非接触供电车灯电路的原理图

电路采用具有电压、电流反馈控制的积分算法，图 19-2 为反馈控制方法示意图。控制方法为数字 PI 调节。先将非接触供电的电压值 U_o 与电压参考值 U_{ref} 比较，得到的误差信号作为下一环节的参考值 I_{ref} 。在电流控制环节，将车灯的电流值与参考值 I_{ref} 比较，把误差信

号传递给 PWM 变换器，控制功率开关管的占空比，改变电路的输出功率，使系统的稳压性能大大提高。

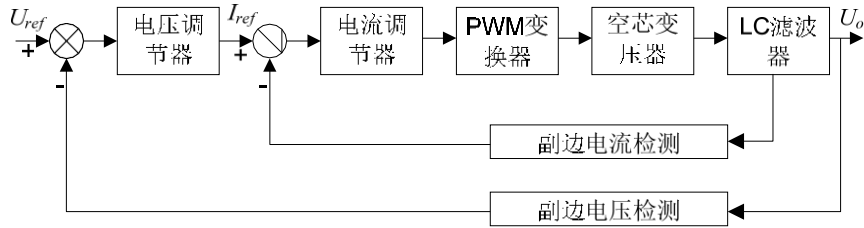


图 19-2 反馈控制方法示意图

19.3 硬件电路设计

19.3.1 电路原理分析

一种非接触供电车灯的无线反馈稳压电路。电路包括非接触供电和无线信号反馈稳压电路两部分。非接触供电电路包括原边电路和副边电路两部分；无线反馈稳压电路由发射电路和接收及反馈控制电路组成。

该款汽车的蓄电池为 24V，负载为 20W（或 20W 以下）车灯。

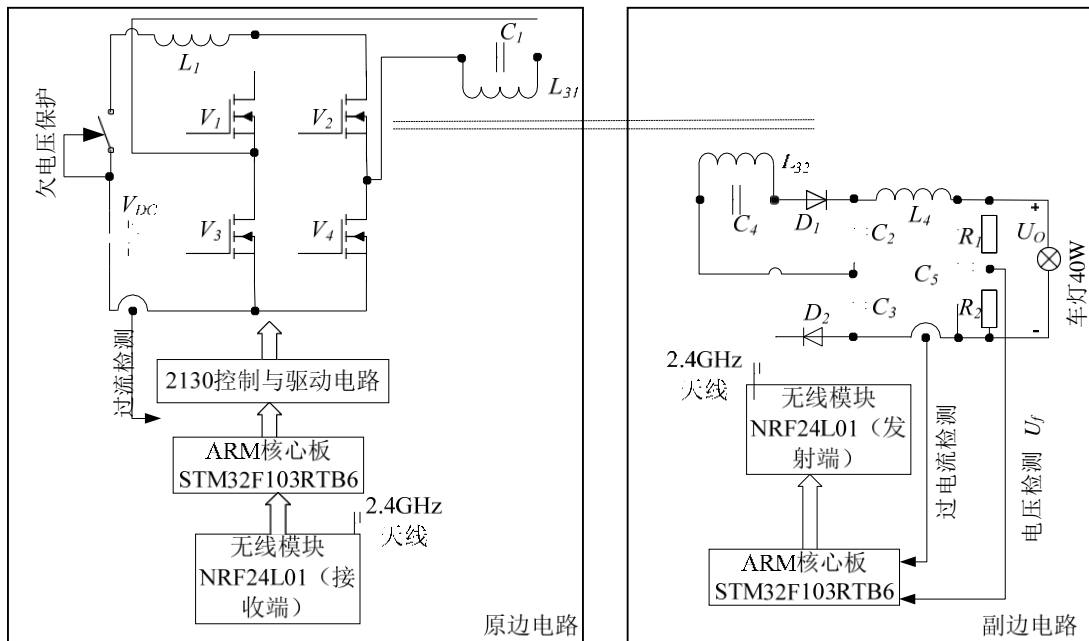


图 19-3 非接触供电车灯系统结构示意图

无线模块 nRF24L01、ARM 微处理器（STM32F107RTB6）的辅助电源电压均为 3.3V，驱动电路的辅助电源电压为 12V。

图 19-3 示出的非接触供电电路中，原边电路由带铁心的耦合电感 L_{21} 、 L_{22} 和功率开关管 V_1 、 V_2 构成推挽式变换器电路，通过反馈调节 ARM 微处理器的 PWM 输出信号，经过光耦隔离，分别控制开关管 V_1 、 V_2 的栅极，使两个开关管交替导通和断开，在原边载流

圈 L_{31} 两端产生占空比可调、频率固定的交流电压，频率设定为 38kHz。

原边载流线圈 L_{31} 、副边载流线圈 L_{32} 构成非接触耦合变换器，它们是互不接触、面对面布置的无铁芯疏松耦合线圈。原边载流线圈 L_{31} 、原边电路、无线接收及反馈控制电路固定在汽车车体上；副边载流线圈 L_{32} 、副边电路、无线信号发射电路和负载固定在灵活旋转的汽车部件上。当这些部件扣紧后，原、副边载流线圈面对面安装，互不接触。

C_1 、 C_4 是用于补偿原、副边功率因数的补偿电容。 D_1 、 D_2 和 C_2 、 C_3 组成倍压整流电路， L_4 、 C_5 组成滤波电路。 R_1 、 R_2 构成电阻分压取样电路，取样信号送到 ARM 微处理器的 A/D 转换端口 ADC0。

通过 PSpice 软件仿真、数学建模，得到非接触供电电路的主要器件参数。图 19-4 为非接触供电车灯原边主电路原理图。

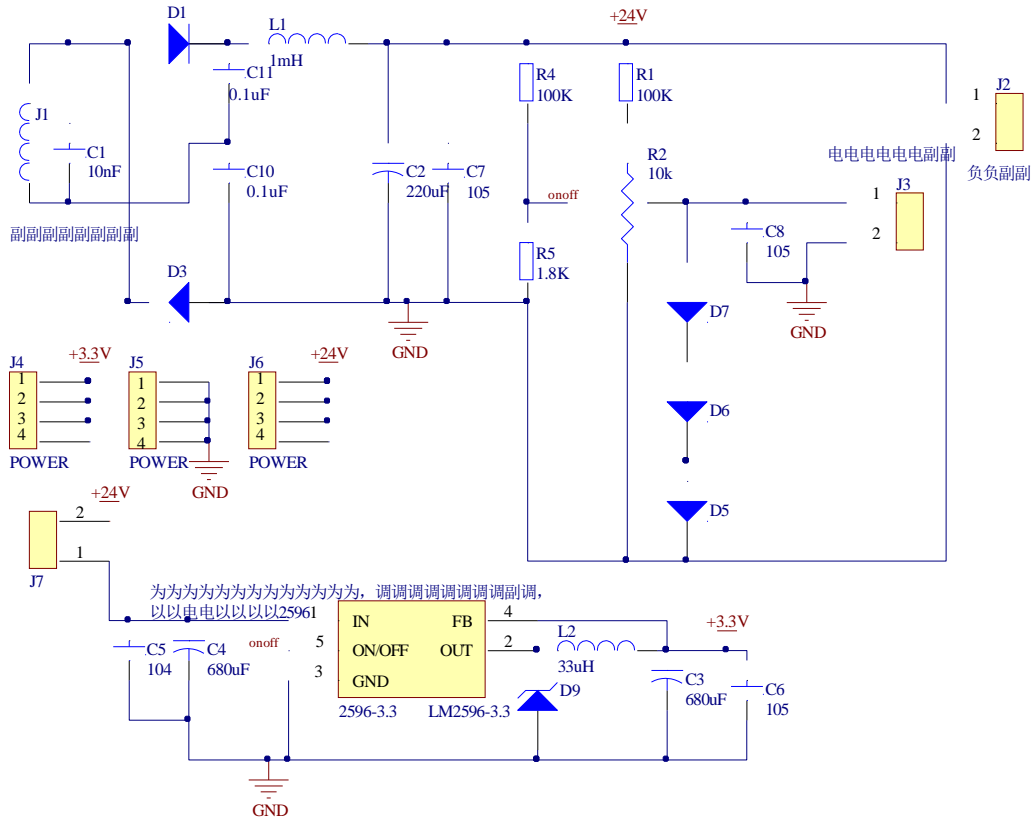


图 19-4 非接触供电车灯副边电路原理图

图 19-5 非接触供电车灯原边电路图

无线信号发射电路由无线模块 nRF24L01、ARM 微处理器 STM32F107RTB6 及外围电路组成。无线模块 nRF24L01 同时具有发射和接收功能，通过软件设定用于发射状态，通讯频率为 2.4GHz。

当负载工作时，发射电路先检测到车灯输出电压（由电阻分压电路组成），ARM 微处理器用其自带的 A/D 转换端口 ADC0 将检测到的信号转换为数字信号，ARM 微处理器将数字信号以串行通讯方式写入无线发射模块 nRF24L01 的数据输入脚 MOSI，通过无线发射模块发射给无线接收模块。

这里，由于 ARM 微处理器 ADC0 端口的模拟信号最大允许值为 2.56V，电路中考虑足够的余量。当车灯电压为额定值时，设定 R1、R2 电阻分压，使 ADC0 端口的模拟信号幅度为 1V。

限于篇幅，过电流检测电路略去。

19.3.2 非接触变换器参数设计

非接触变换器原、副边均为不加磁芯的空心绕组，它们可以等效为变压器互感模型，互感模型的等效电路图如图 19-6 所示。

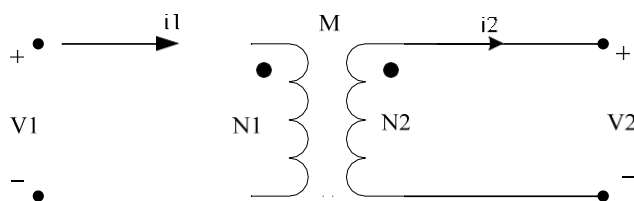


图 19-6 变压器互感模型

$$L_1 = N_1 \frac{\dot{\Phi}_{m1}}{i_1} + N_1 \frac{\dot{\Phi}_{11}}{i_1} = L_m + L_{s1} = M \frac{N_1}{N_2} + L_{s1} \quad (19.1)$$

$$L_2 = M \frac{N_2}{N_1} + L_{s2}, \quad M = \frac{N_1 N_2}{R} \quad (19.2)$$

设定耦合系数 K ，耦合系数 K 定义为：

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad (19.3)$$

而关于励磁电感， $L_m = K \sqrt{L_1 L_2} \frac{N_1}{N_2}$ ， $n = \frac{N_1}{N_2}$ 称为物理匝数比，取 1:8，而定义

$n_e = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$ 为有效匝比。

如果都折算到原边，经过计算：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/447160054106006032>