

# 单火线取电技术

**【关键词摘要】单火线 ZigBee 智能家居 智能开关 无线遥控开关 触摸开关 单火线取电 单火线供电 变压器电源变换 超微功耗电源转换器 PI-3V3-B4 PI-05V-D4**

由于国内外普通传统机械墙壁开关盒大多为单火线布线(为节省成本没有预设“多余的”零线),而在智能家居升级实现智能化改造时往往要求新型智能开关能直接代换旧有的机械墙壁开关无需重新布线,为了解决这个难题,所以新型电子智能开关都必须要求采用单火线供电方式,其核心就是单火线取电技术。

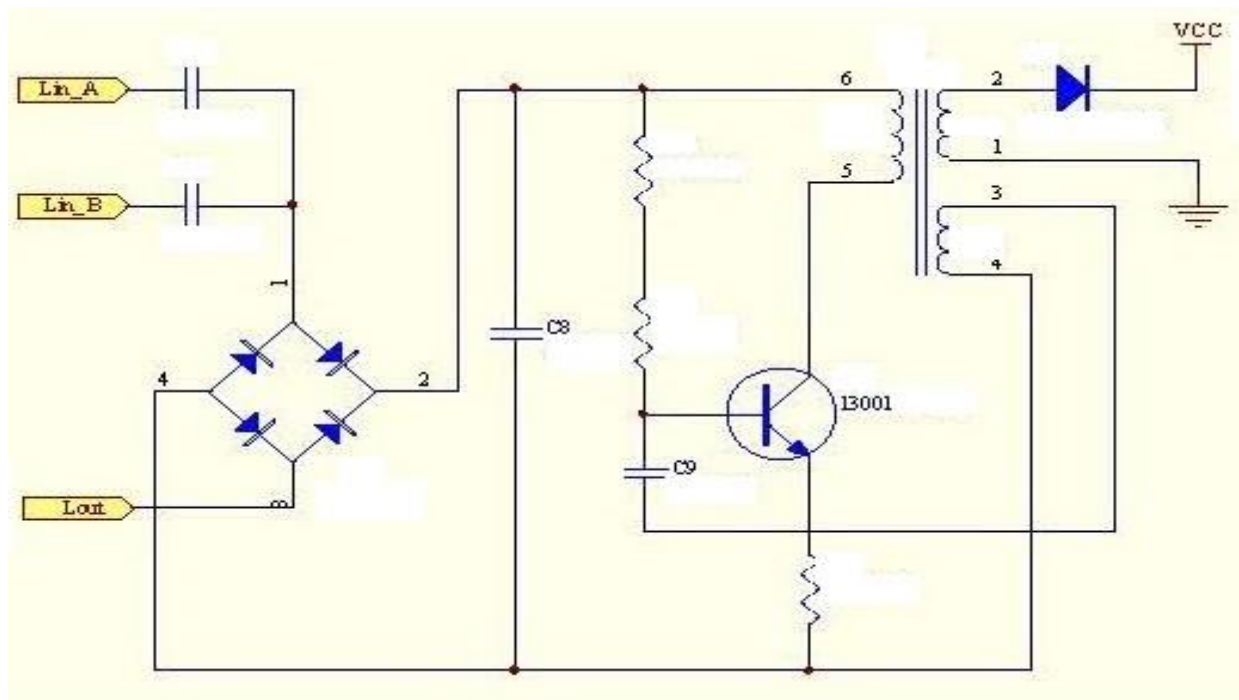
单火线取电技术的难点在于,在灯具关闭时,单火智能开关是和灯具串联后接入电网的,所以流过智能开关和灯具的电流大小是一样的,电流小就会导致智能开关电路不能工作,如果电流过大就会导致灯具会有间歇性闪烁(俗称“鬼火”)等问题。

单火线智能开关的 DC 供电电源(或者电源模块)设计需要重点考虑两个问题:一方面尽可能的降低待机功耗:减小待机电流,避免出现灯关后闪烁或者微亮;另一方面是单火线的取电问题:提供足够的输出电流给电子开关控制电路(如专用控制 IC、MCU、红外接收头、RF 遥控模块、ZigBee 芯片、继电器或者可控硅等)。由于电子开关工作时取电是通过开关断开时的两端压差来取电的,当开关闭合时就没有了压差无法取电,这样就会导致控制电路开时失电失控问题。对于这一问题,有很多的解决办法出现,但有些还是比较复杂,电路成本也较高。目前市场上一些单火线电子开关的取电方式主要有:

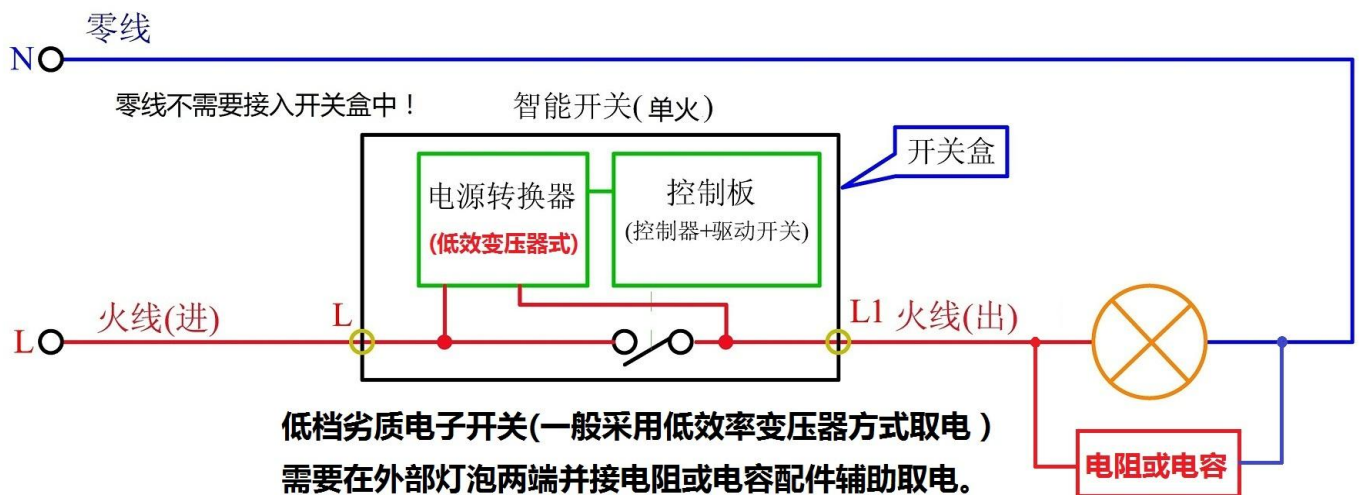
## 方案一: 变压器电源变换取电法

其实现方式是先将主回路电流整流,再经电子变压器进成 DC-DC 转换取出直

流电作为控制电流。变压器电源变换取电方案的优点是：成品较低。



其缺点是：电路稳定性较差，生产调试非常困难且不良品较高，另外负载兼容性也是非常有限：因为变压器转换方式效率很低（有些人标示为 85%，实际测试一般为 35%左右）功耗较高，带节能灯或 LED 灯可能会出现关不断的现象而出现闪烁现象，所以不能控制小功率的负载。采用此种方案的电子开关厂家，往往在产品使用说明书中要求用户在节能灯或 LED 灯的两端并接旁路电容或电阻，其方法是在节能灯或 LED 灯的两端并接一个 0.1 微法左右的电容或 68K 左右的电阻，由于外加电容或电阻的交流旁路作用，流过节能灯或 LED 灯的电流比较小，因而可以避免部分节能灯或 LED 灯闪烁，外加电阻或电容配件主要是优点就是开发技术难度较低；但是一方面因为外加电容体积及外加电阻自身发热的问题，外加电容或电阻只能提供比较有限的电流，无法保证某些中高档电子开关（如 Zigbee 智能开关等）的自身供电电流足够，因而兼容的灯具比较有限，另一方面从安装的角度来说不太方便，需要额外拉线驳接这个电容或电阻配件，这将增加了安装的难度而影响了消费体验，所以目前极少用在中高档智能开关产品中，只是在市场上的一些普通的低档单火线开关中比较常见。

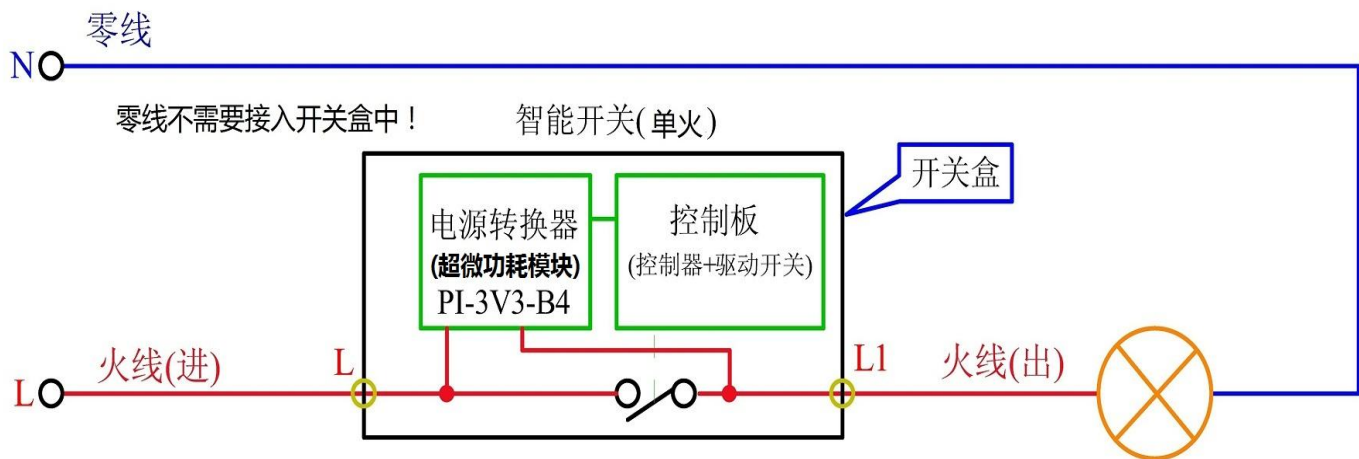


上述变压器电源变换取电法，已经初步解决了电子开关的自身供电的问题（解决了电子开关断态时供电的问题），但对于电子开关控制的负载的功率范围、稳定性及其电源转换效率方面，还是存在明显的不足。

## 方案二：超微功耗电源转换器取电法

为了降低电子开关自身功耗、减少待机电流，一方面除了对控制电路（如控制芯片、RF 无线模块等）要选用低功耗的电子元器件来减小电源的负荷之外；另一方面单火取电电源电路要采用效率高功耗小的超微功耗电源变换器；这样才能将电子开关自身整机功耗限制在 0.01W 以内，我们可以从理论上计算一下：节能灯的最大不闪烁电流  $I=30\mu\text{A}$ ，开关和灯是串联的，那么待机功耗  $P=U_i I=220\text{V}\times 30\mu\text{A}=0.0088\text{W}=7.33\text{mW}$ ；现在视为理想情况输出效率为 100%，若输出电压按  $U_o=5\text{V}$  计算，那么电子开关自身电源的输出电流  $I_o=P/U_o=0.0088\text{W}/5\text{V}=1.76\text{mA}$ ，而实际上由于电源开关管的穿透电流在  $10\mu\text{A}$  以上，这种超微功耗电源效率做到 100% 是不可能的，达到 60% 以上都极为困难，实际电子开关的电源供给负载的电流达到  $1\text{mA}$  就不错了。这种方案的优点是电路耗电极低，可以兼容更多的灯具不会出现闪烁情况，但是超微功耗电源转换器电路复杂，成本较高。目前市场上出现了一些一体化的小体积微功耗单火线电源模块（如可控硅专用型 PI-3V3-B4，继电器专用型 PI-05V-D4 等），由于其专业化程度比较高、性能稳定、无需调试，能够满足各类负载功率（如：小功率 LED 灯、大功率电器等）及负

载类型(包括阻性、容性、感性负载, 如白炽灯、荧光灯、节能灯、LED 灯、节能灯等)的应用要求, 特别是可以接各种日光灯(包括传统电感镇流器、新型电子镇流器类型), 不失为智能家居厂家开发智能开关的一种捷径, 从而快速突破单火线取电的技术瓶颈而将开发重点转移到产品智能化设计上面来。



**中高档优质电子开关(一般采用高效率超低功耗电路取电)不需要在外部并接任何防闪烁配件。**

此类超小型一体化电源模块, 其输入电压范围非常宽(13V-380V)、输出功率较大(最大200mA)、输出电压可选(常用3.3V, 5V等), 灯具负载范围宽(参考: 3W-3000W)、功耗低发热较小。可以为控制电路(如专用控制IC、MCU、红外接收头、RF遥控模块、ZigBee模块、蓝牙模块、继电器或者可控硅等)提供稳定的工作电源。该产品的优点是采用超低功耗电路设计, 利用此电源模块的超宽电压输入特点(确保无论开灯或者关灯时都能实现稳定供电), 保证了电子开关的安全稳定, 电源模块电路的转换效率较高, 在电子开关断态时, 转换效率达到65%以上并且主回路上的电流较小, 可以带绝大多数(因为世界上的灯具品种繁多质量参差不齐, 不可能兼营所有!)节能灯和LED灯而不出现闪烁或者微亮现象。此系列超小型一体化电源模块可以根据实际控制电路需要(如, 是采用专用IC 还是采用MCU; 是采用红外接收还是RF 遥控, 是采用继电器还是可控硅, ...等等, 不同的控制电路所需要的工作电压和工作电流不一样)来选用, (如可控硅专用型PI-3V3-B4、PI-05V-B4, 继电器专用型PI-05V-D4 等)。