

光耦作用及工作原理

耦合器（optical coupler，英文缩写为 OC）亦称光电隔离器，简称光耦。光耦合器以光为媒介传输电信号。它对输入、输出电信号有良好的隔离作用，所以，它在各种电路中得到广泛的应用。目前它已成为种类最多、用途最广的光电器件之一。

光耦合器一般由三部分组成：光的发射、光的接收及信号放大。输入的电信号驱动发光二极管（LED），使之发出一定波长的光，被光探测器接收而产生光电流，再经过进一步放大后输出。这就完成了电—光—电的转换，从而起到输入和输出隔离的作用。

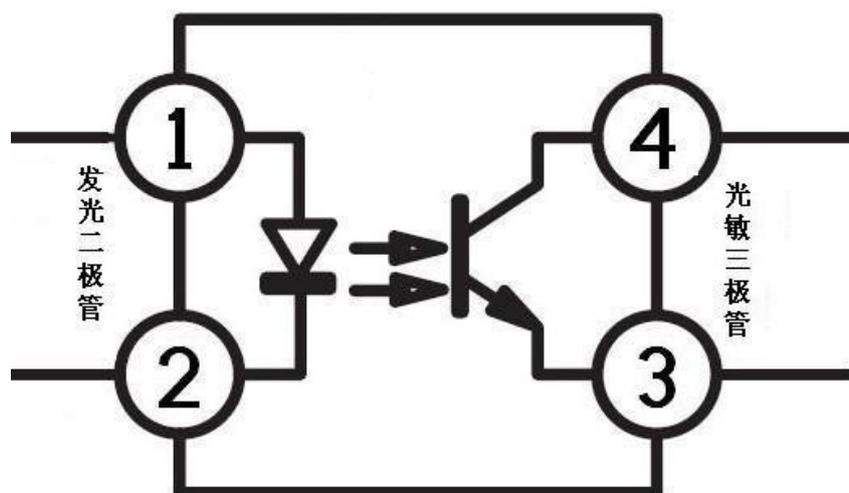
由于光耦合器输入输出间互相隔离，电信号传输具有单向性等特点，因而具有良好的电绝缘能力和抗干扰能力。又由于光耦合器的输入端属于电流型工作的低阻元件，因而具有很强的共模抑制能力。所以，它在长线传输信息中作为终端隔离元件可以大大提高信噪比。在计算机数字通信及实时控制中作为信号隔离的接口器件，可以大大增加计算机工作的可靠性。

光耦合器的主要优点是：信号单向传输，输入端与输出端完全实现了电气隔离；输出信号对输入端无影响，抗干扰能力强；由于光耦合器的输入端属于电流型工作的低阻元件，因而具有很强的共模抑制能力；另外，它还有工作稳定，无触点，使用寿命长，传输效率高等优点。

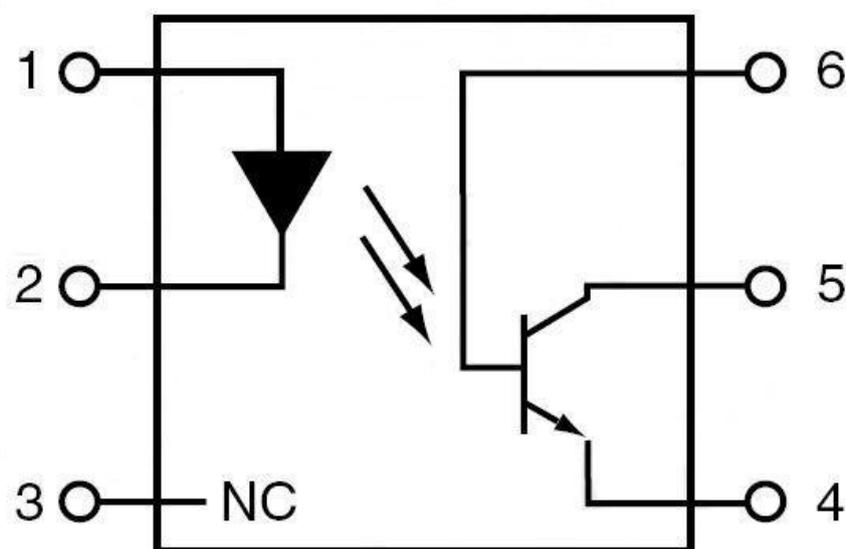
光耦合器是 70 年代发展起来产新型器件，现已广泛用于电气绝缘、电平转换、级间耦合、驱动电路、开关电路、斩波器、多谐振荡器、信号隔离、级间隔离、脉冲放大电路、数字仪表、远距离信号传输、脉冲放大、固态继电器(SSR)、仪器仪表、通信设备及微机接口中。在单片开关电源中，利用线性光耦合器可构成光耦反馈电路，通过调节控制端电流来改变占空比，达到精密稳压目的。

学习笔记：光耦的主要作用就是隔离作用，如信号隔离或光电的隔离。隔离能起到保护的作用，如一边是微处理器控制电路，另一边是高电压执行端，如市电启动的电机，电灯等等，就可以用光耦隔离开。当两个不同的型号的光耦只有负载电流不同时，可以用大的负载电流的光耦代替小负载电流的光耦。

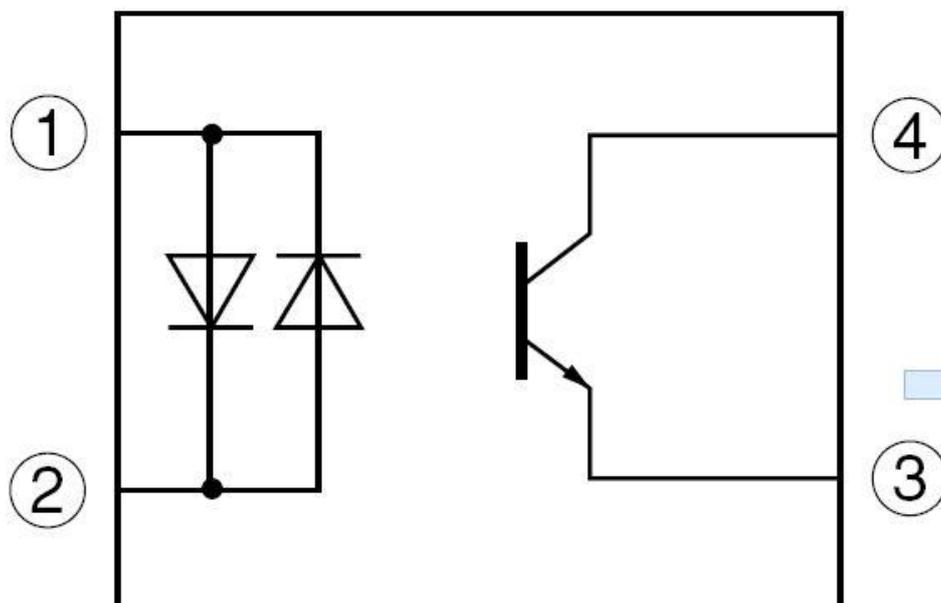
当电信号送入光电耦合器的输入端时，发光二极管通过电流而发光，光敏元件受到光照后产生电流，CE 导通；当输入端无信号，发光二极管不亮，光敏三极管截止，CE 不通。对于数位量，当输入为低电平“0”时，光敏三极管截止，输出为高电平“1”；当输入为高电平“1”时，光敏三极管饱和导通，输出为低电平“0”。若基极有引出线则可满足温度补偿、检测调制要求。这种光耦合器性能较好，价格便宜，因而应用广泛。



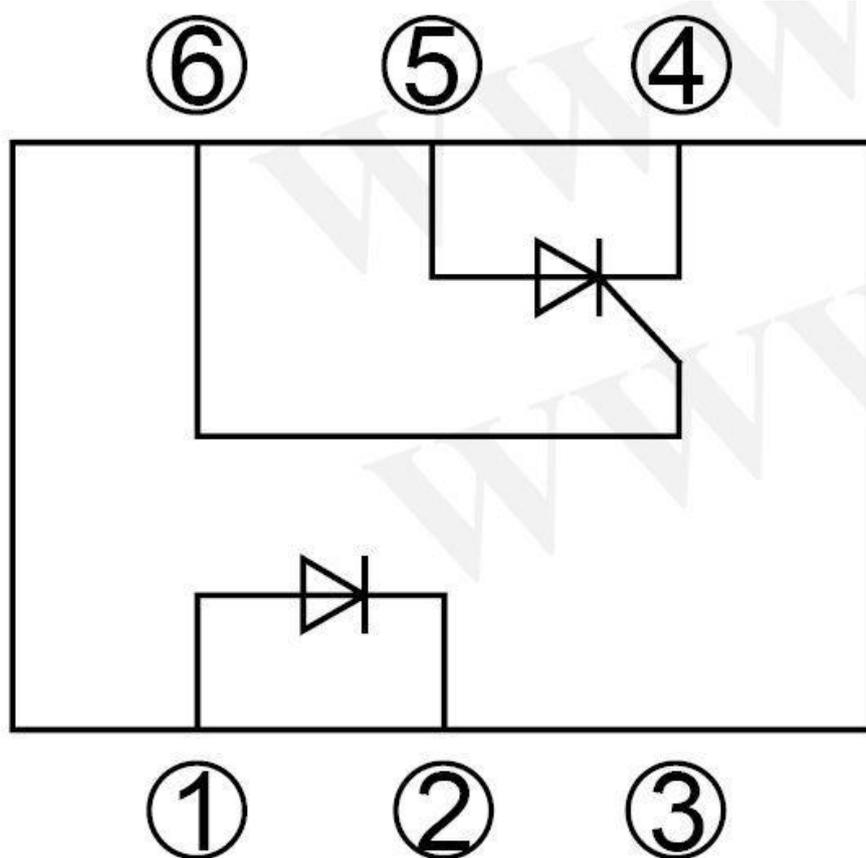
图一 最常用的光电耦合器之内部结构图 三极管接收型 4脚封装



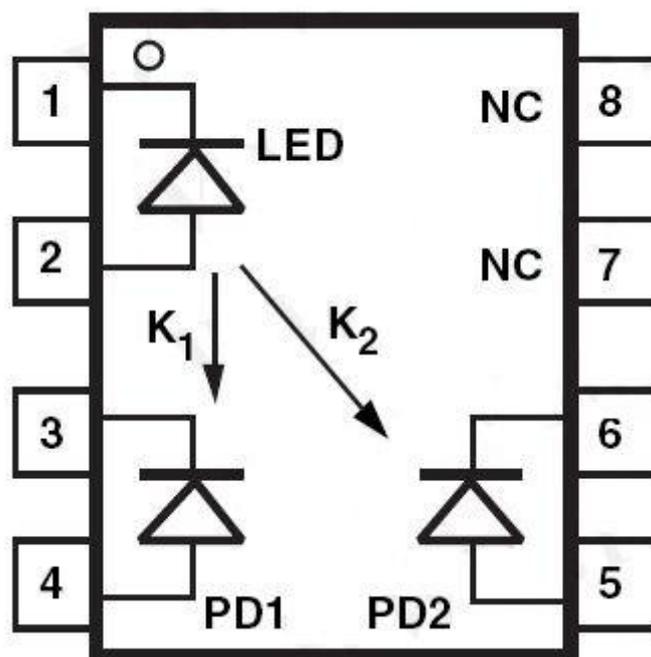
图二 光电耦合器之内部结构图 三极管接收型 6脚封装



图三 光电耦合器之内部结构图 双发光二极管输入 三极管接收型 4脚封装



图四 光电耦合器之内部结构图 可控硅接收型 6脚封装



图五 光电耦合器之内部结构图 双二极管接收型 6脚封装

光电耦合器之所以在传输信号的同时能有效地抑制尖脉冲和各种杂讯干扰，使通道上的信号杂讯比大为提高，主要有以下几方面的原因：

(1) 光电耦合器的输入阻抗很小，只有几百欧姆，而干扰源的阻抗较大，通常为 $105 \sim 106 \Omega$ 。据分压原理可知，即使干扰电压的幅度较大，但馈送到光电耦合器输入端的杂讯电压会很小，只能形成很微弱的电流，由于没有足够的能量而不能使二极管发光，从而被抑制掉了。

(2) 光电耦合器的输入回路与输出回路之间没有电气联系，也没有共地；之间的分布电容极小，而绝缘电阻又很大，因此回路一边的各种干扰杂讯都很难通过光电耦合器馈送到另一边去，避免了共阻抗耦合的干扰信号的产生。

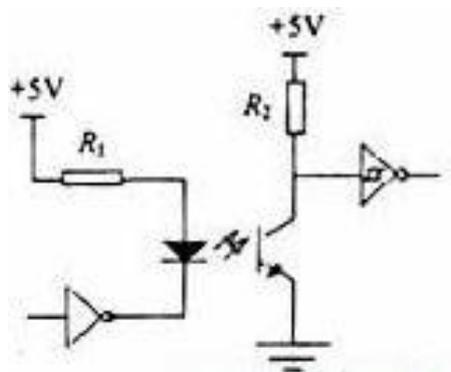
(3) 光电耦合器可起到很好的安全保障作用，即使当外部设备出现故障，甚至输入信号线短接时，也不会损坏仪表。因为光耦合器件的输入回路和输出回路之间可以承受几千伏的高压。

(4) 光电耦合器的回应速度极快，其回应延迟时间只有 $10 \mu\text{s}$ 左右，适于对回应速度要求很高的场合。

光电隔离技术的应用

微机介面电路中的光电隔离

微机有多个输入埠，接收来自远处现场设备传来的状态信号，微机对这些信号处理后，输出各种控制信号去执行相应的操作。在现场环境较恶劣时，会存在较大的杂讯干扰，若这些干扰随输入信号一起进入微机系统，会使控制准确性降低，产生误动作。因而，可在微机的输入和输出端，用光耦作介面，对信号及杂讯进行隔离。典型的光电耦合电路如图 6 所示。该电路主要应用在“A / D 转换器”的数位信号输出，及由 CPU 发出的对前向通道的控制信号与类比电路的介面处，从而实现在不同系统间信号通路相联的同时，在电气通路上相互隔离，并在此基础上实现将类比电路和数位电路相互隔离，起到抑制交叉串扰的作用。

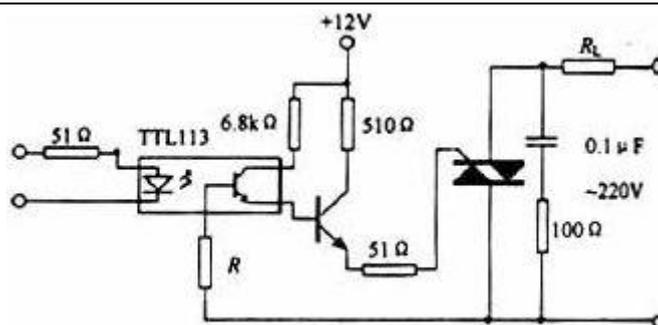


图六 光电耦合器接线原理

对于线性类比电路通道，要求光电耦合器必须具有能够进行线性变换和传输的特性，或选择对管，采用互补电路以提高线性度，或用 V / F 变换后再用数位光耦进行隔离。

功率驱动电路中的光电隔离

在微机控制系统中，大量应用的是开关量的控制，这些开关量一般经过微机的 I / O 输出，而 I / O 的驱动能力有限，一般不足以驱动一些点磁执行器件，需加接驱动介面电路，为避免微机受到干扰，须采取隔离措施。如可控硅所在的主电路一般是交流强电回路，电压较高，电流较大，不易与微机直接相连，可应用光耦合器将微机控制信号与可控硅触发电路进行隔离。电路实例如图 7 所示。

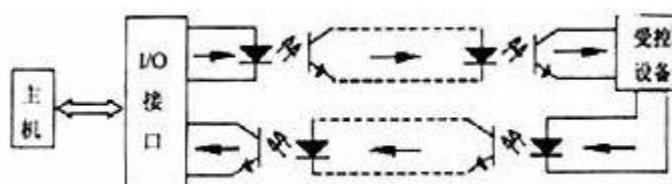


图七 双向可控硅（晶闸管）

在马达控制电路中，也可采用光耦来把控制电路和马达高压电路隔离开。马达靠 MOSFET 或 IGBT 功率管提供驱动电流，功率管的开关控制信号和大功率管之间需隔离放大级。在光耦隔离级—放大器级—大功率管的连接形式中，要求光耦具有高输出电压、高速和高共模抑制。

远距离的隔离传送

在电脑应用系统中，由于测控系统与被测和被控设备之间不可避免地要进行长线传输，信号在传输过程中很易受到干扰，导致传输信号发生畸变或失真；另外，在通过较长电缆连接的相距较远的设备之间，常因设备间的地线电位差，导致地环路电流，对电路形成差模干扰电压。为确保长线传输的可靠性，可采用光电耦合隔离措施，将 2 个电路的电气连接隔开，切断可能形成的环路，使他们相互独立，提高电路系统的抗干扰性能。若传输线较长，现场干扰严重，可通过两级光电耦合器将长线完全“浮置”起来，如图 8 所示。



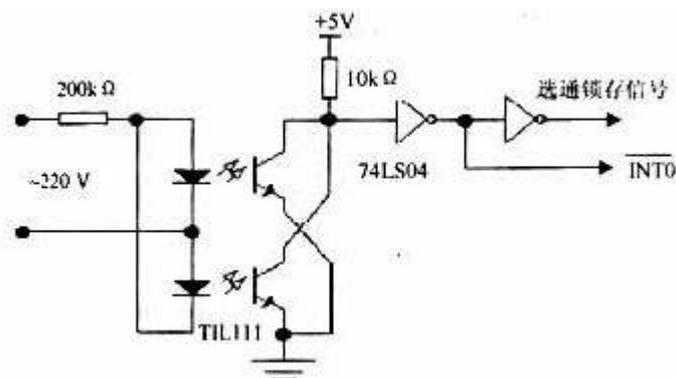
图八 传输长线的光耦浮置处理

长线的“浮置”去掉了长线两端间的公共地线，不但有效消除了各电路的电流经公共地线时所产生杂讯电压形成相互窜扰，而且也有效地解决了长线驱动和阻抗匹配问题；同时，受控设备短路时，还能保护系统不受损害。

过零检测电路中的光电隔离

零交叉，即过零检测，指交流电压过零点被自动检测进而产生驱动信号，使电子开关在此时刻开始开通。现代的零交叉技术与光电耦合技术相结合。图 9 为一

种单片机数控交流调压器中可使用的过零检测电路。



图九 过零检测

220V 交流电压经电阻 R1 限流后直接加到 2 个反向并联的光电耦合器 GD1, GD2 的输入端。在交流电源的正负半周, GD1 和 GD2 分别导通, U0 输出低电平, 在交流电源正弦波过零的瞬间, GD1 和 GD2 均不导通, U0 输出高电平。该脉冲信号经反闸整形后作为单片机的中断请求信号和可控矜的过零同步信号。

注意事项

(1) 在光电耦合器的输入部分和输出部分必须分别采用独立的电源, 若两端共用一个电源, 则光电耦合器的隔离作用将失去意义。

(2) 当用光电耦合器来隔离输入输出通道时, 必须对所有的信号(包括数位置量信号、控制量信号、状态信号)全部隔离, 使得被隔离的两边没有任何电气上的联系, 否则这种隔离是没有意义的。

高速光耦型号大全

100K bit/S: 6N138、6N139、PS8703

1M bit/S: 6N135、6N136、CNW135、CNW136、PS8601、PS8602、PS8701、PS9613、PS9713、CNW4502、HCPL-2503、HCPL-4502、HCPL-2530 (双路)、HCPL-2531 (双路)

10M bit/S: 6N137、PS9614、PS9714、PS9611、PS9715、HCPL-2601、HCPL-2611、HCPL-2630 (双路)、HCPL-2631 (双路)