

# 节能和效率上改进的新型 5MBd 数字光耦 特征及应用

## On energy saving and efficiency improvement of new 5 MBD digital optical coupling characteristics and applications

叶云燕

**摘要** : 本文将对 5MBd 数字光耦关键技术特性、改进等技术特性及在低功耗 / 低电源电压与 CAN 总线 / 串行数据传输上的应用作分析研讨, 并从安全与可靠的应用出发, 对光耦功率接口问题的应用技巧作说明。

**关键词** : 光耦, 传输与驱动, 低功耗, 功率接口

**Abstract**: this article will be about 5 MBD digital optical coupling characteristics, technical features such as key technology and the in/low voltage and low power consumption CAN bus/serial data transmission on the application of analysis research, and from the application perspective of safe and reliable, light coupling problem description techniques of application of power.

**Keywords**: optical coupling, Transmission and drive, Low power consumption, Power interface

### 1 问题的产生与新趋势

#### \* 问题的由来

光电耦合器 (简称光耦), 是一种把发光元件和光敏元件封装在同一壳体内, 中间通过电光的转换来传输电信号的半导体光电子器件。光耦以光信号为媒介来实现电信号的耦合与传递, 输入与输出在电气上完全隔离, 具有抗干扰性能强的特点。对于既包括弱电控制部分, 又包括强电控制部分的工业应用测控系统, 采用光耦隔离可以很好地实现弱电和强电的隔离, 达到抗干扰目的, 因此它广泛应用在工控与通信系统中。然而随着应用环境的拓展与复杂, 在设计与应用光耦隔离上必须需要考虑以下几个问题: 其一是、光耦直接用于隔离传输模拟量时, 要考虑光耦的非线性问题; 其二是、光耦隔离传输数字量时, 要考虑光耦的响应速度问题; 其三是如果输出有功率要求的话, 还得考虑光耦的功率接口设计问题。上述三个问题是光耦在技术上的高要求与挑战, 尤其是电气系统领域更为突出。那么如何应对呢?

#### \* 新的趋势

众所周知, 电气系统中的数字光耦合器为数据传输提供高电压绝缘和噪声抑制。则在光耦中需要有高质量的绝

缘栅, 来为信号隔离提供卓越的可靠性和耐久性。对此挑战, 应该说已有改进的新型数字光耦器呈现或应对。其中 5MBd 数字光耦器就是为一代表型。

如今新型 5MBd 数字光耦器有 ACPL-M21L/021L/024L/W21L/K24L -- ACPL-x2xL 系列 (如 Avago 公司产), 除了具有绝缘和噪声抑制能力, 还针对功耗敏感型应用在节能和效率上做了极大改进。现如今, 降低系统的功耗对于工业、医疗、功率控制系统和通信等许多电子应用都是一项需求。这些新的数字光耦与市场传统的 5MBd 数字光耦相比, 功耗降低了 80%。

值此本文将对 5MBd 数字光耦关键技术特性、改进等技术特性及在低功耗 / 低电源电压与 CAN 总线 / 串行数据传输上的应用作分析研讨, 并从安全与可靠的应用出发, 对光耦功率接口问题的应用技巧作简述。

### 2 新型 5MBd 数字光耦应用特征

#### \* 关键特性与规格

全新设计的 ACPL-x2xL 数字光耦采用 CMOS 输出降低功耗。它们针对计算机外设接口、微处理器系统接口、高速线路接收器和功率控制系统等各种应用而设计。器件

确保在 -40 至 105 的宽温度范围内性能正常，从而非常适合于工业应用。

ACPL-x2xL 数字光耦系列的主要特性如下：低 LED 输入电流允许从 CMOS 输出直接驱动，而不需要采用外部缓冲器（参见图 1 所示）；针对低功耗而降低电源电流和电源电压 25kV/μs 静态共模抑制而不会影响抗噪声能力；以施密特触发器输入提高抗噪声能力；IEC60747-5-5 加强绝缘认证，故 ACPL-M21L/021L/024L 连续工作电压可为 567Vpeak，瞬态电压为 6kVpeak；ACPL-W21L/K24L 连续工作电压为 1140Vpeak，瞬态电压为 8kVpeak。为此可从表 1 清晰可见所选的关键技术规格。

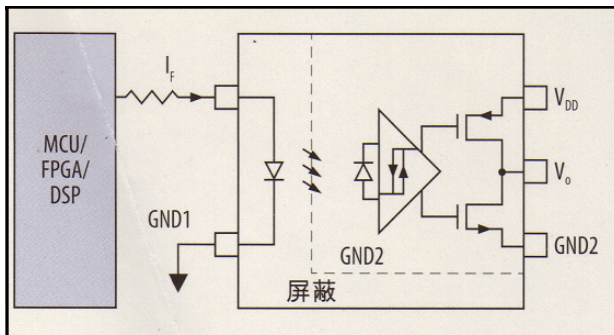


图1 由MCu/FP6A/DSP直接驱动，而不需要外部缓冲器ACPL-M21L数字光耦构建图

表1 清晰可见所选的关键技术规格

参数	规格
传输延迟	250ns(最大)
传输延迟偏差	220ns(最大)
脉宽失真	200ns(最大)
LED输入电流	1.6至6mA
IDD电源电流	1.1mA(最大)
共模噪声抑制	25kV/μs @ V <sub>CM</sub> =1000V
电源电压	2.5至5.5V
温度范围	-40至105°C
连续工作电压, V <sub>IORM</sub>	567Vpeak / 1140Vpeak
隔离电压, V <sub>ISO</sub>	3750Vrms / 5000Vrms

**\* 低功耗**

新型 5MBd 数字光耦系列的优点是具有低功耗特性。新型 ACPL-x2xL 系列光耦功耗不到 10mW，而又不影响信号隔离能力。新型 5MBd 数字光耦由于最小输入驱动电流为 1.6mA，最大电源电流为 1.1mA 并且采用 3.3V 低电压供电，相比市场上传统的 5MBd 数字光耦和其他的隔离器，功耗降低了 80% 之多。

**\* 更好的性能改进**

新型 ACPL-x2xL 系列光耦与低电压逻辑应用中的传统 HCPL-x2xx 光耦相比，性能升级并且特性改进。升级后的 ACPL-x2xL 系列光耦具有低电源电流、低 LED 输入电流、低电源电压、高 CMR 和更宽的温度范围等性能。新系列 5MBd 数字光耦在低电压逻辑（2.5V/3.3V/5V 电源电压）中得到了采用。

**\* 典型的高 CMR 驱动电路配置**

共模噪声在数据通信应用，尤其是在电机、传感器和可编程控制器连接在一起的工业环境中将是一个重要问题。内部的特殊技术是一个围绕在输出接收器周围的有效平面金属导轨，它提供 ESD 保护并对光耦的输入侧和输出侧进行解耦。这种独特的封装设计也能够最大限度地降低输入至输出电容。这两个因素能够尽可能降低共模噪声效应，因此能够实现 >25kV/μs @ V<sub>CM</sub>=1000V 的高共模瞬态抑制能力。图 2 为典型的高 CMR 驱动电路配置示意图。

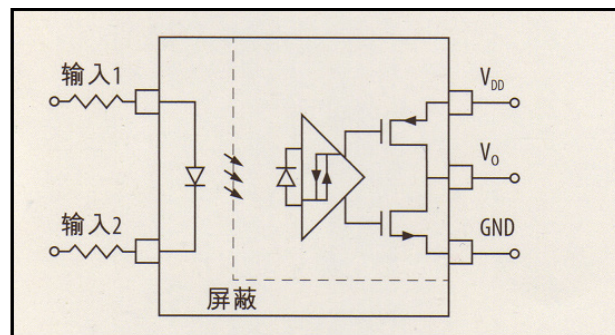


图2 典型的高CMR驱动电路配置

从图 2 中可知，其“分离电阻”输入 LED 驱动配置可在 LED 的阳极和阴极之间平衡阻抗，这进一步提高了 CMR 性能。LED 上的共模噪声电压上升是对称的，因此不会导通 LED。串联连接的 LED 和电流限流电阻形成一个低通滤波器，可以帮助滤除噪声瞬变。

**\* LED 可靠性**

光耦中使用的 LED 的质量是决定该产品寿命的一个重要因素。故它有工厂为光耦生产高可靠性 LED。ACPL-x2xL 中使用红外 AlagoAs LED，在温度和时间上都提供了极佳的稳定性。其 LED 在 30 年寿命后退化最小，这是在 100 温度下根据典型的 2.2mA LED 驱动电流所得到的结果。

**\* CAN 总线 / 串行数据传输应用**

在 CAN 总线、RS-485、RS-232 和 I2C 等应用中，可使用数字光耦对 I/O 网络通信端口作隔离。在图 3 中，在

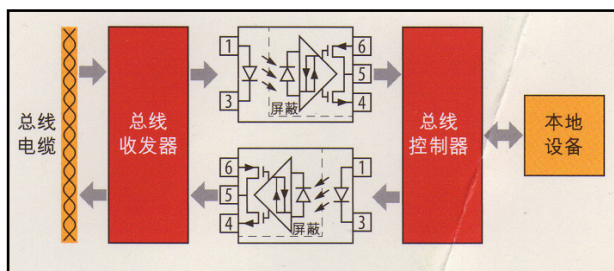


图3 光耦在MCO和CAN总线收发器之间提供隔离

收发器和总线接口之间放置数字光耦，可用来隔离瞬态 / 脉冲干扰并在总线收发器和控制器之间传送数据。而 CAN 总线评估板已问世。该应用案例设计的目的是使用 ACPL - M21L 为 CAN 总线作隔离。

### 3 后话——光耦的功率接口上应用技巧

由上分析可知光耦以光信号为媒介来实现电信号的耦合与传递，输入与输出在电气上完全隔离，具有抗干扰性能强的特点。由此在应用上需注意技巧了，在此从安全与可靠的应用出发，仅对光耦功率接口问题的应用技巧作说明。

周知，在微机测控系统中，经常要用到功率接口电路，以便于驱动各种类型的负载，如直流伺服电机、步进电机、各种电磁阀等。此类光耦的功率接口电路一般具有带负载

能力强、输出电流大、工作电压高的特点。工程实践表明，提高功率接口的抗干扰能力，是保证工业自动化装置正常运行的关键。就抗干扰设计而言，很多场合下，我们既能采用光电耦合器隔离驱动，也能采用继电器隔离驱动。一般情况下，对于那些响应速度要求不很高的启停操作，我们采用继电器隔离来设计功率接口；对于响应时间要求很快的控制系统，我们采用光电耦合器进行功率接口电路设计。这是因为继电器的响应延迟时间需几十 ms，而光电耦合器的延迟时间通常都在 10us 之内，同时采用新型、集成度高、使用方便的光电耦合器进行功率驱动接口电路设计，可以达到简化电路设计，降低散热的目的。为此可采用光电耦合器隔离驱动直流负载的典型电路。因为普通光电耦合器的电流传输比 CRT 非常小，所以一般要用三极管对输出电流进行放大，也可以直接采用达林顿型光电耦合器来代替普通光耦。对于输出功率要求更高的场合，可以选用达林顿晶体管来替代普通三极管，例如 ULN2800 高压大电流达林顿晶体管阵列系列产品，它的输出电流和输出电压分别达到 500mA 和 50V。对于交流负载，可以采用光电可控硅驱动器进行隔离驱动设计，例如 TLP541G，4N39。光电可控硅驱动器，特点是耐压高，驱动电流不大，当交流负载电流较小时，可以直接用它来驱动，当负载电流较大时，可以外接功率双向可控硅。