

使用电流感应放大器的 PLC 系统中分立式数字输出的安全和保护

Arjun Prakash, 电流感应产品



可编程逻辑控制器 (PLC) 是一种计算机协议，广泛应用于工厂自动化应用的工业控制系统。PLC 系统是用于控制、提供系统状态和设置系统状态优先顺序的控制器。这种控制器通过与现代计算机相似的基本二进制逻辑进行编程。PLC 系统由以下部分组成：

1. PLC 计算机处理器
2. 电源机架
3. 电源背板
4. 数字输入和输出模块
5. 模拟输入和输出模块
6. 计算机软件
7. 用于远程连接的网络接口

PLC 系统广泛用于工业应用，加快了“工业 4.0”革命的实现。PLC 系统能够更快地集成半导体器件，实现控制和自动化，从而提高效率和工厂生产能力。工业化和集成示例包括控制温度、打开和关闭故障指示灯、使用压力传感器称重包装、打开和关闭电磁阀继电器。

工业系统可能是高频信号和噪声与低电压信号相互掺杂的嘈杂环境，因此 PLC 系统的输出模块是光耦合器。它的抗噪声稳定性、简单的架构、编程语言易用性、工业认证和安全特性都是 PLC 系统成为广泛使用的工业协议的原因。

PLC 系统方框图

PLC 系统的输入和输出分为数字或模拟，如图 1 中所示。数字输入提供控制电路的开/关状态。数字输入器件的一些示例包括限位开关、光电传感器、接近传感器和压力传感器。模拟输入器件（例如热电偶、转速计和力敏传感器）提供可变的输出响应。

PLC 数字输出用于开关起动机以启动电机、打开灯以指示故障或控制电磁阀以啮合继电器。模拟输出包括电流电平输出和电阻电平，可用于控制和监控加热器或控制电机的速度。

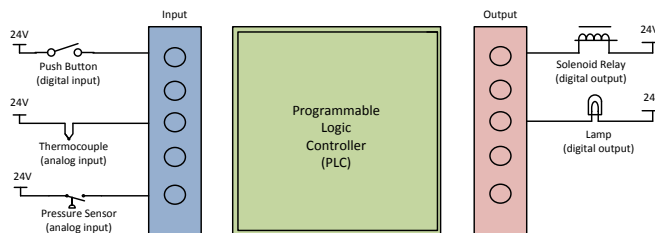


图 1. PLC 系统方框图

分立式 PLC 数字输出的安全

图 2 展示了对 PLC 数字输出电路的描述。PLC 数字输出具备最高可达 1A 的高驱动力强度功能。数字输出可用于驱动电磁阀继电器，从而控制 PLC 控制器启动的操作。如图 2 中所示，与负载串联的分立式电流传感器持续监控流向负载的电流，并向控制器报告存在过多电流以采取措施。由于 PLC 数字输出的摆幅范围为 -0.7V 到 24V，偏移和增益误差较低的高侧电流感应放大器可确保高输出驱动的安全。

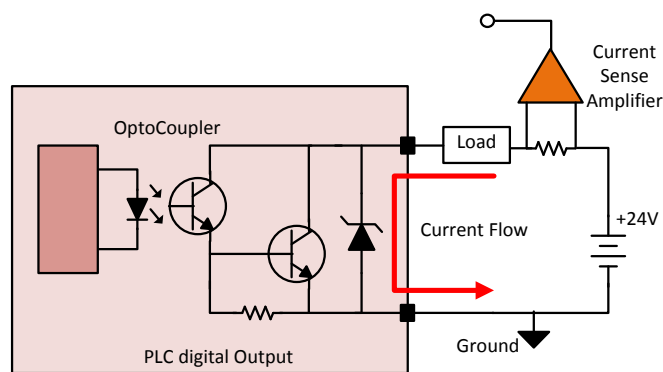


图 2. PLC 数字输出灌电流电路

PLC 数字输出驱动可以很高，因此灌电流能力是其中的一个关键安全参数。输出设计有 NPN 晶体管以及内置二极管以实现过压保护。当执行 PLC 数字输出时，该系统确保电源的灌电流始终处于 PLC 额定过热工作范围内。分立式电流感应放大器可保护过流情况下的数字输出、提供诊断以解决故障负载状况，并针对过早的系统故障执行预防性措施。

高电流 PLC 数字输出的安全

PLC 数字输出可直接与高电流电磁阀驱动器或高电流 LED 灯连接，用以在工厂自动化应用中关闭继电器或指示故障。如果电流输出驱动高于 PLC 系统的额定值，可以使用分立式 FET 控制从 24V 电源到负载的电流。图 3 显示了 PLC 数字输出与外部低 RDSon FET 的连接，以进一步增加输出驱动强度。该方法的一个缺点是外部 FET 的可靠性问题。使用电流感应放大器来监控负载电流可确保 PLC 系统安全运行。

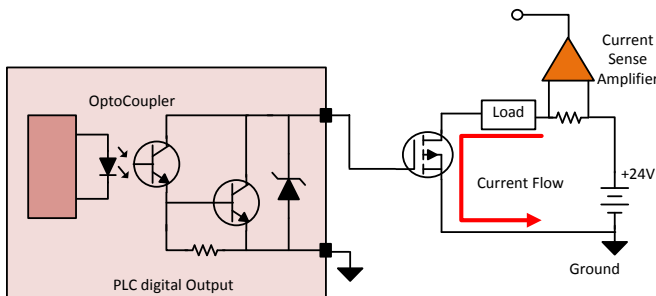


图 3. PLC 分立式数字输出控制

INA240 是高精度、双向电流感应放大器，在工作温度范围内具备较低的输入偏移和增益漂移，这使得该器件非常适用于测量分立式 PLC 数字输出上的电流。INA240 专用于开关节点环境，这种环境中的共模瞬变具有较大的 dv/dt 信号。由于能够抑制较高的 dv/dt 信号，因此可对电流进行精确测量，从而确保必要的保护并满足所需安全标准。INA240 的最大输入失调电压较低，为 $25\mu V$ ，最大增益误差为 0.2%，可在不影响测量精度的情况下使用较小的分流电阻值。温漂和增益误差分别低至 $0.25\mu V/^\circ C$ 和 $2.5ppm/^\circ C$ ，可确保在不同温度下均能精确、稳定的测量电流。INA240 的信号吞吐量带宽为 400kHz，增益为 20。高带宽和高转换率 ($2V/\mu s$) 使得该放大器可用来检测快速的过流或短路负载状况，前提是 PLC 系统内的采样 ADC 的速度足够快，可以对电流进行采样。

备选器件建议

LMP8480 是适合这种应用的另一种推荐器件。LMP8480 是单向高侧电流感应放大器，可支持 4V 到 76V 的共模电压。LMP8480 上的电源可高达 76V。这使得电流感应放大器能够连接并直接从 24V PLC 直流电源充电。这样就不必提供其他低电压电源来为 LMP8480 充电。LMP8480 还提供高达 5mA 的高输出电流。高输出电流有助于驱动较长的电容电缆，不会影响信号完整性也不需要其他输出缓冲。

LMP8601 是另一个可用于 PLC 系统的器件。LMP8601 可在 -22V 至 60V 的共模电压下工作。LMP8601 专用于使用电感负载（例如电磁阀和继电器）而设计。LMP8601 的最小共模电压范围为 -22V，它能够承受使用电磁阀或电机起动机时出现的大共模电感跳变。

表 1. 备选器件建议

器件	优化参数	性能平衡
INA168	带宽: 800kHz, 封装: SOT-23	可调增益, 外部组件
LMP8601	V_{CM} -22V 至 60V	偏移电压: 1mV, 带宽: 60kHz
INA282	直流 CMRR: 140dB	带宽: 10kHz
LMP8480	DC CMRR: 100dB, PSRR: 100dB	失调电压: 265uV, 带宽: 270kHz

表 2. 相关 TI 技术手册

SBOA174	《H 桥中的电流感应》
SBOA176	《开关电源电流测量》
SBOA166	《具有 PWM 抑制功能的高侧驱动、高侧螺线管监视器》
SBOA162	《测量电流以检测超出范围的情况》

有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等产权包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默认的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司