

单片机虽小，功能强大

作者：Justin Milks

安防、单片机和技术开发部高级设计工程师
Microchip Technology Inc.

电源设计人员经常面临种种互相对立的要求。一方面要缩小体积、降低成本，另一方面又要提供更多功能并提高输出功率。受原理上的限制，模拟电源本身的功能有限，而模拟电源控制器的设计更是越来越复杂。由于这一原因，有些设计人员转向了纯数字电源设计。然而，对于许多设计人员来说，如此快速地转向不熟悉的领域并不容易。比较可行的一种折衷方法是采用传统模拟电源，但增加数字单片机做为前端。

这种设计的优点在于电源本身的控制仍然使用模拟技术来实现。因此电源设计人员不需要从头重新开始全数字设计就可以为现有设计增加新的功能。采用这种方法，设计中仍然使用熟悉的误差放大器、电流检测以及电压检测电路。当然，尽管有些设计单元（如补偿网络）仍然采用分立器件实现，但其余部分则由单片机来控制。

单片机能够带来的功能可分为四类：控制、监测、判断性功能及通信。下面我们将详细讨论这几类功能。

第一类控制功能与单片机和电源之间的硬件接口有关。在模拟设计中，非常重要的是要为连接单片机留有接口。有些电源控制器在内部生成控制信号（如参考电压）。这样的控制器为单片机提供的外部连接点很少。然而，Microchip公司MCP1630这样的电源控制器在设计上就为单片机提供了丰富的连接点。就本文来说，我们假定电源控制器提供两个控制点—关断输入以及设置参考电压的能力，如图1所示。尽管这样两个连接点看起来并不多，但已经能够提供功能非常强大的控制功能和复杂功能。

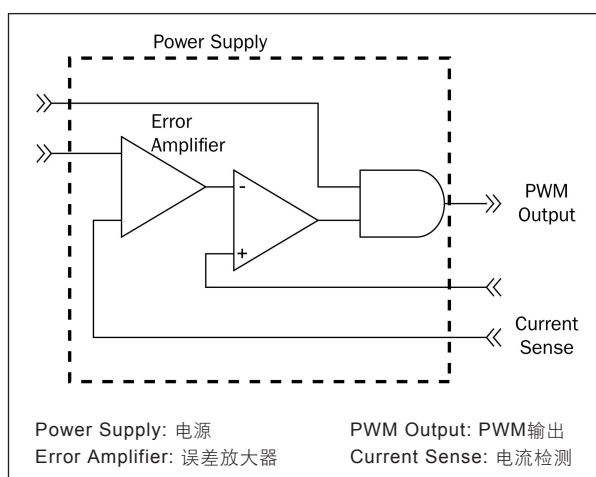


图1：电源控制器提供关断输入及设置参考电压的能力

目前，单片机在许多电源设计中的作用主要是监测。许多单片机都有片上模数转换器（ADC）和模拟比较器。因此，单片机在监测输入电压、输入电流、输出电压、输出电压和温度等信号方面是理想之选。

单片机能够监测范围如此广泛的信号，就可以完成更多功能，如智能故障检测。单片机的多功能源于其可编程能力，可以方便地进行定制来满足设计要求。这样，对于故障情况就可以分类进行处理。短暂的过流以及其他非关键故障可能只需要设置一个标志就可以了。而过热这样的故障则可能需要关闭电源，直到故障排除。需要重新启动电源的故障也可以进行更严格的控制。在某个时间段内如果有太多的故障，单片机就可以永久关断电源。

单片机强大的处理能力还可以实现复杂的计算测量，如功率的实时计算。在模拟系统中确定功率值需要进行复杂的模拟计算。但对于单片机来说，只是小事一桩。输入功率、输出功率、效率以及功率损失等参数都可以计算。

最后，单片机的监测功能还可以支持更高级功能，如故障预测。将工作电流实时与历史数据进行比较，电源设计人员便可判断导致电源故障的条件。电源本身具备预测自己故障的能力可以节约成本并提供更高的可靠性。

监测数据并不仅仅是为了故障检测。根据这些数据还可采取许多其他操作。这些任务就归入判断性功能的范畴。

判断性功能允许电源设计人员为设计增加更大的灵活性、更多功能和保护能力。让我们来考虑一下软启动或欠压锁定的情况。利用单片机来完成这些任务，锁定电压和软启动斜坡速率都是可编程的，并且不依赖于模拟器件。

还可以执行更复杂的任务。比如上电顺序。可以编程让电源监测另一个电压，直到被监测的电压达到设定值时再启动。可能还会有这样的情况：两个电压必须成比例上升，或者彼此跟随变化。所有这些功能只需修改软件就可以实现，而不必对硬件做更改。

判断性功能的另一种可能应用是根据温度来调整电流限制。这样电源设计人员可以利用器件的温度降额参数来保证可靠运行。

利用判断性功能还可以实现器件补偿，从而提高其精度。许多数据手册都给出了参数随温度的变化情况。这种情况下，单片机可以用来实现温度补偿。这样，设计人员可以使用成本更低的器件，并根据温度对结果进行补偿。**Microchip**应用笔记AN1001（DS01001）就描述了如何通过补偿利用一个 $\pm 6^{\circ}\text{C}$ 的温度传感器来实现 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的温度传感精度。

单片机的判断性功能还可以用于自校准电源，使其在输出端提供已知的电压，输出电压通过电压反馈电路进行检测并存储。采用这种方法，可以消除电压反馈电阻的任何误差，从而可以使用低成本电阻，却不会影响精度。而且，5伏和3.3伏电源的硬件都是一样的，不同的仅仅是校正过程。

此处列举的仅是单片机判断性功能应用的一部分例子。举出这些例子仅仅是为了展示单片机的强大功能。由此可知，大量电源参数都可以通过小型廉价的单片机进行监测和控制。但我们还没有讨论信息的存储和获取。这也正体现了电源通信的重要性。

有多种电源通信的方式，从最简单的跳线或开关设置，直到复杂协议（如以太网）。简单的通信方式可用于设置参数，如输出电压或工作模式。较复杂的协议则可支持对电源进行更复杂更全面的控制和监测。

真正的价值则在于远程通信。对于位于远程的电信和服务器电源，这一点极为重要。这一远程监控能力还允许操作员提高系统的可靠性。

此外，远程通信还允许操作员根据预计的负载情况调整电压和电流限制。与此同时，使用冗余电源可进一步提高可靠性和正常工作时间。一旦电源接收到表示故障发生的信号，就可以通知操作员，关断故障电源并激活备用电源。这一过程也可以进行自动化操作，出现故障的电源可以根据设定的条件自动激活并切换到备用电源。

电源通信并不仅仅用于监测和设置工作参数。许多单片机都有片上EEPROM来存储生产信息等数据。一旦器件发生故障，设备操作员可容易地判断影响到哪些电源。同时，还可以存储维修历史。这样就可以保证电源的生产数据、维修历史以及运行信息始终都在手边，保存最新信息。

对于前面列出的可利用单片机实现的丰富任务，目前普遍存在一种误解。设计人员可能认为这些任务必须使用高端单片机或数字信号处理器才能实现。实际上，本文中所描述的所有任务都可以方便地利用低成本8位单片机实现。此外，采用单片机的这种设计并非是要取代现有模拟功能，而是作为模拟系统的一种补充，整个电源系统提供只有数字单片机才能提供的灵活性和处理能力。

参考资料：

请访问Microchip网站（www.microchip.com），了解可用来增强现有电源设计的下列PIC®单片机的更多信息：

1. PIC16F785混合信号单片机：DS41249D_CN
2. PIC16F690通用单片机：DS41262E_CN
3. PIC16HV616带有集成稳压器的通用单片机：DS41288B_CN
4. PIC12F683通用单片机：DS41211D_CN
5. 智能电源设计中心：www.microchip.com/power