

# 数字电源是正确选择吗？

◆ 凌力尔特公司电源产品部高级产品市场工程师 / Bruce Haug

## 引言

有经验的数字电源用户通常都会很清楚地认识到数字电源系统管理的好处。不过，就那些正在考虑数字电源对他们的产品是否有意义的用户而言，数字电源的好处也许就不那么明显了。他们提出的典型问题包括：当采用数字电源时，我们产品的上市时间会更长吗？采用数字电源有多难？学习期多长？有额外成本吗？我们的客户会看重数字电源吗？这种技术会打开新的市场吗？如果我们不在产品线中采用数字电源，会落后吗？他们需要知道这些问题的答案，以帮助决定采用数字电源时对最终应用是否为一个良好的选择。

## 为什么使用数字电源？

在开发阶段，用一个简单的 PC 连接对模拟电源进行数字控制尤其有用，在这个阶段，设计师需要让系统迅速启动和运行。可能有多达 30 个负载点 (POL) 电压轨，用户要能非常容易地监视和调节电源电压、对电源加电 / 断电排序、设定工作电压限制以及读取电压、电流、温度等参数，并能通过数字接口获取详细的故障日志数据。在这类系统中，要对电压轨保持严格控制并实现最高性能，高准确度极端重要。

在数据中心中，一个关键挑战是：通过重新安排工作流程并将作业转移到未充分利用的服务器上，以关闭其他服务器，降低总体功耗。为了满足这类要求，知道最终用户设备的功耗是非常重要的。一个恰当设计的数字电源管理系统可以向用户提供功耗数据，从而允许做出智能能量管理决策。

在今天的新式电子系统中，稳压器的环境和工作状态也许是最后一个需要了解“盲点”，因为通常没有办法直接配置或远程监视稳压器的关键工

作参数。要实现可靠工作，能检测稳压器输出电压随时间的漂移或过热情况并在潜在故障事件发生之前采取行动，这是至关重要的。一个良好设计的数字电源系统可以监视电压稳压器的性能，并报告稳压器状态是否正常，以便在超出规范或发生故障之前能采取纠正行动。

为了保护昂贵的 ASIC 不受可能出现的过压情况的影响，高速比较器必须监视每个电压轨的值，并在某个电压轨超出规定的安全工作限度时，立即采取保护行动。在数字电源系统中，当发生故障时，可以通过 PMBus 警报线通知主机，而且相关的电压轨可以关断，以保护 ASIC 等受电设备。要实现这样的保护，需要卓越的准确度和非常快的响应时间。

之所以采用数字电源管理是因为数字电源能提供有关电源系统的准确信息，而且能轻而易举地自主控制和监察几十个电压。在一个复杂的系统板上，到处探测和监视 30 个负载点电压可能是非常困难的。系统设计师一行代码都不必编写，除非他们需要主处理器读取遥测数据，并进行简单的故障干预。显然，制造商需要为专门市场提供定制和经济实惠的器件，这使新手和经验老道的用户都可以轻松使用。凌力尔特提供几款数字电源产品，最近推出的 LTC3880 就是其中之一。

## 数字电源是正确选择

LTC3880 和 LTC3880-1 是双输出高效率同步降压型 DC/DC 控制器，具基于 I2C 的 PMBus 接口，用于数字电源系统管理。这两款器件同时提供同类最佳的模拟开关稳压器性能和精确的混合信号数据转换，以方便电源系统设计和管理工作，LTpowerPlay 软件开发系统支持这两款器件，该系统具有易用的图形用户界面 (GUI)。

LTC3880 / LTC3880-1 允许对实时控制进行数

字设定和回读，并允许监视关键负载点转换器的功能。可编程控制参数包括输出电压、裕度调节和电流限制、输入和输出检查限制、加电排序和跟踪、开关频率以及识别和可跟踪性数据。内置的精确数据转换器及 EEPROM 允许捕获稳压器配置设定值和遥测变量，包括输入和输出电压及电流、占空比、温度以及故障日志，并对其进行非易失性存储。

LTC3880/-1 具模拟控制环路，可实现最佳环路稳定性和最快速的瞬态响应，而且没有较慢的数字控制环路中常见的量化效应。这些器件可以提供两个独立的输出，或配置为提供两相单输出。多达 6 相可以交错和并联，以在多个 IC 之间实现准确的均流，从而最大限度地为大电流和 / 或多输出应用降低输入和输出滤波要求。一个集成的放大器提供真正差分远端输出电压取样，从而实现了准确度很高的调节，而且不受电路板 IR 压降的影响。图 1 显示了一个典型应用，该应用利用 LTC3880 从 12V 总线电压产生 1.8V/20A 和 3.3V/15A。

利用凌力尔特公司基于图形用户界面的 LTpowerPlay 开发软件，LTC3880/-1 的配置非常容易通过器件的 I2C 串行接口保存到内部 EEPROM 中。片内上存储器允许特定用户设置。此外，这些控制器还能自主加电，而不会增加主处理器的负担。输出电压、开关频率、相位以及器件地址的默认设置可选择由外部电阻分压器配置。LTC3880/-1 具内置的 16 位 ADC，提供了同类最佳的可编程性和遥测回读。

设定 LTC3880/-1 的分辨率和遥测准确度

LTC3880/-1 的编程分辨率

- VOUT 命令
- 12 位分辨率
  - 5.5V 范围，每步进 1.375mV
  - 2.75V 范围，每步进 687uV
- 电流限制设定点
- 3 位分辨率，±5mV 的准确度

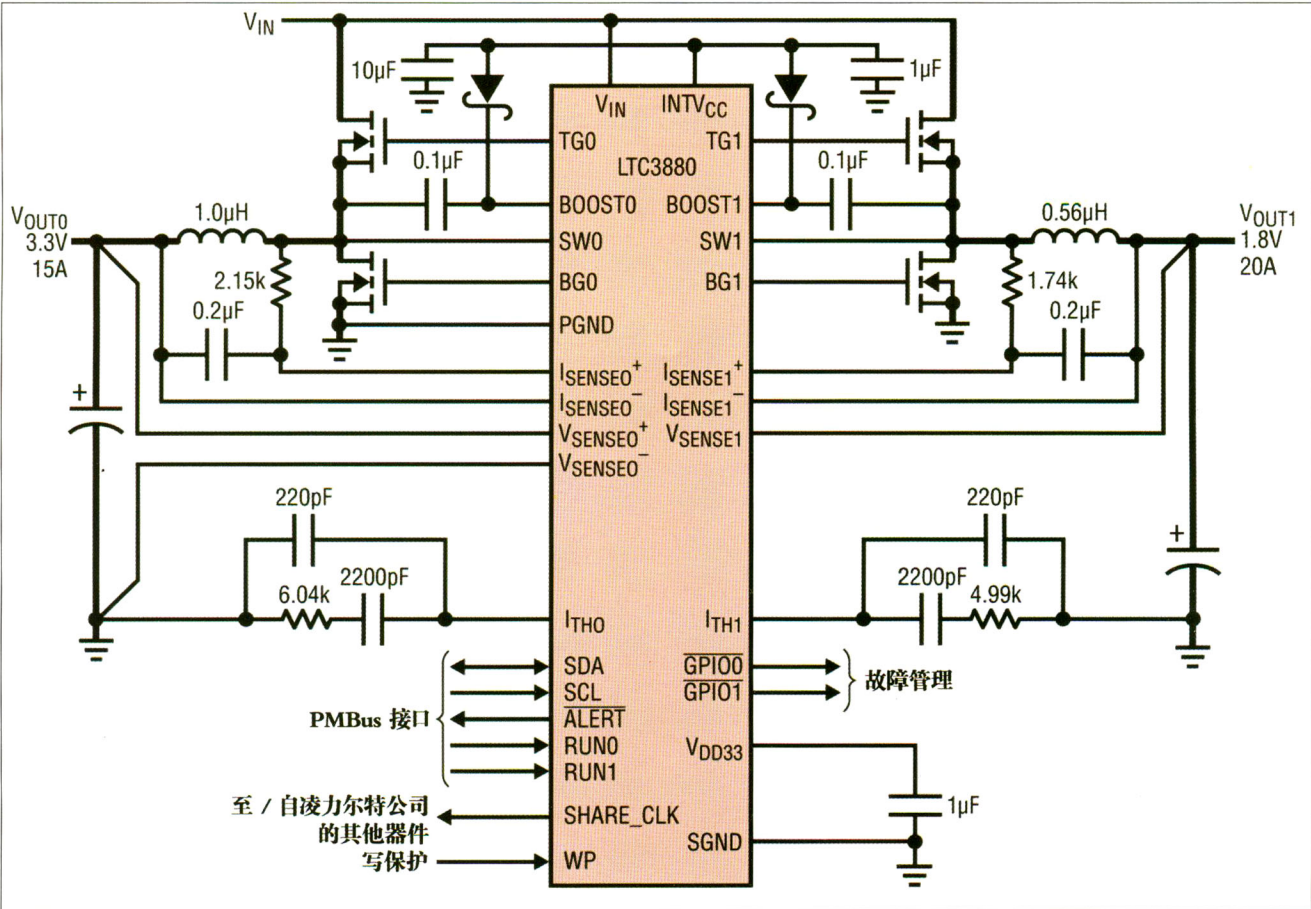


图 1: LTC3880 应用原理图

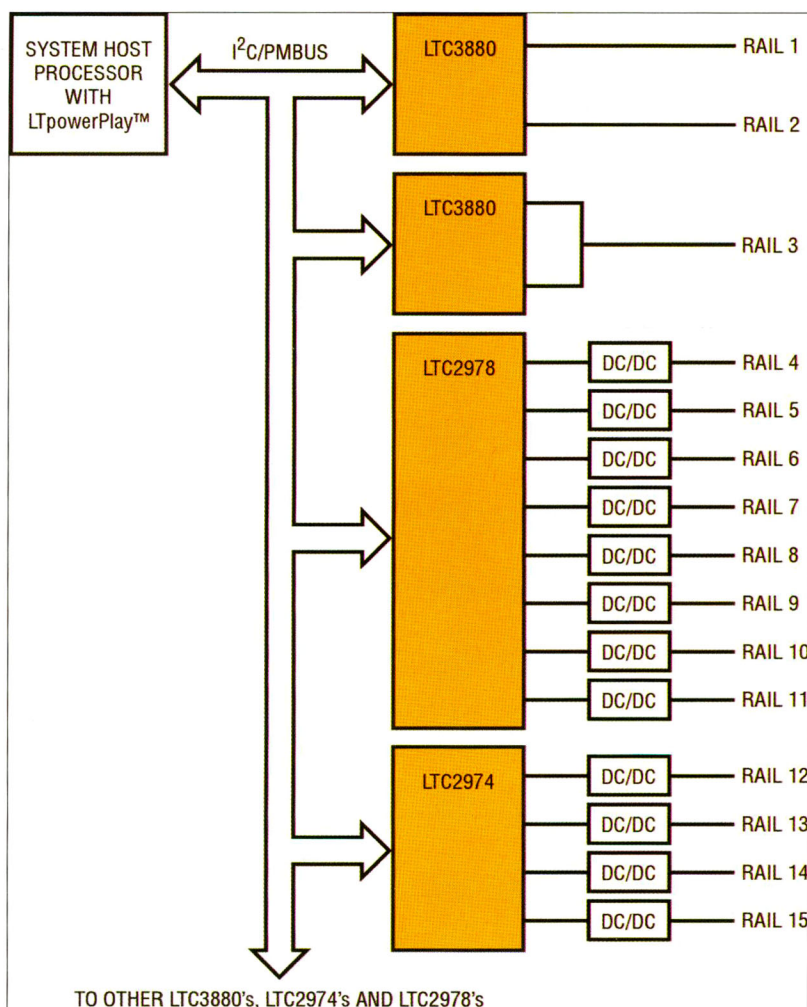


图2: 有关怎样通过一条 I2C / PMBus 控制 15 个电压轨的方框图

- 25mV ~ 75mV 范围  
OV/UV VOUT 监察器
- 8 位分辨率,  $\pm 2\%$  的准确度  
OV/UV VIN 监察器
- 8 位分辨率,  $\pm 2\%$  的准确度  
LTC3880/-1 遥测分辨率  
输入电流
- 16 位分辨率  
● 每相位及合计  
VIN
- 16 位分辨率,  $\pm 2\%$  的准确度  
VOUT
- 16 位分辨率,  $\pm 0.5\%$  的准确度  
IOUT
- 16 位分辨率

- 6mV VSENSE 时准确度为  $\pm 1\%$

- DCR 的校准因数

LTC3880/-1 具内置的集成式 MOSFET 栅极驱动器, 以在 4.5V~24V 的输入电压范围内驱动全 N 沟道功率 MOSFET, 而且在整个工作温度范围内, 这些器件能以每相位高达 30A 的输出电流, 在 0.5V~5.5V 的输出电压范围内, 提供  $\pm 0.50\%$  的准确度。LTC3880/-1 还可以驱动电源构件或 DR MOS 器件。LTC3880/-1 的最短接通时间仅为 90ns, 使其非常适用于紧凑型高频 / 高压比应用。跨多个芯片的准确定时和基于事件的排序允许优化复杂的多轨系统的加电和断电。

LTC3880 具一个内置的 LDO。LTC3880-1 允许使用外部偏置电压, 以实现最高效率。这两款器件都采用耐热增强型 6mm x 6mm QFN-40 封装, 具  $-40^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$  的工作节温范围。

### 真实应用的数字系统管理

大型多轨电源电路板通常由一个隔离式中间总线转换器组成, 该转换器将 48V、24V 或其他背板电压转换到较低的中间总线电压 (IBV), 一般为 12V, 该 12V 电压分配到 PC 板卡各处。每个负载点 DC-DC 转换器将中间总线电压降至所需的轨电压, 一般在 0.6V~5V 范围, 同时电流范围为 0.5A~120A。图2显示了怎样用凌力尔特各种不同的控制器和 DC/DC 转换器控制一个多轨系统。负载点 DC/DC 可以是自含式模块、单片器件或由多个具电感、电容及 MOSFET 的 DC-DC 控制器 IC 组成的解决方案。这些电压轨通常对排序、电压准确度、过流和过压限制、裕度控制以及监察有严格要求。

显然, 电源管理的复杂性在提高, 而且有超过 30 个轨的电路板并非不常见。这类电路板是密集排列的, 而且数字电源系统管理电路必须不占用太大的电路板空间。该电路必须易于使用, 而且能控制大量

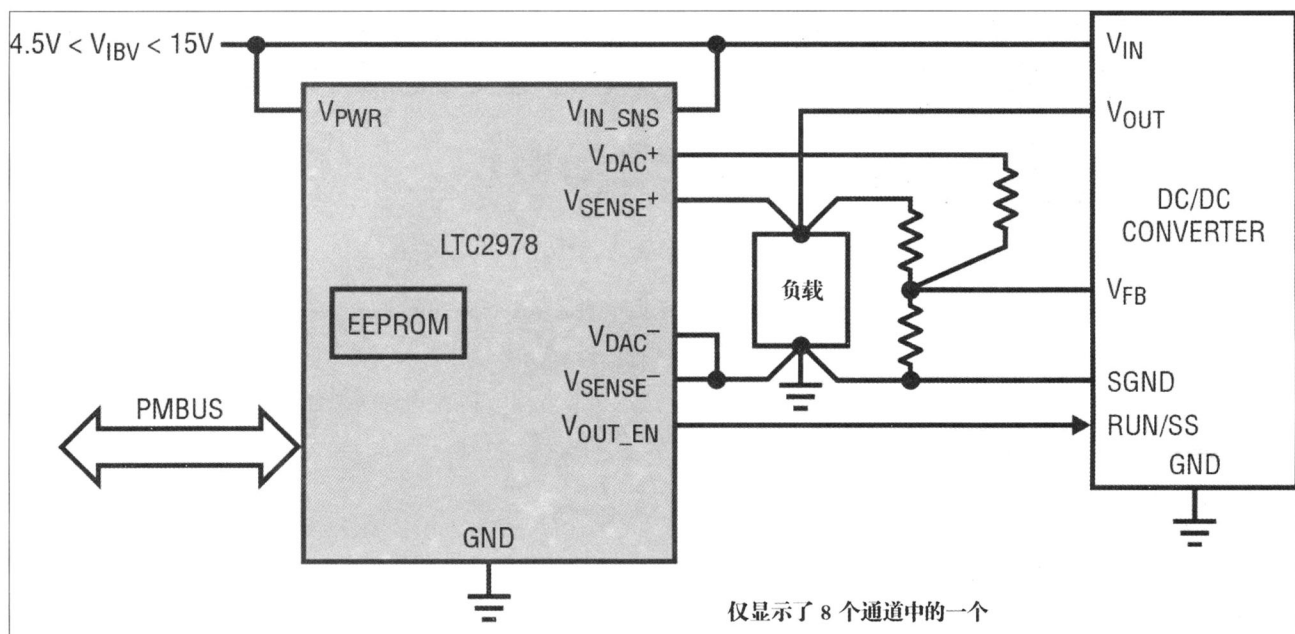


图3: LTC2978 控制一个外部 DC/DC 转换器

轨。凌力尔特的 LTC2978 兼有与 LTC3880/-1 及 LTC2874 一起工作必需的所有功能，以在单段 I2C 总线上控制多达 72 个电压。LTC3880/-1 控制、监视并产生两个大电流轨。LTC2978 控制并监视多达 8 个轨，而 LTC2974 控制并监视 4 个轨。这样的解决方案必须自主工作，或与系统主处理器通信以获取命令、实现控制并报告遥测数据。图 3 显示了控制 DC/DC 转换器的 LTC2978 的一个通道。

开发 PMBus 命令语言是为满足大型多轨系统的需求。除了一套定义完备的标准命令以外，PMBus 兼容器件还可以采用它们自己的专有命令，以提供创新性增值功能。大部分命令和数据格式的标准化对制造这类系统板的原始设备制造商（OEM）很有利。该协议是通过业界标准 SMBus™ 串行接口实现的，实现了电源转换产品的设定、控制和实时监视。命令语言和数据格式标准化允许 OEM 非常容易地开发和重用固件，这可以帮助电源系统设计师缩短产品开发时间并加快上市。

凭借超过 75 种 PMBus 标准命令的功能，用户可以利用其中一种最流行的开放标准电源管理协议，对电源系统进行充分的运行控制。通过确定 ALERT 引脚以响应所支持的 PMBus 故障，用户还可以为系统控制器产生中断请求。凌力尔特提供的 LTpowerPlay 图形用户界面使用户能非常容易地获取

LTC3880/-1 的运行状态和设定值。

## 结论

数字电源为电源建立了一种新的设计环境，这在几个方面创造了价值。首先，在开发阶段，用一个简单的 PC 连接对模拟电源实施数字控制非常有用，使设计师能让系统迅速进入工作状态。多轨系统设计师需要非常容易地监视、控制和调节电源电压、限值和排序。生产裕度测试比传统方法更容易进行，因为整个测试可以通过 I<sup>2</sup>C / PMBus 总线用几条标准命令控制。

有关电源工作状态，电源系统数据可以发回给 OEM，从而有效地打开了与 DC/DC 转换器工作状态有关的盲点。如果一个电路板被返回了，那么可以回读故障日志，以确定发生了什么故障、电路板温度以及故障时间。这类数据可用于快速确定故障的根源，确定系统工作时是否超出了规定的工作限度，或者用来改进未来产品的设计。

一个设计恰当的数字电源管理系统可为用户提供功耗数据，允许做出智能能量管理决策，这可用于降低总体功耗。数字电源并不能解决所有人的问题，不过就多轨复杂系统和需要保留电源系统状态记录的 OEM 来说，数字电源是一个非常强大的工具。CIC