

调试电源启动问题

作者: Robert Taylor, 应用工程师, 电源设计服务, 模拟产品市场

Ryan Manack, 应用工程师, 电源设计服务, 模拟产品市场

引言

您刚刚收到由制造商提供的组装好的电源印刷电路板 (PCB)。您插上电源, 猜猜怎么着? 它出故障了。不管您是新入行的工程师, 抑或是业内的资深人士, 对那种沮丧感都是深有体会的。无论您花多少天多少小时进行运算、不断地完善自己的设计、并谨小慎微地实施 PCB 的布局和布线, 您的 3.3 V 输出在万用表上只显示为“0”, 或者更糟, 在一阵轻烟之后它就烧毁了。

对于电源来说, 使用简单的脉宽调制器 (PWM) 和有限的特别部件、零件或功能元件的日子已经一去不复返了。集成电路 (IC) 具有几十个引脚以及诸如软启动、电流限制、预偏压启动和启动电容器等功能。但是, 其中一些功能的意义是什么, 又是哪些功能将会在特定的情况下阻止电源的工作呢?

本文提供了一种针对故障设计的逻辑调试过程。故障检修过程从简单的“陷阱”开始, 然后再处理更加棘手的问题, 即便是经验丰富的设计人员也可能觉得这些内容是颇有帮助的。

测量概述

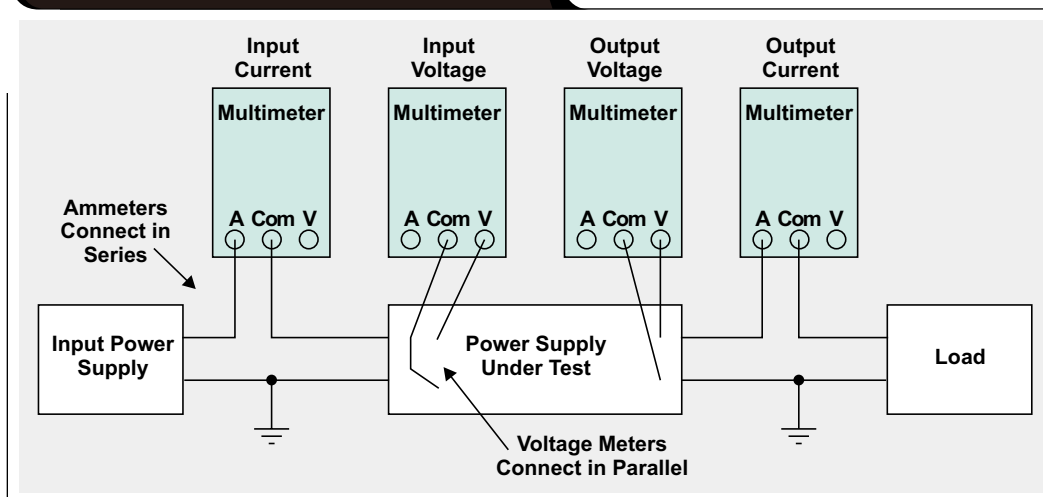
当调试电源问题时, 最明显的错误会耗费大量的时间。在电源首次通电之前, 最好是对电路板进行一下目视检

查。设计人员必需查实安装了正确的部件、检查缺失的部件、查验所有的焊接点并检验部件焊接朝向的正确与否。再次确认表面贴装型电阻器和电容器在装配中未被调换, 而且正方形的 IC 没有被旋转 90° 或 180°。如果您没有做目视检查, 而电路板在接通时发生了故障, 那么这正是找出和更换受损部件并对电路板的其余部分进行检查的好时机。

一旦完成了目视检查和器件更换, 下一步要做的事情就是检查输入电缆是否正确地连接。图 1 示出了典型的单输入、单输出电源测试设置。

在验证了输入连接之后, 启动调试过程最简易的方法是利用一个万用表或示波器。万用表可用于确保输入电压被传递至 PCB 并到达电路板上的正确位置。如果使用一个安培表来测量输入电流, 则该表有可能连接错误或者具有一个将阻止输入电压到达电路板的熔断丝。当验证至电路板的电源时, 测量布设在 IC 旁边的电容器两端的电压。有些转换器具有分别用于模拟电路和功率级的 AVIN 和 PVIN 引脚。确认这些节点均接收指定的电压。一旦您验证 IC 已在接收电压, 下一个需要检查的事项就是内置的线性稳压器或基准电压。核对产品数据表以确保这些引脚上的电压是正确的。在调试过程上花费过多的时间之前, 这将是检查另一块电路板的绝佳机会。如果其他的电路板工作正常, 那么这有助于把发生的问题从设计问题压缩为装配问题或 PCB 问题。

图 1: 典型的电源测试设置



电源 IC 通常具有输入使能和欠压闭锁 (UVLO) 电路。示波器可用于查看这些电压电平。探测输入电压和使能引脚以观察它们是否各自超过了 IC 数据表所规定的启动门限。有些转换器需要在施加输入和切换使能引脚之前提供 5 V 或 3.3 V 偏压。应验证该偏压存在于正确的时序中。

详细的调试程序

在验证了 IC 于输入和使能引脚上接收正确的电压之后，下一步是检测 IC 是否尝试启动。虽然万用表在输出端上显示的读数为 0.0 V，但是器件在关断之前也许已经启动了开关操作。把示波器探头安放在开关节点、输入电压、输出电压和使能引脚上。在开关节点上将示波器设定为正常触发，并把 x 轴标度放大为每格约 1 ms。给电路板加电并观察示波器是否触发。如果触发器执行捕捉操作且有波形出现，则表明 IC 尝试了一次输出充电。电源有可能因为短路而被关断。将电源从输入拿掉并测量从输出至地 (GND) 的阻抗。如果是短路或异常低的阻抗，则必需确定起因。

取消电感器可帮助将输出节点与 IC 隔离开来。如果短路位于输出端，则可能是输出电容器短路。如果短路位于电感器的 IC 侧，则可能存在诸多问题。隔离短路的第一步是开始移除短路节点上的部件。如果这不奏效，则可使用一个电源和热感摄像机来查找短路所在的位置。把电源的电流限制为几个安培并在短路端子的两端加电。注意不要超过该节点上任何组件的额定电压。然后使用热感摄像机来观察电路板的升温点。用显微镜来检查以查明问题。

如果电源未尝试执行开关操作，则需验证半导体元器件安装正确且未损坏。检查 MOSFET 阻抗。栅极至源极阻

抗和漏极至源极阻抗均应该很高。接着，使用万用表上的二极管测量工具来测量所有 MOSFET 的体二极管。MOSFET 的源极至漏极体二极管电压应在 0.3 V 至 1 V 的范围内。如果这些端子短路，则器件烧毁且必须更换。检查该电路中任何其他二极管的正向电压以证实其安装朝向是正确的。

软起动电路可用于控制电源输出的斜坡上升。这通常是负责给一个电容器馈电的电流源。如果该电容器短路或有意地保持在低电平，则将阻止器件执行开关操作。

在某些场合中，电源启动并尝试进行调节。应了解电源控制器内部的保护功能，这一点很重要。此类功能可以包括过压保护 (OVP)、欠压保护 (UVP)、过流保护 (OCP)、欠压闭锁 (UVLO) 和过温保护 (OTP)。

如果电源执行开关操作且输出电压斜坡上升并发生过冲，则控制器有可能由于 OVP 而闭锁。检查顶端反馈电阻器以验证其安装正确。如果输出电压未及时斜坡上升，则 UVP 会起作用。假如在启动期间出现过流，抑或在启动过程中电源电压低于输出电压设定点，就会发生这种情况。倘若电源即将达到一种过流状态，它或许会不触发 UVP 跳变。然而，其可能拥有另一种保护方法。这些保护包括了电压折返、打嗝模式或器件锁断。

另一个问题可能是输出电容过大，转换器不能在软起动时间用完之前给输出充电。在该场合中，采用一个较大的软起动电容器可帮助解决该问题。大多数 IC 都具备过温保护功能电路，以避免器件出现热失控。当温度能够升至远高于 100°C 时，采用热感摄像机来诊断此故障。IC 可以在冷却之后立即尝试重新启动，并提供某种故障标志。

表 1: 针对电源启动问题的故障检修清单

步骤	问题	症状	解决方案
在连接任何电缆之前，进行目视检查。			<ul style="list-style-type: none"> 对照电路板来核对物料清单 (BOM) 和原理图 (SCH) 确保安装了跳线和 0Ω 电阻器 确保不存在 DNP 部件 查验所有的焊接点
连接电缆			<ul style="list-style-type: none"> 确保所有的电缆均正确地布线 确保安培表采用导线进行串联连接! 确保电缆直径足够大以处理电流
加电	冒烟		<ul style="list-style-type: none"> 判定为不合格，修复失效部件，在启动时使用电流限制功能。检查多块电路板。
	不启动	无电压输送至 IC	<ul style="list-style-type: none"> 检查输入电缆 检查万用表熔丝 检查板载熔丝 检查从电源至 IC 的路径
		检查 EN、VREG、VREF	<ul style="list-style-type: none"> 检查使能电压、UVLO、软启动电压、内部稳压器和内部基准。更换不正确的 IC。
		无开关操作	<ul style="list-style-type: none"> 检查 MOSFET 是否短路 检查 MOSFET 的体二极管 检查其他二极管的安装朝向是否正确
		短暂的开关操作	<ul style="list-style-type: none"> 检查输出是否短路 取消电感器以帮助提供隔离 使用热感摄像机以帮助发现问题
	启动立即关断		<ul style="list-style-type: none"> 检查 OCP、OVP、UVP 取消电感器并增添一个电流环路 检查反馈路径以确保连通性 隔离电路板上的任何外部负载 检查以确保软启动即将完成，可能需要使用一个较大的电容器

结论

电源是复杂的电路，因此对其设计、布局、制造和装配必须谨慎从事。在事情不完美的情况下调试过程其本身就是一项技巧。遵循本文所描述的小贴士和过程可帮助设计人员以有效和及时的方式找到补救的方法。德州仪器拥有一个包含了 1000 多款制作完成并经过测试的电源设计存档。^[1] 所有这些设计方案都配套提供了电路原理图、测试报告和光绘文件。

参考文献

面向电源管理器件的 TI 参考设计库。

相关网站

订阅 AAJ:
www.ti.com.cn/subscribe-aaaj

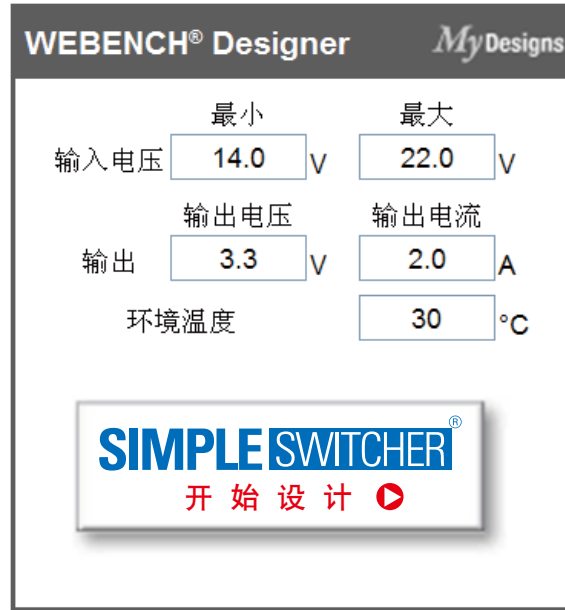
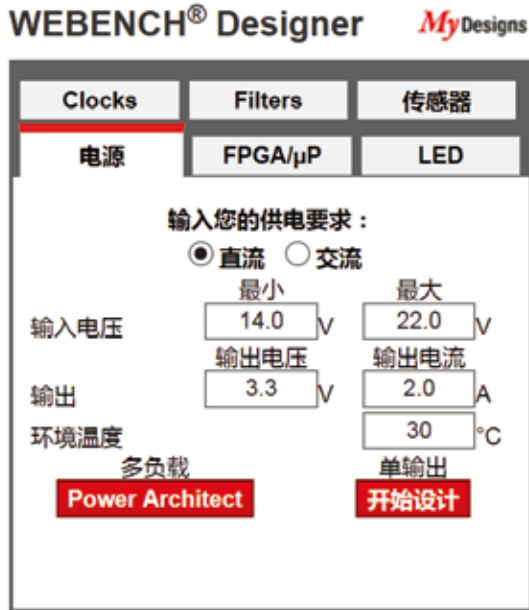
TI Designs 参考设计库提供完整的设计方案，由资深工程师团队精心创建，支持汽车、工业、医疗、消费等广泛应用的设计。在这里，您能找到包括原理图、物料清单、设计文件及测试报告的全面设计方案。登陆TI Designs，找寻更多适合您的参考设计！简单设计，从TI起步。

马上登录 ti.com.cn/tidesigns 查询最适合您的设计文档。



WEBENCH® 设计中心: 易于使用且可提供定制结果的设计工具。
PowerLab™ 参考设计库, 包含了近千个适用于所有应用的参考设计。
电源在线培训课程

www.ti.com.cn/webench
www.ti.com.cn/powerlab
www.ti.com.cn/powertraining



德州仪器在线技术支持社区

www.deyisupport.com

中国产品信息中心 免费热线:

800-820-8682

TI新浪微博



weibo.com/tisemi

热门产品

DAC8760	用于 4-20mA 电流回路应用的单通道、16 位、可编程电流/电压输出 DAC
DAC7760	单通道、12 位可编程电流输出和电压输出 DAC
ADS1247	极低噪声、精密 24 位 模数转换器
ADS1120	具有串行外设接口的低功耗、低噪声、16 位 ADC
ISO7242	四通道 2/2 25Mbps 数字隔离器
ISO7631FM	4kV _{PK} 低功耗三通道、150Mbps 数字隔离器
TPS54062	4.7V 至 60V 输入、50mA 同步降压转换器
TLK105L	工业温度、单端口 10/100Mbps 以太网物理层
SN65HVD255	CAN 收发器具有快速循环次数, 可用于高度已加载网络

了解更多, 请搜索以下产品型号:

DAC8760



重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接版权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独自负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独自负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated