

FPGA 电路设计: 应对电源相关问题的挑战

应用指南



引言

在您设计可编程门阵列(FPGA)电路时,必须极端重视电源问题,从而使最终产品能在所有可能的工作条件下无缺陷和处于最优状态。FPGA 电路电源有两项需考虑的问题: FPGA 电路上电要求和 FPGA 电路功率分析。这篇应用指南探讨这两方面的要求,讨论您可能遇到的挑战,以及帮助您应对挑战的解决方案。

FPGA 电路的上电

FPGA 电路有多路电源输入。为优化开机接通时的电流拖曳,防止锁死和永久性的电路损坏,这些电源输入必须有精确的上电序列和/或正确的电压变化率。如果 FPGA 电路包括一片或多片专用集成电路(ASIC),或需要配置与 FPGA 通信的器件,上电过程也许相当复杂。在这种情况下,可能要在 FPGA 自身完全配置前或配置后,依照某种时序给其它器件上电。同时也需要防止开机接通时的毛刺干扰和降低开机接通的功耗。

FPGA 电路功率分析

FPGA 电路的功耗与几项因素,特别是与其设计相关。这些因素包括配置 FPGA 所使用硬件描述语言的优化质量,与 I/O 的连接接口,以及 I/O 流量的频率。您需要在所有可能工作条件下测试 FPGA 电路功耗,从而确定设计必须提供的最大电源功耗。您还需要捕获大电流尖峰的精确轮廓,并施加时间戳,以确定尖峰是在哪一工作点出现。可能还需要为电源资源有限的产品(例如由电池供电的设备)进一步优化设计。FPGA 电路功率分析对于设计中的热管理也是重要的。过热有可能损坏硅器件,因此也许需要调整所设计产品的尺寸,从而允许更大的散热面积,或更多的冷却气流。

现有解决方案存在的问题

目前常用的上电解决方案

在给 FPGA 电路上电时,工程师有两种常用的方法:固定稳压电路和单路输出可编程电源。固定稳压电路抑制正常的上电序列特性,通过 RC 网络实现要求的变化率。由于缺少灵活性,这种解决方案不能很好适应电路设计的前期要求。设计师需要在 FPGA 允许范围内通过精调上电序列和变化率优化开机功耗,而这些解决方案却只有很小的优化空间。如果 FPGA 在开机时发生问题,比如锁死,稳压电路也不能为调试提供多少有用信息。

作为另一种设计前期的解决方案,可编程电源能够避免许多与固定稳压电路相伴的头痛问题。但这种方案需要编程,可是利用象 Windows 这样的非实时操作系统对 FPGA 电路设置严格的上电时间序列和变化率,将是非常困难,甚至是不可能实现的。



Agilent Technologies

通常情况下，随着公司项目的发展，您的FPGA电路设计目标会有所变化，在采用可编程电源时有可能是一个问题。如果您的时序和功率要求有改变，您的电源硬件工作范围和软件设置也就需要随之改变。在每次改变FPGA电路设计时，重新配置可编程电源相关的时间、资金和人力资源成本都很高。理想解决方案应是一台通用的设备，由设备内部提供支持基于硬件的输出时间序列和电压上升率。

功率分析

FPGA电路的初步功率分析采用估算算法。您可在FPGA制造商提供的文档中找到这些算法。估算算法的精度很低。它的主要目的是为设计师在考虑功率分配时，提供估计FPGA电路平均功耗和最坏条件功耗的一个起算点。有些FPGA制造商更进一步提供用于功耗计算的软件工具。

当您完成初步的FPGA配置后，即可用FPGA电路仿真工具进行功率分析。仿真工具由FPGA制造商，或第三方软件开发商提供。对仿真的设置可能是费时的，它取决于FPGA电路要处理

的I/O流量。只要想象高速以太网交换机中FPGA电路的I/O流量有多么巨大，就知道设置精确的仿真是花费很长时间的乏味工作。还需考虑的另一问题是仿真的精度——这在很大程度由对仿真设置的精心程度决定。对于任何软件仿真，都不可能达到百分之百的仿真精度。

最新解决方案

工程师可使用N6705A直流电源分析仪解决所遇到的FPGA电路上电要求和功率分析问题。N6705A直流电源分析仪提供四路直流电源输出。各路输出特性由插入的直流电源模块确定。N6705A共有21种不同的电源模块。在下面所列的N6705A特性表中，您可看到这是应对FPGA电路测试中电源问题的理想解决方案。无需编程，您就可通过仪器前面板或网络接口设置所有下述特性。

- 每一路输出都可达到300W和20A。输出功率和上/下编程速度由该路输出的电源模块决定。可通过并联多路输出构成虚拟的单路输出，

得到更大的功率和电流能力。这些特性保证了所有FPGA电路及任何连接的电源输入都有高于要求的功率能力。

- 直流电源输出具有输出序列能力。延迟范围为0至1.023 s，以1 ms步进。各通道快至20 μ s/V的精确变化率控制允许为每一通道设置电压上升时间。如果您需要得到4路以上的序列电源输出，可把多台主机一起按序输出。这些特性保证了您能够满意地达到不同FPGA电路设计的各种上电序列要求及电压上升率。
- N6705A 提供示波器式的显示，可为您显示出多个通道的电压、电流和功率与时间关系。这一特性使FPGA电路设计师能实时观察所设计电路中的电压、电流和功率事件。
- N6705A 中的内置数据记录器把带有时戳的数据连续记录在文件中，并显示出来。您能同时记录所有四路输出的数据。数据记录文件可保存到内存或外部USB存储器中。
- 表1列出的N6705A电源模块是FPGA测试和可应用特性的最好解决方案。

表 1 推荐用于 FPGA 测试的 N6705A 电源模块

		N6751A/52A	N6754A	N6761A/62A
额定直流输出	电压	50 V	60 V	50 V
	电流	5 A/10 A	20 A	1.5 A/3 A
	功率	50 W/100 W	300 W	50 W/100 W
满电阻负载时的最大上编程时间 (总电压 10% 至 90% 的时间)	电压变化	0 - 10 V	0 - 15 V	0 - 10 V
	时间	0.2 ms	0.35 ms	0.6 ms
	电压变化	0 - 50 V	0 - 60 V	0 - 50 V
	时间	1.5 ms	2.0 ms	2.2 ms
电压表 / 电流表测量精度 (23°C±5°C)	电压高量程	0.05%+20 mV	0.05%+25 mV	0.016%+6 mV
	电压低量程 (5.5 V)	N/A	N/A	0.016%+1.5 mV
	电流高量程	0.1%+4 mA	0.10%+8 mA	0.04%+160 μ A
	电流低量程(100 mA, 0-7 V)	N/A	N/A	0.03%+15 μ A
	(100 mA, 0-50 V)	0.05%+20 mA	0.03%+55 μ A	

例子: 为 Xilinx Spartan-3 FPGA 电路正确上电

图1示出FPGA电路的正确上电要求和上电设置的范例。

我们在这一例中，用接口电源 (VINTF)表示用于为配置器件如 NOR Flash PROM 或微控制器供电的电源。为正确配置 FPGA，VINTF要在FPGA上电前 1 ms 开启，以仿真真实世界中的配置情况。这一上电延迟保证了配置器件已完成上电，并准备好向FPGA馈来自存储器的配置。

Spartan-3系列FPGA没有严格的序列上电要求。但如果VCCINT在VCCAUX之前，或与其同时上电，FPGA将消耗过多的内核电流。这一过度的电流拖曳将更快降低电池寿命，并强制负责功率分配的设计师选择更高电流和功率的调整器。图2示出上电序列，或输出接通/关

断延迟设置屏幕。注意 N6705A 上的 VCCINT在VCCAUX前1ms接通。这样，不需要的过度电流尖峰就产生在接通期间的内核电源(VCCINT)处，因为它在VCCAUX前上电。

图3示出了避免 ICCINT 在接通期间产生过度消耗电流所需的上电序列(左)和输出的内核电流(右)。

图 1. FPGA 电路测试装置

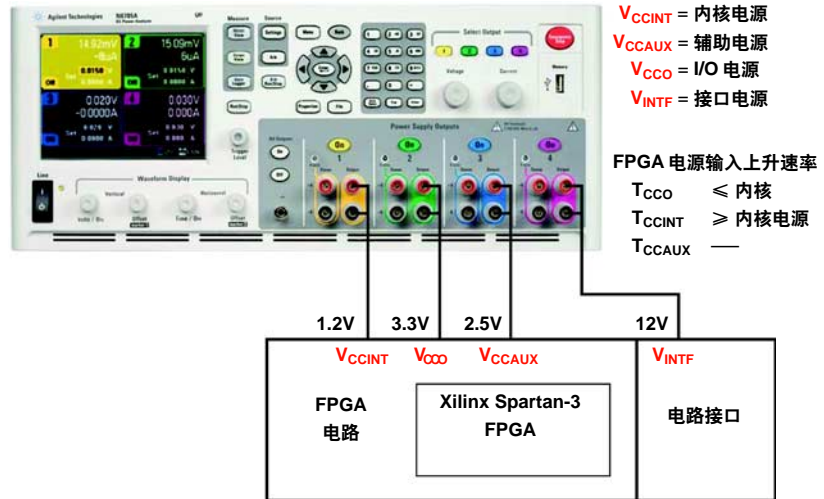


图 2. 输出序列设置和接通期间的过度内核电流

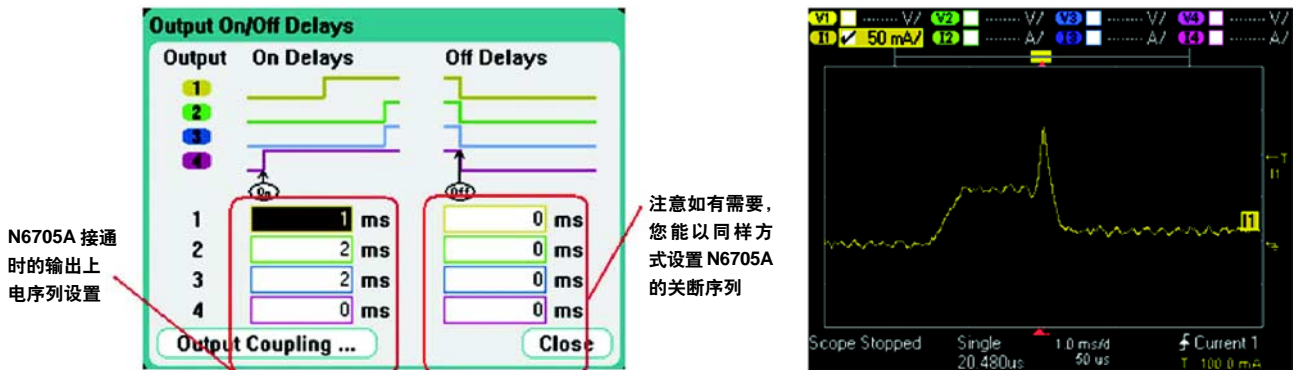


图 3. 接通时的输出上电序列设置和内核电流



为实现要求的 VCCINT 和 VCCO 上升斜率(见图1), 应调整通道1和通道2的变化率。图4是 N6705A 改变通道变化率的显示, 它用伏特/秒(V/s)表示。

为保证成功上电,FPGA电路的电源电压必须通过各自的电压阈值范围, 并且不能有电压跌落。图5显示电源接通时具有正确上电序列和上升率的N6705A各路输出。每一路电压都平稳上升, 并且没有跌落和其它不稳定行为。图5也列出范例FPGA电路测试中使用的电源模块。由于范例电路使用低功率(<2 A), 因此N675xA系列或N676xA系列的任何模块都能很好适应这一演示要求。在按您特定 FPGA 电路需要选择正确N6705A电源模块时, 必须考虑的主要技术特性包括上/下输出速度、测量精度和输出功率能力。请参看第3页表1中有关推荐电源模块及其技术指标的信息。

图4.内核电压和 I/O 压摆率设置



图5. 接通时的电源模块电压



所使用的电源模块
 通道 1: N6762A
 通道 2: N6762A
 通道 3: N6752A
 通道 4: N6752A

分析 Xilinx Spartan-3 FPGA 电路功耗

您可使用 N6705A 电源分析仪的内置数据记录仪功能分析 FPGA 电路的功耗，并无需编制程序。利用该数据记录仪的连续采样模式，直流电源模块的内置数字化仪即以每秒 50,000 读数的速率连续运行。您可规定采样周期，即要累积连续读数的时间周期。对每一采样周期保存一个平均读数(也可选最小值和最大值)。数字化仪在该工作模式连续平均和保存读数;数字化仪因始终在进行测量而不会丢失数据。您可编程从 1 ms 至 60 s 的采样周期。图 6 是 N6705A 的数据记录仪显示的屏幕。

图 7 显示用 N6705A 数据记录仪捕获的三通道电流输出 (ICCONT, ICCO, ICCAUX)。可在显示捕获的左下方看到将保存数据文件的文件名。右面显示 N6705A 的标记捕获能力。

在使用扩展存储器能力时, N6705A 的最大数据记录文件为 2 GB, 这相当于 500 M 读数。可把该数据记录文件保存到 N6705A 的内部非易失存储器 RAM,

或外 USB 存储器。所保存的文件可在以后随时观看。您也可把记录的数据输出到绝大多数数据分析软件包, 如 Microsoft Excel 能读取的 CSV 文件。

多于四路电源的序列上电

如果 FPGA 测试电路要求四路以上的电源输入, 您可使多台 N6705A 主机按序上电。这可通过主机后面板上的用户可配置数 I/O 端口实现。多台主机间的通信存在着反应时间, 但与电源模块的上升时间及 1ms 的上电序列步长相比, 这点反应时间是可以忽略不计的。这项特性的主要优点是不需要编程或撰写代码。

结论

N6705A 电源分析仪是适应所有 FPGA 电路电源测试需要的总体解决方案。N6705A 有允许序列上电和可控变化率的四路输出, 能完全满足 FPGA 电路的上电要求。与现有 FPGA 上电解决方案, 如固定稳压电路和多台可编程电源相比, N6705A 有更高的精度和灵活性, 也能为您节省时间。通过组合上面所述的多通道数据记录、示波器的观察及可扩展的深存储器, N6705A 为您提供分析 FPGA 功耗所需要的能力。与复杂的软件仿真及不精确的功耗算法相比, N6705A 有更高的精度, 更易于使用, 并且有更快的设置时间。

图 6. 数据记录仪设置

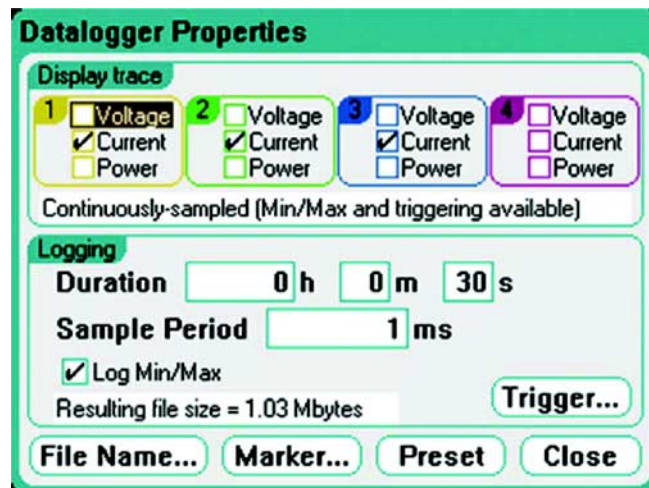
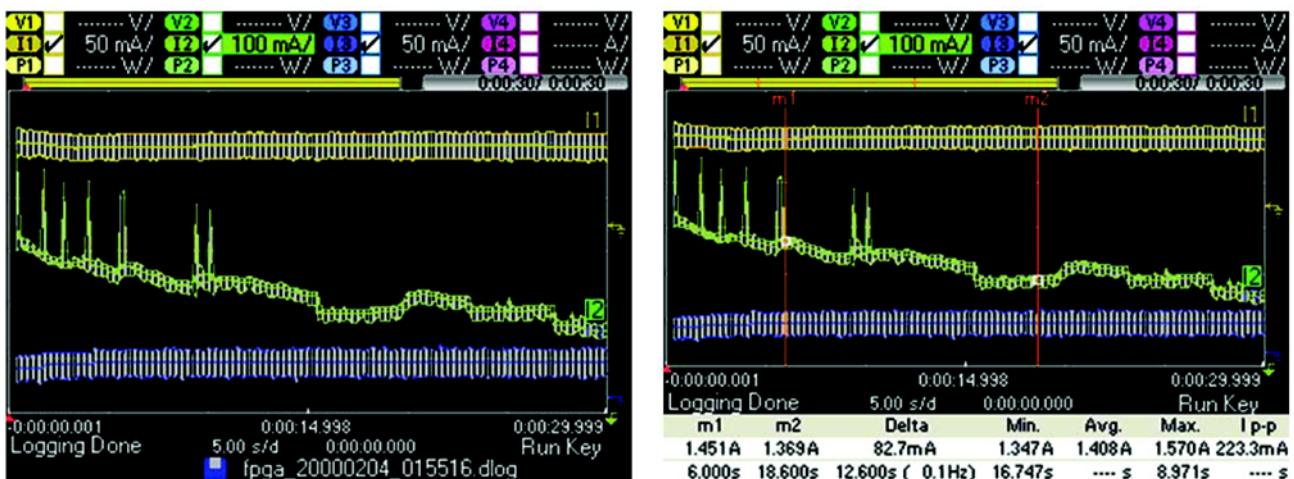


图 7. 两幅 N6705A 数据记录仪显示。右面的显示使用了仪器的标记能力



相关应用

- ASIC 电路
- PC 主板
- 微控制器电路
- 故障时的受控序列关断

相关文献

Agilent 直流电源分析仪, 产品综述, 出版物 5989-6319EN

Agilent N6700 MPS 薄形模块化电源系统, 产品综述, 出版物 5989-1411EN

要了解有关 N6705A 的详细情况, 请访问:
www.agilent.com/jumpstationhere

欢迎订阅免费的



安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates
得到您所选择的产品和应用的最新信息。



Agilent Direct

www.agilent.com/find/agilentdirect
高置信地快速选择和使用您的测试设备解决方案

Agilent
Open

Agilent Open 简化连接和编程测试系统的过程, 以帮助工程师设计、验证和制造电子产品。Agilent 的众多系统就绪仪器, 开放工业软件, PC 标准 I/O 和全球支持, 将加速测试系统的开发。要了解更详细的情况, 请访问:
www.agilent.com/find/openconnect。



www.lxistandard.org
LXI 是 GPIB 的 LAN 基继承者, 提供更快和更有效的连通能力。安捷伦是 LXI 联盟的发起成员。

有关安捷伦开放实验室暨测量方案中心和安捷伦测试与测量技术认证, 请访问: www.agilent.com.cn/find/openlab

安捷伦电子测量事业部中文资料库: <http://www.tm.agilent.com.cn/chcn/>

Remove all doubt

使您的设备恢复如新并准时送还

安捷伦承诺经我们维修和校准的设备在返回您时就像新设备一样。安捷伦设备在整个生命期中都保持其全部价值。您的设备将由接受过安捷伦专业培训的技术人员, 使用全新的工厂校准规范, 自动维修诊断步骤和正品备件进行维修和校准。您可对您的测量充满信心。

安捷伦还为您的设备提供各种测试和测量服务, 包括入门级培训、现场培训, 以及系统集成和项目管理。

要了解有关维修和校准服务的详细情况, 请访问:

www.agilent.com/find/removealldoubt

www.agilent.com

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

在线帮助: www.agilent.com/find/assist
热线电话: 800-810-0189
热线传真: 800-820-2816

安捷伦科技有限公司总部

地址: 北京市朝阳区望京北路 3 号
电话: 800-810-0189
(010) 64397888
传真: (010) 64390278
邮编: 100102

上海分公司

地址: 上海市西藏中路 268 号
来福士广场办公楼 7 层
电话: (021) 23017688
传真: (021) 63403229
邮编: 200001

广州分公司

地址: 广州市天河区北路 233 号
中信广场 66 层 07-08 室
电话: (020) 86685500
传真: (020) 86695074
邮编: 510613

成都分公司

地址: 成都市下南大街 6 号
天府绿洲大厦 0908-0912 室
电话: (028) 86165500
传真: (028) 86165501
邮编: 610012

深圳分公司

地址: 深圳市高新区南区
黎明网络大厦 3 楼东区
电话: (0755) 82465500
传真: (0755) 82460880
邮编: 518057

西安办事处

地址: 西安市高新区科技路 33 号
高新国际商务中心
数码大厦 23 层 01-02 室
电话: (029) 88337030
传真: (029) 88337039
邮编: 710075

安捷伦科技香港有限公司

地址: 香港太古城英皇道 1111 号
太古城中心 1 座 24 楼
电话: (852) 31977777
传真: (852) 25069256

香港热线: 800-938-693

香港传真: (852) 25069233

E-mail: tm_asia@agilent.com

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改
©Agilent Technologies, Inc. 2008
出版号: 5989-7744CHCN

2008 年 1 月 印于北京



Agilent Technologies