

4.5V 至 17V 输入，3.3V 输出，高效率 DC/DC 转换器

PMP - DC/DC Low-Power Converters

摘要

本参考设计旨在帮助尝试将 [MSP430](#) 用于 5V 至 12V 的高输入电压范围的系统，并且期望获得高效率和长电池续航时间的应用设计工程师和其他工程师。这个独特的设计可实现 4.5V 至 17V 的输入电压范围。

内容

1	特性	2
2	简介	2
3	要求	3
4	材料清单	5
5	测试结果	6
5.1	测试结果	6

图片列表

1	启动 $V_{IN} = 5V$, $I_{LOAD} = 1.5A$	6
2	启动 $V_{IN} = 5V$, 无负载	6
3	启动 $V_{IN} = 12V$, $I_{LOAD} = 1.5A$	6
4	启动 $V_{IN} = 12V$, 无负载	6
5	输出纹波电压, $V_{IN} = 5V$	6
6	输出纹波电压, $V_{IN} = 12V$	6
7	750mA 与 1.5A 之间的负载步进瞬变, $V_{IN} = 12V$	7
8	开关节点波形, $V_{IN} = 12V$	7
9	TPS62111 效率性能	7

图表列表

1	CC43 系列电源要求	3
2	MSP430x1xx 系列电源要求	3
3	MSP430x2xx 系列电源要求	3
4	MSP430x4xx 系列电源要求	4
5	MSP430x5xx 系列电源要求	5
6	PMP4775 材料清单	5

1 特性

- 4.5V 至 17V 输入电压范围
- 3.3V 恒压输出，无需使用外部电压设置电阻器
- 可驱动高达 1500 mA (TPS62111)
- 高效率 (高达 94%)
- 低静态电流 (20 μ A)
- 小型 4 mm \times 4 mm QFN-16 封装

2 简介

本参考设计用于 MSP430 微控制器系列，并且解决这里所述的电压和电流要求。MSP430 器件仅需单个 3.3V 输入；无需进行时序控制。本参考设计的工作输入电压范围为 4.5V 至 17 V。本设计已针对高输入电压范围、小型设计尺寸和低元器件数进行优化。

3 要求

各个 MSP430 系列的电源要求如下。电源是根据内核每兆赫 (MHz) 消耗的电流量给出的。模拟 I_{MAX} 列表表示采用附加功能块的情况下增加的电流量。

有关更多信息和其他参考设计, 请访问 www.ti.com/processorpower。

表 1. CC43 系列电源要求

器件系列	引脚名	电压 (V)		CPU I_{MAX} ($\mu A/MHz$)	模拟 I_{MAX} (μA)	定序顺序	定时延迟	备注
		最小值	最大值					
F613x, F513x	A_{VCC}, D_{VCC} ⁽¹⁾	1.8	3.6	250 ⁽²⁾	$I_{REF} = 140$	无	无	+最大 CPU 速度 20 MHz

(1) 建议采用同一电源为 A_{VCC} 和 D_{VCC} 供电。上电期间容许 A_{VCC} 和 D_{VCC} 之间存在 0.3V 的电压差 (最大值)。

(2) 所示为在 3V 电压下 CPU 时钟频率为 20MHz 的最大值。实际值取决于电源电压和 MCLK/内部稳压器设置。未包含外设模块电源电流或 GPIO 拉电流/灌电流, 这些电流必须单独加入。

表 2. MSP430x1xx 系列电源要求⁽¹⁾

器件系列	引脚名	电压 (V)		CPU I_{MAX} ($\mu A/MHz$) ⁽²⁾	模拟 I_{MAX} (μA)	备注
		最小值	最大值			
x11x1A	V_{CC}	1.8	3.6	350	Comp_A = 60	C11x1 : 300 $\mu A/MHz$ (最大值)
F12x	V_{CC}	1.8	3.6	350	Comp_A+ = 60	
F11x2, 12x2	V_{CC}	1.8	3.6	350	ADC10 = 1200, $I_{REF} = 400$	
F13x, 14x[1]	A_{VCC}, D_{VCC} ⁽³⁾	1.8	3.6	560	Comp_A = 60, ADC12 = 1600, $I_{REF} = 800$	F13x, 14x : Comp_A, ADC12 F14x1 : Comp_A
F15x, 16x, 161x	A_{VCC}, D_{VCC} ⁽³⁾	1.8	3.6	600	Comp_A = 60, ADC12 = 1600, $I_{REF} = 800$, DAC12 = 1500	DAC 输出未载入; DAC12 电流用于单路 DAC (器件中最多两个 DAC12)

(1) 写入/擦除系统内置闪存时需要增加的电流最大为 7mA。

(2) 8MHz 最大 CPU 时钟速度 (例如, $I_{max_x11x1} = 8 \text{ MHz} \times 350 \mu A = 2.8 \text{ mA}$)。 $V_{CC} = D_{VCC} = A_{VCC} = 3 \text{ V}$ 。实际值取决于电源电压。未包括外设模块电源电流或 GPIO 源码/吸入电流, 此二者必须单独添加。

(3) 建议采用同一电源为 A_{VCC} 和 D_{VCC} 供电。容许 A_{VCC} 和 D_{VCC} 之间存在 0.3V 的电压差 (最大值)。

表 3. MSP430x2xx 系列电源要求⁽¹⁾

器件系列	引脚名	电压 (V)		CPU I_{MAX} ($\mu A/MHz$) ⁽²⁾	模拟 I_{MAX} (μA)	备注
		最小值	最大值			
F20xx	V_{CC}	1.8	3.6	370	Comp_A+ = 60 ADC10 = 1200, ADC10_ $I_{REF} = 400$ SD16_A + $I_{REF} = 1700$ 参考缓冲器 = 600	20x1 : Comp_A+ 20x2 : ADC10 20x3 : SD16_A
F21x1	V_{CC}	1.8	3.6	410	Comp_A+ = 60	
F21x2	A_{VCC}, D_{VCC}	1.8	3.6	350	Comp_A+ = 60 ADC10 = 1200, $I_{REF} = 400$	
F22xx	A_{VCC}, D_{VCC} ⁽³⁾	1.8	3.6	550	ADC12 = 1200, $I_{REF} = 400$ OA = 290	22x2 : ADC10 22x4 : ADC10, 2 个 OA, OA 电流用于单路放大器
F23x0	A_{VCC}, D_{VCC} ⁽³⁾	1.8	3.6	550	Comp_A + = 60	
F23x, 24x[1], 2410	A_{VCC}, D_{VCC} ⁽³⁾	1.8	3.6	445	Comp_A + = 60, ADC12 = 1000, $I_{REF} = 700$	224x1 : Comp_A+ 23x, 24x, 2410 : Comp_A+, A DC12

(1) 写入/擦除系统内置闪存时需要增加的电流最大为 7mA。

(2) 16 MHz 最大 CPU 时钟速度 (例如, $I_{max_20xx} = 16 \text{ MHz} \times 370 \mu A = 5.90 \text{ mA}$)。 $V_{CC} = D_{VCC} = A_{VCC} = 3 \text{ V}$ 。实际值取决于电源电压。未包含外设模块电源电流或 GPIO 拉电流/灌电流, 这些电流必须单独加入。

(3) 建议采用同一电源为 A_{VCC} 和 D_{VCC} 供电。上电期间容许 A_{VCC} 和 D_{VCC} 之间存在 0.3V 的电压差 (最大值)。

表 3. MSP430x2xx 系列电源要求⁽¹⁾ (continued)

器件系列	引脚名	电压 (V)		CPU I _{MAX} (μ A/MHz) ⁽²⁾	模拟 I _{MAX} (μ A)	备注
		最小值	最大值			
F241x, 261x	A _{VCC} , D _{VCC} ⁽³⁾	1.8	3.6	560	Comp_A + = 60 , ADC12 = 1000 , I _{REF} = 700 DAC12 = 1500	241x : Comp_A+, ADC12 261x : Comp_A+, ADC12, 2 个 DAC12, DAC12 输出未载入; DAC12 电流用于单路 DAC

 表 4. MSP430x4xx 系列电源要求⁽¹⁾

器件系列	引脚名 ⁽²⁾	电压 (V)		CPU I _{MAX} (μ A/MHz) ⁽³⁾	模拟 I _{MAX} (μ A)	备注
		最小值	最大值			
x41x	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	350	Comp_A = 60	C41x : 300 μ A/MHz (最大值)
FW42x	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	350	Comp_A = 60 Scan IF = 650	
F42x	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	500	SD16 + I _{REF} = 1550 参考缓冲器 = 600	SD16 电流用于单路 ADC (器件上有 3 个)
FE42x[a], 42x 2	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	500	ESP430CE1 = 4900 参考缓冲器 = 600	ESP430 电流用于在 4MHz 频率下工作
F43x[1], F44x	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	560	Comp_A = 60 , ADC12 = 1600 , I _{REF} = 800	
F42x0	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	520	SD16_A + I _{REF} =1800 参考缓冲器 = 600 DAC12=1500	DAC12 输出未载入
FG42x0	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	560	SD16_A + I _{REF} =1800 参考缓冲器 = 600 DAC12 = 1500 , OA = 290	DAC12 输出未载入; OA 电流用于单路放大器 (器件中有 2 个 OA)
FG43x	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	570	Comp_A = 60 , ADC12 = 1600 , I _{REF} = 800 , DAC12 = 1500 , OA = 490	DAC12 输出未载入; OA 和 DAC12 电流用于单路放大器/DAC (器件 中有 3 个 OA 和 2 个 DAC)
FG46xx	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	740	Comp_A = 60 , ADC12 = 1600 , V _{REF} = 800 , DAC12 = 1500 , OA = 490	DAC12 输出未载入; OA 和 DAC12 电流用于单路放大器/DAC (器件 中有 3 个 OA 和 2 个 DAC)
F47xx	A _{VCC} , D _{VCC}	1.8	3.6	560	Comp_A = 60 , SD16_A + I _{REF} = 1700 参考缓冲器 = 600	16 MHz 最大 CPU 频率; SD16 电流用于单路 ADC (器件上有 4 个)

⁽¹⁾ 写入/擦除系统内置闪存时需要增加的电流最大为 7mA。

⁽²⁾ 建议采用同一电源为 A_{VCC} 和 D_{VCC} 供电。容许 A_{VCC} 和 D_{VCC} 之间存在 0.3V 的电压差 (最大值)。

⁽³⁾ 8 MHz 最大 CPU 时钟速度 (例如, I_{max_x41x} = 8 MHz \times 350 μ A = 2.8 mA)。(F47xx 最大 CPU 时钟 = 16 MHz) V_{CC} = D_{VCC} = A_{VCC} = 3 V。实际值取决于电源电压。未包含外设模块电源电流或 GPIO 拉电流/灌电流, 这些电流必须单独加入。未包含 LCD 电流。

表 5. MSP430x5xx 系列电源要求⁽¹⁾

器件系列	引脚名	电压 (V)		CPU I _{MAX} (μ A/MHz) ⁽²⁾	模拟 I _{MAX} (μ A)	备注
		最小值	最大值			
F54xx	A _{VCC} , D _{VCC} ⁽³⁾	2.2	3.6	348	ADC12_A = 220 , I _{REF} = 190	18 MHz 最大 CPU 时钟速度

⁽¹⁾ 写入/擦除系统内置闪存时需要增加的最大电流为 5mA。

⁽²⁾ 在 3V 电压下, 最大 CPU 时钟速度为 16 MHz。实际值取决于电源电压和 MCLK/内部稳压器设置。未包含外设模块电源电流或 GPIO 拉电流/灌电流, 这些电流必须单独加入。

⁽³⁾ 建议采用同一电源为 A_{VCC} 和 D_{VCC} 供电。上电期间容许 A_{VCC} 和 D_{VCC} 之间存在 0.3V 的电压差 (最大值)。

4 材料清单

表 6 显示本设计的材料清单 (BOM)。

表 6. PMP4775 材料清单

参考设计	数量	数值	说明	尺寸	器件型号	制造商
C3	1	1 μ F	电容器、陶瓷、25 V、X7R、10%	0603	C1608X7R1E105K	TDK
C6、C7	2	22 μ F	电容器、陶瓷、10 V、X5R、20%	1206	C3216X5R1A226	TDK
C8、C11	2	10 μ F	电容器、陶瓷、25V、X5R、20%	1206	C3216X5R1E106	TDK
L2	1	6.8 μ H	电感器、SMT、3.0 A、97 毫欧姆	7.010mm x 7.010mm	HA3808-AL	Coiltronics
R13、R16 、R17、R 19	4	1 M Ω	电阻器、芯片、1/16W、1%	0603	标准	标准
R14	1	10 k Ω	电阻器、芯片、1/16W、1%	0603	标准	标准
R15	1	75 k Ω	电阻器、芯片、1/16W、1%	0603	标准	标准
R18	1	0	电阻器、芯片、1/16W、1%	0603	标准	标准
U2	1		IC, 同步降压转换器, 17 V, 1.2 A	QFN-16	TPS62111RSA	TI

5 测试结果

输入和输出启动波形如图 1 至图 4 所示。输出纹波电压如图 5 和图 6 所示。图 7 显示了瞬态响应。开关节点波形如图 8 所示。

5.1 测试结果

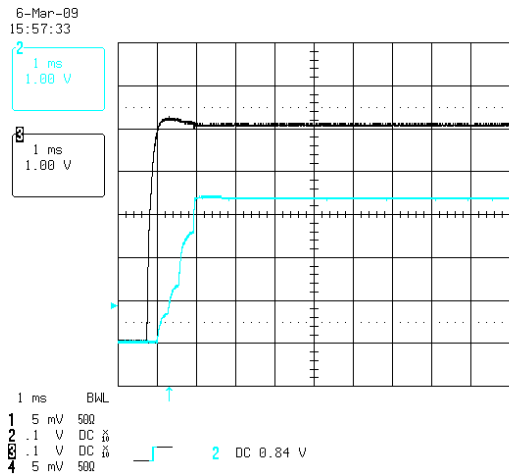


图 1. 启动 $V_{IN} = 5V$, $I_{LOAD} = 1.5A$

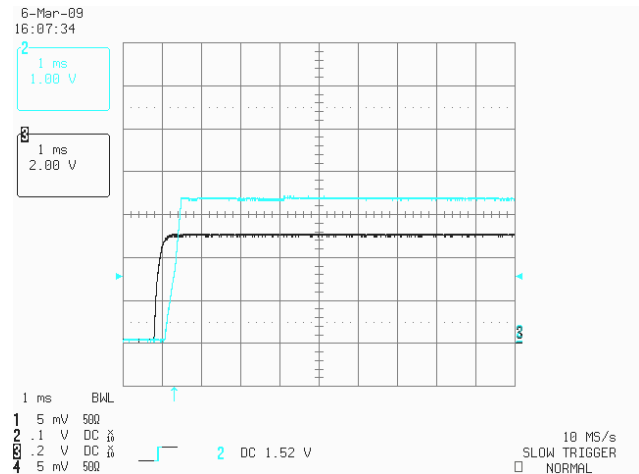


图 2. 启动 $V_{IN} = 5V$, 无负载

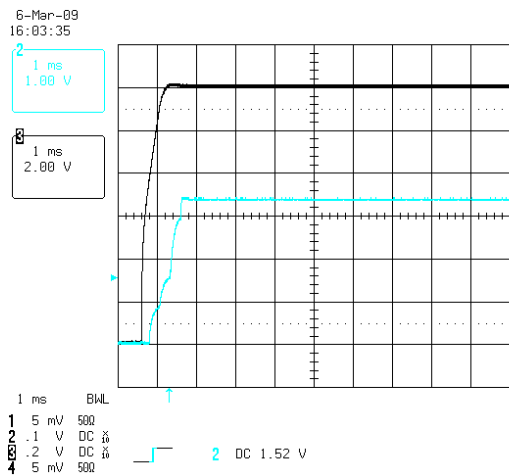


图 3. 启动 $V_{IN} = 12V$, $I_{LOAD} = 1.5A$

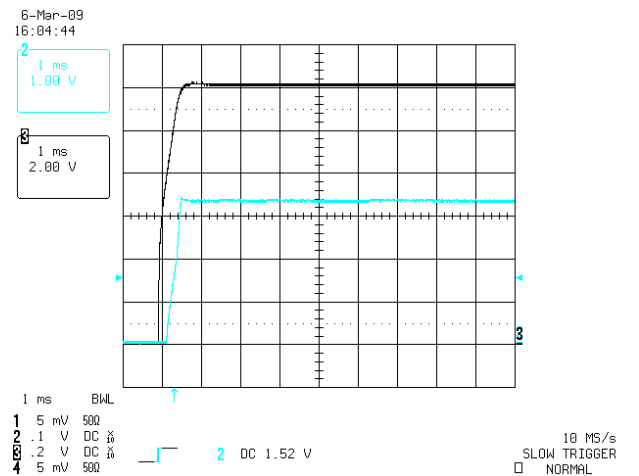


图 4. 启动 $V_{IN} = 12V$, 无负载

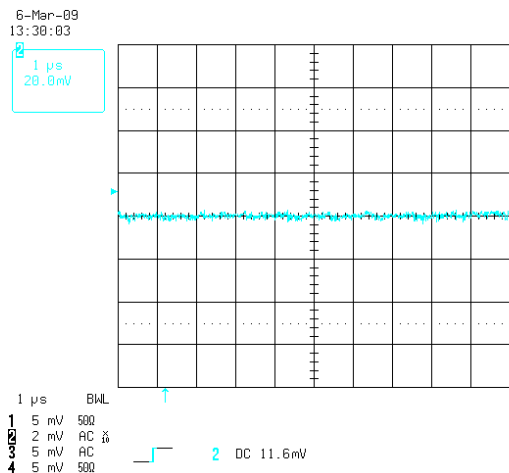


图 5. 输出纹波电压, $V_{IN} = 5V$

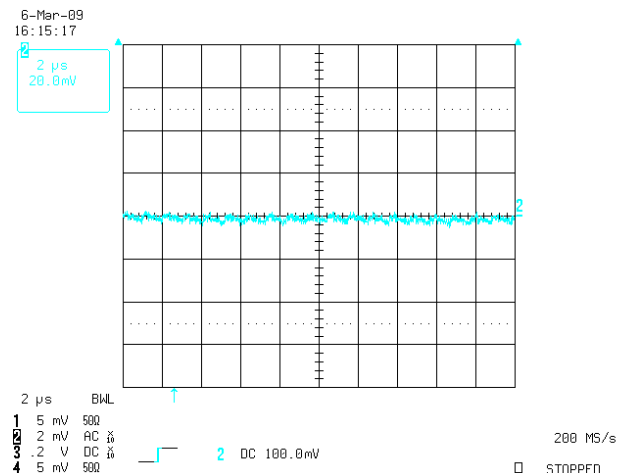


图 6. 输出纹波电压, $V_{IN} = 12V$

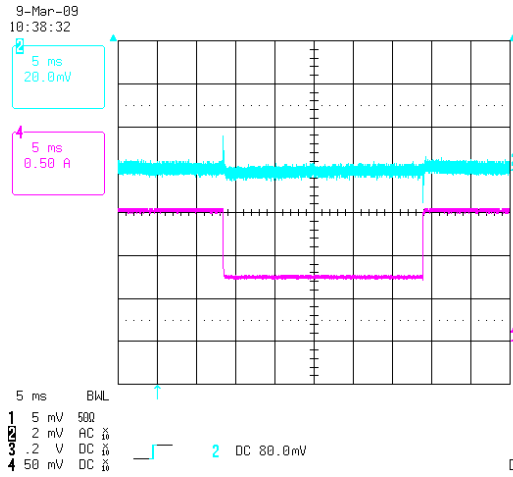


图 7. 750mA 与 1.5A 之间的负载步进瞬变, $V_{IN} = 12V$

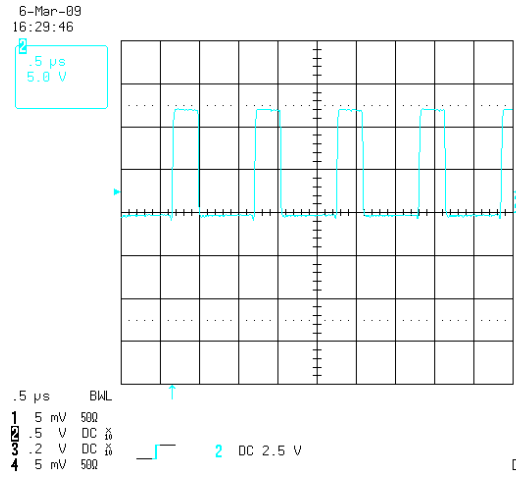


图 8. 开关节点波形, $V_{IN} = 12V$

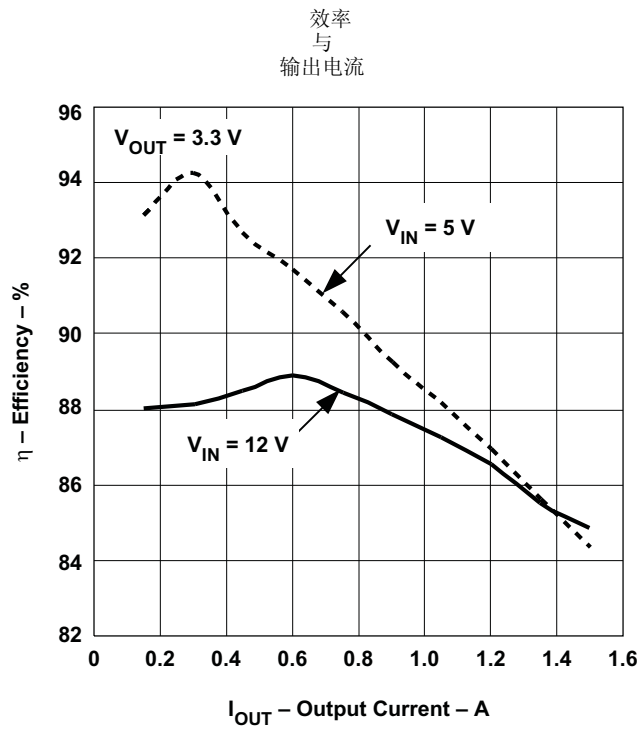


图 9. TPS62111 效率性能

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时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, 并有权随时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 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品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 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含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 的数据手册或数据表, 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。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated