

3.5V 至 36V 输入, 0.8A 输出, 降压型同步开关电源

1 特性

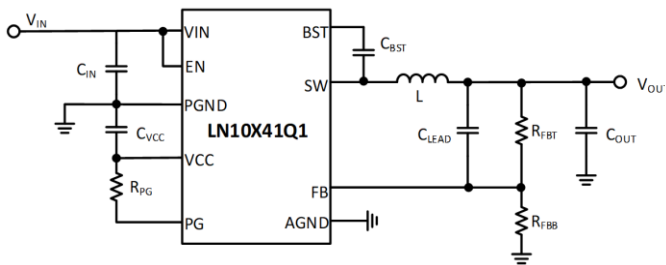
- 通过汽车等级 AEC-Q100 Grade 1 验证
- 宽输入电压范围: 3.5V 至 36V
- EMI 优化的 LQFN2030W-11 封装
- 宽输出电压外部可调: 1V 至 V_{IN}
- 集成上, 下功率 MOS 管 0.8A 的输出电流
- 400kHz, 1MHz, 2.1MHz 开关频率选项
- 高效率的轻载 PFM 模式和固定频率模式选项
- 接近 100% 的占空比提供超低输入输出压差
- 精确的峰值电流钳制
- 打嗝模式的输出短路保护
- 内部集成的控制环路补偿
- 精确的 V_{IN} UVLO 保护
- 过温关断和自动恢复
- 工作环境温度范围 -40°C 到 125°C
- LQFN2030W-11 封装 (2mm X 3mm)

3 描述

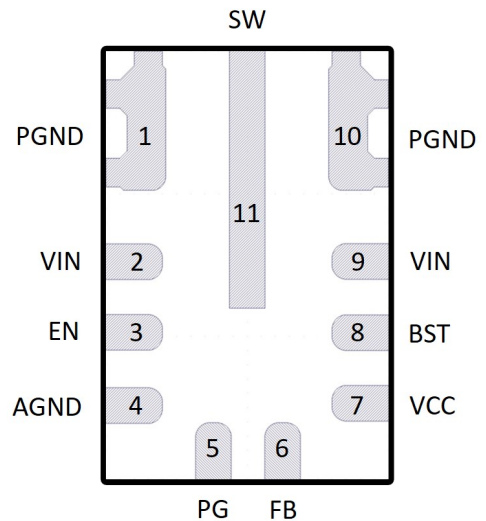
LN10X41Q1 是一款高效率, 高密度的降压型电压转换器。此转换器采用内部集成环路补偿的固定频率峰值电流控制模式。该器件的输入电压范围可以从 3.5V 到 36V, 集成了上, 下功率 MOS 管, LN10X41Q1 能够驱动 0.8A 负载电流, 并提供从 1V to V_{IN} 的稳定输出电压。开关频率选项有 400kHz, 1MHz 和 2.1MHz。

LN10X41Q1 还提供其它多种功能, 包括耐高压的使能管脚, 内置软起动, 多种保护功能, 比如每周期的峰值电流钳制, 输出短路保护, 过温关闭和自动恢复, 以及精确的系统电压过低保护。

典型应用电路原理图



封装管脚图 (LQFN2030W-11)



2 应用范围

- 汽车电子电源管理
- 工控系统的电源管理
- 宽电压电池供电系统的电源管理

目录

1	特性.....	1
2	应用范围.....	1
3	描述.....	1
4	版本信息.....	4
5	器件信息表格.....	5
6	管脚配置和功能.....	6
6.1	管脚配置	6
6.2	管脚功能	7
6.3	封装热参数	8
7	规格参数.....	9
7.1	极限参数	9
7.2	ESD Ratings	9
7.3	推荐工作条件	9
7.4	电气特性	10
7.5	典型特性	13
8	功能描述.....	16
8.1	综述	17
8.2	功能结构图	18
8.3	全功能应用电路图	18
8.4	功能描述	19
9	典型应用.....	22
9.1	典型应用图	22
9.2	设计步骤	23

10	PCB 版图	26
10.1	布线原则	26
11	封装信息	28
11.1	外形尺寸	28
11.2	封装示例	29
	重要通知和免责声明	30
	环境保护	30

4 版本信息

版本	变更描述	时间
0.1	增加波形、曲线和典型设计	2021/3/5
0.2	调整部分波形、曲线	2021/4/7
0.3	增加封装信息	2021/8/12

说明: 版本号为 0.x 的产品数据规格书, 其相应的产品是尚未发布的产品。瓩芯电子科技 (无锡) 有限公司保留对该产品以及与该产品相关的文档和服务做任何更改的权力, 并且无须通知此文件的接收方。

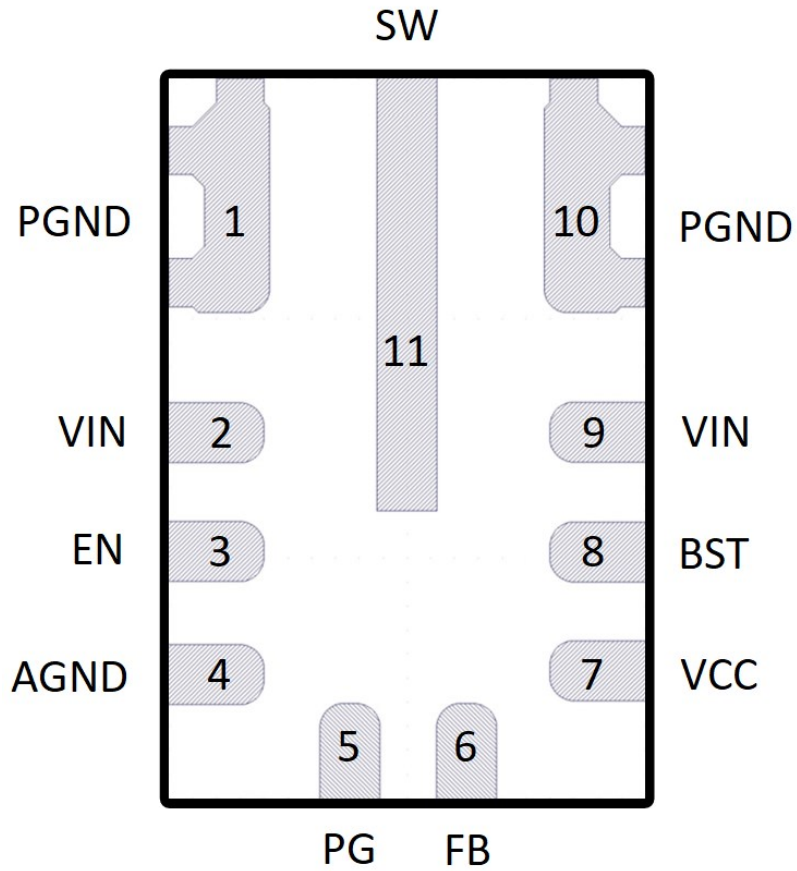
5 器件信息表格

器件编号	封装	信息
LN10041Q1	LQFN2030W-11	36V, 0.8A, 400kHz, PFM
LN10141Q1	LQFN2030W-11	36V, 0.8A, 400kHz, Forced PWM
LN10241Q1	LQFN2030W-11	36V, 0.8A, 1MHz, PFM
LN10341Q1	LQFN2030W-11	36V, 0.8A, 1MHz, Forced PWM
LN10441Q1	LQFN2030W-11	36V, 0.8A, 2.1MHz, PFM
LN10541Q1	LQFN2030W-11	36V, 0.8A, 2.1MHz, Forced PWM

6 管脚配置和功能

6.1 管脚配置

LQFN2030W-11 (2mm X 3mm) 顶视图



6.2 管脚功能

名字	编号	类型	描述
PGND	1, 10	地	电源接地管脚, 连接接地层。
VIN	2, 9	功率	输入电源管脚。内部连接到上桥的功率 MOSFET 以及 V_{IN} 线性电源。必须在 V_{IN} 和 PGND 之间连接一个或多个去耦合陶瓷电容, 尽量靠近管脚。
EN	3	信号	使能管脚。通过这个管脚来启动降压型变换器的输出。当选择系统电压不足保护功能时, 通过一个外部电阻分压器连接到 V_{IN} 和 GND。这个管脚也可以直接连接到 V_{IN} 。
AGND	4	地	模拟接地管脚。
PG	5	信号	电源良好标志, Open-Drain 输出, 连接一个电阻到 VCC
FB	6	信号	输出电压反馈的输入管脚。通过外部加电阻分压器连接到 V_{OUT} 和 AGND 来设置理想输出电压值。
VCC	7	功率	V_{CC} 电源管脚, 提供内部功率 MOSFETs 的门驱动和控制电路电源。必须在 VCC 与 PGND 之间连接一个 $1\mu\text{F}$ - $4.7\mu\text{F}$ 的陶瓷去耦合电容, 尽量靠近管脚。
BST	8	功率	上桥门驱动的浮动电源管脚。在 BST 和 SW 管脚间连接一个 100nF 的陶瓷电容。
SW	11	功率	连接内部功率 MOSFETs 到外部的功率电感。

6.3 封装热参数

参数 ⁽¹⁾		LQFN2030W-11	单位
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient Thermal Resistance	64	°C/W
ψ_{JT}	Junction-to-Top Characterization Parameter	3	°C/W

(1) 在 JESD 51-7 2s2p (两层信号, 两层电源) 标准板, 无风条件, 2W 的功耗, 25 °C 环境温度下测量。

7 规格参数

7.1 极限参数

参数	最小	最大	单位
VIN 到 GND	-0.3	42	V
EN 到 GND	-0.3	$V_{IN} + 0.3$	
PG, FB 到 GND	-0.3	5.5	
SW 到 GND	-1.0	$V_{IN} + 0.3$	
SW 到 GND (小于 10ns 的过冲电压)	-3.5	42	
BST 到 SW	-0.3	5.5	
工作结温	-40	150	°C
储存温度	-55	150	

7.2 ESD Ratings

参数	最小	最大	单位
HBM Human Body Model		±3000	V
CDM Charge Device Model		±750	

7.3 推荐工作条件

参数	最小	最大	单位
VIN	3.5	36	V
EN	-0.3	V_{IN}	
FB	-0.3	1.1	
输出电压 VOUT	1	V_{IN}	
输出电流 IOOUT (LN10X41Q1)	0	0.8	A
工作结温	-40	150	°C

7.4 电气特性

若无特别申明，以下参数的最大、最小值覆盖推荐工作的结温范围-40°C - 150°C，典型值则是在 25°C 结温下的最常见值。默认测试条件是： $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $F_S = 400kHz$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
SUPPLY VOLTAGE, V_{OUT} (V_{IN} PINS)						
V _{IN}	Operating Input Voltage Range		3.5		36	V
V _{OUT}	Operating Output Voltage Range		1		V _{IN}	V
I _{Q-NOSW-PFM}	Operating quiescent Current(non-switching)	V _{FB} =1.2V, T _A =25°C		36		μA
I _{Q-PFM}	During Regulation in PFM	V _{EN} = V _{IN} = 12V, I _{OUT} = 0A		36		μA
I _{Q-FPWM}	During Regulation in FPWM	V _{EN} = V _{IN} = 12V, I _{OUT} = 0A LN10141Q1, F _S =400kHz		6.28		mA
I _{SHDN}	Shutdown Quiescent Current	V _{IN} = 12V, V _{EN} = 0V		0.5		μA
FB PIN						
V _{FB-CCM}	Regulated Feedback Voltage in CCM Mode	Full V _{IN} Range, Full Load Range, @25°C	0.992	1.0	1.008	V
		Full V _{IN} Range, Full Load Range, Full Operational Temperature Range	0.98	1.0	1.02	V
I _{Q-FB}	Feedback Input Leakage Current	V _{FB} = 1.0 V		0	25	nA
POWER MOSFETS						
R _{DS(on)-HS} ⁽¹⁾	High Side MOSFET ON Resistance	I _{OUT} = 0.5A, V _{BST} -V _{SW} = 5V		90		mΩ
R _{DS(on)-LS} ⁽¹⁾	Low Side MOSFET ON Resistance	I _{OUT} = 0.5A, V _{CC} = 5V		48		mΩ
PWM						
T _{ON-MIN}	Minimum ON Time	Guaranteed by design		65		ns
OSCILLATOR						
F _{S-400kHz}	LN10041Q1& LN10141Q1		360	400	440	kHz
F _{S-1000kHz}	LN10241Q1& LN10341Q1			1000		kHz
F _{S-2100kHz}	LN10441Q1& LN10541Q1			2100		kHz

(1) Measured at pins.

电气特性 (续)

若无特别申明, 以下参数的最大、最小值覆盖推荐工作的结温范围-40°C-150°C, 典型值则是在 25°C结温下的最常见值。默认的测试条件是: $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $F_s = 400kHz$ 。

SPREAD SPECTRUM MODULATION ⁽²⁾				
ΔF_s	Spread Spectrum Modulation Frequency Range		-20	%
F_{SSM}	Spread Spectrum Modulation Frequency		16	kHz
ENABLE V_{IN} UVLO (EN PIN)				
V_{EN-OFF}	VCC Off Low-Level Threshold		0.4	V
$EN_{V_{OUT-ON}}$	V_{IN} UVLO Rising Threshold	V_{EN} Rising	1.88	V
$EN_{V_{OUT-HYS}}$	V_{IN} UVLO Hysteresis	V_{EN} Falling	-300	mV
I_{Q-EN}	EN Pin Current	$V_{EN} = 3.3V$	0.2	μA
INTERNAL VCC LDOS (VCC AND VIN PINS)				
$V_{CC-TARGET}$	VCC Regulation Target		4.75	V
BOOTSTRAP (BST PIN)				
$t_{REFRESH-PER}$	Auto-Refresh Period		8	μs
$t_{REFRESH-PUL}$	Auto-Refresh Pulse Width		150	ns
OVER CURRENT PROTECTION ⁽³⁾				
$I_{LIM-PEAK-PFM-0.8A}$	Peak Current Limit Threshold in PFM	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5V$	1.2	A
$I_{LIM-PEAK-FPWM-0.8A}$	Peak Current Limit Threshold in FPWM	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5V$	1.2	A
$I_{LIM-Valley-PFM-0.8A}$	Valley Current Limit Threshold in PFM	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5V$	1.0	A
$I_{LIM-Valley-FPWM-0.8A}$	Valley Current Limit Threshold in FPWM	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5V$	1.0	A
$I_{NLIM-Valley-FPWM}$	Negative Valley Current Limit Threshold in FPWM	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5.5V$	-0.8	A
THERMAL SHUTDOWN				
$OT^{(4)}$	Thermal Shutdown Threshold		165	$^{\circ}C$
$OT_{HYS}^{(4)}$	Thermal Shutdown Recovery Hysteresis		-10	$^{\circ}C$

电气特性 (续)

若无特别申明, 以下参数的最大、最小值覆盖推荐工作的结温范围-40°C-150°C, 典型值则是在 25°C结温下的最常见值。默认的测试条件是: $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $F_s = 400kHz$ 。

INTERNAL SOFT START				
$t_{SS-INT}^{(5)}$	Internal Soft-Start Time	SS Pin Float	7.3	ms

- (2) This Function is available on LN11X41Q1 Only.
- (3) The current limits are measured in close-loop regulation with typical application in Figure 23. Due to inherent delays in the current limit comparators and drivers, the current limits measured in other applications may be different.
- (4) Guaranteed by design.
- (5) Measured from $EN_{VOUT-ON}$ to PG establish.

7.5 典型特性

7.5.1 参数温度特性

若无特别申明，测试条件同 7.4 章节电气参数表， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 到 125°C 。

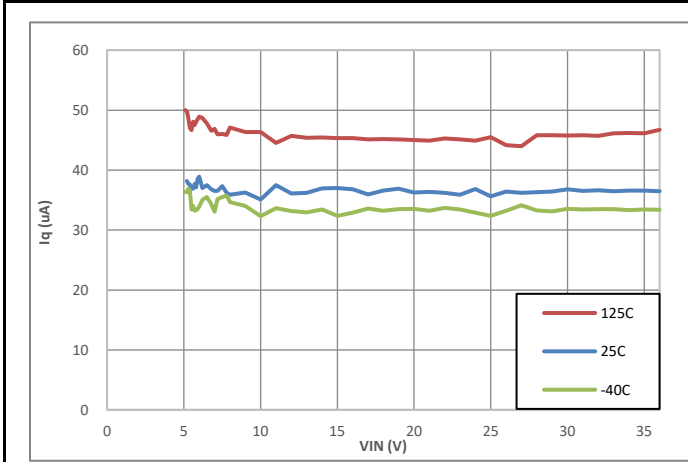


Figure 1. $V_{EN} = V_{IN}$, No load, I_Q

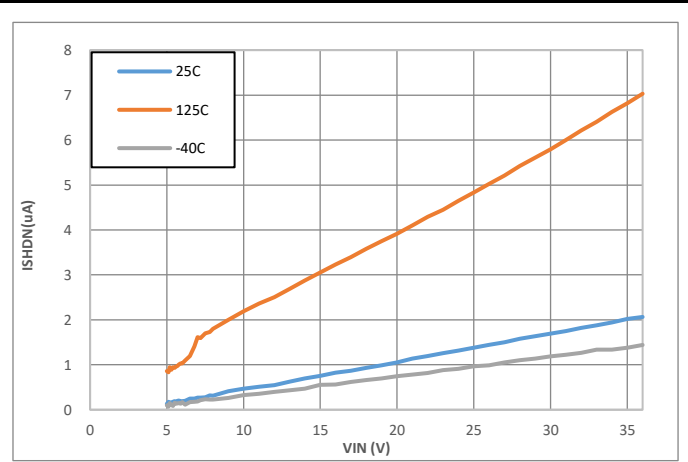


Figure 2. $V_{EN} = 0V$, I_{SHDN}

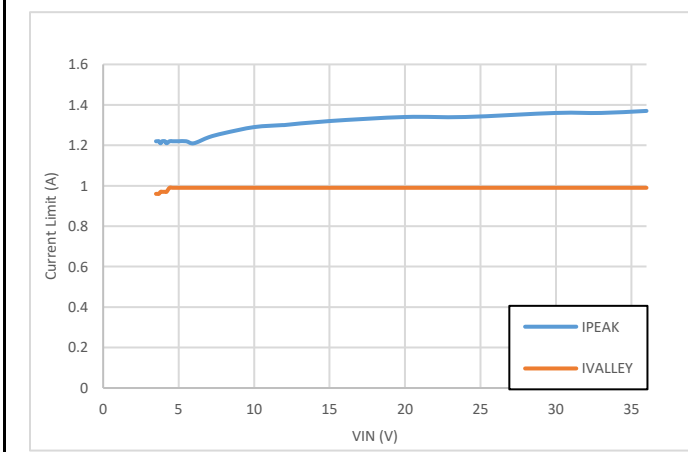


Figure 3. LN10041Q1, Peak Current and Valley Current Limit Vs. V_{IN}

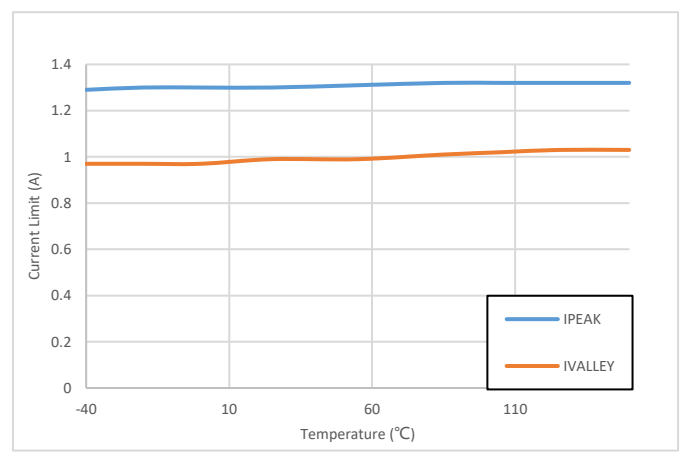


Figure 4. LN10041Q1, Peak Current and Valley Current Limit Vs. Temperature

7.5.2 典型性能

除非特别申明，测试条件如下： $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $F_S = 400kHz$, $L = 15\mu H$, $C_{OUT} = 44\mu F$, $T_A = 25^\circ C$ 。

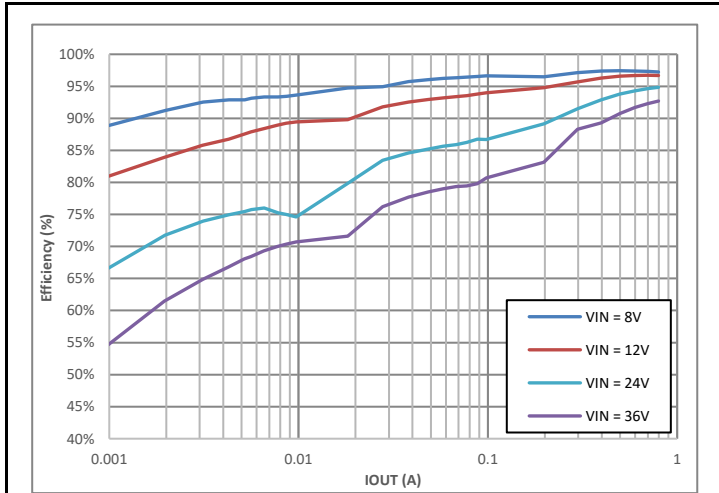


Figure 5. LN10041Q1, FS = 400kHz, Efficiency Curves

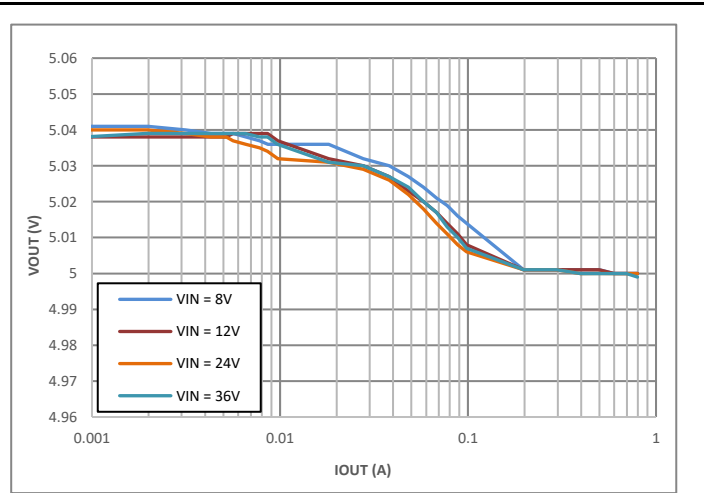


Figure 6. LN10041Q1, FS = 400kHz, Load Regulation

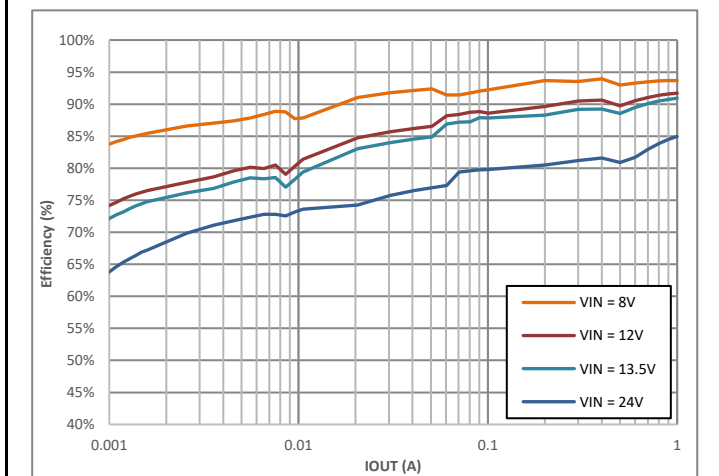


Figure 7. LN10441Q1, FS = 2.1MHz, Efficiency Curves

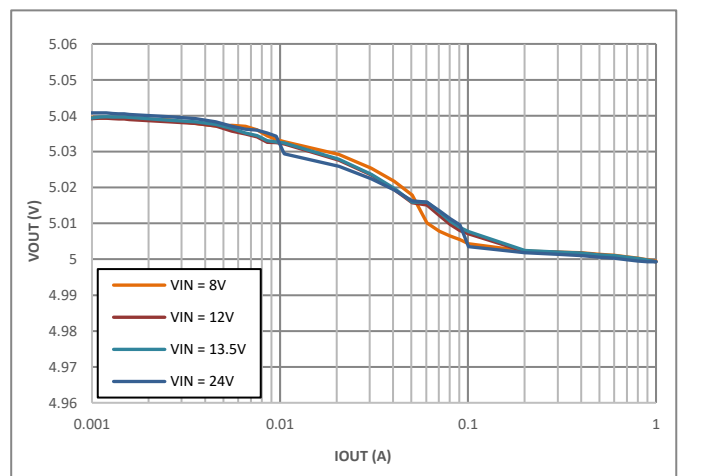
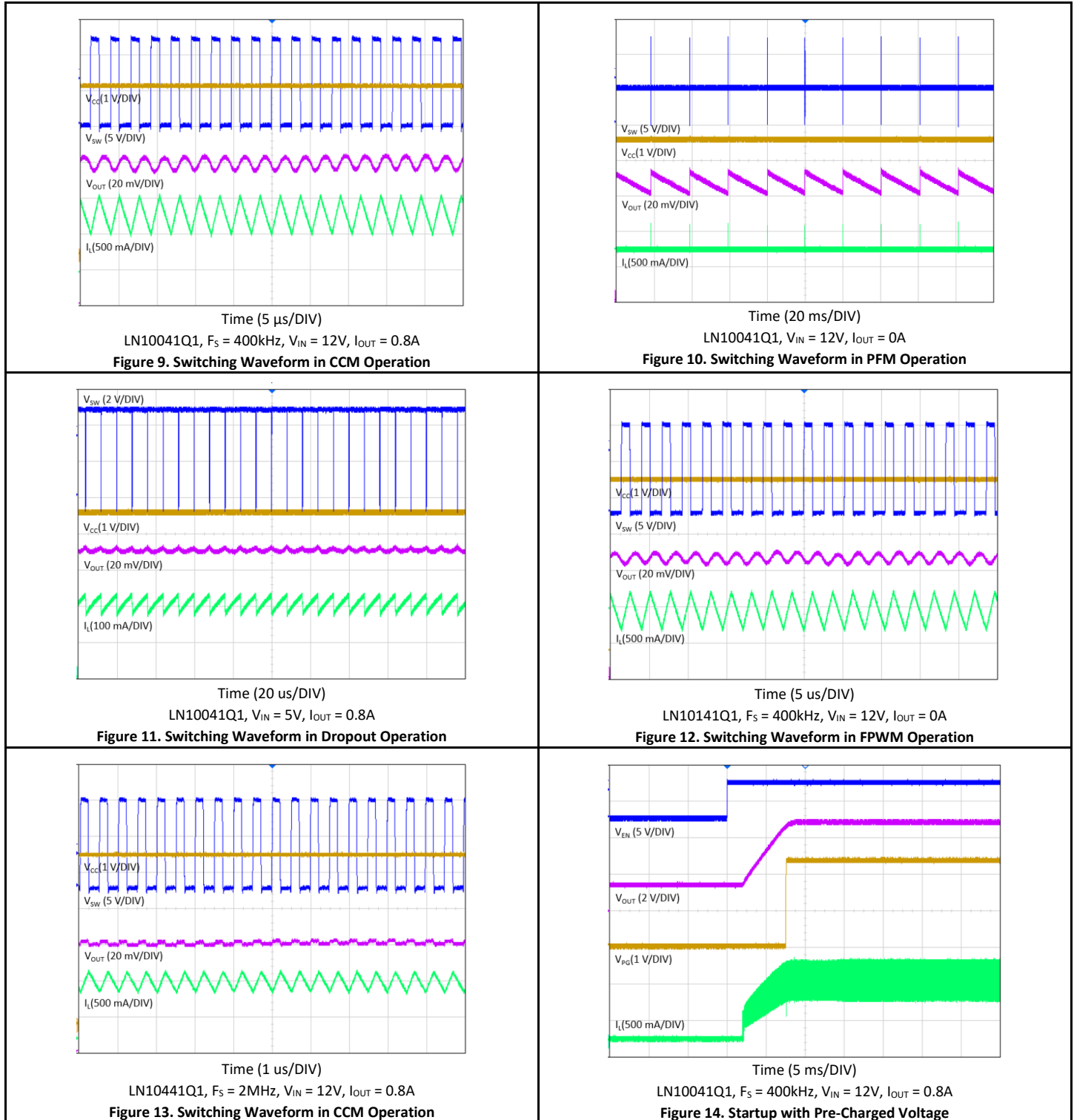


Figure 8. LN10441Q1, FS = 2.1MHz, Load Regulation

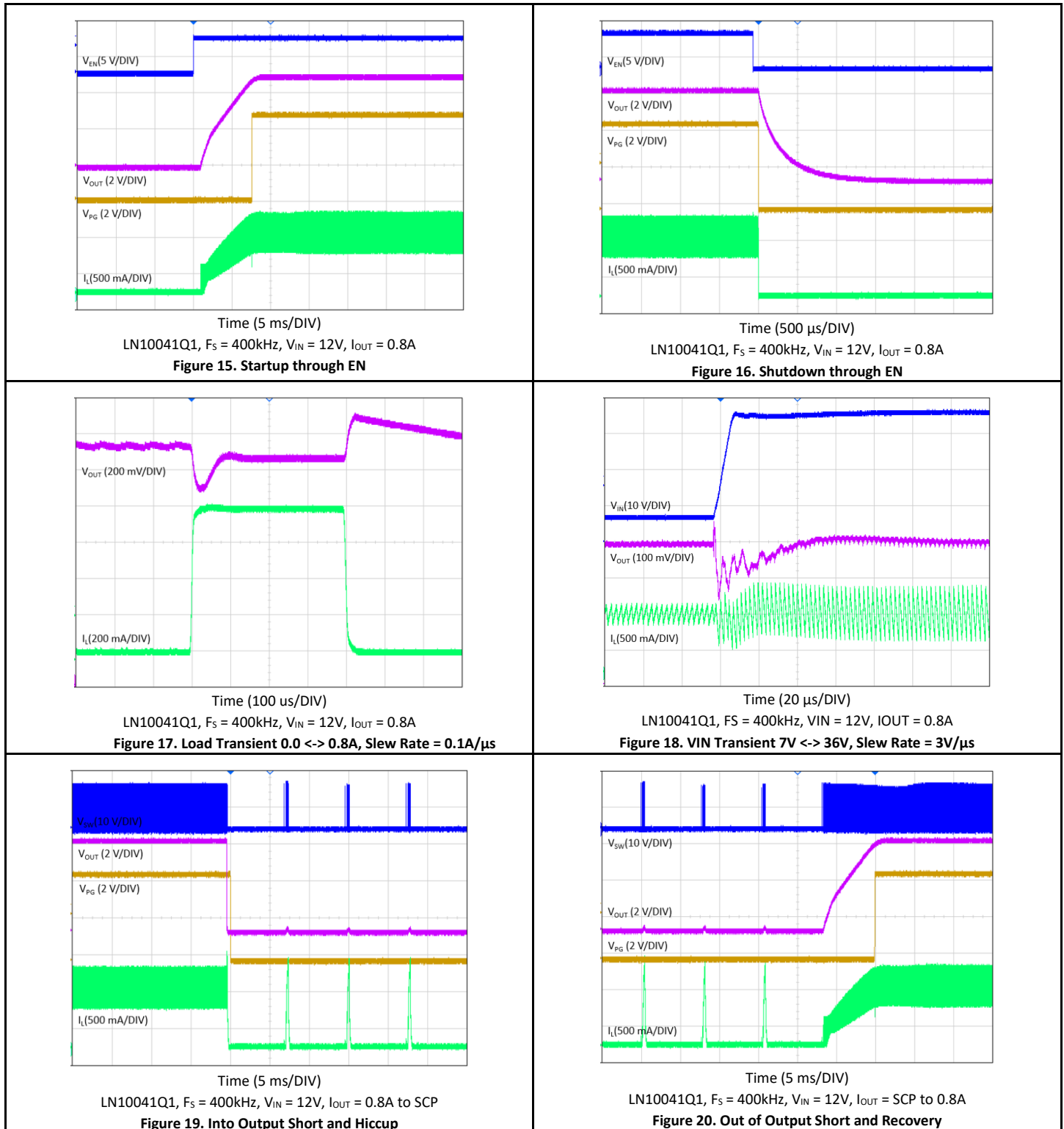
7.5.3 典型波形

除非特别申明，测试条件如下： $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $F_S = 400kHz$, $L = 15\mu H$, $C_{OUT} = 44\mu F$, $T_A = 25^\circ C$ 。



典型波形 (续)

除非特别申明, 测试条件如下: $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $F_S = 400kHz$, $L = 15\mu H$, $C_{OUT} = 44\mu F$, $T_A = 25^\circ C$.



8.1 综述

LN10X41Q1 是一款高效率，高密度的同步降压型电压转换器。此转换器采用内部集成环路补偿的固定频率峰值电流控制模式。该器件的输入电压范围可以从 3.5V 到 36V。LN10X41Q1 能够驱动 0.8A 的负载电流。并提供从 1V 到 V_{IN} 的稳定输出电压。

LN10X41Q1 系列产品可选择三种固定的内部频率，分别是 400kHz, 1MHz 和 2.1MHz。由于具有较低的最小导通时间，因此可实现使用小尺寸电感器和电容器的紧凑型解决方案来提供高降压比的恒定频率操作。此外，LN10X41Q1 可以工作在接近 100% 最大占空比下以实现尽可能低的输入输出压降差。在轻负载运行时，LN10041Q1, LN10241Q1 和 LN10441Q1 以 DCM 和 PFM 运行，能够最大限度地提高轻载效率。LN10141Q1, LN10341Q1 和 LN10541Q1 是强制固定频率 (FPWM) 的工作模式，即使在零负载的情况下，也保持固定频率的工作模式。

LN10X41Q1 还提供其它多种功能，包括外部电路可设置输出电压，内置软起动，每周期的峰值电流和谷底电流钳制，打嗝模式的输出短路保护，过温关闭和自动恢复，以及精确的系统电压过低保护。

8.2 功能结构图

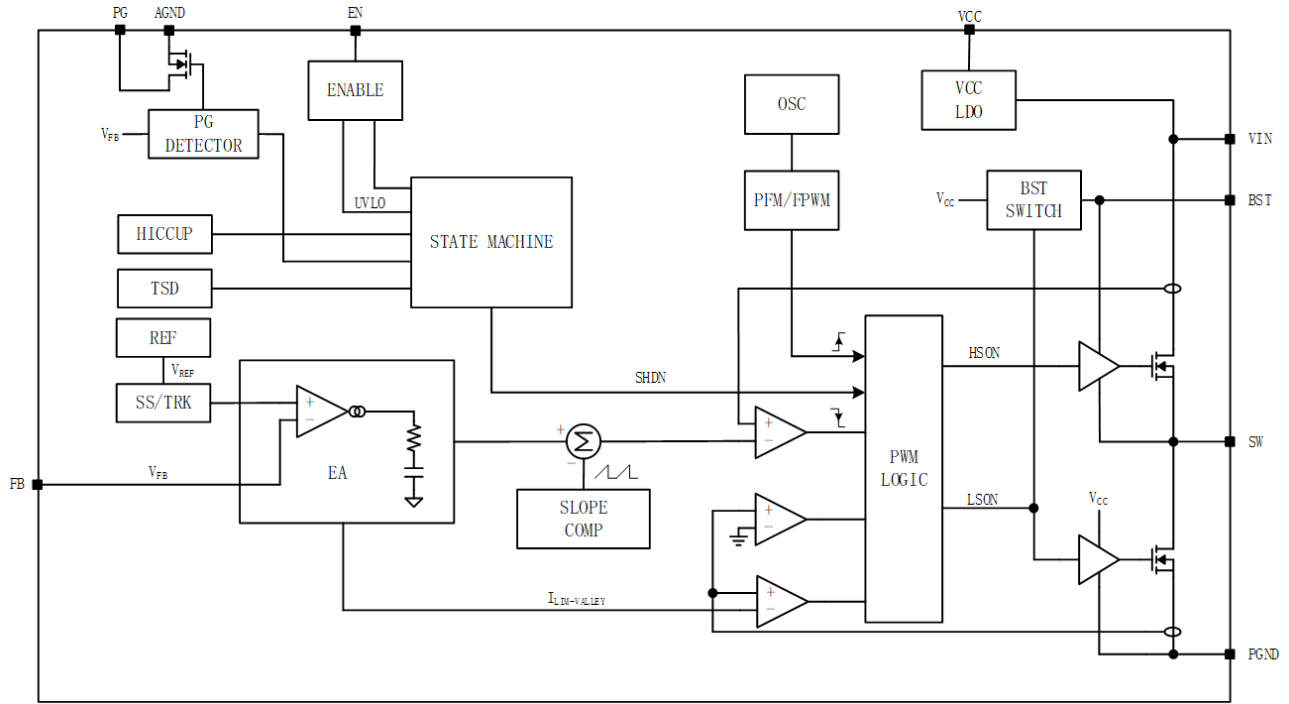


Figure 21. LN10X41Q1 内部结构框图

8.3 全功能应用电路图

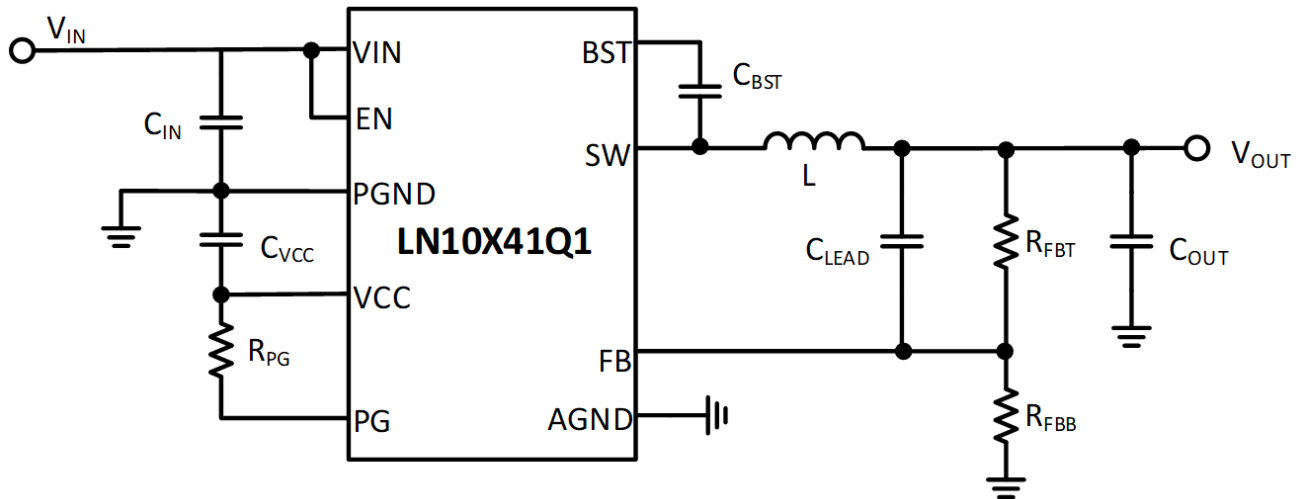


Figure 22. LN10X41Q1 典型应用示意图

8.4 功能描述

8.4.1 输出电压控制环路和 FB 管脚

LN10X41Q1 采用峰值电流模式控制来调节输出电压。为了在整个负载范围内实现高效率运行，LN10041Q1，LN10241Q1 和 LN10441Q1 在轻载时采用不连续导通模式 (DCM) 和脉冲频率调制 (PFM)。LN10141Q1，LN10341Q1 和 LN10541Q1 是强制固定频率 (FPWM) 的工作模式。

要调整输出电压，请在 V_{OUT} 和 GND 之间连接一个电阻分压器，并将电阻分压器中心连接到 FB 管脚。稳态的 V_{FB} 通常为 1V，输出电压由下式决定：

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_{FBT}}{R_{FBB}}\right) \times V_{FB}$$

根据输出电压的需求，上式可以用来确定好分压器电阻比例。一般来讲， R_{FBT} 应该选择阻值不大于 $1M\Omega$ ，误差不大于 1%的，温度系数小于 100ppm 的电阻。过大的阻值会减弱反馈电路的抗干扰能力，过大的误差和温度系数则会影响输出电压的控制精度。选择好 R_{FBT} 后，可以下式来选择 R_{FBB} 。

$$R_{FBB} = \frac{V_{FB}}{V_{OUT} - V_{FB}} \times R_{FBT}$$

LN10X41Q1 使用内部补偿来稳定控制环路。可在连接 V_{OUT} 和 FB 的分压器上桥电阻上并联一个领先补偿电路（上图中的 R_{LEAD} 和 C_{LEAD} 或者只是单独的 C_{LEAD} ），提高环路响应的带宽和相位裕度。领先补偿的零点频率是：

$$f_z = \frac{1}{2\pi \times R_{FBT} \times C_{LEAD}}$$

领先补偿的极点频率是：

$$f_p = \frac{1}{2\pi \times (R_{FBT}/R_{FBB}) \times C_{LEAD}}$$

这个领先补偿电路会把高频增益提高 $\left(1 + \frac{R_{FBT}}{R_{FBB}}\right)$ 倍。

8.4.2 内部 VCC LDO 线性电源, VCC 管脚

V_{CC} 为 LN10X41Q1 内部控制电路以及内部集成的上桥和下桥功率 MOSFET 的栅极驱动提供电源。VCC 管脚必须通过一个 1μF-4.7μF 的陶瓷去耦电容连接到 PGND。

8.4.3 VIN UVLO 和 EN 管脚

EN 管脚用来开启和关闭内部 V_{CC} LDO 线性电源和同步降压型转换器的输出 V_{OUT}。当 V_{EN} 低于 EN_{VCC-OFF} 时, 会关闭 V_{CC} LDO, 这时芯片进入关断模式。当 V_{EN} 高于 EN_{VCC-ON} 时, 它将打开 V_{CC} LDO。

EN 管脚上还有一个准确的阈值 EN_{VOUT-ON} 用来控制同步降压型转换器的输出 V_{OUT}。当 EN 上升到该阈值以上时, 它开始允许 V_{OUT} 输出。EN 管脚的这个阈值可以用于提供精准的系统 V_{IN} UVLO 功能。在应用中, 在 VIN 管脚和 AGND 之间添加两个串联电阻, 并将两个电阻的中心点连接到 EN 管脚, 这样就可以通过调整两个电阻的比例来实现过低输入电压 (UVLO) 的保护。VIN 的 UVLO 值由下式来决定:

$$V_{IN-RISING} = \left(1 + \frac{R_{ENT}}{R_{ENB}}\right) \times EN_{VOUT-ON}$$

8.4.4 电源正常标志 (Power Good) 和 PG 管脚

PG 管脚连接到一个内部 N-MOSFET 的漏级, PG 管脚需要通过一个外部电阻上拉至 V_{CC} 或一个外部的电压源。当 V_{OUT} 的输出处于打开状态, 并且反馈电压 V_{FB} 在由电源正常上升阈值和电源正常下降阈值定义的窗口之内时, 电源正常标志处于高电平状态。反之, 当 V_{OUT} 的输出处于关闭状态, 或者反馈电压 V_{FB} 在电源正常窗口之外时, LN10X41Q1 内部把 PG 管脚拉低。

8.4.5 过流保护

8.4.5.1 峰值电流钳制

由于采用峰值电流模式, LN10X41Q1 每个周期都会钳制峰值电流, 保证上桥电流不会超过峰值过流阈值。

8.4.5.2 谷底电流钳制

在下桥功率 MOSFET 导通期间, LN10X41Q1 会检测下桥功率 MOSFET 的电流并与谷底过流阈值进行比较。当下桥的负电流高于谷底过流阈值时, 将不允许上桥功率 MOSFET 导通, 直到下桥电流低于谷底过流阈值。

8.4.5.3 打嗝模式

当下桥电流高于谷底过流阈值连续超过 32 个周期时, LN10X41Q1 进入打嗝 (hiccup) 模式, 这时它将关闭 V_{OUT} 输出。如果 EN 保持在高电平, V_{OUT} 输出则会在 5ms 后自动重新开启。在打嗝模式关断期间, C_{SS} 由一个内部电阻进行放电; 当 V_{OUT} 输出重新开启时, 它会重新通过软启动。

8.4.6 过温保护和过温自动恢复

当结温超过 165°C 时, LN10X41Q1 关闭 V_{OUT} 输出以减少散热; 当结温从新降低到 155°C 以下时, 它会自动重启允许 V_{OUT} 输出。在整个过温保护及自动恢复过程中, V_{CC} LDO 线性电源会一直保持运行。

8.4.7 BST 和 SW 管脚

连接在 BST 和 SW 管脚之间的 C_{BST} 电容给上桥的功率 MOSFET 的门极驱动提供电源。当下桥的功率 MOSFET 管导通时, C_{BST} 上通过一个连接在 BST 及 VCC 之间的内部开关充电。

8.4.8 Low Drop-Out 模式

当输入电压接近设定的输出电压目标时, LN10X41Q1 会进入 Low Drop-Out 模式。此时, 上功率管单个周期的导通时间允许超过设定的开关周期, 导通时间会随着输入电压自动调整来保持对输出电压的控制。当输入电压低于设定的输出电压目标时, 上功率管的最长的导通时间限制在 $t_{REFRESH-PER}$, 此时下功率管会短暂导通 $t_{REFRESH-PUL}$ 来实现对 C_{BST} 的充电, 保证 C_{BST} 有足够的电压来维持上功率管驱动电路的正常工作。

9 典型应用

9.1 典型应用图

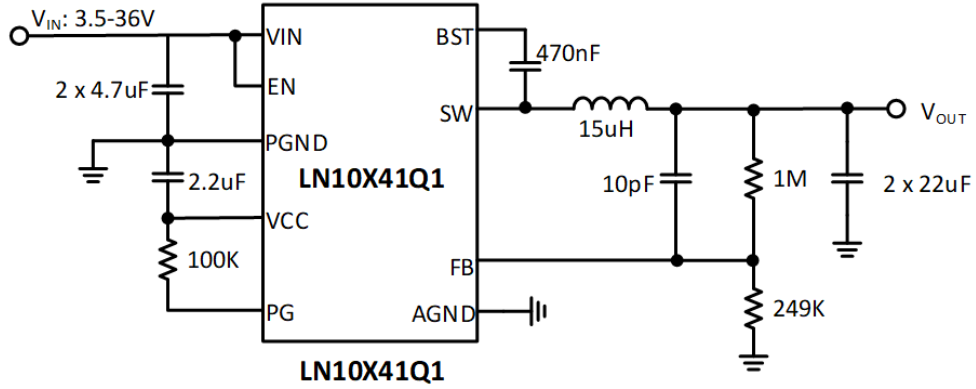


Figure 23. LN10X41Q1, 400kHz, 5V, 0.8A 典型应用电路图

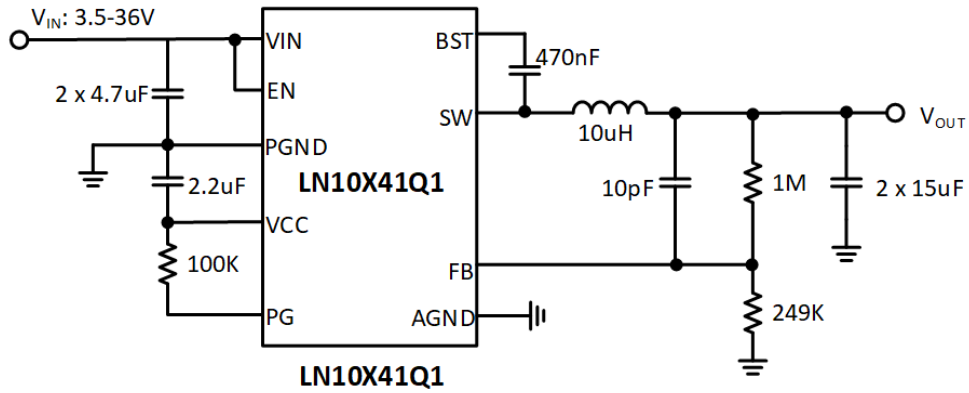


Figure 24. LN10X41Q1, 1MHz, 5V, 0.8A 典型应用电路图

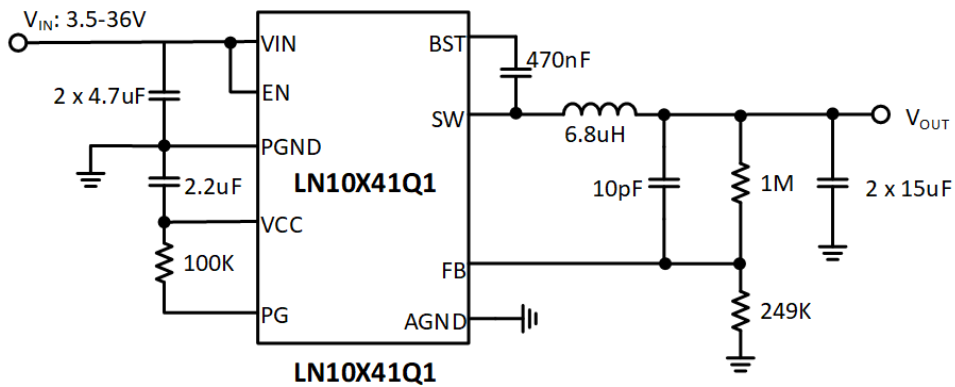


Figure 25. LN10X41Q1, 2.1MHz, 5V, 0.8A 典型应用电路图

9.2 设计步骤

9.2.1 设计要求

在开关电源的设计时，首先要先明确以下的设计要求

1. 输入电压的范围 (V_{IN-MIN} , V_{IN-MAX})
2. 输出最大电流 (I_{OUT})
3. 稳定的输出电压目标 (V_{OUT})
4. 输出电压的稳态纹波 (ΔV_{OUT})
5. 输出电流的纹波限制 (ΔI_L)
6. 开关频率的要求 (F_S)
7. 软启动启动时间的要求 (t_{SS})

选择控制芯片时，要确认控制芯片的输入范围能够满足应用的需求。

9.2.2 输出目标电压

输出电压 V_{OUT} 由 FB 管脚上的分压电阻决定，可根据下式选择电阻值：

$$R_{FBB} = \frac{V_{FB-CCM}}{V_{OUT} - V_{FB-CCM}} \times R_{FBT}$$

其中 V_{FB-CCM} 为内部基准电压；上电阻 R_{FBT} 一般选择不大于 $1M\Omega$ 的电阻，过大的阻值会减弱反馈电路的抗干扰能力，过小的阻值会增大静态电流，降低轻载时的效率。建议选择 1%精度的电阻。

9.2.3 开关频率

按照应用需求，选择 400kHz, 1MHz, 或者 2.1MHz 的开关频率的芯片。

9.2.4 输入电容的选择

对于大多数应用，我们推荐使用 $4.7\mu F$ - $10\mu F$ 的 X7R 或 X5R 陶瓷电容，同时也推荐使用一个紧靠 V_{IN} 和 GND 管脚的小封装电容用于吸收高频开关噪音，例如 0603 封装， $0.1\mu F$ 的陶瓷电容。输入电容上的纹波可由下列公式估算：

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{LOAD}}{F_S \times C_{IN}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

上式公式中使用的是实际电容值，由于陶瓷电容的直流偏置效应，实际电容值在额定电压下会远小于标称值。

9.2.5 电感的选择

电感的选择需要综合考虑成本和体积等因素。在绝大多数应用中，我们推荐使用 2.2μH-22μH 的电感，其饱和电流应大于 LN10X41Q1 的峰值电流限制 I_{LIM-PK} 。电感值的大小决定了纹波电流的大小。电感值越大，纹波电流越小，在相同输出电容的情况下输出电压纹波也就越小；较小的电感值会带来大的纹波电流。我们推荐将纹波电流 ΔI_L 控制在 20%-40% 额定输出电流之间，可得出电感的计算公式：

$$L = \frac{V_{OUT}}{\Delta I_L \times F_S} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN-MAX}}\right)$$

在高工作频率、高输入电压的应用下，系统可能会触发 T_{ON-MIN} 的限制，此时的开关频率会发生变化，因此电感的选择同时也需要满足下列公式：

$$L > \frac{(V_{IN-MAX} - V_{OUT}) \times T_{ON-MIN}}{\Delta I_L}$$

9.2.6 输出电容的选择

输出电容上的纹波主要由等效串联电阻 ESR 上的压降和电容充放电电压降两部分组成，ESR 上的压降可由下列公式算出：

$$\Delta V_{OUT-ESR} = \Delta I_L \times R_{ESR} = \frac{V_{OUT}}{L \times F_S} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN-MAX}}\right) \times R_{ESR}$$

电容充放电电压降可由以下公式估算得到：

$$\Delta V_{OUT-C} = \frac{\Delta I_L}{8 \times F_S \times C_{OUT}} = \frac{V_{OUT}}{L \times F_S} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN-MAX}}\right) \times \frac{1}{8 \times F_S \times C_{OUT}}$$

两种纹波的相位不同，因此实际纹波小于两者之和。对于陶瓷电容，纹波主要由电容充放电电压降带来；对于电解电容，纹波主要由 ESR 压降带来。输出电容建议使用 X7R 或 X5R 陶瓷电容。

9.2.7 领先补偿的设计

LN10X41Q1 使用内部补偿来稳定控制环路。对于带 FB 管脚的芯片，可以通过在 FB 管脚的上电阻 R_{FBT} 上并联电容 C_{LEAD} 来提高环路响应的带宽和相位裕度。

增加的 C_{LEAD} 电容会和上电阻 R_{FBT} 形成一个零点，其频率为：

$$f_z = \frac{1}{2\pi \times R_{FBT} \times C_{LEAD}}$$

同时 C_{LEAD} 电容会和上下桥臂等效并联电阻形成一个极点，其频率为：

$$f_p = \frac{1}{2\pi \times (R_{FBT} // R_{FBB}) \times C_{LEAD}}$$

由于零点的频率比极点的频率低，选取合适的 C_{LEAD} 电容值，可以提高环路响应的带宽和相位裕度。

9.2.8 C_{VCC} 电容

VCC 管脚是 LN10X41Q1 内部 LDO 的输出，用于芯片内部控制电路供电和两个内部集成 MOSFET 的驱动。为了保证电压的稳定性，推荐在紧靠 VCC 和 GND 的地方放置一个 $1\mu\text{F}$ - $4.7\mu\text{F}$ ，额定电压 6.3V 以上的陶瓷电容。

9.2.9 C_{BST} 电容

C_{BST} 电容是 LN10X41Q1 方案中的自举电容，用于上桥的驱动。为了保证电压的稳定性，推荐在紧靠 BST 和 SW 的地方放置一个 $0.1\mu\text{F}$ - $1\mu\text{F}$ ，额定电压 6.3V 以上的陶瓷电容。

9.2.10 V_{IN} UVLO

LN10X41Q1 可以通过 EN 管脚上的分压电阻来设置 V_{IN} 的 UVLO 功能，UVLO 值由下式决定：

$$V_{IN-RISING} = \left(1 + \frac{R_{ENT}}{R_{ENB}}\right) V_{EN-RISING}$$

其中 R_{ENT} 为上电阻， R_{ENB} 为下电阻， $V_{EN-RISING}$ 为开启阈值。

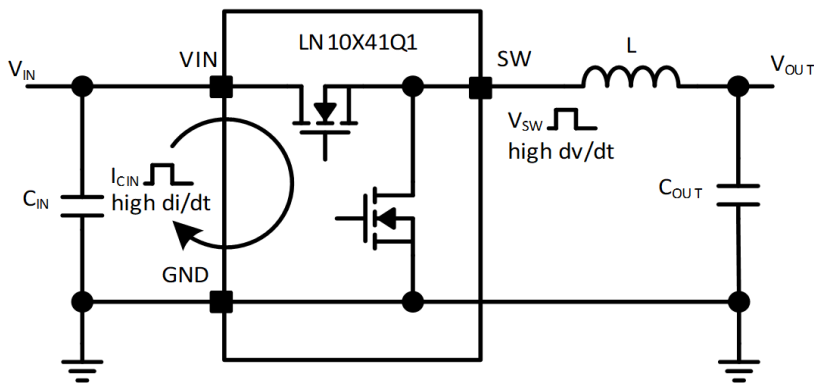
10 PCB 版图

10.1 布线原则

开关电源的性能与 PCB 布线息息相关。如下图所示，降压型开关电源的输入端电流有着很高的 di/dt 变化率，这部分电流在暂态变化时由 V_{IN} 管脚流入芯片，经上桥臂开关管，经下桥臂开关管，从 GND 管脚流出芯片。在离 V_{IN} 和 GND 管脚最近的地方放置高频旁路电容，从而降低这个电流环路的衍生电感，是提高开关电源性能和降低 EMI 污染的最有效的办法。

LN10X41Q1 在管脚的位置的分配上充分考虑了 PCB 布线上的优化需求，考虑到上述电流环路对 EMI 的巨大影响，我们在芯片上对称布置了 V_{IN} 和 $PGND$ 管脚。需要特别注意的时，在 PCB 设计时要就近对称放置 C_{IN} 和 C_{OUT} ，可以很大程度改善 EMI。

另外 SW 上的电压有着很高的 dv/dt 变化率，所以在制作 PCB 版图时，要尽量缩短 SW 走线；敏感的信号线要避免离 SW 过近。



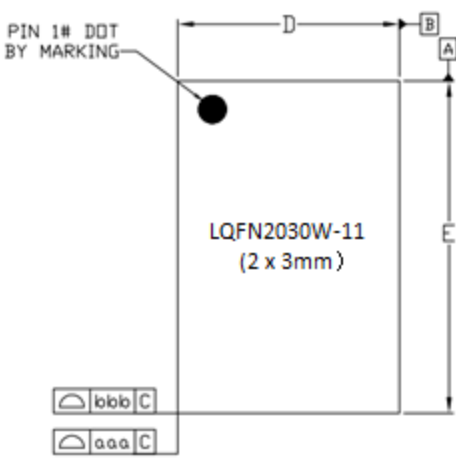
为了达到最佳的工作效率、散热和 EMI 性能，我们建议在 PCB 布线上，遵循以下基本规则。

1. 高频旁路陶瓷电容 C_{IN} 至关重要，需要将它们对称放在 LN10X41Q1 的 V_{IN} 和 $PGND$ 管脚附近，尽量减小高频输入电流的回路面积；根据滤波需求，如果需要多个输入电容，把小封装（比如 0603）的陶瓷电容放置在离管脚最近的地方，可以有降低高频噪音的最佳效果；
2. C_{OUT} 电容也应对称放置在 SW 脚两端；
3. V_{IN} 、 V_{OUT} 和 GND 的大电流回路采用尽量宽且短的连线；
4. VCC 的旁路电容布置要靠近管脚，并且用尽量短的连线回到芯片的 GND 管脚；

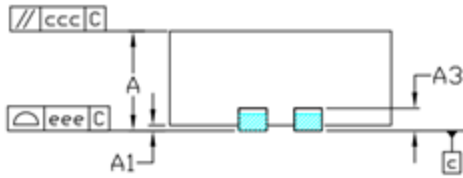
5. 推荐使用 4 层板，顶层和底层采用 2oz 铜厚，中间层采用 1oz 铜厚。LN10X41Q1 的散热焊盘通过阵列过孔的形式连接到每一层。并将第一个中间层作为地层，可以同时起到散热和屏蔽的作用；各层都采用尽量大的 GND 覆铜，达到充分散热的效果；
6. SW 网络包含大量高频噪音，因此管脚的连线需尽量短，同时也要有足够的宽度导通电流；
7. 敏感的模拟信号，如 FB，需远离 SW，BST 网络，以及避免离电感太近，可以考虑将走线布置在屏蔽层以下信号层的方式；
8. FB 连接的反馈电阻尽量靠近管脚，并且尽量缩短 FB 的走线长度，以减少噪音引入；FB 和 EN 连接的外围器件需要接地的话，应采用单点接地的方式，防止开关或负载电流流经模拟电路的地线。

11 封装信息

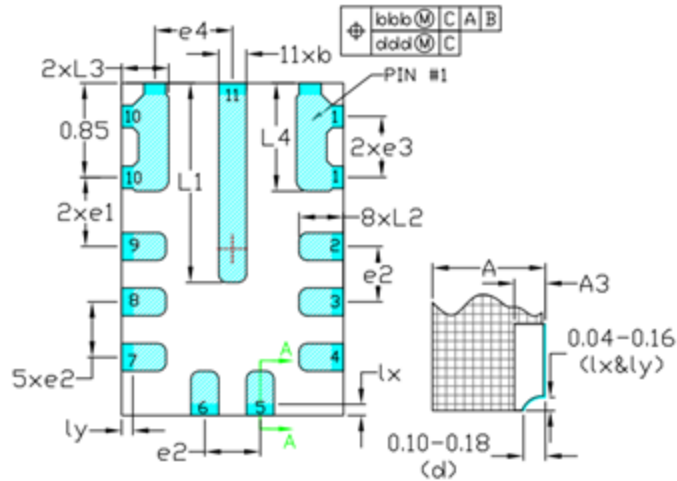
11.1 外形尺寸



TOP VIEW



SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

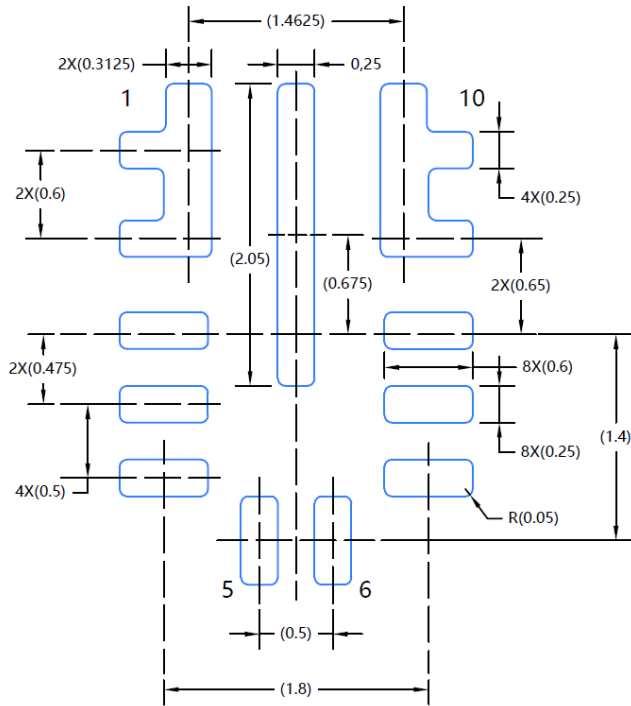
Sn PALTING AREA

Dimensional Ref.			
REF.	Min.	Nom.	Max.
A	0.800	0.850	0.900
A1	---	---	0.050
A3	0.203 Ref.		
D	1.950	2.000	2.050
E	2.950	3.000	3.050
b	0.200	0.250	0.300
e1	0.625 BSC		
e2	0.500 BSC		
e3	0.550 BSC		
e4	0.700 BSC		
L1	1.750	1.800	1.850
L2	0.350	0.400	0.450
L3	0.375	0.425	0.475
L4	0.925	0.975	1.025
Tol. of Form&Position			
aaa	0.10		
bbb	0.10		
ccc	0.10		
ddd	0.05		
eee	0.08		

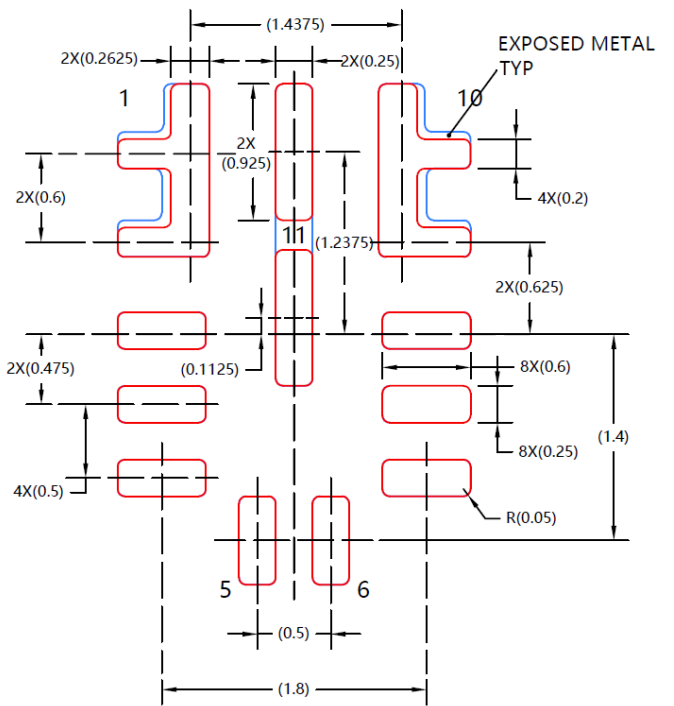
Notes

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER JEDEC MO-220.

11.2 封装示例



LAND PATTERN EXAMPLE
 EXPOSED METAL SHOWN
 SCALE:25X



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
 FOR PAD 1,10
 86.6% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
 SCALE:25X

重要通知和免责声明

瓴芯电子科技（无锡）有限公司提供的技术材料，可靠性数据，产品规格书和相关产品评估电路板是以“按原样”（“As Is”）方式提供。瓴芯电子科技（无锡）有限公司不对这些资料可能带有的错误承担责任。瓴芯电子科技（无锡）有限公司否认所有的明示和暗示的担保，包括对第三者知识产权不侵权的任何暗示保证。

瓴芯电子科技（无锡）有限公司的这些资源仅提供给有熟练电子产品开发经验者使用瓴芯电子科技（无锡）有限公司产品进行设计开发。您将独立全权负责选择适当的瓴芯电子科技（无锡）有限公司产品，并负责验证和测试您的设计方案，以满足适用您应用的标准，以及其他任何安全和保障要求。

瓴芯电子科技（无锡）有限公司提供的这些资源如有更改，恕不另行通知。瓴芯电子科技（无锡）有限公司仅授予您将这些资源用于开发该资源中描述的瓴芯电子科技（无锡）有限公司相关产品的应用。禁止复制和展示这些资源。瓴芯电子科技（无锡）有限公司不授予任何其他瓴芯电子科技（无锡）有限公司拥有的知识产权或任何第三方许可的知识产权。瓴芯电子科技（无锡）有限公司不承担对使用这些资源而造成的任何损失，成本和责任。

环境保护

此产品符合 RoHS 和 REACH 的要求，按照中国的相关法规和标准，不含有毒有害物质或元素。

单击下面可查看定价，库存，交付和生命周期等信息

[>>LEN](#)