

XN1042 开关电源控制器集成电路

概述

XN1042 是一款高集成度、高性能的电流模式 PWM 控制器芯片。适用于电源适配器等中小功率的开关电源设备。

为了降低待机功耗，满足更高的绿色环保标准，芯片提供了脉冲模式（Burst Mode）功能、极低的启动电流和工作电流。脉冲模式即在轻载或者无负载情况下，XN1042 可以线性地降低芯片的开关频率，因此减少开关的损耗；同时通过优化设计，XN1042 具有极低的启动电流和工作电流，不仅有利于启动电路设计，而且启动电路中可以使用大阻值的启动电阻，以降低功耗，提高功率转换效率。

XN1042 内置的同步斜坡补偿电路，防止 PWM 控制器在高占空比工作时候可能产生的谐波振荡。XN1042 在电流采样输入引脚端内置了前沿消隐功能，能有效去除电流反馈信号中的毛刺。有助于减少外部元器件数量，降低系统的整体成本。

XN1042提供了多种全面的可恢复保护模式，其中包括：逐周期电流限制保护（OCP）、过载保护（OLP）、温度保护（OTP）、VDD过压保护（OVP）、以及低压关闭（UVLO）。其中，为了更好的保护外部MOSFET功率管，栅极驱动输出电压被钳位在18V。XN1042 内部的 OCP 阈值斜率针对 50KHz 开关频率的应用进行了优化，通过电源线电压的补偿确保在通用的 AC 输入范围内获得恒定的输出功率限制。XN1042 在图腾柱栅极驱动输出端使用了软开关控制技术，可以很好的改善开关电源系统的 EMI 性能。通过优化设计，当芯片的工作频率低于 20KHz 的情况下，音频能量可以降低到最小值。因此，音频噪声性能可以获得很大的改善。芯片可以作为线性电源或者 RCC 模式电源的最佳替代产

品，从而提高开关电源系统的整体性能，并有效地降低系统成本。

XN1042 提供 8-Pin 的 SOP8 与 DIP8 的封装形式。

特点

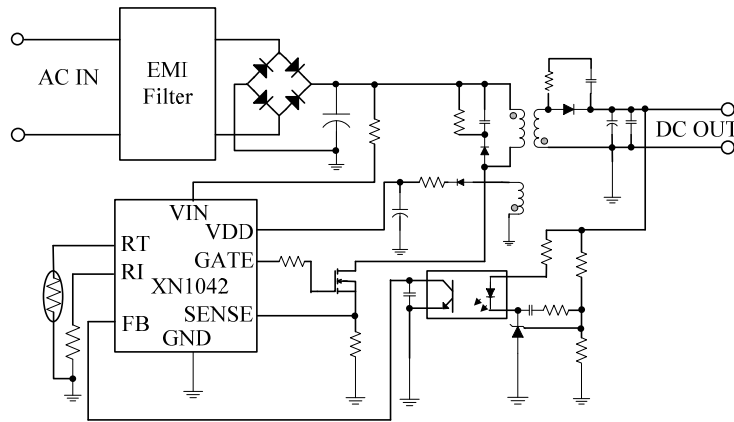
- Burst Mode 功能
- 低启动电流（6.5uA）
- 低工作电流（2.3mA）
- 内置前沿消隐
- 内置同步斜坡补偿
- 电流模式工作
- 外部可编程的 PWM 开关频率
- 外部可编程的过温保护（OTP）
- 逐周期电流限制保护（OCP）
- 可选择内建的系统 VDD 过压保护（OVP）
- 欠压锁定功能（UVLO）
- 栅驱动输出电压钳位（18V）
- 恒定输出功率限制
- 过载保护（OLP）
- 工作时不产生音频噪声

应用

通用的开关电源设备以及离线 AC/DC 反激式电源转换器：

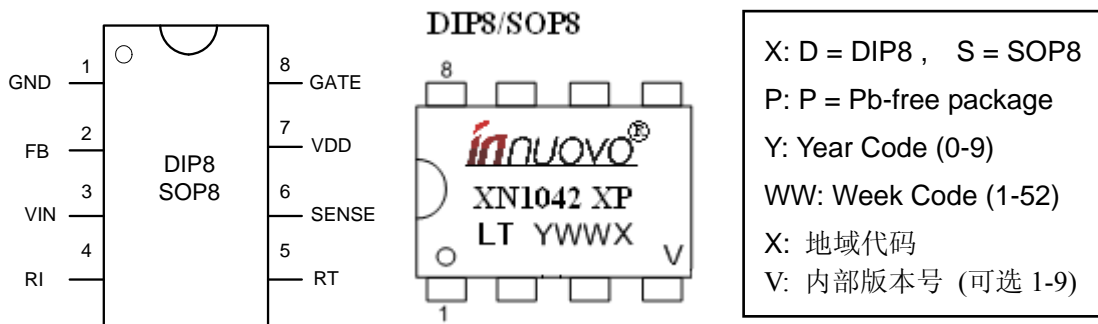
- 笔记本电源适配器
- 机顶盒电源
- 开放式开关电源
- 电池充电器

典型应用图



引脚定义与器件标识

XN1042 提供了 8-Pin 的 DIP8 和 SOP8 两种封装形式，顶层如下图所示：



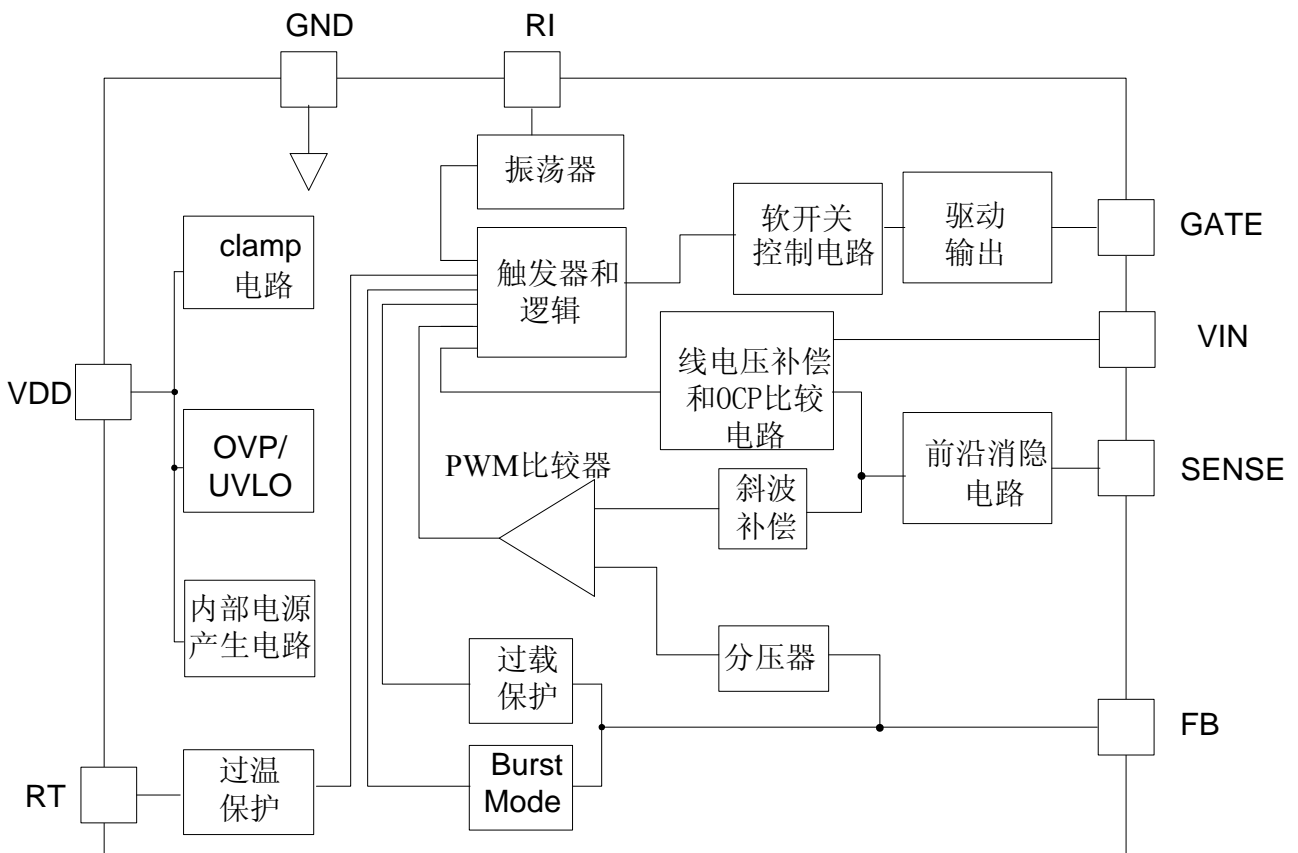
订购信息

封装形式	芯片表面标识	采购器件名称
8-Pin DIP8, Pb-free, Have OVP	XN1042DP	XN1042DP
8-Pin SOP8, Pb-free, Have OVP	XN1042SP	XN1042SP

引脚功能说明

引脚名	引脚号 DIP8/SOP8	引脚类型	功能说明
GND	1	地	地
FB	2	反馈输入	反馈输入引脚。其输入电平值与第 6 引脚的电流监测值共同确定 PWM 控制信号的占空比。如果 FB 端的输入电压大于某个设定的阈值电压，则内部的保护电路会自动关断 PWM 输出。
VIN	3	启动输入	通过一个高阻值的电阻连接到整流器的输出端，启动器件进入工作状态；同时该电压被采样，以产生线电压补偿。
RI	4	参考设置	内部振荡频率设定引脚。RI 和 GND 之间所接的电阻决定芯片的工作频率。
RT	5	温度检测	温度监测输入引脚。通过一个 NTC 电阻连接到地。
SENSE	6	电流监测	电流监测输入引脚。连接到 MOSFET 电流监测电阻端。
VDD	7	电 源	电源。
GATE	8	驱动输出	图腾柱栅极驱动输出引脚。用于驱动外接的 MOSFET 开关管。内部具有电压钳位电路（18V）。

电路内部结构框图



极限参数

信号符号(symbol)	参数 (parameter)	值 (value)	单位 (unit)
VDD	DC 供电电压	30	V
V _{FB}	FB 引脚输入电压	-0.3 — 7	V
V _{SENSE}	SENSE 引脚输入电压	-0.3 — 7	V
V _{RI}	RI 引脚输入电压	-0.3 — 7	V
V _{RT}	RT 引脚输入电压	-0.3 — 7	V
T _J	操作节点温度	-20 — 150	°C
T _{STG}	保存温度	-55 — 150	°C
V _{CV}	VDD clamp 电压	36	V
I _{CC}	VDD DC clamp 电流	10	mA

注意：超过上表中规定的极限参数会导致器件永久损坏。不推荐将该器件工作在以上极限条件下，推荐工作条件以上，可能会影响器件的可靠性。

推荐工作条件

信号符号(symbol)	参数 (parameter)	值 (value)	单位 (unit)
VDD	VDD 供电电压	12 — 23	V
RI	RI 电阻值	24	Kohm
T _A	操作温度	-20 — 85	°C

ESD 参数

信号符号(symbol)	参数 (parameter)	值 (value)	单位 (unit)
V _{ESD-HBM}	ESD 电容, 人体模型	3	KV
V _{ESD-MM}	ESD 电容, 机器模型	250	V

电气特性参数

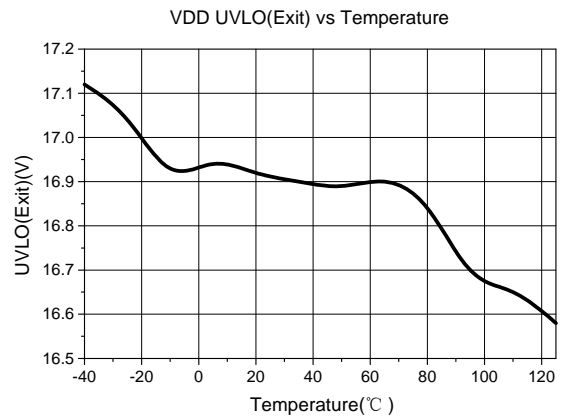
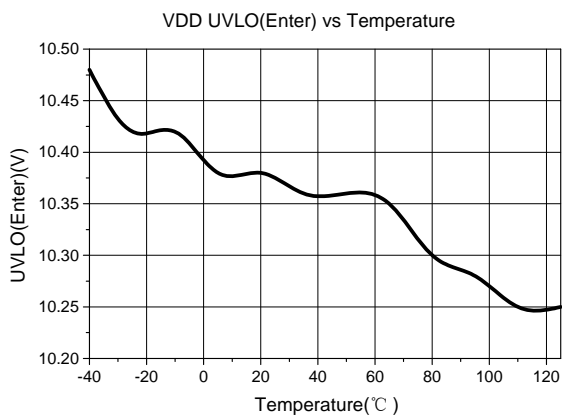
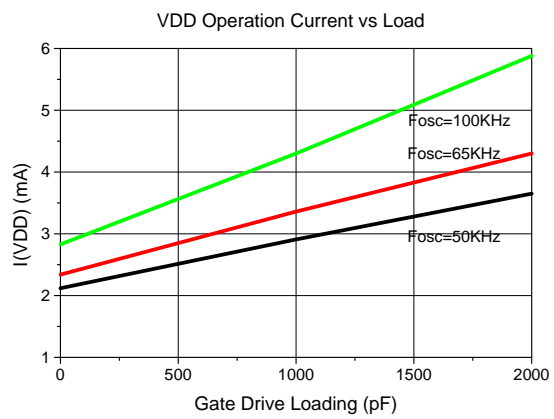
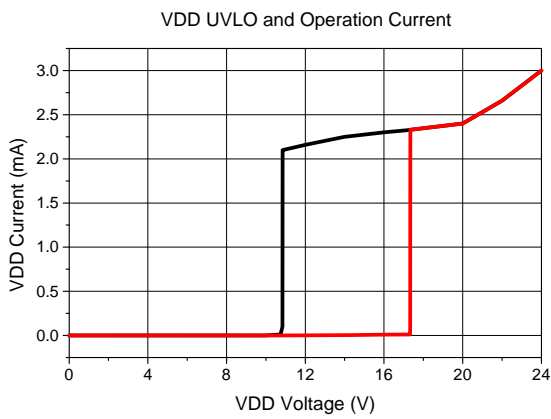
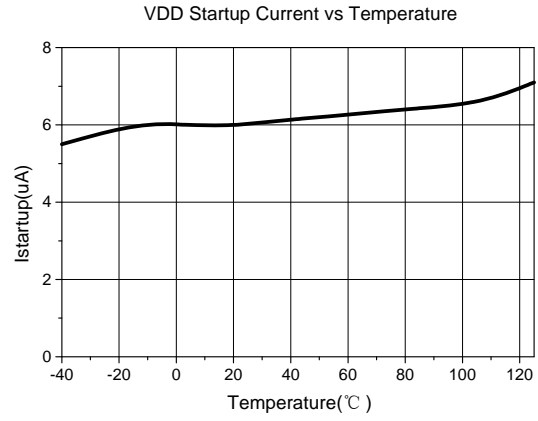
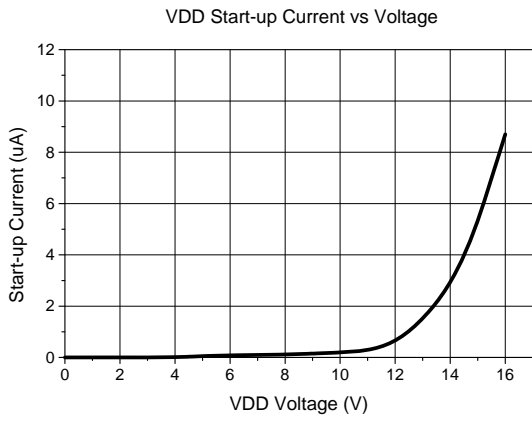
 条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=16\text{V}$, $R_I=25\text{Kohm}$ (除非特别注明)

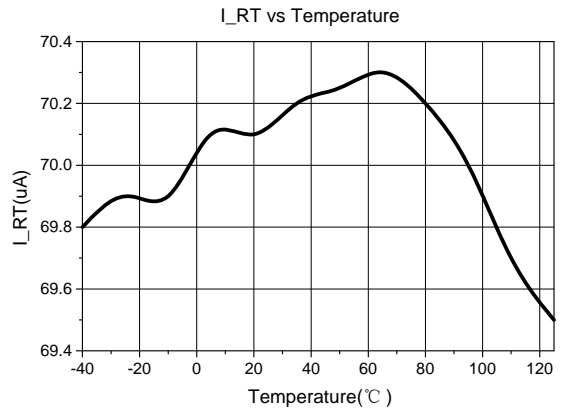
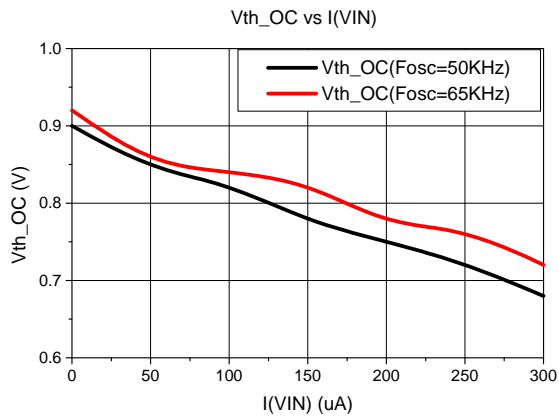
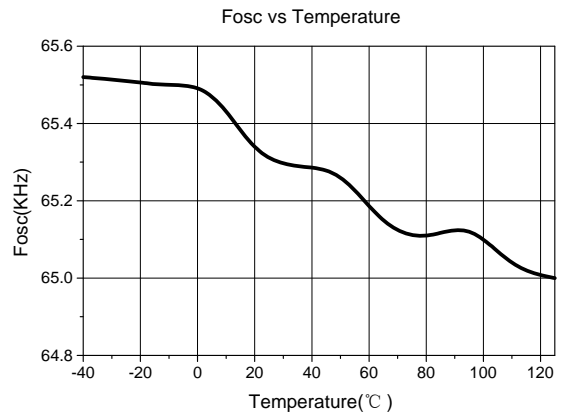
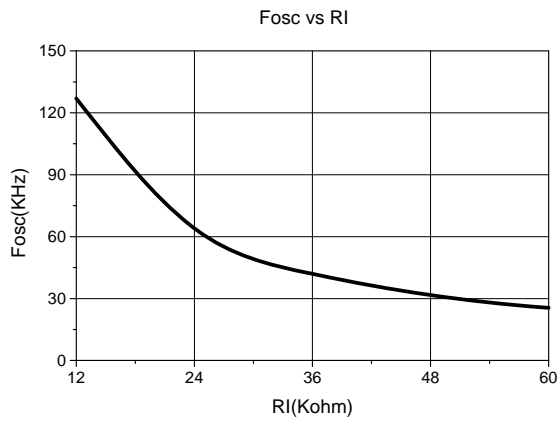
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
I_VDD_Startup	VDD startup current	VDD=15V, measure current into VDD		6.5	20	uA
I_VDD_Operation	Operation Current	FB=3V		2.3		mA
UVLO(ON)	VDD under voltage lockout enter		9.5	10.5	11.5	V
UVLO(OFF)	VDD under voltage lockout exit		16	17	18	V
OVP(ON)	VDD Over Voltage Protection Enter		23.5	25	26.5	V
OVP(OFF)	VDD Over Voltage Protection Exit		21.5	23.2	24.7	V
TD_OVP	OVP Debounce time			80		us
VDD_Clamp	VDD Clamp voltage	$I(V_{DD})=5\text{mA}$		36		V
Feedback Input Section(FB Pin)						
Avcs	PWM Input Gain,	$\Delta V_{FB}/\Delta V_{CS}$		2.6		V/V
VFB_Open	VFB Open Voltage			6		V
I_FB_Short	FB pin short current	Short FB pin to GND		0.8		mA
VTH_0D	Zero Duty Cycle FB Threshold Voltage				0.95	V
VTH_BM	Burst Mode FB Threshold Voltage			1.7		V
VTH_PL	Power Limiting FB Threshold			4.4		V
TD_PL	Power Limiting Debounce Time			80		mSec
ZFB_IN	Input Impedance			7.5		Kohm
Current Sense Input(Sense Pin)						
T_blanking	Sense Input Leading Edge Blanking Time			300		nSec
Zsense_IN	Sense Input Impedance			39		kohm
TD_OC	Over Current Detection and Control Delay	$C_L=1\text{nF}$ at GATE		120		nSec
VTH_OC_0	Current Limiting Threshold at No Compensation	$I(V_{IN})=0\text{uA}$	0.85	0.9	0.95	V
VTH_OC_1	Current Limiting Threshold at	$I(V_{IN})=150\text{uA}$		0.81		V

	Compensation					
Oscillator						
F _{OSC}	Normal Oscillation Frequency		60	65	70	KHz
Δf _{Temp}	Frequency Temperature Stability	-20°C to 100°C		5		%
Δf _{VDD}	Frequency Voltage Stability	VDD=12 to 24V		5		%
RI _{range}	Operating RI range		12	24	60	Kohm
V _{RI_{open}}	RI open voltage			2		V
F _{BM}	Burst mode Base frequency			22		KHz
DC _{max}	Maximum Duty Cycle		75	80	85	%
DC _{min}	Minimum Duty Cycle				0	%
Gate Drive Output						
VOL	Output low level	I _o =-20mA			0.3	V
VOH	Output high level	I _o =+20mA	11			V
VG _{Clamp}	Output Clamp Voltage Level	VDD=20V		18		V
T _r	Output rising time	C _{GATE} =1nF		100		ns
T _f	Output falling time	C _{GATE} =1nF		50		ns
Over Temperature Protection						
I _{RT}	Output Current of RT Pin			70		uA
VTH _{OTP}	OTP Threshold Voltage		1	1.065	1.13	V
VTH _{OTP_{off}}	OTP Recovery Threshold Voltage			1.165		V
TD _{OTP}	OTP De-bounce Time			100		uSec
V _{RT_{Open}}	RT Pin Open Voltage			3.5		V

典型性能曲线

条件: $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=16\text{V}$, $R_I=25\text{Kohm}$ (除非特别注明)





功能描述

XN1042 是一款高集成度、高性能的电流模式 PWM 控制器芯片。适用于笔记本电源适配器等中大功率的开关电源设备与开关电源转换器。极低的启动电流与工作电流、以及轻载或者无负载情况下的 burst mode 功能，都能有效的降低开关电源系统的待机功耗，提高功率转换效率。内置的同步斜坡补偿、反馈引脚的前沿消隐等功能不仅能减少开关电源系统的元器件数目，还增加了系统的稳定性，避免谐波振荡的产生。XN1042 还提供了多种全面的可恢复保护模式。主要特点功能描述如下：

启动电流和启动控制

XN1042 的启动电流设计得很小(6.5uA)，因此 VDD 能很快充电上升到脱离 UVLO 的阈值电压以上，器件可以实现快速启动。大阻值的启动电阻可以被用来减少功耗，并且在应用中可以简化启动电路的设计，实现可靠的启动。对于一个典型的通用的 AC/DC 电源适配器设计（输入电压范围 90VAC-264VAC），一个 2MΩ，0.125W 启动电阻可以和一个 VDD 电容一起提供快速和低功耗的启动设计方案。

工作电流

XN1042 具有很低的工作电流（2.3mA）。低工作电流，以及 burst mode 控制电路可以有效地提高开关电源的转换效率；并且可以降低对 VDD 保持电容的要求。

脉冲模式（Burst Mode）

在无负载或者轻负载的情况下，开关电源中的大部分功耗来自于 MOSFET 的开关损耗、变压器的磁

心损耗、以及缓冲电路的损耗。功耗的大小与一定时间内 MOSFET 的开关次数成正比。减少开关次数也就减少了功耗，节约了能源。

XN1042 内置的 Burst Mode 功能，可以根据负载情况自动调节开关模式。当系统处于无负载或者轻/中负载下，FB 端的输入电压会处于脉冲模式（Burst Mode）的阈值电压（1.8V）之下。根据这个判断依据，器件进入脉冲模式控制。栅极驱动输出端只有在 VDD 电压低于预先设定的电平值，并且 FB 输入端被激活的情况下才会有输出。其他情况下，栅极驱动输出保持长关的状态以减少功耗，从而尽可能地减少待机功耗。高频开关的特性也减少了工作时的音频噪声。

振荡器

RI 和 GND 之间的电阻值决定了电流源对内部的电容的充放电时间，从而确定了 PWM 的核心振荡频率。RI 和开关频率之间的关系根据以下公式决定：
（通常的工作情况下，RI 取 Kohm 的级别）

$$F_{\text{Osc}} = \frac{1560}{\text{RI}(\text{Kohm})} (\text{KHz})$$

电流检测和前沿消隐

XN1042 内部具有逐周电流限制（cycle-by-cycle current limiting）功能。开关电流通过检测电阻输入到 SENSE 引脚。引脚内部的前沿消隐电路可以消除 MOSFET 开启瞬间由于 snubber 二极管反向恢复造成的感应电压毛刺，因此 SENSE 输入端的外接 RC 滤波电路可以省去。限流比较器在消隐期间被禁止而无法关断外部 MOSFET。PWM 占空比由电流检测端的电压和 FB 输入端的电压决定。

内部同步斜坡补偿

PWM 产生过程中，内置的斜坡补偿电路可以在电流检测输入端的电压基础上叠加斜坡电压。这极大地增加了 CCM 下闭环的稳定性，避免了谐波振荡，减少了输出纹波电压。

栅极驱动

XN1042 的 GATE 引脚连接到外部 MOSFET 的栅极以实现开关控制。太弱的栅驱动强度会导致过大的开关损失，而太强的驱动会产生过大的 EMI。XN1042 通过内建图腾柱栅极驱动电路的优化设计，实现了输出强度和死区时间控制两者之间的良好折中。从而可以更容易的设计出理想的低待机损耗和 EMI 系统。XN1042 还在栅极驱动输出端内置了 18V 的钳位电路，有效地保护了外接 MOSFET 开关管。

过温保护

RT 与 GND 之间串连一个 NTC 和一个普通电阻，可以提供温度检测和保护。NTC 电阻值随周围环境的温度的升高而降低。随着一个固定的内部电流 IRT 流经该电阻，RT 引脚上的电压会随着环境温度的升高而降低。内部的 OTP 电路在检测到该电压低

于 VTH_OP 时被触发进而关断 MOSFET。

保护控制

XN1042 提供了全面的保护特性，系统可以获得最高可靠性。其中包括逐周限流保护 (OCP)，过载保护 (OLP)，过温保护 (OTP)，片上 VDD 过压保护 (OVP，可选)，以及低压关断 (UVLO)。

当流入 VIN 引脚的电流变大时，OCP 阈值会自动降低。OCP 阈值斜率调整有助于补偿由于过流检测和控制延迟导致的 AC 电压升高而增加的功率限制。通过 XN1042 推荐的 OCP 补偿电路可以获得恒定的输出功率限制。

XN1042 内置的 OCP 保护电路可以有效地检测 PWM 控制信号的占空比，并通过线电压的补偿确保在连续交流输入电压范围内获得恒定的输出功率限制。

在输出过载的情况下，FB 电压被偏置得更高，当 FB 输入超过功率限制的阈值电压持续 80ms，控制电路将关断 MOSFET。同样的，控制电路在检测到过温的情况时也会关闭 MOSFET。XN1042 在温度低于迟滞温度值后恢复工作。VDD 由变压器的次绕组输出提供。VDD 被钳位在 36V。当 VDD 低于 UVLO 门限的时候，MOSFET 被关断，器件随后进入上电启动程序。