

采用 mWSaver 技术的集成式 临界模式 PFC 和准谐振电流模式 PWM 控制器

FAN6920MR

说明

高度集成的 FAN6920MR 结合了功率因数校正 (PFC) 控制器和准谐振 PWM 控制器。集成提供性价比高的设计，降低了外部元件的数目。

对于 PFC，FAN6920MR 使用受控导通时间技术来提供调节直流输出电压，执行自然的功率因数校正。凭借创新的 THD 优化器，FAN6920MR 可减少过零期间的输入电流失真，从而提高 THD 性能。

对于 PWM，FAN6920MR 提供几种功能来增强电源系统性能：谷底检测、绿色模式运行和高/低线路过功率补偿。保护功能包括具有自动恢复保护的次级端开环和过流；外部自动恢复触发；RT 引脚的可调过温保护；以及外部 NTC 电阻、内部过温关断、V_{DD} 引脚 OVP 以及输出 OVP 的 DET 引脚过压和 AC 输入电压 UVP 的通电/断电。

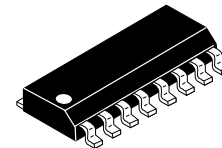
FAN6920MR 控制器采用 16 引脚小型封装 (SOP)。

特性

- mWSaver 技术提供业内同级最佳的待机功耗
 - ◆ 内部高压 JFET 启动
 - ◆ QR PWM 级 t_{OFF-MIN} 的自适应关断时间调制，提高了轻负载效率
 - ◆ 轻负载条件下 PFC 间歇运行或关断
 - ◆ 针对双管反激设计进行优化以实现 90% 以上的效率，同时满足 2013 ErP lot 6 待机功率要求
- 集成式 PFC 和反激式控制器
- 临界模式 PFC 控制器
- PFC 级的零电流检测
- PWM 级的准谐振运行
- PWM 的内部 5 ms 软启动
- 掉电保护
- 高/低线路过功率补偿
- 自动恢复过流保护
- 自动恢复开环保护
- 外部自动恢复触发 (RT 引脚)
- 可调过温保护
- V_{DD} 引脚和输出电压 OVP (自动恢复)
- 内部温度关断 (140°C)
- This is a Pb-Free Device

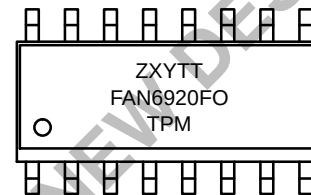
应用

- AC/DC NB 适配器
- 开架式 SMPS
- 电池充电器



SOIC-16, 150 mils
CASE 751BG-01

MARKING DIAGRAM



FAN6920	= Specific Device Code
Z	= 工厂代码
X	= 年份代码
Y	= 周代码
TT	= 裸片运行代码
F	= 频率 (M = 低电平, H = 高电平)
O	= OLP 模式 (L = 锁, R = 恢复)
T	= 封装类型 (M = SOP)
P	= Y = 绿色复合材料
M	= 制造流程代码

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 19 of this data sheet.

相关资源

- 评测板: [FEBFAN6920MR_T02U120A](#)

FAN6920MR

应用框图

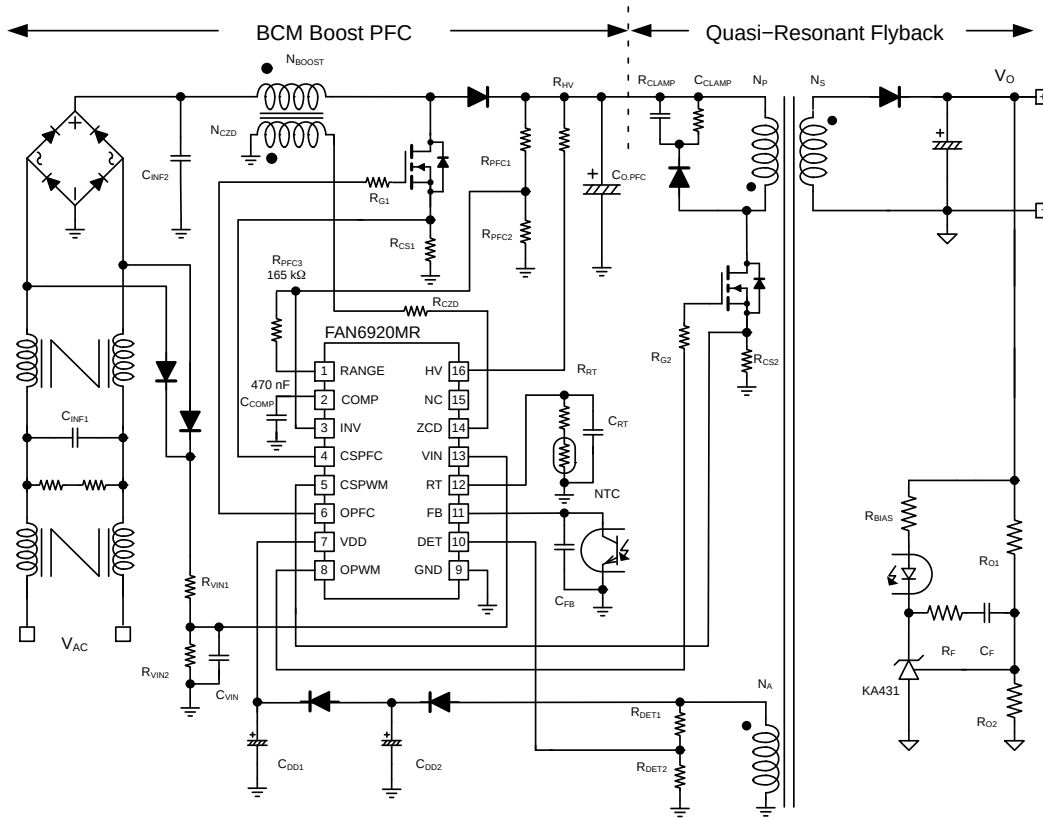


图 1. 典型应用电路

FAN6920MR

内部框图

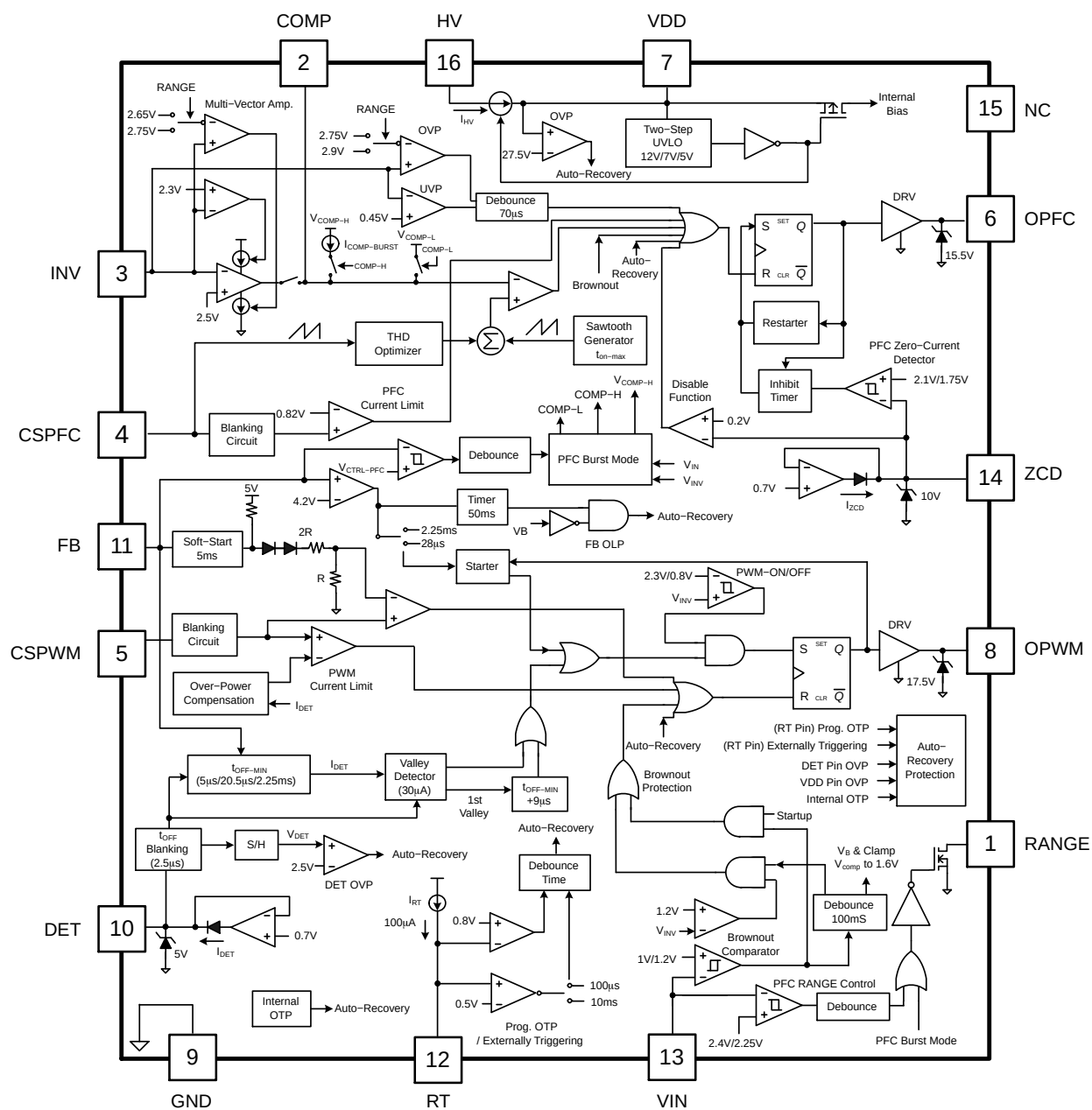


图 2. 功能框图

FAN6920MR

引脚布局

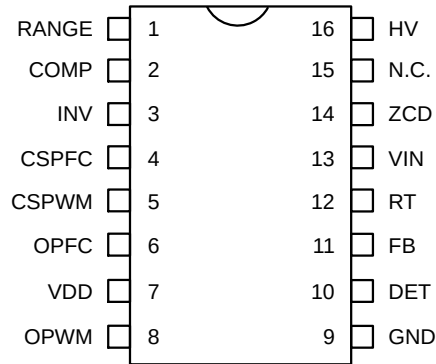


图 3. 引脚布局

引脚定义

引脚号	名称	说明
1	RANGE	RANGE 引脚的阻抗根据 VIN 引脚电压电平变化。当 VIN 引脚检测到的输入电压高于阈值电压时，其设置为低阻抗；但如果输入电压处于高电平，则设置为高阻抗。
2	COMP	误差放大器的输出引脚。该放大器为跨导型误差放大器，用于 PFC 输出电压反馈。专有的多向量电流内置到该放大器中，因此，PFC 电压反馈环路的补偿允许在该引脚和 GND 之间有一个简单的补偿电路。
3	INV	误差放大器的反相输入端。该引脚的作用是，通过分压器接收 PFC 电压电平，并提供 PFC 输出过压和欠压保护。该引脚还可控制 PWM 启动。一旦 FAN6920MR 导通且 V_{INV} 超过 2.3 V，PWM 即启动。
4	CSPFC	提供逐周期限流保护的 PFC 过流保护比较器的输入。当 PFC 电流感测电阻上感测到的电压达到内部阈值 (0.82 V 典型值) 时，PFC 开关会关断以激活逐周期限流。
5	CSPWM	PWM 过流保护的比较器的输入，根据 FB 引脚电压进行 PWM 电流模式控制。根据 PWM t_{ON} 时间内的 DET 引脚源电流，使用电阻感测 PWM 开关的开关电流并向 CSPWM 引脚施加感测电压以实现逐周期限流、电流模式控制和高/低压线路过功率补偿。
6	OPFC	驱动外部功率 MOSFET 的图腾柱驱动器输出。箝位栅极输出电压为 15.5 V。
7	VDD	电源。启动和关断的阈值电压分别为 12 V 和 7 V。启动电流小于 30 μ A 且工作电流小于 10 mA。
8	OPWM	图腾柱输出可产生 PWM 信号，用以驱动外部功率 MOSFET。箝位栅极输出电压为 17.5 V。
9	GND	功率地和信号地。
10	DET	该引脚通过电阻分压器连接至 PWM 变压器的辅助绕组以实现下列功能： - 产生补偿电压以补偿 PWM 限流的阈值电压从而实现过功率补偿。当 PWM 开关接通时，产生的补偿电压与输入电压相一致。 - 检测 PWM 开关漏电压的谷底电压信号以实现谷底电压开关并最大限度减少 PWM 开关上的开关损耗。 - 提供输出过压保护。电压比较器内置在 DET 引脚中。DET 引脚通过与辅助绕组并联的分压器检测稳定电压。此稳定电压在 PWM 电感放电时间内反映到次级绕组。如果输出过压和此稳定电压高于 2.5 V，控制器将停止所有 PFC 和 PWM 开关操作。保护模式为自动恢复。
11	FB	反馈电压引脚用于接收输出电压电平信号以确定用于调节输出电压的 PWM 栅极占空比。如果 FB 引脚电压高于 4.2 V 左右的阈值超过 50 ms，则 FB 引脚电压也可激活开环过载保护和输出短路保护。该引脚的输入阻抗为 5 k Ω 等效电阻。FB 引脚和 CSPWM/FB 比较器的输入端之间用 1/3 衰减器连接。
12	RT	可调过温保护和外部保护触发。恒定电流从 RT 引脚流出。RT 引脚电压低于 0.8 V (典型值) 时，会激活保护并停止 PFC 和 PWM 开关操作。该保护为自动恢复。
13	VIN	通电/断电保护的线路电压检测。该引脚可通过分压器接收交流输入电压电平。VIN 引脚的电压电平不仅用于控制 RANGE 引脚的状态，而且还能针对交流输入电压 UVP 进行通电/断电保护。
14	ZCD	PFC 级的零电流检测。该引脚连接至与 PFC 电感绕组耦合的辅助绕组，一旦 PFC 电感电流放电至零时，即检测 ZCD 电压信号。检测到 ZCD 电压信号时，控制器会开始新的 PFC 开关周期。ZCD 引脚电压拉至低于 0.2 V (典型值) 时，会禁用 PFC 级并且控制器会停止 PFC 开关操作。如需禁用 PFC 级，通过外部电路即可实现。
15	NC	无连接
16	HV	高电压启动引脚通过电阻 (100 k Ω 典型值) 连接到交流线路电压，以便将高充电电流提供给 VDD 电容。

FAN6920MR

绝对最大额定值

符号	参数	最小值	最大值	单位
V_{DD}	电源电压 (DC)	–	30	V
V_{HV}	HV	–	500	V
V_H	OPFC, OPWM	–0.3	25.0	V
V_L	INV, COMP, CSPFC, DET, FB, CSPWM, RT, VIN, RANGE	–0.3	7.0	V
V_{ZCD}	ZCD 引脚的输入电压	–0.3	12.0	V
P_D	功耗	–	800	mW
θ_{JA}	热阻 (结到空气)	–	104	°C/W
θ_{JC}	热阻 (结到外壳)	–	41	°C/W
T_J	工作结温	–40	+150	°C
T_{STG}	存储温度范围	–55	+150	°C
T_L	引脚温度 (焊接, 10 秒)	–	+260	°C
ESD	人体模型, JESD22-A114 (除 HV 引脚外的所有引脚) (注 3)	–	4500	V
	元件充电模型, JESD22-C101 (除 HV 引脚外的所有引脚) (注 3)	–	1250	

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

(参考译文)

如果电压超过最大额定值表中列出的值范围, 器件可能会损坏。如果超过任何这些限值, 将无法保证器件功能, 可能会导致器件损坏, 影响可靠性。

1. 若压力超过绝对最大额定值中所列的数值, 可能会给器件造成不可修复的损坏。
2. 测得的所有电压, 除差模电压之外, 都参照 GND 引脚。
3. 包括 HV 引脚在内的所有引脚: CDM = 750 V, HBM 1000 V。

FAN6920MR

电气特性 (除非另有说明, 否则 $V_{DD} = 15\text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。)

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD} 部分						
V_{OP}	连续工作电压		–	–	25	V
V_{DD-ON}	导通阈值电压		10.5	12.0	13.5	V
$V_{DD-PWM-OFF}$	PWM 关断阈值电压		6	7	8	V
V_{DD-OFF}	关断阈值电压		4	5	6	V
I_{DD-ST}	启动电流	$V_{DD} = V_{DD-ON} - 0.16\text{ V}$, 栅极开路	–	20	30	μA
I_{DD-OP}	工作电流	$V_{DD} = 15\text{ V}$, OPFC, OPWM = 100 kHz, $C_L\text{-PFC}$, $C_L\text{-PWM} = 2\text{ nF}$	–	–	10	mA
$I_{DD-GREEN}$	绿色模式工作电源电流 (平均)	$V_{DD} = 15\text{ V}$, OPWM = 450 Hz, $C_L\text{-PWM} = 2\text{ nF}$	–	5.5	–	mA
$I_{DD-PWM-OFF}$	PWM 关断相位的工作电流	$V_{DD} = V_{DD-PWM-OFF} - 0.5\text{ V}$	70	120	170	μA
V_{DD-OVP}	V_{DD} 过压保护 (自动恢复)		26.5	27.5	28.5	V
$t_{VDD-OVP}$	V_{DD} OVP 去抖时间		100	150	200	μs

HV 启动电源电流部分

I_{HV}	从 HV 引脚消耗的电源电流	$V_{AC} = 90\text{ V}$, ($V_{DC} = 120\text{ V}$), $V_{DD} = 0\text{ V}$	1.3	–	–	mA
		HV = 500 V, $V_{DD} = V_{DD-OFF} + 1\text{ V}$	–	1.0	–	μA

VIN 和 RANGE 部分

$V_{VIN-UVP}$	用于交流输入欠压保护的阈值电压		0.95	1.00	1.05	V
$V_{VIN-RE-UVP}$	欠压保护复位电压		$V_{VIN-UVP} + 0.15\text{ V}$	$V_{VIN-UVP} + 0.20\text{ V}$	$V_{VIN-UVP} + 0.25\text{ V}$	V
$t_{VIN-UVP}$	欠压保护去抖动时间		70	100	130	ms
$V_{VIN-RANGE-H}$	RANGE 比较器的高 V_{VIN} 阈值		2.40	2.45	2.50	V
$V_{VIN-RANGE-L}$	RANGE 比较器的低 V_{VIN} 阈值		2.20	2.25	2.30	V
t_{RANGE}	RANGE 使能 / 禁用去抖动时间		60	90	120	ms
$V_{RANGE-OL}$	RANGE 引脚的输出低电压	$I_O = 1\text{ mA}$	–	–	0.5	V
$I_{RANGE-OH}$	RANGE 引脚的输出高漏电流	RANGE = 5 V	–	–	50	nA
$t_{ON-MAX-PFC}$	PFC 最大导通时间	$R_{MOT} = 24\text{ k}\Omega$	22	25	28	μs

PFC STAGE

电压误差放大器部分

G_m	跨导 (注 4)		100	125	150	μmho
V_{REF}	反馈比较器参考电压		2.465	2.500	2.535	V
V_{INV-H}	箝位高反馈电压	RANGE = 开路	2.70	2.75	2.80	V
		RANGE = 接地	2.60	2.65	2.70	
V_{RATIO}	箝位高输出电压比 (注 4)	V_{INV-H} / V_{REF} , RANGE = 开路	1.06	–	1.14	V/V
		V_{INV-H} / V_{REF} , RANGE = 接地	1.04	–	1.08	
V_{INV-L}	箝位低反馈电压		2.25	2.35	2.45	V
$V_{INV-OVP}$	INV 输入的过压保护	RANGE = 开路	–	2.90	2.95	V
		RANGE = 接地	–	2.75	2.80	

FAN6920MR

电气特性 (除非另有说明, 否则 $V_{DD} = 15\text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。) (续)

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
电压误差放大器部分						
$t_{INV-OVP}$	过压保护去抖动时间		50	70	90	μs
$V_{INV-UVP}$	INV 输入的欠压保护		0.35	0.45	0.55	V
$V_{INV-PWMON}$	INV 引脚上的 PWM 导通阈值电压		2.2	2.3	2.4	V
$V_{HYST-PWMON}$	INV 引脚上 PWM 导通阈值电压的滞回		$V_{INV-PWMON} - 1.6$	$V_{INV-PWMON} - 1.5$	$V_{INV-PWMON} - 1.4$	V
$t_{INV-UVP}$	欠压保护去抖动时间		50	70	90	μs
V_{INV-BO}	用于断电保护的 PWM 和 PFC 关断阈值		1.15	1.20	1.25	V
$V_{COMP-BO}$	用于断电保护的 COMP 引脚上的限制电压		1.55	1.60	1.65	V
$I_{COMP-BURST}$	用于 PFC 间歇模式的内部偏压电流		120	150	180	μA
V_{COMP-H}	比较器输出高电压		4.80	–	5.20	V
	PFC 间歇模式下的比较器输出高电压	$V_{FB} = 1.3\text{ V}, V_{VIN} = 1.2\text{ V}$	2.20	2.30	2.40	
		$V_{FB} = 1.3\text{ V}, V_{VIN} = 1.6\text{ V}$	2.00	2.10	2.20	
		$V_{FB} = 1.3\text{ V}, V_{VIN} = 2\text{ V}$	1.80	1.90	2.00	
V_{COMP-L}	PFC 间歇模式下的比较器输出低电压	RANGE = 开路, $V_{FB} = 1.3\text{ V}$	0.9	1.0	1.1	V
V_{OZ}	COMP 引脚上的零占空比电压		1.10	1.25	1.40	V
I_{COMP}	比较器输出源电流	$V_{INV} = 2.3\text{ V}, V_{COMP} = 1.5\text{ V}$	15	30	45	μA
		$V_{INV} = 1.5\text{ V}$	0.50	0.75	1.00	mA
	比较器输出灌电流	RANGE = 开路, $V_{INV} = 2.75\text{ V}, V_{COMP} = 5\text{ V}$	20	30	40	μA
		RANGE = 接地, $V_{INV} = 2.65\text{ V}, V_{COMP} = 5\text{ V}$	20	30	40	

PFC 电流感测部分

V_{CSPFC}	逐周期峰值限流的阈值电压	$V_{COMP} = 5\text{ V}$	0.77	0.82	0.87	V
t_{PD}	传播延迟		–	110	200	ns
t_{BNK}	前沿消隐时间		110	180	250	ns
A_V	THD 的 CSPFC 补偿比		0.90	0.95	1.00	V/V

PFC 输出部分

V_Z	PFC 栅极输出箝位电压	$V_{DD} = 25\text{ V}$	14.0	15.5	17.0	V
V_{OL}	PFC 栅极输出低电压	$V_{DD} = 15\text{ V}, I_O = 100\text{ mA}$	–	–	1.5	V
V_{OH}	PFC 栅极输出高电压	$V_{DD} = 15\text{ V}, I_O = 100\text{ mA}$	8	–	–	V
t_R	PFC 栅极输出上升时间	$V_{DD} = 12\text{ V}, C_L = 3\text{ nF}, 20\sim 80\%$	30	65	100	ns
t_F	PFC 栅极输出下降时间	$V_{DD} = 12\text{ V}, C_L = 3\text{ nF}, 80\sim 20\%$	30	50	70	ns

PFC 零电流检测部分

V_{ZCD}	输入阈值电压上升沿	V_{ZCD} 增大	1.9	2.1	2.3	V
$V_{ZCD-HYST}$	阈值电压滞回	V_{ZCD} 减小	0.25	0.35	0.45	V
$V_{ZCD-HIGH}$	箝位电压上限	$I_{ZCD} = 3\text{ mA}$	8	10	–	V
$V_{ZCD-LOW}$	箝位电压下限		0.35	0.45	0.55	V
$V_{ZCD-SSC}$	启动拉电流阈值电压		0.70	0.90	1.10	V

FAN6920MR

电气特性 (除非另有说明, 否则 $V_{DD} = 15\text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。) (续)

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
----	----	------	-----	-----	-----	----

PFC 零电流检测部分

t_{DELAY}	从 ZCD 到输出导通的最大延迟	$V_{\text{COMP}} = 5\text{ V}$, $f_s = 60\text{ kHz}$	100	–	200	ns
$t_{\text{RESTART-PFC}}$	重启时间		300	500	700	μs
t_{INHIB}	抑制时间 (最大开关频率限值)	$V_{\text{COMP}} = 5\text{ V}$	1.5	2.5	3.5	μs
$V_{\text{ZCD-DIS}}$	PFC 使能/禁用功能阈值电压		0.15	0.20	0.25	V
$t_{\text{ZCD-DIS}}$	PFC 使能/禁用功能去抖动时间	$V_{\text{ZCD}} = 100\text{ mV}$	100	150	200	μs

PWM STAGE

反馈输入部分

A_V	电流感测衰减的输入电压 (注 4)	$A_V = \Delta V_{\text{CS}} / \Delta V_{\text{FB}}$, $0 < V_{\text{CS}} < 0.9$	1/2.75	1/3.00	1/3.25	V/V
Z_{FB}	输入阻抗 (注 4)	$V_{\text{FB}} > V_G$	3	5	7	$\text{k}\Omega$
I_{OZ}	偏置电流	$V_{\text{FB}} = V_{\text{OZ}}$	–	1.2	2.0	mA
V_{OZ}	零占空比输入电压		0.7	0.9	1.1	V
$V_{\text{FB-OLP}}$	开环保护阈值电压		3.9	4.2	4.5	V
$t_{\text{FB-OLP}}$	开环保护的去抖动时间		40	50	60	ms
$t_{\text{FB-SS}}$	内部软启动时间 (注 4)	$V_{\text{FB}} = 0\text{ V} \sim 3.6\text{ V}$	4	5	6	ms

DET 引脚 OVP 和波谷检测部分

$V_{\text{DET-OVP}}$	比较器参考电压		2.45	2.50	2.55	V
A_V	开环增益 (注 4)		–	60	–	dB
BW	增益带宽 (注 4)		–	1	–	MHz
$t_{\text{DET-OVP}}$	输出 OVP (自动恢复) 去抖动时间		100	150	200	μs
$I_{\text{DET-SOURCE}}$	最大电流源	$V_{\text{DET}} = 0\text{ V}$	–	–	1	mA
$V_{\text{DET-LOW}}$	箝位电压下限	$I_{\text{DET}} = 1\text{ mA}$	0.15	0.25	0.35	V
$t_{\text{VALLEY-DELAY}}$	从检测到谷底信号到输出导通的延迟时间 (注 4)		150	200	250	ns
$t_{\text{OFF-BNK}}$	PWM MOS 关断时 DET-OVP (2.5 V) 和谷底信号的前沿消隐时间 (注 4)		–	2.5	–	μs
$t_{\text{TIME-OUT}}$	$t_{\text{OFF-MIN}}$ (注 4) 接地		8	9	10	μs

PWM 振荡器部分

$t_{\text{ON-MAX-PWM}}$	最大导通时间		38	45	52	μs
$t_{\text{OFF-MIN}}$	最小关断时间	$V_{\text{FB}} \geq V_N$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	5	–	μs
		$V_{\text{FB}} = V_G$	–	20.5	–	
V_N	FB 电平处绿色模式导通的开始		1.95	2.10	2.25	V
V_G	FB 电平处绿色模式关闭的开始		1.00	1.15	1.30	V
ΔV_G	在 FB 电压电平处开始绿色关闭模式的滞回 (注 4)		–	0.1	–	V
$V_{\text{CTRL-PFC-BM}}$	用于 PFC 间歇模式的 FB 引脚上的阈值电压	RANGE 引脚内部开路	1.65	1.70	1.75	V
		RANGE 引脚内部接地	1.60	1.65	1.70	
$V_{\text{CTRL-PFC-ON}}$	用于 PFC 正常工作的 FB 引脚上的阈值电压		1.75	1.80	1.85	V
$t_{\text{PFC-BM}}$	用于 PFC 间歇模式的去抖动时间	PFC 正常工作 → 间歇模式	–	100	–	ms
$t_{\text{PFC-ON}}$	PFC 恢复到正常工作的去抖动时间	PFC 间歇模式 → 正常工作	–	200	–	μs
$t_{\text{STARTER-PWM}}$	启动计时器 (超时计时器)	$V_{\text{FB}} < V_G$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	1.85	2.25	2.65	ms
		$V_{\text{FB}} > V_{\text{FB-OLP}}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	22	28	34	μs

FAN6920MR

电气特性 (除非另有说明, 否则 $V_{DD} = 15\text{ V}$ 且 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。) (续)

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
----	----	------	-----	-----	-----	----

PWM 输出部分

V_{CLAMP}	PWM 栅极输出箝位电压	$V_{DD} = 25\text{ V}$	16.0	17.5	19.0	V
V_{OL}	PWM 栅极输出低电压	$V_{DD} = 15\text{ V}, I_O = 100\text{ mA}$	–	–	1.5	V
V_{OH}	PWM 栅极输出高电压	$V_{DD} = 15\text{ V}, I_O = 100\text{ mA}$	8	–	–	V
t_R	PWM 栅极输出上升时间	$C_L = 3\text{ nF}, V_{DD} = 12\text{ V}, 20\text{--}80\%$	–	80	110	ns
t_F	PWM 栅极输出下降时间	$C_L = 3\text{ nF}, V_{DD} = 12\text{ V}, 20\text{--}80\%$	–	40	70	ns

电流检测部分

t_{PD}	输出延迟		–	150	200	ns
V_{LIMIT}	限制 CSPWM 引脚上的电压从而实现过功率补偿	$I_{DET} < 75\text{ }\mu\text{A}, T_A = 25^\circ\text{C}$	0.81	0.84	0.87	V
		$I_{DET} = 185\text{ }\mu\text{A}, T_A = 25^\circ\text{C}$	0.69	0.72	0.75	
		$I_{DET} = 350\text{ }\mu\text{A}, T_A = 25^\circ\text{C}$	0.55	0.58	0.61	
		$I_{DET} = 550\text{ }\mu\text{A}, T_A = 25^\circ\text{C}$	0.37	0.40	0.43	
V_{SLOPE}	斜率补偿(注 4)	$t_{ON} = 45\text{ }\mu\text{s}, \text{RANGE} = \text{Open}$	0.25	0.30	0.35	V
		$t_{ON} = 0\text{ }\mu\text{s}$	0.05	0.10	0.15	
t_{ON-BNK}	前沿消隐时间			300		ns
$V_{CS-FLOATING}$	CSPWM 引脚悬空 VCSPWM 箝位高电压	CSPWM 引脚悬空	4.5	–	5.0	V
t_{CS-H}	延迟时间, CS 引脚悬空	CSPWM 引脚悬空	–	150	–	μs

RT 引脚过温保护部分

T_{OTP}	内部 OTP 的阈值温度 (注 4)		125	140	155	$^\circ\text{C}$
$T_{OTP-HYST}$	内部 OTP 的滞回温度 (注 4)		–	30	–	$^\circ\text{C}$
I_{RT}	RT 引脚的内部拉电流		90	100	110	μA
V_{RT-AR}	保护触发电压		0.75	0.80	0.85	V
$V_{RT-OTP-LEVEL}$	两级去抖动时间的阈值电压		0.45	0.50	0.55	V
$t_{RT-OTP-H}$	OTP 的去抖动时间		–	10	–	ms
$t_{RT-OTP-L}$	外部触发的去抖动时间	$V_{RT} < V_{RT-OTP-LEVEL}$	70	110	150	μs

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

(参考译文)

除非另有说明, “电气特性”表格中列出的是所列测试条件下的产品性能参数。如果在不同条件下运行, 产品性能可能与“电气特性”表格中所列性能参数不一致。

4. 设计保证

典型性能特征

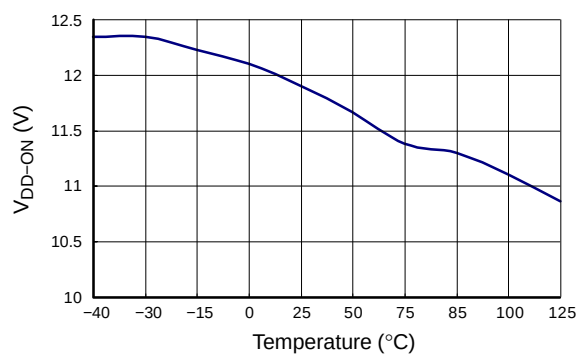


图 4. 导通阈值电压

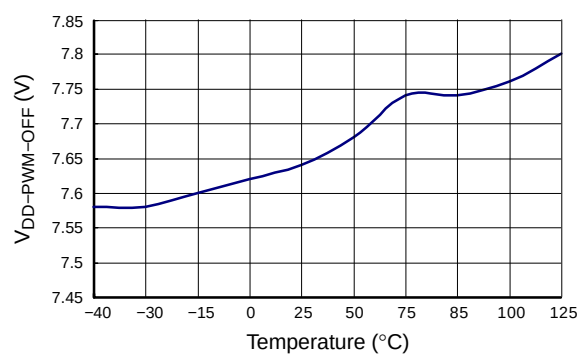


图 5. PWM 关断阈值电压

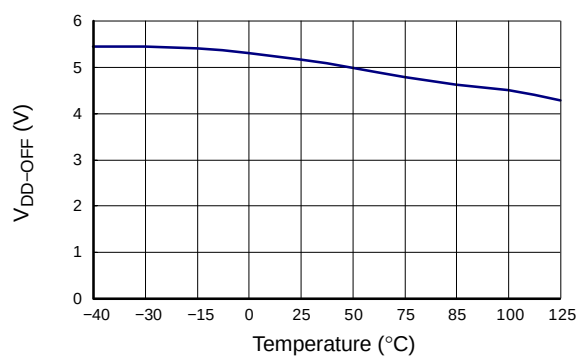


图 6. 关断阈值电压

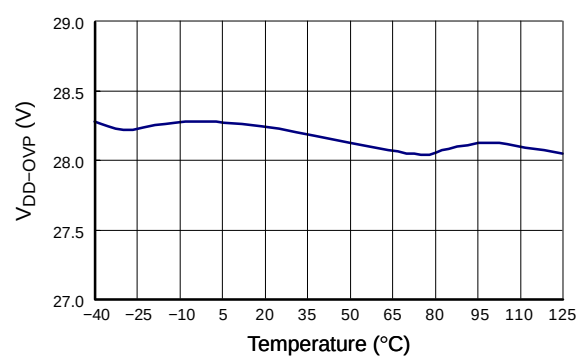
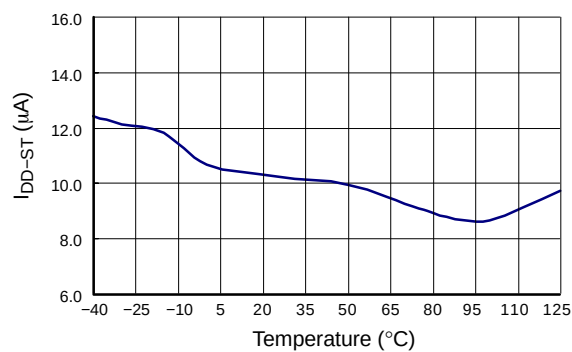
图 7. V_{DD} 过压保护阈值

图 8. 启动电流

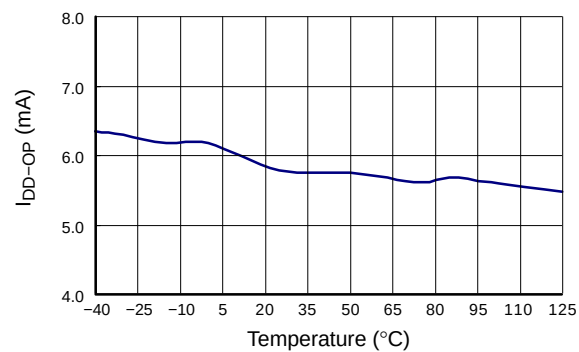


图 9. 工作电流

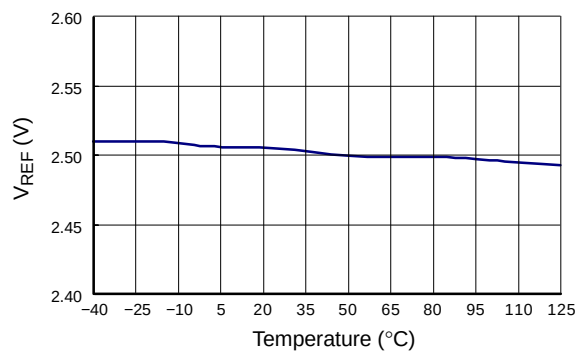


图 10. PFC 输出反馈参考电压

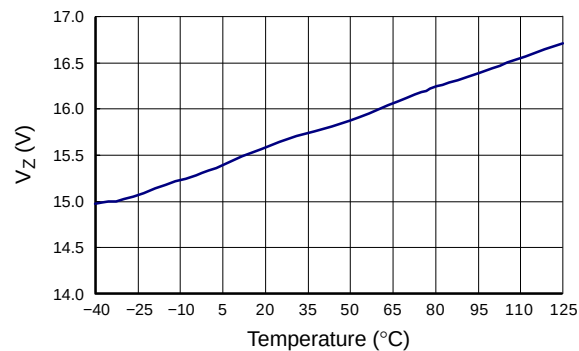


图 11. PFC 栅极输出箱位电压

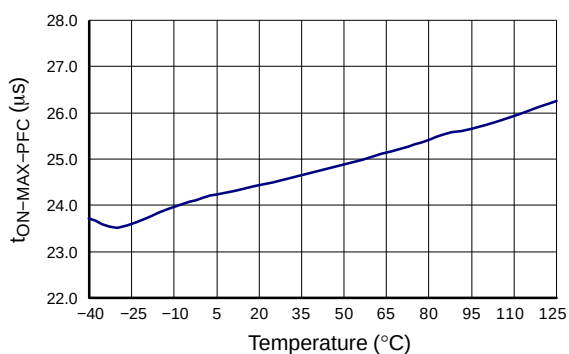


图 12. PFC 最大导通时间

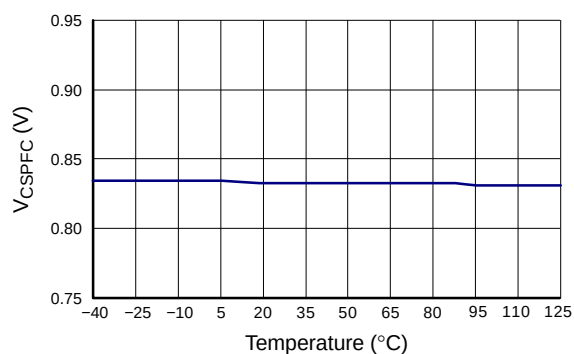


图 13. PFC 峰值限流电压

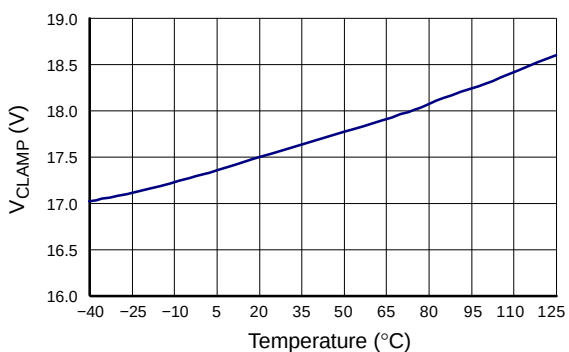


图 14. PWM 栅极输出箝位电压

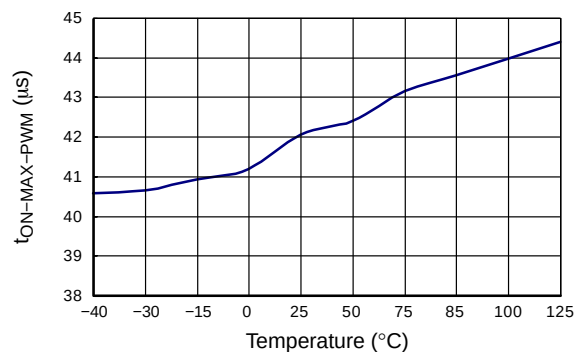
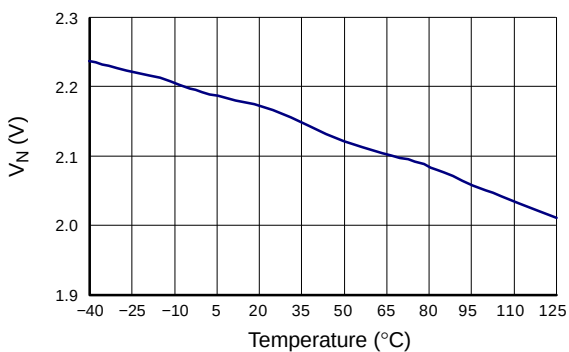
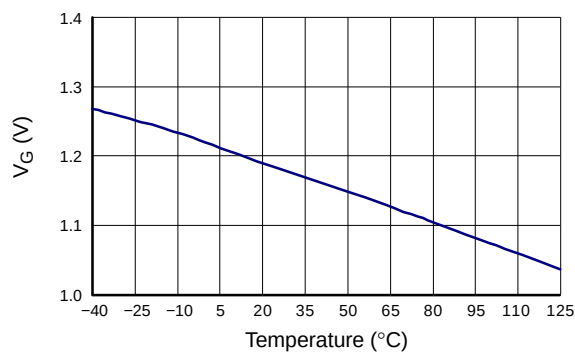
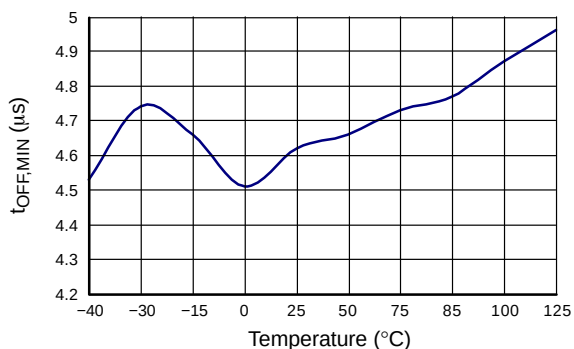
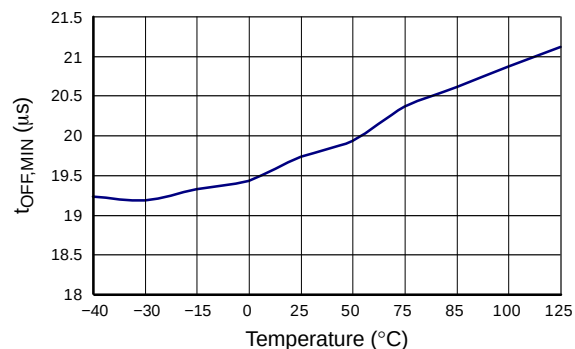


图 15. PWM 最大导通时间

图 16. 绿色开启模式在 V_{FB} 处开始图 17. 绿色关闭模式在 V_{FB} 处开始图 18. $V_{FB} > V_N$ 的 PWM 最小关断时间图 19. $V_{FB} = V_G$ 的 PWM 最小关断时间

典型性能特征 (接上页)

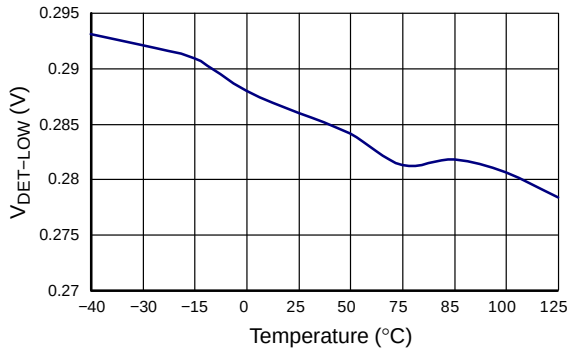


图 20. DET 引脚上较低的箝位电压

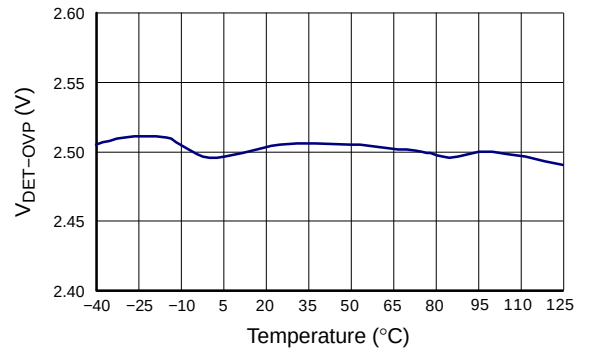


图 21. DET 引脚输出过压保护的参考电压

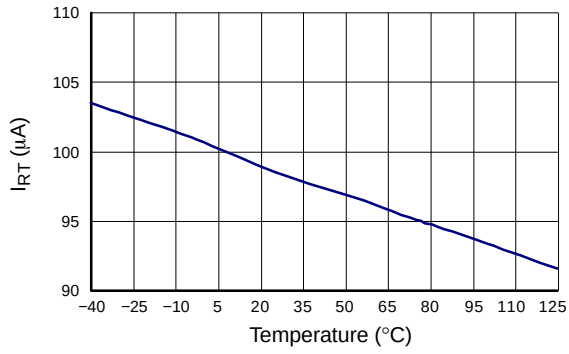


图 22. RT 引脚的内部拉电流

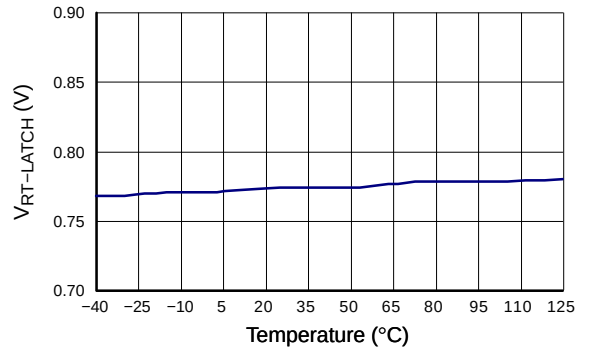


图 23. RT 引脚的过温保护阈值电压

功能说明

PFC 电路

多向量误差放大器和THD 优化器

为实现更好的动态性能、更快的瞬态响应以及 PFC 输出上的精确箝位，FAN6920MR 将跨导型放大器与专利的创新型多向量误差放大器配合使用。该放大器的示意图如图 24 所示。PFC 输出电压通过由 R_1 和 R_2 组成的外部电阻分压器电路从 INV 引脚检测。当 PFC 输出变化电压超过或低于 2.5 V 参考电压的 6% 时，多向量误差放大器会调节其输出灌电流或拉电流以增加环路响应，从而简化补偿电路。

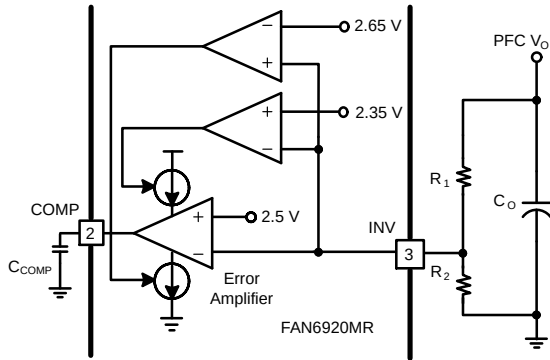


图 24. 多向量误差放大器

INV 引脚上的反馈电压信号与 2.5 V 的参考电压相比较，使误差放大器的拉电流或灌电流对其输出电容 C_{COMP} 充电或放电。COMP 电压与内部产生的锯齿波形相比较以确定 PFC 栅极的导通时间。通常，在反馈环路带宽较低的情况下，PFC 栅极导通时间的变化应极小并且在一个输入交流周期内几乎保持恒定。但是，轻负载条件下的功率因数校正电路有一个缺陷，即过零失真；该缺陷会使输入电流失真并导致系统的总谐波失真 (THD) 更差。为改进轻负载条件下，尤其是在高输入电压条件下 THD 的结果，通过在电流感测电阻上对电压进行采样，插入一个创新的 THD 优化器。电流感测电阻上的该采样电压添加到锯齿波形中，从而对 PFC 栅极导通时间进行调制，因此在半个交流周期内该时间并非恒定导通时间。THD 优化器和 PWM 之间操作模块的方法如图 25 所示。在经过 THD 优化器的处理之后，在交流输入电压谷底附近的补偿导通时间要比原来的宽。在峰值电压附近的 PFC 导通时间由 THD 优化器缩小。PFC MOS 的时序和电感电流的形状如图 26 所示。图 27 显示的是半个交流周期内由机制计算得出的固定导通时间与使用 THD 优化器的固定导通时间之间的差异。

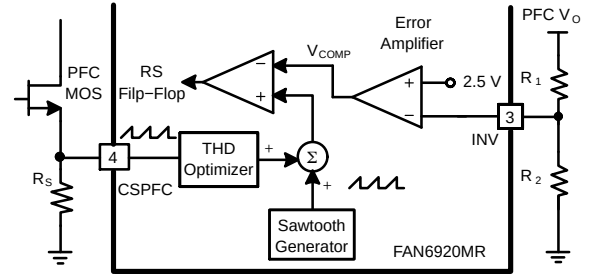


图 25. 使用 THD 优化器的多向量误差放大器

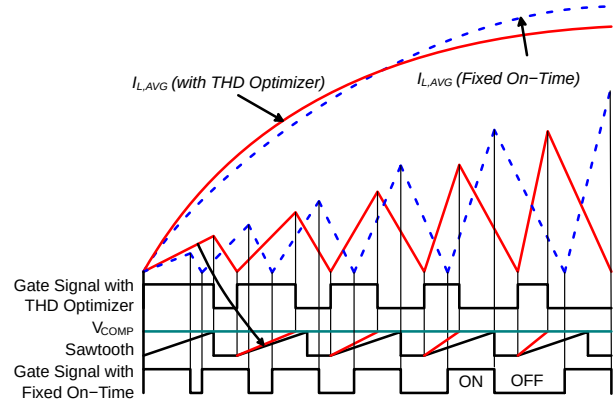


图 26. 使用和不使用 THD 优化器情况下固定导通时间的工作波形

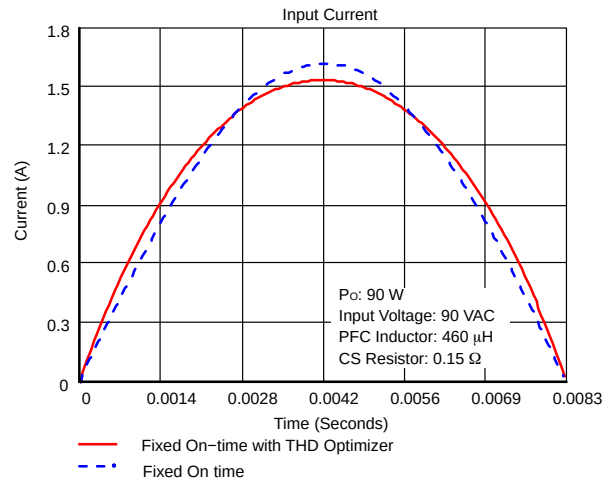


图 27. 半个交流周期内使用和不使用 THD 优化器情况下计算得出的固定导通时间的波形

RANGE 引脚

内置低电压 MOSFET 可根据 V_{VIN} 电压电平和 PFC 状态导通或关断。该内部 MOSFET 的漏极引脚连接至 RANGE 引脚。图 28 显示的是 V_{VIN} 电压电平和 RANGE 阻抗 (开路或接地) 的状态曲线。

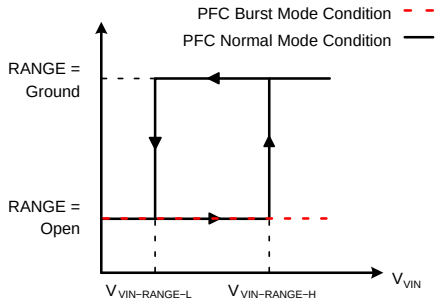


图 28. RANGE 引脚和 VIN 引脚电压之间的滞回特性

零电流检测 (ZCD 引脚)

图 29 显示的是零电流检测的内部模块。检测功能通过感测 PFC 电感辅助绕组上的信息来执行。参见图 30，当 PFC MOS 关闭时，PFC 电感存储的电感开始释放到输出负载。随后 PFC MOS 的漏极电压自 PFC 电感与寄生电容谐振时开始下降。一旦 ZCD 引脚电压低于触发电压 (1.75 V 典型值)，就会再次发送 PFC 栅极信号以开始新的开关周期。

如果 PFC 操作因异常情况需要关断，则将 ZCD 引脚电压拉至小于 0.2 V (典型值) 的低电平以激活 PFC 禁用功能，从而停止 PFC 开关。

为防止开关频率在轻负载条件下过高，使用一个内置的抑制定时器来限制最小 t_{OFF} 时间。即使已检测到 ZCD 信号，也不会在抑制时间 (2.5 μ s 典型值) 内发送 PFC 栅极信号。

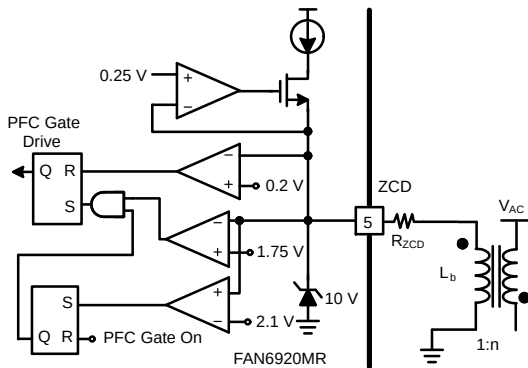


图 29. 零电流检测的内部模块

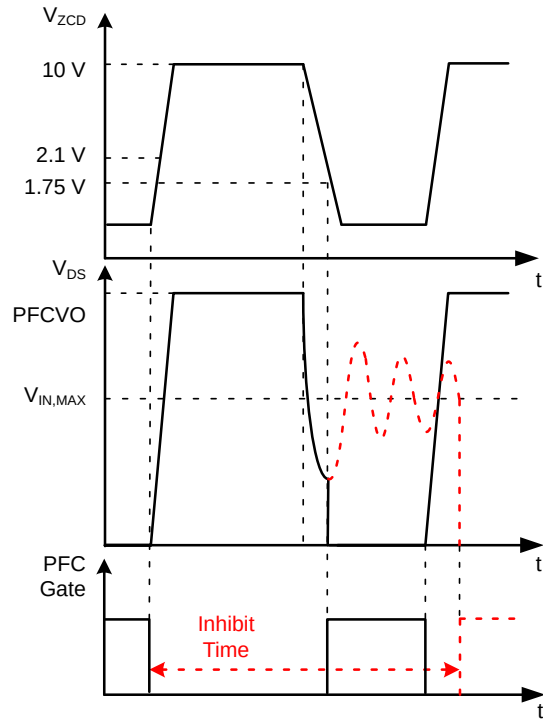


图 30. PFC 零电流检测的工作波形

PFC 级的保护**PFC 输出电压 UVP 和 OVP (INV 引脚)**

FAN6920MR 针对 PFC 级提供多种保护。PFC 输出过压和欠压对于 PFC 级至关重要。二者均通过 INV 引脚电压检测并确定，如图 31 所示。如果 INV 引脚电压因过冲或异常情况而高于 2.75 V 或低于 0.45 V 且持续约 70 μ s 的去抖动时间，会激活 OVP 或 UVP 电路以立即停止 PFC 开关。

INV 引脚不仅用于接收和调节 PFC 输出电压；还可执行 PFC 输出 OVP/UVP 保护。对于故障模式测试，如果发生引脚悬空，该引脚可关断 PFC 开关。

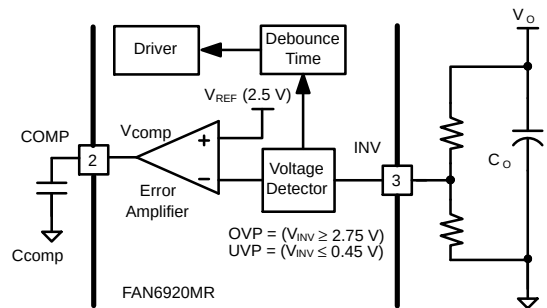


图 31. 零电流检测的内部模块

PFC 峰值限流 (CSPFC 引脚)

在 PFC 级开关期间，PFC 开关电流由 CSPFC 引脚上的电流感测电阻检测，并且在该电阻上检测到的电压会被传送到比较器的输入端，与阈值电压 0.82 V (典型值) 作比较。一旦 CSPFC 引脚电压高于阈值电压，PFC 栅极就会立即关断。

PFC 峰值开关电流可由电流感测电阻调节。图 32 显示的是 PFC 栅极和 CSPFC 引脚电压的测量波形。

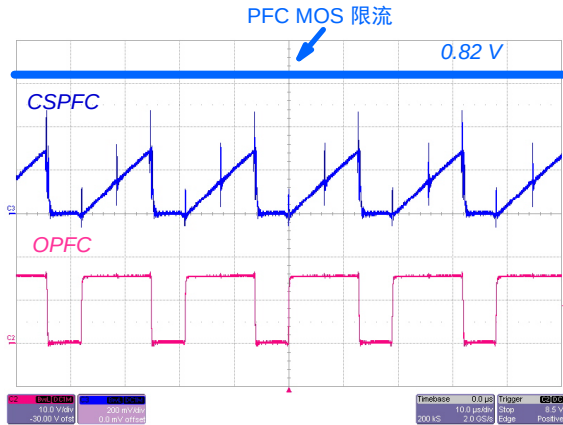


图 32. 逐周期限流

断电保护 (VIN 引脚)

凭借交流电压检测，FAN6920MR 可进行断电/通电保护 (交流电压 UVP)。图 33 显示的是断电/通电保护的主要工作波形。二者均使用 VIN 引脚检测交流输入电压电平，VIN 引脚通过电阻分压器连接至交流输入 (请参见图 1)；因此， V_{VIN} 电压与交流输入电压成正比。当交流电压下降且 V_{VIN} 电压低于 1 V 的时间持续 100 ms 时，会激活 UVP 保护并且 COMP 引脚电压箝位至约 1.6 V。由于 PFC 栅极占空比通过比较锯齿波形和 COMP 引脚电压来确定，较低的 COMP 电压会导致窄 PFC 导通时间，因此聚集的能量受限并且 PFC 输出电压下降。当 INV 引脚电压低于 1.2 V 时，FAN6920MR 会立即停止所有 PFC 和 PWM 的开关操作，直至 V_{DD} 电压降至关断电压，然后再次上升至导通电压 (UVLO)。

激活断电保护时，所有开关操作均关断并且 V_{DD} 电压连续不断地来回进入打嗝模式。一旦 V_{VIN} 电压高于 1.3 V (典型值) 且 V_{DD} 再次达到导通电压，即发送 PWM 和 PFC 栅极。

断电/通电保护的测量波形如图 34 所示。

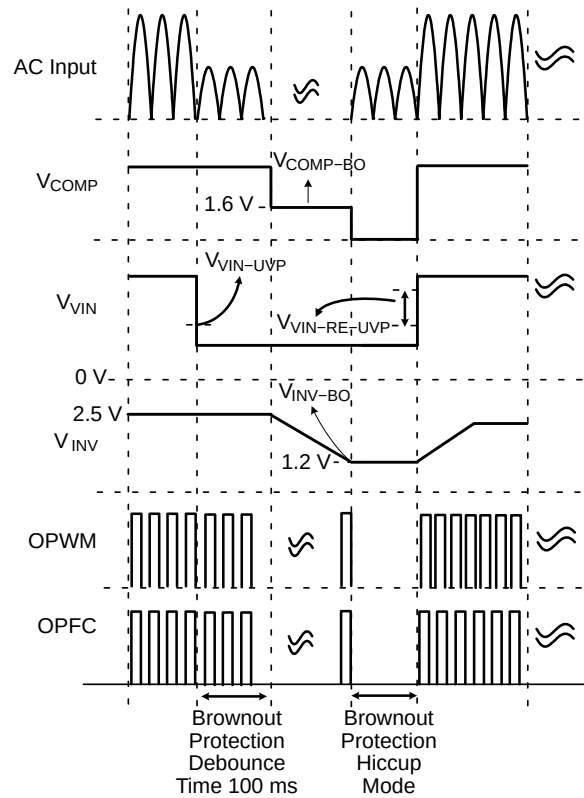


图 33. 断电/通电保护的工作波形

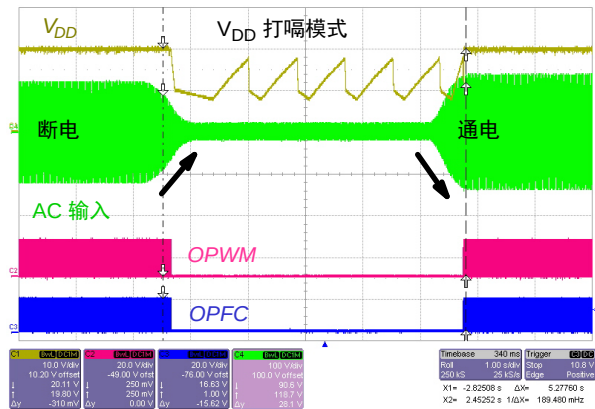


图 34. 断电/通电保护的测量波形 (适配器应用)

PFC 间歇模式

为最大限度降低轻负载条件下的功耗，FAN6920MR PFC 控制进入间歇模式操作。随着负载降低，PWM 反馈电压 (V_{FB}) 也降低。当 $V_{FB} < V_{CTRL-PFC-BM}$ 持续 100 ms 时，器件进入 PFC 间歇模式， V_{COMP} 拉高至 V_{COMP-H} ，PFC 输出电压升高。当 INV 引脚 (V_{INV}) 上的 PFC 反馈电压触发 OVP 阈值电压 ($V_{INV-OVP}$) 时， V_{COMP} 拉低至 V_{COMP-L} ，OPFC 引脚开关停止，PFC 输出电压开始下降。一旦 V_{INV} 降至反馈比较器参考电压 (V_{REF}) 以下， V_{COMP} 即拉高至 V_{COMP-H} 且 OPFC 会再次开始开关操作。间歇模式运行交替使能和禁用功率 MOSFET 的开关以减少轻负载条件下的开关损耗。

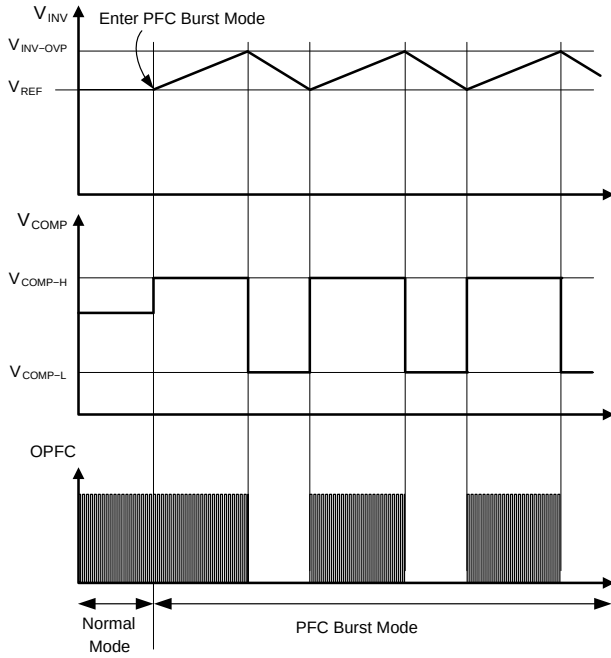


图 35. PFC 间歇模式特性

V_{COMP-H} 由 V_{IN} 引脚电压调节，如图 36 所示。由于 V_{IN} 引脚通过电阻分压器连接到整流交流输入线路电压，较高的线路电压会产生较高的 V_{IN} 引脚电压。 V_{COMP-H} 随 V_{IN} 引脚电压增大而减小，从而限制较高输入电压下的 PFC 扼流圈电流以减少噪声。如果 V_{COMP-H} 低于 PFC V_{OZ} ，PFC 会在具有高线路电压输入的轻负载条件下自动关断。

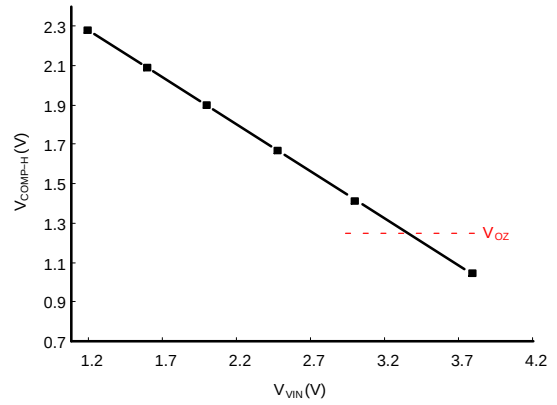


图 36. V_{COMP-H} 电压与 V_{IN} 电压特性曲线

PWM 电路

HV 启动和工作电流 (HV 引脚)

HV 引脚通过电阻连接至交流线路 (请参见图 1)。在电路为内置高压启动电路的情况下，当交流电压施加到电源系统时，FAN6920MR 提供高电流对外部 V_{DD} 电容进行充电，从而加速控制器的启动时间并在三秒内建立额定输出电压。为节省功耗，在 V_{DD} 电压超过导通电压并进入正常操作之后，该高压启动电路会关断以避免启动电阻产生功耗。

图 37 显示的是 V_{DD} 电压和工作电流 I_{DD} 的特性曲线。当 V_{DD} 电压低于 $V_{DD-PWM-OFF}$ 时，FAN6920MR 会停止所有开关操作并关断不必要的内部电路以减少工作电流。通过该操作，可延长从 $V_{DD-PWM-OFF}$ 至 V_{DD-OFF} 的周期并且可减小打嗝模式频率以降低输出短路情况下的输入功率。图 38 显示的是打嗝模式操作时 V_{DD} 电压和栅极信号的典型波形。

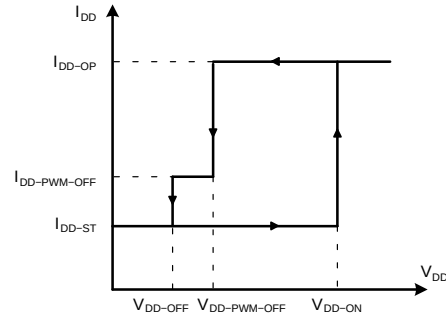
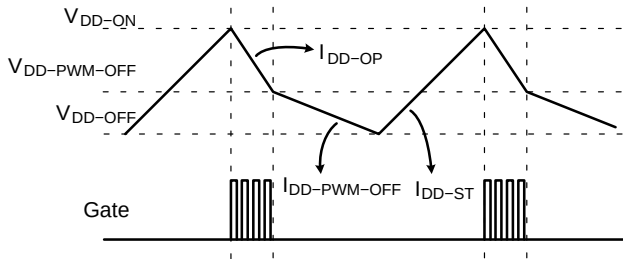


图 37. V_{DD} 与 I_{DD-OP} 特性曲线

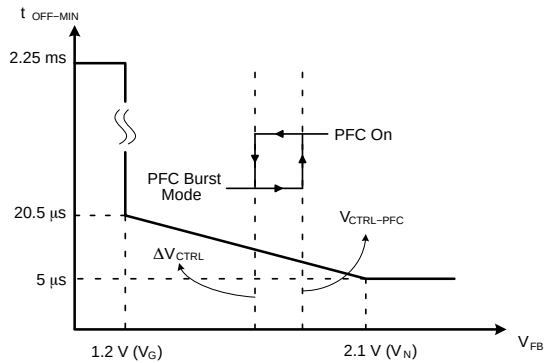
图 38. 打嗝模式操作时 V_{DD} 电压和栅极信号的典型波形

绿色模式操作和PFC-ON/OFF 控制(FB 引脚)

绿色模式可进一步降低系统功耗(例如: 开关损耗)。通过关断时间调制以根据 FB 引脚电压调节开关频率。当输出负载减少时, FB 电压会因次级反馈变动而降低并且 $t_{OFF-MIN}$ 得到延长。在 $t_{OFF-MIN}$ (由 FB 电压确定) 后, 会激活内部谷底检测电路以检测 PWM 开关的谷底漏极电压。检测到谷底信号时, FAN6920MR 会输出一个 PWM 栅极信号以接通开关并开始新的开关周期。

通过轻负载条件下的绿色模式操作和谷底检测, 电源系统可进行扩展的谷底开关 DCM 操作并进一步降低开关损耗以实现更高的转换效率。FB 引脚电压与 $t_{OFF-MIN}$ 时间特性曲线如图 39 所示。如图 39 所示, FAN6920MR 可将 t_{OFF} 缩小至 2.25 ms, 该时间在 440 Hz 开关频率附近。

参见图 1 和图 2, FB 引脚电压不仅用于接收次级反馈信号以确定栅极导通时间, 而且还能确定 PFC 级工作模式。

图 39. V_{FB} 电压与 $t_{OFF-MIN}$ 时间特性曲线

谷底检测(DET 引脚)

FAN6920MR 的工作模式为绿色模式时, $t_{OFF-MIN}$ 由绿色模式电路确定(根据 FB 引脚电压电平)。在 $t_{OFF-MIN}$ 之后, 会激活内部谷底检测电路。在 PWM 开关的 t_{OFF} 期间, 当变压器电感电流放电至零时, 变压器电感和 PWM 开关的寄生电容开始同时谐振。当 PWM 开关的漏电压下降时, 由于辅助绕组与初级绕组耦合, 辅助绕组 V_{AUX} 上的电压也会下降。一旦 V_{AUX} 电压谐振并下降至负值, V_{DET} 电压即由 DET 引脚(参见图 40)箝位并且 FAN6920MR 强制流出电流 I_{DET} 。FAN6920MR 反映并比较此 I_{DET} 电流。如果此

拉电流上升至阈值电流, 则会在固定延迟时间(200 ns 典型值)之后发出 PWM 栅极信号。

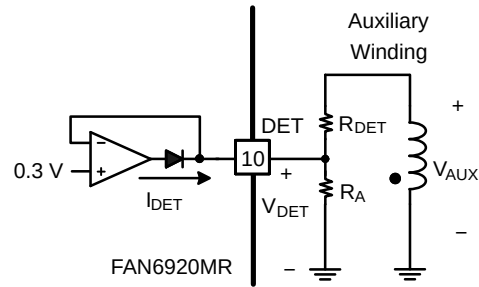


图 40. 波谷检测

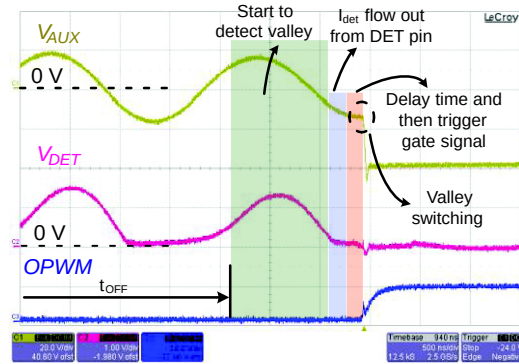


图 41. 谷底检测的测量波形

高/低压线路过功率补偿(DET 引脚)

通常情况下, 当电源开关关断时, 从栅极信号下降沿到开关关断有一个延迟。该延迟由控制器的内部传播延迟以及因栅极电阻和栅极至源极电容 C_{ISS} 所导致的 PWM 开关关断延迟而产生。处于不同的交流输入电压下, 该延迟会在 PWM 限流电平相同的条件下产生不同的最大输出功率。输入电压越高, 其产生的最大输出功率也越高, 这是因为初级绕组上施加的电压更高而且会产生更高的上升斜率电感电流。在相同延迟下产生的峰值电感电流更高。此外, 在输出功率相同的情况下, 高压线路上的峰值开关电流要比低压线路上的低。因此, 为使不同输入电压下的最大输出功率接近, 控制器需要调节 CSPWM 引脚的 V_{LIMIT} 以控制 PWM 开关电流。

参见图 42, 在 PWM 开关的 t_{ON} 期间, 输入电压施加到初级绕组且辅助绕组 V_{AUX} 上的电压与初级绕组电压成正比。随着输入电压增大, 辅助绕组 V_{AUX} 上的反射电压也变得更。FAN6920MR 还能箝位 DET 引脚电压并流出电流 I_{DET} 。由于电流 I_{DET} 与 V_{AUX} 电压相一致, FAN6920MR 在 t_{ON} 期间根据此电流调节 PWM 开关的限流电平从而进行高/低压线路的过功率补偿。

随着输入电压增大, 辅助绕组 V_{AUX} 上的反映电压与电流 I_{DET} 一样也变得更, 并且控制器将 V_{LIMIT} 调节为较低的电平。

R_{DET} 电阻从辅助绕组连接到 DET 引脚。工程师可调节该 R_{DET} 电阻以获得正确的 V_{LIMIT} 电压，从而符合过功率或过电流保护的技术规格。CSPWM 引脚上的 I_{DET} 电流与 V_{LIMIT} 电压的特性曲线如图 43 所示。

$$I_{DET} = [V_{IN} \times (N_A / N_P)] / R_{DET} \quad (\text{eq. 1})$$

其中， V_{IN} 是输入电压； N_A 是辅助绕组的匝数； N_P 是初级绕组的匝数。

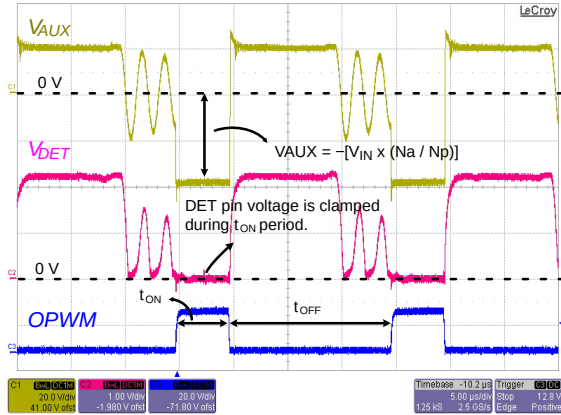


图 42. V_{AUX} 和 V_{IN} 之间的关系

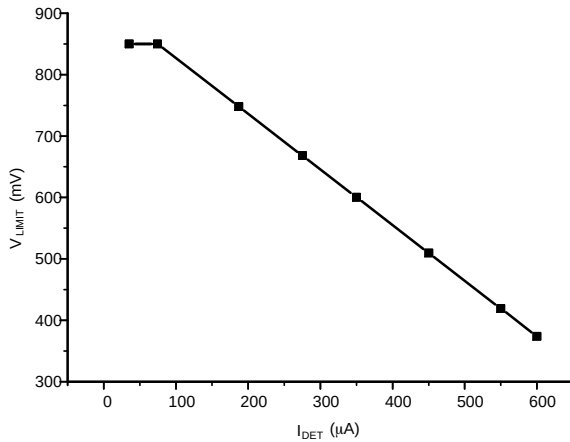


图 43. I_{DET} 电流与 V_{LIMIT} 电压特性曲线

前沿消隐 (LEB)

当接通 PFC 或 PWM 开关时，由于输出二极管的反向恢复能量与功率 MOSFET 的 C_{OSS} 会交互作用，因此在电流感测电阻上会产生电压尖峰。为防止该尖峰产生，内置了前沿消隐时间并且建议在 CSPWM 引脚和 GND 之间放置一个小 RC 滤波器 (例如：100 Ω ，470 pF)。

PWM 级的保护

V_{DD} 引脚过压保护 (OVP)

V_{DD} 过压保护功能可在 V_{DD} 电压高于器件应力额定电压时防止器件损坏。对于 V_{DD} OVP，控制器会立即停止所有开关操作并进入自动恢复保护。

可调过温保护和外部保护触发 (RT 引脚)

图 44 是具有 RT 引脚内部模块的典型应用电路。如图所示，恒定电流 I_{RT} 从 RT 引脚流出，因此 RT 引脚上的电压 V_{RT} 可通过 I_{RT} 电流乘以电阻 (由 NTC 电阻和 R_A 电阻组成) 得到。如果 RT 引脚电压低于 0.8 V 并持续一段去抖动时间，会激活自动恢复保护并且停止所有 PFC 和 PWM 的开关。

RT 引脚通常的作用是通过 NTC 电阻实现过温保护并且提供外部保护触发以加强保护。工程师可使用外部触发电路 (如晶体管) 将 RT 引脚拉低并激活控制器自动恢复保护。

通常，外部保护触发需要快速激活，这是因为其通常用于在异常情况下保护电源系统。因此，一旦 RT 引脚电压低于 0.5 V，RT 引脚的保护去抖动时间即设置为约 110 μ s。

对于过温保护，由于温度不会立即改变，因此 RT 引脚电压同样缓慢下降。可调 OTP 的去抖动时间应当不需要快速反应。为防止因强求测试条件 (例如：雷电测试) 而在 RT 引脚上触发不恰当的保护，在 RT 引脚触发电压高于 0.5 V 时，保护去抖动时间设置为约 10 ms。为避免 RT 引脚上的不恰当触发，添加一个与 NTC 和 R_A 电阻并联的小值电容 (例如：1000 pF)。

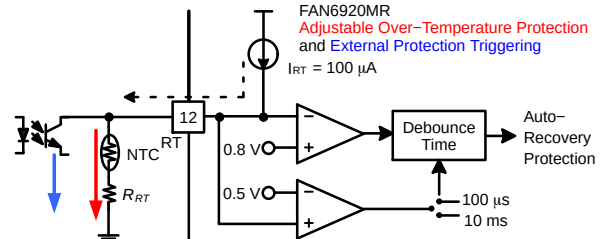


图 44. 可调过温保护

输出过压保护 (DET 引脚)

参见图 45，在 PWM 变压器电感放电期间，辅助绕组上的电压通过次级绕组反映，因此 DET 引脚上的稳定电压与输出电压成正比。FAN6920MR 可在 t_{OFF} 消隐时间后采样该稳定电压电平以进行输出过压保护。该 t_{OFF} 消隐时间用于忽略来自 PWM 变压器漏电感的电压振铃。采样稳定电压电平与内部阈值电压 2.5 V 进行比较后，一旦激活保护，FAN6920MR 即进入自动恢复保护。

控制器可采用这种逐周期采样方法在输出过压条件下提供快速保护。保护电压电平可由外部电阻分压器 R_A 和 R_{DET} 之比确定。DET 引脚上的稳定电压可由下列等式表达：

$$V_{DET} = (N_A / N_S) \times V_O \times \frac{R_A}{R_{DET} + R_A} \quad (\text{eq. 2})$$

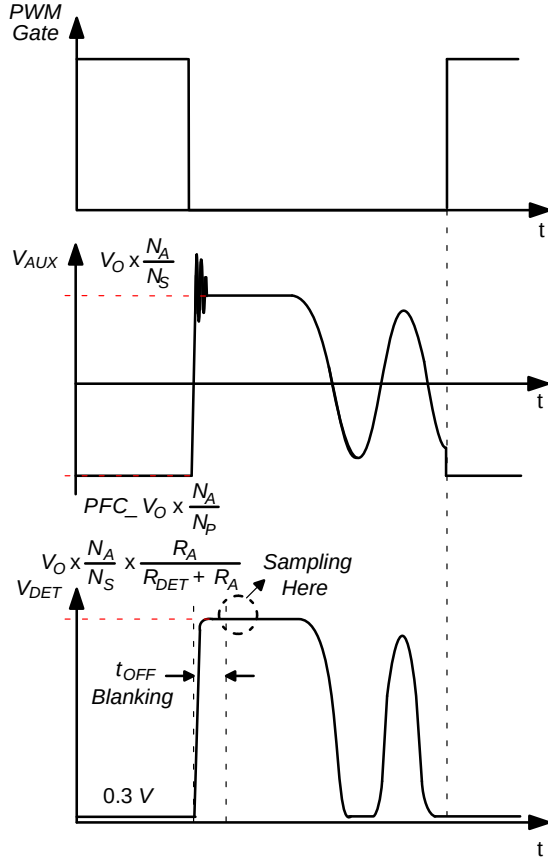
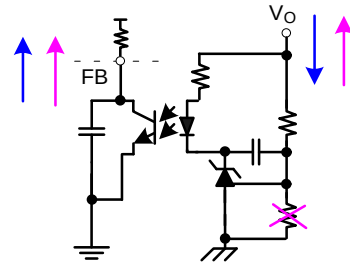


图 45. 输出过压检测的工作波形



Open-Loop
Short Circuit / Overload

图 46. FB 引脚开环、短路和过载保护

参见图 46；在 FAN6920MR 外部，FB 引脚连接至光电耦合器晶体管的集电极。在内部，FB 引脚通过约 5 kΩ 的电阻连接至内部偏置电压。

随着输出负载增大，输出电压下降而且初级端上光电耦合器晶体管的灌电流也减小。FB 引脚电压通过内部偏压增大。在开环、输出短路或过载条件下；该灌电流进一步减小并且 FB 引脚电压被内部偏置电压拉高。当 FB 引脚电压高于 4.2 V 的时间持续 50 ms 时，会激活 FB 引脚保护。

欠压锁定 (UVLO, VDD 引脚)

参见图 37 和图 38，导通和关断 V_{DD} 阈值电压分别固定在 18 V 和 10 V。在启动期间，保持电容 (V_{DD} 电容) 由 HV 启动电流充电，直至 V_{DD} 电压达到导通电压。在输出电压上升至额定电压并从辅助绕组向 V_{DD} 电容传送电能之前，该保持电容必须保持 V_{DD} 电压电能用于操作。当 V_{DD} 电压达到导通电压时，如果在 V_{DD} 电压降至关断电压 $V_{DD-PWM-OFF}$ 之前未触发保护，FAN6920MR 会启动所有开关操作。

订购信息

器件编号	过载保护 (OLP) 模式	工作温度范围	封装	Shipping [†]
FAN6920MRMY	恢复	-40°C 至 +105°C	16 引脚小型封装 (SOP)	2500 / Tape & Reel

[†]For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

MECHANICAL CASE OUTLINE

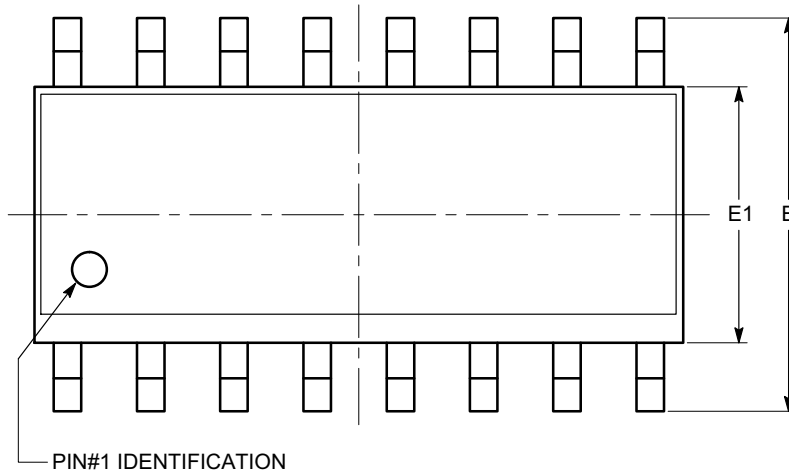
PACKAGE DIMENSIONS

ON Semiconductor®



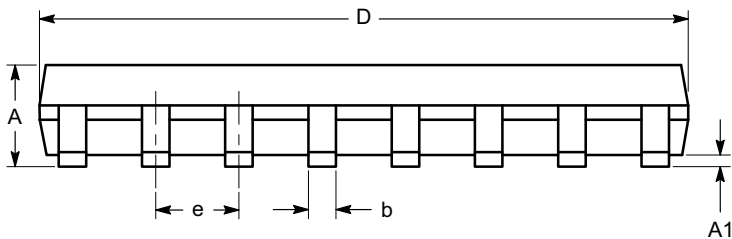
SOIC-16, 150 mils
CASE 751BG-01
ISSUE O

DATE 19 DEC 2008

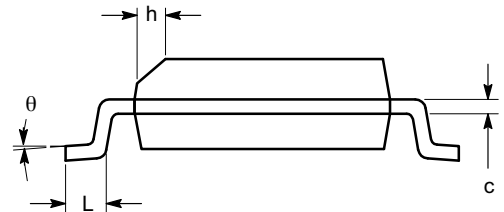


SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	1.35		1.75
A1	0.10		0.25
b	0.33		0.51
c	0.19		0.25
D	9.80	9.90	10.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27 BSC		
h	0.25		0.50
L	0.40		1.27
θ	0°		8°

TOP VIEW



SIDE VIEW



END VIEW

Notes:

- (1) All dimensions are in millimeters. Angles in degrees.
- (2) Complies with JEDEC MS-012.

DOCUMENT NUMBER:	98AON34275E	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped "CONTROLLED COPY" in red.
DESCRIPTION:	SOIC-16, 150 MILS	PAGE 1 OF 1

ON Semiconductor and are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba ON Semiconductor or its subsidiaries in the United States and/or other countries. ON Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. ON Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does ON Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. ON Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

onsemi, **Onsemi**, and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as-is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

ADDITIONAL INFORMATION

TECHNICAL PUBLICATIONS:

Technical Library: www.onsemi.com/design/resources/technical-documentation
onsemi Website: www.onsemi.com

ONLINE SUPPORT: www.onsemi.com/support

For additional information, please contact your local Sales Representative at
www.onsemi.com/support/sales