

HWD4644 型
四通道 DC-DC 转换器
产品手册
V2.0.2

成都华微电子科技股份有限公司

2025 年 10 月 27 日

版本历史

版次	更改说明	更改人	更改日期	备注
V1.0.0	初始发行版本	常俊昌	20240110	
V2.0.0	将订货信息列表中 HWD4644PBGA77M3 更改为 HWD4644PBGA77A8，更新详细规范和产品状态的信息	常俊昌	20240403	
V2.0.1	表 1 中的管脚信息描述错误，本次修改表 1 中的管脚名（INTVCC4）的管脚，管脚由 J5 改成 K5	常俊昌	20250605	
V2.0.2	1、根据技术支持中心的建议，增加焊盘、典型应用场景和焊接温度曲线； 2、删除“9 使用注意事项”的“f 若可行，相对湿度保持在 50%以上。”； 3、更新公司的 logo，使用公司手册最新模板。	文皓	20251027	

1 概述

HWD4644 是一款每路输出可提供 4A 电流的四通道 DC/DC 降压型稳压器。输出可通过并联形成一个阵列以提供高达 16A 的负载能力。封装集成了开关控制器、功率 FET、电感器及其他外围元器件。HWD4644 可在一个 4V 至 14V 或 2.375V 至 14V (采用一个外部偏置电源) 的输入电压范围内运作，HWD4644 支持 0.6V 至 5.5V 的输出电压。

2 产品特点

- 1) 提供四通道 4A 电流输出降压型稳压器
- 2) 宽输入电压范围：4V 至 14V
- 3) 2.375V 至 14V(采用外部偏置)
- 4) 0.6V 至 5.5V 输出电压
- 5) 高效率高达 92%
- 6) $\pm 1.5\%$ 总输出电压调整
- 7) 电流模式控制、快速瞬态响应
- 8) 可通过并联提供更高的输出电流
- 9) 输出电压跟踪
- 10) 内部温度检测信号输出
- 11) 可同步外部频率
- 12) 过压、过流和过热保护
- 13) 9mm x 15mm x 5.03mm PBGA 封装

3 功能框图

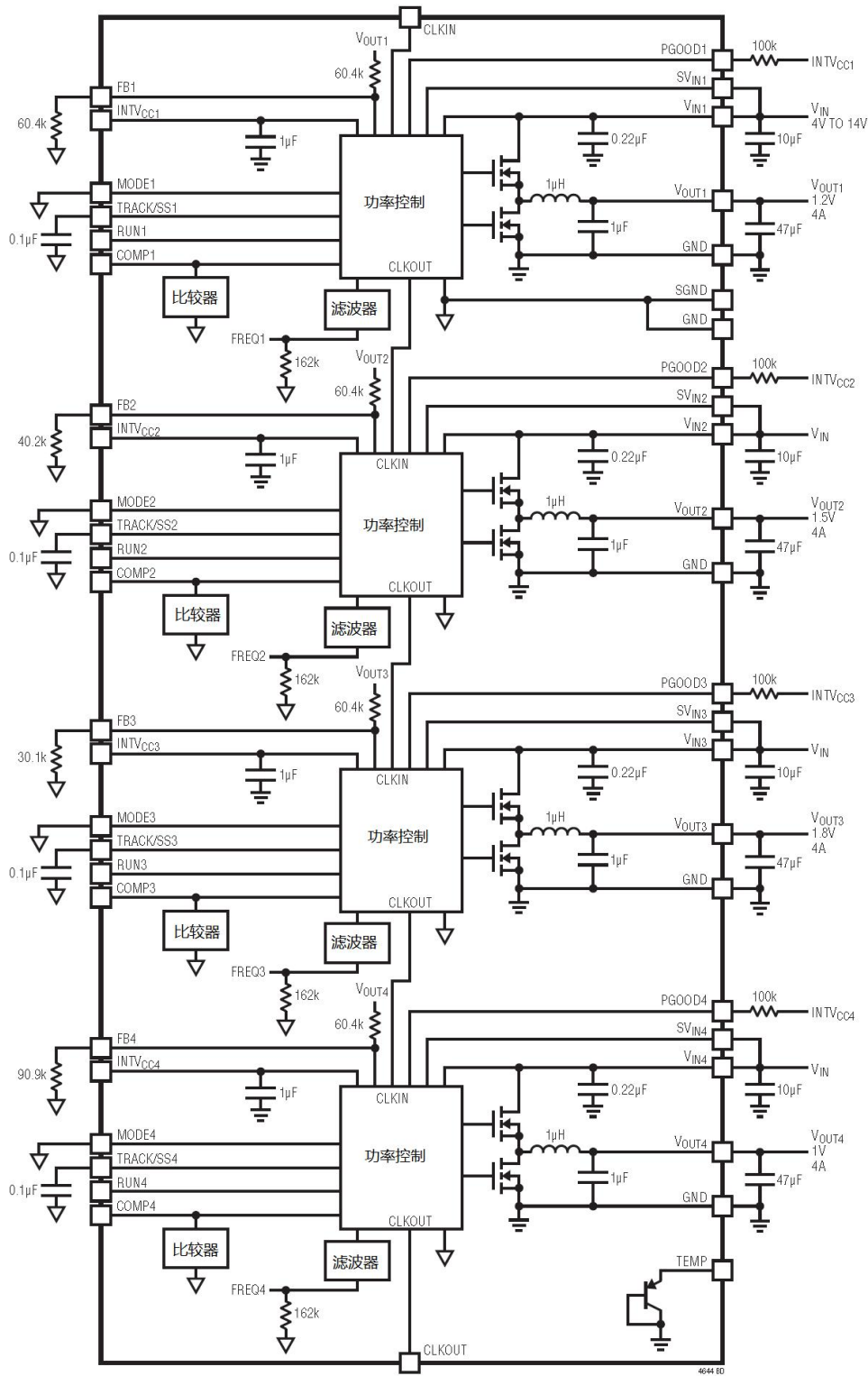
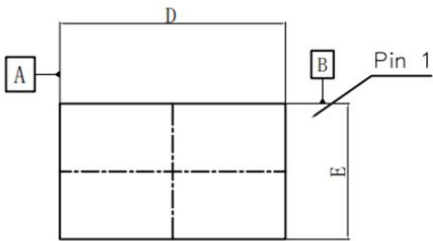


图 1 功能框图

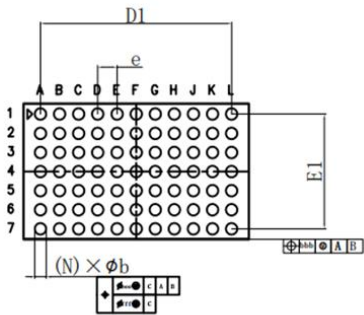
4 封装信息

4.1 HWD4644 封装信息

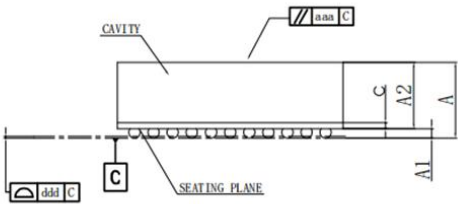
HWD4644 封装外形及引脚排列图如下图所示。



俯视图



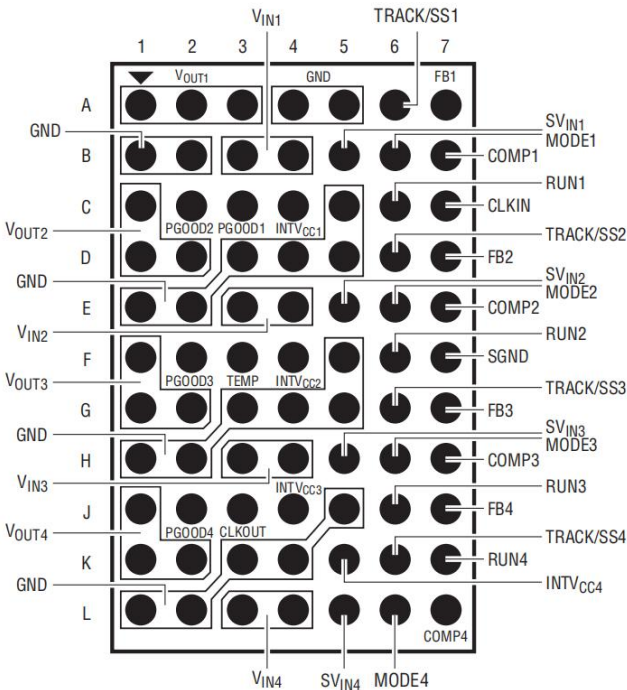
底视图



侧视图

单位为毫米

尺寸符号	数值		
	最小	公称	最大
A	4.880	5.030	5.180
A2	4.310	4.410	4.510
A1	0.570	0.620	0.670
c	0.370	0.410	0.450
D	14.900	15.000	15.100
D1	-	12.700	-
E	8.900	9.000	9.100
E1	-	7.620	-
b	0.710	0.760	0.810
e	-	1.270	-



管脚	管脚名	功能描述
F4	INTVCC2	通道 2 内部稳压器输出
J4	INTVCC3	通道 3 内部稳压器输出
K5	INTVCC4	通道 4 内部稳压器输出
B5	SVIN1	通道 1 模拟输入电压
E5	SVIN2	通道 2 模拟输入电压
H5	SVIN3	通道 3 模拟输入电压
L5	SVIN4	通道 4 模拟输入电压
A6	TRAK/SS1	通道 1 输出电压跟随/软启动
D6	TRAK/SS2	通道 2 输出电压跟随/软启动
G6	TRAK/SS3	通道 3 输出电压跟随/软启动
K6	TRAK/SS4	通道 4 输出电压跟随/软启动
B6	MODE1	通道 1 模式选择
E6	MODE2	通道 2 模式选择
H6	MODE3	通道 3 模式选择
L6	MODE4	通道 4 模式选择
C6	RUN1	通道 1 使能
F6	RUN2	通道 2 使能
J6	RUN3	通道 3 使能
K7	RUN4	通道 4 使能
A7	FB1	通道 1 输出电压反馈
D7	FB2	通道 2 输出电压反馈
G7	FB3	通道 3 输出电压反馈
J7	FB4	通道 4 输出电压反馈
B7	COMP1	通道 1 外部补偿
E7	COMP2	通道 2 外部补偿
H7	COMP3	通道 3 外部补偿
L7	COMP4	通道 4 外部补偿
C7	CLKIN	外部同步频率输入
F7	SGND	模拟地
F3	TEMP	温度检测

4.2 HWD4644 焊盘推荐

HWD4644 焊盘推荐如下图所示，用户可根据焊接要求进行调整。

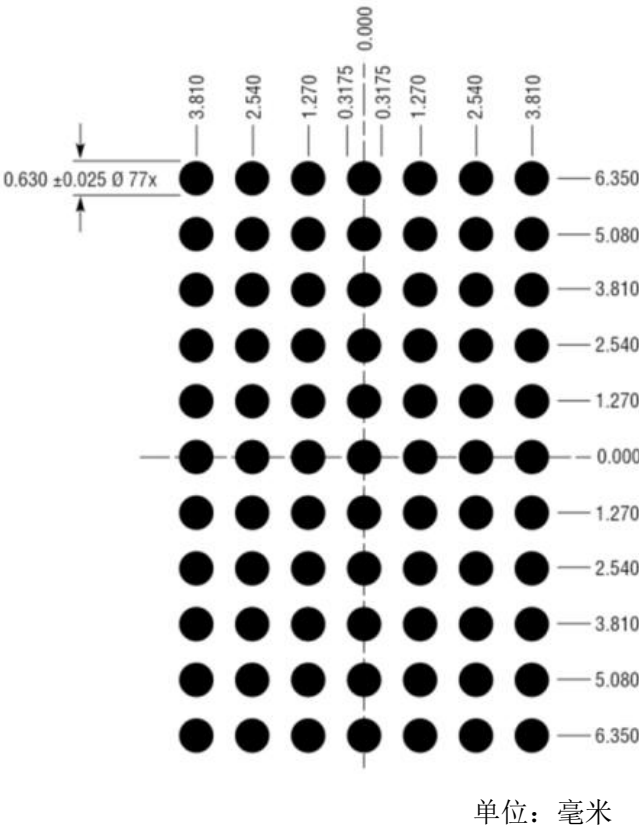


图 3 HWD4644 推荐焊盘图

4.3 HWD4644 焊接推荐

此产品建议采用有铅回流曲线焊接。

回流加热方式	热风对流，红外/热风对流
加热速度	最大 3°C/s
预热温度 120°C~160°C	60s~120s
熔点以上温度保持时间（回流时间）	60s~120s
低于峰值温度 5°C 以内的保持时间	最大 30s
引脚或焊球峰值温度	最低 210°C，典型温度 218°C，不超过 225°C
降温速度	最大 5°C/s
室温到峰值温度时间	最小 3 分钟，典型值 4.5 分钟，不超过 8 分钟
建议焊膏	Sn63Pb37
备注	根据选择的焊膏特性作调整

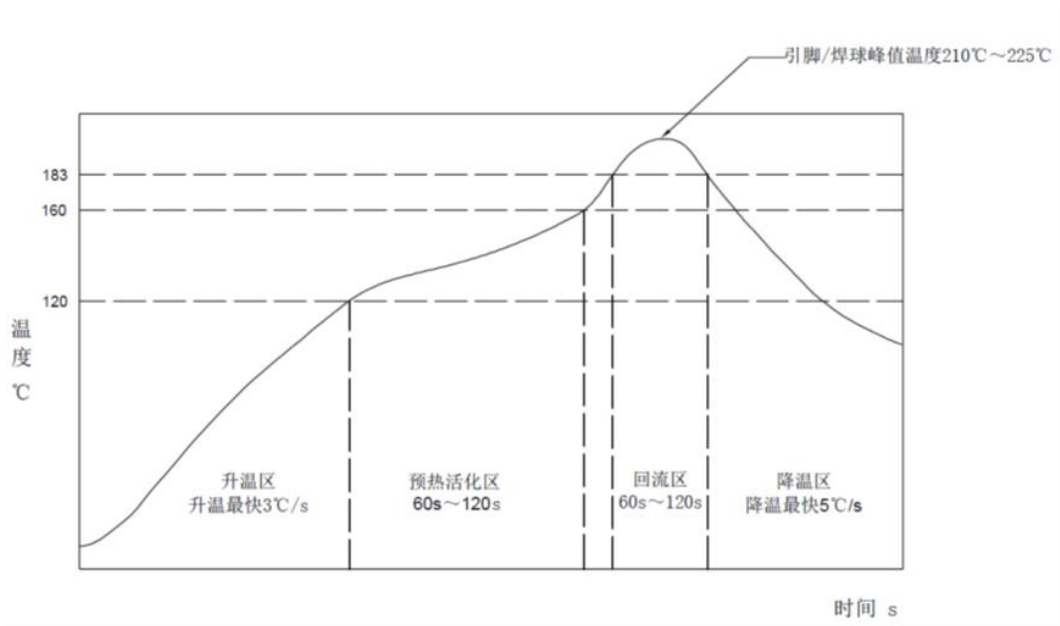


图 4 HWD4644 推荐焊接温度曲线

5 绝对最大额定值及推荐工作范围

5.1 绝对最大额定值

序号	参数名称	参数值
1	VIN,SVIN 端口电压(每通道)	-0.3V~15V
2	VOUT 端口电压(每通道)	-0.3V~SVIN /6V
3	RUN 端口电压(每通道)	-0.3V~SVIN
4	INTVCC 端口电压(每通道)	-0.3V~3.6V
5	PGOOD,MODE,TACK/SS,FB 端口电压 (每通道)	-0.3V~INTVCC
6	CLKOUT,CLKIN 端口电压	-0.3V~INTVCC
7	内部工作温度范围	-55℃~+125℃
8	储存温度范围（ T_{stg} ）	-65℃~+150℃

注：器件在上述所列“绝对最大额定值”下工作，可能对该器件造成永久性损坏。

5.2 推荐工作范围

序号	参数名称	参数值
1	输入电源电压	4V~14V

6 电特性参数

除另有规定外，电特性应按表 2 规定，并适用于全工作温度范围 $T_A^{\textcircled{1}}$ ，参考 GB/T17940-2000 进行测试。

表 2 电特性

特 性	符号	条 件 (除非另有规定, $V_{IN}=S_{VIN}=R_{UN}=12V$, $C_{IN}=22\mu F, C_{OUT}=100\mu F$, $T_A^{\textcircled{Q}}$)	最小	最大	单位
输入直流电压	V_{IN}, S_{VIN}		4	14	
输出电压	$V_{OUT(DC)}$	$C_{IN}=22\mu F, C_{OUT}=100\mu F, R_{FB}=40.2k, MODE=INTV_{CC}, V_{IN}=4V\sim 14V, I_{OUT}=0A\sim 4A$ $T_A=-40^{\circ}C, 25^{\circ}C$	1.460	1.540	
		$C_{IN}=22\mu F, C_{OUT}=100\mu F, R_{FB}=40.2k, MODE=INTV_{CC}, V_{IN}=4V\sim 14V, I_{OUT}=0A\sim 2A$ $T_A=85^{\circ}C$			
RUN 引脚阈值	V_{RUN}	V_{RUN} 上升	1.1	1.3	V
输入偏置电流	$I_{Q(SVIN)}$	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, MODE=INTV_{CC}$	—	18	mA
		$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, MODE=GND$ 关断, $RUN=0$, $V_{IN}=12V$	—	6	mA
		$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, MODE=GND$ 关断, $RUN=0$, $V_{IN}=12V$	—	20	μA
输入电流	$I_{S(VIN)}$	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V$, $I_{OUT}=4A, T_A=-40^{\circ}C, 25^{\circ}C$	0.5	0.8	A
输出连续电流范围	$I_{OUT(DC)}$	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V$, $T_A=-40^{\circ}C, 25^{\circ}C$	0	4	A
线性调整率	$\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	$V_{OUT}=1.5V, V_{IN}=4V\sim 14V$, $I_{OUT}=0A$	-0.15	0.15	%/V
负载调整率	$\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	$V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=0A\sim 4A$ $T_A=-40^{\circ}C, 25^{\circ}C$	-0.5	0.5	%/A
FB 引脚电压	V_{FB}	$I_{OUT}=0A$	0.588	0.612	V
Track 引脚软 启上拉电流	$I_{TRACK/SS}$	$TRACK/SS=0V$	1	4	μA
V_{IN} 欠压保护	$V_{IN(UVLO)}$	V_{IN} 下降	2.4	3.2	V
		V_{IN} 迟滞	0	500	mV
PGOOD 端触 发阈值	V_{PGOOD}	V_{FB} 对应相应的输出 V_{FB} 反向斜坡	-15	-6	%
		V_{FB} 正向斜坡	6	15	%
PGOOD 漏电 流	I_{PGOOD}	$V_{PGOOD}=3.3V$	—	2	μA
PGOOD 低电 压	V_{PGL}	$I_{PGOOD}=1mA$	—	0.1	V

特 性	符号	条 件 (除非另有规定, $V_{IN}=S_{VIN}=R_{UN}=12V$, $C_{IN}=22\mu F, C_{OUT}=100\mu F$, $T_A^{①}$)	最小	最大	单位
内部 V_{CC} 电压	V_{INTVCC}	$SV_{IN}=4V\sim 14V$	3.1	3.4	V
CLKIN 阈值	$CLKIN$		0.5	0.9	V
振荡频率	f_{OSC}		0.7	1.3	MHz
开起时间	t_{START}	$C_{OUT}=100\mu F$, 无负 载, $TRACK/SS=0.01\mu F$, $V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V$	—	5	ms

注①：军温级和 L 级产品的温度范围是 $-55^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ ，即 $-55^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 125^{\circ}\text{C}$ ，工业温区级产品的温度范围是 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，即 $-40^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 85^{\circ}\text{C}$ 。

7 功能描述

7.1 概述

HWD4644 是一款四路输出独立非隔离开关模式 DC/DC 电源。它有四个独立的稳压器通道，每个通道都能够提供高达 4A 的连续输出电流，几乎没有外部输入和输出电容。每个稳压器通过一个外部电阻在 4V 至 14V 输入电压范围内提供精确调节的输出电压，电压范围为 0.6V 至 5.5V。利用外部偏置电压，该模块可以在低至 2.375V 的输入电压下工作。

HWD4644 集成了四个独立控制导通时间谷值电流模式稳压器，功率 MOSFET，电感器和其他支持的分立元件。典型的开关频率设置为 1MHz。对于开关噪声敏感应用， μModule 稳压器可以外部同步到 700kHz 至 1.3MHz 的时钟。

通过电流模式控制和内部反馈环路补偿，HWD4644 模块具有足够的稳定裕度和良好的瞬态性能，适用于各种输出电容，即使是所有陶瓷输出电容。

电流模式使其可以与任何独立调节器通道灵活的并联。通过在每两个稳压器通道之间内置时钟交错，HWD4644 可轻松采用通道并行操作，这在 FPGA 等多轨 POL 中可以灵活的应用。此外，HWD4644 具有 CLKIN 和 CLK-OUT 引脚，用于频率同步或并联多相器件。

电流模式控制还提供逐周期快速电流监控。在过电流条件下提供折返电流限制，以在 VFB 下降时将电感器谷值电流减小到原始值的大约 40%。如果输出反馈电压在调节点附近存在 10% 的浮动，则内部过压和欠压比较器将漏极开路 PGOOD 输出拉低。在触发 OV 和 UV 期间强制执行连续导通模式 (CCM) 操作（软启动期间除外）。将 RUN 引脚拉至 1.1V 以下会迫使控制器进入关断状态，关闭功率 MOSFET 和大部分内部控制电路。在轻负载电流下，通过将 MODE 引脚设置为 SGND，可以启用非连续导通模式 (DCM) 操作，以实现与连续导通模式 (CCM) 相比更高的效率。TRACK/SS 引脚用于电源跟踪和软启动编程。

7.2 功能描述

7.2.1 输出电压编程

PWM 控制器具有内部 0.6V 参考电压。如框图所示，一个 60.4kΩ 内部反馈电阻将每个稳压器通道从 VOUT 引脚连接到 FB 引脚。在 FB 引脚和 GND 之间增加一个电阻 RFB(BOT) 可对输出电压进行编程：

$$R_{FB(BOT)} = \frac{60.4k}{\left(\frac{V_{OUT}}{0.6} - 1\right)}$$

表 3 VFB 电阻与各种输出电压的关系

Vout(V)	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.5	3.3	5.0
RFB(BOT)(k)	Open	90.9	60.4	40.2	30.1	19.1	13.3	8.25

对于 N 个通道的并行操作，使用以下等式可用于求解 RFB (BOT)。将 VOUT 和 FB 和 COMP 引脚连接在一起，每个并联输出使用一个电阻连接至 GND，具体取决于：

$$R_{FB(BOT)} = \frac{\frac{60.4k}{N}}{\left(\frac{V_{OUT}}{0.6} - 1\right)}$$

7.2.2 不连续工作模式 (DCM)

在需要低输出纹波和中等电流高效率的应用中，应通过将 MODE 引脚连接到 SGND 来使用非连续导通模式 (DCM)。在轻负载时，内部电流比较器可以保持跳闸几个周期并迫使顶部 MOSFET 保持关闭几个周期，从而跳过周期。在此模式下，电感电流不会反转。

7.2.3 强制连续工作模式 (CCM)

在固定频率操作比低电流效率更重要且需要最低输出纹波的应用中，应使用强制连续导通模式操作。通过将 MODE 引脚连接到 INTVCC，可以使能强制连续操作。在此模式下，允许电感电流在低输出负载期间反向，COMP 电压始终控制电流比较器阈值，并且顶部 MOSFET 始终随每个振荡器脉冲导通。在启动期间，禁用强制连续模式，并防止电感电流反转，直到 HWD4644 的输出电压达到预定值。

7.2.4 工作频率

HWD4644 的工作频率经过优化，可实现紧凑的封装尺寸和最小的输出纹波电压，同时仍能保持高效率。默认工作频率在内部设置为 1MHz。在大多数应用中，不需要额外的频率调整。如果应用需要 1MHz 以外的任何工作频率，μModule 稳压器可以从外部同步到 700kHz 至 1.3MHz 的时钟。

7.2.5 频率同步和时钟输入

功率模块具有锁相环，该锁相环包括内部压控振荡器和相位检测器。这样可以将所有内

部顶部 MOSFET 导通锁定到同一外部时钟的上升沿。外部时钟频率范围必须在 1MHz 设定频率附近 $\pm 30\%$ 以内。脉冲检测电路用于检测 CLKIN 引脚上的时钟以打开锁相环。时钟的脉冲宽度必须至少为 400ns。时钟高电平必须高于 2V 且时钟低电平低于 0.3V。在调节器启动期间，禁用锁相环功能。

7.2.6 输出电压跟踪和软启动

HWD4644 允许通过 TRACK /SS 引脚提供输出电压斜率的图形编程。内部 2.5 μ A 将 TRACK / SS 引脚上拉至 INTVCC。在 TRACK / SS 上放置一个外部电容可以软启动输出，以防止输入电源上的电流浪涌。对于输出跟踪应用，TRACK / SS 可以由其他电源外部驱动。从 0V 到 0.6V，TRACK / SS 电压将覆盖误差放大器的内部 0.6V 参考输入，从而调节 TRACK / SS 引脚的反馈电压。在此启动期间，HWD4644 将以非连续模式运行。当 TRACK / SS 高于 0.6V 时，跟踪被禁用，反馈电压将调节到内部参考电压。

7.2.7 POWER GOOD

PGOOD 引脚为开漏引脚，可用于监控每个有效的输出电压调节。该引脚监视调节点周围 $\pm 10\%$ 的窗口。可以将电阻器上拉至特定电源电压以进行监控。为了防止在瞬态或动态 VOUT 变化期间发生不必要的 PGOOD 毛刺，HWD4644 的 PGOOD 下降沿包括大约 52 个开关周期的消隐延迟。

7.2.8 RUN 启用

将每个稳压器通道的 RUN 引脚拉至地，迫使稳压器进入关断状态，关闭功率 MOSFET 和大部分内部控制电路。将 RUN 引脚置于 0.7V 以上仅打开内部参考，同时仍保持功率 MOSFET 关闭。进一步将 RUN 引脚电压增加到 1.2V 以上将打开整个稳压器通道。

7.2.9 预偏置输出启动

可能存在需要通过输出电容器上的一些电荷启动电源的情况。HWD4644 可以安全地上电至预偏置输出，而无需放电。HWD4644 通过强制执行非连续模式（DCM）操作直到 TRACK / SS 引脚电压达到 0.6V 参考电压来实现此目的。这将防止 BG 在预偏置输出启动期间导通，这将使输出放电。不要将 HWD4644 预偏置，输出电压高于 INTVCC（3.3V）。

8 应用建议

典型应用如下图所示：

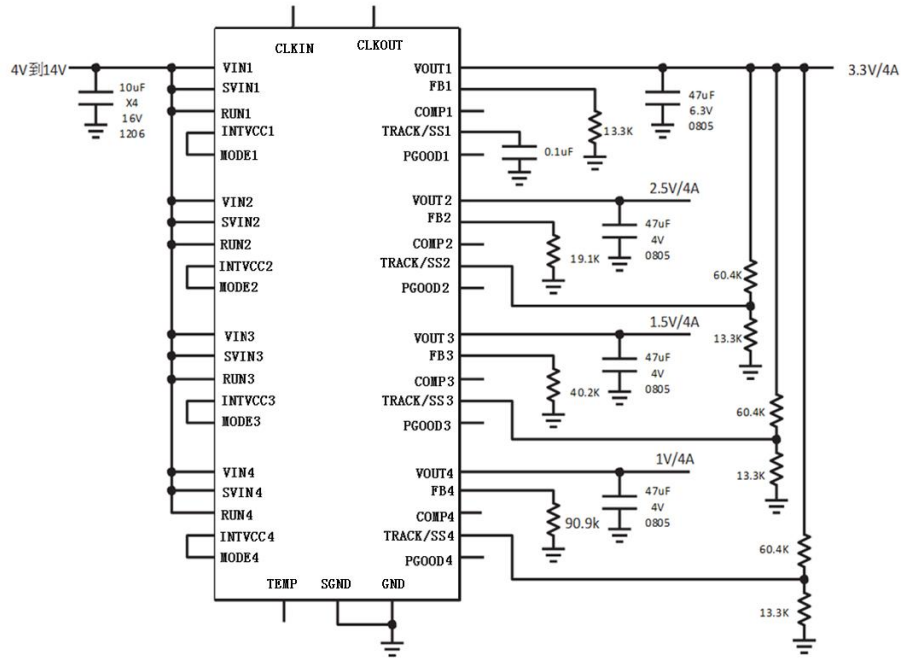


图5 具有跟踪功能的4V至14V输入，四路1.2V、1.5V、2.5V和3.3V输出

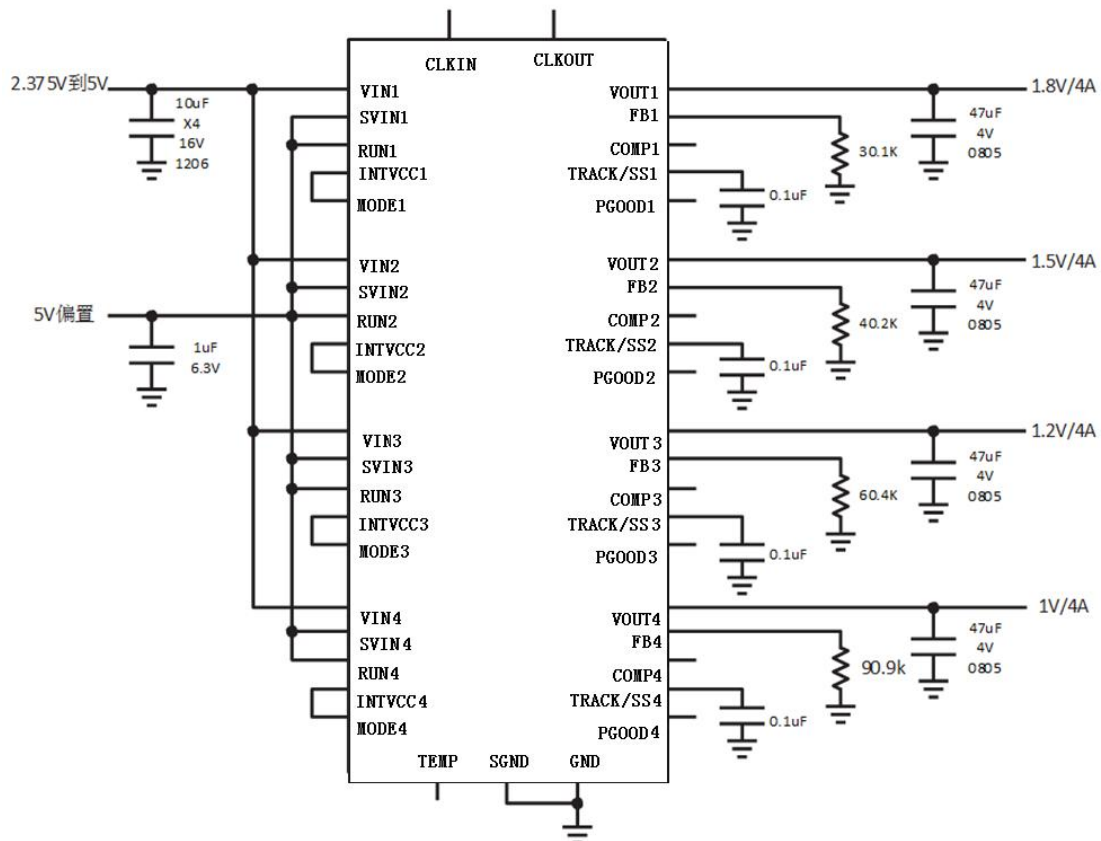


图6 2.375V至5V输入，四通道1V、1.2V、1.5V、1.8V输出

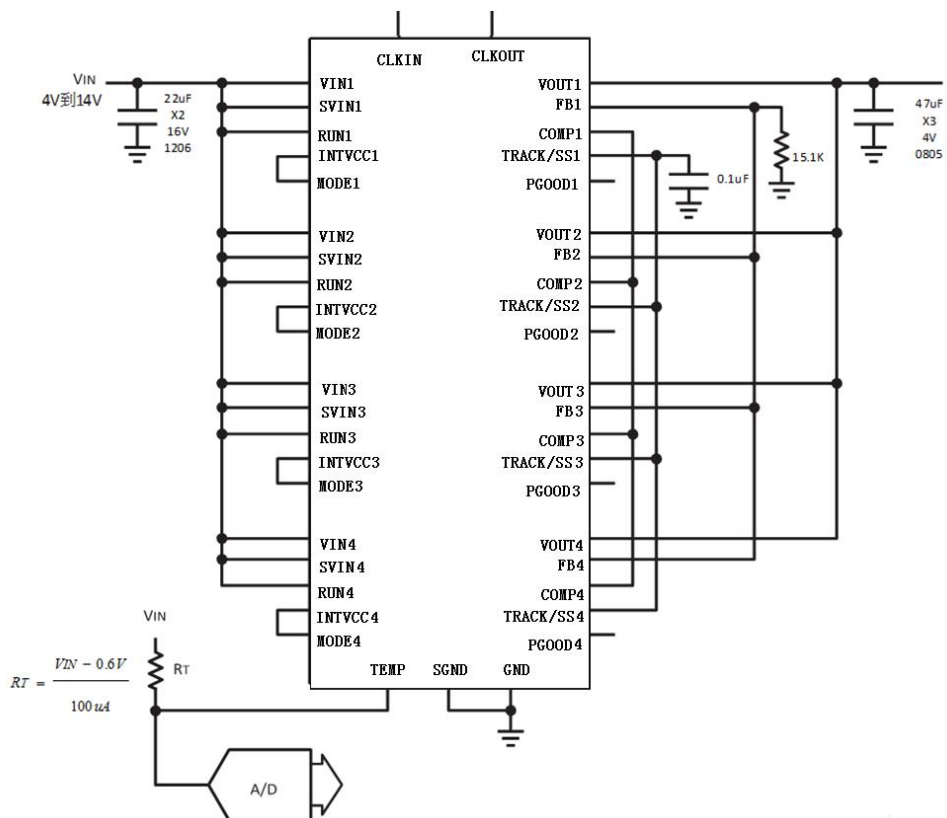


图 7 4V 至 14V 输入，4 相、1.2V、16A 设计，带温度监控

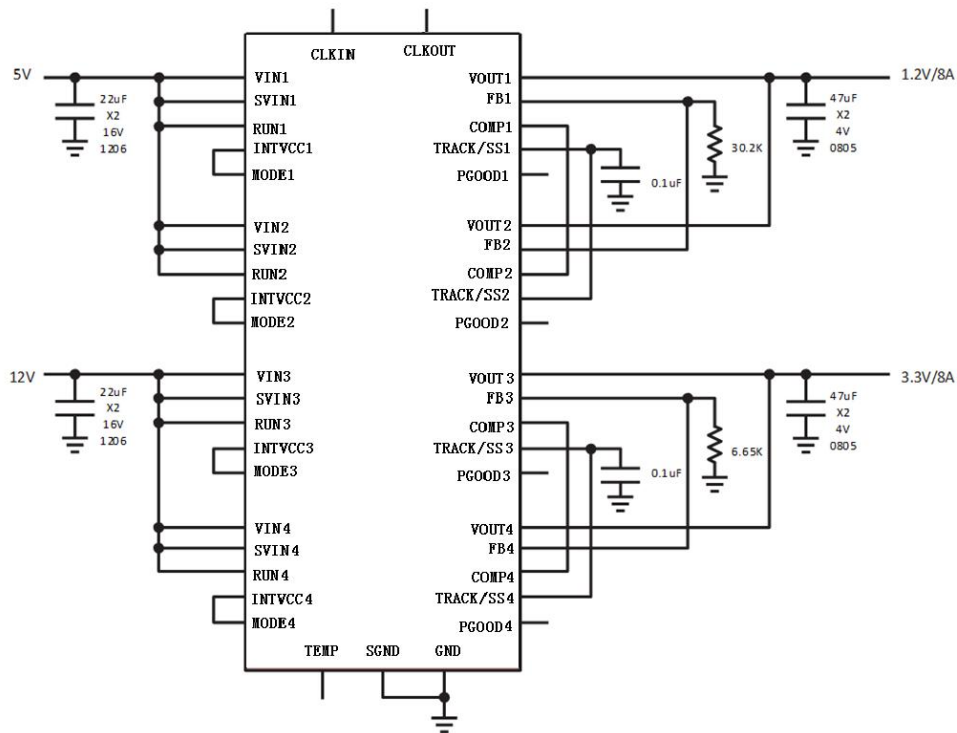


图 8 12V 和 5V 两个独立输入轨，8A 时为 1.2V，8A 输出时为 3.3V

9 使用注意事项

器件必须采取防静电措施进行操作。

该器件操作注意事项如下：

- a) 器件应在防静电的工作台上操作；
- b) 试验设备和器具应接地；
- c) 不能触摸器件引线；
- d) 器件应存放在导电材料制成的容器中；
- e) MOS 区域内避免使用能引起静电的塑料、橡胶或丝织物。

10 订货信息

表 4 产品订货信息

序号	产品型号	封装形式	封装材料	质量保证等级	引脚材料	重量 (g)	详细规范
1	HWD4644PBGA77I	PBGA77	塑封	工业温区	无引脚, 焊球材料是 Sn63Pb37	0.92g	Q/HWD 50471-2023
2	HWD4644PBGA77E	PBGA77	塑封	军温级	无引脚, 焊球材料是 Sn63Pb37	0.92g	Q/HWD 50364-2023
3	HWD4644PBGA77A8	PBGA77	塑封	L 级	无引脚, 焊球材料是 Sn63Pb37	0.92g	Q/HWD 50532-2024

注1:

- a) 工业温区级器件满足Q/HWD40022-2021 《华微工业温区级产品通用规范》的筛选要求，其工作环境温度范围应为-40℃~+85℃。
- b) 军温级器件满足Q/HWD40020-2018 《华微军温级产品通用规范》的筛选要求，其工作环境温度范围应为-55℃~+125℃。
- c) L级器件满足GJB 2438B-2017 《混合集成电路通用规范》的筛选要求，其工作环境温度范围应为-55℃~+125℃。

注2: 产品订货信息为我司已有产品或确定研制的器件，可根据用户需求研制其他封装形式的器件。