

HWD74401 型
低压差线性调整器 LDO
塑封产品手册
V3.1.1

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	刁小芄	20230808	
V2.0.0	更新订货信息	刁小芄	20230927	
V3.0.0	更新订货信息	刁小芄	20240701	
V3.1.0	更新订货信息，更新电参数信息，增加备注信息	刁小芄	20241122	
V3.1.1	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，使用公司最新手册模板； 4、去掉陶封相关产品信息，增加工业温区级产品型号。	刁小芄	20251027	

1 概述

HWD74401 低压差线性稳压器提供了一个易于控制的、健全电源解决方案，具有很广的应用范围。用户可编辑的软启动功能通过减小启动过程中的浪涌电流，有效的减小了输入电源的压力。单调的软启动很好的适应于为各种不同类型的处理器和专用集成电路供电。使能输入和 PG 输出可以很容易的安排外部调整器的顺序。完整的适应性给用户解决解决方案，可以解决带有顺序要求的 FPGA、DSP 和其它各种有特殊启动要求的设备。精准的基准和误差放大器使得芯片在全负载、线性、温度、工艺条件下有 2.5% 的容差，每个 LDO 都可以用低成本的陶瓷输出电容来稳定，芯片在全温度范围内精确工作。

2 产品特点

- 1) 软启动 (SS) 端通过设置外部电容提供了线性启动时间。
- 2) 在全负载、温度、线性条件下 $\pm 2.5\%$ 的准确度。
- 3) 可调节输出 (0.8V 到 3.6V)。
- 4) 3A 时压降低至 700mV (最大)。
- 5) 快速的瞬态响应。
- 6) 开漏 PG 端。
- 7) 使能端高电平有效。

3 功能框图

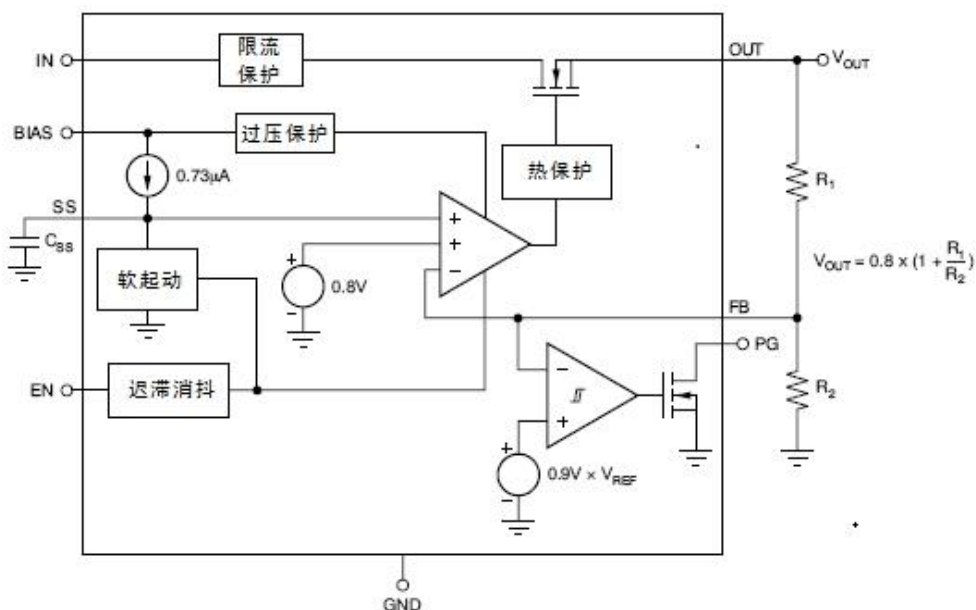
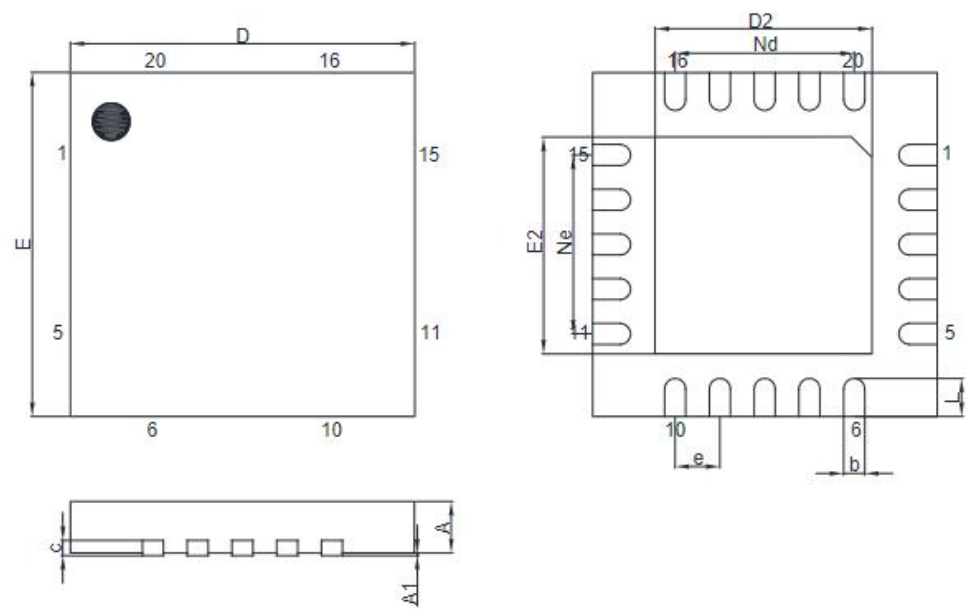


图 1 功能框图

4 封装信息

4.1 HWD74401 封装信息



尺寸符号	最小值	公称值	最大值	单位
A	0.70	0.75	0.80	mm
A1	—	—	0.05	mm
b	0.23	—	0.38	mm
c	—	—	0.20	mm
D	4.90	5.00	5.10	mm
D2	3.10	3.15	3.20	mm
E	4.90	5.00	5.10	mm
E2	3.10	3.15	3.20	mm
L	0.45	-	0.65	mm
e	-	0.65	-	mm
Ne	-	2.60	-	mm
Nd	-	2.60	-	mm

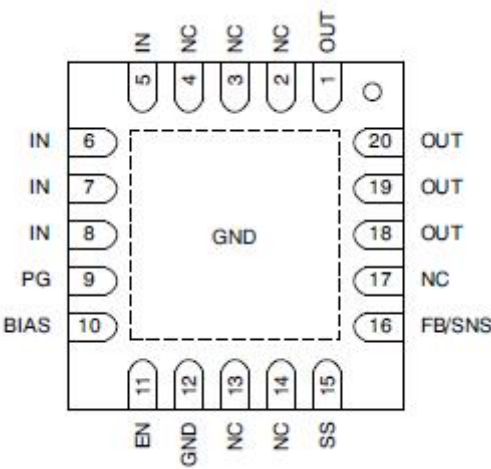


图 2 HWD74401 封装外形图及引脚排列图

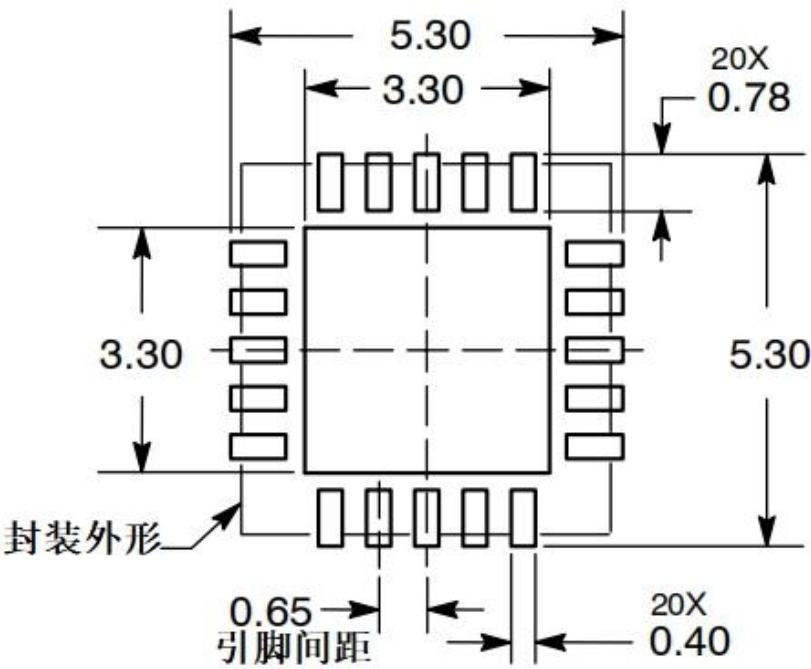
HWD74401引脚描述如下表所示。

表 1 HWD74401 引脚描述

管脚	管脚名	功能描述
1, 18, 19, 20	OUT	调整器输出，不需要连接电容来稳定芯片
2, 3, 4, 13, 14, 17	NC	悬空
5, 6, 7, 8	IN	芯片输入
9	PG	开漏输出，用于指示输出电压状态
10	BIAS	误差放大器、参考和内部控制电路偏置输入电压
11	EN	使能端，为高电平时，芯片开始工作，低电平时，芯片进入关断模式
12	GND	地
15	SS	软启动端，此端口连接一个电容用于设置启动时间
16	FB/SNS	此端口连接外部分压网络用于设置输出电压，不能悬空

4.2 HWD74401 焊盘推荐

HWD74401焊盘推荐如下图所示，用户可根据焊接要求进行调整。



单位：毫米

图 3 HWD74401 推荐焊盘图

4.3 HWD74401 焊接推荐

此产品建议采用无铅回流曲线焊接。

回流加热方式	热风对流，红外/热风对流
加热速度	最大 3℃/s
预热温度 150℃~200℃	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℃以内的保持时间	最大 30s
引脚或焊球峰值温度	最低 235℃，典型温度 245℃，不超过 260℃
降温速度	最大 6℃/s
室温到峰值温度时间	最小 3.5 分钟，典型值 5 分钟，不超过 8 分钟
建议焊膏	ALPHA OM338 SAC305
备注	请根据选用的焊膏特性作相应的调整

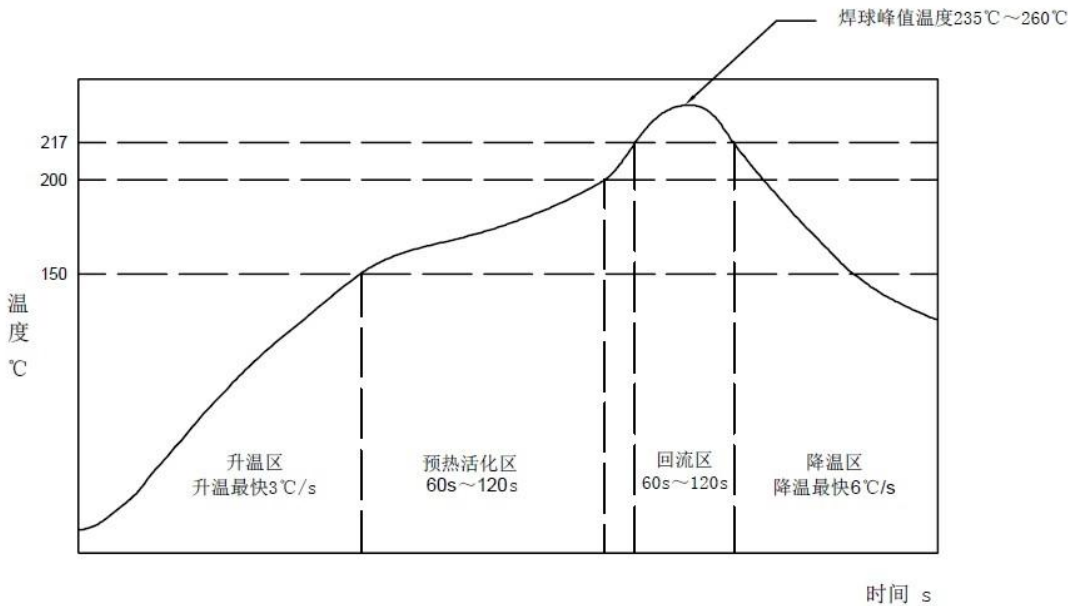


图 4 HWD74401 推荐焊接温度曲线

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	输入电压范围	-0.3V~6.0V
2	使能电压范围	-0.3V~6.0V
3	反馈端电压范围	-0.3V~6.0V
4	输出端电压范围	-0.3V~VIN+0.3V

5	贮存时的环境温度 (T_{stg})	-65°C~150°C
6	引线耐焊接温度 (T_h)	300°C
7	结温 (T_J)	175°C

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 (V_{BIAS})	2.75V~5.5V

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 $T_A^{(1)}$ ，参考 GB/T17940-2000 进行测试。

表 2 电特性

参数	符号	条件 (除非另有规定, $V_{\text{EN}}=5\text{V}$, $V_{\text{IN}}=V_{\text{BIAS}}=5\text{V}$, $T_A^{(1)}$)	最小值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}		$V_{\text{OUT}}+0.8$	5	V
BIAS 电压范围	V_{BIAS}		2.75	5	V
内部参考电压	V_{REF}		0.78	0.82	V
精度 ⁽²⁾		$3.6\text{V} \leq V_{\text{BIAS}} \leq 5\text{V}$, $50\text{mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq 2.0\text{A}$	-2.5	+2.5	%
线性调整率	$V_{\text{OUT}}/V_{\text{IN}}$	$V_{\text{OUT}}(\text{NOM}) + 0.3 \leq V_{\text{IN}} \leq 5\text{V}$	—	1	%
V_{in} 压降 ⁽³⁾	V_{DO}	$I_{\text{OUT}}=2.0\text{A}$, $V_{\text{BIAS}}=5\text{V}$	—	700	mV
V_{BIAS} 压降 ⁽³⁾		$I_{\text{OUT}}=50\text{mA}$, $V_{\text{IN}}=5\text{V}$	—	1.62	V
BIAS 端电流	I_{BIAS}	$I_{\text{OUT}}=50\text{mA}$	—	6	mA
关断端电流 (V_{IN})	I_{SHDN}	$V_{\text{EN}} \leq 0.4\text{V}$	—	100	uA
软启动充电电流	I_{SS}	$V_{\text{SS}}=0.4\text{V}$	0.5	1.1	uA
使能端输入高电平	$V_{\text{EN}}(\text{high})$		1.8	5	V
使能端低电平	$V_{\text{EN}}(\text{low})$		0	0.4	V
PG 触发阈值	V_{IT}	V_{OUT} 下降	80	93.5	% V_{OUT}
PG 输出低电压	$V_{\text{PG}}(\text{low})$	$I_{\text{PG}}=1\text{mA}$, $V_{\text{OUT}} < V_{\text{IT}}$	—	0.5	V
PG 端漏电流	$I_{\text{PG}}(\text{lk})$	$V_{\text{PG}}=5\text{V}$, $V_{\text{OUT}} > V_{\text{IT}}$	—	5	uA
功能测试	电源电压= 5.0V, 根据器件的逻辑关系而编制的测试 程序进行功能测试。		—		

注(1)：军温级和N级产品的温度范围是-55°C~125°C，即-55°C ≤ T_A ≤ 125°C，工业温区级产品的温度范围是-40°C~85°C，即-40°C ≤ T_A ≤ 85°C。

注(2): 可调芯片在输出 1.6V 时测试, 不考虑外部分压电阻容差。

注(3): 输入输出压降被定义为当输出电压低于正常电压 2%时的输入输出电压差。

7 功能描述

7.1 概述

HWD74401 属于一个新的低压差稳压器系列, 此系列具有软启动和跟踪功能。芯片通过一个低电流偏置为内部控制电路供电, 从而使 NMOS 功率管可以调制很低的输入输出电压。

NMOS 传导功率管的应用对于许多应用来说具有几个决定性的优点, 不像 PMOS 拓扑结构, 输出电容对环路稳定性影响很小, 这种结构使得 HWD74401 输出电容为任何值甚至没有输出电容时都可以保持稳定。瞬态响应也好于 PMOS 结构, 尤其对于低输入电压应用时。

HWD74401 具有可编辑的压控软启动电路, 提供了平滑的、单调的上电过程, 并且限制了大负载电容引起的浪涌电流。PG 端可用于输出监控和供电顺序控制。使能端具有迟滞和抗尖峰脉冲功能, 允许慢斜坡信号以便于系统的顺序应用。低的输入输出电压能力使得多电源系统更加便宜、易于设计、更高的线性调整率, 常见于处理器增强系统。

下图显示了 HWD74401 可调调整器的典型应用。通过 R1、R2 可以设计任何需要的输出电压。为了达到最大的精度要求, R2 要小于等于 4.99K 欧姆。

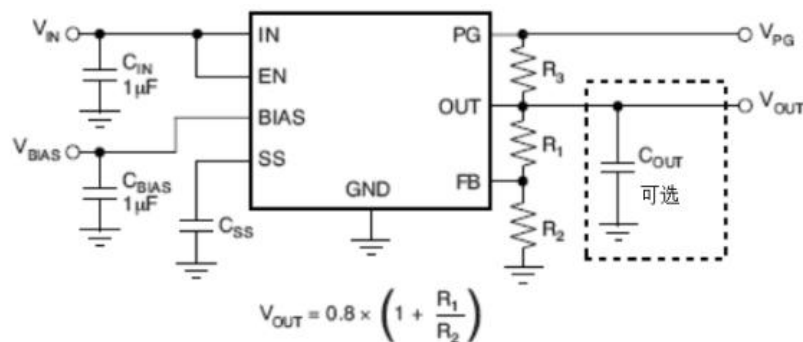


图 5 外部电阻可调输出电阻比例设定

7.2 功能描述

7.2.1 输入、输出和 BIAS 参考电容要求

IN 和 BIAS 端需要的电容很大程度上取决于输入电源的源阻抗。为了抵消输入端的电感, V_{in} 和 V_{bias} 端的输入电容的最小值为 1µF。当 V_{bias} 和 V_{in} 连接在同一个电源时, 输入电容最小值为 4.7µF。高质量、低 ESR 电容应该用于输入端, 陶瓷电容 X5R 和 C7R 则更好。为了最佳性能这些电容要尽可能的靠近端口位置。

7.2.2 瞬态响应

在没有输出任何输出电容情况下, HWD74401 的瞬态响应对于大部分应用都在 5% 以内, 在一些情况下, 瞬态响应被输入电源的瞬态响应限制。尤其输入输出压差较小的应用时, 应考虑增加输入电容来改善瞬态

响应要强于增加输出电容。对于固定电源，增加额外的输出电容能减小瞬态响应时的下冲和过冲现象，但这是以轻微的延长 V_{out} 恢复时间为代价的。这种设计通过避免昂贵的高性能输出电容来减小了总的成本。

7.2.3 输入输出压差

HWD74401 提供优秀的输入输出压降性能，使用于大电流、低输入、低输出的应用。极低的输入输出压降可以使得 HWD74401 可以取代 DC_DC 的同时并且保持很好的效率。高效率特性可以是用户重新考虑系统结构，找到面积最小、最简单和最低成本的解决方案。

HWD74401 的输入输出压降有两个特殊规定，第一个是指 V_{in} 压降， V_{in} 为本芯片的功率管输入电源，所以一般用户希望通过使 V_{in} 输入输出压降降低，这样可以获得更高的效率，降低芯片在大电流负载时的发热。

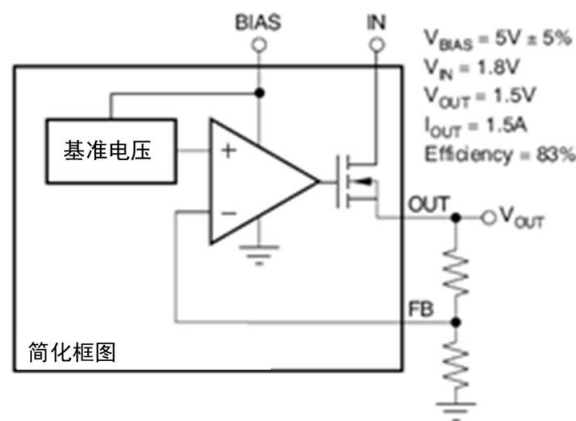


图 6 V_{BIAS} 与 V_{IN} 分离的典型应用电路

第二个是指 V_{bias} 压降， V_{bias} 必须在高于 V_{out} 输出电压 1.4V 以上来驱动导通 FET 的栅极。用户有时希望将 V_{in} 和 V_{bias} 连接在一起，那么这种情况下 V_{in} 到 V_{out} 的压差就会比较大，就需要特别注意负载电流不要过大，且要注意散热。

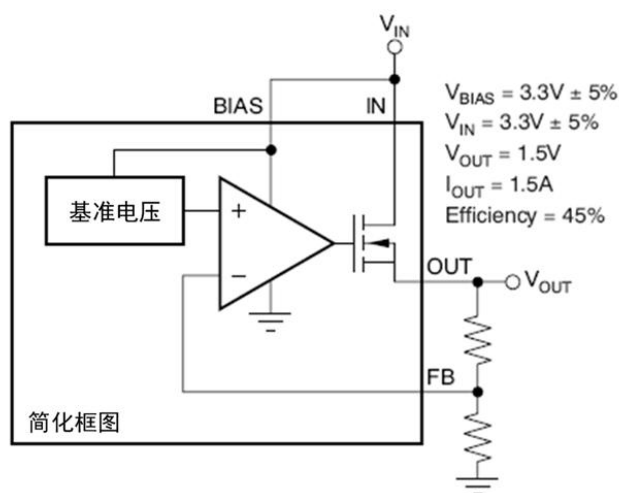


图 7 V_{BIAS} 与 V_{IN} 未分离的典型应用电路

7.2.4 可编程软启动

HWD74401 具备可编辑的、单调的、电压控制的软启动功能，通过外部电容 C_{SS} 设置。可调软启动很重要，在应用到 FPGAs、DSPs 或者其它处理器时可以解决系统上电初始化问题。可控的输出斜坡电压同样可以减小上电时的浪涌电流，最小化上电时输入电源总线的瞬态响应。

为了得到线性的、单调的软启动，内部误差放大器会跟踪外部软启动电容的斜坡电压，直到电压超过内部参考电压。软启动斜坡时间取决于软启动充电电流、电容和内部参考基准电压，启动时间计算公式 1 如下：

$$t_{ss} = (V_{REF} \times C_{NR/SS}) / I_{NR/SS} \quad (1)$$

如果采用大的输出电容，则芯片的限制电流和输出电容决定启动时间，在这种情况下启动时间为：

$$t_{SSCL} = (V_{OUT(NOM)} \times C_{OUT}) / I_{CL(MIN)} \quad (2)$$

$V_{OUT(NOM)}$ 是用户设定的正常输出电压， C_{OUT} 是输出电容， $I_{CL(MIN)}$ 是芯片的最小限制电流。当需要单调的启动时，由式 1 设定的启动时间要大于由式 2 设定的时间。最大软启动电容是 $0.015\mu F$ ，更大的电容也可以应用，不会损坏芯片，但是，过大的电容会导致芯片重启时放电电路不能把启动电容中的电荷全部放完。当用户需要快速开启使能端且每次都需要软启动时，启动电容不能大于 $0.015\mu F$ ， C_{SS} 电容必须是低漏电流电容，X7R、X5R 等元器件更好。

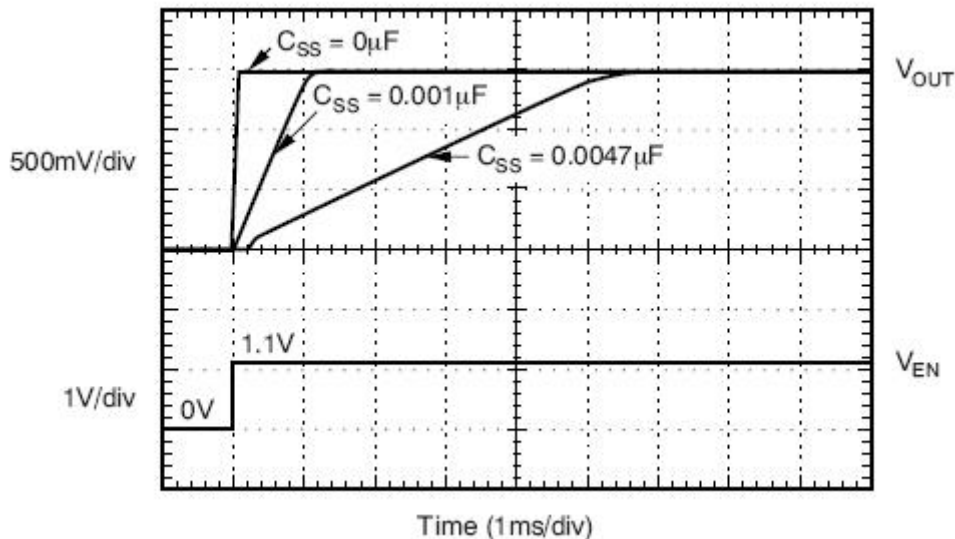


图 8 启动响应时间图

7.2.5 时序要求

V_{in} 、 V_{bias} 、 V_{en} 以任何时序工作都不应该对芯片造成损坏，然而，对于需要软启动功能来说，正确的时序规定是需要遵守的。使能信号应该在 V_{in} 和 V_{bias} 以后出现，可以是处理器 或者电源监控器的数字输出。只要延迟时间足够 V_{in} 和 V_{bias} 建立，从外部滤波器产生的模拟信号也可以应用于使能端。

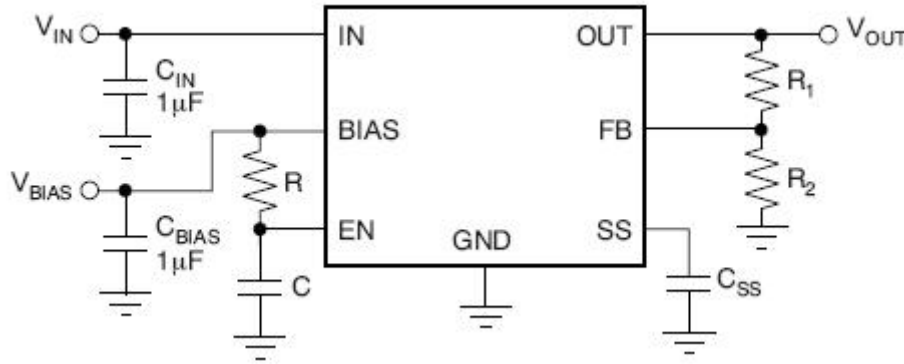


图 9 使能端使用 RC 电路的应用

如果在 IN、BIAS 上电后使能端信号不能正常工作，只要 V_{in} 大于 1.1V， V_{in} 和 V_{bias} 的上升斜率大于软启动设定的斜率，对于大多数应用来说，把 IN 和 EN 直接相连也是可行的。如果输入源斜率低于软启动设定斜率，输出电压会跟随更慢的电源电压减去输入输出压降，直到输出电压到达指定的输出值。当 EN 和 BIAS 连接在一起时，就要按照规定提供的顺序上电， V_{in} 比 V_{bias} 上电早。如果 V_{bias} 和 V_{en} 上电比 V_{in} 早，而且设定的软启动时间已经终结，则输出电压 V_{out} 将跟随 V_{in} 。

7.2.6 输出噪声

当采用软启动电容时 HWD74401 具有很低的输出噪声，在芯片软启动周期后期软启动电容作为内部基准参考的滤波器。通过采用 0.001μF 的软启动电容输出噪声被减少了一半，因为大部分输出噪声是由内部基准产生的，所以输出噪声是输出电压的函数。

HWD74401 的低噪声性能使得它能为无线收发器、PLLs 或者其它噪声敏感电路供电。

7.2.7 使能/关断

使能端为高电平有效，与许多调整器不同的是，使能端具有迟滞功能而且还能防止尖峰脉冲，使得缓慢的斜坡模拟信号也可以应用。这种结构可以使 HWD74401 的使能端被另外的调整器的输出所驱动。使能电路具有十几毫伏的迟滞电压，并且抗尖峰电路的应用也避免了由 V_{en} 信号波动引起的开关循环。

使能阈值电压约为 0.8V，且随着温度和工艺变化。如果要求准确的开启时间，HWD74401 使能端要采用具有快速上升时间的信号，否则 EN 可以被连接到 IN 或者 BIAS。如果连接到 IN，连接点应尽可能的靠近输入端的最大电容，防止连接线上的压降触发使能电路。

7.2.8 POWER_GOOD

PG 端是开漏输出，可以通过外部上拉电阻连接到 5.5V 电源或者更低的电源线上。为了有一个有效输出，此引脚至少比 V_{bias} 高 1.1V。当 V_{out} 高于 $V_{it}+V_{hys}$ 时 PG 输出高阻态，当 V_{out} 低于 V_{it} 或者 V_{bias} 低于 1.9V 时，开漏输出开启并将 PG 输出拉到低电平。当芯片不使能时，PG 仍然有效。PG 端的上拉电阻应在 10KΩ 到 1MΩ 之间。PG 功能仅在 QFN 管壳时提供。如果不需要输出电压监控功能，PG 引脚可以悬空。

7.2.9 内部电流限制

HWD74401 在全温度和电源电压条件下，具有出厂校准的、精确的电流限制功能。电流限制功能使得

芯片能提供 3A 电流，并且保持正常工作。当发生短路时，电流限制模块会在 10us 以内反应，并减小电流。

内部电流限制保护电路是被用来防止过载情况发生的，不允许工作在高于额定电流的情况下，长时间工作在高于额定电流条件下会降低芯片的可靠性。

7.2.10 热保护

当结温达到+155°C时，热保护会使输出无效来降低芯片温度，当结温降到+140°C时输出重新有效。热保护电路的周期性开和关取决与功耗、热阻和环境温度。这种周期性限制了调整器的功耗，免于过热导致的毁坏。

热保护的激活表示过大的功耗或者散热不充分。为了可靠的运行，结温最大值通常被限制在+125°C。在一个完整的设计中，为了评估安全边界，增高环境温度直到热保护触发为止，采用最坏的负载和信号条件。为了高可靠性，热保护的触发温度最少高于我们所希望的环境温度 30°C以上。这种条件产生了一种最坏情况，最大环境温度时结温为 125°C，最坏的负载情况。HWD74401 的内部保护电路被设计用来防止发生过载情况，HWD74401 持续运行在热关断状态会降低芯片的可靠性。

8 应用建议

8.1 版图推荐和功耗

最佳的版图可以极大的改善瞬态特性、PSRR 和噪声，减小负载瞬变时输入上的压降，IN 和 BIAS 端的输入电容与芯片应该尽可能的近。这些电容可以减小寄生电感和源电阻的影响，因此，可以改善稳定性。为了达到最佳的瞬态特性和精度，R1 电阻应该尽可能的靠近负载。如果 IN 和 BIAS 相连，BIAS 应该尽可能的靠近输入电压感应点，这种连接方式减小了在瞬变条件下 BIAS 上的压降，改善了开启响应性能。确定芯片功耗，将适当面积的热平面连接到 tab 或者 pad 端可以有效避免热关断，确保芯片稳定运行。功耗取决于输入电压和负载条件，可通过下面公式计算：

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (3)$$

在满足需要的输出电压情况下，采用尽可能低的输入电压可以减小功耗，提高效率。无论是塑封还是陶封管壳，最主要的热传导途径都是通过裸露在外的 pad 或者 tab 端连接

到 PCB 版传导热量。Pad 或者 tab 也可以连接到地或者悬空，但是，芯片必须粘贴到 PCB 版上合适大小的铜区域上，确保芯片不会过热。最大接到环境的热阻取决于最大环境温度、最大结温和功耗，热阻可通过下式计算：

$$R_{\theta JA} = \frac{(+125^{\circ}\text{C} - T_A)}{P_D} \quad (4)$$

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；
- f) VREF 基准电压较 0.8V 典型值略高，但不会超过标准范围要求（大量样本测试得出基准电压平均值约 0.806V 左右），若用户希望获得更好的输出电压精度，可略微调节 FB 处分压电阻来实现。
- g) BAIS 端动态响应较原版芯片略差。HWD74401 在 VBIAS 以较大范围（约 1V 以上）较快速度（约 1V/uS 电压下降速度）做向下阶跃变化时，VOUT 输出电压会出现约 20uS 以上，约 1V 以上的下跌，并迅速恢复，而原版 TPS74401 仅有几十毫伏的电压波动。要解决此问题，可在输出电压端采用较大的输出电容（约 20uF 以上），或尽量保障 VBIAS 电压稳定，不出现 1V 以上的微秒级陡降即可。
- h) 过流保护功能较原版芯片略差。HWD74401 具有过流保护功能，其过流保护功能在电流超过大约 5A 时进入过流保护状态，但此时输出电压会在低于正常输出电压水平下波动，而原版 TPS74401 过流保护表现为输出电压跟随过流电流较稳定的下降状态。要解决此问题，可在输出电压端采用微法级的输出电容即可。
- i) ESD 结构差异。TPS74401 的 EN、PG、FB 端口到 VBIAS 均无 ESD 结构，HWD74401 的 EN、PG、FB 端口到 VBIAS 有相关的二极管 ESD 结构，在正常使用条件下不产生任何异常影响。

10 订货信息

表 3 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	HWD74401PQFN20I	PQFN20	塑料	工业温区级	铜镀镍钯金	0.6g	Q/HWD 50434-2023
2	HWD74401MQFN20N	QFN20	塑料	N 级	铜镀镍钯金	0.6g	Q/HWD 20283-2016
3	HWD74401EQFN20	QFN20	塑料	军温级	铜镀镍钯金	0.6g	Q/HWD 20322-2017

注1:

- a) 工业温区级器件满足GJB 7400 《合格制造厂认证用半导体集成电路通用规范》N/N1级的筛选要求，其工作环境温度范围应为-40℃≤TA≤85℃。
- b) N级器件满足GJB 7400 《合格制造厂认证用半导体集成电路通用规范》N/N1级的筛选要求，其工作环境温度范围应为-55℃~+125℃。
- c) 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℃。

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。