



GYG1964

-10V/200mA、低功耗、低噪声 LDO

概述

GYG1964 是一款微功率、低噪声、低压差负调压器。该装置能够提供 200mA 的输出电流，压降为 88mV。低静态电流（30μA 工作和 3μA 关机）使 GYG1964 成为电池供电应用的最佳选择，并且静态电流在低压差工况下得到了很好的控制。

GYG1964 的其他特点包括低输出噪声。在 10Hz 至 100kHz 的带宽内，输出噪声降低至 10μVRMS，因而特别适合给高性能模拟和混合信号电路供电。GM1964 能够支持小电容工作，并且在小输出电容值的情况下与其他线性稳压电源一样稳定工作。支持小型陶瓷电容器，无需额外增加 ESR。内部保护电路包括电流限制和热限制。该设备的固定输出电压为-2.5V 和-5V，可调参考电压为-1.186V。

应用领域

- 低噪声放大器
- 超低噪声仪表
- 电池供电系统
- 功放、ADC和DAC
- 通信和基础设施
- 医疗和保健

特性说明

- 超低 RMS 噪声：10μVRMS
- 输出电流：200mA
- 宽输入电压范围：-2.5V ~ -10V
- 输出电压范围：-1.186V ~ -10V+V_{DO}
- 固定-2.5V和-5V输出电压
- ±1%初始精度
- 3uA关断电流
- 30μA静态地电流
- 低压差电压：88mV
- 最小输出电容：2.2μF（陶瓷）
- 限流和过温保护

技术说明

引脚图

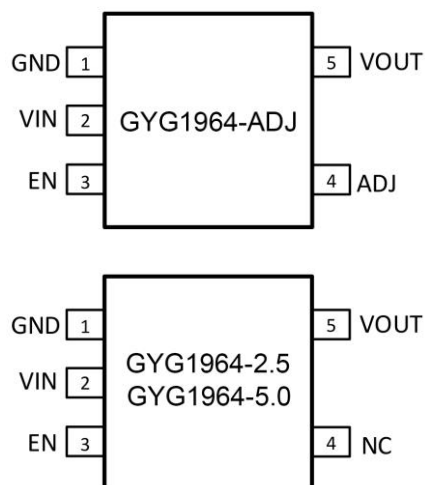
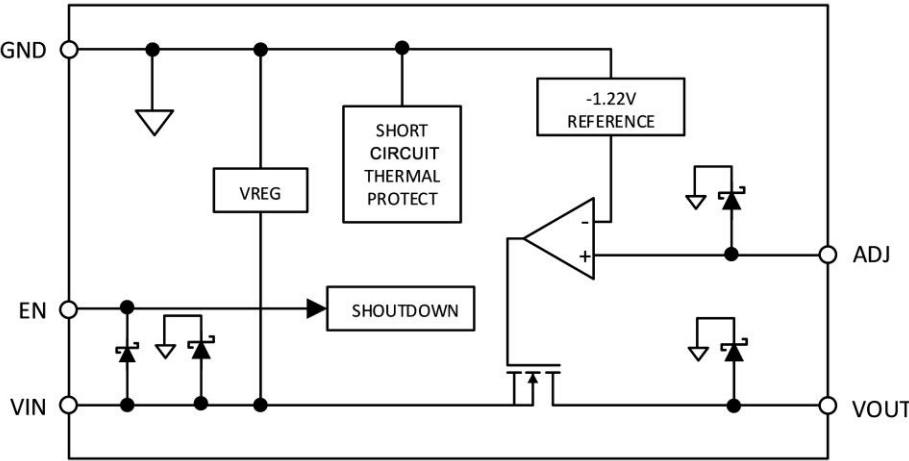


图 1 SOT23 引脚图

引脚定义

GYG1964-ADJ		GYG1964-2.5 GYG1964-5.0		说明
引脚名称	引脚序号	引脚名称	引脚序号	
GND	1	GND	1	地
V _{IN}	2	V _{IN}	2	稳压器输入电源。使用2.2μF或更大的电容旁路V _{IN} ~ GND
EN	3	EN	3	将EN驱动至地电平2V以上或以下，可使能稳压器；或者将EN驱动至低电平，可关闭稳压器。若要实现自动启动，请将EN接V _{IN}
-	-	NC	4	不连接
ADJ	4	-	-	可调输入，外部电阻分压器设置输出电压
V _{OUT}	5	V _{OUT}	5	调节输出电压，使用2.2μF或更大的电容旁路V _{OUT} ~ GND

内部功能框图



绝对最大额定值

V _{IN} ~ GND		+0.3V ~ -12V
V _{OUT} ~ GND		-0.3V ~ V _{IN}
EN ~ GND		+5V ~ V _{IN}
EN ~ V _{IN}		+12V ~ -0.3V
ADJ ~ GND		+0.3V ~ V _{OUT}
工作温度		-55°C ~ +125°C
存储温度		-65°C ~ +150°C

热阻

封装类型	θ _{JA}	θ _{JC}	ψ _{JB}	单位
SOT23-5	170	不适用	43	°C/W

注：θ_{JA} 适用于最坏情况，即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

参数列表

除非另有说明 V_{IN} = (V_{OUT} - 0.5V) 或 -2.5V（取较小者），EN = V_{IN}，I_{OUT} = -10mA，C_{IN} = 2.2μF，C_{OUT} = 2.2μF，T_J = -55°C ~ +125°C（对于最小/最大值规格），T_A = 25°C（对于典型规格）。

参数		条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围（V _{IN} ）		—	-2.5	—	-10	V
工作电源电流（I _{GND} ）		I _{OUT} = 0μA	—	-33	-53	μA
关断电流（I _{GND-SD} ）		I _{OUT} = -10mA	—	-170	-220	μA
		I _{OUT} = -200mA	—	-930	-1200	μA
		EN = GND	—	-3	—	μA
固定输出电压精度（V _{OUT} ）		EN = GND V _{IN} = -2.7V ~ -10V	—	—	-8	μA
		I _{OUT} = -10mA, T _A = 25°C	-1	—	+1	%
可调输出电压精度（V _{ADJ} ）		-1mA < I _{OUT} < -200mA V _{IN} = (V _{OUT} - 0.5V) ~ -10V	-2	—	+2	%
		I _{OUT} = -10mA	-1.174	-1.186	-1.198	V
线性调整率（ΔV _{OUT} /ΔV _{IN} ）		-1mA < I _{OUT} < -200mA V _{IN} = (V _{OUT} - 0.5V) ~ -10V	-1.162	—	-1.210	V
		V _{IN} = (V _{OUT} - 0.5V) ~ -10V	-0.01	—	+0.01	%/V
负载调整率 ^[1] （ΔV _{OUT} /ΔI _{OUT} ）		I _{OUT} = -1mA 至-200mA	—	0.001	0.006	%/mA
ADJ 输入偏置电流(ADJ _{I-BIAS})		-1mA < I _{OUT} < -200mA V _{IN} = (V _{OUT} - 0.5V) ~ -10V	—	10	—	nA
压差 ^[2] （V _{DO} ）		I _{OUT} = -10mA	—	-7	-20	mV
启动时间 ^[3] （t _{START-UP} ）		I _{OUT} = -50mA	—	-22	-50	mV
		I _{OUT} = -200mA	—	-88	-170	mV
		V _{OUT} = -1.186V	—	250	—	μs
限流阈值 ^[4] （I _{LIMIT} ）		V _{OUT} = -5V	—	800	—	μs
		—	-240	-360	—	mA
热关断	热关断阈值（TS _{SD} ）	T _J 上升	—	165	—	°C
	热关断迟滞（TS _{SD-HYS} ）	—	—	15	—	°C
EN 阈值	正上升（V _{EN-POS-RISE} ）	V _{OUT} = 关断至导通（正）	—	—	1.2	V
	负上升（V _{EN-NEG-RISE} ）	V _{OUT} = 关断至导通（负）	-2.0	—	—	V
	正下降（V _{EN-POS-FALL} ）	V _{OUT} = 导通至关断（正）	0.3	—	—	V
	负下降（V _{EN-NEG-FALL} ）	V _{OUT} = 导通至关断（负）	—	—	-0.55	V
输入电压闭锁	启动阈值（V _{START} ）	—	-20	-1.85	—	V
	关断阈值（V _{SHUTDOWN} ）	—	—	-1.66	-2.1	V
输出噪声（OUT _{NOISE} ）		10Hz 至 100kHz, V _{OUT} = -1.5V, V _{OUT} = -2.5V, V _{OUT} = -5V	—	10	—	μVRMS
		10Hz 至 100kHz, V _{OUT} = -5V, 可调模式, C _{NR} = 开路, R _{NR} = 开路, R _{FB1} = 147kΩ, R _{FB2} = 13kΩ	—	50	—	μVRMS

参数	条件	最小	典型	最大	单位
输出噪声 (OUT _{NOISE})	10Hz 至 100kHz, V _{OUT} = -5V, 可调模式, C _{NR} = 100nF, R _{NR} = 13 kΩ, R _{FB1} = 147kΩ, R _{FB2} = 13kΩ	–	19	–	μVRMS
电源抑制比 (PSRR)	100kHz, V _{IN} = -6V, V _{OUT} = -5V	–	57	–	dB
	10kHz, V _{IN} = -6V, V _{OUT} = -5V	–	72	–	dB

注^[1]: 基于使用-1mA 和-200mA 负载的端点计算, 1mA 以下负载的典型负载调整性能。
注^[2]: 压差定义为将输入电压设置为标称输出电压时的输入至输出电压差。压差仅适用于-3V 以上的输出电压。
注^[3]: 启动时间定义为 EN 的上升沿到 V_{OUT} 达到其标称值 90%的时间。
注^[4]: 限流阈值定义为输出电压降至额定典型值90%时的电流。例如, -5V输出电压的电流限值定义为引起输出电压降至-5V 的90%或-4.5V的电流。

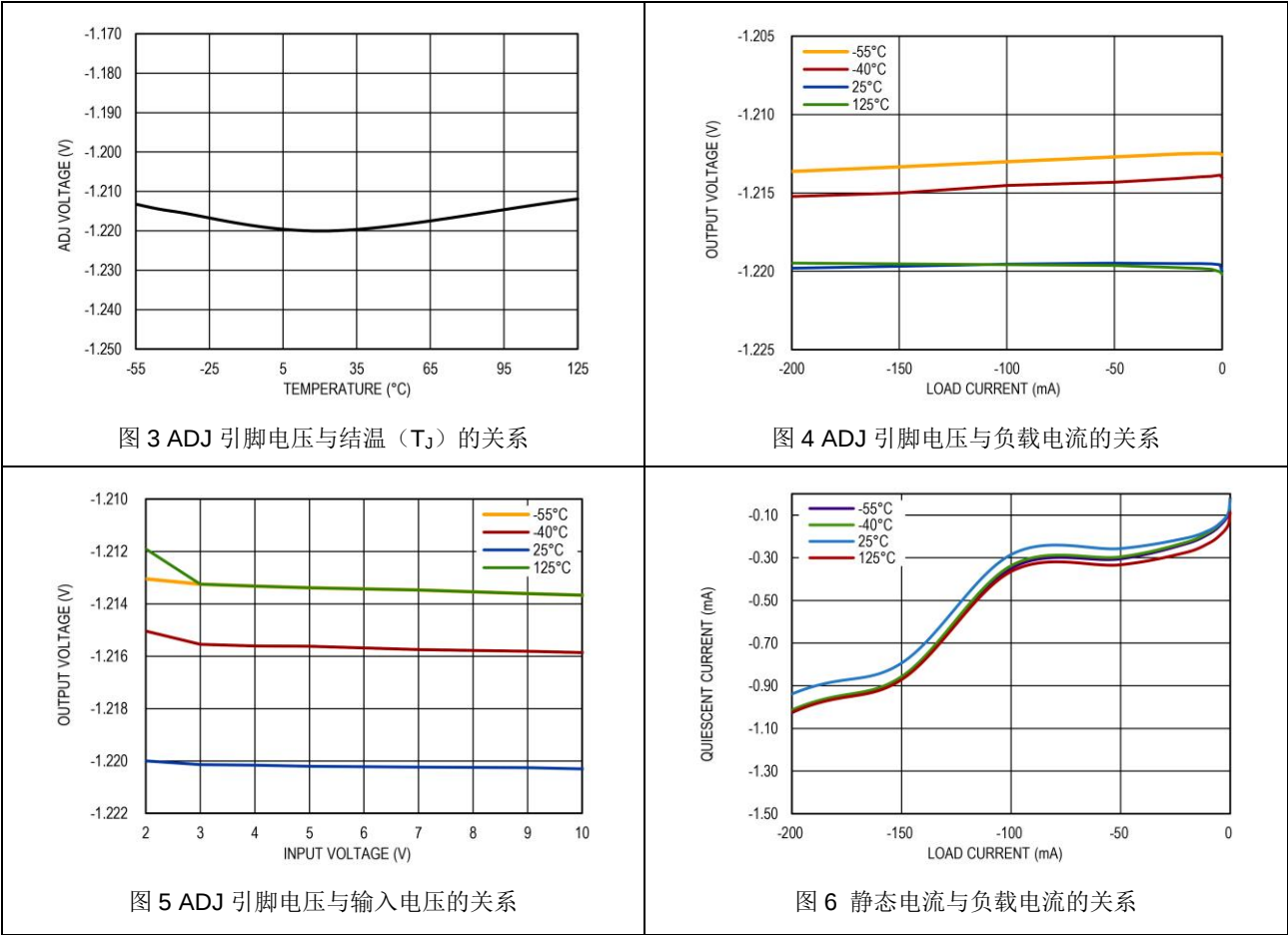
推荐规格: 输入和输出电容

参数		符号	最小	典型	最大	单位	条件
输入和输出 电容	最小电容 ^[1]	C _{MIN}	1.5	2.2	—	μF	T _A = -55°C ~ +125°C
	电容等效串联 电阻（ESR）	R _{ESR}	0.001	—	0.2	Ω	T _A = -55°C ~ +125°C

注^[1]: 在所有工作条件下, 输入和输出电容必须大于1.5μF。选择器件时必须考虑应用的所有工作条件, 确保达到最小电容要求。配合任何LDO使用时, 建议使用X7R型和X5R型电容, 不建议使用Y5V和Z5U电容。

典型性能参数

除非另有说明, V_{IN} = -6V, V_{OUT} = -5V, I_{OUT} = -10mA, C_{IN} = 2.2μF, C_{OUT} = 2.2μF, T_A = 25°C。



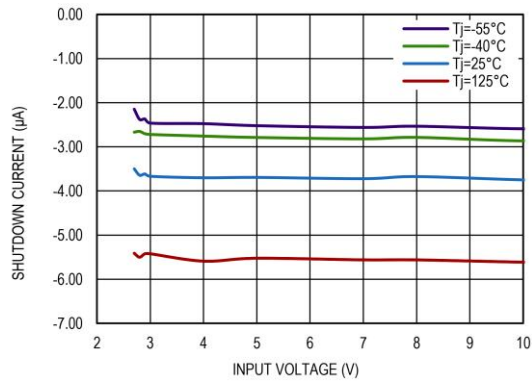


图 7 静态电流与输入电压的关系

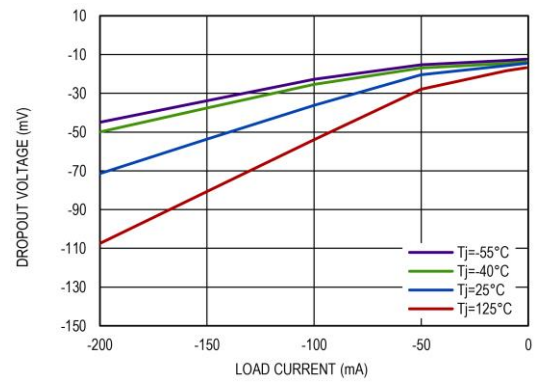


图 8 压差电压和负载电流的关系

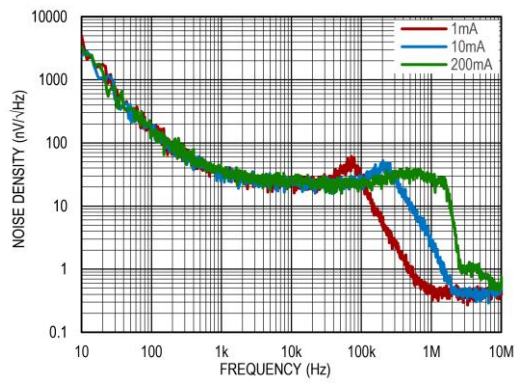


图 9 噪声谱密度

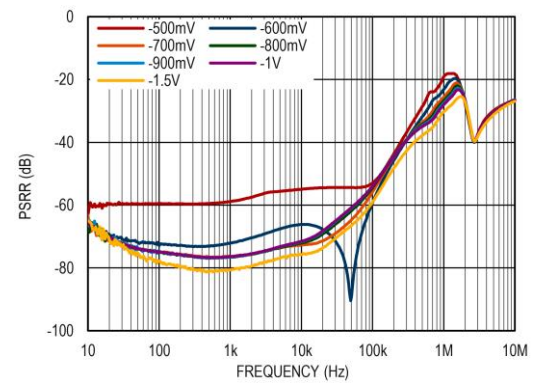


图 10 PSRR 和压差的关系, IO = 200mA

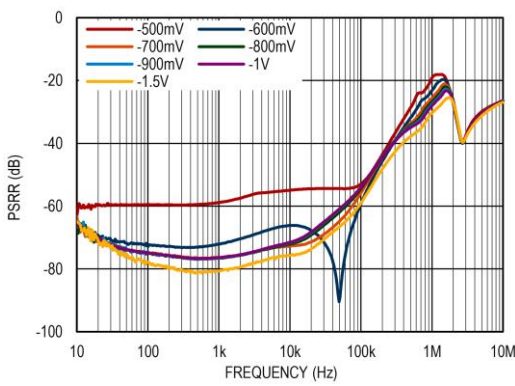


图 11 PSRR 和负载电流的关系

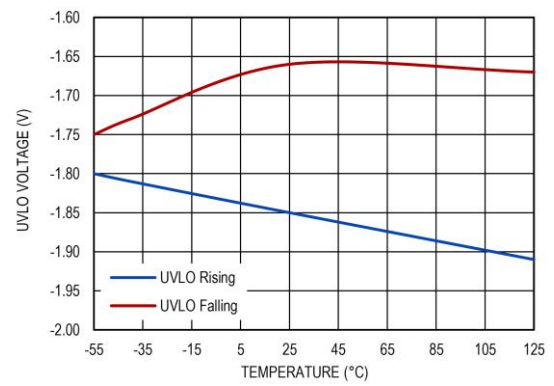


图 12 UVLO 阈值和结温的关系

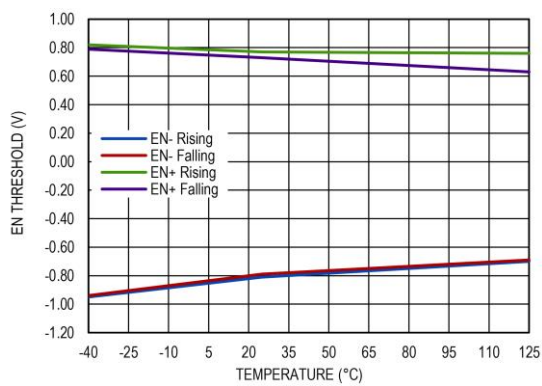


图 13 EN 阈值和结温的关系

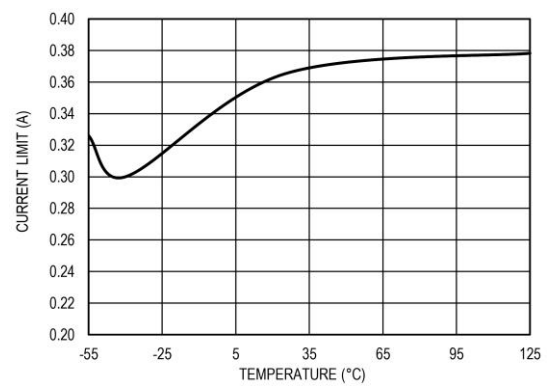
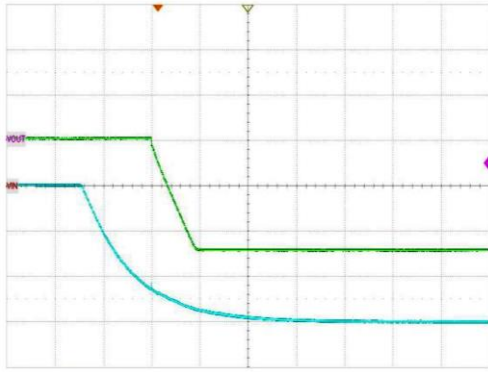
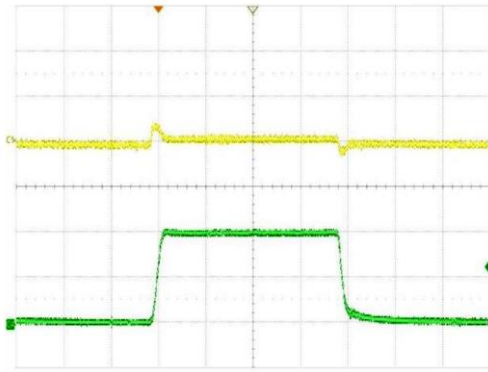


图 14 限流值和结温的关系

图 15 软启动, $V_{IN} = -6V$, $V_{OUT} = -5V$, $I_O = -200mA$ 图 16 负载瞬态响应, $V_{IN} = -6V$, $V_{OUT} = -5V$, $I_O = -10mA \sim -200mA$

工作原理

GYG1964 是一款低静态电流 LDO 线性稳压器, 采用 $-2.5V$ 至 $-10V$ 电源供电, 最大输出电流为 $-200mA$ 。满负载时静态电流典型值低至 $-0.9mA$, 因此 GYG1964 非常适合电池供电的便携式设备使用。室温时, 最大关断电流为 $-3.0\mu A$ 。

GYG1964 基于 $2.2\mu F$ 输出陶瓷电容优化, 可实现出色的瞬态性能。

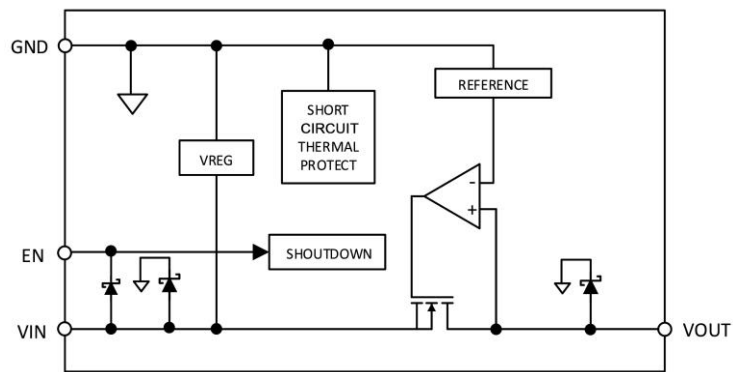


图 17 固定输出电压内部框图

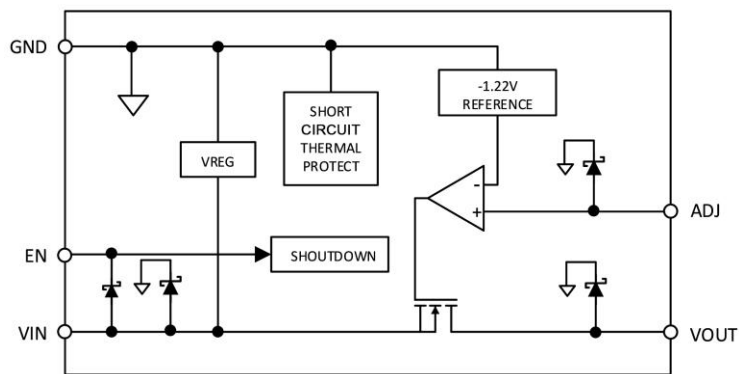


图 18 可选输出电压型号内部框图

GYG1964 内置一个基准电压源、一个误差放大器、一个反馈分压器和一个 NMOS 调整管。输出电流经由 NMOS 调整管提供, 其受误差放大器控制。误差放大器比较基准电压与输出端的反馈电压, 并放大该差值。如果反馈电压低于基准电压, NMOS 器件的栅极将被拉低向 GND, 以便通过更多电流, 提高输出电压。如果反馈电压高于基准电压, NMOS 器件的栅极将被拉向 $-V_{IN}$, 以便通过较少电流, 降低输出电压。

可调工作模式

GYG1964 提供固定输出电压选项以及可调模式型号，可通过外部分压器，将输出电压调节至-1.186V ~ -10V。根据下式可设置输出电压： $-V_{OUT} = -1.186V (1 + R_{FB1} \div R_{FB2})$

其中， R_{FB1} 和 R_{FB2} 是输出分压器中的电阻，如图 19 所示。

R_{FB2} 必须低于 120k Ω ，以便将 ADJ 引脚泄漏电流引起的输出电压误差降至最低。ADJ 引脚泄漏电流造成的误差电压等于 R_{FB1} 和 R_{FB2} 的并联组合乘以 ADJ 引脚泄漏电流。

例如，若 $R_{FB1} = R_{FB2} = 120k\Omega$ ，输出电压等于-2.36 V，ADJ 引脚典型泄漏电流（10nA）引起的误差等于 60k Ω 乘以 10nA，即 6mV。本例中的输出电压误差为 0.245%。

添加一个小数值电容（100pF 左右）使其与 R_{FB1} 并联连接，可增加 GYG1964 的稳定性。大数值电容也可降低噪声并改进 PSRR。

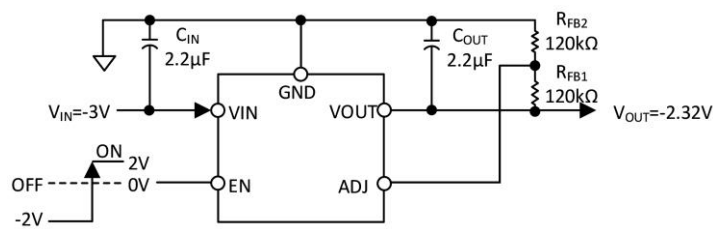


图 19 设置可调输出电压

典型应用

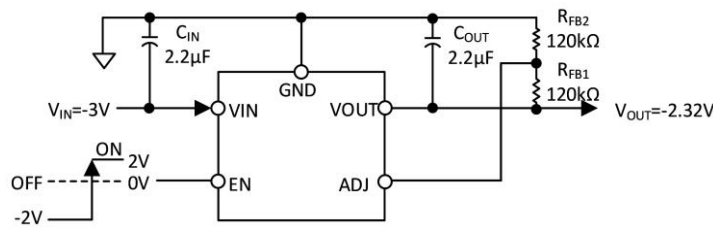


图 20 典型应用

应用信息

输出电容

GYG1964 设计采用节省空间的小型陶瓷电容工作，但只要考虑 ESR 值，便可以采用大多数常用电容。输出电容的 ESR 会影响 LDO 控制回路的稳定性。为了确保 GYG1964 稳定工作，推荐使用至少 2.2 μ F、ESR 为 0.2 Ω 或更小的电容。输出电容还会影响负载电流变化的瞬态响应。采用较大的输出电容值可以改善 GYG1964 对大负载电流变化的瞬态响应。

输入旁路电容

在 V_{IN} 至 GND 之间连接一个 2.2 μ F 电容可以降低电路对 PCB 布局布线的敏感性，特别是遇到长输入走线或高信号源阻抗时。如果要求输出电容大于 2.2 μ F，可选用更高的输入电容。

输入和输出电容特性

只要符合最小电容和最大 ESR 要求，GYG1964 可以采用任何质量优良的陶瓷电容。陶瓷电容可采用各种各样的电介质制造，温度和所施加的电压不同，其特性也不相同。电容必须具有足以在必要的温度范

围和直流偏置条件下确保最小电容的电介质。推荐使用额定电压为 25V 或 50V 的 X5R 或 X7R 电介质。Y5V 和 Z5U 电介质的温度和直流偏置特性不佳，建议不要使用。

电容的电压稳定性受电容尺寸和电压额定值影响极大。一般来说，封装较大或电压额定值较高的电容具有更好的稳定性。X5R 电介质的温度变化率在 -40°C 至 +85°C 温度范围内为 ±15%，与封装或电压额定值没有函数关系。

考虑电容随温度、元件容差和电压的变化，可以利用如下公式确定最差情况下的电容。

$$C_{\text{EFF}} = C_{\text{BIAS}} \times (1 - \text{TEMPCO}) \times (1 - \text{TOL})$$

其中： C_{BIAS} 为工作电压下的有效电容；TEMPCO 是最差情况下的电容温度系数；TOL 是最差情况下的元件容差。

为了保证 GYG1964 的性能，必须针对每一种应用来评估直流偏置、温度和容差对电容性能的影响。

使能引脚工作原理

在正常工作条件下，GYG1964 利用 EN 引脚使能和禁用 V_{OUT} 引脚。当 EN 相对 GND $\geq \pm 2\text{V}$ 时， V_{OUT} 开启；当 EN 为 0V 时， V_{OUT} 关闭。若要实现自动启动，可将 EN 接至 V_{IN} 。

GYG1964 具有双极性使能引脚（EN），当 $|V_{\text{EN}}| \geq 2\text{V}$ 时可开启 LDO。使能电压相对地而言可以是正的，也可以是负的。

软启动

GYG1964 利用内置软启动功能，在输出使能时限制浪涌电流。启动时间和固定输出电压有关。当输出电压为 -1.186V 时，从通过 EN 有效阈值到输出达到其最终值 90% 的启动时间约为 250μs。当输出电压为 -5V 时，启动时间约为 800μs。

限流和热过载保护

GYG1964 内置限流和热过载保护电路，可防止功耗过大导致受损。当输出负载达到 -360mA（典型值）时，限流电路就会起作用。当输出负载超过 -360mA 时，输出电压会被降低，以保持恒定的电流限制。

热过载保护电路将结温限制在 165°C（典型值）以下。在极端条件下（即高环境温度和高功耗），当结温开始升至 165°C 以上时，输出就会关闭，从而将输出电流降至 0mA。当结温降至 150°C 以下时，输出又会开启，输出电流恢复为工作值。

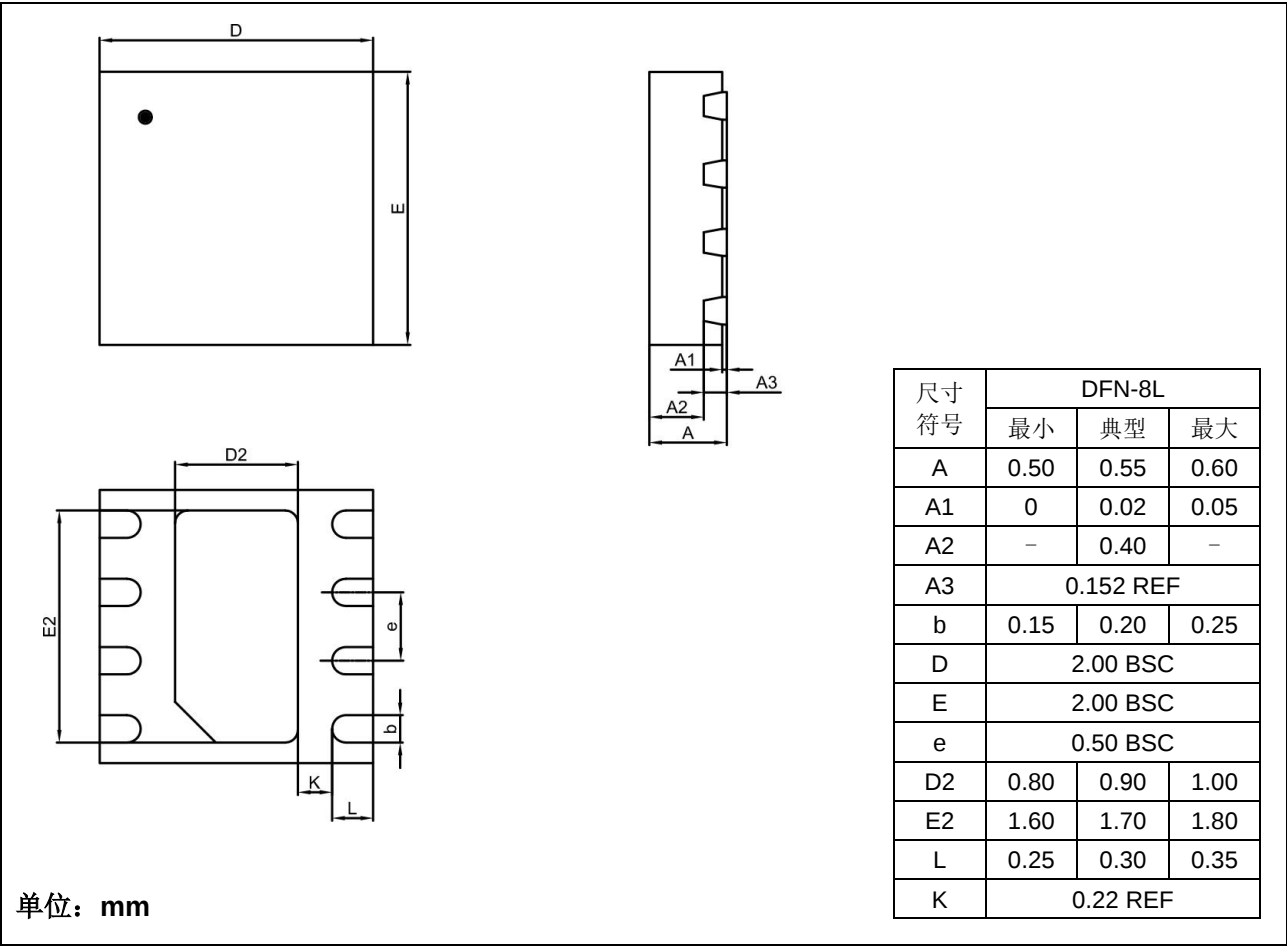
考虑 V_{OUT} 至地发生负载短路的情况。首先 GYG1964 的限流功能起作用，因此，仅有 -360mA 电流传导至短路电路。如果结的自发热量足够大，使其温度升至 165°C 以上，热关断功能就会激活，输出关闭，输出电流降至 0mA。当结温冷却下来，降至 150°C 以下时，输出开启，将 -360mA 电流传导至短路路径中，再次导致结温升至 165°C 以上。结温在 150°C 至 165°C 范围内的热振荡导致电流在 -360mA 和 0mA 之间振荡；只要输出存在短路，振荡就会持续下去。

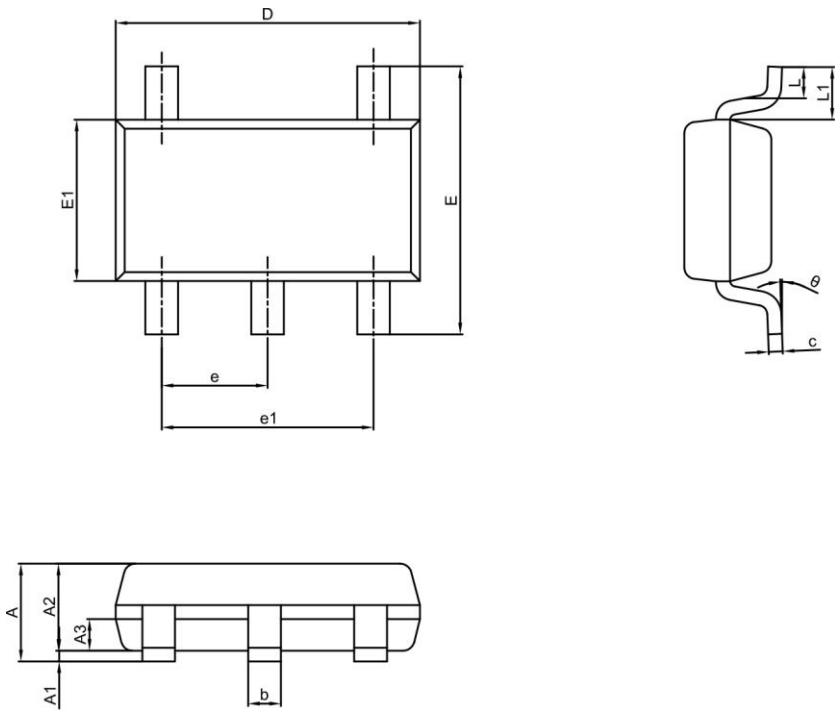
限流和热过载保护可保护器件免受偶然过载条件影响。为保证器件稳定工作，必须从外部限制器件的功耗，使结温不会超过 125°C。

订购信息

系列名称	产品型号	工作温度	封装形式	质量等级
GYG1964-ADJ	GYG1964-ADJDF8I+	-40℃ ~ +125℃	DFN-8L	工业扩展级
	GYG1964-ADJDF8M	-55℃ ~ +125℃	DFN-8L	普军级
	GYG1964-ADJDF8N1	-55℃ ~ +125℃	DFN-8L	GJB7400 N1 级
	GYG1964-ADJSOB5I+	-40℃ ~ +125℃	SOT23-5L	工业扩展级
	GYG1964-ADJSOB5M	-55℃ ~ +125℃	SOT23-5L	普军级
	GYG1964-ADJSOB5N1	-55℃ ~ +125℃	SOT23-5L	GJB7400 N1 级
GYG1964-2.5	GYG1964-2.5SOB5I+	-40℃ ~ +125℃	SOT23-5L	工业扩展级
	GYG1964-2.5SOB5M	-55℃ ~ +125℃	SOT23-5L	普军级
	GYG1964-2.5SOB5N1	-55℃ ~ +125℃	SOT23-5L	GJB7400 N1 级
GYG1964-5.0	GYG1964-5.0SOB5I+	-40℃ ~ +125℃	SOT23-5L	工业扩展级
	GYG1964-5.0SOB5M	-55℃ ~ +125℃	SOT23-5L	普军级
	GYG1964-5.0SOB5N1	-55℃ ~ +125℃	SOT23-5L	GJB7400 N1 级

外形类型及尺寸图





单位：mm

尺寸 符号	SOT23-5L		
	最小	典型	最大
A	–	–	1.25
A1	0	–	0.15
A2	1.00	1.10	1.20
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.34	–	0.45
c	0.12	–	0.20
D	2.826	2.926	3.026
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.526	1.626	1.700
e	0.90	0.95	1.00
e1	1.80	1.90	2.00
L	0.30	0.40	0.60
L1	0.59 REF		
θ	0°	–	8°