

线性稳压器系列

线性稳压器的规格

线性稳压器的数据表中有 SPEC(规格)表,其中显示了输出电压值和精度等。此外,还记载了最大额定、动作条件、特性图表等非常重要的信息。

绝对最大额定值被定义为一瞬间也不能超过的值。其中有短路时间等具有时间概念的项目,但基本上无论在什么情况下都不能超过,当然其值没有 $\pm 10\%$ 这类的容许差。有时会被问到“如果超过了绝对最大额定值会怎么样”、“有多少余量”等问题(可能是出于兴趣),但是考虑到绝对最大额定值的宗旨的话,就不能成为讨论点,使用上的最大值不要超过最大额定值或者作为可允许的最大额定值来检讨。

保证规格值的条件,例如确认施加的电压和温度等是很重要的。实际使用条件和规格的规定不一定一致。作为代表性的例子,如果有 $T_a=25^\circ\text{C}$ 的条件,其保证值始终是 $T_a=25^\circ\text{C}$ 的值。但是,在实际使用中, $T_a=25^\circ\text{C}$ 一定的条件等在恒温槽以外是不可能的。因此,在看规格值时,必须确认是一个条件下的值

还是某个范围,例如动作保证温度下的值,并确认与实际使用条件及设计整机的动作条件相近的条件下的值。补充的参考数据图表有很多帮助。

最后,规格值有最小值(Min)、最大值(Max)、典型值(Typ)或全部记载。其中能保证的只是最小值和最大值。典型值(Typ)从特性分布和统计方法来看,是“大概是这个数值”的意思。基本上是以规格值为基础来设计的,到底用哪个值来设计比较好呢?大概是典型值吧,但原则上是以最坏条件的值来设计的。这要根据设计者的经验和技術。

在此,从线性稳压器的规格中,说明一下典型性的项目。当然,不可以无视其他规格。不仅限于线性稳压器,仔细阅读数据表对设计者来说非常重要。

内容

1. 输入电源电压范围	2
2. 输出电压范围	2
3. 输出电压精度	2
4. 输出电流	3
5. 输入输出电压差	3
6. 瞬态响应特性	4
7. 纹波抑制比	5
8. 电路电流	6
9. EN 端子 (CTL、STBY 端子)	6
10. 输入电压稳定性	7
11. 负载电压稳定性	7
12. 输出放电	7
13. 软起动	8
14. 输入电容	8
15. 输出电容	8
16. 允许损耗	9
17. 过电流保护	9
18. 过热保护	10

1. 输入电源电压范围

输入电源电压范围确认 2 个值。绝对最大额定值表示的范围是“可以输入”的意思，可以应用到这里的范围，不是在这个范围内正常工作的意思。假设有不稳定电压、确认其是否在该范围内。

除了绝对最大额定值之外，还有推荐输入范围和动作输入范围等项目，以此为基准。

Figure 1 表示输入范围、输出范围以及输入输出电压差的关系。有效的输入范围为“从输出电压+输入输出电压差以上到最大输入电压为止”。线性稳压器只能降压，输入“输出电压+输入输出电压差”以下的电压也无法动作。这个电压以下被输入的话会变成什么样，根据 IC 的电路构成而不同，但多数会出现“输入电压-输入输出电压差”左右的电压。但是，是否稳定并不保证。而且输入电压继续下降的话，在某个地方会突然下降到 0V 左右。理解 Figure 1 的关系并设定输入输出条件是很重要的。

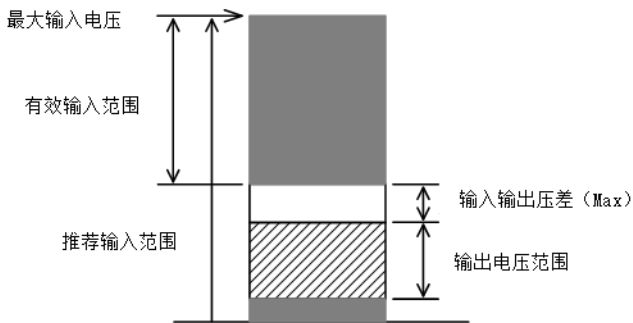


Figure 1 输入输出电压的关系

2. 输出电压范围

输出电压范围为输出可变类型的规格，不属于 5V 输出等固定类型的。输出电压范围是在可变对应类型中可作为输出电压设定的电压范围。

作为输出电压范围，基本上可设定可变类型的最低电压为输出基准电压。根据 IC 的不同，根据保护电路等其他电路模块的动作限制，也有将比基准电压高的电压设为最低输出电压的。输出基准电压是连接误差放大器输入端的比较用基准电压 (V_{REF})。从动作电路可以看出，不能使比基准电压 (V_{REF}) 低的电压稳定化 (Figure 2)。

因为基准电压是 IC 的一部分，所以不能从外部变更。CMOS 系统的线性稳压器一般使用 0.8V 左右、双极型一般使用 1.2V 左右的基准电压。这里需要注意的是、例如需要 1V 输出，就不能选择 1.2V 的基准电压产品。

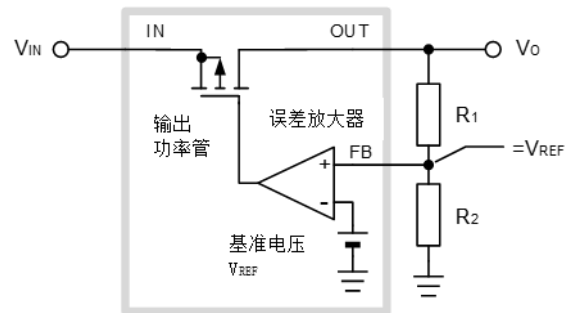


Figure 2 内部电路的概要

回到输出电压范围的话题，最低电压是基准电压，最大电压是最大输入电压-输入输出电压差 (Figure 1)。输入输出条件可以根据上述关系计算，但可能受损耗功率的限制。为了不超过结温度的绝对最大额定值，需要进行热计算，根据输入电压、输出电压、输出电流、周围温度的条件有可能需要进行权衡。

3. 输出电压精度

输出电压精度是固定输出类型的输出电压的允许误差。以前的标准是 $\pm 5\%$ ，但是最近也有很多高精度 $\pm 1\%$ 的。输出电压精度与温度和输出电流有密切关系。

关于可变类型，指基准电压 V_{REF} 的精度。这是 IC 本身的精度。可变类型的输出电压由外置电阻设定。因此，可变类型的输出精度是在基准电压的精度上加上了输出设定电阻的允许偏差。

如果数据表中有设置范围，则输出设置电阻的值遵循该设置。双极型线性稳压器的反馈端子中存在误差放大器的流入电流。如果电阻值过大，则会由于该电流产生电压降，输出电压会产生误差。反之，过小的话电压误差会变小，但 IC 启动时的电流能力会变小，没有正常的反馈就无法启动。

4. 输出电流

输出电流的规格规定了可输出电流的范围。有些数据表只规定了最大值。最大值是“可以输出到这个电流值”的意思，所以实际上会流更多的电流。有这样的例子，因为误以为输出电流的最大值即为过电流限制值，而弄坏了负载，所以需要注意。过电流限制值请参考其他项目中的过电流保护检测电流或特性图。如果知道这个电流值的话，有助于决定最坏条件下的应对。

那么，经常会被问到该输出电流保证值能否使用，输出电流实际上是要兼顾输入输出条件，与周围温度条件，受限于结温的绝对最大额定限制。对于线性稳压器来说，热计算总是必要的，是重要的管理项目之一。

5. 输入输出电压差

输入输出电压差是线性稳压器稳定动作所需的输入电压与输出电压之差，也称为 Drop out 电压。输入电压接近输出电压时，无法维持稳定化动作，输出与输入成比例地下降。进入该状态的电压，即稳定化动作所需的输入电压和输出电压之差被称为输入输出电压差 (Figure 3)。作为测量条件有 $V_{IN}=V_O \times 0.95$ 的记载，不过，看这个的话输入电压成为比输出电压低的设定。这样的话，IC 是不是不能正常动作呢？在这里，因为只着眼于输出晶体管的输入输出电压差进行测量，所以像 Figure 3 那样，输出与输入成比例地下降。当然，此时的输出电压不稳定。

输入输出电压和输入输出电压差的关系如上述 Figure 1 所示。输入输出电压差根据 IC 的电路构成而不同。与标准型相比，输入输出电压差较低的是 LDO。简单的关系是，输入输出电压差越低，输入电压越接近输出电压就能工作。这对于输入电压变动的电池驱动应用来说是重要的规格。相反，在从 12V 变到 5V 的应用中，输入输出电压差并不重要。

Figure 4 和 Figure 5 的图表显示了输入输出电压差和输出电流以及温度的关系。正如所见，可以说是对于温度和输出电流相应变动的参数。如果用常温的规格最大限度地设计的话，很有可能会因为高温而无法运转。不限于 Drop out 电压，特性图提供了非常重要的信息。输入输出电压差的测量电路如 Figure 6 所示。

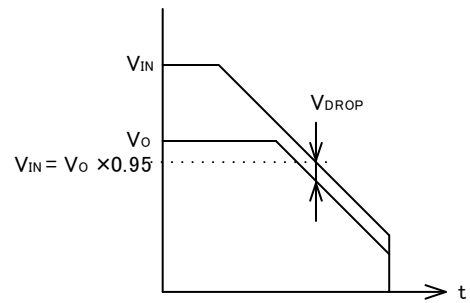


Figure 3 输入输出电压差

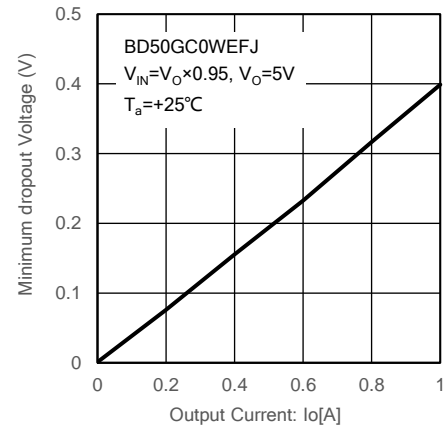


Figure 4 输入输出电压差 - 输出电流

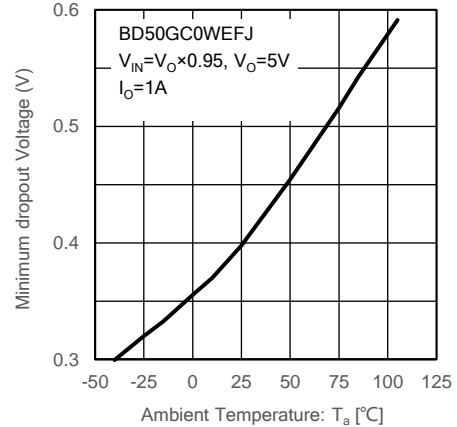


Figure 5 输入输出电压差 - 周围温度

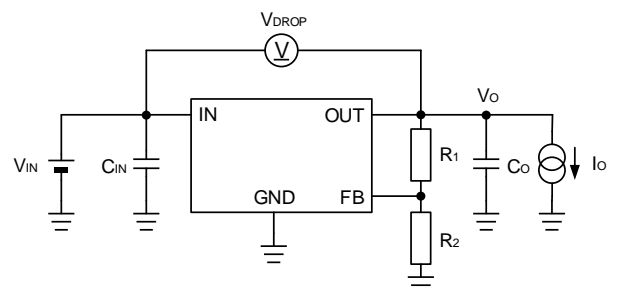


Figure 6 输入输出电压差的测量电路

6. 瞬态响应特性

瞬态响应特性如 Figure 7 所示，在负载电流变动导致输出电压变动的情况下，线性稳压器将输出电压恢复到设定的电压值。从这个输出电压的变动到复原的时间被称为瞬态响应特性。严格来说是负载瞬态响应特性。稳定状态下负载的增减所导致的输出电压的变动（偏移）用负载稳定性来表示，这是要分开考虑的。

虽然稳压器的动作稳定，但是不管是什么样的稳压器，在接受状态变化之后到对应为止都需要一定的时间。输出的负载变动非常快的情况下，线性稳压器的反馈（稳定化）循环的响应赶不上，负载电流急剧增加的情况下输出电压下降，急剧减少的情况下会出现上升的现象（Figure 8）。一般的线性稳压器是 Figure 2 那样的电路构成。负载电流急剧增加的情况下，误差放大器的误差电压驱动输出晶体管，从输入向输出供给电流，因此输出电压的降低能迅速恢复。另一方面，负载电流急剧减少的情况下，误差放大器的误差电压只是关断输出晶体管，抬升的输出电压放电路径只有负载电流，负载电流小的情况下电压会慢慢下降。为 DDR 存储器和 CPU 开发的超低饱和（Ultra-LOO）线性稳压器还内置了吸收方向的输出晶体管，因此可以在双向上获得高速瞬态响应。

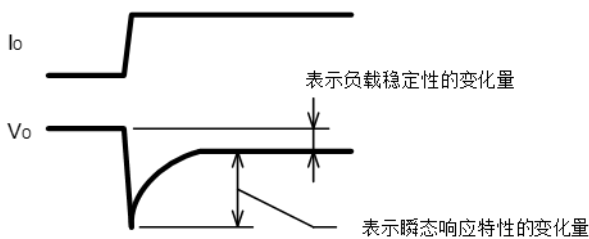


Figure 7 瞬态响应特性

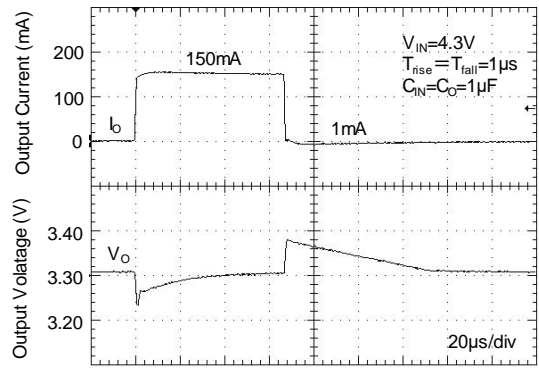


Figure 8 实际的瞬态响应波形

Figure 9 显示瞬态响应特性的测量电路。准备 2 种负载电阻，用晶体管高速切换电流值。有负载装置时，将负载的种类设定为 CR 模式，以时分方式切换测量负载。输出电流用电流探头，输出电压用电压探头监控。

对于负载电流急剧变化的应用，瞬态响应特性是重要的特性。负载变动导致输出电压大幅度变动时恢复较晚的话，可能会导致电路复位、数据发生错误等问题。为了使这些问题最小化，有必要选择具有良好瞬态响应特性的线性稳压器。开关稳压器也同样具有瞬态响应特性，但是线性稳压器的瞬态响应特性由于连续进行循环控制，所以比较快。

但是，在大多数情况下，瞬态响应特性并没有作为规格得到保证。这是因为受到输出容量和布线电感的影响，不能一概决定规定值。有时图表中显示了标准电路示例的特性，此时将其作为参考值。如上所述，由于 PCB 布局的不同特性也不同，所以建议最终用实机进行实测。

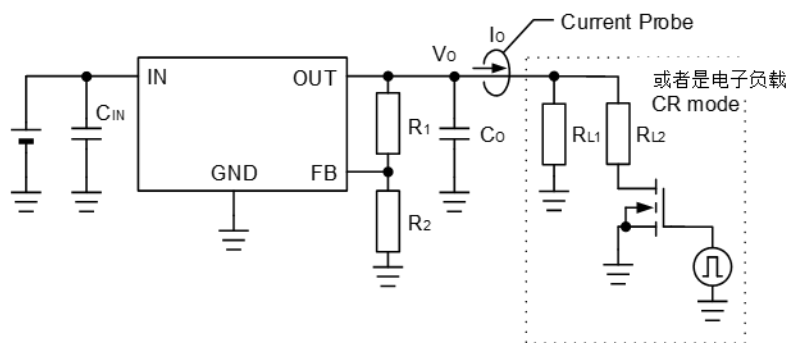


Figure 9 瞬态响应特性的测试电路

7. 纹波抑制比

纹波抑制比是输入的纹波电压到输出能抑制多少的规格，有 PSRR 和输入电压纹波抑制率等几个叫法，意义上是相同的。纹波抑制比多用 dB 表示，例如 60dB 的话，输入的纹波会被抑制到 1/1000。100mV 的纹波是 0.1mV。

$$\text{纹波抑制比} = 20 \times \log \frac{\text{输出纹波电压}}{\text{输入纹波电压}} \quad [\text{dB}]$$

当输入的波纹较大时，纹波抑制比变得重要。最近开关稳压器多起来了，即使是讨厌噪音的应用，也从效率等考虑使用开关稳压器。但是，在无法妥协 S/N 的应用中，为了抑制开关稳压器输出中的开关噪声（波纹），可能会利用线性稳压器的波纹抑制功能。确实是一种有效的方法，但是必须仔细研究输入的纹波频率和纹波抑制比的频率特性。一般来说，抑制纹波的性能在频率变高时会下降。因此，如果波动频率高的话，可能会得不到太大的效果。

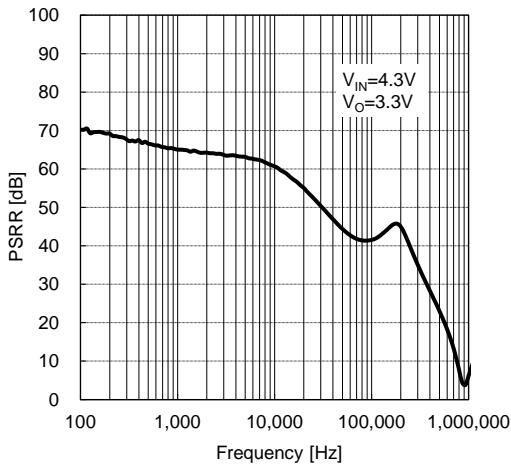


Figure 10 一般的纹波抑制特性

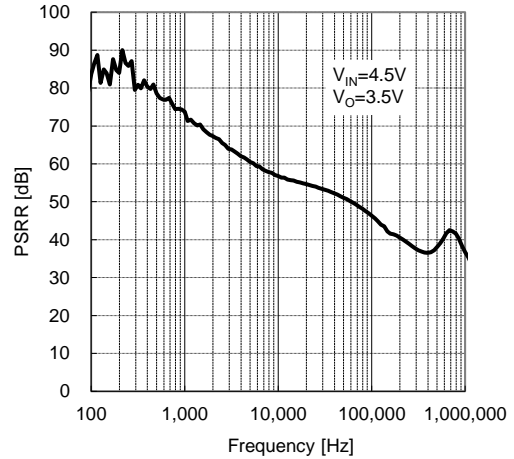


Figure 11 频率特性好的纹波抑制特性

Figure 10 是非常一般的线性稳压器的纹波抑制特性，相对于频率抑制比下降，1MHz 的话大概 5dB 左右，所以只能抑制 1/1.8。与此相对，开关稳压器的开关频率从数百 kHz 提高到数 MHz，例如如果 1MHz 的开关稳压器的纹波有 100mV，则保留 56mV 的纹波。最近出现了频率特性改良的线性稳压器，Figure 11 的例子中，1MHz 时的纹波抑制比有 35dB，所以可以 1/56 抑制，纹波可以达到 1.8mV。

在 Figure 12 中显示纹波抑制比的测量电路。信号发生器向 IC 的输入供给脉动电压，但由于 DC 电源的输出阻抗较低，信号不能直接注入 IC 的输入线，因此在 DC 电源的输出中插入 10Ω 左右的电阻 RG，提高阻抗。由于该电阻会产生电压下降，所以为了在 IC 的输入端成为规定的电压，需要修正 DC 电源的电压。信号发生器为了防止 DC 施加造成的输入电阻损伤，用电容器耦合注入纹波信号（正弦波）。像这样使用双极电源代替在 DC 上叠加波纹信号的电路，可以简单地构成。信号发生器注入的纹波电压 VIN (AC) 与输出中观察到的纹波电压 VO (AC) 之比为纹波抑制比。

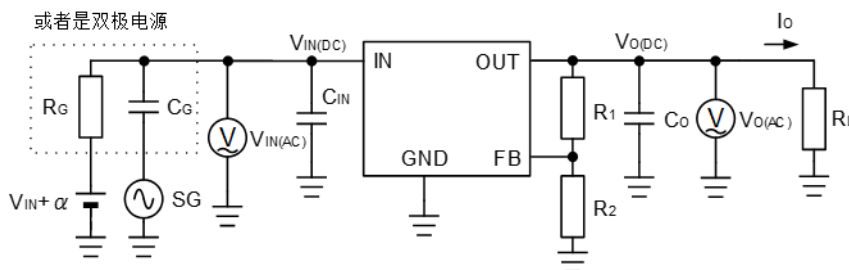


Figure 12 纹波抑制比的测试电路

8. 电路电流

电路电流是 IC 内部消耗的电流。也有写成消耗电流和偏置电流的情况。输出电压可变类型的，有可能包含外置部件的电压设定用电阻中流动的电流。这个电阻值小的话对电路电流的影响会变大。IC 内部有基准电压源、误差放大器、用于驱动输出晶体管的驱动电路、过电流保护和过热保护等保护系统电路。其中消耗最大电流的电路块是驱动输出晶体管的驱动电路。输出为双极晶体管的情况下，驱动电路需要电流驱动输出晶体管的基极，因此随着输出电流的增加，驱动电流即电路电流也会增加 (Figure 13)。另一方面，在输出为 MOSFET 的情况下，驱动电路用电压驱动输出晶体管的栅极，因此即使输出电流增加，电路电流也几乎不增加 (Figure 14)。

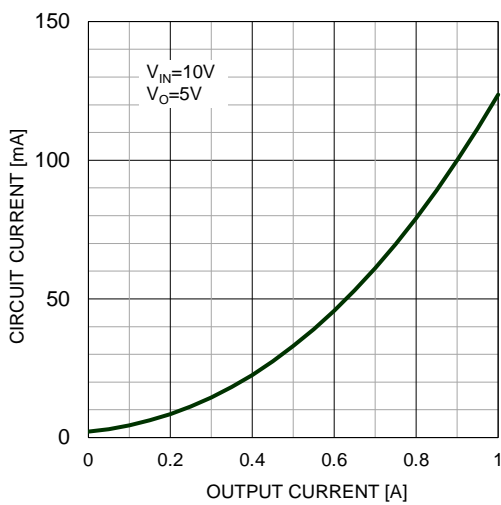


Figure 13 双极输出型的电路电流

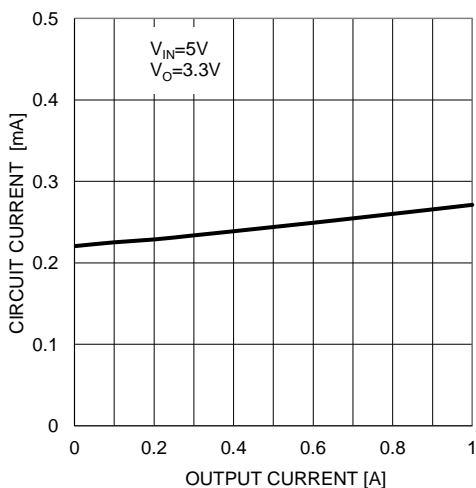


Figure 14 MOSFET 输出型的电路电流

电流值方面，双极型工艺的线性稳压器为数 mA，与此相比，CMOS 和 Bi-CDMOS 的电流值在数百 μA 以下。特别是车载用需要削减待机时的功率消耗，减少汽车电池的消耗，因此将 IC 的消耗电流削减到数 μA ~几十 μA 。

电路电流的测量电路如 Figure 15 所示。线性稳压器的情况下，IC 电路的电源端子和输入端子通常是共通的，输入端子中 IC 的消耗电流和负载电流不能切断进行测量，所以用 GND 端子进行测量。

具有关机功能的 IC，有关机时电路电流的项目。也有在待机时标记为电路电流的情况。这正如文字所示，IC 处于关机状态时的电路电流，是所有元件的泄漏电流。在电池驱动等省电设备中，待机时电流很重要的情况下，选择 Max 值中记载的值较小的 IC。Typ 值有时写为 0，但严格来说并不是零，而是无限接近零的意思。这个应用笔记最初也写过，Typ (典型值) 是根据特性分布和统计方法，表示“大概是这个值”的意思。

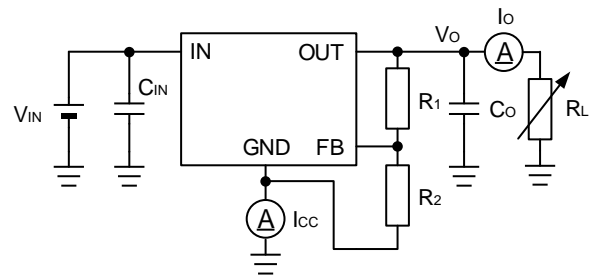


Figure 15 电路电流的测试电路

9. EN 端子 (CTL、STBY 端子)

该端子记载在具有关机功能的 IC 上，根据端子电压的状态，有将 IC 切换为动作状态或关机状态的功能。除了 EN (Enable) 端子之外，还有写成 CTL 端子、待机控制、输出控制端子的。

首先看看该端子的 Low 电压、High 电压规格如 Figure 16 所示的例子。这个规格的电压的关系是 Figure 17。这是 EN Low 电压设定在 0V 到 0.8V 之间的意思，并不是说 Low 电压的阈值在 0V 到 0.8V 之间。同样的意思是 EN High 电压设定在 2.4V 到 14V 之间。EN 端子的阈值电压在 0.8V 到 2.4V 之间的某个地方，其值不被保证。也就是说，0.8V 到 2.4V 之间的逻辑不定范围，属于禁止设定范围。

接下来有端子偏置电流和端子入流电流这一项目。这表示向端子施加电压时流入端子的电流。主要是流向 IC 内部的下拉电阻的电流。因此，随着施加电压的上升，流入电流会增加。有电阻的控制端子时，由于电阻的电压下降，端子电压可能无法上升到高电平电压，因此需要考虑。

另外，CMOS LDO 在 IC 内部也有代替下拉电阻而由下拉电源源构成的。这种情况下，即使端子施加电压上升，流入电流也会变为恒定。

项目	记号	Min	Typ	Max	单位
EN Low 电压	$V_{EN(Low)}$	0	-	0.8	V
EN High 电压	$V_{EN(High)}$	2.4	-	14	V

Figure 16 EN 端子的规格例

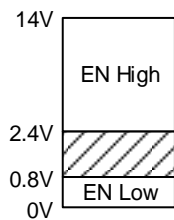


Figure 17 EN 端子的电压关系图

10. 输入稳定性

输入稳定性是表示输出电压相对于输入电压变化的稳定度的规格，也称为线性调整率。以某个输入电压时的输出电压为基准，表示输入电压变高时输出电压变动了多少。Figure 18 中显示了线性调整的特性。作为基准的输入电压通常使用在输出电压上加上最小输入输出最大值的值，或者在输出电压上加上 1V 的值。然后变化后的输入电压到输入 IC 的最大输入电压。这相当于上述 Figure 1 的有效电压范围。在这个例子中，输出电压单调增加，但也有单调减少和增减不是固定方向的情况。测量电路如 Figure 19 所示。

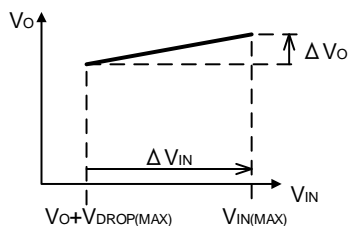


Figure 18 输入稳定性

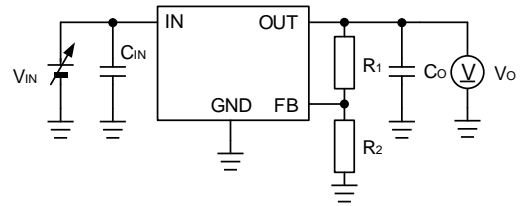


Figure 19 输入稳定性的测试电路

11. 负载稳定性

负载稳定性是表示输出电压相对于负载电流变化的稳定度的规格，也称为输出稳定性和负载调整率。以负载电流为零或小电流时的输出电压为基准，以稳定状态表示负载电流最大时的输出电压变动了多少 (Figure 20)。通过负载瞬态响应特性来表示过渡状态下负载的增减所导致的输出电压的变动，与此要分开考虑 (Figure 7)。测量电路如 Figure 21 所示。

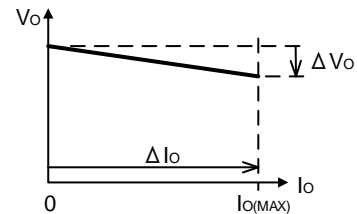


Figure 20 负载稳定性

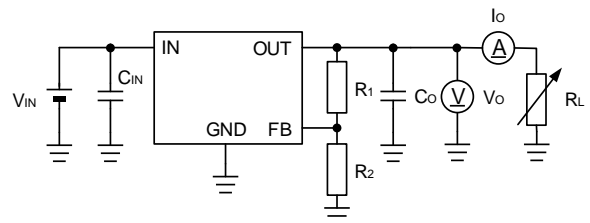


Figure 21 负载稳定性的测试电路

12. 输出放电

输出放电电路是根据 EN (STBY) 端子，与稳压器输出 OFF 的时间同步，对输出电容器的电荷强制放电的功能，一部分线性稳压器 IC 有搭载。频繁 (高速) 进行便携设备等功率管理时，等待输出电容器的自然放电需要时间，因此通过强制放电缩短该时间，容易组合各系统模块的 ON/OFF 时序。规格上记载了放电用电阻的值。

要使该功能动作，IC 的 VIN 端子总要供给电压，需要用 EN (STBY) 端子控制输出。用 VIN 端子的电压对输出进行 ON/OFF 控制的话，VIN 端子的电压没有的话，对输出放电电路的电源供给也将消失，此功能将失效。也就是自然放电。

Figure 22 显示的是没有输出放电功能的 IC 特性、Figure 23 显示的是具有输出放电功能的 IC 特性。这个例子中放电速度快了 8000 倍。

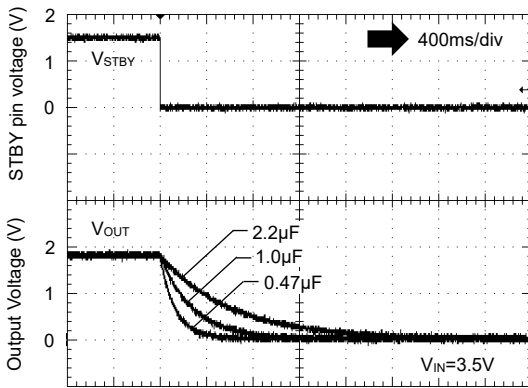


Figure 22 无输出放电

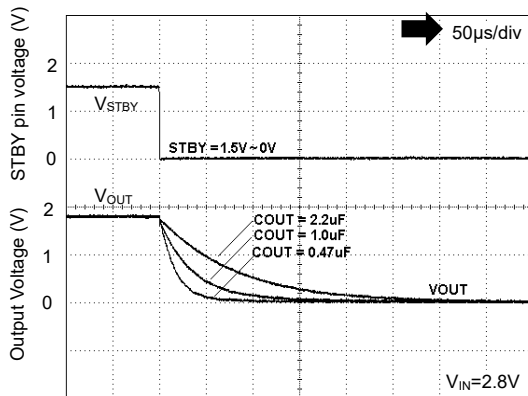


Figure 23 有输出放电

13. 软启动

接通电源时，会向输出电容器充电。软启动是通过慢慢地启动输出电压，以减轻过冲和突入电流的功能，一部分的线性稳压器 IC 被搭载。Figure 24 的软启动波形中，输出连接着 100µF 的电容。EN 接通电源后，约经过 600µs 输出电压从 0V 上升到 3.3V。输出电流约 400mA 为恒定，可以看出冲击电流减轻了。

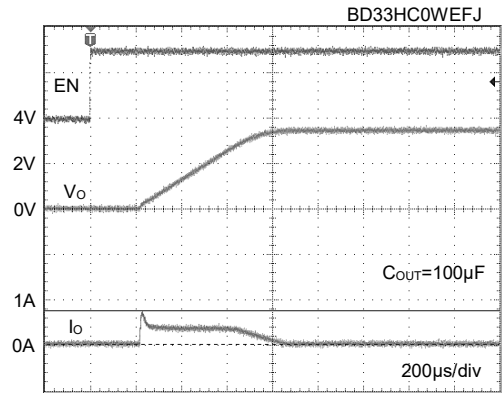


Figure 24 软启动波形

14. 输入电容

输入电容，把高频特性好的 0.1µF~1µF 的陶瓷电容器连接到 IC 的输入端子和 GND 之间。建议将输入电容尽量配置在 IC 的输入端子 5mm 以内。容量值参考各 IC 的数据表决定。容量大的 Bulk 电容离开 IC 也没问题。Bulk 电容器的容量应根据波纹电流产生的波纹电压是否在设计值内作适当选择。

15. 输出电容

输出电容器是进行 IC 内部放大器的相位补偿动作，还有抑制输出纹波电压的作用，是非常重要的部件。

最近制造的电容器中有很多大容量陶瓷电容器、低阻抗铝电解电容器、高分子电容器等低 ESR (等效串联电阻) 类型的电容器。在 IC 的数据表中，需要确认输出电容器是否能使用低 ESR 电容器。旧类型的线性稳压器，因为开发当时没有这些电容器，所以设计成用高 ESR 的输出电容器可以补偿内部放大器的相位。在这些 IC 上使用低 ESR 的输出电容器的话，相位延迟发生、大概率会发生异常振荡。数据表中记载了可以使用的 ESR 的基准，可以参考这些，但是因为可以使用的电容器的选择范围很窄，所以使用低 ESR 电容器对应的 IC 可以降低设计上的精力和风险。在风险方面，不知道当初选择零件经历的人，如果在量产以后降低成本为目的，将电容值和耐压变更为适当的电容器的话，可能会发生异常振荡。

容量值在数据表中记载了最小容量的情况下是以该值为基础的，但是在纹波电流大的情况下或是瞬时产生大电流的情况下，纹波电压有可能不在设计值内，所以要适当增大容量值。但是电源的启动和下降会变慢。使用最小容量值时，如果不考虑温度特性、DC 电压偏置特性、允许偏差导致的容量降低，IC 可能会发生振荡。电解电容在低温下容量降低很大，陶瓷电容由于 DC 电压偏置的容量降低大等，需要把握电容器的特征来选择。

16. 允许损耗

线性稳压器根据条件的不同功率损耗也会变大，因此封装的允许损耗是判断可使用范围的重要项目。从输入输出电压差和输出电流中求出功率损耗，需要通过封装表面温度从封装的热特性参数（热阻）来确认芯片中温度不超过结温度的绝对最大额定值。

规格中对于一种封装可能会有几个数值。这是因为在贴片封装的情况下，会对基板散热，所以会根据基板的种类（层数和铜箔面积的不同）的允许损耗发生变化。用与实际使用的基板接近的允许损耗的数据进行芯片温度的估计。

17. 过电流保护

为了防止 IC 的输出短路到 GND 时的过电流对 IC 造成破坏，安装了过电流保护电路。这个保护功能是为了防止线性稳压器 IC 的破坏，如果是以整机原本的保护为目的的话，要考虑搭载保险丝和其他的电流限制器。

过电流保护的特性是 Figure 25，其形状被称为“フ”字特性（英语是 Fold back characteristic）。A 点是规格上写的过电流保护检测电流。检测过电流后，电流 Foldback 电路会动作，输出电压会下降。重复输出电压降低的同时进一步缩小电流的动作，到达 B 点。B 点是规格上写的输出短路电流。B 点的功率损耗小，发热也小，可以说是保护 IC 免受破坏的安全保护电路。但是，该状态持续到过电流的原因消除为止，过电流状态消失后输出电压会自动恢复。电流 Foldback 电路在负载为恒定电流源或启动时输出为负电压时可能无法启动 IC。为了避免这种情况，有 Figure 26 等过电流限制电路的过电流保护特性，被称为下垂型。

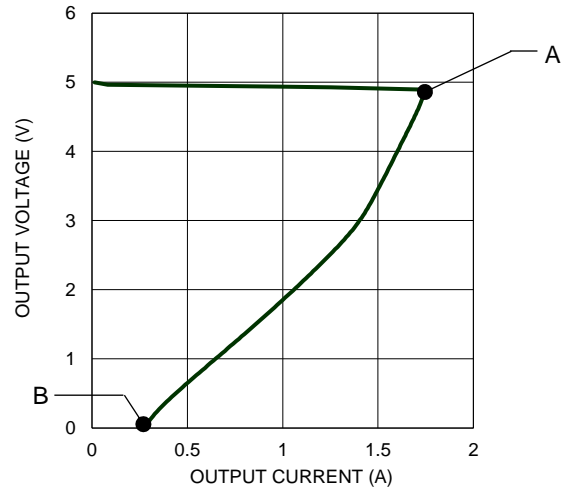


Figure 25 电流 Foldback 电路过电流保护特性

检测到过电流状态后，过电流限制电路会动作，输出电流变为恒定电流状态，电压会垂直下降。在本例中，根据输出电压，电流限制值切换为 2 个阶段。垂下型电流的控制性很好，但是输出向 GND 短路时，不像电流 Foldback 电路那样，输出电压下降的同时输出电流也不会下降，容易过热，所以需要和过热保护电路并用。另外，也有将电流 Foldback 的安全性和过电流限制的可控性相组合的方式。

以上的方式在过电流状态消失后输出电压会自动恢复，但根据 IC 的不同，过电流状态持续的话，输出也会变为 OFF 并锁存。这种情况下，即使没有过电流状态，输出也保持 OFF 状态，如果不重新接通 IC 电源，输出就无法恢复，所以需要数据表确认是自动恢复型还是锁存型。

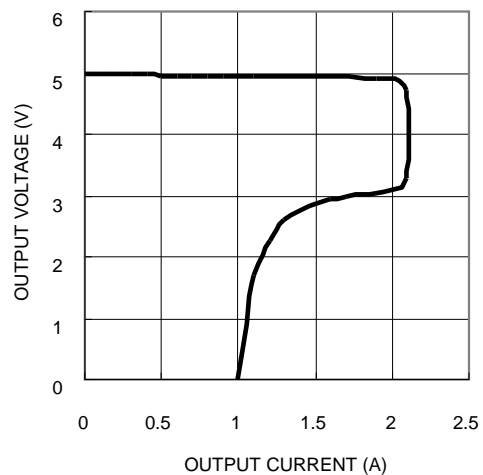


Figure 26 过电流限制电路过电流保护特性

18. 过热保护

由于输出短路和功率损耗的增加, IC 芯片的温度超过结温度, 防止 IC 损坏, 大部分的线性稳压器都配备了过热保护电路, 也被称为温度保护和热敏关机。此外, 该保护功能是为了保护线性稳压器 IC 不过热损伤, 并非旨在取代整机原本的过热保护。

过热保护电路超过 IC 的最大结温度时, 将线性稳压器的输出设为 OFF, 切断输出电流, 降低芯片的温度。芯片温度下降后, 再次将输出设为 ON, 开始提供输出电流。重复输出 ON、OFF 的动作, 直到芯片消除温度上升的原因。如果这种状态持续下去的话, IC 不会马上破坏, 但是故障率的上升令人担忧。有的 IC 在过热状态下会将输出设为 OFF 进行锁存。这种情况下, 即使温度下降, 输出也保持 OFF 状态, 如果不重新接通 IC 电源, 输出就无法恢复, 所以需要数据表确认是自动恢复型还是锁存型。

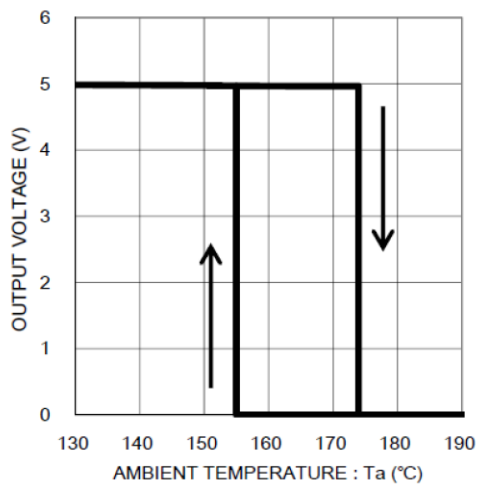


Figure 27 过热保护特性

Notes

- 1) The information contained herein is subject to change without notice.
- 2) Before you use our Products, please contact our sales representative and verify the latest specifications :
- 3) Although ROHM is continuously working to improve product reliability and quality, semiconductors can break down and malfunction due to various factors.
Therefore, in order to prevent personal injury or fire arising from failure, please take safety measures such as complying with the derating characteristics, implementing redundant and fire prevention designs, and utilizing backups and fail-safe procedures. ROHM shall have no responsibility for any damages arising out of the use of our Products beyond the rating specified by ROHM.
- 4) Examples of application circuits, circuit constants and any other information contained herein are provided only to illustrate the standard usage and operations of the Products. The peripheral conditions must be taken into account when designing circuits for mass production.
- 5) The technical information specified herein is intended only to show the typical functions of and examples of application circuits for the Products. ROHM does not grant you, explicitly or implicitly, any license to use or exercise intellectual property or other rights held by ROHM or any other parties. ROHM shall have no responsibility whatsoever for any dispute arising out of the use of such technical information.
- 6) The Products specified in this document are not designed to be radiation tolerant.
- 7) For use of our Products in applications requiring a high degree of reliability (as exemplified below), please contact and consult with a ROHM representative : transportation equipment (i.e. cars, ships, trains), primary communication equipment, traffic lights, fire/crime prevention, safety equipment, medical systems, servers, solar cells, and power transmission systems.
- 8) Do not use our Products in applications requiring extremely high reliability, such as aerospace equipment, nuclear power control systems, and submarine repeaters.
- 9) ROHM shall have no responsibility for any damages or injury arising from non-compliance with the recommended usage conditions and specifications contained herein.
- 10) ROHM has used reasonable care to ensure the accuracy of the information contained in this document. However, ROHM does not warrants that such information is error-free, and ROHM shall have no responsibility for any damages arising from any inaccuracy or misprint of such information.
- 11) Please use the Products in accordance with any applicable environmental laws and regulations, such as the RoHS Directive. For more details, including RoHS compatibility, please contact a ROHM sales office. ROHM shall have no responsibility for any damages or losses resulting non-compliance with any applicable laws or regulations.
- 12) When providing our Products and technologies contained in this document to other countries, you must abide by the procedures and provisions stipulated in all applicable export laws and regulations, including without limitation the US Export Administration Regulations and the Foreign Exchange and Foreign Trade Act.
- 13) This document, in part or in whole, may not be reprinted or reproduced without prior consent of ROHM.



Thank you for your accessing to ROHM product informations.
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.com/contact/>