

开关稳压器 IC 系列

降压 DCDC 转换器外围器件参数的确定方法

该应用笔记介绍了确定降压 DCDC 转换器外围器件参数的步骤。

目录

1. 正确确定降压 DCDC 转换器参数的意义.....	2
2. 参数确认的步骤	2
2.1. 确定输入电容	2
2.2. 确定输出电容	2
2.3. 确定用于设置输出电压的电阻.....	2
2.4. 确定电感	2
2.5. 确定相位补偿参数	3
2.6. 确定自举电容	3
2.7. 确定其他功能参数	3
2.7.1. 确定软开启时间设置用电容.....	3

可以按照目录算出外围器件参数, 但如果不按照规格书中记述的应用电路示例所示的推荐参数来设置时, 请咨询本公司。

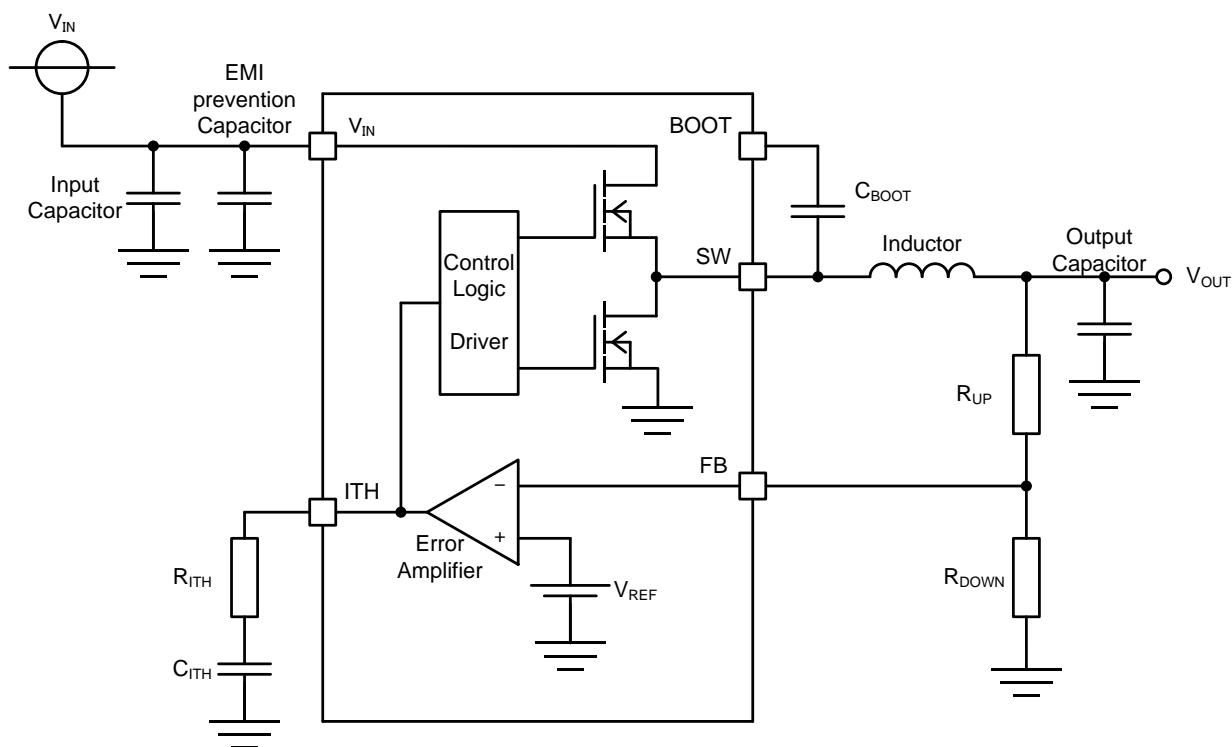


Figure 1. 降压 DCDC 转换器电路图

1. 正确确定降压 DCDC 转换器参数的意义

与 LDO 相比,降压 DC/DC 转换器与外部连接的器件数量较多。因此,器件参数的确定方法比 LDO 复杂得多,所以,正确进行器件的选型是很重要的。

那么,从下一章开始介绍设计的步骤。

2. 参数确定的步骤

2.1. 确定输入电容

为了输入电压的稳定和 EMI 对策,通常会在输入和地之间接输入电容。输入电容多使用陶瓷电容,但是有必要考虑电容会因为输入直流电压而导致实际容量减小的 DC 偏置特性。详情请咨询各电容制造商。

规格书上选择的电容器已经充分确保了实际容量。但是同等容量的超薄型电容器或小尺寸电容器可能会因为 DC 偏置特性而无法充分确保实际容量。规格书上如果有型号的话,请查明 DC 偏置特性,使用时保证实际容量不低于设计要求值。

例如,针对 5V 输入电压,当接入规格书中记述的标称值 $10\mu\text{F}$ 、3216 尺寸的电容器时,从 Figure 2 可知实际容量为 $9.6\mu\text{F}$ 。同样的标称值、1608 尺寸的电容器实际容量减少到 $3.1\mu\text{F}$ 。这种情况下,由于电容器的实际容量大大低于 DCDC 规格书中的电容器设计要求值,会影响 IC 的稳定工作。

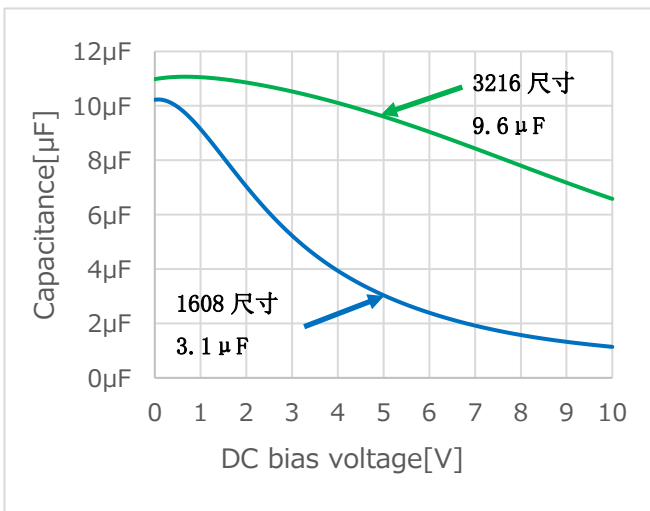


Figure 2. 陶瓷电容器的 DC 偏置特性示例

另外,推荐在 IC 附近连 $0.1\mu\text{F}$ 左右的电容器作为 EMI 对策。

如果需要更详细的信息,请查看以下应用笔记。

- 降压转换器 IC 的电容计算
- 降压转换器中使用的层叠陶瓷电容器的注意事项

2.2. 确定输出电容

为了平滑性(减少输出波纹),将输出电容器连接在输出和 Ground 之间。关于输出电容器所使用的陶瓷电容器,也如 2.1 所述,需要按规格书上记述的型号查明实际容量,选择与之具有同等实际容量的电容器。容量值不同的话,如后续 2.5 所示,相位补偿会产生偏差,会影响 IC 的稳定工作。

和输入电容器一样,如果需要更详细的信息,请查看以下应用笔记。

- 降压转换器 IC 的电容计算
- 降压转换器中使用的层叠陶瓷电容器的注意事项

2.3. 确定用于设置输出电压的电阻

用于设置输出电压的电阻连接到 FB 端子和输出、FB 端子和 Ground 之间(分别为 R_{UP} 、 R_{DOWN})。FB 端子与 IC 内部误差放大器的输入相接,误差放大器的另一个输入与基准电压源相接。误差放大器输入被虚短,所以 FB 电压和基准电压相同(为 V_{REF})。输出电压 V_{OUT} 可根据设置用电阻和基准电压进行如下计算。

$$V_{OUT} = \frac{(R_{UP} + R_{DOWN})}{R_{DOWN}} \cdot V_{REF} \quad [V] \quad (1)$$

式(1)中不能通过设置用电阻将 V_{OUT} 控制在 V_{REF} 以下。另外,因为是降压转换器,所以 V_{OUT} 不能超过 V_{IN} 。有时可能会指定输出电压范围和电阻值范围,请参照规格书。

电阻值的示例,请查看以下应用笔记。

- 降压转换器 IC 的输出电压设置用电阻值一览表

2.4. 确定电感

电感必须考虑直流叠加特性来选择。假设 IC 的最大输出电流为 I_L ,纹波电流为 ΔI_L 时,则电感器的饱和电流必须满足公式(2)。

$$\text{电感器的饱和电流} > I_L + \frac{\Delta I_L}{2} \quad [A] \quad (2)$$

此外,纹波电流 ΔI_L 可通过公式(3)计算。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT} \cdot (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \cdot f_{OSC} \cdot L} \quad [A] \quad (3)$$

V_{IN} : 输入电压 [V]
 V_{OUT} : 输出电压 [V]
 f_{OSC} : 开关频率 [Hz]
 L : 电感值[H]

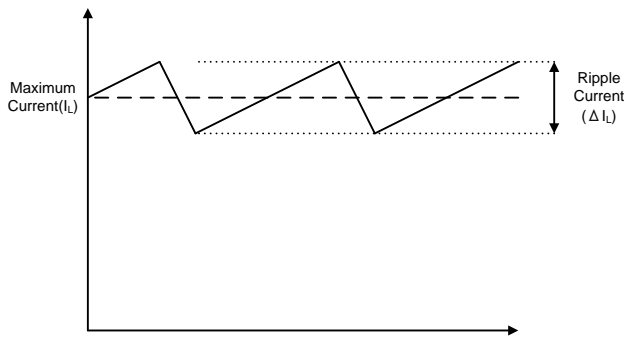


Figure 3. 电感的电流波形

但是, 根据直流叠加特性可知, 电感的感量在低于饱和电流时, 也会存在随着电流的增加感量减少的倾向, 所以请留有充足的设计余量。

如果需要更详细的信息, 请查看以下应用笔记。

- 降压转换器 IC 的电感计算
- 降压转换器中使用的功率电感器的注意事项

2.5. 确定相位补偿参数

在电流模式的 DC/DC 转换器中, 相位补偿电阻 R_{ITH} 和相位补偿电容器 C_{ITH} 被用作相位补偿。这些参数可以用公式 (4) (5) 计算。

$$R_{ITH} = \frac{2\pi \cdot V_{OUT} \cdot f_{CRS} \cdot C_{OUT}}{V_{REF} \cdot G_{MP} \cdot G_{MA}} \quad [\Omega] \quad (4)$$

$$C_{ITH} = \frac{C_{OUT} \cdot R_{OUT}}{R_{ITH}} \quad [F] \quad (5)$$

V_{OUT} : 输入电压 [V]
 f_{CRS} : 穿越频率 [Hz]
 C_{OUT} : 输出容量 [F]
 V_{REF} : 内部基准电压 [V]
 G_{MP} : 电流检测增益 [A/V]
 G_{MA} : 误差放大器跨导值 [A/V]
 R_{OUT} : 输出负载电阻 [Ω]

但是, 规格书中记述的参数同时考虑了包括相位余量、增益余量在内的循环稳定性指标, 因此不必局限于计算公式, 推荐使用规格书中记述的数值。

如果需要更详细的相位补偿信息, 请查看以下应用笔记。

- 电流模式降压转换器的相位补偿设计

2.6. 确定自举电容

自举电容器的容量, 是验证过能够使内部电路正常工作的容值, 因此请务必使用规格书中记述的容量值。请与输入电容器一样查询 DC 偏置特性, 不要低于其实际容量。实际容量太小的话, 会因为电荷不足导致不能升压。另外, 容量太大的话, 则无法快速储存电荷导致不能正常工作, 该电荷被设计全部用于使 IC 正常工作, 因此不能接其他负载。

关于自举的动作说明, 请查看以下应用笔记。

- 降压转换器中的自举电路

2.7. 确定其他功能参数

2.7.1. 确定软开启时间设置用电容

软开启时间 T_{SS} 可以用公式 (6) 计算。

$$T_{SS} = \frac{C_{SS} \cdot V_{REF}}{I_{SS}} \quad [S] \quad (6)$$

C_{SS} : 接在 SS 端子上的电容器的容量 [F]

V_{REF} : 内部基准电压 [V]

I_{SS} : SS 端子的源电流 [A]

但是, 各 IC 的最小软开启时间是被确定了的, 无法将 T_{SS} 设置为小于该值。这是因为要保证软起动的设置时间大于输出电压的上升时间。详情请查看规格书。此外, 考虑输出端负载容量的影响, 通过公式 (7) 计算 C_{SS} 的最小值。

$$C_{SS} > \frac{V_{OUT} \cdot I_{SS} \cdot (C_{Load} + C_{OUT})}{(I_{OCP} - I_{OSS} - \frac{\Delta I_L}{2}) \cdot V_{REF}} \quad [F] \quad (7)$$

V_{OUT} : 输出电压 [V]

I_{SS} : SS 端子的源电流 [A]

C_{Load} : C_{OUT} 以外被连接到负载端的输出容量 [F]

C_{OUT} : 输出电容容值 [F]

I_{OCP} : IC 的电流限制值 [A]

I_{OSS} : 软开启中的输出电流 [A]

ΔI_L : 纹波电流 [A]

V_{REF} : 内部基准电压 [V]

使用规格书中记述的推荐容量以外的设置时, 请咨询本公司。

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/>