

**** 什么是DC/DC 转换器？**

什么是DC(Direct Current)呢？它表示的是直流电源，诸如干电池或车载电池之类。家庭用的100V电源是交流电源(AC)。若通过一个转换器能将一个直流电压(3.0V)转换成其他的直流电压(1.5V或5.0V)，我们称这个转换器为DC/DC转换器，或称之为开关电源或开关调整器。

A: DC/DC转换器一般由控制芯片，电感线圈，二极管，三极管，电容器构成。在讨论DC/DC转换器的性能时，如果单单针对控制芯片，是不能判断其优劣的。其外围电路的元器件特性，和基板的布线方式等，能改变电源电路的性能，因此，应进行综合判断。

B: 调制方式

1: PFM(脉冲频率调制方式)

开关脉冲宽度一定，通过改变脉冲输出的时间，使输出电压达到稳定。

2: PWM(脉冲宽度调制)

开关脉冲的频率一定，通过改变脉冲输出宽度，使输出电压达到稳定。

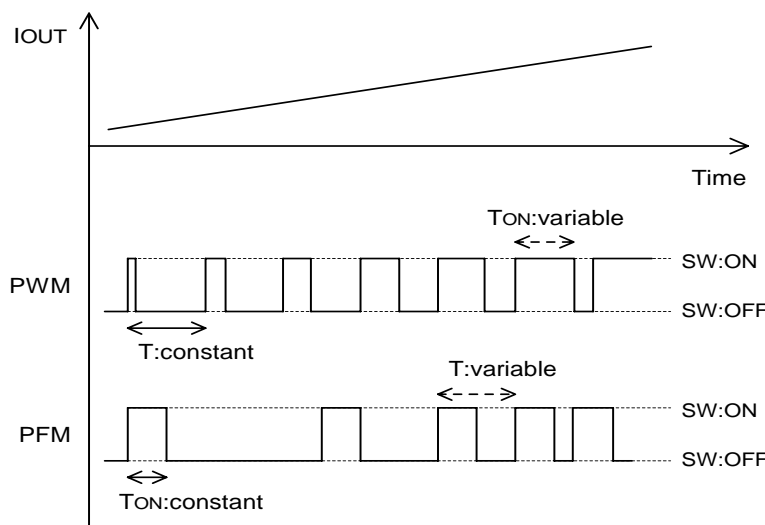


图 1 PWM调制和PFM调制 (输出电流改变时开关ON/OFF时序图)

C: 通常情况下，采用PFM和PWM这两种不同调制方式的DC/DC转换器的性能不同点如下。

项目	PFM	PWM
电路规模 (IC内部)	简单	复杂
消耗电流	较少	较多
纹波电压	较大	较小
瞬态响应	较差 (反应较慢)	较好 (反应较快)

**** PWM的频率，PFM的占空比的选择方法。**

*** PWM调制方式**

在选用较高频率的情况下 (如: 500KHz)

- (1)小负载时，效率很低。
- (2)输出电压的纹波较小。

因此，在小负载或待机时间较长的情况下，选用100KHz的频率，转换电路的效率较高，但若考虑输出电压的纹波问题，若选用500KHz的频率，纹波电压会较小。

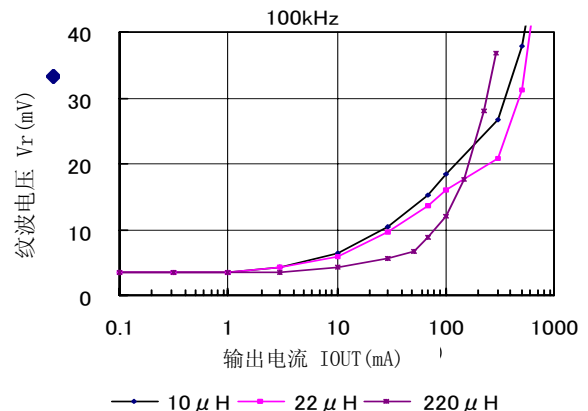
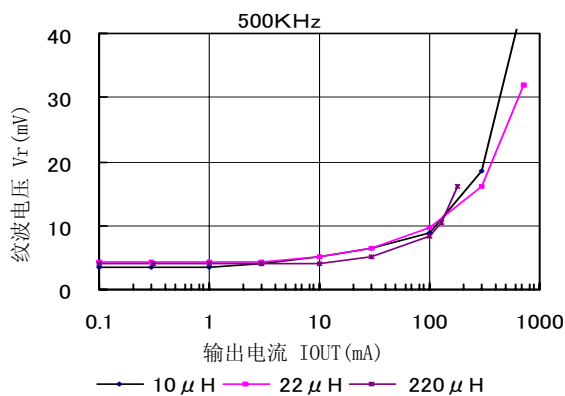
在选用较低频率的情况下 (如: 100KHz)

- (1)小负载时,效率较高。
- (2)输出电压的纹波较大。

参考数据 电感线圈相同，频率不同时纹波电压的比较。

效率的比较请参看DC/DC转换器问题与解答 (1- 2)。

XC6367A系列、Vout=5V、Vin=3.3V



* PFM调制方式

占空比较大的情况 (如: Duty=75%)

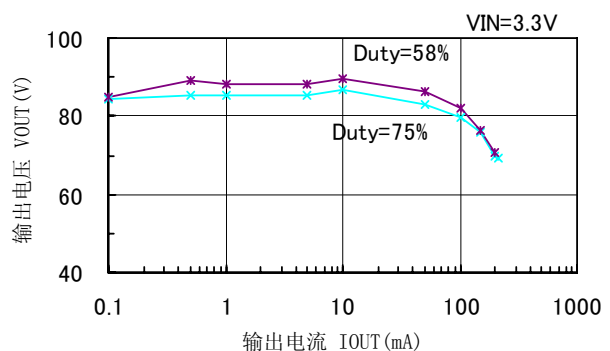
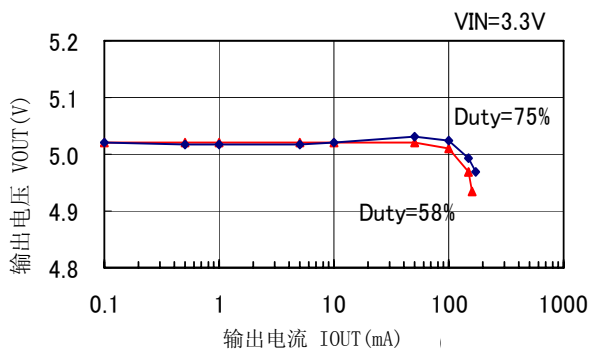
- (1) 小负载时,效率较低。
- (2) 可输出较大的电流。

占空比较小的情况 (如: Duty=58%)

- (1) 小负载时,效率较高。
- (2) 输出的电流较小。

因此, 选用75%的占空比, 可得到较大的输出电流。若在负载不是很大的情况下, 选用58%的占空比, 效率会较高。

参考数据 电感线圈相同, 占空比不同时输出电压和效率的比较。



* 用MOSFET替换BJT晶体管作为外围电路的开关部件对效率的影响。

效率会相应提高。因为BJT管需要对其基极提供驱动电流, 这增加了电路的电流消耗, 而MOSFET是电压驱动, 无需对其栅极提供电流, 也就不会增加电路的电流消耗。

但是, 实际应用时请考虑MOSFET是否对周边元器件产生影响。

** DC/DC转换器 (开关调整器) 的尖峰噪音。

DC/DC转换器 (开关调整器) 通过开关动作进行升压或降压, 特别是晶体管或场效应管处于快速开关时, 会产生尖峰噪音, 以及电磁干扰。

尖峰噪音的测评和降低的方法, 请参照"Technical Information Paper No.0006(Ver.001)。

** DC/DC转换器的外围器件的选用

* 外部器件的选用

需要注意的是外围器件的选用对DC/DC转换电路有很大的影响。

对于DC/DC标准转换电路中的外部器件的使用，请参考以下提示。

表1 . 针对不同电路特性时外围器件的选用

		线圈的电感值	线圈的直流阻抗	负载电容值	外部开关Tr	外部晶体管开关的RB	外部晶体管开关的CB
输出电流较大		小	小	大	低导通电阻	小	大
高效率	小负载	大	小	—	—	大	小
	大负载	大	小	—	低导通电阻	小	大
输出较小纹波		大	—	大	—	大	—
瞬态响应较好		小	—	大	—	—	—

备注: 若外部开关管使用MOSFET时，则无需RB, CB.

以下部分是选用各外部器件的注意事项。

1. 线圈

电感值，频率值和输出负载大小的对应关系，请参考表2。频率值越大，电感值可越小，相应的线圈的尺寸也可减小。需注意的是，当负载电流较大时，应使用直流阻抗较小的线圈。

若电感系数(L)小，则峰值电流(I_{Leap})大，且L在某一时，可得到最大的输出电流。L值越大，则峰值电流(I_{Leap})越小，开关管在峰值电流(I_{Leap})时的消耗也越小，电路的效率也相应的提高。但L值越大，线圈的直流阻抗(DCR)也越大，相应的线圈的功耗也越大，由此电路的效率会降低。在选用线圈时，也要注意线圈的额定电流值。若流经线圈的电流超过额定电流，线圈会发热且出现磁饱和现象使电路的效率很差，甚至因磁饱和而产生的大电流使IC被烧毁。所以，选用线圈时，其额定电流要大于峰值电流(I_{Leap})。

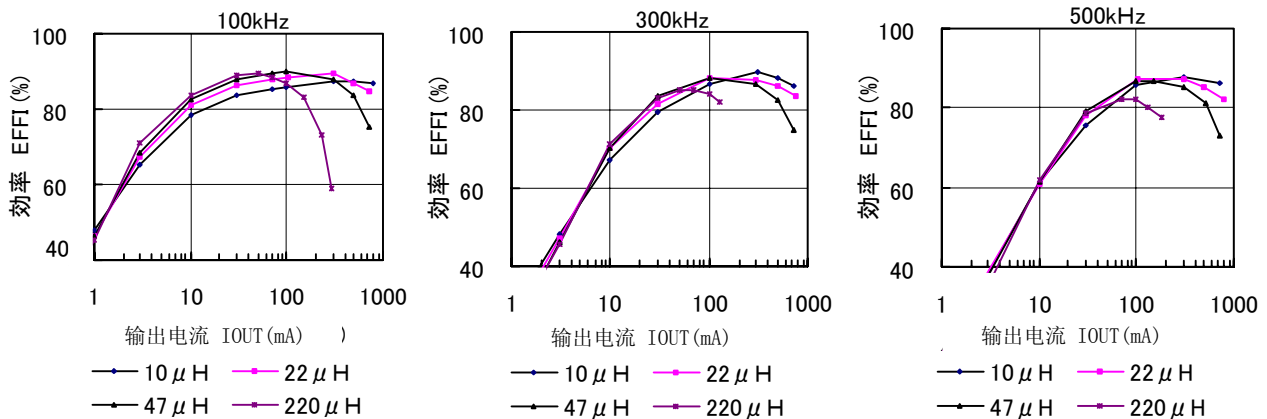
表2 电感值的选定

	50kHz	100kHz	180kHz	300kHz	500kHz
小负载	330 μH	220 μH	100 μH	47 μH	22 μH
中负载	220 μH	100 μH	47 μH	22 μH	10 μH
大负载	100 μH	47 μH	22 μH	10 μH	6.8 μH

参考数据 针对XC6367A, XC6368A, 采用同一尺寸线圈在不同频率下的效率比较。

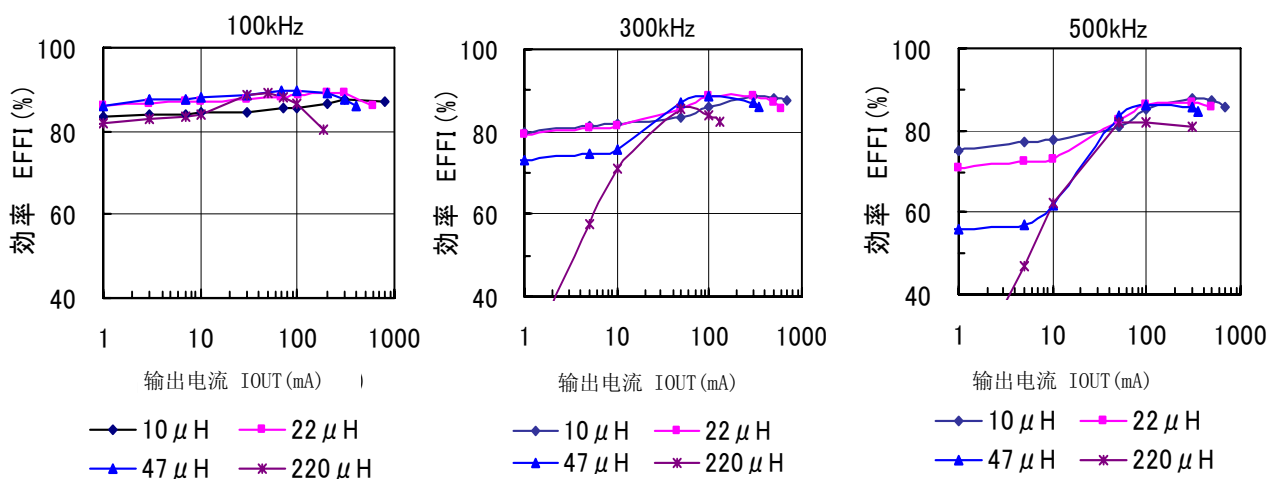
XC6367A系列, V_{OUT}=5V, V_{in}=3.3V

Tr. =XC161A1355PR, SD=MA2Q737, Coil=CR54, C_{in}=220uF, C_L=47uF



XC6368A系列, $V_{out}=5V$ $V_{in}=3.3V$

$Tr=XC161A1355PR$, $SD=MA2Q737$, $Coil=CR54$, $C_{in}=220\mu F$, $CL=47\mu F$



非连续模式时, 线圈的峰值电流 I_{Lpeak} 用下式表示。且线圈的峰值电流应小于线圈的最大额定电流

$$I_{Lpeak}^2 = 2(V_{out}-V_{in}) \times I_{out} \div (L \times F_{osc})$$

例) $V_{in}=3V$, $V_{out}=5V$, $I_{out}=10mA$, $F_{osc}=100kHz$, $L=100 \mu H$

$$I_{Lpeak} = \text{SQRT}(2 \times (5-3) \times 0.01 / (100000 \times 0.0001)) \doteq 45mA$$

2. 二极管

- a: 请使用正向压降 V_F 较小的二极管, 因为正向压降越小, 则二极管的功耗越小, 而电路的功率就会提高, 并且电路的工作起始电压也会降低。一般 V_F 的选取: 在线圈电流为 I_{Lpeak} 时, $V_F < 0.6V$ 。
- b: 请选用结电容较小的二极管。结电容较大时, 二极管的开关速度会降低, 二极管导通或关闭时会产生较大的空间噪音。而且由于开关速度降低, 会加大开关时的功耗使电路效率降低。请选用额定电流为线圈 I_{Lpeak} 1.5倍以上, 且额定电压为输出电压1.5倍的二极管。
- c: 请选用反向漏电流 I_R 较小的二极管。当 I_R 较大时, 在小负载的情况下电路的效率会降低, 并且空间噪音会增加, 对电路产生很坏的影响。需注意的是, 随温度的增加, I_R 也会增大。大电流型的二极管对应的 I_R 也会较大。
- d: 在DC/DC升压电路中, 一般选用额定电流是输入电流2--3倍的二极管
(在DC/DC降压电路中, 一般选用额定电流是输出电流2--3倍的二极管)。
- e: 在DC/DC升压电路中, 一般选用额定电压是输出电压2--3倍的二极管
(在DC/DC降压电路中, 一般选用额定电压是输入电压2--3倍的二极管)。

3. 负载电容 (CL)

- a: 当使用陶瓷电容作为负载电容时, 请注意电容的温度特性。推荐使用TOIREX公司的B型特殊电容。而其它电容可能会随周围的温度变化产生异常现象。除了陶瓷电容外, 也可使用钽电容, OS-CON电容或铝电解电容
- b: 当使用钽电容作为负载电容时, 电容值不要低于 $10\mu F$, 而当输出电流在 $100mA$ 以上时, 电容值要在 $100\mu F$ 以上。请选用串联直流等效电阻 ESR 在 0.1Ω — 0.5Ω 之间的负载电容。

c: 当使用铝电解电容作为负载电容时, 低温使用时其容值应选为标准电路的2倍, 且应并联一个容值为10 μ F以上的钽电容, 或容值为1 μ F以上的陶瓷电容, 以减小负载电容的串联等效电阻 (ESR)。

并注意, 负载电容所承受的纹波电流。当纹波电流过大时, 电容会发热, 使用寿命会缩短。

(请选用能使输出纹波电压降到50mV以下的负载电容)。

负载电容的选用应参考厂商的数据手册和标准电路的使用范例。特别要注意到电容的容值, 种类, 尺寸, 以及电气特性对电路的效率, 纹波电压, 瞬态响应的影响。

4. 输入电容 (Cin)

a: 在降压电路中, 输入电容可除去IC电源的纹波, 连接时尽量使Cin靠近IC。

b: 在升压电路中, Cin可减小输入电源的峰值电流对电路的影响。请选用ESR较小的输入电容。

当输入电压低于1.2V时, 功率MOSFET的栅极电压可能达不到开启电压, 故可选用晶体管。当输出电流较大时, 可选用导通阻抗较小的功率MOSFET。使用大电流型的晶体管时, 一般来说, 电流的放大系数hFE越小, 基极电流越大则电路的效率就越差。

5-1. N通道的功率MOSFET

a: 请选用输入电容Ciss和输出电容都较小, 且最大驱动能力能够达到1000pF的功率MOSFET。

b: 并且请选用开关速度快的 (导通时的延迟时间td(on)短, tr的上升时间短, 关闭的延迟时间td(off)短) 功率MOSFET, 因为开关速度快, 电路的功率会提高。

c: 请选用栅极和源极之间的关闭电压Vgs(off)远低于输入电压的功率MOSFET。在IC的电源电压低于1.2V的情况下, 请选用晶体管。

d: 请选漏极, 源极之间导通电阻Rds(on)较小的功率MOSFET。但导通电阻减小则Ciss, Coss的容值会增大。

e: 在升压电路中, 一般选用额定电流是输入电流最大值的2—3倍的功率MOSFET。在降压电路中, 一般选用额定电流是输出电流最大值的2—3倍的功率MOSFET。在实际应用中, 可先测定线圈的电流波形, 再选用额定电流是线圈峰值电流2倍以上的功率MOSFET。需注意的是, 在PFM调制时, 峰值电流会增大。

f: 在升压电路中, 一般选用额定电压是输出电压2—3倍的功率MOSFET。
在降压电路中, 一般选用额定电压是输入电压2—3倍的功率MOSFET。

g: 假定电路的功率损失全部是由Tr消耗的, 则应选用额定功率大于电路消耗损失的功率MOSFET。请注意高温时, Tr的额定功率会下降。特别是当输出电压和输出电流比较大的情况下, Tr的额定功率应留有一定的余地

5-2. 晶体管Tr.

a: 请选用电流放大系数hFE为100—500的晶体管。但请注意, hFE若太大的话, 基极电流会很小, 极间反向电流会很大。

b: 请选用开关速度快的 (导通时的延迟时间td(on)短, tf的下降时间短, ts, tg的累积时间短) 晶体管。因为开关速度快, 电路的效率会提高。请选用集电极的输出电容Cob(几十pF左右)较小的晶体管。

5-2-1 晶体管的RB, CB的值

5-2-1-1. 基极电阻RB

基极电阻RB的阻值请选在250Ω—2KΩ范围内。若RB阻值小于250Ω，则会对IC的工作产生不良的影响。

当RB阻值较小（200—500Ω），输出电流会增大，小负载时，电路的效率会降低。

当RB阻值较大（750—2KΩ），输出电流会减小，小负载时，电路的效率会提高。

当Tr导通时，可由集电极电流ISW(Ic)求出RB的值。

$$ISW(Ic) = hFE \times IB = V_{out} \div (RB + REXTH)$$

$$RB \leq (V_{out} - 0.7) \times hFE \div ISW(Ic) - REXTH$$

例) 当 $I_{in}=100mA$, $V_{out}=5.0V$, $hFE=200$ 则 $250\Omega \leq RB \leq 1.4k\Omega$

5-2-1-2. 加速电容CB

为了提高电路的效率，可在晶体管的基极处并接加速电容CB。可通过RB的阻值，和IC的频率数FOSC，计算出CB的大小。

CB的容值可与下式得出。

$$CB \leq 1 \div (2\pi \times RB \times F_{osc} \times 0.7)$$

例) 当 $RB=1k\Omega$, $F_{osc}=100kHz$ 则 $CB=2200\sim 3300pF$

CB的容值越大，侧开关速度越快，消耗的电流也越多。当CB的容值增大到某一值后，开关速度将不再有什么变化。