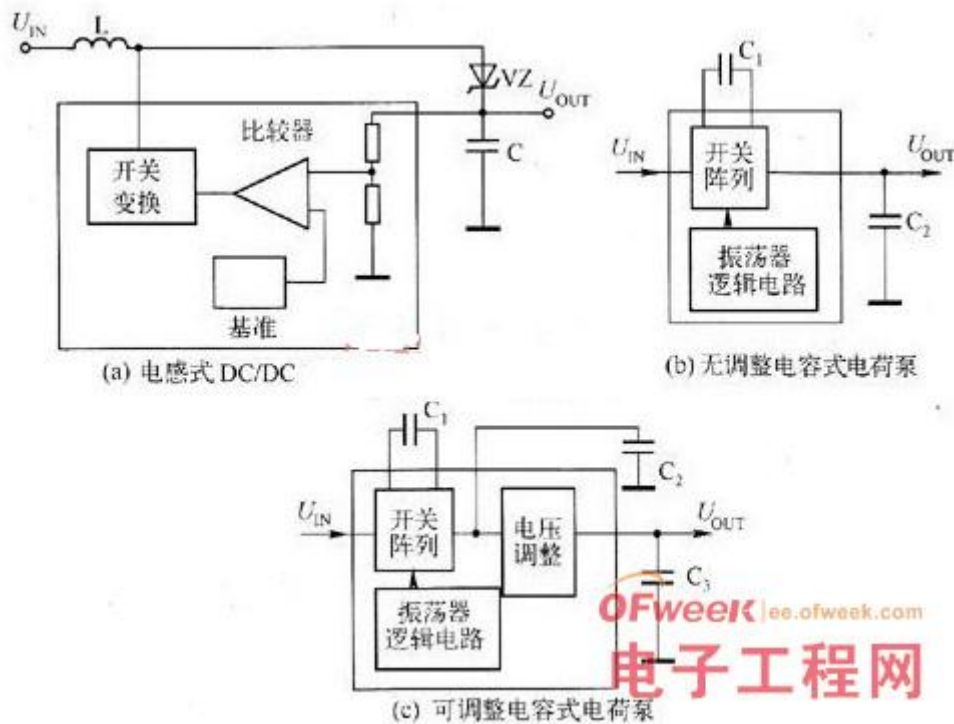


## 如何选择最佳的开关式 DC/DC 转换器

利用电容、电感的储能特性，通过可控开关（MOSFET 等）进行高频开关的动作，将输入的电能量储存在电容（感）里，当开关断开时，电能量再释放给负载，提供能量就是开关电源。其输出的功率或电压的能力与占空比（由开关导通时间与整个开关的周期的比值）有关。开关电源可以用于升压和降压。

DC/DC 转换器是利用 MOSFET 开关闭合时在电感器中储能，并产生电流。当开关断开时，贮存的电感器能量通过二极管输出给负载。如下图所示：



种典型的 DC/DC 变换器框图

所示三种变换器的工作原理都是先储存能量，然后以受控方式释放能量，从而得到所需要的输出电压。对某一工作来讲，最佳的开关式 DC/DC 变换器是可以用最少的安装成本满足系统总体需要的。这可以通过一组描述开关式 DC/DC 变换器性能的参数来衡量，它们包括：高效率、小的安装尺寸、小的静态电流、较小的工作电压、低噪声、高功能集成度、足够的输出电压调节能力、低安装成本。

### 工作效率

①电感式 DC/DC 变换器：电池供电的电感式 DC/DC 变换器的转换效率为 80%~85%，其损耗主要来自外部二极管和调制器开关。

②无电压调节的电荷泵：为基本电荷泵（如 TC7660H）。它具有很高的功率转换效率（一般超过 90%），这是因为电荷泵的损耗主要来自电容器的 ESR 和内部开关管的导通电阻（RDS-ON），而这两者都可以做得很低。

③带电压调节的电荷泵：它是在基本电荷泵的输出之后增加了低压差的线性调节器。虽然提供了电压调节，但其效率却由于后端调节器的功耗而下降。为达到最高的效率，电荷泵的输出电压应当与后端调节器调节后的电压尽可能接近。

最佳选择是：无电压调节式电荷泵（在不需要严格的输出调节的应用中），或带电压调节式电荷泵（如果后端调节器两端的压差足够小）。

## 安装尺寸

①电感式 DC/DC 变换器：虽然很多新型电感式 DC/DC 变换器都可以提供 SOT 封装，但它们通常仍然需要物理外形较大的外部电感器。而且电感式 DC/DC 变换器的电路布局自身也需要较大的板级空间（额外的去耦、特殊的地线处理、屏蔽等）。

②无电压调节的电荷泵：电荷泵不用电感器，但需要外部电容器。新型电荷泵器件采用 SOP 封装，工作在较高的频率，因此可以使用占用空间较小的小型电容器（ $1\mu\text{F}$ ）。电荷泵 IC 芯片和外部电容器合起来所占用的空间，还不如电感式 DC/DC 变换器中的电感大。利用电荷泵还很容易获得正、负组合的输出电压。如 TCM680 器件仅用外部电容即可支持  $+2\text{ UIN}$  的输出电压。而采用电感式 DC/DC 变换器要获得同样的输出电压则需要独立的两个变换器，如用一个变换器，就得用具有复杂拓扑结构的变压器。

③带电压调节的电荷泵：增加分立的后端电压调节器占用了更多空间，然而许多此类调节器都有 SOT 形式的封装，相对减少了占用的空间。新型带电压调节的电荷泵器件，如 TCM850，在单个 8 引脚 501C 封装中集成了电荷泵、后端电压调节器和关闭控制。

最佳选择是：无电压调节或带电压调节电荷泵。

## 静态电流

①电感式 DC/DC 变换器：频率调制（PFM）电感式 DC/DC 变换器是静态电流最小的开关式 DC/DC 变换器，通过频率调制进行电压调节可在小负载电流下使供电电流最小。

②无电压调节的电荷泵：电荷泵的静态电流与工作频率成比例。多数新型电荷泵工作在 150kHz 以上的频率，从而可使用  $1\mu\text{F}$  甚至更小的电容。为克服因此带来的静态电流大的问题，一些电荷泵具有关闭输入引脚，以在长时间闲置的情况下关闭电荷泵，从而将供电电流降至接近零。

③带电压调节的电荷泵：后端电压调节器增加了静态电流，因此带电压调节的电荷泵在静态电流方面比基本电荷泵要差。

最佳选择是：电感式 DC/DC 变换器，特别是频率调制（PFM）开关式。

### 最小工作电压

①电感式 DC/DC 变换器：电池供电专用电感式 DC/DC 变换器（如 TC16）可在低至 1V 甚至更低的电压下启动工作，因此非常适合用于单节电池供电的电子设备。

②无电压调节的电荷泵/带电压调节的电荷泵：多数电荷泵的最小工作电压为 1.5V 或更高，因此适合于至少有两节电池的应用。

最佳选择是：电感式 DC/DC 变换器。

### 产生的噪声

①电感式 DC/DC 变换器：电感式 DC/DC 变换器是电源噪声和开关辐射噪声（EMI）的来源。宽带 PFM 电感式 DC/DC 变换器会在宽频带内产生噪声。可采取提高电感式 DC/DC 变换器的工作频率，使其产生的噪声落在系统的频带之外。

②无电压调节的电荷泵/带电压调节的电荷泵：电荷泵不使用电感，因此其 EMI 影响可以忽略。泵输入噪声可以通过一个小电容消除。

最佳选择是：无电压调节或带电压调节的电荷泵。

### 集成度

①电感式 DC/DC 变换器：现已开发出集成了开关调节器和其他功能（如电压检测器和线路调节器）的芯片。如 TC16 芯片就在一个 S0-8 封装内集成了一个 PFM 升压变换器、LDO 和电压检测器。与分立实现方案相比，此类器件提供了优异的电气性能，并且占用较小的空间。

②无电压调节的电荷泵：基本电荷泵，如 TC7660，没有附加功能的集成，占用空间小。

③带电压调节的电荷泵：集成更多功能的带电压调节电荷泵芯片已成为目前的一种发展趋势。很明显，下一代带调节电荷泵的功能集成度将可与电感式 DC/DC 变换器集成芯片相比。

最佳选择是：电感式 DC/DC 变换器。

### 输出调节

①电感式 DC/DC 变换器：电感式 DC/DC 变换器具有良好的输出调节能力。一些电感式 DC/DC 变换器还具有外部补偿引脚，允许根据应用“精细调整”输出的瞬态响应特性。

②无电压调节的电荷泵：此类器件输出没有电压调节，它们只简单地将输入电压变换为负或刀倍的输出电压。因此，输出电压会随着负载电流的增加而下降。虽然这对某些应用（如 LCD 偏置）并不是问题，但不适用需要稳定的输出电压的应用场合。

③带电压调节的电荷泵：它通过后端线性电压调节器（片上或外部）提供电压调节（稳压）。在一些情况下，需要为电荷泵增加开关级数，以为后端调节器提供足够的净空间，这时就需要增加外部电容，从而会给尺寸、成本和效率带来负面的影响。但后端线性调压器可使带调节电荷泵的输出电压的稳定性与电感式 DC/DC 变换器一样。

**最佳选择是：带电压调节的电荷泵。**

### 安装成本

①电感式 DC/DC 变换器：近年来采用电感式 DC/DC 变换器的成本逐渐下降，并且对外部元件的需求也变得更少了。但电感式 DC/DC 变换器最少需要一个外部电感、电容和肖特基二极管。二极管、电感，再加上相对价格较高的开关变换芯片，其总成本要比电荷泵高。

②无电压调节的电荷泵：无电压调节的电荷泵比电感式 DC/DC 变换器便宜，且仅需要外部电容（没有电感），节约了板空间、电感的成本，以及某些情况下的屏蔽成本。

③带电压调节的电荷泵：带电压调节的电荷泵的成本大约与电感开关式 DC/DC 变换器本身的成本相当。在一些情况下，可采用外部后端电压调节器以降低成本，但却会增加所需的安装空间和降低工作效率。

**最佳选择是：在不需要严格稳压的场合的最佳选择为无电压调节的电荷泵；若为对输出电压稳压有要求的场合，选择带电压调节的电荷泵和电感式 DC/DC 变换器的成本大致相当。**

按照上述的最佳选择窍门运用于设计应用中，将会更有利于节省时间成本，提高效率。