

## 输入输出电压差与效率的关系

### 引言

在开关稳压电源中，输入电压的范围是预知的，输出电压也是知道的，但是输入输出的电压差和转换效率的关系很多人不清楚，有经验的工程师就会根据公式去推导出来输入输出电压差越小，转换效率越高。

### 电源的效率

电源的效率  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{out}+P_d}$ ，式中  $P_{out}$  为输出功率， $P_d$  为耗散功率。下面我们用一个简化的功耗计算公式来计算一下，为什么说是简化呢，因为我们的耗散功率有开通损耗，关断损耗，导通损耗以及驱动损耗，为了计算演示更加简洁明了，下面计算的损耗只是考虑了导通损耗（电感的损耗也不考虑），而导通损耗又包含了开关管导通损耗和肖特基导通损耗。假设电感没有电流纹波，以 XL4013 为例，输入电压  $V_{in}=24V$ ，输出电流  $I_{out}=1A$ ，而 XL4013 开关管的导通电阻  $R_{dson} = 60m\Omega$ ，选用的肖特基 B540C 在 1A 时的导通压降  $V_{diode} = 0.4V$ ，那么在输出 12V，5V 的情况下损耗如下表：（ $D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ ）

|         | 输出 12V  | 输出 5V  |
|---------|---|--|
| 开关管导通损耗 | $P_{FET\_PWR} = (I_{out} \cdot \sqrt{D})^2 \cdot R_{dson}$ $P_{FET\_PWR} = (1A \cdot \sqrt{0.5})^2 \cdot 0.06\Omega$ $P_{FET\_PWR} = 0.03W$ | $P_{FET\_PWR} = (I_{out} \cdot \sqrt{D})^2 \cdot R_{dson}$ $P_{FET\_PWR} = (1A \cdot \sqrt{0.21})^2 \cdot 0.06\Omega$ $P_{FET\_PWR} = 0.0126W$ |
| 肖特基导通损耗 | $P_{diode} = (1 - D) \cdot I_{out} \cdot V_{diode}$ $P_{diode} = 0.5 \cdot 1A \cdot 0.4V$ $P_{diode} = 0.2W$                                | $P_{diode} = (1 - D) \cdot I_{out} \cdot V_{diode}$ $P_{diode} = 0.79 \cdot 1A \cdot 0.4V$ $P_{diode} = 0.316W$                                |
| 总的导通损耗  | 0.23W   | 0.3286W  |

其实上面计算开关管的电流有效值的公式并不准确，是一个简化后的计算公式，只是为了简单的计算说明而已。

由上面的计算可以知道在 12V 输出的时候，效率为  $\eta = \frac{P_{out}}{P_{out}+P_d} = \frac{12}{12+0.23} = 98\%$ ；而在输出为 5V 的时候，效率为  $\eta =$

$\frac{P_{out}}{P_{out}+P_d} = \frac{5}{5+0.3286} = 93.8\%$ ；由此可见在输入电压 24V，输出电压为 12V（输入输出压差小）的时候效率比较高。