

超低输入电压升压式 DC/DC 转换器

作者：戴维德

关键词：DC/DC，转换器，升压式电源

摘要：本文介绍 TI 公司在 2007 年 3 月推出的一款超低输入电压升压式 DC/DC 转换器 TPS61200 系列。

本文介绍 TI 公司在 2007 年 3 月推出的一款超低输入电压升压式 DC/DC 转换器 TPS61200 系列。该系列在 $T_a = -40 \sim +85^\circ\text{C}$ 工作温度范围内，最低输入电压为 0.3V；单个芯片就能组成升压式电源，效率较高。该系列有三种型号，有输出可设定及固定电压输出，如表 1 所示。

表 1 TPS61200 全系列芯片

型号	TPS61200	TPS61201	TPS61202
输出电压	1.8 ~ 5.5V 可设定	3.3V	5.0V

特点与应用领域

TPS61200 系列的主要特点：效率高（在 $V_{IN} \geq 1.2\text{V}$ 、输出 3.3V、输出电流 600mA 时，其效率可大于 90%）；根据输入电压的大小能自动转换成升压模式或降压模式。静态电流小（小于 $55\mu\text{A}$ ）；输入电压在 0.5V 时，在满负载时也能启动工作；输入工作电压范围宽，从 0.3~5.5V；输入低电压锁存的电压可设定；有输出短路保护；有输出电压可设定及固定输出的品种供用户选择（见表 1）；在输出功率较低时有节能模式，可提高效率；有可能强制按固定效率工作；在关闭电源时，负载与输入端断开；有过热保护；工作温度范围 $-40 \sim +85^\circ\text{C}$ ；小尺寸 $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ QFN 封装。

TPS61200 系列的主要应用领域：可用于 1~3 节碱性电池，镍镉或镍氢电池或 1 节锂离子电池、锂聚合物电池或磷酸铁锂离子电池的电子产品；太阳能电池及燃料电池供电的电子产品；太阳能电池及燃料电池供电的电子产品；便携式音频播放器；PDA；手机；个人医疗电子产品（如血压计）及驱动白光 LED 等。

对使用一次碱性电池的产品来说，可以用到电池电压降到 0.5V，做到物尽其用的程度，提高了电池的使用寿命。

引脚排列与功能

TPS61200 系列的引脚排列如图 1 所示，各引脚功能如表 2 所示。

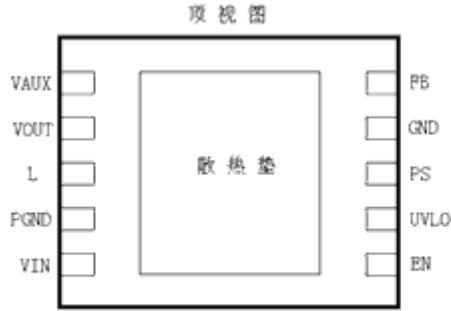


图 1 TPS61200 的引脚排列

表 2 TPS61200 系列引脚功能

引脚	符号	功能
1	VAUX	为控制级提供电压
2	VOUT	升压式转换器的输出端
3	L	电感器连接端
4	PGND	电源地
5	VIN	升压式转换器的电源输入端
6	EN	使能端(高电平有效)
7	UVLO	低压锁存比较器输入端。若不用此端必须接 VAUX
8	PS	节能模式控制端(低电平有效)
9	CND	控制/逻辑地
10	FB	可设定输出电压的反相端, 外接电阻分压器。固定电压输出的器件, 此端直接接 V_{OUT}

主要技术参数

TPS61200 系列主要极限参数: 输入电压为 $-0.3 \sim 7V$ (包括 VIN、L、VAUX、VOUT、PS、EN、FB、UVLO 端)。

建议工作条件: $VIN=0.3 \sim 5V$ 。

TPS61200 系列主要电特性参数: 可调输出电压为 $1.8 \sim 5.5V$; 固定 $3.3V$ 输出电压允差 $\pm 0.03V$; 固定 $5.0V$ 输出电压允差 $\pm 0.05V$; 内部平均开关电流限制为 $1350mA$; 静态电流典型值 $50 \mu A$; 关闭状态时耗电小于 $2 \mu A$; EN 端低电平: $VIN < 0.8V$ 时为 $< 0.1VIN$ 、 $VIN > 1.5V$ 时为 $< 0.4V$ 、 $0.8V \leq VIN \leq 1.5V$ 时为 $< 0.2VIN$; EN 高电平: $VIN < 0.8V$ 时为 $> 0.9VIN$ 、 $VIN > 1.5V$ 时为 $> 1.2V$ 、 $0.8 \leq VIN \leq 1.5V$ 时为 $> 0.8VIN$; PS 输入低电平 $< 0.4V$ 、PS 输入高电平 $> 1.2V$; 开关管开关频率 $1250 \sim 1650kHz$ 。

典型应用电路

TPS61200 的典型应用电路如图 2 所示, TPS61201、TPS61202 的应用电路如图 3 所示。

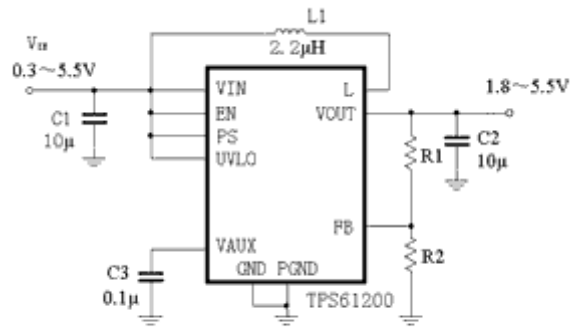
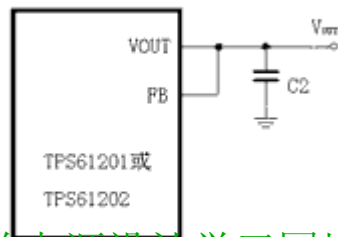


图 2 TPS61200 典型应用电路



开关电源设计学习园地
www.studyemc.net

图 3 TPS61201、TPS61202 的应用电路

图 2 是一种输出电压可设定的电路。输出电压 VOUT 与外接电阻分压器 R1、R2 有关，如下式所示：

$$V_{OUT} = V_{FB} (R1/R2 + 1) \quad (1)$$

式中， $V_{FB}=500\text{mV}$ ，R1 可设为 $1\text{m}\Omega$ ，则可求出 R2 值。例如，要求 $V_{OUT}=3.3\text{V}$ ，代入上式可求出 $R2=178.57\text{k}\Omega$ ，可取标准电阻值 $180\text{k}\Omega$ 。

在图 2 中，EN 端、PS 端、UVLO 端接 VIN，这表示电源不采用 EN 端加低电平来关闭电源；PS 端高电平表示在重负载条件下工作（此时振荡器按固定频率工作）；UVLO 接 VIN，表示在 $V_{IN}<250\text{mV}$ 时，使电源关闭， $V_{OUT}=0\text{V}$ ，并锁存；只有当 $V_{IN}>350\text{mV}$ 时电源才恢复工作。

在图 2 中，VAUX 接 $0.1\mu\text{F}$ 接地，是为了稳定地工作（工厂建议 C3 用等效串联电阻小的多层陶瓷电容器，容量为 $0.1\mu\text{F}$ ）。此电容器在启动时向 C3 充电到一定值后，开关管才导通，它对开关管起缓冲作用。若输出电压 $V_{\text{OUT}} < 2.5\text{V}$ 时，C3 值可采用 $1\mu\text{F}$ 。

C1 是输入电容，其值最小是 $4.7\mu\text{F}$ ，这里用 $10\mu\text{F}$ 多层陶瓷电容器。C2 是输出电容，工厂建议采用下式选择 C2 值：

$$C2 = 5L (\mu\text{F} / \mu\text{H}) \quad (2)$$

若 $L = 2.2\mu\text{H}$ ，则 C2 可取 $10\mu\text{F}$ 。C2 也采用多层陶瓷电容。采用更大容量的 C2 可减小输出纹波电压、减小瞬态负载变化引起的输出电压跌落。

图 2 中电感器 L1 值可用以下式来估算：

$$L_{\text{min}} = V_{\text{IN}} \times 0.5 \mu\text{s} / A$$

开关电源设计学习园地
(3) www.studyemc.net

一般 L1 在 $1.5 \sim 4.7\mu\text{H}$ 之间取值，在整个输入电压与输出电压范围内有较好的性能。

图 3 是固定输出电压的应用电路。图中仅画出 FB 与 VOUT 连接在一起，其他部分与图 2 相中（在图 3 中未画出）。

如果输入电压的低压锁存电压阈值要设定，则设定的低压锁存阈值电压 V_{INmin} 与外接电阻分压器 R3、R4 有关，如下式（电路如图 4 所示）：

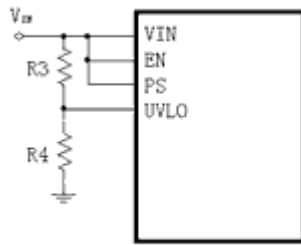


图 4 TPS61200 输入电压锁存电路

$$V_{INmin} / (R3+R4) = V_{UVLO} / R4 \quad (4)$$

式中， $V_{UVLO}=250\text{mV}$ 。建议 $R4$ 取 $250\text{k}\Omega$ ，则设定 V_{INmin} 值后可求出 $R3$ 值。在 V_{IN} 低于 V_{INmin} 时，输出被关闭（ $V_{OUT}=0\text{V}$ ）。

例如，设 V_{INmin} 为 1V ， $R4=250\text{k}\Omega$ ， $V_{UVLO}=250\text{mV}$ ，则可求得 $R3=750\text{k}\Omega$ 。

开关电源设计学习园地
www.studyemc.net

不同工作条件下的效率

TPS61201 及 TPS61202 在不同工作条件下的效率不同，这里给出一些典型的特性曲线。图 5 是 TPS61202 采用节能模式（PS 端接地）时，不同的输入电压及不同输出电流时的效率曲线。图 6 是同样的 TPS61202 不采用节能模式（PS 端接高电平）时的不同输入电压及不同输出电流时的效率曲线。从图 5 及图 6 比较可知：在输出电流 $I_O=10\text{mA}$ 时，输入电压从 V_{IN} 为 $1.5\sim 3\text{V}$ 时，采用节能模式的效率要比不采用节能模式高得多，即在较轻负载的工作条件下，采用节能模式有较高的效率。例如，在 $V_{IN}=2\text{V}$ ， $I_O=10\text{mA}$ 时，用节能模式的效率为 78% ，而不用节能模式时为 5.3% 。而在重负载时，如 $I_O=500\text{mA}$ 时，则用节能模式与不用节模式差别不大。

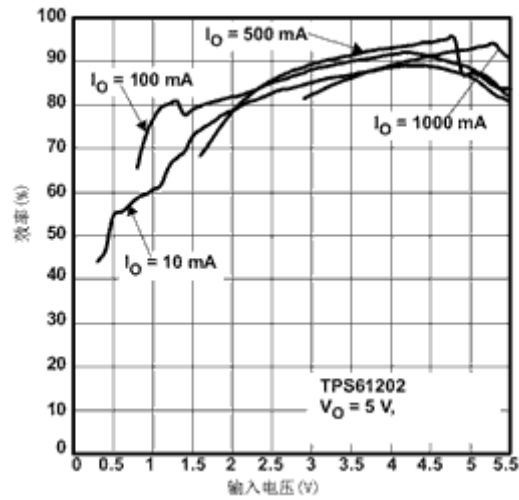


图 5 TPS61202 在节能模式时的效率

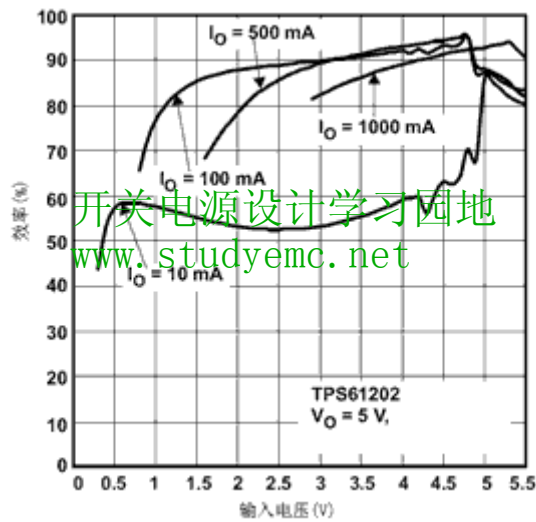


图 6 TPS61202 不采用节能模式时的效率

图 7、图 8 是 TPS61201 采用节能模式及不采用节能模式时的效率曲线。从图 7 及图 8 比较可以看出：在 $I_O=10\text{mA}$ 时，在 V_{IN} 从 1~2.5V 这一范围，采用节能模式提高了效率。例如，在 $V_{IN}=2\text{V}$ 时，图 7 的效率约 76%；而图 8 的效率仅 60%；在 $I_O=100\text{mA}$ 时，在 V_{IN} 从 1~2.5V 这一范围，采用节能模式的效率比不采用节能模式的效率低。例如， $I_O=100\text{mA}$ ， $V_{IN}=2\text{V}$ 时，采用节能模式时，其效率约为 76%；同样条件采用不节能模式时其效率约 88%。

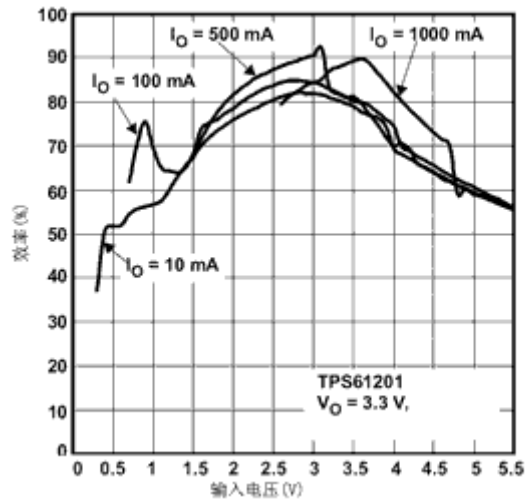


图 7 TPS61201 采用节能模式时的效率

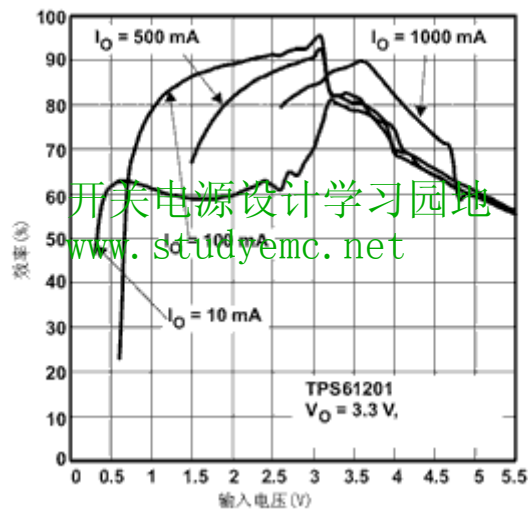


图 8 TPS61201 不采用节能模式时的效率

从上述情况看，只有在轻载时采用节能模式才能提高效率；在负载电流较大时，采用节能模式效果并不好。

来源: <http://www.epc.com.cn/magazine/20070820/9588.asp>

开关电源设计学习园地
www.studyemc.net