

LM2696

Application Note 1410 LM2696 Demonstration Board



Literature Number: ZHCA196

LM2696演示板

美国国家半导体公司
应用注释1410
Joel Steenis
2005年10月



LM2696演示板

介绍

LM2696是一个固定导通时间的降压稳压器，传送到负载的电流可高达3A。

LM2696频率切换的范围是100kHz到500kHz，能够接收的输入电压范围从4.5V到24V。提供一个内部软启动和电源良好标志，允许在多个稳压器之间进行简单的排序。

评估板的工作环境如下所示：

$V_{IN} = 6V \text{ to } 24V$
 $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 0A \text{ to } 3A$
 $f_{SW} = 300 \text{ kHz}$

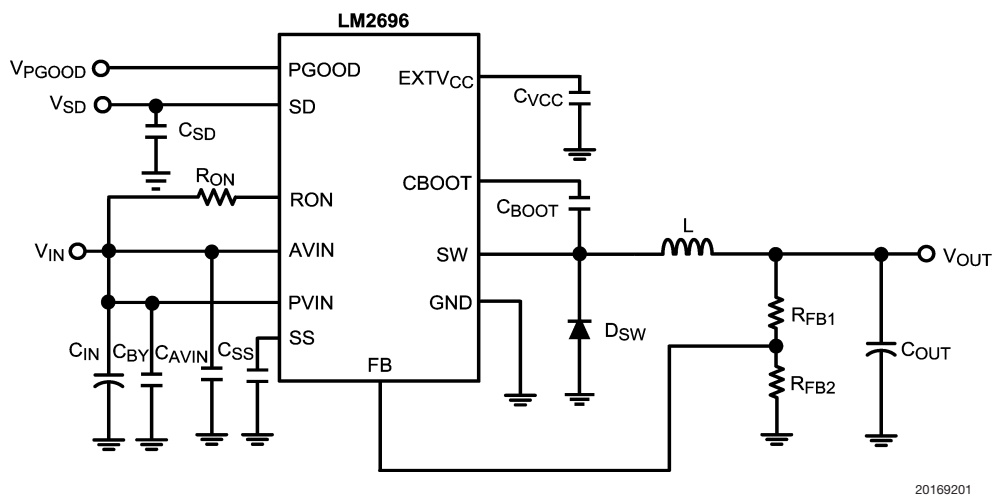


图1.评估板电路

表1.元件清单

标识	器件编号	类型	尺寸	参数	数量	供应商
U1	LM2696	3A Constant on-time Regulator	eTSSOP-16		1	NSC
L	MSS1260-103MX	Inductor	MSS1260	10 μ H, 4.0A ISAT	1	Coilcraft
C _{IN}	EEUFC1V181	Capacitor	10 x 12.5	180 μ F, 35V, 90 m Ω	1	Panasonic
C _{BY}	VJ0805Y104KXAM	Capacitor	0805	0.1 μ F	1	Vishay
C _{SS}	VJ080JY103KXX	Capacitor	0805	0.01 μ F	1	Vishay
C _{VCC}	VJ0805Y105JXACW1BC	Capacitor	0805	1 μ F	1	Vishay
C _{BOOT}	VJ0805Y104KXAM	Capacitor	0805	0.1 μ F	1	Vishay
C _{AVIN}	VJ0805Y105JXACW1BC	Capacitor	0805	1 μ F	1	Vishay
C _{OUT}	TPSC107M006R0075	Capacitor	C	100 μ F, 6V, 75 m Ω	1	AVX
C _{SD}	VJ0805Y102KXXA	Capacitor	0805	1 nF	1	Vishay
R _{FB1}	CRCW08051651F	Resistor	0805	1.65 k Ω	1	Vishay
R _{FB2}	CRCW08051001F	Resistor	0805	1 k Ω	1	Vishay
R _{ON}	CRCW08051543F	Resistor	0805	154 k Ω	1	Vishay
D _{SW}	CMSH3-40M-NST	Schottky Diode	SMB	40V@3A diode, VF = 0.55V	1	Central Semiconductor

介绍(续)

表1.元件清单(续)

标识	器件编号	类型	尺寸	参数	数量	供应商
160-1026-02 -05-00	Solder Terminals		Terminals for VIN, GND and VOUT		7	Wearnes

性能

可以通过使用LM2696的评估板来获得基本数据。图2显示出VIN在12V时得到的一个有效测量结果。

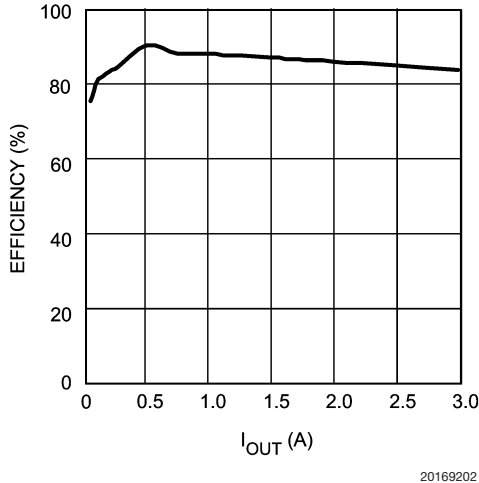


图2. VIN = 12V时的效率

评估板的优点在于能够通过替换元件来检验性能的折衷性。仔细地选择所使用的器件，可以对给定参数的应用电路进行优化。例如，电感尺寸的设计可以采用DO-3316和MSS-1278这两种封装形式。电感的选择将会由设计约束条件决定。

频率选择

通过连接到RON管脚的电阻设置LM2696的开关频率。这个电阻控制流进RON管脚的电流，它直接和导通时间脉冲相关。连接该管脚到PVIN的电阻允许开关频率在输入电压变化时仍能保持固定。在正常工作时该管脚大约是高于地端0.65V。在关机模式下，该管脚变成一个截流的高阻抗节点。

RON值可以用下式表达：

$$R_{ON} = \frac{(V_{IN} - V_D) \times V_{OUT}}{k_{ON} \times f_{SW} \times V_{IN}} 10^9$$

这里RON单位是KΩ，fSW单位是kHz，kON单位是μA·μs在任何情况下旁路电路都不应该连接到RON管脚。因为这样会耦合交流干扰到该管脚，从而影响正确的工作。

该演示板的RON值计算如下：

$$R_{ON} = \frac{(12V - 0.65V) \times 3.3V}{66 \text{ mA} \times \text{ms} \times 300 \text{ kHz} \times 12V} 10^9 = 157 \text{ k}\Omega$$

选择标准值为154KΩ。

电感选择

典型电感值的选择要使得纹波电流的最大峰-峰值比负载电流的最大值低30%。电感电流纹波(ΔIL)可以表达如下：

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \cdot D}{L \cdot f_{SW}}$$

用于该演示板的电感值计算如下：

$$L = \frac{(12V - 3.3V) \times 0.275V}{(30\% \times 3A) \times 300 \text{ kHz}} 10^3 = 8.9 \mu\text{H}$$

选择标准值为10μH。

其他应该考虑的电感特性是饱和电流和核心材料。建议采用一个屏蔽电感或者低矮外形的未屏蔽电感来减少电磁干扰(EMI)。

电感的物理定向影响了器件的稳定性。采用电感定向使得磁通量从电感中心流下来然后流回到地平面。简单来说，电感定向应该使得与电路点标或者标注相关的端子能够连接到开关节点。

输出电容

输出电容尺寸和ESR对环路的稳定性有直接影响。这是因为只有通过检测输出电压纹波和适当地开关切换才能有效地执行固定的导通时间控制方案。

反馈管脚上的纹波电压最小值可以通过以下关系估算：

$$\Delta V_{FB} \geq 0.057 \times f_{SW} + 35$$

这里fSW单位是kHz，ΔVFB单位是mV。

最小的纹波电压对于进行初始化开关的比较器是必需的。

可以通过将反馈纹波电压乘以通过反馈电阻观察到的增益来计算在输出端的纹波。这个增益值H可以表达如下：

输出电容

$$H = \frac{V_{OUT}}{V_{FB}} = \frac{V_{OUT}}{1.25V}$$

对于本演示板，在反馈管脚处纹波电压的必需值计算如下：

$$\Delta V_{FB} 18mV \geq 0.057 \times 300kHz + 35$$

因而，在输出端的纹波电压为：

$$\Delta V_{OUT} = 48 mV = 18 mV \times \frac{3.3V}{1.25V}$$

既然纹波电流计算为798mA。输出电容含有的ESR值必须不低于：

$$ESR = 60 m\Omega = \frac{\text{Ripple_Voltage}}{\text{Ripple_Current}} = \frac{48 mV}{798 mA}$$

一般情况下是通过使用POSCAPS, SPCAPS, 钽, 铌氧化物或者相似的化学类型电容来获得最佳性能。低ESR陶瓷电容可以用于连接RC前馈方案；然而，在反馈管脚的前馈电压必须大于30mV。更多信息请参阅"纹波前馈"部分。

纹波前馈

使用一个RC网络可以避免使用高ESR值的电容。该网络连接如图3所示。

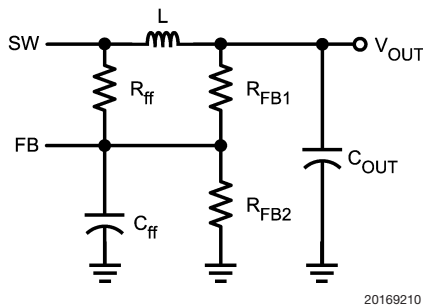


图3.RC反馈前馈网络

R_{ff} 取比较大的值是为了防止在 V_{OUT} 中引入潜在的失调。典型 R_{ff} 值的数量级应该在 $1M\Omega$ 。 R_{FB1} 值应该小于 $10k\Omega$ 。电阻值间较大的差别可以最小化DCM中的输出电压失调误差。电容值可以通过下列关系式来选择：

$$C_{ff_MAX} = \frac{(V_{IN_MIN} - V_{FB}) \cdot T_{ON_MIN}}{0.03V \cdot R_{ff}}$$

导通时间 (T_{ON_MIN}) 单位是 μs ，电阻 (R_{ff}) 单位是 $M\Omega$ 。

如果陶瓷输出电容用于该演示板，可以计算 C_{ff_MAX} 如下：

$$C_{ff_MAX} = \frac{(6V - 1.25V) \times 1.85 \mu s}{0.03V \times 1 M\Omega} = 293 pF$$

选择标准值为270pF。

反馈电阻

为了降低反馈管脚的噪声， R_{FB2} 典型值阶数为 $1K\Omega$ 。为了计算 R_{FB1} 的值，可以通过下面的关系式：

$$R_{FB1} = R_{FB2} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right)$$

这里 V_{FB} 是内部基准电压 (1.25V典型值)。考虑到事实是基准电压调节的是相对于电压平均值的输出纹波电压的底部，所以要通过精确的方法来设置输出电压。此关系如图4所示。

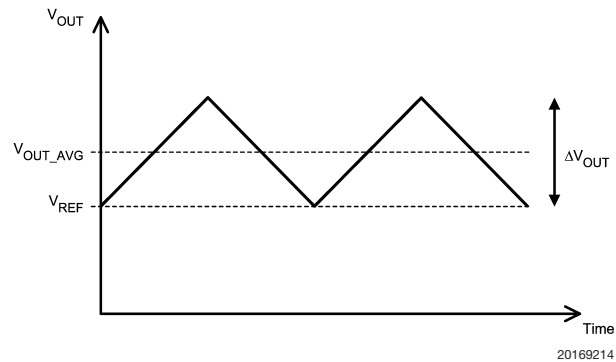


图4.平均和纹波输出电压

应该注意到对于高输出电压 (>5V)，输出电压达到所期望的值需要大约15mA的负载电流。

该演示板的电阻选择为 $R_{FB2} = 1k\Omega$

$$R_{FB1} = 1.64 k\Omega = 1 k\Omega \left(\frac{3.3V}{1.25V} - 1 \right)$$

选择标准值为1.65k Ω 。

软启动电容

用软启动电容使得基准电压缓慢地从0V阶跃到最终值1.25V。启动时间可以用下列关系计算得到：

软启动电容（续）

$$t_{SS} = \frac{1.25V \times C_{SS}}{I_{SS}} \times 10^3$$

这里 I_{SS} 是软启动管脚源电流（1 μ A典型值），单位是 μ A， C_{SS} 单位是 μ F， t_{SS} 单位是ms。

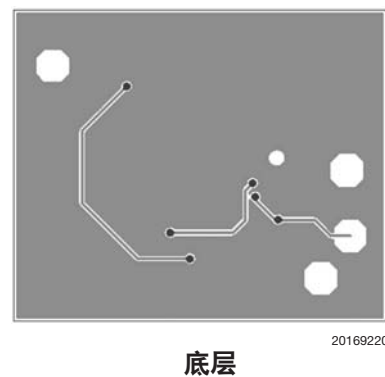
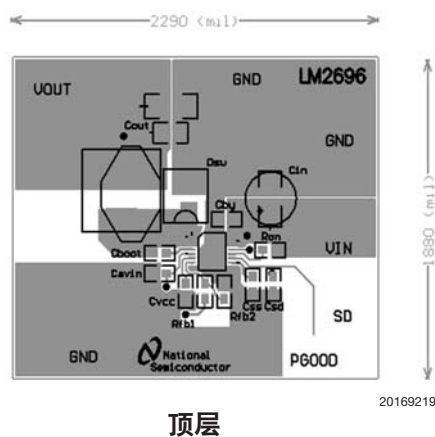
选择软启动电容可以使得软启动时间大约是12.5ms。电容值计算如下：

$$C_{SS} = 0.01 \mu F = 1 \mu A \frac{12.5 \text{ ms}}{1.25V} \times 10^{-3}$$

关机

关机管脚的状态可以使能器件，或者也可以将其置于睡眠状态。该管脚有一个内部上拉电阻，可以置于悬浮状态或者连接到一个高逻辑电平。将该管脚连接到地电平则可以关闭器件。该管脚必须通过一个1nF的陶瓷电容进行旁路以确保合适的逻辑阈值。

PCB布局

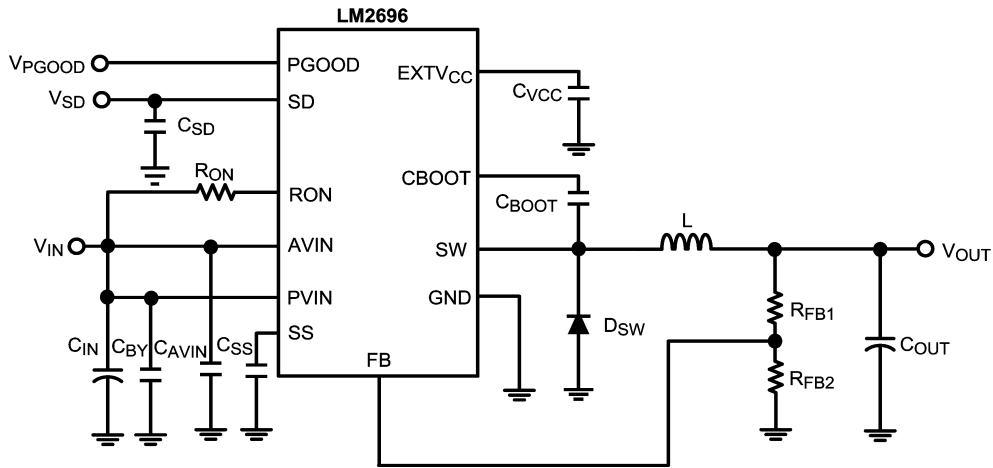


布局指南

可以通过遵循以下一些简单的设计指南来实现直流-直流转换器的良好布局：

1. 将功率器件（捕捉二极管，电感，滤波器电容）靠近放置。之间的走线要尽量短而宽。
2. 功率器件和电源连接到直流-直流转换器电路之间的走线要宽一些。
3. 连接输入的接地管脚和输出滤波器电容和捕捉二极管尽可能地靠近，使用元件侧印刷电路板的大块覆铜填充作为虚拟接地平面。然后，通过几个通孔连接该管脚到接地平面。
4. 安排功率器件使得开关环路在同一方向卷曲。
5. 将那些对噪声敏感的走线比如电压反馈通路和来自功率器件相关的噪声走线分隔开来。
6. 确保提供给转换器芯片是一个低阻抗的接地平面。
7. 转换器芯片辅助器件，包括频率选择器件，与转换器芯片要尽可能靠近放置，但是也要使其远离噪声走线和功率器件。它们到转换器芯片和虚拟接地平面的连接要尽可能的短。
8. 对噪声敏感的电路比如无线射频或者调制解调器模块的放置要远离直流-直流转换器。

可选择的应用电路



20169201

5V到2.5V电压的应用电路

表2.

标识	器件编号	类型	尺寸	参数	数量	供应商
U1	LM2696	3A Constant on-time Regulator	eTSSOP-16		1	NSC
L	MSS1260-682MX	Inductor	MSS1260	6.8 μ H, 4.9A ISAT	1	Coilcraft
C _{IN}	10MV470WX	Capacitor	8 x 11.5	470 μ F, 10V, 72 m Ω	1	Sanyo
C _{BY}	VJ0805Y104KXAM	Capacitor	0805	0.1 μ F	1	Vishay
C _{SS}	VJ080JY103KXX	Capacitor	0805	0.01 μ F	1	Vishay
C _{VCC}	VJ0805Y105JXACW1BC	Capacitor	0805	1 μ F	1	Vishay
C _{BOOT}	VJ0805Y104KXAM	Capacitor	0805	0.1 μ F	1	Vishay
C _{AVIN}	VJ0805Y105JXACW1BC	Capacitor	0805	1 μ F	1	Vishay
C _{OUT}	TPSW476M010R0150	Capacitor	W	47 μ F, 10V, 150 m Ω	1	AVX
C _{SD}	VJ0805Y102KXXA	Capacitor	0805	1 nF	1	Vishay
R _{FB1}	CRCW08051001F	Resistor	0805	1 k Ω	1	Vishay
R _{FB2}	CRCW08051001F	Resistor	0805	1 k Ω	1	Vishay
R _{ON}	CRCW08051433F	Resistor	0805	143 k Ω	1	Vishay
D _{SW}	CMSH3-40M-NST	Schottky Diode	SMB	40V@3A diode, VF = 0.55V	1	Central Semiconductor
160-1026-02-05-00	Solder Terminals		Terminals for VIN, GND and VOUT		7	Wearnes

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

www.national.com

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europa.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司