

效率高达 92% 的亮度调节型太阳能灯

作者: Chris Glaser,
德州仪器 (TI) 应用工程师

太阳能灯正变得越来越流行, 其特别适合于装饰用夜间照明, 或者那些经常断电甚至没有电的地区。这种灯白天充电, 晚上利用存储的电能为户外道路和人行道提供照明, 也可以为室内活动提供照明, 例如: 做饭和阅读等。由于这些灯一般都通过低成本和稳健可靠的多节铅酸电池来供电, 因此人们常常碰到的一个问题就是如何高效地将这种化学能量转换为流明 (可见光输出)。为了解决这个问题, 我们常常会使用 LED, 因为它们每瓦能耗可产生大量的流明。此外, 我们一般还会使用一种开关式稳压器, 以高效地将变化的电池电压转换为 LED 中稳定但却可控 (亮度调节) 的电流, 从而产生光输出。我们必须在电池电压和亮度调节范围保持高效率, 这样才能延长电池的寿命。我们需要一整套高成本效益的解决方案, 通过使用亮度调节功能, 以一种高效的方法将常见铅酸电池组的 6V、9V、12V 或者 15V 电压转换为光。

单 LED 与 LED 串对比

在进行太阳能灯系统设计时, 设计人员必须首先决定使用多个小型、低功耗的 LED 还是一个大号、高亮度的 LED, 来产生需要的光量。一般而言, 单个 LED 驱动器驱动由多个小型 LED 串联而成的 LED 串。这种方法的好处是, 每个 LED 的电流都完全相同, 同时相比单个 LED, 多个 LED 的照明范围更大。但是, 即使电流都相同, 每个 LED 产生的灯光颜色也不可能完全一样, 除非在装配以前就对它们进行测试和相应的排列安装, 但这样又会增加成本。

单个高亮度 LED 照明范围更小, 但可以通过给 LED 安装光线扩散罩来解决这个问题。如果考虑装配过程中拾

取安装的成本, 单个高亮度 LED 总体上要比多个 LED 方案更具成本效益。单个 LED 不需要安装, 成本更低。本文将讨论低成本、单个高亮度 LED 的使用。LED 电流设置为 800mA, 得到 2.8W 可调节功率输出, 其为太阳能灯的典型输出。

易于调节

太阳能灯的光输出必须能够根据用户的需求进行调节。例如, 相比做饭, 阅读时需要更多的照明。调低光输出, 可减少电池耗电, 实现更长的电池工作时间。

模拟调节和脉宽调制器 (PWM) 调节, 是降低 LED 光输出的两种方法。模拟调节可降低 LED 的平均电流, 而 PWM 调节可使 LED 在全电流下工作, 但在使用全电流时会改变占空比。因此, PWM 调节会产生一个平均 LED 电流, 其等于全电流乘以所用 PWM 信号的占空比。PWM 调节频率应超出了人眼视觉感知的带宽, 因此人们看不到任何闪烁。总之, 模拟调节更为高效, 但 PWM 调节消除了 LED 颜色变化, 这种变化出现在以不同电流驱动 LED 时 (与模拟调节一样)。因此, LED 灯颜色在调节范围保持不变。由于两种调节方法都有优点和缺点, 理想的太阳能灯 LED 驱动器应该能够同时兼顾两种调节方法。微控制器常常用于太阳能灯系统中, 用于执行电池管理和其他任务, 它的 PWM 信号为 LED 驱动器的单调节接口, 以实现同时使用两种调节方法。TI TPS62150 支持通过 PWM 信号进行模拟调节和 PWM 调节, 如图 1 和图 2 所示 (见下一页)。《参考文献 1》和《参考文献 1》有详细的设计方程式。

这些电路的优点是其相似性。若想在特定设计中使用模拟或者 PWM 调节，只需对示意图稍做修改，并改变 PWM 信号的频率便可。这就意味着，同一种 LED 驱动器电路，可以用于多种太阳能灯设计。只需为电路安装不同的组件，给微控制器加载稍有不同的代码，便可通过模拟调节或者 PWM 调节，实现太阳能灯的最高效率优化或者最稳定光颜色优化。

另一个重要问题是亮度调节线性。调节范围的 LED 电流（以及由此产生的光输出）变化速率，是否对应于输入信号（此时为 PWM 信号的占空比）的变化速率呢？如

果使用特定 LED 驱动器时是这种情况，则程序改写就十分简单，因为占空比增加 10%，光输出就增加 10%。如果这种情况不成立，则可能需要进行额外的测试和代码编写，以使特定的输入信号变化对应于光输出变化。这种关联性在调节范围内也可能会变化，从而让调节算法进一步复杂化。幸运的是，图 1 和图 2 所示电路均支持非常高的调节线性，如图 3 和图 4 所示。每个电路的可决系数 (R^2 值) 都为 1，其表示高线性。（ R^2 值为某个数据集变化性的统计量度。）这样，调节算法的代码改写就变得非常简单，并在照明灯的平滑亮度调节表现方面，提供令人愉悦的用户体验。

图 1 模拟亮度调节电路示意图

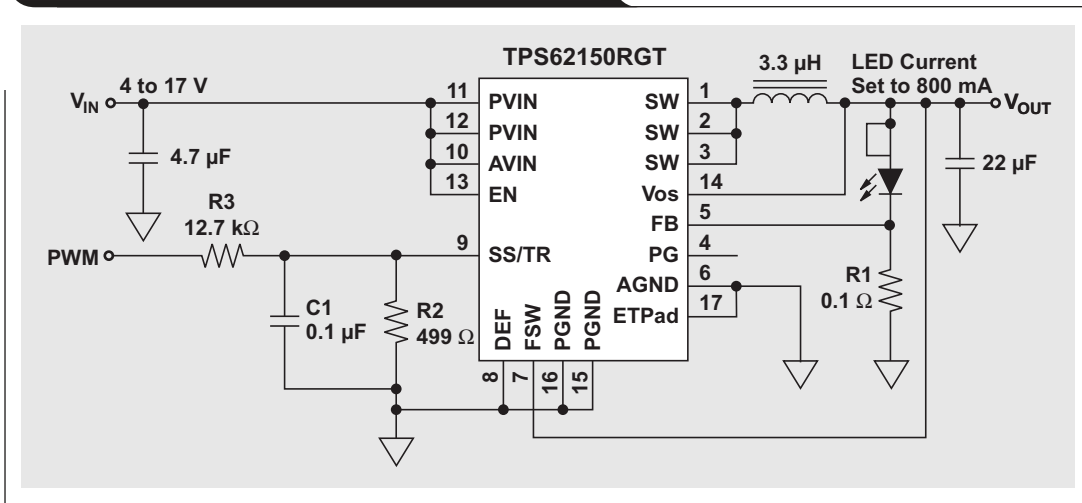
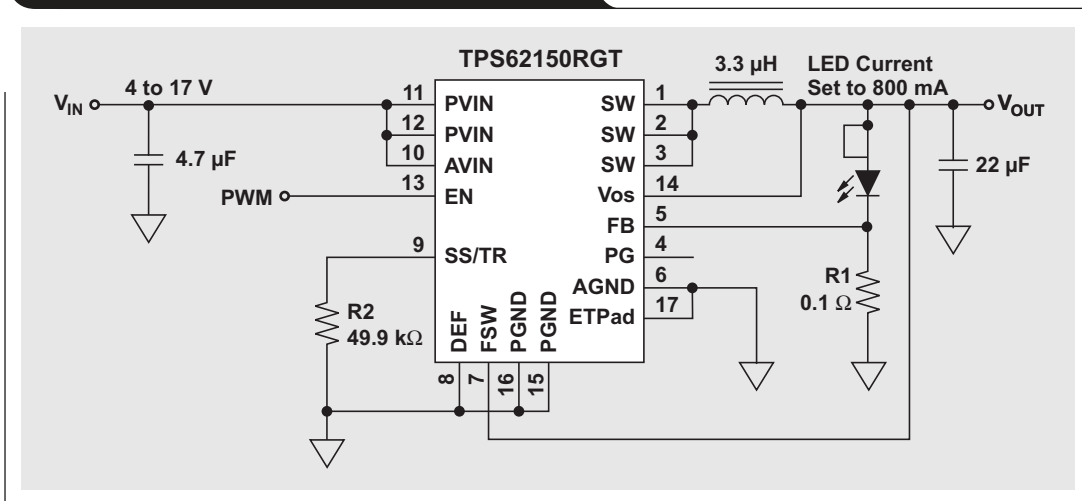


图 2 PWM 亮度调节电路示意图



但是，使用模拟调节时，对这种线性进行建模的线性方程式有一个94 mA的 y 轴截距。这表明模拟调节还有另外一个局限性——在极低输出电流条件下无法对 LED 进行亮度调节。要解决这个问题，需使用 PWM 调节方法，其 y 轴截距为 -7 mA。这样便可以在极低 PWM 占空比条件下达到极低 LED 电流。

实现高效率

效率对于任何电池供电型系统而言都至关重要，太阳能灯更是如此。由于我们不能假设每天都充足的阳光，电池必须能够不充电的情况下连续工作一天以上。通过高效地将存储化学能转换为光能，并调低灯的亮度来降低光输出，LED 驱动器可以增加电池工作时间。除支持亮度调节以外，高效的LED驱动器还应该（1）能够工作在相对较低的开关频率下，以减少开关损耗；（2）具有节能模式，提高低光照度的效率；（3）使用一种高成本效益的方法来降低电流检测电阻器（图1所示R1）的损耗。TPS62150便是一种理想的选择，因为它同时具备上述三种特性，并能产生图5和图6所示高效率。由于全电流驱动 LED 时压降更高，同时在 IC 开启和关闭期间效率下降，因此 PWM 亮度调节的效率比模拟亮度调节要低。

图 3 模拟亮度调节线性

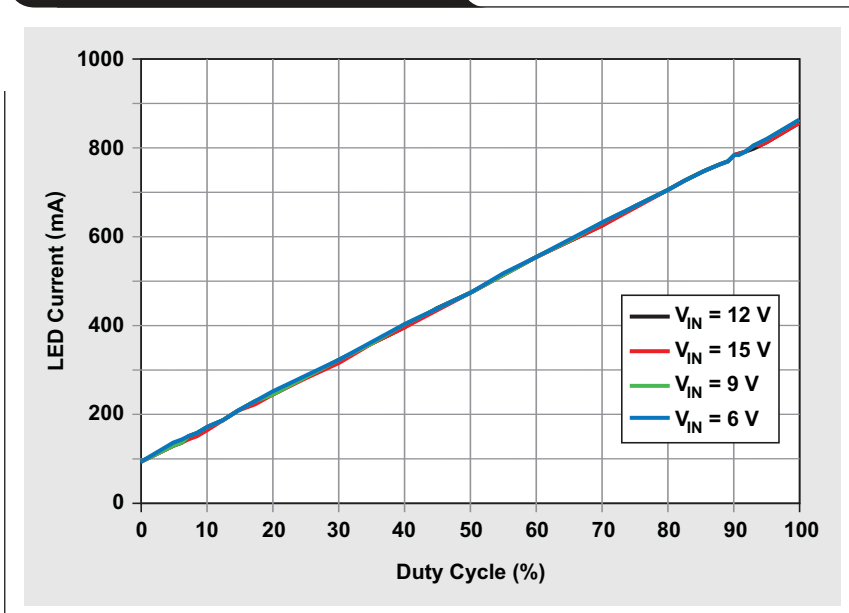
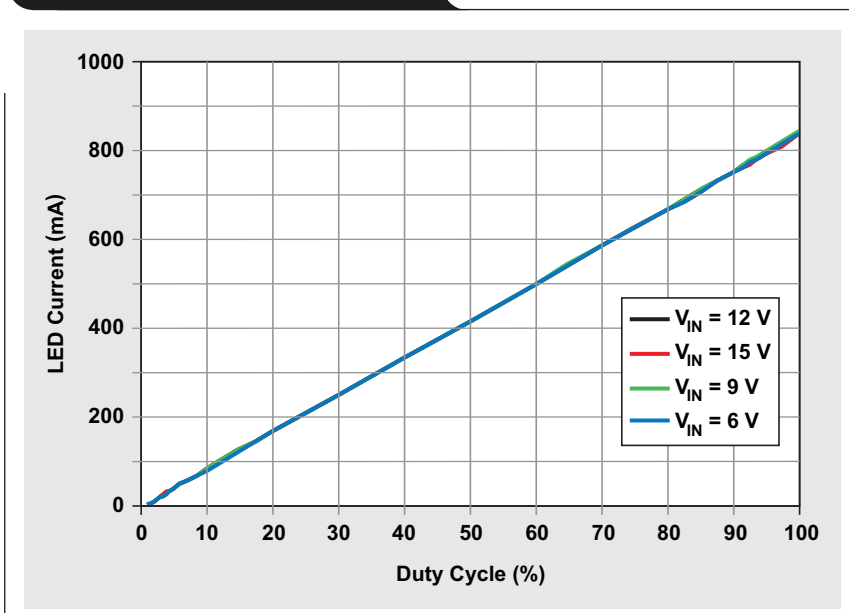


图 4 PWM 亮度调节线性



结论

本文为您介绍了一种高效的2.8 W太阳能灯解决方案，它驱动一个单高亮度LED，并通过PWM信号提供模拟或者PWM亮度调节。模拟调节在整个调节范围都具有更高的效率，而PWM调节允许低PWM占空比的极低LED电流（用于极低光照度），并且在全输出功率下效率最高。两种调节电路都为线性。这种设计非常适合于通过可再充电铅酸电池、镍电池或者锂电池供电的太阳能灯。

参考文献

如欲了解本文更多详情，敬请访问 www.ti.com/lit/litnumber（用TI文档编号替换“litnumber”）下载 Acrobat® Reader®文件，获取下列相关资料。

文献标题

TI文献编号

- 1、《将 TPS62150 用作亮度调节降压LED驱动器》 SLUSA75
- 2、《使用PWM信号的模拟亮度调节设计工具》 SLUA586
- 3、《3×3 QFN封装的3-17V 1A降压转换器》
《TPS62150/1/2/3数据表》 SLUA620

相关网站

Power.ti.com
www.ti.com/product/TPS62150

图 5 模拟亮度调节效率

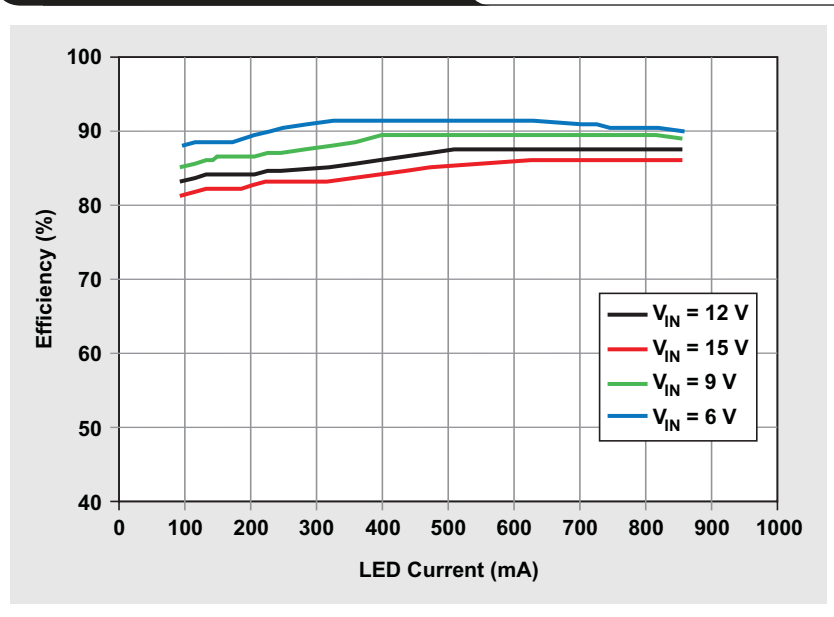
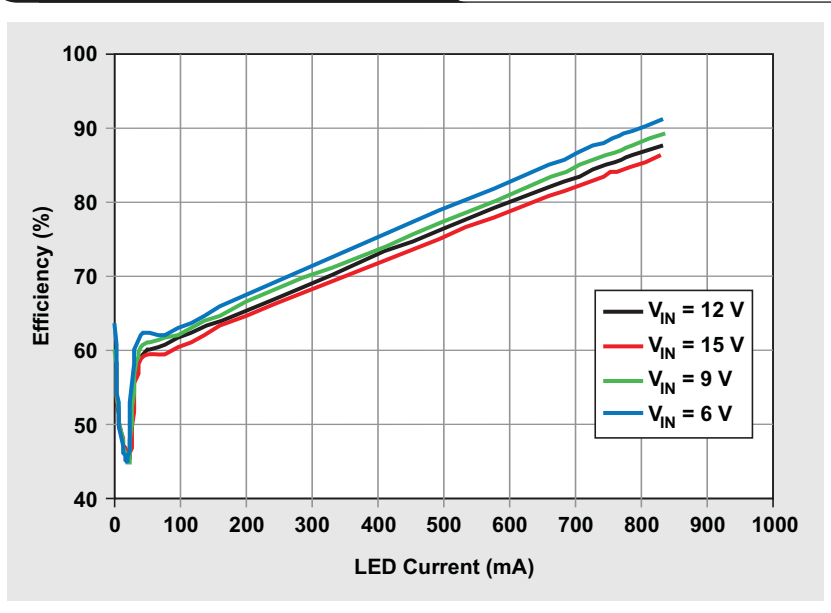


图 6 PWM 亮度调节效率



TI Worldwide Technical Support

Internet

TI Semiconductor Product Information Center Home Page

support.ti.com

TI E2E™ Community Home Page

e2e.ti.com

Product Information Centers

Americas	Phone	+1(972) 644-5580
Brazil	Phone	0800-891-2616
Mexico	Phone	0800-670-7544
	Fax	+1(972) 927-6377
	Internet/Email	support.ti.com/sc/pic/americas.htm

Europe, Middle East, and Africa

Phone	
European Free Call	00800-ASK-TEXAS (00800 275 83927)
International	+49 (0) 8161 80 2121
Russian Support	+7 (4) 95 98 10 701

Note: The European Free Call (Toll Free) number is not active in all countries. If you have technical difficulty calling the free call number, please use the international number above.

Fax	+ (49) (0) 8161 80 2045
Internet	support.ti.com/sc/pic/euro.htm
Direct Email	asktexas@ti.com

Japan

Phone	Domestic	0120-92-3326
Fax	International	+81-3-3344-5317
	Domestic	0120-81-0036
Internet/Email	International	support.ti.com/sc/pic/japan.htm
	Domestic	www.tij.co.jp/pic

Asia

Phone	
International	+91-80-41381665
Domestic	<u>Toll-Free Number</u>
Note: Toll-free numbers do not support mobile and IP phones.	
Australia	1-800-999-084
China	800-820-8682
Hong Kong	800-96-5941
India	1-800-425-7888
Indonesia	001-803-8861-1006
Korea	080-551-2804
Malaysia	1-800-80-3973
New Zealand	0800-446-934
Philippines	1-800-765-7404
Singapore	800-886-1028
Taiwan	0800-006800
Thailand	001-800-886-0010
Fax	+8621-23073686
Email	tiasia@ti.com or ti-china@ti.com
Internet	support.ti.com/sc/pic/asia.htm

Important Notice: The products and services of Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries described herein are sold subject to TI's standard terms and conditions of sale. Customers are advised to obtain the most current and complete information about TI products and services before placing orders. TI assumes no liability for applications assistance, customer's applications or product designs, software performance, or infringement of patents. The publication of information regarding any other company's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

A122010

DLP is a registered trademark and Auto-Track, E2E, FilterPro, Impedance Track, MSP430, OMAP, and SWIFT are trademarks of Texas Instruments. Acrobat and Reader are registered trademarks of Adobe Systems Incorporated. The *Bluetooth* word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc., and any use of such marks by Texas Instruments is under license. Celeron is a trademark and StrataFlash is a registered trademark of Intel Corporation. Excel is a registered trademark of Microsoft Corporation. I²C Bus is a registered trademark of NXP B.V. Corporation. InfiniBand is a service mark of the InfiniBand Trade Association. WinZip is a registered trademark of WinZip International LLC. All other trademarks are the property of their respective owners.

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 © 2012 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司