

By
**Gene Frantz,
Chau Mai and
Ivan Garcia,**
Texas Instruments

在数据手册之外提高性能和 降低功率消耗

概要

有了集成电路技术，我们也不能期望在这种先进技术的作用下自然而然地提高性能或降低功率消耗。我们需要找到新的方法来满足我们对于越来越高性能的不断需求，并且是在低功率消耗的条件下实现这种性能。通过理解决定因素和保护带的概念，您可以发现在您的器件中隐藏着的高性能。

就像我们大多数人都还能记住的，集成电路技术一直是革新背后的推动力，每过几年，最近的技术进步都会给我们带来更高的性能、更低的功耗、更便宜的价格和更大的集成度，我们遵从摩尔定律发展。不幸的是，这些日子看来要结束了，我们不可能再期望因为集成电路技术的进步而要求性能自然而然的提高，也不可能再期望由于这些技术进步而会自然地降低功耗。事实上，有人会认为，在过去的十年中，时钟技术的进步加速了这个发展曲线的下滑，同样，五年前降低功率损耗的曲线也开始落下。

结果就是我们需要找到新的方法来满足我们对于高性能的不断需求，找到新方法在低功效下实现这个高性能。一个我们可以采用的方法就是了解性能和功耗是怎样由我们控制下的变量来决定的，而了解集成电路制造商是怎样利用保护带来保证他们产品性能的，同样也很重要。通过了解这些因素，我们就可以发现那些隐藏的性能。

在我们进入这些细节之前，让我们先看看TI公司客户充分利用这些隐藏性能的一些方法示例。很多年以前，一个客户索要一封确认某个器件能在200°C下工作的信，我们的最初回应是我们的器件不能工作在200°C下，这个客户回复说这些器件可以，而且他们正在200°C下使用这些器件，只是他们的经理想要TI公司保证器件能工作在200°C下。我们很明确地告诉客户，我们不能担保超过我们器件产品性能说明书以外的性能，并且我们有测试数据来证明。您可能会很惊奇的发现，在这个应用中，我们的器件现在依然使用在200°C下。这个客户鉴定过这个器件，对它工作在他们应用中的200°C温度下很满意。

另一个客户买我们的裸芯片，我们把这些还是晶片形状的器件运给了客户，晶片上带有晶片图，告诉他们哪个芯片是好的，那个芯片是坏的。有一天这个客户问我们为什么要给他们那个晶片图，我们解释说，是为了告诉他们哪个器件是好的。我们却被他们的恢复震惊，他们说不理解，明明所有的器件都是好的，我们拿这个晶片图怎么办呢。对于他们的应用，晶片上的所有芯片的都是好的。

我们还曾经有一个客户，在设计他们的产品时，发现器件的工作需要比产品数据手册上的性能规格快20%。通过测试他们系统中的很多部分，他们确定可以让这个器件很轻松的超频20%。所以他们现在依然在使用这种比性能规格超出20%的器件来组装他们的产品。

这些只是那些系统设计者在产品数据手册规定的性能之外使用这些器件的三个例子。为了理解这些设计者如何能够超出这些规定的性能，我们首先讨论决定因素和保护带的概念，接着我们把这些概念应用到性能和功耗中，最后我们综合做出总结，告诉您怎么在您的系统设计中使用这里概念。

概念性总述

一个器件的性能和功耗有很多因素决定，我们将要关注的决定因素主要是工艺偏差、温度和电压。下面的图1给出了一个在性能和功耗随着不同工艺、温度和电压变化的总体图。接着我们将详细讨论这些决定因素。考虑到这些决定因素，集成电路制造商会测试每一个器件以保证它们完全的满足这些性能规格要求，这并不像听起来的那个容易。在测试过程中，制造商必须补偿很多因素，包括：

- 测试设备部分间的校准偏差，包括零售商，和零售商与客户之间的。
- 由于测试设备、测试人员等因素的不同而造成的测试条件的不一致性。
- 早期寿命设定中的产品偏差
- 各种各样的其它异常因素

	性能	功耗
工艺	线性	线性
温度	对数的倒数	指数
电压	指数	指数

图1.关键决定因素的概述

制造商通过在比产品数据手册规定的工作范围稍大一点的范围内测试器件，来补偿这些偏差，这个范围就是通常说的保护带。例如，如果一个器件规定正常工作在1.1伏到1.2伏之间，那么制造商就可能在1.05伏到1.25伏范围内测试器件。同样的，一个器件规定正常工作在10MHz到100MHz范围内，制造商就可能在9.5MHz到105MHz范围内测试。如果一个器件规定工作在0°C 到70°C之间，它就有可能是在-5°C 到75°C之间进行测试。

令人惊奇的是，这些测试通常并不影响生产好的产品。如果您奇怪这怎么可能，答案就是我们刚刚讨论过的决定因素的保护带，器件带有保护带的其它方面还有：

- 工艺参数
- 设计参数

所有这些意味着在高级别处，表格中仍然有一定数量的性能余量，也意味着特定应用中器件的功耗要比产品数据手册中规定的功耗要小很多。在记住这些以后，让我们来详细看看这些细节，了解完这些细节，我们将说明对于系统设计者这些意味着什么。

性能

集成电路可以是由很多不同的硅工艺来制造，如今使用的工艺包括180nm、130nm和90nm工艺。集成电路的性能由底层工艺的特征来决定。当制造商设计一个集成电路时，他们目标在于额定的工艺特征。但是，在制造器件时的工艺偏差有时候会需要的弱(冷)，有时候又会比标称的器件强(热)。热器件可以提供比冷器件或标称器件更高级别的性能，反之亦然。典型关系见下页中的图2所示。

产品数据手册中给出的性能是在考虑最坏工艺偏差下给出的，换句话说，数据手册中给出的最大工作频率是由最弱最冷的器件确定的。就像图2所示，这些弱器件仅仅代表了产品器件中的很小一部分。所以说，大部分器件的最大性能超过数据手册中规定的性能。类似的，数据手册中提供的工作温度范围是，也即-40°C到105°C。手册给出的性能是在温度限制范围内的最坏性能。图2显示了器件的工作频率怎样随着温度的降低而增加。如果器件工作在低于规定的最高温度，例如75°C，而不是105°C下，器件就会有更好的性能水平。

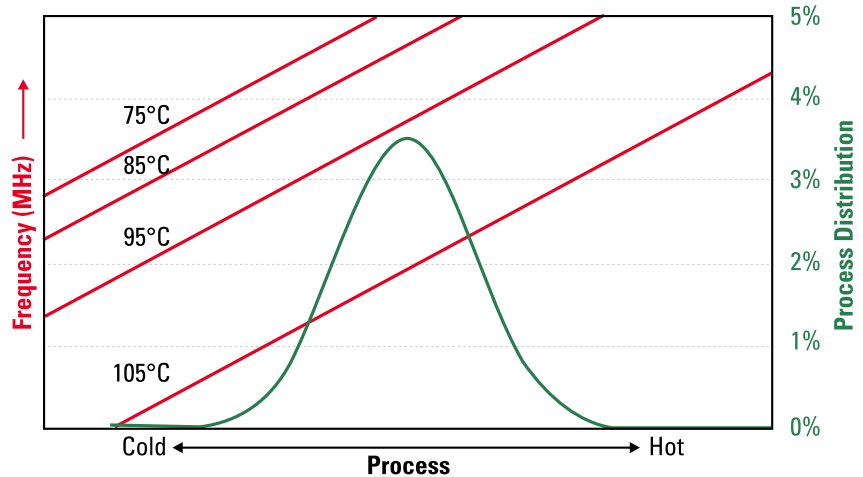


图2.工艺偏差和温度的决定因素

对于电压，有同样类似的关系，在电压增加时，器件能提供更好的性能。在图3中，最小电压 V_a 决定了数据手册中规定的性能，在更高的电压处(相应的 V_b , V_c , V_d)，性能也有改善的趋势。

所有这些趋势给出了提供给客户的最终规定性能的基础，为了提供一部分的裕量，每个参数都有保护带，用来保证在所有的电压、频率、温度和工艺条件下，进行一定数目小时的开机测试后，都能满足规定的性能。如果一个器件在规范加上保护带的限制内，不满足要求的性能，那么它就会被剔除掉。所以对于一些满足规格的器件来说，大部分的性能是超过产品用户手册中给出的性能极限的。

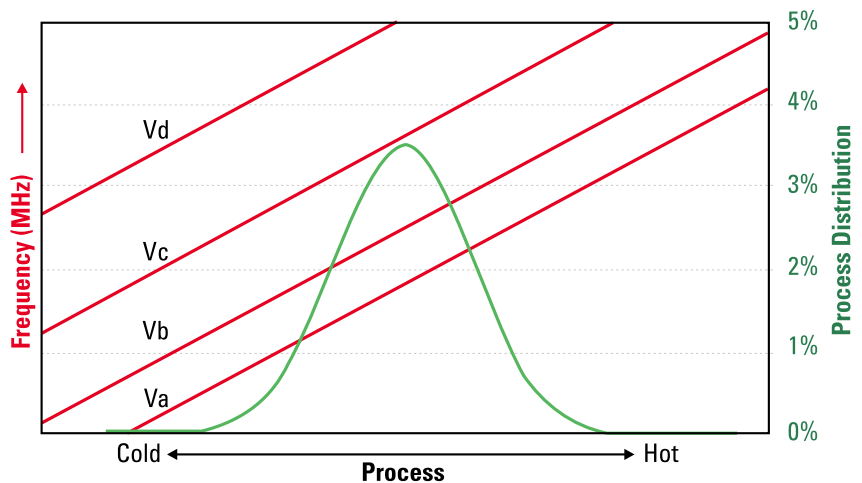


图3.电压决定因素.

功率损耗

功率消耗在很大程度上由温度、工艺、频率、动作和电压来决定。功率可以分为基准部分和有源部分。两部分都取决于频率和电压。基准功率主要受漏损量影响，漏损量在整个功率消耗中也是一个越来越大的因素。

在某些高温应用中，漏损量会很容易地就占到功率消耗的50%还多，图4给出了器件的功率损耗怎样随着温度和电压而指数增大，图中 V_a 比 V_b 小， V_b 比 V_c 小。同时还要注意漏损量还直接跟器件的工艺水平有关，一个热器件会产生更高的漏损量，而一个冷器件产生更低的漏损量。由漏损量造成的功率损耗可以通过限制工作温度来控制，对于特定的系统，温度小的降低就会对节约功率上有很显著的影响，而且电压小幅度的降低可能对器件的功率损耗也有影响，可以在额定温度或高温下测量，或者在额定电压或高压测量，等等类似的测量。手册中功率采用的最保守方法是基于工艺的热端，在最坏的温度和最坏的电压情况下得到的。这样就对于工艺偏差就有一个保护带，换句话说，漏损量不应该超过手册规定的量，因为它是在工艺的热端测量的。从图2中我们可以看出只有很少一部分器件会达到功率损耗漏损量的高端，也意味着出售的绝大部分器件都会消耗比数据手册中给出的要少的漏损功率量。

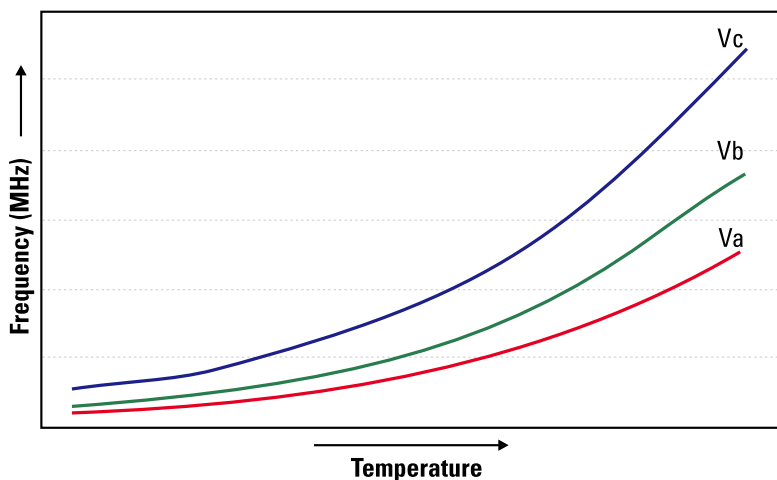


图4. 工艺特定点时功率与温度和电压($V_c > V_b > V_a$)的关系图

付诸实施

那么，对于那些设计系统的工程师来说，所有这些意味着什么呢，它意味着：

- 以性能为中心的应用可以通过降低温度，或增加电压，或两者同时使用的方法获得额外的性能。
- 对功率敏感的应用可以通过降低温度，或降低电压，或两者同时使用的方法来降低功率损耗。
- 对于需要低功耗和高性能的应用，方法正确的话，可以同时功耗和性能进行优化。
- 大部分的器件有比产品数据手册中建议的值更高的性能和更低的功率损耗。

在您决定抛开所有的数据手册规格获得额外性能或更长电池寿命之前，有如下几个注意事项：

- 零售商不可能也不会保证器件的性能，如果是用在数据手册规定的范围以外。
- 这种条件下工作的器件可能会对可靠性有影响。
- 您下次运送的器件就可能来自于工作在可接受的工艺目标限制范围内的产品。
- 您需要进行产品测试和寿命测试来确保您的系统能够满足客户的需要。

通过了解数据手册背后的这些细节，您可以创造您需要的产品，即使数据手册说那是不可可能的。

重要提示：这里TI公司及附属提到的产品和服务，都是在TI公司的标准条款和销售条件下出售的。在下订单前，建议用户充分了解TI公司提供的产品和服务的最新、最完整的信息。TI公司不承担如下的责任：应用辅助、用户的应用和设计辅助、软件性能，或者违反专利。TI公司其它任何产品或服务的相关信息的出版物不代表TI公司的批准、授权和保证。

所有商标都由其持有者所有。

样片及品质信息

免费样片索取

您是否正没日没夜的忙于工作而又急需一块免费的 TI 产品样片？那就请立刻登录 TI 样片中心，马上申请吧！

数千种器件，极短的递送时间，高效的反馈速度：

- 8000多种器件及各种封装类型任君选择
- 一周 7*24 小时网上随时申请
- 两个工作日内得到反馈
- 已经有成千上万的客户通过申请样片，优质高效地完成了产品设计。

立即注册 **my.TI** 会员，申请免费样片，只需短短几天，样片将直接寄到您所指定的地址。

<http://www.ti.com.cn/freesample>

电话支持——如果您需要帮助如何选择样片器件，敬请致电中国产品信息中心 **800-820-8682** 或访问

www.ti.com.cn/support

品质保证

持续不断的专注于品质及可靠性是 TI 对客户承诺的一部分。1995 年，TI 的半导体群品质系统计划开始实施。该全面的品质系统的使用可满足并超越全球客户及业界的需求。

TI 深信促进业界标准的重要性，并一直致力于美国 (U.S) 及国际性自发标准的调整。作为活跃于诸多全球性的业界协会的一员，以及 TI 对环境保护负有强烈的使命感，TI 引领其无铅 (lead[Pb]-free) 计划，并逐渐成为了该方向的领导者。该计划始于上世纪 80 年代，旨在寻求产品的可替代原料，时至今日，绝大多数的 TI 产品均可提供无铅及绿色 (Green) 的封装。

如果您对“无铅”抱有任何疑问，敬请访问：

www.ti.com.cn/quality



Safe Harbor Statement:

This publication may contain forward-looking statements that involve a number of risks and uncertainties. These "forward-looking statements" are intended to qualify for the safe harbor from liability established by the Private Securities Litigation Reform Act of 1995. These forward-looking statements generally can be identified by phrases such as TI or its management "believes," "expects," "anticipates," "foresees," "forecasts," "estimates" or other words or phrases of similar import. Similarly, such statements herein that describe the company's products, business strategy, outlook, objectives, plans, intentions or goals also are forward-looking statements. All such forward-looking statements are subject to certain risks and uncertainties that could cause actual results to differ materially from those in forward-looking statements. Please refer to TI's most recent Form 10-K for more information on the risks and uncertainties that could materially affect future results of operations. We disclaim any intention or obligation to update any forward-looking statements as a result of developments occurring after the date of this publication.

Trademarks:

The platform bar is a trademark of Texas Instruments. All other trademarks are the property of their respective owners.

Real World Signal Processing, the balck/red banner, C2000, C24x, C28x, Code Composer Studio, Excilibur, Just Plug It In graphic, MicroStar BGA, MicroStar Junior, OHCI-Lynx, Power+ Logic, PowerPAD, SWIFT, TMS320, TMS320C2000, TMS320C24x, TMS320C28x, TMS320C6000, TPS40K, XDS510 and XDS560 are trademarks of Texas Instruments. All other trademarks are the property of their respective owners.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of TI information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation. Information of third parties may be subject to additional restrictions.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

TI products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support) where a failure of the TI product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death, unless officers of the parties have executed an agreement specifically governing such use. Buyers represent that they have all necessary expertise in the safety and regulatory ramifications of their applications, and acknowledge and agree that they are solely responsible for all legal, regulatory and safety-related requirements concerning their products and any use of TI products in such safety-critical applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by TI. Further, Buyers must fully indemnify TI and its representatives against any damages arising out of the use of TI products in such safety-critical applications.

TI products are neither designed nor intended for use in military/aerospace applications or environments unless the TI products are specifically designated by TI as military-grade or "enhanced plastic." Only products designated by TI as military-grade meet military specifications. Buyers acknowledge and agree that any such use of TI products which TI has not designated as military-grade is solely at the Buyer's risk, and that they are solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

TI products are neither designed nor intended for use in automotive applications or environments unless the specific TI products are designated by TI as compliant with ISO/TS 16949 requirements. Buyers acknowledge and agree that, if they use any non-designated products in automotive applications, TI will not be responsible for any failure to meet such requirements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

相关产品链接:

- DSP - 数字信号处理器 <http://www.ti.com.cn/dsp>
- 电源管理 <http://www.ti.com.cn/power>
- 放大器和线性器件 <http://www.ti.com.cn/amplifiers>
- 接口 <http://www.ti.com.cn/interface>
- 模拟开关和多路复用器 <http://www.ti.com.cn/analogswitches>
- 逻辑 <http://www.ti.com.cn/logic>
- RF/IF 和 ZigBee® 解决方案 www.ti.com.cn/radiofre
- RFID 系统 <http://www.ti.com.cn/rfidsys>
- 数据转换器 <http://www.ti.com.cn/dataconverters>
- 时钟和计时器 <http://www.ti.com.cn/clockandtimers>
- 标准线性器件 <http://www.ti.com.cn/standardlinearde>
- 温度传感器和监控器 <http://www.ti.com.cn/temperaturesensors>
- 微控制器 (MCU) <http://www.ti.com.cn/microcontrollers>

相关应用链接:

- 安防应用 <http://www.ti.com.cn/security>
- 工业应用 <http://www.ti.com.cn/industrial>
- 计算机及周边 <http://www.ti.com.cn/computer>
- 宽带网络 <http://www.ti.com.cn/broadband>
- 汽车电子 <http://www.ti.com.cn/automotive>
- 视频和影像 <http://www.ti.com.cn/video>
- 数字音频 <http://www.ti.com.cn/audio>
- 通信与电信 <http://www.ti.com.cn/telecom>
- 无线通信 <http://www.ti.com.cn/wireless>
- 消费电子 <http://www.ti.com.cn/consumer>
- 医疗电子 <http://www.ti.com.cn/medical>