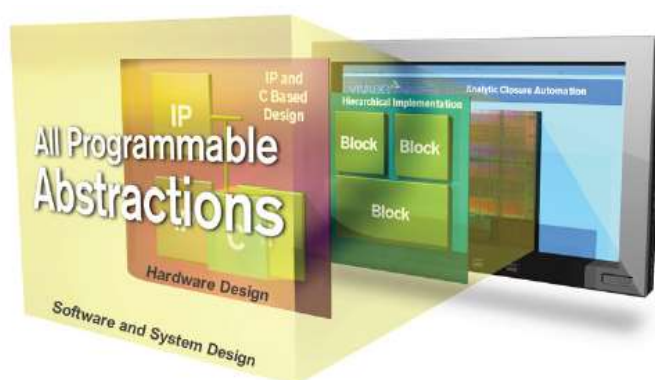


## Vivado 设计套件提升设计生产力的九大理由

您的开发小组是否需要在极短的时间内打造出既复杂又富有竞争力的新一代系统？赛灵思 All Programmable 器件可助您一臂之力，它相对传统可编程逻辑和 I/O，新增了软件可编程 ARM® 处理系统、可编程模拟混合信号 (AMS) 子系统和不断丰富的高复杂度的 IP 核，让开发小组突破了原有种种设计限制。有多种 All Programmable 器件可供用户选择，构成这些器件的各种硅片组合使用赛灵思独特的高性能 3D 堆叠硅片互联技术彼此互联。这些领先一代的 All Programmable 器件为用户提供的功能远超常规可编程逻辑所能及，为用户开启了完全可编程系统集成时代。

### All Programmable 抽象化与自动化



### 有何意义？

其意义在于采用赛灵思 All Programmable 器件，用户的开发小组可以用更少的部件实现更多系统功能，提升系统性能，降低系统功耗，减少材料清单 (BOM) 成本，同时满足严格的产品上市时间要求。但如果不借助强大的硬件、软件、系统设计工具和设计流程，则无法将这些优势交到您的设计团队的手中，您也不可能实现这些优势。赛灵思把所需的硬件、软件和系统设计流程统称为“需的硬件、软件和系统设计流程统称抽象化”。

在这种使用 All Programmable 抽象化进行先进的领先一代的硬件、软件和系统开发过程中，起着骨干作用的是赛灵思 Vivado® 设计套件。Vivado 设计套件是一种以 IP 和系统为中心的、领先一代的全新 SoC 增强型综合开发环境，可解决用户在系统级集成和实现过程中常见的生产力瓶颈问题。

就在同类竞争解决方案试图通过扩展过时且松散连接的分立工具的做法来跟上片上集成的高速发展，Vivado 设计套件凭借业界最先进的 SoC 增强相设计方法和算法提供独特、高度集成的开发环境，带来设计生产力的极大提升。Vivado 设计套件将硬件、软件和系统工程师的生产力提升到了全新的水平。

下面是Vivado设计套件为何能够提供领先一代设计生产力、简便易用性和系统级集成的九大理由：

加快系统实现

理由一：突破器件密度极限：在单个器件中更快速集成更多功能。

如果设计工具能够让All Programmable器件集成更多功能，用户就能够为系统设计选择尽可能小的器件，从而直接带来系统成本和功耗的下降。Vivado设计套件提供一种集成环境，能够让架构、软件和硬件开发人员在通用设计环境中协作工作，从而最大程度地提升设计效率，充分发挥All Programmable器件的可编程逻辑架构及其专用片上功能模块的潜力。

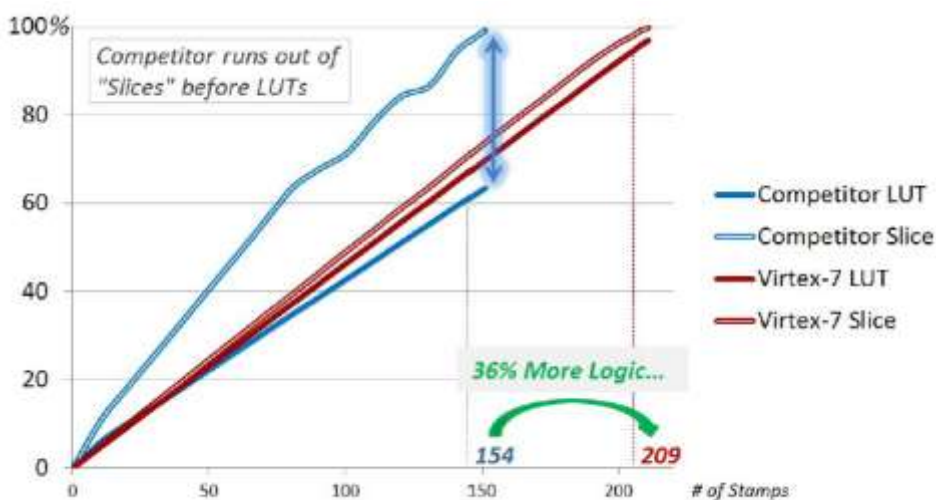
以OpenCores.org的以太网MAC ( 媒体访问控制器 ) 模块设计为例。作为实验，赛灵思反复原样复制OpenCores以太网MAC，直至它们填充带有693,120个逻辑单元的Virtex®-7 690T FPGA。赛灵思又以类似的方法填充带有622,000个逻辑单元的同类竞争器件。下图显示的是实验结果。

按逻辑单元数量来衡量( 一个“标准”的逻辑单元由一个4输入LUT( 查找表 ) 和一个触发器组成 )，赛灵思Virtex-7 690T器件的原始容量比同类竞争器件 ( 带有622,000个逻辑单元 ) 高出11%。但如图1所示，如果用Vivado设计套件将该所有这些以太网MAC模块实例填充到赛灵思Virtex-7 690T器件中，赛灵思Virtex-7 690T器件要比同类竞争器件容纳的实例数多出36%。这个实验表明，Vivado设计套件

与赛灵思7系列FPGA架构结合使用所产生的效率要远高于同类竞争工具/器件组合所产生的效率。

( 注：图1根据LUT和Slice计数结果，对赛灵思7系列All Programmable器件和同类竞争可编程逻辑器件进行比较。赛灵思7系列All Programmable器件slice含四个6输入LUT、八个触发器以及相关的多路复用器和算术进位逻辑，相当于1.6个逻辑单元。 )

图1：复制次数与架构资源利用率的对比



Vivado设计套件如何最大化器件利用率

Vivado设计套件之所以能够实现高器件利用率，是因为它采用高级拟合算法，而且赛灵思7系列可编程逻辑架构在每个Slice内采用真正独立的LUT。值得注意的是图1详尽地体现了赛灵思7系列的LUT和Slice拟合结果，两者均实现了近100%的利用率。而同类竞争的可编程逻辑器件在器件利用率仅达到63%就用尽了可用的Slice。产生这种低利用率的根源归咎于该竞争器件的可编程逻辑架构，这种架构在许多情况下不允许把两个LUT捆绑成一个物理集群。在完整的设计中，这显然会产生大量未充分利用的集群。这是由于为了满足架构的引脚共享要求，只有一个LUT得到使用，而另一个LUT则不能再用于设计中其余的逻辑。这项实验清楚地表明，用户可以使用较小的7系列All Programmable来实现较大的系统设计。

在这个IP模块拟合实验中，Vivado设计套件与同类可编程器件形成了鲜明的对比：Vivado设计套件实现了99%的LUT利用率，而且即便在如此高利用率水平下，它还能在完成设计布局布线的同时，满足时序约束。Vivado布局布线算法旨在处理高密度、高难度设计，便于用户将更多逻辑置于该器件中，从而降低用户的系统材料清单(BOM)成本和系统功耗。

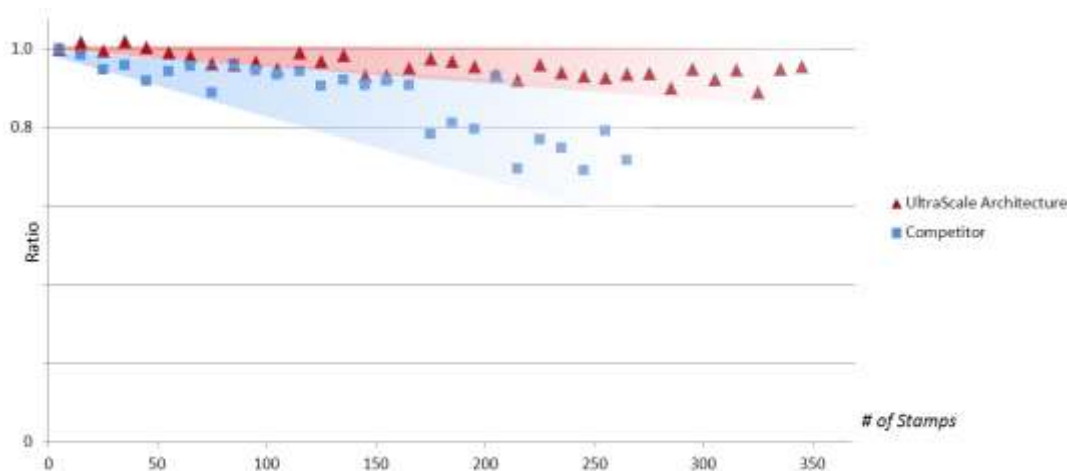
## 理由二：Vivado以可预测的结果提供稳健可靠的性能和低功耗

出于纳米级IC设计的物理原因，互联已经成为28nm及更高工艺节点的可编程逻辑器件架构的性能瓶颈。Vivado设计套件采用先进的布局布线算法，可突破该性能瓶颈，而且点击鼠标即可得到高性能结果。

Vivado设计套件的分析型布局布线算法能够同步优化包括时序、互联使用和走线长度在内的多重变量，提供可预测的设计收敛。同时，Vivado的实现引擎可保证在逻辑利用率高的大型器件上得到的结果和在器件利用率较低的设计上得到的结果一样优异。此外，在系统设计规模随着系统功能的增加而逐步增大的情况下，Vivado既能保持高性能结果，还能提高各次运行结果间的一致性。

如图2所示，与同类竞争工具相比，Vivado设计套件随着利用率的提升可提供更出色的性能，同时还能处理更大规模的设计。

图2：以复制次数为标准的性能对比



注：如图2所示，同类竞争工具的结果的平均变动要比使用Vivado设计套件得到的结果大四倍。另外，值得注意的是同类竞争解决方案在填满器件时，可用性能下降了三分之一。与此形成鲜明对比的是，Vivado设计套件在受测的不同设计上得到的结果一致，性能保持稳定。最后还需要注意的是同类竞争解决方案不能处理Vivado设计套件能够成功处理的大型系统。

系统。同类竞争解决方案很快就不堪重负。

## Vivado降低系统功耗

Vivado设计套件提供了业界一流的系统功耗分析与优化工具。从架构或器件选择阶段开始，设计人员就可以运用准确且易用性无与伦比的Xilinx Power Estimator(XPE)电子数据表来确定系统功耗。设计人员不仅能够通过XPE的快速估计(Quick Estimate)和IP向导轻松入门，而且还能够简单并排比较多种实现方案，帮助设计团队微调设置，以便地为各种场景精确建模。

当设计进入编译阶段，Vivado设计套件继续提供准确的功耗分析和估算。Vivado设计套件开箱即用，能够在不给系统设计的时序造成负面影响的情况下自动降低设计的功耗。如果用户还需要进一步降低功耗，可以使用Vivado设计套件独有功能，充分利用赛灵思7系列精细粒度时钟门控技术，进一

步降低整个系统设计或部分设计的功耗。

这种Vivado设计套件实现的智能时钟门控优化技术能够平均降低动态功耗18%，如图3所示。

图3：运用智能时钟门控优化实现的动态功耗比率（按动态功耗降幅分类）



Vivado设计套件提供一系列无与伦比功能与特性，可帮助用户轻松完成对设计的分析工作。用户可以甄别出功耗最大的模块，从而明确从哪些模块切入，高效而明显降低系统功耗。所有这些功能都内置在通用Vivado集成设计环境（IDE）中，所以设计团队仅借助一款统一的工具套件，就可一次性最小化系统功耗。

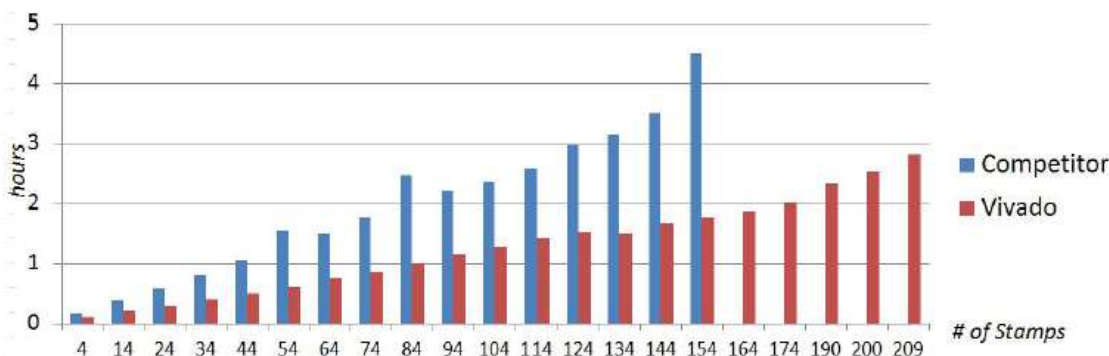
系统功耗是设计大多数产品时应考虑的一个重要因素，Vivado设计套件提供的领先一代设计工具是对赛灵思All Programmable器件的有力补充和完善。

理由三：Vivado设计套件提供无与伦比的运行时间和存储器利用率

从设计人员生产力考虑，设计工具应能够快速运行，最好是快到每天能够完成多次编译，这样设计团队就能够迅速得到最终设计。从一开始Vivado设计套件就是为高速运行设计的，比同类竞争的可编程逻辑设计工具的速度明显要快得多。

再度以前面讨论过的OpenCores以太网MAC模块设计为例。图4说明，随着实例数量的增加，Vivado设计套件的运行时间比竞争对手的软件快三倍。此外，数据还表明，Vivado的运行时间的增减可以预测，即运行时间只单调地随设计规模增减。与此形成鲜明对比的是，同类竞争软件运行时间无规律性。例如94个实例的设计完成的速度比使用84个实例的设计快。

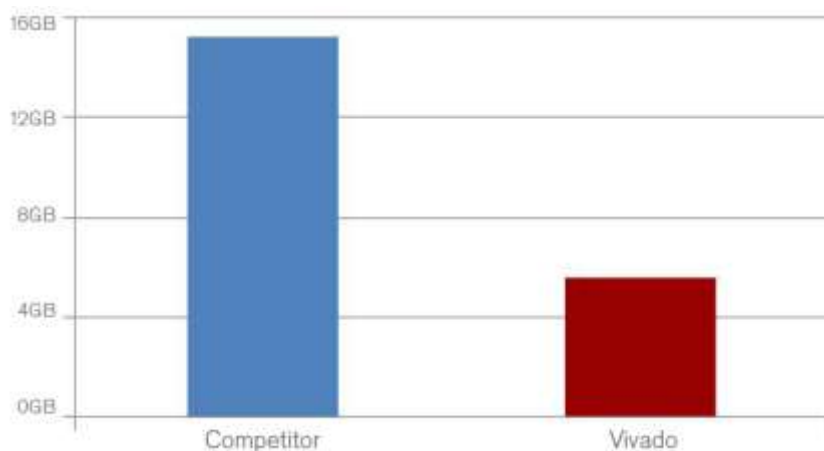
图4：运行时间比较



## Vivado内存占用更小

Vivado设计套件采用先进高效的数据模型和结构,内存占用极小且明显低于同类竞争解决方案的内存占用。此处仍以OpenCores以太网MAC模块为例。要成功运行规模最大的设计(154个实例),竞争软件需要占用16GB的RAM,相比之下运行同样规模大小的设计,Vivado设计套件占用的内存要小三分之二(见图5)。内存占用减少意味着Vivado设计套件拥有明显的生产力优势,因为设计人员在编译较大型系统设计时不会耗尽内存。

图5：内存占用



## 加快系统集成

### 理由四：使用Vivado高层次综合生成基于C语言的IP

如今的无线、医疗、军用和消费类应用均比以往更加尖端,使用的算法也比以往更加复杂。业界算法开发的金标准就是采用C、C++和SystemC高级编程语言。过去设计流程中需要经过一个缓慢且容易出错的步骤来将用C、C++或SystemC语言编写的算法转换为适合于综合的Verilog或VHDL硬件描述。而现在Vivado设计套件系统版本中提供的Vivado高层次综合功能可轻松地自动完成这一步骤。

您以往可能听说过C语言级硬件综合。不管您听说过什么,C语言级算法综合已成为系统级设计的捷径。当前有超过400名用户正在成功利用Vivado高层次综合(HLS)技术开发符合C、C++和SystemC语言规范的赛灵思All Programmable器件用IP硬核。

Vivado HLS通过下列功能,让系统和设计架构师走上IP硬核开发的捷径:

- 算法描述、数据类型规格(整数、定点或浮点)和接口(FIFO、AXI4、AXI4-Lite、AXI4-Stream)抽象化;
- 采用可提供最佳QoR(结果质量)的基于指令的架构感知型编译器;
- 使用C/C++测试平台仿真、自动化VHDL/Verilog仿真和测试台生成功能加快模块级验证;
- 发挥整套Vivado设计套件的功能,将生成的IP硬核轻松嵌入基于RTL的设计流程中;发挥Vivado System Generator for DSP的功能,将生成的IP硬核轻松嵌入基于模型的设计;发挥Vivado IP集成器(Vivado IP Integrator)的功能,将生成的IP硬核轻松集成到基于模块的设计。

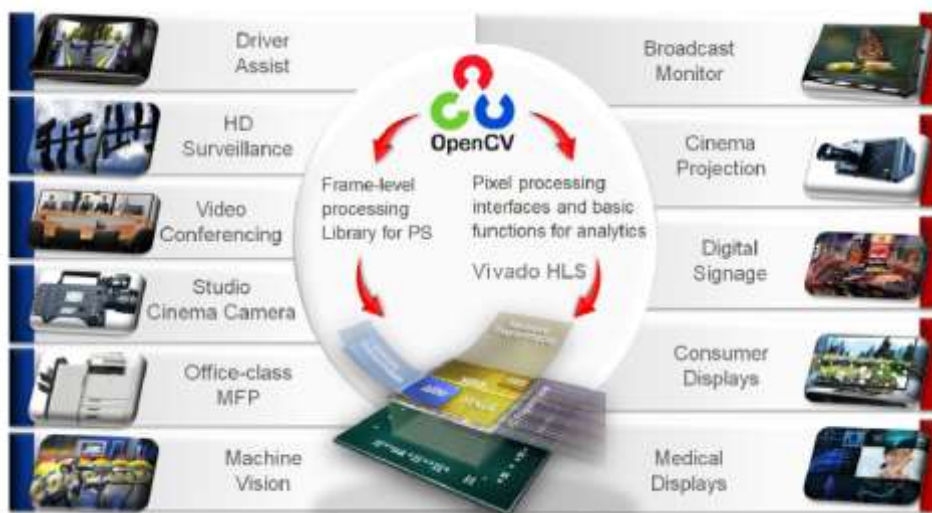
这样硬件设计人员就有更多时间投入到设计领域的探索中,即有更多时间评估备选架构,找出真正理想的设计解决方案,轻松应对各种严峻的系统设计挑战。例如设计人员将行业标准的浮点math.h运算与Vivado HLS结合使用,就能够在实现较手动编码的RTL更优异的QoR的同时,让线性代数算法的执行速度呈数量级提高(10倍),如表1所示。

表1：Vivado HLS实现的QoR

雷达设计 ( 1024x64浮点QRD )	RTL方法 (VHDL)	Vivado HLS
设计时间 ( 周 )	12	1
时延 ( 毫秒 )	37	21
资源		1
● BRAMS	273	38
● FF	29,686	14,263
● LUT	28,512	24,257

通过集成到OpenCV®环境中的预先编写、预先验证的视觉与视频功能，Vivado HLS还能加速基于赛灵思Zynq®-7000 All Programmable SoC器件的系统的实时Smarter Vision算法的开发工作。此类系统使用运行在Zynq SoC的双核ARM®处理系统上的软件和位于Zynq SoC高性能FPGA架构上的硬件来运行这些算法（如图6所示）。

图6：Vivado HLS加快基于OpenCV的开发工作



使用Vivado HLS Smarter Vision库的各项功能，用户借助硬件加速就能迅速实现复杂像素处理接口和基本视频分析功能的实时运行。

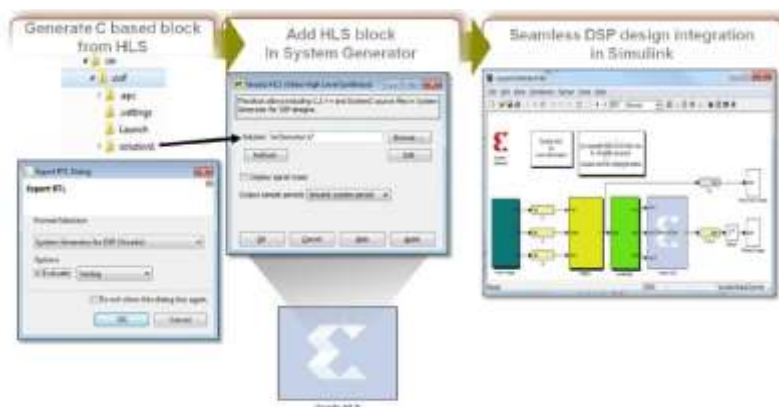
（如欲立即开始使用 Vivado HLS，敬请下载《使用 Vivado高层次综合的FPGA设计介绍》。这是一本以赛灵思对其主要客户举办的培训为依据的综合性用户指南。该指南可快速向软件工程师教授如何将软件算法从处理器上移植到

赛灵思All ProgrammableFPGA和SoC的可编程逻辑上，加快他们的代码运行速度。）

**理由五：利用System Generator for DSP实现基于模块的DSP设计集成**

如上文所述，Vivado设计套件系统版本提供System Generator for DSP，这是一款行业领先的将DSP算法转换为高性能生产质量级硬件的高级设计工具，转换所需时间仅为传统RTL设计方法的几分之一。Vivado System Generator for DSP可让开发人员运用业界最高级的All Programmable系统建模工具（MathWorks®提供的Simulink™和MATLAB™），无缝集成那些可用Vivado HLS综合到硬件中的算术函数、

图7：使用Vivado HLS和Vivado System Generator for DSP将基于C语言的模块集成到Simulink中



SmartCORE™与LogiCORE™ IP、定制RTL以及基于C语言的模块,从而加速高度并行系统的开发。图7所示的是使用Vivado HLS和Vivado System Generator for DSP将基于C语言的模块集成到Simulink中的设计流程。

Vivado System Generator for DSP提供自动定点/浮点硬件生成功能、可将Simulink仿真速度提高1000倍的硬件协同仿真功能、用于基于RTL的Vivado设计流程的系统集成功能,以及用Vivado IP集成器实现的基于模块的设计功能,可进一步加快系统实现。

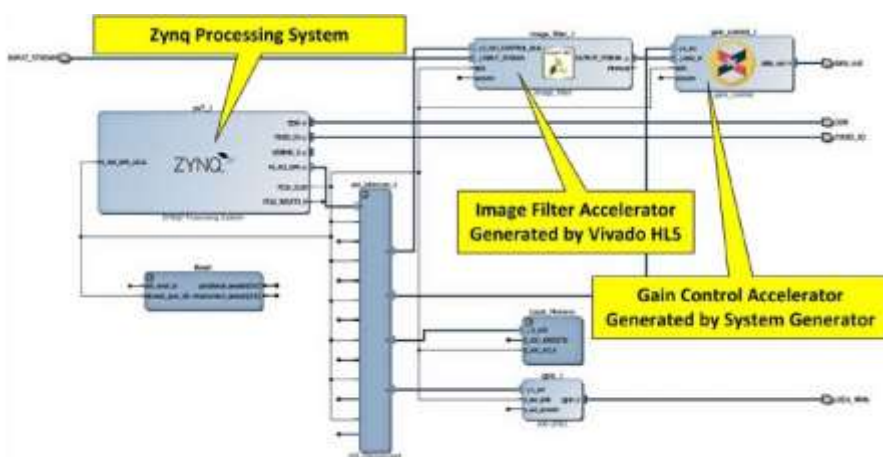
### 理由六：利用Vivado IP集成器实现基于模块的IP集成

Vivado设计套件提供行业首款即插即用IP集成设计环境Vivado IP集成器,打破了RTL设计生产力的局限性。

Vivado IP集成器提供图形化、脚本编写(Tcl)、生成即保证正确(correct-by-construction)的设计开发流程。此外,它还提供具有器件和平台意识的环境,以及强大的集成调试功能,能支持主要IP接口的智能自动连接、一键式IP子系统生成、实时设计规则检查(DRC)和接口修改传递等。

设计人员在使用Vivado IP集成器建立IP模块之间的连接时,工作在抽象的“接口”层面而非“信号”层面。抽象上升到接口层面显著提高设计人员的生产力。虽然主要使用的是业界标准的AXI4接口,IP集成器也支持数十种其他常用接口。

图8：用Vivado HLS和System Generator加速器完成的Zynq设计



工作在接口层面的设计团队可以快速组装采用Vivado HLS与Vivado System Generator for DSP创建的IP、赛灵思SmartCORE与LogiCORE IP、联盟成员IP和专有IP的复杂系统。结合使用Vivado IP集成器和Vivado HLS可显著降低开发成本,仅为使用RTL方法的1/15。

图8显示的是系统级设计在Vivado IP集成器中的视图,这个系统采用了一个赛灵思Zynq-7000处理系统、Vivado HLS生成的图像滤波器加速器和一个用Vivado System Generator for DSP生成的增益控制加速器。

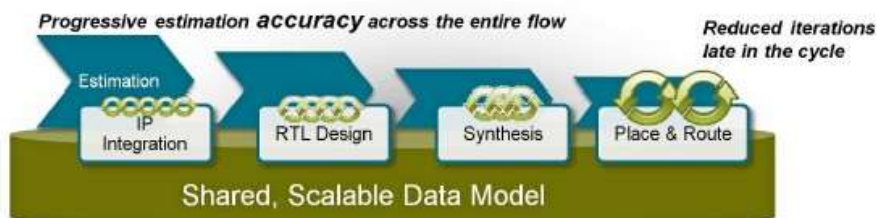
### 加速系统验证

#### 理由七：用于设计和仿真的Vivado集成设计环境

Vivado设计套件还提供完整的全集成成套工具,用于在先进的集成设计环境(IDE)中完成设计输入、时序分析、硬件调试和仿真工作。Vivado设计套件的集成设计环境的这种设计分析功能采用共享的可扩展数据模型,以容纳超大型All Programmable器件。Vivado设计套件在整个设计流程中使用这

一单一的数据模型，让设计团队能够尽早在整个设计流程中随时掌握时序、功耗、资源利用率、路由拥塞等关键设计指标。估算也会随着设计流程的推进越来越准确，从而在减少设计迭代次数的同时推动更快完成设计收敛。

**图9：VIVADO设计套件在整个设计流程中至始至终使用一个共享的可扩展数据模型**



Vivado设计套件是唯一在自身的集成设计环境中提供混合语言仿真器的设计解决方案。就同类竞争仿真器而言，用户必须或选择VHDL仿真，或选择Verilog仿真。对集成众多厂商提供的IP的最新系统设计来说，混合语言仿真器至关重要。

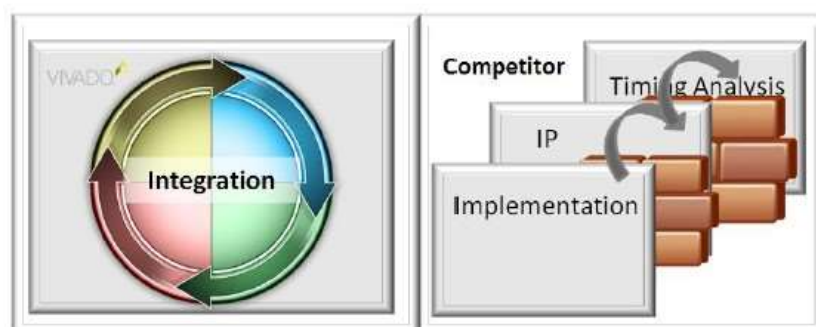
Vivado设计套件的仿真和调试使用相同的波形观测仪，这样可以避免从仿真环境切换到硬件调试环境后还需要重新学习。竞争解决方案往往迫使用户学习和使用不同波形的工具来完成相同工作。在仿真功能和调试功能全集成的情况下，设计团队能够更快地完成工作，且避免出错，使用Vivado设计套件就是这种情况。

类似地，同类竞争开发工具的交叉探测功能呈碎片化且极度有限。此外这些交叉探测功能一般局限于某种单一的工具。与此对比鲜明的是，Vivado设计套件提供的全面、集成式front-to-back交叉探测功能，适用于所有不同设计视图，诸如实现设计、综合设计、时序报告，甚至还可追溯到设计团队的原始RTL代码。

由于Vivado设计套件使用单一数据模型架构，所以可在各种设计资源、原理图视图、层级浏览器、设计报告、消息、布局规划和Vivado器件编辑器(Vivado Device Editor)之间进行大范围交叉探测。借助这种独特的功能，可以即时反馈整个系统开发过程中发现的任何设计问题，从而加快调试，快速完成时序收敛。

此外，竞争性设计解决方案使用多个磁盘文件用于工具间通信。使用多个磁盘文件带来的复杂性和低效率不仅会降低工具性能，而且还会造成多重接口，从而显著增大工具间沟通不畅的几率。然而，Vivado设计套件则不存在这种问题。它采用单一的共享数据模型处理设计的各方面工作，如图10所示。

**图10：Vivado设计套件的单一共享数据模型平滑地集成各类设计工作**





## 理由八：综合而全面的硬件调试

Vivado设计套件的探测方法直观、灵活、可重复。设计人员可选择最适合自己设计流程的探测策略：

- RTL设计文件、综合设计和XDC约束文件
- 网表插入
- 用于自动运行探测的互动式TCL或脚本

### 先进的触发器和采集功能

Vivado设计套件为检测复杂事件提供先进的触发器和采集功能。在调试进程中所有的触发器参数均可使用，用户可以实时检查或动态修改参数，且无需重新编译设计。

### Zynq SoC支持处理器系统(PS)与可编程逻辑(PL)之间交叉触发

Vivado设计套件还支持Zynq-7000 All Programmable SoC器件内处理器系统(PS)与可编程逻辑(PL)之间的交叉触发。有了这项功能，结合使用赛灵思软件开发套件(SDK)、Vivado IP集成器和Vivado逻辑分析器(Vivado Logic Analyzer)，可以协同调试同时使用Zynq处理器系统和可编程逻辑的嵌入式设计。再搭配强大的软件调试器GNU Debugger(GDB)实用工具，设计人员使用Vivado IP集成器和Vivado逻辑分析器可以同步调试软/硬件算法。Zynq-7000 All Programmable SoC平台和赛灵思ILA（集成逻辑分析器）IP核间提供有特定的接口信号，可支持无缝协同调试操作。

### 实现硬件实时读/写操作 — JTAG to AXI Master

Vivado设计套件可在硬件调试过程中实时地完成Zynq处理器系统和可编程逻辑间的读/写事务处理。最新调试IP核（JTAG to AXI Master）与简便易用的IP Integrator流相结合，能够在设计中访问任何基于AXI的IP模块中的数据。

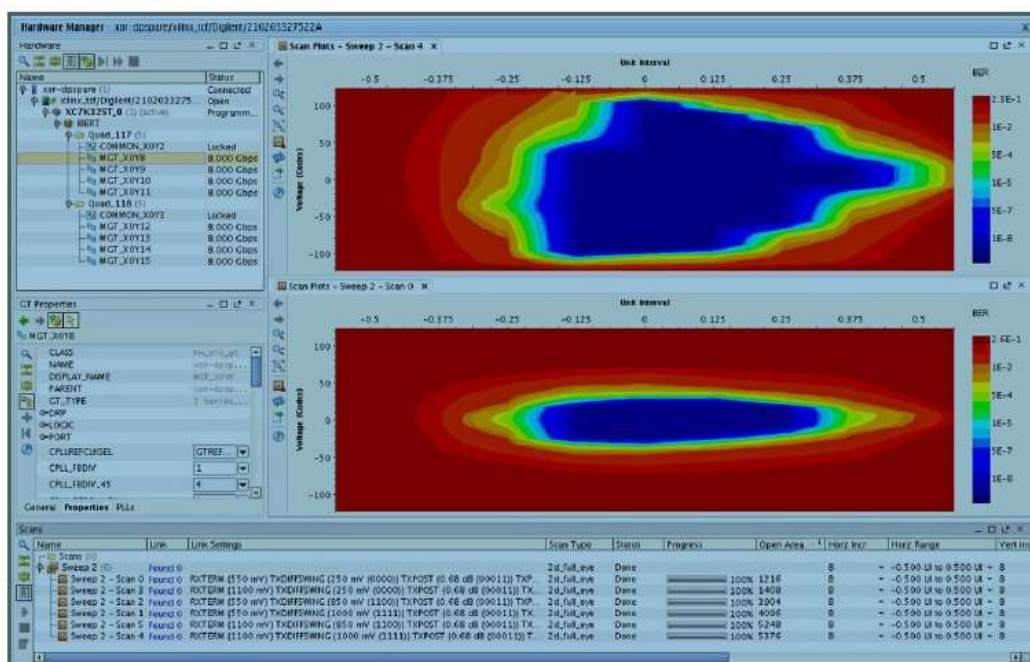
优势包括：

- 在设计过程中，能够在外设上完成简单的读/写操作
- 无需重新编译就能将测试模式写入存储器
- 通过AXI接口能够测试和校正IP核
- 能够检查任何AIX外设设备内的数据

### 集成串行I/O分析器

Vivado串行I/O分析器为基于FPGA的系统设计中日渐常用的高速串行I/O通道提供了一种快速、便捷的互动式设置调试方法。Vivado串行I/O分析器能够在串行I/O通道运行期间对多种高速串行I/O通道进行误码率(BER)测试，并实时调整高速串行收发器的参数。这款基于链路的Vivado串行I/O分析器，能够将系统中任何收发器的发射器(TX)连接到任何收发器的接收器(TX)。此外发射器和接收器无需采用相同的SerDes架构。Vivado串行I/O分析器还能够自动检测各条链路，让开发人员创建定制链路，执行2D眼图扫描并实时扫描收发器参数（如图11所示）。

图11：Vivado串行I/O分析器



**理由九：采用C、C++和SystemC语言将验证速度提高100倍以上**

如前文所讨论的，Vivado设计套件系统版本内置Vivado HLS，可帮助用户的设计团队用C、C++和SystemC语言迅速完成算法设计的创建与迭代工作，同时还在验证工作中发挥这些高级编程语言的高仿真速度优势。使用Vivado HLS定点和业界标准浮点math.h库，开发人员运用C函数规范即可快速为设计建模并完成设计迭代，然后仅根据时钟周期和吞吐量等考虑因素建立目标感知的RTL架构。将C、C++和SystemC语言用作初始设计和建模语言可极大地加快仿真速度(比RTL仿真速度快数千倍)。在一个视频设计实例中，10个经处理的视频帧的仿真速度采用C语言比采用HDL快12,000倍，如表2所示。

表2：Vivado设计套件的视频设计仿真速度快1.2万倍

输入	RTL仿真时间	C语言仿真时间	速度提升
10帧视频数据	约2天	10秒	约12,000倍

## 总结

赛灵思Vivado设计套件是一种以IP和系统为中心的、领先一代的全新SoC增强型开发环境，用于解决系统级集成和实现工作中的生产力瓶颈问题。这套设计工具专为系统设计团队开发，旨在帮助他们在更少的器件中集成更多系统功能，同时提升系统性能，降低系统功耗，减少材料清单(BOM)成本。

Vivado设计套件由于如下九大理由，是帮助您实现上述这些目标的理想系统设计工具：

- Vivado设计套件可让用户进一步提升器件密度。
- Vivado设计套件可提供稳健可靠的性能，降低功耗以及可预测的结果。
- Vivado设计套件可提供无与伦比的运行时间和存储器利用率。
- Vivado HLS能够让用户用C、C++或SystemC语言编写的描述快速生成IP核。
- Vivado设计套件借助MathWorks公司提供的Simulink和MATLAB工具可支持基于模型的DSP设计集成。
- Vivado IP集成器突破RTL的设计生产力制约。
- Vivado集成设计环境为设计和仿真提供统一集成开发环境。
- Vivado设计套件提供综合而全面的硬件调试功能。
- Vivado HLS使用C、C++或CSystem语言可将验证速度提高100倍以上。

您的设计团队不妨立即试试Vivado设计套件，体验一下其带来的强大优势？

## Take the NEXT STEP

To learn more about how the Vivado Design Suite is accelerating design productivity and a free 30-day evaluation of the Design Suite and Vivado High Level Synthesis please visit [www.xilinx.com/vivado](http://www.xilinx.com/vivado)

### Corporate Headquarters

Xilinx, Inc.  
2100 Logic Drive  
San Jose, CA 95124  
USA  
Tel: 408-559-7778  
[www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)

### Europe

Xilinx Europe  
One Logic Drive  
Citywest Business Campus  
Saggart, County Dublin  
Ireland  
Tel: +353-1-464-0311  
[www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)

### Japan

Xilinx K.K.  
Art Village Osaki Central Tower  
4F  
1-2-2 Osaki, Shinagawa-ku  
Tokyo 141-0032 Japan  
Tel: +81-3-6744-7777  
[japan.xilinx.com](http://japan.xilinx.com)

### Asia Pacific Pte. Ltd.

Xilinx, Asia Pacific  
5 Changi Business Park  
Singapore 486040  
Tel: +65-6407-3000  
[www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)



© Copyright 2014 Xilinx, Inc. XILINX, the Xilinx logo, Virtex, Spartan, ISE and other designated brands included herein are trademarks of Xilinx in the United States and other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

Printed in the U.S.A | DT\_VivadoDesignSuite\_CS1451\_Vivado 9 Reasons backgrounder