



WP410 (v2.0) 2012 年 10 月 25 日

如何利用 Xilinx 全可编程器件解决 工业应用中的各种挑战

作者：赛灵思公司

对更高生产力、降低总拥有成本和提高工业系统安全性的无止境需求，是推动工厂车间自动化的发展动力。为满足这些需求，工业应用要求更高的计算性能、可重配置的能力、更高的数据宽度和更高的系统级集成度。工业应用现在正在逼近传统逻辑器件能提供的功能的极限。本白皮书将剖析设计人员所面对的趋势与挑战，以及基于赛灵思器件的解决方案如何满足其严苛的设计目标。

用于工业自动化的先进解决方案

从视频监控到制造自动化的广泛的工业应用领域，有几个共同的发展趋势驱动着工业应用对于工业优化型半导体器件的需求。

首先，是从点对点数据传输到基于网络通信的转变。在视频监控领域，这个发展趋势可以让集成商为最终用户构建更大、可扩展、可升级和性价比更高的系统。它还为能连接到网络的任何设备（例如智能电话和平板电脑）开启了视频流访问功能，用于远程监测和控制。工厂自动化和控制系统受益于联网通信与控制提供的可扩展性，比如能方便地添加和升级使用标准协议连接的设备。

第二大趋势，是朝向应用处理系统的微型化。工业监控摄像头正开始在摄像头内部整合精密的分析和视频处理功能，而不是把视频流发送到中央服务器（CPU）进行处理。许多工厂设备供应商已经意识到，通过整合精密的马达控制算法，他们就能使用低成本马达来完成大型高成本马达的工作，同时降低功耗，提高可靠性和安全性。但是这些控制系统占用的空间可能超出了马达的可用空间，因此对系统微型化的需求势在必行。

工业应用领域的第三大趋势是越来越重视低功耗电子产品。这主要是微型化需求的结果。因为当高性能电子产品缩小到紧凑的密封盒子内后，无法迅速散热。随着盒子内的热量积聚，系统的性能会下降，过多的热量最终会导致系统中的组件出现可靠性问题。在某些情况下，比如在使用以太网供电 (PoE) 的监控摄像头中，必须遵从严格的功耗预算。

这些重大趋势，带来了行业渴望用高性能、以太网就绪型低功耗半导体器件控制下一代工业机器设备的强烈需求。赛灵思基于先进的 28nm 和 45nm 工艺技术已经开发出一整套工业优化型逻辑器件，专门用于满足工业系统的独特需求。赛灵思 FPGA 提供从 Ethernet Powerlink 到 USB 的标准连接选项，同时使用户能够为定制算法提供硬件加速性能。赛灵思器件种类繁多，包含低成本、低功耗类型，也包括大容量、高性能类型，可以为各种复杂程度设计提供支持。表 1 汇总了赛灵思多种工业用 FPGA 器件以及他们对应的重点应用。

表 1：各种赛灵思产品的特性

器件系列	工艺节点	示例工业应用
Spartan®-6	45nm	工业互联网、马达控制、数据获取界面
Artix™-7	28nm	系统管理、I/O 模块
Kintex™-7	28nm	图像和视频处理、机器视觉、高带宽数据传输
Zynq™-7000	28nm	视频监控、机器视觉、马达控制、工业驱动平台

赛灵思了解目前市场存在的种种挑战，凭借下列五大优势为客户提供价值。

可编程的系统集成

Zynq-7000 All Programmable SoC (AP SoC) 中的嵌入式 ARM® Cortex™ A9 处理器远超摩尔定律，提供了全新的可编程系统集成度。模块化内核可重复用于不同的应用。对需要处理器控制不同的数据流的应用（例如马达控制、视频监控和以太网交换），系统设计人员能实现可编程系统集成。因此 FPGA 的可重编程特性便于客户迅速适应不断变化的产品规范，并通过自定义特性实现产品差异化。例如在工业互联网中，FPGA 同时支持新兴的实时以太网以及传统的现场总线协议。

增强系统性能

FPGA 凭借并行处理和实时应用性能满足关键时序和性能要求。例如在马达控制中，FPGA 支持实时计算，能在更短时间内关闭控制环路。它们还能更严格地控制扭矩、速度和加速度。

降低材料清单成本 (BOM)

低成本对客户而言是一个重要要求。FPGA 和 AP SoC 通过运用定制算法和功能实现差异化来满足这一需求。FPGA 和 AP SoC 通过提高效率来削减成本。例如在视频监控中，单个 Zynq-7000 AP SoC 就能取代 ASIC/FPGA、DSP 和处理器组件，从而降低材料清单成本 (BOM)。FPGA 支持的特性和功能在部署后长时间内都能更新。在协议和标准不断转换和变化的工业互联网和成像等领域，与固定逻辑的器件（如 ASIC 和 ASSP）相比，FPGA 的可编程性可节省移植成本。

降低总体功耗

因集成度高，采用低功耗工艺和进行功耗优化，FPGA 的耗电更省。工艺从 40nm 缩小到 28nm 能同时降低静态功耗和动态功耗。7 系列 FPGA 的创新涵盖重新架构的收发器、多模式 I/O 控制、智能时钟门控、功率分档和电压扩展、HPL 工艺，降低 FPGA 功耗预算，以及提高系统性能等。

通过实现磁场定向控制等算法，马达控制等工业应用可降低总体系统功耗。

提高设计生产力

赛灵思 IP 能方便地适应不断变化的接口要求、迅速的设计迭代和新的特性增添。用于高层次综合 (HLS) 的 Vivado™ Design Suite 可让产品上市速度加快 2.5 倍。用于机器视觉解决方案的图像信号处理器 (ISP) 能够实现在 FPGA 逻辑中，便于定制算法和加快产品上市进程。

Spartan-6 FPGA(45 nm) 目前服务于世界各地的工业生态系统。赛灵思在其所有 28nm 器件中提供基于可扩展架构的解决方案，包括 Kintex-7、Artix-7 和 Virtex-7 FPGA 和 Zynq-7000 AP SoC。这些解决方案能让设计人员方便地上下缩放，扩展实现方案与功能，同时维护和运用专门针对 Spartan-6 FPGA 的设计而开发的自动化和监测 IP。

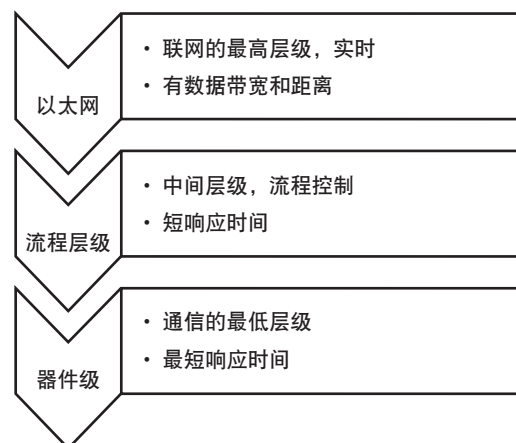
本白皮书介绍了赛灵思 7 系列 FPGA 和 Zynq-7000 AP SoC 如何为满足工业应用需求，提供功能极为强大的解决方案。同时还介绍了赛灵思在工业联网、马达控制、机器视觉、视频监控和安全等细分市场的增值。

赛灵思的优势

工业联网

工厂生态系统是一个集成度不断提升的工作场合，要求覆盖多种应用类型的接口，例如可编程逻辑控制器 (PLC)、I/O 模块、马达、传感器等。工业联网协议提供模块间无缝通信，让来自不同制造商的组件能够即插即用，只要它们使用相同协议。

工厂中的通信可分类为三个层级：以太网级、流程级和器件级。见图 1。

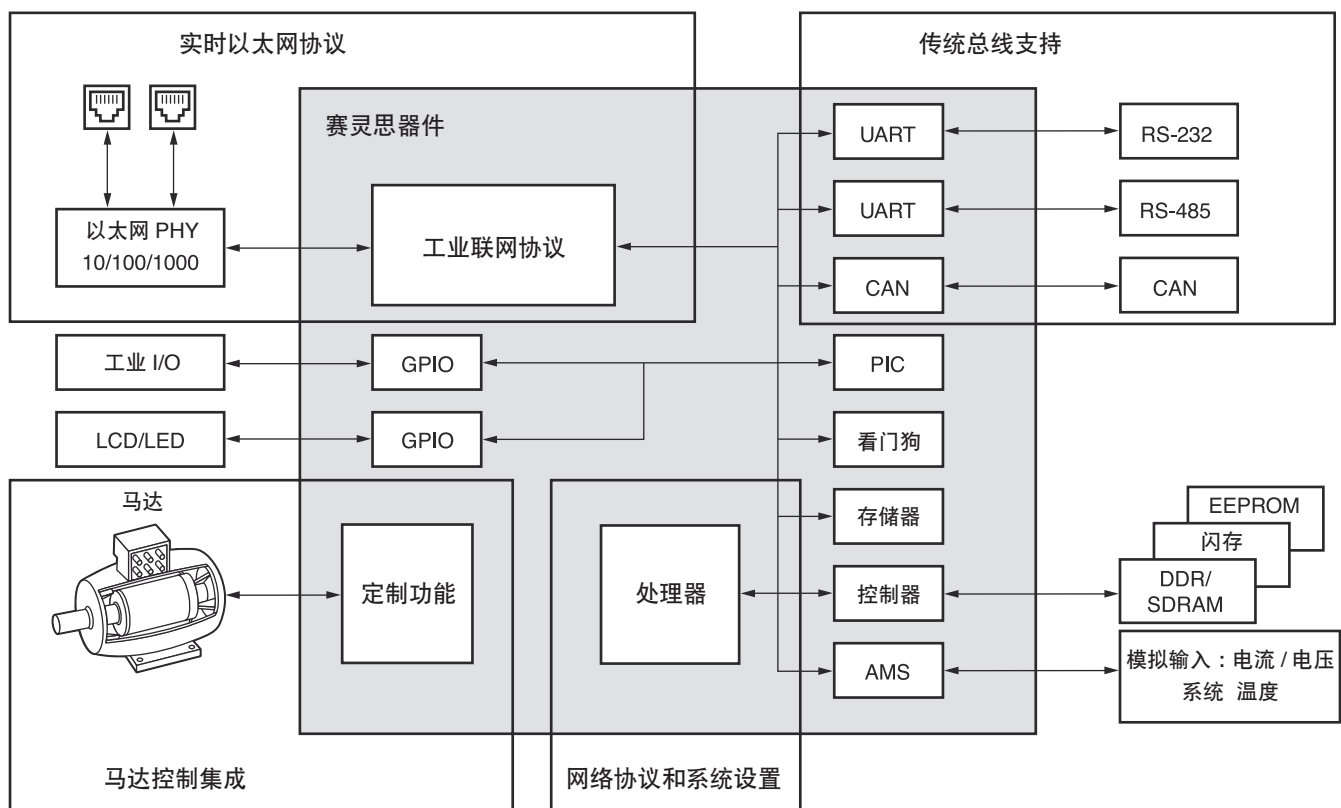


WP410_01_101912

图 1：工厂通信层级

- 1 器件级提供马达驱动器及其传感器等模块间的通信，需要有最短的响应时间。
- 2 流程级是 PLC 之间的中间级通信，使用点对点格式，需要短响应时间但相对于器件级通信允许更高的时延。
- 3 最后，通信的最高层级是使用以太网。以太网提供最大数据带宽和距离，为各个工厂场地间提供通信。

虽然实时以太网协议正在兴起，现有的工厂车间系统仍然需要提供传统的总线支持。如图 2 所示，FPGA 能轻松地实现以太网到 RS-232、RS485 和 CAN 的桥接。因为器件能够根据需要重新编程，FPGA 被广泛用于在一个器件中支持多个协议。赛灵思器件提供适应系统变化的灵活性，并提供对未来协议演进的兼容性。任何使用工业以太网实现的器件间通信都可以在赛灵思 FPGA 中实现。



WP410_02_062812

图 2：基于赛灵思器件的工业联网

现场总线通信使用 RS-485、RS-422 和 RS-232 作为物理层接口，协议由 DeviceNet、CANopen、Profibus 等 IEC61158 标准指定。但是随着以太网在企业细分市场日趋成熟，许多现场总线解决方案正在被取代，或是正在使用得到确定性通信配置和机制增强的实时以太网协议重新设计。因为以太网带宽增大、性能提高（相对于传统现场总

线)，采用工业以太网通信标准能带来明显优势。市场调研估计到 2014 年工业以太网节点的数量能超过传统协议节点的数量。

表 2 列出的是部分常见的以太网协议、它们的主要工业自动化赞助方以及赛灵思合作伙伴。

表 2：常见工业以太网协议

以太网协议	EtherCAT	Ethernet Powerlink	Profinet RT	Sercos III	以太网/IP	Mechatrolink III
Consortium	EtherCat 技术小组 (ETG)	以太网 Powerlink 标准化小组 (EPSP)	PROFIBUS/PROFINET 国际	Sercos 国际	开放式设备网制造商协会 (ODVA)	Mechatrolink 协会
基准现场总线	CANopen	CANopen	Profibus	Sercos I/II	DeviceNet/ControlNet	Mechatrolink II
需要什么?	定制 MAC+ 堆栈	定制 MAC+ 堆栈	以太网 MAC+ 特殊堆栈	定制 MAC+ 堆栈	以太网 MAC+ 通用工业协议 (CIP)	定制 MAC+ 堆栈
赛灵思合作伙伴	Beckhoff	奥地利贝加莱 (B&R)、安富利电子 (AVNET)	Softing	Automate	PORT	Tokyo Electron Device

为实现工业应用所需的实时、低时延、确定性性质，许多此类以太网协议使用专门的以太网媒体访问控制（以太网 MAC）。实现方法是使用针对高速编 / 解码的硬件加速和专门数据封装。因此，用户可以选择硬化 ASIC 或 FPGA 用于实现。因为部分协议在 ASIC 中未提供，例如 Powerlink 和 Sercos III，让 FPGA 成为唯一可行的解决方案。因为集成能力、远程更新、模拟混合信号和多协议支持等极富竞争力的优异特性，让 Zynq-7000 AP SoC 非常适用于工业以太网。

工业马达控制

马达在工业应用中极为普遍，耗电在工业系统中占 66% 以上。由于电力成本升高和工厂自动化水平提升，马达效率变得越来越重要。为实现理想的效率，马达控制电子电路读取马达的电流和电压并执行一系列数学运算，求得误差和校正。计算的结果是用于驱动马达的理想波形。所有这些需要在马达反馈读数过时之前及时地完成。环路时间越短，马达对变更的响应越快，马达的纹波和能耗越小。这样得到的就是精度和效率更高的马达驱动系统。

运行在低时钟频率下的 MCU 能满足简单马达控制应用的需求。但是为了提高马达效率和降低功耗，控制算法正变得越来越复杂。现有的解决方案的处理能力已不敷使用。使用 FPGA 进行时间关键型任务的硬件加速有助于保证确定性。因为可以在不改动硬件的情况下开发或改进控制算法，该解决方案同时带来高性能和灵活性。

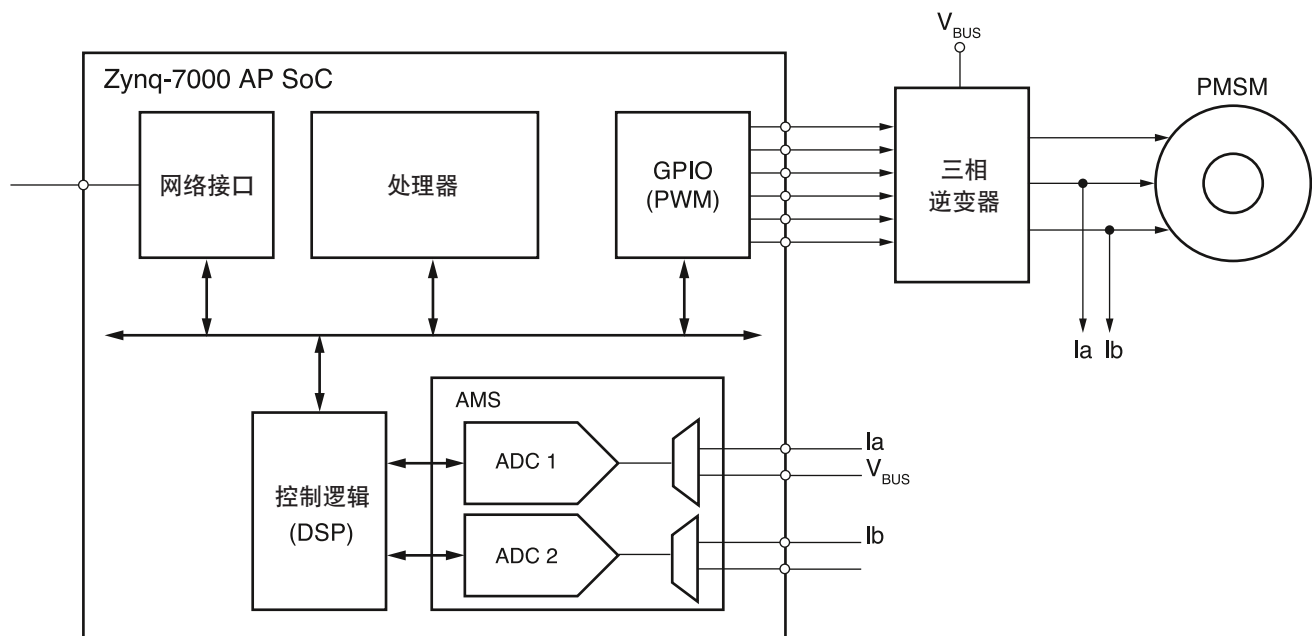
此外，能带来高效率和高性能的磁场定向控制 (FOC) 等算法一般要求现有解决方案无法提供的高计算性能和并行处理能力。相对于传统处理器件，FPGA 能够提供一系

列优势，包括：更高性能、通过提高系统组件的片上集成度降低成本、解决方案稳健性、DSP 功能和解决方案定制。

构建在 Spartan-6 和 7 系列 FPGA 以及 Zynq-7000 AP SoC 上的马达控制解决方案能直接在硬件中实现算法，而软核 MicroBlaze™ 处理器负责管理高级功能。片上 DSP 和 FPGA 逻辑用于处理系统关键信息和计算 PID 控制器、Clark/Park 转换和空间向量 PWM 等高强度应用。该 28nm 架构拥有模拟混合信号 (AMS) 模块，其中包含两个能工作在高达 1MSPS 下的 ADC。AMS 模块把总线电压电流读数转换为数字信号，供 FPGA 处理。因为 AMS 模块与 FPGA 集成，因此无需外部 ADC，从而让总材料清单中的组件又减少一个。

在马达控制中使用 FPGA 便于设计人员构建处理器卸载引擎，用于释放主处理器，不受干扰地处理系统任务。对需要实时控制的应用而言，经证明这一点至关重要，而且与扩展到更高性能的系统工艺相比更具成本效益。

作为基于 Zynq-7000 AP SoC 马达控制器的好处的例子，图 3 显示了集成高性能马达控制器的设计可以基于 AMS、嵌入式处理器、DSP 模块，以及脉冲带宽调制 (PWM)、计数器 - 定时器和串行通信通道等支持逻辑功能。



WP410_03_082112

图 3：集成高性能马达控制

赛灵思在 Spartan-6 和 7 系列 FPGA 以及 Zynq-7000 AP SoC 中提供有 15 种高性能、简便易用、经优化的马达控制 IP 模块，能实现完整的向量控制，还能轻松与工业联网协议集成，实现全面的可变频率驱动器。这些模块具有快速同步、封装尺寸最小、高动态范围和低至微秒的响应时间。这些特征对驱动单马达和多马达都非常理想。还全面支持永磁同步马达 (PMSM)、无刷 DC 马达 (BLDC) 和步进马达。使用简单的应用可

编程接口 (API)，中央控制处理器就能发布高级命令，以配置和控制自动子系统。该系统独立于中央微处理器控制着多项马达功能，并适时报告状态或发布中断。

使用赛灵思解决方案的主要优势在于能同时控制多部马达。另外用户还能在马达运行中从一种调制方案切换到另一种调制方案。例如马达能够根据需要在脉冲宽度调制 (PWM) 和再生脉冲频率调制 (RPFM) 之间来回切换，且不会造成中断。通过自动解决方案将马达控制器运行分离出来，可以简化解决方案，让整个系统更容易设计、测试和维护。这样还能降低成本，提升总体系统级性能。

机器视觉

机器视觉在工厂自动化中用于检测 / 检验生产线，用于质量控制和物品跟踪目的。机器视觉的另一个常见用途是视觉导向型机器人。机器视觉由四个组件组成：图像采集、处理、压缩（如需）和传输。机器视觉的全部组件可以用单个 FPGA 或 Zynq-7000 AP SoC 实现。

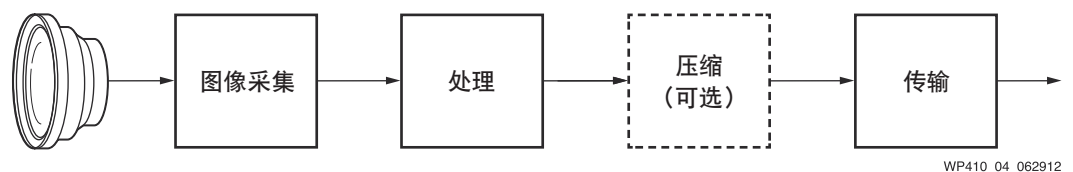


图 4：机器视觉方框图

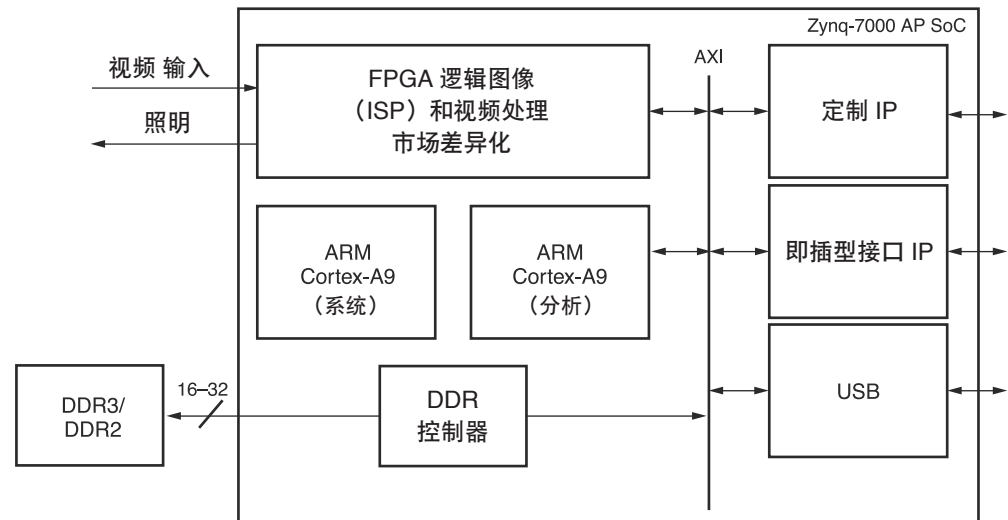
因为机器视觉需要在装配线里进行检验和分类，它需要提供高分辨率和高帧率的传感器。拥有大量 I/O 和标准的 FPGA，例如 Spartan-6 FPGA，常常用于通过 LVDS 信号与传感器接口。另外在高速生产线上需要高速数据处理来检测瑕疵和异常。根据应用需求，可使用压缩来降低发送原始数据时所需的数据带宽。机器视觉的最后一个组件是传输系统。

和不断演进的工厂生态系统中的其他元件一样，数字接口正在迅速发生改变和转变。Camera Link 和 GigE Vision 预计今后五年内所占摄像头接口市场份额将超过 60%，虽然市场中仍存在部分模拟系统。虽然 Camera Link 要求 26 引脚连接器，GigE Vision 能在没有明显限制的情况下迅速扩展，使用标准的 TCP/IP 协议就能轻松与 PC 接口。这样更便于通过低成本千兆位以太网 MAC 联网，把数据集成到车间。由于带宽高达 1,000Mb/s，能用 100MB/s 的净速度实时传送未压缩图像到长达 100 米远，GigE Vision 是新兴的高性能机器视觉事实标准。Spartan-6 FPGA 提供的摄像头接口能提前把该数据转换为符合 GigE Vision 的数据包。

使用 FPGA 的另一优势在于输入传感器非常特别，能提供高帧率。因为这些传感器未在消费类视频和图像采集市场上使用，它们极少兼容可用的 ASIC 或 ASSP 器件。FPGA 不仅能够完善每个传感器特有的定制图像处理流水线，它们还能满足有效实现

所需的速度、成本因素和分辨率要求。这种采集能力目前已经提供在 1G 以太网中，而且随着系统的演进还能无缝地扩展到 10G 以太网。

如图 5 所示赛灵思器件是机器视觉中接口连接传感器和传输的核心组件。



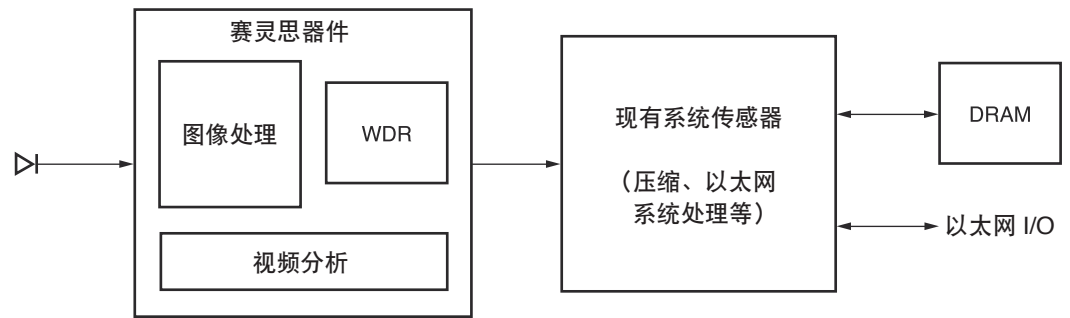
WP410_05_082112

图 5：机器视觉摄像头解决方案

视频监控

高清互联网协议 (IP) 视频摄像头的使用目前呈指数级增长态势，预计到 2014 年每年将达到 4 亿部摄像头。因开发周期加快以及广播和消费市场的需求增长，市场上目前存在大量 ASIC 和 ASSP 视频解决方案。但是 FPGA 具有高度的灵活性，允许实现专用摄像头和客户专用 IP 及图像处理功能，因此能实现更大的产品差异化。要做得这点，使用单个 ASIC 则性价比低，而使用 ASSP 设计通常又无法实现。此类应用包括多传感器半球摄像头、高清摄像头、夜视摄像头等。FPGA 提供实现这类复杂解决方案所需的差异化因素和处理功能。

在早期视频监控系统中，摄像头节点上进行的处理极为有限，因为采集的图像会先存储然后再处理。但是目前的数据处理被直接推到网络边缘，因此需要摄像头内的电子电路拥有高集成和处理能力。这种高处理能力要求对智能摄像头实时采集与分析数据、压缩和发送数据而言极为重要。这一顺序是先进系统用于面部识别、牌照追踪和其他正在部署的视频监控应用所必备的。和工业联网一样，视频监控也正在从传统标准（比如本例中的同轴电缆）转向 Cat-5 以太网线缆。同轴提供的有限带宽无法支持更新型 IP 传感器的高清分辨率。FPGA 能让 IP 监控摄像头以 60fps 的速度传输 1080p 视频。见图 6。



WP410_06_071912

图 6：赛灵思视频监控解决方案

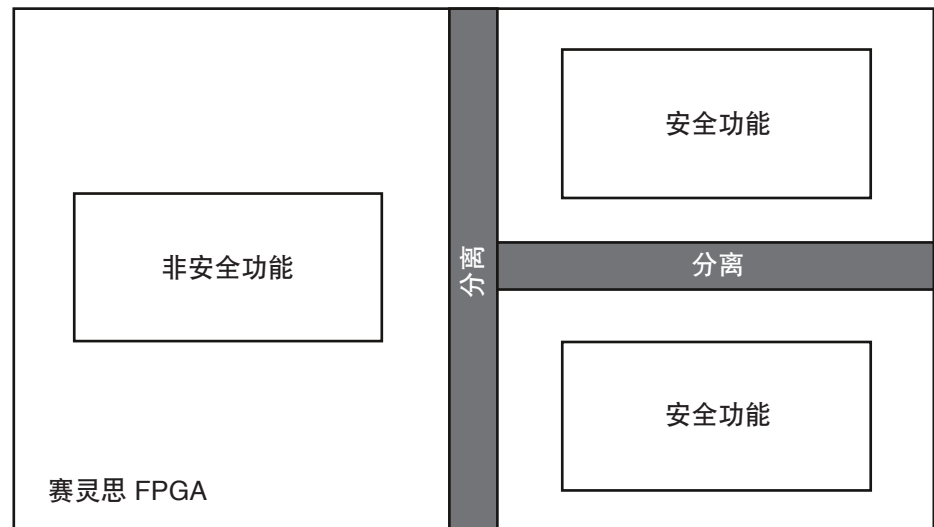
在本实现方案中，一个 FPGA/AP SoC 用作现有系统的辅助器件。好处包括增添高清图像处理流水线，增强和扩展现有系统处理器的功能；能够接管主系统处理器的处理任务；能够适应最新的传感器。还能加入客户的宽动态范围 (WDR) 压缩算法，实现更大的产品差异化。

Zynq-7000 AP SoC 非常适用于视频监控应用。使用一个器件，用户就能在 FPGA 逻辑中实现图像处理流水线、WDR、视频处理。两个嵌入式 ARM A9 处理器中的一个可用于运行系统管理功能和一个操作系统，另一个则专注于执行视频分析。通过集成多个组件到单个 Zynq-7000 AP SoC 内，未来的监控摄像头能以更小的尺寸、更低的成本提供卓越的性能。

功能安全：IEEE 61508

安全系统一直是制造环境的关键组件，负责监测制造设备的总体健康状况和运行情况，并在运行超出规范时关断流程。集成诊断和测试等安全特性的智能传感器和致动器不断涌向市场。这些智能传感器一般集成一个模拟传感器或多个带数字控制逻辑的传感器，以确保分布式控制系统不断受到监测，以实现最高安全性。

IEC 61508 是包含电气、电子和 / 或可编程系统的主要系统功能安全标准。就基本形式而言，功能安全系统可检测潜在的安全状况并促使采取纠正或预防措施。检测危险状况是受控系统的一项功能。它需要审核来自含模拟传感器在内的多种源头的的数据，判断何时特定参数会超出预设的容差范围。这些安全功能一般通过综合运用模拟组件、数字组件和子系统来实现，如图 7 所示。



WP410_07_062912

图 7：赛灵思 FPGA 用于实现高级安全功能

用 Spartan-6 FPGA 着手设计

Spartan-6 FPGA——构建并实现在经验证的 45nm 架构上——提供众多先进的工业解决方案，尤其是作为赛灵思工业目标设计平台的组成部分与赛灵思工业以太网套件和工业视频套件结合使用的时候，更为出色。

Avnet Spartan-6 FPGA 马达控制开发套件

Spartan-6 FPGA 马达控制开发套件为设计人员评估省时、业经验证的马达控制参考设计提供了理想的切入点。FPGA 为实现高精度、高效率 and 低噪声提供了综合方法。凭借集成外设功能（以太网、Powerlink 和 PCI[®] Express）、内置 TI 马达驱动器的马达控制 FPGA 夹层卡 (FMC)、高精度 $\Delta\Sigma$ 型调制器以及为评估替代前端电路提供原型设计支持，该套件还能加快定制控制功能的开发进程。

Avnet Spartan-6 FPGA 工业以太网套件

Spartan-6 FPGA 工业以太网套件是一种用于连接功能、马达控制和嵌入式处理等先进工业应用的快速原型设计和开发的综合性设计环境。该套件包含支持 EtherCAT、Ethernet Powerlink、Profinet RT、Sercos III 和 Ethernet/IP 等实时工业互联网协议以及现有串行连接标准的夹层卡。Spartan-6 FPGA 工业以太网套件开箱即用，让 OEM 厂商和工程人员能以更短周期、更少资源生产出更可靠的设计。

Avnet Spartan-6 FPGA 工业视频处理套件

Spartan-6 FPGA 工业视频处理套件为高清视频会议、视频监控和机器视觉系统的原型设计和顺畅开发提供综合性设计环境。该套件专为工业成像设计，能让开发人员开发出支持更高图像分辨率、满足不断发展演进的图像处理和接口要求的摄像头和成像应用。

面向未来工厂生态系统推出 28nm 器件

赛灵思 7 系列 FPGA 和 Zynq-7000 AP SoC 充分运用台积电公司 28nm 高介电层金属闸 (HKMG) 高性能低功耗 (HPL) 工艺技术带来的前所未有的低功耗、性能和容量优势。这种 FPGA 业界首个为下一代系统提供综合平台而进行优化的架构拥有无人可及的可扩展性。

用于工厂车间的敏捷混合信号

随 28nm 7 系列产品推出的新型敏捷混合信号 (AMS) 通用模拟接口为行业生态系统中的各种应用带来了众多优势。该模拟系统内置两个独立的 1MSPS 12 位模数转换器 (ADC) 以及 17 通道模拟多路复用器前端。通过紧密地将 AMS 与 FPGA 逻辑集成，赛灵思能够交付业界最灵活的模拟子系统。

替换模拟“管理”分立器件

AMS 特性是替换多种用于系统级“管理”功能的分立模拟电路的理想选择，这其中包括：

- 电源监测与管理
- 管理器、电压监测器和排序器
- 热管理
- 系统监测与控制
- 单通道和多通道 ADC
- 触摸传感器

大量“管理”功能是多家厂商以中小规模分立集成电路的形式提供的。这些器件有数百种配置，覆盖各种可能组合与需求。如需进一步了解有关用于工业系统的 AMS 的好处，敬请访问：<http://china.xilinx.com/products/technology/agile-mixed-signal.html>

电阻传感：人机界面器件

除了系统级集成的好处，由于材料清单成本 (BOM) 减少，Zynq-7000 AP SoC 还能提高集成度并降低成本。其强大的处理功能，支持专为应用需求或触摸屏材料特征而精心优化的一流人机界面。

高可用性系统

实时工业系统必须满足高可用性标准，正常工作和可用时间的比率达到 99.999%。为满足如此严格的要求，系统一般需要采用硬件冗余，同时包含系统监测功能，用于及早指出潜在的故障，例如电源偏差或出现过热。7 系列 FPGA 以及 Zynq-7000 AP SoC 中的 AMS 模块能理想地满足这些要求。

工业过程控制

工业过程控制的目的是让特定工程的输出保持在所需的范围内。例如蒸馏过程要求液体的温度保持在小范围内的特定点上。因能持续将模拟传感器输出转换为数值，分析数据，并使用用户定义的程序对该信息采取行动，PLC 在工业中被常用于管理这些过程。

Zynq-7000 AP SoC 是理想的 PLC 组件。拥有多达 17 路模拟输入，该 AMS 模块提供使用单个器件监测多个传感器的能力。FPGA 逻辑提供的强大计算解决方案，在监测数据的同时还能轻松地执行过滤、阈值比较和控制运算。PLC 设计人员能够集成灵活的高性能 DSP 功能、微控制器、逻辑功能和每秒完成数百万次数据样本处理的数据处理功能，功能远超部分最高性能的微处理器。片上双核 ARM Cortex A9 处理器提供紧密集成的 FPGA 逻辑。它提供的单芯片解决方案能通过系统级集成缩小尺寸、降低功耗，还能降低材料清单 (BOM) 成本。

用于工业应用的赛灵思 FPGA 器件系列

赛灵思提供适用于工业应用的多种 FPGA 和 AP SoC。如需了解更多信息，敬请访问：

<http://china.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/index.htm>

<http://china.xilinx.com/products/silicon-devices/epp/zynq-7000/index.htm>

总结

对正在构建能满足 21 世纪工厂车间快速变化的需求的工业生态系统的设计人员而言，FPGA 是出色的选择。使用 Spartan-6 和 7 系列 FPGA，将获得灵活性、成本竞争力、部署便利性和与传统系统集成等一系列优势，让 FPGA 成为工厂自动化与控制的优选解决方案。如需了解有关赛灵思 FPGA 工业解决方案的更多信息，敬请访问：

<http://china.xilinx.com/applications/industrial/index.htm>

修订历史

下表列出了本文档的修订历史：

日期	版本	修订描述
2011 年 11 月 16 日	1.0	赛灵思初始版本
2012 年 10 月 25 日	2.0	更新标题第一页的摘要，用于工业自动化的先进解决方案、赛灵思优势，以及用 Spartan-6 FPGA 着手设计。

免责声明

本文向贵司 / 您所提供的信息（下称“资料”）仅在选择和使用赛灵思产品时供参考。在适用法律允许的最大范围内：(1) 资料均按“现状”提供，且不保证不存在任何瑕疵，赛灵思在此声明对资料及其状况不作任何保证或担保，无论是明示、暗示还是法定的保证，包括但不限于对适销性、非侵权性或任何特定用途的适用性的保证；

且 (2) 赛灵思对任何因资料发生的或与资料有关的（含对资料的使用）任何损失或赔偿（包括任何直接、间接、特殊、附带或连带损失或赔偿，如数据、利润、商誉的损失或任何因第三方行为造成的任何类型的损失或赔偿），均不承担责任，不论该等损失或者赔偿是何种类或性质，也不论是基于合同、侵权、过失或是其他责任认定原理，即便该损失或赔偿可以合理预见或赛灵思事前被告知有发生该损失或赔偿的可能。赛灵思无义务纠正资料中包含的任何错误，也无义务对资料或产品说明书发生的更新进行通知。未经赛灵思公司的事先书面许可，贵司 / 您不得复制、修改、分发或公开展示本资料。部分产品受赛灵思有限保证条款的约束，请参阅赛灵思销售条款：<http://china.xilinx.com/warranty.htm>；IP 核可能受赛灵思向贵司 / 您签发的许可证中所包含的保证与支持条款的约束。赛灵思产品并非为故障安全保护目的而设计，也不具备此故障安全保护功能，不能用于任何需要专门故障安全保护性能用途。如果把赛灵思产品应用于此类特殊用途，贵司 / 您将自行承担风险和责任。请参阅赛灵思销售条款：<http://china.xilinx.com/warranty.htm#critapps>。