



WP391 (v1.0), 2011 年 3 月 21 日

利用赛灵思 FPGA 轻松应对内窥镜系统架构挑战

作者: *Jon Alexander*

随着微创手术 (MIS) 的发展和进步，内窥镜已成为改进外科手术不可或缺的组成部分。在半导体制造与成像技术领域取得的进步，不仅能够持续地为实现创新注入强大动力，同时还可为内窥镜每年都能进一步扩展至全新的应用领域铺平道路。

本白皮书将对赛灵思 FPGA 进行全面论述，介绍其如何帮助内窥镜制造商克服复杂的设计约束，生产出极具竞争优势的产品；如何帮助他们成功构建外形小巧的低功耗内窥镜摄像头、高性价比的摄像机控制单元 (CCU)，以及多功能、低成本的图像管理设备。

内窥镜系统介绍

技术进步已推动内窥镜广泛应用于众多不同的领域。医疗卫生机构积极采用内窥镜技术，并出于种种原因不断要求供应商对技术进行改进创新。

在某些疾病的诊断中，内窥镜拥有当今其他技术不可匹敌的卓越性能，如在结肠和溃疡息肉或消化道真菌的检查中。采用内窥镜诊断不仅可以避免辐射，而且对患者造成的痛苦也是最少的。由于具备这些与生俱来的固有优势，医生纷纷采用内窥镜技术，并不断要求实现技术的改良创新，以进一步提升成像能力。这种需求促使供应商采用窄带成像 (Narrow Band Imaging)、自体荧光成像 (Autofluorescence Imaging) 以及多带成像等最新技术。与早期的内窥镜系统相比，这些方法能够提供血管、病变和粘膜表面更为准确的可视化视图，从而让医生能够更准确地为患者进行诊断。

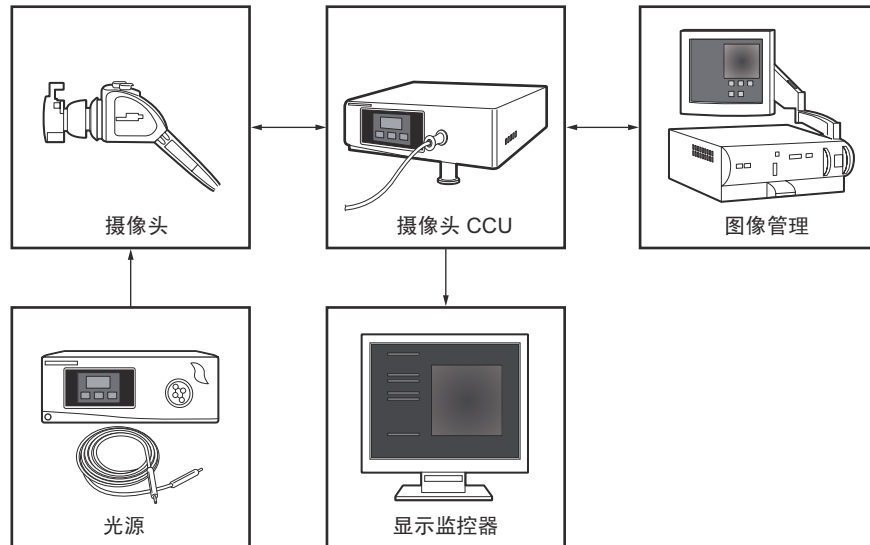
通过实现微创手术技术，内窥镜极大地提高了患者的护理质量。传统的手术不仅需要大切口才能让手术操作人员检查对象组织，并且还要使用大型的手持器械，而采用内窥镜和腹腔镜（一种带硬管的内窥镜）则仅用切开一两个长度不超过 1 厘米的小切口就能实现微创的外科手术，从而显著降低了感染的风险，让患者能够在数日之内就快速康复出院，而其它的众多治疗过程则需要数个星期的时间。更短的住院治疗能够给医疗机构和保险公司的成本结构带来很大的益处。不过，与开膛剖腹的开放式外科手术相比，腹腔镜治疗的费用更昂贵且治疗过程可能更长。因此医疗机构一直在寻求能以更高效率和更低成本进行手术治疗的创新途径。

医生希望设备具有尺寸小、灵活性好、重量轻等优异特性，这样他们就能在摆放设备的时候在尽量长的时间里既让患者感到舒适，又不会让手术操作人员感到疲倦。在诊断和手术内窥操作中，医生需要通过小切口插入内窥镜，以获得可用的目标图像。在使用纤维内窥镜的诊断过程中，医生需要手持内窥镜一段时间。在手术过程中，虽然可将设备安装在机械装置上，但需要在狭小的空间里同时使用多个腹腔镜和手术工具，这给手术的安排带来了难度。

由于系统尺寸小，电子产品的发热量必须低，因为可用于热耗散的空间非常小，而且手持产品的外壳耐热性也非常低。这就要求供应商既要最大限度地缩小电子系统的机械尺寸，同时又要克服低功耗设计约束带来的更大挑战。

便携式超声系统组件

典型的内窥镜系统拥有五大组件（图 1）。



WP391_01_022811

图 1: 内窥镜系统组件

摄像头

摄像头是一套物理设备，其内置 CCD 或 CMOS 图像传感器、预处理电子系统、光源接线以及水管、空气、真空和活组织检查工具等各种机械构件。

在纤维内窥镜中，图像传感器位于插管的远端；而在硬管内窥镜中，传感器位于插管的近端，往往就在摄像头的内部。可通过向摄像头输送电力和在两个单元之间传输数据的电缆将该摄像头连接至摄像头的控制单元。

摄像头的主要设计难题之一是要最大限度地缩小机械外形和电子线路的尺寸，以实现更高的易用性。通过功能集成和使用更小尺寸的组件封装可以缩小电气组件的尺寸，从而可帮助系统设计人员缩小总体机械外形。为了进一步缩小外形尺寸，系统设计人员还可以减少摄像头所执行处理功能的数量，这就需要将绝大多数的图像处理功能让 CCU 来承担。图 2 显示了内窥镜摄像头典型的系统级功能方框图。

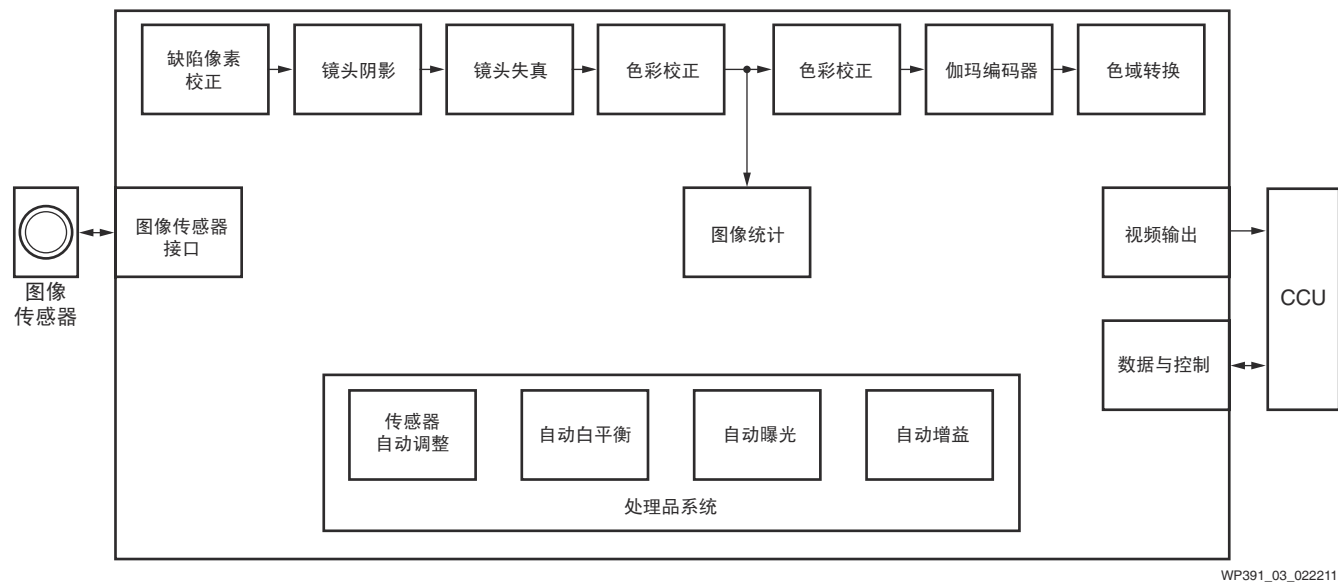


图 2: 内窥镜摄像头方框图

可在 CMOS/CCD 图像传感器上生成原始图像，随后再传输到下游的图像处理链中，最后传输给 CCU。图像传感器采用标准的拜尔模板，通过镜头阴影和失真模块来最大程度地减少噪声并实现均匀一致的图像。色彩过滤器阵列 (CFA) 能够完成像素之间的插补，并将拜尔图像转换到 RGB 色域。随后再用 RGB 图像对自动曝光、增益、白平衡以及对焦等其他参数自动进行控制。

- 自动曝光 — 通过让传感器增加/减少吸光来控制图像的亮度。这个项目包括会影响曝光的数项功能，如从机械快门到数字增益等。
- 增益 — 传感器输出时执行的放大率，是一种用于调节曝光的机制。
- 白平衡 — 可控制色彩逼真度，通常采用色彩校正模块将图像与场景的相关色温进行匹配
- 对焦 — 在采用自动对焦透镜时，可自动提供对比度最高的图像。对焦一般与色彩或曝光控制无关。

如果噪声水平保持在最少量，则曝光、增益和白平衡的调节应尽量在上游完成，才能产生最好的效果。调节工作分两步完成：首先，采用专用硬件模块来判定图像统计；其次，将图像统计传输给软件，以决定如何在系统中设置各项参数，从而实现最优的质量。曝光、增益和白平衡功能在某种程度上是相互牵制的，故在实现的时候相当复杂。举例来说，如果曝光需要调整虹膜的大小，对下游来说会改变白平衡。所有的自动功能都与图像处理步骤同步执行，并逐帧完成。

摄像头设计挑战

内窥镜所用图像传感器和模拟电路系统的电源噪声容限较低。虽然电源是通过 CCU 的长电缆输送到摄像头上的，但摄像头中另安排有电源稳压和滤波电路，以保持摄像头系统实现无尖峰的稳定供电。电源稳压必须精心设计，因为电流通过长电缆所产生的阻抗会自动产生电压尖峰。在典型的系统中，电压尖峰可通过稳压来减轻，方法是在 PCB 板上安置大电容和在 PCB 板上增加大电容和旁路电容。此外，增加电容量还有助于减少逻辑器件等板载本地开关电路产生的噪音。但是，在内窥镜摄像头这样的小型系统中，在 PCB 上安置大电容显然不适合，也没有足够的空间在组件周边安置更多的电容。

最小化电源噪声的最佳解决方案是和减少摄像头中逻辑器件消耗的电量，这样就能限制电源突波和流经电源电缆中开关电流的大小，从而降低系统的本地噪声。降低功耗能够带来两方面的益处：首先，可进一步降低成本和机械外形；其次，可最小化发热量。由于医疗系统的供电在安全和质量方面有必须遵从的严格要求，因而增加系统耗电就会相应增加供电设计的成本和复杂性。摄像头的散热能力低，因而降低功耗也能直接减少摄像头内部的热量。

在选择内窥镜摄像头中采用的中央图像处理器时，有众多选项可供系统设计人员选择。一种解决方案需要实现多个 ASSP 和/或 DSP 处理器才能支持这些功能；但是，这些实现方案难以充分利用 PCB 板的板面布局。但单芯片解决方案是更好的解决方案，原因有二。首先是与多器件解决方案相比，其 PCB 板的占用面积要小得多，而且由于仅需组装单个器件而拥有更高的制造可靠性。系统设计人员必须就采用 ASIC 或者是 FPGA 做出选择。ASIC 实现方案的 NRE 成本和设计成本都比较高，可能其获得的投资回报难以合理覆盖其成本。FPGA 技术能以最佳的性价比为内窥镜系统的开发人员提供低功耗的单芯片解决方案。

摄像机控制单元

CCU 通过 DVI 或者 SDI 接口从摄像头接收 RGB 或 YUV 格式的图像数据，然后执行可增强图像质量的任意组合的处理步骤。专用图像处理器通常用于在最低延迟水平下以高分辨率提供优化的图像质量。

图 3 显示了典型 CCU 的功能方框图。

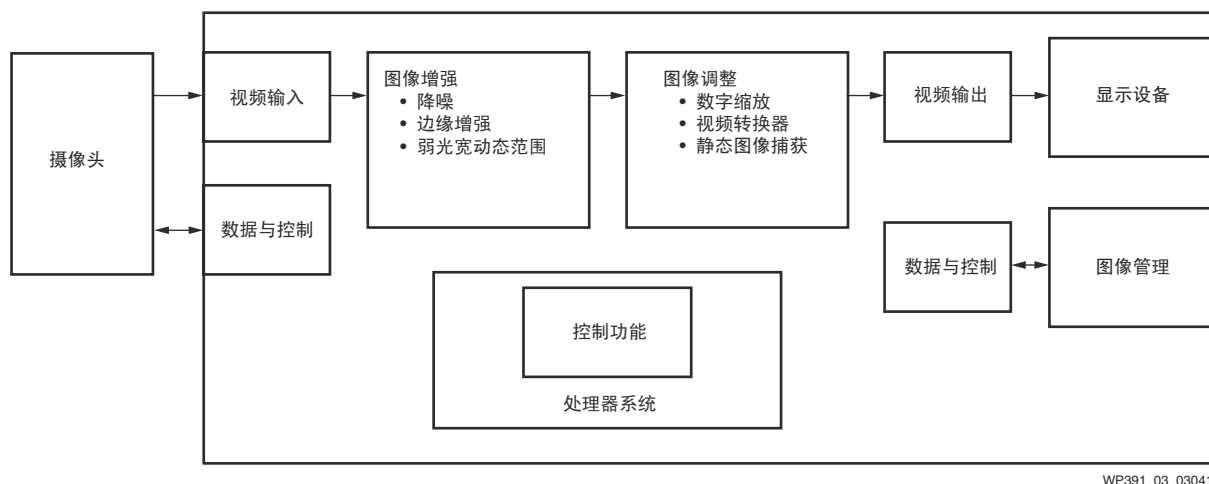


图 3: CCU 功能方框图

第一阶段的图像增强特性一般包括:

- 降噪
- 边缘增强
- 宽泛的动态范围校正

在图像增强阶段之后是用户控制的图像调整，一般包括:

- 数字缩放
- 视频转换器
- 静态图像捕获

通常情况下，不仅可将处理器用来管理数据流和控制 CCU 的算法和功能，而且还能监控至摄像头、图像管理单元和显示器的通信。

降噪

是否能在既定的内窥镜系统中实现最佳的降噪算法，完全取决于具体的应用和传感器质量。一般来说，内窥镜生成的是缓慢移动对象的视频，因此高速运动噪声与此无关。但是，保持视频的清晰至关重要，因为运动产生的模糊会给对象组织的对比度造成不良影响，从而难以执行准确的诊断。极高帧速率的图像传感器能够有助于解决运动模糊问题，但却不能彻底解决。可在 CCU 中使用降噪算法，以实现进一步的改进。在使用较低帧速率的小型应用中，降噪算法在提升图像质量方面发挥着关键性的作用。时间降噪即基于运动的降噪技术通常最适合于需要解决运动问题的内窥镜应用。在时间滤波技术中，可为单个像素创建随时间变动而相应变化的噪声模型。然后采用低通滤波器来消除像素的快速变动。这些快速变动主要是由运动造成的，因此通过滤波，只有与对象相关的缓慢移动像素才可以通过，从而获得干净清晰的图像。

在结肠镜诊断等运动不太重要的应用领域，或在进行膀胱镜诊断等需要使用小型低分辨率传感器的情况下，我们可采用空间降噪技术。在空间降噪中，可对噪声进行逐帧检测和纠正，但这项技术会降低图像的清晰度，因此可能需要混合采用空间/时间滤波器。

边缘增强

对于内窥镜而言，边缘增强是一种非常重要的图像处理技术，因为其能帮助医生更全面地查看组织中的非正常现象。举例来说，仅根据颜色难以将细小的血管与周边组织区分开来。可以采用边缘增强技术生成对比度较强烈的血管视图，以供医生分析之用。此外，边缘增强还惯常用于改进组织纹理图像以及粘膜表面图像的视图质量。

内窥镜可充分利用各种边缘增强技术。索贝尔算子和双边滤波器是两种最常用的实现方案。许多内窥镜系统供应商均为特定应用开发了专有的增强技术。大多数系统还可帮助用户控制要提供的滤波量，可选择“低”、“中”和“高”设置。

宽动态范围校正

宽动态范围 (WDR) 是指影像系统在各影像内明暗度差别很大的情况下提供清晰影像的能力。由于内窥镜一般采用的设置是在亮前景和暗背景下采集图像。WDR 是系统至关重要的特性。高质量、低噪声 CCD 或 CMOS 图像传感器对动态范围具有显著的影响，应尽量采用。但是，许多内窥镜应用使用的透镜都受到了其他参数的制约，比如物理尺寸和分辨率等，因此传感器不能够提供最大的动态范围。在这种情况下，WDR 处理算法就构成了系统的关键性组件。WDR 处理器模块越接近传感器，对最终图像质量的影响就越大。在理想的情况下，WDR 应位于传感器摄像头内部；但是，为了克服摄像头在功耗和器件密度方面受到的制约，设计人员需要考虑将 WDR 处理放置在 CCU 中。

数字缩放

虽然部分内窥镜采用了光学缩放透镜，但多数内窥镜由于尺寸限制都没有采用。在内窥镜系统中，缩放功能是一项非常重要的功能，可以让医生更加清晰地查看对象。数字缩放会以牺牲部分分辨率为代价而增大图像的尺寸。如果视频流的原始分辨率本来就非常高，那么放大后图像的质量就可以接受。对于分辨率较低的系统，可能需要插滤波才能提升分辨率。

视频转换器

视频转换器的作用是把视频流映射为对接收设备适合的深度位宽比和分辨率。如图 3 所示，CCU 可将视频流输出到本地显示器和图像管理单元。本地显示器的分辨率和深度位宽比可以比原始视频格式低得多，这样视频转换器就可以根据显示设备的要求相应调整视频，并将视频流直接传输至图像管理单元。

静态图像捕获

医生使用静态图像能够迅速捕获并共享对象组织的图像。内置于某些图像传感器中的传感器控制电路包含一个静态图像捕获电路。在其他系统中，这项功能通常由下游执行，即在执行图像增强功能之后进行。静态图像捕获功能既可用硬件、也可用软件执行，图像一般在由医生保存到磁盘上之前都保存在本地存储器中。

摄像机控制单元的设计挑战

在内窥镜手术中，医生会一次性观看图像数小时之久，因此眼疲劳是需要纳入考虑范围的一个问题。因此需要可减少视频滞后和实现最高帧速率的高速图像处理功能，来提供流畅的视频，从而最大限度地减少眼疲劳，同时降低因器械实际所在位置和显示位置不同而给患者造成伤害的可能性。某些内窥镜系统，特别是手术等用于关键应用的应完全避免使用压缩，以避免计算强度高的压缩算法会造成滞后。

内窥镜供应商常常会在 CCU 中采用独特的图像增强功能来实现产品的差异化，而且不断地提升处理功能，在不牺牲处理速度的情况下交付新的图像增强方案。如同大多数电子系统一样，CCU 也受到功耗预算、上市进程以及成本的限制。在选择将何种器件用于 CCU 中的图像处理时，很难在性能要求和其他要求之间两全其美。

专用 ASSP 和 DSP 处理器的设计流程类似，投产时间短，但一般不能提供所需性能，而且 I/O 选项和数量都会受限。ASIC 解决方案能够提供所需的性能，但小批量限制和较长的重复设计过程使其成为不具吸引力的解决方案。将 FPGA 用作主图像处理器能够在性价比、功耗以及开发周期之间实现最佳平衡。同时，还可将多个接口集成到单个器件中以提供接口桥接，从而既可减少组件数量，又能降低系统的成本和功耗。

图像管理

在内窥镜系统中，图像管理单元通常负责图像文件管理、用户接口、网络连接和其他系统管理功能。此外，其还能执行某些后处理图像增强功能，比如翻转、屏幕视控 (OSD) 和逐页显示等。在紧凑型系统中，可将图像管理功能融合成 CCU 的一个单元；在大型系统中，则可以用作独立单元。图像管理单元一般采用 PC 风格的架构，基于处理器系统而构建。该单元可采用如 Windows 或 Linux 等操作系统，同时为内窥镜提供定制的 GUI。其可有多路视频输入，以从不同角度或者用不同缩放水平同时显示图像。此外，该单元还可以通过鼠标和键盘进行控制，并拥有自己的监控器。

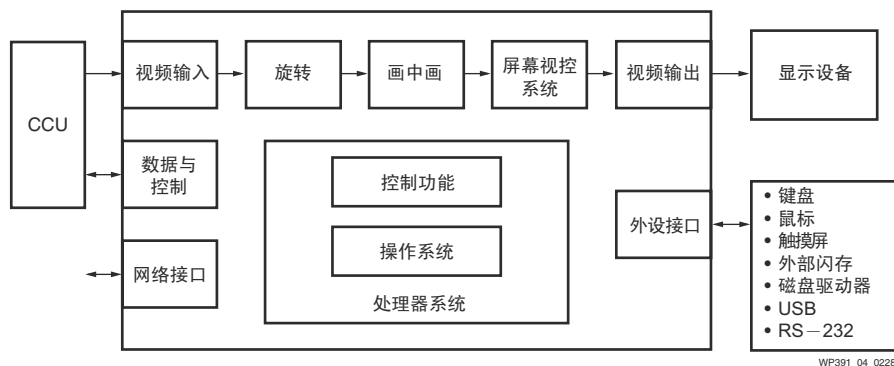


图 4: 图像管理单元

高端系统，特别是采用高清视频的系统，往往会把视频接口和视频处理任务交由赛灵思 FPGA 执行。在这种情况下，图像翻转、逐页显示、屏幕视控和视频接收与发送功能均由 FPGA 硬件处理，而非由处理器中的软件执行。该架构能确保视频流仅由高性能逻辑电路处理，从而生成不会给同步运行在处理器中的其他进程造成影响的低滞后视频。此外，系统设计人员还可充分利用 FPGA 提供的高引脚数和多功能 I/O 接口标准来实现数据、网络、存储和用户接口，从而有助于减少系统的总器件数。

光源

光源的作用是在采用内窥镜进行检查和治疗的过程中进行对象照明。光源通过光缆连接到摄像头，而光则随后通过另一组光缆传输到内窥镜的另一端。光单元通常由氙灯或者金属卤素灯泡构成，主要由功率电子系统组成。此外，光单元一般还具备简单的用户界面，可对亮度、功率和系统状态进行控制。

部分光源可通过以太网或者其他通信协议连接到图像管理单元，因而能够由使用图像管理接口的操作人员进行远程控制。该接口必须是实时可用的，且必须在系统其他部分停止工作时也处于工作状态，这样该接口就可以根据命令唤醒光源。虽然可以采用多个 ASSP 来实现每一项功能，但 FPGA 也可用单芯片解决方案来满足所有的用户接口和通信要求。Artix™-7 等小尺寸、低功耗 FPGA 由于优化组合了低功耗、高性能和高度的互连灵活性优势，非常适用于管理光源中的逻辑要求。

显示

内窥镜系统中最后一个组件是显示监控器。显示设备是一个关键性的组件，能够影响内窥镜系统的诊断准确性。与大众化显示器相比，医用显示器具有独特的专用需求。其中的部分关键要求包括：优异的灰阶和黑阶性能、厂内和现场校准、与可实现诊断和校准的 PC 通信、可将多台监控器连接在一起显示单幅图像、长线缆情况下可进行图像增强、抗强光、低反射，以及支持多路同步输入等。作为至关重要的组件，显示监控器和其他医疗设备一样，必须符合严格的医疗安全和质量标准。该显示监控器可连接至 CCU 或者图像管理单元。另一种常见的情况是一套系统使用多台显示监控器，其中一台或者数台连接至 CCU，以供医生或者助理观察之用，同时将另外的监控器连接到图像管理单元，以供其他人进行观察或者控制。

显示器电子系统的架构与消费类监控器类似，图 5 显示了典型的方框图。

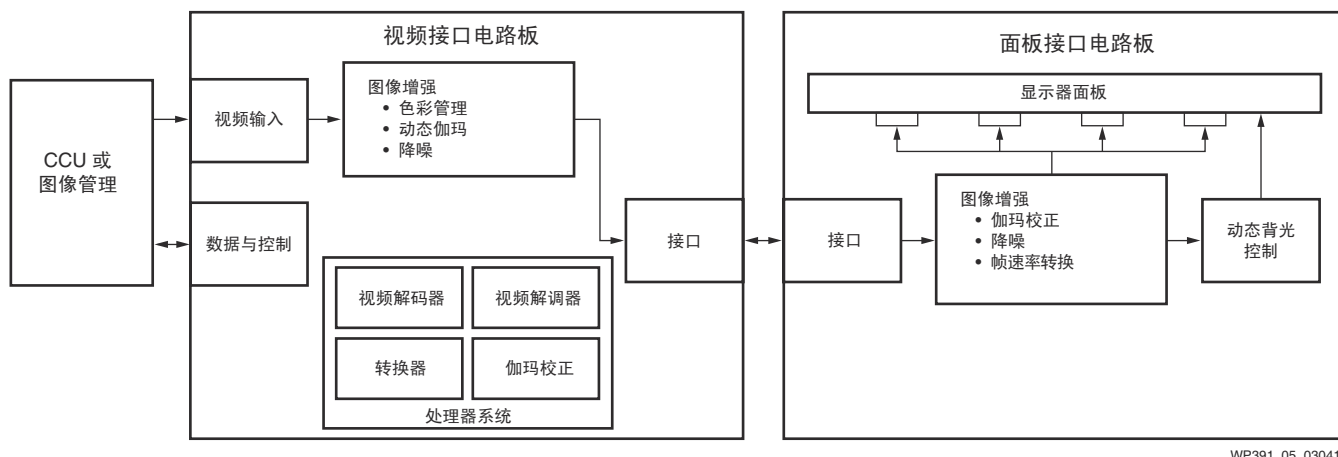


图 5: 医疗显示器方框图

多种不同的技术解决方案可以满足显示监控器的逻辑要求。ASIC、微处理器、DSP 处理器、ASSP 和 FPGA 都能够执行其中众多功能。但是，只有 FPGA 能够提供可用于整个产品线的低成本且上市进程快的可扩展解决方案。此外，它们不仅能够支持显示器中多种多样的接口标准，而且还能执行所需的图像增强、伽玛校正、降噪处理功能，从而构成协调一致的整体。

功耗

对于内窥镜系统的设计来说，如何降低功耗是一个重大的挑战。在医疗系统中，这项要求源自必须遵从的非常严格的安全和质量规定。为了符合安全和质量要求，电源设计的成本和复杂性会随功耗的上升而大幅度增加。系统设计人员一直努力采用最新的技术和设计方法，以期在不牺牲性能的情况下将功耗保持在最低水平。

热量是另一个推动功耗降低的因素。集成了大量系统门的半导体器件在以高时钟频率工作时，产生的热量必须尽快从系统中散出，才能使组件的温度保持在规定的范围内。为了高效散热，必须对散热片、风扇、封装以及 PCB 进行精心设计。热量管理系统会增加系统的总体重量、大小和成本，而增加风扇的转速也会进一步增加功耗。

接口

内窥镜系统采用多种不同类型的逻辑器件来处理各种各样的互联和处理任务。每个器件都具有独特的接口要求，这就需要多样化的互联解决方案。但是，由于整个系统对带宽的需求不断增加，互联解决方案也必须具备高性能。对高带宽的需求来自多个方面，其中包括高分辨率图像传感器、大型显示器以及通过电线在系统组件之间传输串行数据等。对多样化和高带宽的需求组合给 I/O 的数量和器件与系统组件之间的吞吐能力带来了很大的负担。市场上的大多数微处理器、ASSP 和 DSP 处理器都不能为并行接口提供足够的 I/O 数量，也不能直接支持内窥镜系统中的许多接口，比如 PCIe®、USB 以及用于实现 SDI 和芯片间通信的串行收发器数据传输等。图 6 显示了用于内窥镜系统中的通用接口。

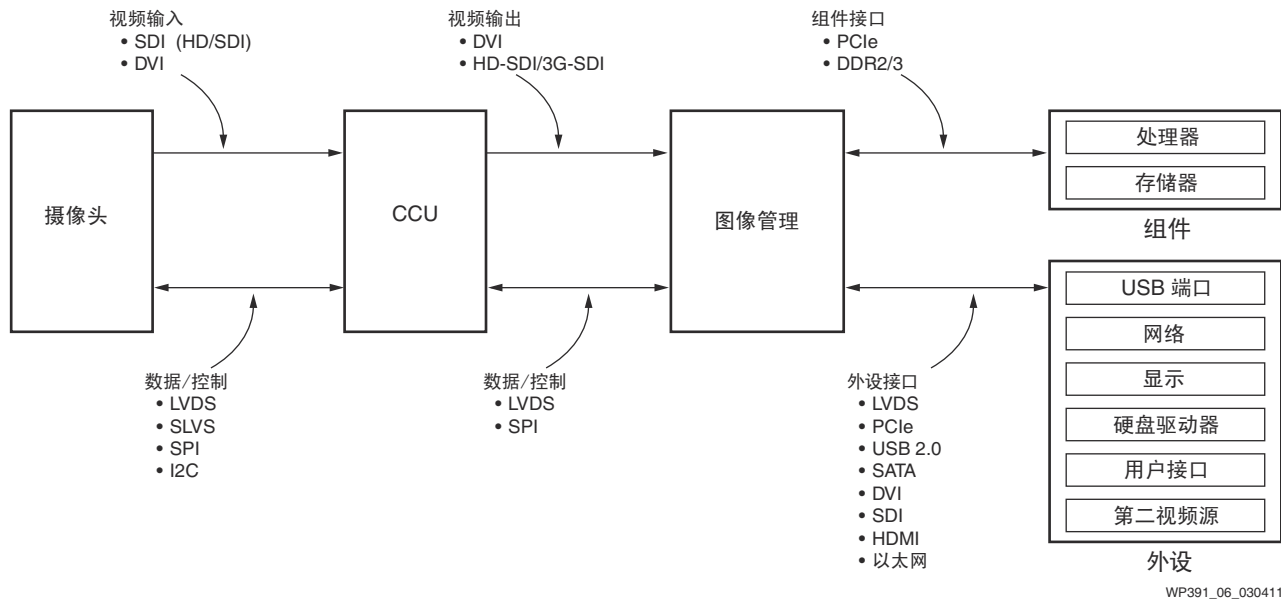


图 6: 内窥镜系统的通用接口

在解决复杂接口问题时，可供系统架构师选择的方案非常少。他们可为每个接口选择离散组件，创建定制的 ASIC，也可以使用 FPGA。ASIC 对内窥镜来说成本过高。FPGA 能够在合理的价格水平中提供最高数量的 I/O，并支持大多数接口标准。因此，普遍将其用于处理内窥镜系统面临的接口难题。根据所采用 FPGA 的大小，系统架构师可以准确判定，为 USB 等最复杂的功能提供专用的接口器件是最具性价比的做法。

赛灵思 FPGA 在内窥镜中的应用

FPGA 是一种多用途芯片器件，能够让设计人员在单个器件中集成多种系统功能。该器件将一系列可配置存储器、DSP 和 I/O 与大量的逻辑单元紧密集成在一起，并采用先进的工艺技术制造而成。单个器件系统集成大幅降低了物理 PCB 级连接的技术挑战和成本压力。

赛灵思 FPGA 不仅仅是一个芯片器件，更是一个设计生态系统，其配套提供设计工具和全面的 IP 库，能帮助用户迅速开展设计工作。由于该芯片器件是赛灵思设计的，故对系统设计人员来说，无 NRE 和生产成本，只需开发设计，下载设计文件到器件，就能完成特定设计的配置工作。

功耗

高功耗要求会增加内窥镜系统的成本、尺寸和噪声，同时影响可靠性和性能。赛灵思已经生产出高性能、低功耗 FPGA，非常适用于内窥镜摄像头、CCU 和显示器。

赛灵思通过提供适用于众多客户应用的产品线，取得了出色的规模经济效益。这种规模经济是其他类型的逻辑产品无法匹敌的，让赛灵思成功引领先进半导体工艺技术的广泛采用。通过利用最先进的工艺，赛灵思实现了功耗、性能、成本和特性的最佳平衡。赛灵思赋予了客户持续推动每个产品系列的技术节点进步，轻松将芯片器件升级到新一代工艺技术的能力。

赛灵思与半导体制造合作伙伴紧密合作，共同开发可用于整个产品线和每个器件中的各种尺寸的晶体管元件。与其他采用相同工艺节点的 FPGA 相比，这种方式能够让系统设计人员在大幅降低功耗的同时，实现极其优异的性能。此外，赛灵思 FPGA 采用的高速 DSP 模块可以充分发挥专用高性能处理 Slice 的优势，从而稳固赛灵思的性能领先地位。赛灵思 FPGA 还提供了局部存储器和逻辑资源，能够充分满足内窥镜应用的性能要求。同时结合嵌入式处理、标准化 I/O 和业经验证的软 IP 生态系统，为客户提供了一条降低产品开发风险、成本，缩短开发周期的捷径。

为了让 7 系列 FPGA 轻松实现尽可能低的功耗，对多项先进的设计优化技术进行了简化。低功耗器件采用低供电电压，这样可以将静态功耗降低 26%，相比前代 FPGA 而言，功耗降低了一半。诸如自动时钟门控这样的功耗优化工具可以将动态功耗进一步降低 30%，同时业界一流的功耗分析工具则可以帮助工程人员锁定设计中的低能效部分，这样他们就能够有针对性地采用大幅节能设计技术。

关于赛灵思低功耗技术的更多详情和配套资源，敬请访问电源解决方案资源中心：

http://www.xilinx.com/products/design_resources/power_central

采用可扩展设计实现成本节约

赛灵思 Artix-7、Kintex™-7 和 Virtex®-7 三大 7 系列 FPGA 产品采用近乎相同的逻辑架构。这样实现了跨器件的 IP 移植性，系统设计人员可以上/下扩展设计，通过单个基础设计就能高效实现整条产品线。对内窥镜系统来说，这样做非常有价值，因为具有不同特性集和图像分辨率的不同系统往往采用各自专有的图像处理 IP 或功能。赛灵思的通用器件架构较将 RTL 从一个 FPGA 架构移植到另一个 FPGA 架构的典型做法，让系统设计人员在重新编码的成本和时间上均实现了显著的节约。

IP 核

赛灵思 IP 核是赛灵思设计的关键构建块。种类丰富的通用 IP 核可满足 FPGA 设计人员的一般性需求，而稳健可靠的特定领域和特定市场 IP 核则能满足 DSP、嵌入式和连接设计的特定需求。许多内窥镜系统使用的关键 DSP 功能和连接接口都可以作为赛灵思广阔的合作伙伴生态系统的 IP 或合作伙伴 IP 核提供。使用赛灵思生态系统 IP 核可以最大限度地缩短开发周期，让系统人员集中精力进行产品差异化设计，而非标准功能开发——这是使用赛灵思产品的一项独到的优势。

如欲了解更多信息，敬请参阅赛灵思 IP 中心：

<http://www.xilinx.com/ipcenter/>

如欲了解更多信息，敬请参阅赛灵思视频和图像处理 IP：

http://www.xilinx.com/ipcenter/video/video_core_listing.html

设计平台

赛灵思已经开发出多种目标设计平台 (TDP)，供系统设计人员在特定应用中以及针对特定功能评估赛灵思 FPGA。集成在目标设计平台中的硬件、参考设计和开发工具结合在一起，使客户在设计伊始就能够启动产品差异化设计。特定市场目标设计平台套件提供了更多特定市场应用，可帮助系统设计人员评估 IP 核、演示产品实现方案和开发高级算法。Spartan®-6 FPGA 工业视频套件 (IVK) 就是其中的一个特定市场目标设计平台套件，为系统设计人员提供了一个可在显示器和摄像头应用开发过程中开箱即用的视频处理系统。IVK 采用赛灵思的图像处理流水线 (iPipe) 来执行图像预处理功能，故系统设计人员可以将重点放在开发自有的高价值、专有算法上。IVK 非常适合作为内窥镜系统开发的起点。

部分赛灵思相关目标开发平台包括:

- 连接功能设计平台

<http://www.xilinx.com/technology/connectivity.html>

- 高速串行/并行协议
- PCIe8 Gen2
- 高性能 DMA
- DSP 设计平台

<http://www.xilinx.com/technology/dsp.htm>

- 优化的 IP 库
- 高级 DSP 设计工具
- 嵌入式平台

<http://www.xilinx.com/technology/embedded.htm>

- 开箱即用软件开发
- AXI4 互联支持
- 自动 BSP 生成
- 工业视频处理套件

<http://www.xilinx.com/products/devkits/AES-S6IVK-LX150T-G.html>

- CMOS 图像传感器
- DVI/HDMI输入/输出
- 图像处理和增强流水线

选择合适的赛灵思器件

赛灵思提供了一系列具有不同特性集、逻辑密度、封装选项和功耗性能比的器件。虽然丰富产品选择让用户能够有机会找到最适合自己的应用的产品，不过要比较多重参数来找到最优化的产品，无疑是一件繁琐的事情。为了帮助设计人员为自己的设计选择最佳产品，表 1 提供了某些推荐产品的选择过程的初步指南。

表 1: 赛灵思内窥镜系统器件选择表

	摄像头		CCU		图像管理		显示器	
标准	低功耗、小尺寸、低密度、SDI/DVI 支持		高 DSP 性能、中等功耗、中等密度、引脚数量多、SDI/DVI、DDR2/3		引脚数量多、中等密度、中等功耗、PCIe、SDI/DVI、10/100以太网		低功耗、低密度、出色的 DSP 性能、片上 RAM	
产品系列	Spartan-6 Virtex-6	7 系列	Spartan-6 Virtex-6	7 系列	Spartan-6 Virtex-6	7 系列	Spartan-6 Virtex-6	7 系列
推荐的器件	XC6SLX16-CPG196 (不支持 SDI)、XC6SLX25T (SDI)	XC7A20 (不支持 SDI)、XC7K30T (SDI)	XC6VLX365T XC6VLX130T	2个 XC7K325T	XC6VLX130T XC6VLX130T	XC7K160T XC7A175T	3个 XC6SLX25	3个XC7A20
优势	8x8 毫米封装, 功耗低	极低功耗 Artix 或较高性能的 Kintex 器件	功耗和性能均衡	XC7K325T	XC6VLX130T XC6VLX130T	XC7K160T XC7A175T	3个 XC6SLX25	3个XC7A20

总结

FPGA理想适用于要求小尺寸、低功耗和高性能的内窥镜系统。赛灵思 Spartan-6、Virtex-6 和 7系列 FPGA 除了提供与 ASIC 相媲美的卓越性能外，同时还具有低偶生工程总成本 (NRE)、大幅缩短产品上市时间、可扩展设计和高 I/O 数量的优势。另外，赛灵思的定制低功耗工艺，结合先进的功耗优化工具，较同类竞争解决方案实现了功耗的大幅降低。所有这些优势综合在一起，让内窥镜系统开发人员能够在预算和功耗约束范围内迅速部署采用最先进技术的系统，从而改善患者的护理。

如欲了解有关赛灵思医疗解决方案的更多信息，敬请访问：

http://www.xilinx.com/esp/ind_sci_med/medical.htm

可用资源

赛灵思医疗解决方案：

http://www.xilinx.com/esp/ind_sci_medi_medical.htm

赛灵思 7 系列 FPGA：

<http://www.xilinx.com/technology/roadmap/7-series-fpgas.htm>

赛灵思目标设计平台

http://www.xilinx.com/products/targeted_design_platforms.htm

赛灵思工业视频套件：

<http://www.xilinx.com/products/devkits/AES-S6IVK-LX150T-G.htm>

连接功能设计平台：

<http://www.xilinx.com/technology/connectivity.htm>

DSP 设计平台：

<http://www.xilinx.com/technology/dsp.htm>

嵌入式平台：

<http://www.xilinx.com/technology/embedded.htm>

赛灵思 IP 中心：

<http://www.xilinx.com/ipcenter>

赛灵思视频 IP

http://www.xilinx.com/ipcenter/video/video_core_listing.htm

- 摄像头

- 伽玛校正：

- <http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-GAMMA.htm>

- 颜色校正矩阵：

- <http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-CCM.htm>

- RGB-YCrCb 色域转换器：

- http://www.xilinx.com/products/ipcenter/RGB_to_YCrCb.htm

- YCrCb-RGB 色域转换器：

- http://www.xilinx.com/products/ipcenter/YCrCb_to_RGB.htm

- 滤色器阵列插入：

- <http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-CFA.htm>

- 缺陷像素校正：

- <http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-DEF-PIX-CORR.htm>

- 图像统计引擎：

- <http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-IMG-STATS.htm>

- 图像特征描述:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-IMG-CHAR.htm>
- CCU 和图像管理
 - 视频转换器:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-VID-SCALER.htm>
 - 视频时序控制器:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-VID-TIMING.htm>
 - 运动自适应（时间）降噪:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-IMG-MA-NOISE.htm>
 - 降噪:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-IMG-NOISE.htm>
 - 屏幕视控系统:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-OSD.htm>
 - 视频边缘增强:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-IMG-ENHANCE.htm>
 - 视频 DMA 内核:
<http://www.xilinx.com/products/ipcenter/EF-DI-VID-DMA.htm>

电源解决方案资源中心:

http://www.xilinx.com/products/design_resources/power_central

修订历史

下表列出了本文的修订历史:

日期	版本	修订描述
2011 年 3 月 21 日	1.0	赛灵思初始版本

Notice of Disclaimer

The information disclosed to you hereunder (the "Materials") is provided solely for the selection and use of Xilinx products. To the maximum extent permitted by applicable law: (1) Materials are made available "AS IS" and with all faults, Xilinx hereby DISCLAIMS ALL WARRANTIES AND CONDITIONS, EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE; and (2) Xilinx shall not be liable (whether in contract or tort, including negligence, or under any other theory of liability) for any loss or damage of any kind or nature related to, arising under, or in connection with, the Materials (including your use of the Materials), including for any direct, indirect, special, incidental, or consequential loss or damage (including loss of data, profits, goodwill, or any type of loss or damage suffered as a result of any action brought by a third party) even if such damage or loss was reasonably foreseeable or Xilinx had been advised of the possibility of the same. Xilinx assumes no obligation to correct any errors contained in the Materials, or to advise you of any corrections or update. You may not reproduce, modify, distribute, or publicly display the Materials without prior written consent. Certain products are subject to the terms and conditions of the Limited Warranties which can be viewed at <http://www.xilinx.com/warranty.htm>; IP cores may be subject to warranty and support terms contained in a license issued to you by Xilinx. Xilinx products are not designed or intended to be fail-safe or for use in any application requiring fail-safe performance; you assume sole risk and liability for use of Xilinx products in Critical Applications: <http://www.xilinx.com/warranty.htm#critapps>.