基于 XC3S250E 的图像采集系统的色彩空间转换

(太原理工大学 信息工程学院,山西 太原 030024)

摘 要:基于 Xilinx 公司的 Spartan-3e 系列 FPCA XC3S250E 完成了图像采集系统的设计以及色彩空间转换,将图像信号由 YCbCr(4: 2:2)格式转换成 RGB(8:8:8)格式。该设计采用 VHDL 语言描述,有着比同类转换精度高、占用内存资源少等优点。 关键词·图像采集系统:FPGA(XC3S250E):VHDL:色彩空间转换

引言

随着微处理器、专用逻辑器件、以及 DSP 算法以 IP 核的形式嵌入到 FPGA 中, FPGA 可 实现的功能越来越强, 使得 FPGA 在现代图像 处理领域中发挥着越来越重要的作用。在现代 工业设计中, 很多显示器都只支持 RGB 格式, 而很多时候图像并非此格式, 所以图像色彩空 间的格式转换有很高的研究价值。'

1 基于 XC3S250E 的图像采集系统的设计 1.1 设计方案

首先图像采集设备采集到的图像数据经 A/D 转换后,与行同步、场同步、数据使能和时钟 控制信号一起送给 FPGA, FPGA 利用外部有源 晶振提供的 40M 时钟信号将数据写入 DDR SDRAM 中, 当系统发出读使能信号时, FPGA 从 DDR SDRAM 中读取一帧的图像信息,进行 格式转换、去隔行、分辨率变换等处理。FPGA输 出的数字图像数据信号经 D/A 芯片转换后生成 RGB 真彩模拟信号, 通过 VGA 接口使采集到 的高分辨率图像信号在显示器上实时显示。

1.2 硬件实现

基于 XC3S250EP的图像采集系统的硬件框 图如图 1 所示。设计选用 Xilinx 公司的 Spartan-3e 系列 FPGA,综合考虑了它有 5508 个逻

阳像传 **FPGA** 感器 YCbCr RGB MT9D111 DDR SDRAM

图 1 系统硬件框图

辑单元、216Kbit 的块 RAM、支持 DDR SDRAM、最多有 158 个可用的 I/O 等因素。美光 的 CMOS 图像传感器 MT9D111¹⁸,输出每秒 15 帧、分辨率为 1024×768 的 16bit YCbCr(4:2:2)格 式图像数据。可算出该系统每秒钟传输的数据 大小约为 189M, 在选择外部存储芯片 DDR SDRAM 的时候要考虑该因素;另外由于图像处 理算法比较复杂的,对存储器内存要求更大,所 以采用 Hynix 内存为 512M 的 HY5DU121622C (L)TP 作为外部存储芯片。系统选用比较常用的 D/A 转换芯片 ADV7125, 其输入图像数据是 RGB(8:8:8)格式。

系统在 XC3S250E 中实现图像数据的处 理,主要实现 YCbCr与 RGB 色彩空间的转换吗。 RGB 在产生任何一种颜色时其三色都需要同 样的带宽、处理效率不高,而YChCr则有着很高 的压缩率和传输率。所以在图像处理过程中,很 多时候也要用到 YCbCr 与 RGB 色彩空间的转 换。

2 色彩空间

我们经常用到色彩空间的主要有 RCB、 YCbCr、CMYK、YIQ 等, 其中 RCB 用于彩色监 视器和一大类彩色视频摄像机:YCbCr有 4:4: 4,4:2:2 ,4:1:1,4:2:0 几种采样格式, 其中 YCbCr (4:2:2)是 DVD、数字电视、HDTV 以及其它消费 类视频设备的最常用格式;CMYK 多用于印刷 业;YIQ 色彩系统通常被北美的电视系统所采 用(属于 NTSC 系统)。

3 YCbCr与RGB转换设计

MT9D111 输出 YCbCr(4:2:2)格式的数据信 号,Y的范围是 (16,235),Cb 和 Cr 的范围是 (16,240)。本设计采用临近插值法,原 YCbCr(4:2: 2)码流如表 1,插值后如表 2 所示。

表1原YCbCr(4:2:2)



根据 ITU - RBT1601 标准,经伽玛校正后 YCbCr 到 RGB 色空间的转换公式为的:

R = 1.164(Y - 16) + 1.596(Cr - 128)

G = 1.164(Y-16) - 0.813(Cr-128) - 0.392(Cb-128) (1)

B = 1.164(Y - 16) + 2.017(Cb - 128)

VGA

用硬件描述语言在 FPGA 中实现小数乘法 是数字化的处理,本设计将小数转化为2的整 数倍幂次方, 取整进行乘法运算后将结果进行 移位。为了提高转换运算精度,避免在运算时进

> 行四舍五入带入的 误差,本设计转换运 算精度取11位,则 YCbCr 与 RGB 关系 式为:

$$R = \frac{1}{211}[(2384Y + 3296Cr) - 455500]$$

显示器

$$G = \frac{1}{2^{11}} \left[(2384Y + 278766) - (1665Cr + 803Cb) \right]$$
 (2)

 $B = \frac{1}{2^{11}}[(2384Y + 4131Cb) - 565862]$

具体实现过程为:输入的8bit Y、Cb、Cr信 号分量转换成 23bit 信号后运算,通过移位输出 8bitR、G、B信号。图2是G分量的转换,R、B分 量转换类似。

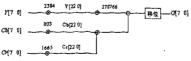


图 2 G 分量转换

扩展为 23bit:

colorout <=STD LOGIC VECTOR (TO UN-SIGNED (cst_mult*TO_INTEGER (UNSIGNED (color)),

colorout length));

定义分量 Y、Cb、Cr 系数:

constant cst_g_y : integer := 2384; constant cst_g_cb: integer = 803;

constant cst_g_cr: integer = 1665;

G 信号转换的具体实现过程:

 $g_{cst_y} \le g_{kcm} + 278766;$ g_cb_cr <= g_cb_kcm + g_cr_kcm;

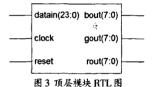
 $g_cst_y > g_cb_cr$ then g_full <= g_cst_y - g_cb_cr;

最后运算结果是23位,其中低11位是为 了实现小数乘法,中间8位是有效数据位。当 g_full 高 4 位为"0000"时, 右移 11 位得到 8 位 G输出信号。

g<=g_full (18 downto 11) when g_full(22 downto 19)="0000" else "11111111";

5 仿真测试

设计采用 VHDL语言,在 ISE9.1i 开发环境 下结合功能仿真软件 Modelsim 进行综合及仿 真。顶层模块的 RTL 图如图 3 所示,其功能仿真 波形如图 4 所示。



从仿真测试结果可以看出, 本文设计的转 换精度高、速度快、实时性好、占用内存资源,同 时验证了转换的正确性以及实时性。

6 结论

本文完成了基于 XC3S250E 的图像采集系 统的设计,并且采用 VHDL语言实现了 YCbCr (4:2:2)到 RGB(8:8:8)图像色彩空间的转换。该系统 体积小、重量轻,可以便捷地在不同场合使用; 同时设计的色彩空间转换有着比同类转换精度 高等优点, 在现代视频图像处理领域有很高的 实用以及研究价值。



图 4 功能仿真结果

4 YCbCr与RGB转换实现

本转换采用 VHDL语言描述, 功能分离后 按层次进行设计7。下面给出部分程序,以G分 量的转换为例。

先将 8bit 三行并行的 Y、Cb、Cr 数据分量

参考文献

[1]黄焱等. FPGA 应用开发入门与典型实例.[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.7.

[2]XILINX. Spartan-3e FPGA Family: Complete Data Sheet [EB/OL]. www.xilinx.com,2009.

关于缸体主油道入口部分堵塞的分析

2、安徽六安职业技术学院,安徽 六安 237000) (1、合肥工业大学机械与汽车工程学院,安徽 合肥 230000

牆 要·某批次缸体发现前端主油道入口大面积堵塞,而已经装机的缸体返修将十分困难,需要整机拆解,将浪费大量人力物力及造 成一定的内部影响。本文即是通过几何计算和试验分析判定该处可以允许堵塞的安全面积,为质量评定提供参考。 关键词:主油道:通流面积;层流;压力特性

1 问题调查

某批次 486 汽油机缸体前端主油道入口 发现大面积堵塞(最高堵塞一半多),需验证已 装机缸体的润滑系工作特性能否满足要求。 调查发现:堵塞处机油泵壳体和缸体相应位 置均比前一段油道深,在不堵塞的情况下:该 处截面积比前段大。原因是该处机油转向发 生 90°变化,加大该处容积能起到一定的蓄压 稳压作用,实际上整个主油道通流面积的设 计也是超过刚好流量所需的值, 主要考虑加 大换热、保持层流、蓄压稳压的作用。

2、通流面积几何计算

现假设堵塞处与其前面一段主油道截面 积一致,即保留通流能力的前提下,则调查数 据与几何计算如下图:

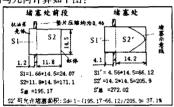


图 1 堵寒处调查数据与几何计算

实际的前端主油道人口槽只是近似矩 形,但略加思考可知上述图中的处理只会加 严可允许堵塞面积计算值,故可采用。此外, 紧挨堵塞处前端还有一个给第一挡主轴瓦供 油的斜油道,考虑其一定比例的分油作用,表 明上述可允许堵塞面积的计算值是很严格可 以信任的,甚至可以略放宽。

3 层流保证能力计算

前端主油道人口槽按 S=195.17 (当量直 径 14)计算,再考虑机滤器的压力损失和流动 阻力, 计算怠速机油流速约 0.24m/s,6000rpm 时流速约 2.12m/s; 查取机油粘度, 计算雷诺 数怠速为 258.5, 6000rpm 为 2283 (油温按 90℃), 又根据相对粗糙度约 1/46 选取尼古拉 斯层流临界雷诺数 2320,可见均为层流状态。 实际驾驶时发动机转速很少超过 4500rpm,机 油流量约 25L/min,据此建立三元一次方程组 计算层流临界雷诺数 2320 所允许下的最小 通流当量直径为13.775,油槽宽度14.5不变。 则最小总深度为13.11,由此计算缸体前端主 油道入口最大可允许堵塞面积所占百分比 为:

Sd=1-(13.11-4.56)/14.2=39.8%

前端主油道人口油槽内不发生紊流情况 下, 堵塞处的节流效应对下游作用距离有效, 经过 3~4 倍当量直径(第二档主轴承前)可恢 复层流,而第一档主轴承不由主油道供油。

4 机油压力 & 温度特性对比分析

4.1 性能台架试验: 在 1000/2000/3000/ 4000rpm, 测量缸体前端主油道入口有堵塞 (60%左右)和无堵塞的两台发动机,在不同 机油温度 40~100℃(每个转速试验前,停机冷 却发动机,使机油温度降到40度附近再开始 运行,负荷由小到大加载,使油温升高,按方

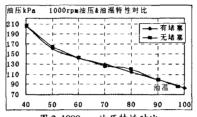


图 2 1000rpm 油压特性对比

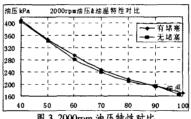
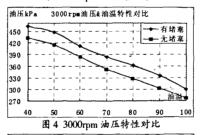
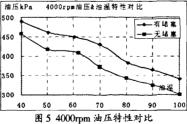


图 3 2000rpm 油压特性对比





科技出版社2008.3.

作者简介: 肖文娟(1984,12-), 女, 太原理

案每个转速测量8个点。,间隔10℃)的机油 压力,对比其特性曲线,如下图 2~图 5:

有堵塞和无堵塞机在 1000/2000rpm 机 油压力 & 温度特性曲线吻合度较好. 3000rpm 以上有堵塞机反而比无堵塞机机油 压力要高。

在性能台架,另讲行了20小时100℃高 机油温强化试验,拆解发现各运动副工作良 好,没有出现缺油现象。

4.2 出厂试验:对比统计了有堵塞和无 堵塞两种缸体的发动机各 63 台出厂试验数 据,对比各工况机油温度基本相同,出厂试验 对于单台发动机而言,精度是不够的,但大量 数据的统计分析可以反映变化趋势。

冷机怠速时,有堵塞机机油压力一致性 较好, 平均值略低于无堵塞机, 但都符合要

2000rpm 时,有堵塞机机油压力一致性 相对较好,平均值仍略低于无堵塞机,但都符 合要求;

3000rpm 时,有堵塞机机油压力一致性 相对略差,平均值略高于无堵塞机,也都符合 要求。

性能台架试验和出厂试验得到的信息有 相似之处:中低速两者机油压力与温度特性 比较接近, 高速时缸体前端主油道入口有堵 塞的机子所测机油压力反面都有相对偏高的 趋势,这与测量取点位置是有关系的。

从上述油道示意图上可以看出,前端主 油道入口有堵塞的缸体,由于堵塞处节流作 用第一档主轴承前静压增大, 分得的润滑油 将会增多,由于出流流速增加使得流动雷诺 数和缸体油道后端壁面反射增强, 测压点处 机油压力在发动机 3000rpm 以上高速段出现 上升就成为可能了。

5 综合结论

根据计算和对比试验分析情况, 可认为 堵塞面积 40%以下的风险极小,40~60%的存 在一定的风险。来自机油压力不足的风险较 小,主要是各档主轴承分油量出现差异,另外 堵塞处加工面薄而锋利, 在交变油压特别是 机油长期使用酸化后,容易腐蚀剥离该处铸 铁,产生的微粒不能被机滤器过滤,有造成运 动副磨粒磨损的风险。此类缸体发动机必须 按要求更换机油,防止酸化。

参考文献

[1]北内集团.缸体主油道清洗机投产.北京工 业年鉴,1996-01-01.

[6]Benoit Payette Color Space Converter:RGB to YCbCr.[J].XILINX xapp-637(v1.0) 2002. [7]潘松,黄继业等.EDA 技术实用教程[M].北京:

工大学信息工程学院信号与信息处理专业 2007级在读硕士研究生,研究方向:图像信号处

梁凤梅(1969-)女,副教授,太原理工大学 硕士生导师,博士研究生,研究方向:图像信号

[3]Micron, MT9D111 SOC Digital Image Sensor. Data Sheet, EB/OLl, Micron Technology, Inc. [4] 胡为.DDR SDRAM 在嵌入式系统中的应用. [J].单片机与嵌入式系统应用,2006,(3). [5]李成奇.基于 FPGA 技术的视频采集系统设计

中国新技术新产品 - 2 -

及实现[D]哈尔滨. 哈尔滨理工大学.2008.

基于XC3S250E的图像采集系统的色彩空间转换



作者: 肖文娟, 梁凤梅

作者单位: 太原理工大学,信息工程学院,山西,太原,030024

刊名: 中国新技术新产品

英文刊名: CHINA NEW TECHNOLOGIES AND PRODUCTS

年,卷(期): 2010, ""(8)

被引用次数: 0次

参考文献(7条)

1. 黄焱 FPGA应用开发入门与典型实例 2008

2. XILINX Spartan-3e FPGA Family: Complete Data Sheet 2009

3. Micron MT9D111 SOC Digital Image Sensor:Data Sheet

4. 胡为 DDR SDRAM 在嵌入式系统中的应用单片机与嵌入式系统应用 2006(3)

5. 李成奇 基于FPGA技术的视频采集系统设计及实现 2008

6. Benoit Payette Color Space Converter: RGB to YCbCr 2002

7. 潘松. 黄继业 EDA技术实用教程 2008

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgxjsxcpjx201008001.aspx 授权使用: 陝西理工学院(sxlgxy), 授权号: 3270602d-8e09-4502-a719-9df2010fd906

下载时间: 2010年9月15日