

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102263912 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201110212281. 3

(22) 申请日 2011. 07. 27

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 刘辉 宁永慧 郭永飞

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

H04N 5/372 (2011. 01)

H04N 5/369 (2011. 01)

(56) 对比文件

US 5835137 A, 1998. 11. 10, 全文.

CN 101945218 A, 2011. 01. 12, 全文.

JP 5308578 A, 1993. 11. 19, 全文.

王岩等. 基于 FPGA 的 TDI\_CCD 时序电路的设计. 《为计算机信息》. 2007, 第 23 卷 (第 3-2 期), 全文.

宁永慧等. 基于 TDI\_CCD 的成像 FPGA 系统软件设计应用. 《现代电子技术》. 2011, 第 34 卷 (第 2 期), 全文.

审查员 于雷

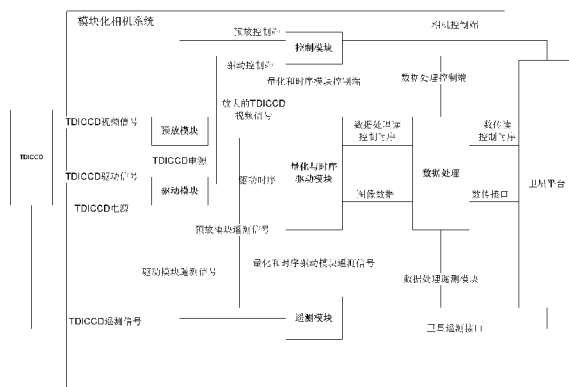
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统

(57) 摘要

空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统, 涉及一种空间遥感 TDI CCD 相机电路模块化的结构设计, 它解决现有空间遥感 TDI CCD 相机结构无法实现集成化和模块化且不具备通用性和灵活性的问题, 包括预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块、数据处理模块、控制模块和遥测模块; 驱动模块实现了驱动时序信号的产生和电源管理, 预放模块完成 TDI CCD 输出信号的放大, 量化与时序驱动模块完成对 TDI CCD 信号的采样量化和驱动时序的发生, 数据处理模块完成 TDI CCD 图像传感器的图像数据的整合, 控制模块接收卫星平台的控制信息, 遥测模块通过遥测接口管理各个模块的工作状态并将返回遥测信号。



1. 一种空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统,该系统包括预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块、数据处理模块、控制模块和遥测模块;其特征是,

所述预放模块用于接收 TDI CCD 器件输出的 TDI CCD 视频信号,并将 TDI CCD 视频信号放大,预放模块接收控制模块通过预放控制端输出的控制信息和驱动模块输出的 TDI CCD 电源信号;预放模块还用于将放大的视频信号发送至量化与时序驱动模块;所述量化与时序驱动模块对接收的 TDI CCD 视频信号采集和量化,预放模块发送预放模块遥测信号至遥测模块;

所述驱动模块用于接收控制模块通过驱动控制端输出的信号和量化与时序驱动模块输出的驱动时序,所述驱动模块用于发送 TDI CCD 电源信号至 TDI CCD 器件和预放模块,驱动模块输出 TDI CCD 驱动信号至 TDI CCD 器件,驱动模块还用于发送驱动模块遥测信号至遥测模块;

所述量化与时序驱动模块用于接收预放模块输出的放大的 TDI CCD 视频信号,量化与时序驱动模块接收控制模块通过量化与时序模块控制端输出的控制信息,并根据接收的信息配置驱动时序输出的时序模式,量化与时序驱动模块还接收数据处理模块输出的数据处理读控制时序信号;所述量化与时序驱动模块还用于发送驱动时序至驱动模块、发送量化与时序驱动模块遥测信号至遥测模块和发送图像数据至数据处理模块;

所述数据处理模块用于接收量化与时序驱动模块输出的图像数据,还用于接收控制模块通过数据处理控制端输出的控制信息和卫星平台发送的数传读控制时序信号;数据处理模块用于发送数据处理读控制时序至量化与时序驱动模块、发送数据处理模块遥测信号至遥测模块和通过数传接口发送信息至卫星平台;

所述控制模块用于通过相机控制端接收卫星平台的控制信息,控制模块通过预放控制端、驱动控制端、量化与时序模块控制端和数据处理控制端分别对应向预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块和数据处理模块发送控制信息;

所述遥测模块用于接收 TDI CCD 器件输出的 TDI CCD 遥测信号、驱动模块输出的驱动模块遥测信号、预放模块输出的预放模块遥测信号、量化与时序驱动模块输出的量化与时序驱动模块遥测信号和数据处理模块输出的数据处理模块遥测信号,并根据接收的每个模块的遥测信号采集所述模块的工作状态信息,所述遥测模块还用于将采集的每个模块的信息通过卫星遥测接口发送至卫星平台。

2. 根据权利要求 1 所述的一种空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统,其特征在于,所述预放控制端、驱动控制端、量化与时序模块控制端和数据处理控制端采用总线控制方式对预放控制模块、驱动控制模块、量化与时序驱动模块和数据处理模块进行控制。

## 空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种空间遥感 TDI CCD 相机电路模块化的结构设计。

### 背景技术

[0002] 空间遥感 TDI CCD 相机在测绘、资源普查、农业生产、环境科学等各个领域都有广泛的应用。根据实际的应用不同,不同的空间遥感 TDI CCD 相机所使用的 TDI CCD 传感器不同,从而导致了相机中后级的驱动、数字化和图像处理合成的方法不同,需要根据不同的情况从新设计。目前航天产品日益朝着小型化、模块化和集成化的方向发展,因此也就要求空间遥感 TDI CCD 相机的电子学系统据有高通用性和高灵活性,便于集成化和模块化。

### 发明内容

[0003] 本发明为解决现有空间遥感 TDI CCD 相机结构无法实现集成化和模块化且不具备通用性和灵活性的问题,提供一种空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统。

[0004] 空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统,该系统包括预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块、数据处理模块、控制模块和遥测模块;

[0005] 所述预放模块用于接收 TDI CCD 器件输出的 TDI CCD 视频信号,并将 TDI CCD 视频信号放大,预放模块接收控制模块通过预放控制端输出的控制信息和驱动模块输出的 TDI CCD 电源信号;预放模块还用于将放大的视频信号发送至量化与时序驱动模块;所述量化与时序驱动模块对接收的 TDI CCD 视频信号采集和量化,预放模块发送预放模块遥测信号至遥测模块;

[0006] 所述驱动模块用于接收控制模块通过驱动控制端输出的信号和量化与时序驱动模块输出的驱动时序,所述驱动模块用于发送 TDI CCD 电源信号至 TDI CCD 器件和预放模块,驱动模块输出 TDI CCD 驱动信号至 TDI CCD 器件,驱动模块还用于发送驱动模块遥测信号至遥测模块;

[0007] 所述量化与时序驱动模块用于接收预放模块输出的放大的 TDI CCD 视频信号、量化与时序驱动模块接收控制模块通过量化与时序模块控制端输出的控制信息,并根据接收的信息配置驱动时序输出的时序模式,量化与时序模块接收数据处理模块输出的数据处理读控制时序信号;所述量化与时序驱动模块还用于发送驱动时序至驱动模块、发送量化与时序驱动模块遥测信号至遥测模块和发送图像数据至数据处理模块;

[0008] 所述数据处理模块用于接收量化与时序驱动模块输出的图像数据,还用于接收控制模块通过数据处理控制端输出的控制信息和卫星平台发送的数传读控制时序信号;数据处理模块用于发送数据处理读控制时序至量化与时序驱动模块、发送数据处理模块遥测信号至遥测模块和通过数传接口发送信息至卫星平台;

[0009] 所述控制模块用于通过相机控制端接收卫星平台的控制信息,控制模块通过预放控制端、驱动控制端、量化与时序模块控制端和数据处理控制端分别对应向预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块和数据处理模块发送控制信息;

[0010] 所述遥测模块用于接收 TDI CCD 器件输出的 TDI CCD 遥测信号、驱动模块输出的驱动模块遥测信号、预放模块输出的预放模块遥测信号、量化与时序驱动模块输出的量化与时序驱动模块遥测信号和数据处理模块输出的数据处理模块遥测信号,并根据接收的每个模块的遥测信号采集所述模块的工作状态信息,所述遥测模块还用于将采集的每个模块的信息通过卫星遥测接口发送至卫星平台。

[0011] 本发明的有益效果:本发明所述的空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统实现了集成化和模块化,该相机系统具有高通用性和灵活性,各个模块的复用性强,每个模块都可以集成器件的形式存在,因此本发明的系统结构可以作为相机电子学集成化的一种实现方案。

### 附图说明

[0012] 图 1 为本发明所述的空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统的结构示意图;

[0013] 图 2 为本发明所述的空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统中数据处理模块读取控制信号与图像数据输出时序关系示意图;

[0014] 图 3 为本发明所述的空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统中数传读取控制信号与图像数据输出时序关系示意图;

[0015] 图 4 为本发明所述的 TDI CCD 的像素及读出结构示意图;

[0016] 图 5 为本发明所述的 TDI CCD 驱动信号中的垂直转移时序关系图;

[0017] 图 6 为本发明所述的 TDI CCD 驱动信号中的水平转移时序关系图;

[0018] 图 7 为本发明所述的 TDI CCD 驱动信号中垂直与水平转移时序关系图;

[0019] 图 8 为多片 TDI CCD 拼接的相机电子学系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0020] 具体实施方式一、结合图 1 至图 3 说明本实施方式,空间遥感 TDI CCD 相机电子学系统,该系统包括预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块、数据处理模块、控制模块和遥测模块;

[0021] 所述预放模块用于接收 TDI CCD 器件输出的 TDI CCD 视频信号,并将 TDI CCD 视频信号放大,预放模块接收控制模块通过预放控制端输出的控制信息和驱动模块输出的 TDI CCD 电源信号;预放模块还用于将放大的视频信号发送至量化与时序驱动模块;所述量化与时序驱动模块对接收的 TDI CCD 视频信号采集和量化,预放模块发送预放模块遥测信号至遥测模块;

[0022] 所述驱动模块用于接收控制模块通过驱动控制端输出的信号和量化与时序驱动模块输出的驱动时序,所述驱动模块用于发送 TDI CCD 电源信号至 TDI CCD 器件和预放模块,驱动模块输出 TDI CCD 驱动信号至 TDI CCD 器件,驱动模块还用于发送驱动模块遥测信号至遥测模块;

[0023] 所述量化与时序驱动模块用于接收预放模块输出的放大的 TDI CCD 视频信号、量化与时序驱动模块接收控制模块通过量化与时序模块控制端输出的控制信息,并根据接收的信息配置驱动时序输出的时序模式,量化与时序模块接收数据处理模块输出的数据处理读控制时序信号;所述量化与时序驱动模块还用于发送驱动时序至驱动模块、发送量化与时序驱动模块遥测信号至遥测模块和发送图像数据至数据处理模块;

[0024] 所述数据处理模块用于接收量化与时序驱动模块输出的图像数据,还用于接收控制模块通过数据处理控制端输出的控制信息和卫星平台发送的数传读控制时序信号;数据处理模块用于发送数据处理读控制时序至量化与时序驱动模块、发送数据处理模块遥测信号至遥测模块和通过数传接口发送信息至卫星平台;

[0025] 所述控制模块用于通过相机控制端接收卫星平台的控制信息,控制模块通过预放控制端、驱动控制端、量化与时序模块控制端和数据处理控制端分别对应向预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块和数据处理模块发送控制信息;

[0026] 所述遥测模块用于接收 TDI CCD 器件输出的 TDI CCD 遥测信号、驱动模块输出的驱动模块遥测信号、预放模块输出的预放模块遥测信号、量化与时序驱动模块输出的量化与时序驱动模块遥测信号和数据处理模块输出的数据处理模块遥测信号,并根据接收的每个模块的遥测信号采集所述模块的工作状态信息,所述遥测模块还用于将采集的每个模块的信息通过卫星遥测接口发送至卫星平台。

[0027] 本实施方式所述的驱动模块以及与之相关的 TDI CCD 驱动信号、驱动时序驱动控制端、驱动模块遥测信号和 TDI CCD 电源的工作原理是:驱动模块实现了 TDI CCD 各个驱动时序信号的产生和 TDI CCD 各个类型电源的管理。该模块对应于一片 TDI CCD 传感器;所述输入的 TDI CCD 驱动信号包括有 TDI CCD 驱动行同步信号 TCK、垂直转移驱动  $CI_x$ 、水平转移驱动  $CR_x$ 、复位信号 RST 和积分级数选择信号  $CSS_x$ 。其中根据实际的 TDI CCD 的型号不同  $CI_x$  信号和  $CR_x$  信号中的  $x$  可以选取 3 或 4,  $CSS_x$  中的  $x$  可以选取一个到若干个;根据实际 TDI CCD 的型号需求驱动时序信号最多可以配置为四组不同时序的输入;所述的驱动控制端采用总线控制方式,控制驱动模块的功能配置,如上下电控制、驱动信号电平控制、驱动方式选择等功能。此外,驱动控制端也可以输出驱动模块的工作状态;所述的 TDI CCD 驱动信号,所述的驱动模块遥测信号,直接输出驱动模块内部的一些关键工作点的工作状态,包括温度状态、延时状态和电流电压工作状态等;所述的 TDI CCD 电源输出各类 TDI CCD 电源种类,并且要求严格保证各类电源的上下电顺序。可以根据实际 TDI CCD 的选型配置 6 到 8 种电源的使用。

[0028] 本实施方式所述的预放模块以及与之相关的 TDI CCD 视频信号、放大的 TDI CCD 视频信号、预放控制端、预放模块遥测信号和 TDI CCD 电源的工作原理是:预放模块完成了 TDI CCD 输出信号的缓冲放大,可以根据预放控制端的控制配置为不同的工作模式、工作带宽、模块输入特性、模块输出特性和放大倍率,根据实际工作状态通过预放控制端和预放模块遥测信号返回信息;所述的 TDI CCD 视频信号输入来自于 TDI CCD 的 OS 端的信号,根据实际使用的 TDI CCD 的型号,预放模块可以被配置成 1 到 8 个 TDI CCD 视频信号输入,其各个输入特性参数可以通过来自于预放控制端的信息控制;所述的放大的 TDI CCD 视频信号为 TDI CCD 视频信号的放大输出,预放模块可以被配置成 1 到 8 个 TDI CCD 视频信号输出,其各个输出特性参数可以通过来自于预放控制端的信息控制;所述的预放控制端采用总线控制方式,传输外界的控制信息和返回预放模块的内部工作状态。预放模块遥测信号可以直接输出回预放模块的内部工作状态;所述的 TDI CCD 电源输入来自于 TDI CCD 驱动模块的各类工作电源。

[0029] 本实施方式所述的量化与时序驱动模块以及与之相关的放大的 TDI CCD 视频信号、驱动时序、量化和时序模块控制端、量化与时序驱动模块遥测信号、数据处理读控制时

序和图像数据的工作原理是：量化与时序驱动模块完成了对于 TDI CCD 信号的采样量化和 TDI CCD 驱动时序的发生，可以根据来自于量化和时序模块控制端的控制信息配置驱动时序输出的时序模式，并可以根据实际的工作状态返回遥测信息；所述的放大的 TDI CCD 视频信号为输入的 TDI CCD 视频信号，根据配置情况可以同时接收 1 到 8 路输入；所述的量化与时序驱动模块控制端采用总线的方式实现了对于量化与时序驱动模块主要功能的配置和控制；所述数据处理读控制时序为输入信号，并且为一组读取图像数据的控制信号，控制读出已经量化后的图像数据。包括：输入信号数据处理读控制时序包括数据通道选择端 CS<sub>x</sub>，x 的取值与时序驱动模块的通道配置数相同，控制不同通道的图像数据输出的使能和 TDI CCD 的驱动使能；输入信号图像数据读取时钟 RD<sub>x</sub>，x 的取值与时序驱动模块的通道配置数相同，其上升沿对应着有效的读出图像数据；输入信号读数据使能 REN<sub>x</sub>，x 的取值与时序驱动模块的通道配置数相同，控制着相应通道有效的读取周期。输出信号 READY<sub>x</sub>，x 的取值与时序驱动模块的通道配置数相同，表明内部图像数据准备好，以确定图像数据读取的时间和读取数据的正确性。图像数据输出 Dx0 到 Dx15，x 的取值与时序驱动模块的通道配置数相同，为不同通道的图像数据输出，在 CS 或 REN 不使能时输出高阻，与数据处理读控制时序的关系结合图 2；根据配置情况可以配置为 8 位、12 位和 16 位输出；驱动时序根据配置情况可以输出 1 到 4 组 TDI CCD 的驱动信号，并且根据所选 TDI CCD 的型号不同通过来自于量化和时序模块控制端的信息配置各个时序信号间的时序关系，完成对于不同型号 TDI CCD 的驱动控制功能；量化与时序驱动模块遥测信号直接输出量化与时序驱动模块的内部工作状态。

[0030] 本实施方式所述的数据处理模块和相关的数据处理读控制时序、图像数据、数传读控制时序、数传接口、数据处理模块遥测和数据处理控制端的工作原理是：数据处理模块完成了一片 TDI CCD 图像传感器的图像数据或多片 TDI CCD 图像的数据整合和实时处理，最终由数传接口输出；数据处理读控制时序为输出信号，是一组读取图像数据的控制信号，控制读出已经量化好的图像数据。图像数据输入 Dx0 到 Dx15，x 的取值与时序驱动模块的通道配置数相同，为不同通道的图像数据输入，在 CS 或 REN 不使能时输出高阻，根据配置情况可以配置为 8 位、12 位和 16 位输入。

[0031] 数据处理模块同样采用量化和时序模块的数据读取输出的方式，由数传读控制时序和数传接口来完成这一功能。数传读控制时序为输入信号，来自于卫星平台，是一组读取整合后图像数据的控制信号，包括：数传通道选择端 CCS<sub>x</sub>，输出信号，x 的取值与输传通道配置数相同，控制不同数传通道的图像数据输出的使能；图像数据读取时钟 CRD<sub>x</sub>，输入信号，x 的取值与数传通道配置数相同，其上升沿对应着有效的图像数据；读数据使能 CREN<sub>x</sub>，输入信号，x 的取值与数传通道配置数相同，控制着相应数传通道有效的读取周期；CREADY<sub>x</sub>，输出信号，x 的取值数与传通道配置数相同，表明该数传通道内部图像数据准备好，以确定图像数据读取的时间和读取数据的正确性；图像数据输出 CD<sub>x</sub>[0..15]，x 的取值与数传通道配置数相同，为不同通道的图像数据输出，在 CCS 或 CREN 不使能时输出高阻，根据配置情况可以配置为 8 位、12 位和 16 位输出。结合图 3 所示；所述的数据处理控制端采用总线方式接收来自控制模块的配置信息，数据处理模块遥测信号直接输出数据处理模块的内部工作状态。

[0032] 本实施方式所述的控制模块及相关的驱动控制端、预放控制端、量化和时序发生

控制端、数据处理控制端以及相机控制端的工作原理是：控制模块通过相机控制端接收来自卫星平台的控制信息，配置驱动模块、预放模块、量化和时序发生模块、数据处理模块工作于正确的工作模式下。其中的相机控制端采用总线的方式接收来自于卫星平台的控制指令，经由控制模块的解译后通过其他模块的控制端分别控制、配置各个模块。此外除了相机控制端的其它控制端的功能与驱动模块、预放模块、量化和时序发生模块、数据处理模块的相应功能一致。

[0033] 本实施方式所述的遥测模块及相应的驱动模块遥测信号、预放模块遥测信号、量化与时序驱动模块遥测信号、卫星遥测接口和数据处理模块遥测信号的工作原理是遥测模块通过各个模块遥测接口管理相机内部的工作状态后通过卫星遥测接口返回遥测信号。

[0034] 具体实施方式二、结合图 2 至图 7 说明本实施方式，如图 4 假设相机的 TDI CCD 传感器据有 6144 个像元，分四段读出，读出可以从八个抽头双向读出，也可以从四抽头单向读出，本实施例仅考虑八抽头输出的情况，因此有八个 TDI CCD 输出端，分别为 OS1、OS2、OS3、OS4、OS5、OS6、OS7、OS8。该 TDI CCD 行驱动包括 CR1、CR2、CR3 和 CR4 四个信号。复位脉冲为 RST。列驱动信号包括 CI1P、CI2P、CI3P 和 CI4P，列驱动时钟 TCKP。积分级数选择脉冲 CSS8、CSS16、CSS32 和 CSS64，此类脉冲在积分级选定的情况下相应的 CSS<sub>x</sub> 与 CI3P 为同一脉冲，比如在 64 级积分的情况下，CSS64 被设定在固定电平上，剩余的与 CI3P 为相同的脉冲。具体的 TDI CCD 的驱动时序关系结合图 5、图 6 和图 7 中所示，各个时间参数实现见表 1。

[0035] 表 1

[0036]

| 时间名称          | 时间含义          | 时间数值  | 时间单位    |
|---------------|---------------|-------|---------|
| $T_{tran}$    | 垂直转移时间        | 1.6   | $\mu s$ |
| $t_1、t_2、t_3$ | 垂直转移时钟相位差     | 0.5   | $\mu s$ |
| $t_4、t_5$     | 垂直转移保持时间      | 1     | $\mu s$ |
| $T_{TCKP}$    | 垂直转移周期        | 32.36 | $\mu s$ |
| $T_{CR}$      | 水平转移时钟周期      | 40    | ns      |
| $T_{RST}$     | 复位脉冲周期        | 40    | ns      |
| $t_{11}$      | 垂直转移到水平转移时间间隔 | 0.36  | $\mu s$ |
| $t_{12}$      | 水平转移到垂直转移时间间隔 | 0.77  | ms      |

[0037] 本例中每抽头 25MHz，最高的行周期为 30.90KHz，总视频速率为 200MHz，因此本例中的量化与时序驱动模块的数据读出端满足图 2 所示的图像数据读出 时序关系，各个时间参数的实现见表 2，量化与时序发生模块的图像数据读出时序。

[0038] 表 2

[0039]

| 时间名称        | 时间含义          | 时间数值    | 时间单位 |
|-------------|---------------|---------|------|
| $T_{CS}$    | 转换使能到有效数据输出时间 | 20      | ns   |
| $T_{ready}$ | 有效数据稳定时间      | 9       | ns   |
| $T_f$       | 数据转换结束时间      | 10      | ns   |
| $T_d$       | 数据周期          | 10 ~ 40 | ns   |
| $T_1$       | 行开始同步时间       | 10      | ns   |

[0040] 量化与时序驱动模块可以根据配置情况将 8 路 TDI CCD 视频信号量化为 8、12 或 16 位的图像数据后分 8 路或合并输出。

[0041] 该 TDI CCD 使用 VBB、VOD、VDD 三种电源。上电顺序为：VBB → VOD → VDD → 所有

驱动脉冲开始。下电顺序为：所有驱动脉冲结束→VDD→VOD→VB。因此驱动模块的 TDI CCD 电源信号模块需要分别实现 VBB、VOD、VDD，并控制实现上面所述的上电顺序。

[0042] 预放模块根据每抽头的输出的 TDI CCD 视频信号 25MHz 的带宽需要而被配置为 200MHz 的带宽，可以完成对视频信号的不失真放大。另外因为采用八抽头的 TDI CCD 所以本模块被配置成八通道的模式。

[0043] 数据处理模块的主要功能是在接收到 CCS 的有效使能后，发出附图 2 所示的时序，并且在数传读出时序的作用下输出处理后的数据，结合图 3，数据率在 250MHz ~ 100MHz，具体时序实现表 3。

[0044] 表 3

[0045]

| 时间名称         | 时间含义          | 时间数值   | 时间单位 |
|--------------|---------------|--------|------|
| $T_{CCS}$    | 数传使能到有效数据输出时间 | 20     | ns   |
| $T_{creadv}$ | 有效数据稳定时间      | 9      | ns   |
| $T_{cd}$     | 数传数据率         | 4 ~ 10 | ns   |

[0046] 控制模块采用 Camerlink 作为与卫星平台的通讯接口，内部总线接口采用四路 SPI 总线分别与预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块及数据处理模块通信。

[0047] 遥测模块采用四通道分别直接采集预放模块、驱动模块、量化与时序驱动模块及数据处理模块的工作状态，每通道直接采集十路信号。遥测模块通过三十二路遥测信号与卫星平台连接。

[0048] 结合图 8，本发明还可以将图 1 所示的相机结构应用于多片 TDI CCD 成像的相机系统，所述每片 TDI CCD 的型号相同；图 8 中将图 1 中所示的系统结构（除了控制模块和遥测模块）看作为一片 TDI CCD 传感器的成像通道，使用多个这样的成像通道并联在一起构成整个的相机系统，在这个系统中所有的通道采用一个控制模块进行控制，采用一个遥测模块采集遥测量。



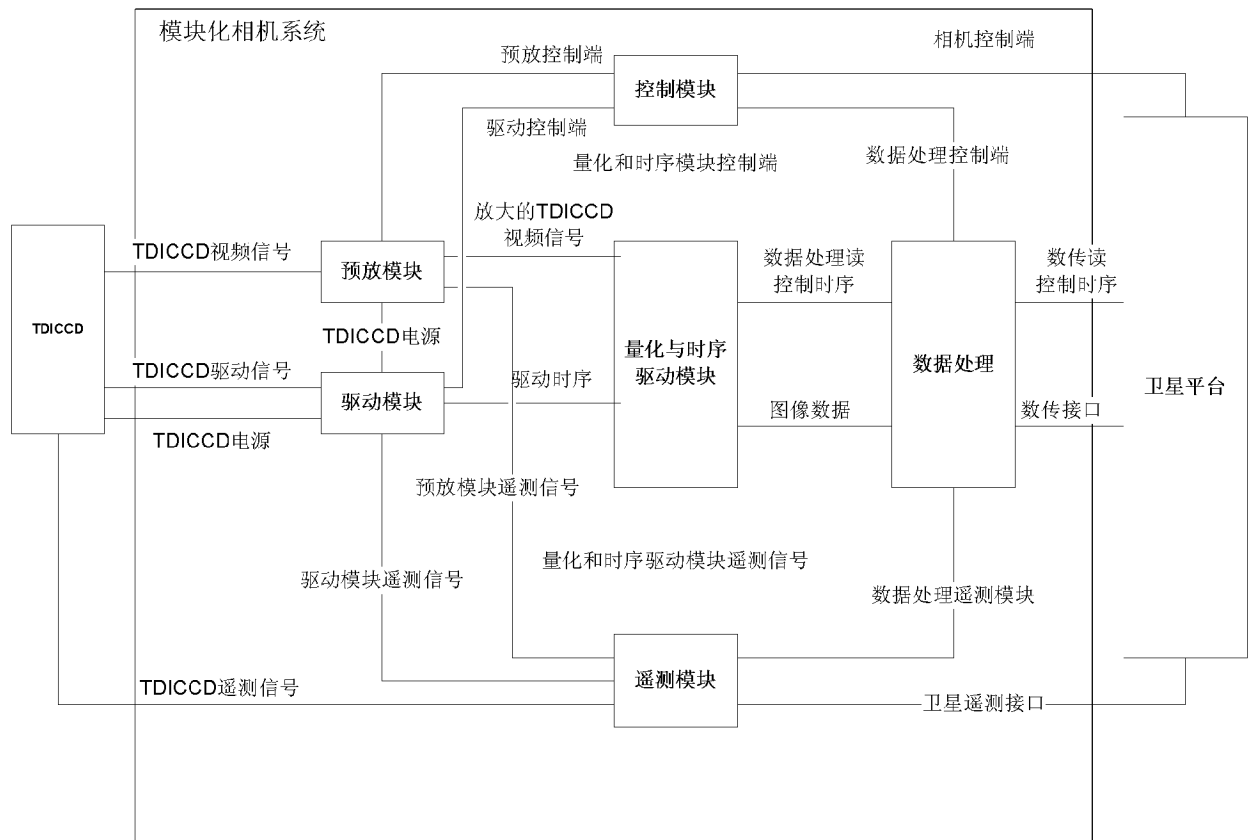


图 1

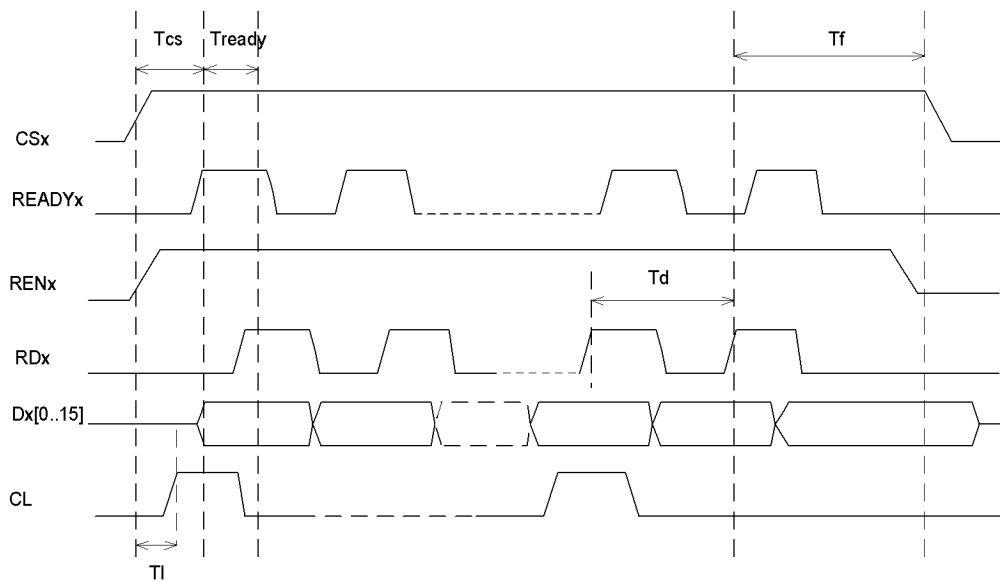


图 2

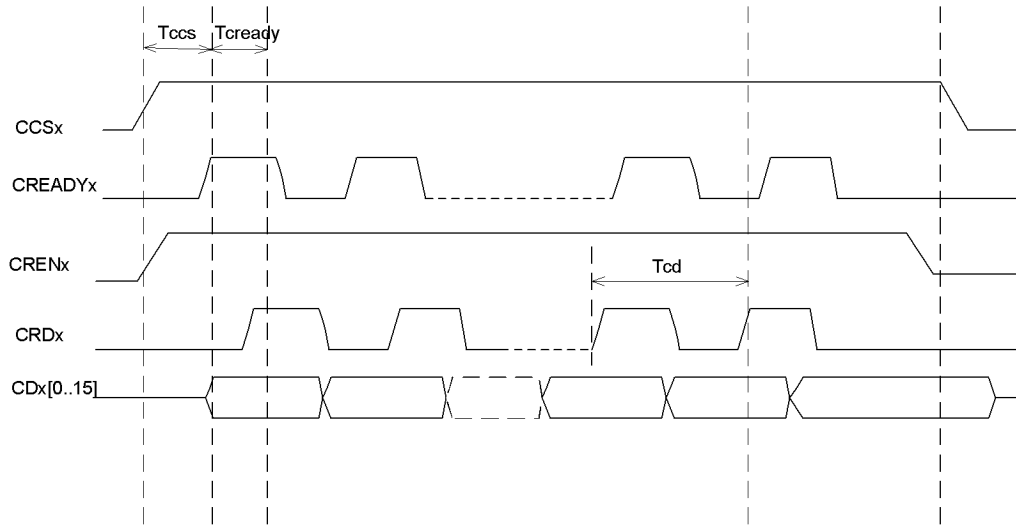


图 3

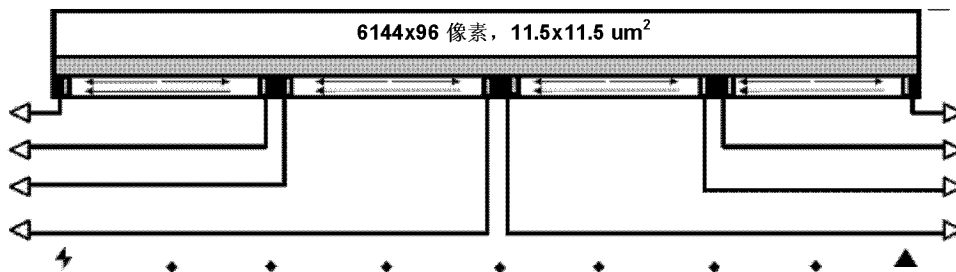


图 4

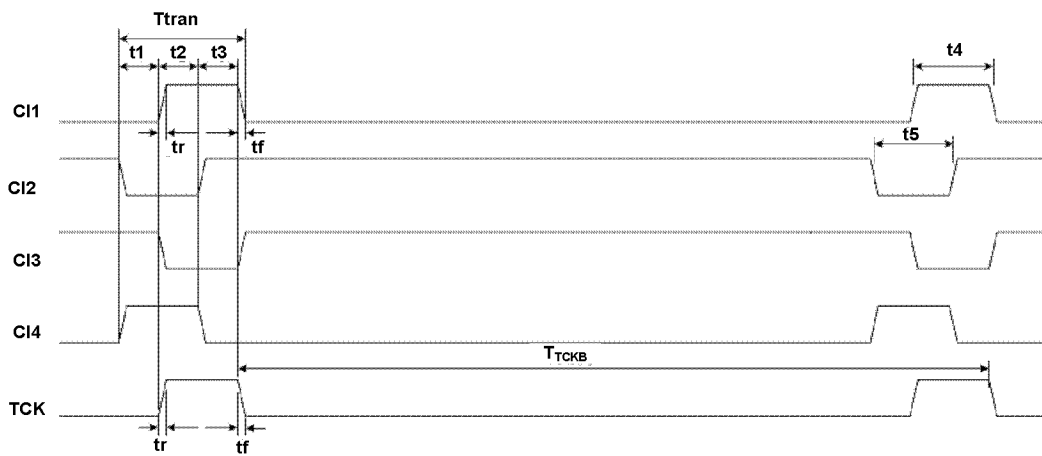


图 5

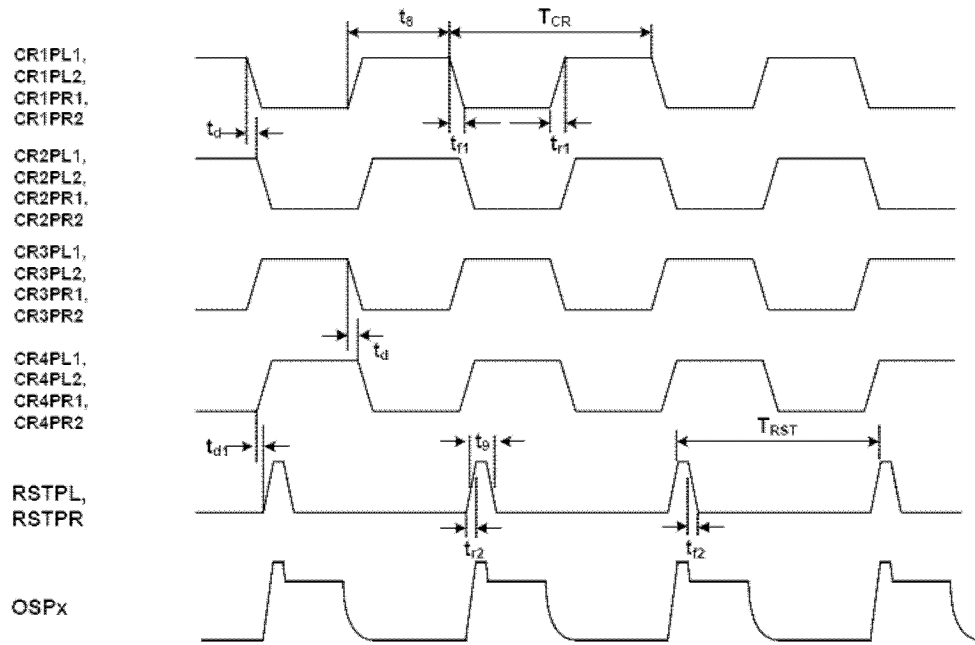


图 6

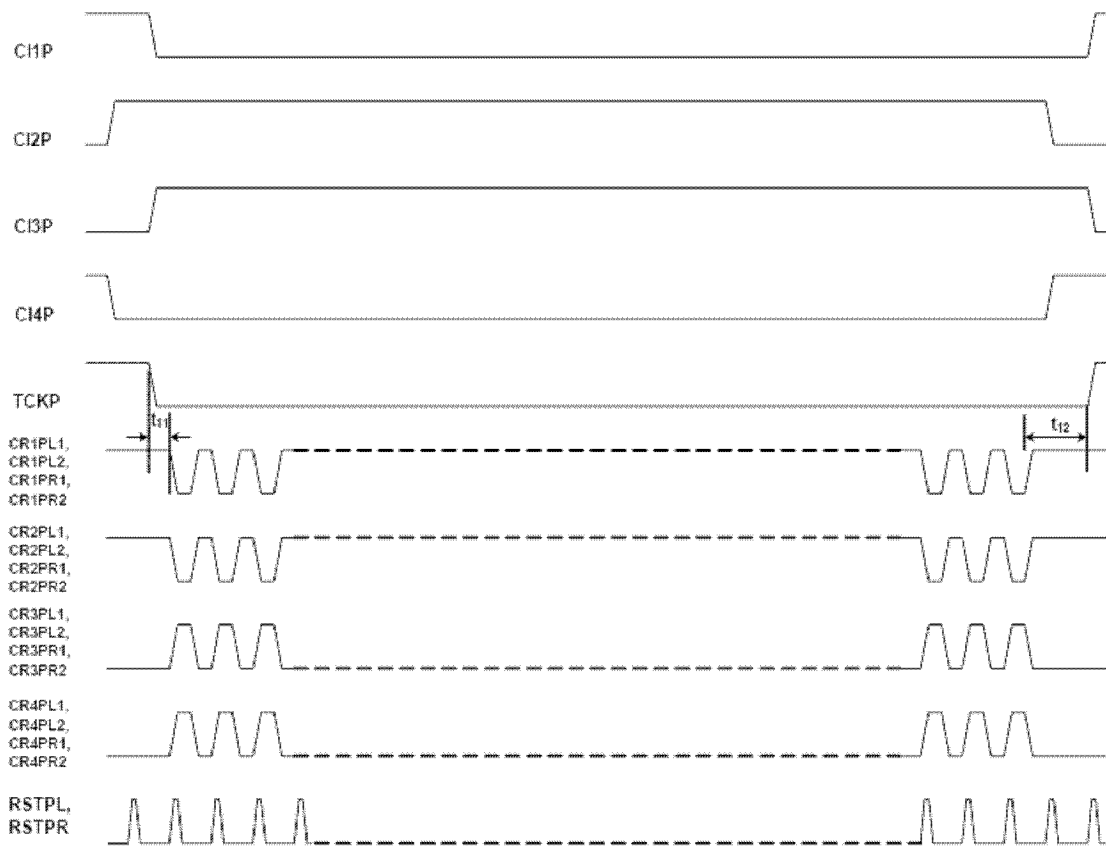


图 7

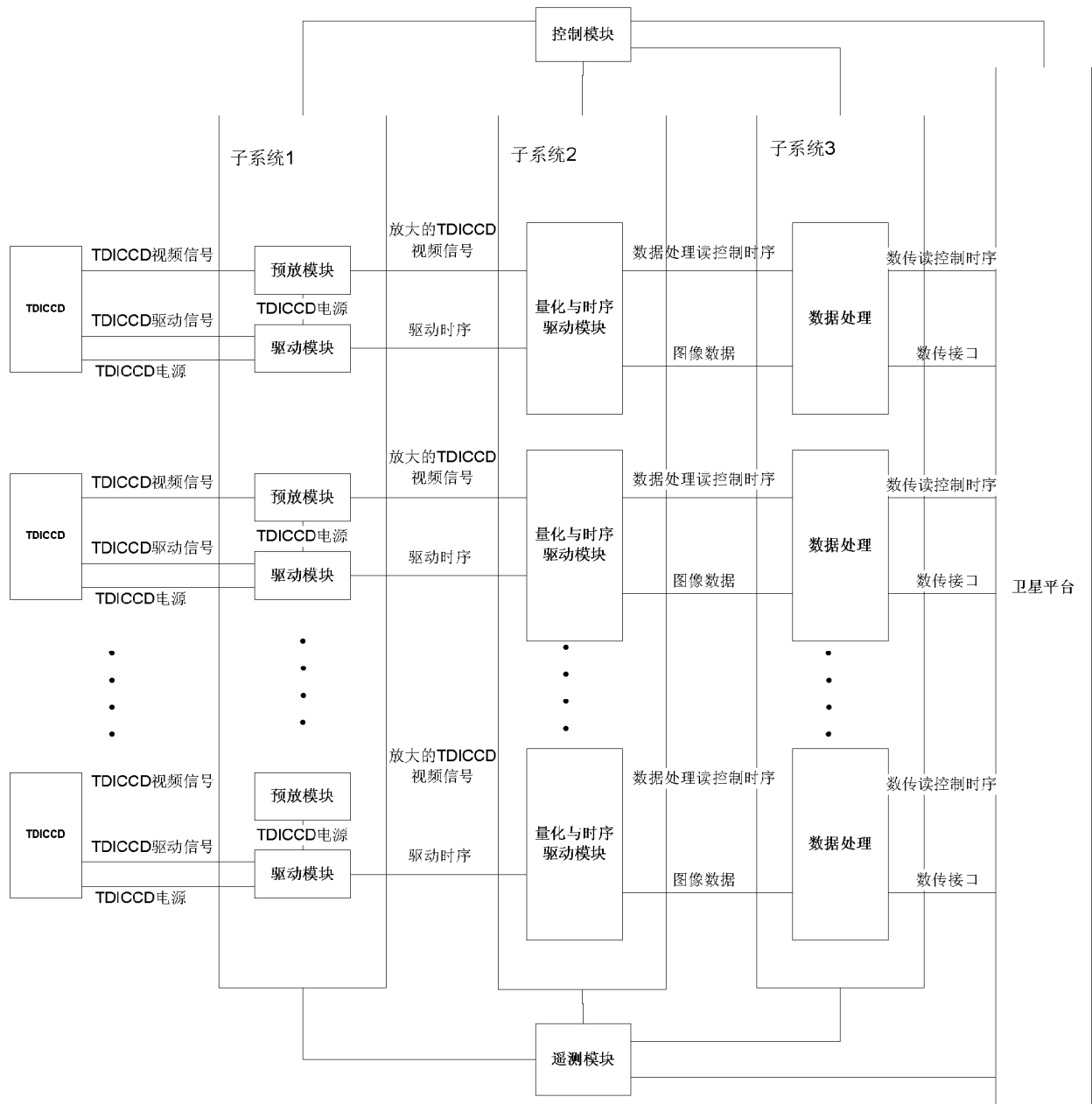


图 8