



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910067483.6

[43] 公开日 2010年1月27日

[11] 公开号 CN 101635798A

[22] 申请日 2009.9.2
 [21] 申请号 200910067483.6
 [71] 申请人 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 张雪菲 匡海鹏 陈志超 刘志明 王德江

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
 代理人 王立伟

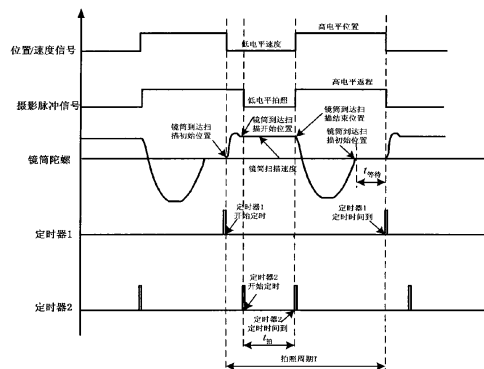
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

全景式航空相机拍照信号的控制方法

[57] 摘要

全景式航空相机拍照信号的控制方法，属于航空相机测量与成像技术控制领域。相机控制器系统根据飞机当前时刻的速高比、指标重叠率、目标倾斜角和横滚角度计算出镜筒扫描初始位置、扫描开始位置、扫描结束位置、拍照时间 $t_{拍}$ 和拍照周期 T ，并作为工作参数发送给镜筒系统。镜筒系统在扫描初始位置按照拍照信号控制时序发送位置/速度信号和摄影脉冲信号。最后，接收到镜筒系统发送的位置/速度信号和摄影脉冲信号后，反射镜系统进行像移补偿，调焦系统进行自动调焦，调光系统进行自动调光，横滚系统进行横滚补偿，实现在拍照期间各系统完成功能时序的一致性，并且保证了相机满足指标重叠率的要求。



1、全景式航空相机拍照信号的控制方法，其特征在于具体控制方法是：

1) 相机控制器系统根据飞机当前时刻的速高比、指标重叠率、目标倾斜角和横滚角度计算出镜筒扫描初始位置、扫描开始位置、扫描结束位置、拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 和拍照周期 T ，这五个工作参数通过串口实时发送给镜筒系统；

2) 镜筒系统接到拍照指令后，在扫描初始位置发送位置/速度信号低电平，镜筒由速度回路控制，并以拍照周期 T 做一个定时 1；

3) 当镜筒到达扫描开始位置时，镜筒系统发送摄影脉冲信号低电平，相机开始拍照，此时以拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 做一个定时 2；

4) $t_{\text{拍}}$ 定时 2 时间到镜筒系统发送摄影脉冲信号高电平和位置/速度信号高电平，拍照结束，镜筒由位置回路控制，返回到扫描初始位置；

5) 当镜筒到达扫描初始位置时，判断 T 的定时 1，若 T 定时 1 时间到，则镜筒系统发送位置/速度信号低电平，开始新的一次拍照；若 T 定时 1 时间未到，镜筒继续在扫描初始位置等待，以上就是全景式航空相机拍照信号的控制方法。

2、根据权利要求 1 所述的全景式航空相机拍照信号的控制方法，其特征在于采用 T1 和 T2 两个定时器给镜筒拍照周期 T 和镜筒拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 定时。

3、根据权利要求 1 所述的全景式航空相机拍照信号的控制方法，其特征在于采用两个 I/O 口发送并接收位置/速度信号和摄影脉冲信号。

全景式航空相机拍照信号的控制方法

技术领域

全景式航空相机拍照信号的控制方法,属于航空相机测量与成像技术领域,尤其针对全景式航空相机成像。

技术背景

全景式航空相机采用镜筒摆扫式的工作方式。相机在拍照时,对地面上指定的一个条带区域成像;回程时,不成像。航空相机扫描角越大,地面覆盖宽度越宽,拍照周期就越长,相邻两条图像间有可能出现拉缝,导致图像信息量的丢失。因此,为了使拍出的图像连续无缝,要求相邻两次成像的条带区域保持一定的指标重叠率。目前,全景式航空相机是通过拍照信号来控制相机拍照和返程时间,从而保证相机拍照的指标重叠率。拍照信号由位置/速度信号和摄影脉冲信号组成,这两个信号主要是依据镜筒的位置信息来判断的。但是,由于相机在拍照过程中受到飞机横滚角速度的干扰和飞机窗口尺寸的限制,依据镜筒位置信息来控制位置/速度信号和摄影脉冲信号很难保证满足指标重叠率的要求。本文针对上述情况设计了一种新的拍照信号的控制方法,该方法满足指标重叠率的要求。

发明内容

发明目的:

本发明设计了一种全景式航空相机拍照信号的控制方法,拍照信号包括位

置/速度信号和摄影脉冲信号。该方法能够保证全景式航空相机相邻两条图像间满足指标重叠率的要求。

技术方案：

全景式航空相机工作方式分为左倾斜摆扫成像和右倾斜摆扫成像，相邻两条图像重叠的地方称为重叠率，如图 1 所示。在离飞机最近的地方，重叠率最小；离飞机最远的地方，重叠率最大。本发明设计的全景式航空相机拍照信号控制方法是保证两条图像重叠率最小的地方满足指标重叠率的要求。

相机横向扫描角 2β 公式为：

$$2\beta = \omega_j \cdot K \cdot \frac{B(1-\rho)}{f \cdot \eta \cdot \sin \theta} \quad (1)$$

其中： ρ —指标重叠率；

η —速高比；

ω_j —镜筒扫描速度，即镜筒相对于地面的扫描速度；

K —时间比例系数；

B —像元长度；

θ —相机扫描角；

f —相机焦距。

相机控制器系统根据公式(1)计算出相机横向扫描角 2β ，在考虑目标倾斜角和当前飞机横滚角的情况下，确定镜筒扫描初始位置、扫描开始位置和扫描结束位置，作为工作参数发送给镜筒系统。传统的拍照信号就是根据镜筒扫描初始位置、扫描开始位置和扫描结束位置这三个位置信息作为判据，传统的拍照时序图如图 2 所示。

从图 2 中可以看出，当镜筒到达扫描初始位置时，镜筒系统发送位置/速度

信号低电平，选择速度控制回路，镜筒速度从零加速到恒定的镜筒扫描速度。当镜筒以恒定镜筒扫描速度到达扫描开始位置时，镜筒系统发送摄影脉冲信号低电平，相机开始拍照。当镜筒到达扫描结束位置时，镜筒系统发送摄影脉冲信号高电平和位置/速度信号高电平，相机拍照结束，镜筒由速度控制切换到位置控制，进入返程阶段，返回到扫描初始位置，准备下一次拍照。

(1) 横滚角速度对实际重叠率影响

相机控制器系统发送的镜筒扫描初始位置、扫描开始位置和扫描结束位置其实是镜筒相对于惯性系地面目标位置而言的。但由于镜筒系统是采用电位计或者编码器作为位置反馈元件，它反馈的是镜筒相对于飞机的转动角度，而不是相对于惯性系大地的转动角度。如果在拍照过程中，飞机的横滚角速度 $\omega_{hg} = 0$ ，说明飞机在拍照期间没有产生横滚角，镜筒相对于地面的转角和镜筒相对于飞机的转角一致，实际重叠率不发生改变；如果在拍照过程中飞机的横滚角速度 $\omega_{hg} \neq 0$ ，随着拍照时间积累会引起飞机横滚角度的变化，造成镜筒相对于飞机的转角和镜筒相对于地面的转角不一致，因此实际重叠率发生变化。

当镜筒扫描速度为 $\omega_j = 20^\circ/s$ ，飞机横滚角速度 $\omega_{hg} \leq \pm 3^\circ/s$ ，指标重叠率 $\rho = 10\%$ ，

则实际重叠率 ρ' 和飞机横滚角速度 ω_{hg} 关系如表 1 所示。

由表 1 可以看到，当横滚角速度 ω_{hg} 和镜筒扫描速度反向时，实际重叠率 ρ' 较指标重叠率 ρ 增大；当横滚角速度 ω_{hg} 和镜筒扫描速度同向时，实际重叠率 ρ' 较指标重叠率 ρ 减小，且当 $\omega_{hg} \geq 2^\circ/s$ 时，实际重叠率 $\rho' \leq 0$ ，出现负数，说明图像之间没有重叠，出现拉缝现象，导致图像信息量的丢失。

上面的分析证明，如果以镜筒扫描开始位置和扫描结束位置作为摄影脉冲

的判断依据，会对实际重叠率 ρ' 带来影响。由于在拍照过程中，镜筒扫描速度 ω_j 为恒定值，镜筒摆扫路程即为相机横向扫描角 2β 。当速高比 η 一定时，相机横向扫描角 2β 由公式(1)可求，因此，相机拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 表达式为：

$$t_{\text{拍}} = \frac{2\beta}{\omega_j} \quad (2)$$

其中： 2β —相机横向扫描角；

ω_j —镜筒扫描速度，即镜筒相对于地面的扫描速度。

当镜筒到达扫描开始位置时，镜筒系统发送摄影脉冲信号低电平，相机开始拍照，此时以拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 做一个定时 2，定时 2 时间到镜筒系统发送摄影信号高电平，拍照结束，镜筒开始返程，这样保证了即使在拍照期间飞机有横滚角速度，但实际重叠率 ρ' 不受影响。

(2) 速高比对实际重叠率影响

由公式(1)可知，对于全景式航空相机，相机的横向扫描角 2β 随着速高比 η 的减小而变大。但是考虑到飞机窗口尺寸要求，相机横向扫描角 2β 限制在一定范围内，即 $2\beta \leq 2\beta_{\text{max}}$ 。设速高比 η_0 为相机横向扫描角刚等于 $2\beta_{\text{max}}$ 时的速高比， $\eta_0 = 0.05$ ，速高比范围为 $\eta \in [0.01, 0.1]$ 。根据设计要求指标重叠率 $\rho = 10\%$ ，相机实际重叠率 ρ' 和速高比 η 关系如表 2 所示。

从表 2 中可以看出，当速高比 $\eta \geq \eta_0 = 0.05$ 时，相机实际重叠率 ρ' 等于指标重叠率 $\rho = 10\%$ ；当速高比 $\eta < \eta_0 = 0.05$ 时，随着速高比 η 变小，相机实际重叠率 ρ' 变大。当速高比 $\eta = 0.01$ 时，实际重叠率 $\rho' = 82\%$ 。

上面的分析说明，如果仍然以镜筒返程到镜筒扫描初始位置作为发送位置/速度信号低电平的依据，当速高比 $\eta < \eta_0$ 的时候，实际重叠率 ρ' 变大。

相机拍照周期 T 的表达式为：

$$T = \frac{B(1-\rho)}{\eta \cdot f \cdot \sin \theta} \quad (3)$$

式中： ρ —指标重叠率；

η —速高比；

B —像元长度；

θ —相机扫描角；

f —相机焦距。

从公式(3)可知，拍照周期 T 与速高比 η 成反比。当速高比 η 变大时，拍照周期 T 变小；当速高比 η 变小时，拍照周期 T 变大。而且当速高比 $\eta < \eta_0$ 时，虽然相机横向扫描角 $2\beta = 2\beta_{\max}$ 不变，但是拍照周期 T 随之变大。因此，我们根据相机拍照周期 T 作为位置/速度信号的判断依据，改进后的相机拍照时序图如图3所示。

图3中，镜筒系统接到拍照指令后，发送位置/速度信号低电平，镜筒由速度回路控制，并以拍照周期 T 做一个定时1。当镜筒到达扫描开始位置时，发送摄影脉冲信号低电平，相机开始拍照，此时以拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 做一个定时2。 $t_{\text{拍}}$ 定时2时间到镜筒系统发送摄影脉冲信号高电平和位置/速度信号高电平，拍照结束，镜筒由位置回路控制，返回到扫描初始位置。当镜筒到达扫描初始位置时，判断 T 的定时1，若 T 定时1时间到，则镜筒系统发送位置/速度信号低电平，开始新的一次拍照；若 T 定时1时间未到，镜筒继续在扫描初始位置等待，以上就是全景式航空相机拍照信号的控制方法。

对于全景式航空相机，电控系统组成结构为：相机控制器系统、镜筒系统、反射镜系统、调焦系统、调光系统以及横滚系统。电控系统结构图如图4所示。首先，相机控制器系统根据飞机当前时刻的速高比、指标重叠率、目标倾斜角

和横滚角度计算出镜筒扫描初始位置、扫描开始位置、扫描结束位置、拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 和拍照周期 T ，并作为工作参数发送给镜筒系统。其次，镜筒系统在扫描初始位置按照图3的拍照信号控制时序发送位置/速度信号和摄影脉冲信号给反射镜系统、调焦系统、调光系统和横滚系统。最后，接收到镜筒系统发送的位置/速度信号和摄影脉冲信号后，反射镜系统进行像移补偿，调焦系统进行自动调焦，调光系统进行自动调光，横滚系统进行横滚补偿，实现在拍照期间各系统完成功能时序的一致性，并且保证了相机满足指标重叠率的要求。

本发明的有益效果：控制全景式航空相机拍出的图像连续无缝，要求相邻两次成像的条带区域满足指标重叠率。避免出现拉缝现象，防止图像信息量的丢失。通过试验该控制方法稳定可靠，保证了相机满足指标重叠率的要求。

附图说明

图1、图像条带重叠率示意图。

图2、传统方式相机拍照信号控制方法时序图。

图3、本发明相机拍照信号控制方法时序图。

图4、全景式航空相机电控结构原理图。

具体实施方式

1、相机控制器系统选用美国德州仪器公司(TI)最新数字信号处理器(TMS320F2812)作为主控制器，它具有高速运算能力，其特点为：50MHz工作频率、32位数据线、18kRAM、128kFLASH、16通道PWM、3个定时器、2个全双工SCI串口。相机控制器系统与镜筒系统之间通过RS-422串口交换数据，选用DS26C31和DS26C32作为RS-422串行通讯接口芯片。

2、相机控制器系统根据当前相机速高比、指标重叠率按照公式(1)计算

出相机横向扫描角 2β ，再根据目标倾斜角和飞机横滚角确定镜筒扫描初始位置、扫描开始位置和扫描结束位置，镜筒拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 和镜筒拍照周期 T 。相机控制器系统将这五个工作参数通过串口实时发送给镜筒系统。

3、镜筒系统同样选用美国德州仪器公司（TI）的 TMS320F2812 作为主控制器。选用 DS26C31 和 DS26C32 作为 RS-422 串行通讯接口芯片，与相机控制器系统进行串口通讯。镜筒系统收到相机控制器系统发送的工作参数后，采用 T1 和 T2 两个定时器给镜筒拍照周期 T 和镜筒拍照时间 $t_{\text{拍}}$ 定时。采用两个 I/O 口发送位置/速度信号和摄影脉冲信号。

4、反射镜系统、调焦系统、调光系统和横滚系统分别选用美国德州仪器公司（TI）的 TMS320F2812 作为主控制器，同样分别采用两个 I/O 口接收由镜筒系统发送的位置/速度信号和摄影脉冲信号。

5、接收到镜筒系统发送的位置/速度信号和摄影脉冲信号后，反射镜系统进行像移补偿，调焦系统进行自动调焦，调光系统进行自动调光，横滚系统进行横滚补偿。拍照期间各系统完成功能时序的一致性，并且保证了相机满足指标重叠率的要求。

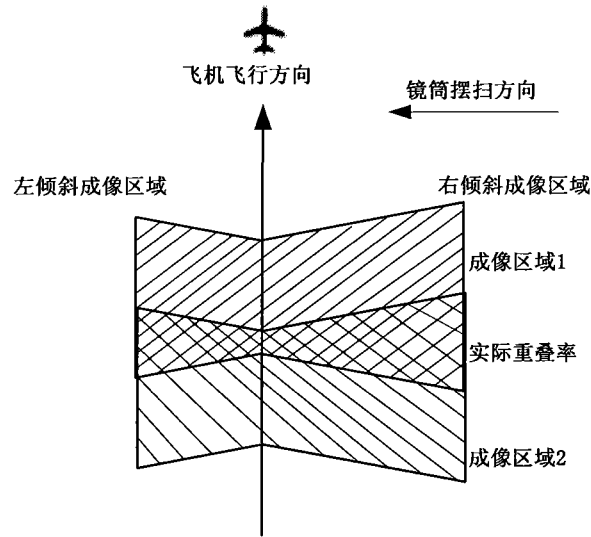


图 1

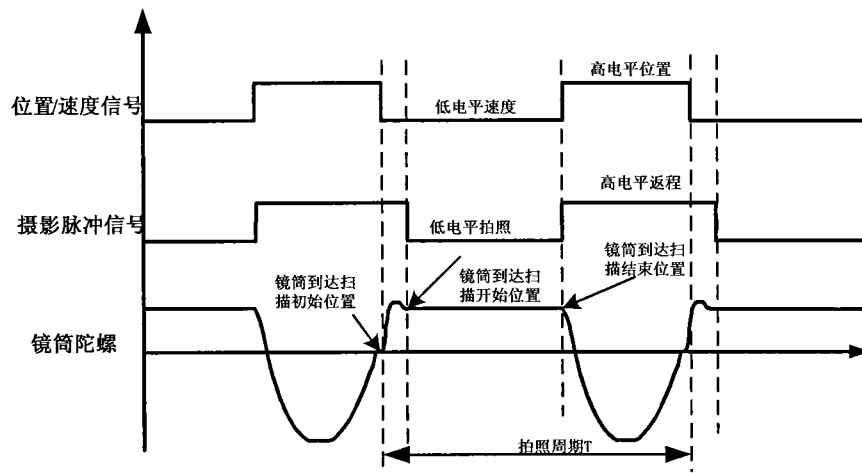


图 2

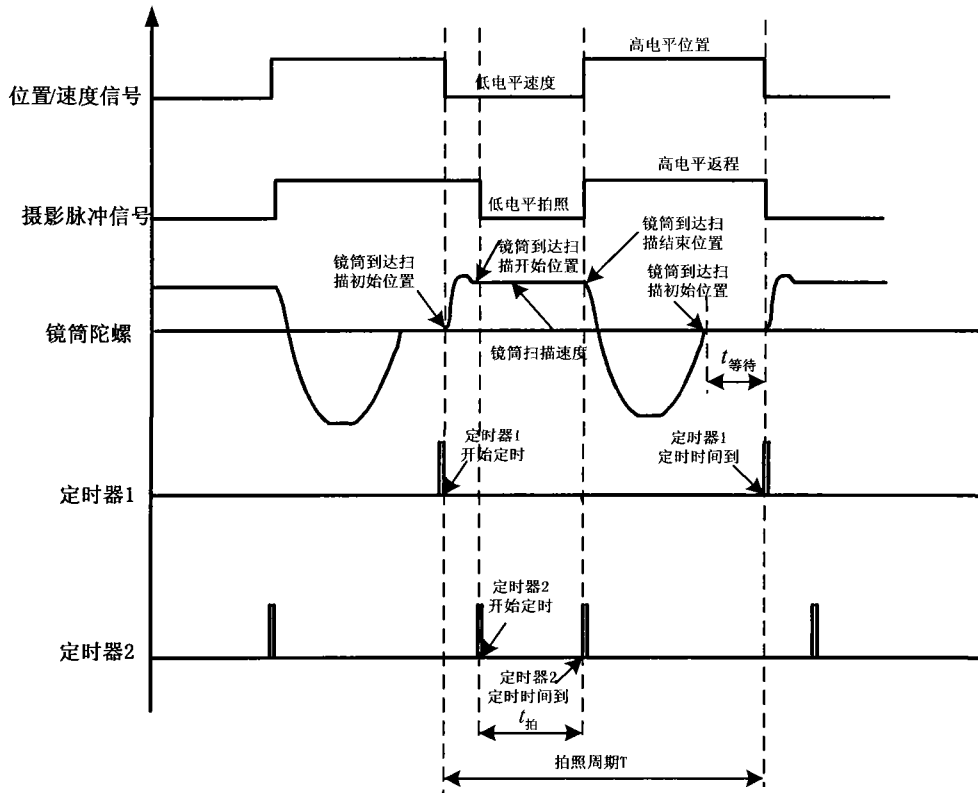


图 3

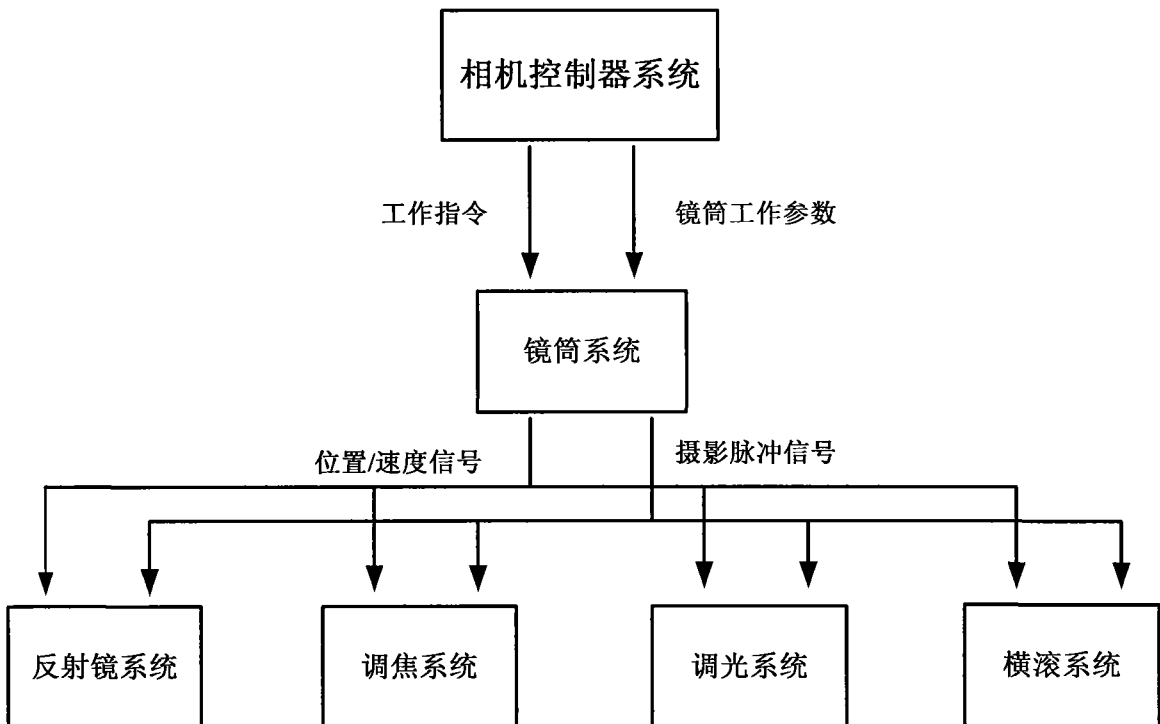


图 4

表1 实际重叠率 ρ' 和飞机横滚角速度 ω_{hg} 关系表

横滚角速度 ($^{\circ}/s$)	-3	-2.5	-2	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
实际重叠率	21.7%	20%	18.1%	16.3%	14.3%	12.2%	10%	7.7%	5.3%	2.7%	0%	-2.9%	-5.9%

表2 实际重叠率 ρ' 和速高比 η 关系如表

速高比 η	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
实际重叠率 ρ'	82%	64%	46%	28%	10%	10%	10%	10%	10%	10%