



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104034314 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410210669.3

(22)申请日 2014.05.19

(73)专利权人 上海微小卫星工程中心

地址 201203 上海市浦东新区海科路99号

(72)发明人 胡海鹰 苏瑞丰 朱永生 朱振才

尹增山 杨根庆 张科科 郑珍珍

李宗耀 盛蕾

(74)专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所

(普通合伙) 31218

代理人 孙佳胤 翟羽

(51)Int.Cl.

G01C 11/00(2006.01)

G01C 11/02(2006.01)

审查员 闫西章

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

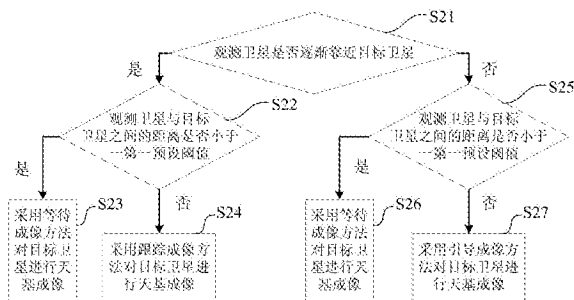
(54)发明名称

一种引导成像方法、空间目标天基成像方法及装置

(57)摘要

一种引导成像方法、空间目标天基成像方法及装置。一种空间目标天基成像方法,包括:1)根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则执行步骤2),否则执行步骤5);2)判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则执行步骤3),否则执行步骤4);3)采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像;4)采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像;5)判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则执行步骤6),否则执行步骤7);6)采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像;7)采用本发明所述的引导成像方法对目标卫星进行天基成像。本发明实现了对空间目标简单、高效的

CN 104034314 B



1. 一种空间目标天基成像方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则执行步骤(2),否则执行步骤(5);

(2)判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则执行步骤

(3),否则执行步骤(4);

(3)采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像;

(4)采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像;

(5)判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则执行步骤

(6),否则执行步骤(7);

(6)采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像;

(7)采用引导成像方法对目标卫星进行天基成像,其中所述引导成像方法包括:(A)根据地面预报仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,获取轨迹运动包;(B)通过地面上注所述轨迹运动包;(C)控制空间目标天基成像系统及姿控分系统根据所述轨迹运动包,在每个预定时刻运动到预定位置,以及控制空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。

2. 根据权利要求1所述空间目标天基成像方法,其特征在于,所述第一预设阈值与所述第二预设阈值相等。

3. 一种空间目标天基成像装置,其特征在于,包括轨迹判断单元、第一阈值判断单元、第二阈值判断单元以及成像单元:

所述轨迹判断单元分别与第一阈值判断单元以及第二阈值判断单元相连,用于根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则调用第一阈值判断单元,否则调用第二阈值判断单元;

所述第一阈值判断单元与所述成像单元相连,用于判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则控制成像单元采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像,否则控制成像单元采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像;

所述第二阈值判断单元与所述成像单元相连,用于判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则控制成像单元采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像,否则控制成像单元采用引导成像方法对目标卫星进行天基成像,其中所述引导成像方法包括:(A)根据地面预报仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,获取轨迹运动包;(B)通过地面上注所述轨迹运动包;(C)控制空间目标天基成像系统及姿控分系统根据所述轨迹运动包,在每个预定时刻运动到预定位置,以及控制空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。

4. 根据权利要求3所述空间目标天基成像装置,其特征在于,所述第一预设阈值与所述第二预设阈值相等。

## 一种引导成像方法、空间目标天基成像方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及空间目标天基光学成像技术领域,具体的说,涉及一种引导成像方法以及基于交会运动特性的空间目标天基成像方法及装置。

### 背景技术

[0002] 空间目标光学成像仿真在天基光学观测系统研制开发过程中具有重要的价值和意义。现有的空间目标天基光学成像所采用的模式有自动跟踪成像模式及等待成像模式。

[0003] 跟踪成像方式:由地面引导空间目标天基成像系统进行粗定向,然后锁定目标,接着转自主跟踪,精确定向,并在光学摄像过程中连续跟踪目标,以延长拍摄时间。这种方式的优点是对目标的观测时间较长,利于光学成像。缺点是对空间目标天基成像系统的自主能力要求很高,需要增加空间目标捕获、跟踪、识别系统,系统比较复杂。另外,当逼近距离较近时,目标相对观测系统的角速度很大,快速跟踪的实现难度大。

[0004] 等待成像方式:根据地面站指令,空间目标天基成像系统提前进行姿态机动,指向预定方向,等待目标穿过视场时进行摄像。这种方式的优点是系统简单,可靠性较高。缺点是仅能对空间目标进行“被动”观测,观测时间短,对成像观测的时机要求很高,相应地对目标的预报精度要求也高。

[0005] 因此,需要对现有的空间目标天基成像方法进行改进。

### 发明内容

[0006] 本发明的一目的在于,提供一种引导成像方法,其能够更好地获取近距离空间目标图像。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种引导成像方法,包括以下步骤:(A)根据地面预报仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,获取轨迹运动包;(B)通过地面上注所述轨迹运动包;(C)控制空间目标天基成像系统及姿控分系统根据所述轨迹运动包,在每个预定时刻运动到预定位置,以及控制空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。

[0008] 本发明引导成像方法的优点在于在捕获跟踪系统失效的情况下仍然可以对空间目标天基成像,且通过提前转动减小观测卫星与目标卫星相对运动速度的方法能拍摄到减小运动模糊,获得更近距离目标图像。

[0009] 本发明的再一目的在于,提供一种空间目标天基成像方法及装置,其能够根据观测卫星与目标卫星的交会运动特性选择不同成像模式,以更好地获取近距离空间目标图像。

[0010] 为实现上述目的,本发明提供了一种空间目标天基成像方法,包括以下步骤:(1)根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则执行步骤(2),否则执行步骤(5);(2)判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则执行步骤(3),否则执行步骤(4);(3)采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像;(4)采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像;(5)判断观测卫星与目标卫星

之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则执行步骤(6),否则执行步骤(7);(6)采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像;(7)采用本发明所述的引导成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0011] 为实现上述目的,本发明还提供了一种空间目标天基成像装置,包括轨迹判断单元、第一阈值判断单元、第二阈值判断单元以及成像单元:所述轨迹判断单元分别与第一阈值判断单元以及第二阈值判断单元相连,用于根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则调用第一阈值判断单元,否则调用第二阈值判断单元;所述第一阈值判断单元与所述成像单元相连,用于判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则控制成像单元采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像,否则控制成像单元采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像;所述第二阈值判断单元与所述成像单元相连,用于判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则控制成像单元采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像,否则控制成像单元采用权利要求1所述的引导成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0012] 本发明的优点在于,根据观测卫星与目标卫星的交会运动特性,以及跟踪成像、等待成像、引导成像的各自特性,选择不同成像模式,实现了对空间目标简单、高效的天基成像。

## 附图说明

[0013] 图1,本发明所述引导成像方法的流程图;

[0014] 图2,本发明所述空间目标天基成像方法的流程图;

[0015] 图3A-3B,观测卫星与目标卫星的相对运动情况示意图;

[0016] 图4,本发明所述空间目标天基成像装置的架构图。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明提供的引导成像方法、空间目标天基成像方法及装置的具体实施方式做详细说明。

[0018] 参见图1所示,一种引导成像方法,包括以下步骤:S11:根据地面预报仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,获取轨迹运动包;S12:通过地面上注所述轨迹运动包;S13:控制空间目标天基成像系统及姿控分系统根据所述轨迹运动包,在每个预定时刻运动到预定位置,以及控制空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。以下是对上述步骤的详细描述。

[0019] S11:根据地面预报仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,获取轨迹运动包。

[0020] 根据高精度的地面预报,仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,从而获取轨迹运动包。所述轨迹运动包中包括控制空间目标天基成像系统提前转动,以减小观测卫星与目标卫星之间的相对运动速度。

[0021] S12:通过地面上注所述轨迹运动包。

[0022] 将所述轨迹运动包发送至空间目标天基成像系统及姿控分系统,以控制其运动。

[0023] S13:控制空间目标天基成像系统及姿控分系统根据所述轨迹运动包,在每个预定时刻运动到预定位置,以及控制空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。

[0024] 空间目标天基成像系统及姿控分系统根据地面上注的轨迹运动包运动,在每个预定时刻运动到预定位置,空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。

[0025] 本发明引导成像方法的优点在于在捕获跟踪系统失效的情况下仍然可以对空间目标天基成像,且通过提前转动减小观测卫星与目标卫星相对运动速度的方法能拍摄到减小运动模糊,获得更近距离目标图像。

[0026] 参见图2所示,本发明所述空间目标天基成像方法的流程图,所述方法包括以下步骤。

[0027] S21:根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则执行步骤S22,否则执行步骤S25。

[0028] 根据观测卫星与目标卫星星下点轨迹,空间目标天基成像时观测卫星与目标卫星的相对运动情况有两种:一、观测卫星逐渐靠近目标卫星,如图3A所示;二、观测卫星逐渐远离目标卫星,如图3B所示。因此空间目标天基成像交会观测可根据相对运动情况采用不同方式。

[0029] S22:判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则执行步骤S23,否则执行步骤S24。

[0030] 当观测卫星逐渐靠近目标卫星时,两星相对运动速度由慢到快,当观测卫星与目标卫星之间的距离小于第一预设阈值时,两星相对运动速度较快。因此,当判定观测卫星逐渐靠近目标卫星时,根据两星之间的距离不同选择相应的成像方式,以更好的成像。

[0031] 第一预设阈值R1可以采用如下方式设置:

$$[0032] \quad R1 \geq \frac{V_1}{\omega} = \frac{V_1}{S \cdot f},$$

[0033] 其中,V1为两星相对运动速度,S为相机视场,f为频率。

[0034] S23:采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0035] 等待成像方法:根据地面站指令,空间目标天基成像系统提前进行姿态机动,指向预定方向,等待目标穿过视场时进行摄像。由于逼近时两星相对运动速度较快,对交会方式无特殊要求,但观测时间短,获得图像数据少,运动模糊明显;故采用等待成像方法,简单、可靠性较高,可以很好的对目标卫星进行天基成像。

[0036] S24:采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0037] 跟踪成像方法:由地面引导空间目标天基成像系统进行粗定向,然后锁定目标,接着转自主跟踪,精确定向,并在光学摄像过程中连续跟踪目标,以延长拍摄时间。由于两星相对运动速度由慢到快,利于捕获、平稳跟踪目标;故采用跟踪成像方法,对目标的观测时间较长,利于光学成像。

[0038] S25:判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则执行步骤S26,否则执行步骤S27。

[0039] 当观测卫星逐渐远离目标卫星时,两星相对运动速度由快到慢,当观测卫星与目标卫星之间的距离小于第二预设阈值时,两星相对运动速度较快。因此,当判定观测卫星逐渐远离目标卫星时,同样根据两星之间的距离不同选择相应的成像方式,以更好的成像。其中,所述第一预设阈值与所述第二预设阈值可以相等,也可以为不同值。

[0040] 例如,所述第二预设阈值R2可以为:

$$[0041] \quad R2 \geq \frac{V_1 - V_2}{\omega} = \frac{V_1 - V_2}{S \cdot f}$$

[0042] 其中,  $V_1$ 为两星相对运动速度,  $V_2$ 为上注的轨迹包中仿真规划的速度,  $S$ 为相机视场,  $f$ 为频率。

[0043] S26:采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0044] 在观测卫星逐渐远离目标卫星时,当两星之间的距离小于第二预设阈值时,由于两星相对运动速度较快,对交会方式无特殊要求,但观测时间短,获得图像数据少,运动模糊明显;故采用等待成像方法,简单、可靠性较高,可以很好的对目标卫星进行天基成像。

[0045] S27:采用引导成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0046] 本发明所述引导成像方法:根据地面预报仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,获取轨迹运动包;通过地面上注所述轨迹运动包;控制空间目标天基成像系统及姿控分系统根据所述轨迹运动包,在每个预定时刻运动到预定位置,以及控制空间目标天基成像系统在此运动过程中连续成像。根据高精度的地面预报,仿真规划空间目标天基成像系统运动轨迹,从而获取轨迹运动包。所述轨迹运动包中包括控制空间目标天基成像系统提前转动,以减小观测卫星与目标卫星之间的相对运动速度。将轨迹运动包发送至空间目标天基成像系统及姿控分系统,以控制其运动。由于两星相对运动速度由快至慢,采用引导成像方法控制观测卫星提前转动,以减小两星的相对运动,利于获得更近距离、更好效果的图像数据。

[0047] 本发明所述的空间目标天基成像方法,根据观测卫星与目标卫星的交会运动特性,以及跟踪成像、等待成像、引导成像的各自特性,选择不同成像模式,实现了对空间目标简单、高效的天基成像。

[0048] 参见图4所示,本发明所述空间目标天基成像装置的架构图,所述装置包括轨迹判断单元41、第一阈值判断单元42、第二阈值判断单元43以及成像单元44。

[0049] 所述轨迹判断单元41分别与第一阈值判断单元42以及第二阈值判断单元43相连,用于根据观测卫星与目标卫星的星下点轨迹,判断观测卫星是否逐渐靠近目标卫星,若是则调用第一阈值判断单元42,否则调用第二阈值判断单元43。根据观测卫星与目标卫星星下点轨迹,空间目标天基成像时观测卫星与目标卫星的相对运动情况有两种:观测卫星逐渐靠近目标卫星、观测卫星逐渐远离目标卫星;因此空间目标天基成像交会观测可根据相对运动情况采用不同方式。

[0050] 所述第一阈值判断单元42与所述成像单元44相连,用于判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第一预设阈值,若小于则控制成像单元44采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像,否则控制成像单元44采用跟踪成像方法对目标卫星进行天基成像。

[0051] 当观测卫星逐渐靠近目标卫星时,两星相对运动速度由慢到快,当观测卫星与目标卫星之间的距离小于第一预设阈值时,两星相对运动速度较快。因此,当判定观测卫星逐渐靠近目标卫星时,根据两星之间的距离不同选择相应的成像方式,以更好的成像。当两星之间的距离大于第一预设阈值时,由于两星相对运动速度由慢到快,利于捕获、平稳跟踪目标;故采用跟踪成像方法,对目标的观测时间较长,利于光学成像。当两星之间的距离小于第一预设阈值时,由于逼近时两星相对运动速度较快,对交会方式无特殊要求,但观测时间短,获得图像数据少,运动模糊明显;故采用等待成像方法,简单、可靠性较高,可以很好的

对目标卫星进行天基成像。

[0052] 所述第二阈值判断单元43与所述成像单元44相连,用于判断观测卫星与目标卫星之间的距离是否小于一第二预设阈值,若小于则控制成像单元44采用等待成像方法对目标卫星进行天基成像,否则控制成像单元44采用本发明所述的引导成像方法对目标卫星进行天基成像。其中,所述第一预设阈值与所述第二预设阈值可以相等,也可以为不同值。

[0053] 当观测卫星逐渐远离目标卫星时,两星相对运动速度由快到慢,当观测卫星与目标卫星之间的距离小于第二预设阈值时,两星相对运动速度较快。因此,当判定观测卫星逐渐远离目标卫星时,同样根据两星之间的距离不同选择相应的成像方式,以更好的成像。当两星之间的距离小于第二预设阈值时,由于两星相对运动速度较快,对交会方式无特殊要求,但观测时间短,获得图像数据少,运动模糊明显;故采用等待成像方法,简单、可靠性较高,可以很好的对目标卫星进行天基成像。当两星之间的距离大于第二预设阈值时,由于两星相对运动速度由快至慢,采用引导成像方法控制观测卫星提前转动,以减小两星的相对运动,利于获得更近距离、更好效果的图像数据。

[0054] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

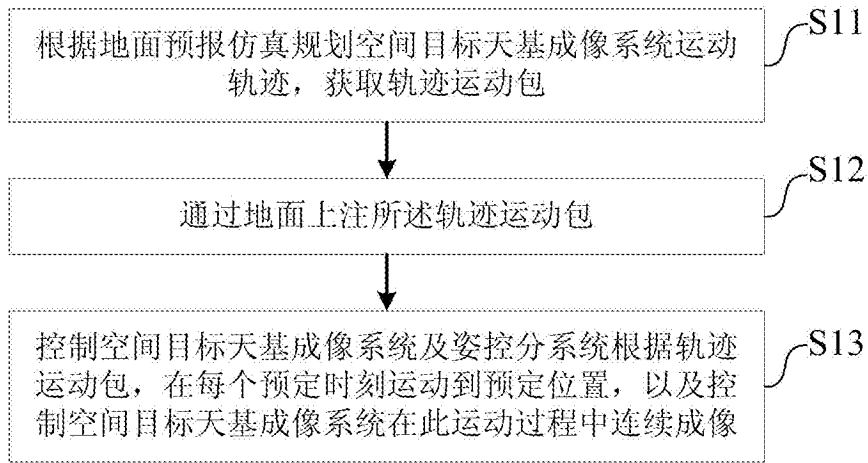


图1

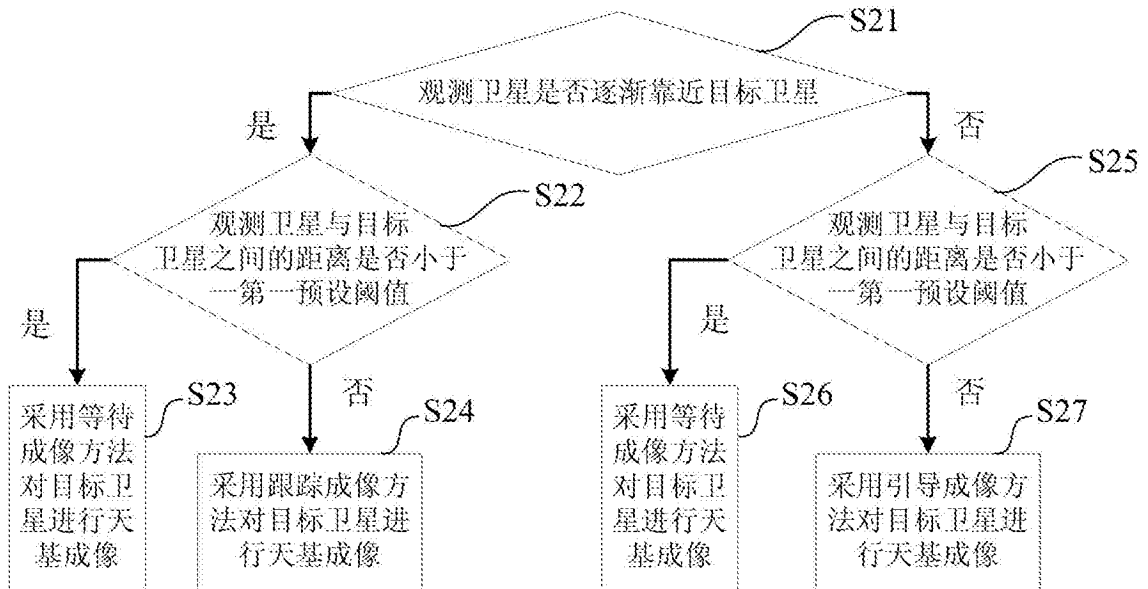


图2



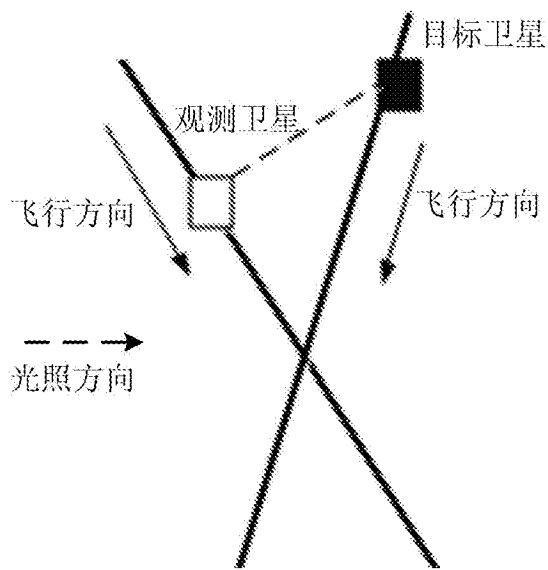


图3A

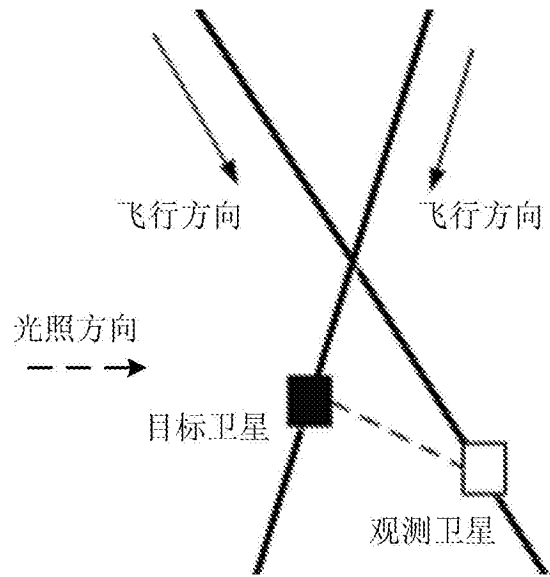


图3B

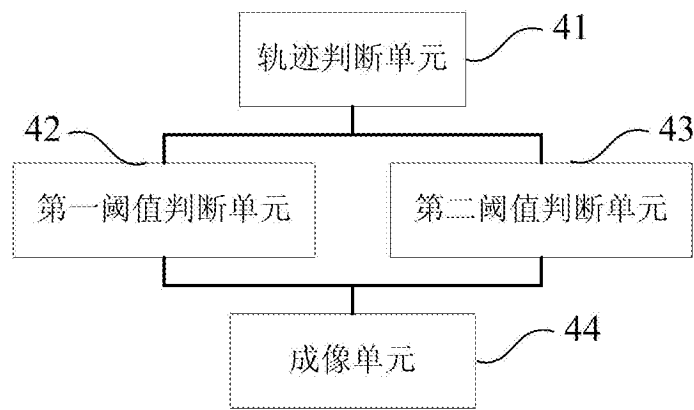


图4