



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112799051 B

(45) 授权公告日 2022.12.09

(21) 申请号 202011552980.8

G01S 13/86 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.24

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112799051 A

CN 109373821 A, 2019.02.22

CN 110262534 A, 2019.09.20

CN 109099779 A, 2018.12.28

(43) 申请公布日 2021.05.14

CN 106324592 A, 2017.01.11

(73) 专利权人 济南和普威视光电技术有限公司  
地址 250101 山东省济南市高新区港兴三路未来创业广场1号楼16层

CN 108535716 A, 2018.09.14

CN 106405540 A, 2017.02.15

JP 2003098255 A, 2003.04.03

(72) 发明人 鲍剑飞 张波 刘训凯

CN 104166137 A, 2014.11.26

CN 110673133 A, 2020.01.10

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公司 37205

CN 110346788 A, 2019.10.18

CN 110632589 A, 2019.12.31

专利代理师 赵阳

任清安 等.《雷达光电智能协同探测技术研究》.《雷达科学与技术》.2016,第14卷(第2期),

(51) Int. Cl.

审查员 王琳琳

G01S 13/72 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

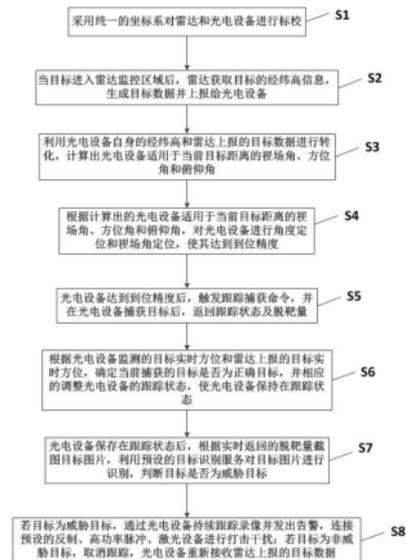
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法及系统

(57) 摘要

本发明提出的一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法及系统,借助现有的雷达和光电设备,首先进行光电静态标校,并对雷达所报目标信息进行转化,对光电设备进行角度定位,判断到位,触发跟踪锁定命令。之后一直通过预设算法判断,利用跟踪状态,雷达所报目标现在方位、光电设备跟踪的目标的方位,判断跟踪的目标是否正确。跟踪错误时自动取消跟踪,重新捕获跟踪。跟踪正确时进行目标识别,判断目标类型,安全目标取消跟踪,信息返回,引导下一批次目标进行自动锁定跟踪。危险目标发出预警,一直跟踪并进行反制。



1. 一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1:采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校;

S2:当目标进入雷达监控区域后,雷达获取目标的经纬高信息,生成目标数据并上报给光电设备;

S3:利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标数据进行转化,计算出光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角;

S4:根据计算出的光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角,对光电设备进行角度定位和视场角定位,使其达到到位精度;

S5:光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令,并在光电设备捕获目标后,返回跟踪状态及脱靶量;

S6:根据光电设备监测的目标实时方位和雷达上报的目标实时方位,确定当前捕获的目标是否为正确目标,并相应的调整光电设备的跟踪状态,使光电设备保持在跟踪状态;

S7:光电设备保存在跟踪状态后,根据实时返回的脱靶量截图目标图片,利用预设的目标识别服务对目标图片进行识别,判断目标是否为威胁目标;

所述步骤S6包括:

若光电设备当前处于跟踪状态,利用光电设备监测的目标实时方位与雷达上报的目标实时方位做对比,若误差在2个视场角之内,则认为跟踪的目标正确,光电设备保持在跟踪状态;

若误差超过2个视场角,则认为跟踪错误,光电设备取消跟踪;此时进入未跟踪状态,并重新接收雷达上报的目标数据。

2. 根据权利要求1所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述步骤S1包括:

对光电设备进行静态标校,将光电设备和雷达的零点均调整为正北方向。

3. 根据权利要求1所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述步骤S3包括:

利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标经纬高信息进行转化,计算出目标相对于光电设备的北向方位角度、俯仰角度和距离;

利用距离与视场角的关系,通过距离与视场角计算关系算出一个适用于当前目标距离的视场角。

4. 根据权利要求3所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述距离与视场角计算关系如下:

$$\alpha = 2 * \arctan(B / (2 * D)) * 180 / \pi;$$

其中, $\alpha$ 为适用于当前目标距离的视场角,B为目标宽度,D为目标相对于光电设备的距离, $\theta$ 为目标占比。

5. 根据权利要求1所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述步骤S4包括:

将光电设备返回的目标的实时方位和视场角与计算得出的光电设备适用于当前目标距离的视场角进行比较,判断误差小于预设阈值,若是,当前光电设备的角度和视场角到位;若否,根据计算得出的光电设备适用于当前目标距离的视场角对光电设备进行角度和

视场角的调整,直到其达到到位精度。

6. 根据权利要求1所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述光电设备保持在跟踪状态时,不再进行角度定位,只进行镜头的自动变倍;光电设备实时计算当前相对目标的距离,当距离大于预设距离时,按照预设参数对视场角进行一次调整。

7. 根据权利要求1所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述步骤S7之后还包括:

若目标为威胁目标,通过光电设备持续跟踪录像并发出告警,连接预设的反制、高功率脉冲、激光设备进行打击干扰;

若目标为非威胁目标,取消跟踪,光电设备重新接收雷达上报的目标数据。

8. 根据权利要求1所述的低慢小目标的自动捕获跟踪方法,其特征在于,所述目标数据存储在引导数据列表中,所述引导数据列表根据目标距离、目标飞行方向和速度对目标数据进行排序。

9. 一种低慢小目标的自动捕获跟踪系统,其特征在于,包括:

标校单元,用于采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校;

数据上报单元,用于当目标进入雷达监控区域后,雷达获取目标的经纬高信息,生成目标数据并上报给光电设备;

计算单元,用于利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标数据进行转化,计算出光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角;

定位单元,用于根据计算出的光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角,对光电设备进行角度定位和视场角定位,使其达到到位精度;

数据返回单元,用于光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令,并在光电设备捕获目标后,返回跟踪状态及脱靶量;

状态调整单元,用于根据光电设备监测的目标实时方位和雷达上报的目标实时方位,确定当前捕获的目标是否为正确目标,并相应的调整光电设备的跟踪状态,使光电设备保持在跟踪状态;

识别单元,用于光电设备保存在跟踪状态后,根据实时返回的脱靶量截图目标图片,利用预设的目标识别服务对目标图片进行识别,判断目标是否为威胁目标;

反制单元,用于通过光电设备持续跟踪目标录像并发出告警,连接预设的反制、高功率脉冲、激光设备进行打击干扰。

## 一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及安防技术领域,更具体的说是涉及一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着科技发展,“低慢小”等无人飞行器发展迅速,其使用领域,用途日趋多样化。有些用途是好的,但也有一些用途会造成危害,比如利用无人机获取机密,侵犯他人隐私,干扰正常航空等。

[0003] 针对这些情况,需要对低慢小目标进行监管以及及时探测发现,防止造成危害。但低慢小目标具有体积小、运动无规律的特点,人为探测寻找困难。目前市面上也有利用雷达发现目标进而引导光电转向目标的方法及系统,但需要人工参与,由人去发现目标,找到目标,触发跟踪。切换目标也需要由人工去取消之前的光电跟踪,再找到下一个目标,触发跟踪,人工操作性强,费时费力,耗费成本和精力太大。

### 发明内容

[0004] 针对以上问题,本发明的目的在于提供一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法及系统,能够实现低慢小目标的无人值守监测,在监测时实现自动捕获,自动跟踪,监测过程的自动取消、自动切换。

[0005] 本发明为实现上述目的,通过以下技术方案实现:一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法,包括如下步骤:

[0006] S1:采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校;

[0007] S2:当目标进入雷达监控区域后,雷达获取目标的经纬高信息,生成目标数据并上报给光电设备;

[0008] S3:利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标数据进行转化,计算出光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角;

[0009] S4:根据计算出的光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角,对光电设备进行角度定位和视场角定位,使其达到到位精度;

[0010] S5:光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令,并在光电设备捕获目标后,返回跟踪状态及脱靶量;

[0011] S6:根据光电设备监测的目标实时方位和雷达上报的目标实时方位,确定当前捕获的目标是否为正确目标,并相应的调整光电设备的跟踪状态,使光电设备保持在跟踪状态;

[0012] S7:光电设备保存在跟踪状态后,根据实时返回的脱靶量截图目标图片,利用预设的目标识别服务对目标图片进行识别,判断目标是否为威胁目标。

[0013] 进一步,所述步骤S1包括:

[0014] 对光电设备进行静态标校,将光电设备和雷达的零点均调整为正北方向。

[0015] 进一步,所述步骤S3包括:

[0016] 利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标经纬高信息进行转化,计算出目标相对于光电设备的北向方位角度、俯仰角度和距离;

[0017] 利用距离与视场角的关系,通过距离与视场角计算关系算出一个适用于当前目标距离的视场角。

[0018] 进一步,所述距离与视场角计算关系如下:

[0019]  $\alpha = 2 * \arctan(B / (2 * D)) * 180 / \pi / \theta$ ;

[0020] 其中, $\alpha$ 为适用于当前目标距离的视场角,B为目标宽度,D为目标相对于光电设备的距离, $\theta$ 为目标占比。

[0021] 进一步,所述步骤S4包括:

[0022] 将光电设备返回的目标的实时方位和视场角与计算得出的光电设备适用于当前目标距离的视场角进行比较,判断误差小于预设阈值,若是,当前光电设备的角度和视场角到位;若否,根据计算得出的光电设备适用于当前目标距离的视场角对光电设备进行角度和视场角的调整,直到其达到到位精度。

[0023] 进一步,所述步骤S6包括:

[0024] 若光电设备当前处于跟踪状态,利用光电设备监测的目标实时方位与雷达上报的目标实时方位做对比,若误差在2个视场角之内,则认为跟踪的目标正确,光电设备保持在跟踪状态;

[0025] 若误差超过2个视场角,则认为跟踪错误,光电设备取消跟踪;此时进入未跟踪状态,并重新接收雷达上报的目标数据。

[0026] 进一步,所述光电设备保持在跟踪状态时,不再进行角度定位,只进行镜头的自动变倍;光电设备实时计算当前相对目标的距离,当距离大于预设距离时,按照预设参数对视场角进行一次调整。

[0027] 进一步,所述步骤S7之后还包括:

[0028] 若目标为威胁目标,通过光电设备持续跟踪录像并发出告警,连接预设的反制、高功率脉冲、激光设备进行打击干扰;

[0029] 若目标为非威胁目标,取消跟踪,光电设备重新接收雷达上报的目标数据。

[0030] 进一步,所述目标数据存储于引导数据列表中,所述引导数据列表根据目标距离、目标飞行方向和速度对目标数据进行排序。

[0031] 相应的,本发明还公开了一种低慢小目标的自动捕获跟踪系统,包括:

[0032] 标校单元,用于采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校。

[0033] 数据上报单元,用于当目标进入雷达监控区域后,雷达获取目标的经纬高信息,生成目标数据并上报给光电设备。

[0034] 计算单元,用于利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标数据进行转化,计算出光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角。

[0035] 定位单元,用于根据计算出的光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角,对光电设备进行角度定位和视场角定位,使其达到到位精度。

[0036] 数据返回单元,用于光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令,并在光电设备捕获目标后,返回跟踪状态及脱靶量。

[0037] 状态调整单元,用于根据光电设备监测的目标实时方位和雷达上报的目标实时方位,确定当前捕获的目标是否为正确目标,并相应的调整光电设备的跟踪状态,使光电设备保持在跟踪状态。

[0038] 识别单元,用于光电设备保存在跟踪状态后,根据实时返回的脱靶量截图目标图片,利用预设的目标识别服务对目标图片进行识别,判断目标是否为威胁目标。

[0039] 反制单元,用于通过光电设备持续跟踪目标录像并发出告警,连接预设的反制、高功率脉冲、激光设备进行打击干扰。

[0040] 对比现有技术,本发明有益效果在于:本发明提供了一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法及系统,借助现有的雷达和光电设备,首先进行光电静态标校,并对雷达所报目标信息进行转化,对光电设备进行角度定位,判断到位,触发跟踪锁定命令。之后一直通过预设算法判断,利用跟踪状态,雷达所报目标现在方位、光电设备跟踪的目标的方位,判断跟踪的目标是否正确。跟踪错误时自动取消跟踪,重新捕获跟踪。跟踪正确时进行目标识别,判断目标类型,安全目标取消跟踪,信息返回,引导下一批次目标进行自动锁定跟踪。危险目标发出预警,一直跟踪并进行反制。

[0041] 本发明实现了雷达引导光电设备后,光电设备自动捕获跟踪目标,自动取消跟踪和切换目标。

[0042] 由此可见,本发明与现有技术相比,具有突出的实质性特点和显著的进步,其实施的有益效果也是显而易见的。

## 附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0044] 附图1是本发明实施例一的方法流程图。

[0045] 附图2是本发明实施例二的方法流程图。

[0046] 附图3是本发明的系统结构图。

## 具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做出说明。

[0048] 实施例一:

[0049] 如图1所示的一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法,包括如下步骤:

[0050] S1:采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校。

[0051] 对光电设备进行静态标校,将光电设备和雷达的零点均调整为正北方向。

[0052] S2:当目标进入雷达监控区域后,雷达获取目标的经纬高信息,生成目标数据并上报给光电设备。

[0053] 其中,目标数据存储于引导数据列表中,所述引导数据列表根据目标距离、目标飞行方向和速度对目标数据进行排序。

[0054] S3:利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标数据进行转化,计算出光电设

备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角。

[0055] 首先,利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标经纬高信息进行转化,计算出目标相对于光电设备的北向方位角度、俯仰角度和距离。然后,利用距离与视场角的关系,通过距离与视场角计算关系算出一个适用于当前目标距离的视场角。

[0056] 其中,距离与视场角计算关系如下:

[0057]  $\alpha = 2 * \arctan(B / (2 * D)) * 180 / \pi / \theta$ ;

[0058] 上述公式中, $\alpha$ 为适用于当前目标距离的视场角,B为目标宽度,D为目标相对于光电设备的距离, $\theta$ 为目标占比。

[0059] S4:根据计算出的光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角,对光电设备进行角度定位和视场角定位,使其达到到位精度。

[0060] 具体来说:将光电设备返回的目标的实时方位和视场角与计算得出的光电设备适用于当前目标距离的视场角进行比较,判断误差小于预设阈值,若是,当前光电设备的角度和视场角到位;若否,根据计算得出的光电设备适用于当前目标距离的视场角对光电设备进行角度和视场角的调整,直到其达到到位精度。

[0061] S5:光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令,并在光电设备捕获目标后,返回跟踪状态及脱靶量。

[0062] S6:根据光电设备监测的目标实时方位和雷达上报的目标实时方位,确定当前捕获的目标是否为正确目标,并相应的调整光电设备的跟踪状态,使光电设备保持在跟踪状态。

[0063] 若光电设备当前处于跟踪状态,利用光电设备监测的目标实时方位与雷达上报的目标实时方位做对比,若误差在2个视场角之内,则认为跟踪的目标正确,光电设备保持在跟踪状态。若误差超过2个视场角,则认为跟踪错误,光电设备取消跟踪。这时候就进入未跟踪状态,会重新接收雷达上报的目标数据。

[0064] 当光电设备保持在跟踪状态时,不再进行角度定位,只进行镜头的自动变倍;光电设备实时计算当前相对目标的距离,当距离大于预设距离时,按照预设参数对视场角进行一次调整。

[0065] S7:光电设备保存在跟踪状态后,根据实时返回的脱靶量截图目标图片,利用预设的目标识别服务对目标图片进行识别,判断目标是否为威胁目标。

[0066] S8:若目标为威胁目标,通过光电设备持续跟踪录像并发出告警,连接预设的反制、高功率脉冲、激光设备进行打击干扰;若目标为非威胁目标,取消跟踪,光电设备重新接收雷达上报的目标数据。

[0067] 实施例二:

[0068] 如图2所示,本实施例提出了一种低慢小目标的自动捕获跟踪方法,具体如下:

[0069] 1、采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校。对光电设备进行静态标校,使得光电设备的零点为正北。

[0070] 2、雷达开启后捕捉监控区域内的目标,获取目标的位置信息,并上报给光电设备。

[0071] 3、利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标经纬高信息进行转化,计算出目标相对于光电设备的北向方位、俯仰,距离,再利用距离与视场角的关系,算出一个适用于现在距离的视场角。距离与视场角计算关系如下:

[0072] 视场角=2\*atan(目标宽度/(2\*距离))\*180/PI/目标占比。

[0073] 4、根据上一步的计算结果对光电设备进行角度定位和视场角定位,之后根据光电返回的实时方位,视场角,判断角度及视场角是否到位。

[0074] 5、光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令。光电设备跟踪上目标后,会返回跟踪状态及脱靶量。当处于跟踪状态时,利用光电设备的实时方位与雷达上报的实时方位做对比,在2个视场角之内认为跟踪的目标正确。当误差超过2个视场角认为跟踪错误,取消跟踪。这时候就进入未跟踪状态,会重新利用引导数据进行锁定。跟踪状态下,不再进行角度定位,只进行自动变倍,根据计算的距离,超过50m(根据自身需要调整),对视场角调整一次。保证目标在视野中保持合适的大小,实现自动变倍的功能,以确保光电设备稳定跟踪。

[0075] 6、稳定跟踪中,可以根据返回的脱靶量,抠图跟踪目标,利用目标识别服务对目标进行识别。判断是否威胁目标,存在威胁,持续跟踪录像并发出告警,通知平台控制其他设备或人员进行处置,可连接反制、高功率脉冲、激光设备等进行打击干扰。非威胁目标,取消跟踪,切换到其它引导数据进行引导。

[0076] 其中,引导数据的列表可以根据目标距离,目标飞行方向、速度等进行排序。没有识别服务也可以切换目标,当引导数据发生变化时,会对比出当前跟踪目标与引导目标相差大于2个视场角,此时会自动触发取消跟踪命令,进而去跟踪下一个目标,实现自动取消当前跟踪,切换下一个目标跟踪。

[0077] 另外,需要特别说明的是,在本实施例中,自动跟踪捕获及取消跟踪,借助了雷达上报的目标批次数据进行危险等级排序。光电设备需要有跟踪目标的能力。有的光电设备前端带有跟踪模块,有的采用软件跟踪。锁定目标后,光电设备能稳定跟踪目标,多数光电是具备这种能力的。

[0078] 实施例三:

[0079] 相应的,如图3所示,本发明还公开了一种低慢小目标的自动捕获跟踪系统,包括:

[0080] 标校单元,用于采用统一的坐标系对雷达和光电设备进行标校。

[0081] 数据上报单元,用于当目标进入雷达监控区域后,雷达获取目标的经纬高信息,生成目标数据并上报给光电设备。

[0082] 计算单元,用于利用光电设备自身的经纬高和雷达上报的目标数据进行转化,计算出光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角。

[0083] 定位单元,用于根据计算出的光电设备适用于当前目标距离的视场角、方位角和俯仰角,对光电设备进行角度定位和视场角定位,使其达到到位精度。

[0084] 数据返回单元,用于光电设备达到到位精度后,触发跟踪捕获命令,并在光电设备捕获目标后,返回跟踪状态及脱靶量。

[0085] 状态调整单元,用于根据光电设备监测的目标实时方位和雷达上报的目标实时方位,确定当前捕获的目标是否为正确目标,并相应的调整光电设备的跟踪状态,使光电设备保持在跟踪状态。

[0086] 识别单元,用于光电设备保存在跟踪状态后,根据实时返回的脱靶量截图目标图片,利用预设的目标识别服务对目标图片进行识别,判断目标是否为威胁目标。

[0087] 反制单元,用于通过光电设备持续跟踪目标录像并发出告警,连接预设的反制、高功率脉冲、激光设备进行打击干扰。

[0088] 本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明实施例中的技术可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本发明实施例中的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中如U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质,包括若干指令用以使得一台计算机终端(可以是个人计算机,服务器,或者第二终端、网络终端等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。本说明书中各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。尤其,对于终端实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例中的说明即可。

[0089] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、系统和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,系统或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0090] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0091] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个模块单独物理存在,也可以两个或两个以上模块集成在一个单元中。

[0092] 同理,在本发明各个实施例中的各处理单元可以集成在一个功能模块中,也可以是各个处理单元物理存在,也可以两个或两个以上处理单元集成在一个功能模块中。

[0093] 结合附图和具体实施例,对本发明作进一步说明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所限定的范围。

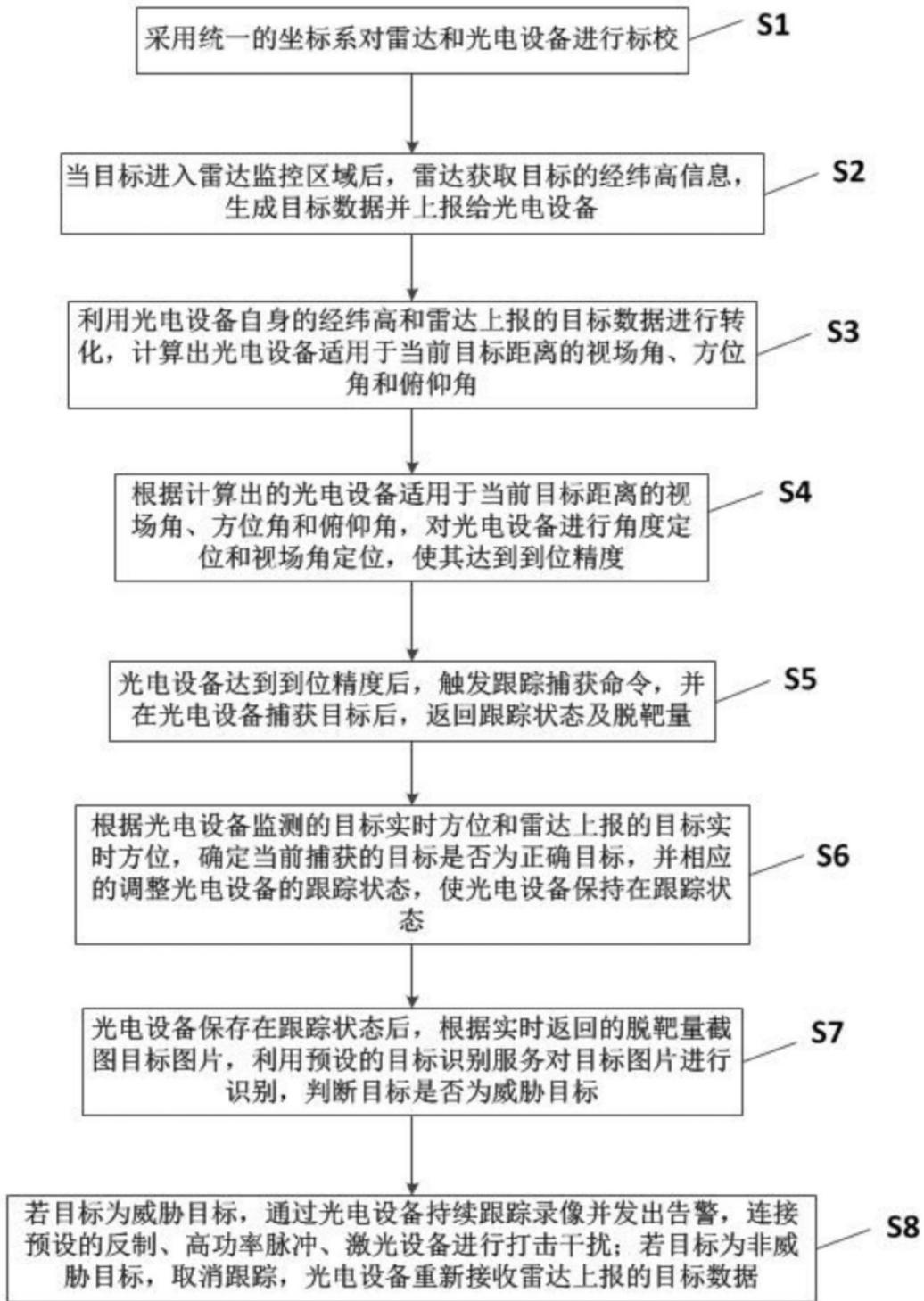


图1

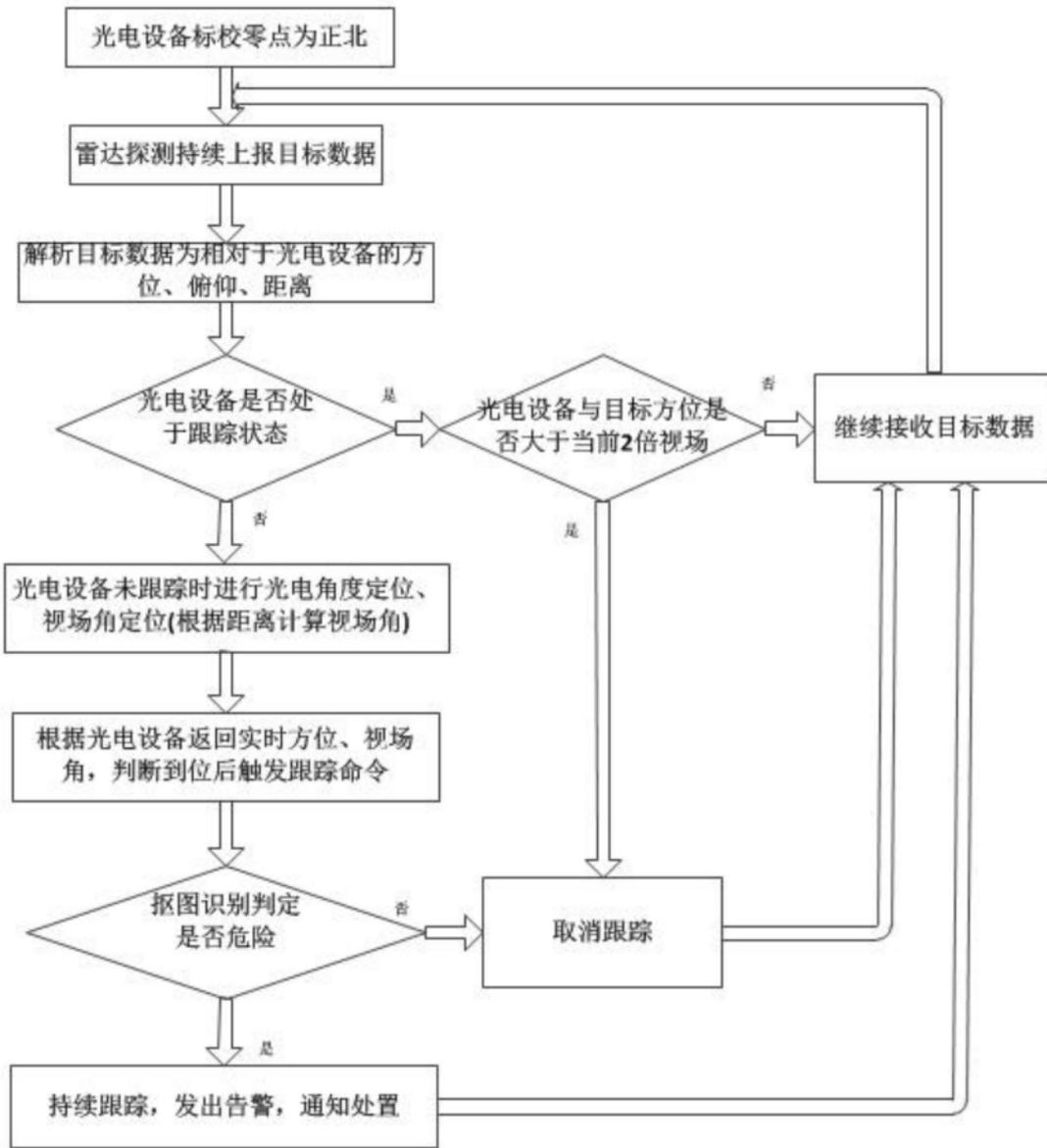


图2

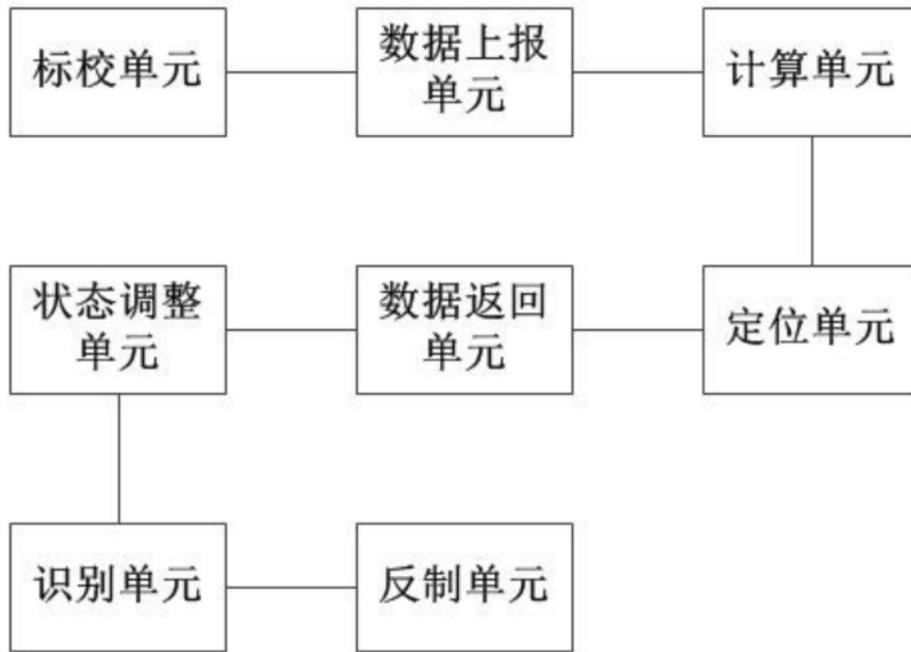


图3