



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113671524 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 19

(21) 申请号 202110789796.3

(22) 申请日 2021.07.13

(71) 申请人 中国人民解放军军事科学院国防科技
技术创新研究院

地址 100071 北京市丰台区东大街53号院

(72) 发明人 殷科 张江华 郑鑫 杨杰
张卓航 沈梅力

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

G01S 17/48 (2006.01)

G01S 7/484 (2006.01)

G01S 7/4865 (2020.01)

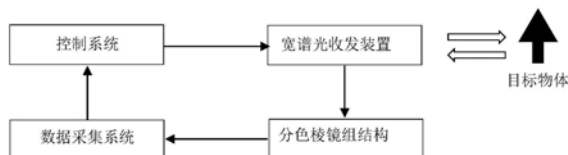
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种假彩色激光雷达系统

(57) 摘要

本发明提供的一种假彩色激光雷达系统,包括依次连接的宽谱光收发装置、分色棱镜组合、数据采集系统和控制系统;控制单元用于控制宽谱光收发装置对目标物体发射雷达光束进行照明;宽谱光收发装置将目标物体反射的回波光信号传递给分色棱镜组合;分色棱镜组合将回波光信号按波长划分为多个光谱通道;控制单元还将数据采集单元采集的多个光谱通道的光束进行处理并合成,得到假彩色点云数据。本发明利用分色棱镜组合将回波光信号按波长划分为多个光谱通道,结构简单,同时相比于通道宽度10nm的高光谱分光方式而言,本发明分色滤光片选择通道宽度不小于100nm,能够接收更高的通道内光脉冲能量,具有远距离探测的技术优势。



1. 一种假彩色激光雷达系统,其特征在于,包括:依次连接的宽谱光收发装置、分色棱镜组合、数据采集系统和控制系统,所述控制单元还与宽谱光发射与接收系统连接;

所述控制单元用于控制所述宽谱光收发装置对目标物体发射激光雷达光束进行照明;

所述宽谱光收发装置将接收的目标物体反射的回波光信号传递给分色棱镜组合;

所述分色棱镜组合将回波光信号按波长划分为多个光谱通道;

所述控制单元还用于将数据采集单元采集的多个光谱通道的光束进行处理并合成,得到假彩色点云数据。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述宽谱光收发装置包括:宽谱光发射与接收系统、光束准直器和高能量超连续谱激光器;

所述宽谱光发射与接收系统包括:准同轴设置的宽谱光发射系统和宽谱光接收系统。

3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述宽谱光发射系统包括:扩束镜,与扩束镜呈 45° 设置的第一平面反射镜和与第一平面反射镜平行设置的第二平面反射镜。

优选的,所述高能量超连续谱激光器由光纤放大器直接产生,发射重复频率100kHz、脉冲宽度10ns、脉冲能量 $10\mu\text{J}$ 、光谱范围1000-2000nm、束腰半径为 $5\mu\text{m}$ 的基模超连续谱激光脉冲,集中在近红外 $1-2\mu\text{m}$,或者 $2-2.5\mu\text{m}$ 之间。

优选的,当高能量超连续谱激光器发射的光谱为 $1-2\mu\text{m}$ 范围时,所述光纤放大器为双包层结构的三价掺镱离子掺杂石英光纤放大器;

当光谱范围为 $2-2.5\mu\text{m}$ 范围时,所述光纤放大器为双包层结构的三价铥离子掺杂石英光纤放大器。

4. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述宽谱光接收系统包括,依次设置的反射镜、主反射镜、小孔光阑和短焦距准直透镜;

其中所述反射镜为凸面镜,所述反射镜的凸面朝向主反射镜;

所述主反射镜的镜面具有一定弧度,其凹面朝向反射镜;

所述主反射镜上具有透光孔;

所述反射镜中点、主反射镜的透光孔、小孔光阑的通光孔以及短焦距准直透镜中点位于同一直线。

5. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述分色棱镜组合包括:偶数个结构相同的三棱镜。

优选的,所述三棱镜为直角三棱镜;

每两个直角三棱镜的斜边粘贴形成正方形,粘贴处为斜边界面;多个正方形两两粘贴构成非直线结构。

6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于,在三棱镜的出光表面、斜边交界面还镀有不同的光学薄膜。

7. 如权利要求6所述的系统,其特征在于,所述三棱镜为6个;构成三个正方形;

其中,第一正方形与第二正方形粘贴时,其斜边交界面平行设置;

第三正方形与第二正方形粘贴,其斜边交界面的顶点相交构成直角;所述第二正方形的表面(14)与宽谱光发射与接收系统传递的回波光信号垂直设置。

8. 如权利要求7所述的系统,其特征在于,所述光学薄膜包括:长波通滤光膜、双色分光膜和短波通滤光膜;

第三正方形的表面(13)处镀 0° 入射条件下的长波通滤光膜;

第二正方形的斜边交界面(9)、第一正方形的斜边交界面(10)、第一正方形的表面(11)处分别镀 45° 入射条件下的不同分色光波长的双色分光膜;

第三正方形的斜边交界面(12)处镀 0° 入射条件下的短波通滤光膜。

优选的,所述出光面为4个。

优选的,所述数据采集系统包括:四通道数据采集卡和4个通道单元;

所述每个通道单元均包括依次连接的光电探测器、信号放大器和模数转换器;

所述四通道数据采集卡用于接收各通道的光强度信息。

9.如权利要求8所述的系统,其特征在于,所述控制系统包括:控制计算机、时间间隔测量单元、扫描机构、数据处理单元和数据存储单元;

所述时间间隔测量单元用于:比较控制计算机提供触发信号和回波光信号的时间延迟量;

所述扫描机构用于:记录单次激光雷达光束的方位角信息;

所述数据处理单元用于:基于所述时间间隔测量单元得到的触发信号和回波光信号的时间延迟量、所述扫描机构确定的方位角信息和所述四通道数据采集卡得到的四通道光强度信息,进行计算,得到单点雷达数据;

所述数据存储单元用于:存储所述数据处理单元计算得到的单点雷达数据。

10.如权利要求9所述的系统,其特征在于,所述数据处理单元还用于,整合所述数据存储单元存储的大量单点雷达数据的集合,构成多通道雷达点云数据;并根据所述多通道雷达点云数据结合假彩色合成法得到所述目标物体对应的具有多种色彩的假彩色雷达点云图。

优选的,所述雷达点数据包括:所述目标物体对应的雷达点空间坐标和多通道光强度信息。

一种假彩色激光雷达系统

技术领域

[0001] 本发明涉及激光雷达技术领域,具体涉及一种假彩色激光雷达系统。

背景技术

[0002] 激光雷达作为一种用于获取目标与观察者空间方位信息的主动光电设备,具有波束窄、指向性好、空间分辨高、抗干扰、全天时工作等优势,目前广泛应用于地形测绘、农业、林业、三维建模、无人驾驶等领域。其中,测距型激光雷达通过向目标发射单波长激光脉冲,测量脉冲往返于雷达与目标之间的飞行时间信息得到目标距离,并根据雷达光发射与接收系统视场提供扫描角度信息,计算球坐标系下目标的三维空间点云数据分布,并结合回波信号强度提供的灰度值用于分析目标物体特征。然而,传统测距型激光雷达对目标特征提取能力与三维空间点云数据的密度大小紧密相关,对大会带来过多点云数据,需要后处理算法去冗余,而对于遮挡物体或者小物体存在不完整探测问题,导致无法有效识别目标。

[0003] 为了提高激光雷达对目标的探测和识别能力,一种有效的解决办法是将空间点云数据与目标颜色或者光谱信息融合处理,利用目标颜色信息或者光谱信息提高目标类别判断能力。申请号为CN201310214136.8的专利公开了一种一体化三维彩色激光雷达数据点云产生方法及其装置,但其单目彩色相机属于被动光电设备,依赖于日间太阳光照,存在无法全天时工作的问题。申请号为CN201911165990.3的专利公开了一种将激光雷达和高光谱成像仪结合应用的无人机输电线线路地质灾害预警系统,但其高光谱成像仪属于被动成像设备,同样存在无法全天时工作的问题。而选择高能量超连续谱激光作为相干照明光源,可以提供光谱覆盖可见光至近红外波段的宽谱远距离照明,用其替换传统激光雷达的单波长激光脉冲,再结合光谱探测装置可以同时主动获取目标方位信息和光谱信息。申请号为CN201810034753.2的专利公开了一种高光谱分辨与距离分辨的高光谱激光雷达系统,采用光纤色散将超连续谱激光脉冲光谱频率在时间上进行分离,利用光谱测量单元分别获取目标可见光和近红外波段光谱特征数据,但其连续分光过程将导致单个光谱通道内能量低下,无法保证雷达光谱探测工作距离。申请号为CN201811598297.0的专利公开了一种基于近红外光全波形测距的高光谱三维结构雷达系统,通过将超连续谱激光脉冲分光到多个可见光至近红外光谱通道获得光谱数据,但其同样存在单个光谱通道内能量低下的问题。申请号为CN202010570326.3的专利公开了一种机载超连续谱激光高光谱激光雷达系统,单个光谱通道宽度仅为10nm,存在单个光谱通道内能量低下、限制雷达光谱探测工作距离的问题,同时其还存在受可见光波段太阳光辐射强干扰的问题。申请号为CN 201811598297.0的专利公开了一种基于近红外光全波形测距的高光谱三维激光雷达系统,该专利测距和光谱探测内容分开且光谱信息利用方式与本发明不同,并且相关计算方法复杂,识别效果不佳。

[0004] 可以看出,因激光雷达工作距离与超连续谱激光脉冲能量紧密关联,现有将光谱探测技术与测距型激光雷达技术结合的发明仍然存在明显技术缺陷,光谱通道的高分辨(光谱带宽~10nm)虽然可以提供精细光谱,但单个通道内光脉冲能量过低,使得雷达工作

距离大打折扣,难以有实际应用。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中将光谱探测技术与测距型激光雷达技术结合仍然存在技术缺陷的技术问题,本发明提供一种假彩色激光雷达系统,包括:依次连接的宽谱光收发装置、分色棱镜组合、数据采集系统和控制系统,所述控制单元还与宽谱光收发装置连接;

[0006] 所述控制单元用于控制所述宽谱光收发装置对目标物体发射激光雷达光束进行照明;

[0007] 所述宽谱光收发装置将接收的目标物体反射的回波光信号传递给分色棱镜组合;

[0008] 所述分色棱镜组合将回波光信号按波长划分为多个光谱通道;

[0009] 所述控制单元还用于将数据采集单元采集的多个光谱通道的光束进行处理并合成,得到假彩色点云数据。

[0010] 优选的,所述宽谱光收发装置包括:宽谱光发射与接收系统、光束准直器和高能量超连续谱激光器;

[0011] 所述宽谱光发射与接收系统包括:准同轴设置的宽谱光发射系统和宽谱光接收系统。

[0012] 优选的,所述宽谱光发射系统包括:扩束镜,与扩束镜呈 45° 设置的第一平面反射镜和与第一平面反射镜平行设置的第二平面反射镜。

[0013] 优选的,所述高能量超连续谱激光器由光纤放大器直接产生,发射重复频率100kHz、脉冲宽度10ns、脉冲能量10 μ J、光谱范围1000-2000nm、束腰半径为5 μ m的基模超连续谱激光脉冲,集中在近红外1-2 μ m,或者2-2.5 μ m之间。

[0014] 优选的,当高能量超连续谱激光器发射的光谱为1-2 μ m范围时,所述光纤放大器为双包层结构的三价掺镱离子掺杂石英光纤放大器;

[0015] 当光谱范围为2-2.5 μ m范围时,所述光纤放大器为双包层结构的三价铥离子掺杂石英光纤放大器。

[0016] 优选的,所述宽谱光接收系统包括,依次设置的反射镜、主反射镜、小孔光阑和短焦距准直透镜;

[0017] 其中所述反射镜为凸面镜,所述反射镜的凸面朝向主反射镜;

[0018] 所述主反射镜的镜面具有一定弧度,其凹面朝向反射镜;

[0019] 所述主反射镜上具有透光孔;

[0020] 所述反射镜中点、主反射镜的透光孔、小孔光阑的通光孔以及短焦距准直透镜中点位于同一直线。

[0021] 优选的,所述分色棱镜组合包括:偶数个结构相同的三棱镜。

[0022] 优选的,所述三棱镜为直角三棱镜;

[0023] 每两个直角三棱镜的斜边粘贴形成正方形,粘贴处为斜边界面;多个正方形两两粘贴构成非直线结构。

[0024] 优选的,在三棱镜的出光表面、斜边交界面还镀有不同的光学薄膜。

[0025] 优选的,所述三棱镜为6个;构成三个正方形;

[0026] 其中,第一正方形与第二正方形粘贴时,其斜边交界面平行设置;

[0027] 第三正方形与第二正方形粘贴,其斜边交界面的顶点相交构成直角;所述第二正方形的表面(14)与宽谱光发射与接收系统传递的回波光信号垂直设置。

[0028] 优选的,所述光学薄膜包括:长波通滤光膜、双色分光膜和短波通滤光膜;

[0029] 第三正方形的表面(13)处镀 0° 入射条件下的长波通滤光膜;

[0030] 第二正方形的斜边交界面(9)、第一正方形的斜边交界面(10)、第一正方形的表面(11)处分别镀 45° 入射条件下的不同分色光波长的双色分光膜;

[0031] 第三正方形的斜边交界面(12)处镀 0° 入射条件下的短波通滤光膜。

[0032] 优选的,所述出光面为4个。

[0033] 优选的,所述数据采集系统包括:四通道数据采集卡和4个通道单元;

[0034] 所述每个通道单元均包括依次连接的光电探测器、信号放大器和模数转换器;

[0035] 所述四通道数据采集卡用于接收各通道的光强度信息。

[0036] 优选的,所述控制系统包括:控制计算机、时间间隔测量单元、扫描机构、数据处理单元和数据存储单元;

[0037] 所述时间间隔测量单元用于:比较控制计算机提供触发信号和回波光信号的时间延迟量;

[0038] 所述扫描机构用于:记录单次激光雷达光束的方位角信息;

[0039] 所述数据处理单元用于:基于所述时间间隔测量单元得到的触发信号和回波光信号的时间延迟量、所述扫描机构确定的方位角信息和所述四通道数据采集卡得到的四通道光强度信息,进行计算,得到单点雷达数据;

[0040] 所述数据存储单元用于:存储所述数据处理单元计算得到的单点雷达数据。

[0041] 优选的,所述数据处理单元还用于,整合所述数据存储单元存储的大量单点雷达数据的集合,构成多通道雷达点云数据;并根据所述多通道雷达点云数据结合假彩色合成法得到所述目标物体对应的具有多种色彩的假彩色雷达点云图。

[0042] 优选的,所述雷达点数据包括:所述目标物体对应的雷达点空间坐标和多通道光强度信息。

[0043] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0044] 1. 本发明提供一种假彩色激光雷达系统,包括依次连接的宽谱光收发装置、分色棱镜组合、数据采集系统和控制系统,所述控制单元还与宽谱光收发装置连接;所述控制单元用于控制所述宽谱光收发装置对目标物体发射激光雷达光束进行照明;所述宽谱光收发装置将接收的目标物体反射的回波光信号传递给分色棱镜组合;所述分色棱镜组合将回波光信号按波长划分为多个光谱通道;所述控制单元还用于将数据采集单元采集的多个光谱通道的光束进行处理并合成,得到假彩色点云数据。本发明利用分色棱镜组合将回波光信号按波长划分为多个光谱通道,结构简单的特点,同时相比于通道宽度10nm的高光谱分光方式而言,本发明分色滤光片选择通道宽度不小于100nm,能够提供更高的通道内光脉冲能量,具有远距离探测距离的技术优势;

[0045] 2. 同时本发明提供的技术手段相比于单色激光雷达的点云数据而言,本发明基于多个光谱通道形成假彩色激光雷达数据,体现了目标物体的颜色信息,使信息量更加丰富;

[0046] 3. 本发明提供的技术手段,可以提供目标在近红外波段的双色合成、三色合成和四色合成的假彩色,并支持利用通道之间的色彩差异对目标类别进行识别;计算方法简单

灵活；

[0047] 4. 本发明采用高能量超连续谱激光器作为照明光源，其通过近红外光纤放大器方案直接产生，获得超连续谱激光脉冲能量达到 $10\mu\text{J}$ 以上；本发明光谱能量更加集中在目标的特征谱段，能量利用率更高；

[0048] 5. 本发明采用高能量超连续谱激光光谱范围大于分色棱镜组合最终滤除的四个光谱通道范围之和，通单个道宽度的选择将最大化对超连续谱激光总能量的利用率，具有更高的探测效率；

[0049] 6. 本发明提供的假彩色雷达点云数据，可以利用目标色彩特征进行目标识别，尤其是在单点探测或者稀疏探测的情况下也可以根据目标丰富的色彩信息识别目标类别。

附图说明

[0050] 图1是本发明一种假彩色激光雷达系统结构示意图；

[0051] 图2是本发明一般性原理框图；

[0052] 图3是本发明实施例中采用超连续谱激光与太阳光平均辐射通量对比图；

[0053] 图4是本发明实施例中宽谱光发射与接收系统示意图；

[0054] 图5是本发明实施例中分色棱镜组结构示意图；

[0055] 图6是本发明实施例中分色棱镜组交界面双色分光膜反射谱示意图；

[0056] 图7是本发明实施例中分色棱镜组表面滤光膜透光谱示意图；

[0057] 图8是本发明的实施例中四通道光谱通道形状示意图。

具体实施方式

[0058] 为了更好地理解本发明，下面结合说明书附图和实例对本发明的内容做进一步的说明。

[0059] 实施例1：

[0060] 本发明的目的在于提供一种假彩色激光雷达系统，采用光谱能量位于近红外波段的高能量超连续谱激光作为照明光源，通过分色棱镜组合对回波光信号进行四个超宽带（通道宽度 $100-200\text{nm}$ ）光通道划分，其目的在于实现目标在非可见光波段的四通道假彩色图像信息，具备假彩色合成、远距离、全天时、主动工作等特点，基于假彩色合成提供的丰富的色彩信息可以支持高精度分辨和识别目标类别，易于在地形测绘、农业、林业、三维建模、无人驾驶等众多领域大范围推广使用。

[0061] 本发明所采用的技术方案如图1所示。具体由控制系统，宽谱光收发装置，分色棱镜组合以及数据采集系统组成；

[0062] 进一步的，宽谱光收发装置包括宽谱光发射与接收系统、光束准直器和高能量超连续谱激光器；宽谱光发射与接收系统包括：准同轴设置的宽谱光发射系统和宽谱光接收系统；宽谱光发射系统包括：扩束镜以及两个平面反射镜；

[0063] 进一步的，数据采集系统包括：四通道数据采集卡和通道单元；

[0064] 进一步的，通道单元包括：第一光电探测器，第一电信号放大器，第一模数转换器，第二光电探测器，第二电信号放大器，第二模数转换器，第三光电探测器，第三电信号放大器，第三模数转换器，第四光电探测器，第四电信号放大器，第四模数转换器；

[0065] 进一步的,控制系统包括:控制计算机,时间间隔测量单元,数据处理单元,数据存储单元和扫描机构。

[0066] 所述控制计算机由现场可编程门阵列或者数字信号处理器构成,用于产生触发信号启动高能量超连续谱激光器工作。

[0067] 所述高能量超连续谱激光器由光纤放大器直接产生,其光谱能量输出在光学频率上表现为连续分布,集中在近红外1-2 μm ,或者2-2.5 μm 。当光谱为1-2 μm 范围时,所述光纤放大器为双包层结构的三价掺镱离子掺杂石英光纤放大器。当光谱范围为2-2.5 μm 范围时,所述光纤放大器为双包层结构的三价铥离子掺杂石英光纤放大器。

[0068] 进一步地,所述高能量超连续谱激光器的脉冲宽度大于1ns,小于20ns,重复频率大于10kHz,且脉冲能量高于10 μJ 。

[0069] 进一步地,所述高能量超连续谱激光器的输出光束为基模,光束质量M²因子小于1.3。

[0070] 所述高能量超连续谱激光器输出脉冲激光经光束准直器后实现准直输出,再经过宽谱光发射与接收系统实现对远距离目标进行照明。

[0071] 所述宽谱发射与接收系统采用望远镜结构设计,可以高效收集目标表面反射的回波光信号,并将回波光信号传递给分色棱镜组合。

[0072] 所述分色棱镜组合采用多个等腰直角三棱镜组合的结构设计,并在棱镜交界面或者出光表面镀双色分光膜、长波通滤光膜和短波通滤光膜等实现光谱通道划分。

[0073] 进一步地,分色棱镜组合将回波超连续谱信号滤为四个光谱分离的光谱分量信号,单一光谱通道宽度不小于100nm。

[0074] 进一步地,这些光谱分量信号再分别经过光电探测器完成光电转换、经过电信号放大器完成信号增强、经过模数转换器完成模数转换,并通过四通道数据采集卡得到四个通道的光强度值。

[0075] 所述时间间隔测量单元用于比较控制计算机提供触发信号和回波光信号的时间延迟量,得到超连续谱激光脉冲的飞行时间。

[0076] 所述扫描机构由高速度二维扫描振镜或者摆镜构成,可以实现对目标区域的快速面扫描或者线扫描,并将向数据处理单元提供雷达光束的方位角信息。

[0077] 所述数据处理单元将处理时间延迟量、四通道光强度信息、以及扫描结构提供的方位角信息等原始信息,获得目标在近红外波段的四通道雷达数据,再发送给数据存储单元存储。因此本发明实现的距离探测四个光谱通道均可以提供测距信息,并通过简单的平均处理可以提高测距精度。

[0078] 进一步地,本发明获得四通道光强度信息后,可以通过任意选择四通道光中的两个通道、三个通道或者四个通道全部选择实现对双色、三色和四色假彩色合成法,获得色彩鲜明、特征突出的假彩色点云数据。

[0079] 而本发明是直接利用近红外超连续谱激光器,并通过分色棱镜组合将超连续谱信号滤为四个光谱分离的光谱分量信号(光谱通道仅为4个),单一光谱通道宽度不小于100nm(通道范围极大,非高光谱)。光谱探测波段、通道数、光谱宽度均不相同,因此获取信息也完全不同。特别是本发明单个通道内光脉冲能量更高,使得雷达光谱探测距离得以显著增加,更加贴近实际应用。

[0080] 实施例2:

[0081] 如图2所示,本发明的假彩色激光雷达系统,由可编程逻辑门阵列构成的控制计算机产生时钟信号,控制由掺镜光纤放大器构成的高能量超连续谱激光器,发射重复频率100kHz、脉冲宽度10ns、脉冲能量200 μ J、光谱范围1000-2000nm、束腰半径为5 μ m的基模超连续谱激光脉冲。发射激光脉冲经过一个焦距25mm的抛物面反射镜构成的光束准直器后变成平行光,并注入到宽谱光发射与接收系统的发射反光镜上,实现对距离200m以内目标物体的有效照明。加载目标光谱后的后向回波信号再由宽谱光发射与接收系统的望远镜接收系统收集,随后注入到一个由六个直角三棱镜粘贴形成分色棱镜组合,滤出光谱分离、带宽不小于200nm的四个通道,再分别通过聚焦透镜会聚到四个铟镓砷光电探测器的光敏面上,完成光信号到电信号的转换。电信号再经过电信号放大器进行信号放大后,传递给模数转换器转为为量化后的数字信号,再经由一个四通道数据采集卡进行记录,得到四个通道的强度信息 $\{I_1, I_2, I_3, I_4\}$ 。时间间隔测量单元用于比较控制计算机提供触发信号和回波光信号的时间延迟量,经过校准后可以得到超连续谱激光脉冲的飞行时间 t 。因此,结合光速值可以计算得到目标距离信息 $L=c \times t/2$ 。

[0082] 本实施例中扫描机构由高速度二维扫描振镜构成,可以记录单次激光雷达光束与x轴方向夹角 θ 和与z轴方向夹角 ϕ 。为此,以雷达为三维空间坐标原点0,可以得到目标点的空间坐标为 $\{L \times \sin \phi \times \cos \theta, L \times \sin \phi \times \sin \theta, L \times \cos \phi\}$ 。

[0083] 本实施例中的处理单元将处理时间延迟量、四通道光强度信息、以及扫描结构提供的方位角信息等原始信息,计算获得的单点雷达数据 $\{L \times \sin \phi \times \cos \theta, L \times \sin \phi \times \sin \theta, L \times \cos \phi, I_1, I_2, I_3, I_4\}$,再发送给数据存储单元存储。

[0084] 随后,控制计算机再控制扫描机构移动到下一个探测位置,并控制高能量超连续谱激光器发射下一个激光脉冲,记录雷达对其他空间位置的单点雷达数据。最终由大量这些单点雷达数据的集合,构成四通道雷达点云数据。通过选择四通道雷达点云数据中的双色、三色或者四色,再结合假彩色合成法即可获得色彩丰富的假彩色雷达点云图,并可以支持高精度分辨和识别目标类别。

[0085] 图3所示为本实施例中1000-2000nm超连续谱光束到达目标表面形成平均辐射通量值示意图,该平均辐照能量 $3W/m^2/nm$ 比太阳光在近红外波段的平均辐射通量仍然高出10倍左右。图3还给出了另外一种由掺铥光纤放大器构成的2000-2500nm高能量超连续谱激光器的平均辐射通量。

[0086] 图4所示为本实施例中宽谱光发射与接收系统示意图,其中宽谱光发射系统具体由扩束镜1,第一平面反射镜2,第二平面反射镜3构成,且两个平面反射镜与扩束镜呈 45° 设置。其中宽谱光接收系统采用卡塞格林式望远镜结构,具体由次反射镜4,主反射镜5,小孔光阑6,短焦距准直透镜7构成。发射系统与接收系统的光学结构的特点是超连续谱激光光束与接收望远镜光轴准同轴,盲区距离较短。

[0087] 图5所示为本实施例分色棱镜组结构示意图,其由六个直角三棱镜按次序粘贴而成,其中在表面13处镀 0° 入射条件下的长波通滤光膜,对应滤光波长为 λ_1 ,在斜边交界面9、斜边交界面10、表面11处分别镀 45° 入射条件下的双色分光膜,对应分色波长为 λ_3, λ_4 和 λ_2 ,斜边交界面12处镀 0° 入射条件下的短波通滤光膜,对应滤光波长为 λ_5 。这里 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ 和 λ_5 根据通道位置要求设定。

[0088] 图6所示为本实施例中45°入射条件下三种双色分光膜反射谱示意图。

[0089] 图7所示为本实施例中0°入射条件下长波通和短波通滤光膜的透光谱示意图。

[0090] 根据以上棱镜组、长波通滤光膜、双色分光膜和短波通滤光膜的组合,最终可以得到四个通道的滤光后回光信号输出。

[0091] 图8所示为本实施例中四个光谱通道形状示意图。其中,第一通道选择光谱范围为 $\lambda_1-\lambda_2$,第二通道选择光谱范围为 $\lambda_2-\lambda_3$,第三通道选择光谱范围为 $\lambda_3-\lambda_4$,第四通道选择光谱范围为 $\lambda_4-\lambda_5$ 。通过调节这些波长值大小就可以调节通道位置和带宽大小。本实施例中四个通道选择光谱范围分别为1000-1200nm、1200-1400nm、1400-1600nm、1600-2000nm。

[0092] 显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0093] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0094] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0095] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0096] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0097] 以上仅为本发明的实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均包含在申请待批的本发明的权利要求范围之内。

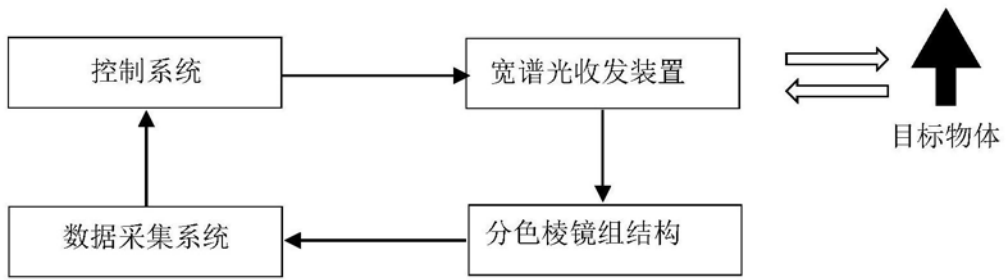


图1

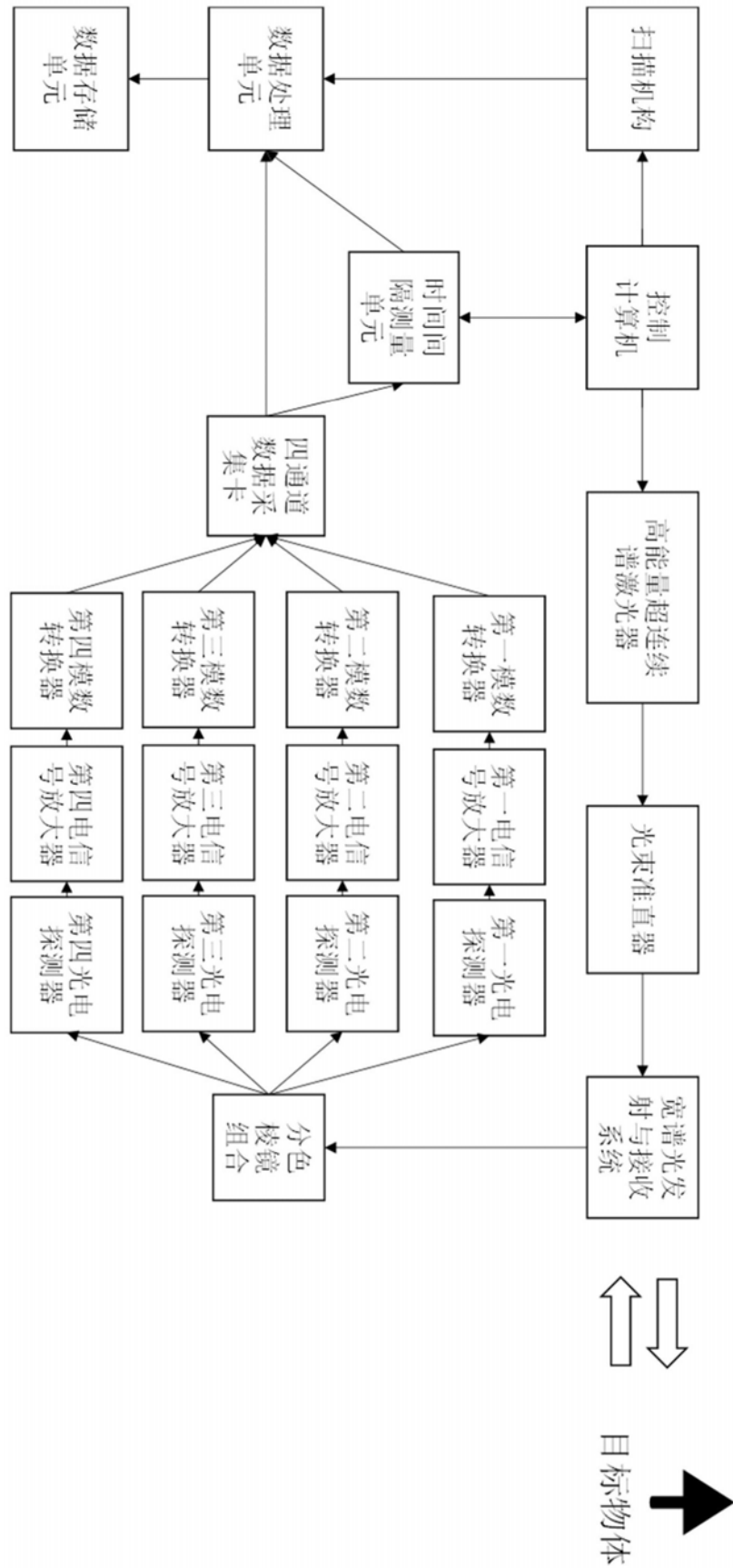


图2

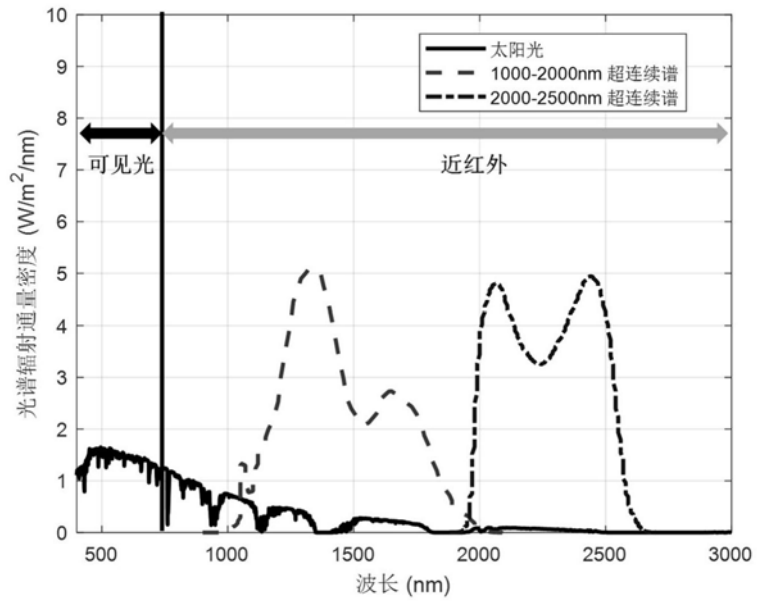


图3

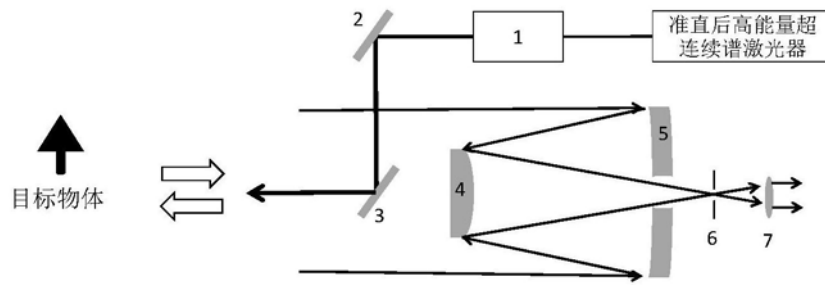


图4

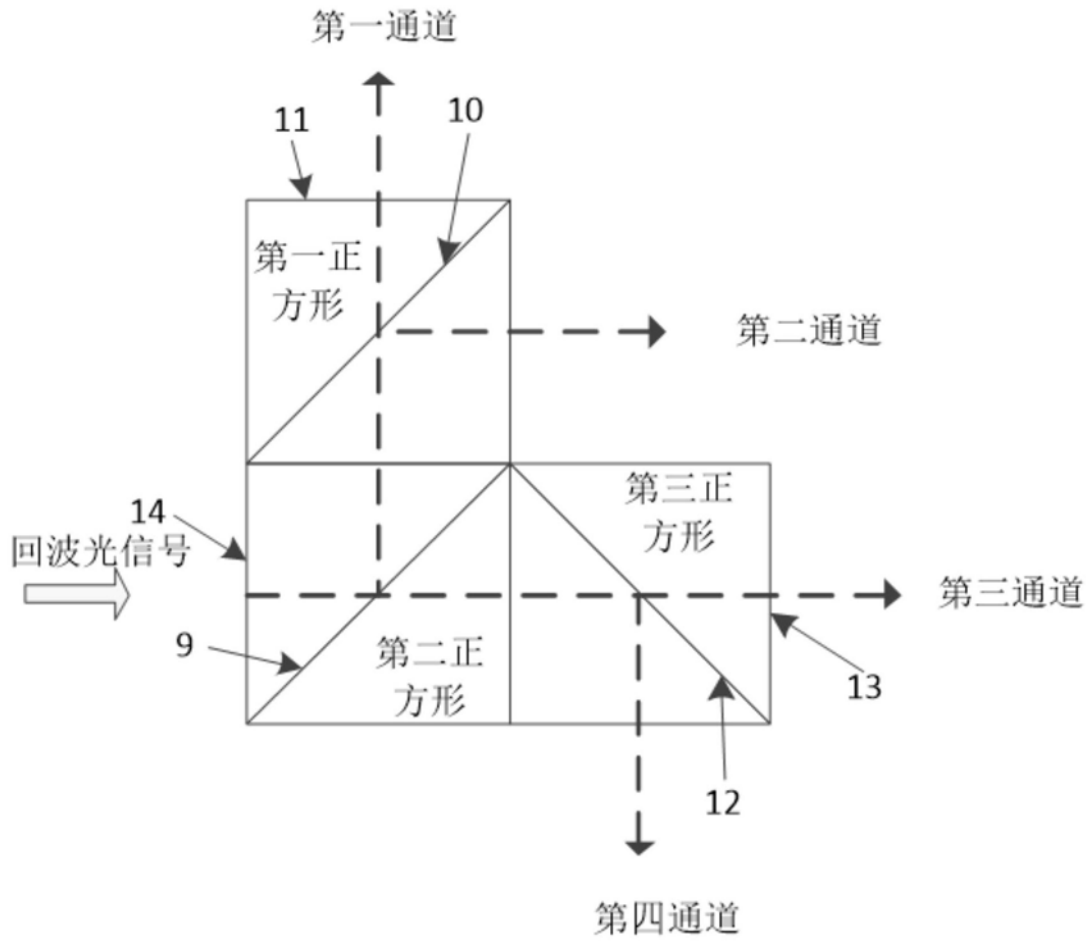


图5

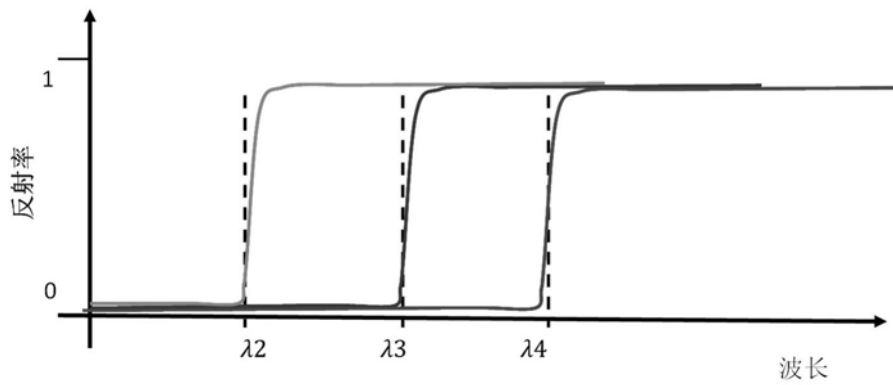


图6

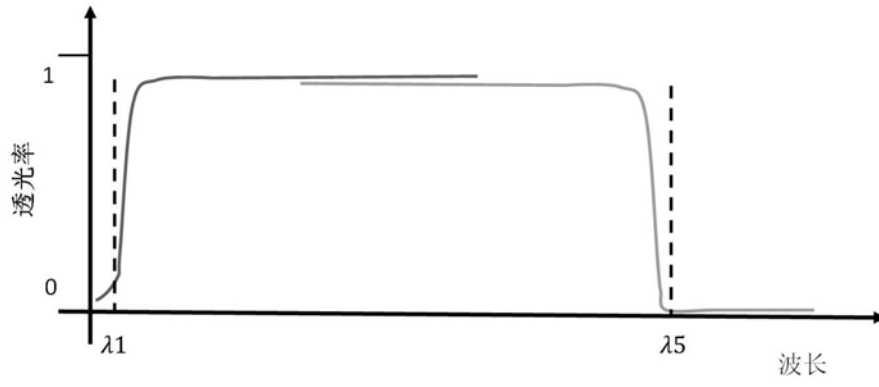


图7

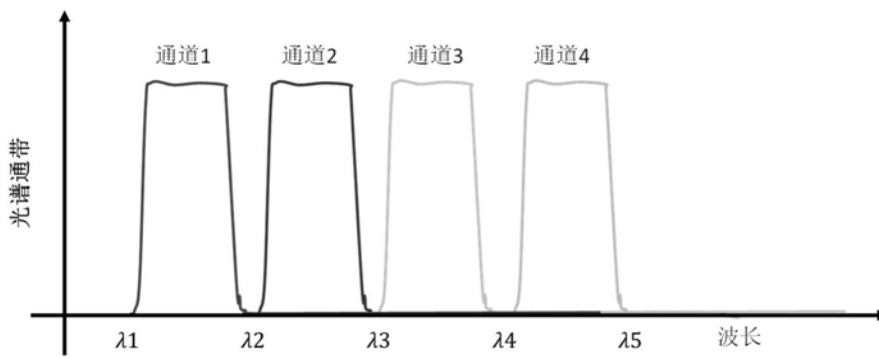


图8