



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108594265 A
(43)申请公布日 2018.09.28

(21)申请号 201810871822.5

(22)申请日 2018.08.02

(71)申请人 成都英鑫光电科技有限公司
地址 610000 四川省成都市高新区(西区)
 天辰路88号

(72)发明人 周宏禹 周翔辉 楼英 吴燕雄

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
 事务所(普通合伙) 11371
 代理人 吴开磊

(51) Int. Cl.
 G01S 17/95(2006.01)
 G01S 7/481(2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图4页

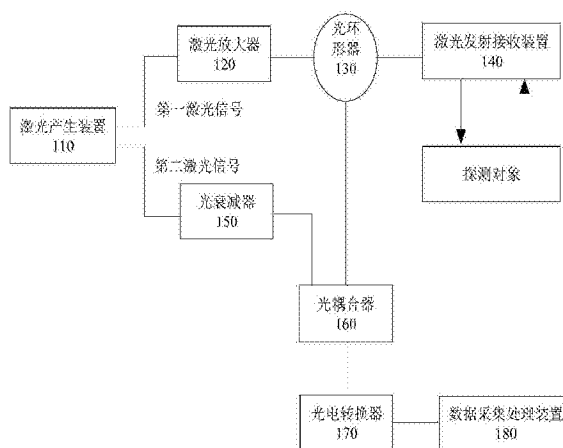
(54)发明名称

测风雷达系统及三维风场检测方法

(57)摘要

本申请实施例提供一种测风雷达系统及三维风场检测方法。激光产生装置将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号,并通过激光放大器将第一激光信号进行激光放大再通过光环形器将放大功率后的第一激光信号沿第一预定方向输出。激光发射接收装置将第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,并接收对应的回波光信号后通过光环形器沿第二预定方向输出。光耦合器将光衰减器输出的与回波光信号的光功率的第二激光信号和光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号并通过光电转换器转换为电信号,最后由数据采集处理装置对电信号进行信号处理得到三维风场分布信息。由此,能够降低探测噪声,同时增加激光光源的可选择性,有效降低成本。

100



1. 一种测风雷达系统,其特征在于,所述测风雷达系统包括:

用于产生连续激光信号并将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号的激光产生装置;

与所述激光产生装置电性连接,用于将所述第一激光信号进行激光放大以得到放大功率后的第一激光信号的激光放大器;

与所述激光放大器连接,用于将所述第一激光信号沿第一预定方向输出的光环形器;

与所述光环形器连接,用于将所述第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,以使所述探测目标周围的大气气溶胶粒子对所述第一激光信号产生回波光信号,并接收所述回波光信号的激光发射接收装置,所述光环形器还用于将所述回波光信号沿第二预定方向输出;

与所述激光产生装置电性连接,用于将所述第二激光信号的光功率调整为与所述回波光信号的光功率匹配的光衰减器;

分别与所述光衰减器和所述光环形器连接,用于将所述光衰减器输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号的光耦合器;

与所述光耦合器连接,用于将所述混频信号转换为电信号的光电转换器;以及

与所述光电转换器连接,用于对所述电信号进行信号处理得到所述探测目标的三维风场分布信息的数据采集处理装置。

2. 根据权利要求1所述的测风雷达系统,其特征在于,所述激光产生装置包括:

用于产生连续激光信号的激光光源;

与所述激光光源连接,用于将所述连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号的光分路器。

3. 根据权利要求2所述的测风雷达系统,其特征在于,所述激光产生装置还包括:

连接于所述激光光源和所述光分路器之间,用于阻挡所述回波光信号返回所述激光光源的光隔离器。

4. 根据权利要求1所述的测风雷达系统,其特征在于,所述激光发射接收装置包括切换光开关以及与所述切换光开关连接的各个发射方向的光学天线;

所述切换光开关用于控制所述第一激光信号的发射方向,使所述第一激光信号经由对应方向的光学天线发射向探测目标。

5. 根据权利要求1所述的测风雷达系统,其特征在于,所述激光发射接收装置包括旋转棱镜以及与所述旋转棱镜连接的光学天线;

所述旋转棱镜用于在旋转角度后对所述光学天线的发射方向进行调整,使所述第一激光信号按照对应的发射方向经由所述光学天线发射向探测目标。

6. 根据权利要求4或者5所述的测风雷达系统,其特征在于,所述激光发射接收装置还包括与所述光学天线对应设置的窗口镜,所述光学天线输出的第一激光信号经由所述窗口镜发射向探测目标。

7. 根据权利要求1所述的测风雷达系统,其特征在于,所述数据采集处理装置包括数据采集板和数据处理装置;

所述数据采集板用于采集所述光电转换器转换后的电信号,并对所述电信号进行信号处理得到累加频谱信号,并将所述累加频谱信号发送给所述数据处理装置;

所述数据处理装置基于所述累加频谱信号计算得到所述探测目标的三维风场分布信息。

8. 根据权利要求7所述的测风雷达系统,其特征在于,所述对所述电信号进行信号处理得到累加频谱信号的方式包括:

将所述电信号转换为对应的数字信号;

对所述数字信号进行分帧得到多帧数字信号,并对每帧数字信号进行频谱处理后,将频谱处理后的频谱信号依次进行累加以生成累加频谱信号;

将所述累加频谱信号进行信号放大,得到信号放大后的累加频谱信号;

对所述信号放大后的累加频谱信号进行噪声处理,得到噪声处理后的累加频谱信号。

9. 根据权利要求7所述的测风雷达系统,其特征在于,所述基于所述累加频谱信号计算得到所述探测目标的三维风场分布信息的方式,包括:

查找所述累加频谱信号的峰值点;

基于所述峰值点计算所述光衰减器输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器输出的回波光信号之间的频移;

根据所述频移计算当前发射方向测试的风速,以得到各个发射方向测试的风速;

根据各个发射方向测试的风速计算风场的横向风速和纵向风速;

根据所述横向风速和所述纵向风速计算得到风场的风速和风向,以得到所述探测目标的三维风场分布信息。

10. 一种三维风场检测方法,其特征在于,应用于权利要求1-9中任意一项所述的测风雷达系统,所述方法包括:

所述激光产生装置产生连续激光信号,并将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号;

所述激光放大器将所述第一激光信号进行激光放大以得到放大功率后的第一激光信号;

所述光环形器将所述第一激光信号沿第一预定方向输出;

所述激光发射接收装置将所述第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,以使所述探测目标周围的大气气溶胶粒子对所述第一激光信号产生回波光信号,并接收所述回波光信号后输出给所述光环形器;

所述光环形器将所述回波光信号沿第二预定方向输出;

所述光衰减器将所述第二激光信号的光功率调整为与所述回波光信号匹配的光功率;

所述光耦合器将所述光衰减器输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号;

所述光电转换器将所述混频信号转换为电信号;

所述数据采集处理装置对所述电信号进行信号处理得到所述探测目标的三维风场分布信息。

测风雷达系统及三维风场检测方法

技术领域

[0001] 本申请涉及雷达技术领域,具体而言,涉及一种测风雷达系统及三维风场检测方法。

背景技术

[0002] 风场信息是大气探测的主要气象因子之一,其时空变化特性是气象上的重要数据,无论是地面风,还是高空风,都对人类活动有很大的影响。常规天气预报、灾害天气监测、风切变和大气湍流等天气保障信息以及对空气污染物漂移的环保研究等领域,都对风场的精细观测有着强烈需求。目前主要采用风速风向仪、风廓线雷达等仪器来测量风场,激光测风雷达是近年来发展最快的测风设备之一。

[0003] 然而目前的激光测风雷达探测噪声较大,且对激光光源的功率要求较高,结构复杂,进而增加成本。

[0004] 申请内容

[0005] 为了克服现有技术中的上述不足,本申请的目的在于提供一种测风雷达系统及三维风场检测方法,能够降低探测噪声,同时增加激光光源的可选性,有效降低成本。

[0006] 为了实现上述目的,本申请实施例采用的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本申请实施例提供一种测风雷达系统,所述测风雷达系统包括:

[0008] 用于产生连续激光信号并将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号的激光产生装置;

[0009] 与所述激光产生装置电性连接,用于将所述第一激光信号进行激光放大以得到放大功率后的第一激光信号的激光放大器;

[0010] 与所述激光放大器连接,用于将所述第一激光信号沿第一预定方向输出的光环形器;

[0011] 与所述光环形器连接,用于将所述第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,以使所述探测目标周围的大气气溶胶粒子对所述第一激光信号产生回波光信号,并接收所述回波光信号的激光发射接收装置,所述光环形器还用于将所述回波光信号沿第二预定方向输出;

[0012] 与所述激光产生装置电性连接,用于将所述第二激光信号的光功率调整为与所述回波光信号的光功率匹配的光衰减器;

[0013] 分别与所述光衰减器和所述光环形器连接,用于将所述光衰减器输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号的光耦合器;

[0014] 与所述光耦合器连接,用于将所述混频信号转换为电信号的光电转换器;以及

[0015] 与所述光电转换器连接,用于对所述电信号进行信号处理得到所述探测目标的三维风场分布信息的数据采集处理装置。

[0016] 可选地,所述激光产生装置包括:

- [0017] 用于产生连续激光信号的激光光源；
- [0018] 与所述激光光源连接，用于将所述连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号的光分路器。
- [0019] 可选地，所述激光产生装置还包括：
- [0020] 连接于所述激光光源和所述光分路器之间，用于阻挡所述回波光信号返回所述激光光源的光隔离器。
- [0021] 可选地，所述激光发射接收装置包括切换光开关以及与所述切换光开关连接的各个发射方向的光学天线；
- [0022] 所述切换光开关用于控制所述第一激光信号的发射方向，使所述第一激光信号经由对应方向的光学天线发射向探测目标。
- [0023] 可选地，所述激光发射接收装置包括旋转棱镜以及与所述旋转棱镜连接的光学天线；
- [0024] 所述旋转棱镜用于在旋转角度后对所述光学天线的发射方向进行调整，使所述第一激光信号按照对应的发射方向经由所述光学天线发射向探测目标。
- [0025] 可选地，所述激光发射接收装置还包括与所述光学天线对应设置的窗口镜，所述光学天线输出的第一激光信号经由所述窗口镜发射向探测目标。
- [0026] 可选地，所述数据采集处理装置包括数据采集板和数据处理装置；
- [0027] 所述数据采集板用于采集所述光电转换器转换后的电信号，并对所述电信号进行信号处理得到累加频谱信号，并将所述累加频谱信号发送给所述数据处理装置；
- [0028] 所述数据处理装置基于所述累加频谱信号计算得到所述探测目标的三维风场分布信息。
- [0029] 可选地，所述对所述电信号进行信号处理得到累加频谱信号的方式包括：
- [0030] 将所述电信号转换为对应的数字信号；
- [0031] 对所述数字信号进行分帧得到多帧数字信号，并对每帧数字信号进行频谱处理后，将频谱处理后的频谱信号依次进行累加以生成累加频谱信号；
- [0032] 将所述累加频谱信号进行信号放大，得到信号放大后的累加频谱信号；
- [0033] 对所述信号放大后的累加频谱信号进行噪声处理，得到噪声处理后的累加频谱信号。
- [0034] 可选地，所述基于所述累加频谱信号计算得到所述探测目标的三维风场分布信息的方式，包括：
- [0035] 查找所述累加频谱信号的峰值点；
- [0036] 基于所述峰值点计算所述光衰减器输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器输出的回波光信号之间的频移；
- [0037] 根据所述频移计算当前发射方向测试的风速，以得到各个发射方向测试的风速；
- [0038] 根据各个发射方向测试的风速计算风场的横向风速和纵向风速；
- [0039] 根据所述横向风速和所述纵向风速计算得到风场的风速和风向，以得到所述探测目标的三维风场分布信息。
- [0040] 第二方面，本发明实施例还提供一种三维风场检测方法，应用于上述的测风雷达系统，所述方法包括：

[0041] 所述激光产生装置产生连续激光信号,并将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号;

[0042] 所述激光放大器将所述第一激光信号进行激光放大以得到放大功率后的第一激光信号;

[0043] 所述光环形器将所述第一激光信号沿第一预定方向输出;

[0044] 所述激光发射接收装置将所述第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,以使所述探测目标周围的大气气溶胶粒子对所述第一激光信号产生回波光信号,并接收所述回波光信号后输出给所述光环形器;

[0045] 所述光环形器将所述回波光信号沿第二预定方向输出;

[0046] 所述光衰减器将所述第二激光信号的光功率调整为与所述回波光信号匹配的光功率;

[0047] 所述光耦合器将所述光衰减器输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号;

[0048] 所述光电转换器将所述混频信号转换为电信号;

[0049] 所述数据采集处理装置对所述电信号进行信号处理得到所述探测目标的三维风场分布信息。

[0050] 相对于现有技术而言,本申请具有以下有益效果:

[0051] 本申请实施例提供一种测风雷达系统及三维风场检测方法。激光产生装置将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号,并通过激光放大器将第一激光信号进行激光放大再通过光环形器将放大功率后的第一激光信号沿第一预定方向输出。激光发射接收装置将第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,并接收对应的回波光信号后通过光环形器沿第二预定方向输出。光耦合器将光衰减器输出的与回波光信号的光功率的第二激光信号和光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号并通过光电转换器转换为电信号,最后由数据采集处理装置对电信号进行信号处理得到三维风场分布信息。由此,通过增加光衰减器调整本振光的光功率与探测返回的回波光信号的光功率匹配,能够降低探测噪声,同时通过增加光放大器和光衰减器,保证激光器的稳定性,增加激光光源的可选择性,有效降低成本。

附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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,还可以根据这些附图获得其它相关的附图。

[0053] 图1为本申请实施例提供的测量雷达系统的应用示意框图;

[0054] 图2为图1中所示的激光产生装置的结构框图;

[0055] 图3为图1中所示的激光发射接收装置的结构框图;

[0056] 图4为本申请实施例提供的激光发射接收装置的结构示意图;

[0057] 图5为图1中所示的数据采集处理装置的结构框图;

[0058] 图6为本申请实施例提供的均匀流下的视线关系示意图;

[0059] 图7为本申请实施例提供的三维风场检测方法的流程示意图。

[0060] 图标:100-测量雷达系统;110-激光产生装置;112-激光光源;114-光隔离器;116-光分路器;120-激光放大器;130-光环形器;140-激光发射接收装置;142-切换光开关;144-光学天线;145-天线固定组件;146-窗口镜;150-光衰减器;160-光耦合器;170-光电转换器;180-数据采集处理装置;182-数据采集板;184-数据处理装置。

具体实施方式

[0061] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0062] 因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本申请保护的范畴。

[0063] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0064] 在本申请的描述中,需要说明的是,一些指示的方位或位置关系的术语为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0065] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0066] 下面结合附图,对本申请的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0067] 请参阅图1,为本申请实施例提供的测量雷达系统100的应用示意框图。本实施例中,所述测风雷达系统包括激光产生装置110、激光放大器120、光环形器130、激光发射接收装置140、光衰减器150、光耦合器160、光电转换器170以及数据采集处理装置180。

[0068] 在本实施例中,所述激光产生装置110用于产生连续激光信号并将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号。其中,在其它实施方式,所述连续激光信号也可以替换为脉冲激光信号。

[0069] 所述激光放大器120与所述激光产生装置110电性连接,用于将所述第一激光信号进行激光放大以得到放大功率后的第一激光信号。所述光环形器130与所述激光放大器120连接,用于将所述第一激光信号沿第一预定方向输出。所述激光发射接收装置140与所述光环形器130连接,用于将所述第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,以使所述探测目标

周围的大气气溶胶粒子对所述第一激光信号产生回波光信号,并接收所述回波光信号,此时所述光环形器130还用于将所述回波光信号沿第二预定方向输出。所述光衰减器150与所述激光产生装置110电性连接,用于将所述第二激光信号的光功率调整为与所述回波光信号的光功率匹配。所述光耦合器160分别与所述光衰减器150和所述光环形器130连接,用于将所述光衰减器150输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器130输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号。所述光电转换器170与所述光耦合器160连接,用于将所述混频信号转换为电信号。所述数据采集处理装置180与所述光电转换器170连接,用于对所述电信号进行信号处理得到所述探测目标的三维风场分布信息。

[0070] 基于上述设计,通过增加光衰减器150调整本振光的光功率与探测返回的回波光信号的光功率匹配,能够降低探测噪声,同时通过增加光放大器和光衰减器150,保证激光器的稳定性,增加激光光源112的可选性,有效降低成本,从而得到所述探测目标的三维风场分布信息。

[0071] 值得说明的是,所述探测目标可以是风场、机场、环境气候等,在此不作具体限制。

[0072] 可选地,请结合参阅图2,所述激光产生装置110可包括用于产生连续激光信号的激光光源112以及与所述激光光源112连接,用于将所述连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号的光分路器116。

[0073] 可选地,依旧参阅图2,所述激光产生装置110还可以包括连接于所述激光光源112和所述光分路器116之间,用于阻挡所述回波光信号返回所述激光光源112的光隔离器114。由此,通过所述的光隔离器114隔离保证光路延一个方向传输,减少回波光信号返回所述激光光源112,保证所述激光光源112的稳定性,减少系统噪声。

[0074] 所述激光发射接收装置140的一种实施方式请结合参阅图3及图4,所述激光发射接收装置140还可以包括切换光开关142以及与所述切换光开关142连接的各个发射方向的光学天线144。所述切换光开关142用于控制所述第一激光信号的发射方向,使所述第一激光信号经由对应方向的光学天线144发射向探测目标,由此可以实现多个方向的探测。

[0075] 其中,所述切换光开关142可用于完成光路切换,为了保证切换速度,所述切换光开关142可以使用高速切换光开关142,使切换速度达到1ms以内。

[0076] 可选地,所述光学天线144可以采用聚焦镜或者扫描镜,从而使探测范围更广,所述光学天线144的数量可以根据实际探测点的要求进行搭配,在此不作具体限制。

[0077] 此外,作为所述激光发射接收装置140的另一种实施方式,所述激光发射接收装置140还可以包括旋转棱镜以及与所述旋转棱镜连接的光学天线144(图中未示出)。所述旋转棱镜用于在旋转角度后对所述光学天线144的发射方向进行调整,使所述第一激光信号按照对应的发射方向经由所述光学天线144发射向探测目标。由此,通过单个光学天线144搭配旋转棱镜,可以通调整棱镜旋转角度实现多方向探测的目的,从而降低光学天线144的成本。

[0078] 可选地,请结合参阅图3及图4,所述激光发射接收装置140还可以包括与所述光学天线144对应设置的窗口镜146,所述光学天线144输出的第一激光信号经由所述窗口镜146发射向探测目标。在一种实施方式,所述激光发射接收装置140还可以包括天线固定组件145,如图4所示,各个所述光学天线144均固定于所述天线固定组件145上,所述天线固定组件145上设置有一通孔,所述窗口镜146固定于该通孔中,使得各个所述光学天线144的发射

方向对准所述窗口镜146。

[0079] 本实施例中,所述窗口镜146可以为红外透光玻璃,所述红外透光玻璃上镀有红外增透膜和防水膜,通过所述红外增透膜能够增加红外光的透过率,从而便于光路传输,同时通过所述防水膜能够防止灰尘粘附于窗口镜146上,影响光路传输。

[0080] 可选地,请进一步参阅图5,所述数据采集处理装置180可以包括数据采集板182和数据处理装置184。所述数据采集板182用于采集所述光电转换器170转换后的电信号,并对所述电信号进行信号处理得到累加频谱信号,并将所述累加频谱信号发送给所述数据处理装置184。所述数据处理装置184基于所述累加频谱信号计算得到所述探测目标的三维风场分布信息。

[0081] 作为一种实施方式,对所述电信号进行信号处理得到累加频谱信号可以通过如下方式实现:

[0082] 首先,将所述电信号转换为对应的数字信号。

[0083] 接着,对所述数字信号进行分帧得到多帧数字信号,并对每帧数字信号进行频谱处理后,将频谱处理后的频谱信号依次进行累加以生成累加频谱信号。

[0084] 而后,将所述累加频谱信号进行信号放大,得到信号放大后的累加频谱信号。

[0085] 最后,对所述信号放大后的累加频谱信号进行噪声处理,得到噪声处理后的累加频谱信号。

[0086] 作为一种实施方式,基于所述累加频谱信号计算得到所述探测目标的三维风场分布信息可以通过如下方式实现:

[0087] 首先,查找所述累加频谱信号的峰值点。其中,所述累加频谱信号为频率的分布曲线,在该频率的分布曲线可以得到累加频谱信号的峰值点。

[0088] 接着,基于所述峰值点计算所述光衰减器150输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器130输出的回波光信号之间的频移。

[0089] 接着,根据所述频移计算当前发射方向测试的风速,以得到各个发射方向测试的风速。其中,根据所述频移计算当前发射方向测试的风速的计算公式为:

$$[0090] \quad \Delta v = \frac{1}{2} \Delta f \lambda$$

[0091] 其中, Δf 为频移, λ 为波长。

[0092] 而后,根据各个发射方向测试的风速计算风场的横向风速和纵向风速。具体地,在得到各个发射方向测试的风速后,请结合参阅图6,可以得到均匀流下的视线关系为:

$$[0093] \quad V_{\text{los}1,2} = w \cos(\alpha) \pm u \sin(\alpha)$$

[0094] 其中, w 为横向风速, w 的计算公式为:

$$[0095] \quad w = \frac{V_{\text{los}1} + V_{\text{los}2}}{2 \cos(\alpha)}$$

[0096] u 为纵向风速, u 的计算公式为:

$$[0097] \quad u = \frac{V_{\text{los}1} - V_{\text{los}2}}{2 \sin(\alpha)}$$

[0098] 最后,根据所述横向风速和所述纵向风速计算得到风场的风速和风向,以得到所

述探测目标的三维风场分布信息。

[0099] 风场的风速V为：

$$[0100] \quad V = \sqrt{u^2 + w^2}$$

[0101] 风场 ϕ 的风向为：

$$[0102] \quad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{u}{w}\right)$$

[0103] 由此,所述风场的风速V和所述风场 ϕ 的风向即为探测目标的三维风场分布信息。

[0104] 进一步地,请参阅图7,基于上述测风雷达系统100,本申请实施例还提供一种三维风场检测方法,所述方法包括如下步骤:

[0105] 步骤S110,所述激光产生装置110产生连续激光信号,并将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号。

[0106] 步骤S120,所述激光放大器120将所述第一激光信号进行激光放大以得到放大功率后的第一激光信号。

[0107] 步骤S130,所述光环形器130将所述第一激光信号沿第一预定方向输出。

[0108] 步骤S140,所述激光发射接收装置140将所述第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,以使所述探测目标周围的大气气溶胶粒子对所述第一激光信号产生回波光信号,并接收所述回波光信号后输出给所述光环形器130。

[0109] 步骤S150,所述光环形器130将所述回波光信号沿第二预定方向输出。

[0110] 步骤S160,所述光衰减器150将所述第二激光信号的光功率调整为与所述回波光信号匹配的光功率。

[0111] 步骤S170,所述光耦合器160将所述光衰减器150输出的调整光功率后的第二激光信号和所述光环形器130输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号。

[0112] 步骤S180,所述光电转换器170将所述混频信号转换为电信号。

[0113] 步骤S190,所述数据采集处理装置180对所述电信号进行信号处理得到所述探测目标的三维风场分布信息。

[0114] 本实施例提供的三维风场检测方法包括的各个步骤的详细流程请参照上述实施例的对应描述,在此不再赘述。

[0115] 综上所述,激光产生装置将产生的连续激光信号分路为第一激光信号和第二激光信号,并通过激光放大器将第一激光信号进行激光放大再通过光环形器将放大功率后的第一激光信号沿第一预定方向输出。激光发射接收装置将第一激光信号沿不同方向向探测目标发射,并接收对应的回波光信号后通过光环形器沿第二预定方向输出。光耦合器将光衰减器输出的与回波光信号的光功率的第二激光信号和光环形器输出的回波光信号进行光耦合得到混频信号并通过光电转换器转换为电信号,最后由数据采集处理装置对电信号进行信号处理得到三维风场分布信息。由此,通过增加光衰减器调整本振光的光功率与探测返回的回波光信号的光功率匹配,能够降低探测噪声,同时通过增加光放大器和光衰减器,保证激光器的稳定性,增加激光光源的可选性,有效降低成本。

[0116] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修

改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

[0117] 对于本领域技术人员而言,显然本申请不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本申请的精神或基本特征的情况下,能够以其它的具体形式实现本申请。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本申请的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本申请内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

100

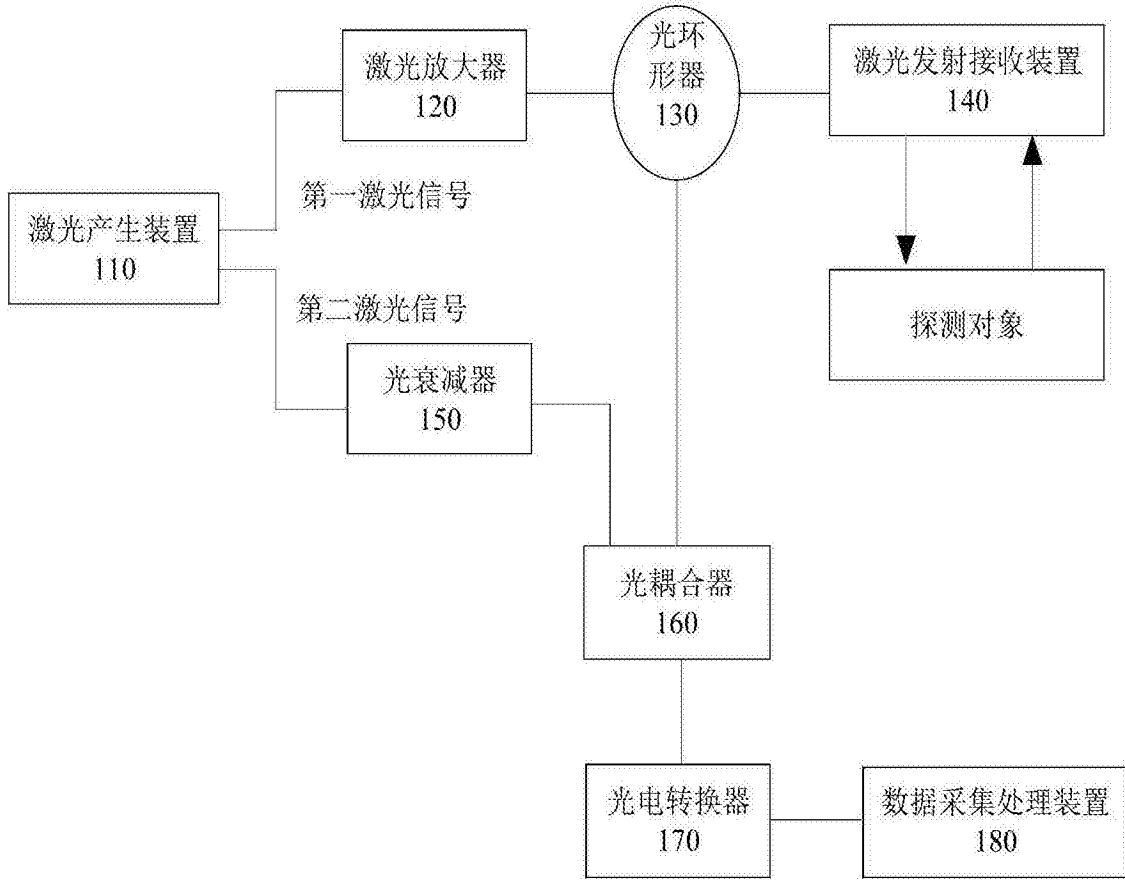


图1

110

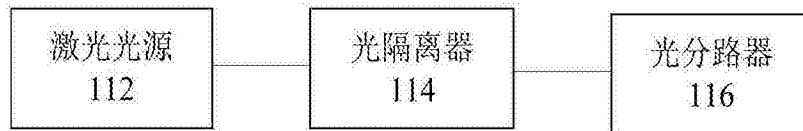


图2

140



图3

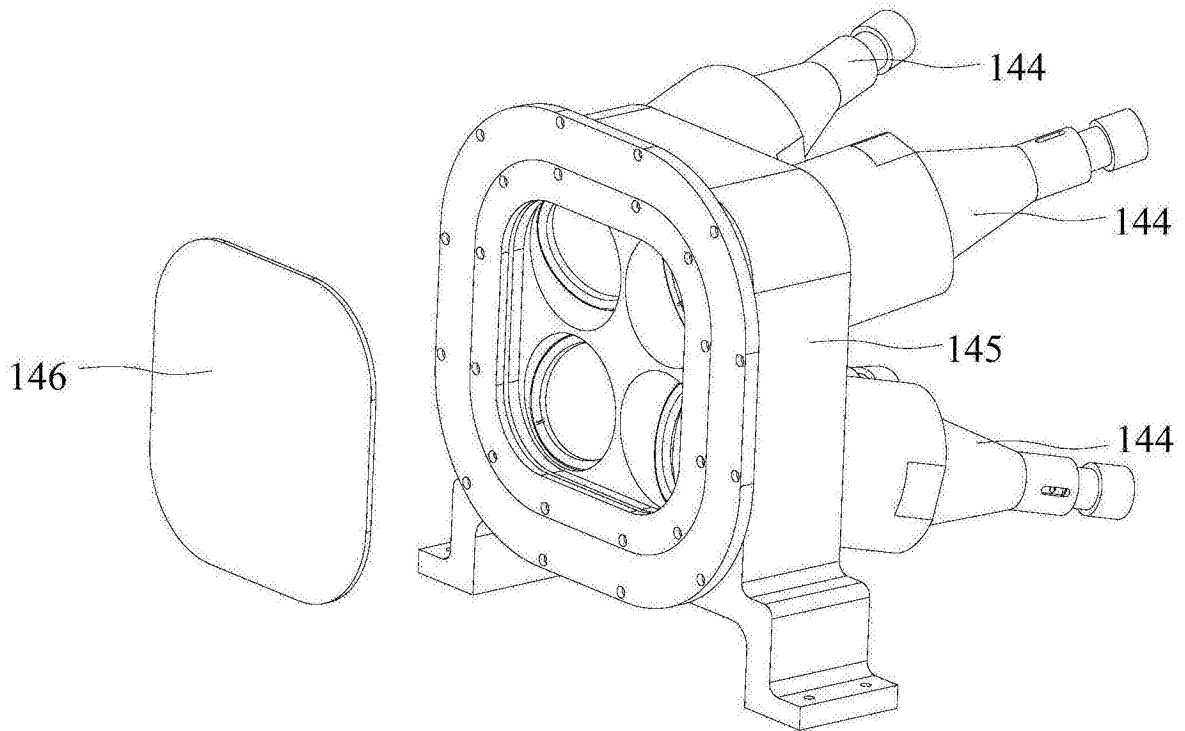


图4

180

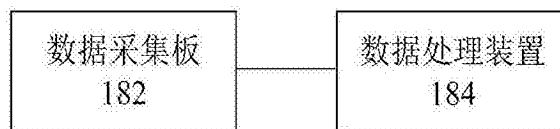


图5

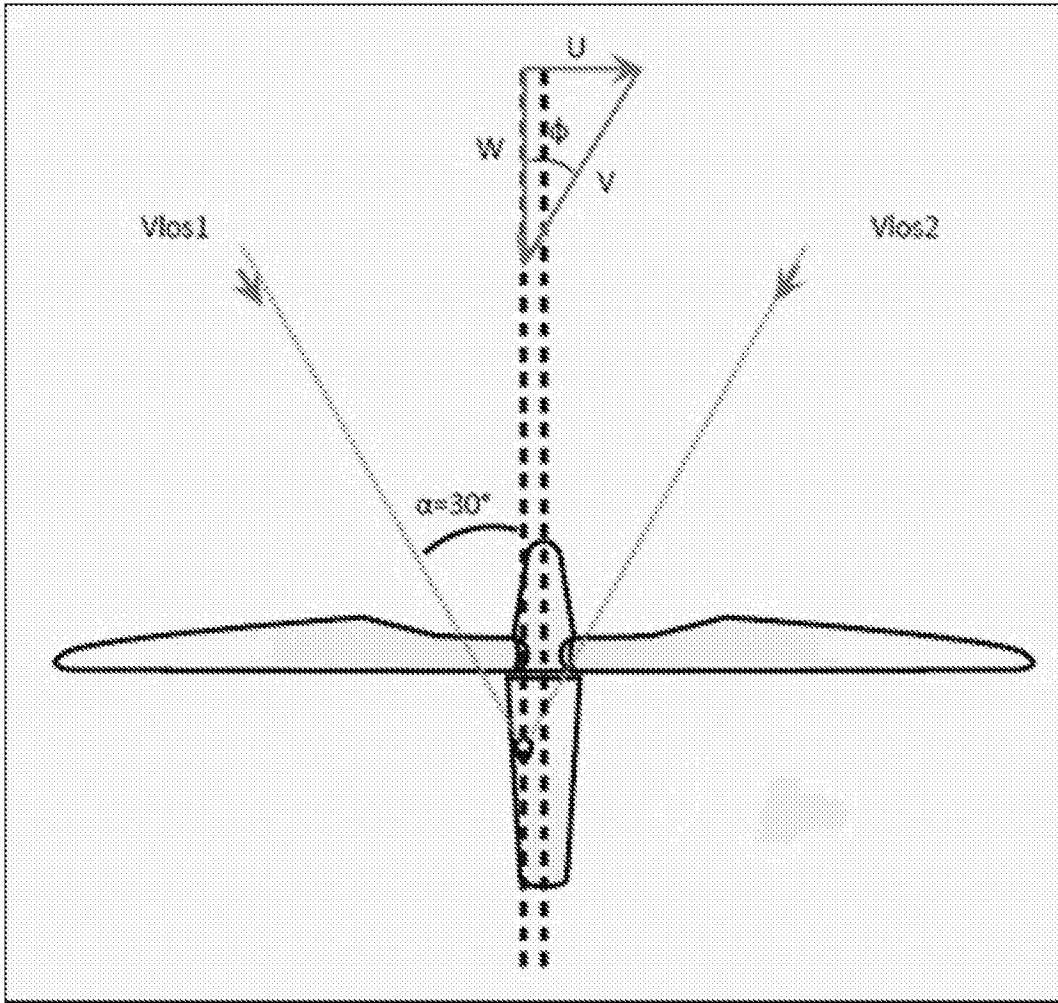


图6

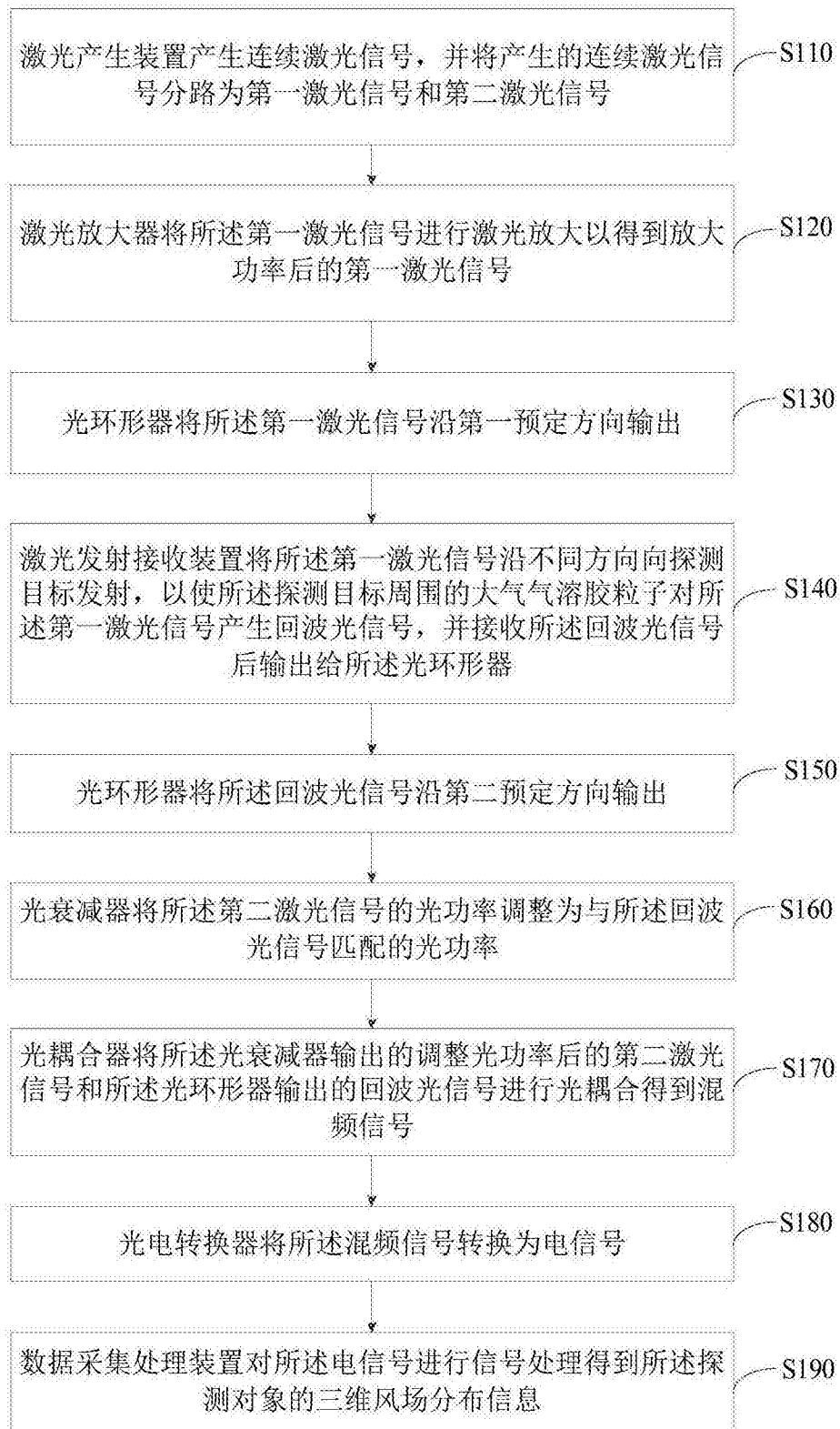


图7