中国太平洋学会  发布

T/CSO XXXX—XXXX

202×-××-××实施

202×-××-××发布

极区共振荧光激光雷达观测技术规程

Code of practice for resonance fluorescence lidar observation in polar region

（征求意见稿）

团体标准

ICS

CCS

极区共振荧光激光雷达观测技术规程

* 1. 范围

本文件规定了在我国极地科考站开展共振荧光激光雷达观测的内容、环境要求、仪器设备、观测步骤和数据处理要求。

本文件适用于在我国极地科考站利用共振荧光激光雷达开展的中高层大气观测。

* 1. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

极区 polar region

邻近地理极点的区域，通常指地球上地理纬度高于60°的地区。

3.2

中高层大气 middle- and upper-atmosphere

地球大气的中间层和热层。

3.3

原始回波信号 raw lidar signal

由大气探测激光雷达运行所获取的原始回波信号。

* 1. 原理与方法

共振荧光激光雷达利用激光共振激发中高层大气中的原子或离子，通过探测其受激后自发辐射的荧光开展其所处大气环境的观测，其中一定会获得受激原子或离子的数密度廓线。

多普勒共振荧光激光雷达利用窄带激光在某种原子或离子的同一共振吸收线两个或以上的点位探测其受激辐射荧光，通过其强度关系推断吸收线的多普勒线宽和频移，进而获得大气环境的温度和/或视向风。

玻尔兹曼激光雷达通过在两个波长共振激发处于不同下能级的同一种原子或离子，探测其在两个能级上数密度的相对关系，对照麦克斯韦-玻尔兹曼分布，获得大气环境的温度。

* 1. 观测环境要求
     1. 场地建设要求

极区共振荧光激光雷达应安装在特殊设计建设的极区观测舱或观测栋，基础稳固，能抵御部署地区有记录强风，能保障低温、强风、雨雪等特殊条件下精密光学系统的运行及待机时的安全。

* + 1. 温湿要求

设备安装区环境温度应满足设备要求，宜分区控制，激光设备安装区应在18℃～22℃，内外热交换区宜在5℃～30℃。

观测舱或观测栋内环境湿度应小于60%。

* + 1. 供电要求

观测舱应配备设备满功率运行需要的充足和稳定供电，为避免与其它大功率设备相互干扰，宜单独供电。

* + 1. 安全要求

激光器设备工作区域应张贴相应级别的激光危险标识，依照工作需要设置必要的防护措施，并限制人员活动。

* + 1. 光污染限制要求

周边应避免光污染，观测时不允许灯光直接照射到望远镜区域。

* + 1. 气象条件

极区共振荧光激光雷达应在天空晴好、云层遮挡率小于20%的条件下观测。

观测时段根据现场气象条件决定，应着重注意5级以上大风和风吹雪，以及-30℃以下低温可能造成的人员和设备安全风险。

* 1. 仪器设备
     1. 系统基本构成

极区共振荧光激光雷达的观测仪器包括激光雷达发射系统、回波信号接收和检测系统、数据采集和系统控制系统，以及数据处理软件组成。

* + 1. 发射系统

发射系统的激光光源应稳定工作在指定波长，能有效共振激发探测所针对的原子或离子的特定跃迁。发射系统对天空发射的激光应有一定的准直度和指向稳定性，以保证光束在探测高度区间处在望远镜视场内。

* + 1. 回波信号接收和检测系统

回波信号接收和检测系统应有效接收所探测原子或离子的共振荧光回波光子，同时有效压制背景噪声，能达到系统设计指标要求的信噪比水平。

* + 1. 数据采集和系统控制系统

数据采集和系统控制系统应完整记录数据反演所需要的信息，包括但不限于回波光子数、距离门等。

* + 1. 数据处理软件

数据处理软件应根据原始回波信号数据的实际情况和数据反演原理合理设置数据处理流程。

* 1. 观测步骤
     1. 基本要求

极区共振荧光激光雷达的观测步骤应按特定系统操作手册的要求进行。

* + 1. 开机步骤

极区共振荧光激光雷达系统应按照以下步骤开机：

1. 确认观测环境满足观测要求；
2. 预热有预热要求的设备；
3. 开启观测天窗和望远镜；
4. 开启回波光子信号检测设备；
5. 完成预热后，启动各激光器以及相关系统，调节至工作要求波长；
6. 开启发射天窗，向天空发射激光；
7. 开启系统控制和数据采集程序，监测原始回波信号；
8. 优化原始回波信号；
9. 开始进行正常的数据采集。
   * 1. 关机步骤

极区共振荧光激光雷达系统应按照以下步骤关机：

1. 关闭系统控制和数据采集程序；
2. 关闭回波光子信号检测设备；
3. 关闭激光光源和发射天窗；
4. 关闭望远镜和观测舱天窗；
5. 关闭其它需关闭的设备；
6. 检查并保持需要维持供电的设备的正常供电。
   * 1. 观测记录

极区共振荧光激光雷达的观测活动应按操作手册要求进行记录，包括但不限于系统运行参数和观测情况，示例见附录A“极区中高层大气探测共振荧光激光雷达观测记录表”。每次观测结束后，应及时检查、保存和备份观测数据和观测记录电子文本。

* 1. 数据处理

极区共振荧光激光雷达的原始观测数据通常用于反演大气的温度、风速和特定原子、离子成分的数密度随高度变化的廓线，数据处理通常包括如下流程：

1. 原始数据导入和预处理，应按数据反演流程和格式要求导入原始数据并进行数据筛选；
2. 数据反演运算，在选定标准化反演时空分辨率下，如1小时1公里高度，按工作原理，利用筛选后的原始数据进行反演运算，获取大气参数观测数值；
3. 反演数据处置，输出并存储数据反演结果，包括数据应用需要的相关信息。
4. （资料性）  
   极区共振荧光激光雷达观测记录表

表A.1给出了极区共振荧光激光雷达观测记录表示例：中山站钠荧光多普勒激光雷达观测记录表

* 1. 中山站钠荧光多普勒激光雷达观测记录表

1. 日期(UT): 开机时间(UT): 关机时间(UT):
2. 日期(LT): 开机时间(LT): 关机时间(LT):
3. 染料使用时间 (小时): 开机: 关机: 操作员:
4. 日期(UT): 开机时间(UT): 关机时间(UT):
5. 日期(LT): 开机时间(LT): 关机时间(LT):
6. 染料使用时间 (小时): 开机: 关机: 操作员:

日期(UT): 开机时间(UT): 关机时间(UT):

日期(LT): 开机时间(LT): 关机时间(LT):

染料使用时间 (小时): 开机: 关机: 操作员:

|  |  |
| --- | --- |
| 系统参数 |  |
| 半导体种子激光器功率 589 nm (mW) |  |
| 染料脉冲激光放大器种子光功率： (mW) |  |
| f0 f+ f- | |
| 初始发射功率 (mW) |  |
| f0 f+ f- | |
| 初始指向参数： |  |
| 垂直 |  |
| 南向 |  |
| 东向 |  |
| 初始瑞利信号光子计数： | ( - km) shots |
| 垂直 |  |
| 南向 |  |
| 东向 |  |
| 初始钠荧光光子计数： | ( - km) shots |
| 垂直 |  |
| 南向 |  |
| 东向 |  |
| 初始优化单脉冲钠荧光信号水平f0： | （光子数/脉冲） |
| 垂直 |  |
| 南向 |  |
| 东向 |  |
| 斩波开放高度 (km) |  |
| 单脉冲钠荧光信号峰值 @ 时间（f0） | @ |
| 关机发射功率 (mW) f0： |  |
| 关机半导体种子激光功率589 nm (mW) |  |
| 备注 |  |

日期(UT): 数据存储位置:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| UT | 文件名 | 单频积分脉冲数 | Na （f0）  ( - km) | Ray  ( - km) | Bg  ( - km) | 单脉冲Na信号计数（f0） | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

参考文献

1. GB/T 36100-2018 机载激光雷达点云数据质量评价指标及计算方法
2. GB/T 39624-2022 机载激光雷达水下地形测量技术规范
3. QX/T 605—2021 地基相干多普勒测风激光雷达

