

HV12型水平能见度空间分布雷达工作原理及安装维护

曹敦波, 范大伟, 刘晓明, 陈福康, 祁 珊

民航新疆空中交通管理局气象中心, 新疆 乌鲁木齐
Email: 196845320@qq.com, caodunbo@163.com

收稿日期: 2020年11月10日; 录用日期: 2020年12月2日; 发布日期: 2020年12月9日

摘 要

为进一步增强能见度观测数据的密度和精确度水平, 凸显气象要素观测的自动化水平, 提出了通过可智能算法可自动识别被扫描区域的低能见度区域的HV12型水平能见度空间分布雷达系统。详细介绍系统的工作原理、主要性能、设备组成、安装维护方法、用户界面和故障维修方法, 为用户日常管理维护和故障排除提供经验与借鉴。

关键词

能见度, 激光雷达, 故障排除

HV12 Horizontal Visibility Space Distribution Radar Working Principle Installation and Maintenance

Dunbo Cao, Dawei Fan, Xiaoming Liu, Fukang Chen, Shan Qi

Xinjiang Air Traffic Control Meteorological Center, Urumqi Xinjiang
Email: 196845320@qq.com, caodunbo@163.com

Received: Nov. 10th, 2020; accepted: Dec. 2nd, 2020; published: Dec. 9th, 2020

Abstract

In order to further enhance the density and accuracy of visibility observation data and highlight the automation level of meteorological observation, an HV12 horizontal visibility spatial distribu-

tion radar system was proposed, which can automatically identify the low-visibility area in the scanned area by intelligent algorithm. The working principle, main performance, equipment composition, installation and maintenance method, user interface and fault maintenance method of the system are introduced in detail to provide experience and reference for users' daily management and maintenance and fault troubleshooting.

Keywords

Visibility, Lidar, Troubleshooting

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

能见度作为重要的气象观测要素, 对社会生产和人民生活的影响较为广泛。同时, 能见度资料也是台站地面气象观测业务中视程障碍现象自动判定的重要依据[1]。特别是近些年来, 大范围雾、轻雾、霾天气出现的频率不断上升, 持续时间也越来越长, 给交通运输和人们的日常出行带来了很大的不便。在众多不同原理的能见度测量仪器中, HV12 能见度空间分布激光雷达具备许多优势, 尤其是在便携式、小型化的实际应用中, 越来越被各行业和科研单位重视[2]。

HV12 能见度空间分布激光雷达(以下简称激光雷达)根据后向散射原理, 使用激光雷达对一定区域内的大气进行水平和垂直扫描探测, 获取探测路径及扫描平面内气溶胶消光的空间分布, 通过智能算法可自动识别被扫描区域的低能见度区域, 起到预警作用[3]。在气象业务中根据能见度仪的观测, 可以自动判别如轻雾、雾、霾等视程障碍天气现象, 并可及时发布预警等报告信息。它主要应用于机场、舰船、桥梁、水文气象观测领域和港口等。该激光雷达结构简单, 工作稳定性好, 可靠性高, 能耗低, 使用维护方便。

2. 工作原理

根据后向散射原理, 应用激光雷达技术, 对探测区域上方一定高度内的水平大气进行测量, 能够获得大气在激光雷达视线随距离分布的后向散射廓线, 通过距离矫正、斜率拟合或积分求解等方法可以计算大气消光在该视线上的分布, 再通过能见度与大气消光的关系式($V = -\ln \varepsilon / \sigma$)和经验参数 $\varepsilon = 0.05$, 则得到能见度在该视线上的分布, 从而达到实时监测激光雷达视线路径上的大气能见度分布的目的[4]。

对散射能见度激光雷达而言, 其激光雷达方程可写为[4]:

$$p(z) = \frac{CO(z)\beta(z)}{z^2} e^{-2 \int_0^z \sigma(z') dz'} \quad (1)$$

$p(z)$ 是 z 距离上的回波信号, C 是激光雷达的系统常数, $O(z)$ 是 z 距离上的重叠因子, $\beta(z)$ 和 $\sigma(z)$ 分别是 z 距离上大气的体后向散射系数和消光系数。

当气溶胶消光比大气分子消光强时, 可假设, k_b , k_a 都是常数, k_a 的取值范围在 0.7~1.3 之间, 通常可取为 1。则, 通过计算稳定的后向积分法可求解大气消光系数[4]:

$$\sigma(z) = \frac{X(z)}{\frac{X(z_m)}{\sigma(z_m)} + \frac{2}{k_a} \int_z^{z_m} X(z') dz'} \quad (2)$$

其中,称为距离矫正信号, $X(z_m)$, $\sigma(z_m)$ 是远端 z_m 处的边界条件。并且,通过数值模拟发现,后向积分法会使得单纯由边界误差引起的大气消光系数反演误差随距离减小而减小,即误差收敛。

另外,使用能见度-消光关系公式[4]:

$$V = -\frac{\ln(0.05)}{\sigma} \quad (3)$$

根据前散能见度仪的测量结果 V_0 计算 σ_0 , 由于大气消光近似水平一致,且后向积分法的求解误差收敛,故假设[4]

$$\sigma_m \approx \sigma_0 \quad (4)$$

把 σ_m 带入后向积分法的边界条件中,可计算消光系数的水平分布 $\sigma(z)$; 再把 $\sigma(z)$ 回代入此公式,可得等效大气能见度的水平分布 $V(z)$ [4]。

3. 设备组成

激光雷达由主机、旋转云台和支架组成,如图1所示:

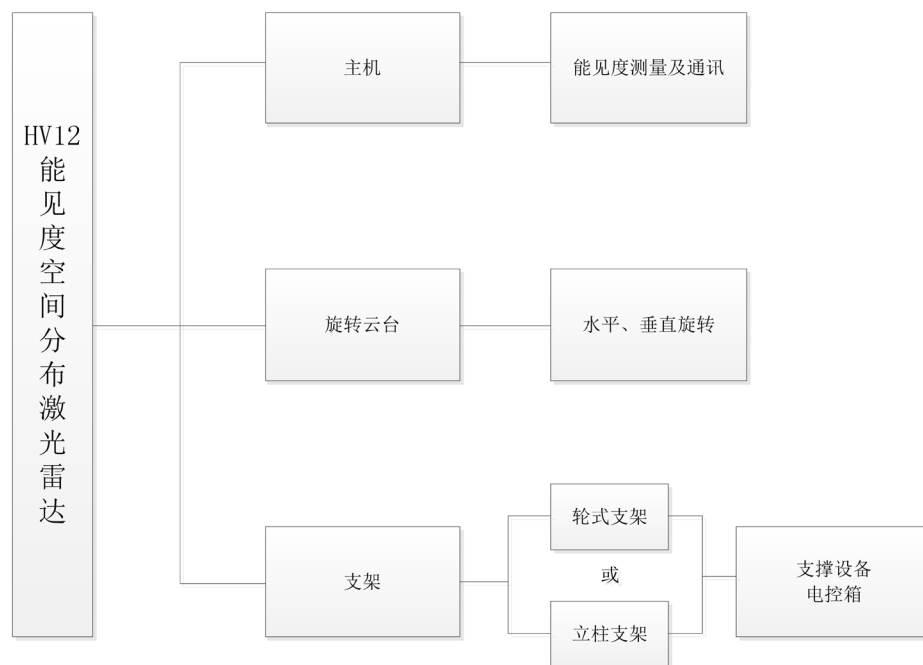


Figure 1. Equipment composition

图 1. 设备组成

4. 使用方法

1) 设备安装

在开始安装激光雷达前应先制定一个安装计划,以便安装顺利进行。

一、场地:准备一块开阔场地,保证待测区域无遮挡物及人造强光。

二、安装地基:按照附录二:HV12 能见度空间分布激光雷达地基图准备水泥地基。

三、连接电缆:将场地的电源线、通讯线及接地线分别与设备的电源端口、通讯端口接地端口相连,并将通讯线与后台计算机串口相连。

接地用于保护激光雷达内的电子部件免遭雷击，并防止射频干扰；激光雷达的接地是通过接地电缆来实现的。接地电缆是一根截面积为大于 10 mm^2 接地线(黄/绿双色)，用来连接底座的接地端子，使仪器良好接地。这样做不仅可以提高设备的安全性，还可以防止激光雷达受雷电冲击的影响[5]。

2) 处理软件安全物料如表 1 所示；

Table 1. Preparation of materials for processing software installation

表 1. 处理软件安装物料准备

软件资源	操作系统	Windows 7 或以上版本
	系统类型	64 位/32 位操作系统
	硬盘资源	500GB 或以上
	内存资源	8GB 或以上
硬件资源	计算机主机	主频: 2.4GHz 或以上, 含光驱, PCI 接口
	HV12 能见度空间分布激光雷达随机光盘	随产品发货

3) 内容和界面介绍

该软件有三个主要窗口界面，分别是主窗口(见图 2)、信号曲线窗口(见图 3)、历史图像窗口(见图 4)。

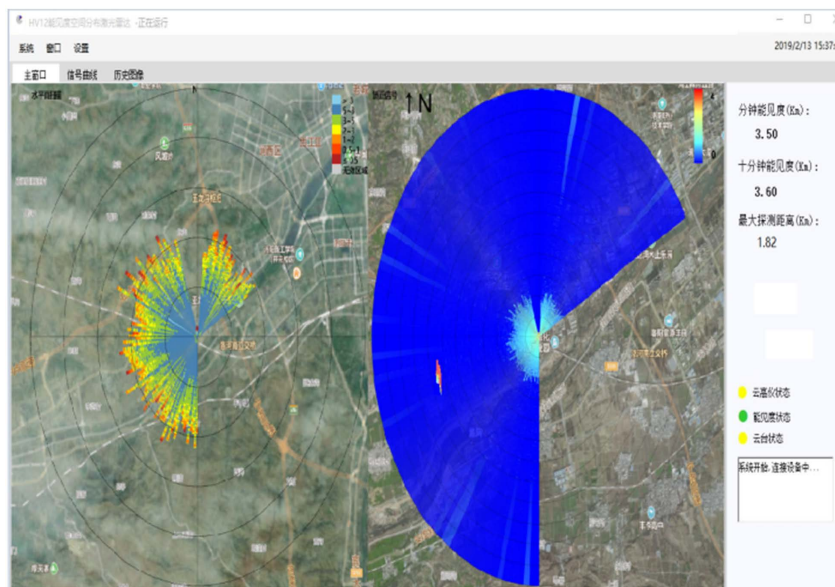


Figure 2. Main window

图 2. 主窗口

左侧为扫描彩图，右侧上半部分为测量结果，右侧下半部分为系统的工作状态指示。

设备正常运行时，三个设备状态前的指示灯为绿色；当尝试连接设备时三个设备状态前的指示灯变为黄色，当影响设备正常运行的因素出现时，设备状态前的指示灯变为红色，进行故障报警，并且在设备状态字样下方罗列出故障原因[6]。

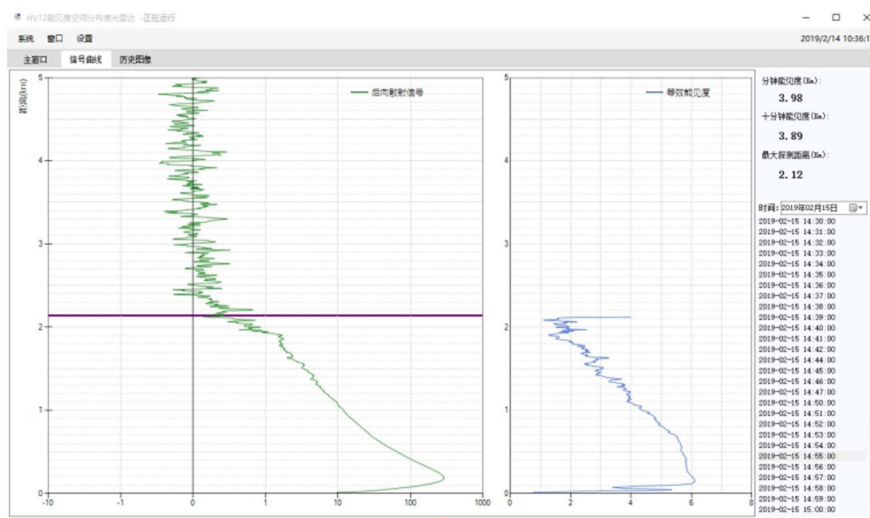


Figure 3. Signal curve window

图 3. 信号曲线窗口

左侧为散射信号廓线，中间为能见度廓线，右侧上半部分为 HV12 能见度空间分布激光雷达测量结果，右侧下半部分为历史时间列表。

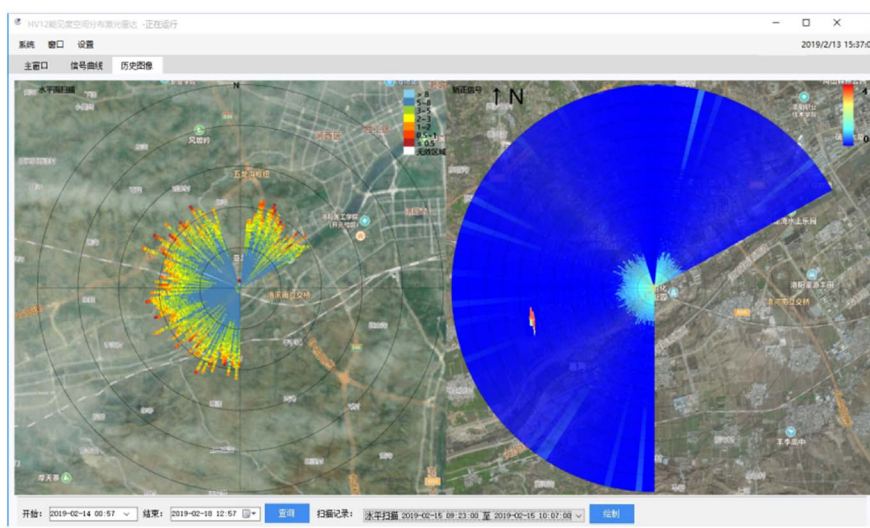


Figure 4. Historical image window

图 4. 历史图像窗口

切换到该窗口后用户可以在下方开始与结束的时间框中选择时间进行扫描查询，查询结果会在右侧扫描记录下拉框中显示，用户可以选中某个扫描结果进行绘制图像[7]。

a) 各窗口间的切换

点击所标示的按钮进行相应窗口的切换。

b) 调试界面启动

点击“设置”→“调试界面”→输入正确密码，即可启动调试界面。处理软件工作于调试模式时需要启动调试界面，调试界面能设置影响设备正常运行的核心参数，设备出厂前已配置完成，不对用户开放，亦严禁用户通过其他方式方法启动调试模式和调试界面。此处不对该功能进行介绍。

c) 历史数据查询

该功能实现对某个特定历史时刻的数据进行查询。打开软件→点击“信号曲线”→点击下拉菜单→在下拉菜单中选择需要查询数据的日期，在时间列表中选中需要查询数据所在的具体时刻，在屏幕左半部分会出现所选时刻的数据。

d) 历史图像查询

该功能实现对某个特定历史时段的数据进行查询。历史图像查询分为两步：

I) 时间间隔查询

在开始与结束时间标签中选择想要查询的时间范围然后点击查询，软件会将该时间范围内的扫描记录查询出来并显示在右侧扫描记录下拉框中。

II) 扫描记录选择

通过上一步时间范围的选择后在扫描记录下拉框中会显示“水平扫描 2019-02-14 09:06:00 至 2019-02-14 09:43:00”字样的选项，用户可以根据需要选择想要查看的记录然后点击右侧绘制按钮进行历史图像绘制。

5. 设备维护方法

激光雷达的窗口保护玻璃应保持清洁以便得到准确的测量结果，窗口变脏时，激光能量会变小，将影响设备的量程及准确度。通常窗口玻璃需一星期清洁一次，但有些多风多尘的地方及雨雪天气后应清洁更频繁[8]。

用无尘布或脱脂棉沾纯净水或无水乙醇擦拭窗口玻璃，擦拭时注意不要划伤玻璃表面。

如果发生落雪，结冰等情况时设备会自动探测并清除[9]。

6. 故障排除

查看设备运行状态或人员观察 HV12 能见度空间分布激光雷达设备，对照如表 2 所示的故障及排查操作一览表进行故障排查操作。如设备有其它异常，请联系厂家[10]。

Table 2. List of failure and troubleshooting operations

表 2. 故障及排查操作一览表

序号	故障	排查操作
1	计算机与设备无法通讯	重启处理软件；重新设置处理软件数据库路径；检查通讯线路是否正常；检查电源是否正常供电；重启设备；请与生产厂联系
2	供电故障	检查电源是否正常供电
3	风扇故障	联系厂家
4	窗口污染检测超限	清洁窗口
5	对时异常	重启设备和处理软件，否则联系厂家

注意事项：

- 1) 切忌在通电状态下插拔设备内部接线；
- 2) 仪器上带有 AC220V 的危险电压，请注意安全；
- 3) 对设备的维修必须是经过厂方认可的有资质的人员进行；
- 4) 设备发射的激光对人眼有一定的危害性，请勿直视发射窗口。

7. 小结

随着气象事业的现代化水平快速提升, HV12 型水平能见度空间分布雷达在气象业务中根据能见度仪的观测, 可以自动判别如轻雾、雾、霾等视程障碍天气现象, 并可及时发布预警等报告信息, 在气象观测中发挥重要的作用。本文详细介绍系统的工作原理、主要性能、设备组成、安装维护方法、用户界面和故障维修方法, 为用户日常管理维护和故障排除提供经验与借鉴。

参考文献

- [1] 司方坤, 徐健鹏, 张希宏. HY-V35 型能见度仪工作原理及安装维护[J]. 现代农业科技, 2015(18): 255, 263.
- [2] 李艳, 张鑫, 王柏林, 等. DNQ1 型能见度仪工作原理及维护实例[J]. 陕西气象, 2016(5): 34-36.
- [3] 朱乐坤, 李林. 前向散射能见度仪校准技术[J]. 气象科技, 2013, 41(16): 1003-1007.
- [4] 中国华云技术开发公司. HV12 型水平能见度空间分布雷达使用说明[Z]. 北京: 中国华云技术开发公司, 2015: 1-10.
- [5] 王缅, 刘文清, 陆亦怀, 等. 气溶胶前向散射大气能见度测量系统传递系数的标定及校准方法[J]. 光学技术, 2008, 34(3): 334-337.
- [6] 黄斌, 井高飞, 匡昌武, 等. DZZ4 自动站能见度传感器故障排查与处理[J]. 国外电子测量技术, 2019, 38(3): 122-126.
- [7] 李艳, 张鑫, 王柏林, 等. DNQ1 型能见度仪工作原理及维护实例[J]. 陕西气象, 2016(5): 34-36.
- [8] 维萨拉. 能见度传感器 PWD10-20 使用手册(中文版) [Z]. 2005.
- [9] Charlson, R.J., Ahlquist, N.C. and Horvath, H. (1968). On the Generality of Correlation of Atmospheric Aerosol Mass Concentration and Light Scatter. *Atmospheric Environment*, **2**, 455-464.
[https://doi.org/10.1016/0004-6981\(68\)90039-5](https://doi.org/10.1016/0004-6981(68)90039-5)
- [10] Che, H.Z., Shi, G.Y., Zhang, X.Y., Arimoto, R., Zhao, J.Q., Xu, L., Wang, B. and Chen, Z.H. (2005) Analysis of 40 Years of Solar Radiation Data from China, 1961-2000. *Geophysical Research Letters*, **32**, L06803.
<https://doi.org/10.1029/2004GL022322>