

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(4):34-36.

文章编号:1006-4354(2016)05-0034-03

DNQ1 型能见度仪工作原理及维护实例

李艳¹,张鑫²,王柏林²,李旭光¹

(1. 华云升达(北京)气象科技有限责任公司,北京 100081;2. 中国气象局气象探测中心,北京 100081)

摘要:介绍了目前国内观测业务上广泛使用的 DNQ1 型前向散射能见度仪的工作原理、算法及安装环境,通过分析尤溪站能见度仪观测数据出现的问题,体现了安装环境与工作人员日常维护的重要性,为保障能见度仪观测数据的准确性和维护保障工作提供参考。

关键词:能见度仪;气象光学视程;前向散射;安装环境

中图分类号:P415.33

文献标识码:B

能见度是反映大气浑浊程度的一个光学指标,是表征近地表大气透明程度的一个重要物理量,可以在特定条件下分析空气污染的程度^[1-2]。近年来,国内雾霾天气现象严重,尤其是京、津、冀、鲁、豫、沪等多地出现能见度不足 500 m 的雾霾,直接给飞机、船舶及车辆的正常行驶带来隐患,给农作物的生长周期和社会生产、生活带来不利影响。因此,为能见度的预报预警提供丰富数据资料的能见度观测技术^[3],就显得非常重要。

DNQ1 型前向散射式能见度仪是华云升达(北京)气象科技有限责任公司生产的一款自动观测仪器,具备成本低、安装方便、运行稳定等优点,目前已在基层气象台站普遍安装使用^[4]。本文重点介绍该设备的工作原理、安装维护要求及设备创新点,并对比分析福建省尤溪县气象局 DNQ1 型前向散射式能见度仪观测数据与人工观测数据的差异,从而分析 DNQ1 型前向散射式能见度仪安装环境和日常维护对设备数据准确性的影响。

1 工作原理

光在大气中的衰减虽然是由大气中尘埃、烟雾和气体微粒的散射和吸收效应两者所引起的,但吸收效应常常是可以忽略不计的,因而消光系数就可被认为等于散射系数^[4]。据此,测量散射系数的仪

器就可用来得到气象光学视程(meteorological optical range,下简称“MOR”)即白炽灯发出色温为 2 700 K 的平行光束光通量变为其初始值的 0.05 时所通过的大气路径长度。DNQ1 型前向散射式能见度仪是一种全天候条件下连续工作的紧密光电式气象仪器,基于前向散射测量原理测量能见度,其观测范围为 10~3 500 m。由发射单元通过红外发光管,产生红外光通过镜头在大气中形成接近平行的光柱^[5],对其 45°角(此角度对各种类型的自然雾气反应平稳)0.1 L 单位采样容积进行照射,大气中各种悬浮颗粒物对照射来的光辐射产生散射,由接收单元将采样区内大气的特定方向的前向散射光汇集到光电传感器的接收面,并将其转换为与大气能见度成反比关系的电信号。此信号经处理后送至控制器的数据采集板,经中央处理器 CPU 处理和计算得到采样区内大气的特定方向的前向散射光的强度值,由此计算得到大气能见度的值。其工作原理如图 1 所示。

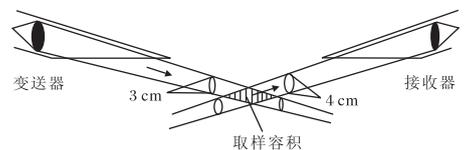


图 1 DNQ1 型前向散射式能见度仪光学原理图

收稿日期:2016-02-24

作者简介:李艳(1963—),女,辽宁铁岭人,专科,工程师,主要从事气象设备研发及应用研究。

基金项目:国家重大科学仪器设备开发专项多要素智能气象站的研制与应用(2002YQ11020506)

DNQ1 型前向散射式能见度仪每分钟采样 4 次,通过计算瞬时(15 s)能见度值的平均值,获得 1 min 和 10 min 平均输出值。前向散射式能见度仪的时间常数为 60 s,数据显示更新间隔为 15 s^[6]。根据比尔定律:

$$F = F_0 \cdot e^{-\sigma x}, \quad (1)$$

式中 F 为 x 点处的光通量, F_0 为 $x = 0$ 时的光通量, x 为距离, σ 为消光系数。世界气象组织规定 MOR 为 $F/F_0 = 5\% = 0.05$,由公式(1)可得

$$e^{-\sigma x} = 0.05, \quad (2)$$

大气均匀的情况下,由公式(2)导出 MOR 和消光系数 σ 的关系式为

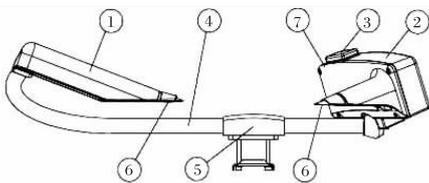
$$\begin{aligned} \text{MOR} &= -\ln(0.05) = \\ &(1/\sigma) \ln(1/0.05) \approx 3/\sigma, \end{aligned} \quad (3)$$

公式(3)又称柯西米德(Koschmieder)能见度公式。由公式(3)可知大气能见度与散射光强成反比,即测量系统接收端所接收的散射光强越大,能见度越差,反之,则能见度越好。

2 硬件结构及安装维护

2.1 硬件结构

DNQ1 型前向散射式能见度仪由发射单元、接收单元、电源/控制器、温度传感器、外壳和安装基座等部分组成^[7](图 2)。其中发射单元由红外线 LED、控制和触发电路、LED 强度监控器和反向散射接收单元组成,其中发射单元的红外 LED 以 2 kHz 的频率产生脉冲信号;接收单元由 PIN 光二极管、前置放大器、电压到频率转换器、反向散射测量光源 LED 以及一些控制和定时电子器件组成;温度传感器是固定到横臂上的 Pt100 热敏电阻,使用高精度 A/D 转换器每分钟测量一次温度。



①发射器;②接收单元;③空白面板;

④管中的 Pt100 温度传感器;⑤安装基座;

⑥保护罩加热器(可选);⑦亮度传感器(可选)

图 2 DNQ1 型前向散射式能见度仪硬件结构图

2.2 安装维护

DNQ1 型前向散射式能见度仪的安装位置要选择能够代表周围的天气状况,且避开常出现地方性烟雾的地方^[8]。

(1)所在位置的测量值应代表周围的天气情况。

(2)距所有大型建筑以及其他产生热量和挡住降水水滴的建筑物至少 100 m。

(3)避免树的阴影,避免小气候变化。

(4)所在位置应没有会干扰光学测量的障碍物和反射面,且没有明显的污染源。

(5)在发射单元和接收单元装置的视线中不要有障碍物。

(6)如安装在道路环境中,则首选方向是能见度仪横臂与道路方向平行,接收单元应指向道路的行驶方向。

(7)为保障能见度仪的正常运行,工作人员应进行日常的检查维护^[9-10]。

(8)在值守班期间,注意查看能见度自动观测数据,发现问题及时处理。

(9)每天按规定巡视仪器,及时清除镜头和护罩上的灰尘及其他附着物。

(10)一般每 2 个月定期清洁一次传感器的透镜和护罩,日常工作中可视观测场周围环境延长或缩短清洁的时间间隔,如在公路附近或多风多尘等地方增加清洁维护频次。

(11)定期检查维护供电和防雷设施,确保设备安全稳定运行。

3 设备创新点

DNQ1 型前向散射式能见度仪在设计过程中,进行了如下创新设计:

(1)采用一体化轻巧结构设计,可对大气能见度进行连续监测;

(2)发射单元和接收单元窗口透镜有窗口检污装置以及报警功能,有利于工作人员的日常维护;

(3)发射单元采用红外线 LED 技术,将太阳和其它杂光对探测的干扰降到最低;

(4)外部结构为 IP65 防护等级,设备抗盐雾腐蚀能力强,如电路板未提示报警信息,则不需要对能见度仪执行校准,尽量降低了设备校准维护

成本;

(5)配有标准的 RS232 和 RS485 通信接口,方便与通信网络的连接及数据传送。

4 实例分析

福建省尤溪站位于海拔 80 m 的山坡上,于 2014 年初安装并使用了 DNQ1 型前向散射式能见度仪。使用过程中,台站工作人员发现能见度仪观测数据与人工观测能见度数据差异较大,联系设备生产厂家华云升达(北京)气象科技有限责任公司进行维护,华云升达公司在尤溪站安装了一台同型号已经校准过的能见度仪(风塔上支出横臂,参照《能见度仪观测规范》),两台能见度仪于 2014-03-22T15:00—23T15:00 进行了对比观测(图 3)。

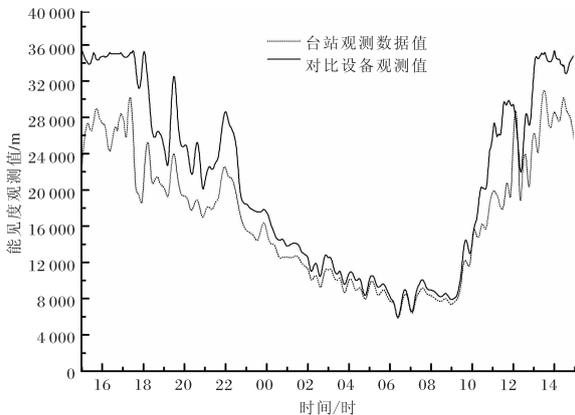


图 3 2014-03-22T15:00—23T15:00 两台能见度仪观测数据对比

由图 3 可以看出,两台设备观测的数据存在明显的差异,对比设备能见度观测值高于台站能见度设备观测值,特别是白天时段,两站观测数据差异较大。就此现象,厂家技术人员检查设备内部设置后,确认了台站能见度仪器电气性能完好,初步判断可能是台站设备附近存在干扰光学测量的障碍物或反射面。环视观测场周围环境发现,台站安装的 DNQ1 前向散射式能见度仪的发射端正对着百叶箱,可能是台站设备发射端光路受百叶箱表面强光反射的影响,造成能见度观测数值偏低;而对比能见度设备则与百叶箱有一定距离,未受百叶箱影响。随后,台站工作人员调整了台站设备的发射端角度后,于 2014-03-25 T 21—26 T 12 进行对比

观测(图 4),由图 4 可见,两台设备观测的数据值差异明显减小,白天时段两台能见度设备数据的偏差也仅在 1 km 以内。

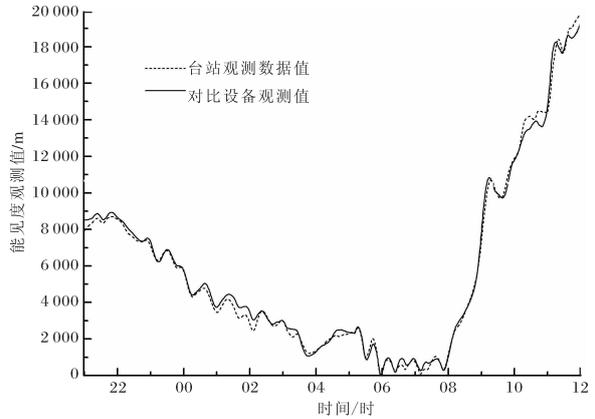


图 4 2014-03-25T21:00—26T12:00 两台能见度仪观测数据对比

参考文献:

- [1] 冉金玉,刘皎. DNQ1/V35 前向式散射能见度仪的日常维护及故障分析[J]. 农业气象, 2015, (12): 192-193.
- [2] 朱保美,周清. PWD20 能见度仪的自动观测及使用[J]. 气象水文海洋仪器, 2010, (3): 22-24.
- [3] 谭浩波,陈欢欢,吴兑,等. Model 6000 型前向散射能见度仪性能评估及数据订正[J]. 热带气象学报, 2010, 26(6): 687-693.
- [4] 濮江平,胡宗刚,魏阳春,等. 能见度自动观测系统性能对比及分析[J]. 气象科学, 2002, 22(1): 60-71.
- [5] 李孟麟. 前向散射式能见度检测技术研究[D]. 天津:天津大学, 2007.
- [6] 张毅,刘小容,钟运新,等. 前向散射能见度仪的工作原理及维护维修[J]. 气象水文海洋仪器, 2015, (1): 118-120.
- [7] 朱乐坤,李林. 前向散射能见度仪校准技术[J]. 气象科技, 2013, 41(6): 1003-1007.
- [8] 黄春莎,岑瀚,朱小燕,等. 能见度仪故障现象及维护探讨[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 103-105.
- [9] 李双霞. CJY-1G 前向散射能见度仪的使用和维护[J]. 科学资讯, 2014, 12(20): 88.
- [10] 韦华红,黄仁立. 前向散射式能见度仪的维护和数据取值研究[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 96-102.