

# 前向散射式能见度仪测试方法研究

王敏<sup>1</sup> 方海涛<sup>1</sup> 张世国<sup>1</sup> 汪玮<sup>1</sup> 王毛翠<sup>1</sup> 褚进华<sup>2</sup> 方欣<sup>3</sup>

(1 安徽省大气探测技术保障中心, 合肥 230031; 2 中国气象局上海物资管理处, 上海 200050;

3 中国科学技术大学地球和空间科学学院, 合肥 230026)

**摘要** 针对气象行业前向散射式能见度仪检测标准缺失现状, 开展了前向散射式能见度仪室内测试方法研究。文中介绍了前向散射式能见度仪的工作原理, 阐述了测量标准设备的组成和技术要求, 详细论述了前向散射式能见度仪的测试项目和测试方法, 展示了多台前向散射式能见度仪室内实测结果。研究表明: 利用试验舱模拟能见度进行测量范围和示值误差测试具有可行性, 测量标准器可选择透射仪; 响应时间可通过放置散射板或遮光板产生突变信号完成测试。

**关键词** 前向散射式能见度仪; 透射仪; 测试方法; 示值误差

**中图分类号:** P412 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20200021 **文献标识码:** A

## 引言

能见度是气象观测的常规项目, 它反映了大气浑浊程度, 是表征近地表大气污染程度的一个重要参数, 对航空、航海、陆上交通以及军事活动都有重要影响<sup>[1-4]</sup>。特别是雨、雪、雾等低能见度恶劣气象条件, 严重影响交通运输安全, 也极易引发交通事故。为了客观、精细地对区域能见度进行连续监测, 大量能见度仪投入业务使用。前向散射式能见度仪以其体积小、易于维护和价格低廉而广泛用于气象台站、高速公路、码头等部门<sup>[5-7]</sup>。目前, 安徽省气象部门在气象台站和交通气象站等列装约 700 台前向散射式能见度仪, 全国气象台站列装约 3000 台。前向散射式能见度仪的大规模列装, 给检测工作提出更高、更迫切的需求。

在能见度检测方面, 国际上缺乏权威的、标准化方法<sup>[8]</sup>。1988 年 10 月至 1989 年 5 月 WMO(世界气象组织)在英国举行了第 1 次国际能见度比对试验。美国 Environment Sensors 公司的 Crosby 指出, AES(加拿大大气环境局)利用 Vaisala 公司的透射仪来对比英国 BIRAL 公司的能见度传感

器<sup>[9-10]</sup>。Tomas 等指出透射仪为能见度测量标准器的首选设备<sup>[11]</sup>。英国诺森比亚大学建立长度 5.5 m 的室内大气能见度实验室, 用于 CCD 相机和激光二极管测量能见度的精度比较<sup>[12]</sup>。目前, 国内能见度仪检测技术处于起步阶段, 对出厂后的前向散射式能见度仪多采用厂家提供的标准校准板或通过与人工观测数据比对的方法进行标校<sup>[13-14]</sup>。标准校准板可实现同一厂家生产的能见度仪示值具有较好的一致性, 但是很难保证量值的准确性。与人工观测数据比对的方法往往具有一定的人为主观性。交通运输部发布 JT/T 714—2008《道路交通气象环境能见度检测器》行业标准<sup>[15]</sup>, 规定了道路能见度检测器的功能、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和存储等要求。但是, 对于实验室内检测条件和配套仪器设备的技术指标、测试方法、数据处理方法和测试周期未作规定。中国气象局高度重视能见度自动观测设备的技术性能。GB/T 35223—2017《地面观测规范 气象能见度》<sup>[16]</sup>和《前向散射能见度仪功能规格需求书》(试行)<sup>[17]</sup>中对能见度自动观测设备的测量范围、精度、数据输出格式等进行要求。由于国内还没有建立完善的能见度量传体

http://www.qxkj.net.cn 气象科技

安徽省中央引导地方科技发展专项《全固态公路交通气象观测系统开发与示范》(YDZX20183400004206)、气象行业标准《前向散射式能见度仪测试方法》(2016 年立项)资助

作者简介: 王敏, 女, 1981 年生, 硕士, 高工, 从事气象仪器检定、检修与计量方法研究工作, Email: 491152390@qq.com

收稿日期: 2020 年 1 月 17 日; 定稿日期: 2020 年 11 月 23 日

系,2017年安徽省大气探测技术保障中心以本单位开发的能见度环境模拟方舱为研究基础,开展了前向散射式能见度仪室内测试方法研究工作,并对多台前向散射式能见度仪进行测试,验证室内测试方法的可行性。

## 1 前向散射式能见度仪工作原理

前向散射式能见度仪由传感器、采集器和外围设备构成,传感器由发射端和接收端组成,如图 1 所示。其工作原理是发射端发射一束光线,经过采样区,接收端根据测量采样区入射光的散射情况确定散射系数<sup>[18]</sup>。

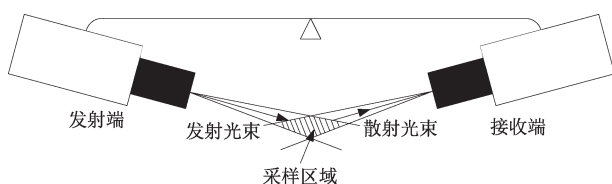


图 1 前向散射式能见度仪结构

WMO 在《气象仪器和观测方法指南》<sup>[19]</sup>指出:能见度的估计受许多主观的和物理的因素影响,可以用气象光学视程(MOR)客观表示。大气中光的衰减是由散射和吸收引起的,忽略吸收影响,消光系数和散射系数近似相等,气象光学视程可以由公式(1)计算<sup>[16]</sup>:

$$P = \frac{\ln(1/0.05)}{\sigma} \approx \frac{3}{\sigma} \quad (1)$$

式中: $P$ 为气象光学视程(单位:m); $\sigma$ 为消光系数,色温为 2700 K 的白炽光源发出的平行光束经过大气中单位距离的路径光通量削弱的相对值。

## 2 测量标准设备

前向散射式能见度仪室内测量标准设备有测量标准器、试验舱、散射板、遮光板、温湿度传感器和电子秒表等。测量标准器具有长期的稳定性,提供准确、可靠的能见度参考量值。试验舱用于模拟产生能见度高低变化的测试环境,通常包括净化系统、加雾系统、监控系统等。舱体内壁具有防潮、防水、耐腐蚀和抗老化、隔热保湿功能,内部配有被检测设备支架和供电装置,便于设备安装和调试。散射板、遮光板、秒表等用于测量被测设备响应时间。温湿度传感器用于监测实验室的温度、湿度。

## 2.1 测量标准器

通常计量标准器技术指标的选取范围为被测仪器最大允差值的  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{10}$  之间。由于透射仪具有采样距离长、低能见度下准确度高等优点,WMO 为评定各厂家能见度仪性能的好坏,以技术相对成熟的 Vaisala 生产的 LT31 型透射式能见度仪为比对参考设备<sup>[20]</sup>,其测量误差为  $\pm 5\%$ 。前向散射式能见度仪室内测试时建议选择透射仪作为测量标准器,也可选择准确度相当的其他设备。考虑到经济效益、社会效益和当前技术能力,能见度测量标准器的最大允许误差: $\pm 5\%$ (能见度  $\leq 1500$  m), $\pm 7\%$ (能见度  $> 1500$  m)。

## 2.2 试验舱

人工模拟能见度时通过控制大气气溶胶包括灰尘、烟、水雾、霾等悬浮粒子浓度实现。低能见度现象主要是由大雾引起的<sup>[21]</sup>,调节液态水颗粒物模拟能见度变化更接近自然现象,在浓度控制和持续检测方面具有明显优势。能见度与水雾滴直径的平方和数浓度成正比<sup>[22]</sup>,通过控制能见度环境模拟方舱内水雾粒子尺度(1~6  $\mu\text{m}$ )和水雾浓度模拟能见度高低变化具有理论可行性。文中只对水雾影响能见度情况进行了模拟测试。

前向散射式能见度仪采样气体体积较小(约 0.02 m<sup>3</sup>)<sup>[2,23]</sup>,密闭方舱内能见度的均匀度和波动度直接影响测量结果的可靠性。气象行业标准 QX/T 536—2020《前向散射式能见度仪测试方法》<sup>[24]</sup>规定,前向散射式能见度仪示值误差的技术要求为: $\pm 50$  m(能见度  $\leq 500$  m), $\pm 10\%$ (500 m < 能见度  $\leq 1500$  m), $\pm 20\%$ (能见度  $> 1500$  m)。通常配套设备的均匀性设定为被测设备最大允差值的 1/3 左右。考虑当前的技术水平,试验舱均匀性指标建议为: $\pm 30$  m(能见度  $\leq 500$  m), $\pm 5\%$ (能见度  $> 500$  m)。假设均匀度在  $\pm 30$  m(能见度  $\leq 500$  m), $\pm 5\%$ (能见度  $> 500$  m)的区间满足均匀分布,能见度均匀性引起的测量不确定度  $30/\sqrt{2}$ (m)(能见度  $\leq 500$  m), $5\%/\sqrt{2}$ (能见度  $> 500$  m)。波动度指标建议为: $\pm 50$  m/10min(能见度  $\leq 500$  m), $\pm 10\%/10$  min(能见度  $> 500$  m)。为了降低能见度波动度引入的测量不确定度,数据处理时取 6 组以上测量标准器和被测仪器的示值求平均,并进行相关计算。

### 2.3 其他设备

散射板为可在 2 个表面均产生强烈光散射现象的玻璃材质光学器件,利用符合国际照明委员会(CIE)要求的 A 光源照射,其雾度值( $96 \pm 1$ )%。遮光板可使前向散射式能见度仪接收单元无法接收到由发射单元产生的光散射信号和环境背景光信号的辅助配件,其光学透过率为 0。

## 3 测试方法及试验验证

### 3.1 测试项目

测量范围、响应时间、示值误差、分辨力等是判别仪器设备计量性能的重要指标,也是前向散射式能见度仪的室内重点测试项目。测量范围反映了前向散射式能见度仪的示值误差处于允许极限内的能见度的示值范围。响应时间的定义是激励受到规定突变的瞬间,与响应到达并保持其最终稳定值在规定极限内的瞬间,这两者之间的时间间隔<sup>[25]</sup>。其反映了前向散射式能见度仪在能见度发生突变时的反应快慢。示值误差反映了前向散射式能见度仪示值准确度大小。分辨力反映了前向散射式能见度仪显示装置能有效辨别的最小示值差。

目前,中国气象局定型的前向散射式能见度仪有 3 种,分别为 DNQ1 型、DNQ2 型和 DNQ3 型,生产单位分别为华云升达(北京)气象科技有限责任公司、安徽蓝盾光电子股份有限公司和凯迈沈阳环测有限公司。下面将详细介绍前向散射式能见度仪测试项目的测试方法,并选取 3 个定型的前向散射式能见度仪进行验证实验。

### 3.2 测量范围检测

测量范围分为测量下限测试和测量上限测试,可借助能见度试验舱完成。通过控制试验舱内能见度高低变化,采集被测设备有无测量范围限值输出。测量下限测试时,使舱内能见度持续保持在 10 m (以测试标准器示值为准)以下。当被测前向散射式能见度仪输出示值稳定后,读取并记录最小示值,作为其测量下限值。测量上限测试时,使舱内能见度达到被测前向散射式能见度仪标称测量上限(以测试标准器示值为准)以上。当被测前向散射式能见度仪输出示值稳定后,读取并记录最大示值,作为其测量上限值。被测前向散射式能见度仪测量范围测试也可结合示值误差的最低测试点和最高测试点进行测试。

选取 4 台两个型号的前向散射式能见度仪进行

测量。其中 2 台为新出厂的设备(生产编号:K2412005 和 K2412021),2 台为高速公路业务运行中疑似无低能见度输出,拆至实验室进行复测设备(生产编号:201808097 和 201809190)。4 台设备测量范围测试结果如表 1 所示。如表所示,4 台被测设备均可达到标称测量上限值,但在测量下限,2 台新出厂设备能达到标称测量下限 10 m。2 台复测设备未达到标称测量下限,但有小于 50 m 的示值输出,测试结果与被测设备故障原因吻合。

表 1 前向散射式能见度仪测量范围 m

生产编号	测量上限示值	测量下限示值
K2412005	35000	7
K2412021	35000	8
201808097	50000	25
201809190	50000	25

### 3.3 响应时间测试

响应时间测试需要产生使前向散射式能见度仪示值发生突变的激励信号。由于试验舱加雾或净化时间相对较长(大于 10 min),不适合进行响应时间测量。根据前向散射式能见度仪工作原理,能见度生产厂商设计了散射板和遮光板标校能见度仪。响应时间测试时,可在发射光路或接收光路加装散射板和遮光板。当在被测设备加装散射板时,接收端的信号快速增强,能见度仪分钟示值急剧降低。同理,当在被测设备加装遮光板时,接收端无信号进入,能见度仪分钟示值急剧升高。响应时间测试分上升响应时间和下降响应时间测试。上升响应时间测试方法为:按照被测前向散射式能见度仪技术手册要求,在被测设备上安装散射板。当分钟示值稳定后,再按照被测设备技术手册要求加装遮光板,同时利用电子秒表开始计时。当被测仪器分钟示值达到测量上限后,停止计时,记录时间间隔,并以此作为上升响应时间。下降响应时间测试方法为:按照被测前向散射式能见度仪技术手册要求,在被测设备上先安装遮光板,当分钟示值稳定后,再加装散射板并移除遮光板,同时使用电子秒表计时。当分钟示值达到散射板所对应的模拟值后,停止计时,记录时间间隔,并以此作为下降响应时间。

选取 2 台前向散射式能见度仪进行响应时间测试,测试结果如表 2 所示。两台被测设备的上升响应时间和下降响应时间一致,均为 3 min。经过测

试,在被测设备上加装遮挡板和散射板测试响应时间的方法具有可行性。

表 2 前向散射式能见度仪响应时间 min

生产编号	上升响应时间	下降响应时间
K2412005	3	3
K2412021	3	3

### 3.4 示值误差测试

能见度测试点的选取要符合相关观测规范和实际业务应用要求。气象行业标准 QX/T 114—2010《能见度等级和预报》<sup>[26]</sup>中对能见度等级划分为 0~6 级,如表 3 所示。每个级别对铁路、公路、水运、民航等交通运输部门影响不同,采取的交通管理方法不同。能见度小于 1000 m 以下范围,影响交通运输程度较大,备受交通预警部门关注,在低能见度区域增加检测点。QX/T 536—2020《前向散射式能见度仪测试方法》<sup>[24]</sup>中,前向散射式能见度仪示值误差以 500 m、1500 m 为节点分 3 个能见度测量段分别要求。每个测量段选取 3 个测试点,建议首次测试时示值测试点依次为 50 m、200 m、500 m、750 m、1000 m、1250 m、5000 m、10000 m 和 30000 m 共 9 个点,也可根据实际需要选择测试点。测试时,使试验舱内能见度持续保持在 10 m(以测试标准器示值

表 3 《能见度等级和预报》中能能见度等级划分标准

等级	范围/m	定性用语	影响程度
0	$V \geq 10000$	好	无影响
1	$2000 \leq V < 10000$	一般	对水上航运略有影响
2	$1000 \leq V < 2000$	较差	对交通略有影响,航运部门应观察能见度变化,注意安全
3	$500 \leq V < 1000$	较差	对交通有影响,铁路、公路、水运、民航等部门应注意能见度变化,加强行业交通管理
4	$200 \leq V < 500$	差	对交通有较大影响,铁路、公路、水运、民航等部门应加强行业交通管理,采取安全措施
5	$50 \leq V < 200$	差	对交通有很大影响,铁路、公路、水运、民航等部门应加强行业交通管理,采取措施保障安全
6	$V < 50$	极差	对交通有极大影响,铁路、公路、水运、民航等部门应采取交通管制,保障交通安全

注:V 为有效水平气象能见度。

为准)以下。当被测前向散射式能见度仪输出示值稳定后,保持试验舱内空气样本自然沉降,实时连续采集测试标准器和被测前向散射式能见度仪输出示值。当试验舱内能见度升至所选测试点最高值(以测试标准器示值为准)30 min 后,停止数据采集,完成示值误差测试。

利用中国气象局上海物资管理处的能见度环境模拟方舱,以透射仪为测量标准器,对多台前向散射式能见度仪分钟值示值误差进行测试。2018 年 12 月 10 日,3 台前向散射式能见度仪的测试曲线如图 2 所示。数据处理时,在各测试点连续选取不少于 6 组测量标准器和被测设备的输出示值,分别计算两者的示值平均值。当能见度  $\leq 500$  m 时,被测设备的示值误差以绝对误差表示;当能见度  $> 500$  m 时,示值误差以相当误差表示。在 50 m、200 m、500 m、750 m、1000 m、1250 m、5000 m 和 10000 m,分钟值示值误差见表 4。结果表明:当能见度  $\leq 500$  m 时,3 台被测设备的示值误差最大-18.5 m;当  $500 \text{ m} < \text{能见度} \leq 1500 \text{ m}$  时,示值相对误差最大-3.8%;当能见度  $> 1500 \text{ m}$  时,示值相对误差最大+3.2%。

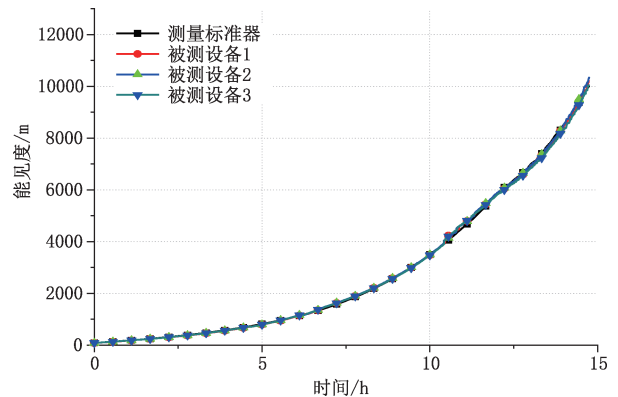


图 2 3 台前向散射式能见度仪测试曲线 (2018 年 12 月 10 日)

表 4 前向散射式能见度仪测试误差(2018 年 12 月 10 日)

测试点	被测设备 1	被测设备 2	被测设备 3
50 m	-3.4 m	-2.0 m	-0.1 m
200 m	-0.3 m	+2.2 m	-0.6 m
500 m	-18.5 m	-11.9 m	-11.5 m
750 m	-3.6%	-3.7%	-3.8%
1000 m	-1.2%	+0.4%	-0.2%
1250 m	-1.1%	-0.4%	-0.8%
5000 m	+2.4%	+3.2%	+2.4%
10000 m	+1.5%	+2.7%	+0.2%

2019年4月24日,3台前向散射式能见度仪分钟值示值误差测试曲线如图3所示,分钟值示值误差计算结果如表5所示。如表所示:当能见度 $\leq 500$  m时,3台被测设备的示值误差最大为 $-14.8$  m;当 $500$  m $<$ 能见度 $\leq 1500$  m时,示值相对误差最大为 $+3.7\%$ ;当能见度 $> 1500$  m时,示值相对误差最大为 $+12.9\%$ 。

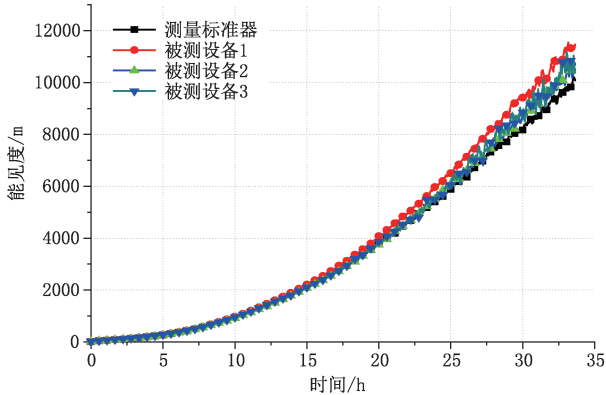


图3 2019年4月24日3台前向散射式能见度仪测试曲线

表5 前向散射式能见度仪测试误差(2019年4月24日)

测试点	被测设备1	被测设备2	被测设备3
50 m	+1.1 m	-2.1 m	+2.0 m
200 m	+4.3 m	-7.3 m	+4.1 m
500 m	+14.8 m	-14.6 m	+5.4 m
750 m	+3.2%	-3.1%	+0.9%
1000 m	+3.5%	-2.8%	+0.7%
1250 m	+3.7%	-2.5%	+0.7%
5000 m	+7.3%	+0.6%	-0.2%
10000 m	+12.9%	+5.9%	-0.2%

### 3.5 分辨力测试

测量仪器分辨力的评定,可以通过测量仪器的显示装置或读数装置有效辨别的最小示值差来评定。带数字显示装置的测量仪器分辨力为最低位数字显示变化一个步进量时的示值差。前向散射式能见度仪不带有数字显示装置,其通过测量采样区悬浮颗粒前向散射信号强度,经过光电转换处理后传送至控制器的数据采集板,根据CPU取样和计算后,并由数据采集软件显示测量结果。其分辨力测试方法为:当被测前向散射式能见度仪正常观测时,查看数据采集软件能有效辨别的最小能见度差值。例如:被测前向散射式能见度仪数据采集软件显示

其能见度测量结果的最末位为个位,则能有效辨别的最小示值差即为1 m,其分辨力为1 m。

## 4 结论

前向散射式能见度仪室内检测缺乏权威的、标准化方法参考。检测条件和检测方法的不统一,大大影响检测结果的准确性和一致性,建立前向散射式能见度仪室内检测标准迫在眉睫。

(1)前向散射式能见度仪测量标准设备包括测量标准器、试验舱、散射板、遮光板、温湿度传感器和电子秒表等。其中,测量标准器的最大允许误差: $\pm 5\%$ (能见度 $\leq 1500$  m), $\pm 7\%$ (能见度 $> 1500$  m)。试验舱均匀性为: $\pm 30$  m(能见度 $\leq 500$  m), $\pm 5\%$ (能见度 $> 500$  m);波动度为: $\pm 50$  m/10min(能见度 $\leq 500$  m), $\pm 10\%/10$  min(能见度 $> 500$  m)。试验舱可利用水雾粒子作为能见度模拟粒子。利用水雾粒子作为模拟粒子,可有效缩短低能见度控制时间。

(2)前向散射式能见度仪的测试项目为测量范围、响应时间、示值误差、分辨力四项。多台前向散射式能见度仪室内实测结果表明:利用测量标准器、试验舱、散射板、遮光板、温湿度传感器和电子秒表等测试前向散射式能见度仪的四个测试项目具有可行性。

## 参考文献

- [1] 夏冬,吴志权,谭浩波,等. 广东省能见度自动观测系统资料评估分析与订正[J]. 气象科技,2014,42(1):68-72.
- [2] 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.
- [3] Volkov O A, Denisenko S A, Konstantinov K V. Visibility-range meter [J]. J Opt Technol, 2009, 76(10): 647-649.
- [4] 胡伯彦,冯雷,陈志豪. 1996—2013年上海虹桥机场低能见度及低跑道视程特征分析[J]. 气象科技,2015,43(1):151-155.
- [5] 田丽. 大气透射仪与前向散射仪在低能见度条件下的测量数据对比分析[J]. 气象水文海洋仪器,2009(3):46-49.
- [6] 曾书儿,王改利. 能见度的观测及其仪器[J]. 应用气象学报,1999,10(2):207-212.
- [7] Mill C S, Lacey D, Gay M J. A novel device to measure atmospheric I visibility [J]. Meas Sci Technol, 1994, 5: 1505-1512.
- [8] 赵丽. 道路交通气象环境能见度检测器检测方法研究[J]. 交通标准化,2014,42(6):1-4.
- [9] 马舒庆,徐振飞,毛节泰,等. 以黑体为目标的能见度参考标准试验研究[J]. 应用气象学报,2014,25(2):129-133.

- [10] Crosby D. Visibility sensor accuracy: what's realistic? [C]// The 12th symposium on meteorological observations and instrumentation 2003, American Meteorological Society Annual Meeting, 2003.
- [11] Czarneck T, Perlicki K, Wilczewski G. Atmospheric visibility sensor based on backscattering using correlation coding method [J]. *Opt Quant Electron*, 2015, 47: 771-778.
- [12] Muhammad I, Zabih G, Joaquin P, et al. Enhancing the atmospheric visibility and fog attenuation using a controlled FSO channel [J]. *IEEE Photonics Technology Letters*, 2013, 25 (13):1262-1265.
- [13] 濮江平,胡宗刚,魏阳春,等. 能见度自动观测系统性能比对及分析[J]. *气象科学*, 2002, 22(1): 60-71.
- [14] 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.
- [15] JT/T 714-2008 道路交通气象环境 能见度检测器[S]. 北京: 人民交通出版社, 2008.
- [16] GB/T 35223-2017 地面气象观测规范 气象能见度[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [17] 中国气象局综合观测司. 前向散射能见度仪功能规格需求书(试行)[Z], 2011.
- [18] 中国气象局综合观测司. 前向散射式能见度仪核查方法(试行)[Z], 2018.
- [19] 世界气象组织仪器和观测方法委员会. 气象仪器和观测方法指南(WMO 手册中文版)[M]. 6 版. 北京: 气象出版社, 2006, 204-205.
- [20] 蔡琴. 透射式和前散射式能见度仪性能的分析[J]. *成都工业学院学报*, 2014, 17(4): 40-42.
- [21] 邵振平. 郑州机场能见度变化特征及雾的成因分析[J]. *气象与环境科学*, 2014, 37(1): 75-82.
- [22] Meyer M B, Jiusto J E, Lala G G, et al. Measurements of visual range and radiation fog(haze) microphysics [J]. *J Atmos Sci*, 1980, 37: 622-629.
- [23] 韩永,谢晨波,饶瑞中,等. 基于光散射技术的两种能见度探测方法的比较分析[J]. *红外与激光工程*, 2006, 35(2): 173-176.
- [24] QX/T 536-2020 前向散射式能见度仪测试方法[S]. 北京: 气象出版社, 2020.
- [25] QX/T 8-2002 气象仪器术语[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [26] QX/T 114-2010 能见度等级和预报[S]. 北京: 气象出版社, 2010.

## A Method for Testing Forward Scattering Visibility Meters

WANG Min<sup>1</sup> FANG Haitao<sup>1</sup> ZHANG Shiguo<sup>1</sup> WANG Wei<sup>1</sup> WANG Maocui<sup>1</sup>  
CHU Jinhua<sup>2</sup> FANG Xin<sup>3</sup>

(1 Anhui Atmospheric Observation and Technical Support Center, Hefei 230031;

2 CMA Shanghai Material Management Office, Shanghai 20050;

3 School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026)

**Abstract:** In view of the lack of detection standards for forward scattering visibility meters in meteorological industry, the laboratory test method of forward scattering visibility meters is studied. In this paper, the working principles of the forward scattering visibility meter is introduced; the composition and technical requirements of the measuring standard equipment are expounded; the testing items and testing methods of forward scattering visibility meters are described in detail; and the indoor measured results of several forward scattering visibility meters are presented. The results show that it is feasible to measure the measurement range and indication error by simulating the visibility in the test chamber, and the transmission instrument can be selected as the measuring standard. The response time can be measured by placing a scattering plate or a mask to generate a sudden signal.

**Keywords:** forward scattering visibility meter; transmission device; test method; error value