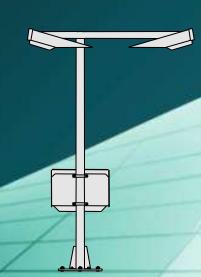
# FD12 能见度仪的原理、操作和维护

赵鹏,张晓春,魏垚

中国气象科学研究院中国气象局大气成分观测与服务中心 2008.11



# 提纲



- 1. 概述
- 2. 测量原理和仪器结构
- 3. 安装和操作方式
- 4. 维护和标校
- 5. 故障检查

❖能见度是一个直接服务于国防和国民经济建设的◎ 重要气象要素之一。它对航空、航海、铁路、公 路运输、电力、气象等部门的业务运行有着十分 重要的作用。





#### ❖ 能见度

- 具有正常视力的人在当时的天气条件下还能够看清楚目标轮廓的最大距离,或目标的最后一些特征已经消失的最小距离。
- 能见度首先是为了气象目的而定义的通过人工观测者目测,然后进行定量估计的量。
- 这种方式一直被国内外广泛采用。
- 优点:成本低,方便。

■ 缺点: 规范性、客观性较差,难以实现自动化观测。







- 色温为2700K的白炽灯发出的平行光束,被大气吸收和散射后, 光通量被衰减成为初始值的5%时所通过的大气路径长度。
- 世界气象组织(WMO)将MOR作为表示大气可视程度的基本参数
- MOR 与人工能见度观测(白天观测)非常相近

#### ❖ 透射型能见度仪

- 二十世纪五十年代中期出现,测量光的透射率。
- 优点:规范性、客观性较强,可以实现自动化观测。
- 缺点:体积大,基线长,安置复杂,价格昂贵。多被重要机场所采用,难以在公路和气象观测等部门中普及。

#### ❖ 散射型能见度仪

- 二十世纪六十年代出现,测量粒子对光的散射特性
- 优点: 规范性、客观性较强,可以实现自动化观测;成本较低, 安装方便,弥补了透射式的不足。





- · FD12型能见度仪
- · 芬兰Vaisala公司
- 前散射能见度传感器
- · 能见度 (MOR) 测量范围 从10 m 至 50 km

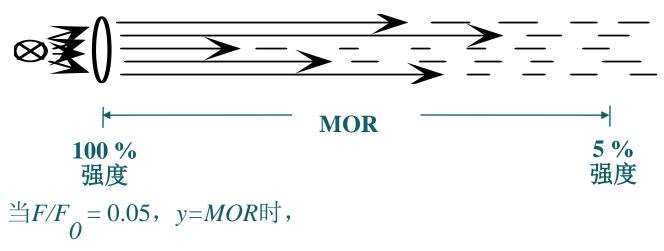
# 测量原理

# 基本方程:

$$F = F_0 e^{-\sigma y}$$



根据MOR的定义:

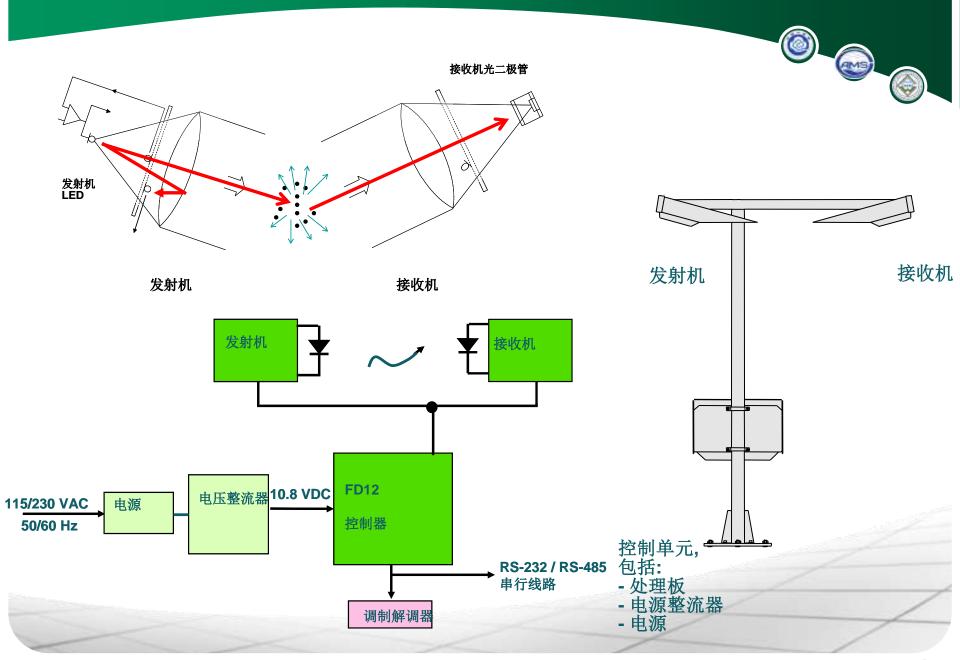


$$e^{-\sigma \cdot MOR} = 0.05$$

$$MOR = \ln (1/0.05) / \sigma \approx 3/\sigma$$

消光系数是由于散射和吸收造成的衰减,即 $\sigma = b + c$ , b 为散射系数,c为吸收系数(可忽略)。

# 仪器结构



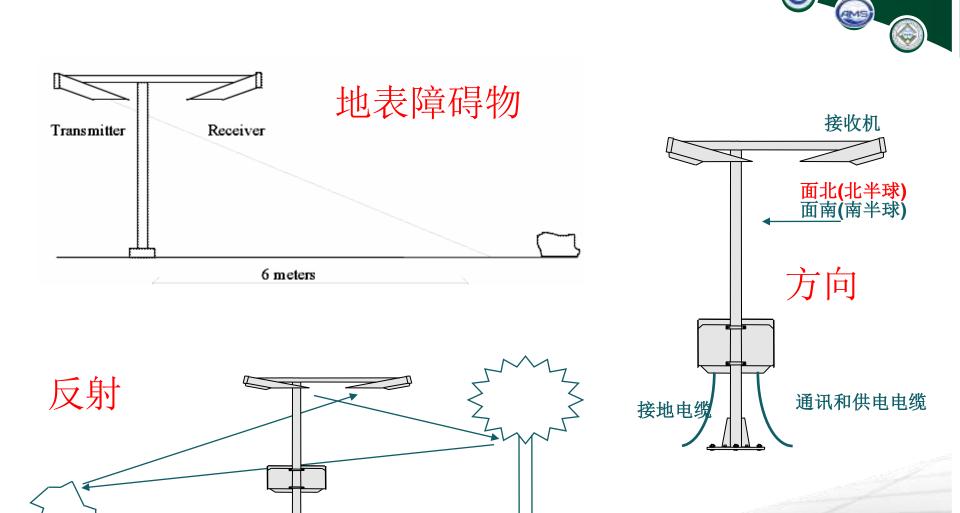
# 安装

#### ❖ 安装原则



- 安装位置周围100 m内不应有高大的建筑物。树木可能会造成微观气候的改变,因此应避免安装在树木的阴影下。安装场地不应有影响光学测量的障碍物和反射表面,也不应有明显的污染源。
- 发射机与接收机的视野范围内不应存在障碍物。
- 发射机和接收机的光学部件不应受到强光源的直射(如太阳)或反射(如冰雪反射面)。因为,强日光可能使接收机线路饱和,并增加接收机的噪音水平。因此,在北半球安装时应使接收机面向北,在南半球则相反。另外,应避免强闪光灯的照射。有时可以根据实际情况采取屏蔽或挡板。
- 发射机和接收机应背对任何明显的污染源(如车辆尾气)。这是因为,污染源可能污染透镜,从而导致测量的MOR值错误。

# 安装



旋转横臂, 若受反射影响, 则读数随横臂方向变化而变化

安装

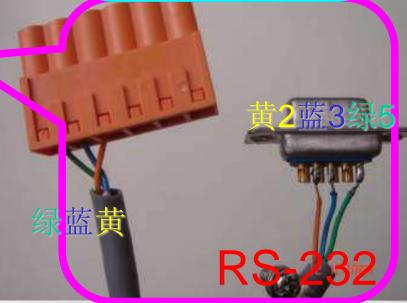
❖ 接地

❖ 基座

❖ 仪器组装

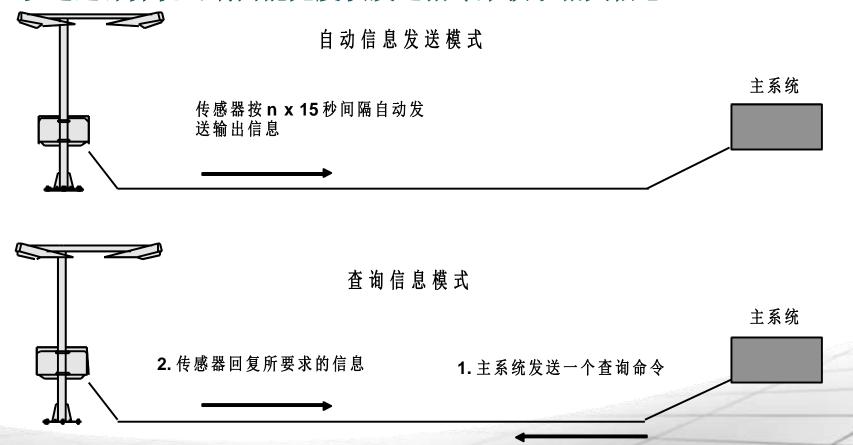
❖ 通讯电缆



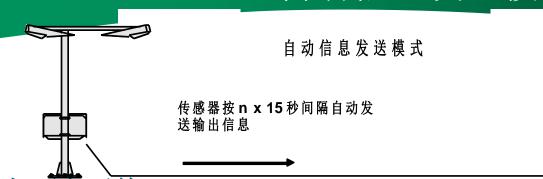


# 工作方式

❖ FD12是一种全自动仪器,按照出厂设置运转即可,无需用户进行更改。 一般情况下,能见度仪向计算机终端自动发送观测数据。必要时也可以通过计算机终端向能见度仪发送指令来获取相关信息。



# 自动信息发送模式



1. 打开主开关。

2. 正常情况下,红色灯亮几秒钟后,绿色灯开始闪烁。业务软件或超级终端开始自动接收数据。\_\_\_\_\_\_



主系统

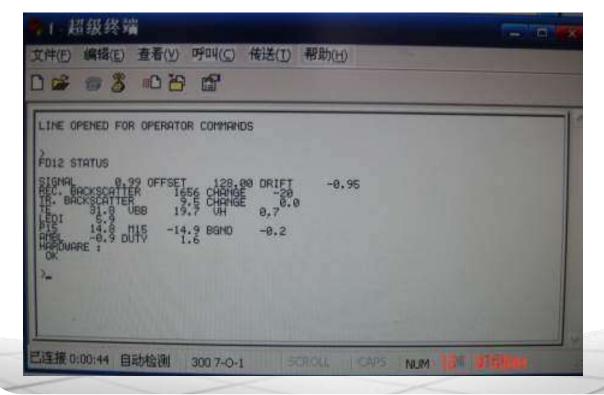
# 数据格式



列	字段说明	备注
01	站号	5 位
02	项目代码	4 位
03	年份	4位
04	序日	3位
05	时分秒	6位
06	状态码	
07	1分钟平均能见度(米)	
08	10 分钟平均能见度(米)	
09	变化趋势	

# 查询信息模式





- •串行通讯接口设置:
  - •300 baud
  - •偶校验
  - •7位数据位
  - •1位停止位。

# 重要指令



- ❖ OPEN 和 CLOSE: 进入和退出指令方式
- ❖ HELP:输出可用的指令列表
- ❖ AMES: 设置报文格式和报文间隔 (或轮流检测模式)
- ❖ STA: 输出状态信息
- ❖ CHEC和CAL: 用于校准光学测量
- ❖ CLEAN: 清洁镜头后使用

# OPEN指令



■用来打开指令状态。

# ❖ 使用方法

如果没有确定设备识别号(id),则可键入

## OPEN J

此时FD12回答:

#### LINE OPENED FOR OPERATOR COMMANDS

如果60秒内没有输入指令,FD12将自动关闭指令状态。



# CLOSE指令



## ❖用途

■ 用来关闭指令状态,释放串口给自动获取数据状态。

# ❖使用方法

■ 键入:

**CLOSE** 

FD12回答:

LINE CLOSED

# STA指令

- ❖用途
  - 用来显示来自内置测试系统的结果
- ❖使用方法

#### STA

```
> STA
FD12 STATUS
         0.71 OFFSET
                        127.58 DRIFT -0.04
SIGNAL
REC. BACKSCATTER
                  1642 CHANGE * 240
TR.BACKSCATTER
                   2.0 CHANGE
                                 0.0
      25.0 VBB 18.4 VH
                              0.8
TE
LEDI
     +1.4
      15.0 M15 -14.8 BGND
P15
                              -0.1
      -0.2 DUTY
AMBL
                   1.5
BACKGROUND LUMINANCE
                      543.0#
HARDWARE:
BACKSCATTER INCREASED
```

#### CHEC指令



## ❖用途

- 在能见度校准程序中使用,用来显示两分钟平均信号频 率(Hz)
- ❖ 使用方法

#### CHEC |

■ 仪器回答

SCALED FREQUENCY AVE (2 MIN) 999.9938 999.9880

• 输入ESC符可以结束显示。输入任何其它值都将使显示暂停。当安装了FDA12校准器时,信息中的显示值应为校准器玻璃板上的值。

#### HELP指令

# ❖用途



#### ■用来获取可用指令的信息。

>HELP

COMMAND SET

OPEN-ASSIGNS THE LINE FOR OPERATOR COMMANDS

CLOSE-RELEASE THE LINE FOR ATUTOMATIC MESSAGES

MES-DISPLAY DATA MESSAGE

AMES<NUMBER><INTERVAL> AUTOMATIC MESSAGE NUMBER/INTERVAL

STA-DISPLAY STATUS

PAR-PARAMETER MESSAGE

CONF<PASSWORD>-UPDATE CONFIGURATION

CLEAN-SET CLEAN REFERENCES

CHEC-DISPLAY AVERAGE SINGAL

CAL<CALIBRATOR FREQUENCY>

ACAL-ANALOG OUTPUT CALIBRATION

TIME<\*HH MM SS>-SET/DISPLAY SYSTEM TIME

DATE YYYY MM DD-SET/DISPLAY SYSTEM DATE

BAUD<RATE> RATE 300, 1200, 2400, 4800, 9600

AN CHANNEL (0,1,3,8... 15 OR ANALOG ID)

DAC<DATA> (WITHOUT DATA=SWEEP)

RESET - HARDWARE RESET BY WATCHDOG

BLSC - SET/DISPLAY BACKGROUD LUMINANCE SCALE

# 维护一清洁



- •维护的内容——清洁+校准
- . 为什么进行清洁?
  - FD12的透镜要求非常干净,以获得可靠的结果。受到污染的透镜会导致错误的能见度值。
- .什么情况下需要清洁? 4种情况下:
  - 1. 定期:每六个月一次。
  - 2. 根据实际情况增加次数(比如发生了污染事件)。
  - 系统显示警告信息"BACKSCATTER INCREASED"时。
  - 4. 校准前。
- ·如何进行清洁?

# 维护一清洁

# ❖步骤:





- 用不起毛的软布和异内醇擦拭透镜。小心不要划伤透镜表面。
- 检查机盖组件和光学部件 没有水、冰和雪的污染。
- 将机盖内外表面的灰尘擦去。
- 清洁结束后,需要查看 STA信息。如果后散射 CHANGE值不接近于0, 则应再次清洁镜头。
- 清洁完毕后使用CLEAN 指令设置参考值。

# 维护一校准



# · 为什么要进行校准?

 校准是建立仪器响应和能见度真实值之间定量的关系, 用来把仪器响应准确地换算成能见度真实值。这种关 系会随时间发生漂移,所以校准工作必须及时进行, 以确保测量的准确性。

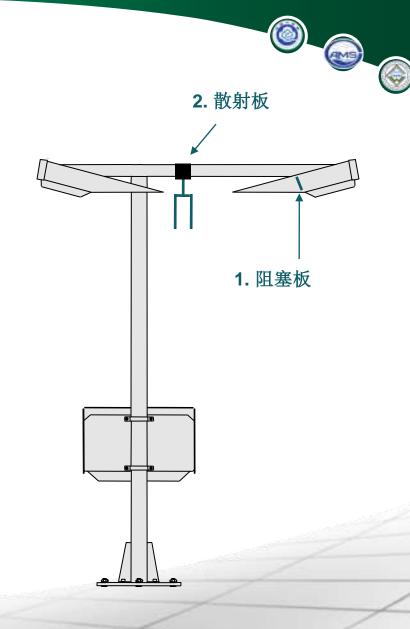
# . 什么时候需要进行校准? 2种情况下:

- 1. 定期:每6个月进行一次周期性检测。如果检查显示变动小于±3%,则不要重新校准。如果变动较大,可使用FDA12校准套件进行校准。
- 2. 一般来说,只要没有更换电路板或没有警告和鸣警, FD12不需要重新校准。如果任何机械损害改变或减弱 了光学测量途径,或更换了接收机或发射机,则需重 新校准。

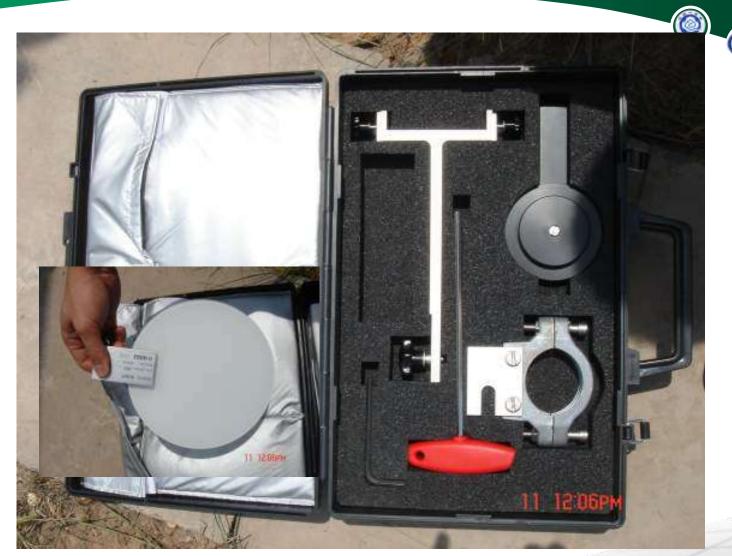
# • 如何进行校准?

# 维护一校准

- ❖应选择能见度大于 500m且没有降水的天 气条件。
- ❖校准程序进行两点检查: 零散射信号和一个非常 高的散射信号。
- ❖校准时的工作模式为信息查询模式,因而使用超级终端命令。
- ❖校准过程应记录备案。



# 维护一 校准



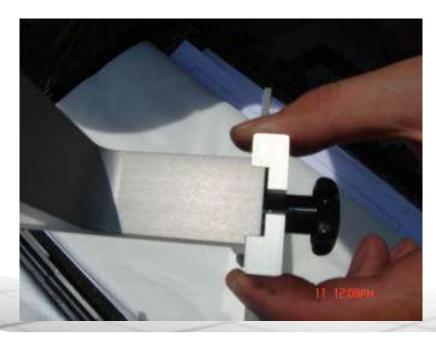




# 维护一 校准









# 维护一校准

# 零信号

- 1. 将阻塞板装在发射或接收镜头附近,阻断光线。
- 2. 等待30秒。
- 3. 输入CHEC命令。信号值必须在±0.1 Hz之间,如果信号值超出则说明可能有硬件错误,检查连接器。
- 4. 按ESC按钮,停止CHEC命令,拿掉阻塞板。





# 维护一校准

# • 高散射信号

- 1. 将散射板安装在横杆的中间,允许**5mm**偏差。
- 2. 等候30秒。
- 3. 运行CHEC指令。
- 4. 两分钟后读取显示的信号。信号值必须与 散射板上的值接近。如果差值小于**3**%,则 不必校准。否则继续校准程序。
- 5. 按ESC键终止CHEC指令。
- 运行CAL指令如下:

CAL calibrator signal value 1

其中,*calibrator signal value*为校准器信号,印在玻璃板的标签上。一般来说,信号接近1000 Hz。

- 7. 再次运行chec指令,记录。
- s. 如果标校不成功,尝试运行FCAL指令





# 为什么要进行仪器状态检查?



- ❖ FD12提供了自我诊断和报警的能力。
- ❖ 应定期(如每周)记录仪器全部状态,同时应分析各种状态随时间的变化情况,及时发现零部件老化情况和仪器故障情况。这也有助于记忆并恢复当仪器在维护维修之后一些重要参数的设置。
- ❖ 当仪器出现异常时,观测员判断究竟是哪个部件出现了问题,以便技术支持部门进行维修

❖ 由站里人员完成,形成月电子报表传送一份大气成分中心

# 仪器状态检查

# ❖ 什么情况下要进行状态检查? 3种情况:

- 定期
- 输出的报文中显示警告或者 错误
- 仪器明显出现故障

#### ❖ 如何进行状态检查?

- STA 指令,状态显示将给出问题的具体描述,有错的数值前面有星号标记(\*)
- 传感器可以自动检测大多数 的问题,在输出的报文中显 示警告或者错误
- 检查结果应记录备案



> STA

FD12 STATUS

SIGNAL 0.71 OFFSET 127.58 DRIFT -0.04 REC. BACKSCATTER 1642 CHANGE \* 240 TR.BACKSCATTER 2.0 CHANGE 0.0

TE 25.0 VBB 18.4 VH 0.8

LEDI +1.4

P15 15.0 M15 -14.8 BGND -0.1

AMBL -0.2 DUTY 1.5

BACKGROUND LUMINANCE 543.0#

HARDWARE:

BACKSCATTER INCREASED

# 仪器状态检查——错误说明



- BACKSCATTER HIGH
- ❖ 接受机或发射机污染信号改变的比配置中给出的 ALARM限制大
- ❖ TRANSMITTER ERROR
- ◆ LEDI 信号大于 7V或小于-8V
- ❖ ±15 V POWER ERROR
- ❖ -接受机或发射机电源小于14V 或大于 16V
- OFFSET ERROR
- ❖ 偏移频率为零(断开电缆)
- SIGNAL ERROR
- ❖ -信号频率超出范围
- ❖ EEPROM ERROR
- EEPROM 故障

# 仪器状态检查——警告说明



- **❖** BACKSCATTER INCREASED
- ◆ -接收机或发射机污染信号变化大于设置中的 WARNING 极限值
- ❖ TRANSMITTER INTENSITY LOW
- ❖ LEDI 信号小于 -3V
- ❖ RECEIVER SATURATED
- ❖ AMBL 信号小于 -9V
- ❖ OFFSET DRIFTED
- ❖ 相对于所设置的参考值偏移漂流大于±2.5Hz

# 仪器状态检查——故障检查

# ❖无数据下载

- 1. 终端通讯设置正确吗?
- 2. FD12是处于通电状态吗?
- 3. 如果没有LED亮:
- 一检查开关。
- 一检查所有的接头都已正确插入。
- 一检查电源电缆和连接。
- 4. 如果只有红色LED亮或闪烁,则重启仪器。如果这种状态还继续,可能是程序存储器或CPU的故障造成的。



# 仪器状态检查——故障检查

# ❖信息存在,但没有能见度值



- 用STA指令检查status information (状态信息),特别检查"P15,M15, BACKSCATTER and LEDI"。
- 检查控制板上的电缆接头。
- 打开横杆的端盖和接收机圆法兰,检查带状电缆接头是否正确连接。
- 打开发射机圆法兰,检查带状电缆接头。
- 拉出控制板组件,依次是接收机和发射机。目视检查电子元件的状况。

# 总结

- ❖能见度的观测的意义
- ❖FD12的测量原理:
  - 发射红外光一测量散射光的强度一消光系数一能见度
- ❖安装:代表性+准确性,空旷+方向
- ❖常用的超级终端命令
  - open, close, sta, chec, help
- ❖维护一清洗+校准
- ❖ 仪器状态检查



