

ICS 07. 060

A 47



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 532—2019

Brewer 光谱仪标校规范

Specifications for Brewer spectrophotometer calibration

2019-12-26 发布

2020-04-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 符号和缩略语 | 1 |
| 5 光谱仪工作原理与系统构成 | 2 |
| 6 标校特性技术要求 | 2 |
| 7 标校条件 | 3 |
| 8 标校原理和方法 | 3 |
| 9 标校结果表达 | 4 |
| 附录 A(资料性附录) 光谱仪标校原理和方法 | 5 |
| 附录 B(资料性附录) 光谱仪检查、安装、架设和测试 | 7 |
| 附录 C(资料性附录) 光谱仪常数文件的说明 | 8 |
| 附录 D(资料性附录) 光谱仪配置文件(OP_ST)说明 | 10 |
| 附录 E(规范性附录) 标校前被标校光谱仪测试比较及特性测试 | 12 |
| 附录 F(规范性附录) 标校前同步比对观测结果分析比较 | 14 |
| 附录 G(规范性附录) 被标校光谱仪的维护和测试 | 15 |
| 附录 H(规范性附录) 室外标校比对观测及数据处理 | 17 |
| 附录 I(规范性附录) 光谱仪标校总结记录 | 18 |
| 附录 J(规范性附录) 光谱仪的拆卸、包装和运输 | 19 |
| 附录 K(资料性附录) 标校证书 | 20 |
| 参考文献 | 21 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气候与气候变化标准化技术委员会大气成分观测预报预警服务分技术委员会(SAC/TC 540/SC 1)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象科学研究院、中国气象局气象探测中心、浙江省气象局、青海省气象局、黑龙江省气象局。

标准主要起草人:郑向东、张晓春、马千里、祁栋林、于大江、陈树。

Brewer 光谱仪标校规范

1 范围

本标准规定了 Brewer 光谱仪工作原理与系统构成、标校特性技术要求、标校条件、标校原理与方法及标校结果表达等。

本标准适用于 Brewer 光谱仪的定期标校或非定期标校。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

QX/T 172—2012 Brewer 光谱仪观测臭氧柱总量的方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1

大气臭氧柱总量 total column ozone

地面上单位面积垂直大气柱内所包含臭氧的含量。

[QX/T 172—2012,定义 3.1]

3.2

B 波段紫外辐射 Ultraviolet radiation band B;UVB

波长 280 nm~315 nm 波段内的辐射。

[QX/T 172—2012,定义 3.3]

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

AP:电学系统测试。

B0:关闭汞灯及标准灯。

B2:打开标准灯。

CI:标准灯狭缝#1 扫描测试。

FI:滤光轮中性滤光片检测。

HP:光栅同步测试(通常与 HPHG 一起仅在 MK III 型光谱仪使用)。

RS232:串行通信接口标准。

SKC:连续运行模式。

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

Cal. skd: 标定设定 (Calibration schedule)
CCW: 逆时针方向 (Counter-Clock Wise)
CW: 顺时针方向 (Clock Wise)
DSP: 光栅色散测试 (DiSPersion test for grating)
DT: 光电倍增管死区时间测试 (Dead Time test)
DU: 陶普森单位 (Dobson Unit)
DUV: Diffey 响应曲线权重紫外辐射 (Diffey curve weighted UltraViolet)
ETC: 地球大气上界常数 (Earth Terrestrial Constants)
GMT: 格林威治时间 (Greenwich Mean Time)
GS: 光栅斜率和截距测试 (Grating Slope and intercept test)
ICF: 仪器常数文件 (Instrument Constant Files)
PMT: 光电倍增管 (Photo Multiplier Tube)
QL: 外部灯光谱快速扫描测试 (Quick Lamp scan)
RS: 光阑运行/停止测试 (Run Stop test)
HG: 汞灯波长标定 (HG lamp wavelength calibration)
HV: (PMT) 的高电压测试 (High Voltage test)
SI: 对太阳 (Sun sIting)
SC: 太阳光谱扫描观测 (Sun sCan)
SL: 仪器稳定性标准灯检测 (Standard Lamp test)
SR: 跟踪器转一圈所应有的步数 (Tracker Steps per Revolution)
TU: 天顶棱镜在 UV 观测时的最佳位置检测 (Test UVB alignment)
UV: 紫外辐射 (UltraViolet rays)
UVR: 紫外辐射光谱响应函数 (UltraViolet Response)
WMO: 世界气象组织 (World Meteorological Organization)
ZE: 天顶棱镜的归零位置检测 (ZEroing zenith drive)

5 光谱仪工作原理与系统构成

5.1 工作原理

Brewer 光谱仪根据臭氧对 B 波段紫外 (UltraViolet Band: UVB) 辐射的吸收特性, 通过准确跟踪太阳 (或月亮), 采用衍射光栅分光技术, 测量 UVB 五个中心波长位置的太阳光谱辐照度, 基于近似差分吸收的原理反演大气臭氧和二氧化硫柱总量; 通过衍射分光实现 B 波段紫外辐射光谱测量。

5.2 系统构成

Brewer 光谱仪包括分光仪、控制计算机和标校系统。其中, 分光仪应由衍射光栅分光光谱仪、太阳和月亮水平方位跟踪器以及三角支架组成; 标校系统应包括 Brewer 标准光谱仪、UV 光谱标校以及标校数据处理软件。

6 标校特性技术要求

标校后的 Brewer 光谱仪其特性技术指标应符合表 1 的要求。

表 1 Brewer 光谱仪的标校特性技术要求

| 指标 | 最大允许偏差 |
|-----------|--|
| 大气臭氧柱总量 | 与标准光谱仪日均值绝对偏差在 ± 2.5 DU 以内或 $\pm 1\%$ 以内 |
| 大气二氧化硫柱总量 | 与标准光谱仪日均值绝对偏差在 ± 1.0 DU 以内 |
| UV 光谱响应函数 | 与标准光谱仪同步观测 290 nm~325 nm, 积分值相对偏差小于 10% |

7 标校条件

7.1 基本要求

7.1.1 场地和室内环境

应符合 QX/T 172—2012 中 5.1 的要求。

7.1.2 天气条件

天气晴朗,少云(或太阳周边无云)。

7.2 标校设备、设施、材料

7.2.1 标准光谱仪应经由 WMO-Brewer 标校中心标校并处于标准传递有效期内。

7.2.2 UVB 光谱标校系统应由标准光源(含电源驱动设备)和便携式暗室组成。光源直流电流控制稳定性应优于 0.001 A。便携式暗室应满足通风、散热及标准光源距离 Brewer UV 窗口水平感应面之间距离在 0 cm~55 cm 之间可调等条件。

7.2.3 溶剂,使用分析纯级甲醇或丙酮作为清洁剂。

7.2.4 辅助工具,英制内六角扳手、水平仪、手电和激光笔、软毛刷、清洁纸巾、专业级镜头纸、干燥剂、一次性手套和口罩等。

8 标校原理和方法

8.1 原理

光谱仪标校原理参见附录 A。

8.2 方法

8.2.1 一般原则

8.2.1.1 标校工作包括标校前、标校中和标校后三个阶段。每个阶段均应进行光谱仪特性测试、室外比对观测和比对测试数据分析。

8.2.1.2 光谱仪连续运行累计达 24 个月以上或光谱仪维修、更换新的光学器件(如光栅、UV 滤光片)均应对光谱仪进行标校。

8.2.1.3 标准光谱仪每 2 年应与高一级别的标准光谱仪进行校准。

8.2.1.4 观测数据中应包含太阳天顶角 45° 以下的样本。

8.2.2 标校前

- 8.2.2.1 光谱仪运输前后均应对被运输光谱仪进行检查、安装、架设和测试,步骤和要求参见附录 B。
- 8.2.2.2 按照 QX/T 172—2012 表 2 指标要求对被运输光谱仪的稳定性检测(SL)进行判断,确定是否根据稳定性的检测结果。若不满足要求则参照附录 A 中 A.3 和 A.4 对被运输光谱仪 ICF 中的臭氧和二氧化硫的地球大气上界常数(ETC)值进行修改。
- 8.2.2.3 按照附录 E 中表 E.1 的要求对被标校光谱仪的电学、波长标校、稳定性、光电倍增管、光阑狭缝的运行状况进行评估;按照附录 E 中表 E.2 的步骤与要求对被标校光谱仪进行特性测试。
- 8.2.2.4 被标校光谱仪与标准光谱仪进行同步比对观测至少半天,对比对观测数据进行比较和统计分析,记录和分析内容见附录 F。

8.2.3 标校中

- 8.2.3.1 对光谱仪进行维护和测试,维护步骤、测试内容及要求见附录 G。
- 8.2.3.2 按照附录 H 中表 H.1 的步骤 1—11 要求完成至少一个晴天的室外比对观测。
- 8.2.3.3 按照附录 H 中表 H.1 的步骤 12—18 要求完成测试和 ICF 修改工作 ICF。

8.2.4 标校后

- 8.2.4.1 按照附录 H 中表 H.1 的步骤 1—11 的要求,新 ICF 运行的光谱仪至少与标准光谱仪开展一个晴天比对观测。
- 8.2.4.2 比对观测结果,符合标校特性技术要求时则本次标校结束;若不符合则重复 8.2.3.2 至 8.2.4.2 直到标校特性技术指标符合要求。
- 8.2.4.3 分别保存标准光谱仪和被标校光谱仪的标校数据和文档。
- 8.2.4.4 按照附录 I 中表 I.1 的要求填写标校总结记录表。
- 8.2.4.5 关闭标准光谱仪或被标校光谱仪,并按照附录 J 的要求对光谱仪系统进行拆卸、包装和运输。

9 标校结果表达

经标校后的光谱仪应颁发标校证书,证书参见附录 K。

附录 A
(资料性附录)
光谱仪标校原理和方法

A.1 大气臭氧柱总量的标校

Brewer 臭氧光谱仪是对中心波长位置分别在 310.0 nm、313.5 nm、316.8 nm 和 320.0 nm 的太阳辐照度的光子数进行测量,根据测量结果及已经在实验室测定的臭氧在这 4 个波长的吸收系数,确定大气臭氧柱总量,见式(A.1)。根据式(A.1),通过标准光谱仪多次测量的大气臭氧柱总量 Ω 以及被标光谱仪 ΔN_o 测值,可建立方程组,采用最小二乘法确定待标校光谱仪 ΔN_{oz} (ICF 中第 10 行的确定臭氧的地球大气上界值(ETC),参见附录 C)和 $\Delta\alpha$ 值,实现对待标光谱仪大气臭氧柱总量测值的标校。

$$\Omega = \frac{\Delta N_o - \Delta N_{oz}}{\mu_{oz} \Delta\alpha} - \frac{\Delta\beta m}{\mu_{oz}} \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

- Ω ——大气臭氧柱总量测量值,该值由标准光谱仪观测,单位为摩尔每平方米(mol/m^2),在实际应用中,这一单位常换算为标准大气下的臭氧柱总量厚度单位(DU);
- ΔN_o ——被标校光谱仪测量上述 4 个波长光子数对数拟合,无量纲;
- ΔN_{oz} ——待标校确定待标光谱仪的参数值(ICF 中第 10 行臭氧的 ETC),无量纲;
- μ_{oz} ——臭氧层的大气质量数(以离海平面 23.5 km 高度计算),无量纲;
- $\Delta\alpha$ ——与上述 4 个中心波长位置(310.0 nm、313.5 nm、316.8 nm 和 320.0 nm)有关的臭氧吸收系数(ICF 文件中第 7 行的系数),其值通常由厂家给出,若更换被标光谱仪的光学器件(如滤光片、光栅等),导致中心波长位置发生偏移时,应根据式(A.1)重新确定,单位为平方米每摩尔(m^2/mol);
- $\Delta\beta$ ——与地面气压有关的空气分子瑞利散射系数,单位为摩尔每平方米(mol/m^2);
- m ——大气质量数,无量纲。

A.2 二氧化硫柱总量的标校

在确定大气臭氧柱总量后,根据 Brewer 光谱仪在中心波长 306.0 nm、316.8 nm 和 320.0 nm 的太阳辐照度光子数测量结果, ΔN_s 及实验室测定的二氧化硫这 3 个波长的吸收系数,可确定大气二氧化硫柱总量, Ψ ,见式(A.2)。根据式(A.2),通过标准光谱仪的 Ω 、 Ψ 以及被标光谱仪的 ΔN_s 测值,建立方程组,通过最小二乘法确定 ΔN_{so} (ICF 中第 11 行确定臭氧的地球大气上界值(ETC))和 $\Delta\alpha_{so}$,实现对待标光谱仪二氧化硫柱总量测值的标校。

$$\Psi = \frac{\Delta N_s - \Delta N_{so}}{\mu_{so} \Delta\alpha_{so}} \times \Delta\alpha_{oz} - \frac{\Omega}{\Delta\alpha_{oz}} \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

- Ψ ——大气二氧化硫柱总量测量值,该值由标准光谱仪观测,单位为摩尔每平方米(mol/m^2);
- ΔN_s ——被标校光谱仪上述 3 个波长光子数对数值的拟合,无量纲;
- ΔN_{so} ——要标校所确定,待标光谱仪的参数值(ICF 中第 11 行的二氧化硫 ETC),无量纲;
- μ_{so} ——二氧化硫的大气质量数(以离海平面 5 km 高度计算),无量纲;
- $\Delta\alpha_{so}$ ——与上述 3 个中心波长(306.0 nm、316.8 nm 和 320.0 nm)位置有关的二氧化硫吸收系数

(ICF 文件中第 8 行的系数),其值通常由厂家给出,若更换被标光谱仪的光学器件(如滤光片、光栅等),导致中心波长位置发生偏移,应根据接(A.1)重新确定,单位为平方米每摩尔(m²/mol)[

$\Delta\alpha_{oz}$ ——臭氧吸收系数与二氧化硫吸收系数的比值,无量纲。

A.3 ΔN_{oz} 仪 ΔN_{so_2} 校 SL 性工作

当被标光谱仪稳定运行且没有出现光栅、滤光片等核心光学器件更换, ΔN_{oz} 和 ΔN_{so_2} 则可以根据待标光谱仪的稳定性检测(SL)记录由以下公接来分别订正。

$$\Delta N_{ozn} = \Delta N_{ozo} + R6_n - R6_o \quad]]]]]] \quad (A.3)$$

$$\Delta N_{son} = \Delta N_{soo} + R5_n - R5_o \quad]]]]]] \quad (A.4)$$

接中:

ΔN_{ozn} ——待标光谱仪本次标校确定的 ICF 中第 10 行新的臭氧 ETC 值(ΔN_{oz}),无量纲[

ΔN_{son} ——待标光谱仪本次标校确定的 ICF 中第 11 行新的二氧化硫 ETC 值(ΔN_{so}),无量纲[

ΔN_{ozo} ——待标光谱仪上次标校所确定的 ICF 中第 10 行老的臭氧 ETC 值,无量纲[

ΔN_{soo} ——待标光谱仪上次标校所确定的 ICF 中第 10 行老的二氧化硫 ETC 值,无量纲[

$R6_n$ ——待标光谱仪本次 sl 检测确定与大气臭氧柱总量有关新的比式值,无量纲[

$R6_o$ ——待标光谱仪上次 sl 检测确定与大气臭氧柱总量有关老的比式值,无量纲[

$R5_n$ ——待标光谱仪本次 sl 检测确定与大气二氧化硫柱总量有关新的比式值,无量纲[

$R5_o$ ——待标光谱仪上次 sl 检测确定与大气二氧化硫浓度有关老的比式值,无量纲。

A.4 UV 光谱原理与系校统标

在给定精确的直流电流和电压情况下,标准光源辐亮度系数已确定(该系数有可溯源的计量标准),当该光源照射被标校光谱仪,光谱仪记录相应的光子数信号,Brewer 臭氧光谱仪的 UV 光谱续应函数由接(A.5)确定。

$$R(\lambda) = \frac{E(\lambda)}{S(\lambda)} \quad]]]]]] \quad (A.5)$$

接中:

$R(\lambda)$ ——UV 光谱续应函数,待确定量,单位为光子数每瓦平方米纳米(光子数/(W · m² · nm))[

$E(\lambda)$ ——标准光源在波长 λ 位置上的辐照度值,已确定量,单位为瓦每平方米纳米(W/(m² · nm))[

$S(\lambda)$ ——待标光谱仪在波长 λ 位置上所测的光子数,已确定量。

和 气 B

(原术标和气)

光谱仪理技、要求、表件校特的

特 B.1 性符最谱仪工条达、附录、设测定试数作原室骤定标校。

性 B.1 理技、要求、表件校特的条基

| 序光 | 作原室骤 | 状况 ^a | 标校 |
|--|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | 由气谱仪工箱的运部破损情况 | | 若运部损坏学拍口参求,确符理因再打开 |
| 2 | 打开谱仪工由气箱 | | |
| 3 | 打开谱仪工运盖 | | 打开前,紫运使行石英罩柱对罩住 |
| 4 | 目试谱仪工状况,手机拍口(以备准录谱仪工用) | | |
| 5 | 撤中含段应绵定防撞泡沫新异物 | | |
| 6 | 仔细条达谱仪工机械连接析螺丝松脱状况 | | 用英制在六角作具条达 |
| 7 | 条达电下电缆线插头松脱,电路板组合松脱 | | 外 MK II 型谱仪工尤直重标 |
| 8 | 条达采灯定成大灯的情况 | | |
| 9 | 目试谱仪工谱栅、反行镜、试微尺状况 | | 面柱手一接触析谱下器和特栅,面柱抽烟,面柱潮湿环境 |
| 10 | 条达干燥程度 | | 平时谱仪工在部的湿度条试纸柱为蓝色 |
| 11 | 扣紧谱仪工可盒定运盖 | | 柱扣紧可盒,柱轻放扣子 |
| 12 | 条达跟踪器、保总绳定圆盘传动机械的松紧 | | |
| 13 | 并 QX/T 172—2012 条达谱仪工电源连接 | | |
| 14 | 确符谱仪工包运附录等步 | | |
| 15 | 附录三脚设、水平跟踪器定谱仪工 | | |
| 16 | 并 QX/T 172—2012 调好谱仪工水平 | | |
| 17 | 谱仪工连接计算机定电源 | | |
| 18 | 打开计算机期电滤台站片与信息同步件和 | | 化见要求 D 第 10—13 行电滤 |
| 19 | 启动谱仪工,新待 3 min~5 min | | |
| 20 | 通过 Brewcmdw. exe 条达谱仪工的通信状态 | | 积外内型电路板的谱仪工括用 |
| 21 | 退中 Brewcmdw. exe,计算机由行谱仪工 | | |
| 22 | 计算机进入少菜于,条达少菜于信息 | | 重点量时间(GMT)定上有 |
| 23 | 键入 PDSRSI,积调 CW 定 CCW 外大太阳 | | 若天心面允许外大太阳学进入臭一室 |
| 24 | 键入 PDAPHGSL 试数,本紫运使行石英罩 | | |
| 25 | AP、HG、SL 试值系通次试值观分 | | |
| 26 | 测步 Brewer 谱仪工做维室观外据试模式 | | 积限晴朗白天据试模式 |
| 本: 室骤 19—21 积括用日 MK III 谱仪工。 | | | |
| ^a 积划√/定×处别特示完统修未完统,外日“×”标筒标比及现或修理因。 | | | |

原创力文档

附录 C
(资料性附录)
光谱仪常数文件的说明

max.book118.com
预览与源文档一致,下载高清无水印

表 C.1 给出了光谱仪常数文件(ICF)格式说明。

表 C.1 光谱仪常数文件(ICF)说明

| 序号 | 典型数值 | 意义 | 备注说明 |
|-------|----------|---------------------|-------------------------------------|
| 1—5 | 0 ~ -0.7 | 光阑狭缝 #1—#5 臭氧温度补偿系数 | 固有设定,仅光学器件更换后应重新测定 |
| 6 | 0 | 螺旋测微尺每度的转动步数 | |
| 7 | 0.3446 | 臭氧吸收比率的系数 | |
| 8 | 2.35 | 二氧化硫比率吸收系数 | 仅光学器件更换时才重新测定 |
| 9 | 1.1533 | 臭氧与二氧化硫比值吸收比率系数 | |
| 10 | 1690 | 计算臭氧柱总量的 ETC 值 | 重要参数,是标校的重点内容,通过标准灯检测 |
| 11 | 215 | 计算二氧化硫柱总量的 ETC 值 | 或标准光谱仪比对更改 |
| 12 | 4.00E-08 | PMT 死区时间(单位:s) | 若更改后,所有测试应重新做 |
| 13 | 286 | 波长标校步数 | 即 SC 观测所确定的步数 |
| 14 | 14 | 光阑马达的延迟时间 | 固有设定 |
| 15 | 1688 | Umkehr 廓线观测偏移值 | 通常不改动,SC 测值变化时再做色散实验重新确定 |
| 16—21 | 0 | 滤光轮 #0—#5 位置衰减单位 | 通过 FI 检测测定。 |
| 22 | 2972 | 驱动天顶棱镜的马达步数范围 | 固有设定 |
| 23 | MK III | 光谱仪型号 | |
| 24 | 1 | 和计算机通信的串行接口 | 根据实际定,但 Brewer 光谱仪只认 RS232 1 或 2 串口 |
| 25 | 0 | 汞灯在狭缝 #0 温度系数 | 不变 |
| 26—31 | — | 不用 | |
| 32—33 | 0,2310 | 测微尺 #1 和 #2 偏差值 | 测微尺 #1 和 #2 偏差值通常分别为 0 和 2310 |
| 34—40 | — | 不用 | |
| 41 | 0.998 | 光栅的斜率 | 仅 MK III 型光谱仪存在,很少改动,通过 GS 检测而改变 |
| 42 | 1.901 | 光栅截距 | |
| 43 | 2469 | 测微尺零位置时步进电机数 | 基本上是厂家固有设置 |
| 44 | 250 | 打开(光圈)马达转动步数 | |
| 45 | 0.8 | 计算机缓存的延迟时间 | 依据计算机情况而定 |
| 46 | — | 不用 | |
| 47 | 256 | 臭氧观测时,#1 滤光轮位置 | 固有设定 |
| 48 | 0 | 臭氧观测时,#2 滤光轮位置 | |

表 C.1 前言仪常数文件(ICF)说明(续)

| 序文 | 典条符值 | 意用 | 备构缩略 |
|----|--------------|------------------|--------------------------|
| 49 | 64 | UV 仪定时、#2 技件要号理光 | 固校和引 |
| 50 | 40 | 天顶棱镜回零时与语统调谱符 | |
| 51 | 2223 | UV 仪定天顶棱镜标转号谱符 | 求过工部 UV 术作特原 HG TU 定义来确引 |
| 52 | Jan.、01、2005 | ICF 规性产生号成系 | |

附录 D
；资料性附录)
光谱仪配置文件；OP_ST)说明

表 D.1 给出了光谱仪配置文件(OP、ST 文件)格式说明：

表 D.1 被标校光谱仪配置文件表

| 序列号 | 典型值 | 变量名 | 意义说明 | 备注 |
|-----|-------------|-------|----------------------|----------------------|
| 1 | 54 | NO\$ | 光谱仪序列号；表示第 54 号光谱仪 | |
| 2 | D,\BDATA | DD\$ | Brewer 光谱仪所有数据所在的目录 | |
| 3 | ICF07914 | ICF\$ | 2014 年第 79 天生成的光谱仪文件 | 标校后修改 |
| 4 | ZSF25606 | ZSF\$ | 天顶方向散射光测臭氧的系数文件 | 仅随更换光学器件而改动 |
| 5 | DCF11199 | DCF\$ | 光栅色散系数文件 | 仅随更换光学器件而改动 |
| 6 | UVR07914 | UVR\$ | UV 光谱响应函数 | 标校后修改 |
| 7 | 24 | DA\$ | 日期 | 可从计算机自动读取 |
| 8 | 11 | MO\$ | 月份 | |
| 9 | 15 | YE\$ | 年 | |
| 10 | Mt. Waligan | LO\$ | 光谱仪所在地名(瓦里关山) | 光谱仪被运输到新地点后更改 |
| 11 | 36.287 | L1\$ | 纬度(负值为南半球) | |
| 12 | -100.898 | L2\$ | 经度(负值为东半球) | |
| 13 | 650 | L3\$ | 平均气压 | |
| 14 | 1.8 | TI\$ | GMT 时间 | 可从计算机自动读取 |
| 15 | 215 | NC% | 距离正北方向的偏差 | SI 后修改 |
| 16 | 0 | HC% | 距离仰角为零度时的偏差 | 该值不随 SI 不变；参考 OPOAVG |
| 17 | 14689 | SR% | 水平跟踪器转 360°所需要的马达步数 | SR 后的记录 |
| 18 | 1 | Q1% | 天顶棱镜 | 1 表示天顶棱镜是可运行 |
| 19 | 1 | Q2% | 水平跟踪器 | 1 为跟踪器是可运行 |
| 20 | 1 | Q3% | 光圈 | 0 为关闭光圈 |
| 21 | 1 | Q4% | 滤光轮 #1 | 0 为关闭滤光轮 #1 |
| 22 | 1 | Q5% | 滤光轮 #2 | 0 为关闭滤光轮 #2 |
| 23 | 1 | Q6% | 时钟电路板 | 0 为关闭时钟电路板 |
| 24 | 1 | Q7% | A/D. 转换 | 0 为关闭 A/D. 转换 |
| 25 | 1 | Q8% | UVB 观测窗口 | 0 为关闭 UVB 观测窗口 |
| 26 | 0 | Q9% | 滤光轮 #3 | 仅在 MKIV 型光谱仪中有 |
| 27 | 0 | Q10% | 新型温度转换电路板 | 仅在新的电路板的光谱仪上有 |
| 28 | 1 | Q11% | 滤光轮安装第二块偏振片 | |

工 D.1 理标校光谱仪作原性术工(续)

| 序标性 | 典数值 | 成附名 | 意前作原 | 备校 |
|-----|--------------------|-------|--------------------------|---|
| 29 | 0 | Q12% | 仪理 1 统用件和试仿真(NoBrew)定符状态 | |
| 30 | 1 | Q13% | 设测#1与HG谱工为宽状态,仅为1 | |
| 31 | 0 | Q14% | 要数定符录路板仅为1 | |
| 32 | 1 | Q15% | 湿度传感器 | 1光示求湿度传感器定符 |
| 33 | SKC/menu | DI\$ | 转入连续系的模式 | |
| 34 | O ₃ | MDD\$ | 条达定符模式 | 默认 O ₃ 模式,特 MK IV 求 NO ₂ 模式 |
| 35 | UMKNO ₂ | SK\$ | NO ₂ 定符模式 | |

附录 E
(规范性附录)

标校前被标校光谱仪测试比较及特性测试

特 E.1 性术测作与前附作与定符光结果表检查技统成;特 E.2 性术测录定符光对展系文结果命令顺序。

表 E.1 标校前与标准光谱仪同步观测数据比较记录样表

| 定符光序常和: | | 的试: | 站点: | 操谱者: | |
|----------|----------------------------|--|--|--|----|
| 要结表检标校评估 | | 要求比容 | | | 备数 |
| | | 被次作与值 | 现观结值 | 安分区间均值 (较 1 作装差) | |
| 表检 工计 | APOAVG(步设仪工结果平均值) | 步压(5 V)= PMT 步压= | 步压(5 V)= PMT 步压= | 步压(5 V)= PMT 步压= | |
| | HGOAVG (及同作与平均值) | 定强= | 定强= | 定强= | |
| | SLOAVG (稳术文要结平均值) | R5= R6= 定强= | R5= R6= 定强= | R5= R6= 定强= | |
| | DTOAVG (定步倍增管死区时间结果平均值) | DT _{低频} = DT _{高频} = | DT _{低频} = DT _{高频} = | DT _{低频} = DT _{高频} = | |
| | RSOAVG (定闸安分/停止结果平均值) | R1= R2= R3= R4= R5= R6= R7= R8= | R1= R2= R3= R4= R5= R6= R7= R8= | R1= R2= R3= R4= R5= R6= R7= R8= | |

气 E.2 总校性谱仪标校性光臭氧和氧柱

| 光谱仪序列号: 日期: 站点: 操作者: | | | |
|--|----------|----------------------------|------------------|
| | 测试命令 | 测试内容 | 备注 |
| 特性 测试 ^a | HPHGFI | 检查滤光片衰减系数的变化 | 约 3 h |
| | HPHGCIHG | 检查狭缝半波宽度的变化 | |
| | HPHGGSHG | 检查双光栅的同步 | 仅 MK III 测试 |
| | HGQLHG | 检查 UVB 的稳定性变化 ^b | 使用 2~3 个灯, 约 2 h |
| ^a 特性测试通常在夜间开展, HP 和 GS 检测仪对 MK III 型 Brewer 光谱仪有效。 ^b 按照 QX/T 172—2012 的规定, 应使用 50 W 外部灯来检测 UVB 稳定性, 若距离上次标校差别超过 ±5%, 则应使用 1000 W 的标准光源进行标校。 | | | |

术 语 F
(范围性术语)

校规光柱臭氧段总和文件紫外臭氧

表 F.1 规定了标校前光谱仪同步观测数据分析和结果比较格式。

用 F.1 气校规谱仪标辐射引和定量语波用

| 光谱仪致列号: 日期: 生移: 当作且: | | | | |
|---|----------------------|-------|---------|-----|
| 比较内容 | | 日均值 | | |
| | | 臭氧柱总量 | 二氧化硫柱总量 | DUV |
| 标准光谱仪 | | | | |
| 被标校光谱仪 | 计算机公来测值 | | | |
| | SL 家导后值 ^a | | | |
| 相对差别(%) | | | — | |
| 订正测值参考 | | | — | — |
| 大:“—”表没不填写。 | | | | |
| ^a DUV 值则用表 E.1 最后 QL 核厂 UV 响应函数重新计算的值。 | | | | |

附录 G
(规范性附录)
被标校光谱仪的维护和测试

表 G.1 规定了被标校光谱仪维护和测试步骤。

表 G.1 被标校光谱仪维护和测试步骤要求记录表

| 光谱仪态列号: 日期: 人示: 典作意: | | | |
|-------------------------------------|---|-----|-------------------|
| 态号 | 维护步骤和测试内容 | 状况* | 要求 |
| 1 | 室外光谱仪做一次 APHPHGS L | | HP 仪对 MK III 型光谱仪 |
| 2 | 退出计算机控制光谱仪,关闭室外光谱仪的电源 | | |
| 3 | 备份上次 ICF 并路用 OP_ST 文件关闭水平跟踪器 | | |
| 4 | 将室外光谱仪搬到室内,并连接计算和电源(不启动光谱仪) | | 紫外辐射名英罩罩仿 |
| 5 | 打开光谱仪外认,清除光谱仪内可能灰尘或干燥剂硅胶颗粒 | | |
| 6 | 真测光谱仪所有机械连接并检查是否有螺丝松脱 | | 用英制内六角改锥 |
| 7 | 检查电缆、线插头松脱,电路板组合松脱(MK II 型发序) | | |
| 8 | 检查汞和标准灯,若它们表面发黑则更换,若更换则在更换后启动光谱仪做 HGSLDTRSB2CIHG 检测后关闭光谱仪 | | 约耗时 1 h |
| 9 | 检查驱动滤光轮特氟龙齿轮板化程度 | | |
| 10 | 打开光谱仪黑盒真测光栅及球面反射镜、螺旋测微尺状况 | | |
| 11 | 戴口罩和手套,清洁螺旋测微尺 | | 视湿况拆卸清洗 |
| 12 | 清洗后用手将测微尺转到其初始位置,感受测微尺松紧度 | | 应比较松的状态 |
| 13 | 更换黑盒圆柱体内干燥剂 | | |
| 14 | 用手感觉反射镜后端和光阑狭缝的连接松紧度状况 | | 禁触任何光学表面 |
| 15 | 扣上黑盒,接通光谱仪电源,启动光谱仪 | | 扣黑盒力度应轻 |
| 16 | 测试主电源 5 V 是否满足 4.9 V~5.1 V 范围 | | 若不满足则应调试电压 |
| 17 | 做 B2ZE 检测,并用小水平泡检查天顶棱镜的零示位置 | | |
| 18 | 视湿况做 PMT 电压调节 | | 用 HV 指令 |
| 19 | 更换干燥剂,注意默撞海宽的放置,认上外盒 | | |
| 20 | 做 HGSLDTRSB2CIHG | | 约耗时 2 h |
| 21 | 关闭计算机光谱仪,关闭光谱仪电源 | | |
| 22 | 据 SL,DT 和 SC 测值,修改原 ICF 文件 B1,B2,DT 和 SC 的参数,产序新的 ICF | | 参见附录 B |
| 23 | 比较步骤 8 和步骤 20 所做 ci 结果,若两意光强变化未超 2%则采用标校前的 1000 W 标准光源的标校结果 | | |
| 24 | 修改 OP_ST 文件,让光谱仪重启使用新 ICF | | 参见附录 D |
| 25 | (不通电)打开室外水平跟踪器,对水平跟踪器进行清洁和维护 | | |

表 G.1 被标校光谱仪维护和测试步骤要求记录表(信)

| 情性 | 结果技跟前成标试镜 | 踪天* | 仪工 |
|--------------------|---|-----|-------|
| 26 | 序器文术和安站 APHGSL 统成 | | |
| 27 | 点时重紫 /模式时色间线装 /破校光谱文术和定光检文术和表附特技要成一点时时查设重紫 /破校光文术和太数文常接连成标 (HGD-SP) | | 部与系 C |
| 28 | 录数 cal. skd | | |
| * 测操√前×求阳作者组符架箱组符、 | | | |

附录 H
(规范性附录)
室外标校比对观测及数据处理

表 H.1 规定了光谱仪室外标校比对观测及数据处理步骤。

表 H.1 室外标校比对观测及数据处理记录表

| 光谱仪序列号： 日期： 站点： 操作者： | | | |
|-------------------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| 序号 | 对被标校光谱仪的操作步骤 | 状况 ^a | 要求 |
| 1 | 光谱仪的水平状况检查 | | |
| 2 | 检查光谱仪电源连接,应符合 QX/T 172—2012 中 6.1.4 规定 | | |
| 3 | 检查太阳天顶角(72°以下) | | |
| 4 | 启动被标校光谱仪 | | |
| 5 | 检查时间,日期与标准光谱仪一致 | | |
| 6 | 做 pdsrsi 测试,了解光谱仪对太阳情况 | | |
| 7 | 在“press HOME to stop”状态下标准光谱仪回到主菜单下 | | |
| 8 | 被标校光谱仪和标准光谱仪同步进行 cal. skd 标校观测模式 | | |
| 9 | 中午 ds 观测期间两台光谱仪是否准确对准太阳检查 | | |
| 10 | 下午期间 ds 观测期间两台光谱仪是否准确对准太阳检查 | | 太阳天顶角在 72°以上 |
| 11 | cal. skd 观测应接近一个整晴天(太阳天顶角至少 45°~75°) | | 太阳天顶角在 95°以上 |
| 12 | 退出 cal. skd | | |
| 13 | 进行 UV 光谱响应函数标校,应符合 QX/T 172—2012 中 7.2 的规定 | | 应用 2~3 个 1000 W 的标准光源 |
| 14 | 退出 UV 光谱响应函数标校,回归主菜单下 | | |
| 15 | 根据比对观测数据再次确定被标校光谱仪新的 ICF | | |
| 16 | 根据步骤 13,确定被标校光谱仪 UV 光谱响应函数 | | |
| 17 | 调整被标校光谱仪 OP_ST 文件用的 ICF 和 UV 光谱响应文件 | | 参见附录 B、附录 D |
| 18 | 关闭光谱仪电源并重新启动被标校光谱仪,进入 cal. skd 观测模式 | | 新 ICF 仅光谱仪重启时才开始被应用 |

^a 划√和×分别表示完成或未完成的状况。

附录 I
(规范性附录)
光谱仪标校总结记录

表 I.1 规定了光谱仪标校总结记录格式—

表 I.1 光谱仪标校总结记录表

| | | 光谱仪序列号。 | 日期。 | 站点。 | 填写人。 | |
|--|--|---------|---------|-------|--|-------------------------------|
| 类别 | 具体内容 | 上次标校 | 本次标校维护前 | 本次标校后 | 备注 | |
| | AP 5 V 电压 PMT 电压 RS 检测* DT(高位) R6, R5 FI 滤光片#1 值 滤光片#2 值 滤光片#3 值 滤光片#4 值 50 W / QL 50 W TU 运行检测 HC | / | | | 5.0 V±0.1 V 900 V~1500 V 0.997~1.002 (2.0~4.0)×10 ⁻⁹ s | 误差在±5% 2112±10 步数 一般为 0 |
| ICF 关键参数 | ETC 臭氧, 二氧化硫 | | | | | |
| | ETC 臭氧, 二氧化硫 | / | | | | SL 订正 ETC |
| | SC 测值 | | | | | |
| 臭氧总量测值 (单位, DU) | 标准, 被标 | | | / | | 应用上次 ICF 中 ETC |
| | 标准, 被标 | | | / | | 应用随 SL 订正 ETC |
| | 标准, 被标 | / | / | | | 应用新 ICF 中 ETC |
| 二氧化硫总量 (单位, DU) | 标准, 被标 | | | / | | 应用上次 ICF 中 ETC |
| | 标准, 被标 | | | / | | 应用随 SL 订正 ETC |
| | 标准, 被标 | / | / | | | 应用新 ICF 中 ETC |
| 同步 DUV (单位, mW, m ²) | 标准, 被标 | | | / | | 上次 UVR |
| | 标准, 被标 | | | / | | 维护前 UVR |
| | 标准, 被标 | | | | | 新 UVB 响应函数 |
| 被标光谱仪文件使用记录 | ICF | | | | | |
| | UVR 文件 | | | | | |
| | 软件版本 | | | | | |
| * 测值在 0.997~1.002 划[√]; 否则划[×], [/]不填- | | | | | | |

附录 J
(规范性附录)
光谱仪的拆卸、包装和运输

J.1 拆卸前的测试

步符光谱做以林表测：

- a) 3个 50 W UV 长做 UV 稳和用测试；
- b) 完统 UV 稳和用表测之后，符光谱汞夜间于做如林 A PHPHGSLDTRSB2CIB0HGCIHGFISL 以进电及象解谱器常稳和成用。

J.2 水平跟踪器的包装

标校如林：

- a) 水平跟踪器量柱三个突照部对，文单而总典；
- b) 将水平跟踪器平柱部对朝林钟南振；
- c) 将两根波读线沿着水平跟踪器常底座北有仰呈北形南汞水平跟踪器路中。

J.3 光谱仪的包装

标校如林：

- a) 将符光谱处林后尽臭保持符光谱汞原氧柱平扫常状块将符光谱抬到分地；
- b) 将符光谱路段辐，依据要求 B 常技 B.1 大及骤 4 板摄常准射标校，将符光谱地部垫单而名随。重序部化或两个长分底部 /符波倍增管底部 /性的符归理系底部 /UVB，意英窗底座 /符光谱位负子四周置底座。保持各个符归器件汞受到冲击时能所相步常缓冲；
- c) 将最烘干干燥剂南振符光谱地，示次表检各个部件单而填垫瓦况，干燥剂常南的或否合同；
- d) 将符光谱外典典温山纬。将意英窗气文上特取形常单而典量，文透数胶带贴量；
- e) 将 UVB，意英窗文保观典典温；
- f) 将符光谱常外典总电层塑方份从纸(带北份形常)之后将符光谱南汞路中；
- g) 将已总架钟常灯气(定合 RS232)转换器置其波源心部件南汞符光谱常意英窗气括剩林常生间中；
- h) 典量符光谱外路，包运。

J.4 光谱仪的运输

标校如林：

- a) 三需设术水平跟踪器常路子应走正共自流包运。
- b) 符光谱由点仪目随身携带上途包运。

校 性 K
、件标仪校性(
光谱术和

谱仪附录达外以观信息：

- a) 谱仪附录谱题；
- b) 谱仪数的名称定包址；
- c) 谱仪包点定析步；
- d) 附录系唯本用谱识，每页校条页与系谱识；
- e) 标谱仪特比据属数的系名称定包址；
- f) 标谱仪特比系参述定成确谱识；
- g) 谱仪据依求系工和性前系谱识，达外名称定代光同；
- h) 设次谱仪据件理总谱测系溯源校处效用统成；
- i) 谱仪环境系参述；
- j) 谱仪作原校室理总分确符度系统成；
- k) 谱仪附录签发及系签名、职试对职称，以校签发析步；
- l) 谱仪作原维持标谱仪特比处效系声成；
- m) 声成：“未经谱仪数的录运批测，分得部要复制附录”。

参 考 文 献

- 1. JJF 1002) 1998 国家计量检定规程编式规则
 - 2. JJF 1071) 2000 国家计量校准规范编式规则
 - 3. 中国气象局监测网络司. 全接大气监测观测模式—M.. 北京、气象出版社_2003
 - 4. China Brewer calibration reports—Z._ 1991_1996_1999_2002_2004_2006_2008_2010_2012_2014. <http://www.ios.ca>
 - 5. Brewer MK II Spectrophotometer Operator, s and Acceptance Manuals_ SCI-TEC Instruments—Z., Inc. _Saskatoon_ Saskatchewan_ Canada_ 1992
-

中华人民共和国
气象行业标准
Brewer 光谱仪标校规范
QX/T 532) 2019

*

气象出版社出版发行
导京市海淀区中关村大街 46 号
邮政编码 100081
网生-<http://www.qxcbs.com>
发行部-010-68408042
导京中科印刷有厂质司印刷

*

开本-880 mm×1230 mm K 16 印张-1.75 字数-52.5 千字
2020 年 1 月第 1 版 2020 年 1 月第 1 次印刷

*

书号-135029-6114 定价-26.00 元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301