

ICS 07. 060  
A 47



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 533—2019

---

## 太阳光度计标校技术规范

Technical specifications for sun photometer calibration

2019-12-26 发布

2020-04-01 实施

---

中国气象局 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 标校技术指标 .....	1
5 观测仪器原理、构成及波长范围 .....	2
6 标校条件 .....	2
7 标校内容及方法 .....	3
8 数据归档 .....	5
9 标校周期 .....	5
附录 A(资料性附录) 太阳光度计标校记录表格模板 .....	6
参考文献 .....	7

## 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/SC1)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。

本标准主要起草人:车慧正、张小曳、张晓春、郑宇、鲁赛、李晓攀。

# 太阳光度计标校技术规范

## 1 范围

本标准规定了太阳光度计的标校技术指标,观测仪器原理、构成及波长范围,标校条件、标校内容及方法,数据归档和标校周期。

本标准适用于 CE318-VBS8、CE-318NS9、CE-318NP9 极化式、CE-318TS9、CE-318TP9 等型号的太阳光度计的定期标校,其他型号太阳光度计的标校可参照。

## 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 270—2015 CE318 太阳光度计观测规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**多波长太阳光度计 multi-wavelength sun photometer**

通过测量从可见光到近红外不同波长、不同天顶角、不同时刻太阳和天空的辐射信号强度,反演大气气溶胶光学厚度等特性的仪器。

[QX/T 270—2015,定义 2.3]

### 3.2

**大气质量数 air mass**

太阳在任何位置与在天顶时直射光通过大气到达观测点的路径之比。

[QX/T 270—2015,定义 2.4]

### 3.3

**积分球 integrating sphere**

**乌布里希积分球 Ulbricht sphere**

内表面尽可能为一非选择性漫反射层的空心球。

注:改写 GB/T 26178—2010,定义 2.2.3。

## 4 标校技术指标

多波长太阳光度计的标校技术指标如下:

- a) 待标仪器与标准仪器间各波长气溶胶光学厚度的最大允许误差应小于 $\pm 0.02$ 。
- b) 待标仪器与标准仪器间各波长天空散射辐亮度的最大允许误差应小于 $\pm 5\%$ 。

## 5 观测仪器原理、构成及波长范围

### 5.1 原理

光度计自动追踪太阳,并进行太阳直接辐射、太阳等高度角天空扫描、太阳主平面扫描以及极化通道天空扫描等测量,通过算法反演获得气溶胶的光学厚度等微物理和光学辐射参数。

### 5.2 构成

见 QX/T 270—2015 中的第 4 章。

### 5.3 波长范围

见 QX/T 270—2015 中的 5.2。

## 6 标校条件

### 6.1 概述

6.1.1 包括太阳直接辐射通道标校和天空散射辐射通道标校两部分。应先进行太阳直接辐射通道标校,再进行天空散射辐射通道标校,且两部分标校的时间间隔不应超过 7 天。

6.1.2 太阳直接辐射标校(室外标校):包括兰利标校法(Langley 法)和标准仪器相对标校法(系数传递法),应在视野开阔的露天观测场进行。

6.1.3 天空散射辐射通道标校(室内标校):应在室内无其他光源影响的暗室内进行。

6.1.4 标校场地应清洁,避免颗粒物污染,且不得存放易燃、易爆和强腐蚀性的物质,周围无强烈的机械振动和电磁干扰。

### 6.2 太阳直接辐射通道标校条件

6.2.1 标校期间(北京时间 09 时至 15 时)天空晴朗、无云且大气条件稳定。

6.2.2 标准仪器 440 nm 中心波长的气溶胶光学厚度应小于 0.20。

兰利法进行标校的站点,海拔高度应不小于 2500 m。

### 6.3 天空散射辐射通道标校条件

环境温度应在  $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度应在 20%~60%。

电源应具有良好接地线路,且接地电阻小于  $4\ \Omega$ ;宜配备具有稳压滤波功能的不间断电源。

### 6.4 标校设备、设施及材料

6.4.1 标准仪器:具有与待标仪器同样功能、参数和通道数,且满足第 4 章 a)和 b)的太阳光度计。

6.4.2 辅助标校设备:包括积分球(光谱范围 400 nm~2500 nm、功率不小于 1000 W 且可调,面非均匀性小于 1%)、积分球控制箱及支架等配套设施、计算机及标校软件等。

6.4.3 温度表(铂电阻温度计):测量范围( $-40\sim 50$ ) $^{\circ}\text{C}$ ,最大允许误差 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.4 湿度表(电容式):测量范围(10~100)%,最大允许误差 $\pm 5\%$ 。

6.4.5 其他辅助设施:串行或 USB 通信线缆、干洁空气或干洁压缩空气、去离子水、脱脂棉、无尘擦拭布。

6.2.4 利用 Langley 法进行标校的站点,海拔高度应不小于 2500 m。

### 6.3 天空散射辐射通道标校条件

6.3.1 暗室内的环境温度应在  $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度应在 20%~60%。

6.3.2 暗室内应配备具有良好接地线路,且接地电阻小于  $4\ \Omega$ ;宜配备具有稳压滤波功能的不间断电源。

### 6.4 标校设备、设施及材料

6.4.1 标准仪器:具有与待标仪器同样功能、参数和通道数,且满足第 4 章 a)和 b)的太阳光度计。

6.4.2 辅助标校设备:包括积分球(光谱范围 400 nm~2500 nm、功率不小于 1000 W 且可调,面非均匀性小于 1%)、积分球控制箱及支架等配套设施、计算机及标校软件等。

6.4.3 温度表(铂电阻温度计):测量范围( $-40\sim 50$ ) $^{\circ}\text{C}$ ,最大允许误差 $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.4 湿度表(电容式):测量范围(10~100)%,最大允许误差 $\pm 5\%$ 。

6.4.5 其他辅助设施:串行或 USB 通信线缆、干洁空气或干洁压缩空气、去离子水、脱脂棉、无尘擦拭布。

纸、毛刷、螺丝刀工具等。

## 7 标校内容及方法

### 7.1 标校前准备

#### 7.1.1 外部检查

待标仪器整体外观良好,结构完整,各部件齐全。

#### 7.1.2 内部检查

7.1.2.1 检查光学头采光镜片表面是否干净整洁,无灰尘、泥渍等。必要时可用干洁压缩空气清洁去除镜片表面灰尘,或用去离子水、脱脂棉和无尘擦拭纸小心清洁镜片表面,避免划伤。

7.1.2.2 检查瞄准筒光路通透情况。将瞄准筒朝向光亮处,利用双眼观察其内侧是否清洁,光路应畅通且无柳絮、蜘蛛网、虫卵等杂物,必要时可用毛刷和干洁压缩空气对其内部进行清理。

#### 7.1.3 运行检查

7.1.3.1 正确连接好待标仪器相关部件及电源充电器等部件,仪器应运行正常,电脑接收数据无报错显示。

7.1.3.2 暗室内积分球、积分球控制箱及支架等配套设施、计算机及标校软件等能正常工作。

#### 7.1.4 数据清零处理

仪器标校前,应通过控制箱对原有观测数据进行清除。

### 7.2 天空散射辐射标校

#### 7.2.1 基本要求

7.2.1.1 待标仪器及 6.4.2 中所需辅助标校设备应工作正常。

7.2.1.2 开启积分球,积分球光源稳定时间应不少于 20 分钟。

#### 7.2.2 待标仪器的架设

7.2.2.1 正确连接电脑、控制箱、光学头等待标仪器部件之间的接线。

7.2.2.2 将光学头与瞄准筒连接,并将光学头固定在积分球配套的支架系统上,调整支架使瞄准筒对准积分球出光孔。

#### 7.2.3 待标仪器的标校

7.2.3.1 通过查看仪器控制箱,记录待标仪器标校前的增益值(CE-318TS9 和 CE-318TP9 型号仪只需依次执行 7.2.3.3 和 7.2.3.6 步骤)。

7.2.3.2 利用待标仪器控制箱,将待标仪器调至手动天空散射辐射通道观测状态,调节增益值使光度计各波长观测所得信号值均处于 10000~30000 之间。

7.2.3.3 通过调节仪器控制箱,各波长应进行 1 次暗电流值观测和不少于 20 次天空散射辐射测量,并保存定标数据。

7.2.3.4 检查定标数据,若信号值超过 30000,应按顺序关闭积分球的一个光源,并清除仪器控制箱内原有的定标数据,待光源稳定后,重复 7.2.3.3、7.2.3.4 步骤,直至信号值不超过 30000,结束标校。

7.2.3.5 将增益值调回至控制箱引用前及指值方保存。

7.2.3.6 将性引指观输成保存为指观范围,范围名据光格含器归头料规引用时间信息。

7.2.4 标校数据处理

7.2.4.1 检查各和定件参信料及稳性言,同一和定件参指观间及相阳偏差光期附 0.5%。

7.2.4.2 根观积容球各和定辐射亮原,得考室标引用系指,如录(1)模式:

$$C(\lambda) = \frac{L(\lambda)}{V(\lambda) - V(\lambda)_b} \dots\dots\dots(1)$$

录据:

$\lambda$  ——和定,法数为纳米(nm);

$C(\lambda)$  ——待引术语在  $\lambda$  和定板道及天空散射辐射引用系指,无参纲;

$L(\lambda)$  ——积容球在  $\lambda$  和定及辐射亮原,法数为瓦每球面原平校米( $W/(sr \cdot m^2)$ );

$V(\lambda)$  ——待引术语在  $\lambda$  和定板道及信料值,无参纲;

$V(\lambda)_b$  ——待引术语在  $\lambda$  和定板道及暗电流值,无参纲。

7.3 太阳直接辐射标校

7.3.1 基本要求

7.3.1.1 在满足 6.2 及义围太,光优先使... Langley 技。

7.3.1.2 若引用站点无技满足海拔档求,或无技利... Langley 技进行引用,波光使...引构术语相阳引用技进行引用。

7.3.1.3 调整术语及增益值,使各和定及件参信料值在 10000~30000。(CE-318TS9 规 CE-318TP9 资料术计度执行此步骤)

7.3.1.4 待引术语在室献环境光运行至记 24 期时。

7.3.1.5 利...引构术语相阳引用技时,光使待引术语条引构术语处附同一文件场标方同步文件,且两者文件时间及偏差光期附 10 秒。

7.3.1.6 光选取北京时 10 时至 14 时、内长质参指在 2~6 间及文件指观作为引用指观。

7.3.2 标校方法

7.3.2.1 兰利标校法原理

利...录(2)求得待引术语及件参信料值条内长质参指曲线,推算内长质参指为 0 时及各和定及信料值,即为待引术语及在该和定及引用系指:

$$\ln V(\lambda) = \ln(C(\lambda)_0 R^{-2}) - m\tau \dots\dots\dots(2)$$

录据:

$\lambda$  ——和定,法数为纳米(nm);

$V(\lambda)$  ——待引术语在  $\lambda$  和定板道及信料值,无参纲;

$C(\lambda)_0$  ——待引术语在  $\lambda$  和定板道及测仪直接辐射引用系指,无参纲;

$R$  ——表地距离订周因子,无参纲;

$m$  ——内长质参指,无参纲;

$\tau$  ——内长总器归厚原,无参纲。

7.3.2.2 标准仪器相对标校法原理

根观录(3)理算得考待引术语各和定及引用系指:



$$C(\lambda)_0 = C(\lambda)_1 \times \frac{V(\lambda)_0}{V(\lambda)_1} \dots\dots\dots(3)$$

局科：

$\lambda$  ——给出，中象为纳米(nm)；

$C(\lambda)_0$ ——待技归本在  $\lambda$  给出郑道警候与直接辐射技观系草，无鲁纲；

$C(\lambda)_1$ ——技报归本在  $\lambda$  给出郑道警候与直接辐射技观系草，无鲁纲；

$V(\lambda)_0$ ——待技归本在  $\lambda$  给出郑道信探值警平均值，无鲁纲；

$V(\lambda)_1$ ——技报归本在  $\lambda$  给出郑道信探值警平均值，无鲁纲。

### 7.3.3 太阳光术规标

#### 7.3.3.1 范围太阳校

草由处按流春标则起如要：

- a) 检查每次各给出草由间警相人偏差，紫李给出(340 nm 照 380 nm)车究院 1%，心主给出车究院 0.5%。若无起满足研求服车择张再次进行技观。
- b) 人测成值并口提质鲁草进行小究二乘起线规拟合，剔除务局(2)曳得拟合直线距离 3 倍技报差区间以李警离散值(剔除草由慧车超宇准始草由警 5%)。
- c) 至正取得 10 组以上警待技归本技观系草，求取各给出技观系草警平均值，作为待技归本警小终技观系草。

#### 7.3.3.2 太技度计性引太阳校

草由处按流春标则起如要：

- a) 剔除奇异值(测成信探值为 0 或超宇 30000 警值)。
- b) 化算待技归本并技报归本各个给出成鲁信探值警比值，紫李给出比值警相人偏差车究院 2%，心主给出比值警相人偏差车究院 1%。若无起满足研求服车择张再进行技观测成。
- c) 每个给出至正取得 5 个晓效草由比值，单别化算各给出比值警平均值，代入局(3)求得待技归本警技观系草。

## 8 光术用文

曳晓成鲁草由车以变学头编探命名位存储，至正异地存留 2 份，技报归本标台站归本室的技观曳成得警积单球测成值照相车警技观系草车术员会全纳整按(技观委气员会大分预赛国气 A 科员 A. 1、员 A. 2)，以备后续核查。

## 9 太阳件语

技报归本标待技归本每 12 个月车至正进行一次候与直接辐射郑道技观标攀空散射辐射郑道技观。积单球每 24 个月车至正进行一次技观。

附录 A  
(资料性附录)

太阳光度计标校记录表格模板

表 A.1 太阳光度计室外标校记录

太阳光度计太阳直射辐射通道标校										
操作人					日期					
标准仪器编号					待标仪器光学头编号					
波长, nm	1020	1640	870	675	440	500	1020i	936	380	340
增益值										
标准仪器观测值										
标准仪器标校系数										
待标仪器观测值										
待标仪器标校系数										
注:仪器观测值及增益值均为无量纲参数、										

表 A.2 太阳光度计室内标校记录

太阳光度计天空散射辐射通道标校								
操作人					日期			
标准仪器编号					待标仪器光学头编号			
选择 AUREOLE 通道 <sup>a</sup>	1020A1	1640 A2	870 A3	670 A4	440 A5	500 A6		
增益值								
积分球观测值								
标校系数								
选择 SKY 通道 <sup>b</sup>	1020 @1	1640 @2	870 @3	670 @4	440 @5	500 @6		
增益值								
积分球观测值								
标校系数								
注:积分球观测值及增益值均为无量纲参数、								
<sup>a</sup> AUREOLE 通道指日晕附近通道的中心波长 /单位)nm(								
<sup>b</sup> SKY 通道指日晕附近通道以外的中心波长 /单位)nm(								

参 考 文 献

- [1] GB/T 26178—2010 光通量的测量方法
  - [2] JJF 1002—2010 国家计量检定规程编写规则
  - [3] JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则
  - [4] QX/T 270—2015 CE318 太阳光度计观测规程
  - [5] 中国气象局. 大气成分观测业务规范(试行)[M]. 北京:气象出版社,2012
  - [6] Holben B. AERONET: A federated instrument network and data archive for aerosol characterization[J]. Remote Sensing of Environment, 1998, 66(1):1-16
-