

DB63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T 2105—2023

蒸发量观测 全自动水面蒸发器比测规程

2023 - 02 - 09 发布

2023 - 02 - 01 实施

青海省市场监督管理局

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 全自动水面蒸发器的选用、安装要求 2

 4.1 仪器的选用 2

 4.2 仪器的布置与安装 3

5 仪器比测校验方法 3

 5.1 比测误差及评定指标计算 3

 5.2 降水量数据比测 3

 5.3 蒸发量数据比测 4

6 设备运行管理 4

 6.1 设备的使用操作 4

 6.2 蒸发桶液位标定 4

 6.3 蒸发桶清洗换水 5

7 设备检查维护 5

8 注意事项 5

 8.1 一般规定 5

 8.2 运行操作 5

附录 A （资料性） 仪器比测误差计算方法 7

附录 B （资料性） 仪器比测误差分析、使用记录、运行维护、检定/校准/比测记录 8

参考文献 13

前 言

本文件依据GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：青海省水文水资源测报中心、重庆华正水文仪器有限公司

本文件主要起草人：李光录、陈强、邹海明、云金召、高玉方、祁统红、李媛辉、高强、崔坤政、李金建、邹建林、祁生峰、郭占学、马勤栋、梁增鑫、海珍、李伟煌。

本文件由青海省水利厅监督实施。

蒸发量观测 全自动水面蒸发器比测规程

1 范围

本文件规定了全自动水面蒸发器选用安装、观测方式应符合的基本要求，以及仪器比测校验方法、运行维护和注意事项等内容。

本文件适用于水文、气象部门观测站或蒸发专用站全自动水面蒸发器正式投入使用前的校验与水面蒸发监测工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

- GB/T 21327 水面蒸发器
- SL 21 降水量观测规范
- SL 630 水面蒸发观测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

降水量

从天空降落到地面上的液态或固态（经融化后），未经蒸发、渗透、流失，而在水平面上积聚的深度。

[来源：GB/T 50095-2014，4.3.1]

3.2

翻斗式雨量计

以承雨翻斗交替翻转的次数计量雨量并记录降雨过程的记录仪器。

[来源：GB/T 50095-2014，11.3.2.2]

3.3

蒸发量

在一定时段内，液态水和固态水变成气态水逸入大气的量，常用蒸发掉的水层深度表示。

[来源：GB/T 50095-2014，4.3.6]

3.4

水面蒸发量

在一定时段内，由地表水体的自由水面逸入大气的水量。

[来源：GB/T 19677—2005，3.6.1.1]

3.5

蒸发量观测

采用蒸发器和雨量器测定同一时段的蒸发量和降水量，并选定部分测站进行气温、湿度、风速和蒸发器中水温的观测。

[来源：GB/T 50095-2014，4.3.7]

3.6

标准水面蒸发器

一种埋入地面以下，器口高于地面的、玻璃钢材质的、耐高寒抗冻裂的、精度高的观测水面蒸发量的仪器。

注：目前我国以E601B型水面蒸发器作为水面蒸发观测仪器的标准器具。

[来源：GB/T 21327-2019，3.1]

3.7

全自动水面蒸发器

以标准水面蒸发器为准，能自动连续测量和存储，自动完成补（取）水，并通过有线或无线方式，将水面蒸发量传至远距离观测现场处进行显示或记录的蒸发观测仪器。

3.8

自身排水量

自记雨量计实际排水的量值。

[来源：GB/T 19677—2005，3.5.8]

4 全自动水面蒸发器的选用、安装要求

4.1 仪器的选用

4.1.1 仪器设备应具备以下功能特点：

- a) 全自动水面蒸发器应具备数据的自动采集、本地存储、自动处理及实时远传等功能，具有安装简单、操作简便、维护方便等特点；
- b) 为保持历史蒸发量数据的一致性，蒸发桶应统一使用标准水面蒸发器的蒸发桶，即选用 E601B 型蒸发器，选用的补水桶应满足耐用、防锈、密封性较好等条件；
- c) 全自动水面蒸发器应能自动连续测量记录蒸发的变化过程，自动完成蒸发桶内水面高度变化、补（取）水水面高度变化值的观测，自动完成补（取）水。

4.1.2 全自动水面蒸发器由标准蒸发桶、水圈、测针座、蒸发传感器、雨量传感器、传感器信号线、数据采集控制器、自动补(取)水装置、补(取)水水管、电源、以及无线远传设备等部分组成。

4.1.3 仪器设备应具备以下主要技术指标：

- a) 遥测蒸发器测量范围、工作环境条件、信号与接口、可靠性、遥测终端、电源等主要技术指标应符合 GB/T 21327 的相关规定；
- b) 蒸发、降水量传感器分辨力应一致，统一选用 0.1 mm；
- c) 数据采集频次和存储量：数据采集（控制）器可设置每天的蒸发量监测次数，监测频次不能低于每 2 小时一次，数据存储量不应低于 1 年。

4.2 仪器的布置与安装

4.2.1 仪器的布设应符合 SL 630 相关要求，高的仪器安置在观测场北面，低的仪器顺次安置在南面。

4.2.2 E601B 型蒸发器埋设应符合 SL 630 的相关规定。将液位传感器支架固定在蒸发桶器口，在保证支架平台水平的前提下将传感器固定在支架平台上，并应减少对蒸发桶有效蒸发面积的影响为宜。

4.2.3 控制机箱的安装位置不应影响蒸发、降水量传感器采集数据。要求无线通信信号良好，太阳能电池板尽量远离树木等遮挡阳光的物体，并且应使太阳能电池板工作面朝西南方向，基本保证其工作面采集阳光都处于较好的位置。

4.2.4 补水桶安装应符合以下规定：

- a) 补水桶安置应靠近蒸发桶为宜，埋设时宜少扰动原土，桶口宜低于蒸发桶口缘 10~20 cm；
- b) 补水桶的管线布置宜不影响蒸发器有效蒸发面积；
- c) 补水桶应加装保护罩，以防止桶内水体变质和顶盖处补(取)水装置的暴晒老化，配套的补(取)水泵宜安装在便于维护检修的位置。

4.2.5 自记雨量计（本规程中特指翻斗式雨量计）安装应符合 SL 21 的相关规定。

4.2.6 各电器连接线、传感器信号线应现场采用金属管或 PVC 管隐蔽敷设做好保护；仪器设备应有防雷接地装置。

5 仪器比测校验方法

5.1 比测误差及评定指标计算

5.1.1 逐日蒸发量比测误差采用绝对误差表示，逐日降水量比测误差视情况分别采用绝对误差或相对误差表示，以此统计逐日降水、蒸发量比测数据的合格率。绝对误差、相对误差及合格率计算方法详见附录 A。

5.1.2 一般情况，月量或时段量误差采用相对误差表示。

5.2 降水量数据比测

5.2.1 降水量比测方法应符合下列规定：

- a) 采用雨量计自身排水量法比测。在仪器运行期间，对自记雨量计监测值（记录量）与储水瓶内的水量（排水量）进行对比分析，其中以排水量为真值；
- b) 比测应选在非冰期进行（一般选择在 5 月~9 月），比测有效样本数据应不少于 30 组，且应达到 3 个整月以上比测资料。

5.2.2 降水量比测误差评定应符合下列规定：

- a) 分辨力为 0.1 mm 的自记雨量计（以翻斗式雨量计为主），降水强度在 0.1 mm/min~4.0 mm/min 范围内变化。

- 1) 当降水量 ≤ 10 mm 时, 量测绝对误差应以不超过 ± 0.4 mm 为合格;
- 2) 当降水量 > 10 mm 时, 量测相对误差应以不超过 ± 4 %为合格。
- b) 比测期间, 日降水量合格率应大于 90 %; 时段降水量误差应不超过 ± 4 % (干旱地区当时段降水量 ≤ 10 mm 时应不超过 ± 0.4 mm)。

5.2.3 逐日降水量误差、合格率及时段量误差统计分析表见附录 B 中表 B. 1、B. 2。

5.3 蒸发量数据比测

5.3.1 蒸发量比测方法应符合下列规定:

- a) 全自动水面蒸发器安装运行后, 每日 8 时在同一蒸发器内采用测针人工同步观测。以人工观测值为真值, 自记值与人工观测值进行误差计算;
- b) 人工观测日蒸发量按公式 (1) 计算

$$E = (H_1 - H_2) + P - \sum h_{\text{取}} + \sum h_{\text{补}} \dots\dots\dots (1)$$

式中: E ——人工观测日蒸发量, mm

H_1 ——蒸发桶上次 (前一日) 的液面高度, mm

H_2 ——蒸发桶本次 (当日) 的液面高度, mm

P ——人工 (或自记) 观测日降水量, mm

$\sum h_{\text{取}}$ ——蒸发桶前一日 8 时至当日 8 时仪器自动取出的水量, mm

$\sum h_{\text{补}}$ ——蒸发桶前一日 8 时至当日 8 时仪器自动补入的水量, mm

- c) 蒸发器自动补水 (取水) 水量数据可在计算机客户端软件登录查看;
- d) 比测应选在非冰期进行 (一般选择在 5 月~9 月), 并应与降水量同步进行, 比测有效样本数应达到 3 个整月以上连续比测资料。

5.3.2 蒸发量比测误差评定应符合下列规定:

- a) 日蒸发量误差以绝对误差表示, 其比测误差应不超过 ± 0.5 mm 为合格;
- b) 日蒸发量合格率应大于 90 %, 且时段蒸发量偏差应不超过 ± 10 %。

5.3.3 逐日蒸发量误差、合格率及时段量误差统计分析表见附录 B 中表 B. 3、B. 4 和 B. 5。

6 设备运行管理

6.1 设备的使用操作

- 6.1.1 全自动水面遥测蒸发器只适用于非冰期, 一般在 5 月~9 月使用, 使用期间应做好仪器使用记录, 并填制附录 B 中表 B. 6。
- 6.1.2 仪器安装完成, 并确认仪器连接无误后开机测试。通过主机控制面板进行相关参数设置、通讯测试及液位初始值标定等工作。
- 6.1.3 在配套软件中进行站点信息的设置, 并进行设备工况查看、数据查看和下载等工作。

6.2 蒸发桶液位标定

- 6.2.1 在仪器初次开启, 联机调试正常后应标定蒸发桶内的初始液位下降高度值; 蒸发桶在人工清洗换水后需检查液位下降高度值, 出现偏差应重新标定初始液位下降高度值。
- 6.2.2 在使用过程中, 因多次换水或其它因素的影响, 导致液位传感器液位下降高度值出现较大偏差, 水泵无法正常自动补水和取水时, 应重新标定蒸发液位下降高度初始值。
- 6.2.3 蒸发桶液位标定顺序: 先在蒸发桶内加水, 看到溢流孔有水溢出即停止加水, 待水不再从溢流孔流出为止, 将此水位位置标定为蒸发器液位下降高度的初始值。

6.3 蒸发桶清洗换水

- 6.3.1 蒸发桶的用水应符合 SL 630 相关要求。
- 6.3.2 蒸发桶(包括水圈、补水桶)中的水应保持清洁。蒸发桶和水圈宜一个月清洗换水一次, 换水时间一般应安排在没有雨无风的早晨 8 时~9 时之间, 换入的水体水温应与换前的水温接近。
- 6.3.3 蒸发桶清洗时, 管理人员应关闭仪器电源或切换为清洗模式, 并记录换水前的液位值, 待清洗完重新加水至换水前的液位后恢复运行。

7 设备检查维护

- 7.1 通常应在汛前、汛后对系统传感器、数据采集(控制)器、数据传输等设备进行全面的检查维护。在系统投入运行的前 2 年~3 年要适当增加定期检查次数。定期检查应对仪器设备的运行状态进行全面检查和测试, 对避雷系统接地电阻进行复测, 故障排查和隐患处理, 更换存在问题的零部件。
- 7.2 标准蒸发器每年应至少进行一次渗漏检验, 在平时也应注意观察有无渗漏现象。应经常检查蒸发器的埋设情况, 发现蒸发器下沉倾斜, 应及时修整。定期检查蒸发桶补水管和取水管, 保证仪器过水部件水流畅通、无堵塞、无漏气。
- 7.3 翻斗式雨量计在使用期间每月应检查维护至少 1 次, 每次清洗后应进行注水试验, 每次试验不少于 3 次注水, 注水试验应符合 SL 21 的相关要求。
- 7.4 定期进行电池电压和供电线路测试检查。测量太阳能电池的开路电压、短路电流; 检查遥测设备与各种电缆线的连接, 防止因漏水或电缆、电源线入口进水造成故障; 应保持太阳能电池板表面清洁, 没有遮挡物。
- 7.5 驻测站每日 8 时应检查降水量、蒸发量记录, 及时清除承雨器、蒸发桶内的树叶、昆虫等杂物, 保持仪器清洁。
- 7.6 每次检查维护应指定专人负责, 检查维护情况应现场详细记录, 并填制附录 B 中表 B.7。

8 注意事项

8.1 一般规定

- 8.1.1 全自动水面蒸发器在正式使用之前应在观测场进行降水、蒸发量同步比测, 比测合格方可投入使用。比测结果合格的比测资料可作为正式资料使用, 并详细填制附录 B 中表 B.8。
- 8.1.2 比测期间的降水量、蒸发量人工观测应执行 SL 21、SL 630 相关要求。
- 8.1.3 人工比测应在 8 时同步观测, 自记仪器设备走时误差不应大于 ± 5 min, 否则应及时进行时间标定。

8.2 运行操作

- 8.2.1 全自动水面蒸发器在冬季结冰期停用期间设备应关机，并将蒸发器（包括补水桶和水圈）内的水汲净，以免冻坏，蒸发桶、雨量筒加盖保护。
- 8.2.2 蒸发桶上的溢流孔不应接溢流管或堵塞，应保持畅通。
- 8.2.3 在非冰期观测期间，如遇固态降水（雪或雹）且在 8 时前未自然融化时，应人工进行融化处理，并详细记录当日降水时段及处理情况。
- 8.2.4 仪器在正常使用过程中不允许人工从蒸发桶内取水，否则会造成人为蒸发量，使仪器无法准确测量出自然蒸发量。补水桶内的储水量应满足仪器在整个非冰期内运行时所需要的补水量。

附 录 A
(资料性)
仪器比测误差计算方法

A.1 绝对误差

绝对误差也称真误差，是指观测值与真值之差，即相对于真值的误差称为绝对误差。按公式A.1计算：

$$\Delta = A_i - A \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：Δ——蒸发（或降水）量绝对误差；
A_i——某一蒸发（或降水）量观测值（采用新仪器或新方法的观测值）；
A——某一蒸发（或降水）量真值（采用传统仪器或方法的观测值）。

A.2 相对误差

相对误差定义为观测值的绝对误差与其真值之比。按公式 A.2 计算：

$$\delta = \frac{\Delta}{A} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：δ——蒸发（或降水）量相对误差；
Δ——蒸发（或降水）量绝对误差；
A——蒸发（或降水）量观测量的真值。

A.3 合格率

合格率即对比观测时段内自动观测数据比测合格的指标。按公式 A.3 计算：

$$K = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：K——蒸发（或降水）量比测合格率（%）；
n——蒸发（或降水）量比测合格的有效组数；
N——蒸发（或降水）量比测总组数。

附 录 B
(资料性)
仪器比测误差分析、使用记录、运行维护、检定/校准/比测记录

表B. 1～表B. 2给出了雨量传感器降水量比测误差分析表格式。

表B. 1 ××站 自记雨量计逐日降水量比测误差统计分析表

月份	5月				6月				...
日期	记录量 (mm)	排水量 (mm)	误差		记录量 (mm)	排水量 (mm)	误差		
			绝对误差 (mm)	相 对 误 差 (%)			绝对误差 (mm)	相 对 误 差 (%)	
1									
2									
3									
⋮									
月降水 量(mm)									
降水日 数(天)									
最大日 降水量 (mm)									
出现日 期(日)									

表B. 2 ××站 自记雨量计时段降水量误差及降水日数合格率统计表

时段量误差			时段降水日数合格率						
累计记录量 (mm)	累计排水量 (mm)	误差	降水量≤10mm			降水量>10mm			总体合格率 (%)
			降水 天数	合格 天数	合 格 率 (%)	降水天 数	合格 天数	合 格 率 (%)	

表B. 3～B. 5给出了蒸发传感器蒸发量比测误差分析表格式。

表B. 3 ××站 逐日蒸发量比测误差统计分析表

日期	蒸发量（mm）		绝对误差（mm）
	自记	人工	
1			
2			
3			
⋮			
月蒸发量统计			

表B. 4 ××站 月、时段蒸发量误差统计分析表

项 目	5月	6月	7月	…	时段量（mm）
自记（mm）				…	
人工（mm）				…	
相对误差（%）				…	

表B. 5 ××站 日蒸发量比测合格率统计表

比测天数	合格天数	最大误差（mm）	合格率（%）

表B.6给出了《仪器使用记录表》的格式。

表B.6 仪器使用记录表

仪器名称：仪器编号：第 页 共 页

使用日期	使用前仪器状态	使用过程中出现情况	使用后仪器状态	使用人	负责人签名	备注

表B. 8给出了《仪器设备检定/校准/比测记录表》的格式。

表B. 8 仪器设备检定/校准/比测记录表

第 页 共 页

设备名称： 型号/规格： 出厂编号： 生产厂家：	
检定/校准/比测单位：	检定/校准/比测证书编号：
检定/校准/比测日期：	有效日期：
检定/校准/比测结论（可附原始记录）：	
使用单位结论： ☐ 符合使用要求 ☐ 不符合使用要求 填表人： 填表日期：	

参 考 文 献

- [1] GB/T 18185-2014 水文仪器可靠性技术要求
 - [2] GB/T 19677—2005 水文仪器术语及符号
 - [3] GB/T 35230-2017 地面气象观测规范 蒸发
 - [4] GB/T 50095—2014 水文基本术语和符号标准
 - [5] SL 21—90 降水量观测规范
 - [6] SL 21—2006 降水量观测规范
 - [7] SD 265—88 水面蒸发观测规范
 - [8] 林祚顶, 朱春龙, 余达征, 姜永富. 水文现代化与水文新技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
 - [9] 朱晓原, 张留柱, 姚永熙. 水文测验实用手册[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.
 - [10] 郭日晶. CQS.FFH-2 型水面遥测蒸发器的应用[J]. 广西水利水电, 2016(3):8-11.
 - [11] 于海柱, 季明锋, 等. E601 型全自动蒸发站在苏庄水文站的应用[J], 北京水务, 2017(Z):83-86.
 - [12] 黄敏, 杨小凤, 殷勇, 等. 晋坪水文站人工与自动水文蒸发观测结果比测分析[J]. 陕西水利, 2019(2):57-60.
 - [13] 叶爱珠. 永泰水文站全自动蒸发与人工观测蒸发对比分析[J]. 水利科技, 2020(4):67-76.
 - [14] 麦梓泳. 全自动水面蒸发监测系统在官良水文站的应用分析[J]. 广东水利水电, 2022(1):35-39.
 - [15] 欧健. TEZ-601 全自动水面遥测蒸发站应用比测分析[J]. 广西水利水电, 2022(4):53-56.
-