

一种偏心半潜浮筒式表层水温自动采集装置的设计及应用

方德胜, 董丽梅, 王 健

长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局, 重庆
Email: 294574701@qq.com, 907053376@qq.com, 1084320424@qq.com

收稿日期: 2021年2月2日; 录用日期: 2021年4月6日; 发布日期: 2021年4月30日

摘 要

本文设计了一种偏心半潜浮筒式表层水温自动采集装置, 该装置主要包括偏心浮筒及无线接收单元两部分: 偏心浮筒主要用来测量和发送表层水温数据, 其设计可确保水温采集装置不受漂浮物及河流水位变化的影响, 同时可在一定程度上防止漂浮物撞击; 无线接收单元安装在控制室内, 接收来自偏心浮筒发送过来的表层水温数据并与水情遥测终端接口, 将水温与其他水情数据发送到中心站。偏心浮筒内的数据采集单元采用低功耗设计, 可保证使用半年内不更换电池。该水温自动采集装置, 在北碚水文站成功应用, 为大水位变幅的水文站提供了一种表层水温自动采集方法。

关键词

偏心浮筒, 表层水温, 自动采集

Design and Application of an Eccentric Semi-Submersible Buoy Type Automatic Surface Water Temperature Acquisition Device

Desheng Fang, Limei Dong, Jian Wang

Upper Changjiang River Bureau of Hydrological and Water Resources Survey, Chongqing
Email: 294574701@qq.com, 907053376@qq.com, 1084320424@qq.com

Received: Feb. 2nd, 2021; accepted: Apr. 6th, 2021; published: Apr. 30th, 2021

Abstract

This paper elaborates a design of automatic surface water temperature acquisition device with an ec-
作者简介: 方德胜, 1968.3.5, 男, 湖北宜都人, 高级工程师, 主要从事水文测验自动化的研究及应用。

文章引用: 方德胜, 董丽梅, 王健. 一种偏心半潜浮筒式表层水温自动采集装置的设计及应用[J]. 水资源研究, 2021, 10(2): 205-212. DOI: 10.12677/jwrr.2021.102021

centric semi submersible buoy type. The device mainly includes two parts: eccentric buoy and wireless receiving unit. The eccentric buoy is mainly used to measure and send surface water temperature data. Within the eccentric buoy design, the water temperature acquisition device will not be affected by floating objects and changes of river level and can partially avoid impact from floating objects. The wireless receiving unit is installed in the control room and connected with the hydrological telemetry terminal which will send the water temperature and other hydrological data to the central station after receiving the surface water temperature data from the eccentric buoy. The data acquisition unit in the eccentric buoy uses low power consumption which can guarantee six months durable time without changing the battery. The automatic water temperature acquisition device has already been applied in Beibei hydrological station successfully, which provides a method for automatic collection of surface water temperature for shore cable hydrological station with large water level variation.

Keywords

Eccentric Buoy, Surface Water Temperature, Automatic Acquisition

Copyright © 2021 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

温度是影响水环境的重要因素之一[1] [2]: 水温对水生物尤其是鱼类的栖养生息是十分重要的指标, 同时对于指导上游水库分层取水以调节水库下游的水温有着重要的参考作用。近年来砍伐森林、城市化发展、工业生活废水排放及大坝截流形成库区等人类活动对河流水温的变化起着重要的影响, 因此亟需建立河流水温监测系统来为研究河流水温变化提供数据来源。部分欧洲国家如奥地利在 19 世纪末已经开始通过河流水温检测系统来研究河流冰的形成。中国也在上个世纪 80 年代开始关注温度对水生态的影响, 水温测量现已经成为我国水文测验工作中的重要部分。

我国的水文系统现已全面实现降水、水位、流量的快速在线监测, 但在水温的自动观测上还大量采取人工观测的方式。水温自动采集装置均是接触式的, 对于上游山区性河流水文站, 由于水位的日变幅大、洪枯落差大的原因, 导致水温自动监测装置的布设十分困难, 造成了水温自动观测步伐滞后。同时采用人工现场水温测量方法不仅耗费人力资源, 在洪水期间还存在着严重的安全隐患。针对上述问题, 本文设计了一种偏心半潜浮筒式表层水温自动采集装置。该装置稳定可靠, 功耗低, 能够实现大水位变幅水文站表层水温的长期自动监测。通过在北碚水文站的比测, 该装置获得了较好的现场使用效果, 对水文监测的行业进步也起到了一定的推动作用。

2. 工作原理及整体装置设计

本装置的设计考虑到装置除了达到功能要求外, 还要尽量考虑漂浮物冲击、功耗等方面因素并要符合测量规范要求。其中, 根据水温观测规范要求, 采集的水温数据固定为断面水下 0.5 m 处水体温度; 水温传感器探头需要随着水位的变化同步调整安装位置, 但应始终保持水下 0.5 m 深度不变[3]。为达到以上要求, 本装置设计如下:

装置整体通过钢丝绳将偏心浮筒安装在上下支架之间的河岸上, 钢丝绳贯穿整个浮筒, 上下支架固定在河岸最低水位和最高水位处; 利用偏心浮筒自身的浮力及配重孔的作用使其下段位于水下 0.5 m 左右, 上段裸露于空气中, 通过钢丝绳上装有的自张紧装置和过载锁死装置, 可以使偏心浮筒在水位变化时通过自身浮力在钢

丝绳上上下下移动,使得安装于偏心浮筒内部的温度传感器探头与水面的垂直距离始终保持在水下 0.5 m 左右,满足规范要求。数据采集单元定时采集水温数据并传输给无线接收单元,并通过已建的水情遥测终端将数据发送到中心站。

3. 表层水温自动采集装置的设计

偏心半潜浮筒式表层水温自动测报装置主要包括偏心浮筒及控制室内的无线接收单元两部分,整体结构示意图见图 1。偏心浮筒的作用主要是水温采集和发送,控制室的无线接收单元主要是接收来自偏心浮筒发送过来的最新水温数据并缓存,等待本站水情遥测终端采集水温数据并与本站水位雨量数据一起发送到水情中心站。

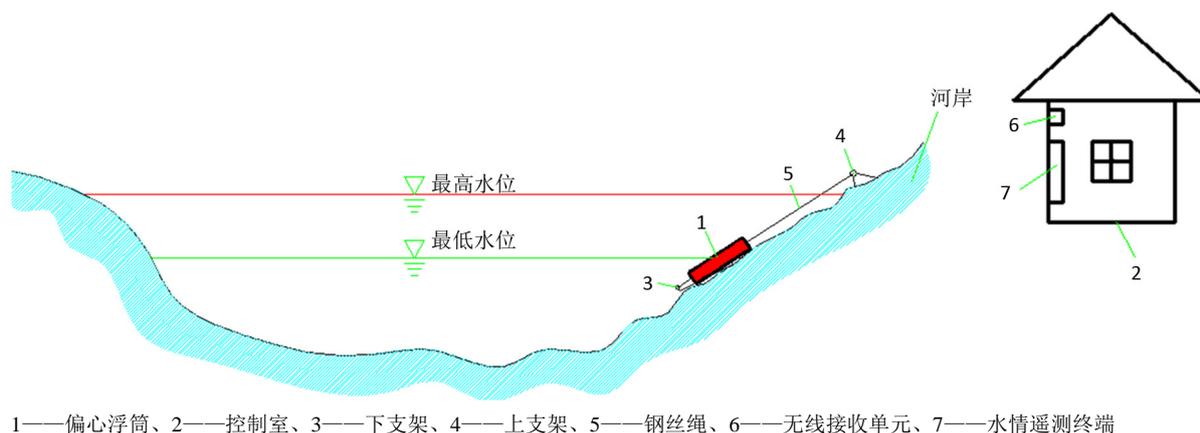


Figure 1. Overall structure of automatic acquisition device

图 1. 自动采集装置整体结构示意图

3.1. 偏心浮筒

偏心浮筒整体采用偏心结构,如图 2、图 3 所示。其外形结构设计成圆柱形,当浮筒缠挂上漂浮物时,能够因为偏心浮筒的旋转而自动飘走,从而在一定程度上防止漂浮物挂缠,避免浮筒沉入水下。浮筒外壳采用耐腐蚀抗老化且重量轻的 PVC 材料,具有一定的抗冲击能力;浮筒内部空隙采用泡沫填充,既可以在不影响浮筒浮力的情况下增强其防撞能力,又可以保证在浮筒外壳损坏的情况下不会减小其浮力,确保水温的正常测量。

偏心浮筒内部下端设有温度传感器探头,能够与河水接触。温度传感器选用满足测量精度要求的数字温度传感器;偏心浮筒内部上端设有定时功能的无线发射单元。

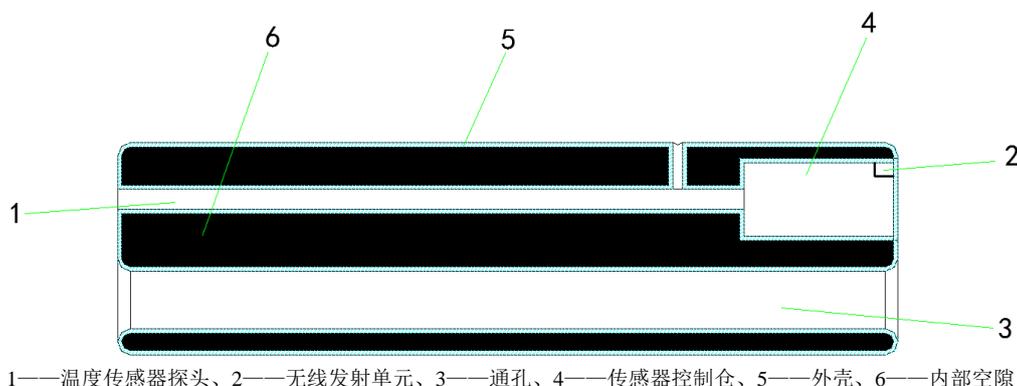
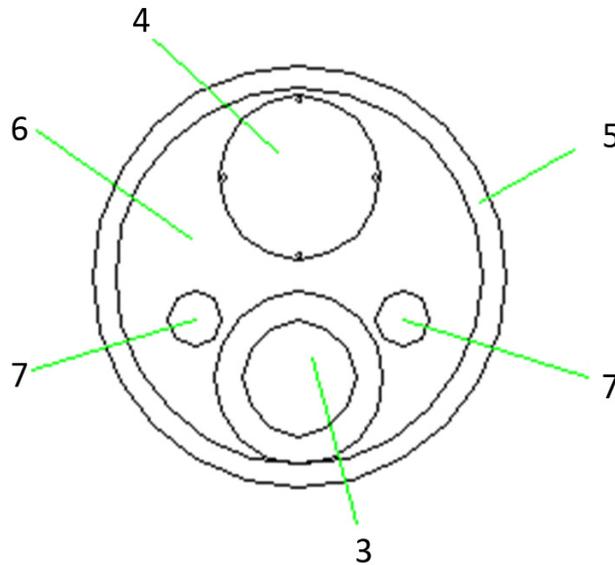


Figure 2. The Profile of eccentric buoy

图 2. 偏心浮筒纵剖面图



3——通孔、4——传感器控制仓、5——外壳、6——内部空隙、7——配重孔

Figure 3. The Cross section of eccentric buoy
图 3. 偏心浮筒横剖面图

为了减少本装置的功耗，无线发射单元设有定时电路，如图 4 所示，常态下只有定时电路通电，定时时间到(一般设置为 60 s)才给水温传感器、无线数传模块以及单片机上电，自动采集水温并发送到岸上无线接收单元后进入断电模式。无线发射单元采用锂电池供电，在不更换电池的情况下设备能够正常使用半年以上。

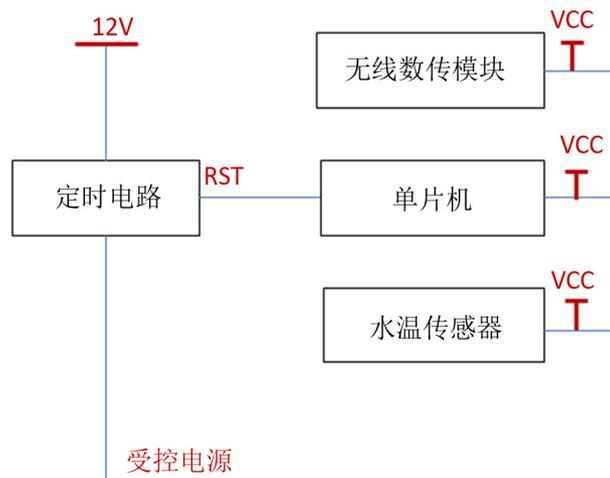


Figure 4. The Principle block diagram of wireless transmitting unit

图 4. 无线发射单元原理框图

3.2. 无线接收单元

无线接收单元安装在控制室内，控制室与偏心浮筒的直线距离小于 1000 m。无线接收单元始终处于上电状态，采用 RS485 与水情遥测终端接口，水情遥测终端采集无线接收单元里缓存的水温数据。当无线接收单元将缓存的水温数据成功传送给水情遥测终端后，则自动清除缓存的数据，此时水情遥测终端再次采集水温时将为负数，直到无线发射单元有新的数据上传。

3.3. 配件

偏心浮筒内部贯穿有钢丝绳，钢丝绳两端均伸出偏心浮筒外，并分别与上、下支架固定连接，两个支架均安装在河岸壁上。为了使得钢丝绳和上下支架具有较长的使用寿命，均采用不易腐蚀的 304 不锈钢材质。另外，上下支架的基座采用钢筋混凝土浇筑来将其固定以保证其强度。

钢丝绳要保证与水平面夹角在 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 之间，且尽量与河岸坡度平行，确保偏心浮筒能够在钢丝绳上自由滑动并在任何水位出现故障均方便维修。钢丝绳设有自张紧装置和过载锁死装置：自张紧装置的设计使钢丝绳的张力在冬夏温度变化时始终保持一致，从而不影响偏心浮筒在钢丝绳上自由滑动；过载锁死装置的设计，使得在汛期洪水中偏心浮筒和钢丝绳受到大力冲击或撞上漂浮物突然受力增大时，可以立即锁死钢丝绳以保护设备不被破坏。

4. 在北碚水文站的应用

4.1. 北碚水文站简介

北碚水文站位于嘉陵江观音岩峡内，测验河段顺直，断面上游距毛背沟 1.2 Km，下游距江家沱 1.5 Km，当三峡电站蓄水位较高时，测验断面上游右岸 1.5 Km 处有小溪凉滩河汇入，对本站测验无大的影响。在本装置投产前，每天 8 时人工观测表层水温数据一次，本项目投产后，拟采取逐时自动采集表层水温。

4.2. 装置安装

需要特别注意的是，表层水温采集装置的下支架需要安装在测站的历史最低水位下方，上支架在测站的历史最高水位上方，使得偏心浮筒在安装测站的历史最高水位和最低水位时均能正常使用并留有余量。浮筒安装入水后根据现场实际情况通过配重孔增加配重来调整浮筒浮力，确保传感器探头距水面 0.5 m。现场安装如图 5 所示。

在现场使用过程中，需要定期清除钢丝绳周围 10 m 内的杂草灌木，从而清理出在钢丝绳下方的检修步道，确保在设备装置出现故障时，不同水位范围都能及时检修。

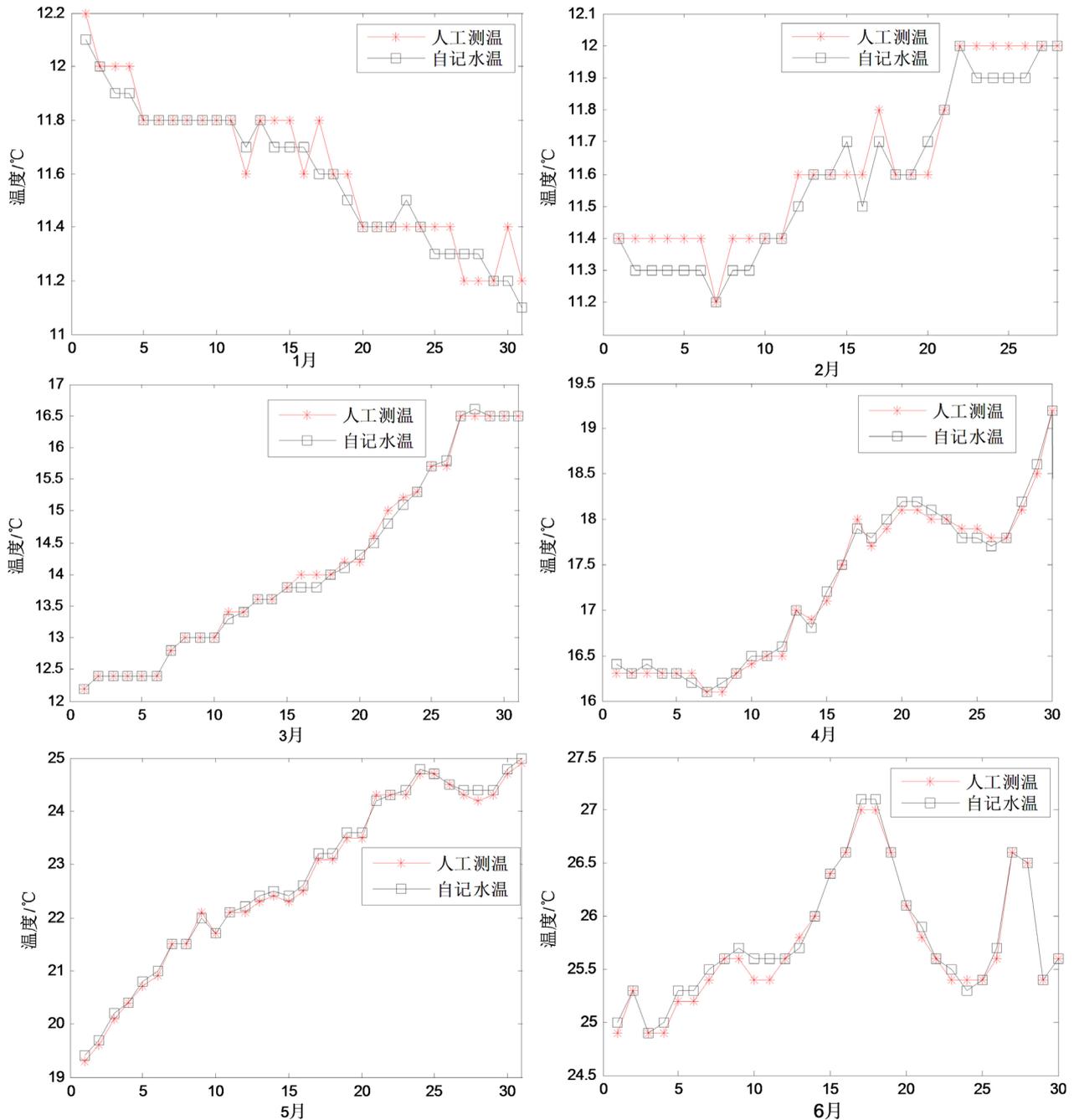


Figure 5. The field installation diagram of eccentric buoy
图 5. 偏心浮筒现场安装示意图

4.3. 现场比测分析

以北碚水文站 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日的人工采集水温数据和本文装置自动采集的水温数据进行比较。为了方便和北碚站人工采集的水温数据进行比测，本装置的数据也采用 8:00 的水温数据。比测结果如图 6 所示。

北碚水文站自记水温与人工水温同步比测 1 年，比测期间最大水位变幅 27.45 m，最大流速 4.89 m/s，水温变化范围为：11.1℃~27.1℃。与人工采集水温数据相比，本装置所测的水温最大误差±0.2℃，系统误差为 0.012%，随机不确定度为 1.10。因此，本装置自动采集的水温数据比测误差很小，取得了良好的现场水温测量效果。



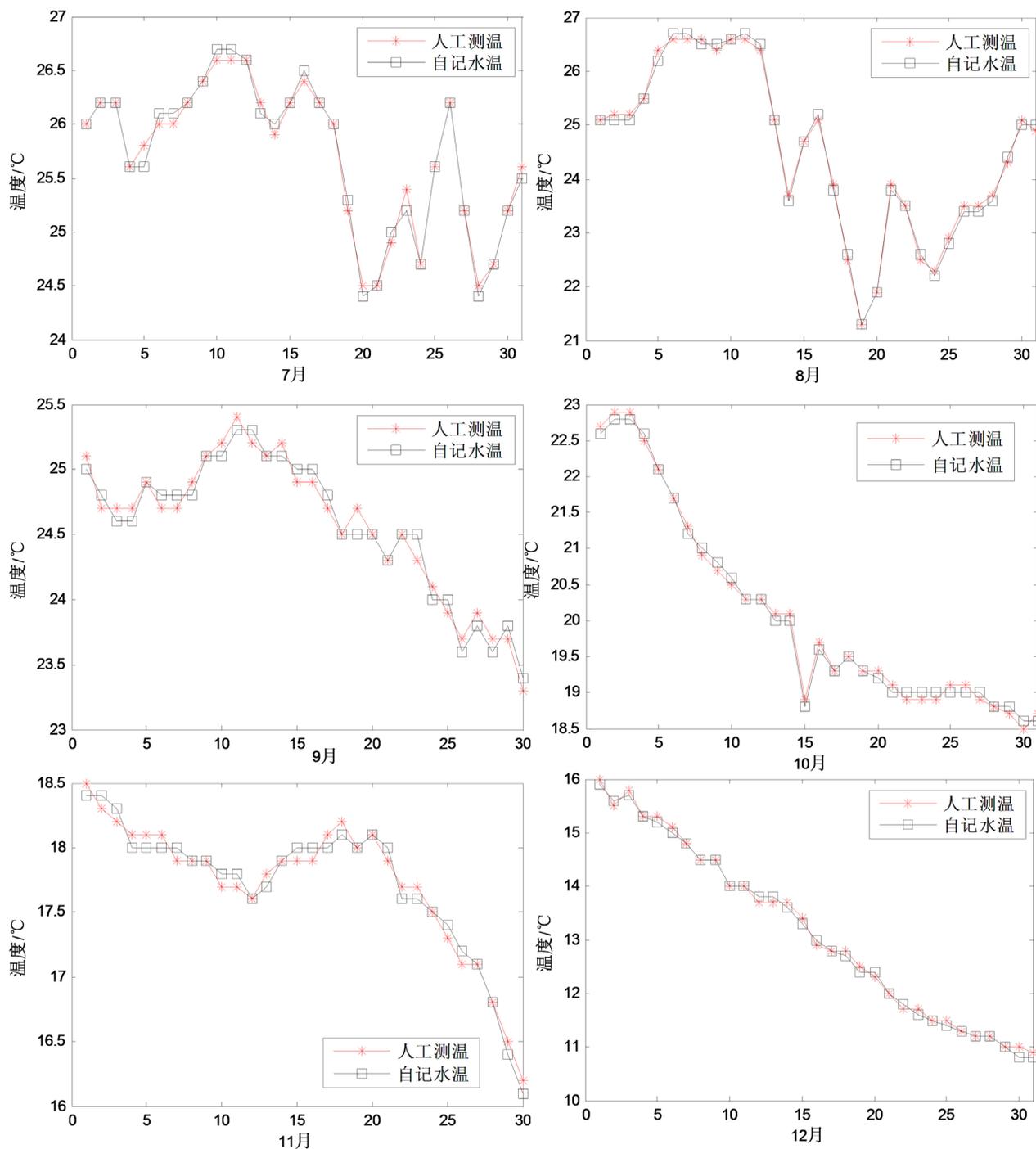


Figure 6. Comparison of artificial water temperature and self recorded water temperature data

图 6. 人工水温与自记水温数据对比

5. 结语

由中国三峡建设管理有限公司、长江上游水文水资源勘测局和重庆溯水科技发展有限公司联合研制的本文所述的偏心半潜浮筒式表层水温自动采集装置安装方便,解决了大水位变幅的水文站表层水温的自动测报问题。北碚水文站的比测分析表明,该装置的测量精度满足要求;该装置经过嘉陵江 2020 年 2 号洪水的考验,可靠性

高, 已在北碚水文站投产使用, 并有望进一步应用推广到其他水文站。

参考文献

- [1] 安磊, 赵军. 河流水温研究综述[J]. 水能经济, 2017(12): 67-67.
AN Lei, ZHAO Jun. Review of river water temperature research. *Hydroenergy Economy*, 2017(12): 67-67. (in Chinese)
- [2] 董丽梅, 徐火清, 樊寒冰, 等. 一种偏心半潜浮筒式岸温自动测报装置[P]. 中国专利, 2020210326592, 2021-01-12.
DONG Limei, XU Huoqing, Fan Hanbing, *et al.* An eccentric semi submersible buoy type shore temperature automatic measuring device. Chinese Patent, 2020210326592, 2021-01-12. (in Chinese)
- [3] 水利部黄河水利委员会水文局. SL58-2014, 水文测量规范[S].
Bureau of Hydrology, Yellow River Water Resources Commission, Ministry of Water Resources. SL58-2014, hydrological survey specification. (in Chinese)