

# Analysis of Water Temperature between Automatic Thermometer and Human Observation Values in Poyang Lake

Jing Wang, Tingting Liu, Xiaodong Liu, Xian Li

Hydrology Bureau of Poyang Lake, Xingzi Jiangxi  
Email: 422562357@qq.com

Received: Aug. 31<sup>st</sup>, 2016; accepted: Sep. 24<sup>th</sup>, 2016; published: Sep. 27<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## Abstract

Human observation of water temperature can ensure the quality of data, but the work is in effective. Based on synchronous temperature data from the recording temperature and human observations, this paper analyses their relationship and establishes relationship models. The strength and weakness of these models are discussed. Test results show that the hybrid model has the highest precision and the simulation values are consistent with the true values. The maximum absolute error is less than 0.4°C. Recording temperature data after conversion can be used in Poyang Lake water temperature data base. It is suggested that recording thermometer can provide effective support of hydrological survey work.

## Keywords

Poyang Lake, Water Temperature Thermometer, Human Observation, Analysis and Comparison

# 鄱阳湖自记水温与人工水温关系模型探讨

王 婧, 刘霆霆, 刘晓东, 李 娴

江西省鄱阳湖水文局, 江西 星子  
Email: 422562357@qq.com

收稿日期: 2016年8月31日; 录用日期: 2016年9月24日; 发布日期: 2016年9月27日

作者简介: 王婧(1987-), 女, 主要从事水文水资源监测研究工作。

文章引用: 王婧, 刘霆霆, 刘晓东, 李娴. 鄱阳湖自记水温与人工水温关系模型探讨[J]. 水资源研究, 2016, 5(5): 516-520.  
<http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2016.55060>

## 摘要

长期以来,鄱阳湖水温测验工作一直采取人工观测方式,这种方式易于保证测验质量,但工作量大,且效率低下。本文以鄱阳湖星子水文站为例,基于自记水温计与人工观测水温的同步观测资料,探讨两者之间的关系,并建立几种水温关系模型,分析比较各模型优缺点,分析误差产生的原因。结果表明:混合模型法精度最高,模拟值与真值误差在 $0.4^{\circ}\text{C}$ 以内,自记水温计观测数据经过换算后,可以用于湖区水温资料的整编。表明自记水温计可为水文巡测工作提供有效的支持,并在水文巡测中起到一定的作用。

## 关键词

鄱阳湖, 水温计, 人工观测, 分析比较

## 1. 引言

鄱阳湖是中国最大吞吐型、季节性淡水湖泊,高水湖相,低水河相,具有“高水是湖,低水似河”、“洪水一片,枯水一线”的独特形态。为了能够更好研究鄱阳湖,中国科学院江西分院于1959年4月在鄱阳湖成立湖泊实验站,1993年更名为江西水利厅鄱阳湖水文分局,2005年更名为江西省鄱阳湖水文局。目前,鄱阳湖水文局在鄱阳湖湖区布设了流量站2站,水位站14站,雨量站19站等;其中观测水温主要有星子、都昌、棠荫、康山站,观测的手段是采用SWL1-1型表层水温计人工观测。

随着社会的不断进步,国家对水文投入力度的逐步加大,水文事业步入快速发展时期。同时,伴随着水文站网布局和功能的不完善,基础设施设备的大力改善,测报技术手段的显著提升,社会对水文工作提出了更高的要求,促使其不断的改革创新以适应快速发展的社会与环境。根据水文发展改革的必然要求,水利部水文局在《关于深化水文测报改革指导意见》一文中指出要构建“巡测优先、驻巡结合、应急补充”的水文监测体系,从而扩大水文资料的收集、拓展水文服务的领域、提高水文工作的效率。近几年,全国各地都在逐步开展水文巡测工作的探索和研究,有对测站巡测可行性的分析[1],有对新型仪器在水文巡测中作用探讨[2]等,表明水文巡测是水文改革发展的必要走向,在鄱阳湖区开展水文巡测是积极有益的,它将有利于解决当前监测任务增加与人员不足的矛盾,有利于基层测站队伍的稳定,有利于监测能力的提高,有利于水文服务工作的开展。但要实行水文巡测必然需要解决观测自动化的问题,从目前来看,各地对水温自动化监测使用的研究较少,而水温是湖泊水环境中极其重要的因素,是水文测验中重要组成部分,长期以来,鄱阳湖的水温均采用人工观测整编,效率低下,难以满足水文巡测的要求。2015年,鄱阳湖水文局引入MPM4710型自记水温计进行水温观测,并与人工观测数值进行对比观测。本文基于实时观测资料,探讨建立自记水温与人工观测水温之间的关系,对加快鄱阳湖区水文巡测工作的脚步,具有十分重要的实用意义。

## 2. 数据与方法

### 2.1. 仪器与数据

MPM4710型自记温度计广泛应用于海洋、江河测量、水利、城市防洪、生活供水等行业,其利用电池供电,具备无人值守连续运行的优点。该仪器采用最新微处理器技术,使传感器的压力和温度信号具有更高的精度和分辨率,压力传感器的线性和温度误差全部进行了数字化补偿。人工观测采用的仪器是表层水温计SWL1-1型,主要适用于海洋、湖泊、河流、水库等的表层水温度的测量,两种仪器水温观测值均按照文献[3]方法整理。

2015年8月至2016年8月,利用两种仪器在同一位置(见图1)进行同步观测水温,并对水温数据进行分析

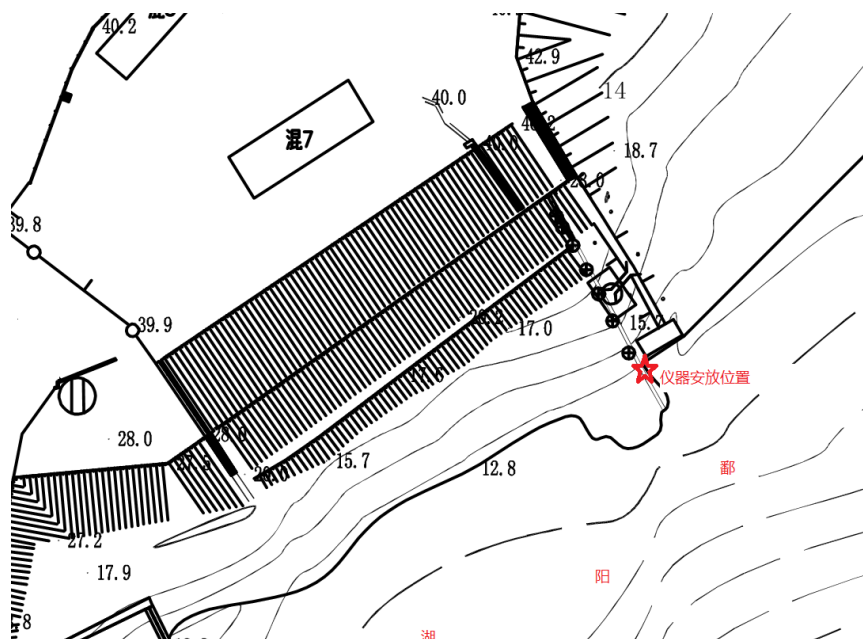


Figure 1. Sketch map of water temperature observation  
图 1. 水温观测位置示意图

整理，成果可靠。本文选取每日 8 时水温进行模型构建和分析。

## 2.2. 回归分析

线性回归是利用数理统计中的回归分析，来确定两种或两种以上变数间相互依赖的定量关系的一种统计分析方法，运用十分广泛。如果在回归方程中，只包括一个自变量和一个因变量，且二者的关系可用一条直线近似表示，称为一元线性回归方程。方程形式如下：

$$Y = BX + A$$

式中：A、B 为参数，X 为自变量，Y 为因变量。

因观测方式和观测仪器不同，本文从不同角度进行分析两者之间关系：1) 只考虑观测方式不同产生的随机误差，采用相关关系建立直接相关模型；2) 只考虑观测仪器不同产生的系统误差，计算出系统误差值，建立常数模型；3) 同时考虑系统误差和随机误差，建立混合模型。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 鄱阳湖水温变化基本特征

水温主要受太阳辐射的控制，还受到气温、湖流、风浪、微地形、水质、湖底质等因素的综合影响，同时，会随着时间和空间不同而发生变化，其分布特征是非常复杂的。

#### 3.1.1. 空间分布特征

水温在平面的分布比较复杂，本文将鄱阳湖大致分成南、北两大部分，南部以棠荫站、康山站水温为代表，北部以星子站、都昌站水温为代表。通过分析，各月水温自北向南逐渐升高。

从表 1 可以看出，南部湖区各月份水温较北部湖区高 0.1℃~3.5℃，年平均高 1.8℃；1、2、12 月温差相差较大，6、7、8、9 月温差相差较小。主要原因在于：1) 南部月平均气温较北部高；2) 北部为入江水道区，水深流急，散射作用较南部大。

同时, 根据徐火生等研究, 鄱阳湖水温还存在西岸比东岸水温低, 主槽比洲滩水温低的特征[4] [5]。

### 3.1.2. 年内、际分布特征

鄱阳湖星子站历年平均水温 18.3℃, 以 8 月份为界, 1~7 月为上升阶段, 8~12 月为下降阶段(见表 2), 最低水温一般出现在 1 月份, 最高水温一般出现在 8 月份; 各月份水温变幅基本在 7.1℃~11.5℃之间, 最大变幅出现在春夏交际的 4 月, 最小变幅出现在 8 月; 年平均水温的 Cv 值为 0.03, 除 1 月、2 月、3 月、12 月水温较离散外, 其余月份的 Cv 值在 0.03~0.09 之间, 表明鄱阳湖水温年、月变化较稳定。

## 3.2. 模型建立

根据建模思想, 建立了三个水温关系模型: 1) 直接相关模型就 MPM 自记水温与人工水温相关关系, 建立一元回归模型, 见图 2; 2) 常数法是假设 MPM 自记水温与人工水温值只相差个系统误差, 建立常数模型; 3) 混合模型法是考虑了仪器之间的系统误差和随机误差, 综合常数和和相关关系建立模型, 具体模型见表 3。

本文以人工观测水温为真值, 就误差合格率、最大绝对误差、系统误差和随机不确定度方面进行模型精度统计, 由表 4 可以看出混合模型法精度最高, 其次为常数模型法, 直接相关模型法精度最小。混合模型计算的

**Table 1.** Spatial distribution of Poyang Lake water temperature (unit: °C)

**表 1.** 鄱阳湖水温空间分布(单位: °C)

| 站点 | 1月   | 2月   | 3月   | 4月   | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 年均   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 北部 | 8.9  | 9.3  | 11.0 | 12.1 | 13.8 | 15.9 | 16.7 | 16.2 | 14.6 | 11.8 | 10.5 | 9.3  | 12.5 |
| 南部 | 12.5 | 13.0 | 13.9 | 14.4 | 14.9 | 16.4 | 16.8 | 16.3 | 14.9 | 13.2 | 12.9 | 12.7 | 14.3 |

**Table 2.** Monthly mean water temperature and its variation from 1960 to 2015 at Xingzi station (unit: °C)

**表 2.** 1960~2015 年星子站月平均水温及变幅(单位: °C)

| 月份   | 1月   | 2月   | 3月   | 4月   | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 年均   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平均水温 | 6.4  | 7.6  | 11.2 | 16.9 | 22.4 | 26.0 | 29.4 | 29.7 | 25.8 | 20.2 | 14.6 | 9.0  | 18.3 |
| 变幅   | 7.1  | 9.0  | 10.5 | 11.5 | 9.0  | 6.7  | 6.3  | 6.0  | 8.3  | 8.4  | 9.4  | 8.5  | 8.4  |
| Cv   | 0.18 | 0.24 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.09 | 0.16 | 0.03 |

**Table 3.** Water temperature analysis model

**表 3.** 水温分析模型

| 模型名称   | 模型形式  | 备注   |
|--------|---|--|
| 直接相关模型 | $Y_{\text{模拟}} = 0.9732 \times Y_{\text{自记}} + 1.5$ | Y <sub>自记</sub> : MPM 自记水温<br>Y <sub>模拟</sub> : 模型计算水温 |
| 常数法    | $Y_{\text{模拟}} = Y_{\text{自记}} + 1.0$               |  |
| 混合法    | $Y_{\text{模拟}} = 0.9732 \times Y_{\text{自记}} + 2.5$ |  |

**Table 4.** Comparison of the model accuracy (unit: °C)

**表 4.** 模型精度对比(单位: °C)

| 模型名称   | 误差合格率(%) |      |      |      | 最大绝对误差 | 系统误差 | 随机不确定度 |
|--------|----------|------|------|------|--------|------|--------|
|        | <0.2     | <0.4 | <0.6 | <0.8 |        |      |        |
| 直接相关模型 | 0        | 0    | 0    | 12   | 1.30   | 0.07 | 0.08   |
| 常数模型   | 32       | 52   | 68   | 84   | 2.60   | 0.01 | 0.04   |
| 混合模型   | 79       | 100  | 100  | 100  | 0.30   | 0.01 | 0.01   |

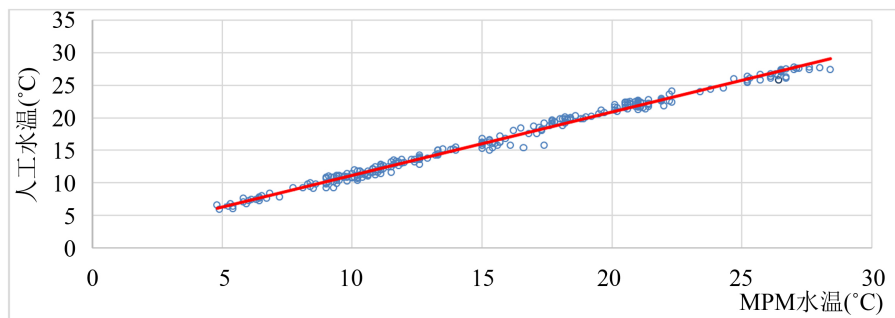


Figure 2. Relationship between MPM temperature and human observed temperature

图 2. MPM 水温与人工水温相关关系

水温与人工观测水温基本在  $0.4^{\circ}\text{C}$ ，大部分在  $0.2^{\circ}\text{C}$  之内，表明自记水温与人工水温之间误差产生的原因主要在于两个方面：1) 仪器之间的系统误差，基本维持在  $1^{\circ}\text{C}$ ；2) 人工观测时因观测人员水平和放置位置不完全固定而产生的随机误差。

#### 4. 结论与建议

鄱阳湖水温空间上具有南部比北部高、洲滩比主槽高等特点，时间上具有年际、年内变化较稳定的特点。同时，通过对 MPM 自记水温与人工观测水温值关系进行分析，从三种角度分别建立模型，经分析，混合模型法精度最高，模拟值与真值误差均在  $0.4^{\circ}\text{C}$  以内，自记水温度计观测数据经过换算后，可以用于湖区水温资料的整编。表明自记水温度计能够为水文巡测工作提供有效的支持，可以在水文巡测中起到一定的作用。

由于模型建立期间，星子水域实测最高水温  $27.8^{\circ}\text{C}$  (历年最高水温  $37.5^{\circ}\text{C}$ )，实测最低水温  $5.9^{\circ}\text{C}$  (历年最低水温  $0^{\circ}\text{C}$ )，与历年极值有一定的距离，这限制了模型的使用范围，建议在水温超出模型建立时水温范围时，进行实测对比，并修正模型。

#### 参考文献 (References)

- [1] 王东升, 高淑清, 曹大威. 水文测站水文巡测可行性分析[J]. 黑龙江水利科技, 2000(3): 23-25.  
WANG Dongsheng, GAO Shuqing and CAO Dawei. Analysis of hydrological feasibility on hydrological station. Heilongjiang Science and Technology of Water Conservancy, 2000(3): 23-25. (in Chinese)
- [2] 孙凯. 水文巡测工作中水文遥测水位系统的运用分析[J]. 科技创新导报, 2015(33): 60-61.  
SUN Kai. Hydrographic survey of the use of the water level of the hydrological telemetry system analysis. Science and Technology Innovation Herald, 2015(33): 60-61. (in Chinese)
- [3] 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.  
ZHU Xiaoyuan, ZHANG Liuzhu and Yao Yaongxi. A practical manual for hydrometers. Beijing: China Water Power Press, 2013.
- [4] 徐火生, 欧阳幸福. 鄱阳湖的水温[J]. 海洋与沼泽, 1989, 20(4): 343-353.  
XU Huosheng, OUYANG Xinfu. Water temperature of Poyang Lake. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1989, 20(4): 343-353. (in Chinese)
- [5] 徐火生, 汪泽培. 鄱阳湖水温的时空变化规律[J]. 水文, 1989(6): 28-32.  
XU Huosheng, WANG Zepei. On the regularities of temperature fluctuations in Poyang Lake. Journal of China Hydrology, 1989(6): 28-32. (in Chinese)