

Comparative analysis of manual and automatic observation data of frozen soil in Nagqu area

Cangla Baimadeqing Cangjue

Xizang Naqu Meteorological Bureau, Naqu, Xizang, 852000, China

Abstract

With the requirement of comprehensive automation reform of ground meteorological observation nationwide, all ground meteorological observation elements have been converted from manual to automated observation. In 2022, three manned meteorological stations in Nagqu area (Nagqu City, Anduo County, and Suo County) installed the DTD5 automatic frozen soil observation instrument. In October of that year, manual and automatic parallel observation of frozen soil began. This article mainly compares and analyzes the observation data of frozen soil in the early freezing period, stable freezing period, and melting period during the artificial and automatic parallel observation period of frozen soil in Nagqu City from October 29, 2024 to April 10, 2025. After analysis, there is a positive correlation between manual and automatic observation of frozen soil, except when the instrument malfunctions. The analysis conclusion can provide theoretical reference for the automation of frozen soil observation elements in Nagqu area.

Keywords

frozen soil, automatic frozen soil analyzer, freezing period

那曲地区冻土人工观测与自动观测数据对比分析

仓啦 白玛德庆 仓决

西藏那曲市气象局, 中国 · 西藏 那曲 852000

摘 要

随着全国地面气象观测全面自动化改革要求, 所有的地面气象观测要素已实现了人工转自动化观测。2022年那曲地区三个(那曲市、安多县、索县)有人气象台站安装了DTD5型自动冻土观测仪, 当年10月开始进行了冻土人工与自动平行观测。本文主要利用那曲市2024年10月29日至2025年4月10日一个冻融周期冻土人工与自动平行观测期间对冻结前期、冻结稳定期、融化期观测数据进行对比分析。经分析, 除了仪器出现故障时外冻土人工观测和自动观测期间二者之间存在正相关性。分析结论可以为那曲地区冻土观测要素实现自动化提供理论参考依据。

关键词

冻土; 自动冻土仪; 冻结期

1 引言

冻土是指含有水分的土壤因温度下降到 0°C 或 0°C 以下而呈冻结状态^[1]。根据那曲地区气候特点每年的秋冬季 10 月土壤开始进入冻土期到次年 4 至 5 月份冻土融化, 具有冻结期长冻结层厚的特点。按照气象地面观测规范要求, 那曲市自冻土观测以来以使用人工观测方式, 冻土观测期每日 08:00 时使用 TB1-1 型的冻土器进行观测记录 1 次冻土数据。随着气候监测, 能源开发, 农牧业生产, 交通运输, 建筑物建设等领域对冻土观测数据的需求增多, 通过传统的人工观测方式利用冻土器测量的冻土数据精准度低, 不能达到气象观测现代化对高精度全面自动观测的需求^[2-3]。根据中国气

象局地面观测自动化改革要求, 2022 年那曲市三个台站(那曲、安多、索县)安装了 DTD5 型自动冻土观测仪, 当年 10 月份开始正式进行了冻土人工与自动平行观测, 已有近 3 年的平行对比观测时间, 三个站台平行观测数据均未通过审核, 尚且冻土观测未能投入自动化观测, 因此有必要进一步对那曲冻土自动观测和人工观测数据进行对比分析, 并结合实际研究误差出现原因。由于那曲索县和安多县气象台站自安装自动冻土观测仪到至今各种因素冻土观测期间冻土仪频繁故障, 数据错误或着断断续续观测值严重影响了观测质量, 没有完整的数据可参考, 因此没法进行对比分析。本文通过那曲市气象台站从 2024 年 10 月至 2025 年 4 月一个冻融周期的冻土人工与自动平行观测数据进行对比分析, 结合实际客观的评估冻土自动观测仪在当地应用期间的性能及适用性, 为那曲市气象地面自动观测业务中顺利实现冻土自动化观测项目提供参考依据。

【作者简介】仓啦(1990—), 藏族, 中国西藏那曲人, 本科, 工程师, 从事气象综合观测研究。

2 冻土观测仪器的工作原理

那曲市三个台站安装的自动冻土观测仪均为DTD5型,该仪器的原理是根据水与冰相变后电阻发生改变的物理特性,利用非纯净水做感应介质(当地自来水、井水、河水即可),每隔1cm设置一个电极,根据每层电极检测信号判别的土壤冻融状态,通过数学模拟计算出土壤冻结层次及其上限和下限深度^[4]。DTD5型冻土自动观测仪由软件和硬件两部分组成;软件为嵌入式软件,硬件由观测传感器和数据采集器、供电单元和外围设备等组成,并独立挂接至串口服务器^[4]。人工冻土观测仪器采用TB1-1型冻土器,冻土器由内、外管组成。外管为一根硬橡胶管上面刻有0cm的刻度线,内管为一根橡皮管上面刻有厘米刻度,底端封住,顶端与铁盖、木棒及短金属管相连。内管里灌注当地的自来水(绝不能灌矿泉水)至0刻度线处。观测时根据内管冰柱所在的位置,读出冰柱上下两层的相应刻度数,即为冻结层的上、下限深度值^[1]。

3 平行观测数据对比分析

3.1 平行观测数据趋势分析

利用那曲市气象台站2024年10月至2025年4月开展的一个冻融周期人工与自动冻土平行观测数据,从那曲市气象台站冻土人工与自动平行观测的对比结果(图1)可知,经分析冻土人工观测和自动观测冻土最大深度数据整体趋势基本一致,且那曲市土壤冻结时冻土人工观测与自动观测开始上冻时间基本一致均为2024年10月29日;经研究分析,除后期冻土融化阶段以外整个冻土观测期最大冻土深度人工观测值和自动观测值均接近,说明最大冻土深度人工观测值和自动观测值一致率较高。

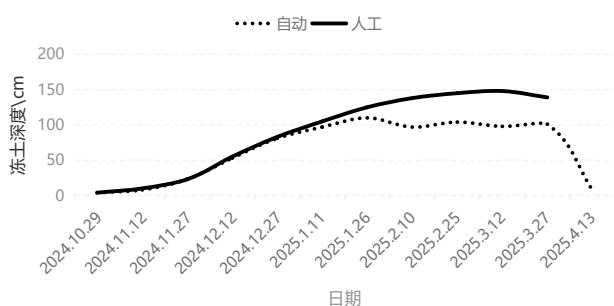


图1 那曲市2024年10月-2025年4月人工与自动冻土趋势对比

3.2 平行观测差异性分析

3.2.1 冻结前期

因冬季那曲地区昼夜温差较大,冻结前期冻土夜间冻结、白天融化,为了数据的准确性和减少误差,本文章冻土人工与自动观测对比使用的数据统一为08:00时观测冻土数据。从分析结果由图2可知,那曲市冻结前期时间2025年10月29日至11月24日共有27d,随着温度下降当地土壤

进入冻土期之后冻土人工与自动观测仪器不同方式采集数据开始进入冻结前期。经分析,冻结前期冻土人工观测和自动观测开始时间一致,冻结前期整体冻土最大深度人工观测值和自动观测值相差不大,冻土人工观测与自动观测数据绝对偏差均在<5cm以内,冻结稳定期开始数据差异变大。总体来看,那曲市冻结前期冻土人工和自动观测数据绝对偏差较小。

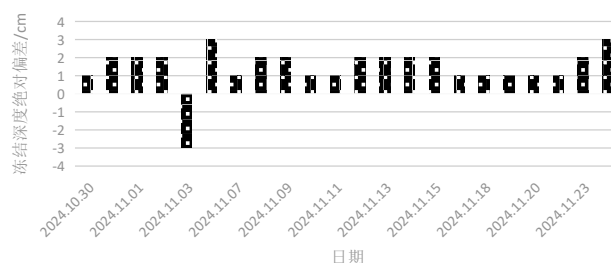


图2 那曲市冻结前期冻土深度绝对偏差对比图

3.2.2 冻结稳定期

按照规定,当冻土深度稳定达到10cm后进入冻结期^[5]。那曲市冻土深度冻结稳定期为2024年11月25日至2025年3月12日共有108d。从分析结果由图3可知,那曲市冻结稳定期冻土人工观测数据和自动观测数据绝对偏差在1~50cm,绝对偏差较大;冻结稳定期冻土人工观测与自动观测数据绝对偏差>10cm的由51d,占整个冻结稳定期46%。冻结稳定期有2d冻土自动观测值大于冻土人工观测值,其余时间冻土自动观测值均小于人工观测值,往后二者差值越来越大,整体上冻土人工观测和自动观测在冻结稳定期绝对偏差较大。

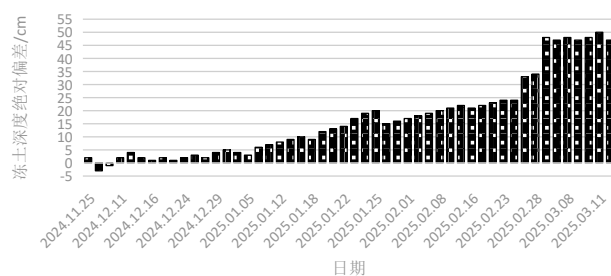


图3 那曲市冻结期冻土深度绝对偏差对比图

3.2.3 冻土融化期

冻土融化期为随着温度的上升冻土开始慢慢融化至全部融化的日期。那曲市气象台站冻土融化期时冻土人工观测融化结束时间为2025年4月11日,但自动冻土仍有31d观测数据,与往年同期冻土人工观测数据趋势情况对比分析可知,那曲市冻土人工观测数据每年的4月中旬左右基本完全融化,加之自动冻土观测任务尚且处于试运行期,故此次冻土融化期结束时间为人工观测为准。

那曲市冻土融化期时间为2025年3月13日至2025年4月10日共有29d。从分析结果由图4可知,融化期那曲市

冻土人工观测和自动观测值深度上限绝对偏差在 1~67cm, 冻土深度上限绝对偏差 > 10cm 的有 17d; 冻土深度下限绝对偏差在 4~135cm, 冻土深度下限绝对偏差 > 10cm 的有 28d。那曲市冻土融化期冻土上限、下限都偏差比较大。

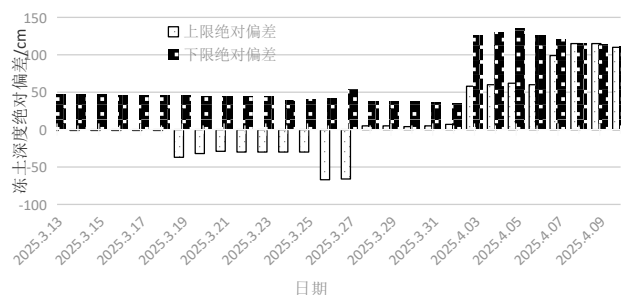


图4 那曲市融化期冻土深度绝对偏差对比图

4 误差原因分析

4.1 冻土仪故障

自 2022 年那曲市三个有人台站安装了 DTD5 型自动冻土观测仪之后, 除那曲市气象台站冻土自动观测仪运行情况较好之外, 其余两个台站的仪器因安装期间人工操作不当或者仪器长途搬运造成损坏、以及仪器性能不适应高寒高海拔气候和地区等因素观测期间仪器频繁出现故障, 导致多次出现数据错误或者长期缺测状况, 严重影响数据可用率。

4.2 安装时 0 刻度线不标准或者土壤密度较小

那曲市三个台站的冻土自动仪安装时当地已进入冻土期, 安装完后周围土壤较松弛, 一段时间之后土壤出现沉降现象, 导致 0 刻度线偏低; 安装仪器时采用土壤开挖后填埋的方式, 导致冻土仪外套管周围土壤密度与人工冻土器不同, 会影响观测数据准确度; 人工冻土器与自动冻土仪安装地方间距较大, 彼此土壤性质和环境略不同, 也会造成误差。

4.3 人工冻土器和自动冻土仪工作原理不同

冻土人工观测和自动冻土观测工作原理不同是产生数据差异的主要原因^[4-6], 冻土自动观测仪是最近几年才投入业务应用, 传感器和采集器算法软件还需要不断的改进提

升, 可以通过平行观测数据进行校正自动观测算法, 使观测数据准确度不断的改进, 着力实现冻土观测自动化。

5 结论

本文章主要对那曲市气象台站从 2024 年 10 月至 2025 年 4 月开展的一个冻融周期开展的冻土人工观测和自动观测平行观测数据进行分析, 得出结论如下:

(1) 经研究, 那曲市台站整体冻土人工观测和自动观测数据一致率较高;

(2) 冻结前期冻土人工观测值与自动观测值之间相差不大, 冻结前期土壤开始上冻时间相同, 二者绝对偏差均在 < 5cm 以内;

(3) 在冻结稳定期冻土人工观测和自动观测数据绝对偏差较大, 冻土深度绝对偏差最大为 50cm, 整体上人工观测值均大于自动观测值;

(4) 冻土融化期冻土人工观测和自动观测数据冻土上限绝对偏差较小, 下限绝对偏差较大。冻土人工观测融化结束后冻土自动观测仍有 31d 数据, 冻土人工观测和自动观测融化期差异性最大, 一致性较低;

(5) 冻土人工和自动观测存在正相关关系, 而且比较显著。

参考文献

- [1] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社, 2003.
- [2] 王艳丽, 息涛, 张鹏, 等.1961-2010年辽宁省季节性冻土变化特征分析[J].现代农业科技, 2013, (21):241-242.
- [3] 沙莉, 张艺萌, 马成芝, 等.辽宁沈阳地区冻土深度自动观测方法研究[J].气象水文海洋仪器, 2019, (2):56-59.
- [4] 芮建文, 芮建梅, 杨婷婷, 等.DTD5型冻土自动观测仪的安装及维护[J].气象水文海洋仪器, 2022, (2):112-113.
- [5] 赵晓英, 等.冻土自动观测仪与冻土器数据对比分析[D].气象水文海洋仪器, 2023, (4):60-62.
- [6] 陈海波, 李鹏, 李翠娜, 等.基于FDR原理的冻土测量方法[J].气象科技, 2018, (6):1081-1086.