

气象计量检定现状与发展

Min Zhang^{1*}, Jian Zhang², Chaoming Zhang¹, Shuangen Jin¹

¹ 山西省大气观测与技术保障中心 山西太原

² 新疆维吾尔自治区气象局 新疆

【摘要】 气象计量始于 20 世纪 50 年代, 为观测网络数据的准确性和可比性做出了重要贡献。气象计量检定是保证气象观测设备质量和传递气象要素计量标准的重要环节, 开展科学性、规范性和高标准的气象观测仪器计量检定, 是我国各气象台站观测数据可比性、准确性和一致性的重要保证。随着气象计量检定事业的不断发展, 特别是现代气象技术支撑工作建设的需要。随着科技的发展, 气象观测数据越来越依赖于仪器的采集, 但仪器本身的基线漂移导致测量或检测数据的可靠性随着时间的推移而降低, 因此气象计量检定在气象业务中具有重要意义。

【关键词】 气象学; 计量检定; 现状

【收稿日期】 2025 年 5 月 15 日

【出刊日期】 2025 年 6 月 12 日

【DOI】 10.12208/j.ccm.20250005

Current Situation and Development of Meteorological Metrological Verification

Min Zhang^{1*}, Jian Zhang², Chaoming Zhang¹, Shuangen Jin¹

¹ Shanxi Provincial Atmospheric Observation and Technical Support Center, Taiyuan, Shanxi

² Xinjiang Uygur Autonomous Region Meteorological Bureau, Xinjiang

【Abstract】 Meteorological Metrology began in the 1950s and has made important contributions to the accuracy and comparability of observational network data. Meteorological Metrological verification is an important link to ensure the quality of meteorological observation equipment and the transmission of meteorological elements metrological standards, and to carry out scientific, normative and high standard metrological verification of meteorological observation instruments, is our country each meteorological station observation data comparability, the accuracy and the consistency important guarantee. With the continuous development of meteorological metrology verification business, especially the need of the construction of modern meteorological technology support work. With the development of science and technology, meteorological observation data are more and more dependent on the acquisition of instruments. However, the baseline drift of the instrument itself causes the reliability of the measured or detected data to decrease with the time. Therefore, the verification of meteorological metrology is of great significance in meteorological operations.

【Keywords】 Meteorology; Metrological verification; Present situation

介绍

气象服务以气象观测数据为基础, 只有获取有效、可靠的观测数据, 才有可能进行数据分析, 提供优质的气象服务^[1]目前, 气压、温度、湿度、风向、风速、降水量的观测都完全依赖仪器设备, 因此观测数据是否可靠、准确, 主要取决于仪器设备的性能。

1 气象计量检定的意义

基线漂移是气象仪器中常见的现象, 即仪器的性能随时间而变化, 大部分漂移是永久性的。此时仪器设备将不能反映真实的气象状况, 直接影响飞行安全。同时, 气象数据的偏差将导致气象变化长期趋势的统计误差, 不可靠的数据积累将破坏气象数据分析的基础^[2], 为提供可靠的气象信息和数据,

*通讯作者: Min Zhang

注: 本文于 2023 年发表在 OAJRC Environmental Science 期刊 4 卷 1 期, 为其授权翻译版本。

需要气象观测仪器设备保证测量数据的准确性和可靠性,而这些都要以全行业气象测量的国家标准、规范和传输体系为依据,确保气象要素标准的可靠性和测量体系的统一性。

计量手段要做到单位统一、测量值准确可靠。采用科学方法和通用的监测手段是实现有效测量和准确计算的重要手段。通过测量可以有效地评价仪器的计量可靠性。计量检定对仪器设备的漂移给出修正值或修正曲线,对仪器设备进行校准。当漂移无法修正时,仪器设备就不能再使用。

2 气象计量检定业务现状

气象计量应当按照《中华人民共和国计量法》及其实施的原则和要求。对气象观测数据的误差辨识、气象观测数据的质量管理和气象观测数据的精度控制起着重要作用。随着气象事业的发展,气象观测仪器设备的数量不断增加,在测量精度要求上也达到了前所未有的高度。

目前,已形成以国家气象测量总站为技术核心、32个省级气象测量机构为主体的全国性气象测量服务网络。国家气象测量总站作为我国唯一的国家级气象专业测量机构,保持着已建立的所有标准项目的最高测量标准,并承担向各省级气象测量机构传递该目标标准值的任务。省级及省级气象部门省级分部机构是全国气象计量和台站标准值向台站观测仪器传递的中间环节[3],通过本省维护的省级气象计量标准,承担本省境内独立气象观测仪器的计量保障任务。全国及省级气象部门计量值的传递主要以计量检定方式进行,采用全国或部门统一的检定规程。中国气象局分部管理全国业务。在中国气象局综合观测司的统一规划下,全国各省级气象计量机构设立的业务能力基本一致。

国家气象计量站已建立了行业最高水平的温度、湿度、气压、风速、太阳辐射5项计量标准以及省级气象计量机构水平相当的降水计量标准。省级气象计量机构普遍建立了温度、湿度、气压、风速、降水5项计量标准,其中7个省份建立了太阳辐射计量标准,部分省市建立了酸雨、土壤水分测量标准。为应对中国观测网络规模的不断扩大,提高气象测量保障效率,2000年以来,中国积极探索区域自动气象站现场测量保障模式,大部分地市级气象局均配备了车载计量设备,开展区域自动气象站现场检定工作[4]。一些省份,如浙江,在地市级层

面设立了自己的气象测量机构。

自2008年以来,已投入近600万美元进行温度、湿度、气压和太阳辐射四参数环境模拟研究,预计在测量级准确度上实现观测仪器多参数测量性能的联合检验。2013年,各省气象计量站部署了省级气象计量管理系统,实现了自动气象站传感器检定的自动化、计量管理的规范化,在现行量值传递方式和管理体制下能够很好地完成检定工作,提高了工作效率。同时在上海和安徽开展的能见度模拟装置研究,于2016年6月完成,为能见度仪校准工作的开展提供了基础条件。自2013年以来,中国气象局投入研制气象测量校准自动化系统,该系统于2015年在国家气象计量实验室部署,工作效率提高一倍以上。

在国家级和省级气象计量机构的配合下,年检定能力可达3000多个自动气象站,可以满足2400多个国家级自动气象站的计量保障需求,但与我国地面气象观测系统已安装的6万多个自动气象站的整体计量保障需求相比,还存在一定的能力不足。所以,对于气象计量检定管理人员,可以借鉴目前一些技师执业资格证管理的经验模式,从培训、考核两个方面入手,建设一支专业知识丰富、熟悉业务的管理队伍。采取从国家级气象台站到省级气象台站再到县市级的技术保障形式,基本可以实现人员稳定、分级管理的目标,从而将气象计量检定工作推上一个新台阶。同时实现计量检定档案的电子化管理。档案不仅是计量检定工作中必要的支持证据,而且在仪器设备动态管理中发挥着重要作用,档案的高效、科学管理是计量检定管理的基础,因此,实现电子化管理是计量检定管理的必由之路[5]。条件成熟时,可在气象计量检定行业建立统一的计量检定档案,并进一步实现与固定资产管理系统、备件管理系统的联动管理。

3 气象计量发展趋势

未来的测量仪器和设备将更加智能化、微型化、集成化、芯片化、系统工程化。多台仪器联网已得到应用,虚拟仪器、三维多媒体等新技术开始应用。所用的测试设备将不再是纯机械的,而是集光、电、计算机、材料力学、物理、化学、生物科学等先进技术的高度集成的高新技术,电子技术与计算机技术成为测试设备的重要组成部分,通过计算机控制实现数据的自动采集、数据处理和自动校准。传统的测

量方式也由于现代自动化仪器和计算机技术的不断完善而发生了划时代的变化。数字测量正在取代模拟测量,测量将不再是模拟测量和纯仪器管理,而是高度数字化的测量和测量结果的高可靠性相结合。

计量管理模式的改变,校准与检定关系的多样化,计量保证方案将在气象等领域占主导地位,检定关系也将趋向多样化,计量管理模式将以计量保证方案为主。在我国,传统的量值传递方式虽然可以使仪器处于受控状态,为保证测量结果的准确性和一致性提供了必要的条件。但对测量结果出具后的仪器的可靠性和准确性没有进行进一步的考察和质量控制。测量保证计划(MAP)是一种新型的质量保证计划,在国外已得到广泛应用。它是一种对影响测量精度的各种因素,包括校准、测量方法、环境条件、测量仪器的使用、操作技术水平等进行综合的、受控的工作模式。以美国国家标准与技术研究院(NIST)为例,NIST通过《传输标准》发送给参与MAP实验室进行未知样品的测定,实验室将结果返回NIST,NIST根据测量的数据和相关参数,对该实验室的测量过程、实验条件、实验技术等进行综合评估,从而控制该实验室的测量过程,达到测量准确、统一、可靠的目的。

另一方面,气象测量的发展趋势体现在远程网络测量上。远程测量不仅体现在数据的采集、分析上,还体现在测量设备、测试数据的共享,测量环境与被测参数环境的分离,以及实现最优控制和预测等方面。远程测量通过各种形式的网络来实现,需要建立网络化测量环境,这样就可以通过互联网对仪器进行操作,在家庭、办公室和工作现场形成分布式测控网络,而MCN(测量与控制网络)标准正在积极制定中,并取得了一些进展,使测量与控制过程进一步网络化。网络使测量与控制的范围最大化,现在人们可以在任何地方有效地控制仪器仪表、测试和控制。在不久的将来,通过网络对气象等仪器仪表的状态进行监测甚至控制也将成为可能。

此外,表面及亚表面计量学将会有更大的发展,其应用也将更加广泛。表面形貌的测量与评价是目前纳米计量学研究的热点。扫描隧道显微镜(STM)是第一种在纳米尺度上测量三维表面形貌的方法,极大地推动了表面计量学的发展,随后出现了原子力显微镜(AFM)、激光力显微镜(LFM)、磁力

显微镜(MFM)、弹道电子发射显微镜(Beem)、扫描离子电子显微镜(SICM)、扫描近场光学显微镜(Snom)、光子扫描隧道显微镜(PSTM)等。这些仪器的应用不仅将对生物、生命科学、化学、材料科学、真空物理等产生巨大的影响,而且将成为气象测量领域的新鲜血液,我们将继续推进气象计量学的现代化。现在,研究人员的视野已经从表面微形貌测量拓展到表面微缺陷测量,从小规模表面测量拓展到大规模表面测量,从平面测量拓展到曲面、球面和非球面测量,表面测量延伸到亚表面测量,几何形状测量延伸到其他力学、物理等微量测量。

4 总结

为了保证气象观测网络观测数据的整体有效性,提出了覆盖全国气象测量网络的发展目标。为了实现这一目标,中国气象局对气象测量技术的研究给予了长期、持续的支持,为进一步提高气象探空数据质量做出了贡献。当前,气象领域的高新技术蓬勃发展,其发展速度、广度和深度往往超出常态,有的甚至以超出预期的速度向前推进,同时,由于国际化、一体化、一体化趋势明显,要使在高新技术的形势下,我国的气象测量能与之同步发展,必须建立一套完善的体制和相适应的机制,才能更加有效地促进我国气象计量事业的快速发展,站上潮流之巅。

参考文献

- [1] Huang Dong, Chen Yi, Chi Chunfang. The present situation and consideration of the transmission of meteorological measurement standard values in Fujian province [J]. Fujian meteorology, 2010(1).
- [2] Gong Jun. Analysis on the information management of the equipment of the meteorological metrology verification laboratory [J]. Technology, 2021(17): 90-91.
- [3] Feng Hui, Fan Jintao. Considerations on improving the verification ability of meteorological metrology [J]. Metrology, 2017, 37(Z 1): 311-312.
- [4] Zhao Min. Probe into the application of bar code technology in the management of meteorological metrology verification [J]. Rural Practical Technology, 2019(9): 127.
- [5] Feng Hui, Zhang Erguo. A study on the new distribution

- and informationization of meteorological metrology in Shaanxi Province [J]. Meteorology, Shaanxi, 2018(5): 44-45.
- [6] F.V. Brock. Passive Solar Radiation Shield: Wind Tunnel Testing, 9th Symposium on Meteorological Observations and Instrumentation, American Meteorological Society, Charlotte NC, 1995.
- [7] ND. Arora. Electron and Hole Mobilities in Silicon as a Function of Concentration and Temperature, IEEE Trans Electron Devices, ED-29.
- 版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**OPEN ACCESS**