

热能表计量检定的技术研究

张伟静

长治市综合检验检测中心, 山西 长治 046000

[摘要] 热能表计量检定技术是确保热能计量准确性和公正性的重要手段, 对于能源管理和能源节约具有重要意义。随着能源计量的广泛应用和发展, 热能表计量检定技术也面临着新的挑战和需求。因此, 开展热能表计量检定技术的技术研究, 具有重要的理论和实践意义。文中介绍了热能表的工作原理和检定方法, 分析了热能表计量检定常用的技术, 进而提出技术应用策略, 为相关领域的研究提供参考和借鉴。

[关键词] 热能表; 计量检定; 检定技术

DOI: 10.33142/aem.v5i9.9713

中图分类号: TK31

文献标识码: A

Technical Research on Metrological Verification of Heat Energy Meters

ZHANG Weijing

Changzhi Comprehensive Inspection and Testing Center, Changzhi, Shanxi, 046000, China

Abstract: The calibration technology of thermal energy meters is an important means to ensure the accuracy and impartiality of thermal energy measurement, which is of great significance for energy management and energy conservation. With the widespread application and development of energy measurement, the calibration technology of thermal energy meters is also facing new challenges and demands. Therefore, conducting technical research on the metrological verification technology of heat meters has important theoretical and practical significance. The article introduces the working principle and calibration method of heat meters, analyzes the commonly used techniques for metrological calibration of heat meters, and proposes technical application strategies, providing reference and reference for research in related fields.

Keywords: heat energy meters; metrological verification; verification technology

引言

在经济社会的不断发展下, 我国城镇供热水平得到了显著提升。目前, 通过集中供热体制, 能够实现供热设备的集中管理和运行, 确保供热的稳定性和一致性, 不仅提高了供热质量, 也提升了用户的舒适度和满意度。但随着供热体制的推广, 计量收费工作也面临着更多的挑战, 传统的计量收费方法存在不准确或不公平的问题, 无法满足现代社会对公平计费 and 能源管理的要求。热能表是一种专门用于计量收费的设备, 具有高精度和可靠性, 能够准确测量供热能量。国家对热能表的计量检定工作有着明确的要求, 并将热能表纳入了需要强制检定的产品目录, 在技术的创新发展下, 传统的热能表检定装置和方法可能已经不足以满足计量检定工作的需求。因此, 研究热能表的计量检定技术和方法, 并不断完善检定流程和装置, 是非常有意义的, 不仅可以确保计量检定工作与经济社会的发展需求相适应。同时有助于提高热能表的计量准确性和可靠性, 为供热计量收费工作提供更好的支持^[1]。

1 热能表的工作原理和检定方法

1.1 热能表的工作原理

热能表作为一种测量设备, 主要构成为配对温度传感器、流量传感器、计算器等三部分。其工作原理是先利用

配对温度传感器分别对热交换系统入口和出口处传热介质的温度信号进行测量, 而传热介质的流量信号则是利用流量传感器进行测量, 然后利用计算器采集和运算这些信号, 并将计算得到的热能值显示在屏幕上, 便于了解热交换系统的热能输出情况。在进行检定测试时, 需要确保水箱的水温符合检定规程标准。首先需要将变频水泵打开, 使得热气可以顺利进入稳压罐中, 当压力稳定后需要将进水口的阀门打开, 使热水流过标准流量计和被检热能表, 最后回流到热水箱中。为了控制流量会使用电磁流量阀门, 通过对电磁流量阀门的开度进行调节, 可以自动将流量控制在检定规程要求的范围内。在两个恒温水槽中分别放入两支标准销和被检热能表的温度传感器, 模拟进水口和出水口的温度, 然后让系统稳定运行几分钟, 将管路中的空气排出, 确保系统处于稳定状态才可以进行检定^[2]。检定系统会自动读取相关数据, 如: 温度、流量等, 在每个流量点完成检定后, 计算系统会自动计算出标准热量值。最后将计算系统得出的标准热量值与被检热能表的示值进行对比, 以评估被检表的准确性和精度。

1.2 热能表的检定方法

1.2.1 整体检定法

整体检定法主要是把热能表看作为一个整体的计量

检定方法,直接检定热能表所显示的累计热量值。这种方法在计量检定工作中是比较常见。整体检定法的优点是能够检定热能表的实际测量准确度,进而对热能表实际使用精度获得合理、有效的评价。还可以评估热能表的整体误差,经常应用于对热能表的常规检定中。此外,由于整体检定法不需要关注热能表各个部分的具体精度,因此工作效率较高。然而,整体检定法也存在一定的问题,如:当热能表组装和安装完毕后,最终的检定结果可能会受到各个部分的影响,因此,整体检定法只可以检定热能表的综合准确度,无法对各个组成部分的热量进行分别测量^[3]。

1.2.2 分体检定法

分体检定法是将热能表分解为多个组成部分,并对每个部分进行独立的检定。这是由于每个部件都会影响热能表的准确度,当其中任何一个部件出现误差时都会影响到最终的测量结果。常用流量的条件下是最常见的工作情况,所以在使用分体检定法时,通常会在常用流量条件下进行检定,保证热能表的准确度不超过误差规定的范围,提高测量结果的准确性。并且流量传感器的误差要求需要 $\leq 5\%$,这是为了确保在不同工作条件下,流量传感器的准确度都能够满足要求,从而保证热能表的整体性能^[4]。

分体检定法和其他检定方法相比具有操作简单、技术相对完善等优势,但是检定过程中也存在一些问题,一是:热能表由多个传感器组成,每个传感器在使用和检定条件下会有差异。这意味着在不一样的使用条件下,传感器的特性会发生一定的变化,虽然可以利用一些措施降低变化带来的影响,但是很难完全消除它们,因此让这种差异给分体检定工作带来了很大困难。二是:热能表使用时通常不设置绝热保护,导致在将金属套管插入供暖管路时出现导热误差,使得传感器的惯性增大。同时,插入点的位置可能会发生偏离,使得温度不能均匀地分布在插入截面上,进而增大了误差^[5]。

2 热能表计量检定的常用技术

2.1 热能表新型自动检定装置及其检定技术

为了改善热能表检定方法,提高效率并减少人为错误,需要应用热能表新型自动检定装置。这套装置应具备光电读写头,以更好地读写和自动检测通信接口和多种通信协议的热能表。同时,装置还应具备自动修正功能,用于修正热能表流量和温度仪表系数。采用这种方法和技术路线,可以根据热能表的结构特点,根据分体检定法检定热能流量传感器,包括仪表系数的修正和误差特性等。这种检定技术可以实现对热能表的批量检定和监管,为政府计量行政部门的执法提供良好技术支持。

在热能表新型自动检定装置中采用质量法原理实现流量传感器的流量系数的自动修正和误差特性检定。利用高精度电子秤对流经被检测热能表流量传感器的每个规定流量点的真实水量进行称量,获得准确的流量值作为参

考。然后,通过光电接口可以将每个热能表的流量特征参数进行读取,包括实际读数和仪表系数,将这些参数与实际水量进行比较计算,得到每个热能表的仪表系数修正值。接下来,利用光电读写头将修正后的仪表系数分别写入每个热能表中,实现流量仪表系数的自动修正。最后修正工作完成后通过与实际水量的比较,得到每个热能表的误差特性。

2.2 基于的大口径热量表检定技术

热量表是用于测量热能转换为热量的仪器。根据直径的大小,热量表可以分为小口径和大口径热量表。小口径热量表适用于直径小于 DN50 的热量表,而大口径热量表适用于直径大于 DN50 的热量表。由于大口径热量表与小口径热量表在原理上存在差异,所以不能简单地使用小口径热量表的检定装置模式。由于大口径热量表伴随着更大的热流量,其热水压强和温度也会存在提高,这对于热量表的技术指标提出了更高的要求。同时,也需要更新和改进配套的检定装置,以适应大口径热量表的特殊要求,保证大口径热量表的测量精度和检定结果的准确性。

按照《热能表》国家检定规程要求进一步研究大口径热量表的检定装置。检定装置包括配对温度传感器和计算器的检定,以及与小口径装置相同的试验装置。在设备配置方面,主要使用了流量模拟信号发生器、标准电阻箱、二等标准铂电阻、铂热电阻电测、恒温水槽等,并通过虚拟仪器监测、采集和处理信号。在检定过程中为了保证测量结果的可靠性和准确性,装置通过标准表加质量法进行检定。以主要标准器是天平,次要标准器是电磁流量计,使用天平对各个电磁流量计进行标定,然后将这些电磁流量计组合在一起,通过标准表法检定被检测的流量计,提高标定的准确度。另外,采用了自动控制的方式来控制各个环节,提高系统操作的安全性。并且通过调节阀和变频水泵的联合控制流量,确保系统的稳定性。系统工作原理见图 1。

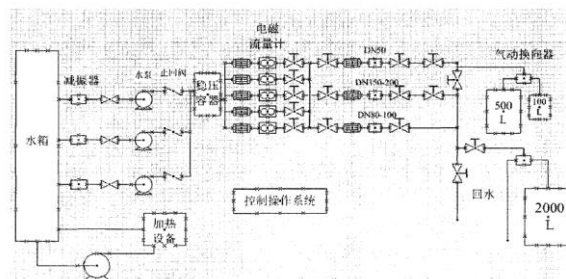


图 1 大口径热量表检测装置的系统原理图

2.3 基于 RFID 的热能表检定技术

热量表中射频卡和智能热测量是非常重要的部分。利浦的芯片属于常用的射频卡,其具有存储容量 8k、年数据保留 10 年、10 万次重写、不需要电池、无限阅读时间等参数。同时卡片拥有独立天线、通信电路、加密控制逻辑

电路,并与读写区之间采用 DES 和交叉研究保密算法,从而保证了高度的数据保密性能。在通信可靠性、抗干扰能力、防潮防水特性和使用便捷性方面具备了显著的优点。

智能热测量设备包含多个重要组件,如:机械转子式无磁流量传感器、微处理器、电压监控、温度传感器、无线电频率模块等。机械转子式无磁流量传感器主要对电流传感器机械转子流量计进行改进,通过安装一个小飞轮转子来采集和测量非磁性电流信号,具有轻巧的信号阻抗板,可广泛适用于不同流量范围的测量,并能够提供高精度的流量测量结果,适应不同水质条件下的使用。微处理器采用高性能且可靠的单片机,内部集成了复合信号处理器,以提高监控和处理性能,同时也具备成本效益。

温度传感器用于测量热交换器入口和出口的温度差,并通过精确度小于 0.1° 的信号传输,收集和校准流量信号、温度信号和非磁性流量计温度差信号。此外,在数据传输时利用射频传输模块。

采用模块化的设计方法来开发热量表的控制软件,使得各个功能模块可以独立运作,从而保证了热量表的可靠性和准确性。并充分考虑热量表的应用能力和灵活性,结合人性化的设计理念,设计具有优良性能的智能热量表,从而满足热能表的市场需求。

3 热能表计量检定技术的应用策略

3.1 制定定期检定计划,提高准确性

热能表计量检定过程中定期检定是非常重要的,可以确保热能表的测量准确性和稳定性。检定人员需要制定热能表的定期检定计划,根据相关标准和规定确定检定的时间间隔,一般来说,较为常见的定期检定周期为 1 年或 2 年。在定期检定过程中,对热能表进行全面的检查和测试,包括外观检查、机械性能测试、计量性能测试等,通过检定判断热能表是否存在测量误差,是否符合测量要求,从而采取相应的措施进行调整、修复或更换。同时评估热能表的长期稳定性,检查其在长时间使用过程中是否存在漂移或偏差,当发现热能表的测量准确性存在问题,需要及时校准或调整,确保其准确可靠地测量能源消耗。另外,通过定期检定的结果,可以评估能源消耗情况,监测能源使用效率,为能源管理和节能减排提供科学依据。

3.2 加强现场校准,消除误差

在实际使用环境中,热能表会受到温度、压力、流速等因素的影响,导致测量结果产生偏差。因此可以根据实际环境条件对热能表进行调整和校准,以消除环境因素对测量结果的影响,使其能够准确反映能源消耗情况。现场校准一般需要专业的技术人员进行操作,根据热能表的型号、规格和使用要求,选择适当的校准方法和工具,校准包括调整热能表的参数、修复或更换故障部件等。在校准

完成后,进行测量验证,通过对已知热量或能量的标准样品进行测量,检验校准后的热能表的准确性。并将校准过程中的各项数据和结果进行记录和整理,生成校准报告,包括校准日期、操作人员、校准方法和结果等信息,为后期提供更加全面的数据。

3.3 制定管理制度和监督措施

通过制定管理制度和监督措施可以确保热能表计量检定工作的规范和标准化,提高能源计量的可靠性和可信度。在管理制度中明确各项工作的责任、权限和程序,制定并执行热能表计量检定的操作规程,包括检定方法、检定设备和工具的选择和使用、检定过程的控制等,确保各个环节的工作按照标准和规范进行。建立审核机制,对检定结果进行复核和评估,确保符合指定的精度和要求。对于不合格的热能表,及时采取措施进行修复或淘汰。还需要制定记录保存的期限和方式,建立档案管理系统,确保检定记录的安全和可查性,并对检定记录进行定期的审查和汇总分析,发现问题并及时改进。另外,建立监督措施,对热能表计量检定工作进行监督和评估,包括定期组织内部审核和外部评审,对热能表计量检定工作进行全面的评估和监控。同时,建立投诉处理机制,对外部投诉进行调查和处理,及时纠正和改进问题,促进能源计量的准确性和公正性,并为能源管理和计费提供了可靠的基础。

4 结束语

综上所述,热能表计量检定是一项复杂而专业性要求较高的工作,需要不断优化和完善检定技术和检定装置,才能保证热能表计量检定结果的有效性和科学性。因此,加强对热能表新型自动检定装置及其检定技术、基于的大口径热量表检定技术、基于 RFID 的热能表检定技术等方面的技术研究分析,并在检定过程中制定定期检定计划,提高准确性,加强现场校准,消除误差,制定管理制度和监督措施,以提高热能表计量检定的效率和质量。

[参考文献]

- [1] 姜翰臣, 卢伟华. 基于 Micro: bit 的计量检定用温湿度监控系统设计[J]. 计量与测试技术, 2023, 50(7): 21-23.
- [2] 樊军, 刘永东, 国红等. 法定计量检定机构计量检定标准化管理探讨[J]. 中国标准化, 2023(14): 136-138.
- [3] 杨颖, 姚彬. 优化酸度计计量检定工作探析[J]. 品牌与标准化, 2022(4): 125-127.
- [4] 余秋军, 王梓龙, 杜娟等. TDC-GP21 的新型无线低功耗超声波热能表[J]. 电子世界, 2022(1): 184-186.
- [5] 李佳龙, 姜碧莹. 热能表检定工作中的常见问题及改进[J]. 中国计量, 2021(9): 126-128.

作者简介: 张伟静(1986.6—), 女, 山西省长治市人, 汉族, 本科学历, 助理工程师, 从事计量检定工作。