

One Kind of Energy Consumption Testing System for Electric Storage Water-Heaters

Daguo Chen*, Di Sun, Xiqun Gong

Ningbo Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau Technical Center, Ningbo Zhejiang
Email: cx.chendg@nbcic.gov.cn

Received: Jun. 1st, 2016; accepted: Jun. 19th, 2016; published: Jun. 22nd, 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

Based on the testing equipment in electrical safety testing laboratory, this paper increased a little control instruments and data acquisition instruments and used computer programming language to develop one kind of energy testing system for electric storage water-heaters. This testing system can be flexibly set to meet the multi-standards testing requirements and to achieve the purpose of controlling the tested process, data collection, data calculation and the other functions. The testing system also can satisfy the requirements of complex testing in automated control process. The paper has made a positive research to reduce testing costs and improve testing accuracy. The testing system has been applied in practice and has provided a high efficient and low-cost solution plan for domestic and foreign laboratories which have engaged in the energy consumption testing of electric storage water-heaters.

Keywords

Electric Storage Water-Heaters, Multi-Standards, Energy Consumption Testing, Automated Testing

一种储水式电热水器能耗测试系统

陈大果*, 孙迪, 龚锡群

宁波出入境检验检疫局技术中心, 浙江 宁波
Email: cx.chendg@nbcic.gov.cn

*通讯作者。

收稿日期：2016年6月1日；录用日期：2016年6月19日；发布日期：2016年6月22日

摘要

本文以电气安全检测实验室原有测试设备，在增加少许控制仪器和数据采集仪器的基础上，利用计算机编程语言，设计开发一种储水式电热水器能耗测试系统，可灵活设定控制参数，实现多标准要求下对测试过程的控制、测试数据的采集、测试数据的计算等功能，特别适用复杂测试过程中自动化控制的要求。本文在减少测试成本，提高测试精度等方面做出了积极研究，其论述的系统已在实践中应用，为国内外相关测试实验室进行储水式电热水器能耗的测试提供了一种高效低成本的解决方案。

关键词

储水式电热水器，多标准，能耗测试，自动化测试

1. 概述

储水式电热水器的能耗要求在国内外大多为强制性标准要求，对能耗的测试方法和测试设备的要求也不尽相同。世界各国储水式电热水器能效测试的标准大多参考 IEC60739 《Methods for Measuring the performance of electric storage water-heater for household purposes》以及美国的测试标准《10 CFR Part 430, Subpart B, Appendix E to Subpart B of Part 430—Uniform Test Method for Measuring the Energy Consumption of Water Heaters》[1]，各国根据自身国情选取以上两个标准中的若干个测试项目作为自己国家的能耗测试的指标。我国在 2009 年 3 月 1 日起开始对储水式电热水器强制实施能源效率标识制度，相应执行的标准为 GB21519-2008 《储水式电热水器能效限定值及能效等级》，其主要参考了 IEC60739 的测试方法。要完成以上标准的测试要求，实验室一般需要一套完整的测试系统，包含热水器进水系统、测试环境保障系统、定时控制系统、数据采集计算系统等。在测试过程中，能效指标的各个参数测试周期长、方法复杂，要想实现一套设备满足多个标准测试的要求，就需要储水式电热水器能耗测试系统具备一定的灵活性和扩展性。

目前，很多国内外储水式电热水器能耗检测实验室，一般都是采用造价昂贵的专用设备来进行能耗的检测，或者利用人工控制方式测试和计算，花费大量的财力或人力物力。而现状是，很多第三方检测机构的实验室，已经具备了一定的供水条件和环境条件，如果再去重复采购具有类似的功能的昂贵的设备而专一用于储水式热水器能耗检测，是一种浪费和重复投资，不利于节约资源和减少浪费。例如，具备洗衣机能效检测的实验室已经有了供水系统，可以实现水温和压力的控制；电气安全的实验室也会有一些控制环境的试验箱或房间，可以实现环境温度的控制，而水温水压和环境条件也是储水式电热水器能耗测试的必要条件，且为满足这些条件而采购设备的成本占据了热水器能耗测试成本的大部分。因此，基于以上考虑，本文论述的测试系统在宁波出入境检验检疫局技术中心利用和改造实验室原有的专用设备，实现水和环境的基本要求，在增加控制系统和数据采集计算软件的情况下，实现了储水式电热水器能耗的检测，系统可扩展性强且方便使用和测试，从而大大减小了检测设备的投入，同时又提高了检测精度，扩大了测试范围，实现了多标准的测试要求。这种低成本的利用原有造价高的设备进行改造后实现储水式电热水器能耗检测要求的测试系统，对于国内外众多的从事储水式电热水器检测的实验室来说，具有较强的可行性和可推广性，在生产领域和第三方检测机构都具有较高的实用价值。

2. 测试系统的技术方案

2.1. 技术方案的总体设计

储水式电热水器的能耗测试方法目前主要有两种，一种是 IEC 60379 《储水式电热水器性能测试方法》，我国的国标 GB21519-2008 就是依据 IEC 标准选取了部分项目作为能耗测试的指标。另一种使用美国能源部制定的测试方法，即《美国联邦法规集》“10 CFR PART 430, Subpart B”的附件 E “热水器能耗的性能测试方法”。这两种测试基本要求如表 1 [1] [2]。

从表 1 和相关标准要求看，一套测试系统一般由以下几部分组成：供水系统，环境控制系统，进排水控制系统，数据采集、计算系统等。要想节省人力同时提高测试精度，则进排水和数据采集等环节能实现自动化，要求能自动根据测试条件排水和采集温度、耗电量、流量等参数。因此，本文设计的系统整体构成见图 1。

2.2. 供水系统

从表 1 可以看到，热水器能耗检测时对水的要求主要有两条：水温和水压。水温在 15°左右，水压 0.28 Mpa 左右，这就需要一套能制冷、制热和加压的恒温水源。在洗衣机能耗测试系统中，也要求这样的一套的水系统。洗衣机能耗测试标准 IEC60456-2010 对水温要求从 15°到 60°不等，水压为 0.24 ± 0.05 Mpa [3]，可见，一个实验室如果具备了洗衣机能效的能力，只需额外借出一条供水回路，那么供水条件就可以满足热水器能耗检测要求，此举将大大降低供水设备的成本。本文的系统就利用宁波出入境检验检疫局技术中心原有的洗衣机供水系统，额外接出一条供水和回水管路，就提供了在最大 0.28 Mpa 水压下，温度范围为 10℃~70℃的供水，增加少许成本的情况下实现了热水器能效检测的用水需求。供水系统流程如图 2。

2.3. 环境条件

从表 1 看出，对储水式热水器能耗的要求环境温度维持在 20°左右，湿度未明确规定，标准 GB21519 规定了风速要小于 0.25 m/s [4]。因此，只要能满足安装空间、环境温度以及风速的要求，就可以实现储水式热水器能耗测试的环境条件。电气实验室中基本都有进行环境测试的环境箱，用来满足温度和湿度的测试要求。对环境试验箱，一般环境温度可实现-40℃~150℃可控，完全能够满足热水器 20℃环境温度的需求。但是，普通环境试验箱箱内的风速较大，一般都会达到 2 m/s 以上，大大超过标准要求。要解决此问题，可通过增加电机变频器来降低电机转速，从而达到降低风速的作用。由于储水式电热水器能耗测试所需的环境温度为 20℃左右，接近常温，风速的减少不会影响设备的正常使用。本文论述的系统使用了实验室已有的步入式环境箱，在实际验证过程中，将箱体内环境温度设置为 24℃，用变频器降低风速，变频器调整为 4.65 Hz 时，在箱体内环境从 16.3℃到 23.3℃变化过程中，可把风速从 2.3 m/s 降到 0.1 m/s，实例见图 3。降低风速后可稳定工作 72 小时未出现异常，完全能满足测试环境条件的要求。步入式环境箱空间尺寸为 16 m³，也能满足一般储水式电热水器安装空间要求。

2.4. 自动进排水系统

热水器能效测试系统的关键之一在于自动进排水的实现，从表 1 可以看到，国标只需要一次排水，人工方式排水问题不大。但是，美标却要求多次排水，两种标准排水与否的条件都在于排水温差。如果这一过程用人工控制，那将是一个非常费力和复杂的过程，且测试精度易出现偏差。本文论述的系统利用计算机程序进行排水与否的判断(包括水温差和时间、以及温控器断电等不同条件)，然后通过 PLC 控

Table 1. Contrast of testing requirements
表 1. 测试要求对比

序号	测试项目	美国标准	中国标准
1	环境条件	19.7°C ± 1.4°C	20°C ± 2°C, 空气流速 ≤ 0.25 m/s
2	储水温度	57.2°C ± 2.8°C	65°C ± 3.0°C
3	进水温度	14.4°C ± 1.1°C	15°C ± 5°C
4	进水压力	蓄水箱不排水时, 供水压力稳定在0.275 Mpa和热水器制造商允许的最大压力之间。	密闭式热水器, 不排水时压力在0.28 Mpa和额定压力之间, 波动在±0.05 Mpa之间。
5	排水流量	11.4 ± 0.95 L/min	根据额定容量大小, 在2~10 L/min或额定容量的5% L/min
6	排水温差	13.9°C	20°C
7	排水次数	多次排水	排水一次或不排水

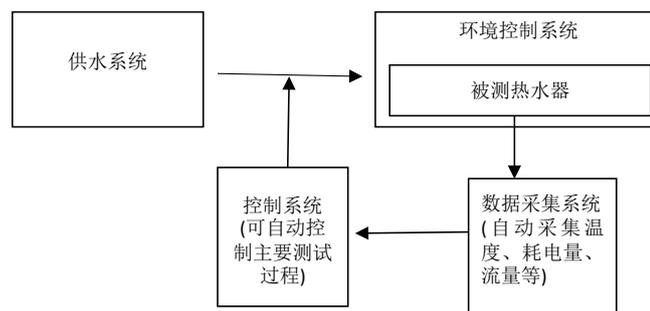


Figure 1. Overall diagram of system

图 1. 系统整体构成

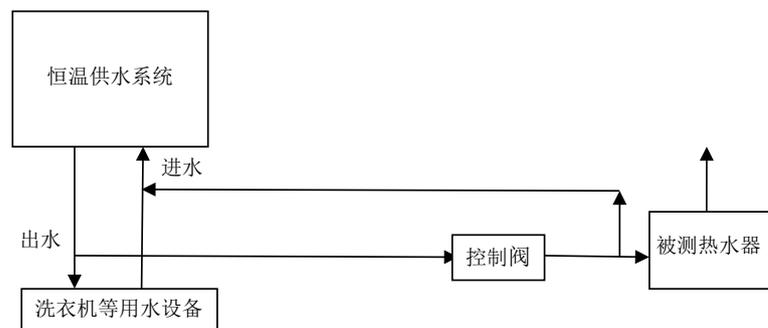


Figure 2. Diagram of water supply system

图 2. 供水系统示意图



Figure 3. Result of airflow adjustment

图 3. 风速调整结果图

制进水和出水端的控制阀来实现自动化排水过程。由于排出水的温度最高会有 65°C 左右, 可靠起见, 控制阀使用气动阀来控制进排水过程。排出水量的多少用涡轮式数字流量计来衡量, 流量计通过网络接口连接至 PLC 和计算机。排水流量大小的控制用一个球阀来调整。整个自动进排水过程如图 4。

2.5. 数据采集计算系统

储水式电热水器能耗检测需要采集的数据主要是测试过程中热水器消耗的电能、测试环境和热水器的进水、排水和储水温度以及测试过程中水的使用量, 采集到的数据再按照各个标准的计算要求计算出能耗指标参数。本文设计的数据采集计算系统中, 消耗的电能用带网络接口的电参数测量仪来实现; 各个温度值的采集也用带网络接口的温度采集仪来实现; 水的使用量用数字式涡轮流量计来采集传输。同时, 为了实现对热水器容积测量的自动化, 本文的系统采用了带网络连接功能的数字台秤, 然后通过软件去皮功能和进排水控制, 实现了容积的自动测量。所有采集到的数据传输到计算机后通过计算, 结果在计算机图形界面上显示出来, 同时过程数据通过 Excel 表格输出。为了系统的运行过程更加直观和控制反应的速度更快, 系统的主控节点采用触摸屏控制, 在触摸屏上实现检测过程中的手动或自动控制, 数据采集计算节点则使用计算机程序来实现相应的功能, 两者结合, 稳定高效的实现整个数据采集计算过程。数据采集过程如图 5 所示。

系统开发完成后, 经实际测试使用, 各个系统的功能运行正常, 达到预计设计目的。某个样品测试中热水输出率实例图片如图 6 所示。

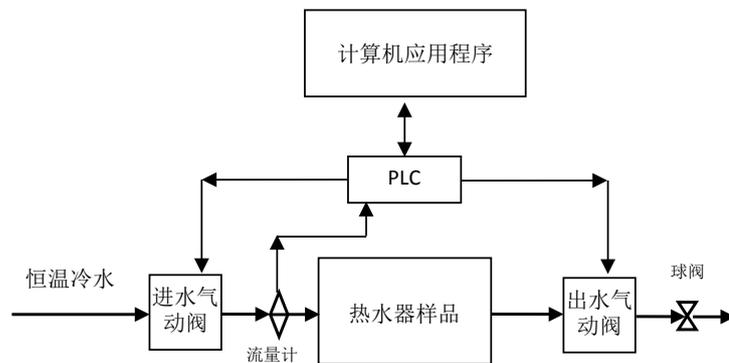


Figure 4. Diagram of water automatic inlet and outlet system
图 4. 自动进排水系统示意图

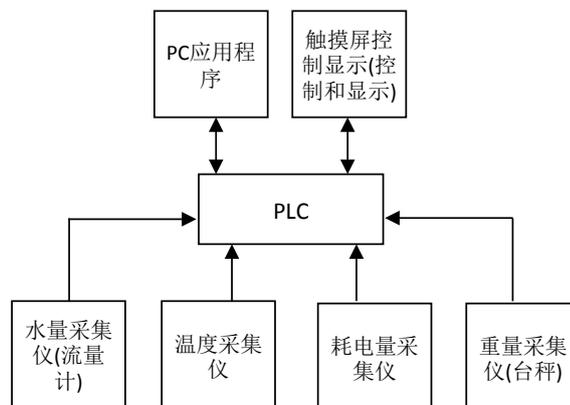


Figure 5. Diagram of data acquisition
图 5. 数据采集示意图

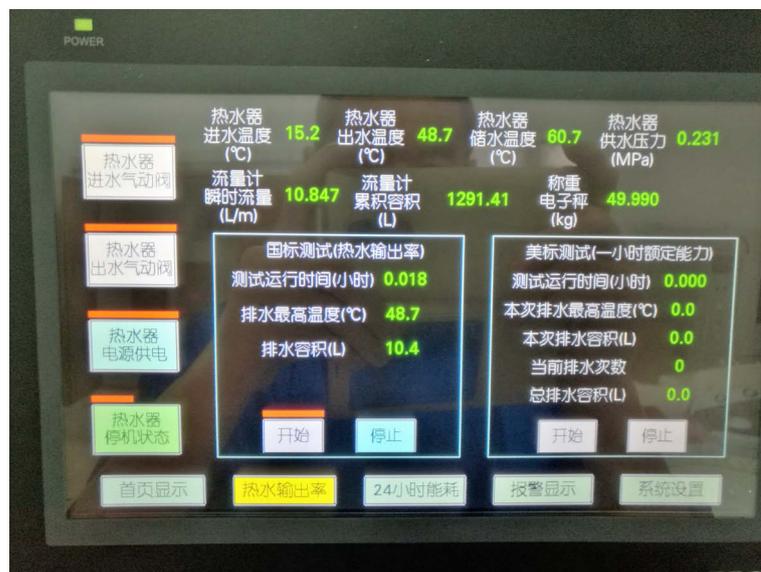


Figure 6. Testing example of hot water heat rating
图 6. 热水输出率测试实例

3. 结束语

本文论述的系统利用电气实验室已有的检测设备，在增加一套软硬件控制系统的基础上，实现了国标和美标热水器能耗检测能力，可扩展能力强，达到了低成本高精度的储水式热水器能耗检测的目的，减少了设备重复投入的浪费，提高了设备利用率，提供了一种新的开发研制储水式电热水器能耗检测设备的思路。本套测试系统已经在国家重点实验室宁波出入境检验检疫局检验检疫技术中电气分中心得到应用，验证了其可行性和可靠性。

参考文献 (References)

- [1] 董军. 储水式电热水器能耗测试方法探讨[J]. 家电科技, 2011(10): 66-68.
- [2] (2014) 10 CFR Part 430, Subpart B, Appendix E to Subpart B of Part 430—Uniform Test Method for Measuring the Energy Consumption of Water Heaters. GPO, Washington DC.
- [3] (2010) IEC60456-2010: Clothes Washing Machines for Household Use—Methods for Measuring the Performance. IEC, Geneva.
- [4] GB 21519—2008. 储水式电热水器能效限定值及能效等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

再次投稿您将享受以下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>