

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.01.07

一种用于电子远传水表机电转换可靠性试验的装置

胡涤新, 吴晓杰

(浙江省计量科学研究院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 机电信号转换可靠性是关系到直读式电子远传水表产品质量好坏的关键指标。本文研制了一套基于数字图像识别的直读式电子远传水表机电转换可靠性试验非实流自动检测装置, 介绍了该装置的组成和工作原理; 设计了装置的机械定位转动机构, 选用西门子 S7-200 作为下位机控制器的核心, 实现系统的运动控制; 采用 Delphi7.0 开发上位机软件程序, 实现人机交互和数据存储。

关键词: 电子远传水表; 机电转换; 可靠性; 试验装置

中图分类号: TB943; TP271.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2016)01-0030-04

A Reliability Test Device for Electronic Remote-reading Water Meter Mechanical-Electric Conversion

HU Dixin, WU Xiaojie

(Zhejiang Province Institute of Metrology, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The key indicator of electronic remote-reading water meter is mechanical-electric conversion. A non-real flow automatic test device for reliability of mechanical-electric conversion was developed based on digital image recognition. The article introduces the composition and working principle of the device, designs the mechanical positioning rotating mechanism of the device, and chooses Siemens S7-200 as the core of the lower controller. The soft platform chooses Delphi 7.0 to realize human-computer interaction and data storage.

Key words: electronic remote-reading water meter; mechanical-electric conversion; reliability; test device

0 引言

近年来, 随着阶梯水价的实施, 各种智能水表的应用越来越普及。作为用水量贸易结算依据的计量器具, 电子远传水表在机械式水表的基础上加装了远传模块, 从而实现了水表机械读数和电子读数的转换(又称“机电转换”)和远程传输。直读式电子远传水表在水表的字轮上进行二次信号采样, 以 m^3 为计量单位, 经过数据处理存储和远程传输, 进行自动抄表, 日常工作不用电, 抄表时瞬间取电, 实现了低功耗。直读式电子远传水表的机电转换是否准确可靠, 直接关系到用户的经济利益。

CJ/T 224-2012《电子远传水表》规定了直读式电子远传水表进行机电转换可靠性试验, 即将被试水表与匹配的专用试验设备相连接, 试验至少选择在各字轮进位条件最不利的情况下进行, 如从 9 跳变至 0 的

阶段, 跳变延续过程要求不少于 3 个字。试验在跳变发生前延续到发生后分别读取机械指示装置的读数和电子读数, 将两组数值进行比较, 判断其相同性和关联性^[1], 要求电子读数和机械指示装置读数一致, 不出现错码。JJF 1435-2013《水表制造计量器具许可考核必备条件》也规定了直读式电子远传水表生产企业需配备机电转换可靠性试验装置用于检验机电转换信号的可靠性^[2]。

目前国内外还没有满足要求的成熟产品可供使用, 因此设计一套基于数字图像识别的机电转换可靠性试验非实流自动检测装置, 可用于制造企业的生产过程产品质量检验和计量技术机构的检验工作, 具有很好的经济效益和社会效益。

1 装置的工作原理及组成

1.1 装置的工作原理

电子远传水表指示装置的范围一般不小于 9999 m^3 , 字轮的每一位都需要验证, 如果按照实流测试, 那么机电转换可靠性试验一般需要数月的时间, 无疑会企业和机构带来巨大的时间成本和能耗。

收稿日期: 2015-07-24

基金项目: 国家质检总局科研计划项目(2014QK194)

作者简介: 胡涤新(1982-), 男, 工程师, 硕士, 研究方向: 流量计量测试方法和检测装置。

对于机电转换可靠性试验,需要获得水表的电子读数和机械读数,才能对比机电转换的一致性,一般电子读数可以通过通讯方式自动读取和记录,但是如果水表的机械读数采用人工读取,试验周期将长达数月,无疑会给企业和技术机构带来巨大的人力成本。因此,本文设计的装置在非实流状态下,利用伺服电机和转动机械直接带动字轮转动,水表的机械读数利用图像传感器和 DSP 系统直接识别和记录。

装置的工作原理如下:将电子远传水表的表头安装至机械工装定位转动系统,伺服电机通过转动机构按照可设定的速度带动字轮前进,当其中一个字轮从 9 跳变至 0 时,上位机软件系统通过总线通讯远程抄读水表的电子读数,记为 V_s ;同一时刻机械读数识别系统利用图像传感器将水表字轮的读数拍摄成照片,经 DSP 系统数字图像识别后,获取字轮上的机械读数,记为 V_m ,该机械读数数值通过 MBUS 总线通讯上传至上位机;上位机接收到机械读数和电子读数后,计算水表的机电信号转换是否可靠,计算公式为

$$\Delta V = V_m - V_s$$

式中: ΔV 为机电转换误差。

按照 CJ/T 224 - 2012《电子远传水表》的要求,对于直读式电子远传水表,机电转换误差不超过 ± 1 个最小转换分度值。上位机系统将电子读数、机械读数、字轮照片和机电转换误差存储至数据库系统,用于分析判定。

1.2 装置的组成

电子远传水表机电转换可靠性试验非实流自动检测装置由机械工装定位转动系统和控制系统构成。机械工装定位转动系统主要解决电子远传水表计数器的定位和工装;控制系统主要包括可编程控制器(PLC)、伺服电机控制系统、触摸屏、电子读数识别系统、机械读数识别系统,用于实现非实流转动控制、电子远传水表机械读数和电子读数的自动读取。装置系统框图如图 1 所示。

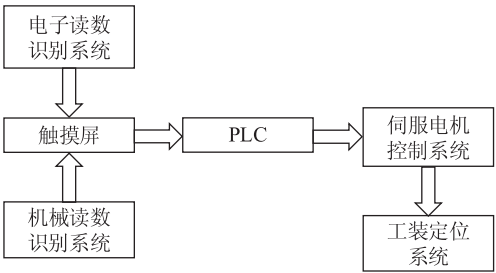


图 1 系统框图

该装置可编程控制器 PLC 选用西门子的 S7 - 200

系列的 CPU224XPsi,主要实现对伺服电机驱动器的控制,通过调节输出频率的大小,调节电机转速,从而模拟产生可自动调节的试验流量;电子读数识别系统通过 RS485/MBUS 总线通讯至上位机;机械读数识别系统将水表机械读数用数字图像识别技术处理后通过 MBUS 总线通讯至上位机。上位机系统选用 Delphi7.0,实现人机交互和数据存储。

装置的机械工装定位转动系统由图像传感器定位工装、电子远传水表计数器、工装定位块、伺服电机转动结构组成。机械设计图如图 2 所示。

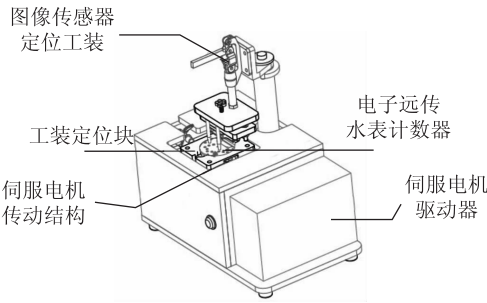


图 2 机械工装定位转动系统

2 软件设计

2.1 人机界面设计

上位机控制软件基于 Windows7 操作系统,使用 Delphi7.0 开发,采用面向对象多层体系结构技术。本系统的软件设计除了提供用户人性化友好界面方便用户之外,主要是对试验的工况进行设定,对试验的各项参数进行实时的记录与显示,并通过数据库存储历史数据以便于事后分析与查询数据,图 3 为本系统软件功能结构框图。

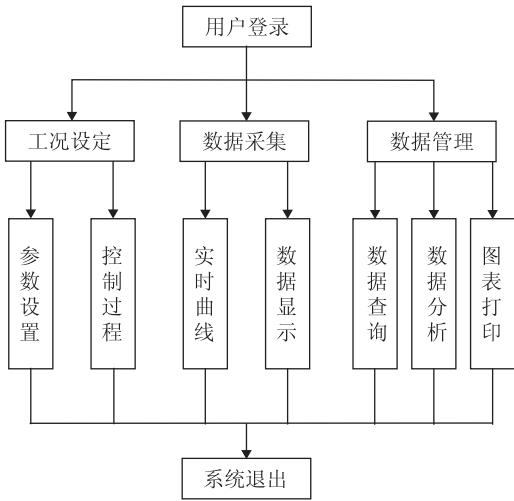


图 3 软件功能结构框图

2.2 控制程序设计

装置工作时，字轮的前进主要依靠伺服电机和转动机械控制。通过可编程控制器 PLC 的脉冲输出功能，可以精确控制伺服电机的转速，再利用工装定位系统的机械传动比，可以准确控制水表字轮的转动速度。PLC 的控制流程框图如图 4 所示，具体工况参数通过上位机界面设定，PLC 按照上位机设定的参数和选择的按钮执行程序。

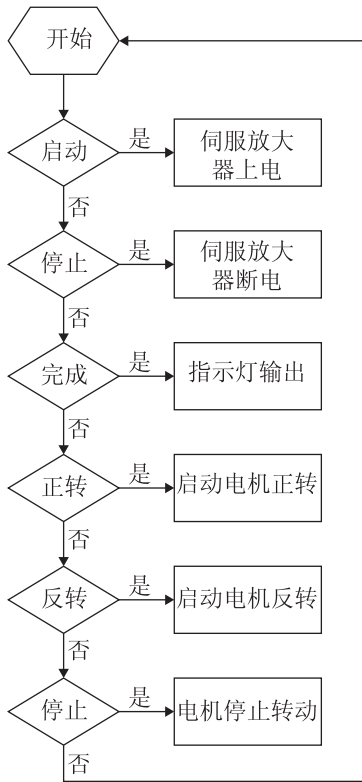


图 4 控制流程框图

2.3 数据库设计

本系统的数据库基于 SQL Server 2008 数据库软件设计。Delphi 可以通过数据库引擎 BDE 和 ADO 组件等方法与数据库进行连接。主要用于存放实验数据，包括电子读数、机械读数、字轮照片和机电转换误差，便于试验后统计和分析。

3 实验

3.1 实验数据

图 5 为研制的电子远传水表机电转换可靠性试验装置，按照 CJ/T 224 - 2012《电子远传水表》的要求，进行机电转换可靠性试验，实验点设置如表 1 所示。从设定的实验点开始，每隔 0.1m³ 分别读取水表机械读数和电子读数（即图 6 中的“标准读数”和“直读表读数”）、计算机电转

换误差（即图 6 中的“误差”）。每个实验点持续 3 个字，总共产生 840 组数据，部分实验数据见图 6。



图 5 装置照片

表 1 实验点设置

序号	实验点	序号	实验点	序号	实验点
1	9	11	199	21	1999
2	19	12	299	22	2999
3	29	13	399	23	3999
4	39	14	499	24	4999
5	49	15	599	25	5999
6	59	16	699	26	6999
7	69	17	799	27	7999
8	79	18	899	28	8999
9	89	19	999	/	/
10	99	20	999	/	/

检测数据窗口						
样品编号	读取时间	摄像图片	标准读数	直读表读数	误差	
150502686...	2015-11-18...		9.1	9	0.1	
150502686...	2015-11-18...		9.2	9	0.2	
150502686...	2015-11-18...		9.3	9	0.3	
150502686...	2015-11-18...		9.4	9	0.4	
150502686...	2015-11-18...		9.5	10	-0.5	
150502686...	2015-11-18...		9.6	10	-0.4	
150502686...	2015-11-18...		9.7	10	-0.3	
150502686...	2015-11-18...		9.8	10	-0.2	
150502686...	2015-11-18...		9.9	10	-0.1	
150502686...	2015-11-18...		10.0	10	0.0	
150502686...	2015-11-18...		10.1	10	0.1	
150502686...	2015-11-18...		10.2	10	0.2	
150502686...	2015-11-18...		10.3	10	0.3	
150502686...	2015-11-18...		10.4	10	0.4	
150502686...	2015-11-18...		10.5	11	-0.5	
150502686...	2015-11-18...		10.6	11	-0.4	
150502686...	2015-11-18...		10.7	11	-0.3	
150502686...	2015-11-18...		10.8	11	-0.2	
150502686...	2015-11-18...		10.9	11	-0.1	
150502686...	2015-11-18...		11.0	11	0.0	
150502686...	2015-11-18...		11.1	11	0.1	
150502686...	2015-11-18...		11.2	11	0.2	

图 6 部分实验数据截图

3.2 实验结果影响因素

结合试验流程分析，影响实验结果的因素主要有：
1) 数字图像处理识别的成功率，即机械读数的识

别率。机电转换可靠性试验的机械读数是利用数字图像处理技术自动识别的,其识别成功率直接决定了试验的成败,为了防止识别出错,实验过程中把拍摄的照片和识别的数据最好全部存储起来,以便试验结束后如出现异常值可以复核。

2) 伺服电机的控制精度,即直读水表字轮转动的速度控制精度。本文设计的控制系统为开环控制模式,因此伺服电机的位置必须按照预设的位置步进,不能出现失步,伺服系统电子齿轮的引入,有助于伺服电机的位置控制精度更加精确。

4 结 论

本文设计的直读式电子远传水表机电转换可靠性试验非实流自动检测装置,利用伺服电机模拟试验流量,基于数字图像技术识别水表机械读数,自动化程度高,试验周期短,操作方便,工作可靠,能够满足机电转换可靠性试验的要求。

参 考 文 献

- [1] 住房和城乡建设部给水排水产品标准化技术委员会. CJ/T 224-2012 电子远传水表[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [2] 全国流量容量计量技术委员会. JJF1435-2013 水表制造计量器具许可考核必备条件[S]. 北京: 中国质检出版社, 2014.

欢迎订阅《化学分析计量》

邮发代号 24-138

《化学分析计量》为国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大16开本,单月20日出版。国际刊号: ISSN 1008-6145, 国内刊号: CN37-1315/O6。《化学分析计量》是中国科技核心期刊、美国《化学文摘》(CA)千种表收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊,中国石油和化工行业优秀期刊、中国兵器工业优秀期刊等。2016年单价15元,全年90元。

地址: 山东省济南市108信箱杂志社

邮编: 250031

电话: (0531)85878132, 85878148, 85878224

E-mail: anameter@126.com 网址: www.cam1992.com

《化学分析计量》2016年第1期目次

标准物质

X射线荧光光谱法在电气石标准物质均匀性检验中的应用

分析测试

超快速液相-质谱法同时测定液体奶和奶粉中磺胺和喹诺酮类药物残留

气相色谱串联质谱法测定蔬菜中甲拌磷和克百威及其代谢物的残留量

加速溶剂萃取和凝胶渗透色谱净化 GC-MS 法测定烟熏腊肉中16种多环芳烃

直接进样-超高效液相色谱串联质谱法同时测定水源水中9种农药

电热原子吸收光谱法测定水中总钼

降脂中药微量元素的主成分分析和聚类分析

紫外多波长光谱监测阿司匹林合成过程的水杨酸和阿司匹林

气相色谱面积归一法测定无水肼组分含量

双柱气相色谱法测定明胶空心胶囊中环氧乙烷的残留量

智能石墨消解-ICP-MS法测定空气PM_{2.5}中的Pb和Cd

超高效液相色谱-串联质谱法同时测定露酒中伐地那非、西地那非和他达拉非含量

ICP-AES法测定低合金钢中的微量硼

碱融浸取-离子选择电极法测定固体废物中的总氟

SPE-ICP-AES法测定环境水样中Cr(Ⅲ)

气相色谱法测定婴幼儿配方谷粉中的碘

离子色谱法测定浓磷酸中的Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃

高频燃烧-红外吸收法测定石墨及其制品中的硫含量
重量法测定高锡钨精矿中钨

计量技术

浅析气相色谱仪计量标准的重复性试验

薄层色谱扫描仪波长示值误差校准方法

紫外可见分光光度计的FDA仪器认证方法探讨

实验室管理

等离子体发射检测器在检测高纯氦气中微量氖气的应用

6S现场管理方法在计量检测实验室中的应用

气相色谱检测水中硝基苯分析方法的优化

铜质水嘴中铅含量与析出量的相关性探讨

芹菜、草莓基质对甲胺磷等4种有机磷农药测定的影响

仪器设备

一体化湿度校准装置的研制

综述

生物医学样品中路易氏剂代谢产物分析检测方法研究进展

表面增强拉曼光谱技术研究进展