

文章编号:1671-251X(2012)1-0093-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20111228.1331.028

水流量标准装置控制系统的设计

吴耀明, 孙泉亮, 袁少博

(江苏三恒科技集团有限公司, 江苏 常州 213031)

摘要:介绍了一种采用称重法标定标准表、标准表法标定被测流量计的水流量标准装置的组成,重点阐述了该装置控制系统的硬件组成、工作原理及人机界面设计方案。该控制系统采用S7-300 PLC对水流量标准装置的数据进行采集及处理,控制水泵启停、换向器换向,并采用SIMATIC WinCC组态软件实现水流量标定效果显示、参数设置及报表的生成、保存、查询等功能。测试结果表明,该水流量标准装置标定出的涡街流量计的线性度和重复性达1.0级精度要求,其控制系统稳定可靠,不确定度小。

关键词:水流量标准装置;流量计;标准表法;称重法;控制系统;PLC;WinCC

中图分类号:TD67 文献标识码:A 网络出版时间:2011-12-28 13:31

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20111228.1331.028.html>

Design of Control System of Water Flow Calibration Facility

WU Yao-ming, SUN Quan-liang, YUAN Shao-bo

(Jiangsu 3shine Technology Group Co., Ltd., Changzhou 213031, China)

Abstract: The paper introduced composition of a water flow calibration facility which uses weighing method to calibrate standard meters and standard meter method to calibrate measured meters and expounded hardware composition, working principle and design scheme of human-machine interface of control system of the facility. The control system uses S7-300 PLC to collect and process data of the facility and control water-pumps and direction changer, and uses SIMATIC WinCC to realize functions of display of water flow calibration result, parameter setting, form generation, form storage and form inquiry. The testing result showed that both linelikeness and repeatability of vortex flow meter calibrated by the facility achieve precision of 1.0 level and the control system is stable and reliable with little uncertainty.

Key words: water flow calibration facility, flow meter, standard meter method, weighing method, control system, PLC, WinCC

0 引言

目前,成熟的流量计检定方法有标准表法、称重法、容积法。其中采用标准表法水流量标准装置传递流量值是国内外公认的一种简单、实用的检定方法,尤其是在大口径流量计的检定、校准方面,该方法不仅可扩展流量范围,而且能够减少空间占用,节约投资,提高工作效率。但单一的检定方法已不能满足流量计检定要求,目前国内流量标准装置大多采用标准表法和称重法相结合或标准表法和容积法

相结合的方法。

在改进装置检定方法的同时,还需要提高流量标准装置的自动化水平。传统的工业控制软件已不能满足用户的各种需求,而组态软件能够使用户根据控制对象和控制目的任意组态,最终设计完成流量标准装置控制系统。

本文研究的水流量标准装置采用称重法和标准表法相结合的检定方法。该装置的控制系統采用西门子S7-300 PLC对整个装置中的数据进行采集、处理,采用SIMATIC WinCC组态软件进行人机交

收稿日期:2011-09-16

作者简介:吴耀明(1966-),男,江苏宜兴人,工程师,现主要从事煤矿安全监测系统及传感器的研发工作。E-mail:shinewym@163.com

互,可实现参数设置、自动标定以及报表的生成、保存、查询、打印等功能。

1 流量标定原理

1.1 标准表法

标准表法标定原理如图1所示。以标准流量计(速度式流量计、容积式流量计、质量流量计、热能表等)为标准表,使流体在相同时间间隔内连续通过标准流量计和被测流量计,比较二者输出的流量值,从而确定被测流量计的计量性能。

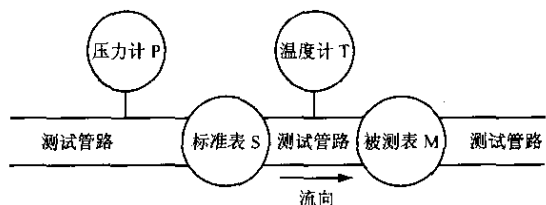


图1 标准表法标定原理

1.2 称重法

称重法标定原理如图2所示。首先确定称重容器和容器内剩余液体的初始质量,其次操作换向器,使液体流入称重容器,直到认为的质量足以达到所要求的精确度,同时启动定时器以测量注水时间,最后确定容器和容器内液体的最终质量。根据计时时间内称重容器收集的液体质量、注水时间及GB/T 17612—1998第5章和附录A所论述的其它数据求得流量,从而确定被测流量计的计量性能。

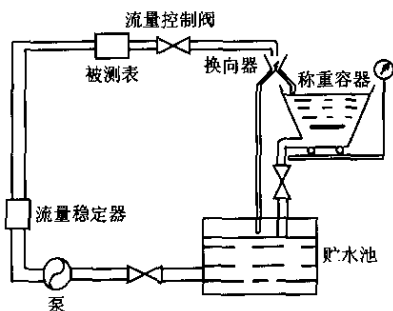


图2 称重法标定原理

1.3 水流量标准装置标定方法

水流量标准装置采用称重法定期标定标准表,采用标准表法标定被测流量计。该方法既保留了称重法可靠、稳定、准确度高的优点,又具备标准表法效率高、装置无需频繁换向、使用寿命长的优点。

2 水流量标准装置组成

水流量标准装置由标准表法流量标准装置、称重法流量标准装置组合而成,主要包括水泵、阀门、稳流器、标准表、被测表、称重仪、换向器、称重容器、计时器、变频控制装置等。

水流量标准装置采用4个标准表(DN32、DN65、DN125、DN250电磁流量计,根据ISO9014规定,标准表的精确度等级至少为被测表精确度等级的3倍,故选用精确度等级为0.2级的电磁流量计作为标准表)实现12个被测流量计(DN25~DN300)的标准表法标定功能,通过换向器换向实现称重法标定标准表。控制系统可实现这两种标定方法的互换。另外,标准表以及被测表的前后直管段均采用前25DN、后10DN的设计,满足JB/T9294—1999及JJG643—2003的要求。变频控制装置用于调节泵的流量,取代了以往标准流量装置采用阀门调节流量的方法。

3 控制系统组成及工作原理

水流量标准装置控制系统由标准表法检定系统和称重检定系统组成,两个检定系统的切换使用确保了计量数据的可靠性。该控制系统的组成如图3所示。其中水泵组、标准表、被测表和装有循环介质的容器组成回路,控制换向器换向后,回路中的水流至称重容器中,此时可利用称重系统校验标准表。水泵组、标准表、被测表、温度计以及压力计等都通过网络总线或屏蔽电缆与PLC控制柜和计算机连接。

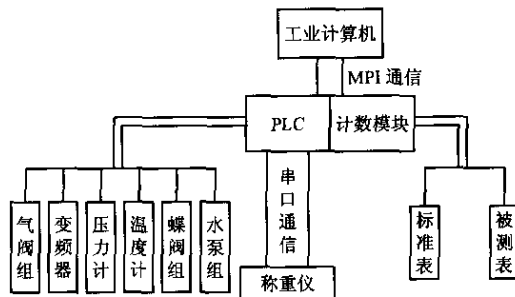


图3 水流量标准装置控制系统组成

该控制系统主要用于控制水流量标准装置4个水泵启停、换向器换向以及变频控制装置,采集及处理4个标准表和2个被测表(该系统每次最多可标定2个被测表)的脉冲数据以及温度计、压力计、液位计、称重仪数据等。PLC经串口与变频控制装置通信,操作人员设置好标准表和被测表参数后,设置需要开启的泵的频率,按下水泵开启按钮后,系统即选定好标定路线。系统运行时,标准表输出的4~20 mA电流信号(用于瞬时流量的显示)和脉冲信号,被测表输出的脉冲信号,称重仪输出信号,温度计、压力计和液位计的频率信号经数字量数据采集卡和模拟量数据采集卡采集后进入PLC,PLC对这些数据进行处理后将其反馈到人机界面。当进行实流标定时,需要选择多个流量点,这些流量点由变频控制装置来控制,在人机界面上设置变频控制装置

频率、标准表和被测表参数、检测时间后,按下控制台的泵启动按钮,水流量标准装置即可自动完成检测并给出检测结果。

4 控制系统人机界面设计

水流量标准装置控制系统的人机界面采用 SIMATIC WinCC 组态软件设计,主要包括主界面、参数设置界面、标准表法检定系统界面、称重法检定系统界面、报表查询界面等。

主界面主要显示水流量标定效果,包括标准表的瞬时流量显示、压力计读数、温度计读数、液位计读数、阀门开关状态显示、泵启停状态显示、换向器启停状态显示,以及变频控制装置调节泵的频率设置小窗口等。当系统运行时,在主界面上可看到测试管路的水流动模拟效果。

参数设置界面用于设置标准表和被测表的重要参数,包括标准表和被测表的口径、刻度流量、检测时间等。

标准表法检定系统界面用于在选择标准表法进行标定时,按照流量计的检定规程对一些参数进行记录和处理,从而标定出被测表的线性度、基本误差、重复性等参数。当检定结束后,可通过该界面上的“保存报表”按钮自动生成报表编号,将检测的数据保存至对应的报表中。

称重法检定系统界面用于在选择称重法标定标准表时,按照流量计的检定规程对一些参数进行记录和处理,从而标定出标准表的重要性能参数,并保存检测数据。

报表查询界面用于根据报表编号从历史数据中调出相应报表进行数据查询。

5 控制系统标定流程及测试

常规标定时,采用标准表法检定系统对被测表进行实流标定。称重法检定系统则是用于对标准表进行定期校验,保证标准表的长期稳定性。当需要标定时,选择好对应的检定系统和检测路径(路径上的阀门全开,控制台上有关阀门开关按钮),并设置好相关参数,通过设置变频控制装置频率选择好检测的流量点后,按照流量计的检定规程,完成检定。

以 DN100 涡街流量计作为被测表,依据 JB/T 9249—1999《涡街流量传感器》和 JJG 643—2003《标准表法流量标准装置》的相关要求,用该控制系统对其进行标准表法实流标定。选择 DN125 标准表,检测时间设置为 30 s,共检测 4 个流量点,每点检测 3 次,4 个流量点分别将变频控制装置频率设置为 50 Hz、40 Hz、30 Hz、20 Hz,测出涡街流量计

的线性度及重复性,如表 1 所示。其中标准表流量和被测表频率通过标准表和被测表 30 s 内实际脉冲数换算得到,被测表的频率值显示时只保留了 1 位小数,实际数据处理时以原始数据为准。

表 1 DN100 涡街流量计检定数据

变频控制装置频率/Hz	标准表流量/(m ³ ·h ⁻¹)	被测表频率/Hz	单次仪表系数	单点仪表系数	单点重复性/%
50	94.21	30.0	1.145 1		
	94.11	29.9	1.143 8	1.144 8	0.08
	94.18	30.0	1.145 4		
40	79.86	25.4	1.146 5		
	79.82	25.4	1.145 6	1.146 8	0.13
	79.83	25.5	1.148 5		
30	54.72	17.5	1.151 4		
	54.73	17.5	1.151 1	1.150 6	0.10
	54.72	17.5	1.149 2		
20	20.33	6.5	1.151 0		
	20.36	6.5	1.149 3	1.150 4	0.08
	20.33	6.5	1.150 8		

从表 1 可看出,水流量标准装置提供的水流量在变频控制装置频率不变时稳定。由表 1 数据最终得出标定后的涡街流量计线性度为 0.25%,重复性为 0.13%,均已达到 1.0 级精度要求。多次测试结果表明,该控制系统稳定可靠,不确定度小。

6 结语

水流量标准装置采用标准表法检定被测表以提高检定效率,采用称重法对标准表进行在线标定,可靠性高。该装置的控制系統采用 PLC 和 WinCC 混合编程技术,缩短了开发周期,提高了系统运行效率,且使得人机界面友好。测试结果表明,该控制系统标定精度高,性能稳定可靠,大大提高了水流量标准装置的自动化水平。

参考文献:

- [1] 吉红. 基于 MCGS 的水流量标准装置计算机控制系统的研究[D]. 天津:天津大学,2005.
- [2] 李巧真,李刚,罗翼. 水流量实验装置计算机控制系统[J]. 实验技术与管理,2006(8):72-75.
- [3] 苏彦勋,李金海. 流量计量[M]. 北京:中国计量出版社,1990.
- [4] 李刚,任金云,张涛. 高准确度标准表法流量标准装置的研究[J]. 化工自动化及仪表,1999,26(5):39-42.
- [5] 段慧明,李芳,史振东. 浅析标准表法流量标准装置[J]. 中国计量,2004(10):53-54.
- [6] 陈梅,曲升华. 标准表法流量标准装置数学模型的建立及应用[J]. 计量技术,2005(9):40-42.