

基于 WCF 的太阳能热水器性能远程监测系统

冯鉴炜, 丁 强*, 黄国辉, 姜周曙

(杭州电子科技大学 自动化研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要:为解决现有太阳能热水器测试系统人工筛选数据、自动计算能力差及性能参数表现单一等问题,将 Windows 通讯接口技术(WCF)应用到远程数据采集中。开展了太阳能热水器性能测试原理及 WCF 远程通信的研究与分析,建立了本地数据采集系统与远程数据中心之间的关系,结合 .Net 开发平台,开发了一套新型的太阳能热水器性能远程监测系统,并提出了系统设计及实现的方法;对太阳能热水器测试系统的数据进行了远程采集,在此基础上开发了计算分析、数据显示、数据分类存储、报表生成等功能,以自动计算出系统的热量、热损系数等相关性能参数。研究表明,该远程监测系统数据采集稳定,计算结果准确可靠,通过将该平台无缝集成到现有测试系统中,提高了测试的效率。

关键词:太阳能热水器性能;远程监测系统;Windows 通讯接口技术;参数计算

中图分类号:S214.2;TP23

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2012)11-1345-05

Remote monitoring system of performance of solar water heater based on WCF

FENG Jian-wei, DING Qiang, HUANG Guo-hui, JIANG Zhou-shu

(Institution of Automation, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the problems of the current solar water heater testing system need technician to select the data, the poor ability of automatic calculation and the single representation of performance parameters, the Windows communication foundation(WCF) technology was applied to the remote data acquisition. After the analysis of the principle of solar water heater performance testing and WCF remote communication, the relation between local data capture system and data center was established, combining with the .Net development platform, the solar information remote monitoring system based on WCF was developed. The design and realization method of the system was presented. The data from the existing testing system was sampled, on the basis of this, many features were developed, such as the calculation, data display, data for classing and saving, reports generation and so on. Performance parameters such as solar heat gain and heat loss coefficients can be calculated automatically. The results indicate that the system can sample the data steadily and calculate the parameters precisely, it also can seamlessly integrate into the current testing system, help to improve the efficiency of testing.

Key words: performance of solar water heater; remote monitoring system; Windows communication foundation(WCF); parameter calculation;

0 引 言

太阳能的广泛利用是减轻能源短缺、减少环境污染的有效途径之一。近年来,太阳能行业在新能源行业中发展较为迅速,其中又以太阳能热水器普及速度最快、普及率最高。目前,我国太阳能热水器总的利用面积达 1.5 亿平方米,大约折算每年替代 3 000 万吨标准煤,是风电之和的两倍^[1]。

然而,太阳能热水器蓬勃发展的同时也面临着较多的问题^[2]:行业入门门槛低、同质化严重、自主研发能力差、产品技术含量低等。因此,要想增强企业竞争力,必须严把质量关,加强质量监管,增加技术投入。对太阳能热水器进行性能检测是保证其质量的有效手段。

本研究介绍一种新型的基于 WCF 的太阳能热水器性能远程监测系统,该系统用于对企业各个太阳能热水器性能测试实验室的异构数据源进行远程采集、数据筛

收稿日期:2012-05-31

作者简介:冯鉴炜(1987-),男,浙江上虞人,主要从事计算机测控系统及远程通信方面的研究. E-mail: ffw811@163.com

通信联系人:丁 强,男,高级工程师. E-mail: dingqiang1113@163.com

选、分类汇总,并将满足试验要求的数据进行参数计算,最后以数据、曲线、报表的形式呈现,为企业对产品的质量检测以及对现有产品的改进提供数据支持。

1 系统整体架构设计

1.1 系统网络模型设计

企业太阳能热水器测试系统由全玻璃真空管性能测试系统、家用太阳能热水器性能测试系统和集热器性能测试系统 3 个子系统组成。由于 3 套系统安装在 3 个实验室内,数据管理系统大不相同,从简单的表格文件到复杂的数据库,构成了测试系统的异构数据源,各子系统间的数据缺乏联系。且子系统数据表现单一、自动计算参数能力差,实验完成后工作人员需要手动筛选数据,以及人工计算性能参数,其效率较低。

针对以上问题,本研究采用 WCF 技术和 C#编程语言开发太阳能热水器远程信息监测系统,旨在对企业内部实验室的数据进行远程采集,并对采集的数据进行分类存储、自动计算,给出实时性能曲线,反映系统的运行情况。

该系统的网络拓扑图如图 1 所示。

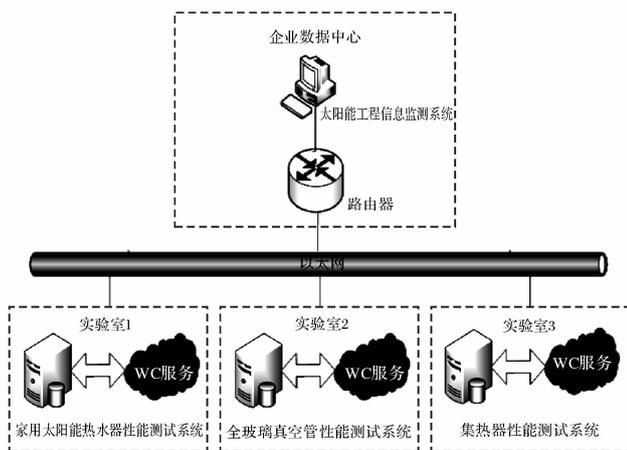


图 1 系统网络拓扑图

该系统部署安装在企业内部网环境中,采用 Http 协议,通过调用部署在 3 个实验室应用系统中的 WCF 服务,完成对异构数据源的数据调用,既无需对实验室原系统做任何结构或程序上的改动又实现了数据的传输,保证数据的调用不影响原系统的正常、稳定运行。

在该系统内部网上部署 WCF 服务的示意图如图 2 所示。

1.2 WCF 技术

WCF 是微软为构建面向服务的应用提供的分布式通信编程框架^[3]。它将 ASP. Net Web Service

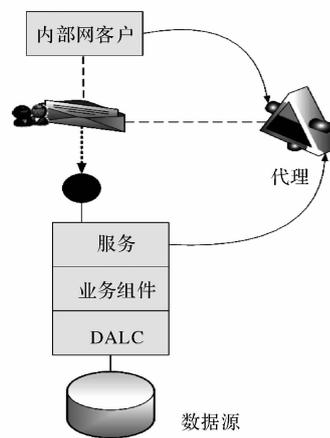


图 2 在内部网上部署 WCF 服务

(ASMX), . Net Remoting, Web Service Enhancements (WSE)以及 Message Queue (MSMQ)等现有分布式技术高效整合。WCF 作为 Windows 平台新一代通信技术基础,以其与异构平台互操作性好、可配置性强、编程灵活性好、安全、可靠等特点,被越来越多地应用于远程数据调用、分布式系统的开发。

WCF 采用 SOA 体系结构,包括服务提供者、服务代理和服务消费者,WCF 体系架构如图 3 所示。

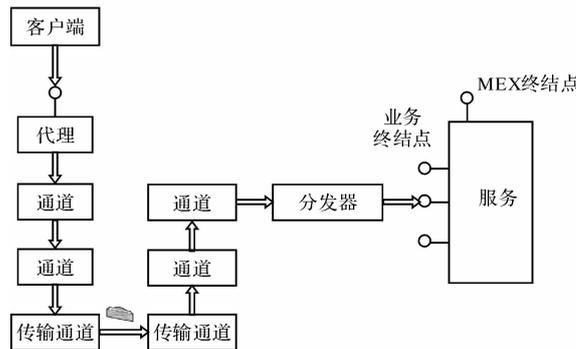


图 3 WCF 体系架构

该框架流程大致可描述为:服务消费者(客户端)将消息需求传递给服务代理,服务代理将消息通过编码、协议绑定、设置安全准则等操作,经过传输通道,将消息请求传送给服务提供端。服务提供端对消息执行宿主端的调用前处理,将处理后的消息传递给分发器(Dispatcher)。分发器将消息转换到 1 个栈帧,并调用服务实例。

WCF 主要由以下要素组成:

(1) 契约(Contract)。契约与平台无关,是描述服务功能的标准方式。如最为常用的服务契约,描述了客户端能够执行的服务操作。

(2) 宿主(Host)。即 WCF 服务寄宿的环境。WCF 的宿主环境多样,可以由一般的应用程序提供,

也可以是 IIS 服务器,以及更新版本的 Windows 激活服务提供。

(3) 终结点 (Endpoint)。WCF 将服务地址、绑定及契约的一组组合关系描述为服务终结点。其中,地址 (Address) 定义了服务的位置,绑定 (Binding) 定义了服务通信的方式,描述了如何传递消息,契约 (Contract) 则定义了服务的内容,为了方便记忆,本研究将这 3 种类类似于“三权分立”的管理服务方式称为服务 ABC。

2 系统功能设计

该系统由 WCF 现场数据采集服务和数据中心信息处理系统组成。

WCF 现场数据采集服务主要负责采集各个实验室测试系统中的现场实验数据,并提供远程数据调用

接口,供数据中心的数据分析软件调用。其功能框图如图 4 所示。

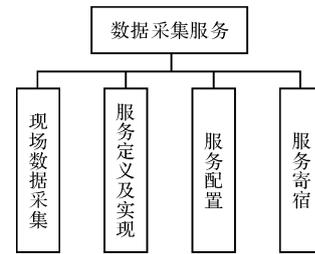


图 4 数据采集服务功能框图

数据中心信息处理系统主要负责数据的远程调用,并对采集的数据进行处理、存储和汇总,最终计算得出实验所需各项性能参数。

信息处理系统功能框图如图 5 所示。

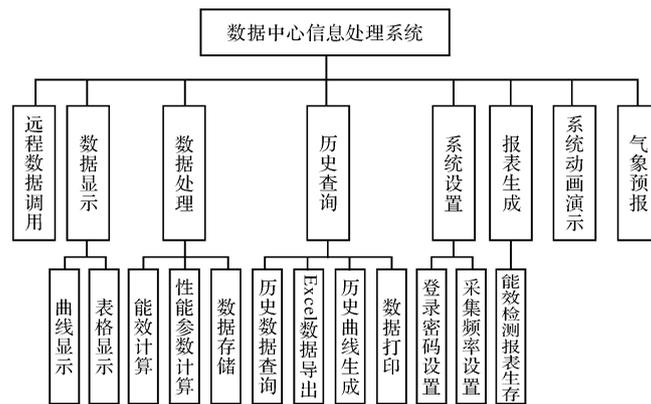


图 5 数据中心信息处理系统功能框图

中心信息处理系统主要功能如下:

(1) 远程数据调用。通过添加服务引用,采用多线程技术,定时调用服务接口完成数据采集,采集周期可通过配置设定。

(2) 数据处理。对满足试验要求的数据按照特定的计算公式进行处理换算,主要计算的参数有:系统得热量 Q_s 、水箱热损系数 U_s 、实际获得有用功率 Q 、真空管空晒参数、真空管平均热损系数 U_{LT} 等,并通过 ADO. Net 数据访问接口将过程数据及计算结果存储在 SQL Server 2005 数据库中。

(3) 历史查询。根据测试项目的类别及时间段进行查询,并提供数据导出功能。

(4) 天气预报。太阳能热水器性能测试与天气状况密切相关,所以在系统中集成了天气预报的功能,提供大中型城市 3 天内的详细气象信息。该功能通过调用中国气象局数据服务接口实现,准确可靠。该数据接口的服务地址为: <http://www.webxml.com.cn/WebServices/WeatherWebService.asmx>。

(5) 系统动画演示。对测试系统的工作流程以动画的形式呈现,让没有专业知识的工作人员也能直观了解整个测试流程。

3 数据远程调用服务实现

该系统共部署 3 个 WCF 服务^[4-5],分别对各个实验室数据进行采集并提供数据访问接口。下面以家用太阳能热水器性能测试系统为例,对服务的实现进行详细展开分析:

3.1 创建服务契约

服务契约规定了服务的内容,描述了客户端能够执行的服务操作。本例中,服务端主要提供了对数据库或文件系统的访问操作。

3.2 服务承载

服务创建以后,研究者要将服务寄宿在特定的环境中,常用的服务承载方式有 IIS 承载、自承载两种。本研究选择自承载方式中的 Windows 服务寄存作为承

载服务的环境。原因如下:将 WCF 配置成随系统启动^[6-7],而不要求人为地登录机器进行启动,并将服务配置成当遭遇失败时重启,增加了可用性。

3.3 服务配置

服务配置信息位于 App. Config 文件中,主要用来配置服务所在地址信息、服务选用的传输协议、以及公开的元数据结点信息等。主要配置信息如下:

```
< services > < service behaviorConfiguration = " WCF_For_Heater. ServiceBehavior"
name = " WCF_For_Heater. Service" >
< endpoint address = "" binding = " wsHttpBinding" contract = " WCF_For_Heater. IService" >
< identity >
< dns value = " 192. 168. 1. 102" / >
< /identity > < /endpoint >
< host > < baseAddresses > < add baseAddress = " http:// 192. 168. 1. 102: 8732/Service/" / > < /baseAddresses >
< /host >
< /service > < /services >
```

3.4 客户端调用

经过了以上 3 步后,服务就建立并托管完成,现在就能对服务进行调用。本研究在工程引用中添加服务所在的地址及端口号,在 Visual Studio 的自动帮助下生成客户端代码。服务添加完成后,研究者就能使用客户端代理对服务定义的内容进行操作,调用服务定义的数据提取函数,实现数据的远程传输。

数据调用结果如图 6 所示。



图 6 数据采集结果

4 试验结果及计算

4.1 空晒参数计算

该系统在太阳辐照度 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$,并在 15 min 内太阳辐照度变化不大于 $\pm 30 \text{ W/m}^2$ 的条件下,每隔 5 min 分别记录一次太阳辐照度、集热管内温度和环

境温度,共记录 4 次^[8-10],所得到的数据如表 1 所示。

表 1 空晒测试数据

第 n 次采集	空晒温度/ $^{\circ}\text{C}$	环境温度/ $^{\circ}\text{C}$	辐照度/ $(\text{kW} \cdot \text{m}^{-2})$
1	202.9	21.6	0.791 5
2	203.7	21.7	0.783 9
3	204.4	21.7	0.780 7
4	204.9	22.1	0.773 8

空晒性能参数计算公式采用下式:

$$Y = \frac{t_s - t_a}{G} \quad (1)$$

式中: Y —空晒性能参数, t_s —空晒温度, t_a —平均环境温度, G —太阳辐照度。

经计算得出:空晒参数为 $232.85 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$,符合国标规定的 $Y \geq 190 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ 的要求。

4.2 热损系数计算

本研究对集热管进行预热,集热管在垂直状态下,自然降温至 3 点平均水温为 $80 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时第一次记录 3 个测温点的平均水温 t_1 ,再每隔 30 min 记录一次水温 3 个测温点的平均水温 t_2 和 t_3 ,共取 3 次数据;在相同的时刻分别记录 3 次环境温度数据 t_{a1}, t_{a2}, t_{a3} 。记录数据如表 2 所示。

表 2 热损系数测试数据

$C_{pw}/(\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$	M/kg	$(t_1 - t_3)/^{\circ}\text{C}$
4 186	2.58	3.7
A_A/m^2	$(t_m - t_a)/^{\circ}\text{C}$	$\Delta\tau/\text{s}$
0.26	58.53	5 400

热损系数的计算采用下式:

$$U_{LT} = \frac{C_{pw}M(t_1 - t_3)}{A_A(t_m - t_a)\Delta\tau} \quad (2)$$

式中: U_{LT} —平均热损系数; t_m —测试期间,管内水的平均温度; t_a —平均环境温度; M —集热管内水的质量; C_{pw} —水的比热容; A_A —吸热体外表面积; t_{a1}, t_{a2}, t_{a3} —在相同的时刻分别记录 3 次环境温度; t_1, t_2, t_3 —3 次时间的集热管内水的平均温度; $\Delta\tau$ —水温从 t_1 到 t_3 所经过的时间。

本研究计算得出 U_{LT} 为 $0.493 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$,满足国标规定的 $U_{LT} \leq 0.85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 的要求。

5 结束语

本研究研制的基于 WCF 的太阳能热水器性能远程监测系统通过 WCF 统一编程模型和灵活的配置、良好的传输性,成功地解决了跨应用程序域、跨进程、跨系统间与异构数据源的远程通信,极大地提高了数据集成效率。整套系统在实际运行中稳定可靠,能成

功完成对实验室数据进行监测、处理及分析,为企业改进产品的性能提供了数据支持。

参考文献 (References):

- [1] 董 潇. 太阳能行业新 10 年格局 [N]. 中华工商时报, 2010-12-24(1).
- [2] 顾博文, 赵 颖, 胡 晔, 等. 太阳能热水器行业分析报告 [R]. [出版者不详], 2011.
- [3] 徐 雷, 徐 扬. WCF 服务编程 [M]. 3 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2011.
- [4] 来兴华, 张水平, 尚文静. 基于 WCF 的自助缴费系统的设计与实现 [J]. 微计算机信息, 2008, 23(4-3): 29-31.
- [5] 陈 江, 陈建国, 陈国富. 基于 WCF 框架的分步式车辆调

度系统 [J]. 工业控制计算机, 2009, 22(6): 79-80.

- [6] 年福丰, 刘秋让. 基于 WCF 的异构数据源集成系统的研究和实现 [J]. 科学技术与工程, 2009, 9(11): 3116-3119.
- [7] 顾 悦, 王建军. 基于 WCF 的远程数据访问技术研究 [J]. 电脑知识与技术, 2010, 31(6): 8675-8676.
- [8] 国家标准化工作委员会. GB/T 17049-2005 全玻璃真空太阳集热管 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [9] 国家标准化工作委员会. GB/T 4271-2007 太阳能集热器热性能试验法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [10] 国家标准化工作委员会. GB/T GB18708-2002 家用太阳能热水流热性能试验方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.

[编辑: 李 辉]

(上接第 1339 页)

续流二极管电流下降到 0 后, 整流二极管电流上升到最大值, 然后再线性下降。若要减小通过续流二极管回馈的能量, 则要选择合适的匝比^[9], 使流过续流二极管的电流迅速下降到 0 V。

4.2 样机实验结果

实验样机电压波形如图 5 所示。

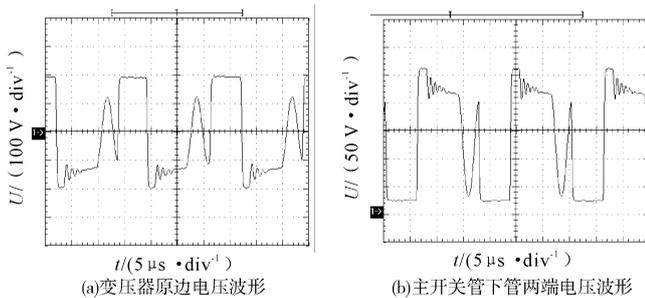


图 5 实验样机电压波形

图 5 中, 在不考虑振荡时, 变压器原边电压分别为正输入电压、负输入电压、副边反射电压和 0。但当原边励磁电感刚刚复位时, MOS 管寄生电容与变压器原边电感之间会发生谐振, 通过减小励磁电感可以减小振荡, 为验证式 (11) 的合理性, 该实验样机中的励磁电感取值偏大, 故图 5 中电压为零的时刻没有明显地显示出来。

5 结束语

与单管反激电源相比, 双管反激电源具有开关管应力小、工作可靠性高的优点^[10], 但是其所需元器件较多, 电路工作过程复杂。研究者在设计双管反激电

源时, 需要考虑原边漏感馈能过程的影响, 合理选择匝比, 以使原边漏感能够迅速复位。

利用本研究提供的公式, 专业人员可方便地设计工作于 DCM 模式的双管反激电源的主要参数, 使回馈的能量较小。

参考文献 (References):

- [1] 顾晓明, 顾亦磊, 杜 宇, 等. 双管反激型 DC/DC 变换器的研究 [J]. 电力电子技术, 2004, 38(3): 34-36.
- [2] 张兰红, 陈道炼. 反激变换器开关应力抑制技术研究 [J]. 电力电子技术, 2002, 36(2): 29-31.
- [3] 封心歌. 高压双管反激变换器的设计 [J]. 现代雷达, 2004, 26(6): 57-59.
- [4] PRESSMAN A I. Switching Power Supply Design [M]. New York: McGraw-Hill, 1998.
- [5] 张占松, 蔡宣三. 开关电源的原理与设计 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [6] 韩明武, 刘兆元, 马吉志. 双端反激式变换器漏感效应的研究 [J]. 电子器件, 2008, 31(3): 963-965.
- [7] 蔡 伟, 赵丽华. 基于 UC3844 的多路输出双管反激电源设计 [J]. 电源世界, 2008, 6(6): 65-67.
- [8] 郭世明, 黄念慈. 电力电子技术 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2002.
- [9] 石小丽, 张代润, 郑 越. 基于 UC3844 的多路输出双管正激电源设计 [J]. 电源技术应用, 2007, 6(6): 38-44.
- [10] 付登萌, 陶生桂. 基于 TOPSwitch 的反激式 DC/DC 电源设计 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2004, 32(5): 68-69.

[编辑: 李 辉]