

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.03.010

微电网系统中基于以太网的 PLC 与 LabVIEW 通信方式

蒋 鹏, 赵荣祥

(浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘 要:微电网通信系统承载着数据信号采集、传输以及控制指令发送等重任,关系到整个微电网的运行。文章主要结合国内外成功的微电网项目和实验室微电网项目,介绍了 PLC 与 LabVIEW 在实际工程中的应用及作用,通过以太网,在 Modbus/TCP 协议的基础上,利用 OPC 服务器或者 DLL 库文件来实现 WAGO PLC 与 LabVIEW 间通信的原理及方法,并且对 2 种通信方式进行比较。

关 键 词:微电网;通信;Modbus/TCP 协议;WAGO PLC;LabVIEW

中图分类号:TM73

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)03-0039-05

Communication between PLC and LabVIEW Based on Ethernet in the Micro-Grid

JIANG Peng, ZHAO Rongxiang

(School of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: The communication system, which is responsible for the acquisition and transferring of data signal, as well as controlling the sending of instructions, is essential to the operation of the whole micro-grid. By analyzing successful micro-grid projects and laboratory micro-grid projects home and abroad, it introduced the application and functions of PLC and LabVIEW in practical projects. It mainly introduced the principles and methods of realizing communication between WAGO PLC and LabVIEW by using OPC server and DLL document via Ethernet and based on Modbus/TCP, and made comparisons between these two methods.

Key words: micro-grid; communication; Modbus/TCP; WAGO PLC; LabVIEW

进入 21 世纪以来,随着全球经济的发展,工业的发展水平达到了前所未有的高度,但是同时能源问题也随之而来。随着全球能源供需关系日趋紧张,导致世界范围内的电力需求持续紧张,常规的电力能源已经不能满足当今社会的需要,如何更高效率地开发利用可持续的绿色电力能源已成为重要的课题。微电网是由负荷、微型电源、储能装置能组成的,通过电力电子设备进行能量转换,把机械能或者热能转换成电能,并可以通过并网或孤岛方式运行的新型电力系统。微电网具有独特性、多样性、可控性、交互性等特点,采取了多个分布式电源及相关负载按照一定的拓扑结构组成了网络,并通过静态开关关联至常规电网。微电网

的建设能够提高电力系统的实用性和安全性,能够有效地连接现有的电力系统组合成一个灵敏的新系统,是一种主动式配电网的主要体现之一,是传统电网向智能电网的过渡^[1-2]。对于微电网运行来说,微电网通信系统具有重大的作用。微电网通信系统通过传输采样数据和控制指令等来实现对微电网的控制和运行。笔者通过阅读大量国内外先进创新的参考文献,分析目前国内外较为成功的微电网项目和示范工程,发现在很多项目中 PLC 被广泛用于数据采集及数据处理,再结合 LabVIEW 强大的图形显示功能将采集到的数据在 PC 机上显示出来。其中就会涉及到 PLC 如何与 LabVIEW 通信的问题。本文主要结合微电网项目,总

收稿日期:2013-11-14;修回日期:2013-12-18

作者简介:蒋鹏(1988),男,浙江丽水人,电气工程硕士,主要研究方向为微电网控制平台。E-mail:jiang_peng6785@126.com

结分析了 PLC 与 LabVIEW 基于以太网的 2 种通信方式。

1 可编程逻辑器

可编程控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是以微处理器为基础的通用工业控制装置, 它采用一类可编程的存储器, 用于其内部存储程序, 执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令, 并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程^[3]。能够灵活组合各种模块来满足现代社会制造业生产小批量、多品种、多规格、低成本产品的生产需求, 因此不仅在现代电力、石油、机械制造、文化娱乐等领域中被广泛地应用, 而且也被广泛使用在日常生活中的电梯、汽车等行业。

PLC 广泛应用于工业控制领域, 大致具有如下优点:

- 1) 重要的特点“可编程”。
- 2) 可靠性高, 抗干扰能力强。
- 3) 产品配套齐全, 功能完善, 适用性强。
- 4) 易学易用, 深受工程技术人员欢迎。
- 5) 系统的设计、建造工作量小, 维护方便, 容易改造。
- 6) 体积小, 重量轻, 能耗低。

本文所研究的 PLC 是由德国 WAGO 生产的 750-881 可编程现场总线控制器。750-881 具备 32 位 CPU 和 1Mb 的程序存储器。WAGO 750-881 系统采用模块化结构设计, 一个系统包括: 电源模块 (PS)、中央处理单元 (CPU)、信号模块 (SM)、通信模块 (CP)、接口模块 (IM) 和功能模块 (FM)。WAGO 750-881 系统模块示意图见图 1。这样就可以通过 CPU 的编程设备接口对这些模块进行编程。

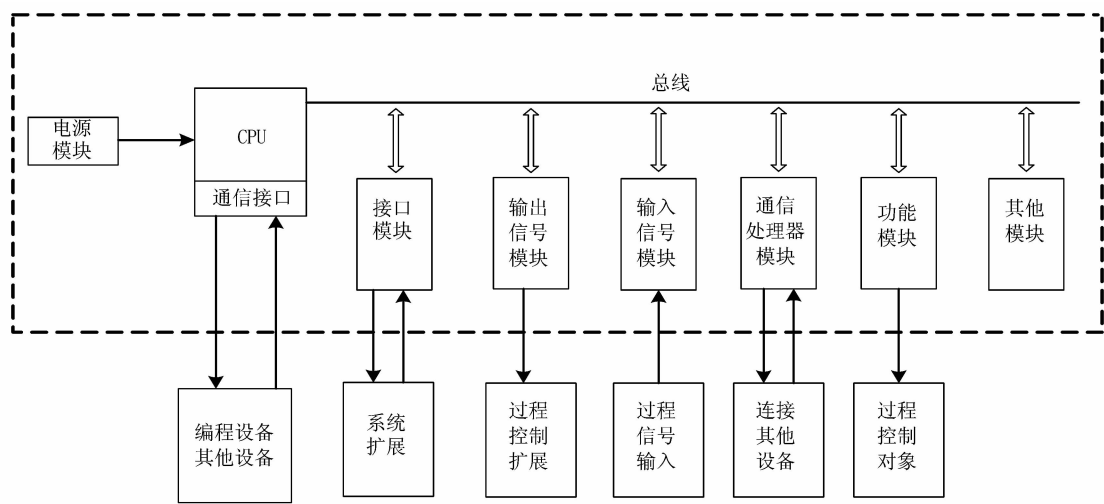


图 1 WAGO 750-881 模块示意图

Figure 1 Sketch of WAGO 750-881 module

2 LabVIEW 简介

工业生产中往往需要可视化、可操作性的工作界面来配合 PLC 的工作, 从而使得生产效率更加高。LabVIEW 就能很好地胜任这个工作, 它是一种使用图形符号编写程序的编程环境, 具有虚拟仪器、图形界面模块、数值分析等功能。

所谓虚拟仪器, 简单地说就是基于计算机的仪器。虚拟仪器可以通过用户对仪器各个模块设计创建自定义用户界面, 用软件实现虚拟仪器的不同功能模块, 最终实现生产中所需的不同功能。从实质上来说, 用户可以操作计算机的鼠标、键盘、或触摸屏来控制虚拟面板, 用户可以方便的操作面板上的输入输出指令, 从而实现信息的获取^[4]。利用虚拟仪器就能达到智能的

人机界面、智能化控制, 能达到现场技术人员进行实施操作和监控的效果。

在很多的工程应用中, LabVIEW 通常要配合硬件设备 (I/O 接口设备) 来实现数据采集工作, 比如 NI 公司自己生产的数据采集设备 (PXI、CompareDAQ 等), 在选择硬件设备时要根据工程实际的需要选择。图 2 所示的微电网项目则是使用 PLC 来承担数据采集与能量控制的工作。可见 PLC 与 LabVIEW 间的通信是微电网控制系统最为基础的部分, PLC 采集精确的数据, 并且快速地发送给上位机进行处理才能保证整个系统安全可靠的运行, 由此可见 PLC 与 LabVIEW 间的通信的重要性, 合适的通信方式是系统安全可靠的保证。

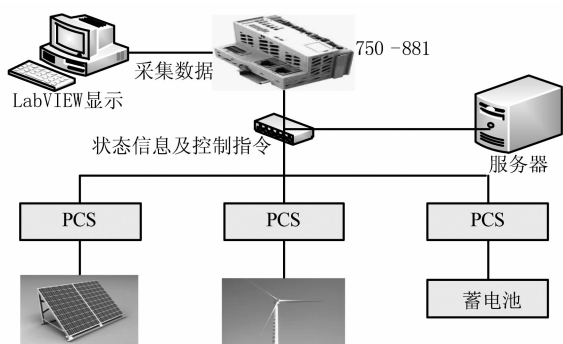


图2 微电网通信结构图

Figure 2 Structure diagram of micro-grid communication

3 PLC 与 LabVIEW 通信方式

PLC 与 LabVIEW 两者之间的通信,以往使用比较多的是通过 RS-232 和 RS-485 串口来实现。而现代工业要求更大的系统,需要更加庞大的数据流量,使得串口逐渐不能满足需求。相对串口通信,以太网通信只要连接互联网,通信距离就可以无限长,而且共享资源能力更强。同时以太网通信稳定性更好,不容易受外部环境干扰,以太网通信还具有 100 Mb/s 甚至更快的传输速度。

Modbus 协议是用于电子控制器上的一种通用语言,用来实现控制器与其他设备间的通信。这种通信协议提供了主从原则,采用了应答机制。标准的 Modbus 采用了 ASCII 或者 RTU 两种传输模式。随着以太网发展,以太网在工业生产中被广泛应用,施耐德公司在原有的 Modbus 基础上,以一种简单的方式将 Modbus 帧嵌入到 TCP 帧中,使得 Modbus 与 TCP/IP 集合,成为 Modbus/TCP。如表 1 所示,Modbus/TCP 协议中约定了可实现对线圈读写等操作命令^[5]。

表1 Modbus/TCP 协议命令

Table 1 Modbus /TCP code

命令	说明	命令	说明
FC1	读线圈状态	FC11	获取通信时间计数器
FC2	读离散输入状态	FC15	限制多线圈
FC3	读多寄存器	FC16	写多寄存器
FC4	读输入寄存器	FC22	掩码写入寄存器
FC5	写线圈	FC23	读/写寄存器
FC6	写单寄存器		

如图 3 所示,在搭建的 Modbus/TCP 协议基础上,LabVIEW 与 PLC 的通信可以通过 OPC 服务器或者 DLL 库文件来实现,下文主要介绍这 2 种通信方式。

3.1 OPC 服务器

OPC 是 OLE(Object Linking and Embedding,对象

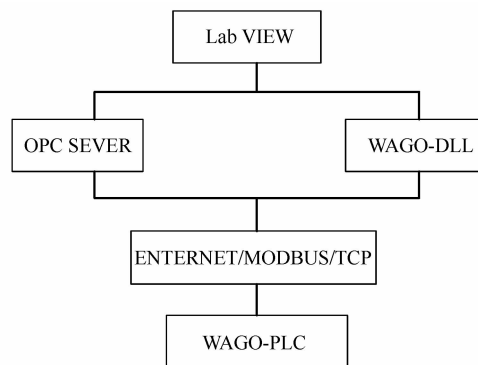


图3 通信结构

Figure 3 Communication structure

嵌入链接) For Process Control 的英文缩写。OLE 是 Windows 中的概念,而过程控制(Process Control)是工业自动化控制中的概念^[6]。因此,OPC 其实就是 PC 在自动化控制领域的扩张,是 PC 中的应用程序与现场控制的桥梁。

OPC 制定了一个统一的数据访问标准,硬件厂商只要根据这个标准进行通信设计,就可以使 PC 机用户依据这个标准,免去了 Modbus/TCP 协议繁琐的通信文本编程与编译,同时可以达到和外部工业设备的无缝连接。由于 CoDeSys 与 LabVIEW 都能建立独立 OPC 服务器,就产生了 CoDeSys OPC 和 LabVIEW OPC 2 种不同的通信方式。

3.1.1 CoDeSys OPC 服务器

CoDeSys 是一种强大的 PLC 软件编程工具,它支持 IEC61131-3 标准 IL,ST,FBD,LD,CFC 和 SFC 6 种 PLC 编程语言。CoDeSys 具有 OPC 服务器的功能模块,可以对 OPC 服务器开发软件进行参数设置,使 LabVIEW 能即时访问数据。

基于 CoDeSys OPC 的 PLC 与 LabVIEW 通信实现方法:①在 CoDeSys 中创建所需的变量或根据 PLC 相应的技术手册中规定的地址设置输入输出变量,同时下载到 PLC 机上。②再对 CoDeSys OPC 服务器进行网络设置,建立起 OPC 服务器与 PLC 间的通信。③在 LabVIEW 在前面板中对需要与 PLC 连接的输入输出控件,可以通过控件属性选项中的数据绑定选项进行绑定设置。这样就能通过 OPC 服务器成为一个媒介,达到共享变量的效果,使 PLC 与 LabVIEW 实现通信。

3.1.2 LabVIEW OPC 服务器

LabVIEW 软件也具备了 OPC 功能,对于老一些版本的 LabVIEW 使用的是 NI Lookout 模块来实现 OPC 功能,而随着 LabVIEW 功能和应用领域的不断拓展,

LabVIEW 的 DSC (数据记录与监控) 工具包取代了 Lookout。但是 Lookout 在应用中还很广泛。

NI Lookout 是一套功能齐全、方便易用的 HMI/SCADA (人机界面/监控与数据采集) 软件, 是一种基于对象的开发软件。在使用中只需要先创建一些对象, 在这些对象之间建立连接, 从而省去了文本编程和编译。用 Lookout 开发可分为以下 3 步: ① 根据需要, 在 Lookout 的对象库 (包括空间、驱动、显示和数据处理对象) 中选择需要创建的对象; ② 利用 Lookout 的属性设置来配置所创建的对象; ③ 在所创建的对象之间建立连接来执行所需的运算, 达到预期的功能。

基于 LabVIEW OPC 的 PLC 与 LabVIEW 通信实现方法:

① 老版本的 LabVIEW 中, 会有 Lookout OPC SEVER 功能模块, 要对 OPC 服务器进行 Modbus 协议设置及下位机的网络配置。根据 PLC 相应的寄存器地址或者输入输出地址在 OPC 开发软件中进行变量设置, 同时可以自定义变量的名称。在 LabVIEW 中对需要与 PLC 连接的变量, 可以通过数据绑定设置进行数据连接实现通信。

② 新版本的 NI OPC SEVER, NI 预先配置很多厂家的 PLC 的数据参数 (具体支持的型号可以查阅 NI 的技术手册)^[7], 如支持的 PLC 型号能直接进行网络配置设置, 设备扩展模块选择设置, 各个模块变量设置及变量地址检测, 检测通过就能在 LabVIEW 中通过 I/O SEVER 选项中进行调用。而不支持预先配置的 PLC 型号就可以使用 NI OPC SEVER 中 Modbus TCP/IP Ethernet 项进行设置, 设置方法与方法①类似。或者使用 LabVIEW I/O SERVER 功能模块中 Modbus 选项进行通信设置, 设置方法与方法①类似。

通过 Modbus TCP/IP Ethernet 或者 LabVIEW I/O SERVER 模块进行通信设置, 可以实现任何厂家的 PLC 与 LabVIEW 间的通信。

3.1.3 提高通信速率

OPC 借助共享变量的方法进行通信。在通信过程中, 通信变量之间地位是对等的, 在传输中不关心变量的长度而关心变量个数。因此在设计中, 应适当压缩变量的个数来提高通信速率。在实际操作中, 应尽量把类型相同的数据组成一个数组。而且 PC 对于 PLC 的读写数据的时间不对等, 往往写入消耗的时间要比读取的时间长。因此应该尽量减少写入数据的次数, 对必须写入的数据即 PC 对 PLC 的控制变量, 采取变化时才发送数据的方法来减少写入数据的次数^[8]。

3.2 DLL 库文件

DLL (动态链接库) 是 Windows 操作系统中实现共享函数库的一种方式。DLL 是一个可被多个程序同时使用的代码和数据库, 从而提高运行效率^[9-10]。LabVIEW 和 PLC 可以同时利用 DLL 库文件, 建立连接达到通信的目的, 使用这种方式通信可以提高通信速度。DLL 库文件是可以由用户在 Visual C++ 下创建自己所需的 DLL, 同时也可以利用第三方提供的 DLL 文件。而 WAGO 公司就提供了 Modbus/TCP 动态链接库 “MBT.dll”, 库文件里包含了 MBTInit()、MBTConnect()、MBTReadRegisters()、MBTReadCompleted()、MBTWriteRegisters() 等函数, 方便编程人员使用。另外, MBT.dll 支持标准的 FC1, FC2, FC3, FC4, FC7, FC15 和 FC16 命令^[11]。

基于 DLL 库文件的 PLC 与 LabVIEW 实现通信的方法: LabVIEW 中有如图 4 所示的函数, 在 LabVIEW 设计可以直接调用这个函数, 将 MBT.dll 文件导入函数并且选择 MBT.dll 中需要的调用的函数以及对照调用的函数设置函数原型。首先要通过调用 MBTInit 与 MBTConnect 函数与 PLC 建立链接, 再根据具体需要调用相应的读写函数。

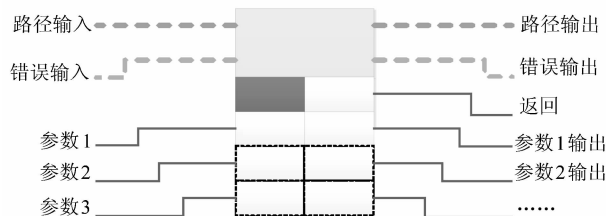


图 4 DLL 库函数

Figure 4 DLL function in LabVIEW

4 结语

基于以太网的通信方式, 比较常见的就 OPC 服务器或者 DLL 库文件这两类。通过本文可以清楚地了解以太网如何使 PLC 与 LabVIEW 建立通信。其中基于 OPC 服务器的设置比较简单, 而且通用性比较强, 对于不同厂家的 PLC 都能够借鉴使用, 尤其是基于 NI OPC SEVER 的通信方式应用广泛, 只要对照厂家 PLC 的技术手册进行正确的设置就能实现基本的通信。而 DLL 库文件方式, 虽然响应时间方面有一定的优势, 但不是每个厂家都会提供 DLL 文件, 如果需要自己创建 DLL 库文件夹, 工作量较大而且繁琐, DLL 库文件使用和 OPC 比则较为抽象和繁琐。总的来说相对于串口的通信方式, 以太网通信编程方面会简单很多, 通信速

(下转第 46 页)