

基于 LabVIEW 的冷藏船用发电机组 性能测试控制系统

殷文华, 柳建华, 张 良, 张美鑫, 刘 旗

(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200093)

摘要: 发电机组性能测试装置通过切换接线方式提供不同电压下的 15~18 kW 负载,同时对发电机组进行负荷试验和短路试验.测试装置利用 LabVIEW 软件编程,实现计算机、PLC 控制器、WT230 数据采集仪器的通讯,使测试数据在计算机上共享,从而实现测试装置的 PLC 智能控制.实验表明,整个测试装置安全稳定、操作方便.

关键词: 发电机组; 测试装置; LabVIEW 软件; 自动控制

中图分类号: TK 427 **文献标志码:** A

Design of a Testing System for Diesel Generating Set Based on LabVIEW

YIN Wen-hua, LIU Jian-hua, ZHANG Liang, ZHANG Mei-xin, LIU Qi

(School of Energy and Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The loading test under nominal load(15~18 kW)and the short circuit test in different voltage(230,460 V) of a generator were carried out. In order to insure a singer regular resistor load and an adjustable load,different methods of connecting wire were used. The communication module and the data processing module were applied unitedly to make up a monitoring software written by LabVIEW,and the communication was realized between computer,WT230 power meter and PLC. The monitoring software can save the original data and reports,which remains the history for check and retrospect.

Key words: generator; testing set; LabVIEW software; automatic control

随着国民经济的快速发展和人们生活水平的不断提高,社会对食品质量的要求越来越高,食品冷藏链也得到相应的快速发展.制冷系统是冷藏运输装置的核心组成部分,小型发电机组是可移动制冷系

统的动力来源.为保证制冷系统的安全和稳定,发电机组测试装置根据标准 GBT2820-2009 对发电机组主要进行负载试验和短路试验.负载试验:发电机组在固定负载下安全稳定运行,测试装置对其基本

收稿日期:2013-11-16

第一作者:殷文华(1988-),男,硕士研究生.研究方向:制冷及低温工程. E-mail:ywh0702@126.com

通讯作者:柳建华(1956-),男,教授.研究方向:制冷技术、制冷空调节能. E-mail:lwnlwn_liu@163.com

性能参数(电压、电流及频率等)进行记录. 短路试验:对于发电机组负载任意两相短路,发电机组在一定时间内达到停机状态,并保持发电机、励磁系统及电器元件等无损坏.

测试装置主要由以下4个部分组成:a. 模拟负载,在不同的发电机组输出电压下,通过模拟负载接线方式的切换提供固定的模拟负载,从而实现对发电机组负荷的测试;b. 通讯实现,利用 LabVIEW 软件的子函数,实现计算机、PLC 控制器、WT230 数据采集仪器的通讯;c. 数据采集和控制系统,在实现硬件通讯的条件下,利用测试系统软件,实现数据的采集和控制系统的自动化;d. 安全保障,控制系统在实现硬件通讯的条件下,实现软件对控制系统的安全保障,保证产品质量.

1 模拟负载设计

为了测试发电机组在额定负载条件下的性能参数,测试装置必须提供一个稳定并精确的负载条件(以纯电阻负载为例). 本装置模拟功率额定值为 15~18 kW,功率调节精度为 0.01 kW,适应不同电压要求. 总的功率负载由两部分组成:6 kW 的可调节负载以及 14 kW 左右的固定不可调节负载. 可模拟负载满足了 15~18 kW 的负载变化,同时可以适应高温下电阻片阻值变化引起的功率负载改变. 固定功率负载的使用减少了可调负载的大小,从而降低对调压器的精度和容量的要求,节省了经济成本.

1.1 负载计算

首先确定固定负载大小. 根据要求可知最大的固定负载不超过 15 kW. 利用纯电阻的功率计算式 $P = U^2/R$, P 为功率, U 为电压, R 为电阻. 当 R 为定值时,在 230 V 和 460 V 不同电压情况下, $P_2 = 4P_1$, P_1, P_2 分别为 R 在 230 V 和 460 V 电压条件下所消耗的功率. 因此,当 P_2 取最大值,即 15 kW 时, $P_1 = 3.75$ kW. 在 230 V 电压下,可调负载为额定值;在 460 V 电压下,调压器的功率将大于 40 kW. 因此,通过切换负载的接线方式,在不同电压下实现模拟负载功率值保持一定,降低调压器功率,同时提高负载调节精度. 图 1 为不同电压条件下的电阻片接线图.

如图 1 所示,模拟负载一共有 15 个电阻片组成,每个电阻片的额定电压为 220 V,额定功率为 1 kW.

1.2 负载切换

负载切换原理如图 2 所示,电阻片从低压下的

并联形式变成高压下的串联形式.

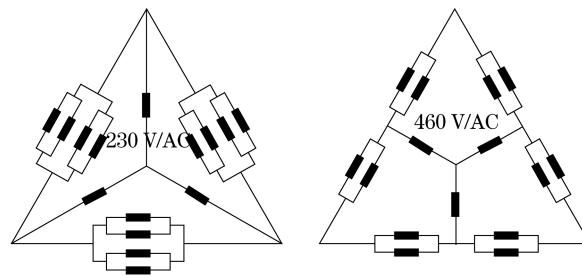


图 1 不同电压下的电阻片接线图

Fig.1 Switch of wire in different voltage

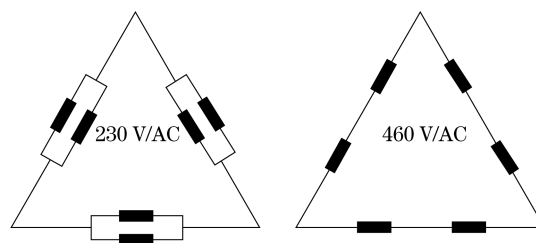


图 2 两种不同的接线方式

Fig.2 Two kinds of different connection

负载切换原理是利用 3 个三相的接触器实现不同电压下接线方式的切换. 利用三相电知识^[1]计算出 $P_2 = 14.0$ kW, $P_1 = 14.2$ kW. 因此,在 230 V 条件下,总功率 $P_z = 20$ kW,则可调电压负载功率为 $P_z - P_2 = 6$ kW.

2 通讯的实现

通过 LabVIEW 的串口通讯^[2],实现数据的采集以及系统自动控制. 数据的采集主要分为两部分:首先是发电机组输出电压、电流及功率等基本性能参数的采集,利用 WT230 实现;同时对发电机组的辅助电源的直流电压值进行测试,利用直流电压表实现. 通过计算机控制 PLC(可编程控制器)的方式实现系统的自动控制.

图 3 为 LabVIEW 串口通讯的基本 VI 例子,主要由 4 个部分组成^[3]:串口的打开、写入、读取和关闭. 根据不同的仪器要求配置串口参数,然后打开串口通讯;同时当通讯结束时必须关闭串口. 对于不同的采集数据仪器,打开和关闭串口的方式相同,仅写入命令和读取命令中的字符串不同.

通讯的正常建立,必须根据各个仪器操作说明书中的定义进行串口配置、输入命令的确定及采集字符串的处理. 现主要介绍 PLC 通讯中的写入命令及读取命令的有效处理. 写入命令已经读取字符串

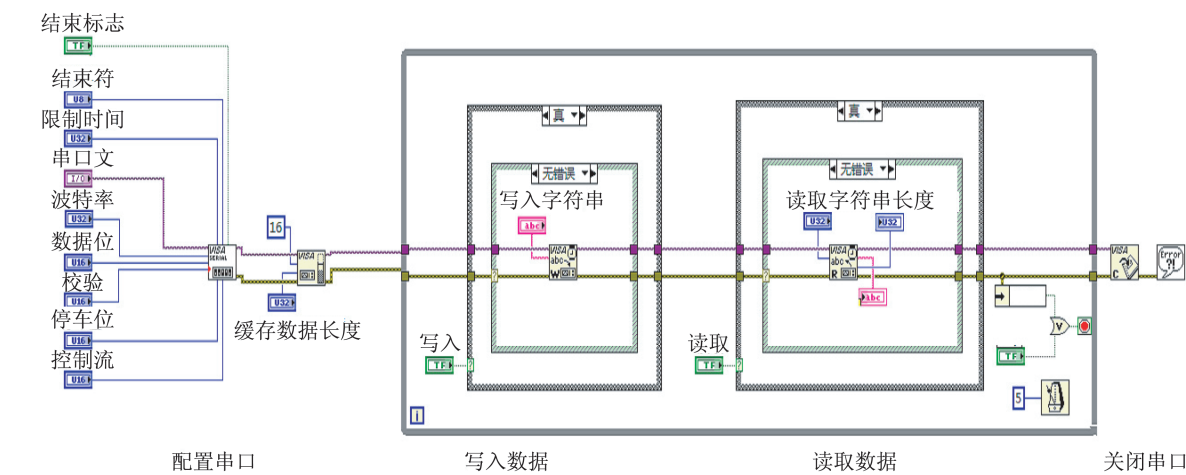


图 3 LabVIEW 串口通讯基本的 VI 例子

Fig.3 VI sample of LabVIEW serial communication

的处理如图 4 所示,具体的实现方法可以参考文献 [4-7].图 4 写入命令利用 while 循环实现前面数据的 FCS(frame check sequence)检验,根据说明书中命令语句格式编制输入字符串命令.图 5 中所示输出字符串,先被截取有效部分,然后转化成数值格式,最后转化成布尔数组,代表着PLC输出通道的各个状态.

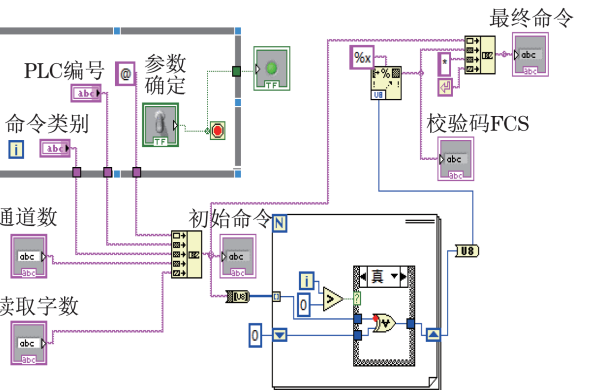


图 4 PLC 写入命令字符串

Fig.4 Write command of PLC

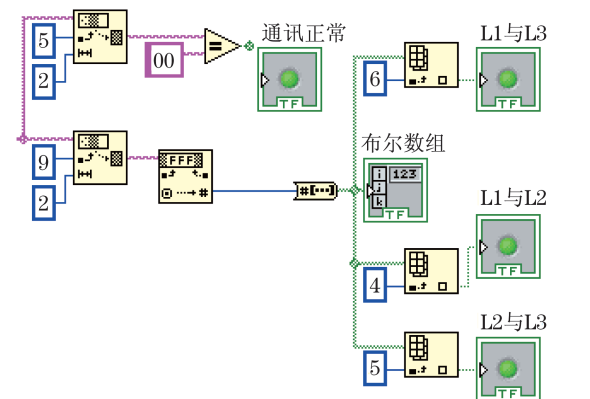


图 5 PLC 读取命令

Fig.5 Read command of PLC

3 数据采集及系统控制

整个装置的控制流程图如图 6 所示,通过处理 WT230 的读取命令,实现数据的实时显示和采集.短路测试的时间起始点是 PLC 所监控的短路开关动作点,并利用 WT230 采集的平均电压值减少到 5 V 作为短路时间的结束点,2 个时间点的差值就是测试短路时间.切换接线方式从而适应不同的电压需求,首先由 WT230 采集的平均电压值判断发电机组输出电压的大小等级,然后在 PLC 中输入相应切换命令,并且根据 WT230 测试值的大小,利用 PLC 控制调压器的升降压来实现功率的调节.

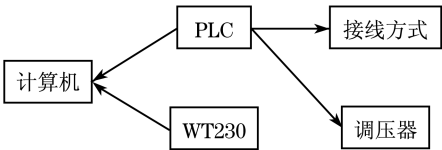


图 6 控制流程图

Fig.6 Control flow chart

由流程图 6 可知,测试系统的数据采集由 WT230 不断输送数据给计算机,每次采集程序输入相同采集命令.PLC 的控制则需要同时进行读写多种状态,而且有些控制命令的执行需要 WT230 值的变化来决定是否发送,因此,必须对整个程序的循环结构和语句进行合理安排.测试系统基本循环框架如图 7 所示,其中,数据采集循环是条件循环,WT230 数据采集由 5 个并列的顺序结构组成,并设置相应的循环条件,然后进行数据处理和判断,通过

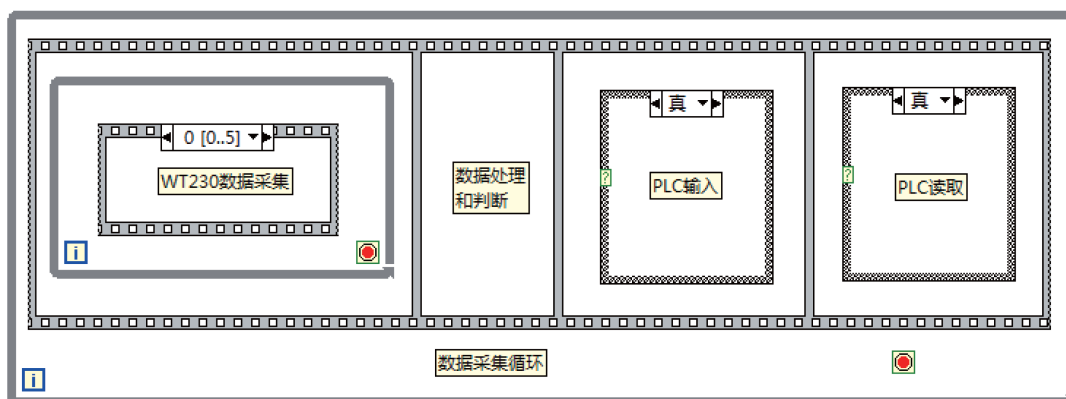


图7 主要控制循环结构图

Fig.7 Basic cycle framework of main control

PLC 输入和 PLC 输出进行自动化控制.

4 安全保障控制

利用已经建立的 LabVIEW 通讯在软件上实现了四大安全保障:a. 当采集的 WT230 平均电压值在测试范围内,电脑才会给 PLC 启动的信号,模拟负载不能开启;b. 当模拟负载不在测试的功率范围内,电脑会给 PLC 发送报警信号;c. 短路开关的状态、模拟负载的接线方式由电脑智能控制,同时各种窗口提示操作人员,确保操作的安全、可靠;d. 装置能实现自动模式和手动模式的切换,利用连接的 HMI (human machine interface)触摸屏可进行手动操作控制.

5 结 论

基于 LabVIEW 的双电压发电机组测试装置,不仅通过对接线方式的更改适应电压大小的变化,同时利用 LabVIEW 编制程序实现测试数据的采集和控制系统的自动化. 整个装置发挥了 LabVIEW

处理数据和控制系统的双重优势,提高了整个工作流程的效率,很好地满足了厂商的设计要求,并对其它操作系统有一定的借鉴意义.

参考文献:

- [1] 秦曾煌. 电工学[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [2] Kalkman C J. LabVIEW: a software system for data acquisition, data analysis, and instrument control [J]. Journal of Clinical Monitoring and Computing, 1995, 11 (1): 51 - 59.
- [3] 吕向锋,高洪林,马亮,等. 基于 LabVIEW 串口通信的研究[J]. 国外电子测量技术, 2009, 28(12): 27 - 30.
- [4] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW 8. 20 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007: 288 - 297.
- [5] 陈树学,刘萱. LabVIEW 宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2011.
- [6] 陈於学,杨曙年. 虚拟仪器与 PLC 串口通信的实现[J]. 自动化与仪表, 2004(6): 57 - 60.
- [7] 居滋培,林燕凌,王斌. 微波频偏软测量及基于 LabVIEW 的分析方法[J]. 上海理工大学学报, 2008, 30 (1): 84 - 86.

(编辑:石 瑛)