

基于 PLC 的风电混合动力系统^①

李文江¹, 黄冠¹, 刘南², 安柏峰³

¹(辽宁工程技术大学 电气与控制工程学院, 葫芦岛 125105)

²(吉林工业职业技术学院, 吉林 132013)

³(辽河油田物资公司, 盘锦 124010)

摘要: 针对以往工业生产中对风力资源利用的不足, 设计了基于 PLC 控制的风电混合动力系统, 开辟了风能发展的新空间。系统以风力机为主、电动机为辅带动空压机, 并将空压机产生的压缩气体存储在储气罐内, 再由储气罐内的气体驱动作为执行机构的气缸按要求稳定的工作, 以达到节约能源的目的。系统以 PLC 为控制核心, 机械部分为基础, 气动系统对外输出能量, 通过系统测试得到典型结果。具有安全性好, 运行成本低, 维护容易, 无噪音污染等明显优点, 可以广泛普及推广, 适应节能减排的需求, 大有市场前景。

关键词: PLC; 压力; 控制; 传感器

Hybrid Power System about Wind and Electricity Based on PLC

LI Wen-Jiang¹, HUANG Guan¹, LIU Nan², AN Bai-Feng³

¹(Department of Electrical and Control Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125000, China)

²(Jilin Vocational College of Industry and Technology, Jilin 132013, China)

³(Liaohe Oilfield Materials Corporation, Panjin 125105, China)

Abstract: In order to solve the problem about the utilization of wind resources in industrial production in the past was insufficiently, we designed the wind hybrid systems based on PLC, and it opened up a new space of the development of the wind power. Based on wind turbine, the system drive the air compressor with the supplement of electric motors, storing the compressed air to air storage tank, which has an inner drive served as the cylinder of the executing agency and operating steadily as demanding, to realize the energy savings finally. PLC is the core, machinery is base, pneumatic system output energy in this system, and typical test results obtained through the system test. There are lots of advantages in this system, such as good safety, lower cost, easy to maintain, no noise and pollution. It can be popularized widely, and it also adapt to the demand of energy conservation and emission reduction, what's more, it has a good market prospect.

Key words: PLC; pressure; control; sensor

当前, 在风力资源的利用方面, 最主要的是风力发电, 且利用率较低。针对这样的现状, 本文设计了一套基于 PLC 控制技术的风电混合动力系统, 开辟了一种风能利用的新方法。该系统将叶片上风速值反馈给 PLC, 由 PLC 发出指令, 根据风速随时调整叶片控制气流和风力机转速, 使风力机转速与风速保持最佳的比值, 以获取最高的转换效率, 与普通的风电系统

相比, 转换效率可提高 10%左右。(在一定的风力机转速与风速的比值下, 风轮对风能的转换效率最高^[1]。)而风力机的最佳气流控制部位为叶片外侧板超出半径一半的位置, 当对叶片 1/2 半径以外的外侧板施以气流控制后, 如果额定输出功率不变, 系统工作范围可以提高 80%左右; 如工作范围保持不变, 则输出功率可增加 20%左右。本系统以风力机为主、电动机为辅,

① 收稿时间:2011-09-06;收到修改稿时间:2011-10-14

带动空气压缩机工作。当风力机正常工作，能够产生足够的压缩空气时，电动机处于备用状态；当风力机单独工作所产生的压缩空气量不足时，起动电动机，补足压缩空气，保证气缸的正常工作。

1 总体方案设计

本系统的总体结构图如图 1 所示^[2]。系统设计分为：风力机与电动机的协调工作、储气罐之间的协调工作和气缸控制系统三个方面。

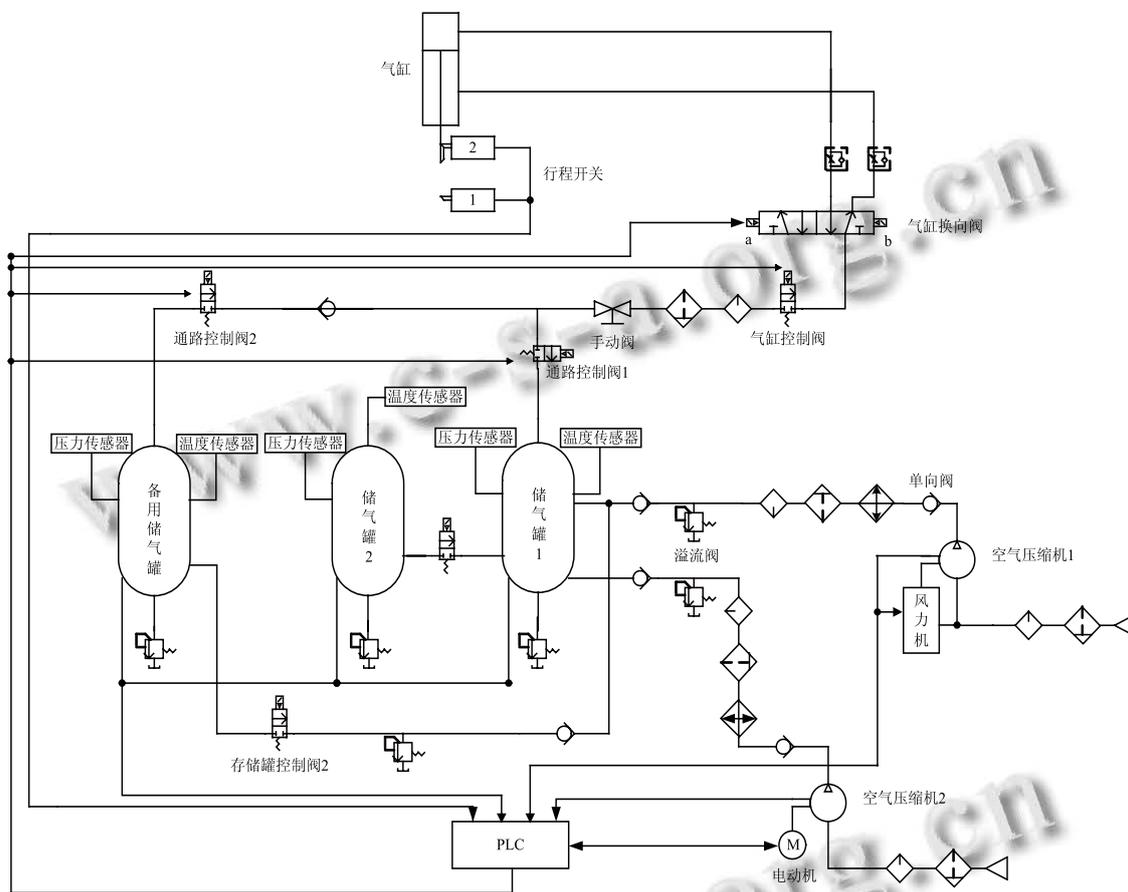


图 1 系统总体结构示意图

1.1 风力机与电动机的协调工作

从图 1 中可以看出，空气进入储气罐有两条线路。一条是空气经过滤、干燥后进入空气压缩机 1 和风力机，致使风力机工作，再由风力机带动空气压缩机 1 工作，形成高温高压压缩气体，并储存在储气罐中。另一条是空气经过滤干燥后进入空气压缩机 2，空气压缩机在电动机的带动下，形成高温高压的压缩气体，存储在储气罐中。当储气罐 1 中的压力大于等于 PLC 中的设定值时，线路 2 不工作；当储气罐 1 中的压力小于 PLC 中的设定值时，电动机启动，两条线路同时工作。

1.2 储气罐之间的协调工作

本系统中有三个储气罐，分别是储气罐 1、储气

罐 2 和备用储气罐，其中储气罐 1 和储气罐 2 是联通的。下面分别介绍在向储气罐输送高压气体时和输出动力时，三个储气罐是如何协调工作的。

1.2.1 向储气罐内输送高压气体时储气罐之间的协调工作

空压机所形成的压缩气体先被输送到储气罐 1 中，使储气罐 1 中的压力逐渐增大。当压力值大于等于设定值时，PLC 发出指令，打开储气罐控制阀 1，气体被输送到储气罐 2 中；当储气罐 1 和储气罐 2 的压力都大于等于设定值时，压缩气体将通过另一条线路被输送到备用储气罐中。

1.2.2 输出动力时储气罐之间的协调工作

当储气罐 1 的压力大于设定值时，PLC 发出指令，

打开通路控制阀 1 和气缸控制阀,使气缸工作;当储气罐 1 的压力小于等于设定值时,PLC 发出指令,打开通路控制阀 1,储气罐 2 的高压气体被输送到储气罐 1 中,使气缸正常工作;当储气罐 1 和储气罐 2 的压力均小于设定值时,PLC 发出指令,关闭通路控制阀 1,打开通路控制阀 2,改由备用储气罐为气缸继续提供动力;当储气罐 1 和储气罐 2 的压力都再次达到设定的上限值时,PLC 发出指令,关闭通路控制阀 2,打开通路控制阀 1,由储气罐 1 为气缸提供动力。

1.3 气缸控制系统

如图 1 所示,换向前,气体经气缸控制阀、气缸换向阀 b、单向节流阀 b 进入气缸,推动活塞向行程开关 2 位置移动。当活塞杆移动到行程开关 2 位置后,行程开关 2 发出信号传送给 PLC,PLC 接收到信号后,向气缸换向阀发出动作指令使其换向。换向后,气体经过气缸控制阀、气缸换向阀 a、单向节流阀 a 进入气缸,推动活塞向行程开关 1 位置移动。当活塞杆移动到行程开关 1 位置后再次换向。如此循环往复进行^[2]。

2 控制系统硬件设计

根据对控制系统的分析,本系统选择 Siemens 公司的 S7-200 小型 PLC,它能满足中等性能应用的要求,应用领域广泛。具体模块配置如下^[3]:

(1) 一个 CPU 模块: S7-200 CPU226CN,可提供 24 路数字量输入,16 路数字量输出,2 路模拟量输入,1 路模拟量输出,存储器容量 16384B,可连接 7 个扩展模块,2 个 RS485 通讯口。CPU226CN 的指令功能强,有传送、比较、移位、产生补码、调用子程序、脉冲宽度调整、脉冲序列输出、跳转、算术运算、逻辑运算、浮点数运算、开平方、三角函数和 PID 控制等指令,适用于比较复杂的中小型 PLC 控制系统。根据该系统的要求和 I/O 点数的分析,绘出 CPU226CN 的电气设计图,如图 2 所示。

(2) 三个模拟量输入模块: EM231CN 4 输入×12 位,可提供总数为 8 路的模拟量输入通道。EM231CN 模块具有 5 档量程,分别是 DC 0~10V、0~5V、0~20mA、-2.5~+2.5V 和 -5~+5V,通过模块上的 DIP 开关来选择。开关 SW1、开关 SW2 和开关 SW3 用于选择模拟量输入范围,开关 SW4 和开关 SW5 决定输入模拟量的增益选择,开关 SW6 决定模拟量输入的单双极性,当开关 SW6 为 ON 时,模拟量输入为单极性输入,开关

SW6 为 OFF 时,模拟量输入为双极性输入。本文选择量程范围为 0~20mA,单极性输入。

(3) 两个 4 路输入热电偶模块: EM231CN 4 路输入热电偶,可提供总数为 8 路的热电偶输入通道。该模块具有冷端补偿电路,如果环境温度迅速发生变化,则会产生额外的误差,需要将热电偶模块安装在环境温度相对稳定的地方。4 路输入 EM231CN 热电偶模块提供一个方便的、隔离的接口,可以与 J、K、E、N、S、T、和 R 型七种热电偶配套使用。用 DIP 开关来选择热电偶的类型、接线方式、冷端补偿、测量单位、断线检查和开路故障方向。本文设计热电偶输入为 K 型热偶,DIP 开关选择为“0010000”。

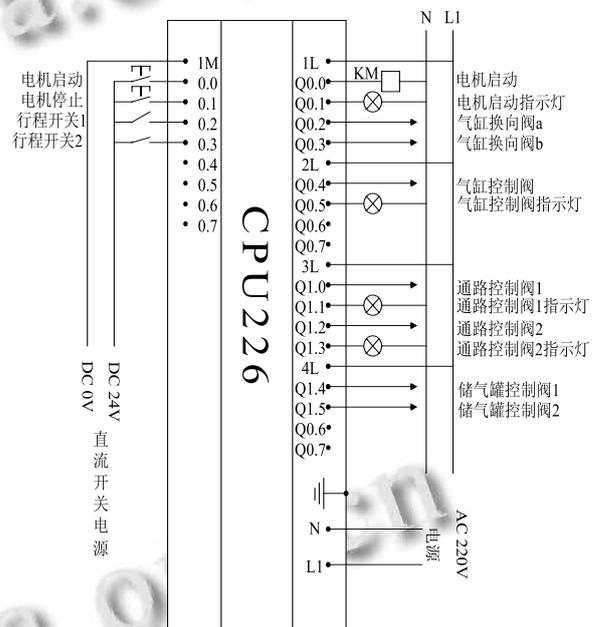


图 2 CPU226 电气设计图

3 控制系统软件设计

控制系统的软件部分主要是 PLC 的程序设计,其中包括逻辑控制启停程序、数据接收和发送命令的处理程序。STEP 7-Mirco/WIN V4.0 编程软件是西门子公司专门为 S7-200 系列的 PLC 设计开发的编程软件,形象直观,使用方便。因此本系统采用 STEP 7-Mirco/WIN V4.0 编程软件,来实现控制系统的功能。下面针对储气罐进气和 PLC 控制气缸工作两种情况,对控制系统进行流程设计^[4]。

3.1 进气时储气罐协调工作软件流程

之前已经介绍过进气时储气罐是如何协调工作的,现设计其软件流程如图 3 所示。

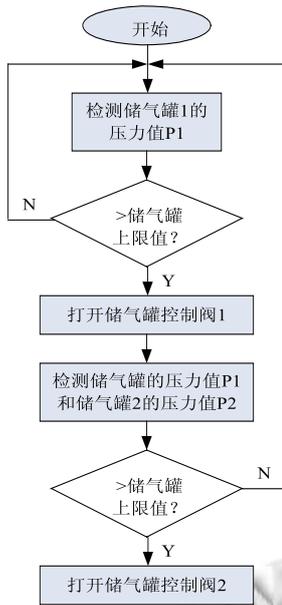


图 3 进气时储气罐协调工作软件流程图

3.2 PLC 控制气缸工作软件流程

本文设计的控制系统通过 PLC 来实现电机的启停、储气罐之间的协调工作、供压线路的选择和气缸的换向。控制要求如下^[5]:

(1) 检测储气罐 1 中的压力，根据压力值的大小，

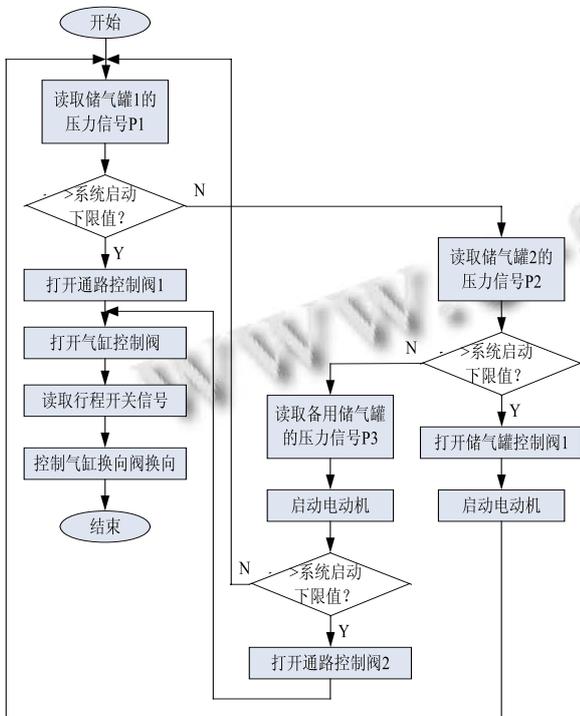


图 4 PLC 控制气缸工作软件流程图

判定是否打开通路控制器，为气缸提供动力源；

(2) 根据压力值的大小，调整各储气罐的工作状态；

(3) 通过 PLC 来控制电动机的启停；

(4) 通过采集行程开关的信号，调节气缸的运动方向。

其具体的软件流程如图 4 所示。

4 系统测试

系统测试是为了校验系统的工作性能，是保证一个项目设计成功的重要方法。为实现测试，在实验室 1 和实验室 2 搭建测试平台。实验室 1 设备包括现场设备、PLC、PC1 和以太网交换机 1；实验室 2 设备包括 PC2 和以太网交换机 2。两台交换机同属于一个局域网^[6]。在 PC2 上装有西门子公司的 WinCC 监控组态软件，对实验室 1 的情况进行实时监测。下面以储气罐 1 为例，对风电混合动力系统进行测试。在 PC2 上建立储气罐 1 的组态画面^[7]，如图 5 所示。在该组态画面中，操作者可对储气罐 1 的工作情况进行实时监测。

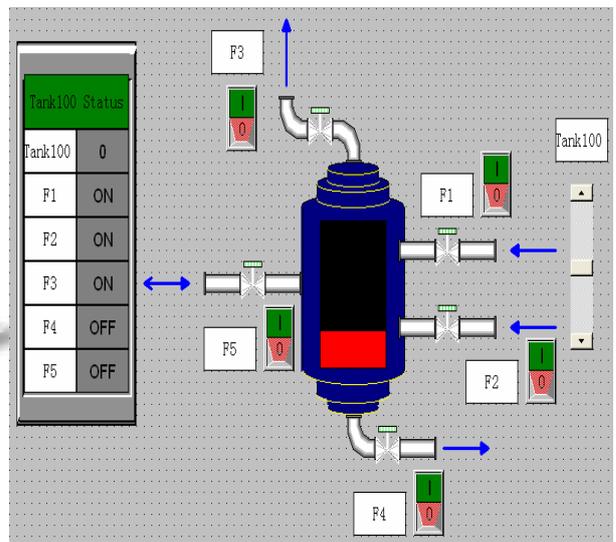


图 5 储气罐 1 的组态画面

在 WinCC 中，可以生成储气罐 1 压力的变化趋势曲线^[7]，对储气罐 1 中压力的变化进行更加直观的监测。图 6 为某段时刻储气罐 1 的压力趋势曲线。

同样的方法，利用 PC2 上的 WinCC 组态软件，可以对实验室 1 中的储气罐 2、备用储气罐和各类控制阀和气缸的工作状态进行实时监测。

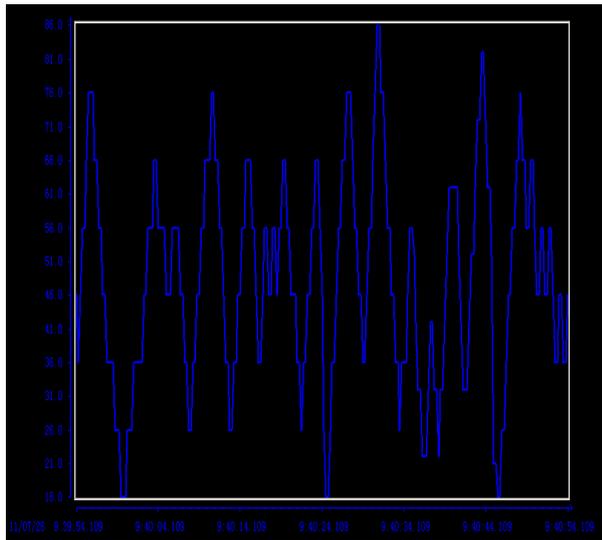


图 6 某段时刻储气罐 1 的压力趋势曲线

5 结论

经测试,该风电混合动力系统工作稳定、可靠,监测更加直观,成本较低,而且充分利用了风能,节约大量的不可再生能源。该系统优点突出,是风能利

用的新途径,在现代工业中,将具有广阔的发展前景。

参考文献

- 1 叶杭冶.风力发电系统的设计、运行与维护.北京:电子工业出版社,2010.
- 2 吴博.液压与气压传动原理及应用.北京:中国电力出版社,2010.
- 3 周晓平,姜建芳,苏少钰,陈迅.S7-200 系列 PLC 与监控计算机通信实现的研究.微计算机信息,2004,(1).
- 4 张延,周毅,万春林,赵全利,李会萍,贾磊.S7-200PLC 基础及应用.北京:机械工业出版社,2010.
- 5 Diego BC, Rodilla VM, Carames CF, Moran AC, Santos RA. Applying a software framework for supervisory control of a PLC-based flexible manufacturing systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2010,48 (5/8).
- 6 Da'na S, Sagahyoon A, Elrayes A, Al-Aydi AR. Development of a monitoring and control platform for PLC-based applications. Computer Standards & Interfaces, 2008,30(3).
- 7 西门子有限公司自动化与驱动集团.深入浅出西门子 Win-CCV6.北京:北京航空航天大学出版社,2004.

(上接第 7 页)

实时系统软件开发领域的可复用的分层面向方面软件实现框架 R-AoSAS,该框架在软件产品层面上提高实时系统软件开发的质量和软件的复用性。通过转向 AOP 技术,把金钱管理系统的实时性、并发性、任务调度和日志记录等非功能性关注从系统正面功能组件中分离出来,为它们单独的设计组件模块。在 R-AoSAS 框架应用环境下,对于定时器服务、任务创建和任务调度等非功能约束的实现交给 R-AoSAS 框架的核心层提供的时间管理模型和任务调度模型去完成。为了实现功能组件和非功能组件的绑定或组合,通过方面的 Join Point 作为它们之间的接口,各组件之间的关联关系变弱,使得组件职责更加清晰。最后结合一个具体应用,说明该框架在实际项目开发中的应用价值。

参考文献

- 1 宋晓峰,厉小军,邓阿群,俞蒙愧,胡上序.自动售货机故障管理子系统的设计与实现.计算机工程,2002,28(5):8-10.
- 2 熊光泽,古幼鹏,桑楠.嵌入式应用软件设计方法学研究综述.计算机应用,2004,24(4):1-4.
- 3 邓阿群.面向方面技术在大规模嵌入式软件中的应用[博士学位论文].杭州:浙江大学,2007.
- 4 何丽莉,金淳兆,冯铁,张家晨.关注分离问题研究综述.计算机科学,2005,32(2):129-132.
- 5 曹东刚,梅宏.面向 Aspect 的程序设计——一种新的编程范型.计算机科学,2003,30(9):5-10.
- 6 葛峰,张云华,赵国平.基于 C 语言的 AOP 编织器的设计与实现.计算机应用与软件,2008,25(12):161-163.