

PLC在水泵综合试验台控制系统中的应用

The Application of PLC in Use of the Control System of the Multipurpose Test- Platform for Water Pumps

(西北农林科技大学)李 平 卢博友 杨兵力 高宝平
LI PING LU BOYOU YANG BINGLI GAO BAOPING

摘要:针对目前水泵综合试验台及其在试验过程中所存在的问题,结合试验台及试验过程中所要控制的对象及其工艺要求,提出了一种基于 PLC 控制和变频调速技术的综合试验台自动控制方案,并且根据试验工艺要求,给出了 PLC 控制及变频调速系统的硬件配置及软件设计。
关键词:PLC; 控制系统; 水泵综合试验台; 变频调速三相异步电机
中图分类号:TH311.065 文献标识码:A

Abstract:In view of the current shortages in the multipurpose test- platform and the process of the testing for water pumps, the article, combining the objects to be controlled and their requirements in the platform and the course of testing, firstly introduces an automatic control scheme of the multipurpose test- platform based on the PLC control and the frequency conversion speeding, then gives the hardware configuration of the PLC and the frequency conversion speeding system, also presents the principle to design software of the PLC control system according to the process requirement of the testing.
Keywords:PLC,Control System,Multipurpose Test Platform for Water Pumps,Frequency Conversion and Timing Three- phase Asynchronous Motor

技术创新

1 引言

自 1968 年诞生以来,可编程控制器(PLC)历经几十年的快速发展,其制造成本不断地下降,而功能在不断完善和增强。变频器调速技术具有调速范围宽、调速平滑、调速精度高、控制灵活等优点,在综合性能和成本上都有一定的优势。因此 PLC 控制和变频调速技术在工业控制领域得到了广泛的应用。

水泵综合试验是水泵生产过程中的一个重要环节。目前试验台采用传统电气手动控制,自动化程度低,而且试验工艺要求又比较严格,试验项目多,因而在试验过程中,操作复杂,劳动强度大,工作环境恶劣,效率低,可靠性差等以及人为因素引起的问题十分严重。为此,在试验台控制系统中引入 PLC 控制及变频调速技术,以提高试验台的自动化程度。

2 控制对象和控制要求

2.1 试验台试验介质温度的控制

根据工厂产品技术条件及产品试验工艺规程的要求,在整个试验过程中,试验介质的温度要求保证在 80±5 。实现温度的自动控制,包括:在试验前,先对试验台加温,在温度达到要求后,停止加温而进行保温;在试验过程中,对试验台的温度进行实时监测,一旦发现温度不满足试验要求,及时采取相应的措施,使得温度达到试验要求。

施,使得温度达到试验要求。

2.2 试验台电机的启动

目前水泵试验台的拖动电机是容量为 380V, 15KW 的三相异步电机,采用 Δ 接法,额定电流高达 30A。根据产品技术条件和试验工艺规程要求,每一产品的累计试验时间为 25 分钟,由于电机容量大而且频繁启停,因而不能直接启动。在保证足够大的启动转矩和限制启动电流的条件下,实现电机的启动,同时要求启动设备简单,操作方便,能量损耗小。

2.3 试验台转速的控制

按照产品技术条件及试验工艺规程的要求,每一产品必须进行运转试验,运转参数见表 1。控制电机运转速度,完成运转试验,而且要求电机调速精确平稳。

表 1 水泵运转试验参数

转速 (r/min)	750	1500	2550
时间 (min)	5	10	10

2.4 辅助功能

试验的台夹紧装置在试验台启动前,实现水泵在试验台上的可靠夹紧、水泵进出水口与试验台管路的可靠联结以及试验台水泵进出水口阀门的打开;在试验结束后,关闭试验台水泵的进出水口阀门、断开水泵进出水口与试验台的管路联结以及撤销水泵在试验台上的夹紧。

李平:硕士研究生
国家 863 计划项目(编号:2002AA6Z3121- 2)

3 系统的控制方式

3.1 系统结构设计

试验台控制系统采用模块化结构设计,便于各动作互不干扰,且有易于修改和扩充功能的优点。主控程序用梯形图逻辑完成,每个主控单元分别写入不同的程序,完成不同的功能,包括初始化、故障检测报警、温度控制的加温保温、试验台电机启动/水泵调速运转、流量采集判定以及辅助功能(水泵在试验台上的固定/管路的联结/进出口阀门的开关等)。

3.2 系统控制方式

根据系统控制要求,考虑系统的可靠性和连续性,试验台控制系统要有手动和自动两种控制模式即:手动控制和自动控制。

在手动控制方式下,通过控制面板的开关,分别操纵各执行机构动作完成相应的作业。手动方式主要用于系统调试、维护、或者事故操作等,确保系统运行的连续性。

自动控制为系统的正常运行方式,所有动作按程序流程由 PLC 控制完成。在自动运行过程中,系统自动监测各故障输入点,如果发现故障,系统根据工艺规定的故障级别,自动进行急停或相关提示操作,并发出声、光报警,同时该故障自锁,直到排除后按复位键后系统再继续自动运行。

为了提高操作安全性,水泵在试验台上的固定夹紧及其撤销均采用手动控制,试验台控制还应设有紧急停止车。

4 系统的硬件设计

系统硬件组成,如图 1 所示。试验台控制系统由控制核心 PLC、输入环节(各类输入 PLC 的控制量)、执行器(加热管、循环小泵、夹紧装置、阀、变频调速电机)、传感器(液位传感器、温度传感器、转速传感器、流量传感器、压力传感器以及电流传感器)等组成。

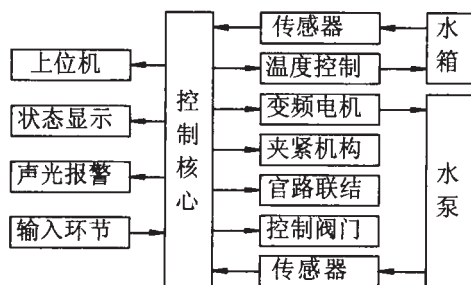


图1 控制系统的硬件组成

4.1 PLC

PLC是整个试验台控制系统的核心,采用三菱公司的 FX2N-32MR 系列。PLC 根据各类传感器的输入信号执行控制软件,控制执行器完成相应的工作任务。如果某个执行器或者电机电流、管路压力发生异常时,PLC 能输出信号报警。各主要设备的工作运行

状况能够实时显示。

4.2 变频调速电机

电机是试验台电机控制的核心,选用西安电机厂 YJTG160L-4 型变频调速三相异步电机。PLC 通过现场总线控制电机,实现电机的变频启动、变频调速从而完成水泵的调速运转试验,而且调速准确平稳。变频调速电机能根据负荷的要求调整加速和减速时间,在启动运行过程中做到了软启动。变频调速又属于无级调速方式,在运行稳态过程和运行调节过程中能起到显著的节能效果,而且还可降低启动电流,提高功率因数,对电机有多种保护功能。

5 系统的软件设计

5.1 系统软件设计思想

系统软件设计主要包括两大部分,一是上位机监控部分的设计,主要有系统运行监控主界面,温度控制界面,电机启动/水泵运转控制界面,辅助装置(单元)工作界面、报表生成和数据查询等;另一部分是控制程序的设计,主要是对 PLC 的编程,包括网络组态、系统硬件组态、控制程序设计、通信程序设计等。

5.2 主程序设计

主程序的功能是设置 PLC 特殊功能单元,进行采样、显示,并调用子程序完成不同的控制功能,程序流程图见图 2。

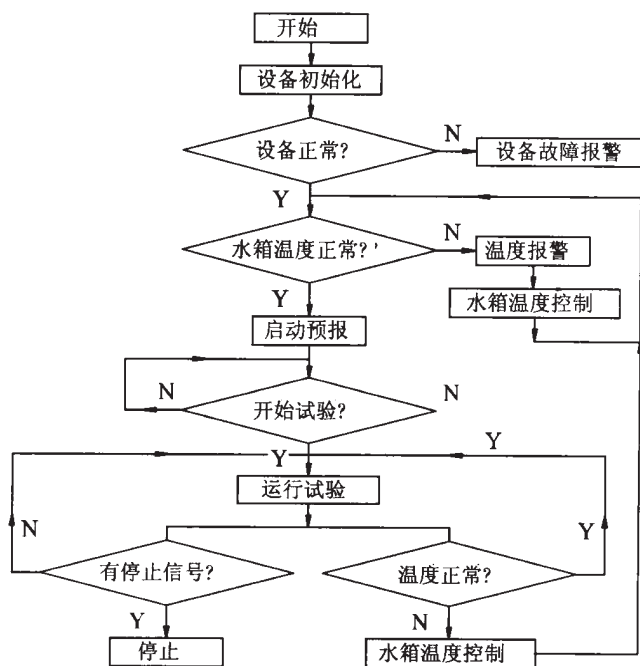


图2 主程序流程图

每个控制模块(单元)分别写入不同的程序,包括初始化、故障检测报警、水箱温度控制、试验台电机启动、水泵调速运转、流量采集判定以及辅助动作(水泵在试验台上的固定/管路的联结/进出口阀门的开关等)。

5.3 试验台水箱温度控制

在试验过程中,温度是试验工艺要求的重要参数

之一,因此,水箱温度控制是试验台控制系统的一个重要部分。在控制系统中,水箱温度控制采用闭环控制,即在 PLC 循环中断组织模块中调用 PID 函数实现水箱加热和冷却装置的控制,然后通过传感器将水箱的实际温度反馈给 PLC。

5.4 试验台的起停

水泵固定夹紧、管路联接、进出水阀门控制等辅助动作以及电机的起停,在试验过程中要严格按照试验工艺流程的先后顺序动作,辅助装置及电机的动作顺序如图 3 所示。为此在软件设计过程中,就要引入相应的连锁约束条件,使得辅助装置在试验过程中动作准确无误。

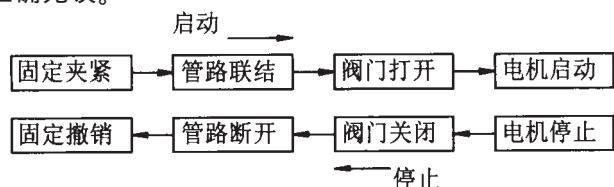


图3 试验台启停动作顺序

5.5 组态监控的设计

用组态平台软件,设计主界面、操作界面、报警界面以及数据查询等,并编写相关的程序。主界面、报警界面设计动画连结,主界面包含整个试验过程总图,监视各执行设备的工作状态、各类参数指标及界面切换等功能。系统的人机界面主要有:

1. 试验工艺流程界面,根据生产现场实际,组态生产流程,动态显示试验的实际情况;

2. 试验台水箱温度的监控界面,根据生产工艺要求,组态水温控制,包括在试验前加温,试验过程中保温;运行方式有手动和自动两种,参数(温度)应能够修改;

3. 运转控制界面,根据生产工艺要求,组态水泵(电机)的启动、运转监控,动态显示水泵的运转试验、密封性试验、流量采集判定等;

4. 其他辅助功能界面,根据生产现场的要求,组态水泵试验的辅助工作,动态显示试验台工作的情况,包括水泵在试验台上的固定夹紧、水泵进出水口和试验台上相应管路的联结及进出水阀门的开关控制等。

6 结束语

本文作者的创新点:在传统电气手动控制的水泵综合试验台控制系统中引入了 PLC 控制和变频调速技术,实现了试验台的自动化控制,从而使得试验台操作简单,维护方便,并且结构紧凑,动作精确。这不仅提高了试验台的可靠性及水泵试验的灵活性,也大大改善了工作环境,减少了工作人员人为因素对试验的影响。利用变频调速电机内置的 PID 进行调速控制,不仅使控制系统更加简单,而且也减少了 PLC 的运算量。同时,也可以很容易地把这种控制系统移植到其他试验项目相类似的试验台上。

参考文献:

- [1]丁炜,魏孔平.可编程控制器在工业控制中的应用.北京:化学工业出版社.2004.7
 - [2]李树雄.可编程序控制器原理及应用教程.北京:北京航空航天大学出版社.2003.9
 - [3]付家才.工业控制工程实践技术.北京:化学工业出版社.2003.8
 - [4]陈艳.自来水厂变频供水 PLC 自动控制系统[J].微计算机信息.2005.2
- 作者简介:李平(1976-),男,陕西西安人,硕士研究生,主要从事机械设计制造工作,研究方向:智能化监测与监控。
Biography:Li Ping(1976-),male,Graduate Student,works in Machinery Design & Manufacture and majors in Intelligent Testing & Monitoring.
(712100 陕西 西北农林科技大学)李平 卢博友
杨兵力 高宝平

(收稿日期:2006.5.27)(修稿日期:2006.6.24)

(上接第 56 页)

本文作者创新点:本文采用 ALTERA 公司 FPGA 作为算法处理器件,实现了互相关算法,取得了很好的效果。根据相关算法的运算原理并考虑了模块与外部的交互性,在 FPGA 中配置设计了互相关运算模块、串转换模块以及双口 RAM 等 4 个模块。

参考文献:

- [1]赵雅兴著,FPGA 原理、设计与应用,天津:天津大学出版社,1999 年 4 月第 1 版
 - [2]徐志军、徐光著,CPLD/FPGA 的开发与应用,北京:电子工业出版社,2002 年
 - [3]胡广书著,数字信号处理-理论、算法与实现,北京:清华大学出版社,1997,P133-149
 - [4]李广军,可编程 ASIC 设计及应用,成都:电子科技大学出版社,2000
 - [5]沈胜宏 韩月秋,基于多 DSP 和 FPGA 的高速并行互相关图像跟踪技术,北京理工大学学报,2000(1)
 - [6]赵彦全,齐伟民.高速雷达数字信号发生器的 FPGA 设计与实现技巧[J].微计算机信息,2006,3-2:166-168
- 作者简介:彭蒸蒸(1983-),男(汉族),西华大学数学与计算机学院,助理工程师,研究方向:数字信号处理的 FPGA 实现及 ASIC 设计;孙冰(1984-),男(汉族),电子科技大学通信学院 2003 级本科生,研究方向:FPGA。
Biography:Peng Zhengzheng (1983-),Male (Han), Department of Mathematic and Computer,XiHua University, Research interesting: FPGA and ASIC design in Digital Signal Processing.
(610041 成都 西华大学数学与计算机学院) 彭蒸蒸
(610054 成都 电子科技大学 通信学院) 孙冰
(Department of Mathematic and Computer, XiHua University Chengdu, Sichuan, 610041)Peng Zhengzheng
(School of Communication & Information,UESTC,Chengdu, Sichuan, 610054)Sun Bing
通讯地址:(610041 四川成都 成都市武侯区少陵路 1 号 12-3-12)彭蒸蒸

(收稿日期:2006.5.25)(修稿日期:2006.6.28)