

摘要：设计了一个汽轮发电机在线监测系统，以监测汽轮发电机运行过程中的各种参数。主要硬件包括各种传感器、西门子 PLC 以及触摸屏等；软件设计中 PLC 使用 STEP7 进行编程，触摸屏使用 EB8000 编程。PLC 和触摸屏相结合，PLC 作为控制器，具有模拟量输入、输出功能，能够满足汽轮机的调节和应用；在触摸屏中设定参考值，与实际值进行比较，监测过程中各种参数的变化，对汽轮发电机进行科学的预知和预判，以保证其能够稳定运行。系统优点是能够实时监测各种运行参数和状态，并可直接在触摸屏上显示，如果发生超速或者超温等故障，能直观地发现并发出报警信号。汽轮发电机在线监测系统的应用领域很广，主要在中大型热电厂、水电厂以及各种核电站。

关键词：汽轮发电机；在线监测；可编程控制器；触摸屏

中图分类号：TP277

文献标识码：B

文章编号：1006-883X(2016)01-0039-04

收稿日期：2015-11-29

汽轮发电机在线监测系统的设计与分析

王浩浩¹ 董云云¹ 孙玉梅¹ 苏凤¹ 杨海利²

1. 烟台南山学院, 山东烟台 265713; 2. 东海热电有限公司, 山东烟台 265713

一、引言

汽轮发电机就是与汽轮机配套的发电机^[1]，它将热能转换成动能，再将动能转换成电能，在各种热电厂和核电站中得到了广泛的应用，不仅可以用于直接驱动各种机械^[2]，还可以利用其来满足人们的供热需要。

汽轮发电机具有可靠性高、运行时间持久、使用价格低廉等优点，能够满足现代生产运行的要求。虽然汽轮机有着很多的优点，但是一旦发生故障，将会造成很大的经济损失，对汽轮发电机监测的目的是对发电机运行状态进行科学的预知，从而消除各种故障隐患，使其能够保持安全经济的运行^[3]。最近几十年来，随着科学技术的发展，各种各样的在线监测装置和监测技术层出不穷，并且被应用在汽轮发电机上，取得了比较突出的成绩。

本文设计的汽轮发电机在线监测系统主要应用于电力工业，系统由各种传感器（如振动传感器、局放传感器、转速传感器、压力传感器、温度传感器、位移传感器等）、西门子 PLC 以及触摸屏为主构成，通过装在生产线和设备上的各类监测仪表，对生产及设

备的运行中的各种信号进行连续自动监测并上传至接收端，实现了汽轮发电机的在线监测，保证了汽轮发电机能够最大限度地提高电厂的运行效益^[4]。

二、总体设计

在线监测系统是汽轮发电机正常安全运行必不可少的设备，通过振动、局放、转速、压力、温度、位移等各种传感器以及变送器将现场采集到的信号输入到 PLC 的模拟量输入模块，所有信号在 PLC 中经过计算、转换之后，PLC 与触摸屏通信，触摸屏对数据进行显示，从而实现了对汽轮发电机运行状态的监测。在线监测流程图如图 1 所示。

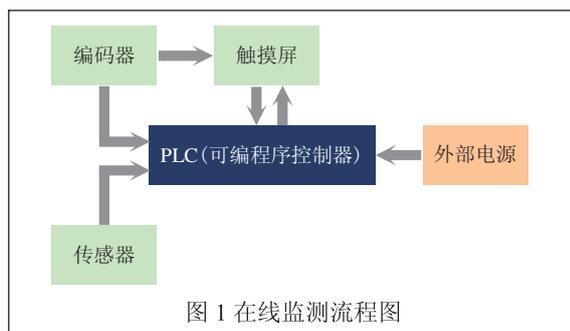
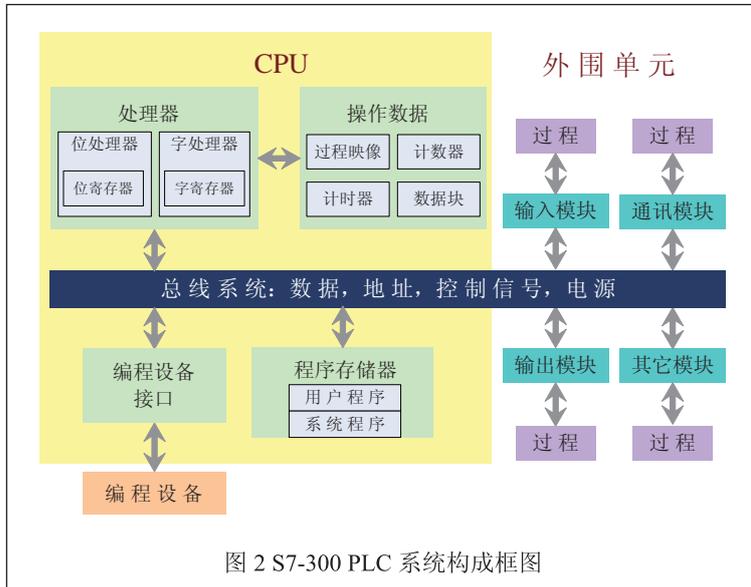


图 1 在线监测流程图



处理速度快，可靠性高等优点，甚至可以在露天的恶劣环境中使用，能够满足监测的需求。

2、人机界面选择

该设计需要的人机界面需要能够实时监测汽轮发电机运行过程中的转速、压力、温度、轴向位移等参数，并且能与 PLC 实时通信，把设定的参数及时传送给 PLC，同时从 PLC 获取汽轮机运行时的各种数据。

西门子 TP1200 触摸屏，功能强大，控制灵活，反应灵敏，但是上万元的价格，比较难以接受。

威纶 MT8070IE 触摸屏，屏幕大小有 7 寸，虽然反应较之西门子 TP1200 略微有点迟钝，但是控制功能一样强大，而且价格合理，内存为 128MB，能够满足需求，因此在线监测系统使用威纶 MT8070IE 触摸屏作为人机界面。触摸屏和 PLC 之间通过 RS232 电缆进行通信。

三、系统硬件设计

汽轮发电机在线监测系统是通过传感装置实施监测，保证汽轮发电机的正常运行，并且要有良好的人机界面。为了满足以上要求，本文采用的是可编辑控制器和触摸屏相结合的方案，PLC 技术比较成熟，可靠性高，梯形图编程易于掌握^[5]；触摸屏体积较小，易于安装和使用，而且界面简洁，有众多按钮、指示灯等控件，可以进行灵活的处理，当控制功能需要改变时，只需要修改程序和改变少量的接线。

1、PLC 选型

汽轮发电机在线监测需要的 PLC 应该能够接收到各种数字量信号和模拟量信号，能够进行运算，输出电量信号，还能够实现与触摸屏的通信，及时将各种监测信号和数据传递到触摸屏上，同时触摸屏的设定参数也要及时送到 PLC 中，所以选择使用西门子公司的 SIMATIC S7-300 PLC。

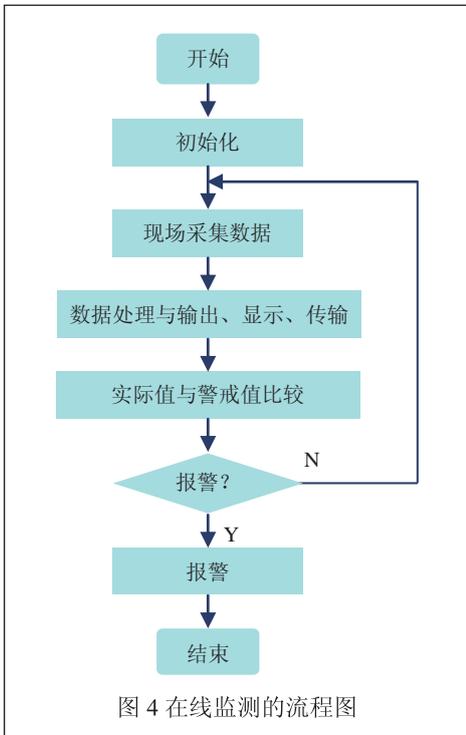
S7-300 PLC 逻辑结构图如图 2 所示，主要由导轨（Rail）、电源模块、CPU 模块、信号模块、功能模块、接口模块以及通讯处理器等部件组成^[6]。S7-300 PLC 实物图如图 3 所示。

因为汽轮机具有高温、高压、高转速的特点，所以监测系统必须具有较高的可靠性和适应性，S7-300 PLC 具有模块化结构，使用灵活方便，循环周期短，

四、系统软件设计

汽轮发电机在线监测选定西门子 S7-300 PLC 和威纶 MT8070IE 触摸屏，PLC 编程使用的是 STEP7 软件，触摸屏则是 EB8000 编程软件。软件设计是本设计的重点所在，PLC 编程时将各种信号进行传输、数据处理和转换，而 EB8000 编制的程序则是对经过转换后





的数据进行显示、存储和管理，在线监测的流程图如图4所示。

1、PLC 编程设计

PLC的用户程序是根据控制要求通过PLC编程语言编制，按照实际需求来设计的。使用相应的编程语言，在控制系统中，实现各种自动化控制功能。S7-300 PLC是中型PLC，它使用STEP 7软件进行编程，主要是将各种采集到信号在PLC中计算和转换，该软件就是对其进行设计编程。

2、程序设计

在S7-300 PLC中写在组织块（OB）模块里的是主程序，而子程序写在功能（FC）、功能块（FB）。组织块（OB）是操作系统和用户程序的接口，由操作系统调用，决定用户程序的结构，负责调用其他模块。不同类型的CPU支持不同的OB，用于循环处理。

功能块（FB）或功能（FC）可以说是用户子程序，两者的主要区别是FB有存储区，FC无存储区，他们可以被其他的功能块、

组织块调用，在FB中可以定义静态变量，每个FB可以定义多个背景数据块，来代表同种类型的不同设备。这样只通过一个功能块就可以完成多个设备的变程。在此监测中可以分为转速监测、温度监测、压力监测和轴向位移监测等功能块。

数据块（DB）是存储用户数据的数据区域，可以打开或关闭。数据块分为共享数据块和背景数据块，DB可以是某个FB的背景数据块，也可以供所有块共享。数据块是一组按顺序连续排列在一起的几组记录，是主存储器与输入、输出设备或外存储器之间进行传输的一个数据单位。是数据的物理记录，与数据的逻辑记录（逻辑上有联系，在存储器上占有一组邻接单元的数据单位）之间的对应关系有3种方式：①一个块即为一个记录；②一个块包含若干个逻辑记录；③一个逻辑记录占有几个块。数据块的大小可以是固定的或是可变的，块与块之间有间隙。设计数据块大小，受到多方面因素的影响，包括输入、输出效率，存储空间代价以及计算机应用特点等。

使用STEP7软件进行编程，对传感器监测来的模拟量经过数据采集后，对输入量进行换算和比较，在程序中除了启动、停止外，主要程序是将现场采集到的信号在PLC中进行数据转换，然后再与设定值在比较器中进行比较，确定是否发出报警信号，是否需要停机。

五、系统调试

本监测系统采用的威纶MT8070IE触摸屏，屏大小合适，操作灵活方便，界面友好，可进行参数设定，实时监测汽轮发电机运行状态。威纶MT8070IE触摸屏一般是用EB8000软件进行程序设计，通过EB8000提供的各种图形控件、功能控件等，可以组态出各种动态功能和控制功能，实现在线监测，显示各种运行时的数据。

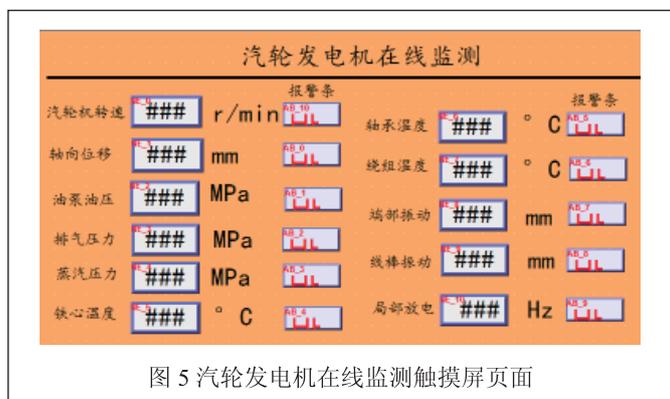


图5 汽轮发电机在线监测触摸屏页面

根据监测系统的要求和触摸屏的存储用量以及屏幕尺寸,设计界面。直接在触摸屏上监测汽轮发电机的运行状况,监测转速、压力、位移、温度、空气间隙、振动以及局部放电等参数的变化。汽轮发电机在线监测触摸屏页面如图5所示。

PLC与触摸屏通信,调节各种参数,与设定值比较,如果发出报警信号,则在报警条上显示出发生的时间、日期以及事件的信息。

六、结论

利用PLC和触摸屏相结合的方案设计了汽轮发电机的在线监测系统。通过各种传感器将汽轮机运行中的各种信号采集并传送到PLC,各种信号在PLC中经过计算和转换,PLC与触摸屏通信,触摸屏对各种信号存储、显示和管理。本设计可靠性高、灵敏性好、工作环境多样化,具有实用性,此监测能够间接地为电厂创造更高的经济效益,受到人们的欢迎。

参考文献

- [1] 韩丁. 对汽轮发电机在线监测应用的初步分析和建议 [J]. 价值工程, 2011, 30(32): 33.
- [2] 邢得富, 叶晓辉. 火电厂汽轮发电机励磁电刷冒火原因分析及防范措施 [J]. 硅谷, 2015, 8(3): 245.
- [3] 王宏生. 汽轮发电机运行故障诊断与预防 [J]. 科技创新与应用, 2015(13): 110.
- [4] 李春辉, 温海明. 汽轮发电机定子铁心设计中几个问题的研究 [J]. 中国科技博览, 2015, (11): 380.
- [5] 王晓霞. 给水泵小汽轮机的在线监测和热力计算 [D]. 北京: 华北电力大学, 2003.
- [6] 吴忠俊, 黄永红. 可编程控制器原理及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

Design and analysis of an online monitoring system for turbine generators

WANG Hao-hao¹, DONG Yun-yun¹, SUN Yu-mei¹, SU Feng¹, YANG Hai-li²

(1. Yantai NanShan University, Yantai 265713, China;
2. LongKou DongHai Thermoelectricity Co., Ltd, Yantai 265713, China)

Abstract: An online monitoring system is designed for

monitoring various parameters of turbine generators in this paper, the hardware part of which includes a variety of sensors, PLC and touch screen, and the software part includes PLC programming with STEP7 and touch screen programming with EB8000. The application of system is based on combination of PLC and touch screen. The PLC is used as controller with analog input and output functions and meets the requirements for regulation and application of steam turbine. The touch screen is used to set reference values which are compared with the actual values. Then the changes of various parameters are under monitoring, which is helpful for getting scientific predicting and forecasting to ensure stable operation of turbo generator. The system has advantages of realtime monitoring various operating parameters and states, direct displaying the changes of the parameters on the touch screen, intuitive finding over-speed or over-temperature for sending alarm signals. The on-line monitoring system for turbo generators has very wide applications, especially in large thermal power plants, hydro power plants and various nuclear power stations.

Keywords: turbine generator; online monitor; PLC; touch screen

作者简介

王浩浩, 烟台南山学院学生, 研究方向: 监控系统设计
通信地址: 山东省烟台市龙口市烟台南山学院东海校区工学院电气系

邮编: 265713

邮箱: dyyun82860948@163.com

董云云, 烟台南山学院, 讲师, 研究方向: 欠驱动机械系统

孙玉梅, 烟台南山学院高级工程师, 研究方向: 电子技术

苏凤, 烟台南山学院讲师, 研究方向: 测量控制

杨海利, 龙口市东海热电有限公司, 工程师, 研究方向: 热能与动力工程