

文章编号:1007-2284(2007)11-0123-03

水电机组效率在线监测系统

于德荣¹, 尉青连²

(1. 长春工程学院能源动力学院, 长春 130012; 2. 白山水电厂, 吉林 桦甸 132044)

摘要:水电机组效率在线监测系统在水电厂运行中具有十分重要的意义,是水电站实现经济运行及机组状态检修的基础。介绍了利用 AdLink NuDAM 系列模块进行数据采集的方法,以及效率在线监测系统中参数监测、数据录入、处理、打印、报表、曲线绘制、参数设置等各项功能。介绍了 NuDAM 与微机通讯方式、数据保存以及利用最小二乘法绘制机组动力特性曲线的方法。运行实例表明该系统运行稳定可靠。

关键词:水电机组;效率监测;通讯;数据保存;曲线绘制

中图分类号:TV7 **文献标识码:**A

Online Efficiency Monitoring System of Hydroelectric Unit

YU De-rong¹, WEI Qing-lian²

(1. School of Energy and Power Changchun Institute of Technology, Changchun 130012, Jilin, China;

2. Baishan Hydro Power Plant, Huadian 132044, Jilin, China)

Abstract: Online efficiency monitoring system of hydroelectric unit is very important for hydro power station operation. It is the basement of economical operation and condition based maintenance. This paper introduces the application of NuDAM models in analog and switch data collection in the efficiency monitoring system, and also the functions of the data monitoring, data inputting, processing, printing, reporting, curves drawing and parameters setting of the system. It presents the communication methods of NuDAM models and computer, data storage and the method of least square in unit dynamic characteristic curves drawing. Practical operation shows that it is stable and reliable.

Key words: hydroelectric unit; efficiency monitoring; data communication; data storage; dynamic characteristic drawing

随着科学技术的发展与进步,对水电厂的运行要求越来越高,为随时监测水电机组的运行状态,都在努力实现机组参数的在线监测,其中很重要的一个参数就是水电机组效率的在线监测。现在不少水电研究单位正在积极研究开发水电机组效率在线监测系统。水电机组效率监测系统的安装对运行有明显的指导意义,不仅可以实时显示机组当前运行效率和耗水率,还可使有关部门从效率监测系统中获得与经济运行有关的统计数据,为电站实现经济运行及机组状态检修奠定基础。我们在白山水电厂的积极支持和配合下,开发出新型的水电机组效率在线监测系统。

1 系统功能

1.1 水轮机效率计算

水电机组效率监测系统主要是实现机组运行时效率的实时监测。但原型水轮机的效率不能直接测出,只能实测发电机功率 N_g 、水轮机流量 Q 、水轮机工作水头 H , 计算机组的效率 η_e , 然后根据发电机效率 η_g 来推求水轮机效率 $\eta_t = \eta_e / \eta_g$ 。水轮机效率计算公式:

$$\eta = \frac{N_g \times 10^4}{9.81 Q H \eta_g}$$

1.2 参数测量方法

效率监测需要测量的参数有:发电机功率、水轮机流量、蜗壳进口压力、尾水管出口压力、上游水位、接力器行程。其中流量测量可采用超声波测流方法测量,其他参数均采用相应变送

收稿日期:2007-03-13

作者简介:于德荣(1962-),女,副教授,研究方向为水电机组监测与控制。

器。输出 4~20 mA 信号,再由凌华 AdLink NuDAM 系列模块送入微机。NuDAM 系列模块适用于网络数据采集和工业控制系统。效率监测系统参数测量框图见图 1。

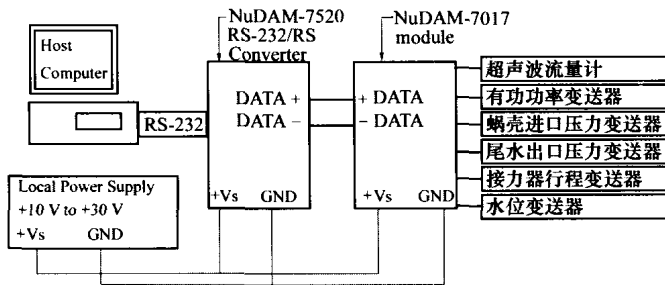


图 1 效率监测系统测量框图

1.3 系统功能

该系统具有以下功能:运行参数监测、数据录入、数据处理、数据打印、数据报表、绘制曲线、参数设置等。

(1)参数监测。主要是显示在线监测及计算的数据,所有数据每秒刷新一次,并自动保存到实时数据库中。实时数据库定时清空,并将有效数据转移到历史数据库中,用于日后的查询和分析使用。

(2)数据录入。做效率试验时采集各工况下的参数。试验工况可按照导叶开度或有功功率从空载单向递增或递减进行,每次调整试验工况时要求该工况稳定后采集完数据再进行下一工况试验,利用该项功能中的“打开”子功能,还可浏览已有数据文件。

(3)数据处理。由试验获得的原始数据生成计算数据文件,形成试验成果,以便绘制效率特性曲线,进行经济运行分析。

(4)数据打印。查询机组运行的历史数据,在历史数据库中存有机组运行时相关数据,通过按日期检索,可将运行数据显示于列表中并可进行打印、导出到 Excel 表格中进行二次编辑整理等。

(5)数据报表。浏览已有数据报表文件,还可根据用户需要将已有数据文件生成运行报表,用于统计、分析,生成的报表可打印、保存。

(6)绘制曲线。根据试验计算数据绘制曲线,如水轮机效率特性曲线、机组效率特性曲线、流量与导叶开度关系曲线、水轮机流量特性曲线、水头损失与流量平方关系曲线、效率与流量关系曲线。可将曲线保存为 JPEG 文件,还可直接从打印机输出。

(7)参数设置。主要是设置电站及机组监测基本参数,如仪表量程、仪表安装高程、通讯串口及其他基本参数等。

2 程序设计与实现方法

本系统是在 Windows 2000 操作系统下,以 C++ Builder 为开发平台进行系统各项功能设计与实现的。除界面设计外,主要解决了数据通讯、数据保存、曲线绘制 3 个问题。

2.1 数据通讯^[1]

系指由 NuDAM 采集的数据与上位机间的数据传输。NuDAM 与微机通讯有 2 种方式:一种是使用 NuDAM 提供的 OCX 控件;另一种是使用 Windows API 函数。

本系统采用的是第 1 种方式。首先将控件在 Windows 中

注册,即安装。然后作为组件引入到 C++ Builder 中,引入成功后在 Active 组件页中会看到 NAP7000X 组件。使用时,将其装入窗体,同时设置其属性。必须设置的属性有 Address(地址号)、BaudRate(波特率)、Checksum(校验核)、COMPort(串口)、DataBit(数据位)、ParityBit(校验位)、StopBit(停止位),其他属性可选默认值。

其中应特别注意的是,波特率应和网络波特率保持一致,并保证地址无冲突,校验核功能应和模块设置相一致。模块初始化设置可在 NuDAM 模块提供的应用软件中方便地进行,也可根据指令集通过编程进行配置。程序运行时,首先用指令代码将 OpenPort 属性设为真,即打开串口,然后由主机发读数据命令,模块便将采集的数据送回主机进行相应处理。在 C++ Builder 中使用的语句是 AnalogIn8,即同时采集 8 个通道的模拟量。

另外一种通讯方式是利用 Windows API 函数,它和控件方式的运行机理实际上是一样的。控件方式是对 API 函数实施了封装,许多工作是通过设置控件属性完成的,而不需要程序开发者再用程序语句去实现。

2.2 数据保存^[1]

数据保存采用的是 BDE (Borland Database Engine),即 Borland 公司提供的数据库引擎技术。这是一种非常成熟的数据库连接技术,在系统开发时,主要使用了 DataAccess (数据访问)和 DataControl (数据控制)控件。DataAccess 控件负责和 BDE 进行数据交换,并为 DataControl 控件提供数据,将在 DataControl 控件中被修改的数据经 BDE 传送到数据库文件中,其中和 BDE 打交道的控件是 TDataSet 控件。TDataSet 控件包括 TTable、TQuery、TStoreProc 等,本系统中用的是 TTable,分别与实时数据库和历史数据库文件连接,并为 TDataSource 控件提供数据。这些控件的关系,即数据库应用程序框图见图 2。

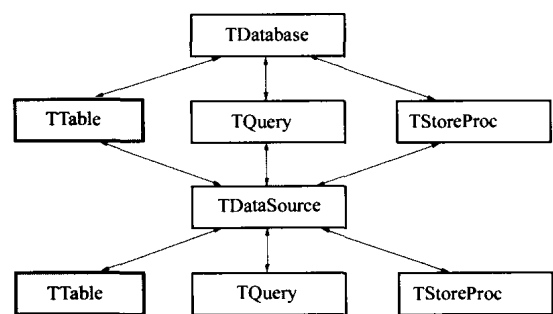


图 2 数据库应用程序框图

TDataSource 控件负责从 TDataSet 控件中接收数据并提供给 TDataControl 控件,把被修改的数据经 TDataSource 控件传给 BDE。所有的 DataAccess 控件均为设计期控件,运行时不可见,它们隐藏在用户界面后面,而由 DataControl 控件显示其数据,并提供浏览、修改数据的工具。

2.3 曲线绘制^[2]

效率特性曲线是根据试验状态下,各工况点所测得的数据绘制的不同参数关系曲线。本系统各种曲线的绘制采用的是最小二乘拟合方法。最小二乘拟合实际上就是根据 n 个已知点 (x_i, y_i) 求一条所给函数图形的近似曲线,而这条曲线并不

要求完全通过所有 n 个已知点,只要能近似反映数据的基本趋势就可以了,这样更能反映客观实际。因为实验数据常常带有测试误差,若要求曲线通过所有的点,就会保留所有测试误差,这是我们所不需要的。

在程序设计中,将用最小二乘法求出的给定数据点的拟合多项式作为子程序,并设计调用子程序时的入口参数和出口参数。

入口参数: n 为整型变量,给定数据点的个数; m 为整型变量,拟合多项式的项数; x 为实型一维数组,存放结点的 x_i 值; y 为实型一维数组,存放结点的 y_i 值;出口参数: b 为实型一维数组,存放拟合多项式的系数; D_i 为实型变量,拟合多项式与数据点偏差的平方和。

3 现场试验

系统安装并调试好后,在东北某大型水电厂对各项功能进行了测试,均能正常运行。同时还做了效率试验。由所得试验数据绘制效率特性曲线,由于篇幅限制,只绘出机组效率特性曲线见图 3。

4 结 语

本水电机组效率在线监测系统,在东北某大型水电厂投运

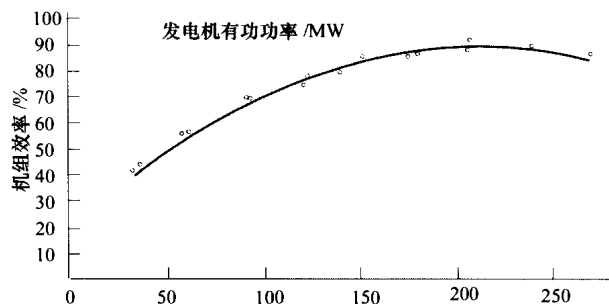


图 3 机组效率特性曲线

后,运行稳定可靠,实现了效率在线监测,达到了预期的目的。为机组及电站经济运行、状态检修等提供了有利的条件,说明采用水电机组效率在线监测系统,具有十分重要的现实意义。 □

参考文献:

- [1] 刘广. C++ Builder 数据库系统设计与开发[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 张兰欣,王长富,刘占全. C语言程序设计与计算方法基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.

(上接第 122 页)

(8)充分利用国际机构援助资金、国外政府基金来补充小水电建设资金。

4.2 措施

小水电的融资应该是在政府政策引导下的市场化融资。如何把水电投资公司及其他基础设施投资公司的资本引向需要建小水电的地方,如何引进国外资本是小水电建设市场融资的努力方向。融资措施和建议如下:

(1)对西南部和西北部贫困地区的光明工程,建议申请国际金融机构的扶贫援助资金补充现有的有限建设资金。

(2)对中部、东部和东南部的发展型和技改型小水电项目建设,可以申请 CDM 的国际碳基金来补充资金的不足。

(3)帮助各地进行国际援助资金的申请。可以在水利部农村电气化研究所建立办公室,为小水电发展国际融资寻求资金,与有关国际金融机构和其他机构取得联系,申请有关贷款和援助资金;同时,该办公室还要为政府策划小水电项目打包方案,进行集体融资设计。此外,利用该中心在海内外的声誉和关系,建立融资平台,为地方有需求的项目寻找国内国际投资商,为海内外投资商提供投资政策咨询、国外投资者的国内融资咨询及投资技术咨询。

(4)中国加入 WTO 后,关税减让、公平贸易原则非常有利于外资的进入。水电作为清洁可再生能源,发展水电与世贸组织提倡的合理利用资源、保护环境的“可持续发展”精神是一致的。政府要提供这样的平台,做好公共服务,完善投资环境,吸引海内外资本投资小水电建设,同时引进小水电领域先进的技术和管理。

(5)根据当地实际创建新的融资模式来吸引投资者,如 BOO, BOT 等。(6)在贫困地区利用国家扶贫资金进行小水电

建设时,遇到移民问题或农民补偿问题时,允许通过法定程序,将用于小水电建设的扶贫资金中按合理的比例通过签订协议量化给贫困农户作为小水电站入股资金,鼓励农民参加当地的小水电站建设和运行管理,依法成立的小水电公司应有政府代表、农民股权行使者代表和其他投资者代表进入股东大会和监事会,对企业进行监督。

(7)引导大型水电公司以流域为单位收购和开发一个流域内分散管理的小水电站。

(8)以流域为单元整合现有小水电资产,加强小水电的运行管理,提高经济效益。流域水利公司通过水利工程的综合效益来实现利润,避免了小水电公益效益的经济损失。同时,流域性水利公司加强了公司实力,综合效益还分担了单个小水电站运行的风险,使得公司更容易从银行获得贷款。

(9)2003 年水利部与国家开发银行签订了农村水电行业贷款合作纪要。各地要充分利用这个条件,借鉴广西和贵州的经验,支持有经验有实力的水电开发公司从政策银行贷款。

(10)对小水电贷款给予政府贴息或其他方式的优惠贷款。 □

参考文献:

- [1] 水利部. 十一五及 2020 年全国水电农村电气化规划[R]. 2005.
- [2] 李其道. 小水电发展的历史回顾[EB/OL]. 中国能源网,2005-09-14.
- [3] 全国水利系统电力工业统计年报[R]. 1989~2005.
- [4] 水利部农电局. 全国小水电代燃料生态保护工程规划[R]. 2002.
- [5] 中国水力发电年鉴[Z]. 2004.
- [6] 庄幸. 国外建立节能和可再生能源发展基金的经验[EB/OL]. <http://xmsh.smex.gov.cn/2006-7/200676154909.htm>, 2006-07-06.
- [7] Bruno Trouille. The need for a new approach to hydropower financing[J]. *Hydroreview World Wide*,2004,(3).