

地方电网梯级水电 信息管理查询系统开发

罗云霞^{1,2}, 吴剑凌³, 周慕逊⁴, 郑晓丹², 王万良¹

(1. 浙江工业大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310014;

2. 浙江水利水电专科学校 电气工程系, 浙江 杭州 310018;

3. 温州电业局, 浙江 温州 325000; 4. 台州学院 物理与电子工程学院, 浙江 台州 317000)

摘要: 为适应地方电网梯级水电优化调度的需要, 开发了梯级水电信息管理查询系统, 其采用 3 层 Client/Server 结构和 Browser/Server Web 技术, 数据库独立运行于服务器上, 应用程序运行于用户端, 以数据库为中心, 实现了多个用户的同步操作, 同时用户端只需向服务器发出数据请求, 全部的数据处理由服务器完成, 降低了用户端的硬件配置要求。系统包括系统管理、数据管理、资源管理、特性管理、历史运行数据统计查询、报表管理以及 Web 查询等功能模块, 直观、详尽、准确的数据统计报表可为地方电网梯级水电优化调度提供有力的决策支持。

关键词: 地方电网; 小水电; 优化调度; 信息管理查询系统

中图分类号: TV 697

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)04-0087-04

以 110 kV 线路接入地方电网的梯级小水电通常在地方电网中占有一定的地位, 特别是在用电高峰季节其顶峰发电被认为是目前解决地方电网缺电现象的最直接、快速和有效的手段。如何加强对这些电站的调度管理, 提高它们的水能利用率和调峰能力, 实现水电资源的优化调度, 显得十分必要^[1-6]。结合浙江温州电网实际, 研究开发了地方电网梯级水电优化调度系统^[7-9]。系统主要包括信息管理查询系统和优化调度系统 2 大部分, 将介绍其中的信息管理查询系统。

1 系统设计思想及功能

地方电网梯级水电信息管理查询系统是一个应用软件, 开发设计遵循“先进、实用、可靠、统一、可扩展”的原则^[3]。系统采用 C/S(Client/Server)结构和 Browser/Server Web 技术^[10], 包括系统管理、数据管理、资源管理、特性管理、历史运行数据统计查询、报表管理以及 Web 查询等功能模块, 可以对地方电网所辖的水电站特性数据信息、水库的历史水文数据、电站的历史运行数据进行管理、分析、归纳、总结, 进一步进行推理、演绎, 提取有价值的信息, 为调度人员提供决策支持。系统具体能实现以下功能:

- a. 对各梯级水电站的基本信息进行管理, 对水库电站的特性数据进行管理;
- b. 实现各梯级水电站运行数据的输入、修改和删除, 各梯级水电站历史运行数据的多方式查询;

- c. 对各梯级水电站历史运行数据进行固定时段和任意时段的统计分析, 以表格及曲线(如降雨量、水位、来水、发电量变化曲线等)形式显示统计分析结果;
- d. 形成不同类型的各梯级水电站历史雨水情数据统计分析报表, 并对其进行管理;
- e. 进行各梯级水电站任意时段的降雨量、来水量和入库流量进行频数分析并形成频数图;
- f. 对统计分析结果进行预览、备份、打印等输出操作;
- g. 直接从外部数据库导入运行数据至本地数据库;
- h. 实现基于 Web 的各梯级水电站的运行数据查询;
- i. 进行调度员信息管理以及值班安排表管理。

2 系统功能实现

作为基于 C/S 模式的信息管理系统, 本系统设计与其他文献所研究的系统有共同之处, 如系统用户权限管理等方面的设计, 在此不再详细阐述。下面介绍本软件特有的功能实现及设计方法。

2.1 数据管理设计

水电调度所需的数据有其自身的特点, 如: 数据量很大、时间性很强, 一般从建站开始, 就有运行数据记录; 数据的种类很多, 按类别不同有降雨量、水位、库容、流量、发电量、发电水量、弃水量和耗水率等, 按时序不同有瞬时值、各时段(年、季、月、旬、周等)的统计值和平均值等, 按数据来源不同有实测值、统计值和预测值等; 数据还有可能存在大量的质量问题, 因为量大输入就容易出现漏项、缺项及错项

等现象。数据管理方法设计首先针对梯级水电优化调度的需要,选择相关的数据类别,数据类别名称依据调度规范确定;其次保证数据的可修改和扩充;再次保证数据使用的方便和快捷。

按照一一对应的原则,从河流上游至下游对水库进行编号,再在水库编号下,从上游至下游对其所属的梯级电站进行编号,在电站编号下,对其所属的机组进行编号。数据的类别和格式按照常用的纸质运行记录,包括天气、水位、库容、发电水量、总耗水量、来水量、降雨量、弃水量、发电水量、发电量等。对系统使用之前的运行记录可以通过 Excel 导入数据库,当日的运行数据可以通过界面直接添加。数据的修改可以直接在显示的数据列表中进行,但必须是系统授权的管理人员。数据查询方式有 2 种。

- a. 无条件查询:选择水库和电站,列表显示其在数据库中的全部数据,通过滚动条翻滚浏览。
- b. 有条件查询:选择水库和电站,设置查询条件(单个或多个),显示满足查询条件的数据,通过滚动条翻滚浏览,如查询某水库电站降雨量大于 100 mm 的运行记录,则选择“降雨量”(名称列表中)、“大于”(比较符号列表中)、输入“100”,“确定”后,数据列表中显示日降雨量大于 100 mm 的运行记录。

2.2 资源特性管理设计

水库和电站的有关信息,如基本概况、设计特性数据等也是水电调度必须掌握的信息,而且必须保证其准确性。基本概况包括水库电站的名称、位置和管理单位等描述性的文本;设计数据包括水库设计水位、设计库容、年均降雨量、年均来水量、电站机组台数、单机容量、电站装机容量、保证出力和最大过流能力等;特性数据包括水库水位-库容特性曲线、水库水位-面积特性曲线、水库水位-耗水率曲线、水库前期降雨量-径流系数关系和水库的日蒸发量特性值等。分别设计“资源管理”和“特性管理”功能菜单;在“资源管理”下设计“水库信息”和“电站信

息”菜单项;进入菜单界面,根据水库的编号(编号同数据管理模块)或名称,显示其所有资料;在“特性管理”下设计水库设计特性、电站设计特性、水库特性曲线等菜单项;进入菜单界面,通过 Tab 键切换显示数据列表以及各个特性曲线。

2.3 历史运行数据统计设计

水文现象的随机性给水电优化调度带来很大的难度。为指导未来的调度决策,这需要在数据库中查询检索大量有关的水情、雨情以及工况,汲取有价值的东西。

设计“历史运行数据查询统计”功能模块,在此模块下设计“长期”、“中期”和“任意时段”(根据查询时段不同分类)3 个功能菜单。“长期”以一年为时限,查询显示被查询电站所选年份的数据库数据、年特征数据(包括水库始末水位、库容、降雨总量、来水总量、发电总量、发电水量、弃水总量和平均耗水率)、主要变量的变化曲线(包括水位变化、流量变化、各时段发电量变化等曲线)。“中期”以一季为时限(或者以一月、一旬为时限),查询显示被查询电站所选季度的数据库数据、季特征数据(具体同前)。“任意时段”根据查询需要确定起止时间,查询显示被查询电站所选时段的数据数据库数据及特征数据。数据库数据显示的方式可根据需要选择,具体包括按逐日、逐旬、逐月和逐年等显示方式;特征数据包括查询时段的总降雨量、总来水量、总发电量、总发电水量、总弃水量和平均耗水率,除此以外逐日显示还分析最大日降雨量及其出现的时间、平均日降雨量、降雨量大小分段统计(< 50 mm、> 50 and < 100 mm、> 100 mm 的天数)、最高水位及其出现日期、最大流量及其出现日期等。使用时,选定水库名称、确定统计时间、选择显示类型,单击“确定”后,系统显示结果。如选择某水库 2000-01-01 至 2000-04-30 运行数据逐日统计,系统显示结果如图 1 所示。



图 1 任意时段运行数据(逐日)统计

Fig.1 Statistics of daily data in any period

2.4 报表管理设计

报表管理将帮助调度管理人员进一步处理水库的雨水情信息,具体数据类型包括降雨、来水、发电引用流量和水位等。在“报表管理”模块下设计“年统计报表”、“月统计报表”、“统计过程线”和“水情频数图”4个子菜单项。

年统计报表的时限为 1 年,报表类型有 3 种。

a. 一日一报主要输出水库电站的日雨水情数据,在日报表基础上可获得特征统计值,分别为报表时段内的总降雨量、总来水量、总耗水量、降雨天数、年平均降雨、最大降雨及其日期、最大来水及其日期、最大耗水及其日期和最大水位及其日期等。

b. 一句一报主要输出水库电站的旬均值统计报表。

c. 一月一报是输出水库电站的月均值报表。

使用时,选定水库名称、统计年份及数据报表类型,单击“确定”后,系统显示结果。如选择某水库 2000 年降雨量一日一报表,系统显示结果见图 2。

月统计报表的时限为 1 个月,通过该报表全方位显示某月的降雨、来水、水位和发电引用流量的数据列表、特征值及变化过程曲线。报表类型有一日一报、三日一报、五日一报 3 种。下面以一日一报为例说明:界面上显示某月的降雨、来水、水位和发电引用流量日运行数据,相关特征值(包括该月的降雨总量、降雨天数、最大降雨量、最高及最低水位、最大及最小来水量、最大及最小发电引水量)以及降雨量、来水量、发电引用流量逐日变化曲线。

统计过程线显示所选水库在某时段的“降雨量变化曲线”、“来水量变化曲线”、“发电水量变化曲线”。这主要考虑雨水情变化过程的形象、直观的显示需要。使用时鼠标指向曲线某点,可显示该点的数值大小及日期。

水情频数图统计分析主要考虑雨水情大小分段

统计、及其出现频数统计的需要,设计显示包括降雨量(来水量、发电引用流量)的频数统计分析表及其持续曲线。持续曲线类似于电力系统的持续负荷曲线,曲线上的点对应降雨量(来水量、发电引用流量)的大小及其大于该大小的出现天数(通过鼠标指向可以显示),曲线下面的面积表示时段内的总量大小。

3 温州电网梯级水电信息管理系统实例

浙江温州地区水力资源丰富,以 110 kV 线路接入系统的梯级小水电站,分布在不同的流域,采用常规的经验调度。

根据上述的设计思想和方法开发了温州电网梯级水电信息管理系统。调度人员可以利用系统的各个功能模块,对各个水库电站的特性数据进行管理;对系统数据库的历史运行资料进行统计分析,图 1 所示为任意时段运行数据逐日统计分析界面;对降雨、来水等水情信息进行特别分析,图 2 所示为降雨量年统计报表。进一步根据需要分析得出一些结论,如对其中的三插溪水库分析可知 5 点结论。

a. 2000~2005 年内最大年总降雨量 2 206.98 mm,最大年总发电量 126 461.8 MW·h,最小年总降雨量 1 418.00 mm,最小年总发电量 86 783.1 MW·h,最大月总降雨量 483 mm,最小月总降雨量 3.5 mm 等。

b. 大部分年份中,来水量最多的是 8 月份,来水量最少的是 12 月份,有 50% 的概率 6 月份降雨量最多。

c. 来水不均匀的年份多于来水均匀的年份,降雨统计特性趋于复杂。

d. 除了来台风外,经济期和丰水期特征区别不明显。

e. 调度周期划分为 4 个阶段:12、1、2 月为枯水期,3、4、5 月为经济期,6、7、8 月为丰水期、台风期,9、

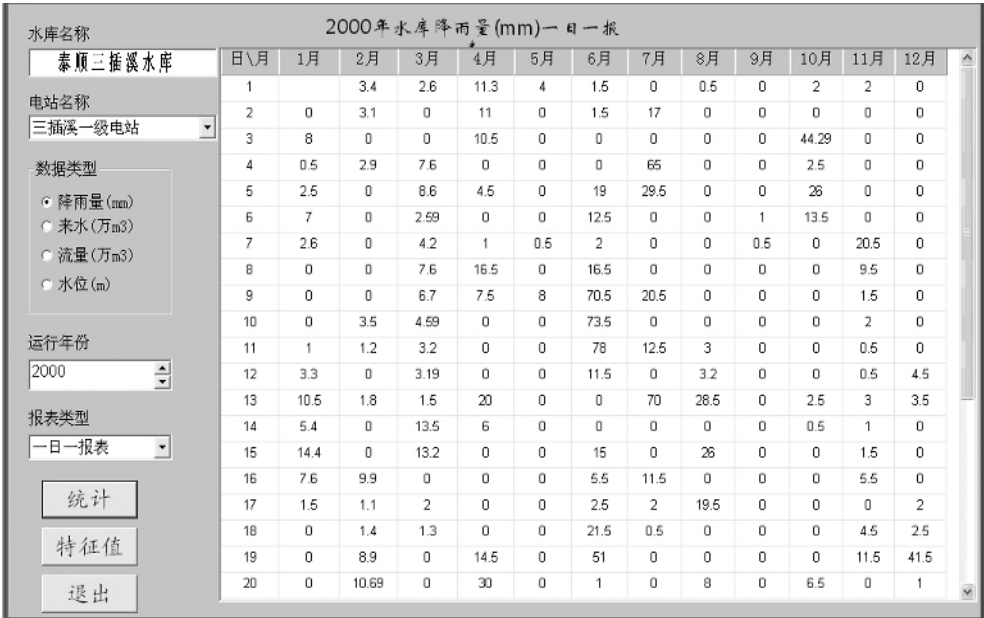


图 2 降雨量年统计报表(逐日)
Fig.2 Annual statistical log of daily rainfall

10、11月为经济期。

此外,还可以分析得出各水库丰、平、枯水年的典型入库径流等数据。

4 结语

做好地方电网小水电优化调度工作,需要研究多方面的资料,如水库电站特性资料、雨水情、天气变化形势分析,水电站水库的运行数据分析,径流变化的随机性分析等,科学的分析管理需要软件系统作支持。本系统作为先进的信息管理和查询软件,能提供丰富的信息管理、分析、处理和查询的方法,特别对历史的雨水情信息作详细的、全方位的描述,为分析预报不同时期的入库径流提供决策依据;系统用户界面友好,使用方便,数据报表直观、详尽、准确,维护简单,满足电网调度的相关要求,适合地方电网调度管理人员使用,也适合各梯级电站的运行管理者使用。

参考文献:

- [1] 张世钦,汪晓岩. 福建中小水电并网管理的探索与实践[J]. 水电自动化与大坝监测,2005,29(3):25-29.
ZHANG Shi-qin,WANG Xiao-yan. Exploration and practice in management of Fujian medium and small hydropower plants connected with the power grid[J]. Hydropower Automation and Dam Monitoring,2005,29(3):25-29.
- [2] 丛培桐. 韩江流域库群优化调度信息系统的设计与研制[J]. 广东水利水电,2003(6):19-21.
CONG Pei-tong. Design and development of optimizing regulation system of reservoir group in Hanjiang river basin[J]. Guangdong Water Resources and Hydropower,2003(6):19-21.
- [3] 郭生练. 水库调度综合自动化系统[M]. 武汉:武汉水利电力大学出版社,2000.
- [4] 连加裕,吴晓黎,伍永刚. 三峡梯级水库调度仿真及实现[J]. 水利水电科技进展,2004,24(2):9-12.
LIAN Jia-yu,WU Xiao-li,WU Yong-gang. Simulation of operation

- for Three - Gorges cascade reservoir and its realization [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2004,24(2):9-12.
- [5] 刘云,李义天. 基于VB和MapX的河网洪水调度系统的开发[J]. 中国农村水利水电,2005(3):37-39.
LIU Yun,LI Yi - tian. Development of river network flood regulation system based on VB and MapX[J]. China Rural Water and Hydropower,2005(3):37-39.
- [6] 朱劲木,李强,龙新平,等. 梯级泵站优化调度软件设计及应用[J]. 中国农村水利水电,2004(10):63-65.
ZHU Jin - mu,LI Qiang, LONG Xin - ping, et al. Design and application of optimization operation software in cascade pumping station[J]. China Rural Water and Hydropower,2004(10):63-65.
- [7] 王万良,周慕逊,管秋,等. 基于遗传算法的小水电站优化调度方法的研究与实践[J]. 水力发电学报,2005,24(3):6-11.
WANG Wan - liang,ZHOU Mu - xun, GUAN Qiu, et al. Research and practice of optimum operation method based on genetic algorithm for small hydropower stations[J]. Journal of Hydroelectric Engineering,2005,24(3):6-11.
- [8] 刘智慰,许澄生,汪晓岩,等. 福建中小水电站信息采集系统试验研究[J]. 水电自动化与大坝监测,2005,29(3):30-34.
LIU Zhi-wei,XU Deng-sheng,WANG Xiao-yan, et al. Experimental research on the information collection system of Fujian medium and small hydropower plants[J]. Hydropower Automation and Dam Monitoring,2005,29(3):30-34.
- [9] 杨宛辉,王克文,王军,等. 城市电网运行智能决策支持系统[J]. 继电器,2004,32(14):56-60.
YANG Wan - hui,WANG Ke - wen,WANG Jun, et al. Intelligent decision - making supporting system for urban power system[J]. Relay,2004,32(14):56-60.
- [10] 王庆育. 软件工程[M]. 北京:清华大学出版社,2004.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

罗云霞(1965-),女,浙江宁波人,副教授,博士研究生,主要研究方向为小水电自动化、小水电智能优化调度等(E-mail:luoyx@mail.zjwhc.com);

吴剑凌(1966-),男,浙江温州人,高级工程师,主要研究方向为电网调度、继电保护。

Design of information management and inquisition system for cascading hydropower stations in local network

LUO Yun-xia^{1,2}, WU Jian-ling³, ZHOU Mu-xun⁴, ZHENG Xiao-dan², WANG Wan-liang¹

(1. Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China; 2. Zhejiang College of Water Conservancy and Hydropower, Hangzhou 310018, China; 3. Wenzhou Electric Power Bureau, Wenzhou 325000, China; 4. Taizhou University, Taizhou 317000, China)

Abstract: Based on three - layer Client / Server structure and Browser / Server Web technique, an information management and inquisition system for cascading hydropower stations in local power network is designed, in which database runs on Server independently and application software runs on Clients. Synchronous operation of multiple users is realized. Client sends data request to Server and Server completes all data processing tasks, which reduces the hardware requirements of Client configuration. The system includes the function models of system management, data management, resource management, characteristic management, statistics and inquisition of historical data, log management, and Web inquisition. The direct, detailed and accurate statistical logs give great support to the decision-making for optimal operation of cascading hydropower stations in local power network.

This project is supported by the National Natural Science Foundation of China(60374056) and Zhejiang Provincial Natural Science Foundation of China(Y505360).

Key words: local power network; small hydropower stations; optimal operation; information management and inquisition system