

卫星水情自动测报系统在富春江水力发电厂 水库调度中的运用

吕峰¹, 方峨国²

(1. 华东天荒坪抽水蓄能有限责任公司, 浙江 安吉 313302; 2. 国电华东公司富春江水力发电厂, 浙江 桐庐 311504)

摘要:回顾富春江水力发电厂水库报讯工作, 详细介绍卫星水情自动测报系统在富春江水力发电厂水库调度中的运用情况, 4年的运行情况表明, 该系统能大大提高流域水情数据传送的及时性、准确性, 以及洪水预报的实时性和精确度。分析引起测站及系统故障的主要原因, 即设备本身原因、运行环境原因、网管原因、人为原因, 提出需要进一步完善洪水预报软件、系统功能扩充等工作。

关键词:卫星水情自动测报系统; 水库调度; 富春江

中图分类号:TV697.1+1; TP277

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)04-0052-03

在科技进步日新月异的21世纪, 越来越多的水力发电厂, 在水库控制运用和流域水情报汛方面, 采用了新型监测技术手段和水文遥测设备, 实现了流域水情测报实时化和自动化。下面就富春江水力发电厂近5年来投入使用的卫星水情自动测报系统做一介绍。

富春江水力发电厂位于浙江省桐庐县境内, 流域集水面积31645万km², 正常运行控制水位23.0~23.5m, 水库库容4.4亿m³, 具有大流域、小库容的特点, 汛期易发生洪水弃水, 为此水库调度工作对电站的控制运用极为重要。

1 水库报讯工作回顾

富春江水力发电厂自投运后, 逐步在富春江主要干、支流上建立了流域水文报讯站网, 全网分21个水文报讯站, 包括5个水位/雨量站和16个纯雨量站, 各观测站本身归属于浙江省水文系统, 全年以有偿服务方式, 按水文规范要求向富春江水力发电厂提供相关水文观测数据。

1978年以前, 测站报讯基本以人工方式进行, 水文信息经无线电台结合邮政电报, 按时段报送电厂进行生产和洪水预报计算。此方式因受通讯环境影响和当时技术条件限制, 可靠性和及时性均较差。为改进报讯手段, 1982年电厂联合有关科研院所, 曾进行过一段时间的水情自动测报超短波通讯试验, 但因设备可靠性和抗干扰性差等原因, 于1986年终止了该试验项目。

1987年, 电厂与浙江省水文部门联合, 在富春江

流域投入一套由欧洲共同体(欧洲联盟)研究开发的流域水情自动测报、防洪系统(fuchun river area flooding forecast system)。系统以超短波通讯为手段, 采用定时招测工作方式, 设备及洪水预报软件均由欧方提供。系统采用两套并行工作的主、副中心站, 电厂使用其中一套中心站设备, 浙江省水文局负责系统管理和测站维护, 1992年汛期该系统正式投入运行。该系统在投用2年后, 因运营管理体制、站网设置、雷击、同频干扰、设备老化等诸多原因, 于1994年停止使用。

2 卫星水情自动测报系统介绍

为提高电厂综合运行和水情自动测报水平, 提高报讯质量和洪水预报精度, 电厂在充分调研的基础上, 于1996年底决定使用由中国水利水电科学研究院自动化研究所研制的卫星水情自动测报系统。1997年7月开始对测报系统进行测站安装, 年底完成组网调试并投入试运行; 1999年4月通过国家电力公司和国电华东公司的联合鉴定, 于当年汛期正式投入使用。

富春江流域卫星水情自动测报系统控制流域面积约2万km², 采用国际移动卫星组织INmarsat(原国际海事卫星组织)所属印度洋卫星为通讯平台, 北京站为地面中继站。测站数据传送路径为: 测站—卫星—地面站—卫星—中心站(两跳)方式。系统工作以定时报为主, 增量报为辅, 启动间隔40s/站, 测站启动方式分1h, 3h, 6h, 12h, 24h 5段可调。通讯费用约1.33元/份, 按月结算。

作者简介: 吕峰(1967—), 男, 浙江丽水人, 工程师, 从事水电厂水库调度工作。

系统保持流域原有 21 个水文站设置(地点)不变,测站使用一体化水情自动测报装置,各部件可实现站间通用.系统站网布设见图 1.

2.1 遥测站

测报系统遥测站采用中国水利水电科学研究院研制的圆柱形“卫星水情自动测报站”,分 4 级组合,可埋设于地下或固定在地面,采用铝合金材质结构,防雷击效果良好.

测站工作电源取自太阳能电池组(第 I 级).使用 12V/38AH 太阳能蓄电池,经改进现仅用一节电池即能保证全站正常工作(原设计为 3 节电池).

测站第 II 级内安装主控制板和一部 TT-3022C 卫星电台,电台工作频率为甚高频 1.5GHz(上行)/1.6GHz(下行),数据通讯采用信文和数据报告两种方式,传输速率 600 bit/s;控制板用于采集、存储雨量/水位和数值信号,按时控制起/停电台及加报开机,向中心站发送整点或加报数据信息.

测站第 III/IV 级为组合式雨量计,降雨量每达 1 mm 时,装置自动向控制板发出 1 个 1 mm 雨量脉冲记录.

电台天线及太阳能光板均抱装在相应支架上,与圆筒形成整体,结构紧凑.在第 II 级筒壁上设有 2 个信号线入口,分别引入电台天线及水位计、太阳能光板连接线.

系统 21 个水文测站中有 5 个水位/雨量站,16 个纯雨量站.水位站装设进口高精度水位计,经模/数转换后水位值由信号线引入控制板相关模块存储.另外,电台和水位计各有 2 个专用软件 CAPSAT.COM 和 COMLOG.COM,可经微机连接对水位计及电台相关参数进行调设.为便于测站野外维护,研究开发单位提供了一种小型置数器,经控制板特定接口对测站

参数和工作状态进行测试或设定,极大地方便了测站现场检测工作的进行.

2.2 中心站

中心站设于富春江水力发电厂水库调度室,由 1 套中心站电台和 3 台微机联网组成,分为前置机(SD03)、后备机(SD02)和预报机(SD01),其间以局域网方式联接,经集线器实现内、外数据传输,系统软件管理平台为 Windows NT.

前置机与中心站电台联接,接收测站经卫星电台传入的各类水情数据,并存于数据库中.在前置机中可对系统畅通率等多项指标进行统计、计算,同时也可对测站有关参数进行设定,定时向测站发送,实现中心站对测站参数的修改、设定.为确保数据通讯可靠,自 2001 年中心站采用 2 套接收电台,1 套(TT-3022C)主用,1 套(NERO)在线旁路备用.

后台预报机安装由河海大学研究开发的 D98 洪水预报软件,经 LAN 网定时采集前置机数据库数据并启动预报软件,进行当前时间后 36 h 入流预报,预报时段间隔可调.水库调度值班人员根据预报结果进行发电/防洪调度.

备用机作为中心站系统后备使用.现主要用于数据备份及电站上、下游实时水位(水头)显示.

2.3 中心站外延功能

卫星水情自动测报系统中心站的各类数据,经网络外接其他使用方向:①经厂内运动系统向中控室和华东电力调度提供坝址实时上、下游水位,供运行、调度使用;②挂接厂内 MIS 系统,提供流域水情和入流预报信息,供部门、领导了解决策;③外连浙江省防指用 VSAT(国际通讯)卫星报讯系统,汛期将富春江流域水情信息同步传至省防汛部门,供地方汛期防汛使

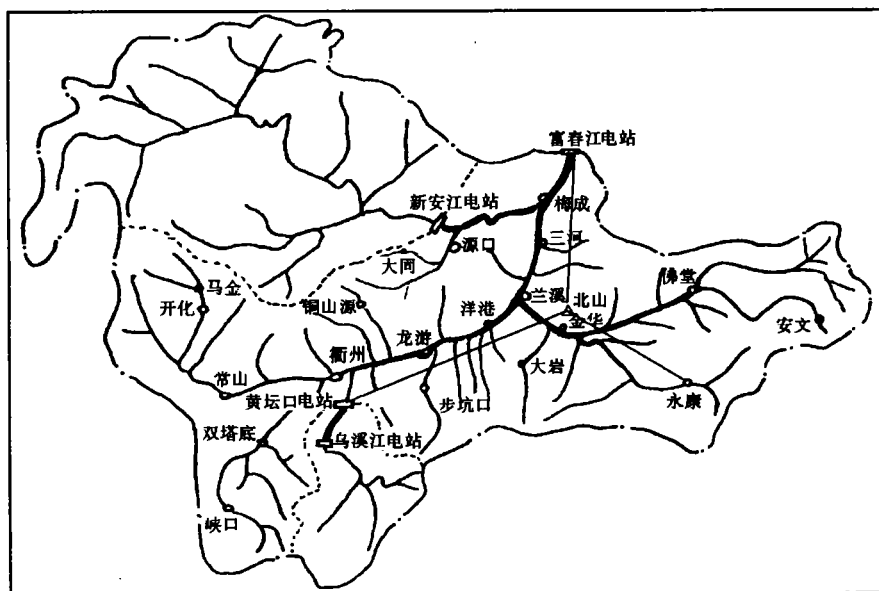


图 1 富春江流域卫星水情自动测报系统测站布置

用.中心站系统各功能联接及数据流向见图 2.

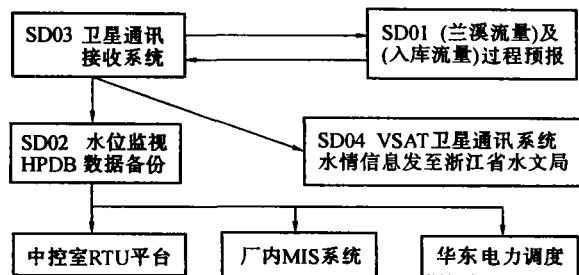


图 2 富春江流域卫星水情自动测报系统中心站数据流程

2.4 系统运行及维护情况

2.4.1 通讯畅通率

富春江流域卫星水情自动测报系统自 1999 年投运以来,已连续运行近 4 年,经过调试及试运行改进了系统初期设计上的不足和缺陷,系统具备电池自保护及欠压报警,水位(雨量)越限报警,测站故障报警,测站参数修正等多项自动化功能,且通讯信号雨衰小,能够满足电厂水库调度自动化的要求.2000 年卫星地面站转移至北京站后,系统通讯及运行稳定性大为增强.1999~2002 年遥测系统各月通讯畅通率统计见表 1.从表 1 可见,2000 年后系统各月通讯畅通率多保持在 95.0%左右的较高水平.

表 1 富春江流域卫星水情自动测报系统通讯畅通率统计

月份	畅通率/%			
	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年
1	95.1	95.2	95.9	96.5
2	93.6	—	94.0	96.5
3	96.5	98.6	96.9	97.2
4	94.5	98.1	95.4	97.0
5	92.0	97.2	87.7	94.6
6	94.0	96.3	91.3	97.2
7	80.0	95.1	87.7	97.2
8	84.0	95.7	93.0	97.8
9	82.0	96.0	92.2	96.2
10	92.0	97.2	94.0	93.5
11	95.0	95.4	93.8	95.2
12	96.0	91.1	96.1	96.2
全年	91.2	96.0	95.0	98.1

2.4.2 系统故障及维护情况

从使用情况看,引起测站及系统故障的原因主要有以下几个方面:

a. 设备本身原因.测站部件或元器件因质量问题造成系统工作异常,此类故障多出现在调试阶段.

b. 运行环境原因.①某些测站距离公路较近,或水位井空间狭小,易引起雨量计被灰尘堵塞,造成雨量、水位偏差;②7~9 月高温季节,测站电子元件因长时间在高温环境下运行失灵,易引发测站工作异常;③个别测站受周边地形影响,一段时间内出现卫星通讯死角,造成测站数据通讯中断发送,数据丢失.

c. 网管原因.2000 年 4 月和 9 月,北京地面站分别因沙尘暴天气和太阳黑子活动停止工作,引起系统长

时间通信中断,此类故障多为非常情况.另外,由于目前采用卫星通讯的单位较多,每日上午 8 时因大量数据高密度传送,会造成数据碰撞丢失的情况.对此,现一般采取提前或延后发送整点数据以规避通讯高峰.

d. 人为原因.测站遭人为破坏,中心站操作或参数设置有误,都会引起测站和系统工作异常.

为保证卫星水情自动测报系统正常运转,电厂配备专门人员对系统进行维护和管理.年内一般在汛前和汛后各进行 1 次全面系统巡检,以确保测报站网工作状态良好.

2.5 系统洪水预报情况

富春江流域卫星水情自动测报系统的洪水预报系统,采用河海大学开发的水情自动测报系统专用 D98 模型预报软件.经论证并结合上游各大水库来水汇流影响,使用定时预报方式.每间隔 3 h 根据最新流域水情自动进行一次入流预报,预报结果基本可达到甲等预报方案要求.

1999 年汛期至 2002 年 11 月,富春江流域共发生洪水 26 场,其中峰量超 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的大型洪水 3 场,峰量达 $4\,000\sim 8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的中型洪水 14 场.从各场洪水预报结果看,预报精度除系统投运初期(1999 年内 5 场)低于 90%外,其他 21 场洪水预报精度均在 90%以上,达到了较高预报水平.

3 卫星水情自动测报系统应用前瞻

富春江流域卫星水情自动测报系统的投用,大大提高了流域水情数据传送的及时性、准确性,以及洪水预报的实时性和精确度,使富春江水力发电厂的水库调度自动化水平上了一个新台阶,取得了较好的经济效益.我们认为在将来的工作中,以下几方面的工作仍需继续完善和提高:

a. 关于洪水预报软件.经过 4 年使用,比较水库实际来水情况,对预报软件有关参数和测站设置有必要做出修正和重新率定,以使洪水预报准确性和合理性更趋完善.

b. 系统功能扩充.在现有基础上,扩大中心站系统的运算管理功能,引入水务管理软件模块,实现水库调度水务计算、综合查询及管理自动化.

c. 争取实现水情自动测报系统和厂内泄洪调度自动化系统的链接,使发电调度、洪水预报、行洪(防汛)调度及洪水过程计算实现一体化和自动化,提高水库调度的整体运作水平.

d. 确保卫星水情自动测报系统通讯的可靠性.考虑建立备用信道体系,经电信通讯系统(以寻呼或无线通讯方式),实现全部或部分重点测站通讯信道备用,保证水情数据在非常情况下连续传送,保证洪水预报正常进行. (收稿日期:2002-12-26 编辑:张志琴)