

# 革什扎河流域水情自动测报系统建设

余俊良<sup>1</sup>, 梁贵占<sup>1</sup>, 杨军<sup>2</sup>

(1. 四川革什扎水电开发有限责任公司, 四川 丹巴 626302; 2. 南京南瑞集团公司, 江苏 南京 211100)

**摘要:**水情自动测报系统可以实时、准确、可靠地掌握电站坝址上游水雨情信息, 是开展电站施工期防洪和运行期优化水库调度工作的重要依据。从流域概况、测报系统建设的必要性、系统组成、预报方案等部分系统介绍了革什扎河水情自动测报系统的建设情况。

**关键词:**水情; 自动测报; 建设; 革什扎河流域

**中图分类号:**TV7; [TV124]; [TV123]

**文献标识码:**

**文章编号:**1001-2184(2014)01-0046-03

## 1 概述

革什扎河位于甘孜州丹巴县境内, 是大渡河上游右岸的一级支流, 起源于金川县境内的赫朴伦沟, 干流全长 94.4 km, 全流域集水面积 2 533 km<sup>2</sup>, 平均坡降为 31‰。

流域内群山屹立, 河谷深切, 分水岭高程一般在 4 500 m 左右, 为典型的高山峡谷地貌, 气候的主要特点是: 雨热同季, 降雨集中, 干湿季分明; 气温日较差大, 年变幅小; 日照、光辐射充足, 干季多大风。流域多年平均气温 14.3℃, 极端最高气温和极端最低气温分别为 39℃、-10.6℃; 多年平均年降水量为 593.8 mm, 历年一日最大降水量 43.4 mm。革什扎河流域内洪水主要由大雨形成, 大雨出现的时间与洪水出现的时间前后大致相应。革什扎河年最大洪峰流量发生在 5~9 月, 其中 6、7 月份最多, 占全年的 73.3%, 年最大洪峰最早出现在 5 月初, 最晚出现在 9 月底, 单、双峰洪水出现的次数大致相当, 单峰型洪水略多。年最大洪水历时 10 d 左右, 最长超过 15 d, 起涨约 1~3 d。

经四川省发改委批准, 革什扎河流域按“一库四级”规划水电站, 规划河段为丹东~河口段, 全长 64 km, 天然落差 1 434 m, 平均比降 22.4‰。规划电站从上至下分别为: 两河口电站(82 MW)、二瓦槽电站(90 MW)、大桑电站(52 MW)、吉牛电站(240 MW), 总装机容量 46.4 万 kW; 现吉牛水电站已建成投产, 上三级电站处于项目核

收稿日期: 2014-01-13  
准阶段。

## 2 测报系统建设的必要性

革什扎河流域内除吉牛水电站减水河段的布科水文站(吉牛水电站发电后该站将丧失观测功能)及边耳雨量站外, 基本无水情测报网站点; 同时, 流域内高山深壑, 人烟稀少, 人工测报方式在通信可靠性、实时性等方面保障率低。因此, 为满足电站施工期和运行期水情雨情信息预报要求, 必须建立革什扎河流域水情自动测报系统。

## 3 系统的组成

### 3.1 功能要求

革什扎河水情自动测报系统的主要功能为实现雨、水情数据的自动采集、传输、处理、存储; 完成短、中、长期洪水预报作业; 在恶劣天气条件下, 不中断预报作业。

### 3.2 系统规划

为实现全流域水情测报覆盖, 根据《水文站网规划技术导则》并结合革什扎河梯级电站规划, 革什扎河水情自动测报系统共规划了 1 个中心站、16 个遥测站(1 个水文站、5 个水位站、10 个雨量站)。其中雨量站、水位站、水文站为遥测站, 通过北斗卫星通信和 GSM 通信主备信道方式将采集到的雨、水情信息传输给中心站; 中心站位于吉牛水电站厂房, 负责信息接收、数据处理、信息发布等工作。

### 3.3 遥测站

#### 3.3.1 组成

遥测站由通讯、传感、供电、收集等设备构成。其中通信采用 GPRS/GSM 通信模块与北斗卫星双信道; 数据采集器为南瑞生产的 ACS300-MM;

水位计的设置在坝址处为浮子水位计、厂址处为压阻式水位计;雨量收集采用翻斗式雨量计;供电设备为太阳能板、充电模板及蓄电池。

遥测站组成情况见图1。

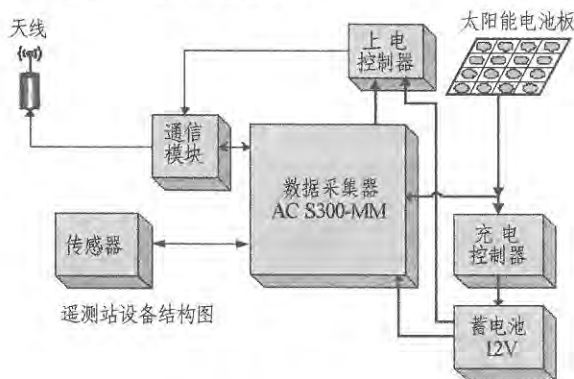


图1 遥测站组成示意图

### 3.3.2 功能

遥测站建成后经过实践,不仅发挥了自动、实时采集数据和传送信息的作用,同时还具备了在环境温度  $-30^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$  及相对湿度小于 95% 的条件下能正常工作、完成全部水情数据收集和处理的作业时间不超过 10 min、太阳能电池阴雨天连续 45 d 正常供电、超时发送时强制掉电、自检和低压报警与错误指示等功能。

## 3.4 中心站

### 3.4.1 组成

中心站由硬件系统与软件系统组成。

#### (1) 硬件系统。

集群服务器: 2 台数据库服务器 (HP DL580 G7); 1 台磁盘阵列 (HP StorageWorks P2000 G3)。

通讯服务器、应用服务器及 Web 数据库服务器: 各 1 台 (HP DL388 G8)。

内网工作站及外网工作站: 内网 3 台、外网 1 台 (HP Pro 3330MT)。

网络设备和网络安全隔离装置: 2 台内外网交换机、正向物理隔离装置和反向物理隔离装置各 1 台, 路由器、防火墙各 2 台。

系统支撑设施: 不间断电源 (UPS)、KVM 及机柜。

#### (2) 软件系统。

软件系统是整个水情自动测报系统的核心, 包括操作系统和应用软件两部分。

①操作系统软件。数据库服务器采用 Windows 2008 企业版操作系统, 其它服务器采用 Windows 2008 标准版操作系统。数据库管理系统采用 SQLServer2008 标准版。

②应用软件主要采用南瑞水情水调自动化系统 WDS9002, 主要包括数据库管理子系统、数据采集子系统、数据处理子系统、查询子系统、实时监视子系统、显示打印子系统、数据装载备份子系统、图形子系统、报表子系统、技术支持子系统、统计分析子系统、扩展子系统、WEB 浏览子系统、正/反向隔离传输软件、数据通信子系统、短信平台软件、水务计算软件、短期水文预报软件、中期水文预报软件、长期水文预报软件等。

中心站组成情况见图2。

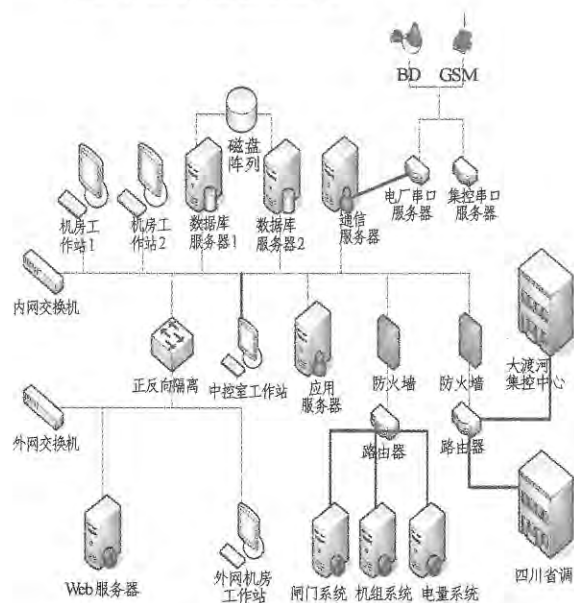


图2 中心站组成示意图

### 3.4.2 功能

革什扎河自动测报系统中心站主要通过软件系统实现水情预报的功能, 其中数据采集、处理及发布系统是核心, 同时通过正反向隔离系统实现安全功能。

数据采集系统主要利用 RTU 采集平台收集数据。RTU 采集平台可独立运行并通过单进程多线程结构 (多个线程间可以实现故障隔离) 控制不同的串行端口 (通过计算机网络), 支持多种通信方式传输的数据接收。

数据处理系统主要采用跨平台的计算调度程序读取数据并根据拟定的配置策略进行相应的定

时计算,生成相应的调度日志,通过对采集到的实时数据进行时段(含5分钟、小时、日、旬、月、年)整编。在数据处理方面实现了能够处理瞬间模拟量和累计模拟量数据;数据处理后能计算并生成的小时数据、日数据、旬数据、月数据及时间点数据;能对延时到达数据进行自动重算;对于连续性越限和上下限越限的实时数据,在进行时段计算时自动数据筛选等多功能。

数据发布系统由数据通信软件实现。数据发布系统主要具有以下功能:数据定时上传功能;数据自动补传功能;数据手动补传功能;数据接收功能;支持冗余通信服务和网络中断恢复后自动重连机制;实现系统的高可靠性;运行日志及报警功能。

正反向隔离中正向型单比特版用于安全区 I / II 到安全区 III 的单向数据传递,反向型单比特版用于安全 III 区到安全区 I / II 的单向数据传递;正反向隔离程序保证了数据的完整性、实时性、正确性、安全性等相关功能,做到了数据具有隔离的功能,互不影响。

#### 4 水情测报方案

革什扎河流域水情测报主要通过已建立的水文预报作业平台,为短期水文预报和中长期水文预报提供作业手段。其基本功能是依据实时数据库内的实时水、雨情数据和预报方案,实现各项预报要素的制作和发布。

革什扎河流域水情测报主要分为短期水文预报和中、长期水文预报。

##### 4.1 短期水文预报

革什扎河短期水文预报主要包括降雨径流预报和河道流量预报。主要提供 1 h、3 h、6 h、12 h 预见期的洪峰及水位、流量过程,并提供 24 h、48 h、72 h 的平均流量,3 ~ 7 d 水情趋势预测。

短期水文预报根据流域水系分布、测站以及电站的布设情况,将预报区域划分为几块,块内再考虑降雨分布的不均匀性划分为若干单元预报。每个单元径流模型做产流计算,应用河道汇流模型做汇流计算,并根据历史水文资料对预报结果进行论证修正。块内预报流程见图 3,日径流预报流程见图 4。

##### 4.2 中期水文预报

革什扎河流域中期水文预报项目包括 2 ~ 3 d 的水位流量预报,3 ~ 7 d 水情趋势预测,制作预

报方案以及库区坝址以上来水量的预测。考虑到日径流预报要求结合天气预报进行,故未来降雨对流域来水的大小起到至关重要的作用,因此,革什扎河日径流预报拟采用能接入气象降雨信息的概念性水文模型进行,选用新安江日径流预报模型与数字流域相结合进行日径流预报。

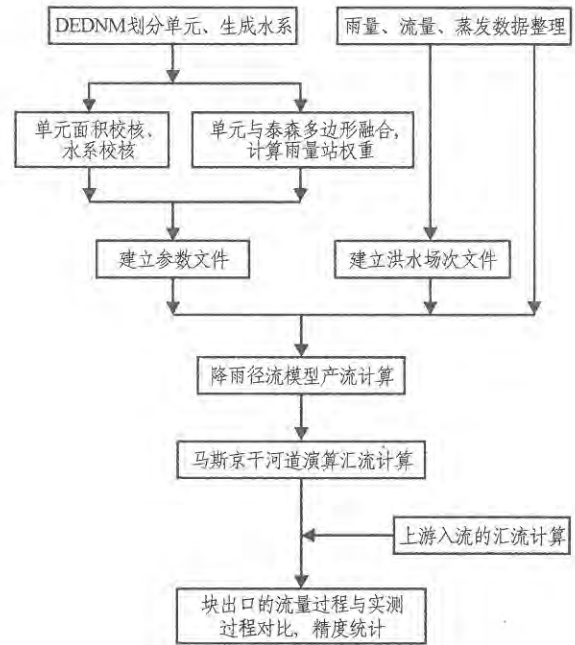


图3 短期块内预报流程图

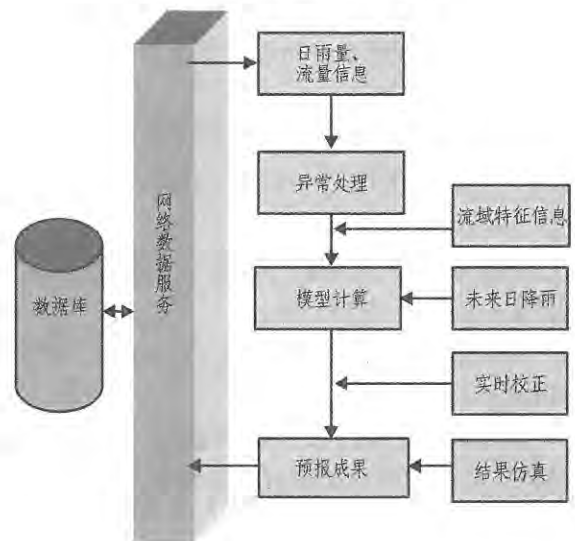


图4 日径流预报流程示意图

##### 4.3 长期水文预报

(下转第54页)

光纤。考虑在母线 A 的继电器的区域 1 内和母线 B 的继电器的区域 2 内(但在区域 1 外)的故障。图 4 所示的典型继电器时间如表 1 所示。从母线 A 切除故障的时间是 91 ms,而从母线 B 切除故障的时间是 114 ms。

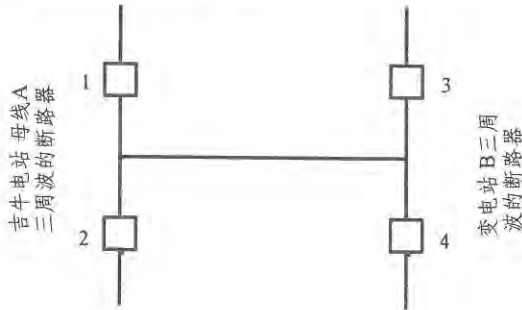


图 4 断路器接线示意图

表 1 正常切除故障的典型故障切除时间表

项目	本地(A 母线)断路器 1 和 2	远方(母线 B)断路器 3 和 4
主要继电器时间(故障检测)	25 ms	25 ms
辅助继电器时间	3 ms	9 ms
通信时间		17 ms(光纤)
断路器跳闸模块	3 ms	3 ms
断路器切除时间	60 ms	60 ms
总时间	91 ms	114 ms

### 5 结语

距离保护通过监视系统的适当参量来检测不正常的存在,从而决定应跳开哪一个断路器以及向这些断路器的跳闸回路加电。优良的纵差高频保护方案不但能够满足对被保护线路全线任何地点的任何故障均能瞬时有选择性地切除,而且能

(上接第 48 页)

革什扎河流域长期水文预报主要对未来的水情以月或旬为时段对重要断面或水库入库来水过程进行预测,为长期发电计划提供入库来水依据。革什扎河长期水文预报的技术途径为水文学与气象学、数学之间的结合,即采取系统分析法加气象预报的方法。系统分析法主要以人工神经网络、门限多元回归及支持向量机等单一预报模型为基础,再通过最优组合确定模型权重,完成中长期水文预报并保证其精度。

### 5 结语

革什扎河流域水情自动测报系统现已建成,并基于计算机控制具备了水情数据自动分析、采集、

够保证机组在稳定摇摆过程中防止跳闸,同时允许在不稳定暂态下跳闸,甚至能够提高保护装置的自适应性<sup>[8]</sup>。保护装置的可靠性、快速性取决于通信的可靠性与通信时间,随着通信技术的发展、微机保护的成熟和保护算法的完善,大规模电网智能型距离保护是可以实现的。

### 参考文献:

- [1] Westinghouse Electric Corporation, Applied Protective Relaying, a new "Silent Sentinels" publication, Newark, 1976.
- [2] J. H. Neher, A Comprehensive Method of Determining the Performance of distance Relays[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1989, 56(2): 833 - 844.
- [3] IEEE Working Group Report, Out of Step Relaying for Generators[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2004, 96(3): 1556 - 1564.
- [4] H. M. Rustebakke, Electric Utility Systems and Practices, John Wiley & Sons, 1983.
- [5] Edith Clarke, Impedances Seen by Relays during Power Swings with and without Faults[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2003, 64(3): 372 - 384.
- [6] C. R. Mason, A New Loss - of - Excitation Relay for Synchronous Generators[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1995, 68(2): 1240 - 1245.
- [7] C. R. Mason, Relay Operation during System Oscillations[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 6(3): 1513 - 1514.
- [8] 陈 皓. 微机保护原理及算法仿真[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

### 作者简介:

姚福明(1970-),男,重庆长寿人,部长,高级工程师,硕士,从事水电工程建设技术与管理工

李 政(1975-),男,重庆忠县人,副处长,工程师,硕士,从事电力生产技术工作。

(责任编辑:李燕辉)

处理、传输的条件;达到了及时为革什扎河梯级电站施工以及电厂运行防汛、调度优化提供准确水情信息的功能;同时,也即将为革什扎河建设公司在工程施工,综合、科学利用水资源,解决发电与防洪矛盾,实现全流域联合优化调度、增加综合效益等方面的相关事项决策过程中提供重要依据。

### 作者简介:

余俊良(1981-),男,四川广元人,副处长,工程师,从事水电工程建设技术与管理工

梁贵占(1980-),男,黑龙江海伦人,处长助理,工程师,从事水电工程建设技术与管理工

杨 军(1988-),男,江苏盐城人,项目经理,工程师,学士,从事水情水调测报工作。

(责任编辑:李燕辉)