

# 锦屏二级水电站机组状态在线监测系统设计与应用探讨

张宏亮

(锦屏水力发电厂,四川西昌 615012)

**摘要:**针对水电站定期检修制度不能提前防范设备故障问题的现状,分析了水电站机组状态在线监测的必要性,给出了水电站机组状态在线监测系统的目标,以锦屏二级水电站为研究对象,分析了系统的总体结构,包括总体网络结构、现地监测层、中心服务层、应用层,阐述了系统的功能,为机组运行提供了可靠的分析与诊断,提高了设备运行的可靠性和安全性。

**关键词:**锦屏二级水电站;机组状态;在线监测;系统功能;设计与应用

中图分类号:TV7;TV736;TV737

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)01-0073-03

## 1 概述

水轮机是一种低转速的旋转机械,运行过程中常常因为水力、机械、电气3个方面的原因引起振动,导致运行不稳定<sup>[1]</sup>。利用计算机对水电站机组的状态进行在线监测,能够实时了解机组的运行参数、当前工况,及时发现故障隐患,最大限度地延长检修间隔,降低水电厂的运行成本,为保证安全生产提供科学依据。

水轮发电机组状态在线监测系统主要是通过通过对机组的主轴摆度、结构振动、轴向位移、压力脉动、空气间隙、磁通密度、局部放电、定子线棒端部振动、相关工况参数及过程量参数进行实时采集分析,实现对水轮发电机组运行状态的实时在线监测、分析和诊断,及时掌握机组的运行状态,尽早发现故障早期征兆,避免严重事故的发生,保障机组安全稳定运行,并为优化运行、检修指导和实现状态检修提供有力的技术支持<sup>[2,3]</sup>。

水电站机组状态在线监测系统可将监测信息上传至集控中心,实现远程实时监测,同时对设备健康状态进行评估和判断,提出机组检修安排建议,从而大大提高对生产现场的管控能力。笔者以锦屏二级水电站为研究对象,分析了机组状态在线监测系统的总体结构,阐述了系统的功能。

锦屏二级水电站位于四川省凉山州盐源、冕宁、木里三县交界处的雅砻江干流锦屏大河湾,工程枢纽主要由首部低闸、引水系统、尾部地下厂房三大部分组成,为一低闸、长隧洞、大容量引水式

电站,电站总装机容量为4 800 MW,单机容量600 MW,额定水头288 m,多年平均发电量242.3亿kW·h,保证出力1 972 MW,年利用小时5 048 h,是雅砻江上水头最高、装机规模最大的水电站,与锦屏一级水电站首尾相接。

为保证机组的安全、经济运行,提高电站的经济效益,锦屏二级水电站设有机组状态在线监测系统,对机组进行实时在线监测。通过监测、故障分析、设备性能评估等工作,为电站的设备运行、检修、优化改造提供生产的基础数据和信息。

## 2 锦屏二级水电站实施机组状态在线监测系统的必要性及目标

水轮发电机组具有运行工况复杂、工况变化频繁等特点,因此,对水轮发电机组的运行状态进行全面监测,实时掌握机组的健康状况,对于保障机组的安全稳定运行具有十分重要的意义。同时,水电机组在线监测技术已日趋成熟,并逐渐成为水电站提升自动化管理水平和实施状态检修的重要技术手段,越来越受到大中型水电站的重视。锦屏二级水电站作为正在建设中的、具有当今世界最先进水平的水电站,对机组实施状态监测是必然的选择,也是保障锦屏二级水电站机组安全稳定运行的重要手段,是开展设备状态检修的重要技术基础。通过对电厂机组实施远程监控,能及时、准确地掌握电厂的实际生产情况和机组运行状态。

锦屏二级水电站机组状态在线监测系统的目标是对所有机组状态和相关工况数据进行远程实

时监测,实现以各种专业状态分析表格和图谱方式对数据进行实时监测分析、机组状态报警和预警、指导机组检修和优化机组运行,实现同台机组历史趋势的分析对比,不同机组的数据对比,提高公司对生产现场的管控能力。

锦屏二级水电站在上述目标的基础上,结合最新的在线监测技术、计算机网络技术,针对锦屏二级水电站状态检修需要和机组的运行特点,对机组状态在线监测系统进行了规划和设计。

### 3 机组状态在线监测系统的总体结构

#### 3.1 锦屏二级水电站状态监测参数

监测点的选择与布置是获取机组运行状态信号的重要环节,其选择和布置是否合理将直接影响信号采集的真实性以及数据分析和故障诊断的可信度。一般来讲,测点的选择和布置取决于机组的设计运行性能、设备的结构特点和机组的运行规律。

根据锦屏二级水电站的机组特点,系统配置了以下监测参数:

- (1) 键相(1点);
- (2) 大轴摆度(6点):上导 X/Y、下导 X/Y、水导 X/Y;
- (3) 机架振动(12点):上机架 X/Y/Z、下机架 X/Y/Z、顶盖 X/Y/Z、定子机架 X/Y/Z;
- (4) 铁芯振动(6点):3组,每组水平和垂直各1个;
- (5) 轴向位移(2点):+X/-X向;
- (6) 压力脉动(11点):1个蜗壳压力脉动、2个转轮与导叶间压力脉动、4个锥管进口压力脉动、2个肘管进口压力脉动、2个肘管肘位压力脉动;
- (7) 环境噪声(2点):发电机运行噪声、水轮机运行噪声;
- (8) 空气间隙(8点):周向均匀布置在发电机上部;
- (9) 工况参数:有功/无功功率、励磁电流/电压、导叶开度、流量、出口开关、励磁开关、蜗壳进口压力、尾水管出口压力;
- (10) 过程量参数(通讯):水头、瓦温、油温、油位等;
- (11) 其它(通讯):主变、GIS和断路器监测参数。

#### 3.2 机组状态在线监测系统总体网络结构

锦屏二级水电站机组状态在线监测系统由传感器、数据采集单元、服务器及相关网络设备、软件等组成。系统采用分层分布式结构,按层次划分为电站层(上位机系统)和现地层两级。电站层设备包括状态数据服务器、WEB/应用服务器、工程师工作站、网络设备、打印机等,全厂6台机组共用1套,电站层设备除工程师工作站显示器外,其余设备组柜安装在电站计算机室的上位机网络柜内;现地层设备包括机组现地在线监测数据采集单元、各种传感器、通讯接口、附件设备等,安装在现地数据采集站内。电站层设备和现地层设备之间采用环型网络结构,网络介质为光纤。

锦屏二级水电站机组状态在线监测系统总体网络结构见图1。

### 4 机组状态在线监测系统功能

机组状态在线监测系统应可实现监测功能、分析诊断功能、试验功能、运行检修维护指导和评价功能、预警报警功能、数据采集和管理功能、数据通信功能和网络支持及系统安全功能。

#### 4.1 监测功能

在线监测系统应能利用键相信号实现数据采集,精确的按照整周期采样,避免频谱分析中的混叠和泄漏现象,实施准确的分析。在线监测系统应能在上位机系统和现地数据采集柜同步监视和显示机组当前的运行状态,并以数值、曲线、图表等各种形式和监测画面,从不同的角度、分层次地显示出机组的各种状态信息,实现实时在线监测功能。

#### 4.2 分析诊断功能

分析诊断功能指系统能够使用一系列软件工具,随实时监测任务连续、自动地选取合适的的数据,进行自动分析和诊断并给出分析诊断结果的功能。在线诊断过程不影响实时系统的运行,整个分析过程系统能够自动完成而无需人工操作。在线分析诊断还应能周期性的或依赖命令启动。分析诊断的结果应能帮助发包人分析机组的运行状况以及提前发现机组运行的异常状态和故障。

#### 4.3 试验功能

机组状态在线监测系统应能满足与本系统相关的各种现场试验的数据采集和数据整理工作,要求系统应支持至少但不限于以下试验:甩负荷和带负荷试验、启停机试验、效率试验、稳定性试

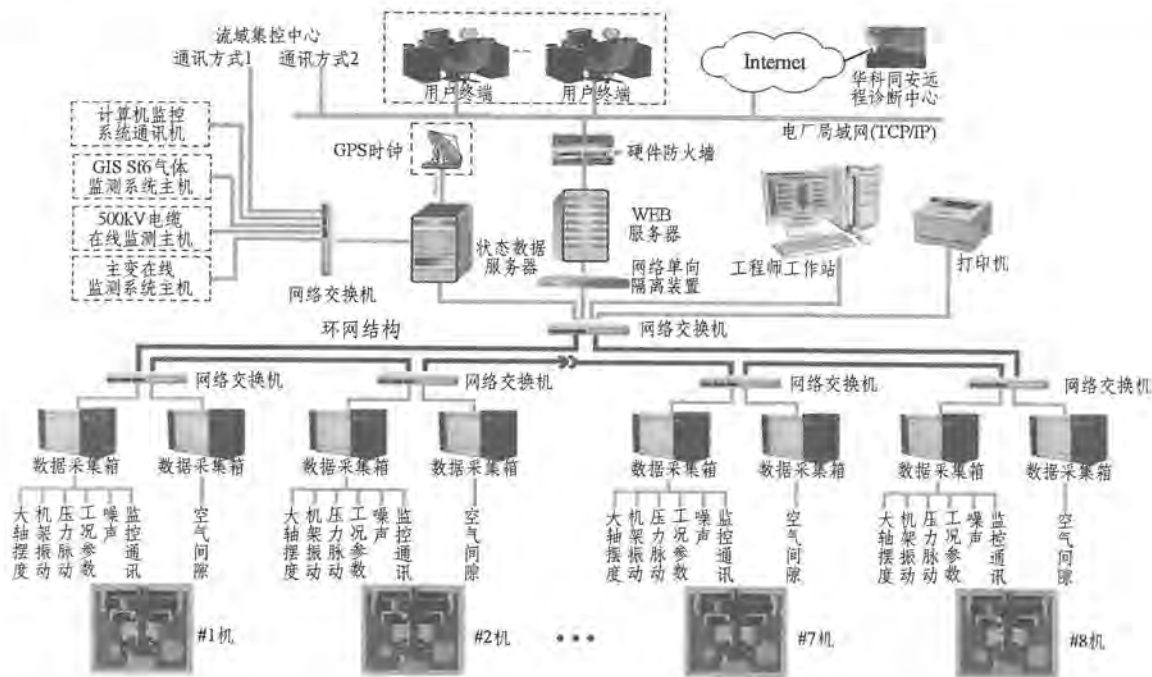


图1 系统总体网络结构图

验、盘车试验。

#### 4.4 运行检修维护指导和评价功能

机组状态在线监测系统应根据机组各部件运行状态,利用系统提供的各种分析工具,可以辅助分析异常原因,并根据分析结果指导机组运行检修。系统还应能对比机组检修前后的历史数据,可以直观评价检修效果,或通过检修后的各种机组常规试验数据,综合评价检修后机组各部件特性。

#### 4.5 数据采集和管理功能

系统应具备完备的数据采集功能,以保证系统能够全面准确地记录机组暂态运行和稳态运行的数据,提供事故追忆功能,并保证机组发生事故时能够提供全面完整的数据以供事故分析。系统应能自动准确判定机组运行工况,包括:开机过程、稳态运行过程、负荷波动运行过程、停机过程、事故停机过程/甩负荷过程。

#### 4.6 网络支持及系统安全功能

系统应能实现两个安全区之间的非网络方式的的数据交换,并且保证安全隔离装置内外两个处理系统不同时连通;表示层与应用层数据完全单向传输,即从安全区 III 到安全区 I/II 的 TCP 应答禁止携带应用数据;防止穿透性 TCP 联接;禁止内网、外网的两个应用网关之间直接建立 TCP 联接。

### 5 结语

水电机组的状态监测作为状态检修的技术基础,正在越来越多的水电厂得到推广应用。锦屏二级水电站作为正在建设中的大型水电站,对机组实施状态监测是必然的选择。为此,在建设初期就把实行状态监测纳入了计划,从系统网络结构、监测参数选取、系统功能定位等方面进行了规划设计。由于状态监测系统与电站建设同步进行,有利于状态监测系统规划的全面、完整、统一和具有针对性,便于现场施工安装调试,有利于在机组投产试运行阶段参与完成各项试验和机组性能评估,早投入早受益,并为日后的状态监测系统更好地发挥作用创造了条件。锦屏二级水电站实施状态监测系统的思路,可为其它在建大中型电站规划、设计、选型和实施状态监测系统时提供借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 张正松,傅尚新,冯冠平,等. 旋转机械振动测量及故障诊断[M]. 北京:机械工业出版社,1991.
- [2] 黄德云,漆平,何佳,等. 水电厂机组状态在线监测系统集中监控的研究[J]. 云南水力发电,2011,27(6):41-43.
- [3] 梁玉福. 乐滩水电站机组状态在线监测系统[J]. 红水河,2008,27(3):104-106.

#### 作者简介:

张宏亮(1985-),男,吉林柳河人,助理工程师,学士,从事水电厂二次设备检修维护工作。(责任编辑:胡友权)