

尼尔基水电站水轮发电机组状态监测系统设计

潘虹¹, 王丽华²

(1. 中水东北勘测设计研究有限责任公司, 吉林 长春 130021; 2. 黑河西沟水电站, 黑龙江 黑河 164000)

摘要: 针对尼尔基水利枢纽工程在建设过程中增加发电设备状态检修系统提出设计, 使尼尔基水利枢纽工程发电设备从“到期必修”变为“该修才修”。

关键词: 水机组; 在线监测; 故障诊断; 状态检修; 系统设计

中图分类号: TV734.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-1663(2005)03-0186-03

Design of status - monitor system for hydroelectric generating set of Nierji hydropower station

PAN Hong¹, WANG Lihua²

(1. Northeast Investigation Design and Research Institute Co. Ltd, Changchun 130021, China;

2. Xigou Hydropower Station of Heihe, Heihe 164000, China)

Abstract: The design of status - monitor system for power generating set was put forward focusing on the Nierji hydraulic power multi - purpose project, which changes the condition that the power generating sets must be overhauled when becoming due into the one that the sets should be maintained when they should.

Key words: hydroelectric generating set; monitor on - line; fault diagnosis; state - maintain; system design

1 电站概况

尼尔基水利枢纽位于黑龙江省与内蒙古自治区交界的嫩江干流上。右岸紧邻内蒙古自治区莫力达瓦达斡尔族自治旗尼尔基镇。是防洪、发电、北水南调等综合性水利工程。

电站装有单机容量 62.5 MW 机组 4 台, 总装机容量 250 MW。出线电压等级为 220 kV, 电站采用单母线接线方式, 以一回出线送至拉东变电所, 220 kV 高压配电装置均布置在户外。1、2 号机组和 1 号主变采用扩大单元接线方式, 3、4 号机组和 2 号主变采用扩大单元接线方式, 每台发电机出口及主变高压侧分别装设断路器。

2 系统结构

尼尔基电站机组状态监测分析诊断系统采用分层分布式结构。电站中控室设全厂状态资料服务器, 通过 Web 服务器与电站 MIS 系统通信。每

台机设一个机组稳定性状态监测屏。该屏对机组的振动、摆度、尾水管压力脉动、发电机气隙、发电机定子局部放电以及机组的效率等参数进行数据采集、处理、分析, 以图形、图表、曲线等直观的方式在计算机屏幕显示器上显示。同时将通过光纤将资料上送到全厂状态资料服务器。

机组装设位移传感器测量主轴各导轴承摆度; 机组装设振动速度传感器测量机架和顶盖的振动; 在机组蜗壳尾水管处装压力、压差及脉动传感器, 监测机组运行效率、运行状态; 在发电机定子装平板电容传感器, 测量发电机定、转子间隙。发电机装设高压耦合器, 并配以局部放电检测装置, 监测发电机各相放电量及放电相位。另外, 全厂状态监测系统还应配备一台资料接口装置, 同全厂计算机监控系统接口, 接收计算机监控系统采集的油温、瓦温及发电机功率等参数, 同时向全厂计算机监控系统提供机组状态监测的有关资料。

收稿日期: 2005-04-04。

作者简介: 潘虹(1962-), 女, 1984年毕业于东北电力学院发电厂及电力系统专业, 高级工程师。

3 机组状态监测分析系统功能要求

3.1 系统设计目的

尼尔基电站 4 台水轮发电机组, 每台机组配备一套状态监测子系统。用以监测机组的振动与摆度状态参数, 进行机组稳定性监测分析, 配备发电机转子气隙和局部放电等参数的监测仪表, 用以对发电机的运行状态进行记录分析。利用在线监测资料和处理结果, 综合 MIS 及计算机监控系统等信息, 进行故障分析及诊断(包括资料共享和远方诊断), 实时掌握水轮发电机组健康状况, 为状态检修提供辅助决策并实现与其它系统的信息共享。

3.2 系统设计的原则

根据系统总体目标, 在机组状态监测分析系统设计时应满足可靠性、先进性、开放性、实用性和针对性。

3.3 功能要求

a. 每台水轮发电机组提供一套振动、摆度及压力脉动监测装置。监测系统应以位移(mm 或 μm) 形式显示, 显示的刻度范围与机组实际振动、摆度值相配合。设置 2 级报警值, 输出 4 ~ 20 mA 模拟量。

b. 工况分析: 包括启机过程、励磁、甩负荷、停机过程等工况下各导轴承处摆度变化过程及其与机组转速、导叶开度、气隙测值的相对关系。

c. 连续时域分析显示功能: 时域分析功能, 波形显示, 波形分析, 轴心轨迹, 振动棒图和数字显示。

d. 连续频谱分析和显示功能: 频域分析功能, 频谱分析显示、极坐标图、瀑布图等。

e. 趋势分析功能: 短期趋势分析显示功能。

3.4 发电机气隙监测系统功能及技术要求

a. 实时采集、在线监测: 显示每个磁极的气隙特征, 并把每一磁极的磁通量与气隙特征相对应, 同时显示每转最小气隙、最大气隙以及平均气隙及其发生的准确角度和磁极号, 对应各个测点的实时气隙有 4 ~ 20 mA 输出, 并有 2 个可设定报警继电器输出, 显示转子可转动、并与实测资料相关的极坐标图。

b. 趋势监测: 最小气隙、最大气隙以及平均气隙的趋势分析。

c. 工况分析: 包括启机过程、甩负荷、停机过程等工况下各参量及其所反映的发电机定子转子结构的变化过程。系统须能显示定子圆度曲线、

工况、气隙映像曲线、工况趋势曲线等。

d. 磁轭鉴定: 对磁轭浮动状态工况关系进行分析, 并判定能否达到设计标准。

e. 存储及报表功能: 所有实时量、平均量、趋势监测和状态监测的资料均可以存储到计算机硬盘, 并能通过打印机把报表输出。

f. 网络功能: 可以实现以太网数据传输。

3.5 发电机局部放电检测子系统功能

发电机局部放电在线检测子系统由传感器、数据采集装置、监测分析软件组成。主要功能如下:

a. 连续并自动检测水轮发电机在正常工作时, 定子线圈绝缘状态, 给出局部放电脉冲的各相放电量、放电相位、放电次数。

b. 持续检测发电机定子绕组各相的最大局部放电量, 并指示当前绝缘状态。

c. 放电量变化率分析。

d. 提供放电的谱图分析手段, 绘制二维或三维曲线, 以便更形象的了解发电机局部放电各相关参数的关系。

e. 根据历史资料进行趋势分析。

3.6 机组状态监测分析系统功能

3.6.1 实时监测功能

对机组当前的运行状态进行同步监视和显示, 以数值、曲线、图表等各种形式, 显示机组的各种状态分析数据, 实现在线监测和分析功能。

3.6.2 稳态分析功能

使用稳态分析完成下述机组状态的分析和评价:

a. 绘制振动、摆度等随工况参数的变化曲线。

b. 绘制各参数的历史变化趋势曲线。

c. 检查和评价主轴弯曲、不平衡状态、轴承间隙调整效果、轴承支架变形等, 直接指导和评价机组检修。

d. 针对各种故障和缺陷的现象进行机组故障分析和诊断。

3.6.3 故障诊断推理

系统应能将多种诊断方式有效融合后进行故障诊断推理。至少不限于对机组下列部件进行诊断: 泄水锥松动; 尾水管涡带振动过大; 导水机构传动部件松动; 主轴密封润滑不良; 大轴密封偏磨; 机组轴线异常; 主轴法兰螺栓松动; 导轴承不对中; 导轴承支承部件有松动或裂纹; 导轴承间隙调整不当; 轴瓦受力异常; 推力轴承润滑不良; 推力轴承弹性油箱异常及其它故障

或缺陷。

3.6.4 暂态分析功能

水轮机组的暂态过程也称为过渡过程,是了解水轮机组性能的重要窗口。系统应实时在线的自动记录机组启机、停机、甩负荷过程中的全部数据,暂态分析模块对这些记录数据进行整理、回放和分析。该功能完成以下暂态过程状态分析:

- 过渡过程机组稳定性。
- 调速器性能。
- 励磁系统性能。
- 启、停机过程设备动作。
- 过渡过程故障。
- 过渡过程高速录波和数据回收。

3.6.5 优化运行功能

通过在线测量,可随时掌握机组运行状态和性能,系统通过对机组运行性能的在线跟踪分析,可以向用户提供机组不稳定负荷区等运行工况,提醒用户调整负荷,避开危险点运行等措施,保障机组寿命;也可以利用效率曲线关系等性能测试结果,合理调度机组,优化经济指标。

3.6.6 性能评估功能

系统能对机组修后性能进行评估,可得到机组动、稳态性能的试验报告。

能以曲线或三维曲面的形式,自动显示机组的稳定性随功率等的变化曲面。利用记录的状态数据,可以分别生成检修前和检修后的各种性能曲线、参数等分析结果,从而科学、量化的评价检修效果,达到整机验收的目的,为电厂的检修管理提供全面的技术支持。

3.6.7 事故追忆功能

可追忆事故前 10 min,事故后 5 min 的详细资料,事故分辨率小于 5 ms。

3.6.8 远程诊断功能

支持电厂、总公司及厂家通过互连网络对机组状态进行远程故障诊断。

4 测点配置表

尼尔基电站每台机组状态监测如表 1、表 2、表 3、表 4、表 5、表 6 所示。

表 1 机组摆度监测点配置表

测量项目	上导	下导	水导
摆度	X、Y 方向各 1 个	同左	同左
抬机	2 个(±Y 布置,或±X 布置,在合适位置)		
键相	1 个(正对转子主励磁引线)		
总计	9 个		

表 2 机组振动监测点配置表

测量项目	上机架	下机架	顶盖
振动	水平: +X、+Y 各 1 个	水平: 1 个, 外圆部位	水平: X、Y 各 1 个(外圆处)
	垂直: 1 个(中心体部位)	垂直: X、Y 各 1 个(中心体部位)	垂直: X、Y 各 1 个(中心体部位)
合计	10 个		

表 3 机组压力脉动监测点配置表

测量项目	蜗壳进口	尾水锥管入口	活动导叶前后(即非叶区)
压力脉动	1 个	入口 1/3D ₁ 处 + X+Y 各布置 1 个	各 1 个(宜在蜗壳尾端)
合计	5 个		

表 4 机组压力压差参数监测表

测量项目	尾水管出口	蜗壳压差
压力、压差	1 个	1 个
合计	2 个	

表 5 发电机空气间隙监测表

测量项目	发电机定子内壁
发电机空气间隙	平板电容传感器 1
	平板电容传感器 2
	平板电容传感器 3
	平板电容传感器 4
总计	4 个

表 6 发电机定子局部放电监测表

测量项目	发电机定子出线
发电机定子局部放电	定子绕组 A 相 1
	定子绕组 A 相 2
	定子绕组 B 相 1
	定子绕组 B 相 2
	定子绕组 C 相 1
	定子绕组 C 相 2
总计	6 个

(编辑 吕子荆)

(上接第 185 页)

组为 100% 额定容量(主变 10 kV 绕组为 50% 额定容量),可提高主变对冲击负荷的承受能力;另一方面提高供电电压等级可减小谐波源对系统的影响。同时采用 35 kV 对电弧炉线路供电也提高了对电弧炉的供电可靠性。

参考文献:

- [1] GB/T1459-1993, 电能质量(公用电网谐波)[S].
- [2] 英 A. C. 弗兰克林, D. P. 弗兰克林. 崔立君等译. 变压器(电力变压器实用技术)[M]. 北京:机械出版社, 1990.

(编辑 吕子荆)