

一种具有遥诊功能的实时监控系統

湖南大学电气与信息工程学院 李正中 / 彭楚武 / 郭起宏 / 资刚
湖南大学振动中心 张邦基



详细介绍了透平循环压缩机组运行状态自动监控系统
的结构、软硬件设计，特别介绍了遥诊的实现。系统
采用多层分布式网络结构，采用阈值监测模式，实时监
测机组的运行状态，实现预警、故障诊断、遥诊等功能。

前言

透平循环压缩机组是合成氨及甲醇工业生产中的关键设备，其运行正常与否，无论对企业生产效益，还是对设备和人身安全，关系都很重大。因此，必须采取有效的措施来监控机组的运行状况。目前，国内用户对机组的监视和维护，采用传统的封闭的计算机应用模式，依靠 24 小时值班来进行的，监测内容仅仅是电流、功率和轴承温度的变化，监测系统的不完善，再加上人为因素的影响，对机组运行状况的误判断和误操作就在所难免；有时并未发生故障却拉闸停机，有时已发生喘振却仍不知晓。要改变这种状况，现实可行的办法是建立一套完善的运行状态自动监控系统，实现在线自动报警和自动保护。我校受某氮肥厂委托，承担了该厂四台透平循环压缩机运行状态自动监控系统的研制。

系统硬件结构

系统采用多层分布式网络结构。由现场测控层、状态监控层、决策管理层和远端诊断层组成。现场测控层由传感器、前置放大器和执行器组成；状态监控层网络采用星型以太网 (Ethernet)，通过决策服务器与原 MIS 网 (管理网) 互联，形成决策管理层。由 Web 服务器通过 Internet 实现遥诊。

图 1 为系统的结构简图。

1. 现场测控层

在工况相对稳定的情况下，压缩机的动态特性是缓变的，电机功率和电流、轴承温度、机组轴向位置及振动特性的变化均在允许范围之内。当工况大幅度变化时，机组的工艺参数、轴向窜动范围及振动幅度呈现急剧上升趋势，运行状态出现异常，发展下去就可能出现故障甚至破坏机组。因此，在监控系统设计时选择了三种与机组运行状况密切相关的在线监测信号：位置信号、振动信号和工艺参数信号。

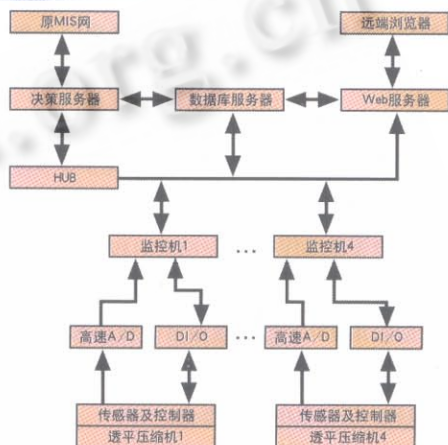


图 1

选择机组的驱动电机电流、功率、轴承温度和压缩机轴承温度等监测点并入系统作为工艺参数信号；选择在主轴径向同一截面互相垂直的两个方向上测量振动位移；在四个滚动轴承的轴承座或机壳部位测量振动加速度。考虑到现场工作环境比较恶劣，在每台压缩机附近都放置了一个前置放大器，将信号放大。

2. 状态监控层

状态监控层是整个系统的核心，由四台工控机及 LAN 网组成，包括监视屏、键盘、打印机、高速 A/D 采集器及高速 I/O 组成。主要完成对压缩机组运转控制；状态信息采集；故障预警及初级诊断；监控信息本地保存和定期向数据库传送；向决策中心发送重大故障诊断请求信息，以申请对设备现有异常进行深层诊断或遥诊。

3. 决策管理层

决策管理层由决策管理机和数据库管理机完成。完成对各监控机传送来数据的保存，建立历史数据档案；对各异常设备进行分析 and 深层诊断，并将结果返回监控机；对各设备运行状态、趋势数据送入工厂 MIS 网，使厂级领导能及时及时了解设备运行状态。

4. 远程诊断层

远程诊断由 Windows NT 和 IIS3.0 Web 服务器组成。利用 Internet 将压缩机组的异常状态下的各种信息，以超文本形式发送给各专家会诊。

系统软件结构

系统监控平台采用 Windows95, 网络平台采用 Windows NT4.0, Web 服务器采用 IIS3.0, 数据库采用 SQL Server 6.5. 系统整个软件采用 Delphi 开发。

系统软件采用面向对象方法设计, 主要有以下几个对象模块: (1) 实时数据采集存储模块, (2) 监测分析模块 (棒图、波形、频谱、轴心轨迹等), (3) 趋势分析模块, (4) 故障预警及处理模块, (5) 数据库管理模块, (6) 故障诊断模块等, (7) 远端诊断模块。

1. 在线数据采集

系统既能采集机组运行过程的稳态数据, 又能采集机组启停过程的瞬态数据。在采集稳态数据时, 又设计了两种采集状态: 在机组正常运行状态下, 根据设定的时间间隔来采集数据; 当机组出现紧急状况, 立即进行连续采样, 记录故障信号, 以备进行故障分析和诊断。

2. 信号分析与处理

对采集到的实时数据进行分析, 并以数据或图形的方式给出分析结果, 主要包括: (1) 信号前置处理, 包括尖峰信号的抑制、数字滤波等; (2) 动态数据分析, 对机组运行过程的动态信号分析和显示, 包括监测棒图、时域波形图、轴心轨迹图、幅值频谱图等; (3) 启停过程信息分析, 对机组启停机过程中的信号进行分析和显示, 包括启停曲线、Bode 图、谱阵图等; (4) 趋势分析, 对机组长期运行存储的数据进行趋势分析, 作出趋势图, 包括当前趋势 (2 小时)、30 天趋势、90 天趋势等。

3. 状态监测特征提取及监控模型的确定

对于位置信号和振动信号, 通常使用最大值、最小值、均方根值、均值、方差、标准偏差、峭度、波峰因子等统计特征作为状态监测特征。本系统设计中, 对机组轴向位置提取最大值 (X_{max}), 对主轴振动位移提取峰—峰值 (X_{p-p}), 对机壳与轴承座振动加速度提取有效值 (X_{rms}), 对电流、电压提取有效值。

机组运行状态监控采用四级阈值监控。当某个或几个通道监测参数的特征值达到报警值时, 系统以改变监测棒图颜色和显示报警信息框的方式报警, 表明机组已出现异常情况; 当持续报警时间或持续超限次数达到设定值后, 系统启动声光报警并跳出机组运行状态信息及报警处理框; 当监控参数达到跳车值时, 系统直接启动自动保护装置, 驱动机组启停控制继电器实现紧急停车。

4. 动态数据管理

对采集到的实时数据, 经分析和处理, 形成多种数据库, 作为状态监测、时频域分析、趋势分析、故障诊断与寿命预测的信息来源。系统对最近 24 小时的采样数据全部保存, 形成日记数据库, 24 小时后顺序覆盖; 对每天中午 12: 00 的一组采样数据永久保存, 形成历史数据库; 对每组采样数据的监测特征值永久

保存, 形成趋势数据库; 对发生事故后的采样数据永久保存, 形成事件数据库。可以方便的对各种数据库进行浏览、查询、分析和报表输出, 打印功能除了打印班组报表、日报表、月报表等数据报表, 也可以打印棒图、波形、频谱、趋势曲线、轴心轨迹等图形。

5. 基于 Web 的远端诊断的实现

Web 服务器采用 IIS3.0 (Microsoft Internet Information Server)。客户端浏览器通过 Internet 向 Web 服务器发出 HTTP 请求, Web 服务器将所需 HTML 页面返回浏览器。具体操作过程如图 2 所示。



图 2

利用 Delphi 创建 ISAPI 类型 Web 应用程序, 首先自动创建一个 Web 模块, 它有一个默认的 Web 调度器 (TWebDispatcher)。用 TWebRequest 对象描述 HTTP 请求消息, TWebResponse 对象描述 HTTP 响应消息。当客户浏览器访问 Web 服务器时, 由 Web 调度器决定指派哪个动作项 (TWebActionItem) 去响应客户请求。借助于 TDataSetTableProducer 和 TQueryTableProducer 元件, 就可以从标准数据集中引入数据并动态生成 HTML 页面。TQueryTableProducer 元件还能从 HTTP 请求消息中检索 SQL 语句的参数值, 从而实现满足特定需求的交互式查询和信息发布, 其逻辑结构如图 3 所示。

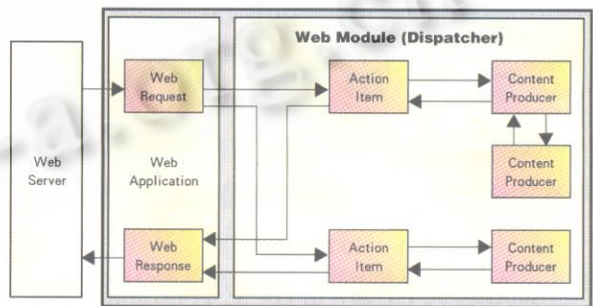


图 3

本系统实现在浏览器上动态显示各压缩机运行状态的棒图、波形、频谱、趋势等, 同时能对实时和历史数据库查询和报表。专家诊断意见也可以通过浏览器返回系统, 以供参考。■

参考文献

- 1 旋转机械故障机理及诊断技术. 韩捷等著. 机械工业出版社, 1997
- 2 COM CORBA 和 INTERNET 编程技术. 徐新华著. 人民邮电出版社, 1999