

# 观测分析系统

## 1. 系统介绍

水电站是当今电力能源供应的主要途径，其对电力供应具有造价低、污染小、效率高的特点，而风发电站仅仅限于特定的地区和特定的季节，而且效率低，不容易管理；核电站发电危险性大，造成的污染后果严重。所以充分应用水利资源继续扩大水电站的规模，将水电站的发展为工农业生产的主要动力能源有很大的发展前景，对国民生产具有现实意义

目前为止我国大大小小的水电站已有数百家。水电站大坝安全监控工程显然是一个安全生产运营的首要问题，同时也是关系到人民生命财产安全的重要问题，为了使得水电站在保障安全生产的前提下取得更大经济效益，充分发挥其作用，所以投入部分人力物力确保水电站大坝安全监控项目的顺利进行，是十分必要的。

水电站大坝安全监控工程在我国的发展已经日趋成熟，随着电子计算机的飞速发展，促进了先进的设备仪器与成熟的理论的紧密结合，如何使这种结合在水电站大坝安全监控工程中更有效的发挥作用，是一个颇待研究的课题。

### 1.1 理论来源

水电站大坝安全监控工程是一个广义而又庞大的工程系统。水电站大坝安全监控数据处理与分析系统仅是针对水电站大坝安全监控工程中对采集测量所得到的数据进行必要的处理并采用统计学和现代人工神经网络手段分析。

通过对这些数据的处理与分析完成：

- a) 检验采集及测量所得到的数据，
- b) 推知数据采集测量系统所使用的仪器的工作状况是否良好。
- c) 预测某一测量项目测量数据，
- d) 推测水电站大坝的变形破坏等情况。

水电站大坝安全监控数据处理与分析系统的理论来源主要有：

- 1) 水电站大坝安全监控工程理论、
- 2) 基础力学理论、
- 3) 数理统计理论、
- 4) 数字信号处理理论、
- 5) 随机过程分析理论、
- 6) 现代数学分析方法
- 7) 现代人工神经网络理论。

系统的基本立足点为数据，也可以称之为数字信号，经典的模拟信号采集后经过模数转换器都可以转化为数字信号，这种转换后的数字信号可以使用电子计算机快速处理和存储，

并能够无失真的恢复，完全满足工程上处理与分析的需求。

## 1.2 数据来源

在对项目研发目的进行阐述和解释之前，首先要明确水电站大坝安全监控数据处理与分析项目所需的数据来源。数据来源主要为：

- 1) 水电站大坝安全监控系统通过手动测量或自动采集所得到坝体变形（例如坝顶位移、坝体沉陷）和漏水（例如坝基渗水，扬压），等大坝安全的基本因素和指标
- 2) 温度、水位、坝体内腔温、水的含沙量、冬季时大坝所承受的冰压等影响大坝安全指标的环境因素。当然在特殊的情况下我们还要考虑到水中的各种化学成分对坝体的腐蚀作用、坝体的强度、坝体刚度、结构等等

## 1.3 总结

水电站大坝安全监控数据处理与分析系统通过水电站大坝安全监控工程中所采集测量的数据来解决水电站大坝安全监控工程中的实际问题，从水电站大坝安全监控系统本身来说具有普遍适用性，从解决问题的内容来看，项目的研发又具有其

- 1) 独特性
- 2) 针对性
- 3) 创新性

这也是该项目的价值所在。

# 2. 分析系统实现的功能

系统主界面

## 2.1. 数据库配置

点击主菜单上的数据库配置，将弹出数据库配置窗体：

- a) “分析数据库”是指本系统自带的数据库（SBHGFX）
- b) “源数据库”是指存储采集数据的数据库（BSGC\_Local）
- c) 点击按钮...弹出 ODBC 配置窗体
- d) 配置好 ODBC 数据源后点击【确定】按钮，系统将测试数据库连接是否成功。

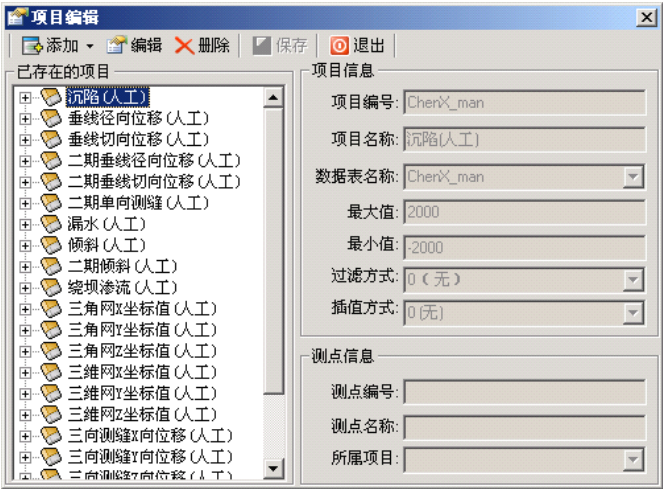
## 2.2. 数据管理

数据管理主要是对项目数据、因子数据进行配置和管理。

2.2.1.项目编辑

添加、修改、删除项目信息

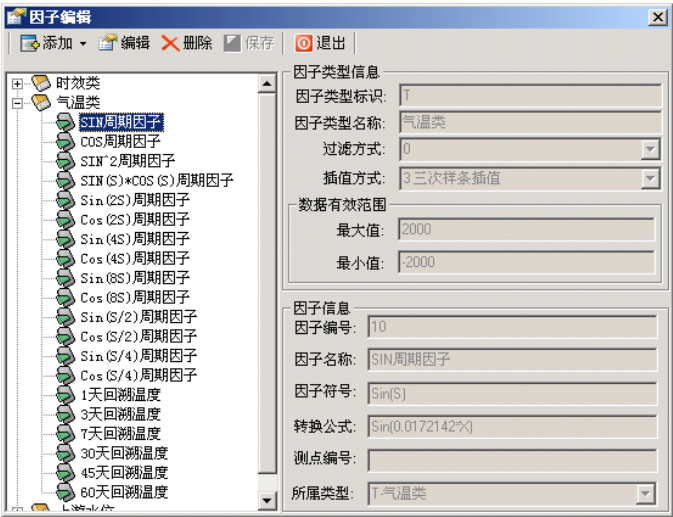
- a) 最大值、最小值是指某个项目所采集的数据的上限、下限；
- b) 过滤方式包括 0 不过滤；1 按 68% 自信区间进行过滤；2 按 95% 自信区间进行过滤；3 按 99% 自信区间进行过滤。
- c) 插值方式包括 0 不插值；1 一元全区间不等距插值；2 一元三点不等距插值；3 三次样条插值



2.2.2.因子编辑

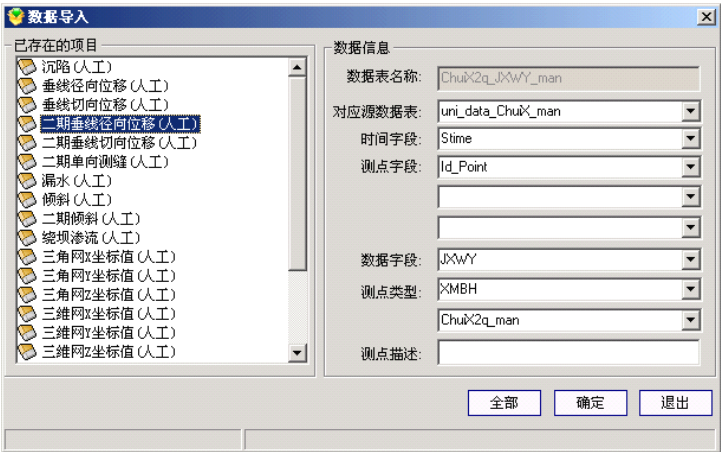
添加、修改、删除因子信息

- a) 最大值、最小值是指某个项目所采集的数据的上限、下限；
- b) 过滤方式包括 0 不过滤；1 按 68% 自信区间进行过滤；2 按 95% 自信区间进行过滤；3 按 99% 自信区间进行过滤。
- c) 插值方式包括 0 不插值；1 一元全区间不等距插值；2 一元三点不等距插值；3 三次样条插值
- d) 因子符号即因子在数据模型中显示的符号。
- e) 转换公式在建立数学模型时需要按照相应的公式对因子数据进行转换。



2.2.3.项目数据导入

- a) 数据表名称：该项目在分析库中数据表的名称，
- b) 对应源数据表名称：该项目在源数据库中对应的数据表
- c) 时间字段：源数据表中的时间字段名称
- d) 测点字段：源数据表中的



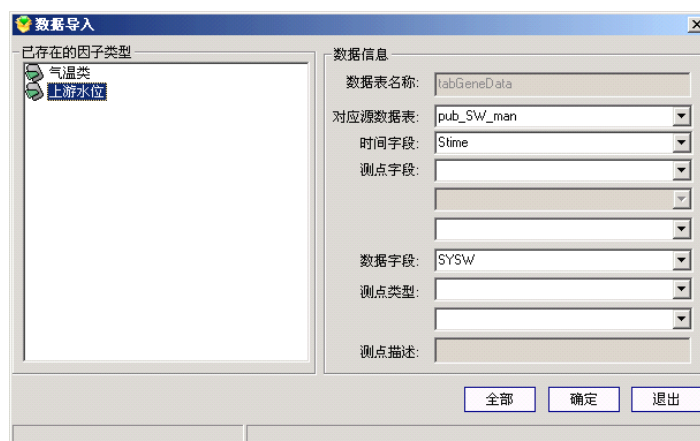
测点字段名称

- e) 数据字段：源数据表中的数据字段

点击【确定】按钮将对所选的项目进行数据导入，若点击【全部】按钮将对所有的项目数据进行导入

## 2.2.4.因子数据导入

- a) 数据表名称：该类因子在分析库中数据表的名称，
- b) 对应源数据表的名称：该类因子在源数据库中对应的数据表
- c) 时间字段：源数据表中的时间字段名称
- d) 测点字段：源数据表中的测点字段名称，如果没有测点不填



- e) 数据字段：源数据表中的数据字段

点击【确定】按钮将对所选的类型的因子进行数据导入，若点击【全部】按钮将对所有的因子数据进行导入

## 2.2.5.默认因子编辑

编辑建立数学模型所用的默认因子

选择某类因子下的因子，点击确定按钮即可。

## 2.3.数据图形检测

### 2.3.1.时间历程曲线

绘制测点、因子类的时间历程曲线。

1. 点击菜单【过程线】，弹出窗体
  2. 选择某个或某几个测量项目或因子类型，列表框中将显示该项目下的所用测点，将要绘制曲线的测点拖拽到右侧的小列表框中。
  3. 调整开始、结束时间，点击【确定】按钮。弹出图形窗体
- 下面的表格显示每个轴轴所用曲线的最大值、最小值、平均值。

### 2.3.2.检测曲线

选择某条曲线后点击鼠标右键，可以绘制该曲线的正态分布图、概率统计图、正态统计图

1. 正态分布图：检测某路数据的概率密度分布是否符合正态分布
2. 概率分布：检测一组数据在某一数值区间上的分布情况
3. 统计分布：检测一组数据在某一时间范围内的分布情况

### 2.3.3.数据图形检测菜单

原始数据过程线：从数据库中提取的真实数据曲线。

过滤曲线：按照项目既定的过滤方式过滤后的数据曲线。

插值曲线：按照项目既定的插值方式进行插值后的数据曲线。

### 2.3.4.图形编辑菜单

标识切换：对曲线是否显示标识进行切换。

网格切换：对数据轴是否显示网格进行切换。

### 2.3.5.输出菜单

打印图形：打印当前图形。

保存当前图形：将当前图形保存成 BMP 文件。

## 2.4. 模型分析

包括建立模型和模型查看

### 2.4.1.多元线性回归分析

1. 点击【建立模型→多元线性回归分析】菜单
2. 选择某个测量项目，右侧的列表框将显示该项目下的所有测点
3. 选择某个测点，单击【下一步】按钮
4. 显示因子选择界面，可以按“默认因子”也可以进行“手动选择因子”，现以“手动选择因子”进行说明，选择手动选择因子，因子类型列表框变为可用，选择好因子类型后单击【下一步】按钮
5. 依次选择所选因子类型下的因子，选择完成后单击【下一步】按钮
6. 将显示所有选择的因子类型及各个类型下的因子，在该界面下调整开始、结束时间，单击【完成】按钮

系统将进行数据分析，建立数学模型，执行结果如下

- a) 测量曲线和拟合曲线的组合图形
- b) 测量数据与拟合数据的残差图形

- c) 模型中每类因子的作用分量
- d) 下方的表格显示该模型的所有参数、各个因子的系数、分量的变幅及参加分析的所有数据

#### 【图形选择】菜单

测值拟合曲线：显示测量值和拟合值的组合图形

残差图：显示残差曲线

#### 【输出】菜单

保存模型：将模型信息保存到数据库

打印图形：打印当前图形

保存当前模型：将当前图形保存成 BMP 文件。

## 2.4.2.逐步回归分析

操作步骤同多元线性回归分析，逐步回归分析和多元线性回归分析属于线性范畴，但可以剔除不显著的因子。

## 2.4.3.BP 神经网络

### 一. BP 算法的主要思想是：

- 1) 对于给定的学习样本，使网络的输入等于样本的输入，
- 2) 然后用网络的实际输出和学习样本的输出之间的误差来修改权值，
- 3) 使网络的输出与样本的输出尽可能接近，即：使网络输出层的误差平方和达到最小。通过连续不断地在相对于误差函数斜率下降的方向上计算网络权值和偏差的变化而逐渐逼近目标。
- 4) 每一次权值和偏差的变化都与网络误差的影响成正比，并以反向传播的方式传递到每一层。

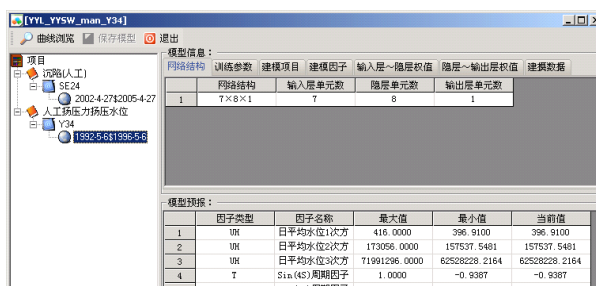
### 二. 特点：

- 1) **智能学习**：改进的神经网络建模分析通过对传统 BP 神经网络进行自适应学习率的调整，
- 2) **分析非线性关系**：可以对分析实际中非线性的建模提供高效率和高精度的分析，因为观测项目与影响因子的关系在大部分情况下都难以用线性的关系来描述，多元线性回归和逐步回归在非线性的建模和预报中精度和信度都是不可靠的。
- 3) **高精度**：统一观测平台数据分析层神经网络建模预报分析功能的提出，使安全监控分析的建模预报结果从精度和信度上都得到了提高。
- 4) **抗噪声干扰性**：对分析过程中，参加分析的异常数据予以过滤和排除，分析结果不受其明显影响。

建议在采用其他的建模分析方法处理之后，使用分析软件的神经网络再次处理进行结果比较，在实际应用中，神经网络的建模预报结果均高于采用其他分析方式的建模预报精度。

### 三. 操作步骤：

1~6 操作步骤同多元线性回归分



析，BP 神经网络对非线性数据的分析效果比较显著。

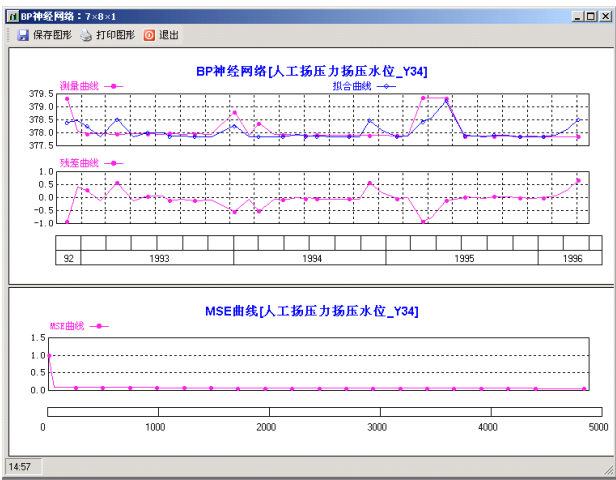
7 步骤 6 点击【完成】按钮时，弹出参数设置窗体

- 1) 最大学习次数：网络训练次数。
- 2) 期望精度误差：训练希望达到的精度。
- 3) 学习调整步长：每次训练递增的幅度。

点击【确定】按钮弹出训练结果窗体

点击曲线浏览

- a) 上方的轴显示的是测量曲线和拟合曲线的组合图形。
  - b) 下方的轴显示的是 MSE 曲线即均方误差曲线。
- 1. 保存模型：点击【保存模型】按钮，该模型的所有信息保存到数据库，同时添加到左侧的模型列表。
  - 2. 删除模型：左侧的列表显示所有分析过的网络模型，选中某个模型后单击鼠标右键可以删除该模型。
  - 3. 模型信息：包括网络结构、训练参数、建模项目、建模所用的因子、输入层～隐层的权值、隐层～输出层的权值以及建模所用的测点数据、因子数据等信息。
  - 4. 模型预报：显示参加建模的因子信息，选中某个因子，在预报结果点击右下脚微调按钮，可以修改该因子的数据进行模型预报分析。



2.4.4.模型查看

回归分析，单击【确定】按钮，弹出线性回归分析模型信息窗体

BP 神经网络，单击【确定】按钮，弹出 BP 神经网络分析模型窗体