

电网环境保护管理信息系统^①

姜梅¹, 曹洁², 李静雅², 梁磊², 任旭鹏², 涂广², 王政宏¹, 李小娟¹, 高世刚¹

¹(甘肃省电力科学研究院, 兰州 730050)

²(兰州理工大学 计算机与通信学院, 兰州 730050)

摘要: 为了对输变电工程中的大量相关资料进行信息化动态管理, 对电磁环境参数进行预测分析, 为电网决策、管理、设计、科研、运行人员提供理论依据, 建立电网环境保护信息管理系统。阐述管理系统的构建、实现及运用 Matlab 工具进行电磁环境参数预测模型的求解, 通过系统集成完成信息管理和预测分析模型系统的开发, 实现电网环境保护的决策分析。最后以可听噪声预测模型构建为例, 在 C#.NET 平台上调用 Matlab 神经网络工具箱, 实现了输电线路可听噪声的预测分析计算。

关键词: 电网环境保护; 信息管理; 电磁环境参数; 预测分析系统; 可听噪声预测

Information Management System for Grid Environment Protection

JIANG Mei¹, CAO Jie², LI Jing-Ya², LIANG Lei², REN Xu-Peng², TU Guang², WANG Zheng-Hong¹, LI Xiao-Juan¹, GAO Shi-Gang¹

¹(Gansu Electric Power Research Institute, Lanzhou 730050, China)

²(College of Computer and Communication, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Environmental protection information management and electromagnetic environment parameter prediction analysis system is developed to manage a large amount of relevant information of transmission project and provide theoretical basis for the power of decision-maker, managers, designer, scientific research personnel. The constructing and realizing of management system and using matlab tools for building electromagnetic environmental parameter prediction model are described in details, through the system integration complete the development of the system of information management and prediction analysis model, then support the decision-making of Grid environment protection. Finally, Matlab Neural Network(NN) toolbox could be called by C#.NET successfully, forecast analysis is achieved for the audible noise of transmission line.

Key words: grid environment protection; information management; electromagnetic environment parameter; prediction analysis system; audible Noise prediction

随着国家经济的不断发展, 社会对电力的需求不断增长, 高压及超高压输变电工程建设规模和建设力度不断加大, 输变电工程产生的电磁环境问题已逐渐成为环保热点问题, 由此产生的环境纠纷日益增多, 科学的管理好输变电工程的前期建设和生产运行显得尤为重要。

为解决输变电工程前期建设的基础资料种类繁

多, 且分散于各个基层供电公司, 查询相关信息费时费力; 电力科学研究院对投运的变电站和输电线路的环保技术监督测试数据分散保存在各测试人员手中, 未能对数据进行综合管理, 有效利用; 与输变电线路电磁环境参数预测有关的应用软件集中在个别设计人员手中, 未能有效利用充分发挥其作用的问题, 迫切需要一个科学的管理系统对上述分散的信息进行整合,

① 基金项目: 甘肃省电力公司科技项目(2009406002)

收稿时间: 2010-12-27; 收到修改稿时间: 2011-05-03

方便决策、管理、设计、测试等相关人员查询利用信息，实现资源信息的共享和电网企业管理的规范化、现代化。

本文研究设计了电网环境保护管理信息系统，是以输变电工程建设中的基本资料和相关应用软件为基础，结合国家颁布的环保法律法规和电力公司制定的各项环保管理规章制度，开发的信息管理系统软件。为电力公司各级管理人员、设计人员和科研人员提供了便利的数据查询、分析及输电线路电磁环境参数预测功能，将分散繁杂的资料和相关的应用软件集成有用的信息系统，由信息、数据支持决策，为电网环境保护管理以及技术监督监控提供依据，实现电网环境保护的电子化管理。

1 系统总体设计

1.1 设计思想

电网环境保护管理信息系统由管理信息系统和电磁环境参数计算软件系统构成。其主要设计目的是提高电网环境数据资料的综合管理水平，充分结合计算机网络技术，数据库技术，多媒体技术和企业 Intranet 技术的最新发展趋势，实现相关信息的处理、存储、维护、利用和输出等功能，对输变电工程的环境监测资料进行分析，为管理者和决策者提供理论依据。通过电磁环境参数预测软件系统，用户可以预测输电线路产生的电磁环境参数值，同时系统还具有将现状监测数据与预测计算数值进行对比验证的功能，利用该软件系统可提高输变电工程环境影响评价预测计算的准确度和工作效率，也可以为开展超高压、特高压输电线路下电磁环境研究，寻找最优布置方式和输电线路最佳设计方案以及输电线路的电磁环境治理提供数据依据。

1.2 系统集成的技术框架

网环境保护管理信息系统采用 B/S 模式三层架构和 MVC (“Model-View- Controller”) 体系架构相结合来规划系统结构，以“高内聚，低耦合”的思想区分层次，每层各司其职，向上一层提供调用接口，系统结构清晰，易于扩充。系统设计开发不仅需要开发语言平台 Asp.net(C#)^[1]的支持，还需要电磁环境参数计算软件、数据库技术的支持。在进行系统综合集成时，电磁环境参数预测模型和 Matlab 工具软件成为系统集成的主要对象。系统集成的技术框架见图 1。

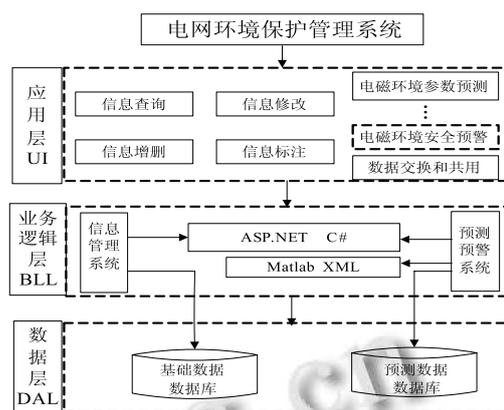


图 1 系统总体框图

2 系统的构建与实现

2.1 数据库的构建与实现

数据统一管理是进行数据分析处理的基本条件，本系统存储的数据量大，类型繁杂，涉及到的有文件数据、有其他系统导入的数据、还有图片、图纸数据等多种数据类型，选择采用 SQL Server 大型数据库管理系统构建数据库，实现信息数据的集中管理，为数据查询、分析等深层次应用提供基础。

数据库除了对电网环境保护的各种信息数据进行综合管理以外，还需要对各种电磁环境参数预测模型数据进行管理，因此在构建数据库时，不仅要建立电磁环境参数预测模型库，同时要注意预测模型库与数据库系统的接口，在数据库设计时确定接口的关键字段，对不同格式、不同来源、不同要求的数据进行预处理，以适应预测模型的要求。

构建数据库后，系统采用存储过程实现对数据库的相关操作。电网环境保护系统数据量大，不同功能模块对公共数据处理可能造成数据的不完整，通过存储过程^[2]可以使对数据库的相关的处理一起发生，从而可以维护数据库的完整性，且存储过程一般在服务器上运行，运行稳定，减少了对客户机的压力，也减少了大量数据往返服务器和客户机之间进行数据交换，减少了网络流量，提高了系统的执行效率。

2.2 信息管理系统的构建与实现

开发电网环境保护管理信息系统，通过工程管理、环保技术监督管理、环保纠纷案例等模块对输变电工程的基本信息、建设中的环评、水保、环保竣工验收等报告及批复、环保技术监督实测数据和环保纠纷案例等资料进行动态管理，方便决策、科研、设计、管

理等相关人员对所需数据信息的利用。

为了便于更直观准确的了解现有输变电工程的地理信息,及时补充新建变电站和线路的相关信息,系统要在行政区域图中动态标注每个变电站的精确位置,包括变电站的名称、经纬度、行政区域等详细信息,在输电线路途中标注敏感点等信息,通过 WEB 应用处理图纸,把图像处理技术、数据库技术和 WEB 开发技术结合在一起,利用自定义的 WEB 控件(组件),定义控件的属性和相关的事件及方法实现图片上的动态标注功能。

2.3 电磁环境参数预测系统的构建与实现

Matlab 是一套高性能的数值计算和可视化软件,具有丰富的算法库,提供了功能强大的模块集和工具箱,被广泛用于研究和解决各种工程问题^[3]。在本次系统开发中,利用 Matlab 编程实现高压输电线路工频电磁场和无线电干扰的预测计算,利用 Matlab 中的神经网络工具箱建立可听噪声预测模型实现可听噪声的预测。建立基于 ActiveX 的 Matlab 与 C#集成的电磁环境参数预测系统,C#程序主要实现数据的输入输出,计算过程由 Matlab 完成,系统集成的核心就是如何实现 C#与 Matlab 之间的数据传输。

ActiveX 自动化技术是一种允许一个应用程序(控制端)去控制另一个应用程序(服务器端)的协议^[4]。C#支持 ActiveX^[5]自动化控制端协议,而 Matlab 支持 ActiveX 自动化服务器端协议,这样就可以在 C#中调用 Matlab 引擎,利用 ActiveX 通道与 Object.Execute 建立联系,直接使用 Matlab 的函数集、图形库和神经网络工具箱。在 C#应用程序和 Matlab 之间的 ActiveX 自动化连接后,就可以在 C#应用程序中调用 Matlab 的命令,向 Matlab 传送或从 Matlab 接收矩阵数组,实现数据的输入输出功能。

电磁环境参数的预测主要是对拟建输电线路产生的工频电场、工频磁场、无线电干扰和可听噪声进行预测分析,实现输电线路最佳设计方案的选择,系统的开发主要将 Matlab 软件与 C#进行集成,通过 C#实现数据的输入与输出。先由 C#程序实现数据的读入,然后利用 Matlab 的 PutFullMatrix 方法,将读入的数据转化为 Matlab 的特定数据类型及格式,处理结果由 GetFullMatrix 方法输出到 C#环境,并进行显示,对于有参考价值的数据或模型存储到预测数据库。

3 预测实例研究

预测系统可以实现超高压输电线路在不同导线架线形式、不同环境因素、不同地理位置等情况下产生的工频电场、工频磁场、无线电干扰和可听噪声等参数的预测,本文以可听噪声预测模型系统的构建和实现为例介绍。

3.1 可听噪声预测模型构建

可听噪声是由输电线路表面电晕放电所引起的,影响超高压输电线路可听噪声的因素有:导线的电压、架线高度和线路结构、环境因素、地理位置参数等数据信息^[6-9],依据可听噪声值与其影响因素之间的关系,运用 BP 神经网络算法,建立可听噪声的 BP 神经网络预测模型。选取网络的输入变量 $X=\{\text{电压值, 温度, 湿度, 风速, 气压, 海拔, 导线直径, 导线截面, 背景噪声, 边相与边相间距, 边相与中相间距, 边相线高, 中相线高}\}$,网络的输出变量为相应输入条件下的可听噪声值。由此可知,影响可听噪声大小的因素选取 13 个,预测结果为可听噪声值,故模型的结构为:输入层为 13 个节点,输出层为 1 个节点,隐含层为一层的网络结构。如图 2 所示。

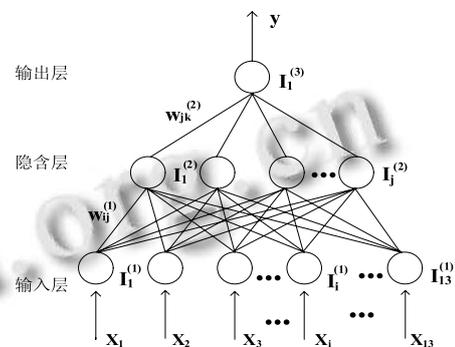


图 2 可听噪声的神经网络预测模型

3.2 可听噪声预测系统的实现过程

系统的设计目标是实现超高压输电线路可听噪声的预测,用户通过本地浏览器将输入的预测因子数据上传到服务器后,经过计算将预测结果返回并显示结果。

3.2.1 编制 M 文件实现神经网络逻辑

在 BpNN.m 文件中编制神经网络的实现逻辑。其函数定义如下: $\text{Function}[\text{Result}] = \text{BpNN}(\text{TrainIn}, \text{TrainOut}, \text{TestIn}, \text{TestOut}, \text{Par})$, BpNN 为函数名称,等号右边的小括号内是输入参数, TrainIn 为训练输入矩阵, TrainOut 为训练输出矩阵, TestIn 为测试输入矩阵,

TestOut 为测试输出矩阵, Par 为神经网络设置参数矩阵。等号左边的中括号内 Result 是输出参数即可听噪声预测结果矩阵。

3.2.2 创建网络及调整参数

创建 BP 网络, 其中隐层和输出层神经元传递函数分别设置为 tansig() 和 purelin(), 网络隐含层神经元个数、网络的学习速率等参数可由接口输入。

该部分主要代码如下:

```
net=newff(minmax(TrainIn),[Par(2),1],{ 'tansig' ,
'purelin' }, 'traingdm' ); %创建网络
```

接口输入的神经网络训练初始参数由经验估计得出, 采取迭代法对参数进行调整, 其主要是固定某些参数, 对一个参数由大到小调整, 每次调整后进行训练和仿真, 保留最佳配置。

3.2.3 训练并仿真

可利用事先准备好的可听噪声数据样本集对网络进行训练和仿真, 由于原始样本集数据的数值上的变化相差较大, 另外其量纲也不相同, 故不能直接用于网络的训练, 需进行归一化处理, 最终仿真的结果还需进行反归一化, 以得到跟原始样本相对应的结果。

```
[net,tr]=train(net,TrainIn,TrainOut); %训练 Result1
=sim(net,TestIncs); %仿真
```

3.3 在.NET 环境中实现 Matlab 引擎

.NET 是微软在总结吸收了多种编程开发语言的基础上最新发布的开发平台, 在.NET 环境下可以很方便地实现 Matlab 引擎, 从而提供更灵活更高效的应用程序调用 Matlab 神经网络工具箱的解决方案^[10]。

当 Matlab 系统在计算机上正确安装后, Matlab 计算引擎 Active X 组件将自动在系统注册。在 VisualStudio.NET 开发环境下使用 Matlab 计算引擎, 首先添加 COM 引用“Matlab Application (Version7.0) Type Library”。完成了 Matlab 计算引擎组件的引用后就可以在程序中实例化引擎对象, 然后使用其提供的接口进行编程。引擎对象提供的最常用的接口有三个: Execute, PutFullMatrix 和 GetFullMatrix^[11]。它们分别是实现运行脚本, 向 Matlab Server 中添加矩阵和从 MatlabServer 中读取矩阵功能。

运用 C#语言, 接口文件的主要代码如下:

```
MlApp.MLAppClass matlab = new MlApp.
MLAppClass(); matlab.PutFullMatrix( " TrainIn " ,
"base" ,TrainInput,TrainInputIm);
```

```
%向 Matlab Server 中添加训练数据矩阵
matlab.Execute (@("[Result]=BpNN (TrainIn,
TrainOut, TestIn,TestOut,Par)");
matlab.GetFullMatrix("Result","base",ref ReArr,ref
ReArrIm); %从 Matlab Server 中得到矩阵数据。
ReArr 和 ReArrIm 为预先定义好的 System.Array
对象
```

```
ReArr.CopyTo(jg,0);
```

%将预测结果保存在 double 型数组变量 jg 中

3.4 可听噪声预测分析

预测系统的预测分析, 主要是用于预测超高压输电线路在不同的架线方式、不同对地高度、不同环境因素、不同地理位置的线路产生的可听噪声。通过预测系统, 可以由用户设定不同环境参数、地理位置参数、导线结构参数等, 获取不同参数情况的预测值, 数据结果可由系统给出, 具有直观易看的特点, 辅助管理者、设计人员进行决策与分析。

4 结论

(1) 电网环境保护管理信息系统实现了电网环保的日常技术监督管理和输变电工程的信息化管理, 使电力公司各级管理人员全面掌握电网环保工作的实际情况, 为电网环境保护管理以及技术监督提供依据。

(2) 以可听噪声的神经网络模型预测系统的实现为例, 在.net 平台下集成 Matlab 工具软件, 实现了可听噪声预测分析, 为可听噪声预测研究提供了便捷的软件。本文可听噪声预测系统在预测可听噪声时考虑了 13 个因素的影响, 在今后的研究中, 可进一步探索影响可听噪声的其它因素, 以进一步提高预测系统的准确性。

(3) 随着系统内可听噪声预测模型、工频电磁场预测模型、无线电干扰预测模型、电磁环境安全预警系统等模型研究的不断发展, 系统的预测分析功能将逐步趋于完善。

参考文献

- 1 鄂志国,王磊.基于 ASP.NET 的水稻品种数据库管理信息系统.计算机应用,2004,24(1):140-142.
- 2 茅健.ASP.NET2.0+SQL Server 2005 全程指南.北京:电子工业出版社,2008.

(下转第 116 页)

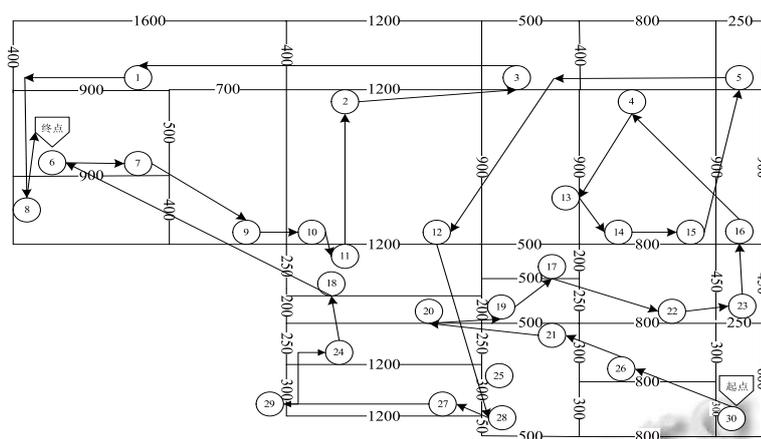


图 3 运输车辆行驶路线

5 结论

建立基于运输成本最小的公共自行车交通系统的调度模型, 并采用遗传模拟退火算法对其进行求解, 通过实验结果表明, 该算法具有可行性且效果较好, 该方法对公共自行车交通系统管理部门进行公共自行车的调度具有重要的指导意义. 对公共自行车静态车辆调度问题进行了研究, 如何对动态的公共自行车交通系统调度问题建立合适的模型并求解还需要进一步探索.

参考文献

- 1 龚迪嘉, 朱忠东. 城市公共自行车交通系统实现机制. 城市交通, 2008, 6(6): 27-28.
- 2 董红召, 赵敬洋, 郭海峰, 郭明飞. 公共慢行系统的动态调度建模与滚动时域调度算法研究. 公路工程, 2009, 34(6): 68-69.
- 3 邹彤, 李宁, 孙德宝. 不确定车辆数的有时间窗车辆路径问题的遗传算法. 系统工程理论与实践, 2004, 24(6): 134-138.

- 4 李军. 有时间窗车辆路线安排问题的启发式算法. 系统工程, 1996, 14(5): 45-50.
- 5 王惠, 陈燕. 基于遗传算法的多目标的有时间窗的车辆调度. 计算机应用, 2004, 24(9): 144-145.
- 6 李兵, 郑四发, 曹剑东, 杨扬, 耿华, 连小珉. 求解客户需求动态变化的车辆路径规划方法. 交通运输工程学报, 2007, 7(1): 106-109.
- 7 Jia YJ, Gu HY, Xi YG. Rolling horizon scheduling algorithm for dynamic vehicle scheduling system. Journal of Southeast University, 2005, 21(6): 92-96.
- 8 李军. 车辆调度问题的分派式启发式算法. 系统工程理论与实践, 1999, 17(1): 27-33.
- 9 刘波, 孟相如, 麻海圆. 一种用于分组调度的遗传模拟退火算法. 通信技术, 2009, 2(42): 91-93.
- 10 任传祥, 张海, 范跃祖. 混合遗传模拟退火算法在公交智能调度中的应用. 系统仿真学报, 2005, 17(9): 2075-2081.

(上接第 152 页)

- 3 荆平, 贾海峰. 基于 MATLAB 与 GIS 的污水回用决策支持系统开发与应用. 清华大学学报(自然科学版), 2008, 48(3): 352-356.
- 4 胡智文, 陈连运, 余增亮. 利用 ActiveX 技术的 VB 与 Matlab 间的无缝集成. 计算机工程, 2004, 30(7): 64-65.
- 5 孙锐, 苗放. ActiveX 控件与服务器端对象级交互的探讨和应用. 计算机应用, 2007, 27(7): 1729-1731.
- 6 谭闻, 张小武. 输电线路可听噪声研究综述. 高压电器, 2009, 45(3): 109-112.
- 7 唐剑, 何金良, 刘云鹏, 等. 海拔对导线交流电晕可听噪声影响的电晕笼试验结果与分析. 中国电机工程学报, 2010,

- 30(4): 105-111.
- 8 万保权, 郭雄, 张业茂, 等. 750kV 单回紧凑型输电线路的电磁环境. 高电压技术, 2009, 35(3): 597-600.
- 9 郭雄, 万保权, 张广州, 等. 750kV 输变电工程电磁环境的研究. 武汉: 国家电力公司武汉高压研究所, 2002.
- 10 陈涛, 杨建国, 杨江云. 基于 Matlab 与 .Net 的神经网络推理应用. 微机发展, 2004, 14(11): 33-36.
- 11 黄一丹, 严洪森, 冯丽娟, 等. 基于 C#.NET 与 Matlab 接口和 BP 网络的汽车产量预测. 计算机技术与发展, 2008, 18(11): 36-40.