

温州电网日负荷预测管理系统的
设计与实现

胡元

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学

温州电网日负荷预测管理系统的
设计与实现

胡元

指导教师
余莹莹助理教授

厦门大学

学校编码：10384

分类号_____密级_____

学号：X2013231793

UDC _____

厦门大学

工程 硕 士 学 位 论 文

温州电网日负荷预测管理系统

的设计与实现

Design and Implementation for Daily Load Prediction

Management System of Wenzhou Electric Grid

胡 元

指 导 教 师： 余莹莹 助理教授

专 业 名 称： 软 件 工 程

论 文 提 交 日 期： 2015 年 月

论 文 答 辩 日 期： 2015 年 月

学 位 授 予 日 期： 2015 年 月

指 导 教 师： _____

答 辩 委 员 会 主 席： _____

2015 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

- () 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
() 2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

摘要

电力负荷预测是电力系统管理的重要组成部分，对电网的安全、经济运行起着重要的作用。随着电网的发展和电力改革的不断深入，研究电力负荷预测方法并开发高效、实用的负荷预测管理系统已成为重要的课题。

本文主要对温州电网日负荷预测管理系统的功能设计与实现以及短期负荷预测方法进行了一系列的研究。针对温州电网调度部门的实际需求，根据温州电网的负荷特性及温州的气候特征，应用数据挖掘技术对温州电网历史负荷数据、气象数据进行相关性研究。本文开发了集综合数据管理、负荷分析与预测、负荷预测上报考核管理为一体的电网短期负荷预测管理平台，为温州电网日负荷预测提供定性、定量的分析，并实现自动预测功能，从而提高了负荷预测精度和工作效率。同时根据温州电网负荷预测的实践经验，将全年的日负荷预测分为汛期日负荷预测和枯水期日负荷预测，分别采用基于回归型支持向量机、基于简化维纳滤波的负荷预测算法，建立不同的预测模型，丰富了负荷预测方法库。负荷预测管理系统采用先进的 B/S 应用模式，J2EE 架构，全面的 JAVA 解决方案来开发部署。论文通过软件工程的方法进行了系统需求分析，同时阐述了系统的设计构架，并在系统实现部分通过功能模块实现界面展示了系统的整体实现。本文以温州电网的日负荷预测为实例进行了检验，预测结果表明预测精度较高，系统界面友好、操作简便、图形显示功能强大，该系统能够满足地区电网负荷预测管理的需要。

关键字： 日负荷预测； 预测算法； 预测精度

Abstract

Electrical load prediction is an important part of power system management, it plays an important role for safe and economic operation of power system. With the development of the electrical load and the continuous deepening of the reform of electric power, it has become an important topic to research the electrical load prediction method and develop the most efficient and practical load prediction management system.

In this thesis, a series of research is conducted on the design and implementation for daily load prediction management system of Wenzhou electric grid and the short-term load prediction method. In allusion to the actual needs for scheduling department of Wenzhou electric grid, according to the load characteristic and the climatic characteristics in Wenzhou, the correlation research has been carried on about historical load data and meteorological data using data mining technology. This thesis has developed a set of integrated data management, load analysis and prediction, load prediction report evaluation management for the integration of power network short-term load prediction management platform. It provides qualitative and quantitative analysis for the daily load prediction of Wenzhou electric grid. Automatic prediction function is realized, so as to improve the load prediction precision and work efficiency. At the same time, according to the practical experience of Wenzhou electrical load prediction, year-round daily load prediction can be divided into the flood season and the dry season, the load prediction algorithms are respectively based on support vector machine for regression(SVR) and simplified wiener filtering. The different prediction models have been established, so as to enrich the load prediction method library. Load prediction management system uses the advanced B/S application mode and J2EE architecture, the comprehensive JAVA solutions to development and deployment. Through the method of software engineering, the system requirements has been analyzed and the design of the system architecture has been expounded. At the same time in this thesis, the interface shows the overall implementation of the system through the function modules in the part of system implementation. Daily load prediction of Wenzhou electric grid is as an example, the inspection results show that the prediction accuracy is higher, the system interface is friendly, operation is conveniently, graphics display is powerfully, the system can

meet the needs of the management for regional electrical load prediction.

Key words: Daily load prediction; Prediction algorithm; Prediction precision

厦门大学博士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪论.....	1
1. 1 电网日负荷预测的研究背景.....	1
1. 2 电力负荷预测研究的发展与现状.....	1
1. 3 研究目的.....	2
1. 4 研究意义.....	2
1. 5 论文的结构和主要内容.....	2
第二章 相关技术介绍.....	4
2. 1 J2EE 平台.....	4
2. 2 负荷数据预处理技术.....	4
2. 3 电网日负荷预测的过程.....	5
2. 4 人工神经网络（ANN）法在历史负荷数据分类中的应用.....	7
2. 5 简化维纳滤波算法简介.....	8
2. 6 回归型支持向量机（SVR）算法简介.....	9
2. 7 本章小结.....	9
第三章 系统需求分析.....	11
3. 1 业务需求.....	11
3. 2 用户需求.....	12
3. 3 用户角色定义.....	13
3. 4 功能性需求.....	14
3. 4. 1 数据管理功能.....	14
3. 4. 2 负荷分析功能.....	15
3. 4. 3 气象相关性分析功能.....	17
3. 4. 4 负荷预测功能.....	18
3. 4. 5 上报管理功能.....	22
3. 4. 6 地方电厂分析功能.....	24
3. 4. 7 典型客户分析功能.....	26
3. 4. 8 系统管理功能.....	27

3.5 非功能性需求.....	28
3.6 本章小结.....	29
第四章 系统设计.....	30
4.1 系统总体设计.....	30
4.1.1 总体设计目标.....	30
4.1.2 系统开发平台.....	30
4.1.3 系统基本构架.....	30
4.1.4 系统软件构架.....	32
4.1.5 负荷预测流程.....	32
4.2 系统功能模块设计.....	33
4.2.1 数据管理模块.....	34
4.2.2 负荷分析模块.....	34
4.2.3 气象相关性分析模块.....	38
4.2.4 负荷预测模块.....	39
4.2.5 上报管理模块.....	39
4.2.6 地方电厂分析模块.....	40
4.2.7 典型客户分析模块.....	40
4.2.8 用电指标考核模块.....	41
4.2.9 数据采集模块.....	41
4.2.10 系统管理模块.....	41
4.3 系统数据库设计.....	42
4.3.1 数据库中的数据分类.....	42
4.3.2 E-R 图的构建.....	43
4.3.3 数据库逻辑结构设计.....	46
4.3.4 系统数据库表设计.....	48
4.4 温州电网日负荷预测方法.....	52
4.4.1 基于简化维纳滤波的负荷预测.....	52
4.4.2 基于回归型支持向量机的负荷预测.....	53
4.5 本章小结.....	56

第五章 系统实现.....	57
5. 1 系统程序及应用平台概述.....	57
5. 1. 1 系统程序.....	57
5. 1. 2 系统应用平台.....	57
5. 2 系统结构.....	58
5. 2. 1 系统总体组成结构.....	58
5. 2. 2 系统网络结构.....	58
5. 3 系统功能模块实现界面.....	59
5. 3. 1 系统导航.....	59
5. 3. 2 数据管理模块.....	60
5. 3. 3 负荷分析模块.....	61
5. 3. 4 气象相关性分析模块.....	62
5. 3. 5 负荷预测模块.....	63
5. 3. 6 上报管理模块.....	64
5. 3. 7 地方电厂分析模块.....	66
5. 3. 8 典型客户分析模块.....	68
5. 3. 9 数据采集模块.....	69
5. 3. 10 用电指标考核模块.....	70
5. 3. 11 系统管理模块.....	70
5. 4 主要程序代码.....	71
5. 5 系统测试.....	76
5. 5. 1 测试环境.....	76
5. 5. 2 测试方法.....	77
5. 5. 3 测试实例.....	77
5. 5. 4 测试结论.....	79
5. 6 本章小结.....	79
第六章 总结与展望.....	80
6. 1 总结.....	80
6. 2 展望.....	81

参考文献.....	83
致 谢.....	85

厦门大学博硕士论文摘要库

CONTENTS

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background of Daily Load Prediction.....	1
1.2 Development and Current Situation of Research on Electrical Load Prediction.....	1
1.3 Research Objective.....	2
1.4 Research Significance.....	2
1.5 Main Contents and Structure of Thesis.....	2
Chapter 2 Introduction to Relevant Technologies.....	4
2.1 J2EE Platform.....	4
2.2 Pretreatment Technology of Load Data.....	4
2.3 Process of Daily Load Prediction of Electric Grid.....	5
2.4 Artificial Neural Network(ANN) Application in Classification of Historical Load Data.....	7
2.5 Introduction to Simplified Wiener Filtering Algorithm.....	8
2.6 Introduction to Support Vector Machine for Regression (SVR) Algorithm.....	9
2.7 Summary.....	9
Chapter 3 System Requirement Analysis.....	11
3.1 Business Requirement.....	11
3.2 User Requirement.....	12
3.3 Role Definition of User.....	13
3.4 Functional Requirement.....	14
3.4.1 Data Management Function.....	14
3.4.2 Load Analysis Function.....	15
3.4.3 Meteorological Correlation Analysis Function.....	17
3.4.4 Load Prediction Function.....	18
3.4.5 Report to Management Function.....	22
3.4.6 Local Power Plant Analysis Function.....	24
3.4.7 Typical Customer Analysis Function.....	26
3.4.8 System Management Function.....	27
3.5 Non-Functional Requirement.....	28

3.6 Summary.....	29
Chapter 4 System Design.....	30
 4.1 Overall Design of System.....	30
4.1.1 Overall Design Objective.....	30
4.1.2 System Development Platform.....	30
4.1.3 System Basic Framework.....	30
4.1.4 System Software Architecture.....	32
4.1.5 Load Prediction Process.....	32
 4.2 Design of System Functional Module.....	33
4.2.1 Data Management Module.....	34
4.2.2 Load Analysis Module.....	34
4.2.3 Meteorological Correlation Analysis Module.....	38
4.2.4 Load Prediction Module.....	39
4.2.5 Report to Management Module.....	39
4.2.6 Local Power Plant Analysis Module.....	40
4.2.7 Typical Customer Analysis Module.....	40
4.2.8 Electricity Index Evaluation Module.....	41
4.2.9 Data Acquisition Module.....	41
4.2.10 System Management Module.....	41
 4.3 Design of System Database.....	42
4.3.1 Classification of Data in Database.....	42
4.3.2 Construction of E-R Diagram.....	43
4.3.3 Database Logical Structure Design.....	46
4.3.4 System Database Table Design.....	48
 4.4 Daily Load Prediction Method of Wenzhou Electric Grid.....	52
4.4.1 Load Prediction Using Simplified Wiener Filtering Algorithm.....	52
4.4.2 Load Prediction Using Support Vector Machine for Regression Algorithm.....	53
 4.5 Summary.....	56
Chapter 5 System Implementation.....	57
 5.1 Summary of System Program and Application Platform.....	57
5.1.1 System Program.....	57
5.1.2 System Application Platform.....	57

5.2 System Structure.....	58
5.2.1 System Overall Structure.....	58
5.2.2 System Network Structure.....	58
5.3 Screenshot of Interface for Realization of System Functional Module....	59
5.3.1 Navigation Module.....	59
5.3.2 Data Management Module.....	60
5.3.3 Load Analysis Module.....	61
5.3.4 Meteorological Correlation Analysis Module.....	62
5.3.5 Load Prediction Module.....	63
5.3.6 Report to Management Module.....	64
5.3.7 Local Power Plant Analysis Module.....	66
5.3.8 Typical Customer Analysis Module.....	68
5.3.9 Data Acquisition Module.....	69
5.3.10 Electricity Index Evaluation Module.....	70
5.3.11 System Management Module.....	70
5.4 Code of System.....	71
5.5 Test of System.....	76
5.5.1 Test Environment.....	76
5.5.2 Test Method.....	77
5.5.3 Test Use Case.....	77
5.5.4 Test Conclusion.....	79
5.6 Summary.....	79
Chapter 6 Conclusions and Prospects.....	80
6.1 Conclusions.....	80
6.2 Prospects.....	81
References.....	83
Acknowledgement.....	85

第一章 绪论

1.1 电网日负荷预测的研究背景

在当今电力市场条件下，电力负荷预测是准确把握市场脉搏、分析未来电力需求走势的必要工具。电网日负荷预测属于短期电力负荷预测，它为电网的安全、经济运行和优化调度等提供科学的依据。准确预测负荷，不仅对确定日前发电计划有重要作用，还关系到机组优化调度、地区间功率输送方案和日运行方式的统筹安排，同时涉及电网的规划和设计等多个方面。

随着我国电力企业向着现代化、科学化进程的不断推进，电力负荷预测的重要性及目前存在的不足愈发突显，缺乏实用、高效的预测电力负荷的工具是长期以来困扰负荷预测工作的难题^[1]。因此迫切需要我们进行更加深入的电力负荷预测研究，提出更加科学、有效的负荷预测策略和方法，亟需开发电网日负荷预测管理软件系统应用于短期电力负荷预测的实际工作中，不断提高负荷预测水平和工作效率^[2, 3]。

1.2 电力负荷预测研究的发展与现状

从上世纪八十年代初至今，电力负荷预测的研究不断地深入发展，过去粗放型的人工经验预测方法已不能满足科学管理、精细化分析的负荷预测要求。基于神经网络、专家系统、模糊理论等人工智能理论的提出，为解决负荷预测中复杂的建模问题提供了有效的方法和途径，但存在预测耗时长、预测精度不够理想的缺点^[2]。

另一方面，长期以来积累的历史数据中隐藏着许多有价值的负荷预测信息和知识，为发现负荷变化规律提供了宝贵的数据资源。由于这一重要资源利用明显不够，产生了历史数据丰富但分析、预测数据的实用工具欠缺的矛盾局面。

近年来，将数据挖掘技术应用于电力负荷预测研究方兴未艾，国内外有关电力负荷预测的文献众多，各篇文献针对负荷预测方法与建模、预测系统的建设开展了探讨，但是主要限于理论研究，而应用实例报道较少。基于数据挖掘技术，不拘泥于某种负荷预测方法，使用专业软件来编程预测电力负荷，具有实用性、创新性^[4]。选择预测精度高、适用性强的负荷预测方法应用于电力负荷预测，

其意义远大于单纯的理论研究^[5]。

1.3 研究目的

本文研究的目的在于设计、开发面向温州电网地调、县调一体化的短期负荷预测系统，以需求分析与负荷预测理论为核心，基于网络通信、计算机及信息处理技术，实现电网日负荷分析、短期预测及管理功能。

建立温州电网日负荷预测管理系统，为负荷预测技术人员提供科学的预测工具和完善的工作平台，实现地县两级调度部门的负荷预测信息共享、工作协调统一，实现信息科学化、自动化、标准化，满足温州电网的数据互传、资源共享、管理高效的要求，使得全市的电网日负荷预测精度和工作效率得到持续提高，为温州电网各部门提供负荷预测信息资源服务。

1.4 研究意义

温州电网日负荷预测管理系统的建设，为温州电网地调和各县调实现负荷预测管理工作的标准化流程提供了先进的技术支持，加强并规范了各单位短期负荷的分析与预测工作，提高了电网日负荷预测水平。

该系统操作简便，提高了负荷预测工作效率，促进了温州地调和各县调负荷预测水平的提升。通过对各县调的调研，根据各地实际情况，在负荷预测系统中分别提供了文本文件上报、Excel 文件上报、辅助在线手工上报、在线预测等多种模式，方便根据自己的工作习惯和流程进行使用。

该系统的建设为温州电网的短期负荷预测工作提供了一个强有力的工具，改进了传统工作方式，规范了基层短期负荷预测的工作流程，拓宽了短期预测与考核管理工作思路，在实际工作中减轻了基层工作人员的负担，切实体现了精细化管理和集约化发展的思想。

1.5 论文的结构和主要内容

本文重点探讨了温州电网日负荷预测系统的功能性需求和设计目标，介绍了系统的总体架构与功能模块设计，完成了系统的具体实现，并对系统实际应用情况进行了总结，最后对系统的推广应用进行了展望。

论文共有六章，各章节内容概述如下。

第一章：介绍了论文的研究背景、研究目的和意义，同时阐述了电力负荷预

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.