

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23020061152414

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

电能质量分析系统的设计与实现

Design and Implementation of Power
Quality Analyzing System

陈 明 金

指导教师姓名: 陆 达 教授

专业名称: 计算机体系结构

论文提交日期: 2009 年 5 月

论文答辩日期: 2009 年 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2009 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

随着科学技术和国民经济的快速发展，各种工业生产对电力系统电能质量的要求越来越高。然而，现代电力电子设备和非线性负载的大量使用又造成电能污染日趋严重，电能质量成为电力部门及其用户日益关注的问题。

本文首先分析了电能质量问题的产生和国内外关于电能质量分析软件的发展情况，以及有关电能质量的定义和术语的标准化问题。详细描述了我国关于电能质量的六项标准中指标的定义及相关限值：电压偏差、频率偏差、公网谐波、电压波动和闪变、三相电压不平衡及暂态过电压和瞬态过电压，并结合国标和受关注的暂态事件提出本系统使用到的指标。

然后，提出了分布式电能质量实时监测与分析系统的思路和总体方案，并在该方案的前提下设计了服务器端监测中心的电能质量指标分析软件。本文接着讨论了软件的性能要求、所使用的架构方案及软件开发环境，并介绍了软件开发中所使用到的主要技术。分析管理软件设计重点介绍了在.NET 平台三层结构的基础上，使用 C# 开发实现的各软件功能模块：数据库的连接、测点管理、分组管理、用户管理、指标分析评估、报表生成、标准设置模块等。

结果表明，本电能质量指标分析管理软件满足系统的基本设计要求，经测试运行效果良好，对提高电网的监测与管理水平产生积极的作用，为分布式电能质量监测与分析系统的实现奠定了基础。

关键词：电能质量；分析评估；报表生成

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

With the rapid development of science and technology and the national economy, the demand for high-quality electric power in industrial production is growing. However, the use of modern electronic equipment and nonlinear load made the power increasingly serious polluted, power quality has been more and more concerned to the electricity sectors and its customers.

Firstly, from the development process of power quality research, to the status quo development of power quality analyzing software at home and abroad, and then to the standardization of the definition and term for power quality. This paper describe the definition and restrict value of the indexes which be mentioned in six criterions in power quality made by our country: voltage deviation, frequency deviation, harmonic in public supply network, voltage fluctuation and flicker, three-phase voltage unbalance and temporary and transient over-voltages. Related with these criterions and the transient events which be concerned, then give out the indexes which will be analyzed in this system.

Then, the paper proposed the thought and the overall scheme of the real-time power quality monitoring and analyzing system based on designed and implement the power quality index analyzing software as server according to the scheme. Subsequently, the paper discuss the software performance demanding, the software architecture and circumstance for software development, then introduce the main technologies be used through the development process. The function modules of the system based on the c# language under .NET three-layer framework is discussed in the software design. The function modules of the system include the database connecting, measure managing, group managing, user managing, analyzing and evaluation of indexes, report generation and criterion setting module, etc.

The result proves that the system can meet the most requirement of designation for the power quality index analyzing and managing system, can run efficiently after primary test, make positive effect in enhancing the level of the power network supervision and management, establish the foundation for the implement of power quality monitoring and analyzing system based on distributed.

Key Words: power quality; analyzing and evaluation; report generation

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 课题背景	1
1.2 国内外研究现状及存在的问题	2
1.3 本文的主要工作	3
第二章 电能质量含义及指标	5
2.1 电能质量的定义	5
2.2 电能质量国家标准	6
2.2.1 供电电压偏差	7
2.2.2 电力系统频率偏差	8
2.2.3 三相电压不平衡	9
2.2.4 电压波动和闪变	9
2.2.5 公网谐波	12
2.2.6 暂时过电压和瞬态过电压	15
2.3 本系统所关注的指标	15
第三章 系统总体设计	17
3.1 系统整体结构设计	17
3.2 分析管理软件的设计	18
3.2.1 基于区域地图的软件管理	18
3.2.2 电能质量分析评估模块	19
3.2.3 电能质量报表生成模块	20
第四章 电能质量分析软件设计	21
4.1 软件体系结构设计	21
4.1.1 C/S 架构与 B/S 架构对比分析	21
4.1.2 软件性能要求	22
4.1.3 三层体系结构的使用	22
4.2 开发环境的选择	24
4.2.1 软件开发平台的选择	24
4.2.2 数据库的选择	25
4.3 主要使用技术	26
4.3.1 ADO.NET	26
4.3.2 GDI+	26
4.3.3 水晶报表	27
第五章 功能模块详述	29
5.1 数据库连接	29

5.1.1 数据库连接模块流程.....	29
5.1.2 数据库连接模块应用.....	30
5.2 测点管理	30
5.2.1 测点管理数据层.....	31
5.2.2 测点管理业务逻辑层.....	31
5.2.3 测点管理表示层.....	31
5.3 分组管理	32
5.3.1 分组管理数据层.....	33
5.3.2 分组管理业务逻辑层.....	33
5.3.3 分组管理表示层.....	34
5.4 用户管理	35
5.4.1 用户管理数据层.....	35
5.4.2 用户管理业务逻辑层.....	36
5.4.3 用户管理表示层.....	36
5.5 电能质量分析评估	37
5.5.1 分析评估模块流程.....	37
5.5.2 电压偏差分析评估.....	40
5.5.3 电流分析评估.....	41
5.5.4 三相不平衡分析评估.....	42
5.5.5 功率分析评估.....	43
5.5.6 频率偏差分析评估.....	44
5.5.7 谐波分析评估.....	45
5.5.8 闪变分析评估.....	47
5.5.9 电压凸起/凹陷事件分析评估.....	47
5.5.10 瞬变事件分析评估.....	49
5.5.11 稳态指标定制分析评估.....	51
5.6 报表生成	52
5.6.1 报表生成模块流程.....	52
5.6.2 报表生成模块应用.....	55
5.7 标准设置	58
第六章 结论与展望	59
6.1 结论.....	59
6.2 展望.....	60
参考文献.....	61
攻读硕士学位期间发表的论文	63
致 谢.....	65

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Research Situation of The World and Problems Exsited	2
1.3 Thesis Contributions.....	3
Chapter 2 Power Quality Definition and Indexes.....	5
2.1 Power Quality Definition	5
2.2 Power Quality Criteria	6
2.2.1 Voltage Deviation.....	7
2.2.2 Frequency Deviation	8
2.2.3 Three-Phase Unbalanced Voltage.....	9
2.2.4 Voltage Fuctuation and Flicker.....	9
2.2.5 Harmonics in Public Supply Network.....	12
2.2.6 Temporary and Transient Overvoltages.....	15
2.3 Indexes be focused	15
Chapter 3 Project Overall Design	17
3.1 Overall Framework	17
3.2 Design of Analyzing Software	18
3.2.1 Software Managing based on Territorial Map.....	18
3.2.2 Power Quality Analyzing and Evaluation Module.....	19
3.2.3 Power Quality Report generation Module.....	20
Chapter 4 Design of Power Quality Analyzing Software	21
4.1 Software Architecture.....	21
4.1.1 C/S Architecture VS. B/S Architecture	21
4.1.2 Requirement Analysis	22
4.1.3 Three-tier Framework	22
4.2 Development Platform.....	24
4.2.1 Development Platform of Software.....	24
4.2.2 Select of Database.....	25
4.3 Techonology Mainly Used.....	26
4.3.1 ADO.NET	26
4.3.2 GDI+	26
4.3.3 Crystal Report	27
Chapter 5 Detailed Function Module Description.....	29
5.1 Database Connecting	29

5.1.1 Database Connecting Module Flow	29
5.1.2 Database Connecting Module Application.....	30
5.2 Measure Managing	30
5.2.1 Measure Managing Data Access Layer	31
5.2.2 Measure Managing Business Logic Layer	31
5.2.3 Measure Managing User Interface	31
5.3 Group Managing	32
5.3.1 Group Managing Data Access Layer.....	33
5.3.2 Group Managing Business Logic Layer.....	33
5.3.3 Group Managing User Interface.....	34
5.4 User Managing	35
5.4.1 User Managing Data Access Layer	35
5.4.2 User Managing Business Logic Layer	36
5.4.3 User Managing User Interface	36
5.5 Power Quality Analyzing and Evaluation.....	37
5.5.1 Analyzing and Evaluation Module Flow.....	37
5.5.2 Voltage Analyzing and Evaluation	40
5.5.3 Current Analyzing and Evaluation	41
5.5.4 Three-phase Voltage Unbalance Analyzing and Evaluation.....	42
5.5.5 Power Analyzing and Evaluation	43
5.5.6 Frequency Analyzing and Evaluation.....	44
5.5.7 Harmonics Analyzing and Evaluation.....	45
5.5.8 Flicker Analyzing and Evaluation	47
5.5.9 Sag/Swell Analyzing and Evaluation	47
5.5.10 Transient Analyzing and Evaluation	49
5.5.11 Steady State Index Custom Analyzing and Evaluation	51
5.6 Report Generation	52
5.6.1 Report Generation Module Flow.....	52
5.6.2 Report Generation Module Application	55
5.7 Criteria Setting.....	58
Chapter 6 Summary and Outlook.....	59
6.1 Summary.....	59
6.2 Outlook.....	60
References	61
Publications	63
Acknowledgement.....	65

第一章 绪论

1.1 课题背景

随着我国国民经济和工业技术的快速发展、整个社会对电力的需求越来越大,在电力系统中电网与负荷产生新的变化,由此带来的电能质量问题越发地引起电力部门和电力用户的重视。一方面,冲击性负荷、非线性负荷使电网出现诸如波形畸变、电压暂降、电压闪变等较为严重的电能质量问题;另一方面,用户使用越来越多精密复杂的电子设备,它们对电能质量十分敏感,要求高质量、高可靠性的电能。如今,发电方、供电方和用电用户都对电能质量给以越来越多的关注^[1-3]。

电能质量问题关系到国民经济的方方面面,特别是涉及到电力、铁道、冶金、IT 等诸多行业的发展,引起了国内外专家学者的高度重视。随着经济的发展和企业管理体制的转变,特别是近年来电力行业向电力市场方向发展,电力网逐步实行商业化运营,电力用户的需求已成为优先考虑的问题,这大大促进了电能质量标准化的进程和对电能质量的监督和管理。为了保证我国的电能质量,自 1990 年以来,我国相继发布并实施了六项电能质量国家标准^[4],分别为:GB12325-2008 《电能质量供电电压偏差》、GB/T15945-2008 《电能质量电力系统频率偏差》、GB/T15543-2008 《电能质量三相电压不平衡》、GB12326-2008 《电能质量电压波动和闪变》、GB/T14549-1993 《电能质量公用电网谐波》和 GB/T18481-2001 《电能质量暂时过电压和瞬态过电压》。这些电能质量标准分别从发电、供电和用电端对电能质量提出了要求。

尽管在电能质量的定义和电能质量恶化的起因的解释上还存在着许多不同的看法,但供电部门和电力终端用户对电能质量的关心程度却与日俱增。如何提高电力系统电能质量的监测与管理水平,抑制电网中各种扰动所带来的影响,减小电力系统受到的危害,已成为当前急待解决的问题^[5]。因此,只有对电能质量相关指标进行有效地实时监测与分析评估,才会对问题的产生和影响有清楚的认识,为电能质量的改善、供用电双方的协调和供用电市场的规范提供真实依据,以便采取有效的解决措施。

1.2 国内外研究现状及存在的问题

目前对电能质量的监测主要有离线式和在线式两种。离线式的电能质量监测主要采用手持式电能质量监测仪，由工作人员对电网单一节点监测，这种监测装置存在的主要问题是^[6]：

- 缺乏数据横向比较、分析和统计性指标功能，电网运行人员难以有效诊断，及时提出改进方案；
- 主要对稳态量进行分析，缺乏暂态电能质量指标监测能力；
- 数据保存和管理功能弱，不能结构化的保存全网各监测点数据；
- 测点少、实时性差，往往受到当时系统运行状态的影响，测试结果不能反映电网长期电能质量情况；
- 现场监测效率低下，单点监测方式不能得到某一时刻全网运行情况；
- 不具备数据远传和远程监控能力。

另一方面，为了能全面而准确地反映出电力系统的电能质量信息，国内外也已经开始广泛地实施在线监测的方法来更有效地对电能质量进行监控^[7-10]，对测量数据进行在线或离线的分析和统计，它能较好地解决上述离线式方法的缺点。

近年来，国内国外在建立在线监测系统的基础上，都进行了一些卓有成效的电能质量监测分析软件的开发工作，如瑞典联合电力公司在设计的监测设备 UP-2210 及 Unilyzer902/901 的基础上所开发的 PQ Secure 在线式电能质量监测分析系统和瑞士莱姆 (LEM) 公司开发的 PQFIX 电能质量监测装置都可以非常灵活地利用现有通讯接口 (Rs232、Rs485、Modem、局域网等) 实现电能质量网络化监测^[11]。

相对国外而言，由于国内对电能质量监测装置的开发研制比较落后，虽然各电力局也都设有电能质量监测站或谐波监测站，但有的监测仪不能综合测量多种电能质量指标，所使用的监测分析软件在功能上都不同程度存在功能单一的缺点。也有电力局直接引进外国的监测仪器进行电能质量的监测分析，但在评估软件的使用过程中，国外公司的软件经汉化后并不能完全适合于国内的电力系统应用，另外其界面繁复，不易掌握等特点使得软件操作复杂、对操作人员素质要求较高，因此难以在基层供电局推广应用。此外，国内大部分软件普遍存在的对长期数据文件缺乏有效组织管理、结合网络进行谐波综合分析、不能打印符合地方

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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.

厦门大学博硕士论文摘要库