

电能质量数据交换平台的关键问题研究

秦贞远, 马素霞, 齐林海

(华北电力大学 控制与计算机工程学院, 北京 102206)

摘要:随着科学技术的发展,电能已经成为人们生活中不可缺少的重要能源,电能质量的关注度也逐渐提高。目前,不同的电能质量系统之间数据存储格式和数据输出格式的不兼容使得数据难以交换。针对这一现状,以 PQDIF(Power Quality Data Interchange Format)为基础设计开发了电能质量数据交换平台。交换平台对 PQDIF 文件进行解析,将解析后的数据进行压缩处理最后存储到数据库,并且可以通过交换平台将数据转换为其他格式输出,为电力企业作出正确的治理决策提供了科学依据,方便了对大区域范围内电能质量的监测管理。

关键词: PQDIF; 数据交换平台; 数据压缩; 电能质量系统; 数据转换

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)04-0206-04

Design and Implementation of Data Exchange Platform for Power Quality

QIN Zhen-yuan, MA Su-xia, QI Lin-hai

(Department of Control and Computer, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: With the development of science and technology, electrical power has become an indispensable energy in people's lives, and the attention on power quality has gradually increased. At present, because of the incompatibility of data storage format and output format, it's difficult to exchange data among different power quality systems. For this reason, the power quality data exchange platform is designed and developed based on PQDIF(Power Quality Data Interchange Format) files. In this platform, PQDIF files are parsed, compressed and stored in the database at last. In addition, the data can be transformed to other format files. This platform can facilitate the centralized monitoring and comprehensive analysis of power quality within a large area.

Key words: PQDIF; data exchange platform; data compression; power quality system; data transfer

0 引言

目前,电能质量监测设备将监测数据统一打包为 PQDIF(Power Quality Data Interchange Format)^[1]文件,而电能质量分析系统往往需要基于数据库系统进行分析,一些模拟软件(如:MATLAB)也不能直接读取 PQDIF 文件,而需要 Excel、文本格式的文件。所以,为了使监测设备采集到的电能质量数据在不同的电能质量系统中共享,有必要建立电能质量数据交换平台。

文中的电能质量数据交换平台旨在实现两个方面的内容:一方面是对 PQDIF 文件解析,形成综合分析的数据库,为电能质量综合分析软件提供基础数据;另一方面是将数据库中的部分数据转换成 Excel 格式或

XML 格式,可供其他系统应用,实现数据的共享与交换。

1 数据交换平台的作用

数据交换是指两个相互独立的系统通过改变数据的格式等其他方式实现相互之间数据的共享与传递^[2]。由于数据交换通过改变数据格式来满足多种应用系统,解决了系统之间信息提取效率太低的问题,方便了系统分析,从而实现了数据的共享^[3]。

数据交换平台的作用是为各系统间的耦合提供集成解决方案,为各系统间的信息交换提供数据传递和数据传递服务^[4]。各应用系统和数据交换平台通过适配器接入数据服务层^[5]。

文中的电能质量数据交换平台的作用如图 1 所示,首先数据交换平台需要对采集的 PQDIF 文件进行解析,然后将数据压缩存储到数据库。其次,数据交换平台将数据库中的部分数据转换为其他格式输出(Excel 或 XML 格式),以供其他模拟系统(如 MAT-

收稿日期:2010-08-11;修回日期:2010-11-25

基金项目:山西省省级科技计划项目(编号略)

作者简介:秦贞远(1987-),男,山东邹城人,硕士研究生,研究方向为软件工程管理信息系统;马素霞,教授,研究方向为软件工程;齐林海,副教授,研究方向为数据与信息管理和商务智能。

LAB)使用。

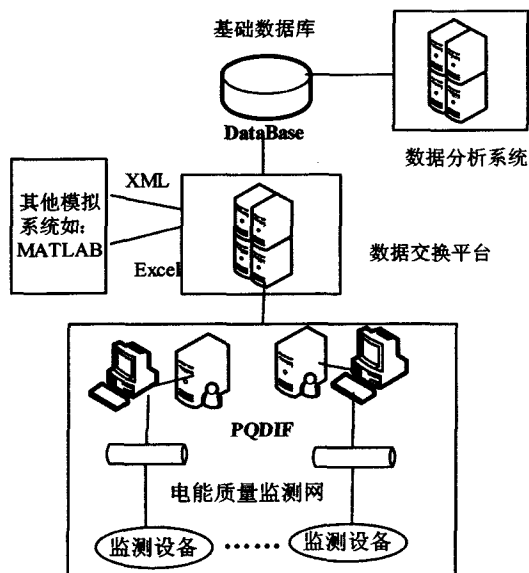


图1 电能质量数据交换平台的作用

2 数据交换平台的设计

2.1 数据交换平台的物理结构

电能质量数据交换平台(Power Quality Exchange Platform, PQEP)由应用服务器、数据转换服务器、PQDB(Power Quality DataBase)和Web服务器组成。数据转换服务器应用C/S结构实现,主要功能是按时将收集到的PQDIF文件读入,并对其进行解析转换,然后根据标记的不同放入不同的数据库表中,形成PQDB。应用服务器对电能质量指标数据进行分析与计算,并可以将PQDB中的部分数据转换为Excel文件、XML,供其他系统平台或模拟系统使用。系统的物理结构如图2所示。

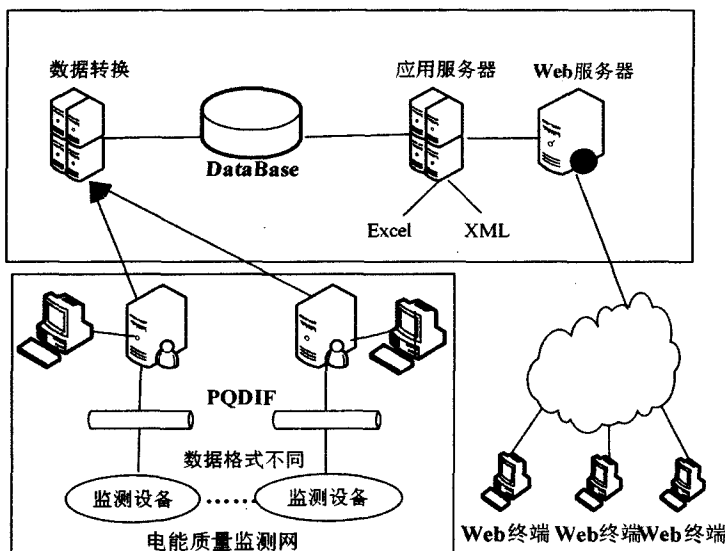


图2 系统的物理结构

2.2 数据交换平台的逻辑结构

数据交换平台采用的是C/S与B/S相结合的体系结构。其中,数据转换部分采用C/S结构,处于比数据库更底层的位置,主要负责将收集到的PQDIF文件进行解析,然后对解析完的数据进行压缩,存储到电能质量数据交换平台(PQEP)数据库中。当对数据进行分析展示时,还需对其中的数据进行解压缩。

数据查询分析部分采用B/S结构。在电能质量数据交换平台中业务逻辑层主要负责电能质量数据的分析与计算,还可将数据导出到Excel、XML文件中,完成数据的二次转换。

3 数据交换平台的实现

3.1 PQDIF文件简介

PQDIF(Power Quality Data Interchange Format)是一种平面文件结构。它由一系列逻辑相关的记录链接而成,在每个记录中包含一系列元素,它们定义了记录的内容^[6]。PQDIF文件结构由物理层和逻辑层组成^[7]。物理层描述了文件的物理结构,利用标识识别文件的特定元素;逻辑层利用物理层定义的结构和特定标识在文件中建立元素,描述文件的逻辑关系^[8]。这里主要介绍PQDIF的逻辑层。

PQDIF的逻辑结构构成如下:首先是一个容器(Container)记录,包含了一个或多个数据源(Data source record)记录;而每个数据源记录又包含一个或多个监测设置(Monitor setting record)记录和观测记录(Observation record)^[9]。如图3所示。

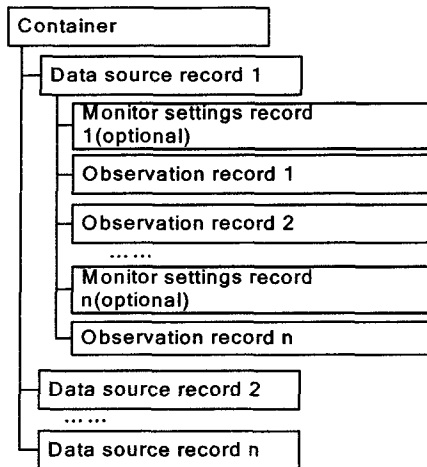


图3 逻辑结构记录

3.2 PQDIF文件解析

PQDIF文件的解析主要使用了C#语言,在开发过程需调用动态链接库pqdcom4.dll中的函数,pqdcom4.dll中的long RecordCreatSettings2(), long RecordCreat-

DataSource2() 和 long RecordCreatContainer2() 函数逐层读取/设置容器包,数据源和监测仪设置等信息。在进行解析时,利用 pqdcom4.dll 中的 PQDCOM4Class 类进行结构解析和内容解析^[10]。

3.2.1 PQDIF 文件结构解析

对 PQDIF 文件进行解析存储,首先要对 PQDIF 文件的结构进行解析,了解各个结构中存放的数据有哪些,然后再对每个结构中的内容进一步的解析,内容解析后即是系统所需的数据,因为数据量会很大,所以要压缩存储其中的一些数据。

PQDIF 文件结构共分为物理层和逻辑层两层。物理层主要是用来描述了文件整体的物理结构,不会涉及到实际存储的内容;逻辑层是在物理层结构和特定标识定义好的基础上在文件中建立元素,描述文件的逻辑关系。

PQDIF 文件的结构解析主要是指对逻辑结构的解析,按照文件的逻辑结构解析特定的标识,为之后的内容解析作准备工作。

3.2.2 PQDIF 文件内容解析

PQDIF 文件的内容解析是利用逻辑结构中数据源记录与观测记录间的关系进行解析的,因此内容解析的任务主要是解析观测记录中的标记及内容和数据源记录。PQDIF 文件内容解析的总流程图如图 4 所示。

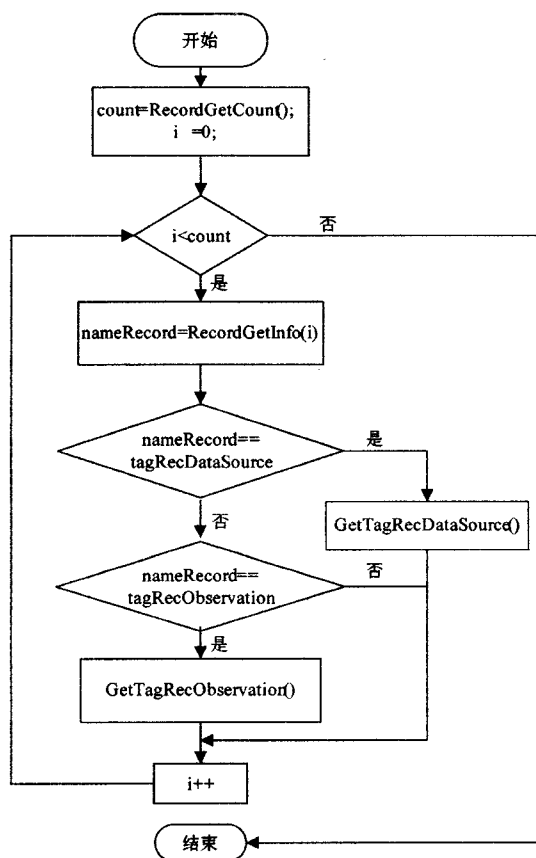


图 4 PQDIF 内容解析流程图

PQDIF 文件内容解析首先要做的工作是读入 PQDIF 文件,利用 RecordGetInfo() 方法获取标记 nameRecord,然后与节点标记比较。之后分别调用函数 GetTagRecDataSource() 与 GetTagRecObservation() 对层次循环解析,直到节点不存在子节点,这样便得到了数据源记录(tagRecDataSource)和观测记录(tagRecObservation)。tagRecDataSource 主要是描述数据类型和数据所属的通道;tagRecObservation 主要是描述对应 tagRecDataSource 的具体的数据值;数据源记录与观测记录的连接主要是通过通道定义索引号。

3.3 数据压缩及数据库存储

在实际的电能监测中,监测设备会按照设定的时间点收集监测数据然后打包成 PQDIF 文件,因此数据库需要存储的 PQDIF 解析后的数据量非常大,这就需要对解析后的数据进行压缩存储,以节省数据库空间。

以事件趋势表 EventTrend 为例,EventTrend 主要用来存储波形数据和有效(RMS)值数据。包括的主要字段有: eventID, channelID, startTime, numberSamples, samplePeriod, samples。数据压缩后将数据以长二进制形式存储到 samples 字段。samples 字段(长二进制数据)包括波形数据或有效值数据。波形(waveform)数据包括电压波形数据及电流波形数据,有效值(RMS)数据包括有效电压及有效电流数据。

每一条记录的 samples 字段都会存储大量的样本数据,所以需要对数据进行压缩存储,以节省空间。数据交换平台采用的是 Zlib 算法^[11]。

3.4 数据格式转换

电能质量数据交换平台实现数据交换的另一面是可以将数据导出到 Excel、XML 文件中,供其他应用系统使用。以下介绍这两种方式的导出方法。

(1) Excel 格式转换。

Excel 转换即是所需的数据从数据交换平台中导出为 Excel 文件。Excel 格式转换首先从数据库中取出数据,暂存于 C#中定义的数据结构 DataTable 中,然后利用后台的转换方法将 DataTable 中的数据输入到 Excel 文件中,并且以转换的时间作为输出 Excel 文件的名字,转换后的 Excel 文件便可以供其他模拟系统使用,实现了数据的交换。

//将数据导入到 excel 文件

```

DataTable DT_hw = new DataTable("harmonicWave");
DT_hw.Columns.Add("voltage");//添加电压列
DT_hw.Columns.Add("current");//添加电流列
for (int tempi = 0; tempi < ia.Count; tempi++)
{

```

```

DataRow DR_hw = DT_hw.NewRow();
DR_hw["voltage"] = voltage[tempi];
DR_hw["current"] = current[tempi];
}

```

```

DT_hw.Rows.Add(DR_hw);
}
time = DateTime.Parse(whenstr).ToString("yyyy-MM-dd
HHmmss");
CommonClasses.OprationDBBase.SaveDataTableToExcel("D:\\\"
+ time + ".xls", DT_hw);
.....

```

(2) XML 格式转换。

数据交换平台转换 XML 格式首先要定义一个统一的格式。XML 语言包括标记和内容两个部分。标记用来表示数据内容的意义和各数据间的结构;内容是对应标记的数据库中的数据。

文中使用 XML Schema^[12]来实现 XML 格式转换。PQDB(电能质量数据库)对应不同监测数据存有不同的数据库表,而每个表的结构也不相同,所以需要定义不同的 XML Schema。这里以波形数据的转换为例,转换后的 XML 文档如图 5 所示。

```

<?xml version="1.0" ?>
- <records>
  <whenStart type="DATE">2003-05-06 18:01:00</whenStart>
  <whenLocal type="DATE">2003-05-06 13:01:00</whenLocal>
  <startTime type="REAL8">0.283</startTime>
  <timeStamp type="CHAR" size="22">2003-5-6 13:01:00.2830</timeStamp>
- <record>
  <eventID type="INT4">59</eventID>
  <siteID type="INT4">1</siteID>
  <siteName type="CHAR" size="30">Service Entrance DataNode 5530</siteName>
  <channelID type="INT4">4113</channelID>
  <channelName type="CHAR" size="12">V Waveform A</channelName>
  <startTime type="REAL8">0.0</startTime>
  <status type="REAL8">1.0</status>
  <numberSamples type="INT4">768</numberSamples>
  <samplePeriod type="REAL8">0.0001302422460867</samplePeriod>
+ <formats>
</record>
- <record>
  <eventID type="INT4">59</eventID>
  <siteID type="INT4">1</siteID>
  <siteName type="CHAR" size="30">Service Entrance DataNode 5530</siteName>
  <channelID type="INT4">4114</channelID>
  <channelName type="CHAR" size="12">V Waveform B</channelName>
  <startTime type="REAL8">0.0</startTime>
  <status type="REAL8">1.0</status>
  <numberSamples type="INT4">768</numberSamples>
  <samplePeriod type="REAL8">0.0001302422460867</samplePeriod>
+ <formats>
</record>
- <record>
  <eventID type="INT4">59</eventID>

```

图 5 基础数据导出为 XML 文档

4 结束语

针对电力系统中电能质量数据格式各异,而且数据量大的现状,以 PQDIF (Power Quality Data Inter-

change Format) 数据源,设计并实现了电能质量数据交换平台。电能质量数据交换平台的建立,解决了之前电能质量系统数据格式不统一,数据交换困难的问题。同时,为电力公司提供了准确可靠的数据,从而了解整个电网的运行情况,对可能发生的电能污染、产生的危害以及危害程度作出判断,为作出正确的治理决策提供了科学依据,从而改善了电能质量。

参考文献:

- [1] P1159. 3/D9, Working Group of the SCC-22 Power Quality Standards Coordinating Committee IEEE[S]. 2002.
- [2] 李爱军,郭学俊. 基于 Web 服务的异构数据交换方案设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2006,16(7):79-82.
- [3] 唐俊伟. 基于 Web 技术的数据交换平台的研究与设计[D]. 西安:西北工业大学,2006.
- [4] 何 为,侯 锋,徐东平. 基于本体的数据交换系统研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(6):47-53.
- [5] 李亚楠,刘连忠,贾焱星. 数据交换研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(2):5-8.
- [6] 刘小舟,丁华强. PQDIF 在电能质量监测系统中的应用[J]. 华北电力技术,2007(4):33-39.
- [7] King J A, Gunther E W. COMTRADE / PQDIF Conversion[C]//Transmission and Distribution Conference and Exhibition, IEEE PES. Dallas, TX:[s. n.], 2006: 359 - 364.
- [8] 聂晶晶. 电能质量监测系统及 PQDIF 数据存储格式的研究[D]. 南京:东南大学,2006.
- [9] 袁晓冬,罗 曦,顾 伟. 电能质量监测统一平台及 PQDIF 数据格式研究[J]. 江苏电机工程,2009(5):29-32.
- [10] 赫伟珊,齐林海,林天华. 电能质量分析系统中异构数据交换的实现方法[J]. 电力科学与工程,2009(11):45-47.
- [11] Jean. Gailly. ZLIB Compressed DataFormat [EB/OL]. 2002. <http://www.zlib.net>.
- [12] Kotsakis E, Bohm K. XML Schema Directory: a data structure for XML data processing. Web Information Systems Engineering[C]// Proceedings of the First International Conference on. Hong Kong:[s. n.], 2000: 62 - 69.

(上接第 205 页)

- 系统研究[J]. 现代商贸工业,2008(7):314-315.
- [10] 杨韵芳. 浅谈 Visual Basic 报表与水晶报表的设计[J]. 黎明职业大学学报,2006,51(2):40-42.
- [11] 艾灵仙. 管理信息化中水晶报表的打印与精确打印的实现[J]. 中国管理信息化,2009,12(4):12-13.

- [12] 曹 静. ADO.NET 和水晶报表在企业进销存系统中的应用[J]. 民营科技,2010(1):35-35.
- [13] 王 宁,王亚飞,刘亮亮. 基于.NET 平台的推模式水晶报表应用[J]. 黄河水利职业技术学院学报,2008,20(4):50-52.