

基于 VB6.0 的电能结算系统软件开发

宋海华, 黎文安

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 从影响电能结算的几个因素入手, 简明阐述了开发电能结算系统需注意的几个问题。通过借鉴国外经验并结合我国实际, 对电能结算系统的模型进行了有利于实现的简化。最后结合当今流行的 Internet、Intranet、Web 技术、网络数据库技术, 详细阐述了使用 Visual Basic6.0 开发电能结算系统的整个过程, 对广大电力系统软件开发人员有一定的借鉴作用。

关键词: 电能结算系统; Visual Basic; 数据库

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)21-0037-04

0 引言

电能结算系统 (Settlement and Billing System, SBS) 是电力市场技术支持系统的基础。电能结算系统的功能主要是依据电量计量系统的电量数据、EMS 系统的运行数据、交易管理系统的电价数据、购电计划、合同管理系统的相关数据, 进行电网和发电企业、配电公司之间的相关结算。系统包括对用电侧和对主体的市场行为进行考核管理等功能, 包含频率考核、发、用电计划曲线考核、电量考核、无功、电压考核、合同执行考核及辅助服务考核等。在发电侧电力市场初期, 主要考虑电量结算, 并保留与财务系统安全可靠的数据接口^[1]。

1 电能结算系统的基本研究情况

1.1 国外电力市场的发展以及出现的新情况

1) 从“电力库”走向“交易所”再至“独立机构”。

电力市场首先在英国出现时(图 1), 以国家电网公司作为“电力库”。发电公司向库售电, 供电公司由库购电, 二者均采用 30 min 电价竞价成交方式。国家电网公司既是参加交易的实体, 又是竞价交易的主持者, 如同运动员兼裁判员, 不能完全保证市场机制中的公平性。随后, 实行电力市场的阿根廷、澳大利亚、新西兰等国都将电力市场交易交给由中立的或由参加市场交易的发电、输电、配电公司平等参股的电力交易所进行。阿根廷电力市场的电价中计及输电公司设备停运的责任更体现了公平性。

美国加州电力市场筹建中又对上述模式作了改进, 除中立的电力交易所外, 还成立了简称 ISO 的“独立系统运行机构”。这是一非营利机构, 启动资

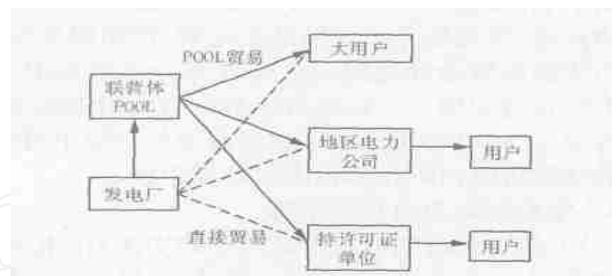


图 1 英国电力市场中的两种贸易方式

Fig. 1 Two trade methods of British power market

金 2.5 亿美元由州政府拨款, 正常运行费用由参加市场的各公司按电量分摊。ISO 除对参加市场各公司的联合输电系统的运行可靠性监督管理外, 还对关系电力交易的关口计费以及对计量电能表计的设置、运行进行监督和管理。加州电力系统最高负荷达 5000 GW, 其规模居世界第二, 因而影响较大。最近西班牙立法筹建电力市场时也决定采用 ISO 模式。

2) 电力可分为“期货”和“零售”两个市场^[2]

电力市场现已发展为期货大宗购电交易和配电零售两个市场。期货市场类似于“计划用电”的预购电量, 采取不分时的单一价格, 而零售市场采用按 1 h 或 30 min 变动的电价计价, 并采用网络上的电子公告版(BBS)等手段使用户可以根据电价调节用电量。这样的结果对用户和电业双方均有利。

1.2 结算电费的组成

电力市场中的结算电费包含以下三个部分:

1) 合同电费(基本电量电费)。按照电能电量表读数与长期、中期、短期市场合同签订的电能结算模式和电价进行计量和结算的电费。

2) 平衡电费。电网实际运行过程中, 电能购销各方有可能与事先合同所约定的购销电能量不符而

进行计划外的电能量购销。这是由于电网实际运行情况瞬息万变,用户负荷的波动、气候的变化、水库水情的变化以及电网事故等,均会造成相关各方偏离预定的发、用电计划。出现这种情况,必须由调度进行实时调节,并由发电厂或用户增减出力或负荷以保证电网的安全稳定运行。这时,有关责任方就应担负额外的电费。即对计划外(增减)的发、用电量、临时购销电量、电网事故紧急支援电量等,有关各方除了按照电能计量表的电能读数以及结算模式进行常规电费结算外,还需根据电网的实际运行工况与市场运营规则,进行相应的平衡电费结算^[3]。

3) 输电费用分摊。电力市场条件下,电网成为电能输送的载体。输电成本的占用、输电所造成的线路损耗、管理服务及辅助设施费、网络阻塞费等都应依照市场运营规则来合理计算分摊给发电厂、配电公司与大用户。输电费用是电力费用中的重要部分之一,输电费用标准由省级电力公司提出方案,经省级物价部门审核后报国家计委审批。

1.3 发电侧电力市场的结算

1) 参与发电侧电力市场结算的实体有:电网经营企业、各发电企业、跨省电力电量交易企业,其中独立电厂、独立电网进行相应的单独结算。

2) 结算内容包括:发电企业成交电量电费结算、发电企业容量电费结算、发电企业经济补偿结算、电力电量交易成交电量电费结算、电网经营企业经济补偿结算、辅助服务结算等。

3) 电量电费结算用交易时段的有功电量和电价作为结算依据。交易时段有功电量由电能量计量系统采集,交易时段电价由交易管理系统在制定实时调度计划时确定^[4]。结算系统能够每天给出上一天的电力交易初步结算清单,经校验结算后,通过网络发给有关市场参与者确认核对,完成最终清单且一并形成财务帐单。

4) 为保证电力市场的公平、公正、公开,以便随时对电力市场参与者和运营部门进行监督和考核,必须对和交易结算有关的电能数据、电价数据、购电计划、合同数据以及运行环境数据进行长期保存,以利于检索,但不能修改。

1.4 电价的制定及其特殊原则

电价应当具有调节功能,引导用户合理用电和引导发电厂顶峰压谷。电力系统在峰负荷时段危险地逼近电力容量的极限,由于必须使用高燃料成本和利用小时数很低的调峰机组,故其电力生产成本可能成倍增加。另一方面,在低谷时段往往要压火

停机,同样危及系统的经济性和安全性。因而,在高峰时段应高电价,鼓励发电厂顶峰发电,引导用户转移部分负荷;在低谷时段应低电价,这样一方面鼓励用户用电,另一方面促使发电厂压低负荷,从而更有效利用电力资源,降低系统的峰容量要求,并改善系统的负荷率。因此电价在电能生产、消费、交换的各个环节都能起到了间接调控的作用^[5]。

1) 季节性电价:季节不同对于电价的影响较大,比如夏天农忙时节。电量高峰与低谷的时段区间,结合季节特性设置为浮动的(一般不做大的变动)较为合理。

2) 特殊电厂电价:调峰电厂、抽水蓄能电厂等,特殊电厂的电价应该较其它电厂实行特殊的电价标准。

3) 加权清算电价:电力市场是一个逐步开放的市场,部分省市已经开始了一种以相关电厂拿出一部分电能进行竞价上网运作的模式,将这部分电能的电价按照市场进行加权清算,而其它部分电能电价不变。

4) 峰、谷、平三时段电价(历史记录不可修改)。

2 软件系统技术细节分析

2.1 软件开发总体概述

本软件基于 Windows98/NT4.0 及以上操作系统,以 Visual Basic 6.0 为开发工具,利用它实现复杂的计算、查询等功能。由于 VB6.0 中提供了与 Access 2000 的接口,因此数据库采用 Access 2000,访问方便迅速。一些简单的查询操作可以直接利用 Access 2000 中的视图进行,复杂的查询和计算则用 Visual Basic 语言来实现,其结果在界面上以多种形式显示,可以方便、直观地检验数据的正确性。既可达到人机界面友好、操作使用方便的目的,又可实现快速统计、分析和预测的目的。

电力市场电能结算系统(图 2)^[6]是保证电力市场及电网调度正确运作的自动化系统。但由于电力市场的正确运作需要与更多系统进行集成,本文针对电力市场电能结算系统的软件集成问题进行初步研究,提出了一个全新的系统集成框架,并讨论了实现这种框架的几种关键技术。

该系统由三部分组成。第一部分是中调管理人员系统部分,第二部分是发电公司部分,第三部分是配电公司部分。整个界面采用分帧排列和下拉式菜单,操作方便,易于执行。

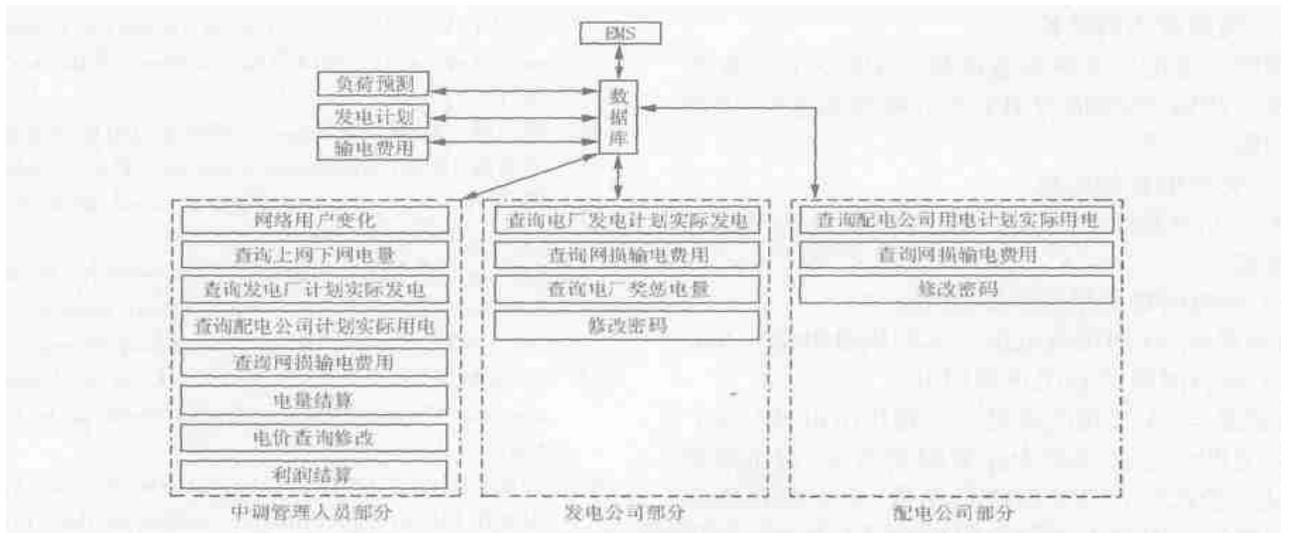


图 2 电能结算系统框图

Fig. 2 Block diagram of electricity settlement system

2.2 软件开发具体分析

由于系统中的三大模块(中调管理人员系统部分、发电公司部分和配电公司部分)结构相似,故重点介绍配电公司电能结算系统程序的实现,其余部分不再赘述。

程序流程图如图 3 所示。

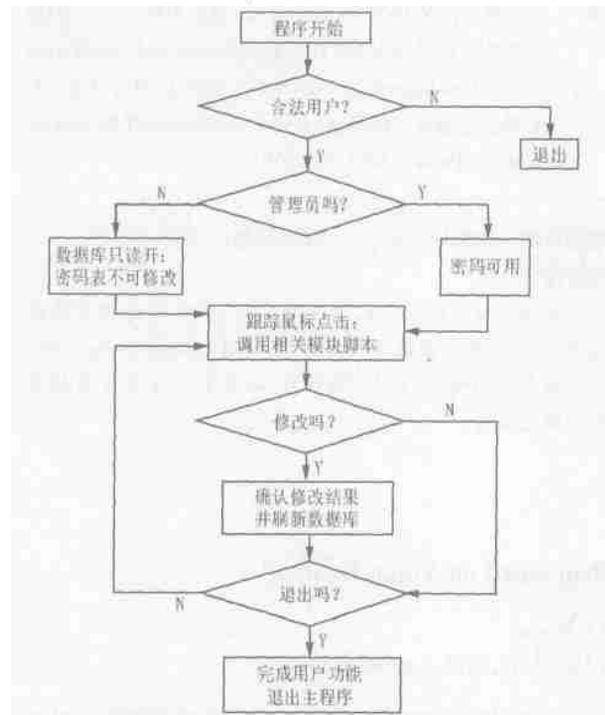


图 3 电能结算系统主程序流程图

Fig. 3 Main program of electricity settlement system

以下是实现配电公司电费查询中的一段关键代

码:

```
Set dbfadian = OpenDatabase("db \ db 旧版的总表.mdb ")
Set qdfTemp = dbfadian.CreateQueryDef(" ", "select *
from 大工业用电 ")
Set rstChange = qdfTemp.OpenRecordset()
rstChange.FindFirst timestring
```

.....

我们对配电公司电能结算系统内容进行了简化,把实时电价改变为分时电价,将一天分为两个时段(8:00-22:00 为高峰时段,22:00 到第二天 8:00 为低谷时段),按两部制电价进行结算。配电公司的电能结算可归纳为以下几个方面:

2.2.1 容量电费的结算

- 1) 用户的容量电费按月支付。
- 2) 月容量电费计算:用户月容量电费 = 当月容量电价 × 用户的最大容量。
- 3) 由市场运行部门确定当月用户容量电价,为电网内每个交易时段单位容量电价的平均值。

2.2.2 电量电费的结算

在程序设计中,用户的电量电费的计算公式简化为:用户的电量电费 = 高峰实际用电量 × 高峰电量电价 + 低谷实际用电量 × 低谷电量电价。

电价的制定和很多因素有关,可在一个地区范围内按电价不同把用户分为以下几个类别:居民生活用电、非居民照明用电、大工业用电、非普工业用电、农业生产用电、农业排灌用电、泵售用电、商业用电等^[7]。在这里,程序中选用居民生活用电、大工业用电、农业排灌用电、商业用电作为代表。

2.2.3 网损费用的结算

网损 = 发电厂实际发电电量 - 供电公司实际售电量。然后,将网损费用平均分摊到发电厂、中调部门和供电公司。

2.2.4 奖罚电量的实现

为了方便程序的实现,在此按以下方法来实现奖罚电量:

1) 高峰时段奖励用户少用电:

$$\text{奖罚电量} = (\text{计划用电电量} \div \text{实际用电电量}) \times$$

2) 低谷时段奖励用户多用电:

$$\text{奖罚电量} = (\text{实际用电电量} \div \text{计划用电电量}) \times$$

以上两个公式结果为正数则奖电量,为负数则罚电量。公式中 为奖罚电量系数,大小可根据实际情况确定。电功率因数有利于电网安全运行要进行一定的奖励,有害的要进行处罚。发电机组正常运行时应保持功率因数在 0.85 ~ 0.9 之间。

2.2.5 辅助服务费用的结算包括供电环节中各种经营性收费。如调频付费,调峰付费,无功付费等。

3 结束语

本电能结算系统采用流行的 Visual Basic 6.0 及 Access 数据库编制,语言精练,结构清楚,界面采用标准 Windows 操作平台,具有极佳的换面显示和人机界面,用户操作明了方便,并尝试提供联机帮助。软件具有较强的提示功能和查询、修改功能,另外对发电厂部分和供电公司部分还分别设置了密码保护。原始数据录入有多种形式,以适应不同类型的用户需要,输出形式灵活。尽管如此,本软件还存在许多值得改进和进一步发展的地方,比如,如何利用 ASP、SQL 等技术 与 EMS 接口,实现对发电公司、供电公司数据进行实时动态在线监测^[8]是一个很值得继续开发的课题,如果实现了这个动态查询修改功能,则对电力市场有着更重要的实际意义。

参考文献:

[1] Zhao Q, Huang G, Wu X W, et al. A Software Architecture

for Power Market Supporting System and Reengineering of Legacy[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2003, 18(1): 173-193.

[2] 曾乃鸿 (ZENG Nai-hong). 国外电力市场和电能计量的发展 (The Development of Overseas Power Market and Measurement) [J]. 华东电力 (East China Electric Power), 1998, (9): 49-50.

[3] Ancona J J. A Bid Solicitation and Selective Method for Developing a Competitive Spot Priced Electric Market[Z]. IEEE Niagara Mohawk Power Corp Syracuse.

[4] Olson M A, Rassenti S J, Smith V L, et al. Market Design and Motivated Human Trading Behavior in Electric Markets [Z].

[5] 方勇, 张喜荣 (FANG Yong, ZHANG Xi-rong). 电力市场中的电价分析 (Analysis on Electric Price in Power Market) [J]. 电力建设 (Power Construction), 2000, 21(10): 6-8.

[6] 姚建刚, 等 (YAO Jian-gang, et al). 电力市场运营及其软件开发 (The Management and Software Development of Power Market) [M]. 北京: 中国电力出版社 (Beijing: China Electric Power Press), 2002. 197-202.

[7] 姚建刚, 等 (YAO Jian-gang, et al). 电力市场电能量结算系统的研究 (The Research of Electricity Settlement System in Power Market) [J]. 湖南大学学报 (The Transaction of Hunan University), 2002, (4): 73-78.

[8] 张晓辉, 等 (ZHANG Xiao-hui, et al). SQL Server 2000 管理及应用系统开发 (The Management and Application System Development of SQL Server 2000) [M]. 北京: 人民邮电出版社 (Beijing: People's Posts and Telecommunications Press), 2002. 153-159.

收稿日期: 2004-03-03; 修回日期: 2004-07-09

作者简介:

宋海华 (1977 -), 男, 硕士研究生, 研究方向为计算机监测、监控在电力系统中的应用; E-mail: songjeff@sina.com

黎文安 (1962 -), 男, 副教授, 从事电工学等方面的教学和研究工作。

Developing electricity settlement system based on Visual Basic6.0

SONG Hai-hua, LI Wen-an

(1. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: Based on several factors influencing electricity settlement, this paper briefly introduces some problems on developing electricity settlement system. According to the marketing experience at home and abroad, it simplifies the model of electricity settlement system for its realization. Combining with the Internet, Intranet, Web, and network database, it expounds the process of developing electricity settlement system based on Visual Basic6.0, which will enlighten the developers in power system in some extent.

Key words: electricity settlement system; Visual Basic; database