基于数据集成的电力市场环境下电力交易管理系统设计

周 鑫，王 巍，袁 泉，李 豹

（南方电网调度控制中心，广东 广州 510623）

摘要：为提升中长期交易以及现货市场交易管理，提出了基于数据集成的电力市场交易管理系统。分析了数据集成技术在电力交易过程中的应用，利用信息交互总线的方法实现电力交易数据集成，与其他系统进行互动。说明了电力交易管理系统的功能以及系统架构。针对中长期交易、现货市场交易、智能化合约以及交易风险管控等重点内容进行了模式设计和说明。将系统作为试点应用说明了系统在多元市场主体接纳、与其他系统互联之间的有效性。

关键词：数据集成；交易管理；系统设计；电力交易平台

Design of electricity transaction management system in electricity market environment based on data integration

ZHOU Xin, WANG Wei, YUAN Quan, LI Bao

(CSG Power Dispatching and Control Center, Guangzhou 510623, China)

Abstract: In order to improve the management of medium and long-term transactions and spot market transactions, a power market transaction management system based on data integration is proposed. The application of data integration technology in the process of power transaction is analyzed, and the method of information interaction bus is used to realize the integration of power transaction data and interact with other systems. The functions and system architecture of the power transaction management system are described. The model design and explanation are carried out for key content such as medium and long-term transactions, spot market transactions, intelligent contracts, and transaction risk management and control. Using the system as a pilot application illustrates the effectiveness of the system in the acceptance of multiple market entities and interconnection with other systems.

Key words: data integration; transaction management; system design; power trading platform

0 引言

随着我国电力体制改革不断推进，符合准入条件的市场交易主体逐渐增多，建立适应当前以及未来电力市场发展的交易平台至关重要，交易平台为多元市场主体提供交易信息，建立出清机制，实现市场准入以退出，最终完成各主体的收益获取。同时，由于智能化设备在电力系统中的广泛部署，应用电力大数据等数据集成技术可以实现电力市场化交易的数据拓展，延展交易品种的数据属性，与相关的系统进行有效衔接，拓展电力交易数据结构，促进交易过程透明清晰，实现完全市场化自主交易。为此，本文针对电力市场化改革过程中的市场交易平台进行建设，利用数据集成技术实现多元数据集成。

目前针对电力交易平台设计主要从功能角度出发，结合分布式电源交易、碳交易等。文献[1]构建了大数据技术环境下的电力交易平台。文献[2]分析了电力交易平台数据指标监视技术。文献[3]设计了区块链技术下配电侧电力市场交易平台。文献[4]分析了基于电力交易平台大数据的多区域电价预测。文献[5]研究了电力交易平台架构及关键技术。

上述文献从技术应用、平台内容等方面出发，对交易平台建设进行了研究。对于数据集成技术与其他平台的衔接研究仍有待深入。

本文从电力市场交易管理平台的具体功能入手，分析了基于信息交互总线的数据集成，将该技术应用于系统架构设计中，并说明了相应的平台交易模式。利用本文的系统进行试点，说明交易平台的功能有效性。

1 数据集成技术

1.1 电力交易数据集成

数据集成技术是针对大量异构数据进行分析和综合处理的方式，针对电力交易管理，需要在市场成员、市场供需关系、交易计划、交易合同、交易结算、市场运营、市场管控和信息披露等环节实现数据的共享和数据集成。因此，针对电力交易管理平台，数据集成是实现平台综合数据应用的主要技术。数据集成示意图如图1所示。

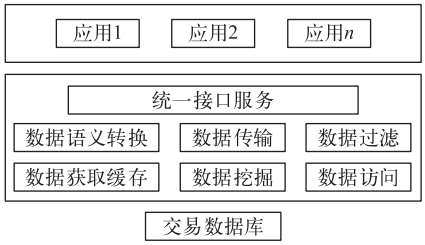

图 1 数据集成示意图

Fig.1 Data integration diagram

1.2 信息交互总线数据集成

目前，电力系统中常用的IEC 61970国际标准，可以搭建基于信息交互总线的面向数据服务框架的数据集成。数据集成从下至上分为数据服务层、数据集成层和数据显示层。通过数据的统一服务接口实现数据的语义转换、数据传输、数据过滤、数据获取缓存、数据挖掘和数据访问的功能。在数据集成管理过程中，部分数据需要重新整合，通过信息交互总线实现多接口、多维度数据的重新组合，与市场交易管理的相关数据和信息的重新发布，实现高效灵活的数据管理，将电力交易管理平台与调度中心、市场监管部门等其他系统有效衔接，解决信息孤岛问题。其结构如图2所示。

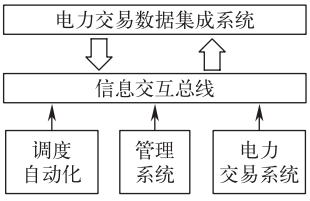

图 2 信息交互总线数据集成

Fig.2 Information interaction bus data integration

2 电力交易管理系统设计

2.1 功能设计

在电力交易管理平台功能设计中，主要实现登录、交易、合同管理、账户管理、投诉、信用信息、数据支撑、需求响应和系统设置等功能。可响应系统与调度的关系如图3所示。

（1）登录管理

登录管理包括市场主体登录和管理员登录两种类型，其中，管理员可具有较高的操作权限，包括相应的基础信息认证和管理等功能。

（2）市场交易

市场交易主要针对电力交易具体内容进行功能和应用设定，以中长期交易和现货市场交易为主要模块，分为带曲线交易和曲线外交易多种交易模式。根据用户所在的主体，可以实现相应交易内容的管理。包括发电商、售电商和电力用户三部分。同时，管理员可根据市场需求设定相应的个性化交易模式，包括绿电交易、电碳联合交易等。

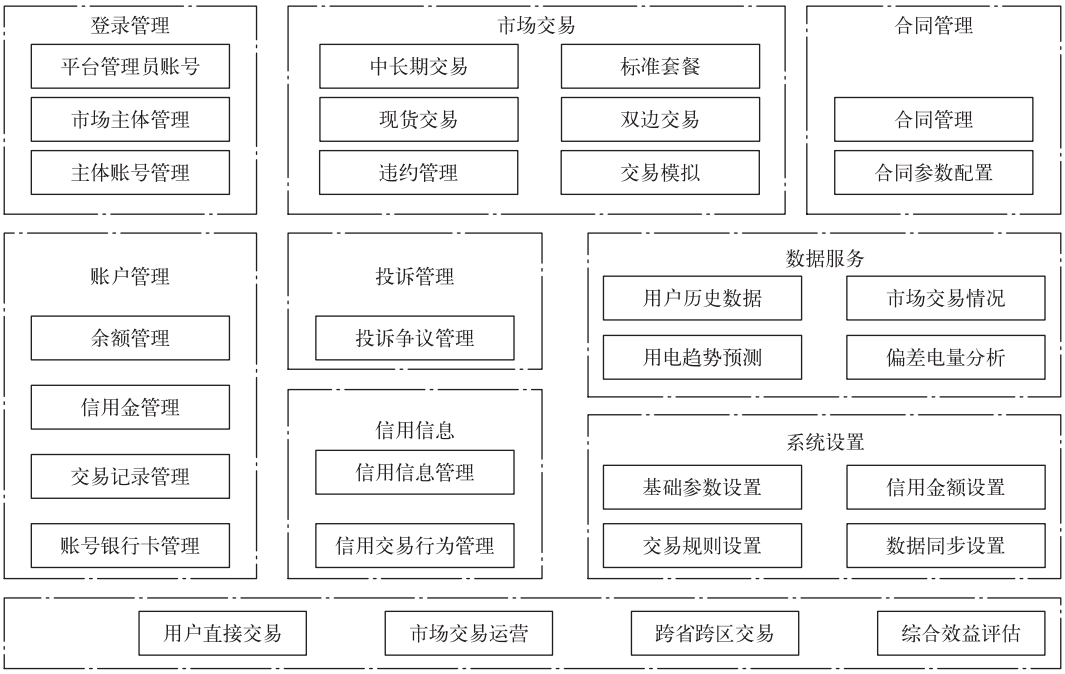

图 3　可响应系统与调度的关系

Fig. 3 Relationship between responsible system and scheduling

（3）合同管理

合同管理主要针对电力交易过程中产生的合约，具体包括合同制定的各个环节，即包括合同拟定、双方确认及签字和有效期内管理等内容。相应的交易双方信息均在相应合同管理范围内进行动态更新。同时根据双方交易之间的期限进行合同数据管理和查询。

（4）账户管理

账户管理包含四个模块：余额管理、信用金管理、交易记录管理和账号银行卡管理，主要管理用户财务信息。

（5）投诉管理

投诉管理主要针对电力交易过程中各环节产生的纠纷以及投诉，需要针对交易环节的具体内容与相应的客服人员以及系统管理员进行信息确认，受理投诉内容并及时反馈。

（6）信用信息

针对交易过程中产生的信用信息，主要包括用户个人信用信息、交易行为信息和交易结果查询等内容，这类信用信息对于用户再次交易的状态评级具有参考作用。

（7）数据服务

数据服务针对历史交易数据、实时交易数据进行查询和更新，为交易双方提供数据支撑服务，不仅有利于用户在交易前对市场规则和运行环境进行及时了解，提升交易的公开性和透明度，而且有助于用户在实时交易过程中的决策制定，减少用户信息不平衡和信息偏差，提升交易质量。

（8）系统设置

系统设置可根据用户以及管理员的具体需求，实现针对交易品种、交易金额、交易规则、数据更新和交易密码等内容的设置，而且可实现与交易内容相关的电力电量、可再生能源发电和碳足迹等内容的分析设定。

（9）需求响应管理

电力交易管理系统中的需求响应是广义的需求响应，既包括用户方面的需求响应，也包括售电商方面的需求响应。主要用于匹配发电商的交易信息，形成与发电商投标以及合同等内容相适应的匹配结果，从而有助于交易的顺利进行，通过交易过程中的需求响应可制订相应的发电

计划。

2.2 系统架构

系统架构分为基础数据服务组件、统计分析模块、数据库模块、应用功能集成、交易入口和用户端等层级。其中各主要层级分别对应相应的系统规范和对接系统，实现相应数据库以及交易信息之间的流动，针对核心交易管理功能、公共管理功能以及第三方管理模块等应用为切入点，构建交易管理平台的系统模块，实现平台相应的功能。系统架构如图4所示。

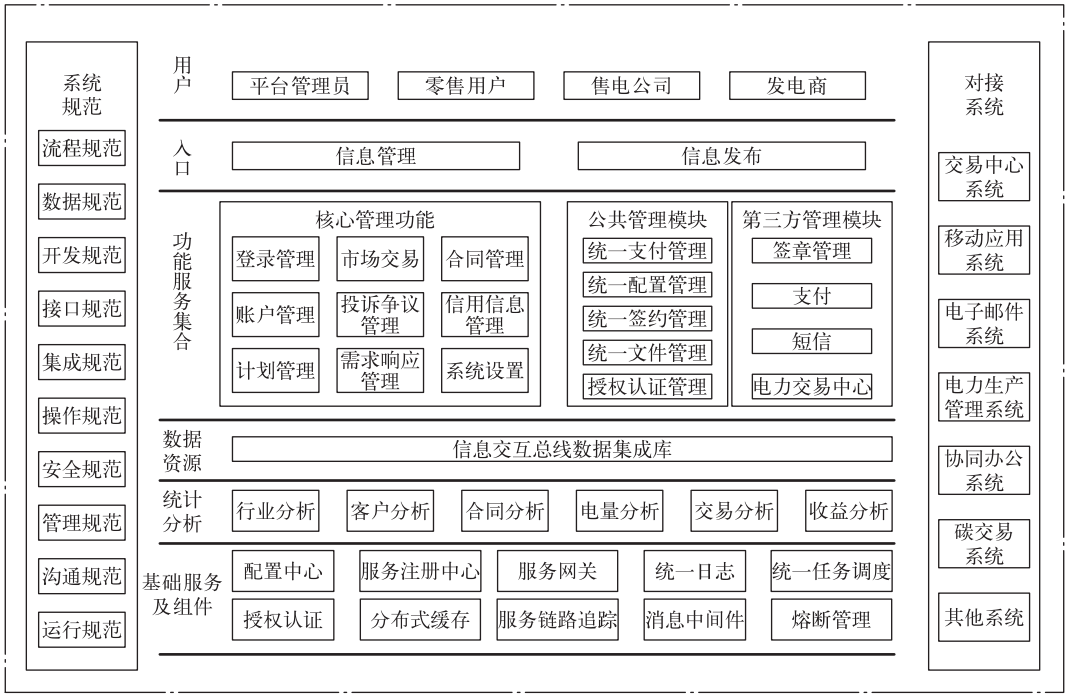

图 4 系统架构

Fig. 4 System architecture

3 平台交易模式设计

3.1 中长期市场交易

中长期交易主要针对发电商和售电公司开展业务，需要确定交易周期范围内的发电商发电量以及相应的售电商购电量，通过相应的需求匹配原则，实现双边协商、挂牌交易等方式确定合同内容，以约定双方的责任和义务，确定具体交易内容，通过中长期交易模块，并结合电网调度进行安全校核，实现电子合约，并上交至电力交易中心。中长期交易如图5所示。

其中，发电、用电双方带曲线交易是中长期交易箱现货交易过程中过度的交易方式，通过发电商、售电商和用户的带曲线交易策略，实现采用发用电调度曲线一致的方式执行合同，不再执行峰谷电价，按照直接交易电价结算。对于电量不分摊调峰辅助服务补偿费用，剔除直接交易曲线后的剩余发电曲线，对应电量分摊调峰辅助服务补偿费用。

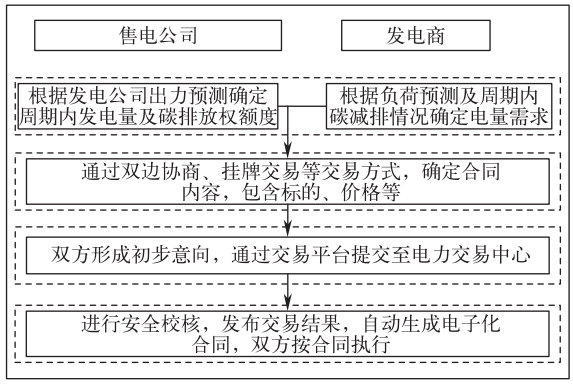

图 5 中长期交易

Fig. 5 Medium and long term transactions

3.2 现货市场交易

电力现货交易需要由发电商、售电商和用户共同参与，分为日前交易、实时交易和交易结算。在日前交易阶段，电力交易管理平台可根据数据信息进行负荷预测、机组出力预测，公布相应的输电容量、检修计划等信息。同时售电公司以及电力用户根据公布的信息及需求，确定交易成本，并进行组合申报，根据电力交易平台的竞价机制，发电商进行经济调度和安全校核，确定出清结果。

在实时交易过程中，根据日前出清结果以及机组处理情况更新出清结果。最后，依据成交量进行费用支付以及财务结算。现货交易如图6所示。

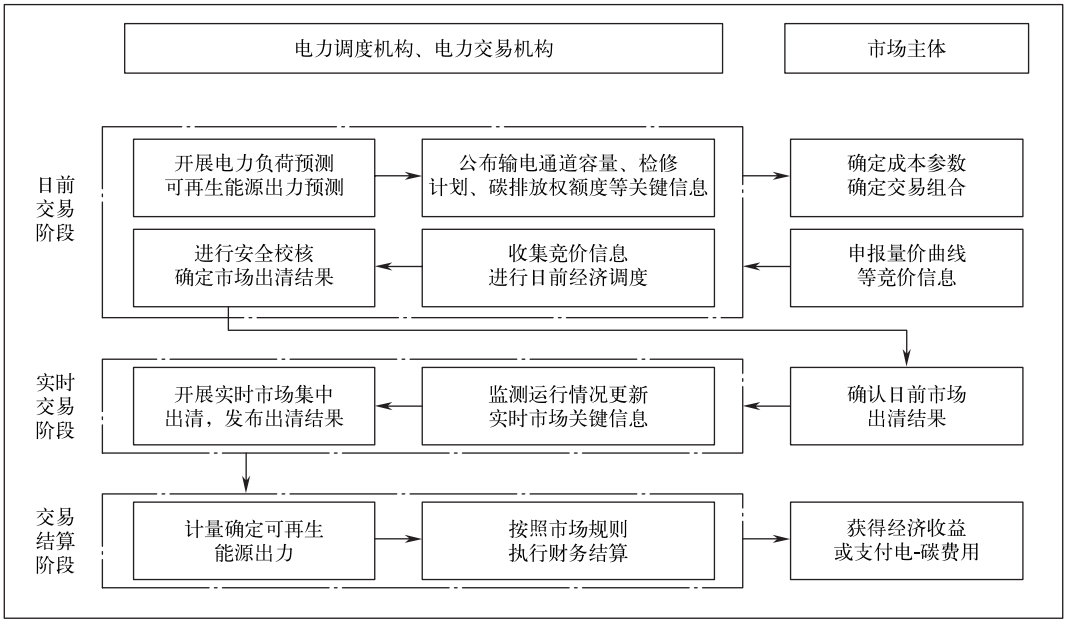

图 6 现货交易

Fig. 6 Spot transaction

3.3 智能化合约

在电力市场环境下，电力交易平台可依据发电商、用户等多市场主体参与的不同需求，制定个性化合约，与电力交易平台的透明化、便捷化相适应，同时依据数据集成和大数据技术，可方便快捷地完成交易，实现个性化定制，并且能够有效提升电力交易过程中的安全和质量。

电力套餐是一种交易形式，包括发电商提供的交易套餐、供电商提供的交易套餐和用户提供的交易套餐三种。交易套餐包括具体的交易内容、交易电量、交易电价和交易双方的合约有效期等参数，与传统意义上的中长期交易和现货市场交易具有一定差异。通过多样的参数配置和交易模式，丰富交易品种，满足不同交易主体之间的用电需求，同时结合输电权交易、市场配置原则等内容将各项费用进行细化处理，满足不同交易主体的利益需求。

（1）绿色电力套餐

绿色电力套餐主要为用户提供来自风电、光伏的绿色电力，其费用取决于用户的能源计划或者协议。也可以由售电公司和用户协商，制定个性化的绿色套餐具体见表1。

表 1 绿色套餐

Tab. 1 Green package

绿色电力占比	5% 绿色电力	50% 绿色电力	100% 绿色电力
费用	每周额外 P_1	每度电额外 P_3	每度电额外 P_6
估计额外费用	每周 P_1 或者每季度额外 P_2	每周 P_4 或者每季度 P_5	每周额外 P_7 或者每季度额外 P_8

注：P_t为电力费用，由售电公司决定。

（2）电-碳套餐

该套餐设定包含电量和碳排放权两种产品，设定当电量和碳排放权的比例达到某一阈值时，根据用户购买的电量大小，享受一定程度的折扣，电量越多，相应赠送量越多，从而促进用户电能替代。

3.4 交易风险管控

交易风险管控是基于数据集成的电力交易平台中的重要内容。由于交易过程中涉及重要数据，并且更多方主体利益相关，保障交易的安全性、规避交易风险是该交易管理系统中的重要内容。平台可利用条件风险价值作为一致性风险测度指标，对交易过程中的风险进行评估，及时发出预警和提示，根据不同用户主体的权限分配进行风险管控。

同时，交易平台与电力交易中心、输电系统运行商、配电系统运行商以及负荷聚合商等多市场主体均有信息沟通，因此，交易管理系统中的监管机制由上述主要的利益相关方共同维护，监管机制分为独立监管和集中监管。设置相应的独立监管机制与集中监管机制，有效配合，将全国统一的电力交易运营标准和管理原则贯穿于电力交易平台中的具体交易项目，与交易双方制定的合约相匹配，在统一原则的基础上进行个性化修改，实现交易过程中的全流程风险管控。

4 应用分析

选择南方广东省作为系统试点应用，广东电力交易中心采用的是双边自主协商、月度集中竞价和挂牌交易方式，发电和用电企业市场报价是以其用电基准电价（目录电价）的负值出价（最高位为0元/（MW·h）），由交易中心进行成交匹配，并在每月25日前公布中标价。 电网公司收取固定的过网费[6]。应用该系统后，主要的系统内容见表2。

本文提出的电力交易管理系统能够涵盖售电主体、市场化用户以及非市场化用户，从而实现各类市场主体之间的交易和信息沟通，有助于电力市场的深入推进，具体见表3。

表 2 系统内容

Tab. 2 System content

市场主体	具体类别	系统是否可接纳
售电主体	发电企业	是
	电网企业的售电公司	是
	有配网运营权的售电公司	是
	独立售电公司	是
	零售用户	是
市场化用户	直购电用户	是
非市场化用户	管制用户	是

表 3 系统可实现内容

Tab. 3 Systm realizable content

交易类别	本文系统可实现	原先系统
与煤、气、石油市场联动	是	否
可再生能源交易	是	是
平衡市场机制	是	部分

本文提出的数据集成市场交易平台能够有效地与其他煤、石油和天然气等市场进行联动，从而实现市场之间的互动。同时，由于电力负荷波动较大，长期与现货市场交易仍然具有一定风险。本文提出的市场平台可以建立平衡机制，缩短交易时间间隔，从而降低交易风险。另外，可再生能源发电具有不确定性和间歇性，可调度空间范围小，市场交易化过程需要进行实时推进。本文提出的系统仍然可以利用数据集成等方式实现多市场主体的快速合约制定。

5 结束语

本文提出了基于数据集成的电力市场交易管理系统。说明了系统的功能以及系统架构，并针对典型的交易模式进行了设计。通过对广东省的应用试点进行分析，说明本文提出的系统不仅能够接纳多元市场主体，实现发电、输电和售电等市场化和非市场化的交易接纳，同时可以实现利用数据集成与其他系统的接口互动，提升市场交易模式便利化，扩大交易范围，丰富交易品种，最终促进电力市场各成员主体的顺利交易。

参考文献

[1] 蔡燕芬．基于大数据技术环境下的电力交易平台分析[J]．电子技术与软件工程，2021(20)：150-

151.

[2] 黄龙达，庄卫金，龙苏岩，等．电力交易平台数据指标监视技术研究与应用[J]．电网技术，2021，45(8)：3200-3206．DOI：10.13335/j.1000-3673.pst.2021.0375．

[3] 王冰，刘维扬，陈献慧，等．区块链技术下配电侧电力市场交易平台研究[J]．河海大学学报(自然科学版)，2021，49(6)：567-574．

[4] 黄靖茵，黄康乾，向德军，等．基于电力交易平台大数据的多区域电价预测研究[J]．电气应用，2020，39(9)：36-41．

[5] 黄康乾，周睿，向德军，等．电力交易平台架构及关键技术研究[J]．数字技术与应用，2020，38(3)：75-77．

[6] 张乐平，胡珊珊，李向锋，等．电力交易改革与互动式电能表设计初探[J]．电测与仪表，2018，55(23)：146-152．

作者简介

周鑫（1988—），男，博士，高级工程师，主要研究方向：电力系统运行策划及电力市场运行。

（收稿日期：2022-10-12）