

# 电力市场国际标准 IEC 62325 体系最新进展

郑亚先<sup>1</sup>, 杨争林<sup>1</sup>, 薛必克<sup>1</sup>, 张显<sup>2</sup>, 耿建<sup>1</sup>, 史新红<sup>1</sup>

(1. 中国电力科学研究院, 北京市 100192; 2. 国家电网公司电力交易中心, 北京市 100031)

**摘要:** IEC 62325 作为电力市场领域的国际标准, 定义了市场管理系统(MMS)内的信息建模, 以及能量管理系统(EMS)与 MMS 间信息交换的通用标准, 为 MMS 和 EMS 等电力系统自动化产品“统一标准、统一模型、互联开放”的格局奠定了基础。文中分析了 IEC 62325 的产生背景与形成过程, 结合美国式市场和欧洲式市场 2 种主要市场模式, 介绍了 IEC 62325 标准的体系架构与最新进展, 以及应用情况。

**关键词:** IEC 62325; 国际标准; 行业标准; 公共信息模型; IEC 61970

## 0 引言

电力市场化运营是电力工业发展的趋势, 经过多年的建设与发展, 其市场运营机制也逐步得到完善, 并初步形成了以美国、欧洲为代表的电力市场运营模式。其中, 美国式市场以基于市场运营的日前机组组合、调度中心的日前与实时平衡以及采用节点边际电价结算为主要特征; 欧洲式市场以基于欧盟法规为依据的欧洲规则、支持第三方无歧视接入以及分区市场为特征。为支撑电力市场化运营, 各国均建立了电力市场运营系统。由于电力市场运营与调度运行间紧密联系, 因此电力市场运营系统与调度自动化系统、市场成员系统间有大量的信息交互。此外, 很多电力市场运营系统是由不同供应商独立开发的电力市场应用软件集成, 这些系统间以及系统应用间的集成与信息交互需要有一个统一标准。

调度自动化系统和配电自动化系统起步较早, 率先建立了对应的公共信息模型(CIM)及标准体系 IEC 61970 和 IEC 61968, 国内外也对应开展了相关研究<sup>[1-2]</sup>。在 IEC 61970 中, 建立了电力市场公共信息扩展模型(CME), 以适应电力市场运营需要, 但在标准实际制定中, 还需考虑到以下因素。

1) IEC 61970 建立了能量管理系统(EMS)相关的信息模型, 其中涉及发电资源、输电资源等方面的信息模型。IEC 61968 建立了配电自动化系统(DMS)相关的信息模型, 其中涉及负荷资源的信息

模型。电力市场运营涉及发电资源、输电资源、负荷资源等全部市场主体, 需要同时借鉴 IEC 61970 和 IEC 61968。

2) 在 IEC 61970 和 IEC 61968 中建立的电网物理设备及其运行物理特性的公共信息描述, 更多地体现了设备的物理特性, 因不同国家之间较为接近, 所以一致性较强。而电力市场运营的信息模型, 是构筑在电网物理模型上的电力流交易的经济模型, 建立不同市场的通用标准更为困难。

3) 在 IEC 61970 和 IEC 61968 中仅建立了电力系统静态数据(包括网络结构、参数、发电机参数等)的 CIM, 而电力市场运营有大量的动态数据(包括交易信息、合同信息等), 具有超维、多变、可追溯的复杂特性, 无法通过现有模型描述。

现有的 IEC 61970 和 IEC 61968 均无法完整覆盖电力市场运营所需信息, 国际电工委员会(IEC)第 57 技术委员会(TC57, 负责电力系统控制及其通信的相关标准)历经 7 年, 在继承 IEC 61970 和 IEC 61968 基础上, 于 2011 年 5 月发布了电力市场 CIM 标准, IEC 62325-301, 随后逐步提出并构建了一个系统完整的电力市场运营标准体系<sup>[3]</sup>(下文简称“国际标准”)。

受益于丰富的电力市场运营经验, 欧美等主流电力市场, 其市场品种和市场机制均已相对成熟, 在国际标准的研究与制定上先行一步, 占据主导地位。国内从国际标准启动编制开始, 即开展了跟踪研究工作, 将其中的 CIM 标准, IEC 62325-301, 转化为行业标准, 并在国家电网公司的电力市场交易运营系统中得到初步应用。随着中国电力市场化改革的深入推进, 大用户直购交易正大规模开展, 售电放开

收稿日期: 2014-12-25; 修回日期: 2015-05-14。

国家电网公司科技项目(DZN17201300045); 国家电网公司科技项目“电力市场全景实验环境体系研究”。

等新的市场模式和交易品种将不断出现,该系列标准的重要性更为凸显。此外,CIM是实现市场互联和资源优化的基础和关键问题之一,也将成为国内外研究热点问题,对中国电力市场运营具有很好的借鉴和参考价值,有必要及时跟踪、转化和应用,以提升中国电力市场运营水平。本文旨在介绍 IEC 62325 标准系列的产生背景、形成过程、标准架构和最新应用情况,为下一步标准的研究与转化提供参考。

## 1 产生背景

IEC 62325 系列标准的主要目标是建立电力市场运营系统的通用信息模型及交换机制,涉及发电模型、电网物理模型和用户模型,从标准范围来看,IEC 61970 定义了 EMS 的接口规范,其中覆盖发电模型和电网模型。IEC 61968 定义了 DMS 的接口规范,包含用户模型。基于以上原因,IEC 62325 继承了 IEC 61970 和 IEC 61968,其中 IEC 62325 的 301 部分对应于 IEC 61970 的第 301 部分和 IEC 61968 的第 11 部分。它描述了电力市场运营系统与 EMS 和 DMS 接口模型相关的 CIM。针对 CIM 不同部分对应的多个 IEC 标准,建立了唯一的统一信息模型。

由于完整的电力市场模型覆盖范围太广,且不同的市场模式有不同的市场运营方式,因此 IEC 62325 系列标准描述了电力市场主体在市场运营建模中涉及的主要对象,包括公共类、对象属性以及他们的关系。此外标准还定义了消息交换机制,使得不同的应用程序或系统拥有公共数据和交换信息的访问权,而不依赖于这些信息的内部描述。

## 2 形成过程

20 世纪 90 年代,美国电力科学研究院(EPRI)为减少在 EMS 中建设新的应用软件所需的时间周期,以及建设投资,开展了控制中心应用程序接口(CCAPI)项目研究。该项目的一个重要成果就是所建立的 CIM,成为 IEC 61970 的重要组成部分,并被 ABB、阿尔斯通(Alstom)、西门子(Siemens)等软件开发商广泛应用于数据采集与监控(SCADA)系统、网络分析(NA)和调度员培训仿真系统(OTS)等 30 多种 EMS 软件中。

随着电力市场改革在全球的推进,电力市场的规范化、电力市场信息传递的标准化越来越重要。由于电力市场运营有大量的动态数据,无法通过现有模型描述,因此,美国 EPRI 提出建立 CME,通过对 CIM 标准进行扩展,以解决电力市场运营软件系

统内、软件系统间,以及软件系统与其他市场参与者间的数据交换问题。因而 CME 项目主要目的是要定义区域输电运营商(RTO)、独立系统运营商(ISO)、独立输电供应商(ITP)之间,以及 RTO, ISO, ITP 和发、输电企业间数据交换的接口标准,以求降低成本,并通过更方便的数据交换来提高市场效率,降低市场交易壁垒,真正建立一个“无缝”连接的电力市场。

与 IEC 61970 类似,电力市场 CIM 研究方面,美国与欧洲是主导者与推动者。美国 EPRI 开展了 TR-1009455 与 TR-1011431 项目的研究,分 2 期研究支持市场运营的 CME。欧洲输电系统运营第 14 工作组(TF14)开展了 EDI(electronic data interchange)项目的研究,以期建立欧洲市场中的电子数据交互标准。IEC 62325 的最初草案是基于欧洲输电系统运营商(ETSO)的 EDI 项目以及美国 EPRI 的 TR-1009455 和 TR-1011431 项目的研究成果形成的。

2009 年 8 月,IEC/TC57 技术委员会成立第 16 工作组(WG16),单独开展统一的电力市场国际标准制定工作,分为 2 个团队,分别针对欧洲式市场和美国式市场开展工作。2010 年 6 月,形成了 CIM 的最初草案;从 IEC 62325 CIM01v01 开始,在每季度的会议上都要对其进行修改,对修改的内容、原因和时间等都做了详细的记录,2011 年 4 月该草案被国际上接受作为 CIM 的初始草案;2011 年 8 月,形成委员会草案(CD)版,根据 IEC/TC57 WG16 于 2013 年 11 月在美国召开的会议纪要,最新的 IEC 62325 标准文档情况如表 1 所示。

从目前进展来看,在 IEC 62325 系列标准中,受益于欧洲统一市场运营工作的推动作用,欧洲式市场部分的标准进展较快,基本完成了欧洲式市场子集以及欧洲式市场主要业务场景子集相关标准的编制;而美国式市场部分进展较慢,目前还处于工作小组草案(WD)阶段,均未发布 CD 版。

## 3 IEC 62325 标准架构

IEC 62325 系列标准分为 6 个部分,共 22 个标准。各部分分别介绍如下。

IEC 62325 第 301 部分是 IEC 62325 的核心模型。它定义了欧洲、美国等不同市场模式所用到的公共信息模型。

IEC 62325 第 351 至 399 部分定义了针对不同模式市场的子集,目前包括美国式市场子集(基于节点边际电价)和欧洲式市场子集(基于分区电价)。

表 1 IEC 62325 系列标准的最新状态  
Table 1 Latest status of IEC 62325 standards

标准名称	内容	状态	标准	内容	状态
IEC 62325-301	公共信息模型	最终国际标准 版草案(FDIS)	IEC 62325-452-4	美国式市场容量市场子集	
IEC 62325-351	欧洲式市场子集	委员会草案 投票版(CDV)	IEC 62325-551-1	欧洲式市场信息交互确认子集应用	
IEC 62325-352	美国式市场子集		IEC 62325-551-2	欧洲式市场计划子集应用	
IEC 62325-450	子集与场景建模规则	FDIS	IEC 62325-551-3	欧洲式市场结算子集应用	
IEC 62325-451-1	欧洲式市场信息交互确认子集	FDIS	IEC 62325-551-4	欧洲式市场输电容量分配子集应用	
IEC 62325-451-2	欧洲式市场计划子集	CDV	IEC 62325-551-5	欧洲式市场备用资源安排子集应用	
IEC 62325-451-3	欧洲式市场结算子集	CDV	IEC 62325-552-1	美国式市场日前市场子集应用	
IEC 62325-451-4	欧洲式市场输电容量分配子集	CDV	IEC 62325-552-2	美国式市场实时市场子集应用	
IEC 62325-451-5	欧洲式市场备用资源安排子集	CDV	IEC 62325-552-3	美国式市场金融输电权市场子集应用	
IEC 62325-452-1	美国式市场日前市场子集		IEC 62325-552-4	美国式市场容量市场子集应用	
IEC 62325-452-2	美国式市场实时市场子集		IEC 62325-550-1	欧洲式市场通用建模语言(UML)/可扩展标 记语言(XML)模式定义(XSD)转换规则	
IEC 62325-452-3	美国式市场金融输电权市场子集		IEC 62325-550-2	美国式市场 UML/XSD 转换规则	

IEC 62325-451 第 1 至 6 部分分别定义了欧洲式市场的主要业务子集,包括信息交互确认子集、计划编制子集、结算子集、输电容量分配子集、备用资源安排子集、信息发布子集;IEC 62325-452 第 1 至 4 部分,则定义了美国式电力市场的主要业务子集,包括日前市场子集、实时市场子集、金融输电权市场子集、容量市场子集。

IEC 62325-551 第 1 至 5 部分,定义了欧洲式市场主要业务中的信息交互文件,包括信息交互确认子集应用、计划子集应用、结算子集应用、输电容量分配子集应用、备用资源安排子集应用。将来还会发布信息发布子集应用;IEC 62325-552 第 1 至 4 部分定义了美国式市场主要业务中的信息交互文件,

包括日前市场子集应用、实时市场子集应用、金融输电权市场子集应用,以及容量市场子集应用。

IEC 62325 第 450 部分定义了从 IEC 62325-301 到 IEC 62325-351 和 IEC 62325-352 市场子集,以及 IEC 62325-351 到 IEC 62325-451 第 1 至 5 部分、IEC 62325-352 到 IEC 62325-452 第 1 至 4 部分业务场景子集的建模与转换规则。

IEC 62325 第 550-1 部分定义了从 IEC 62325-451 第 1 至第 5 部分到 IEC 62325-551 第 1 至第 5 部分的转换规则;IEC 62325-550 第 2 部分定义了从 IEC 62325-452 第 1 至第 4 部分到 IEC 62325-552 第 1 至第 4 部分的转换规则。

IEC 62325 技术体系参见图 1。

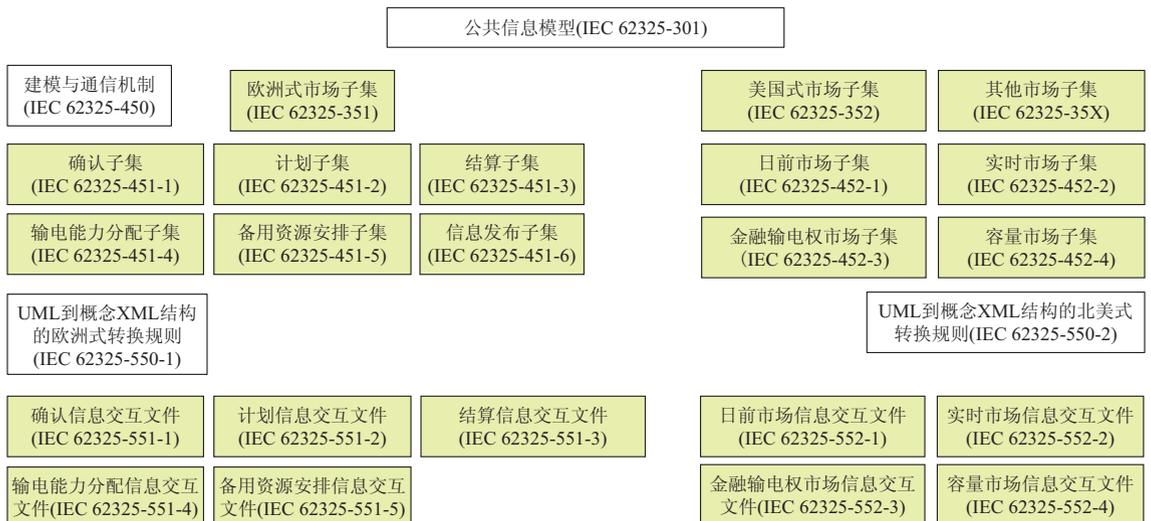


图 1 IEC 62325 技术标准体系  
Fig.1 Technical standard system of IEC 62325

IEC/TC57 WG16 与各标准化组织合作通过对国际标准的不断修订以及相关技术报告和技术规范的起草使 IEC 62325 技术得到发展,形成一个大的技术体系来满足电力市场运营的需求。

### 3.1 核心标准 IEC 62325-301

IEC 62325-301 是 IEC 62325 系列标准中的核心标准,是欧洲和美国等电力市场的 CIM,由于完整的 IEC 62325-301 的规模较大,因此将包含在 IEC 62325-301 中的对象类分成了几个逻辑包(logical packages),每个逻辑包对整个电力系统模型的某个部分进行建模。IEC 62325-301 中规定了包的基本集合,提供了电力企业内部各应用共享的市场管理功能方面的逻辑视图。

IEC 62325-301 中的对象类分为 3 个逻辑包,分别是市场公共包(Market Common Package)、市场管理包(Market Management Package),以及市场运营包(Market Operation Package)。市场管理包、市场运营包共同依赖于市场公共包,其结构如图 2 所示。

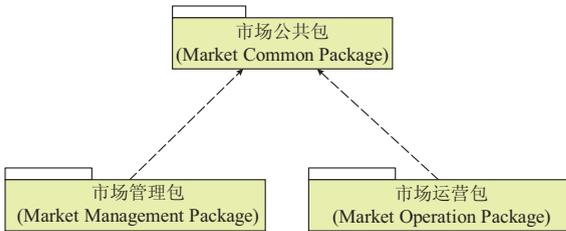


图 2 IEC 62325-301 逻辑包结构

Fig.2 Logical package structure of IEC 62325-301

1) 市场公共包描述了一个类集,涵盖了美国式市场和欧洲式市场共用的信息模型,包括市场中的市场成员、市场成员的角色、市场角色类型,以及市场中的全部注册资源(发电资源、输电资源、负荷资源等)。

2) 市场管理包描述了一个类集,由市场协议、市场文档、市场流程、时间序列、时段、点、价格、区域控制偏差费用类型等类组成。通过市场管理包中类的组合,实现欧洲式市场主要业务模型的定义,与市场公共包结合,可用于生成支持欧洲式市场运营的子集。

3) 市场运营包由一系列包组成,其中,阻塞收益权包(CongestionRevenueRights Package)定义了节点电价模式电力市场中,用于电力市场阻塞管理的金融输电权市场的相关信息;市场运行公共包(MarketOpCommon Package)定义了继承自 IEC 61970 的电力系统资源物理模型信息;市场计划包

(MarketPlan Package)定义了市场运营中市场类别、市场品种、市场轮次等信息;市场品质系统包(MarketQualitySystem Package)定义了可反映市场运行品质的主要信息;市场系统包(MarketSystem Package)定义了市场运营所需的外部输入以及输出信息;市场域包(MktDomain Package)定义了市场运营中涉及的可枚举属性的全部枚举值;市场成员接口包(ParticipantInterfaces Package)定义了市场运营中市场成员申报和交易的接口信息;引用数据包(ReferenceData Package)定义了市场运营的经济模型及静态引用数据。这些包的集合与市场公共包,以及在 IEC 61970 与 IEC 61968 中定义的 CIM 其他部分结合,可用于生成支持美国式市场运营的子集。

由于欧洲式市场业务建模更偏重于对中长期主要业务环节的定义,而美国式市场建模更偏重于对不同市场品种的市场运行过程建模,因此系列标准在 IEC 62325-301 基础上,分为 2 个分支,即欧洲式市场标准和美国式市场标准,分别支撑以双边交易为主的中长期市场运营业务环节的建模,以及日前市场、实时市场、金融输电权市场、容量市场联合运营的市场模式的建模。

### 3.2 欧洲式市场标准

欧洲式市场标准,通过对 IEC 62325-301 中包的重新集合,发展成为独立的标准,规定了某些特定应用所需模型的更具体的部分,以规范信息交换的内容。该标准主要包括 3 个部分:欧洲式市场子集 IEC 62325-351、欧洲式市场主要业务模型 IEC 62325-451 系列,以及欧洲式市场主要业务信息交互文件 IEC 62325-551 系列。

欧洲式市场建立模型的主要特点是:电力市场交易的开展基于市场成员间信息的规范化交换,以市场文档为核心,对于电力市场中每一个业务流程,给出一个特定的业务模型文档集。目前,初步形成了以下主要业务模型文档(分别对应建立了一类标准),结合业务需要,后续可能进一步扩展。

1) 确认流程(Acknowledgment Process):用于从业务职能以及技术上同时对基于合约化信息交换的文档进行确认。

2) 计划流程(Scheduling Process):描述了与计划相关的信息交换方法,包括发电计划、负荷计划、双边交易计划、电力交换交易计划等。

3) 结算流程(Settlement Process):描述了如何交换电力市场结算必需的信息,即计划电量与实际

表计电量间的比较。

4) 输电能力分配与指定流程 (Transmission Capacity Allocation and Nomination Process): 描述了跨区域交易的显式与隐式传输容量拍卖, 包括输电电权的二级市场, 即输电权的转让。

5) 备用资源安排流程 (Reserve Resource Process): 描述了安排备用的方式, 即编制发电机组与可调度负荷计划、拍卖容量, 特别是用以平衡的起三级备用作用的系统运行流程。

6) 信息发布流程: 描述了市场交易中信息发布的流程。

7) 其他流程等: 在标准体系中预留了标准号, 以便启动相关标准制定。

### 3.3 美国式市场标准

美国式市场子集基于 IEC 标准, 规范信息交换的内容。IEC 62325 提供美国式市场子集规范, 以支持美国式市场, 主要包括 3 个部分: 美国式市场子集 IEC 62325-352、美国式电力市场主要业务模型 IEC 62325-452 系列, 以及美国式市场主要业务信息交互文件 IEC 62325-552 系列。

图 3 显示了一个典型的美国式市场运营的软件系统。市场运营机构也被称为 RTO 或者 ISO。这个系统被划分如图 3 所示。

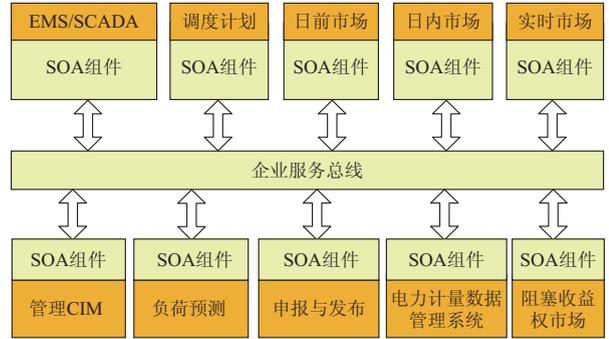


图 3 美国式市场的市场运营软件系统  
Fig.3 Market operator software systems for the United-States-style electricity markets

### 3.4 示例说明

在基于节点边际电价的美国式市场中, 买卖双方申报的内容包括量价组合以及与市场成员的申报产品供应能力相关的技术数据, 电价和电量由市场运营方在满足网络与资源约束的条件下出清。

在 IEC 62325-301 中, 定义了市场成员接口包, 基于市场成员在申报中的主要业务关联关系, 建立相关的类, 并通过类间的关联关系描述业务对象间的关联。

图 4 显示了竞价模型 (Bid/Offer Model) 的类和关联。

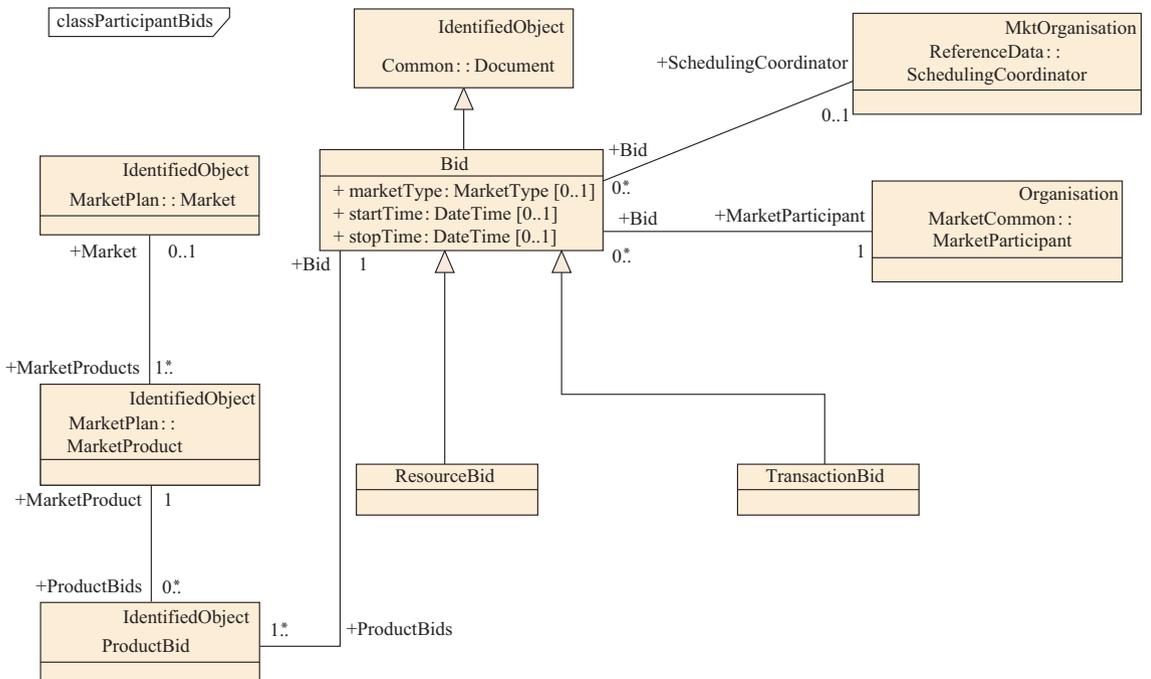


图 4 基于节点边际电价的美国式市场申报类定义  
Fig.4 Bid definition for the United-States-style electricity markets based on locational marginal price

申报 (Bids) 类是一个继承自 IEC 61968 包的文档 (Document) 类的子类。申报可进一步分为资源

申报与交易申报。资源申报 (ResourceBid) 类是基于物理的 (或虚拟的) 资源, 这些资源是在 RTO 覆

盖范围内,并由 RTO 直接运行控制。交易申报 (TransactionBid)类是在市场成员间达成的双边协议,这些协议报送给 RTO,并在市场出清中作为约束予以考虑。RTO 在保证系统可靠性标准的情况下,决定双边协议是否能够完成。

计划协调者 (SchedulingCoordinator) 对象和 Bids 对象有关联,SchedulingCoordinator 对象为市场成员提交 Bids 对象,正如 Bids 类与 SchedulingCoordinator 类间的关联关系所示。Bids 与 SchedulingCoordinator 类之间的关联关系是非强制性的、可选的,而 Bids 类与市场成员 (MarketParticipant)类间的关联关系则是必选的。

也就是说,在本模型中,尽管与 Bids 类的 2 个关联关系是可选的,但当其中 1 个或者 2 个被包含在子集中时,至少有一个关联关系是必须的。

Bids 类与产品申报 (ProductBid)类以及市场申报 (MarketProduct)类有关联。这些关联被用于电能与辅助服务申报建模。Bids 类与市场 (Market)类间的关联则表示申报将参与哪一个市场(日前、实时等)。

图 5 显示了 Bids 类的更详细的信息,主要建立申报计划建模所需的类和关联关系,SchedulingCoordinator 对象可以一次提交在市场时间区间内多个时段合格的申报信息。

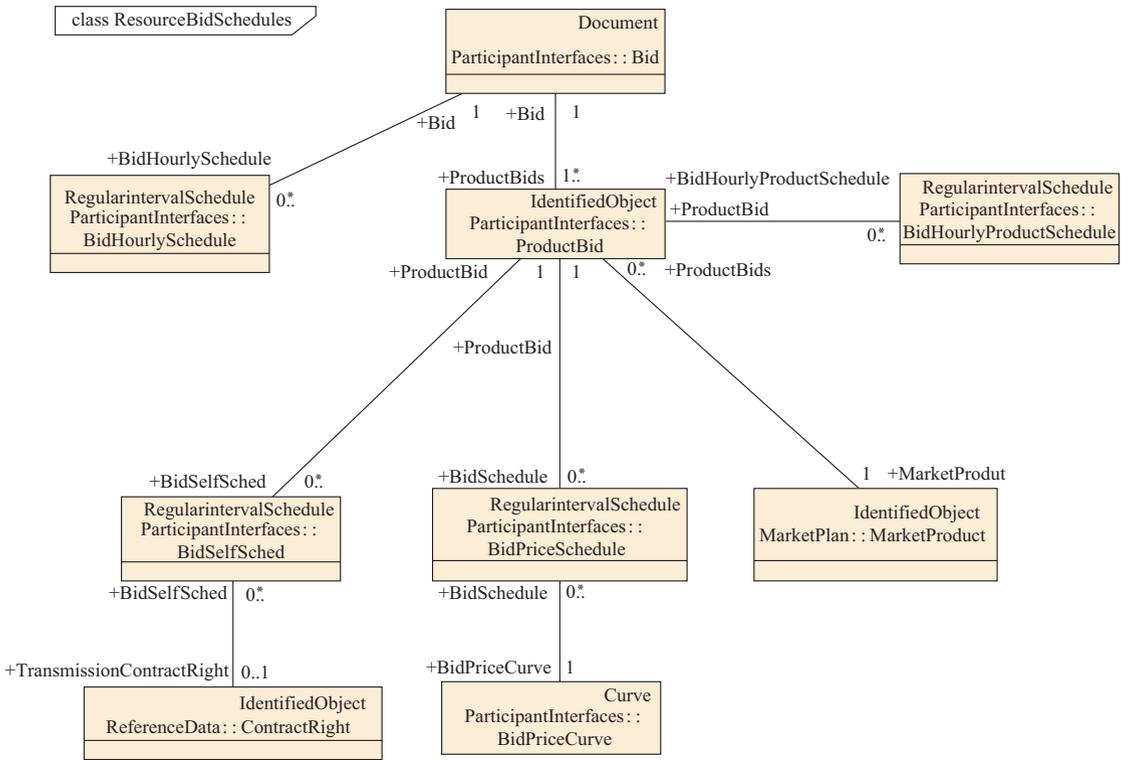


图 5 基于节点边际电价的美国式电力市场资源申报计划定义

Fig.5 Resource bid schedules definition for the United-States-style electricity markets based on locational marginal price

Bids 类与 ProductBid 类之间有关联, ProductBid 类进而与价格计划申报 (BidPriceSchedule)类关联。BidPriceSchedule 类定义了申报计划,使得产品申报在不同的时间间隔使用指定的申报价格曲线,这使得变时间尺度(多时间跨度)申报的建模得到简化。价格曲线申报 (BidPriceCurve)类用于描述申报价格曲线,即机组出力和价格关系。小时计划申报 (BidHourlySchedule)类用于描述小时级申报相关的参数,与市场产品无关。小时产品计划申报 (BidHourlyProductSchedule)类用于描述某个市场

产品小时级申报相关的参数。

申报也可以用于自计划,这意味着市场成员按照一个特定的(例如最小方式)计划运营资源。在满足系统可靠性要求情况下,市场运营方决定这个资源是否能以提出的自计划方式运行。这些自计划以市场出清形成的节点边际电价结算。为支持自计划的建模, Bids 类与 ProductBid 类有关联, ProductBid 类与自计划申报 (BidSelfSched)类有关联, BidSelfSched 类与合同 (ContractRight)类有关联,其中, ContractRight 类可被用于 BidSelfSched 类的合同建模。

## 4 应用情况

### 4.1 国外情况

目前,IEC 62325 系列标准已经在欧洲电力市场运营中得到初步应用。欧洲输电运营商联盟(ENTSO-E)已经组织开展了2次互操作实验,分别针对 IEC 62325-451-1 和 IEC 62325-451-2,以及 IEC 62325-451 第3至第5部分开展了测试。测试主要包括以下几部分内容。

1) 良构性检测(well-formedness check)。针对 XML 文件的语法正确性检查。

2) 良构性深度检测(validity check)。在通过良构性检测基础上,根据文档类型定义(Document Type Definition)版本或指定可扩展标记语言架构(XML Schema)进行深度校验。

3) 正确性检测(correction check)。对文件内容的正确性进行检查。

4) 正确性深度检测(validity check)。对文件内容正确性进行深度校验。

5) 转换度检测(transformation),对从 ENTSO-E XML 实例向 IEC XML 实例转换的正确性进行检查。

第1次互操作实验针对 IEC 62325-451-1 和

IEC 62325-451-2 开展,其中 IEC 62325-451-1 的 XML 实例,由以下单位提供:希腊输电运营商(Greek TSO)ADMIE、市场管理系统(MMS)软件提供商 Alstom Grid、克罗地亚输电运营商(Croatian TSO)HEP-Operator、匈牙利输电运营商(Hungarian TSO) MAVIR、波兰输电运营商(Polish TSO)PSE-Operator、西班牙输电运营商(Spanish TSO)REE,以及法国输电运营商(French TSO)RTE。IEC 62325-451-1 的互操作实验主要针对信息交互确认这一业务场景,测试结果如表2所示。表中“√”表示测试通过,“×”表示未通过,“-”表示未开展(后文与此相同)。

IEC 62325-451-2 的 XML 实例由以下单位提供: Alstom Grid, HEP-Operator, MAVIR, REE, RTE。IEC 62325-451-2 的互操作实验主要针对计划业务场景,测试结果如表3所示。

第2次互操作实验针对 IEC 62325-451 第3至5部分开展,其 XML 实例,由以下单位提供:瑞士输电运营商(Swiss TSO)Swiss grid、SCADA/EMS/MMS 软件供应商 Alstom Grid 和 RTE。其互操作实验主要针对结算、输电容量分配、备用资源安排等业务场景,测试结果如表4所示。

表2 针对信息交互确认的测试结果  
Table 2 Tested results for information exchange conformation

参加单位	ENTSO-E XML 实例					IEC XML 实例			
	良构性	良构性深度校验	正确性	正确性深度校验	转换度检测	良构性	良构性深度校验	正确性	正确性深度校验
ADMIE	√	√	-	-	√	√	√	-	-
Alstom Grid	√	√	-	-	√	√	√	-	-
HEP-Operator	√	√	-	-	√	√	√	-	-
MAVIR	√	√	-	-	√	√	√	-	-
PSE-Operator	√	√	-	-	√	√	√	-	-
REE	√	√	-	-	√	√	√	-	-
RTE	√	√	-	-	√	√	√	-	-

表3 针对计划的测试结果  
Table 3 Tested results for scheduler

参加单位	ENTSO-E XML 实例					IEC XML 实例			
	良构性	良构性深度校验	正确性	正确性深度校验	转换度检测	良构性	良构性深度校验	正确性	正确性深度校验
Alstom Grid	√	√	-	-	√	√	√	-	-
HEP-Operator	√	×	-	-	√	√	√	-	-
MAVIR	√	×	-	-	√	√	√	-	-
REE	√	×	-	-	√	√	√	-	-
RTE	√	×	-	-	√	√	√	-	-

表4 针对结算、输电容量分配、备用资源安排的测试结果  
Table 4 Tested results for settlement, transmission capacity allocation, backup resources arrangement

参加单位	ENTSO-E XML 实例					IEC XML 实例			
	良构性	良构性深度校验	正确性	正确性深度校验	转换度检测	良构性	良构性深度校验	正确性	正确性深度校验
Swiss Grid	√	√	-	-	√	√	√	-	-
RTE	√	×	-	-	√	√	√	-	-
Alstom Grid	√	×	-	-	√	√	×	-	-

## 4.2 国内情况

针对 IEC 62325, 目前中国已开展相关标准转化工作, 主要工作包括以下几个方面。

1) 基于 IEC 62325-301, 完成了行业标准的编制, 并已启动 IEC 62325-351 和 IEC 62325-352 行业标准的编制工作。

2) 在继承 IEC 62325-301 的基础上, 针对中国市场分级运营、多方合同、结算等中国电力市场特点, 进行扩展, 形成国家电网公司企业标准《电力市场交易运营系统业务数据建模标准》, 以此为基础, 编制了国家电网公司企业标准《电力市场交易运营系统标准数据模型》。

3) 《电力市场交易运营系统标准数据模型》企业标准在国家电网公司统一推广的全国统一电力市场交易平台中得到应用, 其模型包括电力用户与发电企业直接交易在内的交易、合同、计划、结算、信息发布等电力市场运营基本业务。

## 5 适用性分析

中国电力市场运营与国外有所差异, 目前基本以年度、月度等长时间周期开展电能交易, 但随着电力市场化改革的推进, 日前和实时市场等可能逐步开展, 国外成熟运营的电力市场运营经验和标准对于中国电力市场业务体系的完善具有帮助。主要体现为以下方面。

1) 由于欧洲电力市场目前的趋势是朝着统一互联方向发展, 因此标准中的欧洲式市场部分系列标准, 主要针对双边交易, 覆盖了成员、合同、计划、结算等中长期运营实际业务的信息交互标准。由于其与中国现行的统一市场运营模式和业务类似, 因此对于中国现在的电力交易运营具有重要借鉴作用和参考意义。

2) 由于美国电力市场运营更关注电力资源集中优化, 标准中的美国式市场部分系列标准, 以日前和实时市场为主, 覆盖了日前市场、实时市场、金融输电权市场、容量市场等多品种联合运营的业务, 对于中国电力市场未来发展具有借鉴作用。

3) 在中国电力市场改革推进的背景下, 及时了解国际标准, 进而了解国外成熟电力市场运营经验, 对于更好地融入国际标准化组织, 并将一些针对中国电力市场特点进行的信息模型扩展纳入国际标准, 具有重要意义。

从目前来看, IEC 62325 标准体系, 如果要在中国市场运营中得到良好应用, 还需要在以下几个方面进一步开展工作。

1) 目前欧洲统一运营电力市场, 以及美国电力市场, 均为平级市场间信息交互, 而中国现行市场体系为分级市场, 不同市场间存在层级关系, 需要在 IEC 62325-351 和 IEC 62325-352 的基础上, 进一步扩充, 建立市场间的层级关系。

2) 目前的模型中缺少对于多方合同、电量计划等中国市场运营核心业务的信息描述, 标准如果要实现在中国电力市场运营中的实际应用, 还需要进行扩展。

从实际执行情况来看, 针对国际标准进行扩展有以下 2 种方式。

1) 继承 IEC 62325-301, 并在此基础上, 结合中国电力市场特点进行扩展, 形成新的标准。

2) 提出 IEC 62325-301 的扩展需求, 积极与国际标准化组织沟通, 将其纳入 IEC 62325-301 中, 在此基础上, 进一步建立有别于美国式市场和欧洲式市场的新的分支, 如 IEC 62325-353 系列、IEC 62325-453 系列、IEC 62325-553 系列等, 以适用于以中国模式为代表的正处于渐进化推进中的电力市场运营模式。

考虑到系列标准体系化, 以及标准的特点, 无疑第 2 种方式更为科学, 但难度也更大, 其实现需要针对欧洲式市场模型或美国式市场模型分支, 开展深入研究。

## 6 结语

本文对电力市场国际标准 IEC 62325 的最新进展进行了介绍和分析, 包括 IEC 62325 的形成过程、标准架构以及标准的应用情况, 有助于读者全面了解 IEC 62325 及其最新进展, 理解并正确使用 IEC 62325 系列标准, 以便在国内智能电网、电力市场运营建设中, 借鉴国外的有益经验。

## 参考文献

- [1] 张慎明, 刘国定. IEC 61970 标准系列简介[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(14): 1-6.  
ZHANG Shenming, LIU Guoding. Introduction of standard IEC 61970 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(14): 1-6.
- [2] 曹阳, 姚建国, 杨胜春, 等. 智能电网核心标准 IEC 61970 最新进展[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(17): 1-4.  
CAO Yang, YAO Jianguo, YANG Shengchun, et al. Latest advancement of smart grid core standard IEC 61970 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(17): 1-4.
- [3] IEC 62325-301-2014 Framework for energy market communications-Part 301: common information model (CIM) extensions for markets[S]. 2014.

(下转第 81 页 continued on page 81)

郑亚先(1982—),男,通信作者,硕士,高级工程师, SAC/TC82 电力市场工作组秘书,主要研究方向:电力系统标准化、电力市场运营。E-mail: zhengyaxian@epri.sgcc.com.cn

杨争林(1974—),男,博士,研究员级高级工程师, SAC/TC82 电力市场工作组副组长,主要研究方向:电力系统自动

化、电力市场运营、电力系统标准化。E-mail: yangzhenglin@epri.sgcc.com.cn

薛必克(1977—),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:电力系统自动化、电力市场运营、电力系统标准化。E-mail: xuebike@epri.sgcc.com.cn

(编辑 顾晓荣)

## Latest Development of International Electricity Market Standards IEC 62325

ZHENG Yaxian<sup>1</sup>, YANG Zhenglin<sup>1</sup>, XUE Bike<sup>1</sup>, ZHANG Xian<sup>2</sup>, GENG Jian<sup>1</sup>, SHI Xinhong<sup>1</sup>

(1. China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China;

2. Power Exchange Center of State Grid Corporation of China, Beijing 100031, China)

**Abstract:** As the international standards in the field of electricity markets, IEC 62325 have defined the common standards for information modeling within the market management system (MMS) and the information exchange between the energy management system (EMS) and MMS, laying the foundation of “unified standards, unified models, interconnecting and open” pattern for the MMS system and EMS system. The background and formation process of standards IEC 62325, and the two main market patterns, the United-States-style electricity market and the Europe-style electricity market, are analyzed. The architectures of IEC 62325 standards are described with the latest development and application.

This work is supported by State Grid Coporation of China (No. DZN17201300045).

**Key words:** IEC 62325; international standards; trade standards; common information model (CIM); IEC 61970