

[市场分析]

秘鲁电力市场模式及其对我国电力市场建设的启示

文/华北电力大学电气与电子工程学院 许 通

秘鲁电力市场主要包含基于成本型电力库的发电侧现货市场和基于电力购售合约的长期合约市场。近年来，秘鲁电力市场运行平稳，有效地促进了秘鲁经济社会的快速发展，对我国电力市场建设具有一定的借鉴意义。

1990年起，秘鲁在世界银行的推动下进行了经济转型和私有化的进程。1992年，《电力特许经营权法》（Electricity Concessions Law, LCE）颁布，要求发电、输电、配电和售电分开经营，建立了电力市场自由竞争机制和电力价格自由浮动机制。自此，秘鲁开启了电力市场化改革的进程。

秘鲁电力行业概况

秘鲁位于南美洲西部，国土面积128.5万km²，人口3 177万，人均GDP为6 200美元。秘鲁水力资源丰富但分布不均衡，矿业、渔业资源丰富，为传统农渔矿业国家。

秘鲁的电力装机主要集中在中部区域，约占总装机的70%，南部及北部电力装机相对较弱。在改革之初，秘鲁水电装机容量占比高达80%，并在2001年达到84.73%的最高占比。截至2019年底，秘鲁全国电力系统总有效装机容量约为1 511万kW。其中，水电占比为36.6%，火电占比为60.5%，太阳能发电占比为0.8%，风电占比为2.1%。2019年，秘鲁全国总发电量约为574亿kW·h。其中，水电占比为56.6%，火电占比为40.6%，太阳能发电占比为0.6%，风电占比为2.2%。

秘鲁的电力需求增长与GDP增长密切相关。

2001—2016年，由于秘鲁建筑、矿业和出口推动经济快速增长，电力需求表现出强劲的增长态势。除2009年受全球金融危机影响导致电量需求增长率为1%外，其他年份均在5%~10%。2016年至今，由于秘鲁矿石等出口不旺，电力需求增长趋缓，导致电力出现过剩。秘鲁社会发展不均衡，仅有66%的人口获得电力，剩余160万户家庭无电力供应。国际能源署预计，随着拉美经济发展和人口的膨胀，2017—2030年间，拉美地区的用电需求将翻一番。

除了几个孤立的农村地区之外，秘鲁国家电网（The National Electricity Interconnected System, SEIN）覆盖了几乎整个国土范围。全国输变线路总长28 536 km，主要集中在电力装机较多的中部地区，南部和北部相对较弱。SEIN的主要阻塞发生于中部和南部地区之间的互连，而中部地区发生阻塞的概率较小。因此，政府鼓励在南部地区进行电力投资。

秘鲁电力行业组织架构

秘鲁电力行业的管理机构由能源和矿产部、能矿监管总局、国家电网经济运行委员会组成，各机构各司其职，共同维持电力市场的正常运转。消费者监督保护机构和环境评估监督机构也会在各自领域对电力行业进行监督。如图1所示。

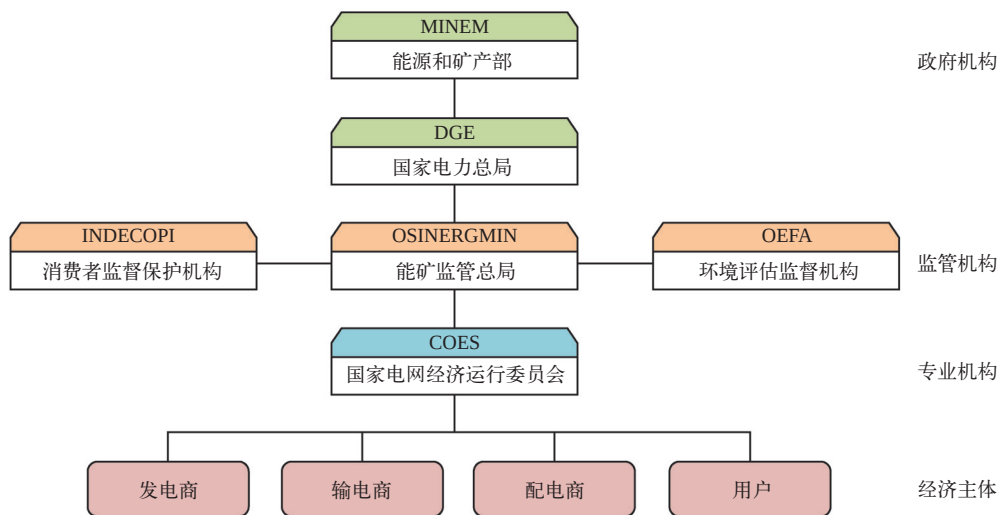


图1 秘鲁电力行业组织架构

秘鲁电力市场模式

秘鲁电力市场分为现货市场和长期合约市场两部分，配电商和非管制用户通过长期合约市场与发电商签订购售电合约，覆盖全部用电需求。为满足所签的购售电合约，发电商需要在现货市场上进行交易。现货市场以成本型电力库的形式开展，另配有容量补偿机制以帮助发电商回收固定成本。电量电价由现货市场交易形成，容量电价实行政府定价机制，共同构成发电侧的“两部制”电价。如图2所示。

1. 长期合约市场

发电商与非管制用户之间通过谈判定价的方式签订电力购售合约（PPA）。对于管制用户，由配电商代其购电。法律要求，配电商与发电商应签署PPA，以确保未来10~15年的电力供应。长期合约市场上可签的PPA有以下4种。

1) 发电商与非管制用户之间通过谈判定价的方式签订长期电力购售合约（PPA）。

2) 配电商与发电商签署双边协议，容量电价执行国家能矿监管总局（OSINERGMIN）确定的价格，每年更新一次，电量电价不超过OSINERGMIN确定的参考价格。

3) 配电商与OSINERGMIN沟通后发布电力需求招标，发电商响应投标，由OSINERGMIN监督招标流程，投标人必须是新建电站。

4) 国有配电商向私人投资促进局（PROINVERSION）提出电力需求，由私人投资促进署组织招标，投标人必须是新建电站。

在签署PPA的情况下，发电商需要在接入节点以该节点的现货市场电价出售所有的电量，在PPA中规定的送电节点以该节点的现货市场电价购买PPA中约定的电量，以此来履行供电义务。如图3所示。

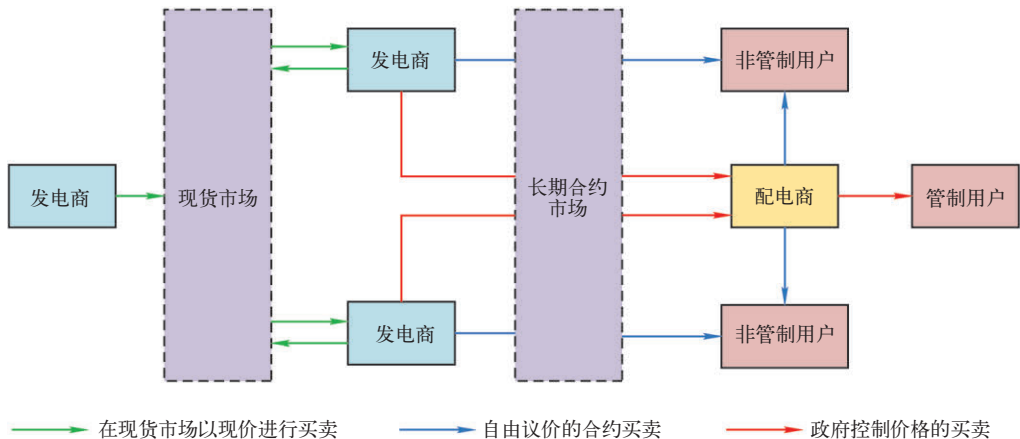


图2 秘鲁电力市场模式

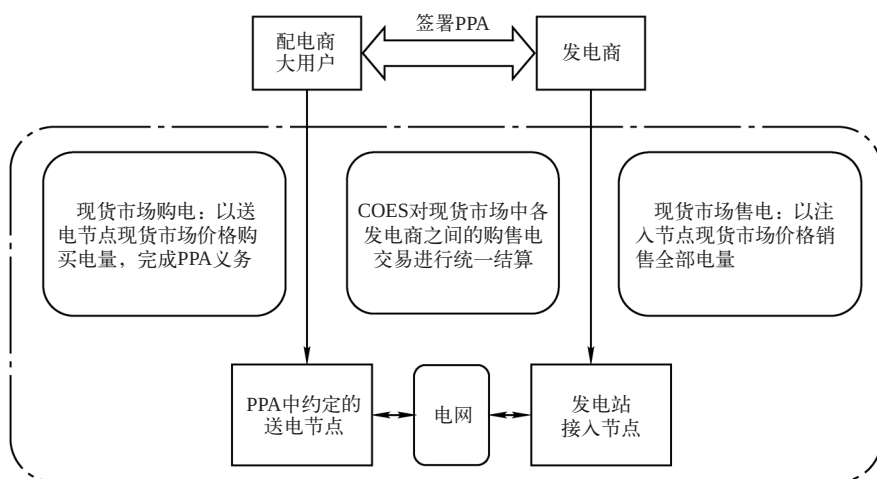


图3 PPA售电模式

2. 发电侧现货市场

作为国家电网经济运行委员会（COES）会员的发电商，可在现货市场相互交易。COES负责调度发电机组，管理现货市场，组织各发电商之间的交易。

COES调度发电机组的目标是以最低的可变成本满足用电需求。按照边际成本从低到高依次上网的规则，通常电网调度的优先级顺序依次为：径流式水电站、小库容水库式水电站、风电和光电、煤电、燃气电站及大库容水库式水电站、液化天然气电站和柴油电站。

电力现货市场采用基于发电边际成本的安全约束经济调度模型进行出清，并采用多节点（Mult-node）电价，每15 min更新一次。一般情况下，各节点电价不同，其差异反映了网损和阻塞情况，电力供应短缺地区的节点电价一般要比电力供应富余地区的节点电价稍高。在秘鲁电力市场中，水电装机远不能满足用电需求，系统中的最后一台并网机组大多是燃气机组，因此电力现货市场的价格受天然气价格影响较大。

秘鲁电力现货市场为成本型电力库，为保障发电商获取合理收益，配电商或用户不得通过现货市场购电，其全部用电需求均由PPA覆盖。因此，现货市场中的购售电双方均为发电商。一方面，发电商需要在接入节点以该节点电价出售全部电力，获得发电收入；另一方面，为了履行PPA中约定的供电义务，发电商需要在约定的送电节点以该节点电价购入合约电力。本质上说，秘鲁电力现货市场是一个发电权交易市场，发电商在电力现货市场中是在代理用户买电。

对我国电力市场建设的启示

我国经济不断发展，用电需求增长大幅波动和区域经济非均衡发展相结合，容易导致电力供需状态周期性变化，给能源供应安全带来很大风险。秘鲁近几年负荷增长迅速，电力市场发展与国家经济发展相适应，且市场运行平稳，对我国部分省份电力市场建设具有较大的借鉴意义。

秘鲁电力现货市场采用基于集中优化调度的短期边际成本定价机制，保证了系统用电成本最低，有利于提高水电资源的利用效率。为帮助系统边际机组回收固定成本，秘鲁实行两部制发电价格机制，容量电价和可靠容量机制由政府制定。秘鲁通过长期合约市场来保障未来电力供应，既保障了居民、中小型工商业等管制用户的低价供电，又通过发电商与非管制大用户的双边交易，保障了市场的有效竞争和灵活性。

我国许多省份（如贵州、云南等）电源结构为水火互济，与秘鲁电源结构相似性较高。这些省份承担着西电东送的任务，在负荷高峰期电力供应紧张，在负荷低谷期电力较为富余，电力供需状态周期性变化。同时，这些省份的电力需求结构中，高耗能企业占比大，其对电价波动的承受能力较弱，与秘鲁以工矿业为主的需求结构相似。因此，为保障水电资源的充分利用，帮助火电回收固定成本，并保证安全稳定的电力供应，建议我国部分省份参照秘鲁基于成本的全电量集中优化的现货市场模式，辅之容量补偿机制，并通过电力购售合约覆盖全部需求。EA

（收稿日期：2020.02.08）

（编辑：朱金凤）