

电力市场改革的印度样本

睿博能源智库

1. 印度电力市场现状

1.1. 监管框架

印度电力管理机构主要有中央、5个地区电力局和18个邦电力局三级，印度电力部于1992年7月成立，中央电力局成立于1951年，1975年成为独立机构。地区电力局主要负责电网的运行，不参与电力项目建设，邦电力局负责邦的发电、送配电。中央电力企业由国家热电公司、国家水电公司、核电力公司和印度高压电网有限公司组成。

与美国类似，印度中央政府负责电力批发市场监管，地方政府负责配电市场和零售市场的监管。所有配电资产属于各邦所有，发电资产则由联邦、邦政府和私有资产共同持有。其中私人资产约占45%，其中绝大部分为可再生能源资产。所有煤电资产均为各邦政府所有。

印度电力部门的特点是价值链各个环节，即发电，输电，交易和配售的参与者众多。现有600多个发电站，30多个输电业务许可证持有者，70多个配售许可证持有者，2个电力交易所，40多个交易许可证持有者，调度系统包括全国调度中心，五个地区调度中心以及29个邦各自的调度中心。

1.2. 电源组成

截至 2018 年，印度全国发电总装机容量为 344 GW。其中，热电占 64.8%（包括煤 57%，天然气 7.2%和柴油发电 0.6%），水电占 13.16%，可再生能源 69 GW，占 20.01%，其中，风电和太阳能分别为 34 GW 和 21.65 GW。其余还包括小水电，生物质，垃圾发电等。

印度政府可再生能源装机容量的目标是 2022 年，达到 175 GW，其中包括太阳能 100GW，风力发电 60 GW，生物电力 10 GW，小型水电 5 GW。

1.3. 购电合同

印度发电市场中，大多数发电商与配售电公司签订长期电力购买协议（最长 25 年），其余为中期合同（最长 5 年）和短期合同（最长 1 年）。长期交易占总电力交易的份额为 87%，另外，双边交易占 7%，通过交易中心的交易占 4%，DSM 占 2%。

大多数合同为实物合同，并且在目前的基础上，根据长期合同自行安排调度。提前一天调度的近 90%基于这种自我调度原则。在提前一天的时间安排之后，通常通过偏差结算机制（DSM）和辅助服务（AS）机制来管理日内能源需求以及系统不平衡。此外，电力交易所也在日内能源市场（基于持续交易）运营。

2. 印度电力市场化改革进程

在过去的几十年里，印度政府一直在电力行业实施广泛的改革，目标是为所有公民提供可靠的、负担得起和清洁的电力。其电力市场化改革始于 2017 年，改革框架分为以下几步：

第一步，印度中央能源监管委员会联合其他研究机构，在学习欧洲和美国电力批发市场实践，并结合印度实际情况基础上，开展了电力批发市场建设路线图研究项目，在此基础上，形成了电力市场讨论文件稿，并广泛征求利益相关者意见；

第二步，出台监管意见草稿；

第三步，针对电力现货市场运行举行听证会；

第四步，出台最终的监管意见。

2018 年，印度中央电力监管委员会（CERC）提出了几项关于电力行业批发市场改革的建议，第一个提议是实时市场（RTM），它将为市场参与者创造一个交易电能量并在接近交付时更正其报价的平台。目前，电力交易

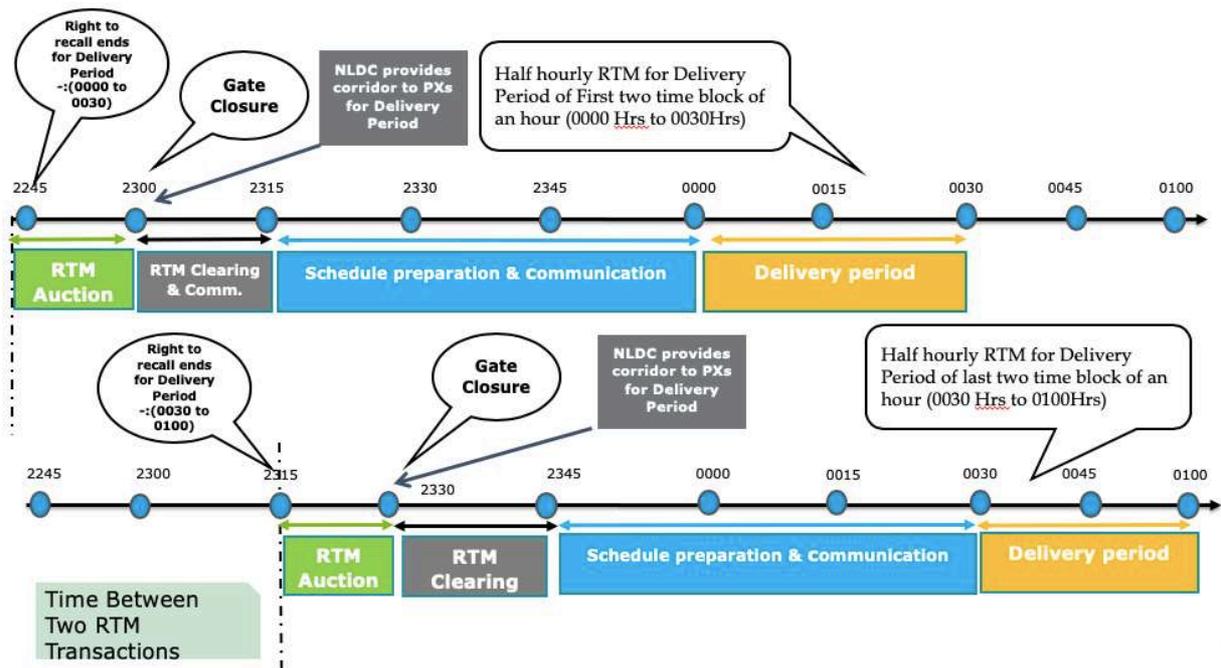
所有一个持续交易的日内市场，但流动性极低，并且没有其他途径可以管理更接近交付的能源不平衡。买家和卖家在很大程度上依赖于电能交易的“系统不平衡”管理机制，因此有必要为他们提供其他途径，特别是在电网中可再生能源渗透率很高时。

3. 印度实时电力市场计划（RTM）

CERC 已经公布了若干法规的修订草案，这将有助于实施电力实时市场 RTM。RTM 的解释性备忘录要点是：

- 半小时市场，价格统一，封闭式双边拍卖。参与者将提交两个 15 分钟的时间段的出价/报价。
- 引入关门的概念。在 RTM 拍卖结束后，买家和卖家不能在 30 分钟的交货期内更改他们的报价。一些利益相关者反对关门机制，因为限制了他们现有的“召回”自我调度发电机更接近交付的权利。
- 基于发电合同，如果发电机在 RTM 中销售的电能量超过其与配电公司所签的合同量，那么两者将平分利润。
- RTM 的结果将在物理上和财务上具有约束力，根据“偏差结算机制”（DSM）的系统不平衡机制，任何与实时调度的偏差都将而受到惩罚。
- 在 RTM 拍卖开始之前，买家和卖家仍然可以使用现有的日内市场或召回他们的自调度发电机组。一旦 RTM 拍卖开始，所有电能量交易必须通过 RTM 进行 30 分钟的交付期。

以下为电力交易时间表：



来源：CERC

CERC 将在最终确定这些修订之前邀请利益相关方和专家发表意见，他们希望明年初推出实时市场。

4. 睿博能源智库在印度

睿博能源智库（RAP）从一开始就一直与CERC密切合作，2017年，RAP与CERC同事共同撰写了研究报告，为印度的中央集中经济调度提供了基础研究。睿博能源智库还举办了几次研讨会，讨论CERC提案的关键问题，以便为调度中心，监管委员会，配电公司，发电公司，消费者权益倡导者等几个主要电力部门机构的工作人员提供支持。

睿博能源智库认为印度电力改革中的四个要素是**市场监测**，**技术**，**能力**和**工具**。市场力的检测、发现和引正，独立的市场监测。技术指的是软件、硬件和通信系统。能力指的是人员，因为电力系统运行调度传统上以工程技术人员居多，经济专业少，因此需要对人员进行能力建设和培训，以经济学思维理解和运行电力市场。工具指的是优化调度工具。

针对印度电力市场改革对煤电及可再生能源带来的影响，RAP 认为：

1. 在现有煤电机组的合同义务方面，没有任何改变，因为配售电公司将支付固定成本。但是，将能够更好地确定燃煤电厂的竞争力。昂贵的发电机组经常不会被调度，或者只要有更便宜的发电资

源，即大部分是可再生能源，就会逐渐减少火电出力。人们可以进一步深入分析这些昂贵发电机组的位置，年龄，效率等，以支持退役一些燃煤发电机组的论点。常见的假设是，国有煤电机组通常陈旧，昂贵且效率低，而新的私人煤电机组更便宜，效率更高。虽然这个假设可能不适用于中央政府拥有的燃煤电厂。

2. 没有发电合同的煤电厂将获得出售其电力并开始偿还债务的途径。虽然实时市场反映了总交易的一小部分（可能是 2-4%），但这将成为印度发电商业化的起点。此外，一旦辅助服务市场与实时市场和最终日前市场共同优化，这些发电厂可以提供不同的服务。CERC 的内部分析显示，印度大部分“受压的”煤电资产比大多数国有燃煤电厂便宜，如果他们都参与市场，可能会取代国有燃煤电厂。
3. 新煤电资产。早些时候，电力供应不具备透明化，配售电公司无法知道其他地方是否有更便宜的电力。现在，每个时间段都可以看到全国各地的发电价格，配售电公司将在内部开始评估他们与昂贵煤电厂签订的发电合同，因此，配售电公司将能够对新煤电做出更明智的判断。此外，由于印度目前处于发电产能过剩状态，这将反映在 RTM 的电能价格中，配售电公司可能不希望在不久的将来签署更新的合同。
4. 可再生能源。由于可再生能源富裕的邦无法管理高比例可再生能源，限电一直是一个主要问题。较大的平衡区域是关键目标之一，通过实时市场，可再生能源发电将受益匪浅。各邦不必担心在其小型平衡区域内实时吸收所有实时变动的可再生能源，但可以在实时市场中出售，并可能获得更高的收入。这将是可再生能源投资界的一个积极信号，可能会推动各邦超越其可再生能源配额合规目标。

我们认为，印度的电力改革进程和决策流程中有两点值得借鉴。

第一，先建立市场，统一规则，以及对所有成员，所有邦始终保持开放，是同等重要的。印度的全国性电力市场并不是强制各邦在同一时间同时运行，而是搭建好全国性平台，由各邦根据自己实际情况，自愿加入，这一点类似美国西部电力不平衡能源市场（EIM）。初期预计将有 13 或 14 个邦加入全国性电力市场平台，超过一半的邦。越来越多的邦看到加入一个大市场的好处，会主动加入。

第二，利益相关者参与过程。在改革过程中，各市场主体、利益相关者，包括专家委员会、消费者倡导者、非政府组织、学界等群体及议事流程，这些在美国都是常见的，印度从一开始就设立了相同的程序，不同组织如何参与决策流程和反映提交意见建议都是由法律规定的权利。

5. 附件

印度启动电力批发市场改革（2019年3月18日）

在过去的几十年里，印度政府一直在电力行业实施广泛的改革，目标是为所有公民提供可靠，负担得起和清洁的电力。在过去几个月中，印度中央电力监管委员会（CERC）通过一系列讨论文件阐述电力批发市场改革的提案。如果电力改革得以实施，可以通过优化现有供应侧资源（即发电和输电）的使用来帮助提高电力系统的整体效率，电力市场改革也是实现经济有效地将快速增长的可再生能源份额纳入电网的重要步骤。

印度目前的电力市场设计导致廉价资源的严重利用不足和昂贵资源的过度使用，无意中造成了“压力资产”。还产生了大量的可再生能源弃电。目前状况下，配电公司通过长期合同获得大约87%的电量，并通过短期双边交易和电力交易来获得余下的电量。此外，大多数的配电公司与发电商签订双边合同，自行安排发电计划。

在这个过程中，与一家配电公司签约的成本相对较低的发电机组可能没有运行。与此同时，如果需要额外电力，另一家配电公司无法得知这台成本较低的发电机组是否可用，有可能最终将使用与其签订合同的成本相对较高的发电机组。因此，第二家配电公司不必要地支付了更高的电力成本。在印度降低电力成本的主要障碍是无法评估该国所有可用发电机组及其边际成本。

CERC在提出全国电力市场平台方面迈出了积极的一步，该平台将为配电公司提供在自己的投资组合之外识别和购买更便宜的发电量的机会。CERC提议设立一个集中化的市场，用于日前调度和实时调度，受限于诸如发电机的物理属性（即，爬坡和降负荷能力）和输电可用性等。此外，CERC建议共同优化和同步辅助服务采购与日前和实时市场，以实现有效的电网平衡。

2017年，睿博能源智库（RAP）与CERC同事共同撰写了研究报告，为印度的中央集中经济调度提供了基础研究。睿博能源智库还举办了几次研讨会，讨论CERC提案的关键问题，以便为调度中心，监管委员会，配电公司，发电公司，消费者权益倡导者等几个主要电力部门机构的工作人员提供支持。

自2018年7月以来，CERC发布了一系列文件，包括关于日前市场，实时市场和辅助服务机制的讨论文件，以提高利益相关方对目前市场设计和拟议市场机制的利弊关注。CERC将跟进其他必要的市场建设，即金融输电权，节点边际电价以及市场监测和监督。

日前市场引入经济调度

CERC所描述的前日市场的目标是“通过调度最低成本的发电组合来满足系统负荷，同时确保电网的安全性”。如果实施得当，这将最大限度地弥补对前面所述的可用发电能力信息不足的缺点，让配电公司有机会在其投资组合之外获得更优惠的电力。在签订双边购电合同以外，发电商也能向其他买方出售电力。最重要的是，这允许市场发现系统边际电价，作为长期规划的重要依据。

目前的双边合同内容包括发电机组向买方（例如，配电公司）供电的物理和财务等方面。因此，电力调度机构被迫在双边合同安排的基础上安排发电计划，而不是基于最低成本。所以，在现有系统下，会有明知有更低成本的发电机组可用但只能发送成本较高电力的情况。

CERC提案并未建议取消现有的双边合同或禁止新的双边合同。相反，CERC建议将双边合同转换为金融合同，以便通过集中化市场发现最低发电成本的调度。现有的双边合同将有效地作为买方和卖方对冲市场出清价格波动的措施，并将通过一种称为“双边合约结算”的机制在市场外结算。

实时市场引入关闭闸门，减少对偏差结算机制的依赖

目前，大多数实时失衡都是通过偏差结算机制来管理的。但是，这种机制最适合确保电网安全，而不是以经济有效的方式平衡电网。此外，由于没有关闭闸门和提供“召回权”，使得配电公司在交付前，可向其投资组合中最多四个时间段（一小时）内的发电机组请求发电。这打破了调度计划的刚性，并限制发电商在市场上出售未被取消的盈余电量。

CERC提议建设一个实时市场，双边统一价格拍卖将在一小时前进行。该提案还引入了关闭闸门的概念，以确保调度时间表是固定的，并且一旦实时拍卖开始就无法修改。建立一个供需实时变化的全国市场，将允许在更大的平衡区域进行优化。

CERC已经修改了偏差结算机制法规，将处罚与现有日前能量市场中发现的日平均价格联系起来，而不是之前使用的行政决定处罚。这是为了阻止买家和卖家依靠电网来管理不平衡，并鼓励改进他们的日前预测和计划。实

时市场的引入为买方和卖方提供了机会来纠正接近交付时（即，提前一小时）任何不匹配的需求和供应，并且更少地依赖于偏差结算机制。

辅助服务与日前和实时市场保持一致以平衡电网

今天，印度的辅助服务市场主要包括由CERC监管的发电剩余容量，这些机组在灵活性方面可获得的信息有限，无法满足系统平衡需求。

CERC拟议的辅助服务机制允许采购“缓慢”的三级储备，在15至30分钟内响应请求。这些服务将通过与日前和实时市场的电力交易进行共同优化。监管机构可以扩展辅助服务市场，以包括将来采购的“快速”第三级服务。

拟议市场将降低成本，整合更多可再生能源

CERC迄今为止提出的改革并不足以确保全面的系统优化，但它们是朝着正确方向迈出的重要步骤。下一步，CERC已经批准了一项为期六个月的试点项目，从2019年4月1日开始，该计划对所有中央监管的跨州发电机组实施最低成本调度。国家系统运营商POSOCO将使用安全约束的经济调度优化模型实施该计划。通过该试点计划，有望体现CERC提出的各种改革的好处，也暴露出实施电力市场的可能障碍（例如，硬件，软件，控制，通讯要求和机构能力）。CERC将通过试点项目的经验和收集到的公众意见作为监管流程的一部分，以完善最终的市场提案。CERC提案 – 无论是提议的还是正在进行的（即金融输电权和节点边际定价） – 将最大限度地减少配电公司的电力采购成本，减少其整体财务亏损，提高电网效率，并支持成本优化的可再生能源并网。

www.raonline.org/blog/india-kick-starts-wholesale-market-reforms-cn/