

A series of approximately ten thin, light blue wavy lines that flow from the left side of the slide towards the right, creating a sense of movement and modern design.

电力经济学基础

-电力市场模式及交易方式

电力市场基础知识

学习内容:

电力市场改革背景

电力市场的基本概念

电力市场运营模式

电力市场交易的种类和方式

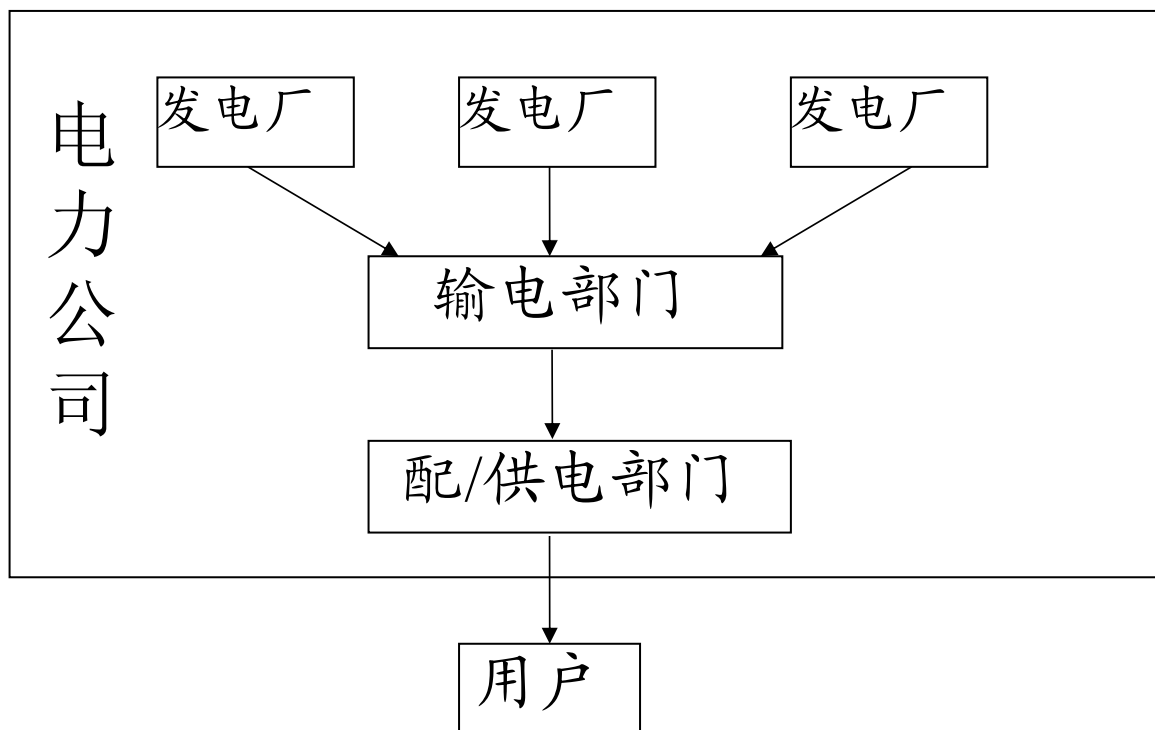
1 电力市场改革背景

1 电力市场改革背景

- ❖ 电力工业的传统组织结构
- ❖ 为什么要进行电力市场改革
- ❖ 改革的制约因素

电力工业的传统组织结构

❖ 示意图



特点：垂直一体化、垄断

电力工业的传统组织结构

❖ 垂直一体化垄断的原因

- 输配环节的规模经济造成自然垄断
 - 规模经济：生产成本随着生产规模的增大而降低。
 - 传统经济学理论
 - 现代经济学理论 —— 成本函数
 - 自然垄断：如果由一个厂商生产整个行业产出的生产总成本比由两个或两个以上厂商生产这个产出水平的生产总成本低，则这个行业是自然垄断的。
- 由于在输配环节均存在的规模经济，因此在这些环节由一家公司提供这些服务将会获得最大的经济效益，也就是自然垄断。

电力工业的传统组织结构

❖ 垂直一体化垄断的原因

- 电力工业要一体化经营的最重要的原因是为了保证发电和输电的协调。
 - 为了保证系统运行的安全性和可靠性，要求发电和输电必须保持调度上的协调。当属于一家公司时，发电厂的管理者将会无条件的服从于系统调度机构，否则将会产生高昂的交易成本，也就是说当发输电不属于同一家公司时，便不能靠命令和控制解决发输电的协调问题，而是要靠合同。合同的制定很复杂，此外合同谈判、执行以及诉讼都将产生费用。
 - 在发输电系统的发展上，一体化的运营更有利于发输电系统的统一规划。

电力工业的传统组织结构

❖ 结论:

- 输电和配电环节由于其规模经济和自然垄断性，应继续保持垄断。而发电和售电环节完全可以象其他商品一样引入竞争。
- 随着现代科技的进步，尤其是计算机技术的发展，使得发电和输电分开也具备了坚实的基础。人们可以通过制定完善的交易规则降低取代命令而产生的交易成本和系统的安全隐患，并且可以通过快速的程序化计算应付各种由于分散决策产生的突发状况，而始终保持系统的安全稳定运行。

电力工业的传统组织结构

❖ 传统结构的优点

- 促进了大型发电厂和大电网的建设
- 大部分的人都享受到了电能所带来的便利生活
- 供电可靠性不断提高
-

电力工业的传统组织结构

❖ 传统结构的缺点

- 难以鼓励电力行业实现有效运营，容易造成过度投资
- 经营风险完全转嫁给用户（新建电厂、新建线路最后都是以涨价的方式让用户承担）
- 与政府联系过于紧密，政治可能会干预电力经济的良好运行。
- 价格完全由政府控制，不能反映实际的成本水平和市场供需情况

❖ 正因为这些不可客服的缺点，经济学家建议在电力行业引入竞争机制。

为什么引入竞争

- ❖ 管制和竞争之间的主要区别在于由谁承担各种风险。风险所在就是需要提供激励加以改善之处。
- ❖ 有关的主要风险为：
 - 市场需求和价格风险；
 - 技术进步造成企业竞争力下降风险；
 - 经营决策风险等。

为什么引入竞争

	管 制	竞 争
市场需求和价格风险	若实际需求低于预测水平，将通过涨价以弥补过剩容量的成本。	容量过剩将导致价格下跌，使得企业在建电厂时必须时刻关注市场动向并灵活调整建设计划。
技术进步造成的企业竞争力下降风险	即使发明了新技术用户仍需继续为老旧技术付费	使用陈旧技术的发电商的资产将会贬值，因此将激励企业选择最好的技术
经营决策风险	管制者尽全力监督大额资金支出决策，并对有管理决策失误的企业进行事后惩罚	风险将由企业自己承担，为其失误付出代价同时也因决策正确管理得当而获利。

在管制情况下是由用户来承担各种风险，这必然导致了投资效率低、经济效率低和运营效率低等弊端。因此，在电力系统中引入竞争，已被大多数国家所接受，也是历史的必然。

改革的制约因素

❖ 改革的制约因素

- 如何解决搁浅成本
- 如何保证系统可靠性

改革的制约因素

❖ 搁浅成本的问题

- 搁浅成本：电力公司资产的市值与会计账本上记载的资产价值（账面价值）之差。
- 改革前：电价由管制机构根据“回收成本、合理收益”的原则制定，资产的市值接近账面价值。
- 改革后：价格由市场决定，若市场价格低于管制价格，原有资产的市值将贬值。

改革的制约因素

❖ 系统可靠性问题

- 短期可靠性——运行可靠性
 - 发电厂、用户：参与市场的目的是追求自身利益最大化，而不是为了保证系统的安全可靠。
 - 电网公司：虽然需要负责电网的运行，但其保证电网安全的动力仍来源于对自身利益的追逐。
 - 只有保证买卖双方的交易顺利进行，电网公司才能获得收益——电网公司有保证系统安全的动力
 - 为保证系统安全，电网公司需支出额外的成本，例如电网的建设、维护，购买辅助服务等
 - 净收益最大化时电网公司才会采取措施维护系统安全
- 长期可靠性——足够的输电网和电源投资

2 电力市场的基本概念

电力市场的基本概念

- ❖ 电力市场的定义
- ❖ 电力市场的基本特征
- ❖ 电力市场的基本要素

电力市场的定义

❖ 于尔铿《电力市场》

- 电力市场是采用法律、经济等手段，本着公平竞争、自愿互利的原则，对电力系统中发电、输电、供电、用户等各成员组织协调运行的管理机制和执行系统的总和。
 - **管理机制：** 与传统的行政命令的机制不同，主要采用法律、经济的手段进行管理。
 - **执行系统：** 包括贸易场所、计量系统、计算机系统、通信系统等。

电力市场的基本特征

❖ 基本特征：开放性、竞争性、计划性和协调性。

- 与传统的垄断的电力系统相比，电力市场具有开放性和竞争性。
- 与普通的商品市场相比，电力市场具有计划性和协作性。
 - 电力系统紧密联系，任一成员的操作，均对电力系统产生影响。要求电力市场中的电力生产、使用、交换具有计划性。
 - 由于电力系统要求随时做到供需平衡，要求电力市场中的供应者之间、供应者与用户之间相互协调。

电力市场的主体

❖ 服务性主体

❖ 交易主体

服务性主体

❖ 概念：

为了保证电力市场的公平公开、健康有序的正常运营，需要存在的中立的、不以盈利为目的的非利益主体。

❖ 包括：

电力交易机构、电力调度机构、电力监管机构

服务性主体

❖ 电力交易机构

- 负责匹配电能购买者与销售者所提交的投标和报价；负责结算中标的投标与报价。

❖ 电力调度机构

- 保证电力系统安全。通常仅拥有监视与控制电力系统所必需的计算与通信设施，但往往也兼有系统运营与最终市场运营职能。

❖ 电力监管机构

- 确保电力市场公正有效运营的政府机构。可以决定或批准电力市场规则，调查可能出现的市场力滥用情况。还可能负责设定垄断型电力企业所提供的服务与产品的价格。

交易主体

- ❖ 包括：发电公司、电网公司、配电公司、电力经销商（零售商）、经纪人和用户等。
- ❖ 发电公司
 - 以赢利为目的
 - 自主选择参与的市场类型，如电能量市场和辅助服务市场等
 - 可以采取套期保值、博弈等各种措施规避风险以获取最大化的利润。

交易主体

❖ 发电公司

- 从形成正常竞争的角度出发，参与市场竞争的发电公司数目应该适中。
 - 过少，可能出现联合、控制市场等市场力问题
 - 过多，降低市场效率
 - 适中，在一定程度上防止滥用市场力，也可以保障一定的竞争强度。
- 除竞争主体的数目合理外，还应该力求在市场中没有可以左右市场价格的占优者。（某个主体市场份额相当大）。

交易主体

❖ 电网公司：输电网的拥有者

- 职责：
 - 负责规划、建设、维护和运营在某一特定地理区域内的输电网；
 - 在仅发电侧开放的电力市场中，作为单一购买者代表用户在电力市场中购买发电公司的电能；
 - 在电力调度机构与电网公司一体化运营的电力市场中，还要为保障整个电力系统的安全运行提供服务。
- 通过收取接网费、网络服务费和阻塞管理费等手段，回收电网公司的投资和变动成本，并获取收益。

交易主体

- ❖ 由于输电网具有自然垄断性，因此电网公司的收入将受到电力监管机构的直接监管。同时，垄断性的电网公司要对所有的网络使用者提供无歧视的公平服务。

交易主体

❖ 配电公司：配电网的拥有者

- 职责：
 - 负责配电网的规划、建设和运行
 - 负责保障一定程度的电网可用性和供电可靠性
 - 在输电网开放的电力市场中，成为参与购电竞争的竞争主体
 - 在配电网开放的电力市场中，为零售商或其它区域的配电公司向本地区用户提供配电服务
- 通过向垄断的供电区域售电以及收取合理的配电服务费获取利润。

交易主体

❖ 电力经销商（零售商）

- 可以拥有或不拥有配电网络，一般不具备发电能力
- 不进行电力消费，直接面向终端的用户
- 通过买卖差价获取利润
- 只有在输电网和配电网都开放的电力市场中才可能出现。

交易主体

❖ 电力经纪人

- 不购买或出售电能及其它电力商品
- 拥有供需双方信息，仅在买卖双方进行直接撮合交易。
- 撮合的交易对象可以不同，如发电公司和配电公司，也可以是零售商和终端用户等
- 通过收取服务费获得利润
- 实际是一个小规模电力交易机构，是电力市场交易中心的竞争对手。

交易主体

❖ 用户

- 有大用户和小用户之分。
- 小用户可以向零售商购买电能。在大多数情况下，他们只能从许多零售商中挑选一个进行电力零售交易。
- 大用户往往会直接通过市场购电，参与批发电力市场竞争。

交易主体

- ❖ 在个别电力市场，还有一些其它主体，例如美国德州市场，存在“**QSE**”机构：
 - 可能自己拥有，也可能不拥有发电公司和零售商，或是拥有发电公司和零售商其中的一个。
 - 负责接收发电公司的报价和零售商的负荷需求，进行平衡后参与德州电力市场的平衡市场和辅助服务市场。
 - 在德州市场，存在40多个**QSE**。

3 电力市场运营模式

电力市场运营模式

- ❖ 电力市场运营模式的划分标准
- ❖ 不同划分标准下电力市场运营模式的介绍

电力市场运营模式

❖ 按市场开放程度划分

- 垄断模式
- 单一买方模式
- 批发竞争模式
- 零售竞争模式

❖ 按是否集中竞价划分

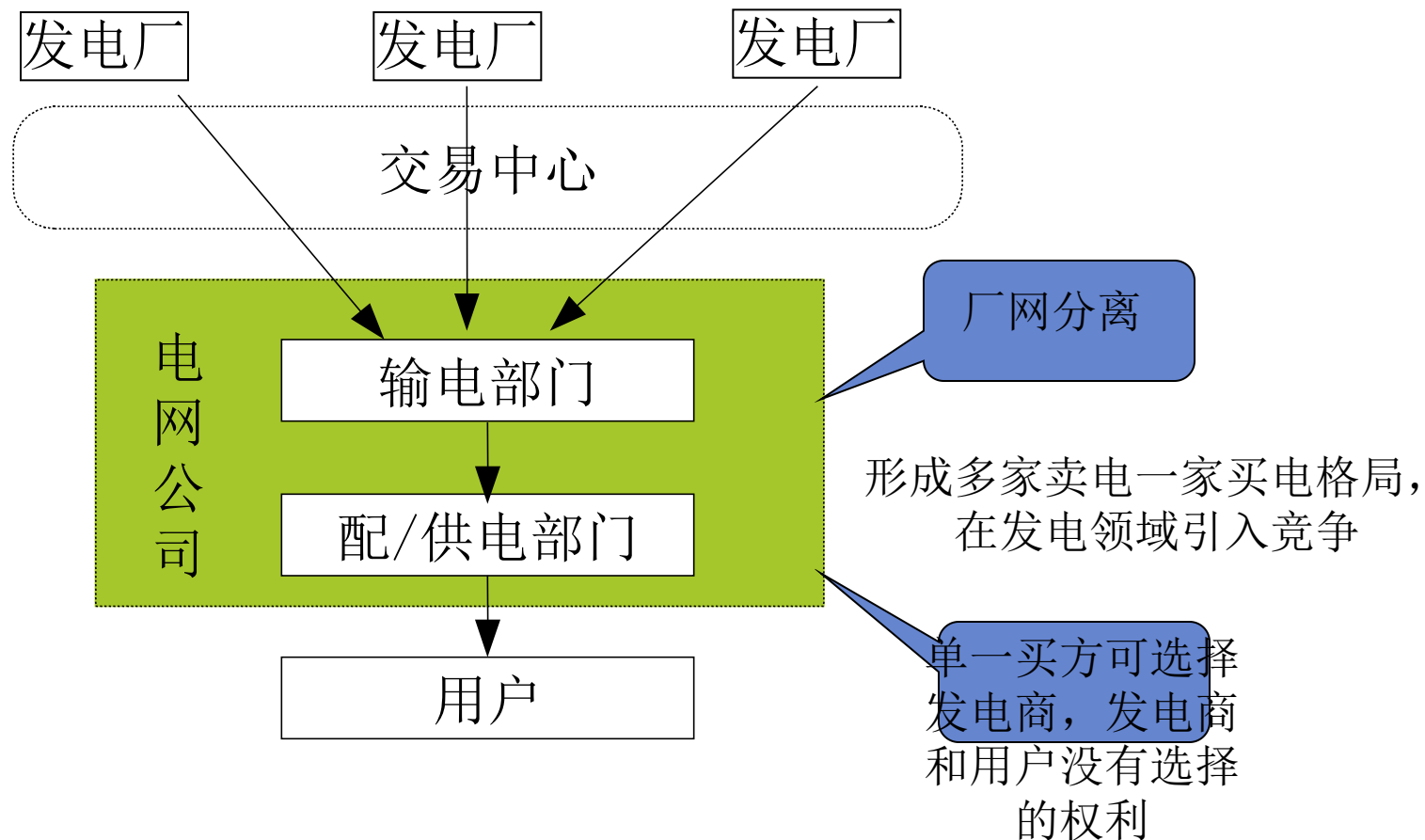
- 电力库模式
- 双边交易模式
- 混合模式

电力市场运营模式

❖ 按市场开放程度划分

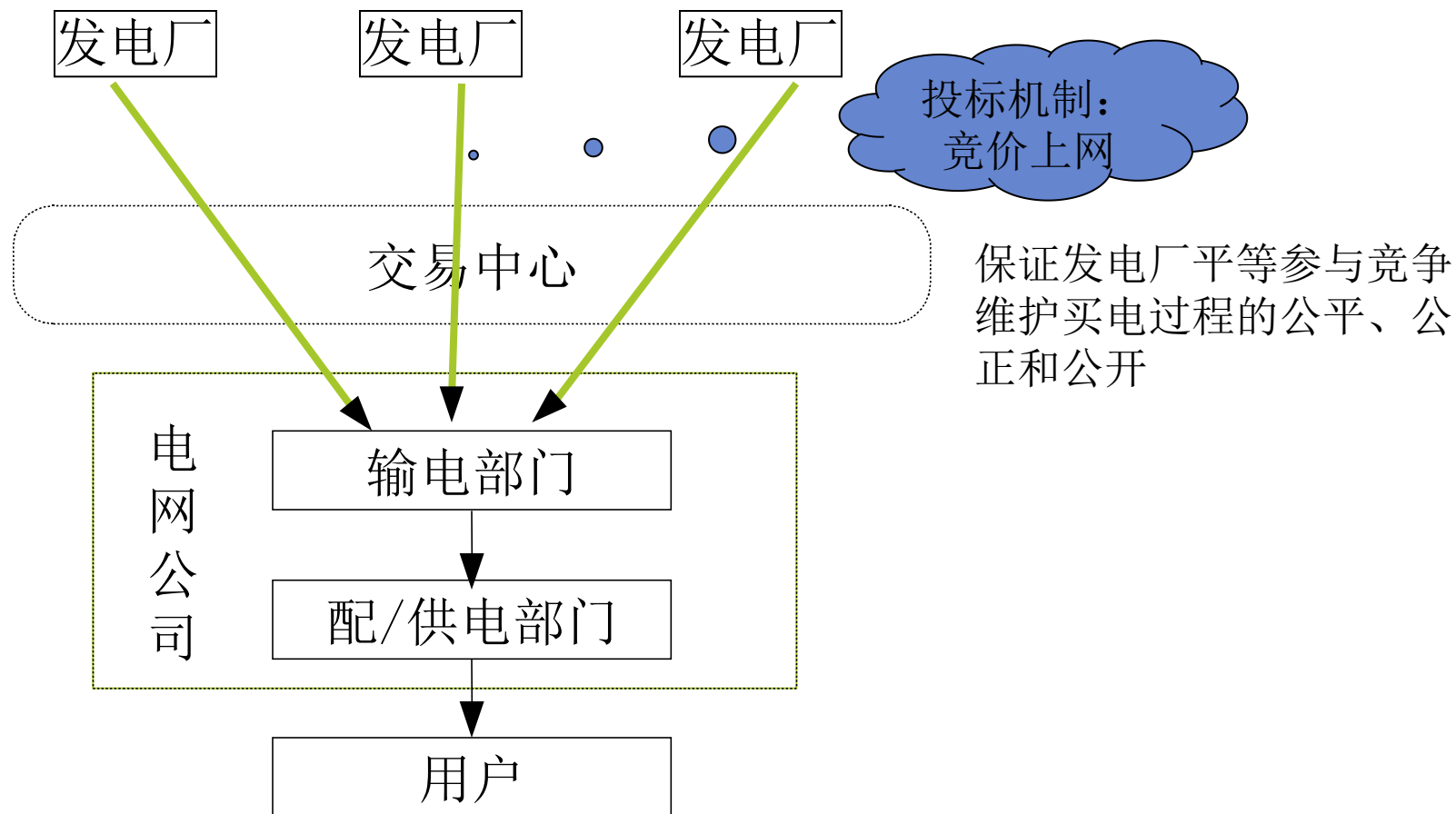
- 垄断模式
- 单一买方模式
- 批发竞争模式
- 零售竞争模式

单一买方模式



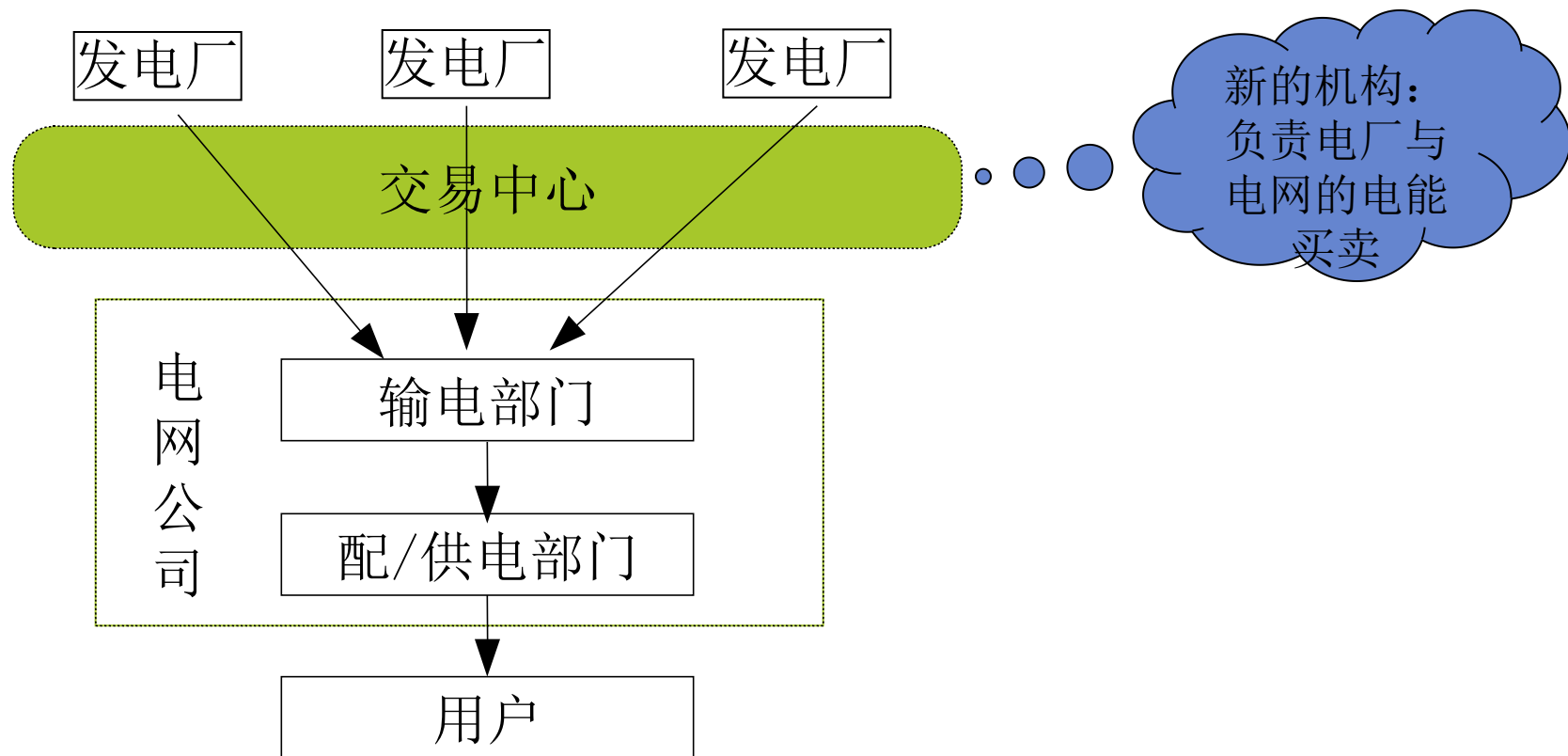
单一买方模式示意图

单一买方模式



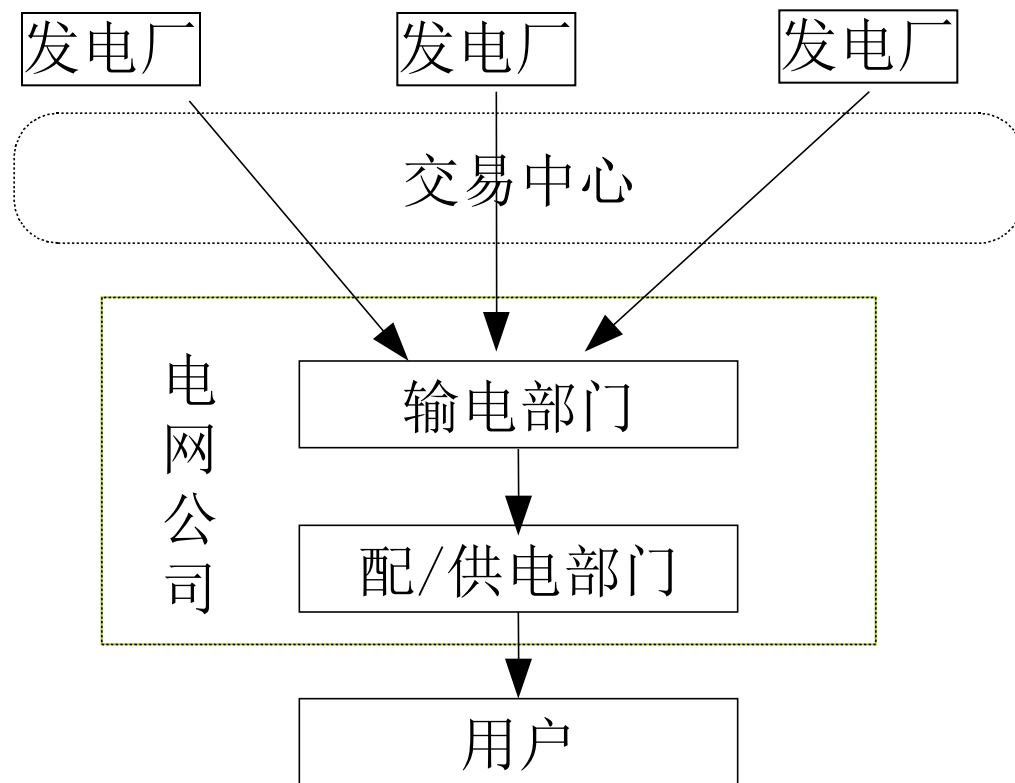
单一买方模式示意图

单一买方模式



单一买方模式示意图

单一买方模式



单一买方可选择
发电商
发电商和用户没
有选择的权利

单一买方模式示意图

单一买方模式

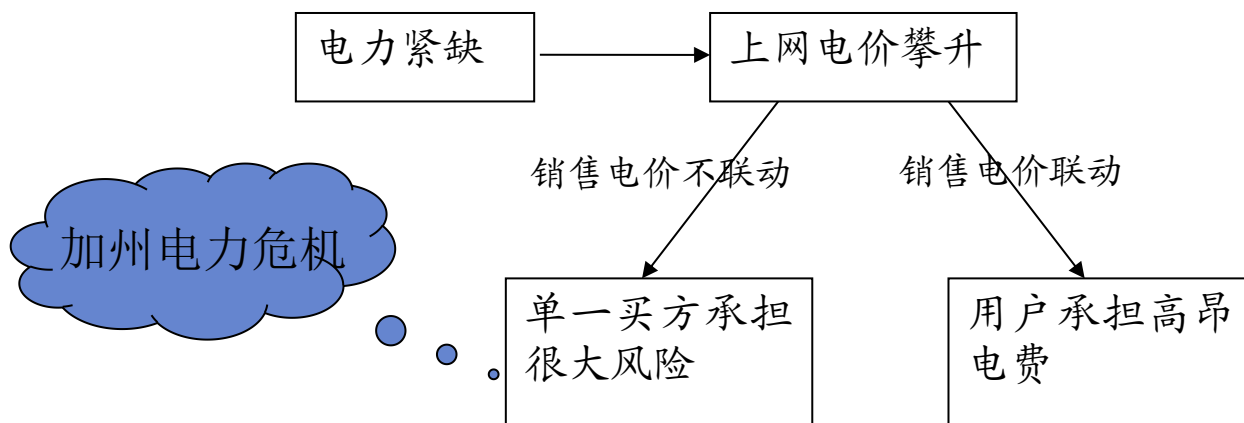
❖ 优点:

- 在对电能成本影响最大的发电领域引入了竞争机制，有助于提高发电环节的投资效益和运行效益，无疑有益于降低总的电能成本。

单一买方模式

❖ 缺点:

- 发电厂的投标结果决定了单一买方的购电电价。



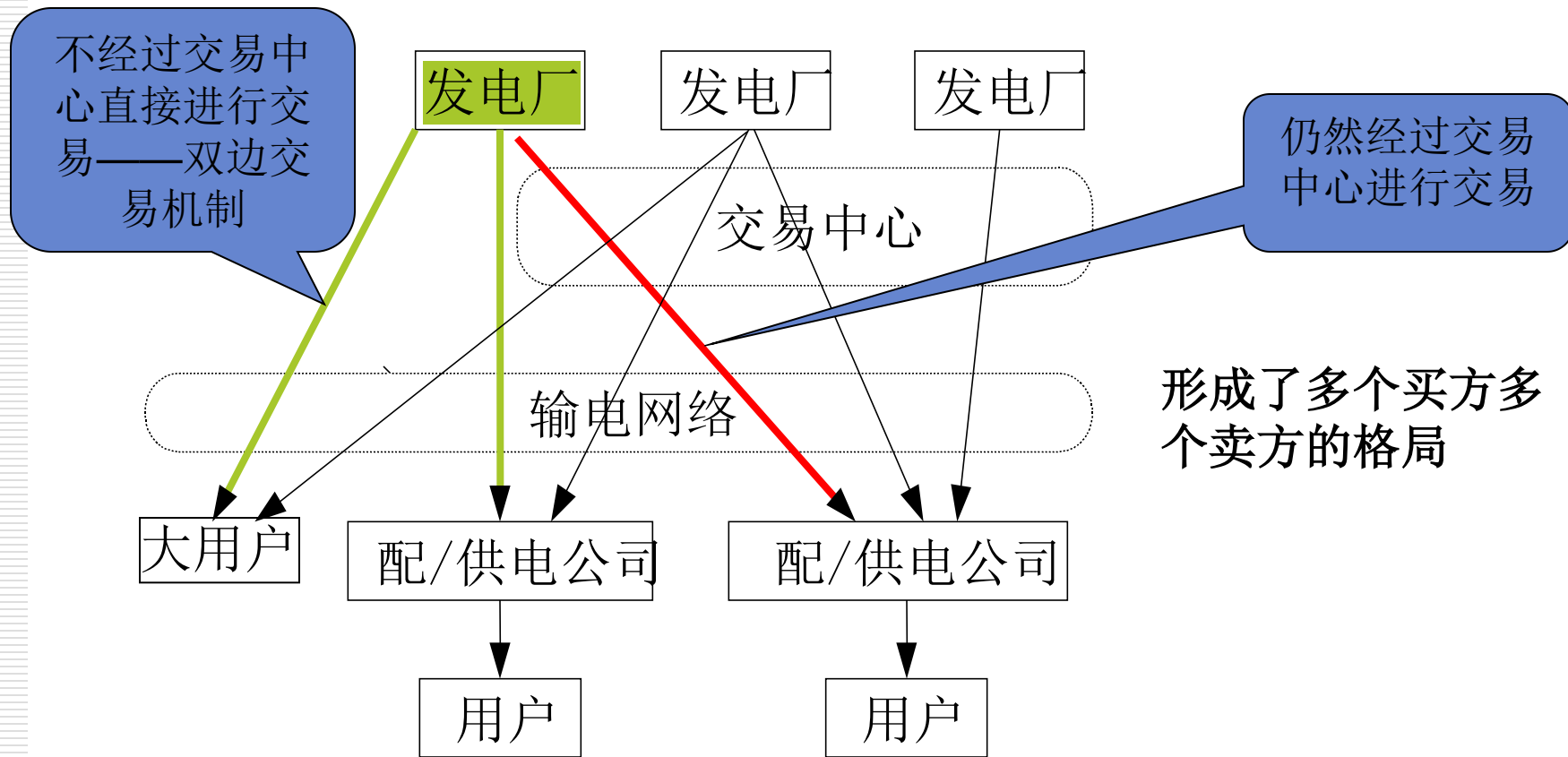
- 发电商和用户都没有选择权，不能通过竞争和发、用电之间的优化组合来实现资源的最有效利用，可能会造成单一购买者购电成本过高，或发电厂商之间的恶性竞争

单一买方模式

❖ 结论:

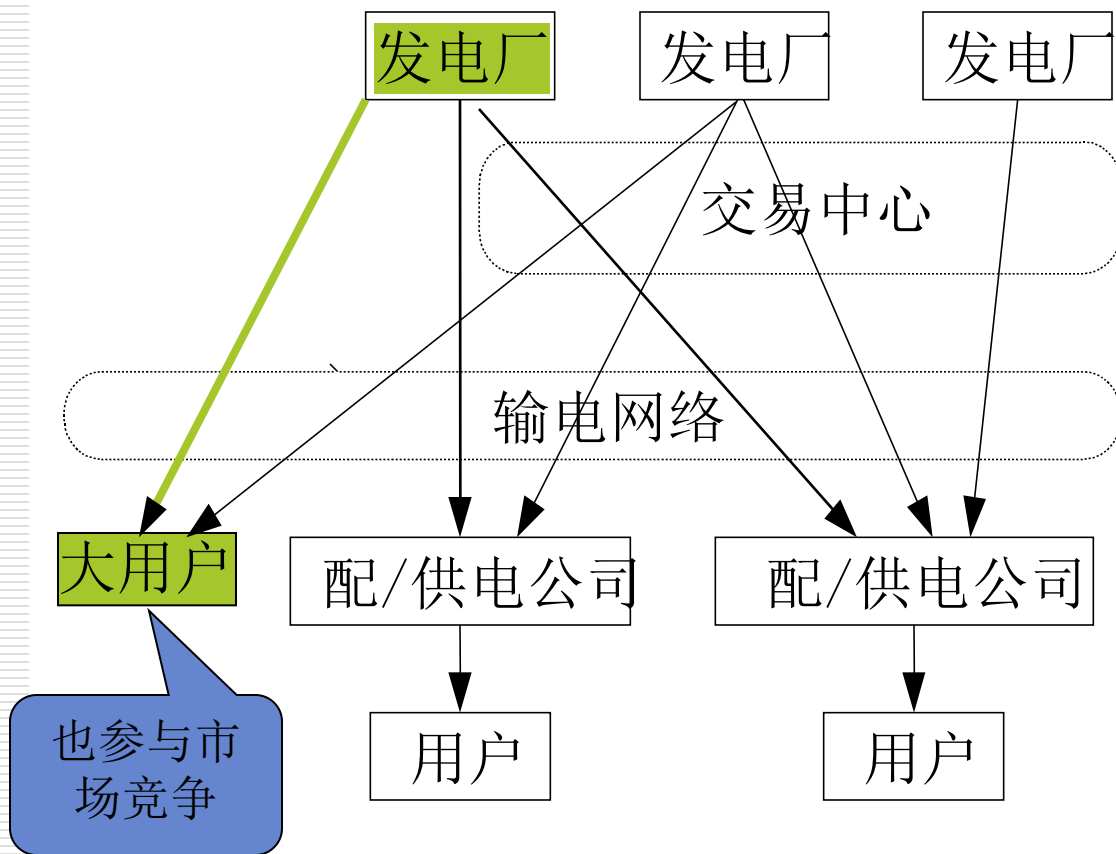
- 单一买方模式是一种较为初级的模式，很不完善，从国际上电力市场的发展来看，只是在一些国家电力市场改革的初期采用。
- 对于发展中，处于电力工业改革初期或者电力系统太小,竞争受到天然限制的国家，由于有关法规还不完善，缺乏电力市场运行经验，单一买方模式对现有的组织机构没有很大的影响的情况下，是一个很好的模式。

批发竞争模式



批发模式示意图

批发竞争模式



为什么允许大用户进入市场购电？——增加买方

增加买方的方法：

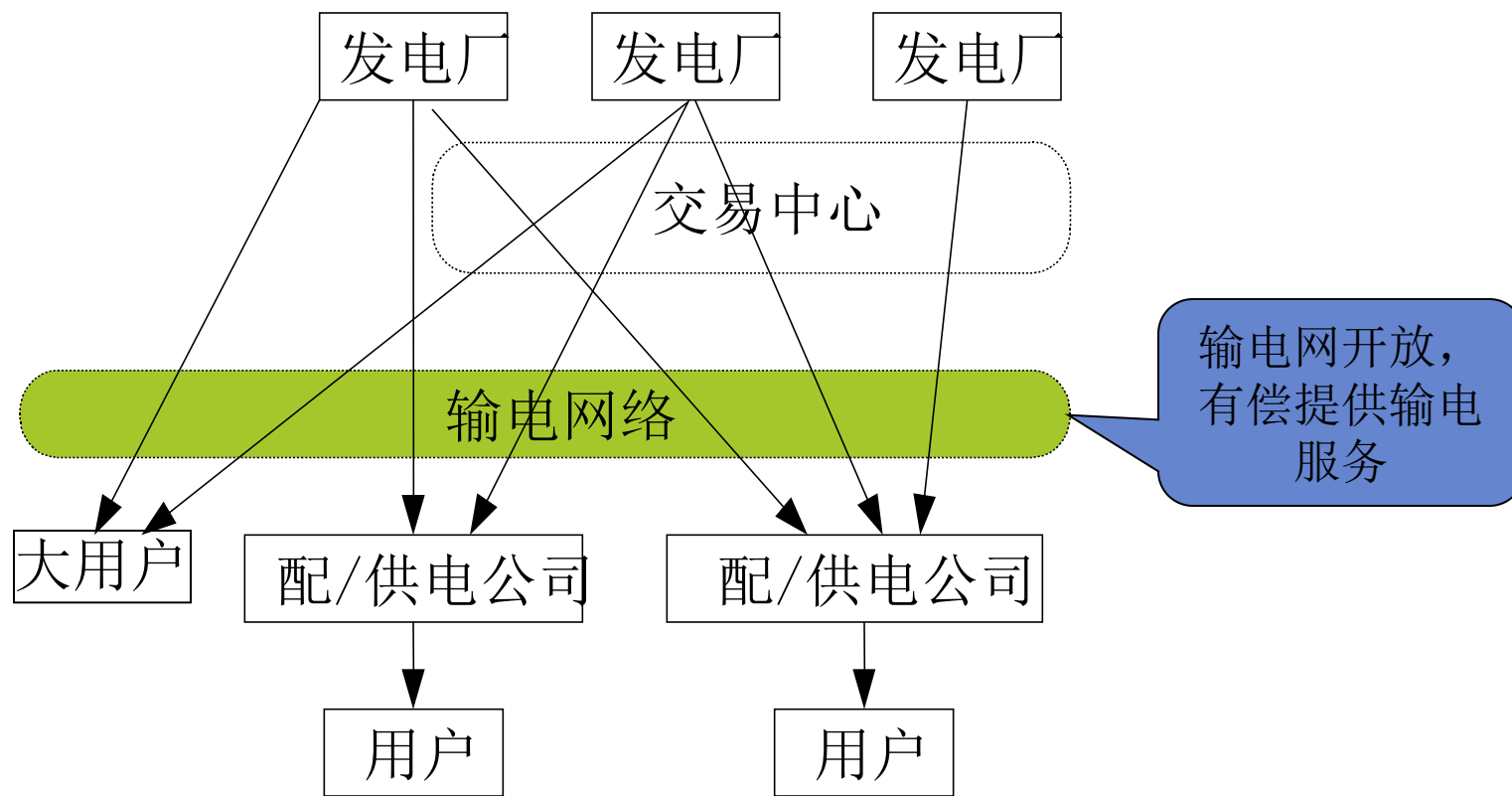
1 允许大用户进入市场

2 拆分配电公司

显然第一种更为可行

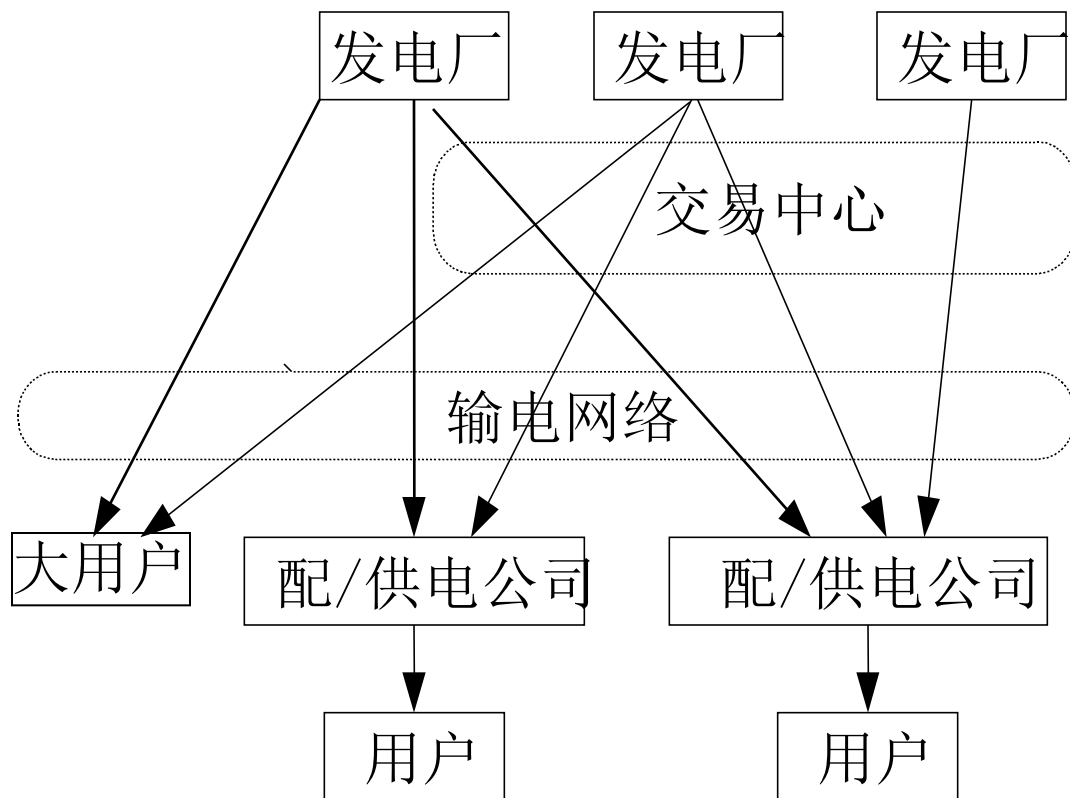
批发模式示意图

批发竞争模式



批发模式示意图

批发竞争模式



发电商、配电公司和大用户均有了选择权

普通用户仍没有选择权

批发模式示意图

批发竞争模式

❖ 优点:

- 发电商可以根据自己的生产能力和成本、配电公司和大用户可以根据自己的需求，参与市场竞争。因此降低了输配电公司承担发电市场价格的风险。
- 由于允许了买卖双方共同进行交易，使得电价能够正确、及时地反映发电生产成本和市场的供需不平衡状况。
- 在批发竞争模式下，允许买卖双方进行双边交易，通过签订长期合同双方都可以规避市场价格风险，因此有利于保护投资者利益，保持电价的相对稳定。

批发竞争模式

❖ 缺点：

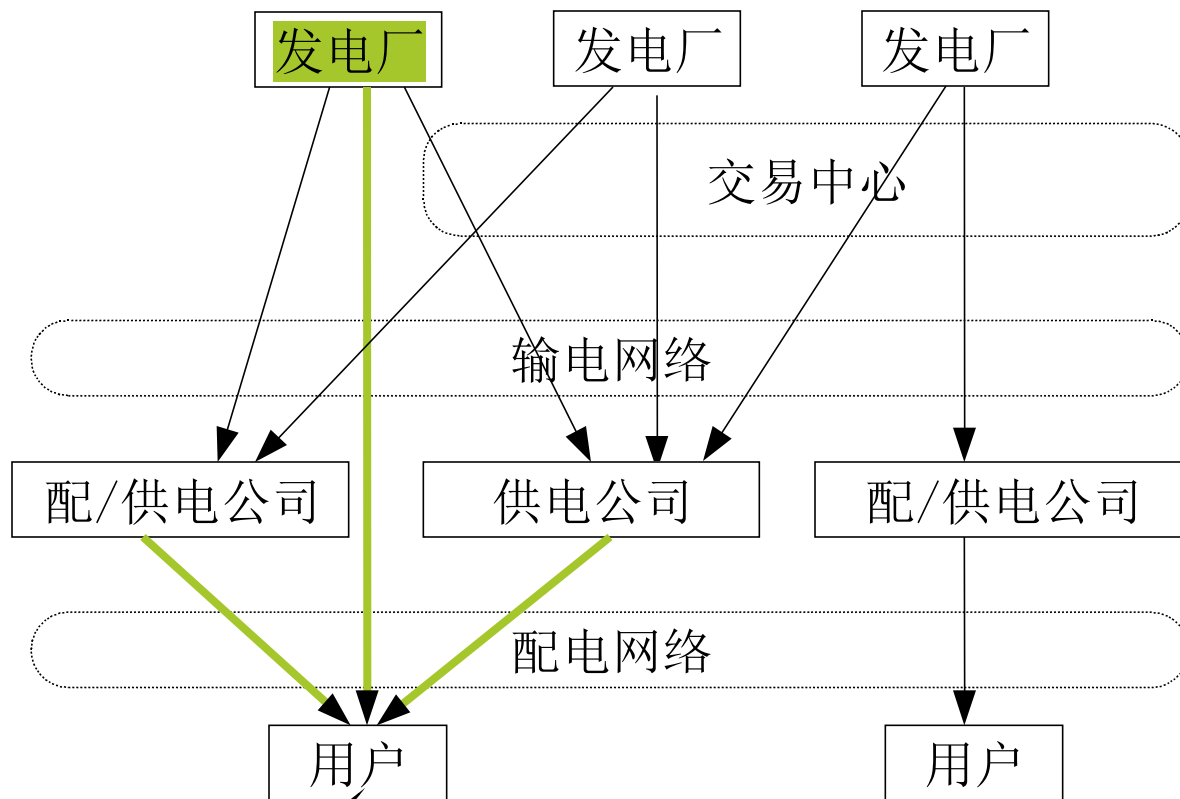
- 中小用户没有选择权
- 配电公司如何提供服务？
 - 是否应该要求配电公司对大用户提供默认服务？
 - 当配电公司电价低于市场价格时，大用户不在市场购电享受配电公司默认服务；否则，大用户在市场购电。增大了配电公司经营风险。
 - 配电公司如何为小用户趸购电力？配电公司充当着为小用户购电的角色，如何鼓励并监督配电公司以低成本趸购电力是一个很难的问题，容易滋生腐败也容易让配电公司吃力不讨好。

批发竞争模式

❖ 结论:

- 批发竞争模式被认为是一种过渡模式,对于拥有复杂电力系统的发达国家,在采用零售竞争模式之前,往往会采用批发竞争模式,待时机比较成熟后,再向零售竞争模式过渡。

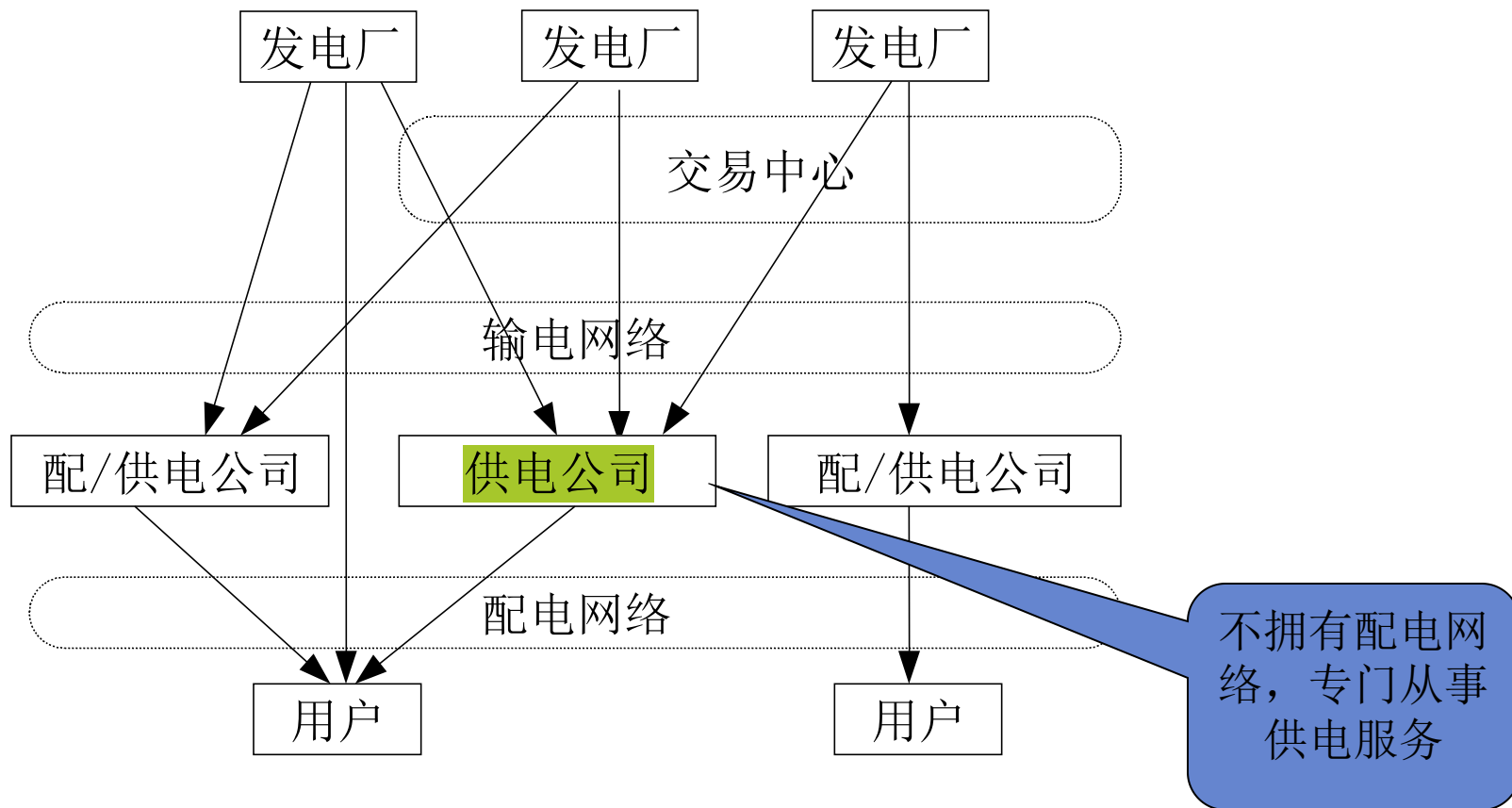
零售竞争模式



普通用户参与
市场购电，有
了选择权

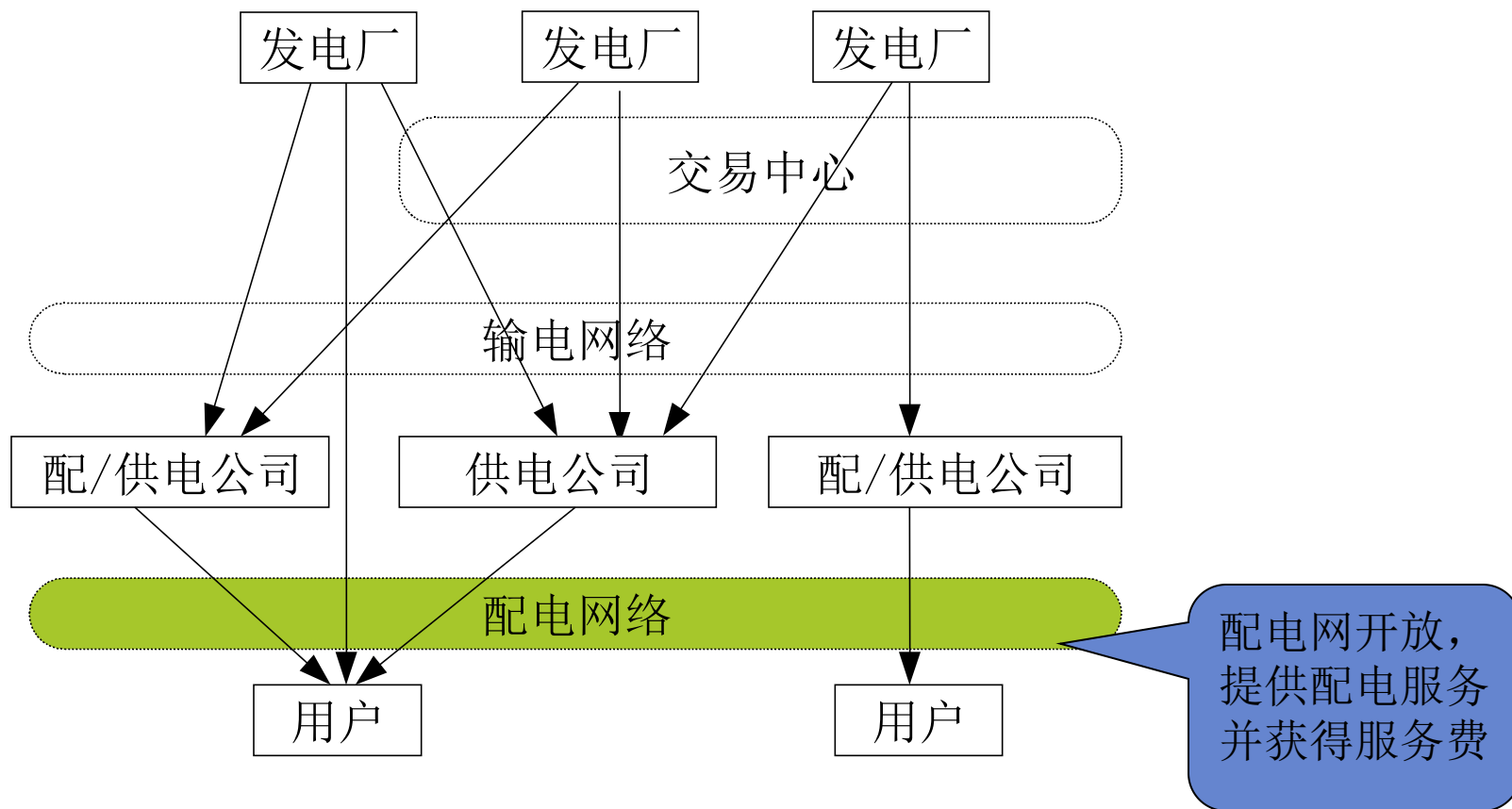
零售模式示意图

零售竞争模式



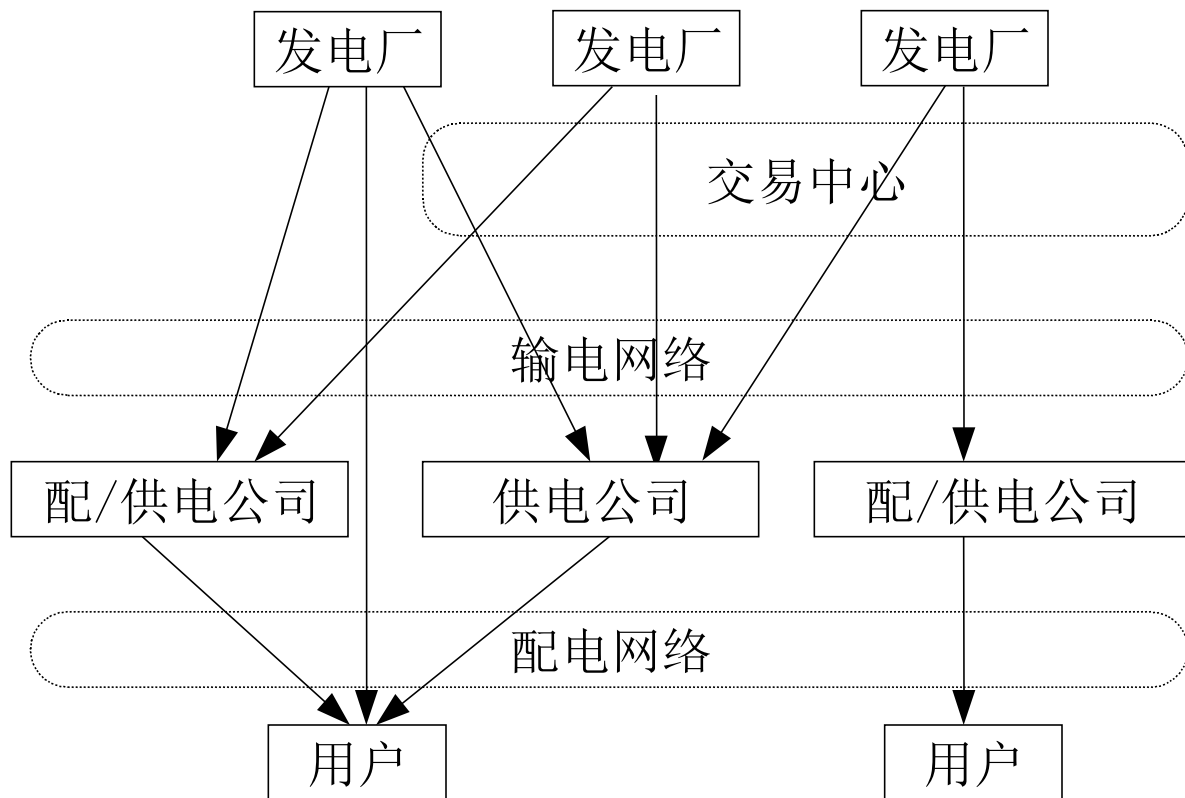
零售模式示意图

零售竞争模式



零售模式示意图

零售竞争模式



所有交易主体都
获得了选择权利

零售模式示意图

零售竞争模式

❖ 优点:

- 在零售竞争的电力市场中，各类用户和发电商具有很大的选择权，共同参与市场的竞争，可以更有效地提高竞争程度，提高资源的优化程度；
- 用户的选择权更多，市场竞争更为激烈，分散决策程度更高；
- 供需双方都参与市场交易，共同承担电力供需平衡，与传统的、垄断模式及其它电力市场模式相比，减轻了电网运行调度的难度。

零售竞争模式

❖ 缺点：

- 垄断的消失导致其承受社会义务的能力已不复存在。在这种市场结构中支持特殊产业、保证低收入用户用电等社会义务只能通过特殊的补助机制来实现。
- 供电可靠性和稳定性受到一定程度的影响。

零售竞争模式

❖ 结论

- 零售竞争模式被普遍认为是一种很先进的模式，是拥有复杂电力系统的发达国家的明智选择。但从美国加州2000年发生的电力危机来看，该模式对于具有完善市场结构、政策和法律的国家才是适用模式。

按垄断程度划分总结

❖ 电卖给了谁？

- 单一买方模式：电只能卖给电网公司
- 批发竞争模式：电可以卖给配电公司和大用户
- 零售竞争模式：所有的配电公司、供电公司和用户

❖ 谁获得了选择权？

- 单一买方模式：电网公司，从不同电厂中买电
- 批发竞争模式：电厂、配电公司和大用户
- 零售竞争模式：所有的电厂、配电公司、供电公司和用户

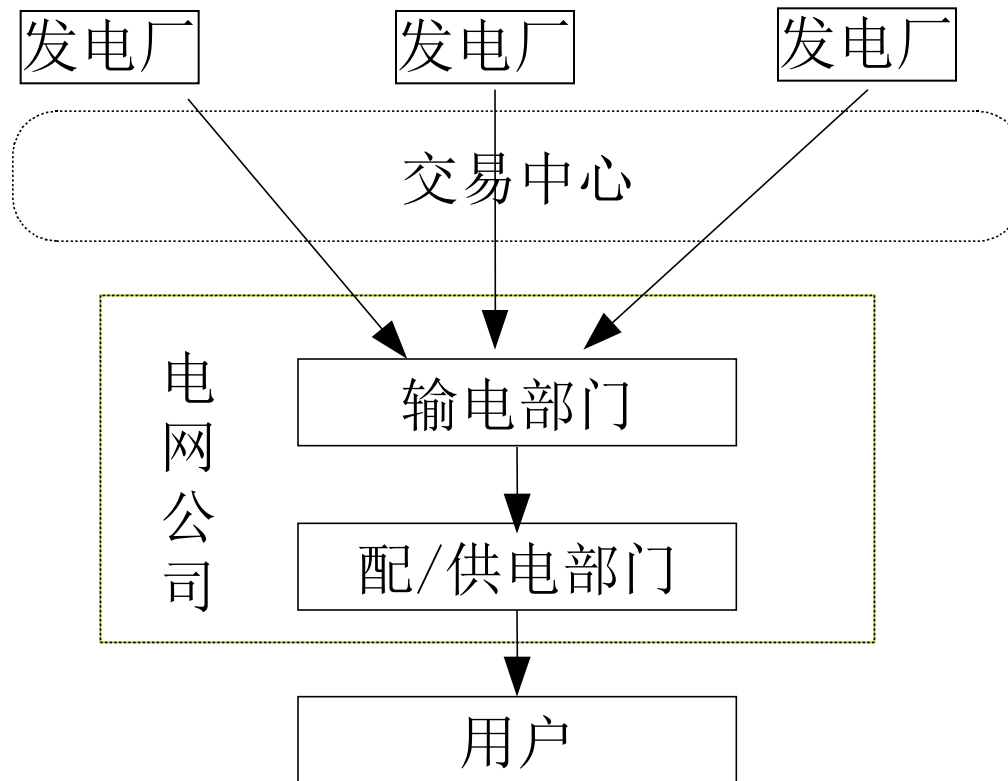
电力市场运营模式

❖ 按是否集中竞价划分

- 电力库模式
- 双边交易模式
- 混合模式

电力库模式

- ❖ 在一个区域，只有一个强制市场成员参与的、集中的、竞争的市场。



电力库模式

- ❖ 非竞争购电的模式：仅在发电侧进行卖方之间的竞争投标，而所有买方的购电权利是平等的，无需提交购电的投标、对购电价格的形成也没有影响。
- ❖ 竞争购电的模式：除了发电侧进行卖方之间的竞争投标外，买方也要提交购电的投标，报价低的买方有可能购不到电，最终的系统价格由电力需求和电力供应的报价曲线共同决定。

电力库模式

❖ 非竞争购电的模式与竞争购电的模式比较

- 非竞争购电的模式防范市场风险的能力较弱，在供不应求而售电价格又受管制时，很容易发生市场危机，加州电力危机的发生就有这方面的原因。
- 竞争购电的模式更能够反映市场供求关系影响价格波动的市场规律，使价格的杠杆作用得以自然地发挥，市场更能够自发地有序运作。

电力库模式

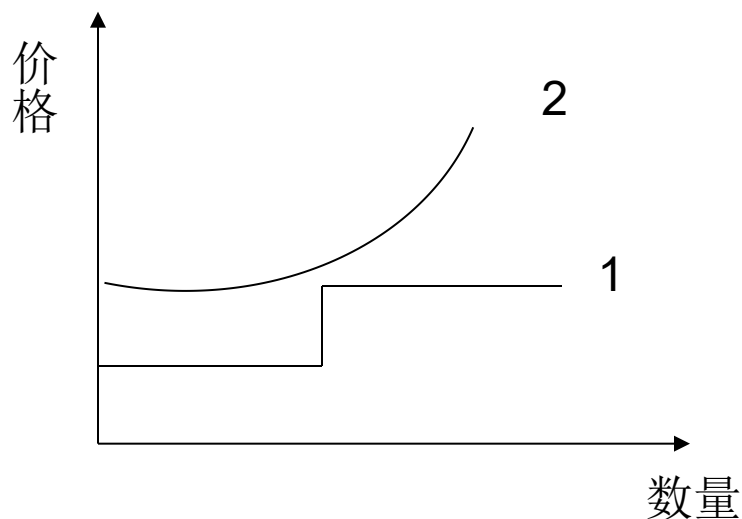
❖ 电力库模式利弊分析

- 集中优化管理，提高市场运作效率
- 价格形成机制公开、透明
- 降低市场参与者的自主权
- 市场风险不能有效转移和弱化

电力库—基本运营模式

❖ 发电公司

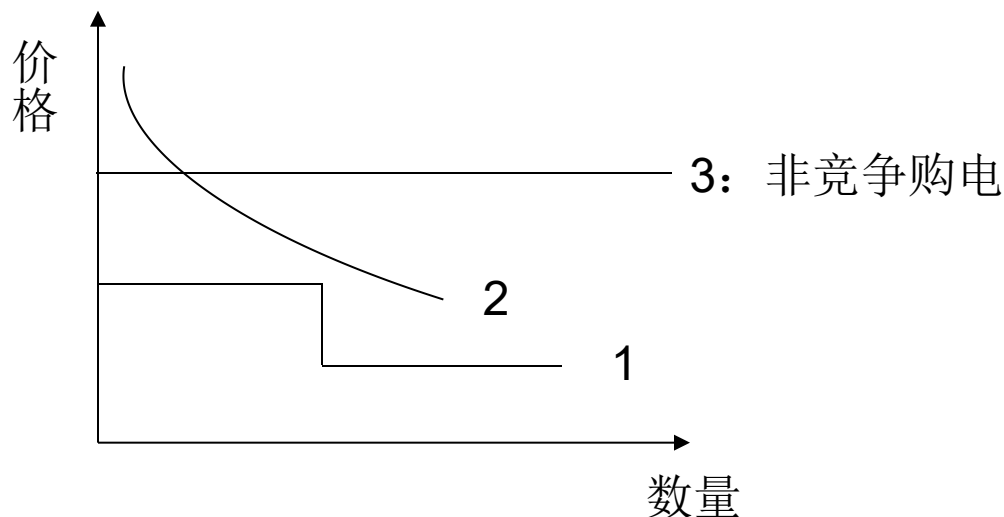
- 针对交易时段提供发电报价，标明它的供电数量与对应的价格需求。发电报价按从低到高的顺序排列，根据这一序列得到一条表示价格与累计数量关系的函数曲线。



电力库—基本运营模式

❖ 用户：

- 提交包含量价信息的投标（竞争购电模式），按照价格从高到低的顺序进行排列，得到市场上的需求曲线。在非竞争购电模式下，该曲线为一条直线。



电力库—基本运营模式

❖ 市场均衡点：上述两条曲线的交点。

- 所有价格低于或等于市场出清价的发电报价都会被接受，发电商按照他们的中标报价所对应的电能数量组织电力生产。
- 所有价格高于市场出清价的用户投标都会被接受，用户根据他们的中标投标所对应的数量从系统获取电能。

系统边际电价

❖ 定义

- 在电力市场交易中，交易中心将发电商的功率段按报价由低到高排序，形成不同供电水平下的系统边际成本曲线；然后，根据目标交易时段的负荷需求，确定各交易时段所需的最后一台竞价机组的交易电量（或电力），此时所对应的报价就是相应交易时段的系统边际价格（**System Marginal Price, SMP**）。

系统边际电价

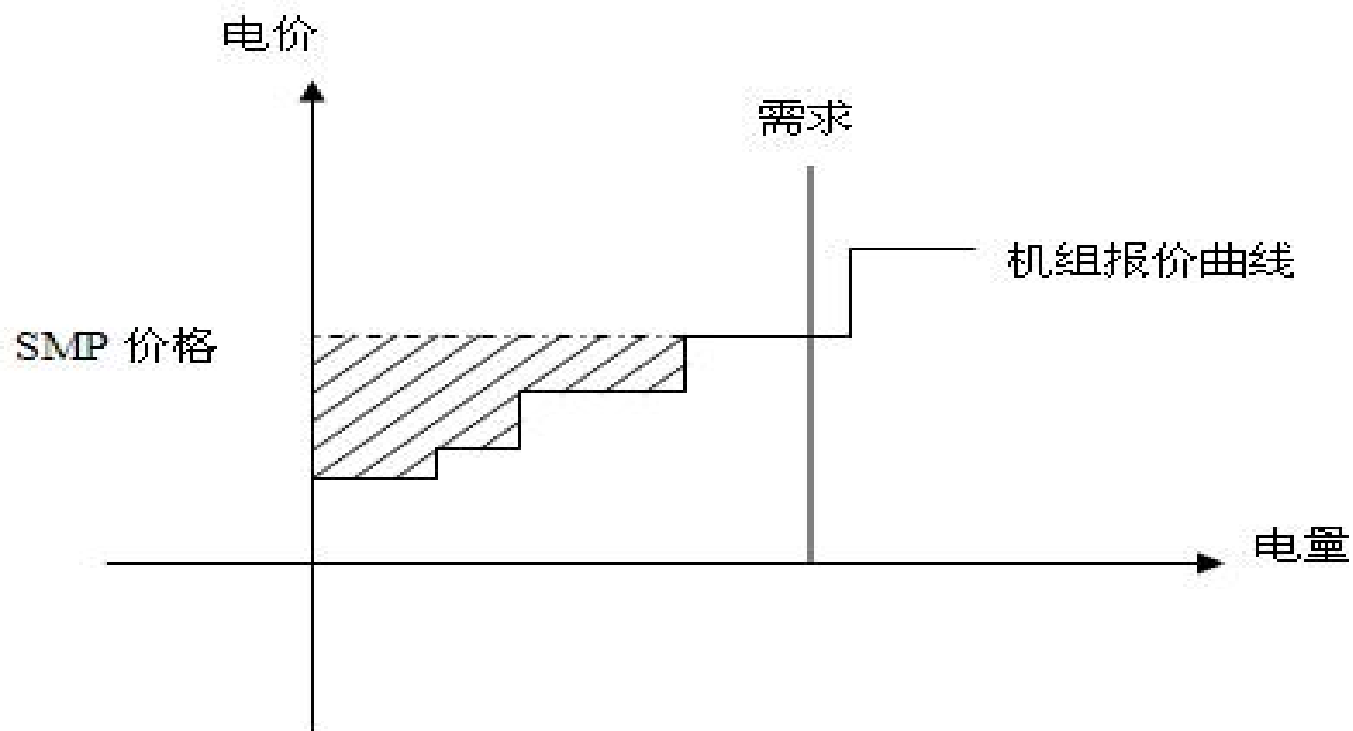


图2-1 单边报价形成SMP

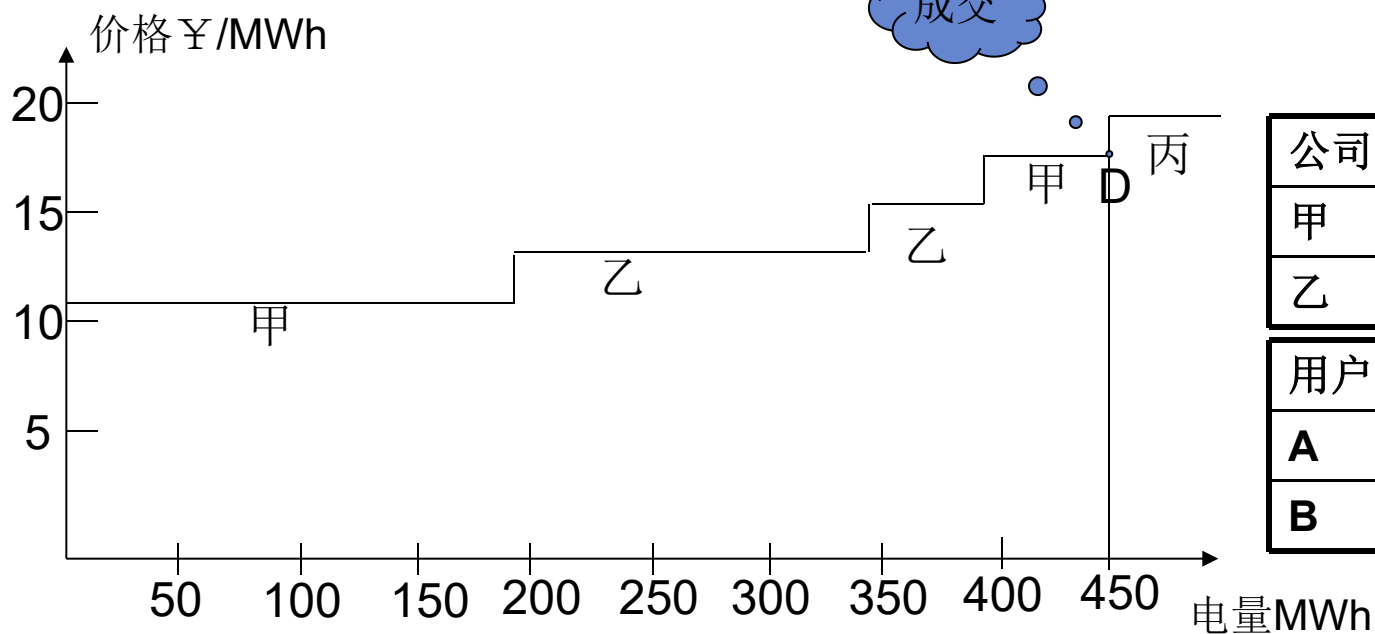
电力库一算例（无购电投标）

发电报价

公司	数量	价格
甲	200	12
甲	50	17
乙	150	14
乙	50	15
丙	50	18

购电需求

用户	数量
A	200
B	250



公司	收入
甲	250×17
乙	200×17

用户	费用
A	200×17
B	250×17

电力库一算例（有购电投标）

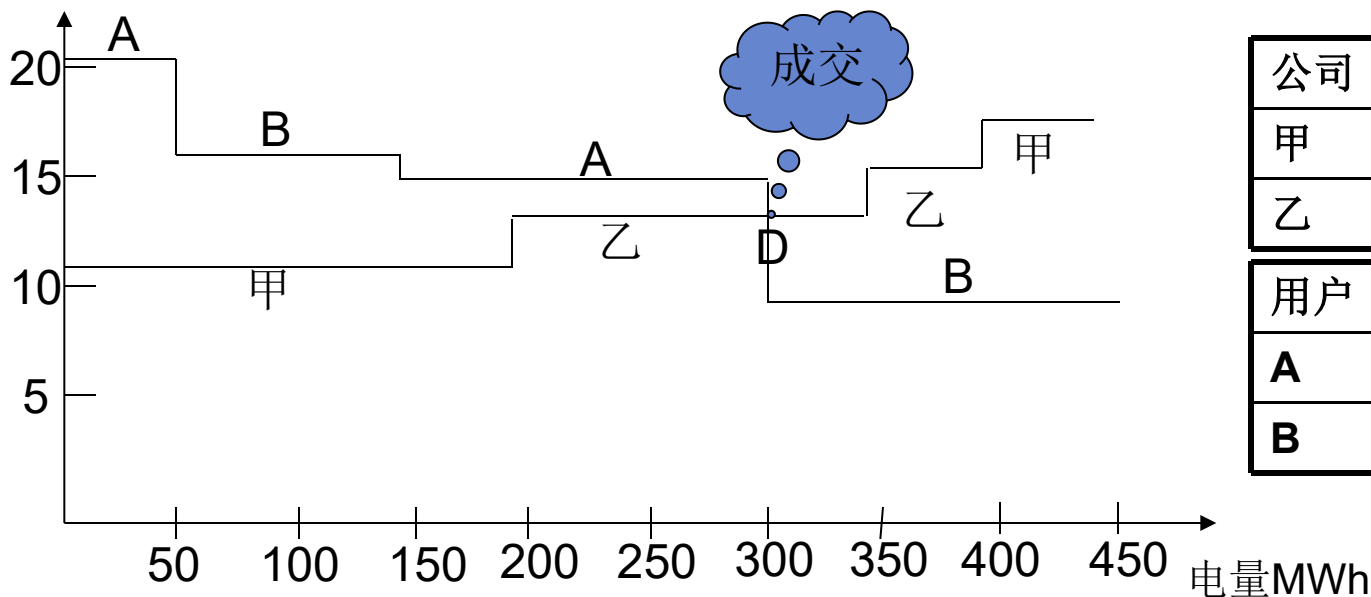
发电
报价

公司	数量	价格
甲	200	12
甲	50	17
乙	150	14
乙	50	15

购电
投标

用户	数量	价格
A	150	15
A	50	21
B	150	10
B	100	16

价格 ¥/MWh



公司	收入
甲	200×14
乙	100×14

用户	费用
A	200×14
B	100×14

双边交易模式

❖ 与电力库模式的区别：

- 不再强制电力供购双方参与的电库，绝大部分的物理交易都是由供购双方协商完成的，交易量和交易价格不再由集中的市场统一确定。
- 在双边交易模式下，系统运行者仅负责双边交易匹配外的系统平衡、调度运行和输电网管理等工作。

❖ 根据交易数量及时间跨度的不同，购买者和销售者可以选择不同的双边交易形式：

双边交易模式—自定义长期合同

- ❖ 供需双方通过私下协商，达到同时满足双方需要及目标的条款。
 - 优点：灵活；
 - 缺点：会产生相当大的交易费用
- ❖ 适用：购买或出售的电能数量非常大（数百或数千兆瓦时以上），时间跨度比较长（几个月到几年）

双边交易模式—“场外”交易

- ❖ 采用标准合同形式，规定了一天与一周内各时段应交付的标准电能数量。
- ❖ 交易费用较少，但不灵活
- ❖ 适用：中短期数量较小的电能交易；在实际交割即将发生前的很短时间内，生产者与用户相对交易情况进行调整

双边交易模式—电子交易

- ❖ 购售双方通过电子报价。
- ❖ 所有市场成员都可以看到每笔电能的数量与价格，但不知道各报价与投标对应着哪个参与者。与股票交易非常相似。
 - 售电方提交了一个新的报价，交易程序会对报价对应的交付时段进行扫描，寻找与之匹配的购电方投标。若发现有投标的价格不低于售电方报价，则自动达成一笔交易，成交数量和价格向所有成员发布；否则，该报价被添加到未成交报价序列中，等待匹配。直到：已匹配、报价撤销和市场关闭才清除该报价。
- ❖ 交易便捷，成本低廉。

电力库与双边交易的比较

❖ 双边交易的优点：

- 市场参与者享有更多自主权，电力买卖双方自愿根据协商的价格以合同形式成交交易，而不必通过中央管理过程；
- 双边交易为需求侧提供充分的参与机会，需求侧的参与会使需求侧管理和它的价格的杠杆作用加强；
- 电力联营体的市场风险得到了转移和弱化。

电力库与双边交易的比较

❖ 双边交易的缺点：

- 各个供购双方进行交易协商和合同签订等的交易成本很高。
- 对合同双方而言，承受的交易对象的信用风险较大。
- 在电力市场中，纯双边交易模式有一定的操作困难。因为在纯双边交易市场中，有时很难全面和及时的掌握市场信息，这会使得市场在短期内无法有效且有序的运行。
- 在现有的垄断体制中，电力系统得运行控制和管理一直是集中的，从这样一个旧体制过渡到完全双边交易跨度极大，不利于平稳过渡。

电力库与双边交易的比较

❖ 电力库的优点：

- 通过电力库实现向竞争性运营机制的转变，并引入电力竞争的改革方式的激烈程度稍弱一点。
- 电力库所采用的计划安排算法一般可尽可能避免不必要的停机。

❖ 电力库的缺点：

- 只是一种近似于市场的机制，不是真正的市场。

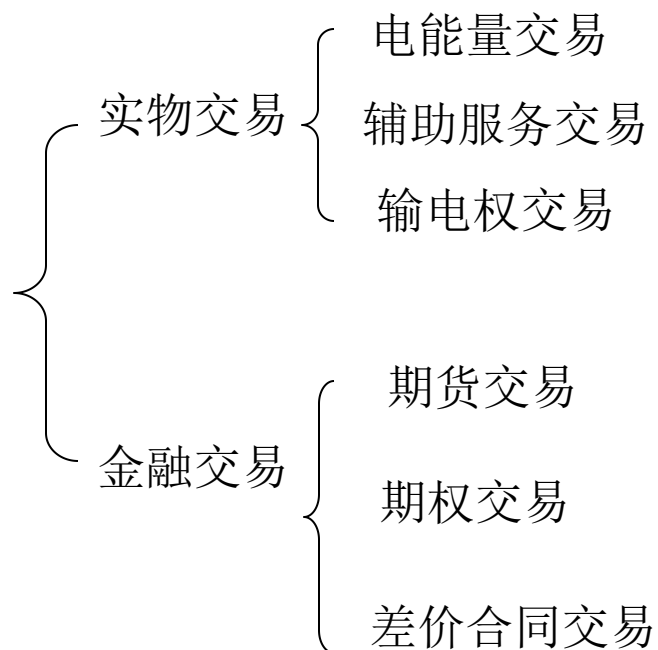
混合模式

- ❖ 综合了上述两种模式的特征，存在电力库的同时也允许供购双方进行金融交易和直接双边交易，电力供购电的各方可以自主地而非强制地选择参与电力库交易或者进行其它方式的交易。

4 电力市场交易的种类和方式

电力市场交易的种类和方式

❖ 根据交易的标的性质的不同，划分为：

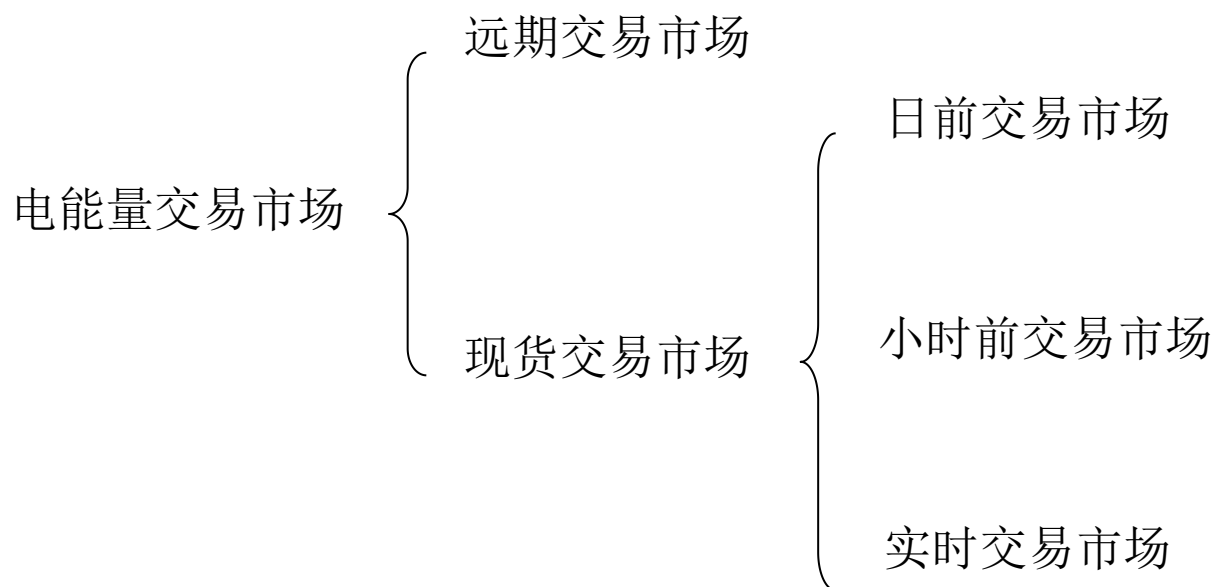


（一）电能量交易市场

❖ 电能量交易市场通常由远期市场和现货市场构成。

- 远期交易为市场成员规避市场风险，有效的优化电力商品的生产、输送和需求，提供了一种传统的且易于实现的手段。
- 现货交易为市场成员进行各类决策提供了较为丰富的信息，现货市场的价格也是电力金融交易价格和远期合同交易价格的主要参考。
 - 包括：日前交易、小时前交易和实时交易

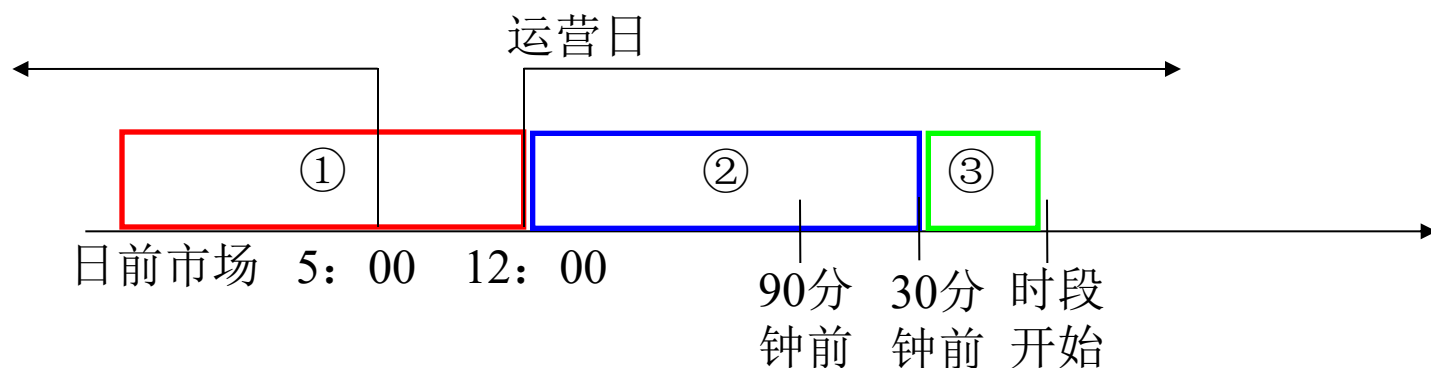
电能量交易市场的基础知识



这些市场如何配合？ 如何结算？

纽约电力市场交易时序配合

❖ 每天中午**12:00**至次日中午**12:00**为一个交易日



日前市场：交易日15天前～交易日当天上午5:00，提交报价；

交易日开始前1小时（上午11:00）：NYISO发布日前市场交易结果。

小时前市场：在交易日当天12:00～交易时段开始前90分钟：提交报价

交易时段开始前30分钟：NYISO发布下一小时的发/用电计划。

实时市场：在实时市场中，根据发电公司的小时前报价曲线和系统实际负荷需求，考虑系统安全和运行约束，每分钟作一次安全约束经济调度。

（1）远期交易市场

- ❖ 远期交易（**forwards trades**）：交易双方在当前达成在未来某一时间，以某种价格交换某一数量电力商品的买卖活动。
- ❖ 特点：锁定风险、锁定收益
- ❖ 包括：
 - 集中式的远期交易
 - 分散式的远期交易

远期交易市场

❖ 集中式的远期交易

- 买卖双方不直接进行交易，通过规范的市场进行交易
- 交易价格通过竞价形式确定

❖ 分散式的远期交易（双边交易）

- 买卖双方直接交易
- 交易价格通过双边协商的方式确定

比较

❖ 集中式的远期交易

- 优点：更高效、便捷
- 缺点：由于是标准的合同交易，缺乏灵活性

❖ 分散式的远期交易

- 优点：可以与交易伙伴多次协商，更便于成交
- 缺点：需要寻找合适的交易伙伴，并进行协商等交易过程，效率不及集中式的远期交易。

(2) 日前交易市场

- ❖ 要求参与各方在运行日的前一天，作未来一天**24**小时内的出力和相应价格的投标。
- ❖ 一般情况下日前交易的价格由竞价方式确定。结算价格通常采取系统边际电价（最后成交电量的发电报价）或发电商申报电价。

(3) 小时前市场与实时市场

- ❖ 在日前电能量市场之后开始，在时间上更接近实际运行时段。
- ❖ 使发电计划更接近与实际运行情况。
 - 并不是对日前市场形成的交易计划进行修改，而是在此基础上进行叠加。

经验数值

- ❖ 远期交易（年、月、周） ---占**70%**为宜。
- ❖ 日前交易（提前**24**小时） -----占**25%-30%**为宜，视负荷预测的准确度。
- ❖ 小时前市场（提前**4**小时- 最小交易时段） -----不超过**10%**为宜，尽可能在**3%**以内。
- ❖ 实时市场（最小交易时段内） -----弥补不平衡量，尽可能在**1%**以内。

（4）远期交易与现货交易的关系

❖ 互为补充和相互协调

- 远期交易：稳定产销关系、稳定电价、规避风险；现货交易：增加市场竞争力度、为远期市场提供参考价格。
- 远期交易满足电量平衡的需求，现货交易满足电力平衡需求。
- 通过调整远期交易和现货交易的比例可以改变市场的竞争程度，以适应不同时期电力发展的需要。

假设条件

- ❖ 假设：蜀国电力公司有三台发电机组，且这些机组的边际成本在整个运行范围内恒定不变。

机组	类型	最小出力 MW	最大出力 MW	边际成本 元/MWh
A	大型燃煤	100	500	10
B	中型燃煤	50	200	13
C	燃气	0	50	17

- ❖ 由于大型燃煤机组启动成本较高，因此蜀国电力公司会尽可能让机组**A**上网发电，然后依次是机组**B**和机组**C**

远期市场

❖ 蜀国电力公司在6月11日14点—15点这一时段的部分合同交易情况：

类型	签定日	购电方	售电方	数量 MWh	价格 元/ MWh
长期	1月10日	益州	蜀国电力	300	12.5
期货	3月3日	蜀国电力	汉中电力	20	13.5
期货	5月10日	益州	蜀国电力	290	13.8

❖ 类型：包括长期合同（实物合同）、期货（金融合同）

❖ 3月3日的期货合同：蜀国电力公司为了赚取一定的利润，利用远期市场上的价格波动回购了一部分已售出的电能。

日前市场

❖ 日前市场:

- 蜀国电力公司在6月11日14点—15点这一时段的远期市场上成交的发电总量为570MW
- 蜀国电力公司在该时段的全部可用发电容量为750MW（三台机组最大出力总和）
- 日前市场中其它交易主体的报价与投标信息如下:

日前市场

6月11日14—15点	标识符	数量	价格
售电报价	B5	20	17.5
	B4	25	16.3
	B3	20	14.4
	B2	10	13.9
	B1	25	13.7
购电投标	O1	20	13.5
	O2	30	13.3
	O3	10	13.25
	O4	30	12.8
	O5	50	12.55

◆ 蜀国电力公司还有180MW空余容量（B机组130MW；C机组50MW）

◆ 购电投标o1~o3均高于B机组边际成本（13），B机组发电有利可图，可以进行交易



交易结果：总计发电630MW

◆ A机组发电500MW（远期交易）

◆ B机组发电70MW（远期交易）
+60MW（日前交易）

◆ C机组不发电

小时前市场

- ❖ 小时前市场：**B**厂通知由于未预见的故障，**B**最大出力只能达到**80MW**。而在以前的交易中**B**应该出力**130MW**。
- ❖ 出现了**50MW**的电力缺口，怎么办？
 - 什么都不做，在实时市场上以实时价格购买缺口电力——实时价格难以预测，风险很大
 - 启动机组**C**，弥补缺口
 - 尽可能在电力交易所内购买一些替代电力

小时前市场

❖ 此时，报价信息如下：

	标识符	数量	价格
售电报价	B5	20	17.5
	B4	25	16.3
	B3	20	14.4
	B6	20	14.3
	B8	10	14.1
购电投标	O4	20	12.8
	O5	30	12.7

◆ 除B5以外其它售电报价均低于C机组边际成本（17），因此从现货市场中购买电力比让C机组发电更有利可图，可以交易：

➤ B8:10MW

➤ B6:20MW

➤ B3:20MW

◆ 交易结束后，蜀国电力公司发电580MW：

➤ A:500MW

➤ B:80MW

实时市场

- ❖ 提供一种补偿不平衡量的机制，以保证供需实时平衡。
- ❖ 平衡资源的获取
 - 机组
 - 没有满载的机组可以提交增出力报价；
 - 如果减出力投标对应的微增价格低于微增发电成本，机组可获利，发电机组也可以提交减出力报价。实际上是在实时市场上购买便宜的电能替代自身发电。
 - 用户
 - 某时段价格高于他所认定的电能使用受益，用户将选择减少电能消费。
 - 在价格非常低的时候，用户可能会决定增加他们的消费量。

实时市场

❖ 回忆一下参数和计划出力情况：

机组	计划出力	最小出力	最大出力	边际成本
A	500	100	500	10
B	80	50	80	13
C	0	0	50	17



问题

❖ **C**机组是否可以启动？**A**和**B**是否有减出力的机会？

实时市场

- ❖ **C启动的条件：实时价格高于C的边际成本17。**
- ❖ **A和B减出力条件：实时价格低于13——减B，低于10——减A和B；**
- ❖ **受爬坡速率、最低出力等因素的影响，A可减400，B可减30。**

实时市场

❖ 蜀国电力公司制定实时市场报价与投标信息：

类型	标识符	价格	数量
报价（增出力）	SMB-1	17.5	50
投标（减出力）	SMO-1	12.5	30
投标（减出力）	SMO-2	9.5	400

结算流程

❖ 假设蜀国电力公司在实时市场又发生了这样的事情：

- 机组C中标，中标价格17.5元/MWh，中标数量40MWh。
- 机组B问题严重了，仅生产出10MWh。
- 实时价格为18.25元/MWh

❖ 结算情况如下：

蜀国交易情况表

市场	标识符	数量	价格	收入	费用
远期市场	益州	300	12.5	3750	
	蜀国电力	-20	13.5		270
	益州	290	13.8	4002	
日前市场	O1	20	13.5	270	
	O2	30	13.3	399	
	O3	10	13.25	132.5	
小时前市场	B3	-20	14.4		288
	B6	-20	14.3		286
	B8	-10	14.1		141
实时市场	SMB-1	40	17.5	700	
	购买电能	-70	18.25		1277.5
总计		550		9253.5	2262.5

（二）辅助服务市场

❖ 辅助服务定义：

- 目前国际上对辅助服务的确切定义并未完全统一。一般来说，辅助服务是指为了保证电力系统安全、电力交易或电力供应，由发电商或其他提供方提供的、除正常电能生产之外的额外服务。
- 依据国际惯例，并结合我国电网安全运行的实际需要，可采取以下辅助服务分类：备用服务、调频服务、无功支持服务、黑启动服务

备用服务

- ❖ 定义：电力系统除满足预计负荷需求外，为保证系统安全稳定运行和电能质量而保持的有功功率储备。
- ❖ 从不同的角度出发，备用分为：
 - 根据备用的目的：负荷备用、事故备用、检修备用和国民经济备用。
 - 根据运行状态：热备用和冷备用。
 - 根据响应速度：瞬时响应备用、10min旋转备用、10min非旋转备用、30min备用、60min备用、冷备用。
 - 根据调节方向：上备用和下备用。

调频服务

❖ 定义：发电机组提供足够的调整容量、一定的调节速率，在允许的调节偏差下实时处理较小的负荷和发电功率的不匹配，以满足系统安全频率的要求。

- 一次调整，是最基本的调频措施，也通常被认为是发电机组必须提供的无偿服务。
- 自动发电控制（AGC）机组在AGC系统投运时，可以提供自动的二次频率调整服务。

无功支持服务

- ❖ 定义：发电机组或电网中的其它无功源向系统注入或吸收无功功率，以使电网中的节点电压维持在允许范围内，以及在电力系统故障后提供足够的无功支持以防止系统电压崩溃。
 - 一般情况下，发电厂在不影响有功发电能力的情况下提供的无功服务被视为无偿服务；
 - 电网所提供的无功服务，可计入输配电服务中。

黑启动服务

- ❖ 定义：电力系统发生全网性停电后，通过启动系统中具有自启动能力的机组来带动无自启动能力的机组，逐步扩大系统的恢复范围，最终实现整个系统的恢复。
 - 电网的黑启动以电厂的黑启动为前提。
 - 黑启动电厂应具备在没有外援厂用电的情况下启动发电机的能力。

辅助服务市场

- ❖ 目的：为了保证电网安全、稳定和优质运行的同时，实现公平调度、激发市场成员向系统提供辅助服务的积极性。
- ❖ 随着电能量市场的发展和完善而逐步建立起来的另一类电力商品市场。

辅助服务市场模式

❖ 模式：

- 统一型
- 投标型
- 双边合同型

辅助服务市场模式

- ❖ 统一型：辅助服务必须由调度员统一安排协调，在结算时根据各参与者对辅助服务命令执行的情况进行付费及奖惩。
- ❖ 投标型：各客户分别对辅助服务进行投标，调度员根据投标情况，排定优先顺序，安排辅助服务供应计划，使提供辅助服务的费用最小。
- ❖ 双边合同型：辅助服务的用户直接与供应者签定双边合同，从而得到所需的辅助服务，无须通过相应的交易管理机构。

辅助服务与实时平衡市场的关系

❖ 当没有实时平衡市场时：

- 系统将所有日前市场形成的发电计划与实际需求的偏差调整，都无条件的转嫁给辅助服务市场，通过实时调度辅助服务来满足系统供需平衡。

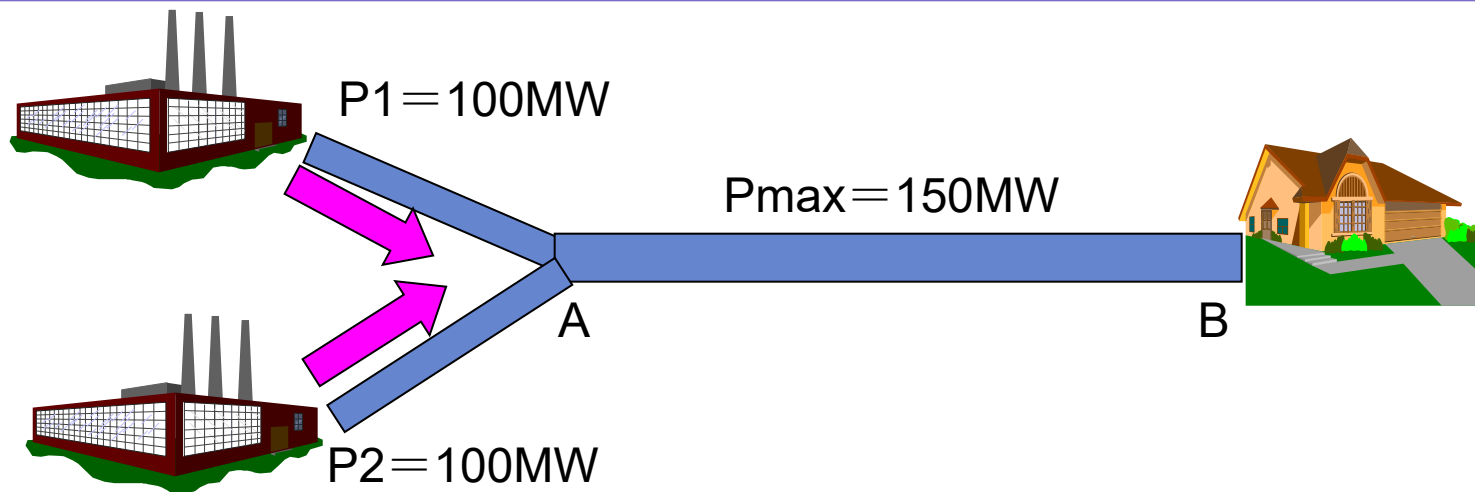
❖ 当有实时平衡市场时：

- 为保证小时前市场和实时市场中有足够的增发电量和减发电量，系统同样需要一定量的备用服务储备。
- 系统必须预先购买充足的辅助服务，才能保证这些辅助服务在实时运行需要时可调用。

（三）输电权交易市场

- ❖ 交易的商品：输电的权利。
- ❖ 输电权是对输电容量的一种使用权利，它赋予其所有者使用相应的输电容量的权利或者取得与其相关的经济利益的权利。

输电权交易市场



❖ 假设1号电厂拥有输电线路A—B的100MW的输电权

- 1号电厂行使输电权，送出100MW，2号电厂送出50MW；
- 1号电厂将输电权转让给2号电厂，获得输电权转让效益：
 - 1号电厂上网电价0.2元/kWh，2号电厂上网电价0.3元/kWh (2号电厂边际发电成本 0.04元/kWh)，输电权价格0.25元/kWh，显然此时1号电厂愿意出让输电权，2号电厂愿意购买输电权。

输电权交易市场

❖ 分为：金融性输电权（**FTR**）和物理性输电权（**FGR**）两大类。

- **FTR**是市场交易者规避价格波动风险的金融工具，网络阻塞时其所有者获得经济补偿，从而获得输电价格的长期稳定性。
- **FGR**实际地定义和分配了使用输电端口的输电容量的权利。

电力金融交易市场

- ❖ 物理类交易可以使企业有效地优化电力商品的生产、输送、消费计划和过程，通过物理类交易实现企业的产销一体化，符合电力商品的产供销必须同时完成的特点。因此，物理类交易是电力商品交易的基础形式，而金融类交易是电力商品交易的高级形式。

金融类交易

❖ 金融类交易（Financial Trades）是电力企业利用金融衍生工具、从事电力商品且没有电力商品实物交割的买卖活动。

- 期货交易（Futures Trades）：是指交易双方支付一定数量的保证金，通过交易所进行的，在未来某一地点和时间交割某一特定数量和质量的标准合同的买卖。

金融类交易

- 期权交易（Options Trades）：是一种与专门交易商订立合同，在一定期限内，按交易双方所商定的价格（不管当时市价涨跌）购入或售出一定数量电力商品**权利**的交易行为。分为：看涨期权和看跌期权。
 - 看涨期权：期权买入方按照一定的价格，在规定的期限内享有向期权卖方购入某种商品或期货合约的权利，但不负担必须买进的义务。
 - 看跌期权：期权买入方按照一定的价格，在规定的期限内享有向期权卖方出售商品或期货的权利，但不负担必须卖出的义务。

看涨期权示例

- ❖ **1月1日：标的物为铜期货，期权执行价1850美元/吨。**
 - A买入看涨期权，付出5美元；B卖出看涨期权，收入5美元。
- ❖ **2月1日，铜期货价格上涨至1905美元/吨，看涨期权的价格涨至55美元。A的策略：**
 - 行使权利：A有权按1850美元/吨的价格从B手中买入铜期货；B在A提出这个行使期权的要求后，必须予以满足，即便B手中没有铜，也只能以1905美元/吨的市价在期货市场上买入而以1850美元/吨的执行价卖给A。而A可以1905美元/吨的市价在期货市场上抛出，获利50美元/吨。B则损失50美元/吨。
 - 售出权利：A可以55美元的价格售出看涨期权，A获利50美元/吨（55-5）。
- ❖ **如果铜价下跌，铜期货市价低于1850美元/吨，A就会放弃这个权利，只损失5美元权利金，B则净赚5美元。**

期权交易与期货交易的差别

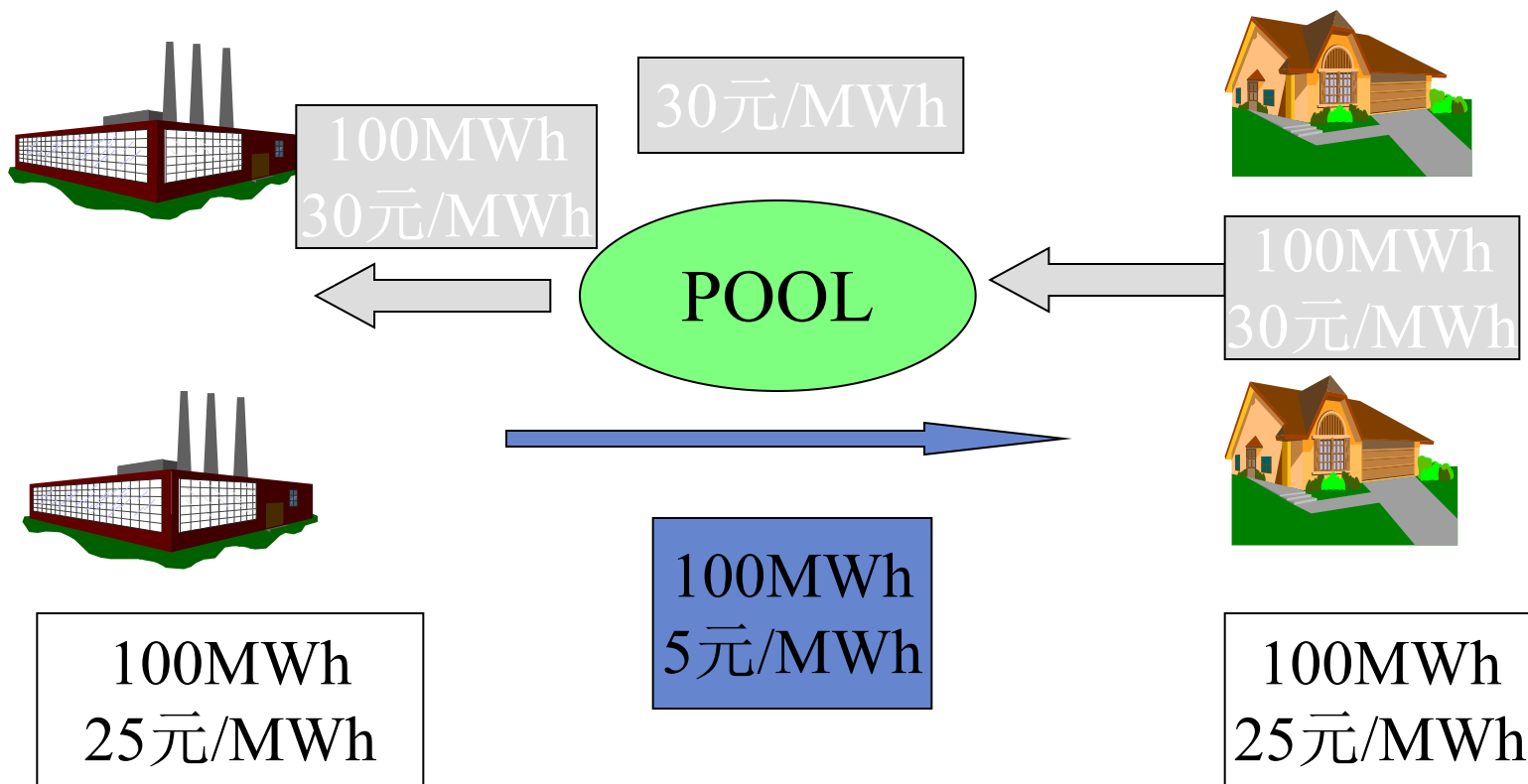
- ❖ 期权交易双方的买卖权利不对称，卖方只有义务，而买方只有权利，卖方获得了买方支付的期权费。
- ❖ 当交易明显不利于自己时，只要放弃权利即可。因此，期权市场的风险是完全可控的，全部风险就是支付的权利金。

金融类交易

- 差价合同交易（CFD Trades）：是交易双方为了规避市场价格风险，规定在未来某一时间内，一定数量的电力商品以某种方式进行结算的交易。

差价合同示例

❖ 签订差价合约**100MWh, 25 元/MWh**, 而现货价格为**30元/MWh** 时



差价合同示例

❖ 签订差价合约**100MWh, 25 元/MWh**, 而现货价格为**20元/MWh** 时

