

电力市场网损分摊方法综述

刘梓洪¹, 程浩忠¹, 刘晓冬¹, 周 坚², 杨立兵², 赵筠筠², 励 刚²

(1. 上海交通大学电气工程系, 上海 200030; 2. 国电华东公司, 上海 200002)

摘要: 首先指出了电力市场网损分摊应遵循的一些基本原则。从网损分摊方法的模型和基本原理出发, 较为全面地综述了电力市场中网损分摊的不同方法, 各种不同分摊方法的不同特点, 和介绍了一些典型国外电力市场网损分摊的计算方法。并在此基础上指出了今后电力市场中网损分摊方法的研究方向。

关键词: 电力系统; 电力市场; 网损分摊; 综述

中图分类号: TM732 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)07-0070-07

0 引言

市场经济国家在制定有关电价法规或进行相关问题的探讨时, 判断的是非标准, 都离不开效益与公平。关于效益的内涵, 目前的看法是比较一致的; 但对公平的理解, 则存在着较多的分歧。电力市场建立后, 公平竞争成为电力市场最重要和最基本的原则^[1]。

在电力市场交易过程中, 输电网的损耗虽只占全部成本很小的一部分(网损率由电气紧凑系统(Compact Systems)的 1% 到电气长距离系统(Long Systems)的 5%, 典型值为 2.5%^[2]), 但是, 对具体的交易和电网用户, 却可能有很大的影响。英国电力市场的运行实践表明, 不同的网损分摊方案可能对交易电价的影响高达 10%^[3]。因此, 如何科学、公平合理地确定网损分摊方案, 是当前电力市场改革所面临地重大的课题。

从公平性角度看, 目前网损分摊方法虽然很多, 但并没有一种通用的、能得到大家一致承认的最好方法。目前, 网损分摊的方法主要有: 平均网损分摊法^[4]、跟踪潮流法^[5]、边际网损系数法^[6]、合同路径法^[7]、基于阻抗矩阵的网损分摊方法^[8]以及其它的方法^[9]等。但对于这些分摊方法, 国外一些大的电网公司采用较多的是边际网损系数法和平均网损分摊法。对于跟踪潮流法, 虽然进行了很多研究, 但真正用跟踪潮流法来分摊网损, 至今没有报道。就分摊的对象而言, 有分摊到发电方, 有分摊到负荷方, 有采用发电方和负荷方各承担一半的分摊方法。对于网损系数的确定和实际交易的同步性, 有的电网公司采用 5 分钟或半小时的实时节点输电定价, 而有的采用事先计算, 事后调整的方法。所以, 不同国家的电网公司, 由于具体所采用的电力市场模式、具

体条件和制约因素不同, 所采用的网损分摊方法也不一样^[10]。

网损分摊方案应遵循保证用户的长期和短期经济利益、系统安全性、经济效益、透明度、可行性等原则。在满足前述几个原则的基础上, 和基于现有的政策基础, 不致造成部分市场参与者的偶发获利和损失(Windfall Losses and Gains)^[11]。

1 平均网损分摊法

平均网损分摊法实际上是一种“邮票法”^[4], 是最早被电力联营市场所采用的模式。西班牙、英格兰和威尔士电力市场采用的是这种分摊方法^[12, 13]。

该方法算法简单, 不考虑输电网的结构、输电线路的距离和输送功率的收发点位置, 在全网范围内按相同的网损系数进行分配。网损系数:

$$R = P_{\text{loss}} / MW_i \quad (1)$$

其中, i 为节点号, MW_i 为第 i 个节点的有功出力或有功负荷, P_{loss} 为全网网损。

则节点 i 的有功出力或有功负荷应该分摊的网损量: $P_{\text{loss}}(i) = MW_i * R$ 。

显然, 平均网损分摊方法直接、透明, 分摊的网损量相对稳定, 有利于维持电力交易的同一性和流畅性。

虽然有不少文献在这种分摊方法的基础上作了一些改进, 例如在确定网损系数时, 综合考虑电网中的电能质量^[14], 传输拥挤^[15]等因素, 但是平均网损分摊法的缺陷仍然很明显。这种分摊方法不能提供电网短期和长期经济运行的经济学信号, 缺乏强有力的电力市场的经济激励机制, 且由于不可避免用户之间的交叉补贴, 还常常受到无法获益的用户的抱怨, 所以这种分摊法正面临逐步淘汰的命运。

2 跟踪潮流法分摊网损

跟踪潮流法是随电力市场的产生而最早被提出的评估用户使用输电网情况的计算方法之一,总的来说是一种会计学方法。但由于被认为缺乏经济学信号,至今未被国内外电力公司采用。该方法最大的优点是直观描述了实际潮流的物理流向,由于其基于交流潮流,可准确反映系统的非线性,确定每个发电机和负荷对线路潮流的影响。随着市场化的深入以及输电系统的更加开放,要求快速而准确地确定各发电机与负荷对各输电线路的实际使用“程度”。依据“谁使用,谁支付”的原则^[16],按用户实际使用线路的情况,公平合理地收取费用。从国内外最新文献可以看到,按照潮流的实际物理流向,争取“潮流网”和“金融网”的统一,增加透明度等方面的研究仍为一大热点。尽管目前仍有很多争议,但潮流跟踪法作为边际系数法的一种补充,被普遍认为是可以考虑使用的。

跟踪潮流法的基本原理是,假定输电节点是个理想的潮流混合器^[17],潮流在各个节点上按照比例共享的原则^[18,19]分布,从而计算出输电线路的功率组成和发电机与负荷间的实际功率传输关系^[20],以此作为全网网损分配的依据。

2.1 按照跟踪的方向或对象不同

分为逆流跟踪(Upstream Tracing)和顺流跟踪(Downstream Tracing)^[21]。

顺流跟踪用于计算发电机对线路潮流的贡献,通过顺流跟踪,可以把全网的输电网损分摊到发电方。而逆流跟踪用于计算各发电机实际供应那些负荷及各线路实际为哪些负荷服务,因此,逆流跟踪可以对用电方进行网损分摊。

具体的计算方法很多。文献^[21]运用拓扑网络矩阵的方法,按有功功率比例共享的原则,形成顺流分配矩阵和逆流分配矩阵,通过矩阵求逆的方法进而求得拓扑发电分配因子和拓扑负荷分配因子,由此得到发电机和负荷在输电线路功率传输的关系。在网络没有环流的前提下,文献^[22]提出一种基于图论的跟踪潮流的快速计算方法。该方法不用求逆阵,计算速度快,但当系统中有环流的情况下不易采用。

2.2 按所跟踪的量不同

分为电流量跟踪、有功功率跟踪和复功率跟踪。

2.2.1 电流量跟踪^[23,26]

电流量跟踪方法是通过研究网络中支路电流的

组成及其对网络损耗的影响来进行全网网损的分摊。在忽略无功潮流影响的情况下,文献^[24]证明了“利用份额”采用电流比值与采用功率比值等价,提出各出线分摊节点网损按电流幅值进行分摊,认为电流幅值的平方进行分摊的原则^[24,25]是不合理的。其理由:按电流幅值的平方分摊可能使全局网损和电源分摊网损的增长趋势出现矛盾的情况,并且这种分摊将使电源对线路“利用份额”在首末端不再保持一致。

另一种按电流量跟踪的方法^[26]是考虑线路上各电流分量的耦合,引入耦合网损系数,使所分摊的网损不仅包括自身电流分量所产生的部分 $I_i^2 R$ (I_i 为线路上的第 i 个电流分量),而且还包括和此线路上的其它电流分量耦合而成的网损量,即:由电流量耦合的交叉网损部分。这种方法新颖,但计算量大,在复杂的电力系统中不宜使用。

2.2.2 有功功率跟踪^[20,21,22,27]

有功功率跟踪忽略了有功和无功的联动的影响,直接对有功潮流和无功潮流进行解耦,而不考虑节点无功对有功功率损耗影响,按照有功功率比例共享的原则,进行有功跟踪和网损分摊。这种解耦的方法,使计算大为简化。但是,各发电厂在实际的运行当中,由于电压控制等原因,其功率因数将不可能相等。而当功率因数较差且不相等时,有功跟踪方法在确定输电设备利用份额及分摊的网损时会引起较大的误差^[28]。

2.2.3 复功率跟踪

作为对有功功率跟踪方法的一种改进,有学者提出复功率跟踪和按复功率进行网损分摊的方法^[29,31]。具体所采用的跟踪方法也不一样。文献^[29]利用复功率跟踪,按照复功率按比例共享的原则,得到某一特定的发电机或负荷复功率在所有线路上的潮流所占的比例进行网损的分摊。而文献^[30]是利用电气路径的等值解耦的方法进行复功率的跟踪,然后按照各用户的复功率比或复合电流的共轭比进行网损分摊。

复功率跟踪的方法,考虑了有功功率和无功功率对全网网损的综合影响,所采用的简化少,因此比有功功率跟踪方法更趋于公平合理,理论上更易被用户接受。但是,这种方法涉及大量复数运算,包括复数矩阵的求逆,因而计算复杂,对于复杂电力系统中的应用,还有待进一步的研究。

2.3 按所采用的潮流模型不同

分为有功潮流跟踪模型和有功、无功潮流联合

跟踪模型。

2.3.1 有功潮流跟踪模型

有功功率潮流模型^[2022,32]基于潮流解的基础之上,不考虑节点的无功功率对线路有功损耗的影响,将有功潮流和无功潮流进行解耦。所以在此模型中,网络上只有有功功率流动。为保持线路首末两端的功率一致,一般将线路的有功功率损耗平均地移至线路的两端,从而使线路等效为一无损线路。显然采用这种模型进行潮流跟踪和网损的分摊,计算简单、直观,但计算的结果会有一定的误差。

2.3.2 有功、无功潮流联合跟踪模型^[5,33]

有功、无功潮流联合跟踪模型不但减少由于上面模型的简化所引起的误差,还可以对输电线路上的无功功率进行跟踪,从而可以为无功功率的传输费用的收取提供依据。虽然文献^[34]采用类似于有功潮流模型的原理进行无功功率的追踪,但是这种不考虑节点有功功率(包括有功负荷和有功出力)对支路无功功率损耗影响的简化方法,使得某一负荷无功功率对某一输电线路的贡献误差高达97%^[35]。所以,采用类似于有功潮流模型,进行无功功率跟踪,其跟踪的结果是难以接受的。

但是,如果在有功、无功联合跟踪模型上,直接采用复功率进行跟踪,则计算复杂,不适宜大型电力系统。为此文献^[5,28]引入MVA联合贡献因子,由MVA联合贡献因子反映有功和无功的交叉影响,得到在形式上出于相互分离的有功有向潮流分布图和无功有向潮流分布图。这种处理方法,和直接复合功率跟踪方法相比,计算简化。

总之,潮流跟踪法实质是一种基于物理流的方法。这种方法是假设功率在全系统混合流动,到达交易一方的功率并不全是由另一方输送的,所以潮流跟踪方法适用于电力市场联营模式,而对双边或多边交易模式很难直接应用。虽然,美国伊利诺斯大学(University of Illinois)的George Gross提出一种基于物理潮流但能够考虑逆流和双边交易的网损分摊模式^[36]。但Gross的方法是一种网损近似估算方案,用直流潮流计算结果估计交流系统网损。近来的研究表明,在大系统中,其方案不仅估算的网损误差有时很难接受,其考虑的逆流即负网损的分摊有时是明显不合理的。此类方法目前有很多争议,算法上也不成熟,尽管往往被很多文献引用,但未有肯定结论。

3 边际网损系数法

边际网损系数法是一种灵敏度方法,即根据节

点注入功率的单位变化引起全网网损变化量的大小来对各节点上负荷或发电机进行网损的分摊。显然这种分摊方法能反映各节点造成全网网损的微增成本信息,从而能够提供很好的经济信号,通过市场的手段促使潮流向网损减少的方向流动,达到优化潮流,提高经济效益以及指导用户投资决策的目的。目前国外电力市场的网损分摊方法大多是基于边际网损系数法^[10]。但是分摊方法的具体实现却有所不同,下面就两个典型的算法进行简要的介绍。

3.1 美国加利福尼亚电力市场采用的GMM方法^[37]

美国加州电力市场独立系统操作员(ISO)将网损分摊给发电(或注入功率)节点。每个发电节点输送给负荷的实际功率被认为是量测的发电出力(实际出力)乘以一个系数GMM(Generation Meter Multiplier),GMM可通过边际网损率MLR(Marginal Loss Rate)的计算得到。

MLR是个灵敏度系数,定义为节点发电出力单位变化,其它节点发电出力都不变,但所有节点的负荷按其系统在系统总负荷所占的比例进行变化时,系统总网损的变化量。

由定义可知,在计算边际网损率时,作了两个假设:

- 1) 假设其它节点的发电出力不变;
- 2) 假设每个节点都分配了一个“松弛负荷”,即相当于整体上抬(或降低)系统负荷。

另外,计算出的MLR需要再进行一次调整,避免过度回收损耗成本和过度发电出力等问题(损耗成本回收基本上是实际损耗的两倍左右,加州运行经验表明是1.8倍)。加州ISO取调整系数: $\alpha = (\text{系统总网损}) / (\text{未调整的MLR和发电实际出力的乘积之和})$

从而使总分摊网损等于实际系统网损。

这样,GMM由下式计算: $GMM = 1 - \alpha \times MLR$ 。显然,若节点发电出力为 P ,则认为实际向负荷输送功率为 $P \times GMM = P - \alpha \times MLR \times P$,所以分摊网损的大小为 $\alpha \times MLR \times P$ 。

除了GMM方法,加州ISO还研究了另一种替代方法SBTLA(Schedule Based Transmission Loss Allocation)。通过两者之间运行实例的计算和比较,加州ISO认为GMM网损分摊方法虽然还需要细化修改,但在大多数情况下比SBTLA方法更能提供公正、有效和与地理位置相关的经济效益信号,应该予以保留。

3.2 澳大利亚国家电力市场(NEM)实行的节点和区域边际网损分摊方法^[38]

澳大利亚国家电力市场包括输电网(220 kV 及以上)和配电网(220 kV 以下)两部分。考虑到边际网损系数法对配电网计算的复杂性,因而配电网实行平均网损系数法,而对输电网采用节点和区域边际网损分摊方案。整个澳大利亚的输电网划为五个区,每个区定义一个区域参考节点 PRN (Regional Reference Node),一般 PRN 取本区域大的负荷中心或发电中心。区域内的各联接节点的边际网损系数 MLF 的定义为:

$$MLF = \frac{PRN}{load} = 1 + \frac{loss}{load} \quad (2)$$

其中: PRN 为 PRN 节点发电出力微增量, $load$ 为联接点负荷微增量, $loss$ 为网损微增量。

目的是,将各节点的网损系数均折算到本区域的参考节点 PRN 上。

所以,对于 PRN 节点,其 $MLF = 1$;而对于负荷节点或重负荷地区的节点, MLF 倾向于大于 1,且 MLF 越大,负荷所承担的网损就越多;相反,发电节点或主要向外输出功率的地区的节点, MLF 倾向于小于 1,且 MLF 越小,发电机承担的网损也就越多。

因为负荷的波动和运行方式的变化使 MLF 也经常波动,NEM 使用前一财政年度的历史数据,对区域内每半小时的网损系数在一年范围内按负荷的权重进行平均(共 17520 个区段),从而形成一个静态的网损系数。而对于区域之间的网损系数则是动态的,每五分钟更新一次。具体计算复杂,主要是利用每时段区域边界的交换功率和总负荷数据,利用回归分析拟合区域间网损系数和交换功率的变化关系,但仍然是一种近似计算。

值得注意的是澳大利亚 NEM 在结算时没有对边际网损系数按实际网损作调整,这样造成电网公司过度收取用户网损费用。但有相关法案规定,电网公司必须相应降低网络运行费用,以把多获取的利益再返还给用户。

除上面两种分摊方法之外,在文献[6]中,提出一种不但对节点有功功率而且对节点无功功率也进行网损分摊的算法。在该方法中,平衡节点的有功网损系数和无功网损系数均为零,即不对其收取网损费用。而对于 PV 节点,其无功网损系数也为零,即不对 PV 节点的无功功率进行网损的分摊。但文献[39]认为即使平衡节点提供了全网的网损,也应该承担网损,并提出可用于分布式平衡节点潮流下

的边际网损分摊方法。

为了使总分摊网损等于实际系统网损,需要对边际网损系数进行调整。除了 GMM 法中的比例法(Scale Method)之外,文献[40]提出平移法(Shift Method)。这种方法是,对调整前各节点所分摊的网损量进行坐标平移,使得平移后的总的分摊量等于实际的总网损量,而平移以后的各节点的网损量为最终的分摊量。该文献认为,平移后的各节点网损分摊结果与平衡节点的选取没有关系,而且所包含的经济信号并不会受到影响。

4 针对双边交易的合同路径法^[7,4143]和网损增量法^[44,45]

在开放的电力市场中,除了联营体模式,还有双边交易模式及两者的混合模式。在双边交易模式或混合模式下,需要合理地交易的双方分摊网损。

传统的合同路径法是以假定输电业务只发生在输电系统中的某些预先确定的连续路径上,并假定输送的电能只经过这些线路,而不考虑对其他线路产生的影响。虽然,随着电力电子技术的发展,通过 FACTS 技术控制潮流,尽量使合同路径和实际潮流趋于一致^[7,42]。但在复杂的电力系统中,对路径的选择和潮流的控制将值得怀疑,而且这种潮流的控制,在一定程度上会影响其他用户选择电力供应商的自由性^[46]。

另外,对双边交易的网损分摊,也可采用网损增量法。这种方法是通过交易发生前后的全网网损变化的一种评估,估计值就作为对交易的网损分摊量。直观上,这种方法非常适合双边交易,而且与平衡节点的选取无关。但是,对同时发生的几笔交易,就会出现交易排序的问题,因为各交易计算出的网损增量对所设定的交易顺序极为敏感^[46]。

除了上面的几类方法以外,还有一些其它的分摊方法。例如基于阻抗矩阵的网损分摊方法^[8,47]以及 CLP 方法(Cross-losses Proportioning)^[9]。其中 CLP 法是处理交叉网损最基本的方法,认为交叉网损应该按比例分摊。

5 今后研究的方向

在网损分摊问题上,虽然还存在很多做法和很多争议,但纵观大多数国家的取向,倾向于实行和正在实行边际网损系数法或直接包括网损在内的实时节点定价。另一个引人注目的方向是采用跟踪潮流法。潮流跟踪法是一种会计学方法,许多人认为特

别适合于固定成本回收。但它不象边际网损系数方法那样,能大大提高电力系统的效益,并为用户的投资决策提供有效的经济信号。

不同算法的有效综合,克服单一算法的缺点,会更好达到保证用户的长期和短期经济利益、系统安全性、经济效益、透明度等目的。若能将跟踪潮流法和边际网损系数相互结合,构成一个综合的网损分摊方法,那么这样的方法可以避免边际网损系数法分配网损的可能剧烈波动,从而降低用户风险,又克服了跟踪潮流法无经济性指导的缺点,从而提高全网及用户的经济效益。

参考文献:

- [1] 于尔铿,韩放,谢开,等(YU Er-keng, HAN Fang, XIE Kai, et al). 电力市场(Power Market)[M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),2000.
- [2] Christie R. Markets and Economic Dispatch and Transmission Losses[J]. EE 553 Power System Economics, 2001.
- [3] Shuttleworth G, Williams I. Allocation Transmission Losses: Methods and Criteria[A]. A Submission to the DICG Prepared by NERA. London:1999.
- [4] 曾鸣(ZENG Ming). 电力市场理论及应用(Power Market Theory and Application)[M]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),2000.
- [5] Wu Z Q, Chen G Z. MVA Power Flow and Loss Analysis for Electricity Market[J]. IEE Proc on Gener, Transm & Distrib, 2001, 148(2): 153-158.
- [6] Mutale J, Strbac G, Curcic S, et al. Allocation of Losses in Distribution Systems with Embedded Generation[J]. IEE Proc on Gener, Transm & Distrib, 2000, 147(1): 7-14.
- [7] Baldick R, Kahn E. Contract Paths, Pathshifters, and Efficient Electricity Trade[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1997, 12(2): 749-755.
- [8] Conejo J, Giana D, Ivana Kockar. ZBUS Loss Allocation[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2001, 16(1): 105-110.
- [9] ZU Wei-yu. The Proposed CLP Method for Allocation Real Power Losses of Multiple Flows[J]. IEEE Power Engineering Review, 2001, 21(11): 45-47.
- [10] Electricity Supply Board (ESB). Transmission Losses Treatment[Z]. ESB Submission to the Commission for Electricity Regulation,2000.
- [11] Shuttleworth G, Williams I. Appendix B: Allocation Methods Around the World[A]. A Submission to the DICG Prepared by NERA. London:1999.
- [12] Gonzalez J J, Basagoiti P. Spanish Power Exchange Market and Information System, Design Concepts, and Operating Experience [A]. Proceedings of 21st 1999 IEEE International Conference[C]. 1999. 245-252.
- [13] Bialek J W, Ziemianek S, Abi-Samra N. Tracking-based Loss Allocation and Economic Dispatch[A]. Proceedings of 13th Power Systems Computation Conference[C]. Trondheim(Norway):1999.
- [14] van Roy P, van Cranenbroeck T, Belmans R, et al. Practicality of Grid Quality Charge as Part of a Postage Stamp Transmission Tariff for Belgium[A]. Proc 2001 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting[C]. 2001. 2: 1255-1260.
- [15] van Roy P, van Cranenbroeck T, Belmans R, et al. A Modified Postage Stamp Transmission Tariff Considering Congestion[A]. Proc 2000 Large Engineering Systems Conference on Power Engineering, PES[C]. Halifax(Canada):2000.
- [16] 瞿昭,江峰青,骆敏,等(QU Zhao, JIANG Feng-qing, LUO Min, et al). 发电成本及网损分摊的潮流跟踪方法(Electricity Tracing Method of Generation and Loss Cost Allocation)[J]. 上海大学学报(自然科学版)(Journal of Shanghai University, Natural Science Edition), 1999, 5(6): 496-500.
- [17] Reta R, Vargas A. Electricity Tracing and Loss Allocation Methods Based on Electric Concepts[J]. IEE Proc on Gener, Transm & Distrib, 2001, 148(6): 518-522.
- [18] Bialek J, Tam D B. Tracing the Generator's Output [A]. Proceedings of IEE International Conference on Opportunities and Advances in International Electric Power Generation[C]. 1996. 133-136.
- [19] Bialek J. Identification of Source-sink Connections in Transmission Networks[A]. Proceedings of the Fourth IEE Conference on Power System Control and Management[C]. 1996. 200-204.
- [20] Bialek J. Tracing the Flow of Electricity[J]. IEE Proc on Gener, Transm & Distrib, 1996, 143(4): 313-320.
- [21] Bialek J. Topological Generation and Load Distribution Factors for Supplement Charge Allocation Transmission Open Access [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1997, 12(3): 1185-1193.
- [22] 魏萍,倪以信,吴复立,等(WEI Ping, NI Yi-xin, WU Fu-li, et al). 基于图论的输电线路功率组成和发电机与负荷间功率输送关系的快速分析(Power Transfer Allocation for Open Access Using Graph Theory)[J]. 中国电机工程学报(Proceeding of the CSEE), 2000, 20(6): 21-25.

- [23] 王锡凡,王秀丽,郑斌(WANG Xi-fan, WANG Xi-ri, JIA Bin). 电力市场过网费的潮流分析基础——网损分摊问题(Fundament of Load Flow Analysis in Wheeling——Costing Loss Allocation Problem)[J]. 中国电力(Electric Power), 1998, 31(6): 6-9.
- [24] Macqueen C N, Irving M R. An Algorithm for the Allocation of Distribution System Demand and Energy Losses[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1996, 11(1): 338-343.
- [25] Kirschen D, Strbac G. Tracing Active and Reactive Power Between Generators and Loads Using Real and Imaginary Currents[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1999, 14(4): 1312-1319.
- [26] Slavickas R A. Allocation of Network Losses to Variable Electrical Loads[A]. The Ninth International Conference on Harmonics and Quality of Power[C]. 2000. 2: 391-396.
- [27] LIU Fu-bin, LI Yang, TANG Guo-qing. A Quick and Practicable Power Flow Tracing Method on Electric Energy Market, Part II: A New Practicable Method[A]. Power Engineering Society Winter Meeting, IEEE[C]. 2001. 3: 1238-1243.
- [28] 吴政球(WU Zheng-qiu). 有功、无功功率分摊及网损分摊的研究(一)——有功、无功联合贡献因子及其应用(Study on MVA Power and Loss Allocation, Part One)[J]. 电力系统及其自动化学报(Proceedings of the EPSA), 2000, 12(3): 9-13.
- [29] 李志民,潘明惠,杨松岩,等(LI Zhi-min, PAN Ming-hui, YANG Song-yan, et al). 跟踪潮流的理论研究(Study on Tracing Power Flow)[J]. 中国电力(Electric Power), 2000, 33(11): 41-43.
- [30] 于继来,柳焯(YU Ji-lai, LIU Zhuo). 基于网络状态严格等值条件下的网损分摊分析(Loss Allocation with Strict Equivalence of the Network State)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2001, 25(21): 33-37.
- [31] 常宝波,孙洪波,周家启(CHANG Bao-bo, SUN Hong-bo, ZHOU Jia-qi). 跟踪交流潮流的理论与方法(Theory and Approach to Power Flow Tracing)[J]. 电网技术(Power System Technology), 1998, 22(10): 68-70.
- [32] Kirschen D, Allan R, Strbac G. Contribution of Individual Generators to Loads and Flows[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1997, 12(1): 52-60.
- [33] 孙洪波,常宝波,周家启(SUN Hong-bo, CHANG Bao-bo, ZHOU Jia-qi). 网损分摊决策研究(Study on Allocation of Energy Losses)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 1999, 23(20): 59-62.
- [34] Bialek J. Allocation of Transmission Supplementary Charge to Real and Reactive Loads[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1998, 13(3): 749-754.
- [35] 吴政球(WU Zheng-qiu). 有功、无功功率分摊及网损分摊的研究(二)——有功、无功联合贡献因子及其应用(Study on MVA Power and Loss Allocation, Part Two)[J]. 电力系统及其自动化学报(Proceedings of the EPSA), 2000, 12(4): 9-13.
- [36] SHU Tao, George Gross. Transmission Loss Compensation in Multiple Transaction Networks[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(3): 909-915.
- [37] California Independent System Operator. Report to the Federal Energy Regulatory Commission: Studies Conducted Pursuant to October the 30th[R]. 1997.
- [38] Treatment of Loss Factors in the National Electricity Market[M]. National Electricity Market Management Company Limited, 1999.
- [39] Caliana D, Conejo J, Ivana K. Incremental Transmission Loss Allocation Under Pool Dispatch[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2002, 17(1): 26-33.
- [40] Steven S. How to Charge Generators for Marginal Losses without Over-collecting[Z]. A Critique of the Phase II Tariff and a Proposal for Revisions, 1999.
- [41] Happ H H. Transmission Access Raises Unresolved Economic Issues[J]. IEEE Power Engineer Review, 1994, 14(8): 11-13.
- [42] Hitzeroth H V, Braisch D, Herold G, et al. Compensation, Stability and Losses in the Presence of Wheeling Transactions with Use of FACTS Devices[A]. International Conference on Electric Power Tech Budapest 99[C]. 1999. 149.
- [43] Garng H M, Zhang H. Coordinating Simultaneous Energy Transaction as an Extended OPF Function[A]. Power Engineering Society Winter Meeting, IEEE[C]. 2000. 2: 1214-1219.
- [44] Happ H H. Cost of Wheeling Methodologies[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1994, 9(1): 147-156.
- [45] Shirmohammadi D, Filho X V, Gorenstin B, et al. Some Fundamental Technical Concepts about Cost Based Trans Pricing[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1996, 11(2): 1002-1008.
- [46] Garng H M, Zhang H. Transmission Loss Allocations and Pricing via Bilateral Energy Transactions[A]. Power Engineering Society Summer Meeting, IEEE[C]. 1999. 2: 720-725.
- [47] 杜正春,夏道止(DU Zheng-chun, XIA Dao-zhi). 输电系统网损的合理分摊(A Novel Method for Allocation of Transmission Losses)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2002, 26(4): 18-22.

收稿日期: 2003-05-13

作者简介:

刘梓洪(1975 -) ,男 ,硕士 ,从事电力市场研究 ;

程浩忠(1962 -) ,男 ,教授 ,博士生导师 ,从事谐波、电压稳定、电力系统规划和电力市场等研究 ;

刘晓冬(1970 -) ,男 ,博士、副教授 ,从事电力市场研究。

Review of loss allocation methods in power market

LIU Zi-hong¹, CHENG Hao-zhong¹, LIU Xiao-dong¹, ZHOU Jian², YANG Li-bing², ZHAO Jun-jun², LI Gang²

(1. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China; 2. East China Electric Power

Group Corporation, Shanghai 200002, China)

Abstract: This paper puts forward many regulations of real power loss allocation in power market. Based on both the mathematical models and basic principles of loss allocation, different methods of loss allocation and their traits are analyzed and compared, and some typical calculation methods abroad are introduced. In the end of the paper, the directions of future research in this field are proposed.

Key words: power system; power market; loss allocation; review

华东电力市场 5 月份模拟运行

华东电力市场将于 5 月 18 日开始模拟运行。国家电监会日前向有关单位发出通知,要求做好各项准备工作。

据了解,华东电力市场试点工作正在稳步推进。目前,《华东电力市场运营规则》、《华东电力市场监管实施意见》、《华东电力市场技术支持系统建设大纲》和《华东电力市场技术支持系统功能规范》基本形成,有关市场建设的配套项目也已经启动,市场建设的各项工作正有序进行。

开展模拟运行的目的是:检验规则,积累经验;培育市场主体,熟悉规则;促进配套措施制度建设,为正式运行奠定基础。

根据《华东电力市场试点方案》的要求,国家电监会会同国家电网公司负责模拟运行工作的总体领导,组织审定市场运营规则、监管实施意见、技术支持系统建设大纲等文件,负责监管机构的筹建;国家电网公司负责指导协调华东电网有限公司和省(市)电力公司具体落实与模拟运行相关的项目、人员、资金等;华东电网有限公司具体负责华东电力市场模拟运行的各项准备工作;各省(市)电力公司、发电企业应积极参与相关文件的制订和相应的技术支持系统的配套建设。

“牵引供电运营安全保障及信息智能化管理系统的研究”通过部级鉴定

2004 年 2 月 27 日至 28 日,由成都交大许继电气公司和西南交通大学、成都铁路局合作完成的铁道部研究开发计划项目“牵引供电运营安全保障及信息智能化管理系统的研究”(合同号:2002J035)鉴定会在成都召开。来自铁道部鉴定中心、铁道部电子中心、中铁工程总公司、电化局、天津电化院、铁一院、铁二院以及郑州、兰州、上海、成都、南昌、昆明等路局的专家参加了此次鉴定会。

会议期间,课题组、测试组成员分别作了项目工作报告,与会专家在听取项目研究报告、技术报告以及现场测试报告的基础上,对技术资料进行了认真审阅,并进行了热烈讨论。与会专家最后一致认为:该系统采用 Oracle 数据库,方案设计合理、系统功能完善;具有视频和图纸管理功能,对故障抢修提供了技术支持,实现了数据的标准化管理;采用了模块化、可定制组态的设计思想,能够实现软件模块的升级以及软件功能的自定义,具有良好的维护性和扩展性;课题组完成了合同规定的研制任务,符合铁路牵引供电运营管理的要
求,达到了同类系统的国内领先水平,一致同意通过鉴定,可以推广使用。