

引文: 朱金宏, 冯连勇. 中国天然气管网气量平衡机制: 英国经验及启示[J]. 天然气工业, 2025, 45(1): 187-194.
ZHU Jinhong, FENG Lianyong. China's gas balance mechanism of natural gas pipeline network: UK's experience and its inspiration[J]. Natural Gas Industry, 2025, 45(1): 187-194.

中国天然气管网气量平衡机制：英国经验及启示

朱金宏 冯连勇

中国石油大学（北京）经济管理学院

摘要：国家石油天然气管网集团有限公司成立后，随着管网资源优化配置和市场化程度需求的不断提高，管网气量平衡的难度显著提升，对管网安全平稳运行和高效输送造成了极大的挑战。英国作为天然气市场化改革的先行者，其管网气量平衡机制建设的实践经验可为中国天然气管网气量平衡提供重要借鉴。为此，系统分析了英国管网气量平衡机制的发展历程、制度体系和运行模式，从我国气量平衡政策的现状和存在的问题出发，提出中国天然气管网气量平衡机制建立的建议。研究结果表明：①英国管网气量平衡机制的发展以市场化为导向，通过不断完善，很好地适应了多元主体参与的复杂运营环境；②英国管网系统通过明确气量平衡责任主体、建立保障制度体系和成熟的运营模式，形成了以市场交易为主、强制调节为辅的气量平衡机制，保障了管网的气量平衡；③日间平衡交易市场作为核心机制，在英国管网气量平衡过程中发挥了重要作用。结论认为：①天然气管网气量平衡机制的建立健全，是实现管网高效协同运行、理顺我国产运储销体系的重要举措；②中国天然气管网系统可借鉴英国经验，结合自身特点，采用分区域多点气量平衡模式，构建分层递进的气量平衡处理方式，完善信息服务平台和风险防控体系，从而形成具有中国特色的天然气管网气量平衡体系。

关键词：天然气管网；气量平衡；英国；市场化改革；管网安全

中图分类号：[TE-9] **文献标识码：**A **DOI:** 10.3787/j.issn.1000-0976.2025.01.016

China's gas balance mechanism of natural gas pipeline network: UK's experience and its inspiration

ZHU Jinhong, FENG Lianyong

(School of Economics and Management, China University of Petroleum - Beijing, Beijing 102249, China)

Natural Gas Industry, Vol.45, No.1, p.187-194, 1/25/2025. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: After the PipeChina was founded, with the continuously increasing demand for pipeline network allocation optimization and marketization level, the difficulty in the gas balance of pipeline network increases significantly, which poses great challenges to the safe and smooth operation and efficient transportation of the pipeline network. As a pioneer of natural gas market-oriented reform, the UK's practical experience in constructing the gas balance mechanism of pipeline network can provide an important reference for China's gas balance of natural gas pipeline network. In this paper, the development history, institutional system and operation mode of UK's gas balance mechanism of pipeline network are analyzed systematically. In addition, the suggestions to establish China's gas balance mechanism of natural gas pipeline network are proposed to deal with the status and problems in domestic gas balance policies. And the following research results are obtained. First, the UK's gas balance mechanism of pipeline network is developed under the orientation of market, and it has adapted well to the complex operational environments involving multiple participants through continuous improvement. Second, by defining the responsible parties for gas balance and establishing a guarantee system and a mature operation model, the UK's pipeline network system has formed a gas balance mechanism dominated by market transactions and supplemented by mandatory regulation, which ensures the gas balance of pipeline network. Third, the daytime balanced trading market, as the core mechanism, plays an important role in the UK's gas balance process of pipeline network. In conclusion, the establishment and improvement of the gas balance mechanism of natural gas pipeline network is an important measure to achieve efficient collaborative operation of pipeline network and straighten out domestic production, transportation, storage and sales system. What's more, China's natural gas pipeline network system can learn from the UK's experience and take into consideration of its own characteristics to adopt a regional multi-point gas balance model, construct a hierarchically progressive gas balance mode, and improve the information service platform and risk prevention and control system, thus forming a gas balance system of natural gas pipeline network with Chinese characteristics.

Keywords: Natural gas pipeline network; Gas balance; UK; Market-oriented reform; Pipeline network safety

基金项目：国家自然科学基金项目“基于净能源与碳投入回报的 CO₂ 技术经济评价方法研究”（编号：72274212）。

作者简介：朱金宏，1998 年生，博士研究生；主要从事能源经济管理方面的研究工作。地址：（102249）北京市昌平区府学路 18 号。

ORCID: 0000-0001-8841-8687. E-mail: kinghongzhu@foxmail.com

通信作者：冯连勇，1966 年生，教授，博士；主要从事能源经济管理等方面的研究工作。地址：（102249）北京市昌平区府学路 18 号。

ORCID: 0000-0003-0953-5784. E-mail: fenglyenergy@163.com

0 引言

截至 2024 年 12 月,中国长输天然气管道总里程 12.4×10^4 km,一次管输量达 $3\,940\times 10^8$ m³,天然气“全国一张网”日供气能力超过 10×10^8 m³[1]。在天然气管网规模持续扩大和输气量快速增长的背景下,管网气量平衡成为一个重要的研究课题。

管网气量平衡,即管道或管网系统中天然气输入量与输出量的相对平衡[2],是保障管网安全平稳运行和高效输送的关键。2019 年以前,中国天然气管网主要由中国石油、中国石化、中国海油分别运营管理[3],各公司在自身系统内进行气量平衡和调节,由于上游气源供应和下游用户需求相对稳定、可控,因此便于实现系统内的平衡调节。国家管网公司成立后,随着管网资源优化配置和市场化程度需求的提高,管网气量平衡的难度显著提升:一方面,不同来源的天然气在同一管网中流动,输配更加灵活;另一方面,开放准入政策引入更多市场主体,平衡协调的复杂性大幅提高[2,4]。在这些变化的背景下,持续保持管网气量平衡面临严峻的挑战,需要建立一套全新的运行机制。

英国作为天然气市场化改革的先行者,建立了完善的管网气量平衡机制,不仅实现了管网的安全稳定运行,更促进了天然气市场的充分竞争。为此,调研了英国天然气管网气量平衡机制的发展历程、制度建设和具体措施,总结其成功经验,以期为中国天然气管网气量平衡机制的优化提供参考。

1 英国天然气管网气量平衡机制发展历程

英国天然气管网气量平衡机制经历了从政府管控到市场化运作转变的发展历程,其平衡机制的建设和制度创新对中国具有重要的借鉴意义。为此,首先梳理英国天然气管网气量平衡机制的发展脉络,以更好地理解其天然气管网气量平衡政策和制度的设计思路。

英国天然气管网由国家输送系统(National Transmission System, NTS)和区域配送网络(Distribution Network, DN)构成[5-6]。作为核心骨干网络,国家输送系统通过高压管道系统连接全国主要气源点和用气区域。英国国家管网公司作为国家输送系统的管理者,负责管网的日常运营维护和系统平衡,确保管网安全稳定运行。

英国天然气管网气量平衡机制发展历程如表 1 所示。从整体来看,其发展呈现出明显的市场化进程:由最初的计划管控模式,逐步引入市场机制,最后建立完善的市场化平衡体系。这一转变过程中的关键节点是 1986 年《天然气法》的颁布,该法案打破了传统的垄断格局,开启了天然气市场化进程[5]。随后,为适应市场主体多元化的新形势,英国相继建立了中心平衡机制和日间平衡市场(On-the-day Commodity Market, OCM)等创新制度,不断完善市场化的气量平衡手段。

表 1 英国天然气管网气量平衡机制发展历程表

发展阶段	阶段特点	管网气量平衡机制	存在的问题
市场化转型前阶段 (1980 年前)[6]	高度集中化的系统,其中天然气的生产、传输和分配被视为一个整体服务	市场由单一实体控制,供应和需求平衡内部调度,不涉及交易或平衡	缺乏市场竞争、低效率
市场转型阶段 (1980—1995 年)[5]	英国政府开始推进能源市场化,1986 年颁布《天然气法》奠定了天然气市场改革的法律基础,推动了天然气市场的私有化和竞争引入,天然气市场结构经历重大变革。天然气供应和运输开始分离,并开放给多个供应商,向更竞争性和分散的市场结构转变	建立新的机制来管理多个参与者的气量平衡,以确保市场的有效运作和气量的合理分配。	市场参与主体责任界定不清晰,平衡数据传输不及时,缺乏统一的平衡交易平台
中心气量平衡机制引入阶段 (1995—2000 年)[5-6]	推动解决多个市场参与者间气量平衡的问题,提高气量数据的集中管理和透明度	引入了中心气量平衡机制,主要通过 Xoserve 等机构对接。为所有市场参与者提供了统一平台来调整气量平衡	平衡数据质量不高,结算周期过长,市场流动性不足
日间平衡市场和平衡结算机制建设阶段 (2002—2010 年)[7]	新的数据管理系统和平衡工具的引入,使得气量平衡的预测和管理变得更加精确和高效	英国引入了日间平衡市场和平衡结算价格机制,进一步激励市场参与者更精确地管理气量平衡	平衡价格机制不合理,市场参与度低,实时数据缺失
深化完善阶段 (2010 年至今)[8-9]	技术的进步对天然气市场的气量平衡机制产生了深远影响。随着新的市场条件、技术进步和政策目标的出现,适应气电市场整合	英国天然气及电力市场办公室(Office of Gas and Electricity Market, Ofgem)等监管机构继续更新和调整气量平衡框架;引入了更灵活的平衡机制和政策	数据交互效率有待提高,跨区域协调机制仍需完善

回顾英国天然气管网气量平衡机制发展,从最初的计划管控,经1986年《天然气法》开启市场化进程,到引入中心平衡和日间交易等概念,最终建立了以Ofgem监管、Xoserve平台支撑、日间平衡市场为核心的管网气量平衡机制。在现行体系下,托运商需要提前向管网运营商申报天然气交易日(Gas Day)的计划气量^[6]。虽然在实际运行中,终端用户需求波动(尤其是工业用户和发电用户)、天气条件变化影响的供暖需求、设备故障和检修、上游LNG到货和气田产量波动等因素带来了一系列不确定性,但现有的管网气量平衡机制仍然很好地适应了复杂的运营环境。英国的实践经验表明,随着天然气市场化程度提高,建立市场化的管网气量平衡机制既是必然要求,也是确保管网高效运行的关键所在。

2 英国天然气管网气量平衡机制的制度体系

英国天然气管网气量平衡机制形成了以法律法规为基础、以监管体系为框架准则、以市场规则为核心、以配套制度为支撑的完整制度体系。

2.1 法律法规体系

英国天然气管网气量平衡机制涉及的主要法律法规主要包括《天然气法》《能源法》等。1986年颁布的《天然气法》确立了市场化改革的基本框架,规定了输送和供应业务分离、引入竞争等核心内容,为管网气量平衡机制的建立奠定了法律基础^[7-8]。此后《天然气法》通过多次修订和完善,不断适应市场发展需要,强化了对市场主体权责的规范。《能源法》进一步细化了监管要求,明确了各类市场主体在管网气量平衡机制中的职责和义务^[9-10],要求托运商需要提前向管网运营商申报计划气量,并对实际输送量与计划量的偏差承担相应责任。同时,《能源法》也规定了管网运营商维护管网气量平衡的职责,确保管网安全稳定运行。

2.2 监管体系框架

英国建立了以Ofgem为核心的天然气市场监管体系。Ofgem作为独立监管机构,负责制定和实施管网气量平衡的相关规则,并对市场主体的行为进行监督。监管框架的重点包括市场准入管理、价格监管、信息披露要求等方面,通过多层次的监管措施保障平衡机制有效运行。监管机构采取激励性监管方式,设置了覆盖供需平衡、成本控制、服务质量等方面

的绩效指标。通过建立考核奖惩机制,引导管网运营商提高运营效率,实现管网气量平衡成本最小化,同时加强对市场力的监管,防止市场操纵,维护公平竞争秩序。

2.3 市场规则体系

市场规则是实现管网气量平衡的核心机制,主要包括网络运行规则、平衡规则和交易规则三个方面。网络运行规则规定了管网调度运行、压力控制等技术要求;平衡规则明确了不平衡量计算方法、价格机制和结算流程;交易规则规范了市场交易行为,建立起统一的交易平台和规则。这些规则通过统一的网络规范(Uniform Network Code)予以明确,为市场主体提供了清晰的行为指引。规则设计充分考虑了市场发展阶段特征,在保障系统安全的基础上,通过市场化机制实现资源优化配置,并为跨境交易提供便利。

2.4 配套制度体系

为确保各项规则得到有效执行,英国建立了完善的配套制度体系。在信息披露方面,要求系统运营商及时发布系统状态、平衡价格等关键信息,为市场主体决策提供支持。在激励约束方面,建立了针对性的经济激励机制,促进市场主体主动平衡。通过多元化的争议解决机制,包括协商、调解和仲裁等途径,保障市场主体合法权益。通过这些配套制度体系的协同发力,形成了制度实施的保障体系,推动管网气量平衡政策有效落地。

3 英国天然气管网气量平衡机制的运行模式

3.1 明确责任主体分工

根据《国家统一管网规则》,英国天然气管网气量平衡体系将英国国家管网公司和托运商明确为两个主要责任主体。英国国家管网公司承担全国管网的物理平衡责任,同时作为平衡交易平台的监管者,其不得通过平衡操作或买卖天然气获利^[7]。托运商作为管网使用者承担保证运输天然气管网气量平衡的基本责任,当因其原因造成管网气量不平衡时,需承担英国国家管网公司为解决不平衡问题而进行平衡操作所产生的费用。

尽管英国已脱离欧盟,但其管网体系仍参与欧洲内部协调机制。为实现跨区域市场一体化,英国国家管网公司的管网气量平衡机制支持跨平衡区交易,

鼓励托运商参与欧盟整体的管容交易,通过支持不同平衡区用户间的结算来提高天然气交易的灵活性。

3.2 构建交易措施及实施流程

英国天然气管网气量平衡机制的稳定运行,主要依托于 5 个方面的具体措施^[5-7]。

首先是建设资源市场。托运商可通过国家平衡点(National Balance Point, NBP)以双边交易、场外交易、交易所交易等方式买入或卖出气量实现平衡,这些交易可以是长期、中期或短期的,但必须在天然气交易日之前完成。

其次是设置日间平衡市场。当资源市场交易气量到天然气交易日仍无法平衡时,托运商需要在日间平衡市场进行交易。日间平衡市场由欧洲洲际交易所(Intercontinental Exchange, ICE)指导运营,是英国国家管网公司唯一可用于履行剩余平衡责任的交易市场。该市场依托国家平衡点实际气量数据运行,通过交易机制解决管网运行中的不平衡问题。

第三是充分利用调峰设施。英国国家管网公司拥有自有或签约的储气库和 LNG 接收站等调峰设施。通过与这些设施运营方签署灵活的合同,可在天然气供应中断、管道破损、压缩机故障以及需求预测失误等极端情况下临时调用天然气,解决管网气量不平衡问题。这种为应对极端情况而签署灵活合同的管理方式,被称为“边际管理”,主要用于短期维持管网压力水平。

第四是设置指定地区竞标交易机制。当需要调节特定区域管网压力时,英国国家管网公司可发起指定地区的竞标交易。参与投标的托运商需拥有相关区域的可支配管容,且已提交输气指令。中标托运商通过修改指令中的气量来实现区域内管网气量平衡。

最后是应急管理措施。英国国家管网公司调控中心可采取启用压缩机重新配置天然气、使用管存气量、限制合同执行(如降低上载下载速率)、停止下气点管容预定、与托运商进行交易降低需求(如回购下气点管容、发起指定地区竞标交易)等措施,实现应急管理。

此外,英国国家管网公司会定期发布《系统管理原则声明》(以下简称《声明》),作为平衡管理的指导性文件,《声明》明确规定了在不同时间和情况下选择平衡管理服务的原则和标准,旨在有效解决管网流速和压力变化导致的管网气量平衡问题^[8]。《声明》详细列举了各种平衡机制,并明确了这些管理工具的使用优先级和具体使用时机。通过制定和发

布《声明》,国家管网公司为市场主体提供了清晰的指引,说明在不同情形下如何选择和使用各项平衡管理工具,从而更好地解决管网流量压力变化带来的挑战,进一步增强了管网气量平衡管理的透明度和可预期性。

3.3 完善数据监测和发布机制

为确保管网运营的安全性和可靠性,英国建立了完善的数据监测和发布机制。一是发布需求预测信息。国家管网公司需要预测主干和区域管网的天然气需求量^[9],同时向市场提供系统状态信息,包括管道储气量和国家输送系统需求量等(每小时更新)、管网实时流量数据(每 12 min 更新),并在每天结束时为托运商提供其天然气使用情况的数据。二是托运商信息报送。托运商需要向国家管网公司提供各上载、下载气点的预测需求量以及在国家平衡点的天然气交易量^[10]。这些信息通过指令流程获取,即托运商通过 Xoserve 的 UK-Link 系统提交每个天然气交易日各上、下游气点的预计输配气量^[11-12]。提交的指令气量不能超过预管容量,英国国家管网公司可驳回不合理的指令气量^[5-6],未拒绝的指令将立即生效。通过收集所有的托运商指令,英国国家管网公司可以更高效地预测当前管网状态能否满足市场需求。三是建立市场信息共享机制。英国国家管网公司以匿名形式向市场提供托运商的输气指令数据和预测需求量信息。并定期公布“预测管存气量”(Predicted closing linepack, PCLP)。预测管存气量的计算方法为“日末预测的垫管存量=上游气量-下游气量+当前管道储存气量”。通过信息共享机制,鼓励托运商主动通过交易来确保供应安全^[6]。

3.4 设置奖惩考核机制

基于激励与约束原则,英国建立了面向英国国家管网公司和托运商的双层激励机制。

对英国国家管网公司层面,Ofgem 设定了目标成本管理机制。当实际运营成本低于目标成本时给予奖励,反之则进行惩罚。奖惩数额取决于剩余气量管理效率、预测需求量的可靠性、边际管理有效性、信息咨询可靠性等多个方面^[9],推动管网运营效率提升。

对托运商层面,通过收入激励创新产出(Revenue Incentives Innovation Outputs, RIIO)机制^[11],鼓励托运商实现天然气输入/输出的日度平衡。具体表现为托运商上载和下载气量需相等且与提交的指令气量一致。托运商造成的管网气量不平衡费用由其自行承担,而管网日常运行的额外费用则由当天所有

使用管网的托运商共同承担。

此外，管网气量平衡服务要求托运商具备 5 项基本能力：判断服务是否符合自身需求、是否具备承接能力、响应时间是否匹配、成本是否合理、是否覆盖目标区域以及天然气质量是否符合标准。这也促使托运商全面评估并选择适合的管网气量平衡服务。

4 日间平衡的核心作用

日间平衡市场是英国天然气管网气量平衡机制的核心组成部分，是实现市场化平衡的重要平台。通过建立规范的交易机制、完善的价格形成机制和清晰的结算规则，日间平衡市场有效连接了各类市场主体，将前述的平衡责任、平衡手段、信息公开和激励机制有机统一起来，形成了运转高效的市场化管网气量平衡体系。

4.1 日间平衡市场主要特点

日间平衡市场具有 3 个突出特征：①交易量与管网不平衡气量相对应，单笔交易量较小，对时效性要求高，主要以日内或日前等短期交易为主；②参与主体包括托运商和英国国家管网公司，但根据运销分离要求，英国国家管网公司通常不允许参与资源市场交易，由独立第三方机构来建设和运营；③英国国家管网公司的交易量反映了解决气量不平衡问题的紧迫程度，交易价格受监管上限影响，不会偏离市场价格^[13]。

建立日间平衡市场带来了 3 个方面积极效果：①减少了利用储气设施进行强制平衡的频率和总量，降低了管网平衡总体成本；②建立了英国国家管网公司明确的平衡责任，并将平衡成本有效传递给相关托运商；③提高了管网利用效率，为天然气稳定供应提供了保障。

4.2 日间平衡市场交易机制

日间平衡市场设置了清晰的交易时间表（表 2），从天然气交易日前 7 天至前 2 天为气量平衡服务预订期，主要进行合约预订，但由于与强制结算存在时间间隔，这一阶段交易较不活跃；从交易日前 1 天 12:00 开始进行订单匹配与平衡磋商；交易日 6:00 至次日 3:35 需完成所有订单交易；次日 3:35 至 6:00 为英国国家管网公司强制平衡阶段，按气量平衡结算价格强制结算^[14]。

日间平衡市场提供 3 类交易产品：①在国家平衡点进行所有权变更的概念平衡交易，不进行实际

表 2 日间平衡市场流程时刻表

时间节点	交易阶段	主要任务
交易日前 7 天至前 2 天	气量平衡服务预订	合约预订
交易日前 1 天 12:00 起	气量平衡服务匹配	订单匹配与平衡磋商
交易日 6:00 至次日 3:35	气量平衡服务交易	完成所有交易订单
交易日次日 3:35 至 6:00	气量平衡服务结算	国家管网公司强制平衡

交割，这类交易占主导地位，适用于系统范围内的总体气量不平衡处理；②指定交收区域的物理交易，用于处理特定区域内的不平衡问题；③在指定上载、下载气点进行的本地交易，适用于处理特定节点的上载、下载气量不平衡。

4.3 日间平衡市场结算机制

英国国家管网公司作为剩余平衡气量的管理者，通过持续监测和评估天然气供需情况，确保国家输送系统压力维持在安全运营范围内^[15]。当预测到托运商无法通过自主交易实现管网气量平衡时，英国国家管网公司会在日间平衡市场采取强制干预措施。为确保管网运行安全和市场公平，英国国家管网公司在日间平衡市场的交易需严格遵循平衡中立原则，不得通过平衡操作进行主观套利^[5,15]。交易过程中产生的非主观盈利将纳入平抑基金账户，用于保障市场平稳运行。平衡结算价格（Cash-out price）是英国国家管网公司与托运商就不平衡量进行结算的基准价格，由 ICE 根据日间平衡市场交易情况计算。

天然气交易日的不平衡气量费用计算规则主要针对两类市场主体设计。对于平衡气量份额充足的已平衡用户，可以通过提供平衡服务，获得与其服务量相对应的费用补偿。当这类用户的平衡气量为正值时，意味着他们向管网提供了上载服务，帮助缓解了系统气量不足；当平衡气量为负值时，则表示他们向管网提供了下载服务，帮助缓解了管网气量过剩。

与之相对的是需要购买平衡气量服务的未平衡用户。当这类用户在最终结算前的不平衡气量为正值时，说明其上载气量超过了平衡需求，需要通过购买下载服务来消纳过剩气量；当不平衡气量为负值时，则表明其下载气量过多，需要通过购买上载服务来补充不足气量。这种机制设计使得系统中的过剩气量和不足气量能够通过市场化方式得到有效调节，促进了管网系统的整体气量平衡。

5 中国建立天然气管网气量平衡机制存在的主要问题

中国由于基础设施能力和运行条件的限制, 完全通过物理平衡去匹配需求侧大幅波动并不现实^[16]。通过对英国天然气管网气量平衡机制的分析与借鉴, 结合中国天然气行业发展现状, 可以发现中国建立管网气量平衡机制仍存在一些急待解决的问题。

5.1 管网气量平衡机制体系尚待建立

相比英国完善的管网气量平衡机制体系, 中国尚未建立系统化的天然气管网气量平衡制度设计, 平衡手段过于依赖物理调节^[16-17], 具体表现在三个方面。

首先, 管网气量平衡主体责任界定不明确。英国通过《天然气法》明确规定托运商承担气量平衡的责任, 英国国家管网公司承担物理平衡责任, 并建立了详细完整的极端情况处置流程。相比之下, 中国在管网公司与托运商的管网气量平衡责任划分上存在诸多模糊地带, 尤其是在系统严重失衡等极端情况下, 剩余管网气量平衡责任的归属仍未明确。这种责任界定不清的状况, 导致市场主体在实际运行中无法准确把握自身权责边界, 影响了管网气量平衡机制的有效执行。

其次, 管网气量平衡规则体系尚未建立。英国构建了以日管网气量平衡为核心的标准化规则体系, 规定托运商必须在每个天然气交易日结束时实现上载与下载气量的平衡, 并对不平衡量设置了明确的考核标准。相比之下, 中国目前尚未形成统一的管网气量平衡规则体系, 各区域采用不同的管网气量平衡管理方式, 在管网气量平衡周期、偏差容忍度等核心规则上也缺乏统一标准。这种规则体系的缺失导致市场主体难以形成稳定的管网气量平衡预期, 同时也增加了管网运营方的调节难度, 影响了整体管网气量平衡效率。

最后, 监管制度不完善。英国设立了专门的能源监管机构 Ofgem, 构建了涵盖市场准入管理、运行监督和奖惩机制的多层次监管体系。而中国在管网气量平衡市场监管方面尚未形成专门的制度安排, 不仅缺乏针对性的监管机构, 监管手段也较为单一。同时, 由于缺乏系统性的奖惩机制, 难以对市场行为形成有效约束, 影响了管网气量平衡机制的规范运行。

下一步中国需要建立合理可行的管网气量平衡机制, 形成托运商自主平衡、市场化交易、强制结算和物理调节的 4 层处理机制。

5.2 管网气量平衡机制市场要素仍需完善

相较于英国成熟的市场化管网气量平衡体系,

中国管网气量平衡市场的基础要素建设明显滞后。首先, 缺失专门的气量平衡交易平台。英国建立了统一的日间平衡市场, 采用自主交易、强制平衡的运行机制, 托运商可在交易时段内自主买卖天然气实现气量平衡, 对于未能及时平衡的部分则由系统进行强制结算。相比之下, 中国尚未建立专门的平衡气量交易平台, 现有的交易平台功能较为单一, 难以满足市场主体多样化的平衡需求, 平台功能的缺失严重限制了管网公司、托运商通过市场化方式实现平衡的能力。其次, 价格形成机制不完善。英国采用平衡气量结算价格对不平衡气量进行结算, 并实现价格的每日更新。而中国当前缺乏各区域的平衡价格标准, 价格调整机制较为僵化, 难以及时反映市场供需变化。这种价格机制的不完善导致市场价格信号失真, 无法有效引导市场主体的平衡行为。最后, 管网气量平衡服务产品单一。英国开发了包括日前、日内等在内的多样化交易品种, 并建立了灵活的二次交易机制, 能够满足不同市场主体的差异化需求。而中国目前能提供的平衡气量服务较少, 缺乏针对不同时段、不同需求的专业化产品设计, 二次交易机制也尚未建立。这种产品体系的单一化限制了市场主体参与平衡交易的积极性, 降低了平衡市场的流动性。下一步, 需要建立多层级的平衡约束标准, 通过多元主体参与和差异化政策构建激励约束机制。

5.3 管网气量平衡机制配套制度体系需要制定

与英国完善的平衡信息服务等配套体系相比, 中国天然气管网气量平衡的配套制度体系尚不健全。首先, 信息共享机制缺失。英国国家管网公司建立了统一的信息发布平台, 实现系统压力、管存量等关键数据的每小时更新, 并每日发布平衡价格、不平衡量等市场信息。相比之下, 中国缺乏统一的信息发布渠道, 市场参与者难以及时获取准确的运行数据。这种信息共享机制的缺失导致市场信息严重不对称, 影响了平衡气量交易的及时性和准确性。其次, 数字化建设滞后。英国日间平衡市场采用高度自动化的交易系统, 支持全天候在线交易, 具备智能撮合和自动结算功能。而中国在平衡气量市场的技术积累方面明显不足, 无法提供必要的智能预警功能, 也未提供能够进行在线交易、撮合和自动结算功能的平衡交易平台。数字化水平的差距直接影响了平衡操作的效率和准确性。最后, 标准化程度低。英国建立了统一的数据接口规范和信息共享协议, 实现了各区域系统的有效对接。而中国目前缺乏统一的平衡气量数据

标准和信息交换规范，导致不同区域、不同主体之间的信息交互效率低下。标准化程度的不足增加了市场运行成本，影响了平衡市场的协同效率。下一步。中国应构建层级化配套制度体系，建立预警和应急响应机制，推进数据接口标准化，完善信息披露要求。

6 中国天然气管网气量平衡机制发展建议

6.1 构建市场化平衡交易体系

结合中国“1+N”管网系统的特点，可以采用分区域多点气量平衡模式。建议将全国划分为西北、西南、东北和中东部四个区域，与现行《天然气管道运输价格管理办法（暂行）》价区划分保持一致。这种划分既考虑了管网分布特点，又能确保区域内管输价格稳定，有利于托运商开展平衡交易。

基于中国各区域供需特点和管网运行条件的差异，采取更为灵活的交易设计：①开发适应不同区域特点的标准化日前、日内交易合约，明确质量要求、结算方式等要素；②针对西部地区以生产商为主、东部地区以用户为主的特点，设计差异化的双向报价机制；③考虑到跨区域联络线的输送能力限制，建立区域间气量平衡协调机制。同时，可建立“区域基准价格+调节系数”的定价模式，考虑到各区域之间较大的供需差异和运距差异，需要在区域间建立考虑输送成本的平衡气量价差机制。同时，针对季节性供需波动明显的特点，设计季节性差异化的平衡气量价格策略。

交易机制层面，设计系统性的平衡流程（图1）：首先明确主体责任，管网公司作为管网系统气量平衡执行主体，既通过气量平衡辅助服务市场提供服务，又可在必要时采取物理平衡措施进行强制调节。托运商则作为气量平衡责任主体，其上载、下载气量的不均衡是管网气量不平衡的直接原因，需要承担主要的平衡义务。

其次，在管网干线的具体气量平衡过程中，采

取分层递进的处理方式。第一层是托运商自主实施气量平衡，一旦发现气量不平衡情况，托运商应首先通过协调气源和用户需求实现内部气量平衡，避免气量不平衡持续发生。当托运商难以通过内部协调实现气量平衡时，进入第二层气量平衡服务市场。该市场由托运商、储气公司、管网公司等多方主体共同参与，托运商可通过交易平台买卖天然气量实现管网系统气量平衡。若市场交易后仍存在气量不平衡，则启动第三层强制结算机制。交易平台核实各方平衡气量差额后，按高于市场报价一定倍率的价格进行强制交易，补全托运商的缺失份额，交易金额由托运商承担，确保管网系统实现账面平衡。当强制结算无法保障气量平衡或遇突发事件时，进入第四层物理平衡阶段。管网公司可通过调节储气设施、调用管存气或关闭阀门等物理手段，缓解极端气量不平衡，保障管网安全。

6.2 培育中国管网气量平衡机制市场要素

中国目前处于管输分离初期，管网公司、托运商的角色定位尚在完善。因此，建议采取渐进式的责任划分方案：①初期以管网公司为主导，规定托运商在日前申报用气计划，日内根据实际情况调整，调整幅度设置合理上限；②待市场发展成熟后，逐步向托运商转移更多气量平衡责任。

在平衡约束标准设置上，考虑到托运商规模差异显著、大型用户集中在工业领域的特点，建议建立多层次约束体系：①对于大型工业用户和城市燃气公司等大型托运商，要求年度累计偏差率控制在3%以内；②对于中小规模托运商，考虑其调节能力有限，可适当放宽标准，或将偏差率调整为偏差量考核；③针对北方地区供暖季用气波动大的特点，在冬季适当放宽偏差考核标准。

基于中国储气调峰设施不足、区域供需矛盾突出的现状，建议构建多层次的激励约束机制：①引入储气设施运营商、LNG接收站等主体提供商业气量平衡服务，扩大平衡资源供给；②对主动利用市场工具进行气量平衡的托运商给予容量分配、费用等方面的优惠；③建立与信用评级挂钩的差异化保证金制度，促进托运商加强气量平衡管理。

6.3 完善中国管网气量平衡机制配套制度建设

考虑到中国管网系统复杂、市场主体众多的特点，建议构建层级化信息服务体系：①在全国层面建立统一的信息管理平台，实现各区域数据的互联互通；②在区域层面设立信息子平台，发布本区域的管网运行状态、平衡气量交易等专项信息；③考虑到中国管网分布跨度大、信息传输要求高的特点，

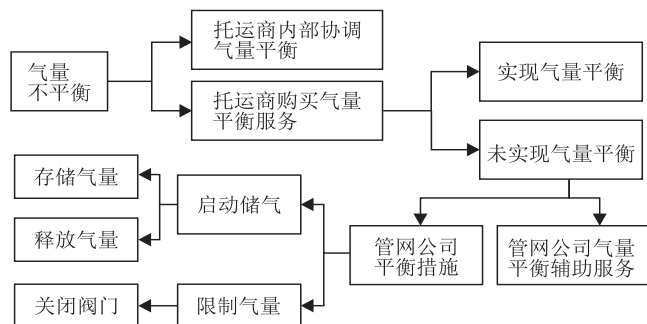


图1 中国天然气管网气量平衡流程设计图

配套建设专用通信网络,确保数据传输的可靠性。

在风险防控方面,针对区域供需矛盾突出、季节性波动大的特点,建议开发更有针对性的风险防控工具:①建立覆盖系统压力、管存量、区域供需等关键指标的预警体系,并根据不同区域特点设置差异化的预警阈值;②开发适应中国跨区域调运需求的应急响应机制,明确各类风险情况下的区域间支援流程。

在标准化建设方面,结合中国既有管网系统标准不统一的现状,建议分步推进标准化工作:①首先统一数据接口规范,实现各区域基础信息的共享;②其后推进交易规则的标准化,为跨区域交易奠定基础;③最终建立全国统一的市场主体资质认证和信用评价体系。同时,针对中国管网上中下游不同类型主体的特点,制定差异化的信息披露要求。

7 结束语

英国天然气管网气量平衡机制经过多年发展已形成较为完善的体系。其建立市场化平衡交易体系、构建系统化信息支撑平台、实施多层次风险防控等经验,对正处于天然气市场化改革关键期的中国具有重要借鉴意义。中国天然气管网正面临着前所未有的发展机遇。随着国家管网公司的组建运营和“全国一张网”的加速推进,中国特色的天然气管网气量平衡机制也将逐步建立。通过借鉴国际经验,结合国内实际,探索构建适应中国国情的平衡交易市场、完善配套机制、加强信息化建设,中国天然气管网的安全高效运行必将迈上新台阶。

参 考 文 献

- [1] 《中国天然气发展报告(2024)》编委会. 中国天然气发展报告(2024)[R]. 北京:石油工业出版社,2024.
Editorial Board of China Natural Gas Development Report (2024). China natural gas development report (2024)[R]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2024.
- [2] 张墨翰,周淑慧,郭海涛,等. 欧盟输气管网平衡规则与实践[J]. 国际石油经济,2018,26(6): 48-58.
ZHANG Mohan, ZHOU Shuhui, GUO Haitao, et al. EU natural gas network balancing and its practice[J]. International Petroleum Economics, 2018, 26(6): 48-58.
- [3] 杨雷. 国外天然气托运商制度及其对中国的启示[J]. 国际石油经济,2020,28(3): 15-19.
YANG Lei. Foreign natural gas shipper system and its enlightenment to China[J]. International Petroleum Economics, 2020, 28(3): 15-19.
- [4] 戴海川. 欧洲管网平衡模式对我国天然气管网改革的借鉴意义[J]. 能源,2021(2): 71-75.
DAI Haichuan. The reference significance of the European pipeline balance model for China's natural gas pipeline reform[J]. Energy, 2021(2): 71-75.
- [5] National Grid. End-to-end balancing guide[EB/OL]. [2022-03-03]. <https://www.nationalgrid.com/sites/default/files/documents/End%20to%20End%20Balancing%20Guide.pdf>.
- [6] HEATHER P, PETROVICH B. European traded gas hubs: An updated analysis on liquidity, maturity and barriers to market integration[EB/OL]. [2022-03-03]. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/05/European-traded-gas-hubs-an-updated-analysis-on-liquidity-maturity-and-barriers-to-market-integration-OIES-Energy-Insight.pdf>.
- [7] The European Commission. Commission regulation (EU) No. 312/2014 of 26 March 2014 establishing a network code on gas balancing of transmission networks[J]. Official Journal of the European Union, 2014, 57: 15-35.
- [8] Joint Office of Gas Transporters. Uniform network code—transportation principal document section F—system clearing, balancing charges and neutrality[EB/OL]. (2024-10-01)[2024-09-05]. <https://www.gasgovernance.co.uk/sites/default/files/related-files/2024-09/8%20TPD%20Section%20F%20-%20System%20Clearing%20Balancing%20Charges%20and%20Neutrality.pdf>.
- [9] Joint Office of Gas Transporters. Uniform network code—European interconnection document section E—rules for the release of incremental capacity at interconnection points[EB/OL]. (2023-03-29)[2024-09-05]. https://www.gasgovernance.co.uk/sites/default/files/related-files/2024-03/7_eid_section_e_-_rules_for_the_release_of_incremental_capacity_at_interconnection_points.pdf.
- [10] BOSSLEY L. Trading natural gas in the UK[M]. Oxford: Oxford Institute for Energy Studies, 1999.
- [11] 周璇,董秀成,周淼,等. 英国天然气市场运行机制及其对我国市场化改革的启示[J]. 天然气工业,2018,38(10): 135-141.
ZHOU Xuan, DONG Xiucheng, ZHOU Miao, et al. Operation mechanism of natural gas market in UK and its enlightenments to China's market-oriented reform[J]. Natural Gas Industry, 2018, 38(10): 135-141.
- [12] 王亮,焦中良,高鹏,等. 中国天然气管网“管容交易+调度运行”一体化模式探讨——中国天然气管网运营机制研究之一[J]. 国际石油经济,2019,27(8): 17-26.
WANG Liang, JIAO Zhongliang, GAO Peng, et al. Feasibility analysis on the integrated mode of "capacity trading + dispatching operation" of natural gas pipeline network in China—Research on the operation mechanism of natural gas pipeline network in China I[J]. International Petroleum Economics, 2019, 27(8): 17-26.
- [13] FORMAN P J. Histories of balancing demand and supply in the UK's gas networks, 1795—present[J]. Journal of Energy History, 2020, 5: 1-23.
- [14] MITCHELL B. APX gas overview: EnEx and OCM[EB/OL]. [2024-09-05]. https://www.ofgem.gov.uk/sites/default/files/docs/2005/09/11526-enex--ocm-overview_0.pdf.
- [15] European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators. Framework guidelines on gas balancing in transmission systems[EB/OL]. [2024-09-15]. https://documents.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Framework_Guidelines/Pages/---Framework-Guidelines-on-Gas-Balancing-in-Transmission-Systems-.aspx.
- [16] 罗志伟,左刚,李博. 输销分离下的天然气托运商调度运行模式[J]. 天然气工业,2022,42(3): 120-128.
LUO Zhiwei, ZUO Gang, LI Bo. Dispatching operation mode of natural gas shippers under the system of transportation and marketing separation[J]. Natural Gas Industry, 2022, 42(3): 120-128.
- [17] 范静静,田磊,王建良,等. 天然气管容分配机制: 欧美经验与中国探索[J]. 天然气工业,2023,43(7): 117-125.
FAN Jingjing, TIAN Lei, WANG Jianliang, et al. Gas pipeline capacity allocation mechanism: Practices in U.S. and EU, and implications for China[J]. Natural Gas Industry, 2023, 43(7): 117-125.

(修改回稿日期 2024-12-01 编辑 陈 嵩)



本文互动