

基于供应链协同的电厂煤炭供应保障机制

杨婷钰

内蒙古电力燃料有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要: 煤炭是火力发电的主要燃料,其供应稳定性直接关系到电力安全。然而,煤炭供应链长期存在产运需脱节、信息不对称、库存波动大等问题,极端天气下“煤荒”现象时有发生。本文引入供应链协同理论,分析电厂煤炭供应链结构与协同机理,识别供应保障的主要问题,从信息、库存、运输、应急四个维度设计协同保障机制,并提出技术、组织、制度三方面支撑条件。研究表明,供应链协同可有效提升煤炭供应系统的韧性及响应速度,为电厂燃料保障提供系统化解决方案。

关键词: 电厂煤炭;供应链协同;供应保障;库存优化;应急机制

引言:火力发电仍是我国电力供应的主体,煤炭保障是电力安全的“压舱石”。然而,煤炭供应链涉及采矿、铁路、港口、航运、电厂等多个环节,链条长、主体多、不确定性高,供需失衡事件频发。2021年部分省份拉闸限电,暴露出煤炭供应保障体系的脆弱性。传统管理模式以单个企业为中心,缺乏上下游协同,难以应对复杂多变的供需形势。供应链协同强调信息共享、联合决策、风险共担,为破解煤炭供应困局提供了新思路。本文从供应链协同视角,探讨电厂煤炭供应保障机制,提升供应系统的稳定性与韧性。

1 电厂煤炭供应链结构与协同机理

1.1 煤炭供应链的主要环节

电厂煤炭供应链涵盖从煤矿到电厂的完整物流与信息流。上游为煤炭生产环节,包括露天或井工开采、洗选加工;中游为运输环节,涉及铁路运输、港口中转、水路运输、公路短驳等多种方式;下游为电厂接收环节,包括卸煤、存储、掺配、入炉燃烧。各环节之间通过合同、订单、调度指令相互衔接,形成复杂的供应网络。我国煤炭资源与消费呈逆向分布,“西煤东运、北煤南运”的格局使得运输环节成为供应链的关键瓶颈。任一环节出现故障,都可能引发连锁反应,影响电厂燃料供应。

1.2 供应链协同的核心要素

供应链协同是指供应链各节点企业通过信息共享、资源整合、流程对接,实现整体效率最优的管理模式。其核心要素包括四个方面。一是信息共享,煤矿、铁路、港口、电厂之间实时交换生产计划、库存水平、运输状态等数据,减少信息滞后与失真。二是联合决策,打破企业边界,协同制定采购、库存、运输计划,避免各自为政导致的效率损失。三是利益协调,建立公平的

利益分配和成本分摊机制,激励各方参与协同。四是风险共担,建立风险预警和应急联动机制,共同应对供需波动、极端天气等突发事件。这四个要素相互支撑,构成供应链协同的基础框架^[1]。

1.3 煤炭供应保障的目标

电厂煤炭供应保障追求多重目标的平衡。稳定性是首要目标,确保煤炭连续、足量供应,杜绝缺煤停机;经济性是重要目标,在保障供应的前提下控制采购、库存、物流成本;安全性是底线要求,防止煤质偏差影响锅炉安全运行;灵活性是能力体现,能够快速响应负荷变化和突发事件。传统管理模式偏重稳定性,对成本、效率关注不足。供应链协同要求在保障稳定供应的同时,优化库存水平、降低物流成本、提升响应速度,实现多目标的动态平衡。这需从系统角度设计保障机制,而非单一环节的局部优化。

2 电厂煤炭供应面临的主要问题

2.1 供需失衡风险

煤炭供应具有明显的季节性波动特征,迎峰度夏、冬季供暖期间,电力需求攀升,煤炭消耗激增,而同期煤矿生产受安全生产、环保约束等因素影响,增产能力有限。运输环节同样面临瓶颈,春运期间客运优先挤占铁路运力,北方港口冬季冰期影响装船效率。供需双重压力叠加,极易引发“煤荒”。2021年三季度,全国多家电厂存煤可用天数跌破7天警戒线,部分电厂甚至低于3天。供需失衡的深层原因是产运需各环节缺乏协同,煤矿按年度计划生产、铁路按固定列次发运、电厂按日消耗采购,各自为政导致系统刚性有余而弹性不足。

2.2 信息不对称问题

煤炭供应链信息不对称问题突出,电厂难以准确把握煤矿的真实产量、铁路的运力分配、港口的库存情

况,只能依据历史数据和合同约定做计划。煤矿也不清楚电厂的实时消耗和库存水平,生产安排存在盲目性。信息滞后和失真导致“牛鞭效应”——需求的小幅波动被逐级放大,上游企业接收到的信号严重偏离实际。电厂为防止断供倾向于提高安全库存,煤矿为应对不确定需求倾向于扩大产能,铁路为保障运力倾向于多配车皮,各环节的“理性决策”叠加反而加剧了系统波动。缺乏统一的信息平台是问题根源^[2]。

2.3 库存管理困境

电厂煤炭库存面临两难选择,高库存可缓冲供应中断风险,但占用大量资金和场地,且长期存放存在热值损失和自燃风险;低库存可降低成本,但抗风险能力弱,一旦供应受阻极易断供。传统库存管理以电厂为主体,按照“安全库存+经济采购批量”模式运作,未考虑上游供应能力和下游消耗变化的联动。实践中,电厂库存常呈现“越缺越囤、越囤越缺”的恶性循环:供应紧张时恐慌性采购推高库存,供应宽松时去库存又加剧需求萎缩。此外,露天堆场受环保政策限制,许多电厂无法扩大堆存能力,库存调节空间有限。

2.4 应急响应能力不足

面对极端天气、安全事故、公共卫生事件等突发事件,煤炭供应链应急响应能力不足。一是预警机制缺失,缺乏对供需形势、运力状况、天气变化的提前研判;二是预案可操作性差,多数电厂的应急预案停留在纸面,未经实战检验;三是响应速度慢,从发现问题到协调资源、调整计划往往需要数天时间,而危机发展是以小时计的;四是跨区域调运困难,局部短缺时难以从其他区域快速调煤。2021年拉闸限电事件后,国家发展改革委建立了煤炭保供日调度机制,但制度化、常态化的应急协同体系仍需完善。

3 基于供应链协同的供应保障机制

3.1 信息协同机制

信息协同是供应链协同的基础。建立产运需信息共享平台,整合煤矿产量、铁路运力、港口库存、电厂消耗等数据,实现全链条可视化。平台应具备以下功能:一是实时监测,各节点数据自动采集、动态更新;二是预测预警,基于历史数据和气象信息预测供需趋势,当库存低于阈值时自动报警;三是计划协同,煤矿生产计划、铁路装车计划、电厂采购计划在线对接,减少信息偏差。信息共享需要解决数据标准、接口规范、商业秘密保护等问题,可采取分级授权方式,核心数据定向共享,一般数据公开可见。政府可牵头建设区域性煤炭供应链信息平台,降低企业参与成本。

3.2 库存协同机制

库存协同的核心是从“电厂单库存”转向“供应链联合库存”。推行供应商管理库存模式,由煤矿或大型煤炭贸易商负责管理电厂的中转库存或厂内库存,根据电厂消耗数据自动补货,电厂按实际用量结算。这种模式将库存压力向上游转移,电厂可实现“零库存”或“低库存”运行。对于战略储备,建立“电厂存+社会存+国家存”三级储备体系:电厂维持7-15天日常周转库存;港口、铁路沿线设置区域性公共中转煤场,作为缓冲库存;国家层面建立煤炭储备基地,应对极端情况。三级储备联动调度,平时由市场机制调节,应急时由政府统一调配。库存协同可降低全链条库存成本30%以上,同时提升供应安全性。

3.3 运输协同机制

运输是煤炭供应链的瓶颈环节,协同调度是关键。一是计划协同,铁路部门根据电厂库存和消耗预测,提前安排运力计划,避免运力浪费或不足;煤矿根据运力计划安排生产,避免产得出、运不走。二是路径优化,运用运筹优化算法,综合考虑运距、运价、时效等因素,为煤炭选择最优运输路径,实现公铁水多式联运无缝衔接^[3]。三是应急调度,建立运力应急储备池,平时预留一定比例的机动运力,应急时快速投放。路港矿电一体化调度已在部分区域试点,效果显著:北方主要港口装船效率提升20%,电厂到煤均衡性提高35%。运输协同需要铁路、港口、航运企业打破条块分割,建立统一调度平台。

3.4 应急协同机制

应急协同机制旨在提升供应链韧性。一是风险识别与预警,建立煤炭供应风险评估模型,综合考虑煤矿产能、运力保障、天气因素、电网负荷等变量,提前7-30天发出预警。二是预案分级响应,根据预警等级(红橙黄蓝)启动相应级别的应急措施,包括增加采购、调用储备、协调运力、压减非必要用电等。三是政企联动,政府作为应急指挥中枢,协调煤矿复产、铁路抢运、公路保畅;企业负责具体执行。四是跨区域互助,建立省际煤炭调运协调机制,供需缺口大的地区可申请调拨。2022年夏季川渝供电紧张期间,跨省应急调煤机制发挥了关键作用。应急协同需定期演练,检验预案有效性,持续优化响应流程。

4 保障机制实施的支撑条件

4.1 技术支撑

技术是协同机制落地的核心保障。物联网技术通过在煤矿、铁路车辆、港口堆场、电厂煤场部署传感器,

可实现煤炭产量、在途位置、库存水平的实时采集与动态追踪,消除信息盲区。大数据分析技术可整合历史消耗、气象、电网负荷等多源数据,建立供需预测模型,提前7-30天预判供应风险,为库存优化和运输规划提供决策支持。区块链技术以其去中心化、不可篡改的特性,可建立可信的煤炭交易和物流记录,解决上下游企业间的信任问题,减少合同纠纷。数字孪生技术可构建虚拟供应链模型,模拟极端天气、运力中断等情景下的保障方案,评估应急措施有效性。企业应加快信息系统建设,实现内部ERP与外部供应链平台的对接,打通数据孤岛。中小企业可采用云服务模式,按需租用供应链管理软件,降低信息化门槛。技术投入短期看增加成本,但长期可减少缺煤停机损失、降低库存占用、优化运输费用,投资回收期一般在2-3年。企业应制定分阶段的技术升级路线图,优先实施见效快、效益好的项目。

4.2 组织支撑

供应链协同需要配套的组织变革。企业内部应设立专门的供应链管理部门,统筹采购、物流、库存三大职能,改变分段管理模式,实现“一根线”贯通。该部门应具备跨职能协调权限,直接向公司高层汇报,确保决策权威性。企业之间应建立供应链协同委员会,由核心电厂牵头,邀请主力煤矿、铁路局、港口企业共同参与,定期召开产运协调会,对接产运计划,解决合作中的具体问题,形成常态化沟通机制。核心电厂可采取战略联盟方式,与主力煤矿、铁路局签订5-10年中长期合同,通过股权合作、联合投资等形式形成利益共同体,从“买卖关系”升级为“伙伴关系”。组织变革需高层推动,将库存周转率、供应保障率等协同绩效纳入考核,倒逼打破壁垒^[4]。同时,通过专题培训、岗位轮换等方式,培养具备供应链思维和跨领域协调能力的复合型人才,为协同机制提供人力支撑。

4.3 制度支撑

制度是供应链协同的长效保障机制,通过刚性的规则和柔性的激励相结合,将协同行为固化为各方遵守的规范。一是合同制度,推广“基准价+浮动价”的长协合同模式,明确年度供应总量、月度分解量、价格调整机制和违约责任,锁定大部分资源,稳定供需预期,避

免价格暴涨暴跌对供应链的冲击。长协合同履约率应纳入企业信用评价体系。二是信息披露制度,要求煤矿、铁路、港口定期向社会公开产量、运量、库存等关键数据,提高供应链透明度,减少信息不对称。可建立全国煤炭供需信息发布平台,统一数据标准和发布频次。三是储备制度,明确电厂日常周转库存、区域公共缓冲库存、国家战略储备库三级储备体系的规模标准、布局要求、动用条件和轮换更新机制,确保储备煤“存得足、调得动、用得上”。储备费用可探索政府补贴与市场化运营相结合的模式。四是考核制度,将煤炭供应保障成效纳入地方政府和中央发电企业的年度考核体系,设置供应保障率、库存达标天数、应急响应时效等量化指标,压实保供主体责任。政策激励层面,对积极参与供应链协同、长协履约良好、储备达标的企业,可给予信贷优惠利率、铁路运价折扣、优先安排运力等激励措施;对违约失信、囤积居奇、哄抬价格等行为,实施联合惩戒,纳入失信黑名单。制度的生命力在于执行,需建立配套的监督问责机制,明确监管主体、监督程序和问责标准,确保各项制度落到实处、见到实效。

结束语

电厂煤炭供应保障是一项系统工程,传统以单个企业为中心的管理模式难以应对复杂多变的供需形势。供应链协同通过信息共享、库存联动、运输优化、应急联动,将煤矿、铁路、港口、电厂连接成有机整体,可有效提升供应系统的韧性和效率。未来应进一步探索区块链、数字孪生等新技术在煤炭供应链中的应用,推动供应保障从被动响应向主动预警、从经验决策向智能决策升级,为电力安全提供更加可靠的燃料保障。

参考文献

- [1]张琬文.煤炭物流服务供应链协同运作的优化策略研究[J].商展经济,2023(12):114-116.
- [2]汪焕君.煤炭物流供应链信息协同共享研究[J].现代营销,2023(14):91-93.
- [3]丁磊,郑明洪,谢建斌,等.配煤掺烧全供应链动态优化系统的开发与应用[J].今日制造与升级,2024(10):80-83.
- [4]程炎松.新能源替代下燃煤电厂煤炭供应链韧性研究[J].电力系统装备,2025(8):124-126.