

全生命周期视角下的燃料经济管理策略

乔静静 杨鹏帆

国能孟津热电有限公司 河南 洛阳 471112

摘要: 燃料经济在国家能源体系中至关重要,其管理成效关乎能源安全与可持续发展。本文从全生命周期视角出发,对电厂燃料经济管理展开研究。先划分燃料全生命周期阶段并剖析关键管理要素,涵盖上、中、下游各环节;接着提出成本与效率优化策略,包括成本分析控制、效率协同提升等;随后给出风险应对策略,涉及供应链、环境与社会、技术变革等方面;最后探讨创新与可持续发展路径,如清洁燃料融合、循环经济模式实践等,为电厂燃料经济高质量发展提供支撑与保障。

关键词: 燃料经济;全生命周期;成本效率优化;风险应对;可持续发展

引言: 燃料经济在国家能源体系中占据关键地位,其管理成效关乎能源安全与可持续发展。全生命周期视角涵盖燃料从勘探开发到终端消费的完整过程,能全面审视各环节管理要点。深入研究全生命周期视角下的电厂燃料经济管理策略,有助于优化资源配置、降低成本、提升效率,有效应对各类风险,对推动电厂燃料经济高质量发展具有重要意义。

1 火力发电厂燃料全生命周期阶段划分与关键管理要素

1.1 上游阶段

资源勘探与开发效率提升是上游阶段的核心重点。上游阶段如同电厂燃料经济的根基,只有根基稳固,后续的发展才能有保障^[1]。而提升资源勘探与开发效率,就如同为根基注入强大动力,能让整个电厂燃料经济的大厦更加稳固。需借助技术革新来强化勘探精准度,减少无效勘探投入,同时优化开发流程,规避资源浪费现象。生产技术选择要兼顾经济合理性与能耗控制需求,优先选用低耗高效的技术路径,平衡生产规模与能源消耗之间的关系。资源可持续性保障要聚焦替代资源开发,拓宽资源供给渠道,缓解对传统资源的依赖压力,构建多元互补的资源供给体系,为电厂长期稳定供应奠定基础。

1.2 中游阶段

运输方式的经济性比较需围绕各类路径的成本特性展开,结合运输距离、燃料品类等因素进行优化选择。中游阶段如同电厂燃料经济的运输大动脉,运输方式的选择就如同选择合适的交通工具,只有根据实际情况合理选择,才能确保燃料高效、经济地运输。管道运输注重稳定性与长效成本控制,铁路运输适配中长距离批量运输需求,海运聚焦跨区域大规模转运场景,通过合理选型实现运输成本最优化。储存设施布局需结合电厂产

销分布进行优化规划,拉近与供需节点的空间距离,同时强化库存周转管理,避免库存积压或供应断层。运输与储存中的损耗控制技术需贯穿全流程,通过优化装载方式、改进储存条件等手段,最大限度降低损耗量,提升资源利用效率。

1.3 下游阶段

分配网络设计需贴合电厂不同区域、不同机组的需求差异,优化节点布局与输送路径,实现资源精准投放与需求高效匹配。下游阶段是电厂燃料经济与内部生产环节直接接触的环节,分配网络的设计就如同搭建一座桥梁,只有这座桥梁稳固且设计合理,才能让燃料顺利地到达各生产环节,满足生产需求。终端消费效率提升需从技术改造入手,推进电厂锅炉等设备升级迭代,提升燃料转化效率。消费行为引导需依托科学手段搭建需求侧响应体系,通过合理调控措施引导电厂内部各生产环节调整用能习惯,规避非理性消费行为,实现消费环节的节能降耗与资源高效利用,推动全生命周期经济价值与生态价值协同提升。

2 全生命周期成本与效率优化策略

2.1 成本驱动因素分析与控制

各阶段成本构成拆解需覆盖资本支出、运营成本、损耗成本等核心维度,厘清不同成本类型的形成逻辑与影响范围,为精准管控提供支撑^[2]。对成本驱动因素进行分析与控制,就如同医生为病人诊断病情并制定治疗方案,只有准确找出病因,才能对症下药,实现成本的有效控制。资本支出聚焦电厂前期设施建设与设备投入,运营成本贯穿各阶段日常运维环节,损耗成本源于运输、储存、使用等过程中的资源流失。成本优化路径可通过技术升级突破传统成本瓶颈,依托工艺革新降低单位能耗与运维投入;通过流程简化剔除冗余环节,减少不必

要的人力与物料消耗，提升成本管控精准度；通过规模效应整合供需资源，优化资源配置格局，摊薄单位成本，实现全流程成本优化。

2.2 效率提升的协同机制

上下游技术联动需强化电厂生产端与消费端的节能技术适配，搭建技术协同体系，让生产环节的节能成果与消费环节的高效需求形成呼应，提升全链条能源利用效率。效率提升的协同机制就如同一个精密的机器，各个环节相互配合、协同工作，只有每个环节都高效运转，整个机器才能发挥出最大的效能。数字化工具应用可依托物联网实现运输损耗的实时监控，精准捕捉损耗节点并及时干预；借助大数据分析优化库存结构，结合电厂供需变化动态调整库存水平，避免资源闲置与供应不足。同时需搭建跨环节协同平台，打破各阶段信息壁垒，让技术应用与数据共享形成合力，推动效率提升从单一环节向全生命周期延伸，构建高效协同的运营格局。

2.3 能源梯级利用与副产品回收

能源梯级利用与副产品回收是达成全生命周期价值最大化的关键路径。要依据能源品质差异，科学规划利用场景，实现不同能级能源的充分利用，避免能源浪费。具体而言，将高品质能源精准投入到电厂关键生产环节，保障核心生产需求；低品质能源则用于辅助加热等环节，做到物尽其用。同时，高度重视副产品回收与资源化转化，拓宽价值创造渠道，让原本可能被丢弃的副产品重新焕发生机，为电厂燃料经济增添额外收益，这就像对资源进行二次开发，有变废为宝的神奇效果。在推进过程中，要平衡好长期投资与短期收益，立足全生命周期视角规划投资方向，确保在合理时间内收回能源梯级利用项目的全部投资，防止因过度追求短期利益，而牺牲长期节能降耗与价值提升空间。此外，资产全生命周期维护策略也不容忽视。要落实设备定期检修与更新，每年安排多次设备检修，及时排查并消除设备隐患。通过这样的举措，延长设备使用寿命，提升设备运行效率，减少因设备故障引发的成本增加与效率损耗，为全生命周期成本与效率的优化筑牢坚实基础。

3 燃料经济管理的风险应对策略

3.1 供应链风险管控

供应中断的预防与应急方案需围绕多源供应与战略储备构建双重保障。供应链风险就如同供应链上的裂缝，如果不及时修补，可能会导致整个供应链的断裂，因此构建双重保障就如同给裂缝打上补丁，增强供应链的稳定性^[1]。优化供应渠道布局，拓展多元供给来源，与多家供应商建立长期合作关系，减少对单一渠道的依赖，从

源头降低中断概率。搭建科学的战略储备体系，结合电厂供需规模与风险等级规划储备量，确保突发状况下能够快速补位，维持供应稳定。价格波动对冲机制需依托长期合同与金融衍生品搭建防护体系。长期合同可锁定核心供应价格区间，稳定成本预期，规避短期价格大幅波动带来的冲击。合理运用金融衍生品工具，对冲市场价格波动风险，平衡成本与收益，保障电厂经营活动的稳定性，实现供应链风险的精准管控。

3.2 环境与社会风险整合管理

碳排放控制与低碳技术布局是应对环境风险的核心举措。环境风险就如同悬在电厂燃料经济头顶的达摩克利斯之剑，随时可能落下，给企业带来巨大的损失，因此加强碳排放控制与低碳技术布局就如同为这把剑加上剑鞘，降低环境风险对企业的影响。主动适配低碳发展趋势，推进电厂碳排放管控体系建设，细化管控要求，逐步降低排放强度。加大低碳技术研发与应用投入，布局清洁替代技术与碳捕集利用技术，构建低碳发展能力，缓解环境约束压力。社区关系维护与可持续发展承诺履行是社会风险管控的关键。强化与周边社区的沟通互动，倾听合理诉求，妥善处理利益关联问题，构建和谐共生的社区关系。严格履行可持续发展承诺，将社会责任融入电厂经营管理各环节，兼顾经济收益与社会价值，降低社会风险对经营活动的干扰。

3.3 技术变革风险适应

新能源替代对传统电厂燃料经济的冲击预判需立足行业发展趋势，精准把握替代节奏与影响范围。技术变革风险如同一场突如其来的风暴，可能会对传统电厂燃料经济造成巨大的冲击，因此提前预判这场风暴的来临时间和强度，就如同提前做好防风准备，降低风暴对企业的破坏。深入分析新能源技术成熟度、成本竞争力与政策导向，提前研判对传统电厂燃料供需格局、价格体系的影响，为风险应对预留空间。技术迭代中的能力储备与转型路径设计需兼顾当下经营与长远发展。加强电厂技术研发团队建设，积累核心技术储备，提升对新技术的适配能力。科学规划转型路径，分阶段推进业务结构优化与技术升级，避免转型过快引发经营波动，同时防止滞后于技术变革趋势，实现平稳过渡，筑牢长期发展根基。

4 全生命周期视角下的创新与可持续发展

4.1 清洁燃料与可再生能源融合

传统燃料与生物燃料、氢能等清洁能源协同路径需立足全生命周期价值诉求，搭建互补适配的能源供给体系。优化能源配比结构，根据电厂应用场景整合不同能

源优势,实现传统燃料清洁化改造与清洁能源规模化应用有机衔接^[4]。工业生产中,可根据工艺要求合理搭配传统燃料和清洁能源比例,提高能源利用效率,减少污染物排放;电厂发电领域可推广生物燃料和氢能等清洁能源发电,降低对传统燃油依赖。注重能源转化环节协同优化,打通不同能源转化通道,提升混合能源系统稳定性与高效性。研发高效能源转化技术,如生物质气化、氢能制备技术等,实现不同能源相互转化和高效利用。碳捕集与封存技术应用聚焦全流程碳减排需求,依托技术突破成本与效率瓶颈,拓展在燃料生产、消费等环节应用场景。强化技术与全生命周期各环节适配性,让其成为低碳转型重要支撑,助力实现能源系统深度脱碳目标。加大碳捕集与封存技术研发投入,降低成本,提高效率;同时制定相关政策标准,鼓励电厂采用,推动其广泛应用。

4.2 循环经济模式实践

燃料生产与消费中的废弃物资源化需贯穿全生命周期各环节,建立完善的废弃物回收与转化体系。针对电厂生产过程中产生的各类废弃物,优化回收流程与转化技术,实现废弃物向可用资源的高效转化,减少资源损耗与环境压力。对于电厂生产过程中产生的废渣、废水等废弃物,可以采用物理、化学、生物等方法进行处理和回收利用,如将废渣用于生产建筑材料,将废水处理回用等。消费环节聚焦废弃物分类回收与资源化利用,推动形成闭环式消费模式,提升资源循环利用效率。加强对电厂员工的宣传教育,提高员工的环保意识,引导员工进行废弃物分类投放;建立完善的废弃物回收网络,提高废弃物的回收率和处理效率。产业共生网络构建注重跨产业资源协同,依托能源互供、资源共享搭建共生体系,打破单一产业边界。通过产业间的优势互补,实现能源梯级利用与资源高效配置,降低整体运营成本,构建兼具经济性与生态性的循环发展格局。不同产业之间可以建立战略合作伙伴关系,实现能源和资源的共享和互换,如电厂可以将余热供给附近的化工企业使用,化工企业可以将废气处理后供给电厂作为燃料等。

4.3 政策与市场信号的响应机制

碳定价、能效标准等政策工具内部化,需融入全生

命周期管理各环节,搭建适配政策导向的运营体系。根据碳定价机制优化电厂成本结构,将碳成本纳入全流程成本管控,倒逼能源利用效率提升与低碳技术应用。电厂要建立碳成本核算体系,将碳成本纳入产品成本核算,通过优化生产流程、采用节能技术降低碳成本;同时,积极参与碳交易市场,通过买卖碳排放权实现碳成本的控制和优化。对照能效标准优化生产、消费环节技术与流程,建立常态化能效管控机制,确保符合政策规范。定期评估监测电厂能源利用效率,及时改进问题;加强员工能效培训,提高节能意识与技能。绿色金融对电厂燃料经济转型的支持需精准对接金融资源,依托绿色信贷、绿色债券等拓宽转型资金渠道。强化绿色项目储备申报,搭建金融与产业对接平台,让绿色金融为清洁技术研发、循环模式推广提供资金支撑,推动电厂燃料经济绿色转型。政府可出台政策鼓励金融机构支持绿色项目,如给予绿色信贷优惠利率、对绿色债券发行补贴等;电厂要积极申报绿色项目,加强与金融机构沟通合作,争取更多支持。

结束语

全生命周期视角下的电厂燃料经济管理策略,通过全面剖析各阶段管理要素,制定成本与效率优化、风险应对等举措,实现了电厂燃料经济管理的系统性与科学性。清洁燃料融合、循环经济模式实践以及政策与市场信号响应机制的探索,进一步推动了电厂燃料经济向绿色、可持续方向转型,为电厂燃料经济领域的持续发展提供了坚实支撑与有力保障。

参考文献

- [1]徐鑫,武小花,杨佳璐,等.燃料电池客车模型预测控制能量管理策略[J].电源学报,2025,23(6):309-319.
- [2]贾秋红,鲁清华,汪如君,等.氢燃料电池混合动力系统与能量管理策略研究综述[J].电源技术,2025,49(11):2197-2207.
- [3]孙志远,吴景铄,张农,等.燃料电池混合动力客车自适应能量管理策略[J].重庆理工大学学报(自然科学版),2022,36(5):53-61.
- [4]李致朋,肖仪卓,刘宣佑,等.绿色船舶燃料电池混动系统能量管理策略研究[J].舰船科学技术,2025,47(2):120-126.