

# 燃煤电厂 CCUS 投资效益分析及策略研究

## Investment Benefit Analysis and Strategy Research of CCUS for Coal-fired Power Plants

刘亚雯

Yawen Liu

东北电力大学经济管理学院 中国·吉林 吉林 132000

School of Economics and Management, Northeast Dianli University, Jilin, Jilin, 132000, China

**摘要:** 为了应对气候变化带来的诸多问题, 中国提出了“双碳”战略, 即 2030 年实现碳达峰和 2060 年实现碳中和, 这为中国低碳转型和绿色发展奠定了基础。燃煤电厂的升级转型和技术进步是实现火电领域“双碳”目标的必由之路。二氧化碳捕集、利用与封存 (CCUS) 技术是实现碳中和的有效途径和重要技术保障。该技术有利于降碳减排并促进燃煤电厂的可持续发展, 但现有碳中和技术仍处于探索阶段, 存在发展不足的问题。为此基于燃煤电厂 CCUS 发展现状, 利用 SWOT 模型分析了 CCUS 技术存在的优势、劣势、面临的机会和威胁。最后, 从不同视角提出了相应的发展策略。

**Abstract:** In order to deal with many problems brought about by climate change, China has put forward the “double carbon” strategy, that is, to achieve carbon peak by 2030 and achieve carbon neutrality by 2060, which lays the foundation for China’s low carbon transformation and green development. The upgrading and transformation of coal-fired power plants and technological progress are the only way to achieve the goal of “double carbon” in the field of thermal power. Carbon dioxide capture, utilization and storage (CCUS) technology is an effective way to achieve carbon neutrality and an important technical guarantee. This technology is conducive to reducing carbon emission and promoting the sustainable development of coal-fired power plants, but the existing carbon neutral technology is still in the exploration stage, and there is a problem of insufficient development. Based on the development status of CCUS in coal-fired power plants, SWOT model is used to analyze the advantages, disadvantages, opportunities and threats of CCUS technology. Finally, the corresponding development strategies are put forward from different perspectives.

**关键词:** 双碳目标; CCUS 投资效益; SWOT 模型

**Keywords:** dual carbon target; CCUS investment benefit; SWOT mode

**DOI:** 10.12346/peti.v5i3.8433

## 1 引言

为践行“碳达峰、碳中和”的理念, 推动降碳减排和能源可持续发展, 燃煤电厂亟须制定绿色发展策略。如何在清洁能源运输优化、存储等技术上实现突破, 降碳技术如何实现有效应用、升级并逐渐趋于成熟等, 均是当下面临的挑战。遏制二氧化碳对气候的危害以及保证燃煤电厂低碳技术的顺利推进, CCUS 技术是一项关键的气候变化缓解工具。二氧化碳捕集利用与封存 (CCUS) 是指将二氧化碳捕集分离, 直接利用或注入地层以实现二氧化碳永久减排的过程。中国燃煤电厂 CCUS 技术的发展仍然处于探索和试点的初

期阶段, 发展补充机制不足, 投资效益有待探究。基于此, 燃煤电厂加装 CCUS 是实现燃煤电厂 CCUS 发展是降低火电碳排放、促进产业升级的重要途径。论文根据燃煤电厂自身特性和 CCUS 特征, 结合 SWOT 模型对电厂 CCUS 投资效益进行系统分析, 更好地为评价燃煤电厂 CCUS 投资效益提供科学依据, 推动双碳目标在火电领域的有效实现。

## 2 中国燃煤电厂 CCUS 现状分析

### 2.1 燃煤电厂 CCUS 投资现状分析

中国燃煤电厂 CCUS 投资具有以下几点特征: 其一, 燃

【作者简介】刘亚雯 (1999-), 中国宁夏固原人, 从事能源会计研究。

煤电厂 CCUS 投资单一周期长、缺少碳税政策支撑,投资兼具可发展性和未知性,火电企业从适应到盈利的阶段跨度较大;其二,CCUS 技术成本高、成本结构复杂。火电企业流程多,经济财务成本计算复杂,投资具有不确定性;其三,燃煤电厂 CCUS 投资不可逆且综合风险大,是一项需要综合考量的活动。要实现燃煤电厂 CCUS 发展愿景,需要明晰如何推进火电生产结构调整,以及如何解决火电机组加装 CCUS 与投资成本不确定等难点。

## 2.2 燃煤电厂 CCUS 投资效益分析

### 2.2.1 燃煤电厂 CCUS 投资的经济效益

燃煤电厂的建设和运行成本相对较低,同时能够提供大量的电力供应,具有良好的经济效益。而加装 CCUS 会产生新的经济效益,投资火电企业的该项目可以通过构建新的商业模式来增加收益,提高投资回报率。另外,燃煤电厂 CCUS 技术能一定程度上降低火电系统改造的总成本,提高投资弹性,激励 CCUS 技术投资。

### 2.2.2 燃煤电厂 CCUS 投资的环境效益

燃煤发电企业作为中国电力生产的重要主体,获取煤炭资源来经营运作会带来生态问题。而加装 CCUS 的燃煤电厂则会在企业源头就通过该技术实现电厂二氧化碳净零排放,减少了温室气体对气温的影响以及燃烧煤炭带来的一系列环境问题。对燃煤电厂 CCUS 进行投资投入符合可持续发展的方式,在实现经济收益的同时减少环境恢复支出,环境效益显著增强。

### 2.2.3 燃煤电厂 CCUS 投资的社会效益

燃煤电厂提供的是社会活动所需的大比例电力能源。而燃煤电厂加装 CCUS 技术,可以提高发电利用效率,长久地为社会输出稳定清洁的电力能源。另外,提供工作岗位,有益于带动就业,缓解就业压力。

## 3 燃煤电厂 CCUS 投资效益 SWOT 模型建立

### 3.1 SWOT 模型

SWOT 模型通过全面分析和评价自身存在的优势、劣势、外部机会和威胁四方面影响,对研究对象所处的情景进行系统科学的分析,并根据结果制定发展策略。论文结合上述燃煤电厂 CCUS 投资效益分析与 SWOT 分析法的特征,从各分析角度进行说明。

### 3.2 燃煤电厂 CCUS 投资效益 SWOT 模型

#### 3.2.1 “S”优势分析

燃煤电厂 CCUS 投资优势既取决于国家“碳达峰,碳中和”的相关政策,也受到的电厂自身对于加装 CCUS 和 CCUS 示范进程的影响。关于 CCUS 技术,中国早期出台了相关政策,在 2006 年发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》中,就将 CCUS 列为缓解气候变化的关键技术,后续也相继进行了一系列措施和讲话加以引导支持。燃煤电厂 CCUS 技术发展的政策优势明显,

国家资金支持力度增加,为其发展营造了良好的投资氛围。此外,中国火电体系成熟、设备利用程度高,技术捕集方面部分试点项目已具备商业化且捕集能力较强,陆地和管道运输路线成熟。中国目前的燃煤电厂 CCUS 示范投运项目数量逐年增加,并向大规模和全流程项目集中转变。燃煤电厂 CCUS 发展政策优势和技术优势明显,投资效益发展向好,为投资者投资提供优势方面参考。

#### 3.2.2 “W”劣势分析

燃煤电厂 CCUS 技术展望良好,但是仍然处在示范探索阶段,各电厂情况存在差异,加装 CCUS 条件严格,内部改造难度较大。其一,CCUS 项目成本组成复杂,成本支出与发电收益难以平衡。燃煤电厂 CCUS 项目涉及经济成本、发电成本以及环境成本,成本较高,示范参考有限,投资者难以评估具体成本;其二,中国 CCUS 技术发展缺乏配套补贴支持和基金会的投入,试点项目的各项运营指标暂未公开无法提供参考,也为燃煤电厂 CCUS 项目的投资增加了不确定性;其三,燃煤电厂尤为重视“绿色电力”的宗旨,环境治理需要资金周转,部分火电机组老化致使维修费用高昂,未能形成“CCUS—绿色收益”的产业链,使得投资者持观望状态。

#### 3.2.3 “O”机会分析

当前燃煤电厂的绿色升级转型需要较为清晰,CCUS 技术有国外成熟的体系做示范提供参考,技术合作及借鉴机遇明显。北美地区 CCUS 技术体系成熟,加州政府提出了 45Q 税收减免政策用以补贴;欧洲形成 CCUS 枢纽和集群,多个捕集源形成商业聚合,效益优势出众。中国 CO<sub>2</sub> 管道运输的成本和欧洲类似,中国在技术运用和网络布局上可以此为参考降低运输费用。国外项目除了火电 CCUS 依靠自身投资的投资方式以外,市场中还出现了联合投资的方式。中国试点项目平稳运行之后也可以开展联合投资的决策,有利于增加投资规模,分摊 CCUS 风险。中国电厂也具备技术改造机遇。中国燃煤电厂运用 CCUS 技术可以使得碳捕集系统的效率普遍提高 5~8 个百分点。据此,国际合作及借鉴机遇与电厂改造机遇有益于燃煤电厂 CCUS 投资效益提升。

#### 3.2.4 “T”威胁分析

尽管燃煤电厂 CCUS 技术得到广泛的认可,但中国燃煤电厂 CCUS 技术应用阻碍较多,投资障碍之间高度相关。首先,财务激励高度影响其他障碍,比如捕集能耗、项目成本等。随着发电方式多样化和清洁能源的出现,燃煤发电的经济收益满足不了技术升级的资金需求,投资效益受财务经济维度的限制。其次,技术成熟度决定了大规模推广碳捕集的可行性。燃煤电厂 CCUS 技术正处在示范阶段,部分效益未准确量化,碳捕集技术发展的同时,封存利用技术还在探索之中,成熟度不高,从技术维度削减了投资效益。最后,火电机组加装 CCUS 使得火电企业压力大,国家政策及配

套措施还需完善，不同商业模式的效益未投入市场，商业效益模糊。

通过上述分析，中国燃煤电厂 CCUS 技术投资效益的优点和不足明显，机遇和挑战共存，具体总结如图 1 所示。



图 1 燃煤电厂 CCUS 投资效益 SWOT 分析图

## 4 燃煤电厂 CCUS 投资效益发展对策及建议

### 4.1 完善行业制度，制定激励政策

燃煤电厂 CCUS 发展离不开完整的政策制度，除了进程政策和行业战略的加持之外，法律政策和碳税政策也发挥着重要作用。因此，可以细分为支持政策和惩罚政策，全面促进 CCUS 技术在火电领域的高效应用。另外，需要国家完善税收政策，发展碳税政策，在火电行业建立以 CO<sub>2</sub> 为关键因素的税收调整机制，加大补贴支持力度，为燃煤电厂 CCUS 投资保驾护航<sup>[1-5]</sup>。一代火电示范企业可以根据 CCUS 技术运行的状况制定高效的企业发展策略，招聘和培训大量专业对口的实际应用型人才，全流程都实现专业化和科学化。

### 4.2 构建投资环境，把握国际机遇

燃煤电厂 CCUS 技术投资涉及内外不同维度：财务经济维度、技术维度、环境维度及社会维度。构建良好的投资环境，刺激火电领域 CCUS 技术的大规模推广，建立 CCUS

财政金融机制，把握投资资金充足并根据不同商业模式下的收益进行分析，提高投资效益。目前，各国积极推进 CCUS 技术交流与合作，分享经验为降碳减排作出贡献。中国燃煤电厂 CCUS 技术应当把握国际机遇，借鉴小集群规模发展策略，加强技术合作，制定多种投资方式可供选择，在自身发展的基础上取长补短，巩固 CCUS 成果。

## 5 结语

综上所述，燃煤电厂 CCUS 技术在推行“双碳战略”方面发挥重要的技术作用。中国应把握国际合作趋势，借推行符合我国燃煤电厂 CCUS 发展的技术及政策；发挥示范作用，建立配套碳税政策和碳交易机制，为燃煤电厂 CCUS 发展打好基础。燃煤电厂应积极推行 CCUS，并根据示范项目及分析结果制定合理的电厂自身的加装方案；克服技术难关，明晰 CCUS 投资效益对企业发展的影响；从不同维度分析投资效益的影响程度，匹配最佳的运行投资方案。实现燃煤电厂可持续发展，降低燃煤电厂碳排放强度，为 CCUS 投资效益决策提供参考。

## 参考文献

- [1] 赵震宇,姚舜,杨朔鹏,等.“双碳”目标下:中国CCUS发展现状、存在问题及建议[J/OL].环境科学,2022.
- [2] Ai Z, Hanasaki N, Heck V, et al. Global bioenergy with carbon capture and storage potential is largely constrained by sustainable irrigation[J]. Nature Sustainability, 2021: 1-8.
- [3] 姜大霖,杨琳,魏宁,等.燃煤电厂实施CCUS改造适宜性评估:以原神华集团电厂为例[J].中国电机工程学报2019,39(19):5835-5842+5912.
- [4] 张元骛,邓长虹,曹鹏,等.一种分时段多目标火电机组实时调度策略及可再生能源消纳能力评估[J].武汉大学学报(工学版),2023,56(1):63-70.
- [5] 丁恋,宁树正,刘亢.基于SWOT模型的CCUS技术分析与发展对策研究[J].中国煤炭地质,2021,33(S1):87-91.