

高耗能产业碳减排技术路径的工程可实施性研究

高耗能产业是工业体系中能源消耗和碳排放最为集中的领域之一，钢铁、水泥、化工和有色金属等行业在国民经济中占据重要地位，同时也是实现碳减排目标的关键对象。随着碳中和战略的推进，高耗能产业面临着在保障生产安全和经济效益的前提下，大幅降低碳排放强度的现实挑战。针对不同技术路径的工程可实施性开展系统研究，是推动碳减排技术在高耗能产业中有效落地的重要基础。

当前，高耗能产业的碳减排技术路径主要包括能效提升、工艺优化、燃料替代、可再生能源利用以及碳捕集与利用等方向。然而，不同技术在工程成熟度、运行稳定性、系统耦合复杂性及投资成本等方面差异显著。部分减排技术在实验或示范阶段表现良好，但在实际工业环境中可能面临规模放大困难、运行工况适应性不足或与现有生产系统兼容性差等问题。因此，仅从减排潜力角度评估技术路径，难以全面反映其在高耗能产业中的应用可行性。

本文围绕高耗能产业碳减排需求，构建了面向工程实施的技术路径评估框架。从系统结构、运行条件、能耗变化及工程约束等方面，对不同减排技术路径进行定量分析。通过对典型高耗能工业场景的比较研究，评估各类技术在实际应用中的实施难度、运行可靠性及综合效益，识别具备工程可行性的优先技术组合。研究成果可为高耗能产业制定分阶段、差异化的碳减排技术路线提供工程依据。

本研究强调在碳减排目标与工程可实施性之间的平衡，为高耗能产业低碳转型提供具有现实指导意义的技术评估方法，有助于提升碳减排措施的可操作性和落地效果，推动工业系统向高效、低碳和可持续方向发展。