

绿色低碳背景下燃气发电项目建设管控路径探索

吴 飞

四川能投广元燃气发电有限公司 四川 广元 628032

【摘要】：绿色低碳发展要求持续提高，燃气发电项目建设面临资源利用效率不足、施工过程能耗偏高、建设协同管理不完善等情况，影响项目绿色建筑成效。针对上述问题，从设计优化、施工过程管控、资源精细配置及数字化管理等方面建立全过程建设管控机制。通过优化设备选型，强化节能施工管理，完善资源动态调配体系，推进信息化平台应用，提高项目建设管理水平。实践表明，该管控路径能够有效降低建设阶段资源消耗，提升工程质量与建设效率，促进燃气发电项目绿色低碳建设目标实现。

【关键词】：绿色低碳；燃气发电项目；建设管控；全过程管理；数字化建设

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.069

1 绿色低碳要求下燃气发电项目建设特征

1.1 低碳建设标准持续提高

低碳建设标准已从单一排放控制转向项目全周期碳排放约束，燃气发电项目在建设阶段需要同步满足节能设计、绿色施工、资源节约和污染控制等要求。项目方案编制阶段需将低碳理念前置到厂区布局、设备选型、工艺流程和辅助系统配置中，减少后期建设调整带来的资源浪费。建设过程中，材料采购、施工机械使用、临建设施配置、能源消耗监测等环节均需纳入管控范围，形成可量化、可追踪、可考核的低碳建设标准体系。绿色建材应用、节水节电措施、施工废弃物分类处理和扬尘噪声控制逐渐成为项目管理的重要内容，推动燃气发电项目由传统建设管理向绿色化、规范化和精细化方向转变。

1.2 项目建设周期要求趋严

燃气发电项目承担电力调峰、能源供应保障和清洁替代等任务，建设周期控制直接影响项目投产效率和区域能源结构优化进程。绿色低碳要求下，项目建设不再单纯追求施工速度，而是强调进度、质量、安全、环保之间的协同控制。前期审批、设计深化、设备采购、土建施工、安装调试等环节衔接更加紧密，任何阶段出现滞后都会影响整体建设节奏^[1]。大型燃机、余热锅炉、环保设施和电气系统设备具有专业性强、供货周期长、安装精度高等特点，需要通过进度计划分级管控、关键节点动态跟踪和跨专业协同管理提升建设效率。数字化进度管理、风险预警和现场资源联动成为压缩无效等待时间、减少返工损耗的重要方式。

1.3 全过程节能管理需求增强

燃气发电项目建设阶段涉及土建施工、设备安装、管线敷设、系统调试等多类作业，能源消耗贯穿施工组织全过程。全过程节能管理要求从施工准备阶段开始明确能耗控制目标，将用电、用水、燃油、材料周转和临时设施运行纳入统一管理。施工现场需加强机械设备能效管理，减少空转、重复运输和低效作业造成的能源浪费；临时照明、办公生活区、加工区和试运行环节需配置分项计量装置，提升能源消耗数据的透明度。

建设管控还需结合新发展理念，推动节能技术、智能监测和绿色施工工艺融合应用，通过数据采集、能耗分析和异常预警及时调整施工组织方案，使节能管理从事后统计转向过程控制，为燃气发电项目绿色低碳建设提供持续支撑。

2 燃气发电项目建设管控存在的主要问题

2.1 设计阶段低碳理念落实不足

设计阶段低碳理念落实不到位主要表现为节能目标、环保措施和资源优化方案未充分嵌入项目总体设计。设备选型、工艺流程布局和辅助系统配置未系统评估碳排放和能耗影响，导致后续施工环节出现能效低下和资源浪费现象。绿色材料应用、废水废气处理设施及能源回收系统设计缺乏量化指标，难以形成科学的低碳设计标准。设计阶段信息化手段未充分利用，缺乏对能耗模拟、施工可行性和环境影响的综合分析，导致设计方案在实际施工中无法充分发挥节能潜力，对绿色低碳建设目标形成制约。

2.2 施工阶段能源消耗控制不严

施工阶段能源消耗管理存在环节分散、管控力度不足和数据透明度低的问题。机械设备、运输车辆和施工辅助设施的运行效率未实现实时监控，空转、重复搬运和低效作业导致能源消耗超标^[2]。临时设施用电、照明及加工工序能耗缺乏标准化管理，施工现场缺少精细化节能指标和实时能耗分析工具，能源浪费无法及时发现和纠正。能源管理体系未与施工计划紧密衔接，施工活动的调度、能耗分配和节能措施实施存在滞后，影响项目建设低碳水平的达成。

2.3 建设资源配置协调效率偏低

建设资源配置协调效率低主要体现在人力、设备、材料和施工空间的调度不够精细化。各专业施工团队和施工工序衔接缺乏动态协调机制，关键设备、施工机械和材料供应出现集中等待或闲置现象，降低资源使用效率。信息流、物流和施工计划的同步性不足，资源分配缺乏量化评估和优先级调整依据，影响项目整体进度和能源利用效率。资源调度机制未充分利用数字化工具和信息化平台，难以及时发现冲突、优化资源配置

方案，从而增加建设成本和碳排放强度。

3 设计优化导向下建设管控措施

3.1 完善绿色低碳设计审查机制

设计阶段的绿色低碳审查机制需要将碳排放、能耗、资源利用率和环境影响等指标全面纳入设计评估体系。审查流程应覆盖从初步方案到施工图阶段的全周期，确保设计方案在技术可行性、节能效果和环境友好性上具备量化依据。设计审查环节需建立多专业协同评估机制，将工艺、结构、设备、电气及环保各专业参数进行交叉验证，识别高能耗、低效率或资源浪费的设计环节，并提出优化调整方案。审查标准需结合国家节能减排政策、行业绿色标准和企业绿色建设目标，形成可操作、可考核、可追踪的评价体系。同时，审查机制应配套信息化工具，实现能耗模拟、碳排放预测和材料优化比选，为施工阶段提供可执行的数据支撑，实现设计方案的绿色化闭环管理。

3.2 优化高效节能设备选型方案

高效节能设备选型应以全生命周期能耗、效率、维护和环保性能为核心标准，将燃气轮机、余热锅炉、环保装置、配电设施及辅助设备纳入统一管控体系。设备选型需通过能耗仿真和经济性分析对比不同技术方案，优化运行效率与施工适应性。选型过程中要对设备运行特性、安装工艺、能量利用率及与项目整体工艺匹配度进行系统评估，减少低效冗余设备配置^[3]。应建立设备性能数据库和指标跟踪体系，将历史运行数据、能效标准及环保要求融入选型决策，提高选型科学性和可执行性。设备选型方案应与施工组织设计、进度计划及资源调配紧密结合，通过精确匹配工艺负荷和现场施工条件，实现建设阶段的节能控制和低碳目标。

3.3 建立建设方案动态评估体系

建设方案动态评估体系应覆盖项目建设全流程，包括设计深化、施工组织、设备安装、管线布置及调试阶段。体系通过建立多维指标体系，对能耗、材料消耗、施工进度和环境影响进行实时评估，实现方案的动态优化。评估机制需具备数据采集、处理、分析和反馈功能，形成闭环管理。动态评估不仅关注单一环节，还需识别不同施工环节之间的耦合效应，及时调整施工顺序、资源配置及施工工艺方案。体系需结合信息化平台和智能监测工具，实现建设过程中碳排放和能耗的可视化管控，为设计方案的改进、施工优化及资源调控提供决策依据。通过持续动态评估，可以确保建设方案始终符合绿色低碳目标，提高项目整体节能效能和建设质量。

4 全过程精细管理实施路径

4.1 强化施工环节节能控制

施工环节节能控制应从作业组织、设备运行、现场用能和过程监督四个层面同步推进。土建施工、设备吊装、管道焊接、

电气安装和系统调试等环节能耗差异较大，需根据施工工序特点设置分项能耗控制指标，避免统一化管理造成管控失准。施工机械应建立进退场审批、运行台账、能效核查和停机管理制度，对高耗能设备运行时间、负荷状态和维护情况进行连续记录，减少空载运行、重复作业和低效等待。临时用电系统需实行分区计量和分级管控，将加工区、办公区、生活区、照明区和调试区分别纳入能耗监测范围，及时发现异常用电和无效消耗。施工方案编制阶段应优先采用低噪声、低能耗、少扰动的施工工艺，优化运输路线、吊装顺序和交叉作业安排，减少材料二次搬运和机械重复调配。现场节能控制还需嵌入质量、安全、环保联合检查机制，使节能要求不脱离施工实际。通过班组交底、过程巡查、数据复核和问题整改闭环管理，将绿色低碳要求落实到每日作业组织中，推动燃气发电项目建设阶段由粗放施工向精细施工转变。

4.2 推进资源配置动态管理

资源配置动态管理需要打破材料、设备、人员和施工空间分散调度的局限，形成计划联动、数据驱动和实时调整的管控模式。燃气发电项目建设涉及土建、机务、电气、热控、环保等多专业交叉作业，资源投入具有阶段性集中、专业性较强和节点约束突出的特点。材料采购应结合施工进度和现场储存能力制定分批到货计划，避免过量堆放造成占地浪费、材料损耗和管理成本增加^[4]。大型设备进场需匹配基础施工、吊装条件、道路承载和安装窗口，防止设备提前进场形成长时间等待。人员配置应依据工序强度、技术要求和作业面开放情况动态调整，减少人员窝工和低效投入。施工机械调度应建立共享使用机制，依据吊装计划、运输计划和安装计划统筹安排，提高机械利用率。资源配置过程还应设置预警规则，对材料短缺、设备冲突、人员不足和作业面拥堵进行提前识别，并根据优先级快速调整施工顺序。动态管理的关键在于将进度计划、资源计划和成本控制有效衔接，使资源投入始终服务于关键线路和绿色施工要求，降低无效消耗，提升建设组织效率。

4.3 构建数字化建设管理平台

数字化建设管理平台应以进度、质量、安全、能耗、资源和碳排放数据为核心，建立燃气发电项目建设全过程协同管控体系。平台建设需打通设计、采购、施工、监理和运维准备等环节的信息壁垒，将图纸资料、施工计划、设备清单、材料台账、现场影像、能耗数据和整改记录统一纳入系统管理。设计信息可通过模型化方式与现场施工数据联动，辅助识别管线碰撞、设备安装偏差和施工空间冲突，减少返工造成的材料浪费和能耗增加。进度管理模块应对关键节点、专业接口和资源投入进行动态跟踪，使计划偏差能够及时显示并形成预警。能耗管理模块需接入临时用电、机械运行、用水计量和调试消耗数据，形成分区、分专业、分阶段的能耗分析结果，为节能整改提供依据。质量安全管理模块可通过移动端巡检、问题拍照上

传、责任分派和整改销项提高现场闭环效率。碳排放管理功能应结合材料用量、机械台班、能源消耗和运输距离进行基础核算,推动建设阶段碳排放从经验判断转向数据管控。数字化平台不仅承担信息记录功能,更应成为施工组织优化、资源调度调整和绿色低碳决策的重要支撑。

5 建设管控成效评价体系构建

5.1 建立绿色建筑评价指标

绿色建筑评价指标应从低碳化、节约化、精细化和协同化四个维度展开,避免仅以进度完成率或投资控制结果衡量燃气发电项目建设成效。指标设置需覆盖设计执行、施工能耗、材料利用、设备安装、环境控制和数字化管理等关键环节,将临时用电强度、施工用水消耗、材料损耗率、机械利用率、废弃物回收率、扬尘噪声控制达标率、绿色建材应用比例等内容纳入评价范围。指标体系还需体现新发展理念,将创新驱动、绿色导向和高效协同转化为可量化标准,使低碳目标能够贯穿项目建设全过程。不同建设阶段应设置差异化评价重点,设计深化阶段突出低碳方案执行情况,施工实施阶段突出能源资源消耗控制,设备安装阶段突出工艺精度和返工控制,调试阶段突出能源使用效率和系统协同性。评价指标应兼顾结果指标和过程指标,通过数据采集、现场核验和平台记录形成评价依据,提升建设管控结果的真实性和可追溯性。

5.2 完善建设过程考核机制

建设过程考核机制应突出目标分解、责任落实、过程跟踪和闭环整改,将绿色低碳要求转化为可执行的管理任务。项目建设目标需按照专业类别、施工阶段和责任主体进行细化,形成设计、采购、施工、监理、调试等环节相互衔接的考核链条。考核内容不宜停留在节点验收层面,应将能耗数据、材料损耗、施工返工、设备闲置、环保治理和问题整改时效纳入日常评价。

参考文献:

- [1] 贺维.双碳目标下混凝土绿色低碳生产路径[J].江苏建材,2025,(6):6-8.
- [2] 王栋杰.容量电价对燃煤与燃气发电项目经济性的影响实证研究[J].红水河,2025,44(5):119-125.
- [3] 洪子鑫,魏华,李峰,等.基于边际贡献理论的燃气发电项目财务评价方法[J].天然气技术与经济,2025,19(4):84-94.
- [4] 普忠玲.楚雄高新区燃气发电项目入选省级名单[N].楚雄日报(汉),2024-10-22(002).
- [5] 浙江衢州公司:助力全市首个分布式燃气发电项目并网[J].农村电气化,2024,(6):89.

现场检查应与数字化平台记录相互印证,避免单纯依赖人工填报造成数据失真^[5]。对能耗异常、资源浪费、环保控制不到位和进度协同不畅等问题,应建立问题清单、责任分派、整改期限和复核销项机制,使考核结果直接作用于施工组织优化。考核频次可根据建设阶段风险等级进行调整,关键施工节点增加专项考核,常规阶段强化动态抽查。通过奖惩联动、过程预警和绩效反馈,推动绿色低碳管控从制度要求转化为现场执行能力。

5.3 提升项目综合建设效能

项目综合建设效能提升应体现质量、进度、成本、安全和低碳目标的协同优化,避免单一指标改进造成其他环节失衡。燃气发电项目建设成效评价需关注工程实体质量、设备安装精度、系统调试效率、资源消耗水平和环境管控结果之间的关联关系。通过绿色建筑评价和过程考核结果,可识别施工组织中的低效环节,优化关键线路安排、设备进场节奏和专业交叉作业顺序,减少返工、等待和重复投入。建设效能提升还需依托数据分析结果,对材料采购、机械调度、能源消耗和人员配置进行持续校正,使资源投入与施工需求保持匹配。低碳管控成效不仅体现在能耗下降,还体现在工程质量稳定、施工风险降低、管理响应速度加快和建设成本合理控制。评价结果应反向作用于设计优化、施工管理和资源配置,为后续同类型燃气发电项目形成可复制的管控经验,增强绿色低碳建设路径的实用性和推广价值。

6 结语

绿色低碳导向下,燃气发电项目建设管控需从设计审查、设备选型、施工节能、资源调度和数字化平台建设等环节协同发力,形成全过程精细化管理体系。以评价指标和考核机制为支撑,可提升建设质量、降低资源消耗、增强项目管理效能,推动燃气发电项目实现绿色高效建设。