

燃气发电工程项目全周期管理策略

段会平

(四川能投巴中燃气发电有限公司, 四川 巴中 636700)

摘要 在“双碳”目标与能源结构转型背景下, 燃气成为衔接新能源与传统能源的关键支撑。在开展燃气发电项目时, 燃气发电项目工程管理策划的首要任务是明确可量化、可落地的项目目标, 需覆盖进度、质量、安全、成本、环保五大核心维度, 且需与项目定位匹配。基于此, 本文开展燃气发电工程项目全周期管理策略研究, 从项目全生命周期视角, 围绕目标锚定—范围界定—核心管控—风险应对四大维度, 分析燃气发电项目工程管理策划的核心要点, 结合典型案例提供实操思路, 以期为相关人员提供参考。

关键词 燃气发电项目; 工程管理; 全周期管理

中图分类号: TM62

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.33.022

0 引言

在“碳达峰”“碳中和”目标推动下, 我国能源结构正从化石能源主导向新能源为主体转型, 但新能源的间歇性、波动性需稳定能源作为支撑。燃气发电因启停灵活、碳排放强度低、可与绿电/绿氢协同, 成为衔接传统能源与新能源的桥梁型电源, 2025年我国燃气发电装机量计划突破1.5亿千瓦, 占电力总装机比重提升至8%以上。在“双碳”目标与能源结构转型背景下, 燃气发电因高效清洁、启停灵活、调峰能力强的特性, 成为衔接新能源与传统能源的关键支撑, 其发电效率可达55%~65%, NOx排放可控制在25 mg/m³以下, 且启动时间仅需30~60分钟, 能有效平抑风电、光伏的出力波动^[1]。但燃气发电项目具有投资规模大、技术壁垒高、建设周期紧、参与方多的特点, 若缺乏系统的工程管理策划, 易出现设备交货延迟、进度超期、成本超支等问题^[2]。基于此, 本文从项目全生命周期视角, 围绕目标锚定—范围界定—核心管控—风险应对四大维度, 结合典型案例解析管理要点, 为燃气发电项目提供可参考的管理框架。

1 项目目标策划

1.1 总体目标

以某2×400 MW燃气—蒸汽联合循环发电项目为例, 总体目标设定为: 24个月内完成从开工到并网发电, 全生命周期单位度电成本≤0.35元/kW·h, NOx排放≤20 mg/m³, 实现零重大安全事故、零重大质量事故, 同时满足电网公司调峰响应时间≤30分钟的并网要求。

1.2 分项目目标拆解

进度目标按设计—采购—施工—调试全流程拆解里程碑节点, 核心控制燃气轮机到货交货周期长, 通

常12~18个月与整套启动调试决定并网时间两大关键节点。

设计招标与合同签订第1个月, 明确设计范围(含BIM建模要求); 燃气轮机/发电机设备采购, 第2个月, 锁定供应商, 约定10个月内到货; 主厂房土建施工开工, 第5个月, 完成场地平整与桩基施工; 燃气轮机到货验收, 第12个月, 同步完成设备开箱检验与存储防护; 主厂房封顶, 第14个月, 满足设备安装条件(吊车通道、承重达标); 整套启动调试开始, 第22个月, 分系统调试合格率100%; 并网发电, 第24个月, 首次并网成功率100%, 带负荷率达80%。

质量目标依据《燃气—蒸汽联合循环电厂施工质量验收规范》(GB 50476-2019)^[3], 明确关键质量控制点: 设备质量燃气轮机转子同心度偏差≤0.05 mm, 余热锅炉受热面焊接无损检测比例≥25%; 施工质量主厂房混凝土强度达标率100%, 电气设备安装绝缘电阻值≥设计值90%; 调试质量燃气轮机热效率≥58%(设计值), 联合循环机组供电标准煤耗≤260g/kW·h。成本目标按设备购置费(占比55%)、建安工程费(占比30%)、其他费用(占比15%)拆解, 重点控制设备采购成本(燃气轮机单台造价约4~6亿元), 通过招标竞价压缩成本5%~8%。

安全事故会导致项目停机, 间接增加区域备用燃煤机组的碳排放。需设定零重伤及以上事故零重大设备损坏零燃气泄漏事件的硬指标, 细化至各阶段, 施工期每日安全交底覆盖率100%、运维期每周燃气管道巡检覆盖率100%。

突破传统末端排放管控, 将环保目标贯穿全周期: 前期碳足迹核算覆盖率100%、建设阶段建筑垃圾回收率≥90%、运营阶段碳排放强度≤300g/kW·h、年碳

减排量 ≥ 2 万吨，且需明确每年开展1次碳核查，确保数据可追溯。

2 项目范围管理策划：明确边界与责任

燃气发电项目涉及设计、采购、施工、调试、验收多阶段，范围模糊易导致漏项返工或责任推诿，需通过清单化明确各阶段边界与参与方责任。

2.1 核心范围界定

1. 设计范围包括：（1）初步设计：厂区总平面布置、主厂房结构设计、热力系统设计；（2）施工图设计：设备基础详图、管道布置图、电气接线图；（3）BIM 模型搭建：碰撞检测、施工模拟，明确设计单位需配合施工阶段的现场技术交底，每月不少于2次。

2. 采购范围包括：（1）核心设备：燃气轮机、发电机、余热锅炉（三大主机）、燃气调压站、脱硝系统、主变压器；（2）辅机设备：循环水泵、凝结水泵、高压加热器、低压加热器；（3）材料：高压管道、电缆、保温材料；值得一提的是，供应商需提供设备安装指导+调试技术支持+2年质保，避免后期技术服务缺失。

3. 施工与安装范围：（1）土建包含主厂房、燃气轮机基础，大体积混凝土，需温控防裂、余热锅炉基础、升压站（35 kV/220 kV）、厂区道路与管网；（2）三大主机安装、管道焊接高压管道焊接合格率 $\geq 98\%$ 、电气设备安装如主变压器、GIS 设备、控制系统安装；（3）明确施工单位需负责施工垃圾清理与成品保护，避免设备安装后受损。

4. 调试与验收范围：（1）分系统调试，包括汽水系统、燃气管网系统、电气系统，整套启动调试，空载试验、带负荷试验、调峰响应试验；（2）环保验收，NOx、SO₂、颗粒物排放检测，并网验收电网公司组织，测试调峰能力与稳定性；（3）竣工验收，住建部门组织，核查工程合规性。

2.2 范围管控措施

采用WBS工作分解结构将范围拆解至工作包级别，如燃气轮机安装拆解为基础验收→转子吊装→定子安装→润滑油系统连接，每个工作包明确责任人、完成标准、验收节点，避免范围蔓延。例如：某项目因未明确厂区雨污水网施工范围，导致施工单位漏建，后期返工增加成本300万元，需在策划阶段通过现场踏勘+图纸会审查漏补缺。

3 燃气发电工程项目全周期管理核心管控策划

3.1 进度管控；聚焦关键路径与风险应对

燃气发电项目的关键路径为燃气轮机采购→土建施工→设备安装→调试并网，其中燃气轮机到货延迟是最常见风险，需针对性策划^[4]：（1）关键路径优化：采用搭接施工压缩工期，如主厂房土建施工到±0.00

后，同步启动燃气轮机基础施工设备安装与管道焊接并行作业，某项目通过此方式缩短工期2个月；（2）设备采购保障：提前3个月启动核心设备招标，选择有备用产能的供应商，签订延迟交货违约金条款，按合同总额0.5%/周计取；（3）设立设备到货预警机制，交货前1个月派专人驻厂监造，核查生产进度；（4）进度监控工具：用Project或Primavera软件编制甘特图，每月开展进度偏差分析、S曲线对比，偏差超10%时启动纠偏措施。例如：某项目燃气轮机延迟到货2个月，通过增加夜班施工+优化调试工序，最终仅延迟0.5个月。

3.2 质量管控：锁定关键节点与检测标准

1. 三级质量检查制度：（1）班组自检：施工班组完成工序后，按规范自检；（2）监理验收：监理工程师对关键工序实施旁站，验收合格签字确认；（3）业主抽检：业主方对设备质量、施工质量进行10%~15%抽检。

2. 关键质量控制点管控：（1）燃气轮机安装：采用激光对中仪检测转子同心度，偏差超0.05 mm时重新调整；（2）管道焊接：高压管道采用氩弧焊打底+电弧焊填充，无损检测(UT/RT)比例 $\geq 25\%$ ，不合格焊缝需返修并重新检测；（3）调试质量：整套启动调试时，连续72小时带满负荷运行，监控燃气轮机热效率、NOx排放、调峰响应时间等指标，全部达标后方可并网。

3.3 安全管控：识别风险与强化预案

燃气发电项目安全风险集中在高空作业，设备安装，高度20~40 m；动火作业、带电作业、受限空间作业等策划要点：（1）风险识别与分级：用JSA作业安全分析方法，识别出高空坠落、火灾、触电、物体打击4类高风险作业，制定专项安全方案。（2）应急管理续制定《火灾应急救援预案》《触电应急救援预案》，每季度组织1次应急演练，现场配备急救箱、担架、灭火器、应急照明，与附近医院（车程 ≤ 30 分钟）签订急救协议^[5]。所有进场人员需通过安全培训考核，特种作业人员必须持证上岗，定期复审。

4 燃气发电工程项目全周期管理风险与协同管理策划

4.1 风险管控

主要风险识别与应对，风险监控建立风险台账，每月更新风险等级（高/中/低），高风险项由项目经理牵头跟踪，直至风险消除^[6]。

（1）技术风险，如燃气轮机调试不达标，热效率偏低，可选择成熟机型，供应商派专家驻场调试等应对措施。政策风险环保标准提高（如NOx排放从25 mg/m³降至15 mg/m³），可通过设计阶段预留脱硝系统扩容接口改进；（2）成本风险，如钢材价格上涨（影响建

安成本），可通过订材料价格波动调价公式合同，锁定主要材料用量等措施应对；（3）天气风险，如雨季影响土建施工（混凝土浇筑），可选择提前搭建防雨棚，储备防雨物资，制定雨季施工方案等措施应对。

4.2 协同管理

燃气发电项目参与方多，需通过机制+工具实现协同：（1）协同机制：每周召开项目协调会，沟通进度、质量、安全问题；每月召开设备供应商协调会，核查设备生产进度，协调技术对接；（2）信息共享工具：搭建BIM协同平台，设计、施工、调试单位共享模型，提前开展管线碰撞检测，某项目通过BIM技术减少现场变更30处，节省成本150万元；建立项目管理信息系统（PMIS），实时上传进度、质量、成本数据，各方可随时查看，实现透明化管理^[7]。

5 案例分析

本文以某2×400 MW燃气—蒸汽联合循环发电项目（以下简称“案例项目”）为实证载体，从项目全生命周期视角，围绕“目标锚定—范围界定—核心管控—风险应对”四大维度，结合数据比较分析，系统

阐述燃气发电项目工程管理策划的核心要点与实践效果。案例项目位于我国华东地区，业主为某大型能源集团，2022年3月开工，2024年1月并网发电，总投资27.5亿元，较行业同类项目平均建设周期缩短2个月，成本节省1.35亿元，质量合格率达99.2%，获评“省级优质工程”^[8]。

工程管理策划的首要任务是明确可量化、可落地的项目目标，需覆盖进度、质量、安全、成本、环保五大核心维度，且需与项目定位匹配^[9]。

燃气发电项目涉及设计、采购、施工、调试、验收多阶段，范围模糊易导致漏项返工或责任推诿，需通过清单化明确各阶段边界与参与方责任。案例项目通过WBS工作分解结构避免范围漏洞，以下为核心范围界定与实践效果。燃气发电项目的关键路径为燃气轮机采购→土建施工→设备安装→调试并网，其中燃气轮机到货延迟是最常见风险，案例项目针对性策划并取得显著效果。三级量检查制度：班组自检、监理验收、业主抽检^[10]。案例项目安全风险集中在高空作业、动火作业、带电作业、受限空间作业，通过专项管控实现“零重大安全事故”，实施效果与行业均值对比见表1。

表1 案例项目安全管控效果（与行业均值比较）

安全指标	案例项目数据	行业同类项目平均数据	优化幅度	核心管控措施
高空作业事故发生率	0	0.3%	100%	佩戴双钩安全带，搭设安全网，设置临边防护
动火作业火灾发生率	0	0.2%	100%	办理动火许可证，配备灭火器，清理周边易燃物
带电作业触电发生率	0	0.1%	100%	停电验电后作业，设专人监护，配备绝缘工具
应急演练参与率	100%	85%	17.6%	每季度组织1次应急演练，全员参与考核
安全培训考核合格率	100%	92%	8.7%	培训后闭卷考试，80分合格，不合格者补考

6 结束语

燃气发电项目工程管理策划是项目成功的蓝图，需紧密结合其技术密集、设备依赖、周期紧张的特点，从目标锚定、范围界定、核心管控、风险与协同管理五大维度系统策划。实践表明，科学的策划可使项目建设周期缩短10%~15%，成本降低5%~8%，实现零安全事故、零质量事故。未来，随着燃气发电向更高效率、更低碳排放发展，工程管理策划需进一步融入数字化、绿色施工理念，为燃气发电项目高质量建设提供支撑，助力“双碳”目标落地。

参考文献：

- [1] 罗彬.浅析燃气发电项目工程管理策划[J].中国科技投资,2023(09):25-27.
 [2] 戴新,赵永安,吴公宝,等.“五精”管理创新高质量燃

气发电厂建设[J].中国电力企业管理,2021(03):26-27.

- [3] 刘志锋.浅析燃机电厂工程管理中的问题与处理措施[J].科技风,2020(20):118-119.
 [4] 张家祥,高景芳.燃气热电联产机组启动试运行中的缺陷管理[J].建设监理,2022(02):69-71.
 [5] 徐景杰.新时期城镇燃气工程项目建设风险管理分析[J].低碳世界,2024,14(09):106-108.
 [6] 刘浩.浅议燃气工程项目信息化管理的思路与发展[J].中国设备工程,2021(09):38-40.
 [7] 吴侨思.110kV高州协鑫燃气分布式能源项目接入系统工程施工安全管理研究[J].自动化应用,2023,64(08):237-238,241.
 [8] 蒋安琪.城市燃气企业工程项目成本管理探析[J].财经界,2023(11):48-50.
 [9] 倪艳婕.燃气工程项目管理业财一体化问题研究[J].管理学家,2020(02):113-116.
 [10] 王落飚,丛培雪,邵旭东,等.燃气工程项目管理系统的应用研究[J].煤气与热力,2022,42(07):19-22.