

# 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%, NO<sub>x</sub> 排放可控制在 25 mg/m<sup>3</sup> 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<sup>[1]</sup>。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<sup>[2]</sup>。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, NO<sub>x</sub> 排放 ≤ 20 mg/m<sup>3</sup>, 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)<sup>[3]</sup>, 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 $\geq 2$ 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, $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、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 $\rightarrow$ 转子吊装 $\rightarrow$ 定子安装 $\rightarrow$ 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水管网施工范围,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 $\rightarrow$ 土建施工 $\rightarrow$ 设备安装 $\rightarrow$ 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<sup>[4]</sup>:(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 $\pm 0.00$

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、 $\text{NO}_x$  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 $\leq 30$  分钟)签订急救协议<sup>[5]</sup>。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<sup>[6]</sup>。

(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 $\text{NO}_x$  排放从 25  $\text{mg}/\text{m}^3$  降至 15  $\text{mg}/\text{m}^3$ ),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

