

火电项目 epc 工程总承包的安全管理探讨

姜洪兴

江投国华信丰发电有限责任公司 江西 赣州 341000

摘要: 火电项目EPC工程总承包安全管理是保障项目顺利推进的核心环节。鉴于火电项目高风险、长周期、多参与方特性,需构建完善的安全管理体系,明确总承包商、分包商及业主的安全职责,强化全生命周期风险管理。通过引入BIM技术、智能监控系统等先进技术,提升风险识别与控制能力,同时加强人员安全培训与安全文化建设,确保项目安全目标实现,保障人员生命安全与项目经济效益。

关键词: 火电项目; epc; 工程总承包; 安全管理

引言: 在能源建设领域,火电项目因其技术复杂、风险多样而备受关注。EPC工程总承包模式凭借设计、采购、施工一体化优势,成为火电项目建设的主流选择。然而,该模式在提升效率的同时,也带来了安全管理的新挑战,如责任主体模糊、风险动态变化等。本文旨在深入探讨火电项目EPC工程总承包的安全管理策略,通过分析模式特点、识别关键风险,提出切实可行的管理措施,为提升火电项目安全管理水平提供参考。

1 火电项目EPC工程总承包模式概述

1.1 EPC模式的定义与特点

(1) 设计-采购-施工一体化: EPC模式核心特征为整合设计、采购、施工全流程,由总承包商统筹推进项目实施。该模式打破传统分阶段管理壁垒,通过设计引领采购与施工环节,实现各阶段无缝衔接,既能保障设计方案的可施工性,又能通过集中管控提升项目推进效率,降低各环节衔接成本。(2) 总承包商责任边界与风险转移机制: 总承包商对项目质量、安全、进度、投资全面负责,承担从项目策划到竣工验收的全流程责任。业主将大部分项目风险转移至总承包商,包括设计缺陷、采购质量问题、施工安全事故等风险,总承包商通过完善的风险管控体系和合同约定,实现风险的合理分担与有效控制。

1.2 火电项目EPC模式的特殊性

(1) 高风险性: 火电项目涉及高温高压设备多,如锅炉、汽轮机等,设备运行与安装风险极高;工艺流程复杂,涵盖燃料输送、燃烧发电、余热利用等多个环节,任一环节失误都可能引发安全事故;施工过程中交叉作业频繁,土建、安装、调试等工序交织,进一步放大了安全风险。(2) 周期长: 火电项目需经历前期设计、设备采购、土建施工、设备安装、调试运行至竣工验收的全生命周期,周期通常长达3-5年。漫长周期内,需应对政

策调整、市场变化、自然环境等多重不确定因素,对全生命周期管理能力提出极高要求。(3) 参与方多: 项目涉及业主、总承包商、专业分包商、设备供应商、监理单位、设计单位等多个参与方,各参与方权责分工不同,需建立高效协同管理机制,确保信息传递顺畅、责任落实到位,避免因协同不畅导致项目延误或风险失控^[1]。

1.3 EPC模式下安全管理的核心挑战

(1) 责任主体模糊: 设计、采购、施工阶段衔接存在漏洞,设计阶段未充分考虑施工安全隐患,采购设备与施工需求不匹配,施工阶段未严格落实设计安全要求,导致各阶段安全责任界定模糊,出现问题时易相互推诿。(2) 动态风险识别与控制难度大: 火电项目施工环境、工艺流程随进度不断变化,风险因素呈现动态性、突发性特点。传统风险识别方式难以全面覆盖动态风险,且风险控制措施需实时调整,增加了风险管控的难度。(3) 分包商安全管理能力参差不齐: 总承包商多将部分施工任务分包,分包商队伍规模、技术水平、安全管理体系差异较大。部分小型分包商安全意识薄弱、安全投入不足、人员专业素养欠缺,给项目整体安全管理带来极大挑战。

2 火电项目EPC工程总承包安全管理关键要素

2.1 风险识别与评估

(1) 火电项目常见风险类型: 核心风险涵盖机械伤害,如汽轮机、磨煤机等大型转动设备运维中的卷入、挤压风险;火灾爆炸,燃料储存、输送及锅炉燃烧环节的可燃气体泄漏、粉尘积聚引发的事故;坍塌风险,烟囱、冷却塔等高耸构筑物施工及深基坑开挖过程中的结构失稳隐患;此外还包括高处坠落、触电、高温烫伤等典型作业风险,各类风险相互关联,易引发连锁事故。(2) 风险评估方法: 常用LEC法量化作业环境危险性,通过评价暴露程度、事故可能性及后果严重度确定风险等级;风险矩阵法直观划分风险概率与影响程度的组合区

间,快速定位高优先级风险;BIM模拟技术可可视化呈现施工全过程,提前识别交叉作业、设备吊装等环节的潜在风险,结合动态数据实现风险的精准预判与防控。

2.2 安全责任划分与协同机制

(1) 业主、总承包商、分包商的安全职责界定: 业主负责统筹协调与监督,提供合规的项目基础条件; 总承包商承担主体安全责任,统筹设计、采购、施工全流程安全管控,监督分包商履职; 分包商落实具体作业安全,配备专职安全员,严格执行安全规程,形成“业主监督、总包统筹、分包落实”的责任链条。(2) 合同条款中的安全责任约定: 在总承包合同及分包合同中明确安全责任边界,约定分包商的安全准入条件、安全投入要求及事故赔偿责任,将安全绩效与工程款支付挂钩,通过合同约定倒逼各主体落实安全职责,避免责任推诿。(3) 协同管理平台(如数字化安全管理系统): 搭建涵盖各参与方的数字化安全管理平台,实现安全隐患上报、整改跟踪、风险预警、培训记录等信息实时共享,通过数据联动打破信息壁垒,提升跨主体、跨阶段的协同管控效率^[2]。

2.3 全生命周期安全管理

(1) 设计阶段: 推行本质安全设计,优化设备布局与工艺流程,采用防爆、防火、防泄漏等安全技术,完善消防系统、应急通道等安全设施设计,从源头降低风险,确保设计方案符合安全规范且具备可施工性。(2) 采购阶段: 设备与材料的质量安全管控贯穿全流程,严格审核供应商资质,明确设备安全性能指标,加强进场检验与抽样检测,杜绝不合格产品投入使用,保障设备材料本质安全。(3) 施工阶段: 强化现场安全监管,落实动火作业、高处作业等危险作业审批制度,配备足额安全防护设施,制定针对性应急预案并定期演练,及时处置突发安全隐患。(4) 调试与运维阶段: 制定标准化操作规程,明确设备调试、运行及维护的安全要求,开展全员安全技能培训,确保操作人员熟悉设备性能与风险点,避免违规操作引发事故^[3]。

2.4 人员安全管理

(1) 特种作业人员资质管理: 严格执行特种作业人员持证上岗制度,对焊工、电工、起重工等人员的资质进行严格审核与动态核查,定期开展复审培训,杜绝无证上岗、资质失效等违规情况。(2) 安全教育与技能培训体系: 构建分层分类培训体系,针对管理人员、作业人员开展岗前安全交底、日常安全教育及专项技能培训,结合案例教学、实操演练提升培训实效,强化人员安全意识与应急处置能力。(3) 安全文化与激励机制建设: 通过安全宣传栏、安全知识竞赛等活动营造“人人讲安全、

事事为安全”的文化氛围,建立安全绩效激励机制,对安全履职到位的团队与个人予以表彰,对违规行为严格追责,引导全员主动参与安全管理。

3 火电项目EPC工程总承包安全管理策略

3.1 制度保障策略

(1) 完善安全管理制度体系: 以HSE管理体系为核心,构建覆盖项目全生命周期的安全管理制度体系,涵盖风险管控、作业安全、设备管理、应急处置等关键环节。结合火电项目高温高压、流程复杂的特性,细化专项安全管理规定,如《大型设备吊装安全管理办法》《燃料储存与输送安全规程》等,明确各层级管理职责与操作标准,确保制度兼具全面性与针对性,为安全管理提供根本遵循。(2) 标准化作业流程(SOP)制定: 针对火电项目核心作业环节,如锅炉安装、汽轮机调试、动火作业、高处作业等,制定标准化作业流程。明确各作业步骤的操作规范、安全防护要求、人员配置标准及质量验收节点,通过图文并茂的形式细化操作细节,避免因操作不规范引发安全隐患。同时,定期结合项目进展与现场实际,对SOP进行修订完善,确保流程适配项目动态变化需求。(3) 安全绩效考核与问责机制: 建立量化的安全绩效考核体系,将安全责任落实情况、隐患整改效率、事故发生率等指标纳入考核范围,覆盖业主、总承包商、分包商及各岗位人员。实行“月度考核+年度考评”相结合的方式,考核结果与薪酬发放、评优评先直接挂钩。同时,明确问责机制,对违规操作、责任落实不到位引发安全问题的单位与个人,依法依规追究责任,通过奖惩并重倒逼安全责任落地^[4]。

3.2 技术支撑策略

(1) 智能化安全监测技术: 在火电项目关键区域部署物联网传感器,实时监测设备运行参数(如温度、压力、振动)、环境指标(如可燃气体浓度、粉尘含量)及作业人员定位信息,数据异常时自动触发预警。引入AI视频监控系统,通过智能算法识别未佩戴安全帽、违规动火、高空抛物等危险行为,实现全天候、无死角的现场安全监管,提升隐患识别的及时性与精准度。(2) BIM技术在安全规划中的应用: 在项目设计与施工策划阶段,利用BIM技术构建三维可视化模型,模拟设备布局、施工流程及交叉作业场景,提前识别空间冲突、吊装盲区等潜在安全隐患。基于模型优化施工方案,合理规划作业动线与安全通道,精准布置安全防护设施。施工过程中,将BIM模型与现场实际施工进度联动,实现对安全风险的动态预判与实时管控。(3) 数字化孪生与风险预警平台: 搭建项目数字化孪生系统,整合设计、施工、运维全流

程数据,构建与物理项目同步映射的虚拟模型。通过实时采集现场设备运行数据、环境监测数据及作业人员信息,在虚拟模型中模拟风险演化过程,实现对火灾爆炸、设备故障、结构坍塌等重大风险的提前预警。同时,平台集成风险处置预案与应急资源信息,为风险管控与应急决策提供数据支撑。

3.3 应急管理策略

(1) 应急预案编制与演练:结合火电项目常见风险类型,编制分级分类的应急预案,涵盖火灾爆炸、设备泄漏、人员伤亡、自然灾害等场景,明确应急组织机构、职责分工、处置流程及疏散路线。针对关键环节制定专项应急方案,如锅炉爆炸应急处置方案、触电事故急救方案等。定期组织实战化应急演练,包括桌面推演、现场演练等形式,检验预案的可行性与应急队伍的处置能力,及时优化预案漏洞。(2) 应急资源储备与联动机制:建立标准化应急物资储备库,足额配备消防器材、急救设备、防护用品、应急照明等物资,明确物资管理责任人,定期开展检查、维护与更新,确保物资处于良好备用状态。构建多方联动应急机制,加强与当地消防、医疗、应急管理部门及设备供应商的沟通协作,签订应急联动协议,明确应急响应时的资源调配、救援配合流程,提升应急处置的协同效率^[5]。(3) 事故后复盘与改进措施:发生安全事故后,成立专项复盘小组,全面梳理事故发生的直接原因与间接原因,排查管理漏洞与技术缺陷。通过事故案例分析,总结经验教训,制定针对性的改进措施,如完善管理制度、优化作业流程、升级安全技术等。将改进措施纳入项目安全管理体系并跟踪落实,形成“事故复盘—措施改进—效果验证”的闭环管理,避免同类事故重复发生。

3.4 第三方监督与保险机制

(1) 引入第三方安全评估机构:聘请具备火电行业专业资质的第三方安全评估机构,对项目安全管理体系、风险管控措施、作业现场安全状况等进行定期评估与专

项检查。第三方机构凭借独立视角与专业能力,客观识别安全管理薄弱环节,出具专业评估报告并提出改进建议,为项目安全管理优化提供外部支撑。同时,借助第三方力量监督各参与方安全责任落实情况,弥补内部监督的局限性。(2) 工程保险与风险转移策略:结合火电项目高风险、长周期的特点,制定全面的工程保险方案,合理配置保险险种,如建筑工程一切险、安装工程一切险、第三者责任险、安全生产责任险等。明确保险责任范围与理赔流程,将项目实施过程中可能面临的财产损失、人员伤亡、第三方责任等风险通过保险机制进行转移。同时,在保险合同中约定安全管理要求,借助保险公司的风险管控资源,提升项目安全管理水平。

结束语

火电项目EPC工程总承包的安全管理是一项系统性、长期性的工程。面对复杂多变的风险环境,唯有构建全方位、多层次的安全管理体系,强化技术支撑与人员培训,落实各方安全责任,才能有效应对挑战。未来,随着科技的不断进步与管理理念的持续创新,火电项目EPC总承包安全管理将更加智能化、精细化,为能源行业的安全稳定发展筑起坚实屏障,推动项目实现经济效益与社会效益的双赢。

参考文献

- [1]刘磊,孙玮康.基于EPC总承包模式下火电建设项目大安全管理[J].大众标准化,2022,(14):69-71.
- [2]孟磊.基于EPC工程总承包模式火电建设工程安全管理探讨[J].建筑安全,2020,35(11):61-65.
- [3]覃孝辉.EPC总承包项目工程造价控制要点探究[J].低碳世界,2025,15(08):169-171.
- [4]李倩.工程总承包模式在煤炭建设项目中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2025,(15):76-78.
- [5]曹晔.工程总承包的价值创造路径探索[J].施工企业管理,2025,(08):91-94.