

火电机组锅炉吊装机械配置方案比较

胡剑波

中国能源建设集团浙江火电建设有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 火电机组锅炉安装工序复杂, 吊装作业作为贯穿安装全周期的核心环节, 起重机械配置的科学性直接决定施工效率与作业安全水平。不同类型起重装备的作业性能、场地适配性存在显著差异, 因此衍生出多元化的现场配置范式。本文基于火电机组锅炉吊装的基础约束条件与主流机械配置架构, 系统剖析不同方案在场地资源占用、作业空间覆盖、工序衔接效率及设备调度成本等维度的差异, 结合施工空间约束、构件载荷特征、工序排布逻辑与现场动态工况, 归纳总结吊装机械选型与组合适配的普适性方法, 为火电锅炉吊装施工的机械配置优化提供理论参考与实践依据。

关键词: 火电机组; 锅炉吊装; 起重机械; 机械配置; 施工适配性

引言: 随着国内火电工程单机容量持续提升, 锅炉设备结构向着大型化、模块化方向发展, 对吊装施工体系的适配性与专业性提出了更为严苛的要求。吊装机械作为锅炉安装阶段的核心施工装备, 其配置形式直接影响现场施工布局、工序推进节奏与资源利用效率。火电施工现场存在空间布局复杂、构件类型多样、工况动态变化等特征, 单一机械配置模式往往难以覆盖全施工周期的作业需求。通过系统梳理不同类型吊装机械的作业属性与适配边界, 对比各类组合配置方案的差异化优势, 能够帮助施工方实现机械配置与现场条件的精准匹配, 有效提升锅炉吊装作业的施工规范化水平与安全保障能力。

1 火电机组锅炉吊装作业基础条件与机械适配属性

1.1 锅炉构件吊装作业载荷与工况特征

锅炉吊装涉及的构件类型多样, 其中锅炉钢结构、水冷壁管排、钢煤斗、烟吊道等核心构件均属于大载荷吊装范畴。此类构件普遍存在外形不规则、跨度大、重心分布不均衡等特征, 抬吊与倒运过程中易出现受力偏移问题。吊装作业全程处于露天作业环境, 风荷载、温度变化等气候因素会直接影响构件吊装的平稳性, 进一步提升了作业复杂程度。同时, 锅炉构件的就位精度要求较高, 抬吊、平移、就位全流程需保持稳定可控状态, 对起重设备的承载能力与作业稳定性提出了严格要求。

1.2 主流吊装机械结构形式与作业属性

当前火电锅炉施工常用的吊装机械主要包括履带式起重机、塔式起重机、汽车式起重机三大类, 三类设备因机身结构、臂架形式、行走机构的差异, 形成了差异化的作业性能特征。大吨位履带式起重机的优势在于承载能力强、作业幅度适配区间宽, 适用于大型重型构件

的吊装作业; 塔式起重机的核心优势为作业高度大、覆盖范围规整, 能够高效完成高空区域构件的转运与安装作业; 汽车式起重机则具备突出的机动灵活性, 布设流程简便, 适用于中小型构件的零散吊装作业, 可有效响应施工现场的多样化临时作业需求。^[1]

1.3 各类吊装机械场地适配与作业局限

不同类型吊装机械对施工现场的场地平整度、硬化条件、占地空间的适配标准存在显著差异。履带式起重机作业所需占用的场地范围大, 且移动速度缓慢, 跨区域转场的灵活性较差; 塔式起重机的安装与拆解流程复杂, 前期布设周期长, 难以适配短期零散的施工作业需求; 汽车式起重机的承载上限相对较低, 无法满足超大吨位构件的吊装施工要求。各类机械的固有技术特性, 使其在场地利用效率、作业高度上限、承载幅度区间等方面存在明显的性能边界, 是现场吊装机械配置方案选型的核心考量因素。

2 火电机组锅炉吊装典型机械配置方案组成

2.1 多机型协同组合配置形式

多机型协同组合配置模式通过整合不同类型起重设备的作业优势, 基于各机型的性能特征进行施工任务的分层划分, 实现分区域、分类别的吊装作业覆盖。各类起重设备按照作业高度、承载区间、作业覆盖范围的差异划分对应施工任务, 分别承担不同类型构件的安装作业。该组合模式可对整体吊装工作量进行合理拆分, 将高空作业、重型吊装作业、轻型吊装作业分配至性能适配的机型完成施工, 灵活的设备搭配方式可有效适配复杂的现场施工布局, 弥补单一机型的性能短板。多机型协同布置能够充分发挥各类机械的作业优势, 拓展施工现场的整体作业覆盖维度, 适配锅炉多构件、多工序并

行的施工特征。^[2]

工程实践案例：台二电厂二期扩建项目塔式锅炉采用该配置形式，3号机组配置2台塔式起重机协同作业：主吊为STT2830-140t塔吊，安装高度156m，臂长80m；辅助吊为ZSC2200-120t塔吊，安装高度150m，臂长60m，具备全回转作业能力；4号机组同样配置2台塔式起重机：主吊为ZSC2800-140t塔吊，安装高度156m，臂长80m；辅助吊为ZSC1600-90t塔吊，安装高度150m，臂长60m，两台机组均通过双塔吊协同覆盖全施工区域，无需额外配置大型履带吊设备。华润电力温州电厂二期项目塔式锅炉同样采用该配置模式，3号与4号机组分别独立配置双平臂吊为主、履带吊为辅的吊装体系：3号机组炉左布置120t平臂吊（QTZ2000）、炉右布置140t平臂吊（QTZ2800）作为大板梁吊装主力，炉后侧配置100t履带吊承担辅助作业；4号机组对称布置120t平臂吊与140t平臂吊，同样配套100t履带吊完成辅助作业，充分适配塔式锅炉高空多区域并行施工需求。

2.2 主次机械搭配辅助吊装配置形式

主次机械搭配辅助吊装配置模式通过明确划分主作业设备与辅助作业设备的功能边界，构建层级清晰的吊装施工体系。主吊设备主要承担锅炉重型主体构件的核心吊装工序，负责大载荷构件的抬升与关键就位作业；辅助起重设备则配合完成构件转运、姿态调整、位置微调、地面倒运等配套作业，弥补主吊设备的作业盲区。这种层级化的机械布置模式可推动各类设备各司其职，细化现场吊装作业分工，提升施工推进的有序性。主次搭配的布置方式可实现不同设备作业优势的合理组合，优化现场机械资源的利用效率，适配锅炉施工全周期的多样化吊装需求。

工程实践案例：嘉兴电厂四期扩建项目 π 型锅炉采用该配置形式，核心大件吊装阶段以160t塔式起重机（臂长80m）与750t履带式起重机作为主吊设备协同抬吊，充分发挥大吨位履带吊的重载能力与塔吊的高空覆盖优势；其余钢结构、烟风道、受热面、钢煤斗等常规构件吊装任务，由160吨塔式起重机与90吨塔式起重机独立完成，实现了核心工序与常规工序的作业分离，有效提升了整体施工效率。

3 不同吊装机械配置方案差异化对比分析

3.1 各方案场地布设与机位排布差异

不同锅炉吊装机械配置模式，在场地资源占用与机位排布逻辑上存在显著差异。大吨位履带吊单机配置仅需规划单一设备的停放与作业区域，机位排布逻辑简洁，对施工场地的整体规划压力较小，设备固定点位的

布设模式可有效降低现场场地的分区规划成本。多机型协同组合配置需要预留多台设备的作业站位区域，机位排布需结合各类机械的作业属性进行错峰布局，避免作业范围相互干扰，整体场地布设更为分散，对现场场地的开阔程度与分区规划能力提出了更高要求。炉顶专用吊装设备依托锅炉本体结构布设，几乎不占用地面施工场地，对场地资源的依赖程度相对较低^[3]。主次机械搭配辅助吊装配置需要分别规划主吊设备作业区与辅助设备停靠区，场地布设需兼顾核心施工与配套作业的双重需求，机位排布呈现分层分区的典型特征。

3.2 各方案作业半径与覆盖范围差异

不同机械配置方案的作业覆盖能力与锅炉施工的不同区域需求形成对应适配关系。大吨位履带吊单机作业的半径跨度较大，竖向抬升高度与横向覆盖面积优势显著，能够覆盖锅炉主体大型构件的主要安装区域。多机型协同组合配置通过多设备作业范围的互补叠加，拓展了整体施工覆盖的维度，可同时兼顾低空、中空、高空等不同层级的施工区域，覆盖范围更为全面立体。炉顶专用吊装设备的作业半径相对有限，作业范围集中于锅炉顶部的狭小区域，仅适用于炉顶局部构件的安装与微调作业。主次机械搭配辅助吊装配置依托主吊设备完成大范围核心作业，辅助设备填补近距离小范围作业盲区，整体覆盖范围兼顾大面积施工与局部精细施工需求，覆盖层次更为多元。

3.3 各方案施工工序衔接与作业节奏差异

不同配置模式对应形成差异化的施工推进节奏与工序衔接状态。大吨位履带吊单机配置的施工工序集中统一，作业节奏平稳有序，主体构件吊装工序衔接紧密，施工推进流程的可控性强。多机型协同组合配置可同步推进多个区域的吊装作业，施工工序排布更为密集，整体施工推进效率更高，但各区域工序间的衔接需要更为精细的统筹管理。炉顶专用吊装设备仅服务于顶部施工工序，工序衔接高度依附于主体施工进度，作业节奏随锅炉整体安装进度动态调整。主次机械搭配辅助吊装配置可实现核心工序与辅助工序的穿插推进，有效填补主体吊装作业的间隙空档，使整体施工推进更为连贯饱满。

4 锅炉吊装机械配置方案适配性选择逻辑

4.1 结合作业空间的机械配置适配逻辑

火电机组锅炉施工现场的空间形态，是吊装机械布设形式选型的核心约束因素。场地开阔程度与周边构筑物的分布状态，直接限制起重设备的站位布局与作业开展范围。开阔无遮挡的施工场地，可承载大吨位履带吊的布设需求，充分释放设备作业半径与起升高度的性能

优势,满足锅炉主体大型构件的吊装施工要求^[4]。空间局促、周边建筑物排布密集的施工区域,需调整传统的大型单机布设模式,采用中小型起重设备搭配炉顶专属设备的组合形式,可有效缩减设备占用空间,化解大型设备回转作业受限的问题。

应用细则:当作业区域内无大型固定构筑物遮挡、设备作业回转半径预留空间 $\geq 3\text{m}$ 时,优先选择大吨位履带吊单机配置;当场地宽度小于履带吊作业所需最小回转范围、或周边管线排布密集无法满足硬化要求时,严禁采用单机大履带吊方案,需优先评估多塔吊协同配置的可行性。

4.2 结合施工工序的组合配置适配逻辑

锅炉吊装施工具备显著的阶段化特征,不同施工工序的作业内容,对应差异化的机械配置需求。项目前期以钢架主体搭建为主,重型吊装作业集中且工作量大,稳定的大型单机布设模式可适配连续施工需求,保障主体结构施工进度稳步推进。项目中期进入多层构件穿插安装阶段,施工点位分散且作业类型多样,多机型协同的配置方式可适配多区域并行施工的场景。项目后期聚焦炉顶结构与细部构件安装,作业区域集中且施工空间狭小,炉顶专用吊装设备可更好地适配精细化施工场景。结合施工工序动态调整机械组合形式,可贴合各阶段施工重点,使机械配置始终与现场施工推进节奏保持适配。

应用细则:当总工期要求 ≤ 6 个月、核心大件吊装窗口期集中在施工前2个月时,优先采用"大履带吊+后期补装塔吊"的动态配置模式;当工序并行要求高、多区域同步作业工作量占比 $\geq 40\%$ 时,直接采用多机型协同配置,保障各工序独立推进互不干扰。

4.3 结合现场工况的吊装方案优化逻辑

施工现场的场地承载能力、环境条件等工况处于动态变化状态,机械配置方案需结合实际工况进行精细化优化调整。场地地基承载力充足、外部环境稳定的施工场景,可最大化发挥大型起重设备的作业性能,简化现场机械配置体系。地基承载条件较弱、场地资源有限的施工场景,需适当缩减大型设备的布设数量,优化设备

站位布局,降低场地承载负荷^[5]。外部施工干扰较多、环境条件复杂的工况,可依托主次设备搭配的灵活模式,提升吊装作业的可调空间。立足现场实际工况优化吊装配置方案,可有效规避各类施工限制条件,持续提升吊装施工体系的环境适应能力与作业稳定性。外部施工干扰较多、环境条件复杂的工况,可依托主次设备搭配的灵活模式,提升吊装作业的可调空间。立足现场实际工况优化吊装配置方案,能够有效规避各类施工限制条件,持续提升吊装施工体系的环境适应能力与施工稳定性。

应用细则:优先开展现场地勘复核,当场地承载力 $\geq 15\text{t/m}^2$ 时可布设履带吊,当承载力不足需调整站位或采用路基箱加固;当地域风季时长占施工周期30%以上时,优先选择防风稳定性更强的塔式起重机作为主吊设备,减少风荷载对施工进度的影响。

结束语

锅炉吊装机械配置属于火电施工组织设计的重要组成部分,各类单机与组合配置形式拥有各自的适用场景与作业优势。从施工空间、构件特征、工序节奏与现场工况多个维度开展对比分析,可以清晰区分不同配置方案的适配范围与固有短板。依据现场实际施工条件选取对应机械搭配形式,能够有效优化场地布设方式,规范设备调度流程,改善整体吊装作业秩序,切实提升火电机组锅炉安装施工的组织合理性与施工精细化水平。

参考文献

- [1]严顺恩,李军.大型火电厂锅炉吊装施工的创新方案与安全管控策略[J].工程技术研究,2025,7(23):299-301.
- [2]赵永刚,周敏.超超临界锅炉T/P91钢焊接接头性能与工艺优化研究[J].焊接学报,2020,41(5):88-94.
- [3]陈晓峰.BIM技术在百万千瓦机组锅炉安装过程中的应用实践[J].电站系统工程,2023,39(1):72-75.
- [4]常松.火力发电厂锅炉安装工艺及技术措施探讨[J].电力设备管理,2025,(22):245-247.
- [5]魏军,倪伟君,徐小国.1000MW火电机组锅炉安装机械配置及主要施工方案[J].电力设备管理,2025,(12):258-260.