

超高层烟囱滑模平台荷载优化与安全控制研究

陈锦鑫

中电国际新能源海南有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i7.4865

[摘要] 超高层烟囱滑模施工中,滑模平台的荷载状态直接影响结构安全与施工效率。为实现平台体系的稳定可靠,需从结构设计、施工管理与设备性能等方面进行系统优化。首先,通过改进平台结构形式、采用轻量化材料及优化节点构造,可有效降低平台自身恒载,提高整体刚度与承载效率。其次,在施工过程中应严格控制人员、材料和机具的布置,避免局部集中荷载导致结构失稳。同时,液压提升系统作为核心承载单元,需通过参数优化、同步控制与状态监测提升其荷载适应能力与运行稳定性。在安全控制方面,应明确荷载标准,完善前期计算与设计;通过实时监测与动态调整实现对施工荷载的全过程管控;并加强设备维护与现场管理,确保滑模平台在复杂工况下保持良好的力学性能。综合实施上述策略,可显著提升超高层烟囱滑模施工的安全性与经济性。

[关键词] 超高层烟囱; 滑模平台; 荷载优化; 安全控制

中图分类号: TU279.7+42 **文献标识码:** A

Research on Load Optimization and Safety Control of Sliding Formwork Platform for Super High-rise Chimney

Jinxin Chen

China Electric International New Energy Hainan Co., LTD.

[Abstract] In the construction of super high-rise chimney using slipform technology, the load-bearing capacity of the slipform platform directly impacts structural safety and construction efficiency. To ensure stable and reliable platform systems, systematic optimization is required in structural design, construction management, and equipment performance. Firstly, by improving platform structural configurations, adopting lightweight materials, and optimizing joint constructions, the self-weight of the platform can be effectively reduced while enhancing overall stiffness and load-bearing efficiency. Secondly, during construction, strict control over personnel deployment, material allocation, and equipment placement is essential to prevent localized concentrated loads that may cause structural instability. Meanwhile, the hydraulic lifting system, as the core load-bearing unit, requires parameter optimization, synchronized control, and condition monitoring to improve load adaptability and operational stability. Regarding safety controls, clear load standards should be established, with comprehensive preliminary calculations and designs. Real-time monitoring and dynamic adjustments enable full-process management of construction loads. Additionally, enhanced equipment maintenance and on-site management must be implemented to ensure the slipform platform maintains optimal mechanical performance under complex working conditions. The integrated implementation of these strategies can significantly improve both safety and economic efficiency in super high-rise chimney slipform construction.

[Key words] super high-rise chimney; slipform platform; load optimization; safety control

超高层烟囱作为重要的工业构筑物,其施工高度大、结构复杂,对施工技术提出了极高要求。滑模施工因其连续性强、效率高而被广泛应用,但滑模平台在高空环境中承受的荷载种类多、变化快,一旦控制不当,极易引发结构失稳或安全事故。因此,开展滑模平台荷载优化与安全控制研究具有重要意义。通过合

理优化平台结构、精准管控施工荷载并提升液压系统性能,可以有效降低风险,保障施工安全与工程质量。

1 超高层烟囱滑模平台荷载优化的策略

1.1 优化平台结构设计,减轻自身恒载

恒载占滑模平台总荷载的比例较高,通过结构优化实现轻

量化设计,是荷载优化的基础。首先,采用高强度轻量化材料替代传统构件,主体结构可选用高强度型钢或合金材料,在保证刚度和强度的前提下,减少钢材用量,例如某180m烟囱工程通过优化辐射梁截面规格,单仓节约钢桁架用量约1.5t。其次,优化平台结构形式,超高层烟囱多采用辐射状空间悬索结构,可通过有限元分析调整辐射梁间距、鼓圈尺寸及拉杆布置,取消冗余支撑构件,同时增设加强钢圈提升整体刚度,避免因局部薄弱导致荷载集中。此外,模板系统采用模块化定制设计,选用6012型钢模板并合理控制模板高度(建议1.2m为宜),通过调整模板梢口坡度(单面倾斜0.2%~0.5%)减少混凝土摩阻力,间接降低提升系统荷载。



图一 砖混烟囱滑模施工

1.2 精准管控施工活载,避免局部超载

施工活载作为超高层烟囱滑模平台荷载的核心变量,具有随机性、流动性及不确定性,且高空作业空间受限,局部超载易引发平台构件变形、支承体系失稳,是荷载安全管控的重点与难点,需通过规范化、精细化管理实现动态精准管控。一方面,建立分级分区荷载管控机制,结合平台结构受力验算结果,明确各区域荷载承载限值,在平台醒目位置张贴标识牌,划分钢筋堆放区、机具存放区、作业操作区及安全通道,严禁跨区堆放、超限叠加。钢筋、模板、振捣设备等物料需按施工进度分批转运,采用多点分散堆放模式,单个堆放点荷载不得超过区域限值的80%,同时严格执行“少堆勤补”原则,合理配置双塔吊协同作业,优化运输班次与路线,减少物料在平台的积压时间,从源头规避局部集中超载风险。另一方面,优化人员配置与工序协同,按施工流程划分钢筋绑扎、混凝土浇筑、设备检修等功能模块,制定错峰作业计划,避免多工序交叉作业导致局部荷载瞬时叠加。严

格控制平台作业人数,按作业区域面积核定定员,减少非必要人员停留,同时配备专职荷载管理员,实时监控人员与物料分布。此外,针对烟囱变坡、空滑等特殊工况,提前通过有限元模拟核算荷载分布变化,及时拆除临时操作架、防护栏杆等无效荷载载体,同步调整物料堆放位置与人员布局,确保平台受力均衡,规避工况转换过程中因荷载失衡引发的安全隐患。

1.3 优化液压提升系统,提升荷载承载效率

液压提升系统是荷载传递的核心,通过系统优化可有效分散荷载、提升承载稳定性。一是合理配置千斤顶数量与型号,根据平台总荷载计算选用大吨位千斤顶(如GYD-60型),并均匀布置于提升架上,间距控制在1.2m左右,特殊部位增设千斤顶,确保每台千斤顶受力均匀,避免局部过载。二是优化油路布置与控制系统,采用分组并联结合串联的油路形式,保证各千斤顶压力传递同步,通过针形阀精准调节升差,同时统一千斤顶空载行程,减少提升过程中的动态荷载波动。三是加强支承杆的承载能力管控,选用 $\Phi 48 \times 3.5$ 脚手管或 $\Phi 25$ 圆钢作为支承杆,按不同长度分级配置,每滑升50cm通过 $\Phi 16$ 圆钢环向加固,防止支承杆失稳,提升整体荷载传递效率。

表1 优化液压提升系统,提升荷载承载效率

优化维度	具体措施	核心数据/规格
千斤顶配置优化	按平台总荷载选用型号,均匀布置于提升架,特殊部位增设	GYD-60型大吨位千斤顶,布置间距 1.2m左右
	采用分组并串联油路形式,调节升差,统一空载行程	针形阀精准调节升差,统一千斤顶 空载行程
油路与控制系统优化	选用适配规格支承杆,分级配置,环向加固防失稳	$\Phi 48 \times 3.5$ 脚手管/ $\Phi 25$ 圆钢,每滑升50cm用 $\Phi 16$ 圆钢加固

2 超高层烟囱滑模平台荷载安全控制

2.1 明确荷载标准,优化前期设计

荷载安全控制需立足前期设计阶段,从源头规避风险,筑牢滑模平台施工安全基础,这是后续荷载管控与系统运行的前提。首先,精准核算各类荷载参数,结合超高层烟囱高度、直径渐变特性、施工工艺要求及项目地域气候条件,全面梳理平台自重、施工活载、混凝土侧压力、风荷载、动态提升力等核心荷载类型,逐一量化计算。其中风荷载需参照当地50年一遇风压标准,结合烟囱高度系数修正;混凝土侧压力按浇筑速度、温度及模板特性精准测算,避免因低估荷载导致设计冗余不足,或高估荷载造成成本浪费,同时采用1.2~1.5倍安全系数进行多工况荷载组合验算,通过有限元软件模拟极端工况下的荷载分布,杜绝参数估算偏差引发的设计缺陷。其次,优化荷载传递路径设计,依托三维建模与有限元模拟技术,细致分析辐射梁、鼓圈、提升架、拉杆等核心构件的受力分布规律,合理调整构件布置间距与连接方式,确保荷载沿预设路径顺畅传递,重点强化节点焊缝饱满度与螺栓紧固力矩,对受力集中部位增设加强垫板或加劲肋,从

结构设计层面杜绝局部受力集中引发的构件变形、失稳等安全隐患。同时,明确材料与设备选型刚性标准,主体结构构件优先选用Q355及以上高强度型钢,千斤顶选用额定荷载匹配、性能稳定的液压型号,支承杆需结合荷载等级选用对应规格并进行进场强度试验,严禁使用超标、老化、锈蚀或检测不合格的材料与设备,从源头保障平台荷载承载基础的可靠性。

2.2 动态管控荷载,规范施工行为

超高层烟囱滑模平台施工活载具有随机性、流动性及不确定性,且高空作业空间有限,若管控不当易引发局部超载、荷载失衡,进而导致平台变形、失稳,因此必须建立全流程动态监管机制,以规范化作业行为守住荷载安全底线。一方面,实行精细化分区荷载管控,结合平台结构受力特点,在醒目位置张贴分区荷载限值标识,明确材料堆放区、作业区、通行区的荷载承载上限,严禁跨区堆放、超限堆放。钢筋、模板、机具等物料需按施工进度分批转运至平台,采用分散多点堆放模式,避免单区域集中受力,同时严格执行“随用随运、少堆勤补”原则,通过双塔吊协同作业、合理规划运输班次,减少物料在平台的积压时间与存量,从源头降低活载叠加风险。另一方面,强化工序协同与工况适配管控,科学划分钢筋绑扎、混凝土浇筑、设备检修等功能区域,制定错峰作业计划,避免多工序交叉作业导致局部荷载瞬时叠加。混凝土浇筑需严格遵循分层对称原则,每层浇筑高度控制在30-50cm,浇筑速度保持在2-3m/h,减少混凝土侧压力突变对平台的冲击;针对烟囱变坡、空滑等特殊工况,提前核算荷载分布变化,及时拆除临时操作架、防护设施等无效荷载载体,同步调整物料与人员分布,确保平台受力均衡。

2.3 强化设备运维,提升承载稳定性

液压提升系统与支承体系作为滑模平台荷载传递与承载的核心载体,其运行稳定性直接决定荷载安全管控成效,也是防范平台高空失稳的关键防线,需从设备运维与支承管控两方面发力,构建全周期保障体系。一是抓实提升设备常态化运维管控,建立“日常巡检+定期校验+专项排查”三维机制,每日施工前重点检查千斤顶、油路管道、控制系统的运行状态,清理千斤顶活塞杂物、校验密封性能,防止因密封失效导致受力偏差;定期采用专业设备校验千斤顶受力精度,确保每台千斤顶同步升降、受

力均匀,偏差控制在±5%以内,避免因单台设备故障引发荷载分布不均。同时优化油路布置,采用分组并联与串联相结合的油路形式,按提升架位置划分油路单元,每组配备独立压力监测装置与应急切断阀,实时监控油路压力变化,一旦发现泄漏、堵塞等问题立即停机排查,同步备用应急油路,保障提升系统连续稳定运行。二是强化支承杆全流程管控,筑牢荷载承载基础。按平台总荷载及局部受力情况,选用适配规格的支承杆,优先采用Φ48×3.5脚手管或Φ25高强度圆钢,进场前逐根进行外观检查与强度试验,剔除锈蚀、弯曲、截面损伤的杆件。施工中严格遵循“随滑随固”原则,每滑升50cm采用Φ16圆钢进行环向加固,间距控制在20-30cm,形成整体受力体系,防止支承杆弯曲、失稳;布置时避开辐射梁、提升架等受力集中区域,采用错位布置方式提升承载均匀性,同时定期监测支承杆垂直度与受力状态,对变形超标的杆件及时更换,从根本上提升支承体系的承载稳定性。

3 结语

超高层烟囱滑模平台的荷载优化与安全控制是确保施工顺利进行的关键环节。通过结构优化、活载管控和液压系统提升等策略,可有效降低平台自重与施工荷载,提高整体承载效率。同时,在明确荷载标准、实施动态监测和加强设备维护的基础上,能够进一步提升施工过程的安全性与稳定性。未来仍需结合工程实践不断完善相关技术,为超高层烟囱滑模施工提供更可靠的技术保障。

[参考文献]

- [1]王振兴,左明艳,姜涛,等.超高层建筑受限空间不锈钢烟囱施工技术[J].住宅与房地产,2024,(11):123-125.
- [2]张萧忆.某超高层建筑电梯井道烟囱效应分析及解决措施[J].中国电梯,2024,35(03):75-78.
- [3]杨易,李秋生,万腾骏.基于实测的超高层建筑烟囱效应模拟优化研究[J].建筑结构学报,2023,44(S2):403-410.
- [4]张晓明,马瓊涵,张昊天,等.沈阳某超高层住宅电梯井烟囱效应的模拟研究[J].节能,2023,42(06):8-11.

作者简介:

陈锦鑫(1992--),男,汉族,海南省海口市人,本科,中级工程师,土木工程,电厂建设。