

土木工程施工机械资源配置优化研究

从国瑞

中交基础设施养护集团工程有限公司 北京 100011

摘要: 土木工程施工中,机械资源配置的合理性直接影响工程成本、效率与质量。机械资源配置需围绕设备类型与功能匹配性、设备数量与施工强度平衡、设备性能与工程需求适配等核心要素展开,遵循经济性、协调性与灵活性原则。研究分析工程特性、设备自身及管理因素对配置的影响,构建基于任务分解、动态调整、多目标协同优化及智能化支持技术的配置方法体系,并提出实施路径与保障措施,为土木工程施工机械资源配置优化提供系统性解决方案。

关键词: 土木工程;机械资源配置;动态调整;多目标优化;智能化技术

引言: 土木工程作为基础设施建设的关键领域,其施工过程离不开各类机械设备的协同作业。机械资源配置的合理性直接关系到施工效率、成本控制以及工程质量。随着土木工程规模不断扩大、施工工艺日益复杂,传统机械资源配置方式已难以满足现代施工需求。如何依据工程施工特点,科学合理地配置机械设备,实现资源的高效利用,成为当前土木工程施工管理亟待解决的重要问题。因此,开展土木工程施工机械资源配置优化研究具有重要的现实意义。

1 土木工程施工机械资源配置基础理论

1.1 机械资源配置的核心要素

机械资源配置的核心要素围绕工程施工需求构建,是保障配置合理性与可行性的关键。设备类型与功能匹配性要求结合工程施工环节特点,选取功能与施工任务精准契合的设备,避免功能冗余或不足导致施工效率下降,这一要求符合土木工程施工设备配置的基本理论,也是设备高效作业的前提^[1]。无论是土方开挖、混凝土浇筑还是钢结构安装,都需针对性选取专用设备,例如基坑开挖优先选用挖掘机搭配装载机,确保作业流程衔接顺畅。设备数量与施工强度需实现平衡,根据施工进度规划与作业量合理确定设备数量,数量过多会造成资源闲置与成本浪费,数量不足则会延误施工进度,影响工程推进节奏。设备性能与工程需求需达成适配,结合工程规模、施工难度及场地条件,选取性能参数符合需求的设备,确保设备作业稳定性与可靠性,为工程施工质量提供支撑,相关要素选取依据已在土木工程施工管理领域形成成熟理论体系。

1.2 配置原则与逻辑框架

配置原则是机械资源配置的指导准则,逻辑框架则为配置过程提供清晰路径,二者共同保障配置方案的科学性。经济性原则核心是实现全生命周期成本最小化,

需综合考量设备购置、使用、维护、报废等各阶段成本,通过合理选型与调配,在满足施工需求的基础上控制总成本,这一原则符合工程经济管理的核心要求,也是工程施工成本控制的重要环节。同时需兼顾短期投入与长期效益,避免因过度追求低成本选用劣质设备,导致后期维护成本激增、施工进度受阻。协调性原则重点关注设备间协同作业能力,不同施工环节所用设备需在作业节奏、性能参数上相互适配,避免设备间衔接不畅导致施工中断,确保施工流程连续高效,体现土木工程施工的系统性与整体性要求。灵活性原则要求配置方案能够适应施工条件动态变化,施工过程中场地环境、进度要求等可能发生调整,配置方案需具备可调整性,及时适配变化后的施工需求,保障施工活动顺利开展,相关原则与逻辑框架构成土木工程设备配置的核心指导体系。

2 机械资源配置的影响因素分析

2.1 工程特性因素

工程特性因素是决定机械资源配置方案的基础,直接关联配置的合理性与适配性,其影响贯穿配置全过程。施工规模与复杂度直接决定设备配置的整体方向,规模越大、复杂度越高,对设备类型、性能及数量的要求越严苛,需结合工程整体布局与施工重难点,合理规划设备配置方向,符合土木工程施工设备配置与工程特性适配的基本理论。例如大型桥梁工程需配置大型起重机、架桥机等专用设备,而小型住宅工程则以小型挖掘机、搅拌机为主,适配性是核心考量。作业环境涵盖地质、气候、空间限制等多个方面,地质条件影响设备作业稳定性,气候因素制约设备作业效率与安全性,空间限制则决定设备体型与作业方式的选择,需充分考量各类环境条件,选取适配性强的设备配置方案^[2]。工艺流程与技术要求规范设备配置的具体标准,不同工艺流程对设备功能与作业精度有不同要求,技术要求的高低直接影响设备性能参

数的选取,确保设备配置与工程工艺流程、技术标准精准契合,为工程施工质量与效率提供保障。

2.2 设备自身因素

设备自身因素是保障配置方案可落地、可执行的核心,直接影响设备作业效果与工程推进效率。设备技术参数包括功率、效率、可靠性等核心指标,功率与效率决定设备作业能力,可靠性则关系设备作业连续性,需选取技术参数符合工程需求的设备,避免因参数不匹配导致施工效率低下或作业中断,相关参数选取依据符合土木工程施工设备选型的行业规范。此外,设备的操作便捷性也需纳入考量,便捷的操作可降低操作人员上手难度,减少操作失误,间接提升作业效率与安全性。设备维护与更新周期影响配置方案的长效性,维护周期短会增加管理成本与作业中断概率,更新周期过长则可能因设备老化影响作业质量,合理考量两项指标可优化配置方案的经济性与稳定性。设备兼容性与模块化程度影响设备间协同作业能力与配置灵活性,兼容性强可确保不同设备顺畅衔接,模块化程度高则便于设备组合调整,适应不同施工环节的需求,为配置方案的优化调整提供支撑。

2.3 管理因素

管理因素是保障机械设备配置高效落地的重要支撑,直接影响配置方案的执行效果与优化空间。资源配置调度能力决定设备利用效率,合理调度可避免设备闲置与资源浪费,确保设备在不同施工环节高效流转,提升整体施工效率,符合土木工程施工资源管理的核心要求。建立科学的调度机制,结合施工进度实时分配设备,可最大限度发挥设备效能,减少资源浪费。操作人员技能水平影响设备作业质量与安全性,技能水平不足会降低设备作业效率,甚至引发设备故障与安全隐患,需通过科学管理与培训提升操作人员专业能力,适配设备配置需求。信息化管理程度决定配置方案的精准性与动态调整能力,借助信息化技术可实时监控设备运行状态、作业效率,及时发现配置过程中的问题并调整优化,推动设备配置向精细化、高效化方向发展,相关管理方法已在现代土木工程施工管理中广泛应用。

3 机械设备配置优化方法体系

3.1 基于任务分解的配置模型

基于任务分解的配置模型是实现设备精准配置的基础方法,核心在于将施工整体任务拆解为可执行单元,构建设备需求与任务单元的对应关系。施工任务分解结构需按照工程施工逻辑,将整体施工任务逐层拆解为具体作业单元,明确各单元的作业内容、作业量与时间节

点,在此基础上完成与设备需求的映射,确保每个作业单元都能匹配对应功能的设备,避免配置冗余或缺失。分解过程需结合工程施工顺序,确保各作业单元衔接有序,同时明确各单元的设备优先级,为后续设备调配提供依据^[3]。设备功能与任务需求的匹配度分析需结合各作业单元的技术要求与作业特点,量化评估设备功能与任务需求的契合程度,筛选出适配性最优的设备类型与规格,为配置方案的制定提供科学依据,该方法符合土木工程施工任务管理与设备配置结合的经典理论,已广泛应用于设备配置优化实践。

3.2 动态调整机制设计

动态调整机制是应对施工过程中各类变化的关键,能够提升设备配置方案的适应性与灵活性,保障施工活动连续高效推进。施工进度偏差会直接改变设备配置需求,进度提前或滞后都会导致原有设备配置与实际作业量不匹配,需通过动态监测进度变化,分析偏差对设备数量、类型及作业时序的影响,及时调整设备配置方案。同时需建立偏差预警机制,当进度偏差达到预设阈值时,自动触发调整流程,确保调整的及时性与针对性。资源冲突识别需实时监控设备使用状态与作业安排,发现设备调度过程中的冲突问题,结合施工进度优先级,制定实时调配策略,合理分配设备资源,避免因资源冲突导致施工中断,动态调整机制的设计遵循土木工程施工动态管理的核心原则,可有效提升设备配置的灵活性与适应性。

3.3 多目标协同优化方法

多目标协同优化方法核心是平衡设备配置过程中的多重目标,实现配置方案的综合最优,兼顾工程施工的成本、效率、质量与安全需求。成本、效率、质量、安全是设备配置优化的核心多维度目标,各目标之间存在相互制约关系,需通过科学方法实现多维度平衡,在控制成本的同时,保障施工效率、质量与安全,符合工程多目标优化的基本理论。例如在设备选型时,既不能单纯追求低成本而牺牲质量与安全,也不能过度追求高性能而导致成本失控,需找到各目标的最优平衡点。层次分析法可用于各目标权重分配,通过构建层次结构模型,量化评估各目标在设备配置中的重要程度,确定合理的权重分配方案,为多目标协同优化提供量化支撑,该方法具有较强的系统性与实用性,是土木工程多目标优化领域的常用方法。

3.4 智能化配置支持技术

智能化配置支持技术借助现代信息技术,提升设备配置的精准性、高效性与智能化水平,推动设备配置向精细化管理转型。物联网技术可实现设备状态实时监测,

通过在设备上部署传感设备,实时采集设备运行参数、作业状态等数据,及时发现设备故障与异常,为设备维护与配置调整提供数据支撑。传感设备可实现24小时不间断监测,确保设备异常能够被及时发现并处理,减少因设备故障导致的施工中断^[4]。大数据分析技术可应用于设备利用率预测,通过整合历史设备运行数据、施工进度数据等,构建利用率预测模型,精准预测设备使用需求与利用率,为设备选型、数量确定及调度优化提供科学依据。两项技术的应用契合现代土木工程智能化发展趋势,已成为设备配置优化的重要技术支撑,相关技术应用理论在工程管理领域已形成成熟体系。

4 优化配置的实施路径与保障措施

4.1 实施路径设计

实施路径设计需遵循循序渐进的逻辑,围绕配置优化全流程构建完整执行体系,确保优化方案落地见效。前期规划阶段依托BIM技术开展虚拟配置预演,通过构建工程三维模型,模拟设备布置、作业流程及协同场景,提前排查配置过程中可能出现的空间冲突、设备适配不足等问题,为实际配置方案制定提供精准参考,该方法符合现代土木工程数字化、可视化管理的发展趋势,也是优化配置前期规划的核心技术手段。虚拟预演过程中可邀请施工、设备管理等多方人员参与,结合实际施工经验提出优化建议,进一步完善配置方案。中期执行阶段重点推进动态监控与反馈调整,实时跟踪设备运行状态、作业效率及施工进度,收集配置执行过程中的各类数据,分析偏差原因并及时调整优化方案,确保配置方案始终适配施工实际需求。后期总结阶段聚焦知识库构建与经验复用,梳理配置优化过程中的有效方法、问题及解决方案,整合形成标准化知识库,为后续同类工程设备配置优化提供参考,实现配置经验的传承与提升,符合工程管理知识积累与复用的核心要求。

4.2 保障措施

保障措施是优化配置方案顺利实施的重要支撑,需从组织、技术、人才三个维度构建全方位保障体系。组织保障核心是建立跨部门协同机制,打破部门间信息壁

垒,协调施工、设备管理、技术、成本等相关部门,明确各部门职责分工,确保配置优化过程中各类资源高效调配、信息顺畅传递,为配置方案实施提供组织支撑^[5]。定期召开跨部门协调会议,同步配置执行进度,及时解决实施过程中出现的跨部门协作问题。技术保障重点在于完善标准化接口与数据互通机制,统一设备运行数据、施工进度数据等各类信息的接口标准,实现不同系统、不同设备间的数据互联互通,为动态监控、数据分析及方案调整提供技术支撑,契合智能化配置的技术需求。人才保障聚焦复合型操作与管理团队培养,兼顾设备操作技能、管理能力与信息化技术应用能力,通过系统培训提升团队专业素养,确保团队能够熟练掌握配置优化方法与相关技术,适配配置优化工作的实际需求,为配置方案高效实施提供人才支撑。

结束语

土木工程施工机械设备配置优化是一个系统性工程,涉及多方面因素与复杂的技术方法。通过深入分析配置的核心要素、影响因素,构建完善的优化方法体系,并设计合理的实施路径与保障措施,能够有效提升机械设备配置的科学性与合理性。这不仅有助于提高土木工程施工效率、降低成本,还能保障工程质量与施工安全。在实际工程应用中,应结合具体工程特点,灵活运用优化方法,确保机械设备配置方案切实可行,推动土木工程施工管理水平不断提升。

参考文献

- [1]李展宇.土木工程施工中的机械设备管理分析[J].中国设备工程,2024,(23):93-95.
- [2]吕彦瑾.土木工程施工技术创新及发展探究[J].智慧城市,2021,7(10):163-164.
- [3]赵静.论土木工程施工中机械设备管理[J].中国设备工程,2023,(06):77-79.
- [4]李文君.新时期土木工程施工的环保措施研究[J].四川水泥,2021,(03):83-84.
- [5]曹繁.浅谈提高土木工程工程机械管理与维护工作效率的方法[J].中国设备工程,2021(8):29-30.