

# 施工现场多台起重设备协同作业组织与调度优化措施

张树亮

中电建宁夏工程有限公司 宁夏 银川 750000

**【摘要】**：施工现场多台起重设备的协同作业对提高施工效率至关重要。调度优化通过合理安排设备任务，减少设备空闲时间和冲突，提升资源利用率。本文提出了一种基于智能调度系统的优化方案，通过大数据分析和人工智能技术，实现设备调度的智能化与自动化。研究分析了施工现场设备调度中的常见问题，结合实际案例评估了优化方案的实施效果。结果表明，调度优化不仅提高了设备作业效率，还降低了施工成本和安全隐患，为未来施工现场管理提供了有效的解决方案。

**【关键词】**：起重设备；协同作业；调度优化；施工管理；资源配置

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.013

## 引言

施工现场多台起重设备的高效协同作业直接关系到整个施工项目的进度与成本。在实际操作中，起重设备的调度与组织往往存在诸多问题，如设备冲突、空闲等待和作业进度滞后等现象。这些问题不仅增加了施工成本，还可能对项目的整体质量与安全带来隐患。随着施工规模的逐步扩大，对设备协同作业的要求愈发严格，传统的调度方式已经无法满足现代化施工的需求。因此，探索新的调度优化措施，以提升设备的工作效率和施工现场的资源利用率，成为施工管理中亟待解决的课题。

## 1 施工现场起重设备协同作业的挑战与问题

### 1.1 设备调度不合理的表现

在施工现场，多台起重设备同时作业时，调度不合理通常表现为作业流程不连贯、设备运行不高效。许多情况下，设备的出发时间和作业路线安排缺乏充分的考虑，导致设备之间的相互干扰和重复作业。某些起重设备在同一工作区域内反复进出，造成了设备之间的堵塞和等待，从而延误了作业进度。部分设备被调度到空闲的工作区域，却由于任务安排不清晰而空转，无法发挥出其最佳作业能力。调度不当不仅影响设备的利用率，还增加了能源消耗，降低了施工效率。

### 1.2 起重设备冲突与资源浪费

施工现场的多台起重设备如果缺乏科学的调度安排，容易引发设备冲突，造成资源的浪费。在复杂的作业环境中，多个起重设备之间的作业范围常常重叠，导致设备在同一区域内发生碰撞或竞争作业，严重时甚至可能损坏设备或人员受伤<sup>[1]</sup>。设备冲突不仅增加了安全风险，还会使得物料搬运和设备作业的时间被拖延，从而影响整体施工进度。同时，资源浪费也表现在设备的重复作业和空闲等待上，造成了作业周期的延长以及多余的人工和设备成本支出。

### 1.3 传统调度方法的局限性

传统的起重设备调度方法大多依赖人工经验和简单的排班系统，缺乏智能化支持。这些方法往往无法及时、精确地对

现场的设备状态、作业任务、工作区域等多个因素进行综合评估。在动态复杂的施工现场环境中，人工调度无法有效应对设备运行状态的实时变化，导致作业效率低下。传统调度方式还难以处理多个设备同时作业时的空间分配问题，容易出现设备等待时间过长或冲突的现象。人工操作容易受到人为因素影响，调度决策缺乏科学依据，导致整体作业流程不畅，甚至出现设备闲置或资源错配等问题。

## 2 调度优化方法及理论基础

### 2.1 调度优化的基本理论

在施工现场，调度优化理论基于作业研究、运筹学和图论等学科，旨在通过精确计算和科学分析，确保起重设备在限定的时间和空间内高效运行。常见的调度优化方法包括优先级调度、轮换调度和时间窗调度等。优先级调度通过为不同任务设定优先级来决定资源的分配顺序，从而避免资源浪费和作业冲突。轮换调度则通过合理的轮换作业安排，确保各个设备间的协调性。时间窗调度则注重各项任务的时间约束，确保设备在规定的窗口内完成作业，减少等待时间和空闲时间，从而提升施工效率。

### 2.2 智能调度系统的应用

智能调度系统结合了大数据分析、人工智能和物联网技术，通过实时监控和数据分析，提供动态调度解决方案<sup>[2]</sup>。这些系统能够实时采集施工现场的设备运行数据、作业进度和环境变化，从而智能地进行任务分配与调度。与传统调度方式不同，智能调度系统能够自动化地处理复杂的调度问题，减少人工干预，并且能快速响应突发事件，如设备故障、作业延误等，自动调整设备的运行计划。通过模拟优化算法，智能调度系统可以计算出最优的设备调度方案，降低设备空闲时间，避免设备冲突，并根据施工进度动态调整调度策略，从而大幅提升作业效率和安全性。

### 2.3 资源优化配置模型

资源优化配置模型在施工现场中应用广泛，旨在通过合理配置有限的资源，如设备、人员和材料，最大化施工效益。该

模型通常采用线性规划、整数规划和混合整数规划等数学方法,构建出优化的资源配置方案。起重设备的调度问题通常被抽象为一个资源分配问题,其中,优化目标是 minimized 施工周期、减少设备冲突和降低运营成本。通过构建合理的目标函数和约束条件,资源优化配置模型能够在考虑作业时间、空间和设备负荷的基础上,自动生成资源分配方案。这种方法能够确保设备在多任务、多设备的复杂环境中高效协作,避免资源闲置和作业延误,从而提升施工项目的总体进度与效益。

### 3 起重设备调度优化的方案设计

#### 3.1 调度系统的设计思路

调度系统的设计应立足于提高施工现场多台起重设备的协作效率,解决设备之间的冲突、等待时间过长以及资源分配不均等问题。在系统设计中,首先需要通过对现场作业任务的全面分析,建立设备的作业模型,包括每台设备的作业任务、作业区域以及作业时间要求。统应采用先进的调度算法,如遗传算法、蚁群算法或粒子群优化算法,对多个设备进行优化调度。该系统不仅要考虑设备的可用性,还需要考虑任务的优先级、作业的空间约束以及时间限制等因素,最终得出最优的设备调度方案。系统应具备实时监控和调度调整功能,在出现突发情况时能够灵活调整调度计划,确保施工进度和安全性。

#### 3.2 智能化调度的实际应用

智能化调度系统能够在施工现场实现对设备的全面智能管理。通过集成传感器、物联网技术和大数据分析,系统可以实时收集设备的运行状态、作业位置和环境变化等信息,并基于这些数据进行实时优化调度。智能系统能够实时监控设备的负载情况,预测设备可能出现的故障并提前做出调整,避免设备停机导致作业延误<sup>[3]</sup>。系统还可以根据施工进度的变化自动调整设备的作业任务,优化设备的作业顺序和工作区域,减少设备之间的干扰。通过将先进的人工智能算法与施工现场的实际情况结合,智能调度系统能够大幅提升设备协同作业的效率,确保施工项目按时、按质完成。

#### 3.3 优化方案的实施效果分析

在施工现场应用调度优化方案后,设备的作业效率和资源利用率得到显著提升。优化方案通过合理分配设备的工作任务和作业区域,减少了设备的空闲时间和冲突现象,确保了每台设备的作业负荷合理分配,避免了重复作业和资源浪费。实施后,施工现场的设备运行更加协调,作业顺序更为科学,降低了因设备冲突而导致的安全隐患。调度系统能够实时跟踪施工进度,一旦出现进度滞后的问题,系统能够及时调整设备任务,从而保障整体施工周期的缩短和项目的顺利推进。通过对比实施前后的施工效率,优化方案在提高设备协作和降低成本方面的效果得到了验证,为施工管理提供了更加智能化、精细化的

管理模式。

## 4 施工现场调度优化实践案例分析

### 4.1 案例选择与分析方法

在进行调度优化实践案例分析时,选取了多个施工项目中的实际案例,重点关注那些具有代表性的多台起重设备协同作业的施工现场。选取的案例包括大型建筑施工、基础设施建设以及桥梁施工等项目,涵盖了不同规模和类型的施工现场。这些案例的共同点是起重设备数量较多,作业任务复杂且对时间和空间的要求较高。通过对这些案例的现场数据进行收集与分析,采用定量与定性相结合的方式,具体分析设备调度中出现的瓶颈和优化点。数据分析的方法包括时间序列分析、回归分析以及仿真建模,通过对比优化前后的调度效果,评估调度优化的实际效益。这一过程不仅依靠历史数据和现场反馈,还结合了专家意见与技术预测,以全面了解调度优化的实施过程和实际效果。

### 4.2 实施调度优化后的效果评估

调度优化方案实施后的效果评估集中在几个关键指标上。首先设备的作业效率显著提升,通过科学的调度安排,设备之间的冲突减少,空闲时间缩短,作业连续性增强。其次施工进度的控制更为精准,设备调度优化使得任务分配更合理,避免了因作业延误而产生的施工周期延长现象。优化后的调度方案还大幅度减少了能源消耗和材料浪费,降低了施工成本<sup>[4]</sup>。在安全性方面,设备冲突的减少使得施工现场的安全隐患大幅降低,操作环境更加稳定。通过对施工周期和项目成本的综合分析,调度优化的实施不仅提高了整体效益,还为后续项目的调度优化提供了可行的经验和数据支持。

### 4.3 实践中遇到的问题与应对措施

在实施调度优化方案的过程中,多个施工现场也面临了一些挑战和问题。调度系统的初期适应期较长,部分设备操作人员对新系统的使用不熟悉,导致系统在初期的实施阶段存在一定的操作障碍。为此,项目管理方加强了操作培训,并安排技术人员进行现场指导,确保每个操作人员能够快速掌握调度系统的使用方法。系统在处理突发情况时仍存在一定的滞后性,特别是在设备故障或临时任务变化时,调度系统的响应速度未能达到预期。针对这一问题,增加了系统的数据预处理与实时更新功能,同时引入了更高效的故障预测模型,以提高系统的响应能力。调度优化方案的实施还需要根据现场环境的变化不断调整,在复杂的施工现场环境下,灵活性仍然是一个需要解决的重要问题。通过持续的优化和反馈机制,逐步完善了调度优化方案的适应性和精确度。

## 5 调度优化实施中的关键技术与管理策略

### 5.1 智能化调度技术的关键技术

智能化调度技术依赖于多项核心技术的结合,包括大数据分析、物联网(IoT)、人工智能(AI)和云计算。通过集成多种传感器和实时监控系统,能够实时收集设备的状态信息,如负载、位置、速度等,这些数据通过云平台进行存储与分析,从而为调度系统提供准确的决策支持。大数据分析能够对施工现场的历史数据进行挖掘,预测设备的未来需求,优化资源分配。人工智能,特别是机器学习算法,能够不断从实时数据中学习,提高调度决策的准确性与适应性。优化算法如遗传算法、蚁群算法和粒子群优化算法广泛应用于调度系统中,通过高效的计算方法解决多设备协调作业的复杂问题。通过这些技术的整合,智能调度系统能够自动识别并调整作业计划,有效降低人工干预,提高作业效率,并确保施工现场的高效运转与安全。

### 5.2 管理策略与实施路径

制定科学的调度管理流程至关重要,确保调度系统能够与现场管理人员的需求相契合。在实际实施中,管理策略需涵盖项目规划阶段、资源配置、任务分配、设备调度以及实时监控等方面<sup>[5]</sup>。在项目初期,应通过全面的现场勘查和设备配置,建立起合理的调度模型,并根据施工进度进行动态调整。为了确保调度系统的有效运行,管理方还需要对操作人员进行专业培训,提高其对智能调度系统的理解和应用能力。实施路径中,还应包括定期检查与评估阶段,通过数据反馈及时优化调度方案,确保其在实际环境中的可行性。构建一个跨部门协作的管

理机制,有助于确保调度优化方案在多方协作下顺利执行,减少各类冲突和资源浪费。

### 5.3 未来调度优化的方向与挑战

未来的调度优化将继续向智能化、自动化和高度集成化方向发展。随着人工智能和机器学习技术的进步,调度系统将更加注重自主决策和自我学习,能够基于实时数据动态调整作业计划,提高施工现场的响应速度。另一个重要发展方向是与无人驾驶技术的结合,通过自动化设备和无人机的引入,进一步提升起重设备的协同作业效率。在管理层面,未来的调度系统将更加注重与整体项目管理系统的无缝对接,形成一个从项目计划到执行再到验收的全流程管理闭环。调度优化仍面临诸多挑战。首先技术的实施与应用仍需要大量的资金和时间投入,尤其是在大规模施工项目中。其次设备的标准化与互操作性问题仍然是限制调度系统普及的障碍,未来需要更高水平的设备兼容性。最后如何确保技术人员的培训和技术应用的普及性,避免在实际操作中遇到技术瓶颈,也是调度优化未来发展中不可忽视的问题。

## 6 结语

调度优化在施工现场的应用,极大地提升了起重设备的协同作业效率,并有效降低了作业中的资源浪费与冲突问题。随着智能化技术的不断进步,施工现场的调度管理将更加精准与高效,提供更强支持。未来,调度优化将在各类工程项目中得到更加广泛的应用,推动施工行业向着更加智能化、绿色化方向发展。

## 参考文献:

- [1] 陈亚楠,邓镜辉.桥梁工程高架施工现场起重机械设备防摆控制方法[J].建筑机械,2025(3):102-105+M0002.
- [2] 赵春雷.房建施工现场起重机械设备的管理办法[J].四川建材,2022,48(4):212-213.
- [3] 范广宇.房建施工现场起重机械设备的管理与维修办法[J].安家,2022(11):0076-0078.
- [4] 邓何东.房建施工现场起重机械设备管理策略[J].读报参考,2024(31):17-18.
- [5] 高伟刚.基于5G通信的施工现场特种设备跟踪维保管理办法及系统研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(9):172-174+177.