

起重机械新型设计对提升作业效率的影响分析

虞波

浙江省特种设备科学研究院，浙江杭州，310000；

摘要：随着全球工业化进程的加速和基础设施建设的持续增长，起重机械作为不可或缺的工程设备，其性能和效率的提升对推动工业发展至关重要。传统的起重机械设计已无法满足现代工业对高效、节能、安全和智能化的要求。因此，研究起重机械的新型设计，以适应不断增长的工业需求，成为学术界和工业界关注的焦点。

关键词：起重机械；新型设计；作业效率；影响

DOI:10.69979/3041-0673.24.4.036

引言

在现代工业生产中，起重机械扮演着至关重要的角色。它们不仅在建筑施工、港口物流、重工业制造等领域中发挥着巨大作用，而且在提高生产效率、降低人力成本、保障作业安全等方面具有不可替代的地位。然而，随着工业技术的不断进步和市场需求的日益多样化，传统起重机械的设计理念和功能已经难以满足现代工业发展的需求。因此，对起重机械进行新型设计，以提升其作业效率，已成为当前研究的重要课题。

1 起重机械设计基础

在探讨起重机械新型设计对提升作业效率的影响之前，有必要先理解起重机械设计的基础。设计过程的核心围绕着结构、材料选择和控制系统三个方面，这些因素共同决定了机械的性能和作业效果。

结构设计是起重机械的基础，它直接影响设备的稳定性、强度和承载能力。传统的设计往往以刚性结构为主，而新型设计则倾向于结构优化，通过拓扑优化和轻量化设计，减少不必要的材料使用，降低自重，同时保持或提高结构强度。例如，引入十二绳承载双向防摇的集装箱门式起重机设计，通过优化结构，使得同样的承载能力下，钢丝绳受力减小，寿命延长，整个起升机构更加紧凑，不仅减轻了自重，还降低了运行阻力，从而提升了作业速度和负载处理能力。

材料选择在设计中起着决定性作用。随着新材料的不断研发，如高强度钢、复合材料和智能材料的出现，为提升设备性能提供了新可能。高强度钢的应用可以显著增强结构的承载能力，而复合材料和智能材料则有助于减轻设备自重，增加耐用性，延长使用寿命。以新科起重的轻量化起重机为例，他们通过使用这些新型材料，实现了整机重量降低 30%，能耗降低 15%–35%，显著提升了作业效率和设备的经济性。

再者，控制系统作为设备的大脑，对作业效率的提

升同样关键。智能控制系统不仅引入了自动化和远程操作，还通过先进的算法实现了优化控制，如作业工况自动规划技术，能在最短时间内推荐最优操作方案，简化操作流程，减少错误，极大提升了起重机作业效率。如徐工起重机的 5G 远程调试技术，通过 5G 网络和大数据分析，实现了设备的远程监控和故障诊断，提高了工作效率，降低了维护成本。

起重机械设计的基础在于结构的优化、新型材料的应用以及智能控制系统的引入。这些设计元素相辅相成，共同构建起高效、节能、安全的新型起重机械，为提升作业效率奠定了坚实的基础。在后续章节中，我们将详细分析这些新型设计的具体影响，以及如何通过持续的技术创新和实践应用，实现起重机械行业的绿色、高效发展。

2 新型设计对作业效率的影响分析

2.1 提升作业速度的分析

新型设计对起重机械作业速度的提升具有显著影响。首先，结构优化是关键要素之一。通过使用先进的设计方法，如拓扑优化，可以去除结构中不必要的材料，使得起升机构更加紧凑，减轻自重，同时保持或增强承载能力。这种设计使得起重机在同等吨位下，钢丝绳受力减小，运行阻力降低，从而明显提升了设备的作业速度。例如，十二绳承载双向防摇的集装箱门式起重机设计，通过优化钢丝绳布置，减少了负载摇摆，使得起重机运行更加平稳，作业速度得以提升。

材料创新在提升作业速度方面也起着决定性作用。高强度、轻质材料的引入，如高强度钢和复合材料，不仅增强了设备的承载能力，还显著降低了设备自重。这不仅减少了能量在移动设备上的损耗，还使得设备能够更快地响应操作指令，加快作业速度。新科起重的轻量化起重机就是一个实例，通过采用这些新型材料，整机重量的大幅降低直接导致了运行速度的提升，使得作业

效率得到显著改善。

智能控制系统也对提升作业速度产生了重要影响。通过引入自动化和远程操作功能，智能控制系统减少了人工干预的延迟，使得操作更加流畅。例如，基于 5G 的远程调试技术，使得调试人员可以在集控中心控制起重机械，减少了现场操作时间，提高了作业速度。同时，作业工况自动规划技术的应用，如徐工起重机的工况推荐系统，能在短短 3 秒内推荐最优操作方案，简化了操作过程，使得起重机在吊装作业中能快速调整到最佳状态，进一步提升了作业速度。

新型设计通过结构优化、材料创新和智能控制系统的应用，共同实现了起重机械作业速度的显著提升。这些改进不仅提高了设备的运行效率，还为实现更快速、更精确的作业提供了可能，为工业生产效率的提升做出了重要贡献。然而，与之伴随的挑战，如技术复杂性的提高和对维护人员技能的要求，也需要行业在创新的同时，不断进行技术培训和标准更新，以确保这些新型设计的持续优化和广泛应用，推动起重机械行业的高效、绿色和可持续发展。

2.2 提高作业精度的分析

提高作业精度是新型起重机械设计的另一重要目标，这直接关系到作业的效率和质量。在传统的起重机械中，精度往往受限于机械结构的复杂性和人为操作的误差。然而，新型设计通过引入先进的控制技术、传感器技术以及高级算法，显著提升了作业的精度，进而提高了整体的作业效率。

结构优化在提高作业精度上起到了基础性的作用。新型设计往往追求简洁、高效的结构，以减少内部摩擦和运动误差。例如，通过巧妙的关节设计和更合理的钢丝绳布局，使得吊装过程中负载的摇摆和偏移得到了有效控制，从而提高了定位精度。此外，结构的轻量化设计也有助于提升系统的动态响应性能，使得设备在快速调整位置时，能够更为精准地完成动作。

材料创新同样对作业精度起到了关键作用。高强度和高精度材料的应用，如高精度的铸铁或锻造材料，可以减少因材料内部缺陷或热处理不均导致的形变，从而提升机械部件的几何精度。此外，新型复合材料的使用，如高模量的碳纤维和玻璃纤维，由于其出色的刚性和抗蠕变性，能够保持结构在长时间工作后的稳定性，进一步提高了作业精度。

智能控制系统是提升作业精度的决定性因素。通过集成高精度传感器，如陀螺仪、加速度计和位移传感器，系统能够实时监测设备的运动状态，并利用先进的算法进行实时补偿，以纠正任何形式的偏差。例如，借助 GPS

和惯性导航系统（INS）的组合，可以实现厘米级的定位精度，这对于精确的集装箱定位或精细的建筑施工至关重要。同时，智能优化算法，如 PID（比例-积分-微分）控制，能够根据实时反馈调整控制参数，确保设备始终保持在最优工作状态。

新型设计还引入了视觉和图像处理技术，通过摄像头捕捉目标物信息，为精确抓取和放置提供了视觉线索。这些技术的应用，如机器视觉引导，使得设备能够自动识别和跟踪目标，避免了传统的人眼观测误差，极大提升了作业的精度和安全性。

新型设计通过结构优化、材料创新和智能控制系统的集成，大幅提升了起重机械的作业精度。这不仅减少了因误差造成的操作时间浪费，也降低了因不精确操作导致的潜在风险，从而显著提升了整个作业流程的效率。然而，随着技术的复杂性增加，对设备的校准、维护和操作人员的培训提出了更高要求。因此，未来的研发应继续关注如何将这些先进技术更好地融入到设备中，同时降低使用难度，以确保新型设计的作业精度优势能在实际应用中得到充分发挥。

2.3 降低能耗的分析

在起重机械的新型设计中，降低能耗是关键考量因素，这不仅有助于提升设备的经济效益，还符合现代工业对环保和可持续发展的要求。新型设计通过结构优化、材料创新和智能控制系统的应用，取得了显著的能耗降低效果。

结构优化在降低能耗方面扮演了重要角色。通过计算机辅助设计（CAD）和有限元分析（FEA），设计者能够精确地计算和优化机械的结构，去除不必要的材料，减轻设备自重，从而降低运行时的能耗。例如，新型十二绳承载双向防摇的集装箱门式起重机，通过优化结构布局，减少了钢丝绳的摩擦和负载摇摆，使得在相同作业条件下，所需的动力减少，能耗随之降低。此外，轻量化设计，如使用高强度钢和复合材料，可以减小起升机构的体积，减少了空气阻力，进一步减少了驱动系统的能耗。

新材料的应用对降低能耗产生了积极影响。高强度、轻质的合金材料如超高强度钢（UHSS）和复合材料如碳纤维增强塑料（CFRP），在保证结构强度的同时，显著减轻了设备的重量。材料的轻量化意味着在相同的动力输入下，设备可以移动更大的负载，或者在相同的负载下，可以使用更小的动力，从而降低能耗。新科起重机的轻量化起重机就是一个很好的例证，通过使用新型材料，整机重量降低了 30%，而能耗则降低了 15% 到 35%，这直接转化为在连续作业中的能耗节约。

智能控制系统的引入也是降低能耗的重要途径。通过物联网（IoT）和大数据分析，智能控制系统能够实时监控设备状态，进行参数的动态调整，以实现最优化的能耗管理。例如，徐工起重机的 5G 远程调试技术，不仅可以进行故障诊断，还能通过分析工作数据，优化设备运行模式，如变频调速控制，使得设备在不同负载条件下都能保持在最高效的运行状态，避免了无效的动力消耗。此外，智能系统还可以提前预判和避免潜在的高能耗操作，如过载或反复起停，进一步降低能耗。

结合结构优化、新材料以及智能控制系统的应用，新型设计使得起重机械在提升作业效率的同时，实现了能耗的显著降低。然而，这过程中也带来了挑战，例如对设备维护和升级的要求以及技术教育的投入。然而，通过持续的技术研发和人员培训，这些挑战有望被克服。未来，随着技术的不断进步，新型设计有望在降低能耗方面取得更大的突破，助力起重机械行业向绿色、高效的方向发展。

2.4 安全性提升的分析

随着起重机械新型设计的不断推进，安全性也成为了越来越受重视的关键因素。新型设计通过结构强化、智能监控及操作系统的升级，显著提升了起重机械的作业安全性，为操作人员和作业环境提供了更全面的保护。

结构优化在提升安全性方面起到了基础性作用。通过引入先进的结构分析技术，如有限元分析（FEA），设计者能够对起重机械的受力路径和结构强度进行精细化计算，确保在极端工况下设备的稳定性。例如，新型设计可能采用更合理的钢丝绳布置和防摇系统，减少负载摇摆，降低事故发生的概率。同时，结构的轻量化设计不仅增强了设备的动态响应，还减小了因设备自重导致的潜在风险。

新材料的使用也对安全性产生了积极影响。高强度材料如高强度钢和智能材料，不仅增强了结构承载能力，还具备优良的抗疲劳性能，减小了因材料疲劳导致的结构失效。例如，一些新型设计可能采用了疲劳寿命更长的高强度钢，或者引入了能够感知应力变化的智能材料，通过实时监测并预警潜在的结构损伤，提前进行维护，避免了因材料破裂引发的事故。

智能控制系统在提升安全性方面发挥着核心作用。通过集成高精度传感器和先进的算法，智能系统能够实

时监测设备状态，识别异常并及时报警。例如，通过加速度传感器和陀螺仪，系统可以监测设备的振动和旋转，一旦发现异常，可以立即采取措施，如降低运行速度或停止作业，确保设备和操作人员的安全。此外，智能控制系统还能通过数据学习和机器学习算法，预测设备的故障模式，提前进行预防性维护，减少意外停机带来的安全风险。

新型设计引入的远程和自动化操作功能也大大提升了安全性。操作员可以在安全的控制室内监控和操作设备，避免了在施工现场的直接风险。例如，5G 远程调试技术使得操作员可以远程控制起重机，不仅减少了现场操作的危险，还提高了作业的安全性和连续性。同时，智能控制系统提供的自动化控制功能，如自动避障和防撞系统，能够实时检测周围环境，避免设备与障碍物的碰撞，提高了作业过程中的安全性。

新型设计还关注了操作员的人机交互界面，以降低操作错误的可能性。直观易用的界面设计和详尽的在线帮助，使得操作员可以更快速、更准确地理解设备状态和操作指令，减少了因理解错误或操作失误带来的风险。同时，通过提供详尽的培训材料和模拟系统，操作员可以在实际操作前熟悉设备，进一步提高了操作安全性。

结语

起重机械的新型设计以其显著的作业效率提升，代表了行业的发展趋势。在保持技术创新的同时，平衡技术创新与实际应用，确保技术的可持续性和经济效益，是未来研究和实践中的重要课题。通过持续优化和改进，新型设计不仅将提升作业效率，还将推动起重机械行业的绿色、高效、可持续发展，为全球工业的进步做出重要贡献。

参考文献

- [1] 王亮. 建筑起重机械安全管理现状及对策[J]. 《河南建材》, 2024 年第 10 期 150-152, 共 3 页
- [2] 蒋新川. 矿山起重机结构设计与安全性分析[J]. 《中文科技期刊数据库（全文版）工程技术》, 2024 年第 7 期 0079-0083, 共 5 页
- [3] 刘鹏飞. 起重机械钢丝绳异常状态在线监测方法[J]. 《设备管理与维修》, 2023 年第 24 期 163-165, 共 3 页。