

工程机械在隧道施工中的选型与配套技术研究

高 琳

中铁三局集团第四工程有限公司 北京 102300

摘要：隧道施工作为基础设施建设的重要组成部分，其施工效率和质量直接受到工程机械选型与配套技术的影响。本文旨在全面深入地探讨工程机械在隧道施工中的选型原则、配套技术及其优化策略，以期为隧道施工提供更为系统、专业的理论指导和实践参考。

关键词：工程机械；隧道施工；选型原则；配套技术；优化策略

引言

随着基础设施建设的不断推进，隧道工程在交通、水利、能源等领域的应用日益广泛。在隧道施工过程中，工程机械作为实现高效、安全施工的关键因素，其选型与配套技术的合理性至关重要。本文将从选型原则、配套技术以及优化策略三个方面，对工程机械在隧道施工中的应用进行深入探讨。

1 工程机械选型原则

在隧道施工中，工程机械的选型应遵循以下原则：

(1) 地质适应性原则：考虑到隧道穿越地层的多样性，选型时应确保工程机械具有良好的地质适应性，能够应对不同硬度、稳定性及含水量的地层条件。(2) 施工效率原则：在保证施工安全的前提下，应优先选择施工效率高的工程机械，以提高隧道掘进速度，缩短工期。(3) 经济性原则：在选型过程中，应综合考虑工程机械的购置成本、使用成本以及维护成本，确保选型方案的经济合理性。(4) 安全性与环保性原则：选型时应注重工程机械的安全性能和环保性能，选择符合相关标准和规定的设备，降低施工过程中的安全风险和环境影响。

2 工程机械配套技术

2.1 掘进技术

掘进技术是隧道施工中的核心技术之一，其选择与应用直接决定了隧道的施工效率和质量。根据隧道的地质条件和设计要求，掘进方法的选择至关重要。例如，在坚硬岩层中，钻爆法因其高效、经济的优势而被广泛应用；而在软土地层中，盾构法则以其对地层扰动小、施工安全性高的特点成为首选。配备与掘进方法相适应的掘进机械是确保施工顺利进行的关键。对于钻爆法，需要选择具有强大钻孔和爆破能力的钻机、炸药等设备；而对于盾构法，则需要选用具备良好推进、挖掘和支护功能的盾构机。这些掘进机械的性能和质量直接影响到隧道的掘进速度和施工质量。在掘进过程中，刀具

磨损是一个不可忽视的问题。刀具作为掘进机械直接与地层接触的部件，其磨损程度不仅影响掘进效率，还可能对地层造成不必要的扰动^[1]。因此，需要密切关注刀具的磨损情况，及时采取换刀策略，确保掘进机械始终处于最佳工作状态。此外，掘进过程中的换刀策略也是提高掘进效率的关键环节。换刀时机的选择、换刀方式的优化以及新刀具的选用等都需要根据具体情况进行精心策划和实施。通过合理的换刀策略，不仅可以减少刀具磨损对掘进效率的影响，还可以在一定程度上提高刀具的使用寿命，降低施工成本。

2.2 支护技术

支护技术是隧道施工中确保围岩稳定和施工安全的关键环节。由于隧道穿越的地层多样且复杂，围岩的稳定性和变形特点各不相同，因此，选择合适的支护结构类型至关重要。喷射混凝土作为一种常用的支护方式，在隧道施工中具有广泛的应用。它能够快速形成一层坚固的支护层，有效地防止围岩的松动和塌落。同时，喷射混凝土还具有良好的密封性，能够防止地下水和有害气体的侵入，保证隧道施工的安全。除了喷射混凝土外，钢拱架也是一种重要的支护结构类型。钢拱架具有强度高、稳定性好的特点，能够承受较大的围岩压力。在软弱地层或破碎带中，钢拱架的使用能够有效地控制围岩的变形，确保隧道的稳定和安全。在选择支护结构类型的同时，配备相应的支护设备也是必不可少的。这些设备包括喷射机、混凝土搅拌机、钢筋加工机械等，它们的质量和性能直接影响到支护结构的施工质量和效率。因此，在选择支护设备时，应注重其性能和质量，确保能够满足施工需求。此外，支护结构的施工质量和变形监测也是确保隧道施工安全的重要环节。在施工过程中，应严格按照设计要求进行施工，确保支护结构的施工质量。同时，应定期进行变形监测，及时掌握围岩的变形情况，以便采取相应的措施进行处理，防止安全

事故的发生。

2.3 运输与通风技术

在隧道施工中，运输与通风技术是确保施工顺利进行和作业环境良好的重要环节。合理规划隧道内的运输线路和通风系统，对于提高施工效率、保障施工安全以及维护作业人员健康至关重要。首先，运输线路的规划应充分考虑隧道的长度、宽度、高度以及曲率等因素，确保运输机械能够顺畅通行。在选择运输机械时，应根据隧道施工的具体需求，选用适当的自卸车、皮带输送机等设备。这些运输机械不仅应具备足够的运输能力，还应具有良好的稳定性和安全性，以确保物料和人员的安全运输。其次，通风系统的规划对于隧道施工同样重要。由于隧道内空间相对封闭，作业过程中产生的粉尘、有害气体等污染物易于积聚，对作业人员的健康构成威胁。因此，需要配置适当的风机和风筒等设备，确保隧道内空气流通，及时排出污染物。在通风系统的设计中，应充分考虑风量分配、空气质量监测等问题，确保每个作业区域都能获得足够的新鲜空气，同时避免局部区域出现通风死角。此外，运输过程中的车辆调度和物料管理也是提高运输效率的关键环节。通过合理的车辆调度安排，可以优化运输路径，减少空驶和等待时间，提高运输机械的利用率^[2]。同时，加强物料管理，确保所需物料能够及时、准确地送达指定位置，避免因物料短缺或延误而影响施工进度。运输与通风技术在隧道施工中发挥着重要作用。通过合理规划运输线路和通风系统、选择适当的运输机械和通风设备以及加强车辆调度和物料管理等措施，可以为隧道施工提供良好的作业环境。

3 工程机械选型与配套技术优化策略

3.1 建立综合评价体系

在隧道施工中，工程机械的选型与配套技术优化是确保工程高效、安全进行的关键环节。为了实现这一目标，我们首先需要建立一个全面、科学的评价体系。这一体系应结合隧道施工的具体需求，涵盖地质条件、工程规模、时间要求等多个关键因素，以确保选型决策的科学性和合理性。地质条件是隧道施工中最为核心的影响因素之一。不同的地质条件对工程机械的性能要求截然不同。例如，在坚硬岩层中施工需要选用具有强大钻孔和破碎能力的设备，而在软弱地层中则需要考虑设备的稳定性和对地层的扰动控制。因此，在综合评价体系中，地质条件应被赋予重要的权重，以确保选型的工程机械能够适应施工现场的实际需求。工程规模也是影响工程机械选型的重要因素。大型隧道工程往往需

要大型、高效的施工机械来满足施工需求，而小型隧道则可能更适合使用灵活、便捷的中小型设备。因此，在建立综合评价体系时，应充分考虑工程规模对设备选型的影响，确保所选设备既能满足施工需求，又能实现经济效益的最大化。时间要求同样不容忽视。在紧张的工期压力下，选择能够快速完成施工任务的机械设备至关重要。因此，在综合评价体系中，应对设备的工作效率、可靠性以及维修保养的便捷性等因素进行全面评估，以确保所选设备能够在规定时间内高效、稳定地完成施工任务^[3]。建立包含地质条件、工程规模、时间要求等多个因素的综合评价体系对于工程机械的选型至关重要。通过科学、全面的评估，我们可以为隧道施工选择最适合的工程机械和配套技术，从而实现工程的高效、安全和顺利进行。

3.2 利用数学模型和仿真软件优化选型

在隧道施工的工程机械选型与配套技术优化过程中，引入数学模型和仿真软件已成为现代工程技术领域的重要手段。通过构建数学模型，可以对工程机械的各项性能指标进行量化分析，如工作效率、能耗、稳定性等，为选型提供客观、可靠的数据支持。仿真软件则能在此基础上进一步模拟工程机械在实际施工环境中的运行状态，从而预测其可能遇到的问题和挑战。例如，在不同地质条件下，掘进机械的刀具磨损、功率消耗等都会有所不同，通过仿真软件可以提前了解这些情况，为制定更加合理的选型方案提供依据。利用数学模型和仿真软件进行优化选型，不仅可以减少实际选型过程中的盲目性和试错成本，还能帮助工程师更加精准地把握各种因素对施工效率和质量的影响。通过对多种选型方案进行模拟对比，可以快速找到最符合施工需求的工程机械配置，实现施工效率的最大化和成本的最小化。此外，这种优化方法还具有高度的灵活性和可扩展性。随着隧道施工技术的不断进步和新设备的不断涌现，数学模型和仿真软件可以很方便地进行更新和扩展，以适应新的选型需求和技术挑战。因此，在工程机械选型与配套技术优化策略中，积极引入和运用数学模型和仿真软件是十分必要且有益的。它们能够为隧道施工的顺利进行提供有力的技术支撑，推动隧道施工行业向更加高效、环保、安全的方向发展。

3.3 加强技术创新和研发

在当前快速发展的工程领域，技术创新和研发是推动工程机械不断向前发展的核心动力。为了应对隧道施工中的各种复杂挑战，我们必须鼓励和支持工程机械制造商在技术上进行持续的创新和研发。智能化是工程机

械发展的重要趋势。通过引入先进的传感器、控制系统和人工智能技术,我们可以实现工程机械的自动化和智能化操作,大大提高施工效率和安全性。例如,智能化的掘进机械可以根据地质条件自动调整工作参数,减少人工干预,提高掘进速度和精度。高效化也是技术创新的重要方向。传统的工程机械在施工过程中往往存在能耗高、效率低的问题。通过研发新型的动力系统、优化机械结构和提高制造工艺,我们可以显著降低工程机械的能耗,提高其工作效率,为隧道施工带来更大的经济效益。环保化是当前社会普遍关注的话题。在工程机械的研发过程中,我们应注重减少废气排放、降低噪音污染和提高废弃物的回收利用率。通过采用环保材料和设计环保型的工程机械,我们可以为隧道施工创造更加绿色、环保的工作环境,同时也有助于提升企业的社会形象和市场竞争力。为了实现这些技术创新和研发目标,我们需要加大对工程机械制造商的支持力度。政府可以通过提供研发资金、税收减免和政策扶持等措施来鼓励企业进行技术创新。同时,企业自身也应加强研发团队建设,提高研发能力,积极与高校、科研机构等合作,共同推动工程机械技术的不断进步和发展。

3.4 建立完善的设备管理制度

在隧道施工及其他大型工程中,工程机械是保障施工顺利进行的重要资产。为确保这些宝贵资产能够持续、稳定地发挥作用,我们必须建立一套完善的设备管理制度。这一制度应涵盖工程机械的选型、使用、维护等各个环节,确保每一台设备都能得到科学、规范的管理。选型环节是设备管理的起点。我们应结合工程实际需求,制定明确的选型标准,确保所选设备既能满足施工要求,又具有良好的性价比。同时,选型过程中还应充分考虑设备的可靠性、维修性、安全性等因素,为后续的使用和维护打下坚实基础。使用环节是设备管理中的关键一环。我们应制定严格的操作规程,确保设备在使用过程中能够得到正确、合理的操作。此外,还应加

强对操作人员的培训和管理,提高他们的操作技能和安全意识,防止因误操作而引发的设备故障或安全事故^[4]。维护环节对于延长设备使用寿命至关重要。我们应建立完善的维护保养制度,定期对设备进行检查、保养和维修,确保设备始终处于良好的工作状态。同时,还应建立设备故障应急处理机制,对突发故障进行快速、有效的处理,最大限度地减少故障对施工进度的影响。通过建立完善的设备管理制度,我们可以实现对工程机械全过程的规范管理,确保设备的正常运行和延长使用寿命。这不仅能够提高施工效率和质量,还能够降低设备故障率和维修成本,为工程的顺利进行提供有力保障。因此,我们应高度重视设备管理制度的建设和实施,为工程机械的高效、安全、稳定运行创造有利条件。

结语

本文通过对工程机械在隧道施工中的选型原则、配套技术以及优化策略进行深入探讨,旨在为隧道施工提供更为系统、专业的理论指导和实践参考。通过遵循地质适应性、施工效率、经济性以及安全性与环保性等选型原则,结合掘进、支护、运输与通风等配套技术,以及采取建立综合评价体系、利用数学模型和仿真软件优化选型、加强技术创新和建立完善的设备管理制度等优化策略,可以进一步提高隧道施工中工程机械的选型与配套技术水平,推动隧道施工的高效、安全、绿色发展。

参考文献

- [1]郭峰松,韩冰冰,侯志强等.高原铁路隧道机械化施工设备选型配套研究[J].工程机械,2022(10):5(128-132)
- [2]杜兆广.隧道施工中的机械设备配套技术[J].设备管理与维修,2021(3):2(14-15)
- [3]陈子伟.公路隧道机械化配套快速施工技术[J].建材与装饰,2021.2(273-274)
- [4]宋吉伟.机械化施工配套在高速铁路隧道施工中的应用研究[J].建筑与装饰,2020(2):2.(120-122)