

## 筑路机械新能源化发展及充换电技术研究

郭 涛

山西省交通新技术发展有限公司，山西 太原 030012

**[摘要]**随着能源结构的转型以及绿色发展理念不断向前推进，新能源技术在工程机械领域当中的应用变得日益重要起来。筑路机械属于道路建设的核心装备，其朝着新能源化进行转型，一方面能够提升施工的效率，另一方面也能够降低相关的成本，同时还对环境保护以及可持续发展起到了助力的作用。文中较为系统地去分析设备管理所具有的重要性、当前的技术现状以及未来的发展趋势，同时也涉及充换电技术还有基础设施的建设情况，还对电动与混合动力筑路机械的应用特点进行了梳理，并且深入探讨了充换电技术方面的创新以及优化布局的相关事宜。研究得出的结论显示，科学合理的管理方式、先进的动力技术以及完善的充换电体系，能够在很大程度上提升施工的效率、增强施工的安全性以及提高经济方面的效益，并通过对封闭施工场景下充电与换电模式的对比分析，为不同施工环境下的能源管理提供优化参考，从而推动整个行业朝着绿色化以及智能化的方向不断发展前行。

**[关键词]**筑路机械；新能源化；充换电技术

DOI: 10.33142/ec.v8i11.18596

中图分类号: U45

文献标识码: A

## Development of New Energy for Road Construction Machinery and Research on Charging and Swapping Technology

GUO Tao

Shanxi Provincial Transportation New Technology Development Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030012, China

**Abstract:** With the transformation of energy structure and the continuous advancement of green development concept, the application of new energy technology in the field of construction machinery has become increasingly important. Road construction machinery belongs to the core equipment of road construction, and it is transforming towards new energy. On the one hand, it can improve construction efficiency, and on the other hand, it can reduce related costs. At the same time, it also plays a supportive role in environmental protection and sustainable development. The article systematically analyzes the importance of equipment management, current technological status, and future development trends, as well as the construction of charging and swapping technology and infrastructure. It also sorts out the application characteristics of electric and hybrid road construction machinery, and explores in depth the innovation and optimization of charging and swapping technology layout. The conclusion drawn from the research shows that scientific and reasonable management methods, advanced power technology, and a perfect charging and swapping system can greatly improve the efficiency, safety, and economic benefits of construction. Through comparative analysis of charging and swapping modes in closed construction scenarios, it provides optimization references for energy management in different construction environments, thus promoting the continuous development of the entire industry towards green and intelligent direction.

**Keywords:** road construction machinery; new energy transformation; charging and swapping technology

### 引言

我国基础设施建设发展速度较快，道路施工对于筑路机械的需求也在持续增加。传统燃油机械存在着能耗偏高、污染情况较为严重、维护成本相对较大以及施工效率受到限制等一系列问题。新能源技术不断发展，带来了电动与混合动力等多种不同的选择，能够达成节能减排的目的，使运营成本得以降低，并且对施工流程起到优化作用。与此新能源化对于设备管理提出了更高的要求，通过科学的管理方式，可以充分挖掘出机械性能的优势，以此来保障施工的质量与安全。本文综合国内外的发展现状以及充换电技术方面的创新成果，深入探讨其在工程实践当中的应用价值以及未来的发展趋势，从而为实现绿色高效的施工

给予一定的理论以及实践层面的参考依据。

### 1 新能源筑路机械管理的重要作用

#### 1.1 提高施工效率

新能源筑路机械，像电动压路机、混合动力摊铺机这类设备，借助电池管理系统（BMS）以及智能控制技术，在施工现场能够达成连续作业的状态，以此来确保施工效率得以维持。就好比北京市地铁沿线改造项目的案例，其采用了电动压路机，在每天长达 8h 的作业时段里，仅仅需要大约 1h 的时间来进行充电操作，便可以确保施工高效且连续地开展下去，其摊铺效率还提升了大概 20%。通过对机械设备予以合理的调度安排，并且对充换电策略加以优化，那么就能降低因充电导致停机而产生的效率方

面的损失，进而使得施工周期得以缩短。

## 1.2 降低能源消耗与运营成本

和传统的燃油机械相比较而言，新能源机械在燃料消耗以及尾气排放这两方面都有着十分突出的降低效果。借助夜间充电这一方式，还有换电模式以及能量回收系统，是能够对能源的利用情况进行有效优化的，进而促使经济效益得以提升。就好比在上海市政道路开展施工的时候，运用了混合动力摊铺机以及移动换电站，如此一来便让燃油消耗降低了大约百分之十二，维修成本也下降了大概百分之十，并且还能确保施工的连续性，从而达成节能和高效二者兼顾的目标。

## 2 新能源筑路机械技术现状与发展

### 2.1 新能源动力类型及应用

#### 2.1.1 电动筑路机械

电动筑路机械把电池当作主要的动力来源，在施工现场能够达成纯电动作业，如此一来，噪声污染以及尾气排放得以大幅降低。在城市道路、居民区还有地铁施工这类封闭的环境当中，电动机械所具备的低噪声以及零排放的优势显得格外明显。就好比北京市地铁沿线开展的改造工程里，电动压路机在每天平均工作 8h 的时候，其噪声水平降低了大约 25%，尾气排放几乎接近于零，并且还确保了连续作业的能力。近些年来，随着锂电池能量密度的逐步提升，其成本也在不断地降低，电动筑路机械在摊铺机、压路机以及铣刨机等设备当中的应用变得越来越普遍。和传统的燃油机械相比，电动设备的结构变得更加简单，故障点相应地减少了，维护的成本也有所降低，作业的可靠性得到了提升。在封闭的施工场景之下，借助配套的充电基础设施或者换电系统，能够进一步对续航以及连续作业的能力予以保障。比如上海市政道路施工项目，其采用了夜间慢充的方式来补充能量，并且在施工高峰期还配备了移动换电站，如此便实现了连续的白天作业，作业效率提升了大约 20%，这为绿色施工以及可持续发展给出了切实可行的技术方面的方案。

#### 2.1.2 混合动力筑路机械

混合动力筑路机械把内燃机跟电动系统融合到一起，能够达成动力的高效输出以及能量的优化回收，在施工期间，系统能够依据作业负荷来智能地切换动力模式：在高负荷的状态之下，是由内燃机占据主导地位；而在低负荷或者空载的状态当中，则是由电动系统来驱动，如此一来便能够降低燃料的消耗还有尾气的排放。比如说，广东的某个高速公路扩建项目就采用了混合动力摊铺机展开连续施工，同时配合着制动能量回收系统，其燃油消耗降低了大约 12%，日均作业效率提高了 15%。在封闭施工的场景之中，可以结合夜间充电或者换电模式来优化能源管理，达成作业连续性与节能减排这两个目标。

## 2.2 国内外发展现状

在全球范围内，新能源筑路机械的发展呈现出快速增

长的态势。欧美一些发达国家在电动以及混合动力机械的研发以及应用方面起步相对较早，由此形成了比较完善的技术标准以及产业链。就好比德国的 BOMAG 公司，其已经在高速公路开展施工工作的过程当中，大规模地去运用电动压路机了。从该公司的数据来看，在作业条件相同的情况下，电动压路机能够使得能源消耗降低大概 15%~20%，而且其噪音水平相较于传统的燃油机械来讲，还降低了差不多 30%。再看法国，LIEBHERR 公司所开发出来的电动摊铺机，已经能够在城市道路展开建设工作的过程中投入使用了。与之相比，我国的新能源筑路机械起步是比较晚的，不过近些年在政策引导、技术研发以及市场推广等方面都收获了显著的进展。就像徐工集团那样，在城市道路以及市政工程领域积极去推广电动压路机还有混合动力摊铺机，如此一来便达成了施工现场实现零排放的试点目标。再看中联重科，在开展大型高速公路施工相关工作的时候应用混合动力机械，这一举措使得燃油消耗能够降低大约百分之十至百分之十五，并且还确保了连续作业的能力得以维持。

## 2.3 技术发展面临的挑战与机遇

虽然新能源筑路机械于施工效率、环境保护以及经济效益等方面有着明显的优势，不过其发展依旧面临着技术、经济以及管理等诸多方面的挑战。动力电池还有氢燃料电池的能量密度、寿命以及安全性都还需要进一步提升，这在很大程度上对设备的续航能力以及高负荷作业性能形成了制约。充换电基础设施不够完善，并且加氢站的布局也存在不足之处，如此一来，设备在开展远程或者大规模施工的时候就会碰到能源供应方面的瓶颈。与此新能源机械在初期的购置成本是比较高的，其经济可行性得依靠长期的运营效益来加以平衡。不过，随着电池技术、燃料电池技术以及智能控制技术不断地取得突破，新能源筑路机械迎来了从来没有过的良好发展机遇。借助政策方面的支持、技术层面的创新以及产业链的协同合作，新能源动力装备在未来施工项目当中，其普及率将会得到大幅度的提升，进而为绿色施工以及道路基础设施建设给予可靠的保障。

## 3 充换电技术与基础设施研究

### 3.1 充电技术及应用模式

随着电动筑路机械不断推广开来，充电技术已然变成保障施工连续性以及作业效率极为关键的一个环节。就当下而言，充电技术主要涵盖直流快充还有交流慢充这两种模式。其中，直流快充可以在相对较短的时间内完成高功率充电操作，进而让设备可快速恢复作业的能力，它比较契合工期较为紧张或者需要连续作业的那种场景。与之不同的是，交流慢充是以低功率且长时间充电作为主要特点，更适宜于夜间或者施工间歇期间进行能量的补充。伴随智能控制技术持续发展，充电系统逐步达成了智能化管理的

状态<sup>[1]</sup>。借助电池管理系统对充电状态、温度以及电压加以监控,如此便能对充电策略予以优化,提升能量利用的效率,同时也能延长电池的使用寿命。与此无线充电技术也在部分施工试点当中得到了实际的应用,其是通过感应耦合的方式来达成机械设备的非接触式充电,从而给施工现场带来更为便捷的一种能源补给方案。不论是哪种充电模式,其核心所追求的目标都是要保证设备在施工进程当中能够拥有充足的能量供应,进而实现连续、高效并且安全的作业状况。

### 3.2 换电技术及应用模式

换电技术是解决续航以及充电时间方面限制的关键手段,其在新能源筑路机械领域正逐步受到重视。模块化电池换电系统借助统一标准的电池模组,达成机械设备在较短时间内迅速完成电池更换的目的,不必像传统方式那样长时间停机充电,如此便提升了施工的连续性以及作业的效率。移动换电站还有远程换电系统,能给大型施工项目给予灵活的能源补给方案,可在施工现场或者远程工区快速布置到位,保障多台设备开展高效的作业<sup>[2]</sup>。并且,换电技术跟智能管理系统相结合之后,能够做到对电池状态加以监测、出现故障时发出预警以及对调度予以优化,凭借实时数据展开分析,以此来引导换电操作,进而提升机械设备的使用效率以及安全性。换电模式一方面可以缓解施工现场电能供给方面的压力,另一方面还能减少对高功率充电桩的依赖程度,从而为新能源筑路机械在大规模工程项目当中进行推广给予技术层面的有力支撑。

### 3.3 充换电基础设施建设与优化布局

充换电基础设施的建设属于新能源筑路机械可持续应用的基石保障范畴。合理的基础设施布局应当综合考量施工项目规模、施工周期以及设备使用频率等要素展开科学规划,以此来确保能源供应具备连续性与可靠性。在城市道路施工场景下,可把固定充电桩布置于施工场地周边,进而达成集中充电以及能量管理的目的;而在高速公路、大型桥梁以及偏远工区施工情形中,移动充换电站和远程供电设施能够满足设备开展远程作业的相关需求<sup>[3]</sup>。除此之外,借助智能化管理系统的运用,可实现对充换电资源的优化调度,即通过实时监控各个充换电站的使用状况以及电池库存情况,达成动态分配与高效利用的效果,从而提升整体施工效率以及资源利用率。凭借基础设施建设和技术管理的协同发展,新能源筑路机械在施工现场的应用便能实现持续、高效且安全的能源供给,进而为行业迈向绿色转型给予有力保障。

### 3.4 封闭施工场景下充电与换电模式对比分析

在城市道路改造以及地铁施工这类封闭场景当中,新能源筑路机械所采用的充能方式会对施工效率以及连续作业的能力产生直接影响。其主要的充能方式包含充电模式还有换电模式这两种。充电模式能够借助直流快充或者

交流慢充的方式来达成能量的补充,这种方式比较适合在施工的间隙时段或者是夜间设备停机的时候使用;而换电模式则是凭借模块化电池又或者是移动换电站来快速地更换电池,以此能够确保实现连续且高频的作业。实际操作情况显示,直流快充大概能够在1~2h的时间里补充大约80%的电量,不过还是会存在着间断性的停机状况,就好比在北京市的市政道路改造工程项目里,电动压路机在长达8h的作业期间,其中有差不多1h的时间是用来进行充电的。换电模式仅仅只需要5~10min便可以完成电池的更换工作。移动换电站能够灵活地对电池进行调度安排,进而适应多台设备同时开展作业的需求(见表1)。在封闭施工的现场,一般会采用“充电+换电”的组合式策略:也就是在夜间利用慢充的方式来补充能量,在白天依靠换电的方式来保障施工能够连续进行下去,如此一来便能够提升施工的效率、减少设备停机的时间并且对能源管理工作加以优化。

表1 两种模式的主要指标对比

指标	充电模式	换电模式
补能时间	1~8h	5~10min
连续作业能力	中	高
初期投入	较低	较高
电池管理难度	低	中高
适用场景	夜间或作业间隙	高密度连续作业

### 4 结语

新能源技术持续发展并不断深化应用,同时充换电技术也得以应用,这给筑路机械行业实现绿色转型给予了可靠的助力。在设备管理方面做到科学合理,在动力系统方面具备先进水平,并且充换电基础设施也较为完善,如此一来,施工效率、安全性以及经济效益便能够同步地得到提升。仔细分析国内外技术当前的实际状况、应用的具体实践以及未来的发展趋势,就能够清楚地知晓新能源筑路机械在未来工程项目当中所具有的重要价值。在未来,伴随技术不断取得突破以及管理持续进行优化,新能源筑路机械会在施工效率、环境保护以及可持续发展等诸多方面发挥出更大的作用,进而为道路建设行业达成高质量发展给予稳固有力的保障。

### [参考文献]

- [1]王艳.公路工程施工中筑路机械设备管理要点的探析[J].汽车周刊,2025(11):179-181.
- [2]李银刚.筑路机械信息化管理在公路工程养护中的应用[J].运输经理世界,2025(8):145-147.
- [3]白海全.筑路机械管理存在的问题及改进措施[J].运输经理世界,2024(13):79-81.

作者简介:郭涛(1988.9—),毕业院校:太原科技大学,所学专业:机械设计制造及自动化,当前就职单位:山西省交通新技术发展有限公司,职称级别:副高级工程师。