

推广零排放非道路机械

作者: 邵臻颖、李今鉴

介绍

随着全球非道路移动机械（包括建筑、矿业、港口装卸、机场地面支持及农业机械设备）市场在过去二十年中迅速增长，这些机械设备的排放也随之增加。与道路车辆相比，非道路移动机械的排放法规相对滞后，因此这些机械设备正在成为许多地区排放问题的主要来源。近年来，美国加州的非道路柴油发动机排放占到了州内柴油颗粒物（PM）排放量的29%和氮氧化物（NO_x）排放量的11%。¹在中国，非道路柴油机贡献了移动源PM排放量的一半以上，并消耗了三分之一以上的柴油。²

与此同时，各界对非道路机械零排放化的兴趣日益浓厚。主要地区的监管机构已制定了要求零排放机械销售的时间表，试点项目也正在进行中。目前，市场上已有许多零排放机械，主要制造商也在不断发布新款原型机。然而，从全球角度来看，管理部门、企业与用户之间尚未实现广泛的信息共享，而且对促进零排放非道路机械的政策措施的了解也相对有限。为了助力削减非道路机械污染排放，本报告将介绍促进非道路机械零排放化的关键措施，并重点介绍一些成功案例。本报告基于Knibb Gormezano及其合作方为ICCT所做的工作，内容涉及文献综述以及与设备制造商和最终用户开展的相关讨论。

1 加州空气资源委员会。(2020)。非道路零排放策略。详见https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-11/ZEV_EO_Off-Road_Fact_Sheet_111820.pdf

2 Z. Shao (2021)。更新国四非道路排放标准。详见<https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/china-iv-non-road-emission-standards-jul2021.pdf>；中国环境科学研究院机动车排放控制中心。非道路移动机械控制与管理政策体系研究报告。详见<https://www.efchina.org/Attachments/Report/report-ctp-20190512-3/%E9%9D%9E%E9%81%93%E8%B7%AF%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E7%AE%A1%E7%90%86%E6%94%BF%E7%AD%96%E5%88%86%E6%9E%90%E6%8A%A5%E5%91%8A.pdf>

致谢: 这项工作以Alex Woodrow (Knibb Gormezano and Partners (KGP)) 为ICCT提供的相关意见为基础。感谢Pisces基金会和Climate Imperative基金会慷慨地为这项工作提供资金支持。资助方的支持并不意味着完全认可本文相关内容，任何错误疏漏均由作者承担。

www.theicct.org

communications@theicct.org

[twitter @theicct](https://twitter.com/theicct)

推广非道路机械零排放化的多种措施

如图1所示, 很多主要市场已经采用了监管要求和财税激励相结合的方式加速向零排放非道路机械过渡转型, 也有一些市场开展了试点项目。本节我们将重点介绍用于激励零排放非道路机械发展的四类主要措施: 政策法规、财税工具、市场机制和行业战略。

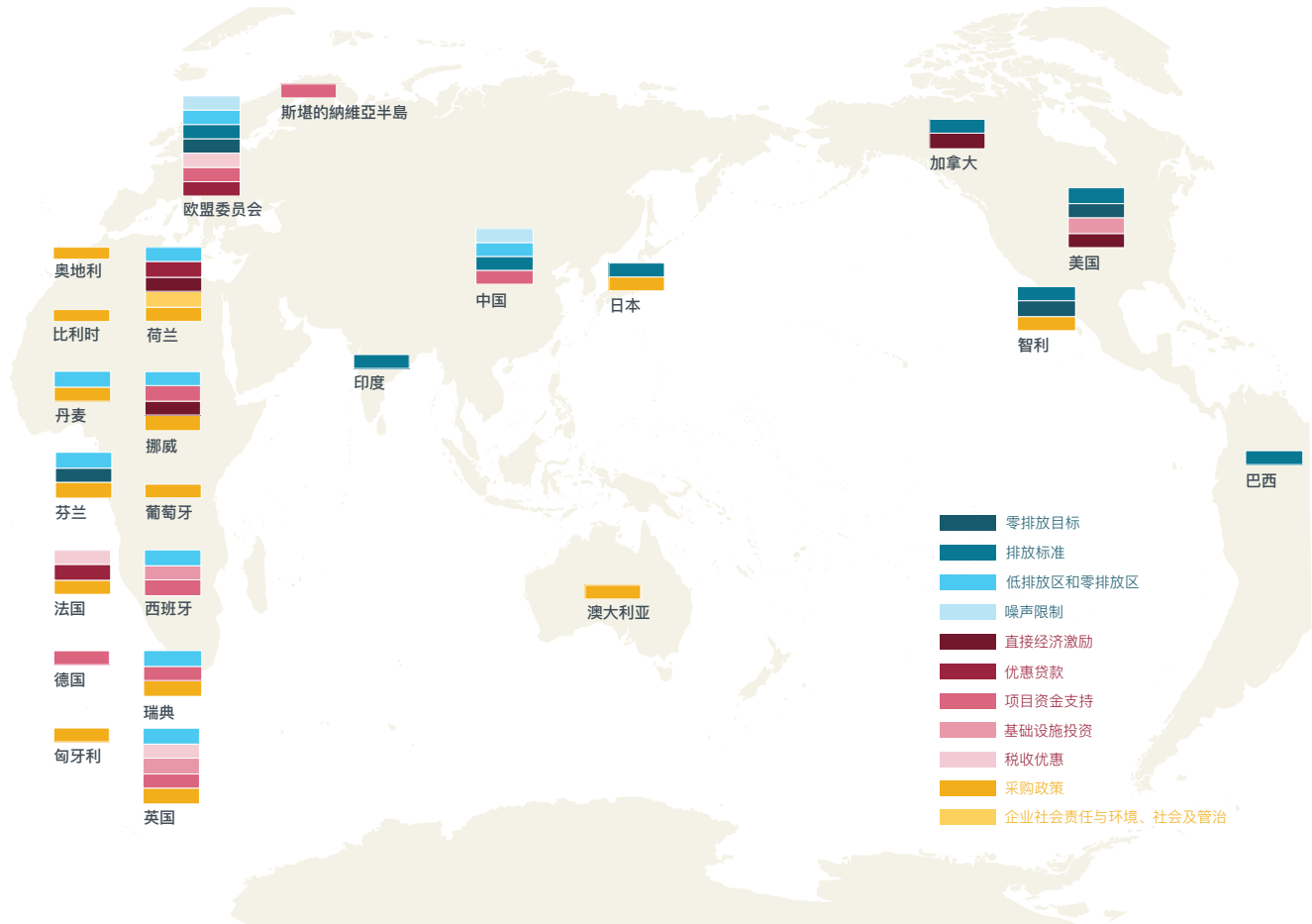


图 1 全球已实施和规划的零排放非道路机械推广措施

政策法规

零排放目标

零排放目标的设置为零排放机械设备的销售提出了要求。这些目标通常由政府宣布, 有具有约束力的, 也有不具有约束力的。例如, 美国加州宣布了到2035年“在可行的情况下”, 实现在用非道路移动机械全部零排放的目标; 纽约州则提出到2035年实现新销售非道路移动机械100%零排放的目标,³不过目前该目标并非强制性目标。智利的目标是到2035年, 500千瓦以上的新销售机械需实现100%零排放,⁴到2040

3 加州空气资源委员会。(2020)。零排放越野策略。检索自https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-11/ZEV_EO_Off-Road_Fact_Sheet_111820.pdf; 纽约州。(2021)。在2021年气候周之前, 州长Hochul宣布采取新行动, 使纽约交通部门更加环保, 减少影响气候的排放。摘自<https://www.governor.ny.gov/news/advance-climate-week-2021-governor-hochul-announces-new-actions-make-new-yorks-transportation>

4 O. 德尔加多和 S. 佩蒂格鲁 (2022)。智利的新立法展现了气候领导力。检索自<https://theicct.org/chile-latam-lvs-leg-en-apr22/>

年, 19千瓦至500千瓦的新销售机械需实现100%零排放。欧洲方面, 芬兰设定了到2025年建筑工地100%无化石燃料的目标。⁵

排放标准

排放标准是减少非道路机械排放污染物的常用方式。欧盟非道路机械V阶段排放标准是目前世界上最严格的排放标准, 机械设备须使用颗粒物捕集器才能达标。欧盟、印度和中国均采用了该标准。北美目前仍在实施Tier 4f排放标准, 该标准无需颗粒物捕集器即可达标。目前, 加州正在考虑提议更严格的Tier 5标准, 但仍未打算强制颗粒物捕集器的使用。

尽管几乎所有的非道路移动机械都需要使用柴油作为燃料, 但至今仍未出台减少非道路移动机械气候影响的法律法规。非道路移动机械尚没有燃料消耗量、二氧化碳(CO₂)或温室气体(GHG)排放标准, 但加州和中国正在考虑提出此类要求。对道路车辆的管理经验表明, 如果标准足够严格且管理结构合理, 可以有效促进零排放技术的应用。

美国加州的零排放车队目标

加州州长签署了一项行政命令, 要求加州空气资源委员会提出战略, 实现到2035年“在可行的情况下”实现所有在用非道路移动机械向零排放转型。加州目前已经出台了一些法规措施, 同时还在考虑制定一些新的管理要求, 以支持零排放技术的发展和應用, 具体内容如下:

- » 修订了《在用非道路柴油机车队条例》。^a该法规要求, 最早在自2028年开始逐步淘汰使用超过20年的柴油机械(但也为使用零排放机械的车队提供了一定的灵活性)。
- » 计划最早在2026年要求新销售叉车实现100%零排放, 并从2028年开始逐步淘汰使用10年以上的叉车。^b
- » 在制定更严格的Tier 5法规过程中考虑纳入温室气体排放标准, 其中可能包括CO₂、CH₄和N₂O限值。^c
- » 计划最早于2031年制定针对制造商的零排放目标, 以改善零排放机械的稀缺并加速零排放机械的生产和销售。^d
- » 依托于清洁非道路移动机械激励计划(CORE)等激励性方案, 为各种零排放机械提供直接的经济激励。^e CORE是全球投资规模最大的激励计划, 2017年至2023年间, 该计划共拨款超过5.08亿美元, 提供给每台零排放机械设备的购置补贴最高可达50万美元。

⁵ 贝罗纳欧罗巴。(2020)。芬兰开始制定建筑行业的排放目标。摘自<https://bellona.org/news/eu/2020-05-finland-starts-targeting-emissions-in-the-construction-sectors>

参考资料:

- a. 加州空气资源委员会 (2020)。零排放非道路机械发展战略。详见: https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-11/ZEV_EO_Off-Road_Fact_Sheet_111820.pdf
- b. 加州空气资源委员会 (2023)。零排放叉车。详见: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/zero-emission-forklifts>
- c. 加州空气资源委员会 (2022)。未来的Tier 5法规制定, 温室气体(GHG)减少和排放标准。详见: https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2022-08/Capping%20Standards%20for%20Workgroup%20Meeting%2008082022%20V7%20Post%20Chris%20Revisions_ADA_07252022_%2802%29_SA_DL_JL.pdf
- d. 加州空气资源委员会 (2023)。非道路移动机械法规制定和激励措施听证会。详见: https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2023-05/Off-road%20Listening%20Session_final_1.pdf
- e. 清洁非道路移动机械激励计划 (CORE)。详见<https://californiacore.org/>

低排放区和零排放区

设立低排放区 (LEZ) 和零排放区 (ZEV) 最初主要用于治理道路车辆污染, 这项政策方式如今已扩展至城市地区的建筑工地。低排放区和零排放区的要求因城市而异。通常, 低排放区规定了在该区域内运行的车辆和机械设备所需的入门排放标准, 而零排放区则仅允许使用尾气为零排放的车辆和机械设备。英国伦敦推出了世界上第一个非道路低排区, 并将于2040年将低排区升级为零排放区。⁶挪威奥斯陆试点了世界上第一个零排放建筑工地。⁷丹麦哥本哈根则在2020年8月设立了第一个零排放建筑工地, 赫尔辛基 (芬兰)、万塔 (芬兰)、鹿特丹 (荷兰)、阿姆斯特丹 (荷兰) 和维也纳 (奥地利) 等欧洲其他城市也在计划推动零排放建筑工地示范项目。⁸西班牙巴塞罗那也启动了一个非常小的试点项目, 在该市的一个建筑项目中使用了电动机械。⁹中国方面, 截止到2021年底, 中国已有300多个城市在《中华人民共和国大气污染防治法》的授权下设立了建筑机械低排放区, 其中许多城市正在考虑将低排区升级为建筑机械零排放区, 以进一步减少建筑机械的排放。¹⁰

限制柴油机械

柴油移动机械的排放在通风条件可能受限的某些应用场景下会对人体健康产生相当大的危害。尽管大多数国家和地区并不会禁止柴油机在上述特定场景下使用, 但可能会提出健康和安全管理要求, 并对柴油机械的使用进行限制或施加额外要求。在这种特定的应用场景下, 零排放机械可能已经能够实现比柴油机械更优的成本效益。

- 6 伦敦市长。(无日期)。非道路移动机械 (NRMM)。详见<https://www.london.gov.uk/programmes-and-strategies/environment-and-climate-change/pollution-and-air-quality/nrmm>
- 7 奥尔索气候机构。(2020)。安静、清洁和绿色: 探索奥斯陆的零排放建筑工地。详见<https://eurocities.eu/stories/quiet-clean-and-green-discover-oslos-zero-emissions-construction-site/>
- 8 欧盟委员会 (无日期)。大买家携手合作。详见https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/BBCE_ZEMCONS_Kick-off_12.04.21.pdf
- 9 欧盟委员会 (2023)。关于如何采购“零排放建筑工地”的网络研讨会。详见<https://public-buyers-community.ec.europa.eu/resources/webinar-how-procure-zero-emission-construction-site>
- 10 Z. Shao (2022)。中国低排放区和零排放建筑设备: 尚未开发的政策机遇。详见<https://theicct.org/publication/china-hvs-lez-construction-equipment-nov22/>

许多国家和地区,包括**欧洲国家、加州、加拿大、日本和中国**,均已对道路车辆采取了此类限制,但在非道路领域尚未见到类似管理要求。

噪声限制

噪声限制能够限制工程机械的运行时间,而电动机械的噪声相对较小,可以在许多应用场景下实现更长的运行时间。在**欧洲**,《户外机械法令》要求无论采用何种机械动力,都需降低机械噪声。¹¹中国则鼓励采用低噪声建筑设备,其中许多推荐的型号都是电动机械。¹²

挪威奥斯陆的工程机械零排放区

奥斯陆的第一个工程机械零排放区是当地步行区的改造工程,于2019年9月启动。该项目被称为Olav V Gate,是奥斯陆为实现2030年温室气体减排目标(全市温室气体排放减少95%)而迈出的重要一步。据估算,建筑机械设备约占到奥斯陆交通领域温室气体排放的30%。除了步行区改造工程外,其他一些项目(包括学校和体育设施工程)也将采用零排放工程机械。预计到2025年,所有当地市政建筑工地都将实现无化石燃料,所有其他建设工程项目则预计到2030年将不再使用化石燃料。奥斯陆的气候项目预算是与其城市财政预算挂钩的,会优先推广气候改善类项目。

Olav Vs Gate是全球公认的第一个建筑机械零排放区。建筑工程的招标文件规定,所有工程机械和设备都必须使用替代燃料来取代化石燃料。Olav Vs Gate使用了三台电动挖掘机和其他一些电动机械,这些机械设备是由挪威的纳维亚的日立经销商NASTA和挪威的卡特彼勒经销商Pon Cat提供的,日立和卡特彼勒两家企业都在推进现有产品向电动机械转型。此外,奥斯陆的零排放区试点中还包括了对充电基础设施的投资。

以Olav Vs Gate试点项目为例,该项目共计节省了35,000升柴油,相当于减排近93吨CO₂。^a项目耗资共计720万美元,高于传统项目660万美元的估值,这主要是因为目前电动机械设备仍十分稀缺且购买成本较高。^a

参考资料:

a. 路透社(2020)。挪威奥斯陆“零排放”建筑工地放弃使用柴油机。详见: <https://www.cbc.ca/news/science/zero-emissions-building-site-1.5843304>

11 欧盟委员会(无日期)。室外设备的噪音排放。详见: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/mechanical-engineering/noise-emission-outdoor-equipment_en#:~:text=The%20Outdoor%20Noise%20Directive%202000,or%20in%20公园%20和%20花园。

12 工业和信息化部(2023)。低噪声施工设备指导名录(第一批)(《低噪声施工设备指导名录(第一批)》)。详见: https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk10/202305/t20230523_1030831.html

财税手段

直接经济激励

对零排放机械设备的直接财政激励主要集中在建筑行业，用于降低支出成本，这类激励措施在欧洲和北美较为常用。除了上文提到的**加州CORE**补贴计划外，**荷兰**有一项名为**清洁无排放建筑机械设备补贴计划 (SSEB)** 的国家级激励方案，到2030年底，该方案将累计提供2.7亿欧元的资金，可为每台机械设备提供高达50%的采购价格补贴。¹³荷兰是目前欧洲唯一实施了直接财税激励措施的国家。

优惠贷款

融资将会有助于购买零排放机械，尤其是对小型车队和运营商而言，但金融公司并不确定这些新型电动机械的剩余价值和运营成本，因此可能会不愿意为购置电动机械设备提供融资。目前，只有**奥斯陆**为零排放机械提供的低息融资，但该方案的应用范围和应用对象都具有局限性，更侧重于公共采购。在**欧盟层面**，在新的InvestEU计划的支持下，欧洲投资银行对**法国**租赁公司Loxam的机械设备队伍进行了投资。这笔资金将用于使用电动化机械设备来取代化石燃料机械设备，Loxam的目标是到2030年实现间接排放减少30%，直接排放减少50%。此次投资的总预算为4亿欧元，其中2021年投资了7000万欧元。¹⁴总部位于**荷兰**的租赁公司Collé Rental & Sales也从欧洲投资银行获得了5000万欧元的贷款，用于购买电动机械设备。该投资由欧洲战略投资基金担保，该基金是欧洲推动低碳化投资计划的一部分。¹⁵

提供项目资金 (包括试点项目)

国家和地方政府都在为非道路零排放机械的试点项目提供资金支持，也有许多制造商已经开始出资推行试点项目，以测试零排放机械设备。

在**斯堪的纳维亚半岛**，由斯堪斯卡和沃尔沃资助的试点项目在采石场试点应用了零排放和低排放机械。领先的小型设备供应商威克诺森在斯图加特和巴塞罗那的开展了零排放机械试点应用。¹⁶欧盟的LIFE计划则是通过更换欧洲12个建筑工地的发电机来试点零排放供电设备应用。¹⁷

13 荷兰企业局, RVO (2023)。清洁和零排放建筑设备补贴 (SSEB)。详见: <https://business.gov.nl/subsidy/clean-and-zero-emission-construction-equipment-sseb/>

14 欧洲投资银行。(2022)。法国: InvestEU-Loxam从欧洲投资银行获得 1.3亿欧元贷款, 以支持其能源转型。详见: <https://www.eib.org/en/press/all/2022-376-investeu-in-france-loxam-receives-eur130-million-loan-from-the-eib-to-support-its-能量转换>

15 M.Paul (2022)。Collé Rental获得欧洲投资银行 (EIB) 5000万欧元的投资, 以加快租赁机械的电气化进程。详见 <https://tech.eu/2022/08/22/dutch-company-colle-rental-sales-receives-eur50-million-from-eib-for-further-electrification-of-rental-machinery/>

16 威克诺森杂志 (2022)。电动施工机械在斯图加特内城的实际测试中给人留下了深刻的印象。详见: <https://magazine.wackerneuson.com/en/electric-construction-machines-impress-in-practical-test-in-stuttgart-inner-city/>

17 欧洲气候、基础设施和环境执行机构 (2022年)。零排放电池电源, 净化空气。详见: https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/zero-emission-battery-power-supply-cleaner-air-2022-04-20_en

沃尔沃的零排放试点

2018年，沃尔沃与合作伙伴斯堪斯卡创建了世界上第一个零排放采石场作为研究试点项目。2015年10月，沃尔沃与瑞典斯堪斯卡、瑞典能源署以及两所瑞典大学（林雪平大学和梅拉达伦大学）合作，开展了总投资2.03亿瑞典克朗（2234万美元）的试点项目，该项目被称为“Electric Site”。沃尔沃负责开发机械和系统，斯堪斯卡负责提供物流解决方案、应用方案和工作现场知识，瑞典能源署负责资助该项目，两家大学则负责开展相关研究。

Electric Site可行性研究项目在斯堪斯卡的第二大采石场Vikan Kross采石场进行了为期10周的测试，其目标是令采石场从挖掘到初级粉碎、再到二级粉碎过程中的运输环节实现全面电动化。现场运行使用的概念机共有三种主要类型：

第一类是运输设备：应用了8台HX02型全自动电动泥头车（原型车）将材料从初级动态破碎机运送至二级静态破碎机。此次使用的泥头车配备了锂电池，由两台电动机为机械设备提供动力，液压系统则由额外的电动机进行驱动。

第二类是挖掘设备：现场初级破碎机由70吨双动力、电缆连接的EX01挖掘机样机装载。当电缆连接到电源时，EX1会自动启用电动模式，如果未连接电源，则将以柴油模式启动。

第三类是装载设备：该试点项目还使用了沃尔沃SE LX1混合动力轮式装载机原型机，与传统同级别机械设备相比，该装载机的燃油能效提升了50%，排放和噪声污染均显著下降。

测试数据显示，应用零排放机械设备可实现碳排放减少98%，能源成本降低70%，运营成本降低40%。试点项目表明，使用零排放机械设备可实现能效提升10倍，并且实现了零事故、零意外停车和零直接排放。在使用零排放机械的情况下，总成本有可能降低25%。

参考资料：

a. 新闻信息。（2018）。世界上第一个“零排放”采石场开始测试。

详见：<https://www.volvoce.com/global/en/news-and-events/news-and-stories/2022/volvo-ce-partners-on-swedens-largest-fossil-free-worksites/>

基础设施投资

迄今为止，针对零排放机械基础设施的投资很少，因为很少见到有此类设备投入应用。不过，奥斯陆在其零排放区试点项目中包括了基础设施投资。此外，在包括巴伦

西亚港、洛杉矶港和长滩港在内的一些港口项目中，为包括码头牵引车、正面吊和集装箱装卸机等非道路移动机械提供了基础设施投资。¹⁸

税收优惠

对燃料征收碳税会增加使用柴油燃料的相对成本（相对于使用电力）。目前，碳税仍然很低，但正在欧洲范围内扩大实施，并且碳排放额度可以在欧盟层面进行交易，未来碳税政策可能会扩大到涵盖工程机械排放。

在一些国家和地区市场中，非道路机械使用的燃油税低于道路车辆。增加柴油税或取消柴油补贴将可令零排放机械设备的运营和能源成本较低，从而支持零排放机械设备的市场发展应用。例如，在**英国**，建筑机械设备可以使用税率较低的红柴油（Red Diesel），而在2022年4月之后，只允许农业机械使用此类柴油燃料。因此，柴油建筑机械设备将面临更高的燃料成本。**法国**自2019年起也逐步取消了非道路机械柴油减税税率。¹⁹这些变化将直接影响最终用户，对于租赁公司而言，选择油耗较低的机械设备或将带来更大收益，成本最低的机械设备未必是最优选择。

许多市场都有投资固定设备的激励措施，但这目前并不限于零排放机械设备。例如，法国的企业税收优惠就涵盖了电动、天然气、氢能和混合动力机械设备。

市场机制和产业策略

采购政策

目前，由阿姆斯特丹、布鲁塞尔、布达佩斯、哥本哈根、赫尔辛基、里斯本、奥斯陆、特隆赫姆和维也纳等城市联合建立了一个推进建筑机械零排放区的工作组，并提出了“大卖家倡议”，该倡议活动的部分资金由**欧盟**资助。²⁰

企业社会责任 (CSR) 以及环境、社会和治理 (ESG) 战略

领先的建筑和采矿公司目前正在将减排纳入其企业社会责任和环境、社会和治理政策，从而推动低碳化发展。例如，荷兰的Royal BAM与合作伙伴一起开发了电动沥青整理机。法国Lendlease在曼彻斯特市政厅改造项目中采用了电动挖掘机，作为该公司到2024年实现零碳目标的示范。Sunbelt Rentals (Ashtead) 在²¹英国和北美采购了一批小型电动挖掘机，并购买了该公司和斗山山猫（非道路移动机械设备制造商）²²共同开发和生产的首批电动装载机的三分之二。**澳大利亚**和**南美洲**有许多矿

18 世界港口可持续发展计划 (2019)。巴伦西亚港 - H2Ports / 港口的燃料电池和氢气。详见自: <https://sustainableworldports.org/project/port-of-valencia-h2ports/>

19 德勤会计师事务所有限公司 (2019)。2020年财政法案包含企业税率降低措施。详见: <https://www.taxahand.com/article/12284/France/2019/2020-finance-bill-contains-measures-on-corporate-tax-rate-reduction>

20 欧盟委员会 (无日期)。大买家携手合作。详见: https://bigbuyers.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Final_Press_Release_-_Statement_of_Demand_BBI_ZEMCONs.pdf































































21 Lendlease (2021)。曼彻斯特市政厅利用电气化工厂减少碳排放。详见: https://www.lendlease.com/au/insights/using-electrified-plant-to-cut-carbon-emissions-at-manchester-town-hall/?utm_source=url-redirect&utm_medium=www.lendlease-com_better_places_using-electrified-plant-to-cut-carbon-emissions-at-manchester-town-hall

22 阿什特德集团 (2022)。推动真正的文化变革 - 可持续发展报告。详见: https://www.ashtead-group.com/files/downloads/reports/2022/Ashtead_AR22_Responsible_Business.pdf

业公司, 预计会开展更多像西澳大利亚矿业零排放这样的项目。²³制造商也在该领域开展试点工作; 小松成立了小松温室气体联盟,²⁴另外还有一个范围更大的此类组织名为“创新责任联盟”。²⁵

总结和 policy 影响

我们汇集了12类促进非道路零排放机械的措施(表1)。上述讨论是对现有措施的简要回顾, 尽管其中大多数仍处于初步阶段, 但世界各地对这些政策措施的关注度正在与日俱增。

	政策法规					财税措施					其他措施	
	零排放目标	排放标准	低排放区和零排放区	柴油机使用限制	噪声限制	直接经济激励	优惠贷款	项目资金支持	基础设施投资	税收优惠	采购政策	企业社会责任与环境、社会及管治
国家层面	   	   		  		  		   	   	   	 	
地区/市级层面	   		 		  	  	   	   		 		
企业层面								   			  	
 建筑设备												
 港口设备												
 矿山设备												
 农业设备												

23 西澳大利亚矿物研究所 (2023)。净零排放采矿。详见: <https://www.mriwa.wa.gov.au/minerals-research-advancing-western-australia/focus-areas/net-zero-emission-mining/>

24 小松 (2021)。小松宣布建立合作客户联盟, 以推进零排放设备解决方案——利用下一代电气化的新产品。详见: <https://www.komatsu.jp/en/newsroom/2021/20210802>

25 迎接创新挑战 (无日期)。电气化采矿。详见: <https://chargeoninnovation.com/>

我们为政策制定者提供以下建议来减少非道路移动机械的排放。

- » **辖区内建立非道路移动机械数据库和排放清单。**在大多数地区，仍缺乏关于非道路移动机械市场情况、库存规模、应用机型、性能特征以及相关成本的了解。这类数据对于制定可行的目标、制定有效的政策措施以及评估这些措施的影响至关重要。
- » **为该行业制定与气候变化缓解目标相一致的长期减排或脱碳目标。**明确的、强制性的减排或脱碳目标可以推动出台强有力的政策措施和推进先进技术的应用。
- » **制定标准和法规，要求实现中期目标。**法规和标准能促进零排放技术的开放并加速由柴油机向电动机的过渡转型。在标准法规中还应包括配套的达标监管方案。
- » **财税激励措施可以加速市场发展。**鉴于先进的零排放技术成本较高，财税激励措施在试点和示范项目中很常见，可以有效促进早期推广。财税措施可以采取多种形式，包括短期直接财政补贴、优惠贷款、基础设施投资等。
- » **通过政-企-学-研-用多方合作以推动一揽子解决方案，以实现共同目标。**非道路移动机械设备行业对向零排放机械转型表现出了浓厚的兴趣，并且市场上已经有了各种各样的原型机和产品。多家企业也参与了零排放试点。在共同实现碳中和目标下，各方的密切合作可以更快的推动零排放非道路机械的发展。