

减少电池制造对环境污染

研究：碳烟灰加工后可去除废水中毒铅

国大领导的研究团队探讨利用碳烟灰来吸附铅离子。这个方法不仅成本更低，也能赋予碳烟灰新生命，除了可避免它污染环境，还可推进循环经济。

蔡玮谦 报道
cweiqian@sph.com.sg

碳烟灰经化学加工后打磨成球，从工业废水中吸附有毒的铅离子，效率可超过99%，有助于减少电池制造等领域对环境的污染。

铅离子是一种有毒的重金属离子，主要来源包括电池制造、冶金（metallurgy）、染料等工业，一旦流入环境就可能进入食物链并积累，影响动植物和生态的健康。

目前，去除工业废水中重金属离子的常用方法是吸附法。这种方式操作简单、成本低且效率高，现有的吸附剂包括稻壳和水果垃圾。

新加坡国立大学领导的研究团队探讨利用碳烟灰（carbon soot ash）来吸附铅离子。这个方法不仅成本更低，也能赋予碳烟灰新生命，除了可避免它污染环境，还可推进循环经济。

碳烟（carbon soot）是炼油厂气化沥青（bitumen）的副产品，向来被视为没有价值，燃烧成碳烟

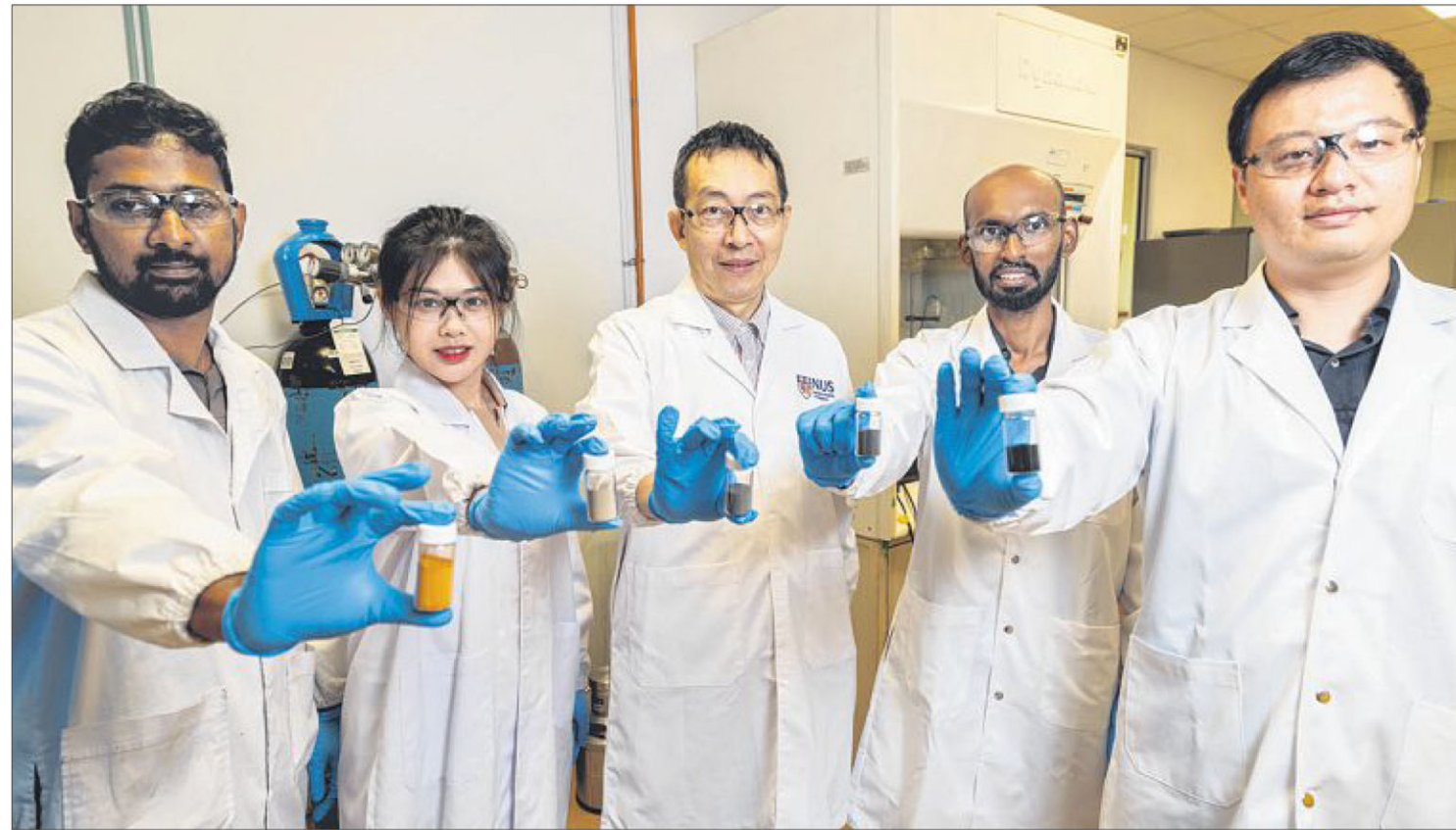
灰后便埋入垃圾填埋场。不过，碳烟灰含有钒（vanadium）和镍（nickel）等重金属，若处理不当，会加剧金属污染问题。

为缓解碳烟灰对垃圾填埋场造成的负担，研究团队先用化学物质，把钒离子从碳烟灰抽离，再把碳烟灰打磨成两微米至50微米的颗粒，以扩大可吸附铅离子的面积。

研究团队跟着让加工后的碳烟灰附着在氧化石墨烯（graphene oxide）的表层，同时堆叠在氧化石墨烯片之间，使吸附铅离子的能力更强。

分离出来铅离子可重新用于电池制造等

碳烟灰附在氧化石墨烯后，可以去除多少铅离子？研究团队在实验室环境中的测试显示，在处理与电池制造相关的废水时，这种吸附剂的除铅效率超过99%；处理与涂料生产相关的废水时，除铅效率则只有约62%。



由国大领导的研究团队成员包括设计与工程学院化学与生物分子工程系教授王启华（中）、博士生王逸颖（左二）、环境研究所前研究员阿伦博士（Arun Kumar Prabhakar）（左一），以及碳回收方案提供商CBE Eco-Solutions首席执行官姚志熠博士（右一）和技术长巴布博士（Babu Cadiam Mohan，右二）。（吴先邦摄）

碳回收方案提供商CBE Eco-Solutions首席技术长巴布博士（Babu Cadiam Mohan）是上述项目的研究员之一。他接受《联合早报》采访时说，由于与涂料生产相关的废水中有特定化学物，会影

响碳烟灰的吸附功能，因此除铅效率比较低。不过，调整碳烟灰的加工过程后，便可提高吸附力。

他说，吸附着铅离子的碳烟灰还可进一步加工，把分离出来的铅离子重新用于电池制造等。

加工后的碳烟灰可循环使用多次，目前来看，即使到了第七轮吸附，去除效率仍持稳。巴布说：“碳烟灰循环到一定程度，结构必然会瓦解，但进一步处理后可作为沙粒的替代品。”

项目的首席研究员、国大设计与工程学院化学与生物分子工程系教授王启华说，市场调查显示，一公吨加工碳的价格为1100美元至3000美元（约1451新元至3959新元），新技术可大大降低成本至150美元至200美元（约198新元至264新元）。

碳烟是全球暖化主因之一 后年拟在裕廊岛建试点工厂

联合国环境规划署气候与清洁空气联盟估计，单是2019年，全球排放了约580万公吨的碳烟。碳烟是导致全球暖化的主因之一，仅次于二氧化碳。不过，它对全球暖化的潜在作用是二氧化碳的460倍至1500倍，潜在威胁更大。

王启华说，炼油厂的碳排放会加剧气候变化，这个问题应正视；这个研究的初衷是为缓解全球暖化设法，同时给原来没什么价值的碳烟增值并善加利用，以减少环境污染。

国大研究团队将继续与CBE Eco-Solutions合作，计划明年推出设施原型，每天处理50公斤的碳烟灰，后年在裕廊岛建试点工厂，每天处理1000公斤碳烟灰。