

酒石酸钠对水中 MXene 的稳定机制

樊保民

(轻工科学与工程学院 北京工商大学, 北京 100048)

摘要: 过渡金属碳(氮)化物(MXene)是第一种兼具亲水性和导电性的二维材料,具有优异的力学性能、可调的表面官能团、光电(热)效应等性能而成为近期的研究热点^[1]。湿法刻蚀目前最常用的“自上而下”从 MAX 前驱体制备 MXene 的方法;但刻蚀使用的 HF 酸或 HCl 配合 LiF 不可避免的造成 MXene 产物出现基面缺陷,再加之二维片层必然存在的边缘,成为 MXene 氧化敏感位点。更不幸的是溶剂水即可视作氧化 MXene 的腐蚀性介质,氧化生成金属氧化物与无定形碳,完全丧失其优异的理化性能。据报道,优化 MAX 相结构、温和刻蚀、调节存储环境、表面修饰和添加抗氧化剂等措施可 MXene 氧化。其中,添加抗氧化剂具有操作简单、成本低且高效等优点,是减缓 MXene 氧化的有效方法。抗坏血酸钠、聚阴离子盐、单宁酸、离子液体等化合物均被证明可提高 MXene 的化学稳定性^[2]。但上述抗氧化剂仍存在用量大,抗氧化机理不明等问题。

据此,本文根据“缓蚀”理论与研究方法,分别构建了酒石酸钠(ST)对 Ti_2CT_x -MXene 以及 $Ti_3C_2T_x$ -MXene 的抗氧化体系;借助色差法追踪 MXene 的氧化历程,当 ST 在最佳添加浓度为 0.3 mg/mL 时,ST-MX (Ti_2) 和 ST-MX (Ti_3) 的时间常数分别可达到 565.5 小时和 239.3 天;通过形貌、XPS、pH 与温度加速实验以及电化学性能测试来表征 ST 的抗氧化效果;结果表明,老化 96 小时后,0.3ST-MX (Ti_2) 依旧保持层状结构,代表 Ti-C 主链的贡献比仍然明显,并且其电容值仍有 262.8 F/g,在恶劣环境(pH 为 2.5,温度为 80°C)下的时间常数仍可分别达到 5.9 和 7.4 小时;采用多尺度理论计算,阐明 ST 稳定 MXene 的机理,发现 ST 在 MXene 表面的吸附倾向于边缘和缺陷的覆盖,从而减缓氧化的进展。本研究提供了一种可有效延长 Ti 基 MXene 的可行途径,并且采用该抗氧化措施后, MXene 依然保留优异的抗氧化性能。

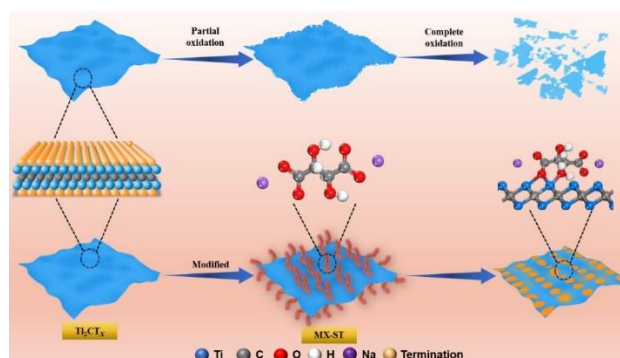


图 1 ST 稳定 MXene 过程示意图

关键词：MXene；缓蚀剂；酒石酸钠；抗氧化；稳定性

参考文献

- [1] VAHIDMOHAMMADI A, ROSEN J, GOGOTSI Y. The world of two-dimensional carbides and nitrides (MXenes) [J]. *Science*, 2021, 372(6547): eabf1581.
- [2] SOOMRO R A, ZHANG P, FAN B, et al. Progression in the Oxidation Stability of MXenes [J]. *Nano-Micro Letters*, 2023, 15(1): 108.

通讯作者：樊保民，男，博士，副教授，fanbaomin@btbu.edu.cn，主要从事缓蚀剂，二维材料稳定性方面的研究。