

工业废水中也能淘金

□ 莫尊理 吕文博



进入5月份后,受国际金价回落及假期促销等多重因素影响,终端黄金价格出现较为明显回落,不少品牌黄金优惠后价格从几周前每克700元重回每克600元以下。作为一种稀缺贵金属,其价格波动引起人们广泛关注。

金是一种稀有的不可再生资源,并不活跃,具有较强的耐氧化性以及耐腐蚀等性能,在工业、航空、装饰等领域有着宝贵的应用价值,资源利用与开发极为重要。

尽管我国工业废水的治理取得了显著成效,但体量仍然庞大,每年约有6%含有贵金属的工业废水被排放,而金就隐藏其中。工业废水排放通常可分为普通排放与回收后再排放两种途径。

普通排放是将工业废水先进行化学处理降解污染物后,再进行沉淀过滤,逐次处理达标后进行排放。回收后再排放是先将废水中的贵金属固化,再进行分离,随后浓缩提纯,实现回收利用,其余步骤与普通排放类似。显然,回收后再排放途径可有效减轻资源浪费,将废水中的金进行浓缩提纯,回收后的黄金甚至与市场流通的黄金无异。

根据金在废水中的含量浓度可分为微量金与痕量金。目前,有不同的处理技术用于金的回收,微量处理较为成熟,普及程度较高,代表性的技术有活性炭吸附、离子交换法等。考虑到金在废水中的含量极低,更多以痕量金的方式存在,浓度较低,因此实现痕量金富集颇具难度。研究高效的回收材料用于痕量金回收是一大热点,一些化学材料为痕量金的回收提供了可行途径,具有十足的研究潜力。

纳米零价铁是化合价为零的纳米级单质铁,由金属铁核心包覆氧化铁类外



壳形成纳米复合材料,常被用作回收试剂。它的比表面积与表面能较大,拥有良好的吸附与反应性能。利用纳米零价铁与废水中痕量金的高效接触活性,能够实现对水中痕量金富集回收。纳米零价铁富集金的能力是纳米零价铁持久反应活性、适宜粒径和独特化学反应共同作用的结果。

在金的富集过程中,痕量金可与零价纳米铁形成微小原电池,壳层氧化铁充当负极,金离子被还原,并沉积充当局部正极,作为种子可进一步生长成金纳米颗粒和纳米团簇,从而实现金回收。

金属有机框架材料是一类晶体多孔框架材料,因其结构多样、表面积大,具有化学可调性和选择性客体吸附性能而倍受关注,是从复杂液体中提取痕量金的一种有着良好前景的材料。暨南大学宁国宏教授团队利用偕胺肟化反应设计了新型银基金属有机框架材料,在极低金浓度下能够提供最大吸附容量。金属有机框架中偕胺肟基团引入可为金离子带来新的结合位点,从而增强吸附能力。该材料可用于快速和选择性地从复

金属有机框架材料是一类晶体多孔框架材料。它结构多样、表面积大,具有化学可调性和选择性客体吸附性能。

图为用于金富集回收的化学框架材料示意图。

视觉中国供图

杂的废水混合物中提取痕量金。

共价有机框架是一种多孔有机框架材料,由有机分子基元通过共价键连接形成二维或三维结构,其稳定性良好,具有优异的孔隙率和出色的功能可调性。在痕量金捕获领域,利用特定基团与金离子的强效结合,为共价有机框架材料的设计指明了方向,作为一类有前景的回收试剂正在快速发展。利用骨架工程策略,中国科学院曾高峰教授团队通过引入电离子骨架,将共价有机框架的亚胺键转变为离子胺键,合成材料可通过库仑力对金离子进行捕获。研究表明,作为金吸附剂,结合胺键位点的共价有机框架材料,克服金离子的弱结合能力,提高了选择性和吸附效率。

当然,用于痕量金回收的化学材料并不局限于这几类,还有纳米聚合物纤维、气凝胶、碳氮化物等。尽管这一领域正在加速发展,但在未来研究高效金回收材料同时,探索出一种既能节约成本又能产业化应用的方法仍任重道远。

(作者莫尊理系西北师范大学教授、博士生导师,吕文博系西北师范大学硕士研究生)

纤维电池技术研究取得新突破

据新华社讯(记者吴振东)近日,复旦大学科研团队在高性能纤维电池及电池织物研究上取得新突破:通过设计具有孔道结构的纤维电极,实现电极与高分子凝胶电解质的有效复合,不仅解决了高分子凝胶电解质与电极界面稳定性差的难题,还发展出纤维电池连续化构建方法,实现了高安全性、高储能性能纤维电池的规模制备。相关研究成果在《自然》主刊发表。

科研团队负责人、中国科学院院士彭慧胜表示,由于纤维电池织物和人体紧密贴合,必须以高安全性的高分子凝胶电解质取代易漏易燃的有机电解质,而基于高分子凝胶电解质的纤维电池要想提升储能性能,就必须解决高分子凝胶电解质与纤维电极界面不稳定这一难题。

团队最终从爬山虎与植物藤蔓紧紧缠绕这一自然现象中受到启发,设计了具有多层次网络孔道和取向孔道的纤维电极,并研发单体溶液使之渗入到纤维电极的孔道结构中,单体发生聚合反应后生成高分子凝胶电解质,与纤维电极形成紧密稳定界面,进而实现了高安全性与高储能性能的兼得。

在此基础上,团队发展出基于高分子凝胶电解质纤维电池的连续化制备方法,实现了数千米长度纤维锂离子电池的制备,其能量密度达到128瓦时/公斤,可有效为无人机等大功率用电器供电,同时具有优异的耐变形能力。

彭慧胜表示,通过自主设计关键设备,团队建立了以活性浆料涂覆、高分子隔离膜包覆、纤维螺旋缠绕、凝胶电解质复合,以及高分子熔融封装为核心步骤的纤维电池中试生产线,实现300瓦时/小时的产能,相当于每小时生产的电池可同时为20部手机充电。这为纤维电池的大规模应用提供了有力支持。

“一个前所未有的实验”

□ 尹传红



人们在争论塑料乃至微塑料污染时,都忽视了一种基本不受监管的重要污染源:轮胎橡胶中的有毒添加剂。

欧洲地球科学联合会会议日前公布的一项最新研究成果称,轮胎磨损颗粒是重要的环境和健康隐患,有时严重程度甚至超过其他类型的塑料污染。轮胎橡胶中的有毒添加剂会渗入土壤,被植物吸收,最终进入人类食物链。

据估计,半数进入江河湖海的微塑料和80%进入大气的微塑料都源于轮胎磨损。在欧洲,污水处理系统的再生水被越来越多地用于灌溉农田,但污水处理厂通常不会去除源于轮胎的可溶性化合物。该项研究还揭示,最大的问题是人们会从繁忙的道路中吸入轮胎粉尘,这些包含多种添加剂的粉尘最终将进入人体肺部和消化道。

寻思这些“新知”之时,我的脑海里

忽然闪出美国生态学家桑德拉·斯坦格雷伯20多年前讲过的一句话:“从某种意义上说,呼吸是一种生态行为,它有着多重联系。”她忆及20世纪70年代末,年仅20岁、风华正茂的她被确诊患上了膀胱癌。做完手术后,一位年轻的泌尿科医生向她询问了一连串她当时感到颇有些不着边际的问题,比如:你是否在轮胎厂做过工?是否接触过纺织染料?铝制品行业的就业情况怎么样?

困惑之余,斯坦格雷伯去大学图书馆查询,没一会工夫就明确了一个事实:膀胱癌是公认的典型的与环境有关的癌症。尤其是,与其他类型的癌症相比,暴露于有毒化学物质会增大患膀胱癌的风险。她还了解到,虽然诱发膀胱癌的致癌物已为人们所认识,但这些物质仍在商业中照用不误,没有在我们的经济生活中自然而然地被禁止使用。

这一切促使斯坦格雷伯下决心对自己家乡环境和自身病患进行一番考察。她的探究包括致癌的添加剂在内的有毒化学物质在多大程度上侵入了我们的空气、食品、水源和

土壤。1997年,她出版了《生活在下游——一位生态学家对癌与环境关系的实地考察》。这本书首次将美国癌症登记处的各种数据与有毒物质排放的数据相结合,对环境与人类的健康问题进行了深入探讨。

书中,斯坦格雷伯不无遗憾地指出,曾给她留下了美好回忆的家乡伊利诺伊州,因工业和农业的巨大变革而发生了意想不到的环境问题。女性膀胱癌发病率在上升,她本人就是这种病症统计史上的一个数据点。

事实上,就在斯坦格雷伯染病的那个年代,在她自己的国度里,“环境污染”问题已然引发一场巨大的争议。当汽车、石油和煤工业界得知颗粒物、硫酸盐的新排放标准对汽车意味着什么之后,“利益攸关者”们开始恶语相向,并抛出自己的“专家”,宣称被提议的标准在技术上无法实现。他们还猛烈攻击环保部门的提议所依据的研究工作,否认污染与健康问题的明显联系。

那之后发生的许多事情,我们都知道了。令人印象深刻的事件,是曾在



废旧轮胎磨损颗粒示意图。视觉中国供图

人类社会进步史上创造过“辉煌业绩”的四乙基铅(含铅汽油基料)和氟利昂(冰箱中的制冷剂),退出了历史舞台。有环境史学者这样评价它们的发明者、曾被视为美国“民族英雄”的发明家小托马斯·米利奇(1889—1944):“他个人比地球历史上的任何一个单一的有机体,对平流层产生的危害都要大。”

再回首,1962年,美国海洋生物学家蕾切尔·卡森在其警世名作《寂静的春天》中,写下了几段颇有远见的话语,迄今仍值得我们深思玩味:

合成化学物质的污染已经演变成一个前所未有的实验,而人类已经被迫成为这个特殊实验的对象。在很多情况下,这种毒害作用可以被积累、放大。我们一生下来就开始受到这些化学物质的污染,甚至尚未出生,还在母亲体内时就已经受到污染了。