



废物处理新方法

刘之景

(中国科学技术大学基础物理中心 合肥 230026)

保护环境防止污染是当今世界

各国所面临的重要问题。人类活动和生产所排放的气、液、固体废物严重污染了人类生存环境。美、日等发达国家排放了大量废物，我国环境污染也很严重。因此，如何管理和处理废物已经变成一个十分重要的问题。

一、废物处理的一般方法

废物处理一般采用综合利用、填埋、焚烧、固化和微生物技术等方法。

对有毒废物和感染性有害废物，日本制定了收集、搬运、保管、中间处理、再生、最终处置等标准。对感染性废物和沾有感染性物质的废物、多氯联苯(PCB)与PCB的污染物等的处理办法有：焚烧、熔融、中和、加热加压消毒、水泥固化和离子交换等。欧洲国家城市废物处理技术主要是填埋和焚烧。下表给出欧洲五国城市废物处理所占的比例(%)：

处理方法	英国	法国	荷兰	瑞士	意大利
焚烧法	15	20	23	53	13
堆肥法	—	10	16	13	1
填埋法	85	70	61	34	86
处理率	88	—	87	90	70

中国在管理和处理废物方面颁布了一系列法律，采取了很多措施。废物处理的办法有：综合利用、焚烧、填埋、固化和微生物方法等。1992年我国工业废物综合利用量达25854万吨。利用率比1985年增加20%。深圳、北京等地建造了处理城市垃圾和危险废物的焚烧炉，其中深圳焚烧炉日处理能力达150吨。医院废物和石油化工医药等行业的废物集中后再焚烧。我国对多氯联苯尚没有办法焚烧。固化和稳定化处理办法有水泥固化、石灰固化、热塑性固化、熔融固化、自胶结固化、化学药剂稳定等。

我国在环境微生物开发、应用和产业化方面做了很多实验研究。例如：无机模-生物反应器进行污水生化处理；循环间歇式活性污泥法(SBR)；生物技术处理竹浆造纸黑液；抗生素工业废水生物处理技术与除硫脱氮试验；微生物治理电镀废水；处理印染和染料废水；利用微生物制剂净化污水，分解淤泥，消除恶臭，去除氮磷，抑制蓝藻。如化工废水高效降解微生物的利用，高浓度有机废水制取单细胞蛋白的高效微生物技术，高效厌氧、好氧微生物消化技术，受污染的土壤和地下水生物处理技术等。

国外利用生物整治技术成功的例子有：清除阿拉斯加海岸石油污染；治理被石油污染的土壤和地下水；治理被氯溶剂污染的地下水。EM生物技术培育出含有80多种微生物的复合菌群，它可以降解土壤中化肥、农药残留成分，避免环境污染。

二、废物处理新方法

焚烧法是处理固体废物的一般常用方法。但传统的焚烧法有一些明显的缺点：其一、大部分有机废物经焚烧被毁坏而不能再生利用。其二、焚烧引起的有害毒物被释放到大气中造成空气污染和其他事故。其三、焚烧法往往不能正确控制辐射系统，大多数辐射不能被完全焚烧掉。由于焚烧法存在上述缺点，越来越多的人反对传统的焚烧方法。于是，以物理为基础的废物处理技术开始出现，其中电化学氧化法、热解吸附与热解气化法、等离子体加工方法已经为工业部门所采用。

1. 电化学氧化法

电化学氧化法称为CEO(Catalyzed Electro-Chemical Oxidation)方法，它是由美国加州San Jose有限公司EOS系统提出的一种加工技术。它产生了类似于小汽车蓄电池中发生的那

些反应,以用于破坏有机废物。20年前美国太平洋西北国家实验室为了处理来自核武器制造的辐射废物发展了CEO方法。CEO使用硝酸溶解了作为媒介物的铈,以破坏液体有机废物和大量的固体有机物质。为了检验CEO样品,1996年4月EOS系统开放了它的第一个中间试验工厂,1997年进行商业销售。美国能源部正在考虑使用CEO去毁坏污染过的易燃物质铀和去毁坏美国海军使用过的鱼雷推进剂——奥托(Otto)燃料。CEO方法也适用于处理医院、实验室、化学和制药工厂,电子器件工厂和其他工业部门所产生的有害废物。而且已经查明,CEO能毁坏一种神经气体沙林(Sarin)。

CEO加工的主要优点是它发生在一种自包含单元——T细胞中。当接通电流时,T细胞含有破坏废物的电解质溶液。对大多数有机化合物,最后产物是不活泼的物质如 CO_2 和水。另外,CEO的费用比焚烧法明显低一些。当使用轻便设备就能处理非常有毒的且无法搬动的废物如化学武器时,运输费也可以省去。

2. 热解吸附法与热解气化法

现在有一种热解吸附方法可以毁坏泥土污染物而无需移动或浓缩它们。所谓热解吸附(In Situ Thermal Desorption简称ISTD)就是应用通过热层或热孔的热量使污染物蒸发,然后抽取它们到真空表面,当污染物接近表面和热源本身时,温度继续上升,当它们温度达到 $600\text{--}700^\circ\text{C}$ 时,这些污染物分子被破坏。穿过加热的泥土区而存留下来的任何有机分子,通过外界氧化剂被提取或者从外部捕获在活性炭中。从这种泥土得到的唯一东西是水蒸气和二氧化碳,空气供给了用于氧化的充足氧气,而氯一般与泥土结合生成氯化铁或其他化合物。这种加工方法对于在 1000°C 以下可以挥发的任何废物,包括汞、砷、铅的化合物和所有碳水化合物都起很好的作用。

热解气化法首先将垃圾压缩(压力60巴)、除气、热解(1000°C 以上),然后将它们送入到 2000°C 的气化器中。这种方法对垃圾可以不必分类而直接加工。它可以处理褐煤、塑料、含石油矿泥等。目前为美、日和西欧所采用,例如德

国RWE公司计划每年气化处理褐煤22万吨;塑料垃圾、含油矿泥10万吨。

3. 等离子体加工方法

热和冷等离子体加工方法是最有希望替换焚烧方法的废物处理新方法。因为等离子体加工方法使用电能,不产生附加气态废物,因而它具有很强的吸引力。

热等离子体加工法特别适合处理固体废物,也适用于破坏由热分解形成的有毒分子,比较好地适合于加工那些与溶剂混合的有毒金属。在麻省理工学院(MIT)的小规模实验研究的炉子中,使用一种温度达到一万摄氏度的等离子体弧将废物熔化成熔岩状液体,然后凝结成一种稳定的黑玻璃。这种玻璃可以安全存放,也可以作为一种建筑材料使用。这种加工不用焚烧就破坏了固体,而且产生了无毒的灰,实际上不产生氧化物,而产生的气体放射物比焚烧法少。

冷等离子体加工法是通过等离子体电子与自由基发生选择性反应从而毁坏有毒分子的。它非常适合于处理空气流中的稀浓度易挥发的有机化合物。麻省理工学院的研究者已成功地使用这种技术处理了有害的低浓度化合物。

让给定的室温等离子体有选择地同有害的低浓度的四氯化碳分子作用,这些分子被真空泵从废物沉积物中抽出来,同时被分离成不稳定的化合物,该化合物最后破裂成二氧化碳、氯化钠、水和一氧化碳。

为了适应商业化对低价格和高可靠性的要求,麻省理工学院的科学家们下一步将发展优化的等离子体炉,预计在今后一两年内可获得一种商业样品。

另外,中国在利用冷等离子体加工方法处理废物方面的研究也取得了一些进展。例如,利用脉冲电晕放电处理甲苯、二氧化硫(SO_2)和氮的氧化物(NO_x);利用液电脉冲等离子体降解高浓度有机废液等。

等离子体加工方法的优越性在于它可以处理放射性废物、医院废物和有害的有机废物。另外,因为等离子体加工法可以处理大体积的废物,这种方法将会被用来处理市政和工业废物。