

有机污水回用于农业灌溉的 EM 处理技术展望

邵孝侯¹, 刘德有¹, 朱 亮², 王 瑚²

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学水资源及环境工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:在阐述 EM 的功效、我国污水处理和污水灌溉中存在的主要问题以及 EM 处理有机污水机理的基础上, 对我国应用 EM 处理有机废水和污水灌溉作了展望. 提出今后要在进一步弄清 EM 污水处理机理、规范其有效使用方法的前提下, 扩大 EM 技术在污水处理、污水农业灌溉等方面的推广应用, 创造出符合中国国情的 EM 应用技术及工艺.

关键词:有机污水; EM 处理技术; 农业灌溉

中图分类号: S273.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2001)01-0016-02

1 EM 的功效

EM(effective microorganisms)是由日本琉球大学比嘉照夫教授经多年潜心研究而开发出的新型微生物活性菌剂, 它是由光合细菌(好气性和嫌气性)、乳酸菌(嫌气性)、醋酸杆菌(好气性)、革兰氏阳性放线菌(好气性)、酵母菌(好气性)等 10 个属 80 多种微生物复合培养而制成, 各种微生物通过相互之间的共生增殖关系, 形成一个复杂而稳定的微生态系统, 发挥出多种功能^[1]. 它和一般微生物制剂相比, 不仅具有种类繁多, 功能多元化等优点, 而且在 EM 本身的生产上也表现出高技术水平^[2]. EM 自从 1992 年传到我国后广泛应用于种植业和养殖业, 证实 EM 在促进动植物生长、防病治病、提高农畜产品品质和改善土壤生态环境等诸多方面具有良好的综合功能^[1,3].

现在, 世界范围内 EM 的应用越来越广, 不仅在农业、畜牧、养殖业上得到应用, 而且还扩展到工业、环境、医疗及日常生活领域. 日本 EM 推广应用机构已达 400 多个, 包括美国、法国、英国、巴西等 60 多个国家推广应用 EM 技术. 为了对 EM 技术的普及推广加以指导, EM 的发明人比嘉照夫教授每年几乎很少时间留在日本. 1997 年 11 月在泰国召开的第五届 EM 应用国际会议, 包括联合国粮农组织、联合国环境署的官员和巴西、新西兰、法国、泰国等 8 个国家农业部长在内的 60 多个国家 300 多位代表参加了这次盛会, EM 在全世界的影响在日益扩大, EM 应用事业方兴未艾.

2 我国污水处理和污水灌溉中的主要问题

我国人均水资源量居世界第 109 位, 被联合国列为 13 个贫水国之一. 我国每年因水资源供应不足造成的经济损失高达数百亿元, 而每年又有 360 多亿 t 城市工业和生活污水排入地表水系, 流向农村, 污染灌溉水源. 我国污水处理和污水灌溉中存在的主要问题有:

a. 污水处理技术水平较低, 工程投资较大, 处理成本较高. 许多污水不经处理或经简单处理即用于农业灌溉或直接排放, 造成了一系列的水环境污染和土壤、农作物污染问题^[4,5].

b. 随着城市和企业的发展, 现有水处理设施的处理效率低下, 处理能力严重不足, 许多污水处理厂急需技术改造^[6].

c. 水体污染日趋严重, 水体富营养化已严重威胁着中国各大城市的供水安全.

d. 乡镇企业污水任意排放和污水长期灌溉造成农村水环境和土壤生态环境恶化, 影响中国农业的可持续发展.

近年来, 由于江河湖水体污染的不断加重和为了降低污水的处理费用, 许多地区直接采用污水灌溉或采用超 V 类水灌溉, 使土壤受到重金属和有机物污染, 造成土壤盐渍化、碱化、肥力衰减等危害. 我国沈阳的张士灌区、江西的赣州和大余、广东的韶关和曲江、广西的阳朔和灵川、湖南的株州、西安、上海的川沙等 19 处均有个别地块产生“镉米”, 总面积在 1.07 万 hm^2 以上. 种种污灌事例表明, 污灌前必须对

基金项目: 水利部 948 资助项目(975155)

作者简介: 邵孝侯(1963—), 男, 浙江余姚人, 博士, 副教授, 从事节水农业与水土环境研究.

污水加以处理,所以积极寻求和研究开发水处理等环境领域中的新技术、新方法已势在必行。我国中央和地方政府十分重视水环境治理和保护工作,计划投入巨资改变目前水环境严重恶化状况。如江苏太湖水域的水体富营养化治理项目,拟投资40亿元人民币,各大城市、企业也都投资兴建和改建、扩建污水处理工程。因此,有关水处理和污水农业灌溉中高新技术的开发在中国将具有极其广阔的市场前景,其推广应用必将对我国的节水农业、污水资源化、水处理、水环境治理和提高人民健康水平方面作出不可估量的贡献。

3 EM 处理有机污水的机理

微生物技术处理污水具有能耗少、处理效率高、二次污染少等优点,活性污泥法、生物膜法(生物滤池、生物转盘和生物流化床)以及氧化塘、人工湿地等均利用了环境中的微生物来处理废水^[7~9]。世界各国目前都致力于应用现代生物工程技术分离、筛选和培育高效处理污水的微生物菌种,如美国 AM 公司从生活垃圾中分离和研制出活性有效微生物菌群 Clear-Flo,该产品已用于环境水体、水产养殖水体的治理及对一些乳制品厂废水、制浆造纸废水、镀锌电镀废水等工业废水的处理,并获得了成功^[10,11],预示着新型微生物技术在污水处理中的广阔应用前景^[12,13]。EM 是由多种微生物经浓缩休眠后制成的,EM 已引起了世界各国许多从事污水处理的研究者和工程技术人员重视,日本、泰国、巴西等地已有用 EM 成功处理有机废水的例子,如日本冲绳县志川市国立图书馆用 EM 净化楼层生活污水,达到饮用水标准,无臭、无味,且大肠杆菌数低, BOD₅ 为 5 mg/L,如小河流流水一样清澈。我国也已开始将 EM 技术应用到生活污水和有机废水处理的试验研究,如华东师范大学、中国农业大学和河南等地开展了 EM 对有机工业废水和生活污水的处理效果试验(小试),取得了用 EM 处理污水具有降低化学需氧量(COD)、生物需氧量(BOD)、悬浮物(SS)、减少污泥量、分解营养盐类物质并具有除臭等功效^[1,3]。广西明阳农场淀粉厂的废水处理已取得了良好的效果,且处理成本较低,每 m³ 水成本为 0.49 元。河海大学与日本 EM 技术研究机构南京事务所合作,对 EM 处理废水进行了近 1 年的小试和中试,基本摸清了污水处理过程中 EM 的复活、驯化、最佳 EM 投加浓度、最适 pH 值和相应的配套技术。试验结果表明,EM 对酒厂、啤酒厂、印染厂等有机废水和肉联厂生活污水的 COD 去除率达 90% 以上, BOD₅ 去除率达 80% 以上,与不加 EM 菌液的对照组相比有显著差异,同时大大减少处理过程中的污泥产生。

EM 处理废水的机理是:经激活后的 EM 在污水中迅速生长繁殖,通过分解代谢、合成代谢及复合发酵,使污水中有毒有害物质分解成 CO₂, CH₄, N₂ 及水汽等气体溢出水面,最终使有机污染物得到分解,污泥基本消失,使水质得到根本性改善。

4 EM 技术在我国的研究和应用展望

污水处理并回用于农业灌溉是污水资源化的重要内容,是实现我国农村社会、环境持续发展的根本保证。EM 技术作为环境微生物学上的最新成果在农业、畜牧业和环境治理等领域,具有广阔的应用前景。

我国 EM 技术主要应用于种植业和养殖业,研究应用 EM 制剂来处理有机工业污水和生活污水并用于农业灌溉及净化富营养化水体尚属空白,为了更好地使 EM 技术在我国污水处理和污水农业灌溉方面得到推广应用,亟需进一步开展如下几方面的工作。

4.1 EM 水处理作用机理及对环境的中长期影响

a. 进一步深入研究 EM 在各种不同类型有机废水中的主要作用机理,为 EM 技术开发和应用提供理论基础。

b. 定位观测研究 EM 对环境的中长期影响,如 EM 处理后的污水回灌对土壤、作物、地下水的影响,EM 对抑制水稻甲烷(CH₄)发生量的观测等。

c. 开展 EM 对农业、畜牧业、水产业产品品质改善的机理研究,推动我国无公害有机食品和绿色食品基地的建设。

4.2 EM 水处理应用技术规范

主要研究内容如下:

a. 进一步研究 EM 在污水处理、污水回用及水体除臭等方面的应用技术和方法,开发和建立 EM 在污水处理、污水资源化、水体富营养化治理等领域的应用工艺流程和配套设施。

b. 结合现有污水处理设施,研究包括 EM 技术在内的污水处理有效工艺流程,对现有的设备加以改造,以更符合 EM 处理的要求。

c. 大力开展污水灌溉工程示范与推广研究,确立 EM 技术在农村生态环境建设中的应用技术和方法,促进农村良性循环的生物圈的形成,保证农业的持续发展。

通过应用现代生物工程的创造性成果,在弄清 EM 污水处理机理、规范其有效使用方法的基础上,逐步扩大 EM 技术在污水处理、污水农业灌溉等方面的推广应用,创造出符合中国国情的 EM 应用技术及工艺,必将对我国高产、优质、低耗、高效地发展农业,净化环境和提高人民健康水平方面作出难于估量的贡献。

(下转第 57 页)

掺入 CT20-3 型抗分散剂砂浆在不同养护条件下砂浆的力学强度数据见表 2。

表 2 不同养护条件砂浆强度比较

养护条件	CT20-3 掺量/%	抗压强度/MPa			劈拉强度/MPa			28d 粘接 劈拉/MPa
		3d	7d	28d	3d	7d	28d	
养护室	0	6.3	—	19.9	0.59	—	1.18	0.70
水中养护	3.0	5.0	11.6	19.0	0.64	1.02	1.18	1.36
养护室	0	7.9	—	—	0.62	—	—	1.12
标准养护	3.0	8.5	13.9	—	0.64	0.89	—	1.23

可见,掺有 CT20-3 型抗分散剂的砂浆,在标准养护条件下,其抗压与劈拉强度和与不掺的比较,两者接近,但粘结劈拉强度提高 10% 左右。

4 封缝材料的设计配合比

封缝施工前,取进入现场的 525 号普通硅酸盐水泥和含泥量小于 3% 的中砂,在试验室掺入 CT20-3 型抗分散剂,得出了以下三种封缝材料的重量配合比:

a. 聚合物水泥净浆用作新老材料的基层粘结剂,要求达到能用毛刷涂刷的稠度。该层主要控制粘结强度。CT20-3 抗分散剂由甲料(棕色胶体)和乙料(浅棕色粉剂)组成。净浆配合比采用:水泥:CT20-3 甲:CT20-3 乙:水为 1:0.3:0.15:0.3。

b. 聚合物水泥砂浆用作封填缝的中间层材料,要求达到用手能捏成团的稠度。该层是重要的嵌缝层,应控制抗压强度、粘结抗折强度及膨胀率。配合比采用:水泥:CT20-3 甲:CT20-3 乙:砂:水为 1:0.3:0.15:2:0.24。

c. 聚合物水泥砂浆用作缝槽的面层材料,要求稠度为 2 cm 左右,该层应控制抗压强度。配合比采用:水泥:CT20-3 乙:砂:水为 1:0.15:2:0.42。

5 封缝工艺

a. 按照设计图纸,沿着上下游钢筋混凝土挡水墙裂缝走向,凿成外口宽 5 cm、里口宽 10 cm、深 5 cm 的倒梯形槽。成槽后清除软弱物,用刷子和水将缝槽刷洗干净。封填缝前一天开始洒水,使槽面混凝土吸水保持面干饱和状态。填补前,尚应检查缝槽有无渗水,若有渗水要用堵漏剂止水,若有冒潮可用干布擦干,无需处理。

b. 按配合比拌制新老材料粘结层聚合物净浆,搅拌均匀后,用毛刷将缝槽表面满刷一遍。

c. 按配合比拌制中间层聚合物水泥砂浆,搅拌均匀后,将砂浆捏成团条,将其嵌填入缝槽中间,用手指压实。嵌填厚度至缝表面下 1 cm。

d. 按配合比拌制面层聚合物水泥砂浆,搅拌均匀后,用抹刀将砂浆压入 1 cm 左右的缝槽,压抹平

整。初凝前再压抹一次,终凝前抹光 1~2 次。

e. 上述面层封缝砂浆终凝后 1~2 h,即开始用喷水壶洒水养护。3 d 内每 1~2 h 洒水一次,3 d 后每 3~4 h 洒水一次。保持潮湿养护的总时间为 14 d。

6 结 语

鉴于掺入 CT20-3 型抗分散剂的聚合物水泥砂浆是一种新材料,按中间嵌缝层施工的配合比现场取试件,送扬州大学土木测试中心进行了性能测试。检测结果如下:抗压强度 7 d 为 24.7 MPa,28 d 为 35.6 MPa;粘结抗折强度 7 d 为 4.7 MPa,28 d 为 7.6 MPa;限制膨胀率 7 d 为 0.043%,14 d 为 0.047%。

上述试验结果与封缝材料的技术要求比较,施工各项指标达到甚至超过了预期要求。当年汛期河水位超过 7.8 m 高程,表面未出现冒潮,修补效果良好。

(收稿日期:1999-06-25 编辑:张志琴)

(上接第 17 页)

参考文献:

- [1] 李维炯,倪永珍. EM 应用技术[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998.
- [2] 比嘉照夫. 拯救地球大变革[M]. 冯玉润译. 北京:中国农业大学出版社,1997.
- [3] 王伟. 生态农业的希望——EM[M]. 北京:化学工业出版社,1996.
- [4] 邵孝侯. 二十一世纪我国污水灌溉技术与推广展望[J]. 中国农村水利水电,1997(增刊):94~95.
- [5] 邵孝侯. 中国化学氮肥对水体的污染研究与现状[J]. 水资源保护,1994,35(1):30~34.
- [6] 沈东升. 我国印染废水处理技术的现状和发展趋势[J]. 环境污染与防治,1996,18(1):26~28.
- [7] 周琪. 厌氧-好氧一体净化处理生活污水的研究[J]. 同济大学学报,1995,23(4):398~402.
- [8] 王德荣. 复合生态系统在处理城市污水中的应用[J]. 农业环境与发展,1996,13(3):19~23.
- [9] 沈耀良. 新型废水处理技术——人工湿地[J]. 污染防治技术,1996,9(1/2):1~8.
- [10] 王竟. 日本污染治理新技术[J]. 环境科学进展,1996,4(1):75~91.
- [11] 张琨玲. 美国新型微生物净化水质技术[J]. 水体污染与保护,1996(1):87~91.
- [12] Jowett E C, Mc Master M L. On-site wastewater treatment using unsaturated absorbent biofilters[J]. Environmental Quality, 1995,24:(2)86~95.
- [13] Juanico M. The design, operation and performance of stable ponds used for sewage irrigation in Israel[J]. Water Research, 1994,28(1):175~186.

(收稿日期:1999-04-16 编辑:张志琴)