

富磷污泥的处理与处置

许衍营¹, 白月芬²

(1.青岛市团岛污水处理厂, 山东 青岛 266002; 2.中国市政工程华北设计研究院, 天津 300074)

摘 要: 通过对城市污水处理厂富磷污泥处理与处置方法的比较, 指出经机械浓缩、脱水后, 进一步经堆肥或造粒后土地利用, 是适合我国目前经济、社会发展水平的技术路线。

关键词: 富磷污泥; 机械浓缩; 土地利用

在出现严重有机物污染的同时, 我国大部分湖泊和部分河流、近海水体还存在严重富营养化的问题。近年来, 时有湖泊蓝藻、绿藻等的季节性爆发现象。水质富营养化问题给生态环境造成严重危害, 经济损失也十分惨重, 甚至影响到供水安全^[1]。

在此情况下, 氮、磷污染物控制与去除技术成为水环境污染控制日益紧迫的重要课题, 我国城市污水处理技术进入了具有除磷脱氮功能的深度二级生物处理阶段, 各地相继建设了一批具有脱氮除磷功能的污水处理厂。有脱氮除磷环节的处理工艺比无此环节的工艺产生更多的污泥, 而且, 同仅以去除有机污染物为主要目的的工艺相比, 污泥处理工艺的选择对污水处理效果的影响尤为明显。因此, 能否解决好污泥问题是污水净化成功与否的决定性因素之一; 同时, 城市的污泥处理与利用技术体系完善与否对一个城市是否能达到可持续发展战略所要求的环境管理目标有很大的影响。

1 富磷剩余污泥的形成机理

在厌氧条件下 ($DO \approx 0$, $NO_x \approx 0$), 兼性细菌将溶解性 BOD 转化为 VFAs (低分子发酵产物), 聚磷菌吸收 VFAs, 同化成胞内碳能源存贮物 (PHB/PHV), 所需的能量来源于聚磷的水解以及细胞内糖的降解, 并导致磷酸盐的释放。在好氧区, 细菌以聚磷的形式存贮超出生长需求的磷量, 通过 PHB/PHV 的氧化代谢产生能量, 用于磷的吸收和聚磷的合成, 能量以聚磷酸高能键的形式存贮, 磷酸盐从液相去除, 合成新的贮磷菌细胞, 产生富磷污泥, 通过剩余污泥排放, 将磷从系统中除去^[2]。

2 富磷剩余污泥的浓缩

通常情况下, 富磷剩余污泥的含水率达到 99%以上。因此, 污泥处理首先要考虑的问题就是如何降低污泥含水率, 从而减小污泥体积, 为进一步的处理创造条件, 压缩建设与运行费用。

传统上, 我国城市污水处理厂污泥浓缩以重力浓缩为主。由于剩余污泥的重力沉降性能较差, 往往将其与初沉污泥混合进行浓缩, 对富磷剩余污泥而言, 这存在着明显的弊端。

由上述富磷污泥的形成机理可知, 污水生物除磷包含两个必要的过程: 首先将溶解性含磷物质转化成不溶性的悬浮 (颗粒) 性形态, 然后通过悬浮 (颗粒) 固体的去除将磷从污水中除去。在污泥的重力浓缩过程中, 由于初沉污泥中含有大量的颗粒性有机物, 这些有机物在浓缩池经过长时间停留转化为可快速降解有机物; 同时, 由于较长的浓缩时间, 必然在浓缩池中形成厌氧环境, 污泥中的磷不像化学污泥中的磷那样稳定, 和生物除磷工艺中磷的代谢一样, 在厌氧状态下聚磷菌会将体内储存的磷释放出来, 从而造成磷的再次溶解和释放, 最终都返回到污水处理系统中, 增加了水处理系统磷的负荷量。回流磷负荷超过一定限度时, 将会使污水处理厂的除磷效果恶化。

因此, 为达到稳定地除磷的目的, 在富磷污泥的减量化阶段, 不宜对其采用重力浓缩, 而应针

对富磷污泥的特点,相应的采用机械浓缩的方式来达到减容化的目的。青岛市团岛污水处理厂(A²/O工艺)采用转鼓浓缩机浓缩剩余污泥的运行结果表明,滤液中磷含量等同于二沉池出水中的磷含量,从而在污泥浓缩阶段有效地避免了磷的回溶。

3 富磷剩余污泥的稳定

欧美、日本、独联体等国家和地区污泥稳定化处置以中温厌氧消化为主,采用该法处理的污泥约占其所产污泥量的一半以上;污泥的中温厌氧消化法为我国的部分污水处理厂所采用,它不仅能将污泥中的有机物降解,同时能杀死部分病原菌和寄生虫(卵),从而使污泥达到稳定化及部分无害化,而且消化产生的沼气还可做能源回收。但是,以下两个问题的存在,限制了厌氧消化在富磷污泥稳定上的应用。

3.1 厌氧状态下磷的释放

即使大幅度增加了建设投资和运行费用,采用了机械浓缩方式,避免了浓缩阶段磷的再次溶解和释放,但在厌氧消化条件下,包括聚磷菌在内的污水处理微生物死亡、解体,同样将磷释放出来,必将恶化水处理流程除磷效果。

3.2 鸟粪石的形成

鸟粪石的主要成分为磷酸氨镁(MgNH₄PO₄)沉淀,是污泥厌氧消化中一个公认的问题,而富磷污泥中磷的释放使消化液中PO₄³⁻浓度进一步增加,大大加快了磷酸氨镁沉淀的析出速度。通常这些沉淀会在消化池的出泥管线中沉淀出来,尤其是在弯头处,沉淀的逐渐积累最终会导致出泥管线的堵塞,从而使消化池无法正常运行。

因此,对富磷污泥的稳定不宜采用厌氧消化的方式。

4 适合我国国情的富磷污泥处理与处置技术

建国以来,我国化肥工业迅猛发展,氮肥和磷肥的产量目前分别排在世界第二和第三位,农作物施肥结构也已发生根本变化。70年代以前,农家肥料和化学肥料的比例是7:3,到了80年代末期,其比例已改变为3:7。由于化学肥料用量猛增,导致土壤有机质不断减少,土壤肥力下降。如何解决养地和用地的矛盾,实现有机质的还田,增施有机肥料已成为实现农业可持续发展亟待解决的问题^[4]。与此同时,随着人民生活水平的提高,城市绿化面积迅速增长,在长年的养护过程中,所施肥料也以化肥为主,同样存在土壤养分含量低、有机质贫乏、土壤肥力严重不足问题。

而富磷污泥中除了有机物外,还含有大量植物生长所必需的肥分(氮、磷、钾)、微量元素及土壤改良剂(有机腐殖质)。青岛市团岛污水处理厂富磷污泥的植物养分见表1。同化肥相比,污泥中的腐殖质可有效改善土壤的团粒结构,增强土壤的保水保肥能力,是一种良好的土壤改良剂;污泥灰分中的一些矿物质使植物生长茂盛、木质部增大,同时还起形成叶绿素、防止病害的作用。并且,污泥中的单元素释放缓慢,有助于植物长时间的利用,同时污泥还有助于为植物提供一个健康的微生物群落,防止作物出现病害。磷能促进植物根部的生长,加速成熟和增加对病虫害的抵抗力。因此,对于我国这样一个发展中国家来说,有机污泥的根本出路和基本方向应该是资源化,使有机质还田,使污泥纳入生态良性循环,既可以解决环境污染问题,又可为农业、园艺业开辟有机肥源。

表1 青岛市团岛污水处理厂富磷污泥的植物养分(单位:%)

总氮(TN)	磷(P ₂ O ₅)	钾(K)	有机质
4.53	3.81	0.50	62.38

在看到富磷污泥作为肥料的巨大利用价值的同时，也必须考虑到其中所含的重金属可能带来的危害。如果富磷污泥所含重金属浓度及有毒有害物质符合农田肥用的标准，则可以经堆肥或造粒后，施用于农田；即使重金属浓度超标，仍可用于城市绿化，以避免在农作物中重金属的富集。青岛市团岛污水处理厂富磷污泥的重金属含量见表 2。

表 2 青岛市团岛污水处理厂富磷污泥重金属成分及含量(mg/kg)

青岛团岛污水厂		锌 Zn	铜 Cu	镍 Ni	汞 Hg	砷 As	镉 Cd	铅 Pb	铬 Cr
		198	83	10	5	11	19	31	35
污泥农用标准 (GB4284—84)	酸性土壤	500	250	100	5	75	5	300	600
	中性碱性土壤	1000	500	200	15	75	20	1000	1000

结合富磷污泥处理过程中磷的控制和处理后的资源化利用，可采用如下工艺对富磷污泥进行处理与处置。

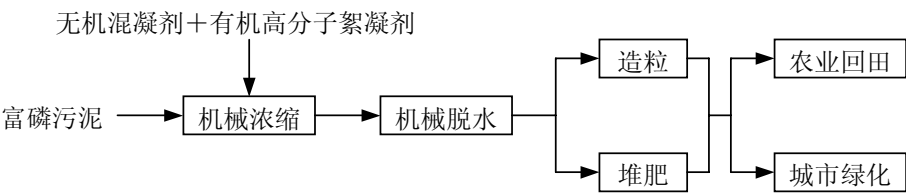


图 1 富磷污泥处理与处置工艺流程

5 结语

从城市污水厂实际运行效果看，脱氮除磷工艺污水处理厂在创造条件充分发挥聚磷菌的过量吸收磷的能力后，在污泥浓缩阶段应采用机械浓缩方式，在污泥稳定阶段应避免使用污泥厌氧消化方法，从而避免磷的回溶。

有机富磷污泥的根本出路和基本方向应该是资源化，结合我国具体情况而言，在机械浓缩脱水后，经堆肥稳定或干燥造粒后作农业或绿化用肥是最为可行和现实的最终处置方案，是一种无害化、减容化、稳定化的综合处理技术，可最大限度的实现社会效益、经济效益、生态效益。

参考文献

[1] 郑兴灿, 张悦. 城市污水处理的技术决策与工艺方案选择研究. 中国土木工程学会水工业分会排水委员会第四届第一次年会论文集. 天津 2001.

[2] 郑兴灿, 李亚新. 污水除磷脱氮技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.

[3] 王凯军, 贾立敏. 城市污水生物处理新技术开发与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.