

活性污泥糖类物质代谢对其除磷能力的影响

冯生华* 刘延华

(天津市市政工程设计研究院 300051)

摘要 探讨了活性污泥糖类物质的代谢特征,总结了它对除磷能力的影响及其控制条件,这些控制条件对设计高效率的除磷工艺有很好的指导作用。

关键词: 除磷、糖、工艺

THE INFLUENCE OF ACTIVE SLUDGE CARBOHYDRATE METABOLISM ON BIOLOGICAL PHOSPHORUS REMOVAL

Feng Shenghua Liu Yanhua

(Tianjin Municipal Engineering Design Institute 300051)

Abstract The metabolism of active sludge carbohydrate is investigated, its influence on biological phosphorus removal and the controlling conditions are summarized. These controlling conditions could be a feasible guide to the design of biological phosphorus removal process of high efficiency.

Key words: phosphorus removal, carbohydrate, process

以 A/O、A²/O 为代表的生物除磷脱氮工艺已在国内外得到一定范围的应用,它能有效地去除污水中大部分氮,同时去除一部分污水中的磷,因而能减缓受水体的富营养化问题,然而这些工艺自始就存在着处理效率低而不可靠的问题,因此国内外专家一直对除磷机理进行着不懈的研究,以图发展出更科学和可靠的工艺来提高除磷的能力和可靠度。

活性污泥糖类物质(Carbohydrate 简称 CH)的代谢是近年来该领域的研究焦点,这是因为一方面它决定了活性污泥厌氧代谢模式,影响活性污泥除磷能力,另一方面它被证明是除磷脱氮工艺中活性污泥的一个普遍的主导性代谢活动^[1-2]。

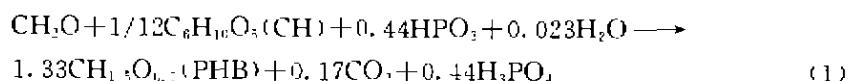
1 活性污泥 CH 代谢

Mino 最早在一个实验室反应器中发现了活性污泥所含 CH 在厌氧下降解又在好氧下

本文 1998 年 9 月 1 日收到。

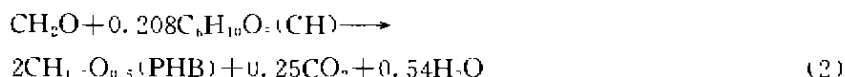
* 1937 年生,男,教授级高级工程师。

上升(再生)的现象^[3],他指在污泥CH的厌氧降解是为利用所吸收的醋酸合成PHB提供还原能力(H)



因此除磷菌降解所含CH与所吸收醋酸之摩尔比($\Delta\text{CH}:\Delta\text{AC}$)应该是1:6,然而他的试验结果却是1:3,意味着其它形式代谢途径的存在。

Satoh最近发现活性污泥能够利用所含CH作能源在厌氧状态下吸收醋酸而不释放磷^[4],并提出了污泥厌氧代谢模式(2),这一模式所给出



的 $\Delta\text{CH}/\Delta\text{AC}$ 之摩尔比也被他和Matsuo^[5]的试验证实。

这两个代谢模式分别代表了活性污泥微生物利用聚磷或者CH做厌氧代谢能源的情形,当活性污泥以CH做厌氧代谢能源时,它在好氧段不再吸收磷而只进行CH的合成(再生),Cech和Hartman^[6]用葡萄糖为主要进水有机物的试验也得出了类似的结论,因此,要达到可靠的除磷效果必须避免活性污泥使用CH作为厌氧代谢的能源。

2 活性污泥CH含量的含义

Lin^[7]用两个实验室反应器展示了在分别以葡萄糖和醋酸为主要进水有机物条件下,污泥CH含量的变化对它除磷(过剩摄磷)能力的影响,随着污泥CH含量的上升,污泥的除磷能力迅速下降,这一研究结论已被许多研究者的试验结果所证实,图1展示了当厌氧段结束时污泥CH含量(CH/MLSS)与污泥除磷能力(好氧结束时污泥含磷量P/MLSS)的关系,可见将污泥的CH含量控制在一个低水平是提高污泥除磷能力的一个重要条件。

事实证明,当活性污泥CH含量不同时,污泥微生物厌氧吸收COD的反应途径也不同,图2展示了具有不同CH和磷含量的活性污泥厌氧吸收等量醋酸的情形,可见,当污泥CH含量较高时,污泥不释放磷而降解较多的CH, $\Delta\text{CH}:\Delta\text{AC}$ 之比较接近Satoh模式给出值式(2),相反,当污泥CH含量较低时 $\Delta\text{CH}:\Delta\text{AC}$ 之比则接近Mino模式给出值,因此污泥CH含量水平实质上决定了它在厌氧条件下的代谢途径。

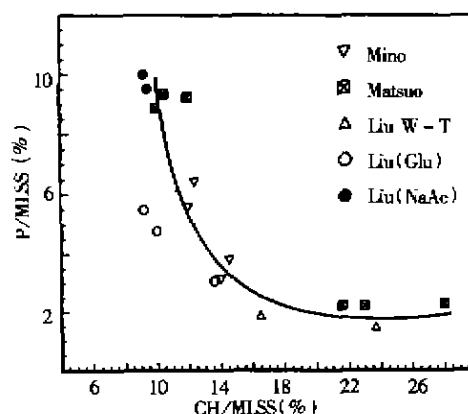


图1 厌氧段结束时污泥CH含量与其除磷能力的关系

3 污泥CH含量的控制

近年来许多研究都证明污泥CH代谢在厌氧/(缺氧)/好氧工艺中有主导性作用^[8],这一代谢过程决定了进水COD尤其是进水中溶解性COD的去除方式^[9],图3是厌氧、缺氧和好氧条件下进水COD和污泥CH的转化平衡

图. 假设进水中有机物在厌氧状态下全部被污泥吸收, 厌氧反应物是污泥 CH 和进水 COD, 厌氧反应产物是 PHA (polyhydroxyalkanoates), 该产物在缺氧段被用作反硝化 (DN), 在好氧状态下又被氧化产能用于细胞物质合成 (BS)、聚磷合成 (PP)、CH 的再生 (CH) 和维持污泥活性 (M)。

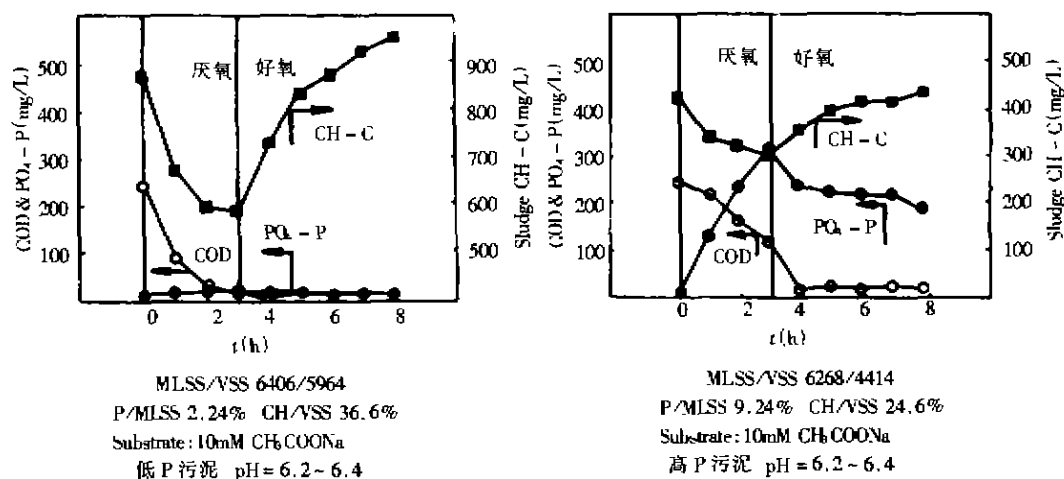


图 2 CH 含量不同的活性污泥吸收醋酸时降解 CH 和释放磷的情形

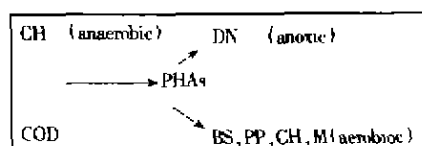


图 3 厌氧—(缺氧)—好氧工况下进水 COD 的转化和利用

值得指出的是厌氧反应过程不仅为污泥吸收 COD 提供能量及还原能力, 而且为延时厌氧状态下维持污泥活性提供能量^[10], 因而在进水水质一定的条件下, 延时厌氧反应能使污泥 CH 降到较低的水平。

由于反硝化消耗掉一部分 COD (或 PHAs), 减少了可被用于 CH 合成的碳源, 因此它也有利于污泥 CH 含量的控制。

Liu 证明了游离氧是污泥 CH 再生的必要元素。在缺氧状态下污泥 CH 合成十分不明显^[7], 因此将好氧反应溶解氧浓度控制在较低水平或者控制好氧反应时间都有利于控制污泥 CH 的好氧合成。

实际上活性污泥厌氧吸收 COD 的能力是受许多因素影响的。由于在好氧段混合液液相 COD 的存在能刺激污泥 CH 的合成^[11], 因此污泥厌氧吸收 COD 的程度越高越有利于控制污泥 CH 合成。

4 结论与讨论

活性污泥 CH 代谢在除磷工艺中有着不可缺少的作用, 对它的深入认识将使除磷机理更加完善, 笔者总结了它对活性污泥除磷能力的影响及其控制条件, 这些控制条件已被实验证明有利于提高污泥的除磷能力, 对新除磷工艺的设计有很好的指导作用。

在这些控制条件中, 值得注意的是延时厌氧反应和利用厌氧反应产物进行的反硝化作用, 前者不仅可提高除磷能力和可靠性, 而且可改善污泥的沉降性能, 提高污泥矿化度, 其机理研究还有待深入, 后者的作用可大幅度提高反硝化对进水 COD 的利用率, 从而从根本上提高脱氮效率。

参 考 文 献

- 1 Smolders G J F, Meij J, Luosdrecht M C M, Heijnen J J. Stoichiometric model of the aerobic metabolism of the biological phosphorus removal process. *Biotechnol and Bioeng*, 1994, 44: 837
- 2 Satoh H, et al. Anaerobic substrate uptake by the enhanced biological phosphorus removal activated sludge treating real sewage. *Proceedings for the 18th LAWQ conference in Singapore*, 1996
- 3 Mino T, et al. Effect of phosphorus accumulation on acetate metabolism in the biological phosphorus removal process. in: *Advances In Water Pollution Control: Biological Phosphorus Removal from Wastewater*. Rome (Oxford Pergamon Press (Edited by R Ramadori), 1987, 27~38
- 4 Satoh H, et al. Deterioration of enhanced biological phosphate removal by the domination of microorganisms without poly-P accumulation. *Water Sci. Technol.* 1994, 30(6): 203~211
- 5 Cech J S, et al. Competition between polyphosphate and polysaccharide accumulating bacteria in biological phosphorus removal systems. *Water Res.* 1993, 27: 1219~1225
- 6 Matsuo Y. Effect of the anaerobic SRT on enhanced biological phosphorus removal. *Water Sci Technol.* 1994, 30(6): 193~202
- 7 Liu Y-H. Low sludge carbohydrate content: a prerequisite for enhanced biological phosphorus removal. *Water Environment Research*, 1997, 69(7): 1~7
- 8 Somaia I, et al. Phosphorus release-storage reaction and organic substrate behavior in biological phosphorus removal. *Water Res.* 1986, 22(1): 49~58
- 9 刘延华, 冯生华. 厌氧-好氧活性污泥法快速低耗氧去除 COD 的机理初探. *给水排水*, 1997, 23(6): 12
- 10 Liu Y H, Feng S H. Inspection and prospect of EBPR the effect of sludge carbohydrate content. *Proceedings for the 2nd LAWQ special conference on microorganisms of activated sludge and biofilms*. Berkeley, 1997
- 11 Liu W T et al. Role of glycogen in acetate uptake and polyhydroxyalkanoate synthesis in anaerobic-aerobic activated sludge with a minimized polyphosphate content. *J Ferment Bioeng*, 1991, 77(5): 535~540