

城市污水处理的生物脱氮

■李凤娇 郑传宁 李胜海

一、城市污水中氮的存在形式与数量

城市污水中氮存在有四种形式,即有机氮、氨氮、亚硝酸盐氮以及硝酸盐氮。污水中有机氮主要来自氨基酸、多肽和蛋白质,都是生物过程中的产物,有机氮的增加,说明水污染严重。污水中氨氮是微生物活动的产物,在收集、输送污水过程中,由于微生物的作用,使有机氮分解变成氨氮。氨氮是指铵离子和氮的总称,它以铵根或氮溶解气体形式存在,如下式所示 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

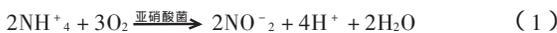
水中氨氮量的大小,是衡量水污染程度的指标之一。亚硝酸盐氮是自然界氮循环的中间产物,它是蛋白性物质经分解后产生亚硝酸盐氮。一般亚硝酸盐氮是不稳定的,它很快会转化成硝酸盐氮。硝酸盐氮的存在,说明水体已受到有机性污染。硝酸盐氮是氮循环中最高氧化阶段,在生物氧化的最后阶段中,硝酸盐氮可达到相当高的浓度。

四种形式的氮一般都用含 N 量 mg/l 表示。如果氨氮用 NH_3 表示,则 $\text{N} \times 1.216\text{mg/l}$;用 NH_4 表示则 $\text{N} \times 4.43\text{mg/l}$,在计算时应予注意。

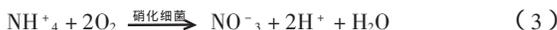
二、脱氮工艺流程

城市污水除氮方法有两种,即物理化学方法与生物处理方法,前者有氨吹脱法、折点加氯法、选择性离子交换法等,后者是利用微生物作用分解含氮物质。

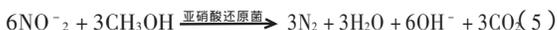
生物处理方法是模拟自然界氮循环方式,由微生物起作用,在生物处理系统中产生硝化与反硝化作用,达到除氮目的。在生物脱氮过程中,微生物首先使有机氮转化成氨氮,在供氧充足条件下,亚硝酸菌与硝酸菌作用使氨氮变成亚硝酸盐和硝酸盐。这过程为硝化过程,其反应式如下:



总反应式



当亚硝酸盐或硝酸盐在缺氧条件下,在反硝化菌作用下,把亚硝酸盐或硝酸盐转变成氮气,从而达到除氮的目的,这过程称为反硝化脱氮过程,可用下式表示:



总反应式



上述反应式中,在反硝化过程中需要 H_2 供给体(有机

物)。

硝化与反硝化脱氮反应组成了生物脱氮系统。在生物脱氮系统中,污水中有机物(或称有机碳)与污水中含氮物质或称总氮的变化,可作如下概括:

1. 有机碳

进水有机物或有机碳(1)合成新细胞 $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$ (2)反硝化 CO_2 (3)微生物和及 CO_2 (4)出水中带出有机物

2. 总氮

总氮的硝化反硝化变迁流程,如图(1)所示。

硝化和反硝化过程中,氮在污水处理系统中的变迁流程如图(2)所示

三、影响生物脱氮效率的因素

生物脱氮是利用硝酸菌及亚硝酸菌作用,首先在供氧充足条件下,使氨氮转化成硝酸盐氮;而在无氧条件下,硝酸盐氮还原成氮气从系统中脱除。因此了解系统中硝化菌存在数量、环境条件以及厌氧状态的情况是极为重要的。

BOD₅与总氮之比(BOD₅/TKN)

根据有关文献介绍,在好氧生物处理系统中都有硝化菌参与反应,但数量有限,活性污泥中硝化菌含量与废水中 BOD₅与总氮之比有关。当 BOD₅/TKN = 1~3 之间,硝化菌在活性污泥中占的比例为 21—8.3%。

因此,掌握原生废水中 BOD₅总氮比的资料,是设计生物脱氮的重要因素。

溶解氧浓度

曝气池中溶解氧浓度与硝化菌生长速率有密切关系,一般要求剩余溶解氧浓度大于 2mg/l。而在反硝化过程中,厌氧池中溶解氧浓度必须小于 0.5mg/l,因为高的溶解氧,将抑制硝酸盐转化为氮气。

温度

曝气池中硝化速率随温度的下降而减少,在反硝化过程中温度要大于 10℃ 以上,大部分资料认为 20℃—30℃ 反硝化速率基本相同。

PH 值

研究表明,硝化菌对 PH 反应很敏感,在 PH 为 8~9 范围内,其生物活性最强,当 PH <6.0 或 > 9.6 时,硝化菌的生物活性将受到抑制并趋于停止。在生物硝化系统中,应尽量控制混合液的 PH 大于 7.0,当 PH <7.0 时,硝(下转 51 页)

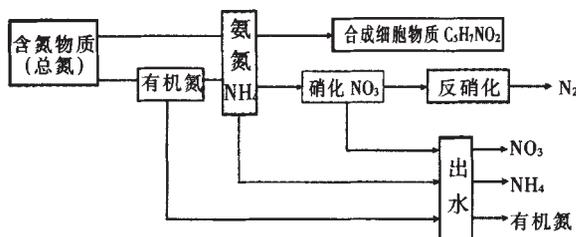


图1 总氮的硝化反硝化变迁流程



图2 硝化与反硝化中氮的变迁

“平改坡”屋面热水器安装技术改进

■ 金晓平

太阳能热水器凭借节能、环保等诸多优点,已普遍进入寻常百姓家,但如何科学安装太阳能热水器一直是研究和探讨的一个课题。八十年代,砖混多层住宅建筑大多设计为平顶屋面,在屋面结构设计中虽采取了一些阻止或减少热的传递等保温隔热措施,使建筑物尽量满足使用要求,但效果不是很理想。

近年来,随着气候的变化,特别是南方地区天气炎热,平顶室内高温、高湿,使人闷热难当,严重地影响了人们的正常生活。为改善这种状况,人们纷纷将原平顶屋面改建为平瓦或琉璃瓦坡屋面,已成为一种时尚。屋面隔热功能变了,但屋面上的太阳能热水器安装位置也应及时改进,也就是说在平改坡或设计坡屋面时,就要考虑和留出太阳能安装的位置。目前太阳能热水器安装大多是散乱零落,有的安装在屋面的雨蓬上;有的安装在屋脊的正中间;有的安装在坡前和坡后。远处观看杂乱无章,造成住宅小区居住环境上的不协调,也严重影响了市容市貌。

为充分利用“平改坡”的契机,用有效的资金创造良好的公共空间环境,以获得一个同意的价值及功能效果。这里简单谈谈太阳能热水器安装位置改进的做法,以供借鉴参考。

“平改坡”的屋面基本上都是双坡和四坡向。改建施工中应根据房屋朝向,考虑从原平屋面前、后沿轴线,向相反方向留置 1.6 米平面(此尺寸可满足采用大型太阳能热水器的用户)用于太阳能热水器安装位置(见图示)。

安装位置的留置,将采用预制混凝土隔热大板,大板的安装应参照构件制作规定和架空隔热板施工方法进行,铺盖中应平整、牢固、缝隙勾缝密实,边沿顺直,板下无杂物,不损坏防水层。在预制混凝土隔热大板的横向接头位置,沿

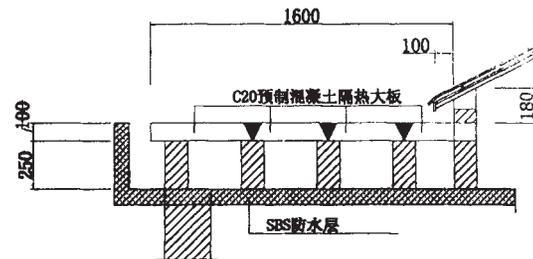
承重墙(梁)轴线要留设变形缝。缝内填塞沥青沙浆或建筑油膏。铺架时要注意做好天沟、斜沟、檐沟、封山及屋面交接处的泛水处理,以利排水畅通。为增加观感效果,太阳能热水器上下水软管也应采取有效措施,每单元集中统一成束,配套固定引下。此留设的安装位置,还可供因缺水及水压不足的地区安装小型贮水水箱之用。

这种简单的改进方法,施工起来并不需要太多的经济投入,若能在设计中根据房屋的实际情况,对其方式、方法,求新求异进行充实,推而广之,效果将会相得益彰。改进后的优点如下:

- 1、便于从事高空作业人员在安装维修太阳能热水器时,立足安全,起到人身安全保障作用。
- 2、太阳能热水器安装后支架平稳,平瓦不宜破碎损坏,延长了屋面使用年限。
- 3、城、镇、村的单位和住宅,尤其是规划较好的住宅小区,可根据建筑物的朝向,将整幢楼房屋面上太阳能热水器安装朝向一致,达到外观整齐划一的效果。□

(作者单位:宣城市建设总公司)

编辑/小丁



太阳能热水器安装位置大样图

(上接 40 页) 化速率将明显下降。当 $\text{PH} < 6.5$ 时,则必须向污水中加碱。

反硝化菌对 PH 变化不如硝化菌敏感,在 PH 为 $6 \sim 9$ 的范围内,均能进行正常的生理代谢,但生物反硝化的最佳 PH 范围为 $6.5 \sim 8.0$ 。当 $\text{PH} > 7.3$ 时,反硝化的最终产物为 N_2 ,而当 $\text{PH} < 7.3$ 时,反硝化最终产物为 N_2O 。

由于反硝化菌对 PH 范围要求较宽,因而生物脱氮工艺中, PH 控制的关键在于生物硝化,只要 PH 变化不影响硝化的顺利进行,则肯定不会影响反硝化。

细菌生长条件

硝化菌是一种较为敏感的细菌,废水中所含某些物质,可能会减慢甚至抑制硝化菌生长;而废水中无机微量营养物质,可促进硝化菌生长,如钙、镁、铜、铁、锌、锰、钠及磷。

反硝化过程中,无需特殊细菌,很多兼性异养性细菌均有反硝化能力,但是碳氮比($\text{C}:\text{N}$)是控制因素。 $\text{C}:\text{N}$ 至少要

大于 $3:1$,才能促成脱氮作用,小于 $3:1$,反硝化速率很快下降。

近年来,利用 A/O 法生物脱氮工艺,去除总氮效率可达 $70\% \sim 75\%$,而常规活性污泥法总氮去除率仅有 $25 \sim 30\%$ 。

由于生物脱氮工艺已达到污水深处理程度,其基建费及经常费均较一般二级生物处理贵。曾对 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 城市废水厂进行方案比较采用 A/B 法脱氮处理流程比不脱氮处理流程,基建费增加 8% ,经常费增加 17% ,去除每公斤总氮能耗为 14 千瓦。

生物脱氮处理工艺的 A/O 法中好氧区与厌氧区,随着进水水质、水温的变化,系统中深解氧、碱度等要随时调整,因而对操作管理技术要求较高,还尚待进一步探讨。□

(作者单位:合肥工业大学 合肥市污水处理管理办公室)

编辑/晓梅