

# 污水处理厂甲醇加药间设计探讨

姚枝良 金彪 杜炯

(上海市市政工程设计研究总院, 上海 200092)

**摘要** 目前, 南方大多城市污水处理厂普遍存在进水氮磷浓度高, 缺乏碳源的特点。需要通过投加甲醇等外加碳源来提高常规脱氮工艺的反硝化水平。通过工程实例, 介绍污水处理厂中甲醇加药间的设计要点和注意事项, 为今后完善甲醇加药间的设计方法提供借鉴。

**关键词** 污水处理厂 反硝化 碳源 甲醇加药间 设计要点

## 0 前言

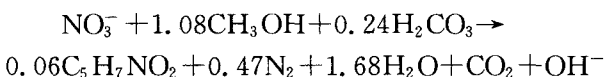
我国南方城市污水普遍存在低碳相对高氮磷的水质特点, 由于有机物含量偏低, 采用常规脱氮工艺无法满足缺氧反硝化阶段对碳源的需求, 导致反硝化过程受阻, 并抑制异养好氧菌增殖, 使得氨氮( $\text{NH}_3\text{—N}$ )的同化作用下降, 大大影响了污水处理厂的脱氮效果。实践证明, 投加碳源是污水处理厂解决这类问题的重要手段。

甲醇是污水处理厂最常用的外加碳源。甲醇作为基质时本身不含有营养物质(如氮、磷), pH呈中性, 可减少对污水中微生物的影响, 同时甲醇能够被完全氧化, 分解后的产物为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ , 不留任何难降解的中间产物。虽然甲醇的价格可能比葡萄糖和醋酸盐稍贵, 但作为碳源时, 其去除硝酸盐的最佳碳氮比较低, 且反应速率较快、产泥量较低, 因此作为外加碳源比葡萄糖和醋酸盐更为常用<sup>[1]</sup>。

在具有低碳高氮磷水质特点的南方城市建设污水处理厂时, 尤其是在对老厂进行改扩建时, 常常需要设置甲醇加药间。本文结合厦门某污水处理厂扩建工程实例, 介绍污水处理厂中甲醇加药间的设计。

## 1 甲醇投加量的计算

在缺氧反硝化阶段, 污水中的硝态氮( $\text{NO}_3^- \text{—N}$ )在反硝化菌的作用下, 被还原为氮气( $\text{N}_2$ )。反硝化过程中, 硝酸盐( $\text{NO}_3^- \text{—N}$ )为电子受体, 有机物(碳源)为电子供体。当采用甲醇( $\text{CH}_3\text{—OH}$ )为碳源时, 外源反硝化细胞合成的反应式为:



根据反应式可知, 每去除 1 mg/L  $\text{NO}_3^- \text{—N}$  所

需的甲醇量是 2.47 g, 在实际工程中, 投加的甲醇量应适当加大, 因为带入缺氧区的溶解氧会消耗掉一些甲醇, 同时反硝化进水中仍有剩余的  $\text{BOD}_5$ 。美国环保局(USEPA)建议工程实践中典型投加剂量为 1 mg/L  $\text{NO}_3^- \text{—N}$  加入 3 mg/L 甲醇, 可达到完全反硝化, 即 95% 的硝态氮转化为氮气<sup>[2]</sup>。

实际工程中, 若进入反硝化段的污水  $\text{BOD}_5 : \text{N} < 4 : 1$  时, 应考虑外加甲醇, 甲醇投加量可根据对应去除的硝态氮量进行计算, 计算公式为:

$$\text{甲醇投加剂量}(\text{mg/L}) = 3(N_{\text{in}} - N_{\text{BOD}})$$

式中  $N_{\text{in}}$ ——进水的硝酸盐浓度, mg/L;

$N_{\text{BOD}}$ ——进水中  $\text{BOD}_5$  消耗的硝酸盐浓度, mg/L,

$\text{BOD}_5 : \text{N} \geq 4$ , 可认为反硝化完全。

以厦门某污水处理厂扩建工程为例, 设计处理水量为 30 万  $\text{m}^3/\text{d}$ , 设计出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 B 标准, 其进、出水水质主要指标见表 1。

表 1 污水处理厂进、出水水质指标

指标	$\text{COD}_{\text{Cr}}$ /mg/L	$\text{BOD}_5$ /mg/L	SS /mg/L	TN /mg/L	TP /mg/L
进水水质	300	130	180	35	3.5
出水水质	60	20	20	20	1.5

本工程中污水处理厂原建有初沉池, 污水经过初沉池后,  $\text{BOD}_5$  的去除率按 25% 计, 故进入反应池污水中的  $\text{BOD}_5$  为 97.5 mg/L,  $\text{BOD}_5 : \text{N} = 2.8 < 4$ , 故应该外加碳源, 甲醇投加剂量 =  $(35 - 97.5/4) \times 3 = 31.9(\text{mg/L})$ , 投加量为 9 570 kg/d。

## 2 甲醇加药间的设计要点

甲醇加药间的设计主要包括两部分: 投加泵房

和甲醇储罐。其中投加泵房可以根据之前计算的甲醇投加量和处理水量来选择投加泵。甲醇储罐应按照预留用地的大小,并结合一定的储备天数来配置。本工程中按照7天的甲醇储备量设计,共设3座埋地的卧式储罐,单座甲醇储罐的有效容积为 $25\text{ m}^3$ 。

根据《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006),投加泵房和甲醇储罐应分体设计,并保持一定的防火间距。由于甲醇按防火分类属甲类液体,规范中要求埋地式储罐与其泵房之间的防火间距不应小于 $15\text{ m}$ ,且防火间距与罐容有关。由于本工程中甲醇总储量为 $90\text{ m}^3 < 1\,000\text{ m}^3$ ,根据规范防火间距可在原基础上减少 $25\%$ ,本工程中泵房与埋地式储罐的间距采用 $12\text{ m}$ 。同时根据规范要求,两排卧式储罐之间的防火距离不应小于 $3\text{ m}$ 。

若采用地上式储罐或储罐组,其四周应设置不燃烧体防火堤。防火堤内储罐布置不宜超过2排,防火堤的内侧基脚线至卧式储罐的水平距离不应小于 $3\text{ m}$ 。防火堤的高度可根据防火堤的有效容量计算,其有效容量不应小于其中最大储罐的容量,同时防火堤的设计高度应比计算高度高出 $0.2\text{ m}$ ,且其高度应控制在 $1\sim 2.2\text{ m}$ 。

本工程中投加泵房采用半地下式结构,通过楼梯与地面相通,甲醇储罐采用埋地的卧式罐,两者之间设置管廊连接,管道敷设管廊中,一方面可以避免管道的损坏而造成甲醇泄漏,同时也方便今后的检修和维护。甲醇加药间的布置如图1所示。

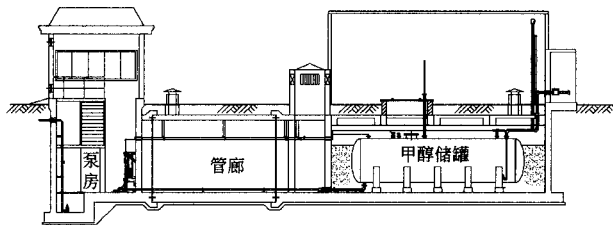


图1 甲醇加药间剖面

### 3 厂区布置上的设计要点

由于甲醇属于易燃液体,甲醇加药间本身具有一定的火灾危险性。当甲醇储罐发生火灾时,易导致储罐破裂或发生突沸,使液体外溢发生连续性火灾爆炸,危及范围较大。因此在厂区布置上应结合甲醇加药间的特殊性进行设计。

#### 3.1 建筑设计的防火要求

根据《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006),甲醇在火灾危险性上属于甲类液体。因此甲醇投加泵房和甲醇储罐应按甲类厂房和甲类液体储罐考虑,周围的道路及建筑与甲醇加药间的防火间距应满足规范要求,主要设计要求如下:

(1) 甲醇投加泵房与厂区道路应设置一定的防火间距,如与厂区主要道路路边的防火间距为 $10\text{ m}$ ,与厂区次要道路路边的防火间距为 $5\text{ m}$ ;与其他建筑物的防火间距应根据建筑物的性质及耐火等级考虑,如甲醇投加泵房与其他甲类厂房的防火间距为 $12\text{ m}$ ,与厂区民用建筑(二级)的防火间距为 $25\text{ m}$ 。

(2) 由于甲醇储罐的火灾危险性,其与厂区道路的防火间距要求更高,如与厂区主要道路路边的防火间距为 $15\text{ m}$ ,与厂区次要道路路边的防火间距为 $10\text{ m}$ ;甲醇储罐与其他建筑物的防火间距不仅与建筑物的性质及耐火等级有关,还与甲醇储罐罐区的总储量有关,本工程中罐区的总储量为 $90\text{ m}^3$ ,根据规范要求,其与二级耐火等级的建筑物的防火间距为 $15\text{ m}$ ,与室外变、配电站的防火间距为 $35\text{ m}$ ,直埋地下的卧式储罐较地上式储罐安全些,故规范中规定与建筑物之间的防火间距可在此基础上减少 $50\%$ 。

在进行厂区布置时,还应考虑甲醇加药间与围墙、厂外道路、铁路、重要公共建筑等地点的防火间距,以减轻其发生火灾危险时对周边环境的影响。

当对现有污水处理厂进行改、扩建时,如执行防火间距的规定有困难,可采取适当的防火措施来减少间距,如采用防火墙等,可以根据规范要求在原防火间距的基础上减小。

#### 3.2 电气设计的防爆要求

由于甲醇属于易挥发液体,其蒸汽与空气混合易形成爆炸性气体混合物,遇明火、高温、氧化剂有燃烧爆炸危险。因此对规定范围内的电力装置应进行爆炸性气体环境的电力设计。

根据《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—92),可以将甲醇加药间所属区域分为0区、1区和2区,如甲醇储罐内部未填充惰性气体的液体表面以上的空间为0区;距离储罐的外壁和顶部 $3\text{ m}$ 的范围内划分为1区;以甲醇投加系统的排气口(释放源)为中心,半径为 $15\text{ m}$ 、高度为 $7.5\text{ m}$ 的范围内划分为2区。

# 我国城市居民饮用水水质风险分析

南国英 任淑萍 杨国丽 代学民

(河北建筑工程学院, 张家口 075024)

**摘要** 我国城市居民饮用水水质存在风险,这一风险是纯风险,属于基本风险类,具有可变性,其后果为危害人体健康。风险事件分为稀有事件和频发事件两类。饮用水水质风险一般可分解为结构方向、时间方向和因素方向等多维方向进行辨识。典型风险事件清单可作为风险辨识的重要参考。

**关键词** 饮用水 水质 风险 分解 辨析 评价

我国城市居民饮用水水质存在不安全因素,饮用水组成的多元化增加了潜在的风险。目前,城市供水行业普遍采用独立指标定性评价方法研究水质安全性。为有效控制水质风险,迫切需要提出一套系统评价水质安全性的定量方法。本文研究了利用风险分析技术评价饮用水水质安全性的基本思路,并对其基础理论与基本方法进行探讨。

## 1 风险的客观性与可控性

风险是指事件将来的客观事实与目前主观愿望的差距及其发生的可能性。饮用水水质风险是由于饮用水水质问题而损害人体健康事件发生的可能性及其严重程度。如同其他风险一样,不论人们是否认识、是否承认,饮用水水质风险是客观存在的。

1854年,英国伦敦爆发一场霍乱流行病,大夫斯诺发现传染病流行是由于人们饮用不清洁的水而造成的<sup>[1]</sup>。自此,水质对人体健康的影响逐渐引起人

们的重视。1981年报道在世界范围内水体中共检出2 221种合成有机物。在饮用水检出的765种有机化合物中,20种为公认的致癌物,23种为可疑的致癌物,18种为促癌物,56种为诱变剂。20世纪80年代,美国环保局(USEPA)提出水体中129种应优先控制污染物名单(俗称黑名单),我国曾提出的黑名单包括14类68种<sup>[2]</sup>。我国的地方性甲状腺肿大、氟毒症、克山病、大骨节病等都与饮用水水质有关<sup>[3]</sup>。

为控制水质风险,保障饮用水水质安全,人类进行了不懈的努力,并取得了一定的成就。美国曾经对78个城市进行调查统计,发现自从提出水中微生物控制指标后,伤寒病死亡人数由1910年的20.54人/10万人下降到1946年的0.15人/10万人<sup>[4]</sup>。

饮用水水质风险是人类社会中长期存在的问题。随着技术与经济的发展,水质风险问题会不断被发现,也会不断出现新的问题。同时,人类能够有意识地

区域内的各种灯具、报警装置、接线盒等电气设备应尽量布置在爆炸危险性较小或没有爆炸危险的环境内,当必须布置在爆炸危险区域时,应根据爆炸危险区域的分区、电气设备的种类和防爆结构的要求,选择相应的电气设备。

## 4 结语

由于甲醇的火灾危险性,甲醇加药间不同于污水处理厂的常规建筑物,而我国目前并没有专门的设计规范及标准。因此设计单位在甲醇加药间的设计过程中,应加强工艺、电气、建筑、通风等各专业的沟通,在实现反硝化阶段脱氮效果的同时,保障污水处理厂的安全运行。

## 参考文献

- 1 Metcalf, Eddy Inc. 废水工程:处理及回用. 秦裕珩等译. 第4版. 北京:化学工业出版社,2004
- 2 李亚新. 活性污泥法理论与技术. 北京:中国建筑工业出版社,2006

8. 通讯处:200092 上海市中山北二路901号 上海市政  
工程设计研究总院排水四院

电话:(021)51298373

E-mail:yao\_zl\_gp4@smedi.com

收稿日期:2009-09-30

修回日期:2010-02-22