

水中氨氮挥发影响因素探讨

庄源益 戴树桂 张明顺*

(南开大学环境科学系, 天津, 300071)

摘 要

本文介绍了水中氨氮挥发的影响因素. 水中氨氮挥发速率常数随水的 pH 值和水温升高而增加, 水面风速大则常数值也大, 大气压高的地区的挥发速率常数小于大气压低者. 与蒸馏水体系相比, 在实验条件相同时滇池湖水中氨氮挥发速率常数小.

关键词: 氨氮, 挥发速率, 大气压.

氨氮挥发是氮循环过程的一部分, 水中氨氮挥发受多种因素影响. Weiler^[1]通过现场和实验室测量, 表明影响水中氨氮进入大气的因素是风速、水温和水的 pH 值. 同样, Stratton^[2]也通过实验得出相同结论. 但是, 在影响氨氮挥发的因素中, 大气压或海拔高度及真实水体的理化性质的影响却未见报导. 本文提供的实验结果表明, 水中氨氮挥发不但受风速、水温和 pH 值影响, 还受大气压变化及实际水质影响.

材 料 和 方 法

实验用挥发装置如图 1 所示, 此装置类似于 Cohen 等人的风道装置^[3], 其主体部分包括流动空气缓冲室和挥发槽, 其风量由鼓风机控制. 气流速度(风速 v)用 EY3-2A 电子风速仪测定. 实验时向挥发槽中加入蒸馏水或湖水, 用稀碱或稀酸调节溶液的 pH 值, 再加入(对湖水不加入)适量氯化铵溶液, 使水中氨氮浓度达到预定值. 随后开机鼓风, 并控制适当风速, 同时通过采样孔采集表层(0.5cm)和深层(15cm)样品各 25ml. 此后, 在不同的时间间隔采集表、深层样品, 测定氨氮浓度. 试样中氨氮浓度用纳氏比色法测定. 试验过程中用蒸馏水补充槽中蒸发水量. 试验表明反应过程中 pH 值变化为 ± 0.1 单位, 故未使用缓冲溶液. 另外, 实验过程中略去生物活动对水中氨氮浓度的影响.

结 果 与 讨 论

1. 水的 pH 值对氨氮挥发影响

水中存在的氨氮包括离子氨与非离子氨. 氨氮挥发主要指非离子氨从水中向大气转

* 现在中国环境管理干部学院工作.

移,而离子氨是很难挥发的.离子氨在水中存在下列平衡: $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$,因此,水的pH值影响非离子氨数量,也就影响氨氮挥发速率.

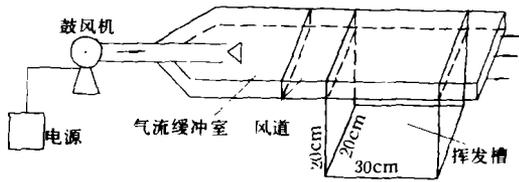


图1 挥发槽示意图

Fig. 1 Schematic sketch of volatilization tank

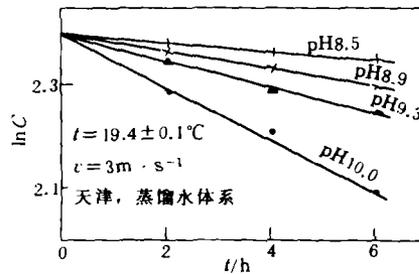


图2 不同pH值下的lnC-t图

Fig. 2 Variation of lnC with time in different pH values of water

如图2所示,在蒸馏水体系中,氨氮(离子氨+非离子氨)浓度的对数值和挥发时间呈良好的直线关系,说明表层水中氨氮挥发符合一级反应规律.这一结果与Stratton的研究结果相符^[2].由图2数据可得到不同pH值蒸馏水体系中氨氮挥发速率常数 k 与pH值的关系,如表1所示.表中带星号数据是由pH与 k 的回归方程计算得出的,因为 $\text{pH} < 8.0$ 的体系中挥发过程氨氮浓度变化很小,不易测准.

表1 pH值与 k 关系

Table 1 Relationship between pH and k

pH	7.5	8.0	8.5	8.9	9.3	10.0
k/h^{-1}	0.003*	0.006*	0.011	0.018	0.027	0.048

2. 风速对氨氮挥发的影响

对水中难溶解的烃类,Cohen等^[3]曾报导其挥发转移系数与风速之间存在指数关系.而Weiler^[1]对氨氮挥发的研究表明,风速与转移系数之间存在线性关系,即随风速增加,挥发量增加.当风速大于 $10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时会出现大波,溅起水花,使试验难以控制.我们在天津,在蒸馏水体系中,水温 $13.6 \pm 0.1^\circ\text{C}$,pH值 9.0 ± 0.1 实验条件下,测得风速 $2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $3\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时水中氨氮挥发速率常数分别为 0.006h^{-1} 和 0.010h^{-1} .可见,风速提高后挥发速率常数变大.

3. 水温对氨氮挥发的影响

在相同pH值下,水溶液中非离子氨占氨氮的百分率随水温的升高而增加,并可通过计算求得^[4,5],因此,温度升高将使氨挥发速率增加.图3示出蒸馏水体系中pH值、风速相同条件下在天津的试验结果.可见,随水温增加,挥发速率常数数值增加.这一结论与Weiler^[1]所得结果相符.

4. 大气压对氨氮挥发影响

为了探讨大气压对氨氮挥发的影响,在昆明市重复了在天津市所做的试验.由于天

津市五、六月份的温度、湿度与昆明十月份相似，在温度、风速、pH 值等相同试验条件下，试验结果的差别主要因气压不同而引起的。图 4 示出津昆两地蒸馏水体系中氨氮挥发速率常数的比较。昆明海拔 1890m，按大气压随高度变化公式算得大气压为 0.78。天津近似海平面，大气压为 1。

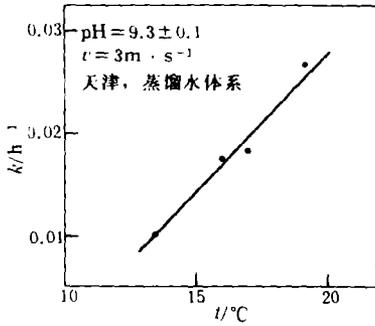


图 3 k 值对水温图
Fig. 3 Plot of k vs temperature of water

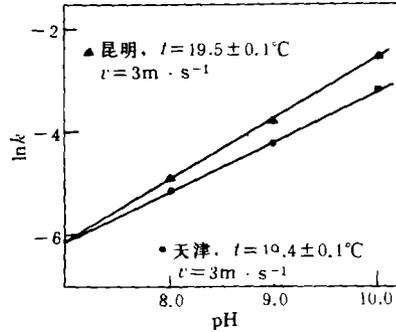


图 4 大气压对氨挥发的影响
Fig. 4 Effect of atmosphere on the ammonia volatilization

由图中曲线可看出，在高 pH 部分， k 值差别大；随 pH 值降低，两曲线靠拢，在 pH 值为 7 时两曲线重合。这主要是由于 pH 等于 7 时非离子氨只占氨氮的 4% 左右^[4]，其挥发接近于零，而不是大气压不再影响的结果。

5. 湖水中氨氮的挥发

为了考察湖水中氨氮挥发，做了滇池水的试验。滇池分草海和外海两水域。试验用草海湖水氨氮浓度为 $14.81 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ，pH 值为 8.1。采集的表层草海水样放入挥发槽中，在风速为 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，水温为 $19.3 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 试验条件下测定了原水样和将 pH

表 2 挥发速度常数比较

Table 2 Comparison in k

pH		8.1	9.1
k/h^{-1}	蒸馏水体系	0.007	0.026
	湖水体系	0.003	0.014

值调到 9.1 后水样的挥发曲线，其挥发速率也服从一级反应动力学规律，由此计算的速率常数及蒸馏水体系的挥发速率常数列于表 2 中。通过比较可以看出，实际湖水与蒸馏水体系相比，其中氨氮挥发速率常数小得多。其原因主要是实际湖水的离子强度和水粘度与蒸馏水体系不同。其进一步研究将在另外的文章中论述。

结 语

蒸馏水体系和滇池湖水氨氮向大气挥发转移速率服从一级反应规律，挥发过程的主要影响因素是水的 pH 值、水温、风速、大气压及水质。挥发速率常数随水的 pH 值升高、水温升高、风速增加及大气压降低而增大。实际湖水由于水中成份复杂，其氨氮挥发速

率小于相同条件下的蒸馏水中的挥发速率。

参 考 文 献

- [1] Weiler R R. 1979. Rate of Loss of Ammonia from Water to the Atmosphere. *J. Fish Res. Board Can.*, **36**: 685—689
- [2] Stratton F E, Asoe A M. 1969. Nitrogen Losses from Alkaline Water Impoundments. *J. Sanit. Eng. Div. Am. Soc. Civ. Eng.*, **95**(As2): 223—231
- [3] Cohen T, Cocchol W, Mackay D. 1978. Laboratory Study of Liquidphase Controlled Volatilization Rates in Presence of Wind Waves. *Environ. Sci. Technol.*, **12**(5): 553—558
- [4] Trussell R P. 1972. The Percent Un-ionised Ammonia in Aqueous Ammonia Solution at Different pH Levels and Temperatures. *J. Fish. Res. Board Can.*, **29**(10): 1505—1507
- [5] 赵吉发, 1991. 总氮与非离子氮换算模型研究. *中国环境监测*, **7**(2): 16—18

1994年4月28日收到.

A PRELIMINARY STUDY ON FACTORS INFLUENCED THE VOLATILIZATION OF AMMONIA FROM WATER

Zhunag Yuanyi Dai Shugui Zhang Mingshun

(Department of Environmental Sciences, Nankai University, Tianjin, 300071)

ABSTRACT

Factors influenced the volatilization of ammonia from water to the atmosphere has been presented in this paper. The volatilization rate constants increase with increasing pH and temperature in water, and are larger in high wind speed above water surface than in lower wind speed. The constants are smaller in the region under higher atmosphere pressure than in the region of lower atmosphere pressure. In comparison with the distilled water system, the volatilization rate constants of ammonia from Dianchi Lake water are small under same testing conditions.

Keywords: ammonia nitrogen, volatilization rate, atmosphere.