

不同室内环境条件下人体氨排放速率的研究



摘要：

氨 (NH_3) 在室内空气中的浓度通常高于室外空气中的浓度。它是室内环境中酸性物质的主要中和剂，强烈影响气态酸、碱性物质向气溶胶、表面薄膜和水体的转化。我们在室内进行了一系列实验，测量人体的 NH_3 排放量，量化了 NH_3 排放量与温度 (25.1–32.6°

C)、服装(长袖衬衫/长裤或T恤/短裤)、年龄(青少年、成人和老年人)、相对湿度(低或高)和臭氧(<2 ppb或~35 ppb)的函数。结果表明更高的温度和更多的皮肤接触显著增加氨(NH₃)的排放速率。本研究的结果可用于更准确地模拟室内和城市室外NH₃浓度及相关化学反应。

引言：

人体内的氨主要来源于细胞和肠道内蛋白质的细菌分解，它通过血液运输到肝脏，在那里转化为尿素，最终被尿液冲走。残留在血液中的氨可以通过皮肤扩散，也可通过汗液或呼吸排出。迄今为止，大多数研究都集中在呼吸中的NH₃浓度及其与年龄、性别和肝病的关系。令人惊讶的是，很少有研究涉及人体皮肤NH₃的排放，尽管事实上，皮肤的排放量往往远高于呼吸的排放量。

考虑到人类90%以上的时间都待在室内，再加上NH₃对室内酸碱过程的强烈影响，了解室内NH₃浓度的决定因素非常重要，尤其是来自人体自身的部分。在这项研究中，我们评估了人体NH₃排放速率(从全身、皮肤、呼吸)同温度、衣服(皮肤覆盖率)、年龄、相

对湿度和臭氧浓度的函数关系。实时测量分为五组，每个组由四名健康个体组成，并安置在一个受控的气候室中，使用Picarro公司的腔衰荡光谱仪（CRDS）进行气体浓度监测。这项研究是室内人体化学排放和反应性（ICHEAR）项目的一部分。

使用仪器：

为了实时测量室内NH₃浓度的变化，我们使用了Picarro G2103氨气分析仪（Picarro Inc.，Santa Clara，CA）。该仪器基于CRDS技术，它使用近红外激光源对空气中的NH₃（同时可监测CO₂和H₂O）进行基于时间的吸收测量，时间分辨率高达1Hz。该仪器对于NH₃测量的精确度为±0.15 ppb，仪器零点漂移在72小时内<±0.15 ppb，在一个月内<±0.5 ppb（峰-峰，50分钟平均值）。该分析仪的样品处理部件主要由镀有硅橡胶和聚四氟乙烯颗粒的不锈钢过滤器组成。Picarro G2103分析仪被放置在紧靠天花板顶部排气管的地方，一条聚四氟乙烯入口管（长20 cm）穿过该排气管采集气体。



本实验中的另一台CRDS (Picarro G2401) 分析仪专门用于测量试验箱中的CO₂浓度，它的5分钟平均精度为7 ppb。在持续7周的实验结束后，使用500、1000、1500、2000和2500 ppm的CO₂标准校准气体对分析仪进行校准，线性R²>0.9999。

结果和讨论

测量的排放率：表1总结了不同实验条件下使用稳态方法计算的人体NH₃排放速率。

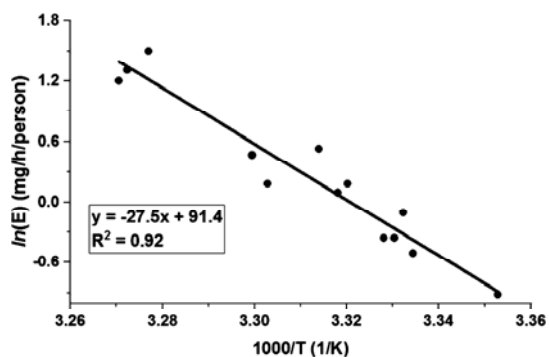
表1 根据被评估的各种因素，将测量的人体NH₃排放速率分组

		排放速率 (mg h ⁻¹ 人 ⁻¹)		平均温度 (°C)			
因素	条件	早晨	下午	早晨	下午	组	日期
重现性	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	1.2	>1.1	26.6	27.9	T4	0517
	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	1.5	>1.5	28.0	29.6	T4	0519
	长, 中温/高相对湿度, 无O ₃	1.2		28.2		A1	0423
	长, 中温/高相对湿度, 无O ₃	1.2		29.7		A1	0425
温度	中温 (长, 低相对湿度, O ₃ 下午)	1.1	1.6	28.2	29.9	A1	0426
	高温 (长, 低相对湿度, O ₃ 下午)	3.7	4.4 ^d	32.4	32.0	A1	0429
	中温 (长, 高相对湿度, 无O ₃)	1.2		28.2		A1	0423
	高温 (长, 高相对湿度, O ₃ 下午)	3.3	4.5	32.6	32.4	A1	0430
服装	长 (中温/低相对湿度, O ₃ 下午)	0.35	0.9	25.1	27.0	A2	0415
	短 (中温/低相对湿度, O ₃)	0.57	0.9	25.6	27.6	A2	0416
	长 (高温/高相对湿度, O ₃ 下午)	3.3	4.5	32.6	32.4	A1	0430
	短 (高温/高相对湿度, 无O ₃)	5.2		32.6		A1	0424
年龄	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	0.35	0.9	25.1	27.0	A2	0415
	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	1.1	1.6	28.2	29.9	A1	0426
	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	0.60	>0.6	27.1	28.4	A3	0508
	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	1.2	>1.1	26.6	27.9	T4	0517
	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	1.5	>1.5	28.0	29.6	T4	0519
	长, 中温/低相对湿度, O ₃ 下午	0.74	1.7	27.1	28.7	S5	0515
湿度	低相对湿度 (高温, 长, O ₃ 下午)	3.7	4.4 ^d	32.4	32.0	A1	0429
	高相对湿度 (高温, 长, O ₃ 下午)	3.3	4.5	32.6	32.4	A1	0430
	低相对湿度 (中温, 长, O ₃ 下午)	1.1	1.6	28.2	29.9	A1	0426
	高相对湿度 (中温, 长, 无O ₃)	1.2		28.2		A1	0423
臭氧	长, 中等温度/低相对湿度, O ₃ 下午	1.2	>1.1	26.6	27.9	T4	0517

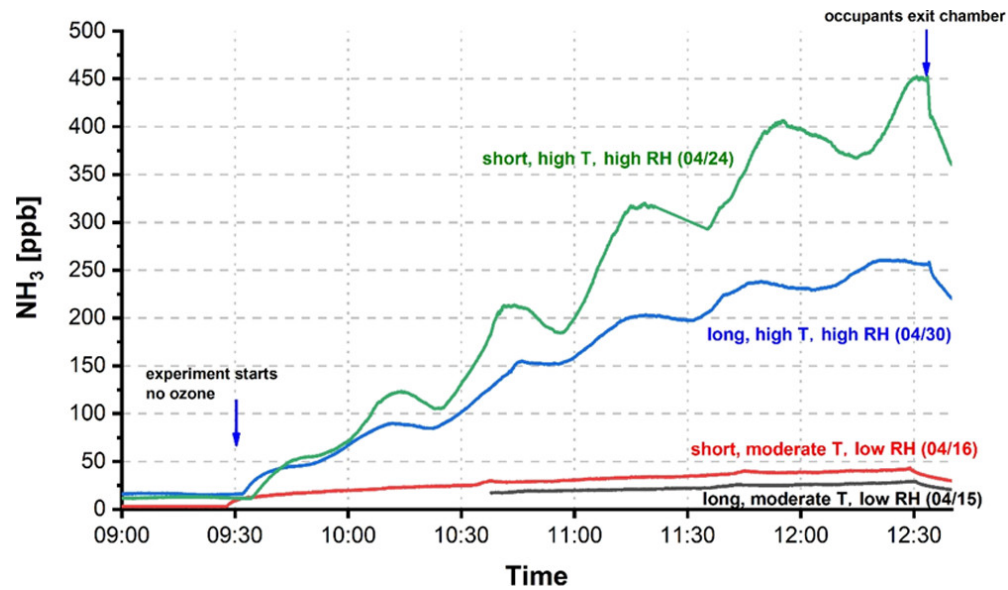
	长, 中等温度/低相对湿度, O ₃ 早晨	1.0		27.3		T4	0518
	长, 中等温度/低相对湿度, O ₃ 下午	1.5	>1.5	28.0	29.6	T4	0519
	长, 中等温度/低相对湿度, O ₃ 早晨	0.66		27.3		S5	0514
	长, 中等温度/低相对湿度, O ₃ 下午	0.74	1.7	27.1		S5	0515
真皮排放	高温/高相对湿度, 短, O ₃ 下午	4.4	6.8	31.0	31.0	A3	0502
	中温/低相对湿度, 短, O ₃ 下午	0.92	>0.8	27.9	29.3	A3	0507
只呼吸	高温/高相对湿度, 短, O ₃ 下午	>0.027		32.5		A3	0503
	中温/低相对湿度, 长, O ₃ 早晨	>0.017		26.1		A3	0506

该表格数据基于18个独立的实验；一些实验出现在一个以上的“因素”分组中。长：长袖衬衫和长裤；短：t恤和短裤；中温：平均27.7°C，范围25.1–29.9°C；高温：平均32.4°C，范围32.0–32.6°C；低相对湿度：范围22.1–36.8%；高相对湿度：范围61.6–62.9%。A1、A2和A3组：成人（19-30岁）；T4组：青少年（13-15岁）；S5组：老年人（68-72岁）。

NH₃排放速率和温度之间的相关性如下图所示：



衣服覆盖的皮肤部分对NH₃浓度和排放速率有很大影响，如下图所示：



观察结果表明，皮肤的NH₃释放速率比呼气的NH₃释放速率大得多。最直接的证据来自仅皮肤的测量（5月2日和5月7日）与5月3日和5月6日由同样四名志愿者进行的呼吸测量相比（表1）。为了从呼出的NH₃中分离出皮肤释放的NH₃，志愿者们坐在一个腔室里，用呼吸面罩遮住口鼻，然后呼气进入相邻的另一个腔室。面罩上的单向阀确保志愿者从他们坐的地方吸入空气，然后呼入相邻的腔室。综合这些观察结果表明，呼吸对全身排放率的贡献很小。这一点得到了先前研究的支持，这些研究表明，对于典型的呼吸模式，皮肤的NH₃释放率大于呼气中的NH₃释放率。

如对该文章或此类应用有兴趣，欢迎联系我们：

Chenxf@cen-sun.com

James@cen-sun.com