专论与综述

中国地区氧化亚氮排放量及其变化的估算

王少彬 苏维瀚

(中国科学院生态环境研究中心，北京 100085)

摘要 对我国大气中氧化亚氮的排放源及其大小进行了分析和计算．中国地区氧化亚氮的年排放量为 $950G_g N_2O$-N，约占全球总排放量的 6%．天然源和人为源各占我国氧化亚氮排放量的 71% 和 29%．在天然源中以海洋排放为主，人为源中则以煤炭燃烧释放的贡献最大．计算显示今后几年内氧化亚氮排放的年增加量是 $6G_g N_2O$-N．

关键词 氧化亚氮，排放源，温室气体．

大气中氧化亚氮 (N_2O) 是一种重要的痕量气体，它既有产生温室效应的作用又可以破坏平流层臭氧 [1]．测定数据显示，目前大气中 N_2O 的含量比工业化革命以前增加了许多，已达到 310ppbV(1990 年)，而且正以每年 0.2%—0.3% 的速度增加 [1,2] 虽然 N_2O 在全球环境变化中起着重要作用，但是对其排放源的确定和定量估算仍有许多问题 [3-6]．过去曾经认为农田的化肥施用和化石燃料燃烧是导致全球 N_2O 浓度增加的原因 [7]．然而，最近的研究表明，这些计算结果可能偏大．因此，有关 N_2O 源的确定及其估算仍需深入研究 [5]．

由于 N_2O 排放源及排放量在全球范围内随地区和国家的不同而不同，因此，对 N_2O 排放的限制也应视不同国家的具体情况而定．由以国家和地区为一定范围计算得出的排放源大小对国家制订相应的控制政策有着重要意义，同时对计算全球 N_2O 的收支平衡也有很大的参考价值 [8]．中国作为一个较大的发展中国家，由工业和农业活动排放出的痕量气体可能在全球温室气体排放源中占有重要的比例．王明星曾经就中国地区甲烷的排放进行过估算 [9]，但对于其它痕量气体排放源的研究工作国内还做的较少．本文根据国内的一些统计资料和经济合作与发展组织 (OECD) 最近推荐计算痕量气体排放的方法，对我国区域内 N_2O 源及其贡献做了一些分析和计算．

氧化亚氮排放源可分为天然源和人为源．在天然源中主要考虑土壤和水域等范围内的排放量．中国地区 N_2O 各种源的大致分类和排放量见表 1．

1 天然源

氧化亚氮是由土壤和水体中反硝化作用，化学反硝化作用和硝化作用等生物化学过程产生的 [10,11]．一般认为，反硝化过程是氧化亚氮产生的主要源，但在某些条件下，硝化过程对氧化亚氮的生成可能也有重大贡献 [1,12,13]．

1.1 土壤

由于土壤性质和覆盖状况等因素的差异，土壤排放 N_2O 的通量在时间和空间上变化很大．按土壤表面覆盖状况大致分荒地、森林、耕地和草地等 4 种类型土壤计算其各自 N_2O 的排放量．

据报道，对于天然土壤，虽然实验测得的大多数 N_2O 的排放通量在 0.1—2.0kgN_2O-N/(hm^2·a) 的范围内，但以 0.2kg N_2O-N/(hm^2·a) 居多 [11,14]．假定在荒地上排放通量为 0.2kg N_2O-N/(hm^2·a)，那么 1.85×10^8 hm^2 荒地 [15] 的 N_2O 排放量为 $37G_g$ N_2O-N．

热带森林和树木覆盖了 17% 的地球表面，这

文中 $G_g=10^9g$，$T_g=10^{12}g$，$GJ=10^9J$

1992 年 11 月 24 日收到修改稿

表 1　中国地区 N_2O 的天然源和人为源及其排放量

源	排放量 (G_g N_2O-N/a)	范围 (G_g N_2O-N/a)
天然源		
土壤		
荒地	37	0—185
森林	88	12—180
耕地	63	35—84
草地	200	80—400
淡水	23	2—210
海洋	265	94—473
合计	676	
人为源		
固定源		
天然气	0.6	0.1—2.6
煤	102	5—750
油	11	1.4—84
薪柴	0.8	0.1—4.5
流动源		
汽油	1.1	0.1—5.9
柴油	0.3	0.1—3.5
其它油	0.6	0.06—1.7
煤	1.2	0.4—13
肥料		
氨	3.2	1.7—14
其它氮肥	20	3.3—284
地下渗滤	25	4.2—51
生物物质	18	8.8—32
其它源		
尼龙生产	20	
合成氨	21	0—105
硝酸生产	3.2	0—16
尿素生产	48	0—140
合计	273	

些地区是 N_2O 非常重要的天然源. 由此, 目前对热带森林地区 N_2O 排放通量的研究较多. Matson 和 Vitousek[16] 总结前人的许多研究成果后, 以土壤肥力为标准确定了不同森林土壤 N_2O 的排放通量, 其变化由浇灌地的 0.10kg N_2O-N/(hm^2· a) 到高肥力地的 2.6kg N_2O-N/(hm^2· a) 不等. 对温带地区森林土壤 N_2O 排放通量的测定工作做的较少. Seiler 和 Conrad[17] 曾报道他们的结果是 0.1—0.3kg N_2O-N/(hm^2· a). Schmidt[18] 也曾估计温带森林 N_2O 排放通量范围在 0.35—0.70kg N_2O-N/(hm^2· a) 之间. 同时, 也有一些较高或较低通量数据的报道 [19,21]. 根据热带森林和温带森林的 N_2O 通量测定值, 采用 0.70kg N_2O-N/(hm^2· a) 计算得到中国地区 1.25×10^8 hm^2 森林面积 [15] 年排放 $88G_g$ N_2O-N.

由于耕地大多数都施用化肥, 因此, 在这些耕地上测定的 N_2O 排放通量包括化肥释放的部分, 而计算纯耕地 N_2O 的源排放应该以不施肥田地的测定数据为基准. Duxbury 等 [22] 测得不施肥耕地 N_2O 排放通量是 0.5—1.0kg N_2O-N/(hm^2· a). Mosier 等曾报道其数据是 1.2kg N_2O-N/(hm^2· a)[23], 而最近的结果是 0.95kg N_2O-N/(hm^2· a)[24]. 笔者曾在中国华北地区小麦地和苜蓿地上进行过 N_2O 通量的初步测定, 得到的结果与上述数据相似 [25,26]. 如果取 0.90kg N_2O-N/(hm^2· a) 为平均通量, 则 7.0×10^7 hm^2 耕地 [15] 每年排放 $63G_g N_2O$-N.

草地如沼泽和草原等 N_2O 的排放通量较低 [11], 甚至是吸收 N_2O 的汇 [22]. Bouwman[11] 综合先前得到的草地 N_2O 通量数据说明, 大多数草地排放通量值在 0.2—1.0kg N_2O-N/(hm^2· a). 用 0.50kg N_2O-N/(hm^2· a) 的通量估算草地 N_2O 的释放比较合适, 这样 4.0×10^8 hm^2 草地 [15] 将排放 $200G_g$ N_2O-N/a.

1.2　淡水

淡水系统排放的 N_2O 主要来自于反硝化过程. Seitzinger 报道淡水系统排放的 N_2O 通量是 0.05—5.0kg N_2O-N/(hm^2· a)[28], 其它对淡水系统 N_2O 的通量测定值大约在 0—1.4kg N_2O-N/(hm^2· a) [20,22,29,30]. 取中间值 0.55kg N_2O-N/(hm^2· a) 得到 4.2×10^7 hm^2 淡水面积 [15] 年排放 $23G_g$ N_2O-N.

1.3　海洋

海洋是 N_2O 的重要源. 过去估计海洋源最大年排放量是 4—$10T_g$ N_2O-N [31]. 最近的一

些研究认为海洋地区 N_2O 的排放量较低，特别是在厄尔尼诺现象发生时更是如此[32,33]. IPCC 由此估计海洋源可能的年排放量是 1.4—2.6T_g N_2O-N[1]. Hahn[34] 总结全球各纬度范围内海洋释放 N_2O 的通量数据显示，在 50°S—70°N 之间，通量在 0.34—1.8kg N_2O-N/(hm^2· a) 的范围内变化. 在 25—50°N 范围内， N_2O 的通量是 0.56kg N_2O-N/(hm^2· a). 用此数据得到中国的 4.73 × 10^8hm^2 海域面积 [15] 年排放 N_2O 量是 265G_g N_2O-N.

2 人为源

人类活动如化石燃料燃烧，化肥施用以及生物物质燃烧等对大气中痕量气体的排放贡献很大. 普遍的观点认为大气中 N_2O 浓度的增加是人为释放的结果，但是对各种人为源的相对贡献大小了解的还不甚清楚. 过去认为化石燃料燃烧是最主要的源，可是最近几年来的实验和动力学模式对此提出疑虑 [5,35]. 如果燃料燃烧不是主要源，那么其它一些生化源，如化肥释放的贡献就不容低估，同时可能还有其它一些未知源存在 [1]. 最近两年来的研究发现一些工业生产过程也排放出 N_2O, 但定量估算这些源还需进一步研究 [3].

2.1 固定源

虽然化石燃料如天然气、煤和油以及薪柴等的燃烧可以释放 N_2O, 但排放率大小随燃料种类和燃烧设施的不同而变化. Hao 等 [36] 曾测定过一些固定源的 N_2O 排放率，并由这些数据估算全球来自化石燃料燃烧的 N_2O 排放量是 3.2T_g N/a. 最近的研究发现，先前用于测定固定源中 N_2O 排放的采样方法有问题. 因为实验证明采样罐中存在的 H_2O,SO_2 和 NO_x 可以反应生成 N_2O[35]. IPCC 最新估计全球燃料源大小可能是 0.1—0.3T_g N/a, 但此数据仍有很大的不确定性 [1]. 由于以上原因，目前要准确估计化石燃料的 N_2O 排放量还很困难. OECD 给出了一些有限的固定源排放率，这些数据被认为是不受采样技术影响的 [3]. 利用这些结果，我们按煤、油、天然气和薪柴等 4 种情况计算燃料燃烧过程中 N_2O 的排放量.

OECD 给出的各种燃烧炉的排放因子在 0.8—60g N_2O/GJ 范围，采用控制措施的炉子排放因子又降低 60%[3]. 假设目前全国有一半的燃烧炉采用了控制技术，并且煤、油、天然气和薪柴的排放因子相应是 8.0,3.0,2.4 和 4.3g N_2O/GJ. 由 OECD 给出的燃料的燃烧值 [3] 和国内相应燃料的年消耗量 (除去交通运输部分)[37], 得到煤 (1.07 × 10^9t) 、油 (1.76 × 10^8t) 、天然气 (1.93 × 10^7t) 和薪柴 (2.8 × 10^7t) 分别排放 102,11.0.6 和 0.8G_g N_2O-N.

2.2 流动源

在流动源中 N_2O 产生于气缸中燃料燃烧的两个过程. N_2O, 一是生成于 NO 和反应中间体 NH 和 NCO 的反应过程，二是生成于燃烧的火焰中. 如果对废气进行催化处理也可产生 N_2O[3].OECD 提出以运输方式和燃料类型分类来计算 N_2O 的排放 [3]. 在此我们以 4 种燃料类型：汽油、柴油、其它油和煤来计算 N_2O 排放量. 由 OECD 报告中提供的数据，选汽油、柴油、其它油和煤的排放因子分别为 0.3,0.08,0.3 和 0.08g N_2O/kg 燃料，从而得到流动源中 4 种类型燃料的 N_2O 相应年排放量是 1.1,0.3,0.6 和 1.2G_g N_2O-N.

2.3 肥料

氮肥的施用是大气 N_2O 的重要源，它能直接增加土壤排放 N_2O 的量. 对氮肥排放 N_2O 难于统一定量计算，因为土壤中 N_2O 排放通量受许多因素影响，如土壤类型，肥料种类，耕作方式以及天气条件等 [1]. 最近， OECD 建议了一种估算肥料排放 N_2O 的方法 [3]. 这种方法以各种肥料中所消耗的含氮量以及氮以 N_2O 形式释放出来的系数为基础进行计算. 先计算各种肥料的 N_2O-N 排放量，然后进行加和得到总量. 肥料的消耗量为 1988 年前后 3 年的平均值. OECD 给出的各种肥料的排放系数大致可分为二类，一是氨，系数取 1.63%, 二是其它氮肥，系数约为 0.12%[3]. 这样，我们得到每年来自氨肥 (2.0×10^8kg)[38] 的 N_2O 排放量是 3.2G_g N_2O-N, 其它氮肥 (1.67×10^{10}kg)[38] 的 N_2O 排放为 20G_g N_2O-N.

土壤中氮肥除了直接释放 N_2O 外，还可以渗滤进入地表水或地下水，然后再以 N_2O 的形式排放到大气中，这种源排放比从土壤中直接释放更重要 [3]. 据估计土壤中所施肥料中的 5%—30% 氮将进入到地下水中 [3], 同时进入地下水中的氮又有 0.5%—2.0% 将以 N_2O 的形式进入到大气中 [39]. 假定肥料中 15% 的氮渗滤到地下水中，其中 1% 以 N_2O 形式排放，从而得到每年 $25G_g$ N_2O-N 来自氮肥的地下渗滤.

2.4 生物源

现在认为生物物质燃烧如农作物的秸杆燃烧，草地燃烧和土地利用方式间变换的燃烧等对大气中 N_2O 源的贡献较少 [1]. 土地利用方式间变换如森林变成农田或牧场以及耕种不同作物时的变换等虽然都能释放 N_2O, 但这种情况多发生在热带地区. 草地焚烧在我国也较少发生. 在中国，由于农作物秸杆仍是广大农村的能源材料，因此，秸杆燃烧是一种重要生物源. 我们用 OECD 的方法计算 N_2O 的排放 [3]. 选秸杆燃烧度，干物质含量 (DM), 碳含量， N/C 和含氮部分中 N_2O/NO_x 分别为 100%,85%,0.45(tC/tDM),1.5% 和 0.007, 这样 4.58×10^8t[37] 作物秸杆燃烧将放出 $18G_g$ N_2O-N.

2.5 其它源

一些工业生产过程如硝酸生产，尼龙生产，合成氨和尿素生产等也产生 N_2O [3]. 但由于缺少数据，这些源较难准确估量. Thiemens 和 Trogler[40] 认为尼龙生产过程中生产 1mol 己二酸，将产生 1mol N_2O, 但这是上限值. 用此关系估计 4.2×10^4t 尼龙生产过程中可能有 $20G_g$ N_2O-N 产生. 对于合成氨，硝酸生产和尿素生产过程，假定排放系数分别为 1.0,10 和 10g N_2O-N/kg 产品，这样每年来自 3 种生产过程中 N_2O 排放量分别是 21,3.2 和 $4.8G_g$ N_2O-N.

3 N_2O 排放的年变化量

人类活动改变了地球环境，也极大地影响着大气中 N_2O 的浓度. 自然环境的变化以及工业和农业生产的发展必将导致 N_2O 源大小的波动. 在此，我们粗略估算一下今后几年内各种因素的改变可能引起 N_2O 源的变化 (表 2).

在中国，由于房屋建设，土地沙漠化以及其它占地等原因，耕地面积在逐年减少，这会使得土壤中 N_2O 排放量减少. 估计每年耕地和草原减少 5×10^6 hm^2 将导致 N_2O 排放量减少 $3.0G_g$ N_2O-N. 与此同时，随着经济的迅速发展，化石燃料的消耗量不断增加，这将引起 N_2O 的排放量提高. 在固定源中，煤，油和天然气等燃烧，估计每年将分别增加 N_2O 排放量 2.8,0.3 和 $0.03G_g$ N_2O-N, 总计是 $3.1G_g$ N_2O-N. 同样，在流动源中， N_2O 总排放量增加 $0.3G_g$ N_2O-N. 每年增加 1.4×10^8 kg 化肥施用量将会直接从土壤中释放出 $1.6G_g$ N_2O-N, 并从地下水中排放出 $1.6G_g$ N_2O-N . 农作物秸杆燃烧也使 N_2O 排放量每年增加 $2.3G_g$ N_2O-N ，但这是上限值. 因为在农村，能源结构在逐步变化，化石燃料正逐渐代替作物桔杆而成为能源燃料. 所以，由上述分析，今后几年内每年 N_2O 排放量将大致增加 $6G_g$ N_2O-N.

表 2　中国地区 N_2O 源的年变化量

源	排放量 (G_g N_2O-N/a)
土壤	-3.0
固定源	3.1
流动源	0.3
肥料	3.2
生物源	2.3
总计	5.9

4 结论

通过对中国地区 N_2O 源的分析和估算，得出其排放量为 $950G_g$ N_2O-N/a, 其中天然源和人为源各占 71% 和 29%. 据报道，全球 N_2O 年排放量为 $14—15T_g$ N_2O-N[7,41], 所以，中国地区 N_2O 源占全球总量的 6% 左右. 计算表明，中国地区 N_2O 主要来自天然排放，其中海洋源所占比重最大. 由于中国煤炭的消耗最大，因而煤炭燃烧占人为源中的较大部分. 由于各种因素的变化，在今后几年内，每年 N_2O 排放量将净增加大约 $6G_g$ N_2O-N.

参 考 文 献

1 Houghton J T et al. *Climate Change: The IPCC Assessment on Climate Change*. London:Cambridge University Press, 1990:1
2 World Meteorological Organization. *Scientific Assessment of Stratospheric Ozone*. Geneva, 1990, 1:250
3 OECD/OCDE. *Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Sinks*. Paris, 1991
4 Banin A. *The Sci Total Environ*. 1986, **55**:27
5 Lyon R K et al. *Environ. Sci. Technol*. 1989, **23**:392
6 Cicerone R J. *J. Geophys. Res*. 1989, **94**:18265
7 McElroy M B et al, Prane G T ed. *Tropical Rain Forests and the World Atmosphere*. Boulder: Westview Publ, 1986:33
8 Robertson K. *AMBIO*, 1991, **20**:151
9 王明星. 气候变化和环境问题全国学术讨论会文集, 北京, 1991:46
10 Firestone M K et al, Andreae M O and Schimel D S ed, *Exchange of Trace Gases between Terrestrial Ecosystems and the Atmosphere*. New York: John Wiley & Sons, 1990:7
11 Bouwman A F, Bouwman A F ed. *Soil and the Greenhouse Effect*. Chichester: John Wiley & Sons, 1990:60
12 Bremner J M et al, Delwiche C C ed. *Denitrification, Nitrification and Atmospheric Nitrous Oxide*. New York: John Wiley & Sons, 1981:151
13 Ronner U. *Geochim Cosmochim* Acta. 1983, **47**:2179
14 Bowden W B. *Biogeochem*. 1986,**2**:249
15 郑家享主编, 中国统计年鉴 (1990), 北京; 中国统计出版社, 1990:4
16 Matson P A et al. *Bioscience*. 1990, **40**:667
17 Seiler W et al. *JAPCA*. 1981, **31**:767
18 Schmidt J et al. *J. Atmos. Chem*. 1988, **6**:95
19 Robertson G P et al. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 1984, **48**:383
20 Goodroad L L et al. *J. Environ. Qual*. 1984,**13**:448
21 Bouden R D et al. *J. Geophys. Res*. 1991,**96**:9321
22 Duxbury J M et al. *Nature*. 1982, **298**:462
23 Mosier A R et al. *J. Environ. Qual*.1982, **11**:78
24 Mosier A R et al. *Nature*. 1991, **350**:330
25 Su W H et al. *J. Environ. Sci.(China)*. 1990, **2**(4):85
26 苏维瀚等, 环境化学. 1992, **11**(2):26
27 Ryden J C. *Nature*. 1981, **292**:235
28 Seitzinger S P. *Limnol Oceanogr*. 1988, **33**:702
29 Smith C J et al. *Geochim Cosmochim Acta*. 1983, **47**:1805
30 Delaune R D et al. Bouwman A F ed. *Soil and the Greenhouse Effect*. New York: John Wiley & Sons, 1990:497
31 Elkins J W et al. *Nature*. 1978, **275**:602
32 Butler J H et al. *J. Geophys. Res*. 1989, **94**:14865
33 Cline J D et al. *Deep-sea Res*. 1987, **34**:857
34 Hahn J, Delwiche C C ed. *Denitrification, Nitrification and Atmospheric Nitrous Oxide*. New York: John Wiley & Sons, 1981:191
35 Muzio L J et al. *Geophys. Res. Lett*.. 1988, **15**:1369
36 Hao W M et al. *J. Geophys. Res*. 1987, **92**:3098
37 卢春恒等主编, 中国能源统计年鉴 (1989), 北京: 中国统计出版社, 1990:156
38 蔡盛林等主编, 中国农业年鉴 (1990), 北京: 农业出版社, 1990:241
39 Conrad R et al. *J Geophys Res*. 1983, **88**:6709
40 Thiemens M H et al. *Nature*. 1991, **251**:932
41 Seiler W et al, Dickinson R E ed. *Geophysiology of Amazonia Vegetation and Climate Interactions*. New York: John Wiley & Sons, 1987:133

• 环境信息 •

世界上第一个用于工业废水生物处理的单槽装置

去年夏季在法国巴黎召开的 1992 年国际技术与技术交流大会上, 展示了世界上第一个用于工业废水生物处理的单槽装置. 据 OSCO 总裁 Kin Clinton 说, 由 OSCO 处理系统研制的这一装置, 是唯一能通过生物方法处理废水中最有害的有机废物的装置. 在去除重金属后, 将废水泵入一个"生物反应器"槽. 槽中的微生物"差不多会吃掉所有碳基有害物质". 然后, 可将这种处理过的水排往城市污水系统作进一步处理. Clinton 说, OSCO 这一装置尤其是为含有低浓度有害有机物的废水设计的; 他指出, 高浓度废水一般被回收或搅拌作为燃料. 他补充说, 一些替代方法, 例如废水焚烧或深井灌注, 费用昂贵; 废水蒸发需要费钱的能源; 深井灌注则主要是一种永久性贮存方法.

淮海译自 *ES&T*,1992,**26** (10): 1860

bed reactors experimentally using granular activated carbon and haydite as the media, respectively. The variable regularties of dispersion coefficient D/UL and series number N in the reactor were investigated at different upflow velocities. Experimental results indicated that all the upflow velocities, solid mixing behavior and media characteristics had effects on the dispersion degree of reactor. If the bed reached a certain expansion, the flow regime came close to a complete mixed reactor. Therefore, it was feasible to simulate biological fluidized bed reactor by using a complete mixed reactor.

Key words: biological fluidized bed reactor, flow regime, hydraulic mixing behavior.

Cleaning up the Styrene-containing Waste Gas by Liquid Absorption and Activated Carbon Adsorption. Su Jianhua et al. (Seventh Institute of design and Research, Ministry of Machinery and Electronics Industry, Xian 710054): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(3), 1993, pp. 36–38

Based on the priciples of cleaning up by absorption and adsorption, there is an optimum removal of pollutants when petroleum substances in liquid are 40% of the total volume of absorbing liquid. The rate of absorbing the styrene waste gas in liquid absorption section was from 74% to 97.6% in a pilot plant while being from 60% to 97.4% in an industrial cleaning plant. Activated carbon can adsorb styrene from the waste gas at a rate of 30% by weight of carbon itself. In an industrial cleaning plant using a combination of the above two processes, the removal of styrene from waste gas can be over 94.8%. The key of such a process is to look for a reasonable absorbing liquid and to design a practical cleaning plant.

Key words: liquid absorption, activated carbon adsorption, absorbing liuid, styrene waste gas.

Establishment of an Environmental and Ecological System by Afforestation on the Coal Ash Reclaimed Surface Subsidence Areas in Huaibei Coal Mine and an Analysis for Its Benefits. Du Keqin (Department of Forestry, Huaibei Coal Mine Administration, Huaibei 235000): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(3), 1993, pp.39–41

An artificial ecosystem has been created by afforestation on the reclaimed surface subsidence areas covered with coal ash in Huaibei Coal Mine, Anhui Province. In this paper, analysed and discussed are the benefits that such an ecosystem has brought about, including the effects for shelter from wind, for retaining the blowed dust, for regulating the local climate, and for uptaking the harmful substances from the covered coal ash. It has been found by field survey and measurement that in the woodland with relatively sparse tree stands, the wind speed has been reduced by 17.4–41.6%; the blowed dust has been retained by 28.05%; the ground temperature lowered by 3.2–7.5 C; and the air tempereature lowered by 2.5–9.3 C. The additional benefits include improving the environmental quality, eliminating the pollution by coal ash from power stations, reclaiming the surface subsidence areas, and other social, economic, environmental and ecological benefits.

Key words: coal mine land reclamation, surface subsidence areas, afforestation, artificial ecosystem.

Estimation of Nitrous Oxide Emission and Its Future Change in China. Wang Shaobin, Su Weihan, (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing 100085): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(3), 1993, pp.42–46

An analysis for N_2O emission in China has been

made. It was estimated that annual N_2O-N N_2O emissions over China are about 950 Gg N_2O-N, which is 6% of the global sources, and that natural productions and anth ropogenic activities account for 71% and 29% of N_2O annual emissions, respectively. Marine emission is the main part of natural productions, while stationary combustion of coal is the significant contributor to the anthropogenic sources. The estimate of net annual increase in atmospheric N_2O source is roughly 6 Gg N_2O-N.

Key words nitrous oxide, source, greenhouse gases.

Potential Accident Radiological Consequences and Siting of Commercial Nuclear District-Heating Reactor. Shi Zhongqi (Institute of Nuclear Energy Technology, Tsighua University, Beijing 100084): *Chin. J. Environ. Sci.*,**14**(3), 1993, pp. 47–51

The safety assessment and potential accident radiological consequences of nuclear district heating plants in some countries are reviewed in this paper. The results of the preliminary accident analysis of a 200MW nuclear heating reactor which is planning to be built near a city in the north of China are given. The review and analysis show that the commercial heating plant provides assurance without undue radiological risk to the public. The emergancy planning and siting criteria of the commercial nuclear heating plant are discussed within the framework of Chinese and IAEA nuclear safety codes and guidelines. It is concluded that the planning for offsite emergency evacuation is not required, and that population distribution ceases to be an exclusion factor in the siting due to the high safety level of the heating plant. It is appropriate to establish a limited development area of about 2 km in radius, however, and to plan the some necessary emergency radiological environmental monitoring and emergency communication based on the ALARA principle.

Key words: Commercial nuclear district heating plant, environmental assessment, siting, accident analysis, emergency planning.

An Approach to Some Problems for Environmental Regionalization. Chen Guojie (Chengdu Institute of Mountain Disasters and Environment, Chinese Academy of Sciences): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(3), 1993, pp. 52–56

The theoretical fundation of environmental regionalization includes the theories of social-economic-natural complex ecosystem, sustainable development and regional sciences. Main principles for mapping it out consist of the followings: (1) homogeneity and heterogeneity of the structure and function of a regional environment; (2) inheriting the results of relevant physical and economic regionalizations; (3) keeping integrity of administrative districs at a certain grade; (4) convenience for applying its result to environmental management; (5) principle of boundary associated with a clear cut divistion in nature. It is also pointed out that the diffrences exist between environmental regionalization and environmental planning, and several problems are suggeased that need to be further studied.

Key words: environmental regionalization, sustainable develipment, principle for regionalization.

Technical and Economic Analysis for the A/O System of Printing and Dyeing Wastewater Treatment. Li Guangxia, Zhang Yaling (Hubei Institute of Textile Design, Wuhan 430077): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(3), 1993, pp. 57–59

Mathematical statistics and linear regression were based on the data from the actual operation of two treatment systems, i.e, A/O and