

# 贵阳地区氨排放量估算

肖红伟<sup>1,2</sup>, 肖化云<sup>1\*</sup>, 唐从国<sup>1</sup>, 刘学炎<sup>1</sup>, 刘丛强<sup>1</sup>, 林碧娜<sup>3</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 南昌大学环境科学与工程学院, 江西 南昌 330031)

**摘要:** 根据氨的不同排放源和排放因子, 对贵阳地区 2006 年氨排放总量进行了估算。结果表明: 贵阳地区氨排放总量为 72.6 kt, 其中 99.85% 来自人为源排放, 仅 0.15% 为自然源排放; 在人为源中主要以家畜排放为主, 排放量为 27.8 kt, 占总排放量的 38.30%; 其次为燃煤排放, 排放量为 23.4 kt, 占 32.26%。贵阳地区氨的排放强度达 9.04 t/km<sup>2</sup>, 比中国和其他地区高, 人均排放量达 20.57 kg/人, 虽然与欧洲人均排放量接近, 但比其他地区高很多; 贵阳地区氨的排放与日本相似, 都是以能源和动物排放为主, 与中国和其他地区均不同, 这可能跟贵阳特殊的地理条件和能源结构有关。

**关键词:** 贵阳地区; 氨; 排放因子; 排放量

中图分类号: X51 文献标识码: A 文章编号: 1672-9250(2010)01-0021-05

过去国内外对氨的研究主要集中在 NO<sub>x</sub> 上, 因为 NO<sub>x</sub> 能形成酸雨、光化学烟雾以及破坏臭氧层, 此外它还易与动物中的血色素结合, 引起动物缺氧、破坏动物器官, 对环境造成重大污染<sup>[1-6]</sup>。对于氨的研究则相对较少, 近几年来逐渐受到人们的重视, 特别是在对氨源的监测方面<sup>[7]</sup>。氨是大气中主要微量气体之一, 大气中的氨可以促进二氧化硫等酸性物质的转化, 降低大气降水的酸性, 同时少量的氨沉降还具有施肥作用。但过多的氨排放将对生态系统以及人类健康等产生负效应, 如过量的氨沉降将造成超营养作用和土壤酸化; 对动植物也有一定危害作用, 降低其对病毒感染的抵抗力<sup>[8,9]</sup>; 同时还会对人的神经系统、呼吸系统及皮肤造成一定伤害<sup>[10]</sup>。

氨的来源有很多, 主要分为人为源和自然源。人为源主要包括: 家畜及家禽排泄物释放, 农作物损失(农作物自身挥发和氮肥使用), 人类自身排泄物释放, 宠物排泄物释放, 污水排放和垃圾释放, 工业释放, 交通排放, 燃煤及煤渣释放等<sup>[11,12]</sup>。自然源主要有: 土壤挥发, 海水蒸发, 植物释放, 野生动物排泄物释放。氨属于近源污染物, 一般在排放源附近进行干沉降和湿沉降, 迁移一般不超过 50 km<sup>[13]</sup>。全球人为氨排放源中, 家畜排放占 50%, 化肥使用排放占 25%, 生物质燃烧排放占 15%, 农作物排放

占 10%, 人和宠物排放占 8%<sup>[14]</sup>。而在城市中以人为排放为主, 占氨总排放量的 80% 以上<sup>[14]</sup>。在不同地区氨的主要来源不同, 因此不同地区不同氨排放源所占总排放的百分比也略有差别。欧洲各国统计表明, 动物排放的贡献最大, 占 75% 以上, 其次是使用化肥<sup>[15]</sup>。在亚洲, 如中国, 最大氨来源是化肥使用, 占 46.3%, 其次是家畜, 占 29%<sup>[16]</sup>, 印度和巴基斯坦的情况相似<sup>[16,17]</sup>。日本则主要以燃料和动物释放为主<sup>[16]</sup>。

已有学者通过对氨的氮同位素研究来示踪氨的排放源。煤炭燃烧释放的氨, 其 δ<sup>15</sup>N 值在 -7‰ ~ +2‰ 之间, 平均值为 +4‰; 动物废水和土壤的氨, 其 δ<sup>15</sup>N 值为 -15‰ ~ +28‰<sup>[18]</sup>。研究人员<sup>[19-20]</sup>对贵阳地区的雨水研究发现, 小雨中的铵盐的 δ<sup>15</sup>N 值变化范围为 -1.73‰ ~ -22.01‰, 平均值为 -12.18‰ ± 6.68‰。这种雨量少, 铵盐含量高, 同位素值低, 是动物粪便肥料的广泛使用、碱性土壤氨大量释放以及煤燃烧释放导致的。

## 1 氨的估算方法

### 1.1 氨排放因子的确定

估算贵阳地区氨的排放量, 首先要确定不同氨源的排放因子。目前国内对不同氨源排放因子的研

收稿日期: 2009-04-17; 改回日期: 2009-10-25

基金项目: 国家自然科学基金(40573006)

第一作者简介: 肖红伟(1984-), 男, 博士研究生, 主要研究方向为大气环境同位素地球化学, E-mail: xiaohongwei84@163.com

\* 通讯作者: 肖化云, 研究员, E-mail: xiaohuayun@vip.skleg.cn

究还比较少,如朱兆良<sup>[21]</sup>,蔡贵信<sup>[22]</sup>等对农田使用氨后排放情况的调查,以及袁应登对北京二次粒子研究涉及到氨的排放因子<sup>[23]</sup>。本文采用国外已有的研究结果来估算贵阳地区氨的排放量。

人为排放源:不同地区人为氨源的排放因子略有不同,但均相差不大,综合不同研究结果比较得出人为排放源排放因子,结果见表1,并且此结果符合贵阳地区。

表1 人为排放源排放因子

Table 1. Emission factors of anthropogenic ammonia from different sources

排放源	单位	排放因子	参考文献
人	人/个	0.3 kg/a	[24]
	牛/头	23.04 kg/a	[25]
	骡、驴/头	12.5 kg/a	[24]
家畜 <sup>1)</sup>	马/匹	12.5 kg/a	[24]
	猪/头	5.03 kg/a	[24]
	羊/头	2.20 kg/a	[24]
宠物	狗/只	4.4 kg/a	[26]
	猫/只	0.9 kg/a	[26]
家禽	家禽/只	0.32 kg/a	[24]
	化肥使用/t	60.7 kg/a	[24]
化肥使用及生产	化肥生产/t	5.80 kg/a	[24]
	氨生产/t	0.80 kg/a	[24]
	煤燃烧/t	2.51 kg/a	[27]
能源 <sup>2)</sup>	油燃烧/t	0.183 kg/a	[16]
	气体燃料燃烧/t	0.009 kg/a	[16]
其他	城市污水、垃圾处理/m <sup>3</sup>	0.0038 kg/a	[23]
	化学生产 <sup>3)/t</sup>	0.6 kg/a	[11]
	农作物释放	2.5 kg/ha·a	[28]
	生物质燃烧	0.1 g/m <sup>2</sup> ·a	[28]

1)、2)、3)均未做详细分类

自然排放源:自然源排放因子地区差异性大,比较难确定。贵阳地区属喀斯特地貌,岩溶发育面积大。综合不同研究结果比较得出自然排放源排放因子见表2。

表2 自然排放源排放因子

Table 2. Emission factors of natural ammonia from different sources

排放源	排放因子	参考文献
野生动物 <sup>1)</sup>	0.042 kg/t C(净生产力)	[30]
林地	0.01 g/m <sup>2</sup> ·a	[28]
灌木地	0.04 g/m <sup>2</sup> ·a	[28]
草地	0.03 g/m <sup>2</sup> ·a	[31]
荒漠地	0.01 g/m <sup>2</sup> ·a	[28]
森林火 <sup>2)</sup>	1.6 kg/t C(净生产力)	[28]

1)野生动物:可以归到森林系统中<sup>[28]</sup>,即:林地等系统中;2)森林火:可以归到生物质燃烧<sup>[28]</sup>。

### 1.2 排放量计算方法

$$Q_T = \sum Q_i \quad (1)$$

$$Q = ef \times n \quad (2)$$

其中:Q<sub>T</sub>为排放总量,Q<sub>i</sub>不同源的排放量,ef为影响因子,n为排放源的数量或者面积。

## 2 结果与讨论

### 2.1 贵阳地区氨排放量计算

根据《贵阳统计年鉴》<sup>[32]</sup>统计数据和相关调查研究数据<sup>[35,36]</sup>,得出排放源相关数据,然后按照公式(1)、(2),计算出贵阳地区不同源氨排放量及贵阳地区氨排放总量,见表3。

计算结果表明:贵阳地区2006年氨排放总量为72.6 kt,人体排放1.1 kt,家畜排放27.8 kt,宠物排放5.0 kt,家禽排放3.5 kt,化肥生产及使用排放9.9 kt,能源排放23.4 kt,自然源排放0.1 kt。

表3 不同氨源排放量及其百分比<sup>1)</sup>

Table 3. The amount and percentage of different ammonia sources

排放源	数量或面积	总排放量(t)	分类总量(t)	百分比(%)	大类百分比(%)
人/个	353.09	1059.57	1059.57	1.46	1.46
家畜 <sup>2)</sup>			27802.87		38.29
牛/万头	48.21	11107.58		15.30	
骡、驴 <sup>3)/万头</sup>	4.76	595.00		0.82	
马/万匹	4.63	578.75		0.80	
猪/万头	304.14	15298.24		21.07	
羊/万头	10.15	223.30		0.31	
宠物			5031.76		6.93
狗/万只 <sup>[23,24]</sup>	52.97	2330.68		3.21	
猫/万只 <sup>[23,24]</sup>	300.12	2701.08		3.72	
家禽/万只 <sup>[25]</sup>	1092.57	3496.22	3496.22	4.81	4.81
化肥使用及生产			9870.60		13.87
化肥使用/万t	6.35	3854.45		5.31	
化肥生产/t	1037268	6016.15		8.29	
氨生产/t	249822	199.86		0.28	
能源			23424.40		32.26
煤燃烧/t	9330029	23418.37		32.26	
油燃烧/t	32919	6.02		<0.01	
气体燃料燃烧/t	697	0.0062		<0.01	
自然源			103.28		0.14
林地/km <sup>2</sup>	139.27	13.93		0.02	
灌木地 <sup>[30]/km<sup>2</sup></sup>	70.07	28.03		0.04	
草地/km <sup>2</sup>	38.67	11.60		0.02	
荒漠地 <sup>4)/km<sup>2</sup></sup>	4973.05	49.73		0.07	
其他					2.24
城市污水垃圾处理/万m <sup>3</sup>	16617.88	631.48		0.87	
化学工业/t	52258	31.35		0.04	
农作物释放/km <sup>2</sup>	97373	243.43		0.34	
生物质燃烧/km <sup>2</sup>	8034	706.03		0.97	
总量		72600.57	72600.57	100	100

1)除标有参考文献的外,其他数据均来自《贵阳统计年鉴》;2)家畜:出栏数+年末存栏数;3)骡、驴数量:大牲畜数量减去牛的数量;4)荒漠地:用贵州省喀斯特出露面积的平均值计算,占61.9%。

## 2.2 贵阳地区不同氨源排放量百分比

如图 1 所示, 贵阳地区 2006 年氨排放主要来自家畜和燃料燃烧释放, 其中家畜占 38.30%, 燃料燃烧占 32.26%。家畜排放又以牛和猪为主。同时化肥使用及生产、家禽和宠物排泄物释放也占较大比重, 分别为: 13.87%、4.81% 和 6.93%。自然源排放只占全部的 0.15%, 较中国其他地区小<sup>[38]</sup>。

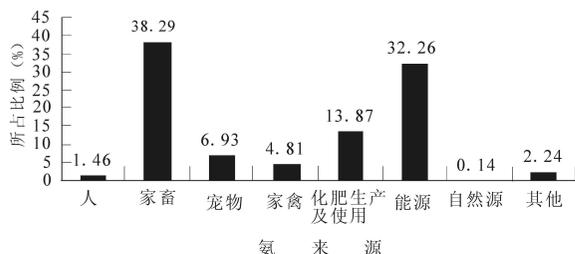


图 1 各种氨源所占百分比

Fig. 1 The percentage of various ammonia sources

## 2.3 贵阳地区与其他地区的氨排放强度、人均排放量比较

贵阳地区与其他地区氨排放强度比较见表 4。贵阳地区单位面积的排放强度为 9.04 t/km<sup>2</sup>, 比贵州省平均值高出 5 位左右, 比中国平均值高出 6 倍多, 比亚洲和欧洲也高出 5 倍左右, 显示相当高的排放强度。人均排放量为 20.57 kg/a, 比中国高出一倍多, 比亚洲高出两倍多, 与欧洲平均值相当。因此, 贵阳地区氨的排放强度和人均排放量都比较高。

表 4 贵阳地区与其他地区氨排放强度比较

Table 4. Comparison of ammonia emissions between Guiyang and other areas

国家和地区	排放强度 (t/km <sup>2</sup> )	人口 (× 10 <sup>6</sup> 人)	人均排放 (kg/人)
贵阳市	9.04	3.53	20.57
贵州省 <sup>[37]</sup>	1.83	37.33	8.64
江浙沪地区 <sup>[38]</sup>	3.65	122.85	6.26
中国 <sup>[16]</sup>	1.41	1131.88	12.00
亚洲 <sup>[16]</sup>	1.16	2772.85	8.87
欧洲 <sup>[16]</sup>	1.79	496.71	19.95
全球 <sup>[28]</sup>	0.04	60000	0.89

## 2.4 贵阳地区与其他地区主要不同氨排放源占总量百分比的比较

贵阳地区与其他地区氨排放源所占百分比比较见表 5。贵阳地区人排泄物释放量占总排放量的 1.46%, 比亚洲地区均低, 与欧洲的 1.5% 相当。家畜和家禽排放量则处于各区的平均值, 在 31.0% ~ 68.89% 之内。化肥使用和生产释放量为 13.88%, 则明显低于亚洲地区的 33.5%, 特别比中国的 50% 低很多<sup>[16]</sup>, 与欧洲的 15.6% 及全球的平均值 16.8% 相当。化肥使用氨排放百分比和其他地区相比较, 占氨总排放量小, 这跟贵阳地区山多田少的特殊地理因素有关。贵阳地区能源释放为 32.27%, 远高于其他地区, 说明贵阳地区使用燃煤等能源比较多。贵阳地区氨主要排放源结构与日本比较相似<sup>[19]</sup>。

表 5 贵阳地区主要排放源与其他地区主要排放源百分比含量的比较

Table 5. Comparison of the percentages of different major sources between Guiyang and other areas

排放源	人	家畜	家禽	化肥使用	化肥生产	能源	总量 kt
贵阳	1.46	38.29	4.81	5.31	8.57	32.27	72.6
贵州省 <sup>[37]</sup>	3.47	68.89		16.00	1.27	*	322.7
江浙沪地区 <sup>[38]</sup>	4.80	30.00	12.3	25.0	2.1	25.8	769.29
中国 <sup>[16]</sup>	2.5	29.4	1.6	46.1	0.9	19.5	13578.35
亚洲 <sup>[16]</sup>	3.4	46.0	2.1	32.9	0.6	15.0	24608.03
欧洲 <sup>[16]</sup>	1.5	49.6	4.4	15.5	0.1	28.9	9910.11
全球 <sup>[28]</sup>	0.05	36.19	0.04	16.80		10.82	53600

\* 没有统计数据

## 2.5 氨排放控制建议

根据贵阳地区 2006 年氨排放量的估算, 可以看出, 贵阳地区人为源排放的氨对环境的影响很大, 特别家畜、家禽和能源消耗排放的氨数量最多, 影响最大。为了缓解这种情况, 应该在有条件的地方推广沼气池, 使家畜家禽排泄物释放的氨减少到最少。同时, 合理使用燃料, 用清洁能源代替燃煤的使用, 如使用天然气、管道煤气。以此来减少氨的排放, 保

护环境。

## 3 结 论

(1) 2006 年贵阳地区氨排放总量为 72.6 kt, 家畜排泄物释放占 38.30%, 燃料燃烧释放占 32.26%, 化肥使用及生产排放占 13.87%, 家禽排泄物释放占 4.81%, 宠物排泄物释放占 6.93%, 而自然源排放量百分比只占全部的 0.15%。

(2) 贵阳地区单位面积的排放强度为  $9.04 \text{ t/km}^2$ , 比其他地区高出 2 倍以上。人均排放量除与欧洲相近外, 均比其他地区高。

(3) 由于缺少实测数据, 本研究对贵阳地区氨排放量的估算还存在较大的不确定性, 建议对贵阳地区不同源氨排因子进行深入研究。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Viney P A, Paul A R, George C M, *et al.* Atmospheric nitrogen compounds II: emissions, transport, transformation, deposition and assessment [ J ]. *Atmos Environ*, 2001, 35: 1903—1911.
- [ 2 ] Sillman S, Jennifer A L, Steven C W. The sensitivity of ozone to nitrogen oxides and hydrocarbons in regional ozone episodes [ J ]. *J Geophys Res*, 1990, 95: 1837—1851.
- [ 3 ] Guy P B, Muller J F, Granier C. Atmospheric noncompact of  $\text{NO}_x$  emissions by subsonic aircraft: A three-dimensional model study [ J ]. *J Geophys Res*, 1996, 101: 1423—1428.
- [ 4 ] Chester W S. Photochemical atmospheric pollutants derived from nitrogen oxides [ J ]. *Atmos Environ*, 1977, 11: 1089—1095.
- [ 5 ] 卢芳. 大气中氮氧化物对生态环境的影响 [ J ]. *青海师范大学学报*, 2006, 3: 87—89.
- [ 6 ] 丁杰, 朱彤. 大气中细颗粒物表面多相化学反应的研究 [ J ]. *科学通报*, 2003, 48(19): 2005—2013.
- [ 7 ] 耿志新, 侯书贵, 张东启, 等. 1844 AD 以来珠穆朗玛峰地区大气环境变化高分辨率冰芯记录 [ J ]. *冰川冻土*, 2007, 29(5): 94—703.
- [ 8 ] 李贵雄. 养殖水体中“富氮”的危害及防治方法 [ J ]. *内陆水产*, 2006, 3(6): 20—21.
- [ 9 ] 王米, 孟新宇, 赵枝新, 等. 氨气对畜禽养殖业的危害及防治措施 [ J ]. *生理代谢调控*, 2006, 7: 38—41.
- [ 10 ] 袁淑丽. 氨作业工人职业危害调查分析 [ J ]. *工企医刊*, 2004, 17(3): 24—25.
- [ 11 ] Wiliam H S, Anne E H. A global budget for atmospheric  $\text{NH}_3$  [ J ]. *Biogeochemistry*, 1992, 15: 191—211.
- [ 12 ] 王文兴, 卢筱凤, 宠燕波, 等. 中国氨的排放强度地理分布 [ J ]. *环境科学学报*, 1997, 17(1): 2—6.
- [ 13 ] Asman W A H, Jaarsveld H A. A variable-resolution transport model applied for  $\text{NH}_x$  in Europe [ J ]. *Atmos Environ*, 1992, 26A(3): 445—464.
- [ 14 ] Oliver J G J, Bouwman A F, Hoek K W V, *et al.* Global air emission inventories for anthropogenic sources of  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  and  $\text{N}_2\text{O}$  in 1990 [ J ]. *Environ Pollut*, 1998, 102: 135—148.
- [ 15 ] Moller D, Schieferdecker H. Ammonia emission and deposition of  $\text{NH}_x$  in the G. D. R [ J ]. *Atmos Environ*, 1989, 23(6): 1187—1193.
- [ 16 ] Zhao D W, Wang A P. Estimation of anthropogenic ammonia emissions in Asia [ J ]. *Atmos Environ*, 1994, 18(4): 689—694.
- [ 17 ] Parashar D C, Kulshrestha U C, Sharma C. Anthropogenic emissions of  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ , and  $\text{N}_2\text{O}$  in India [ J ]. *Nutr Cycl Agroecosys*, 1998, 52: 255—259.
- [ 18 ] Heaton T H E. Isotopic studies of nitrogen pollution in the hydrosphere and atmosphere: A review [ J ]. *Chem Geol*, 1986, 59: 87—102.
- [ 19 ] 肖化云, 刘丛强, 李思亮. 贵阳地区夏季雨水硫和氮同位素地球化学特征 [ J ]. *地球化学*, 2003, 32(3): 248—2574.
- [ 20 ] 李思亮, 刘丛强, 胡健, 等. 贵阳雨水无机氮沉降的氮、氧同位素特征 [ J ]. *岩石矿物地球化学通报*, 2006, 25(增刊): 57—59.
- [ 21 ] 朱兆良, Simpson J R, 张绍林, 等. 石灰性稻田土壤上化肥氮的损失的研究 [ J ]. *土壤学报*, 1989, 26(4): 337—342.
- [ 22 ] 蔡贵信, 朱兆良, 朱宗武, 等. 水稻田中碳氮和尿素的氮素损失的研究 [ J ]. *土壤学报*, 1985, 17(5): 225—229.
- [ 23 ] 袁应登, 杨明珍, 申立贤. 北京氮源排放及其对二次粒子生成的影响 [ J ]. *环境科学*, 2000, 21(6): 101—103.
- [ 24 ] Klaassen G. Past and future emissions of ammonia in Europe. Part 1 of a report to ministry for Public Housing, Physical Planning and Environment. Project No. 64. 19. 23. 01 March 1991. International Institute for Applied Systems Analysis, A-2361 Laxenburg, Austria.
- [ 25 ] Asman W A H. Ammonia emission in Europe, updated emission and emission variations. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Report 228471008. 1992.
- [ 26 ] Sutton M A, Dragosits U, Tang Y S, *et al.* Ammonia emissions from non-agricultural sources in the UK [ J ]. *Atmos Environ*, 2000, 34: 855—869.

- [ 27 ] World Resources 1988—1989. The World Resources Institute and the International Institute for Environment and Development, Basic Books, Inc., New York(1988), p. 247.
- [ 28 ] Bouwman A F, Lee D S, Asman W A H, *et al.* A global high-resolution emission inventory for ammonia [ J ]. *Global Biogeochem Cycles*, 1997, 11(4): 561—587.
- [ 29 ] Lobert J M, Scharffe D H, Hao W M, *et al.* Importance of biomass burning in the atmospheric budgets of nitrogen containing gases [ J ]. *Nature*, 1990, 346: 552—554.
- [ 30 ] Warnck P. Chemistry of the natural atmosphere, 757pp., Academic, San Diego, Calif., 1988.
- [ 31 ] Bouwan A F, Hoek K W V, Oliver J G J. Uncertainties in the global source distribution of nitrous oxide [ J ]. *Geophys Res* 1995, 100: 2785—2800.
- [ 32 ] 贵阳市统计局. 贵阳统计年鉴(2006)[ M ]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [ 33 ] 江波. 别把“宠物杀手”带回家[ J ]. *医药与保健(疾病防治)*, 2007: 9—11.
- [ 34 ] 魏雅华. 宠物经济已到惊蛰时分[ J ]. *企业家(财富之路)*, 2002, 9: 32—34.
- [ 35 ] 陈宗群. 发挥资源优势, 促进贵州家禽产业经济的新增长[ J ]. *中国家禽*, 2002, 24(1): 2—4.
- [ 36 ] 贵阳林城网. 贵阳市旅游资源概况[ EB/OL ]. <http://www.guiyang.cn/lyou/lyzy/20070419/121718.html>, 2007—04—19.
- [ 37 ] 孙庆瑞, 王芙蓉. 我国氨的排放量和时空分布[ J ]. *大气科学*, 1997, 21(5): 590—598.
- [ 38 ] 徐新华. 江浙沪地区人为 NH<sub>3</sub> 排放量的估算[ J ]. *农村生态环境*, 1997, 13(3): 50—52.

## Estimation of Ammonia Emission in Guiyang City

XIAO Hong-wei<sup>1,2</sup>, XIAO Hua-yun<sup>1</sup>, TANG Cong-guo<sup>1</sup>,  
LIU Xue-yan<sup>1</sup>, LIU Cong-qiang<sup>1</sup>, LIN Bi-na<sup>3</sup>

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Department of Environment Science Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

**Abstract** According to the ammonia emissions from different sources and emission factors, we have calculated the amount of ammonia emission in 2006, Guiyang. The results showed that the total amount of ammonia emission is 72.6 kt in Guiyang, of which the anthropogenic ammonia emission is 99.85%, and the natural ammonia emission is 0.15%. The most important source of anthropogenic ammonia emission is the emission of livestock amounting for 38.30%; and the secondary one is the combustion of coal amounting for 32.26%. The intensity of ammonia emission is higher than that in other areas, which reached 9.04 t/km<sup>2</sup> in Guiyang. And the ammonia emission is 20.57 kg per capita, which is close to that in Europe but higher than in other areas. The main ammonia emissions are dominated by energy sources and animal sources in Guiyang, similar to the situation in Japan but different from the other parts of China. This may be related to the special geographical conditions and energy structure.

**Key words:** Guiyang City; ammonia; emission factor; emission