

空气质量管理基础培训课程

模块1：空气污染监测与评估

主办方：CAI-Asia 中心和CAI-Asia中国项目

资助方：亚洲开发银行和能源基金会

北京, “市长之家”宾馆 2007年10月31日-11月2日



模块1：空气污染监测与评估

- 1.1 空气质量管理概况
- 1.2 主要空气污染物及其健康和生态影响
- 1.3 空气质量管理法规和标准体系
- 1.4 空气质量标准与监测评估体系
- 1.5 案例分析与讨论：苏州
- 1.6 测试题（另发）



1.1 空气质量管理概况

- 空气质量管理的原则：
 - 预防原则**——如果一项计划明显会危害到环境，在获取证明环境损害的科学证据前就必须采取行动保护环境。
 - 谁污染谁付费原则**——污染相关的所有费用（包括监测、管理、整治和监督）都应该由造成污染的组织或个人来承担。
- 空气质量管理的目标：

使空气质量维持在一定的水平，保证人们能健康生活，同时也包括保护动物、植物（作物、森林和自然植被）、生态系统、建筑材料，还有如能见度等感官指标。



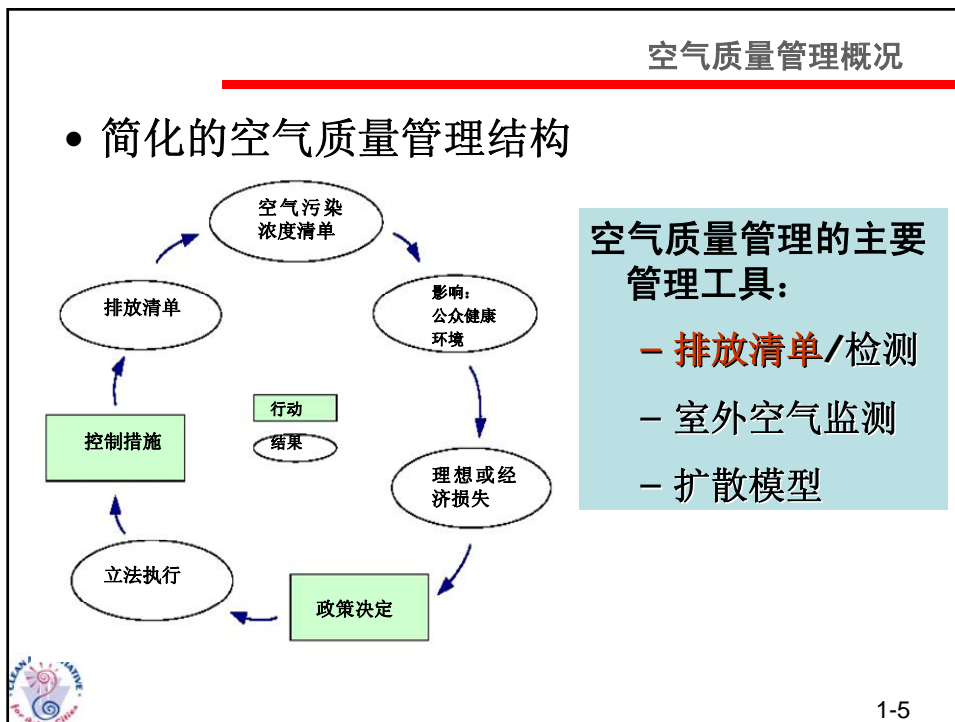
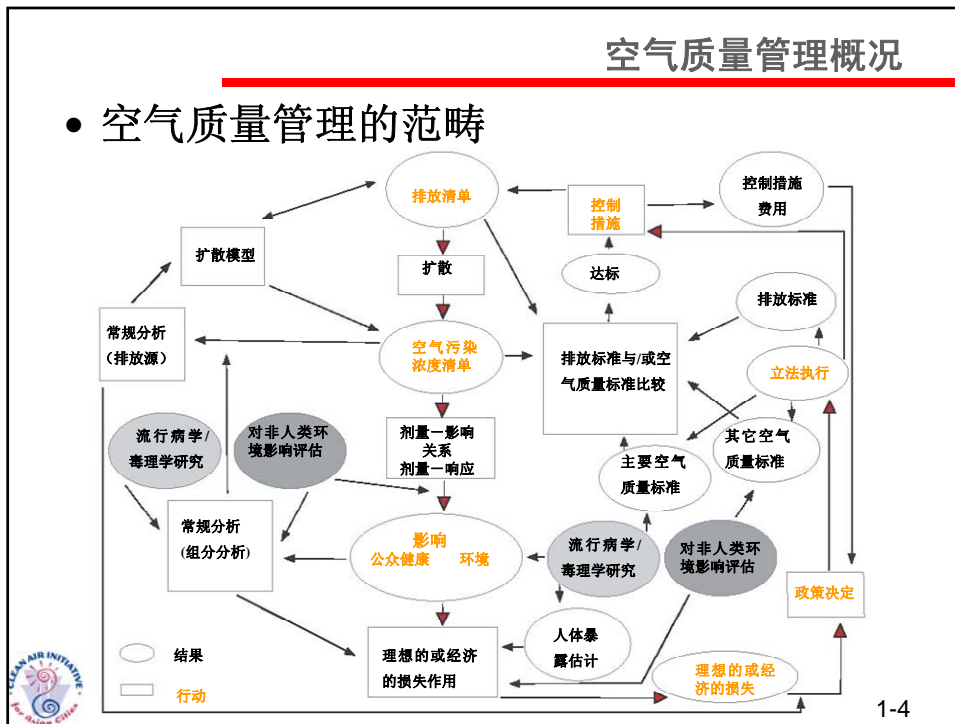
1-2

空气质量管理概况

- 空气质量管理是一项综合的任务：
 - 空气质量管理的最终目的是防止空气污染对健康和环境造成的损害。排放清单、空气浓度的监测、扩散模型和其它空气质量管理工具并不是最终的目标，我们追求的是人类的健康和与健康有益的环境。
 - 从监测和空气管理评价中获取的数据只是用于为决策者和公众提供信息，使政策的制定能防止空气污染对人体健康和环境的不利影响。



1-3



1.2 主要空气污染物及其健康/生态危害

- 主要的空气污染物包括：颗粒物、SO₂、一氧化碳、**氮氧化物**、挥发性有机物以及光化学氧化物，如**臭氧**等。



- 主要来源：发电、工业生产、交通，生物质燃烧、居民燃料使用等

主要空气污染物的来源、影响和WHO指导标准

污染物	主要排放源	影响	健康指导标准 (WHO 2002a)
一氧化碳 (CO)	机动车尾气；一些工业生产过程	被吸入时对人体有毒；CO 降低血液输氧能力，加重心脏和肺的负荷	8h 平均 10mg/m ³ (10ppm); 1h 平均 30mg/m ³ (30,000 μg/m ³)
二氧化硫 (SO ₂)	少量来自移动源；使用含硫煤作为燃料供暖和发电厂；硫酸工厂	对人体有刺激作用；促成大气中酸雨的生成	24h 平均 125 μg/m ³ ; 10min 平均 500 μg/m ³
颗粒物 PM ₁₀	土壤，海盐飞溅，灌木燃烧，家用燃料燃烧，机动车，工业生产过程，植物的有机灰尘	造成物的生成，增加癌症的发生率，死亡率，恶化呼吸道疾病	已有信息并不能说明浓度在哪个限值下就不会对人体产生不良影响，所以没有推荐的平均浓度标准
铅 (Pb)	燃料添加剂	影响儿童的智力发育，很多其它的不利影响	年均 0.5 μg/m ³
氮氧化物(NO,NO ₂)	机动车尾气中的副产物，高温燃烧时氧和氮气结合；供暖和发电厂；酸雨；炸药；植物的肥料	刺激性，光化学烟雾的前体	NO ₂ 1h 平均 200 μg/m ³
光化学氧化物（主要是臭氧[O ₃]；也有硝酸过氧化乙酰[PAN]和乙醛）	氮氧化物，碳氢化物在日光的作用下在大气中生成	刺激性，促进雾的生成，对材料有腐蚀，恶化呼吸道疾病	8h 平均 120 μg/m ³



主要空气污染物及其健康/生态危害

• 光化学烟雾

- 二次大气污染物指大气中的一次污染物通过化学反应生成的化学物质。
- 光化学烟雾是大气中**氮氧化物**和**碳氢化合物**在紫外线照射下反应生成的多种污染物的混合物。
- 光化学烟雾最具危害的两种物质是**臭氧(O₃)**和**过氧乙酰硝酸酯(peroxyacetylnitrates, PAN)**。



1-8

主要空气污染物及其健康/生态危害

• 细颗粒污染

- 细颗粒物对人体健康和大气环境质量造成的危害要远比粗颗粒物大
- 细颗粒物本身可能是**有毒、有害物质**
- 细颗粒物易成为其它污染物的运载体和反应体
- 细颗粒物污染可导致低能见度显著降低

• 酸沉降

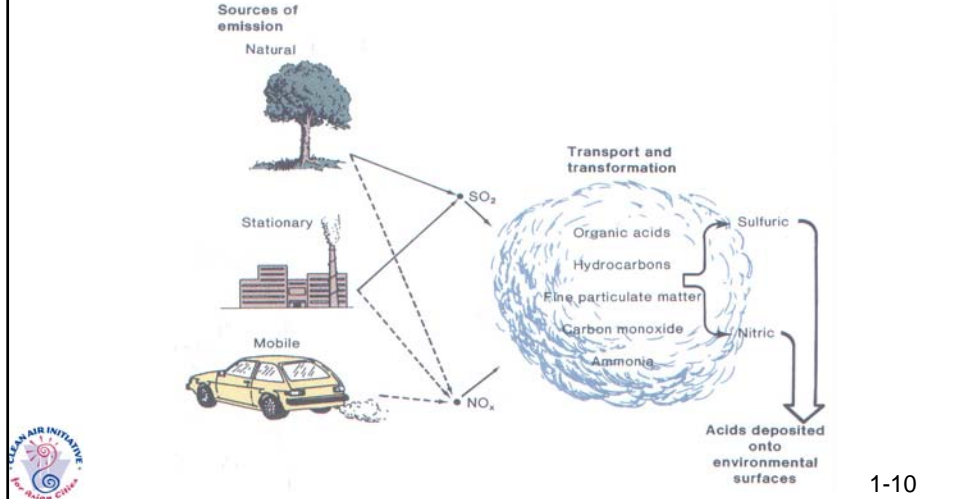
- 酸沉降是指某一平面上具有致酸潜势的物质的积累。
- 致酸物质是自然和人为活动的过程中产生的。
- 致酸物质按存在形态分为干和湿两种。



1-9

主要空气污染物及其健康/生态危害

- 自然源、电厂以及内燃机等排放出的污染物在大气中发生化学反应产生导致酸沉降的化学物质。



1-10

主要空气污染物及其健康/生态危害

- 酸雨的危害



水的低pH值使得鱼的骨骼畸形生长，最终导致死亡



引起树木的大量不正常死亡



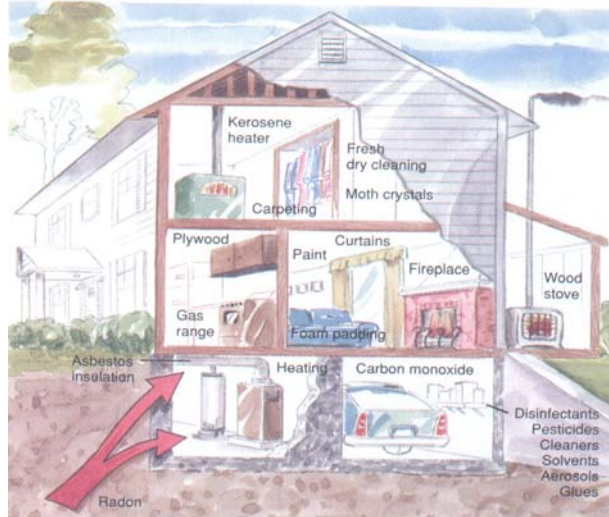
严重腐蚀建筑物



1-11

主要空气污染物及其健康/生态危害

- 室内空气污染：VOCs?



1-12

主要空气污染物及其健康/生态危害

- 对人体健康的影响—CO

CO (10 ⁻⁶)	对人体健康的影响
5~10	对呼吸道患者有影响
30	人滞留8h, 视力及神经机能出现障碍
40	人滞留8h, 出现气喘
120	1h接触, 中毒, 血液中CO—Hb>10%
250	2h接触, 头疼, 血液中CO—Hb=40%
500	2h接触, 剧烈心痛, 眼花, 虚脱
3000	30min即死亡



1-13

主要空气污染物及其健康/生态危害

- 对人体健康的影响—NO₂

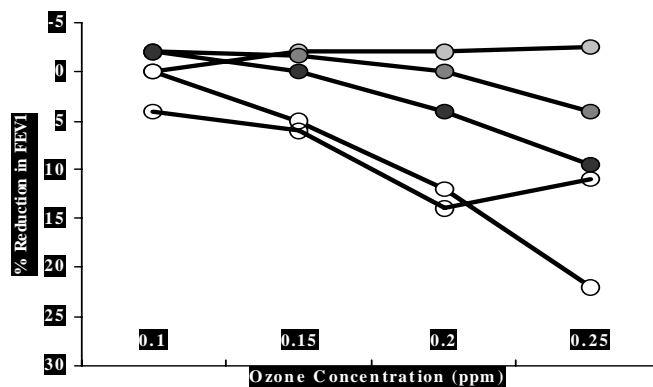
NO ₂ (10 ⁻⁶)	对人体健康的影响
1	闻到臭味
5	闻到强臭味
10~15	10min眼、鼻受到刺激
50	1min内人呼吸困难
80	3min感到胸痛、恶心
100~150	在30~60min内死亡
250	很快死亡



主要空气污染物及其健康/生态危害

- 对人体健康的影响—臭氧

Individual Response to Ozone Exposure (after Kulle, et al, Am. Rev.)

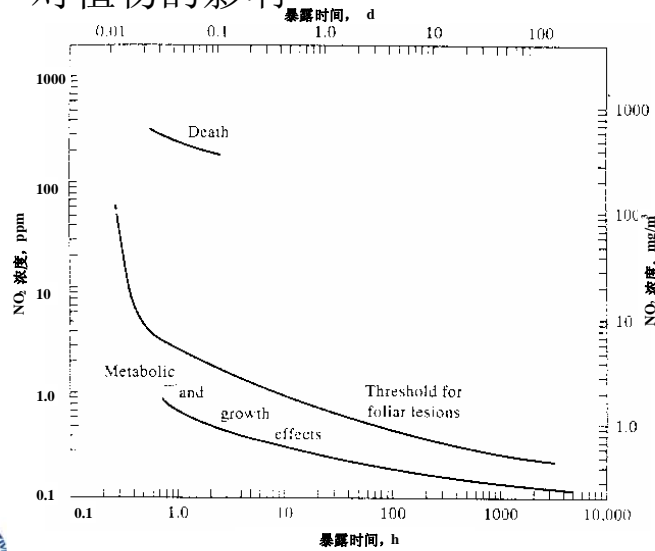


注：部分人群接触臭氧后肺功能下降



主要空气污染物及其健康/生态危害

● 对植物的影响



注：二氧化氮浓度和暴露时间与植物死亡、叶器官损伤和新陈代谢或生长影响之间的关系

Source: Springer-Verlag and Prof. D. C. MacLean

1-16

主要空气污染物及其健康/生态危害

● 对大气能见度的影响

对大气能见度或清晰度有影响的污染物，一般是气溶胶粒子、能通过大气反应生成气溶胶粒子的气体或有色气体，包括：

- 总悬浮颗粒物（TSP）
- SO₂和其它气态含硫化合物，在大气中以较大反应速率生成硫酸盐和硫酸气溶胶粒子
- NO和NO₂，在大气中反应生成硝酸盐和硝酸气溶胶粒子
- 光化学烟雾，反应生成亚微米的气溶胶粒子

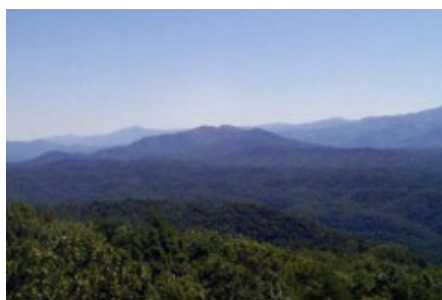
1-17

主要空气污染物及其健康/生态危害

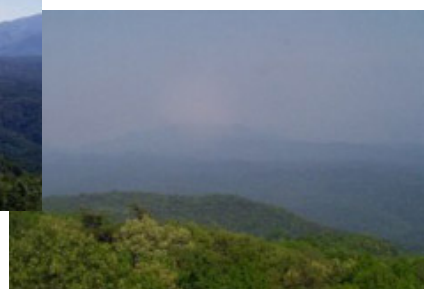
能见度与自然景观

USEPA在1999年宣布, 将在未来几十年内致力于提高国家公园和旷野地区的空气质量

例: 美国大烟雾山国家公园 (北卡罗莱纳州) 照片



晴天



雾天



1-18

1.3 空气质量管理法规和标准体系

1. 中华人民共和国大气污染防治法

- ❖ 1987年9月5日由第六届全国人大常委会第22次会议通过, 1988年6月1日起执行
- ❖ 1995年8月29日, 第八届全国人大常委会第15次会议对该法进行了修订
- ❖ 2000年对该法再次修订



1-19

1.3 空气质量管理法规和标准体系

1995年8月29日修改后的大气污染防治法，在控制大气污染，改善大气环境质量方面起到了积极的作用：

- ❖ 强化了酸雨和二氧化硫污染控制
- ❖ 推动了煤炭的清洁利用
- ❖ 加快了淘汰严重污染大气的落后工艺和设备的步伐
- ❖ 开始生产和使用无铅汽油
- ❖ 法规实施后，一些地区依法强化环境管理，大气环境质量确实得到了改善



1-20

空气质量管理法规和标准体系

但未能有效地遏制大气环境质量的恶化：

- ❖ 大气污染形势仍然十分严峻，大多数城市还处于比较严重的污染程度；
- ❖ 缺少推动煤炭清洁利用的法律措施，燃煤污染仍然没有得到有效遏制；
- ❖ 大中城市机动车排气污染正在迅速增加；
- ❖ 大多数城市扬尘污染突出；
- ❖ 大气污染物排放总量居高不下，缺少有效的法律措施；
- ❖ 现行法律的法律责任部分内容偏少，力度不够。



1-21

空气质量管理法规和标准体系

2000年第二次修订的指导思想

- ❖ 面对现实，对我国以煤为主的能源结构短期难以改变的现状以及经济条件给予了充分考虑；
- ❖ 针对要害，主要是针对燃煤、机动车、扬尘等造成的大气污染；
- ❖ 抓住重点，主要是抓住重点城市、重点区域；
- ❖ 在禁止超标排放、按排污量收费，以及总量控制和排污许可证方面取得了重大突破；
- ❖ 强化法律责任，加强执法监督。



1-22

空气质量管理法规和标准体系

2. 大气环境质量标准体系

- | | | |
|-----|--------------|----------------|
| 1. | GB3095-1996 | 环境空气质量标准 |
| 2. | GB16297-1996 | 大气污染物综合排放标准 |
| 3. | GWPB 3-1999 | 锅炉大气污染物排放标准 |
| 4. | GB4915-1996 | 水泥厂大气污染物排放标准 |
| 5. | GB9078-1996 | 工业炉窑大气污染物排放标准 |
| 6. | GB16171-1996 | 炼焦炉大气污染物排放标准 |
| 7. | GB13223-1996 | 火电厂大气污染物排放标准 |
| 8. | GB14554-93 | 恶臭污染物排放标准 |
| 9. | GWPB 1-1999 | 轻型汽车污染物排放标准 |
| 10. | GB14761.2-93 | 车用汽油机排气污染物排放标准 |
| 11. | GB14761.5-93 | 汽油车怠速污染物排放标准 |
| 12. | GB14761.6-93 | 柴油车自由加速烟度排放标准 |
| 13. | GB14761.7-93 | 汽车柴油机全负荷烟度排放标准 |



1-23

空气质量管理法规和标准体系

- | | | |
|-----|--------------|--------------------|
| 14. | GB14621-93 | 摩托车排气污染物排放标准 |
| 15. | GWPB 5-2000 | 饮食业油烟排放标准 |
| 16. | GB5468-91 | 锅炉烟尘测试方法 |
| 17. | GB11642-89 | 轻型汽车排气污染物测试方法 |
| 18. | GB/T14762-93 | 车用汽油机排气污染物试验方法 |
| 19. | GB/T14763-93 | 汽油车燃油蒸发污染物的测量 收集法 |
| 20. | GB11340-89 | 汽车曲轴箱排放物测量方法 |
| 21. | GB/T3845-93 | 汽油车排气污染物的测量 怠速法 |
| 22. | GB/T3846-93 | 柴油车自由加速烟度的测量 滤纸烟度法 |
| 23. | GB3847-83 | 汽油柴油机全负荷烟度测量法 |
| 24. | GB/T5466-93 | 摩托车排气污染物的测量 怠速法 |
| 25. | GB/T14622-93 | 摩托车排气污染物的测量 工况法 |



1-24

空气质量管理法规和标准体系

3. 中华人民共和国国家标准

环境空气质量标准
Ambient air quality standard

GB3095-1996
(代替GB3095-82)

国家环境保护局1996-01-18批准

1996-10-01实施

❖ 主题内容与适用范围

本标准规定了环境空气质量功能区划分、标准分级、污染物项目、取值时间及浓度限值，采样与分析方法及数据统计的有效性规定。

本标准适用于全国范围的环境空气质量评价。



1-25

空气质量管理法规和标准体系

● 环境空气质量功能区的分类和标准分级

- 环境空气质量功能区分类
 - ✓ 一类区为自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护的地区。
 - ✓ 二类区为城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区。
 - ✓ 三类区为特定工业区。
- 环境空气质量标准分级（环境空气质量标准分为三级）
 - ✓ 一类区执行一级标准
 - ✓ 二类区执行二级标准
 - ✓ 三类区执行三级标准



空气质量管理法规和标准体系

● 各项污染物的浓度限值

污染物名称	取值时间	浓度限值			浓度单位
		一级标准	二级标准	三级标准	
二氧化硫 SO ₂	年平均	0.02	0.06	0.10	mg/m ³ (标准状态)
	日平均	0.05	0.15	0.25	
	1小时平均	0.15	0.50	0.70	
总悬浮颗粒物TSP	年平均	0.08	0.20	0.30	mg/m ³ (标准状态)
	日平均	0.12	0.30	0.50	
可吸入颗粒物PM ₁₀	年平均	0.04	0.10	0.15	mg/m ³ (标准状态)
	日平均	0.05	0.15	0.25	
二氧化氮 NO ₂	年平均	0.04	0.08	0.08	mg/m ³ (标准状态)
	日平均	0.08	0.12	0.12	
	1小时平均	0.12	0.24	0.24	
一氧化碳 CO	日平均	4.00	4.00	6.00	mg/m ³ (标准状态)
	1小时平均	10.00	10.00	20.00	
臭氧 O ₃	1小时平均	0.16	0.20	0.20	mg/m ³ (标准状态)
铅 Pb	季平均	1.50			μg/m ³ (标准状态)
	年平均	1.00			
苯并[a]芘 B[a]P	日平均	0.01			μg/m ³ (标准状态)
氟化物 F	日平均	7①			μg/m ³ (标准状态)
	1小时平均	20①			
	月平均植物生长季平均	1.8②	3.0③		μg/(dm ² ·d)

注：
 ①适用于城市地区；
 ②适用于牧业区和以牧业为主的半农半牧区，蚕桑区；
 ③适用于农业和林业区。



空气质量管理法规和标准体系

- 空气污染指数分级标准

API	空气质量级别	空气质量状况	对健康的影响
0~50	I	优	可正常活动
51~100	II	良	可正常活动
101~150	III	III ₁ 轻微污染	长期接触, 易感人群出现症状
151~200		III ₂ 轻度污染	长期接触, 健康人群出现症状
201~250	IV	IV ₁ 中度污染	一定时间接触后, 健康人群出现症状
251~300		IV ₂ 中度重污染	一定时间接触后, 心脏病和肺病患者症状显著加剧
>300	V	重度污染	健康人群明显强烈症状, 提前出现某些疾病



空气质量管理法规和标准体系

- 空气污染指数分级浓度限值

空气污染指数	污染物浓度 (mg/m ³)				
	PM ₁₀ (日均值)	SO ₂ (日均值)	NO ₂ (日均值)	CO (小时均值)	O ₃ (小时均值)
50	0.050	0.050	0.080	5	0.120
100	0.150	0.150	0.120	10	0.200
200	0.350	0.800	0.280	60	0.400
300	0.420	1.600	0.565	90	0.800
400	0.500	2.100	0.750	120	1.000
500	0.600	2.620	0.940	150	1.200



1.4 空气质量的监测与评估

- 空气质量监测不仅仅是为了收集数据，而是为科学家、决策者和规划工作者在决策制定时提供必要的**信息**，改善环境质量。
- 监测在其中充当了重要的角色，为政策和战略计划的制定、**目标设置**和项目执行**达标率的评定**提供必要的科学依据。
- 空气质量监测的结果最多可帮助我们了解目前的环境质量，虽然信息并不完备。所以空气质量监测通常和其它的目标评估手段结合使用，包括扩散模型、排放检测和排放清单、插值计算和绘图。



1-30

空气质量的监测与评估

- 确定明确可行的监测目标
 - 确定人体的污染暴露水平和进行健康影响评价；
 - 公布空气质量状况，提高公众意识；
 - 明确自然生态系统的威胁；
 - 确定针对国家标准或国际标准的空气质量达标率；
 - 为空气质量管理、交通规划或土地使用规划提供目标信息；
 - 确定各排放源分担率；
 - 在政策制定中确定行动计划的优先顺序；
 - 建立/确认管理工具（模型，地理信息系统等）
 - 对点源或面源做影响评价；
 - 未来趋势分析，针对管理/控制目标将出现的问题或取得的进展。



1-31

空气质量的监测与评估

- 监测的质量要求
 - 监测的准确度和精度；
 - 监测标准的可追溯性；
 - 时间的完整性（数据捕集）；
 - 空间的代表性和覆盖性；
 - 不同监测点之间和监测时段之间的一致性；
 - 国际间进行监测的可比性/一致性。



1-32

空气质量的监测与评估

- 监测的质量保证和质量控制
 - 质量保证
 - 监测和数据质量目标的定义。
 - 网络设计、管理和培训系统。
 - 监测点的选择和建立。
 - 仪器的选择和评价。
 - 质量控制
 - 监测点常规操作。
 - 校准/可追查性的建立。
 - 网络的审查和相互间的校正。
 - 系统维护和支持。
 - 数据检查和管理。



1-33

空气质量的监测与评估

• 监测网络设计

设计监测网络的目的是评价人体对污染的暴露水平和空气质量的达标率，为了达到这个目的，有一些基本的要素需要注意：

- 人群的位置？
- 它们被暴露的污染物的种类？
- 暴露时间？
- 在什么场所和微环境下暴露会很重要？

实际中，监测网络所需要的空气监测站数目及其分布，或是采样器的数目取决于以下几点：

- 所需数据的用途/目的
- 监测需要覆盖的范围
- 污染物随时间的变化
- 资源的可获取性
- 仪器的配置情况



1-34

空气质量的监测与评估

• 监测采样方法和系统

- 空气监测方法一般可以分为四大类，包含了费用和性能差异明显的不同方法。这四类是**被动采样**、**主动采样**、**自动分析**、**遥测分析**。

主动采样仪的泵可使空气通过吸收液，多年来在欧洲、北美以及其它地区有了广泛的应用。



1-35

空气质量的监测与评估

- 被动采样仪在不使用泵的情况下采集空气污染物。被动采样仪有多种类型，包括大容量采样、替代表面法、流动采样、半扩散和扩散采样等。

被动采样仪一般都不显眼，而且需要的操作人员少，通常是费用效益很好的测量方式。



保护的遮蔽物和良好的装备设施对被动采样器至关重要



空气质量的监测与评估

主要空气监测技术

方法	优点	缺点
被动采样	<ul style="list-style-type: none"> 成本很低 非常简单 不须要电力供应 采样数目可以很多 对筛分、绘图和基础研究很有用 	<ul style="list-style-type: none"> 对一些污染物的测量未经证实 一般只有月平均或周平均数据 分析工作量大 数据产出慢
主动采样	<ul style="list-style-type: none"> 成本低 容易操作 操作/运转可信 有历史监测数据 	<ul style="list-style-type: none"> 日平均数据 样品需要人工收集和分析 需要进行实验室的分析
自动分析仪	<ul style="list-style-type: none"> 可信 高效 每小时读取数据 在线信息 	<ul style="list-style-type: none"> 复杂 昂贵 对技术要求高 常规费用高
遥测	<ul style="list-style-type: none"> 从多种途径很范围提供数据 可以在离排放源很近时使用 多功能测量 	<ul style="list-style-type: none"> 很复杂和昂贵 维护、操作、校正和有效性验证都很困难 还不能和排放点数据进行比较 大气可见度的影响，操作易被干涉



1.4 空气质量的监测与评估

• 数据的信息转化

空气质量监测不仅仅是为了收集数据，而是为规划，健康研究人员、政策制订和公众提供有用信息：

- 首先需对原始数据进行筛选（有效性分析），整理后得到可靠的数据库；
- 数据的分析解释:空气质量数据分析方法有多种成熟的方法，简单的方法包括平均值的计算、频度分布、百分位数估计等，更复杂一点的方法有**相关性分析、方差分析和回归分析**等。
- 数据管理的最少应该包括空气质量的日报、月报和年度统计，将数据进行简单的统计和图表分析，显示监测数据的频度和时间分布。也可采用地理信息系统(GIS)，尤其是要**将污染物的信息和流行病学、社会、经济、人口的地理分布信息结合**的情况下。



1-38

1.4 空气质量的监测与评估

• 城市空气质量管理能力的评价指标

GEMS/AIR的研究中（UNEP/WHO/MARC 1996）建立了四套指标体系来评价管理能力的主要方面：

- **空气质量检测能力指标**——对城市室外空气监测活动进行评价，还考虑数据的准确性，精确性和代表性。
- **数据评价和实用性指标**——评价空气质量数据库的运作情况，如何在决策制定的过程中提供信息，发挥它们的作用。该指数还评价从不同渠道获取空气质量信息的程度。
- **排放估算指标**——评价在政策相关的信息中，城市污染源排放清单实用程度。
- **管理授权指标**——空气质量管理排放控制策略开始实施时，对行政和立法的表现进行评价。



1-39

1.4 空气质量的监测与评估

- 四套指标体系都由一系列指标组成，用来评价一个城市某一方面的管理能力。

例如：空气质量监测能力指标体系中就包括了下面一些指标组成：

- 数据有效性（QA和QC）；
- 空气质量监测，用来确定污染物的趋势和空间的分布以及其对健康的长期和短期影响；
- 对污染物成分的检测。



埃及亚历山大空气质量管理能力指数



1-40

1.5 案例分析

- *苏州的监测*
- 分组讨论（分成两组，由程玲琳、李爽分别协助），关键问题：
 - 1) 现有检测网存在的不足
 - 2) 如何改进监测数据的利用率
 - 3) 目前的评估手段有哪些
 - 4) 为支持决策目的重点需要对评估体系做何改进？



1-41

1.6 测试

- 请大家每人书写回答一份测试题
- 可以同组讨论
- 可以提问
- 时间：**30分钟**

