

Overview of California Air Pollution Control

加利福尼亚空气污染治理历程

Catherine Witherspoon

Former Executive Officer
California Air Resources Board

前加州空气资源局首席执行官

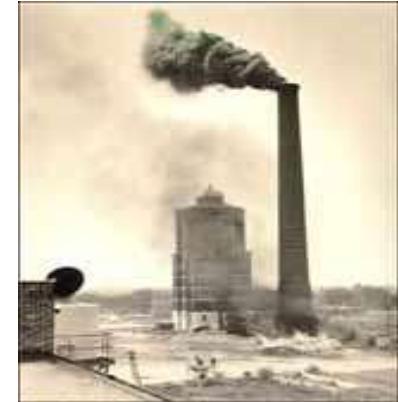
How California's Air Quality Laws Evolved

加州空气质量立法是如何发展的

1900 – 1930's

二十世纪初到三十年代

- Air pollution a “nuisance”
- 空气污染是一种“公害”
- Local governments start to regulate
- 地方政府开始控制以下空气污染源
 - Fireplace chimneys
 - 壁炉烟囱
 - Backyard trash incinerators
 - 后院垃圾焚烧炉
 - Industrial smoke stacks
 - 烟囱



1940's

二十世纪四十年代

- First Los Angeles Episode
- 第一次洛杉矶烟雾

Corrosive gas stings eyes, burns throats, tire factory blamed (1943)

- 刺激的气体刺痛眼睛、损伤咽喉，轮胎厂被追责（1943年）
- LA creates “Smoke Bureau” (1945)
- 洛杉矶建立了“烟雾局”（1945年）
- Local air districts created in every county (1947)
- 在加州每个县市建立了地方空气管理局（1947年）



1950's 二十世纪五十年代

- **Ozone Chemistry Discovered**
- **发现臭氧的化学机理**
- NOx and VOC react in sunlight
- 氮氧化物与挥发性有机物（VOC）在阳光照射下产生光化学反应生成。
- Vehicles and fuels biggest source
- 车辆和燃料是最大的污染源



1960's 二十世纪六十年代

- **Federal Government Steps In**
- **联邦政府的行动**
- First national Clean Air Act (1963)
- 第一部国家清洁空气法案（1963年）
- First Motor Vehicle Air Pollution Control Act (1965)
- 第一部机动车空气污染控制法案（1965年）
- Air quality control regions created
- 建立了空气质量控制区



1970's 二十世纪七十年代

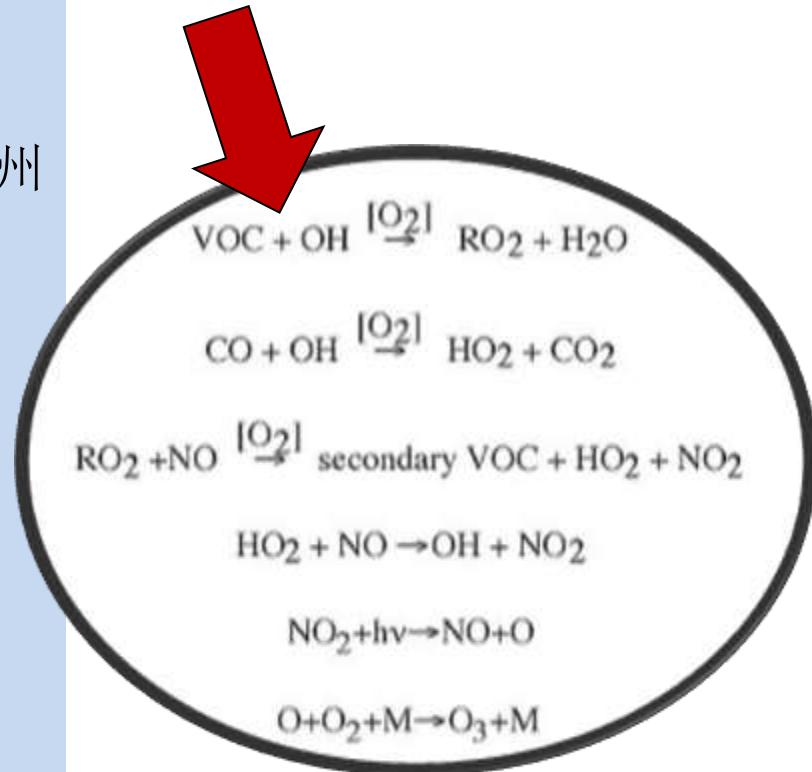
- **The People Rise Up**
- 美国人民开始行动
- 20 million protest
- 2000万美国人进行抗议活动
- US EPA created
- 设立美国国家环境保护局
- Deadlines set for clean air
- 制定关于清洁空气的实施期限



Early Focus on VOC Controls

早期关注VOC控制

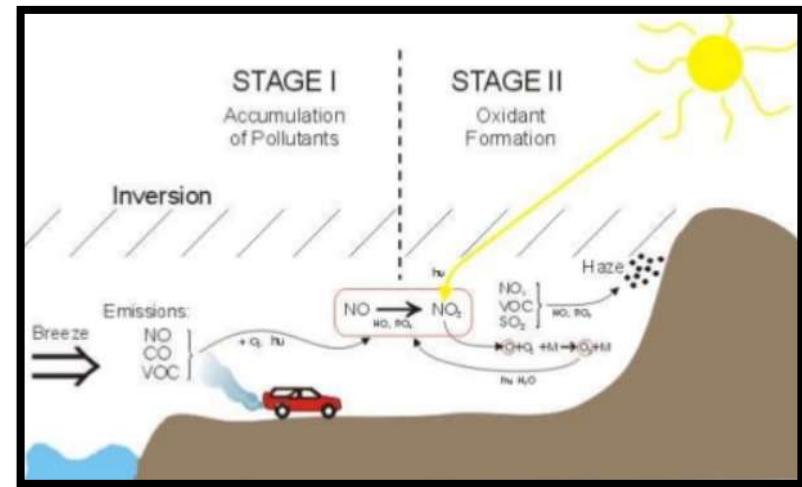
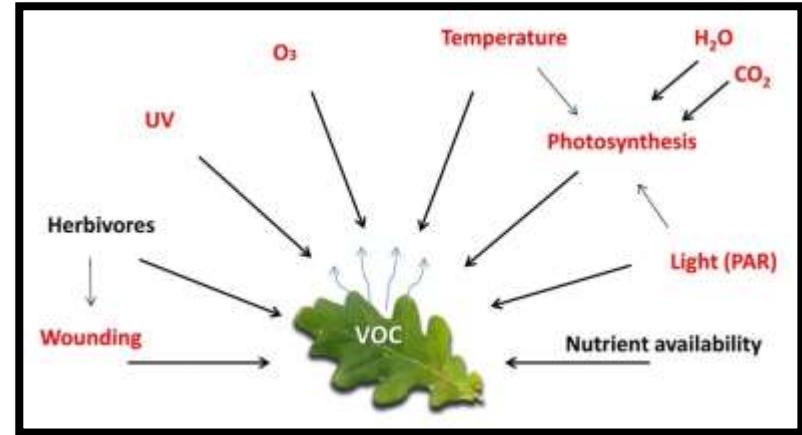
- From 1970-1990 USEPA instructed states to maximize VOC reductions.
- 1970-1990年间，美国环保局要求各州最大程度地减少VOC排放。
- Why did they do that?
- 为什么要这么做？
- Overly simplistic chemistry
- 过于简单化了化学过程



What EPA Didn't Understand

EPA那时还没有明白...

- Role of biogenic emissions: total VOC was underestimated
- 生物排放的作用：低估了VOC总量
- Effect of long residence time: chemistry was too fast
- 长滞留时间的影响：化学反应太快
- Transport distance: ozone peaks can be far from sources
- 传输距离：臭氧浓度峰值所在地可能离排放非常远



1980's

二十世纪八十年代

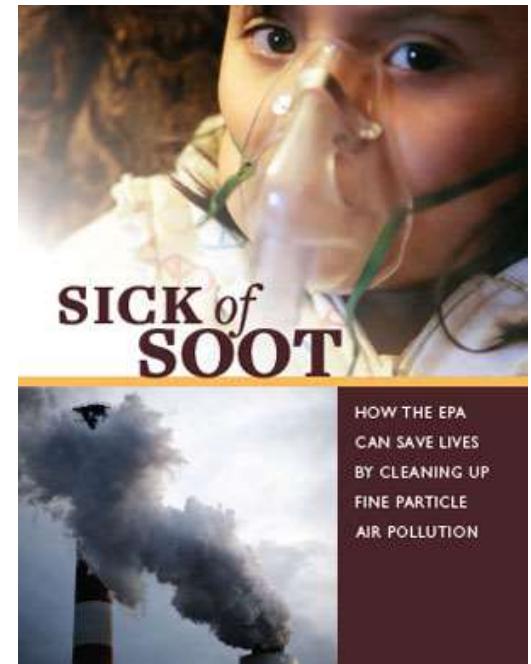
- **Air Toxics Regulated**
- **关于毒性空气污染物的规定**
- Goal: reduce cancer risk to less than 1 case per million of people exposed
- 目标：将癌症的患病风险降低到少于百万分之一
- Industry required to disclose emissions
- 要求工业企业公布排放数据
- Caused stronger VOC rules and diesel controls
- 实施更严格的挥发性有机物排放规定



1990's

二十世纪九十年代

- PM2.5 Threat Identified
- 明确PM2.5的威胁
- Health researchers discover link between PM_{2.5} and fatal heart attacks
- 健康研究人员发现PM_{2.5}和致命心脏病之间的联系
- PM_{2.5} replaces ozone as highest regulatory priority
- PM_{2.5} 替代臭氧成为首要控制污染物
- Diesel vehicles targeted for stringent controls
- 更严格地控制柴油车污染



2000's

二十一世纪初

- Climate Change Added
- 关注了气候变化
- CARB adopts CO₂e standards for motor vehicles
- 加州空气资源局实施了机动车CO₂e 标准
- California Legislature passes landmark “Global Warming Solutions Act”
- 加州立法通过了里程碑式的“全球气候变暖解决方案法案”



Today 今天

- Air pollution is recognized as a multi-dimensional problem
- 空气污染被认为是一个多维度的问题
- Largest health risk is top priority
- 最大健康风险，最受关注
 - PM2.5 kills ~6 million people per year
 - PM2.5 每年造成约600万人过早死亡
 - Ozone kills 150,000 people per year
 - 臭氧每年造成15万人过早死亡



Unfinished Business

未完成的工作

- Planes and ships
- 飞机和船舶的控制
- Small point sources (boilers)
- 小的点源污染（锅炉）
- “Grandfathered” facilities
- “爷爷级”（老旧）的设施
- Non-motorized transport
- 非机动车化交通

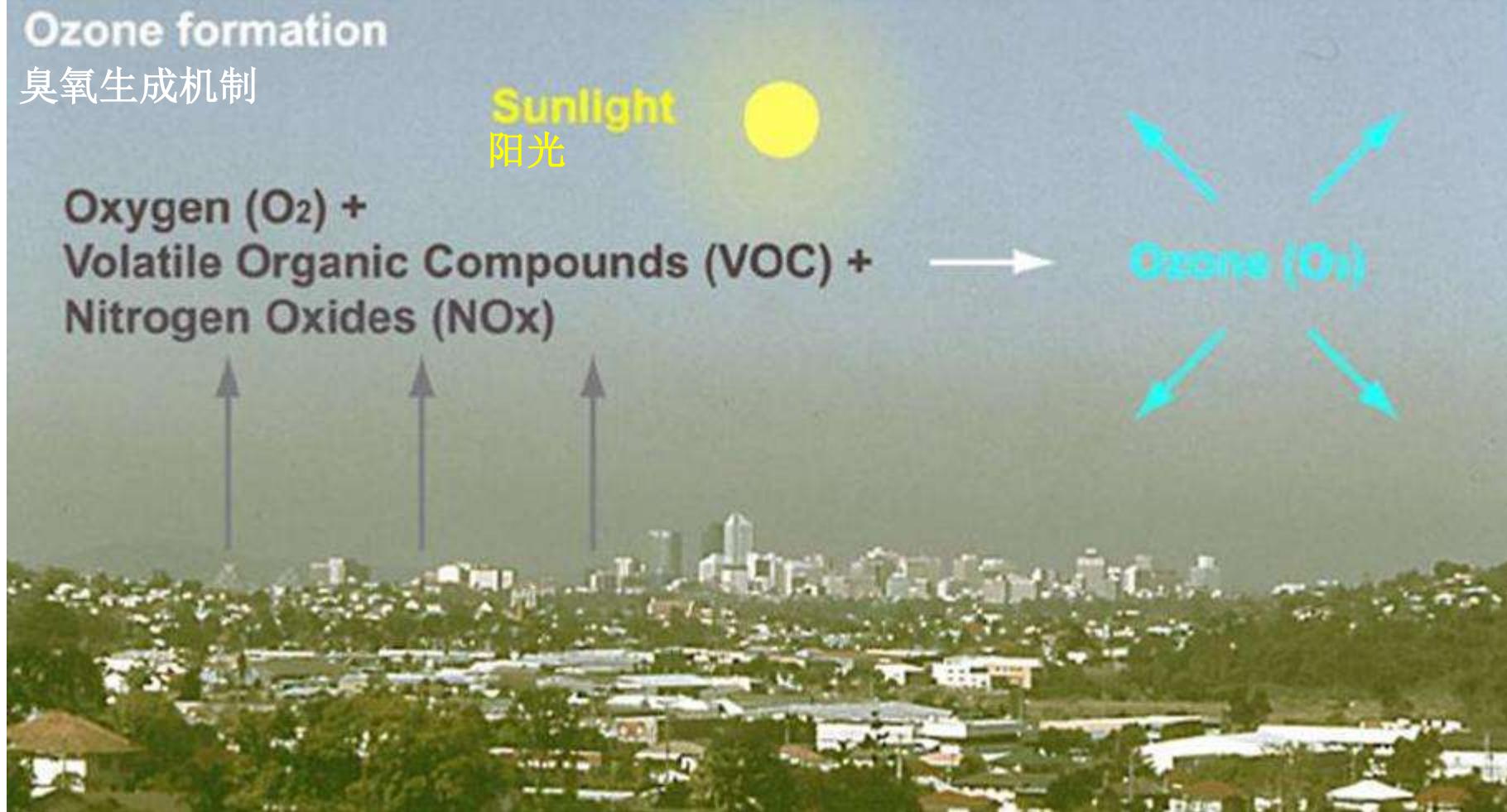


Focusing on Ozone

聚焦臭氧问题

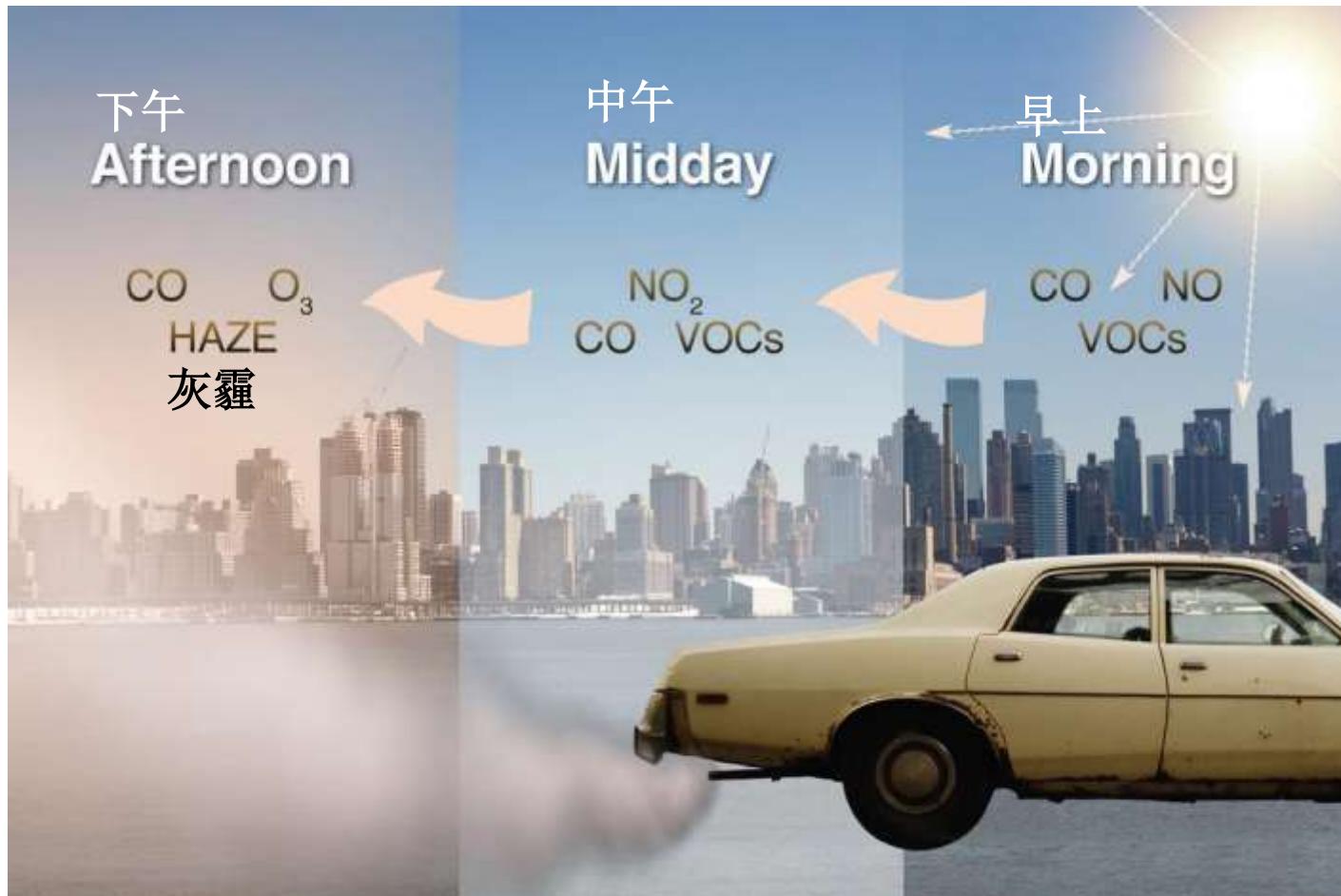
Dr. Haagen Smit's Discovery

Haagen Smit 博士的发现



Typical Time Sequence

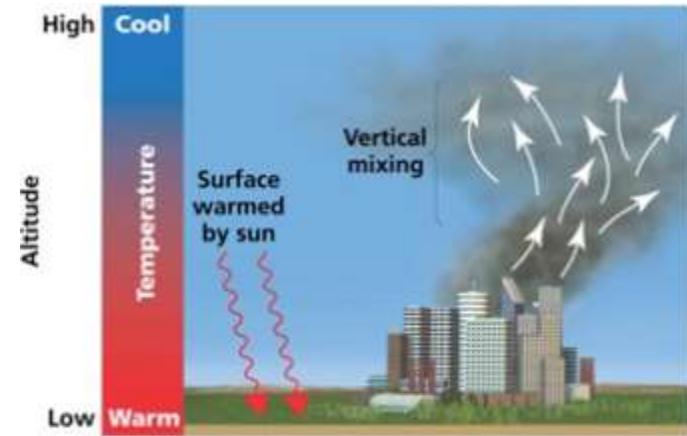
通常的时间顺序



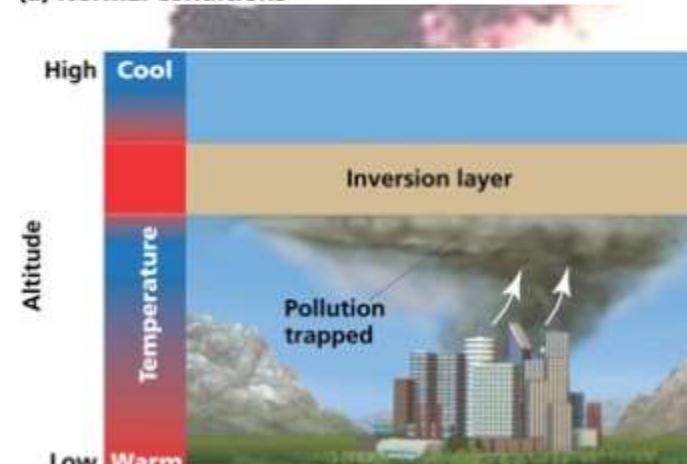
Changes in Mixing Height

混合高度变化

- Usually, air temperature decreases with altitude
- 通常，空气的温度随垂直高度上升而降低。
- In a thermal inversion, a layer of warm air keeps air pollution from dispersing
- 出现逆温情况下，逆温层会阻碍空气污染物的扩散。



(a) Normal conditions



(b) Thermal inversion

Ozone Transport in California

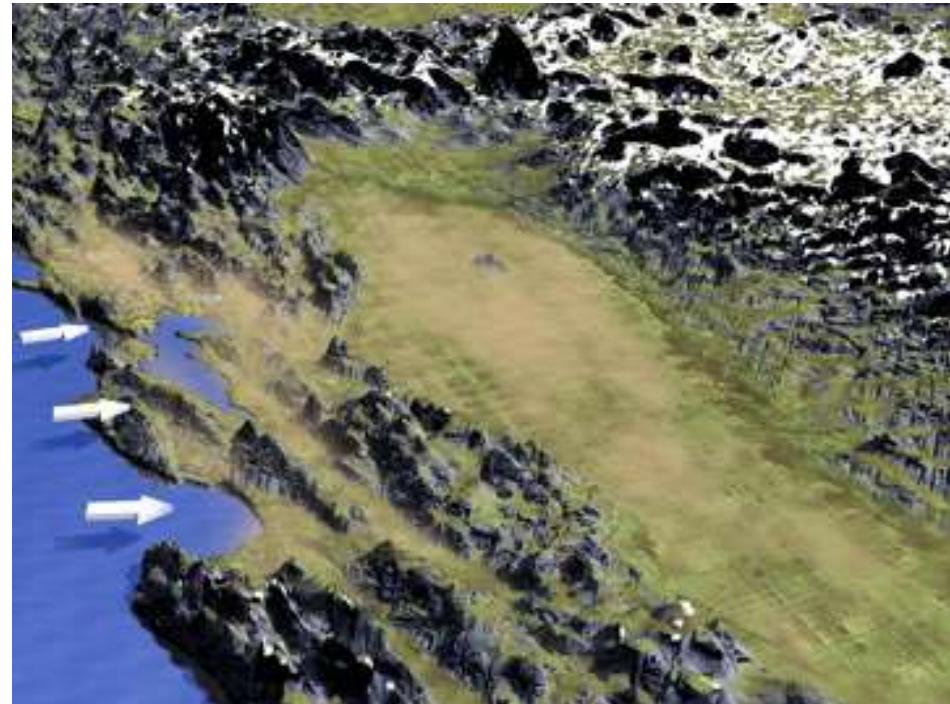
加州臭氧传输

If air pollution transport is significant...

The upwind district must adopt extra NOx controls to mitigate its impact on downwind areas

如果空气污染传输非常明显.....

那么上风向管理区必须采取额外的NOx控制来减缓其对下风向区域的影响。

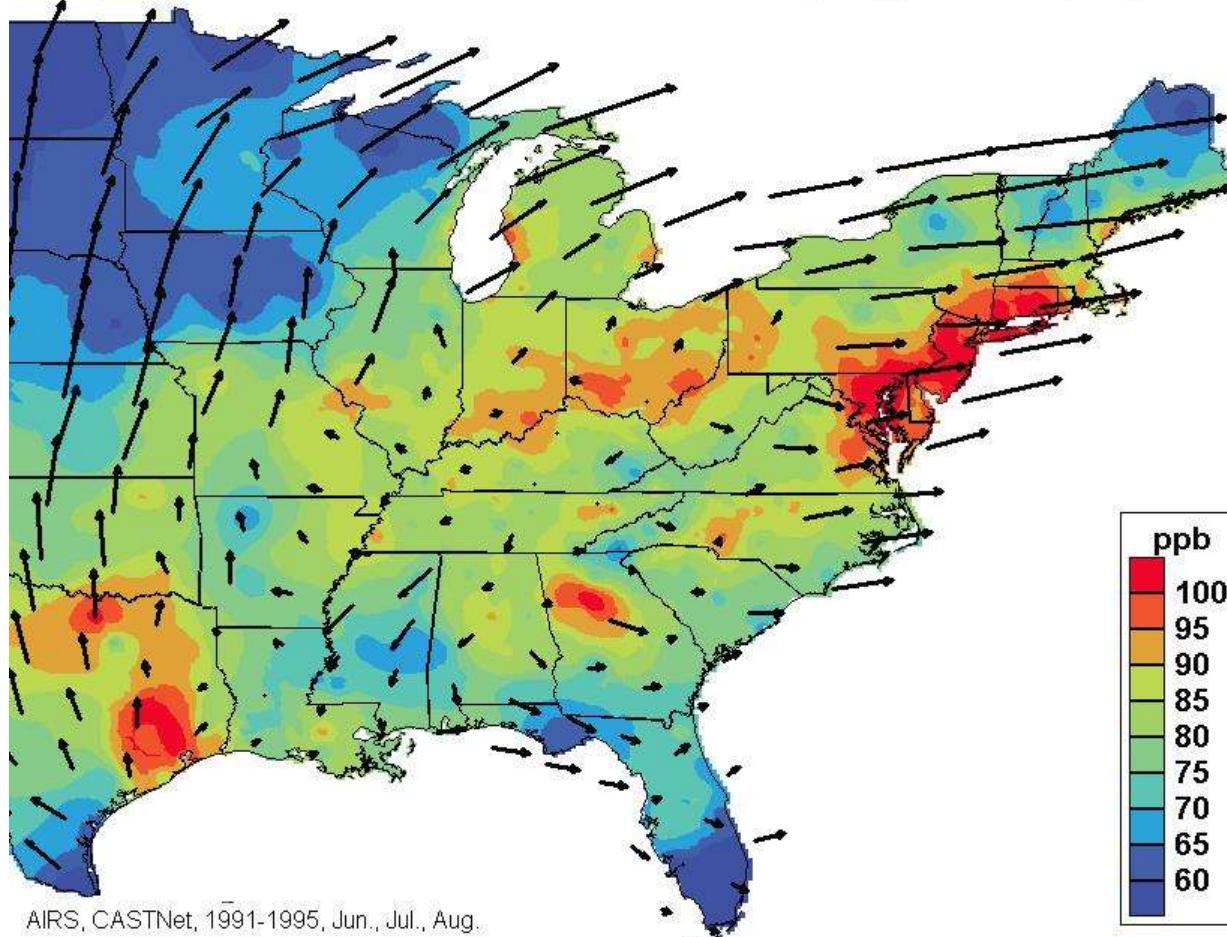


National Ozone Transport

美国臭氧传输

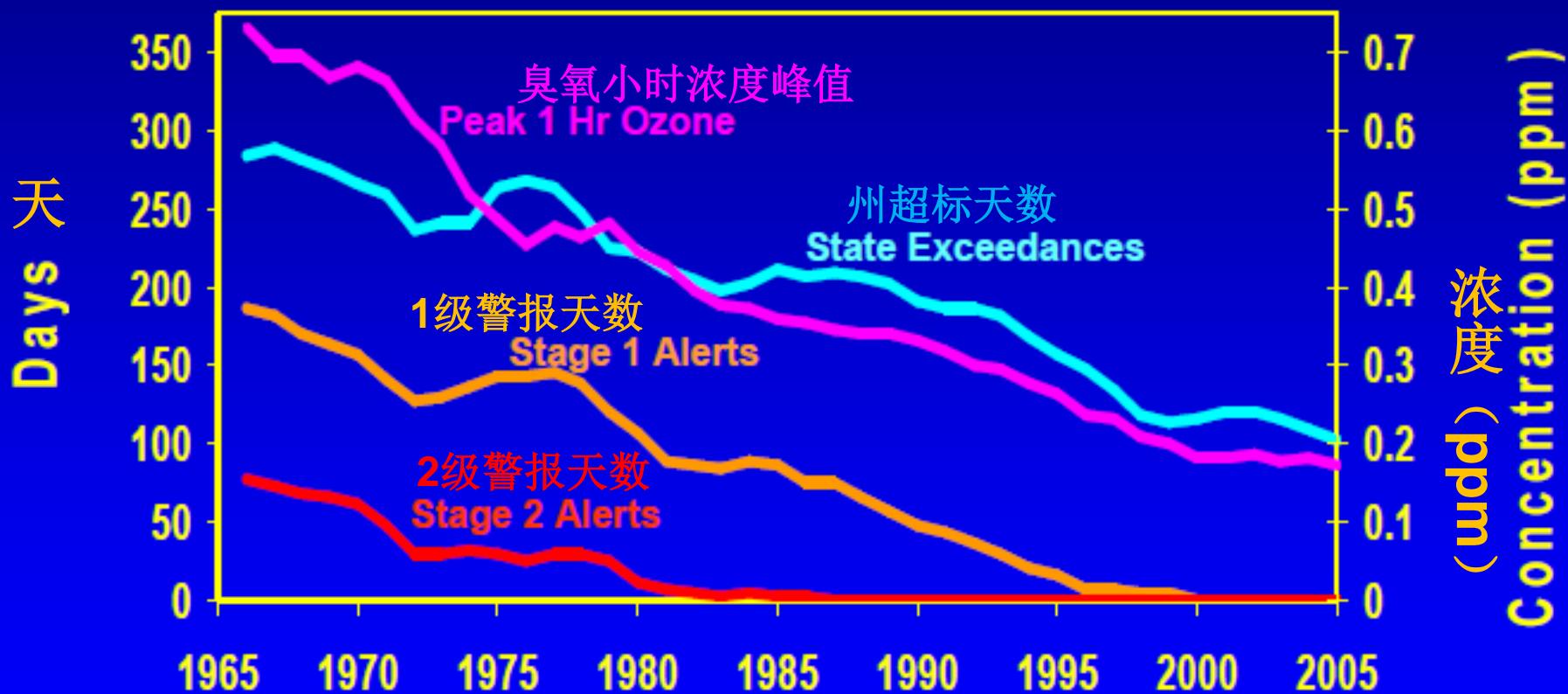
高臭氧浓度日的输送风向和臭氧传输模式

Transport Winds and Ozone Pattern on High Ozone Days



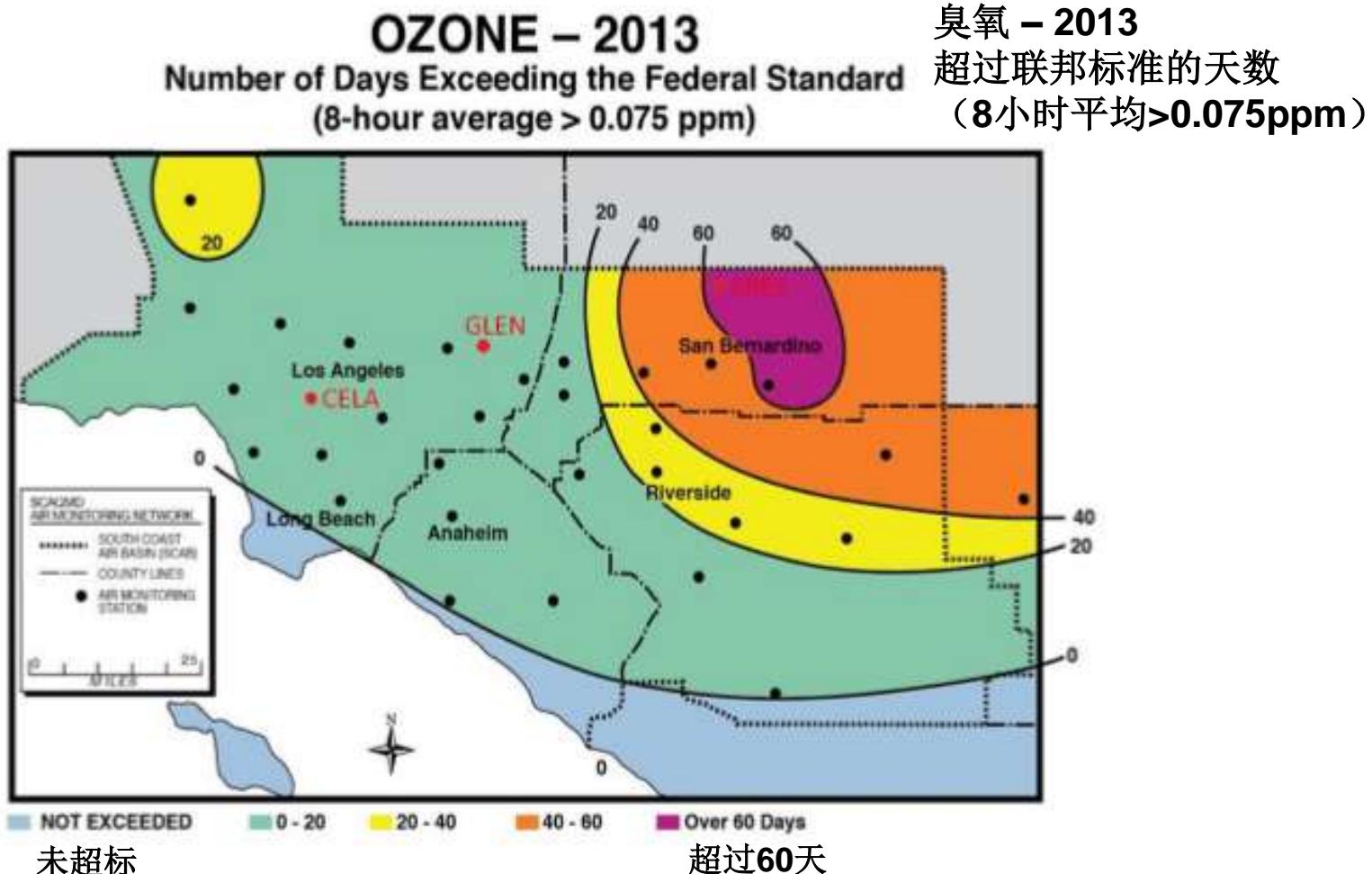
Ozone Trends in the South Coast

南海岸臭氧排放趋势



Remaining Violations in SCAQMD

加州南海岸空气管理区仍然超标



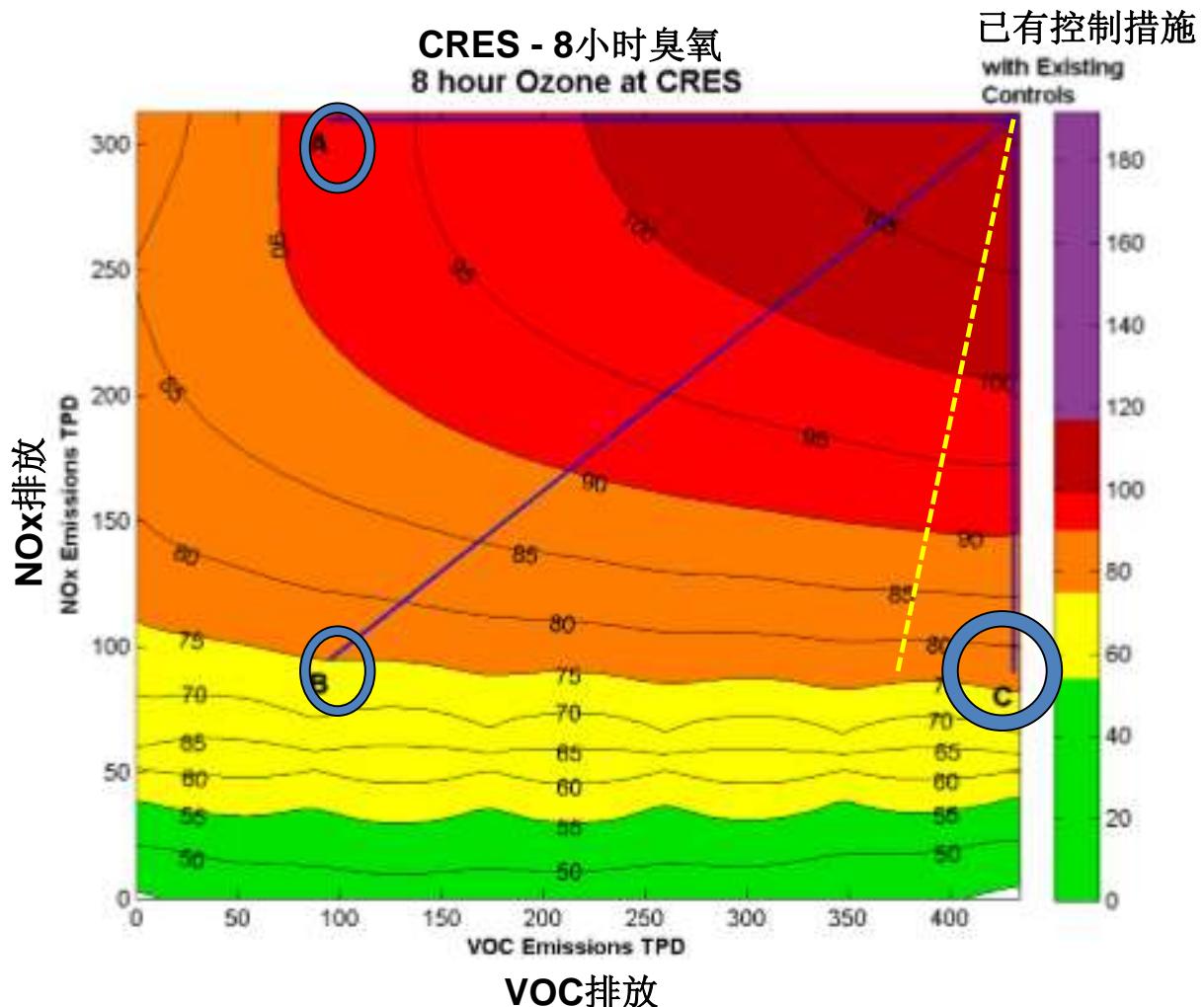
Balancing NOx vs. VOC Controls NOx与VOC控制之间的平衡

Path A: VOC Only
路径A: 只有VOC

Path B: VOC + NOx
路径B: VOC + NOx

Path C: NOx Only
路径C: 只有NOx

Dotted line: PLAN
虚线: 计划



Source: SCAQMD 2012 Ozone Analysis

来源: 加州南海岸空气质量管理局 2012臭氧分析

How We Approach NOx

我们如何控制NOx

- Target largest remaining sources (off-road vehicles)
- 针对现存最大排放源（非道路机动车）
- Integrate freight movement system to maximize efficiency, reduce emissions, and deploy cleanest possible fuels
- 整合货运系统来最大化运输效率，减少排放，尽可能用最清洁的燃料
- Scrap/replace older combustion equipment
- 报废/更换老旧的燃烧设备

How We Approach VOCs

我们如何控制VOCs

- Prioritize VOCs with the highest reactivity
- 优先控制活性高的VOCs
- Extract VOC co-benefits from other measures
- 从其他控制措施中获得VOCs减排的协同效益
- Avoid toxic and high-GWP substitutes to minimize cancer risk and reduce global warming
- 避免有毒物质与高全球变暖潜势的物质，最小化癌症风险并减缓全球变暖
- Promote pollution prevention at the source (LDAR)
- 促进源头控制（泄漏检测与修复，LDAR）

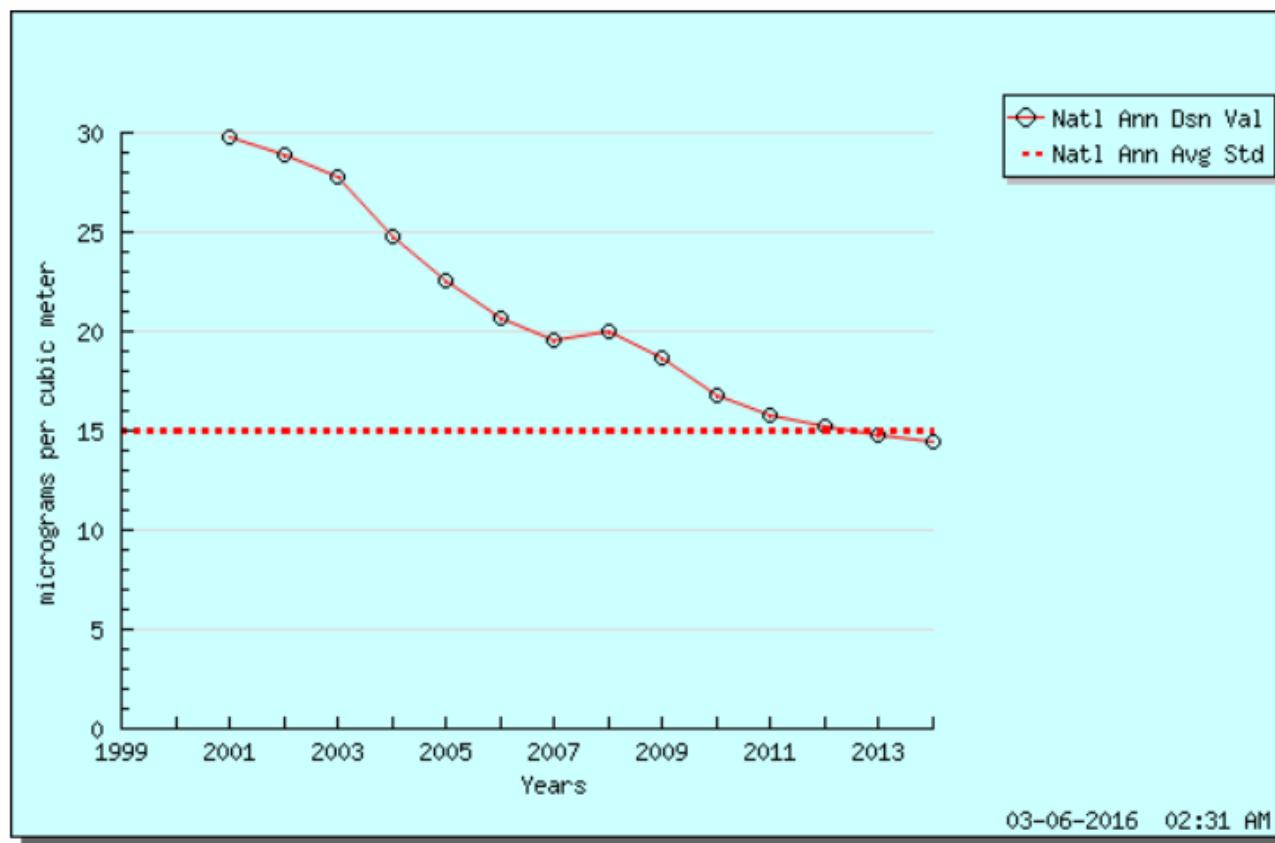
Result of California's Multipollutant Approach

多污染控制方法在加州的效果

PM2.5 Trend in SCAQMD

加州南海岸空气质量管理区的PM2.5浓度趋势

Annual Average
年平均



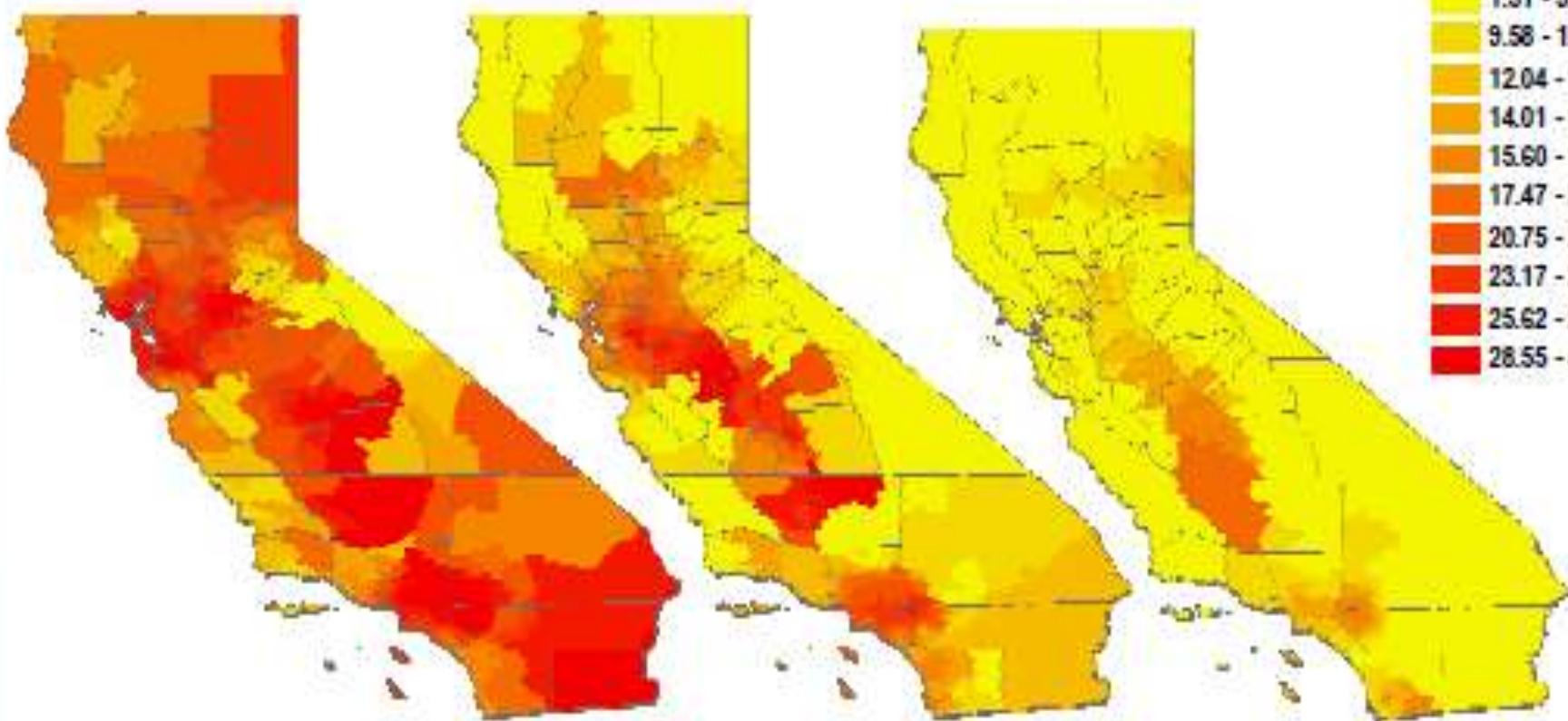
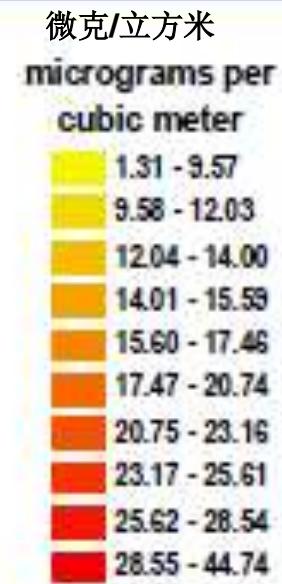
Change in PM_{2.5} Exposure

PM2.5暴露水平的变化情况

1987

1999

2007



Improved Visibility

能见度极大提高



Costs and Benefits

成本与收益

- US spends 3% of GDP on the environment
- 美国花费GDP的3%用于环境保护
- For each \$1 spent on air pollution control, there are \$10-20 of societal benefits
- 每投入1美元用于空气污染控制，就可获得10~20美元的社会收益
 - **Fewer premature deaths** 降低过早死亡率
 - **Fewer hospitalizations** 减少住院治疗率
 - **Fewer lost work days** 减少停业天数
 - **Fewer school absences** 减少缺课次数
 - **Growth in “green” businesses** 增加“绿色产业”发展

Conclusion

总结

China has a long road ahead
but an opportunity to do even better

中国还有很长的路要走，
但同时也面临更好的污染控制机遇