



中 挪 合 作
“山西省大气污染防治总体规划”项目
在太原的应用

Sino-Norway Project
“Master Planning of Shanxi Air Pollution
Control: Application in Taiyuan City

山西省环境信息中心 张定生

Mr. ZHANG Dingsheng, SEIC

2006年5月



一、项目执行情况概述

Project Implementation Overview

1、项目背景Background

2、项目简介(Introduction)

项目的总体目标(Purpose)

项目成果 (Outputs)

3、项目执行情况(Implementation)

一组 (TG1) —AirQUIS系统组

二组 (TG2) —污染源清单组(EI)

三组 (TG3) —监测组(monitaring)

四组 (TG4) —影响评价组 (EIA)

五组 (TG5) —控制措施及费效分析
(control Measures and Cost Benefit)



项目的特点

☆第一次利用AirQUIS系统建立起污染源和环境质量变化的响应关系，使规划措施具有更强的针对性；

☆第一次通过人体健康损失、农业减产损失、建筑物损害、家庭额外清洗损失、城市绿地损失几个方面对大气污染造成的经济损失进行全面评价；

☆第一次在制定规划中引入“人口暴露浓度削减效果”的概念，真正体现“以人为本”的精神；

☆第一次以费用—效益分析为依据优化选择规划措施，使规划措施更具科学性。



本次介绍分两部分进行
1、AirQUIS系统在太原的建立

和应用; AIRQUIS System
Establishment and Application

2、“山西省大气污染防治总
体

规划”的制定; Formulation of
the Mater Plan



第一部分

AirQUIS系统功能 及其在太原的建立和应用



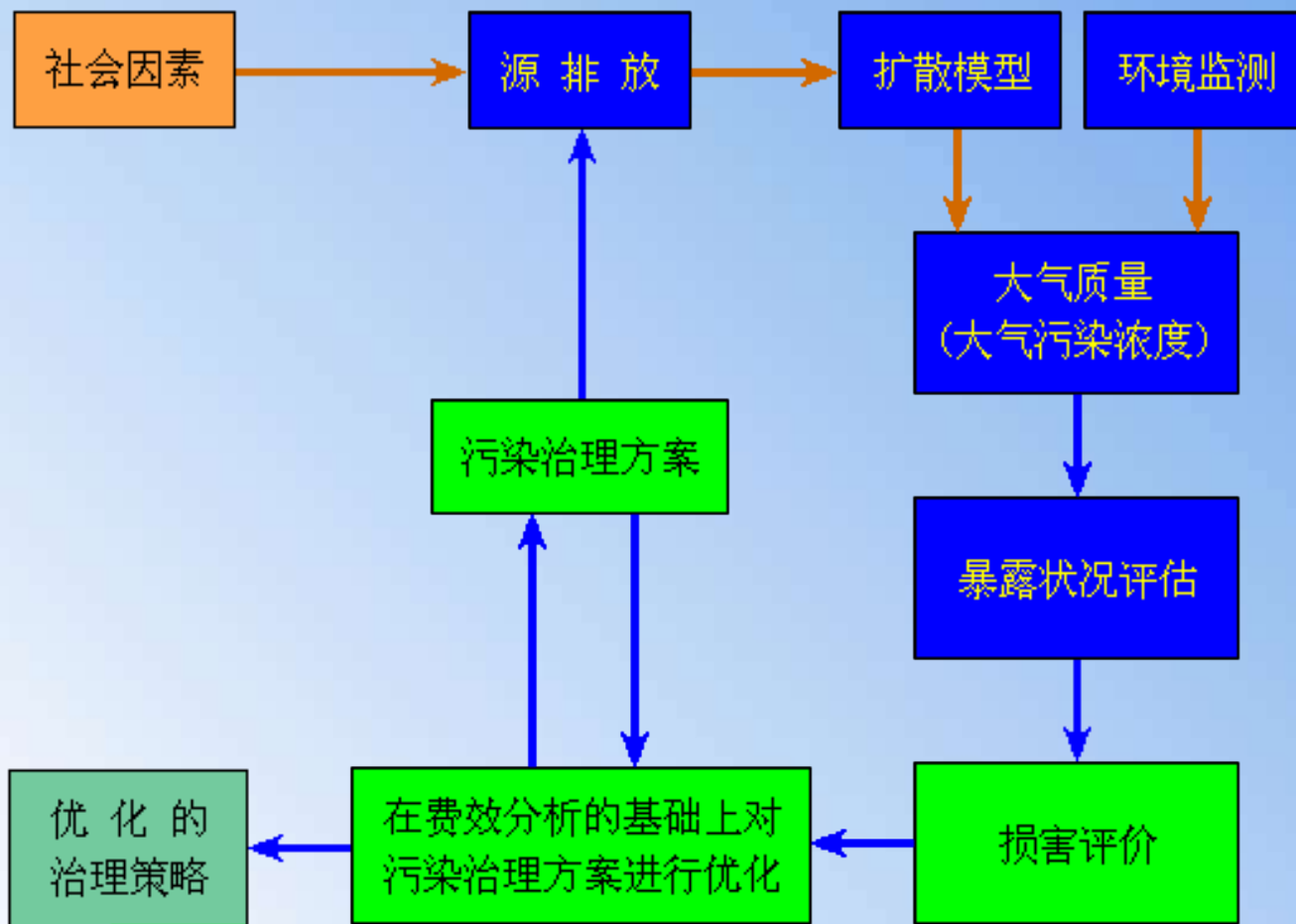
大气质量管理系统 (AQMS)

概 念

Concept



建立在费用分析基础上的大气质量控制系统概念图



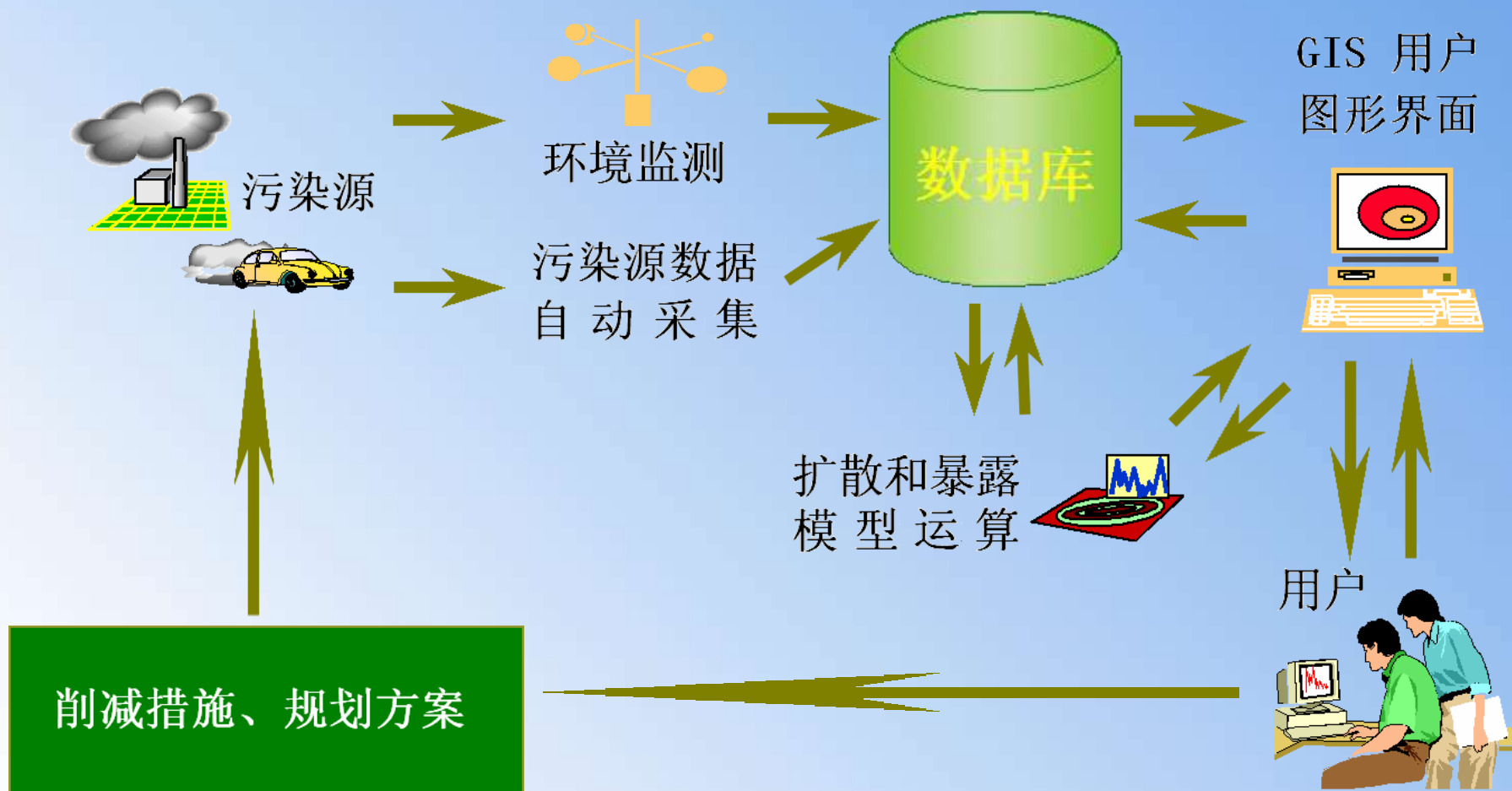


大气质量信息管理系统

— AirQUIS₂₀₀₃

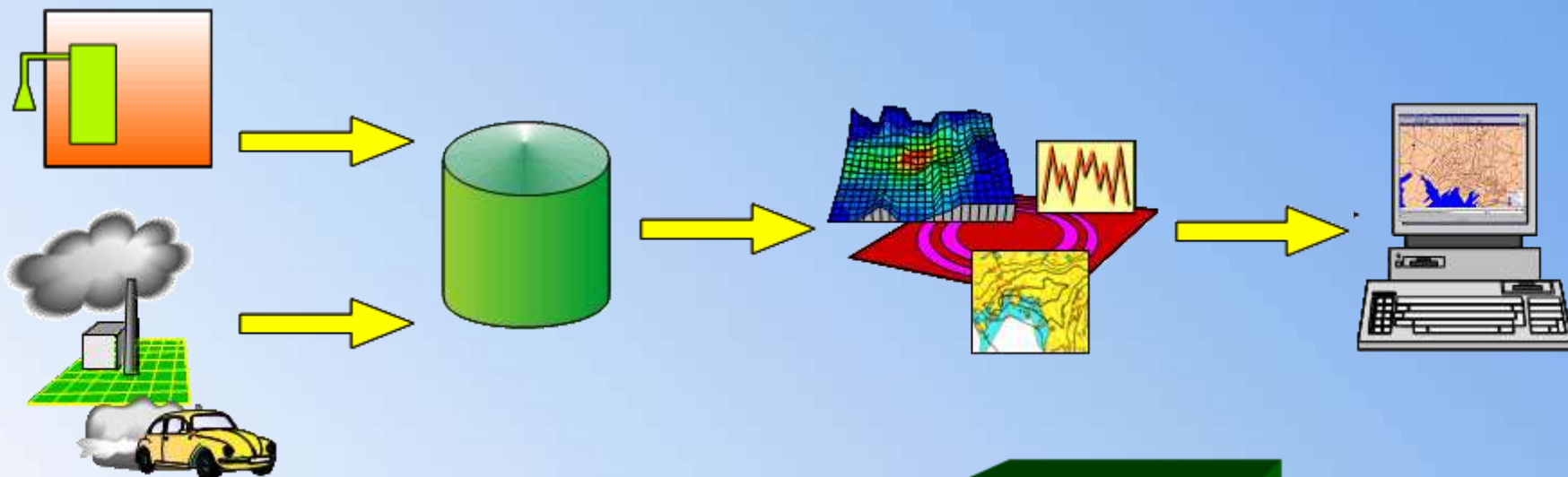


AirQUIS系统结构工作流程



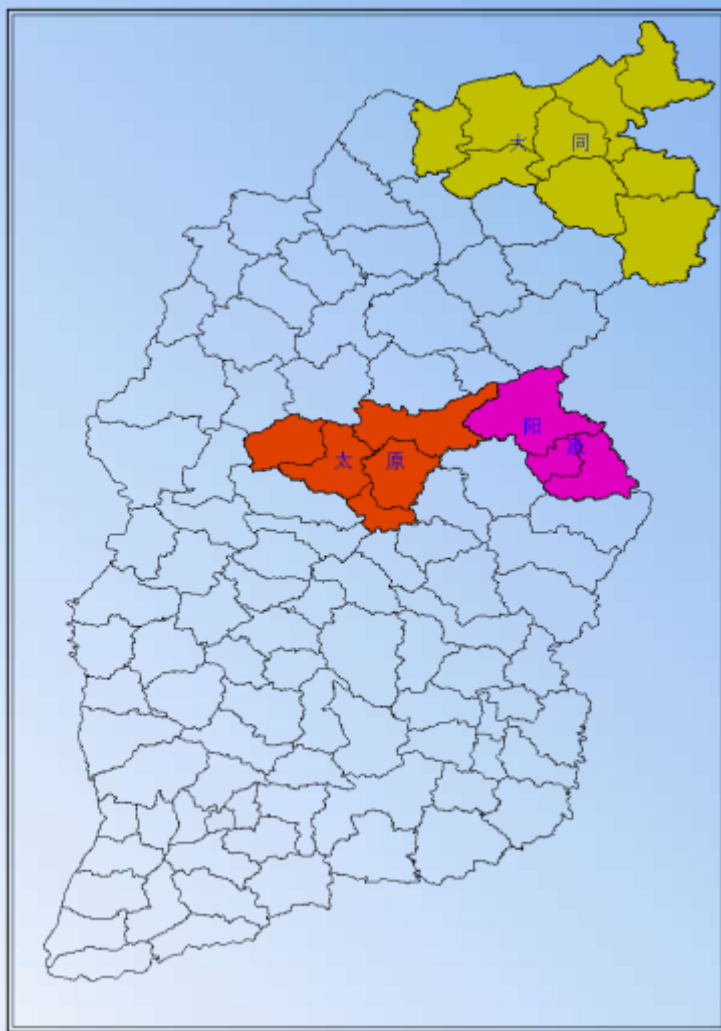


AirQUIS 系统功能模块





AirQUIS系统在山西的建立和应用



中挪合作《山西省大气污染防治总体规划》项目



数据建立 Data

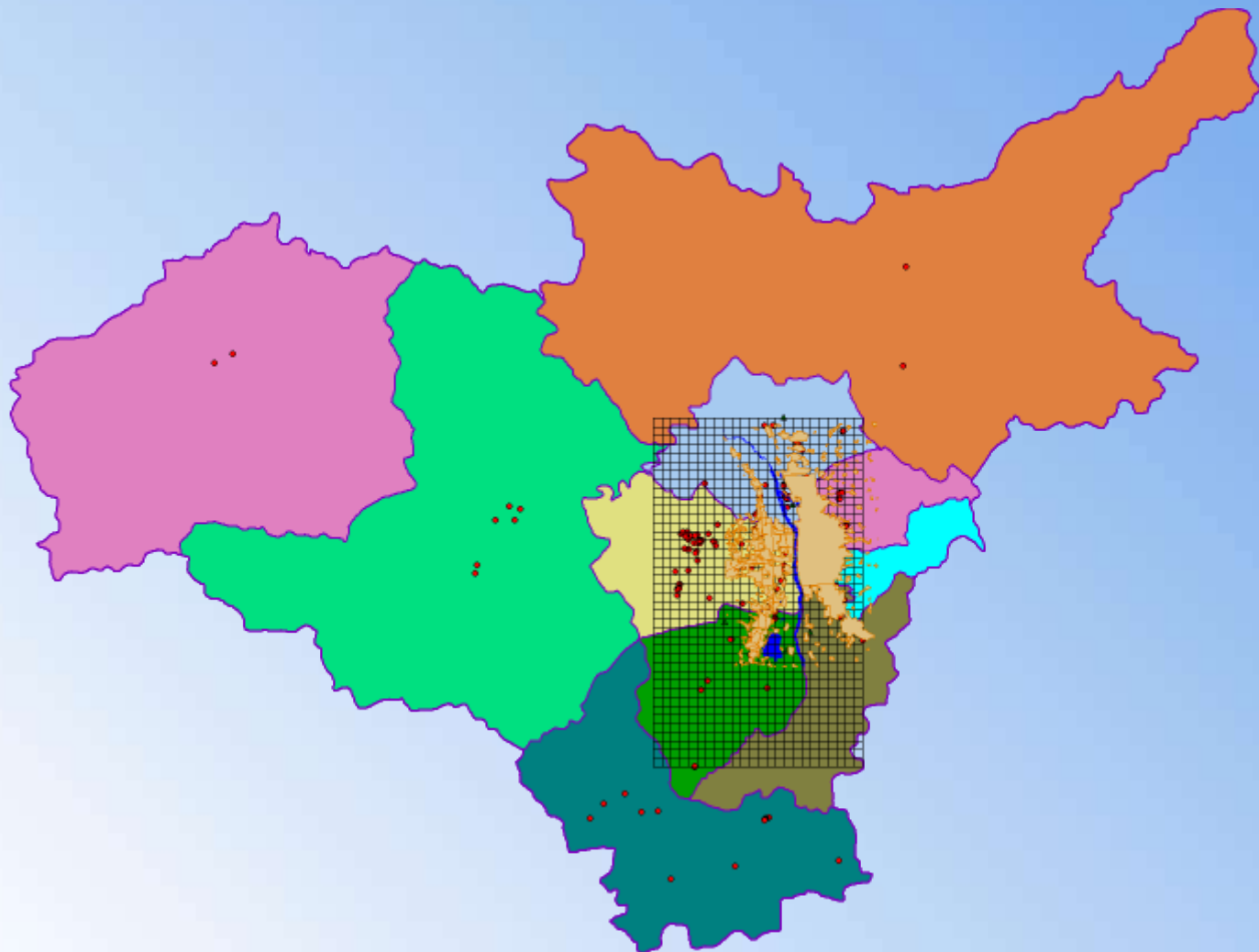
地理数据 Geographical

污染源排放数据 Emission

监测数据 Monitoring



在太原地图区域上定义的计算网格





污染物的确定 Pollutants Selected

我们选定SO₂和TSP作为模型运算的数据基础。



模型运算时间段的选定

Time Period defined for modelling

模型运算时间段为1、2月份

January and February

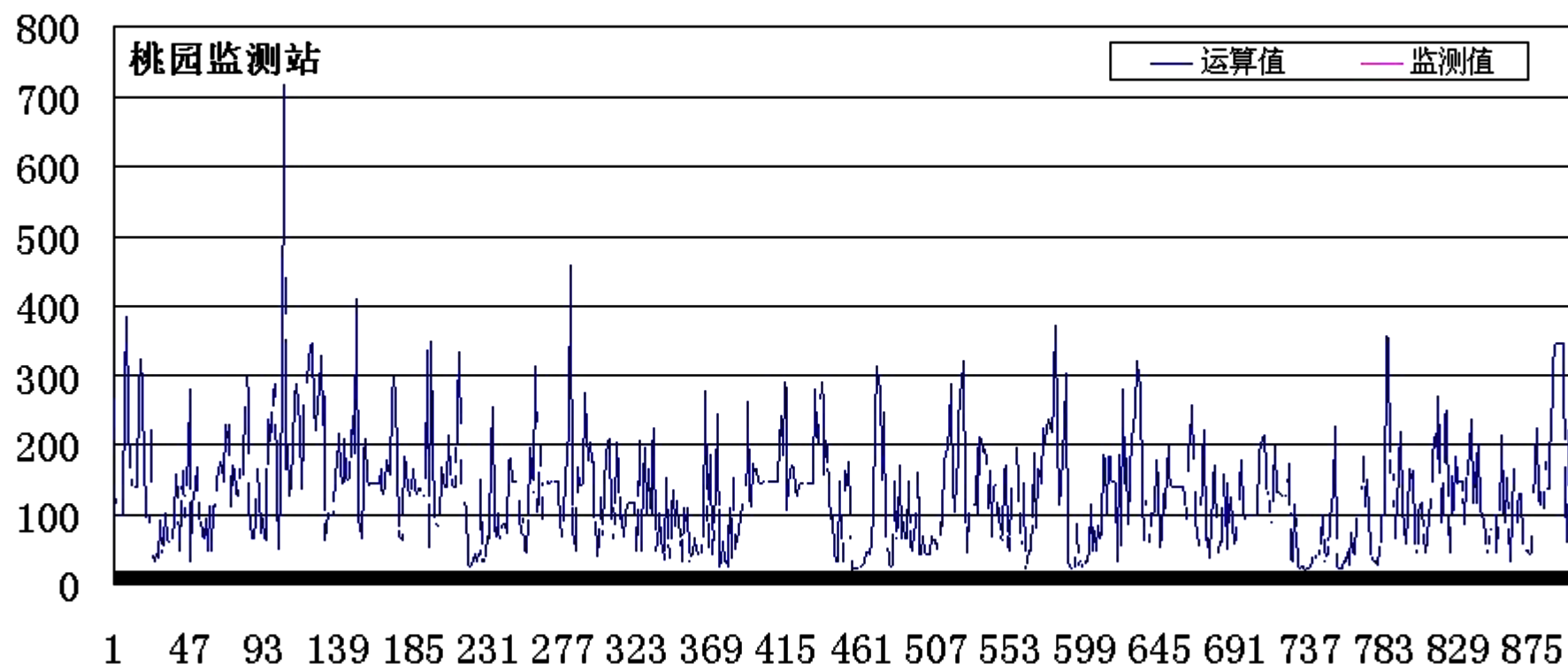


AirQUIS系统模型介绍

- ☆ 风场模型 (MATHEW)
- ☆ 排放模型 (Emission)
- ☆ 扩散模型 (EPISODE)
- ☆ 暴露模型 (Exposure)



模型验证





太原市六个自动站的SO₂和TSP 2004年模型运算结果和实测数据的比较 data comparison 2004:Modelling vs Monitoring of 6 monitoring stations in Taiyuan

城市	污染物	项目	监测站						
太原	SO ₂		涧河	南寨	桃园	坞城路	小店	金胜	平均
		运算结果	157.01	76.55	145.35	173.89	176.0933	96.83411	137.62
		监测结果	149.45	80.59	123.74	209.55	151.9034	86.18418	133.57
		误差	5.06%	-5.01%	17.47%	-17.01%	15.92%	12.36%	3.03%
	TSP	运算结果	470.1	339.54	389.84	433.55	459.3341	366.2504	409.77
		监测结果	426.22	301.5	366.68	383.42	418.9317	340.8895	372.94
		误差	10.30%	12.62%	6.32%	13.07%	9.64%	7.44%	9.88%



模型验证结论 Conclusion

通过以上验证，我们认为AirQUIS系统的模型运算结果和实际监测结果是吻合的，运算结果是可信的，因此，采用AirQUIS系统的模型运算分析工具，为项目提供数据依据是科学的。

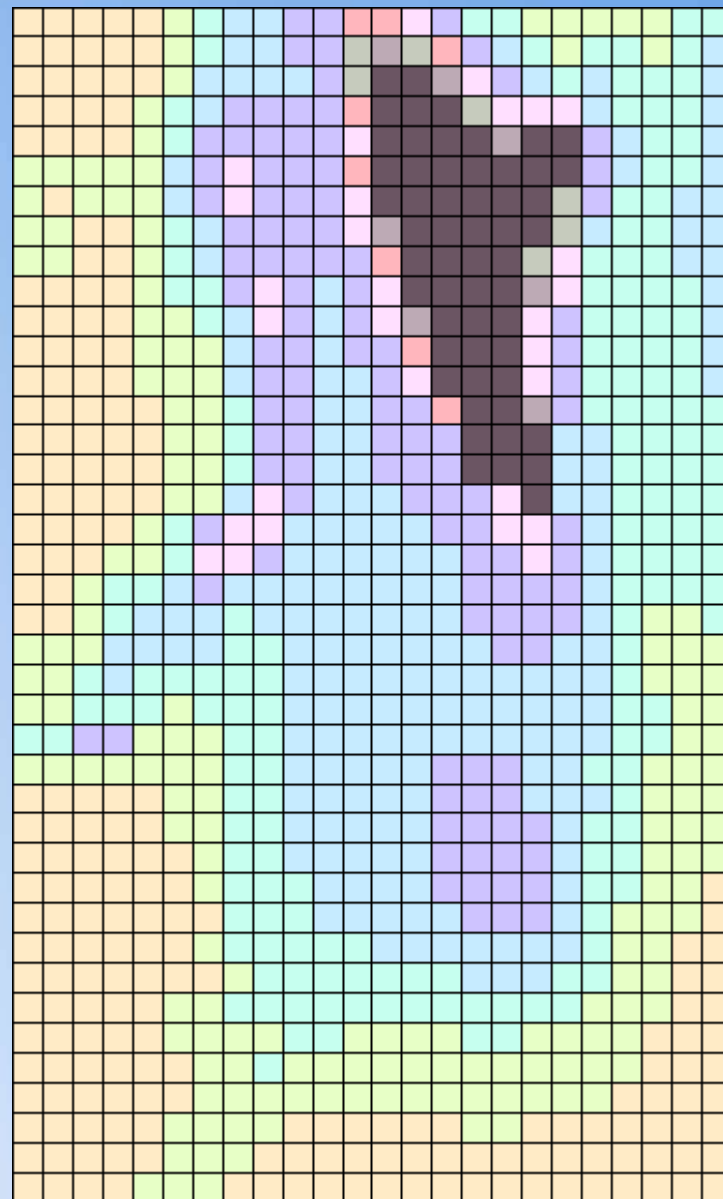
**There was consistency in the two sets of data.
Therefore AirQuis is a useful analytical tools and can be
reliable for decision making.**



排放模型运算结果

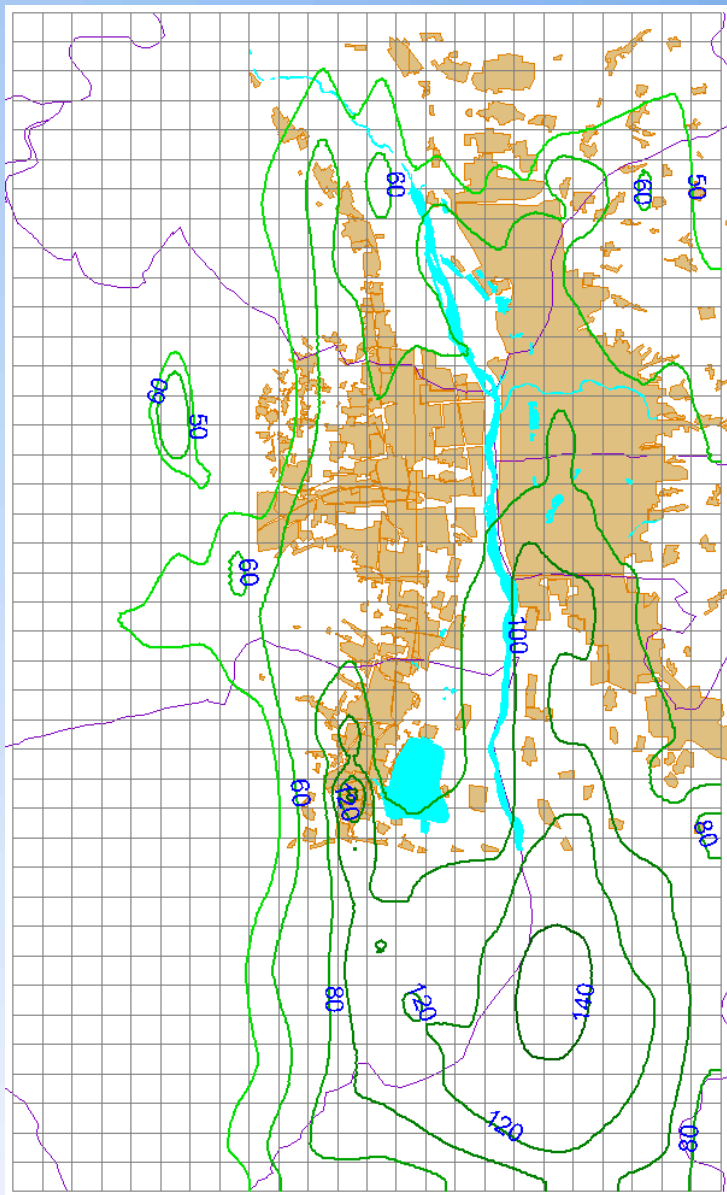
Calculation of Emission in Medelling

太原市2000年
1月11日0点到13日
23点，太原市SO₂
排放模型运算结果





模型预测结果分析 Anticipated results



中挪合作《山西省大气污染防治总体规划》项目



第二部分

山西省大气污染防治 总体规划的制定

Master Plan Formulation



一、综述 Overview

总体规划的基准年 **baseline year**

总体规划的目标 **Objectives**

主要规划的工具 **Instruments**



二、山西省大气污染状况 Air Pollution in ShanXi

山西省大气污染物排放情况 **Emission**

山西省大气环境质量状况 **AQ**

山西省大气污染原因分析 **Why**



综上所述，山西省以污染密集型工业为主，在污染物排放量较大的情况下，又有较多的自然扬尘加剧了空气中污染物的总量；同时，由于山西省气候和地形的原因，不利于空气中污染物的扩散和输送，环境容量极为有限，因此，造成了严重的空气污染。

Pollution-intensive industry

Natural Flying Ashes

Topology

Limited environment capacity



三、山西省大气污染经济损失估算

Economic Loss Estimation

1、计算因子的确定

variables selection

2、计算方法的选择

calculation methods selection



人体健康损失计算公式:

Fomula on human heatlh loss

$$S_i = \sum_{i=1}^n (f_{pi} - f_{ti}) U_i P \quad (1)$$

$$f_{ti} = f_{pi} / (1 + \Delta C_i \cdot \beta_i / 100) \quad (2)$$

$$\Delta C_i = P W E_p - C T_i \quad (3)$$



农业损失计算公式:

Formula for Agricultural Loss

$$S = \sum_{i=1}^n V_i \cdot M_i \cdot R_i \cdot B_i$$



家庭清洗损失计算公式:

Formula for cost for domestic air pollution
cleaning

$$S = C_{\text{衣}} + C_{\text{扫}} + C_{\text{交}} \quad (1)$$

$$C_i = M [(E_1 - E_{11}) A + (E_2 - E_{21}) B] \quad (2)$$



建筑材料损失计算公式:

Formula for Construction Material Loss

$$S = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot F_i \cdot [(1/TT_i - 1/Tb_i)]$$



城市绿地损失计算公式:

Formula for Greenland loss

$$S=C_w+C_e \quad (1)$$

$$C_w=M_i \cdot P_n \cdot Q \cdot G \quad (2)$$



三、山西省大气污染经济损失估算

- 1、计算因子的确定
- 2、计算方法的选择
- 3、计算参数的获取方式
- 4、山西省空气污染经济损失计算结果



山西省空气污染经济损失计算结果

空气污染引起农业经济损失S1为19.93亿元; Agriculture loss

空气污染引起人体健康经济损失S2为45.15亿元;

Health cost

空气污染引起额外清洗经济损失S3为15.70亿元;

Cleaning cost

空气污染引起建筑材料经济损失S4为0.15亿元;

Construction material loss

空气污染引起城市绿化经济损失S5为0.04亿元;

Urban Greenland loss

山西省空气污染引起各类经济损失的总额为: total cost

$$S_{\text{总}}=19.93+45.15+15.70+0.15+0.04=80.97\text{亿元}$$



三、山西省大气污染经济损失估算

- 1、计算因子的确定
- 2、计算方法的选择
- 3、计算参数的获取方式
- 4、山西省空气污染经济损失计算结果
- 5、山西省空气污染经济损失评价



四、规划措施的制定 Measures and policies planned

2010年及2015年污染状况预测

Forecast of Air Pollution Status in 2010 & 2015



2010年及2015年污染状况预测

“十五”期间山西省经济发展概况

2010年和2015年社会经济发展预测Socio-economic
development forecast

2010年和2015年主要污染物排放量预测Main Pollutants
Emission forecast

2010年和2015年主要污染物浓度预测及达标分析: Forecast
of Main Pollutant Concentration and Analysis on
compliance



四、规划措施的制定

2010年及2015年污染状况预测

大气污染防治备选方案

Options of Air Pollution

Control



大气污染防治备选方案

全面贯彻国家和山西省产业政策实现污染物的削减；
集中供热；
洁净煤技术；
天然气（煤层气）利用；
改进燃烧方式，采用新一代高效低污染发电技术；
提高除尘、脱硫效率；
工业污染源合理布局；
实施排污调度；
控制扬尘污染；
治理交通污染。



四、规划措施的制定

2010年及2015年污染状况预测

大气污染防治备选方案

不同控制措施下的大气质量预测



五、大气污染控制方案的费用/效益分析

费用/效益分析的方法



费用/效益分析的方法

费用； 效果； 效益。

$$\text{费用/效果} = \frac{\text{总资本投资} \cdot 0.16 + \text{运行和维护成本} - \text{销售收入}}{\text{人口加权后的年浓度削减量}}$$

$$\text{费用/效益} = \frac{\text{总资本投资} \cdot 0.16 + \text{运行和维护成本} - \text{销售收入}}{\text{早亡和生病人数减少带来的经济效益}}$$



五、大气污染控制方案的费用/效益分析

费用/效益分析的方法
费/效评价指标的选取



费/效评价指标的选取

人口加权浓度平均值（通常表示为“PWE”）；

暴露/响应函数；

人群中健康指标的发生频率（如死亡率、住院率）；

某类措施的平均成本；

项目的投资、成本和利润数值。



五、大气污染控制方案的费用/效益分析

费用/效益分析的方法

费/效评价指标的选取

拟选控制措施的费效计算结果



拟选控制措施的费效计算结果

太原市基准年(2000)和采取控制方案后SO₂人口加权暴露(μg/m³)

	2000 基准	2004 无削 减	2004削 减	2010 无削 减	2010 天然 气	2010 电厂 脱硫	2010 集中 供热	2010 政策 削减	2010洁 净煤技 术	2015 无削 减	2015 削减
尖草坪区	144	150	102	105	90	79	53	49	47	52	47
杏花岭区	189	195	146	149	129	119	68	63	61	66	61
万柏林区	144	151	98	101	87	83	56	52	49	54	49
迎泽区	267	278	191	194	166	156	86	81	75	80	75
晋源区	193	209	127	130	115	111	67	62	59	63	59
小店区	489	532	307	310	270	265	139	126	106	111	106



拟选控制措施的费效计算结果

太原市基准年(2000)和采取控制方案后TSP人口加权暴露($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	2000 基准	2004 无削 减	2004削 减	2010 无削 减	2010 天然 气	2010 集中 供热	2010 政策 削减	2010洁 净煤技 术	2010 扬尘 控制	2015 无削 减	2015 削减
尖草坪区	384	463	439	439	426	358	341	248	198	257	198
杏花岭区	379	453	462	462	449	358	341	274	224	283	224
万柏林区	404	484	430	430	417	360	343	240	190	249	190
迎泽区	410	484	497	497	483	358	341	303	253	311	253
晋源区	467	547	490	490	470	374	354	243	193	252	193
小店区	507	584	549	549	525	378	357	282	232	291	232



拟选控制措施的费效计算结果

太原市基准年病例数(2000)和不同控制方案下呼吸道疾病的预期病例数(人)

	2000 基准	2004 无削 减	2004削 减	2010 无削 减	2010 天然 气	2010 集中 供热	2010 政策 削减	2010洁 净煤技 术	2010 扬尘 控制	2015 无削 减	2015 削减
太原市	1155	1220	753	774	637	583	200	155	117	152	117
尖草坪区	156	164	91	96	72	53	6	0	0	4	0
杏花岭区	170	176	124	127	105	93	26	19	16	23	16
万柏林区	190	203	104	110	81	73	14	5	0	9	0
迎泽区	149	155	106	108	90	84	31	27	22	26	22
晋源区	145	158	85	88	73	69	20	15	11	16	11
小店区	345	364	242	244	216	213	103	90	68	73	68



拟选控制措施的费效计算结果

太原市基准年病例数(2000年) 和不同控制方案下早亡的预期病例数(人)

	2000 基准	2004 无削 减	2004削 减	2010 无削 减	2010 天然 气	2010 集中 供热	2010 政策 削减	2010洁 净煤技 术	2010 扬尘 控制	2015 无削 减	2015 削减
太原市	2573	2898	2788	2788	2725	2306	2207	1645	1235	1711	1235
尖草坪区	500	574	553	553	541	471	452	323	235	337	235
杏花岭区	386	442	448	448	439	368	353	284	221	294	221
万柏林区	635	722	665	665	650	578	555	379	267	397	267
迎泽区	254	285	290	290	285	228	218	195	160	200	160
晋源区	376	415	388	388	377	318	304	205	146	215	146
小店区	422	459	443	443	432	342	326	260	206	269	206



五、大气污染控制方案的费用/效益分析

费用/效益分析的方法

费/效评价指标的选取

拟选控制措施的费效计算结果

拟选控制措施效果评价



拟选控制措施效果评价

太原市各SO₂控制方案人口暴露加权浓度削减量(μg/m³)

2010 _{天然气}	2010 _{电厂脱硫}	2010 _{集中供热}	2010 _{政策削减}	2010 _{洁净煤技术}
22	7	57	6	6

太原市各TSP控制方案人口暴露加权浓度削减量(μg/m³)

2010 _{天然气}	2010 _{集中供热}	2010 _{政策削减}	2010 _{洁净煤技术}	2010 _{扬尘控制}
16	93	18	85	50



拟选控制措施效果评价

太原市采取各控制方案的发病情况的预期减少数(人)

	2010 _{天然气}	2010 _{电厂脱硫}	2010 _{集中供热}	2010 _{政策削减}	2010 _{洁净煤技术}	2010 _{扬尘控制}
呼吸道疾病	137	54	383	45	38	
早亡	228		1532	354	1968	1449

太原市采取不同控制方案的费用(百万元)

2010 _{天然气}	2010 _{电厂脱硫}	2010 _{集中供热}	2010 _{政策削减}	2010 _{洁净煤技术}	2010 _{扬尘控制}
-25.44	18.46	-560.00	300	-3.60	600

太原市采取不同控制方案的费用效益比值

2010 _{天然气}	2010 _{电厂脱硫}	2010 _{集中供热}	2010 _{政策削减}	2010 _{洁净煤技术}	2010 _{扬尘控制}
-0.484	115.375	-1.595	3.704	-0.008	1.813



五、大气污染控制方案的费用/效益分析

费用/效益分析的方法

费/效评价指标的选取

拟选控制措施的费效计算结果

拟选控制措施效果评价

以费/效分析为依据对控制措施进行优化选择



以费/效分析为依据对控制措施进行优化选择

- 1、集中供热；
Centralised heating
- 2、天然气利用；
NG Utilization
- 3、洁净煤技术；
Clean coal technology
- 4、执行产业政策；
Industrial Policy Enforcement
- 5、扬尘控制； **Fly ash control**
- 6、电厂脱硫。**De-surphurization in power plants**



五、大气污染控制方案的费用/效益分析

费用/效益分析的方法

费/效评价指标的选取

拟选控制措施的费效计算结果

拟选控制措施效果评价

以费/效分析为依据对控制措施进行优化选择

山西省大气污染防治规划建议方案



山西省大气污染防治规划建议方案

近期规划目标大气污染防治方案建议：

继续加大执行国家产业政策的力度，彻底关停取缔污染严重企业和生产设施；

合理工业布局，降低污染负荷；

扩大集中供热面积，彻底改造“城中村”；

加快天然气开发和利用的步伐，进一步优化燃料结构；

大力发展洁净煤技术，积极改变燃料结构；

采取强有力的措施加大扬尘污染控制力度；

提高市区范围内锅炉脱硫除尘效率；

加大焦化行业清理整顿力度。



山西省大气污染防治规划建议方案

远期规划目标污染控制方案建议：

制定更为严格的产业政策，使产业升级向更高层次迈进；
大力发展循环经济，积极推进清洁生产和清洁审计；

继续扩大集中供热范围，热化率要达到**99%**以上；

继续作好天然气的开发和利用工作，进一步优化燃料结构；

加大可再生能源利用技术的研发和推广，实现能源消费结构的多元化；

积极开发研制甲醇、二甲醚等汽柴油产品的燃烧替代技术与设备，彻底治理汽车尾气尘污染；

继续加大控制扬尘污染力度，力争到**2015**年各市绿化率在**2010**年的基础上再增加**5**个百分点。



结 束 语

现代化的大气质量管理系统已经初步建立，将其应用于实际管理工作才能发挥它的作用！

大气污染防治总体规划的制定是一项非常重要的工作，然而将其付诸实施更加重要！！！！



谢谢!