

兰州西固地区大气光化学污染 规律和防治对策的研究*

中国环境科学研究院 甘肃省环保局 甘肃省环保所
北京大学技术物理系 兰州大学地理系 甘肃省环境保护监测站
兰州化工研究院环保所 兰州炼油厂监测站**

A STUDY OF PHOTOCHEMICAL SMOG POLLUTION AND ITS CONTROLL STRATIGES AT XI-GU DISTRICT OF LANZHOU CITY

(Chinese Research Academy of Environmental Sciences) (Environmental Protection Bureau of Gansu Province) (The Environmental Protection Research Institute of Gansu Province) (Peking University, Dept. of Technical physics) (Lanzhou University, Dept. of Geography) (The Monitoring Station on Gansu Province) (The Environmental Protection Institute of Lanzhou Chemical Industry Co.) (The Monitoring Station of Lanzhou Oil Refinery)

Abstract

Since 1974 the phototchemical smog pollution has been observed at the Xi-gu district of Lanzhou City in the summer and fall time. During the 1981-1983 period, the regional field measurements of primary and secondary pollutants combined with the meteorological parameters and the simulation studies of the smog formation by using both the indoor and outdoor smog chambers were conducted. The present status of the photochemical smog pollution and the meteorological background of this district have been studied. The mesoscale transport of phototchemical smog and the ozone-raised phenomena after rain were observed and discussed. An ambient air quality model which describes the temporal and spatial distribution of the pollutants has been developed and compared with the observed data. A controll strategy was suggested.

* 本文系此项目的总述,各部分详细学术研究将另文发表。

** 本项目技术总负责人:唐孝炎。技术领导小组:王文兴、李超云、唐孝炎、田炳申、任阵海、黄建国、孙淑英。各参加单位学术负责人:齐立文、刘希玲、赵德山、彭贤安、吴仁铭、金素文、李金龙、陈旦华、陈长和、何玉贵、罗威廉、敖运安、杨林青、张潋心、杨洪玉、荀邦哲。总报告执笔人:唐孝炎、田炳申、陈长和、任阵海。本文编写人:唐孝炎。

兰州西固地区是我国重要的石油化工基地之一,在面积约七十平方公里的地区内集中了石油化工、炼油、发电、铝电解、化学纤维、制药、纺织等工业企业一百多个,排放的污染物比较复杂。该地处西北黄土高原,海拔一千五百米,三面环山,相对标高平均二百多米,是一河谷盆地。该地区年平均风速0.94米/秒,全年静风率为62%,出现逆温的天气占85%以上,因此,地形及气象条件极有利于污染物的积累。

自1974年以来,每年夏、秋季节居民常感到眼睛刺激、流泪、恶心、头晕等症状,纷纷要求环保部门弄清原因。通过对大气污染物的观测研究^[1]、人体流行病学调查(见甘肃兰州市环境质量报告书,1981)及植物受害状况调查等^[2,3],至1980年已从不同角度基本证实了西固地区夏秋季节确实存在着光化学烟雾类型的空气污染。并初步认为污染源主要是本地的石油化工及炼铝业。

为了逐步控制西固地区光化学烟雾的危害,有效地规划今后西固地区的经济发展,需要在了解污染现状,找出污染规律的基础上制定合宜的防治对策。为此,自1981年至1983年连续三年夏季对西固地区光化学烟雾污染现状,西固地区夏季的环境大气物理条件,光化学烟雾污染规律进行了研究,探讨了光化学烟雾在西固地区的形成条件,建立了西固地区的大气质量模拟模式并根据对污染源的分析,提出了近期在该地区控制光化学烟雾的可能性及控制方案。

我国与兰州西固地区规模相似或更大的石油化工区尚有多个,且也都有火力发电厂及其它工业并存。这些综合工业区还在不断发展。随着四化建设的进展,城市开放政策的实现,交通污染造成光化学烟雾的潜力也在发展,因此,西固地区光化学污染规律及防治对策的研究将对今后可能出现的光化学污染的防治提供必要的经验。

一、研究计划及实施方案

本工作主要分成现场观测,实验模拟和模式三部分进行研究。

1. 现场研究工作分三年进行,第一年主要目的是查清西固地区光化学污染现状,探索光化学污染规律;第二年验证该地区的大气污染规律;第三年集中为建立大气质量模拟式提供现场资料。据此,确定了现场大气污染监测点和气象观测点的布设方案(见图1、2)。由于兰州市区为葫芦形盆地,并具有常年主导风向为东南东的气象特征,1981年布设了西固工业区、上风向和下风向三类大气污染监测点,工业区设点7个,上风向和西面出口下风向各设三个监测点,其中上风向的军区靶场和南关十字分别代表清洁空气参照点和城关区大气质量点。由于在1981年观测到了下风向的输送现象,1982年除继续维持上述各监测点外,又在西固工业区北方向出口的12公里及25公里处布点2个,在原西面出口下风向(即红古方向)又增设一中间点(张家大坪)。1983年将两个下风向的五个监测点全部撤回到西固盆地,加上原来的7个监测点,全力查清盆地内一次及二次污染物的时、空变化规律。气象观测点的布设与大气污染监测点相匹配。在1981年和1982年,除在西固盆地中心设一综合气象观测点外,1982年还从上风向的城关区至下风向的红固和中川,沿着两条传输途径布设了七个气象观测点,主要是为摸清沿途的风场情况,1983年的气象观测集中于西固盆地,进一步探索该地区的温度场和风场的特征。现场研究除在光化学污染易发生的冬季集中每年进行10~15天的观测外,冬、春季节也安排了适当的现场监测。

根据西固地区大气污染的特征和研究工作的需要,大气污染物监测项目有:

一次气体污染物: NO , NO_2 , SO_2 , H_2S , CO , 非甲烷总烃(NMHC), C_2 — C_4 烃, 挥

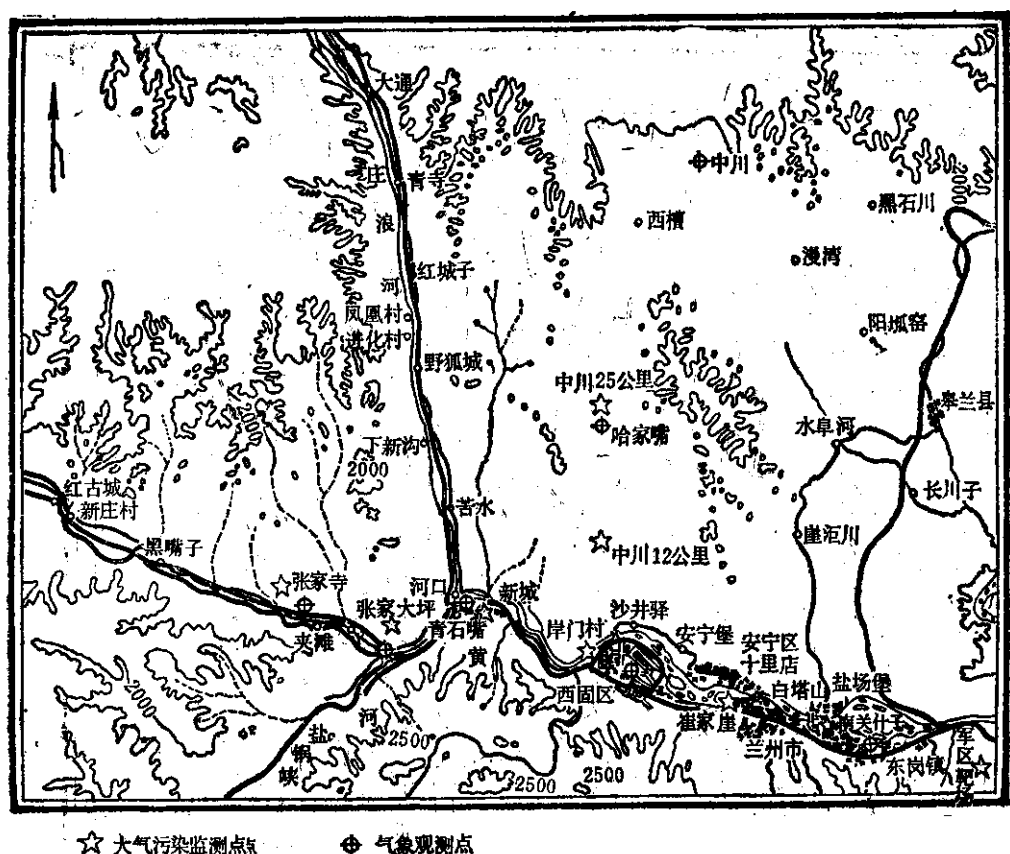


图1 兰州地区大气污染和气象观测点布设

发性有机物等。

二次气体污染物：总氧化剂 (O_3)， O_3 ，过氧乙酰硝酸酯 (PAN)，甲醛等。气溶胶：总悬浮物，飘尘，数浓度、质量浓度、体积浓度和表面积浓度的粒径谱分布，元素离子和有机物成份等。

各个项目的分析方法尽量采用全国统一方法或仪器测试。

大气物理部分的观测项目有：太阳辐射，地面气象，低空温、湿、风廓线，地面流场，风脉动，温度层结和低空气流等。气象方面采用了TS—2A系留探空仪，M300声雷达及M2000多卜勒声雷达测风、温、湿的垂直变化，并用等高气球双向风标等测定涡动扩散率和扩散参数。

2. 模拟实验：分为室内模拟及现场模拟二部分。

室内模拟采用F46薄膜圆柱形光化学反应模拟箱，有关箱体详细构造及性能见文献[4]。现场模拟实验是在西固盆地中部观测点上进行的。设置了二个2米³F46薄膜圆柱形箱袋，采用天然阳光进行照射，反应气体采用当地大气。

利用室内及现场模拟实验研究了西固地区生成 O_3 的前体物条件和雨后晴天 O_3 污染加重的原因。

3. 模式研究

大气质量模拟模式可以近似地描述一次及二次污染物随时间和空间变化的规律，找出影响污染物浓度时、空变化的原因，因此是制订防治对策的有力工具。

本工作参考了Maccracken等人所指出的LIRAQ-2模式^[5]，其中化学模式部分采用Whitten等人提出的CBMI机理。该机理包括32个化学反应^[6]。为不使计算过份繁杂，又能获取较详细的计算结果，采用了柱子模式进行计算。把空间分成等截面柱子，求每个柱子内污染物浓度的垂直平均值。

模拟区域按照西固地区的地形、山脉走向和工厂布局，东西分成四个格子，南北向三个格子，共12个正方形格子，边长2.5公里，格子东西向的边（x轴）与正东方向夹角为26°。

按照气象观测数据选择了重污染和轻污染的代表性日子共七天进行了模拟计算。

总之，本课题的三年研究工作中，共取得十万多个大气污染测试数据和15万多个气象观测数据，基本清楚了西固地区光化学烟雾污染现状和该地区的环境大气物理条件，总结了该地区光化学烟雾污染规律，深入探讨了光化学烟雾的形成条件，初步建立了西固地区的大气质量模拟模式，为该地区大气污染的综合防治提供了对策。

二、结 果 讨 论

1.污染源调查及分析

兰州西固地区是以石油化工为主的工业区。在一百多个工业企业中，大、中型工业占二十多个。地区南部为居民区，又有兰新铁路贯穿其间，污染源比较复杂。污染源调查组对主要工业和企业的点源、面源（高度50米以下）和流动源的碳氢化物、氮氧化物、SO₂和CO的排放情况作了具体调查，并对源数据进行了处理及分析，总结果见表1。

各种污染物排放量汇总表 表 1

污染物来源	HC*		NO ₂		SO ₂		CO	
	排放量 (Nm ³ /hr)	%	排放量 (Nm ³ /hr)	%	排放量 (Nm ³ /hr)	%	排放量 (Nm ³ /hr)	%
燃烧面源	25.73	0.4	173.35	23.0	143.08	22.0	24.45	1.2
其他面源	6180	98.1	—	—	—	—	1480	74.6
线 源	70	1.1	11.63	2.2	—	—	461.29	23.2
电 厂	—	—	359.69	47.8	473.64	72.9	—	—
氮 肥 厂	—	—	102	13.6	—	—	—	—
其他点源	26.74	0.4	100.73	13.4	32.93	5.1	18.69	0.9
合 计	6602.5	100.0	752.4	100.0	649.7	100.0	1984.4	99.9

* HC中包括HCHO

由表1可见，形成光化学烟雾的前体物中氮氧化物主要来自热电厂，燃料燃烧面源和氮肥厂次之。碳氢化物（HC）主要来自兰化公司所属的各厂和兰州炼油厂的面源。SO₂则主要来自热电厂和燃料燃烧面源。

2.光化学污染的现状和特征

（1）一次气态污染物

非甲烷总烃是西固地区最严重的一次污染物。1981—1983年几乎全部监测数据都超过美国1978年前的环境质量标准0.24ppm（三小时均值）（我国无此标准），日平均浓度为

3 ppm左右, 约为美国标准的12倍, 其中主要成份为乙烯和丙烯。

NO_x 的污染程度并不严重, 日均浓度一般在15~40ppb, 大部分数据低于二级标准, 最高日均浓度为101ppb, 稍高于国家三级标准。西固盆地内的 NO_x 中, NO_2 是占主要部分, 而兰州市区则 NO 占主要地位, 说明西固盆地的 NO_x 污染明显地具有光化学特征。

NMHC、 NO_x 和 SO_2 的逐年夏季平均浓度和最大均浓度值见表2。

SO_2 的实测数据很低, 日平均浓度一般在10ppb以下。 SO_2 浓度之所以如此低可能是和它转化成硫酸盐气溶胶有关, 见表3。

历年夏季NMHC、 NO_x 、 SO_2 平均值和最大值

表2

污 染 物	年 份	夏季平均值 (ppm)	标 准 差 (ppm)	变异系数 (%)	标准误差 (ppm)	日最大值 (ppm)
NMHC	1981	2.68	0.62	23	0.25	6.30
	1982	2.92	0.80	27	0.36	7.62
	1983	4.16	1.96	47	0.56	11.98
NO_x	1981	0.035	0.013	38	0.004	0.101
	1982	0.019	0.05	25	0.002	0.055
	1983	0.017	0.07	40	0.002	0.056
SO_2	1981	0.006	0.004	67	0.001	0.031
	1982	0.006	0.024	40	0.001	0.021
	1983	0.008	0.002	25	0.0006	0.027

西固地区气溶胶中 SO_4^{2-} 、 NO_3^-

的质量浓度

表3

项 目	粒子分类	平 均 值		
		<2.5 μm	2.5-15 μm	>15 μm
质量浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	气溶胶	11.7	236.2	347.9
	SO_4^{2-}	19.1	5.3	24.5
	NO_3^-	5.7	1.5	7.3
在气溶胶中的 百分含量(%)	SO_4^{2-}	17.7	2.3	7.2
	NO_3^-	4.2	0.7	2.0

西固地区历年夏季 O_3 污染状况比较

表4

时间	监测天数 (day)	O_3 时均浓度 超100ppb 天数 (%)	超标率 (%)	夏季平均 浓 度 (ppb)	最大时 均浓度 (ppb)
1981	62	7	11	11	215
1982	35	20	57	51	332
1983	56	29	52	47	254

(2) 二次气态污染物

O_3 、PAN、甲醛是光化学烟雾产生危害的重要二次污染物, 尤其是 O_3 和PAN通常被视为光化学烟雾的特征物质。1981—1983年西固地区夏季 O_3 的污染状况见表4。

从 O_3 的超标率来看, 夏季超过国家三级标准的天数在1982, 1983年竟达监测天数的一半以上。两年夏季超过日本规定的警报标准240ppb的共占七天, 三年中最大时均浓度出现在1982年8月17日, 达332ppb, 超三级标准三倍多, 同一天PAN的浓度曾达69ppb。1982年有甲醛数据的14天中, 浓度超过38ppb(居民区大气中有害物质最高容许浓度的有8天, 最高浓度达154ppb; 1983年甲醛最大监测浓度达112ppb)。 O_3 、PAN、甲醛三年监测数据表明: 西固地区光化学烟雾是严重的, 且在1981—1983年间, 污染程度无减轻趋势。

从一、二次气态污染物的日变化情况来看(见图3)一般规律是: NMHC浓度在早、

晚较高，中午前后稍低；NO和SO₂全天无明显峰值，一般在中午浓度稍高，NO₂浓度普遍高于NO，大多在上午9时至10时出现峰值，比O₃峰值出现时间早2小时左右，O₃最高值一般出现在中午11时至14时，这正是兰州地区太阳紫外辐射最强的时间，14时后O₃浓度显著下降，其下降速度比太阳紫外辐射强度降低的速度要快；甲醛的峰值基本与O₃同步。

(3) 气溶胶污染

1982、1983年在西固地区进行了九天集中观测，总悬浮物的日平均浓度均在国家三级标准(0.5mg/m³)以上，超标率100%，最大日均浓度为国家三级标准的1.6倍，九天总平均值为1.24倍。飘尘的日均浓度在9天中有3天超过国家三级标准(0.25mg/m³)，飘尘的总质量浓度为总悬浮物的38.3%(见表5)。从小时平均浓度看来，总悬浮物超过1mg/m³的次数最多，因此，西固地区气溶胶污染最严重的时期是上午，与光化学烟雾发生期一致。

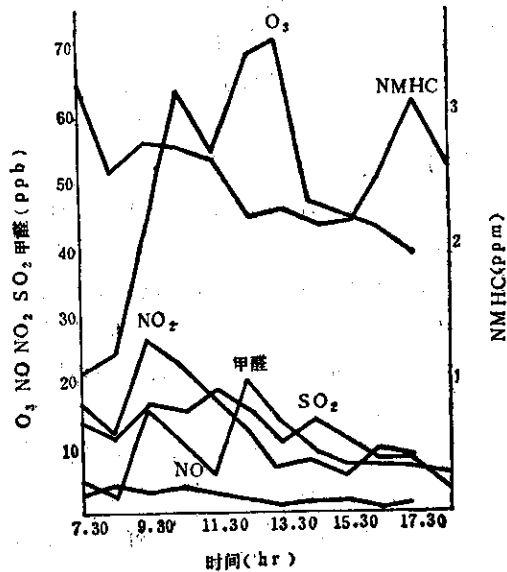


图3 西固地区1983年夏季一次及二次污染物的日变化

表6列出了1983年夏季监测期间重污染日8月18日，19日，20日各时间段的气溶胶三模

西固地区气溶胶各种质量浓度 表5

类别	浓 度 (mg/m ³)	1 9 8 2 年 8 月					1 9 8 3 年 8 月				总平均值
		16日	17日	18日	19日	20日	17日	18日	19日	20日	
总悬浮	日平均值	0.54	0.80	0.69	0.72	0.52	0.64	0.50	0.57	0.62	0.62
微 粒	一次最大浓度	0.65	2.85	2.70	1.52	1.09	1.32	1.12	1.43	1.88	1.44
飘 尘	日 平 均	0.185	0.240	0.281	0.246	0.185	0.227	0.214	0.251	2.58	0.238

各种污染期的气溶胶数、质量、表面积积体积浓度 表6

污 染 期	0.01-0.1 (个/cm ³)	0.1-2 (个/cm ³)	2-10 (个/cm ³)	TSP (mg/m ³)	S (μm ² /cm ³)	V (μm ² /cm ³)
光化学污染期 (10:00-13:00)	420896	15659	4.8	1.116	1 3833	3779
强污染期 (6:00-8:00)	82459	14331	2.5	0.815	7932	1405
次强污染期 (19:00-22:00)	80640	6357	1.1	0.483	5302	1619
次弱污染期 (2:00-5:00)	33121	4873	1.0	0.433	3703	865
强污染期 (14:00-16:00)	48270	2886	1.2	0.181	1775	875

态粒子数浓度、总悬浮物质量浓度TSP, 表面积浓度S和体积浓度V的平均值, 显然可见, 在上午10~13时即 O_3 等出现峰值的光化学污染期, 各种浓度都出现最大值, 尤其是0.01~0.1微米粒子的数浓度说明了此期间二次粒子的生成是极为旺盛的, 表明了西固地区的气溶胶具有显著的光化学特征。

3. 西固地区光化学烟雾污染的主要规律

通过三年现场观测及大气物理背景的综合分析, 发现在西固地区光化学烟雾污染有一些显著的规律, 此处着重分析其中主要的二个。

(1) 西固地区光化学烟雾的中距离输送

1981年7月30日、31日和8月1日三天的下午, 在西固以西40公里外的红古, 均出现了相当高的总氧化剂的峰值, 最高值达到了460ppb (见图4) 1982年为验证此现象, 增加了西固以北的布点。在集中观测期间不仅在红古方向, 且在西固以北的中川方向在8月14日也观察到了 O_3 的高值。在当天的西固地区光化学烟雾污染也比较严重, 早上8时 O_3 值就上升一直持续到13时左右。

对于这种中尺度输送, 国外的观测资料已证实, 浓度超过120ppb的 O_3 可以在低层大气中输送几百公里而仅有少部分扩散。兰州地处青藏高原东侧, 西固区周围群山起伏, 地形复杂。不同尺度的地形环流显然对中尺度输送起重要作用。具体分析西固的情况, 其输送可能有两个机制:

a. 光化学烟雾烟团向下风向输送

西固地区的 O_3 高值常在上午10~13时形成, 小风、大的扩散和熏烟过程的结果在西固盆地内形成一个大的烟团。当午后风速增加时, 烟团向下风方向输送, 盆地内 O_3 迅速下降, 下风烟团到达处, O_3 浓度升高, 持续一段时间后下降。81年7月30日, 31日即是如此。这两天盆地内温度层结稳定, 且是东风, 午后较大风速引起烟团输送, 导致红古出现 O_3 高值。

b. 原始污染物输送后转化

1982年8月14日, 西固以北12公里和25公里处10时30分出现 O_3 高值。从气象条件看, 9时11时无偏南风, 但凌晨日出前偏南风显著, 可能是由凌晨前一次污染物输送, 而日出后就地转化而成。

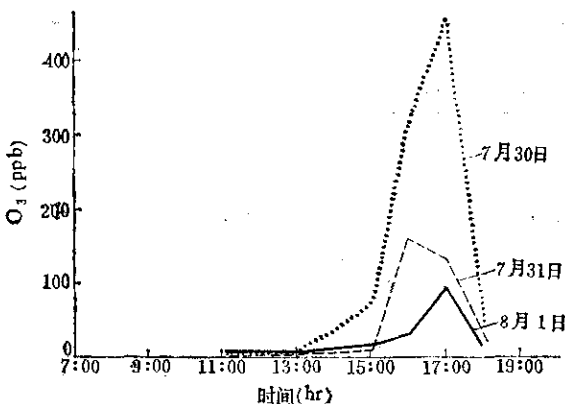


图4 1981年夏季红古地区 O_3 峰值出现情况

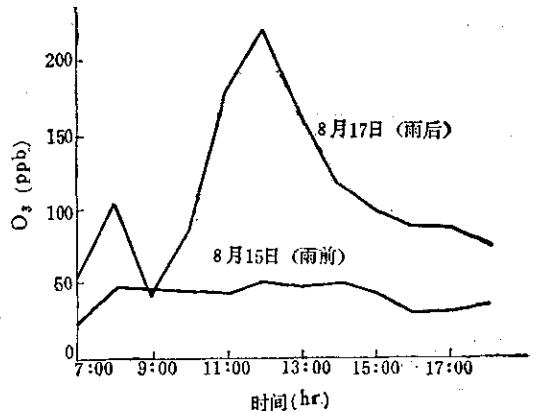


图5 1982年夏季雨前和雨后晴天的光化学污染比较

(2) 雨后晴天光学烟雾污染加重

在1978年至1980年的现场研究和人体流行病学调查中，已发现西固地区雨后晴天，光化学烟雾污染加重这一现象，国外尚未见有关类似现象的报导，在1981年至1983年的现场研究中，更注意观察这一规律，现场监测的结果确认了这一特征。图5表示了一对典型的雨前和雨后晴天的污染状况比较。

雨后晴天O₃浓度显著升高的原因，可能有：①天然来源；②雨后紫外辐射强度增高使光化学反应加强，③湿度影响，④空气中有还原性的物种被水清除；⑤由于气溶胶粒子被降水清除而使表面效应减弱以及⑥其它可能引起雨后自由基浓度增加的原因等。通过现场雨前、雨后紫外辐射强度的观测对比以及对不同湿度，还原性NH₃气体对O₃生成影响和气溶胶粒子的影响等模拟实验看来，雨后O₃升高似乎不直接受上述因素所控制，可能还是天气系统的影响占主要地位。

在三年夏季集中观测期间，82、83年在西固盆地内部观测到的雨后O₃高值，都出现在兰州处于冷空气过境引起降水后的高空槽后地面高压区。这类日子的天气条件往往是层结稳定，风速很小，天空晴朗，使各种气象要素都有利于O₃的积累。这类天气有时可持续数天，造成连续数天出现O₃的高值，如1983年8月17日至8月20日及1982年8月17日都是这种天气。

4. 西固地区光化学烟雾的形成条件

根据国外多年来对光化学烟雾成因的研究已经确知，氮氧化物和碳氢化物的排放与强阳光的照射是形成光化学烟雾的必要条件，而逆温、小风和温度等气象条件，是形成光化学烟雾的充分条件。在这些形成条件方面，西固地区有着自己的特点及形成的规律。

国外烟雾箱研究的结果说明在近似稳定反应的条件下，O₃浓度取决于非甲烷总烃和氮氧化物的比值。按一般规律，当NMHC/NO_x<8，O₃浓度与NO_x成反比，NMHC/NO_x>8时，O₃浓度与NO_x成正比。兰州西固地区环境中的NMHC/NO_x与国外大城市（一般小于12）大数十倍。从1981~1983年日均浓度看，其NMHC/NO_x的范围约为76~244左右。对于如此高的比值，国外尚无相应的烟雾箱实验研究。我们在室内烟雾箱中模拟了NMHC/NO_x大比值下O₃形成的实验，还在西固现场用室外烟雾箱进行了加入NO₂的实验，实验结

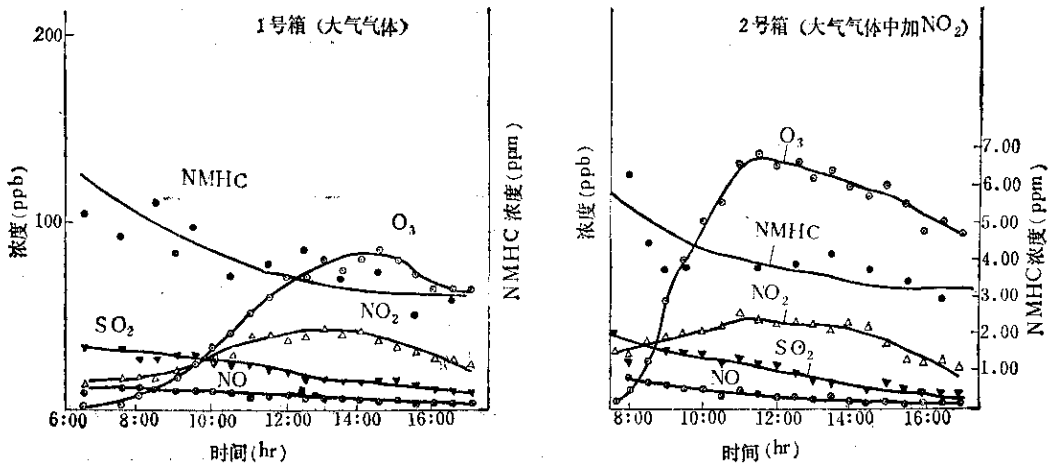


图6 西固大气中加入NO₂后对O₃生成的影响—烟雾箱同步试验

果都说明,在NMHC/ NO_x 值较大时, NO_x 的少量增加能造成 O_3 浓度的显著增加,见图6。可见,当NMHC $\sim 6\text{ ppmCNO}_x$ 的起始浓度由45ppb增加到60ppb左右时, O_3 最大值由84增加到135ppb,且 O_3 生成速度明显增加。表7列出了室内烟雾箱的数据,这些实验说明了在不考虑气象的影响时,当NMHC/ NO_x 大时, NO_x 是光化学烟雾形成的敏感物质。在目前西固的排放条件下,如果增加 NO_x 的排放而导致 NO_x 的环境浓度少量增加,在气象条件适宜时,会造成大气中 O_3 的明显增高。

大 $\frac{\text{NMHC}}{\text{NO}_x}$ 比值时室内烟雾箱中 O_3 的生成

表 7

组 别	[NMHC] (ppmC)	[NO_x] ₀ (ppb)	[NMHC] ₀ /[NO_x] ₀	[O_3] _{最大}
第 一 组	5.90	53	112	140
	7.57	124	61	221
第 二 组	36.21	78	464	51
	37.09	140	265	121

5. 光化学污染气质模式的计算结果

为了考察模式的适用性,我们采用了实测—计算值对比图及统计的方法对模式进行评价,并探讨了各种参数,如边值、风场、沉降速度、风廓线指数、总辐射变化,风速大小,源强等对模拟计算结果的影响。结果说明,本工作中采用的模式从模拟地区及模拟时间,模式的灵敏度及各种参数的影响看来,都符合一般模式的要求。模拟结果说明此模式基本上适用于描述西固地区源—气象—污染物浓度之间的关系及污染物在西固地区的时、空变化。

表8、9中列出了一些计算结果,可见,影响西固地区光化学烟雾污染程度的最主要因素是光强、风速和源强。而源强的变化,若分别降低 NO_x 源或HC源,可以使污染减轻,但效果不如同时降低两者为好。

风速及光强的变化对 O_3 计算结果的影响(表中数据系改变后计算结果与未改变时的比值)

表 8

变 化 项	整 个 区 域	南 坡 坪 (重 污 染 区)	盆 地 中 心
风速增加50%	0.92	0.90	0.92
风速减少50%	1.19	1.27	1.19
光强增加20%	1.15	1.13	1.18

6. 对西固地区光化学烟雾污染控制对策的建议

从西固地区光化学烟雾污染的形成条件看来,前体污染物(HC和 NO_x)、阳光及气象因素是同时起作用的。在一般考虑控制对策时,由于阳光及气象因素不能控制,注意力往往放在前体物排放的控制上。然而,西固地区的实际情况是前体物中的 NO_x 主要来源是电厂及燃烧面源,这方面的控制是尚未解决的难题。加之,西固大气中 NO_x 浓度本已很低,进一步控制更为困难。而HC除生产性排放外,主要来自跑、冒、滴、漏,也不易控制。因此,单纯靠排放,要在近期内减轻光化学烟雾的污染较难实现。根据对西固地区夏季大气环境的研

源强及边值减少对O₃污染状况的影响

表 9

变 化 项	影 响 O ₃ 的 项 目	83.8.18	83.8.19	83.8.20
NO _x 减少50%	O ₃ 平均值比值	0.82	0.87	0.82
	O ₃ 最大值	158/207	184/226	115/148
	O ₃ >120ppb次数	5/14	17/33	0/14
	O ₃ >150ppb次数	2/6	6/14	0/0
HC减少50%	O ₃ 平均值比值	0.87	0.86	0.89
	O ₃ 最大值	176/207	193/226	135/148
	O ₃ >120ppb次数	8/14	22/33	8/14
	O ₃ >150ppb次数	2/6	8/14	0/0
NO _x 和HC各 减少50%	O ₃ 平均值比值	0.73	0.77	0.75
	O ₃ 最大值	143/207	165/226	107/148
	O ₃ >120ppb次数	3/14	11/33	0/14
	O ₃ >150ppb次数	0/6	2/14	0/0

究，我们认为气象条件虽不可控制，但却可以利用。在近期内有可能奏效的控制措施主要是：加强管理及利用气象条件动态控制排放。

在加强管理方面，可以采用的对策有：

(1) 严格限制在西固地区再增加NO_x的新排放源以防止环境中NO_x浓度的升高。

(2) 制订适用于西固地区的NO_x空气质量标准，此标准应低于目前国家规定的二级标准。

(3) 提高烟气的排放高度，使在不削减排放量的条件下减轻对西固盆地，尤其是污染源附近的地面浓度。

(4) 控制不必要的排放，尽量减少跑、冒、滴、漏。

(5) 对碳氢化物，着重控制活性碳氢化物（不饱和烃类和醛类）的排放，使当地大气活性降低。

关于动态控制方法，主要是根据西固光化学烟雾的污染规律和气象条件有关的特点，按照气象条件的变化来调节排放。此方法较经济也易实现。加上西固的自然地理位置，下风向无密集人口以及生活区处于主导风向上风向的城市布局，也有利于采用这种方案。具体办法是：

(1) 在不利气象条件下（如上午和雨后晴天），有治理设备的排放源必须将治理设备投入使用；可控制的生产性排放应尽量少排；活泼烯烃应停排；提高排放高度等等。

(2) 在有利的气象条件下可解除上述要求，以节省生产成本和能源。

为此，需要在西固地区设立环境保护气象哨，并在各主要厂区、福利区设立风速、风向标，为调节排放提供更为直接的气象信息。

至于其它对策，如改造污染源，划分重点污染承受区等等也可采用。

参 考 文 献

- [1] 甘肃省环保所，环境科学，1，5，24（1980）。
- [2] 王勋陵等，兰州大学学报，3，117-128（1979）。
- [3] 王勋陵等，兰州大学学报，2，87-99（1980）。
- [4] 唐孝炎等，环境化学，1，5，344（1982）。
- [5] Maccracken, M.C., et al, J.Appl.Meteor., 17, 254（1978）。
- [6] Mhitten, G.E., et al., Environ.Sci.Technol.14, 690（1980）。