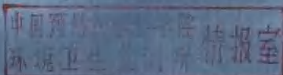


茂 名 市

环境污染对人群健康影响评价

(1986 — 1988)



中国预防医学科学院环境卫生监测所

茂 名 市 环 境 保 护 局

茂名石油工业公司卫生处职防科

前 言

茂名市是新兴的工业城市，又是我国南方重要的石油城。近十几年来，随着石油工业和地方工业的迅速发展，城市人口增加，环境污染问题已逐渐引起人们的关注。目前，有关石油工业对周围环境污染，特别是以油页岩为原料的石油工业生产带来的环境污染及其对人群健康影响的研究，国内尚无较系统的报导。为促进石油工业和地方工业的发展，改善环境质量，保障人民身体健康，茂名市环境保护委员会决定开展“环境污染对人群健康影响的评价”。委托北京中国预防医学科学院环境卫生监测所全面负责这项工作，并由茂名市环境保护局和茂名石油公司职防科等单位组成协作组共同完成。

环境影响评价是现代经济社会发展必不可少的重要工作之一。这项工作进行得好坏将直接影响到一个国家直至人类社会未来的发展前途和子孙后代的祸福。环境对健康影响评价又是环境质量评价中不可缺少的重要组成部分。因此开展这项评价工作具有重要的社会效益和经济效益。我们通过对茂名市环境质量的监测、分析和通过对人群断面的临床医学检查、环境流行病学调查以及环境毒理学等方面的研究，阐明了茂名市环境污染的特点、规律以及对居民健康产生的影响（包括人群健康的现状和潜在影响），进而分析影响人群健康的主要因素，为环境治理提供了科学依据。

全部调查研究工作历时二年（1986.5—1988.4），提供了茂名市环境污染对人群健康影响评价的总报告和12项分题报告。

目 录

分：茂名市环境污染对人群健康影响评价（总报告）...	
一 自然环境和社会环境概况	1-1
二 污染源和主要污染物	1-7
三 环境污染对人群健康影响评价原则和方法	1-12
四 环境质量评价	1-13
(一) 大气环境质量评价	1-13
(二) 水环境质量评价	1-24
(三) 固体废弃物污染现状评价	1-34
(四) 环境质量评价小结	1-40
五 健康影响评价	1-41
(一) 临床医学检查	1-41
(二) 环境流行病学调查	1-43
(I) 1983-1985年居民死亡回顾性调查	1-43
(II) 肺功能测定	1-50
(III) 免疫功能测定	1-53
(三) 环境毒理学实验研究	1-55
(I) 大气污染对机体的慢性影响	1-55
(II) 淋渗水毒性	1-60
(III) 油页岩及其废渣提取物的致突变性	1-63
(IV) 油页岩及其废渣提取物的致癌性	1-70
(四) 健康影响评价小结	1-73
六 讨论	1-74

七、茂名市环境污染对人群健康影响评价结论	1-77
八、小结	1-81
参考文献	1-82

第二部分：茂名市环境污染对人群健康影响评价分题报告

一、茂名市水质污染调查	2-1
二、茂名市大气中颗粒物及苯并(a)芘污染浓度的测定	2-27
三、茂名市区固体废弃物及水中有机成份分析	2-33
四、页岩废渣中重金属对周围环境污染的初步探讨	2-45
五、茂名市大气污染对小学儿童肺功能的影响	2-62
六、茂名市环境污染对儿童免疫功能影响的研究	2-71
七、茂名市1983-1985年死因回顾调查	2-83
八、茂名市大气污染对机体的慢性影响	2-101
九、油母页岩及其废渣淋溶水的毒性研究	2-114
十、油母页岩及其矿渣提取物的致突变性研究	2-123
十一、油页岩及其废渣提取物的致突变性研究	2-132
十二、油页岩及其废渣提取物的致癌性研究	2-139

茂名市环境污染对人群健康影响评价

一、自然环境与社会环境概况

(一) 自然环境概况

茂名市是1958年以后发展起来的以石化、电力、建材为主的新兴工业城市。它位于广东省西南部，即北纬 $21^{\circ}32' \sim 49'$ ，东经 $110^{\circ}44' \sim 55'$ 。茂名市下辖有化州、电白、信宜、高州四县和茂南区。茂名市区地势平坦，南临南海；北靠高州和信宜县，以丘陵、山地为主，地势由南向北逐步升高，坡度为3%以下；西邻化州县；东面与电白县相接。市区面积为271.6平方公里。市内的小东江（梅江的主要支流）由北往南贯穿市区中部，将市区辟为河东、河西两大片，形成沿小东江东、西两岸相距约35公里的狭长地带（图1）。北部地区是茂名重要矿产资源油母页岩的蕴藏地，储量为50亿吨，矿体面积达360平方公里。

茂名市区处于北回归线以南，属亚热带季风海洋性气候。历年平均气温 23°C ，各月平均气温在 $15.8 \sim 28.3^{\circ}\text{C}$ 。常年主导风向为东南风，平均频率为17.8%。其次为东风及东东南，分别为12.2%和13.6%。静风频率为14.2%。其余各风向频率在0.8—7.5%。历年月平均降水量在100.4—207.3mm。大气层结构以中性和不稳定层较多，约占70%；稳定层12%。这种现象有利于大气中污染物的迅速扩散和稀释。

茂名市水资源丰富，梅江是主要河流，它位于广东省西南部，源于高州县官庄岭南的小东江和源于高州县西北的白沙河。汇合于茂名市南面，再流经镇盛、乌石、博历至梅录入南海，全长38.5

1~2

公里，河宽10~80米，流域面积320平方公里。梅江流域属亚热带季风 海洋性气候。春夏季为汛期。年平均气温22~23℃，年均降水1321.1~1849.4mm，每年4~9月为雨季，降水量占全年总降水量的80%以上。故梅江的丰水期和枯水期非常明显。梅江干流1986年年流量11.36亿米³，平均流量36.04米³/秒，平均流速0.36米/秒。水文参数见表1。

表1 1986年梅江干流水文参数表

	枯水期	丰水期	年平均
流量(米 ³ /秒)	17.45	54.62	36.04
流速(米/秒)	0.19	0.53	0.36

梅江上游的小东江纵贯茂名市区，全长44公里，河宽10~50米，流域面积623.5平方公里，主要用于农业灌溉和工业用水。上游沿岸还作饮用水，小东江1986年平均流速10.3米/秒，各月平均流量见表2。

表2 小东江江水平均流量 (米³/秒)

月 份	1	2	3	4	5	6
平均流量	1.72	5.03	5.54	10.50	13.70	20.60

7	8	9	10	11	12	年平均
20.00	16.50	19.10	6.30	3.40	1.58	10.30

由表2看出,小东江4~9月份的江水量均大于10米³/秒,1~3月和10~12月份流量等于或小于6米³/秒。丰水期和枯水期受降水影响非常明显。

茂名市地下水主要由三部分含水层组成。第一部分为冲击平原区的浅层潜水,埋深0.5~3米左右,是农村生活饮水的主要来源,由于地势平坦,地下迳流条件差,因此主要靠大气降水及渗透补给。第二部分公馆区一带地层的砂砾岩含水层,为承压水,埋层较深,水量不大。第三部分金矿村黄牛岭一带地层的砂砾岩含水层,亦为承压水,水量虽较丰富,但埋藏较深。

茂名市西北部土壤主要由沉积岩及其风化壳组成。其上发育砖红壤(赤土)、砂页岩赤土;由于水力作用,中部和东南部多为平原。按其成土母质不同可分为砂页岩土、砂泥土和粘质土。

(二) 社会环境概况

茂名市是以茂名石油工业公司为核心逐步发展起来的中等城市。经过30多年的经济建设,茂名市已形成以炼油为主体的电力、建材、石化等综合发展的工业城市。石油工业是茂名市工业的主体,因此茂名市有“中国南方油城”之称。城市的功能区划分为:以炼油工业为主的厂前区(西北方向);以石油化工为主的文冲口地方工业区(西南方向);以地方建材、水泥、机修为主的公馆区(西部);生活居住区和商业区集中在市区中心的红旗区;新居民区和党政机关、学校集中在河东片。市区建设用地17.9平方公里,其中工业占地53.1%,生活区居住占地21.5%。

随着经济建设的发展,茂名市区人口迅速增加,1985年常住人口数为103609人,加流动人口后,市区活动人口数为

1~4.

117047人，活动人口密度为1.68万人/公里²，远低于我国许多大中城市。全市男性人口57729人，女性人口45880人，市区常住人口密度大小分布顺序为红旗区>厂前区>河东片>露天矿区>官渡区（表3）。近年来人口有向河东片和官渡区迁移的趋势。

表3 茂名市区人口分布

片	功能区	常住人口(人)		活动人口(人)※		密 度 (万人/公里)
		数	%	数	%	
河西	厂 前	20970	20.9	23470	20.1	2.53
	红 旗	25436	25.4	29180	24.9	2.53
	露天矿	17421	17.4	20561	17.6	1.90
	小 计	63827	63.7	73217	62.6	2.33
河东	河 东	19856	19.8	23952	20.5	1.30
	官 渡	5217	5.2	3717	5.7	0.53
	小 计	25073	25.0	30673	26.2	1.01
公 馆		11397	11.3	13157	11.2	
合 计		100297	100	117047	100	1.68

※ 活动人口=常住人口+流动人口

茂名市区的生活饮用水水源来自高州县。经茂名市水厂消毒后供给市内用户，市区居民饮用自来水，近郊部分居民饮用井水。供水管线总长23.1公里。管网布置很分面积占市区面积的74%。

全市排水系统基本形成，排水干管共33公里，其中河东片有17.5公里，河西片有15.5公里。河西片大部分实行清污分流；河东片新建住宅基本实行清污分流；但露天矿区排水系统设施不健全。

市区绿化覆盖率为25.7%，稍低于广州市（28.7%）的水平，各功能区绿化高低顺序为：河东区>红旗区>厂前区>官渡区>露天矿区。绿化类型以公共绿地为主，其次是道路绿化和机关工厂绿化。从人均拥有覆盖面积看，茂名市的平均水平比广州多9.3平方米。

茂名的交通运输有通往广州、湛江和南宁方向的公路线，也有通往湛江和广西柳州的铁路线。市区机动车平均流量414辆/小时（表4），其中红旗区机动车平均流量和交通量强度高于其他区，高峰时分别可达1269辆/小时和45.5。人均道路面积以河东为高。

表4 茂名市区交通道路情况

项 目	红旗	河东	厂前	官渡	露天矿	均值
机 动 车 平均流量 (辆/时)	759	463	405	294	149	414
交通量强度	45.5	22.9	25.2	24.2	13.6	26.3
人均道路 面 积 (m^2 /人)	7.9	11.8	9.0	11.3	3.2	8.6

1~6

茂名市区有工业企业1000余家，工业总产值逐年上升（表5）。以1985年为例，市区工业总产值为167138万元，其中工业产值（按1980年不变价格计）为159276万元，占总产值的95.27%。工业利润2503万元。

表5 1980~1985年茂名市区工业产值比较

年 度	80	81	82	83	84	85
产 值	13	13	13	14	15	16
(亿元)						

茂名市区工业使用的能源种类颇多，但以石油气和燃料油为主，其次是电力和煤炭（表6）。居民的生活燃料主要是液态石油气，普及率达98%以上。

表6 市区工业能源构成和消耗量

能源种类	消耗量 (万吨/年)	折算成煤 (万吨/年)	占能源总量 (%)	名 次
石油气	61.454	96.569	45.48	1
重 油	67.446	96.373	45.37	2
电	59715万度	7.339	3.46	3
煤		4.611	3.37	4
合 计			97.68	

小 结

根据对茂名市区自然环境和社会环境的调查分析，可以归纳如下：

1. 茂名市区地面的水平流场具有以平直型为主以及风速较大等特点，虽然存在风向、风速变化的差异和静风频率高的现象，但是从全面综合分析判断，茂名市区大气层结以中性层和不稳定层较多，因此对环境污染物的水平扩散和稀释条件是有利的。

2. 茂名市区水资源丰富，梅江上游的小东江是茂名市的主要河流；此外，市区还有较丰富的浅层地下水。市区居民饮用自来水的水源来自高州鉴江；近郊部分居民饮用井水。

3. 茂名市区工业布局主要集中于西北部、西南部和西部，并沿小东江分布。商业区和居民区基本上位于城市主导风向上风侧。

4. 工业燃料以石油气和燃料油为主，占总能源的90.85%；民用燃料以液化石油气为主，普及率达98%以上。

5. 茂名市有着极其丰富的油母页岩矿产资源，它对发展茂名市经济十分有利；但是“三废”对环境的污染是茂名市区污染的重要问题之一。

二、污染源和主要污染物

茂名市区有十几种工业类别。据1985年统计,市区内有大中、小型企业1029家。市内工矿企业烟囱(包括排气筒)145条。其中西北方向的茂名石油公司、热电厂和露天矿是市区的工业核心,也是最大的工业污染源,西南方向文冲口是地方化学工业汇集处,生产化肥、化工、农药原料和合成纤维等,西部方向的公馆区是生产水泥、油纸为主,建材工业及炭黑等化工产品。在众多的工业污染源中,茂名石油公司是产生废气、废水和废渣的最主要污染源,其次为茂名热电厂和建材(或合成纤维)厂(表7~表9)。

表7 茂名市区大气的主要污染源

名称	石油公司	电厂	建材	水泥	化肥合
排放总量 (m ³ /年)	556135	12031	18402201	1003532	57921
等标污染 负荷(Pn)	43159	42398	7260217	8517.9	31788
等标污染负 荷比(%)	28.50	28.00	17.18	5.82	2.1081
污染源顺序	1	2	3	4	5

表8 茂名市区工业废水的主要来源

名称	石油公司	电厂	化纤厂	造纸	合计
排放量 (万吨/年)	4683.1	16940.5	467.5	48.8	
等标污染负 荷(Pn)	8291.3	330.4	316.7	293.2	
等标污染负 荷比(%)	84.07	3.05	3.21	2.96	93.61
污染源位次	1	2	3	4	

表9 茂名市区固体废弃物排放量

项 目	废渣名称	产生总量 (万吨/年)	利用率 (%)	处置率 (%)	排放总量 (万吨/年)
石油公司	有害废物	200.9	4.14	0.43	191.7
"	固体废弃物	899.7	0.01	0.09	898.8
电 厂	金属屑、 灰 渣	2×10^{-1}	100	—	—
合纤厂	废纺丝凝胶	4.1×10^{-1}	100	—	—
建材厂	煤 渣、 工业垃圾	3.33	70.48	29.52	—
水泥厂	同 上	1.9	—	100	—
化肥厂	硫矿渣、 煤 渣	1.08	100	—	—

表10指出，茂名市区从1980~1985年废气排放总量由 145×10^4 “万米”/年增至 199×10^4 “万米”/年，增加37.3%。其中污染物 SO_2 的排放量逐年减少，由 14×10^3 吨/年减少到 7.0×10^3 吨/年。1980~1985年间， NO_x 、酚、非甲烷烃和颗粒物排放量呈现波浪式的增减。以1985和1980年相比， NO_x 减少52.0%；酚的排放量由144.4吨/年增加到168.7吨/年；非甲烷烃由263.5吨/年（1980年）增加到304.3吨/年（1984年）；颗粒物由1260吨/年增加到15348吨/年。

1~10

工业废水排放总量由1980年的26828.6万吨减少到1985年的23414万吨。废水中的主要污染物(表11)为挥发性酚(等标污染负荷比561.01%)、石油类(15.21%)、COD(9.8%)、氰化物(3.72%)、悬浮物(1.75%)。

历年排出的固体废弃物及有害废弃物的主要成份是工业废渣、页岩废渣和页岩尾矿。以1985年为例,固体废弃物和有害废弃物排放量为1090.7万吨,石油公司排放量为1090.56万吨,为总排放量的99.9%。其中页岩尾矿为898.7万吨(82.4%),有害废弃物191.7万吨(17.58%)(见表12)。目前页岩废渣综合利用率仅为1.27%,利用量14.05万吨,其余废渣均与页岩剥离土等混合堆积在西北两个排放场,经日晒雨淋,渗出大量含有矿物油、芳香烃类化合物,硫、铁、铅、锰以及PH2~5的淋渗水,污染了附近的地下水。

表10 茂名市区工业废气及其污染物排放量

年 度	80	81	82	83	84	85
废气排放量 ($\times 10^4$ 米 ³ /年)	146	144	102	118	255	199
SO ₂ ($\times 10^4$ 米 ³)	14	12.9	11.7	9.1	7.4	7.0
NO _x	8540	8033	9533	7954	10033	4095
酚	144.4	136.6	105.6	98.2	148.7	168.7
非甲烷烃	263.5	248.6	295.3	252.4	304.3	
颗粒物	1260	1183	1474	1166	1600	1663

表 11

茂名市区工业废水中主要污染物

名 称	挥发酚	石油类	COD	氰化物	悬浮物	合 计
总 量 (吨/年)	65.02	749.12	9655.27	36.85	8634.58	1914.86
每标污染负荷 (P _n)	6501.88	1498.24	965.63	366.49	172.69	9504.93
每标污染负荷比 (%)	66.01	15.21	9.8	3.72	1.75	96.85
污染物顺序	1	2	3	4	5	

1~11

1. 茂名市区工业企业繁多,但是主要的工业污染源是茂名石油公司、热电厂、建材和合成纤维行业。

2. 茂名市区是以石油工业为主的城市,废水中的主要的成份为有机污染物质(如烃类、酚等)。

3. 由于对固体废弃物处置率和利用率较低,因此在茂名三废污染中占有较大的比重而引起广泛注意。

三. 环境污染对健康影响评价的原则和方法

环境污染对健康影响评价的基本原则是监测各种环境介质中污染物的浓度水平,进而评价在此浓度水平下环境污染物对人群的可能影响。

本文在评价环境污染对健康影响中所采用的主要方法是:

1. 临床医学检查:对不同人群进行临床医学检查,发现环境污染物对人体健康影响的程度和范围。

2. 应用环境: 流行病学方法(主要用描述流行病学调查),研究环境污染物对人群健康的危害(包括近期危害和远期危害)及其规律。

3. 应用环境毒理学的实验方法。鉴于环境因素和人群反应的复杂性,临床医学和环境流行病学研究往往难以得到环境因素与人群健康危害的明确因果关系。因此通过环境毒理学的实验研究对环境因素进行生物学鉴定,再结合临床医学和流行病学研究的资料进行分析,以便对污染物的危害作出比较可靠的结论。

由于本课题研究周期较短,故主要采用断面调查和相互比较的研究方法,进行综合分析和评价。

四、环境质量评价

1~13

(一) 大气环境质量现状评价

本专题旨在通过现场调查,掌握茂名市区大气环境质量现状、特点和污染物的分布规律,并为阐明大气污染对人群健康影响提供依据。

根据茂名市环境监测站的资料,大气监测点主要是根据市内功能区的布局设置14个监测点(图2),以 SO_2 、 NO_x 、挥发性酚、非甲烷烃和降尘为监测指标。按照有关环境标准进行评价。

1. 单项污染指标评价

将五项污染物监测指标浓度整理成表12。由表12可见:

(1) 14个监测点中, SO_2 的日平均浓度和一次最大浓度均未超过国家大气卫生标准和大气环境质量标准。

(2) 14个监测点中, NO_x 的浓度均未超过大气卫生标准和大气环境质量标准。

(3) 14个监测点大气中挥发性酚浓度全部超过大气卫生标准($0.02\text{mg}/\text{M}^3$)。

(4) 鉴于我国尚无大气中总烃的标准,以美国大气中总烃标准 $0.16\text{mg}/\text{M}^3$ 来评价茂名市大气中总烃水平。14个监测点大气中总烃(非甲烷烃)浓度全部超过 $0.16\text{mg}/\text{M}^3$ 标准。

(5) 我国大气卫生标准规定:“降尘量在当地清洁区实测数值基础上增加3~5吨/平方公里/月。”茂名6个监测点大气降尘量除六百户点以外,其余5个监测点的降尘量均超过标准规定值(表13)。