

# 保靖、秀山地区燃煤氟污染调查

阎雷生<sup>1</sup> 汪晶<sup>2</sup> 梁巨澜<sup>3</sup> 徐晓兀<sup>4</sup> 刘超成<sup>3</sup> 郁骏<sup>5</sup> 张琦<sup>1</sup> 汤大纲<sup>1</sup>

**提要** 对秀山、保靖燃煤氟中毒流行地区的环境氟和食品氟进行了调查。在对水氟、土壤氟、煤氟、气氟、尘氟、玉米氟、辣椒氟和其他蔬菜氟测定的基础上，首次阐明氟从煤进入人体导致当地氟中毒流行的迁移、转运途径是氟从煤-烟尘-玉米-人，该病流行的原因是煤烟尘污染玉米后经口摄入所致。证明了煤烟尘含氟量与玉米含氟量显著相关，并建议选用尘氟或空气氟作为室内环境质量和评价改灶降氟、预防氟病流行的监控指标。

**关键词** 燃煤氟中毒 尘氟 氟的迁移途径

燃煤型氟中毒是近年来我国新发现的氟中毒类型。自恩施地区首次报道以来<sup>[1]</sup>，病区数量不断增加，估计我国大约有三千万人生活在燃煤型氟病区。

关于此种类型氟中毒的调查和防治已有一些报道<sup>[2~5]</sup>。但这些研究均未对氟的迁移、转运途径和流行原因给以确切的描述。因此，已在一些病区推广的改灶降氟措施缺乏科学的评价指标和方法，预防效果亦难以预测。为了给深化流行原因的研究和为有效地预防其流行提供科学数据，本研究组在秀山、保靖氟病区对环境氟和食品氟做了全面调查，并研究了氟的环境来源及其迁移、转运进入人体的途径。

## 材料与 方法

一、现场的选择：选择湖南省保靖县以柴为燃料、无氟病流行的野竹坪村和以煤为燃料、有轻度氟病流行的木山村及四川省秀山县以煤为燃料、有较重氟病流行的埝田村为调查现场。3个点相距均在10公里左右。

### 二、采样方法：

1. 水样：每口井每年冬季采一次样，连续两年。水样按环境监测技术规范采集、运输和保存。

2. 土壤样：以村落为中心，用5点采样法在未开垦过的土地上分别采取表层土和50公分

深处土。每个样用四分法缩取2公斤左右。

3. 煤样：当地煤窑多为“鸡窝窑”，因此，不能按规范断面分层采样。煤窑口常堆有一个月左右的采量，包含了窑中各段的煤。在窑口煤堆中按五点法采样，每点不少于10公斤，混匀缩分至2公斤左右。

4. 玉米样：分烘烤过和未烘烤过两种。前者采自室内悬挂的隔年玉米，后者采自室外未经烘烤的玉米。每份样品约1公斤左右。

5. 辣椒样：采集方法与玉米相同。

6. 其他蔬菜样：白菜等采集未遭煤烟熏染的新鲜样品。

7. 气样和尘样：研究尘、气含氟比的样品用Andson大流量采样器采取（连续8小时采样）；研究氟在可吸入尘中分布的样品用HF-1型冲击式多级大流量采样器，早、中、晚各采两小时；研究烟尘特性的样品用激光空气动力学粒径分析仪采取和分析。

三、仪器：1. ZD-84A型数字pH/mv计，广东江电化学仪器厂生产。2. 217型双盐桥参比电极，上海电光器件厂生产。3. CSB-1型氟

1 中国环境科学研究院

2 北京市环境保护科学研究所

3 湘西土家族苗族自治州卫生局

4 秀山土家族苗族自治县卫生局

5 有色金属总公司劳动保护研究所

电极：长沙半导体材料厂生产。4. HF-1型冲击式多级大流量采样器：辽阳传感器厂生产。5. Andson大流量采样器：购自美国。6. APS-3300型激光空气动力学粒径分析仪：购自美国。

四、分析方法：

1. 尘氟：应用玻璃纤维-酸溶-氟离子选择电极法分析。
2. 水氟：应用氟离子选择电极法分析。
3. 蔬菜、粮食总氟：应用高温灰化-氟离子选择电极——标准加入法测定。
4. 蔬菜、粮食可溶性氟：应用高氯酸-氟离子选择电极——标准加入法测定。

结 果

一、水氟：水样可溶性氟含量，野竹坪、木山和埝田分别为0.03~0.19mg/L(14口井)、0.11~0.39mg/L(23口井)、0.03~0.42mg/L(27口井)。

二、土壤氟：每个点土氟含量均是表层高于底层。3个点之间，无论是表土还是底土，氟含量均无显著性差异(P>0.05)。表土含氟范围，野竹坪为461.7~1961.6mg/kg，木山为1842.3~5738.1mg/kg，埝田为514.9~4493.7mg/kg。

三、煤氟：木山6个煤窑含氟量为1325.0±227.9mg/kg，埝田7个煤窑含氟量为1305.6

±291.3mg/kg。经秩和检验，两村煤氟含量无显著性差异。

四、气氟和尘氟的关系：气氟和尘氟含量测定结果列于表1。

表1 气氟与尘氟含量(μg/m<sup>3</sup>，粒径≤15μm)

采 样 点	气 氟	尘 氟	气 氟、尘 氟 比
木山改良灶	0.46	4.03	0.114(≈0.1)
木山煤火堆	0.54	5.60	0.094(≈0.1)
埝田煤火堆(封火)	2.01	27.99	0.075(≈0.1)
埝田煤火堆	6.63	48.54	0.137(≈0.1)

气氟和尘氟相关计算的结果是r=0.96，P<0.05。气氟与尘氟含量间存在着显著性差异，并有如下回归方程。

$$Y_{\text{尘氟}} = 6.93X_{\text{气氟}} + 4.84$$

气氟、尘氟含量比近于一恒定值0.1。

五、氟在可吸入尘中的分布：

1. 可吸入尘的氟含量：各采样点可吸入尘(粒径≤10μm)的日均含氟量为：野竹坪柴火堆2.0μg/m<sup>3</sup>，木山煤火堆23.4μg/m<sup>3</sup>，埝田煤火堆80.3μg/m<sup>3</sup>。埝田煤火堆所产生的可吸入尘的含氟量最高，野竹坪柴火堆最低。

在非燃煤污染地测定了室外空气氟的本底值，气氟未检出，尘氟为0.65μg/m<sup>3</sup>。

2. 氟在可吸入尘中的分布：表2的数据表明，无论哪种煤火堆，氟在不同粒径尘中的分布都有随粒径减小而降低的趋势。

表2 含氟量(μg/m<sup>3</sup>)与粒径(μm)的关系

灶 型	<10	<6.6	<4.4	<2.5	<1.5	r	a	b	回归方程
木山煤火堆	13.3	6.0	2.3	1.9	0.4	0.97	-2.62	1.48	Y=1.48X-2.62
埝田煤火堆(封火)	4.1	1.8	0.8	1.0	0.5	0.93	-0.46	0.41	Y=0.41X-0.46
埝田煤火堆	42.7	20.1	11.4	4.4	1.8	0.99	-7.83	2.78	Y=2.78X-7.87

六、可吸入尘含氟量与尘特性指标的关系：可吸入尘的数浓度、表面积浓度和质量浓度3个指标的测定值在火堆组与封闭灶之间皆存在显著的差异。

由表3可见，3个指标中，仅数浓度与尘氟有相同的变化趋势。相关分析结果是r=0.983

(r=0.988时，P<0.05)，十分接近显著相关。这表明，室内煤烟尘污染越严重，空气尘氟含量就越高。

七、食物氟：玉米、辣椒、白菜等的可溶性氟含量测定结果分别列于表4、表5。

1. 玉米含氟量：秩和检验结果表明，各地

表3 尘特性指标与尘氟含量的关系

指 标	煤火堆均值	封闭灶均值	柴火堆	趋 势
数浓度 (个/cm <sup>3</sup> )	160.1±152.6	43.1±41.1	11.6	→减小
表面积浓度 (μm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )	1111.8±395.9	139.3±96.3	315.8	
质量浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.85±0.48	0.033±0.055	0.39	
含氟量 (μg/m <sup>3</sup> )	59.2±21.0	3.16	2.03	→减小

表4 野竹坪食物氟测定结果 (mg/kg)

品 种	样品数	范围	X±S
未烘烤玉米	5	0.4~1.5	0.8±0.7
未烘烤辣椒	6	6.7~81.9	28.0±28.1
萝卜	8	1.6~3.5	2.7±0.6
白菜	4	4.4~6.0	4.8±1.9

未经烘烤的玉米可溶性氟含量均无显著性差异 (P<0.05)。在同一点,经煤火烘烤的和未烘烤的之间差异是显著的 (P<0.01)。显然,烘烤过的玉米所增加的氟与烘烤过程有关。

2. 辣椒含氟量: 辣椒与玉米的情况相同。木山和埝田两地未烤过和烤过的辣椒氟含量之间有显著性差异 (P<0.01), 而两地烤过的

表5 木山、埝田食物氟测定结果 (mg/kg)

品 种	木 山			埝 田		
	样品数	范围	X±S	样品数	范围	X±S
未烘烤玉米	4	1.7~11.4	4.8±4.5	7	1.7~124.4	39.2±41.6
煤火堆烘烤玉米	8	4.7~230.0	48.7±75.9	19	44.0~2867.7	335.5±628.5
煤火堆烘烤辣椒	7	38.1~2540.1	111.8±876.0	17	117.3~5505.4	1378.3±1568.1

辣椒之间无显著性差异 (P>0.05)。

### 讨 论

一、氟的迁移、转运途径: 关于玉米和辣椒中氟的来源, 以往众说不一。但由于各说均未提供令人信服的数据, 因此, 本文不在此逐一评论。

根据上述各项测定的结果, 在气、尘、水、土几个可能的来源里, 玉米可溶性氟含量仅与室内尘氟显著相关, 而与土壤、水和气的含氟水平无关。

表6所示, 室内尘氟与玉米氟间r=0.989, P<0.05, 回归方程为Y=698.95X-22038.82。

根据当地使用敞开式煤火堆取暖、做饭和烤粮食的习俗可以推断, 氟进入人体的主要途径是: 煤-燃煤烟尘-玉米-人 (经口)。煤烟

尘是氟转运的主要中介物。

表6 玉米可溶性氟来源分析

相关分析项目(x-y)	r	P	回归方程
土壤氟(表层)-玉米氟	-0.069	>0.05	
水氟-玉米氟	0.121	>0.05	
室内气氟-玉米氟	0.978	>0.05	
室内尘氟-玉米氟	0.989	<0.05	Y=698.95X-22038.82
室内空气氟-玉米氟	0.988	=0.05	Y=645.84X-24801.98

二、室内空气质量监控指标: 由于食物氟污染主要与室内尘氟有关, 所以, 应该选取尘氟作为室内空气质量监控和评价降氟效果的指标。气氟含量作为指标显然不妥。由于在空气氟中, 气氟仅占极小的份数 (十一分之一), 对空气氟总量影响不大, 所以, 也可用空气总氟作为监控指标。

An Investigation of Fluoride Pollution Caused by Burning Coal Containing Fluoride in Xiushan and Baojing Yan Leisheng, et al., Chinese Research Academy of Environmental Sciences

This paper reports an investigation of contents of soluble fluoride in the environment and foods in Xiushan and Baojing.

On the basis of measuring concentrations of soluble fluoride in drinking water, soil, coal, air, fly ash, maize, chilli, and other kinds of vegetables, it is first to expound the pathway of fluoride migrating from coal into human body is through pollution of air by fluoride contained in fly ash on burning of coal, and then via consumption of polluted maize by air.

The significant correlation between both the concentrations of fluoride in maize and in fly ash is proved. It is suggested to select the concentration of fluoride in fly ash or in air as the quality index of indoor air and the control target to prevent fluorosis.

Key words Fluorosis caused by burning coal containing fluoride Fluoride in fly ash Pathway of fluoride migration

参 考 文 献

1. 湖北恩施地区卫生防疫站, 等. 食物型地方性氟中毒的调查. 中华预防医学杂志 1980; 14(3), 164.
2. 贵阳医学院, 等. 贵州地方性食物性氟中毒病. 中华预防医学杂志 1979; 13(3), 148.
3. 贵阳市卫生防疫站, 等. 煤烟熏烤食物所致地方性氟中毒调查. 中华预防医学杂志 1981; 15(5), 281.
4. 山东省地方性氟中毒流行病学调查协作组. 山东省部分地区地方性氟中毒流行病学调查分析. 中华预防医学杂志 1982; 16(6), 359.
5. 戴国钧, 等. 烧煤引起氟中毒的调查. 中华预防医学杂志 1986; 20(4), 217.

(参加本研究的还有: 国力君 王海 陈洪 肖秀兰 胡穆凌 付立萍 王珊 周艳 徐承恩 王羽迅 郭静男 袁怡 龚天佑 杨晓阳 雷富国 龙金香 李心甲 刘红辉 罗光裕 丘仲祥 龙再国 罗新民)

(四川省涪陵地委地病办, 秀山县县委、县政府, 川河乡政府和湖南省湘西卫生局, 保靖县县委、县政府, 野竹坪乡政府对本研究给予了大力支持与帮助, 谨致谢意)

(1990年1月15日收稿, 1990年5月4日修回)

## 从气管灌洗物中分离出嗜肺性军团菌一例病例报告

南京市卫生防疫站 洪瑞莲 胡修元 邹翔

患者王×, 女, 15岁。因咳嗽、食欲不振、疲乏, 病情加重, 疑似肺结核入当地一家儿童医院, 经胸透发现有弥漫性病变, 肺纤维化增生且伴高热和进行性呼吸困难而又转胸科医院治疗。在医院虽采用抗结核病药物治疗但疗效不显著, 且多次血培养、痰培养查结核菌及肿瘤细胞检查均为阴性。后因怀疑为军团菌病而进行了特异性抗体及病原分离检查。

采用染色微量凝集法(MA)检查, 发现Lp1(-)、Lp4 1:64; Lp7(-)及Lp6 1:1024; 间接免疫荧光(IFA)试验结果与MA的结果相同并且间隔2周后再抽血检查, MA试验Lp6 1:512。尤其是取患者支气管灌洗液离心沉淀物直接划线接种及经酸

和60℃处理后分别接种BCYE和BCYE-CYS及含硝酸铁平皿培养检出了可疑军团菌; 将该沉淀物给两只豚鼠腹腔注射后第6天, 发现豚鼠出现了疑似军团菌病症状, 尤其是从豚鼠肺、脾、肝、心和胸积液中也分离出军团菌可疑菌落。所得可疑菌落经染色镜检为革兰氏阴性杆菌; 同时用抗Lp6和病人的两份血清做MA检查, 结果分别为1:1024、1:1024和1:512。进一步做有关生化试验检查, 结果表明, 从病人气管灌洗物及其接种豚鼠脾脏分离的可疑菌落有同样的生化反应, 可鉴定为嗜肺性军团菌血清型6型, 定名为NANJ-1株。为此对该患者改用红霉素和利福平联合用药治疗, 病人病情逐日好转, 肺部病变也随之而获得改善。