

基于层次聚类法和主成分分析法的铜陵市 大气降尘污染元素来源解析研究

李湘凌¹⁾, 周涛发¹⁾, 殷汉琴^{1,2)}, 张鑫¹⁾, 袁峰¹⁾, 范裕¹⁾, 陈永宁²⁾,
陈兴仁²⁾, 陈富荣²⁾, 贾十军²⁾

1) 合肥工业大学资源与环境工程学院, 合肥, 230009;

2) 安徽省地质调查院, 合肥, 230001

内容提要: 本文采用层次聚类法和主成分分析法对有色金属矿山城市—铜陵市的大气降尘中污染元素, 主要是重金属元素的来源进行了识别, 并分析了各来源所占的比例。结果显示, 铜陵市大气降尘中污染物主要来源于冶金和采矿, 其次为燃煤、交通和土壤扬尘等, 其贡献率分别为冶金源+采矿源 43.29%, 燃煤源 32.23%, 交通源和土壤源 10.53%, 其他源 13.94%。因此, 优先控制冶金尘、采矿尘和燃煤尘, 可以有效降低铜陵市大气降尘中污染元素的含量。

关键词: 大气降尘; 层次聚类法; 主成分分析法; 来源解析; 铜陵市

环境中污染物来源解析是环境科学重要研究内容之一。对大气颗粒物来源的研究始于以排放量为基础的扩散模式(源模型), 而受体模型是通过测量污染源和大气环境(受体)样品的物理、化学性质, 定性识别对受体有贡献的污染源并定量计算各污染源的分担率, 完成污染源解析工作(Gorden, 1988; 戴树桂等, 1995)。受体模型源解析的方法主要有化学质量平衡法(CMB)、因子分析法(FA)、富集因子法, 目标变换因子分析法(TTFA)等(朱先磊等, 2005; 宋宇等, 2002; 胥晓瑜等, 2001; 杨丽等, 2002; 谢玉静等, 2008)。其中, CMB法应用较多, 它可以定量评价各源的贡献率, 但污染源标识元素选择困难, 选择不同标识元素, 会导致源解析结果显著差异。层次聚类法和主成分分析法不需要事先了解污染源的情况就可以判别因子类别, 可以完成对复杂数据的分析和解释, 确定主要的污染源(污染因子); 在源排放物的成分组成资料基础上可以确定不同源对受体的贡献率(戴树桂等, 1995), 因而层次聚类法和主成分分析法在水、土壤、大气等环境介质中的污染物评价研究中均有应用(周来东, 1996; 周丰, 2007; 高吉喜, 2006; 潘恒健, 2008; Shrestha et al.,

2007; Zhang Chaosheng et al., 2006)。

铜陵市是我国典型的有色金属资源型矿山城市, 长期的矿业开采和冶炼对该市大气、土壤、水环境造成一定影响(周涛发等, 2004, 2007; 张鑫等, 2004, 2005; 李湘凌等, 2006), 大气降尘量呈逐年上升趋势(殷汉琴^①; 王波等, 2004), 为了探讨矿山城市大气降尘来源中矿业活动的影响程度, 本文用层次聚类法和主成分分析法研究铜陵市大气降尘, 定量阐明大气降尘的来源及各源所占比例, 为今后矿山城市大气降尘元素污染控制提供科学依据。

1 方法

1.1 采样

根据对铜陵市工业、交通、燃煤、冶金等工业活动特点和布状况调查, 结合铜陵市主导风向(主导风向以东北风为主, 频率为21%, 次主导风为西南偏西风, 频率为10.5%), 将铜陵市大气降尘按功能区划分六类: 冶金尘、采矿尘、燃煤尘、交通尘、土壤尘以及复合污染尘(以下简称复合尘)。为了快速评价不同类型大气降尘中元素尤其是重金属元素的含量特征和可能的来源, 本次工作分类采集了17个大气

注: 本文为安徽省优秀青年科技基金资助项目(编号 08040106907, 04045063)、安徽省科技攻关计划项目(编号 08010302200)和中国地质调查局项目(编号[2004]012)的成果。

收稿日期: 2009-06-22; 改回日期: 2009-09-15; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 李湘凌, 女, 1969年生。副教授, 硕士。主要从事环境科学与工程、环境地球化学研究。通讯地址: 230009, 安徽省合肥市屯溪路193号合肥工业大学资源与环境工程学院; Email: lixiangling_hfut@126.com。

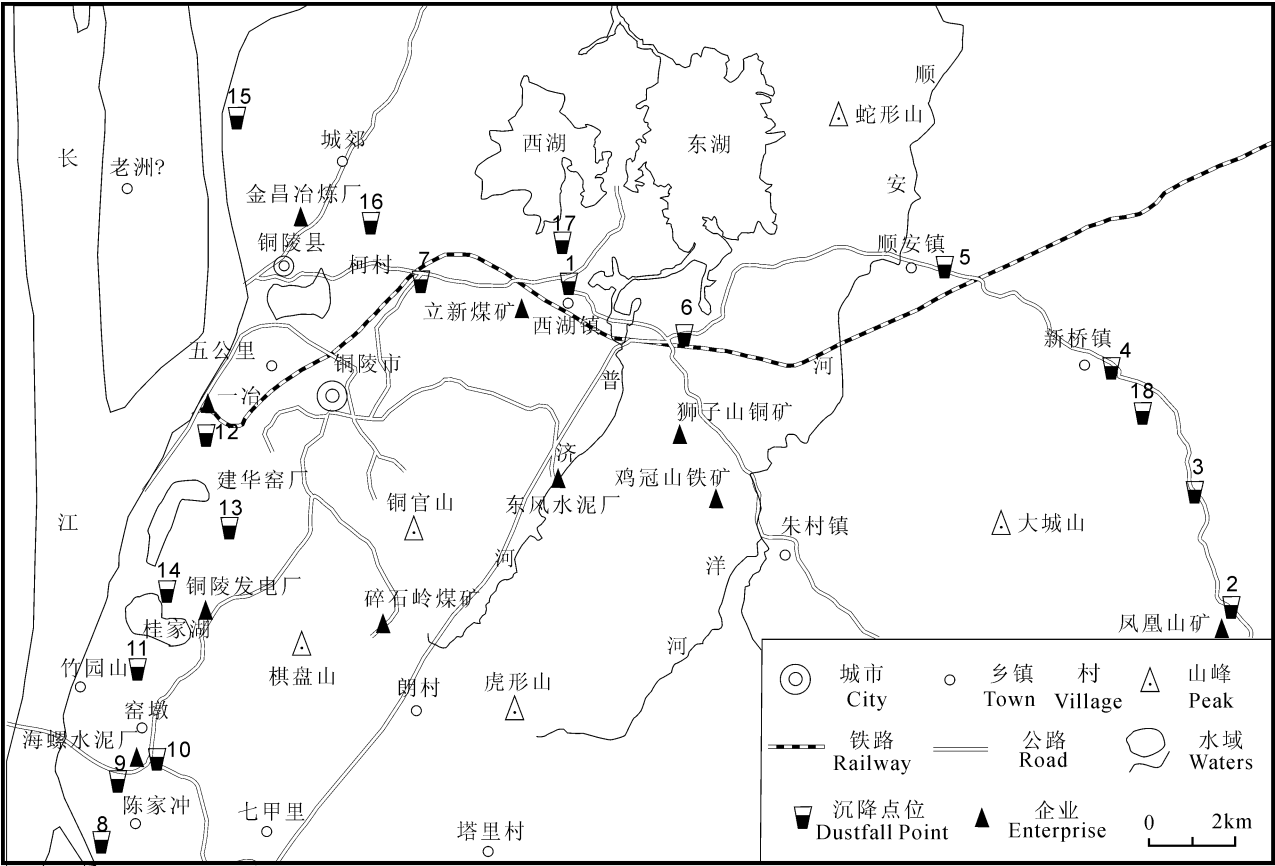


图 1 铜陵市主要工业企业分布及大气降尘样品采集点位图

Fig. 1 The factory and dustfall collection place distribution of Tongling

降尘样品, 采样点布局见图 1。降尘样品采集, 使用毛刷收集采样点附近电线杆、树木、建筑物和输送管道等 1 m 以上部位的降尘。每个降尘样品重量大于 200 g。

污染源样品采集了土壤源尘、交通源(汽车尾气)尘、冶金源尘、燃煤源尘和采矿源尘。各污染源尘采集的地点及采集方法见表 1。

表 1 铜陵市污染源尘采集地点及方法
Table 1 The collection place and methods of the pollution sources dust in Tongling

污染源种类	采集点及采集方法
土壤源	地表下 0~0.5 m 土壤
交通源	用勺刮取汽油汽车和柴油汽车排气管内 8~10 cm 深处的烟尘
冶金源	铜陵某冶炼厂除尘器出灰口粉尘
燃煤源	铜陵某发电厂燃煤锅炉尾气电除尘器出灰口粉尘
采矿源	新桥矿、凤凰山矿的采矿扬尘

1.2 样品测试

采集的降尘及源尘样品送国土资源部合肥矿产

资源监督检测中心分析测试。元素总量分析采用 X 射线荧光光谱法(XRF)测试, 仪器型号 ZSX100eX 荧光光谱仪(日本理光公司), 分析方法的检出限、准确度和精度均满足中国地质调查局《覆盖区生态地球化学调查样品测试及质量监控暂行规定》的要求。Al 元素含量在中国科学技术大学极地研究室完成, 分析方法为分光光度法。

1.3 数据处理

采用层次聚类分析法和主成分分析法进行数据处理。本文层次聚类法采用平方欧氏距离测度样本间距离, 选用 Ward 法计算类间的距离, 样本归类结果用直观的树形图表达。主成分分析法通过累计方差贡献率 $E_j > 85\%$ (j 为因子数) 的最少综合变量数 m 确定用 m 个主成分代替原始变量(指标)数 n ; 然后计算主成分载荷值, 结合方差贡献率及污染源成分谱确定主要的污染物来源及比例。聚类分析法和主成分分析过程采用 SPSS15.0 软件的相关分析模块进行处理, 具体步骤参见文献(Shrestha et al., 2007; 张文霖, 2005; 刘先勇等, 2002)。

2 结果与讨论

2.1 层次聚类法

采用层次聚类法对 17 个样品采样地点进行聚类分析,结果见图 2。17 个采样地点(表 2)可以分成四大类(图 2),第一类点 12 号位于狼尾湖,冶炼等各类企业分布四周,为冶炼显著影响区;第二类采样点 4 号位于新桥镇,有一大型硫铁矿床,硫铁矿床开采及矿石运输对其周围大气降尘影响明显;第三类采样点包括了 7、13、16 号点(柯村、周冲、袁家冲),主要受冶金活动影响,其中 7 号点还受到了交通和煤矿开采影响;第四类共包含 12 个点位(1、2、3、5、6、8、9、10、11、14、15),其中 11、14 号点位在竹园山、发电厂西,主要受燃煤影响,归为一小类;9、10、1、6、15、2、5、3、8(陈家冲、窑墩、西湖镇、狮子山岔路口、马冲、凤凰山、顺安镇、新桥头)归为一小类,他们主要是受交通(汽车尾气)或土壤扬尘影响,其中马冲样点虽然归类划分为冶金尘,可是因为离冶金污染源距离远,受冶金活动影响已不显著,层次聚类法将其与土壤尘等归为一类。可见,通过层次聚类法能够将铜陵市降尘采样点进行准确的功能区归类,探明主要的污染类型和污染来源。

2.2 主成分分析法

2.2.1 主成分识别

主成分识别是以污染物含量作为原始变量,通

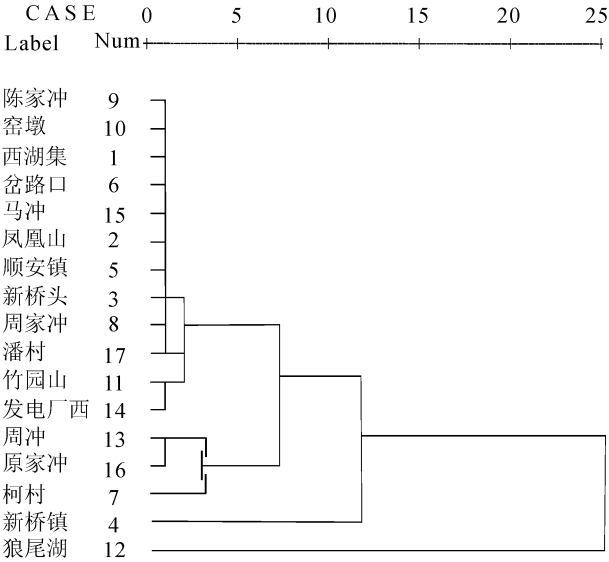


图 2 铜陵大气降尘采样点聚类树形图
Fig. 2 Dendrogram of dustfall collection places in Tongling

过计算变量方差和协方差矩阵的特征量,将多个原始变量通过降维转化为少数几个综合变量,即将降尘中污染物的信息进行了集中和提取,使我们能够从众多降尘污染物中识别出起主导作用的成分。其中方差贡献率反应的是某主成分提取原始污染信息的权重,其方差贡献率越大,表明该主成分的污染贡献率越大,主成分的累计方差贡献率表明取前几个

表 2 铜陵市各采样点大气降尘中元素含量值(μg/g)
Table 2 Element concentration(μg/g) in dustfall of Tongling

点号	采样点	功能区	As	Cr	Cu	Pb	Zn	S*	Cd	Mn	Ni	Al*
1	西湖镇	交通尘	306	59.3	1430	334	1304	3.60	11.4	832	27.8	3.89
2	凤凰山	交通尘	58	53.5	547	468	1159	0.79	12.4	1159	28.1	3.01
3	新桥头	交通尘	71	51.8	523	347	1748	1.15	7.5	1436	24.6	4.13
4	新桥镇	矿区采矿尘	598	33.2	3123	494	2946	15.0	23.6	4726	25.9	2.32
5	顺安镇	交通尘	121	51.4	423	246	947	1.85	5.5	1152	20.3	4.06
6	狮子山岔路口	交通尘	578	50.6	1342	390	1407	3.88	12.5	1044	24.7	3.28
7	柯村	复合尘 ^a	450	152.8	3098	1240	2175	3.05	20.1	1077	44.5	3.70
8	周家冲	土壤尘	53	75.1	462	301	634	0.19	9.4	506	23.7	5.24
9	陈家冲	土壤尘	111	71.3	878	476	1052	0.47	11.0	887	30.3	5.09
10	窑墩	交通尘	240	72.3	1145	549	1032	0.91	14.8	788	30.8	4.79
11	竹园山	燃煤尘	219	78.8	2128	668	1206	1.05	18.2	923	38.2	5.93
12	狼尾湖	冶金尘	969	51.6	8113	1347	1958	9.05	22.6	1000	28.2	2.73
13	周冲	冶金尘	257	68.2	4640	845	1402	2.3	18.5	1078	30.7	4.94
14	发电厂西	燃煤尘	646	59.3	2032	473	1707	2.7	16.1	1033	29.1	3.95
15	马冲	冶金尘	196	91.1	1122	717	1570	0.29	25.8	1020	36.8	5.31
16	袁家冲	冶金尘	278	90.5	5361	897	1315	1.20	23.2	879	44.7	5.81
17	潘村	土壤尘	106	77.1	874	602	2386	0.75	9.6	1048	30.7	4.86

注:点号对应图 1;a:为冶金、交通和煤矿复合尘;* :S、Al 单位为%。

表 3 主成分分析初始特征值及贡献率

Table 3 Initial eigenvalues and contribution percentage of principal components analysis

因子	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
初始特征值	4.329	3.223	1.053	0.625	0.287	0.212	0.141	0.090	0.021	0.018
方差贡献率(%)	43.293	32.234	10.531	6.253	2.873	2.118	1.409	0.901	0.211	0.177
累积方差贡献(%)	43.293	75.527	86.057	92.310	95.183	97.301	98.710	99.611	99.822	100

主成分基本包含了全部测量指标所具有污染信息的百分率(杨丽萍等,2002;孙成宝等,2006;焦文涛等,2009)。铜陵市大气降尘污染物主成分分析初始特征值及贡献率见表 3,第一、第二、第三主成分特征值(表 3)对总方差贡献率分别为 43.29%、32.23%和 10.53%,其余成分对总方差贡献率占 13.97%。前 3 个主成分累积方差贡献率为 86.06%(> 85%),已经足以代替众多污染信息进行污染物识别。

主要污染物识别是通过大气降尘中污染物对总方差的贡献率即主成分载荷(表 4)进行分析。载荷值反映的是主成分与变量的相关系数,其中载荷大的认为是重要污染因子,主成分载荷表达式为:

$$F_1=0.839As-0.038Cr+0.762Cu+0.646Pb+0.769Zn+0.861S+0.734Cd+0.215Ni-0.610Mn-0.580Al$$

表 4 主成分载荷矩阵

Table 4 Component matrix of principal components

元素	主成分		
	1	2	3
As	0.839	-0.059	-0.399
Cr	-0.038	0.847	0.283
Cu	0.762	0.354	-0.430
Pb	0.646	0.678	-0.185
Zn	0.769	-0.138	0.460
S	0.861	-0.450	0.049
Cd	0.734	0.478	0.112
Mn	0.610	-0.530	0.525
Ni	0.215	0.900	0.282
Al	-0.580	0.613	0.113

$$F_2=-0.059As+0.847Cr+0.354Cu+0.678Pb-0.138Zn-0.4500S+0.478Cd-0.530Mn+0.900Ni+0.613Al$$

$$F_3=-0.399As+0.283Cr-0.430Cu-0.185Pb+0.460Zn+0.049S+0.112Cd+0.282Ni+0.525Mn+0.113Al$$

可见,第一主成分与 Cu、As、Pb、Cd、S、Zn、Mn 正相关性强。第二主成分与 Cr、Pb、Ni、Al 正相关系数大。第三主成分与 Zn、Mn 正相关系数较大。

2.2.2 污染来源分析

主成分识别将主要污染元素进行了归类,但是还需结合污染源尘成分谱确定其主要来源。虽然国内外学者对不同来源的大气颗粒污染物作了大量研究,区分出不同污染源的主要排放元素(杨丽萍等,2002;戴树桂等,1986;Taylor et al.,1982),但由于铜陵是以有色金属采选冶等工业为主的资源型城市,其污染源排放特征有自身的显著特点,其主要源尘元素含量(成分谱)(表 5)中冶金源尘中 As、S、Cu、Mn、Cd、Zn、Pb 等含量都大,尤其是冶金尘 As、S、Cu、Cd、Zn、Pb 含量都显著高于其他源的含量,采矿场源尘 As、S、Cu、Cd、Zn、Pb 及 Mn 也较高;一些研究者认为 As、S 是燃煤尘的标识性元素(戴树桂等,1986;Taylor et al.,1982),但铜陵市燃煤尘中 As、S 含量较低,这一结果与晋城、抚顺的燃煤尘的研究结果一致(郭前进,2005;张翊峰等,2005。),因而将 As、S 视为燃煤尘的标识性元素在资源型城市铜陵并不适用。其原因一是由于 As、S 在燃煤源尘中含量并不高,另一方面是铜陵市为典型矿山城市,区内开发利用的主要矿种为铜、金、硫铁矿等,高 As

表 5 铜陵市主要污染源尘元素含量

Table 5 Element concentration of sources dust in Tongling

源尘	Al (%)	As (μg/g)	S (%)	Cu	Mn	Cd	Zn	Pb	Cr	Ni
	(μg/g)									
土壤	5.40	16.3	0.19	55.3	328.0	0.7	68	31	46.0	22.6
燃煤	3.95	8	0.11	70	207	0.269	59	46	89.5	38.5
冶金	0.80	36063	11.7	50300	138	14264	427300	68300	25.3	45.6
交通	0.15	165.0	8.90	251.3	307.3	4.1	1268	183	154.3	69.5
采矿	4.98	707.4	12.80	2380.0	5016.9	35.0	632	2767	62.4	39.0

高 S 成为铜陵市采矿尘、冶金尘的重要特点之一。

根据铜陵市采矿尘、冶金尘污染物含量特点,同时结合第一主成分与 Cu、As、Pb、Cd、S、Zn、Mn 正相关性强的特点,确定第一主成分为采矿、冶金污染因子,这与层次聚类分析法结果一致,其污染贡献率为 43.29%。因而,控制冶金尘和采矿尘是改善铜陵市大气质量的关键。

第二主成分与 Ni、Cr 正相关系数大,与 Pb、Al 正相关系数较大,而与 Mn、S 元素成负相关。比较土壤尘、燃煤尘、交通尘污染元素含量可知,虽然交通尘中 Ni、Cr、Pb 最高, Mn、S 含量也高, Al 元素含量低,而第二主成分与 Al 含量正相关系数较大,与 Mn、S 元素含量成负相关,第二主成分不是交通因子。燃煤源尘中 Cr 含量最高、Ni 元素含量仅次于交通尘中含量, Al 元素含量也较高, Mn、S 元素含量最低,各元素含量特征与第二主成分载荷表达式一致,因此第二主成分为燃煤因子,这与层次聚类分析法结果一致。燃煤活动对铜陵市大气降尘贡献率为 32.23%,对燃煤活动的大气污染物其是粉尘排放应加以重视。

第三主成分与 Zn、Mn 正相关系数较大,同时结合层次聚类法的采样点功能分区结果,第三主成分为土壤和交通因子。土壤扬尘和汽车尾气对大气降尘贡献率为 10.53%,交通运输、土壤扬尘对大气降尘中污染物的贡献作用也不容忽视。

3 结论

本文应用层次聚类法和主成分分析法的铜陵市大气降尘污染元素来源解析结果表明,铜陵市大气降尘中污染元素主要来自冶金、采矿、燃煤等人类活动,各项活动对大气降尘污染来源贡献率分别为:冶金、采矿 43.29%,燃煤 32.23%,汽车尾气、土壤扬尘 10.53%,其他 13.94%。因此,优先控制冶金尘、采矿尘、燃煤尘,可以有效降低铜陵市大气降尘中污染元素的含量,这一成果也适用于其他类似矿山城市的大气降尘中元素的污染控制。

注 释 / Notes

①殷汉琴. 2006. 铜陵市大气降尘源解析及其对土壤重金属累积的影响. 合肥工业大学硕士学位论文.

参 考 文 献 / References

戴树桂,朱坦,白志鹏. 1995. 受体模型在大气颗粒物源解析中的应用和进展. 中国环境科学, 15(4): 252~256.
戴树桂,朱坦,曾幼生,傅学起,廖奕谋. 1986. 天津市区采暖期飘尘来

源的解析. 中国环境科学, 6(4): 24~30.
高吉喜,段飞舟,香宝. 2006. 主成分分析在农田土壤环境评价中的应用. 地理研究, 25(5): 836~842.
郭前进. 2005. 晋城市市区环境空气中 TSP 的源解析. 科技情报开发与经济, 15(3): 196~197.
焦文涛,吕永龙,王铁宇,李静,罗维,史雅娟. 2009. 化工区土壤中多环芳烃的污染特征及其来源分析. 环境科学, 30(4): 1166~1172.
李湘凌,祁铁宏,周涛发,袁峰,张鑫,范裕. 2006. 基于 Hazen 概率曲线确定铜陵土壤 As 元素含量. 武汉理工大学学报, 28(12): 56~60.
刘先勇,袁长迎,段宝福,周方杰. 2002. SPSS10. 10 统计分析软件与应用. 北京:国防工业出版社, 3371.
潘恒健. 2008. 小清河济南段水质主因子分析. 济南大学学报(自然科学版), 22(1): 107~109.
宋宇,唐孝炎,方晨. 2002. 北京市大气细粒子的来源分析. 环境科学, 23(6): 11~16.
孙成宝,李云丽. 2006. 环境质量评价中的主成分分析与全局主成分分析方法. 甘肃联合大学学报(自然科学版), 20(2): 21~25.
王波,叶新才,程从坤,胡志荣,邢修顺,方千银. 2004. 铜陵地区矿山生态环境综合治理途径. 长江流域资源与环境, 13(5): 494~498.
谢玉静,朱继业,王腊春. 2008. 合肥市大气降尘粒度特征及污染物来源. 城市环境与城市生态, 21(1): 30~33.
胥晓瑜,马永亮,傅立新,周中平. 2001. 应用化学质量平衡模型解析烟台市污染源的排放贡献率. 环境污染与防治, 23(5): 262~264.
杨丽萍,陈发虎. 2002. 兰州市大气降尘污染物来源研究. 环境科学学报, 22(4): 499~503.
张文霖. 2005. 主成分分析在 SPSS 中的操作应用. 市场研究, 12: 31~34.
张鑫,周涛发,袁峰,史晓莉,范裕,廖新娜. 2004. 铜陵矿区土壤中镉存在形态及生物有效性. 生态环境, 13(4): 572~574.
张鑫,周涛发,袁峰,岳书仓. 2005. 铜陵矿区水系沉积物中重金属污染及潜在生态危害评价. 环境化学, 24(1): 107~108.
张翊峰,金永民. 2005. 抚顺市地面扬尘的来源解析. 辽宁城乡环境科技, 25(1): 19~21.
周丰,郭怀成,刘永,罗定贵,王真. 2007. 基于多元统计分析和 RBFNNs 的水质评价方法. 环境科学学报, 27(5): 846~853.
周末东. 1995. 成都市春季大气飘尘目标变换因子分析(TTFA). 四川环境, 14(3): 12~15.
周涛发,张鑫,袁峰,李湘凌,范裕,殷汉琴,刘一,杨西飞. 2007. 安徽铜陵有色金属矿区环境界面中的重金属迁移模式与生态修复. 矿物学报, 27(增刊): 403~405.
周涛发,张鑫,袁峰,岳书仓. 2004. 安徽省矿山城市矿产资源利用的环境负效应及防治对策. 合肥工业大学学报(自然科学版), 27(3): 225~228.
朱先磊,张远航,曾立民,王玮. 2005. 北京市大气细颗粒物 PM_{2.5} 的来源研究. 环境科学研究, 18(5): 1~5.
Gorden G E. 1988. Receptor models. Environmental Science and Technology, 22(10): 1132~1142.
Shrestha S, Kazama F. 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. Environmental Modelling & Software, 22: 464~475.
Taylor D R, Tompkins M A, Kirton S E, Mauney T, Natusch D F S. 1982. Analysis of fly ash produced from combustion of refuse~derived fuel and coal mixture. Environmental Science and

Technology,16(3):148~154.

identify pollutants and their spatial patterns in urban soils in

Zhang Chaosheng, 2006. Using multivariate analyses and GIS to

Galway,Ireland. Environmental Pollution,142:501~511.

Sources Analysis of Dustfall in Tongling City Based on Hierarchical Cluster Analysis and Principal Component Analysis Methods

LI Xiangling¹⁾, ZHOU Taofa¹⁾, YIN Hanqin^{1,2)}, ZHANG Xin¹⁾, YUAN Feng¹⁾, FAN Yu¹⁾,
CHEN Yongning²⁾, CHEN Xingren²⁾, CHEN Furong²⁾, JIA Shijun²⁾

1) School of Resources and Environment Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, 230009;
2) Academy of Geological Survey of Anhui Province, Hefei, 230001

Abstract: The hierarchical cluster analysis and principal component analysis methods were used to identify the pollution sources of dustfall in Tongling City, an important mining city in East China. The results showed that there were three sources as the main contributors for the dustfall in Tongling city. The main sources are the smelting dustfall, mining dustfall and coal combustion dustfall. About 43.29% of the total concentration of pollution elements came from the smelting and mining processes, 32.23% came from the coal combustion, the contribution of blown soil and motor vehicle emission was about 10.53%, and the rest 13.94% contamination came from the other sources. Controlling the smelting dust, mining dust, and coal combustion dust could reduce the concentration of pollution elements in the dustfall effectively in Tongling City.

Key words: dustfall; hierarchical cluster analysis; principal component analysis; sources analysis; Tongling city

(上接第 274 页) 利用“北斗一号”卫星系统作为信息传输系统,选择四川雅安、北京、三峡库区等有代表性的典型滑坡、崩塌、地面沉降区和地震带作为示范区,进而建立我国滑坡、崩塌、地面沉降、地应力实时监测系统,建立监测站点、地区级(省、市或地区)、国家级三级地质灾害自动监测系统。并针对我国地质灾害监测实际情况,进行了北斗通信系统的研究、数据采集仪的研制、信息系统的开发等关键技术的研究,提高对重点地区地质灾害的监测效率和预警能力。以北斗一号卫星系统作为地质灾害监测数据传输方式,为地质灾害监测开辟了一条新的数据传输途径。本项目由中国地质环境监测院完成。

新型节水钻探工艺与设备研究:干旱区缺水地区找水,钻机本身的用水就是一大难题。该技术以传统的钻机、泥浆泵、动力机“三大件”和硬质合金、人造金刚石钻进为基础,研发了基于孔底局部循环的新型节水钻探工艺,研发了潜水泵式液动冲击器和节水钻探潜水泵等设备。实现了在几乎不消耗地表水的情况下,保障正常钻进。该技术可广泛应用于干旱地区或交通不便供水困难地区的各类钻孔,能有效解决日益突出的因缺水而无法正常钻探的难题,应用前景十分广泛。该技术在青海、宁夏、河南、内蒙古等地的示范应用中取得显著效益,获得国家发明专利两项。本项目由中国地质大学(武汉)完成。

鄂尔多斯盆地北部地浸砂岩型铀矿时空定位和成矿机理研究:鄂尔多斯盆地为叠加复合形成的大型盆地,燕山运

动对东胜大型砂岩铀矿形成具有重要的作用,晚期的新构造活动对东胜铀矿床的叠加改造具有重要影响。该项目取得的成果,扩大了铀资源量,取得了显著的经济和社会效益;所阐明的铀成矿机理和建立的成矿模式不仅丰富和发展了我 国砂岩型铀矿成矿的理论,而且对找矿有重要推广意义和实际应用价值。本项目由核工业北京地质研究院等完成。

华北平原地下水污染调查与评价:通过对华北平原区 152586 km² 开展的 1:250000,和对重点地下水污染区开展的 1:250000 地下水污染调查发现:不用任何处理可直接可以饮用的地下水(I~Ⅲ类)占 36.49%,经适当处理可以饮用的地下水(Ⅳ类)占 24.25%,有 39.37%的地下水受到污染,不能直接利用(V类)。华北平原地下水污染的特点:一是污染指标多;二是多为点状污染,分布广,多集中在城市周边和重化工开发区及影响带范围内;三是以浅层地下水污染为主。这项成果对华北地区地下水本项目由中国地质科学水文地质环境地质研究所等完成。

南秦岭主要构造岩带形成时代研究新进展:南秦岭从甘肃的康县、徽县到陕西的略阳、勉县、留坝、城固、洋县、石泉、汉阴旬阳一带,广泛分布一条由白水江群、三河口群和人河坝群组成的志留系岩带,该带岩石类型多变,构造类型复杂,时代不明。通过研究在变质哑地层中发现众多微体化石,为重新厘定地层时代提供了重要依据,使南秦岭的地层时代有了比较清晰的轮廓。本项目由中国地质科学院地质研究所完成。

(孟庆伟 供稿 章雨旭 编辑)