

降尘监测点位优化应用研究

高松, 段玉森, 魏海萍
(上海市环境监测中心, 上海 200030)

摘要: 以上海市长兴岛的环境空气降尘点位为例, 采用聚类分析法对点位进行优化分析, 快速完成点位的分类; 再引入主成分分析法进行分析, 不仅验证了聚类分析结果, 并可根椐原信息量需要保留的比例, 来合理确定优选的类别数, 使得优化调整的过程更为科学, 结果也更为可信。

关键词: 降尘; 监测点位; 优化; 聚类分析; 主成分分析

中图分类号: X831 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2008)01-0045-03

Case Analysis on Optimization of Dustfall Sampling Sites

GAO Song DUAN Yu-sen WEI Hai-ping
(Shanghai Environmental Monitoring Center, Shanghai 200030 China)

Abstract Optimization of air quality monitoring site is a valid and important method to show real air quality and save resources. As a case study, cluster analysis was employed to quickly classify all of the dustfall sampling sites in Changxing Island of Shanghai. And then the principal component analysis was used to validate and define the number of optimization sorts based on the information quantities that needed to be reserved. The result shows that the progress of optimization and adjustment will be more scientific and believable. The two methods united can be used for the optimization of air sampling sites.

Key words Dustfall Monitoring site; Optimization; Cluster analysis; Principal component analysis

环境监测点位优化是准确反映环境质量, 并节约人力物力的有效方法。目前国内外进行点位优化的方法主要是以数学统计为基础的综合决策法^[1], 较多采用的是模糊聚类法^[2-4]、特征分析法^[5-6]、物元分析法^[7]等。这些方法能有效进行点位分类和优选, 但无法了解点位优化后原有信息量的保留程度, 确定最终点位数缺乏科学依据。现采用聚类分析法, 通过引入主成分分析法, 进行点位优化。

1 研究区域和监测布点

长兴岛隶属于上海市崇明县, 位于长江入海口, 属河口冲积岛。根据《崇明长兴岛域总体规划》其被确定为上海现代船舶制造业基地, 同时也是社会经济和生态建设协调发展的示范地区。自 2005 年初起, 岛上开始大规模开发建设, 产生了扬尘污染的问题。目前采用降尘量监测对扬尘污染进行监控和考核, 近一年来监测部门在该岛运

用 GIS 技术, 进行了网格布点, 共设了 9 个监测点进行降尘监测。同时, 尝试以较少的优化点位监测结果来表明长兴岛降尘污染的整体水平, 并观察监测数据时间变化的代表性和空间分布的合理性。9 个监测点的位置见图 1。

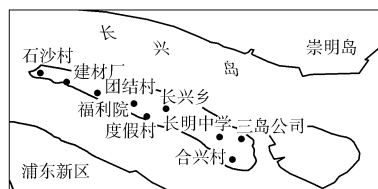


图 1 长兴岛降尘点位分布

收稿日期: 2007-10-30 修订日期: 2007-11-25

基金项目: 上海市环境保护科学技术发展基金资助项目 (06-02)

作者简介: 高松 (1978-), 男, 江苏南通人, 工程师, 硕士, 从事城市环境监测和研究。

2 研究方法

2.1 聚类分析

建立原始数据矩阵, 对数据标准化处理, 计算测点之间的欧式平方距离, 建立各点位的距离系数矩阵, 最后聚类, 同时绘制聚类图^[8]。

2.2 主成分分析

对数据进行标准化处理, 计算样本均值和样本协方差阵、协方差阵的特征值和特征向量、贡献率和累计贡献率以及主成分, 绘制相应成分图^[9]。

2.3 优化和调整

聚类分析和主成分分析主要对点位分类, 在上述分析的基础上, 可结合区域代表性、监测数据质量情况、点位设置条件和气象条件等, 完成对监测点位的优化调整。

3 结果与讨论

3.1 聚类分析

根据 9 个测点 10 个月降尘量的月均值, 计算测点之间的欧式平方距离, 建立距离系数矩阵(略), 根据测点之间的距离系数, 得到聚类树型图, 见图 2。

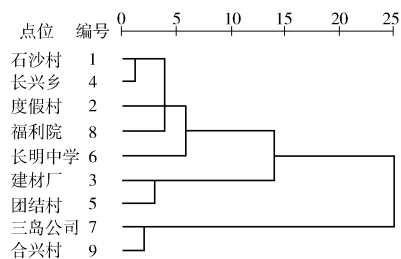


图 2 降尘点位聚类树型

由图 2 可见, 距离系数按比例放大到了 0~25 的标尺上。由聚类树型图, 暂取标尺为 10 则 9 个测点被分为 3 类(表 1)。用聚类分析法, 快速找到了变量(此处即为点位)间的相似程度, 并进行了分类。

表 1 测点分类

类别	测点
1	石沙村、长兴乡、度假村、福利院、长明中学
2	建材厂、团结村
3	三岛公司、合兴村

3.2 主成分分析

将长兴岛的 9 个测点视为代表长兴岛区域降尘量水平的 9 个因子。首先进行 KMO 抽样适度测定值的计算, 得 KMO 值为 0.541, 大于 0.5 认为该数据可用于因子分析。再进行因子提取, 得到降序排列的特征因子方差贡献表, 见表 2。

表 2 特征因子方差贡献率

特征因子序号	方差贡献率	累积方差
1	55.942	55.942
2	24.750	80.693
3	9.724	90.417
4	4.639	95.056
5	3.784	98.840
6	0.789	99.630
7	0.326	99.956
8	0.037	99.993
9	0.007	100.000

由表 2 可见, 前 3 个特征因子描述的总方差可以占到原有变量总方差的 90.4%, 表明只需要使用 3 个因子就可以很好地保留原有信息量(方差累计达到 70% 以上, 即可认为结果满意), 代表原来由 9 个因子所组成的系统。

根据方差极大法, 选择前 3 个特征因子为主成分因子, 对原 9 个因子的载荷矩阵进行旋转, 得因子载荷。针对某个因子载荷, 绝对值相对最大的可以归为一类。建材厂和团结村, 三岛公司和合兴村可以分别归为一类, 其他的测点归为一类, 这与上述聚类分析的结果完全一致, 见表 3。

表 3 因子载荷矩阵旋转结果

测点	因子载荷		
	1	2	3
石沙村	0.851	0.319	-0.318
度假村	0.778	0.079	-0.326
建材厂	0.179	0.807	0.522
长兴乡	0.888	0.311	-0.216
团结村	0.269	0.936	0.146
长明中学	0.847	-0.051	-0.066
三岛公司	0.852	-0.374	0.349
福利院	0.925	-0.297	0.022
合兴村	0.717	-0.513	0.448

3.3 点位优化和调整

在上述聚类分析和主成分分析的基础上, 根据

点位空间分布情况(图 1)、以及各点位布设条件和数据质量(如数据捕集率等),最终确定度假村、团结村和三岛公司 3 个降尘点位为优化保留点位,用这 3 个点位的的数据可以涵盖原 9 个测点数据的约 90% 信息量。

3.4 所选测点的评价

优化前 9 个点位 2005 年 10 月 ~ 2006 年 7 月降尘量月均值的平均为 4.6 t/km^2 , 优化后 3 个点位相应的值为 4.7 t/km^2 , 仅偏大了 1.7%, 小于国家环境空气质量监测规范中均值偏差需在 10% 内的要求。同时,原 9 个点位的月均值与优化后 3 个点位的平均值的 P_{30} (第 30 百分位数)、 P_{50} 、 P_{80} 和 P_{90} 的偏差分别为 3.3%、1.0%、2.5% 和 0.3%, 均小于国家规范中规定的 15%, 降尘量月均值优化前后的结果变化曲线吻合, 见图 3。

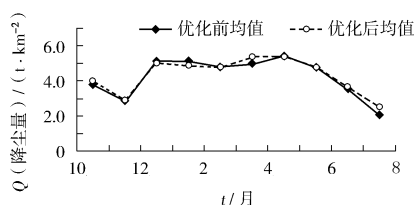


图 3 2005 年 10 月 ~ 2006 年 8 月优化前后结果比较

2006 年 8 月份最新数据统计结果显示, 优化前 9 个降尘点位月均值为 4.6 t/km^2 , 优化后 3 个降尘点位月均值为 4.8 t/km^2 , 仅偏大了 3.1%。

4 结论

• 简讯 •

北京 18 个区县采用遥测技术监测机动车

19 辆机动车尾气激光遥感监测车近日投入到北京市 18 个区县和经济技术开发区的控制机动车污染工作中。据北京市环保局副局长杜少中介绍, 激光遥感监测机动车尾气排放技术的应用, 提升了全市对机动车污染排放的监测能力, 使北京在全国率先实现了对上路行驶机动车尾气排放的大规模动态监测。

截至 2007 年底, 北京市机动车保有量已达到 312 8 万辆, 机动车排放污染已成为影响空气质量的重要来源之一。杜少中表示, 激光遥感监测车的广泛使用, 通过实时监测, 对排放超标车辆依法处罚, 加大了执法力度。同时, 通过对大量监测数据的分析, 评估车辆保养和机动车年检厂尾气检测工作情况, 有针对性地加强对机动车尾气检测场的管理。此外, 还可以筛选出排放水平较高的机动车类型, 加强对这部分车辆的治理, 积累机动车动态排放数据, 为研究制订防治机动车排放污染对策提供依据。

据了解, 北京市第一辆机动车尾气排放遥感监测车在 2000 年上岗, 当时只能监测一氧化碳一项指标。而目前服役的遥感监测车, 其技术水平已经大大提高, 监测项目由原来的 1 项增至 4 项, 包括一氧化碳、二氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物。数量也由原来的全市 1 辆增加到每个区县 1 辆, 大大充实了机动车尾气排放的监测力量, 填补了对上路行驶的汽油发动机车辆排放的监管空白。遥感车能在不影响车辆正常行驶的情况下, 对机动车的动态排放进行实时监测, 检测速度快、效率高、监测范围广、节省人力。

摘自 www. jshb.gov.cn 2008-02-19

以聚类法对长兴岛 9 个降尘点位进行初步快速分类, 用主成分分析法进行验证, 其中可根据特征因子方差累计贡献率确定优选类别数为 3 类, 再根据点位分布和数据质量, 最终确定以每个类别中的 1 个降尘点位, 即度假村、团结村和三岛公司 3 个降尘点位构成长兴岛新降尘监测体系。这 3 个点位的的数据经评价和后续监测数据验证, 其结果符合国家规范要求。

[参考文献]

- [1] 吴忠勇. 大气环境监测优化布点方法 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992: 169.
- [2] 许榕. 大气环境监测优化布点的研究 [J]. 中国环境监测, 1994, 10(5): 1-3.
- [3] 吴雷. 聚类分析法在大气监测优化布点中的应用 [J]. 干旱环境监测, 2000, 14(2): 100-104.
- [4] 窦素珍, 王黎虹, 侯存东, 等. 城市大气环境监测优化布点模糊优选模型及应用实例 [J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(5): 55-58.
- [5] 李峰, 张辉, 杨乃增, 等. 特征分析方法优化大气环境监测布点及 MATLAB 语言实现 [J]. 环境工程, 2000, 18(1): 48-49.
- [6] 史东升, 周春林, 弟宇鸣, 等. 辐射环境监测优化布点的特征分析方法 [J]. 环境监测管理与技术, 2006, 4(18): 36-38.
- [7] 孙中党, 赵勇, 李静, 等. 郑州市大气监测优化布点的研究 [J]. 重庆环境科学, 1999, 21(6): 16-18.
- [8] 魏复盛. 空气和废气监测分析方法指南 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 25-27.
- [9] 李志辉, 罗平. SPSS for Windows 统计分析教程 [M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2006: 368.