

基于 SADA 的最小(大)化超标区布点方法 在环境监测中的应用

程 真¹, 李定邦¹, 胡炳清², 柴发合²

(1. 华东理工大学资源与环境工程学院, 上海 200237; 2. 中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要: 二次布点是在已有监测数据基础上增加监测点进行监测, 决策者常常需要通过结合二次布点和原有监测数据, 使插值估算的浓度超标区域最大化或最小化。较详细地介绍了 SADA 软件最大(小)化超标区域布点法, 结合沈阳市区 PM_{10} 超标区域研究为实例, 验证了该方法的显著效果并与随即布点法进行了分析比较。

关键词: SADA; 二次布点; 超标区域; 最大(小)化

中图分类号: X830.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6002(2007)04-0006-03

A Method of Secondary Sampling Designs to Minimize/Maximize the Over-Standard Region

CHENG Zhen¹, et al (1. School of Resources and Environment Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: We add some more monitoring locations to get more data on the base of the previous monitoring data, which is called secondary sampling designs. It's frequent occurred that the decision-makers want to maximize/minimize the over-standard region by interpolating the previous data and secondary sampling data. The article introduces the method of SADA called "Minimizing/Maximizing Area of Concern", then validate it with the instance of Shen Yang's PM_{10} pollution area, comparing the result with the random sampling method.

Key words: SADA; Secondary sampling designs; Over-standard polluted region; Minimizing/maximizing

在环境监测中,常常需要在已有监测数据上增加监测点进行二次监测。为了达到不同的监测目的,需要选择不同的二次布点方法。环境决策者经常希望通过二次监测的新数据与原有数据综合分析得出超标区域的分布,采用的一种简便方法就是对区域进行网格化,然后对所有监测数据进行插值分析,统计出所有浓度超标的网格数。不难想象,二次布点的选址不同,最终插值得到的超标区域大小肯定各不相同。决策者希望最后的超标区域最大或最小,此时如何确定二次布点位置显得非常有意义。

针对上述问题,易想到的方法是利用计算机高速运算能力的穷举法,对每个网格进行“模拟采样”算出对应的超标区域大小,挑选出能使超标区域最小(或最大)的那个网格点作为第一个新采样点,然后将此采样点归入初始采样点集,重复此过程以选取下一个新采样点,直至达到所需的采样点数量。假设新的二次布点数为 K ,区域网格化

后网格数为 B ,插值次数 $N = B! - (B - K)!$ ^[1], 若有一个 4×4 个网格的两层区域,插值次数将达到 $32! - (32 - 2)! = 32! - 30! = 2.62E + 35$, 这在当前 PC 机的计算速度下显然无法接受。

1 SADA 最大(小)化超标区域布点法

SADA, 全称 Spatial Analysis and Decision Assistance(空间分析及决策辅助),是由美国田纳西大学开发的一款环境数据处理及分析软件,功能包括监测数据可视化、采样布点设计、空间数据插值、决策辅助平台、人体健康风险评价及生态风险评价等模块^[1]。

根据空间相关性理论,对超标区域影响较大的网格一般集中在浓度值接近临界阈值附近的区域,要使超标区域最大化,新采样点设在插值结果超标的网格效果更好,反之要使超标区域最小化,则设在插值结果未超标的网格效果更好,这就提醒我们并不需要对每个网格点进行“模拟采

收稿日期:2006-03-24; 修订日期:2007-01-18

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2002CB410811);国家“十五”科技攻关项目(2003BA614A - 05)

作者简介:程 真(1983 -),男,江西上饶人,硕士研究生。

样^[2,3]。SADA 先根据初始采样点进行插值估算得到“超标区域”,并将超标区域的附近区域(若目标为“最大化超标区域”,附近区域为超标区域的内部;若目标为“最小化超标区域”,附近区域为超标区域的外部)按空间位置划分为 5 个等级,在每个等级区域上,随机选取 $[N/5]$ (N 为最小模拟数目)对包含 K (K 为新采样点数量)个采样位置的单元网格集合,计算每对单元网格集合对应的超标区域大小以选出最优的一对单元网格集合,最后在 5 个等级中选出最优的一对单元网格集合作为最后的采样点所在网格。显然, N 取得越大,每个等级区域内进行枚举选择的单元网格集合越多,最后得到的结果也更接近最优值。

2 实例应用演示

为研究辽宁省沈阳市的空气质量,现添加 2 个临时监测点进行 PM_{10} 的短期监测,以查看沈阳市 PM_{10} 三级超标范围的最严重与最轻微状态。表 1 列出了 2004 年沈阳市各监测站 PM_{10} 的浓度值。

表 1 沈阳市各监测站 PM_{10} 年平均浓度 (mg/m^3)

站名	经度	纬度	PM_{10}
二毛	123.3439	41.80861	0.177843
太原街	123.3997	41.79722	0.138523
小河沿	123.4781	41.7775	0.166424
文艺路	123.4097	41.765	0.165856
北陵	123.4283	41.84722	0.145513
辉山	123.6417	41.83333	0.096847
炮校	123.5422	41.83361	0.103965
张士	123.2839	41.76944	0.111957

根据环境空气质量标准, PM_{10} 的三级浓度阈值为 $0.15 mg/m^3$,将原始表格数据导入到 SADA 格式的数据文件中,在功能菜单中选择“Develop sample design”,然后在“Set sampling parameters”一栏选择“Minimizing/Maximizing Area of Concern”,输入参数如图 1、图 2 所示。

[运行结果]

运行 SADA,分别选择“最小化超标区域”和“最大化超标区域”,SADA 返回了两种需求下的两个新布点的位置,如表 2 所示。为比较效果,系统随机布点法确定了两个新布点的位置,也在表 2 中列出。



图 1 SADA 输入参数界面(最小化)

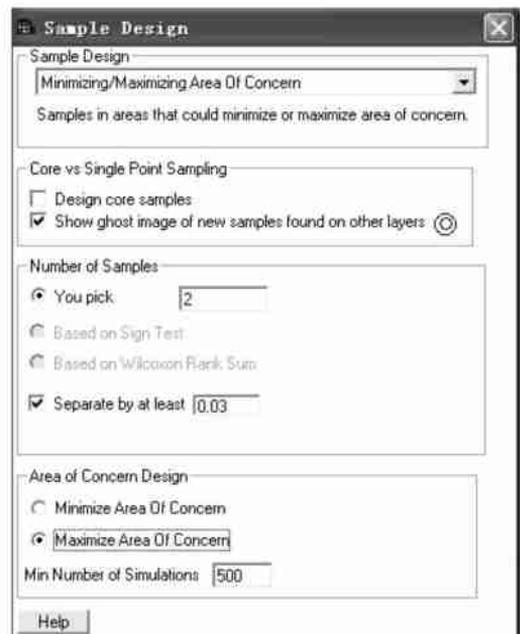


图 2 SADA 输入参数界面(最大化)

表 2 各种方法确定的新布点位置

目标情况	新布点	经度	纬度	插值浓度**
最大化超标区域	1	123.3341	41.8375	0.163658
	2	123.4797	41.7375	0.155969
最小化超标区域	1	123.5098	41.8375	0.122428
	2	123.2689	41.8075	0.130712
系统随机	1	123.6118	41.7948	0.110445
	2	123.5257	41.7348	0.146167

**插值浓度:根据现有监测点数据进行插值后在该网格的估算值。

根据上面得到的新布点位置,将插值浓度作为其真实监测值重新进行插值,通过 ArcGIS 软件

标记出三级超标区域,图3~图6分别为各种目标情况下的 PM₁₀ 三级超标区域图。

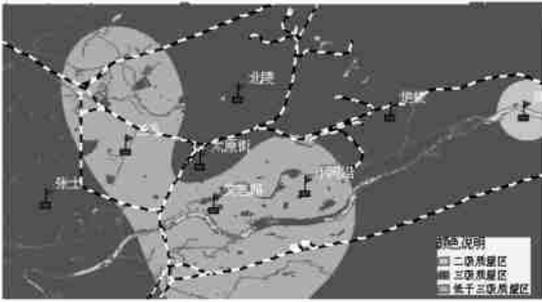


图3 初始 PM₁₀ 三级超标区域图

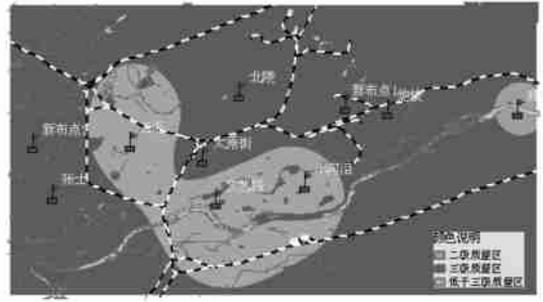


图4 最小化布点后 PM₁₀ 三级超标区域图

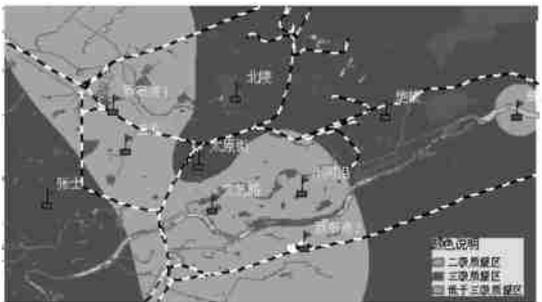


图5 最大化布点后 PM₁₀ 三级超标区域图

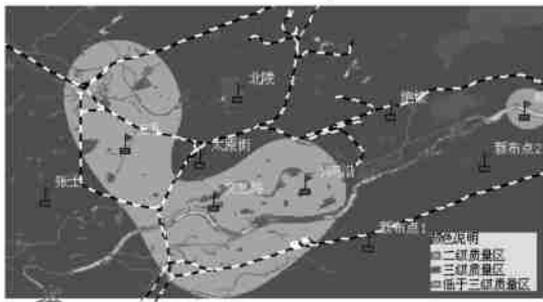


图6 随机布点后 PM₁₀ 三级超标区域图

3 结果与讨论

由图3~图6可以看出,SADA的最大(小)化超标区域布点法大幅度地增大(缩小)了超标区域的面积,达到了预期的布点目标。表3列出了图3~图6的超标网格数并与原始网格数进行了比较。

表3 各种方法的三级超标区面积比较

布点方法	原始数据	最大化超标区域	最小化超标区域	系统随机法
超标网格数	1038	1878	681	823
与原始比较	-	增加 80.92%	减少 34.39%	减少 20.71%

(1) SADA 的最大(小)化超标区域布点法运用空间相关性理论,以计算机的快速运算能力为基础,通过有限的枚举法,给出了最大(小)化超标区域面积的二次布点位置,通过实例验证可以显

著增大(缩小)超标区域的面积。

(2) SADA 的最大(小)化超标区域布点法由于只是有限的枚举法,并不能保证得到的二次布点位置是效果最好的。要想使其结果接近理想值(即所有布点位置中使超标区域最大(小)化的布点位置),可以通过细化区域的网格和提高输入参数“模拟点个数”来实现,但这是以增加运算量、延长运算时间为代价的。

参考文献:

[1] Robert S, Tom P. SADA ' User Guide. <http://www.tiem.utk.edu/~sada/SADA-4-1-Usersguide.pdf>, 2005.

[2] Robert S. Geospatial Decision Frameworks for Remedial Design and Secondary Sampling. <http://www.tiem.utk.edu/~sada/GeospatialDecisionFrameworks.pdf>, 2000.

[3] Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection. <http://www.epa.gov/quality/qs-docs/g5s-final.pdf>, 2002.