

**НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ.  
РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.  
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.  
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»**

哈尔滨市细颗粒物时空分布特征及气象因素影响分析

Fu Hongtai (付洪泰)

哈尔滨市气象台

**Abstract:** *this paper selects 13 time environmental data of 13 environmental sites and 4 national basic weather stations in Harbin from 2013 to 2017, and combines sounding data and GDAS data, etc., using mathematical statistics, correlation coefficient, Granger causality test, HYSPLIT model, PSCF analysis and Methods such as CWT analysis method were used to analyze the spatial and temporal distribution characteristics of fine particles and the influence of meteorological factors in Harbin, and to analyze the regional transport and potential source regions of fine particles.*

**Keywords:** *Harbin fine particles, Correlation coefficient, Granger causality test, HYSPLIT.*

哈尔滨市由于其地形地貌和地理位置的影响,冬季经常出现静稳天气,非常不利于污染物的垂直和水平方向扩散。哈尔滨在 13 年 10 月 19 日至 23 日也发生了“全国闻名”的严重细颗粒物污染事件,部分站点逐时 PM<sub>2.5</sub> 甚至一度超过 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。本文使用交叉学科的工具方法对哈尔滨的细颗粒物污染进行研究是一次新的尝试。

### 1. 研究方法

常规统计方法如均值、差分、中位值等和 Kriging 差值分析。Granger causality test 是一种假设检定的统计方法,本研究中 ADF、AIC、Granger 检验均使用计量统计学软件 Eviews10 来完成。TrajStat 由 CAWAS、CAMS 的王亚强团队开发,本文研究中使用搭载了 TrajStat 模块的 MeteoInfo 进行气团轨迹聚类分析和来源分析,源区分析采用 CWT 方法。

### 2. 气象要素影响分析

首先分析细颗粒物时间空间分布图,并分析规律。通过 pearson 相关系数分析了气象要素和细颗粒物浓度之间相关关系,后引入 Granger 因果关系检验针对气象要素和细颗粒物浓度之间的因果关系进行了分析。之后综合检验结果和细颗粒物浓度的分布规律,将所有细颗粒物数据和对应气象数据根据细颗粒物浓度分成六类并重新计算两者的相关系数并再分析。

### 3. 细颗粒物的区域输送和潜在源区分析

利用 meteoinfo 的 TrajStat 插件的后向轨迹模型、轨迹聚类、CWT 来分析影响哈尔滨的气团以及分析潜在源区。其中轨迹点根据所有测站距离最短原则计算,定于市区中心(北纬 45.7192,东经 126.6320)。起始高度定位 500m。为进一步研究潜在源区对哈尔滨细颗粒物的贡献,结合前文结论、采用 CWT 方法对潜在源区进行了分析。CWT 分析方法能够计算轨迹的权重浓度,定量地得到每个格点的细颗粒物平均浓度。

### 4. 结论

空间上,哈尔滨市细颗粒物主要呈现西低东高的分布结构。逐时细颗粒物的浓度数据进行统计可以发现“两峰两谷”的变化趋势。这种变化规律和人类活动时间规律存在相似。冬半年 6-9 时、16-20 时两次增长都存在爆发性增长。日间细颗粒物浓度由城区中心开始增长并向外辐射,晚间则反之。这种时间空间上的逐时变化可以和人类活动有很好的对应关系。

对于同样站点的数据逐日和逐时的检验结果存在不确定性。这在一定程度上说明在考虑气象要素对细颗粒物浓度影响和两者相关性时,时间分辨率不一样时气象要素

对细颗粒物浓度的影响机制可能不同。对比同样时间单位下不同站点间的差异，可见细颗粒物浓度和气象要素之间的关联有共性也有局地性。经统计细颗粒物超过 $250(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 时多数气象要素和细颗粒物浓度相关性会发生变化，本文认为这是由于一般污染和强污染产生的原因不同。

哈尔滨市细颗粒物在浓度低于 $115(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 时，大多污染物来源于西南输送和本地产生。哈尔滨市细颗粒物在浓度处于 $115-250(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 时，污染物更多的来源于西部和北部地区，同时自身周边的源也在显著增加。哈尔滨市细颗粒物在浓度超过 $250(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 时，污染源区收缩到自身附近，且显著集中于南部和东部。