**城市层面：**

（1）全局莫兰指数

use "C:\Users\admin\Desktop\city.dta"

spatwmat using 275权重.dta,name(W)

keep if year==2007

spatgsa pm25,weights(W) moran twotail

（2）局部莫兰指数

use "C:\Users\admin\Desktop\city.dta"

spatwmat using 275权重.dta,name(W) standardize

keep if year==2007

spatlsa pm25,weight(W) moran graph(moran) symbol( id ) id( city\_name )

（3）基准回归

use "C:\Users\admin\Desktop\city.dta"

spatwmat using"C:\Users\admin\Desktop\275反权重.dta",name(W) standardize

xtset city\_id year

xsmle pm25 finan\_pres1 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity ,wmat(W) model(sdm) robust nolog fe effects type(both)

xsmle pm25 finan\_pres1 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity,wmat(W) model(sar) robust nolog fe effects type(both)

xsmle pm25 finan\_pres1 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity,wmat(W) emat(W) model(sac) robust nolog fe effects type(both)

xsmle pm25 finan\_pres1 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity,emat(W) model(sem) robust nolog fe effects type(both)

gen finan\_pres11=L.finan\_pres1

drop if year==2007

xsmle pm25 finan\_pres11 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity ,wmat(W) model(sdm) robust nolog fe effects type(both)

gen finan\_pres12=L2.finan\_pres1

drop if year==2007

drop if year==2008

xsmle pm25 finan\_pres11 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity ,wmat(W) model(sdm) robust nolog fe effects type(both)

xsmle pm25 finan\_pres1 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity wind vc ,wmat(W) model(sdm) robust nolog fe effects type(both)

gen m=expen\_environment/expen

xsmle pm25 finan\_pres1 urban secrate lnpergdp lnpergdp2 lninvest rain temp sunshine humidity m per\_energy ,wmat(W) model(sdm) robust nolog fe effects type(both)

**省级层面：**

use "C:\Users\admin\Desktop\province.dta"

xtset state year

xtreg s\_pm25 f\_imbalance s\_urban s\_secrate s\_lnpergdp s\_lnpergdp2 s\_lninvest s\_rain s\_temp s\_sunshine s\_humidity i.year,fe r

xtreg s\_secthi f\_imbalance s\_urban s\_lnpergdp s\_lnpergdp2 s\_lninvest s\_rain s\_temp s\_sunshine s\_humidity i.year,fe r

xtreg lnperenergy f\_imbalance s\_urban s\_secrate s\_lnpergdp s\_lnpergdp2 s\_lninvest s\_rain s\_temp s\_sunshine s\_humidity i.year,fe r

xtreg lnperpm25 f\_imbalance s\_urban s\_secrate s\_lnpergdp s\_lnpergdp2 s\_lninvest s\_rain s\_temp s\_sunshine s\_humidity i.year,fe r

**（一）空间相关性检验**

1. 全局莫兰指数

本文运用全局莫兰指数分别对275个城市2007-2020年的PM2.5进行空间自相关检验。全局莫兰指数的取值范围在[-1,1]，正值表示存在正向空间相关性，正值越大，空间相关性越明显；负值则表示负向空间相关性，负值越小，空间差异越大；而零值则表明空间呈随机性。具体而言，空间上的正相关是指随着空间分布位置（距离）的聚集，相关性越发显著；空间上的负相关则是指随着空间分布位置的离散，相关性反而显著。如表2所示，275个城市在近14年间的Moran’s I指数虽然有所波动，但均显著为正，表明PM2.5具有显著的空间正相关的特征，地理位置聚集的两地在PM2.5的浓度上有明显相关性，这与以往研究得出的环境污染有正向空间外溢性的结论相一致（许和连、邓玉萍，2012；黄寿峰，2017）。

**表 2 PM2.5全局莫兰指数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Year | Moran’s I | E(I) | sd(I) | z | | P值 | |
| 2007 | 0.204\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 24.068 | | 0.000 | |
| 2008 | 0.175\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 20.749 | | 0.000 | |
| 2009 | 0.193\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 22.835 | | 0.000 | |
| 2010 | 0.205\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 24.185 | | 0.000 | |
| 2011 | 0.192\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 22.745 | | 0.000 | |
| 2012 | 0.180\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 21.251 | | 0.000 | |
| 2013 | 0.189\*\*\* | -0.004 | 0.009 | 22.372 | | 0.000 | |
| 2014 | 0.185\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 21.878 | | 0.000 |
| 2015 | 0.217\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 25.641 | | 0.000 |
| 2016 | 0.219\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 25.884 | 0.000 | |
| 2017 | 0.201\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 23.682 | 0.000 | |
| 2018 | 0.212\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 24.983 | 0.000 | |
| 2019 | 0.217\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 25.553 | 0.000 | |
| 2020 | 0.219\*\*\* | -0.004 | 0.009 | | 25.869 | 0.000 | |

注：E(I)为I的期望值；sd(I)表示I的方差；z为I的z检验值，P值为其伴随概率，由蒙特卡洛模拟100次得到。

2. 局部莫兰指数

为考察某一特定区域的空间相关程度，本文绘制275个城市PM2.5的局部莫兰图。第一象限为高高聚集区、第二象限为低高聚集区、第三象限为低低聚集区、第四象限为高低聚集区，一三现象表示空间正相关、二四象限为空间负相关。由于篇幅原因，仅汇报2007年、2020年的结果。由图1、2可知，各城市之间的PM2.5的莫兰指数所对应的点几乎都分布在一、三象限，意思是各城市在局部空间上也有极强的正向作用，与全局莫兰指数的检验结论相同。进一步论证了本文应该考虑空间因素影响，选择空间计量模型。



**图 1 局部莫兰指数（以2007年为例）**



**图 2 局部莫兰指数（以2020年为例）**