问题二：

气环境：

本题以 五大城市2016年大气环境质量状况(见表 1)为例，参照 GB 3095-2012《环境空气质量标准》(见表 2)，通过主成分分析法(基于 Spss 24)对大气环境质量进行综合评价。

|  |
| --- |
| 城市 SO₂ NO₂ PM10 O₃ PM2.5 |
| 北京 10 48 92 199 73 |
| 天津 21 48 103 157 69 |
| 上海 15 43 59 164 45 |
| 南京 18 44 85 184 48 |
| 武汉 11 46 92 160 57 |

表1五大城市2016年大气环境质量状况 μg/m₃

|  |
| --- |
| 大气质量级别 SO₂ NO₂ PM10 O₃ PM2.5 |
| 一级 20 40 40 100 15 |
| 二级 60 40 70 160 35 |

表2 GB 3095-2012《环境空气质量标准》 μg/m₃

1、**数据标准化处理** 为了消除5个指标的量纲所带来的影响，对原始数据进行标准化处理，使处理

后的数据具有可比性。通过 Spss 24可以快速地将数据进行标准化处理。

2、**计算相关系数矩阵** 利用 Spss 24软件可以得到 5 个评价指标的相关系数矩阵(见表 3)以及每个变

量的提取度(见表 4)。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | |
|  | | SO₂ | NO₂ | PM10 | O₃ | PM2.5 |
| 相关性 | SO₂ | 1.000 | -.603 | -.206 | -.147 | -.400 |
| NO₂ | -.603 | 1.000 | .863 | .605 | .953 |
| PM10 | -.206 | .863 | 1.000 | .695 | .911 |
| O₃ | -.147 | .605 | .695 | 1.000 | .775 |
| PM2.5 | -.400 | .953 | .911 | .775 | 1.000 |

表3 相关系数矩阵

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
|  | 初始 | 提取 |
| SO₂ | 1.000 | .242 |
| NO₂ | 1.000 | .927 |
| PM10 | 1.000 | .837 |
| O₃ | 1.000 | .624 |
| PM2.5 | 1.000 | .970 |

表4 指标的提取度

由表 3 可知，NO₂、PM10、O₃、PM2.5四者之间具有较强的相关性，SO₂与其他 4 个指标间的相关性较弱．由表 4 可知，这 5 个变量的共性方差，除了SO₂、O₃接近0.5以外，其他的变量的共性方差都大于或接近0.9，故表示提取的公共因子能够较好地反映原始变量的主要信息。

3、**计算特征值和主成分贡献率** 通过协方差矩阵，可以求出每一个主成分所对应的特征值、解释方

差以及累积方差贡献率，如表 5 所示。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | |
| 成分 | 初始特征值 | | | 提取载荷平方和 | | |
| 总计 | 方差百分比 | 累积 % | 总计 | 方差百分比 | 累积 % |
| 1 | 3.599 | 71.987 | 71.987 | 3.599 | 71.987 | 71.987 |
| 2 | .975 | 19.493 | 91.479 |  |  |  |
| 3 | .361 | 7.212 | 98.691 |  |  |  |
| 4 | .063 | 1.253 | 99.944 |  |  |  |
| 5 | .003 | .056 | 100.000 |  |  |  |

表5 特征值及主成分贡献率

从上表 5 可以看出，第一主成分的方差贡献率已达到71.987%，说明第一主成分已可以代表大多原

始数据的信息，因此，1个主成分能够反映原始数据提供的绝大部分信息。利用它，对环境空气质量进行综合评价。

4、**计算主成分表达式** 利用 Spss 24软件先求出主成分载荷矩阵 ，然后将主成分载荷矩阵中的数

据除以主成分相对应的特征值，再开平方根便可得到两个主成分中每个指标所对应的系数，如表 6

所示。

|  |
| --- |
| 主成分 SO₂ NO₂ PM10 O₃ PM2.5 |
| 1 -0.259 0.507 0.482 0.416 0.519 |

表6 主成分的特征向量

由上表 6 可得，这两个主成分与各个变量的线性组合关系为:

Z 1=-0.259 ZSO₂ + 0.507ZNO₂ +0.482ZPM10+0.416 ZO₃ + 0.519ZPM2.5

从主成分的特征向量构成来看，PM2.5、O₃ 、PM10、NO₂的绝对值较大，对空气质量起主导作用，其中PM2.5的绝对值最大，为主要污染因子; 这个独立的主成分代表了五个城市大气的污染机制，为无机物污染和扬尘污染．说明现阶段五个城市空气污染主要是建设过程中产生的粉尘污染。

利用spss 24把数据无量纲化如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 城市及大气质量级别 | ZSO₂ | ZNO₂ | ZPM10 | ZO₃ | ZPM2.5 |
| 北京 | -.70522 | 1.13859 | .66569 | 1.24464 | 1.20492 |
| 天津 | -.06637 | 1.13859 | 1.16335 | -.11567 | 1.00529 |
| 上海 | -.41484 | -.33736 | -.82727 | .11105 | -.19250 |
| 南京 | -.24061 | -.04217 | .34901 | .75881 | -.04278 |
| 武汉 | -.64715 | .54821 | .66569 | -.01851 | .40639 |
| 一级 | -.12445 | -1.22293 | -1.68686 | -1.96181 | -1.68974 |
| 二级 | 2.19863 | -1.22293 | -.32962 | -.01851 | -.69158 |

表7 无量纲化

5、**计算主成分得分及综合评价** 利用 Spss 24软件计算出各主成分得分，然后将各主成分得分与对应的

方差贡献率相乘以后的总和，即为综合得分

综合得分 Z=Z1，对五个城市2016年空气质量状况进行定量化描述，得分越高的，表明其受污染的程度越高，以此来对环境空气质量状况进行排序和分级，结果如下表：

|  |
| --- |
| 城市及大气质量级别 主成分得分Z1 综合得分Z 主成分得分排序 空气质量分类 |
| 北京 2.2239 2.2239 5 劣于二级 |
| 天津 1.6288 1.6288 4 劣于二级 |
| 上海 -0.5161 -0.5161 1 劣于二级 |
| 南京 0.5026 0.5026 2 劣于二级 |
| 武汉 0.9696 0.9696 3 劣于二级 |
| 一级 -3.0939 -3.0939 |
| 二级 -1.7150 -1.7150 |

表8 五个城市环境空气质量状况综合评价结果

由上表可得出结论：空气质量状况由优到劣依次为:上海、南京、武汉、天津、北京。五个城市的空气质量都有待加强。