《空气和废气监测分析方法指南》编委会编,空气和废气监测分析方法指南 下册,中国环境出版社,2014.07,第793页

模型建立与求解：

通过查找资料，我们了解到，空气污染物的主要成分为一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、、。于是，本问就这五种空气污染物在车辆拥堵时浓度的上升情况对人体健康的影响进行研究。 在考虑不同空气污染物浓度变化对人体健康的影响时，本问采用了“暴露­­­­­—响应”的方法进行评估。

暴露评价的目的是确定人群受到的污染物暴露剂量，对于空气污染的健康风险评价，暴露评价主要考虑呼吸途径的暴露剂量。在流行病学研究中，通常是以空气中污染物浓度作为人群暴露剂量的指示变量，而不对人群具体的暴露情景进行更细的区分，因此暴露评价可以简化为确定个体所处环境空气中污染物平均浓度的过程。

接下来，我们就不同的空气污染物浓度变化对人体健康的影响进行定量评估。定量评估空气污染的健康风险需要对暴露—响应关系进行量化描述。相对于人群来说，疾病或死亡的发生都是小概率事件，符合统计学上的泊松分布。因此，目前大气污染的流行病学研究采用的暴露—反应关系多基于泊松回归的比例模型。

在泊松回归比例模型中，某一大气污染物浓度下的人群健康效应的计算可表示为：

（式2.1-1）

式中，；

；

；

在本问中，我们首先通过查找资料得到了2013年至2015年北京市的空气污染物的年平均浓度，如下表所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 年份  空气  污染物浓度 | 2013 | 2014 | 2015 |
| /) | 2600.00 | 2758.00 | 2693.00 |
| /) | 30.00 | 24.29 | 15.00 |
| /) | 55.00 | 55.71 | 50.00 |
| /) | 108.57 | 117.86 | 100.00 |
| /) | 92.86 | 90.71 | 82.86 |

表2.1-1 北京市空气污染物年均浓度

（数据来源于《2015北京市环境状况公报》）

然后，我们通过数据拟合的方法推测出了2017年北京市的空气污染年平均浓度作为参照浓度，如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 年份  空气  污染物浓度 | 2017 |
| /) | 2567.45 |
| /) | 5.79 |
| /) | 40.25 |
| /) | 71.92 |
| /) | 69.11 |

表2.1-2 北京市2017预测空气污染物年均浓度

上述所得的空气污染物浓度均可以认为是正常情形，接着我们通过数据查找得到了不同空气污染物正常浓度情况下的致病率作为参考健康效应，如下表所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 空气污染物名称 | 空气污染物正常浓度/) | 致病率 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

表2.1-3 不同空气污染物正常浓度下的致病率

在分析完各类空气污染物正常浓度下的致病率后，我们研究了在拥堵情况下各类空气污染物的浓度作为实际浓度，如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 空气污染物名称 | 空气污染物在拥堵情况下的浓度*C*/) |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

表2.1-4 不同空气污染物在拥堵情况下的浓度

在查阅了相关资料后，我们得出了不同的空气污染物在浓度变化时致病率的变化情况，如下表所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 空气污染物名称 | 浓度的增加量*x*/) | 致病率的增加量*y* |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

表2.1-5 不同空气污染物在浓度变化时致病率的变化情况

由式2.1-1与表2.1-5可知，

在、、、均已知的情况下，利用式2.1-2可以求出暴露-响应关系系数的值，解得不同空气污染物的暴露-响应关系系数的值如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 空气污染物名称 | 暴露-响应关系系数 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

表2.1-6 不同空气污染物的暴露-响应关系系数

再求出了不同空气污染物的暴露-响应关系系数的值后，式2.1-1中的所有变量的值都得到了，因而根据式2.1-1可以求出污染物实际浓度下的人群健康效应*E*，求得的结果如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 空气污染物名称 | 污染物实际浓度下的人群健康效应*E* |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

表2.1-7 不同污染物实际浓度下的人群健康效应

最终，将不同污染物实际浓度下的人群健康效应相加得到拥堵情况下的人群健康效应：

根据表2.1-7可知，式2.1-3中