**05A题:长江水质的评价和预测**

**摘要**

本文以17个观测站点为依据，对长江水质进行了分段评价并分析了水质污染情况以及主要污染源。在对未来十年长江水质发展趋势作出预测分析后，算出每年需处理的污水量并对长江水污染提出了治理建议。

对于问题1，首先，我们对附件三中所给出的17个观测地区28个月的水质等级数据进行规范化处理，利用综合评价TOPSIS方法评价长江近两年多的水质情况，得出2003年6月-2005年9月各月份水质由优到劣的排序，其中水质最好的月份为2005年4月，水质最差的月份为2004年2月；其次，我们先利用模糊评价方法分析出28个月各地区四种污染物的浓度，再利用综合评价TOPSIS法，令主观测污染物权重为一，得出17个地区水质优劣的排序，从而分析出各地区水质的污染情况。

对于问题2，根据长江水质降解系数和附件3所给的干流观测点之间的距离，建立浓度模型，预测出2004年4月-2005年4月长江干流17个观测地区无排污时的污染物浓度，再与附件3所给的地区高锰酸盐指数和氨氮的污染浓度实测数据对比，得出预测和实测污染物浓度之间的的差值，分析差值大小，结合长江流域地理位置和第一题中各种污染物严重地区，推断出长江干流近一年多主要污染物高锰酸盐指数污染源主要在四川地区的岷江和沱江流域、重庆朱沱、湖北宜昌南津关和湖南岳阳楼的洞庭湖出口地区；氨氮的污染源主要在四川地区的岷江和沱江流域、重庆朱沱、湖北宜昌南津关、湖北长沙新港的湘江流域、湖南岳阳城陵矶和江西南昌的赣江流域地区

对于问题3，首先，我们对水文年长江全流域的总河长建立灰色预测的GM（1,1）模型，预测长江未来10年的总长度；其次，对于各类水质长度占长江全流域的百分比，我们舍去每类百分比的离群值，取其平均值。将上述两类预测值对应相乘，即得出长江未来10年各类水质所占全流域长度。我们对此做出长江未来十年水质污染的发展趋势的预测分析：Ⅰ类水质所占总长度最小，约0.05%，且增长较为缓慢；Ⅱ类和Ⅲ类水质是长江全流域水质的主要部分，约占总体的70%；Ⅳ类、Ⅴ类和劣Ⅴ类三类水质长度约占总体的25%，其增幅大于Ⅰ类水质，虽然整体与十年前相比，比例有所下降，但仍保持增长。

对于问题4，我们采取一般线性拟合中的最小二乘法进行建模。通过一次、二次、三次拟合，对长江干流长度，总流量，污水排放量，污水占干流长度比这四类数据进行拟合，并选择三次拟合中最贴近原始数据的一条曲线进行预测，然后建立污水处理模型，得出每年需要处理的污水量，具体预测值请见正文。

对于问题5，我们分析了附件一和附件二中的相关报道，了解造成长江水污染的主要原因有群众环保意识淡薄 、污水治理法律落后、污水处理成本太高、管理空缺等，综合前几题的研究分析和水资源治理资料的查找，得出了长江水治理的一系列建议。

**关键词：**TOPSIS 模糊评价 灰色预测 线性拟合 水质评价与治理

**一、问题重述**

水是人类的生命之源，保护水资源就是保护我们人类自己，如何保护和治理我国大江大河的水资源更是重中之重。作为我国第一、世界第三大河流的长江，其水质污染程度日趋严重，已经引起了相关政府部门和专家们的高度重视。

题目给出了长江沿线17个观测站（地区）近两年多主要水质指标的检测数据，以及干流上７个观测站近一年多的基本数据（站点距离、水流量和水流速）。通常认为一个观测站（地区）的水质污染主要来自于本地区的排污和上游的污水。江河自身一般对污染物都有一定的自然净化能力，即通过物理降解、化学降解和生物降解等方法降低水中污染物浓度。反映江河这种自然净化能力的指标称为降解系数。事实上，长江干流的自然净化能力可以认为是近似均匀的，根据检测可知，主要污染物高锰酸盐指数和氨氮的降解系数通常介于0.1~0.5之间，比如可以考虑取0.2(单位：1/天)。附件4给出了“1995~2004年长江流域水质报告”给出的主要统计数据。附表给出了《地表水环境质量标准》中4个主要项目标准限值，其中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类为可饮用水。

对此，我们需要研究以下5个问题：

1. 对长江近两年多的水质情况做出定量的综合评价，并分析各地区水质的污染状况。
2. 研究、分析长江干流近一年多主要污染物高锰酸盐指数和氨氮的污染源主要在哪些地区?
3. 假如不采取更有效的治理措施，依照过去10年的主要统计数据，对长江未来水质污染的发展趋势做出预测分析，比如研究未来10年的情况。
4. 根据预测分析，如果未来10年内每年都要求长江干流的Ⅳ类和Ⅴ类水的比例控制在20%以内，且没有劣Ⅴ类水,那么每年需要处理多少污水？
5. 对解决长江水质污染问题提出切实可行的建议和意见。

**二、模型假设**

1、假设长江干流的自然净化能力近似均匀，污染物高锰酸盐指数和氨氮的降解系数为0.2/天。

2、假设一个观测站（地区）的水质污染全部来自于本地区的排污和上游的污水，不考虑其他因素影响。

3、假设每两个观测点之间的水流速为这两个观测点水流速的均值。

1. **符号说明与名词解释**

**3.1符号说明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 符号 | 含义 | 单位 |
| Di’ | 本地区无排污时污染物的浓度 | mg/l |
| Di-1 | 上一个地区的实测污染物浓度 | mg/l |
| Δx | 两观测站点间的距离 | km |
|  | 两观测站点间的平均水流速 | m/s |
| Qi-1 | 上一个观测站点的水流量 | m3/s |
| Qi | 本观测站点的水流量 | m3/s |
| c | 降解系数 | /天 |
|  | 预测干流长度 | km |
|  | 污水排放量占总流量比重 |  |
|  | 预测污水百分比与期望百分比差值 | % |
| Y | 需要治理的污水量 | 亿吨 |

**3.2名词解释：**

1、水文年：从枯水期开始的连续十二个月。因为本题枯水期从1月开始，所以水文年即为一年的12个月。

2、降解系数：反映江河自然净化能力的指标。

3、全流域：指一个水系的干流和支流所流过的整个地区。

1. **问题分析**

**4.1问题1分析**

问题1要求我们对长江近两年多的水质情况做出定量的综合评价，并分析各地区水质的污染状况。对于定量综合评价长江近两年多的水质情况，因为我们需要对所得结果优劣进行排序，因此选择采用综合评价TOPSIS方法对附件三中所给出的17个观测地区28个月的水质等级进行评价，得出2003年6月-2005年9月各月份水质由优到劣的排序；对于各地区水质的污染状况的分析，因为四种污染物的属性值具有多种类型，需要进行规范化处理，因此我们采用模糊评价方法结合综合评价TOPSIS法。

**4,2问题2分析**

问题2要求我们分析长江干流近一年多主要污染物高锰酸盐指数和氨氮的污染源的主要分布地区。根据降解系数和每两个干流观测点之间的距离，预测出2004年4月-2005年4月长江干流17个观测地区无排污时的污染物浓度，再与实测数据对比，得出预测和实测污染物浓度之间的的差值，若差值过大，则可认为该两个观测站点间存在污染源，结合所给信息，推断出长江干流近一年多主要污染物高锰酸盐指数和氨氮的污染源的主要分布地区。

**4,3问题3分析**

问题3要求我们依照过去10年的主要统计数据，对长江未来水质污染的发展趋势做出预测分析。我们通过分析附件4所给数据，发现1998-1999年长江河长增长异常，查阅资料后得知，1998发生特大型洪水，因此我们舍去1998年之前的数据，选择1999年-20034年的数据进行预测。因为数据较少且属于递增趋势，因此，我们选择用灰色预测的GM（1,1）模型对水文年长江全流域的总河长进行预测，求出长江未来10年的总长度；对于各类水质长度占长江全流域的百分比，我们在舍去每类百分比的离群值后发现各类百分比变化接近水平直线，因此我们忽略百分比的动态变化，取其平均值。通过对相乘得出长江未来10年各类水质所占全流域的长度进行预测分析

**4,4问题4分析**

问题4要求在未来10年内每年长江干流的Ⅳ类和Ⅴ类水的比例控制在20%以内，且没有劣Ⅴ类水,求出每年需要处理的污水量。为了更精准地预测出未来十年长江水流量和污水排放量，我们采取一般线性拟合中的最小二乘法进行建模。通过一次、二次、三次拟合，选择三次拟合中最贴近原始数据的一条曲线进行预测，然后建立污水处理模型，得出每年需要处理的污水量。

**4,5问题5分析**

问题5要求我们提出切实可行的解决长江水质污染问题的建议和意见。我们通过分析附件一和附件二，结合所查阅的资料，总结出造成长江水污染的主要几个原因，针对每条原因，提出合理可行的治理建议。

1. **模型的建立与求解**

**5.1问题1的建模与求解**

为了对两年多来的长江水质做出定量的综合评价，我们选取2003年6月-2005年9月共28个月份，各地区每个月的水质评级作为评价的数据，通过综合评价TOPSIS方法结合模糊评价建立模型进行评价。

**5.1.1定量综合评价水质情况的建模与求解**

我们选用理想解法（即TOPSIS）模型来综合评价长江近两年多的水质情况

1. 数据预处理

根据定量综合评价TOPSIS分析法的属性值特点可知，水质评价为成本型属性值，因此对附件3所给的17个观测站点的水质测量数据，我们采用向量规范化的方法求得规范决策矩阵。设原始决策矩阵为，规范化后的决策矩阵记为，其中



2.构造加权规范矩阵

设17个观测地区的权向量为，则



得到加权的向量规范化属性矩阵，具体结果详情见附录（二）

1. 确定正理想解和负理想解

设正理想解的第j个值为，负理想解第j个值为，则

正理想解

负理想解

1. 计算各月份水质到正理想解与负理想解的距离。

备选方案到理想解的距离为

得到各水质情况到正理想解的距离和负理想解的距离，具体结果详情见附录（二）

1. 计算各月份水质的排序指标（即综合评价指数）

通过MATLAB编程算出值，根据值大小可确定**各月份水质从优到劣的次序为05年4月、05年3月、04年10月、05年7月、05年9月、05年5月、05年8月、05年6月、04年8月、04年11月、04年6月、04年12月、05年1月、03年6月、05年2月、03年8月、03年10月、03年9月、04年9月、03年11月、04年5月、04年7月、04年3月、04年4月、03年7月、03年12月、04年1月、04年2月**。

**5.1.2分析各地区水质污染状况的建模与求解**

我们采用两种方法分析各地水质污染情况

解法一：根据各地区两年多的水质类别变化，利用模糊评价方法对水质情况进行分析。

1. 确定因素集

取因素集

1. 确定评语集

取评语集

1. 确定各因素的权重

为了贴近水质变化规律，我们采用加权平均法，选择对时间近的水质情况赋予较大的权值，对时间远的水质情况赋予较小的权值。因此，我们将前20个月即2003年5月-2005年1月的水质赋权值为0.03，后8个月即2005年2月-2005年9月的水质赋权值为0.05。



1. 确定模糊综合评判矩阵

根据附件3所给的数据，对17个观测站点28个月监测得到的水质类别情况分别建立模糊综合评判矩阵。

各地区水质等级的模糊综合判断矩阵为





是一个从到的模糊关系矩阵

5.模糊综合评判

进行矩阵合成运算：，得出的数值矩阵作为17个地区近两年多水质情况的综合评判结果。然后将数值矩阵中的数值利用TOPSIS评价法得出17个地区水质情况排序的指标值为：

f\*=[0.7375，0.6415，0.7080，0.6379，0.7694 ，0.7400， 0.7532，0.4108，0.6766，0.5920，0.9177，0.4444，0.5765，0.6195，0.1631，0.6616，0.6576]

将上述指标值从大到小排列得出各地区近两年水质情况由优到劣的排序。

因此，分析得出**水质地区较好的为：湖北丹江口胡家岭（丹江口水库）、江西九江河西水厂、江苏南京林山、安徽安庆皖河口和四川攀枝花；水质较差的地区：湖南岳阳岳阳楼（洞庭湖出口）、四川泸州沱江二桥（沱江）、湖南长沙新港（湘江）、四川岷江大桥（岷江）和江西南昌滁槎（赣江）**。

解法二：对四种污染物进行模糊评判

1. 利用TOPSIS法与解法一对比验证

先对pH、DO、CODMn、NH3-N四类测量指标按不同属性类型进行规范化处理。

其中，pH为区间型属性，设给定的最优属性区间为，无法容忍下限为，无法容忍上限为，则



DO含氧量为效益型属性，令

CODMn、NH3-N均为成本型属性，令

再赋予四种污染物不同的权值，利用综合评价TOPSIS方法，列出水质由优到劣的排序。与上一种方法对比验证，发现只有细微差别，因此认为可信。

1. 通过四类污染物分别分析各地区污染情况

通过赋予主污染物的权值为一，其余三个检测项目权值为零的方法，得出两年多来该污染物污染最严重的地区。

利用MATLAB程序算法，得出各地区某一检测项目的优劣排序。PH对环境影响明显小于其余三个因素，因此我们只考虑含氧量、高锰酸盐指数和氨氮三类污染物对地区的影响。

令含氧量权值为一，我们发现，**含氧量较差的地区是湖北武汉宗关（汉江）、江西九江蛤蟆石（鄱阳湖出口）、江苏扬州三江营（夹江）和江西南昌滁槎（赣江）。**

令高锰酸盐指数含量权值为一，可以得出，**高锰酸盐含量较高的是湖北武汉宗关（汉江）、江西九江蛤蟆石（鄱阳湖出口）、湖南岳阳城陵、湖南岳阳岳阳楼（洞庭湖）和四川乐山岷江大桥（岷江）。**

令氨氮含量权值为一，可以得出**氨氮含量较高的是湖南岳阳岳阳楼（洞庭湖）、四川泸州沱江二桥（沱江）、四川乐山岷江大桥（岷江）、湖南长沙新港（湘江）和江西九江蛤蟆石（鄱阳湖出口）。**

**5.2问题2的建模与求解**

根据假设的降解系数，利用附件3中的表2所给的数据，建立污染物浓度模型。通过对比预测的本地区无排污时的污染物浓度与本地区实测污染物浓度之间的差值，结合长江流域图，分析污染源所在地区，再利用附件3表1所给的17个观测站点的数据，分析污染源是否与支流有关。

**5.2.1模型的建立**

 公式（1）

其中Di’表示本地区无排污时污染物的浓度，Di-1表示上一个地区的实测污染物浓度，Δx表示两观测站点间的距离，表示两观测站点间的平均水流速，Qi-1表示上一个观测站点的水流量，Qi表示本观测站点的水流量,c表示降解系数，本文取c=0.2%

**5.2.2模型的求解**

由各干流观测点的水流量之间的差异可以知道，干流之间会有支流水量汇入，我们查阅了资料[4]，得出了附件3中所给的17个观测点所处的干流与支流之间的分布关系。以下每个观测点代表着一条支流。

长江自西而东，由高到低流淌；表中干流的排布就是按照自西向东的地理位置顺序，现在说明一下表中存在的干流与干流之间的支流观测点分布。四川攀枝花到重庆朱沱之间有三条支流观测点，分别为：四川宜宾凉姜沟、四川乐山岷江大桥、四川泸州沱江二桥；重庆朱沱和湖北宜昌南津关之间没有支流汇入；湖北宜昌南津关到湖南岳阳城陵矶之间有两个支流观测点，分别为：湖南长沙新港、湖南岳阳岳阳楼；湖南岳阳城陵矶到江西九江西水厂之间有两个支流观测点：湖北丹江口胡家岭、湖北武汉宗关；江西九江西水厂到安徽安庆之间有两处支流观测点，分别为：江西南昌滁槎、江西九江蛤蟆石；安徽安庆到江苏南京林山之间没有观测点；江苏南京林山到长江入海口有江苏扬州三江营一个观测点。

通过公式（1）算出各地区无排污时的污染物浓度，对比附件3所给的2004年4月-2005年4月长江干流高锰酸盐和氨氮的污染浓度实测数据，求得预测和实测污染物浓度之间的的差值，对差值进行对比分析，推断污染源所在地。

附录给出了本题的三个矩阵。矩阵中列向量表示干流，行向量表示日期（2004年4月-2005年4月），三个矩阵依次代表着预测的本地区无排污时的污染物浓度、观测站点实际观测的浓度、实际观测浓度与预测浓度之间的差值。

1. **对高锰酸盐指数污染源所在地区的分析**

对于干流观测点重庆朱沱，因为上一个干流水流到达的高锰酸盐的浓度很小，实测浓度很大，两者之间差异较大，这就说明污染不是有上一个干流带来的，而是重庆本地或者干流之间的支流中有污染源。通过表格分析可知，岷江的高猛酸盐污染很严重，沱江污染较严重，可以判断得出重庆朱沱的污染源可能是岷江和沱江，朱沱当地也有可能有一点污染。

对于干流观测点湖北宜昌南津关，因为和重庆朱沱之间没有支流，由实际观测浓度和到达浓度之间仍有一些误差可知，干流观测点湖北宜昌南津关也是一个较小的污染源。

对于干流观测点湖南岳阳城陵矶，因为预期到达此地的高锰酸盐浓度与实际观测浓度差值较大，说明污染不是由上一个干流带来的，而是两个干流观测点之间的支流或这个观测点本身有高锰酸盐污染源。这一段有两条支流，湖北长沙新港的湘江（洞庭湖入口）和湖南岳阳楼（洞庭湖出口），对这两处的高锰酸盐进行分析可知，高锰酸盐的主要污染源是湖南岳阳楼的洞庭湖出口，不排除湖南岳阳城陵矶本身也有轻微污染。

对于干流观测点江西九江西水厂，由实际观测浓度和到达浓度之间差值几乎为零可知，此处和上一个干流观测点到此处的途中的支流都不是污染源。

与干流观测点江西九江西水厂情况类似，对于观测点安徽安庆和观测点江苏南京林山，均不是污染源，干流之间的支流也没有污染源。

1. **对氨氮污染源所在地区的分析**

对于干流观测点重庆朱沱，因为上一个干流水流到达的氨氮的浓度很小，实测浓度很大，两者之间差异较大，这就说明污染不是有上一个干流带来的，而是重庆本地或者干流之间的支流中有污染源。通过表格分析可知，岷江的氨氮污染很严重，沱江污染较严重，可以判断得出重庆朱沱的污染源可能是岷江和沱江，朱沱当地也有可能有一点污染。

对于干流观测点湖北宜昌南津关，因为和重庆朱沱之间没有支流，由实际观测浓度和到达浓度之间仍有差量近一倍。由此可知，特别地，可以看到在枯水期时，氨氮量反而比预期到达值小，可见应该是氨氮干流观测点湖北宜昌南津关也是一个较小的污染源。

对于干流观测点湖南岳阳城陵矶，因为预期到达此地的高锰酸盐浓度与实际观测浓度差值较大，说明污染不是由上一个干流带来的，而是两个干流观测点之间的支流或这个观测点本身有氨氮污染源。这一段有两条支流，湖北长沙新港的湘江（洞庭湖入口）和湖南岳阳楼（洞庭湖出口），对这两处的氨氮含量进行分析可知，氨氮的主要污染源是湖北长沙新港的湘江，不排除湖南岳阳城陵矶本身也有轻微污染。

对于干流观测点江西九江西水厂，由实际观测浓度和到达浓度之间差值几乎为零可知，此处和上一个干流观测点到此处的途中的支流都不是污染源。

对于干流观测点安徽安庆皖河口，很明显的，除了少数值之外，大部分的实际值比预期到达浓度值要高，所以干流观测点江西九江西水厂和安徽安庆皖河口之间的支流可能是污染源，再对江西南昌赣江（鄱阳湖入口）和江西九江蛤蟆石的鄱阳湖出口的氨氮量分析可知，氨氮主要污染源是江西南昌的赣江。

对于干流观测点江苏南京林山，实际测量值与预期到达的氨氮浓度近乎一致，所以也不是污染源，可以认为干流之间的支流也没有污染源。

综上所述，我们对长江干流近一年多主要污染物高锰酸盐指数和氨氮的污染源的主要分布地区分析如下：

**高锰酸盐指数的污染源主要地区为四川地区的岷江和沱江流域、重庆朱沱、湖北宜昌南津关和湖南岳阳楼的洞庭湖出口地区。**

**氨氮污染源的主要分布地区为四川地区的岷江和沱江流域、重庆朱沱、湖北宜昌南津关、湖北长沙新港的湘江流域、湖南岳阳城陵矶和江西南昌的赣江流域地区**

**5.3问题3的建模与求解**

根据附件3所给的历史统计数据可以看出，1998到1999年长江的评价河长陡然增长，随后保持在一个较高的水平。通过查阅资料[5]，我们发现，1998年爆发了20世纪最后一次特大型全流域性大洪水，使得长江流量迅速增加。因此，为了提高精度，**问题3 与问题4我们舍弃1998年以及之前的数据，选用1999年-2004年的统计数据**，将预测分成两个部分：

1. 利用灰色理论建立灰微分方程模型，由1999年-2004年的长江的全流域总河长变化预测未来十年的总河长
2. 通过线性拟合1999年-2004年各类水质的河长占总河长百分比，预测未来十年的百分比。

两者相乘，对未来10年长江水文年的全流域各类水质进行预测分析。

**5.3.1对长江全流域总河长的建模与求解**

我们采用**灰色预测模型中的GM(1，1)模型**预测长江全流域总河长。

1. 级比检验

由附件4所给的数据，我们建立如下1999年-2004年长江的全流域总河长时间序列：



求级比λ(k),有，



由于可容覆盖为，而所有的,均落在可行域内，故可以用作令人满意的GM(1，1)建模。

1. GM(1,1)建模

对原始数据作一次累加，得



构造数据矩阵及数据向量，有



计算：

，

于是得到

建立模型：

，

求解，得

公式（2）

求生成序列预测值及模型还原值，令k=1,2,3,4,5，由公式（2）的时间响应函数可算得。

其中，取，由，取k=1,2,3,4,5，得



1. 模型检验

令残差为，计算

由级比和发展系数求出相应的级比偏差

模型的各种检验指标值的计算结果见表1：

**表1 GM（1,1）模型检验表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 原始值 | 预测值 | 相对误差 | 级比偏差 |
| 1999 | 30466 | 30466 | 0 |  |
| 2000 | 30406 | 31285 | 0.0289 | -0.0663 |
| 2001 | 34146 | 33291 | 0.025 | 0.0524 |
| 2002 | 35386 | 35427 | 0.0011 | -0.0269 |
| 2003 | 38513 | 37699 | 0.0211 | 0.0222 |
| 2004 | 39412 | 40116 | 0.0179 | -0.0399 |

这里，，，可以认为达到较高要求。

经验证，该模型精度较高，可进行预测分析。

4.预测河长

由公式（2），经过差分还原，得到未来十年长江水文年全流域总河长的预测数据，结果见表2所示：

**表2 预测河长**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 年份 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| 预测值 | 42689 | 45427 | 48340 | 51441 | 54740 | 58250 | 61986 | 65961 | 70192 | 74693 |

**5.3.1对长江各类水质所占百分比的建模与求解**

1. 数据预处理

我们分析1999年-2004年这六年的水文年各类水质占长江全流域的百分比，将其离群值舍弃后，发现近6年的各类水质所占百分比较为稳定。如表3所示：

**表3**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 年份 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅳ类 | Ⅴ类 | 劣Ⅴ类 |
| 1999 | 5.2% | 39.8% | 35.2% | 9.5% | 6.2% | 4.1% |
| 2000 | 5.6% | 32.8% | 35.6% | 16.6% | 4.4% | 5.3% |
| 2001 | 5.9% | 33.1% | 34.7% | 14% | 5.5% | 6.8% |
| 2002 | 4.4% | 44% | 28.3% | 10% | 3.2% | 10% |
| 2003 | 4.7% | 41.5% | 31.3% | 6.4% | 5.8% | 10.3% |
| 2004 | 1.2% | 26.9% | 39.9% | 14.8% | 5.9% | 11.3% |

2.求各类水质占长江全流域百分比

因此，我们将各类水质百分比中的离群值舍弃后，取其1999年-2004年的平均值，得出各类水质所占百分比的均值如下：

b=[0.04975,0.368,0.342,0.12075,0.054,0.081]

经验证，各类百分比和为1.0155约为1，可用于预测。

3.预测水文年各类水质所占全流域的河长

利用MATLAB程序语言，将未来十年长江全流域总河长与各类水质所占百分比一一相乘，求得的**未来十年长江全流域的各类水质长度如表4所示：**

**表4**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 年份 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅳ类 | Ⅴ类 | 劣Ⅴ类 |
| 2005 | 2080 | 15386 | 14299 | 5048 | 2258 | 3387 |
| 2006 | 2137 | 15810 | 14693 | 5188 | 2320 | 3480 |
| 2007 | 2234 | 16523 | 15356 | 5422 | 2425 | 3637 |
| 2008 | 2295 | 16977 | 15777 | 5570 | 2491 | 3737 |
| 2009 | 2376 | 17577 | 16335 | 5768 | 2579 | 3869 |
| 2010 | 2437 | 18026 | 16753 | 5915 | 2645 | 3968 |
| 2011 | 2507 | 18547 | 17236 | 6086 | 2722 | 4082 |
| 2012 | 2565 | 18976 | 17635 | 6226 | 2785 | 4177 |
| 2013 | 2627 | 19435 | 18062 | 6377 | 2852 | 4278 |
| 2014 | 2682 | 19837 | 18435 | 6509 | 2911 | 4366 |

根据预测结果，我们对长江未来水质污染的发展趋势做出如下预测分析：

**Ⅰ类水质所占总长度最小，约0.05%，且增长较为缓慢，接近线性增长；Ⅱ类和Ⅲ类水质是长江全流域水质的主要部分，约占总体的70%；Ⅳ类、Ⅴ类和劣Ⅴ类这三类非饮用水水质长度的增幅大于Ⅰ类水质，约占总体的25%，虽然整体与十年前相比，比例有所下降，但是仍在保持增长，因此需要控制该三类水质的增长。**

**5.3问题4的建模与求解**

利用一般线性拟合及最小二乘法对长江总流量、污水排放量、未来十年长江干流河长及Ⅳ类、Ⅴ类、劣Ⅴ类水质在长江干流所占百分比进行预测。

1.数据预处理

根据附件4统计各年水总流量和污水排放量，结果如表5所示：

**表5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 年份 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
| 总流量 | 9205 | 9513 | 9171.26 | 13127 | 9513 | 9924 | 8892.8 | 10210 | 9980 | 9405 |
| 污水排放量 | 174 | 179 | 183 | 189 | 207 | 234 | 220.5 | 256 | 270 | 285 |

统计1995-2004年的干流各类水质占比及长度，结果如表6和表7所示：

**表6**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 丰水期干流 | | | | | | | | |
|  | 一类 | 二类 | 三类 | 四类 | 五类 | 劣五类 | 总长 | 污水百分比 |
| 1995 | 668 | 789 | 2182 | 390 | 248 | 179 | 4456 | 18.33% |
| 1996 | 418 | 811 | 3250 | 0 | 0 | 0 | 4479 | 0.00% |
| 1997 | 560 | 781 | 1926 | 1212 | 0 | 0 | 4479 | 27.06% |
| 1998 | 124 | 368 | 3847 | 0 | 190 | 0 | 4529 | 4.20% |
| 1999 | 0 | 3590 | 1897 | 649 | 0 | 0 | 6136 | 10.58% |
| 2000 | 500 | 1772 | 1668 | 1345 | 0 | 0 | 5285 | 25.45% |
| 2001 | 36 | 2050 | 2297 | 848 | 475 | 307 | 6013 | 27.11% |
| 2002 | 90 | 1669 | 2483 | 909 | 545 | 287 | 5983 | 29.10% |
| 2003 | 118 | 2123 | 2472 | 1108 | 405 | 0 | 6226 | 24.30% |
| 2004 | 82 | 1535 | 2632 | 1033 | 469 | 590 | 6341 | 32.99% |

**表7**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 枯水期干流 | | | | | | | | |
|  | 一类 | 二类 | 三类 | 四类 | 五类 | 劣五类 | 总长 | 污水百分比 |
| 1995 | 1216 | 2600 | 640 | 0 | 0 | 0 | 4456 | 0.00% |
| 1996 | 418 | 811 | 3250 | 0 | 0 | 0 | 4479 | 0.00% |
| 1997 | 560 | 781 | 1926 | 1212 | 0 | 0 | 4479 | 27.06% |
| 1998 | 534 | 927 | 3068 | 0 | 0 | 0 | 4529 | 0.00% |
| 1999 | 0 | 3229 | 2119 | 649 | 139 | 0 | 6136 | 12.84% |
| 2000 | 850 | 1692 | 1398 | 1345 | 0 | 0 | 5285 | 25.45% |
| 2001 | 222 | 1641 | 2158 | 1148 | 487 | 415 | 6071 | 33.77% |
| 2002 | 0 | 1580 | 2220 | 1221 | 485 | 473 | 5979 | 36.44% |
| 2003 | 131 | 1295 | 2503 | 1718 | 579 | 0 | 6226 | 36.89% |
| 2004 | 70 | 1592 | 2479 | 704 | 596 | 900 | 6341 | 34.69% |

2.对于构造多项式：



求出下式的极小值：



3.运用最小二乘法进行拟合：

假设线性函数



且

运用matlab中的polyfit函数语句进行一次、二次、三次线性拟合，得到的结果如图所示



图1 长江干流总流量各拟合曲线



图2 污水排放总流量各拟合曲线



图3 长江干流总长度各拟合曲线

分析统计数据，我们发现，自2000年之后开始出现劣Ⅴ类水质，并且Ⅳ类和Ⅴ类水质每年的所占百分比趋于稳定。根据题目所给资料，丰水期占全年时长6个月，枯水期占4个月，平水期因为没有数据不予考虑。因此，我们赋予丰水期权重为0.6，赋予枯水期比重权重为0.4。所得污水加权百分比如表8所示：

**表8**

|  |  |
| --- | --- |
| 年份 | 加权污水百分比 |
| 2000 | 25.45% |
| 2001 | 29.77% |
| 2002 | 32.03% |
| 2003 | 29.34% |
| 2004 | 33.67% |

因此，对污水百分比进行线性拟合，结果如图4所示：



图4 污水百分比各拟合曲线

4.综合对比，选择最贴近的某次拟合作为预测曲线。

对于长江干流的总流量，我们选择二次线性拟合进行预测；而对于污水排放量，我们选择一次线性拟合预测；对于长江干流长度，我们选取二次拟合数据作为长江干流总长度预测值；对于污水百分比，我们选择一次拟合数据进行预测。

得到的预测数据如表9和表10所示：

**表9**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 总流量 | 污水排放量 | 污水排放量 | 污水占总流量百分比 | 干流总长度 |
| 2005 | 9772 | 277.6364 | 0.02841142 | 6601 |
| 2006 | 9826 | 290.5 | 0.029564421 | 6767 |
| 2007 | 9881 | 303.3636 | 0.03070171 | 6919 |
| 2008 | 9936 | 316.2273 | 0.031826419 | 7058 |
| 2009 | 9990 | 329.0909 | 0.032942032 | 7184 |
| 2010 | 10045 | 354.8182 | 0.035322867 | 7297 |
| 2011 | 10100 | 367.6818 | 0.036404139 | 7397 |
| 2012 | 10209 | 380.5455 | 0.037275492 | 7483 |
| 2013 | 10264 | 393.4091 | 0.038329024 | 7555 |
| 2014 | 10319 | 406.2727 | 0.039371325 | 7615 |

**表10**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 年份 | 预测污水百分比 | 期望污水百分比 | 预测干流长度 | 需要治理的干流长度 |
| 2005 | 35% | 20% | 6601 | 990.15 |
| 2006 | 36.46% | 20% | 6767 | 1113.8482 |
| 2007 | 38.06% | 20% | 6919 | 1249.5714 |
| 2008 | 39.66% | 20% | 7058 | 1387.6028 |
| 2009 | 41.26% | 20% | 7184 | 1527.3184 |
| 2010 | 42.86% | 20% | 7297 | 1668.0942 |
| 2011 | 44.46% | 20% | 7397 | 1809.3062 |
| 2012 | 46.06% | 20% | 7483 | 1950.0698 |
| 2013 | 47.66% | 20% | 7555 | 2089.713 |
| 2014 | 49.26% | 20% | 7615 | 2228.149 |

5.模型建立

建立模型：

其中为预测干流长度，为污水排量占总流量比重，为预测污水百分比与期望百分比差值（=20%）；Y为需要治理的污水量（单位：亿吨）；i为年份。

**所得每年需要处理的污水量如表11所示：**

**表11**

|  |  |
| --- | --- |
| 年份 | 污水处理量 |
| 2005 | 28.13156789 |
| 2006 | 32.93027703 |
| 2007 | 38.36397919 |
| 2008 | 44.16242823 |
| 2009 | 50.31297166 |
| 2010 | 58.92186973 |
| 2011 | 65.8662337 |
| 2012 | 72.68981164 |
| 2013 | 80.09665925 |
| 2014 | 87.72517785 |

**说明：**污水处理量单位为亿吨

**5.5问题5的分析**

通过分析附件1以及查阅相关资料，我们分析长江水污染的原因主要有以下几个方面：

（1）上至领导干部，下至广大民众，普遍缺乏环保意识。长江水质的恶化以及沿岸生态环境的破坏没有引起当地政府乃至国家足够的重视，而长江水量目前还比较大，也掩盖了问题的严重性；

1. 污水处理厂形同虚设，污水处理设备落后，使得处理的污水根本不达标；
2. 众多工厂企业为达盈利目的不择手段，直排污水，且报表造假，污水处理管道等造假严重；
3. 对污染排放超标企业处罚的力度过低。环保局一系列取证工作的巨大投入与最终的轻微罚款严重不平衡，使得环保局的监测不到位，排污企业无视罚款为所欲为；
4. 国家不引起足够重视，污水处理方面腐败现象横行。污水处理厂化公为私，拿回扣，或者平衡各方面关系以谋取自身利益。责任分工不明确也使得出事后多方责任相互推卸。

针对以上五种原因，**我们提出以下五点建议**：

（1）通过各级教育机构让民众了解我国水资源现状及长江不容乐观的恶化情况，力图让受教者养成自觉保护环境的良好习惯

（2）沿江城镇应完善综合配套功能，进行区域性综合治理，在工业区、生活区等污染相对集中的区域建立污水处理厂，从源头减少并治理污水；有条件的区域，如江苏南京，沿江新修污水道，将污水引入污水处理厂处理；

（3）对长江水污染严重地区以及化工厂、造纸厂等重污染工厂企业，严格控制其排污量，要求其根据产生污水的特性采用特殊处理方法达标之后排放，同时环保局定期抽查，重点监测监管；

1. 加大执法力度，实行奖惩制度。大幅提高对污染排放超标企业处罚的金额，并嘉奖污水治理表现优秀的工厂企业，监测力度大的环保局；
2. 国家层面应出台相关法律法规，将保护长江纳入相关会议提案，增加对污水治理的拨款资金的同时严查贪污腐败。
3. **模型的评价**

**6.1模型的优点**

1. 问题1分析各地区水质污染中综合运用了TOPSIS和模糊评价方法，使评价更加客观，接近实际情况；
2. 问题2中通过降解系数处理数据，再通过对比，发现污染区域，再结合问题一得出污染重灾区，分析出污染源头。逐步递推，得到的结果较为客观准确；
3. 问题3中建立的GM（1,1）模型，其级比、级差及相对误差均小于0.1，建立的灰色预测模型精度较高；
4. 问题4中采用多次拟合，选择最佳匹配的线性模型，可处理较多数据；

**6.2模型的缺点**

1. 问题1中干流观测点间水流速的变化可以更加平滑地处理
2. 问题4中各类水质百分比预测使用舍弃离群值后取平均数预测，没有十年间水质百分比的变化趋势

**七、参考文献**

[1] 姜启源，谢金星，叶俊. 数学模型[M]. 第四版.北京：高等教育出版社，2011

[2] 司守奎，孙兆亮. 数学建模算法与应用[M]. 第二版. 北京：国防工业出版社，2015

[3] 余胜威. MATLAB数学建模经典案例实战[M]. 北京：清华大学出版社，2015

[4]韩英. 长江流域水系[EB/OL]. （2014-09-28）. http://www.pep.com.cn/czdl/jszx/jxzt/bs/adly\_1\_1\_1\_1\_2\_2\_1\_3/jxfz/jcct/201409/t20140928\_1220066.htm

[5]李国栋. 1998年中国长江洪水[EB/OL]. （2007-04-19）. http://www.nmg.xinhuanet.com/zt/2007-04/19/content\_9836389.htm

[6] 刘天玉. [综合治理长江水污染 做好“南水北调”基础工作](http://www.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?filename=ZHOG200112024&dbcode=CJFQ&dbname=cjfd2001&v=" \t "http://www.cnki.net/kcms/detail/_blank)[J]. 中国水运. 2001(12)

[7] 周俊,王焰新,蔡鹤生. [构建“长江—东湖—长江”水循环及其在东湖污染治理中的意义](http://www.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?filename=WSDD200204014&dbcode=CJFQ&dbname=cjfd2002&v=" \t "http://www.cnki.net/kcms/detail/_blank)[J]. 武汉大学学报(工学版). 2002(04)

**附录**

1. **程序**

**问题1 MATLAB程序**

①对长江近两年多的水质情况做出定量的综合评价

根据水质评级的水质综合评价程序：

load sz.mat

a=sz;

[m,n]=size(a);

for j=1:n

b(:,j)=a(:,j)/norm(a(:,j));

end

w=[1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17,1/17];

c=b.\*repmat(w,m,1);

Cstar=min(c);

C0=max(c);

for i=1:m

Sstar(i)=norm(c(i,:)-Cstar);

S0(i)=norm(c(i,:)-C0);

end

Sstar,S0

f=S0./(Sstar+S0)

[sf,ind]=sort(f,'descend')

由优到劣

23 24 27 25 18 28 26 16 19 14 2 1 21 20 6 4 22 5 7 13 17 15 11 12 3 8 9 10

load sz.mat

a=sz';

[m,n]=size(a);

for j=1:n

b(:,j)=a(:,j)/norm(a(:,j));

end

w=[0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.03,0.05,0.05,0.05,0.05,0.05,0.05,0.05,0.05];

c=b.\*repmat(w,m,1);

Cstar=min(c);

C0=max(c);

for i=1:m

Sstar(i)=norm(c(i,:)-Cstar);

S0(i)=norm(c(i,:)-C0);

end

Sstar,S0

f=S0./(Sstar+S0)

[sf,ind]=sort(f,'descend')

由优到劣

11 5 7 6 1 3 9 16 17 4 2 14 13 10 12 8 15

②分析各地区水质的污染状况

总体水质的地区排名

load sz1;

[m,n]=size(sz1);

qujian=[6,9];lb=4;ub=10;

x2=@(qujian,lb,ub,x)(1-(qujian(1)-x)./(qujian(1)-lb)).\*(x >= lb & x < qujian(1))+(x >= qujian(1) & x<= qujian(2))+(1-(x-qujian(2))./(ub-qujian(2))).\*(x>qujian(2) & x <= ub);

szl=sz1;

szl(:,1)=x2(qujian,lb,ub,szl(:,1));

for j=1:n

b(:,j)=szl(:,j)/norm(szl(:,j));

end

w=[0.1,0.3,0.3,0.3];

c=b.\*repmat(w,m,1);

Cstar=min(c);

Cstar(2)=min(c(:,2));

C0=max(c);

C0(2)=min(c(:,2));

for i = 1:m

Sstar(i)=norm(c(i,:)-Cstar);

S0(i)=norm(c(i,:)-C0);

end

Sstar,S0

f=S0./(S0+Sstar)

[sf,ind]=sort(f,'descend')

7 5 6 11 1 3 2 14 17 9 16 4 10 13 12 8 15

含氧量由优到劣的地区排名

[m,n]=size(sz1);

qujian=[6,9];lb=4;ub=10;

x2=@(qujian,lb,ub,x)(1-(qujian(1)-x)./(qujian(1)-lb)).\*(x >= lb & x < qujian(1))+(x >= qujian(1) & x<= qujian(2))+(1-(x-qujian(2))./(ub-qujian(2))).\*(x>qujian(2) & x <= ub);

szl=sz1;

szl(:,1)=x2(qujian,lb,ub,szl(:,1));

for j=1:n

b(:,j)=szl(:,j)/norm(szl(:,j));

end

w=[0,1,0,0];

c=b.\*repmat(w,m,1);

Cstar=min(c);

Cstar(2)=min(c(:,2));

C0=max(c);

C0(2)=min(c(:,2));

for i = 1:m

Sstar(i)=norm(c(i,:)-Cstar);

S0(i)=norm(c(i,:)-C0);

end

Sstar,S0

f=S0./(S0+Sstar)

[sf,ind]=sort(f,'descend')

高锰酸盐含量由优到劣的地区排名算法

[m,n]=size(sz1);

qujian=[6,9];lb=4;ub=10;

x2=@(qujian,lb,ub,x)(1-(qujian(1)-x)./(qujian(1)-lb)).\*(x >= lb & x < qujian(1))+(x >= qujian(1) & x<= qujian(2))+(1-(x-qujian(2))./(ub-qujian(2))).\*(x>qujian(2) & x <= ub);

szl=sz1;

szl(:,1)=x2(qujian,lb,ub,szl(:,1));

for j=1:n

b(:,j)=szl(:,j)/norm(szl(:,j));

end

w=[0,0,1,0];

c=b.\*repmat(w,m,1);

Cstar=min(c);

Cstar(2)=min(c(:,2));

C0=max(c);

C0(2)=min(c(:,2));

for i = 1:m

Sstar(i)=norm(c(i,:)-Cstar);

S0(i)=norm(c(i,:)-C0);

end

Sstar,S0

f=S0./(S0+Sstar)

[sf,ind]=sort(f,'descend')

11 2 7 15 1 5 12 6 9 3 17 10 14 16 4 13 8

氨氮含量由优到劣的地区排名

[m,n]=size(sz1);

qujian=[6,9];lb=4;ub=10;

x2=@(qujian,lb,ub,x)(1-(qujian(1)-x)./(qujian(1)-lb)).\*(x >= lb & x < qujian(1))+(x >= qujian(1) & x<= qujian(2))+(1-(x-qujian(2))./(ub-qujian(2))).\*(x>qujian(2) & x <= ub);

szl=sz1;

szl(:,1)=x2(qujian,lb,ub,szl(:,1));

for j=1:n

b(:,j)=szl(:,j)/norm(szl(:,j));

end

w=[0,0,0,1];

c=b.\*repmat(w,m,1);

Cstar=min(c);

Cstar(2)=min(c(:,2));

C0=max(c);

C0(2)=min(c(:,2));

for i = 1:m

Sstar(i)=norm(c(i,:)-Cstar);

S0(i)=norm(c(i,:)-C0);

end

Sstar,S0

f=S0./(S0+Sstar)

[sf,ind]=sort(f,'descend')

11 7 5 1 14 6 3 16 17 4 2 9 13 10 8 12 15

**问题2 MATLAB程序**

v=(speed(:,[1:6])+speed(:,[2:7]))/2;

a=wrMn6;

for j=1:6

b(:,j)=a(:,j).\*((1-0.2/100).^(dx(:,j)./(86.4\*(v(:,j)))).\*Va(:,j))./Vb(:,j);

end

c=wrMnb6-b;

b,wrMnb6,c

d=wrNH36;

for j=1:6

e(:,j)=d(:,j).\*((1-0.2/100).^(dx(:,j)./(86.4\*(v(:,j)))).\*Va(:,j))./Vb(:,j);

end

f=wrNH3b6-e;

e,wrNH3b6,f

**问题3 MATLAB程序**

①灰色预测10年长江总河长

x0=[30466;30406;34146;35386;38513;39412]

n=length(x0);

lamta=x0(1:n-1)./x0(2:n);%级比

range=minmax(lamda');

x1=cumsum(x0);

B=[-0.5\*(x1(1:n-1)+x1(2:n)),ones(n-1,1)];

Y=x0(2:n);

u=B\Y;

syms x(t);

x=dsolve(diff(x)+u(1)\*x==u(2),x(0)==x0(1));

xt=vpa(x,6);

yuce1=subs(x,t,[0:15]);

yuce1=double(yuce1);

yuce=[x0(1),diff(yuce1)];

%epsilon=(x0'-yuce)./x0';%残差

%delta=abs(epsilon);%相对误差

%rho=1-(1-0.5\*u(1))/(1+0.5\*u(1))\*lamta;%级比偏差

②利用灰色预测和加权平均计算后10年各类水质长度

a=[42689,45427,48340,51441,54740,58250,61986,65961,70192,74693];

b=[0.04975, 0.368, 0.342 ,0.12075, 0.054, 0.081];

z=a\*b;

**问题4 MATLAB程序**

线性拟合最小二乘法预测水流量、污水排放量、干流长度：

x=[1995,1996,1997,1998,1999,2000,2001,2002,2003,2004];

y1=[4456,4479,4479,4529,6136,5285,6071,5979,6226,6341];

a2=polyfit(x,y1,2);

x1=[2005:1:2014];

a1=polyfit(x,y1,1);

a3=polyfit(x,y1,3);

y11=a1(2)+a1(1)\*x1;

y12=a2(3)+a2(2)\*x1+a2(1).\*x1.\*x1;

y13=a3(4)+a3(3)\*x1+a3(2).\*x1.\*x1+a3(1).\*x1.\*x1.\*x1;

plot(x,y1,'\*');

hold on;

plot(x1,y11,'b--',x1,y12,'k',x1,y13,'ro-');

legend('原始数据','一次拟合','二次拟合','三次拟合');

p1=polyval(a1,x);

p2=polyval(a2,x);

p3=polyval(a3,x);

v1=y1-p1;

v2=y1-p2;

v3=y1-p3;

s1=norm(v1,'fro');

s2=norm(v2,'fro');

s3=norm(v3,'fro');

1. 矩阵

**问题1 加权的向量规范化属性矩阵**

C=

0.0104 0.0095 0.0154 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0154 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0157 0.0095 0.0154 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0052 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0052 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0165 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0052 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0209 0.0143 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0157 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0167

0.0157 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0209 0.0143 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0052 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0052 0.0143 0.0102 0.0094 0.0114 0.0055 0.0056

0.0052 0.0143 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0052 0.0143 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0143 0.0102 0.0141 0.0057 0.0110 0.0056

0.0052 0.0143 0.0102 0.0094 0.0057 0.0110 0.0112

0.0104 0.0143 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0102 0.0094 0.0114 0.0110 0.0112

0.0104 0.0095 0.0154 0.0141 0.0114 0.0110 0.0112

0.0119 0.0086 0.0136 0.0082 0.0100 0.0127 0.0090

0.0119 0.0086 0.0136 0.0082 0.0100 0.0085 0.0090

0.0119 0.0172 0.0136 0.0082 0.0066 0.0085 0.0136

0.0148 0.0086 0.0068 0.0163 0.0133 0.0085 0.0136

0.0119 0.0086 0.0102 0.0163 0.0100 0.0085 0.0090

0.0089 0.0086 0.0102 0.0163 0.0133 0.0085 0.0090

0.0119 0.0129 0.0102 0.0163 0.0133 0.0085 0.0136

0.0119 0.0215 0.0136 0.0163 0.0133 0.0127 0.0090

0.0148 0.0215 0.0170 0.0163 0.0133 0.0085 0.0090

0.0148 0.0129 0.0204 0.0082 0.0133 0.0085 0.0090

0.0119 0.0129 0.0204 0.0082 0.0133 0.0085 0.0090

0.0119 0.0129 0.0204 0.0082 0.0133 0.0085 0.0090

0.0119 0.0086 0.0136 0.0082 0.0133 0.0085 0.0090

0.0089 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0169 0.0136

0.0119 0.0129 0.0102 0.0082 0.0100 0.0169 0.0136

0.0089 0.0086 0.0034 0.0082 0.0100 0.0127 0.0090

0.0089 0.0086 0.0034 0.0163 0.0066 0.0085 0.0090

0.0059 0.0043 0.0034 0.0082 0.0100 0.0127 0.0090

0.0059 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0127 0.0090

0.0089 0.0086 0.0068 0.0163 0.0133 0.0085 0.0136

0.0148 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0127 0.0136

0.0148 0.0086 0.0068 0.0082 0.0133 0.0169 0.0090

0.0089 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0127 0.0090

0.0119 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0127 0.0090

0.0089 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0127 0.0136

0.0059 0.0086 0.0068 0.0082 0.0066 0.0085 0.0181

0.0089 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0085 0.0136

0.0089 0.0086 0.0068 0.0082 0.0100 0.0085 0.0090

0.0068 0.0088 0.0093

0.0068 0.0088 0.0093

0.0090 0.0088 0.0187

0.0135 0.0088 0.0093

0.0135 0.0088 0.0140

0.0135 0.0088 0.0093

0.0135 0.0132 0.0093

0.0135 0.0132 0.0093

0.0135 0.0132 0.0093

0.0135 0.0175 0.0093

0.0068 0.0088 0.0093

0.0068 0.0088 0.0093

0.0090 0.0132 0.0140

0.0135 0.0088 0.0093

0.0090 0.0088 0.0093

0.0113 0.0088 0.0140

0.0090 0.0088 0.0140

0.0135 0.0175 0.0093

0.0135 0.0175 0.0093

0.0135 0.0175 0.0140

0.0135 0.0088 0.0093

0.0135 0.0088 0.0093

0.0090 0.0088 0.0093

0.0068 0.0088 0.0093

0.0090 0.0088 0.0093

0.0090 0.0088 0.0140

0.0090 0.0088 0.0093

0.0090 0.0088 0.0140

各月份水质情况到正理想解的距离

0.0180 0.0256 0.0196 0.0208 0.0193 0.0212 0.0278

0.0298 0.0317 0.0240 0.0240 0.0214 0.0176 0.0224

0.0174 0.0220 0.0157 0.0174 0.0192 0.0186 0.0197

0.0132 0.0134 0.0154 0.0168 0.0141 0.0157 0.0144

各月份水质情况到负理想解的距离

0.0296 0.0225 0.0315 0.0299 0.0291 0.0277 0.0220

0.0222 0.0217 0.0275 0.0275 0.0258 0.0300 0.0257

0.0307 0.0305 0.0363 0.0308 0.0324 0.0312 0.0320

0.0329 0.0338 0.0302 0.0310 0.0315 0.0306 0.0320

各月份水质的排序指标

0.6226 0.4687 0.6170 0.5898 0.6009 0.5670 0.4414

0.4271 0.4060 0.5336 0.5336 0.5469 0.6302 0.5345

0.6389 0.5810 0.6987 0.6386 0.6273 0.6267 0.6186

0.7128 0.7158 0.6620 0.6487 0.6913 0.6607 0.6895

**问题2污染物浓度矩阵**

①CODMn高锰酸盐指数

三个矩阵分别为CODMn预期本地区无排污时的浓度，实测浓度和两者差值

b =

0.6114 2.2803 1.7864 2.9680 2.7519 2.7449

1.2138 1.4418 2.8646 2.4448 2.7077 3.1229

0.7020 2.0806 3.3873 2.6576 2.3834 1.5406

0.6783 2.3655 2.9945 3.7200 2.1951 1.6781

2.0346 0.8758 2.8539 3.2008 2.2049 1.7966

0.8013 3.9001 3.3629 2.8646 1.8608 1.4611

0.1598 1.3465 3.1498 3.1245 1.5164 1.6846

0.5099 1.5270 1.6565 2.1063 1.8815 1.8855

0.2307 1.1369 1.6383 2.7963 2.1430 1.5872

0.2103 1.1299 1.0410 3.7587 2.1153 2.1870

0.1512 1.4123 1.1048 2.4318 2.3180 2.4123

0.1429 1.7041 1.5102 1.9799 1.1971 2.6516

0.1915 1.3317 1.7496 1.3586 1.4870 2.0742

wrMnb6 =

3.5000 2.2000 3.3000 2.9000 2.8000 1.5000

2.2000 3.0000 3.6000 3.1000 3.2000 1.8000

3.0000 3.8000 3.5000 2.6000 1.6000 2.0000

3.3000 3.2000 4.2000 2.6000 1.7000 1.8000

2.0000 3.1000 4.0000 2.3000 1.9000 1.7000

4.4000 3.4000 3.9000 1.9000 1.6000 2.3000

1.6000 3.7000 3.5000 1.9000 2.1000 1.9000

2.0000 1.9000 2.6000 2.2000 2.2000 1.8000

1.3000 2.4000 3.5000 2.3000 1.7000 2.0000

1.3000 1.9000 5.1000 2.4000 2.6000 2.5000

1.8000 2.0000 3.2000 3.1000 2.7000 2.3000

1.9000 2.1000 4.1000 1.8000 2.7000 1.8000

2.0000 2.4000 2.9000 2.0000 2.3000 1.5000

c =

2.8886 -0.0803 1.5136 -0.0680 0.0481 -1.2449

0.9862 1.5582 0.7354 0.6552 0.4923 -1.3229

2.2980 1.7194 0.1127 -0.0576 -0.7834 0.4594

2.6217 0.8345 1.2055 -1.1200 -0.4951 0.1219

-0.0346 2.2242 1.1461 -0.9008 -0.3049 -0.0966

3.5987 -0.5001 0.5371 -0.9646 -0.2608 0.8389

1.4402 2.3535 0.3502 -1.2245 0.5836 0.2154

1.4901 0.3730 0.9435 0.0937 0.3185 -0.0855

1.0693 1.2631 1.8617 -0.4963 -0.4430 0.4128

1.0897 0.7701 4.0590 -1.3587 0.4847 0.3130

1.6488 0.5877 2.0952 0.6682 0.3820 -0.1123

1.7571 0.3959 2.5898 -0.1799 1.5029 -0.8516

1.8085 1.0683 1.1504 0.6414 0.8130 -0.5742

②NH3N氨氮

三个矩阵为NH3N预期本地区无排污时的浓度，实测浓度和两者差值

e =

0.0399 0.1368 0.2192 0.2338 0.2562 0.2157

0.0198 0.1769 0.2865 0.2173 0.1922 0.2440

0.0112 0.1248 0.3031 0.2658 0.1375 0.1637

0.0113 0.1290 0.1497 0.3189 0.1351 0.2172

0.3508 0.0744 0.1749 0.2641 0.2301 0.1513

0.0118 0.1418 0.2868 0.2204 0.2448 0.1278

0.0160 0.1936 0.1958 0.3214 0.1516 0.1364

0.0109 0.2061 0.2092 0.2916 0.1881 0.1028

0.0115 0.4460 0.1092 0.2477 0.1118 0.1307

0.0123 0.4693 0.1205 0.3095 0.1851 0.1682

0.0252 0.4315 0.0994 0.3268 0.0972 0.1608

0.0338 0.4843 0.1366 0.2028 0.0732 0.2259

0.0174 0.4195 0.0948 0.1968 0.1041 0.1353

wrNH3b6 =

0.2100 0.2700 0.2600 0.2700 0.2200 0.0200

0.2700 0.3000 0.3200 0.2200 0.2500 0.0900

0.1800 0.3400 0.3500 0.1500 0.1700 0.0600

0.1800 0.1600 0.3600 0.1600 0.2200 0.0500

0.1700 0.1900 0.3300 0.2400 0.1600 0.0500

0.1600 0.2900 0.3000 0.2500 0.1400 0.0800

0.2300 0.2300 0.3600 0.1900 0.1700 0.0400

0.2700 0.2400 0.3600 0.2200 0.1200 0.0500

0.5100 0.1600 0.3100 0.1200 0.1400 0.1000

0.5400 0.2200 0.4200 0.2100 0.2000 0.2200

0.5500 0.1800 0.4300 0.1300 0.1800 0.3100

0.5400 0.1900 0.4200 0.1100 0.2300 0.0200

0.6300 0.1300 0.4200 0.1400 0.1500 0.2000

f =

0.1701 0.1332 0.0408 0.0362 -0.0362 -0.1957

0.2502 0.1231 0.0335 0.0027 0.0578 -0.1540

0.1688 0.2152 0.0469 -0.1158 0.0325 -0.1037

0.1687 0.0310 0.2103 -0.1589 0.0849 -0.1672

-0.1808 0.1156 0.1551 -0.0241 -0.0701 -0.1013

0.1482 0.1482 0.0132 0.0296 -0.1048 -0.0478

0.2140 0.0364 0.1642 -0.1314 0.0184 -0.0964

0.2591 0.0339 0.1508 -0.0716 -0.0681 -0.0528

0.4985 -0.2860 0.2008 -0.1277 0.0282 -0.0307

0.5277 -0.2493 0.2995 -0.0995 0.0149 0.0518

0.5248 -0.2515 0.3306 -0.1968 0.0828 0.1492

0.5062 -0.2943 0.2834 -0.0928 0.1568 -0.2059

0.6126 -0.2895 0.3252 -0.0568 0.0459 0.0647