

淮河流域夏季水质的聚类及判别分析

班级： 生 86
姓名： 何其
学号： 2018030045

摘要：本研究通过 2018 年夏季某周的淮河流域各检测断面的 4 种水质检测指标数据，旨在探究淮河流域夏季水质的特征，并优化现有的水质分类标准。本研究通过聚类分析总结出了四类断面的水质特征，并利用 Fisher 线性判别分析给出了一种较为简洁的判别准则。研究结果为进一步理解夏季淮河流域的水质特征、优化水质分类标准提供了借鉴和参考。

1.研究背景

淮河是中国的七大河之一，发源于河南省桐柏山，其流域横跨河南、山东、湖北、安徽、江苏五个省份，洪河口以上为上游，洪河口以下到洪泽湖为中游，洪泽湖以下为下游^[1,2]。秦岭-淮河一线是我国南北气候的重要自然分界线，淮河流域内不同区域的地形、气候、土壤、植被复杂多样^[1]。

20 世纪末，由于淮河流域内大量修建坝闸，且流域内各个省份人口众多，排污问题严重，淮河流域水质和原有的生态环境受到了较为严重的影响^[3]。2015 年，国务院印发《水污染防治行动计划》，提出了到 2020 年包括淮河在内的七大重点流域水质优良（达到或优于 III 类）的比例达到 70% 以上，到 2030 年此比例达到 75% 以上的目标^[4]。尽管经过近年来的治理，淮河流域的水质得到了一定的改善，但由于人口压力及经济发展带来的矛盾，淮河流域未来的治理仍面临一定的挑战。

本研究通过 2018 年夏季某周的淮河流域检测站点（断面）的 4 种水质检测指标的数据，探究淮河流域水质的特征，以回答以下两个研究问题：

- 1) 根据水质检测指标数据能够将这些断面聚集为几类？
- 2) 如何完善和优化现有的淮河流域水质分类标准？

虽然目前已有水质分级的标准^[5]，但是传统的基于单因子评价的方法（各个实测指标分别与标准值比较，选择最差的类别即为断面水质的分类）对于水质的各个方面的特征可能反映得不够充分和准确。本研究的结果有助于进一步理解淮河流域不同断面的水质特征，并提供一个可能更加简便、全面的水质分类标准以作为传统分类标准的参考和补充，从而为未来淮河流域的治理提供一定的启示。

2.数据介绍及研究思路

2.1 数据介绍

本研究所用的数据来自中国环境监测总站网站（<http://www.cnemc.cn>）提供的 2018 年 22 期（5 月 28 日~6 月 3 日）水质自动检测周报中的淮河流域各个断面的检测数据（详见附录）。研究数据中使用的变量包括 pH、DO、COD_{Mn}、NH₃-N，以及传统的水质标准分类，变量的符号、取值和具体意义如表 1 所示。

表 1 数据变量说明

符号	名称	单位	变量类型	意义
pH	酸碱度（pH）	无	连续型	水的酸碱性；数值越高，碱性越强
DO	溶解氧含量（DO）	mg/L	连续型	水体自净能力；数值越高，自净能力越强
COD	高锰酸钾法检测的化学需氧量（COD _{Mn} ，也称高锰酸盐指数）	mg/L	连续型	有机物污染程度；数值越高，污染程度越高
NH3N	氨氮含量（NH ₃ -N）	mg/L	连续型	富营养化程度；数值越高，富营养化程度越高
class	水质标准分类	无	离散型	水质等级（I,II,III,IV,V），以 1，2，3，4，5 编码；等级越高，水质越差

此外，周报中还提供了水系、河流名称、点位名称和断面情况，可以作为各个检测站点位置的参考。包河亳州颜集断面由于河道清淤而未进行检测，在数据分析前予以删除，因此共保留了共 26 个断面的检测数据。研究采用的数据涵盖了淮河及其流域内的一些主要支流，各个断面所在的地理位置如图 1 所示。

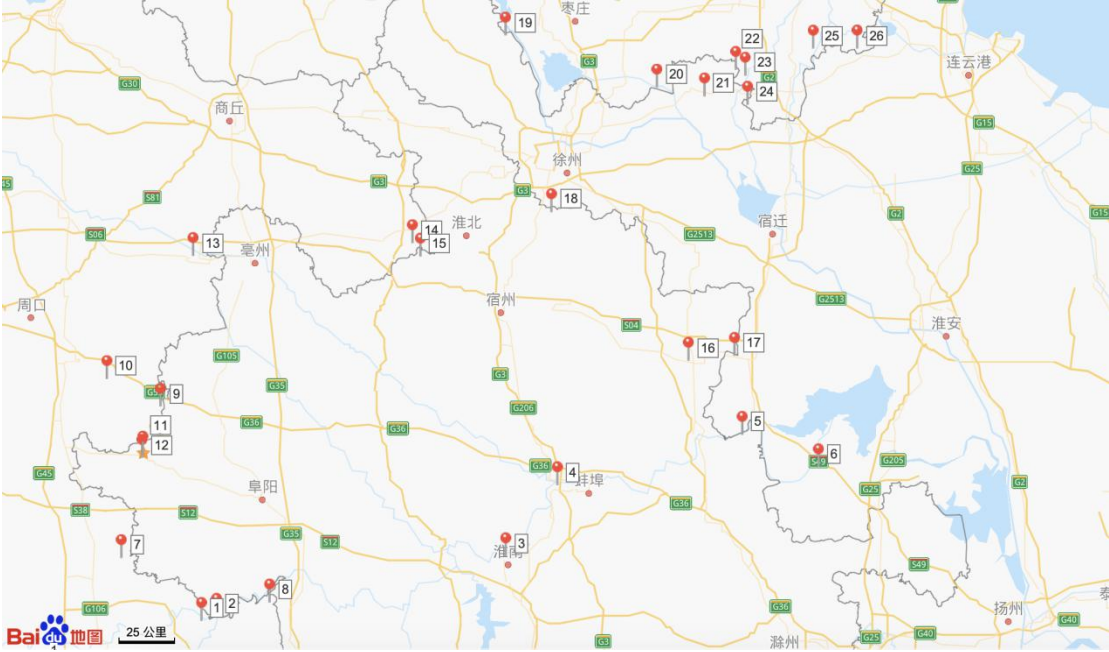


图 1 各个断面所在的地理位置示意图

(利用百度地图进行查找和标记，数字表示断面编号，具体名称参见附录)

2.2 研究思路

本研究在对数据进行初步的探索性分析后，首先通过主成分分析对数据进行降维，并提取主成分得分用于之后的可视化。之后，通过对不同断面的检测结果分别进行聚类分析，探究不同断面的水质状况可以自然地聚集成几类，研究淮河流域不同断面水质的特征。另一方面，依据已有的水质标准分类对数据进行判别分析，找到一个简洁的判别准则。

3.建模及研究结果

3.1 探索性数据分析

首先利用 summary 函数观察数据的基本特征，如图 2 所示。结果显示，pH、DO、COD 的数值大小相当，而 NH₃N 的大小则较小。考虑到 NH₃N 与 DO、COD 的实际单位均为 mg/L，若做标准化会使得解释后续分析结果的实际意义变得更困难，而且除 NH₃N 之外的变量的大小基本相近，因此在之后的分析中不做标准化。此外，从图 2 结果中可以看出，数据中水质分类为 III、IV 类的占大多数，II、V 类的较少，没有 I 类水质的样本点。

pH	DO	COD	NH ₃ N	class
Min.: 6.640	Min.: 2.710	Min.: 2.900	Min.: 0.0700	2: 5
1st Qu.: 7.350	1st Qu.: 5.317	1st Qu.: 3.750	1st Qu.: 0.1100	3: 10
Median: 7.685	Median: 7.070	Median: 4.750	Median: 0.1750	4: 9
Mean: 7.677	Mean: 7.431	Mean: 4.919	Mean: 0.2119	5: 2
3rd Qu.: 7.945	3rd Qu.: 8.650	3rd Qu.: 5.650	3rd Qu.: 0.2050	
Max.: 8.810	Max.: 13.500	Max.: 10.900	Max.: 0.8500	

图 2 数据的基本特征

对于 4 个连续型变量绘制直方图，观察它们的分布情况，如图 3 所示。结果显示，pH 和 DO 的分布较为对称，而 COD 和 NH₃N 则呈现出明显的右偏趋势。利用 Shapiro-Wilk 检验各个变量的正态性，结果显示 pH、DO、COD、NH₃N 相应的 P 值分别为 0.6531，0.1778，0.002875，8.062e-06。考虑到数据的样本量不大，因此检验结果可以说明 COD、NH₃N 的分布偏离正态分布。因此在后续的主成分分析等过程中将尽量避免使用过于依赖于正态性假设的方法。

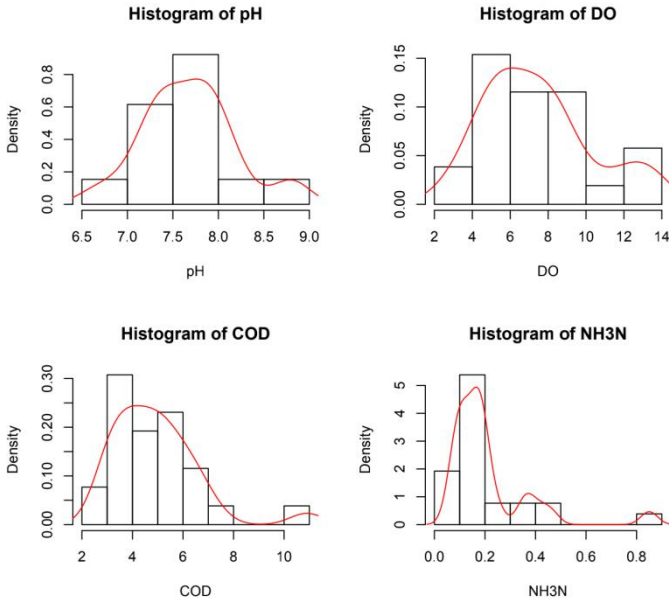


图 3 pH、DO、COD、NH₃N 的直方图

3.2 主成分分析

利用 prcomp 函数对未进行标准化的 pH、DO、COD、NH₃N 这 4 个连续性变量数据进行主成分分析，得到 4 个特征值，绘制崖底碎石图如图 4 所示。

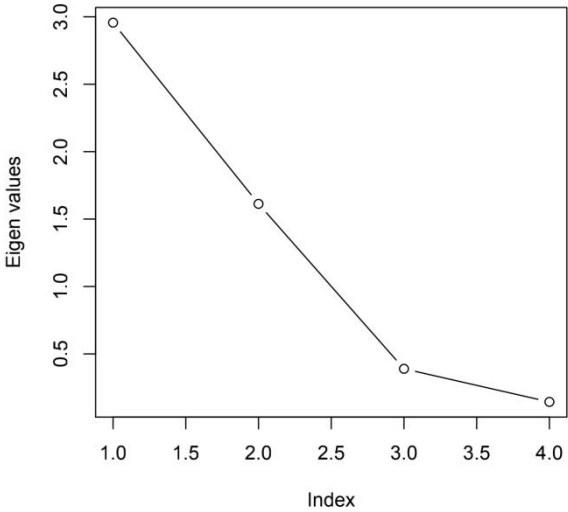


图 4 主成分分析崖底碎石图

由图 4 可知，保留 2 或 3 个主成分较为适宜。为了后续可视化的便利，选择保留前两个主成分。进一步计算得到前两个主成分能够解释的方差比例为 89.5%，说明前两个主成分能够解释方差的比例已经相对较高，因此从解释总方差比例的角度看，保留前两个主成分也是较为合理的选择。

计算得到前两个主成分的系数向量分别为：

$$e_1 = (0.090, 0.963, 0.252, -0.023)'$$

$$e_2 = (-0.122, -0.240, 0.963, 0.021)'$$

通过以上系数可以看出，第一个主成分主要代表了 DO（且 DO 对应系数为正），即溶解氧含量，体现了水体的自净能力；而第二个主成分主要代表了 COD（且 COD 对应系数为正），即高锰酸钾指数，体现了有机物污染的程度，在这两个维度上能够较好体现各个断面水质的差异。最后，提取前两个主成分的主成分得分以备之后的分析。

3.3 聚类分析

在聚类分析部分，我们首先对 4 个连续性变量分别使用层次聚类、k-中心点（k-medoids）聚类法进行分析，最后对比两种聚类结果并进行总结解释。由于本研究中的样本量不太大，k-中心点法的计算当前样本的复杂度不太高，而且 k-中心点法比 k-均值法（k-means）的稳健性更好，对于离群值的敏感性更低，因此更适用于当前的聚类问题。

根据经验法则，聚类数 $k \approx \sqrt{n/2}$ ，其中 n 为样本量。在此处， $\sqrt{n/2} = 3.606$ ，因此在后续聚类分析中取聚类数为 4。

3.3.1 层次聚类法

利用 hclust 函数，采用欧式距离、Ward's linkage，对 4 种连续变量进行层次聚类，得到树状图如图 5(a)所示。对上述树状图进行切割，形成 4 类。绘制前两个主成分得分的散点图，并用不同颜色表示不同的聚类，结果如图 5(b)所示。

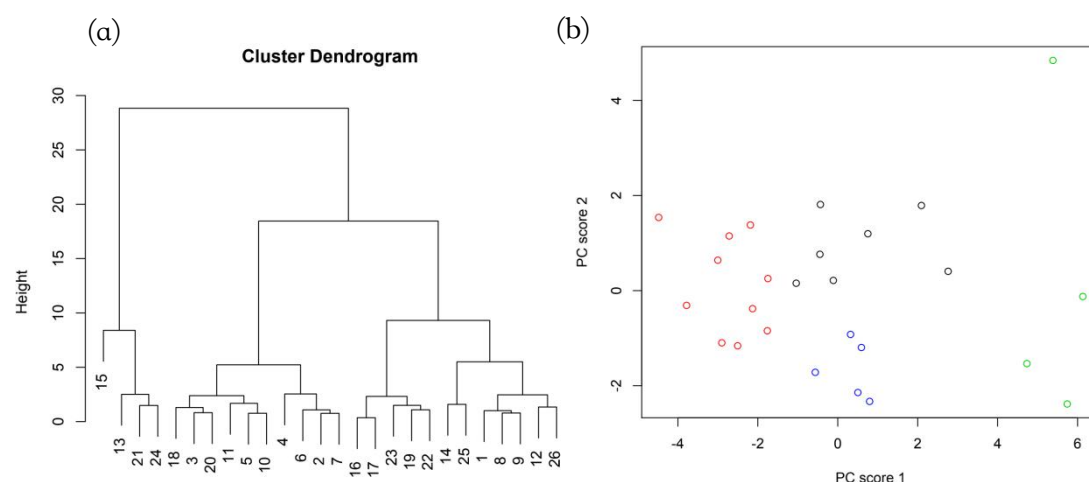


图 5 (a)层次聚类法（欧式距离、Ward's linkage）树状图。

(b)层次聚类法 4 个聚类的主成分得分散点图（不同颜色表示不同的类，紫色圆圈中的点在层次聚类法、k-中心点聚类法）

3.3.2 k-中心点聚类法

利用 cluster 包中的 pam 函数，设置聚类数为 4，对 4 个连续变量进行 k-中心点聚类分析，绘制前两个主成分得分的散点图，并用不同颜色表示不同的聚类，结果如图 6 所示。

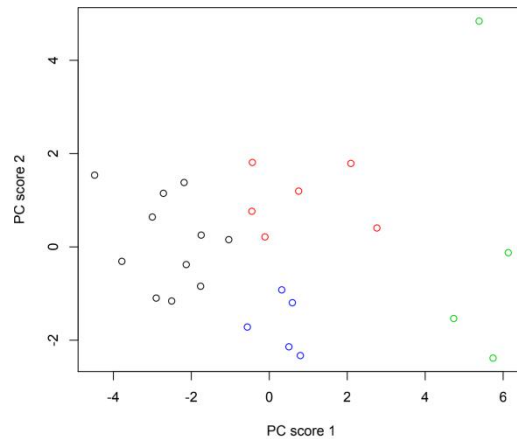


图 6 k-中心点聚类法 4 个聚类的主成分得分散点图（不同颜色表示不同的类）

3.3.3 两种聚类结果的对比与总结

对比两种聚类的结果可以发现，两种聚类法得到的聚类结果十分接近，只是类的编号顺序有所不同。事实上，除了第 1 个样本点之外，其他样本点的聚类结果在两种方法下没有差别。图 7 总结了两种聚类方法得到的结果，并用叉号标注了两种聚类法得到结果不一致的第 1 个样本点的位置。

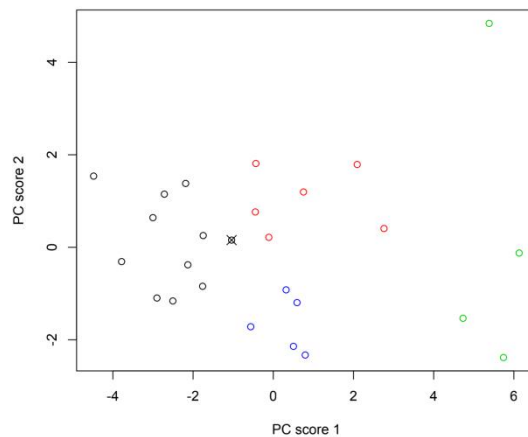


图 7 综合两种聚类方法的主成分得分散点图
(叉号表示两种聚类法结果不一致的点的位置)

由图 7 总结聚类的结果可以发现，得到的 4 类（分别称为 A, B, C, D 类）断面的水质特征各不相同：

- 1) A 类断面（图 7 中黑色点）水质以第一主成分得分较低为特点，根据前两个主成分含义，可以解释为溶解氧（DO）含量较低，水的自净能力较差。
- 2) B 类断面（图 7 中红色点）第一主成分得分为中等水平，但第二主成分得分偏高，可以解释为 B 类水质的特征是溶解氧（DO）含量中等，但高锰酸钾指数（COD）较高，说明尽管有一定的自净能力，但是有机物污染程度相对严重。
- 3) C 类断面（图 7 中蓝色点）的第一主成分得分中等，而第二主成分得分偏低，可以理解为 C 类水质溶解氧（DO）含量中等，并且高锰酸钾指数（COD）比较低，说明此类断面水质有足够的自净能力和较少的有机物污染，是比较优良的水质。和传统的水质标准分类对比可以发现，C 类断面和原始数据中所有的 II 类断面是完全一致的。

4) D 类断面 (图 7 中绿色点) 的第一主成分得分较高, 可以解释为溶解氧 (DO) 含量较高, 有较好的自净能力, 但是同时此类断面的第二主成分得分差异较大, 说明此类断面水体被有机物污染的程度有较大的差异。

3.4 判别分析

考虑到传统的水质标准分类下, II 类和 IV 类断面的数量较少, 因此考虑将已有的 4 个标准分类进行一些合理的合并再做进一步的判别分析。根据《水污染防治行动计划》中的说法, 达到或优于 III 类即可被称为水质优良[4], 因此选择将 II、III 类合并为第 1 类, 将 IV、V 类合并为第 2 类。

这样合并的好处是: 1) 从解释实际意义的角度来看, 可以认为第 1 类达到了水质优良的标准, 而第 2 类没有达到水质优良的标准, 因此根据检测指标给出的判别分析结果, 能够判断所在断面水质是否达到了水质优良的标准; 2) 从样本的角度来看, 合并后第 1 类有 15 个断面, 第 2 类有 11 个断面, 每类中的样本数更加充足, 并且两类的数目更加平衡; 3) 从统计分析方法来看, 如此合并能够使用两类别的 Fisher 线性判别分析进行判别, 方法和给出的结果均较为简洁。

利用 4 个连续变量的数据, 使用 MASS 包中的 lda 函数进行 Fisher 线性判别分析, 再利用 predict 函数根据 Fisher 线性判别给出的判别准则给出 26 个断面的类别。判别准则为: 当 $a'x \geq \frac{1}{2}a'(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$ 时, 判别为第 2 类; 当 $a'x < \frac{1}{2}a'(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$

时, 判别为第 1 类。其中 x 为某个断面的 4 个检测指标的测量结果 (列向量),

$$a' = (1.398, -0.465, 0.868, -0.490)', \bar{x}_1 = (7.713, 7.979, 4.173, 0.199)', \\ \bar{x}_2 = (7.629, 6.685, 5.936, 0.229)'.$$

为将判别分析给出的类别与真实类别进行比较, 计算混淆矩阵如表 2 所示。由表 2 可知, 根据此判别准则给出的判别结果的表征错误率 (APER) 为 $2/26=7.7\%$, 第 10、13 这 2 个断面实际为第 2 类, 但在判别分析中被判别为第 1 类。

表 2 Fisher 线性判别分析结果的混淆矩阵

		真实类别	
		1	2
判别类别	1	15	2
	2	0	9

为将判别分析的结果直观展示出来, 以点的形状表示判别分析给出的类别, 以点的颜色表示真实类别, 得到各个断面的前两个主成分得分的散点图如图 8 所示。

由图 8 结果可以发现, Fisher 线性判别分析方法给出的结果能够较好判别出第一主成分较低或者第二主成分较高的点为第 2 类水质, 即能较好判别出溶解氧含量 (DO) 低, 高锰酸钾指数 (COD) 含量高的断面水质达不到优良水质的标准, 但是对于第一、二主成分均较小, 或第一主成分较大而第二主成分较小的一些断面水质的判别出现了和真实类别不一致的情况。其中的原因主要是, 在传统的水质标准分类下, 如果 DO 一项很低, 或者 COD 一项很高, 即会判断为水质未达到优良标准, 这使得一些在其他指标下表现良好的断面可能因为某一项指标超标而被判断为未达到优良标准, 这些仅在某一项上超标点在现有的 Fisher 线性

判别所构造的线性分类器下可能是难以正确区分的。

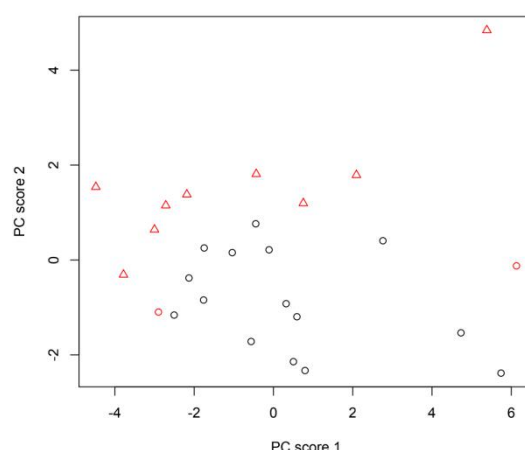


图 8 Fisher 线性判别分析结果的主成分得分散点图（圆圈、三角分别表示判别类别为第 1、2 类，黑色、红色分别表示真实类别为第 1、2 类）

4.研究结论

通过以上的数据分析，本研究主要得到了以下一些结论：

- 1) 根据主成分分析，解释了大多数方差的前两个主成分主要分别代表了溶解氧含量（DO）和高锰酸钾指数（COD），分别体现了水体的自净能力和有机物污染的程度。
- 2) 根据层次聚类及 k-中心点聚类分析，26 个断面可以聚集为 A、B、C、D 四类，A 类为低 DO 类，自净能力差；B 类为中 DO、高 COD 类，有机物污染严重；C 类为中 DO、低 COD 类，水质较好；D 类为高 DO 类，自净能力好但有机物污染程度差异较大。其中 C 类断面对应的水质最为优良，与传统水质标准分类中的 II 类相对应。
- 3) 根据 Fisher 线性判别分析，可以基于如下判别准则对已检测到 4 中指标的断面判断水质是否达到优良（传统水质标准分类 III 类及以上）：

$$\text{当 } a'x \geq \frac{1}{2}a'(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \text{ 时，判别为未达到优良；}$$

$$\text{当 } a'x < \frac{1}{2}a'(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \text{ 时，判别为达到优良。}$$

其中 x 为某个断面的 4 个检测指标的测量结果（列向量），根据本研究数据得，

$$a' = (1.398, -0.465, 0.868, -0.490)', \bar{x}_1 = (7.713, 7.979, 4.173, 0.199)',$$

$$\bar{x}_2 = (7.629, 6.685, 5.936, 0.229)'.$$

5.总结、不足及改进方向

本研究通过主成分分析、聚类分析探究了夏季淮河流域各个断面的水质特征，总结出了 A、B、C、D 四类断面的水质特征，并依据现有的水质标准分类，

利用判别分析给出了一种简洁的判别准则。本研究的结果为进一步理解夏季淮河流域各断面的水质特征、优化和完善现有的水质分类标准提供了一定的借鉴和参考，为未来淮河流域的水质治理提供了一定的启示。

本研究的一个不足之处是样本量不太大，并且由于可获取的数据有限，仅选择了淮河流域 2018 年夏季某一周的检测结果进行分析，可能受到一定偶然因素的影响，因此本研究的结论能否进一步推广还需要利用更多数据进一步验证。此外，在判别分析过程中，使用的 Fisher 线性判别分析给出的是线性分类器，而主成分得分的散点图显示现有的水质标准给出的分类可能有一定的非线性性，因此在之后对现有水质标准分类进行优化的过程中，可以尝试一些非线性分类器，如使用核线性判别分析等方法，可能能够得到更加准确的分类效果。

参考文献

- [1]赵培培. 淮河中上游闸坝建设的水量水质变化效应研究[D].郑州大学,2017.
- [2]何婷. 淮河流域中下游典型河段生态水文机理与生态需水计算[D].中国水利水电科学研究院,2013.
- [3]周宇建,张永勇,花瑞祥,左其亭,陈豪.淮河中上游浮游植物时空分布特征及关键环境影响因子识别[J].地理研究,2016,35(09):1626-1636.
- [4]中华人民共和国国务院. 水污染防治行动计划[Z]. 2015-04-16.
- [5]GB 3838-2002, 地表水环境质量标准[S].

附录

R 代码

```
#### input data ####
pl<-file.choose()
tab<-read.csv(pl,header=T)
tab<-tab[,-1]
names(tab)<-c("pH","DO","COD","NH3N","class")
tab$class<-as.factor(tab$class)

#### EDA ####
summary(tab)
dev.new()
par(mfrow=c(2,2))
hist(tab$pH,xlab="pH",main="Histogram of pH",prob=T)
lines(density(tab$pH),col="red")
hist(tab$DO,xlab="DO",main="Histogram of DO",prob=T)
lines(density(tab$DO),col="red")
hist(tab$COD,xlab="COD",main="Histogram of COD",prob=T)
lines(density(tab$COD),col="red")
hist(tab$NH3N,xlab="NH3N",main="Histogram of NH3N",prob=T)
lines(density(tab$NH3N),col="red")
shapiro.test(tab[,1])
shapiro.test(tab[,2])
shapiro.test(tab[,3])
shapiro.test(tab[,4])

#### PCA ####
pc<-prcomp(tab[,1:4])
sdev<-pc$sdev
plot(1:4,sdev,xlab="Index",ylab="Eigen values",type="b")
sum(sdev[1:2])/sum(sdev)
coef<-pc$rotation[,1:2]
round(coef,3)
pcscore<-pc$x[,1:2]

#### CA ####
sqrt(26/2) #3.605551
# hierachical #
res1<-hclust(dist(tab[,1:4]),method="ward.D")
plot(res1)
memb1<-cutree(res1,k=4)
plot(pcscore[,1],pcscore[,2],col=memb1,xlab="PC score 1",ylab="PC score 2")
# k-medoids #
```

```

library(cluster)
res2<-pam(tab[,1:4],k=4)
plot(pcscore[,1],pcscore[,2],col=res2$clustering,xlab="PC score 1",ylab="PC score
2")
# compare #
memb1
res2$clustering #first one different!
plot(pcscore[,1],pcscore[,2],col=res2$clustering,xlab="PC score 1",ylab="PC score
2")
points(pcscore[,1,1],pcscore[,1,2],pch=4,cex=1.5)
which(res2$clustering==1) #A:1 2 3 4 5 6 7 10 11 18 20
which(res2$clustering==2) #B:8 9 12 14 25 26
which(res2$clustering==3) #D:13 15 21 24
which(res2$clustering==4) #C:16 17 19 22 23
tab$class[which(res2$clustering==4)]# five 2

### DA ###
# LDA #
newclass<-rep(1,26)
newclass[which(tab$class==4|tab$class==5)]<-2
tab$newclass<-as.factor(newclass)
summary(tab$newclass) # 15 11
L2<-lda(newclass~pH+DO+COD+NH3N,data=tab)
yhat_L2<-predict(L2,tab)$class
a<-L2$scaling
round(a,3)
x1bar<-matrix(L2$means[1,])
x2bar<-matrix(L2$means[2,])
round(x1bar,3)
round(x2bar,3)
w<-1/2*t(a)%*%(x1bar+x2bar)
t(a)%*%as.matrix(t(tab[,1:4]))-matrix(w,ncol=26)
yhat_L2
count_L2<-table(pred=yhat_L2,true=tab$newclass)
count_L2
aper_L2<-sum(count_L2[row(count_L2)!=col(count_L2)])/sum(count_L2)
aper_L2 #0.07692308
which(yhat_L2!=tab$newclass) #10 13
plot(pcscore[,1],pcscore[,2],pch=as.numeric(yhat_L2),col=tab$newclass,xlab="PC
score 1",ylab="PC score 2")

```

全国主要流域重点断面水质自动监测周报（2018 年第 22 期）淮河流域数据

（来自中国环境监测总站网站 <http://www.cnemc.cn>，数据下载网址为 http://www.cnemc.cn/sss/szzdjczb/201806/t20180608_660242.shtml）

河流名称	序号	点位名称	断面情况	评价因子（单位：mg/L）				水质类别		主要污染指标
				pH*	DO	COD _{Mn}	NH ₃ -N	本周	上周	
淮河	1	信阳淮滨水文站	豫-皖省界	7.47	6.40	4.8	0.09	Ⅲ	Ⅲ	
	2	阜南王家坝	豫-皖省界	7.33	4.99	5.7	0.19	Ⅳ	Ⅲ	溶解氧
	3	淮南石头埠		7.35	5.49	4.0	0.21	Ⅲ	Ⅳ	
	4	蚌埠蚌埠闸	闸上	7.39	2.71	5.3	0.36	Ⅴ	Ⅳ	溶解氧
	5	滁州小柳巷	皖-苏省界	7.88	5.26	3.2	0.13	Ⅲ	Ⅱ	
	6	盱眙淮河大桥	皖-苏省界	7.53	4.36	4.8	0.18	Ⅳ	Ⅳ	溶解氧
洪汝河	7	驻马店班台	豫-皖省界	6.90	4.59	5.3	0.46	Ⅳ	Ⅳ	溶解氧
史灌河	8	信阳蒋集水文站	豫-皖省界	7.13	6.87	5.5	0.36	Ⅲ	Ⅳ	
颍河	9	界首七渡口	豫-皖省界	7.67	7.27	5.1	0.25	Ⅲ	Ⅲ	
沙河	10	周口沈丘闸	闸上	7.25	4.94	3.1	0.41	Ⅳ	Ⅳ	溶解氧
泉河	11	阜阳徐庄	豫-皖省界	7.70	3.82	3.7	0.17	Ⅳ	Ⅳ	溶解氧
黑茨河	12	阜阳张大桥	豫-皖省界	7.99	7.82	6.3	0.11	Ⅳ	Ⅲ	高锰酸盐指数
涡河	13	周口鹿邑付桥闸	豫-皖省界	8.81	13.3	6.4	0.11	Ⅳ	Ⅳ	高锰酸盐指数
浍河	14	永城黄口	豫-皖省界	7.95	8.98	7.2	0.16	Ⅳ	Ⅳ	高锰酸盐指数
包河		亳州颜集	豫-皖省界	-	-	-	-	★	★	
沱河	15	淮北小王桥	豫-皖省界	7.18	11.5	10.9	0.18	Ⅴ	Ⅴ	高锰酸盐指数
新汴	16	宿州泗	皖-苏	8.14	8.41	3.0	0.08	Ⅱ	Ⅱ	

河		县公路桥	省界							
新濉河	17	泗洪大屈	皖-苏省界	8.26	8.73	2.9	0.10	II	II	
奎河	18	宿州杨庄	苏-皖省界	7.35	5.72	4.7	0.85	III	V	
沿河	19	徐州李集桥	苏-鲁省界	7.70	8.31	3.9	0.18	II	III	
京杭大运河	20	枣庄台儿庄大桥	鲁-苏省界	8.00	5.89	3.7	0.19	III	II	
邳苍分洪道西偏泓	21	邳州邳苍艾山西大桥	鲁-苏省界	8.79	13.5	4.1	0.14	III	II	
武河	22	徐州小红圈	鲁-苏省界	6.64	8.10	4.0	0.15	II	II	
沂河	23	临沂重坊桥	鲁-苏省界	7.58	7.33	3.1	0.11	II	II	
白马河	24	临沂涝沟桥	鲁-苏省界	7.93	12.4	4.6	0.08	III	II	
沭河	25	临沂清泉寺	鲁-苏省界	7.80	10.0	6.0	0.07	III	IV	
新沭河	26	连云港大兴桥	鲁-苏省界	7.89	6.52	6.6	0.19	IV	IV	高锰酸盐指数

注： *pH 无量纲。★表示该断面因仪器故障、河流断流等原因未监测。