

聚类分析法在水质监测断面水质分析中的应用

高爽, 朱长军, 李步东

(河北工程大学 能源与环境工程学院, 河北 邯郸 056038)

摘要: 为了在不影响污水治理的前提下减少监测断面的设定, 利用 SPSS 中聚类分析的方法对滏阳河河段上八个监测断面的监测资料, 选取 COD、氨氮等五个水质指标监测数据进行优化分类, 并对监测断面的水质变化趋势做了简要的分析。结果表明: I 类监测断面(南留旺、东武仕水库、木鼻、张庄桥)水质较好, II 类监测断面(沁河苏曹站、曲周南干渠)和 III 类监测断面(苏里、莲花口)的水质污染较为严重, 而这些监测断面均位于邯郸市区内或者是经过市区以后的一段距离内。因此邯郸市内的重污染企业仍是水污染的主要污染源。聚类分析法可以很好地将多个水质断面进行归类分析, 并对河水污染治理起到指导作用。

关键词: 滏阳河; 聚类分析; SPSS; 水质监测

中图分类号: X832

文献标志码: A

The application of SPSS clustering analysis on water quality monitoring sections

GAO Shuang, ZHU Changjun, LI Budong

(College of Energy and Environmental Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan, 056038, China)

Abstract: In order to reduce the monitoring section settings without affecting the water pollution control, the SPSS clustering analysis is used in this paper. This paper is based on monitoring data of eight monitoring sections of Fuyang River and the spss cluster analysis is used to cluster five water quality indexes, such as COD, ammonia nitrogen and so on. This paper also makes a brief analysis of water quality variation on some monitoring sections. The results show that eight monitoring sections are divided into three categories. Thereby, this paper determines the affinities between the monitoring sections. It implied that clustering analysis can play a very good role in categorization analysis of multiple monitoring sections and water pollution control of Fuyang River.

Key words: Fuyang River; clustering analysis; SPSS; water quality monitoring

随着人口的增长和社会工业化进程的发展, 水污染成为一个全球性的问题^[1]。水污染治理刻不容缓, 其中模糊聚类分析^[2-5]是定量研究分类问题的一种多元统计方法, 它的应用非常广泛, 相关研究也不少^[6-7], 但是以滏阳河为研究对象的还比较少见。滏阳河的水质污染严重, 污染水体中的污染物种类复杂, 因此难以对水质进行总体的评价。本文通过聚类分析方法较好地解决了这一问题, 通过对水质监测指标数据的统计分析, 综合比较各监测断面水

质指标数据的关系, 将监测断面进行合理归类, 从而可以进一步对水质进行治理监测。

1 滏阳河流域水环境概况

滏阳河是子牙河水系的一条重要支流, 它发源于邯郸市峰峰矿区的黑龙洞泉群, 流经邯郸市的 5 县 5 区, 境内全长为 165 km, 流域面积为 2 747 km²。据东武仕^[8-9]水文站对滏阳河的观测结果显示, 滏

阳河多年的平均径流量为 4.09 亿 m³，多年的平均流量为 12 m³/s。流经邯郸市时，由于受到东武仕水库与张庄桥截制阀的控制，其最大流量为 35 m³/s，而最小流量为 0.65 m³/s^[10]。

本文选取了八个监测断面，分别为：南留旺、东武仕水库、木鼻、张庄桥、沁河苏曹站、苏里、莲花口和曲周南干渠。监测指标为总氮、总磷、氨氮、高锰酸钾指数和 COD 共五项(表 1)。评价标准采用《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅲ类水质评价标准。

对所有监测断面的各项指标的趋势变化做简要分析如图 1 所示：南留旺除总氮较高外，其他指标均较低，其中南留旺、东武仕水库、木鼻和张庄桥四个监测断面的各项指标均比较接近，沁河苏曹站和曲周南干渠的监测指标水平比较接近且稍高，而苏里和莲花口则是污染最严重的地方。以苏里和莲花口的氨氮为例，发现近些年来氨氮呈现下降趋势，水质污染情况有所好转(图 2)。

2 聚类分析的应用

本文利用聚类法对滏阳河部分河段的八个监测站点进行分类分析，最终将其分为三类，对滏阳河水质监测提供了有效的参考。

为了让不同监测指标之间的数据具有可比性，分析中应该首先对原始数据进行标准化处理，将其转化为无量纲的污染指数^[11]，换算公式为 $Z_i = \frac{C_i}{C_s}$ (Z_i 为标准化数据， C_i 为监测指标的实测值， C_s 为监测指标的评价标准值)；经过标准化后数据见表 2。

将各断面监测数据进行模糊聚类分析，采用 SPSS 软件进行计算，结果如图 3 所示。

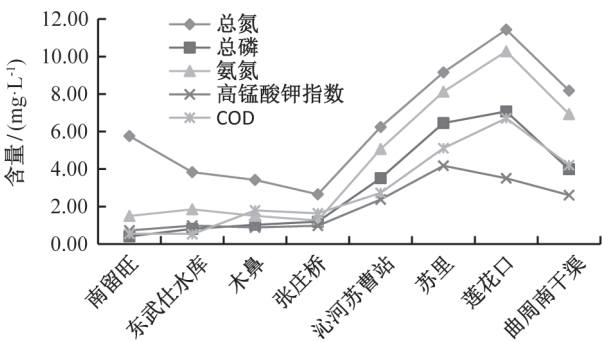


图 1 所有监测断面各项指标的变化趋势
Fig.1 Changing trend of all monitoring indexes in each monitoring site

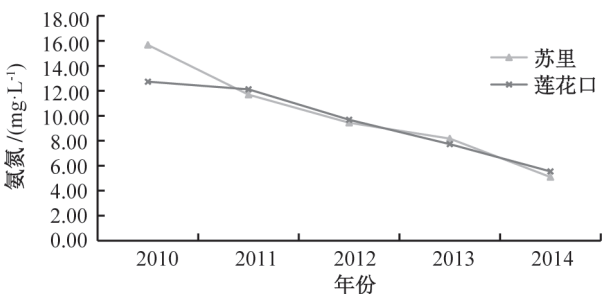


图 2 氨氮的变化趋势
Fig.2 Changing trend of ammonia nitrogen

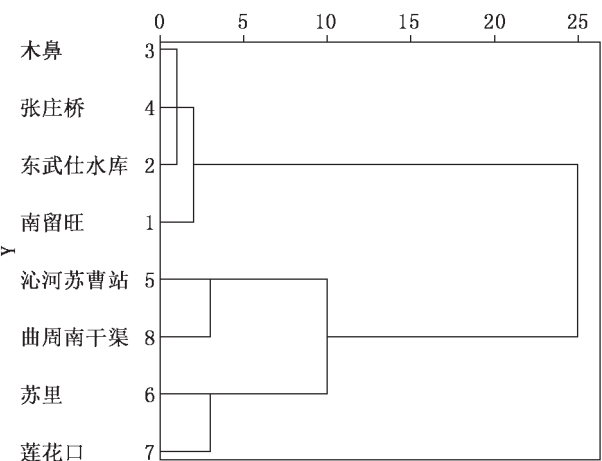


图 3 聚类分析树状图
Fig.3 Dendrogram of cluster analysis

表 1 滏阳河监测断面污染物数值
Tab.1 The pollutant value in monitoring section of Fuyang River

监测断面	断面编号	总氮	总磷	氨氮	高锰酸钾指数	COD
南留旺	1	5.76	0.08	1.50	4.36	10.95
东武仕水库	2	3.83	0.16	1.85	5.90	10.52
木鼻	3	3.42	0.21	1.50	5.32	35.89
张庄桥	4	2.65	0.24	1.26	5.86	32.75
沁河苏曹站	5	6.24	0.70	5.07	14.26	54.57
苏里	6	9.16	1.29	8.13	25.05	102.22
莲花口	7	11.43	1.41	10.28	21.05	134.16
曲周南干渠	8	8.18	0.80	6.93	15.65	84.14

(单位: mg/L)

表 2 标准化矩阵

(单位: mg/L)

Tab.2 Standardized matrix

监测断面	断面编号	总氮	总磷	氨氮	高锰酸钾指数	COD
南留旺	1	5.76	0.41	1.50	0.73	0.55
东武仕水库	2	3.83	0.81	1.85	0.98	0.53
木鼻	3	3.42	1.03	1.50	0.89	1.79
张庄桥	4	2.65	1.20	1.26	0.98	1.64
沁河苏曹站	5	6.24	3.51	5.07	2.38	2.73
苏里	6	9.16	6.45	8.13	4.18	5.11
莲花口	7	11.43	7.07	10.28	3.51	6.71
曲周南干渠	8	8.18	3.99	6.93	2.61	4.21

由图 3 聚类分析树状图可知：将 8 个监测断面分为 3 类较为合理，即：Ⅰ类监测断面包括木鼻、张庄桥、东武仕水库、南留旺四个监测站点；Ⅱ类监测断面包括沁河苏曹站和曲周南干渠两个监测站点；Ⅲ类监测断面包括苏里和莲花口两个监测站点。此类结果监测断面所在地理位置有着很大的关系。

3 结论

Ⅰ类监测断面(南留旺、东武仕水库、木鼻、张庄桥)位于监测河段的中上游,水体浩大,流速缓,有利于污染物的沉淀和生物降解,水体的自净能力较高,因此水质也较好。

Ⅱ类监测断面(沁河苏曹站、曲周南干渠),沁河苏曹站是邯郸市联纺路附近所设的站点,由于沿途污染企业开始逐渐增加,导致水质开始恶化,而曲周南干渠的水质由于在长时间的沉降、降解等作用,相对于苏里和莲花口两个站点的水质得到了好转。

Ⅲ类监测断面(苏里、莲花口),监测断面是通过邯郸市后所设的两个监测点。由于邯郸市有大量的电厂、化工区、印染和纺织等重污染企业,各种污染物在水中难以短时间内得到净化从而积累下来。有机污染物及其它污染指标均较为严重。即使莲花口离邯郸市市区较远,但水质仍非常严重。

从聚类结果可以明显发现,第Ⅲ类监测断面和第Ⅱ类监测断面的水质污染较为严重,而这些监测断面均位于邯郸市区内或者是经过市区以后的一段距离内。因此邯郸市内的重污染企业仍是水污染的主要污染源。加强对企业污水达标排放的控制对于滏阳河水质的改善可以取得良好的效果。

参考文献:

[1] 石虹. 浅谈全球水资源态势和中国水资源环境问题 [J]. 水土保持研究, 2002, 9(1): 145-150.

[2] 张文彤, 董伟. SPSS 统计分析高级教程 [M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2013: 287.

[3] 张旋, 王启山, 于森, 等. 基于聚类分析的水质标识指数和水质评价方法 [J]. 环境工程学报, 2010, 4(2): 476-480.

[4] 王晶, 孙世群, 邵超. 模糊聚类分析法在水质监测断面优化中的应用 [J]. 广州化工, 2012, 40(7): 153-160.

[5] 张月霞, 毛金龙. 层次聚类分析法在水质监测点优化中的应用 [J]. 环境科学导刊, 2016, 35(1): 20-25.

[6] 孙慧媛, 孙瑞华, 张秀艳, 等. 基于聚类分析的支气管哮喘慢性持续期证候特征研究 [J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(1): 313-316.

[7] 刘铭, 朱长军, 顿珠嘉措. 聚类分析方法在济宁市水质分析中的应用 [J]. 河北工程大学: 自然科学版, 2014, 31(2): 67-71.

[8] 李树文, 王若男, 龙亚会, 等. 滏阳河东武仕水库至苏里桥段水质模型研究 [J]. 科学技术与工程, 2015, 15(3): 300-303.

[9] 闫现通, 韩法垚, 杨瑞锋. 邯郸市滏阳河综合治理建设思路及措施 [J]. 水科学与工程技术, 2010(S1): 94-95.

[10] 王慧勇, 刘世虹. 邯郸市主城区滏阳河水质状况分析及防治对策 [J]. 河北建筑科技学院学报: 社科版, 2005, 22(3): 36-37.

[11] 周志军, 潘三军, 杨培慧. SPSS 模糊聚类分析法在水质监测断面聚类分析中的应用 [J]. 仪器仪表与分析监测, 2007(4): 32-35.

(责任编辑 王利君)