

## 2012—2014年蛮河中上游水体污染时空变化研究

李涛, 文朝志, 莫琼 (中南安全环境技术研究院股份有限公司, 湖北武汉 430071)

**摘要** 通过2012—2014年蛮河市断面和孔湾断面水质监测结果的聚类分析,探讨了蛮河流域河流污染时空变化的原因和特点。结果表明,蛮河水质总体呈好转趋势,但污染仍比较严重,主要污染指标为总磷、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 及阴离子表面活性剂等。2个监测断面的总磷污染都最为严重,达到V类以上,各污染指标均表现出明显的季节波动。上游朱市断面水质状况要好于中游孔湾断面,主要是由两地的工农业结构和规模上的差异导致。

**关键词** 蛮河;水质;水污染;时空变化

中图分类号 X522 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)32-0061-04

### Study on the Spatial and Temporal Changes of Water Pollution in the Upper and Middle Reaches of the Manhe River during 2012-2014

LI Tao, WEN Chao-zhi, MO Qiong (Central-southern Safety & Environment Technology Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430071)

**Abstract** Based on the clustering analysis of the water quality monitoring results of the Manhe river at the Zhushi section and Kongwan section during 2012-2014, the causes and characteristics of the temporal and spatial changes of Manhe River pollution in the river basin were discussed. The results showed that the water quality of Manhe River was improved, but the pollution was still serious. The main pollution indicators for the total phosphorus,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ ,  $\text{BOD}_5$  and anionic surfactants. The total phosphorus pollution of the two monitoring sections was the most serious, reaching more than V class. The diagrams of pollution indicators have shown a significant seasonal fluctuations. The water quality of Zhushi section in the upper reach was better than that of the Kongwan section in the middle reach, mainly due to the differences in the structure and scale of the industrial and agricultural industries.

**Key words** Manhe River; Water quality; Water pollution; Temporal and spatial change

南水北调中线工程是改变我国北方地区水资源短缺的重大水利工程,汉江上游的丹江口库区是其主要水源地。南水北调中线工程的实施将重新调配我国南北水资源的分布,调水给汉江经济带带来了发展的机遇,但也突显了汉江中下游生产生活用水不足的矛盾。因此,改善和保持汉江水系的水质,提高水资源的利用率成为保障汉江经济带稳定可持续发展的一项要务<sup>[1]</sup>。

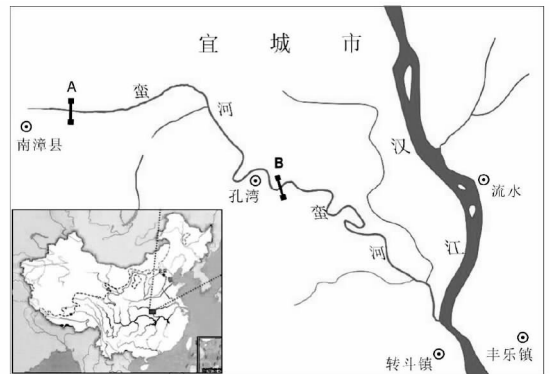
河流水质变化是自然因素和人类社会活动综合作用的结果,不仅反映了流域内自然环境的变化,如气候、水文、地质等要素,也反映了社会经济发展、人类生产生活等行为对河流的影响或改造,因此河流污染物浓度和成分往往表现出复杂的时空变化<sup>[2-4]</sup>。蛮河是汉江的支流之一,流经保康、南漳、宜城、钟祥等县市,是沿岸人民生活用水的重要来源,对其水质的监测和分析,有助于河流的综合治理及流域相关城市制定合理的经济发展规划。笔者通过分析2012—2014年蛮河中上游水体污染时空变化,研究了蛮河流域污染时空变化的特点,以期对蛮河水体污染治理提供科学依据。

#### 1 研究区概况与研究方法

**1.1 蛮河流域概况** 蛮河是汉江的重要支流,全长187.5 km,发源于保康县与南漳县交界处,流经南漳、宜城,至钟祥市转斗镇小河口汇入汉江,流域面积3 276 km<sup>2</sup>(图1)。多年平均径流量6.04亿 m<sup>3</sup>,流域多年平均降雨量1 014.7 mm,降水主要集中在5—10月。

蛮河流域建有三道河、石门集和云台山等各级水库,总库容量约5.92亿 m<sup>3</sup>,为南漳、宜城等地居民提供生产生活水

源,其中包括约4.13万 hm<sup>2</sup>农田的灌溉水源,另一方面蛮河也接纳沿岸城市的工业和生活废水排入。



注:A.朱市断面;B.孔湾断面

Note: A. Zhushi section; B. Kongwan section

图1 蛮河流域及监测断面分布

#### Fig. 1 Distribution of Manhe River basin and monitoring sections

**1.2 研究方法** 根据实地考察,在蛮河设置了朱市和孔湾2个监测断面,分别距离蛮河河口47和35 km(图1)。

监测指标主要包括:溶解氧(DO)、高锰酸盐指数、化学需氧量( $\text{COD}_{\text{Cr}}$ )、五日生化需氧量( $\text{BOD}_5$ )、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、砷、六价铬、镉、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂17个指标。监测时段为2012—2014年(阴离子表面活性剂监测时段为2013—2014年),每月监测1次( $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 为2012年每2个月监测1次,2013—2014年每月1次),2014年2月样品缺失,无数据。

水质评价依据是《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的水质类型标准,其评价方法采用单因子评价法,通过单项指标测试值与水质评价标准对比来判断该项目的水

**基金项目** 环保部重点项目“鄂北地区水资源配置工程受水区水污染防治规划”。

**作者简介** 李涛(1979—),女,山东日照人,高级工程师,博士,从事环境影响评价及规划研究。

**收稿日期** 2017-09-28

质类型<sup>[5]</sup>。对2013—2014年监测记录进行聚类分析(为保证参与分析的各指标样品数量一致,未选取2012年数据),其基本原理是根据污染指标间的相似性或相异性程度来决定指标间“距离”的远近,对指标进行分类,从而分析污染指标的主要来源<sup>[6-8]</sup>,探讨蛮河污染的时空变化。

## 2 结果与分析

**2.1 蛮河水质总体情况** 根据GB 3838—2002《地表水环境质量标准》,2012—2014年蛮河朱市断面和孔湾断面水质污染总体上较严重,达到V类或劣V类(表1),总磷、COD<sub>Cr</sub>、

BOD<sub>5</sub>及阴离子表面活性剂有超标情况出现,其中总磷超标较为严重,超标月份较多,COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>及阴离子表面活性剂零星超标。

**2.2 蛮河水质的时空变化** 蛮河水体DO、总磷、高锰酸盐指数、氨氮、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、阴离子表面活性剂7类主要污染指标的逐月监测结果(图2)表明,虽然朱市断面和孔湾断面的总体水质情况相似,但各项污染指标的时空变化却存在明显差异。

表1 2012—2014年蛮河水质状况

Table 1 Water quality of Manhe River during 2012—2014

断面名称 Monitoring section	年份 Year	水质状况 Water quality	超标因子 Excessive indexes
朱市断面 Zhushi section	2012	V类或劣V类,部分月份超标	总磷、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub>
	2013	V类或劣V类,部分月份超标	总磷、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、阴离子表面活性剂
	2014	V类或劣V类,部分月份超标	总磷、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、阴离子表面活性剂
孔湾断面 Kongwan section	2012	V类或劣V类,部分月份超标	总磷、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、阴离子表面活性剂、氨氮
	2013	V类或劣V类,部分月份超标	总磷、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、阴离子表面活性剂、氨氮
	2014	劣V类,部分月份超标	总磷、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、阴离子表面活性剂、氨氮

朱市断面和孔湾断面的DO变化趋势基本同步,污染主要集中在7—9月,但孔湾断面的污染程度明显要高于上游的朱市断面,2014年孔湾断面DO的污染程度出现显著降低,污染程度基本与朱市断面达到相同水平;朱市断面和孔湾断面的总磷污染程度最严重,每年污染程度达到V类或劣V类的月份均超过5个月(2013年最为严重,总磷污染程度达到V类或劣V类的月份,朱市断面有8个月,孔湾断面有10个月),2014年朱市断面的总磷污染程度略有下降;2个监测断面的高锰酸盐指数变化在II~V类,孔湾断面的污染程度和高污染月份数均高于朱市断面,朱市断面只有若干月份污染程度达到III类,而孔湾断面污染程度高于或等于III类的月份,每年平均达8个月;朱市断面的氨氮污染情况较轻,只有零星月份达到III类,而孔湾断面污染程度达到或超过III类的月份明显多于朱市断面;朱市断面和孔湾断面的BOD<sub>5</sub>月际波动较大(最好的月份2个监测断面的检测值都为I类,最差的月份孔湾断面达到劣V类,朱市断面达IV类),污染严重的月份一般在1—5月;朱市断面和孔湾断面的COD<sub>Cr</sub>的波动变化也较大,孔湾断面波动更加频繁;2013—2014年,阴离子表面活性剂污染程度变化也较大,朱市断面的污染情况略好于孔湾断面。

朱市断面和孔湾断面DO、总磷、高锰酸盐指数、氨氮、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、阴离子表面活性剂等指标的逐月记录表明,蛮河中上游水体的主要污染指标存在明显的时空变化,2014年DO、氨氮、BOD<sub>5</sub>等指标的污染程度明显降低。

**2.3 蛮河水质时空变化原因** 朱市断面位于蛮河上游南漳县,据2014年湖北省环保部门统计,区域内主要污染物来源包括:工业污染企业8家,畜禽养殖企业106家,生活污水排放量1549.6万t,农业废水排放量1730.65万t。孔湾断面

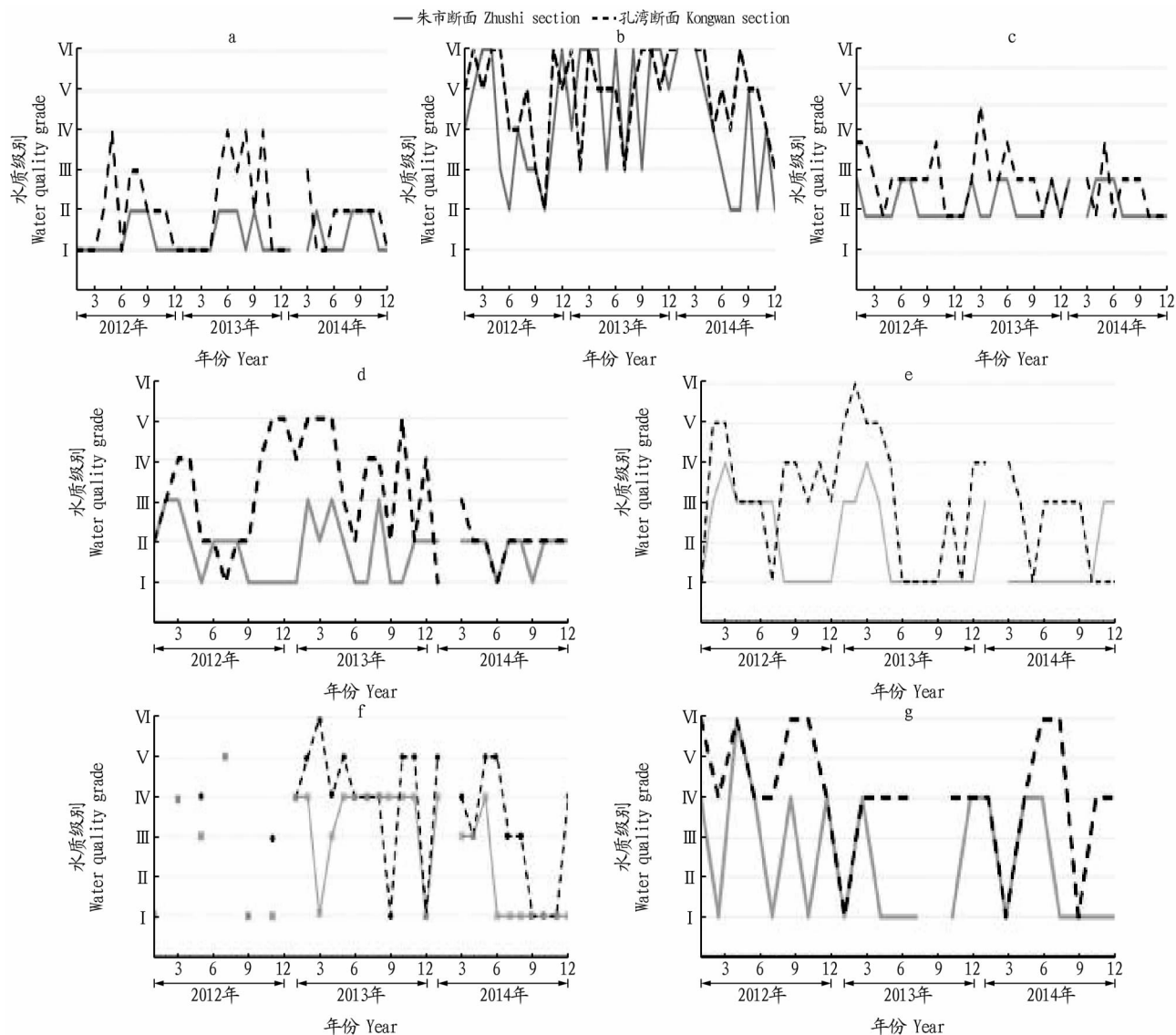
位于蛮河中游,距朱市断面12km(图1),2014年区域内主要污染物来源包括:工业污染企业20家,畜禽养殖企业351家,生活污水排放量为2122.4万t,农业废水排放量3837.1万t。可见,由于宜城市的城市规模、工、农、养殖业都大于南漳市,且位于南漳市的下游,因此导致孔湾断面的各污染指标含量普遍高于朱市断面。

2013—2014年朱市断面主要污染指标的聚类分析结果见图3,按照相似程度污染指标可以分为4类:①总磷、COD<sub>Cr</sub>、高锰酸盐指数;②氨氮、BOD<sub>5</sub>;③阴离子表面活性剂;④DO。2013—2014年孔湾断面主要污染指标的聚类分析结果见图4,按照相似程度污染指标可以分为5类:①氨氮、BOD<sub>5</sub>;②高锰酸盐指数、COD<sub>Cr</sub>;③阴离子表面活性剂;④DO;⑤总磷。

综合分析表明,朱市断面和孔湾断面污染指标在来源上也存在一定差异。朱市断面的总磷和COD<sub>Cr</sub>污染主要来源于南漳县的磷化工企业生产废水和周边居民生活污水排放;高锰酸盐指数、氨氮、BOD<sub>5</sub>主要来自化肥相关的工业企业废水排放。孔湾断面的氨氮、BOD<sub>5</sub>主要源自宜城市大雁、雷河工业园区企业污水及居民生活污水排放,其中大雁工业园区湖北新楚钟肥业有限公司、楚天化纤有限公司等工业企业均有大量含氨氮废水排放;高锰酸盐指数、COD<sub>Cr</sub>污染也主要来自大雁、雷河工业园区其他类型的工业企业废水排放;总磷的来源主要与周边城镇居民生活污水及工业废水排放有关。阴离子表面活性剂是洗涤剂的主要成分<sup>[9]</sup>,朱市断面和孔湾断面的阴离子表面活性剂超标主要是由于周边居民生活污水排放所导致;河流水体中DO含量的高低与多种因素有关,会随温度、压力、盐分、藻类、水深等条件的变化而改变<sup>[10-13]</sup>,朱市断面水体DO情况一直较好,孔湾断面DO超

标主要出现在 2013 年 7—9 月,与该时段气温较高及其他有  
机污染盐超标有关。2014 年蛮河中上游水体质量好转,主要

得益于襄阳市加大水污染整治力度,使蛮河、汉江等过境河  
流的水质有一定程度的好转。



注:a. DO;b. 总磷;c. 高锰酸盐指数;d. 氨氮;e. BOD<sub>5</sub>;f. COD;g. 阴离子表面活性剂

Note:a. DO;b. Total phosphorus;c. Permanganate index;d. Ammonia nitrogen;e. BOD<sub>5</sub>;f. COD;g. Anionic surfactant

图 2 2012—2014 年 蛮 河 主 要 污 染 指 标 变 化

Fig. 2 The variation of the main pollution indexes of the Manhe River during 2012 - 2014

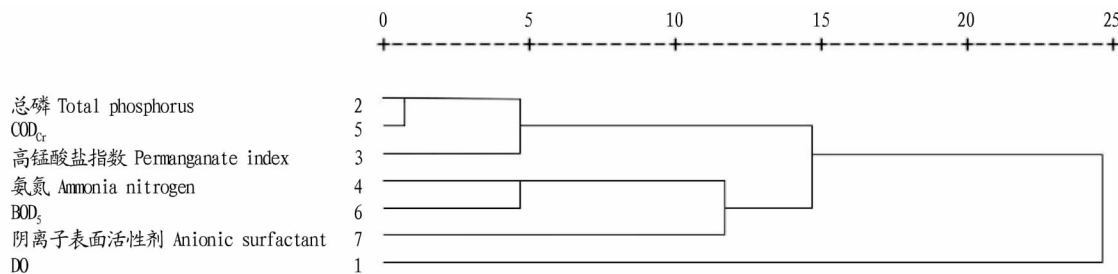


图 3 2013—2014 年 蛮 河 朱 市 断 面 主 要 污 染 指 标 聚 类 分 析 结 果

Fig. 3 Clustering analysis results of major pollution indicators at Zhushi section during 2013 - 2014

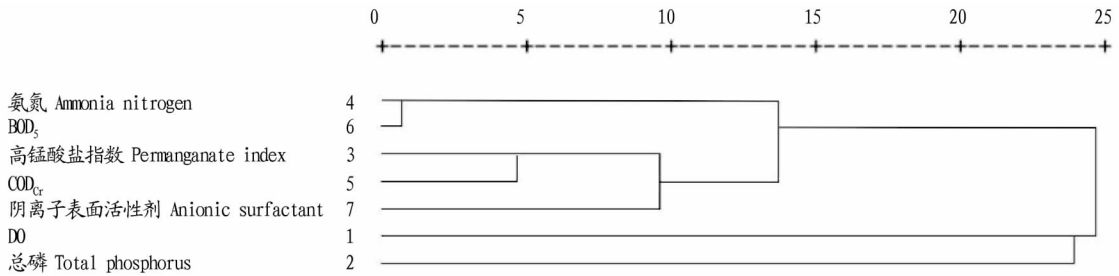


图4 2013—2014年蛮河孔湾断面主要污染指标聚类分析结果

Fig. 4 Clustering analysis results of major pollution indicators at Kongwan section during 2013 - 2014

### 3 结论

总体上看,2012—2014年蛮河中上游南漳至宜城段水质都存在超标现象,部分月份甚至达到劣V类。主要污染指标为总磷、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、阴离子表面活性剂、氨氮,2014年蛮河水质有所好转,但水污染防治工作还需要进一步加强。

由于南漳县和宜城市在城市规模、农业和畜禽养殖规模及工业结构上存在明显差异,因此蛮河上游和中游的主要污染因子存在明显的时空差异和变化。两地应根据该地的实际情况有针对性地制定河流水资源保护和开发规划,促进蛮河流域城镇的经济和水生态环境可持续发展,保障南水北调中线工程的生态安全。

### 参考文献

- [1] 蔡述明,殷鸿福,杜耘,等. 南水北调中线工程与汉江中下游地区可持续发展[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(4):409-412.
- [2] SINGH K P, MALIK A, SINHA S. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti River (India) using multivariate statistical techniques: A case study [J]. Analytical chimica acta, 2005, 538(1/2):355-374.
- [3] CULLAJ A, HASKO A, MIHO A, et al. The quality of Albanian natural waters and the human impact [J]. Environment international, 2005, 31(1):133-146.
- [4] 于兴修,杨桂山. 典型流域土地利用/覆被变化及对水质的影响:以太

湖上游浙江西苕溪流域为例[J]. 长江流域资源与环境,2003,12(3):211-217.

- [5] 王娟,高原. 水环境质量评价3种方法的应用对比[J]. 工业安全与环保,2007,33(2):16-17.
- [6] SHRESTHA S, KAZAMA F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan [J]. Environmental modelling & software, 2007, 22(4):464-475.
- [7] GAMBLE A, BABBAR-SEBENS M. On the use of multivariate statistical methods for combining in-stream monitoring data and spatial analysis to characterize water quality conditions in the White River basin, Indiana, USA [J]. Environmental monitoring & assessment, 2012, 184(2):845-875.
- [8] JHA D K, VINITHKUMAR N V, SAHU B K, et al. Multivariate statistical approach to identify significant sources influencing the physico-chemical variables in Aerial Bay, North Andaman, India [J]. Marine pollution bulletin, 2014, 85(1):261-267.
- [9] 王陆军,俱国鹏. 渭河宝鸡市区段阴离子表面活性剂污染研究[J]. 重庆环境科学,2003,25(12):7-9.
- [10] 郑盛华,王宪,邱海源. 不同养殖水体溶解氧与环境因子关系的比较[J]. 海洋环境科学,2007,26(1):49-52.
- [11] 张莹莹,张经,吴莹,等. 长江口溶解氧的分布特征及影响因素研究[J]. 环境科学,2007,28(8):1649-1654.
- [12] 陈春华. 海口湾的溶解氧及海水水质指标限制值问题[J]. 海洋学报,2006,28(2):146-150.
- [13] 丁梅梅,李小玲. 湟水流域水中溶解氧(DO)的含量及其规律分析[J]. 环境与监测,2015(2):20-22.

(上接第60页)

- [10] 潘建林,徐在宽,唐建清,等. 湖泊大型贝类控藻与净化水质的研究[J]. 海洋湖沼通报,2007(2):69-79.
- [11] REEDERS H H, DE VAATE A B. Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): A new perspective for water quality management [J]. Hydrobiologia, 1990, 200:437-450.
- [12] 马晓娜,李蕊,孙国祥,等. 贝藻混养对大西洋鲑养殖废水的生物滤除[J]. 海洋科学,2016,40(1):32-39.
- [13] BASTVIKEN D T E, CARACO N F, COLE J J. Experimental measurements of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) impacts on phytoplankton community composition [J]. Freshwat Biol, 1998, 39(2):375-386.
- [14] TROELL M, HALLING C, NEORI A, et al. Integrated mariculture: Asking the right questions [J]. Aquaculture, 2003, 226(1/2/3/4):69-70.
- [15] 董波,薛钦昭,李军. 滤食性贝类摄食生理的研究进展[J]. 海洋科学, 2000, 24(7):31-34.

- [16] 王吉桥,郝玉冰,张蒲龙,等. 栉孔扇贝与海胆和海参混养的净化水质作用[J]. 水产科学,2007,26(1):1-6.
- [17] 李润玲,丁君,沈妍,等. 光滑河蓝蛤酶活性对结冰前水温变化响应试验数据的分析与拟合[J]. 海洋环境科学,2015,34(5):706-712.
- [18] BAYNE B L, HAWKINS A J S, NAVARRO E. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations [J]. Journal of experimental marine biology & ecology, 1987, 111(1):1-22.
- [19] HAWKINS A J S, SMITH R F M, BAYNE B L, et al. Novel observations underlying the fast growth of suspension-feeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis* [J]. Marine ecology progress, 1996, 131(1/2/3):179-190.
- [20] 张继红,吴桃,高亚平,等. 5种滤食性贝类对牙鲆的粪便、残饵及网箱养殖区沉降物的摄食行为[J]. 水产学报,2013,37(5):727-734.

## 科技论文写作规范——文内标题

文章内标题力求简短,一般不超过20字,标题内尽量不用标点符号。标题顶格书写,文内标题层次不宜过多,一般不超过4级,分别以1;1.1;1.1.1;1.1.1.1方式表示。