远洋渔业船载加工装备与技术研究进展

陈勇^{1,2}, 陈雪忠¹, 刘志东^{1*}, 黄洪亮¹, 曲映红³, 汪一红¹, 屈泰春¹, 宋学锋¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090; 2. 上海开创远洋渔业有限公司, 上海 200090; 3. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要 远洋渔船是远洋渔业船载加工和贮运的主要载体。由于远洋渔业渔获物来源集中、容易腐败、捕获后需要尽快加工, 而且加工、贮运场所空间有限的特点, 远洋渔业船载加工装备与技术已成为影响远洋渔业产业的“瓶颈”之一。通过广泛查阅国内外相关资料, 综述了远洋渔业船载加工装备与技术的发展历程及现状, 比较了国内外远洋渔业船载加工装备与技术的优势和不足, 分析并预测了我国远洋渔业船载加工装备与技术的发展趋势, 得出我国远洋渔业船载加工装备与技术将朝着装备标准化、技术先进化和功能综合化的方向发展。通过突破核心部件和关键技术, 为发展节能环保、智能高效、综合利用的远洋渔业船载加工装备与技术提供保证, 推动我国远洋渔业发展。

关键词 远洋渔业; 船载; 加工装备; 加工技术; 进展

中图分类号 S985 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)09-0090-04

Progress of Onboard Processing Equipment and Technology of Distant Fishery

CHEN Yong^{1,2}, CHEN Xue-zhong¹, LIU Zhi-dong^{1*} et al (1. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090; 2. Shanghai Kaichuang Deep Sea Fisheries Co., Ltd., Shanghai 200090)

Abstract Ship is the main carrier of onboard processing and storage of distant water fishery. Due to concentrated source of catch, susceptible to corruption, after catching the catch need to be processed as soon as possible, the limitation of processing and storage space, onboard processing equipment and technology restricts the development of distant water fisheries. Through broad access to domestic and foreign relevant data, the article reviews the history and status of onboard processing equipment and technology of distant water fishery, compares the advantages and disadvantages of onboard processing equipment and technology at home and abroad, analyzes and forecasts the development trend. In the future, onboard processing equipment and technology will be towards the direction of equipment standardization, advanced technology and comprehensive function. Through breakthrough core components and key technology, the aim is to provide basis for developing energy conservation and environmental protection, intelligent and efficient, comprehensive utilization onboard processing equipment and technology, to promote the development of distant fisher in China.

Key words Distant fishery; Onboard; Processing equipment; Processing technology; Progress

远洋渔业是指在公海和外国管辖海域从事海洋捕捞以及与之相关的加工、补给和产品运输等的渔业活动。由于近年来近浅海渔业资源日渐衰竭, 开发利用远洋渔业资源已成为我国海洋渔业资源开发利用的重点方向和领域。随着远洋渔业的迅猛发展, 我国远洋渔船的数量和规模快速增加, 针对远洋渔业船载加工装备和技术的需求和要求也日益扩大和提高^[1-2]。远洋渔获物的船载加工是远洋渔业商品化价值实现的主要途径。远洋渔业船载加工装备与技术是改变远洋渔获物初级形态、决定终端产品特性、实现增值的关键环节, 也是远洋渔业工业化的具体体现^[3-7]。远洋渔业船载加工装备与技术的发展水平也是衡量一个国家远洋渔业实力的重要标志。笔者综述了国内外远洋渔业船载加工装备与技术的研究进展, 以期推动我国远洋渔业船载加工装备与技术的发展。

1 远洋渔业船载加工装备与技术研究现状

1.1 国外研究现状 目前, 美国、德国、日本等水产品加工装备和技术比较先进的国家已经形成较完整的制造体系。相关装备的单机生产能力高、自动化程度高、兼容性好、产品

稳定可靠, 正在向智能化、集成化、信息化方向发展; 产品生产线正在向模块化、自动化、智能化方向发展, 以满足水产品加工业可靠、安全、高效的要求^[5]。目前, 全球涉及水产品加工装备的公司主要有 BAADER(德国)、Marel(爱尔兰)、Sunwell(加拿大)、AEW Delford(英国)、3X Technology(爱尔兰)、Cretel NV(比利时)、Dantech(丹麦)和 Scanvaegt(丹麦)等^[8-9]。2006年, 加拿大 Sunwell 公司生产了全球第 1 套渔获物快速冷却用船载低盐度深冷冰浆系统; 2008年, 瑞典 A renco VMK 公司开发的船载全自动鱼类处理系统能够实现精确定位、自动操作^[8]; 挪威设计建造了全球第 1 艘兼具捕捞、加工功能的南极磷虾捕捞加工船。虽然国外机器人和自动化技术已经在全球海洋食品产业的许多领域获得应用, 在某些单一加工单元已实现自动化, 或与人力相结合, 但目前的机械化和自动化都是基于现有技术捆绑式的解决方案, 在加工全过程和原材料高效利用方面还不能实现更高层次的自动化^[10](表 1)。

1.2 国内研究现状 1985年3月, 以从德国引进“开创号”拖网加工船为起点, 我国进入了引进国外船载加工装备和技术阶段; 2013年, 从日本引进“福荣海”号南极磷虾捕捞加工船, 我国进入了以引进和自主创新为主的阶段。经过 30 多年的发展, 我国远洋渔业船载加工装备与技术实现了由追求数量向注重质量的转变、由仿制为主向自主创新的转变、由贮藏保鲜向精深加工的转变、由注重单元装备与技术向系统集成创新的转变^[19-21]。虽然我国已经跻身远洋渔业大国之列, 但还没有成为远洋渔业强国。远洋渔业的发展规模和现

基金项目 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2016HY-ZD0903, 2016HY-ZD1003); 上海市科技兴农项目(沪农科攻字[2015]第5-5号); 公益性行业(农业)科研专项(201203018); 国家“863”计划(2012AA092304)。

作者简介 陈勇(1966—), 男, 上海人, 工程师, 从事远洋渔业资源开发利用研究。*通讯作者, 副研究员, 博士, 从事水产品加工与产物资源利用研究。

收稿日期 2017-02-15

表 1 国外远洋渔业船载加工装备与技术现状

Table 1 Onboard processing equipment and technology of distant water fishery in other countries

加工环节 Processing links	加工装备 Processing equipments	加工对象 Processing objectives	优势 Advantages	公司 Companies
分级 Grading	虾分级装备、PRG 分级装备	虾、鱼	增产提质	Laitram Machinery ^[11]
	性别分类机	鱼类	高速	Marel ^[12]
	全鱼分级机、紧凑型/智能型分级机	远洋渔获物	高效、产品品质好	Inventive marine ^[13]
去内脏 Removal of gut	公主式切割机	白鱼(鲑鱼、绿鲑、黑线鲑)	高速、自动	Baadere ^[14]
去鳞 Removal of scale	IS 069	黑线鲑	高速、适用范围广	Baadere ^[14]
	RS25	远洋渔获物	高效、产品品质好	CreteI ^[15]
	自动高速去鳞机	远洋渔获物	高速、易于安装	Seafood technology ^[16]
去头 Decapitating	Baader588 212 HR, 212PA, 192 HR, 1741, 429, 39 HR, 444, 408, 434, IS 034	白鱼(阿拉斯加绿鲑、绿鲑、鲑鱼、狗鲑、黑线鲑)	高效、产品品质好	Baadere ^[14]
	C 3027V	远洋渔获物	高效、产品品质好	Seafood technology ^[16]
去皮 Peeling	Baader52, 54, TRIO FDS - 35, TRIO FDS - 55	白鱼(阿拉斯加绿鲑、狗鲑、鲑鱼、绿鲑、黑线鲑)、金枪鱼	高效、产品品质好	Baadere ^[14]
	自动/热水/冷水去壳	暖水虾(热带虾类), 冷水虾(北大西洋对虾)	高效、产品品质好	Laitram Machinery ^[11]
	Oannes 362 型、365 型、Nobilis 460SQ、460V、460T、Adamas 46、Adamas 2	黑线鲑、牙鲑、鲑鱼、鲤鱼、石斑鱼、梭子鱼、鲑鱼、墨鱼、鳗鱼、蝴蝶鲱鱼	高效、产品品质好	CreteI ^[15]
	冻鼓去皮机 FD 300、C2031、V1258	黑线鲑、牙鲑、绿青鲑、鲑鱼、鲑、沙丁鱼、鲱鱼	高效	Seafood technology ^[16]
剖分 Splitting	Baader 541	白鱼(鲑鱼、绿鲑)	高效、产品品质好	Baadere ^[14]
去骨 Boning	EXOS 130 手持式/KajOlesen EM 103 二通道自动/KajOlesen EM 302 六通道去骨机	远洋渔获物	使用方便、易于安装	Seafood technology ^[16]
	Midi 碎骨去除机	远洋渔获物	快速、安全、易用	Inventive marine ^[13]
切片	Baader 580, 588, 212, 182, 192 等	白鱼(阿拉斯加绿鲑、狗鲑、鲑鱼、绿鲑、黑线鲑)	高效、产品品质好	Baadere ^[14]
Cutting into slices	C2011	黑线鲑、大西洋绿鲑、太平洋鲑、绿鲑、狼鱼等	高效、产品品质好	Seafood technology ^[16]
修整 Repairing and maintaining	IS 069	黑线鲑	高效、产品品质好	Baadere ^[14]
蒸煮 Cooking	蒸煮器	远洋渔获物	高效、产品品质好	3 X technology ^[17]
冷冻 Freezing	流速控制 - 链式输送机/流速控制塔 - 带旋转架的双室	虾、蟹等	产品品质好	Laitram Machinery ^[11]
	雨淋式冷却器	远洋渔获物	高速、产品品质高	Baadere ^[14]
冷却/制冰	液态冰制冰机	虾等	节能、高产	Laitram Machinery ^[11]
Cooling / ice making	不同形态制冰机	远洋渔获物	高效	Seafood technology ^[16]
	Baader 600/601/604/605/607	狭鲑等加工副产物	高效、冰浆品质好	Sunwell
回收 Recycling		狭鲑等加工副产物	高效、节能	Baadere ^[14]
深加工 Deep processing	鱼粉/虾粉装备、泵、离心机等	远洋渔获物加工副产物/高附加值产品	安全、高效	日水/Alfa Lafal, Westfalia
	罐及传送装备	副产物加工	节能、高效	3 X technology ^[17]
	干燥、混合、品质控制装备	远洋渔获物	高效、节能	Marel ^[12]
称重 Weighing	M1100e, M1100, M2200	远洋渔获物	高效、产品品质好	Baadere ^[14]
	M1100, M2200, Floor 等	远洋渔获物	快速、准确	Marel ^[12]
	系列	远洋渔获物	使用范围广	Scanvaegt ^[18]
包装 Packing	VA 系列	远洋渔获物	高效、高产	CreteI ^[15]
其他 Others	贴标、检测设备	远洋渔获物	适用范围广	Scanvaegt ^[18]

状与当前我国国际地位和可持续发展的要求还不适应^[22-23]。虽然在某一领域或方向有所突破,但整个行业仍然落后于国外先进水平。由于远洋渔业船载加工装备与技术起步较晚以及渔业发达国家的技术壁垒,如《瓦森纳协议》和美国的《出口管制商品清单》,严重制约和影响了我国远洋渔业船载加工装备与技术的发展^[24]。

1.3 国内外发展情况对比 目前国内外远洋渔业加工装备与技术发展程度与主要特征对比具体见表 2。

2 发展趋势与对策

2.1 发展趋势 科学与技术的发展历程表明科技的每一次

重大创新都会给加工装备与技术带来革命性的改变。创新是远洋渔业船载加工装备和技术发展的原动力。分析国内外远洋渔业加工装备与技术的发展路径,大致可以分为 2 种类型:①科学的发展带动了装备的改进和技术的创新,提高了生产能力,即“科学→技术→生产”的发展路径;②在提高生产能力的过程中,积累了装备改进和技术创新的经验,形成理论后再指导生产,即“生产→技术→科学”。市场实现程度是检验创新成功与否的重要指标,经济效益是评价创新价值的重要标准^[5,19]。因此,远洋渔业船载加工装备和技术的创新必须以市场导向为目标进行。基于现阶段和今后一段

表2 国内外远洋渔业加工装备与技术对比

Table 2 Comparison of onboard processing equipment and technology of distant water fishing industry at home and abroad

地区 Region	发展程度 Development degree	主要特征 Main features
国内 Domestic	起步较晚,主要是借鉴陆基渔获物的加工装备与技术;自动化、信息化程度较低,生产效率较低,维护成本较高,兼容性较差,系统集成能力弱;自主创新能力弱,关键、核心部件依赖进口	零部件制造精度、标准化和整机精度、可靠性、兼容性亟待提高;终端产品使用寿命较短,可靠性较差
国外 Abroad	装备和技术体系相对比较成熟;装备的可靠性、精度的稳定性、功能的多样性、兼容性较高;自动化、智能化程度高,生产效率较高;自主创新能力强	零部件已经实现专业化、标准化生产;终端产品使用寿命较长,可靠性较好

时期我国的基本国情,我国远洋渔业船载加工装备与技术的发展趋势将以高效率、高品质、高产出、低成本为主;发展路径将以“生产→技术→科学”为主。

2.2 重点领域 通过借鉴国外的先进经验,重视核心、关键装备与技术的自主创新,新材料、新技术和新理论的引进创新引领着产业发展。重点加强应用基础研究,通过装备、技术和产品的创新为设计技术先进、工艺合理和投资经济的远洋渔业船载加工生产线提供科学依据^[25]。重点领域主要集中在船载加工处理,品质控制装备与技术领域,在深入研究渔获物的几何、物理(光学、电学等)、行为学和质量特征基础上,设计、优化渔获物分类、分级、切分、整理、包装、贮藏等装备与技术^[26-28];船载渔获物的品质控制装备与技术研究和船载综合利用与后续规模化加工装备与技术领域(大宗远洋渔获物加工副产物的综合利用装备与新技术的开发研究,以提高渔获物的附加值和产业利润),远洋渔业船载高效快速、深度冷却、冻结和超低温新装备和新技术的研究^[8,29-30]。总体而言,远洋渔业船载加工装备与技术的发展需要机械制造、物理、化学、材料、生物、海洋等学科理论和技术的交叉和融合。

2.3 发展方向 目前,国外远洋渔业船载加工正向综合利用、节能环保、智能高效、节约人力的方向发展,这对远洋渔业船载加工装备和技术也提出了更高的要求。未来,我国远洋渔业船载加工装备与技术必将朝着标准化、自动化和信息化的方向发展。

2.3.1 标准化。由于远洋渔业作业区域的特殊性,为了便于远洋渔业船载加工装备在全球范围的维修、维护,船载加工装备和技术标准应该采用国际通用的标准设计和制造。设计、制造、使用标准化、通用化和模块化的远洋船载加工装备与技术。

2.3.2 自动化。远洋渔业船载加工装备和技术的自动化、智能化将是其主要发展方向。智能化将促进行业提升到一个新的台阶。通过自动化的过程监控手段,提高装备运行的可靠性,实现生产线运行的自动化,提高产品质量和降低生产成本(主要是人工成本)。此外,还应积极引入视觉技术、光机电一体化、机器人技术应用到远洋渔业加工装备领域,提高远洋渔业船载加工装备与技术自动化、智能化的

水平^[31]。

2.3.3 信息化。随着信息技术的发展,通过建立渔获物捕获、加工和产品信息服务系统,全程追踪产品的信息,提高产品的可追溯性。结合鲜度传感和光学识别等信息技术手段,提高远洋渔业船载加工自动化、智能化的产品品质及等级的判别能力^[7]。

2.4 发展对策 根据我国远洋渔业船载加工装备发展的重大需求,按照“由点到面、系统推进、构建体系”的发展思路;结合现有的工业基础和实力,统筹国家层面实施远洋渔业船载加工装备从设计、建造、集成到新材料、新技术的应用,发挥国家优势集智攻关,突破关键部件设计、制造核心技术^[32]。稳健推进远洋渔业船载加工装备与技术的更新、改造和升级,提高生产效率和产品质量。鼓励和支持科研机构按照国际化的要求设计、制造、选用新的远洋渔业船载加工装备与技术。通过国家政策的引导和资金的扶持支持企业自主创新,培育创新性、专业化、规模化的市场主体。通过集成创新,实现技术跨越,提升我国远洋渔业船载加工装备与技术的自主创新能力,开发安全可靠、性能优良、节能环保的船载加工装备与技术^[5,33-39]。高科技的支撑,必将促进远洋渔业船载加工实现智能化,使生产过程实现精准分工、优化产线、协同配合、高效产出。

3 结论

远洋渔业船载加工装备与技术的发展水平是衡量远洋渔获物加工精度和深度的尺度。科技进步为远洋渔业发展提供了技术保障和物质基础。未来,远洋渔业船载加工装备与技术的发展会以交叉学科和领域的新发现、新理论和新技术为依托,朝着装备标准化、技术先进化和功能综合化的方向发展。我国远洋渔业船载加工装备与技术应以加强自主创新能力建设,突破核心部件和关键技术为主要发展方向,以实现装备的国产化、集成化和兼容化为目标,为发展节能环保、智能高效、综合利用的远洋渔业船载加工装备与技术提供理论与技术支撑,助力我国远洋渔业的新发展。

参考文献

- [1] 杨瑾. 大力发展远洋捕捞业 振兴海洋经济[J]. 海洋开发与管理, 2012(11): 97-99.
- [2] 刘志东, 冯春雷, 陈雪忠, 等. 中国远洋渔业的机遇与挑战[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(24): 8474-8476.
- [3] FET A M, SCHAU E M, HASKINS C. A framework for environmental analyses of fish food production systems based on systems engineering principles[J]. Systems engineering, 2010, 13(2): 109-118.
- [4] BAR E S. A case study of obstacles and enablers for green innovation within the fish processing equipment industry[J]. Journal of cleaner production, 2015, 90: 234-243.
- [5] 丛福滋. 我国农产品加工技术装备研究[J]. 农业科技与装备, 2010, 189(3): 43-46.
- [6] 曾鹏. 大型远洋拖网加工渔获鱼产品加工流水线控制系统设计[D]. 舟山: 浙江海洋学院, 2013.
- [7] 王传荣. 加快远洋渔船装备发展提升远洋渔业战略地位[J]. 中国水产, 2012(6): 11-14.
- [8] 徐皓, 张建华, 丁建乐, 等. 国内外渔业装备与工程技术研究进展综述(续)[J]. 渔业现代化, 2010, 37(3): 1-5.
- [9] 刘身利. 中国远洋渔业发展和渔船装备问题探讨[J]. 渔业现代化, 2010, 37(6): 66-69.
- [10] BONDØ M S, MATHIASSEN J R, VEBENSTAD P A, et al. An automated salmonid slaughter line using machine vision[J]. Industrial robot, 2011,

- 38(4):399-405.
- [11] LAITRAMM ACHINERY. Laitrammachinery[EB/OL]. (2016-10-25) [2017-01-15]. <http://www.laitrammachinery.com/>.
- [12] MAREL. Marelec Food Technologies[EB/OL]. [2016-08-20] (2017-01-15). <http://www.marelec.com/>.
- [13] Inventive marine[EB/OL]. [2016-10-15] (2017-01-15). <http://inventivemarine.com/>.
- [14] BAADER. BAADER Food Processing Machinery[EB/OL]. [2016-09-15] (2017-01-15). <http://www.baader.com/en/>.
- [15] CRETEL. Food processing equipment[EB/OL]. [2016-10-06] (2017-01-15). <http://www.cretel.be/nl>.
- [16] SEAFOODTECH. New Seafood Processing Equipment[EB/OL]. [2016-10-18] (2017-01-15). <https://www.seafoodtech.com/new-equipment>.
- [17] 3X TECHNOLOGY. 3X technology > Rotex On Board[EB/OL]. [2016-09-25] (2017-01-15). http://www.3x.is/rotex_on_board.
- [18] Scanvaegt. Scanvaegt Systems[EB/OL]. [2016-12-20]. <http://www.scanvaegt.com/>.
- [19] 王国扣,赵有斌. 农产品加工装备技术创新的特点及其进展[J]. 农产品加工,2005(11):48-49.
- [20] 郑晓伟,沈建,蔡淑君,等. 南极磷虾等径滚轴挤压剥壳工艺优化[J]. 农业工程学报,2013,29(S1):286-293.
- [21] 林香红,王占坤,宋维玲,等. “十二五”我国海洋渔业发展主要指标预测分析[J]. 中国渔业经济,2012,30(4):104-109.
- [22] 何琳. 加快我国水产品加工业发展的技术及政策措施[J]. 现代农业装备,2012(1/2):67-69.
- [23] 王传荣. 我国海洋渔业装备亟待升级[J]. 中国船检,2012(10):57-59.
- [24] 石玉平. 远洋渔业装备自主创新亟待“上路”[N]. 中国船舶报,2013-01-02(004).
- [25] 周安昌. 我国渔业结构和远洋渔业装备的现状亟需改变[J]. 船舶与配套,2012(12):32-38.
- [26] BODIN N, LUCAS V, DEWALS P, et al. Effect of brine immersion freezing on the determination of ecological tracers in fish[J]. European food research and technology, 2014, 238(6):1057-1062.
- [27] HUDOBRO A, LÓPEZ-CABALLERO M, MENDES R. Onboard processing of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) with liquid ice: Effect on quality[J]. European food research and technology, 2002, 214(6):469-475.
- [28] KARLSEN J D, KRAG L A, ALBERTSEN C M, et al. From fishing to fish processing: Separation of fish from crustaceans in the norway lobster-directed multispecies trawl fishery improves seafood quality[J]. Plos one, 2015, 16:1-20.
- [29] SAMPELS S. The effects of processing technologies and preparation on the final quality of fish products[J]. Trends in food science & technology, 2015, 44(2):131-146.
- [30] 张铮铮,李胜忠. 我国远洋渔业装备发展战略与对策[J]. 船舶工程, 2015(6):6-10,66.
- [31] BULJO J O, GJERSTAD T B. Robotics and automation in seafood processing[M]//Robotics and Automation in the Food Industry. Abington, Cambridge, England. Woodhead Publishing Limited, 2013:354-384.
- [32] 金剑,王化明,徐弋恒. 中国远洋渔船型发展趋势分析[J]. 中国水运,2011,11(9):14-16.
- [33] 张进疆,张林泉,赵锡和,等. 虾剥壳装备研究与设计[J]. 现代农业装备,2011(7):50-52.
- [34] 黄一心,徐皓,刘晃. 我国渔业装备科技发展研究[J]. 渔业现代化, 2015, 42(4):68-74.
- [35] 胡庆松,王曼,陈雷雷,等. 我国远洋渔船现状及发展策略[J]. 渔业现代化,2015, 42(4):76-80.
- [36] 陈金梅,李锋,郑允权,等. 鱿鱼加工副产物高值化综合利用综述[J]. 渔业现代化,2015, 42(1):44-47.
- [37] 刘世禄,冯小花,陈辉. 关于加快发展我国远洋渔业的战略思考[J]. 渔业现代化,2014, 41(4):63-67,72.
- [38] 乐家华,陈新军,王伟江. 中国远洋渔业发展现状与趋势[J]. 世界农业,2016(7):226-229.
- [39] 李涵,韩立民. 远洋渔业的产业特征及其政策支持[J]. 中国渔业经济,2015, 33(6):68-73.

(上接第72页)

从涪江绵阳段河流水质主要污染物分析来看,根据各评价断面污染因子权重排序可知,平武水文站断面河流水质的主要污染因子为 DO,且权重值较高,其他污染指标的权重值均较低,说明平武水文站断面水质受到外界污染和影响很小,这与其所处地理位置密不可分;另外4个断面水质的主要污染因子均为 TN 和粪大肠杆菌,这可能与涪江在进入绵阳城区流域后成为氮源污染物的主要受纳水体有关,因此要加强对涪江沿岸各类非法、隐蔽排污口及生活污水散排现象的监察清理和控制。

3 结论

该研究采用模糊综合评价法对涪江绵阳段水环境质量进行评价,结果显示,涪江绵阳段平武水文站、涪江铁路桥、涪江顺河前街和三台百顷断面4个水质监测断面水环境模糊综合评价等级可以达到《地表水环境质量标准》的Ⅰ类水标准,水环境整体质量良好。丰谷渡口断面水环境模糊综合评价等级为Ⅲ类,水环境质量为整个涪江绵阳流域最差,这可能与丰谷渡口为涪江流经绵阳城区后的首个污染监测断面有关。因此,要切实采取相关污染监察整治措施,对整个

涪江绵阳流域水质进行在线监控和综合性治理,对于各类违法排污现象要彻查到底,责任到人,从而更好地保护好涪江的水环境。

运用模糊综合评价法对河流水质进行评价,可以打破传统方法中仅采用1个确定性的指标来评价水质状况的不足,从而使评价结果更为科学、客观。

参考文献

- [1] 侯丰伟,杨育,陈进,等. 基于灰色理论和模糊综合评价的设备评标方法研究[J]. 机械,2010,37(3):29-33.
- [2] 席文娟,金婧,钱金. 改进模糊综合评价法在水质评价中的应用[J]. 水资源与水工程学报,2012,23(3):25-29.
- [3] 张晨,刘万宏,王立义,等. 模糊数学在水库水质综合评价中的应用[J]. 安全与环境学报,2009,9(1):90-92.
- [4] 陈彩仙,聂海兵. 河流湿地公园保护恢复管理探讨:以江西上饶储溪湿地公园为例[J]. 安徽农业科学,2015,43(1):114-116.
- [5] 谭洪涛,黄胜,朱琳. 基于灰色聚类法的安昌江绵阳段水环境质量评价[J]. 西南科技大学学报,2014,29(3):33-39.
- [6] 王国庆,李迷,金君良,等. 涪江流域径流变化趋势及其对气候变化的响应[J]. 水文,2012,32(1):22-28.
- [7] 王景福,张金池,林杰. 绵阳涪江流域生态承载力研究[J]. 中国水利,2003(21):48-49.
- [8] 丁晓雯,沈珍瑶. 涪江流域农业非点源污染空间分布及污染源识别[J]. 环境科学,2012,33(11):4025-4032.