

广东省《水产养殖尾水排放标准》 (二次征求意见稿)

编制说明

生态环境部华南环境科学研究所

广东省环境科学研究院

中国水产科学研究院南海水产研究所

中国水产科学研究院珠江水产研究所

2024年1月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 行业概况	3
2.1 我省水产养殖发展概况	3
2.1.1 行业规模现状	3
2.1.2 水产养殖行业发展趋势预测	8
2.2 行业在其他国家和地区发展概况	8
3 标准制订的必要性分析	8
3.1 国家和省府的相关要求	8
3.2 国家有关产业政策及行业发展规划中的生态环境要求	10
3.3 行业发展带来的主要环境问题	11
3.3.1 行业主要环境影响因子排放量占全省污染物排放总量的比例	11
3.3.2 水产养殖尾水排放已对局部水环境造成较大压力	13
3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展	16
3.4.1 生态健康养殖技术和尾水治理技术	16
3.4.2 相关先进技术的指导性文件	17
3.5 现行生态环境标准存在的主要问题	17
4 行业产排污情况及污染控制技术分析	17
4.1 池塘养殖生产流程及排放特征点	17
4.2 池塘养殖排放现状	18
4.3 水产养殖排放水环境影响分析	23
4.4 污染防治技术分析	25
4.4.1 生态健康养殖技术	25
4.4.2 淡水养殖池塘尾水治理技术	28
4.4.3 海水养殖池塘尾水治理技术	32
5 标准主要技术内容	35
5.1 标准适用范围	35
5.2 标准结构框架	35
5.3 范围	36
5.4 术语和定义	38
5.5 排放控制要求	38
5.6 控制指标的选择	39
5.7 排放限值的确定及制定依据	41
5.7.1 标准限值确定原则	41
5.7.2 淡水养殖尾水排放限值的确定	41
5.7.3 海水养殖尾水排放限值的确定	47
5.8 与现行其他标准比较	51
5.9 监测要求	54

5.9.1 采样要求.....	54
5.9.2 测定方法要求.....	55
5.10 达标判定.....	56
5.11 标准实施与监督.....	56
5.12 其它注意事项.....	56
6 主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	56
7 实施本标准的环境效益及经济技术分析.....	59
7.1 实施本标准的环境效益分析.....	59
7.2 实施本标准的养殖效益分析.....	63
7.3 实施本标准的经济技术分析.....	65
8 标准实施建议.....	75

《水产养殖尾水排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2021年8月6日，广东省市场监督管理局发布《广东省市场监督管理局关于批准下达2021年第一批广东省地方标准制修订计划项目的通知》（粤市监标准〔2021〕338号），发布2021年度第一批共71个地方标准制修订项目，其中包括第61项“水产养殖尾水排放标准”。10月29日，广东省生态环境厅在“广东省政府采购网”发布采购信息，11月22日，生态环境部华南环境科学研究所与广东省环境科学研究院、中国水产科学研究院珠江水产研究所、中国水产科学研究院南海水产研究所组成联合体中标该项目，随后省生态环境厅与生态环境部华南环境科学研究所等4家单位签订项目合同。

《水产养殖尾水排放标准》（以下简称《标准》）制定项目的承担单位全称：生态环境部华南环境科学研究所、广东省环境科学研究院、中国水产科学研究院珠江水产科学研究所、中国水产科学研究院南海水产科学研究所。

1.2 工作过程

（1）数据收集

一是收集整理历史监测数据。一部分为编制单位监测数据，主要是我省重点地市近年来开展的池塘养殖水质监测数据。目前已获得了大部分重要养殖品种的尾水监测数据；

二是根据各养殖品种或养殖模式的生产特点，于2021年10-11月对湛江、茂名、肇庆、佛山、梅州、潮州和江门等地市开展现场调研，同时开展相关区域养殖尾水监测工作。调研过程中广泛收集相关市县开展尾水排放监督工作时的监测数据和地方养殖企业的监测数据。

（2）对其他成果编制与实施的借鉴

一是调研了湖南、江苏等已制定并实施本项标准的省区，听取编制单位、生态环境部门、农业农村部门、养殖业者和水污染治理企业对标准实施的意见；

二是咨询调研了《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》

(HJ 1217-2023) 课题组关于养殖水污染物排放控制标准的经验;

三是咨询调研了拟编制《海水养殖尾水排放标准》课题组牵头单位(国家海洋环境监测中心)的意见。

(3) 初稿、讨论稿编制及内部征求意见

在以上工作基础上,以调研资料、历史资料、监测数据为基础,对我省水产养殖尾水排放进行了进一步调研,对部分水产养殖场进行了实地调查和采样监测,并咨询了部分专家和企业意见,确定了本标准的水污染物控制项目、指标限值等内容,依据《标准化工作导则基本信息 第1部分:标准的结构和编写》(GB/T 1.1-2020)、《国家水污染物排放标准制定技术导则》(HJ 945 2-2018),编写形成了《标准》文本及编制说明初稿。

文本编制过程中,省生态环境厅分管领导5次召集项目组及相关业务处室研究讨论《标准》制定原则、排放要求、分区管控目标和要求等内容,丰富并完善了本标准文本内容,形成《标准》(征求意见稿)及编制说明。

(4) 广泛征求意见

2022年4-10月,项目组通过座谈会的形式,广泛征求广东省各地市水产养殖行业管理部门、生态环境监管部门、行业协会、主要养殖業者等对主要文本内容的意见建议;并通过课题组熟悉的行业内研究人员反馈意见,以电话、微信语音等方式咨询业内专家的意见及其关注焦点。共征求各方代表85个,收集反馈意见148条,采纳123条,未采纳25条,形成《标准》(送审稿)及编制说明。

(5) 送审稿征求意见

2022年10-11月,为完善广东省《水产养殖尾水排放标准》,提高标准的科学性、可行性及适用性,根据《生态环境标准管理办法》《广东省标准化条例》等有关要求,省生态环境厅征求了生态环境部、各地级以上市人民政府、省直单位、有关高校、企业共50个单位及社会公众意见。共收到反馈意见122条,其中采纳意见78条,原则采纳34条,未采纳意见10条。经多次专题讨论,进一步完善了《标准》(送审稿)及编制说明。

(6) 专家技术审查

2022年12月,省生态环境厅依据《中华人民共和国标准化法》相关要

求，组织专家对《标准》（送审稿）及编制说明进行技术审查。技术审查专家逐条逐款审查和认真讨论，认为本标准格式规范、结构合理、内容科学严谨，编写符合我国法律法规及 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定，标准的制定和实施对推动广东省水产养殖业转型升级，加强水产养殖业环境监管，推动我省水环境质量改善具有重要意义，一致同意通过技术审查。

专家审查后的送审稿经修改完善后，形成本次（第二次）征求意见稿。

2 行业概况

2.1 我省水产养殖发展概况

2.1.1 行业规模现状

我省水产养殖业自改革开放以来取得了持续、快速、健康发展，已成为农业和农村经济发展的重要引擎，是农民致富发展的重要方式之一。

（1）养殖面积情况

根据《2023 中国渔业统计年鉴》和《2023 广东农村统计年鉴》，我省现有水产养殖池塘总面积约 470.98 万亩（见表 1），其中淡水池塘 259.20 千公顷，海水池塘 77.22 千公顷。从区域来看，珠三角地区池塘养殖面积最大，达到 192.86 千公顷，占总面积的 57.36%；其次为粤西区域，面积 75.93 千公顷，占全省养殖池塘总面积 22.58%。从各市养殖情况看，江门、湛江和佛山是广东省池塘养殖面积最大的地区，养殖面积分别为 53.33 千公顷、37.53 千公顷和 35.45 千公顷，分别占全省养殖池塘总面积的 15.86%、11.16%和 10.54%。

表 1 广东省池塘养殖面积分布情况（单位：千公顷）

序号	区域	池塘总面积	淡水养殖池塘	海水养殖池塘
1	广州	334.64	329.93	4.71
2	深圳	7.33	7.15	0.18
3	珠海	224.21	216.25	7.96
4	佛山	765.63	765.63	0.00
5	惠州	137.94	137.02	0.92
6	东莞	42.89	42.89	0.00
7	中山	369.64	369.64	0.00
8	江门	539.56	527.60	11.96
9	肇庆	461.68	461.68	0.00
区域小计		2883.51	2857.78	25.73

序号	区域	池塘总面积	淡水养殖池塘	海水养殖池塘
10	湛江	180.27	154.83	25.44
11	茂名	290.71	287.89	2.82
12	阳江	96.81	88.22	8.59
区域小计		567.78	530.94	36.84
13	汕头	94.93	91.35	3.58
14	汕尾	46.35	39.26	7.09
15	潮州	42.00	39.52	2.48
16	揭阳	69.23	67.72	1.50
17	河源	36.65	36.65	0.00
18	梅州	65.67	65.67	0.00
区域小计		354.83	340.19	14.65
19	韶关	64.52	64.52	0.00
20	清远	122.70	122.70	0.00
21	云浮	89.68	89.68	0.00
区域小计		276.90	276.90	0.00
合计		4083.02	4005.80	77.22

(2) 淡水养殖状况

根据《2023 中国渔业统计年鉴》，在淡水养殖重要品种中，广东省淡水养殖鱼类品种产量位居全国第一的有 7 种，分别是草鱼、河鲩、短盖巨脂鲤、鳊鱼、鲈鱼、乌鳢和罗非鱼。2022 年全国南美白对虾 758350 吨，罗氏沼虾 177836 吨，广东南美白对虾和罗氏沼虾养殖产量均位居全国第一，分别占全国养殖产量的 32.01%和 42.10%。

表 2 2022 年广东主要淡水养殖品种产量（单位：吨）

序号	类别	养殖品种	2022 年
1	鱼类	草鱼	916991
2		罗非鱼	756729
3		鳊鱼	323537
4		鲈鱼	381904
5		鲢鱼	201891
6		鳊鱼	79702
7		乌鳢	295814
8		鲫鱼	157840
9		鲤鱼	82829
10		鳊鱼	116098
11		鳊鱼	148739
12		青鱼	63356
13		河鲩	10528
14	甲壳类	南美白对虾	242762
15		罗氏沼虾	74874

(3) 海水养殖状况

广东省海水养殖业在全国具有举足轻重的地位。据《2023 中国渔业统计年鉴》报道，2022 年广东海水养殖总产量 339.67 万吨，总面积 166.60 千公顷，产值达到 842.74 亿元，其中海水鱼、虾、蟹的海水养殖产量都居全国第一位，分别占全国总产量的 44.21%、40.98%、31.23%。其中我省养殖的鲈鱼、军曹鱼、鳊鱼、鲮鱼、美国红鱼、斑节对虾等各单项品种的产量各占全国总产量的 50% 以上，石斑鱼和卵形鲳鲹产量也居全国第一位，分别占全国总产量的 47.58% 和 48.63%。养殖主产区主要分布在湛江市、阳江市、茂名市、汕尾市、汕头市、江门市、广州市、珠海市等地。

我省海水鱼养殖面积 35.53 千公顷，产量 85.14 万吨；虾类面积 56.49 千公顷，产量 68.10 万吨；蟹类面积 8.46 千公顷，产量 9.08 万吨；贝类面积 61.65 千公顷，产量 170.46 万吨；藻类面积 1.93 千公顷，产量 6.00 万吨。

全省各地区按海水养殖产量统计，排名前 6 位的为湛江市 82.47 万吨、阳江市 78.52 万吨、茂名市 45.00 万吨、汕尾市 36.49 万吨、汕头市为 25.84 万吨、江门市 24.41 万吨；它们的养殖面积依次分别为 54.89 千公顷、21.85 千公顷、14.30 千公顷、15.09 千公顷、10.20 千公顷、18.82 千公顷。

按主要养殖品类的产量计算，其中，海水鱼养殖产量排名前 6 位的分别为湛江市 15.24 万吨、阳江市 15.13 万吨、广州市 10.72 万吨、汕尾市 10.50 万吨、茂名市 9.90 万吨、珠海市 9.81 万吨。虾类养殖分别为：湛江市 21.38 万吨、阳江市 11.11 万吨、茂名市 9.62 万吨、江门市 7.72 万吨、汕尾市 5.80 万吨、汕头市为 3.50 万吨。

就养殖方式而言，我省海水养殖主要采用池塘、工厂化、筏式、吊笼和底播等养殖方式，其产量分别为 97.29 万吨、1.87 万吨、49.19 万吨、13.50 万吨和 56.41 万吨。其中，海水池塘养殖方式主要集中在湛江市（26.30 万吨）、广州市（11.65 万吨）、江门市（10.74 万吨）、珠海市（9.63 万吨）、阳江市（9.02 万吨）；工厂化养殖主要集中在湛江市（0.70 万吨）、广州（0.42 万吨）、揭阳（0.31 万吨）、潮州（0.25 万吨）。

（4）广东水产养殖在全国的占比情况

根据《2023 中国渔业统计年鉴》，各主要省（区、市）水产养殖品产量和养殖面积见表 3 和表 4。在封闭式水产养殖方式中，广东省的池塘养殖面积和

养殖产量都比较高，工厂化养殖体积和产量占比较小。

表 3 全国主要省份海水封闭式养殖情况

省区	池塘养殖			工厂化养殖		
	产量 (吨)	面积 (公顷)	生产力 (吨/公顷)	产量 (吨)	体积 (m ³)	生产力 (公斤/m ³)
天津	6033	999	6.04	743	157868	4.71
河北	104946	28793	3.64	23803	4853600	4.90
辽宁	236631	89839	2.63	50244	3963453	12.68
江苏	250492	28577	12.44	21114	585100	36.09
浙江	302508	24311	13.65	8744	1473325	5.93
福建	294803	21603	2.05	44865	13336817	3.36
山东	256536	124860	12.60	188731	11375049	16.59
广东	972853	77222	15.38	18357	2243656	8.18
广西	363436	23624	13.94	738	475268	1.55
海南	135230	9701	6.81	32244	4729890	6.82
全国	2923468	429529	6.81	389583	43194026	9.02

表 4 全国主要省份淡水封闭式养殖情况

省区	池塘养殖			工厂化养殖		
	产量 (吨)	面积 (公顷)	生产力 (吨/公顷)	产量 (吨)	体积 (m ³)	生产力 (公斤/m ³)
山东	849471	94739	8.97	88102	8645768	10.19
江苏	2755954	310605	8.87	19296	2200588	8.77
浙江	1022230	91690	11.15	13704	10511734	1.30
安徽	1206545	192150	6.28	27183	1398023	19.44
福建	566015	35857	15.79	99927	19465874	5.13
江西	1807860	163861	11.03	27718	2129276	13.02
湖北	3982570	526602	7.56	60281	4385000	13.75
湖南	1880561	277708	6.77	27918	1311297	21.29
四川	953967	101456	9.40	3427	230514	14.87
广东	4005799	259198	15.45	5783	1387917	4.17
广西	817748	61009	13.40	5891	398254	14.79
全国	24142957	2624878	9.20	403494	60141871	6.71

表 5 主要省份封闭式海水养殖面积和产量在全国的占比情况

省区	池塘养殖		工厂化养殖	
	产量占比	面积占比	产量占比	体积占比
天津	0.21%	0.23%	0.19%	0.37%
河北	3.59%	6.70%	6.11%	11.24%
辽宁	8.09%	20.92%	12.90%	9.18%
江苏	8.57%	6.65%	5.42%	1.35%
浙江	10.35%	5.66%	2.24%	3.41%
福建	10.08%	5.03%	11.52%	30.88%
山东	8.78%	29.07%	48.44%	26.33%
广东	33.28%	17.98%	4.71%	5.19%

省区	池塘养殖		工厂化养殖	
	产量占比	面积占比	产量占比	体积占比
广西	12.43%	5.50%	0.19%	1.10%
海南	4.63%	2.26%	8.28%	10.95%

表 6 主要省份封闭式淡水养殖面积和产量在全国的占比情况

省区	池塘养殖		工厂化养殖	
	产量占比	面积占比	产量占比	体积占比
山东	3.52%	3.61%	21.83%	14.38%
江苏	11.42%	11.83%	4.78%	3.66%
浙江	4.23%	3.49%	3.40%	17.48%
安徽	5.00%	7.32%	6.74%	2.32%
福建	2.34%	1.37%	24.77%	32.37%
江西	7.49%	6.24%	6.87%	3.54%
湖北	16.50%	20.06%	14.94%	7.29%
湖南	7.79%	10.58%	6.92%	2.18%
四川	3.95%	3.87%	0.85%	0.38%
广东	16.59%	9.87%	1.43%	2.31%
广西	3.39%	2.32%	1.46%	0.66%

广东省以全国 17.98%（见表 5、表 6）的海水池塘养殖面积（77222 公顷）提供了 33.28%的海水池塘养殖产品（972853 吨），以全国 9.87%的淡水池塘养殖面积（259198 公顷）提供了全国 16.59%的淡水池塘养殖产品（4005799 吨）。

从生产力上看，广东海水养殖池塘每公顷产出 15.38 吨，是全国平均数的 2.26 倍；淡水养殖池塘每公顷产出 15.45 吨，是全国平均数的 1.68 倍。

表 7 全国主要水产养殖省份池塘养殖面积和产量情况

省区	池塘养殖				
	产量（吨）	面积（公顷）	生产力（吨/公顷）	产量占比（%）	面积占比（%）
广东	4978652	336420	14.80	18.39%	11.01%
湖北	3982570	526602	7.56	14.71%	17.24%
福建	860818	57460	14.98	3.18%	1.88%
安徽	1206545	192150	6.28	4.46%	6.29%
江苏	3006446	339182	8.86	11.11%	11.10%
山东	1106007	219599	5.04	4.09%	7.19%
广西	1181184	84633	13.96	4.36%	2.77%
浙江	1324738	116001	11.42	4.89%	3.80%
海南	492433	31429	15.67	1.82%	1.03%
辽宁	752807.25	126314	5.96	2.78%	4.14%
全国	27066425	3054407	8.86	/	/

由表 7 可知，综合淡水和海水池塘养殖，我省以 11.01%的池塘养殖面积供应着全国 18.39%的池塘养殖水产品总产量。就单位面积的生产力而言，我省每公顷池塘生产了 14.80 吨水产品，仅次于海南（15.67 吨）和福建（14.98 吨），是全国平均水平（8.86 吨/公顷）的 1.67 倍。

可见，我省封闭式水产养殖生产力相对较高，单位面积产出水产品较高，在绿色养殖和循环水养殖并没有广泛应用、养殖尾水处理率相对较低的状况下，意味着水产养殖污染物排放浓度更高、排放量将更大，处理水产养殖污染物技术要求更高，单位面积成本也将更高。

2.1.2 水产养殖行业发展趋势预测

（1）设施渔业将是水产养殖发展方向。随着国家和公众逐渐关注水产养殖尾水排放对环境影响，设施渔业因能更好收集、处理水产养殖尾水，能更高效利用土地及单位面积产出更多养殖产品，更能满足社会需求和生态环境保护要求，更好促进水产养殖与生态环境的协调发展。

（2）积极推进绿色健康养殖相关的养殖技术、水质控制、净化处理等技术研究；进一步加强自动控制技术和设备装置研发及应用；充分发挥“数字渔业”优势，加速与传统养殖融合，推动渔业产业健康发展。

2.2 行业在其他国家和地区发展概况

欧、美、日等发达国家虽然制定了相关标准，但大部分国家的水产养殖业规模都较小，养殖品种少，养殖模式也较单一，其制定的标准不宜照搬。

3 标准制订的必要性分析

3.1 国家和省府的相关要求

2018 年 6 月印发的《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17 号）提出要“严格控制海水养殖等造成的海上污染”，要“深入推进水产健康养殖，开展重点江河湖库及重点近岸海域破坏生态环境的养殖方式综合整治”。在取得阶段治理成效之后，2021 年 11 月《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2021〕32 号）提出，要求“坚持方向不变、力度不减，巩固拓展“十三五”时期污染防治攻坚成果，继续打好一批标志性战役”，要加强农业农村污染防

治、要深入推进海水养殖环境治理等工作。2018年11月6日，生态环境部、农业农村部印发了《生态环境部 农业农村部关于印发农业农村污染治理攻坚战行动计划的通知》（环土壤〔2018〕143号），《通知》提出的相关主要任务有：加强水产养殖污染防治和水生生态保护；优化水产养殖空间布局，依法科学划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区；推进水产生态健康养殖，积极发展大水面生态增养殖、工厂化循环水养殖、池塘工程化循环水养殖、连片池塘尾水集中处理模式等健康养殖方式，推进稻渔综合种养等生态循环农业；推动出台水产养殖尾水排放标准，加快推进水产养殖节水减排；发展不投饵滤食性、草食性鱼类增养殖，实现以渔控草、以渔抑藻、以渔净水。2022年1月，生态环境部等5部门共同印发的《农业农村污染治理攻坚战行动方案（2021-2025年）》提出要推动水产养殖污染防治，养殖大省要依法加快制定出台水产养殖业水污染物排放控制标准，加强水产养殖尾水监测，规范工厂化水产养殖尾水排污口设置；要依法加大环境监管执法检查力度；大力发展水产生态健康养殖，积极推广池塘工厂化循环水、大水面生态增养殖、稻渔综合种养等多种生态健康养殖模式；实施池塘标准化改造，完善循环水和进排水处理设施，推进养殖尾水节水减排。

2022年1月10日，生态环境部和农业农村部联合印发《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》（环海洋〔2022〕3号），明确提出要加快制定出台海水养殖尾水排放相关地方标准，作为海水养殖尾水监测及生态环境综合执法的重要依据。按照地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则有关要求，明确尾水中悬浮物、总氮、总磷及化学需氧量等排放控制指标和限值。推动沿海各省（区、市）在2023年底前出台地方海水养殖尾水排放相关标准，鼓励各地提前出台并实施。为此，我省生态环境厅和农业农村厅共同印发《加强海水养殖生态环境监管实施方案》（粤环函〔2022〕404号），提出要加快制定出台广东省水产养殖尾水地方排放标准，作为海水养殖尾水监测及生态环境综合执法的依据。标准制定要明确尾水排放控制指标和限值，2023年底前出台广东省水产养殖尾水排放标准。

为强化农业农村污染治理、循环利用和生态保护，深入推进农村人居环境整治和农业投入品减量化、生产清洁化、废弃物资源化、产业模式生态化，我

省发布了《广东省打赢农业农村污染治理攻坚战实施方案》（粤环发〔2019〕3号）。提出了优化水产养殖空间布局，依法科学划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，依法严格养殖用地用海审批和执法。推进养殖池塘标准化改造，建立现代渔业园区。大力推进水产养殖污染防治，推动水产养殖尾水达标排放。

2022年6月，经省政府同意，省生态环境厅联合省农业农村厅、省住房城乡建设厅、省水利厅、省乡村振兴局印发了《广东省农业农村污染治理攻坚战实施方案（2022-2025年）》（粤环函〔2022〕400号），明确加快出台水产养殖尾水排放标准，加强水产养殖尾水监测，规范工厂化水产养殖尾水排污口设置，依法加大环境监管执法检查力度。

3.2 国家有关产业政策及行业发展规划中的生态环境要求

2016年5月4日，原农业部印发《农业部关于加快推进渔业转方式调结构的指导意见》（农渔发〔2016〕1号），提出：到2020年，全国水产健康养殖示范面积比重达到65%，重点养殖区域的养殖尾水基本实现达标排放；水产品质量安全水平稳步提高，努力确保不发生重大水产品质量安全事件；科技进步贡献率超过60%，渔业信息装备水平和组织化程度明显提高；水生生物资源养护和修复能力明显增强，渔业生态环境明显改善。强调：大力发展水产健康养殖；加快推进水产养殖节水减排；优化养殖品种结构；强化渔业水域生态环境保护；保护和合理利用水生生物资源；全面推进以渔净水。

为解决好水产养殖业绿色发展面临的突出问题，经国务院同意，2019年1月11日，农业农村部会同生态环境部、自然资源部、国家发展改革委、财政部、科技部、工业和信息化部、商务部、国家市场监管总局、中国银保监会联合印发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》（农渔发〔2019〕1号），强调以实施乡村振兴战略为引领，以满足人民对优质水产品和优美水域生态环境的需求为目标，以推进供给侧结构性改革为主线，以减量增收、提质增效为着力点，加快构建水产养殖业绿色发展的空间格局、产业结构和生产方式，推动我国由水产养殖业大国向水产养殖业强国转变。同时提出：加快落实养殖水域滩涂规划制度；优化养殖生产布局；积极拓展养殖空间；大力发展生态健康养殖；提高养殖设施和装备水平；完善养殖生产经营体系；科学布设网箱网围；推进养殖尾水治理；加强养殖废弃物治理；发挥水产养殖生态修复功

能等。

广东省政府办公厅转发《珠三角百万亩养殖池塘升级改造绿色发展三年行动方案》（粤办函〔2021〕305号），明确了珠三角各城市实施池塘生态化改造过程中有关基本原则、工作目标、重点任务和主要措施等方面的要求，通过实施生态化改造，建设一定比例的尾水净化区及配套相关尾水处理设施等，促进池塘养殖尾水达标排放。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

池塘养殖过程中，投入的饲料被养殖动物摄食、吸收、利用后，会产生残饵、粪便、代谢物等，这些物质降解过程中，造成池塘养殖水体中有机物含量升高，氮磷总量相应增加。有机物含量过高的养殖水排入外部环境中将产生一定的不利影响。目前，池塘养殖根据投入品来源，产生的主要特征污染物为：化学需氧量、氨氮、总氮、总磷等富营养化指标。

3.3.1 行业主要环境影响因子排放量占全省污染物排放总量的比例

根据2020年《广东省第二次全国污染源普查公报》中对农业源、生活源和工业源主要污染物的排放量进行的汇总分析，显示全省主要污染物排放总量：化学需氧量166.027万吨，氨氮9.894万吨，总氮30.141万吨，总磷排放量3.153万吨；农业源主要水污染物排放（流失）量：化学需氧量67.102万吨，氨氮1.659万吨，总氮11.649万吨，总磷1.992万吨。

水产养殖业主要水污染物排放量：化学需氧量6.921万吨，氨氮0.238万吨，总氮1.382万吨，总磷0.268万吨，其化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放量分别占全省总排放量的4.17%、2.41%、4.59%和8.50%，分别占农业源化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放总量的10.31%、14.35%、11.86%和13.45%。

水产养殖业最主要的污染因子为化学需氧量，其次为总氮、总磷和氨氮。水产养殖业主要污染因子排放量位居前5位的地市依次为江门、珠海、汕头、茂名、广州，分别占全省水产养殖业水污染物排放当量的21.50%、16.79%、13.24%、10.94%、9.12%。

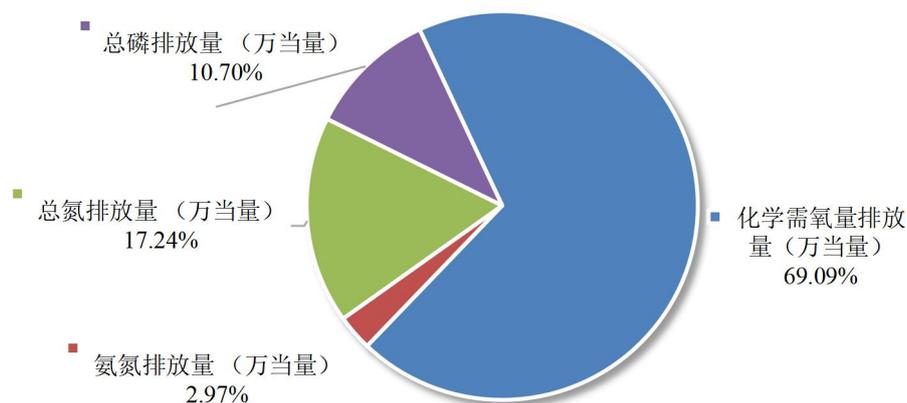


图 1 水产养殖业主要水污染排放当量

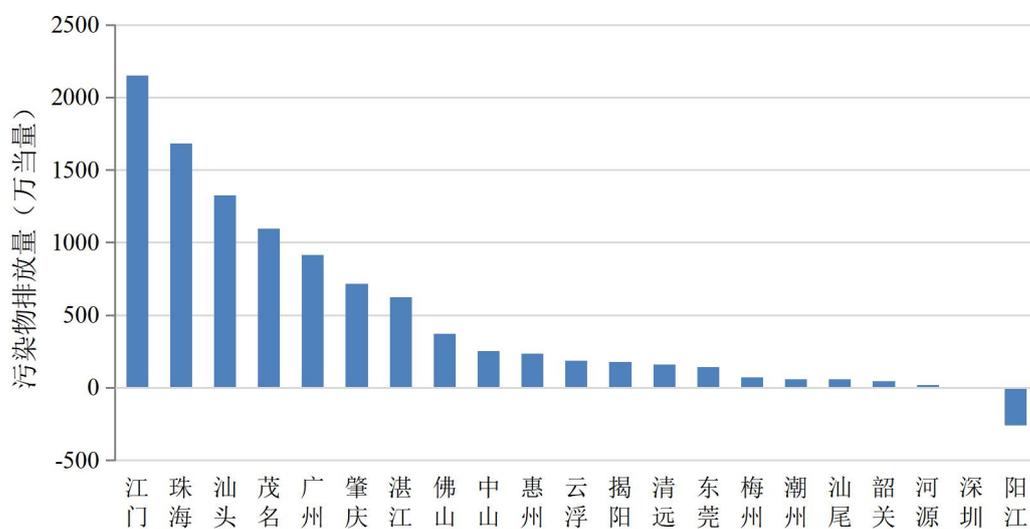


图 2 各地级以上市水产养殖业主要水污染排放当量

表 8 水产养殖业水污染物排放当量 (单位: 万吨当量)

地区	化学需氧量排放量	氨氮排放量	总氮排放量	总磷排放量	合计
全省	6921	297.5	1727.5	1072	10018
广州	712	20	113.75	68	913.75
韶关	38	1.25	6.25	0.12	45.62
深圳	-9	0.0375	0	0.24	-8.7225
珠海	1255	32.5	226.25	168	1681.75
汕头	1068	32.5	130	96	1326.5
佛山	269	8.75	60	36	373.75
江门	1516	93.75	320	224	2153.75
湛江	366	15	145	100	626
茂名	816	22.5	157.5	100	1096
肇庆	559	17.5	105	36	717.5
惠州	171	8.75	35	20	234.75

地区	化学需氧量排放量	氨氮排放量	总氮排放量	总磷排放量	合计
梅州	2	0.25	37.5	32	71.75
汕尾	28	1.25	16.25	12	57.5
河源	13	0.5	3.75	1.2	18.45
阳江	-598	8.75	227.5	104	-257.75
清远	108	5	30	16	159
东莞	116	3.75	17.5	4	141.25
中山	188	8.75	30	28	254.75
潮州	20	5	21.25	12	58.25
揭阳	144	5	16.25	12	177.25
云浮	140	5	28.75	12	185.75

由此可见，水产养殖造成的环境影响对总体环境污染的占比为 4.21%，且与当前生态环境治理要求仍有一定差距，特别是部分单产高的养殖品种（模式），需要进一步完善技术和管理措施减少对环境的影响。

3.3.2 水产养殖尾水排放已对局部水环境造成较大压力

从3.3.1节可知，水产养殖尾水排放占农业源总体比例的10.69%，其中化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放量分别占农业源排放总量的10.31%、14.35%、11.86%和13.45%。在局部区域，水产养殖尾水已对地表水和近岸环境造成较大压力。

根据现场排查情况，结合调度相关工作进展的基础上，发现部分重点流域水产养殖污染问题突出，部分国考断面上游及支流沿岸分布大量水产养殖池塘，养殖尾水未经处理直排严重影响断面水质，问题较突出的断面有：汕头练江海门湾桥闸、汕尾黄江河海丰西闸和东溪水闸、中山前山河南沙湾断面、阳江寿长河寿长和织箕河大泉、湛江九州江排里和鹤地水库渠首、茂名小东江石碧、湛江-茂名袂花江黄竹尾水闸国考断面以及清远漫水河噉咀省考断面（表9）。

按照《广东省养殖水域滩涂规划（2020-2030年）》养殖水域滩涂规划图中养殖区分布，经与国考断面分布比对，发现部分国考断面水质将受附近养殖尾水排放影响，包括：广州蕉门水道蕉门、珠江西航道鸦岗断面，珠海鸡啼门水道尖峰大桥断面，珠海-中山磨刀门水道珠海大桥断面，珠海-江门虎跳门水道西炮台断面，汕头韩江北溪东里桥闸断面，佛山西江古劳、顺德水道乌洲、容桂水道顺德港、西南涌断面，佛山-江门西江下东断面，梅州榕江北河龙溪断面，汕尾螺河半湾水闸、乌坎河乌坎断面，中山横门水道中山港码头断面，江

门潭江牛湾断面，江门-中山磨刀门水道布洲断面，阳江寿长河寿长、漠阳江埗场断面，湛江雷州青年运河塘口、鉴江黄坡、九州江营仔断面，茂名罗江桥、鉴江江口门断面，肇庆绥江五马岗、北江梁村断面，清远北江石角断面，潮州黄冈河凤江桥断面，揭阳榕江地都、榕江南河龟山塔断面。

表9 重点流域水产养殖污染存在问题

序号	地市	断面	重点问题	重点区域	影响重点支流	排查重点问题
1	汕头	练江海门湾桥闸	水产养殖尾水影响断面水质	海门镇	-	海门湾桥闸断面附近水产养殖面积较大，养殖尾水排放影响断面水质。
2	汕尾	黄江河海丰西闸	水产养殖尾水直排问题突出	断面以上流域范围	平龙水 竹仔河 黄江河	竹仔河一体化设施旁鱼塘水体溢流至黄江河；平龙水流域内后山村(潮莞高速下)和公平灌渠交汇处附近鱼塘排水仍持续直排平龙水或经一级支流汇入河道，其中公平灌渠鱼塘排水 COD 浓度约 70mg/L。
3				陶河镇、可塘镇、赤坑镇	埔陇内溪、杨埔排洪、长沙河等	现场调研发现，埔陇内溪、杨埔排洪、陇东排洪和长沙河等支流汇入口附近存在大片鱼塘。
4				星都经济开发区、潭西镇	白沙河、新埔灌渠、崎沟排洪等	现场调研发现，白沙河、新埔灌渠汇入口和崎沟排洪沿岸水产养殖面积占比较大。
5				星都经济开发区	白沙河	现场调研发现，白沙河自 G324 下游约 1 公里右岸临河坑塘仍存在 3~5 处鸭鹅养殖，养殖数量较多，大量鸭禽直接养殖在河道两岸坑塘或鱼塘，养殖废水入河风险较大。
6				博铺街道、长岐镇	小东江、袂花江	博铺街道万亩坡、长岐镇大郭口等区域水产养殖面积超过 2.5 万亩。
7	湛江、茂名	袂花江黄竹尾水闸	水产养殖面积较大，尾水直排影响断面水质	电白区小良镇、吴川市覃巴镇	秦村河	秦村河流域分布较多水产养殖，尾水通过排水闸进入秦村河，现场监测多个鱼塘水质在 IV 类~劣 V 类之间。
8	湛江	九州江排里	水处养殖污染问题突出	和寮镇、塘蓬镇、石岭镇、石颈镇、新民镇、横山镇河	九洲江干流及武陵河、沙铲河、塘蓬河、陀村河、塘蓬河等支流	2019 年，九洲江流域内水产养殖面积 73460.32 亩，其中规模化养殖场及养殖专业户配有 165 处养殖鱼塘，近 32 万头（猪当量）产生的污水入塘消纳。

序号	地市	断面	重点问题	重点区域	影响重点支流	排查重点问题
9				唇镇等		
		鹤地水库渠首		鹤地水库库区	鹤地水库	库岸鱼塘养殖面积 8900 亩，尚无配套的环保设施，大量鱼塘养殖废水直排水库。
10	茂名	小东江石碧	水产养殖污染问题较为突出	分界、石鼓、金塘、公馆、山阁镇	白沙河、泗水河	流域内水产养殖面积近 5200 亩，养殖密度高。
11	中山	前山河南沙湾（石角咀关联断面）	水产养殖面积较大	-	-	鱼塘养殖业分布广且面积大，养殖业尾水排放将对前山河水质带来巨大挑战。
12	阳江	寿长河寿长	水产养殖污染问题较为突出	大沟镇、新洲镇、东平镇	寿长河	寿长河干流中下游及其支流（赤坎河、大沟河）沿岸分布大量的海水产养殖场（户），寿长断面上游水产养殖面积近万亩。
13		织篁河大泉		织篁镇、程村镇	织篁河	大泉断面上游岸边仍有约 300 亩水产养殖。
14	清远	漫水河噉咀	水产养殖污染影响北江干流水质	太平、三坑、山塘镇	漫水河	山塘水流域内清远市太平、三坑、山塘三镇 4.36 万亩淡水鱼塘中，主要涉及桂花鱼养殖（约 3 万亩），其中桂花鱼 0.6 万亩、饲料鱼 2.4 万亩。

以清远市漫水河黄坎桥断面为例，该断面受水产养殖尾水排放污染物影响显著。2020 年的水质监测结果显示，黄坎桥断面达 V 类，定类项目为总磷，超标月份为 4 月和 6 月，超标倍数分别为 0.1 和 0.025，年均值除总磷（超 IV 类 0.07 倍）外其他指标均达 IV 类。根据省内专业机构 2020 年 7 月 28 日至 8 月 4 日、11 月 10 日至 16 日对漫水河流域丰、枯水期的通量监测结果，噉咀断面水量、总磷污染物主要来源于黄坎桥断面，丰水期、枯水期水量分别约占 69.0%、60.4%，总磷通量分别约占 89.6%、86.4%。黄坎桥断面上游太平、三坑和山塘三个镇共有 43618 亩的淡水鱼塘，其中山塘镇 18473 亩、太平镇 10490 亩、三坑镇 14655 亩。根据省内专业机构 2021 年对黄坎桥断面控制单元污染源的分析，水产养殖是黄坎桥断面总磷最主要的污染来源，其贡献率达到 49.40%，其次为农业面源和畜禽养殖面源，贡献率分别为 22.80%和 17.11%，

其余污染源占比均较小。

从主要污染物入河（入海）总量来看，珠江流域（表 10）农业源总氮排放量在珠海和中山的占比超过九成，分别达到 94.67%和 93.86%；深圳和佛山的占比超过八成，分别为 80.14%和 83.73%；广州、东莞和江门的占比也超过六成，分别为 63.99%、67.37%和 61.56%。由于水产养殖业大多集中分布，在集中排放时将部分河段、局部海域造成较大影响。

表 10 珠江流域各市水产养殖污染物总氮排放在农业源中的占比

排放量：吨；占比：%

序号	城市	种植业	水产养殖业	畜禽养殖业	农业源汇总	水产占比 (%)
1	广州市	276.21	817.51	183.94	1277.66	63.99
2	深圳市	14.87	121.94	15.34	152.15	80.14
3	珠海市	20.50	530.32	9.37	560.19	94.67
4	佛山市	60.97	1214.18	175.01	1450.16	83.73
5	惠州市	309.45	253.64	302.39	865.47	29.31
6	东莞市	34.72	79.74	3.91	118.36	67.37
7	中山市	27.02	564.90	9.96	601.88	93.86
8	江门市	319.48	1323.44	506.95	2149.86	61.56
9	肇庆市	430.54	834.97	640.52	1906.04	43.81
10	清远市	420.23	222.02	657.78	1300.03	17.08
11	韶关市	289.85	134.62	439.81	864.29	15.58
12	河源市	238.76	74.52	269.20	582.48	12.79
13	云浮市	215.44	164.61	488.43	868.48	18.95

3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

3.4.1 生态健康养殖技术和尾水治理技术

对于水产养殖行业来说，清洁生产技术通常理解为生态健康养殖技术或措施，污染防治技术主要指尾水治理技术。近年来，全国各地围绕“提质增效、减量增收、绿色发展、富裕渔民”目标，在提高投入品的转化利用、增加产出等方面积极探索，建立了多种因地制宜、各具特色的节能减排技术、模式或措施，如：多品种生态混养、鱼菜共生、池塘底排污、池塘内循环生态养殖、稻

渔综合种养、浮性饲料投喂、生物絮团、微生态制剂调水以及在线监测控制等，这些成果的取得为渔业绿色发展提供了强有力的支撑服务，在我省大多都有一定规模的推广应用。

3.4.2 相关先进技术的指导性文件

(1) 《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》（农业农村部等十部委，农渔发〔2019〕1号）；

(2) 《农业农村部办公厅关于发布2019年农业主推技术的通知》（农业农村部，农办科〔2019〕22号）；

(3) 《关于印发〈广东省水产养殖尾水综合处理技术推荐模式（第一版）〉的通知》（粤农农办〔2021〕40号）。

3.5 现行生态环境标准存在的主要问题

现行行业标准：《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）、《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）。行业标准为2007年制定，经过十多年的发展，目前我省各地的池塘养殖亩产量有了显著增长，主要养殖品种也发生了一定的改变。在调研过程中，地方行业管理部门、环境监管部门及重点养殖者普遍反映该标准指标较多，且部分指标在养殖水体或环境水体并不是主要污染物，已不适应当前行业发展及监管需求。

国家现行污水综合排放标准：《污水综合排放标准》（GB8978-1996），适合高污染行业，不适合池塘养殖尾水排放的管控。

4 行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 池塘养殖生产流程及排放特征点

池塘养殖生产周期通常为3个月到1周年；对于1周年养殖品种，其主要生产工艺流程如下：

1、池塘准备，晒塘、消毒等，此时可能会有少量排水，但通常不会含有过量的富营养化物质。

2、通常3月前池塘进水，完成苗种投放，此阶段不存在排水行为。

3、进入养殖阶段，前期投喂量少，此后随着温度的升高，养殖对象个体增大，投喂量逐步增加，到9、10月投喂量达到最高峰，此后逐渐减少，11月基

本停食；在高温季节，根据管理者水平高低，会有少量的换排水行为。

4、12月到春节前后，捕捞上市，会有陆续排水，直至排干。

对于其他短周期养殖品种，流程基本类似，仅在放养、捕捞时间节点以及各阶段经历的时间长短有所区别。

因此，尾水排放主要集中在清塘、夏季高温季节、收获及其它特殊需要换水的情况，此时的重点污染物包括：化学需氧量、总氮、总磷、悬浮物等污染物。

当前我省池塘养殖尾水排放方式大部分采用直接排放方式，仅在部分大型养殖主体和工厂化养殖场采取间接排放方式，通常采取多级沉淀及人工湿地等对尾水进行一定的净化处理。

同时在外源水水质较差或者水源不够丰富的地方也存在养殖水循环使用、不外排的方式。因为大多养殖品种（模式）在每轮养殖投苗前完成进水，由于粤北、粤西等区域部分池塘难以从外界公共水域取到水，只能将池塘养殖尾水循环使用；高温季节也是农业生产用药的高峰时节，导致外界公共水域常常含有对养殖对象有毒有害的物质，部分区域养殖者无法从外界公共水域补充干净水源，因此部分养殖主体此时也不向外排水，采取尾水循环使用的方式进行水质调控。

4.2 池塘养殖排放现状

项目组 2019-2022 年开展养殖尾水监测，同时收集 2016 年以来在我省开展水产养殖环境及尾水排放口环境统计数据，共计 665 组，其中淡水 323 组，海水 342 组（见表 11）。需要注意的是，我省部分水产养殖聚集区有统一的尾水排放渠（甚至有部分区域合用进、排水渠），部分区域养殖塘众多，沟渠呈网络状，进、排水渠混合，如潮州饶平县东风埭。因此，本处收集的部分尾水排放数据是排放渠入河/入海前的排放口监测数据。养殖区域有不同品种鱼的养殖塘，部分区域还会有鱼塘、虾塘、蟹塘同时存在的现象。如在潮州饶平县，部分区域养殖鱼类、对虾的池塘及工厂化养殖（对虾）排放的尾水都通过同一个排放渠排放。汕尾城区的部分监测数据，来自于鱼塘、虾塘和蟹塘共存于同一个区域、共享一个尾水排放渠监测得到；在茂名电白区和滨海部分区域的监测数据，是鱼塘和对虾塘（主要为南美白对虾）共同排放渠监测得到。

表 11 水产养殖及排水环境监测点位统计

养殖区域	监测地点	鱼塘、鳖（包括工厂化）	虾塘（包括工厂化）	小计
淡水	池塘排口	160	42	202
	入河排口	99（包括混排口）	22	121
海水	池塘排口	25	29	54
	入河（海）排口	133（包括混排口）	155	288
合计		417	248	665

开展环境监测的淡水养殖水体及尾水排放口覆盖了草鱼、罗非鱼、加州鲈、鳙鱼、鳊鱼、生鱼、黄骨鱼等主要鱼类养殖品种，南美白对虾与罗氏沼虾等主要甲壳类品种及鳖、牛蛙等特种水产养殖品种；开展环境监测的海水养殖水体及尾水排放口覆盖了南美白对虾、鲈鱼、鲷鱼、鲟鲙、鲍鱼等主要品种。

同时，665 组监测数据充分覆盖了养殖不同养殖品种的各个养殖期，如南美白对虾养殖水体，覆盖了养殖初期、中期和后期以及清塘阶段。

重点统计了淡水养殖尾水排放口和海水养殖尾水排放口的水污染物监测数据，分析了各类数据的平均数和中位数。平均数体现的是同一类数据的整体平均状况，反映数据集中趋势。由于平均值受极端值的影响明显，故本处同时统计了中位数。中位数体现的是同一类数据中间位置的数，是该类数据所占频率的等分线。各类数据的平均值和中位数的统计情况见表 12 和图 3、图 4。

（1）pH

根据对 665 个养殖水体监测数据分析，绝大多数池塘养殖水体中 pH 值介于 6.4-8.3 之间（另有一个池塘 pH 监测值为 9.0），占总监测点位数的 97.54%，基本都符合养殖水环境质量标准《渔业水质标准（GB 11607-1989）》。若以养殖水直接排放，排放尾水 pH 值也将基本介于 6.4-8.3 之间。

（2）悬浮物

1) 淡水养殖

对 323 处淡水养殖尾水悬浮物监测结果表明，悬浮物浓度最大值 224 mg/L，最小值 5 mg/L，平均值为 59.28 mg/L，中位数为 43.25 mg/L。监测数据显示，除 4 处监测点悬浮物浓度呈现异常高值（清塘尾水）外，其他各监测水体数值介于 5-107 mg/L 之间。在得到的 323 个监测数据中，有 301 个值低于 100 mg/L，能满足《淡水池塘养殖水排放要求（SC/T 9101-2007）》二级标准。

目前大多数养殖尾水处理技术针对一般池塘的悬浮物有较好的处理效果，对尾水开展工程净化，悬浮物浓度一般下降 30-60%，但由于清塘水悬浮物普遍非常高，即使经过处理，外排尾水悬浮物仍然较高。中山、佛山等部分地方试开展区域连片整治，对养殖区域和尾水处理系统实行统一管理，清塘尾水轮排轮放，增加清塘尾水静置时间，降低进入处理系统尾水悬浮物浓度，减轻悬浮物对处理系统的冲击，实现更好的处理效果，从而实现达标排放。

2) 海水养殖

对 172 处海水养殖塘（主要为对虾塘）水体悬浮物监测结果表明，海水养殖塘悬浮物浓度最大值 193 mg/L，最小值 3.9 mg/L，平均值为 49.35 mg/L，中位数值为 41.5 mg/L。监测数据显示，13 处监测点超过 100 mg/L（最大值 193 mg/L）外，其余各监测点浓度介于 3.9-99 mg/L 之间，满足《海水质量标准（GB3097-1997）》三类标准“人为增加的量 \leq 100 mg/L”，也能够满足《海水养殖水排放要求（SC/T 9103-2007）》中关于悬浮物浓度二级标准。即现状养殖水体在未经过处理条件下，基本能满足《海水养殖水排放要求（SC/T 9103-2007）》。

根据养殖尾水对近岸海域生态环境景观的影响，悬浮物应作为重点控制指标，但海水养殖尾水处理技术相对较落后，现有“三池两坝”等技术在对尾水开展净化处理时，一年以上运营期的示范工程较少，这些工程在处理清塘尾水的效果需要进一步检验。从尾水监测数据可知，涉及清塘尾水的悬浮物监测值普遍较高，大多介于 100-200 mg/L 之间，在不混合其他养殖尾水的情况下，单纯的清塘尾水悬浮物浓度将更高。因此，尾水处理工程需要对清塘尾水的悬浮物有极强的处理能力，确保能降低 75%以上的悬浮物，才能使悬浮物浓度低于 50 mg/L。部分养殖业者选择使用长度更长的净化水体，使尾水有更长时间沉淀后经物理+化学/生物等方法以取得较好处理效果。

(3) 总氮

1) 淡水养殖

对 254 个淡水养殖尾水样品开展总氮监测的结果显示，总氮监测值介于 1-116.20 mg/L 之间（最大值为蛙塘排水），平均值为 6.15 mg/L，中位数为 7.37 mg/L。可见，现有池塘排水总氮浓度都普遍较高，尤其是蛙类、鳊鱼、甲鱼

(鳖)、罗非鱼和生鱼等品种，其养殖尾水浓度更高，蛙塘尾水总氮浓度介于 20.2-116.2 mg/L 之间，鳊鱼尾水总氮浓度介于 4.27-19.71 mg/L 之间，四大家鱼、虾类尾水介于 1-10.35 mg/L 之间。鳊鱼、甲鱼、罗非鱼和生鱼等品种养殖塘尾水无机氮浓度占总氮浓度的 32.62-92.28%，对虾（主要为南美白对虾）养殖塘尾水无机氮浓度占总氮浓度的 9.56-62.46%，可见，鳊鱼、甲鱼、罗非鱼和生鱼等品种养殖塘尾水中要降低总氮浓度重点是降低无机氮浓度，而南美白对虾池塘尾水重点是要降低有机氮浓度，这对尾水处理原理、处理工艺和处理设施的要求都不相同。

2) 海水养殖

对 322 个海水养殖尾水样品开展总氮监测的结果显示，海水养殖尾水中总氮浓度介于 0.16-13.10 mg/L 之间，平均值为 3.13 mg/L，中位数为 2.15 mg/L，养殖尾水总氮浓度与尾水处理设施类型有极大关系。对于仅通过自然沟渠经自然降解的养殖尾水，总氮浓度普遍偏高，而有人工处理设施，利用各种物理或化学方法处理后的尾水，总氮浓度相对较低。在对现有处理设施的处理效果予以评估，在得到较好维护的基础上，以南美白对虾养殖尾水处理为例，不同养殖阶段排放的尾水中总氮浓度介于 0.159-8.17 mg/L 之间，清塘尾水中总氮浓度最高，普遍高于 2 mg/L。

(4) 总磷

1) 淡水养殖

对 292 个开展监测的淡水养殖尾水总磷浓度数据统计，结果显示，淡水养殖尾水总磷浓度介于 0.11-5.35 mg/L 之间，平均值为 0.86 mg/L，中位数为 0.44 mg/L。鳊鱼、加州鲈和生鱼养殖池尾水总磷浓度相对较高，普遍在 1 mg/L 以上。

2) 海水养殖

对 252 个开展监测的海水养殖尾水总磷浓度数据统计，结果显示，海水养殖尾水总磷浓度介于 0.15-2.62 mg/L 之间，平均值为 0.34 mg/L，中位数为 0.28 mg/L。对于养殖集中区域的池塘尾水处理设施，当混合清塘尾水情况下，排放尾水总磷浓度普遍介于 0.5-1 mg/L 之间。

(5) 化学需氧量 (COD_{Mn})

1) 淡水养殖

对 228 处淡水养殖尾水排放口的监测结果表明，尾水化学需氧量 (COD_{Mn}) 浓度介于 1.08-47mg/L 之间，平均值为 13.62 mg/L，中位数为 8.61 mg/L。一般情况下，对虾（尤其是南美白对虾）养殖尾水化学需氧量 (COD_{Mn}) 浓度相对更高，普遍高于 10mg/L，已监测的 54 个南美白对虾养殖尾水浓度数据中，43 个监测值高于 10 mg/L，占比达 79.63%；22 个监测值高于 20 mg/L，占比达 40.74%。

2) 海水养殖

对 339 处海水池塘养殖水体化学需氧量 (COD_{Mn}) 浓度监测，结果表明，339 个养殖水体化学需氧量 (COD_{Mn}) 浓度值介于 1.27-80 mg/L 之间，平均值为 48.29 mg/L，中位数为 41.00 mg/L。有 3 个异常值分别为 50 mg/L、56.64 mg/L 和 80 mg/L，其余监测值小于 30 mg/L。331 个值都低于 20 mg/L，占比达到 97.64%；286 个化学需氧量 (COD_{Mn}) 浓度监测值低于 10 mg/L，占比达到 84.37%。

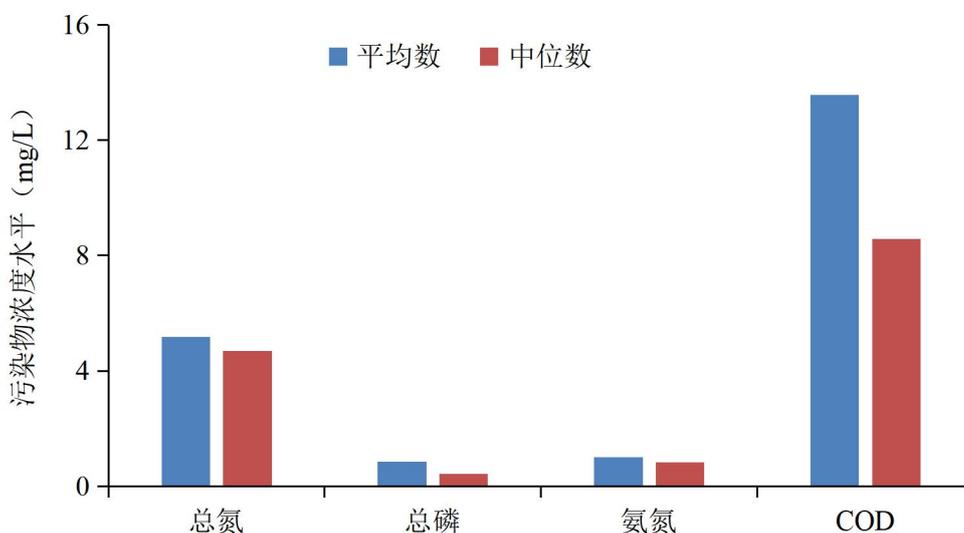


图 3 淡水养殖各监测位置不同污染物平均值和中位数对比

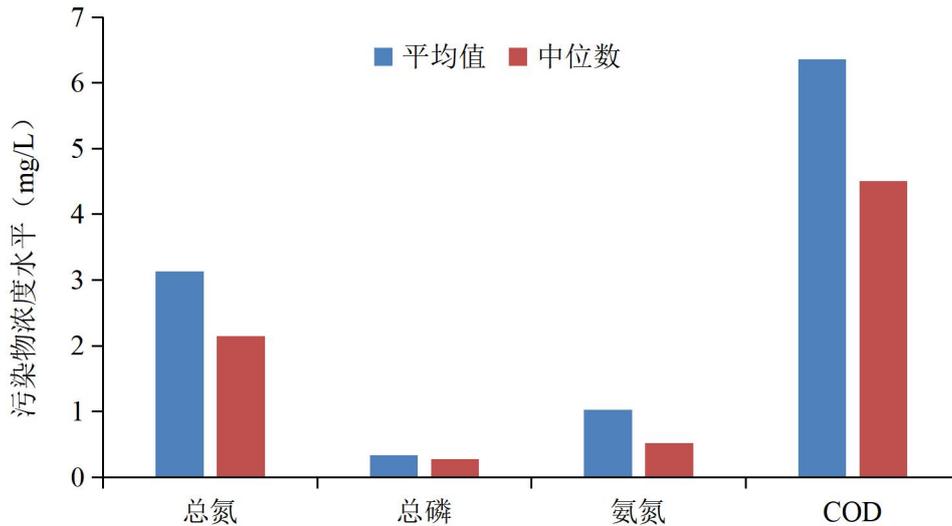


图 4 海水养殖各监测位置不同污染物平均值和中位数对比

表 12 水产养殖尾水排放口污染物浓度监测情况（单位：mg/L）

评价项目		总氮	总磷	氨氮	化学需氧量 (COD _{Mn})	悬浮物
淡水养殖	计数	254	292	152	228	323
	平均数	6.15	0.86	1.25	13.62	59.28
	中位数	7.37	0.54	0.87	8.61	43.25
	最大值	116.2	5.35	6.66	47	224
	最小值	1	0.11	0.005	1.08	5
海水养殖	计数	322	252	144	339	172
	平均值	3.13	0.34	1.03	48.29	49.35
	中位数	2.15	0.28	0.52	41	41.5
	最大值	13.1	2.62	6.53	80	193
	最小值	0.16	0.15	0.005	1.27	3.9

4.3 水产养殖排放水环境影响分析

水产养殖污染指标主要有悬浮物、pH、化学需氧量（COD_{Mn}）、总磷（以 P 计）、总氮（以 N 计）等，污染指标是造成地表水污染源之一。

1、悬浮物 悬浮物是指悬浮于水中，不能通过 0.45 μm 滤膜且易沉降的细小有机或无机颗粒物质。水域悬浮物对光的散射与阻挡影响水色和透明度，从而降低浮游植物的光合作用，影响水生生物的呼吸和代谢，严重时会造成鱼、虾、蟹窒息死亡。淡水养殖经过一个养殖周期后，由于饲料的投入、养殖生物的活动（游动、摄食、排泄等）、气象条件（刮风、下雨等）等各种因素的作用，养殖水体中的悬浮物会有所增加，因此必须对此要有一定的限制，如果含

大量悬浮物的养殖水排入水体，势必对受纳水体的生态环境产生影响；同时，在排水过程中，由于水流的扰动作用，会裹挟大量的底泥，也会导致水体中悬浮物上升。养殖池中悬浮物可以通过设置沉淀池并在沉淀池中放养滤食性生物等来达到降解的目的。池塘养殖过程中，悬浮物浓度普遍不会太高，但清塘阶段因沉积物被搅动，导致悬浮物浓度爆发性升高，此阶段悬浮物的处理考验尾水处理设施工艺。

2、pH pH 是水体中氢离子活度的度量，天然水中的 pH 值是各种溶解的化合物所达到的酸-碱平衡值。天然水中的碳酸盐体系对 pH 起着主要调节作用，引起水域 pH 变化的重要因素是浮游植物的光合作用和生物残骸、排泄物等的分解。光合作用盛行时，吸收二氧化碳，放出氧气，pH 随之升高；当有机质分解时，消耗氧气，放出二氧化碳，pH 值降低。当 $\text{pH}<5$ 时，水体呈酸性，会造成鱼类的酸中毒，造成蛋白变性使组织器官失去功能而造成鱼类死亡。而当 $\text{pH}>9$ 时，水体呈碱性，对鱼有强烈的腐蚀性，使鱼体及鱼鳃损伤严重，同时，由于刺激性使鳃粘液大量分泌并凝结于鳃部，使鱼呼吸困难窒息，鱼体表面粘膜被溶解，使鱼失去控制水分渗透压的能力而死。

3、化学需氧量 化学需氧量是判断水域中有机物含量的重要指标，水体中有机物含量的高低，直接影响生物的生长。影响水体中化学需氧量的主要原因是水中含有大量还原性无机物和可被氧化的有机物，所以以化学需氧量作为水体受还原性有机、无机物污染程度的综合指标。池塘养殖水中这些污染物主要来自养殖过程中未被养殖生物利用的饲料的分解，养殖生物的排泄物，以及各种微生物的分解所产生的各种还原性无机物和有机物，但总体水平相对于其他行业仍处于较低水平。

4、总氮 总氮是指水体中有机氮和无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）的总和，各种形式的氮在一定条件下可以相互转化。无机氮是浮游植物的主要营养盐之一，是浮游植物生长繁殖不可缺少的要素，是细胞原生质重要组成部分，浮游植物按一定比例从环境中摄取氮和磷，当任何一个要素的含量低于或高于一定比例时，都会抑制生物的生长繁殖，甚至中毒死亡。池塘中氮的主要来源是投入品残留，其次是水生生物的排泄以及尸体腐解和大气降雨，因此随着养殖生产进程的推进，呈逐步增加趋势。当水体中的氮过高时，对环境

会产生不利影响，严重时会导致水体富营养化，产生水华（赤潮），破坏水体中原有的生态平衡。

5、总磷 总磷包括有机磷和无机磷，它们存在于溶液、腐殖质粒子或水生生物中，各种形式的磷在一定的条件下可以相互转化。磷酸盐是水域中浮游植物的营养盐之一，浮游植物在合适的氮磷比范围内且在过量提供的条件下，生长旺盛，某些藻类的个体数量还会突发增殖，更有甚者藻类的种类会减至二三种，破坏了生态结构，造成缺氧环境。然而，由于影响藻类生长的物理、化学、生物因素极其复杂多变，很难预测藻类生长的趋势，也难以定出导致突发增殖产生水华（赤潮）的指标。淡水养殖尾水中的总磷主要来源于饲料中的添加剂、饲料分解物及养殖生物的排泄产物，合理控制淡水养殖的投入品，适当使用水质调节剂是十分重要的。

4.4 污染防治技术分析

水产养殖污染防治技术包括在池塘养殖生产过程中采用的生态健康养殖措施以及对排放尾水进行净化处理的技术。

4.4.1 生态健康养殖技术

对于水产养殖行业来说，清洁生产技术通常理解为生态健康养殖技术或措施，主要包括以下几种：

（1）池塘内循环养殖技术

在水产生态养殖中，循环水式养殖技术是应用比较广泛的一种生态养殖技术。将原有池塘分隔成流水养殖池和生态净化池，利用微孔增氧的动力和导流（墙）板推动引导水体定向流动，并在流水养殖池的末端收集养殖池固形废弃物，生态净化池套养滤食性鱼类、种植水生植物等对养殖废水沉淀和净化后循环使用。通常利用占池塘面积 2-5%的水面建设具有气提推水充气和集排污装备的系列水槽作为养殖区进行类似于“工厂化”的高密度养殖，并对其余 95-98%的水面进行适当改造后作为净化区对残留在池塘的养殖尾水进行生物净化处理和利用，实现养殖周期内养殖尾水的零排放或达标排放。该模式是传统池塘养鱼与流水养鱼技术的结合，将传统池塘“开放式散养”模式革新为池塘循环流水“生态式圈养”模式，具有生产效率高、占地面积少、排放少、污染少的特点，是一种高密度、高单产、高投入、高效益的养殖方式，符合现代水产养殖

业结构调整的需要。它又被称为池塘工厂化养鱼、池塘工业化养鱼等。

(2) 稻渔综合种养技术

运用生态学原理，在池塘中种植水稻或者在水稻田中引入水产品养殖，利用水稻与水产品种间的互利共生关系，较大限度提高水土资源利用效率，减少农药、化肥的使用，达到“一水二用，一田双收”效果，是一种“节能、节水、高效、生态”循环农业的典范模式。其互利关系主要体现在鱼虾蟹摄食虫害和杂草，减少农药使用，水稻为虾蟹提供良好的栖息环境，同时鱼虾蟹的排泄物和活动松土有效增加土壤有效养分，减少肥料使用。因此，稻渔综合种养模式具有稳粮、促渔、增效、提质、生态、节能的效果。目前主要开展的相关工作主要是集成、创新、示范和推广了稻蟹共作、稻鳖共作+轮作、稻虾连作+共作、稻鳅共作、稻鱼共作、稻鳖共作等模式。

(3) 鱼菜共生种养技术

池塘鱼菜共生综合种养技术是基于共生原理，在同一水体中把水产养殖与植物种植有机结合，利用鱼类与蔬菜的共生互补，实现养鱼不换水、种菜不施肥，解决池塘换水难及水质富营养化问题，既营造了优美景观，又增加了收入。据有关研究：每生产1 kg空心菜，效益消纳1.45 g氮和0.3 g磷，种植水上蔬菜后，水体氨氮含量降低50.6%。具体参考农业农村部2019年主推技术中的第57项技术“池塘‘鱼-水生植物’生态循环技术”。

(4) 陆基集装箱式养殖技术

该技术将池塘养鱼移至集装箱，箱体与池塘形成一体化的循环系统，从池塘抽水、经臭氧杀菌后在集装箱内进行流水养鱼，养殖尾水经过固液分离后再返回池塘处理，不再向池塘投放饲料、渔药，池塘主要功能变为湿地生态池，池塘尾水零排放。该技术将养殖对象集约于箱内养殖，减少饲料浪费，饲料系数达到1.0-1.2；箱体配有增氧设备、臭氧杀菌装置等，能调控水体，降低病害发生率；养殖废水进行多级沉淀，集中收集残饵和粪便并作无害化处理，去除悬浮颗粒的尾水排入池塘，利用大面积池塘作为缓冲和水处理系统，可减少池塘淤积，促进生态修复，降低养殖自身污染；保持池塘与集装箱不间断地水体交换，平均每天完全换水2-3次，实现流水养鱼，符合鱼类运动生长习性，成鱼品质较传统池塘明显提高。与此种养殖方式类似，我省部分业者开展陆基圆桶

养殖或陆基水泥池养殖，这些技术的共同点是利用集装箱、圆桶或水泥池实施流水环境下极大密度养殖，以较小水体获取最大产量，以现有水面（池塘）作为养殖尾水处理系统，通过立体生态养殖不同食性鱼类（有时也会包括贝类），水面种养水稻或通菜（空心菜）等植物，实现养殖用水在养殖场内循环，最大限度减少外排（部分养殖场没有配备池塘，则需另建尾水处理设施）。

（5）多品种生态混养技术

在同一池塘内利用养殖生态位互补的动植物，实现养殖用水的循环利用和养殖环境的生物调控。如虾蟹生态高效混养模式、多品种主混养模式、“对虾-底栖贝-杂食鱼”海水池塘多营养层次生态健康养殖模式，这些模式在养殖过程中综合采用生物防控、微生态调控、营养增强、微孔增氧及质量安全控制等关键技术。此种养殖方式单位面积产量普遍不高，目前该技术在我省集约化养殖或高产养殖池塘使用较少。

（6）底层微孔增氧技术

该技术通过在池塘底部布设高分子橡塑微孔增氧管，构建了水体底层“人工肺叶”增氧网络，有效地改善了底层水体溶氧水平；同时高分子橡塑微孔增氧管曝气孔孔径只有 20-30 μm ，可产生比表面积更大的微细化气泡，在水中可呈烟雾飘散状，与水体的接触面积更大，上浮速度更慢，增氧效率更高；池塘水体溶氧水平从表层到底层均得到有效改善，有效的促进了营养物质的循环利用。

（7）气动循环养殖技术

改造传统池塘增设附属池，改变其增氧、排污、循环、处理等布局，借助微孔增氧产生的气泡作为水循环动力，促进养殖池与附属池的水体循环，配备废水处理或污物集中处理系统，实现循环利用或达标排放的养殖技术。有关实验表明：与传统排污养虾方式相比，可节水90%以上，综合节能50%以上。

（8）浮性饲料投喂技术

采用挤压膨化加工工艺生产的水产浮性饲料是一种高转化率、低污染、高效益的优质环保饲料。在原料选取方面可以选取棉籽、油菜籽、马铃薯，降低饲料原料成本。浮性饲料的可观察性，方便了养殖户准确及时调整投喂时间和投喂量，同时可定点投饲，提高了工作效率。水产浮性饲料具有较好的粘结力，能减少水中残留，避免污染水体。

(9) 微生物制剂应用技术

微生物制剂又称益生菌、益生菌、利生素、活菌制剂，是有益的生物制剂或活菌制剂，有的还含有其代谢产物或（和）添加有益菌的生长促进因子。主要功能：改善养殖对象机体内外的微生态平衡，提高其饲料转化率，抑制病原菌，控制水产养殖动物疾病的发生。常用的微生物制剂有光合细菌、硝化细菌、芽孢杆菌、蛭弧菌、放线菌、酵母菌、乳酸菌等。该技术在我省沿海市已有部分使用。

(10) 生物絮团技术

该技术通过操控水体营养结构，向水体中添加有机碳物质，调节水体中的碳氮（C/N）比，促进水体中异养细菌的繁殖，利用微生物同化无机氮，将水体中的氨氮等养殖代谢产物转化成细菌自身成分，并且通过细菌絮凝成颗粒物质被养殖动物所摄食，起到维持水环境稳定、减少换水量、提高养殖成活率、增加产量和降低饲料系数等作用的一项技术，它被认为是解决水产养殖产业发展所面临的环境制约和饲料成本的有效替代技术。采用该技术分解残饵、粪便，转化氨氮、亚硝酸盐为蛋白质供给养殖动物营养，抑制有害微生物生长，提高养殖动物免疫力。该技术在可控水体中应用效果明显，暂不适宜开放式水体。该技术在我省部分较大规模养殖场已得到部分应用。

(11) 池塘“底排污”工程技术

在塘底最低处设置排污口、拦鱼网，通过排污口、排污管与固液分离池连通。养殖污水经物理、生物净化处理后，达到养殖用水标准后循环使用，实现养殖水体生态循环。该技术在我省沿海地区（包括海、淡水养殖）已开始逐步推广。

4.4.2 淡水养殖池塘尾水治理技术

池塘养殖末端处理技术主要为养殖尾水治理技术。通过对池塘进行标准化改造，并利用物理、化学及生物等水质净化措施，构建生态沟渠和净化池塘等净化湿地作为尾水处理设施，对池塘养殖尾水实施水质净化，实行循环水养殖，大幅减少养殖用水的排放，保护水域生态环境。通常净化区面积占到所要治理养殖区域面积的 6-20%，具体视养殖品种及产量而定。根据《广东省水产养殖尾水处理技术推荐模式（第一版）》，对于集中连片池塘污染防治技术目前大致可分为 4 种尾水净化处理方式。

(1) “三池两坝”模式

该模式是目前应用较多的模式，俗称“三池两坝”或“三区两坝”净化模式，属于尾水异地净化模式；该模式为农业农村部 2019 年主推技术中的第 58 项技术——淡水池塘养殖尾水生态化综合治理技术，相对较成熟，已有较广泛的应用。该模式将部分养殖池塘进行改造，用于沉淀、过滤、曝气、生物净化等，净化的水在符合排放要求后排入外部河流，或再次进入养殖池塘进行循环利用。该模式前接生态渠道（进排水管道），工艺流程图如下（图 5）：

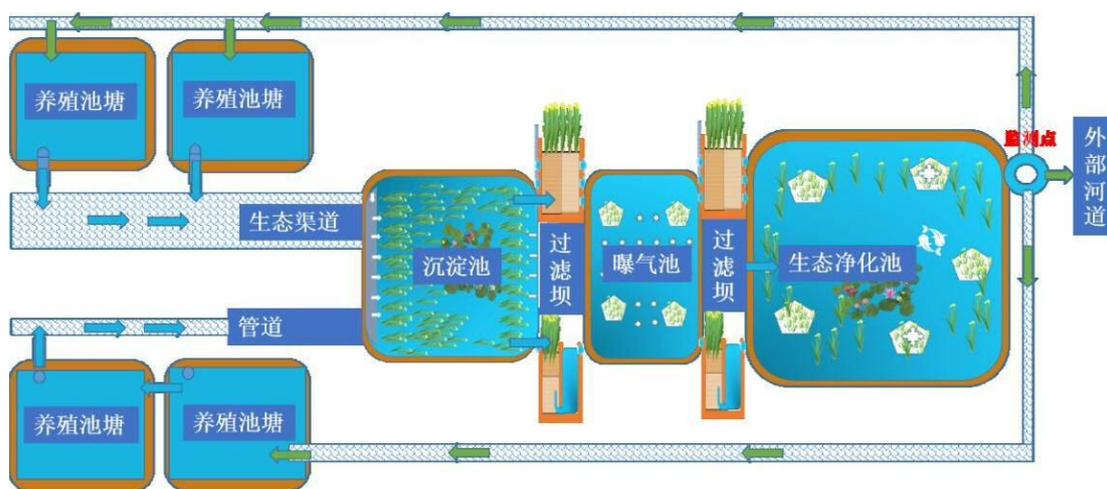


图 5 “三池两坝”净化模式流程图

复杂的大规模养殖区域可选用尾水人工湿地生态净化模式，包括表面流、水平潜流、垂直潜流等人工湿地模式，该类模式通过将生态塘渠、潜流或表面流人工湿地组合成为一个生态处理系统来净化养殖尾水，净化效果明显，而且通过人工湿地等生态手段，改善了周边景观环境，通常为城镇生活污水、城镇污水处理厂出水净化处理所采用，但建设和维护成本均较高。具体建设要求可以参照国家环保部《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）、广东省农业厅《水产养殖尾水处理技术推荐模式》（粤农农办〔2021〕40号）等要求。

“三池两坝”模式已成为长江流域和珠江流域广泛推广的池塘养殖尾水处理模式。项目组实地考察发现该模式在处理“四大家鱼”等常规品种的养殖过程外排尾水能起到较好的净化效果，但对于海水高位池养殖及淡水生鱼、蛙类等高污染物浓度养殖品种或养殖模式，处理效能显著降低。同时，该模式对于清塘尾水的处理也面临极大考验，正常情况下难以处理清塘阶段的尾水。根据

佛山部分地方的经验，对于连片分布的养殖区域，不同池塘清塘前应沟通协调，有序清塘排污，且应在“三池两坝”之外建设“预处理池”初步沉淀清塘尾水，经初步沉淀后的尾水再排放进入“三池两坝”系统，才可能实现较好的处理效果。

(2) 人工湿地尾水处理模式

该技术是在池塘建立人工水生态系统，利用内基质、植物和微生物等协同作用，经过物理和生物两重处理，达到去除或消减水中污染物的目的。人工湿地应用于养殖尾水处理，可实现养殖尾水循环利用或达标排放。

该模式工艺主要包括：养殖尾水进入生态沟渠，经沉淀池进入人工湿地或（复合式人工湿地），然后回到养殖池塘（外部水域）（图6）。处理后水质达标排放或循环利用。

沟渠和净化塘的改造参考“三池两坝”模式中的生物净化池构建方式，在修整的基础上，种植各类水生植物或搭建浮床，放养鲢鳙、贝类等滤食性生物，挂毛刷固着微生物等。在沟渠进入净化塘时修筑一道溢流坝，将排水沟渠与净化塘隔开。

该模式净化区面积占比控制在 10%左右。

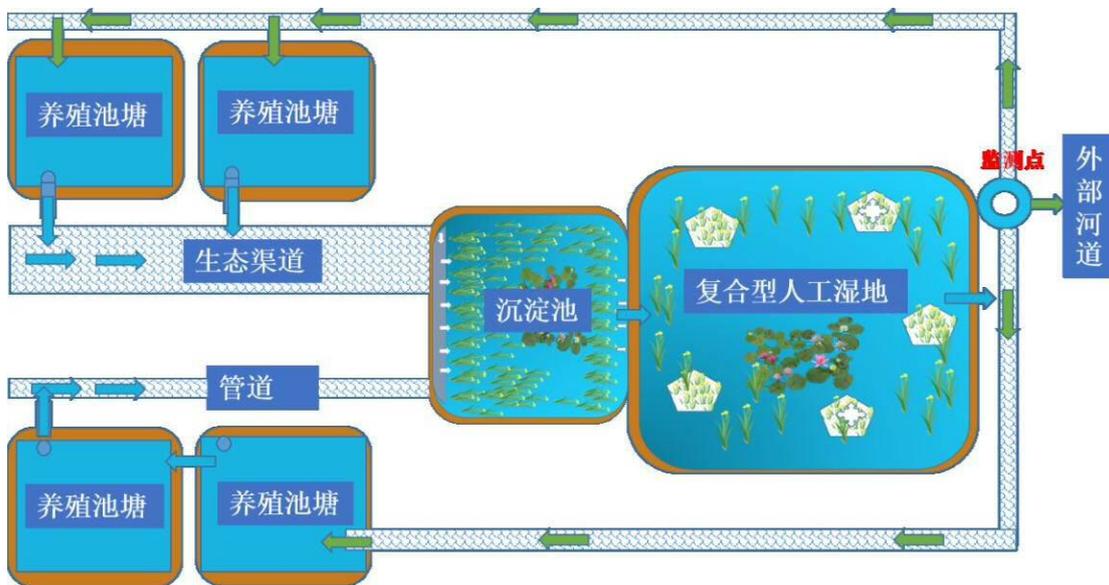


图6 人工湿地尾水处理工艺示意图

(3) 渔稻共作尾水处理模式

采用渔农综合循环利用模式，使养殖尾水处理与稻渔共作相结合（图7）。养殖尾水直接进入稻田。稻田中养殖鱼、虾、蟹等经济动物，消除田间杂草和水稻害虫，并疏松土壤；水稻吸收氮、磷等营养元素净化水体，净化后的水体再次进入养殖系统进行循环利用，形成一个闭合的“稻—渔”互利共生良性生态循环系统，实现“一水多用、生态循环”。

养殖池塘尾水进入稻田，经停留处理后再回至养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

池塘养殖条件下，每 2000-5000 kg 产量配套 10 -15 亩稻田。

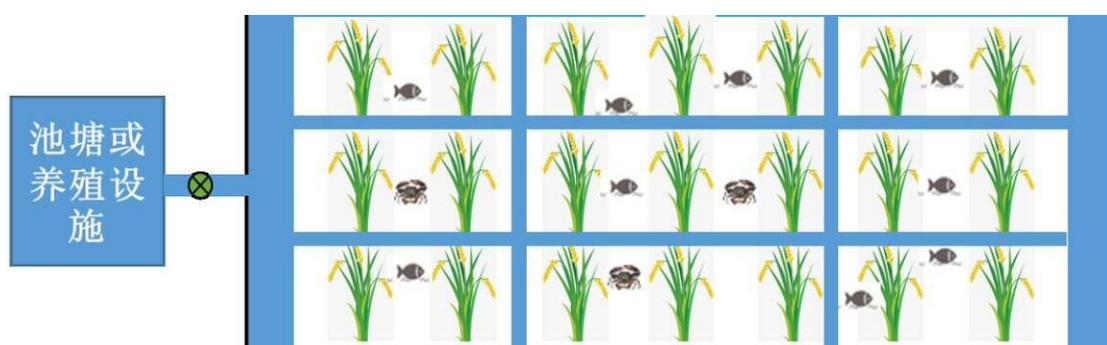


图 7 渔稻共作尾水处理工艺示意图

(4) 温室鱼菜共生处理模式

鱼菜共生是一种新型的复合农业，它把池塘养殖和作物栽培这两种原本完全不同的农耕技术，通过巧妙的生态设计，达到科学的协同共生，从而实现养鱼不换水而无水质忧患，种菜不施肥而正常生长的生态共生效应（图8）。该模式将池塘养殖中残饵和粪便等高污染物，通过底排的方式进入收集池，通过收集池沉淀后将浓缩的污染物排放到发酵池中，经过十几天发酵后，将发酵液通过管道进入温室鱼菜共生系统中，用于作物栽培，上清水回塘继续用于池塘养殖。

工艺流程主要包括养殖池塘尾水经底排污管道，进入收集池，上清水回塘；沉积物进入发酵池，收集发酵液，发酵液用于温室鱼菜共生系统，最后回至养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

一般要求温室鱼菜共生系统与池塘配比为 1:2-5 左右。



图 8 温室鱼菜共生尾水处理工艺示意图

4.4.3 海水养殖池塘尾水治理技术

与淡水养殖池塘尾水治理技术相比，海水池塘养殖尾水净化技术难度较大，目前尚在探索中，已实施的物理净化措施与淡水池塘基本类似，但关于生物净化品种选择方面仍需要做大量工作。

(1) “预处理+三池两坝”技术

该技术主要针对高位池养殖尾水处理，采用“预处理+三池两坝”处理工艺（图 9）。养殖尾水首先经排水沙井网隔进行粗过滤，分离虾壳、死虾、残饵等大颗粒污染物后，排入初沉池（一级池）进行沉淀过滤处理；再进入生物净化池（二级池）作进一步净化处理；最后进入理化净化池（三级池），经沉淀净化后排放。回收三个池的沉积物，经过干燥、集中发酵后生产有机肥料，资源化利用。

工艺流程为：生态沟渠 排水沙井网隔 初沉池（一级池） 过滤坝 生物净化池（二级池） 过滤坝 理化净化池（三级池）。

原则上要求养殖用水循环使用。

养殖尾水治理设施总面积占养殖总面积的 10-16%。

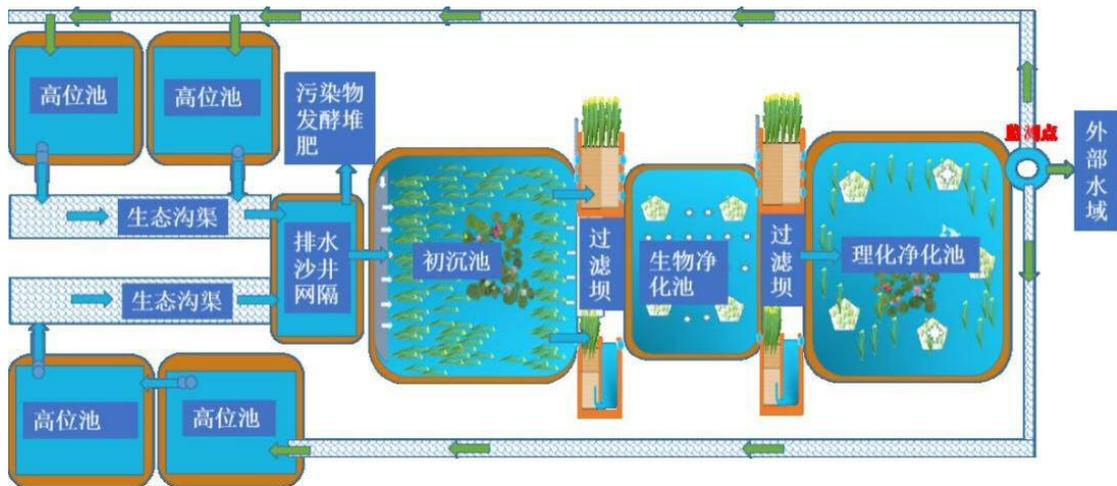


图 9 海水高位池养殖尾水处理工艺示意图

(2) “三池三槽”尾水处理模式

利用生物净化为主，物理化学净化为辅的方法，采用“三池三槽”生态处理工艺（图 10），形成生态多元化，结构合理，食物链丰富完整的工艺，提高污染物的去除有效率；并在传统技术基础上进行改良、创新，使养殖尾水通过综合治理得到有效净化，最终实现循环利用或达标排放。

工艺流程为：尾水经生态排水渠，进入初沉池，再进入一级过滤槽，再流入复合生物池，再进入二级过滤槽，然后进入多级生态滤池。

原则上要求养殖用水循环使用。

养殖尾水治理设施总面积约占总养殖面积的 5-10%。

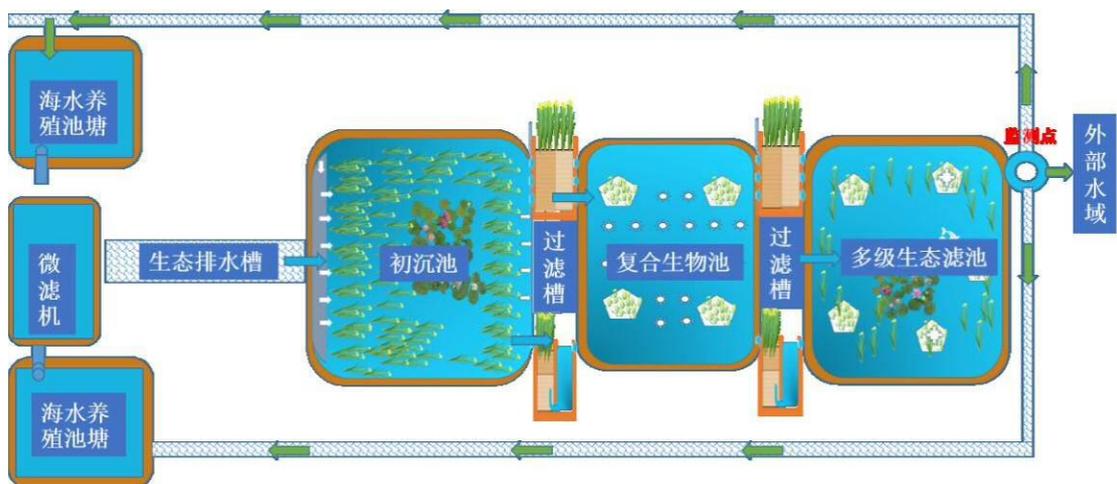


图 10 海水普通池塘养殖尾水处理工艺示意图

(3) 海水稻渔耦合尾水处理模式

适用于盐度 1.2% 以下的排放水与海水稻田耦合，高于 1.2% 以上的排放水

需要稀释盐度后方能进行耦合。利用“海水养殖+海水稻种植”尾水处理模式可以构建“海水池塘+稻渔共生”、“海水设施养殖+稻渔共作”等形式，是典型的渔农综合循环利用模式。“海水养殖+海水稻种植”将池塘养殖排污尾水处理及“跑道鱼”等设施转型分区式养殖尾水处理模式与稻渔共作相结合。稻田中进行水稻和鱼、虾、蟹的综合种养，放养的锯缘青蟹蟹、对虾、鱼消除田间杂草，消灭稻田中的害虫，疏松土壤；环田沟中集中或分散建设标准流水养鱼槽，流水槽或排污池塘集约化养殖海水鱼、虾蟹等水产品，养鱼流水槽或底排污池塘中的肥水直接进入稻田促进水稻生长；水稻吸收氮、磷等营养元素净化水体，净化后的水体再次进入流水槽设施或排污池塘进行循环利用，形成了一个闭合的“稻—虾蟹—鱼”互利共生良性生态循环系统，实现“一水两用、生态循环”。

工艺流程为：池塘、跑道设施养殖→集污管道→海水稻田→池塘、跑道设施。

每个流水槽（或相同产量的排污池塘）配套 10~15 亩稻田。

（4）工厂化养殖尾水处理模式

适用于海水工厂化养殖。主要通过生物调控、物理调控、化学调控等方式进行循环水分流处理。

工艺流程为：微滤机→蛋白分离器→生物滤池。

原则上要求养殖用水循环使用。

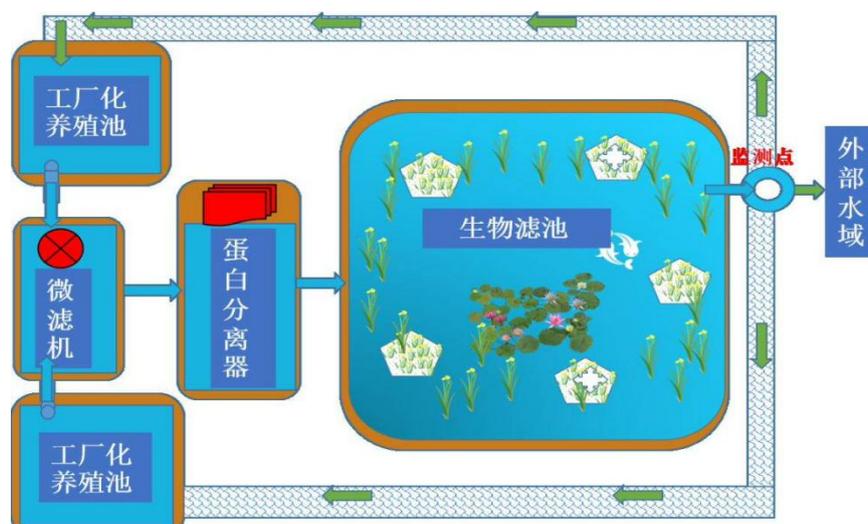


图 11 工厂化养殖尾水处理工艺示意图

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

本标准强制性标准。

本标准适用于广东省水产养殖单位养殖水面 30 亩及以上的池塘养殖，以及工厂化养殖等封闭式水产养殖的尾水排放管理，本标准规定了水产养殖尾水排放的术语和定义、一般要求、排放控制要求、监测要求、达标判定、标准实施与监督等。

《水产养殖尾水排放标准》制定的主要目的是限制池塘和工厂化养殖负载过大的养殖尾水，推动养殖技术革新，提升行业绿色发展水平，鼓励水产养殖尾水集中处理，降低水产养殖对环境的影响，促进水产养殖业与环境和谐共生，实现科学、可持续、高质量发展。通过对我省（淡水、海水）池塘养殖模式、养殖尾水排放水质调查分析，综合考虑受纳水体对环境的要求，同时兼顾我省实际养殖情况，制定适合封闭式养殖模式的尾水排放指标。

《水产养殖尾水排放标准》主要控制指标是在养殖过程中可能产生对环境造成不良影响的指标；最主要的是养殖过程中由于养殖品种单位产量过高、投喂的饵料质量粗糙、利用率低以及没有进行相应尾水净化处理等措施，造成养殖排放水中有机物含量高，氮磷总量相应增加，排入外部环境中产生不利影响，引起水体富营养化。《水产养殖尾水排放标准》规定了控制指标限值，最终实现养殖尾水达标排放。

养殖水面小于本文件规定的水产养殖单位，尾水排放管理可参照本文件执行。

因开放性水体养殖产生的污染物能及时得到扩散、稀释，不存在集中排放，因此本标准不适用在开放性水体中进行养（增）殖的水域，如网箱养（增）殖、网围养（增）殖、滩涂底播养（增）殖等。

5.2 标准结构框架

标准主要包括以下内容：

前言

1 范围

2 规范性引用文件

- 3 术语和定义
- 4 一般要求
- 5 排放控制要求
- 6 监测要求
- 7 达标判定
- 8 标准实施与监督

5.3 范围

根据农业农村部门普查结果，我省 30 亩及以上的养殖池塘面积占比为 70.24%，养殖产量占比为 69.23%，水产养殖单位数量占比为 19.10%（表 13）。结合我省水产养殖池塘单个养殖主体小而散、连片池塘情况较为普遍的实际情况，从标准的可操作性和实施效率考虑，本文件将适用范围定为“水产养殖单位养殖水面 30 亩及以上的池塘养殖，以及工厂化养殖等封闭式水产养殖的尾水排放管理。”对于投饵性鱼塍养殖，可归类为池塘养殖，参照管理。

表 13 广东省池塘养殖面积、产量及水产养殖单位数量统计情况

面积区间/亩	养殖面积/万亩			养殖产量/万吨			水产养殖单位数量		
	面积	占比	累计占比	产量	占比	累计占比	数量	占比	累计占比
>1000	58.98	12.86%	12.86%	55.47	7.76%	7.76%	242	0.13%	0.13%
500-1000	28.88	6.29%	19.15%	32.19	4.50%	12.26%	431	0.24%	0.37%
400-500	9.74	2.12%	21.27%	11.77	1.65%	13.91%	225	0.13%	0.50%
300-400	14.35	3.13%	24.40%	16.75	2.34%	16.25%	433	0.24%	0.74%
200-300	22.56	4.92%	29.32%	47.47	6.64%	22.89%	972	0.54%	1.28%
100-200	52.29	11.40%	40.71%	86.14	12.05%	34.94%	4039	2.25%	3.53%
90-100	8.27	1.80%	42.52%	10.11	1.41%	36.36%	885	0.49%	4.02%
80-90	13.16	2.87%	45.38%	15.00	2.10%	38.45%	1596	0.89%	4.91%
70-80	12.99	2.83%	48.22%	17.51	2.45%	40.90%	1780	0.99%	5.90%
60-70	18.22	3.97%	52.19%	89.53	12.52%	53.43%	2913	1.62%	7.52%
50-60	21.00	4.58%	56.76%	25.99	3.64%	57.06%	3988	2.22%	9.74%
40-50	27.11	5.91%	62.67%	39.39	5.51%	62.57%	6283	3.50%	13.24%
30-40	34.73	7.57%	70.24%	47.57	6.66%	69.23%	10528	5.86%	19.10%
20-30	44.24	9.64%	79.89%	103.28	14.45%	83.68%	18961	10.55%	29.66%
10-20	52.88	11.53%	91.41%	68.34	9.56%	93.24%	38970	21.69%	51.35%
<10	39.40	8.59%	100.00%	48.35	6.76%	100.00%	87402	48.65%	100.00%
总计	458.77	-	-	714.87	-	-	179648	-	-

5.4 术语和定义

依据《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（HJ 1217—2023）和《水产养殖术语》（GB/T 22213—2008），对“水产养殖”等术语进行了定义，主要术语定义如下：

“水产养殖 **aquaculture**

利用各种水域以各种方式进行水生经济动物养殖的生产活动。”

注：水产养殖主要包括淡水养殖和海水养殖，海水养殖指利用盐度超过 0.5%的咸淡水和海水进行水生经济动物养殖的生产活动。

（来源：水产养殖术语 GB/T 22213—2008，2.1，有修改）

“水产养殖尾水 **aquaculture tailwater**

水产养殖活动过程中产生的向外环境排放的废水。”

注：水产养殖尾水包括向外环境排放的清塘水。

（来源：地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则 HJ 1217—2023，3.6，有修改）

“封闭式水产养殖 **closed aquaculture**

在相对封闭的池塘、育苗池（场）、工厂化养殖车间等开展的水产养殖活动。”

注：池塘水产养殖指利用人工开挖或天然的露天池塘进行的水产养殖。工厂化水产养殖指在人工养殖池中通过控制养殖水体的温度、光照、溶解氧等因素进行的水产养殖。

（来源：地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则 HJ 1217—2023，3.3，有修改）

“水产养殖单位 **aquaculture unit**

包括水产养殖企业和其他生产经营者。”

5.5 排放控制要求

本标准参照《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（HJ 1217—2023）和广东省《水污染物排放限值》（DB 4426—2001）将养殖尾水受纳水域划分为重点保护水域和一般水域两类，同时，结合调研资料和数据、生态环境保护工作要求以及我省水产养殖现状进行了部分调整：

1、重点保护水域：指 GB 3838 中划分为 I、II、III 类的水域，以及 GB 3097 中划分为第一类、第二类的海域。排入重点保护水域的淡水、海水养殖尾水执行一级限值。

2、一般水域：指 GB 3838 中划分为 IV、V 类的水域，GB 3097 中划分为第三类、第四类的海域，以及其他未明确环境功能的受纳水体。排入该水域的淡水、海水养殖尾水执行二级限值。

根据水生态环境管理的需要，位于水功能重要、水环境容量较小或者未达到水环境质量目标的地区，应严格控制水产养殖尾水排放行为，各地级以上市人民政府可根据需要执行一级限值。

淡水养殖尾水排放执行表 13 中的一级或二级标准；海水养殖尾水排放执行表 14 中的一级或二级标准。

5.6 控制指标的选择

根据调研资料和数据，结合生态环境保护工作要求、水产养殖业特点及监测结果，以及现有行业排放标准控制指标，科学设立尾水污染物控制指标。

淡水和海水养殖污染物控制指标确定为：悬浮物、pH、化学需氧量（ COD_{Mn} ）、总氮（以 N 计）、总磷（以 P 计）。调查与监测结果显示，淡水和海水池塘养殖尾水的悬浮物、pH、化学需氧量（ COD_{Mn} ）、总氮（以 N 计）、总磷（以 P 计）超标情况较常出现。其它项目未见有普遍超标情况，个别项目超标属个案，并不常见。

本文件化学需氧量指 COD_{Mn} 现有中文名称大多为高锰酸盐指数，由于国家《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（HJ 1217—2023）及国内其他省市水产养殖尾水排放标准（或征求意见稿）大多都将该指标称为化学需氧量。本文件也遵循新的要求将 COD_{Mn} 称为化学需氧量。

《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（HJ 1217—2023）要求将 pH、悬浮物、化学需氧量、总氮和总磷作为地方水产养殖尾水排放标准的必选指标，其他相关因子可作为可选指标。我省池塘养殖面积大，粤东、粤西、粤北等区域养殖水平普遍较落后，且根据环境监管要求，未来将逐步推广养殖主体自行开展尾水环境质量监测，因此指标不能太复杂，一方面需

要反映养殖尾水造成的主要环境问题，另一方面也需要自行监测成本可控，故本标准现阶段选择的指标是 pH、悬浮物、化学需氧量（ COD_{Mn} ）、总氮（以 N 计）和总磷（以 P 计）。后期，随着养殖技术水平逐步提升及养殖尾水处理设施普遍建成，可将氨氮、活性磷酸盐、色度、抗生素等其它受关注指标纳入标准中。

对于海水养殖尾水中的无机氮和活性磷酸盐两个指标，（1）无机氮：海水养殖尾水中无机氮的来源主要和饲料的投入，蛋白质的分解和水生生物的吸收、排泄有直接关系。目前海水一般采用 0.2-0.3 mg/L 作为其富营养化的评价指标，我国《海水水质标准》（GB 3097—1997）第二类规定无机氮浓度 ≤ 0.30 mg/L、第三类规定无机氮浓度 ≤ 0.40 mg/L、第四类规定无机氮浓度 ≤ 0.50 mg/L。对我省海水养殖面积最大的品种南美白对虾养殖水体及排放尾水 67 组监测结果表明，总氮浓度介于 1.08-94.8 mg/L 之间，无机氮浓度介于 0.18-90.59 mg/L 之间，无机氮占总氮比例介于 7.08-98.13%之间（除掉 2 组监测结果极大值特例外，总氮浓度介于 1.08-8.44 mg/L 之间，无机氮浓度介于 0.14-6.02 mg/L 之间，无机氮占总氮比例介于 7.08-98.13%之间），可见南美白对虾的不同养殖阶段无机氮浓度占总氮比例差异极大，且大部分（58.21%）占比超 50%，因此，控制总氮浓度，在一定程度上即对无机氮进行了相应控制。故本标准不再将无机氮作为控制指标。

（2）活性磷酸盐：对我省海水养殖面积最大的品种南美白对虾养殖水体及排放尾水 66 组（已排除 1 组异常高值）监测结果表明，总磷浓度介于 0.04-3.08 mg/L 之间（平均浓度 0.49 mg/L，中位数浓度 0.35 mg/L），活性磷酸盐浓度介于 0.008-1.049 mg/L（平均浓度 0.11 mg/L，中位数浓度 0.05 mg/L）之间，活性磷酸盐占总磷比例介于 2.55-80.75%之间，平均占比 24.70%，中位数占比 19.08%。可见，在对虾（包括部分海水鱼养殖）养殖排水中活性磷酸盐占比总磷比例相对较低（平均值低于 25%，数量上总体低于 20%），且排放尾水中 50%样品活性磷酸盐浓度不超过 0.05 mg/L，将活性磷酸盐作为控制指标意义不大，重点对总磷加以控制，确保通过总磷的限制，促使养殖户通过采取物理、生态方法降低外排尾水总磷和活性磷酸盐的浓度。

此外，针对广大公众对抗生素的关注，项目组对水产养殖抗生素使用情况

及养殖环境抗生素污染情况开展详细调研，认为暂不宜将抗生素纳入控制指标，主要理由是：

抗生素类药物主要用于防治水产病害或促进水产动物生长。研究表明，抗生素的来源包括喂用的饲料、养殖过程预防和治疗疾病而泼洒药物、外界水源。有关抗生素在水环境及水生态系统中的危害尚不明确，大量基础研究亟待开展。同时，因为抗生素种类多，监测技术要求高。因此，本文件未将抗生素纳入尾水排放控制指标。

5.7 排放限值的确定及制定依据

5.7.1 标准限值确定原则

1、标准限值的确定应符合国家、行业、地方水环境质量和当地经济技术条件现状，符合行业、地方水污染排放标准；

2、标准限值的确定应能推动产业结构优化调整、水产技术进步，引领绿色、低碳、循环发展；

3、标准控制项目确定应考虑可能存在的风险，做到客观公正、体系协调、合理可行。

5.7.2 淡水养殖尾水排放限值的确定

目前，国内已有相关强制标准《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002），行业推荐标准《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007），地方标准如海南省的《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）、江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）、湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB43/1752-2020）和浙江省的《水产养殖废水排放要求》（DB33/453-2006），以及四川省、福建省、上海市等省市制定的水产养殖尾水排放标准（征求意见稿），依据上述相关排放标准和统计、监测数据，及国家相关环境保护政策、社会经济发展条件，拟定广东省淡水养殖尾水排放限值分级实施（详见表 14）。

表 14 淡水养殖尾水排放限值

序号	项目	一级	二级	参照依据
1	悬浮物 (mg/L)	≤45	≤90	《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准≤70、二级标准≤150、三级标准≤400; 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 一级标准≤20、二级标准≤30、三级标准≤50; 《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T 9101-2007) 一级标准≤50、二级标准≤100; 海南省《水产养殖尾水排放要求》(DB46/475-2023) 一级标准≤45、二级标准≤90; 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》(DB32/4043-2021) 一级标准≤40、二级标准≤85; 湖南省《水产养殖尾水污染物排放标准》(DB43/1752-2020) 一级标准≤45、二级标准≤90; 四川省《水产养殖尾水排放标准》(DB51/3061-2023) 一级标准≤45、二级标准≤90; 福建省《水产养殖尾水排放标准》(DB21/6160-2023) 一级标准≤45、二级标准≤90; 上海市《水产养殖尾水排放标准》(DB31/1405-2023) ≤85; 重庆市《水产养殖尾水排放标准》(DB 50/1544-2023) 一级标准≤45、二级标准≤90; 河南省《水产养殖尾水污染物排放标准(征求意见稿)》一级标准≤45、二级标准≤90; 江西省《水产养殖尾水排放标准(试行)(征求意见稿)》一级标准≤45、二级标准≤90; 广西壮族自治区《淡水水产养殖尾水排放标准(征求意见稿)》一级标准≤45、二级标准≤90。
2	pH	6.0-9.0		《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 6-9; 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 6-9; 《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T 9101-2007) 6.0-9.0; 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》(DB32-4043-2021) 6.0-9.0; 湖南省《水产养殖尾水污染物排放标准》(DB43/1752-2020) 6.0-9.0; 海南省《水产养殖尾水排放要求》(DB46/475-2023) 6.0-9.0; 浙江省《水产养殖废水排放要求》(DB33/453-2006) 一级标准 6.0-9.0, 二级标准 6.0-9.5; 四川省《水产养殖尾水排放标准》(DB51/3061-2023) 6.0-9.0; 福建省《水产养殖尾水排放标准》(DB21/6160-2023) 6.5-9.0; 上海市《水产养殖尾水排放标准》(DB31/1405-2023) 6.0-9.0; 重庆市《水产养殖尾水排放标准》(DB 50/1544-2023) 6.0-9.0;

序号	项目	一级	二级	参照依据
				河南省《水产养殖尾水污染物排放标准（征求意见稿）》6.0-9.0； 江西省《水产养殖尾水排放标准（试行）（征求意见稿）》6.0-9.0； 广西壮族自治区《淡水水产养殖尾水排放标准（征求意见稿）》6.0-9.0。
3	化学需氧量 (COD _{Mn}) (mg/L)	≤15	≤25	《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准≤100； 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤15、二级标准≤25； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）一级标准≤10、二级标准≤20； 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）一级标准≤15、二级标准≤25； 湖南省《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB43/1752-2020）一级标准≤15、二级标准≤25； 四川省《水产养殖尾水排放标准》（DB51/3061-2023）一级标准≤15、二级标准≤25； 浙江省《水产养殖废水排放要求》（DB33/453-2006）一级标准≤8、二级标准≤20； 福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB21/6160-2023）一级标准≤10、二级标准≤20； 上海市《水产养殖尾水排放标准》（DB31/1405-2023）标准≤25； 重庆市《水产养殖尾水排放标准》（DB 50/1544-2023）一级标准≤15、二级标准≤25； 河南省《水产养殖尾水污染物排放标准（征求意见稿）》一级标准≤15、二级标准≤25； 江西省《水产养殖尾水排放标准（试行）（征求意见稿）》一级标准≤15、二级标准≤25； 广西壮族自治区《淡水水产养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤15、二级标准≤25。
4	总氮 (mg/L)	≤3.0	≤5.0	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级标准≤20； 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）一级标准≤3.0、二级标准≤6.0； 湖南省《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB43/1752-2020）一级标准≤2.5、二级标准≤5.0； 四川省《水产养殖尾水排放标准》（DB51/3061-2023）一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB21/6160-2023）一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 上海市《水产养殖尾水排放标准》（DB31/1405-2023）标准≤5.0；

序号	项目	一级	二级	参照依据
				重庆市《水产养殖尾水排放标准》（DB 50/1544-2023）一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 河南省《水产养殖尾水污染物排放标准（征求意见稿）》一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 江西省《水产养殖尾水排放标准（试行）（征求意见稿）》一级标准≤3.0、二级标准≤5.0； 广西壮族自治区《淡水水产养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤2.5、二级标准≤5.0。
5	总磷 (mg/L)	≤0.4	≤1.0	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级标准≤1、二级标准≤3、三级标准≤5； 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤0.5、二级标准≤1.0； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 湖南省《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB43/1752-2020）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 四川省《水产养殖尾水排放标准》（DB51/3061-2023）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB21/6160-2023）一级标准≤0.5、二级标准≤1.0； 上海市《水产养殖尾水排放标准》（DB31/1405-2023）标准≤0.8； 重庆市《水产养殖尾水排放标准》（DB 50/1544-2023）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 河南省《水产养殖尾水污染物排放标准（征求意见稿）》一级标准≤0.5、二级标准≤1.0； 江西省《水产养殖尾水排放标准（试行）（征求意见稿）》一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 广西壮族自治区《淡水水产养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤0.4、二级标准≤0.8。

1) 悬浮物

根据池塘养殖尾水调查数据和监测数据的结果，养殖尾水中的悬浮物浓度多数呈现较明显的季节变化，一般悬浮物在 5-224 mg/L 之间，清塘尾水悬浮物介于 105-224 mg/L 之间，其主要为浮游生物、养殖生物排泄物等物质。参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）、《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 45 mg/L、二级排放浓度限值为 90 mg/L。等同于海南省、四川省、湖南省、福建省和重庆市制定的标准一级和二级限值，严于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《淡水池塘

养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）和江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB 32/4043-2021）。

部分养殖主体采用的尾水处理工艺，通常包括物化处理（沉淀、过滤）+生物处理等处理工序。这些处理工艺对尾水中的悬浮物有良好的去除功能，尾水经处理后悬浮物一般均小于 90 mg/L，能够满足本标准中规定的排放限值要求。

2) pH

在国内外大多数污水排放标准中，pH 排放限值大多在 6-9 之间。另外，根据池塘养殖尾水监测的调查结果，所抽查养殖企业的养殖水和尾水 pH 值大部分在 6.4-8.3 之间（高温季节少部分水样会短时超过 9），并且 pH 值在此范围内对受纳水体和周围环境也不会造成危害，也有利于养殖生物生长。因此，本标准确定养殖主体池塘尾水排放限值均为 6-9。

3) 化学需氧量（COD_{Mn}）

调查与监测资料显示，所有的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高，部分含有一定的色度。从调查和监测的情况看，尾水中化学需氧量（COD_{Mn}）浓度一般在 1.08-47 mg/L 之间，平均浓度为 13.62 mg/L，中位数浓度为 8.61 mg/L，正常养殖阶段，化学需氧量浓度基本较低，但养殖后期尤其是清塘阶段，尾水化学需氧量（COD_{Mn}）浓度处于较高状态。清塘尾水化学需氧量（COD_{Mn}）浓度介于 20-47 mg/L，处理后浓度介于 18-26 mg/L 之间。参照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）、《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 15 mg/L、二级排放浓度限值为 25 mg/L。二级限值等同于《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007），一级限值严于行业要求；而《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）没有高锰酸盐指数项目，而是采用评价重污染水体的化学需氧量（COD_{Mn}），其限值均在 50 mg/L 以上。

4) 总氮

池塘水产养殖生产过程中有较多的饵料投入，因此，尾水中含有一定的总氮。从调查和监测的情况看，尾水中总氮浓度一般在 1 -116.20 mg/L 之间，平

均值为 6.15 mg/L，中位数为 7.37 mg/L。清塘尾水总氮浓度介于 8.26-116.20 mg/L，处理后尾水总氮浓度介于 3.54-8.28 mg/L 之间。现有养殖主体一般都采取直排方式排出尾水，仅有少部分养殖企业尾水进行了生态化处理，去除了一部分尾水中的氮，尾水中的总氮得到一定降低。参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）、《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）和江苏省、湖南省、海南省、四川省、福建省和重庆市等标准，以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 3.00 mg/L、二级排放浓度限值为 5.00 mg/L。该限值与主要参考标准相同，这主要是考虑清塘水处理过程对处理系统会造成较大压力，导致处理效率降低。

5) 总磷

池塘水产养殖生产过程中有较多的饵料投入，因此，尾水中含有一定的总磷。从调查和监测的情况看，尾水中总磷浓度一般在 0.11-5.35 mg/L 之间，平均浓度 0.86 mg/L，中位数浓度 0.44 mg/L。清塘前的养殖阶段尾水总磷浓度相对不高，养殖末期尤其是清塘尾水总磷浓度较高，清塘尾水总磷浓度介于 1.82-5.35 mg/L，处理后尾水总磷浓度介于 1.26-4.63 mg/L 之间。现有养殖主体一般都采取直排方式排出尾水，现有大多数处理设施对尾水中总磷的去除效率相对较低，仅有少部分养殖企业尾水进行了生态化处理，去除了一部分尾水中的磷，尾水中的总磷得到一定降低，而且总磷大多附着在沉积物中，故水产品收获期间排放的尾水中总磷含量较高。参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）、各省市已出台标准以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 0.40 mg/L、二级排放浓度限值为 1.00 mg/L。与其他地区排放标准比较，本标准一级排放限值与各省市相同，二级限值稍宽松。

6) 小结

本标准针对我省水产养殖水平差异性和养殖品种多样性特征，基于尾水处理系统在处理清塘水过程中面临的较大压力，一级排放限值略严，更能保护我省地表水重点保护水域环境，并减轻对未达标水体环境压力。

5.7.3 海水养殖尾水排放限值的确定

目前，国内已有相关强制标准《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002），行业推荐标准《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007），地方标准如海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）、河北省《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB13/5879-2023）、山东省《海水养殖尾水排放标准》（DB 37/4676-2023）、福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB35/2160-2023）江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB 32/4043-2021）、浙江省《水产养殖废水排放要求》（DB33/453-2006）和天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB12/1288-2023），以及辽宁省、浙江省、广西壮族自治区和平潭综合实验区等各省市区正在制定的水产养殖尾水排放标准，依据上述相关排放标准和统计、监测数据，及国家相关环境保护政策、社会经济发展条件拟定海水养殖尾水排放限值（详见表 15）。

表 15 海水养殖尾水排放限值

序号	项目	一级	二级	参照依据
1	悬浮物 (mg/L)	≤40	≤90	《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）一级标准≤40、二级标准≤100； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）一级标准≤50、二级标准≤90； 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）一级标准≤40、二级标准≤100； 河北省《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB13/5879-2023）一级标准≤40、二级标准≤100； 天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB12/1288-2023）一级标准≤40、二级标准≤80； 山东省《海水养殖尾水排放标准》（DB 37/4676-2023）一级标准≤40、二级标准≤70； 福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB35/2160-2023）一级标准≤40、二级标准≤80； 平潭综合实验区《海水养殖尾水排放标准（试行）》一级标准≤40、二级标准≤90； 辽宁省《海水养殖尾水排放标准（报批稿）》一级标准≤40、二级标准≤100； 广西壮族自治区《海水养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤40、二级标准≤90； 浙江省《海水养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤100、二级标准≤100。

序号	项目	一级	二级	参照依据
2	pH	6.5-9.0		《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）一级标准 6.0-9.0； 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）一级标准 7.0-8.5、二级标准 6.5-9.0； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）一级标准 7.0-8.5、二级标准 6.5-9.0； 山东省《海水养殖尾水排放标准》（DB 37/4676-2023）一级标准 7.0-8.5，二级标准 6.5-9.0； 福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB35/2160-2023）一级标准 7.0-8.5、二级标准 6.5-9.0； 天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB12/1288-2023）6.5-9.0； 河北省《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB13/5879-2023）6.5-9.0； 平潭综合实验区《海水养殖尾水排放标准（试行）》一级标准 7.0-8.5，二级标准 6.5-9.0； 辽宁省《海水养殖尾水排放标准（报批稿）》一级标准 7.0-8.5，二级标准 6.5-9.0； 广西壮族自治区《海水养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准 7.0-8.5，二级标准 6.5-9.0； 浙江省《海水养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准 6.5-9.0，二级标准 6.5-9.0。
3	化学需氧量 (COD _{Mn})/(mg/L)	≤10	≤20	《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）一级标准≤10、二级标准≤20； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/475-2023）一级标准≤10、二级标准≤20； 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》（DB32/4043-2021）一级标准≤10、二级标准≤20； 山东省《海水养殖尾水排放标准》（DB 37/4676-2023）一级标准≤6、二级标准≤10； 福建省《水产养殖尾水排放标准》（DB35/2160-2023）一级标准≤10、二级标准≤20； 河北省《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB13/5879-2023）一级标准≤10、二级标准≤20； 天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》（DB12/1288-2023）一级标准≤10、二级标准≤20； 平潭综合实验区《海水养殖尾水排放标准（试行）》一级标准≤10、二级标准≤20； 辽宁省《海水养殖尾水排放标准（报批稿）》一级标准≤10、二级标准≤20； 广西壮族自治区《海水养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤15、二级标准≤25； 浙江省《海水养殖尾水排放标准（征求意见稿）》一级标准≤10、二级标准≤20。

序号	项目	一级	二级	参照依据
4	总氮 (以 N 计) (mg/L)	≤3.5	≤6.0	海南省《水产养殖尾水排放要求》(DB46/475-2023) 一级标准≤3.5、二级标准≤7.0; 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》(DB32/4043-2021) 一级标准≤3、二级标准≤5; 山东省《海水养殖尾水排放标准》(DB 37/4676-2023) 一级标准≤4、二级标准≤6; 福建省《水产养殖尾水排放标准》(DB35/2160-2023) 一级标准≤5、二级标准≤7; 河北省《海水养殖尾水污染物排放标准》(DB13/5879-2023) 一级标准≤5、二级标准≤8; 天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》(DB12/1288-2023) 一级标准≤5、二级标准≤8; 平潭综合实验区《海水养殖尾水排放标准(试行)》一级标准≤3、二级标准≤5; 辽宁省《海水养殖尾水排放标准(报批稿)》一级标准≤5、二级标准≤8; 广西壮族自治区《海水养殖尾水排放标准(征求意见稿)》一级标准≤4、二级标准≤6; 浙江省《海水养殖尾水排放标准(征求意见稿)》一级标准≤4、二级标准≤6。
5	总磷 (以 P 计) (mg/L)	≤0.5	≤1.5	海南省《水产养殖尾水排放要求》(DB46/475-2023) 一级标准≤0.5、二级标准≤1.0; 江苏省《池塘养殖尾水排放标准》(DB32/4043-2021) 一级标准≤0.5、二级标准≤1.0; 山东省《海水养殖尾水排放标准》(DB 37/4676-2023) 一级标准≤0.7、二级标准≤1.0; 福建省《水产养殖尾水排放标准》(DB35/2160-2023) 一级标准≤0.5、二级标准≤1.0; 河北省《海水养殖尾水污染物排放标准》(DB13/5879-2023) 一级标准≤0.5、二级标准≤1.0; 天津市《海水养殖尾水污染物排放标准》(DB12/1288-2023) 一级标准≤0.5、二级标准≤0.8; 平潭综合实验区《海水养殖尾水排放标准(试行)》一级标准≤0.5、二级标准≤1.0; 辽宁省《海水养殖尾水排放标准(报批稿)》一级标准≤0.5、二级标准≤1.0; 广西壮族自治区《海水养殖尾水排放标准(征求意见稿)》一级标准≤0.6、二级标准≤1.0; 浙江省《海水养殖尾水排放标准(征求意见稿)》一级标准≤0.5、二级标准≤1.0。

1) 悬浮物

根据池塘养殖尾水调查数据和监测数据的统计结果, 一般悬浮物在 3.9-193 mg/L 之间, 平均值为 49.35 mg/L, 中位数值为 41.5 mg/L。清塘尾水悬浮物浓

度介于 101-193 mg/L 之间，处理后浓度介于 55-108 mg/L 之间。其主要为浮游生物、排泄物等物质。参照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）、《海水池塘养殖水排放要求》（SC/T9103-2007）以及养殖主体尾水处理的调查结果，确定一级排放浓度限值为 40 mg/L、二级排放浓度限值为 90 mg/L。

2) pH

在国内外大多数污水排放标准中，pH 排放限值均在 6-9 之间。另外，根据池塘养殖尾水监测的调查结果，所抽查养殖企业的养殖水和尾水 pH 值均在 6.4-8.3 之间。2021 年我省部分海水国考站位出现 pH 值超标现象，经省生态环境监测中心分析，主要原因是海水养殖尾水 pH 值过低造成，故适当收严海水 pH 值。因此，本标准确定养殖主体池塘尾水排放标准限值为 6.5-9.0。

3) 化学需氧量（COD_{Mn}）

调查与监测资料显示，所检测的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高，部分含有一定的色度。从调查和监测的情况看，尾水中化学需氧量（COD_{Mn}）浓度一般在 1.27-80 mg/L 之间，平均浓度为 48.29 mg/L，中位数为 41.00 mg/L。清塘尾水化学需氧量（COD_{Mn}）浓度介于 53-80 mg/L 之间，处理后浓度介于 28-46 mg/L 之间。依据《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）以及养殖主体尾水处理的调查结果，在进一步有效提升养殖尾水污染物处理效能要求的基础上，确定一级排放浓度限值为 10 mg/L、二级排放浓度限值为 20 mg/L。

4) 总氮

调查与监测资料显示，所检测的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高。为保持海淡水监控项目的一致性，依据《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（HJ 1217-2023），将海水池塘养殖无机氮项目调整为总氮，从调查和监测的情况看，尾水中总氮浓度一般在 0.16-13.1 mg/L 之间，经尾水处理设施后排放口监测浓度介于 0.11-8.7 mg/L 之间。清塘尾水总氮浓度介于 5.26-13.10 mg/L 之间，处理后尾水总氮浓度介于 2.85-6.43 mg/L 之间。根据对养殖主体尾水处理的调查结果，在改进现有处理设施并加强管理，进一步有效提升养殖尾水污染物处理效能要求的基础上，确定一级排放浓度限值为 3.5 mg/L、二级排放浓度限值为 6.0 mg/L。

5) 总磷

调查与监测资料显示，所检测的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高。为保持海淡水监控项目的一致性，依据《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（HJ 1217-2023），海水池塘养殖活性磷酸盐项目调整为总磷，从调查和监测的情况看，尾水中总磷浓度一般在 0.15-2.62 mg/L 之间，平均浓度值为 0.34 mg/L，中位数浓度值为 0.28 mg/L。清塘尾水总磷浓度介于 1.15-2.63 mg/L 之间，处理后尾水总磷浓度介于 0.77-2.42 mg/L 之间。根据对养殖主体尾水处理的调查结果，在进一步有效提升养殖尾水污染物处理效能要求的基础上，确定一级、二级排放浓度限值为 0.50 mg/L 和 1.50 mg/L。当前我省池塘养殖尾水排放要实现二级排放要求，需加强池塘改造，残饵残渣需日产日清（或几日一清），减少水产品收获阶段悬浮物及由此带来的总磷浓度大幅上升导致出现超标情况。

6) 小结

结合尾水处理设施效果及清塘水处理结果实际情况，在充分考虑绿色养殖、健康养殖及环境问题前端处理情况下，结合海水养殖尾水处理技术工艺相对落后的状况，确定海水养殖尾水排放限值目标，确保水产养殖健康发展，养殖尾水对地表水环境压力逐渐下降。

5.8 与现行其他标准比较

拟定的《水产养殖尾水排放标准》排放限值和行业标准《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）和其他各省市制定的尾水排放标准比较见下表（表 16），结合现场监测数据和达标难的生产实际，总体较宽松；和行业标准《海水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）比较（见表 17），因排放尾水中铜、锌含量较低，删除了铜、锌两项指标，悬浮物不采用人为增加值作为判定标准且一级标准略严于行业标准，将活性磷酸盐、无机氮指标统一调整为总磷、总氮，其它指标限值相同。

表 16 淡水养殖尾水排放限值与国内相关标准比较

标准名称		悬浮物 mg/L	pH	化学需氧量 (COD _{Mn}) mg/L	总氮 (以N计) mg/L	总磷 (以P计) mg/L
广东省《标准》（二次征求意见稿）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.4
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤1.0
国家《淡水池塘养殖水排放要求》 (SC/T 9101-2007)	一级	≤50	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.5
	二级	≤100		≤25	≤5.0	≤1.0
海南省（DB46/475-2023）	一级	≤45	6.0~9.0	≤10	≤3.0	≤0.4
	二级	≤90		≤20	≤5.0	≤0.8
上海市（DB31/1405-2023）		≤85	6.0~9.0	≤25	≤5.0	≤0.8
四川省（DB51/3061-2023）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.4
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤0.8
江苏省（DB32/4043-2021）	一级	≤40	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.4
	二级	≤85		≤25	≤6.0	≤0.8
湖南省（DB43/1752-2020）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤2.5	≤0.4
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤0.8
福建省（DB21/6160-2023）*	一级	≤45	6.0~9.0	≤10	≤3.0 (5.0)	≤0.5
	二级	≤90		≤20	≤5.0 (7.0)	≤1.0
重庆市（DB50 1544-2023）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.4
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤0.8
河南省（征求意见稿）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.5
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤1.0
江西省（征求意见稿）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤3.0	≤0.4
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤0.8
广西（征求意见稿）	一级	≤45	6.0~9.0	≤15	≤2.5	≤0.4
	二级	≤90		≤25	≤5.0	≤0.8

*注：福建省总氮排放限值分鳗鱼工厂化养殖和其他水产养殖，其中鳗鱼工厂化养殖一级、二级排放限值分别为 5.0 和 7.0 mg/L，其他水产养殖一级、二级排放限值分别为 3.0 和 5.0 mg/L。

表 17 海水养殖尾水排放限值与国内相关标准比较

标准名称		悬浮物 mg/L	pH	化学需氧量 (COD _{Mn}) mg/L	总氮 (以N计) mg/L	总磷 (以P计) mg/L
广东省《标准》（二次征求意见稿）	一级	≤40	6.5~9.0	≤10	≤3.5	≤0.5
	二级	≤90		≤20	≤6.0	≤1.5
国家《海水养殖尾水排放要求》 (SC/T 9103-2007)*	一级	≤40	7.0~8.5	≤10	/	/
	二级	≤100	6.5~9.0	≤20	/	/
河北省（DB13/5879-2023）	一级	≤40	6.5~9.0	≤10	≤5.0	≤0.5
	二级	≤100		≤20	≤8.0	≤1.0
海南省（DB46 475-2023）	一级	≤50	7.0~8.5	≤10	≤3.5	≤0.5
	二级	≤90	6.5~9.0	≤20	≤7.0	≤1.0
天津市（DB12/ 1288-2023）	一级	≤40	6.5~9.0	≤10	≤5.0	≤0.5
	二级	≤80		≤20	≤8.0	≤0.8
江苏省（DB32/ 4043-2021）	一级	≤40	7.0~8.5	≤10	≤3.0	≤0.5
	二级	≤100	6.5~9.0	≤20	≤5.0	≤1.0
福建省（DB2135/6160-2023）**	一级	≤50	7.0~8.5	≤10	≤5.0 (3.0)	≤0.5
	二级	≤90	6.5~9.0	≤20	≤7.0 (5.0)	≤1.0
山东省（DB37 4676-2023）	一级	≤40	7.0~8.5	≤10	≤4.0	≤0.7
	二级	≤100	6.5~9.0	≤20	≤6.0	≤1.0
辽宁省（报批稿）	一级	≤40	7.0~8.5	≤10	≤5.0	≤0.5
	二级	≤100	6.5~9.0	≤20	≤8.0	≤1.0
广西（征求意见稿）	一级	≤40	7.0~8.5	≤15	≤4.0	≤0.6
	二级	≤90	6.5~9.0	≤25	≤6.0	≤1.0
浙江省（征求意见稿）	一级	≤100	6.5~9.0	≤10	≤4.0	≤0.5
	二级	≤100	6.5~9.0	≤20	≤6.0	≤1.0

*注：国家《海水养殖尾水排放要求》中无总氮和总磷，表 4 中为无机氮和活性磷酸盐。

**注：福建省《水产养殖尾水排放标准》中总氮排放限值分提水式海水池塘养殖和其他海水养殖两类，其中提水式海水池塘养殖一级、二级排放限值分别为 5.0 和 7.0 mg/L，其他海水养殖一级、二级排放限值分别为 3.0 和 5.0 mg/L。

本标准是在充分借鉴《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）、《海水池塘养殖水排放要求》（SC/T9102-2007）及其他各省市地方标准在实践中的经验，尤其是总磷指标过多，部分指标限值太低导致部分养殖责任单位的清塘尾水处理后无法达标，在现场监测数据的支撑下，适当放松了海水养殖总磷的二级排放限值，使之更符合行业发展方向、尾水处理技术现状。由于本标准为强制性标准，且应用于全省池塘养殖，需要综合考虑全省养殖现状和社会经济承受能力。根据《中华人民共和国标准化法（2017修订）》第二十一条“推荐性国家标准、行业标准、地方标准、团体标准、企业标准的技术要求不得低于强制性国家标准的相关技术要求。”本标准的制定出台将推动产业升级，促进绿色养殖和健康养殖，促进养殖循环用水，减少污染物产生和排放总量。

5.9 监测要求

5.9.1 采样要求

本文件中对采样点的设置和采样方法等都作了规定。

水产养殖单位应按照国家有关污染源监测技术规范的要求设置采样口，并在尾水排放监控位置设置警告性排污口标志，并长久保留。

根据《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》要求，“规范工厂化水产养殖尾水排污口设置，在水产养殖主产区推进养殖尾水治理”，对工厂化水产养殖排污单位（部分实施循环水养殖、无尾水排放单位除外），应设立永久性采样口（污水排放口）。同时，为实现生态环境监管的规范性和公正性，工厂化水产养殖排污单位之外的其他责任主体也应按照 GB 15562.1 和《关于印发排放口标志牌技术规范的通知》中有关规定，在污水排放口附近醒目处设置污水排放口标志牌，并长久保留。

建议：（1）对于有条件的现有养殖主体应设置固定式排污口，并标识；（2）新建池塘养殖主体应设置固定式排污口，工厂化养殖主体应安装污染源监控设备；（3）对于现有养殖尾水治理设施，增加水泥底排放池，入口设有过滤设施（降低底部沉积物对排放水水质的影响）。

对尾水排放情况进行监测的频次、采样时间、样品保存的要求，按国家和地方有关污染源监测的技术规范执行。

水样的采集、贮存、运输和预处理按 HJ 91.1、HJ 442、HJ 493、HJ 494、HJ 495 和 GB 17378.3 等标准规定执行。

5.9.2 测定方法要求

淡水养殖尾水检测项目的测定采用表 18 所列的方法标准，海水养殖尾水检测项目的测定采用表 19 所列的方法标准。依据的标准均是现行国标（或推荐性标准）、行标（环境、原海洋部门），更新后的检测标准同样适用。

表 18 淡水养殖尾水水质测定方法

序号	项目	分析方法	方法标准编号
1	悬浮物	重量法	GB/T 11901
2	pH	玻璃电极法	HJ 1147
3	化学需氧量 (COD _{Mn})	酸性高锰酸钾法	GB/T 11892
4	总氮 (以N计)	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	HJ 636
		连续流动-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 667
		流动注射-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 668
		气相分子吸收光谱法	HJ/T 199
5	总磷 (以P计)	钼酸铵分光光度法	GB/T 11893
		连续流动-钼酸铵分光光度法	HJ 670
		流动注射-钼酸铵分光光度法	HJ 671

表 19 海水养殖尾水水质测定方法

序号	项目	分析方法	方法标准编号
1	悬浮物	重量法	GB 17378.4
2	pH	pH计法	
3	化学需氧量 (COD _{Mn})	碱性高锰酸钾法	
4	总氮 (以N计)	过硫酸钾氧化法	GB/T 12763.4
		流动分析法	HY/T 147.1
5	总磷 (以P计)	过硫酸钾氧化法	GB/T 12763.4
		流动分析法	HY/T 147.1

本文件实施后国家发布新的污染物监测方法标准，同样适用于本文件相应污染物的测定。

由于水产养殖责任主体尚未列入《固定源排污许可分类管理名录》，暂不实施排污许可管理，目前不要求水产养殖责任主体开展自行监测。但是，从管理和自我监督的角度，应鼓励企业开展自行监测。

5.10 达标判定

按照监测技术规范要求获取的监测结果超过本文件污染物排放限值的，判定为超标。

各级生态环境主管部门在对水产养殖单位进行执法检查时，可将现场即时采样或监测的结果，作为判定尾水排放是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据。

5.11 标准实施与监督

本文件由生态环境主管部门负责监督实施，农业农村主管部门负责其职责范围内的监督实施。

鉴于我省池塘养殖面积大，其中粤东、粤西和粤北大部分养殖池塘都属于粗放式养殖，且部分海水养殖池塘为滩涂围海形成的土塘。考虑到现有部分池塘尾水排放未能完全达到本标准要求，建议本文件的过渡期设定为 2 年。

5.12 其它注意事项

全省的养殖池塘涉及淡水、咸水、咸淡水等不同种类，测定时宜采用适当的检测方法，具体确定以采样时水样盐度确定。咸淡水的确定，依据《水产养殖术语》（GB/T 22213-2008）规定的水体盐度介于 0.5-16 为咸淡水。

6 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

（1）美国

美国环境保护署（EPA）在 20 世纪 70 年代便启动了关于水产养殖排放水的污染问题研究，根据其研究结果，EPA 认为水产养殖排放物的污染治理必要性等级低，应优先处理其他工业的有毒污染物，因此一直未着手制定水产养殖的排水限制指南。直到 1989 年，两个非政府环保组织对 EPA 的一个诉讼中，声称 EPA 未能遵守清洁水法案某些条款。1992 年，EPA 签署同意法令采取行动，其中涉及了水产养殖，规划在 2004 年 6 月之前完成对水产养殖的研究，要求制定排放水指南。此后，EPA 组织了包括学术界、联邦和州机构、行业协会与非政府组织组成的水产养殖联合委员会（JSA）共同研究评估了制定水产养殖排放水相关规定的可行性。经对水产养殖进行研究评估，EPA 的结论是：水产养殖不适合设定尾水限制指南（Federal Register 2004），因此没有对水产养殖排放水实行水质指标限制，而是建议采用许可证制度，并建议实施最佳管

理实践（Best Management Practices, BMPs）。BMPs 被广泛应用于控制非点源污染，即：通过问题评估、对可选方案的鉴别和适当的公众参与所建立起来的一个或一组最有效最实用的实践，以阻止污染物进入水域或减少进入水域污染物的数量，从而达到保护水质的目的。BMPs 被认为是实现负责任水产养殖的现行最有效的做法，也是减少对环境影响的最适宜且具操作性的方法。目前美国各州已采用 BMPs 方法对水产养殖进行管理，并对养殖尾水进行了资源化的利用和管理，也积累了丰富的经验，可借鉴。BMP 所制定的一些认证标准中有养殖尾水限制指标，可做参考。

表 20 美国虾养殖认证标准中尾水排放限值

检测指标	起始标准	检测频率
pH	6.0~9.5	月
总悬浮物	50 mg/L	季
可溶性磷	0.5 mg/L	月
总氨氮	5 mg/L	季
溶解氧	4 mg/L	月

（2）挪威

挪威是欧洲水产养殖大国，主要通过许可证制度和排放总量评估等措施对水产养殖尾水排放进行综合管理。以其鲑鱼苗产业为例，苗场均位于海岸沿岸，养殖场排放尾水直接进入大海或临近河流。挪威主管部门对鲑鱼苗场尾水排放的管理措施主要包括：一是实行许可证制度，二是根据环境状况限定养殖场的总氮、生化需氧量等指标的排放总量，若排放总量超出限定值，养殖场需安装污染物去除装置以降低尾水中的污染物浓度；三是对其流水养殖系统设置最低流量限制（0.3 L/kg·min），即要求较高的流量，不能低于此标准值，如果采用循环水系统可降低用水流量。

循环水养殖是挪威各种养殖模式中科技水平最高的一种，其养殖用水循环再利用，换水率较低，排放量较少，因此循环水养殖的污染也是最低的。虽然由于其生物过滤器的硝化作用，其硝酸氮最高可达 200 mg/L、总磷可达 20-30mg/L，但其总排放量大幅降低，也节约了用水。

挪威的如上相关规定，促进了循环水养殖系统的应用，现今，大多数鲑鱼育苗场进行了改造，从流水系统改为循环水系统，提高了鲑鱼的养殖密度、生产效率，一方面促进了其产业的发展，使其养殖水产品在世界市场具备了竞争

力，同时整体降低了对环境的影响。

(3) 日本

日本海洋生态标准委员会于 2019 年颁布了《水产养殖管理标准》，规定该标准适用于所有水产养殖种类和养殖系统。同一管理体系下认证的 4 种养殖系统包括：①海洋网箱养殖（黄尾鱼，红鲷鱼，太平洋蓝鳍金枪鱼，银大麻哈鱼等）；②内陆水产养殖（虹鳟等）；③贝类水产养殖（扇贝和牡蛎等）；④海藻水产养殖（裙带菜、海藻和紫菜等）。该 4 种养殖系统中第 1、3、4 分别为开放式海水养殖，第 2 种为封闭式流水养殖（即在封闭式养殖系统中不断引入新鲜水并不断排出尾水）。该标准要求最大程度地减少水产养殖对环境的影响，包括对水产养殖场内和周围生境的影响，并对水产养殖场的尾水排放提出了控制限值要求。

表 21 日本《水产养殖管理标准》排放限值

序号	控制指标	限值
1	化学需氧量	<8 mg/L
2	悬浮物	<50 mg/L

(4) 澳大利亚

2019 年 10 月，澳大利亚发布了《昆士兰州海虾养殖场废水排放许可》，目的是通过为昆士兰州现有海虾养殖场的废水排放制定统一标准，从而保护水环境，实现生态可持续发展。如对虾养殖场仅允许使用澳大利亚农药和兽药管理局（APVMA）批准的药物，其尾水应按照管理部门相关规定或授权的水平排放；在初始混合区的边界处，总悬浮物、总氮和总磷浓度不得超过背景值。

表 22 澳大利亚《昆士兰州海虾养殖场废水排放许可》排放限值

序号	控制指标	限值	应用范围
1	溶解氧	最低浓度应不低于背景值的 90%或 4 mg/L，以较大值为准	A、B 和 C 类许可证
2	pH	6.5-9.0	A、B 和 C 类许可证
3	总悬浮物	平均 40 mg/L；<75 mg/L；同时在生长季节平均 12 公斤/公顷/天	A 和 B 类许可证
4	总氮	<3.0 mg/L，同时在生长季节平均 1.0 公斤/公顷/天	A 类许可证

序号	控制指标	限值	应用范围
		<3.0 mg/L, 同时在整个养殖场生长季节平均为 0.80 公斤/公顷/天	B 类许可证
5	磷	<0.40mg/L, 同时生长季平均 0.15 公斤/公顷/天	A、B 和 C 类许可证

注：①平均值：生长季节中六个连续样本的平均值。②A 类：对当前处理设施没有改进建议的现有养殖场；B 类：为提高废水处理能力，被提议改善处理设施的现有养殖场；C 类：执行标准比本要求严格的现有养殖场。

(5) 全球水产养殖联盟

全球水产养殖联盟（GAA）是一个国际水产养殖组织，致力于促进对环境负责任的生产。2000 年，全球水产养殖联盟提出了《虾养殖场排放废水的初始和目标水质标准》。

表 23 《虾养殖场排放废水的初始和目标水质标准》排放限值

序号	控制指标	初始标准	目标标准
1	pH	6.0-9.5	6.0-9.0
2	总悬浮物	<100 mg/L	<50 mg/L
3	总磷	<0.5 mg/L	<0.3 mg/L
4	总氨氮	<5 mg/L	<3 mg/L
5	生化需氧量（BOD ₅ ）	<50 mg/L	<30 mg/L
6	溶解氧	>4mg/L	>5mg/L

7 实施本标准的环境效益及经济技术分析

7.1 实施本标准的环境效益分析

拟定的《水产养殖尾水排放标准》排放限值，在重点保护水域较为严格，在一般水域相对适中。目前，粤东、粤西和粤北地区尾水达标治理工作进展相对缓慢，珠三角地区目前正开展池塘标准化建设，对尾水排放提出了相应要求，本标准如能正式在我省全面有效实施，必定在水产养殖行业减排环节取得较大成效，将有效改善养殖区域周边环境，最为明显的应为悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮四项控制指标。

目前，广东省正大力推进《珠三角百万亩养殖池塘升级改造绿色发展三年

行动方案》（粤办函〔2021〕305号），涉及广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆市共9各市，提出要大力发展“集装箱+生态池塘”集约养殖与尾水高效处理、陆基高位圆池循环水养殖、“零排放”圈养绿色高效循环养殖、渔光一体化分区养殖、池塘小水体工程化循环流水养殖、工厂化循环水养殖等健康养殖模式，鼓励引入运用多营养层级循环利用、循环水生物絮团、渔稻综合种养、渔菜共生、渔草轮作、渔草共作、鱼虾贝藻等生态养殖模式，从而实现从源头上减少养殖尾水产生量。同时，明确各年度要完成尾水治理的池塘面积，三年累计100万亩（见表24），占九市池塘总面积的39%。养殖面积大、产量高的草鱼、罗非鱼、鲈鱼、南美白对虾等的尾水治理工程量大面广，需要从全省层面整体推进；而龟、鳖、蛙类养殖污染物浓度高，处理难度大，需要从转变养殖方式和改进处理技术两方面着手，确保达标排放。

表 24 珠三角各市养殖池塘升级改造绿色发展任务表

城市	池塘总面积（万亩）	升级改造池塘面积（万亩）	美丽渔场数量（个）	分年度任务		
				第一年度	第二年度	第三年度
				改造池塘（万亩）	改造池塘（万亩）	改造池塘（万亩）
广州市	31.9	20.0	5	7.4	5.4	7.2
深圳市 (含深汕特别合作区)	0.28	0.14	0	0.04	0.05	0.05
珠海市	23.5	7.0	3	2.0	2.5	2.5
佛山市	51.7	20.0	6	6.0	8.0	6.0
惠州市	15.7	7.0	3	1.0	3.0	3.0
东莞市	6.7	2.86	2	0.56	1.05	1.25
中山市	31.0	12.0	3	2.0	4.0	6.0
江门市	58.0	18.0	5	2.0	8.0	8.0
肇庆市	37.5	13.0	3	2.0	6.0	5.0
合计	256.28	100.0	30	23	38	39

根据《2023中国渔业统计年鉴》，我省淡水池塘养殖面积约388万亩，工厂化养殖体积138.8万立方米；全省海水养殖池塘116万亩，工厂化养殖体积224万立方米。预计标准实施后，工厂化养殖场（未来养殖体积将在目前362.8万立方米的基础上继续增长）将全部实现达标排放。对于集中连片池塘，标准

发布 1 年内全省预计有 20-30%左右的养殖面积将完成尾水处理设施建设或改造；标准发布 2 年内全省预计有约 80%面积完成尾水处理设施建设或改造，大部分实现达标排放。

我省养殖尾水处理设施主要是 2020 年开始推广建设，之前仅在极少数大规模养殖场建设了部分示范性工程。依据对珠三角和粤西部分地区的鱼类、对虾等养殖对象的尾水净化效果抽样检测数据，悬浮物降幅达 16.2-76.8%，平均为 56.3%；化学需氧量降幅达 35.2-78.5%，平均为 62.4%；总磷降幅达 32.2-74.7%；平均为 56.8%；总氮降幅达 15.6-68.7%，平均为 44.6%。

随机选择 20 个建设有尾水处理设施的淡水养殖场处理后尾水质量进行监测，结果显示（见表 25），主要关注指标悬浮物（SS）、化学需氧量（COD_{Mn}）、总磷都能达标（草案二级标准）排放，但总氮的达标率为 70%，有 6 个不能达标。需要注意的是，上述尾水处理设施除一处为岸基一体化处理设施外，其它的都是采用基于“三池两坝”技术建设而成。

随机选择 30 个建设有尾水处理设施的海水养殖南美白对虾的养殖场处理后尾水水质进行监测，结果表明（见表 26），除悬浮物外，COD_{Mn}、总氮和总磷都能达标，30 个样品有 9 个处理系统的悬浮物浓度不能达到 90 mg/L 以下，悬浮物达标率为 70%，显示南美白对虾养殖过程中悬浮物含量较高，尾水处理系统需要更多沉淀时间和更好的过滤装置才能实现完全达标。

可见，除需进一步加大总氮处理外，尾水处理设施总体能满足草案二级排放标准。

表 25 常见淡水养殖品种尾水处理后水质状况（单位：mg/L）

序号	养殖品种	悬浮物 SS	COD _{Mn}	总氮	总磷
1	生鱼	6	11.17	2.44	0.29
2	罗非鱼/笋壳鱼	43	7.37	5.43	0.29
3	生鱼	5	4.02	7.82	0.47
4	生鱼	4	9.88	3.95	0.65
5	太阳鱼/生鱼/罗非鱼/鲫鱼	29	5.36	3.54	0.43
6	澳洲小龙虾/鲢鱼	12	4.44	11.17	0.75
7	南美对虾、罗氏虾、鲢鱼	16	12.4	4.03	0.47
8	罗非鱼/笋壳鱼	8	11.28	8.74	0.1
9	罗非鱼	9	4.72	2.64	0.14
10	生鱼	29	6.91	6.56	0.27
11	生鱼	60	14.78	11	0.39
12	罗氏虾	6	8.44	3.64	0.13

序号	养殖品种	悬浮物 SS	COD _{Mn}	总氮	总磷
13	澳洲小龙虾	10	2.68	0.8	0.08
14	四大家鱼	20	4.24	3.66	0.28
15	锦鲤	9	4.67	0.88	0.11
16	四大家鱼	53	6.83	3.93	0.44
17	笋壳鱼	10	3.29	5.45	0.15
18	笋壳鱼		11	1.43	0.16
19	草鱼		12	1.35	0.07
20	草鱼		11	0.95	0.2

表 26 海水南美白对虾尾水处理后水质状况（单位：mg/L）

序号	悬浮物 SS	COD _{Mn}	总氮	总磷
1	88	11.09	0.04	0.01
2	12	4.00	1.06	0.08
3	48	11.28	0.03	0.00
4	38	5.70	4.64	0.20
5	36	5.70	1.68	0.02
6	48	5.40	0.88	0.09
7	191	5.80	0.17	0.00
8	94	5.20	3.24	0.50
9	125	5.50	1.35	0.50
10	106	5.30	3.98	1.03
11	192	5.70	1.75	0.17
12	137	5.60	2.06	0.19
13	38	11.70	3.60	0.43
14	57	13.12	8.17	0.57
15	99	16.32	2.58	0.89
16	73	6.35	0.45	0.13
17	68	9.31	0.05	0.10
18	97	7.20	2.10	0.13
19	88	9.47	0.41	0.63
20	91	7.41	1.26	0.95
21	72	4.50	0.50	0.02
22	63	5.40	0.09	0.08
23	71	1.10	0.91	0.01
24	55	3.40	0.74	<0.001
25	68	4.40	0.95	0.01
26	24	2.20	0.40	0.001L
27	41	6.30	0.79	0.13

序号	悬浮物 SS	COD _{Mn}	总氮	总磷
28	24	5.50	2.70	0.54
29	28	5.80	1.12	0.36
30	32	4.50	1.28	0.01

7.2 实施本标准的养殖效益分析

2022年我省水产养殖总产值首次位居全国第一，达1865.53亿元，其中淡水养殖578.15亿元，海水养殖1287.38亿元。

收集了近年来我省主要养殖品种草鱼、罗非鱼、生鱼、南美白对虾、鲈鱼、鳊鱼、黄颡鱼等养殖成本相关信息（见表27），其中亩产量、塘头价、鱼苗价格等是根据公开信息取近3年的平均值，本处不考虑供不应求时的过高单价及供过于求的过低单价。塘租为相对我省该品种主产区平均塘租，饲料成本、电费及维护费用根据该类养殖品种实际养殖过程中需要消耗的大致费用进行核算。结果表明，水产养殖作为技术含量较高、风险较大的产业，利润水平也相对较高。在正常养殖情况下，我省主要养殖品种（单养）的养殖利润率总体高于25%。尤其是鳊鱼、笋壳鱼、南美白对虾、生鱼、鳊鱼等品种，正常情况下利润率都超过了50%，对于罗非鱼和黄颡鱼等风险相对较小的养殖品种，利润率也超过了25%。

表 27 我省主要单养品种产量及成本核算

养殖品种	亩产 (斤)	塘头价 (元/斤)	塘租 (元/亩.年)	鱼苗成本 (元/亩.年)	饲料成本 (元/亩.年)	电费及维护费 (元/亩.年)	亩总产值 (元)	亩利润 (元)	利润率 (%)
生鱼	22000	8	6000	3200	65000	8000	176000	93800	53.30
笋壳鱼	3500	28	6000	2400	20000	5000	98000	64600	65.92
草鱼	4000	6	4000	600	10000	2000	24000	7400	30.83
罗非鱼	2000	4.5	1500	500	4000	400	9000	2600	28.89
南美白对虾	3000	20	5000	1000	15000	6500	60000	32500	54.17
鲈鱼	7000	10	6000	10000	15000	5000	70000	34000	48.57
鳗鲡	2500	50	8000	7000	8000	3000	125000	99000	79.20
鳊鱼	4500	28	5000	15000	25000	15000	126000	66000	52.38
黄颡鱼	4000	9	5000	2400	18000	1200	36000	9400	26.11

7.3 实施本标准的技术经济分析

7.3.1 水产养殖主要养殖模式

目前，我省水产养殖模式多样，不同区域受水源条件限值，养殖方式不尽相同，但都主要以池塘养殖为主，其中池塘养殖又分为精养和粗养方式。

精养方式通常是指对池塘进行边坡硬质化、每年清淤、高密度养殖、长期增氧、较大量使用抗菌、消毒、保健等药品，交换水较频繁。不同养殖品种精养产量差异极大，即使同一个品种，因不同养殖者技术水平差异，池塘亩产也会相差较大。如以养殖生鱼为例，我省普遍采用精养方式养殖生鱼，最高产量可达 30000 余斤/亩，有的产量可达 20000 多斤/亩，相差 30%-50%；常见的草鱼养殖，部分养殖户最高产量可超过 15000 斤/亩，而大多数养殖池塘产量 5000 余斤/亩，最高产是一般精养池的 3 倍。

粗养方式一般也指土塘养殖，未对边坡硬质化，较低密度养殖。如草鱼的粗养，通常会混养鲢鱼、鳙鱼等其它品种，产量 2000-3000 斤/亩，有的只有 800-1000 斤/亩；如南美白对虾养殖，我国高位池精养池年产量最高可达 10000 斤/亩，而土塘产量通常介于 300-800 斤/亩。

此外，我省部分区域还有一些其它养殖模式，如集装箱养殖、陆基圆桶养殖、工厂化水泥池养殖等，这些养殖模式利用更少的养殖面积（体积）实现更高的产量。

一般来说，养殖密度越高，饲料投放量越大，养殖过程产生的残饵、粪便、未利用的药物等污染物总量也会越大，如果不经有效处理，其对周边水体环境压力也会越大。尤其是我省珠三角区域，养殖面积大、单位面积产量高，污染物产生和排放的总量相应也非常高，因此需要重点关注。另外，我省海水养殖的精养方式（提水式养殖/高位池养殖）主要养殖南美白对虾，养殖池塘集中于近岸线区域，对邻近海域环境造成较大压力。

7.3.2 尾水处理系统建设成本

尾水处理成本组成包括两部分，即环保设施建设成本和运维成本。其中建

设成本又分为两种形式，一种是通过连片养殖池塘整体改造同时建设尾水处理设施发生的环保成本，另一种形式是未进行养殖池塘改造，仅进行尾水处理设施建设发生的费用。本报告重点针对广东省大规模推广的“三池两坝”技术的处理系统进行解析。

结合前期调研及本次调研的采访，养殖業者或处理系统运营者普遍反映，基于“三池两坝”技术的尾水处理系统建设成本主要包括处理塘和过滤坝的修葺重整、管道建设、坝体过滤设施建设等费用。“三池两坝”系统维护费用相对较低，主要是涉及电费、过滤坝定期清洗维护、生态塘水生植物定期清理等费用。

鉴于目前我省尾水处理系统绝大部分都是基于现有池塘结合标准化改造新建尾水处理系统，尾水处理系统涉及的费用，一是完全新建养殖场，养殖塘和处理系统都为新建或同时基于现有养殖塘进行标准化改建；二是尾水处理系统建成后的运营维护成本。

（1）建设费

新建养殖场或标准化改造的养殖场尾水处理系统成本与池塘建设单位面积的建设成本相当，尾水处理系统占养殖场面积的比例即尾水处理系统占新建养殖场建设的环保成本比例，一般为8%-10%。实际建设费用高低，与养殖场所处区域经济发展程度（人力成本和对处理系统处理效率要求）有一定关系，如珠三角区域普遍是6000元/亩，最高可达10000元/亩，而粤北区域则只有3000余元/亩。

（2）运营期维护费

尾水处理系统运营期的维护费组成部分主要包括：电费、过滤坝定期清洗维护、生态塘水生植物定期清理和沉淀池清淤等发生的劳务费、以及可能施加的其它菌类等生物试剂。经广泛调研，尾水处理系统运营期维护费相对较低，从30-500元/亩（处理系统占用面积，下同）不等。对于养殖密度不高的养殖场，建设面积不超过10亩的尾水处理系统，年运营维护费用30-50元/亩；而对于养殖密度较高，产污系数较大的养殖品种，这类养殖场建设的尾水处理系统

年运营维护费介于 50-200 元；而对于养殖密度极高、产污系数非常大的养殖品种，这类养殖场建设的尾水处理系统所占用面积的年运营维护费介于 200-500 元/亩。相对于养殖的水产品年产值，尾水处理系统年维护费占比约为 0.3-0.5%。

（3）案例分析

为了更清晰了解尾水处理系统建设和维护过程中相关成本构成及成本与生产产值的占比情况，以佛山某渔业公司（以下简称：佛山某公司）为例分析尾水处理系统建设和维护费用情况。

佛山某公司位于佛山市高明区，养殖池塘 80 口，养殖总面积 660 余亩，养殖水面 500 余亩，尾水处理塘面积 48 亩。主要养殖名优高值鲈鱼、笋壳鱼（尖塘鳢），年产值约为 1000 万元。2022 年，该公司开展佛山市池塘标准化改造示范点建设，完成了池塘方格化改造、进排水分离的排灌设施、“三池两坝”养殖尾水治理设施等。

1) 建设成本

从调研的情况看，养殖池塘业者在建设尾水处理设施过程中，面临的主要成本支出包括：尾水处理池的改造、尾水收集管网建设、过滤坝建设、生态塘植物选择和建设。

该公司尾水处理设施建设成本约为 6000 元/亩，其建设成本与养殖塘改造成本相当，尾水处理塘占总养殖水面积的 9.48%，因此，该养殖场尾水处理设施建设成本占建设总成本的 9.48%。

2) 运维成本

对于普通“三池两坝”处理系统，常规的运维主要包括：

- a.生态净化塘植物打捞、清运，每年约 4 次；
- b.过滤坝清洗，每年约 2 次；
- c.过滤坝材料清洗、更换等维护，3 年/次；

d.曝气池充氧机运行电费。

该公司尾水处理设施生态净化塘主要种植水通菜（空心菜）等高效吸附型植物，每年清理 4 次。过滤坝主要由火山石、磷灰石等组成。该公司尾水处理设施运维费用分别为：

a.生态净化塘维护，500 元/次，合计 2000 元/年；

b.过滤坝清洗，500/次，合计 1000 元/年；

c.过滤坝材料更换，10000 元/次，合计 3000 元/年；

d.曝气池电费，一般 4 个充氧机，每个 1500w，运行 18 个小时/天，每天 108 度电，约 110 元/天，合计 33000 元/年。

所以，运维费总计：3.90 万元/年。尾水处理设施运维费用占公司年产值的 0.39%。

3) 尾水处理设施成本占比

考虑到尾水处理设施建设为一次性投入，这类设施经 10 年左右需要大修一次，因此，此处将建设费用平摊到 10 年期内的每一年。如果将尾水处理设施建设成本分摊到 10 年，则对应的每年建设成本为 $6000 \times 48 \div 10 = 2.88$ 万元。

因此，在考虑尾水处理设施建设费、维护费和塘租成本，则 10 年期每年环保实施平均费用为 $3.90 + 2.88 = 6.78$ 万元。折合养殖成本占比 $6.79 \div 1000 = 0.68\%$ 。

需要注意的是，该公司因积极响应池塘标准化改造和尾水处理系统建设工作，获得政府相关补助资金，补助资金占总投资额的约 60%。按养殖者自己出资建设资金比例 40%核算 10 年期处理系统建设和维护费用占每年总收入比例值约为 0.40%。

7.3.3 不同处理模式下的环保成本

为了对我省不同类型水产养殖尾水处理系统建设及运维成本进行定量化核算，在前期调研的基础上，将各项建设成本以 10 年期按年折算，充分考虑不同

区域塘租价格、水产品塘头价格等变动因素，各项要素分别取近似中间值，得到我省不同养殖模式下各种尾水处理系统建设和运营总费用占养殖场每年养殖总收入的百分比。相关结果见表 28。

不同养殖品种采用三池两坝技术、池塘岸基一体化处理技术、陆基圆桶+综合处理技术和集装箱+固液分离+三级处理等尾水处理模式，环保成本占比介于 0.11%-1.76%之间，但罗非鱼在采用岸基一体化设备情况下环保成本达到 1.76%，这与其单价低（塘头价仅 4 元/斤）、产值低有关。比较不同养殖品种的环保成本比例可见，养殖技术越先进、养殖产品价格越高，其环保成本占比越低。

从该表也可以看出，不用养殖品种，可以根据实际情况选择合适的尾水处理技术减少处理系统，从而减少成本开支，确保在尾水达标排放前提下实现经济效益最大化。

表 28 主要品种养殖模式和尾水处理工艺下的环保成本统计

序号	养殖品种	养殖模式	尾水处理模式	建设成本(万元)	维护成本(万元)	塘头价(元/斤)	环保成本比例(%)
1	草鱼	池塘精养	三池两坝	2.5	0.5	5.5	0.32
2			池塘岸基一体化	13.5	2	5.5	0.85
3		圆桶养殖	综合处理	5	0.5	5.5	0.43
4		集装箱养殖	固液分离+三级处理	4	0.8	6.5	0.75
5	罗非鱼	池塘精养	三池两坝	2.5	0.5	4	0.74
6			池塘岸基一体化	13.5	2	4	1.76
7		圆桶养殖	综合处理	5	0.5	4	0.48
8		集装箱养殖	固液分离+三级处理	8	0.8	5	1.08
9	生鱼	池塘精养	三池两坝技术	3	2	10	0.16
10			池塘岸基	20.25	3	10	0.32

序号	养殖品种	养殖模式	尾水处理模式	建设成本(万元)	维护成本(万元)	塘头价(元/斤)	环保成本比例(%)
			一体化				
11		陆基圆桶	综合处理	5	0.5	10	0.29
12		集装箱养殖	固液分离+三级处理	4	2	10	0.49
13	加州鲈	池塘精养	三池两坝	2.5	2	16	0.33
14			池塘岸基一体化	13.5	2	16	0.28
15		圆桶养殖	综合处理	5	2	16	0.30
16		集装箱养殖	固液分离+三级处理	4	2	18	0.54
17	桂花鱼	池塘精养	三池两坝技术	2.5	1	40	0.11
18			池塘岸基一体化	13.5	2	40	0.20
19		集装箱养殖	固液分离+三级处理	8	2	45	0.25
20	南美白对虾	池塘半精养	三池两坝	2	0.4	22	0.32
21		池塘精养		3	2	22	0.25
22			池塘岸基一体化	13.5	2	22	0.25

7.3.4 尾水处理系统建设的边际效应

结合池塘标准化改造，水产养殖尾水处理设施的建设与运营，不仅实现外排尾水达标排放，同时也能为养殖業者带来其它方面效益。

一是节省养殖用药成本。对于尾水处理系统运维良好，处理后的尾水氨氮、亚硝酸氮等有毒有害物质含量较低的养殖场，养殖業者可通过循环用水，使养殖水体维持较好的环境质量，减少有害细菌繁殖并阻断外源传染病，从而减少水产动物保健药品使用量。据广东顺德某公司技术主管介绍，该公司因对尾水处理而实现循环用水，处理后的尾水水质稳定、毒害污染物浓度低，能放心回用，回用后减少水产动物保健药品的使用量达 300 元/亩。该公司每年节省

的动保产品费用与尾水处理设施分摊到每年的总支出基本持平。

二是增加养殖池塘产量。对于集中连片池塘，地方政府在推进池塘标准化改造工作中，养殖池塘深度普遍较原深度 1.5 米左右增至 2.5-3.0 米，池塘水体体积增加 66-100%，此条件下养殖容量也大大增加，单位面积产量大幅提高。对养殖户采访可知，经标准化改造后的池塘单位面积产量大约增产 50-80%。

7.3.5 部分特殊养殖品种的尾水处理问题

（1）养殖产量

现有资料（《2023 中国渔业统计年鉴》）表明，龟鳖类和蛙类养殖在我省具有一定规模，在全国也占有一定比例。2022 年全省龟鳖养殖产量 48097 吨，占全国总产量（427611 吨）的 11.25%；全省蛙类养殖产量 7416 吨，占全国总产量（215084 吨）的 3.45%。但是，从实际调研的情况看，每年我国鳖（甲鱼）产量可达约 35 万吨，广东产量约 10 万吨；2021 年全国牛蛙总产量 60 万吨（见图 12），广东超过 15 万吨，占比达到 25%。

2017-2018 年，全国大规模开展牛蛙禁养行动，广东部分区域也实施禁养，汕头及周边城市除澄海区以外，几乎被全面禁养。禁养政策下，牛蛙养殖产业不断外迁，扩散至广西、海南、江西、海南等地区。尽管牛蛙养殖向外大量扩散，但对广东省牛蛙总产量影响并不大。例如潮州、揭阳、梅州等被禁养，河源、湛江、清远等地又开始兴起，江门、肇庆相对稳定，牛蛙养殖产量广东仍增长最快。广东养殖最密集的区域在汕头市澄海区（引自《广东牛蛙养殖产业发展调研报告》）。

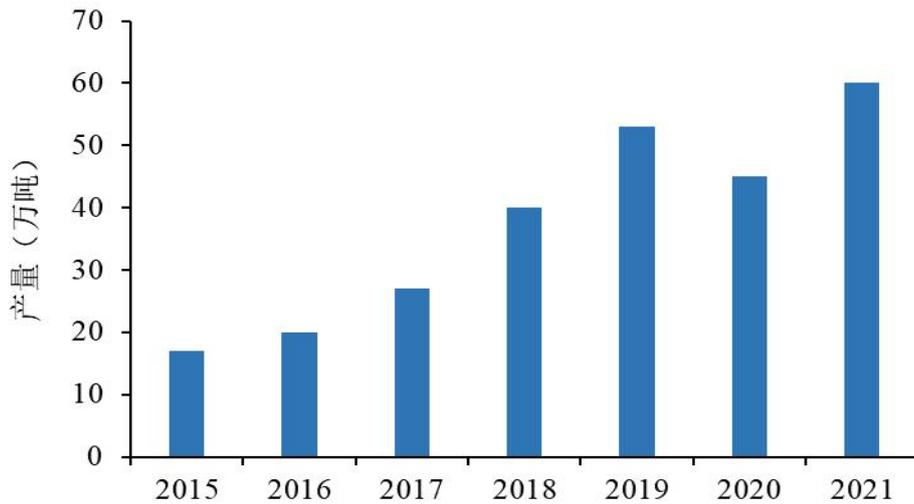


图 12 我国牛蛙养殖产量发展趋势

引自《广东牛蛙养殖产业发展调研报告》)

(2) 养殖方式

传统牛蛙养殖以小池浅水的池塘流水养殖模式为主（见图 13），随着牛蛙禁养的常态化，养殖户开始探索绿色生态养殖模式，养殖模式也呈现多样化，主要以“牛蛙+”模式为主，如稻田养蛙、荷蛙共作、牛蛙芋头共作、鱼塘网箱养蛙、工厂化循环水养蛙、立体层架式养蛙、深水养殖等。



图 13 典型传统牛蛙养殖方式

(3) 尾水处理情况

从调研的情况看，目前我省龟鳖类和蛙类养殖主体开展尾水治理的不多。一是龟鳖类和蛙类对水环境的需求与鱼虾类对水环境的需求不尽一致；二是龟鳖类和蛙类能忍受更高水污染物浓度水体，养殖业者往往不会像鱼虾类养殖一般及时换水或排污。对于蛙类养殖的行业管理，目前由农业农村部门负责，对龟鳖类和蛙类未能如鱼虾类养殖环境进行管理，如《渔业水质标准（GB11607-89）》仅适用于鱼虾类养殖水体，未包含龟鳖类和蛙类养殖水体。

相对而言，牛蛙养殖对地表水环境影响更大。尾水污染、药物残留和噪声污染一直是困扰牛蛙养殖业健康发展的三大难题，严重制约着产业规模化发展。这些问题也成为了近年来多地开展行业整治的主要驱动因素。据了解，近年来，全国部分牛蛙养殖主产区（福建、海南）开展了对牛蛙养殖的整治行动，我省的汕头、揭阳、潮州、清远等地也先后开展牛蛙养殖污染专项整治行动，有关部门关停了大量的养殖场，部分区域甚至对牛蛙养殖发出了“禁养令”。从行业发展现状上看，一是我省部分牛蛙养殖正从沿海地区逐步向边远

山区转移，二是牛蛙养殖外排废水污染地表水环境已成为部分区域主要环境投诉内容。

绿色健康养殖是包括龟鳖类和牛蛙类养殖的必然趋势。目前，我省已经有不少企业与科研院所合作开展牛蛙养殖尾水治理和绿色养殖探索。如中洋渔业（清远）基地在阳山的生态养殖，规模较大，效果相对较好；南海水产所、省农科院及华南农业大学等相关高校和科研院所的专家也积极参与到牛蛙养殖尾水治理及绿色（健康）养殖的技术研发和养殖应用中，并已经取得了一定效果。如中洋集团探索创新“养水养蛙”立体生态养蛙模式（见图 14），取代传统“换水养蛙”模式，采用“物理+生物+化学”三大工艺流程的“三池三过滤+生态水廊”尾水生态处理技术，达到养殖尾水达标排放或循环利用；南海水产所试点生物絮团技术配备底增氧系统养殖牛蛙也取得初步成功，能较好改善养殖水体环境质量，减少换水量。

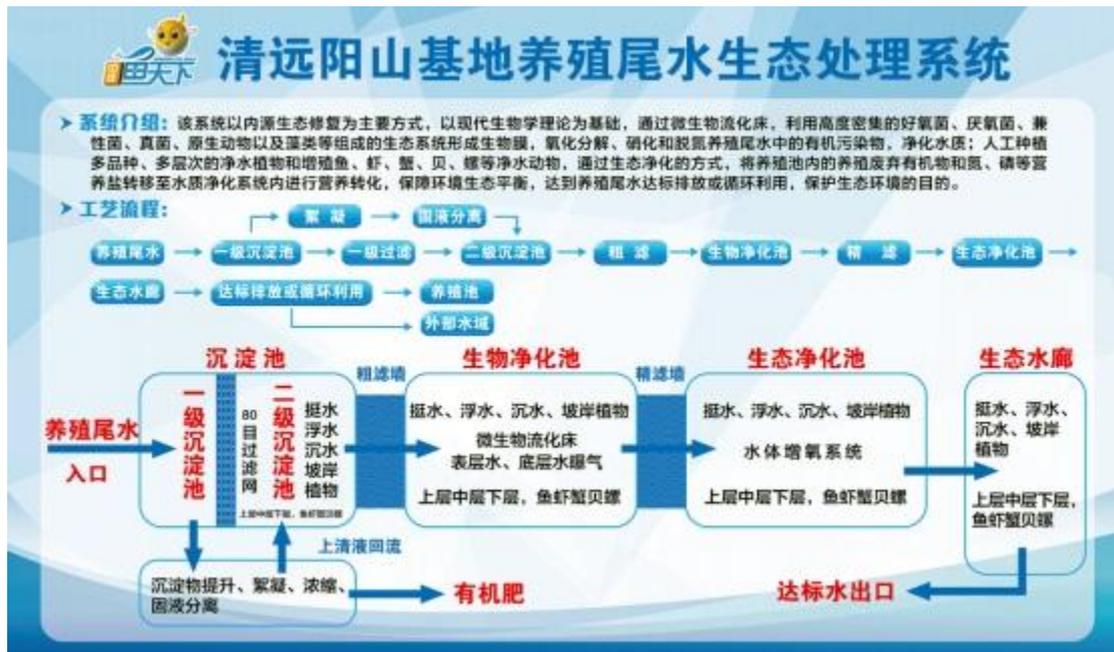


图 14 中洋集体牛蛙养殖尾水处理工艺

本标准的实施将推动养殖主体和各级政府对尾水处理设施的投入和运行管理。大型养殖企业需加强管理，保障尾水处理设施运行效果；中小型养殖企业（主体）将面临更大的环保压力，尾水处理不能满足达标要求，缺少处理设施，必须进行设施改造。对于中小型养殖企业（主体），有条件的地区可以进

行集中尾水处理（目前东莞部分区域正在试行“社区”式水产养殖统一规划、养殖用水统一引入、养殖尾水集中处理）。对于牛蛙等水产品单个养殖主体面积小但养殖集中的区域（汕头市澄海区），尤其建议应尾水统一收集、集中处理。

总体来看，养殖主体需要采取的主要措施包括：

- （1） 结合全省广泛开展的池塘升级改造行动，加强现有池塘标准化改造，能实施底排污的池塘建议建设底排污设施；
- （2） 开展池塘水、养殖尾水监测；
- （3） 采取过滤、曝气、沉降、生物净化等措施进行尾水处理；
- （4） 符合养殖要求的尾水循环利用；
- （5） 加强尾水处理设施运行管理；
- （6） 必要时，在“三池两坝”基础上，增加预处理单元和处理能力。

对于高密度养殖主体，建议标准化池塘改造过程中采用底排污技术，以减少集中排放尾水时养殖动物粪便、残饵等对尾水处理设施的过度冲击，保护尾水处理系统。

本标准的实施将推动大中型养殖主体和各级政府对池塘尾水在线监测监控的投入，推动养殖尾水治理相关研究，推动养殖结构调整和行业发展升级。

8 标准实施建议

本标准的提出单位和具体归口管理是广东省生态环境厅，根据相关规定，本标准由各级生态环境保护主管部门负责监督与实施，农业农村主管部门负责其职责范围内的监督实施。

由于珠江三角洲、粤东、粤西、粤北等广东各区域社会经济发展差距较大，我省养殖品种多，养殖模式多，养殖密度普遍较大，部分养殖户（企业）环保意识还有待于提升，尾水治理处于起步阶段。且部分海水养殖池塘为围海形成的土塘，这些池塘的改造、尾水处理设施建设等都需要相一定的过渡期。

考虑到现有部分池塘尾水排放未能完全达到本标准要求，建议本文件的过渡期设定为2年。

为落实国家及广东省“十四五”深入打好污染防治攻坚战决策部署，推动水产养殖业高质量发展，建议尽快出台制定的水产养殖尾水排放标准。

为了配合标准的实施，提出以下建议：

一是分步推进，稳打稳扎。鉴于我省水产养殖形式复杂，量大面广，建议按照分区域、分类别分步实施，优先解决污染重、影响大的养殖模式和养殖区域。在分区上，优先整治地表水和近岸海域环境尚未达标的区域，其次整治虽然达标，但水环境压力较大的区域，最后才是水环境容量大的区域；在养殖模式上，优先治理极高密度及单位面积产污量大的养殖模式，如高密度生鱼、牛蛙和鲈鱼养殖和高位池南美白对虾养殖，其次治理低密度土塘养殖方式，再次治理半天然的鱼塍养殖模式；在鱼塘集中度上，优先整治集中连片区域，尤其是连片达到50亩及以上的养殖区，其次整治零散分布区域。

二是政府引导，奖惩结合。我省养殖者知识水平和环保意识差异大，对水产养殖的环境影响认识程度不尽相同，开展养殖尾水治理需要在大力教育宣传的基础上，由政府推动养殖者开展养殖设施建设。对于养殖规模较大或集中连片发包区域，建议在发包条文中明确尾水治理设施内容，明确治理工艺和建设面积；对于建设资金，建议按照政府和养殖者共同出资的方式，结合福建、海南、江苏和浙江的相关做法及我省珠三角区域建设经验，分别设置几个阶段过渡期，不同阶段逐渐减少政府出资比例，引导养殖户尽快建设处理设施。

三是强化监督，精准执法。加强养殖区域尾水处理系统集中建设、统一管理，建议通过规范化排污口建设，推广轮排轮放和报备排放的方式，有序排放养殖尾水，建立养殖尾水集中排放区域水环境监控体系，确保执法监测及常规监测采集的水样能根据采样时段确定养殖责任主体，实现责任到人，精准管控。

四是科技优先，绿色发展。水产养殖尾水的治理，需要依托科技力量的支

撑。首先是养殖方式上，应当改变部分养殖场通过极高密度养殖方式，深入开展基于零污染排放的绿色养殖技术研究，鼓励养殖者通过绿色发展的方式，提高养殖品质，实现质价双升。其次是要推动规模化、设施化、装备化养殖，确保养殖尾水持续稳定排放，且实现排放尾水总量可控、污染可溯源；再次要研发尾水处理和底泥资源化利用新技术，要针对不同养殖品种和养殖模式，研发高效、占用面积小、副作用低的处理技术，并实现处理技术的标准化应用和推广。