

T/GXAS

团 体 标 准

T/GXAS 1273—2026

数字渔场多模态数据采集与应用技术规范

Technical specification for multi-modal data acquisition and
application in digital fishery farms

2026 - 04 - 10 发布

2026 - 04 - 16 实施

广西标准化协会 发布

前 言

本文件参照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西渔业协会提出、归口并宣贯。

本文件起草单位：广西壮族自治区水产技术推广站、浙大宁波理工学院、东兴市红树林农业有限公司、广西壮族自治区水产引育种中心、贺州市水产畜牧站、桂林市漓江补水枢纽工程渔业增殖管理站、合浦县水产技术推广站、柳州市渔业技术推广站、百色市农牧渔技术推广中心、梧州市水产技术推广站、钦州市水产技术推广站、南宁市水产畜牧兽医技术推广站、贵港市水产技术推广站、玉林市水产技术推广站、崇左市水产畜牧技术服务中心、河池市水产技术推广站、富川瑶族自治县城北镇农业服务中心、东兴市海洋渔业开发有限公司、贝宁阿波美卡拉维大学。

本文件主要起草人：蔡卫明、何金钊、潘传燕、侯宗元、李培瑜、Michel Dossou、马新莉、范胜利、吴双乐、王剑芳、黎德、冯鹏霏、罗璇、介百飞、杜雪涛、陈子桂、罗泽习、秦秀东、黄德生、文衍红、廖东发、吴建坤、覃波忠、甘文林、廖城珍、林森、叶忠平、陆华区、蒙日才、唐东姣、王琳琳、谢宇枫、杨晨。

数字渔场多模态数据采集与应用技术规范

1 范围

本文件界定了数字渔场涉及的术语和定义，规定了数据管理系统建设、数据采集、数据处理、数据分析、智能应用、数据管理与存储的要求。

本文件适用于数字渔场的多模态数据采集与应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 44985.3 农业物联网通用技术要求 第3部分：水产养殖

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字渔场 digital fishery farms

应用物联网、大数据、人工智能等现代信息技术，构建水产养殖水质、气象、行为、生长精准数据采集、智能分析处理、自主决策控制和自动化精准管理的水产养殖生产场所。

3.2

多模态数据 multi-modal data

在数字渔场环境中，由不同类型传感器通过声、光、电、磁等多模态传感手段，协同感知并融合处理的渔场实时、多维、多源数据。

4 数据管理系统建设要求

4.1 系统架构宜按 GB/T 44985.3 的规定执行，具备数据集成、模型管理、模拟仿真与可视化等核心服务能力，支持横向扩展。

4.2 系统基础设施的建设应符合以下要求：

——网络架构应满足多源异构数据采集设备实时接入与高并发数据传输的需求。建设应遵循“有线优先、无线补充”的原则，养殖基地内部宜优先构建以光纤或工业以太网为骨干的稳定有线网络。在无条件部署有线网络的局部点位，可采用无线通信方式作为补充，且系统设计应包含应对网络中断的数据缓存与重传机制；

——网络带宽应根据设备规模、数据流量及业务峰值进行专项设计并预留冗余；

——关键感知与控制设备应提供标准化的数据接口，其通信方式应优先采用有线连接（如以太网），确需采用无线方式（如4G/5G，NB-IoT）时，设备与平台均应具备在信号不稳定时的链路保障能力。

4.3 应具备互联互通与协同管控能力，能够连接并集中管控各养殖区域内部署的所有在线智能感知设备与硬件设施。具有跨养殖区的互联互通能力，支持多源异构设备接入。

4.4 应具备对智能感知设备、执行设备及配套设施的集中管控功能，电力供应能满足设备运行需要。

4.5 应具备基于“预报、预警、预演、预案”（“四预”）的智能化管理能力，并建立自动化的应急联动机制。当监测的水环境因子、浮游生物、微生物因子及养殖水生生物异常行为状态等参数超出预设阈值时，应能及时启动预警与报警，并满足以下要求：

——预警：监测值接近或处于预设阈值的临界区间，提示用户关注系统趋势变化；

- 报警：监测值已超出预设阈值的安全区间，提示用户需及时进行检查和处置；
- 紧急报警：监测值严重偏离正常范围，已达到或超过预设的危险阈值，提示用户立即采取应急措施。

注1：环境参数的阈值设定基于养殖水产物种，对耐受度及特定养殖阶段进行差异化设定。阈值的定义逻辑明确，采用绝对值、相对于基准值的允许偏差、或在单位时间内的最大变化幅度等多种形式，亦可结合使用，全面反映参数状态。

注2：水生生物行为的报警设定基于养殖水产物种，通过将定性行为转化为可度量的统计指标定义，对异常行为的发生范围、持续时间和发生频率进行量化，建立基于客观数据的判定标准。

4.6 应基于计算机视觉、声学等技术，构建对养殖生物的常态化、无损化监测体系。监测设备应能在养殖场典型工况环境下稳定运行，且监测能力应通过有效手段验证。

4.7 声学设备的工作频率与声强应遵循干扰影响最小化的优化原则；光学设备应能适应昼夜监测需求并减少对养殖生物的干扰；涉水电子设备应具备良好的环境适应性、电磁兼容性与长期工作稳定性。所有设备的部署与应用，应以实现有效监测、保障数据可用并最小化对养殖生产及养殖对象的干扰影响为目标。

5 数据采集

5.1 水质

水质监测因子和阈值要求见表1。

表1 水质监测因子和阈值要求

监测类型	监测因子	盐度类型	鱼类	虾类	蟹类	贝类
在线监测	水温	淡水	温水性20℃~30℃ 冷水性15℃~20℃	22℃~32℃	15℃~30℃	8℃~28℃
		海水	18℃~30℃	25℃~35℃	18℃~28℃	5℃~30℃
	溶解氧	淡水	≥4.0 mg/L	≥4.5 mg/L	≥5.0 mg/L	≥3.0 mg/L
		海水	≥5.0 mg/L	≥5.0 mg/L	≥5.0 mg/L	≥5.0 mg/L
	pH值	淡水	6.5~8.5	7.0~8.5	7.0~8.5	7.0~8.5
		海水	7.0~8.5	7.5~8.6	7.5~8.5	7.0~8.5
	氨氮	淡水	总氨氮<0.5 mg/L	总氨氮<0.5 mg/L	总氨氮<0.5 mg/L	非离子氨 ≤0.02 mg/L
		海水	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L
	硫化物	淡水	≤0.2 mg/L	≤0.2 mg/L	≤0.2 mg/L	≤0.2 mg/L
		海水	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.05 mg/L
	混浊度	淡水	<10 NTU	<10 NTU	<10 NTU	<10 NTU
		海水	<10 NTU	<10 NTU	<10 NTU	<10 NTU
	硝酸盐氮	淡水	≤30 mg/L	≤30 mg/L	≤30 mg/L	≤30 mg/L
		海水	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L
	总磷	淡水	≤0.5 mg/L	≤0.5 mg/L	≤0.5 mg/L	≤0.5 mg/L
		海水	≤0.5 mg/L	≤0.5 mg/L	≤0.5 mg/L	≤0.5 mg/L
总氮	淡水	≤3.0 mg/L	≤3.0 mg/L	≤3.0 mg/L	≤3.0 mg/L	
	海水	无机氮≤0.10 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	无机氮≤0.30 mg/L	
非在线监测	亚硝酸盐	淡水	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L
		海水	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L	≤0.1 mg/L
	总碱度	淡水	≥75 mg/L	≥75 mg/L	≥75 mg/L	≥75 mg/L
		海水	≥75 mg/L	≥100 mg/L	≥100 mg/L	≥100 mg/L
	透明度	淡水	25 cm~40 cm	30 cm~40 cm	≥30 cm	30 cm~40 cm
		海水	30 cm~40 cm	30 cm~40 cm	30 cm~50 cm	30 cm~40 cm

表1 水质监测因子和阈值要求（续）

监测类型	监测因子	盐度类型	鱼类	虾类	蟹类	贝类
非在线监测	浮游生物	淡水	硅藻、绿藻为主 密度 10^4 cell/L~ 10^5 cell/L	硅藻、绿藻为主 密度 10^4 cell/L~ 10^5 cell/L	硅藻、绿藻为主 密度 10^4 cell/L~ 10^5 cell/L	硅藻、绿藻为主 密度 10^4 cell/L~ 10^5 cell/L
		海水	硅藻、绿藻为主	硅藻、绿藻为主	硅藻、绿藻为主	硅藻、绿藻为主 > 10^4 cell/L

5.2 气象

气象监测要求见表2，其他要求应符合GB/T 44985.3中参数扩展的规定。

表2 气象监测要求

监测项目	监测要求	数据记录要求
空气温度、湿度	连续监测，传感器应置于遮阳通风处	记录实时值、日均值、极值及变化趋势
大气压力	连续监测	记录实时值及日均值
光照度/太阳辐射	连续监测，传感器感光面应水平放置、无遮挡	记录光照强度、日照时数及辐射累积量
风速与风向	连续监测，传感器应安装在开阔、无遮挡处	记录实时风速、风向、平均风速及盛行风向

5.3 行为

应对养殖群体健康与应激状态的关键行为模式进行识别与预警。主要行为分类与监测要求如下：

- 摄食行为：宜通过“聚集指数”（投饵区鱼群密度）与“游动活性指数”监测。正常摄食表现为投喂期间指标显著升高；
- 应激行为：宜通过“表层活动率”监测；
- 激烈/逃逸游动：宜通过“不规则运动指数”监测；
- 社会性行为：宜通过“攻击事件频率”与“群体分散度”等指标进行辅助监测；
- 基础活动状态：宜通过“群体平均游速”与“分布水深”的基线变化进行监测，持续偏离基线可能指示健康状况恶化。

注：指标的具体预警阈值，由系统实施方根据主要养殖品种的生物学特性、生长阶段及历史正常数据基线进行个性化标定与验证。“表层活动率”监测指标持续异常升高作为缺氧或水质不适的判别导向；“不规则运动指数”监测指标突发性、群体性增高作为惊扰或急性胁迫的判别导向。

5.4 生长

应能通过自动或半自动方式，定期采集生长参数，主要包括：

- 体表特征：通过“体色异常指数”量化评估，该指数持续异常升高可能指示健康问题；
- 群体规模估算：对规定区域内的养殖生物数量进行可靠统计；
- 体型参数测量：对养殖生物个体或群体的代表性体型参数（如体长、体高）进行有效测定或估算，其精度应能满足生长趋势分析的基本要求。

5.5 养殖安全

5.5.1 应建立覆盖投入品使用、生物安全防控及环境风险外溢的监测体系，主要监测要求如下：

- 投入品使用监测：应对饲料、渔药、水质改良剂等投入品的名称、来源、批次、用量、使用时间及使用区域进行实时或批次化记录，记录数据应具备可追溯性。渔药使用应符合国家有关规定，休药期内应禁止采样或上市；
- 异常死亡与病害预警：应能对养殖群体的异常死亡事件进行自动识别与上报，统计死亡率及空间分布；
- 关键病原与生物安全：应根据养殖品种及区域流行病学特征，定期监测关键病原（如病毒、细菌、寄生虫）的存在与载量。系统应记录消毒、隔离、进出水处理等生物安全措施的执行情况，并对执行偏差进行告警；
- 环境外溢风险监测：应对养殖尾水进行监测。监测数据超阈值时应自动预警并记录排放行为，确保符合区域污染物排放标准；

——禁限用物质筛查：应支持对养殖水体和沉积物中禁限用药物送检记录管理，筛查结果应与生产批次日志关联，形成质量安全档案。

5.5.2 投入品与病害监测数据应作为养殖过程审核与产品溯源的核心依据。所有安全相关数据的存储周期不应低于两个养殖周期或不少于2年，并应符合第9章要求。

6 数据处理

6.1 预处理

6.1.1 清洗与校正

应具备以下能力：

- 异常值处理：能自动识别并处理监测数据中错误或不合理的数值；
- 缺失值填补：对于因设备或网络问题造成的数据缺失，能采用合理的方法进行补充或标记；
- 数据校准：支持对关键传感器（如pH、溶解氧传感器）进行定期校准。

6.1.2 标准化与归一化

应满足以下要求：

- 量纲统一：将不同传感器的监测参数统一至标准计量单位；
- 数值归一化：采用归一化或标准化等方法，消除不同指标间的量纲影响；
- 时空对齐：对不同采集频率的数据进行时间戳同步，对具有空间属性的数据进行坐标系统一与配准。

6.2 数据融合

6.2.1 特征级融合

宜满足以下要求：

- 环境-行为关联分析：挖掘水质参数变化与生物行为模式（如摄食强度、集群行为）之间的关联关系；
- 视频与传感器数据时空配准：将计算机视觉提取的生物行为特征与传感器监测的环境参数进行精确的时空匹配；
- 设备效能耦合分析：分析设备运行状态参数与养殖生产效率、能耗等指标的关联性。

6.2.2 决策级融合

宜满足以下要求：

- 综合判断：能融合多个指标的复杂信息，进行整体性的分析与判断；
- 冲突处理：当不同数据或分析结果之间存在矛盾时，应具备协调与处理冲突信息的能力；
- 可靠性提示：为重要的分析结论或决策建议提供可靠性或置信程度的说明。

6.3 数据质量管控

6.3.1 质量评估指标

应满足以下要求。

- 完整性：关键数据项的采集完整率达到100%，具备数据缺失的自动识别、标记与告警能力，能及时触发设备维护或检查。
- 准确性：支持远程校准与数据校正。
- 时效性：满足数据应用的时效性要求。用于实时控制和紧急报警的数据，应实现近实时采集与快速告警；用于一般性趋势分析的数据，应在合理时间内可查询与分析。
- 一致性：建立数据一致性校验规则，对多源数据的以下关系进行合理性检查与评估。
 - 时序一致性：同一参数在不同采集频率下的数据趋势应一致；
 - 空间一致性：相邻监测点的同类型参数值应具备合理的空间相关性；
 - 逻辑一致性：如pH值与氨氮浓度等存在化学关联的参数，其数值变化应符合基本规律。

6.3.2 质量监控机制

应满足以下要求：

- 实时质量检测：对入库数据流实施实时质量规则检查，对识别出的无效或可疑数据进行自动标记，并在合理时间内向管理人员告警；
- 定期质量审计：定期（如每季度或每生产周期）开展全面的数据质量审计，审计内容应涵盖完整性、准确性等核心维度，并形成书面审计报告。对审计发现的问题应进行追踪与整改；
- 质量追溯机制：建立数据质量问题溯源和责任认定流程，任何数据质量问题从发现、定位根因（如传感器故障、网络中断、模型错误）到完成修复，应形成可追溯的记录。

7 数据分析

7.1 行为

应满足以下要求：

- 对投喂期间鱼群在投饵区域的聚集程度与游动活性进行量化评估；
- 对沉降后的残饵进行识别与趋势分析；
- 当评估指标（如摄食活性、残饵量）持续偏离正常范围时，提供预警提示。

7.2 生长

应包括以下内容：

- 平均体长与平均体重等绝对生长指标，分析评估群体规格；
- 特定生长率与日增重率等生长速度指标，分析量化生长速率的动态变化；
- 体长变异系数与体重变异系数等均匀度指标，分析评估群体规格的整齐度；
- 饲料系数等饲料效率指标，分析评价生长与投入的效益。

7.3 环境数据关联与趋势分析

应具备以下功能：

- 气象-水质关联分析：分析气温、光照、风速、降雨等气象要素对水温分层、溶解氧昼夜变化、藻类繁殖（可通过浊度、pH间接反映）等水质动态的影响；
- 水质-行为关联分析：分析关键水质参数（如溶解氧、氨氮、pH）的异常变化与生物行为指标（如群体分散度、表层活动率、摄食活性）的响应关系；
- 环境胁迫-病害关联分析：分析环境胁迫因子（如水温异常波动、溶解氧骤降、氨氮积累、亚硝酸盐升高等）与病害发生（含异常死亡事件）的关系，识别胁迫因子积累与病害暴发的时序关联，为疾病早期预警提供数据支撑；
- 生长-环境综合评估：综合分析养殖周期内的平均水温、积温、关键水质达标率等环境因子与特定生长率、饲料系数的相关性，评估养殖环境的总体适宜度。

8 智能应用

8.1 水质预警与自动调控

8.1.1 异常预警与分级

应实时监测水质关键项目的变化趋势，并基于预设阈值或动态预测模型，对水质异常进行预警。

8.1.2 设备联动调控

应根据预设规则或模型决策，联动控制增氧、换水、尾水处理等设备，保持关键水质参数的自动调节与稳定。从发出调控指令到相应执行设备开始动作，应能及时响应。

8.1.3 趋势预判与预防性调控

应具备水质趋势预判功能，基于历史数据与实时监测，预判未来短期的水质变化趋势。当预判到关键指标将超出安全范围时，应能提前启动预防性调控措施。

8.2 气象预警与自动调控

8.2.1 极端天气预警与应急联动

应能基于实时监测与外部预报数据，对短时强降雨、雷暴大风、持续高低温等极端天气进行监测与预警。当达到预设灾害阈值时，应能自动触发分级预警，提示或自动启动相应的应急预案。

8.2.2 环境关联分析与预测

应能分析光照、气温、风速等气象要素与水温、溶解氧等关键水质参数的动态关联，建立预测模型。基于预测结果，能提前生成预防性调控建议，指导增氧、投喂等生产作业。

8.2.3 生产计划辅助

应能结合短期气象预报，为日常生产作业提供决策参考。

8.3 个体异常状态预警

应监测并提示个体的异常状态，目标包括但不限于离群独游、体色异常、体表损伤、游动姿态失协等。

8.4 生长滞后预警

应通过以下方式实现生长状态的评价与预警：

——当特定生长率或日增重率等速度指标持续低于历史同期基线或预设目标值时，应能提供生长减缓预警；

——当监测到个体或亚群体的体重或体长持续低于群体平均水平时，应能提供预警提示。

8.5 精准投喂管理

8.5.1 投喂模型构建

应建立基于养殖生物生长阶段、水环境因子、生物摄食行为以及历史投喂效应的动态投喂模型。模型投喂量推荐值应能指导生产，投喂后饲料系数应优于同期人工经验投喂水平，或达到预设优化目标。

8.5.2 投喂过程控制

投喂设备应能接收并执行来自系统的控制指令，实现投喂时间、投喂时长、投喂量的自动调节。指令执行应可靠，投喂量的控制应精确。

8.5.3 策略自优化

应具备投喂策略自优化能力，通过周期性地（如每养殖批次结束后）对比投喂后的生长数据、饲料系数及水质变化，自动或辅助优化投喂模型参数。

8.6 疾病早期预警

8.6.1 风险预测模型

应融合生物环境数据、行为数据（如活动减弱、离群、体色异常）、病原检测数据，构建多源疾病发生风险预测模型，模型应能进行早期预警，并具备较高的风险识别可信度。

8.6.2 预警生成与处置建议

当识别到异常行为模式或环境胁迫因子达到风险阈值时，应能及时生成风险预警，并提示可能的诱因与处置建议。预警信息应能有效送达至指定管理人员。

9 数据管理与存储

9.1 数据管理

应基于多模态数据融合进行养殖过程管理数据采集并形成档案，实现从环境监测、生物行为监测到生产操作的数字化管理。档案保存期限不少于2年，具体内容及要求如下：

- 苗种、投入品及水源信息：包含养殖用水水源及水质本底信息，苗种来源、检疫证明、投放规格和密度；投入品使用记录应完整包含渔药（含名称、批准文号、生产批号、用量、使用区域、休药期记录）、饲料（含来源、批次、安全指标检测情况）、水质改良剂（含成分、用量、使用时间）等信息，形成养殖安全可追溯档案；
- 环境监测信息：记录并存储水质分层监测数据及养殖载体内水体的温度、盐度、水深等基础物理状况，水质异常事件应自动标记并关联分析，档案应能回溯任意时间段内的水质参数变化曲线及关键事件；
- 行为监测数据：每日摄食活动曲线与残饵评估指数，异常行为事件（如浮头、激烈游动）的发生时间、持续时长与视频片段系统自动识别的体表异常个体数量与变化趋势；异常死亡事件应记录发生时间、位置、数量、死亡个体形态特征及死亡前后 24 h 内关联的行为数据（如活动减弱、离群、摄食减少、体色异常等）变化趋势，形成异常行为—死亡事件的关联证据链；
- 生物监测档案：完整记录生长性能数据，包含基于自动测量的群体规格分布数据，应有特定生长率与饲料转化率的周期性计算与趋势分析；
- 生产操作智能日志：所有投喂操作应关联摄食行为反馈数据，记录投喂时间、投喂量与对应的鱼群聚集活性；换水、增氧等环境调控措施应同步记录操作前后关键水质参数变化、操作频次与换水量；设备维护记录应关联监测设备性能数据；
- 应记录每次排污操作的启动条件、操作时间、持续时长及执行设备。对于自动化排污系统，应记录排污泵或底吸装置的运行状态、工作周期与能耗；对于采用尾水处理系统的，应关联记录尾水主要污染物的检测数据；
- 应建立完整的消杀日志，记录消杀事件（如池水消毒、养殖工具消杀、投入品检疫）、使用药剂（如种类、批准文号）、自动化设备施药浓度与用量、作用时间及操作责任人。所有记录应符合水产养殖用药与食品安全的相关法规要求。

9.2 数据存储

9.2.1 数字渔场生产、环境、管理等核心数据的存储期限应符合相关法律法规要求，用于质量安全追溯的关键数据保存期限不少于2年。

9.2.2 数字渔场多模态数据管理应涵盖数据的分类存储、定期备份、安全归档与合规清理，实施覆盖数据全生命周期的规范化管理。

9.2.3 应建立网络与信息安全防护体系，网络安全管理与防护体系建设应符合 GB/T 22239 的要求。

中华人民共和国团体标准
数字渔场多模态数据采集与应用技术规范
T/GXAS 1273—2026
广西标准化协会统一印制
版权专有 侵权必究