

淡水养殖技术丛书

养鱼水质分析

臧维玲 编



农业出版社

淡水养殖技术丛书

养鱼水质分析

臧维玲 编

农业出版社

淡水养殖技术丛书
养 鱼 水 质 分 析

臧维玲 编

* * *

责任编辑 陈力行

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 mm 32开本 8.5印张 170千字
1991年5月第1版 1991年5月北京第1次印刷

印数 1—1,460册 定价 4.00元

ISBN 7-109-01878-4/S·1258

编 者 的 话

近几年来，我国淡水渔业发展极为迅速，养鱼亩产量日渐提高。要促使养鱼生产继续向稳产高产发展，必须以科学方法管理好水质。为此，本书编集了养鱼水质的常规项目与污染项目的分析方法。污染项目包括有水体、底泥及生物体内污染物的分析。

本书尽可能选取具有准确、简便和易于掌握等特点的分析方法，所以所列常规项目分析法主要为化学分析法。鉴于污染物含量低等特点，主要选取仪器分析法。有些分析项目同时列有几种分析方法，以便读者根据工作条件和需要进行选择。

本书由上海水产大学臧维玲主编，上海渔业机械研究所郁蔚文，上海水产研究所施顺昌参加部分编写工作，书中图表由牟虹完成。

由于编者水平有限，书中错误之处请读者批评指正。

编 者

1990.1

目 录

绪言	1
第一章 水质分析基本知识	4
第一节 水质分析项目	4
第二节 水质分析基本操作	7
第三节 简化的野外测定操作	21
第四节 水样采取与保存	25
第二章 养鱼水质常规项目分析法	29
第一节 透明度	29
第二节 pH值	32
第三节 碱度	36
第四节 总硬度	39
第五节 钙和镁	42
第六节 溶解氧	44
第七节 化学耗氧量 (COD)	51
第八节 硫酸根离子	58
第九节 氯离子的测定 (Cl^-)	67
第十节 氮	74
第十一节 总磷和磷酸盐	90
第十二节 硅酸盐	96
第三章 水质污染分析方法	100
第一节 石油	100
第二节 有机氯农药 (DDT)	110

第三节	硫化物	116
第四节	氰化物	128
第五节	氟化物	140
第六节	重金属分析	148
第四章	底质分析	215
第一节	概述	215
第二节	样品的采集与处理	216
第三节	氧化还原电位的测定	218
第四节	硫化物的测定	220
第五节	有机物耗氧量的测定	221
第六节	油类	225
第七节	有机氯农药的测定——气相色谱法	232
第八节	重金属的测定	237
第五章	生物体中铜、铅、锌、镉的测定——火焰 原子吸收分光光度法	248

附录

一、常用元素原子量表(1979年)	254
二、常见化合物分子量表	255
三、常用酸等的当量浓度表	257
四、在大气总压力为760毫米汞柱,相对湿度为100%, 大气中氧含量为20.95%时水中氧的溶解度	257
五、不同pH值和温度下氨占总铵(氮)量的百分率	259
六、渔业水质标准表	260
(一)我国渔业水域水质标准(试行)	260
(二)无锡地区精养鱼塘常见水质类型	261
(三)我国地面水质分级标准	262
(四)苏联渔业水域水质要求	263

绪 言

水是鱼类赖以生存的首要条件，水质的优劣不仅会影响鱼类的生长和繁殖，还将影响鱼类的天然饵料生长和丰歉。正如我国渔民所说“养鱼先养水”，要养好鱼，必须要有良好的水质。在自然界，并不是所有的天然水都可以养鱼的。用作养鱼的水质，必须在物理、化学、生物等诸方面，都符合鱼类等水生生物的生长、发育和繁殖的需要。如果其中某种因子不符合渔业水质标准，必将直接或间接影响鱼类的生长与繁殖，严重的甚至引起死亡。若要科学的管理好水质，为鱼类等水生生物创造一种良好的生活环境，就必须重视水质理化成分的测定与研究。

我国是一个内陆水域极为丰富的国家，可养鱼总水面近三亿亩。近几年又围垦了相当数量的滩涂作为养鱼基地。密布的水系，为发展我国的淡水养鱼生产，提供了优越的自然条件。目前，我国不仅产量居世界第一位，而且有悠久的养鱼历史与丰富的养鱼传统经验。为了充分发挥池塘、湖泊与水库的渔业生产能力，进一步提高渔业产量，必须改变纯经验的传统管理方式，逐步以生态学的理论与方法指导生产。养殖水体是一非常复杂的体系，在池塘、湖泊及水库中生活的鱼、虾、浮游生物以及微生物等，与水一起形成一种彼此

相互制约、相互影响、相互依存的生态环境。可见，养鱼水质包含内容多，涉及范围广，水体中各因子或多或少，将直接或间接地影响着养鱼效果和经济效益。因此，必须以生态学的观点从物理、化学及生物等各方面对养鱼水质进行全面的分析与研究，不断提高渔业的科学管理与生产水平。

水质的分析测定应与整个渔业生产的各个阶段密切配合。首先，要重视鱼苗、鱼种场地的选择及成鱼养殖基地的建造，同时，应对周围环境的水质和水源进行一系列的化学分析，然后根据测定结果，全面评价水质的优劣，最后确定所选场地是否适合养鱼。第二，在鱼种放养前及成鱼养成期间，应了解水体的肥力，测定水中营养成分（无机氮、磷与硅元素）的含量如何，检查各项主要水质指标是否符合渔业水质标准。如发现问题，应及时采取措施。最后根据水质状况确定放养方式、种类与数量。第三，在通常的生产过程中，应根据气候、池水变化及鱼类生态表现，有针对性地测定水质的有关指标，这样可以及时发现问题与解决问题。例如当发现水色不理想，水中浮游生物生长、繁殖较差时，首先应测定水中无机氮与磷的含量及pH值，若是因氮与磷比例明显失调，可采取施肥办法调节水体的肥力，从而提高鱼类天然饵料的生物量。

随着工农业生产的发展，水质污染问题日趋严重。目前因水质遭受污染而引起鱼类中毒，渔业产量大幅度下降，水产资源遭受破坏，已是世界各国十分关注的问题。为保护水产资源和人民健康，应积极开展渔业环境监测，及时采取预防和治理措施。为此，我国和其他国家均制定了渔业用水标

准（见附录）。必须指出，渔业用水标准仅是鱼类等水生生物可以生存的安全指标，并不是最佳的丰产指标。水质各项指标如符合标准，鱼类等可以正常生长繁殖，水体自净作用不受影响。否则鱼的生长、发育、繁殖受抑制，甚至引起死亡。若要获得高产稳产，养殖水体的各项指标必须有相应于鱼类生长与繁殖以及天然饵料生长等最适宜的数值。由此可见，水质的分析与科学管理和渔业生产的关系是极为密切的。为确保渔业高产稳产，生产中应有针对性的进行水质测定，并利用测定数据，管理与控制水质，使渔业生产由经验性养鱼转向科学养鱼。

最后简要介绍一下有关水质分析方法的大概情况。水质化学指标的测定法，基本可分为两大类。一类为容量分析法（如溶解氧、硬度、碱度、氟离子等的测定法），目前仍是水质分析法的基础，特别是常规项目的测定，主要是采用这种方法。容量分析法所用仪器简单，操作简便，费用低廉，具有一定的准确性，较适合养殖生产管理使用。另一类为仪器分析法，所用仪器灵敏快速，价格较高，它是水质分析发展的方向。目前在水质分析中广泛使用的仪器分析是吸收光度法，采用的仪器为分光光度计、光电比色计、原子吸收分光光度计等。例如营养盐、重金属离子、硫化物、石油等的测定，目前主要是采用吸收光度法。另外，农药的测定主要采用气相色谱法，氟离子等的测定可以采用离子选择电极法。当前，水质测试的仪器化与自动化虽有了一定的发展（如pH、溶解氧与氨的测定等），但所用的仪器有的质量尚不够理想，有待进一步改进完善，有的价格十分昂贵，至今无法普及使用。

第一章 水质分析基本知识

第一节 水质分析项目

一、全面性测定项目

对于新建的渔场或新开辟的水源，均必须对水源的化学成分进行全面分析测定，根据测定结果，提出水质管理方案。

全面性测定项目，通常包括：

①八个主要离子 (Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+)。

②溶解氧。

③酸碱度。

④化学耗氧量。

⑤营养盐（铵氮、亚硝酸氮、硝酸氮，可溶性磷、硅酸盐）。

⑥钠与钾（一般按差减法计算其含量，也可用原子吸收法测定）。

⑦氟离子 (F^-)。

另外，对于非一般的水体，如温泉水或遭受污染的水，还应视具体情况增加测定项目，它们可能是下列物质中的某

一种或数种：重金属、农药、硫化物、氰化物、酚或砷等。

二、生产管理常规性测定项目

由于水化学成分及其变化，对于渔业生产有着重要的影响，因此在生产管理中，应根据各地水质特点及生产环节，确定可用于指导生产的分析项目。

溶解氧是经常测定的项目。特别是对于有污水引入的池塘，高密度的强化培育以及越冬管理，均应严密观测溶氧的含量及变化，以防因缺氧而使鱼窒息死亡，以及水质恶化。

酸碱度（pH）也是生产中常测的项目之一。对于盐碱地，草炭土及红壤地区的鱼池，池水的pH值不同于一般的淡水。前者pH偏高，甚至高达9以上，后者则偏低。如果水的含盐量极低，将因水体缓冲能力差，pH值的变化幅度会加大。在光合作用强烈时，池水pH值可能升到10以上。对上述水体应特别注意测定pH值，并据pH值及其变化提出控制与改造的相应措施。铵氮，硝酸氮，亚硝酸氮，磷酸盐及硅酸盐为养殖水体的营养成分，特别是前四种，在生产中应常测定。其测定结果可作为科学调节水体肥力，进行施肥的依据。特别是为肥水而施肥时，在鱼苗、鱼种下塘前应检测池水的铵氮含量及pH值，注意在高pH值水中，总铵中的毒性氨含量会增加。由于施肥量过大，致使水中铵量急剧增加，造成刚下塘鱼苗大批甚至全部死亡，这种事例常有发生。

家鱼人工繁殖时的孵化用水，更要严密注意监测水中溶氧、pH、氨氮的含量及其变化。若孵化中出现反常情况，如孵化率低、胚胎或鱼苗出现畸形，还要检查水中重金属离子

(Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+})的含量是否超过渔业用水标准。如用地下水孵化,使用前必须充分曝气,目的是增加溶解氧含量,降低硫化氢、铵氮含量,同时使低价金属氧化成对鱼类无毒的高价形式。有的地下水中二氧化碳及总铁量较高,对孵化不利应引起重视。对于在半咸水地区,滨海地区,特别是围垦不久的滩涂地区所建造的鱼池,水的含盐量(或盐度)、pH、碱度、硬度值往往较高,应注意这些指标的测定。在夏季光合作用进行十分强烈的时间,应适当增加pH的测定次数。在旱季或河水枯水期,应增加pH、盐度、碱度的测定次数。根据测定结果,对于严重反常的水化学指标应采取措施,予以调节。

水中含盐量的测定比较麻烦,而盐度也是一种表示水体中含盐量大小的指标,它可以用电导盐度计非常容易地测得。因此,对于滨海地区养殖水源是取自受潮水影响的河口水,水中含盐量的测定,则可以盐度的测定代替。

养殖水体中若有污水排入,应注意pH、溶解氧、耗氧量及污水所含毒物的测定。

对于高密度的养殖,如工厂化养鱼,水质变化快,容易出问题。要特别注意溶解氧、铵盐、耗氧量等的监测。

上面介绍的只是一般生产管理中应测定的水化学指标。对于不同地区,应根据其地质、气候特点及养殖具体情况,适当调整生产管理中应测定的项目。为生产管理所进行的化学项目测定,要求操作简便、快速,测定准确度可适当放宽,因此可选用简易测定法。

三、科学研究性的测定

关于科学研究所需测定的项目，应根据科研内容确定。为了能全面而深刻地探讨有关的水产科学问题，测定项目往往要求比较全面，而且需要有较高的准确度。例如研究池水氧化还原电位的特点时，必须测定溶氧、pH、耗氧量及氧化还原电位。另外，对于有关养殖水质的科学研究，常需获取周期性的或重复性的数据。总之，这类测定的要求与生产管理的测定要求有较大的差异。

第二节 水质分析基本操作

一、玻璃仪器的洗涤法

(一) 玻璃仪器的一般洗涤法 为了使试验得到准确的结果，试验仪器必须洗净后才能使用。一般烧杯、锥形瓶、试管等，可用毛刷沾去污粉、洗衣粉水或肥皂液刷洗，再用自来水冲洗干净，直至玻璃内壁上能够均匀地附着水，表示洗净。最后用少量蒸馏水漂洗两次才可使用。

对于准确量器如滴定管、移液管、刻度吸管、容量瓶和比色管等，可用特制的软毛刷沾洗衣粉水或肥皂液刷洗，不用去污粉，因去污粉较粗，会影响容积和透光性。这些量器也可用铬酸洗液浸泡，温热的洗液效果更好。浸泡十几分钟后，将洗液倒回原瓶中（以备再用），用自来水冲洗干净，最后用少量纯水刷洗2次。

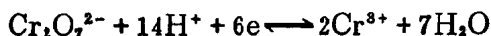
铬酸洗液配法：25克粗重铬酸钾 ($K_2Cr_2O_7$) 溶于50毫

升热水中，冷却后慢慢地加浓硫酸到总体积为500毫升即成。使用洗液时，应避免引入大量的水和还原性物质(如有机物)。不使洗液冲稀或变绿而失效。使用洗液时要注意安全，不要溅在衣服和皮肤上，以免烧破衣物和灼伤。

洗净后的仪器，需要干燥的，可拿去烘干或吹干。干燥后，如发现仪器内壁有白色盐斑，说明没有用蒸馏水冲净或蒸馏水不纯，含有盐类，需要重洗。对于用来盛放或转移试剂溶液的仪器，使用前要用少量实验溶液冲洗2—3次后方可使用。

(二) 几种常用洗涤剂的配制及使用

1. 强氧化剂洗液 最常用的是铬酸洗液，即饱和重铬酸钾和硫酸的混合溶液。重铬酸钾在酸性溶液中是强氧化剂，



浓硫酸也是较强氧化剂，所以它们的混合物是一种氧化性很强的洗液。这种洗液的配制方法，原则上是在工业用的纯重铬酸钾的热饱和水溶液中，慢慢小心地加入浓硫酸，边加边搅，切勿迸溅。与配制硫酸的操作一样，不能向浓硫酸中加重铬酸钾水溶液。洗液的浓度可以在5—12%之间。例如，可以在5克重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)的热饱和水溶液中加入100毫升浓硫酸；也可以在60克重铬酸钾热饱和水溶液中加入340毫升浓硫酸。配制时，要使用重铬酸钾的热饱和溶液，若使用重铬酸钾的浓溶液时，则会产生红色三氧化铬的晶体，



新配制的洗液为红褐色氧化力很强的洗涤剂，配好的洗液应密闭保存，以免因硫酸吸水或混进有机物及其他还原性物质

时，产生红色晶体或出现绿色的三价铬，从而减弱其氧化洗涤的能力。使用后应倒回原来容器内，可反复使用。经多次使用，出现绿色（重铬酸钾被还原成硫酸铬的颜色）效力降低时，可加入适量的粉状高锰酸钾固体，静置沉淀后还能提高其氧化能力。当洗液完全变为黑绿色时，说明洗液已经失效。废液应放在酸缸中统一处理，不要倒入下水道。

铬酸洗液主要用于洗除被无机物沾污的玻璃器皿，对一般要求不高的实验来说，它是一种比较理想的洗涤剂。它对玻璃的侵蚀作用小，对人体、衣物、纤维物质等的腐蚀性很大。要特别注意不要让铬酸洗液溅到眼睛里。遇到迸溅事故时，应立即用大量清水冲洗。对染有钡、铅盐类及水玻璃痕迹的器皿来说，不能用铬酸洗液来洗涤。铬酸洗液对高锰酸钾及氧化铁等毫无清除能力。

2. 酸性洗液 根据玻璃容器中污物的性质和实验要求，可直接使用不同浓度的硝酸、盐酸或硫酸来洗涤或浸泡器皿，并可适当地加热。对于沾有氧化物和大多数溶于水的无机污物，如高锰酸钾或三价铁等的器皿，可用酸性草酸和酸性羟胺作洗液，其配制方法是：取10克草酸或1克盐酸羟胺溶于20%的100毫升盐酸溶液中即可。对于铝、搪瓷、银、铜、铅等器皿上的银、铜、铅的盐类以及碳酸钡等金属污物，可用5—10%的硝酸做洗液。

3. 碱性洗液 碱性洗液适用于洗涤油脂和有机酸等有机物。它的作用较慢，一般采用浸泡24小时或浸煮的方法。常用的碱洗液有碳酸钠、碳酸氢钠、磷酸三钠、磷酸氢二钠、肥皂及合成洗涤剂等。个别难清除的污物，也可用氢氧化钠

煮沸，但时间不宜过长。上述碱性洗液的浓度最高为40%，最低的为5%。此外，也可用碱性高锰酸钾洗液清洗有机物和油污等。配制这种洗液，可以取高锰酸钾4克加少量水溶解后，再加入10%的氢氧化钠溶液100毫升即可。洗涤后留在器皿上的二氧化锰可用浓硫酸或盐酸溶液洗除。使用洗液时，要特别注意不要让洗液溅入眼睛内。

二、加热的方法

实验室中为了加快化学反应速度、保温、溶解、熔融、蒸发浓缩、蒸馏等，都需要进行加热。实验的目的和要求不同，采用的加热方法也不同。常用的加热方法有以下几种：

(一) 用酒精灯加热 在没有煤气的地方，以及不需太高温度的实验中常利用酒精灯进行加热。酒精灯为玻璃制品，其盖子带有磨口。要用火柴点燃灯芯，决不能用另一盏燃着的酒精灯来点火（图1—1）。否则，一旦灯内酒精外洒，就会引起烧伤或火灾。用毕盖上盖子使火焰熄灭，决不能用嘴吹灭。如需添加酒精时也要用同样办法使火焰熄灭，然后借助于小漏斗添加酒精，以免酒精外洒。应注意灯内酒精不能装得太满，一般不超过其总容量的 $\frac{2}{3}$ 为宜。



图 1—1 点燃酒精灯

(二) 用酒精喷灯加热 酒精喷灯是金属制品。使用前，先在预热盆上注入酒精至满，然后点燃盆内的酒精，以加热铜制灯管。待盆内酒精将近燃完时，开启开关，这时由于酒

精在灼热灯管内气化，并与来自气孔的空气混和，用火柴在灯口点燃，即可得到温度很高的火焰。调节开关螺丝，可以控制火焰大小。用毕，向右旋紧开关，可使灯焰熄灭。

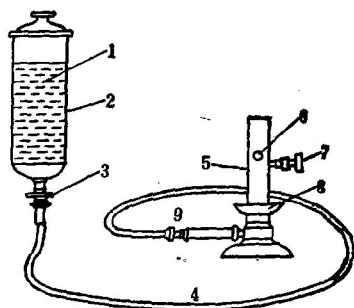


图 1—2 酒精喷灯的构造

应该注意，在开启开关、点燃以前，灯管必须充分灼烧，否则酒精在灯管内不会全部气化，会有液态酒精由管口喷出，形成“火雨”，甚至会引起火灾。

不用时，必须关好储罐的开关，以免造成危险(图1—2)。

(三) 用水浴加热 当被加热物质要求受热均匀，而温度又不能超过 100°C 时，可利用水浴。把水浴中的水煮沸，通过水蒸气加热放置在水浴锅上的器皿(图1—3)。铜(或铝)圈是一组大小不同的同心圈。根据器皿大小选用，以尽可能增大器皿底部的受热面积而又不掉进水浴为原则。水浴内盛水的量不要超过其容量的 $2/3$ 。根据情况添加水量，切勿烧干。不要把烧杯泡在水浴中加热，因为烧杯底碰到高温的锅底，容易受热不均匀而破裂。此外，烧杯也易倾翻。

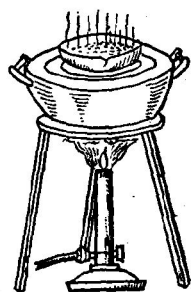


图 1—3 水浴加热