



西昌学院“质量工程”资助出版系列教材

水产养殖学专业基础 实验实训

■ 主 编 肖文渊



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

西昌学院“质量工程”资助出版系列教材

水产养殖学专业基础 实验实训

主 编 肖文渊
副 主 编 黄志秋 徐大勇
编写人员 王雪梅 任红梅

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

《水产养殖学专业基础实验实训》教材是集水产养殖学专业基础主干课程鱼类学及组织胚胎学、水环境化学、水生生物学、鱼类生态学、生物饵料培养学和养殖水域生态学于一体的实验实训教材。教材包括实验实训基础知识及基本操作、基础实验项目、综合与设计型实验实训三部分，其内容既保证了学科的系统性，又体现出“强化基础、重视实践、个性培养与创新能力紧密结合”的教学理念；多层次的实验实训项目设计，有利于对不同层次学生开展针对性培养，满足不同层次的人才培养需要；通过创新拓展实验实训，引导和开发学生创新能力，提高学生实验操作技能，培养研究型和技能型的复合人才。教材能满足“本科学历+职业能力”人才培养模式下水产养殖学专业基础实践教学需要。

综合与设计型实验实训中包含了综合性实验实训、设计开放性实验实训和部分水产养殖学专业技能大赛的项目，使本教材具有本土化、实用性、创新性等特点。

教材也可以作为水产专业职业技能鉴定的培训、水产从业人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

水产养殖学专业基础实验实训 / 肖文渊主编. —北京：北京理工大学出版社，2013. 10
ISBN 978 - 7 - 5640 - 8169 - 0

I. ①水… II. ①肖… III. ①水产养殖 - 实验 IV. ①S96 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 191855 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14.5

字 数 / 335 千字

版 次 / 2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

定 价 / 29.00 元

责任编辑 / 周艳红

文案编辑 / 周艳红

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

序 言

西昌学院校长 夏明忠

为了贯彻落实党中央和国务院关于高等教育要全面坚持科学发展观，切实把重点放在提高质量上的战略部署，经国务院批准，教育部和财政部于2007年1月正式启动“高等学校本科教学质量与教学改革工程”（简称“质量工程”）。2007年2月，教育部又出台了“关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见”。从此，拉开了中国高等教育“提高质量，办出特色”的序幕，将中国高等教育从扩大规模正式向“适当控制招生增长的幅度，切实提高教学质量”的方向转变。这是继“211工程”和“985工程”之后，在高等教育领域实施的又一重大工程。

西昌学院在“质量工程”建设过程中，全面落实科学发展观，全面贯彻党的教育方针，全面推进素质教育；坚持“巩固、深化、提高、发展”的方针，遵循高等教育的基本规律，牢固树立人才培养是学校的根本任务，质量是学校的生命线，教学是学校的中心工作的理念；按照分类指导、注重特色的原则，推行“本科学历（学位）+职业技能素养”的人才培养模式，加大教学投入，强化教学管理，深化教学改革，把提高应用型人才培养质量视为学校的永恒主题。先后实施了提高人才培养质量的“十四大举措”和“应用型人才培养质量提升计划20条”，确保本科人才培养质量。

通过7年的努力，学校“质量工程”建设取得了丰硕成果。已建成1个国家级特色专业，6个省级特色专业，2个省级教学示范中心，3位省级教学名师，2个省级卓越工程师人才培养专业，3个省级高等教育“质量工程”专业综合改革建设项目，16门省级精品课程，2门省级精品资源共享课，2个省级重点实验室和1个省级人文社会科学重点研究基地，2个省级实践教学建设项目，1个省级大学生校外农科教合作人才培养实践基地，4个省级优秀教学团队等等。

为了搭建“质量工程”建设项目交流和展示的良好平台，使之在更大范围内发挥作用，取得明显实效；促进青年教师尽快健康成长，建立一支高素质的教学科研队伍，提升学校教学科研整体水平。学校决定借建院十周年之机，利用2013年的“质量工程”建设资金资助实施“百书工程”，即出版优秀教材80本，优秀专著40本。“百书工程”原则上支持学校副高职称的在职教学和科研人员，以及成果极为突出的中级职称或获得博士学位的教师。学校鼓励和支持他们出版具有本土化、特色化、实用性、创新性的专著，结合“本科学历（学位）+职业技能素养人才培养模式”的实践成果，编写实验、实习、实训等实践类的教材。

在“百书工程”实施过程中，教师们积极响应，热情参与，踊跃申报，一大批青年教师更希望借此机会促进和提升自己的教学科研能力；一批教授甘于奉献，淡泊名利，精心指导青年教师；各二级学院、教务处、科技处、院学术委员会等部门的同志在选题、审稿、修改等方面也做了大量的工作；北京理工大学出版社和四川大学出版社也给予了大力支持。借此机会，向为实施“百书工程”付出艰辛劳动的广大教师、相关职能部门和出版社等表示衷心

的感谢！

我们衷心祝愿此次出版的教材和专著能为提升西昌学院整体办学实力增光添彩，更期待今后有更多更好的代表学校教学科研实力和水平的佳作源源不断地问世，殷切希望同行专家提出宝贵的意见和建议，以利于西昌学院在新的起点上继续前进，为实现第三步发展战略目标而努力。

前 言

随着我国部分应用型本科院校“本科学历 + 职业技能”人才培养模式的推进实施，教学中加强了学生实践能力和职业技能的培养，高度重视实践和实训环节教学。原有本科实践教学模式强调学科的系统性，实验课程教学方法和模式过于陈旧，缺乏新意，学生易养成惰性，对实验内容不加思考地学习，主动分析、解决问题的能力得不到锻炼，更谈不上创新能力的培养。全国各地基本使用一本统编教材已难适应当前社会对人才培养的需要。

近几年，我们通过“产、学、研”平台，学生科研平台、与用人单位合作办学平台、专业技能大赛平台就“本科学历 + 职业技能”人才培养模式进行了一些探索，对实践教学进行了探索。在水产养殖学专业实践教学中，结合地域自然资源的优势和特点，引入了与地方生产紧密结合的实验实训项目，通过实验室开放、学生科研、专业技能大赛等形式，把一些枯燥的教学过程变成了学生乐于参加的教学活动，拓展了学生的专业综合素质。在此基础上我们编写了这本《水产养殖学专业基础实验实训》教材。

《水产养殖学专业基础实验实训》是集水产养殖学专业基础主干课程鱼类学及组织胚胎学、水环境化学、水生生物学、鱼类生态学、生物饵料培养学和养殖水域生态学实验实训于一体的实验实训教材。教材编写时保留了水产养殖学专业基础实验的基本原理和基本操作技术，保证了学科的完整性和系统性，同时增加了综合、设计型实验实训，旨在培养学生发现、分析、解决问题的能力，突出应用，以期提高实践教学效果。实验实训项目设置和内容编写上注重本土化、特色化、实用性、创新性等特点。

全书包括六章，第一章水产养殖学基础知识与基本操作，主要介绍水产养殖专业基本操作技术，常用仪器设备及其使用方法简介，实验室安全与防护知识，实验设计及实验结果的分析处理的基本方法。

第二章鱼类形态分类及组织胚胎学实验，实验内容涉及鱼类组织器官的形态特征和组织结构，鱼体的解剖方法，鱼体及其各组织器官标本的制作方法，鱼类标本鉴定；鱼类各器官系统的组织结构的观察和鱼早期胚胎发育的切片、装片及活体观察等。

第三章水环境化学实验，侧重于与水产养殖有关水体环境的分析监测方法的实验。实验内容包括水样的采集保存，常规水化成分碱度、硬度、pH、溶解氧、硫酸盐、氨氮、亚硝酸盐、总磷、化学需氧量等指标的测定方法；有效氯、余氯的测定方法；水化成分仪器的操作步骤与方法；水质快速试剂盒的操作步骤等。

第四章水生生物学及饵料生物培养学实验，内容及项目涉及常见水生生物的形态结构、分布的基础知识，水生生物种类鉴别、标本采集与制作、资源调查等，单胞藻浓度测定、藻种分离和培养，光合细菌的富集与分离，轮虫及轮虫休眠卵的采集、分离与培养，卤虫休眠卵去壳、质量鉴别及孵化技术等内容。

第五章鱼类与水域生态学实验，包括鱼类生态学和养殖水域生态学两大内容。侧重于鱼类个体、种群生态学的实验原理和基础操作方法，水域中生产力测定、生态系统观察等基础实验。

第六章综合、设计型实验实训，包括水产养殖学专业基础实验中的提高型、综合型实验，生产实训，设计型三类实验实训内容。在教学过程中，学生通过自拟主题，完成自己的实验设计并进行运用，提高学生综合运用水产养殖学专业基础知识及交叉学科知识的能力，提高了学生的专业综合素质。

本教材基本理论知识及操作技能的系统性、针对性和适用性强，通过多门课程实验实训内容的整合，避免了相关课程内容间的交叉重叠学习，加强了专业基础课程之间的衔接，在有限的学时内让学生掌握更多实验实训的方法和内容。教材可用作水产养殖学实践教学用书，也可以作为水产专业职业技能鉴定的培训、水产从业人员参考书。

第一、二、四章由肖文渊负责编写，第三章由徐大勇负责编写，第五章由黄志秋、王雪梅负责编写，第六章由黄志秋、肖文渊、王雪梅、任红梅、徐大勇编写。西昌学院董艳珍对书的编写给以支持并提出宝贵意见。本书的顺利出版，要感谢西昌学院的领导和老师给予的大力支持和帮助。

由于作者专业水平所限，编写时间仓促，书中难免存在不妥之处，请读者原谅，并提出宝贵意见。

编 者

2013 年 6 月

目 录

第一章 水产养殖学基础知识与基本操作	(1)
一、实验实训教学目标与要求	(1)
二、实验室安全防护与常规操作知识	(2)
三、水产养殖专业基础实验实训操作技术与要求	(5)
四、常用仪器设备简介及使用方法	(7)
五、实验设计的基本方法及实验结果的分析处理方法	(11)
第二章 鱼类形态分类及组织胚胎学实验	(15)
实验一 鱼类的认识	(15)
实验二 鱼类外部形态观察及测定	(16)
实验三 鳞片、色素细胞的观察	(20)
实验四 鱼类的骨骼系统	(23)
实验五 鱼类的肌肉系统	(27)
实验六 鱼类的消化系统	(30)
实验七 鱼类的呼吸系统	(32)
实验八 鱼类的循环系统	(36)
实验九 鱼类的尿殖系统	(40)
实验十 鱼类的神经系统	(43)
实验十一 鱼类的感觉系统及内分泌系统	(47)
实验十二 上皮组织的切片观察	(51)
实验十三 结缔组织的切片观察	(54)
实验十四 肌肉组织的切片观察	(57)
实验十五 神经组织的切片观察	(59)
实验十六 循环器官的切片观察	(60)
实验十七 呼吸器官的切片观察	(62)
实验十八 消化器官的切片观察	(63)
实验十九 泌尿、生殖器官的切片观察	(65)
实验二十 鱼血涂片制作与观察	(67)
实验二十一 鱼类早期胚胎装片、切片观察	(69)
实验二十二 鱼类早期胚胎发育过程的观察	(69)
第三章 水环境化学实验	(71)
实验一 碳酸氢根离子、碳酸根离子和碱度的测定	(71)

实验二 淡水离子总量的测定	(74)
实验三 钙、镁离子和总硬度的测定	(76)
实验四 硫酸根离子的测定	(80)
实验五 溶解氧的测定	(83)
实验六 化学需氧量的测定	(86)
实验七 生化需氧量的测定	(89)
实验八 水中氨态氮的测定	(93)
实验九 亚硝酸氮的测定	(95)
实验十 总氮的测定	(99)
实验十一 活性磷的测定	(102)
实验十二 总磷的测定	(104)
实验十三 漂白粉有效氯的测定	(106)
第四章 水生生物学及饵料生物培养学实验	(109)
水生生物学绘图规则	(109)
实验一 浮游植物形态结构观察与分类	(109)
实验二 浮游植物采样与定量分析	(115)
实验三 浮游动物的形态结构与分类	(118)
实验四 浮游动物采样与定量分析	(122)
实验五 底栖动物的形态结构与分类	(124)
实验六 小型底栖动物的定量研究	(127)
实验七 水生维管束植物的形态观察与分类	(128)
实验八 光合细菌的分离	(130)
实验九 单细胞藻类浓度的测定	(132)
实验十 单细胞藻类的分离——水滴分离法	(133)
实验十一 单细胞藻类的分离——平板分离	(134)
实验十二 轮虫休眠卵的分离	(135)
实验十三 卤虫卵的去壳	(136)
实验十四 卤虫卵质量鉴别	(138)
实验十五 卤虫卵的孵化及卤虫幼体观察	(138)
第五章 鱼类与水域生态学实验	(140)
实验一 鱼类生物学资料的野外采集	(140)
实验二 鱼类鳞片的年轮特征和鳞（轮）径的测量	(142)
实验三 鱼类生长速度的计算	(144)
实验四 鱼类的食性和摄食强度	(145)
实验五 鱼类的性腺发育和繁殖力	(147)
实验六 标记重捕法估计种群数量的模拟实验	(149)
实验七 水体初级生产力的测定——黑白瓶法	(151)

实验八 水体初级生产力的测定——叶绿素 a 法	(153)
实验九 生态瓶的设计与制作	(155)
第六章 综合、设计型实验实训	(157)
实验一 鱼类标本的制作	(157)
实验二 鲤鱼和虹鳟的比较解剖实验	(160)
实验三 鱼类洄游研究的实验	(162)
实验四 鱼类诱食（设计）实验	(165)
实验五 鱼类的人工授精和孵化实训	(167)
实验六 鱼类在仔鱼期的温度和盐度耐力实训	(169)
实验七 食物消化速率和饵料系数的测定	(171)
实验八 不同 N、P 含量对藻类生长的影响	(172)
实验九 药物对鱼类急性毒性设计实验	(173)
实验十 药物对鱼类器官组织结构的影响	(175)
实验十一 鱼类耗氧率的测定与计算	(178)
实验十二 鱼类生物学测定项目实训	(179)
实验十三 水生维管束植物调查实训	(181)
实验十四 养殖池塘水质综合测定项目实训	(182)
实验十五 邛海（安宁河）渔业水域水质综合调查实训	(184)
实验十六 西昌湿地生态系统调查实训	(187)
实验十七 邛海生态系统健康评价设计实训	(191)
实验十八 安宁河流域鱼类资源区系调查实训	(192)
实验十九 凉山州水电资源开发对鱼类生态环境影响调查实训	(195)
实训二十 水产动物育苗温室环境控制实训	(196)
实训二十一 活饵料工厂化培育实训	(197)
实训二十二 鱼类疾病诊断技能实训	(200)
附 录	(203)
主要参考文献	(216)

第一章

水产养殖学基础知识与基本操作

一、实验实训教学目标与要求

“水产养殖学专业基础实验实训”是集水产养殖学专业基础主干课程——鱼类学及组织胚胎学、水环境化学、水生生物学、鱼类生态学、生物饵料培养学和养殖水域生态学实验实训于一体的课程。通过该课程的实验实训，学生能够了解水产养殖专业基础课的发展历史、现状及未来趋势，掌握鱼类学形态结构解剖、水生生物鉴别、调查及饵料培养的基本操作技能；熟练掌握水环境化学常规指标的测定方法和仪器使用；掌握水生生物与环境相互作用、相互制约的基本原理和规律，运用生态学原理来分析养殖生产中发生的理论和技术问题，为今后的专业课程（如池塘养殖学、内陆水域增养殖学、水生观赏动物养殖学、名特水产养殖学、水产动物疾病学等课程）学习奠定坚实的基础；还可为学生参加相应的科学研究、职业技能鉴定考核和生产实践提供指导。

“水产养殖学专业基础实验实训课程”提出“强化基础、重视实践、个性培养与创新能力紧密结合”的教学理念，强调理论教学与实验实训教学的有机结合，注重教学体系建设的一体化；强调多层次的实验实训课程设计，以利于针对不同层次的学生开展针对性培养，以满足不同层次的人才培养需要；通过创新拓展实验实训，培养学生创新能力，培养研究型和技能型的复合人才。支持学生在课余时间参加开放式实验教学，以推动本科生素质教育；把课内教学与课外实践结合起来，把校内培养与课外实践结合起来，形成多维互动的人才培养机制，促进学生创新能力的整体提升，努力培养适应境内外水产养殖发展需要的高端、优质、创新型专业人才。

通过本课程的学习，学生应该具备：

- 掌握基本的实验实训操作技能，正确使用基本仪器，编制实验实训步骤，按规范要求进行实验实训操作；
- 具备处理数据、完成实验实训报告的技能，正确设计记录表格、获取数据，采用合理的方法对数据进行处理、分析；
- 具备研究、改进实验实训方案的初步技能，能利用所学知识和操作技能，对生产实践中的问题进行分析，提出解决问题的方案；
- 通过实验实训教学过程，培养学生的团队协作精神。

二、实验室安全防护与常规操作知识

(一) 实验室安全知识

在生物实验室中,经常与毒性很强、有腐蚀性、易燃烧和具有爆炸性的化学药品直接接触,常使用易碎的玻璃和瓷质器皿,并且需要在煤气、水、电等高温电热设备的环境下进行实验,因此,必须十分重视实验室的安全工作。

(1) 进入实验室开始工作前,应了解煤气总阀门、水阀门及电闸所在处。离开实验室时,一定要将室内检查一遍,应将水、电、煤气的开关关好,门窗锁好。

(2) 使用煤气灯时,应先将火柴点燃,一手执火柴紧靠近灯口,一手缓慢打开煤气阀门。不能先开煤气阀门,后点燃火柴。灯焰大小和火力强弱,应根据实验的需要来调节。用火时,应做到火着人在,人走火灭。

(3) 使用电器设备(如烘箱、恒温水浴锅、离心机、电炉等)时要严防触电,绝不可用湿手操作电闸和电器开关。应该用试电笔检查电器设备是否漏电,凡是漏电的仪器,一律不能使用。

(4) 使用浓酸、浓碱,必须极为小心地操作,防止溅出。若不慎溅在实验台或地面上,必须及时用湿抹布擦洗干净。如果触及皮肤应立即治疗。

(5) 使用可燃物,特别是易燃物(如乙醚、丙酮、乙醇、苯、金属钠等)时,应特别小心。不要大量放在桌上,更不要放在靠近火焰处。只有在远离火源时,或将火焰熄灭后,才可大量倾倒易燃液体。低沸点的有机溶剂不准在火上直接加热,只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。

(6) 如果不慎倾倒出了相当量的易燃液体,则应按如下法处理:

①立即关闭室内所有的火源和电加热器;

②立即开启窗户;

③用毛巾或抹布擦拭洒出的液体,并将液体拧到大的容器中,然后再倒入带塞的玻璃瓶中。

(7) 用油浴操作时,应小心加热,不断用温度计测量,不要使温度超过油的燃烧温度。

(8) 易燃和易爆炸物质的残渣(如金属钠、白磷、火柴头)不得倒入污物桶或水槽中,应收集在指定的容器内。

(9) 废液(特别是强酸和强碱)不能直接倒在水槽中,应先稀释,然后倒入水槽,再用大量自来水冲洗水槽及下水道。

(10) 毒物应按实验室的规定办理审批手续后领取,使用时严格操作,用后妥善处理。

(11) 进行动物实验时,不许戏弄动物,进行杀死或解剖等操作,必须按照规定方法进行,绝对不能用动物、手术器械或药物开玩笑。

(二) 实验室灭火法

实验中一旦发生了火灾切不可惊慌失措,应保持镇静。首先,应立即切断室内一切火源和电源,然后根据具体情况正确地进行抢救和灭火。常用的灭火方法有:

(1) 在可燃液体燃着时,应立即拿开着火区域内的一切可燃物质,关闭通风器,防止扩大燃烧。若着火面积较小,可用抹布、湿布、铁片或沙土覆盖,隔绝空气使之熄灭。但覆盖时要轻,避免碰坏或打翻盛有易燃溶剂的玻璃器皿,导致更多的溶剂流出而再着火。

(2) 酒精及其他可溶于水的液体着火时,可用水灭火。

(3) 汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时,应用石棉布或沙土扑灭,绝对不能用水,否则反而会扩大燃烧面积。

(4) 金属钠着火时,可把沙子倒在它的上面。

(5) 导线着火时,不能用水及二氧化碳灭火器,应切断电源或用四氯化碳灭火器。

(6) 衣服烧着时,切忌奔走,可用其他衣物、大衣等包裹身体或躺在地上滚动,以灭火。

(7) 发生火灾时,应注意保护现场,较大的着火事故应立即报警。

(三) 实验室一般操作常识

(1) 挪动干净玻璃仪器时,勿使手指接触仪器内部。

(2) 量瓶是量器,不要用量瓶作盛器。带有磨口玻璃塞的量瓶等仪器的塞子,不要盖错。带玻璃塞的仪器和玻璃瓶等,如果暂时不使用,要用纸条把瓶塞和瓶口隔开。

(3) 洗净的仪器要放在架上或干净纱布上晾干,不能用抹布擦拭,更不能用抹布擦拭仪器内壁。

(4) 除微生物实验操作要求外,不要用棉花代替橡皮塞或木塞堵瓶口或试管口。

(5) 不要用纸片覆盖烧杯和锥形瓶等。

(6) 不要用滤纸称量药品,更不能用滤纸作记录。

(7) 不要用石蜡封闭精细药品的瓶口,以免掺混。

(8) 标签纸的大小应与容器相称,或用大小相当的白纸,绝对不能用滤纸。标签上要写明物质的名称、规格和浓度、配制的日期及配制人。标签应贴在试剂瓶或烧杯的2/3处,试管等细长形容器则贴在上部。

(9) 使用铅笔写标记时,要写在玻璃仪器的磨砂玻璃处。如用玻璃蜡笔或水不溶性油漆笔,则写在玻璃容器的光滑面上。

(10) 取用试剂和标准溶液后,需立即将瓶塞严,放回原处。取出的试剂和标准溶液,如未用尽,切勿倒回瓶内,以免带入杂质。

(11) 凡是有发生烟雾、有毒气体和有臭味气体的实验,均应在通风橱内进行。橱门应紧闭,非必要时不能打开。

(12) 使用贵重仪器如分析天平、比色计、分光光度计、酸度计、冰冻离心机、层析设备等,应十分重视,加倍爱护。使用前,应熟知使用方法。若有问题,随时请指导实验的教师解答。使用时,要严格遵守操作规程。发生故障时,应立即关闭仪器,并告知管理人员,不得擅自拆修。

(13) 一般容量仪器的容积都是在20℃下校准的。使用时如温度差异在5℃以内,容积改变不大,可以忽略不计。

(四) 玻璃仪器的洗涤及各种洗液的配制法

实验中所使用的玻璃仪器清洁与否,将直接影响实验结果,往往由于仪器的不清洁或被污染而造成较大的实验误差,甚至会出现相反的实验结果。因此,玻璃仪器的洗涤清洁工作非常重要。

1. 初用玻璃仪器的清洗

新购买的玻璃仪器表面常附着有游离的碱性物质,可先用洗涤灵稀释液、肥皂水或去污

粉等洗刷,再用自来水洗净,然后浸泡在1%~2%盐酸溶液中过夜(不少于4 h),再用自来水冲洗,最后用蒸馏水冲洗2~3次,在80℃~100℃烘箱内烘干备用。

2. 使用过的玻璃仪器的清洗

(1) 一般玻璃仪器:如试管、烧杯、锥形瓶等(包括量筒),先用自来水洗刷至无污物,再选用大小合适的毛刷蘸取洗涤剂稀释液或浸入洗涤剂稀释液内,将器皿内外(特别是内壁)细心刷洗。用自来水冲洗干净后,再用蒸馏水冲洗2~3次,烤干或倒置在清洁处,干后备用。凡洗净的玻璃器皿,不应在器壁上带有水珠,否则表示尚未洗净,应再按上述方法重新洗涤。若发现内壁有难以去掉的污迹,应分别试用其他洗涤剂(下述)予以清除,再重新冲洗。

(2) 量器:如移液管、滴定管、量瓶等。使用后应立即浸泡于凉水中,勿使物质干涸。工作完毕后用自来水冲洗,去附着的试剂、蛋白质等物质,晾干后浸泡在铬酸洗液中4~6 h(或过夜),再用自来水充分冲洗,最后用蒸馏水冲洗2~4次,风干备用。

(3) 其他:具有传染性样品的容器,如病毒、传染病患者的血清等沾污过的容器,应先进行高压(或其他方法)消毒后再进行清洗。盛过各种有毒药品,特别是剧毒药品和放射性同位素等物质的容器,必须经过专门处理,确知没有残余毒物存在方可进行清洗。

3. 洗涤液的种类和配制方法

(1) 铬酸洗液(重铬酸钾-硫酸洗液,简称为洗液)广泛用于玻璃仪器的洗涤。常用的配制方法有下述四种:

①取100 mL工业浓硫酸置于烧杯内,小心加热,然后缓慢加入5 g重铬酸钾粉末,边加边搅动,待全部溶解后冷却,贮于带玻璃塞的细口瓶内。

②称取5 g重铬酸钾粉末置于250 mL烧杯中,加水5 mL,尽量使其溶解,慢慢加入浓硫酸100 mL,边加边搅动。冷却后贮存备用。

③称取80 g重铬酸钾,溶于1 000 mL自来水中,慢慢加入工业硫酸100 mL(边加边用玻璃棒搅动)。

④称取200 g重铬酸钾,溶于500 mL自来水中,慢慢加入工业硫酸500 mL(边加边用玻璃棒搅动)。

(2) 浓盐酸(工业用)可洗去水垢或某些无机盐沉淀。

(3) 5%草酸溶液:用数滴硫酸酸化,可洗去高锰酸钾的痕迹。

(4) 5%~10%磷酸三钠($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)溶液:可洗涤油污物。

(5) 30%硝酸溶液:洗涤 CO_2 测定仪器及微量滴管。

(6) 5%~10%乙二胺四乙酸二钠($\text{EDTA} - \text{Na}_2$)溶液:加热煮沸可洗脱玻璃仪器内壁的白色沉淀物。

(7) 尿素洗涤液:为蛋白质的良好溶剂,适用于洗涤盛蛋白质制剂及血样的容器。

(8) 酒精与浓硝酸混合液:最适合于洗净滴定管,在滴定管中加入3 mL酒精,然后沿管壁慢慢加入4 mL浓硝酸(比重1.4),盖住滴定管管口,利用所产生的氧化氮洗净滴定管。

(9) 有机溶剂:如丙酮、乙醇、乙醚等可用于洗去油脂、脂溶性染料等污痕。二甲苯可洗脱油漆的污垢。

(10) 氢氧化钾的乙醇溶液和含有高锰酸钾的氢氧化钠溶液:是两种强碱性的洗涤液,

对玻璃仪器的侵蚀性很强，清除容器内壁污垢，洗涤时间不宜过长。使用时应小心慎重。

上述洗涤液可多次使用，但是使用前必须将待洗涤的玻璃仪器先用水冲洗多次，除去肥皂、去污粉或各种废液。若仪器上有凡士林或羊毛脂时，应先用纸擦去，然后用乙醇或乙醚擦净后才能使用洗液，否则会使洗涤液迅速失效。例如：肥皂水，有机溶剂（乙醇、甲醛等）及少量油污都会使重铬酸钾-硫酸洗液变成绿色，减低洗涤能力。

三、水产养殖专业基础实验实训操作技术与要求

（一）实验实训用水处理操作

1. 化学实验用水

化学实验应使用纯水，一般是蒸馏水或去离子水。有的实验要求用二次蒸馏水或更高规格的纯水。纯水并非绝对不含杂质，只是杂质含量极微而已。

化学实验用的纯水必须注意保持纯净，避免污染。通常采用以聚乙烯为材料制成的容器盛载实验用纯水。

2. 养殖用水

在实验室对鱼进行控制性实验时，一般用自来水，需要进行 12 h 至 24 h 的曝气处理，测定水化学指标，使之符合养殖水质要求后再进行实验。

（二）基本化学实验操作

1. 滴定

滴定操作中需使用容量瓶、移液管和滴定管等。

（1）容量瓶。容量瓶主要是用来精确地配制一定体积和一定浓度的溶液的量器，如用浓溶液（尤其是浓硫酸）配制稀溶液，应先在烧杯中加入少量去离子水，将一定体积的浓溶液沿玻璃棒分数次慢慢地注入水中，每次注入浓溶液后，应搅拌之。如用固体溶质配制溶液，应先将固体溶质放入烧杯中用少量去离子水溶解，然后将杯中的溶液沿玻璃棒小心地注入容量瓶中，再从洗瓶中挤出少量水淋洗烧杯及玻璃棒 2~3 次，并将每次淋洗的水注入容量瓶中。最后，加水到标准线处。但需注意，当液面即将接近标准线时，应使用滴管小心地逐滴将水加到标准线处（注意：观察时视线、液面与标准线均应在同一水平面上），塞紧瓶塞，将容量瓶倒转数次（此时必须用手指压紧瓶塞，以免脱落），并在倒转时加以摇荡，以保证瓶内溶液浓度上下各部分均匀。

（2）滴定管。滴定管主要是滴定时用作精确量度液体的量器，刻度由上而下，与量筒刻度相反。常用滴定管的容量限度为 50 mL，刻度为 0.1 mL，而读数可估计到 0.01 mL。

滴定管的阀门有两种，一种是玻璃活塞，另一种是装在橡皮管中的玻璃小球。对前者，旋转玻璃活塞（切勿将活塞横向移动，以致活塞松开或脱出，使液体从活塞旁边漏失），可使液体沿活塞当中的小孔流出；对后者，用大拇指与食指稍微捏挤玻璃小球旁侧的橡皮管，使之形成一缝隙，液体即可从缝隙流出。若要量度对玻璃有侵蚀作用的液体（如碱液），只能使用带橡皮管的滴定管（碱式滴定管）。若要量度能侵蚀橡皮的液体如 KMnO_4 、 AgNO_3 溶液等，则必须使用带玻璃塞的滴定管（酸式滴定管）。

①洗涤：使用滴定管前先用自来水清洗，再用蒸馏水洗涤，最后用少量滴定用的待装溶液洗涤 2 次，以免加入滴定管内的待装溶液被附于壁上的蒸馏水稀释而改变浓度。

②装液：将待装溶液加入滴定管中到刻度“0”以上，开启旋塞或挤压玻璃圆球，把滴

定管下端的气泡逐出,然后把管内液面的位置调节到刻度“0”。把滴定管下端的气泡逐出的方法如下:如果是酸式滴定管,可使滴定管倾斜(但不要使溶液流出),启开旋塞,气泡就容易被流出的溶液逐出;如果是碱式滴定管,可把橡皮管稍弯向上,然后挤压玻璃圆球,气泡也可被逐出。

③读数:常用滴定管的容量为50 mL,每一大格为1 mL,每一小格为0.1 mL,管中液面位置的读数可读到小数后两位,如34.43 mL。读数时,滴定管应保持垂直。视线应与管内液体凹面的最低处保持水平,偏高偏低都会带来误差。读数时,可以在滴定液体凹面的后面衬一张白纸,以便于观察。注意:滴定前后均需记录读数。

④滴定:滴定开始前,先把悬挂在滴定管尖端的液滴除去,滴定时用左手控制阀门,右手持锥形瓶,并不断摇荡底部,使溶液均匀混合。即将到滴定终点时,滴定速度要慢,最后要一滴一滴地滴入,防止过量,并且要用洗瓶挤少量水淋洗瓶壁,以免有残留的液滴未起反应。为了便于判断终点时指示剂颜色的变化,可把锥形瓶放在白色瓷板或白纸上观察。最后,必须待滴定管内液面完全稳定后,方可读数。

(3) 移液管。用移液管移取液体的操作方法是把移液管的尖端部分深深地插入液体中,用左手拿洗耳球把液体慢慢吸入管中,待溶液上升到标线以上约2 cm处立即用食指(不要用大拇指)按住管口。将移液管竖直离开液面,微微移动食指或用大拇指和中指轻轻转动移液管,使管内液体的弯月面慢慢下降到标线处(注意:视线、液面、标线均应在同一水平面上),即压紧管口;若管尖挂有液滴,可使管尖与容器壁接触使液滴落下,把移液管移入另一容器(如锥形瓶)中,并使管尖与容器壁接触,放开食指让液体自由流出;待管内液体不再流出后,稍停片刻(约十几秒)、再把移液管拿开;此时遗留在管内的液滴不必吹出。

用移液管吸取有毒或有恶臭的液体时,必须用配有洗耳球或其他装置的移液管。

此外,为了精确地移取小量的不同体积(如1.00 mL、2.00 mL、5.00 mL等)的液体,也常用标有精细刻度的吸量管。吸量管的使用方法与移液管相仿。

2. 托盘天平的使用

(1) 先将游码拨至游码标尺左端“0”处,观察指针摆动情况。如果指针在刻度尺的左右摆动距离几乎相等,即表示可以使用;如果指针在刻度的左右摆动的距离相差很大,则应将游码零点的螺丝加以调节后方可使用。

(2) 物品称量:

①称量的物品放在左盘,砝码放在右盘。

②先加大砝码,再加小砝码,最后(在10 g以内)用游码调节,至指针在刻度尺左右两边摇摆的距离几乎相等时为止。

③记下砝码和游码的数值至小数点后第一位,即得所称物品的质量。

④称固体药品时,应在两盘内各放一张重量相仿的蜡光纸,然后用药匙将药品放在左盘的纸上(称NaOH、KOH等易潮解或有腐蚀性的固体时,应衬以表面皿)。称液体药品时,要用已称过重量的容器盛放药品,称法同前(注意:托盘天平不能称量热的物体)。

(3) 称量后的结束工作:称量后,把砝码放回砝码盒中,将游码退到刻度“0”处,取下盘上的物品。

托盘天平应保持清洁,如果不小心把药品撒在托盘天平上,必须立刻清除。

(三) 常用解剖器材的操作

1. 解剖刀

用于切割或打开开口，解剖刀的正确握持方法一般有三种方法：

(1) 握笔法：是把解剖刀像握笔一样握持住，常用三个手指。该方法常用于正面的切割，如打开动物的组织、切割动物创口、切割动物外露的组织等。

(2) 反挑式：是把解剖刀的刀口向上用五个手指握住。该法常用于打开动物腹腔、打开动物肠腔等。

(3) 顺握法：是把解剖刀的刀口向下用五个手指握住。该法常用于打开较长的开口或切割较大范围的组织等。

2. 解剖镊

通常也称为镊子，用法如下：

解剖镊常用于取用经消毒或较小的器械，或者用于夹住动物的各种组织器官，其正确的握持方法一般有两种方法：

(1) 顺握法：用除小指以外的其余手指握持，使镊子的尖端向下，常用于取用器械或提取组织。

(2) 反握法：用手指的五个手指握持，使镊子的开口端向上，常用于取用器械或缝补开口时拿镊子穿针引线。

3. 止血钳

常用直尖和弯尖两种，用于取用器械、提取组织、止血以及用于擦血、消毒等，用法基本同于解剖镊。

4. 昆虫解剖针

常用于解剖低等动物，由于低等动物的体积一般较小，常采用解剖镊和昆虫解剖针相结合的方法。昆虫解剖针的握持方法与解剖镊的相似。

四、常用仪器设备简介及使用方法

(一) 显微镜

显微镜是观察研究细胞、组织及浮游生物等必需的仪器。显微镜的种类很多，可分为光学显微镜和电子显微镜两大类，实验室常用的显微镜为光学显微镜。

其他常用的新型显微镜如暗视野显微镜，用于观察具有较大反射率、不同折射率或较透明的细胞组织切片或标本切片；相差显微镜，用于观察较透明的或染色反差小的细胞组织切片或装片；视频显微镜，可将实时图像转移到电视机或者监视器上，直接观察，同时也可以通过其相机进行拍摄；倒置显微镜，用于观察组织培养的细胞。

(二) 分析天平

分析天平是定量分析工作中不可缺少的重要仪器，一般是指能精确称量到 0.000 1 g (0.1 mg) 的天平。分析天平的种类较多，包括机械式、电子式、手动式、半自动式、全自动式等。

1. 电子分析天平使用方法

①检查并调整天平至水平位置。

②按仪器要求通电预热至所需时间。