

杜守恩 编著

水产养殖工程技术



青岛海洋大学出版社

水产养殖工程技术

杜守恩 编著

青岛海洋大学出版社

鲁新登字 15 号

内容提要

全书共分十章,主要讲述了养殖场勘察与规划、土坝沟渠工程、鱼虾养殖池设计、淡水鱼苗种生产场设计、大水域集约化养殖工程、拦鱼工程和水体净化技术等。内容系统翔实,文字精炼。既可作为大专院校有关专业的教材,又可供科研、生产部门广大水产工程技术人员、管理人员及养殖专业人员学习参考。

水产养殖工程技术

杜宇恩 编著

*

青岛海洋大学出版社出版发行

青岛市鱼山路 5 号

邮政编码 266003

新华书店经销

青岛海洋大学出版社激光照排中心排版

山东五莲县印刷厂印刷

*

1993 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 1 次印刷
32 开本(850×1168 毫米) 8.875 印张 223 千字

印数 1—2000

ISBN 7—81026—396—X/S·18

定价:5.40 元

前 言

水产养殖工程技术是关于工程原理和工程措施在水产养殖业上应用的一门新兴学科,是渔业工程的重要组成部分,综合性和实用性较强。随着水产养殖业突飞猛进的发展,人们急需掌握水产养殖工程的基本原理和基本设计方法。本书正是适应这种需要而写的。

水产养殖工程技术作为一门独立学科,其形成和发展的历史并不长,参考书也较少。作者曾在1987年编写了一本水产养殖工程讲义,并为青岛海洋大学海水养殖、淡水渔业专业本科生讲授。多年来,根据教学实践、工程设计经验,并吸收国内外同行们的先进技术,不断补充修改,本书即是在此基础上编写而成的。

作者根据水产养殖业的特点和需要,把淡水、海水各类养殖工程异同之处归纳编写。

本书主要介绍了淡水、海水各类养殖工程的原理、设计、计算与施工技术等内容,也用一定篇幅介绍国内外先进技术及发展动向。并有计算例题、实用图表,附有设计参考资料,便于读者学习和工程设计中查用。力求使内容系统,实用性强,有一定深度,文字简炼。

作者才疏识浅,纰漏之处,在所难免,望读者提出宝贵意见,深为感谢。

杜守恩

1992. 8. 20

目 录

第一章 养殖场的勘察与规划	(1)
第一节 淡水养殖场场址的选择与规划.....	(1)
第二节 海水养殖场场址选择与设计原则	(13)
第二章 土坝工程	(18)
第一节 土坝的特点及类型	(18)
第二节 土坝设计	(22)
第三节 拦海大坝及水闸设计原则	(33)
第三章 渠道工程	(37)
第一节 渠道的用途和分类	(37)
第二节 渠道断面设计与计算	(39)
第四章 鱼虾养殖池设计	(61)
第一节 土质鱼池设计	(61)
第二节 土质对虾池设计	(67)
第三节 土方计算	(72)
第四节 工厂化养鱼池设计	(82)
第五章 催产孵化设施	(92)
第一节 淡水鱼类催产池设计	(92)
第二节 孵化环道设计	(96)
第三节 工程量和工程材料的计算.....	(102)
第六章 对虾扇贝育苗场设计	(107)
第一节 场址选择和总体布置.....	(107)
第二节 育苗室饵料室的设计.....	(108)
第三节 管道计算与施工.....	(113)

第四节	育苗场供水系统·····	(123)
第五节	充气增氧系统·····	(133)
第六节	供热系统·····	(136)
第七节	供电系统·····	(141)
第七章	大水域集约化养殖工程·····	(144)
第一节	插桩养殖·····	(144)
第二节	垂下养殖·····	(146)
第三节	围拦养殖工程·····	(153)
第四节	潜堤网围养殖设施·····	(159)
第八章	养鱼网箱设计·····	(166)
第一节	网箱养鱼的现状及特点·····	(166)
第二节	网箱系统设计·····	(170)
第三节	网箱设置环境条件·····	(184)
第四节	网箱的类型及设置·····	(192)
第九章	拦鱼工程·····	(198)
第一节	拦鱼工程的重要性·····	(198)
第二节	鱼类克服流速能力·····	(200)
第三节	箔栅拦鱼·····	(204)
第四节	网式拦鱼工程的设计·····	(209)
第五节	电栅拦鱼·····	(224)
第十章	水体净化技术及设备·····	(237)
第一节	过滤·····	(237)
第二节	消毒·····	(256)
第三节	水体增氧·····	(262)

第一章 养殖场的勘察与规划

凡用于水生生物养殖生产的场地称为养殖场。养殖业,按水质分,可分为淡水养殖和海水养殖两大类。本章将分别论述淡水养殖场和海水养殖场的场址选择与总体布置、建场步骤及规划原则。淡水养殖以人工开挖的池塘养殖淡水鱼类的养殖场为主要研究对象。海水养殖以人工开挖的池塘养殖对虾的养殖场为主要研究对象。修建养殖场应根据鱼虾类繁殖生长所需的环境条件以工程措施来满足,其在人工管理下(换水、投饵、增氧等)快速生长,以达到高产的目的。

第一节 淡水养殖场场址的选择与规划

淡水养殖可分为天然湖泊养殖、河道养殖、水库养殖、池塘养殖及工厂化养殖等。本节主要讲述淡水鱼类池塘养殖场的场址选择和总体规划。

池塘养鱼是淡水养殖的重要组成部分,它具有投资少、见效快、收益大的特点。由于池塘水体小,易于控制,便于采取综合技术措施进行精养细管,生产稳定可靠。因此,发展池塘养鱼,可以增加整个水产生产的稳定性。

从繁殖鱼苗、培育鱼种到养殖成鱼都在一个养殖场完成,这种场称为养鱼场。是完成整个养鱼生产过程的场所。

苗种场是专门繁殖鱼苗、培育鱼种、供给苗种的养殖场。

试验场是为生产上存在的问题而进行科学研究或推广科研成果的养殖场。

养殖场场址的选择要考虑土质、水质、水量和地形等,并要求场地日光照射和通风良好。而养殖场的总体规划是在场址确定后才着手进行的。

一、场址选择

养殖场周围的环境条件(水源、水质、土质等),对养鱼生产影响很大,是选择场址时应考虑的主要因素。

(一)地形的选择

从工程角度看,地形要适合建场、施工容易、排灌方便、减少投资、便于管理。高地水源有困难,低洼地易受洪水的威胁,高差悬殊的地方土方量大,易受风灾的地区,应考虑地形能防风,所以,地形应适宜。在使用面积上,应有发展扩建的余地和一定数量的饲料地。应有长远规划。

养殖场用地最好选择在不便于耕作,如泥沼、土壤贫瘠等场地。就经济效果而言,池塘投产后的效益不能低于该场地原有的生产效益。

目前的养鱼管理技术只能达到一定的放养密度,要提高它,就必须设置一套完整的灌排系统,而选择的场地最好便于自流灌排,鱼池用地坡度宜缓不宜陡,不宜太平,主要根据灌排方便来决定。但从鱼池开挖角度出发,地势越平坦越好。有人认为最佳地面坡度在 0.5~1.0% 之间,这样鱼池长度方向垂直于地面上的等高线,而池底排水即可采用与地面相同的坡度,依此减少开挖土方量。一般说,地面坡度在 2.5% 以下适于建池,鱼池长度方向可与地面等高线的走向一致。

考虑地形条件时,尽可能利用地形,以扩大自流灌排面积。就是提水灌排,也应尽量减低抽水扬程,以降低生产成本。要参考当地渔业区划的要求综合选择。

(二)土壤的选择

土壤是建筑鱼池的主要材料。整个养殖的投资,土方工程大约

占70%以上。土壤的种类和性质对工程的质量和养鱼生产管理都很有关系。土壤的性质因种类不同差别很大,要了解土壤的性质,首先应了解土壤的种类。

土壤的分类方法很多,主要是以粒径为依据。土壤的固体部分是由大小不同的粒径颗粒组成的,按粒径大小一般分砂土类、壤土类和粘土类。

了解养殖场地的土壤,要从两个大的主面着手:一是土壤水、肥、气、热特性,它关系到建池后,池水肥瘦及池中浮游动植物的繁殖。二是土壤的力学特性,如粘结性、粘着性、膨胀性、压缩性、抗剪性、可塑性、渗透性等,它关系到堤坝修筑质量、施工难易程度、运输管理是否方便等。

1、砂土类

土粒间为大孔隙,排水良好,保水性差。

一般养分含量贫瘠,通气旺,有机质分解快,积累少,保肥力弱,养分容易流失。

土壤水少气多,昼夜温差大。

抗剪强度大,不易崩塌,可作为修筑堤坝和非防渗土料。

粘结性、粘着性差。

据上述分析,一般来说,砂土地区不宜建造鱼池。当必须采用时,可采取工程措施,如在砂土鱼池表面铺筑一层粘土,或用黄泥灌浆等。

2、壤土类

壤土的性质介于砂土和粘土之间,是水、肥、气、热状况较协调的土壤,包括:

①轻壤土。通气透水性好、雨水多时不渍水,养分含量较高,土质疏松,耕性良好。

②中壤土。透水通气性比轻壤土稍差,雨水多了易渍水,保水保肥性好,土壤呈粒状,碎块状结构。

③重壤土。土质有粘性,通气透水性差,保水性强,易渍水,不耐旱,保温耐肥性强。

一般说来,壤土的透水性小,土质松坚适中,吸水性较好,养分不易流失,通气性好,利于有机物分解,池内天然饵料最易繁殖,池水易肥,池塘不漏水,不干裂,是一种比较理想的建池土壤。

3、粘土类

粘土类的性质多数与砂土类相反。土质分类见表 1—1。

土粒间多毛管孔隙,透水性差。

养分含量较砂土多、通气性差,有机质分解缓慢,腐殖质易积累,保肥力强。

水多气少,土温变化小,昼夜温差小。由于土中空气不流通,致使有机质分解迟缓,对池塘天然饵料的繁殖不利。

粘结性和粘着性强,胀缩性大。

粘土虽保水性好,但在完全粘土带修建鱼池或堤坝时需在池堤表面施加砂土、壤土保护层,以减轻天寒冰冻时,池堤膨胀变化和天旱龟裂的程度。保护层厚度应根据当地冰冻层深度合理选取。保护层对渔业生产也有好处,以利池塘天然饵料的繁殖生长。

粘土是修堤筑坝中用作防渗体的土料。

表 1—1 土壤质地分类表

质地名称	砂土类		壤土类			粘土类
	砂土	砂壤土	轻壤土	中壤土	重壤土	粘土
物理性砂粒含量(%)	>90	80—90	70—80	55—70	40—50	<40
物理性粘粒含量(%)	<10	10—20	20—30	30—45	45—60	>60

注:砂粒—粒径大于 0.01 毫米

粘粒—粒径小于 0.01 毫米

4、土壤调查

①土壤类别鉴定。

鉴别养殖场地的土壤类别,可在野外直接鉴定,见表 1—2。通

过手搓捻时的感觉和用放大镜及肉眼目测确定。如砂土、土壤松散,只有砂粒的感觉,也只能看到有砂粒。壤土,没有均质的感觉,能感到有些砂粒,土块易压碎,从细土中可以看到砂粒。最好是取土样进行土工分析,得到准确的结果。土壤类别测定,若依粒径分类,是在实验室用机械分析法,粒径在 0.07 毫米以上部分,用筛分析,其余微粒用比重计分析。

表 1—2 野外鉴定土壤类别的方法

鉴别特征 土类	用手搓捻时的感觉	用放大镜及肉眼观察被搓碎的土	干土的状态	潮湿土的状态	搓捻潮湿土的情况	小刀切削潮湿土的情形
粘土	极细的均质土块,很难用手捻碎	均质细粉末,看不见砂粒	表面有光泽及细条纹,刻划时留有光亮的痕迹。坚硬、用锤能打碎,碎块不会散落	胶粘,滑腻,可塑性大	很容易搓成细于 1.5 毫米的长条,易团成小球	切面光滑看不见砂粒
壤土	感到有些砂粒,土块易压碎	从细土中可以清楚地看到砂粒	表面光泽暗淡,条纹较粗,用手锤击及手压土块易破碎	粘性及可塑性均弱	能搓成较粘土粗的短条,并能团成小球	可以感到有砂粒存在
粉质壤土	有少量砂粒,土块易压碎	砂粒很少,可以看到有很多粉粒	同上	同上	能搓成短条,但易破裂	切面粗糙
砂壤土	土质不匀,能清楚地感到有砂粒	砂粒多于粘粒	土块用手稍压即碎,并易散开,用铲将土块抛出,即散落成土屑	无塑性	几乎不能搓成条,团成的土球易裂开和散落	
砂土	土壤松散,只有砂粒	只能看见有砂粒	松散、无粘结力	无塑性	不能搓成土条或团成土球	

②土壤调查的做法。

确定场地土壤类别。养殖场地是有一定范围的,在此范围内有全是一种土壤的,也有几种土壤的。立面上也可能有不同类型土壤分层排列,这就需要我们z从平面和立面两方面进行调查。按一般抽样调查原则,布置试坑,试坑深度应达池底面以下1米处,取出土样鉴定土壤类别、pH值及有机物含量等。试坑间距由工程的要求而定。

(三)水源和水质

1、水源

不论是江河、湖泊、水库、山泉、溪流或地下泉水,只要水质好、水量足都可以作为养鱼的水源。必须了解水源供水情况和当地的水文、气象资料。既要防止水源枯竭,又要避免河湖洪水泛滥及工农业污水流入等。以水库作为养鱼水源,要了解水位的常年变化、引水量大小,渔业用水与农业用水不应有矛盾。

选择水源时,还应从工程设施方面加以考虑。利用溪流作水源要考虑是否需要筑坝拦水;利用雨水为水源,要考虑积水建筑及蓄水建筑;利用多沙水流作水源,要考虑沉沙排淤设施等。而这类工程的投资是较大的,一定要慎重考虑,对比分析。

2、水质

水产养殖用水,要保障有用的水生物生存,维持必要的卫生标准,使所产的水产品符合食用要求。必须具有以下一些特性才能达到水质良好的标准。

(1)水的pH值。

对pH值的要求,视鱼类品种、鱼体大小等而不同。用来养鱼的水的pH值应在6.5~9.0之间,鱼类最适于生活在pH值7.2~8.5的水中,过高过低对鱼类都不利。pH值低的水不利于鱼类繁殖,鱼卵和鱼苗对低pH值的敏感性比大鱼要强。pH值在5.5~6.5时,影响鱼类生长。据联合国粮农组织报导马干达在pH值低于6.5的水中养鲤,养殖6个月后每条鱼仅几克重。在pH值过高

的水里养鱼也是不利的。很多学者认为只有当 pH 值达到 10~10.5 时,鱼类才受到严重影响。pH 值达到 11 时,鱼就死亡。人为地改变水的 pH 值,其投资巨大,所以一般都靠天然水本身的 pH 值。

(2)水温。

水温的变化直接影响到水中动物的新陈代谢和有机物的分解,从而影响鱼类的生长发育。

养殖品种不同,对温度的要求亦不同。如几种家鱼在 10℃ 以上开始增重,15℃ 以上增重显著,20—30℃ 生长速度最快。如红鲢鱼喜欢生息在 8~13℃ 的水温中,孵化的水温为 4~10℃,当水温高于 15℃ 时不适宜养殖红鲢。

当采用温度过高的温泉和温度较低的地下水时,须建造相应的降温池和增温池,以调节水温。水温不仅对鱼产生直接影响,而且通过影响水中各种物质的分解速度和各种水生生物的生命活动,形成有利或有害的生态环境条件。对鱼产生间接影响。

(3)溶氧。

溶氧是最重要的水质指标。在水中,除某些细菌外,几乎所有的水生生物都必须依靠氧才能生存。因此,从水中吸取的氧和给水增氧对水生生物都是相当重要的。大气和植物进行的光合作用是水中氧气的两大来源。除水生动植物的呼吸作用消耗水中溶氧以外,水中悬浮及溶解的各种有机物及沉积在鱼池底部的污泥也大量消耗池水中的溶氧。大气中的氧气,是由于空气和水面直接接触而溶解于水中,所以,只有当水面较大,且波动较大,氧的溶解度才较大。氧在水中的扩散非常缓慢,几乎没有实际意义。如要想通过扩散使 10 米水深的含氧量从零提高到 0.4PPM,约需 600 年的时间。

水生植物的光合作用是溶氧另一主要来源。光合作用及氧的产生需要阳光。白天放出氧的植物到晚上则需要吸收,光合氧的产生稍微滞后于日辐射能量的循环,由于这一原因,每天黎明时天然

及池塘水的含氧量最低,而一般在中午至傍晚,溶氧浓度最高。因此,水产养殖管理人员在黎明时应检查池塘是否缺氧。

另外,地下水含氧量一般很低,有的接近于零。所以刚流出的地下水,需经过大面积的曝气才能使用。

(4)水中的化学物质。

包括悬浮物、油类、硫化物、氰化物、酚类和各种重金属物质等。这些物质大部分是影响鱼类的鳃部,使鱼类呼吸困难、窒息而死,有些是破坏鱼类的血液循环而引起大量死亡。渔业用水中各种有害物质,一定要控制在国家水产总局颁发的渔业水质标准(TJ35—79)规定指标之内,否则停止使用(见表 1—3)。

(四)交通电力

养殖场的产品要运出,许多生产资料要运进。一个生产单位,每年进进出出的运输量是很大的,便利的交通条件是现代化生产所必需。因此,建场必须同时建公路,和国家公路网连接起来。在河流或湖泊边缘的养殖场,可利用水上交通线进行运输。

表 1—3 渔业水域水质标准(TJ35—79)

编号	项目	标准
1	色、臭、味	不得使鱼、虾、贝、藻类带有异色、异嗅、异味
2	漂浮物质	水面不得出现明显油膜或浮沫
3	悬浮物质	人为增加的量不得超过 10 毫克/升,而且悬浮物质沉积于底部后,不得对鱼虾贝藻类产生有害的影响
4	pH 值	淡水 6.5~8.5,海水 7.9~8.5
5	生化需氧量 (5 天, 20℃)	不超过 5 毫克/升,冰封期不超过 3 毫克/升
6	溶解氧	24 小时中,16 小时以上必须大于 5 毫克/升,其余任何时候不得低于 3 毫克/升,对于鲑科鱼类的栖息水域冰封期其余任何时候不得低于 4 毫克/升
7	汞	不超过 0.0005 毫克/升(单位下同)
8	镉	不超过 0.005

续表 1—3

9	铅	不超过 0.1
10	铬	不超过 1.0
11	铜	不超过 0.01
12	锌	不超过 0.1
13	镍	不超过 0.1
14	砷	不超过 0.1
15	氟化物	不超过 0.02
16	硫化物	不超过 0.2
17	氰化物	不超过 1.0
18	挥发性酚	不超过 0.005
19	黄磷	不超过 0.002
20	石油类	不超过 0.05
21	丙烯腈	不超过 0.7
22	丙烯醛	不超过 0.02
23	六六六	不超过 0.02 毫克/升(单位下同)
24	滴滴涕	不超过 0.001
25	马拉硫磷	不超过 0.005
26	五氯酚钠	不超过 0.01
27	苯胺	不超过 0.4
28	对硝基氯苯	不超过 0.1
29	对氨基苯酚	不超过 0.1
30	水合肼	不超过 0.01
31	邻苯二甲酸 二丁酯	不超过 0.06
32	松节油	不超过 0.3
33	1,2,3— 三氯苯	不超过 0.06
34	1,2,3,4— 四氯苯	不超过 0.02

注：放射性物质的标准，应按现行的《放射防护规定》中关于露天水源中的放射性物质限制浓度的规定执行。

现代生产同样离不开电力，每个养殖场都有动力用电和照明用电。动力用电如扬水站、水泵、增氧机等用电。照明用电，分场区照明及室内照明。养殖场特别在育苗期间，几乎不能停电，所以在

建场时必须考虑电力建设,最好由国家电网供电,场内建变配电室。若电网供电经常停电,苗种生产场应考虑自备发电机。

二、养殖场的规划

(一)建场步骤

1、调查

调查就是到实地去了解建立养殖场所具备的各种条件,如地形、水、土、电、交通、水文、气象、销售市场等,以获得选场址的基本依据。

单一场址(选址地区无第二个场址)比较容易确定。对于有多处场址可选的,应对各场址逐一勘察,根据结果,列出主要技术经济指标。为便于分析对比,可将各方案的主要优缺点列于对照表中,择优而定。

2、测绘工作

经过初步的分析对比,对拟建场场址进行测量,绘制出场区平面图或地形图,并注明标高和方位。测绘比例尺一般为 1/500 和 1/1000 两种。它是场区布置规划及上报审批用土地的依据。

3、技术经济论证

通过实地勘察测绘工作,获得了养殖水文、土壤植被、渔业区划综合利用等方面的技术资料。利用这些资料并结合场区的农业结构制定几个建设(或改扩建)方案,并切实保证这些方案具有技术上的可行性和经济上的合理性。从诸方案中选择一个或两个最好方案进行技术经济论证。在先进经验和科学技术新成就的基础上,仔细拟定每个技术问题的各种可能的解决方案,并详细而系统地分析说明这些方案的技术经济指标,比较各个方案并从中选定最佳方案。

4、总体规划

总体规划应有利于生产和管理,有利于水产资源和土地资源的开发利用,既要经济,又要合理,既要满足当前生产需要,又要符

合长远规划,留有余地。具体地说,总体规划(包括平面和立面)就是要确定场内各单元之间的相关位置。例如各种鱼池的配置及位置、主要灌、排水渠(或管道)的走向、场部(附实验室、饲料加工及水产品加工车间)及住宅区的平面位置、交通道路、变电站等的设置地方、饲料地的配置、远景发展项目等。所有这些都应标在地形图或平面图上,这种图就是场区规划图(或称平面布置图)。这里还需指出一点,利用城市生活污水养鱼或城市近郊养鱼,应了解市政发展规划,以便确定该场地在多少年间可作渔业用地,为建场决策提供依据。

5、基建投资的预算及经济效果的分析与评价

基建投资的工程项目包括:开挖鱼池,修筑堤坝、仓库、晒场、道路、灌排水设施、场内加工机械及其它机械的购置等。

经济效果的分析与评价。所谓经济效果,就是生产中投入和产出的比值。根据现有资源以及利用资源的现状,并结合生产水平与经营管理水平,预测出建场后的各年净收入,几年收回成本,改扩建项目的投资等。

6、制定施工计划

施工计划主要是按工程项目的轻重缓急确定施工顺序及每项工程的施工方法。一般顺序是:围堤(或筑坝)→修渠筑路→开挖鱼池→修建催产、孵化设施→生产管理设施→其它配套工程等。

7、放样施工

放样施工是根据建筑物的设计尺寸(设计图纸),找出建筑物各部分特征点控制点之间位置的几何关系,算得距离、角度、高程等放样数据。再利用控制点在实地定出建筑物的特征点,并用一定的材料和形式标志出来,作为施工依据。这些标志必须保存到施工完毕。因此,要求牢固。施工人员对这些标志应加以保护,不可任意迁移和损坏。为了在施工期间进行检查、复测,这些标志应明了、易见。