

What Happens in a Pond


Take care of a pond, and the whiteleg  
shrimp in it will be taken care of

# 池塘里的那些事儿

## 养好池塘就是 养好了南美白对虾

林文辉 苏跃朋 著



 中国农业出版社

# 池塘里的那些事儿

——养好池塘就是养好了南美白对虾

林文辉 苏跃朋 著

---

中国农业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

池塘里的那些事儿:养好池塘就是养好了南美白对  
是 / 林文辉,苏跃朋著. —北京:中国农业出版社,  
2017.12

ISBN 978-7-109-23621-9

I. ①池… II. ①林… ②苏… III. ①对虾养殖  
IV. ①S968.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 300097 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 肖 邦

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月北京第 1 次印刷

开本:720mm×960mm 1/16 印张:13.25 插页:2

字数:193 千字

定价:35.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误,请向出版社发行部调换)

近几年来,整个南美白对虾养殖业普遍存在“前期养不活(EMS<sup>①</sup>),后期长不大(僵苗)”的现象。究其原因,问题应该出在管理上,即滥用投入品,尤其是“肥水”不当,是造成南美白对虾“难养”的主要因素。

“肥水”的目的是建立生态系统,但如果“肥水”不当,藻类、细菌生长过快,不平衡,不仅无法建立良好的生态系统,还会导致系统紊乱,造成池塘水体产生弧菌、病毒、藻毒素、氨氮、亚硝酸、硫化氢等问题。

君不见:快速肥水,污染池塘,导致 pH 变化过大,氧化还原电位太低,底部恶化,病原、毒素产生。出了问题就要解决,那就是改底、解毒。如果用药剂量不足,改不过来,解不彻底,对虾就“EMS”了;如果剂量够大,改了底,解了毒,但对虾也中毒了(是药三分毒,世界上没有“无毒”的药物),成了僵苗,自然是长不大了!任凭你怎么保肝、护肝,也无济于事。

流行病一定与流行养殖模式相关,这些年我们流行什么养殖模式?请广大养殖户静下心来好好反思一下:好好一塘水,为什么会动

<sup>①</sup> EMS: Early Mortality Syndrome, 早期死亡综合征。

不动就产生弧菌、病毒、藻毒素、氨氮、亚硝酸、硫化氢等问题？就是胡乱“肥水”“补碳”“改底”“解毒”，来回折腾导致的。

回想 20 多年前，南美白对虾养殖刚进入我国的时候，我们大多数养殖者基本还不认识南美白对虾是啥，一切几乎都是空白：亲本是海上捕捞的，没有一代苗，也没有“SPF<sup>①</sup>”，几乎都是野生苗；饲料是替代的，或在斑节对虾的基础上生产的，没有南美白对虾的营养师或配方师；至于动保，根本就没有养水、调水的概念；虾病根本没人懂，更谈不上预防；技术也是空白的。但是，当年“敢吃螃蟹”的，都“发财”了，南美白对虾养殖所带来的效益是空前的。就是一点经验都没有的也能赚到钱，于是大江南北掀起了南美白对虾养殖热潮！

二十几年过去了，我们每年都有育种专家推出的优质、健康、“SPF”的一代苗；我们有二十几年研究成果集成的营养全面、保健功能丰富的饲料；我们有涵盖预防、治疗所有南美白对虾病害的药物，解决所有水质问题的方案和产品；我们有连南美白对虾营养师都没想到过的补品；二十几年我们造就多少一流的养殖高手，我们积累了如此丰富而全面的养殖技术……尽管我们拥有这些看似能解决所有问题的经验再加上现代化的科技手段，各种先进仪器、设备、互联网，但整体养殖效果，却是那么不尽如人意！

可以说，种苗、饲料、药物、动保产品、技术乃至现代化手段，都重要，也都不重要！你只要按照南美白对虾的需要，提供一个适合南美白对虾生存生长的环境，它就能安然生存、生长！

走多了，看多了，也就明白了：谁拥有适合于南美白对虾养殖的“水土资源”，谁的成功概率就高，谁就有可能成为“高手”。技术是用来解决问题的，没有问题谁还需要技术！如果没有了资源，环境都恶化了，

① SPF: Specific Pathogen Free, 无特异病原虾苗。

再高超的技术,恐怕也无济于事!因为技术的背后,还需要代价——成本。

所以,南美白对虾养殖成功的关键是拥有适合南美白对虾生存、生长的水土资源;其次是懂得南美白对虾的环境需求,同时了解自己的池塘土质、水质属性并懂得调整的技术;最后才是好的种苗饲料以及养殖管理经验。

这本书,我们就来聊聊池塘里的那些事儿。仁者见仁,智者见智,讲得不对之处,也请各位读者见谅。

编 者

2017.10

前言

<b>第一章 水质调节</b> .....	1
第一节 水质属性 .....	1
第二节 水质属性和池塘生产力 .....	2
第三节 池塘天然生产力的决定因素 .....	3
第四节 电子活度与八大离子 .....	5
一、电子活度 .....	5
二、八大离子 .....	5
第五节 水产养殖与水质属性 .....	6
第六节 水质调节的本质 .....	7
一、A区和D区水质的调节 .....	8
二、B区和C区的水质调节 .....	9
三、极端水质属性的调节 .....	10
第七节 底泥中的硫化氢和 Eh .....	12
第八节 江山乡的南美白对虾养殖 .....	14
<b>第二章 pH的管理</b> .....	16
第一节 pH的组成 .....	16
第二节 pH的调节 .....	19

一、A区和D区的pH调节	20
二、B区的pH的调节	21
三、C区的pH的调节	22
四、F区的pH的调节	23
五、G区的pH的调节	24
第三节 pH的控制	26
第四节 pH原点	27
第五节 钙的缓冲作用	28
第六节 养殖前期pH的管理	29
第七节 高pH的呼吸抑制现象	31
第八节 日均pH	32
一、日均pH变化规律	32
二、日均pH调节	33
三、日均pH异常	34
<b>第三章 水的碱度和硬度</b>	<b>36</b>
第一节 碱度和硬度的组成	36
第二节 碱度和硬度的关系	38
第三节 钙硬度、镁硬度和碱度的关系	39
第四节 总碱度的组成	39
第五节 总碱度的调节	43
第六节 生石灰清塘的思考	47
<b>第四章 池塘水文</b>	<b>52</b>
第一节 水的结构	52
第二节 天气与气候	53
第三节 光照	53
第四节 温度与分层	54
第五节 降雨	56
第六节 水中化学物质的溶解度	57
第七节 盐度	58
第八节 盐度与对虾蜕皮	59



第九节	池塘水文与水质控制 .....	60
第十节	高手在民间——蓝星村南美白对虾养殖 .....	62
<b>第五章</b>	<b>池塘微生物 .....</b>	<b>64</b>
第一节	微生物的生态功能 .....	64
第二节	微生物的协同作用 .....	65
第三节	微生物的种类 .....	66
第四节	微生物的营养来源 .....	67
第五节	同化与异化 .....	69
第六节	饥饿状态的微生物 .....	70
第七节	胞外分泌物 .....	71
<b>第六章</b>	<b>饲料与源头截污 .....</b>	<b>73</b>
第一节	水产养殖的本质 .....	73
第二节	饲料的属性 .....	74
第三节	池塘的承载能力 .....	75
第四节	池塘底质污染的控制 .....	76
第五节	腐殖质的重要性 .....	77
第六节	水源处理 .....	78
第七节	优质饲料 .....	79
第八节	四类“发酵饲料” .....	80
第九节	发酵与发霉 .....	82
第十节	发酵是一门艺术 .....	83
第十一节	发酵饲料 .....	84
第十二节	发酵“湿料” .....	85
第十三节	饲料与病害的关系 .....	87
第十四节	诱食剂的功与过 .....	89
第十五节	投喂是门技术活儿 .....	90
<b>第七章</b>	<b>池塘中的氧 .....</b>	<b>94</b>
第一节	氧的来源和剩余氧 .....	94

第二节 溶解氧 .....	95
一、溶解氧的分布及调控 .....	95
二、溶解氧的影响 .....	96
第三节 氧债 .....	99
一、氧债的组成 .....	99
二、氧债的管理 .....	102
第四节 增氧与增产 .....	103
第五节 间接供氧系统 .....	105
第六节 化学增氧剂的选择 .....	106
第七节 增氧机 .....	107
一、常见增氧机的种类与特点 .....	107
二、增氧机的选择 .....	110
第八节 钦南地区的对虾增氧 .....	111
<b>第八章 氮的功与过 .....</b>	<b>114</b>
第一节 固氮与脱氮 .....	114
第二节 氮累积的危害 .....	115
第三节 池塘中氮的来龙去脉 .....	118
第四节 氨氮的自养同化系统 .....	120
第五节 池塘养殖病害的根源 .....	121
第六节 氮的处理 .....	122
<b>第九章 提高产量的手段 .....</b>	<b>124</b>
第一节 提高饲料承载力 .....	124
一、清塘、干塘和晒塘 .....	125
二、撒石灰 .....	127
三、摘泥 .....	128
四、多层次混养 .....	129
第二节 套养与轮捕轮放 .....	133
第三节 提高对虾产量的养殖模式 .....	133
一、高位池养殖模式 .....	133
二、围塘塑料大棚养殖模式 .....	134

三、分级池塘养殖模式 .....	135
四、卤水兑淡水土池养殖模式 .....	136
五、分区养殖模式 .....	136
第四节 池塘养殖与工厂化养殖 .....	144
<b>第十章 限制池塘产量的因素 .....</b>	<b>146</b>
第一节 再谈水产养殖的本质 .....	146
第二节 限制池塘产量的因素 .....	147
第三节 天然生产力 .....	148
第四节 天然生产力与池塘承载力 .....	150
第五节 天然生产力与对虾病害 .....	151
第六节 辅助生产力与可控生态 .....	152
第七节 低产养藻与高产养菌 .....	153
第八节 细菌与藻类的异同 .....	154
第九节 “有益”还是“有害” .....	155
<b>第十一章 欲速则不达 .....</b>	<b>157</b>
第一节 水产养殖往往欲速则不达 .....	157
第二节 快速培藻的得失 .....	157
第三节 快速培菌的得失 .....	158
第四节 高蛋白饲料的得失 .....	159
第五节 快速育种的得失 .....	160
第六节 大量放苗的得失 .....	161
<b>第十二章 藻类控制 .....</b>	<b>164</b>
第一节 藻类生态 .....	164
第二节 叶绿体 .....	165
第三节 光合作用 .....	166
第四节 光抑制和光氧化 .....	168
第五节 藻类的控制 .....	169
第六节 池塘底部处理与控藻 .....	174

<b>第十三章 蓝藻水华</b> .....	177
第一节 蓝藻水华的本质 .....	177
第二节 蓝藻的生物学特性 .....	178
第三节 蓝藻易水华 .....	179
第四节 藻类平衡 .....	180
第五节 蓝藻水华与碱度提高 .....	180
第六节 水体流转 .....	181
第七节 底部搅动 .....	182
第八节 提高次级生产力与轮捕轮放 .....	183
第九节 控制蓝藻水华四部曲 .....	185
<b>第十四章 虾苗那点事儿</b> .....	187
第一节 “EMS”、成活率低、长不大之谜 .....	187
第二节 一代苗之殇 .....	188
第三节 土苗的末日 .....	189
第四节 应激 .....	190
一、高压应激 .....	190
二、高氧应激 .....	190
三、酸碱应激 .....	191
四、减压应激 .....	191
五、温度应激 .....	192
六、盐度应激 .....	192
七、pH 应激 .....	193
八、氨氮应激 .....	194
九、离子应激 .....	194
第五节 虾苗抗各种应激的能力 .....	195
第六节 虾苗应激化解的建议 .....	196
<b>参考文献</b> .....	198

# 第一章 水质调节

## 第一节 水质属性

首先，我们来谈谈水。

养鱼八字法当中的第一个字就是水，养虾先养水也人尽皆知。然而，真正懂得“水”的，又有几人？

如果说，天底下没有两块完全相同的土壤，那么同样，天底下没有两个完全相同的水体。

大凡种地的农民都知道，不同的土壤适合于种植不同的庄稼。同样，不同的水体最适的养殖品种也不同。

在不同的土壤中种植相同的植物，由于土壤不同，需要施的肥料也不同；同理，养殖同样的动物，不同的水体，所需要的投入品也不同。

不同的土壤，决定了不同的植被。不同的水体，组成生态系统的藻类、细菌也不同。同一种肥料，在不同的水体中培养出来的细菌、藻类也不同。

种地的人，可以测土施肥，科学种植。前提是懂得土壤的属性，同时也懂得植物的需求。

养虾的朋友们，你们懂得水的属性吗？你们知道虾对环境的需求吗？尽管我们也强调测水调水，那测什么？调什么？如果你既不懂水，也不懂虾，你怎么能做到科学养殖呢？只能说是瞎养！

最让人不寒而栗的是，整个水产界帮你调水的“技术员”其实没有几个真正懂水！这无异于盲人扶着盲人过马路！

水的组成是千变万化的。

自然界没有不含矿物质的“纯净水”。当水蒸气在大气中形成雨滴的时候，清洁大气中的氧气、氮气、二氧化碳，污染大气中的各种氧化物如二氧化硫、氧化氮、二氧化氮，各种气溶胶如 PM2.5 等就溶解到雨水里了。

当雨水落到地面，与土壤、岩石接触后，又溶解了其中一些矿物质。这

些雨水或汇成径流，形成江河，最后回到大海；或渗入地下形成地下水，或驻留于地下，或形成泉水，最后也回到大海。

水在运动过程中，接触过什么土壤、岩石，都会留下“印记”，经历的不同，导致水体组成的差异。反过来说，水的差异，是因为水体所含的矿物不同。

所以说“水是一种流动的矿床”，或者说，水是一种流动的“土壤”。

理论上，水中含有地球上所有的物质，包括所有元素、天然或人工的化合物，只是浓度不同而已。

一般来说，雨水的平均盐度大约为 0.003，地表水为 0.03，地下水为 0.3，河口水为 3，海水为 30，有些盆地卤化水可高达 300。

尽管水体中含有各种矿物质，但大多数矿物质溶解度很低。构成上述盐度的主要离子为：钙、镁、钾、钠离子，以及碳酸氢根、碳酸根、硫酸根和盐酸根离子。在海水中，上述离子的总和（重量）构成海水盐度的 99.8%。

## 第二节 水质属性和池塘生产力

虽然说“有水到的地方就有鱼虾”，但是，从生产角度讲，并不是所有水体都适合养殖。这里牵涉效率问题。就像所有土地都可以用来种庄稼，但是，有些土地由于“太瘦”而没有利用价值。

和土壤一样，不同水体，生产力也有所不同。生产力高的水体，可以高产，生产力低的水体，虽然也可以高产，但必须付出更高的代价或成本。

例如，我们年头挖个池塘，放水，放些鱼苗，不去管它，年底就有鱼抓了。关键是，能有多少产量？

根据前人对水库湖泊生产力调查研究的数据，产量是毛生产力的 0.1%~0.7%。我们按 0.5% 计算：假设我们池塘的平均毛生产力是氧 8 克/(米<sup>2</sup>·天)，即碳 3 克/(米<sup>2</sup>·天)，这样，一年的亩<sup>①</sup>产是： $3 \times 365 \times 666.67 \times 0.5\% \div 15\%<sup>②</sup> \div 1000 = 24.33$ （千克/亩）。

① 亩为非许用单位，1 亩 ≈ 666.7 米<sup>2</sup>。

② 15% 是活鱼体的碳含量。

如果我们池塘的生产力是氧 16 克/(米<sup>2</sup>·天), 则亩产是 48.66 千克。很明显, 生产力决定产量。

当然, 有人说, 生产力低的水体, 我们可以通过投饵来提高产量嘛! 这话没错, 问题是, 我们能投多少饲料?

假设我们用很好的饲料, 每千克饲料可以生长 1 千克鱼。1 千克饲料含碳大约 500 克, 1 千克鱼含碳大概 150 克, 所以, 每投 1 千克饲料, 池塘必须能提供氧  $(500-150)/12 \times 32 = 933.33$  克。

生产力低的池塘有多少剩余氧(我们先假设池塘不留氧债), 亩产 24.33 千克的池塘的剩余氧是  $24.33 \times 15\% \div 12 \times 32 = 9.732$  千克。因此, 可以投入  $9.732 \div 0.9333 = 10.24$  千克饲料。因此, 在没有任何增氧措施的情况下, 生产力低的池塘投喂饲料的产量是  $24.33 + 10.24 = 34.57$  千克。

可见, 生产力低的池塘提高产量需要付出饲料的代价。

同样, 生产力高一倍的池塘的剩余氧也高一倍, 可投入的饲料也高一倍, 因此, 产量也高一倍, 即  $48.66 + 20.48 = 69.14$  千克。

所以, 有人认为, 投喂饲料的池塘水体生产力对产量影响不大, 甚至由于池塘生产力高, 天然饲料多, 不利于饲料销售。这种观念是不正确的, 因为生产力低的池塘饲料根本投不进去。

可以说, 生产力低的水体不太适合于水产养殖。

注意, 以上的数据是用来说明问题的, 池塘的实际情况不同, 因为池塘水体与大气存在着气体交换, 池塘底部也存在氧债, 可以承受的饲料比上述数据高得多, 因此产量要比这个例子高得多。

### 第三节 池塘天然生产力的决定因素

问苍茫大地, 谁主沉浮?

是什么因素, 支配着水生生态系统的天然生产力? 一般来说, 水生生态系统的天然生产力来自系统的光合作用效率。因此, 支配天然水生生态系统的生产力主要因素有两个: 太阳辐射和二氧化碳。

太阳辐射是地域性因素, 不是水体自身的因素。所以, 就水体自身因素而言, 支配水生生态系统的主要因素是二氧化碳。

虽然大气中的二氧化碳可以溶解到水体中, 但由于空气中的二氧化碳浓

度很低，靠空气中的二氧化碳向水中扩散很难满足水生生态系统光合作用的需求。因此，水体中的二氧化碳主要来自土壤和岩石矿物的溶解，在所有能产生二氧化碳的含碳酸的岩石中，碳酸钙的溶解度是比较高的。

由于碳酸钙的快速风化和碳酸盐的缓冲能力，少量的碳酸钙可以主宰水生系统的地球化学行为。

如果以碳酸根做横坐标，钙离子为纵坐标作图，我们可以发现，图 1-1 中只有 A 区的水质才适合于水产养殖。

如果把图 1-1 换一种表达方式，就可以得到图 1-2：

从图 1-2 中可以看出，高钙水体碳酸含量低，碳酸钙含量也低，高碳酸水体钙含量低，碳酸钙含量也低。水体中碳酸含量等于钙含量时，碳酸钙含量最高。

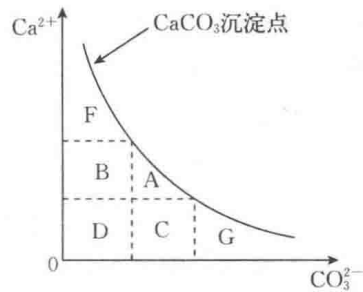


图 1-1 水质分区

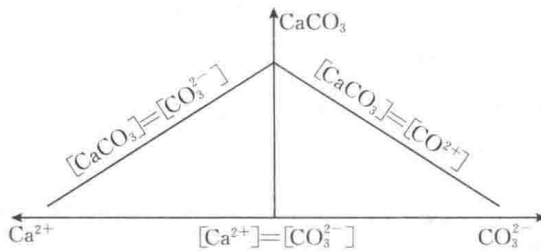


图 1-2 碳酸钙含量与钙、碳酸根之间的关系

由于水体的缓冲能力与碳酸钙含量有关，所以，高钙低碳酸或低钙高碳酸的水体缓冲能力都偏低。

因此，从水体稳定性能来看，钙离子浓度大约等于碳酸根的水体缓冲能力最强。

水体中的二氧化碳、碳酸氢根、碳酸根是可以相互转化的，在水中，总碳酸包含了碳酸氢根和碳酸根，所以，水体中的总碳酸含量约等于总碱度（总碱度约等于碳酸氢根+两倍碳酸根）。

也就是说，碳酸根含量大致上可以用总碱度表示。这就解释了水产养殖传统上认为钙硬度大约等于总碱度的水最好的道理。



## 第四节 电子活度与八大离子

对生态具有重要影响的水体重要属性包括：温度 (T)、盐度 (S)、氢离子活度 (pH)、电子活度 (pe)、碱度和硬度。其中，温度是地域太阳辐射属性，pe 是生物活动的结果。pH 受水体本身和生物活动的双重影响。

### 一、电子活度

水最重要的属性包括温度 (T)、盐度 (S)、氢离子活度 (pH) 和电子活度 (pe)。前面 3 个指标大家都很清楚，但电子活度有些人就不大清楚。

### 二、八大离子

决定水质其他参数的是溶解于水中的八大离子：钙、镁、钾、钠、碳酸氢根、碳酸根、硫酸根和盐酸根（或称氯离子）。其中钙、镁、钾和钠是阳离子，碳酸氢根、碳酸根、硫酸根和盐酸根是阴离子。

(1) 八大离子的重量和决定了水的盐度。例如，标准海水中，这八大离子的重量和占总离子重量和（即盐度）的 99% 以上。

(2) 八大离子中阳离子的电荷总数与阴离子电荷总数之差，决定了水体的 pH。水是电中性的（正电荷与负电荷相等）。当水体中阳离子（带正电荷）的电荷总数小于阴离子（带负电荷）的电荷总数时，水体中的氢离子（带正电荷）浓度就会高于氢氧根离子（带负电荷）浓度，水体呈酸性（pH 低于 7）；当阳离子的电荷总数等于阴离子电荷总数时，氢离子浓度等于氢氧根离子浓度，水体呈中性（pH 等于 7）；当阳离子电荷总数大于阴离子电荷总数时，氢离子浓度低于氢氧根离子浓度，水体呈碱性（pH 高于 7）。

(3) 八大离子中钙和镁的含量决定了水体的硬度。即水体的总硬度大约等于（钙离子，毫摩尔/升 + 镁离子，毫摩尔/升） $\times 100$ （碳酸钙，毫克/升）。

(4) 八大离子中碳酸氢根和碳酸根决定了水体的总碱度。即水体的总碱度大约等于（碳酸氢根，毫摩尔/升 +  $2 \times$  碳酸根，毫摩尔/升） $\times 50$ （碳酸钙，毫克/升）。