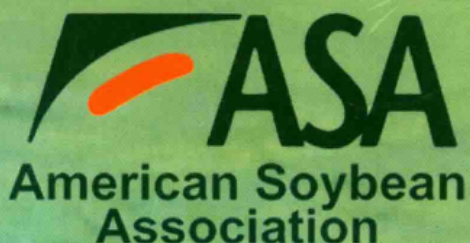


小体积网箱内高密度养鱼的原理和实践

PRINCIPLES AND PRACTICES OF HIGH DENSITY FISH CULTURE IN LOW VOLUME CAGES

美国大豆协会

AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION



小体积网箱内高密度养鱼的原理和实践

PRINCIPLES AND PRACTICES OF HIGH DENSITY FISH CULTURE IN LOW VOLUME CAGES

H. R. Schmittou

Professor Emeritus

International Center for Aquaculture and Aquatic Environments

Department of Fisheries and Allied Aquacultures

Auburn University

Auburn, Alabama, USA

M. C. Cremer and Jian Zhang

Aquaculture Technical Director and Program Manager

American Soybean Association

People's Republic of China

《小体积网箱内高密度养鱼的原理和实践》

美国大豆协会版权所有(1997)

封面图片说明:

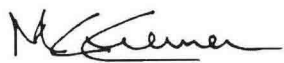
位于印度尼西亚北苏门答腊(North Sumatra)达娜托巴(Danao Toba)湖,一个贫营养型湖泊中的一个 1m^3 网箱内的鲤鱼平均体重为 640g ,产量为 $339\text{kg}/\text{m}^3$ 。

序

本手册作为 1993 年版《小体积高密度网箱养鱼手册》的修订本,主要是应中华人民共和国蓬勃发展的淡水网箱养鱼业提出的要求而着手进行修订的。从整体看,中国的淡水水产养殖业发展很快,1980 的生产量不足 90 万吨,对全国食品生产的贡献很微薄,而 1996 年的生产量高达 1,094 万吨(产值约为 10.58 亿美元),成为在全球水产养殖业中占有举足轻重地位的一项产业。网箱养鱼是水产养殖业中一个迅速增长的重要部分,在中国许多地区,尤其是那些尚未充分利用的天然或人工的水库、湖泊、池塘以及其它水域,存在着继续发展网箱养鱼的巨大机遇。举世瞩目的长江三峡水库建成蓄水以后,在重庆市及其周围地区将会出现约 100,000 公顷(约 150 万亩)的水面,估计有 25 万吨的网箱养鱼生产潜力。网箱养鱼的发展机遇不仅局限于中国,在亚洲其他许多国家的开放水域同样适宜推广网箱养鱼技术。

本手册是为与网箱养鱼有关的水产养殖者、养殖技术推广者以及在相关行业工作的其他人员而编写的实用指南。文中叙述了小体积高密度网箱养鱼的原理和技术。作为一种养鱼系统,小体积高密度网箱养鱼在技术上和经济上确实能替代其它养鱼系统,尤其是传统式的大体积低密度网箱养鱼系统。本手册强调了在当前市场经济条件下,成功的鱼类养殖所包含的四个关键组成部分——合乎要求的鱼种、水质、饲料和管理。在本手册的最后一章还系统地总结出了一套小体积高密度网箱养鱼的技术要领。

我们衷心感谢为本手册的出版作出过贡献的广大渔民、政府部门和官员,尤其是中国农业部全国水产技术推广总站和相关行业的人员,感谢他们与我们协作,自由地分享成果、经验,并支持网箱养鱼。我们特别要感谢美国奥本大学渔业系的 Claude Boyd 博士、Tom Lovell 博士和 John Plumb 博士,他们为本手册提供了有关养鱼水质、鱼类营养和鱼类健康方面的丰富的技术资料。最后,我们特别要对美国的大豆种植主们、美国大豆基金会(USB)和美国大豆协会(ASA)表示深切的谢意,他们对国际市场的发展具有远见卓识,一贯支持小体积高密度网箱养鱼技术在中国的培训和实施,并支持本手册的撰写、翻译和出版。



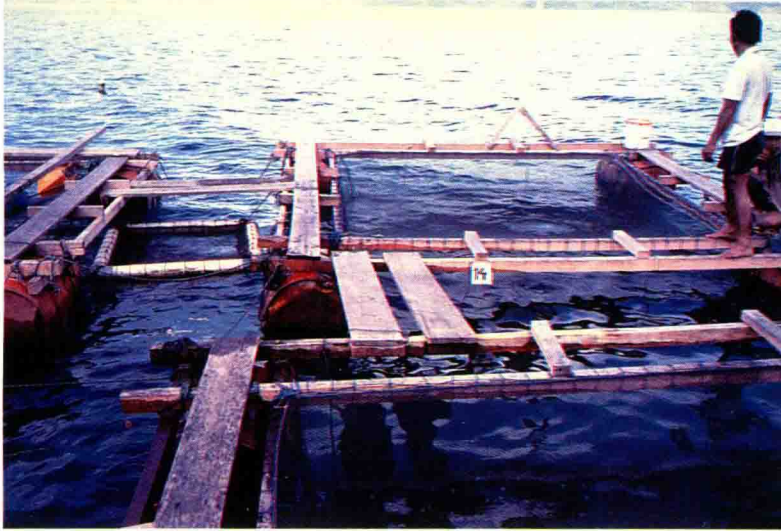
柯里默
(M. C. Cremer)



张 建
(Zhang Jian)

小体积网箱内高密度养鱼的原理和实践
PRINCIPLES AND PRACTICES OF HIGH DENSITY
FISH CULTURE IN LOW VOLUME CAGES

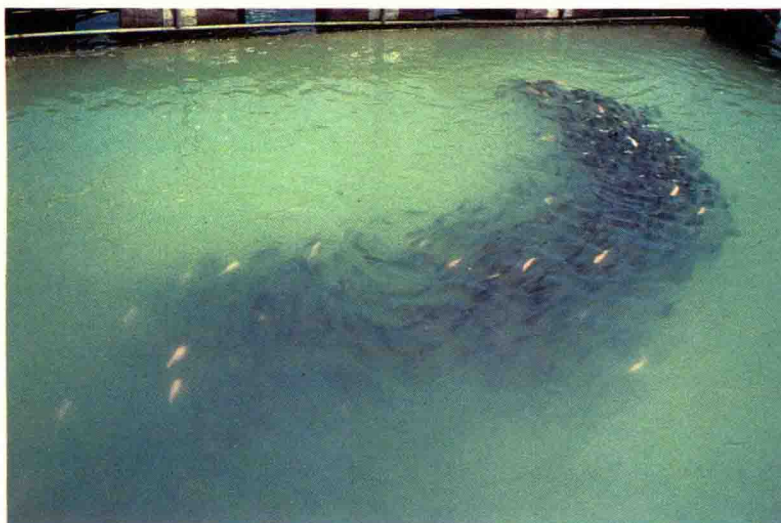
1997 年修订版



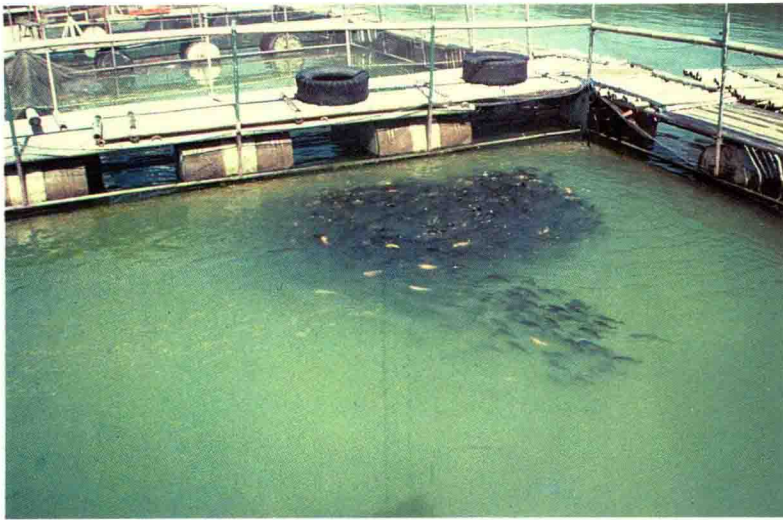
1. 在一群传统式大网箱（每个网箱 32m^3 ）中的一个 1m^3 网箱内，400尾鱼的平均体重为 575g (230kg 鱼 / 1m^3)；而在传统式大网箱内，每 1m^3 仅有鱼 25 尾，产鱼 14kg ，平均体重 560g 。



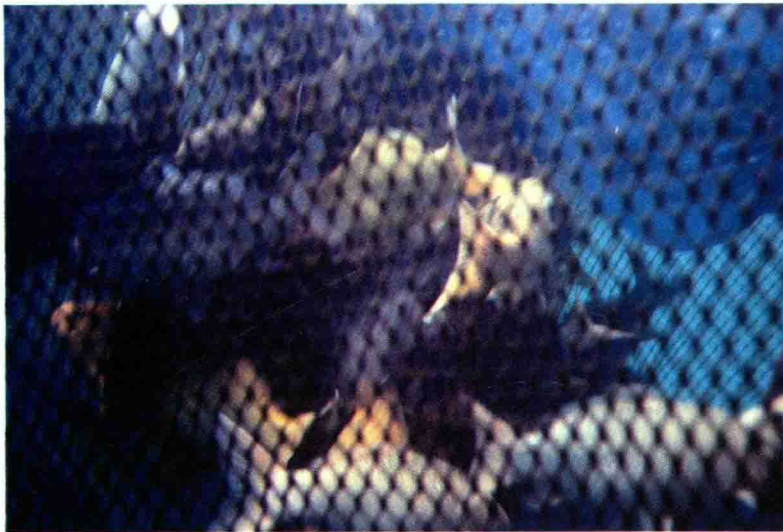
2. 在 1m^3 网箱内的 300kg 鲤鱼。请注意，尚有多余的空间未被鱼利用——这表明在小体积高密度网箱中，“过分拥挤”与空间的关系不是一个限制因子。



3. 图中鲤鱼所展示出的“跟着领导（领头鱼）”的行为，这是在传统式大网箱内最常见的鱼类两种行为之一。请注意，鱼是如此选择紧紧地拥挤在一起和未被利用的网箱空间。



4. 鲤鱼所展示出的“转轮(打团)”行为,这是鱼类在传统式大网箱中第二种最常见的行为。请再注意,鱼类是如此选择紧紧地拥挤在一起和未被利用的网箱空间。



5. 一个能饲养体重 20 g 或更大鱼种的、用尼龙网片制成的网箱,其网目尺寸为 13 mm (对角距离)。



6. 木条和竹片不宜用作鱼箱的围围材料,这些材料和其它类似的材料会限制鱼箱与其周围环境间基本的水体交换。



7. 贫营养型的湖泊和水库是网箱养鱼的理想环境，任何适合于鱼类生活的环境都可以用于网箱养鱼。



8. 一个原本合乎理想的网箱养鱼环境，由于在整个环境中或在其中一个较小区域内，放置过多的网箱，能使之变为一个差的和不适宜网箱养鱼的环境。



9. “棋盘式”排列是传统式大网箱典型的排列方式，这是一种极不好的排列方式，因为这样排列的网箱，限制了网箱内外基本的水体交换，并造成该区域的水质污染。



10. “棋盘式”排列是传统式大网箱典型的排列方式，这是一种极不好的排列方式，因为这样排列的网箱，限制了网箱内外基本的水体交换，并造成该区域的水质污染。



11. 通过利用气石将空气甚至纯氧扩散至水中，欲使网箱水体增氧，事实上，这样的做法不但不能改善网箱内的水质，而且还会将网箱底部水质差的水提上来，从而使整个网箱中的水质变差。请注意，图片中有通气管连结的气石放在每一个网箱中，想以此来弥补由不合理的“棋盘式”排列所造成的网箱内水质差的情况。



12. 将多个网箱以一直线形排列，并横向迎着水流，是排列网箱的合理方法。



13. 这是两种物理学质量不同的颗粒饲料样品，右手上的颗粒饲料具有良好的物理学质量，左手上的颗粒饲料物理学质量很差。



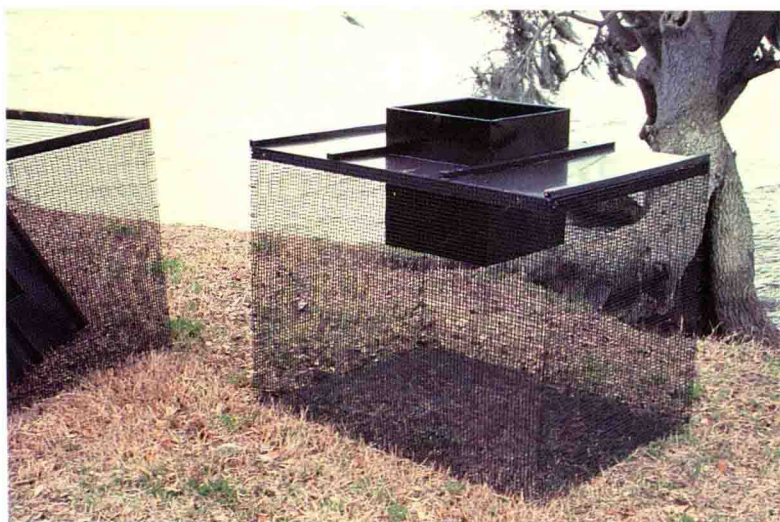
14. 受潮、霉变和贮藏时间过长的饲料，营养价值下降或可能含有毒素，这样的饲料不应投喂网箱中的鱼类。



15. 只应该用营养完全的颗粒饲料投喂网箱中的鱼，米糠和类似的饲料原料，无论是从物理学质量或从营养质量考虑都不宜用于网箱养鱼。



16. 一个配有沉性颗粒饲料投饲装置的1m³网箱。请注意，饲料管、密目网片制成的网箱底部和近底部的四周。



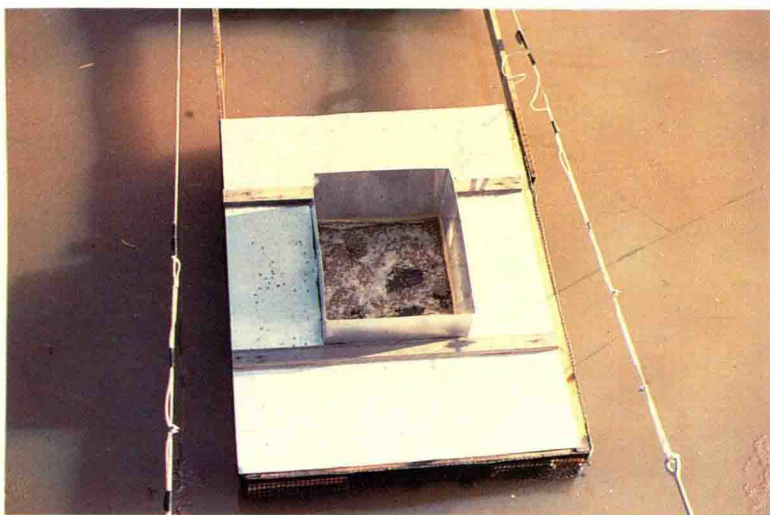
17. 一个配有浮性颗粒饲料投饲装置的1m³网箱。请注意，设在遮光网箱盖上的投饲盒。(本图中这个网箱是用金属网片制成的，不是理想的制作材料)。



18. 在网箱养鱼中，建议不使用自动的或需求式的机械投饲机，尽管它们在某些情况下有成功的使用。请注意，图中这位女士正在以手工向传统式网箱投饲，而网箱的平台上还搁置着已经不使用的机械投饲机。这位女士所使用的手工投饲方法，建议不用于小体积网箱养鱼中。



19. 在任何水产养殖设施中可以养殖的鱼类,也许都可以在网箱中进行养殖,杂食性的、能吞食颗粒饲料的鱼类,如斑点叉尾鮰、鲤鱼和尼罗罗非鱼是网箱养鱼中最普通的鱼类。



20. 配备能挡住直射阳光和在网箱上移动的物体不被鱼见到的遮光网箱盖的网箱,比没有网箱盖的网箱和加透光网箱盖的网箱,生产性能提高约10%。



21. “过分拥挤”或空间有限不是小体积网箱养鱼应操心的问题。网箱养鱼中应考虑水质和饲料的质量与数量这两个主要问题。



22. 图中一位从事网箱养鱼的农民正在将传统式网箱中的死鱼捞出。网箱中鱼病的发生和严重程度与水质差、饲料的质量低劣及其它应激因子有直接的关系。在这里，由于网箱呈棋盘式排列，造成低劣水质是引起慢性流行病的主要原因。这会使鱼的生长率低、饲料效率差、产量低以及鱼的慢性死亡。



23. 由苔藓和淡水海绵引起的网箱生物污垢确有发生，但在淡水水域中的网箱上并不普遍，可不必过分重视。



24. 斑点叉尾鲷、鲤鱼和尼罗罗非鱼的生活史可以在网箱中完成，这些鲤鱼已处于怀卵的状况（鲤鱼的平均体重为 640g）。

目 录

I . 引言	1
II . 网箱养鱼的原理	4
III . 放养鱼的质量和数量	17
IV . 水质	24
V . 鱼类的营养、饲料和投饲	32
VI . 鱼类的应激、健康和疾病	52
VII . 网箱养鱼对环境的影响	64
VIII . 小体积网箱内高密度养鱼指南	68
IX . 参考文献	78

I. 引言

小体积高密度网箱养鱼

将鱼放养于四周及底部均以网片材料圈围而成的箱形容器内,既可防止鱼逃出箱外,又便于箱内与箱外周围环境的水体进行交换,这种养鱼方法称为网箱养鱼。小体积高密度网箱养鱼就是用网箱体积为 $1-4\text{m}^3$ 的小网箱养鱼,最适放养密度为 $300-500$ 尾/ m^3 或鱼产量为 $150-250\text{kg}/\text{m}^3$ 。传统式网箱养鱼所用的网箱的体积一般大于 100m^3 ,放养密度大约为 40 尾/ m^3 ,鱼产量约为 $20-25\text{kg}/\text{m}^3$ 。小体积高密度网箱养鱼是对传统式网箱养鱼的改进。淡水湖泊与水库特别适合推广网箱养鱼,当然,适合鱼类生长的其它水域环境同样可以使用网箱养鱼。

网箱养鱼究竟从何时开始现在不得而知,但在几个世纪以前,为了暂养过剩的渔获物以待日后处理,渔民已经开始使用网箱状圈围物了,而后,渔民就试图用这样的圈围物将鱼养大,这样的推理是合乎逻辑的。最早的、有记载的网箱养鱼可追溯至 19 世纪后期,然而,直到 20 世纪 80 年代初,网箱养鱼才开始在水产养殖业中崭露头角。直至如今,由于没有与之配套的、符合质量要求的鱼类饲料,商业性目的的网箱养鱼的发展仍受到抑制。

网箱养鱼已成为中国淡水养殖业中的重要组成部分。1996 年中国的网箱养鱼产量达 450,000 吨,占整个淡水养殖产量的 4.8%,网箱体积累计达 $1,800$ 万 m^3 。小体积高密度网箱养鱼于 1991 年引入中国,1996 年这类网箱体积累计达 $50,000\text{m}^3$,养殖产量达 7,000 吨。网箱养鱼,特别是小体积高密度网箱养鱼在中国发展如此迅速,原因有以下几个方面:1)中国人口每年增加 1,700 万人,人均天然鱼类资源、土地资源与水资源逐渐减少;2)人均水产品消费量每年约增长 10%;3)捕捞产量临近最高点,即将开始下降;4)因为在陆上另外开辟水产养殖基地较为困难,这势必促进开放水体中的网箱养殖业;5)与传统式网箱养鱼相比,小体积高密度网箱养鱼可获得更高的产量与经济效益。

小体积高密度网箱养鱼技术之所以必定成为未来网箱养殖业的首选技术是因为以下几方面原因:1)该项技术符合中国政府的基本要求,即生产优质食物、创造就业机会、增加农民收入、平衡商贸税收以及提高自然资源的可利用率等;2)该技术相对而言较为简单,投资也不多,适合于不富裕或不拥有土地的生产者;3)在大多数现成的水域环境中都可以使用该项技术养鱼,而不必占用土地新建养殖水体;4)不论规模大小,这项养鱼技术在技术上和经济上都是可行的;5)在食用鱼的供应比较紧张的内地,该技术将促进其水产养殖以及水产品消费的发展。传统的渔业以及水产养殖业转向网箱养鱼的主要动力是中国以及其他国家不断增加的人口数量。

人口和水产品的供应量

整个世界都在努力控制人口的增长并且取得了一定成绩：几乎世界上所有国家，包括中国和其他国家，人口增长率现在都在2%以下，而且仍在下降。尽管如此，人口总数还是在增加。政府必须想办法使这些每年新增加的人吃饱、就业，另外，还要为他们提供其他的服务。政府可能都知道人口增长将产生以下直接后果：

1、耕地面积将因土地资源需求的增长而减少，尽管大力保护耕地，耕地还是不可避免地要用于新建房屋、道路、工厂以及其他一些非农业的用途。

2、渔业资源的竞争性开发导致捕捞过度，使国内、国际的捕捞业产量临近最高点，即将下降。世界上65%的鱼类资源被认为已经捕捞过度。

3、有些淡水或海洋渔场里的鱼群将会消失或已经消失。

4、某些淡水渔场或狭小的海洋渔场里捕捞强度与捕捞产量将下降到仅仅可以维持的水平，这已经在某些地区成为事实。

5、由于捕捞产量的停滞甚至下降，以及捕捞技术的现代化，所有小渔业区的劳动力需求将下降，这样，将这一大部分转移至其他需要劳动力的行业会产生很好的社会效益。

关于未来人口数量和水产品供应量还有很多推测，但都可归结到一点：渔业资源是有限的，它难以跟上人口不可避免的增长速度。这一矛盾还没有解决的办法，无论是从长远看还是从短期看，发展水产养殖都可能是最为行之有效的方法，它可以补充和部分取代天然的捕鱼业。

通过网箱养鱼来提高产量

世界水产养殖业的产量以每年平均高于10%的速率递增，但捕捞产量却滞步不前。通过提高养殖集约化程度，提高传统水产养殖业的面积，或将水产养殖扩展到内陆、沿海和海洋近岸地带等大型水域的方法可以大大提高水产养殖产量。内陆和沿海的传统水产养殖池塘的集约化程度正在逐渐提高，但增加池塘面积耗资巨大，还会与其它需要使用土地的工程发生竞争，而网箱养鱼则是一个可供选择的、提高水产品产量的方法。与捕捞和传统水产养殖相比，网箱养鱼在技术上、生态效益以及社会效益、经济效益上都具有优势：

1、不与其它养鱼系统形成竞争，是相容的，有时还是其它养鱼系统的有益补充；

2、几乎适用于所有的水产养殖种类；

3、特别适用于那些鱼产量低，但难以发展其它渔业的开放水域，如内陆水库、大型江河或沿岸河口地区，有潮汐的河流以及其它环境相似的不受巨浪和周期性风暴袭击的水域，如泻湖、海湾等等；

4、一般宜在淡水中使用，在沿海或深海中使用会受一些条件的限制；

5、养殖技术较为简单；

- 6、无需大量投资；
- 7、由于投资较少且技术易掌握，可适用于各个地区和社会上各种层次的养殖者，包括未受教育的、贫穷的、资金有限的农民；
- 8、比传统的水产养殖更容易调整以适应市场需求。

表 I —1. 列举了传统式网箱养鱼和小体积高密度网箱养鱼在技术上的差异。从图 I —1 可以直观地看出两者之间的差异。

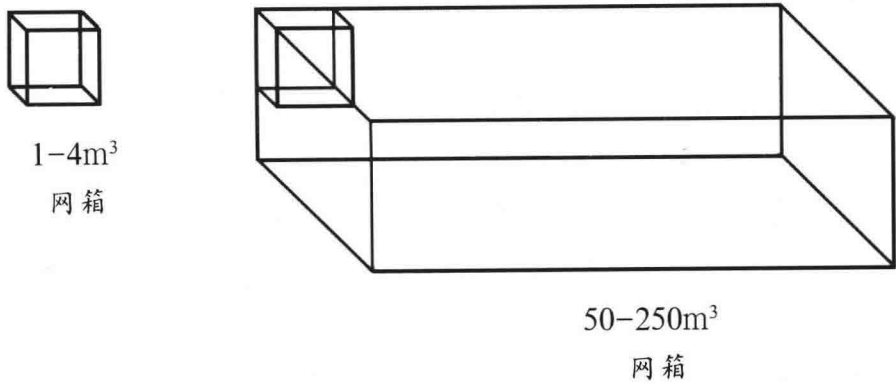


图 I —1. 1—4m³ 的小体积高密度养鱼网箱和体积为 50—250m³ 传统式网箱相对大小的比较。

表 I —1. 典型的传统式网箱养鱼技术和小体积高密度网箱养鱼技术间主要技术差异的比较(括号内的数字表示范围)。

项 目	网箱养鱼技术	
	传统式网箱	小体积高密度网箱
网箱体积(m³)	98(>30 至 <250)	1(1 至 4)
网箱规格(长、宽、高)—(m)	7×7×2	1×1×1
网箱盖	无网箱盖或用网片作盖	遮光的网箱盖
投饲装置(网箱内)	无	投浮性或沉性颗粒饲料的装置
鱼种放养密度(尾/m³)		
斑点叉尾鲷	———	400(300 至 500)
鲤鱼	40(5 至 45)	400(300 至 500)
罗非鱼	40(5 至 45)	500(400 至 700)
最佳鱼产量(kg/m³)	20(2 至 28)	200(150 至 >250)