

## 实用新型的聚乙烯塑料管网箱养鱼平台制作要点与配套设施

郭根喜, 陶启友

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东广州 510300)

**摘要:** 我国海湾现有传统网箱(鱼排)约70万只,网箱平台材料为木质。采用PE管研制出替代传统网箱的平台材料,安装方法快捷与整体移动较方便,并配备太阳能发电系统和生活污物处理设施。PE管网箱养鱼平台主要部件可标准化制作,安装简便,可塑性强。成套设施在珠海经1年多的试验,综合性能优于传统网箱。PE管网箱养鱼平台可为改造和替代传统网箱,养鱼设施技术升级提供借鉴。

**关键词:** PE管;网箱养鱼平台;制作;配套

中图分类号: S969.19

文献标识码: A

文章编号: 1673-2227-(2005)05-0050-06

## The facture points and equipped facilities of cultivation flat roof for the new-style-applied polyethylene (PE) tube net cage

GUO Gen-xi, TAO Qi-you

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** There were about 0.7 million traditional net cages in the bays of China. Their flat roofs were made in wood. PE tube was adopted for net cage flat roof in our research. Comparing with wood, it's clear that PE tube was quick in fixing, convenient to unitary shift of the net cage, and equipped the solar energy electricity power supply system and life filth disposal establishment for net cage. The main parts of cultivation flat roof for PE tube net cage were made in standardized components, so it was simple and convenient to fix, and plasticity of the flat roof was high. Through the contrast of object test in Zhuhai for more than 1 year, the general performance of the whole set PE tube net cage was excelled traditional wood net cage. Cultivation flat roof for PE tube net cage offered references for reforming and replacing traditional net cage, and upgrading cultivation facilities.

**Key words:** PE tube; net cage cultivation flat roof; facture; equipped facilities

我国海湾有传统网箱(鱼排)约70万只。以每只网箱框架尺寸3 m×3 m计,需耗锯材[3.6 m×(0.25~0.30) m×(0.10~0.15) m;4块]材积<sup>[1]</sup>约0.360~0.648 m<sup>3</sup>。以目前70万只网箱计,仅网箱框架所需优质木材约35.28万m<sup>3</sup>,制作网箱框架所需木料相当于干径为30 cm,干长度为4.17 m的原木材料<sup>[2]</sup>35万株;相当于青海省

1979~1988年林木年均总生长量的70%,相当于该省同期年均木材消耗量22.94万m<sup>3</sup>的1.5倍。尚未包括网箱维修或更新所需用的木料计算在内。理论上—棵干径为30 cm的乔木类树,至少需要30年以上的生长时间。

一个12孔的木质框架传统网箱,制作成本约为5~7万元人民币。一个全新设计制作同等尺寸

收稿日期: 2005-06-15; 修回日期: 2005-07-10

资助项目: “十五”国家科技攻关计划资助项目(2004BA526B03); 农业科技成果转化基金项目(04EFN216900363); 广东省重大科技兴海资助项目(B200301E01)

作者简介: 郭根喜(1956-),男,研究员,主要从事海洋渔业及渔业设施研究。E-mail: scsggx@21cn.com

的聚乙烯塑料管（以下简称为 PE 管）方形网箱，约需 4~6 万元。网箱木质制作的框架是不可再生资源，而 PE 材料可重复回收再生使用，成本降低的同时，对保护森林资源和生态环境，起到积极的作用。配备轻型环保节能供的电系统和生活污物处理设施，使养殖环境达到无公害化，有利于养殖环境的保护和改善，是我国养殖可持续发展的重要方向。因此，改造传统网箱（鱼排），推广环保 PE 材料方形网箱，意义重大。

### 1 PE 管方形网箱框架的制作<sup>[3]</sup>

以 PE160 管制作一个 12 孔的方形网箱，外型最大尺寸为 14.5 m × 11.0 m，内孔尺度为 3 m × 3 m，以养殖水体 3 m × 3 m × 3 m × 12 = 324 m<sup>3</sup> 为例，其所需材料及方法如下。

#### 1.1 主要部件及材料

如图 1 所示，PE 管方形网箱框架主要由 5 部分组成，PE 管、PE 管绞接器、浮桶、踏板、囊网。

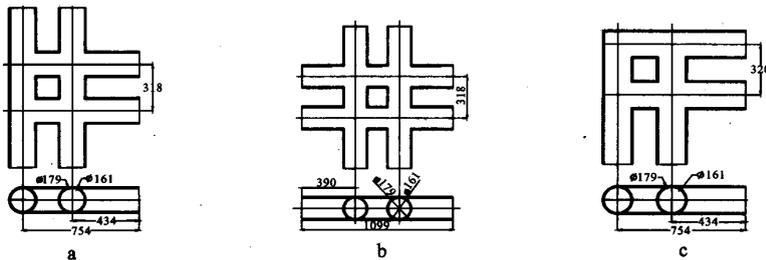


图 2 PE 管方形网箱绞接器

a. K 型绞接器；b. J 型绞接器；c. F 型绞接器

Fig. 2 Sketch map of articulation organ for PE annular tube quadrate net cage

a. K-form articulate organ; b. J-form articulate organ; c. F-form articulate organ

1.1.3 浮桶 PE 材料。外型尺寸为  $\varnothing 600$  mm × 800 mm。可填充泡沫塑料或内空密封处理。大部分采购现成的废旧化工原料桶，经无害处理后使用。

1.1.4 踏板 木制或塑料板制。单块踏板尺寸为 500 mm × 1 500 mm，由多块木板拼合或单一塑料板制成。

1.1.5 囊网 PE 材料制作的网衣，无结；网目大小视养殖对象而定。箱体为正方体，缩结后养殖

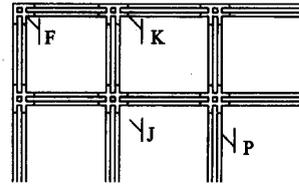


图 1 PE 管方形网箱框架结构图

Fig. 1 Sketch map of frame structure

1.1.1 PE 管 受 PE 管挤压生产线设备所限，为了提高 PE 管平台的抗屈服能力，平台采用套管制作方法。PE 管分外管和内管。外管外径 160 mm，内径 136 mm。内管外径 130 mm，内径 106 mm。PE 管是网箱框架的骨干部分，其应用长度可根据计划裁制及热熔焊接。如图 1 (P)。

1.1.2 PE 管绞接器 PE 管绞接器分“K”型绞接器、“J”型绞接器和“F”型绞接器。如图 1 所示。PE 管绞接器将 PE 管固定，绞接成网箱所需的尺寸和形状，组成网箱框架主体。

绞接器外型尺寸见图 2。

水体为 3 m × 3 m × 3 m = 27 m<sup>3</sup>。或将 2 个网箱组合成 1 个长方体，扩大养殖水体为 6 m × 3 m × 3 m = 54 m<sup>3</sup>。

#### 1.2 框架材料用量

1.2.1 PE 管 一般 PE 管生产定制长度为 6 m，用户根据实际需要进行现场焊接或裁制。依上所述，本例需 PE160 管长度单位 14.5 m 的共 8 根，同等长度的 PE130 管共 8 根（记为 A1-160 ~ A8-160 和 A1-130 ~ A8-130）；长度单位为 11.0 m 的

PE160 和 PE130 的管各 4 根 (记为 P1-160 ~ P4-160 和 P1-130 ~ P4-130), 长度单位为 3 m 的 PE160 和 PE130 和管各 18 根 (记为 PE1-160 ~ PE18-160 和 PE1-130 ~ PE18-130)。

1.2.2 绞接器 如图 1 所示, F 型绞接器 4 个; K 型绞接器 10 个; J 型绞接器 6 个。

1.2.3 浮桶及踏板、塑料钉、绳索 约需 63

个; 踏板木料约 52 m<sup>2</sup>, 截面 4 cm × 4 cm 木条约 210 m; 塑料钉 ∅25 mm × 70 mm, 480 枚; ∅5 ~ 6 mm PE 材料绳若干米。

1.3 框架的制作

将 PE 管按本例所需数量及尺寸进行预先焊接或裁制, 制作方法及顺序如图 3 所示。

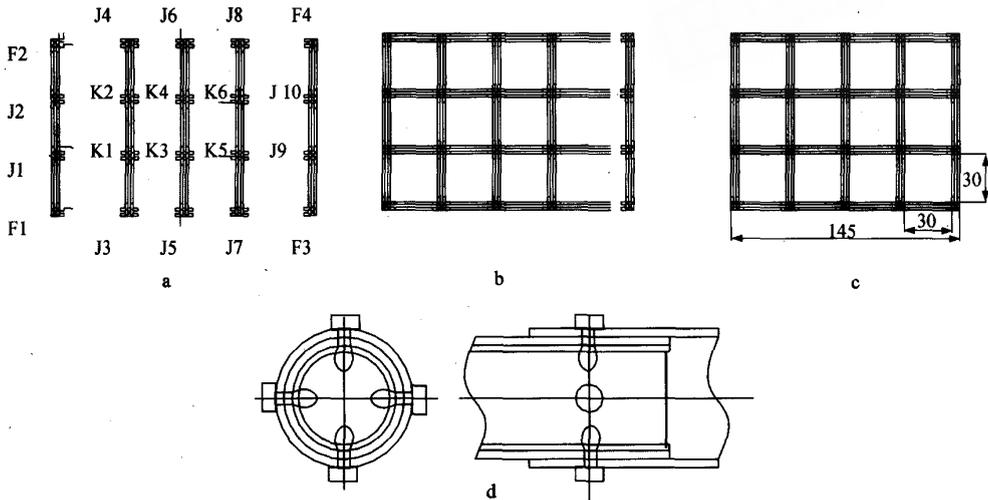


图 3 PE 管框架制作方法及顺序

a. 完成横向绞接; b. 完成纵向绞接; c. 框架绞接完成; d. 锁定示意图

Fig. 3 Fabrication method and fixing order of the frame for PE annular tube quadrate net cage

a. articulate in landscape orientation; b. articulate in lengthways; c. articulate the frame; d. sketch map of lock the frame

(1) 将 P1、P2-130 分别穿入 P1、P2-160 管内, 再将 P1、P2-160 分别穿过 J1、J2 绞接器, P1、P2-160 的两端分别穿入 F1、F2 绞接器, 将绞接器 F1、F2、J1、J2 的方向及设计尺寸调整到位, 用塑料钉沿绞接器每 90°1 枚锁定。P3、P4 的制作方法相同。

(2) 将 PE1 ~ PE6-130 分别穿入 PE1 ~ PE6-160 管内, PE1 ~ PE6-160 的两端分别穿入 K1 和 K2, 穿入深度为 300 mm, 完成 J3-PE1-K1-PE2-K2-PE3-J4 和 J3-PE4-K1-PE5-K2-PE6-J4 的整体连接, 每一连接部位用塑料钉沿绞接器每 90°1 枚锁定。其余的 PE7 ~ PE18 制作方法相同。即 J5-PE7-K3-PE8-K4-PE9-J6 和 J5-PE10-K3-PE11-K4-PE12-J6; J7-PE13-K5-PE14-K6-PE15-J8 和 J7-PE16-K5-PE17-K6-PE18-J8。

(3) 同理将 A1、A8-130 与 A1、A8-160 进行

组合。上述工作完成后, 将 A1、A2-160 分别穿越 J3、J5、J7; A3、A4-160 穿越 K1、K3、K5; A5、A6-160 穿越 K2、K4、K6; A7、A8-160 穿越 J4、J6、J8; A1 ~ A8-160 两端分别与 F1、J1、J2、F2 和 F3、J9、J10、F4 连接并各穿入 300 mm, 与上述锁定方法相同。

(4) 框架连接制作好后, 将浮桶垫在框架管的下方。F1 ~ F3; J1 ~ J9; J2 ~ J10; F2 ~ F4 各均匀排列 10 ~ 12 个, F2 ~ F2; J3 ~ J4; J5 ~ J6; J7 ~ J8; F3 ~ F4 各均匀排列 3 ~ 6 个。浮桶与框架用 PE 绳索紧固。此工序完成后, 铺上事先制作好的踏板, 踏板与框架同样以绳索系固。

2 网箱囊网的制作

方形网箱的囊网制作比较简单。一般选择 PE 材料制作的网衣, 无结。按照设计尺寸剪裁合适的

网片，缝合而成。囊网边角加装力纲，即可使用。

关于网衣用量，以本文 1.1.5 所述规格为例，网衣水平缩结和垂直缩结系数  $u_1/u_2 = 0.707$  时，网衣用量可用下式求出：

$$W_{u_1} = \frac{L \times 2 + W \times 2}{2a \cdot u_1}$$

$$T_{u_2} = \frac{H}{2a \cdot u_2}$$

式中： $W_{u_1}$ 为网衣水平宽度总目数；  
 $T_{u_2}$ 为网衣垂直高度总目数；  
 $L$ 为框架内边长度（m）；  
 $W$ 为框架内边宽度（m）；  
 $H$ 为网箱框架踏板至网底的高度（m）；  
 $2a$ 为网目大小（m）；  
 $u_1/u_2$ 为网衣装配的水平与垂直缩结系数。

### 3 配套设施

网箱的配套设施较多，包括管理房屋、网衣清洗设备、饲料处理设备、交通工具、监测设备、锚、能源设备和厕所等等。以下仅介绍配套设施中的能源设备的配置、安装方法和微型三级粪便处理系统。

#### 3.1 300 W 太阳能发电系统

300 W 太阳能发电系统由非晶硅太阳能板、硅能电池、800 W（12 V/220 V）逆变器等主要部件组成。日照 10 h 发电量不低于 3.6 kW·h，可提供 300 W（220 V）负荷连续供电 12 h，能满足自动

监测系统和生活照明的能源需求。

##### 3.1.1 基本配置

(1) 300 W 太阳能板组合。太阳能板分非晶硅、单晶硅和多晶硅 3 种。本配置采用非晶硅。虽然非晶硅在 3 种材料中等面积的能量比最低，但由于故障率低、价格便宜、机械包装整体好而被广泛使用。

300 W 太阳能板组合由 30 片每片 10 W，分 6 组，每组 50 W 组合而成。

(2) 太阳能板控制电路。太阳能板控制电路主要是对太阳能板的电压进行检测，用串并联的方法，使输出电压平均在 13 ~ 15 V，从而提高充电效率。

(3) 超级电容控制电路。电容容量为 5 ~ 2 400 F 的电容组，主要针对阴雨天和早晚的电压电流变化，利用超级电容的充放电特性，把 10 mA ~ 10 A 的电流吸收后，以 20 A 的电流对电池组充电。

(4) 12V 300Ah 电池组。由 18 个 2V 100Ah 的硅能电池分 3 组组成。电池充满电时可提供 300 W·h<sup>-1</sup> 连续 12 h 的电能。

(5) 800 W（12V 转 220V）逆变器。逆变器符合海洋性气候使用。由直流 12 V 变压交流 220 V，装置带有低压、漏电保护。

##### 3.1.2 基本工作原理如图 4。

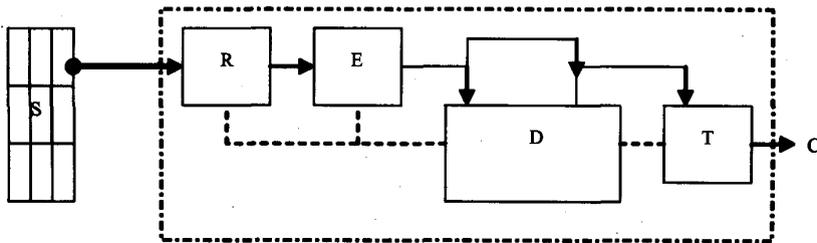


图 4 太阳能发电组工作基本原理

S. 太阳能板；R. 太阳能控制电路；E. 超级电容控制电路；D. 电池组；T. 逆变器；C. 用户电器

Fig. 4 Basic principle of the solar dynamoelectric group

S. solar plank；R. solar control circuit；E. super capacitance control circuit；D. pile；T. converter；C. custom electric appliance

(1) 太阳能板组管理系统。单片 10 W 的非晶硅太阳能板接受到阳光 1 kW·m<sup>-2</sup> 时，空载电压

13 ~ 21 V，负载 12 V 电池系统时电 13 ~ 15 V，电流 850 mA。由于 S-太阳能板（单片）工作电压为

直流 12、24 V，工作电压在一定辐射的日照下才能达到，在阴雨天或夜间由于达不到电压的要求，而无法充电。但在 R-太阳能板控制电路，通过微电脑芯片控制太阳能的发电，实施智能化检测电路的电压，电路自动完成多组串并联，达到稳压恒流的充电模式。

输入电压为 3~4 V 时，a、b、c、d、e、f 太阳能板串联，此时输出空载电压为 18~24 V。输入电压为 5~6 V 时，a、b、c 组和 d、e、f 组串联后 2 组并联，此时输出空载电压为 15~18 V。输入电压为 7~12 V 时，a、b 组和 c、d 组以及 e、f 组串联后 3 组并联，此时输出空载电压为 14~24 V。输入电压大于 13 V 时，a、b、c、d、e、f 组并联，此时输出空载电压为 13~21 V。可见系统的输出电压大于 12 V，对电池组实施有效充电。

(2) 超级电容管理系统。因为电压稳定后，出现阴雨天或早晚时段的电流较小，长期使用会对电池的电解质还原造成影响。超级电容控制电路，采用 2 个 20 F 的电容，通过电路检测其电压，使电容对电池交替充电。因为电压大于 12 V，当输入电流 200 mA~8 A 时，A、B 电容吸收电流后，超级电容电压达到 15 V 时交替对电池组充电，激活电解质。当电流大于 9 A 时电流继电器作用，断开超级电容直接对电池充电。

(3) 电池组与逆变器。单个电池容量为 2V 100A，6 个 1 组并联为 12V 100A，3 组串联后达到 12V 300A。电池充满电后可提供  $3.600 \text{ W}\cdot\text{h}^{-1}$  的电能储备。通过功率为 100~1500 W 的逆变器，将 DC 12V 电源转换为 AC 220V 电源，供给相关电器设备使用。最大负载为 800 W 时，可连接供电 4.5 h，300 W 负载时可连续供电 12 h。

### 3.2 微型三级粪便处理系统

一个  $0.5 \text{ m}^3$  微型三级粪便处理系统，可以对网箱 2~4 名管理人员的生活污物进行降解处理，48 h 处理 5 kg 粪便，基本上可达到生活污水排放标准。

污物处理流程基本设计如图 5 所示。三级处理分为 A、B、C 三级。A 为前置处理，粪便直接从上部便器流入，经微生物降解后，流入 B 处理仓。在 B 仓经第二次微生物降解后，降解率可达 70% 以上。经 B 仓降解后的污物，流入 C 仓作最后降

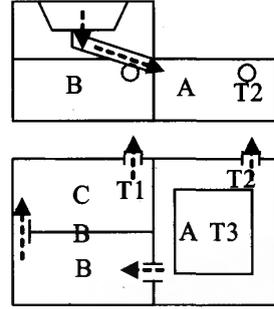


图 5 三级微型化粪池处理流程  
Fig. 5 Process flow of the three degrees

解，成为符合排放标准的生活污水从 T1 处流出，再经外悬过滤器过滤排放。T2 和 T3 为 A 仓的清洁设置口。

## 4 小结与讨论

### 4.1 小结

综上所述，实用新型的聚乙烯塑料网箱养鱼平台总成后如图 6 所示。在没有改变海湾网箱的基本养殖功能和成本造价的前提下，PE 管平台具有如下优点：

(1) 节约木材。按全国 70 万个海湾网箱每 10~15 年更换 1 次木质平台计，需要消耗大量木材，如采用 PE 管为平台材料，可起到节约木材保护森林资源的作用。PE 材料一般可多次使用，而木质平台基本是一次性的。

(2) PE 管平台制作容易，主要部件可实现工厂化标准制作，不同的组合可供用户选择，可塑性较强，更具个性化。

(3) PE 管平台材料刚柔性能好，抗风浪能力较强。一般 PE 材料使用期标称值可达 50 年，扣除老化等因素，平台正常使用期最少可达 20 年以上。PE 管平台抗腐蚀更强，清洁较易。

(4) 外形较美观。有利于港湾养殖的综合治理，改善旅游渔业的景观。

PE 管平台比较木质平台具有如下缺点：

(1) 所需的 PE 管长度，由于运输受限，通常定制长度为 6~8 m。对超出此尺寸范围的框架，需专业人员和专用焊接设备，相对增加了制作费用。

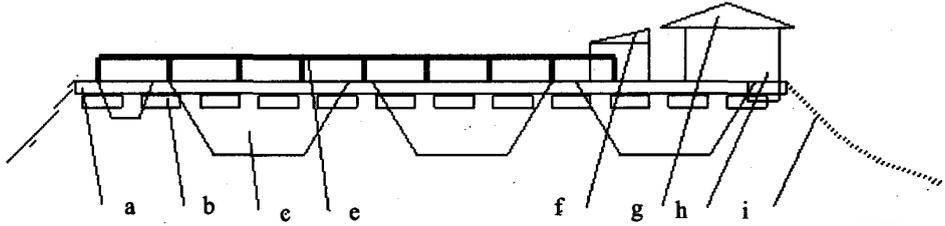


图6 PE管方形网箱总成图

a. PE管框架; b. PE浮桶; c. PE囊网; e. 护栏; f. 太阳能板; g. 管理房; h. 厕所; i. 锚泊

Fig. 6 Assembly sketch map of PE annular tube quadrate net cage

a. PE annular tube frame; b. PE buoy; c. PE cod-end; e. handrail; f. splan plank;  
g. administration room; h. washroom; i. anchor

(2) 由于PE材料的属性比木质柔软,重力相对集中在某一部位时,其受力面的整体平面支持度较木质框架差。

#### 4.2 讨论

(1) 比较了传统木质网箱(木质鱼排)与PE管方形网箱(塑料鱼排),PE管方形网箱在生态资源保护和网箱制作及维护方面,有传统木质网箱无法比拟的优势。

(2) 海水网箱养殖是一种高投入、高产出、高风险的养殖方式。而传统网箱养殖作为一种普遍的养殖方式,由于其造价低廉、实用,迄今为止仍为我国应用最广泛的海水养殖设施。而传统网箱养殖是自身污染和受陆源污染最严重的养殖,本文所述的养殖配套设施是解决自身污染的重要方法之一。

(3) 传统网箱均以木板框架结构为主,抗风浪流性能差、养殖容量小、使用寿命短、养殖海区局限性大、容易发生大规模鱼病泛滥及鱼品质下降等问题。严重制约了海水养殖业的发展。虽然近年我国深水抗风浪网箱的研制已取得成功,并在政府指导下得到迅速推广使用,但是由于成套设施造价偏高,一次性投资大,渔民对深水网箱有认识过程和接受过程。所以,在若干年内传统网箱仍然占大多数。即使将来深水网箱成为海水养殖的主导养殖

设施,一定比例的经过改造的传统网箱仍然有必要作为深水网箱的配套设施拟以保留。

(4) 实用新型的PE方形网箱及配套设施,有利于生态环境保护,减少海水养殖自身所造成的污染。养殖水域可由近海港湾扩展到-20m的深水海域,减轻浅海、港湾、滩涂养殖压力,有利于国有资源的充分利用的同时,实现优化内湾海岸线旅游景区环境。

(5) 根据我国海水养殖及设施开发的总体目标,实施传统网箱的改造,是对传统网箱在有限的环境、经济条件内养殖设施实现更新换代,使网箱更具抗灾减灾能力,更具养殖成本效益,有利于渔民增收、渔村增效、渔区稳定。因此,实用新型PE管方形网箱的研制与开发,对调整近海设施养殖产业结构具有积极作用,是我国渔业可持续发展的重要措施之一,意义重大,应进一步完善推广使用。

#### 参考文献:

- [1] GB449-84《锯材材积表》;GB4822.2-84《锯材检验 尺寸检量》[S].
- [2] GB192-63《原条材积表》[S].
- [3] 郭根喜,陶启友.一种水产养殖用网箱框架[P].中华人民共和国国家知识产权局.200420070806.X,2004.