

深水拖网 要素计算

[苏] M·M·罗津什坚 著

海洋出版社

深水拖网要素计算

〔苏〕 M.M. 罗津什坚 著

赵 永 泉 译

于珏、许志中 校

海 洋 出 版 社

一九八〇年 北京

内 容 简 介

本书是苏联多年来开展深水捕捞作业的理论性总结,介绍深海资源状况以及目前世界和苏联开展深水捕捞的情况,从理论上论述了如何设计深水拖网和确定深水拖网的预定拖曳水层;对深水拖网主要要素受力情况作了理论分析以确定最佳参数,同时提出改进深水拖网结构的一些问题。

本书对我国水产研究工作者,大专院校师生、生产部门的科技人员研究远洋和海外渔业有一定参考价值。

РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ГЛУБОКОВОДНОЙ
ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ
М.М. РОЗЕНШТЕЙН
МОСКВА 1976Г.

深水拖网要素计算
(苏) M. M. 罗津什坚 著
赵永泉 译
于珏、许志中 校
责任编辑 柯楠

※

海洋出版社 出版
北京东长安街 1号
北京顺义印刷厂

新华书店北京发行所发行,各地新华书店经售

※

1980年9月第一版	1980年9月第一次印刷
开本:787×1092 1/32	印张:7
印数:1000	字数:98,000
统一书号:13193·0016	定价:1.30元

目 录

序.....	(1)
第一章、发展深水拖网的理论基础.....	(3)
第二章、深水拖网捕捞.....	(18)
第三章、确定拖网曳行水层的计算方法.....	(44)
第四章、深水拖网设计.....	(60)
设计的原始资料.....	(60)
用于基本要素的计算.....	(69)
根据渔获率理论确定拖网参数.....	(97)
利用相似理论设计深水拖网.....	(132)
第五章、深水拖网要素分析.....	(142)
探捕深水鱼群的拖网.....	(142)
深水拖网的索具装配.....	(158)
深水拖网的单曳纲拖曳方法.....	(170)
第六章、深水拖网作业过程.....	(179)
拖网放网过程.....	(179)
拖网作业状况.....	(187)
深水拖网的收绞操作.....	(190)
第七章、改进深水拖网结构的某些问题.....	(196)
参考文献.....	(215)

序

近年来，在世界捕鱼业中，深水区，即大陆坡海区的拖网渔业获得了发展。这与大陆架传统渔区的主要鱼类品种资源连年下降有关，大陆架渔区的捕捞强度很高。

苏联深水拖网捕捞的创始者是北方水域的渔工，他们早在1952——1953年就开始在巴伦支海大陆架以外海区捕捞鳕鱼。

后来，北方渔业勘探局的船只。经常地在深水海区进行调查，而渔船队则不定期地在大西洋深达800——900米的大陆坡海区捕到了鱼。1967年，北方水域的渔船队开始用底拖网在800——1100米深处捕捞大嘴长尾鳕和黑鲽群体。

在深水拖网捕捞的发展中，远东水域的渔工做出了很大的贡献。在深水作业中，他们除了使用大吨位艏滑道拖网渔轮之外，还引进了双拖中等吨位的渔船（中型冷冻拖网船和中型渔船）。

继北方渔工和远东渔工在大西洋大陆坡海区运用深水拖网捕捞之后，西方水域的渔船也参加了进来。在调查大西洋陆坡区资源方面，南方水域的调查船也做了大量的工作。

因此，苏联调查和捕捞机构积累了深水拖网作业的很多经验，这些经验有待于分析和总结。

在大陆架海区使用拖网作业的几十年中，由于渔工，科学工作者和设计人员的共同努力，创立和制定了渔船—拖网捕捞系统。该系统中每一因素（船、渔捞机械、索具配

件)的技术特性之间都有良好的配合。

但是,在新的深水拖网捕捞条件下,利用该系统进行捕捞作业时,其各因素技术特性之间的上述关系会遭到破坏,这自然会对该系统的作业指标产生不良的影响。因此,对于拖网系统各因素在深海作业中的技术改进,需要进行大量的研究和结构上的探讨。

从1967年起,加里宁格勒渔业工业和渔业经济技术学院工业捕鱼教研室,在技术科学博士,А.Л.弗里德曼(А.Л.Фридман)教授的领导下,开展了深水捕捞技术基础科学的研究工作。其中包括:深水拖网最佳要素的计算方法;制造能够增强深水拖网捕捞强度的设备和方法;制造不受捕捞深度限制的深水拖网索具装配;控制深水拖网参数和运动状况。

上述研究工作的结果,建立了深水拖网的设计方法。这种方法的依据是А.Л.弗里德曼提出的用相似法设计工业捕鱼渔具的一般理论。此外,还研制了主要用于大陆坡海区探捕作业的底层深水拖网、深水拖网的索具配件、升降装置、改进深水拖网起放网状况的装置和方法。

这些研究工作就是撰写本书一些主要章节的基础。

在本书编写过程中,А.Л.弗里德曼以及А.С.马尔科夫(А.С.Мальков) В.И.谢尔玖切科(В.И.Сердючек), А.И.科连科夫(А.И.Кореньков),评论家В.К.萨福拉索夫(В.К.Саврасов)和Р.А.杰列文斯基(Р.А.Деревенский)曾给予很大帮助,作者在此致以衷心的感谢。

第一章 发展深水捕鱼的理论基础

虽然，渔业是人类从事的最古老的活动之一，但是，它作为获得蛋白质的手段，至今仍具有重要作用。在动物蛋白来源的总平衡中，鱼和其它海洋生物起着非常重要的作用。仅在人类的每日食物中，鱼和其它海洋生物就占了10—13%。此外，鱼产品还广泛用于制作牲畜和家禽的饲料和肥料。但是，现代的工业捕鱼业，所开发的还仅仅是世界海洋巨大水域中靠近大陆沿岸和浅海水域的一小部分。

根据海底深度和海底的垂直剖面，可将世界大洋分成三个带（图1）。第一带为大陆架（高原），包括深度0——

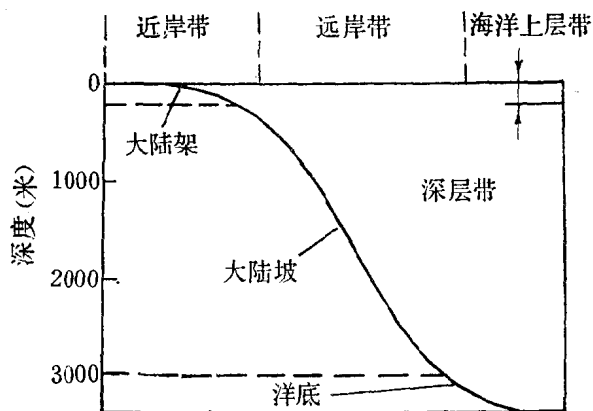


图1 世界大洋各带

200米区域，个别地方深达500米。这一带的海底地形朝着开

阔大洋的方向，坡度很小。第二带是大陆坡（滩槽），位于200—3000米深处，这一带海底地形的特点是坡度很大。第三带为洋底。位于洋底上部的水域称为深层带，接近洋面的水域称为上层带。世界大洋的表面根据其离海岸的远近可分为两个带：第一带为位于0——200米深度的水域，称作近岸带，即位于大陆架上的带；第二带为远岸带在第一带的外侧，并位于大陆坡上和大洋底上的一带。

上述各带海底的面积不相同。洋底所占面积最大（2/3以上）；大陆坡的面积、特别是大陆架的面积相对来说就很小。整个世界大洋和太平洋、大西洋、印度洋的有关资料列于表1（根据Д.Е. 格尔沙诺维奇（Д.Е. Гершанович）的资料）。

表1

洋底部分	世界大洋		太平洋		大西洋		印度洋	
	千平方公里	%	千平方公里	%	千平方公里	%	千平方公里	%
大陆架	26661	7.4	9377	5.3	9213	9.9	3171	4.2
大陆坡	57417	15.9	24478	13.7	16093	17.3	10410	13.9
洋底	276145	76.7	145824	81.0	68057	72.8	61336	81.9

世界大洋各段的深度分布的详细资料列于表2（根据Sverdrup的资料）^[34]。

由表1和表2可见，大陆架带仅占世界大洋海底面积的7.4—7.6%。同时，根据П.А. 莫依谢耶夫（П.А. Моисеев）^[34]的资料，1966年在大陆架和近岸带海区内捕获了全部渔捞对象的63.9%。这样，利用面积不大的陆架带，

表2

深度 (米)	世界大洋		太 平 洋		大 西 洋		印 度 洋	
	%	累积%	%	累积%	%	累积%	%	累积%
0—200	7.6	7.6	5.7	5.7	13.3	13.3	4.2	4.2
200—1000	4.3	11.9	3.1	8.8	7.1	20.4	3.1	7.3
1000—2000	4.2	16.1	3.9	12.7	5.3	25.7	3.4	10.7
2000—3000	6.8	22.9	5.2	17.9	6.1	31.8	7.4	18.1
3000—4000	19.8	42.5	18.5	36.4	18.5	50.3	24.0	42.1
4000—5000	33.0	75.5	35.2	71.6	28.5	78.8	38.1	80.2
5000—6000	23.3	98.8	26.6	98.2	20.6	99.4	19.4	99.6
6000—7000	1.1	99.9	1.6	99.8	0.6	100.0	0.4	100.0
7000 以上	0.1	100.0	0.2	100.0	—	—	—	—

就可提供海洋水产品捕捞对象产量的2/3左右。如果分析一下全世界底栖生物渔获量的分布，则可发现，大陆架的捕获量为总产量的87%，而在大陆架捕获的底层鱼的数量约占84%^[34]。

目前，世界渔业已在深达1000米的海洋中捕捞鱼类和非鱼类，即除陆架区外，大陆坡的上部水域和部分远岸带水域已被开发。由表2可见，深度200—1000米占世界大洋底面积的4.3%，而目前，处于开发中的深度的0—1000米的全部水域占11.9%。大西洋被开发的水域最大（20.4%），太平洋和印度洋被开发的水域很小（分别为8.8%和7.3%），在大陆坡的远岸带的捕获量占水产品总产量的33.5%，而在大洋上层带的捕获量总共占2.6%。仅在大陆坡上部、目前捕

获的底层鱼数量还很少，约占底层鱼总渔获量的16%。

从上述资料看出，鱼和其他捕捞对象的主要渔场占世界大洋总面积的很小部分，即不到12%。其原因有生物学的、技术的和经济的。

作为渔业工业原料基地的上述海区，捕捞强度是极高的。而且，根据许多学者的看法已接近极限^[34]。在开发程度最高的海区和世界捕渔业中最重要的渔场，近年虽然大大加强了捕捞力，但渔获量没有增加这一事实就可证明上述论点。尤其是这些海区单位渔获量呈明显下降趋势。首先大西洋北部和太平洋西部就是如此，这里几乎提供了世界渔获量的一半。可以列举许多既由于不利的自然因素影响，也由于这些海区相当高的捕捞强度造成的传统捕鱼区渔获量大大下降的例子。

近年，象大西洋鲱和太平洋鲱这些传统捕捞对象的产量大大下降^[34]。挪威和北海鲱鱼数量也显著下降，特别是大西洋美洲沿岸和墨西哥湾的油鲱。太平洋鲱鱼群体处在很低的水平线。因此，近年鲱鱼的渔获量大大减少。鲱科鱼类中其他鱼的世界渔获量也在下降。那些传统的和重要捕捞对象的渔获量也有下降的趋势。例如，鳕鱼、大西洋北部的无须鳕。

因此。很明显，在很多主要渔场，进一步强化捕捞很困难。为了增加鱼类总产量，必须开发新渔场和新捕捞对象。首先是捕捞迄今实际上还没有触动过的深水捕捞对象。所以，大陆架海区的浅水传统渔场的资源下降，是发展深水拖网捕捞的首要原因。

此外，还有第二个原因，也是很重要的原因，即近来大

多数沿海国家划进了或者大大地扩大了其捕鱼毗邻水域，同时宣布，只有他们本国渔民能在这些海区进行捕鱼的专门规定。例如，在一百个毗邻大陆架水域的国家中，目前，有六十个国家的捕鱼区范围是12海里，而八个国家捕鱼区范围是50——200海里。由于这种原因，本来就相当小的可以发展国际性捕渔业的高产捕鱼区，仍在严重缩小。根据П.А. 莫依谢也夫的资料⁽³⁴⁾，由于上述原因，世界捕渔业所使用的面积减少约八百万平方公里，或占全部大陆架有效产鱼面积的40%。

很可能，将来各国捕鱼区的数量和大小还有较大的增加。所以，发展世界捕渔业可用的大陆架面积将愈来愈小了。摆脱现有状态的唯一出路，是采取一切措施，在大陆架以外海区发展捕渔业，在海洋上层带和在大陆坡带，即在深水中发展捕渔业。

从表1可见，世界大洋大陆坡的面积比较大，几乎是大陆架面积的2倍。太平洋的大陆坡面积特别大（按绝对值），大西洋和印度洋小些。然而，就是在大西洋和印度洋中大陆坡面积也超过大陆架面积的0.5——2倍。因此，世界渔业，包括大陆坡面积在内，目前捕捞业稍微触动或完全没有触动过的那些地方的庞大面积，拥有很大的潜力。

为了能够利用这一潜力，必须具备相应的前提，即首先是生物学的，然后是技术的和经济的特性。苏联在深水渔区作业积累的经验已具备上述前提。虽然存在着大陆坡生物量低的概念，但在深水中发现了一些海区的鱼群密度不仅不亚于大陆架许多海区捕获的群体密度，而且还超过它。大陆坡的大部分水域的资源问题还完全没有研究，关于它的鱼产量

还只能根据间接资料来判断。

由此，分析大陆坡作为鱼饲料的主要来源的初级生产力（浮游植物、底栖植物、浮游动物和底栖动物）形成的可能性是非常重要的。

总的来说存在着这样的概念，即随着深度的增加，水中生物（有机体）的数量急剧减少。世界大洋很多海区的研究资料证实这种观点。然而应当指出，这个问题研究的还远远不够，因为同样是根据这些观测资料，有人却提出了相反的观点。例如，根据T.C.拉斯（T.C.Pacca）的见解，在4000米深的水层中，浮游生物的数量与大陆架海区浮游生物的数量差别很小^[39]。

在世界大洋的不同海区，浮游植物的数量一般被看作是該海区生物生产力的最重要指标。浮游植物的形成与海洋中进行着的光合作用过程有关。海水中充足的太阳光照和生源物质是这一过程发展的必要条件。太阳光只能透进海洋的最上层，所以光合作用过程是在0到140米水层中进行的^[34]。同时，海水上层缺乏在浮游植物形成中具有特殊意义的生源物质。有时在深达1000米或更深处，发现某些生源物质很缺乏。因此，浮游植物的形成过程在世界大洋的那些有强大深层水上升至表面并与表层水充分混合的海区，进行得最为活跃。在表层水和深层水混合的上层厚度一般不超过200米，所以，认为浮游植物的最大值在200米水深范围内，而以后随着深度的增加，密度则下降。

但是，应该指出，植物细胞死亡后，由于某些浮游植物有机物的不溶性或微溶性，使它的机体沉到海底。因此，世界大洋海底的大约一半面积被钙质和硅质沉积物、放射虫以

及硅藻沉积物所覆盖。

在鱼类的饵料中，浮游动物起很大作用。首先浮游植物又是浮游动物的主要食物来源。因此，大洋中浮游动物的分布与浮游植物的分布密切相关：在浮游植物高度集中的海区，就有浮游动物稠密的集群，反之，则不同。对大洋中浮游动物的水平分布，特别是垂直分布的研究比对浮游植物的分布的研究好得多。所以，根据浮游动物分布的资料可以获得大洋中浮游生物分布特性的概念。

正如根据研究结果所做的分析那样，大洋中浮游动物分布的情景总的看来与上述有关浮游植物分布的资料相似。浮游动物的最高值在大洋的近岸带，即在100—200米以浅的上层水中。随着深度的增加，浮游动物数量在减少。例如，根据М.Е.维诺格拉多夫 (М.Е.Виноградов) [6] 的计算，在表面至500米的水层中，按重量浮游动物约为栖息深度4000米以内的中型浮游生物(生物体长30毫米以下)总量的65%，而在500—4000米的水层中约占35%。К.А.勃洛德斯基 (К.А.Бродский) 关于在饵料关系方面最重要的浮游动物的代表——太平洋西北部桡足亚目垂直分布的资料也说明了这一点 (见表3)。

表3

水 层 (米)	种 数	每立方米中个体数
0—25	7	15,240
25—50	7	8,160
50—100	9	5,040
100—200	10	320
200—500	28	84
500—1,000	30	65
1,000—4,000	87	—

由表3可见,随着深度的增加,桡足亚目的种数在增加。但是,每一立方米水中的个数在急剧下降。浮游生物垂直分布的这种情况,不论对于整个世界大洋还是对于世界大洋的某一海区,都是存在的。根据这一点,有时就作出在深水中饵料基础差的结论。因而,也就得出深水鱼类形成很大群体的可能性很小的结论^[34]。不过,对世界大洋各海区浮游生物的分布所做的更仔细的分析结果,却从反面证实了这一点。

大洋各海区浮游生物(尤其是浮游动物)的水平分布极不均衡。例如,根据П.А莫依谢耶夫^[34]的资料,在北温带海区和南温带海区内(北纬40°以北和南纬40°以南)上层浮游动物的富集超过100毫克/米³。同时,在热带和亚热带海区为10—20毫克/米³。此外还查明,上层浮游动物密集度高的海区,深水中浮游动物的密集度也相当高,反之,则相当低,显然,由此得出,在世界大洋的个别深水区浮游动物的密集度可能比某些浅水海区还高。为了使人们确信这一点,我们利用M.E.维诺格拉多夫关于太平洋浮游动物生物量(毫克/米³)分布的资料来说明(表4)^[34]。

表4

海 区	各层(米)浮游动物生物量 (毫克/米 ³)			
	0—500	500—1,000	1000—2000	2000—4000
北 温 带	266.0	59.3	21.8	9.3
热带(北半球)	7.2	2.64	0.85	0.13
赤 道	31.8	6.11	0.97	—
热带(南半球)	10.3	3.34	0.67	0.14

II.A.莫依谢耶夫认为,表4中列举的“太平洋浮游动物分布的规律性,显然在某种程度上对整个世界大洋都适用,当然,要有某些修正”⁽³⁴⁾。但由表4资料得出,对于每一个单独海区来说,随着深度的增加,浮游动物生物量下降的规律性保持不变。但是,如果把北温带深水区浮游动物数量的资料和热带赤道大陆架海区的相应资料进行对照,那么明显看出,深海区拥有较好的饵料基础。的确,对于北温带500—1,000米的水层,浮游动物的数量平均比热带大陆架海区高4—7倍,几乎比赤道大陆架海区高1倍。对于北温带1,000—2,000米的水层,浮游动物的数量比热带大陆架海区高1—2倍,和赤道大陆架海区的数量可以相比较,甚至在北温带海区2,000—4,000米的水层中,浮游动物的数量也不亚于热带大陆架海区。

因此,必须注意到,热带和赤道海区在世界捕渔业中起着重大作用。例如,根据1966年的渔获量资料⁽³⁴⁾,上述海区的捕获量约占世界总渔获量的37%。因此,按平均值看,以饵料基础比较差为特点的热带海区,在个别区域,鱼类形成很大群体。在饵料基础比热带大陆架丰富的北温带深水中(看来也包括南温带)也应当有鱼类集群很稠密的地带。深水鱼群探查的资料证实了这一结论。

底栖动物(底栖植物被鱼类利用为食物的量很少)在大洋食物链中起很大作用。底栖动物的数量取决于由浮游植物和浮游动物生命活动而形成的沉至海底的矿物化的有机物质,以及在近底层被底栖动物作为食物的浮游植物和浮游动物的数量。所以,大洋中底栖动物的分布直接与浮游生物的分布有关,并且也遵循上述的那些规律性。随着深度的增加,底

栖生物数量急剧减少是每一个海区的特点。同时，世界大洋各海区底栖生物的分布很不均匀：在北极和南极附近的海区，在北温带和南温带海区，底栖生物数量最大，渐近赤道，底栖生物的数量急剧下降。可以推测（有关观测资料在某种程度上可证实这一点），某些北方和南方深水海区，底栖动物的数量不比热带和赤道带大陆架海区的少。

因此，上述分析证明，对于世界大洋某些深水区（北半球和南半球）鱼类形成很大群体是具备一定生物学前提的。

目前，科学家们已发现100多个深水鱼种，但是捕捞业所触及的很少，主要是长尾鳕、深水鲷，比目鱼和银鳕。

早在50年代初就开始了目的在于发现深水经济鱼类群体的研究和探查工作。在苏联最早开展这项工作的是穆尔曼斯克的科学工作者和渔工。大约也在这个时期，美国科学工作者开展了对北美洲西岸和东岸的深水调查工作。他们已查明，某些种比目鱼在深达550米处形成集群，而银鳕深达900米处集群。在以后的年代中，深水探捕作业不断发展，虽然还不是有系统的，但所获得的结果基本上证实上述关于世界大洋南部和北部深水区经济鱼类形成大群体是有前途的看法。

在大西洋北部进行的深水探捕作业的规模最大。在那里进行科学工作的有苏联、东德、波兰、美国、加拿大和西德的科学家。结果，在水深至800米处发现鲷鱼的经济群体，在水深至600米处发现比目鱼，在水深1,200米处发现平头鱼，以及发现长尾鳕和庸鲽的经济群体。同样，在太平洋北部也开展过探捕作业，而从1962年开始，苏联、东德、西德、法国、英国、葡萄牙、南非的研究人员在大西洋

中部和南部深水区进行探捕作业。在大西洋中部没有发现很大的经济群体。在深水区发现的各种鱼中有：狗鲑、圆鲱、江鲑、鲭科鱼、油鲱等。根据英国科学家的看法，在大西洋东南部深水区捕捞狗鲑是有前途的。

世界大洋南部深水区至今还完全没有调查过。

在深水中进行拖曳是利用普通的大吨位渔船。深水拖网捕捞有很多特殊的特点，它对渔具和索具配件、对渔船及其渔捞机械装置都提出相应的要求。在这些特点中，应当谈到两点，这两点在深水拖网捕捞中造成很大的困难。

第一个特点是在深水中作业，要求的曳纲长度比在传统海区捕捞时所用的曳纲长度要长得多。首先，在其他条件相同时，加长曳纲就增加了在拖曳过程中拖网系统的总阻力和从深水中起网时大大增加拖网绞车上的负荷。因此，按所具有的牵引力，每一种型号捕鱼船拖网绞车曳纲容量和牵引力都有一定的容许拖曳深度范围，增加这个范围，就要求改装渔捞设备、改进渔具和使用渔具作业的技术。

深水拖网捕捞的第二个特点是由于曳纲太长，非生产性时间消耗大大增加，即放、起拖网时间延长。如果说在传统海区作业时，拖曳和收绞曳纲消耗的时间不超过直接拖曳作业时间的一半，那么，在深水捕捞时，非生产时间消耗就可能超过直接拖曳时间的1倍或更多。因此，一个拖曳周期消耗的时间增加1—2倍。致使一昼夜的可能拖曳次数减少了。所有这些原因，使深水拖网捕捞的经济指标在和传统海区捕捞时的相应指标比较时，大大地降低了。在这种情况下，深水拖网捕捞可能无利可取或利润很少。