

文章编号:1005-8737(2001)01-0094-03

·综述·

超高强纤维在渔业发展中的应用

Application of ultra-high strength fiber in development of fisheries

郭亦萍¹, 马海有¹, 乐伟章², 陈思行²

(1. 农业部绳索网具产品质量监督检验测试中心, 上海 200090; 2. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090)

GUO Yi-ping¹, MA Hai-you¹, LE Wei-zhang², CHEN Si-xing²

(1. Supervision, Inspection and Test Center of the Quality of Rope and Net, Ministry of Agriculture, Shanghai 200090, China;

2. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

关键词: 绳网; 合成纤维; 超高强纤维; 渔业

Key words: rope net; synthetic fiber; ultra-high strength fiber; fisheries

中图分类号: S971.1

文献标识码: A

1 采用超高强纤维是保持渔业可持续发展、粮食安全保障和节能的需要

1.1 超高强纤维的应用是渔业可持续发展和粮食安全保障的重要环节

发展远洋渔业和海水养殖是我国渔业可持续发展的主要潜力。实施网具的大型化是挖掘潜力的必要条件。世界各国已积极地将网具向大型化发展, 如爱尔兰、西班牙、荷兰等国正在建造 5 艘 126.6~144 m 的超级远洋拖网船^[1], 俄罗斯计划在 2010 年前建造 38 艘大型渔船, 日本提出在 2030 年前再建造 50 艘 1 000 t 级以上的远洋拖网渔船^[1]; 日本建造长 112 m、宽 32 m、深度在 30 至 100 m 内可调整的巨型养鱼网箱, 挪威批量生产并出口大型抗风浪海水养殖网箱等。高新技术的超高强纤维是渔用纤维材料的又一重大革新, 为网具的大型化奠定了物质基础, 其在渔业的拖网中首先得以应用, 在大型远洋拖网中的应用日益增多, 目前拓展迅速。采用超高强纤维后, 拖曳功率可降低 2.5 倍, 可将网口周长增加 30%~40%。我国渔业可持续发展对策中, 将发展大型远洋拖网^[2~4]和近海大型养殖网箱^[2]视为挖掘潜力的主要途径之一。宁波海洋渔业公司等正在新建大型远洋拖网渔船, 已开展超高强纤维大型远洋拖网的应用试验和大型抗风浪海水养殖网箱的试验研究。网具的大型化要依靠科技

进步, 采用超高强纤维绳索、网线, 可将网具、网箱向大型、高效方向发展, 可显著提高捕捞与养殖的效率。超高强纤维的应用是渔业可持续发展和粮食安全保障的重要环节。

1.2 采用超高强纤维节约渔业能耗

21 世纪人类面临着与粮食危机同样的能源危机的威胁, 对能源的需求日趋增长, 致使开发能源与节省能耗成为世界性热门话题。1997 年, 世界渔业总产量 12 200 万 t 中 76.8% 为海洋捕捞产量。1990~1998 年我国海洋捕捞产量平均占全国水产品总产量的 41.5%。其中, 海洋拖网捕捞产量平均分别占全国水产品总产量和全国海洋捕捞产量的 19.8% 和 47.8%。可以预见, 在相当长的一个时期内, 海洋捕捞仍将是保障粮食安全的重要手段之一。然而, 海洋捕捞业又是能耗巨大的产业之一, 尤其是拖网渔业。如 1998 年我国仅海洋生产渔轮 2.09 万艘、总功率 5 087 MW, 年柴油消耗量超过 170 万 t。因此, 降低网具拖曳时的阻力是节约能耗、降低生产成本的主要途径之一。近年来, 对拖网网具进行了诸如疏目网、绳索网等的大量改革, 对降低拖曳阻力有一定的效果, 但受现有渔用合成纤维材料性能的限制, 难以进一步提高。当今能源紧缺、柴油价格上涨, 对拖网等作业如何进一步节能更显得迫切。而采用超高强纤维制作的拖网, 在相同网具尺度及拖速下, 即在相同捕捞效率下可使拖曳时阻力下降 15% 左右, 能耗减少 25% 左右。超高强纤维的应用, 将使渔业的节能取得明显的效果。

2 超高强绳网的性能与应用

2.1 概况

超高强的合成纤维材料有超强聚芳胺纤维(PPTA, 芳纶)、高强高模(或称为超高分子量)聚乙烯纤维(UHMW-

收稿日期: 2000-05-23

作者简介: 郭亦萍(1952-), 男, 农业部绳索网具产品质量监督检验测试中心工程师, 从事质量与标准化研究。

1) 王明彦. 21 世纪远洋单船拖网渔业的作用及其发展前景[A]. 中国水产捕捞学术研讨会论文集[C]. 1999.

PE)等,渔业中应用 UHMWPE 为多。目前仅荷兰、美国、日本和我国形成 UHMWPE 规模生产能力。UHMWPE 的密度为 0.97 g/cm^3 ,单孔纤维线密度为 $0.9 \sim 1.4 \text{ tex}$,断裂强度为 $1.8 \sim 3.5 \text{ N/tex}$,断裂伸长率 $3.5\% \sim 3.8\%$,不吸水,干、湿态强力相同,耐候和耐磨性能优良^[5,6],比聚乙烯(PE)提高 62% 和 6 倍,抗弯曲疲劳性能与 PE 相同^[6]。采用超高强纤维制作的超高强绳索、网线常用的类型有三股捻绳、八股编绞绳、多股编绞绳和三股捻线、编织线等,其主要特性是强度高。与常规合成纤维材料的绳索、网线相比,断裂强力约为同直径 PA(聚酰胺)的 4 倍、PE 的 5 倍;直径比同断裂强力的 PA 减少 40%~50%、比 PE 减少 50%~60%^[7]。断裂伸长率小是其另一主要特性,一般为 6%~10%,使用后断裂伸长率降为 3.5% 左右。UHMWPE 绳索、网线使用后断裂强力还会提高约 10%。在现有的绳索加工设备条件下能制造出高强力的绳索,如直径 92 mm PPTA 绳索的断裂强力高达 5 246 kN。由于超高强纤维具有优异的性能,自 80 年代末开始迅速向渔业应用领域拓展。UHMWPE 纤维在荷兰、美国、冰岛、爱尔兰、丹麦、挪威、波兰和中国(1999 年)等国应用于渔业的拖网和大型海水养殖网箱。丹麦使用 PPTA 制作拖网。在挪威、西班牙、荷兰等国建造的超级远洋拖网渔船上,采用超高强绳索作大型中层拖网的曳纲。超高强网在渔业的应用使网具的大型化、高效和节能取得突破性的进展。

2.2 实施网具的大型化

冰岛 1997 年报道用 UHMWPE 纤维制造了世界上最大的中层拖网,其网目尺寸最大达 256 m,网口周长 3 584 m,日本“深海丸”资源调查船在法罗群岛仅能捕获 5 t 渔获物的海区,冰岛用这种大型中层拖网能捕获 100 t^[1]。2000 年爱尔兰等国将应用总功率达 21 MW 的超级拖网渔船进行远洋捕捞,拖网绞机的绞拉力为 1 180 kN,采用直径为 44 mm 的超高强绳索作大型中层拖网的曳纲。冰岛采用直径为 32 mm、断裂强力为 784 kN 的 UHMWPE 纤维绳索作大型中层拖网的手纲。采用超高强纤维,在渔船功率、起网设备容量不变情况下,实施拖网的大型化,这对捕捞具有分散特征的大洋性鱼类和开发远洋渔业资源可取得极大的效果。

海水养殖网箱采用超高强纤维后,增加了网箱的滤水性、抗风浪性,可使网箱大型化(挪威的网箱单个容积达 60 km^3 以上),乃至实现养殖工程化和海洋牧场化。依靠高新技术的超高强纤维,促进浅海养殖潜力的挖掘,为人类有保障、可调控地在海洋中生产优质粮食。

2.3 提高捕捞效率

采用 UHMWPE 纤维后,1994 年荷兰的大型中层拖网绳索的直径比原用 PA 的降低 40%,网口周长由原先的 1 100 m 扩大到 1 550 m^[8];冰岛虾拖网的网线直径比原用 HDPE 的降低 39%~56%,网口扩张增大 30%;爱尔兰 323

kW 渔船可使用 441 kW 渔船原用的鲛鳗底拖网^[9];冰岛 662~882 kW 船可使用 1 838~2 205 kW 原用的底拖网;比目鱼桁拖网的网线直径减少 45%~50%,拖速提高了 0.5~1.0 kn。采用超高强纤维,在渔船拖曳功率不变的情况下,实施网具尺度的增大或拖曳速度的加快,从而提高捕捞效率。

2.4 节约能耗

采用 UHMWPE 纤维后,1989 年荷兰的大型中层拖网在前部替代 PA,网线直径减少 25%,网具阻力下降 15%;1990 年美国虾拖网比原先 PA 网线直径减小 30%,生产耗油减少 25%,每艘虾拖船每年节约 70 t;在水流湍急的爱尔兰海北部海域的鳕鱼拖网,可用 294 kW 的渔船代替原先 441~515 kW 的渔船进行作业,1 d 节约 2 t。采用超高强纤维,在相同拖曳速度情况下,使相同主尺度网具的阻力下降,从而节约了拖网作业的能耗。

2.5 我国试用情况

我国于 1999 年采用 UHMWPE 纤维在 235 kW 渔船进行对拖网应用试验,在网具前部替代了原用 PE 单丝。试验网规格为 $98^\circ \times 5 \text{ m}$ ($490 \text{ m} \times 182.87 \text{ m}/114.8 \text{ m}$),对照网规格为 $100^\circ \times 4 \text{ m}$ ($400 \text{ m} \times 156.59 \text{ m}/106 \text{ m}$)。试验网与对照网上、下纲单位长度的浮、沉力配备相同,但试验网网线直径为 1~3 mm,减小 58%,网口周长扩大 22.5%;拖速为 3 kn 时的模型试验结果,网口高度提高 66%,水平扩张提高 33%,能耗系数减少 66%;经海上 72 网次生产对比试验,产量增加 24.6%,产值增加 25.7%,油耗减少 3.5%^[2]。另一 UHMWPE 远洋拖网应用试验尚在进行之中。

3 应用前景

与其它高新技术材料的应用相似,超高强纤维以其优异的性能和昂贵的价格给人们留下了深刻的印象,因其性能价格比高,具有极强的科技转化能力。在渔业生产中应用,虽然投入高,但只要正确地应用,其回报亦高,能取得明显的综合经济效益。

国外,功率 220 kW 船使用 UHMWPE 拖网,其尺度相当于 368 kW 船使用的 PA 拖网,额外投资为 5 700 英镑。在相同燃料消耗下,每周多捕鱼 2 000 英镑;在相同渔获下,每周燃料及投资节约 1 700 英镑,成本偿还周期为 3~4 周。因此,超高强纤维广泛地应用于远洋中层拖网、底拖网、浮拖网、桁拖网等各种拖网,近 3 年的年递增率为 50%。葡萄牙一网具公司 1994 年半年中生产了 8 t 主要用于拖网的 UHMWPE 纤维网片^[10]。欧洲的许多国家已用超高强网片、绳索装备渔船和海水养殖工程^[11]。我国开展的超高强纤维在 235 kW 渔船的对拖网应用试验结果表明,虽然试验网投入增加 7.2 万元,成本为原 PE 生产网的 5.9 倍。但其净利润提高 87.3% (5.05 万元/月),可在 2 个月内回收成本。随着试验研究的深入,其经济效益还会进一步提高。可见,超高强纤维能在我国渔业中应用并推广。

2) 王明彦,等. 超强纤维 - Deneema 在中国东海拖网渔业上的应用. 超强纤维 - Deneema 在拖网渔具的应用推介及研讨会. 2000.

根据我国可应用超高强纤维新型拖网的各档功率的海洋拖网渔船数、每船每年新材料的用量,估计超高强纤维可在拖网渔业中的年应用量为 534 t(表 1)。

我国海水养殖可养面积为 $2.6 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 1998 年海水养殖面积为 $1.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 尚未充分利用。浅海养殖面积近 5 年的年递增率为 16.7%, 1998 年为 $1.95 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[3], 开发潜力较大。在浅海发展大型海水养殖网箱是渔业可持续发展的主要可挖掘潜力之一。网箱的大型化是降低养殖成本、提高养殖效率的重要技术措施。大型海水养殖网箱受海流、尤其是风浪的影响,对绳索、网线的强度提出了更高的要求。因此,大型海水网箱养殖是超高强纤维在我国渔业的另一个重要的应用领域。按近年可开发大型海水养殖网箱容积 $2.23 \times 10^6 \text{ m}^3$ 预计,超高强纤维可在海水养殖中的年应用量为 20 t(表 1)。

表 1 超高强纤维应用量的预测

Table 1 Consumption prediction of UHSF in trawls and mariculture cages

使用者 User	类型或规格 Type or size	应用数量 /(艘、只) Nos. using UHSF/(Boats, cages)	年平均用量 /[kg·(艘、只) ⁻¹] Used amount per ind per year	年总用量/t Total amount used per year
拖网渔船 Trawler	远洋大型 Large-scale distant water	19	400	7.6
	441 kW 以上	900	140	126
	147~440 kW	5 000	80	400
养殖网箱 Mariculture cage	23 000 m ³	30	140	4.2
	2 800 m ³	200	24	4.8
	700 m ³	1 400	8	11.2

由上述预测,近期内超高强纤维在我国渔业中的年可应用量为 550 t 以上,随着超高强纤维生产规模的扩大而成本下降和国家对海水养殖业的重点扶持,其在渔业中的应用还会进一步向纵深发展。

4 建议和措施

(1) 尽快将超高强纤维绳网产品的开发与应用列为高科技转化重点项目,制订发展高科技、实现产业化的目标。

3) 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴. 北京: 1998.

(2) 加强纺织业与渔业的协作,生产、使用、科研相结合,共同开发、推广应用超高强纤维材料。

(3) 深入进行新工艺、新产品、新网具的研究,广泛开展渔业生产的应用实践,论证其高投入、高回报的综合经济效益,推进超高强纤维材料在渔业发展中的应用。

(4) 在开发超高强绳网新产品的同时,制定产品标准,积极贯彻标准,促进超高强绳网产品质量的稳定提高,扩大超高强纤维的应用范围。

综上所述,超高强纤维在渔业中的应用与推广是纺织业和渔业经济增长点的重要组成部分,会孕育出渔用纤维材料的又一次重大革新,将对渔业的可持续发展、粮食安全保障和节能起重要作用;保持渔业可持续发展为我国超高强纤维这一高新技术产品提供了巨大市场与广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] Anon. 28 730 马力的拖网船[J]. 国际渔业, 1999, (6): 3.
- [2] 陈兴崇, 颜云榕. 合理利用渔业资源、持续发展海洋渔业[A]. 中国水产捕捞学术研讨会论文集[C]. 上海: 科学技术文献出版社, 1999. 117-121.
- [3] 戴天元. 借鉴国外经验持续稳定地发展我国海洋捕捞[A]. 中国水产捕捞学术研讨会论文集[C]. 上海: 科学技术文献出版社, 1999. 132-135.
- [4] 余显炜. 对浙江海洋捕捞发展的探讨[J]. 浙江水产学院学报, 1997, 16(1): 1-5.
- [5] 陈自力, 刘兆峰. 高强高模聚乙烯纤维及其在复合材料中的应用[J]. 产业用纺织品, 1998(4): 7-10.
- [6] Egbert van Gorp, Jan Van Dingenen. How to make heavy duty ropes for marine applications [J]. Technical Textiles International, 1994, 3: 12-16.
- [7] Anon. Trawl specialist places faith in Dyneema[J]. Word Fishing, 1998, (9): 47.
- [8] Anon. Adenia II tows light Dyneema trawl[J]. Fishing News International, 1994, 3: 14.
- [9] Anon. Swan incorporates Dyneema fiber[J]. World Fishing, 1994, 3: 26.
- [10] Anon. Higher price but a big return[J]. Fishing News International, 1995, 3: 18.
- [11] Anon. 全 Dyneema 网片的网具系统将推出[J]. 国际渔业, 1999, (7): 23.