

绳网技术学

SHENGWANG JISHUXUE

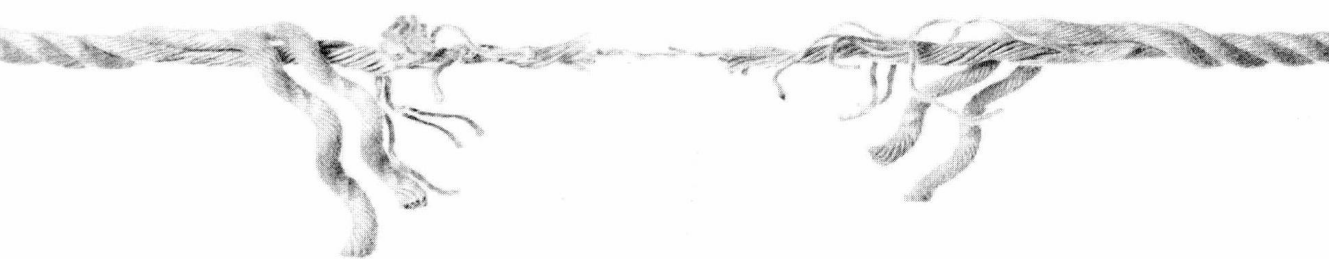
石建高◎主 编



中国农业出版社

绳网技术学

Shengwang Jishuxue



石建高 主编

中国农业出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

绳网技术学 / 石建高主编. —北京 : 中国农业出版社, 2018. 8

ISBN 978 - 7 - 109 - 23931 - 9

I. ①绳… II. ①石… III. ①绳索-网片-技术
IV. ①S971.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 033941 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 杨晓改

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13.25

字数: 400 千字

定价: 86.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

主 编 石建高

副 主 编 沈 明 程世琪 宋伟华

参编人员 余雯雯 张春文 洪锡元 邱延平
姜润喜 庄小晔 王金才 從桂懋
刘永利 周文博

前言



材料是人类一切生产和生活水平提高的物质基础，是人类进步的里程碑。新材料是高新技术的基础和先导，本身也能形成很大的高技术产业。绳索（材料）、网片（材料）等统称为绳网（材料）。绳网广泛应用于渔业、海工、船舶、林业、电力、运输、仓储、通信、消防、国防、种植业、制造业、畜牧业、房地产、建筑业、采矿及采石等相关领域。绳网对现代渔业发展、海工装备建设和国防建设等起着重要作用。所谓绳索，是指由若干根绳纱（或绳股）捻合或编织而成，且直径大于 4 mm 的有芯或无芯的制品。绳索一般应具备一定的粗度、足够的强力、适当的伸长、良好的弹性、良好的柔挺性、良好的结构稳定性、良好的耐磨性、良好的耐腐性和良好的抗冲击性等基本力学性能。所谓网片，是指由网线编织成的具有一定尺寸网目结构的片状编织物。网片通常应具备足够的强力、适当的伸长、良好的耐磨性、良好的结构稳定性和良好的抗冲击性等基本力学性能，以满足渔业等领域的需要。

中国为绳网大国，年产量位居世界第一。根据《2017 中国渔业统计年鉴》可知，2016 年我国渔用绳网制造产值达到 111.26 亿元。绳网技术是根据渔业、海工和船舶等领域的特点，研究绳网生产设备及其加工工艺等的综合技术，它直接关系到上述领域的安全性与创新发展。通过创新开发、生产、应用绳网新技术，可实现渔业、海工和船舶等领域装备与设施技术的升级换代！以渔业为例，中国水产科学研究院东海水产研究所石建高研究员团队（以下简称石建高研究员团队）联合山东爱地高分子材料有限公司等单位在绳网技术方面进行了大量的探索创新、研发应用和推广示范等工作，首次创新完成了特力夫超大型养殖网箱、深远海抗风浪组合型金属网箱、双圆周大跨距管桩式围网（围网亦称围栏、网围或网栏）、生态海洋牧场超大型堤坝围网和双圆周组合式网衣超大型围网等多种新型养殖装备与设施（其中部分绳网新材料及其网具装配技术达到国际领先水平），助力了我国渔业“高效、优质、生态、健康、安全”可持续发展，部分成果被中央电视台等媒体宣传报道。

本书共分为六章，全面介绍了绳索基础知识、绳纱与绳股技术、绳索技术、网片基础知识、经编网片技术和有结网片技术等内容。本书由石建高负责编写并统稿；沈明、程世琪、宋伟华、余雯雯、张春文、洪锡元、邱延平、姜润喜、庄小晔、王金才、從桂懋、刘永利、周文博参与了本书的编写或文字校对等工作（其中，沈明、宋伟华、王金才分别参与了第二章、第四章、第六章的编写；程世琪和庄小晔参与了第五章编写）。

刘瑞强、宋炳涛、王磊等参与了本书文字校对等工作。此外，刘福利、赵华荣、刘福祥、孟祥君、傅岳琴、许爱蔡、杨长武、王少勤、金库、周一波、赵绍德、赵金辉、陈俊仁、陈志祥、黄镇繁、张元锐、王理、贺兵、卢文、陈永国、陈敏康、黄中兴、王立群、茅兆正、魏平、吕呈涛等对本书的编写提供了文献和图片资料，在此表示感谢。

本书由中国水产科学研究院东海水产研究所负责编写，鲁普耐特集团有限公司、惠州市益晨网业科技有限公司、浙江海洋大学、湛江市经纬网厂、江苏金枪网业有限公司、山东鲁普科技有限公司、上海海洋大学、常州市晨业经编机械有限公司、扬州鑫渔纺织设备有限公司、海安中余渔具有限公司、惠州艺高网业有限公司等单位参与编写。此外，湛江经纬实业有限公司、海南科维功能材料有限公司、惠州艺高网业有限公司、青岛奥海海洋工程研究院有限公司、宁波百厚网具制造有限公司、青岛蔓蕙缆绳有限公司、杭州长翼纺织机械公司、深圳市恩普达工业系统有限公司、晋江培基渔网有限公司、仙桃市鑫农绳网科技有限公司、舟阳绳网厂、山东好运通网具科技股份有限公司、上海迈坦技术发展有限公司、青海联合水产集团有限公司等单位也对本书的编写提供了文献资料和帮助，在此，同样一并感谢。

本书主要得到了泰山英才领军人才项目“石墨烯复合改性绳索网具新材料的研发与产业化”、浙江省科技计划项目（计划编号：2018C02040）和现代农业产业体系专项资金（编号：CARS-50）等项目的支持和帮助。本书还得到了湛江市海洋经济创新发展示范市建设项目“抗强台风深远海网箱智能养殖系统研发及产业化”（湛海创2017C6A、湛海创2017C6B3）、国家支撑项目（2013BAD13B02）、国家自然科学基金项目（31502213、2015M571624）和技术开发项目“深远海网箱养殖装备的研发及其产业化推广应用”等相关项目的支持，在此表示诚挚的谢意。

为了总结经验、普及绳网理论技术、推动绳网产业及其技术升级与现代化建设、助力绳网产业及相关领域的可持续健康发展，我们组织专家、学者、单位编写了本书。本书为绳网技术学中第一部系统性的理论专著，既可为渔业、海工、船舶、林业、电力、运输、仓储、通信、消防、国防、种植业、制造业、畜牧业、房地产、建筑业、采矿及采石等相关领域了解绳网技术提供参考，又可作为相关专业学生的教学参考书，还可作为工人或科技工作者的培训教材等。诚然，本书可为绳网产业及其相关领域的管理部门、协会团体和高校等提供技术支持，但相关工作还待进一步深入和继续。希望本书的出版会对绳网产业及其相关领域的研发、生产、销售与应用示范等能起到抛砖引玉的作用。

由于编写时间有限，书中某些内容难免会有不当之处，恳请读者批评和指正。

编 者

2018年6月

目 录



前言

第一章 绳索基础知识	1
第一节 绳索分类	1
第二节 绳索粗度与标记	7
第三节 绳索物理机械性能	12
第四节 绳索结接技术	21
第五节 天然纤维绳索、合成纤维绳索和钢丝绳	25
第二章 绳纱与绳股技术	36
第一节 绳纱号数与加工工序	36
第二节 吊锭绳纱加捻机	37
第三节 翼锭式绳纱加捻机	40
第四节 环锭加捻机	43
第五节 绳纱工艺设计	47
第六节 绳纱加捻机保养修理及其常见故障	49
第七节 绳纱疵品及其原因	51
第八节 绳股结构分类	53
第九节 单捻制股机	54
第十节 双捻制股机	57
第三章 绳索技术	60
第一节 编织绳基本参数	60
第二节 编织绳机	66
第三节 编织绳工艺设计	72
第四节 编织绳疵品与编织绳机故障	74
第五节 捻绳基本参数	75
第六节 捻绳机	78
第七节 捻绳工艺设计	88

第四章 网片基础知识	93
第一节 网目尺寸、网目结构及其基本形式	93
第二节 网片尺寸、网片方向和网片重量	96
第三节 网片分类与标记	100
第四节 网片物理机械性能	106
第五节 网片材料	110
第六节 编网技术	117
第五章 经编网片技术	123
第一节 经编网片基本参数	123
第二节 整经技术	129
第三节 经编机	133
第四节 经编网片的工艺设计	143
第五节 经编网片疵品及其消除方法	150
第六章 有结网片技术	152
第一节 有结织网机的类型	152
第二节 双钩型织网机	154
第三节 单钩型织网机	171
第四节 纵向脚踏织网机	176
第五节 有结网片疵品与织网机故障处理	184
第六节 织网机安全注意事项	188
附录	190
附录 1 鲁普耐特集团有限公司简介	190
附录 2 农业农村部绳索网具产品质量监督检验测试中心简介	191
附录 3 杭州长翼纺织机械公司简介	194
附录 4 绳索网片相关标准目录	195
附录 5 深圳市恩普达工业系统有限公司简介	196
附录 6 江苏金枪网业有限公司简介	198
附录 7 海南科维功能材料有限公司简介	199
附录 8 惠州市益晨网业科技有限公司简介	201
主要参考文献	202

第一章

绳索基础知识

绳索在渔业、海工、船舶、军事、航空、航天和消防以及登山等领域都有应用。所谓绳索，是指由若干根绳纱（或绳股）捻合或编织而成的、直径大于 4 mm 的有芯或无芯的制品。所谓绳纱，是指纤维经梳理、并条，或由若干根丝等一次加捻制成的具有一定粗度和强度的粗纱。所谓绳股，是指将若干根绳纱、单丝或钢丝等并合，加捻或编织在一起而具有一定长度、粗度和强度的半成品。所谓芯子，是指配置在绳索中心的填料（如天然纤维、合成纤维或钢丝等材料），经加捻（或不加捻）制成的具有一定粗度和强度的绳纱或细绳等材料。按芯子在绳索中的位置可分为绳芯、股芯。其中，沿绳索的纵轴配置在绳索中央部位的芯子统称为绳芯；沿绳股的纵轴配置在绳股中央部位的芯子统称为股芯。渔业装备与工程用绳索统称为渔用绳索。因功能、习惯、地域或使用部位等的不同，在渔业上习惯将绳索称为“纲”“纲索”“纲绳”或“网纲”等。绳索在捕捞作业中主要用来制作纲索、拖曳渔具、敷设渔具和系泊渔船等；在网箱养殖业、围网养殖业和贝类养殖业等领域主要用来制作纲索、连接浮球、构建锚泊系统和系泊养殖工船等；在藻类养殖业主要用于制作苗绳、浮梗绳和网帘绳等。绳索应具备足够的强力和适当的伸长。此外，它还应具有良好的弹性、柔挺性、结构稳定性、耐磨性、耐腐蚀性和抗冲击性等物理机械性能，以满足不同领域的需要。本章主要概述绳索分类、粗度与标记、物理机械性能、结接技术以及几种常用绳索等内容，供读者参考。

第一节 绳索分类

绳索应用于渔业、海工、船舶、军事、航空、航天、消防和登山等多个领域，相关生产设备有编织绳机和捻绳机等。根据不同领域需要，绳索结构、股数、捻向、卷装形式、制绳用纤维类别以及制绳用纤维（也称基体纤维）的组成等均可不同，这使得绳索种类繁多、分类复杂。本节主要介绍合成纤维绳索、混合绳索和钢丝绳的分类。

一、合成纤维绳索及混合绳索分类

合成纤维绳索及混合绳索可以按绳索用途、制绳用纤维类别、绳索的性能、制绳用纤维的组成和绳索的结构形式等方法分类，现简介如下。

1. 按绳索用途分类

按绳索用途分类，绳索可分为渔用绳（索）、海工绳（索）、船用绳（索）、军用绳

(索)、攀岩登山绳(索)、洞穴勘探绳(索)、徒步远足绳(索)、警察攀登训练绳、索吊绳、索吊连接绳、户外救援绳、航空绳(索)、航天绳(索)、消防绳(索)、建筑用绳(索)、运输用绳(索)、清洗绳(索)、打捞绳、捆扎绳、矿山绳、吊装绳、宠物绳、防护绳、农用绳和割草绳等。若继续按细小用途分类,则上述绳索可以进一步分类[如渔用绳(索)按细小用途分类,可进一步分为捕捞渔具用绳(索)、渔船用绳(索)、养殖工船用绳(索)、网箱养殖设施用绳(索)、藻类设施用绳(索)、海洋牧场用绳(索)和养殖围网用绳(索)等]。

2. 按制绳用纤维类别分类

按制绳用纤维类别分类,绳索可分为天然纤维绳(索)、合成纤维绳(索)、钢丝绳(索)和纤维夹钢丝绳(索)等。20世纪以前,人类主要认知和使用的绳索为天然纤维绳索(如稻草绳、白棕绳和棉绳等)。在当时历史条件下,天然纤维绳索对社会的发展和进步起到了积极的推动作用。诚然,天然纤维绳索存在一些缺点(如植物纤维绳索使用周期短,其综合性能不如合成纤维绳索等),这为渔业等产业生产带来了诸多不利。当今渔业等产业生产中广泛应用的绳索为合成纤维绳索[如聚乙烯绳索(简称PE绳索)、聚丙烯绳索(简称PP绳索)、聚酰胺绳索(简称PA绳索)、聚酯绳索(简称PET绳索)、聚丙烯-聚乙烯绳索(简称PP-PE绳索)、碳纤维绳索(简称CF绳索)、玄武岩纤维绳索(简称BF绳索)、芳纶绳索(简称PPTA绳索)、超高分子量聚乙烯绳索(简称UHMWPE绳索)等]。近年来,中国水产科学研究院东海水产研究所(以下简称东海所)还开发了高强度聚乙烯绳索(简称HSPE绳索)、自增强聚乙烯绳索(简称SRPE绳索)、中高分子量聚乙烯绳索(简称MMWPE绳索或MHMWPE绳索)和超高分子量聚乙烯裂膜绳索(简称UHMWPE裂膜绳索)等。宁波百厚网具制造有限公司联合石建高研究员团队开发了半刚性复合绳索,该绳索可用于割草或养殖网纲等。

3. 按绳索性能分类

按绳索性能分类,绳索可分为普通绳索(也称普通绳)、高性能绳索和特种用途绳索(也称特种绳)等。采用PE单丝等普通纤维加工而成的绳索称为普通绳,普通绳应用范围很广。所谓高性能纤维,一般是指纤维拉伸强度大于17.6 cN/dtex、弹性模量在440 cN/dtex以上的纤维。采用高性能纤维加工而成的绳索称为高性能绳索。在渔业上,采用高性能纤维[如超高分子量聚乙烯纤维(如Dyneema®纤维等)、芳纶纤维(如Kevlar纤维等)等]加工而成的Dyneema®绳索、Kevlar绳索均为高性能绳索;这些高性能绳索应用于拖网渔具中,不仅可以减小相同网型拖网网具的阻力、降低作业能耗,而且可以在相同渔船拖力的情况下,扩大网具主尺度,增加扫海面积,提高捕捞作业效率。因此,高性能绳索是一种很有开发潜力的渔用绳索,它们能在渔业中推广应用,产业前景广阔。特种用途绳索是为了特种用途加工而成的绳索,如海工绳(索)、军用绳(索)、攀岩登山绳(索)、洞穴勘探绳(索)、徒步远足绳(索)、警察攀登训练绳、索吊绳、索吊连接绳、户外救援绳、航空绳(索)、航天绳(索)、消防绳(索)、耐火绳索、发光绳索、逃生绳索、拖车绳索、清洗绳(索)、打捞绳(索)等。以藻类养殖用绳索为例,藻类离岸养殖产业体系专家刘福利认为,藻类养殖用绳索综合性能有几点需要研究:其一是绳子的破断强度,即在一定直径下其破断强度越高越好,且成本要低,另外吸水性最好也要低;其二是绳子的生物附着性,要有高有低,附着性高的绳子可用做苗帘或苗绳,提高藻类的附着效果,附着性低的绳子可用做概缆和浮纜(两者生物附着性高的话,会导致大量杂藻或海洋动物附着,

会降低浮筏的安全性)；其三是苗绳各股间的扭转力大小适中，即可夹住海带苗，又不会夹伤海带苗。由此可见，绳索性能的优劣随使用领域、作业对象等的不同而发生变化，绳索性能的研究任重道远。特种用途绳索满足了特种用途的需要，其开发及其产业化应用前景相当广阔。

4. 控制绳用纤维的组成分类

控制绳用纤维的组成分类，绳索可分为纯纺绳索和混合绳索。所谓纯纺绳索，即由一种纤维或组分不变的高聚物材料制成的绳索称为纯纺绳索，如 PE 纯纺绳索（俗称 PE 绳索）、PP 纯纺绳索（俗称 PP 绳索）、PA 纯纺绳索（俗称 PA 绳索）和 PET 纯纺绳索（俗称 PET 绳索）等均为纯纺绳索。在渔业、运输等领域，纯纺绳索使用较为普遍。

由不同材料按一定的数量比例混合制成的绳索称为混合绳索，如包芯绳、夹芯绳、夹塑绳和多种纤维混合绳等。包芯绳或夹芯绳一般是用天然纤维或合成纤维与钢丝等材料混合制成（以钢丝绳为绳芯，外围包有天然纤维或合成纤维绳股的复捻绳称为包芯绳；以钢丝绳为股芯，外层包以天然纤维或合成纤维绳纱捻制而成的复捻绳称为夹芯绳）。多种纤维混合绳在贝藻类养殖设施上有一定的应用，如藻类养殖网帘用维纶-乙纶混合绳索，附着贝类·孢子用维纶-乙纶混合绳索等。包芯绳（主要包括包棕钢丝绳、包丙纶钢丝绳）是用钢丝绳作绳芯、以马尼拉麻（Manila 麻）等为绳股捻制而成；而包丙纶钢丝绳是用钢丝绳作绳芯、以 PP 扁丝等聚丙烯纤维为绳股捻制而成。包芯绳的缺点是绳芯容易滑动，它在渔业等领域上主要用作拖网的下纲、曳纲等。夹芯绳包括夹棕钢丝绳、夹丙纶钢丝绳、夹条带钢丝绳等；其中夹棕钢丝绳，外包于钢丝外面的纤维用 Manila 麻等作绳股；夹丙纶钢丝绳是用 PP 单丝等聚丙烯纤维作绳股、钢丝作股芯，再由多股加捻成绳索。夹芯绳在渔业上应用较广，如拖网的曳纲、底纲等。两种材料混捻的混合绳索，可以是先用两种材料混合加捻成绳纱、绳股，再由若干股捻制成绳索，也可以用两种材料各自制成绳股，再用两种绳股混合加捻成绳索。一般前者混合绳索形式较多。混合绳索集两种材料的优点于一体，使其更适合渔业生产的要求。如用 PE 单丝与聚乙烯醇纤维（简称 PVA 纤维）混合捻制混合绳索，由于 PVA 纤维表面粗糙、PE 单丝较光滑柔挺，两者混合制成的绳索既兼有两者的优点，同时又克服了 PE 绳索表面光滑、不易与网衣缝扎的缺点。这种混合绳索既可用于制作底层鲤鱼延绳钓干线或刺网浮子纲，又可用于制作藻类养殖设施绳等。PP 裂膜纤维与钢丝混合绳索在拖网上普遍使用，其性能优良；又如用 PA 与较轻的聚氯乙烯（PVC）、聚偏二氯乙烯（PVDC）混合，或与较轻的 PE、PP 混合，可增加或减少绳索在水中的重力等。同种材料使用不同形态的混合绳索，如用 PA 粗单丝和细复丝混合捻制成绳索。一种结构为由 PA 粗单丝加捻成绳股，再由 6 股加捻成绳索，在绳索中央加一根由 PA 复丝组成的绳芯。以增加绳索的柔韧性（图 1-1）。另一种结构也是 6 股 PA 混合绳索（图 1-2），该种绳索的每一股由粗单丝及在单丝之间表面还夹有细复丝组成，并在每股绳股中央有一束复丝股芯，且在绳索中央还加一束未加捻的复丝作绳芯。这种复杂结构的绳索，由细复丝组成粗纱而制成很粗的芯子又被非常粗的单丝覆盖着，这些粗单丝在股的表面呈螺旋状，在每股表面又用 PA 复丝制成的松捻线作填料。该绳索经短期使用摩擦而使绳索表面变得粗糙、光滑，这样便于操作，也防止绳索进一步磨损（在国外将这种绳索称为“Atlas”绳）。因为“Atlas”绳有高的断裂强力、好的耐疲劳性且伸长小于 PA 捻绳，所以，它适宜于用作货船用缆绳、大型拖网用纲索等。目前，我国已能生产类似“Atlas”结构的缆绳——6 股牛筋绳或 12 股牛筋绳等。

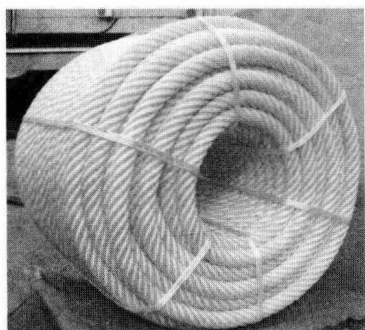


图 1-1 国产 6 股牛筋绳

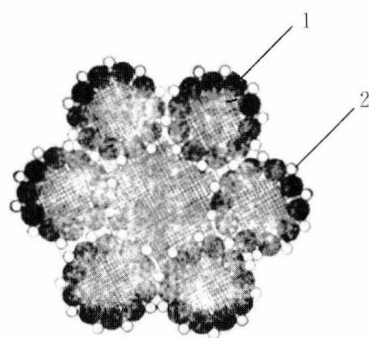


图 1-2 “Atlas” 绳横截面

1. 黑色圈代表粗的 PA 复丝组成的绳芯和股芯
2. 小白圈代表在绳股的表面由 PA 复丝组成的松捻线，填在粗单丝之间

5. 按绳索的结构形式分类

按绳索的结构形式分类，绳索可分为捻绳（由绳纱通过加捻而制成的绳索）和编绳（由若干根绳股采用编织或编绞方式而制成的有绳芯或无绳芯的绳索，图 1-3）。组成捻绳和编绳的基本单元是绳纱。绳纱的形式有单纱、复捻纱、复合捻纱和绳带等，绳纱用基体纤维有单丝、复丝和条带等。

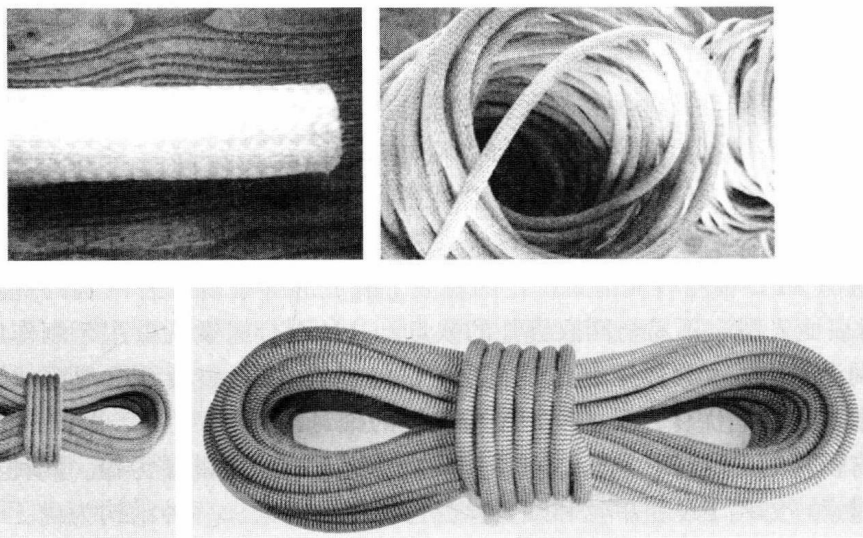


图 1-3 管型编绳

捻绳分类方法很多，可按捻向、捻合方式和绳股数量等进行分类。按捻向分类，捻绳可分为 Z（左）捻绳和 S（右）捻绳。对 Z 捻的单捻绳，其单股的捻向为 S 捻；对 Z 捻的复捻绳的绳纱为 Z 捻、绳股为 S 捻；对 Z 捻的复合捻绳的绳纱应为 S 捻、绳股为 Z 捻、次级绳股为 S 捻。在实际生产中，人们可按喜好、习惯或合同要求等选用不同捻向的绳索（诚然，在捕捞渔具或养殖设施上使用双根平行网索时，为避免相邻绳索间的缠绕等，人们多采用两种相反捻向的绳索）。按捻合方式分类，捻绳可分为单捻绳（由若干根绳纱经一次加捻制成的绳索。它们由绳纱作为单股，再将 2 个或 3 个单股，以股的相反捻向捻制成绳索）、复捻

绳（由若干根绳纱加捻制成绳股，再将若干根绳股以与绳股相反捻向加捻制成的绳索）和复合捻绳（用3根或更多根复捻绳为绳股，采用与复捻绳相反的捻向加捻制成的绳索，也称缆绳）。按绳股数量分类，捻绳可分为2股捻绳、3股捻绳、4股捻绳、6股捻绳和8股捻绳等。在渔业上应用较多的是3股捻绳〔简称为3股绳（索）〕和4股捻绳〔4股绳（索）〕。在捻合过程中，绳索在模孔内被强力挤压，3股捻绳的中心空隙很小。为改善3股捻绳的结构均匀性和柔软性，提高其物理机械性能，人们在生产中采用4股捻绳、6股捻绳等（它们又可分有芯和无芯两种）。4股捻绳等在绳索中心会形成中空，容易积蓄水分，并在弯曲或拉紧时引起绳股变形。为此，人们在4股捻绳等多股捻绳的中心充填绳芯（图1-4）。

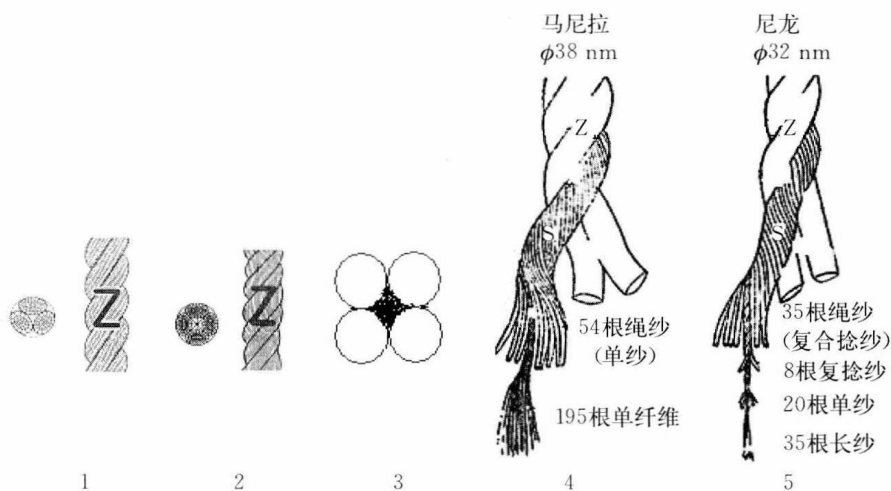


图 1-4 捻绳结构

1. 3 股捻绳 2. 4 股捻绳 3. 4 股捻绳横截面（绳索中间黑色部分为绳芯）
4. 3 股马尼拉捻绳 5. 3 股 PA 复丝捻绳

编绳通过编织机的锭子将绳股相互交叉穿插在一起编制而成，它可以加捻或不加捻。编绳分类方法很多，可按绳股数量、结构等进行分类。按绳股数量分类，编绳可分为4股编绳、6股编绳、8股编绳、12股编绳、16股编绳、24股编绳和32股编绳等。按结构分类，编绳可分为管形编绳（由若干个绳股有规律地编织成管状结构的绳索，也称圆形编绳或编织绳，图1-3）和8股编绞绳（由4根Z捻和4根S捻的绳股，成对交叉编制成的绳索，图1-5）等。

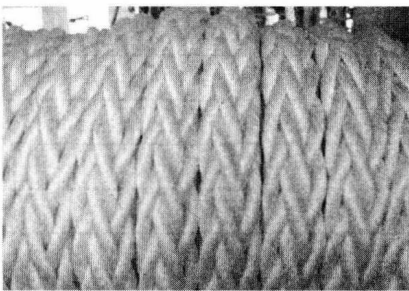


图 1-5 8 股编绞绳

二、钢丝绳分类

钢丝绳种类繁多，分类复杂。钢丝绳主要分为单层钢丝绳、阻旋转钢丝绳、平行捻密实钢丝绳、缆式钢丝绳、扁钢丝绳、单股钢丝绳和密封钢丝绳等。钢丝绳分类采用《钢丝绳 术语、标记和分类》（GB/T 8706—2006）或《Steel wire rope - Definitions, designations and classifications》ISO 17893—2004 标准。单层钢丝绳应按表 1-1 所列体系进行分类（参见国家标准

GB/T 8706—2006 第 4 章)。阻旋转钢丝绳、平行捻密实钢丝绳、缆式钢丝绳、扁钢丝绳、单股钢丝绳、密封钢丝绳的分类可参考相关文献资料或 GB/T 8706—2006，这里不再详述。

表 1-1 单层钢丝绳

类别 (不含绳芯)	钢丝绳			外层股			
	股数	外层股数	股的层数	钢丝绳数	外层钢丝绳数	钢丝绳层数	股捻制类型
3×7	3	3	1	5~9	4~8	1	单捻
3×19	3	3	1	15~26	7~12	2~3	平行捻
3×36	3	3	1	27~49	12~18	3	平行捻
3×19M	3	3	1	12~19	9~12	2	多工序点接触
3×37M	3	3	1	27~37	16~18	3	多工序点接触
3×35N	3	3	1	28~48	12~18	3	多工序复合捻
4×7	4	4	1	5~9	4~8	11	单捻
4×9	4	4	1	15~26	7~12	2~3	平行捻
4×36	4	4	1	29~57	12~18	3~4	平行捻
4×19M	4	4	1	12~19	9~12	2	多工序点接触
4×37M	4	4	1	27~37	16~18	3	多工序点接触
4×35N	4	4	1	28~48	12~18	3	多工序复合捻
6×6	6	6	1	6	6	1	单捻
6×7	6	6	1	5~9	4~8	1	单捻
6×12	6	6	1	12	12	1	单捻
6×19	6	6	1	15~26	7~12	2~3	平行捻
6×36	6	6	1	29~57	12~18	2~3	平行捻
6×61	6	6	1	61~85	18~24	3~4	平行捻
6×19M	6	6	1	12~19	9~12	2	多工序点接触
6×24M	6	6	1	24	12~16	2	多工序点接触
6×37M	6	6	1	27~37	16~18	3	多工序点接触
6×61M	6	6	1	45~61	18~24	4	多工序点接触
6×35N	6	6	1	28~48	12~18	3	多工序复合捻
6×61N	6	6	1	47~61	20~24	3~4	多工序复合捻
6×91N	6	6	1	85~109	24~36	4~6	多工序复合捻
7×19	7	7	1	15~26	7~12	2~3	平行捻
7×36	7	7	1	29~57	12~18	3~4	平行捻
8×7	8	8	1	5~9	4~8	1	单捻
8×19	8	8	1	15~26	7~12	2~3	平行捻
8×36	8	8	1	29~57	12~18	3~4	平行捻
8×61	8	8	1	61~85	18~24	3~4	平行捻
8×35N	8	8	1	28~48	12~18	3	多工序复合捻
8×61N	8	8	1	47~81	20~24	3~4	多工序复合捻
8×91N	8	8	1	85~109	24~36	4~6	多工序复合捻

(续)

类别 (不含绳芯)	钢丝绳			外层股			
	股数	外层股数	股的层数	钢丝绳数	外层钢丝绳数	钢丝绳层数	股捻制类型
麻纲混捻钢丝绳							
4×6	4	4	1	6	6	1	单捻
6×6	6	6	1	6	6	1	单捻
6×12	6	6	1	12	12	1	单捻
6×24		6	1	24	12~15	2	多工序交互捻
三角股钢丝绳							
6×V8	6	6	1	8~9	7~8	1	单捻
6×V25	6	6	1	15~31	9~18	2	多工序点接触

注：对于三角股，当用单独捻制的股如 1-6 或 3F+3×2 等代替钢丝绳股芯时，该股可记为 1 根钢丝；6×19M 结构钢丝绳既可归为 6×19 类也可归为 6×36 类；3 股或 4 股类钢丝绳也可设计和制造成阻旋转的。

第二节 绳索粗度与标记

所谓绳索粗度，是指绳索的粗细程度，通常以线密度、直径或周长等表示。绳索粗度直接决定渔具、网箱、养殖围网等装备设施的规格。不同粗度的绳索，选用基体纤维的质量要求也不尽相同。粗度包括相对粗细的“粗度”和绝对细的几何形态尺寸（直径或周长）。以线密度表达的粗度与常规理解相一致，其值越大、绳索越粗；而单位质量所具有的绳索长度越长，则绳索直径越细。绳索粗度的确切表示，关系到绳索各项性能的象征，同时也为绳索生产企业及其用户的选择提供了便利。在绳索物理机械性能中，绳索粗度是重要的指标之一。由于几何粗细的测量较为困难，以往大多采用粗度来表达。现代测试技术的飞速发展（如显微镜测量和图像处理技术等），使绳索几何粗细以及分布的表达与测量成为可能。绳索规格的标记方法很多，往往容易引起混乱。为了统一标记方法，满足生产、贸易、技术交流等技术要求，我国制定了渔用绳索标记方法国家标准（GB/T 3939.3—2004、GB/T 8706—2006）。GB/T 3939.3 规定了纤维绳及混合绳的命名原则和标记组成，适用于未经浸渍或涂层处理的植物纤维绳、合成纤维绳及混合绳的命名和标记。经浸渍或涂层处理过的绳索，标记时须注明（以示区别）。GB/T 8706 规定了钢丝绳的标记。其他领域绳索标记方法以本领域标准（国家标准、行业标准或团体标准）为准，无标准时可参考使用上述两个国家标准（但须在合同等文件中加以说明）。

一、绳索粗度

绳索粗度有直接指标和间接指标两种。直接指标是绳索粗、细的指标，一般用绳索的直径或周长表示。间接指标是以绳索质量或长度来确定，分为定长制的线密度（特克斯）与纤度（旦尼尔）、定重制的公制支数（公支）与英制支数（英支）；该指标无界面形态限制。

1. 基体纤维和绳纱粗度

构成绳索的基本组织是基体纤维（通常简称纤维）或绳纱。纤维或绳纱粗度一般用线密度、支数来表示（对单丝也可用直径表示）。绳纱单位长度的质量称为线密度，单位用“特”（tex）或“千特”（ktex）或“旦尼尔”（D）等表示。有关纤维和绳纱线密度、公制支数等参见相关文献。用线密度或公制支数来比较纤维或绳纱粗度，仅适用于比较同种材料（即密度相同）的纤维或绳纱粗度。密度相同的材料，线密度越大，绳纱越粗；支数越小，单纱越粗。对于不同材料，由于密度不同，即使线密度或支数相同，但因横截面不同，密度大的纤维或绳纱较细，密度小则较粗。

2. 绳索粗度

绳索粗度一般用线密度、直径或周长来表示。线密度是表示绳索粗度最合适的指标。绳索线密度能精确测量。《渔具材料基本术语》（SC/T 5001）规定，绳索线密度以综合线密度来表示。综合线密度的符号 ρ_z ，单位用“特”（tex）或“千特”（ktex）等来表示，并在数值前加字母 R。如果 1 m 长 3 股 PP 绳索重 7.23g，那么 3 股 PP 绳索线密度为 7.23 ktex。合成纤维绳索线密度测定按《纤维绳索 有关物理和机械性能的测定》（GB/T 8834—2016）的规定。测定时，按上述标准附录 A 的规定对纤维绳索施加一定的预加张力，量取试样长度并称其质量。绳索线密度实际上表示了绳索的质量大小，如一根 3 股 PP 绳索综合线密度 R306ktex，即表示该 3 股 PP 绳索 1 m 质量为 306 g。按公式（1-1）计算预加张力时的绳索试样长度，按公式（1-2）计算绳索线密度。

$$L_1 = \frac{l_2 \times L_0}{l_0} \quad (1-1)$$

式中： L_1 ——在预加张力时的试样长度（m）；

l_2 ——预加张力下的标距（mm）；

L_0 ——按标准方法测量的初始长度（m）；

l_0 ——按标准方法测量的初始标距（mm）。

$$\rho_{x1} = \frac{m_1}{L_1} \quad (1-2)$$

式中： ρ_{x1} ——绳索线密度（ktex）；

m_1 ——试样的质量（g）；

L_1 ——在预加张力时的试样长度（m）。

按最新发布实施的 ISO 1969、ISO 1346、ISO 1140、ISO 1141、ISO 1181 标准，表 1-2 列出了几种主要类型 3 股捻绳的线密度。由表 1-2 可见，几种主要类型 3 股捻绳在相同直径下其线密度存在差异。捻绳线密度大多决定于制绳用纤维的线密度，在同等制绳工艺条件下，对相同直径的捻绳而言，如果制绳用纤维的线密度越大，那么对应的捻绳线密度越大。图 1-6 表示 PET、PA 和 PP 3 股捻绳线密度与名义直径的关系。特别需要说明的是，绳索总线密度（绳索加捻前各根绳纱线密度的总和）往往小于绳索的综合线

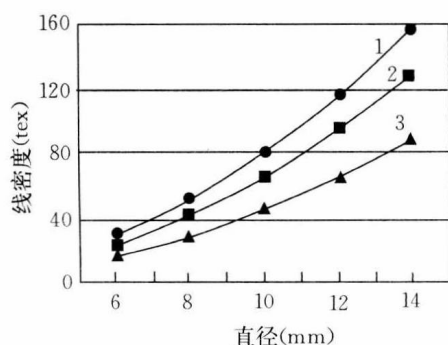


图 1-6 PET、PA、PP 三股捻绳的线密度与直径之间的关系
1. PET 2. PA 3. PP

密度。

直径和周长是绳索的重要指标。在渔业领域，绳索直径尤其重要。它不但可用来表示绳索粗度，而且可作为理论分析渔具、网箱、养殖围网等设施的一个重要参数。例如，拖网在水中作业时的水阻力、金枪鱼延绳钓绳的水阻力、网箱锚绳的水阻力、藻类养殖设施的水阻力和养殖围网设施的水阻力等都与绳索直径和周长有关。因此，精确测定绳索直径和周长有

表 1-2 几种主要类型 3 股捻绳的线密度^①

公称直径 ^② (mm)	线密度 ^{③④}					允许偏差 (%)
	3 股聚乙烯 绳索 (ktex)	3 股聚丙烯 绳索 (ktex)	3 股聚酰胺 绳索 (ktex)	3 股聚酯 绳索 (ktex)	3 股马尼拉 绳索 (ktex)	
4	8.02	7.23	9.87	12.1	—	±10
4.5	10.1	9.15	12.5	15.3	14.0	
5	12.5	11.3	15.4	19.0	17.3	
6	18.0	16.3	22.2	27.3	24.9	
8	32.1	28.9	39.5	48.5	44.4	
9	40.6	36.6	50.0	61.4	56.1	
10	50.1	45.2	61.7	75.8	69.3	±8
12	72.1	65.1	88.8	109	99.8	
14	98.2	88.6	121	149	136	
16	128	116	158	194	177	±5
18	162	146	200	246	225	
20	200	181	247	303	277	
22	242	219	299	367	335	
24	289	260	355	437	399	
26	339	306	417	512	468	
28	393	354	484	594	543	
30	451	407	555	682	624	
32	513	463	632	776	710	
36	649	586	800	982	898	
40	802	723	987	1 210	1 110	
44	970	875	1 190	1 470	1 340	
48	1 150	1 040	1 420	1 750	1 600	
52	1 350	1 220	1 670	2 050	1 870	
56	1 570	1 420	1 930	2 380	2 170	
60	1 800	1 630	2 220	2 730	2 490	
64	2 050	1 850	2 530	3 100	2 840	
72	2 600	2 340	3 200	3 930	3 590	
80	3 210	2 890	3 950	4 850	4 440	
88	3 880	3 500	4 780	5 870	5 370	
96	4 620	4 170	5 690	6 990	6 390	

① 表中数据取自 ISO1969、ISO1346、ISO1140、ISO1141、ISO 1181 等国际标准。
② 公称直径相当于以毫米表示的近似直径。
③ 线密度（以 ktex 为单位）相当于单位长度绳索的净质量，以每米克数或每千米千克数来表示。
④ 线密度在 ISO 2307 规定的参考张力下测量。