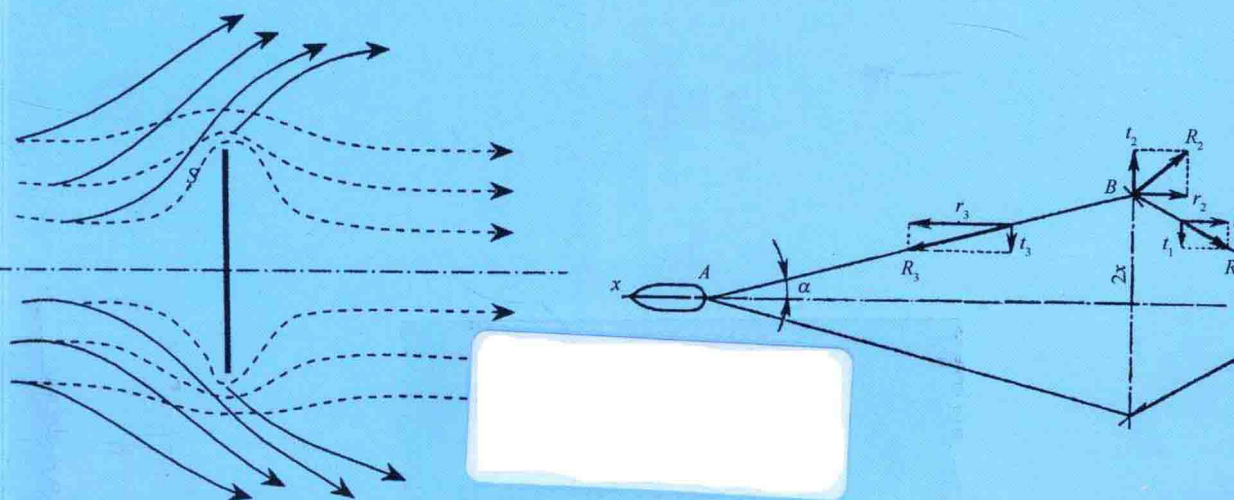


应用渔具设计学

夏章英 主 编

卢伙胜 颜云榕 冯 波 陈文河 副主编

YINGYONG YUJU SHEJIXUE



海洋出版社

应用渔具设计学

夏章英 主 编

卢伙胜 颜云榕 冯 波 陈文河 副主编

海洋出版社

2014 年 · 北京

内 容 简 介

本书由渔具设计理论概述、渔具设计理论基础和渔具设计理论实况共3篇13章组成,其中以第二篇的理论基础和第三篇的设计实况为重点,将渔具设计的基础理论和生产中需要的设计理论相结合,保证渔具设计的质量。为海洋渔业科学技术专业人员的研究以及从事渔具设计的技术人员和大专院校相关专业的老师作参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

应用渔具设计学/夏章英主编. —北京:海洋出版社, 2014. 10
ISBN 978 - 7 - 5027 - 8960 - 2

I. ①应… II. ①夏… III. ①渔具 - 设计学 IV. ①S972

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 228503 号

责任编辑:张 荣

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京华正印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:19.5

字数:470千字 定价:70.00元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

《应用渔具设计学》由3篇共13章组成。第一篇为渔具设计理论概述，由渔具的技术特点与一般性质、渔具设计涉及的要素，两章组成；第二篇为渔具设计理论基础，由渔具构件的水动力、渔具柔索的形状与张力、渔具模型试验三章组成；第三篇为渔具设计理论实况，由拖网渔具设计理论、围网渔具设计理论、刺网渔具设计理论、建网渔具设计理论、张网渔具设计理论、钓渔具设计理论、光诱渔具设计理论以及电捕渔具设计理论，共八章组成，全书以第三篇为重点。

《应用渔具设计学》是我从教几十年的体会和经验总结，并参考了国内外有关著作的写作方法而编写成的。我从教期间每学年都给水产捕捞专业的学生布置各种网具设计的大作业，如围网网具设计、刺网网具设计、张网网具设计等，要求学生在设计网各种参数选择的道理上要写得有根有据，于是学生在作业中就把所学到的专业知识与基础理论知识结合起来，进行论述和研究计算，并结合生产中一些需要解决的问题进行分析，从而使他们的网具设计既有一定理论水平又能结合生产实践，网具设计水平大大提高了。后来，我就把学生网具设计中一些成功经验，整理后写进《光诱围网》这本书稿的“网具设计”一章内容中，《光诱围网》一书出版后，社会评价良好，获得广东省1984年科技进步三等奖。为此，这本《应用渔具设计学》，我也强调渔具设计的基础理论和生产中需要的设计理论，把这两方面结合起来，才有可能保证渔具设计的质量。

本书写作的动机，是想能为海洋渔业科学与技术专业的学生在做网具设计时提供一些参照，也想给海洋渔业科学与技术专业的教师，在上有关课程时提供一点儿参考读物，或者给社会上从事渔具设计的技术人员提供一本参考书。同时，我也想通过编写教材来带动年轻教师的写作习惯，起到老教师“传帮带”的作用，例如我在编写和审稿过程中，四位副主编都认真地审阅了书稿，并提出很多宝贵的意见，在此我表示深深的感谢。但由于本人水平有限，本书的写作难免存在不少缺点，敬请读者批评指正。

广东海洋大学

夏章英

2013年3月26日

目 录

第一篇 渔具设计理论概述

第一章 渔具的技术特点与一般性质	(3)
第一节 渔具的技术特点与设计目的	(3)
一、渔具的技术特点	(3)
二、渔具的设计目的	(4)
第二节 渔网的一般性质	(5)
一、网目的性质	(5)
二、网目的线变形	(6)
三、渔网的角变形	(6)
四、网片利用率系数	(7)
五、长方形网片的线变形	(8)
六、角变形时长方形网片的某些性质	(9)
本章内容小结	(11)
思考题	(11)
第二章 渔具设计涉及的要素	(13)
第一节 渔具设计针对的鱼类特性及渔具选择性能	(13)
第二节 鱼类最小捕捞尺寸	(13)
第三节 渔具结构类型和母型网的选择	(16)
第四节 渔具设计中实物试验和模型试验的应用	(16)
本章内容小结	(18)
思考题	(18)

第二篇 渔具设计理论基础

第三章 渔具构件的水动力	(21)
第一节 板形构件水动力	(21)
一、平板的水动力	(21)
二、机翼的水动力	(25)
第二节 圆球形构件水动力	(29)
一、圆球的水动力	(29)
二、球形浮子的水动力	(31)

第三节 圆柱形构件水动力	(32)
一、圆柱体的边界层和阻力系数	(32)
二、圆柱体和圆柱形构件的阻力	(33)
第四节 平面网片的阻力	(37)
一、平面网片垂直于水流的阻力	(37)
二、平面网片平行于水流的阻力和与水流成冲角时的关系	(39)
三、不同冲角下平面网片的简化计算公式	(39)
第五节 水流和波浪引起的水动力对网渔具水阻力的影响	(41)
一、理论方法确定外力	(41)
二、试验数据	(43)
本章内容小结	(44)
思考题	(46)
第四章 渔具柔索的形状与张力	(47)
第一节 柔索的力平衡方程	(47)
第二节 载荷沿索长均布时柔索的形状和张力	(48)
一、柔索曲线方程	(49)
二、柔索张力	(50)
第三节 载荷沿跨距均布时柔索的形状和张力	(52)
一、柔索曲线方程	(52)
二、柔索张力	(53)
本章内容小结	(53)
思考题	(54)
第五章 渔具模型试验	(55)
第一节 渔具模型试验的特点	(55)
第二节 渔具模型试验的相似原理	(56)
一、几何相似	(57)
二、运动相似	(57)
三、动力相似	(57)
四、流体动力相似	(58)
五、特种模型相似	(58)
第三节 渔具模型水槽试验相似准则	(60)
一、田内准则	(60)
二、狄克逊准则	(61)
三、克列斯登生准则	(62)
第四节 拖网网具模型水槽试验	(66)
一、拖网模型试验准则	(66)
二、拖网模型试验换算步骤	(67)
三、拖网网模制作	(69)

四、拖网模型试验项目、记录和数据处理	(71)
第五节 拖网网板模型风洞试验	(72)
一、渔具模型风洞试验准则	(72)
二、拖网网板风洞试验测定	(73)
本章内容小结	(75)
思考题	(76)

第三篇 渔具设计理论实况

第六章 拖网渔具设计理论	(79)
第一节 拖网渔具设计基础理论	(79)
一、鱼类对拖网渔具的行为反应	(79)
二、渔船拖力的估算	(81)
三、母型网的选择	(84)
四、决定拖网渔获量的特性	(94)
第二节 拖网渔具基本要素计算	(95)
一、拖网线型选择	(95)
二、拖网主尺度确定	(97)
三、拖网网目尺寸和网线粗度的选择	(102)
四、拖网缩结系数的确定	(107)
五、拖网浮沉力配备	(110)
六、曳纲长度和粗度的确定	(113)
七、拖网网口扩张	(115)
八、手纲冲角近似值计算	(120)
九、拖网阻力估算	(123)
十、拖网作业性能评估	(129)
第三节 拖网扩张装置——网板的设计与计算	(133)
一、网板的类型	(133)
二、网板的水动力特性	(140)
三、网板的设计与计算	(146)
本章内容小结	(151)
思考题	(153)
第七章 围网渔具设计理论	(154)
第一节 鱼类对围网渔具的行为反应	(154)
一、围网捕捞对象的特性	(154)
二、鱼类在围网捕捞前后的行为反应	(155)
三、金枪鱼被围网包围后在网圈中的行为反应	(156)
第二节 围网船的技术特性	(156)
第三节 围网长度的确定	(157)

一、围捕起水鱼群网长的确定	(157)
二、围捕光诱鱼群网长和瞄准捕捞网长的确定	(165)
第四节 围网高度的确定	(166)
一、围网高度确定的依据	(167)
二、围网高度确定的方法	(168)
第五节 围网缩结系数的确定	(172)
一、围网缩结系数确定的依据	(172)
二、围网缩结系数确定的方法	(176)
第六节 围网网衣的确定	(176)
一、围网网衣确定的依据	(177)
二、围网网衣确定的方法	(177)
第七节 围网纲索的确定	(182)
一、围网纲索确定的依据	(183)
二、围网纲索确定的方法	(183)
第八节 围网沉浮力的确定	(189)
一、围网沉浮力确定的依据	(189)
二、围网沉浮力确定的方法	(189)
本章内容小结	(194)
思考题	(196)
第八章 刺网渔具设计理论	(197)
第一节 鱼类对刺网渔具的行为反应	(197)
一、网线颜色对鱼类行为反应的影响	(197)
二、网线粗度对鱼类行为反应的影响	(197)
三、潮流速度对鱼类行为反应的影响	(198)
第二节 刺网在水中的能见度	(198)
第三节 刺网网线材料、粗度和颜色的选择	(199)
一、网线材料的选择	(199)
二、网线粗度的选择	(200)
三、网线颜色的选择	(200)
第四节 刺网在作业中的受力分析	(201)
一、作用在网衣上的力	(201)
二、网片在水中的受力分析	(202)
第五节 鱼体形状对刺网刺挂效率的影响	(203)
第六节 刺网网目尺寸的选择	(204)
一、刺网渔获性能表示方法的表示方法	(204)
二、刺网网目尺寸的确定	(206)
三、最适网目尺寸和最小网目尺寸	(210)
四、图解法求取刺网有效捕捞范围	(210)

第七节 刺网网衣缩结系数的选择	(212)
一、影响缩结系数选择的因素	(212)
二、缩结系数选择的依据	(212)
第八节 刺网主尺度的确定和耗线量计算	(214)
一、刺网长度的确定	(214)
二、刺网高度的确定	(214)
三、网衣用线量计算	(214)
第九节 刺网主要纲索的选择	(215)
一、带网纲的选择	(215)
二、叉纲的选择	(216)
第十节 刺网浮沉力配备	(217)
一、定置刺网的浮沉力配备	(217)
二、河川浮刺网的浮沉力配备	(218)
三、流刺网的浮沉力配备	(219)
四、流刺网浮沉比和浮沉力的简易计算	(219)
本章内容小结	(220)
思考题	(221)
第九章 建网渔具设计理论	(223)
第一节 鱼类对建网的行为反应	(224)
第二节 网墙的特性	(225)
一、网墙尺寸	(225)
二、网墙敷设角度与鱼类游动位置的关系	(226)
第三节 漂浮建网的自动沉降装置原理	(227)
第四节 浅水建网的桩柱强度和尺寸的计算	(228)
第五节 建网渔获量估算	(230)
本章内容小结	(231)
思考题	(233)
第十章 张网渔具设计理论	(234)
第一节 沉石和沙囊的固定力	(234)
第二节 锚和碇的固定力	(237)
一、锚和碇的爬驻力	(237)
二、不同类型锚的固定力	(241)
三、沙囊与锚的固定力转换	(242)
第三节 桩柱的固定深度	(243)
第四节 张网网口扩张装置	(244)
本章内容小结	(249)
思考题	(250)

第十一章 钓渔具设计理论	(251)
第一节 鱼类对钓具的行为反应	(251)
一、鱼类对钓饵的行为反应	(251)
二、鱼类对钓具的行为反应	(252)
第二节 延绳钓渔获量分析	(252)
一、延绳钓渔获量取决的因素	(253)
二、延绳钓不同部位钓钩渔获性能的差异	(254)
第三节 延绳钓干线形状和钓钩位置	(255)
一、延绳钓干线的形状	(255)
二、延绳钓钓钩深度位置	(256)
第四节 延绳钓干线的张力	(257)
一、干线自重产生的张力	(257)
二、鱼上钩后的干线张力	(258)
三、钓机起钓时的干线张力	(258)
第五节 延绳钓干线、支线的强度、直径及钓钩的强度与特性尺度	(259)
一、延绳钓干线的强度、直径和干线绳索的选择	(260)
二、延绳钓支线的强度和直径	(263)
三、延绳钓钓钩的强度和特性尺度	(263)
本章内容小结	(263)
思考题	(264)
第十二章 光诱渔具设计理论	(266)
第一节 集鱼灯性能与水中照度比较	(266)
一、集鱼灯光在水中衰减	(266)
二、集鱼灯功率与光场	(267)
三、集鱼灯水中照度比较	(267)
第二节 鱼对集鱼灯光的反应	(270)
一、鱼对光强的反应	(270)
二、鱼对光色的反应	(272)
三、鱼对光谱的反应	(273)
第三节 鱼在光场中的行为	(275)
一、生理状态的影响	(275)
二、水域环境的影响	(276)
三、光源特性的影响	(277)
第四节 光源作用区域及其功率的计算	(277)
第五节 光诱鱼泵的功率计算	(279)
本章内容小结	(281)
思考题	(282)

第十三章 电捕渔具设计理论 (283)

第一节 水中电场的特征及影响其分布的因素 (284)

第二节 鱼在电场中的行为反应 (285)

 一、鱼在电场中的行为反应特征 (285)

 二、鱼在电场中行为反应的机理 (288)

第三节 影响电场对鱼类刺激作用量度的因素 (290)

第四节 电捕渔具设计所需的电源功率计算 (292)

 一、设计程序概述 (292)

 二、设计电工计算 (293)

本章内容小结 (297)

 思考题 (299)

参考文献 (300)

应用渔具设计学

第一篇

渔具设计理论概述

渔具设计理论概述，由渔具的技术特点与一般性质，渔具设计涉及的要素两章组成，并以后者为重点，它是渔具设计理论的中心内容之一。

第一章

渔具的技术特点与一般性质

渔具的技术特点与性质，是从两个不同的角度来衡量的。渔具的技术特点，从渔具结构的角度来衡量；而渔具的性质，从渔具理论的角度来衡量，但两者都是为了提高捕捞效率而论述渔具的。本章主要介绍渔具的技术特点与设计目的以及渔具的一般性质两方面内容。

第一节 渔具的技术特点与设计目的

渔具的技术特点，是指网渔具的结构特点；而渔具的设计目的，是指根据渔具设计的复杂性而把它分为几种类型分别来论述不同类型渔具的设计目的。

一、渔具的技术特点

从工程角度上看，渔具是一种特殊的结构物。因为网渔具的渔获量占总渔获量的90%以上，所以这里所谈的渔具主要是指网渔具。网渔具的技术特点主要有：结构的柔软性、形状的多变性、空间位置的多样性以及使用时间的有限性。同时作用在网具上的外力和网具形状及其空间位置都是相互关联的，当网具无负荷和无连接时，网壳无固定形状；当有外负荷时，网壳的形状也根据外力的不同而呈多种多样。

因此，网渔具网壳计算的特点主要体现在以下两方面：一是水动力与网壳的形状和结构相互影响与制约；二是绳索构成的网壳骨架不是刚硬性的，在外力作用下可能改变形状。

苏联学者 A. И. 佐诺夫曾分析了任意形状渔网的一般平衡方程式，研究了微曲线四边形（见图 1-1）。在他的模型中，四边形的四个边与网目对角线重合，并承受某一外力 Q 的作用，而沿周边除法向应力 σ 外，也产生切应力 τ ，通过解微分平衡方程组，并应用某些几何关系式可以进行网壳计算。

上述这种网壳计算，可以应用于拖网等网渔具上，例如，可以将缩结在圆环 Π_0 上的网壳（见图 1-2）作为拖网的原始模型，计算了原始网壳，即确定了网壳尺寸、网衣展开、网衣种类和网线负荷之后，可以沿规定的上、下纲位置线 Π_1 和 Π_2 ，截去部分的约束作用，由上下纲属具的相应作用力代替。

在研究网壳计算中，水动力是一种主要的外负荷。由于网衣的特点，确定水动力的数值存在一些困难，因为网衣不是一种密实体，而是容易渗透的壳体，液体不仅可以从网目中通过，而且还会绕网具流动。网具的构件、网目、网线在形状上各不相同，出现的负荷在数值上也是各向异性的，由于网衣在纲索上的缩结不同及其他原因，同一片渔网可能呈

不同的形状并承受不同的负荷。同时，渔具的运动有定向的和非定向的之分。在前一种情况中，速度、运动方向以及渔具受到的作用力不随时间而变化，如固定在不变水流中的渔具和做匀速直线运动的渔具，都属于这一种情况。而在第二种情况中，运动的速度和方向随时间而变化，如拖网瞄准捕捞任意方向运动的鱼群以及波浪中的起放网等都属于这一类型。上述这些情况，都使网壳计算复杂化。

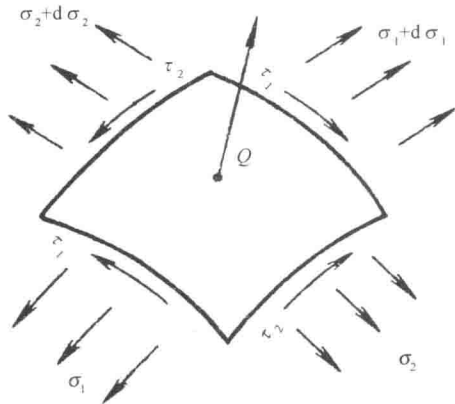


图 1-1 任意空间渔网的微元面积示意

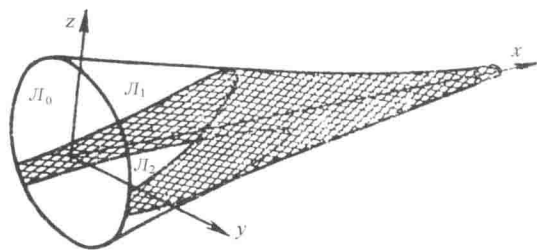


图 1-2 拖网的原始网壳示意
(据 A. Л. 弗里德曼《渔具理论与设计》)

设计渔具时，在选好渔具结构和确定尺寸之后，必须进一步确定外力作用下渔具的工作形状和空间位置，因为正是这些特性决定了捕捞成效。

二、渔具的设计目的

在渔具设计实践中，按设计复杂程度可将设计目的分为以下几种类型。

第一种类型，制定进一步改进目前使用渔具的设计方案。这种设计方案的任务在于力求运用一切可能的手段来改进现有渔具的结构。比如应用更有效的材料、改进渔具属具和渔具形状、制定更完善的建造工艺、寻求减轻结构和降低造价以及加快捕捞操作等。

第二种类型，制定采用新技术的设计方案，即采用捕捞系统新因素（包括渔船、捕鱼机械、监控测量仪器等）的设计方案。其任务在于根据捕捞系统的新因素来改变现有渔具的特性，使渔具达到最优化。

第三种类型，提出能使现有渔具适于在新渔场捕捞新对象的设计方案。其任务在于，经试捕后获得新资料，重新制定渔具设计方案，并经过多次改进，使其在新渔场、新条件下能顺利有效地捕捞。

第四种类型，制定新式渔具的设计方案，以适应鱼类行为方面出现的新因素。这种设计方案包括设计独创性的渔具结构，经多次试验，不断改进，使新型渔具达到生产中顺利使用所需要的完善程度。科学论证是这种设计类型的主要部分。

在设计建造新渔具时，要全面系统地总结国内外渔民长期积累的生产经验，并要使渔具、渔船、捕鱼机械、捕捞操作、测试仪器等构成一个完整的捕捞系统，使其在生产各个环节中都能发挥应有作用。同时，新渔具的设计与其他工程结构设计一样，都要经过科学的校核计算。因为渔具工程校核计算的结果是定性的，而不是定量的，所以必须经过多次

试验，通过试验网在海上试验，再改进试验网，直到经充分的最佳技术性能论证，才能得到最终可采用的方案，实现新渔具设计的目的。

第二节 渔网的一般性质

渔网的一般性质，通常是指网目的性质、网目的线变形、渔网的角变形、网片的利用率系数、长方形网片的线变形以及角度变形时长方形网片的某些性质等。

一、网目的性质

从事渔业生产的人都会看到：网片的形状取决于各个网目的形状，而网目的形状又与网衣纲索的缩结有关。掌握这个规律，可以更好地对网具进行设计。现把网目展开在平面上（图 1-3），结节间的距离 a 相同，网线不堆集和不断裂，则其关系式为： $u_1 = x/a = \sin\alpha$ ； $u_2 = y/a = \cos\alpha$ 。 u_1 、 u_2 并称为缩结系数。从而可知

$$u_1^2 + u_2^2 = 1 \tag{1-1}$$

x 、 y 两方向的缩结系数彼此有关，并且在网衣不堆集、不断裂的条件下，单值地决定网目的形状。如果在最简单的情况下，缩结系数值可写为

$$u = \frac{l}{s} \tag{1-2}$$

式中： l ——纲索长度；
 s ——网片拉直长度。

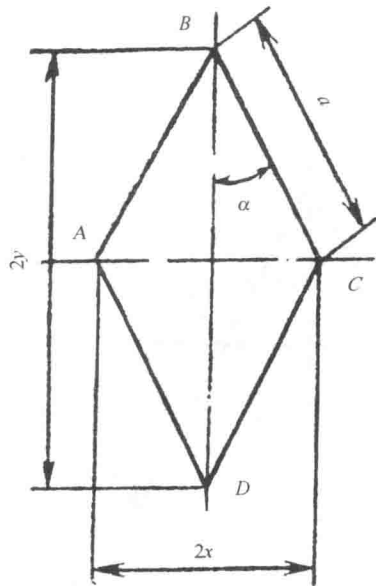


图 1-3 网目特性示意

若网片随纲索的缩结不断变化，在某一段纲索 $CC_1 = \Delta l$ 上平均缩结系数 $u_{cp} = \Delta l / \Delta s$ ，其中 Δs 是这一小段纲索上网衣的拉直长度。令 C_1 接近 C 点，取极限，可得出在 C 点缩

结系数的真正值。即

$$u = \frac{dl}{ds} \tag{1-3}$$

二、网目的线变形

渔网发生线变形，单个网目形状改变，但这时网目对角线 AC 和 BD 的方向（见图 1-3）保持不变，由图 1-3 得出

$$\begin{cases} x = a \sin \alpha \\ y = a \cos \alpha \end{cases} \tag{1-4}$$

当网目发生微小变形时， x 和 y 值具有增量 $dx = a \cos \alpha d\alpha$ ， $dy = -a \sin \alpha d\alpha$ ，由此得

$$\frac{dy}{dx} = -\tan \alpha \tag{1-5}$$

或

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{u_1}{u_2} \tag{1-6}$$

因此，

$$dy = -\frac{u_1}{u_2} dx \tag{1-7}$$

$$dx = -\frac{u_2}{u_1} dy \tag{1-8}$$

于是可知，网目沿 x 向的变形可引起沿 y 向的变形，反之亦然。这种变形的大小与缩结系数的比值有关。

三、渔网的角变形

渔网角变形中，各网目对角线的方向发生变化。现研究图 1-4 所示的两网目。

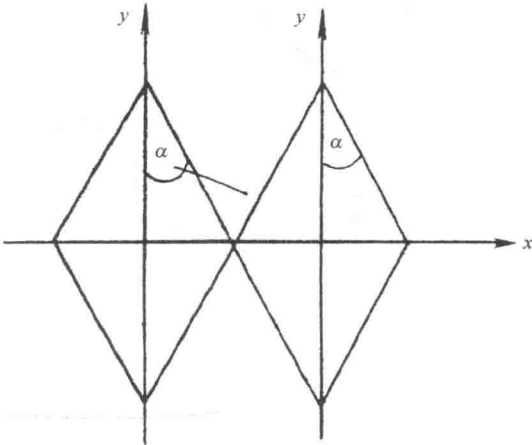


图 1-4 网目在角变形前的示意

设在初始位置两个网目的水平对角线在一条直线上，而两条垂向对角线平行。网目角变形时呈图 1-5 所示的形状。两个网目形状不变，但与其连接的网目 $ABCD$ 改变了它的初始形状， $\alpha_1 < \alpha$ 。因而第一行网目的角变形，可引起后面各行网目形状的改变。