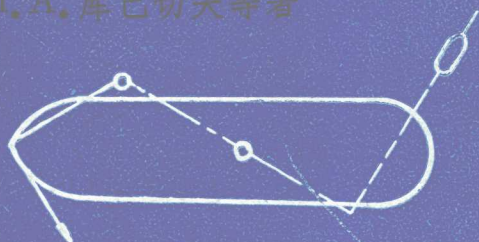


船舶操纵要题集

(苏) H. A. 库巴切夫等著

杨再娥 译

万荣欣 校



浙江省航海学会

9-44
74

船舶操纵要题集

本习题集经苏联海运部远洋船员、干部与学校管理
总局核准为高等航海工程学校船舶驾驶专业学生教材

H. A. 库巴切夫
(苏) C. C. 库尔吉佐夫 著
M. M. 达尼柳克
B. II. 马欣

杨再娥 译
万荣欣 校

浙江省航海学会

内 容 提 要

本要题集列举了大量现代海船操纵与船艺定量计算方面的典型习题，内容新颖、实用。

对于每类习题的解，列举解法，必要时还简明地阐述解法的理论依据。解题均举例说明，这些例子能帮助船舶驾驶员在实际工作中十分简便地进行计算，迅速解决各种问题。

书中附有许多图表，书后附有习题答案。

本书可供航海、河运、渔业等高、中级专业院校船舶驾驶专业学生使用，也可供各类船舶驾驶考证培训班和广大有实践经验的船舶驾驶员使用。

本书译自苏联运输出版社1984年出版的《СБОРНИК ЗАДАЧ ПО УПРАВЛЕНИЕ СУДАМИ》。通过本书，读者可以了解到苏联航海专家们近年的研究成果，并领略到他们严谨的学术风格。

译 者 的 话

随着对外开放、对外贸易的发展，我国的航海事业愈来愈显示出了它的重要作用。由于船舶吨位的大型化，船舶操纵亦愈来愈复杂。为了适应新形势的需要，加快船舶驾驶人员的培训，提高培训质量；帮助广大船舶驾驶员提高船舶操纵技能，保证航行安全；帮助在校船舶驾驶专业学生加速掌握现代海船操纵与船艺技能，特翻译本书。

本书为非常接近于使用实际的有关船舶操纵与船艺定量计算方面的系统教材。原书由苏联四位著名航海专家共同编写，并由苏联海运部远洋船员、干部与学校管理总局核准为高等航海工程学校船舶驾驶专业学生教材。

本书列举了大量现代海船操纵与船艺定量计算方面的典型习题，内容新颖、实用。对于每类习题的解，列举解法，必要时还简明地阐述解法的理论依据。解题均举例说明，这些例子能帮助船舶驾驶员在实际工作中十分简便地进行计算，迅速解决各种问题。

全书共分十章三十八节，其中象大风浪中航行、浅狭水道航行、船舶拖带、系泊操纵、船舶脱浅等许多章节对各种问题的定量计算，都是较新的内容，也是航海界迫切需要解决的重要课题。书中附有图表，书后附有习题答案。

本书适合航海、河运、渔业等各高、中级专业院校船舶驾驶专业学生，各类船舶驾驶考证培训班学员，及广大有实践经验的船舶驾驶员使用，既可用作教材，又可用作使用手册。

本书由浙江省交通学校船驾科副主任万荣欣同志作译文

校对；中国航海学会理事、浙江省航海学会理事长（原浙江省交通厅顾问）张志飞同志和中国航海学会驾驶专业委员会委员、浙江省航海学会秘书长（原浙江省航运公司、中国远洋运输总公司浙江省公司总船长）李一民同志为译稿作了仔细审阅，并提出了宝贵意见，谨在此表示深切的感谢！

本书在翻译出版过程中，除得到张老、李总的鼎力支持与帮助外，还得到浙江省海运总公司总船长、省航海学会副秘书长张德懋，省航海学会办公室主任朱灿茂等同志的大力支持与帮助，亦在此表示衷心感谢！

由于译者水平有限，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

译 者

1989年4月

前 言

培训船舶驾驶员，需要不断地改进教学方法和提高教学质量。现今大吨位船舶和专用船舶的操纵已变得越来越复杂，所以人们正在把更多的注意力集中到提高船艺培训的质量上。

目前实际上还没有一本和“船舶操纵与船艺”课程有关的工程技术计算方面的系统教材，所以作者受委托编写了这本适合目前需要的要题集。

本要题集编写时，采用列宁格勒 C. O. 马卡洛夫高等航海工程学校船舶驾驶教研室教师们完成的教学法研究，及论及这些论题的科学著作中发表和充分研究的内容作为基础。

当然，本要题集中所分析的许多问题都与诸如“船舶原理与船舶设备”、“航海”、“海上运输的组织、计划、管理与运输工艺”等相近学科密切相关。作者是从船舶驾驶员已有驾驶和营运实际工作经验的前提出发，即驾驶员应会操纵现有船舶，并具有使用船舶和船用设备的专门技能。本要题集的习题均经挑选而成，它根据目前的航海驾驶系建立在科学与工程基础之上，包括采用 A. H. 克雷洛夫院士和其他学者的理论研究结论。

由于教材容量有限，作者没有力图阐明“船舶操纵与船艺”课程的所有问题，而仅仅局限于阐明最重要和最迫切的问题，力图最大限度地使学员们的理论学习接近于使用现代船舶的实际。所以，对要题集中所列举的大量问题，船舶驾驶员们都可直接在航行中相当简单地加以解决。撰稿时，作

者结合需要尽可能列举现有著作中很少阐述或根本就没有阐述过的问题的简明理论依据。为了使教学课程接近实际，许多习题的解均以例子说明。

要题集各篇中典型习题数量的多少与形式的多样化程度，都是根据这些习题的实际意义和相应的理论研究深度而确定。对于阐述较少的问题，作者引用较多习题，反之则引用较少习题。

作者将怀着感激的心情接受对完善本要题集的所有批评与建议。

作者

目 录

译者的话

前 言

第一章 索具作业	(1)
第一节 符号.....	(1)
第二节 缆.....	(1)
第三节 滑车索与起重滑车.....	(9)
第二章 船舶设备的使用	(13)
第一节 装卸设备.....	(13)
2·1·1 单吊杆	(13)
2·1·2 双吊杆	(14)
第二节 锚设备.....	(17)
第三节 系泊设备.....	(22)
2·3·1 船缆系在缆桩上	(22)
2·3·2 船缆系在绞缆卷筒上	(23)
第三章 作用于船舶的力	(25)
第一节 符号.....	(25)
第二节 航行时水的阻力.....	(27)
3·2·1 无浪航行时水的阻力	(27)
3·2·2 波浪中航行时的失速	(29)
3·2·3 螺旋桨的阻力	(31)
第三节 系柱时螺旋桨的推力.....	(33)
第四节 舵力.....	(36)
3·4·1 直航中的舵力	(36)

3.4.2 静止中的舵力	(38)
第五节 风的影响	(39)
第六节 水流的阻力	(42)
第四章 海船的惯性制动特性	(45)
第一节 符号	(45)
第二节 船舶制动时的速度与实际冲程的计算	(45)
第三节 用试验计算方法确定惯性制动特性	(52)
第五章 狭水道船舶操纵	(60)
第一节 符号	(60)
第二节 因船舶横倾而增大的吃水和因海水含盐 度而改变的吃水	(61)
第三节 因船舶航行而增大的吃水	(62)
5.3.1 按 B. П. 斯米尔诺夫方法计算	(62)
5.3.2 按国家物理实验室方法计算	(65)
第四节 船舶安全通行的航道宽度	(69)
第六章 船舶系泊操纵	(71)
第一节 静止中的船舶在力作用下的运动	(71)
第二节 系泊操纵时船舶惯性的计算	(72)
第三节 系泊操纵时的牵尾缆作业	(77)
6.3.1 符号	(77)
6.3.2 用系紧了的合成纤维牵尾缆制动	(78)
6.3.3 用不系紧的钢丝牵尾缆(溜缆)制动	(80)
第七章 大风浪中航行	(83)
第一节 符号	(83)
第二节 船舶航行最佳条件的选择	(84)
7.2.1 船舶相对于谐摇区位置的计算	(84)
7.2.2 利用通用摇摆图计算波长	(85)

7.2.3	根据测定的波浪视周期用列表兹通用 摇摆图确定谐摇区	(86)
7.2.4	根据波高确定横摇谐摇区	(87)
7.2.5	根据波浪强度确定横摇谐摇区	(88)
7.2.6	利用通用摇摆图确定顺浪航行时的危 险区	(89)
7.2.7	拍击运动消失条件的计算	(90)
7.2.8	船舶停车漂航抗大风浪	(91)
7.2.9	船舶航行最佳条件的选择	(92)
第三节	横摇并上下颠簸时作用在货物上的力的 计算	(93)
第四节	纵摇并上下颠簸时作用在货物上的力的 计算	(97)
第五节	货物的固定	(99)
7.5.1	符号	(99)
7.5.2	横摇时系索上产生的力的计算	(101)
7.5.3	纵摇时系索上产生的力的计算	(103)
7.5.4	固定货物时的计算	(104)
第六节	船速与油耗	(106)
第八章	冰区航行	(107)
第一节	船队航行速度与船舶之间的距离	(107)
第二节	冰上卸货	(112)
第九章	船舶拖带	(116)
第一节	符号	(116)
第二节	拖带牵引力的计算	(116)
第三节	悬链曲线参数的计算	(118)
第四节	浪中拖带	(132)

第十章 船舶脱浅	(138)
第一节 符号	(138)
第二节 用拉力方法脱浅	(139)
第三节 用变载方法脱浅	(143)
10·3·1 龙骨下无富余水深船舶的脱浅.....	(143)
10·3·2 搁浅部位在船舫横剖面后且横倾的船舶脱浅.....	(145)
10·3·3 利用货物减载使只有龙骨艏部搁浅而其余部分有足够富余水深的船舶脱浅.....	(147)
10·3·4 利用吃水差使只有龙骨艏部搁浅而其余部分有足够富余水深的船舶脱浅.....	(148)
10·3·5 先将部分货物从船首移至船尾, 后再利用卸载使只有龙骨艏部搁浅而其余部分有足够富余水深的船舶脱浅.....	(149)
10·3·6 利用吃水差使部分货物卸掉后只有龙骨艏部搁浅而其余部分有足够富余水深的船舶脱浅.....	(150)
第四节 混合题	(151)
10·4·1 利用全速倒车使龙骨下无富余水深的船舶脱浅.....	(151)
10·4·2 用顿拖方法使船舶脱浅时拖轮初速度的计算.....	(153)
附 录	(154)
习题答案	(163)
参考文献	(170)

第一章 索具作业

第一节 符 号

P_{pa6} ——工作负载, 千牛顿

P_{pazp} ——缆破断负荷, 千牛顿

n_{np} ——安全强度系数

F ——滑车组动端应力, 千牛顿

P_{r} ——不动缆钩负载, 千牛顿

m ——货物质量, 吨

$n_{\text{ш}}$ ——滑车组滑轮数量

f ——滑车摩擦系数

μ ——货物与接触面的摩擦系数

l ——缆索初始(未拉紧)长, 米

L ——变形后的缆索长, 米

Δ ——缆弹性伸长, 米

σ ——缆拉伸时的金属线强度计算极限, 千牛顿/米²

a ——取决于缆索的材料、结构和湿度的无因次系数

ϵ_p ——破断时缆的平均相对伸长

第二节 缆

缆的结构、粗细和破断负荷, 根据全苏国家标准 (ГОСТ)

或技术规范(TY)确定。所谓缆的粗细，对于钢缆，是指直径 d ；对于植物纤维缆和合成纤维缆，是指周长 C 。

允许工作负载

$$P_{\text{пaб}} = \frac{P_{\text{пaсп}}}{n_{\text{пп}}}, \quad (1.1)$$

式中： $n_{\text{пп}}$ ——安全强度系数。

钢缆的弹性伸长

$$\Delta = \frac{F\sigma}{EP_{\text{пaсп}}} l, \quad (1.2)$$

式中： σ ——缆拉伸时的金属线强度计算极限，千牛顿/米²（打记号的一组，兆帕斯卡）； $E = 8 \times 10^7$ 千牛顿/米²——弹性模数。

合成纤维缆的弹性伸长

$$\Delta = l \sqrt{\frac{F}{aP_{\text{пaсп}}}}, \quad (1.3)$$

式中： F ——拉伸缆的力。对于合成纤维缆来说，这个力不应大于缆破断负荷的25~30%，

a ——取决于缆绳材料、结构和湿度的无因次系数（见表1.1）。

表1.1 视缆结构而定的系数 a 值

缆 的 材 料	无编织套三股捻合	无编织套八股编织
干 聚 酰 胺	3.0	3.7
湿 聚 酰 胺	2.6	3.2
聚 丙 烯	8.0	11.0
聚 酯	7.5	11.0

当用合成纤维缆绳代替系泊钢丝绳时，建议用下列换算公式：

$$P_{\text{расп}} = 7.43 \varepsilon_p \sqrt{P_{\text{CT}}^3}, \quad (1.4)$$

式中： ε_p ——破断时合成纤维缆的平均相对伸长。其值可从表1.2得到，

P_{CT} ——根据苏联船舶登记局规范，船舶应装备的系泊钢缆的破断负荷。

表1.2 合成纤维缆破断时的平均相对伸长

材 料	缆 的 型 号	
	三 股 捻 合	八 股 编 织
聚 酰 胺	0.43—0.45	0.49—0.50
聚 丙 烯	0.33—0.35	0.34—0.36
聚 酯	0.35—0.37	0.36—0.38

对于组合缆(钢缆——合成纤维缆组合)，合成纤维缓冲缆段(插接式)的破断负荷可以根据公式(1.4)求出，而它的长度则为： $l \approx 0.5 \sim 0.5L$ ，式中： L ——导缆口至缆桩的距离。

习题 1—10。已知钢缆直径 d 或合成纤维缆周长 C ，根据全苏国家标准或技术规范确定缆的破断负荷(注 1)，求允许工作负载(设安全强度系数 n 给定)。

习题 11—20。根据缆的工作负载和强度安全系数，求出缆必要的破断负荷。根据全苏国家标准(ГОСТ)表或技术规范(ТУ)表确定缆直径(对于钢缆)，或周长(对于合成纤维缆或植物纤维缆)，以及 1 米缆的质量。习题 11—14 采用 $\sigma = 1.7 \times 10^9$ 牛顿/米²(170 公斤力/毫米²)。

习题号	绳的材料与结构	标 准 文 件	$d(c)$ (毫米)	n_{np}
1	JK-PO型钢绳	全苏国家标准ГОСТ7669-80	35.5	5
2	JK-P型钢绳	全苏国家标准ГОСТ2688-80	15	6
3	JK-O型钢绳	全苏国家标准ГОСТ3077-80	15	5
4	TJK-O型钢绳	全苏国家标准ГОСТ3079-80	30.5	6
5	TK型钢绳	全苏国家标准ГОСТ3071-80	24.5	7
6	卡普龙, 八股编织	俄罗斯联邦技术规范 ТУ17 PCФCP40-9182-78	200	8
7	同 上	同 上	325	6
8	聚丙烯, 八股编织	俄罗斯联邦技术规范 ТУ17 PCФCP40-9182-78	175	6
9	同 上	同 上	250	6
10	卡普龙, 三股普通捻合	全苏国家标准ГОСТ10293-77	275	6

注1: 习题1—5采用 $\sigma = 1.7 \times 10^9$ 牛顿/米²(170公斤力/毫米²).

习题号	绳的材料和结构	标 准 文 件	$P_{paб}$ (千牛顿)	n_{np}
11	TK型钢绳	全苏国家标准ГОСТ3070-80	30	6
12	同 上	全苏国家标准ГОСТ3071-80	150	6
13	JK-P型钢绳	全苏国家标准ГОСТ14954-80	70	4
14	JK-3型钢绳	全苏国家标准ГОСТ7665-80	200	6
15	卡普龙, 八股捻合	俄罗斯联邦技术规范 ТУ17 PCФCP40-9183-78	120	3
16	同 上	同 上	200	6
17	聚丙烯, 八股编织	俄罗斯联邦技术规范 ТУ17 PCФCP40-9182-78	100	6
18	同 上	同 上	150	6
19	卡普龙, 普通三股	全苏国家标准ГОСТ10293-77	180	3
20	特种龙舌兰绳	全苏国家标准ГОСТ1088-77	5	6

例1 求八股编织聚丙烯绳的破断负荷及允许工作负载. 设 $C = 150$ 毫米, 而 $n_{np} = 5$.

解：1. 根据俄罗斯联邦技术规范ТУ17 РСФСР40-9182-78，按 $C=150$ 毫米，定出缆的破断负荷（等于285千牛顿）。

2. 求出允许工作负载

$$P_{\text{раб}} = \frac{P_{\text{разр}}}{n_{\text{np}}} = \frac{285}{5} = 57 \text{ 千牛顿.}$$

例2 求缆的破断负荷和周长。原始数据：工作负载 $P_{\text{раб}} = 57$ 千牛顿， $n_{\text{np}} = 5$ ；缆的型式为八股编织聚丙烯。

解：1. 算出缆的破断负荷

$$P_{\text{разр}} = P_{\text{раб}} n_{\text{np}} = 57 \times 5 = 285 \text{ 千牛顿.}$$

2. 根据俄罗斯联邦技术规范ТУ17 РСФСР40-9182-78，定出缆的周长($C=150$ 毫米)。

习题21—30. 根据下列原始数据，求出合成纤维缆的弹性伸长：

习题号	缆的材料和结构	$P_{\text{разр}}$	F	l
		(千牛顿)	(千牛顿)	(米)
21	聚酰胺，编织，干燥	1700	500	20
22	聚酰胺，捻合，潮湿	290	200	220
23	同上	1100	250	150
24	聚丙烯，编织	765	200	150
25	同上	902	300	35
26	聚酯，编织	1250	400	12
27	同上	440	200	150
28	聚酰胺，编织，干燥	1700	400	100
29	聚酰胺，编织，潮湿	500	150	80
30	同上	1700	300	150

例3 求干燥卡普龙、聚酰胺和聚酯编织的缆的弹性伸长。每根缆的破断负荷为600千牛顿，长 $l=20$ 米，作用在缆上的力 $F = \frac{1}{3} P_{\text{разр}} = 200$ 千牛顿。

解：1. 从表1.1找出干燥编织缆的系数 a 值，相应为：
3.7、11.0和11.0。

2. 求出缆的弹性伸长数值：

$$\Delta_1 = l \sqrt{\frac{F}{aP_{\text{пасп}}}} = 20 \times \sqrt{\frac{200}{3.7 \times 600}} = 6 \text{ 米.}$$

$$\Delta_{2,3} = 20 \times \sqrt{\frac{200}{11 \times 600}} = 3.48 \text{ 米.}$$

例4 选用聚丙烯编织的系泊缆代替破断负荷 $P_{\text{CT}} = 360$ 千牛顿的系泊钢缆。

解：1. 从表1.2找出聚丙烯缆破断时的平均相对伸长：
 $\varepsilon = 0.35$ 。

2. 算出合成纤维缆的破断负荷值，然后根据这个数值选缆：

$$P_{\text{пасп}} = 7.43 \times 0.35 \times \sqrt{360^3} \\ = 7.43 \times 0.35 \times 187.2 = 486.8 \text{ 千牛顿.}$$

习题31—40. 根据下列数据，求与系泊钢索等值的合成纤维缆的破断负荷：

习 题 号	缆 的 材 料 和 结 构	破 断 负 荷 (千牛顿)
31	卡普龙，三股捻合	260
32	同 上	280
33	同 上	300
34	聚丙烯，三股捻合	300
35	同 上	380
36	聚丙烯，八股编织	350
37	同 上	400
38	同 上	500
39	聚酯，三股捻合	380
40	同 上	420