

青少年科普经典

船

浮动的家园

赵勇 主编



爱德华·刘易斯 著
罗伯特·奥布赖恩 著

SHIPS

中国少年儿童出版社

图字 01-1999-2182 号

图书在版编目 (CIP) 数据

船 / (美)刘易斯 (Lewis, E. V.), (美)奥布赖恩 (O'Brien, R.) 著; 王轶君译.

- 北京: 中国少年儿童出版社, 1999.9

(青少年科普经典)

ISBN 7-5007-5009-9

I . 船… II . ①刘…②奥…③青… III . 船 - 基本知识 - 青少年读物

IV . U66-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 60316 号

Authorized Chinese language edition

©1977 Time Inc. Revised 1985. Ninth printing 1995.

Original U.S. English language edition

©1981 Time-Life Books Inc. All rights reserved.

Second edition.

©1999 中文简体字专有出版权属中国少年儿童出版社, 违者必究。

船

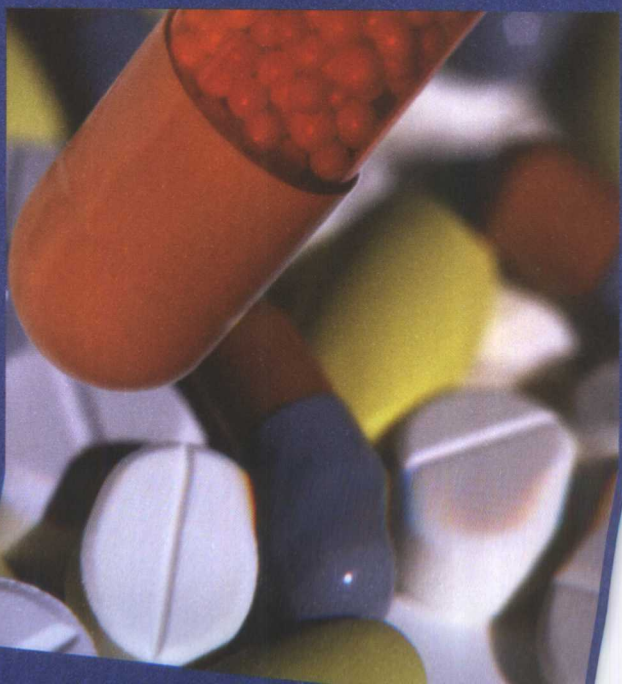
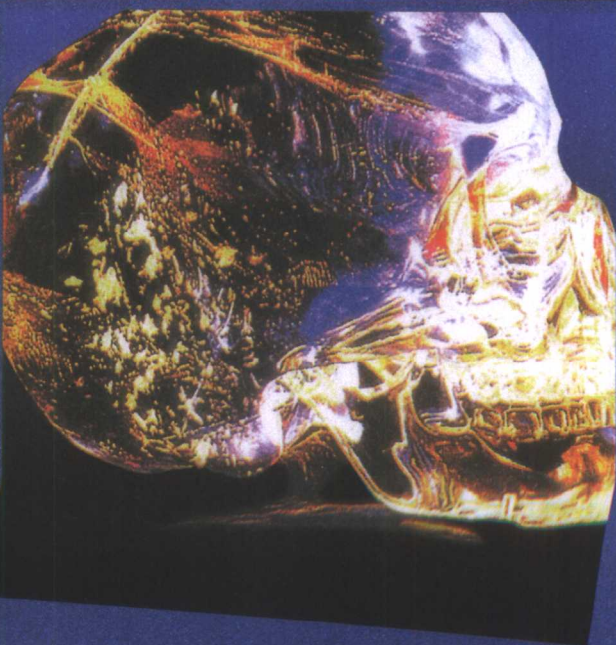
【美】刘易斯 奥布赖恩著
王轶君译

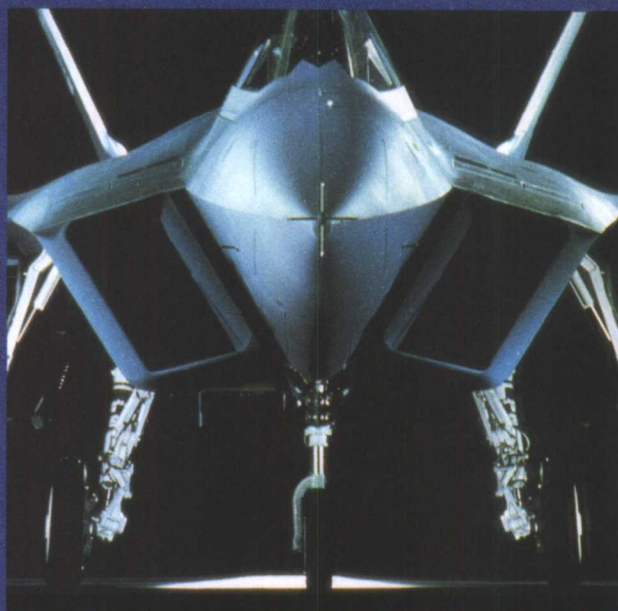
中国少年儿童出版社 出版发行
地址: 北京东四 12 条 21 号 邮编: 100708
外文印刷厂印刷 各地新华书店经销

787 × 1092 1/16 13.5 印张 216 千字
1999 年 10 月北京第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷
本次印数: 20000 册 定价: 39.80 元
ISBN 7-5007-5009-9/G · 3801
凡有印装问题, 可向本社出版科调换

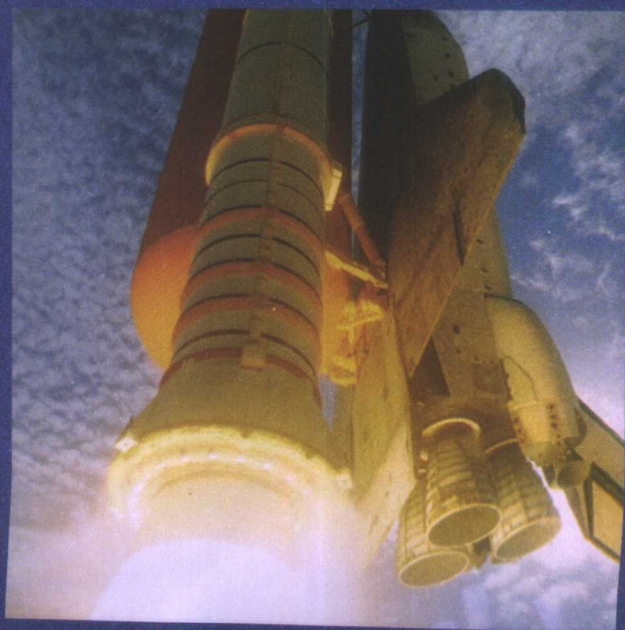


**CLASSICS OF
POPULAR SCIENCE
FOR YOUTH**





青少年
科普经典



赵勇 主编

青少年科普经典

中国少年儿童出版社

学术顾问

潘家铮 著名科学家
中国工程院副院长
中国科学院院士
中国工程院院士

秦馨菱 著名科学家
中国地震局地球物理研究所研究员
中国科学院院士

王绶琯 著名天文学家
中国科学院北京天文台名誉台长
中国科学院院士

主 编 赵 勇 团中央书记处书记

工作委员会

主任委员 海 飞 李连宁 姜金和
副主任委员 高 洪 彭明哲 徐春华
熊 焰 游 斌

出版总策划 华审万有文化交流中心
责任编辑 肖丽媛

序 言

很多孩子都有这样的经历，在夜空下，望着漫天的繁星或是一轮皎洁的明月，问爸爸妈妈，“它们是什么？”牛郎织女或是嫦娥奔月的故事往往成为爸爸妈妈告诉他的答案。从此，那些美丽的传说故事就会同他对太空的好奇、对灿烂星空的赞叹一起，永远留在幼小的心灵当中。但是，多年以后，宇宙中万事万物的神奇，会向他提出更多的问题：星星是什么？花儿为什么这样红？汽车为什么会跑？巨大的轮船为什么会浮在水面？……美丽的传说故事已不能满足他求知的渴望，只有科学才能给他一个满意的答案。

正如爱因斯坦所说，“在宇宙的秩序和和谐面前，人类不能不在内心里面发出由衷的赞叹，激起无限的好奇”。人类对自然的兴趣和困惑是科学的起源，也是推动它发展的最强劲的动力。在每一个青少年的心中，自然界的一切都有着极大的吸引力；用科学知识向他们揭示自然的奥秘，会在他们心中激发起不断探索自然、了解世界的强烈求知欲望，从而培养起强大的创造力。从这个意义上说，科普读物有着启蒙的巨大作用。

一本好的科普读物不但能够普及科学知识，而且通过对科学原理的阐述普及科学的思维方法，通过对科学发展历史的回顾揭示人们对科学的探索，从而使人们受到科学精神的熏陶，培养人们用科学的态度观察事物、了解事物、分析事物和解决问题的意识和能力。总之，好的科普读物普及的是科学精神、科学知识、科学思想、科学方法、科学能力。

《青少年科普经典》是优秀的科普丛书。它的作者中，有的是多年从事科学研究的科学家，有的是主持政府科研计划的行政人员，有的是一直从事科学报道的作家、记者。他们用明晓流畅的语言来讲述艰深的科学原理，深入浅出，言简意赅，栩栩如生，严肃艰深的科学成功地走入大众视野。这套丛书构架新颖，既涵盖了我们的日常生活的方方面面，又涉及了高新技术发展的前沿。

这套深受青少年喜爱并得到西方科学界、读书界肯定的科普丛书，由中国少年儿童出版社斥巨资购得中文简体字版权，组织专家审订，并在中国出版，是非常有意义的。

科学未来发展的希望在于青少年，中国未来发展的希望在于青少年，人类未来发展的希望在于青少年。这是我们在世纪之交向广大青少年推荐这套丛书的目的之所在。

董爱

1999年9月

在“科教兴国”的浪潮中腾起美丽的浪花

在新世纪即将来临的世纪之交，人们已经一致认识到：21世纪是充满剧烈和无情竞争的世纪，而这种竞争本质上是人才的竞争。因此，党中央关于“科教兴国”的战略方针的决策，其意义是何等重大，其形势又多么迫在眉睫。在这种社会需求下，中国少年儿童出版社引进《青少年科普经典》丛书应该说是一件有实际意义的好事。因为这为提高青少年的科学素质提供了一份好的精神食粮。

这套丛书的内容涵盖了许多现代重要的科学发明和发现，由美国纽约时代公司出版以来，在西方受到科技界、教育界的普遍赞誉，被称之为“青少年必读丛书”，科学不分国界，引进出版这套丛书，相信也会受到我国读者的欢迎。

好的科普读物，对读者特别是青少年的科学精神具有实实在在的作用，它所生发出来的潜移默化的影响是不可估量的。而科普读物要能够在这方面有所作为，首先得引起读者的兴趣。世界著名科普大师米哈伊尔·伊林说过，“枯燥、暗淡的读物是不能吸引人的，没有警句，没有回答，就像是磨光了齿的齿轮，什么也不能啮合，什么也不能带动。”其次，对于科普读物，往往有人把它编成科学小常识或科学小辞典，而极少涉及科学理论本身。虽然，科学精神的培养需要通过书本知识的途径来实现；但是，在通俗的科普知识后面，要有深远的思想背景，这就是科学理想，科学的真善美。一部优秀的科普作品，应是各领域的专家所撰写，用通俗生动的文字向读者讲述艰深的科学道理，同时，作为丛书又是一部较完整的作品，而不是一盘“小杂碎”。中国少年儿童出版社经过认真论证、慎重筛选的《青少年科普经典》基本上满足了上述条件，所以它能焕发出强大的生命力，引起各阶层的重视，并受到读者的欢迎。

我们殷切地期待着“科教兴国”为我们国家带来高速的腾飞，为我们民族带来全面的振兴。愿《青少年科普经典》在“科教兴国”的浪潮中掀起一束美丽的浪花。

潘家铮

1999年9月

爱德华·刘易斯
罗伯特·奥布赖恩
与时代—生活丛书编辑合著
时代公司 王轶君 译

青少年科普经典

SHIPS

船

GÖTALAND
HAMBURG

《青少年科普经典》丛书

总目录

- | | | | |
|------------|-----------|------------|---------|
| 第一部 | 人体 | (THE BODY) | 生命的艺术 |
| 第二部 | 飞行 | (FLIGHT) | 白云生处的航行 |
| 第三部 | 脑 | (THE MIND) | 智慧之门 |
| 第四部 | 物质 | (MATTER) | 万物的基本元素 |
| 第五部 | 轮 | (WHEELS) | 滚动的世界 |
| 第六部 | 行星 | (PLANETS) | 地球的邻居 |
| 第七部 | 药 | (DRUGS) | 生命的守卫者 |
| 第八部 | 船 | (SHIPS) | 浮动的家园 |
| 第九部 | 太空 | (SPACE) | 宇宙的奥秘 |
| 第十部 | 时间 | (TIME) | 无从捉摸的光阴 |

目 录

1	浮箱	8
	图与文：装配线上的船舶 16	
2	征服海洋的设计	30
	图与文：模型船在房间里的海上 40	
3	在风帆时代	52
	图与文：风——在工作中 62	
4	机械动力和钢铁对造船的影响	74
	图与文：海上的城市 84	
5	货轮	102
	图与文：特种用途的船队 110	
6	海面下的革命	122
	图与文：在战争中船的种种变化 134	
7	导航的古老技术	150
	图与文：到达彼岸的艺术 158	
8	不断发展航海的工具	170
	图与文：致力于开发海底 178	
9	军舰的历史	192
	图与文：各显神通的水面舰艇 196	
	附录 204	
	参考书目及致谢 207	
	索引 208	
	图片来源 216	

1

浮箱



人类智慧的结晶

现代的远洋轮船其实就是一只浮动的钢铁箱。不过，它的构造之复杂远远超出了我们的想像，它的形体和设备都是人类智慧的结晶，它一次能载运几千名旅客，或成千上万吨货物，远涉重洋。它必须能够经得起各种可怕的天气和四面八方巨浪的撞击。它必须兼具力量、弹性、强大的动力和精确的平衡力，与海上的风浪周旋。这种和箱子一样的轮船可用一只小舵轮来操纵，靠星辰和各种仪表来导航，越过浩渺汪洋。

船原本并不普遍适航于各种天气和水域，学会建造适合在各种状况下航行的船真不是一件容易的事。船的构造演变到今天这个阶段，是几千年来人类从驾驶旧式船舶所累积的经验和航海界先驱们勇敢实践的成果，也是物理学家、冶金专家、工程师、数学家、抽象理论家、实用建筑专家、电子专家以及工人们的想像和劳动的产物。

每一个人看到一艘完美的船，都会觉察到，它是人们通力合作的成就。

爱尔兰剧作家肖恩奥卡西注视着他所乘的英国到美国的定期客轮，曾经写道：“它对所有见到它的人放声高呼，它信心百倍，深信自己能将险路变为坦途，它那雄伟的身躯和强壮的船首在问：海洋上还有什么风浪能够使它倾覆？”

人类有充分的理由需要这样“信心百倍”的船。无论是战时或平时，船在世界事务中一直担负着重要的任务。它们送人到海外去探险，去拓荒，去经商；它们也使人变成海盗，能够封锁港口，肆意破坏。船把世界上各民族互相联接起来，为他们运送衣、食，为他们的原料和产品开辟市场。但是，船也为敌军担任运输和补给，军舰则从事改写人类历史的海战。

船的用途多种多样只是造船家所面临的问题之一。每一个设计水上交通运输工具的人——从一个业余的船长绘制一艘准备在车库中建造的航船图样到一群建筑师建造一艘巨型远洋轮船——都必须特别重视三项基本特性：一是浮力，就是在任何可能的状况下都具有浮起的能力；二是稳度（或稳定性），适当的尺寸和重量分配，使它能配合风浪的力量摇摆航行，而且通常能够恢复到直立和平浮位置；三是强度，不论风浪多么恶劣，建造方面的稳妥足可支持它本身和装载物。

显然，船的用途和它将要在什么水中航行，决定着它所应具备的浮力、稳度和强度的大小高低。一艘势必要同狂风巨浪搏斗的远洋轮船在设计和建造时必须顾及某些特殊性能，而这些性能却是在密西西比河及其支流这类内河中航行的拖轮所不需要的。

大湖区的一艘新矿砂轮在底特律河飞快地从侧面下水。这是因为空间有限时而采用的一种下水方式。新船猛地下水时，激起了层层浪花，倒也挺壮观。人们很爱看这一幕。

有史以来，人类在设计和造船时，就已注意到它能不能面对以及身临不可预测的、往往是狂暴的海洋。在亚洲、非洲和欧洲，曾经有过许多敢于冒险、富于想像力的航海家。他们遥望浩瀚的大海直至天际，认为它不是障碍，而是通往新陆地的交通通道。

要利用这些交通通道，人类必须发明船，并且不断加以改良。千百年来，经验是人们惟一的老师。说起来这种知识得来着实不易，因为他们为此付出了惨重的代价：船只倾覆了，沉没了，在暴风雨中折为两段，不知曾有多少人葬身海底。可是，他们从中得到了教训，一代一代传下去。

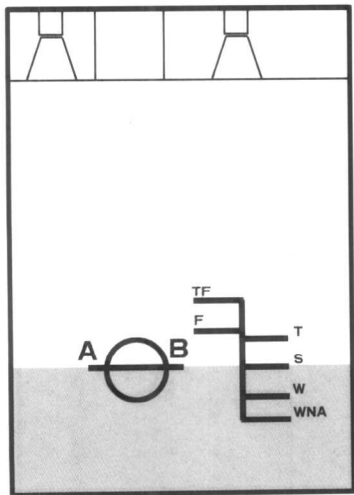
在19世纪，科学和科学方法长足发展，打那以后，造船家开始不再仅仅依赖祖先所传下来的教训或从经验中得来的知识。船舶尚在计划阶段中，就可以把物理学原理应用到处理浮力、稳定性和强度的问题上。船体模型可以在水槽中试验，以测定一艘实际大小的船在水中运行时所受的阻力。在同一世纪，工业技术的进展使我们能建造比从前更大、更快和更可靠的船，这时，造船的材料已经是金属而不是木材，机械的动力也取代了风帆。

工业技术革命解决了很多老问题，但是同时又带来了新问题。策划一艘现代动力船牵涉到从前帆船设计者从来没碰到过的许多错综复杂因素。然而从根本上说来，最初人用一根木头造船时所遇到的三大问题，仍然是现代造船业的关键问题，那就是浮力、稳度和强度。

在澡盆里发现原理

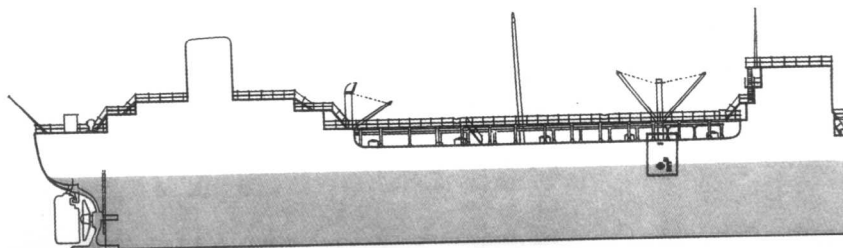
公元前250年的一天，阿基米德正在澡盆里享受洗澡的舒畅时，突然发现了浮力的原理：一个物体的一部分或全部浸在液体中，受到一种与它所排开的液体重量相等而方向相反的浮力作用，就会浮着或者定住不动。软木和木头浮在水面，因为它们的比重比水小。然而金属的比重比水大，你若把一块青铜丢到一桶水里，它会垂直沉到水底。但是如果你把同一块青铜敲成薄薄的浅碗，它就会浮着。因为它现在与水接触的面积大得多，相等于它排开的水重量的力，从而使它浮起。

尽管有阿基米德的原理足以为证，但在18世纪末和19世纪初，主张用钢铁造船的人仍然被讥为痴人说梦。老水手们说：“木能浮水，铁却不能。”到1787年，约翰·威金森用铁板所造的长70英尺



船体的载重水线标明船在不同地区和季节合法载重的深度——热带(T)，夏季(S)，冬季(W)。右侧四线代表海水，左侧二线代表淡水。北大西洋上冬季多风(WNA)，载重量应更轻些。AB代表美国船舶局。

一艘满载的油轮，其船身的大部浸在水面下。船身的灰色部分——船的排水量——依据的是船中间载重水线(详见上图)的合法规定。船尾和船首吃水标志的数字(见11页图)标明船体在水中的深度，一目了然。



(21米)的驳船“试验号”确实能够浮在水面上。而在1821年，长106英尺(32米)的第一艘用铁造的汽船，安全驶过英吉利海峡后，怀疑论者这下子哑口无言了。

这时，人们应用数学解决了对一艘船浮力推测计算的所有问题。每一艘现代的船都由建筑师按它的船体水线和尺寸来设计排水量曲线。这种图表在船交付使用时交给船上职员。在装卸中要计算重量或排水量，他们只需瞧一瞧船首和船尾的平均吃水，就是水线和龙骨之间的垂直距离就行了。稍稍浏览一下图表便可判断它所排水的重量是多少吨。当然，这个数字等于它本身的重量加上船上所有人员和物品的重量。反过来说，该船职员还可从图表中知道在任何载重的情况下船的吃水量。

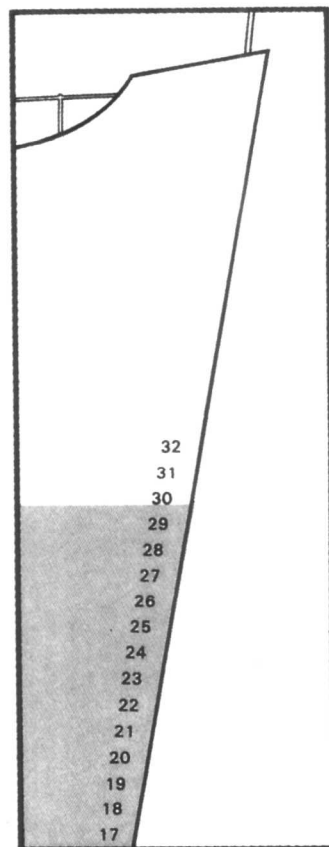
但是，光是确定一条船能够浮起来是不够的，它必须在任何可能的情况下都能浮在水面。因此，一艘现代的钢铁轮船船体必须用不透水的叫做舱壁的横向分隔板间隔起来。如果由于碰撞、战炮的轰击或其他情况使船体的一部分进了水，另外的舱仍可保存足够的浮力而使船不致沉没。分舱最多的轮船，如油轮，甚至因碰撞而折为两段时还能够浮在水面。

摇椅的作用

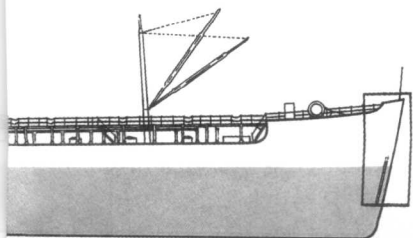
稳度——一艘轮船左右摇摆的倾斜总是能像摇椅或不倒翁一样回到直立的位置，这是设计的第二个要素。对称只是一个初步条件，工程师需设计船体的左右舷如一体的两面。为了预先知道船的总重和正确的分配，设计人员将船上的每一样东西，从庞大的动力设备到船员的床位，全部规划在内。

影响每一艘船稳度的，是两种方向相反的作用力。一是船本身的重量，就是向下产生的力量。二是水的支持力，从浮力的中心朝上发生作用。当一艘船停泊在水波不兴的港内时(如第12页插图所示)，它的重心恰在位于船的垂直中心线上的浮力中心的上方。

然而，如果近处过往的船产生的浪使它暂时倾斜(仍见12页图，下方)，这个位置就改变了。例如，如果是朝右舷倾斜，浮力中心便横向移到右方。这时浮力中心和重心之间的关系变得非常要紧。如果重心足够低，它就会移到浮力中心的左方，而向下的重力和向上的浮力就合力把船推回到直立的位置。然而，如果重心太高(如13页图所示)，它就将移到浮力的右方。这时，朝上和朝下的力量会合力增强倾斜度，

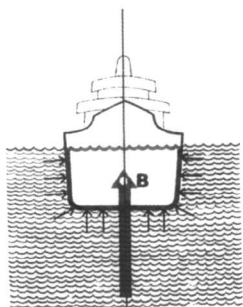


船首的吃水标志，标明从龙骨到水线的距离。船尾类似标志表明尾部的深度；船的吃水指首尾吃水的平均值。据海事法规定，数字字体高6英寸(15.2厘米)，间隔6英寸(15.2厘米)。本图仍为那艘油轮示意图，表示船首吃水为29英尺10英寸(18米)。

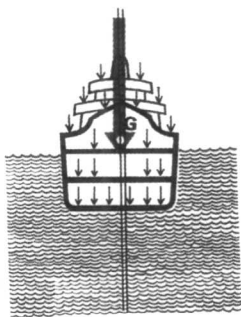


船就有倾覆的可能。

约在18世纪中叶，法国数学家和现代海军建设奠基人比尔·布格尔设计了一种实用的方法，来估计一艘船的稳度。这种方法一直被作为标准方法使用。布格尔的概念是以他所谓的定倾中心为基础，其位置在船体中心线和经过一艘倾斜的船浮力中心的垂直线的交汇点。他证明，定倾中心M和重心G之间的距离可用来度量判断一艘船的稳度。这段通常被称为GM的距离是设计师必须考虑的首要因素。如果G在M之上，船就有倾覆的危险。



船在静止不动时所受的两力是浮力和重力。浸在水中的部分受到来自四面八方的水的推力(小箭头，上图)。全部推力产生单一向上的浮力B，在船身浸水的中心发生作用。向下的重力相等于船与船中所有东西的重量(小箭头，下图)。总的重力G，大致上在船的中心发生作用。



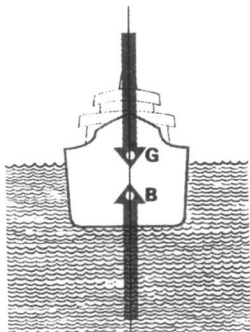
如果GM小，就是重心低，但是如果一直太靠近M，船就会慢慢摇晃，历久不停，一旦发生碰撞，它随时可能倾覆。然而，如果G在M之下而距离太大，则船会“过稳”，即猛一下回到直立位置，就又可能损坏货物，伤害船员和乘客。对一艘平均满载的商船来说，安全的GM约为它的宽度的百分之五，这宽度指船本身最宽处的长度。

船的重心决定于它各个组成部分的重量分配。因此，这个重心是随时会改变的。例如，在每次装上或卸下货物时，在每次补充燃料和在航行中消耗掉大量燃料时，重心位置都会有些迁移。在设计、建造船只考虑其GM值的时候，造船专家们必然要把这些因素全考虑在内，以便在通盘筹划的基础上，计算出M的位置，而后预测出在所有可以预见的情况下该船的GM值。

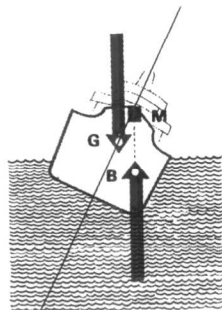
很容易想像，船在实际航行中必须时时注意保持正确的GM值。在装货时，不能装得头重尾轻或一侧重另一侧轻等，以防止破坏预定的M与GM。安全的满载，就是平均满载——各货舱、全船各部分重量均衡的满载。

系泊试验计算法

当然，任何一艘船在起碇出海以前，都要经过实际的试验，来鉴定它预计的稳度。首先，在甲板上横装轨道，再用一辆装载数吨重货物的巨型货车沿轨道开到船的一侧，使船发生倾斜。设计师在货车离开船的中心线的各种位置上，利用重锤来量出船的倾斜度。一个三角方程就可以给他所需答案：证实工程师所预计的GM值，以及G的正确位置。利用这些资料，可以算出从最大载重状况到最小载重状况



一艘稳定的船如果倾斜，可自行正立。直立时，船的重力G和浮力B成一直线。船倾斜时，B朝倾斜方向移动，于是向上推力与向下压力G结合，使船身正立。这种稳度由定倾中心M的位置来度量，而定倾中心是一个理论点，即向上力B和船身中部的垂直线相交点。此处M的位置在G之上，显示稳度良好。



的GM。再把这些资料交给船上的高级职员，作为航海的指南。

除浮力和稳度以外，船的设计师还必须赋予船以韧力，使它能够吸收和抗拒各种强大的外力，如向上的浮力、向下的重力和强风劲浪等等。在金属船面世前的几千年间，船的标准设计以脊椎式为根据。龙骨是脊椎，所有的木肋都附装在上面。然后在骨架上覆以牛皮、树皮或木板。外皮不但给船以浮力，而且和骨架一道增强船体所必需的韧力。

但是，人类需要更长、更大船舶的时代来临时，已没有足够长度的树木，可供应从船头直到船尾的木板或列板。列板必须用两块或更多块衔接起来。然而，木板相连的地方必然不够牢固。这样，自然就大大影响了整条船的可靠性。人们曾想了许多办法来补救这一点，但都不够理想。

用钢解决

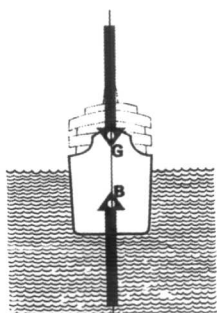
欧洲的工业革命提供了答案：用金属制造船体，先是用铁，然后用钢。铁板可以钉牢在一起，而用金属肋骨和横梁加强时，就可以打造出具备一座桥梁所具的力量和弹性的船体。

船体的加强钢板可以有几种用途：防水、支持甲板和在甲板上的一切重量。船的全重和人员、货物由船底承载，船底具有基座作用，如同一座建筑物的墙脚。

再就是，船体得到船下水的浮力的支持。不过，当浪沿着船的纵长掠过时，浮力随时会改变。当波峰在船首和船尾时，船体像悬在支架间的钢梁一样陷在它们之间，因此，设计时必须使它能够弯曲，但不致折断。当波峰在船的腹部时，船就处于“中拱”的位置，并且朝另一方向弯曲，好像平衡在支点上一样。船体必须具有力量和弹性，以经得起弯曲加载。

即使由于金属船的出现而开始了一个新纪元，早期的两个重要问题依然存在。一是复杂的吨位度量制；另一是船腹圈带状标记的布置，它显示在一定状况下一条船吃水多少才算安全。

对于容积的现代吨位度量基础始建于13世纪。当时，商船装载的货物以酒类为大宗，酒类是盛在大桶里的，因此，一条船所载的大桶



一艘不稳的船如果倾斜，则不能恢复正立位置。由于这艘船较窄，上重下轻，B和G的位置相距就较远(箭头，左图)。当船倾斜时，G的力量移向倾斜方向，两种相对力量使船一直倾斜，倾度甚至更大，直到翻覆为止。定倾中心M不像稳定的船那样在G之上(见上页)，而是在G之下。这是船不稳的关键所在。

