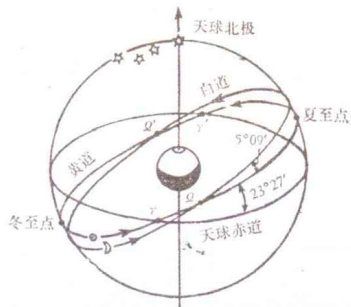
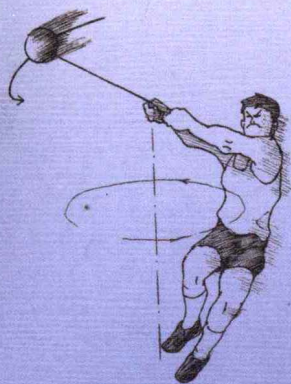




林炳尧 著

涌潮随笔

——一种神奇的力学现象



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

Yongchao Suibi

——Yizhong Shenqi de Lixue Xianxiang

涌潮随笔

——一种神奇的力学现象

林炳尧 著



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS · BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

涌潮随笔——一种神奇的力学现象/林炳尧著.

—北京: 高等教育出版社, 2010. 5

ISBN 978 - 7 - 04 - 029198 - 8

I. ①涌… II. ①林… III. ①水动力学 - 普及读物

IV. ①TV131. 2 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 067460 号

策划编辑 王 超 责任编辑 赵向东 封面设计 赵 阳
版式设计 马敬茹 责任校对 姜国萍 责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.widedu.com
印 刷	中原出版传媒投资控股集团 畅想教育 北京汇林印务有限公司		
开 本	850 × 1168 1/32		
印 张	3.375	版 次	2010 年 5 月第 1 版
字 数	82 000	印 次	2010 年 5 月第 1 次印刷
插 页	4	定 价	12.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29198 - 00

中国力学学会《大众力学丛书》编辑委员会

陈立群 戴世强⁺ 刘延柱 苗天德 余振苏

隋允康 王振东 武际可^{*} 叶志明 张若京

仲 政 朱克勤 朱照宣

(注：后加^{*}者为主任委员， 后加⁺者为副主任委员)

中国力学学会《大众力学丛书》

总 序

科学除了推动社会生产发展外，最重要的社会功能就是破除迷信、战胜愚昧、拓宽人类的视野。随着我国国民经济日新月异的发展，广大人民群众渴望掌握科学知识的热情不断高涨，所以，普及科学知识，传播科学思想，倡导科学方法，弘扬科学精神，提高国民科学素质一直是科学工作者和教育工作者长期的任务。

科学不是少数人的事业，科学必须是广大人民参与的事业。而唤起广大人民的科学意识的主要手段，除了普及义务教育之外就是加强科学普及。力学是自然科学中最重要的一门基础学科，也是与工程建设联系最密切的一门学科。力学知识的普及在各种科学知识的普及中起着最为基础的作用。人们只有对力学有一定程度的理解，才能够深入理解其他门类的科学知识。我国近代力学事业的奠基人周培源、钱学森、钱伟长、郭永怀先生和其他前辈力学家非常重视力学科普工作，并且身体力行，有过不少著述，但是，近年来，与其他兄弟学科（如数学、物理学等）相比，无论从力量投入还是从科普著述的产出来看，力学科普工作显得相对落后，国内广大群众对力学的内涵及在国民经济发展中的重大作用缺乏有深度的了解。有鉴于此，中国力学学会决心采取各种措施，大力推进力学科普工作。除了继续办好现有的力学科普夏令营、周培源力学竞赛等活动以外，还将举办力学科普工作大会，并推出力学科普丛书。2007年，中国力学学会常务理事会决定组成《大众力学丛书》编辑委员会，计划集中出版一批有关力学的科普著作，把它们集结为

《大众力学丛书》，希望在我国科普事业的大军中团结国内力学界人士做出更有效的贡献。

这套丛书的作者是一批颇有学术造诣的资深力学家和相关领域的专家学者。丛书的内容将涵盖力学学科中的所有二级学科：动力学与控制、固体力学、流体力学、工程力学以及交叉性边缘学科。所涉及的力学应用范围将包括：航空、航天、航运、海洋工程、水利工程、石油工程、机械工程、土木工程、化学工程、交通运输工程、生物医药工程、体育工程等等。大到宇宙、星系，小到细胞、粒子，远至古代文物，近至家长里短，深奥到卫星原理和星系演化，优雅到诗画欣赏，只要其中涉及力学，就会有相应的话题。本丛书将以图文并茂的版面形式、生动鲜明的叙述方式，深入浅出、引人入胜地把艰深的力学原理和内在规律介绍给最广大范围的普通读者。这套丛书的主要读者对象是大学生、中学生以及有中学以上文化程度的各个领域的人士。我们相信本套丛书对广大教师和研究人员也会有参考价值。我们欢迎力学界和其他各界的教师、研究人员以及对科普有兴趣的作者踊跃撰稿或提出选题建议，也欢迎对国外优秀科普著作的翻译。

丛书编委会对高等教育出版社的大力支持表示深切的感谢。出版社领导从一开始就非常关注这套丛书的选题、组稿、编辑和出版，派出了精兵强将从事相关工作，从而保证了本丛书以优质的形式亮相于国内科普丛书之林。

中国力学学会《大众力学丛书》编辑委员会

2008年4月

序 言

Preface

这是中国力学学会大众力学丛书编委会奉献给读者的丛书第八册。请大家聆听一位与钱塘江涌潮相伴了大半生的老教授述说涌潮的林林总总。

有很多人知晓钱塘江涌潮，凡是观赏过钱塘江涌潮的朋友无不倾倒于它的气势和魅力。涌潮会给你带来无限遐想：它有怎样的前世今生？它有怎样的神奇传说？它是怎样产生的？它的巨大能量是怎样积聚起来的？它是怎样演化推进的？为什么它有让人眼花缭乱的千姿百态？它的是非功过应该怎样评说？它能否听从人类驾驭？对于这些问题，这本书会给你满意的回答。

本书作者林炳尧是浙江省水利河口研究院已退休的教授级高工，与钱塘江涌潮相伴相随 30 年，把自己的美好年华献给了涌潮的研究、管理和治理，并在实践中积累了丰富的学识和经验。在这本书里，他引领大家去欣赏钱塘江的种种美景：一字潮、交叉潮、回头潮……告诉大家有关涌潮的传奇故事；更重要的是，他妙笔生花，把涌潮生成、演化和传播的科学道理娓娓道来，使你兴趣盎然地不知不觉地增进学识。

这本书的写作是催逼出来的。我对涌潮一向情有独钟，在青年时代，曾用流体力学和应用数学知识研究过涌潮的机理。到上

海工作之后不久，学弟林炳尧调到杭州。他多次邀我前去观潮，涌潮的气势磅礴、绚丽多彩令我折服。三年前开始策划编辑大众力学丛书时，我就暗下决心，一定要推出一本关于涌潮的书。找谁来写？我的学弟林炳尧教授自自然地进入我的视线范围。他从复旦数学系力学专业毕业后，始终摸爬滚打在水利战线，近三十年来，一直与钱塘江涌潮打交道，对其习性了如指掌。2008年钱塘江管理局成立100周年之际，他出版了专著《钱塘江涌潮的特性》，以水动力学和潮汐学知识，对涌潮特征做了精彩的阐述，获得了学界的好评。另外，他的文学修养很好，文笔生动，叙事清晰。因此，我认定，在我国学界，他是这本书的最合适的作者。但与他商量时，却碰了钉子。原因是：他近年来健康欠佳，而写科普书并非易事，生怕难以担当这一重任。几经商议，他总算看在我这个师兄的面子上，允诺了下来。

林炳尧教授先后用了一年时间，精心搜集资料，去芜存菁，去伪存真，反复斟酌，几易其稿，还专门找人绘制插图，终于捧出了这本精彩纷呈、引人入胜的科普著作。我对这位学弟真是由衷地钦佩和感谢。

全书共有19节，分别叙述：涌潮的表观特征；如何观潮、听潮；涌潮产生机理和传播特性；几种特殊涌潮的形成和形态；涌潮的功过和治理；涌潮的未来。综观此书，取材精到，叙述浅显，有高中文化程度就可轻易读懂，而且可以回味无穷。对于想要进一步了解涌潮的学术内涵的朋友，建议大家阅读上面提到的专著《钱塘江涌潮的特性》。本书之末，把对该专著的一篇评介文章作为本书的跋刊出，供有兴趣的读者参考。

相信朋友们一定会喜欢这本书。

戴世强

于上海大学

2010年3月18日

前言

Foreword

站在钱塘江畔古老的石塘上，望着面前空阔茫茫的江面，我总在想，人们最初看到涌潮的时候，会是什么样的情景？春秋时期，这儿还是宽广的海滩。人们见到滚滚波涛迎面扑来，恐怕就像今天碰到海啸，惊恐地“啊，啊”叫喊着，艰难地在松软的沙滩上奔跑，逃避突如其来的灾难。

两千多年过去了，人间经历了多少沧桑，以往荒芜的原野，已经变成两岸鳞次栉比的高楼大厦；当年吴越征战不休的战场，早已变成繁荣昌盛的钱塘地区。只有潮汐波，依旧从遥远的太平洋出发，跨越东海，抵达杭州湾，长驱直入，在海宁，在杭州，在远离海洋的内陆，掀起凶猛的波涛。一天两次，刻时定信，伴随着低沉的隆隆声，一往无前地向上游挺进。偶尔有那么几次“失信”，都会记入史册。

年复一年，日复一日，钱塘江迎来又送走了一批又一批的观潮人。每个人心目中都有着自己的涌潮。有人感受到神灵伟大；有人感叹涌潮宽阔壮观；有人却愤恨涌潮暴虐。人们留下了数不清的、风格迥异的诗词歌赋文论和传说。我想，每个人自己的感受是最真切、最珍贵的。

初次看潮，我就被涌潮的气势所震撼。刚到钱塘江那段

时间，经常看到海塘、丁坝遭到涌潮破坏，心想，没有涌潮，那该多好，天下太平，钱塘将更加繁荣。时间长了，就感受到了涌潮的魅力，开始思索涌潮对我们的精神情感有什么影响，为什么人们总那么津津乐道？工作为我提供了接触涌潮的机会，一大批长年奋斗在治江第一线的同事，传授给我许多经验。我心里的涌潮在不断地变化，直到现在，我仍然感到还有很多事情没有弄清楚。真是“钱塘郭里看潮人，直到白头看不足”。

客观事物总有很多个侧面。人们对同一个事情的看法会有很大不同。

环境学家关心涌潮对盐度、污染物扩散混合的影响；生物学家关心鱼类和水生物在这种环境下的生存状态；心理学家则研究涌潮如何影响人的思想情感。当然，还可以继续罗列下去。正因为如此，涌潮在人们心中的“映像”千差万别。

这本书谈的是我自己的感受和思考，谈的是我心中的涌潮。作为水动力学工作者，我更关心的是涌潮的力学特征、形成和演化的机理。这本书在这方面谈得多一些，也是很自然的。

科学，不只是已有知识的汇集，更是一种探索自然、感受自然魅力的愿望和精神。希望这本小书能够给青年朋友增添一些知识，更加希望能够激起大家对涌潮、对大自然的欣赏和探索的热情。

这本书，戴世强教授从策划开始到劝说我动手，一直到撰写序言，耗费了大量心思。他的勤奋、认真始终激励着我。董世汤、刘桦诸位教授给了我诸多鼓励和帮助。为这本书，浙江省钱塘江管理局、浙江省水利河口研究院的同事周潮生、邢云、唐子文、朱涤非、金光伟、贺春雷、李慧燕做了大量工作，更多的同事提出了许多宝贵的意见。画家徐龙宝、李诗悦、徐苏焱和若农

前言

创作了精美的插画、照片。王超、赵向东两位编辑逐字逐句认真审阅、修改书稿。我对这些同志极为感谢。

我将把这本小书呈送导师许协庄先生批改，希望先生不至于太失望。

作者

2009年7月

大
力
从
中

目 录

Contents

- 1 首次观潮记 / 1
- 2 漫长的探索之路 / 5
- 3 远处看潮 / 11
- 4 近处看潮 / 14
- 5 月夜的涛声 / 19
- 6 海洋潮汐 / 22
- 7 潮汐波 / 29
- 8 涌潮是怎么形成的 / 34
- 9 海涛为何能侵入内陆 / 39
- 10 世界上的涌潮 / 42

11	“潮不至”的故事 / 46
12	远古的记忆：广陵涛 / 52
13	钱塘江涌潮的形成、壮大和衰亡 / 57
14	交叉潮 / 63
15	回头潮 / 67
16	弄潮 / 70
17	斗潮 / 75
18	涌潮闯祸不少 / 78
19	钱塘江涌潮的未来 / 83
	跋：《钱塘江涌潮的特性》评介 / 87

大众力学丛书(已出书目) / 91

我已经观过不少次潮了，但是，第一次观潮的感受最深，当时的情景至今还历历在目。

当年，乘一辆“老得掉了牙”的面包车，行进在原先的二线海塘上——这是海塘的第二道防线，那时，已经铺上碎石，改造成了老杭沪公路。路的两旁，参差长着粗壮的大树——当地人称为“水槐树”。面包车穿行在树荫里，一路颠簸。右侧不远处，与公路平行的是清代建造的鱼鳞石塘。那时，海塘内坡上长着密密麻麻的芦竹——芦竹类似芦苇，但是高大、耐旱、结实。老海塘、古树、芦竹……很有些沧桑感。

驱车 50 km，先到海宁盐官东面一个叫八堡的地方去观赏“交叉潮”；然后，回头向西，追着涌潮，到盐官观赏“一线潮”；最后再向西追一阵，到一个地名叫老盐仓的地方看“回头潮”。这种观潮的方式被戏称为“一潮三看”，能够一次看到钱塘江北岸的三种潮景。

当年，八堡一带，江面有十多公里宽，天与海的交界很远很远。我们抵达的那会儿，大江还在落潮，江水静静地往下游

流淌。天上是大片大片灰色的云，阳光穿过云隙，投射在江面上，阵阵涟漪反射着亮光，十分耀眼；太阳照在身上，还挺热。时间还早，钻进芦竹丛，本想凉快一下，没想到那里更闷。

同伴介绍说，我们站的这段海塘修建于清代乾隆年间，已经快 300 岁了。当地称沿海的堤防为“海塘”。海塘是用条状的岩石砌成，大约有十五六层。因为从底到顶，层层叠砌，每层后退一狭条，远处看很像鱼鳞，就称为“鱼鳞石塘”。

正想探头望望海塘的根部，就听见有人叫：“来了，来了，听到潮声了。”凝神可以听到连续不断的、低沉的隆隆声，似乎是从地底下传来的。极目望去，天边有上下黑、白两道线。潮声渐渐清晰，黑、白两条线渐渐逼近。没多久，白花花涌潮，像千军万马直扑过来，在海塘溅起的浪花有两三层楼高。脚下感到海塘猛地震动了几下，就像遇到地震。

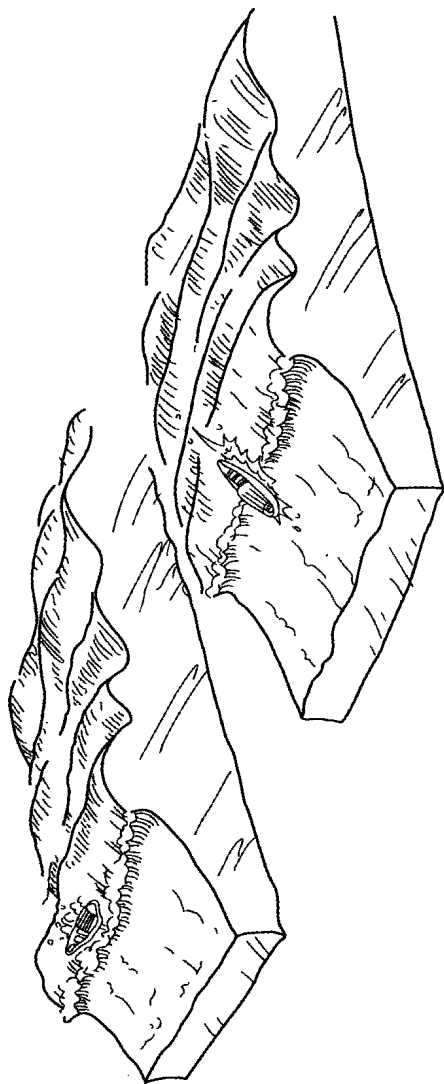
随后，涌潮泰然地向上游挺进。

涌潮刚过，正在兀自回味，就被催促“快，不然赶不上了！”赶紧下海塘，跑到百米开外的公路上，爬上面包车，赶往上游的盐官。两地相距约 13 km，旧车一个小时跑不到 30 km，赶到盐官的那座宝塔脚下，还需要等一会儿。这座“镇海塔”可是盐官的标志性建筑，几乎每一张涌潮的照片都有这座塔。

在盐官看的是“一线潮”。涌潮横亘整个江面，就像训练有素的军队整整齐齐向上推进，势不可挡。

当年，江中还有几条木船。涌潮将来之时，各条船赶紧把船头都对准潮头，开足马力——却在后退。

这时，木船跨过潮头，俯仰三十多度。涌潮之后，江水翻滚着，像油画中的大片的色块。木船在波浪中飘荡着，俯仰着。我被这景象惊呆了，直到同伴再次把我拉扯上汽车，冲向老盐仓。



和潜水艇不同，浮在水面的船只，重心高于浮心（船体所排开的水体的几何中心）。船体一旦向哪一边倾斜，那一边浸没水中的体积将增大，浮心就向那一边移动，因此形成一个回复力矩，起着“纠偏”作用；重力所形成的力矩则使倾斜加剧。如果倾斜超过一定程度，重力形成的力矩占优，可就要翻船了。船的长度总大于宽度，横向的回复力矩比纵向的小，相对而言，横向更容易翻船。所以，船只越潮时，总将船头对准潮头（右图）；万一船体与潮头平行（左图），处境将极危险。（李诗说绘）

老盐仓距离盐官约 12 km，这里建有一座 600 多米长的丁字坝，一直伸到江中。从盐官一直向西挺进的潮波，到了老盐仓，陡然间被巨大的丁字坝迎面挡住去路，涌潮被迫回转头，向东奔去，形成“回头潮”。潮水前挡后拥，嘶叫着，拍打着海堤，浪花有十几米高，壮观、激烈。

潮来之前，水面很平静，水是黄色的。涌潮一到，水翻腾着，卷起河底的泥沙。表面白色浪花飞溅，江水顿时变黑。

潮，终于过去了，海塘上留下片片水迹。

我感到震撼。我游历过一些名山大川，也算得上见多识广，但是，见到浩浩荡荡的波涛，从东海发端，一直挺进到 200 多千米的大陆深处，仍然感到惊奇。

从这次观潮开始，我就与钱塘江涌潮联结在一起了。