

Golden

Fleece



创造波浪

从微波激射器到我的科学观

查尔斯·H·汤斯/著

颜严/译 雷仕湛/校



金羊毛书系

G O L D E N F L E E C E S E R I E S

上海科技教育出版社

Golden *Fleece*



波浪

从微波激光器到我的科学观

查尔斯·H·汤斯/著
颜严/译 雷仕湛/校



金羊毛书系

G O L D E N F L E E C E S E R I E S

上海科技教育出版社

Making Waves

by

Charles H. Townes

Copyright © 1995 by American Institute of Physics,

an imprint of Springer-Verlag New York, Inc.

Springer-Verlag is a company in the BertelsmannSpringer publishing group

Chinese (Simplified Character) Trade Paperback copyright © 2002 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

by arrangement with Springer-Verlag GmbH & Co. KG

ALL RIGHTS RESERVED.

上海科技教育出版社业经 Springer-Verlag GmbH & Co. KG

取得本书中文简体字版版权

责任编辑 卞毓麟 何妙福 装帧设计 桑吉芳

金羊毛书系

创造波浪

——从微波激射器到我的科学观

查尔斯·H·汤斯 著

颜 严 译

雷仕湛 校

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

各地新华书店经销

商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

ISBN 7 - 5428 - 3025 - 2/N·491

图字 09 - 2002 - 127 号

开本 787 × 1092 1/25 印张 9.2 插页 2 字数 207 000

2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—5000 定价:18.50 元

发 凡

传 说在离希腊很远很远的黑海岸边,有个地方叫科尔喀斯,那里有一件稀世之宝——金羊毛。它是国王献给战神阿瑞斯的礼物,战神把它钉在圣林里,并派一条昼夜不眠的火龙看守着,因为神谕告诉他,他的生命跟金羊毛紧紧地联系在一起。很久以来,金羊毛一直被看作稀世珍宝,多少英雄豪杰为了得到它而踏上了艰险的路程,但他们没有一个能成功,很多人甚至连宝物的影子都没看到,就倒在漫长的征途中了。后来,英雄伊阿宋组织了一个远征队,决心去取金羊毛。国王要伊阿宋驯服两头铁角铜蹄、鼻孔喷火的神牛,套上犁具翻垦圣林的土地,并播种一着地就会变成铁甲武士的毒蛇牙齿,然后才能到巨龙看守的地方去取金羊毛。伊阿宋得到国王女儿美狄亚的帮助解决了神牛和武士,又靠着天才歌手俄耳甫斯的七弦琴琴声催眠了巨龙,终于拿到了那挂在高高橡树顶上的金羊毛。

这个故事就是古希腊神话中脍炙人口的“伊阿宋智取金羊毛”,千百年来,它一直为人们所传诵。从此“金羊毛”就成了至高无上的珍贵物品的代名词,象征着历尽艰险才能获得的财富。而那些能够勇往直前、努力实现自己理想的英雄们,就被称为“金羊毛英雄”,受到人们无限的崇敬。

在现代科学的发展史上,最有资格被称为“金羊毛英雄”的,无疑是那些摘取了最高科学荣誉——诺贝尔奖的人。他们以自己的聪明才智,以自己的顽强毅力,献身于科学事业,最终取得了普通人难以企及

的科学成就,并因而赢得了崇高的荣誉。他们的精神令人敬佩,他们的成就令人叹服,而他们在奋斗过程中所展现出来的科学精神、科学思想、科学方法,无疑更是后人应该认真学习和借鉴的。可以说,这些才是真正堪称无价之宝的“金羊毛”。

“金羊毛书系”正是为了这个目的而策划的一套科普丛书。它荟萃了近半个世纪以来许多诺贝尔奖得主的科普著作,其中既有这些科学大师对自身亲历的重大科学事件的回顾,也有他们对所在领域的最新科学进展的通俗介绍,还有对科学与社会、文化之间的关系的深刻思考。它们充分体现了这些诺贝尔奖得主的独特见地和睿智,是这些科学巨匠们留给我们的宝贵财富,值得我们好好挖掘。

中华民族正在走向伟大复兴之路,“科教兴国”早已成为全社会上下的共识。希望“金羊毛书系”的读者们,能够在接触这些科学大师的同时,领略其中的科学智慧,感悟其中的科学真谛,从而进一步攀登新的科学高峰,去收获属于自己的“金羊毛”。

名家评说

这本书呈现的是我们最伟大的科学家之一的迷人思想景观！汤斯是富有思想，而且为别人着想的人，他的建议是最高水平的科研社团、大学和政府所渴求的。在解释他的一些伟大发现，包括微波激射器和激光器的原理时，汤斯讲述了它们是怎样产生的；他克服了什么样的困难。

阿瑟·肖洛 (Arthur L. Schawlow)
诺贝尔奖获得者，斯坦福大学

这里有这个世纪最伟大的科学家之一汤斯的思想、生活和工作中引人注目的胜景。这些文章将汤斯广泛的求知欲与他在工业界、研究机构和政府的经历结合起来。书中叙述了科学及其应用，这是他以自己——硕果累累、永远正直的知情者——的眼光看到的。

阿诺·彭齐亚斯 (Arno Penzias)
诺贝尔奖获得者，AT&T 贝尔实验室

查尔斯·汤斯以其不平凡的丰富观点，为我们深刻地反映出创新、发现和技术发展的性质。他对当今科学研究的现实意义和方向的思考提供了非常深刻的见解。

詹姆斯·摩朗 (James Moran)
哈佛-史密森天体物理学中心

那些经过激光清除白内障从而得以重见光明的长者们,那些想将两架望远镜的图像组合成一个巨型望远镜——其口径同两架望远镜之间的距离一样大——的清晰图像的天文学家们,那些引用先进技术照管绵羊的新英格兰农场的农人们,那些在国家顾问委员会中为教育、经济、国防与和平提出政策建议而辛劳的同事们,他们都知道查尔斯·汤斯是国家的财富。在这本新书中,他为我们提供了一个宝藏,我们所有人都能从中挖掘出无价的瑰宝。

约翰·惠勒(John A. Wheeler)

普林斯顿大学荣誉教授

内容提要

本书是1964年诺贝尔物理学奖得主查尔斯·H·汤斯对自己人生历程的回顾与剖析。“我总是为自然界着迷。它的神奇无所不在”，这段开场白便是这部选集的灵魂和总纲。本书共含四篇，第一篇通过微波激射器和激光器的发明过程，表达出作者对科技发明与发现的总体看法，包括社会环境、知识背景和相关学科领域的状况等；第二篇更多地从技术角度出发，详述微波激射器的基本原理及应用，并由此引出作者本人有重大贡献的另一领域——分子天文学；第三篇是在回顾几十年科学生涯的基础上提炼出来的若干独特见解，它们有助于读者高屋建瓴地纵览科学、技术、研究与教育等诸多方面；第四篇描摹了作者的精神世界，包括对创生的认识以及对科学与宗教之关系的理解等。

汤斯认为，科学及其应用得益于科技人员之间的相互影响。因此，他充满激情地追述了自己如何“享受着与许多有才华的学生、同我一起工作的年轻科学家以及充满活力的同事们交流的乐趣”。同时，他又强调，“我喜欢发现没有预料到的东西……我喜欢思考那些诱人的精彩事物，关心还不受重视的领域”。他强烈地感受到宇宙间非凡的逻辑性充满着美，这部文集则可供您尽情地与作者分享他的愉悦。

作者简介

查 尔斯·H·汤斯,著名物理学家。1915年7月28日生于美国,1939年获加州理工学院物理学博士学位,曾先后在贝尔实验室、哥伦比亚大学、麻省理工学院工作,1967年起在加州大学伯克利分校任教授。因“导致按微波激射和激光原理制成振荡器和放大器的量子电子学基础性工作”而荣获1964年诺贝尔物理学奖。

原 序

我总是为自然界着迷。它的神奇无所不在：从极小的亚微观结构——原子及构成原子的更小微粒运行的方式——到宏观世界。为什么、怎样有了一个宇宙？它怎么开始的？它的边界在哪里？星星、日落、山川、沙漠、开满鲜花的土地，它们的美都有着直接的感染力。宇宙间非凡的逻辑性充满着美，它的神奇之处让人着迷——人们经过思考至少可得出一些自然法则和规律，其中许多尽管相当简单，但也可以预示，并在某种程度上我们能对身旁发现的自然界显著的构造和行为作一些解释。实际上，宇宙大多数构成部分一经了解就很简单，但它们组合成了奇异的结构和事件。我一直喜欢解谜——从完全看不到又的确存在的亚微观结构，到大得几乎不可想象的星系甚至是宇宙，我们周围的事物到底是怎样运转的？这是我能想象到的最激动人心的工作。

我很幸运，能将一生中大部分时间投入到努力研究和理解事物的快乐的工作中去，社会也支持对科学的这种兴趣。实验室里可能涉及的情况，有的已经很清楚，可以预测、检验并证实相关的物理定律极其准确。这时，我的某些工作就是尽力达到可能的最高准确度，于是人们可以以百万分之一、十亿分之一甚至更高的精度检验物理定律的理论预言。不过还是有明显的矛盾，并且还有诸如天气、星体的形成和分布或者生命自身的变化等种种复杂情况，我们可以作出种种预测、获得一些定性的了解，但许多细节不可预知。

科学发现让我们能了解事物怎样运转和什么致使它们运转,这些发现必然导致许多方法和器件,它们让人类进步,或者被人类滥用。尽管我的兴趣与大多数科学家一样,主要在于理解,然而我的发现中有一些已经对社会产生了效用。最重要的可能就是发展了一种产生辐射的新方法,我们称之为“微波激光器”和“激光器”。它们有许多用途和潜能,其中一些现在已经实现并改变了人类的能力。这些现已实现的潜能中,有的在我的工作有进展时就能预见,但其他很多,即使以我天生的乐观也是原先无法预计到的。对于很多科学家,研究自然地导致科学的应用,公众希望能适当地运用现代科技,因此科学家们有一种责任。也正因为如此,我不时被卷入公众服务中,并且有时会接受政府或行政部门的工作,而这是一些科学家更愿意避免的。

有一种普遍观点是,研究人员是在特定领域里往往仅靠自己独立地开展深入细致的研究工作。但实际上,科学及其应用得益于科学家之间或科学家与工程人员之间的相互影响和相互作用,部分因为个人间的交流使思想明晰并得到扩展。这种交流扩大和加速了对思想及其在广泛领域中应用前景的认识,从而很可能导致真正的新发现。我很幸运,享受着与许多有才华的学生、同我一起工作的年轻科学家以及充满活力的同事们交流的乐趣。我应该好好感谢他们。

尽管科学的进步在很大程度上依赖于科研团体内的交流,我自己的倾向却是避免停留在普通的领域。我喜欢发现没有预料到的东西,而不是钻研大家已普遍认为重要的研究领域。我喜欢思考那些诱人的精彩事物,关心还不受重视的领域,可以用一些新方法、新研究找到出路。部分由于这个原因,当我为之工作的一个领域已经打开局面并且普遍化的时候,我就会转移到另一个领域。同时,每一次转移都是从过去的经历延伸出来,这样就保持着连续性,尽管有时不太明显。

宇宙充满了逻辑性,这使得它更显神秘和难以理解。它的奇迹无处不在,它能让生命和人类的知识紧密结合地发展,不管人们怎么看,这都是不寻常的。它的存在自然地对我们的科学思想提出挑战,甚至它接近了宗教思想。在过去的年代里,科学与宗教之间往往是不友好地彼此争斗;但是对于我来说,它们之间的挑战是友好的,可能在未来

最终达到和谐的统一。

这本选集源自我工作和生活的不同阶段。它们表达的是我眼中的事物和我的生涯中一直为之工作的事物,当然,我的事业中有许多失误,有一些成功,还有很多幸运。

译 序

这本选集以这个世纪甚至整个人类历史上最有想像力、最大胆的科学思想之一为引,经过深思熟虑、完全发自内心地描述了一位伟大科学家的个人历程,其中贯穿着他的重大发现——这些成就已经改变了医学、工业甚至是军事的面貌。

诺贝尔奖获得者查尔斯·H·汤斯带我们领略了这一切的幕后景致,让我们看到他特别的工作道路——他的多产和富于创造力实在让人惊叹不已。你将从中了解到汤斯奇迹般的发明如何诞生以及他怎样解决前进过程中碰到的障碍。

从最小的亚显微结构——原子以及更小粒子的行为,到人类所知的浩瀚无垠的太空,汤斯引领我们理解了宇宙的神奇。他带我们漫步在他开辟的道路上:量子电子学,微波波谱学和我们银河系的边缘——他探索了那里形成新的星体的晦暗、稀薄的气体 and 尘埃云。

本书的内容充分展现了作者的科学研究历程、思想观念和可敬可爱的人格。我们既不能说这是一本科学专著,也不能说它是一本自传。这是一种综合与集成:有科学思想和原理,有科研方法,有逻辑性、预见性、复杂性、偶然性和必然性,有作者自己的哲学思想,还有一些我们不曾听闻的轶事。汤斯意识到一些最有革新性的新科学理论——特别是关于宇宙的形成,似乎距离宗教思想很近,因而以非常个性化的结尾对这些通俗易懂的文章作了总结。

英文原版的书名是《Making Waves》。的确,这本书是一种创造——

作者创造了微波激射器,发射出相干微波辐射;作者的思想同样是人类历史上的壮阔波澜。

我们能够从这本书里学到的,不是什么现成的法则、条例。如果真有,那也只是尊重自然、热爱自然。我们应该有自己的思想,用自己的想像力和创造力,执着地追寻自然界的奥秘,去了解这个宇宙,了解人类自身。这是全人类的共同使命。

颜 严

2002年9月于上海嘉定



录

原序	xi
译序	xv

第一篇 发现与发明的现象

1. 科技发展中的奇迹	3
2. 微波激射器和激光器的起源	16
3. 避开量子电子学中的绊脚石	25

第二篇 量子的飞跃

4. 微波波谱学	35
5. 微波激射器	57
6. 来自星际空间中分子的信息	88

第三篇 发现的过程

7. 科学、技术与发明：它们的进步 与相互影响	113
8. 技术扩展的可能性	125
9. 科学在现代教育中的角色	129
10. 研究实验室：多样性与竞争	137

第四篇 科学基础上的精神观

11. 万物如何开始,以及为何开始?	155
12. 科学与宗教汇合	161
13. 科学给我们什么教益	172
14. 我们为何在此? 我们将往何方?	185
15. 我的物理学家生涯	198
致谢	211
注释	213

第一篇

发现与发明的现象