

自然之美科学之美

# 心灵的标符

——音乐与数学的内在生命

「美」爱德华·罗特斯坦 著

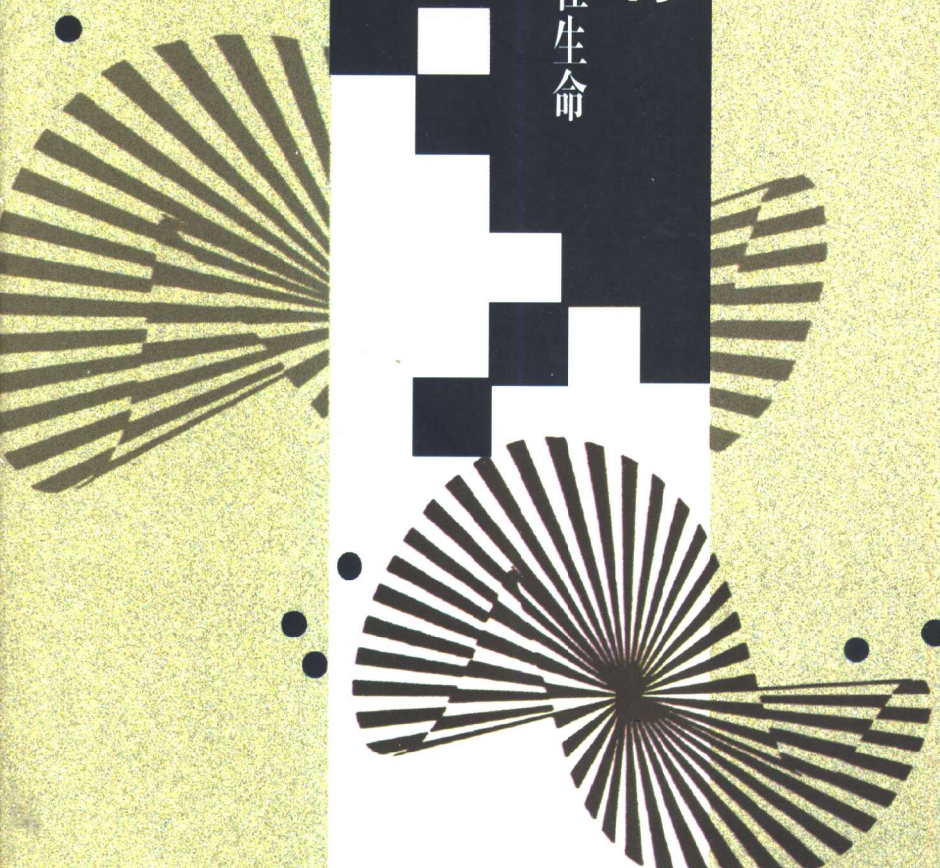
by Edward Rothstein

李晓东 译

吉林人民出版社



美丛  
大译  
刘兵  
主编  
Translations of the  
Aesthetics of Science



自然之美  
科学之美

# 心灵的标符

——音乐与数学的内在生命

—美—爱德华·罗特斯坦— 著

by Edward Rothstein

李晓东 译

吉林人民出版社



美德丛  
大译

主编  
刘兵  
Translations of the  
Aesthetics of Science

## 图书在版编目(CIP)数据

心灵的标符:音乐与数学的内在生命/(美)罗特斯坦著;李晓东译.——长春:吉林人民出版社,2001.10

(大美译丛)

书名原文:Emblems of Mind

ISBN 7-206-03821-2

I. 心… II. ①罗…②李… III. 音乐—关系—数学—研究  
IV. J60—05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 058185 号

Emblems of Mind by Edward Rothstein

根据 Random House 1995 英文版译出

吉林省版权局著作权合同登记图字:

07—2001—740 号

## 心灵的标符

---

著者	[美]爱德华·罗特斯坦	校者	范文海
译者	李晓东	封面设计	翁立涛
责任编辑	范春萍 王海利	责任校对	曲折

---

出版者	吉林人民出版社 0431—5649710 (长春市人民大街 124 号 邮编 130021)
发行者	吉林人民出版社
制版者	吉林人民出版社激光照排中心 0431—5637018
印刷者	长春市华艺印刷厂

---

开本	850×1168 1/32
印张	8.5
字数	213 千字
版次	2001 年 10 月第 1 版
印次	2001 年 10 月第 1 次印刷
印数	1—6 200 册

---

标准书号	ISBN 7-206-03821-2/G·1162
定 价	16.80 元

---

如图书有印装质量问题,请与承印工厂联系。

# 总 序

---

审美和求知是人类自在的天性，与生俱来。当童年的人类睁开惊奇的眼睛面对世界时，对知识的习得和对美的感受是同步的。大自然是人类的生境，也是人类的遭遇。大自然既平淡浅近又神奇诡奥，温暖明媚和恐怖狰狞在大自然是一体的，而在人类却是难于化解的巨大谜团。为了生存，人类需要条分缕析地去认识和体察自然的细节——分工出现了。分工使科学和艺术异径而走，分工也分化了人类的心智，分化了审美和求知。于是，艺术在追求审美之中疏远了规律，科学在追求规律之中遮蔽了审美。

尽管在科学和美学领域中，关于科学和美之本质的争论一直没有停止过，而且研究者们至今仍未就此类问题取得完全的共识，但这丝毫不影响人类的科学和审美实践。在人类对于自然和科学之美的感悟上也是如此。在像艺术之类的领域中，几乎从远古时代起，对美的追求就是最原初、最基本的目标；但在自然和科学的领域中，与艺术领域

有所不同，对于自然之美和科学之美一定深度的领悟需要有一个先决条件，即对自然的认识、科学的发展要达到一定的程度。而且，分工日久，分化日深。

本世纪 50 年代末，英国学者 C.P. 斯诺提出了关于科学文化和人文文化这“两种文化”以及其间之分裂的重要论点。其实，人们在传统中主要来自艺术中的对“美”的研究与追求，以及在对自然的认识和科学的发展中的对“真”的追求，大致就分属于这两种文化。早在上个世纪，英国著名博物学家赫胥黎就意识到：“科学和艺术就是自然这块奖章的正面和反面，它的一面以感情来表达事物的永恒的秩序；另一面，则以思想的形式来表达事物的永恒的秩序。”

在自然，美和真是一体的；在人类，审美和求真也是互渗互动互补的，如本“译丛”中《生命的曲线》作者所言：“……无论是人工制品还是天然物品，形态的‘丑陋’必然表明其功能的缺陷，而某些必要功能的完美形式往往伴随着‘美’的外形。……工程学效率始终与美学相得益彰。……凡精巧之建筑，其设计基础无不意味着纯结构之美。我们一直在研究贝壳的形态，经过认真的考察认识到，许多引起我们美学遐想的主要原因就在于贝壳的美丽外形，这不仅是贝壳中的生物对定点生活适应的结果，而且是其精巧外形更能履行特殊功能的结果。……同理可知，一座工程学的丰功伟绩，无论其体积大小，在完成其应履行职责的同时，同样要唤起微妙的美学情感。在这个方面，它与可爱的花朵或贝壳所激起的美学情感是一致的。”

科学从其源头到其精神本来就都是人文的。随着社会历史的发展，科学于其在推动社会进步的全部意义上为人文提供助力、提升境界的同时，自身也出现了向人文复归的呼求。

在斯诺之后，弥合两种文化之分裂的努力日见其盛。当代科学史的奠基人萨顿将科学史视为沟通两种文化的桥梁。在某种意义上讲，对于自然及科学的美学研究也正是沟通两种文化的途径和努力之一。萨顿曾将分别对应于“真”、“善”、“美”的科学、宗教与艺术形象地比喻为一个三棱锥塔的三个面，并认为：“当人们站在塔的不同侧面的底部时，他们之间相距很远，但当他们爬到塔的高处时，他们之间的距离就近多了。”在这种比喻中，顺理成章的推论不难想见，随着高度的不断上升，真、善、美将愈发接近，并在最高点达到理想的统一。由此可见，我们以往之所以认为科学文化与人文文化相距甚远，将自然、科学与美相分离，只是因为我们所站的位置高度不够。

实际上，在众多从事具体科学研究的杰出人物那里，我们经常可以看到有关科学之美和自然之美的论述，只是这些论述大多属于个人直觉的体悟，还不够系统，更像是一些思想的闪光而已。在科学界，以及在人文社会科学界，也有众多的有识之士提出要将科学与艺术相结合，这种结合其实也正是对于科学之美的一种认识和把握。但是，我们同样也应该看到，科学与艺术的结合可以有不同的方式，是将这两者牵强地硬拉在一起，还是有机地融为一体，结果是大不一样的。可以说前者是一种努力，而后者是一种境界，也是一种理想文化的本真。此外，如果说在初期，人们一般性地谈论自然之美和科学之美还是一种洞见的话，随着认识的发展，则需要将这种认识更加深化，也就是说，需要更加认真地对待，需要在这方面进行深入、具体和细致的思考，将它作为一门学问来研究。这门学问，就是所谓的科学美学。

将自己的内容诠释为“自然之美，科学之美”的《大美译

丛》也正是在这一意义上的一套科学美学类丛书。丛书之名为“大美”，因由《庄子·知北游》中之“天地有大美而不言”。“大美”之“大”取其至、达、超拔，自然天成、臻于化境，非人力所能造作、非卑污之念所可是非，取其与“道”之相通的内涵。当然，就字面含义亦可取其“范围广”、“程度深”的词意。在这种意义上，“科学”之“大美”既包括天地造化之美，也包括作为人类对于天地认识之形式和结果的科学之中体现出的逻辑、理性、和谐、规律等等之美。我们还注意到，《庄子》在“天地有大美而不言”之句后，尚有“四时有明法而不议，万物有成理而不说。圣人者，原天地之美而达万物之理”的说法。按照上述的理解方式，我们甚至可以将其看做是对美与科学以及科学方法之联系的隐喻，尽管这种理解有强加古人之嫌。其实，对于自然之美与科学之美的认识 and 了解，显然也有助于我们对于自然与科学之自身的更加深入的认识 and 了解。

按以上之分析，广义的科学美学的内容，也即对于自然之美与科学之美的认识和审美提升，应属于科学文化的一部分，而且是其非常重要的一部分。鉴于国内对此领域的深入研究之缺乏，我们选择了引进翻译国外有关重要论著的方式。不过，即使在国外，这些研究也是非常分散的，也还没有像其它一些相关领域——如一般美学和科学哲学等——的研究那样形成规模。因此，我们在策划此套丛书和确定选题时，对原著的选择余地会受到很大的限制，要从文献海洋的边边角角中将科学美学的重要代表作筛选出来，难免会有明显的遗漏，再加上获取版权的困难，又不得不再次对一些初选的佳作割爱，这使得本丛书涉及的范围和规模受到不少影响。尽管如此，在本丛书现有的选题中，还是涵盖了几个最重要的方面，如第一批取得版

权将分两次推出的5种书中有关于自然界和艺术之中美的典型体现之一的螺旋的研究、关于美与科学革命之关系的科学哲学研究、关于从宇宙天体到身边事物中无处不在的音乐形式的研究、关于数学与音乐共同之规律和美感的研究，关于艺术与物理学之关系的研究等等。

常言道，爱美之心人皆有之。除了有着某种科学训练背景的读者之外，对于那些对科学、艺术与美学感兴趣的人文社会科学界的读者，特别是美学、哲学研究者，此套丛书的内容也会是可读而且具有吸引力的。从出版的角度来看，在目前国内的科学文化出版物中，有关科学美学的书籍差不多接近于空白，填补这种空白也是我们策划出版这套“大美译丛”的初衷之一。我们这套书还会继续出下去，竭诚希望与我们有共同情趣的读者朋友帮助我们推荐优秀精彩的选本。

刘 兵 范春萍

2000年9月5日



## 作者简介

爱德华·罗特斯坦是《纽约时代》杂志的首席音乐评论家，《纽约时代》杂志前电子专栏作家，《新共和》杂志音乐评论家，伦敦《独立杂志》专栏作家，《名利场》杂志音乐专栏作家。他还为《纽约书评》、《评论》和其他出版物写过关于音乐、文学、政治和科学方面的文章。他曾在耶鲁大学、布兰德斯大学、哥伦比亚大学学习数学、音乐、文学和哲学，并从芝加哥大学社会思想委员会得到博士学位。他的音乐评论获得两个美国作曲家、作家与出版者协会认定的泰勒奖（ASCAP - Deems Taylor），他的这部著作获得英格拉姆·米瑞尔（Ingram Merrill）基金奖，他对当代音乐文化的研究获得了古根海姆奖金（Guggenheim Fellowship）。他是纽约大学人文学会会员。

一切自然都是艺术，只是你不知道；  
一切机运、方向你都看不到；  
一切不和谐与和谐也都明了  
.....

——亚历山大·蒲柏

## 感 谢

对于一部如此关涉抽象和美的书，本书的写作让我在智慧和美学方面都要感谢这个世界上的许多人。就这个课题来说，我必须首先感谢我的老师，他们在过去的岁月里教会我如何思考，无论这种思考是在键盘上（玛利亚·希斯克，帕特里卡·詹德和利萨·格拉德）还是在黑板上（莫尔德柴·佛利德曼，石佐·卡库塔尼，亚伯拉罕·鲁宾逊）。我在“芝加哥大学社会思想委员会”的经历，让我自己发现了这么多不同风格的智慧并激励我对伟大作品及其意义作出如此大的投入，这本书的写作与在“思想委员会”的经历是分不开的。在那里，我将音乐、哲学和文学的研究结合在了一起。我在那儿的老师们——索尔·贝娄，爱德华·什尔，史蒂芬·托尔敏，保罗·瑞库尔，大卫·格林，阿兰·布卢姆，利昂·卡斯，詹姆斯·莱德菲尔德——与工作在其他学校的我的老师的先辈，一同对这部书的许多段落都有过影响。

尽管这部书的内容很抽象，但实际上却都是从日常生活所记述的世界中发展起来的。在我作为《纽约时代》的音乐评论员应邀写我的第一篇文章的时候，当时杂志的策划主编亚瑟·盖尔伯就建议我写一篇关于智慧的热情的散文。每次与亚瑟的谈话都引向一些出乎意料的东西；这次星期日《时代》上的“艺术与休闲”那一篇关于艺术与数学的文章，就是这些谈话

的结果。这本书就是试图更完整地把握在那篇文章中提出的意见。

如果没有马文和玛格丽特·蒙金的慷慨支持和鼓励，我是无法完成这部书的，他们信任这个写作计划并一直相信它会成功。希蒙斯学院的数学家玛格丽特还是这部书的手稿的精明而谨慎的评论者。

丹尼尔和乔安娜·S·罗斯也提供了许多支持，这些支持是积极而无条件的，因而更显得可贵。“纽约艺术基金会”给予了他们的授权。

在这部书写作期间，“英格拉姆·米瑞尔基金会”提供了有价值的资助。

此外，“纽约人文学会”在我作自由撰稿人，玩着杂志的签约、专栏、报告、传记特写和这部书的写作等把戏的时候，为我提供了一个生活的家园，同时也是我精神的家园。A·理查德·特纳是这个学会的会长，乔斯林·卡尔森给予了热情的友谊和无私的帮助，我的同事朋友们时常陪伴着我，就书的内容进行争论，以使我从闪烁的微机光标前解脱出来。

我的代理人罗伯特·考恩菲尔德从他听说这个写作计划那一刻起就对它非常感兴趣，之后一直投入这部书的出版工作，两次奔走在出版社之间引荐这部书。这部书最终在史蒂夫·瓦色尔曼的大腕编辑的手中定稿，他是“时代图书”的总编，还曾是很棒的编辑：热情、富有想象力、坚定、有学识，他的建议和远见为这本书增色不少。

许多人在这部手稿的不同时期阅读过它，这些人包括尼尔·考佐道一，他的友谊没有遮盖他的审慎；约翰·霍兰德表达了希望尽早读到这部书的渴望；米尔顿·巴比特在谈话中显露的智慧、热情和批评的才能就如同在他的作品中一样明显。雅克

·巴尔宗、伯顿·斐恩、马丁·加迪内尔、约瑟夫·科曼、路易斯·米南德，以及希德尼·摩尔亘贝瑟尔也提出过宝贵的建议。斯蒂芬·托尔敏和查尔斯·罗森作为“社会思想委员会”的成员阅读了这部手稿，他们都是难得的支持者和批评者。大卫·刘文两次阅读了这部手稿，并作了润色，这对此书的完成是不可或缺的。我已尽力将这些杰出的读者的建议融和起来。当然，存在的差错由我个人负责。

最后，在这部书的困扰结束之后，只有我的妻子马瑞林知道我对这部书做了怎样的投入，甚至对美与真的尝试性的摸索都付出了巨大的代价，而这常常由她一个人承受。我的父母，约瑟夫和菲丽斯·罗特斯坦在这些方面久有经验，正是在他们的指导下我第一次对这些领域发生兴趣。而我的孩子——迪纳和阿安仁及现在的安娜——将不得不设法离开这部书写作的永久的煎熬，这个影响就像他们的爱一样总是陪伴在我的身边。对于马瑞林和我的孩子，我献上我深深的谢意，感谢他们对这部书的耐心等待和他们对这部书的瑕疵和平凡给予的无异议的接受。

## 引 言

在音乐王国里起身漫步之前，我一直在接受成为一位“纯”数学家的训练。我全神贯注于诸如代数的拓扑学、测量理论、非标准分析这样的深奥学科。我常彻夜不眠地解决数学难题，把玩抽象的术语和结构。但同时，我也常受其他活动的吸引，暂时从这些构建中离开。带着一种只有当批判的本能幸福地休眠时才可到来的热情，我一遍又一遍地聆听或弹奏一首曲子，并把音乐的逻辑和理智烙印在我的耳朵里、灵魂中以及双手上。音乐和数学一同满足一种抽象的欲望，一种部分智慧、部分审美、部分激情、部分情感，甚至部分身体的热望。

在那些从事音乐和数学领域的人当中，这些现象并不少见。我不仅知道其他人也受到这两个世界的诱惑，而且了解音乐和数学无论以何种方式，有史以来一直都是纠缠在一起的。xvi 历代数学家和物理学家都感受到了这种亲和力。伽利略思索过“为什么一些音调的结合要比另外一些音符的结合更加悦耳”的数学原因。欧几里得在2000年前就惊异于这种奇妙的结合。18世纪有位叫里昂哈德·欧拉(Leonhard Euler)的数学家写了一篇关于所有数字之间的和谐的谈话(欧拉的书中就有一本书引发了同时代人的评说:它“在涉及音乐学家时包含了过多的几何学,而在涉及几何学家时又包含了过多的音乐”)。约翰尼斯·开普勒确信行星的运转直接创造了一个“天体的音

乐”——一个行星运动数学规律的声音伴侣。

另一方面，音乐家为了描述他们的艺术的整齐有序也常常运用数学手段。肖邦说过：“赋格曲就好像是音乐中的纯逻辑。”赋格曲最杰出的探索者巴赫也对赋格曲的近邻，常常让他头疼的两重轮唱有很大的偏好。在 20 世纪，数学语言中弥漫着许多音乐思想。舒恩伯格 (Schoenberg) 用来处理数值范围的十二声调的系列方法影响巨大。音乐学者已经借鉴了“集合论”，“马尔科夫链” (Markov chains)，以及其他一些数学概念。一些杂志发表文章，详细陈述使用微机程序来分解、演奏、作曲的尝试。亚尼斯·施那克斯 (Iannis Xenakis) 在他的作曲中就使用了复杂的数学理论。约翰·凯奇 (John Cage) 在他的有序缺失研究中使用了微机生成的随机数进行创作。

这本书是一个尝试，尝试解释为什么这些联系绝非是意外的或偶然的，为什么说这些联系揭示了某种行为本质的深奥道理。诚然，我所选择的方法有点罕见。我并不想提供许多奇闻逸事或轻松地愉快地写些碰巧的类似。这本书也不是一个历史的纵览，忠实地从希腊开始，经过文艺复兴一直写到现代。我更不想尝试把我的描述系统化。这本书不是这些问题的叙述导论。我甚至不想装作已经解决了我所提出的这些问题。这本书是理性的但并不提出理论；它分析细腻却不露痕迹；它有数学的精妙却绝不过深地探究数学。事实上，可能我所讲述的数学对于数学家来说没什么新鲜东西，我所讲述的音乐对于音乐界和作曲家来说也很平常，但我希望我所做的对比和我所提出的猜想会非常有趣。

我所要努力做的是，去认识实际上沉浸于这两种活动之中的是什么东西，这两种活动需要大脑的什么品质，在两者的差异中它们在多大程度上是一致的。我并不想把这些一致强说成

是同一，或者把那些在科学和艺术之间存在的不可缺少的经常的本质的区别减到最小。以下各章都是思索、思考和部分知识随笔，这些随笔用一个源于法语的词来说就是：“试着做。”

我想这是为文盲、外行、好奇的听众以及高中之后就再没有学过数学，或小学之后就再没有学过音乐的学生写的一本书。我挑选了一些很容易理解的数学例证和简单得无需亲自去听的音乐例证。有时候，我的说明可能读上去太繁琐，遇到这样的情况我想我的读者就干脆跳过去。我试着把这部书写得不包含什么特殊例证，要点的论证多于细节。

这本书也有点守旧，我试着在书的最后一章讨论像美与真这样老套的概念。我不想假装要为两者制定永恒的标准，但在我们将我们的判断给予历史和文化的过程中，我们却蔑视无限、必然和绝对的力量。我希望，到了这本书的结尾，最富争议的术语“阳春白雪艺术”中的“阳春白雪”会多少更加清楚一些。

我选择的写作手法初读会有点令人迷惑不解。它要在数学和音乐之间流连，在数学和音乐之间用各自的术语建立起联系。有些联系并不明显（例如一些章节的标题就是音乐作品特征的隐喻性暗示）。而有一些却联系得更深入一些。我要在这部书中的一部分展示我是如何在音乐和数学中探险的；我想为这两个领域的内在生命唤起一种情绪，一种在隐喻、提炼和比较中的信任。

第一章“序曲”是一个导言。我把它当作这个知识探险的一个引导性隐喻，一个诗人威廉·华兹华斯在他的《序曲》中描述的旅程。他对斯诺登山顶的艰难攀登结束于攀登者的精神和自然世界的物质的相互交融的美景中，这也正是这本书要达到的境界。我还要说的是，这个探索有一个“诗”的面貌，它



需要隐喻和类推的永恒的力量给人以深刻的印象。那么人们要问，为什么数学和音乐在历史上会这样永远相伴呢？当我们仔细打量，我们会发现许多明显的联系，包括一个引导音乐体系的系统逻辑。

第二章“变奏曲”将用数学自己的语言探讨数学，用一个数学问题的特殊例证，追溯它在历史中的演化，尝试从勇敢的争论和探索中梳理出一些数学程序。我要向人们展示的是，数学如何从世俗问题中发展起来又走入更艺术化和抽象化的探索。问题并不在这个题目的细节——空间中和数的世界中的顺畅和连贯的性质——而是以数学所要求的研究方法，用数学所创造的论点不停回溯的方式，发现更精妙地展现更深层相似的抽象。

XIX 第三章“奏鸣曲”把更多的笔墨给予音乐，正像第二章把更多的笔墨给予数学一样：用音乐自己的语言，试着洞悉思想在音乐创作中发生的模式。我的野心不大，但我也想通过特殊例证得出结论，探寻音乐是如何构成和感知的。我想在理解音乐和处理数学时产生的思想之间有许多惊人的相似之处。

然后，探索的脚步从数学和音乐建立起的系统类型中走出来。在第四章“主旋律与变奏”中，主旋律非常简单，那就是美。我们将美与音乐联系起来，但美跟数学的联系就没那么多了。我要分析出在每一个行为中美的特征是什么，并用康德的理论勾勒出统帅我们审美判断的一些试探性的普遍特征。

第五章“赋格曲”，我们要以同样的方式论述真的问题。我要以导引的方式探究音乐和数学这样抽象的行为如何获得它们的力量和意义，它们为什么会如此专注于精神世界而又对我们的日常生活产生如此大的影响。

最后，第六章“赞美诗”意欲统摄全书，就像巴赫的大合