

科学审美 与 科学创造

谭清华 著



Kexue Shenmei
Yu Kexue Chuangzao



电子科技大学出版社

科学审美 与 科学创造

谭清华 著



enmei
chuangzao



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学审美与科学创造 / 谭清华著. —成都: 电子科技大学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-5647-4316-1

I. ①科… II. ①谭… III. ①自然科学—审美 IV.
①N05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 068333 号

科学审美与科学创造

谭清华 著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产
业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 谢应成

责任编辑: 谢应成

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都市火炬印务有限公司

成品尺寸: 140 mm×210 mm

印张 9.625 字数 250 千字

版 次: 2017 年 4 月第一版

印 次: 2017 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-4316-1

定 价: 38.00 元



■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

序

著名物理学家杨振宁说：“科学中存在美，所有的科学家都有这种感受。”通常我们将科学与艺术严格区分开来，认为科学创造是枯燥无味的，根本没有美学情趣，而只有艺术创作和艺术欣赏才具有审美的愉快。这是一种很大的误解。诚然，科学创造过程有相当严谨、周密的逻辑思考，也有非常琐碎、细致的具体工作，但是，科学创造不只是动用理智，也动用情感，不只是充满艰辛困苦，也弥漫着审美愉悦。正是由于科学美的吸引，科学家战胜了种种难以想象的困难，甚至心甘情愿为之牺牲。正如法国著名数学家彭加勒所说，科学的理性美“可以充分地达到自身，科学家之所以投身于长期而艰巨的劳动，也许为此缘故甚于为人类未来的福利”。

科学中不但存在着美，而且审美在科学创造中起着重要的作用。我们知道，虽然自然界的客观规律在人类诞生以前就已经存在，但自然科学理论却是人的创造性劳动的产物。科学理论虽然是客观规律的反映，但这种反映并不是机械的、被动的，它是由人按照美的规律构造出来的。

所以，科学创造的过程也是一个审美的过程，创造者根据一定的审美标准和原则来指导自己的研究工作，并用这些审美标准和原则来构建、判断、取舍各种假说和理论。美学因素不仅浸润在科学创造的原动力之中，而且也渗透在其理论体系的构思和表述之中，美学原则潜在地影响着科学成果的内容和形式。

纵观自然科学史，我们就会发现，科学工作者在提出假说或建构理论时所使用的科学方法，不仅包含有大量的想象、直觉与灵感，而且存在着一种强烈的追求美、欣赏美、创造美的思维活动。因此，科学审美意识作用于科学家的自然观和科学观，左右着科学探索的方向，影响着科学发现的思路，丰富着科学创造的方法。日本著名物理学家汤川秀树认为：“很难说清楚审美感对于一个物理学家来说意味着什么，但至少可以说简单性本身是可以通过抽象来达到的，而审美感似乎在抽象的符号中间给物理学家以指导。”德国著名物理学家海森堡说过：“美对于发现真的重要意义在一切时代都得到承认和重视。”他引用两句著名的拉丁格言：“美是真理的光辉”，“美是真理的印记”，恰如其分地说明了由美引真的道理。他认为：“探索者最初是借助于这种光辉，借助于它的照耀来认识真理的。”苏联哲学家柯普宁也认为：“美的态度对待世界不仅有助于艺术的创造，也有助于科学的创造。”因此，审美因素

在科学创造中具有重要的方法论和认识论意义。

法国大作家福楼拜在其代表作《包法利夫人》中说：“越往前进，艺术越要科学化，同时科学也要艺术化。两者从山麓分手，回头又在山顶汇合。”这段富有哲理的话道出了科学和艺术发展的历史轨迹和未来趋势。纵观人类文明史，我们知道，科学和艺术是人类文明之树上结出的两大硕果，两者经历了合——分——合的过程。它们既有明显的区别，也存在着密切的联系。爱因斯坦曾经说过：“在那不再是个人企求和欲望主宰的地方，在那自由的人们惊奇的目光探索和注视的地方，人们进入了艺术和科学的王国。如果通过逻辑语言来描绘我们对事物的观察和体验，这就是科学；如果用有意识的思维难以理解而通过直觉感受来表达我们的观察和体验，这就是艺术。二者共同之处就是摒弃专断，超越自我的献身精神。”诺贝尔奖获得者李政道先生也认为：“艺术（诗歌、绘画、音乐等）用创新的手法去唤醒每个人的意识或潜意识中深藏着已存在的情感。情感越珍贵，反映越普遍，艺术越优秀。科学（天文、物理、生化等）对自然界的现象进行新的、准确的抽象。科学家抽象的叙述越简单、推测的结论越准确，应用越广泛，科学创造就越深刻。科学与艺术的共同基础是人类的创造力，它们追求的目标都是真理的普遍性。它们像一枚硬币的两面，是不可分割的。”爱因斯坦和李政

道的论述道出了科学与艺术的区别和联系。科学求真，艺术求美。它们有着各自的研究领域，存在着显著的区别，但由于两者都是对客观世界的能动反映，都要按照美的规律来建造，因而它们在审美上又有着内在联系。科学与艺术这种相关性主要表现在它们有着共同的创造基础、创造本质和共同的认识论根源。因此，科学与艺术在未来的发展道路上应该携手前行，相互借鉴，相互融合。那么，怎样才能相互融合呢？最根本的途径就是深化教育改革，变应试教育为素质教育，尤其要加强审美教育。审美，是担当起科学与艺术联姻的红娘。

谭清华

2017年3月15日

目 录

第一章 科学是美的	1
一、科学美的实在性	1
二、科学美的主要类型	17
第二章 审美与科学创造	46
一、审美	46
二、科学创造	53
三、审美在科学创造中的作用	58
第三章 科学审美情感——科学创造的催化剂	78
一、宇宙宗教情感	80
二、科学美感	104
第四章 科学审美思维——科学创造的助产婆	117
一、科学审美想象	118
二、科学审美直觉	126
三、科学审美灵感	144
四、小结	170
第五章 科学审美方法——科学创造的金钥匙	174
一、简单性方法	176
二、对称方法	194



三、和谐方法	207
四、综合运用审美方法的典范——相对论	217
五、小结	227
第六章 科学与艺术的融合——科学创造的总趋势	231
一、科学与艺术融合的历史考察	231
二、科学与艺术的关系	244
三、科学与艺术融合的必要性 with 可能性	257
四、科学与艺术融合的主要途径	275
参考文献	292
后 记	298

第一章 科学是美的

科学中存在美，所有的科学家都有这样的感受。

——杨振宁

一般人认为，科学求真，艺术求美。科学的王国是枯燥乏味的，根本没有美学情趣，而只有艺术创作和艺术欣赏才具有审美的愉快。这是一种很大的误解。诚然，科学创造过程有相当严谨、周密的逻辑思考，也有非常琐碎、细致的具体工作（如实验），但是，科学创造不只是动用理智，也动用情感，不只是充满艰辛困苦，也弥漫着审美愉悦。在科学家看来，科学的王国像艺术的王国一样，也是奇妙无比的自由天地，对于神游在科学王国中的科学家来说，也有着类似艺术欣赏一样的审美愉悦。正是由于科学美的吸引，科学家战胜了种种难以想象的困难，甚至心甘情愿为之牺牲。正如法国著名科学家彭加勒所说：“科学家不是因为有用才研究自然，他研究自然是因为他从中得到快乐；他从中得到快乐是因为它美。倘若自然不美，知识就不值得去求，生活就不值得去过了。”诺贝尔奖获得者杨振宁也说过：“科学中存在美，所有的科学家都有这样的感受。”

一、科学美的实在性

科学有没有美？科学创造有没有美感？这是一个古老而又常



新的问题，也是一个研究科学审美创造必须首先回答的问题。

在常人心目中，科学是深奥的、艰难的、枯燥的。科学怎么会是美的呢？不可思议！事实上，科学不仅是美的，而且是旷世奇美，美不胜收。常人为什么没有感受到呢？这恐怕与科学家有一定的关系，也许是他们沉浸在科学美中，自得其乐，忘记与大众分享了。但也有例外，美籍华裔物理学家李政道近年来频频撰文著书，极力宣传科学美。他曾经请了著名画家李可染、吴作人、吴冠中等作画描绘物理学的内涵美，这引起了科学界和艺术界的注目。

旧金山大学的天文物理学家琳达·威廉姆斯，为宇宙的瑰奇美景倾倒，决定利用业余时间传播科学美。威廉姆斯对《纽约时报》记者说：天文物理是最美丽的。还有什么比宇宙的诞生更美丽？还有什么比黑洞、多重宇宙和交响共鸣着的宇宙流更美丽？威廉姆斯说得好！让人们继续问下去：还有什么比原子中云深不知处的电子云更具朦胧美？还有什么比生命之梯回旋曲折的DNA双螺旋结构更具活力美？还有什么比纳米世界中用原子砌成的纤巧结构更具精致美？还有什么比生命之源叶绿素中的绿色秘密更具神秘美？还有什么比数学中九宫格更具魔幻美？

威廉姆斯被科学美所启迪，开始写科学诗。《纽约时报》于2000年6月4日刊登了她的一组诗，下面是其中的一首：

碳是女孩之最爱/黄金确实很宝贵/但不会燃起你心中之火/也不会使火车长啸飞驰/碳是地球上一切生命之源/它来自太空的陨石/构成一切有机物质/在大气层中循环往复/钻石煤炭石油总有一天用完/能构成一切的将是碳纳米管/碳是女孩之最爱

钻石是女孩之最爱是美国流行的谚语，威廉姆斯扩其意而用之，从碳元素的一种特殊结晶形态钻石推广到碳的各种形态。女

孩爱钻石，无非是爱钻石首饰之光华夺目价值连城，用以炫耀自己雍容华贵的外表美。威廉姆斯以诗意的语言，赞美碳的实用价值及其对生命循环的重要性，表现的是内涵美。较之原谚语，这是艺术的升华，意蕴更为丰富。

不仅物理学是美的，数学也是非常美的。早在古希腊和古罗马时代，艺术家就发现了人体的曲线美。现代派的雕塑家和画家以他们的作品表现了几何形体的视觉美，毕加索晚期作品中频频出现的怪异人像两个鼻子三只眼睛等等，据说其灵感来自数学中超越现实三维空间的抽象高维空间。数学家以迭代方程在复数平面上产生的分形图案之奇幻迷离、千变万化，使艺术家也叹为观止。

科学追求真理，揭示宇宙万物的真相及其变化规律。真正的科学家都懂得：真理是简单的，而且越是深层次的、适用范围越是普遍的真理就越简单。简单、深刻、普遍三位一体，这就是科学美之源泉。科学家在追求真理的过程中，锲而不舍，孜孜以求。常人往往认为苦，其实他们虽然辛苦却乐在其中。科学家顿悟和突破后的快感乃先睹为快享受前人从未见过的瑰丽美景。

著名美籍华裔科学家杨振宁认为：“科学中存在美，所有的科学家都有这样的感受。”^①自然科学中是充满新奇与和谐之美的，只不过一般人无法通过其形式和符号领略到其中美妙的内涵罢了。科学之美，确实可谓“曲高和寡”，越是杰出的科学家，越能在科学的殿堂里享受到美妙的乐音。物理学家波尔兹曼曾把麦克斯韦的科学理论当成交响乐来欣赏，而科学家华特森在看到雷迈努金的数学公式时则会产生出震撼般的美感。科学美之博大精深有别于自然山水和艺术之美，由此也衍生出独特的科学审美问题。美国科学社会学家哈里特·朱克曼在对美国的诺贝尔奖获得者调

① 杨振宁：《美和理论物理学》，张美曼译，《自然辩证法通讯》1988年第10卷，第53期。

研后就曾指出：“正像其他文化部门一样，科学有它自己的审美学。”^①

纵观科学发展史，就会发现大多数科学家都能在各自的科学实践中感受、体验和发现科学美的存在。古希腊哲学家柏拉图在其《会饮篇》中说：“凡是想依循正路达到这种深密境界的人，应从幼年起，就倾心向往美的形体……从此，再进一步，他应学会见到行为和制度的美，看到这种美也是到处贯通的，因此就把形体的美看得比较微末。从此，再进一步，他应受向导的指引，进到各种知识中，看出它们的美……这时，他凭临美的汪洋大海，凝神观照，心中起无限欣喜，于是，孕育无数的优美崇高的道理，得到丰富的哲学收获。如此，精力弥满之后，他终于豁然贯通唯一涵盖一切的学问，以美为对象的学问。”柏拉图在对美进行考察之后，认为美是到处贯通的、涵盖一切的学问，并且孕育着无数崇高的道理。古希腊毕达哥拉斯在铁匠铺听到了五个铁锤打击铁砧而发出的有节奏的声音就像一支悦耳动听的乐曲。实验结果发现弦长成一定比例时就能发出和谐的声音，音乐的和谐就是由数的比例造成的。毕达哥拉斯还认为，在浩瀚的苍穹中，日出日落，月盈月亏，星星显现又隐去，天体的运行是那样的有序，宇宙的和谐有序也是产生于数的比例，认为太阳和地球的距离是月亮和地球距离的两倍，金星和地球的距离是月亮和地球距离的三倍。每个天体都处在一定的比率中，数的和谐构成了宇宙美，天体的运行是和谐的。古希腊欧几里得的《几何原理》被誉为“科学史上的艺术品”，少年时代的爱因斯坦和罗素都曾将它作为神奇的艺术品来阅读欣赏。

在近代科学的开端，哥白尼就把科学家探寻自然和科学之美

① 哈里特·朱克曼：《科学界的精英——美国的诺贝尔奖金获得者》，周叶谦等译，商务印书馆 1979 年版。

作为研究天体的主要动力：“在人类智慧所哺育的名目繁多的文化和技艺的领域中，我认为必须用最强烈的感情和极度的热忱来促进对最美好的、最值得了解的事物的研究……难道还有什么东西比起当然包括一切美好事物的苍穹更加美丽吗？”在他看来，“天文学毫无疑问地是一切学术的顶峰和最值得让一个自由人去从事的研究”^①。受毕达哥拉斯学派的影响，开普勒认为“数学是美的原型”。^②当他把行星绕太阳的转动和一根振动弦进行比较时，发现不同行星的轨道有如天体音乐一般，构成一种宇宙的和谐，所以他以行星运动的第三定律来表达乐曲《和谐의序曲》的主题。

在现代科学发展史上首先承认科学美的是法国著名数学家、物理学家彭加勒（1854—1912），他对科学美更是情有独钟。他认为：“科学家研究自然，并非因为它有用途，他研究它，是因为他喜欢它，他之所以喜欢它，是因为它是美的。如果自然不美，它就不值得了解；如果自然不值得了解，生活也就毫无意义。当然，我在这里所说的美，不是给我们感官以印象的美，也不是质地美和表现美……我的意思是说那种深奥的美，这种美在于各部分的和谐秩序，并且纯粹的理智能够把握它。”^③在彭加勒看来，科学美就像自然美一样，也是科学家追求科学的缘由：“只有当科学向我们揭示出这种和谐时，科学才是美的，从而才值得去培育。”^④他以数学为例对此作了说明：数学有三个目的，除了作为研究自然

① 哥白尼：《天体运行论》，叶式辉译，武汉出版社 1992 年版，第 1-2 页。

② S. 钱德拉塞卡：《莎士比亚、牛顿和贝多芬》，湖南科学技术出版社 1997 年版，第 60 页。

③ H. Poincare, The Foundations of Science, Authorised Translation by G.B.Halsted, N.Y.1913.

④ 彭加勒：《科学与方法》，李醒民译，辽宁教育出版社 2000 年版，第 7-8、186 页。



的工具和哲学的目的之外，它还有美学的目的。这就是，“数学行家能从中获得类似于绘画和音乐所给予的乐趣。他们赞美数和形的微妙的和谐；当新发现向他们打开意想不到的视野时，他们惊叹不已；他们感到美学的特征，尽管感官没有参与其中，他们难道不乐不可支吗？”因此，“为数学而培育数学是值得的，为不能应用于物理学以及其他学科而培育数学是值得的”^①。彭加勒可以说是研究科学美的一个重要的承前启后式的人物，他于1902年、1905年和1908年先后出版了三本书：《科学与假设》《科学的价值》和《科学与方法》（1913年，G. B. Halsted的英译本将三者合并在一起，取名为《科学的基础》），这不仅是现代科学方法论的重要著作，也是讨论现代科学中美学问题的重要著作。从彭加勒起，大多数著名的物理学家、数学家和部分哲学家都在自己的著作中或多或少地讨论过科学中的美学问题。

在当代科学共同体中对科学美的认同，已经是一个不争的事实。人们惊奇地发现“科学美”这个词已频繁地出现在人们的笔下或言谈中。爱因斯坦重申了“我同意彭加勒，相信科学是值得追求的，因为它揭示了自然界的美”^②。爱因斯坦称赞波尔的原子中的电子壳层模型及其定律是“思想领域中最高的音乐神韵”^③；曾惊叹迈克尔逊—莫雷实验“所使用方法的精湛”和“实验本身的优美”^④，而爱因斯坦的相对论则被不少科学家誉为物理学中最

① 彭加勒：《科学与方法》，李醒民译，辽宁教育出版社2000年版，第76页。

② 《爱因斯坦文集》第1卷，许良英等译，商务印书馆1976年版，第304页。

③ 《爱因斯坦文集》第1卷，许良英等译，商务印书馆1977年版，第21页。

④ 同③，第261页。

美的一个理论，玻恩说它“像一个被人远远观赏的艺术作品”。^①罗素在《我的哲学发展》一书中把数学美称之为“冷面而严肃的美”，“数学，如果正确地看它，不但拥有真理，而且也有至高的美，正像雕刻一样，是一种冷而严肃的美，这种美不是投合我们天性的微弱方面，这种美没有绘画或音乐的那些华丽的装饰，它可以纯洁到崇高的地步，能够达到严格的只有最伟大的艺术上才能显示的那种完满的境地。”^②玻尔兹曼把麦克斯韦关于气体动力学的论文当作神奇壮美的交响乐来欣赏。他绘声绘色地叙述道：“……起初庄严地导出了速度的变化；然后从一方加入状态方程，而从另一方又杀出了中心力场的运动方程。在混乱的公式当中，突然，如同在铜鼓声中，我们听出鼓点的四拍节奏‘令 $n=5$ ’。恶魔 V （两个分子间的相对速度）突然销声匿迹；而正如在音乐中，低声中一个向来突出的音符突然被抑制了，本来似乎不可遏制的，却好像被魔杖一击而制胜了……现在不是去问为何如此或那般取代的时候。如果你对推导并非一掠而过，那就把文章放在一边吧。麦克斯韦并非在写着注释的标题音乐……一个个结果接踵而至，直到最后，意外的高潮——热平衡条件和输运系数的解同时被得到，帷幕随之便降落了。”^③杨振宁则把牛顿运动方程、爱因斯坦的狭义和广义相对论等比作“造物者的诗篇”，说明“学物理的人在了解了这些像诗一样的方程的意义以后，对它们的美的感受是既直接而又十分复杂的”^④。“自然界的几乎一切基本常数——如光速、

① S. 钱德拉塞卡：《美与科学对美的追求》，《科学与哲学》1980年第4期。

② 罗素：《我的哲学发展》，商务印书馆1982年版，第193页。

③ 同①，第79-80页。

④ 杨振宁：《美与物理学》，《中华读书报》1997年9月17日。



基本电荷、万有引力常数、普朗克常数、法拉第常数和电子康普顿波长等，都具有朦胧诗的境界”^①。在科学家看来，科学的王国如艺术的王国一样，也是奇妙无比的自由天地。科学也有境界，对于神游在科学境界中的科学家来说，也有着类似艺术欣赏一样的审美愉快。英国著名物理学家狄拉克说：那些在普通人看来枯燥无味的科学理论，正是因为它反映了宇宙的和谐，而在科学家看来具有无比的美。所以，科学理论常被比喻为艺术作品，而且给人的感受也常被描述为类似于艺术的享受。虽然科学理论不具备形象特征，但科学家在创造和欣赏某一科学理论时所产生的美感与艺术家在创作和鉴赏某一艺术作品时产生的审美感受在本质上是相同的。所以，在科学研究和创造过程中不止动用严谨的理智，也激发丰富的情感和想象，不只充满艰辛，也弥漫着欢欣。正如苏联哲学家柯普宁所言：人不仅感受到物质的东西时，而且在感受到以某种形式化了的人的精神活动产物时，都会“产生对美好的、雅致的、完善的感受”。科学家发现科学公式就如同听到优美的曲调，精致地解决科学问题就如同优美地演奏乐器一样，都会得到充分的快乐。尽管科学家们对科学美的阐述大多是零碎的、即兴的、缺乏系统和逻辑性的，但他们对科学美的肯定则是不容怀疑的。正如加拿大阿塔巴斯卡大学米克（J. W. Meeker）教授所说的：“这不是一场怀旧的伤感主义运动，而是被现代科学发现激发起来的……科学的发现使人想到自然本质的核心部分，迄今仍然可以认为是受到精神或艺术方面的原理指导的。”他认为，科学与艺术“在思想上和行动上分化成截然不同的范畴不过是近代的发明，是与人类大部分历史的发展相逆的”。在经过了近三个世纪的分离之后，“科学与艺术正在走向比以前更为紧密地重新联

① 赵鑫珊：《哲学与人类文化》，上海人民出版社1988年版，第32-33页。