



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

施大宁 © 编著

Physics and Art

物理与艺术

(第二版)

05
7.02



科学出版社

www.sciencep.com



附赠光盘

04-05
S487.02

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理与艺术

(第二版)

施大宁 编著

科学出版社

北京

04-05

S487.02

内 容 简 介

本书是一本人文与科学素质教育的教材。全书共分12章,其主要内容是以西方美术家和物理学家相互平行的视角来阐述人们对世界图像的建立过程和理解,以及对物质运动的基本形式(时间、空间和光)的认识。书中通过大量实例,图文并茂地分析了西方美术作品,特别是前卫性艺术作品中的科学性,同时也介绍了经典和现代物理学中的艺术性。全书特点鲜明,具有丰富的物理内涵和人文素材。书中所附光盘包括电子教案和电子展板,便于教学。

本书可作为高等学校文化素质教育课程的教材,也可作为爱好科学和西方美术的读者选读的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

物理与艺术/施大宁编著. —2版. —北京:科学出版社,2010

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-026408-4

I. ①物… II. ①施… III. ①物理学—关系—艺术—高等学校—教材 IV. ①O4-05

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008448号

责任编辑:窦京涛 昌盛/责任校对:钟洋

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年1月第一版 开本:B5(720×1000)

2010年1月第二版 印张:12 1/2

2010年1月第三次印刷 字数:225 000

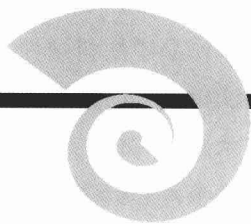
印数:6 001—10 000

定价:43.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换)



第一版序



我热烈祝贺《物理与艺术》一书的出版！祝贺施大宁教授辛勤劳动产生了丰实的硕果！

从科学和文艺的起源与发展历史来看，两者同渊源于实践，同植根于人脑，同来自人脑对实践的反映以及对反映的加工。当然，科学与文艺以不同形式来表达，以不同事物作为实践对象，从而在知识（包括思维方法、实践方式等）层面彼此互异，但一旦深入研究，却是你中有我，我中有你。试看，中国古代的屈原在《天问》中，一口气提出了100多个问题，天文地理、博物神话，无不涉及，神妙高远，发人深思；而在那月明星稀之夜，物理学家在思考各种宇宙现象并探究自然界的本质与规律时，都不能不惊叹自然结构的雄伟壮丽。《庄子》中就有：“天地有大美而不言，四时有明法而不议，万物有成理而不说。”还有十分重要的一点，无论是一个伟大的科学技术家，还是一个卓越的文学艺术家，都具有强烈的创造欲，都在探究如何超越表象而追求更深刻的、更普适的、更永恒的东西。因此，在创造性开始出现的时刻，学科间的障碍就消失了，文艺和科学进入了相互交融的境地。

目前由于我国教育中存在的弊端，文科大学生不仅受到的人文教育不很完整，更缺乏科学素质的培养；而理工科大学生不仅受到的科学教育不很完整，而且人文修养更需要极大的提高。尽管在人类认识史上文艺与科学出现了分离，但在20世纪，许多有识之士提出了要将科学与文艺结合与交融。这种正确的思潮，在人类从20世纪后期进入21世纪的时候，变得更加广泛，不可阻挡，并将对教育产生巨大的影响。大学教育教学理念正向更加重视素质教育的方向转变，向科学教育与人文教育相融合的方向转变，以造就不器的“大道”，培育不器的“君子”。

南京航空航天大学施大宁教授高度重视加强素质教育，提高学生学习兴趣，注重培养学生创新意识和思维方法，特为该校学生开设了一门有关素质教育的课程，且撰写了《物理与艺术》一书。该书主要是以西方美术家和物理学家相互平

行的视角来阐述人们对宇宙图像的建立过程和理解，以及对物质运动的基本形式（时间、空间和光）的认识。书中通过大量实例，分析了西方美术作品，特别是前卫性艺术作品中的科学性，也介绍了经典和现代物理学的艺术性。通过深刻的分析，强调指出：创新是它们的共同灵魂。这是一个非常好的教学改革尝试！《物理与艺术》是一本特点鲜明、图文并茂、内容丰富、文艺与科学相交融的好读本！可供大家参考和选读。我希望读者能如作者所愿，对此课、此书提出批评与建议，并衷心祝愿这门课程和教材能在实践中更加充实和完善，受到更加普遍的欢迎，发挥更大的作用。

长风破浪今是时，直挂云帆济沧海！谨为此序。

中国科学院院士
教育部高等学校文化素质教育指导委员会主任
华中科技大学教授



2003年11月10日



第一版自序



书写完了，还有一种言犹未尽的感觉，总想再交代点什么。笔者以为最重要的首先是关于本书的写作初衷和过程；其次是给读者的阅读建议；最后是诚挚的谢意。

首先，本人专业是理论物理研究，并一直从事大学物理教育，曾多次在中国高等科学技术中心看到由李政道教授创意、多位艺术家创作、具有科学韵味的中国画。记得第一次是在1988年，当时我还是一名研究生，有幸参加一个有关低维强关联系统理论的研讨会，会议的主题画就是吴作人先生创作的中国写意画，至今记忆犹新，这也是我第一次领略到艺术家笔下的物理。1997年和2000年我在美国和香港作访问研究时，曾读过施莱恩(L. Shlain)先生的一本专著《艺术与物理学：时空和光的艺术观和物理观》，并观摩过相应的课程，为之深深吸引。从2000年起，各界人士呼吁要加强对大学生的科学与人文素质教育，受施莱恩先生著作的启发和我本人的兴趣所在，就在南京航空航天大学开设了一门物理与美术相结合的选修课。课程教学原则是强调前卫派艺术和革命性物理学的共同基础是人类的创造力，创新是它们共同的灵魂。

本书成文过程中，主要参阅了施莱恩先生的著作、李政道教授的《科学与艺术》、霍金教授的《时间简史》、冈布里希的名著《艺术发展史》、温迪·贝克特的《绘画的故事》等。另外参考的有关物理与艺术的书目不下数十种，并专程参观了纽约、波士顿和芝加哥等地著名博物馆，以希望最大可能地提高读者的阅读兴趣。所以，书中的大多数观点并非本人原创，但至少是我理解了，当然其中也包含了本人多年读书、教书和科研心得，总结于此，达到抛砖引玉的作用。我是一名物理专业人士和艺术爱好者，非人文学科出身，如果书中关于艺术品的某些提法不妥，望读者和专业人士提出宝贵意见。图片旁边的附注大多是本人的

体会，寥寥数言，如果你不赞同，一笑了之。

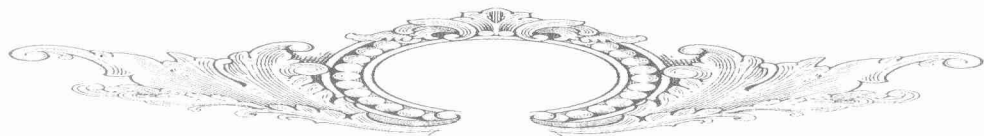
其次，本书适合大学以上文化水平的读者阅读。如果读者是一名理工科的大学生，建议你能结合一本介绍西方美术的通俗读本阅读本书；如果读者是一名文史科的大学生，你可能不能理解书中的某些物理概念，但建议你首先要接受它，进而就会发现这个世界真的很奇妙，也很简单，可以从不同的角度去欣赏它。对于一名科学和艺术的爱好者，笔者相信，本书的阅读会给你提供研究自然、观赏艺术、崇尚科学、热爱生活的新视角。借用文学家兼科学家歌德的一句话：“如果你想超然于这个世界，没有比艺术更可靠的途径；如果你想与这个世界结合，没有比科学更可靠的途径。”

最后，我要向诺贝尔奖获得者、著名物理学家李政道教授和中国科学院院士、教育部高等学校文化素质教育指导委员会主任杨叔子教授表达深深的敬意和感谢，他们分别为本书题写书名和挥笔作序，这是对我莫大的鼓励和支持。我要特别感谢美国辛辛那提大学的张富春教授、香港大学的汪子丹教授，正是他们的邀请，才使我有机会出去进修，收集课程素材。同时，编者感谢南京航空航天大学出版基金的资助；感谢我的同仁们和修课学生对我教学工作的支持；感谢科学出版社杨波和昌盛二位责任编辑为本书的出版所做出的辛勤劳动。

本书出版之际，正值本人不惑之年，谨以此书献给我四十年人生道路上最重要的三位女性：我的母亲、我的妻子和我的女儿毛毛。

施大宁

2004.10



第二版自序



本书的第二版主要增加了电子资料，包括电子教案和电子展板。全部的课程录像也由科学出版社作为音像出版物单独出版。文字材料方面没有做较大的删增，只是对一些文字错误做了修正，增加了参考文献。

课程录像是在南京航空航天大学2007级修课学生的课堂上现场录制完成。为了保持原有的课堂教学效果，后期基本没有做剪辑。因此有一些口误，敬请谅解，欢迎读者提出更多的批评意见。

本书2005年出版后，不少前辈学者、同仁和广大读者给予厚爱，也指出不足，对此笔者心存感激。特别是，我在网络上看到，中学物理教育家张大昌教授向全国中学教师推荐《物理与艺术》一书，并认为“对编写新课程高中物理教材时的指导思想有相当大的影响”。这使我对自己的工作充满自信。

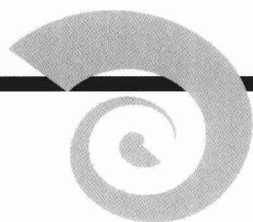
南京航空航天大学电教中心录制了课程录像，并在后期制作中提供了大量的帮助，在此表示诚挚的谢意！对科学出版社编辑的辛勤工作表示感谢！

一如既往，希望读者对这个立体化的新版提出批评意见。

施大宁
2009年12月

目 录

CONTENTS



第一章	硬币的两面	1
第二章	理性的滥觞	14
第三章	学会看风景	28
第四章	缪斯的使者	45
第五章	持久的革命	59
第六章	解放色彩曲	77
第七章	重构空间观	89
第八章	解剖时间谜	105
第九章	量子风云录	119
第十章	混沌鉴喻篇	137
第十一章	宇宙与人文	153
第十二章	科学艺术家	169
参考文献		185

第一章

硬币的两面

科学与艺术同宗同源也许会使许多人感到惊讶，因为我们的教育体制和某些偏见告诉我们，这两者之间存在着巨大的鸿沟。科学以客观的语言描述世界，故意不带有主观的臆断。例如，科学之基——物理学只讨论物体运动的基本规律，不谈人生的快乐和悲伤。相反，艺术的源泉是人类丰富的想像力，来自人类主观的一面，主要以独特的方式表现精神世界。但是，它们之间却以一个共同的基本点紧密地关联在一起，这就是真理的普遍性和人类揭示真理的创造力。凡是前卫性的艺术创作，凡是革命性的物理研究，都会探究到宇宙间万事万物的本性，都追求对世界进行精确而细致地观察和创新性地描述。著名物理学家、诺贝尔奖获得者李政道教授多次指出：“事实上如一个硬币的两面，科学和艺术源于人类活动最高尚的部分，都追求着深刻性、普遍性、永恒和富有意义。”

科学与艺术

物理与艺术都是惟有人类才拥有的文化现象，并且紧密而又令人惊奇地相互关联着。传统上来说，艺术创造幻象以表达情感，其语言是图形和比喻；物理学是一门严格意义上表达自然的实证科学，根植于可观测世界的清晰的数学关系，数字和方程是它通用的表达手段。传统的教育使科学和艺术分离，从事理工学习的人偏重逻辑思维，从事艺术学习的人则偏重形象思维。物理教科书中没有引自艺术领域的参考文献，艺术家也很少说明一件艺术作品与物理学的关系。但是，古往今来，很多哲学家、文学家、教育家、艺术家和物理学家都认为：科学与艺术

的结合是人类思想发展的主流，在教育过程中重视科学教育与艺术教育的结合，是培养具有良好人文精神和创新能力的人才的重要途径。

在20世纪20年代，著名教育家蔡元培(1868~1940)就提倡“智育与美育并举；科学与艺术并重”。他说：“世之有道德者，无不有赖于艺术与科学。”

举凡科学和艺术都是一种抽象，都是对感知现象的综合。艺术家以艺术作品表达审美情感；科学家以自然定律描绘客观规律，他们都有一个共同的愿望，就是将对世界本体认识的不同侧面，各种现象贯穿在一起，经过分析、综合和思考，从而完成对事物本质的认识。牛顿(I. Newton, 1642~1727)完成了人类科学史上第一次对自然的感知现象的大综合，建立了经典力学。同样，各类艺术表现形式的本身就是一种对具体的抽象和对现象的综合。因此，从一定意义上说，艺术和物理学都是构造模型的活动，它们是人类感悟、感知自然的两种相异又相关的手段。

1897年，艺术大师高更(P. Gauguin, 1848~1903)完成一幅大型作品(图1)，他用梦幻的记忆形式，把观赏者引入似真非真的时空延续中。在长达4米半的画面上，从左到右表达了生命从诞生到死亡的历程。树木、花草、果实，所有的植物象征着时间的飞逝和生命的消失。画的标题是三个震撼心灵的发问：我们从何处来？我们是什么？我们往何处去？和科学家没有交往的高更根本就没有想到，他的发问恰是科学界公认的最基本、最有意义、最值得研究的问题：宇宙是怎样起源的？生命是怎样起源的？人类的未来会怎样？

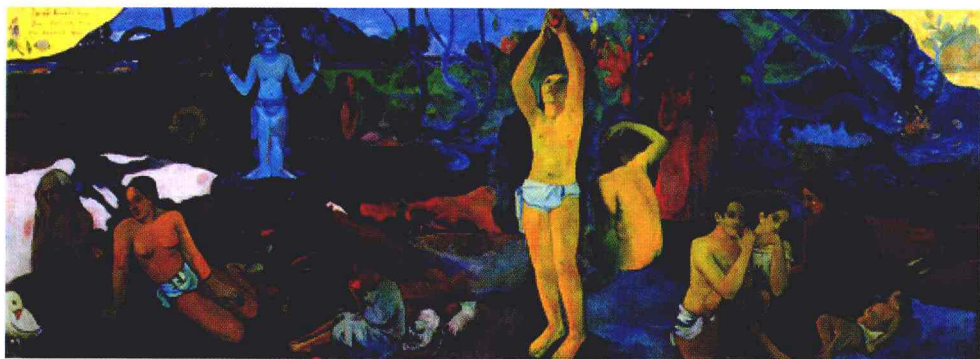


图1 《我们从何处来？我们是什么？我们往何处去？》（高更，1897）

将人的生与死描绘得如同画卷一样，这是画家最具雄心的作品。高更所表现的是他同这个大自然的交融和人类的来去之谜，以及对自然和生命奥秘探索的欲望。画面中央的青年正在摘取智慧之果，这是人生中最灿烂的篇章。

从科学的角度说，尽管自然现象的本身并不依赖于科学家的存在，但对自然现象的抽象和总结，属于人类创造的成果，根植于一种对自然全新的认知方式，这和艺术家的创造是同样的。因此，大多数科学家认为，艺术修养和审美能力有助于科学研究，因为审美带来的情感、冲动和直觉常使科学家瞬间进入创造性的化境。世

界著名物理学家玻姆（D. Bohm, 1917~1992, 量子物理学家）期望早日将科学与艺术融为一体，他强调艺术并不简单由艺术品组成，更主要的是包括一种认知态度，即“艺术的灵魂”；科学也是如此，它不仅包括知识的积累，更在于创造耳目一新的认识方式。华丽的辞藻堆积不出震撼心灵的诗歌；繁琐的公式揭示不了神奇宇宙的真谛。玻姆说：“就物理学充满真知灼见而言，它实在是艺术。”

著名物理学家、诺贝尔奖获得者李政道教授多年来一直倡导科学与艺术的交融。2001年5月，他在北京主持了规模宏大的艺术与科学研讨会和展览，江泽民等领导同志亲临展览现场参观并题词。2001年10月7日，李政道教授在人民大会堂的大型学术报告会上再次强调了物理与艺术的共同性和互助性。如他所言，艺术——用创新的手法唤起人们意识中情感的共鸣。情感越珍贵，唤起越强烈；反响越普遍，艺术越优秀。科学——对自然界现象进行新的准确的抽象。自然越深奥，抽象越简单；应用越广泛，科学越伟大。

科学与艺术

江泽民

图2 原国家主席江泽民同志为李政道教授主编的画册《科学与艺术》题写的书名

科学与艺术的紧密结合是一片共识氛围，一种服膺态度，一个努力目标，当然也还带着激烈的争辩和论战。英国文学怪杰斯诺（C.P. Snow, 1905~1980），物理学家出身，后来从文，做过政府顾问，一生丰富多彩，犹喜论战。他认为文科人士和理科人士分别代表两种文化，相互瞧不起对方又拒绝了解对方。他愤怒地说，人文学者对于不读莎士比亚的科学家嗤之以鼻，但是，不懂“热力学第二定律”的艺术家和文学家自己就是完整的文化人吗？这位斯诺先生，虽然偏激自负了些，但其在文理之间、在莎士比亚和“热力学第二定律”之间架设桥梁的主张无疑是令人信服的。

在本书中谈及科学时，将侧重评述物理学的成就。本书所涉及的艺术作品大多在当时属于前卫性的，因为只有这种作品才具有创新的认知方式。同样，只有革命性的物理学家才具有如此高的洞察力，以至于他们的工作使人类能认识自然的本性。因此，从某种意义上说，科学家是表现宇宙真实存在的艺术家；而艺术家则是表现情感世界真实存在的科学家。作为揭示宇宙和情感世界奥秘的探索者和创造者，科学家和艺术家的超然洞察力使得他们能够预知前人尚未认识的新世

界，前者的最高境界是以人性之浪漫情怀拥抱宇宙之道，后者的最高境界是按宇宙之道表达人性的浪漫情怀。他们追寻的终极目标都指向了真、善、美的最高境界。

艺术图像与科学语言

语言（文字）和图像是人类表达自然的两种基本手段，它们之间是互相关联和互为补充的。中华民族的“河图洛书”是一部原始质朴的科学百科全书。虽然虚无缥缈，查无实据，但却巧妙深刻地代表一个真理：图像（河图）和文字（洛书），原是相辅相成的一对轨道。人类认识世界，并进而表现对世界本体认知的文明进步之车，就是在图像和文字两根铁轨上，呼啸着行驶向前的。比如，物理和艺术都追求高雅、简洁和唯美。最高的创作和创造理念都是反映人类的“宇宙意识”，追求与自然的对话，探索全新的认知方式。本书的讨论将揭示出这两者间藏而不露，但却实质存在的关系。

首先，我们表达对未知事物的认识和理解，都是始于对未知形象的理解，终于对其概念的语言定义。在认识自然的过程中，头脑中总是先有“图”，再有“词”。艺术家倚仗形象思维，天马行空，用图像和比喻来表达对自然的理解，虽然最终不会上升到定律、公式的高度，但这属于对自然探索的第一步。对图形的认知能力不仅仅属于人类，其他多种高智能动物也具备这种能力，但是，语言（文字）是人类特有的天赋，是大脑进行抽象思维的更高方式。在这个层次上，人们便会放弃图像形式，而借助语言对自然规律给予严格定义。

人类对语言的崇拜是与生俱来的。比如，上帝创造了亚当后，告诉他做的第

一件事就是给所有的动物命名。上帝告诉亚当说，他一旦完成这项任务，便会成为一切飞禽走兽的主宰。圣经中还告诉我们，人类本来只有一种语言，彼此协作，具有凝聚力，筹划并开始建造通天塔，以便接近上帝。耶和华上帝为了阻止人类实现这一美好愿望，变乱了人类的语言，使人们互相不知对方所云，工程再也无法进行下去，只得终止。因此，圣经向我们传达着语言决定一切的教义。勃鲁盖尔（P.



图3 《通天塔》（勃鲁盖尔，1897）

庞杂、庄严、神秘、美丽——这就是我们需要认知的世界。
忙碌、幻想、讨论、合作——或许是人类合理的工作方式。

Bruegel, 1525 ~ 1569) 的《通天塔》(图3)是表达这一古老传说的最具有深度的作品,整个画面非常复杂,既表达了人与自然对话的雄心,又告诫我们不要做毫无意义的忙碌。20世纪的两大科学巨匠,爱因斯坦(A. Einstein, 1879~1955)和玻尔(N. Bohr, 1885~1962),1927年在布鲁塞尔就量子力学的基本问题展开论战时,同是两人好友的爱伦费斯特(P. Ehrenfest, 1860~1933)为了彼此声誉不受损害,进行了积极的穿梭外交,希望平息争论。但是,学术上的不同见解,不是私人之间的友谊所能改变的,所以息事宁人的做法没有成功。爱伦费斯特只有在大会结束时所作的总结性发言中笑称会议的巨大成果,就是发现人类在建造通天塔的道路上确实遇到了语言上的障碍,但这改变不了人类探索自然的雄心。

其次,从图形到语言是抽象思维的进步,但同时又抑制人类认识新生事物的创造性。两个最伟大的物理学家,牛顿和爱因斯坦,都曾无独有偶地回忆起,在他们探索自然真理的时候,所表现出的行为就是孩子们所具有的观念、好奇心和想像力。牛顿说:“我不知道世人对我怎么看,但我自认只像是一个在海滨嬉戏的孩子,不时地为比别人找到一块更光滑的卵石或一只更美丽的贝壳而欢愉,而我面前浩瀚的真理海洋,却还完全是个谜。”爱因斯坦说:“我的智力发展得比较晚,结果直到长成之后我才开始对空间和时间感到好奇和疑惑,而这些东西在孩提时就应该已经想过了。”

科学往往需要借助想像力和逻辑思维来测量自然,这在现代物理学研究中尤为重要。比如,相对论和量子力学描述的是高能世界和微观世界,常人的一切感官都够不着、达不到那里。于是,研究发现的全过程,一直是逻辑推理和形象操作交替进行。其中,逻辑推理贯穿始终,形象操作则时隐时现,但作用关键,因为它有特殊能耐,一头通直观感觉,另一头连宏观把握,这是逻辑语言力所不能及的。当然科学家不能胡思乱想,要根据科学事实,但是又不能拘泥于已有的事实,否则科学就无法发展前进了。

科学发现的历程往往是这样的:当人们要想理解一样全新的东西,首先要做的就是对其进行想像。从字面上来讲,“想像”意味着“想出图像”来。一个突出的“梦想成真”的例子是有机化学内“苯环”的发现,德国化学家凯库勒(S. Kekulevon, 1829~1896)在睡梦中看见一条首尾相接的蛇,于是获得了灵感,他马上起身,把梦里的那条自咬尾巴的蛇的形象画出来,脑海中冒出了六个碳原子首尾相接的图形。然后,再给每个碳原子连上一个氢原子,就得到了六角形的“苯环”结构。因此,一个优秀的科学家不会拘泥于单纯的抽象,他们在科学研究中常常擦下形象思维的神笔。且不说世人皆知的,善于利用形象的大师爱因斯坦,只要看看物理学界的“顽主”费恩曼(R.P. Feynman, 1918~1988)就足以说明浪漫也是科学家必备的天性之一。费恩曼是物理学家,但思想空灵潇洒,他以“对量子电动力学研究方面的贡献”得到诺贝尔奖。这个贡献是什么呢?简单地说,就是一部“河图”,顾名思义叫做“费恩曼图”。它起源于量子力学的数

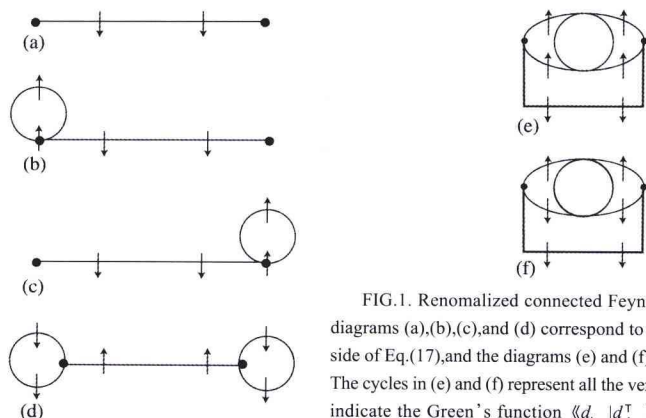


FIG.1. Renormalized connected Feynman diagrams for Eq.(17).The diagrams (a),(b),(c),and (d) correspond to the first term on the right-hand side of Eq.(17),and the diagrams (e) and (f) to the second term of Eq. (17). The cycles in (e) and (f) represent all the vertex corrections. The broad lines indicate the Green's function $\langle\langle d_{k,\sigma}|d_{k,\sigma}^\dagger\rangle\rangle_{i\omega_n}$.Note that the black points represent the start and end of the single-particle Green's function.

$$\langle\langle D_{p,\sigma}|D_{p,\sigma}^\dagger\rangle\rangle_{i\omega_n} = \frac{1}{4}(1+\delta)^2 \langle\langle d_{p,\sigma}|d_{p,\sigma}^\dagger\rangle\rangle_{i\omega_n} + \frac{1}{2N} \sum_k \left(-\frac{1}{\beta}\right) \sum_{i\omega_n} \langle\langle d_{p,\sigma}|d_{p,\sigma}^\dagger\rangle\rangle_{i\omega_n} \chi(k-p, i\omega_n - i\omega_n) \quad (17)$$

图4 “河图洛书”——摘自 *Physical Review B* 58, 12478, 1998

学表述，表现了一个受我们的感观限制的形式之外的世界，比如，通过它我们可以理解微观粒子的行为和物理图景。这些图形是现存的最抽象的科学艺术。在费恩曼给出的图形基础上，可以把至今不可严格求解的电子间相互作用，利用费恩曼图逐级展开，再根据不同的近似求和，最终给出有意义的物理解（方程）。这是形象与抽象、图像与方程、艺术家与科学家结合的典例。图4是笔者利用费恩曼图方法计算高温超导材料光电子谱的计算结果和相应的数学公式，发表于1998年。

另外一方面，在艺术领域内，科学的新概念、新定律也在潜移默化地改变艺术家的创作理念。特别是20世纪的艺术，可以说是在科学的温室里受精，在技术的染缸里诞生，在对时空、物质和意识等的思考里发育成长。毕加索（P. Picasso, 1881~1973）的成功在于他一生都在“向宇宙质疑”；一个展开的“超立方体”足以使达利（S. Dali, 1904~1989）欣喜若狂，创作了《基督受难》等等范例，不胜枚举。

总之，科学与艺术的真谛都在于给出一种全新的认知方式，想像力对人类认识未知世界的第一步，是如此重要，并广泛存在于人类文明历程中。艺术家善于此道，但无力把他们创造的种种图像发展成为抽象概念和描述性语言，上升到系统化的知识体系——科学。科学家的公式和定律，是技术文明进步的源泉，它也会迫使艺术家重新思考自己的创作理念。《艺术与物理学》一书的作者施莱恩（L. Shlain）认为，艺术有一种特殊的先见之明，其预见性要超过物理学家的公式和实验。科学上存在这样的情况，即科学发现之后，人们发现它对物质世界的描述早被前卫艺术家以奇妙的方式放入了自己的作品。这其实并不奇怪，因为我们面对

的是同一个宇宙，同样的自然。但是，必须指出，艺术家们对自然的理解并非能建立起完整的科学图像，并且这种理解不受实验的检验，真理与谬论并存。也就是说，思辨和想像不等于科学，但可以为将来起到未雨绸缪的作用。1999年英国物理学会出版的《物理世界》第10期，专题介绍了物理学中“混沌和分形”的发展历史，杂志封面用的就是现代抽象表现艺术大师波洛克(J. Pollock, 1912~1956)的名画《薰衣草之雾，1950》。内有研究波洛克艺术作品中包含着混沌和分形内涵的专门研究论文，读者可参阅原文和本书第十章。

前卫性的艺术和前沿物理学的共同和唯一的目的，就是企图去认识尚未被人类语言所定义的未知事物。

求真善美

可能是受牛顿力学方法论的影响，在人们由来已久的观点中，物理学是一门以客观实际为依据的实验科学，关注的是物质运动的客观舞台，与心理因素无缘。而艺术家注重的不仅是外在世界，还更关注自身的内心世界，如情感、虚构、梦幻和精神。一直以来，艺术殿堂被认为是主观的精神世界。鉴于这一点，有人强烈地反对将科学真理和艺术表现相提并论。

然而，这个自然是人的自然，宇宙和意识是更宏大的硬币两面。首先，当代物理学自身发展的结果就意味着对机械的自然观和方法论的反叛。现代科学的观察和实验这一类活动是人的有目的、有计划的实践活动，是客观性和主动性的统一。用英国哲学家卡尔·波普尔(K. Popper, 1902~1994)的话说，观察活动不是被动的反映，而是“探照灯式”的主动行为。实验内容、用什么仪器做实验，都同科学家如何提出科学问题，同他的主观思考有密切的关系。其次，在艺术理论中，对主客体相互作用关系的探讨由来已久。比如波普尔哲学理论的忠实实践者，当代著名艺术评论家冈布里希(E.H. Gombrich, 1909~1993)提出，每一位艺术家因为业已形成的审美心理结构或心理模式不同，他们所持有的艺术纲领或“艺术图式”不同，观察问题的角度和内心所产生的感受都是不同的，对于同一观察对象所进行的艺术创造都会打上主观表现的印记。

冈布里希推崇的一幅毕加索的作品《画家与模特儿》(图5)用少有的力量表现了艺术家、主题和图像之间的相互作用，这种作

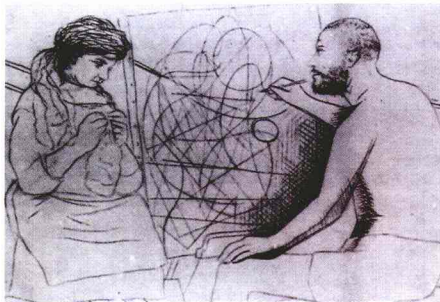


图5 《画家与模特儿》
(毕加索，1932)

情人眼里出西施否？不，出在思考中。

用是所有视觉艺术的源泉。我们也许会自问,艺术家在干什么?最好的回答就是,他在表现“自己”。最后,从哲学意义上说,柏拉图(Plato,前427~前347)著名的“洞穴比喻”提出了哲学的基本问题:我们是如何认识世界的?它隐喻了柏拉图的哲学观,即只有通过心理和自然的共同作用来推断实在的本性。后来的康德(I. Kant, 1724~1804)强化柏拉图的哲学观,认为在对外部世界的感知进行加工时,我们的大脑可被看成是一个文件架或分类架,用以装入从外界感知的信息,但它对信息进行组织。因此在真实世界与我们所理解的世界之间必然存在着无法缩小的鸿沟,我们无法知道未经删改,未经转换的所谓的“自在之物”或称“世界本体”,而只能知道经过我们概念体系过滤后修改的,因而很可能是扭曲的东西。我们对事物本质的认识常因我们脑中已有的心理现象的影响而产生偏差,如同《画家与模特儿》。

在科学层面上,科学观察中的主客体相互作用关系,在20世纪初的量子力学理论中表现得淋漓尽致。在20世纪以前,光的干涉实验和麦克斯韦电磁场理论都证实光是一种波。1905年,爱因斯坦为了解释光电效应实验,提出光可能以粒子的形式出现,称之为光子。在经典物理中,波是一种具有连续特征的物理现象;粒子则与分立特征相对应,因此,爱因斯坦的看法便意味着光有两种不同的、看上去相反的本性:波动性和粒子性。在20世纪伊始,这是一个令科学家费解的难题,一直没有答案,其根本原因是在于传统的、机械的自然观和方法论受到挑战。

1926年,玻尔提出了互补原理,把光的两个对立特性结合到一起。简要地说,他的观点是认为光既不仅仅是波,也不仅仅是粒子,而是兼为波和粒子两者,这就是光的波粒二重性。我们究竟要认识光子的哪一方面的属性,判定光子究竟是粒子还是波,完全取决于科学家的目的和手段。运用光电效应可以证明光的粒子性,用干涉、衍射实验可以证明光的波动性。由于量子物理直接建立在实验观测结果之上,而实验观测又依赖于测量仪器以及测量程序的选择和安排,并不是一个独立不依的客观世界不走样的反映,因此量子力学所提供的世界图景原则上无法排除观察主体的作用。它所展示的是一幅主体和客体相互交融、相互作用的图景。玻尔的亲密助手海森伯(W.K.Heisenberg, 1901~1976,量子力学的奠基人,德国核物理之父)是这一观点的发起者,他说:“把世界分为主观和客观、内心和外在、肉体 and 灵魂,这种常用的分法已经不再适用……自然科学不是简单地描述和解释自然,它乃是自然和我们人类之间相互作用的一个组成部分。”按照这一新的物理学——量子物理,观察者和被观察对象是以某种方式连在一起的,主观精神与客观世界是相互交融的。“在存在的这出伟大戏剧中,我们既是演员又是观众”,这是玻尔的名言。

从塞尚(P. Cezanne, 1839~1909)开始的现代艺术的创作理念就是追求人与自然的对话,正是在大自然面前,塞尚感到了世界的一种神秘感并深深地为之