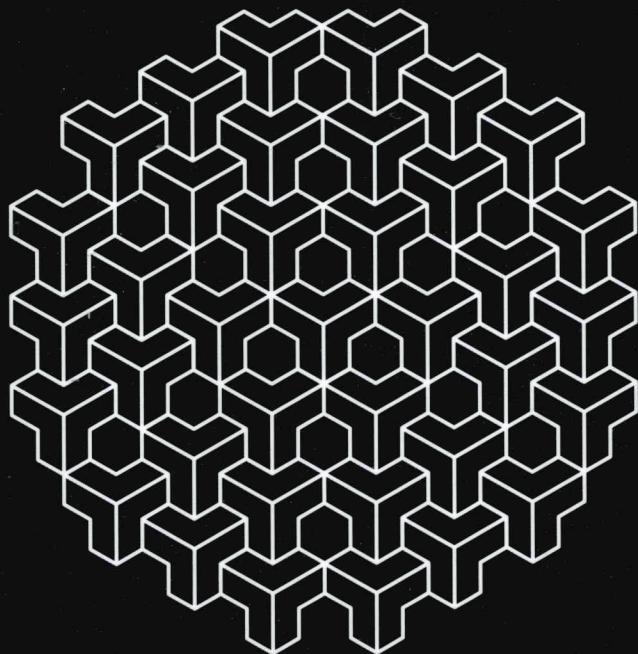


对称与图形创意

Symmetry and Developing Ideas

林迅 著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海交通大学学术出版基金资助

对称与图形创意

Symmetry and Developing Ideas

林 迅 著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

科学与艺术本是一体同质、紧密相连的。艺术与科学的结合以及艺术对新技术成果的吸收与利用是整个 20 世纪艺术发展过程中的一个鲜明特征。艺术研究似有必要引进各种先进科学的成果,借鉴发展“边缘科学”的新经验。艺术与科学联姻,必将使艺术赶上时代步伐,更快速、健康、完美地发展!

本书从理论阐述和详尽图解两方面对数学对称原理及图形结构与创意进行了深入研究,涉及与数学相关的对称理论、图形结构、图形创意等多个学科,研究了数学对称原理在图形创意及图形结构的建构过程中的辅助与启迪作用。研究重复对称的图形结构、研究如何遵循数学“法则”等活动,动机不在于数学本身,目的是应用数学原理辅助图形组织结构设计。明显地,“对称”具有艺术与数学的双重语义。本书适合艺术设计及相关专业的大学生及艺术研究工作者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

对称与图形创意/林迅著. —上海:上海交通大学出版社,2009

ISBN978-7-313-06035-8

I. 对... II. 林... III. 平面设计 IV. J506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 176612 号

对称与图形创意

林 迅 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.25 字数:351 千字

2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

ISBN978-7-313-06035-8/J 定价:68.00 元

版权所有 侵权必究

序

在科学中,对称性指的是研究对象在某种变换或操作下保持不变的性质,因而具有根本性的意义。在艺术中,对称性常与平衡、形状、形式、空间等相联系。综观人类文明的发展史,我们发现,科学与艺术是一体同质、紧密相联的。诺贝尔物理奖获得者、著名物理学家李政道说:“科学与艺术是不可分的,两者都在寻求真理的普遍性。普遍性一定植根于自然,而对自然的探索则是人类创造性的最崇高的表现。”“艺术和科学事实上是一个硬币的两面。它们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。”从这一角度出发,人类文明的核心问题就是探索宇宙的奥秘、人类自身的奥秘,它们已成为科学家和艺术家思考的永恒主题,而科学与艺术的结合是未来人类思想发展的主流。

早在公元前400年,古希腊哲学家苏格拉底就提出了“认识你自己”的告诫。1897年,印象派艺术大师高更画出了生平最大幅的(高1.5米,宽3.6米)的经典作品:“我们从哪里来?我们是什么?我们往哪里去?(Where Do We Come From? What Are We? Where Are We Going?)”这些问题与当代英国著名科学家霍金在《时间简史》开篇提出的问题不谋而合:我们对宇宙了解了多少?而我们又是怎样才知道的呢?宇宙从何而来,又将向何处去?宇宙有开端吗?如果有的话,在这开端之前发生了什么?时间的本质是什么?它会有一一个终结吗?



就此而言,研究科学角度的对称理论,探讨艺术如何遵循数学“法则”进行创作活动,其动机不在于数学本身,而在于唤醒人们重视科学对艺术与设计影响与促进作用。因此,“对称”具有艺术与科学的双重语义。这也成为了本书关心的核心问题。

林迅博士,于2003年底作为海外留学学成人员受聘于上海交通大学媒体与设计学院。他多年来一直致力于科学与艺术跨学科的学术研究与创作,在教学和艺术实践过程中,越发意识到先进科技对艺术的辅助与促进作用。他的学术研究基于科学与艺术应是完美融合的基本哲学观点。并在科学与艺术跨学科领域进行了有益的探索与研究。此次出版的学术专著《对称与图形创意》获得了上海交通大学学术专著出版基金的支持,内容涉及数学对称理论、图形结构、创意等多学科,重点介绍了数学对称理论在图形创意及图形结构的构建过程中的作用。

在此书即将出版之际,我有幸先睹为快。通读之后,获益良多。无论是结构的完整性、论证的严谨性,还是叙述的全面性、文字的可读性,本书都堪称是质量上乘之作。我相信,它不但将广泛受到读者欢迎,并将切实有益于我国艺术与设计领域的人才培养和科学研究,进而最终实现逻辑思维和形象思维统一,提高综合素质和创造能力。

是为序。

张 杰

中国科学院院士

上海交通大学校长

目 录

绪论 科学与艺术	1
第一节 科学与艺术的关系	3
第二节 设计是科学与艺术融合的产物	3
第三节 古希腊的理性主义艺术观	4
第四节 文艺复兴时期艺术的科学主义	15
第五节 现代艺术的科学观	23
第六节 小结	30
第一章 图形创意与数学几何对称理论的历史	33
第一节 导言	35
第二节 文明案例:玛雅文化	44
第三节 中国的图形创意史	55
第四节 图形创意与数学几何对称的历史联姻	62
第五节 小结	87
第二章 图案中的对称:数学原理与相关术语	91
第一节 导言	93
第二节 平面的对称:四个基本的对称操作	93
第三节 对称与相关术语:进一步解析	104
第四节 小结	109
第三章 基本母题的分类与构造	111
第一节 导言	113
第二节 相关符号及术语解释	113
第三节 基本母题的对称	114
第四节 小结	127

第四章 带状图案及铺砌图案的分类与构造	129
第一节 导言	131
第二节 周期性带状图案及铺砌图案的符号与术语解释	131
第三节 周期性带状图案及铺砌图案的数学几何对称特征	133
第四节 小结	148
第五章 遍布图案和铺砌图案的分类与构造	153
第一节 导言	155
第二节 相关符号与术语解释	156
第三节 基于非旋转对称特征的遍布图案和铺砌图案的分类与构造	161
第四节 基于二次旋转(180° 旋转)对称特征的遍布图案和铺砌图案的 分类与构造	173
第五节 基于三次旋转(120° 旋转)对称特征的遍布图案和铺砌图案的 分类与构造	187
第六节 基于四次旋转(90° 旋转)对称特征的遍布图案和铺砌图案的 分类与构造	195
第七节 基于六次旋转(60° 旋转)对称特征的遍布图案和铺砌图案的 分类与构造	202
第八节 小结	208
第六章 色彩互换对称设计:分类与构造	217
第一节 导言	219
第二节 母题的色彩互换对称变换	220
第三节 带状图案及铺砌图案的两种色彩互换对称变换	224
第四节 遍布图案和铺砌图案的两种色彩互换对称变换	229
第五节 基于多种色彩互换的遍布图案和铺砌图案的对称变换研究	271
第六节 小结	275
第七章 结论	291
参考文献	295
后记	301



绪 论
科学与艺术



第一节 科学与艺术的关系

艺术与科学两者之间的关系为何？两者如何才能完美融合？这些问题一直以来都受到世人的关注。在人类历史的长河中，人类创造的艺术与科学，促进了社会的发展、繁荣与进步。从某种意义上讲，如果说“科学”更大程度上是科学家的一种“客观”意义上的创造，那么“艺术”就很大程度上是艺术家的一种“主观”意义上的创造。在过去，“科学”活动主要是为了解决人们的生存问题，而“艺术”活动则是在解决了生存问题以后为满足人们更高层次的精神层面的需求而展开。普列汉诺夫指出：“人最初是从功利观点来观察事物和现象，只是后来才站在审美的观点上来看待它。”

科学与艺术本是一体同质、紧密相连的。艺术起源于生活和劳动，而解决人类生活和劳动的需求等客观生存基本问题则是科技进步和发展的源动力。如诺贝尔物理学奖获得者李政道博士所言：“艺术和科学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。”真和美是科学家和艺术家共同追求的最高理想境界，是科学和艺术以各自不同的形式努力表现的共同目标。科学史家乔治·萨顿曾形象地将真、善、美所对应的科学、宗教与艺术比喻为一个三棱塔的三个面，他说：“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，他们的距离就近多了。”

人类的文明是一个不断攀升的高塔，艺术与科学的结合是历史进步的必然。科学探索物质世界，艺术追求美的感受。在追求真理的征途上，科学和艺术携手而行。科学和艺术从来就是相通的，互动的。科学与艺术，就像从不同方向攀登同一座山峰的两个人，法国文学家福楼拜说：“越往前走，艺术越是要科学化，同时科学也要艺术化。两人从山麓分手，又在山顶会合。”艺术与科学共同奔向人类向往的最崇高理想境界——美，可谓殊途而同归。

第二节 设计是科学与艺术融合的产物

学科交叉、艺术与科学的结合、创意与设计等诸如此类新名词眼下似乎是一种时髦的口号。究竟什么是设计？设计常被人们视作科学与艺术融合的产物，艺术和科学的

结合是现代设计的基础。当然设计还蕴涵着许多其他的本质特征：“设计是文化”，“设计是艺术”，“设计是创造、发明”，“设计是工业和经济”等等。总体而言，设计一定是在某种美学思想影响下所从事的合目的性和规律性并且两者相互统一的一项艺术创造活动。因此设计有时又被看作是连接工业与审美的“桥梁”。

设计反映了一种人类的生活品质，它必然会同时反映人类社会的物质文明和科技进步对它的影响和促进作用。同时，由于人们处在不同的民族、地域、文化以及受不同的美学思想影响，因此必将带来不同的创作和设计方法、审美方法、审美评价标准等一系列的差异性，这个问题，在艺术创作和审美活动过程中值得注意、比较与研究。

的确，很长一段时期以来，由于人们的认识和教育偏差以及社会分工的日益细致，科学和艺术两者间的沟通和交流不够通畅，甚至两者被隔离太严重。在高等院校中设计教育出现了学科分割过于严重的普遍现象。设计缺乏理论支持与深度的学术研究，设计教育忽视了美学思想、文化形态与科技进步对设计的影响作用，在相当方面阻碍了艺术的进步与健康发展。

综观世界美术史和人类发展史，人类所创造的艺术与科学从来不是想象中的两个经纬分明或完全隔离的学科领域。并且人类很早就懂得了利用、借鉴科学研究的成果并将其应用于艺术的创作实践活动。为了追溯科学和艺术联姻的历史，探求作为文化价值观的设计艺术及相关联的美学思想的传承历史，下面将从古希腊的美学思想作为切入点，重点放在古希腊及欧洲文艺复兴时期，探索西方艺术发展过程中所蕴涵的科学观，以及西方艺术和科学技术相结合的历史，由此更清晰地梳理出作为文化范畴的图形创意与作为科学范畴的数学几何对称两者共同的美学思想来源以及联姻的历史渊源。

第三节 古希腊的理性主义艺术观

欧洲文化和艺术的发源地在希腊。早在公元前 3000 年，希腊因交通发达促进了文化发展。希腊与东方的埃及、印度和中国，被称为世界先进古文化的四个中心。欧洲文明来源于希腊，如现今欧洲的民主政治、选举、大学院、数学、科学等，很多来自于古希腊。

希腊文明的源头为爱琴(Aegean)海文明包括克里特(Crete)文明和(Mycenaean)迈锡尼文明，它孕育了今天的西方文明。公元前 7000 年，在希腊就有了农业，在公元前 6500 年，新石器时代欧洲，已有巨石纪念碑。图 0-1 所示为英国的巨石阵，也称圆体石林，它位于伦敦以西 130 公里，西南大草原的沙里斯伯里(Salisbury Plain)，是英伦三岛

最著名、最神秘的史前遗迹(1986年被列入世界文化遗产名录)。早在公元前6000年,希腊南部地中海的克里特岛上就有定居者,后来在岛上建城及宫殿。至公元前2000~前1450年,已达到文明顶峰;公元前800年,希腊出现城邦,独立自主自成国家,并和东方往来频繁,创造了自己的文字,举行了第一届奥林匹亚竞技会(公元前776年)。参见图0-2。



图0-1 英国史前巨石阵

在古希腊时期,人本主义世界观和理性主义思维方式是古希腊人建立的西方文化的传统基因。古希腊人在征服自然的经验中逐渐认识了自然的规律,并在混沌的自然现象中看到了宇宙秩序的表现形式。

古希腊哲学家和数学家毕达哥拉斯(Pythagoras 公元前582~前507年)以及柏拉图(Plato)等人把一切自然现象都归结为数学的法则和比例,按照毕达哥拉斯和柏拉图的数学审美观,“万物都是由数来安排的”。柏拉图关于人和时间本来就存在着的和谐观念是建立于柏拉图的几何化的上帝基础之上的思想,认为“神圣的理智已活生生地被灌注在自然界中”,而这种宇宙理智的灵魂无处不在,世界本身就是靠这些理智的规则支撑着,这种规则的表现就是数学。

古希腊艺术家根据数的规律,赋予艺术作品以比例、大小、结构和节奏等要素。换句话说,他们通过这些要素来创作一切艺术作品,无论是抽象的宇宙,抑或是具象的人像。在古希腊人看来,一个整体的各个部分之间存在着一定的比例关系,而“美”就来源于比例的和谐。这种几何标准(包括金字塔构图、黄金分割比等)成为西方形式主义美学的基石。从而逐渐建立了完整的理性主义思想体系,并为西方文化的发展奠定了理性主义的基调。参见图0-3。



(a)



(b)



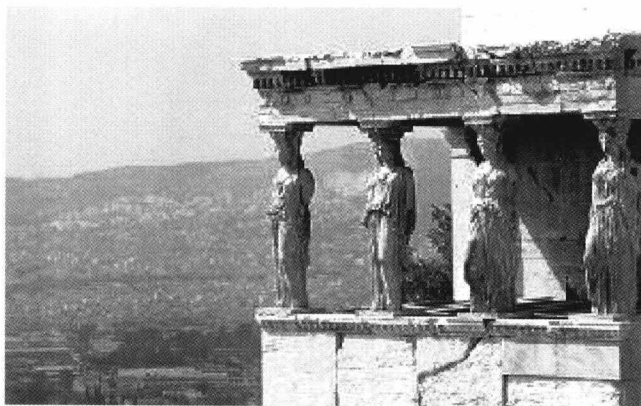
(c)

ABCDEFGHI
 KLMNOPQR
 STUVWYXZ

(d)

Α α	Αλφα	α	Ι ι	Ίωτα	ι	Ρ ρ	Ρω	ρ
Β β	Βήτα	β	Κ κ	Κάππα	κ	Σ σ	Σιγμα	σ
Γ γ	Γάμμα	γ	Λ λ	Λάμδα	λ	Τ τ	Ταυ	τ
Δ δ	Δέλτα	δ	Μ μ	Μυ	μ	Υ υ	Υψιλόν	υ
Ε ε	Εψιλόν	ε	Ν ν	Νυ	ν	Φ φ	Φι	φ
Ζ ζ	Ζήτα	ζ	Ξ ξ	Ξι	ξ	Χ χ	Χι	χ
Η η	Ητα	η	Θ θ	Θιαυός	θ	Ψ ψ	Ψι	ψ
Θ θ	Θήτα	θ	Ι ρ	Ιωτα	ι	Ω ω	Ωμέγα	ω

(e)



(f)

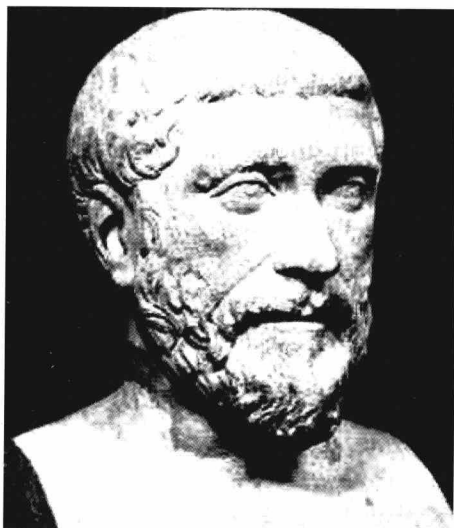
图 0-2

(a) 雅典卫城鸟瞰图；(b) 雅典卫城中的帕提依神庙；

(c) 雅典娜神庙(位于雅典卫城内)；(d) 原始罗马体一览表；

(e) 希腊文字一览表；(f) 伊雷舒特翁神,有少女像的石柱

注:公元前二世纪,罗马曾与希腊发生战争,罗马征服希腊而接触到希腊文化、建筑与雕刻,希腊字母亦被罗马人予以吸收与改进。其复杂的发音,被罗马人予以单纯化,罗马人以 P、H 代替了希腊的 Φ,并想出了 F,分解成单纯的发音,日后又经添加以及逐渐演变成今天的 26 个罗马字母。



(a)



(b)

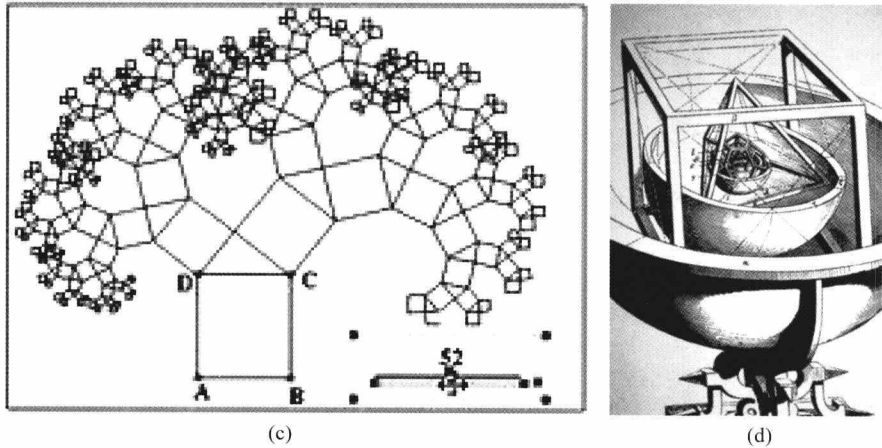


图 0-3

(a) 毕达哥拉斯的雕像；(b) 毕达哥拉斯的画像；
(c) 金字塔结构的宇宙模型；(d) 毕达哥拉斯树

注：毕达哥拉斯，古希腊哲学家、数学家、天文学家。生于萨摩斯（今希腊东部小岛），卒于他林敦（今意大利南部塔兰托）。早年曾游历埃及、巴比伦等地。他的思想和学说，对希腊文化有巨大的影响。由毕达哥拉斯提出的著名命题“万物皆数”是毕达哥拉斯学派的哲学基石，而“一切数均可表成整数或整数之比”则是这一学派的数学信仰。

注：毕达哥拉斯树是由毕达哥拉斯根据勾股定理所画出来的一个可以无限重复的图形。又因为重复数次后的形状好似一棵树，所以被称为毕达哥拉斯树。

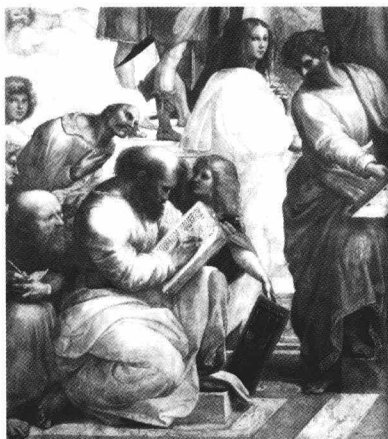
图 0-4(a)和(b)所示分别为古希腊哲学家柏拉图和亚里士多德及毕达哥拉斯肖像，(c)所示为文艺复兴时期著名画家拉斐尔的《雅典学派》油画，画面构图宏大，视觉中心人物是古希腊哲学家柏拉图和亚里士多德。(d)所示为欧几里得(Euclid)的肖像，他正弯腰用圆规在一块石板作几何图，引来几位年轻学者的兴趣。围绕这两位大哲学家画了 50 多个学者名人，各具身份和个性特征。画面意境表现出在雄伟壮丽的大厅里，汇聚着人类智慧的明星，他们是不同时代、不同民族、不同地域、不同学派的杰出学者、思想家，古今同堂，自由热烈地进行学术讨论，可谓洋溢着百家争鸣的气氛，凝聚着人类天才智慧的精华。同时，他们代表着古代文明中七种自由学术：即语法、修辞、逻辑、数学、几何、音乐、天文。画家借以表彰人类对智慧和真理的追求，以及对过去文明的赞颂。

从人类历史上看，人类最早将数学、几何学和审美经验相联系的前驱者当属毕达哥拉斯和柏拉图等人。他们共同创立了数学的审美观。毕达哥拉斯认为数学的法则和比例(如黄金分割比，金字塔结构的宇宙)是理解美的钥匙。柏拉图则把形式美的本质看作秩序、比例、和谐。

很难想像,欧几里得出于纯数学几何的目的而提出的貌似简单的直线分割会产生如此广泛的影响,从植物叶子的分布、鹦鹉螺的躯壳、玫瑰花瓣的排列等几乎所有领域。黄金比例不仅对数学家和物理学家有吸引力,生物学家、画家、建筑师、心理学家、历史学家乃至音乐家都在思考和讨论它的普遍意义和影响力。黄金比例为人们提供了一个“美之所以是美”的绝对惊奇的范例。



(a)



(b)



(c)