

2012 2

主 办 中国传媒大学
艺术与科学研究所
主 编 戴志强

艺术 与 科学 研究

ART & SCIENCE
STUDIES

融合超越
创新

中国  广播电视出版社
CHINA RADIO & TELEVISION PUBLISHING HOUSE

2012 2

主 办 中国传媒大学
艺术与科学研究所
主 编 戴志强

艺术
与
科学
研究

ART & SCIENCE
STUDIES

图书在版编目 (CIP) 数据

艺术与科学研究. 2012. 2 / 戴志强主编. -- 北京
: 中国广播电视出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-5043-6816-4

I. ①艺… II. ①戴… III. ①艺术—关系—科学—研究 IV. ①J0-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 311460 号

艺术与科学研究 2012.2

主编 戴志强

责任编辑 贺 明
封面设计 丁 琳
责任校对 张莲芳

出版发行 中国广播电视出版社
电 话 010-86093580 010-86093583
社 址 北京市西城区真武庙二条9号
邮 编 100045
网 址 www.crtip.com.cn
电子信箱 crt8@sina.com

经 销 全国各地新华书店
印 刷 高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

开 本 889 毫米×1194 毫米 1/16
字 数 260 (千) 字
印 张 15.25
插 页 8 (面)
版 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5043-6816-4
定 价 36.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

艺术 & 科学研究 2012 年第 2 期

主 办 中国传媒大学艺术与科学研究所

主 编 戴志强

副主编 潘 皓 刘文东

编 委 (按姓氏音序排列)

陈池瑜 (清华大学)	陈月华 (哈尔滨工业大学)	崔 宪 (中国艺术研究院)
戴志强 (中国传媒大学)	费广正 (中国传媒大学)	韩宝强 (中国音乐学院)
黄鸣奋 (厦门大学)	李 伟 (中国传媒大学)	李晓峰 (山东大学)
梁国伟 (哈尔滨工业大学)	林若熹 (中国艺术研究院)	刘守安 (首都师范大学)
刘文东 (广东美术学院)	路炜峰 (云南艺术学院)	吕朝辉 (中国传媒大学)
姜秀华 (中国传媒大学)	孟 放 (中国传媒大学)	孟祥增 (山东师范大学)
潘 皓 (中国传媒大学)	石民勇 (中国传媒大学)	王令中 (江苏大学)
王廷信 (东南大学)	吴爱芳 (浙江传媒学院)	武金勇 (华北水利水电学院)
吴粤北 (中央音乐学院)	张歌东 (中国传媒大学)	

特约编辑 刘晓光 蒋泽远 王 蒙 曹馨月 段小望 高凯然

封面刊名题写 饶宗颐 先生

主编的话

随着新年的钟声越来越近,《艺术与科学研究》第二辑踏着充满希望的新春的脚步,向我们走来。

《艺术与科学研究》第一辑刊出之后,得到广大学界同行和社会各界的热烈回应与真诚关心,著名计算机专家、中国工程院院士潘云鹤先生也特别拨冗赐墨,题写寄语,在此我们表示深深感谢!也正是大家的鼓励与支持,令我们感到精神振奋、责任重大,也是我们决心持续高质量编辑《艺术与科学研究》、将这一学术交流平台建设得日臻完善的最大动力。

目前,艺术与科学的跨学科融合交叉研究已相当深入。一方面,飞速发展的数字技术持续地运用于艺术表现和艺术研究领域,计算机技术不仅可以帮助艺术家实现更具视听冲击力和想象力的艺术效果,也能帮助研究人员分析艺术作品的艺术风格乃至艺术情感与情境。艺术表现与科学认知相结合,为艺术创作和研究开拓了极具想象力的新领域。本期刊出的《绘画中的科学》、《音乐节拍速度变化的辨别优势认知研究》、《琴德最优的认知验证研究》等论文均是从科学视角进行的艺术分析研究。本期专访的艺术名家卞留念先生也是国内运用科学技术进行音乐创作和民族乐器电子化革新的优秀代表人物。

另一方面,审美和艺术的理念也日益广泛深入地被应用于计算机科学领域,与人工智能技术相结合,从而形成审美计算和情感计算的崭新研究领域。本期《可计算图像美学研究进展》、《神经美学:探索审美与大脑的关系》、《认知科学与审美机器人》等文章展示了该领域最新的研究成果。美国电气与电子工程师协会(IEEE)的特刊于今年9月推出“游戏计算美学”专辑,我们在本期国外学术前沿推荐中也进行了专门介绍,希望能在《艺术与科学研究》这个平台上,实现与国际学术研究前沿的同步互动。

新的一年即将开始。这是充满希望与憧憬的时刻,也是新的道路的起点。让我们一起,为了一个更加辉煌的未来,付出更加沉实而辛勤的努力。

融合藝術科學

點亮智慧人生

潘雲鶴



潘云鹤，著名计算机专家。中国工程院院士，国际欧亚科学院院士。曾任浙江大学校长，现任中国工程院常务副院长、党组副书记。

目 录

CONTENTS

艺术表现与科学认知

- 绘画中的科学探讨 陈池瑜 3
- 艺术与科学的结合：从契合到渐变再到分形
- 埃舍尔作品风格转变新论 张小平 吴卫 13
- 视错觉现象的分类和研究进展 刘宏 李哲媛 许超 19
- 当代中国画认知的新视角
- 跨学科研究与导入系统科学之涌现性探讨 刘文东 41
- 音乐节拍速度变化的辨别优势认知研究
- 欧阳玥 肖鑫 戴志强 51
- 琴德最优的认知验证研究 周昌乐 丁晓君 61
- 音乐认知：脑与认知科学的研究成果及其教育启示
- 侯建成 董奇 70

审美计算与情感分析

- 可计算图像美学研究进展 王伟凝 蚁静绒 贺前华 87
- 神经美学：探索审美与大脑的关系 黄子岚 张卫东 103
- 认知科学与审美机器人 李志宏 120
- 人类对情绪事件效价强度的易感性及神经机制
- 袁加锦 李红 128
- “诗情画意”的统计分析
- 谈唐宋诗审美的计算机辅助研究 盛莉 139



艺术虚拟现实与互动

互动艺术究竟是什么？

——探析互动艺术的“形”与“神” … 戴志强 王研 冯娜 149

新媒体装置艺术的美学形态研究之一

——“美”的困惑与重构 …… 马晓翔 158

教育游戏中学习者行为建模的组件模型 …… 张岳 169

化数为美：数字虚拟创作的美学思考 …… 周伟业 177

数字媒体技术与传统文化

国画风格水动画建模 …… 方建文 于金辉 张俊松 185

数字媒体技术对传统戏曲发展的几点启发 …… 陶蕾仔 194

艺术与技术的时空交睫

——新兴文化业态“数字水墨”的崛起及发展前景 …… 刘路 198

国外学术前沿

走向科学：IEEE 最新计算美学特刊介绍 …… 曹馨月 戴志强 207

实践论坛

艺术与科技：通向音乐的无限可能 …… 潘皓 段小望 谢丹 215

艺苑赏析

工笔画中的白色颜料 …… 武金勇 王希 225

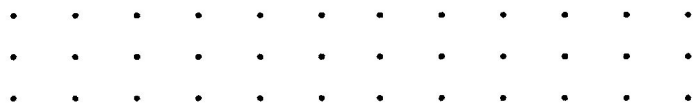
有意味的视觉形式获取 …… 刘文东 230

《艺术与科学研究》出版宗旨 …… 235

论文主要辑稿范围 …… 235

艺术表现与科学认知

绘画中的科学探讨



陈池瑜

摘要 绘画既是给人以审美欣赏的视觉艺术形式，同时绘画也是人们探讨自然奥秘，进行空间、时间、数学等研究的直观手段之一，从绘画中我们可以看到艺术与科学的相互关联和相互启发，或者说二者相得益彰。运用绘画从事科学探讨，画家们还将继续进行下去。

关键词 绘画 科学探讨

绘画是人类最早认识和探讨自然的手段之一，早在远古时代人类就将对自然和自身活动的观察用图画的方式记录下来。后来，绘画进一步成为人类认识自然事物和探讨空间的重要方法。绘画虽然是感性直观的，绘画创作也属于想象和情感的审美王国，但它与科学也有着紧密联系，因为科学也是要探索自然规律，所以在对自然的认识和探讨方面，绘画和科学虽是两个不同的门类，但仍有共同的任务，这使得绘画和科学发生了联系。绘画是视觉艺术，它在平面上使用色彩和线条来表现空间中的事物，绘画中的对称、比例、色彩、空间处理等形式美，在某种程度上和自然事物本身的色彩、结构、形式等自然美相对应，绘画还可能由此揭示自然中的真实面貌，为科学认识自然提供帮助。此外画家对自然事物和内部规律的研究也可能通过绘画中的形象加以表现。绘画不仅对于发展人的形式审美能力方面起到重要的作用，而且对于人的视觉思维能力、直觉感悟能力以及对自然事物的认识把握能力方面，均起到较大作用。

梁启超于20世纪20年代初在国立北平艺专所作《美术与科学》的演讲中，认为西洋现代文化是从文艺复兴时代演进而来，现代文化的根底是科学，从表面看来，美术（梁启超所说的美术即Art艺术）是情感的产物，科学是理性的产物，两件事很像不相容，但实



艺术表现与科学认知

003

质是两兄弟，二者“相得益彰”。梁启超认为美术和科学的共同母亲是“自然夫人”，而美术的关键在“观察自然”，美术所以能产生科学，全从“真美”合一的观念发生出来，“热心和冷脑相结合是创造第一流艺术品的主要条件，换个方面看来，岂不又是科学成立的主要条件吗？”^[1]梁启超还预言中国将来有“科学化的美术”，有“美术化的科学”，并以此寄托于国立艺专诸君，希望他们能创造出“科学化的美术”来。梁启超将密斯忒阿特（美术先生或艺术先生）、密斯忒赛因士（科学先生），即美术和科学看成是西方现代文化进步的两种最重要的东西，并且认为二者可以互相促进，相得益彰。梁启超的这些观点可以看成是20世纪初中国学者在西学东渐过程中学习西方艺术与科学的时代思潮的典型代表。

一、西方绘画艺术中的科学

下面我们以西方文艺复兴以来的绘画为对象，对西方绘画艺术中对科学的探讨这一问题作一梳理和初步研究。

15世纪意大利发生的文艺复兴，一方面反对中世纪的神学，提倡人文主义，另一方面倡导科学，重视理性精神和感性实验。理性分析和实验实践极大地促进了科学发明与创造，从而奠定了资本主义发展的基础，加速了西方社会向近代文明进军的步伐。而艺术家们一方面试图复兴古希腊艺术模仿自然的学说，另一方面画家们开始研究几何学、透视学与解剖学，借以解决用绘画来模仿自然事物、三度空间和人物形象的逼真问题。画家对再现自然的科学探讨，无疑是文艺复兴的科学理性精神对绘画的一种渗透。

在15世纪的意大利，对透视学的研究取得重大进展。意大利建筑学家、画家列昂·B·阿尔贝蒂（Leon B. Alberti, 1404 - 1472）写作了《建筑学十书》，1435年他又写作了《论绘画》一书。在《论绘画》的第一章中，主要讲述透视法和空间、明暗等问题。在该书第三章中，阿尔贝蒂还特别强调绘画透视学的数学基础即几何学。他说：“我愿画家在可能的范围内，精通所有的学理，但首先应该懂几何学（一门古老的权威学科）。几何学家很容易就能明白我们的绘画的基本原理，即那些完整地解释了绘画艺术的基石原理；不懂几何的人无法弄明白它们，也难于理解绘画的其他方面。所以，我坚持画家需要学几何学。”^[2]阿尔贝蒂将几何学看成是绘画艺术基本原理的基础科学，认为艺术的美就是和自然相符，自然是艺术创作的源泉，数学是认识自然的钥匙，画家应有理性的力量，应掌握透视学这门绘画的数学基础。五十年后，佛罗伦萨画家比罗·德拉·佛兰切斯卡（Piero Delle Francesca, 约1416 - 1492）于1485年写作了《绘画透视学》，进一步完善了绘画透视学这



门学科。此外，达·芬奇的老师委罗基奥也热心于透视学和解剖学的研究，将科学的理论和实验的方法同绘画艺术结合起来，他所开设的画坊，成为劳动、艺术创作和科学实验相结合的综合场所，这对达·芬奇也产生了一定的影响。

达·芬奇（Leonard da vinci, 1452 - 1519）是文艺复兴时期意大利最杰出的艺术家和科学家，他不仅创作了《蒙娜丽莎》、《丽达与鹅》、《最后的晚餐》、《岩间圣母》等绘画杰作，而且在艺术理论、医学、工程学、机械学、地质水文、解剖学等方面的研究均卓有成就。他在约于1481 - 1482年间写给米兰大公斯福查的一封毛遂自荐式的书函，表明自己有许多秘密制造技术和方法，如可以建造很高又很容易搬运及轻易地拆下又装上的桥；可以制造很方便的攻城器和发射燃烧弹；可以制造牢固的、坚不可摧的装甲车；可以制造射石炮、迫击炮；可以制造进攻和防卫的海上装备，如能抵挡最强大进攻并能制造灰尘和烟雾的船，等等。而在达·芬奇的部分手稿中，记录了他对天体如太阳、月亮的研究，对地球的重量、海水、热量、力、运动、视力、眼、风、树木、鸟的飞翔等方面的研究。由此可见，对自然的科学探讨成为达·芬奇热心的重要工作主题，由此可见艺术家探讨自然中的科学秘密的巨大热情。

达·芬奇将绘画看成是一种科学，他说：“绘画的确是一门科学，并且是自然的合法的女儿。”^[3]在达·芬奇看来，科学就是对自然的探讨，我们的一切知识来源于感觉，视觉是我们获取自然知识的最重要的感觉器官，绘画是视觉艺术，因此比其他门类的艺术更近于科学。“绘画能比语言文字更真实更准确地将自然万象表现给我们的知觉”。达·芬奇认为一门真正的科学应具备两个基本条件，一是以感性经验作为基础，二是能像数学一样严密论证。绘画艺术具备这两个条件。他认为，绘画科学的第一条原理即绘画首先从点开始，其次是线，再次是面，最后是由面规定着的形体。第二条原理即涉及物体的阴影，阴影使画面具备雕塑一样的凹凸感。达·芬奇还对绘画科学的研究内容作了概括：“绘画科学研究物象的一切色彩，研究面所规定的物体的形状以及它们的远近，包括随距离之增加而导致的物体的模糊程度。这门科学是透视学（即视线科学）之母。”^[4]他又将透视学分为三个部分，即第一部分单研究物体的轮廓线；第二部分研究距离增加时色彩之淡褪；第三部分研究物体在不同距离处之模糊程度。这三个方面就是线、线透视、色透视与隐没透视。达·芬奇的这些研究代表了文艺复兴时期达到了一个新的水平。至于他创作的壁画《最后的晚餐》也是运用透视规律表现画面形象的典范之一。

文艺复兴时期阿尔贝蒂、费兰切斯卡及达·芬奇等人对绘画透视学的探讨，以及对光的明暗、色彩、比例、运动、解剖结构等方面的探讨，一方面为建立绘画科学如绘画透视学、艺用解剖学等奠定了理论基础，另一方面也为用绘画这门静态的平面艺术来再现空

间、表现三度空间中的人物和风景，在创作实践中开辟了道路，使绘画再现自然这一观念变成艺术事实，从而影响了从文艺复兴到19世纪的西方绘画的发展方向。

约1538年，德国画家丢勒创作了一幅8×22公分的木刻画《骨灰瓮的设计》。15世纪以来，画家们常用几何方式来描绘准确的轮廓，丢勒在16世纪创作的这张版画，是用图画的方式记录画家用几何线形透视法来表现物体的典范作品。画中所画的是，一位画家正在把瓮的外形画在半透明幕上，但他的眼睛距离那块幕布有一定距离，他在一根拉长的线的前端绑上一架他自己设计的一根像枪管的望远镜，他用右眼透过望远镜来画瓮的轮廓。这大概是用几何透视画物体的一个样板。17世纪的荷兰画家霍贝玛所画的油画《林间小道》，现藏伦敦国家画廊，此画是风景画，采用焦点透视，道路两旁树近大远小向远方退去而交融，道路两边的树木、房子、田地、水沟也按透视规律布置在画中，天空中有白云飘浮，地平线约在全画的三分之一下方，整幅作品看起来就像一个真实的三度空间，观者仿佛可以走进那张画的林间的小路中，这大概就是文艺复兴以来的画家精心研究几何学透视学所企望达到的在平面上呈现空间深度的样子。文艺复兴以来对透视，光的明暗、色彩的研究，使得平坦的画面终于能精确地再现三度空间中的场物和遥远的天空以及风景，这可看成是绘画征服空间的胜利，也是绘画对自然进行科学探讨的卓越成果。

二、绘画中的色彩与光

进入18、19世纪后，绘画对自然的科学探讨主要集中在色彩和光的探讨上。在这方面，18世纪的法国风景画家、19世纪的法国巴比松画派和法国印象主义画家作出了突出贡献。

在17世纪，法国古典主义画家普桑和洛兰创立古典主义历史风景画。在18世纪初，罗热·德·比尔把农村风景画或田园风景画同历史风景画对立起来，希望更生动和直接地表现大自然，要求画家对景写生，“一点钟接一点钟”、“一个季节接一个季节”地观察大自然，并抓住过渡的瞬间，表现不同寻常的美。另一位画家乌德里认为，画家们画风景、野兽、水果、花卉发展了明暗和空气透视的理论。他特别重视色彩，认为色彩是绘画不同于雕塑的特点，色彩使绘画招人喜欢与光彩夺目，他的娱乐是在节假日到森林里去研究树干、植物、林间小路、大雷雨的天空、远景等。柯申则要求青年画家首先应该注意光与色的效果，为了理解大自然的光和色的规律而去研究大自然，画家只有这样，才能踏实地表现大自然。贝纳尔登·德·圣皮埃尔设定新艺术的目标是描绘大自然，他在《大自然的和谐》中提出，“发现风景中的动态”的观点，他曾观察，在地平线上是美妙的橘红色，从



中隐约地可以看到绿色的微妙变化，它以淡紫色调子向天顶消失，那时天空的其余部分则呈现出漂亮的蔚蓝色。18 世纪末的画家莫罗、西蒙·朗塔尔、让-雅克·布阿西等人则富有诗意地表现大自然，深化了对自然的视觉探讨。

在 19 世纪上半叶产生的巴比松画派中，柯罗、卢梭等画家进一步探讨自然，他们住在枫丹白露农民的家里，感受大气、阳光、森林、草丛。柯罗于 1831 年、1833 年、1834 年沙龙中展出同一主题《枫丹白露森林》的油画，探讨对枫丹白露森林的不同的视觉印象。柯罗一生创作了众多的风景画，他走上绘画的道路后，一直都在观察与研究大自然，都在对大自然进行探索，他说，“我始终热爱美好的大自然，我就像小孩那样地研究大自然。”另一位画家卢梭既注重对物体的描绘，也强调对气氛的表达，将景物和空间结合在一起，使景物笼罩着光和空气，他对光作了深入探讨：认为“一切都应该服从的——就是光……在艺术作品中体现的光——就是普遍的生命”^[5]。如卢梭在《橡树》中画的是夏天的中午，强烈的光线穿过树叶照到景物上。

印象主义作为一个流派是 1874 年由一群年轻画家莫奈、雷诺阿、毕沙罗、西斯莱等人办的一个展览而闻名。印象主义画家受到巴比松画派的影响，他们继续用绘画的方法探讨再现自然，特别强调光和色彩的表现。印象派画家认为，在光和色的关系上物体无固定色彩，只是光波在物体表面颤动程度不同的结果，主张用日光七色来表现对自然界的瞬间印象，采取在户外下直接描写景物的新方法。在观察自然的方法方面也作了新的探讨，主张用对物体整个看的“同时观察”来取代对自然逐个细看的“连续观察”，要求一幅画在户外一次写生完毕，捕捉阳光一刹那间在物体上的变化，强调光色变化中的整体感和氛围。莫奈说，他只不过是直接描绘自然，力求把自己观感到的最短暂的印象表达出来。莫奈、雷诺阿等画家将色彩的表现力发挥到极致，莫奈曾画多幅稻草垛，每一幅因所画时间不同而呈现出不同的色彩。他们主张一切物体的色彩来源于光，光线发生变化，物体的色彩也要发生变化，从而否定了固有色的传统观念。印象派画家对光色瞬间印象的快速表现方法，提高了油画色彩的亮度，在西方绘画史上具有革命性和里程碑式意义。他们始料未及的另一效果是，由于企求快速画出光在物体上的色彩效果，因为日光的移动或强弱的变化会造成正在画的景物色彩的变化，因此必须尽快画出某一瞬间阳光下物体的色彩。这样就对西方几百年以来精细描绘人物或景物的方法带来突破，毕沙罗就说过“准确地作画会妨碍印象”，“必须把种种感觉立刻画出来”。这样他们可能画一个物体在光色中的大体氛围，极端写实的方法不太适合他们了。快速画法必然造成对形体的忽视，而这一点正是开辟了 20 世纪西方现代艺术中反对模仿再现而追求变形、表现、抽象的新的道路。至于莫奈在伦敦泰晤士河畔所画伦敦上空红色的云雾，后来被气象专家用来作为分析当时伦敦工业废气

排放形成大气污染的重要证据。

新印象主义是1886年所产生的分割主义(Divisionism)画家所组成的新的画派,修拉、西涅克等人认为印象派表现光色效果的方法还不够严格,在有关线分割为色彩的理论基础上,创立了点彩派技法。即将自然中存在的色彩分割为构成色,用微小的笔触或斑点,画到画布之上,以保持它们的纯粹的原色状态,让观众视网膜将色彩重新组成一个“光学的混合物”。他们宣称这是以科学的方法追求色彩分析,用不同的色点排列组合作画。

新印象主义画家受到当时自然科学中有关光学和色彩学研究新的成果的影响。他们吸取了法国化学家欧仁·谢弗雷尔(M. E. Chevrul)的《论色彩并存对比法则》中关于色彩对比和颜色、色调并列所产生的混合效果的理论。此外新印象派画家还受到美国物理学家奥格登·鲁特(O. N. Rood)的《现代色彩学》有关单纯色彩通过视觉的混合比色彩色素的混合更有艺术效果的理论的影响。新印象主义画家正是依据光学和色彩学的相关原理来从事绘画中色彩表现的新的试验。

新印象主义代表画家保罗·西涅克在1899年写成的《德拉克洛瓦与新印象主义》一书中,对新印象主义的基本理论进行了概括,认为新印象主义不是“点”而是“分割”,所谓“分割”就是通过以下方法来调动一个人所有的对于光、色与和谐的分析欣赏能力。这些方法是:“一、对纯色素(对所有光谱的色相和所有色度的色相的视觉综合能力)。二、对不同成分(局部色彩、受光色彩以及它们之间的相互影响等)的分离能力。三、对这些成分和它们的协调性(根据对比、层次、光的法则)的平衡能力。四、对适宜画幅尺寸笔触的选择能力。以上四段话中,规范化的方法可使新印象主义画家操纵色彩。此外,新印象主义的许多画家还得用更为神妙的方法决定线条、动势,以使画面和谐,处理适当。”^[6]这些观点都是新印象主义创作的基本原则。

新印象主义另一位代表画家修拉谈道:“运用艺术的经验,我可以科学地发现绘画色彩的规律,我难道不能发现一种同样合乎逻辑的、科学的和绘画的体系,正如构成一幅画的色彩那样谐调地构成它的线条吗?”新印象主义和印象主义画家既有联系又有区别。其共同点是都强调用绘画来探讨光和色彩。不同点是新印象主义不再像印象主义那样强调瞬间印象的表达,也不再像印象主义那样重感觉、重直观和经验,而是重科学、重逻辑和重理性。他们认为绘画艺术在某些方面和数学与音乐相关联,在绘画创作中可用科学的理性的方法来设计色彩的布局从而达到预期的效果。在修拉和西涅克的作品中,我们能看到由分割的点组成不同的区域,每一区域的色彩相同,这样这一区域就组成一个色面,整幅画就是由这种不同的色面再组合成画面形象和景物。本来画中的色点都是分割的独立的,但

我们的视觉在观看绘画时产生了两种奇妙的视觉效果，首先将分割的点综合成同一色块，其二是将不同色块综合成完整的形象。由此看来，新印象主义不但对色彩学进行了研究，而且还对视觉原理、视觉构成也进行了研究。所以新印象主义作品中呈现出视觉色彩的设计及色块结构构成的特征。新印象主义将已被印象派解放了的感觉重新置于理性的统辖之下，他们追求的科学的新技术亦带有准机械性的新程式和色彩概念化的倾向。

总之，在15世纪到18世纪欧洲绘画中的透视学和明暗法解决空间再现等问题后，19世纪的风光画和印象主义、新印象主义在所做的科学探讨中，一方面继续摸索再现自然的新方法，另一方面则借鉴化学与物理学中有关色彩研究的科学成果，在绘画中对光和色彩进行新的探索与试验，极大地提高了绘画中的色彩表现力，印象主义和新印象主义画家可以说将色彩运用提高到一个崭新的水平，使绘画艺术的发展进入到一个新的阶段。

三、绘画中的时空表现

进入20世纪后，西方绘画中对科学的探讨进入到一个新的时期。20世纪形成的相对论和量子论是标志着现代自然科学革命的两大理论创见。以牛顿力学为中心的近代自然科学是对宏观领域认识的概括，主要涉及宏观的低速过程。现代自然科学一方面超出了低速过程，揭示高速运动的规律性（相对论），另一方面又超出宏观现象，揭示微观世界的奥秘（量子论）。这给人们的思维方式带来一次巨大革命，动摇了牛顿的经典力学以及绝对时空观，科学并没有终结，真理还在探索。这一切对西方现代绘画艺术家的思维方式无疑起了较大启发作用。

以牛顿为代表的绝对时空观，把时间和空间看成是两种并存的绝对分开的独立于物质之外的实体。1905年爱因斯坦创立的狭义相对论指出，时、空的度量都是相对的，具有不同速度的惯性系中，不可能有绝对同一的时间尺度和空间尺度。既然自然科学中的经典时空观都受到挑战，难道绘画中的时空观不能重新思考吗？当时阿波利奈尔和毕加索在这种科学氛围中也在画室中经常谈论“第四空间”这个新词。毕加索要用绘画对时空表现进行新的探讨。

此外，后印象主义画家塞尚打破古典绘画中的透视方法，主张用圆筒体、圆柱体、圆锥体来观察与表现物体，强调绘画的结构而不是像印象主义那样强调瞬间视觉印象的表达，这对毕加索也产生了较大影响。1905年爱因斯坦发明相对论，1906年塞尚逝世，1907年毕加索画出《亚威农少女》，标志着立体主义诞生，而《亚威农少女》中的五个少女的构图方式明显受到塞尚的《五个浴女》的影响。毕加索的《镜前的少女》等作品，尝

