



中国科学院科学出版基金资助出版

数字陶瓷设计软件 理论与技术

雍俊海 古和今 等◎著



科学出版社



中国科学院科学出版基金资助出版

数字陶瓷设计软件理论与技术

雍俊海 古和今 等 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要研究数字陶瓷设计软件的基础理论、技术研发与应用,以及对数字陶瓷技术产业化的一些思考,主要内容包括:陶瓷产品创新设计、数字陶瓷曲线设计、数字陶瓷器型表面软件设计、数字陶瓷器型表面一阶连续性填充、数字陶瓷器型表面二阶连续性填充、数字陶瓷器型表面任意阶连续性桥接与填充、数字陶瓷器型表面的图案曲线设计、数字陶瓷水印保护和数字陶瓷技术产业化发展之路。本书是作者及其带领的科研团队在数字陶瓷设计软件理论攻关、技术研发及其产业化应用方面的经验结晶。本书内容丰富而先进,案例翔实,努力做到易于理解。

本书既可以作为从事数字陶瓷设计软件理论研究、技术研发及应用的从业人员的重要参考书,也可以作为采用计算机软件进行陶瓷设计的技术人员了解软件的参考书,更可以作为陶瓷工艺美术类院校设计专业的教师、研究生的辅助参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字陶瓷设计软件理论与技术 / 雍俊海等著. —北京: 科学出版社, 2019.6

ISBN 978-7-03-061362-2

I. ①数… II. ①雍… III. ①陶瓷艺术—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①J527-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 103620 号

责任编辑: 闫 悦 / 责任校对: 张凤琴

责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 速底书装

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>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 6 月第 一 版 开本: 720×1 000 1/16

2019 年 6 月第一次印刷 印张: 14 3/4 插页: 8

字数: 277 000

定价: 128.00 元

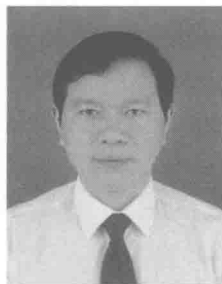
(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者简介



雍俊海，男，1973 年 7 月出生，清华大学教授，博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者。1991 年 9 月到 2000 年 9 月就读于清华大学计算机系，分别获得学士、硕士和博士学位，同时辅修了应用数学专业。2000 年 10 月到 2002 年 9 月在美国肯塔基大学计算机系做博士后。现为清华大学软件学院教授和学术委员会主任，计算机辅助设计、图形学与可视化研究所所长。全国计算机辅助设计与图形学专业委员会副主任，全国技术产品文件标准化技术委员会委员，国际

期刊《Computers & Graphics》编委、《软件学报》责任编委和《计算机辅助设计与图形学学报》编委。曾为江西省“赣鄱英才 555 工程”引进的高端领军人才，受聘为江西省科学院研究员。曾任 IEEE 形状造型国际会议程序委员会联合主席、CAD/Graphics 2013 国际会议联合主席以及 CAD/Graphics 2015 国际会议程序委员会联合主席等。多年来一直坚持科研工作为我国国民经济服务的理念，提出了最佳几何 Hermite 曲线等曲线、曲面以及实体表示、设计与编辑方案，设计并编写了大量代码，努力提升我国在计算机辅助设计、图形学和增强现实领域的科技水平及国际竞争力。负责的多项软件产品以及参与编写的多项国家标准已经在企业得到应用实施和推广。在《Computer-Aided Design》《Computer Aided Geometric Design》《ACM Transactions on Graphics》《IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics》等国内外期刊与会议上发表 180 多篇学术论文。曾获全国优秀博士论文奖、国际爱思唯尔(Elsevier)杰出服务奖、计算机动画国际会议最佳论文奖和教育部自然科学一等奖等荣誉。编写的教材《Java 程序设计教程》入选国家级规划教材并被评为教育部普通高等教育精品教材，且荣获首届中国大学出版社图书奖一等奖等奖励。另外，还编写了生动有趣的科普书《清华教授的小课堂：魔方真好玩》，减少了复原魔方所需的转动次数。



古和今，男，1964年3月出生，江西省科学院二级研究员，博士，享受国务院特殊津贴。1984年大学本科毕业于北京工业学院(现名：北京理工大学)，1988年获北京工业学院工学硕士学位，2009年获武汉理工大学产业经济学博士学位。2005年至2006年，公派到美国纽约州立大学(The State University of New York)做访问学者，2007年公派到清华大学软件学院做高级访问学者。长期致力于计算机应用研究和软件开发，先后主持或

参与国家自然科学基金项目、国际科技合作专项、863计划(参与)、国家重点新产品计划、科技部中小企业创新基金项目和省重点科研项目等20余项。获省(部)级科技进步二等奖4项，其中2项排名第一，获江西省科技进步三等奖2项，获国家重点新产品证书4项，发表论文50余篇。现为江西省科学院科研开发处处长，先后荣获江西省五一劳动奖章、江西省科技创业领军人物、南昌市“521”学术技术带头人等荣誉，入选“江西省新世纪百千万人才工程”和江西省“赣鄱英才555工程”领军人才计划。

序 一

随着三维数字化技术朝着更普适和更智能化方向的发展,其应用领域也在不断拓展,同时应用程度也日益深入。目前,计算机辅助设计+互联网+大数据技术迅速发展,为传统陶瓷产品设计理论与技术方法出现变革性的发展奠定理论与技术基础。其中关键在于如何将三维数字化技术引入到传统的陶瓷产品设计、制造和营销等活动之中,并形成自己独特的理论、技术与产业。这也是陶瓷产品创新设计和产业发展的难点和趋势。

该书以数字陶瓷设计软件的基础理论、技术研发与应用,以及对数字陶瓷产业化的思考为主线,阐述了陶瓷产品创新设计、数字陶瓷曲线设计、数字陶瓷器型表面软件设计、数字陶瓷器型表面一阶连续性填充、数字陶瓷器型表面二阶连续性填充、数字陶瓷器型表面任意阶连续性桥接与填充、数字陶瓷器型表面的图案曲线设计、数字陶瓷水印保护和数字陶瓷技术产业化发展等内容。该书展示了来自学术界和工业界的最新交叉研究成果,有助于读者了解该领域的基本理论和前沿技术进展。

该书的主要作者雍俊海和古和今分别来自清华大学和江西省科学院。早在2007年他们就开始合作从事数字陶瓷软件设计理论和技术研究,并获得了科技部国家国际科技合作专项的持续资助。雍俊海和古和今带领的研发团队分别来自江西省科学院、清华大学和法国国家信息与自动化研究所等单位。该书总结了他们十多年来在陶瓷产品三维辅助设计及其数字化设计软件理论与技术方法上取得的一系列重要科研及应用成果,为解决我国陶瓷产品设计领域中的瓶颈问题提供了新理论、新技术和新手段。书中成果获得了国家自然科学基金、国家863计划和国家国际科技合作专项的资助,部分内容已经在计算机图形学方向最具影响力的专业学术期刊《ACM Transactions on Graphics》和在计算机辅助设计方向最具影响力的专业学术期刊《Computer-Aided Design》等上发表,其中部分成果已获得国际科研机构的应用和国际同行专家的称赞和认可。他们提出的数字陶瓷技术产业化是一个崭新的概念,基于计算机辅助设计+互联网+陶瓷大数据技术,有望在未来发展成为一个全新的网上数字文化陶瓷产业,不仅有可能推动传统实体陶瓷的发展,也有可能促成虚拟数字文化陶瓷产业的产生与发展,从而产生一个庞大的数字文化陶瓷产业链,具有重要的前瞻性和创新性。

我鼓励他们多年的科研成果和工作经验加以总结,出版这部学术著作,并愿意推荐给对该领域感兴趣的研究人员和工艺美术类院校陶瓷设计专业的教师和研究生。希望以此促进更广泛和深入的学术交流,共同推动科技进步。

中国工程院院士、清华大学教授



2018年6月30日于北京清华园

序 二

陶瓷是科学技术和文化创意的综合产物。中国陶瓷产品不仅是民族产品，也是人类重要的文化遗产。至今它仍然以鲜活的形态和浓厚的文化韵味装点着现代人的生活，同时也向全世界传播着中国古老而悠久的历史文明。我国是世界上陶瓷生产大国和出口大国，陶瓷产量居世界第一。如何加快我国陶瓷产业与信息技术的深度融合，提质增效，促进我国陶瓷产品设计、评测方法现代化，提高陶瓷产品的核心竞争力已成为我国陶瓷行业亟待解决的问题。

数字陶瓷设计软件的开发应用使得陶瓷器型研发阶段的设计表达更加简单直观，利用计算机三维辅助设计、可视化技术、三维渲染等数字化方式，能够全方位、立体化地展示陶瓷产品设计的整体面貌。设计师只需一台连接互联网的电脑便能够轻松快速地与客户、生产企业、目标消费群体进行交流。根据数字陶瓷设计软件开发的陶瓷产品所耗费的材料要远远少于手工设计绘制和制作模型。数字陶瓷设计这一新技术将使陶瓷产品设计摆脱传统人工劳动模式的局限，使陶瓷产品生产更具规模性。而陶瓷产品数字模型水印保护技术的应用还能对企业自主设计的陶瓷产品进行强有力的知识产权保护。

该书作者古和今研究员和雍俊海教授是我的好朋友。自 2007 年开始，他们来到景德镇，走访了景德镇几乎所有知名企业，并拜访了许多著名陶瓷工艺美术大师和专家，特别是在古陶瓷复原设计与仿古陶瓷设计领域，与景德镇佳阳陶瓷有限公司和景德镇皇窑陶瓷有限公司结下了不解之情。他们 10 多年来孜孜不倦、不忘初心，始终致力于将国际上先进的计算机辅助设计技术和几何造型技术引入到陶瓷产品设计之中。他们严谨的科学态度和科研工作作风值得钦佩和赞赏。

该书的研究成果来源于解决陶瓷企业的实践问题。他们提出的数字陶瓷设计理论、技术和方法是计算机辅助技术、特征建模技术、自然语言驱动技术和可视化技术在陶瓷设计上的最新应用，是解决我国现代陶瓷产品设计，特别是复杂器型设计、表面设计、仿古陶瓷设计和古陶瓷复原等过程中难点、经验和模式的精华所在，为高质量陶瓷产品创新设计和数字陶瓷技术产业化发展奠定了理论基础。他们提出的科学问题和一系列解决问题的技术方法是独特且具有原创性的。他们提出的基于计算机辅助设计技术、互联网与大数据下的数字陶瓷产业发展具有巨大的市场前景。

该书篇章上布局科学、严谨。作者以数字陶瓷设计理论体系为基准，建立了较为完整的数字陶瓷软件设计的相关概念、理论知识、技术方法和经验模式。既包含了理论知识和技术概念，又有理论性很强的原理和模型；既包含了实用性的数字化

技术手段，又有相应的经验、模式和设计案例，各章节按照一定的内在逻辑顺序编排，符合学术专著的特点。

我郑重推荐此书给陶瓷设计企业、陶艺制作者和对陶瓷设计感兴趣的科研和创作人员，也推荐给陶瓷院校的学生，希望你们通过阅读此书能够对数字陶瓷设计技术及其产业化发展有所了解，并能掌握书中的最新设计理念和技术方法，有助于启迪你们的创新智慧。

国家级非遗传承人、中国古陶瓷工艺美术大师

黄云鹏

2018年5月28日于景德镇

前 言

陶瓷是中华民族的伟大发明之一，它不仅是中国传统的民族产品，也是人类重要的文化遗产。我国陶瓷在艺术形态和文化韵味表达方面有着独特的优势，在满足人们日常生活需求的同时，也向全世界传播着中国古老而悠久的文明。

中国是世界上陶瓷生产大国和出口大国。据统计，目前我国日用陶瓷、陈设艺术瓷、建筑陶瓷和卫生陶瓷的产量分别占世界同类产品总产量的 70%、65%、64% 和 50%，连续 10 多年陶瓷产量居全球第一位，出口销量也是多年来名列世界首位。随着设计、制造技术的不断进步，我国陶瓷产品在设计、制造方面也有了长足的发展，陶瓷已成为人们日常生活中不可缺少的一部分。

但与英国、法国、意大利等陶瓷强国相比，我国陶瓷产品的现代设计技术还有一定差距。作为陶瓷生产大国和出口大国，虽然出口量多年来居世界第一，但出口额却还未处于领先地位，其主要原因之一是作为陶瓷产品核心竞争力的陶瓷产品造型设计技术有待提升。我国陶瓷产业向现代化设计转变的瓶颈体现在两点：一是缺乏面向陶瓷产业有效的产品创新设计技术，二是缺乏面向陶瓷产品的直观可视化分析手段。相比于其他行业的设计要求，陶瓷产品的设计在造型上有着更高的要求，为了保证产品的质量与造型新颖，在需要支持许多复杂造型功能的同时，也需要保证设计结果具有较好的几何性质。此外，面向陶瓷产品的设计技术还要符合我国陶瓷产品的设计方式，能够被该产业的设计师所应用，从而确实提升我国陶瓷产品的设计效率与设计质量。陶瓷产品的可视化分析可用于直观反映产品的设计细节，保证新颖陶瓷产品研发的质量，促进陶瓷产品创新，提升陶瓷企业的产品竞争力。相比于已有的可视化方法，面向陶瓷产品的可视化分析要有效契合陶瓷产品的设计特征，能够通过几何特征的分析促进产品设计的良性迭代，进而提升产品的设计质量。

本书将国际领先的计算机几何计算理论与技术、语义特征融合技术、可视化数据分析技术引入陶瓷产品辅助设计之中，总结了其中关键性的瓶颈理论和技术问题，具体阐述了清华大学与江西省科学院在陶瓷产品的表面连续性理论及其设计方法、陶瓷产品特征造型理论及方法和陶瓷产品特征可视化等关键理论与技术的研究成果，为陶瓷产品三维辅助设计与可视化提供新理论、新技术和新手段，并介绍了开发相应软件设计系统以及进行应用推广等产业方面的经验，希望借此促进我国陶瓷产业向数字化和智能化设计制造转型，使之成为新的经济增长点，推动传统陶瓷产业的转型升级和提质增效，引领数字陶瓷产业发展新的模式。

参加本书撰写的作者还有施侃乐、宋海川、吴子健、陆洋、于一尊、王维勃、

张苗辉、钱赛，其中，于一尊参加了第一章的部分撰写工作，张苗辉和钱赛参加了第九章的部分撰写工作，在此向他们表示感谢！

本书是江西省科学院、清华大学和法国国家信息与自动化研究所等单位合作完成的国家国际科技合作专项“陶瓷产品三维辅助设计与可视化关键技术合作研究(2013DFE13120)”和“陶瓷产品几何设计关键问题研究(2007DFA11200)”项目所做的部分科研成果的总结。目的是将当前最先进的计算机辅助设计(CAD)软件理论与方法引入陶瓷产品创新设计之中，提高陶瓷产品的生产效率和提升陶瓷产业的竞争力，为我国传统工业在转型升级、提质增效进程中的技术经济效果提供一个分析框架，同时也为我国陶瓷产业在信息化融合进程中的数字陶瓷技术+互联网经济提供一个新的发展思路。因此，研究数字陶瓷设计软件理论与技术及数字陶瓷产业化发展思路具有重大的科学意义及技术经济价值。本书所写的内容填补了这方面的部分空白。希望本书能起到抛砖引玉的作用，促进更多相关研究的开展，带来更多相关书籍的出版。在此，谨向关心和支持这些成果的朋友表示衷心感谢！

作 者

2018年3月3日于北京清华园

目 录

序一
序二
前言

第 1 章	绪论	1
1.1	陶瓷产品设计的起源和发展	1
1.2	陶瓷产品创新设计	2
1.3	数字陶瓷创新设计	4
1.4	数字陶瓷设计软件	5
第 2 章	数字陶瓷曲线设计	8
2.1	拟合法曲线设计	8
2.1.1	拟合算法总述	9
2.1.2	获取有序点集	11
2.1.3	基于能量的拟合曲线设计优化	16
2.1.4	拟合法曲线设计示例与分析	18
2.2	延伸法曲线设计	21
2.2.1	延伸算法总述	22
2.2.2	B 样条曲线延伸算法	23
2.2.3	NURBS 曲线延伸算法	28
2.2.4	延伸法曲线设计示例与分析	29
2.3	小结	32
第 3 章	数字陶瓷器型表面软件设计	34
3.1	拟合法表面软件设计	34
3.1.1	表面设计拟合算法总述	35
3.1.2	网格划分	37
3.1.3	构造根节点曲面	40
3.1.4	构造子节点曲面	44
3.1.5	拟合法表面设计示例与分析	47
3.2	插值法表面软件设计	50

3.2.1	多面共点处的二阶连续性条件	50
3.2.2	多边形网格的二阶连续性插值算法	56
3.2.3	表面导矢计算	58
3.2.4	多边形网格的四边化剖分和 T 形边处理	61
3.2.5	曲面插值	63
3.2.6	插值法表面设计示例与分析	70
3.3	小结	75
第 4 章	数字陶瓷器型表面一阶连续性填充	76
4.1	N 边洞一阶连续性填充的相容性问题及其分类	76
4.2	切向不相容的月牙形延伸面填充	80
4.2.1	构造月牙形延伸曲面	81
4.2.2	利用四边孔斯曲面组填充具有切向相容边界的 N 边洞	84
4.2.3	月牙形延伸面填充示例与分析	89
4.3	扭曲不相容的三角孔斯曲面填充	92
4.3.1	估算中心点、中心法向、辐射切矢和角点切矢	93
4.3.2	构造内部曲线及各边界上的跨越切矢	94
4.3.3	构造三角形 B 样条孔斯填充曲面	98
4.3.4	三角形孔斯曲面填充示例与分析	99
4.4	小结	103
第 5 章	数字陶瓷器型表面二阶连续性填充	105
5.1	孔斯曲面构造	105
5.2	连续性误差和容差的几何测度	108
5.2.1	一阶连续性的几何容差	109
5.2.2	二阶连续性的几何容差	111
5.3	二阶连续性相容性问题及其解决方案	111
5.3.1	一阶切向相容性和扭曲相容性	112
5.3.2	二阶切向相容性和扭曲相容性	115
5.3.3	二阶带容差 B 样条孔斯曲面构造	118
5.4	表面二阶连续性填充示例与分析	118
5.5	小结	122
第 6 章	数字陶瓷器型表面任意阶连续性桥接与填充	123
6.1	正则曲变节点 B 样条曲面填充	123
6.1.1	正则曲变节点 B 样条曲面的定义和性质	124

6.1.2	不相容边界的任意阶连续性桥接	127
6.1.3	正则曲变节点 B 样条曲面填充优化	130
6.2	极坐标混合曲面填充	133
6.2.1	由矩形定义域到极坐标定义域的重新参数化	134
6.2.2	连续映射	139
6.2.3	混合 N 个极坐标参数曲面	140
6.2.4	极坐标混合曲面的基本微分属性	142
6.2.5	非相容 N 边洞的任意阶连续性填充	144
6.3	周期 B 样条曲面填充	147
6.3.1	环状 N 边洞填充算法的总体框架	148
6.3.2	保持边界连续性条件的重新参数化	150
6.3.3	任意阶连续的周期 B 样条曲面构造	152
6.3.4	周期 B 样条曲面填充示例与分析	155
6.4	小结	160
第 7 章	数字陶瓷器型表面的图案曲线设计	161
7.1	基于法向投影的图案曲线设计	161
7.1.1	双圆弧区间逼近	163
7.1.2	迭代算法收敛阶分析	165
7.1.3	基于法向投影的图案曲线设计示例与分析	168
7.2	基于细分剪枝的图案曲线设计	175
7.2.1	基于细分剪枝的图案曲线设计算法总述	176
7.2.2	点到凸包距离近似算法	177
7.2.3	投影算法	180
7.2.4	基于细分剪枝的图案曲线设计示例与分析	180
7.3	小结	182
第 8 章	数字陶瓷水印保护	183
8.1	数字水印简介	183
8.2	现有三维水印策略的问题	184
8.3	数值稳定的易损水印策略	187
8.3.1	水印嵌入和提取方法	187
8.3.2	标记顶点选择准则	190
8.3.3	篡改定位方法	191
8.3.4	水印策略	192
8.4	性能探讨与实验结果分析	194

8.4.1	参数优化	194
8.4.2	攻击检测讨论	195
8.4.3	实现策略	197
8.5	数字陶瓷水印保护示例	199
8.6	小结	200
第 9 章	数字陶瓷技术产业化发展之路	201
9.1	中国陶瓷产业发展	201
9.1.1	古代陶瓷手工业发展	201
9.1.2	现代陶瓷产业的基本情况	203
9.1.3	陶瓷产业发展的主要趋势和机遇	205
9.2	基于计算机辅助设计+互联网+大数据的数字陶瓷产业	206
9.3	数字陶瓷引领的未来产业模式	208
9.4	小结	211
参考文献		212
彩图		

第1章 绪 论

陶瓷是科学技术和文化艺术的综合产物。与丝绸、茶叶一样，瓷器曾经是中国象征。在北京奥运会开幕式上，作为中华文明的重要部分，景德镇陶瓷文化得到了极尽荣耀的展现。陶瓷不仅是中国传统的民族产品，也是人类重要的文化遗产。至今它仍然以鲜活的形态和浓厚的文化韵味装点着现代人的生活，同时也向全世界传播着中国古老而悠久的历史文明。陶瓷是中华民族的伟大发明之一，被称为中国的“第五发明”（刘志国，1995）。从东汉至今，近两千年的陶瓷历史承载着浓厚的陶瓷文化底蕴，记录着中华民族的冠世才华。

1.1 陶瓷产品设计的起源和发展

中国陶瓷历史悠久，陶瓷制作和使用历史伴随着中华民族整个文明史。在远古的新石器时代，先民们就制作了以“印纹硬陶”为特征的陶器。在经历了漫长的历史发展过程以后，到了东汉时代，即公元二百年前后，中国景德镇出现了制陶业。据《南窑笔记》记载：“新平之景德镇，在昌江之南，其冶陶始于季汉”。手工制陶业从农业中分离出来，无疑是陶瓷产业史上的一大进步。再经过唐代“南青北白”和宋代“五窑争奇斗艳”的发展，至明、清两代，中国的陶瓷业进入了历史发展的鼎盛繁荣时期。

自从人类学会了制造工具和使用工具，设计便萌生其中。通过考古发现和文献研究，在原始社会，古人已经认识到黏土在掺水后具有可塑性，并掌握了火可烧结黏土的规律后，便开始捏土为器，取代早先的削木、凿石为器。古人利用自然界中的坚果或筐篮等为模具，采取敷模制法或泥条盘筑法，经火烧成不漏水的容器。此后又发明了陶轮，可以拉坯成型。

在早期的制陶技术中，人们从无定形的泥中设想并设计出将要制成的形态，然后制造出满足生活需要的陶器。这时，“设计”没有与“制造”分开，即在制造产品之前，不需要绘图，更不需要产品建模，“设计”和“制造”是由陶工一人完成，产品设计伴随在产品制造之中。

陶瓷产品除了具有工业产品一般意义上的使用功能外，还具有文化功能，即陶瓷产品功能的双重性。我们通常所说的陶瓷文化，就是依附在陶瓷产品上的文化功能，包含人文、历史和美感。例如，如图 1-1 所示，明朝万历年间的五彩飞凤纹壶

造型大方,制作精细,色彩艳丽,纹饰富有民族特色。因此,一件完整的陶瓷产品设计既要考虑它的物质使用功能,还要考虑它的文化表现功能。



图 1-1 明朝万历年间五彩飞凤纹壶(见彩图)

陶瓷产品设计是融合功能、技艺、造型三位于一体的创作过程,其主旨无疑是满足人们的物质需要和精神需要。与传统手工艺生产的陶瓷器不同,工业化生产条件下生产的陶瓷产品,其构思策划、方案评选、生产销售乃至使用欣赏,都表现出明显的社会分工形式。陶瓷产品设计不再是由工匠和艺人们在生产中兼顾的工作,更不是个人行为,而是设计师的专门工作。

现代陶瓷产品设计是由于机器工业的出现而产生的。通过传统产品设计的实践活动和设计经验的积累,产品设计经历了直觉设计阶段、经验设计阶段和产品设计阶段(戴庆辉等,1999;李正安,2002)而逐步发展起来的。现代设计学认为产品设计是从需求出发寻找产品设计求解的过程(Suh,1998)。现代陶瓷产品的设计既要满足产品的使用价值,为人们的物质需求服务,又要满足产品的审美价值,为人们的精神需求服务(刘宏伟等,2007)。

1.2 陶瓷产品创新设计

陶瓷产品创新设计历史悠久,内涵与新意又层出不穷(古和今,2009a)。国外,陶瓷产品创新设计始于18世纪70年代工业革命,有英国陶瓷制造业之父称誉的韦奇伍德(孙怀玉,1999)在他的韦奇伍德陶瓷公司建立了系统的、专业化的、严格的生产分工,将工人分别安排在备料、制模、修坯等不同的生产工序上进行流水线生产作业。而设计也在这一过程中区别于传统手工艺人的设计作用而逐渐被再认识,并被人们赋予新的内容而上升为理论。韦奇伍德最重要的成就之一,就是让产品与

设计直面大市场，并成功地开辟了当地前所未有的瓷器市场。他之所以如此，是因为他推出的产品“女王餐具”达到了大批量生产的程度。加之其产品质量好、成本低、形式新，因而成为 18 世纪进步的一种标志。通过“女王餐具”中的一件烛台，如图 1-2 所示，便可知晓设计者在功能与形式的统一方面确实有所追求。



图 1-2 “女王餐具”中的烛台

20 世纪初，欧洲新艺术运动影响到陶瓷产品上，其设计雅致美观、流畅奔放，常被人们视为装饰意义上的“艺术品”。20 世纪 50 年代，德国罗森塔尔公司的产品集造型、功能和装饰为一体，并为此开创了餐具设计的新典范。

20 世纪上半期，我国由于战争连年不断，陶瓷业总体上处于衰退阶段，陶瓷工业几乎一片空白，更没有工业化产品设计。新中国成立后，从 50 年代到 70 年代，我国陶瓷工业经历了生产恢复和改造期两个阶段，逐步建立了以日用陶瓷为主的陶瓷工业体系，产品设计是主要以说明和描述为主的传统创新设计。改革开放以来，特别是近年来我国陶瓷工业进入了快速发展期，日用陶瓷、建筑、卫生陶瓷全面参与国际市场竞争，陶瓷产品创新设计也相应地取得了长足的进步。

进入 21 世纪，欧洲继续引领着陶瓷产品创新设计。中国也在奋勇直追，不断改进工艺流程，降低对环境的污染。同时，计算机的二维设计、三维设计乃至模拟设计等正在逐渐应用于陶瓷产品设计和生产过程之中。

陶瓷产品创新设计的内涵主要是从艺术性与实用性两个方面提升陶瓷产品质量，同时设法降低陶瓷产品的设计与制造成本，从而满足日益增长的生活需求。表 1-1 给出了陶瓷产品设计的常见分类。陶瓷产品创新设计的过程非常复杂，而且周期较长。要达到优秀的超越前人的设计效果，常常需要反复思考、反复调整设计、反复改良制造工艺，不断创造更加适合于陶瓷产品生产制造的条件。有时，还需要耐心等待生产优质陶瓷产品的自然条件的来临。诗歌“天青色等烟雨”描绘出陶瓷技工为制作高品质的青花瓷而等待并期盼最适宜的天气条件。