

材料质感意象认知研究

COGNITIVE PREFERENCE RESEARCH OF
MATERIAL TEXTURE

汪颖 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

浙江理工大学哲学社会科学科研繁荣计划学术著作出版资助（2019年度）

材料质感意象认知研究

COGNITIVE PREFERENCE RESEARCH OF
MATERIAL TEXTURE

汪 颖 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

材料质感意象认知研究 / 汪颖著. —杭州: 浙江大学出版社, 2019. 6
ISBN 978-7-308-19293-4

I. ①材… II. ①汪… III. ①产品设计—研究 IV.
①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 131036 号

材料质感意象认知研究

汪 颖 著

策 划	许佳颖
责任编辑	金佩雯
责任校对	陆雅娟
封面设计	周 灵
出版发行	浙江大学出版社 (杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007) (网址: http://www.zjupress.com)
排 版	浙江时代出版服务有限公司
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
开 本	710mm×1000mm 1/16
印 张	12.75
字 数	200 千
版 印 次	2019 年 6 月第 1 版 2019 年 6 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-308-19293-4
定 价	60.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社市场运营中心联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

序

本书通过研究现有设计过程中材料选择存在的问题和设计师在不同设计阶段对材料的不同需求,指出设计师既需要技术属性信息,也需要美学属性信息。书中介绍了许多材料选择的工具与数据库,并将设计师对材料的需求归纳为比较、多层次、产品相关方面和材料样本四个主题分别展开研究。书中提出了材料审美属性与感知属性,并将其转化为对材料质感的研究。作者针对消费者购买各类产品时的偏好意象与产品集群之间的认知状况进行了实验,将消费者偏好意象的认知状况量化为数性结构,通过多元统计的方法,分析得出不同集群的产品在用户偏好意象上表现出的不同属性,利用复合感性工学的方法对材料样本展开实验并分析处理了大量数据;针对目前感性工学方法在分析评价材料质感与用户喜好认知差异上的不足,提出了基于神经网络、遗传算法和基因表达式编程的产品材料质感主观喜好度评测方法,并构建了材质要素与用户偏好意象之间的对应模型;利用基因表达式编程处理复杂函数关系建模上的优势,将偏好意象认知问题转换为复杂的函数关系,提出了一种基于 GEP 的产品材料质感主观喜好度测评方法,并构建了相应的数据模型;通过计算机与设计相结合的方法,让 GEP 在设计领域获得了效果良好的应用,这说明计算机在美学方面的应用值得更加深入研究。计算机是科学与理性的产物,而设计是美学与感性的产物,将这二者结合能产生奇妙的效果。

本书创新性地提出了材料的审美属性这一概念并展开研究,且将材料的感知属性上升到了美学层面,建立了材料质感要素与用户认知偏好意象的关系模型;提出了基于遗传算法解析质感要素与用户偏好意象之间的认

知关系,通过材料质感要素变量实现对用户偏好意象的定量预测。

本书内容有利于促进多学科交叉发展,涉及设计学、材料科学、机械工程、计算机图形学、艺术学、认知心理、人因工程等多个学科和领域。除了为相关学科研究者提供新的思路之外,本书也可作为设计、机械、管理、心理等相关领域研究人员读物,或作为相关专业本科生、研究生的教辅读物,同时也可为行业中的工业设计师、产品设计师与设计管理人员在不同设计阶段提供材料选择的工具与方法,为提高我国原创产品设计附加值出一份力,为我国走上从制造大国向设计大国的转型之路做一份贡献。



2019年5月

前言

材料是人类一切生产和活动的物质基础,形形色色的材料构成了世间万物,而人类的发明创造又丰富了材料世界。材料可以被视为人类社会进化的里程碑,它的不断更新与发展推动了人类社会的进步。设计史上的各个艺术与美学运动也与新材料、新技术的使用密切相关。一方面,设计离不开材料,功能和形态的实现都必须建立于这一基础之上;没有材料,一切都无从谈起。另一方面,材料与设计能够相互促进:材料的发展,特别是新材料的出现,常常会给设计带来启发,实现突破性的发展;而新的设计概念的提出,又对材料发展提出了新的要求,从而有力地促进材料领域对新材料、新工艺的探索与发展。

我对材料的兴趣最早产生于 2003 年在 GE-Fitch 工作期间,那应该是我第一次接触到材料的流行趋势发布,也是第一次开始考虑设计中的材料选择问题。当时为 GE 塑料做了许多产品推广的项目,很多时候需要考虑如何向设计师介绍、推荐某一款材料。由此,我开始考虑在设计过程中,作为设计师,究竟为何选择某一个材料、某一种质感或某一种肌理而不是其他?是偶然还是必然?是主观还是客观?是感性还是理性?影响设计师选择材料的因素是什么?这些因素又为什么能够影响他们的选择?……这样的问题不断出现在我自己进行设计和观察别人进行设计的过程中。我逐渐发现,如何选择材料并不是一个简单的问题。我希望在经过多年的思考之后,能够尝试使用科学的方法来研究这个问题,于是就有了本书。

本书从材料的审美属性入手,研究如何建立材料的主观偏好意象与材料的客观物理属性之间的对应关系,通过可量化信息拟合非量化信息,使设

计师能够在设计阶段预测消费者对材料的认知与偏好意象,从而提高产品的市场竞争力,同时也可完善材料选择资源提供信息支持。读者也可以将自身的经验与本书的方法相结合,逐步加深研究的复杂程度,针对新的问题进行研究并形成一些新的材料选择方法或指标。

本书共包括五章。第1章介绍了材料选择的国内外研究现状,以及现有材料选择中存在的问题,对设计师在考虑材料与材料选择方面进行了信息需求调查,总结了产品设计师在材料选择中的信息需求。第2章提出,目前的材料选择资源主要面向工程技术领域,产品设计师在选择材料时需要综合许多方面的信息,特别是材料在产品中扮演的不同角色——创造产品功能性和产品个性,其中,创造个性需要材料非技术方面的信息。第3章采用了层次分析法来分析消费者的购买偏好意象,针对消费者对各类产品购买时的偏好意象与产品集群之间的认知状况进行实验,将消费者对产品购买偏好意象的认知状况量化为数性结构,通过多元统计的方法,分析得出不同集群的产品在用户购买偏好意象上表现的不同属性。第4章分析比较了光泽度主客观实验数据、粗糙度主客观实验数据与喜好度的关系,对实验数据进行回归分析,得到线性回归方程。第5章针对目前感性工学方法模型在分析评价材料质感与用户认知差异的不足,结合神经网络技术以及遗传算法在产品材料质感方面的优势,提出了一种基于GEP的产品材料质感主观喜好度评测方法,并构建了材质要素与用户偏好意象之间的对应模型。第6章通过材料驱动设计、木材与情感属性和材料温暖度三个方面以及五个实际案例说明了材料对设计的影响。

在此,要感谢我的博士生导师、浙江大学张三元教授的教诲与指导,感谢浙江大学的孙守迁教授和张克俊副教授,以及荷兰代尔夫特理工大学(Delft University of Technology)的Elvin Karana教授和I. E. H. van Kesteren教授对此书内容的建议与帮助;感谢在材料样本实验部分参与研究和提供帮助的孙国涛同学和张生涛同学;感谢浙江理工大学的研究生史倩、董春阳、尤临临、罗智兆、徐俊杰、黄泽、徐跃东、李喆沁、宋林林等同学对此书的付出。

目 录

第 1 章 材料选择	1
1.1 材料与人类社会	1
1.2 材料与工业设计	2
1.3 材料选择的概念与研究	3
1.4 材料选择工具与数据库	5
1.4.1 软件类	7
1.4.2 网站类	13
1.4.3 小 结	21
1.5 影响设计师选择材料的主要因素	22
1.5.1 材料选择方法	22
1.5.2 材料选择的考虑因素	23
1.6 材料选择中的信息数据需求	24
参考文献	28
第 2 章 材料质感	30
2.1 材料属性	30
2.1.1 材料的技术属性	30
2.1.2 材料的感知属性	32
2.1.3 材料的审美属性	35
2.2 材料质感意象与感性工学	39

2.2.1 材料质感意象	39
2.2.2 感性工学	41
参考文献	45
第3章 消费者购买偏好意象研究	48
3.1 感性时代下的消费者购买趋势	48
3.2 消费者购买偏好意象研究	49
3.2.1 购买因素偏好意象实验	50
3.2.2 主成分权重值测定	55
3.2.3 结果与讨论	58
参考文献	59
第4章 材料质感偏好意象认知实验与数据分析	61
4.1 实验对象与样本选取	61
4.1.1 实验对象选取	61
4.1.2 实验样本选取	63
4.2 客观物理量获取实验	64
4.2.1 质感要素选择	64
4.2.2 色彩测量实验	65
4.2.3 光泽度测量	66
4.2.4 粗糙度测量	67
4.3 代表性样本提取	67
4.4 主观心理量获取	68
4.4.1 粗糙度质感	68
4.4.2 光泽度纹理	69
4.4.3 喜好度	70
4.5 数据分析	70
4.5.1 数据汇总	70
4.5.2 相关分析	71
4.5.3 回归分析	77

4.5.4 主成分分析	78
参考文献	82
第5章 材质偏好认知模型与系统	83
5.1 BP神经网络	84
5.2 支持向量机	86
5.3 基因表达式编程	88
5.3.1 基因表达式编程概述	88
5.3.2 基因表达式编程基本思想	89
5.3.3 基因表达式编程的应用	90
5.4 材质偏好认知模型	92
5.4.1 模型框架	92
5.4.2 基于基因表达式编程的材料质感偏好进化认知算法	93
5.4.3 评估函数	94
5.4.4 实验结果分析与验证	95
5.5 地板喜好度测评系统	100
5.5.1 系统介绍	100
5.5.2 系统应用案例	102
5.5.3 系统总结与展望	104
参考文献	105
第6章 材料对设计的影响	111
6.1 材料驱动设计	111
6.1.1 理论背景	111
6.1.2 材料驱动设计案例	112
6.1.3 小 结	122
6.2 木材的情感属性	125
6.2.1 理论背景	125
6.2.2 木材情感属性研究案例	125

6.2.3 小 结	134
6.3 材料温暖度	134
6.3.1 理论背景	134
6.3.2 材料温暖度案例	135
6.3.3 小 结	139
参考文献	140
附 录	142
索 引	192

第 1 章 材料选择

1.1 材料与人类社会

材料是一个古老而永恒的主题。

材料是人类一切生产和活动的物质基础,形形色色的材料构成了世间万物,而人类的发明创造又丰富了材料世界。“你可以用它们重建文明,也可以用它们毁灭世界。”(Miodownik,2015)

材料是指人类用来制成各种机械、器物、结构等具有某种特性的物质实体,包括自然产出和人工合成的各种物质,如泥土、石块、钢、铁、陶瓷、半导体、超导体、煤炭、光导纤维、橡胶、塑料等等。材料是我们生产活动的物质基础,世间万物是由各种各样的材料组成的,而我们的生产创造又在不断地丰富材料世界。材料可以被视为人类社会进化的里程碑,它的不断更新与发展推动了人类社会的进步。人类社会历史就是从运用材料到制作材料再到创造材料的历史,历史学家将材料及器具作为划分时代(如石器时代、青铜器时代等)的标志。对材料的认识和利用的能力,决定着社会的形态和人类生活的质量,因此,人类从未停止过对更好材料的追求。伦敦大学学院材料科学教授 Mark Miodownik(2015)说过:“材料不仅是人类科技与文化的展现,更是人类的一部分。我们发明材料、制造材料,而材料让我们成为我们。”

材料技术的不断发展,为科学技术的进步奠定了坚实基础。而科学技

术的进步,又对材料的种类与性能提出了更高要求,从而刺激了材料技术的快速发展。目前全球已有超过几十万种的传统材料,新材料也以大约每年5%的速度在增长;现有800多万种人工合成的化合物,以平均每年新增25万种的速度在增长,有许多化合物将会成为工业化生产的新材料,为人类社会和科学技术的发展服务。

纵观设计史可以看到,新材料和新技术是人类创造新事物的驱动力,历史上的各个艺术和美学运动与新材料和新技术的使用之间存在着密切关联。例如,新艺术运动和铜的熔炼、铁的锻造以及玻璃的使用之间的关系,造型运动与钢的使用、铝的铸造之间的关系,波普运动与聚合物之间的关系,等等。新材料的发现可能带来新的产品。例如,正是因为高纯度硅的出现,才有了晶体管;高纯度的玻璃带来了光纤;高矫顽力磁体使得移动电话成为现实。

这一切都说明,无论是宏观上人类文明的进步还是微观上新产品的革新,都有着材料演变和进化的烙印(左恒峰,2010)。材料分类如图1.1所示。

1.2 材料与工业设计

材料、功能和形态是工业设计的三大要素。设计离不开材料,材料是工业设计的物质基础,功能和形态的实现都必须建立于材料这一基础之上,而材料与设计之间能相互促进。新材料的出现往往会为设计带来启发,带来突破性的进展,而新的设计思想的提出,又会对材料发展提出更多要求,从而有力地促进材料领域对新材料、新工艺的探索与发展。

工业设计师要依据产品功能、外观等方面的要求来选择合适的材料和加工工艺,设计产品的结构、形态,确定它们的组合方式。设计师在提出设计概念的同时,必须考虑如何去实现这一概念,以及利用现有的材料是否能够通过一定的工艺和技术达到预期的要求。不合适的材料选择不仅会影响外观的美感,还会影响产品的功能实现,甚至削弱其性能,降低其使用价值,或者增加加工、制作的难度。因此,在工业设计的创造活动中,必须仔细考虑材料的性质特点以及相关的加工方法,特别是如何选择材料。不同材料



图 1.1 材料分类

的特性能够激发设计师的创造灵感,新材料的出现也可以激励设计师进行新的设计探索。创新有很多种途径,其中一种就是通过材料来实现创新。

1.3 材料选择的概念与研究

在整个设计过程中,设计师不仅需要材料的技术信息,也需要材料的美学信息。材料的技术属性必须满足产品的功能性需要,材料的美学属性必须能吸引消费者的注意,满足使用者的感知需求与心理偏好意象。因此,设

计师选择材料时要同时考虑材料的技术属性与美学属性。

在技术层面,材料在科学和工程方面的研究已经非常广泛,现有的材料选择资源均能给出详细的技术属性的数据信息,而且多是量化的。但是,产品和材料消耗增长所带来的充满竞争的市场使得产品设计师除了关注技术层面之外,还要考虑通过材料的感知属性来表达他们的情感,满足消费者的感性需求,因此,设计师开始使用材料特性来为产品赋予特别的含义。例如,看起来冰冷的金属意味着精密度高、持久耐用,因此,金属多被用来强调产品的技术优越感和高端工程感(Arabe,2004)。

虽然材料选择过程中的感知属性对设计师至关重要,但现有的材料选择资源既没有考虑到这一点,也没有将它们纳入材料选择的系统。Ashby等(2010)曾提到,对工程师来说,获取他们所需要的信息是很容易的,他们一般通过各类手册、软件等获取信息,分析和优化数据,进而获得安全、经济的设计。但产品设计师却未能获得相当的支持,目前尚且没有类似工具或系统是为产品设计师服务的。通过调查分析现有材料资源的不足,找出产品设计过程中影响材料选择的各方面属性并加以研究,可为后续研究和建立新的设计师材料选择资源提供指导。

设计、制造产品的过程就是以材料为媒介进行物理组织与精神阐释的过程。恰当地选择与组合材料,在产品的整个感知过程中起着决定性的作用(左恒峰,2010)。运用现有材料,加以巧妙组合,能够产生许多富有魅力的效果。Ashby等(2010)的研究表明,我们现在使用的几乎每种材料都是在近100年中发现的,已有材料数量超过16万种。面临如此多种类的材料,选择正确的材料就显得非常重要。因此,设计师不能依赖以往的经验去选择材料,而应该通过系统的程序做出正确的选择。

材料选择,可以被认为是一种问题解决活动(van Kesteren et al., 2006)。这个问题解决活动需要大量的、不断的信息流(Pahl et al., 2007),尤其是新上市产品的材料选择,除了现有的常用材料,还有大量的供应商提供了许多不同的材料。要从这些材料中选择,就需要关于它们的所有信息:它们的性能和表现怎样?价格多少?更重要的是,在技术和美学方面能满足设计师的想法吗?有了适当的信息,设计师才能根据产品的需要来对材料进行比较。如果信息源满足他们的信息需求,产品设计师会在他们的设

计中充分应用现有的材料和新的材料。在设计的不同阶段,设计师需要不同的材料信息,对材料选择的信息需求也是不同的(van Kesteren, 2008)。在概念设计阶段,设计师需要大量的信息,需要通用数据库,需要考虑尽可能多的材料。在这之后,随着概念的深入,进入细化设计阶段,设计师开始考虑功能和形式,减少备选的材料,这时需要更多、更详细的材料信息。在最后阶段,随着设计的深入,考虑的材料减少到有限的几种,而设计师需要的信息变得更加具体,设计师可能需要关于某一类材料的精确信息,可能需要使用专业的工具,例如生产商的材料数据库。

1.4 材料选择工具与数据库

设计师在设计中需要考虑为何且如何选用某一种材料,这要求他们对具体材料有整体上和细节上的了解。材料选择是基于一系列因素的一个复杂过程,这些因素包括功能要求、制造条件限制、经济及产品生命周期、生态可持续发展性、材料的感官美学及认知等(Ashby, 2010)。Edwards(2005)曾做过调查问卷并得出了一个结论:为了达到最佳的设计效果,设计师会有一些特定的问题,其中必不可少的就是关于材料选择的问题。Deng 等(2007)认为,有很多种方法可以提高设计后期材料选择的效率,但是在设计的初期却并没有什么办法。

1994年,英国金斯顿大学(Kingston University)工业设计与家具专业教授 Jakki Dehn 开始着手于一项名为“Rematerialise”^①(再生材料)(见图 1.2)的关于环保智能材料的研究,其目的在于收集和推广大量可重复利用的材料。他相信,设计师在设计新产品时会发现再生材料非常有价值。到目前为止,再生材料网站已收集了来自 15 个国家的 1200 多种材料,其中有可回收的材料,用非常易于再生的材料制成的产品,用不常使用的材料制成的产品,等等。

^① <http://www.kingston.ac.uk/news/article/313/24-feb-2011-kingston-university-unveils-library-of-sustainable-design-resources-at-ecobuild>.



图 1.2 Rematerialise

美国建筑师 Brownell 的“Transstudio”(变换材料工作室)是一个能够重新定义我们周围环境与现有材料的新材料、新产品和新工艺的集合体(见图 1.3)。其网站主要分为研究(Research)、设计(Design)与教育(Education)三部分。研究主要指探索材料技术和设计趋势,以揭示基本的文化、经济和环境要素;设计主要指在研究技术进步影响轨迹的基础上,探索新的材料和设计机会;教育指的是传播有关材料技术、可持续战略和设计创新的重要的、有用的知识。

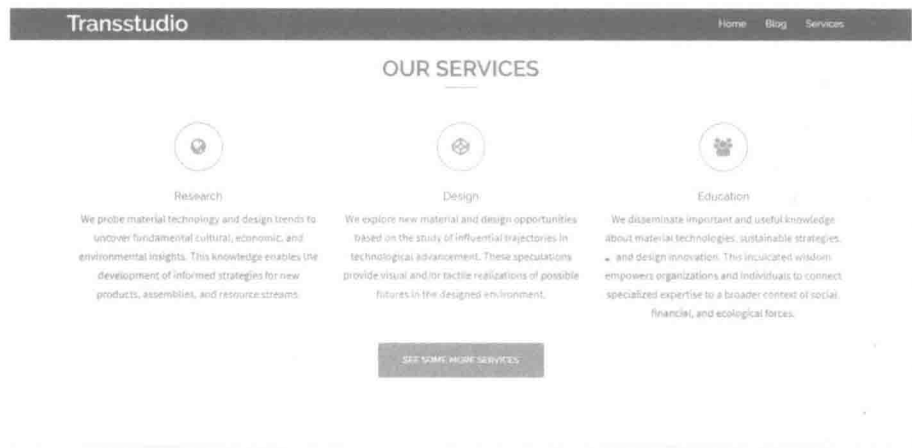


图 1.3 Transstudio