



普通高等教育“十三五”规划教材

PRINCIPLES OF DIGITALIZATION
IN THE FOOTWEAR DESIGN AND
ITS APPLICATION

鞋类数字化设计 原理及应用

周 晋 徐 波◎主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位



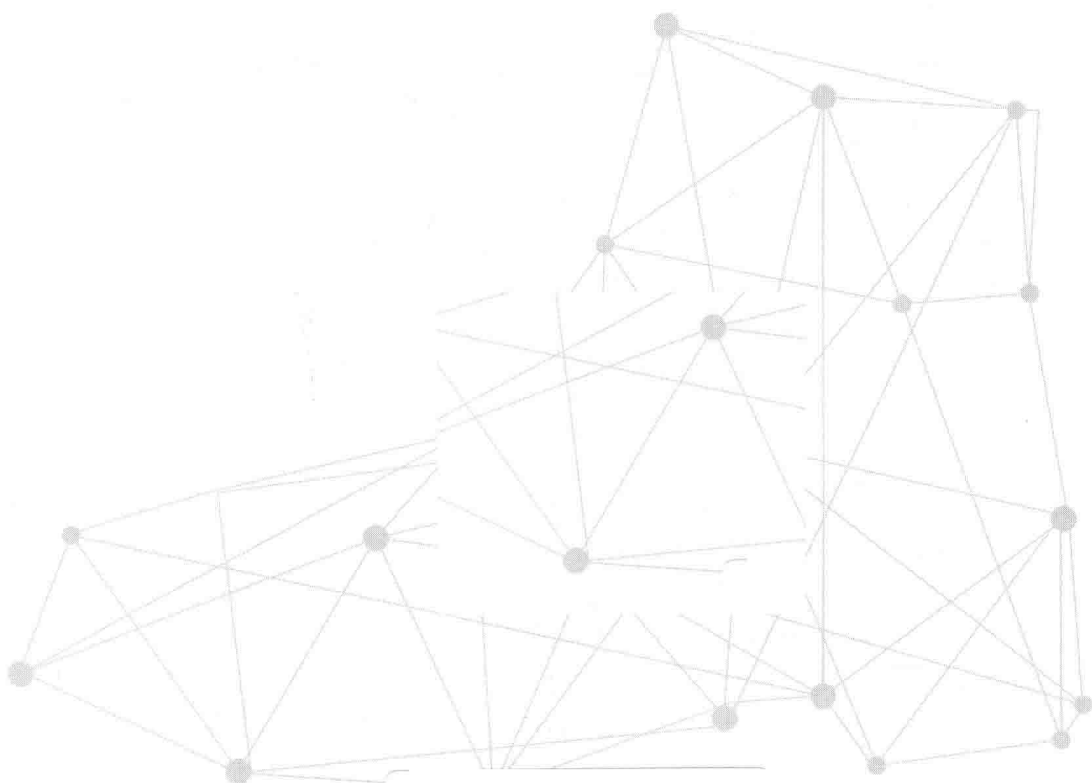
普通高等教育“十三五”规划教材

PRINCIPLES OF DIGITALIZATION
IN THE FOOTWEAR DESIGN AND
ITS APPLICATION

鞋类数字化设计 原理及应用

周 晋 徐 波◎主编

吴建新 庞 栋 冯雨果 张伟娟◎参编



图书在版编目 (CIP) 数据

鞋类数字化设计原理及应用/周晋, 徐波主编. —
北京: 中国轻工业出版社, 2017.6
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5184-1322-5

I. ①鞋… II. ①周… ②徐… III. ①数字技术-应
用-鞋-设计-高等学校-教材 IV. ①TS943.26

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第040764号

责任编辑: 李建华

策划编辑: 李建华

责任终审: 劳国强

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 锋尚设计

责任校对: 燕 杰

责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017年6月第1版第1次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 10.75

字 数 240千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1322-5 定价: 40.00元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

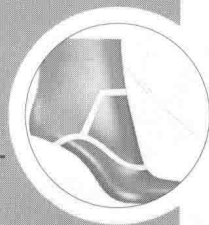
Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

160541J1X101ZBW



序



2008年经济危机以来，中国制鞋行业经历了巨大的挑战。一方面，国际市场急剧萎缩，外销代工进入了寒冬。加上中国劳动力红利优势的丧失，加速了鞋类制造业从中国向越南、柬埔寨等国家转移；另一方面，国内消费者的消费升级，如对日本电饭锅和意大利鞋的购买风潮，极具代表性地体现了消费者对产品升级换代的迫切需求。制鞋行业面临的困境不是死局，只要我们每一个鞋者坚持自己的理想，转变观念，传承鞋履文化，专注制鞋行业科技，创造顾客体验，通过转型升级破局，寒冬已临，春天还会远吗？

制鞋行业转型升级，当是科技创新来驱动。放眼当今的技术革命，我们总能够听到大数据、云计算，同时也能够看到三维虚拟设计、虚拟渲染和虚拟现实技术、3D 打印所引领的技术发展，其所发挥的作用不亚于历史上数次工业革命。因此，作为信息化的一环，数字化设计则代表了工业设计领域的前沿。我们可以看到，在汽车制造、家具制造，甚至服装设计领域，已在大量采用远程交互、可视化和个性化的产品设计模式，其中离不开数字化技术的规模化应用。然而，制鞋行业在其发展过程中，对数字化技术研究应用尚处于探索阶段，亟待在制鞋应用上实现质的突破与飞跃。

2017年是中国制鞋行业发展的破局之年，也是红蜻蜓的改革关键之年。在新的市场环境下，我们提出了“新商业、新零售”的理念，基于数字化、信息化和智能化的三大抓手，来打造新的产品体系和提升顾客满意度。我们通过深入实施“智能门店”大数据采集、个性化定制、智能制造、数字化设计、标准化工程等体系和平台的建设，逐步升级红蜻蜓的研发和制造模式。在这个过程中，迫切需要打造孵化平台，基于新的知识体系，来实现对传统从业人员，尤其对中高层技术和管理骨干进



行系统性的引导，培养锻炼一批志同道合的骨干团队。

《鞋类数字化设计原理及应用》是一本鞋类数字化设计的专业书籍，较系统地介绍了先进的设计理念和方法，有助于革制品专业的学生与企业的管理、设计人员，认识数字化技术内涵、了解数字化技术发展现状和未来趋势，对于制鞋行业数字化应用实践具有很好的指导意义。

推进数字化技术在制鞋行业的应用，是实现“中国制造2025”战略、推动制鞋行业两化（信息化和工业化）深度融合的重要举措，理解、引入和成功实施数字化战略需要全行业同仁的共同努力，让我们共同携手为完成“中国制鞋强国”梦而共同努力奋斗！

钱金波

浙江红蜻蜓鞋业股份有限公司总裁





前言



在信息技术及互联网不断发展的今天，数字化设计已经在制造、建筑、媒体、工业设计等多种行业得到了广泛的应用，同时也衍生出了数字化设计+互联网的发展新动向。传统的手工作业模式，除了少数一些专业门类尚无法取代外，设计数字化和制造数字化的相关技术已经非常成熟，重点在于对数字化的认识、理解，进而应用，这个过程是一个循序渐进的过程；同时，数字化的设计概念也已经从单纯的平面 CAD 设计或是 CNC 加工中得到延伸，并逐步地进入三维设计、虚拟现实、3D 打印等领域。通过数字化设计与互联网的结合，使得设计的远程、协调、参与的功能得以实现，尤其是在日益强调个性化设计和制造的今天，数字化的新模式为未来新的商业模式提供了坚实的技术基础。制鞋行业属于时尚与技术并存的行业，既需要制造出消费者喜爱的款式、同时又需要设计的合理性和安全性，这就要求鞋类设计制造的精确度和模型化。因而，数字化设计为制鞋行业带来了新的发展契机。

在本书中，将通过八个主题进行展开，分别为：数字化设计概论、鞋类产品生命周期、鞋类大数据的研究、鞋类信息平台的构建、鞋类数字化设计平台的构建、基于有限元法的数字化分析技术、计算机辅助制造基础和基于 Delcam shoemaker 的鞋类数字化设计实例。首先我们从数字化的定义入手，阐释了鞋类数字化的内涵和研究范围，并对现有的文献进行全面论述；然后，对鞋类产品生命周期及周期中的各个环节进行了讲解；接下来从大数据的角度诠释制鞋行业的信息化过程，并列举了大数据应用的实际案例；在后续的两个部分中，先后通过对信息平台 and 数字化设计平台的架构、主要软硬件系统的逻辑关系、核心技术等方面进行了详细的论述；同时，描述了引入以有限元为代表的数字化分析技术在科研和生产中的实际应用；在数字化制造方面，重点讲解



了3D 打印的关键技术和流程；最后一个部分，我们以 Delcam shoemaker 为代表，介绍了主要鞋类产品的设计案例。

本书第1、3、5、6章由周晋（四川大学）编写；第2章由徐波（四川大学）完成；第4章由冯雨果（西华大学）编写；第7章由张伟娟（中国皮革和制鞋工业研究院）编写；第8章由吴建欣（浙江红蜻蜓鞋业股份有限公司）和庞栋（北京 Delcam 系统集成有限公司）撰写。

因此，本书重点对制鞋行业中数字化技术的理论方法、特点和应用软件进行归纳总结，通过理论和应用的结合，为鞋类从业人员提供数字化和信息化方面学习的素材，从而让他们能够明确鞋类数字化的内涵和特点，了解基本的原理和表现形式，最后通过实际的案例进行学习和掌握。本书的编写为制鞋行业的数字化改造提供了理论支持，也为制鞋行业鞋类数字化转型、升级提供应用参考及人才培训的支持。

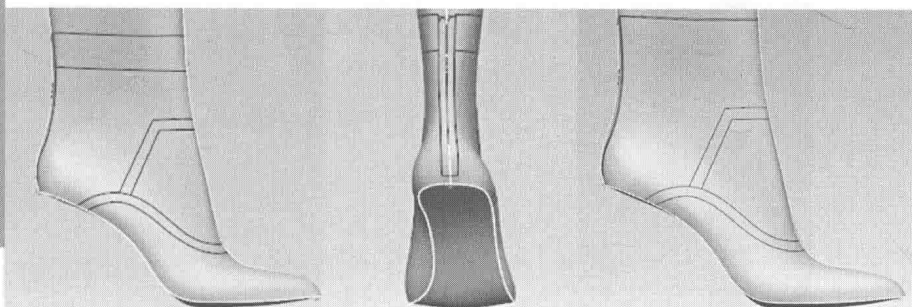
周晋

2016年12月



目录

C o n t e n t s



第 1 章 数字化设计概论1

- 1.1 鞋类数字化技术的基础2
- 1.2 国内外研究现状及趋势3

第 2 章 鞋类产品生命周期15

- 2.1 鞋类产品生命周期的概述15
- 2.2 鞋类产品的生命周期管理19

第 3 章 鞋类大数据的研究23

- 3.1 鞋类大数据的定义23
- 3.2 鞋类大数据研究的意义24
- 3.3 大数据的应用领域24
- 3.4 大数据及数据挖掘的基础理论25
- 3.5 数据挖掘的方法26
- 3.6 制鞋行业的大数据平台30
- 3.7 制鞋行业大数据应用的水平和发展趋势32
- 3.8 制鞋行业大数据的研究内容33
- 3.9 大数据在制鞋行业的应用一——
 门店销售终端关注率的研究35
- 3.10 大数据在制鞋行业的应用二——
 消费者消费行为的研究42
- 3.11 大数据在制鞋行业的应用三——主要分析模型及应用 ...43

第 4 章 鞋类信息平台的构建63

- 4.1 信息平台建设的主要内容63

4.2 信息平台的建设思路	63
4.3 流行信息模块设计	64
4.4 设计和开发信息模块设计	70
4.5 生产信息模块设计	77
第 5 章 鞋类数字化设计平台的构建.....	86
5.1 鞋类数字化设计平台的定义	86
5.2 平台建设的必要性	87
5.3 数字化设计平台的构成	87
5.4 数字化设计平台的关键技术	89
第 6 章 基于有限元法的数字化分析技术	108
6.1 有限元建模及分析法简介	108
6.2 有限元技术在生物力学分析和鞋类产品评价中的应用 ..	110
6.3 足部有限元建模的基本原理	113
6.4 足部生物力学的有限元分析	114
6.5 有限元法在鞋类评价中的应用	121
第 7 章 计算机辅助制造基础	131
7.1 计算机辅助制造的基本概念	131
7.2 3D 打印	132
7.3 基于互联网的3D 打印平台	135
第 8 章 基于 Delcam shoemaker 的鞋类 数字化设计实例	138
8.1 女鞋设计	138
8.2 男鞋设计	144
8.3 运动鞋设计	149
8.4 休闲鞋设计	153
8.5 童鞋设计	155
8.6 靴子设计	157
参考文献.....	160

第 1 章

数字化设计概论

信息化与工业化的融合是当今世界制造业发展的主要趋势。党的十六大报告中提出“以信息化带动工业化、以工业化促进信息化的发展。”党的十七大报告又提出“发展现代产业体系，大力推进信息化与工业化融合。”而2010制造业信息化科技工作会议指出“信息技术已经成为促进经济社会发展的核心动力，成为全球产业结构优化升级的核心推动力和加速世界现代化的重要力量。”因此，信息化是传统制造业转型升级的重要途径。

数字化技术作为信息化的重要手段，实现了信息化的产业化应用；运用数字化技术的手段，能够有效提升制造业的信息化水平，提高产品研发效率，这也是目前传统制造型企业转型和创新发展的新思路 and 高效武器。数字化是指培养、发展以计算机为主的、以智能化工具为代表的新生产力。数字化的内涵包括两个方面：一是管理数字化（包括 ERP 管理系统、数字化仓储物流系统、电子商务系统等），其任务是将管理过程中的各种指令或表单数据化，从而实现企业内部数据的传递和共享；二是生产制造的数字化，主要包括计算机辅助设计系统（Computer Aided Design System: CAD）和计算机辅助制造系统（Computer Aided Manufacturing System: CAM）；前者的任务是在产品设计阶段，辅助完成设计任务规划、概念设计、结构设计、详细设计、结构优化设计、工程设计等；后者着重在生产加工阶段，完成数控编程、加工过程仿真、数控加工、质量检验、产品装配等工作。

传统的信息化和数字化在企业内部都是由不同系统组成的，由于系统间的数据兼容性差，导致了众多信息孤岛的形成。这些孤岛使得同一个产品开发的协作过程十分困难，因此互联和互通是未来发展的主要趋势。在互联网日益普及的今天，通过由互联网所组成的企业产品生命周期网络，实现了互联网大数据的获取、挖掘、分析和转化利用，继而补充了信息化的内涵；同时，解决在发展过程中出现的新问题，也是当前制造型企业所面临的核心课题。

作为典型的传统劳动密集型制造业的制鞋行业，在信息化和数字化之路上举步维艰，这一方面说明了鞋类产品数字化的关键技术复杂，另一方面也说明了鞋类数字化技术理论缺乏，以及鞋类数字化技术相关软硬件系统开发的局限性，同时专业技术人员的数量少和



水平不高, 这些因素严重制约着鞋类行业的数字化应用及普及。因此, 在本书中, 我们详细梳理了鞋类数字化技术的脉络, 从基础的 CAD 和 CAM 的基本原理、结构和关键技术讲解入手, 逐步引入制鞋行业大数据的研究方法和有限元的分析技术, 并以案例形式讲解了鞋类数字化技术在鞋款设计中的应用。通过本书, 我们旨在构建鞋类数字化技术的基本原理, 为制鞋行业数字化的应用构建出理论架构。

1.1 鞋类数字化技术的基础

1.1.1 鞋类数字化的定义

数字化包括两个主要概念: 狭义的数字化及广义的数字化。狭义的数字化是将许多复杂的信息转变为可以度量的数字、数据, 再以这些数字、数据建立起对应的数字化模型, 这就是数字化的基本过程; 而广义的数字化还包含制鞋产品生命周期中所产生的大量数据、图像及模型。其中, 数字化的技术主要涵盖了 CAD 和 CAM 两个主要领域, 如三维建模技术、虚拟渲染技术、产品加工策略技术等方面。因此, 我们可以将鞋类数字化技术引申为: 鞋类数字化技术是将鞋类产品生命周期中所涉及的部件、设计方法、加工方法、工艺流程等内容数字化, 并以数据、图像、模型等方式呈现的技术。

1.1.2 鞋类数字化的内涵

鞋类数字化技术的发展包含了三个阶段的任务: 第一阶段, 鞋类产品生命周期的数字化及相关技术研究; 第二阶段, CAD, 即数字化设计及分析技术的研究; 第三阶段, CAM, 即数字化制造技术的研究。

第一阶段: 主要对鞋类产品生命周期中的关键数据进行采集, 并形成鞋类大数据。针对这些数据进行挖掘和研究, 从而获得相关结论用以指导鞋类产品研发、生产、营销活动。相关的技术主要有: 鞋类产品生命周期的识别技术、鞋类产品生命周期各环节数据的采集技术、数据挖掘技术、大数据分析技术等。

第二阶段: 主要是将鞋类产品设计过程进行数字化, 即采用逆向工程、三维设计、渲染和虚拟现实技术来实现鞋类产品的设计和呈现过程; 分析技术则主要体现在运用有限元分析手段对产品的结构和性能进行理论性评价。相关的技术主要有: 三维扫描成型技术、逆向工程技术、曲面建模技术、有限元建模及网格划分技术等。

第三阶段: 主要对鞋类产品及相关部件进行数字化加工的过程, 即采用 3D 打印技术、CNC 加工技术等方式实现鞋类产品的数字化制造。主要的技术有: 3D 模型分层技术, CNC 路径策略等。

1.1.3 鞋类数字化的目标及意义

鞋类数字化的目标是实现制鞋行业从信息、设计、生产制造、销售和服务全产业链的



数字化,并通过数字化技术的规模应用,实现鞋类产业的转型升级。

全球制造业的竞争从20世纪初期的规模化及降低产品成本、20世纪中期的提高企业整体效率及产品质量,至20世纪后期的交货期、质量、价格和服务等方面,逐步发展至21世纪的创新和创造能力的竞争。创新和创造能力体现在产品研发速度和针对市场的反应速度两个方面。因此,为提高创新和创造能力及效率,数字化战略已成为跨国制造企业产品创新的首选战略。

制造业的数字化是制造技术、计算机技术、网络技术与管理科学的交叉、融和、发展与应用的产物,也是制造企业、制造系统与生产过程、生产系统之间协同、交互的必然趋势。随着信息技术的不断发展,制造业的数字化能力不断加强,制造技术与信息技术交叉融合的能力不断提升,制造业数字化成为信息技术改造传统产业和实现信息化带动产业升级的突破口。因此,传统制鞋行业需要通过借助其他制造行业数字化的经验,缩短转型升级的时间周期,实现产业的转型升级。

1.2 国内外研究现状及趋势

目前国内外专家和学者对鞋类数字化技术做了大量的研究,分为以下五个方面:鞋类产品生命周期的研究、鞋服大数据的研究、制鞋 CAD/CAM 技术的研究、虚拟展示技术的研究以及数字化设计平台的研究。

1.2.1 鞋类产品生命周期研究的现状及趋势

1.2.1.1 现状

产品的生命周期(Product Life Cycle)是指由投入期、成长期、成熟期和衰退期四个时期构成的产品生命历程;而针对生命周期及过程的管理,称为产品生命周期管理(Product Life Cycle Management)。基于互联网和信息化变革的背景之下,需要首先梳理产品生命周期的特点,并开展系统性研究,才能够掌握产品研发和销售的趋势及规律,从而取得产品在市场中的领先优势。

英国的 Gompertz(龚伯兹)参考某类产品的原型和国内外类似产品的销售统计记录,用数学的方法和类比的方法,把产品生命周期的研究与生物老化现象的规律(成长曲线)结合起来,提出了 Gompertz 曲线模型。Gompertz 曲线的出现标志着产品生命周期理论的研究从定性研究转变为定量研究。而以美国市场营销大师菲利普·科特勒^[1]为主的学者们用产品生命周期概念描述出各阶段主要营销挑战的特性,并提出企业应实行的可供选择的营销战略。随着经济的进一步发展,国际间的交流越来越频繁,产品的需求不断扩散,使得产品的生命周期在时间和空间广度上实现了延长。基于国际间的贸易,Vernon^[2]对此进行了深入研究,形成了以研究国际贸易为核心的产品生命周期理论。随着信息技术革命和全球的互联网化,产品生命周期在技术创新中获得了新的生命,衍生出了技术生命周期理论、



技术 S 曲线等。

虽然我国在生命周期理论研究方面起步晚,但现有的研究已经构建出了有中国特色的产品生命周期体系。汪兴东^[3]针对数码产品生命周期短的特点,建立模型来描述数码产品的生命周期;李锐娟^[4]以短生命周期产品的库存和价格折扣问题为出发点,描述短生命周期产品的变质现象,并提出了建立库存模型的三种方法:①以变质率为基础提出假设,将时间和产品变质率作为变量,建立了变质率与时间的关系模型;②考虑到短生命周期产品单位库存成本不断增加,价格将不断下降,其持有时间越长、风险越大等特点,建立了时间与风险的关系模型;③考虑到短生命周期产品价格持续下降,产品价格的不断下降造成无形变质,建立了短生命周期产品的价格与时间的关系模型。最后,她将三个模型结合建立了新的库存模型。类似的,王琦^[5]围绕短生命周期产品的价格折扣问题进行讨论,由于短生命周期产品有特定的属性,使得产品的经销商经常降价销售来避免产品过分贬值。他们通过对价格折扣时机的抉择和价格折扣额度的确定两大部分展开讨论,最终提出一个简单的模型来帮助我国短生命周期产品经销商定量的掌握产品价格折扣时机选择的科学方法。

在产品领域,张建超^[6]利用产品生命周期对产品生命周期的指导作用,将“产品生命周期概念”引入色彩设计,探讨色彩与产品生命周期之间的联系,运用营销学、色彩学、哲学、流行色等理论和方法,归纳总结了基于产品生命周期的色彩营销与产品色彩设计方法。同时,何秋霞^[7]和杨雨雨^[8]针对服装产品生命周期短的特点,研究了服装各产品的生命周期模型,并基于四家大型服装企业的部分销售数据,建立了相关服装产品生命周期模型。

鞋类产品属于短生命周期产品,具有较高的换代频率。其生命周期也具有特定的特点。现有的方法是将鞋类产品周期与鞋类销售变动情况相结合,通过建立鞋类产品生命周期模型,来提高鞋类产品销售预测的精度。同时,鞋类产品生命周期也是受消费者需求偏好所支配的需求转移过程,研究鞋类产品生命周期也需要对研究消费者需求转移的影响进行评价。正常情况下,需求变动会促进产品的更新换代。现有的理论指出,新一代产品对老一代产品的替代率越高,则老一代产品的“老化”程度就越高;当替代率到达100%,老产品就退出市场。随之也会影响到旧产品的销售情况,但旧产品的销售情况也与市场容量的变化有关,因此,产品销量和销量增长率无法完全准确地反映出产品需求的变动,也不能作为研究产品生命周期的唯一参考因素。同时,现有的认识也指出,鞋类产品生命周期适用于特定的细分市场,具有独特性和不可替代性。不同的细分市场侧重点各有不同,这也直接导致鞋类产品在不同的细分市场中,产品生命周期不一样。此外,鞋类产品的生命周期受到季节更替、潮流走向、科学技术等外在因素的影响,产品生命周期曲线呈现出各种各样的形式,因而,鞋类产品生命周期的研究是一个复杂的科学和管理课题。

1.2.1.2 发展趋势

在互联网和信息化背景下,新型的产品生命周期不仅仅包括产品从开始到结束的过程,同时,更加注重产品生命周期内涵的延伸。一方面,运用大数据的思想构建产品信息的采



集平台、分析平台和共享平台，并在流行趋势、产品研发方面开展研究；另一方面，结合数字化设计和虚拟渲染的方式实现产品的展示，定义新的消费者体验，从而对生命周期内涵进行补充。因此，在本书中，我们结合了传统与未来的产品生命周期的方法原理对鞋类产品的生命周期特点和规律做出详细的分析。

1.2.2 鞋服行业大数据研究

随着 Web2.0 时代的到来和云计算、物联网、移动互联网的快速发展，实时性应用产生了海量的流数据^[9]。在大数据时代，数据的利用能力和信息的发现能力决定了商业价值的成败，快速高效地从数据中挖掘和发现有用的信息越来越显得重要，因此，大数据的研究成为各行各业的热点话题。目前国内外针对大数据的研究分为三个方面：针对大数据的基础理论研究、针对大数据挖掘方法的研究以及大数据在不同行业的应用。

1.2.2.1 针对大数据的基础理论研究

现有的研究将大数据定义为：“所涉及资料的数据量规模是巨大的，并且已经膨胀到无法通过当前主流软件工具在合理时间内完成获取、管理、处理以及整理成帮助决策者做出更好决策的有效信息的程度。大数据的另一个含义是指下一代新的数据分析技术和框架，可以被用于支持高速的数据海量获取、高效存储和实时分析^[10]。”更多的国内外研究则针对大数据对世界的改变。在2011年5月，麦肯锡全球研究机构发布的《大数据：创新、竞争和生产力的下一个前沿领域》^[11]中表示，充分利用大数据可使得客户、企业等能够获得可观的利益：个人定位服务提供商可以增加价值高达6000亿美元的营业收入；大数据同样也可以帮助美国医疗保健行业每年提升3000亿美元产值，并可帮助美国零售业获得60%以上净利润的增长；Hey 等^[12]主编的《第四范式：数据密集型的科学发现》从研究模式转变的角度分析“大数据”及其带来的革命性影响。人们已经不只是关心数据建模、分析和科学数据等基础设施的构建知识，同时也越来越关心对广泛的网络和海量数据的有效利用，以构造基于数据的相关研究，因此诞生了数据密集型的知识发现，即科学研究的第四范式。迈尔·舍恩伯格在《大数据时代》^[13]一书中指出，大数据给我们生活带来信息风暴的影响，大数据不仅影响了工作、生活和思维，而且在新的数据时代引起思维变革、商业变革和管理变革。

我国虽然在大数据研究领域起步晚，但是发展迅速，并已成为我国信息技术革命的驱动力。李国杰院士在《大数据研究：未来科技及经济社会发展的重大战略领域——大数据的研究现状与科学思考》^[14]中介绍了大数据时代的特征，也描述了大数据的一些挑战：高效处理非结构化数据或半结构化数据、新型数据表示方式、数据融合等，提出在大数据时代下的战略需求以及数据处理方式都需要进行重新思考和研究，并试图引起广大研究者针对基于大数据的科学研究。

1.2.2.2 大数据的价值

大数据的核心是预测。在互联网行业，利用大数据进行专业分析可以为企业制定完善的经营策略提供决策支持，社交网络、电子商务网站以及搜索引擎通过挖掘海量社交数据、



在线交易数据和搜索关键词数据来进行用户细分,使广告投放更精准有效,从而实现利益最大化;在金融业,基于大数据的行业分析可以帮助金融机构做出科学高效的决策;在电信业,对大数据的分析可以提高营销的精确性、优化产品设计方案,以最快的速度对消费者的反馈做出反应,提高客户满意度;在零售业,对大数据的分析可以掌握实时市场动态,及时调整产品结构,抓住促销时机,作为全球最大的零售企业——沃尔玛,就是结合客户交易数据、天气数据等创造高营业额的行业典范。

1.2.2.3 针对数据挖掘方法的研究

Jiawei Han 等人在《数据挖掘——概念与技术》^[15]一书中,将大数据的分析流程分为数据清理和集成、数据仓库、数据挖掘、模式、评估和表现;同时对大数据的挖掘理论和挖掘方法进行了介绍。U. Fayyad 等^[16]提出了广为使用的 KDD 框架,KDD 包含一系列的过程:数据选择(Data Selection)、预处理(Preprocessing)、转换(Transformation)、数据挖掘(Data Mining)和解析(Interpretation)。而 I. Geist^[17]从三层的角度对 KDD 的过程建模:模型角度(Model View)、数据角度(Data View)、过程角度(Process View)。Yao 等^[18]则提出了一个三层架构:哲学层(Philosophy Layer)、技术层(Technical Layer)、应用层(Application Layer)。

1.2.2.4 大数据在不同行业的应用

经过前面两个部分的基础研究,大数据终于得以在各行各业落地开花。本书重点针对大数据在鞋服行业的应用情况做介绍。国外最为著名的大数据应用公司 Editd 通过 twitter、Facebook 来收集消费者把某一元素积极的或是消极的情绪转化为数据,并且可以观察随着时间的推进,人们对此元素的喜爱程度如何发生变化,从而整理出流行单品的商品配置、促销策略、定价、顾客情绪以及新兴趋势,Editd 也能从大数据中提取观点和分析提供给客户,这些都是普通趋势网站所不能实现的^[19]。陈灵哲的报道指出^[20],大数据对创意行业有着深刻的改变,这种改变发生在前所未有的信息获取、有用户感知和参与度的设计创新、实时互动评价的协同创新。曹红奎^[21]应用大数据的神经网络模型,构建了产品设计(包括产品造型设计师、原理与结构设计工程师)、制造、销售、消费者(用户)和主管部门5类人群,根据每类人群对产品认知的角度、侧重点以及专业背景的不同,制定对应的评价指标体系,使得每个评价群体都能在其认知范围内对产品设计进行准确(或较准确)的评价。

1.2.2.5 大数据发展的趋势

根据现有国内外的研究报道,虽然大数据在制鞋行业的应用已经逐渐从数据流深入到图片、视频等复杂数据的分析方面,然而就目前的文献报道,制鞋行业的应用水平与互联网行业、汽车行业等成熟产业在应用大数据获取商业价值方面有一定的差距,这些差距主要体现在以下几个方面:①对消费者消费行为研究上,较少采用多维度的参数描绘消费者与鞋类产品以及产品成交率之间的关系;②产品开发的大数据化欠缺,由于产品开发所基于的流行趋势主要是图片,针对图片的处理能力和自动化能力的不足,使得大数据对于实



际开发的指导有限；③在营销策略上，目前制鞋行业的营销分析在很大程度上属于基础性的“描述分析”，缺乏“预测性分析及分析模型的应用”。因此，综合以上三点，制鞋行业面临着全面大数据的准备期和适应期，需要加快建立所适用的大数据处理、分析方法和分析模型的研究。

大数据的思想在制鞋行业的未来发展和转型中起着至关重要的作用，对于企业产品的开发，能够更加精准地满足不同类型消费者的需求；对企业的营销，能够更加具有策略性，更加有针对性地制定营销方案；对企业的销售终端、产品布置等方面，大数据能够帮助经营者更加吸引消费者的注意力，从而将消费者的兴趣转化成为购买行为。因而，可以推测大数据决定着未来制鞋行业的成败。

1.2.3 CAD/CAM 技术研究进展

CAD (Computer Aided Design) 是一种用计算机硬软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法与技术，包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动，它是一种新的设计方法，也是一门多学科综合应用的新技术。CAD 技术的核心和基础是计算机图形处理技术。因此，CAD 技术的发展与计算机图形学的发展密切相关，并伴随计算机及其外围设备的发展而发展。20世纪50年代，第一台图形显示器由美国麻省理工学院 (MIT) 发明，但因其只能进行显示输出，故称之为“被动式”图形处理。随后，MIT 林肯实验室又开发出具有指挥和控制功能的 CRT 显示器，使用者可以用光笔进行简单的图形交互操作，这预示着交互式计算机图形处理技术的诞生和 CAD 技术雏形的出现。从20世纪60年代开始，美国的一些大公司和实验室开展了计算机图形学的大规模研究，CAD 这个术语也被人提出。在这个时期，开始出现具有实用功能的 CAD 系统，如美国通用汽车公司用于汽车车身设计的 DAC-1 系统，洛克希德飞机制造公司集设计、分析、制造于一体的 CAD/CAM 系统，贝尔电话公司用于印刷电路设计的 GRAPHIC-1 系统等。由于当时计算机软硬件设备的巨大和昂贵，无法大面积地推广，故而 CAD 技术的应用仅限于高科技产业、实验室与军事工业^[22]。

由于这个时期 CAD 软件的发展受软硬件技术的限制，处理和运算的功能较为简单，大多是采用线框建模技术来进行产品设计工作。采用这种技术的软件，仅能表现出设计对象大致的几何造型，对于外观或结构复杂的模型就无法胜任。这种模型仅是有限空间里点与线的组合，无法给予足够的定义，就无法对对象特点做出明确的定义，在造型上也会产生不确定性，这就给设计制造工作带来很大的困难。

20世纪70年代，工业技术急速发展，尤其是交通方面的产业。对速度的追求与流体力学的关注，使得人们对于外观曲面呈流线形产品的需求大幅增加。此时计算机辅助设计逐渐被大众所认知，但这个时期的硬件设备与软件技术尚未达到一定的规模，CAD 软件仍旧以线框建模为主。但法国人贝塞尔 (Bézier) 提出一种以其命名的算法，使得计算机在运算曲线及曲面造型上更为光滑，带动了曲面建模 (Surface Model) 技术的发展，也影响了



计算机辅助制造在处理对象表面加工方面的技术,使产品制造能够与设计理念更为精密准确的契合^[22]。

20世纪80年代是 CAD 技术的快速发展期,得到广泛应用的 AutoCAD 就是于1982年由美国的 AutoDesk 公司所研发。此时 2D 与 3D 软件竞相发展,对象建模的模式也由曲面建模 (Surface Model) 转变为实体建模 (Solid Model),这种技术将基本几何造型的元素预先内置于软件内,配合布尔运算来建构出完整的产品形态,被称为 Constructive Solid Geometry (简称 CSG) 构造实体几何^[22]。这种技术有效缩短了建构模型的时间,简化了程序,并且加入动态尺寸标示模式使得产品造型的修改更为方便。同时也解决了以往无法计算产品的质心、重心、惯性矩等问题,减少了设计与实际工作上所发生的冲突。然而这种实体建模技术也存在着一些缺点,就是设计师在建模时,必须有着清晰的设计概念并能够赋予计算机明确的尺寸数据,如果产品设计需要改变,就必须按步骤重新建构所需外形,也就是说这种方式在模型修改方面受到了较大的限制。到了80年代中期,一群致力于改善现有 CAD 技术的人创立 Parametric Technology Corp (PTC) 参数科技公司。他们研究开发出以输入参数的方式对模型进行尺寸修改的软件,即现在大家所熟悉的参数化设计,其代表软件为 Pro/E。这时计算机在软硬件技术上也日渐成熟,这种以实体造型技术加上可设定参数的改良软件迅速席卷了 CAD 软件市场,并广泛应用于运动学分析、物理特性计算、装配干涉检验、有限元分析等方面。

第五次变革则是由复合式建模与变量式建模的发展带来的。复合式建模从名称上可知是集线框建模、曲面建模与实体建模技术为一体的技术,软件以模块化的方式将其建模功能融入软件设计中,并采用部分参数化的设计。但部分以参数控制的建模方式,仍旧存在缺点。因为将模型的尺寸定义放宽,也常导致在文档格式转换时数据资料的流失。而变量式设计则是以参数式建模为基础发展出的新技术,这种技术完全摆脱了以尺寸作为定义的模式,给设计者提供了更加灵活的可弹性修改的空间,这种技术也被称为 VGX (Variational Geometry Extended),即超变量化几何。较著名的软件如 UG、CATIA、I-DEAS 与 Solid Works 皆采用这类技术^[22]。

第六代 CAD 技术被称为行为建模 (Behavioral Model),这也是新一代 PTC 的 Pro/Engineer 核心。这种建模技术的强大功能体现在三个方面:智能模型、目标驱动的设计能力和开放的可扩展的开发环境。行为建模包括构造设计、灵敏度分析、可行性分析、多目标设计和用户自定义特征等内容。借助行为建模器 (Behavioral Modeler),设计师可以迅速抓住设计理念,定义好设计参数,规划出最好的解决方案,然后由计算机在短时间内计算出最佳结果,不必浪费大量时间在重复的操作和计算分析上。可以说,行为建模技术将成为三维设计的最好助手。

总结上述 CAD 软件技术的发展历程,共可分为六个阶段,如图1-1所示,可清楚地了解其发展演变的过程。