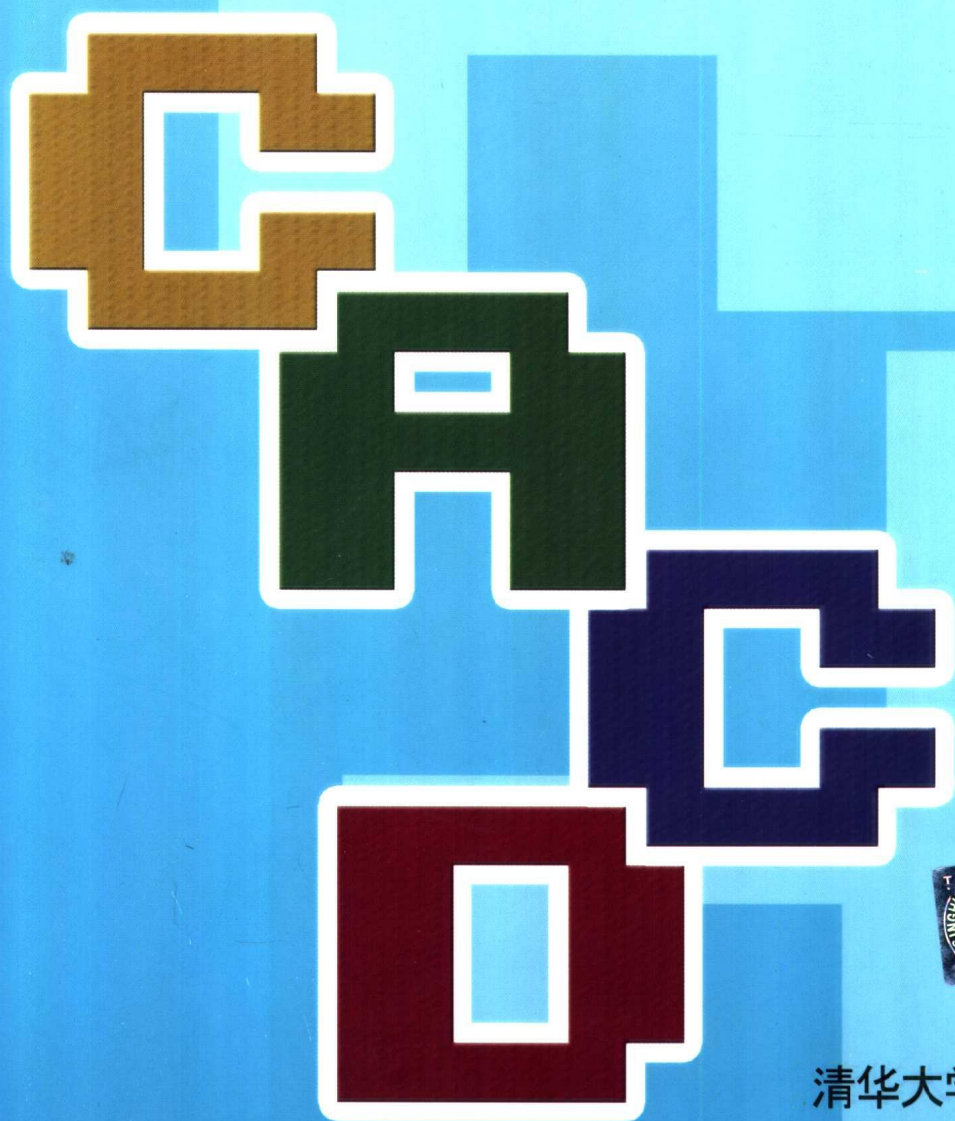


计算机辅助概念设计

孙守迁 黄琦 等著



清华大学出版社

计算机辅助概念设计

孙守迁 黄琦 等著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统地讲述近年来国内外计算机辅助概念设计的最新发展与成果。全书共分9章,第1章介绍了产品概念设计与计算机辅助概念设计的内涵、特点、研究内容、研究现状与发展趋势;第2章~第9章分别介绍了产品概念设计及过程、产品概念设计建模技术、面向产品概念设计的形态设计、面向产品概念设计的色彩设计、基于组件特征模型的产品布局设计、面向产品设计过程的人机工程建模技术、计算机支持的协同概念设计技术,以及基于广义特征的产品概念设计方法与技术。

本书适用于工业设计、计算机应用、工程设计、数字化艺术与设计、人机工程学、数字化设计与制造等学科的工作者,包括研究人员、教师、研究生、大学本科高年级学生等,也可以作为广大从事软件开发、产品设计和研究的科技人员的培训教材或工具参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助概念设计/孙守迁等著. —北京:清华大学出版社, 2004.8

ISBN 7-302-08673-7

I. 计… II. 孙… III. 计算机辅助设计 IV. TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第047678号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 许存权

文稿编辑: 陈韦凯

封面设计: 钱 诚

版式设计: 杨 洋

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 17.5 彩 插: 2 字 数: 404 千字

版 次: 2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号: ISBN 7-302-08673-7/TP·6216

印 数: 1~5000

定 价: 26.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

序

随着经济全球化的形成，21 世纪我国制造业将面临来自全球的严峻挑战。同时，现代科技的迅猛发展，尤其是计算机技术的飞速进步和广泛应用，微电子、信息、新材料及集成技术的发展，深刻地影响着产品设计开发过程、制造过程、营销和售后服务过程，并改变着产品的结构和功能。

目前在设计领域，后期的详细设计阶段应用的 CAD 技术已相当成熟，而作为包含了从产品需求分析到详细设计之间的概念设计阶段的研究，在国内外还处于起步时期。然而，这一研究因其困难性和重要性已越来越受到国内外众多专家学者以及企业界人士的关注。

浙江大学现代工业设计研究所早在 20 世纪 90 年代初就已经开始了对概念设计的探索研究。经过十几年的理论研究和大量的设计实践，该所初步形成了较为系统的概念设计理论、方法、技术以及系统，这些成果对设计领域尤其是计算机辅助概念设计领域的应用有较好的借鉴作用，也为其他科研院所在此领域的研究提供了宝贵的经验。

《计算机辅助概念设计》一书的出版，是对他们辛勤付出的回报。我相信，该书的出版，将会为我国计算机辅助概念设计理论、方法、技术以及系统的研究做出重要贡献，并为这一交叉学科的发展提供探索性的思路。

潘云鹤

2004 年 2 月于浙江大学

前 言

随着中国加入 WTO, 中国企业将面临本土企业和跨国企业的双重竞争。在这个阶段, 如何提升产品竞争力, 占领市场的制高点, 使中国由制造大国走向制造强国; 如何掌握用户、市场及技术的变化并转化为用户最需要、最适用、最满意的新产品, 已经成为产品创新设计领域所要解决的关键问题。

在产品创新设计中, 创新性表现最为集中和突出的阶段是产品的概念设计阶段。产品概念设计是指从产品需求分析到详细设计之间的设计过程, 包括功能设计、原理设计、外形设计、布局设计和初步的结构设计等。从工业设计角度看, 概念设计则是指在产品的功能和原理基本确定的情况下产品外观造型的设计过程, 主要包括外形设计、人机工程设计和布局设计。然而对于产品设计而言, 从市场调研获得的顾客需求一般是朦胧的、多种多样的和定性的。此外, 延时的需求将会导致滞后的产品设计, 有效的市场反馈也无法及时作用于产品概念设计。因此, 在整个概念设计过程中都要对需求说明进行修改, 使得需求分析与概念设计之间高度耦合, 频繁迭代, 所以, 有时候也可以把需求分析阶段纳入概念设计的范畴。

在短时间内设计创新概念产品, 用来与顾客进行交流或得到市场反馈信息, 进行初步的设计评价, 以保证开发出具有竞争力的创新产品, 必须寻求计算机对概念设计的支持。然而传统的 CAD 系统虽能完成复杂、精确和完整的三维造型, 但由于其本身并不是为概念设计而开发的, 同时缺乏设计方法学的支持, 故未能体现概念设计的创造性特点。计算机辅助概念设计 (Computer-Aided Conceptual Design, CACD) 技术及系统的研究与开发就是根据产品设计的理论、方法以及设计过程而有效组织的理论、方法等的要求, 发展计算机辅助概念设计技术, 建立一个分布、智能、开放的计算机辅助概念设计平台, 达到辅助设计师进行产品创新的目的。我们力求通过这一研究, 推动在概念设计阶段的产品创新, 提高我国企业的新产品开发能力。

在设计阶段早期应用 CACD 系统至少有以下好处: (1) 增加创造力及表现能力; (2) 提供一个信息交流的平台, 提升沟通质量; (3) 有效提高产品概念设计的质量; (4) 减低开发费用; (5) 加快开发速度, 更为简捷地生成设计方案。

本书以产品创新为核心, 将需求分析纳入概念设计的范畴, 侧重从工业设计角度, 如产品外形设计、人机工程设计与布局设计来研究计算机辅助概念设计, 进而研究计算机应用于概念设计中的技术及系统, 形成了一个涵括产品概念设计理论、方法、技术及系统的框架。本书从产品概念设计及过程、产品概念设计建模技术、外形设计、色彩设计、产品布局设计、人机工程设计、计算机支持的协同概念设计、基于广义特征的产品创新设计等几个方面系统地阐述了计算机辅助概念设计。



本书作者从 20 世纪 90 年代初即从事计算机辅助工业设计与概念设计方向的研究，先后完成了国家 863 计划、国家计委高技术产业预研项目等数项项目，还连续担任第一至第五届国际计算机辅助工业设计与概念设计学术会议程序委员会（或大会）副主席，在国内外核心刊物上发表论文 100 余篇。此外，本书作者还给浙江大学计算机科学与技术学院的研究生开设《计算机辅助工业设计与概念设计》课程，期间不断更新教学内容，以科研带教学，以教学促科研，受到了听讲学生的普遍欢迎。正是其多年教学经验的积累和科学研究的收获，为本书的写作奠定了坚实的基础。

本书共 9 章，由孙守迁教授拟定各章内容和细目，并与其他作者进行了充分的讨论和修改。黄琦博士撰写了第 3、6、8 章，宋瑜博士撰写了第 2、5 章，柴春雷博士撰写了其中第 7 章，孙守迁教授负责撰写了其余的 3 章，最后由孙守迁教授负责全书的统稿、润色和校订。

本书是在浙江大学校长潘云鹤院士的关心和支持下完成的，林宗楷研究员、祁国宁教授、胡志勇教授、陆长德教授对本书的写作也给予了热情的鼓励，还要感谢参与本书相关内容研究工作的博士生和硕士生：邵春、包恩伟、唐明、楼程辉、李岳梅、许宇荣、陆亮、陈正盛、王火亮、郑文斌、邵未、孙凌云、顾彬、董占勋等。

必须强调指出，这方面的研究工作，得到了国家 863/CIMS 主题长期有力的资助，得到了国家 863/CIMS 主题专家组专家们长期的具体指导，在此感谢国家 863 计划对本书第 3、6、8 章部分内容的研究给予的资助；感谢国家计委产业化前期项目对本书第 7 章部分内容的研究给予的资助。

由于时间仓促，加之目前国内在产品概念设计的基础研究还处于发展阶段，本书中难免会有错误和不足，敬请读者指正。

作者 谨识于
浙江大学求是园
2004 年 2 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 产品创新的核心——产品概念设计	1
1.1.1 产品设计发展历程与趋势	1
1.1.2 产品概念设计内涵	3
1.1.3 产品概念设计特点	4
1.2 计算机辅助概念设计	5
1.2.1 发展由来	5
1.2.2 基本内容	6
1.2.3 研究现状	7
1.2.4 发展趋势	14
第 2 章 产品概念设计及过程	16
2.1 现代产品概念设计理念	16
2.1.1 功能主义风格	16
2.1.2 高科技风格	17
2.1.3 改良高科技风格	18
2.1.4 阿基米亚和孟菲斯	18
2.1.5 后现代主义风格	19
2.1.6 极简主义风格	19
2.2 产品概念设计要素解析	20
2.2.1 功能要素	20
2.2.2 布局要素	23
2.2.3 形态要素	24
2.2.4 色彩要素	26
2.2.5 人因要素	28
2.2.6 结构要素	29
2.3 产品概念设计流程	30
2.3.1 产品概念设计流程描述	30
2.3.2 设计概念的产生、定位与决策	32
2.3.3 产品系统设计与评价	34



第3章 产品概念设计建模技术	37
3.1 产品概念设计建模技术概述	37
3.1.1 概念设计建模技术现状分析	37
3.1.2 概念设计表达模型	39
3.1.3 概念设计建模理论的若干问题	45
3.2 组件特征模型	48
3.2.1 引言	48
3.2.2 组件特征的基本内涵	49
3.2.3 组件特征的表达	52
3.2.4 组件特征操作	54
3.2.5 组件特征的关联网络模型	56
3.3 基于组件特征模型的概念设计建模技术	57
3.3.1 基本思想	57
3.3.2 基于组件特征模型的概念设计产品模型	57
3.3.3 基于组件特征模型的概念设计过程模型	59
3.3.4 概念设计模型的实现	61
3.4 基于组件特征模型的产品概念设计系统 ——PCDS I	61
3.4.1 系统框架及模块构成	61
3.4.2 PCDS I 辅助创新工具包	64
第4章 面向产品概念设计的形态设计	65
4.1 基于形状文法的产品形态设计	65
4.1.1 SG 的描述	65
4.1.2 SG 推理过程	66
4.1.3 SG 的用途及局限	67
4.2 基于产品语义学的形态设计	68
4.2.1 产品语义学概述	68
4.2.2 基于产品语义学的形态设计	69
4.3 形态设计中智能推理技术	71
4.3.1 引言	71
4.3.2 基于规则的推理 (RBR)	72
4.3.3 基于模型的推理 (MBR)	74
4.3.4 基于实例的推理 (CBR)	75
4.4 面向云南省旅游产品的工艺品形态创新设计系统	78
4.4.1 系统概述	78
4.4.2 系统流程	80



4.4.3 系统框架及模块构成	81
4.4.4 实例说明	83
第 5 章 面向产品概念设计的色彩设计	85
5.1 色彩的本质与要素	85
5.1.1 色彩的本质	85
5.1.2 色彩的要素	86
5.1.3 色立体	87
5.1.4 色彩对比与调和	89
5.2 色彩混合	90
5.2.1 加色混合	90
5.2.2 减色混合	90
5.2.3 平均混合	91
5.3 色彩心理	92
5.3.1 色彩的通感	92
5.3.2 色彩的联想与象征	93
5.4 面向产品概念设计的色彩应用	94
5.4.1 产品概念设计中色彩应用的发展	94
5.4.2 产品概念设计中色彩的制约因素	95
5.4.3 面向产品概念设计的色彩应用举例	97
5.5 面向产品概念设计的计算机辅助色彩设计	99
5.5.1 计算机色彩模型	99
5.5.2 计算机辅助色彩设计	102
第 6 章 基于组件特征模型的产品布局设计	107
6.1 产品布局设计技术现状分析	107
6.2 基于组件特征模型的产品布局设计技术	108
6.2.1 布局问题的提出	108
6.2.2 布局方案中人机约束的扩展	109
6.2.3 布局方案表达	111
6.2.4 布局设计的推理	116
6.2.5 基于组件特征的产品布局设计过程	117
6.3 基于视元模型的实体立面图形的智能生成技术	119
6.3.1 实体立面图形的概念	119
6.3.2 视元模型	120
6.3.3 基于视元模型的实体立面图形的智能生成	122
6.3.4 视元模型的建立	124



6.4	布局方案设计系统——LSDS.....	125
6.4.1	系统总体构成	125
6.4.2	系统实现	125
第 7 章	面向产品概念设计过程的人机工程建模技术	129
7.1	面向产品概念设计过程的人机工程	129
7.1.1	人机工程技术概述	129
7.1.2	产品概念设计中的人机工程	130
7.1.3	概念设计阶段人机工程的作用	130
7.1.4	人机系统计算机模拟	131
7.1.5	人体测量与人体尺寸	132
7.1.6	动作与姿势问题	134
7.2	基于二维人体模板的人机工程建模	136
7.2.1	二维人体模板	136
7.2.2	人体侧面的数学模型	138
7.2.3	作业范围求解	140
7.2.4	二维人体模板的应用	143
7.3	基于三维虚拟人体的人机工程建模	144
7.3.1	引言	144
7.3.2	虚拟人体数据结构	144
7.3.3	虚拟人体运动骨架	149
7.3.4	虚拟人体的运动模型	150
7.4	人机工程仿真软件原型系统开发及实例研究	158
7.4.1	引言	158
7.4.2	人机工程仿真软件总体框架	159
7.4.3	基于二维人体模板的摩托车人机工程评价.....	161
7.4.4	汽车驾驶座椅人机工程评价	164
第 8 章	计算机支持的协同概念设计技术	174
8.1	协同概念设计原理及关键技术	174
8.1.1	计算机支持的协同工作 (CSCW)	174
8.1.2	计算机支持的协同设计 (CSCD)	177
8.1.3	Agent 技术	183
8.1.4	协同概念设计的求解模型与工作机制	185
8.2	概念设计多模型的协同机制	186
8.2.1	概念设计多任务模型	186
8.2.2	概念设计协同工作机制	187



8.2.3 概念设计多模型的知识表达	188
8.2.4 概念设计协同工作的过程描述	190
8.3 多布局专家协同设计	191
8.3.1 协同布局设计模型	191
8.3.2 多布局专家协同工作机制	194
8.3.3 协同布局设计系统结构	195
8.4 冲突检测与协调	196
8.4.1 冲突的预防	197
8.4.2 冲突的检测	197
8.4.3 冲突的解决	198
8.5 面向产品布局和人机工程的协同设计	201
8.5.1 基于人机工程布局设计的多专家智能协同机制	202
8.5.2 产品布局与人机工程协同设计模型	204
8.6 人-人交互支持技术	207
8.6.1 人-人交互模型	207
8.6.2 人-人交互界面开发工具	209
8.7 协同概念设计集成化技术	209
8.7.1 框架结构	209
8.7.2 数据管理	213
8.7.3 设计流程管理	216
8.7.4 图档管理	217
8.8 协同概念设计系统——CCDS	220
8.8.1 系统概述	220
8.8.2 系统实现要求	221
8.8.3 系统总体结构	222
8.8.4 系统详细结构图与功能模块说明	223
第9章 基于广义特征的产品概念设计方法与技术	227
9.1 概述	227
9.2 基于图像的生理特征参数提取和三维模型重建	227
9.2.1 特征参数的提取和定位	227
9.2.2 摄像机定标	230
9.2.3 体积模型的生成	231
9.2.4 表面重建	232
9.2.5 纹理映射	239
9.3 广义特征方法与技术	240
9.3.1 广义特征概念	240



9.3.2	广义特征关键技术	243
9.3.3	广义特征对产品概念设计的支持	248
9.3.4	基于广义特征的产品概念设计模型	249
9.3.5	基于广义特征的人机工程设计	250
9.4	计算机辅助的眼镜配置与创新设计原型系统	257
9.4.1	系统概述	257
9.4.2	系统体系结构	257
9.4.3	系统应用示例	259
参考文献		261

第 1 章 绪 论

1.1 产品创新的核心——产品概念设计

中国已经成为工业生产的大国，但还不是工业生产的强国。我国的产品大多以 OEM 贴牌加工的方式变成了外国的货品，而即使是我们自有品牌的出口，也因为设计的粗陋使得中国制造的产品成了低质低价的代名词，过于注重模仿与引进，不注重自主知识产权和产品创新设计是我国多数产品的通病。一个非常著名的提法是，中国要成为世界产品的“生产车间”，但与那些跨国企业生产的造型新颖、工艺考究的产品赚取的成倍利润相比，这个生产车间为自己创造的利润只有 1%~2%。

惟有创新，才能令中国企业走上自强之路；惟有重视设计，才能令中国由“制造大国”走向“制造强国”。

中国工程院院士、浙江大学校长潘云鹤教授在谈到产品创新时说，创新有两类：第一类是原理上的改变，如从无到有的创新，比如科技发明；第二类创新是在第一类的基础上进行改进，这类改进更符合使用者的行为习惯和个性需求。在产品概念设计过程中，能集中体现这两类创新的工作就是产品概念设计。

产品概念设计作为设计过程的早期阶段，其核心就在于产品创新。一旦概念设计被确定，产品设计的 60%~70%也就确定了，而概念设计阶段所花费的成本和时间在总的开发成本和设计周期中占的比例通常都在 60%以下，并且很难或不能在详细设计阶段纠正产品设计的缺陷。因此产品概念设计质量与效率不仅对产品的创新性、功能的合理性、使用的宜人性和外观造型的美观性等起着决定性的作用，同时也直接影响到整个产品的开发周期、上市时间、生产成本等重要因素。

1.1.1 产品设计发展历程与趋势

纵观产品设计过程的发展历程和趋势，大致可分成如图 1-1 所示的 4 个发展时期。

1. 第一时期（20 世纪六七十年代）

这一阶段把设计过程划分为功能设计（阐明任务书）、原理设计（方案设计）和技术设计（结构设计）三大阶段。在这个阶段，计算机辅助技术主要局限于工程设计绘图的层次，并没有打破传统的设计过程划分。制造过程也主要是基于传统的“制造装配→实样试验→批量生产”的流程。



2. 第二时期 (20 世纪八九十年代)

随着计算机图形学特别是三维 CAD 系统的迅速发展,这一阶段的产品设计过程开始在相当大的程度上依赖于计算机的辅助。设计过程一般被分为概念设计、方案设计和详细设计 3 个阶段。其中,概念设计是创造性设计思维阶段,方案设计是概念设计与详细设计的过渡阶段,包括功构映射、初步结构设计、方案布置设计等,详细设计则主要是在 CAD 系统的支持下确定产品各类参数的过程。在这一阶段,一些新的制造模式如计算机集成制造系统 (CIMS)、并行工程 (CE) 等得到了深入研究并逐步应用于企业的生产实践。

3. 第三时期 (20 世纪九十年代后期)

这一阶段,由于真实感显示、多媒体、虚拟现实 (VR) 等技术的发展以及 CAD 系统的逐渐完善和广泛应用,设计过程变得更加紧凑、简捷,概念设计的内涵和范围逐步扩大,一般就分成概念设计和详细设计两个阶段。各阶段目标也更为明确。其中,概念设计是指产品设计早期的创造性设计阶段,目的在于实现产品创新。而详细设计主要是面向装配和制造,将概念设计方案详细化、精确化,同时修正存在的不妥之处。

这一阶段,VR 技术不仅应用于设计过程中的各个环节,而且也应用于产品的装配、检测和评价上,如虚拟原型 (Virtual Prototype)、虚拟装配 (Virtual Assembly) 和虚拟产品 (Virtual Product) 等。此外,出现了一些新的制造模式如数字样机 (Digital Mock-up, DMU)、敏捷制造 (Agile Manufacturing, AM) 等。

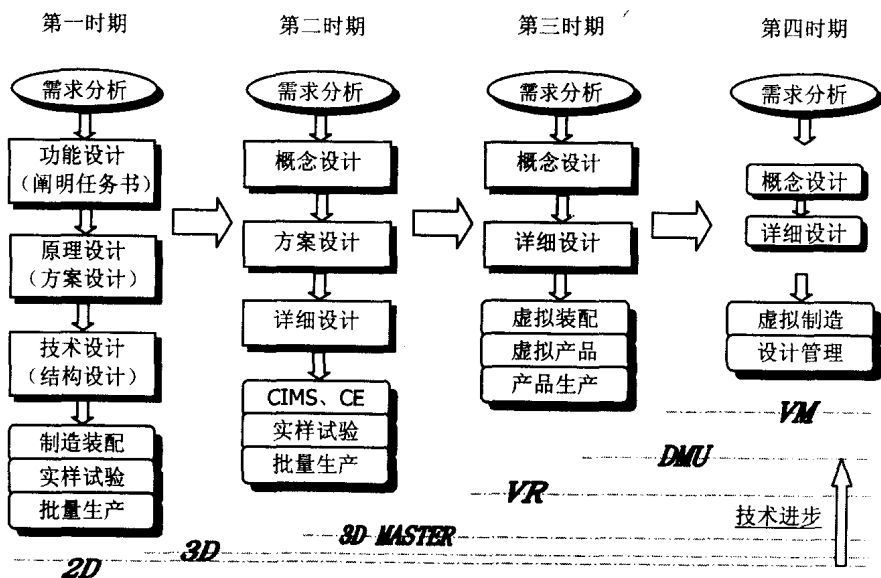


图 1-1 产品设计过程的发展历程与趋势

4. 第四时期 (21 世纪初期)

到了这一阶段,产品的制造模式将发生根本性的变化,基本上达到虚拟制造 (Virtual



Manufacturing, VM), 甚至敏捷制造的水平。设计过程高度集成化, 概念设计和详细设计几乎并行进行。先进的 CAD 系统提供了一个数字化、集成化、协同化、智能化、网络化的设计开发环境。

1.1.2 产品概念设计内涵

从产品设计过程的发展历程可看到, 随着设计过程的逐渐紧凑、目标分化以及 CAD 技术的逐步发展和应用, 概念设计的内涵也在不断地发生变化。为能对概念设计作一个全面的形式化定义, 针对其发展状况, 从以下 3 个方面加以考虑:

(1) 定位的完整性

从设计方法学的角度看, 完整意义上的概念设计包含了工程设计与工业设计两大部分, 两者密不可分。但由于历史的原因, 它们一直处于分裂的局面, 前者主要由工程师完成, 后者则由工业设计师完成。

工程设计界将概念设计界定为产品设计的创造性设计思维阶段, 目的在于求得满足功能需求的原理解, 即产品的功能设计、原理设计以及初步的结构设计。不少学者从工程设计学出发, 提出了层次概念设计模型、工程设计概念模型、基于功率键图的概念设计等概念设计建模方法。

工业设计界则将其定义为在功能、原理基本确定的情况下, 考虑产品结构、人机工程、形态、色彩、制造以及成本等因素在内的产品外观造型的设计, 即产品的形态设计、色彩设计、布局设计与人机工程设计。不少学者从产品设计方法学出发, 提出了造型文法、色彩文法、形状文法等产品概念设计原理、原则与方法。

此外, 由于需求设计与概念设计之间高度耦合, 迭代非常频繁, 所以有时候也可以把需求分析纳入概念设计的研究范畴。

(2) 计算机的支持

在信息技术迅猛发展的今天, 产品概念设计已离不开计算机的支持。概念设计内涵的不断变化, 其最大的驱动因素就在于计算机技术的不断发展。

当前, 计算机辅助概念设计 (Computer-Aided Conceptual Design, CACD) 的研究已受到众多学者的关注。CACD 系统能满足概念设计师的各类特殊需求, 更为简捷地生成设计对象, 有效地提高概念设计的质量, 可避免因设计失败而造成开发成本的浪费, 并提供了一个进行信息交流和对象评价的更好的平台。

(3) 产品创新为目的

产品的创新性是产品是否具有竞争能力的关键因素。而概念设计是产品设计过程中创新表现最为集中、最为突出的一个阶段, 其目的就在于追求产品的创新。概念设计与产品创新密切相关。

综上所述, 概念设计可定义为产品早期设计阶段, 在 CACD 系统支持下进行产品创新设计的过程, 包括了产品在功能、原理、形态、色彩、布局、人机工程和结构这 7 个方面



的创新活动，如图 1-2 所示。

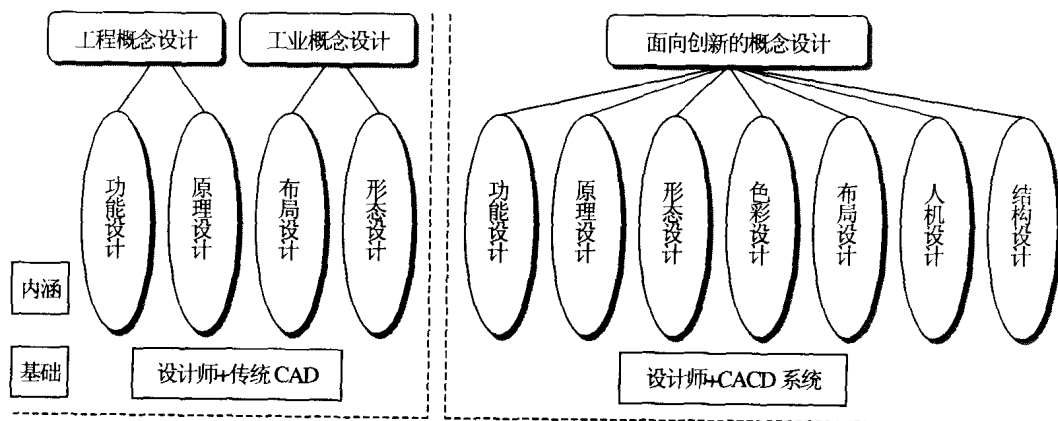


图 1-2 概念设计新内涵

① 功能设计：将需求分析转化为功能设计任务书，并针对市场需求进行功能上的改进或创新的过程。

② 原理设计：按照功能设计说明书，进行产品原理解的求取和创新的过程。

③ 形态设计：包括各部件的形状、材料、工艺、表面造型、肌理在内的产品形态创新过程。

④ 色彩设计：在功能、材料、批量生产的加工手段、时尚、生理、人机工程学等条件的制约下，对设计的形体赋予色彩。

⑤ 布局设计：根据排列方式、配置方式、尺寸比例等要素进行产品布局。

⑥ 人机设计：考虑产品与人以及环境的全部联系，全面分析人在系统中的具体作用，明确人与产品的关系，确定人与产品关系中各部分的特性及人机工程学要求设计的内容。

⑦ 结构设计：包括尺寸、结构、部件之间连接关系在内的产品结构创新过程。

图 1-3 描述了概念设计中 7 个方面的产品创新。其中，以功能创新和原理创新为主的产品概念设计往往是创造性设计，而以布局创新、形态创新、色彩创新、人机工程创新和结构创新为主的产品概念设计主要是变型性设计。它们虽存在一定的相互独立性，但在实际的概念设计过程中往往相互影响，相互制约。

1.1.3 产品概念设计特点

概念设计阶段的工作高度体现了设计的艺术性、创造性、综合性。随着时代的进步，设计的难度日益增大，很难全面准确地捕捉市场现实和潜在的需求，也很难把握众多相关领域技术的发展。整体而言，概念设计具有如下特性：

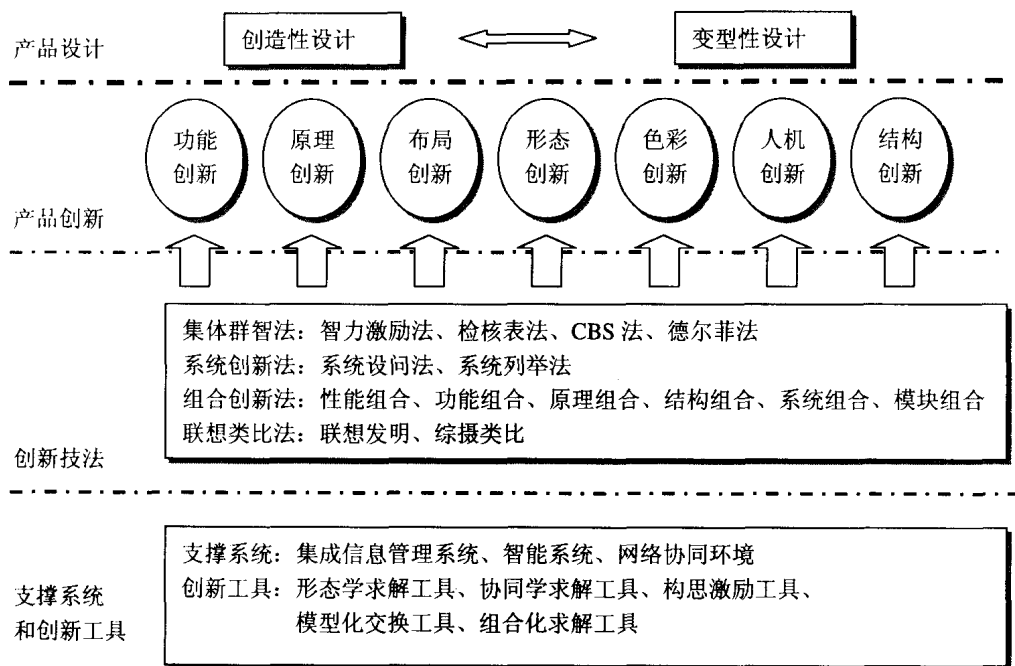


图 1-3 概念设计中的产品创新

(1) 创新性——创新是概念设计的灵魂。只有创新才有可能得到用户最需要、最适用、最满意的新产品。这里的创新可以是多层次的，如，从结构修改与替换、布局变换的低层次创新工作到工作原理更换、功能修改和增加、形态变异、人机约束满足等高层次的创新活动看，都属于概念设计的范畴。一个新产品在功能、原理、形态、色彩、布局、结构、人机工程、材质、工艺等任一方面的创新，都会直接影响产品的整体特性，影响产品的最终质量和市场竞争力。

(2) 多样性——概念设计的多样性主要体现在其设计路径的多样化和设计方案的多样化。不同的市场需求，不同的功能定义、分解，不同的工作原理，不同的产品形态，不同的布局形式等，都会产生完全不同的设计思路和设计方法，从而在产品概念设计中产生完全不同的解决方案。

1.2 计算机辅助概念设计

1.2.1 发展由来

概念设计是一个创造性设计的过程。但目前以 CAD 为核心的计算机辅助工具主要应用