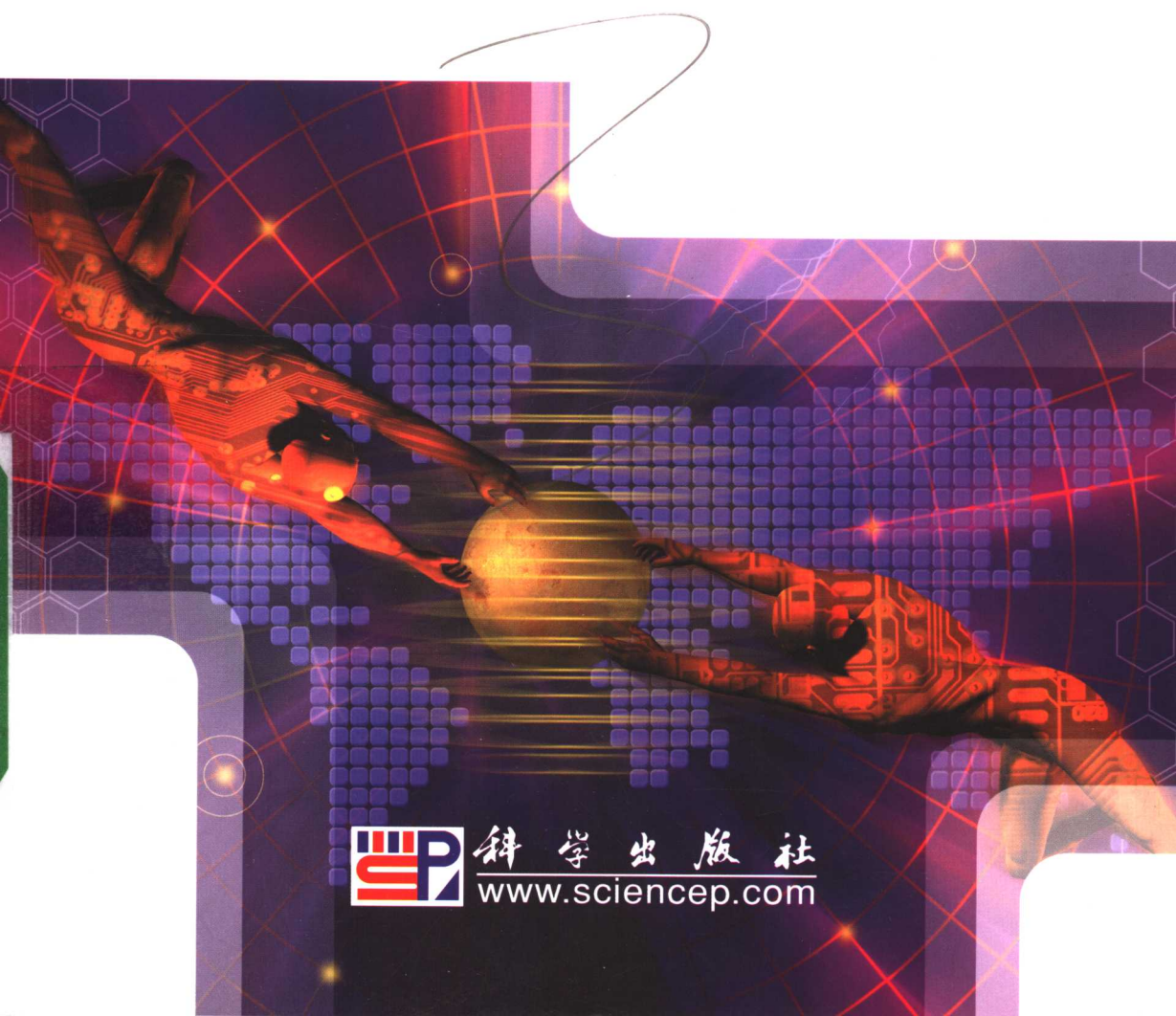


创新设计的协同 与决策技术

马 峻 著



科学出版社
www.sciencep.com

TH13-39/52

2008

创新设计的协同与决策技术

马 峻 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以创新设计中的协同与决策为研究对象,以协同设计过程中的信息交互和协同决策为主线,阐述了创新设计的协同设计技术理论与方法。主要内容包括设计协同中信息交互的本体论方法;协同与决策过程中的基于 Petri 网的设计任务协调机制以及基于粗糙集设计知识冲突消解方法;采用博弈论方法描述设计协同关系以及决策模型;通过分析多层次设计优化策略,提出了考虑不确定性的多层次设计优化算法;同时针对协同设计过程中的 workflow 管理与过程控制通信 Agent 技术进行分析,设计并提出了支持协同设计 workflow 管理模型以及基于 Agent 的协同通信原语。最后给出了针对创新设计的协同与决策的应用实例。

本书可供从事计算机应用和先进制造技术等研究领域研究的人员以及从事计算机集成制造的企业界科技人员阅读,也可作为高等院校自动化、计算机应用以及机械类专业高年级本科生和研究生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

创新设计的协同与决策技术/马峻著. —北京:科学出版社, 2008
ISBN 978-7-03-020816-3

I. 创… II. 马… III. 机械元件-计算机辅助设计 IV. TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 007676 号

责任编辑:王志欣 任 静/责任校对:陈玉凤

责任印制:刘士平/封面设计:王 浩

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>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2008 年 1 月第一次印刷 印张: 12 1/2

印数: 1—3 000 字数: 239 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

先进设计技术是推动技术创新的原动力，而计算机技术的迅速发展为先进设计技术带来了全面的变革，大量的基于计算机辅助设计技术的先进方法和理论应用于技术创新中，极大地提高了企业的技术创新能力。在当前知识经济的时代，技术创新已成为企业参与国内外竞争的主旋律。创新设计之设计协同中的协同与决策是目前先进设计技术研究的一个热点。

作者自 2001 年攻读博士学位以及随后从事博士后研究，一直将协同设计作为一个重要的研究方向，在博导刘宏昭教授以及博士后合作导师肖田元教授的悉心指导下，对协同设计的相关理论和方法进行了系统的研究，取得了一定的成果。本书是作者近几年在此方面科学研究成果的集中体现。

作者认为对协同设计技术的研究可从不同的角度和层面进行，其中协同与决策是比较核心的两个问题，二者在协同设计研究中相辅相成。因此，如何在协同设计过程中有效地实现设计参与者的协同以及决策成为本研究的重点。同时通过对协同设计中协同与决策的研究，可以揭示协同设计的组织特性和知识推理特性，从不同的学科角度研究协同设计，充分体现当今学科研究的交叉特性，为创新设计赋予更新的语意。

本书以创新设计之协同设计的协同与决策为主线，各章主要内容如下：

第 1 章综述了创新设计的基本概念，阐述了支撑设计协同和决策的关键技术，总结了协同设计的基本理论和研究现状，由此引出设计的协同性与决策性；第 2 章在分析协同设计中设计参与者之间的信息交互以及协同设计环境存在异构性基础上，提出了建立产品设计信息的本体，通过一阶逻辑和描述逻辑对产品本体进行互补描述，设计了本体的影射算法，提出了基于产品本体模型设计产品数据模型的方法；第 3 章根据协同设计过程所具有协同性与决策性，在分析协同与决策冲突产生原因的基础上，提出了基于 Petri 网的设计任务协调机制，通过引入粗糙集理论，建立了基于距离公式和决策空间的设计知识冲突消解算法，并提出了面向协同设计冲突消解的技术框架；第 4 章通过引入博弈论的理论来描述了协同设计参与者之间的协同设计关系，建立了基于博弈协议的协同设计模型，提出了协同设计中应用博弈论求解的技术框架以及基于博弈论的简约、建模和求解的协同设计求解方法；第 5 章针对在解决复杂设计问题中的分解策略，通过比较协同子空间优化、协同优化以及 BLISS 法，提出了面对不同设计情况下所采取的策略，根据在设计初期存在的设计变量不确定性现象，提出了采用区间表达设

计变量不确定性的方法,并提出了考虑不确定性的多层次设计优化算法;第6章对协同中的 workflow 技术进行了分析,设计了面向协同设计的 workflow 表达形式,提出了基于 HLA 模式的协同设计 workflow 管理模型;第7章针对协同与决策中的 Agent 技术,分析了协同与决策引入 Agent 的必要性,提出了基于 Agent 的协同设计建模方法以及模型,设计了基于 Agent 的协同设计原语;第8章针对原型开发涉及的设计需求分解、CORBA 封装分布式数据库技术、智能推理 Prolog 技术以及异构信息的 XML 技术,提出了相应的实现方法;第9章结合前几章提出的理论和方法,设计开发了满足测量系统协同设计的原型系统;第10章对本书所论述的相关理论和技术进行总结。

本书的研究成果还得益于清华大学范文慧副教授,西安理工大学的吉晓民教授,大连理工大学的褚金奎教授,西安交通大学的林志航教授、洪军教授以及李云龙老师,太原科技大学的曾建潮教授,中北大学的王爱玲教授等多位专家近几年的悉心指导,在此作者向导师和各位专家表示衷心的感谢!

由于作者学术水平有限,一些学术观点的不妥之处恳请专家、学者指正。书中文法的欠妥之处,恳请读者指正。

本书承蒙国家“十五”科技攻关项目子专题(项目编号:2001BA201A5)、山西省自然科学基金项目(项目编号:20011056)的资助。

马 峻

2007年10月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 创新设计	2
1.2.1 设计与创新	2
1.2.2 创新设计	4
1.3 设计是基于决策的设计	5
1.4 设计是基于协同的设计	7
1.5 支持协同的决策技术	9
1.6 支撑技术研究现状	10
1.7 协同设计概述	11
第 2 章 面向协同与决策的产品信息描述	19
2.1 相关概念	19
2.1.1 产品模型	19
2.1.2 本体论	21
2.1.3 逻辑表达	25
2.2 产品本体	27
2.2.1 零件本体	27
2.2.2 特征本体	28
2.2.3 参数本体	29
2.2.4 需求本体	30
2.2.5 约束本体	32
2.3 产品信息描述	33
2.4 本体间的影射	34
2.4.1 问题提出	34
2.4.2 基本概念	35
2.4.3 本体的影射算法	37
第 3 章 过程建模与冲突管理	40
3.1 过程建模方法与协同设计	40
3.1.1 过程建模的常用方法	40
3.1.2 传统的设计过程建模方法的不足	41

3.1.3 协同设计过程模型	43
3.2 协同设计过程中的冲突	44
3.2.1 协同设计中冲突产生的原因以及特点	44
3.2.2 协同设计中冲突的一般解决策略以及本研究的切入点	45
3.3 基于时序关系的协同设计任务冲突消解	46
3.3.1 关于协同设计 Petri 网的几个基本概念	46
3.3.2 基于时序关系的协同设计任务冲突消解机制	48
3.4 基于粗糙集的协同设计知识消解	51
3.4.1 知识冲突的粗糙集理论	51
3.4.2 基于距离概念的冲突消解算法	54
3.4.3 基于决策空间的冲突消解算法	57
3.5 支持协同设计的冲突管理	60
第 4 章 协同中的博弈论	62
4.1 折衷决策支持问题	63
4.1.1 目标规划与折衷决策支持问题	63
4.1.2 面向设计决策的折衷决策支持问题	64
4.1.3 系统描述折衷决策支持问题	67
4.2 协同设计中的博弈	67
4.2.1 协同设计引入博弈	68
4.2.2 博弈论的基本概念	70
4.2.3 协同设计中博弈论的相关概念	72
4.3 协同设计中的博弈论方法	73
4.3.1 博弈论作为设计过程的抽象	73
4.3.2 协同设计博弈论中的三种协议	73
4.3.3 面向三种博弈协议的协同设计求解模型	76
4.3.4 利用博弈论求解协同设计问题的技术框架	83
4.4 博弈论方法与传统设计方法比较	85
4.5 应用分析	86
第 5 章 多层次设计优化问题	90
5.1 协同设计中的多层次设计优化	90
5.1.1 多层次设计产生与多层次设计优化提出	90
5.1.2 协同设计问题的层次性	93
5.2 协同设计中多层次优化策略	94
5.2.1 协同子空间优化 CSSO	95
5.2.2 协同优化 CO	96
5.2.3 分层集成系统综合 BLISS 法	97
5.2.4 三种设计优化策略比较	98

5.3 协同设计中不确定性的传播问题	102
5.3.1 问题的形式化	102
5.3.2 不确定性影响的传播	103
5.3.3 面向最大最小情况下的不确定性分析	104
5.3.4 考虑不确定性的多层次设计优化	105
5.4 实例分析	106
第6章 协同中的 workflow 技术	113
6.1 协同设计中引入 workflow 管理	113
6.1.1 协同设计过程特点	113
6.1.2 协同设计 workflow 基础	115
6.2 支持协同设计工作的 workflow 管理体系	121
6.2.1 支持协同设计工作的 workflow 管理体系结构	121
6.2.2 支持协同设计的 workflow 管理系统逻辑结构	123
6.3 协同设计 workflow 表达	125
6.3.1 协同设计 workflow 元模型	125
6.3.2 协同设计 workflow 流程角色定义	128
6.3.3 设计版本管理与控制	130
6.4 基于 HLA 的分布式协同设计 workflow 技术	132
6.4.1 HLA 技术	132
6.4.2 基于 HLA 的分布式协同 workflow	136
第7章 协同与决策中的 Agent 技术	139
7.1 Agent 技术	139
7.1.1 Agent 基础	139
7.1.2 Agent 通信语言	141
7.2 基于 Agent 的协同与决策	142
7.2.1 协同与决策中的逻辑关系	142
7.2.2 基于 Agent 的协同设计建模	143
7.2.3 基于 Agent 的协同设计形式化描述	144
7.3 基于 Agent 的过程控制工作模式	145
7.4 基于 Agent 的协同原语设计	147
7.5 基于 Agent 的协同设计平台系统	151
第8章 系统实现关键技术研究	154
8.1 设计需求的分解技术	154
8.1.1 设计需求的分解	154
8.1.2 面向设计对象的分解算法	155
8.1.3 需求分解算法的测量系统需求分解	156
8.2 分布式系统的 CORBA 技术	158

8.2.1 CORBA 技术的基础	158
8.2.2 Delphi 对 CORBA 的支持	159
8.2.3 CORBA 封装数据库对象	159
8.3 智能逻辑推理的 Prolog 技术	160
8.3.1 Prolog 技术的基本概念	160
8.3.2 Visual Prolog 应用系统动态链接库的创建及调用技术	160
8.4 异构信息互用性的 XML 技术	163
8.4.1 异构数据库传统的访问方法	163
8.4.2 通过 XML 实现异构数据库之间的数据交换	163
8.4.3 基于 XML 的无回溯语义约束算法	167
第 9 章 协同与决策原型系统开发	169
9.1 原型系统实现的逻辑结构	169
9.2 原型系统的实现方法	170
9.3 测量系统设计分析	171
9.3.1 测量系统设计问题提出	171
9.3.2 方案确定	172
9.4 测量系统设计需求分解	173
9.5 测量系统协同设计产品信息定义	173
9.6 测量系统协同设计的数据模式转换	177
9.7 测量系统协同与决策设计中的冲突管理	179
9.8 测量系统协同设计的博弈论方法	180
9.9 测量系统的多层次设计优化	182
9.10 Prolog 知识库的调用与推理	185
第 10 章 结束语	187
参考文献	189

第 1 章 绪 论

1.1 引 言

计算机软硬件技术和网络技术的迅速发展,以及市场竞争的日趋激烈,使得传统的设计方法受到了巨大的挑战,随着各种先进制造技术和设计方法的产生,基于现代制造哲理的设计内涵发生了变化,其所包含的功能和范围在不断延伸,产生了如下几个方面的变化^[1~5]:

(1) 内涵扩大化。不但包括传统的产品设计,还包括了产品设计过程中的工艺规程设计、工艺装备准备、结构分析等过程的面向整个产品生命周期的设计。

(2) 人员构成多学科化。伴随着产品设计内涵的扩大,参与产品设计的人员构成也日趋多学科化。不仅有产品设计人员,还有工艺设计人员、工程分析人员、市场销售人员以及客户等。各种成员之间的学科专业具有多样性,面向产品设计的各个不同侧面,从不同的角度对产品设计进行评价和完善。

(3) 组织行为并行化。为了加快产品开发的速度,要求设计过程尽量并行,通过组织协同设计团队进行设计活动。一方面协同设计团队通过以面向产品生命周期的设计达到缩短产品开发过程的目的;另一方面,协同设计团队之间通过任务分配、冲突协调等机制,使设计任务能够并发地进行,从而大大地缩短了设计进程。

(4) 地点分布化。设计过程复杂程度不断提高、多种成员参与设计的现实不可避免地导致了设计人员的地点趋于分布化,网络技术(Internet/Intranet)的飞速发展更加速了这一趋势。通过网络可以为分布各地的设计人员提供一个虚拟的设计环境,在这个环境中设计人员地点的分布对于设计任务来说是透明的。

(5) 辅助工具多样化。设计过程多元化使得设计人员使用的计算机辅助工具也向多样化发展,不仅有传统设计所使用的 CAD 系统,还有诸如 CAPP、CAE、CAM 等 CAX 工具以及进行产品数据管理的 PDM 等。

基于上述设计内涵的变换以及现代辅助设计技术的发展,创新设计成为现代设计技术的主旋律,而作为敏捷制造、虚拟制造以及网络化制造的重要体现,创新设计中的协同技术与决策技术成为当前研究的热点和技术前沿。

1.2 创新设计

1.2.1 设计与创新

1. 设计

1) 设计的本质

什么是设计？所谓设计，就是尽可能少地消耗以材料、能源、劳动力、资金等形态存在的资源，而创造出满足预先陈述的功能要求的物质实体，以实现对其一设计对象潜在要求的过程。实际上，设计本身就是一种创造，是设计者进行的一种有目的、有意识、有计划的活动。

设计的发展与人类历史的发展一样，是逐渐进化、逐步发展的。例如，人类开始的设计是一种单凭直觉的创造活动。这些活动的意义仅仅是为了满足生存。为了保暖就剥下兽皮或树皮，稍加整理就披在身上防寒，也就设计了服装；为了猎取动物，分食兽肉，就设计了刀形斧状的工具，这也许就是最初的结构设计。

后来设计发展了，不再仅仅是为了生存，而上升到为了生活质量的提高和满足精神上的某种需要。人们开始利用数学与物理的研究成果解决设计问题。当设计的产品经过实践的检验，并有了丰富的设计经验以后，就开始归纳总结出各种设计的经验公式；还通过试验与测试获得各种设计参数，作为以后设计的依据。同时开始借助于图纸绘制设计产品，逐步使设计规范化。

现在的设计或称现代设计，则不论从深度还是广度都发生了巨大的变化，已不再把时间花费在烦琐的计算与推导上；平面图纸的设计也逐渐被取代，出现了优化设计、并行设计、协同设计和虚拟设计等；设计产品更新换代的时间逐渐缩短，第一代产品刚问世不久，第二代、第三代产品则很快会接踵而来。例如，自1790年美国实施专利制度以来，至今已有600多万件专利。前100万件用了85年，后100万件只用了8年。在最近8年里，平均每天产生专利300件。在这样一个迅猛发展的时代，人们的要求越来越高，也就对设计以及设计工作者提出了更高的要求。设计向什么方向发展，设计如何解决现代人的需求，已经成为重要的话题。

2) 设计的类型

产品设计视情况不同大体可以分为三种类型，见表1-1所列。

由表1-1可知，开发性设计和适应性设计明显占大多数，因此在现代计算机等先进辅助设计技术的支撑下，设计的创新性可以最大限度地得到发挥。

表 1-1 机械产品设计的三种类型

类 型	含 义	占设计总数的比例/%
开发性设计	在工作原理、功能结构等完全未知的情况下,运用成熟的科学理论或经过试验证明可行的新技术,设计出过去没有的新型机械。这是一种完全的创新设计	25
适应性设计	在工作原理、功能结构基本保持不变的前提下,对产品作局部的变更或新设计少数零部件,以改变产品的某些性能或克服原来的某些明显缺陷。这是具有部分创新的设计	55
变型设计	在工作原理、功能结构基本保持不变的前提下,对产品作尺寸大小或布置方式的改变,以适应于量的变化要求。此类设计中,不但功能和解的原理不变,而且不会出现诸如材料、应力、工艺等方面的新问题	20

2. 创新

一谈到创新,大家自然会想到发明、专利、新产品开发等,其实,创新具有更广泛的含义。“创新”一词一般认为是美国一位经济学家舒彼特最早提出的。他把创新的具体内容概括为五个方面:①生产一种新产品;②采用一种新技术;③利用或开拓一种新材料;④开辟一个新市场;⑤采用一种新的组织形式或管理方式,如对资源的更有效整合等。

同时,他还指出:“所谓创新是指一种生产函数的转移”。

创新是人类文明进步的原动力。创新对人类科学的发展产生巨大的影响,使科学成为历史上推动社会进步和社会变革的有力杠杆。创新是技术和经济发展的原动力,是国民经济发展的基础,是体现综合国力的重要因素。当今世界各国之间在政治、经济、军事和科学技术方面的剧烈竞争,实质上是人才的竞争,而人才竞争的关键是人才创造力的竞争。

概括地说,创新就是创造与创效。它是集科学性、技术性、社会性、经济性于一身,并贯穿于科学技术实践、生产经营实践和社会活动实践之中的一种横向性实践活动。

创新理论体系的内容框架可以用框图来描述,见图 1-1。其中,技术创新为创新的主导地位,作为一个国家,它的存在或竞争实力大小、经济发展和社会进步的程度,最终取决于技术创新(作为地区和企业也是同样)。其他创新活动均为技术创新服务。

意识创新起先导作用,没有创新意识也就没有创新活动。

制度创新起保证和促进作用,即促进技术创新。自改革开放以来,中国的经济体制已逐步由计划经济体制转向社会主义市场经济体制,这为技术创新创造了良好的宏观环境。

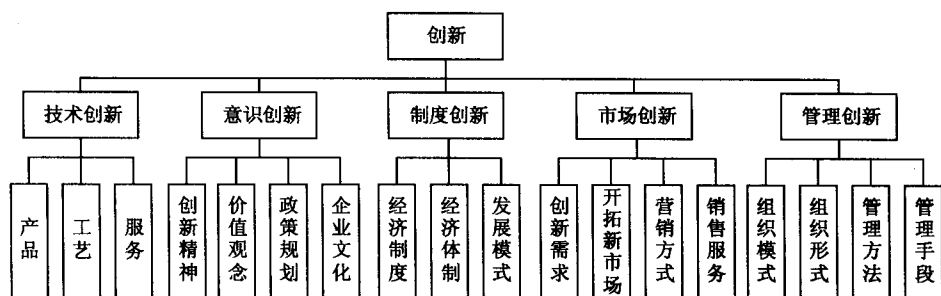


图 1-1 创新的内容框架

市场创新起导向和检验作用。通过市场竞争迫使、激励企业不断创新。市场把创新成功与否的裁决权交给消费者，由消费者的需求引导创新的方向，检验创新成功与否。

管理创新具有协调、整合创新系统各要素的作用。

1.2.2 创新设计

创新设计属于技术创新范畴。可以看出对创新设计的要求要比对设计的要求提高了许多。创新设计不仅是一种创造性的活动，还是一个具有经济性、时效性的活动。同时创新设计还要受到意识、制度、管理及市场的影响与制约。因此需要研究创新设计的思想与方法，使设计能继续推动人类社会向更高目标发展与进化。

一般而言，创新设计源于以下创造性基本原理：

(1) 发展原理。基于发展的创新原理，即打破旧框架，建立新事物。如工业缝纫机就是打破一根针、一条线的手工缝纫方式，采用多针、多线的锁式线迹而创造出来的。

(2) 发散原理。不局限于现存的解决问题的方法，从多个方面或不同的角度去考虑问题的解。如机械传动形式问题，不仅有机械传动，还有电、气、液等传动形式。

(3) 拓展原理。采用多观察不同事物的表现状况，激发创新思维而产生新成果。为有效获得计算机支持，可采用“发散—收敛”的思维模式，模拟人的创新思维，实现知识驱动创新设计的产品开发模式。

归纳起来创新设计具有如下特点：

(1) 创新设计是涉及多种学科，包括设计学、创造学、经济学、社会学、心理学等的复合性工作，其结果的评价也是多指标、多角度的。

(2) 创新设计中相当一部分工作是非数据性、非计算性的，而是要依靠对各

学科知识的综合理解与交融,对已有经验的归纳与分析,运用创造性的思维方法与创造学的基本原理开展工作。

(3) 创新设计不只是因为问题而设计,更重要的是提出问题,解决问题。

(4) 创新设计是多种层次的,不在乎规模的大小,也不在乎理论的深浅,注重的是新颖性、独创性。

(5) 创新设计必须具有实用性,其最终目的在于应用。

1.3 设计是基于决策的设计^[1]

设计是基于决策的设计(decision-based design, DBD),其主要是由设计的角色决定的。在设计中,设计者的角色是对所设计对象涉及的特性以及属性进行正确的决策,通过一系列的决策,最终获得满足设计要求的设计。基于决策的设计具有以下特性^[1]:

(1) 设计者的主要角色是做出设计决策。

(2) 本质上设计中的决策总具有多级和多维的。

(3) 设计决策所涉及的信息来源于不同的学科和资源。

(4) 准则和性能的多样性测度支配了设计决策。

(5) 设计所包含的决策具有层次性,并且决策之间产生相互影响。

(6) 设计的过程是设计需求转换的过程,设计决策发生于设计信息转换为知识的过程中。

(7) 设计决策中所用信息在基于科学原则的前提下可能是困难的,而在基于设计者的判断和经验下可能变得较为容易。

(8) 从科学的角度看,由于一些基于设计者经验和判断的设计信息是柔性的,因此这些设计信息的存在有不确定性。

(9) 设计决策中问题的解往往不是唯一的,决策的结果也不是绝对最佳的,仅仅是一个满意的解。

决策支持问题(decision support problem, DSP)是设计决策的具体体现,决策支持问题包括三个主要部分:体现系统思想的设计体系、确定和表述决策支持问题的方法以及软件系统。决策支持问题提供了一种面向设计决策问题的数学建模方法,然而,由于在建立模型中存在有近似性定义,因此,通过决策支持问题获取的解可以帮助设计者进一步获取更优的解,这些在计算机辅助环境中可以面向决策支持问题,按照最优解的形式提供给设计者,决策支持问题包括两个阶段(见表1-2),即元设计(meta-design)和设计(design)。

表 1-2 决策支持问题阶段划分表

阶段Ⅰ 元设计		阶段Ⅱ 设计	
Step1	确定设计问题 设计问题的描述与抽象	Step4	建立数学模型 依据领域相关信息以及决策支持问题模型 对设计问题建立数学模型
Step2	设计问题分解 根据学科和依赖关系对设计问题进行分解	Step5	求解 应用适当的数学算法求解设计问题
Step3	规划 确定决策支持问题，规划求解设计问题的 序列	Step6	后置处理 验证结果，确定是否需要重新计算

元设计的作用是完成设计过程的规划，阶段Ⅱ设计的作用是根据设计问题，建立相应的数学模型，并采用适当的数学求解算法对问题进行解答。

在决策支持问题中存在有两类基本的决策形式，分别是选择决策（selection decision）和折衷决策（compromise decision）。选择决策中设计者在考虑了设计对象特性测度前提下，从大量可能情况中做出正确的选择；折衷决策是根据设计问题的约束和目标，确定正确的设计变量的值来最大限度地满足系统设计要求，选择决策和折衷决策建模的关键词对照如表 1-3 所示。

表 1-3 选择决策和折衷决策建模的关键词对照表

	关键词	描述		关键词	描述
选择 决策	给定	候选集	折衷 决策	给定	设计系统信息
	设定	属性以及相关重要性		设定	设计系统变量
	评价	评价可选集		满足	约束、目标、界限值
	排序	对可选集元素进行排序		最小化	偏差函数

实际的设计问题往往是选择决策和折衷决策的复合形式，即推理决策支持问题（derived decision support problem），设计决策包含了选择决策和折衷决策的耦合。

在决策设计中，设计优化通过优化模型的实现，满足约束条件通过折衷决策支持问题来实现。约束是为了获取可行的设计解而必须满足的准则，目标表达了设计者所期望的设计特性。在现实设计问题中，约束和目标是很容易识别的，通常基本的设计决策模型如下。

给定（系统参数以及其他相关设计信息）：

- $A_i(\underline{X})$
 G_i
 n
 t
- i -th 优化函数
 i -th 目标值
设计问题变量数
设计问题目标数

u	设计问题约束数
p	等式约束数
$u-p$	不等式约束数
r	最大化目标数
s	最小化目标数

设定 (问题变量): $\underline{X}$

满足 (约束和目标):

约束 $A_u(\underline{X})=G_u$, 对于所有的 u

目标 $A_t(\underline{X})=G_t$, 对于所有的 t

优化:

最大化 $A_r(\underline{X})$ 对于所有的 r

最小化 $A_s(\underline{X})$ 对于所有的 s

1.4 设计是基于协同的设计

设计问题是一个多源的复杂的处理过程, 为了实现合理的设计, 设计者通常要引入多种设计方法, 运用多种设计数据和知识来达到设计目的。例如复杂产品的设计往往需要综合诸如结构、强度、材料、加工等多方面的知识, 而且还要顾及产品性能、体积、大小、重量、价格等约束条件, 各种因素相互影响制约。因此设计问题是一典型的具有分布、动态特征的群体性的求解问题。并且随着现代产品复杂性的提高, 意味着传统上单独的设计者更不再可能依靠自身设计能力来掌控和完成整个设计过程, 往往需要由多学科领域的设计参与者共同来承担整个设计任务, 甚至要求跨部门地区、跨企业、跨地区的设计者共同来承担设计项目。

另一方面, 在传统计算机辅助设计 CAD 系统中, 设计者多采用串行迭代方法来完成设计任务, 由于各个设计环节相对独立性, 往往易造成设计的缺陷隐患, 使后期设计方案的修改费用激增, 开发周期加长, 成本大大增加。传统的计算机辅助设计系统存在如下问题:

(1) 现有软件系统是以单一设计者为中心来开发的, 仅支持人机交互, 而不能实现人一人之间的交互。

(2) 不同 CAD 软件系统基本都是以“自动化孤岛”形式运作, 仅能做到设计数据之间的部分共享, 难以在异构环境中实现信息共享。

(3) 目前 CAD 系统仅能把设计者的注意力集中在单一设计任务中, 难以考虑产品生命周期中的各个因素。

协同是人类社会解决各种复杂问题或完成各种大规模任务的一种重要和有效

的工作方式,它通过团队中多个成员的共同努力和合作而最终完成任务。同时随着计算机技术和网络技术的发展,参加项目设计的技术人员数量也随之增加,CAD系统将逐渐由面向单用户向面向多用户方向发展,传统的孤立式工作方式、以单一信息媒体的信息交互方式已远远无法满足信息时代人们的需求,信息共享和人人之间的合作变得越来越重要。通常一个产品的设计小组由在各方面拥有不同技术和特长的设计人员构成,不同的设计人员分别承担各自的设计任务,多个设计参与者通过联网的计算机进行图形、图像、文字和声音的交流、讨论方案、协同工作,可以大大提高设计质量和进度。

同时一个面向 21 世纪的制造企业必须具备以下四种能力:时间竞争能力、质量竞争能力、价格竞争能力以及创新竞争能力。这就要求产品开发迅速,生产周期短,上市快,交货及时,可靠性高且能使顾客满意,制造成本低,销售价格适中,有特色,生产有柔性,竞争有策略等等。在这样的社会背景下单靠某一种现有产品设计技术已不能满足生命周期越来越短、功能越来越复杂产品开发的要求,并适应多变的市场做出快速响应。所以迫切要求产品开发模式、开发工具以及环境适合于多功能设计团队协同工作。

因此,建立一个支持信息共享人员和技术及工具集成的设计环境,支持多学科专家跨越时间空间障碍的协同设计成为现代设计技术发展的重要标志。

协同设计中的协同是指设计者通过协作工具不仅共享产品设计信息,而且可以共享设计者之间的应用。这种协作是人一人的全方位合作。

协同的效果不仅仅是各个设计参与者设计能力简单相加得到的,其协同的含义具体体现在以下几个方面:

(1) 产品设计信息的协同。在产品的协同设计中,所有设计者面对的是同一产品信息模型。由于同一信息源在不同设计环境中的描述不尽相同,不同的设计者出于不同的需要,对信息的使用方式也有差别,因此存在不同设计者之间设计信息的规范和标准。

(2) 设计过程的协同。各个设计参与者所承担的子任务间存在一些关联性,这决定了各个设计参与者的设计活动必须按一定顺序协调一致地进行。

(3) 设计工具的协同。不同设计参与者根据自身拥有的设计资源所使用的设计工具不完全一样,同一设计者也可能使用多种设计工具,协同设计应该提供这些设计工具的管理方法。

(4) 设计环境的协同。协同设计是跨部门,甚至跨企业的活动行为。不同部门、不同企业的设计环境存在差异,并且这种异构的设计环境随着设计的进程是动态变化的,所以异构环境的集成是协同设计系统的一个重要内容。

(5) 网络通信的协同。异构环境下各个设计者之间的通信是包含知识处理机制的通信。通信过程包含对不同的知识理解以及表达方式之间的转换等协调工作。