

集成创新设计论丛

Coupling

Calculation

耦合： 汽车造型设计中的认知与计算

方海 胡飞◎主编
邹方镇◎著

Cognition in
Automotive Design

中国建筑工业出版社

集成创新设计论丛

耦合：

汽车造型设计中的
认知与计算

方海 胡飞◎主编
邹方镇◎著

● Calculation

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

耦合: 汽车造型设计中的认知与计算 / 邹方镇著.

北京: 中国建筑工业出版社, 2016.12

(集成创新设计论丛 / 方海, 胡飞主编)

ISBN 978-7-112-20190-7

I. ① 耦… II. ① 邹… III. ① 汽车—造型设计—研究

IV. ① U462.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第308310号

责任编辑: 吴 绫 唐 旭 李东禧

责任校对: 焦 乐 李美娜

集成创新设计论丛

耦合: 汽车造型设计中的认知与计算

方海 胡飞 主编

邹方镇 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京锋尚制版有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 9¼ 字数: 192千字

2016年12月第一版 2016年12月第一次印刷

定价: 30.00元

ISBN 978-7-112-20190-7

(29688)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序 言

这是一个设计正在巨变的时代。工业设计正转向体验与服务设计，传达设计正转向信息与交互设计，文化创意驱动的艺术设计正转向大数据驱动的智能设计……与此同时，工匠精神、优秀传统文化正从被遗忘、被抢救转向前所未有的被追逐、被弘扬。

作为横贯学科的设计学，正兼收并蓄自然科学、社会科学和人文学科的良性基因，以领域独立性（Domain independent）和情境依赖性（Context dependent）为特有的思维方式，积极探讨设计对象、设计过程、设计结果中可靠、可信、可感、可用、可人、可意的可能性和可行性，形成有效、有益、有为的设计决策和原创成果，从而映射出从本体论、认识论到方法论、实践论的完整的设计学科形态。

广东工业大学是广东省七所高水平重点建设高校之一、首批入选教育部“全国创新创业典型经验高校”。作为全球设计、艺术与媒体院校联盟（CUMULUS）成员，广东工业大学艺术与设计学院秉承“艺术与设计融合科技与产业”的办学理念，重点面向国家战略性新兴产业和广东省传统优势产业，以集成创新为主线，经过20余年的发展积累，逐渐形成“深度国际化、广泛跨学科、产学研协同”的教学体系和科研特色；同时，芬兰“文化成就奖”和“狮子团骑士勋章”获得者、芬兰“艺术家教授”领衔的广东省引进“工业设计集成创新科研团队”早已聚集，国家“千人计划”专家、教育部“长江学者”等正在引育，中国工业设计十佳教育工作者、中国设计业十大杰出青年也不断涌现，岭南设计人才高地正应变而生、隐约可见。

广东工业大学“集成创新设计论丛”第一辑收录了四本学术专著，即，钟周博士的《精准：感性工学下的包装设计》、甘为博士的《共振：社交网络与社交设计》、邹方镇博士的《耦合：汽车造型设计中的认知与计算》、朱毅博士的《复杂：设计的计算与计算的设计》。这批学术专著都是在作者博士论文的基础上经历了较长时间的修补、打磨、反思、沉淀，研究视角新颖，学科知识交叉，既有对设计实践活动的切身考察与理论透视，也有对设计学科新鲜话题的深入解析与积极回应。

“集成创新设计论丛”是广东省高水平大学重点建设高校的阶段性成果，展现出我院青年学人面向设计学科前沿问题的思考与探索。期待这套丛书的问世能衍生出更多对于设计研究的有益反思，以绵薄之力建设中国设计研究的学术阵地；希冀更多的设计院校师生从商业设计的热浪中抽身，转向并坚持设计学的理论研究；憧憬我国设计学界以激情与果敢，拥抱这个设计巨变的时代。

胡 飞

2016年12月

于东风东路729号

前言

设计研究是一个极具挑战的研究领域，而“设计艺术”(Design art)和“设计计算”(Design computing)是设计研究的两大领域。本书是一种跨设计艺术和设计计算的交叉领域研究，虽然大量的计算和算法并没有在本文中详细展开，且采用了部分文科范式的讨论方法，基本研究属性为设计艺术与设计计算的耦合。

汽车造型设计本质上是汽车造型(Car styling)和汽车技术高度联系的设计活动。汽车造型过程包含人的感性、灵感、联想等艺术思维，是一种“艺术”主导的设计活动，在设计研究领域属于“病态结构”的问题；同时又是制造的科学领域，艺术的感受性最终需要通过量化、精准的工程来实现。而认知与计算的耦合代表一种全新的计算模式，它包含认知信息分析，自然语言处理和机器学习领域的大量技术创新。理想状态下，成熟的认知计算系统将具备以下四个特性：①辅助(Assistance)功能，认知计算系统可以提供百科全书式的信息辅助和支撑能力，让人类利用广泛而深入的信息，成为各个领域的“资深专家”；②理解(Understanding)能力，认知计算系统应该具有卓越的观察力和理解能力，能够帮助人类在纷繁的数据中发现不同信息之间的内在联系；③决策(Decision)能力，能够帮助人类定量地分析影响决策的方方面面的因素，从而保障决策的精准性；④洞察与发现(Discovery)能力，可以从大量数据和信息中归纳出人们所需要的内容和知识，从而帮助发现新问题、新机遇以及新价值。一个比较理想的汽车造型设计系统中，艺术背景的设计师能以自己专业所熟悉的方式建立、修改造型方案，并在系统辅助下预见造型修改所带来的工程意义；工程师也能认知与解释造型的艺术意味，并能根据形态参数的限制优化造型；管理者则能够依托软件平台，整合各类设计知识与设计意图来形成最终的汽车造型设计决策。

本书基于作者在汽车造型设计领域所积累的实践案例，展开认知研究与计算实践；试图通过认知计算这一前沿方法来辅助汽车造型设计过程，同时为认知计算的研究提供实证性的参考。值得注意的是，本书撰写以设计学学科知识背景为主，使用的概念和用语主要涉及工业设计和计算机学科，但由于设计研究领域的广阔性和设计现象的跨学科性，部分术语的完整意义存在于本书的上下文结构中，这也是本书强调多语境“耦合”的原因。

邹方镇

2016年12月

目 录

序言

前言

第 1 章	1.1 研究背景	002
绪 论	1.2 本文研究范畴、术语与关键问题	003
	1.3 文献综述	004
	1.3.1 设计过程理论	004
	1.3.2 性能需求驱动理论	006
	1.3.3 知识流理论	007
	1.3.4 多角色协调理论	008
	1.4 选题背景	009
	1.4.1 研究的国家科研项目背景	009
	1.4.2 研究的设计项目背景	010
	1.5 研究方法和组织思路	010
	1.5.1 研究方法	010
	1.5.2 研究组织思路	011
第 2 章	2.1 造型设计过程——行政轿车设计案例研究	019
汽车造型设计	2.1.1 形象化的设计语义——立象	019
的语义与	2.1.2 设计语义的物理附着——尽意	021
形象	2.1.3 结构化的意象看板	024
	2.1.4 案例分析小结	025

2.2	造型与评审流程——长安 A 级车设计案例研究	026
2.2.1	语义对象的筛选与归纳——核心形容词	026
2.2.2	造型特征的获取与表征——特征线	031
2.2.3	分析小结	035
2.3	基于形象思维的语义联想模块构建 ——辅助系统	035
2.4	本章小结	039

第 3 章

基于进化的 汽车造型设计 计算

3.1	设计迭代与进化设计	043
3.2	面向设计问题求解的遗传算法	044
3.3	汽车造型进化设计的初始条件	045
3.3.1	汽车造型的特征线属性	045
3.3.2	汽车造型的车型线属性	046
3.3.3	汽车造型的造型语义	048
3.3.4	初始种群的设定	048
3.4	汽车造型设计的进化实验与收敛控制	050
3.4.1	视觉效能与迭代效应	051
3.4.2	基于造型语义的适应度	051
3.4.3	设计优化与再设计	053
3.4.4	进化设计的多角色协调问题	054
3.4.5	进化设计计算的品牌意义	054
3.5	小结	055

第 4 章

汽车造型设计 流程的抽象 与重构

4.1	设计过程抽象的目的与方法	058
4.1.1	对象分解的动素分析法	059
4.1.2	基于usecase的过程抽象方法	061

4.2	汽车造型设计过程的系统结构分析	062
4.3	汽车造型设计过程抽象与辅助流程	063
4.3.1	汽车造型设计过程与辅助的初始阶段	063
4.3.2	汽车造型设计过程与辅助的细化阶段	064
4.3.3	汽车造型设计过程与辅助的构建阶段	064
4.3.4	汽车造型设计过程与辅助的交付阶段	065
4.4	汽车造型设计流程的操作对象与工件	066
4.4.1	语义对象及其工件组成要素	066
4.4.2	草图及其工件组成要素	069
4.4.3	效果图及其工件组成要素	070
4.4.4	模型及其工件组成要素	072
4.4.5	样机及其工件组成要素	073
4.5	汽车造型设计的流程重构	074
4.5.1	初始阶段的流程重构	074
4.5.2	细化阶段的流程重构	076
4.5.3	构建阶段的流程重构	078
4.5.4	交付阶段的流程重构	080
4.5.5	基于工件的长安造型设计流程图	081
4.6	小结	082

第5章

原型系统的 框架构建与 相关模块 开发

5.1	系统框架构建	084
5.1.1	造型设计过程管理系统框架	084
5.1.2	系统数据结构	086
5.1.3	项目管理与评审界面形式	088
5.2	系统实现框架	090
5.2.1	迭代模式与设计知识层级	090
5.2.2	系统技术框架	092
5.2.3	系统界面框架	093
5.2.4	系统数据框架	094

5.3 基于风格的造型特征线推理模块	095
5.3.1 特征线的特征操作语义	095
5.3.2 特征线推理模块的语义化操作	096
5.3.3 特征与操作语义的映射关系获取实验	097
5.3.4 特征线推理模块的界面细化与功能扩充	098
5.4 品牌导向的造型特征推理模块	100
5.5 车型导向的造型特征跨界推理模块	103
5.6 小结	105
参考文献	107
附录 1 攻读学位期间所发表的学术论文目录	112
附录 2 攻读学位期间所完成的主要科研项目	113
附录 3 部分结构化意象看板	114
附录 4 形容词判定方法	116
附录 5 形容词调研问卷	118
附录 6 汽车造型设计评审表	120
附录 7 初始种群的造型基因(数组)	123
附录 8 特征线编辑区域源代码片段	124
附录 9 特征线变化集区域源代码片段	128
附录 10 选择器滑块源代码片段	134
插图索引	136
附表索引	140

第1章

绪 论

1.1 研究背景

自古以来，设计便是伴随人类活动的一项普遍行为。人类的设计活动和设计意识与人类的生存和发展一样历史久远^[1]。然而，人类对设计的科学研究和理论认识却经历了漫长的探索，从最早的“自发性”设计实践到西方公认的第一部设计理论专著《The Analysis of Beauty》^[2]，设计活动经历了由感性经验到理性分析的认知飞跃，设计研究开始成为一种系统的知识和理论体系，而且，设计的确存在着相对于其他学科的独特思维和交流方式^[3]。

一般认为设计作为人类一种有意识的创造活动，是针对一定目标所采取的一切方法、过程和达到目标所产生的结果的总和^[4]。设计先天具有交叉学科或者跨学科的性质，现代设计理论认为，获取和整合设计过程涉及的不同领域知识是现代设计的核心特征^[5]。一方面，《设计研究》(Design Studies)主编奈杰尔·柯奥斯(Nigel Cross)认为，设计研究的目的是“发现、明晰和交流设计的知识”^[6]。奥克斯曼(Rivka Oxman)提出，设计方法论和设计思维研究一直关注的是设计行为、设计过程和设计认知活动的分析和形式化建模^[7]。另一方面，西蒙的“有限理性说”认为，人类的思考、推理、计算等能力受环境复杂性和自身认知水平限制，本质上就具有感性或非理性的特点，不可能获得完全意义上的科学设计研究。这表明设计研究不仅存在对象知识的问题，也存在过程知识的问题；不仅存在理性的问题，也存在感性的问题。

值得注意的是，大卫·H·詹纳森(David H. Jonassen)在《Toward a Design Theory of Problem Solving》中，根据问题结构、领域特征(抽象)、复杂性三个维度将科学问题类别描述为11种类型，并认为设计问题是其中最复杂、劣构(ill-structured)程度最严重的问题类型^[8]。在产品设计领域，设计行为一直被认为是属于“弱理论，强经验”的技术活动^[9]，设计知识和经验很难被“规则”表达，即使是经验丰富的设计师也很难描述清楚其设计过程^[10]。作为设计研究的最早倡导者之一，阿里

克森德尔 (Christopher Alexander) 也提出“设计方法研究无用论”，认为科学的逻辑框架与设计的过程是存在差异的^[11]。对此，诺曼 (Donald Arthur Norman) 提出内部知识与外界知识的观点^[12]，认为设计过程展开时，设计师除了调用大脑内部的知识，同时也会操作储存于外界的知识，即存在特定的情景中的“外在知识”，是存在于特定的设计情景和认知情景中的知识。从这个意义上，对于外部知识的研究，有望绕过西蒙“有限理性说”所质疑的非科学因素，这样的研究策略也算是对“设计方法研究无用论”的一个积极回应。

总之，设计研究是一个十分复杂和诸多质疑的研究领域，作为本文的研究背景，必须强调的是“汽车造型设计过程研究与计算机辅助系统构建”研究是一个关于设计过程、设计流程和设计辅助系统的研究，是“求真”和“求用”相结合的研究范式。

1.2 本文研究范畴、术语与关键问题

本书标题为《耦合：汽车造型设计中的认知与计算》。“汽车造型” (Car Styling) 是汽车设计的专门领域，既是艺术的人文领域，又是制造的科学领域，艺术性最终需要工程来实现。“汽车造型”指向研究领域的核心定位，即主要的研究概念、术语和理论都是为汽车造型领域服务的；“认知与计算”是本文的具体研究对象，即试图通过对“认知”的研究，探讨设计的艺术性，构建“语义提取”与“形象附着”的艺术创作双阶段模式，然后在计算机算法的语境中探讨其科学性或理性，在工程应用的情境中赋予其实用性，通过实践案例分析研究“设计迭代”来扩充、优化过程模型；“计算机辅助系统构建”是对本文研究的集中应用，既是“设计过程”研究的出发点，也是对汽车造型领域做出理论贡献的落点。

本文涉及的术语和关键问题源于两个领域：设计学和计算机科学。“语义”与“形象”两个核心概念，以及其相互表征的混合形式，语义承载艺术作品的情绪感染力与价值观诉求，而形象是感知与解读这些语义的通道；在设计问题计算求解的语境中，研究采用了“特征线”的核心概念，作为形象表征与操作的基本单位；“视觉效能”是本文的另一个核心概念，是指通过较小的物理改动来获得较为明显的视觉表达效果，作为汽车造型优化的一种客观指标，并通过遗传算法的迭代来实现了视觉效能“驱动”下的特征线“优化”实验，验证计算机算法解决造型问题的可行性；在工程应用的情境下，本文采用软件工程RUP方法中的“时序”与“逻辑”两个核心概念，通过双轴分析法来“抽象”设计流程的阶段节点与操作对象；同时，结合传统设计过程与现代涉及计算的特点，“重构”出平行于现实设计过程的“数字化流程”；最后以“数据结

构”为基础，通过“界面”交互形式，实现计算机辅助系统“框架”与“功能模块”，并以跨领域知识的“封装”，实现同平台下多学科、多目标的汽车造型设计要求，以隐性知识的嵌入，来实现造型设计功能模块的人性化辅助。

“汽车造型设计过程”概念中的“过程”其基本内涵是指基于对草图、实体模型（如油泥模型）、样机、软件界面等媒介的操作，逐步实现从设计概念（语义）到所谓最终物理附着的过程，即过程是通过各种操作媒介反映的，而过程的内涵或者目标是将设计概念（语义）最终附着在实体上。

计算机辅助设计系统是本文研究的重点之一，其基本含义特指利用计算机及其图形设备辅助汽车设计师（造型设计师）设计的软件系统。应该说，传统CAD软件的概念是通过计算机辅助来分担专业人员的计算、信息存储和制图等专业或专门设计工作，而本文试图在知识组织与管理层面、软件流程与界面操作方面来辅助跨专业（汽车造型）的设计，辅助不同知识背景的设计人员能够打破领域知识结构的壁垒。一个比较理想的汽车造型设计系统中，艺术背景的用户（设计师）能够以自己专业所熟悉的方式建立、修改造型方案，并在系统辅助下预见造型修改所带来的工程意义；工程背景的用户（工程师）也能认知解释造型的艺术意味，并能根据形态参数的限制优化造型；管理背景的用户（管理者）能够依托软件平台，整合各类设计知识与设计意图来形成最终的汽车造型设计决策。

1.3 文献综述

1.3.1 设计过程理论

“过程是事物发展变化的连续性在时间上和空间上的表现”^[13]。在现代产品设计过程理论中，设计过程一般被分为三个阶段：第一阶段是任务的提出，确定需求和潜在的需求；第二阶段是概念设计，包括技术可行性和矛盾冲突权衡，造型设计属于典型的概念设计；第三阶段是对“可能解”（设计方案）的评估、优选和确认，并产生最终解，称为结构设计和详细设计等，包括经济和技术分析、设想的优选和确认、结构的优选和确认、材料的优选和确认、加工过程的优选和确认、综合评价和产生及表达最终解，可以用图1-1表示。

从系统论的观点来看，如图1-1所示，三个设计阶段构成了一个完整的设计过程，中间包含多个设计节点，可以看作是从任务空间到最终设计（冻结）的反复迭代过程。这里“过程”有两层含义：第一，是设计的完整过程；第二，是完整过程中的一个子

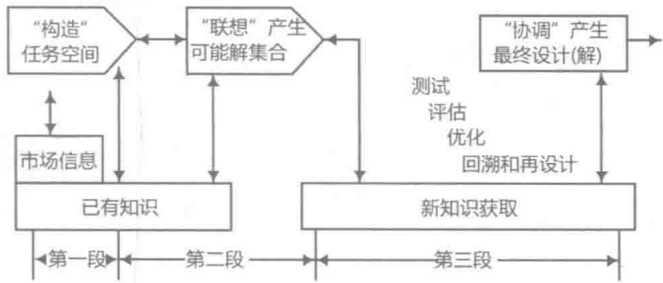


图1-1 设计过程的阶段^[14]

过程，即设计节点。值得注意的是，过程在一般情况下更多地是指一个连续的时空概念；而从设计节点和迭代关系的概念出发，过程更多地是指“流程”，具有更加刚性的时间概念。在现代设计过程理论中，子过程和设计节点同样是本研究的重点。

具体设计过程的复杂程度与所设计的对象复杂程度，又与智力资源配置等问题的复杂程度相关。一般而言，第二阶段的概念设计存在多次回溯与再设计，是汽车造型设计方案生成和评审的关键节点，这一阶段设计虽然复杂，但是业已形成了路线清晰的流程，比较适合计算机辅助完成^[14]。作为本文计算机辅助设计研究的一个突破口，在产品造型设计过程中，存在回溯与再设计的环节，同样还有大量的理论和方法问题需要研究，大量的工具需要开发。

具体到典型的汽车造型设计流程（图1-2），所谓“9-3-1模式”就是一个目前汽车造型设计比较成熟的设计流程，也可以认为是一个完整的设计过程，其核心思想是，按照汽车造型“设计主题”（theme），将汽车造型设计过程分为若干个“有意义”的

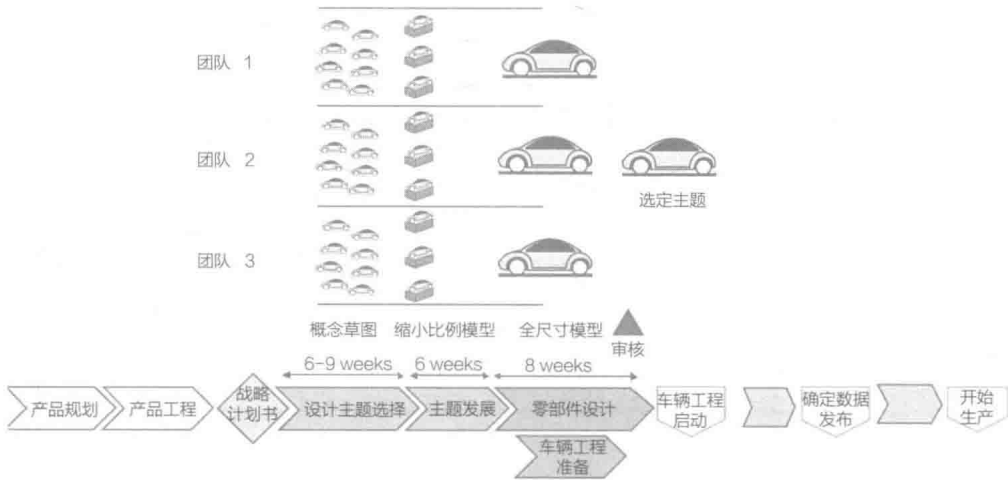


图1-2 “9-3-1模式”设计流程

阶段：包括产品规划、产品战略计划书、设计主题确定、主题发展以及工程设计。这里所谓“有意义”是指，整个设计过程是从获取设计主题、发展设计主题到设计主题的物化（工程设计）。而通常设计主题是从“语义”——“形象”——“实体”的连续过程。因此，本文的设计过程研究可以看作是一个流程的获取、重构和计算机辅助的过程，其中涉及了包括语义、形象、数字化流程等要素的具体研究。

在计算机领域，针对计算机软件这一对象则存在一些成熟的设计模式（Design Pattern）；应用程序工具箱（Tool Kit）和框架（Framework）这两类实用的软件设计辅助方法。在过程框架（Framework）中，存在瀑布开发模型^[15]与螺旋迭代开发模型这两大类基本思路。针对不同设计对象，GOF等人早在1995年前后就整理出了23种设计模式^[16]。可以认为，计算机领域的设计模式研究主要是为了子过程复用，以增加复杂设计过程的鲁棒性。这种开发思路也适用于产品（造型）设计领域，本文后续研究部分也将借鉴软件开发领域的理论和方法成果，探讨工业设计领域的计算机辅助设计问题。

1.3.2 性能需求驱动理论

“性能”和“需求”驱动既是一个设计概念，又是一个价值链概念。在产品全生命周期的理念上，设计对象是一个时变系统，如图1-3所示，一个汽车产品性能时变图。可以说产品是有生命的，存在不同的价值取向。这意味着设计的过程就是预测与控制设计对象的功能与质量，两者都是时间的函数，同时还需要考虑与约束条件相关的变量，如人、机、环境以及实现成本等。现代设计理论不仅关注产品性能，更加关注用户需求。这是现代设计与传统设计的分水岭，前者面向用户；后者面向制造。因此，需要研究更加适合现代设计理念的CAD系统。

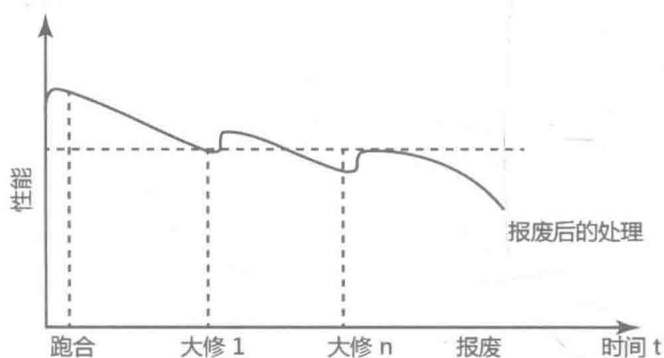


图1-3 汽车产品性能时变图^[14]

首先，用户对产品的需求是指向性能的，是设计的起点和完成的标志，性能参数也就成为控制整个设计过程的基本参数。设计过程就是在“要达到什么（性能）”和“如何达到（解决方案）”之间反复迭代的过程^[17]。从这个角度讲，性能是基础，是关键。然而，人的需求的概念比之传统的性能概念具有更加宽泛的意义，汽车的概念远远大于交通工具的概念，其人文信息更加是设计的重点。因此，本文所指的性能概念是一个广义的概念。

从造型（styling）的角度看，如何实现性能需求驱动的问题相对工程性能更为复杂，目前还十分依赖个人经验和创意的所谓专门知识和专门技能，可以称为非规范性方法。如何用特征与特征参数来描述用户需求，如何定义产品造型的性能特征，如何定量描述产品造型的性能等问题，都比几何特征的表征要复杂得多。目前的研究仍处于表达与描述方法的探索阶段。

王巍^[18]等人也曾用“产品造型设计价值”这一体系来描述产品造型的“性能”，以价值实现的概念来衡量产品造型设计的成功与否（表1-1）。

产品造型设计价值^[18]表1-1

价值	内容	目标
美学	产品造型、形态、风格和色彩	美观、独特且具有企业品牌特征的形态
用户	交互方式、动机、价值、行为、使用环境	给用户以满足、愉悦和体验等
创新	概念和造型的独特性、差异性和原创性	产生新的概念和新产品
功能	产品材料、结构、组成、机构、生产、工艺等	用户和使用的关系、高可行性和实现性
委托方（企业）	产品销售、利润	商业目标

在软件开发领域，则更多的是在设计过程插入测试（Test）环节，来验证设计对象间的交互性能，检验所有的需求是否被正确的实现，在最终结果产生之前识别并确认缺陷，从而降低了修改升级对象的风险成本。基于软件开发的理论，本文采用面向对象思想，试图对产品设计对象的基本属性、性能特征等要素进行规范化和结构化描述，从而整理出符合逻辑和清晰具体的设计过程模型，为汽车造型设计提供理论和实践基础。

1.3.3 知识流理论

知识流理论与本文研究的重要关系在于，知识流理论将设计的过程看作是知识在

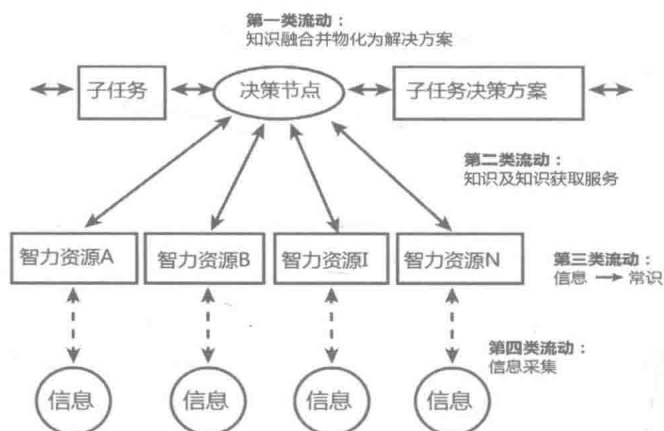


图1-4 知识流类型^[19]

设计的各个节点和各个有关方面之间的流动过程。谢友柏等人^[19]将设计过程中的知识流分为四类（图1-4），并认为在可以获取形式化的规则以外，还存在一类不可替代的被称之为“共构（Co-construction）知识”^[20]的知识形式，而共构知识需要通过多方多步骤的交互才能动态获得；同时认为，设计本身实质上就存在不清晰性、不确定性与复杂性，设计过程中知识流的表达形式，以及各平台间无障碍互动是实现知识流理论的基础。就是说，既要研究知识，又要研究知识的流动。

1.3.4 多角色协调理论

设计过程也是多角色、多需求和多利益的协调过程。设计过程不可避免地牵涉多领域、多部门的矛盾与协调，即使在特定的领域或者部门内部，也存在着角色分工的不同所带来的对设计目标理解上的差异，与对设计成本接受能力的差异，这类差异带来了一系列的设计策略和设计决策等方面的冲突。国际设计论坛（CIRP）专门组织过“合作谈判的工程方法”（ECN, Engineering as collaborative Negotiation）^[21]的讨论。同样，在工业设计领域，笔者也发现汽车企业中，设计师—项目管理人员—用户对于汽车造型的评价的视点，存在着结构化的差异。设计师本身也承担了沟通协调多角色差异的任务，协调是设计的一部分。

软件开发中，开发项目管理（Project Management）是一种协调各种冲突、管理风险、平衡各种约束，以使用户满意的产品开发理论^[22]。但是，该框架将多角色协调问题简化成了对设计资源（开发周期、开发人员）需求的冲突，从而通过资源分配的优化来实现冲突管理^[23]。而汽车造型设计实践中，大量存在的冲突在于多学科、多领域和多角色之间的认知解释不同，对同一设计对象的属性理解不同，表达方式（建