

数字化设计中的艺术

吴磊◎著



10100100100101
101010101010101
101010101010101
101010101010101
101010101010101

光明日报出版社

数字化设计中的艺术

吴磊◎著

10100100100101
10070110011001
10010010010101
01001011111111

光明日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数字化设计中的艺术/吴磊著.—北京:光明日报出版社,2016.6
ISBN 978-7-5194-1224-1

I. ①数… II. ①吴… III. ①数字技术—应用—艺术—设计 IV. ①J06

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第151841号

数字化设计中的艺术

著 者: 吴 磊

责任编辑: 李 娟

封面设计: 鸿儒文轩

责任校对: 苏 芳

责任印制: 曹 净

出版发行: 光明日报出版社

地 址: 北京市东城区珠市口东大街5号, 100062

电 话: 010-67022197 (咨询), 67078870 (发行), 67019571 (邮购)

传 真: 010-67078227, 67078255

网 址: <http://book.gmw.cn>

E-mail: gmcbs@gmw.cn lijuan@gmw.cn

法律顾问: 北京德恒律师事务所龚柳方律师

印 刷: 三河市明华印务有限公司

装 订: 三河市明华印务有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

开 本: 650×940 1/16

字 数: 220千字

印 张: 18.5

版 次: 2017年1月第1版

印 次: 2017年1月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5194-1224-1

定 价: 46.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

在科学技术快速发展的今天，我们早已对日常生活中的各种科技产品产生依赖，当然在依赖的同时我们不禁又在思考着一个永恒的问题：怎样去将已经把“生存”转向“生活”的这个“生活”的质量进一步提高、再提高。

换句话说来说，我们总是不断追求更好的生活，更好地活着。也正因为是这样，整个人类文明发展的浩荡之河才会不停地朝着未知、神秘的方向流淌下去。

仔细回想，我们人类真的是一个既幸运又不断创造幸运、延伸幸运的物种。大千世界、宇宙万物，我们不停地与大自然中的各种危险斗争。其实不仅是整个人类，就每个个人而言，积极向上的我们也在无时无刻与自己的命运搏斗，一边搏斗，一边继续生活。

在这个久远的循环过程中，智慧诞生、文明出现、各种各样美好的事物都不断地开出明丽耀眼的花朵。这像极了一棵巨树，扎根于大地，摘日月光华、取天地灵精而茁壮生长，万千树叶就是我们人类自身，花朵果实就是我们的智慧与劳动之结晶。

在这些美好的结晶中，我想最具魅力的便是艺术了。

艺术，这个概念虽然极其宽广，但她又实在多出于生产生活中的各个领域。我想，生活让我们劳动，劳动使我们智慧，智慧又催生出艺术。有的时候我们确实应该重新认识自己、审视自己，反思自己，我们从哪里来，我们到哪里去，我们又为了什么

活着。每当想明白了一点点，我们又确然进步了不少。

接触本书之前，我想你一定会认为“数字化设计中的艺术”是一本很理性、很具有说明书味道的专业书籍。如果是这样想，我可以告诉你，你的直觉、你的认为只答对了一半。那么什么是剩下的一半呢？请翻开本书，我们一起愉快地寻找答案吧！

编 者

目 录

第一章 数字化设计	001
第一节 数字化设计的背景	001
第二节 数字化设计的基本原理	008
第三节 数字化设计的基本内容	030
第二章 “设计”与“数字化设计”的联系	040
第一节 什么是“设计”	040
第二节 什么是“数字化”	042
第三节 简谈“设计”与“数字化设计”	051
第三章 探寻数字化设计领域中的艺术	070
第一节 如何看待数字化设计与艺术	070
第二节 数字化设计与艺术的意义	093
第三节 数字化设计领域中的艺术案例分析(上)	106
第四节 数字化设计领域中的艺术案例分析(下)	123
第四章 国内外数字化设计中艺术概况	143
第一节 国内数字化设计中的艺术简谈	143
第二节 国际数字化设计中的艺术简谈	157
第三节 国内外数字化设计中的艺术对比	174

第五章 数字化设计中的艺术——价值体现	180
第一节 艺术里的实用意义	180
第二节 数字化设计中的艺术“瑰宝”	200
第三节 数字化设计中的艺术——价值体现	220
后 记	285
参考文献	286

第一章 数字化设计

第一节 数字化设计的背景

谈到数字化设计，也许有很多人首先会有一个疑问——数字化设计到底是什么？那么在这里我们便开门见山，首先来简单认识一下数字化设计。

数字化设计是指将计算机技术应用于产品设计领域，通过基于产品描述的数字化平台，建立数字化产品模型并在产品开发过程应用，达到减少或避免使用实物模型的一种产品开发技术。

简单地理解，我们可将“数字化设计”分成两个组成部分来认识，即“数字化”和“设计”。

一、数字化以及相关背景

那么什么是“数字化”呢？

在英文里 digit 译成“数字”是大陆的译法。最开始是不是由原信产部的研究所科研人员这样译出，尚不可考。但在媒体那里被普遍认可并得以广泛传播的，莫过于《数字化生存》（*Being Digital*，尼葛洛庞帝著，海南出版社出版，胡泳、范海燕译），在这本书里，digital 被译为“数字化”。

说到“数字化”，其实“数字化”对于我们来讲并不陌生，

甚至它就在我们身边。简单地说，是就把生活中各式各样的信息都用数字来表示。

这个“表示”与转化的过程我们就可以把它理解为“数字化”了。其实数字化更加精确地说应该是二进制的数字化，是二进制运算理论的确立计算机技术的诞生所带来的一步。换句话说来说，数字化就是将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据，再以这些数字、数据建立起适当的数字化模型，把它们转变为一系列二进制代码，引入计算机内部，进行统一处理，这就是数字化的基本过程。

同时，数字化将任何连续变化的输入如图画的线条或声音信号转化为一串分离的单元，在计算机中用0和1表示。通常用模数转换器执行这个转换。

数字化和数字计算机，若没有数字化技术，就没有当今的计算机，因为数字计算机的一切运算和功能都是用数字来完成的。

数字化和多媒体技术，我们都知道数字、文字、图像、语音，包括虚拟现实，以及可视世界的各种信息等，实际上通过采样定理都可以用0和1来表示，这样数字化以后的0和1就是各种信息最基本、最简单的表示。

所以计算机不仅可以计算，还能发声、电话、发传真、放录像、看电影，这就是因为0和1可以表示这种多媒体的形象。用0和1还可以产生虚拟的房子，因此用数字媒体就可以代表各种媒体，就可以描述千差万别的现实世界。

数字化和软件技术、智能技术，在软件中的系统软件、工具软件、应用软件等，信号处理技术中的数字滤波、编码、加密、解压缩等都是基于数字化实现的。例如图像的数据量很大，数字化后可以将数据压缩至10到几百倍；图像受到干扰变得模糊，可以用滤波技术使其变得清晰。这些都是经过数字化处理后所得结果。

另外，数字化也是信息社会的技术基础。

我们都能感受到数字化技术正在引发一场范围广泛的产品革命,各种家用电器设备,信息处理设备都将向数字化方向变化。如数字电视、数字广播、数字电影等,通信网络也向数字化方向发展。

我们身处于一个数字化的时代中,这是毋庸置疑的。

数字化时代是一个伟大的时代尤其是在我们的传媒领域通过计算机存储、处理和传播的我们的信息得到了最大速度的推广和传播,现在的数字技术已经成为了当代各类传媒的核心技术和普遍技术。

二、设计

相比上一个概念“数字化”,我们对“设计”并不陌生。什么是设计呢?

设计是把一种计划、规划、设想通过视觉的形式传达出来的活动过程。人类通过劳动改造世界,创造文明,创造物质财富和精神财富,而最基础、最主要的创造活动是造物。设计便是造物活动进行预先的计划,可以把任何造物活动的计划技术和计划过程理解为设计。

具体一点讲,设计是一个对信息进行采集、传递、加工处理的过程。

在现实生活中,我们的衣食住行,我们所用的、所消费的,所接触到的很多东西都与设计有关。我们的书本,单就纸张大小而言,有常用的 A4,有稍大一些的 A3、A2 等。

纸张的尺寸大小就是一个设计成果。还有,我们的书桌、书架,甚至大一点的比如房子的格局规划,再比如我们的衣饰等都离不开设计。

拓展一下,设计在现实生活中有以下几个比较重要的种类:工业设计 (Industrial Design)、环境设计 (Environmental Design)、建筑设计 (Architecture Design)、室内设计 (Interior Design)、网

站设计 (Web design)、服装设计 (Clothes Design)、平面设计 (Graphic Design)、环艺设计 (Environment Art design)、影视动画设计 (Television animation design)、机械设计 (Machine Design)。

由于种类较多,在这里暂不一一列举,笔者会在本书的第二章详写的。

在现如今,设计、发明、创造不只发生在拥有昂贵实验设备的大学或研究设计机构,也将不仅仅属于少数专业科研人员,而有机会在任何地方由任何人完成。

那么现在我们将“数字化”与“设计”结合起来看看“数字化设计”,现在在传统设计模式下,设计信息一般是通过实物来传递的,这种方式效率低,成本高,周期长而且质量差。这很难满足企业当前生存和发展的需要。为了能在竞争中处于有利位置,企业实现设计数字化势在必行。与传统设计相比,数字化设计更易于完成设计意图、修改设计错误、传递设计信息和共享设计数据。这些就是数字化设计相比于传统设计的优势了。

在这一小节中要了解什么是数字化设计的背景,我们大可以了解三个问题。

第一,什么是数字化设计,前文已经做了一些解释;第二,数字化设计技术的发展现状以及趋势怎么样?第三,数字化设计技术是怎么一步一步走到现今的。

数字化技术是以数字电子计算机软硬件、周边设备、协议和网络为基础的信息离散化表述、定量、感知、传递、存贮、处理、控制、联网的集成技术。其用于制造业可包括数字化制造技术与数字化产品两部分。将数字化技术用于支持产品全生命周期的制造活动和企业的全局优化运作就是数字化制造技术;将数字化技术注入工业产品就行成了数字化产品。

20世纪40年代末数字计算机诞生,不久就被试用于控制加工机床,其特点是把过去利用人工、行程开关或模板产生的加工信息数字化,并用以控制机床的加工运动,这就是数字控制机

床。尽管这远不是数字化制造，但它却是数字化制造的一个十分重要的基础。

历经半个世纪的发展和应用，数控机床的拥有量及其年产量已经成为一个国家制造能力的重要标志。

随着计算机和网络技术的发展，使得基于多媒体计算机系统和通信网络的数字化制造技术为现代制造系统的并行作业、分布式运行、虚拟协作、远程操作与监视等提供了可能。数字化制造技术与产品就出现以下趋势：

1. 制造信息的数字化，将实现 CAD/CAPP/CAM/CAE 的一体化，使产品向无图纸制造方向发展。如产品 CAD 数据经过校核，直接传送给数控机床完成加工就是一例；

2. 通过局域网实现企业内部并行工程，通过 Internet 建立跨地区的虚拟企业，实现资源共享，优化配置，使制造业向互联网辅助制造方向发展；

3. 将数字化技术注入传统产品，开发新产品，无论从工业装备还是人民生活需求来看都是社会发展的趋势。

目前在工业发达国家，数字化制造技术与产品已经成为提高企业和产品竞争力的重要手段。近半个世纪，特别是近 30 年来，随着信息技术的迅速发展，信息技术与制造技术相融合，使制造日益走向数字化，制造技术发展日益加快。在发达国家的大型企业中，已开始实现无图纸生产，广泛使用 CAD/CAM，实现 100% 数字化设计。制造过程技术在快速成型、并联机构机床、机器人化机床、多功能机床等整机方面和高速电主轴、直线电机、软件补偿精度等单元技术方面先后有所突破，为数字化制造技术向纵深发展创造了条件。

数字化制造技术在我国有了一定发展，如数控技术、制造信息支持系统以及以 CAD/CAM/CAPP/CAE/NET 为主体的技术等在我国已有不同程度的发展。CAD 技术在“九五”期间，特别是实施“CAD 应用工程”后，我国大量的骨干企业都不同程度地采

用了 CAD 技术，使我国的设计自动化水平产生了质的飞跃。

而 MRPII 和 ERP 已在国内企业中得到部分应用，并取得一定的效果；制造业基础技术信息支持系统以机械工业共性技术数据库作为信息资源，目前已提供单机使用服务。随着计算机网络技术和信息技术的发展，该数据库的应用将步入网络化、集成化，其功能也将从数据查询进一步上升为决策支持；现场总线技术，我国制造企业车间生产过程自动化与工业发达国家的差距很大，这是我国制造企业面临的严重问题。

我国在数字化制造技术和产品方面的发展有一定的基础，CAD 和数控装备是数字化制造的上下游基础技术，对于数控装备，我国已有 40 年研究、开发和应用的历史，数控机床拥有率目前已达 3%；在 CAD 技术方面，我国工程设计单位 CAD 普及率已达到 80%，机械行业骨干 CAD 普及率已达到 30%；Chinanet 网络已于 1994 年在我国建成。全国 40 多万个制造企业在走向市场、参与竞争的过程中，对数字化制造技术的需求日益迫切。我国已有研究所、企业开发数字化产品，有的数字化产品已走向市场，这些都为数字化制造技术和产品在我国的进一步发展奠定了基础。

未来的数字化设计与制造技术将向智能化、高速化、精准化方向发展。特别是智能化出现了智能监控、智能控制、智能诊断、智能决策、智能维护技术，成为数字化设计发展的新趋势。其次是高速化，高速化一直是数控制造技术发展的重要趋势，围绕高速主轴单元、高性能数控和伺服系统以及数控工具系统的创新，成为数控技术发展的重要方向。最后是精准化，数控制造技术正向超精密切削、超精密磨削、超精密研磨抛光以及超精密加工方向发展，数控机床的精度正在从微米级到亚微米级，乃至纳米级方向发展。

其发展历程如下：

1. NC 机床（数控机床）的出现

1952 年，美国麻省理工学院首先实现了三坐标铣床的数控化，数控装置采用真空管电路。1955 年，第一次进行了数控机床的批量制造。当时主要是针对直升飞机的旋翼等自由曲面的加工。

2. CAM 处理系统 APT（自动编程工具）出现

1955 年美国麻省理工学院（MIT）伺服机构实验室公布了 APT（Automatically Programmed Tools）系统。其中的数控编程主要是发展自动编程技术。这种编程技术是由编程人员将加工部位和加工参数以一种限定格式的语言（自动编程语言）写成所谓源程序，然后由专门的软件转换成数控程序。

3. 加工中心的出现

1958 年美国 K&T 公司研制出带 ATC（自动刀具交换装置）的加工中心。同年，美国 UT 公司首次把铣钻等多种工序集中于一台数控铣床中，通过自动换刀方式实现连续加工，成为世界上第一台加工中心。

4. CAD（计算机辅助设计）软件的出现

1963 年于美国出现了 CAD 的商品化的计算机绘图设备，进行二维绘图。70 年代，发展出现了三维的 CAD 表现造型系统，中期出现了实体造型。

5. FMS（柔性制造系统）系统的出现

1967 年，美国实现了多台数控机床连接而成的可调加工系统，最初的 FMS（Flexible Manufacturing System）

6. CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）的融合

进入 70 年代，CAD、CAM 开始走向共同发展的道路。由于 CAD 与 CAM 所采用的数据结构不同，在 CAD/CAM 技术发展初期，主要工作是开发数据接口，沟通 CAD 和 CAM 之间的信息流。

不同的 CAD、CAM 系统都有自己的数据格式规定，都要开发相应的接口，不利于 CAD/CAM 系统的发展。在这种背景下，美国波音公司和 GE 公司于 1980 年制定了数据交换规范 IGES (Initial Graphics Exchange Specifications)，从而实现 CAD/CAM 的融合。

7. CIMS (计算机集成制造系统) 的出现和应用

80 年代中期，出现 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 计算机集成制造系统，波音公司成功应用于飞机设计，制造，管理，将原需八年的定型生产缩短至三年。

8. CAD/CAM 软件的空前繁荣

80 年代末期至今，CAD/CAM 一体化三维软件大量出现，如：CADAM，CATIA，UG，I - DEAS，Pro/E，ACIS，MASTER-CAM 等，并应用到机械、航空航天、汽车、造船等领域。

第二节 数字化设计的基本原理

在上一节中我们仅仅简单介绍了一下什么是数字化，什么是设计，数字化设计又是什么。在这一节中，我们会大致了解到数字化设计的基本原理。

我们先来看一看数字化设计制造技术的基础吧。

数字化设计制造是现代产品研制的基本手段。

先进制造技术的特征：

1. 先进制造技术是制造技术的最新发展阶段；
2. 先进制造技术贯穿了制造全过程以至产品的整个生命周期；
3. 先进制造技术注重技术与管理的结合；
4. 先进制造技术是面向工业应用的技术。

设计制造技术主要表现在全球化、网络化、虚拟化、智能化

和绿色化等几个方面。

任何一种产品的研制过程从大的方面可以划分为设计与制造两部分。

可以将产品的制造过程的基本要素抽象为产品 (Product)、工艺过程 (Process)、制造资源 (Resource), 即 PPR 模型, 实际的过程, 是三个要素相互耦合作用的结果。

串行设计与并行设计: 1. 串行设计的组织模式是递阶结构, 各个阶段的活动是按时间顺序进行的, 一个阶段的活动完成后, 下一个阶段的活动才开始, 各个阶段依次排列, 都有自己的输入和输出。2. 并行设计的工作模式是在产品设计的同时就考虑后续阶段的相关工作, 包括加工工艺、装配、检验等, 在并行设计中产品开发过程各个阶段的工作是交叉进行的。

一、数字化设计制造基本概念

数字化是利用数字技术对传统的技术内容和体系进行改造的进程。

数字化设计就是通过数字化的手段来改造传统的产品设计方法, 旨在建立一套基于计算机技术、网络信息技术, 支持产品开发与生产全过程的设计方法。数字化设计制造的内涵是支持产品开发全过程、支持产品创新设计、支持产品相关数据管理、支持产品开发流程的控制与优化等, 归纳起来就是产品建模是基础, 优化设计是主体, 数据管理是核心。

数字化制造是指对制造过程进行数字化描述而在数字空间中完成产品的制造过程, 是计算机数字技术、网络信息技术与制造技术不断融合、发展和应用的结果, 也是制造企业、制造系统和生产系统不断实现数字化的必然。

数字化设计制造本质上是产品设计制造信息的数字化, 它将产品的结构特征、材料特征、制造特征和功能特征统一起来。

典型的 CAD 模型标准交换格式, DXF、DWG、JGES、STEP。

典型的数字化设计制造应用工具系统：

1. CAD 系统，Auto CAD、CATIA、UGS、Pro/E。
2. CAE 系统，NASTRAN、ANASYS。
3. CAPP 系统，CAPPFramework。
4. CAM 系统，在 CATIA、UGS 和 Pro/E 等 CAD/CAM 系统中，均包含有专门的 CAM 模块。
5. DFX（Design For x）系统，x 可代表生命周期中的各种因素，如制造、装配、检测等。

产品数据管理（Product Data Management，PDM）是一种帮助工程技术人员管理产品数据和产品研发过程的工具。PDM 系统确保跟踪设计、制造所需的大量数据和信息，并由此支持和维护产品。

数字化设计制造的特点：1. 过程延伸；2. 智能水平的提高；3. 集成水平的提高。

数字化设计制造的性能要求：1. 稳定性；2. 集成性；3. 敏捷性；4. 制造工程信息的主动共享能力；5. 数字仿真能力；6. 支持异构分布式环境的能力；7. 扩展能力。

产品数字化模型是产品信息的载体，包含产品功能信息、即性能信息、结构信息、零件几何信息、装配信息、工艺和加工信息等。

信息的表现形式主要以几何信息和非几何信息为主。

设计过程的零件模型为主模型，其他模型均以主模型为基础，在此基础上进行新模型的构建。

产品设计阶段的模型：1. 概念设计阶段模型：主要从功能需求分析出发，初步提出产品的设计方案，此时并不涉及产品的精确形状和几何参数设计。概念设计模型包括产品的方案构图、创新设计等。从数字化角度看，概念设计师在一定的设计规范下，以方案报告、草图等形式完成设计的。2. 零件几何模型：几何模型是产品详细设计的核心，是将概要设计进行细化的关键内容，