

工程机械设计与维修丛书

# 人机工程与造型设计

左春桢摇杨斌宇摇王晓峰摇邢摇浩摇等编著



化学工业出版社

·北京·

本书系统介绍了人机工程学的基本理论和造型设计的相关知识，并以实例示范了通过计算机辅助造型设计软件实现人机工程与造型设计的详细过程。

全书内容主要包括：人机工程中需要考虑人的因素（心理和生理），人体测量学的基本知识，显示、操纵装置和作业空间的设计，造型设计的程序和方法，形态、色彩设计，常用的计算机辅助造型软件以及实例。

本书深入浅出，内容完整，剪系统性强，既重视理论的讲解，又通过计算机辅助造型典型范例让读者边学边上机练习，具有很强的工程实用性，适合作为工程师培训教材或自学辅导书，也可以作为机械类本、专科和研究生的教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

人机工程与造型设计 / 王春桢等编著. —北京：化学工业出版社，2004

(工程机械设计与维修丛书)

ISBN 7-122-02810-9

I ①王... II ②王... III ③人机系统—研究 IV ④TB47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 107320 号

---

责任编辑：任文斗 副编辑：周红 文字编辑：闫敏

责任校对：李林 装帧设计：尹琳琳

---

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 16 号 邮政编码 100045）

印装：北京市彩桥印刷有限责任公司

开本：787mm×1092mm 1/32 印张：4.5 字数：100千字 2004 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：(010) 63906440 (传真：010) 63906440 售后服务：(010) 63906440

网 址：http://www.cip.com.cn

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定价：18.00 元

版权所有 侵权必究

## 前摇摇言

人机工程与造型设计作为一种现代设计的理论和方法，不同于传统的工程设计，也不同于一般的艺术设计，而具有多学科相互渗透、交融的特点，不仅包括产品结构外形、材质和色彩等方面的设计，还包括对产品的宜人性、可靠性、安全性等人机工程因素的考虑。随着计算机技术在造型设计领域的应用，产品的造型设计将会更加快速、完美，更加符合人机工程的要求。

我国工程机械行业经过几代人的不懈努力，已经拥有了较高的技术水平，但在开发工程机械产品过程中，很重视功能完善、强度和可靠性提高等传统设计要求，而忽视了产品的外观造型设计和人机工程要求。往往在与国外同类产品的竞争中，由于缺乏科学合理的人机工程设计和新颖美观的造型而败北。随着科学技术的发展和经济水平的提高以及人们审美观念的变化，技术与美学的结合成为当今时代的特征之一，新产品美观实用的外形和布局成为产品竞争的主要手段之一。为此，~~2003年~~ 2004年 5月 21日第八届北京国际工程机械展览及技术交流会首次对工程机械外观造型设计及表面质量进行了评比，徐工 ~~25吨~~ 25吨起重机等 ~~1个~~ 多个产品获外观造型设计奖。当今的工程机械，不仅要有科学合理的结构，满足实际需要，而且采用三维整体造型设计以及结合美学法则、形态法则和色彩配置等技法对其进行外观设计已经成为流行趋势。目前我国人机工程和造型设计方面的人才十分短缺，尤其是在工程机械制造企业。为了提高工程机械设计人员的人机工程与造型设计水平，迫切需要一本简单明了适合培训和自学的教材。

本书从机械设计需要的实用角度出发，介绍了人机工程和造型设计知识，并通过实例详细讲解了如何在工程机械的设计中融入人机工程和造型设计的相关思想。全书力求资料新、数据全、方法先进、适应面广、可操作性强，并致力于科学性、系统性、逻辑性的统一。

全书共分为 ~~10~~ 11章，其中第 ~~1~~ 1章主要是人机工程与造型设计的概述；第 ~~2~~ 2章详细阐述了设计中的人机工程因素；第 ~~3~~ 3章着重介绍了造型设计中的一些基础知识；第 ~~4~~ 4章则通过实例讲解了计算机辅助造型的过程，并通过实例说明了人机工程与造型设计的结合。全书全面介绍了应用造型设计原理和法则处理各种产品的造型与色彩、形式与外观、结构与功能、结构与材料、外形与工艺、产品与人、产品与环境、市场的关系，并将这些关系统一表现在产品的计算机辅助造型设计上。

本书由左春桢、杨斌宇、王晓峰、邢浩等编著，齐培正、冀封、陈盈、刘静、王力芳、邹会旭、孙向东、郑灏等也参与了部分书稿的整理及编写工作。

在本书编写过程中，我们虽勉力为之，力求完美，但是由于水平所限及时间仓促，难免有疏漏之处，敬请有关专家和广大读者提出意见或建议。我们衷心希望通过人机工程和造型设计知识的普及，能够提高我国机械产品的档次。

作摇者

~~2003~~ 2004年 5月于吉林大学

# 第 1 篇 概 述 篇

# 第 1 章 引言

随着各地基建项目越来越多，对工程机械的要求也不断增多。我国的工程机械经历了多年的发展，品种和技术在不断地完善和更新。但到目前为止，中国的工程机械只有较少部分出口，参与国际市场的竞争。然而，我国工程机械很多是模仿国外的设计，长期以来只考虑了产品的功能要求，而较少考虑人一机一环境和艺术造型美学的要求。现代人对工程机械已不再仅仅满足于能用能开就行，而是要得到使用的舒适性和舒心性，工程机械造型的设计必须能“打动”消费者的心灵需求。

特别是进入 21 世纪后，由于国家扩大内需和实施西部大开发的战略，工程机械得到了空前发展。为增加产品竞争力，各企业不遗余力地开发新产品，如新产品注重了外观造型设计，新产品在外观质量和司机舒适性方面虽然有所提高，但与国外产品相比仍有很大的差距，如外表面造型无法让人觉得“美”，颜色深沉灰暗，部件方正呆板，仪表布置杂乱无章，操作舒适性差，驾驶不方便，不符合人体工程要求，尤其是驾驶室的设计并没有按照现今中国人的人体尺寸来进行改进或重新设计。相反，国外的工程机械已达到了很高的人机工程学设计水平，如沃尔沃开发的驾驶室采用了舒适驾驶操纵方式，使驾驶员可以在转向盘和转向杆之间变换，大大减轻了肌肉疲劳，设计采用的曲面前挡风带色玻璃，不仅美观，而且减少了阳光的暴晒，使得整机从外观到内饰和操作都更加宜人化，给人带来最佳的工作心情和操作感受。

为此，本书全面系统地总结了国内、外人机工程学和工业造型设计的研究成果，以希望对我国工程机械的设计提供实用的参考资料。

## 1.1 引言

### 1.1.1 引言

人机工程学是研究人、机器和环境之间的相互关系和相互作用的学科，是从 20 世纪 50 年代开始迅速发展起来的一门多学科交叉的新兴学科。该学科在发展过程中，逐步打破了原有各学科之间的界限，有机融合了生理学、心理学、生物力学、机械学、系统工程和管理学等多学科的研究成果，形成了系统的理论体系、研究方法、标准和规范，其研究领域和应用范围具有广泛的综合性。

人机工程学的定义体现了新兴交叉学科的特点——名称众多，各有侧重。由于人机工程学兴起的时间还较短，加之研究和应用的范围极其广泛，这就导致了它存在不同的叫法。在美国，被称为“人类工程学”（人类工程学）、“人因工程学”（人因工程学）、“生物工程学”（生物工程学）等。西欧国家普遍称为“人类工效学”（人类工效学）。“人类工效学”是由希腊词根“工作”（工作）和“规律”（规律）复合而成。由于该词便于各国语言翻译上的统一，且该词具有中立性，与相关学科没有明显的亲密和间疏性，已被国际人机工程学会所采用。在亚洲，日语译为“人间工学”。我国台湾地区，一般沿用了美国的命名，将其称为“人因工程”。在我国大陆地区，由于各个研究时期的不同和

研究侧重的不同，出现了许多学科名称，如人机工程学、人体工程学、人因工程学、人类工效学和工程心理学等。

近 10 年来，“人机工程”和“人因工程”的称谓在我国逐渐流传较广，在本书中我们统一称为人机工程学。

在人机工程学发展的不同时期，各个领域的专家从自身的研究角度出发提出过多种不同的人机工程学的定义，分别反映了当时人机工程学研究的侧重点和该领域专家研究的出发点。

美国的人机工程和应用心理学家 亨利·詹姆斯（Henry James）认为：“人机工程学是在机械设计中考虑如何使人获得简便而又准确操作的一门科学”。

美国学者桑德斯和麦考密克（桑德斯和麦考密克）认为：“人机工程学旨在发现关于人类行为、能力、限制和其他特性等知识，并将这些知识应用于工具、机器、系统、任务、工作和环境等的设计，并使人类对于它们的使用能更具生产力、安全、舒适和效果。”

美国人机工程学家查里斯·伍德（Charles Wood）将人机工程学定义为：“设备的设计必须适合人的各方面的因素，以便在操作上付出最少的消耗而求得最高效率。”

前苏联学者将人机工程学定义为：“研究人在生产过程中的可能性、劳动合作方式、劳动的组织安排，从而提高人的工作效率，同时创造舒适和安全的劳动环境，保障劳动者的健康，从而使人在生理上和心理上得到全面发展的科学”。

我国人机工程学学者赖维铁在《人机工程学》一书中将人机工程学做了如下定义：“人机工程学是运用生理学、心理学和其他各相关学科知识，使机器和人相互适应，创造舒适和安全的环境条件，从而提高工效的一门学科”。

在高敏主编的《机械设计手册》中将人机工程描述为：“研究人—机器—环境协调统一，形成有机联系，使机器和设备适合人的生理和心理要求以及其他因素，从而达到工作环境舒适、安全，操作准确、省力、简便，减轻操作疲劳和提高工作效率”。

我国著名科学家钱学森在《系统科学、思维科学和人体科学》一文中指出：“人机工程是一门非常重要的应用人体科学技术，它专门研究人和机器的配合，考虑到人的功能能力，如何设计机器，求得人在使用机器时整个人和机器的效果达到最佳状态。”

在《中国企业管理百科全书》中，对人机工程所下的定义为：“研究人和机器、环境的相互作用及其合理结合，使设计的机器和环境系统适合人的生理、心理等特点，达到在生产中提高效率、安全、健康和舒适的目的。”

目前，国际人机工程学会（国际人机工程学会）将该学科定义为：“研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和心理学等方面的各种因素；研究人和机器及环境的相互作用；研究在工作中、生活中和休假时怎样统一考虑工作效率、人的健康、安全和舒适等问题。”

尽管上述人机工程学的定义各不相同，但是可以在其中发现两点共同之处：

- ① 人机工程学的研究对象是人—机器—环境的相互关系；
- ② 人机工程学的研究目的是如何达到安全、健康和舒适及工作效率的最优化。

## 1.1 人机工程学的发展历史

许多现代的社会科学和自然科学的理论，在古代的文明中都曾经有过孕育和萌芽。自从人类发明了工具以来，就存在着人与工具、环境的关系问题。随着人类的进步，便不断地改

进工具，改造环境，但是这些都是零星的、分离的、不系统的行为。直到工业革命后，生产高度发展，人类所从事的劳动在复杂程度和负荷强度上都达到了前所未有的地步，这才为人类系统地研究人—机器—环境之间的相互作用关系奠定了物质基础和提出了现实需要。

一般将人机工程学的发展历史分为四个阶段。

### 1.1.1 萌芽时期

1858年，现代管理学的奠基人弗雷德里克·泰勒（~~云摩道羅~~）在伯利恒钢铁公司进行了著名的“铁锹作业实验”，其中一个研究的主题是，将不同大小的铁锹交给操作工使用，在相同的时间内，比较不同的操作工效差异，找出最佳工具设计。另一个主题是对比操作工在不同的操作方法、操作动作下的不同工作效率，找出最佳作业姿态。1916年，美国人机工程研究的先驱人物——吉尔布雷斯夫妇（~~云操奴~~）做了“砌砖作业实验”，创立了通过运动因素分析改进操作动作的方法。随后的若干年中，泰勒等人发展了他们的研究，并将这些研究称为“时间和动作研究”（~~裁案世配~~）。

1919年，心理学教授闵斯特伯格（~~配孟~~）将心理学引入生产实践，出版了《心理学与工业效率》，提出了心理学对提高人的工作效率具有非常重要的意义。

上述的研究成果，有些成为日后人机工程学知识体系的重要组成部分。直到今天，人们仍然能看到它们在现实生活中的身影。如在外科手术中，执刀大夫只需说出所用器械的名称，然后把手伸向助手，由助手在器械盘中迅速找到所需器械并交到执刀大夫手中。这种操作规范就是吉尔布雷斯夫妇的研究成果之一。而在此之前，执刀大夫需要自己到器械托盘拿器械。这显然造成手术效率低下，而且对需要迅速缝合的患者意味着较大的风险。

这一时期的人机工程研究的核心是以机器为中心，通过选拔和培训，使人去适应机器。这和现代的人机工程以人为本的指导思想是完全不同的。

### 1.1.2 兴起时期

20世纪的两世界大战给人类带来了巨大的灾难，但却引起了人们对人机工程研究的重视。

第一次世界大战期间，由于战争的需要，工厂雇佣了大量的妇女和非熟练劳动力进行生产，为了提高劳动生产率，英国成立了工业疲劳研究所，研究如何安排工作和休息时间，才能达到既减轻疲劳又提高工效的目的。

从一战到二战，空军成了主力作战兵种。随着科技的进步，飞机具有了更多的功能、更强的作战能力。与之相应，飞机的仪表盘和操作件的数目也急剧增多。这时人们发现，即使选拔再优秀的飞行员，经过更长时间的培训，飞机的意外事故、飞行员的意外伤亡仍是频频发生。据统计，美国在二战期间的飞机事故中，~~原~~是由于人与机器的相互不协调造成的。通过这些失败的教训，人们认识到：不能一味地强调人对机器的适应，毕竟人的心理和生理有一定的承受极限，这是通过严格的选拔和系统的培训也难以突破的。机器的设计应该与人的解剖学、生理学、心理学条件相适应。

通过两次世界大战，使人们认识到了人机工程研究的重要意义。1916年 苑月，英国海军部成立了一个研究相关课题的交叉学科研究组。1929年，英国成立了工效学研究协会。同年，查帕尼斯（~~悦~~）等人合著的《应用实验心理学：工程设计中的人的因素》一书出版，该书总结了此前的研究成果，最早论述了人机工程学的理论和方法。

这一时期，人机工程学的指导思想完成了一次重大的转变：从以机器为中心转变为以人为中心，强调机器的设计来适应人的因素。

## 缘起与发展时期

20世纪50~70年代，人机工程的研究和应用逐渐从军事领域延伸到民用领域，与人类的生产、生活开始联系得更加密切。在机械设计、家电制造、建筑设计、汽车和传播、航空航天等领域都变得不可或缺。尤其在航天领域，人机工程得以在协调宇航员与航天器的关系上大显身手。

在此期间，系统论、信息论、控制论这现代“三论”相继建立和发展，对多种学科的研究思想有所影响。尤其是系统论的影响和渗入，使人机工程学的研究思想又有了新的发展。

1959年，在瑞典斯德哥尔摩举办了第一次国际人机工程会议，并在此会议上成立了国际人机工程学会。该学会现已有100多个分会，在100多个国家设有专门的机构，每三年举行一次学术交流会。

在这一时期，人机工程学研究的思想是人机系统的优化，人与机器应该相互适应、人机之间应该合理分工。人机工程学的理论至此渐趋成熟。

## 缘起与反思与可持续发展时期

随着各国战后重建的完成和世界经济的快速发展，人类进入了美国学者托夫勒所说的“第三次浪潮”时期。科技的快速发展、经济的繁荣给人类带来了巨大物质成果，也促进了许多学科快速发展。计算机科学、电子科学、制造科学、生物科学等都得以迅猛发展，这些相关学科的发展也为人机工程的迅速发展提供了机遇。人们对人机工程的研究更集中于对人与机器的研究，而忽略了对人机工程中另一个重要因素“环境”给予必要的重视。

微小的疏忽，往往酿成巨大的灾难。20世纪70年代是一个充满重大技术性灾难的年代。1979年的三里岛核电站事故为之揭开了序幕。1984年印度博帕尔的一家农药厂发生化学物质泄漏，造成15000人死亡，影响波及1000000人。1986年前苏联切尔诺贝利核电站的泄漏事故是人类历史上沉痛的一幕。当时即造成15000人死亡，大批的附近居民和抢险人员都遭受了核辐射，现在仍在受到病痛和死亡的威胁，附近上百万平方公里的土地受到放射性物质的污染。1989年美国得克萨斯州的一家塑料厂发生爆炸，其破坏力相当于1000吨的核爆炸药，100人死亡，1000多人受伤，这次事故使得美国商业保险公司一次性赔偿款额高达100亿美元。事后，学者们对这几起事故进行研究，发现事故发生的重要原因之一就是不恰当的人机工程设计。在人机工程中对环境因素的忽视，使人类破坏了环境，自身也受到了惩罚。

反思近半个世纪以来工业文明带来的负面后果，可持续发展也越来越成为当代社会的强烈呼声，这也影响了许多当代学科研究思想和方向。受可持续性发展的理念渗透，人机工程学的研究也进一步演进，如节能设计、再生设计、生态设计和绿色设计等理念都已被引进到人机工程学的研究体系。保护生态环境、保持人与自然环境的持久和谐统一，成为人机工程学研究的一个重要内容和目标。

## 缘起与我们身边的人机工程学

人机工程学虽然还是一门年轻的科学，但它已经越来越多地应用于人们的周围。为什么现在学生背的书包都是双肩背的而很少有单肩挎的？为什么公共厕所的冲水装置不再是手控方式而是脚踏方式？为什么楼道的照明灯都安装了声控装置？为什么有的沙发看来很高档，可是坐起来还要在腰部加个靠垫呢？这些日常生活中司空见惯的现象无一不体现人机工程的应用。学生使用双肩背书包，是因为更有利于脊柱的受力均衡，使身体保持挺拔状态，而以

前的单肩挎书包，由于身体受力不均，很容易造成发育时期的青少年脊柱侧弯。公共厕所的手动冲水装置，尽管常常在旁边醒目地标注“便后冲水”，可是人人都会觉得水箱的把手或是拉绳很脏，而不愿意去触摸。而现在大多改成脚踏冲水装置的公共厕所，由于不用手直接接触，其冲水的概率也就大大提高了。以前的楼道照明灯大多是墙壁开关式，这样不但行人要摸黑去开灯，而且在行人走过后，灯还是照样亮着，造成了能源的浪费，而声控开关恰当地将人的经过与灯的开关有机地结合起来。很多宽大的高档沙发座面进深很大，结果导致腰部靠不到沙发后背，这就是为什么大型的长条沙发常常要配几个小的靠垫的原因。

只要留心观察，就会发现我们身边有许许多多与人机工程有关的例子，不论是生活用品还是机械器具，在设计时往往要考虑人机工程的因素。随着科技的进步，人机工程也越来越应用于更多的领域，与人们的生活更加密切相关。

## 工业造型设计概述

### 工业造型设计的定义

工业造型设计和工业设计这一对常见的名词相互密切联系，又略有差别。

从概念上来讲，传统的工业设计其实就是工业产品的造型设计，都是指对以工业手段生产的产品所进行的规划与设计，使之与使用的人之间取得最佳匹配的创造性活动。从这个概念分析，工业设计的性质是：第一，工业设计的目的是取得产品与人之间的最佳匹配。这种匹配，不仅要满足人的使用需求，还要与人的生理、心理等各方面需求取得恰到好处的匹配，这恰恰体现了以人为本的设计思想；第二，工业设计必须是一项“创造性活动”。

随着科学技术的发展，设计内涵的发展也趋于更加广泛和深入。现在，人类社会的发展已进入了现代工业社会，设计所带来的物质成就及其对人类生存状态和生活方式的影响是过去任何时代所无法比拟的，现代工业设计的概念也由此应运而生。现代工业设计可分为两个层次：广义的工业设计和狭义的工业设计。

广义工业设计（**即指那些与生产和服务有关的设计**）是指为了达到某一特定目的，从构思到建立一个切实可行的实施方案，并且用明确的手段表示出来的系列行为。它包含了一切使用现代化手段进行生产和服务的设计过程。

广义的工业设计主要包括以下三方面的内容：

- ① 产品造型设计，即狭义的工业设计，以三维设计为主；
- ② 环境设计，包括各类建筑物的设计、城市与地区规划、建筑施工计划、环境工程等；
- ③ 传播设计，是对以语言、文字或图形等为媒介而实现的传递活动所进行的设计。

狭义的工业设计（**即指那些与生产和服务有关的设计**）单指工业造型设计，即针对人与自然的关联中产生的工具装备的需求所作的响应。包括为了使生存与生活得以维持与发展所需的诸如工具、器械与产品等物质性装备所进行的设计。产品设计的核心是产品对使用者的身、心具有良好的亲性和匹配。

狭义工业设计的定义与传统工业设计的定义是一致的。由于工业设计自产生以来始终是以产品设计为主的，因此产品设计常常被称为工业设计。

目前被广泛采用的定义是国际工业设计协会联合会（**即指国际工业设计协会联合会**）在**1958**年的巴黎年会上为工业设计下的修正定义：“就批量生产的工业产品而言，凭借训练、技术知识、经验及视觉感受而赋予材料、结构、形态、色彩、表面加工及装饰以新的品质和资格，叫做工业设计”

计。”根据当时的具体情况，工业设计师应在上述工业产品全部侧面或其中几个方面进行工作。而且，当工业设计师对包装、宣传展示、市场开发等问题加以解决并付出自己的技术知识和经验以及视觉评价能力时，也属于工业设计的范畴。

在本书中，如无特殊说明，在提到“工业设计”的时候皆指狭义的工业设计，即工业造型设计。

人们在日常的生产、生活中，会遇到各种产品，如日用品、艺术品、工具和机器设备等，这些物品都是为了满足人们的特定需要，并受其制约而创造或制造出来的特定形式，称之为造型。

工业造型主要是以工业产品为表现对象，在满足工业产品物质功能的前提下，用艺术手段创造出实用、经济、美观的产品，如家用电器、交通工具、机械设备等。这些工业造型物除了要保证产品物质功能的实现外，还要关心产品与人相关的一切方面，充分考虑人的因素，使产品能适应和满足人的生理、心理要求。因此，从现代设计的观点看，工业造型必须满足实用要求的物质功能和审美要求的精神功能两方面的要求，其最终是以市场竞争能力和人机系统使用效能来衡量的。

《机械设计手册》将工业造型设计定义为：将与产品造型有关的功能、结构、材料、工艺、视觉传递、宜人性、市场关系等方面进行综合的创造性设计，而获得人一机—环境协调统一，符合时代要求的一种创造性活动。

工业造型设计将科学技术与艺术美学有机地结合在一起运用到产品的设计中，是一门新兴的综合性学科。

随着科学技术的迅速发展、社会的不断进步、文化生活和物质生活水平的日益提高，人们对工业品、日用品不但要求其内在质量要好，还要求产品的外观造型要美，以求得质与美的和谐。

现在在美国，社会评价产品质量有愿个尺度，其中排在第一位的是选择性，即根据不同类别层次的顾客要求，对产品进行不同档次和类型的开发和生产，让顾客有更多的选择余地；排在第二位的是美学性，即质量好的产品体现了协调与和谐，声音、嗅觉、视觉和触觉等方面给人以舒适清新的感觉，同时，产品应针对不同的人去展现不同的美。这说明产品质量改进的重点，不能再停留在一般质量的技术标准上，而应认真研究顾客对产品款式的偏好。中国经过多年的改革开放，主流的消费群体可以说已具备了相当的生活品位，已从“量的满足”转向追求“质的满足”甚至“情感的满足”，所以工业设计水平高的产品将引起他们绝对的消费欲，同时刺激其现有市场的巨大膨胀。可从图 员和图 员的图中很直观地感觉到造型设计的重要性以及好的造型设计所能达到的独特效果。

显然，一个好的造型设计不仅可以满足和扩展产品功能上的要求，而且能美化人们的生活，陶冶人的情操。

另一方面，随着产品竞争的日趋激烈，产品的功能和价格也越来越相近。区分产品优劣的除了科技含量以外，产品的造型已经几乎成为决定性因素了。发达国家和发展中国家的企业无不将之列为企业间竞争最有力的武器。

员年元月，有人对长沙冰箱市场进行了问卷调查，当问到“您购买冰箱时最注重哪些因素”时，有缘的消费者投了“外观造型”的票，仅次于“产品质量”的得票率苑。可见，中国的消费者也早已从经久耐用的初级消费阶段发展到既要好用又要好看的中、高级消费时代。哪个企业还敢漠视消费者对高品味生活的需求，它就等于宣布放弃未来

市场竞争的参赛权。



图 员圆瑶简单凝练的台灯



图 员圆瑶立式人机工程学电话

据 员圆瑶年美国工业设计协会对企业调查统计,美国企业平均工业设计每投入 员美元,其销售收入为 员圆美元;日本日立公司统计数字表明每增加 员亿日元的销售额,工业设计的作用占 缘豫,而技术改造的作用仅占 员圆豫。

现代工业社会,名牌的创造和发展离不开工业设计,可以毫不夸张地说:工业设计是名牌的摇篮。实施名牌战略,其重要环节就是推广现代化的工业设计,高新技术只有通过工业设计才能变成美观大方的实体产品,才能抓住消费者的视线,才具有强大的竞争力。套用诺贝尔奖获得者杨振宁博士的话说:“圆世纪将是工业设计的世纪,一个不重视工业设计的国家将成为明日的落伍者。”

但是,目前在我国由于受传统观念的影响,还有人认为产品造型设计只是在产品技术设计的基础上,对成型产品再进行美化工作而已,这种认识显然是片面、错误的。

在世界各国的工业化发展过程中,几乎都是先认识到技术设计的重要性,然后再逐步深入认识到工业造型设计的重要性。一个国家的工业化程度越高,就越重视工业造型设计的研究。我国以前由于长期受计划经济体制制约,生产的产品只是满足“能用就行”这一基本条件,这当然也就提不上造型给人以美感和符合人机工程的宜用了。目前,我国的经济高速发展,并且已经加入 宰耘韵直面国际商业的竞争,人们对产品的需求也呈现出多样性和个性化的特点。因而工业造型设计也日益得到各界的重视。从某种意义上讲,工业造型设计从一定程度上反映了一个国家的商品经济繁荣程度和物质文明水平,也反映了一个国家工业技术水平和文化艺术成就。

我国的工业设计还属于新兴学科,目前已经日益引起学术界和企业界的重视。相信随着国家和社会投入的加大,以及越来越多的优秀人才加入到这一研究领域,必将使我国的工业设计水平提高到一个新台阶,设计推出大批质量优良、构思新颖、款式美观的新产品,来提高工业产品在国际市场的竞争能力。

## 工业造型设计的发展历史

事实上，自从产品诞生的那一刻起，产品的造型设计就已经开始伴随着产品开发一起发展了。从大量的古文物可以看出，早在石器时代开始，我们的祖先就力图把石器和骨器打磨得光滑漂亮些。广义上讲，这就是造型的开始。随着生产力的发展，人类使用的器物也越来越复杂，生产工艺也越来越要求造型的精良美观。到我国的夏、商、西周时期，不仅有了专门的手工业者，而且也出现了一批专门的技艺人员，专门从事器物的创造、设计及装饰美化的工作。

然而，工业造型设计作为一门学科，从探索、酝酿到蓬勃发展继而形成专门的社会分工才只有百多年的历史。其发展也一直与社会的经济、文化以及科学技术的发展水平有着密切的关系，也受着不同的艺术风格和人们的审美爱好的直接影响。就其发展历程来看，大体可划分为三个时期。

第一个时期，始于19世纪中叶至20世纪初。自从西方在19世纪中叶完成产业革命，随着工业化生产的发展、大工业的兴起、城市的迅速扩大等，使原来建立在落后的手工业生产方式上的产品设计，不能适应时代发展的需要，尤其是简单地把手工业产品上的装饰，直接搬到工业产品上，更给人以不伦不类、极不协调的感觉。

19世纪中、后期，英国人威廉·莫里斯（~~宰~~威廉·莫里斯，1834-1896）倡导并掀起了“艺术与手工业运动”，他深信人类劳动产品如不运用艺术必然会变得丑陋，认为艺术和美不应当仅集中在绘画和雕塑之中，主张让人们努力把生活必需品变成美的。然而，他却极端地把传统艺术美的削弱和破坏归结为工业革命的结果，主张把工业化生产退回到手工业方式生产，这显然是违反时代潮流的。尽管如此，莫里斯的主张也从一个方面向人们提出了挑战，这就是工业产品必须重视研究和解决在工业化生产方式下的造型设计问题。直到19世纪末、20世纪初，整个欧洲以法国为中心掀起了“新艺术运动”。在这一运动的推动下，欧洲的工业造型设计掀起了一个新的高潮。继德国工业者联盟在慕尼黑成立之后，奥地利、英国、瑞士、瑞典等国也相继成立了类似的组织。许多工程师、建筑师和艺术家都加入了这一行列。他们相互协作，开创了以技术与艺术相结合的活动，从而影响了工业产品质量的提高及其在市场上的竞争力，为工业造型设计的研究、发展和应用奠定了基础。

第二个时期，大约在20世纪20-30年代。市场经济的高度发展以及国际贸易竞争的需要，为工业造型设计进行系统教育创造了条件，发达国家先后建立了工业造型设计学校或专业。当时，瓦尔特·格罗毕斯（~~宰~~瓦尔特·格罗毕斯，1893-1970）于1919年在德国魏玛首创了工业造型设计学校——包豪斯（~~月~~包豪斯）学院。该校致力于培养建筑设计师和工业造型设计师，为实现优质的工业造型而努力。可惜的是，该校在其建校后的第10年，遭到纳粹的迫害而被迫关闭。然而，在这短短的10年里，包豪斯的师生们设计出一批对后来有着深远影响的作品，并培养出一批世界一流的设计家。包豪斯对工业造型设计的发展有着不可磨灭的贡献。德国包豪斯学院的关闭，导致了原包豪斯学院的一大批学者和名家移居到美国，后来在美国重建了包豪斯学院。由于美国在二战中本土没有遭到破坏，加之美国的科技实力基础和名家的流入，很快使美国成为世界工业造型设计的中心。

第三个时期，大约起始于20世纪30年代后期。二战结束后，随着科学技术的发展、工业的进步、国际间贸易的扩大，各国有关造型设计的学术组织相继建立。为适应工业造型设计国际间交流的需要，国际工业设计协会（~~国际~~）于1958年在英国伦敦成立。这一时期，

工业造型设计的研究、应用及发展速度很快,其中最突出的是日本。以汽车为例,20世纪70年代以前,世界汽车市场是由美国垄断着,当时日本的汽车工业,其技术和设备多从美国引进,但日本人在引进和仿制过程中,注意分析、消化和改进,很快造出了很有竞争力的汽车产品。70年代后期,日本的汽车以其功能优异、造型美观、价格低廉,一举冲破美国的优势,在世界汽车制造业中处于举足轻重的地位。日本在引进美国、西欧有关工业造型设计系统理论的基础上,结合本国和世界贸易特点,发展和完善了工业造型设计理论。据日本工业造型设计振兴社统计,到1980年,日本专门从事工业造型设计人员已达15万名以上,设置工业造型设计系或专业的学校有150多所。因此,日本工业产品能长期以其优异的性能、美观的造型及舒适或高效的使用性能占领国际市场,并取得显著的经济效益。

我国自改革开放以来,随着经济的发展,人们对精神生活的需求不断提高,对产品的要求也已不再仅仅是实用那么简单。工业造型设计在我国起步较晚,虽然近几年一些综合大学、工科院校都相继开设工业设计专业,教育规模很大,但由于现代设计教育在我国的历史较短,设计教育的体制、体系还不太完善。目前,我国的设计教育还普遍存在专业求多求全,专业划分太细,界限太清,专业间缺乏交流。在一定程度上限制了学生综合素质的发展,这在一些工科院校中尤为突出。尽管如此,我国在工业造型设计领域也取得了长足的进步。到目前为止,已经有相当一批具有专业知识的人才从事造型设计工作。

### 2.1.2 现代工业造型设计的新特点

进入到21世纪,工业造型设计也呈现出一些新的特点。

#### 2.1.2.1 计算机辅助技术的广泛采用

20世纪80年代后,计算机技术飞速发展,并迅速与其他学科领域相结合。计算机辅助技术成为科学研究的重要方法之一。在设计领域也不例外,计算机辅助设计成为一个新兴的研究领域,而其中计算机辅助工业造型设计也成为一个重要分支。

随着计算机在设计领域的介入越来越广泛,现代设计的许多方法也发生了相应的变化和调整,变得更为完善和科学。在调查方法上,可以避免传统的发放问卷的方式,可以通过网络调查,获取大量的资料和信息,为设计定位提供可靠的依据。

此外,计算机对产品优化设计方法的影响也是显而易见的。传统的设计方法是通过二维表达后,再制作成实体模型,然后根据模型的效果进行改进,再变成工程制图用于生产,这样在二维表达达到制作模型的过程当中,人为的误差是相当大的。在绘制工程图纸时,设计师对优化方面的考虑需要通过详尽的计算和分析才能做出正确的判别,有时候往往困难重重。而计算机辅助设计的引入,使我们真正地实现了三维立体化设计,产品的任何细节都通过计算机详尽地展现在设计师的面前,并能在任意角度和位置进行调整,在形态、色彩、肌理、比例、尺度等方面都可以作适时的变动。在生产前的设计绘图中,计算机可以针对所建立的三维模型进行优化结构设计,大大节省了设计的时间及精力,而且更具有准确性。

#### 2.1.2.2 对人机工程的重视

随着人们生活水平的提高,对在产品设计中人的因素和对环境的影响也日益重视。

产品是根据人的需求,遵循科学的原理,用特定的材料、结构、形态,使之完成一定的功能,满足人的生理和心理需求的一种物质载体。人是产品最终服务的对象,以人为中心是工业造型设计的根本目的,因此设计中考虑人在使用产品过程中的行为方式、心理反应、比例尺度以及正确处理人—产品—环境的关系,是产品设计的前提和依据。

人机工程学为工业造型设计提供了有关人自身以及人机关系方面的基本知识和研究成果，使工业造型设计以人为核心的思想有了科学依据。工业造型设计应用人机工程学的原理上要从人（使用者）、机（产品）、环境（工作环境、生态环境）三方面去分析。近年来大力提倡的绿色设计、生态设计都和人机工程有着密切的联系。

### 人机工程学设计与制造并行

传统的设计和制造过程是串行的过程，即先设计后制造。而采用并行工程的方法使设计与制造同时进行成为可能。并行工程（~~并行工程~~）是一种系统方法，它在设计产品的同时，同步地设计与产品生命周期相关的过程，力求使产品开发者在设计阶段就可考虑到从概念到投放市场的整个产品生命周期中的所有因素：设计、分析、制造、装配、检验、维护、成本、质量和可靠性等。并行工程的目标在于缩短产品投放市场的时间，提高产品的质量以及降低产品在整个生命周期中的消耗。

并行工程作为一种方法，目前已获得广泛的研究和应用。如在产品设计中考虑零件的加工工艺性，把~~愉悦和愉悦~~联系起来使产品在设计阶段即可同时进行工程及工艺分析，在产品零件设计阶段考虑到产品功能要求和加工设备精度以及作业技术水平等因素，合理确定尺寸公差，系统设计产品外观造型，在产品装配规划中考虑现场工艺条件等，都属于并行工程。

### 人机工程学智能化、数字化设计

目前国际上工业造型设计总的发展趋势是向智能化方向靠拢。

计算机硬件的飞速发展工业造型设计的智能化设计提供了物质基础，而人工智能、知识工程、神经网络等研究领域的进展则为智能化设计提供了理论基础。

在智能设计的早期发展阶段，较多采用的是工程设计专家系统技术。虽然专家系统已经发展得比较成熟，也在很多特定的领域取得了成功，但是专家系统也面临着许多严峻的问题，专家系统在知识获取方面存在困难；多个领域专家的知识之间互相矛盾，不好协调；无自学能力；对专家知识领域以外的问题无法处理；创造性思维存在很大局限性；不能处理大型复杂问题。因此智能设计目前转向了人工神经网络和知识工程在设计中的应用。

产品设计的数字化是企业信息化的重要内容。近年来，随着产品复杂性的不断增长，以及企业间竞争的日趋激烈，传统的产品设计方法已经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，实现产品设计数字化势在必行。数字化设计具有虚拟化、非物质化、智能化和程序化等特点。自从数字化设计技术出现以来，受到了发达工业国家、有关科研机构 and 大学、世界上许多著名大公司的极大重视，许多著名制造商立即将数字化设计技术引入各自的产品开发中，取得了非常好的经济效益。数字化、智能化产品造型设计将成为主要的发展方向。

### 工业造型设计的原则与要素

设计一词从诞生之初就与艺术、技术和经济等概念有着不解之缘，在漫长的发展过程中，更强化了这种紧密联系。设计学作为一门专门的学科，有着自己的研究对象，由于设计与特定社会的物质生产和科学技术的联系，使设计本身具有自然科学的客观性特征。同时设计与特定社会的政治、文化、艺术存在密切的关系，又使设计学具有另一方面的社会学特征。

工业产品造型设计是设计学科的一个组成部分。它着眼于工业产品的创造，这种创造不

既要包含有使用价值的物质功能，又蕴含给人美感的精神功能，也就是说它具有物质与精神双重功能。这就是工业产品造型设计的明显特征。在工业产品造型设计的长期实践中，人们逐渐确立了它的基本原则：实用、经济、美观。

实用是指产品的造型具有良好的使用功能。不仅表现为产品的技术性能好、可靠性高，而且也表现为整个产品与人体相适应，使人操作方便、安全可靠，符合人机工程学的要求，使人机系统的工作效能达到最高。

经济首先是指产品造型的生产成本低，价钱便宜，能得到好的经济效益。同时还指产品的工作效率、可靠性及人机系统良好的功能方面。经济原则贯穿在设计和生产的全过程，因此除了考虑造型设计本身的经济问题外，还要考虑到反映在能源、包装、运输、使用、维修、储存等各个环节的经济合理。以最少的人力、物力、财力和时间，获得最大的经济效益。

美观主要体现产品造型设计中的精神功能。产品造型必须在体现实用、经济的前提下，使产品塑造出完美、生动、和谐的艺术形象，满足时代的审美要求、体现社会的精神文明与物质文明。

实用、经济、美观三原则，通常实用排在第一位，美观处于从属地位。经济是约束条件。但美观绝不是不重要，在市场上，除非产品处于垄断地位，否则只要有选择的余地，在功能相差无几的情况下，外形不美观的产品必然竞争不过外形美观的产品，此时美观就上升为主要矛盾了。所以实用与美观的主次关系，在一定条件下会相互转化。上述三项原则也阐明了造型设计中的功能要求、物质技术条件和造型艺术三者之间的辩证统一关系。

造型设计是要用艺术的形式和手段去充分发挥与体现产品的功能特点及其科学性和先进性，应是现代科学与艺术的有机结合的产物。因此，实现产品的艺术造型，不仅必须有先进的科学技术、结构、材料、工艺等物质条件实现产品功能的目的，达到性能可靠、技术先进、使用方便和经济合理的要求。同时要构成具有美的形象要求的产品，还必须应用美学法则、立体造型构成法和色彩功能与配置等技术美学原理去表现产品的艺术性和精神功能。所以功能基础、物质技术基础、美学基础即构成了造型设计的要素。

功能基础是指产品的特定的技术功能，最基本的使用要求。它包括产品的功能范围、工作精度、可靠性和有效度以及产品的宜人性。

产品的物质基础包括产品的结构、材料、工艺和经济性等。

产品的美学基础包括产品的色彩、形体构成、外部装饰等。

以上三要素是相辅相成的关系，其中使用功能是产品造型的基础和赖以存在的主要因素，居主要地位，起主导和决定性的作用。物质基础是实现功能的前提。美学基础是以特定的造型给予功能以特定的艺术表现，使产品的外延得以扩大。

## 思维人工程与造型设计

目前，翻开某些产品说明书或广告册，“人性化设计”、“人体工学设计”和“艺术造型设计”的科技词语，已成为商品广告和点缀产品设计技术水平的一道道靓丽风景线。大到飞机、汽车等工业设备，小到个人电脑、电视、手机等家电、家居产品，无不把“以人为本”、“人体工程学”和“外观艺术造型”的设计作为产品的特质来重点宣传。传统产品设计过程中，设计人员通常主要是根据产品基本属性（功能、质量、寿命、成本）指标进行

设计，其设计指导原则是：只要产品易于制造并满足所要求的功能、性能，而较少或基本没有考虑美学、人机环境的影响。这样设计生产制造出来的产品，既不能带给消费者美学的享受，还可能伤害机器的使用者或严重污染环境，影响生产发展的持续性。事实上，随着现代科技的兴起，人类已经从温饱生活进入高技术时代，所有产品的设计都要围绕人的需求来展开，产品及其环境的设计要更好地适应和满足人类的生理（人机环境协调）和心理（美感）的特点，这已逐渐被产品的设计制造者和消费者形成共识。在满足产品固有功能的条件下，产品的人机工程和外观造型设计已成为产品竞争的重要手段之一，成为了工业产品开发设计中必不可少的重要组成部分。因此，作为一个现代工程设计人员，了解和掌握人机工程与造型设计的基础理论及基本技能就尤为重要。

人机工程与造型设计都是新兴的综合性学科，它们不仅涉及科学和美学、技术和艺术、材料与工艺，而且还与人们的心理、生理等方面有极其密切的关系。长期以来，尽管人机工程与造型设计都有共同的理论基础，如美学法则与色彩设计，但却分属于不同的研究领域，人机工程学是作为一门独立学科而诞生的。随着计算机辅助设计技术的成熟和广泛应用，人机工程学逐渐演变成计算机辅助造型设计的基础理论之一。产品造型设计的主要特征，表现为产品功能的实用性，工作原理的科学性和造型的艺术性以及人机环境的协调性，它们之间的关系是相互牵连、相互影响、不可分割的整体。产品的造型设计不是孤立的计算机三维设计，它要求在满足使用功能的先决条件下实现综合造型设计，以满足人的心理、生理上的要求和审美要求，从而达到产品实用、经济、美观、节能和环保的目的。

人机工程也从人与机器之间的关系扩展到了人、机器与环境之间的关系，国外称之为“环境友善技术”（~~环境友善技术~~），国内称之为绿色技术（~~绿色技术~~）或绿色设计。绿色设计就是要预先设法防止产品及工艺对环境产生的负作用，然后再制造。这就是绿色设计的基本思想。概括起来，绿色设计是这样一种设计，即在产品整个生命周期内，着重考虑产品环境属性（可拆卸性、可回收性、可维护性、可重复利用性等），并将其作为设计目标，在满足环境目标要求的同时，保证产品应有的基本功能、使用寿命、质量等。绿色设计要求，在设计产品时必须按环境保护的指标选用合理的原材料、结构和工艺，在制造和使用过程中降低能耗、不产生毒副作用，其产品易于拆卸和回收，回收的材料可用于再生产。

造型设计与人机工程学在发展过程中不断相互融合，相互渗透，人机工程已成为产品造型设计中必须要考虑的要素之一，而造型设计也成为人机工程学的主要应用领域之一。

人机工程学对工业造型设计的作用主要体现在：为工业造型设计中考虑“人的因素”提供尺度参数；为工业造型设计中“物”的功能合理性提供科学依据；为工业造型设计中考虑“环境因素”提供设计准则，为以“人”为核心的造型设计思想提供工作程序。

人机工程学的研究成果应用于工程造型设计的目的已不仅仅是增加产品附加值。在造型设计中尽可能地利用工程领域的新工艺、新技术及基础科学领域的新理论，充分考虑人的因素，已经成为产品能够具有竞争力的必要条件。因此，不考虑人机工程学的造型设计不仅是不完整的，而且是无价值的。同时，人机工程学在心理学、美学等基础上，不断加强其在工程实际中的应用，也对学科自身的完善发展具有促进作用。

## 第 2 篇 设计中的人机工程基础