

摘 要

科技进步和社会发展推动着人类不断地追求更丰富的物质生活和更高层次的精神享受。对工业产品的选择倾向上,人们已不再单纯追求产品的功能完美性,而越来越关注产品外观的愉悦性以及操作的舒适性。工业设计已经成为增强产品竞争力的主要手段之一,在产品的工业设计中采用实用、科学的设计方法是提高产品开发效率和开发成功率的有力保证。

本文针对目前常用工业设计方法的局限性,把面向用户的设计思想用于产品工业设计,对面向用户产品工业设计过程的具体步骤和方法进行了探讨,并介绍了应用 CATIA 进行机床外观造型设计的主要原理和功能;结合实践阐述了 CATIA 的一些使用功能,并以加工中心为例介绍了应用 CATIA 进行机床外观造型设计的一部分过程。同时,针对数控机床的现代工业设计进行研究分析和论述,提出对数控机床的外观造型进行现代工业设计的总体思想。强调在其设计中虚拟设计、绿色设计、并行设计等新的设计方法的应用;强调计算机辅助设计技术(以 CATIA 为例)的应用;强调人、机、环境的协调等。对于数控机床外观造型的设计提出较为具体的程序和方法。

本文将以交大昆机股份有限公司的 TH5650 加工中心为代表,利用现代工业设计方法进行设计研究,为其提供科学、客观的设计依据;并利用计算机辅助设计方法,应用现代工业设计理论,对加工中心创新设计出具体设计方案,并对其建模、渲染制作出相应的效果图。

本文将通过理论研究、实例设计,总结出数控机床造型设计特征和方法,CAID 的开发应用系统及数控机床外观质量的评价原则和评价体系;对计算机辅助工业造型设计(CAID)的主要特点进行分析,并把 CAID 应用在数控机床的外观造型设计中,绘制三维造型效果图,并对最佳方案进行结构设计。

关键词: 加工中心 造型设计 工业设计 计算机辅助设计

Abstract

With the development of science and evolution of society, human beings are pursuing richer material life and higher spiritual enjoyment. As to the preference of industrial products, people no longer simply care for functional perfection of the products, but pay more attention to the beauty in their design and the ease of operation. Industrial Designing(ID) has become one of the major means to improve the competitiveness of a certain product. To apply practical, reasonable designing method is a guarantee to improve the efficiency and success of product development.

This paper deals with the limitations of conventional designing methods, and introduces the user-oriented method. Then the author explores the detailed procedures and methods in user-oriented industrial designing, and he further discusses the major principles of machine tool designed with CATIA, the practical functions of CATIA and part of the procedures in designing machine tool with CATIA. After the analysis of conventional designing of digitally-controlled machine tool, the author advances his general idea of new designing approach to digitally-controlled machine tool. The new designing approach emphasizes application of virtual designing, green designing, parallel designing; it also emphasizes the application of Computer-Aided Designing(CAD) with the example of CATIA; besides, it stresses the harmony of human, machine and environment. Hence detailed procedures and methods in designing the outer looking of digitally-controlled machine tool are proposed.

This thesis paper takes T5650 processing centre of Kunming Machine Tool Factory for example, and with modern industrial designing methods provides scientific basis for it. Through CAD, the paper also proposes specific new designing plans for the processing centre, designs modules and works out detailed virtual picture.

The paper summarizes characteristics and general approaches of

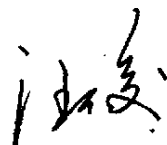
designing digitally-controlled machine tool and the evaluation of designing digitally-controlled machine tool. It analyzes the major characteristics of Computer-Aided Industrial Designing(CAID), and applies CAID to digitally-controlled machine tool designing, then produces three-dimensional virtual picture and works out the structured designing of the best scheme.

Key word: machining center, modeling design, industry design,
Computer-Aided Designing

昆明理工大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下（或我个人……）进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：



日

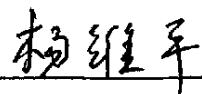
期：2005年6月28日

关于论文使用授权的说明

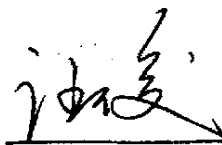
本人完全了解昆明理工大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留、送交论文的复印件，允许论文被查阅，学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印或其他复制手段保存论文。

（保密论文在解密后应遵守）

导师签名：



论文作者签名：



日

期：

2005年6月28日

第一章 绪论

1.1 论文选题的国内外研究动态及现状

1.1.1 国外工业产品的现代工业设计的应用研究

科技进步和社会发展推动着人类不断地追求更丰富的物质生活和更高层次的精神享受。对工业产品的选择倾向上,人们已不再单纯追求产品的功能完美性,而越来越关注产品外观的愉悦性以及操作的舒适性。因此产品设计已从传统工程制图意义上的设计概念进化为工程设计和工业设计两大分支。工业设计是在英国工业革命之后逐渐形成的,自此,工业设计的发展一直与政治、经济、文化以及科学技术的发展密切相关,与新材料的出现、新工艺的采用相互依存,当然也受着不同的艺术风格及人们审美爱好的直接影响。工业设计的思想和理论已经成为工业设计所处时代特征的反映,近年来,国外对产品的现代工业设计发展更是日新月异,其核心竞争力的地位正在不断的提升和巩固。

1.1.2 国内工业产品的现代工业设计的应用研究

我国导入产品工业设计已经有 20 余年,很长时间以来,主要在高校范围和学术圈内进行。企业对于产品的工业设计发展较晚,而且起伏较大,地区间、行业间差异较大。

我国的市场经济发展时间较短,工业设计发展空间较小;由于与发达国家仍然存在较大的差距,国外的设计、技术随着产品大量涌入,使得国内的工业设计没有通过产品在市场上形成足够的影响力,也影响了企业对于工业设计的认同;而工业设计专业的毕业生,真正从事产品工业设计的并不多,有相当数量流失到平面设计、室内设计等领域。

近年来,随着市场经济的发展和完善,国民经济的迅猛增长,现代科学技术的发展,人们生活水平不断提高,消费者的需求已经从数量消费逐步转向质量消费、性能消费和感性消费,产品工业设计不仅要求新颖、美观、大方,而且要求色彩符合现代审美、性能符合人机工程、产品符合市场化等要求。许多产品在投入市场后不能达到预期的效果,究其原因,不外乎与产品的工艺、性能、材料、可靠性、人机协调性以及前期的设计没有将产品的设计和用户的使用、商家的市

场操作很好的结合起来有关, 这些问题的解决都需要对产品进行现代工业设计。我国加入 WTO 以后, 国内市场的竞争更是日益国际化, 一些企业和有识之士开始把目光投向工业设计, 采取切实的步骤扩大设计队伍, 健全设计组织。很多企业成立了设计中心、设计公司、设计研究所或在海外设立了设计公司专门从事产品的工业设计, 产品的现代工业设计有了飞速的发展。

1.2 工业造型设计和计算机辅助设计

作为工程技术与美学艺术相结合的一门新科学——工业造型设计, 是现代工业产品设计中的一种现代设计方法。工业造型设计之所以在现代工业产品设计中成为不可缺少的重要部分, 原因在于它对提高产品的经济功能和精神功能有着十分重要的作用。合理美观的造型设计可以在市场竞争中吸引更多的用户, 争取市场占有率, 创造更多的经济价值。具有良好的外观形态, 宜人的色彩, 舒适的表面质感的工业产品可以美化人们的生活和生产环境, 丰富人们的精神要求, 提高生产效率。

随着计算机技术特别是计算机辅助设计(CAD)技术的迅速发展, 计算机已经渗透到工程技术的所有领域。计算机辅助工业设计(CAID)是工业设计(ID)和CAD的有机结合, 是质的飞跃, 不是简单的相加或拼凑。应用CAID技术可以缩短造型设计周期, 提高设计质量, 减少设计人员的工作量, 在工业造型设计领域有广泛的应用前景。

1.3 CAID 的主要特点

CAID 技术比传统的工业设计具有无可比拟的优越性, 工业设计师掌握了它, 就可以随心所欲地表达构思创意施展才智, 它能提高产品整体设计质量, 强化产品市场竞争能力, 其主要特点如下:

(1) 灵活性 利用计算机这种魔杖般的工具, 可直接在系统上进行创造性设计, 采用三维实体造型技术, 作物体几何造型, 如形态构成、色彩设计、材料编辑、质感描绘、实时旋转变换, 快速真实图像生成输出, 多种造型方案的评判与决策等。可简便地进行修改, 直到满意为止。

(2) 高质量 三维空间软件系统, 集三维实体造型、静态着色、复杂光照模

型、多媒体动画创作于一体,产生的图像生动、逼真,能达到“真假难辨”“无中生有”的程度。设计手段的先进,保证了设计的高质量。

(3) 高效率 计算机能迅速将设计构思形象化、对象化。不但可利用数字化仪等实现图形等信息快速输入,而且可利用绘图机、打印机输出设备,自动绘制输出设计图像和图形。可部分或全部取代预想效果图绘制、模型制作和产品摄影等过程。提高设计速度、缩短设计周期,降低设计成本,使新产品迅速投放市场。有统计说,CAID 技术可以提高设计效率 5 倍。

(4) 系统优化。在造型设计中,可以综合模拟设置配套环境、外表装饰等相关因素于一体;并在基础图库上任意组合多种多样设计方案评价优选,能使设计人员及早发现缺点与不足,更加合理与科学化。真正实现“人机系统”的优化设计。

(5) 高水平 CAID 发展方向之一就是智能化。今后工业设计师利用基于知识的专家系统,辅助信息管理系统,能像专业领域专家一样作业,实现设计的高水平。

(6) 宜人性 CAID 技术能时时以“人”为服务中心,讲求“人——机——环境”完美和谐统一。利用“数据库”、“图形库”和“知识库”,能使产品或工业设计充分反映人机工程学提供的参数要求,贯彻相关宜人性、安全防护和环境艺术等标准。

1.4 机床造型的演变

加工中心是在数控技术基础上,根据多品种小批量加工工艺的要求,结合当代新技术、新材料、新工艺和新的机床功能部件以及人们发展了的新的审美意识与需求,运用产品造型的形式美、色彩美、材质美以及人机工程学的基本法则、理论和现代设计观念与技巧等多种高技术设计结合而成的具有高精度、高速度、高效率和高自动化的现代化生产设备。它不仅在结构性能方面相对于普通机床发生了根本的变化,而且在外观造型设计的方面也形成了自身独特的风格与特点。研究加工中心造型设计的特点,旨在提高加工中心外观造型质量,以求进一步提高其在国内外市场的竞争力与附加值,使产品立于不败之地。

加工中心是科学技术发展的必然产物。随着工业化革命的开始,发展了机床:

计算机的迅速发展和广泛应用,又使机床发生了根本的变革,由传统的机械化发展到现代的自动化,进而发展到当今的由数控技术发展起来的加工中心;功能和结构的变化又带来了机床造型的变化。分析机床造型的演变,为设计具有时代特色的加工中心造型提供了理论基础。

最初的机床是由一个电机驱动或分组由几个电机驱动,一根天轴把运动传给若干台机床,即所谓的“天轴传动”,完全是外露式的皮带传动。机床上所有零件机械地集合在一起,单纯满足功能需要,总体布局凌乱、粗糙、丑陋、无暇顾及外观、色彩和人机关系,安全性能差。

随着机床的变速机构由皮带轮传动发展为齿轮传动,整个机构集装于床头箱内,机床的造型发生了根本的变化。20世纪30年代,流线型在世界上风靡一时,与空气动力学无关的机床上也广泛地应用,直到40年代前后,开始提倡包络法的设计原则,即外形跟着内部结构走,以曲线、曲面及大圆角过渡为基调。这种造型给人们以圆润、流畅、活泼、亲切的感觉,为人们所喜爱。由于包络设计法使机床外表面曲线、曲面过多,产生臃肿、笨拙的视觉效果,因此,50年代机床多采用直线为主的方形或方形小圆角过渡的造型风格,受到了人们的青睐。60年代至70年代,机床的主体造型风格增加了平面和直线要素,给人以挺拔、浑厚、规整、均衡、庄重的感觉。从平面构成中线的性格来讲,垂直线刚强、单纯、直接;水平线平衡、安定、永恒。机床造型采用“水平线+垂直线”,与机床运动部件的基本方向一致,从而加强了机床的动势,达到方整、稳定、简洁的视觉效果,符合时代的潮流。80年代前后,方正之中又逐渐增加了梯形,这是由于过分追求方直形而使机床的外形严肃有余而活泼不足,使人产生单调、贫乏的心理状态。90年代机床的造型增加了斜面,线与线、面与面之间用小圆角过渡,给人以有生气、活力、轻巧之感。

由于科学技术的发展,新材料、新结构、新工艺的出现,机床外形给设计者以更大的选择余地。在满足机床功能的前提下,机床的造型朝着简洁、明快、协调、统一、整体感强的方向发展。

1.5 加工中心的造型设计

数控机床加工中心具有高精度、高速度、高效率和高自动化且能适应多品种
数控机床加工中心具有高精度、高速度、高效率和高自动化且能适应多品种

小批量生产的显著特点,故其发展受到国内外企业界的高度重视,从而得以迅速发展并已成为现代机床发展的主流方向。国外加工中心大量进入中国市场,对我国机床行业冲击很大。作为生产和制造加工中心的厂,如何顶住国外的冲击,重要的是使国内加工中心在性能、质量、可靠性和外观造型上缩小与国外的差距。因此,在借鉴和研究外国先进技术、进一步改进和提高产品各项性能的同时,要花大力气在外观造型设计上,在产品造型上形成自己的特色,给用户留下深刻的第一印象,便可赢得用户、赢得市场。

近年来,随着市场经济的发展和完善,国民经济的迅猛增长,现代科学技术的发展,人们生活水平不断提高,消费者的需求已经从数量消费逐步转向质量消费、性能消费和感性消费,产品工业设计不仅要求新颖、美观、大方,而且要求色彩符合现代审美、性能符合人机工程、产品符合市场化等要求。许多产品在投入市场后不能达到预期的效果,究其原因,不外乎与产品的工艺、性能、材料、可靠性、人机协调性以及前期的设计没有将产品的设计和用户的使用、商家的市场操作很好的结合起来有关,这些问题的解决都需要对产品进行现代工业设计。我国加入 WTO 以后,国内市场的竞争更是日益国际化,一些企业和有识之士开始把目光投向工业设计,采取切实的步骤扩大设计队伍,健全设计组织。很多企业成立了设计中心(如美的)、设计公司(如海信)、设计研究所或在海外设立了设计公司(如海尔、科龙等)专门从事产品的工业设计,工业产品的现代工业设计有了飞速的发展,其核心竞争力的地位正在不断的提升和巩固。

1.6 现代加工中心造型设计特点

加工中心造型设计是具有实用功能的造型,不仅要求以其形象所具有的功能适应人们工作的需要,而且要求以其形象表现的式样、形态、风格、气氛给人以美的感觉和艺术享受,起到美化生产环境,满足人们审美要求的作用,因而成为具有精神和物质两种功能的造型。

1.6.1 加工中心形式与功能的统一

加工中心在设计程序上应遵循“从外到里”的次序,即先根据技术要求等因素进行整体造型设计,而后作内部工程结构设计,这样才能够实现形式与功能的完美统一,创造出实用美观的新颖产品。但传统工程设计却是沿袭“双重设计”

旧模式：把工程技术设计与外观装饰设计割裂开来，“从内到外”先后进行，至使产品技术功能与外观形式两层皮，形不符实，造型陈旧落后，设计出的产品摆脱不了“傻大黑粗笨”的面貌。

1.6.2 加工中心形式的均衡与稳定

以机床支撑底部的中轴面为基准使左右两面的体量完全对称，产生最强的均衡感，造型感觉比较庄重。但在实际中要做到完全对称是较困难的，因此在形体量较轻的一方可采取增加图形、色彩形体等方式来增加视觉重量以取得均衡。

机床都是底重头轻是稳定的，但外观造型会给人们视觉稳定性较差造成不稳定的倾倒感觉，此时可在下部涂装重量感较强的色彩或利用表面材质的光亮轻盈与粗糙厚重的对比关系增加下部重量感来增强稳定感。

1.6.3 加工中心形态的统一与变化

构成造型形体大轮廓的几何线型要大体一致，达到线型风格的协调统一。造型体零件联接所构成的线型应与主体造型风格一致外，还应将这些结构线型按形体与结构关系尽可能的简化、规整，做到均齐一致，从而达到大方、简洁、明快，产生统一协调的美感。产品色彩不宜过分单调，也不宜过分艳丽夺目与零乱，一般采用大面积低纯度的色彩统一全局，再选用小面积的高纯度色彩使之活要变化，采用中性色来联系过渡，从而达到协调统一的目的。在统一中求变化，如线型变化、方向变化、色彩变化、材质变化，使造型活跃生动富有情趣，达到美感要求。

1.6.4 加工中心形体的构成

由分解的单一形体，由下而上逐个平稳地堆砌组合构成的形体，易获形态稳定、形式变化多样的造型；由分解的单一形体的线、面在水平方向上相互接合构成的形体，易获得形态稳定、均衡、组合多样的造型；由相同的单一形体按水平直线或折线、弧线、圆周等方式重复相接而构成的造型，具有较强的节奏律感；按一定规律减小（或增大）的多个单一形体连续组合而成的造型具有动势感，形体转化自然；在较大的形体上悬空的贴附较小的而构成的造型，则贴加的形体易失去稳定，但造型整体的稳定性又决定所有组合形体量均衡稳定。

形体组合之后为使形体间衔接密切、转变自然、造型体感协调，在组合形体

之间采用不同形式的过渡方式(斜面过渡、弧面过渡、异形异面过渡、形体修棱过渡),使新组合的形体构成新的整体。

1.6.5 加工中心的色彩设计

加工中心是精密设备,色彩力求单纯,一般2~3色为宜,色彩越简洁醒目,整体感越强。主色常采用低纯度明色调,配以小面积、较高纯度色与华丽的光泽色,既反映加工中心精密的功能特征,又可以产生不太强烈的兴奋感觉,给人以高雅、明快、活跃的整体视觉效果。在色彩设计时,还要注意满足企业形象的要求。如果企业的产品已在用户中获得了信誉,那么对新开发的产品应该尽力保持和维护原来的主色调,满足企业形象和产品质量在用户心目中经久不衰的要求。

1.6.6 加工中心的高技术、高情感与通俗化

加工中心所具有的高精度、自动化和能适应多品种小批量生产的高技术特点,创造了有史以来人类机械化生产的高效率和高效益,同时也带给操作者最致命的缺陷:缺乏情感缺乏通俗化。换句话说,不少加工中心设计,过分注重了高技术的运用和多功能的要求,而忽视了现代人对加工中心设计越来越高的精神需求和越来越强的个性表现。在高科技日新月异的当今时代里,人们普遍要求作为高科技生产的加工中心,除具有高技术外,还应注入深厚的情感予产品,在设计中勿忘给操作者更多的关心和更通俗方便的操作使用方法,使产品富于人性化,令产品洋溢“热情”,给操作者以种种精神。这对于工业设计师而言,无疑是一种新的挑战,但这也作为一个严肃的课题,被推到前所未有的显要位置。

1.6.7 加工中心的高技术与人机工程学

对于特定的且有高技术含量的加工中心而言,宜人性设计不只局限在改善人——机——环境系统的协调、统一关系,还包扩:有利于满足使用者审美上的追求及心理上、精神上的需求。工业设计师必需把“为人而设计”的观念贯穿于产品设计的全过程,也就是以人为中心展开设计,着重研究“物”与“人”之间的关系。

加工中心的宜人性设计应遵循如下原则:

(1) 应注意遵循“形式服从功能”和“形式表现功能”的原则。设计应以简洁的形态、醒目的色彩和富于人情味的线型表现内涵高新技术的加工中心,摒弃

繁锁的外观造型与装饰,强调“实用”与“美观”、“技术”与“艺术”的高度结合与统一,更要注意“物”与“人”的完美结合。设计不仅注意有形产品的设计,使产品的操作变得更容易,而且更要注意使用者习俗等的“无形的设计”。

(2) 应注意统一与变化的原则。设计应强调在产品的形态设计与结构设计相协调的原则下增加其色彩、表面质感、线型和体量关系的变化,增加发光与亚光材料的对比运用,通过种种因素的设计,以各种完美的构成,使其在人的感知、认识及操作过程中体察物的价值和高科技带来的精神满足感。

1.6.8 安全防护与环保问题

加工中心是一种高速、高效和高自动化的现代生产设备,对其精度、速度、结构强度与刚度以及使用的安全性、精度保证性等要求远高于一般普通机床。因此,加工中心除对运动部件和油、气、液、电线、电缆等进行单独防护外,出于对整台机床精度保持性、作业环境保护和人身安全防护性以及外部感观质量等因素的考虑,多采用全封闭防护造型(全封闭防护罩)。全封闭防护罩可减少粉尘入侵和防止铁屑及润滑冷却液飞溅,有些还带有隔声降噪及机电安全连锁功能,故可明显提高设备的精度保持性及环保水平。

加工中心全封闭防护罩占有其机床外观形体的大部份面积,在一定程度上掩盖了机床的整个主体,因此,其造型风格和外观形体设计选定的机动性、灵活性和自由性很大,无疑给工业设计师发挥创意,搞好加工中心的造型设计,提供较大的空间与可能。但全封闭防护罩是一种庞大复杂的薄壁构件,其结构设计、制造安装、拆卸和运输的难度较大,也是设计师深感棘手的问题。因此,在全封闭罩具体设计时,应着重注意以下几点:

(1) 为了装拆和运输的方便,加工中心的全封闭防护罩宜采用板块结合式结构。

(2) 面积较大的板块,内侧应设置加强筋。所有板块联结部位,一般应设置在内侧,所有联接螺钉,尤其是正面和两个侧面,均不许螺钉外露,以保证外观的平整、光滑和整体感。

(3) 在开合门的接缝处,务必设置迷宫式防漏结构,并在适当位置设置润滑冷却液回流导槽。

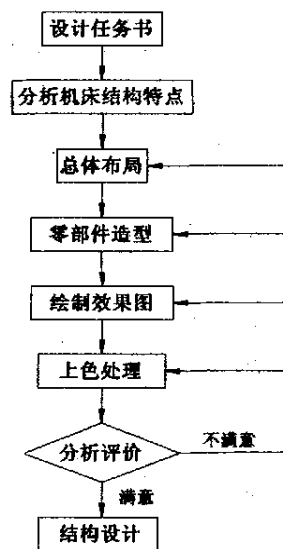
(4) 在开合门上应设置机电安全连锁装置,确保人身安全。

1.7 CAID 在加工中心造型设计中的应用

加工中心是在数控技术基础上发展起来的高度自动化的新型数控机床。是机床中生产率和自动化程度最高的综合性机床,典型的机电一体化产品,广泛运用于各种制造业中,它标志着一个国家制造业的技术水平。主要特点是:高技术、多功能、高精度、高复杂性、多样性、高可靠性、易维修性、封闭式、自动化、高效率、宜人性和造型美等。加工中心的这些特点就决定了其独特的造型设计特点,就是要“造型美”。在机电产品中,加工中心的造型设计是具有典型性和代表性的。因此,研究加工中心的 CAID 有着重大的理论价值和现实意义,它能使加工中心造型设计达到形优、色美、质佳、宜人,令人满意的程度。加工中心的 CAID 优点[3]:

(1) 形优 这里“形”是指机床的形态,形是造型的基础。CAID 能用三维软件,真实感实体造型技术,构造、显示和输出生动逼真的机床形象图。造型中能很好地贯彻比例尺度、均衡稳定、变化统一,对比调和等美学法则;优化总体布局、线形风格、整体效果与环境、色彩装饰协调;符合人的审美尺度;体现机床功能、结构、材料和工艺特点;做到科学与美学、技术与内容的高度统一,实现机床的“形优”。

(2) 色美 加工中心是精密设备,其色彩特点是采用高明度低纯度的主体色,配以小面积、较高纯度色与华丽的光泽色,既反应加工中心精密、精巧的功能特征,又可产生不太强烈的兴奋感觉,给人以高雅、明快、活跃的整体视觉效果。



CAID 流程图

CAID 经过上色处理、材料编辑、光源形成及自然现象和阴影处理生成机床丰富的色彩,组成无穷的变化,实现加工中心造型的色彩美。

(3) 质佳 “质”是指质地质感。机床质感,也应与内在的质量相匹配。主要取决于面饰工艺及与色、形的优化组合。如平面度、直线度、圆弧规整度、镀或漆的均匀度以及适度的表面装饰等都会影响机床质感,或精美细腻或粗丑毛糙。CAID 通过贴图、上色等技术处理,可以模拟多种多样的质地、纹理效果,

非常逼真动人。

(4) 宜人 虽然加工中心采用机械手实现自动换刀,极大地提高劳动生产率,把人从繁重的体力劳动中解放出来,但还是离不开人来操作,因此机床应具备宜人性,实现“人——机——环境”的合谐统一。CAID 能模拟生成、动态显示诸关系模型;模拟声、光、色和振动等环境因素对人的影响,求取宜人的设计方案,使机床好看好用,创造美好的生产环境。

(5) 高速度 用 CAID 作机床造型设计,不仅效果好,而且效率高,全部造型设计任务都可通过计算机来快速完成。

(6) 动画 用三维动画软件,可动态模拟显示,作运动干涉分析,系统仿真。

加工中心造型设计是一项综合性的工程,工业设计师必需掌握有关加工中心造型设计的规律和特点,并在实践中灵活运用,再与工程师相互配合,充分发挥各自的设计优势,就能设计出具有高水平的加工中心外观造型,使自己的产品在市场上占有一席之地。

1.8 本论文所做的研究和工作

1.8.1 研究内容

1、针对工业产品的现代工业设计进行研究分析和论述,提出对工业产品进行现代工业设计的总体思想。强调在工业产品的现代工业设计中虚拟设计、绿色设计、并行设计等新的设计方法的应用;强调计算机辅助设计技术(以 CATIA 为例)的应用;强调人、机、环境的协调等。对于工业产品的现代工业设计提出较为具体的程序和方法。

2、结合实践;以交大昆机厂科技股份有限公司的 TH5650 加工中心为例,利用现代工业设计方法进行设计研究,为其提供科学、客观的设计依据。

3、利用计算机辅助设计方法,应用现代工业设计理论,对加工中心创新设计出具体设计方案,并对其建模、渲染制作出相应的效果图。

1.8.2 设计方案

1、进行调研,了解加工中心的工作原理,运行环境,设计要求,市场现状

等。

- 2、建立设计创意,运用现代工业设计方法进行加工中心的设计。
- 3、运用设计软件 CATIA 建模,并对设计的加工中心进行分析评价。

1.8.3 预期结果

通过理论研究、实例设计,证明利用先进的现代设计方法对工业产品进行现代工业设计,已经成为一种主流和趋势,产品研制人员的研制习惯和观念也正在发生着重大的革新;产品竞争在很大程度上已经演化为产品设计的竞争,采用现代工业设计,可以大大缩短研制周期,提高研制效率,减少研制成本,将更大限度的提升工业产品的市场竞争力和市场适应性,现代工业设计可以真正塑造工业产品的核心竞争力。

1.9 小结

本章详细叙述了选题的原因和理由,对其中重要的概念进行了初步阐述和解释,对课题开展的背景也作了适当的介绍,并对课题的开展作了严格的要求,提出了预期的研究结果,为下一步展开课题研究和取得研究成果提供了良好的思路和正确的方向。

第二章 现代工业设计

2.1 引言

近年来,国外对产品的现代工业设计发展是日新月异,国内的发展势头也十分良好,但很长时间以来,主要在高校范围和学术圈内进行。企业对于产品的工业设计发展较晚,而且起伏较大,地区间、行业间差异较大。

我国的市场经济发展时间较短,工业设计发展空间较小;由于与发达国家仍然存在较大的差距,国外的设计、技术随着产品大量涌入,使得国内的工业设计没有通过产品在市场上形成足够的影响力,也影响了企业对于工业设计的认同;而工业设计专业的毕业生,真正从事产品工业设计的并不多,有相当数量流失到平面设计、室内设计等领域。

而科技进步和社会发展推动着人类不断地追求更丰富的物质生活和更高层次的精神享受。对工业产品的选择倾向上,人们已不再单纯追求产品的功能完美性,而越来越关注产品外观的愉悦性以及操作的舒适性。因此产品设计已从传统工程制图意义上的设计概念进化为工程设计和工业设计两大分支。

工业设计是在英国工业革命之后逐渐形成的,自此,工业设计的发展一直与政治、经济、文化以及科学技术的发展密切相关,与新材料的出现、新工艺的采用相互依存,当然也受着不同的艺术风格及人们审美爱好的直接影响。

产品开发包括产品战略、市场调查、产品计划、设计开发、技术设计、生产和流通等阶段。现代工业设计的主要工作是在产品战略、市场调查、产品计划 and 设计开发阶段,同时贯穿整个开发过程。

通过搜集、分析和综合相关数据,工业设计旨在提出用于对产品的功能、价值与外观进行最大程度匹配和优化的概念和方法,并运用这些概念和方法完成匹配和优化工作,以同时满足用户和制造商的要求。工业设计的侧重点放在产品中同使用者的需求、性格和兴趣直接相关的方面,比如产品的造型、色彩、材质和人机界面等。在对这些问题进行研究和设计的时候必然要考虑制造工艺、经济限制、市场销售和售后服务等因素。并尽最大努力有效的应用材料和技术,满足各种常规设计要求。

产品和组织的识别,室内设计和展示设计,宣传和包装从广义上说也属于工

业设计的范畴。

狭义上的工业设计就是产品工业设计。它主要关注产品的造型、色彩、材质和人机界面等。在提出概念和方法时,设计师主要运用美学、人机工程学、心理学、生理学和社会学方面的相关知识和经验。

2.2 现代工业设计方法

现代产品设计已经普遍认为是一个动态的设计过程,其中包括知识获取和大规模知识的应用。目前,信息技术的渗透影响着设计技术的变革与发展,不仅为设计技术的发展提供了条件,也对设计的技术和方法提出了要求;另一方面,现代设计技术和其他学科一样,其内涵与外延是变化的、动态的。所以说现代设计技术和方法是以满足上市产品质量、性能、时间、成本/价格综合效益最优为目的,以计算机辅助设计技术为主体,以知识为依托,以多种科学方法及技术为手段,研究、改进、创造产品活动过程所用到的技术和方法群体的总称。

一直以来,世界发达工业国家非常重视设计理论和方法的系统研究,并且随着设计方法学、优化设计、计算机辅助设计、系统化设计、模块化设计以及逆向工程等一些新学科的发展,在工业产品的现代工业设计领域的一些新技术,如并行设计、相似设计、绿色设计、智能设计、模糊设计、虚拟设计、动态设计等也在逐渐发展并且得到了广泛的应用。另一方面,随着计算机技术和网络技术的发展和应用,资源的共享和设计的互通越来越紧密;此外,企业也能够对市场变化做出快速反应,从而有利于个体(个体联盟)竞争实力的增强。

设计是一种创造性的脑力劳动,是设计者对理论知识,实践经验和创造灵感进行综合的过程。成功设计的最终判据是用最少的社会投入满足人类需要。按传统的设计方法进行设计,其结果在很大程度上取决于设计者的经验和灵感,因而具有相当大的局限性。应用科学的设计方法可帮助和引导设计者有目的地掌握知识,周密地考虑问题,加快设计进程和获取最佳设计,使设计过程更加条理化,更具创造性。现在,基础技术发明和将之转化为产品之间所用的时间往往只有几个月,产品“面市时间”最短已成为所有厂家、商家关注的重点。计算机辅助方法给现代设计方法学提供更全面和有力的支持,因而计算机的作用在现代设计方法学中受到了更多的关注。

在越来越强大的缩短产品开发周期、降低制造成本的压力下,在产品开发和提高设计水平的工作中,科学的设计方法起着至关重要的作用,设计方法的研究得到迅速发展,对设计方法的要求业越来越高,现代设计方法学越来越成为设计环节中不可忽视的力量!

因此,现代产品设计是在传统产品设计方法的基础上,融合产品设计理论、美学理论、信息技术、计算机技术、知识工程和管理科学等领域发展而成的。

2.2.1 设计方法学的诞生

各国研究的设计方法在内容上各有侧重。但共同的特点都是总结设计规律,启发创造性。采用现代化的先进技术和理论方法,使设计过程更加自动化、合理化。例如:英美等西方国家偏重分析创造性开发和计算机在设计中的应用。德国的专家和工程技术人员着重研究设计进程、步骤和规律及进行系统化逻辑分析,并将成熟的设计模式、解法等编成规范的资料供设计人员参考。日本则充分利用国内电子技术和计算机优势,在创造工程学、自动设计及价值工程方面取得了一定成果,俄罗斯等国也在宏观设计的基础上提出了“新设计方法”等等。总之其目的都是为了设计出更多质高价廉的工程技术产品,以满足人民的需求以适应日趋激烈的市场竞争。

综上所述,在研究设计方法的基础上最终诞生了“设计方法学”(Design Methodology)。简言之“设计方法学”就是研究产品设计的程序、规律及设计中思维和工作方法的一门新型综合性学科。

2.2.2 设计方法学概述

设计方法学是一门多元综合、新兴交叉的学科、其涉及的知识面很广。例如材料力学、理论力学、金属材料、热处理、机械原理、机械设计、金属工艺学、系统工程、计算机应用、价值工程等学科。

设计方法学是为了寻求保证设计质量、加快设计速度、减少和避免设计失误的方法和举措,以适应科学技术发展的要求。它的发展将大大提高产品的设计水平和生产率,提高产品的竞争能力。因此,可将设计方法学理解为:研究设计中的一般过程及解决具体设计问题的方法和手段。故有人将其称之为“设计的设计”。

设计方法学特别重视寻找可能实现各项功能要求的物理原理,并组合成很多

设计方案,以供评价决策。这对冲破传统局限以创新开拓新产品有重大意义。

设计方法学同时还体现了技术、经济、美学及人机工程学一体化和在生产活动中市场、设计、制造及销售一体化的原则。

设计方法学作为方法论,应满足如下的要求:

- (1) 应适用于任何工程设计和产品设计,而不局限于某种行业;
- (2) 能促进发明创造和认识能力的提高,使之较容易找到最佳的解;
- (3) 可与其他学科的概念、方法和认识相协调;
- (4) 所获得的解并不是特异的,应较易转用于其他技术产品的设计。

还需说明的是,设计方法学不主张单凭直觉和经验来设计,而应按设计规律制订的进程、方法和步骤进行设计。但这并不意味着忽略设计人员直觉和经验的作用,即不应该限制他们的聪明才智,相反应使其得以充分的发挥。

设计方法学是一门实践性很强的学科,也只有在实践中才能真正显示出它的生命力和发展前景。

2.2.3 设计方法学的理论基础

设计方法学是一门综合性学科。系统工程是它的重要理论基础,它把产品设计与设计过程都当作一个复杂的系统来进行分析和综合。

所谓系统工程,它是从系统的观点出发,采取定量的,或定性定量相结合的方法,从经济、技术和社会的角度来对一个大系统作优化分析和评价。运用系统工程观点,把产品设计理解为一项系统工程,进行分析、综合、评价和决策。这是设计方法学的一个主要的理论依据。

设计方法学的自然科学理论基础,包括数学、力学、机械原理、机械设计、优化计算方法等,还需引入一些新的设计理论,如信息论、模糊论、相似论等。设计方法学的社会科学理论基础是工业经济学、价值工程学、决策理论、人机工程等。由于产品设计是一项复杂的创造性思维活动,因此,思维心理学也是设计方法学的理论基础之一。

此外,以计算机为中心的计算、设计和智力系统等是设计方法学必不可少的技术手段。综上所述,设计方法学是在深入研究设计过程的基础上,以系统论的观点研究设计进程和具体设计方法的科学。设计方法学研究现代设计理论与方法在设计领域中的应用、本身也构成了现代科技发展的一个组成部分。设计方法学

在总结规律性、启发创造性的基础上,促进了设计中的科学理论、合理方法和先进手段的综合运用。

2.2.4 设计方法学的研究内容

a、设计阶段

研究设计的各个阶段,如原理、方案、结构和总体设计,并把各个阶段及其工作步骤连成一个设计程序,并使之规范化、模式化。阐述每个步骤的具体处理方法,设计进程模式应能使设计过程合理化、科学化。

b、设计原理、规律和准则

从系统观点出发探讨产品设计的一些基本原理,将产品设计看作由输入、输出、转换三要素组成的系统;研究各种设计,如结构的设计准则、原理和原则等。

c、设计方案

方案设计的优劣直接影响产品设计质量。而设计方法学恰恰是主要研究方案构思中的思维规律和科学方法,以及实现需求与技术系统设计间的转换方式、方法、原理、原则和策略技巧等。

d、各类设计及应用

研究各种类型设计,如开发型设计、变型设计、反求设计等特点以及系统、创造、价值、优化、可靠性、相似和人机工程及工业美学等现代设计理论与方法在设计中的应用。

e、设计信息库

研究设计信息库的建立和应用,如各种知识、科学技术原理、技术成果和专利等信息的表达与储存,即知识库;各种操作、程序、技法和方法的合理表达与储存,即方法库等。

f、设计自动化

研究设计步骤、理论和方法如何结合计算机等先进工具的运用,以促进设计自动化的实现。

g、综合评价

工程设计往往是多方案选择评优的过程,在实际工作中,很难找到各项指标都是最优的方案。这涉及到评价指标体系的建立、价值工程和多目标优化设计的有关问题,以便以此对各方案进行合理的综合评价。

设计方法学所研究的内容必将随着科技的发展和设计实践的积累而越来越丰富。

2.2.5 设计方法学的核心——设计创新和采用技术发明

创造性思想不必来自系统的逻辑的推论和演绎,在现代技术开发中开始起首要的作用。

a、设计中的技术转化

将实验室的发现有效地转化为应用的产品对于目前和将来保持在全球市场上的竞争力是非常重要的。这种转化过程需要可用技术和市场需要这两方面的知识。市场研究已经是一种成熟的工业实践行为,市场化总的来说是靠市场的牵动,而不是靠技术的推动。这种转化过程的关键环节是新技术的经济效益和选择适宜的应用产品,技术转化将帮助厂家、商家打开新的市场,开发新的或者改进的产品。

著名的哈佛大学经济学家 John Kenneth Galbraith 认为控制市场主动权在生产者手中:生活实际是生产者在控制、影响着消费者,建立对生产者有利的生活模式,这种模式是强调对消费者取得成就。除技术外就是好的设计,因此解决问题的一部分方法是强调好的设计。市场会把特殊的权威送给独特产品的生产者,设计者将其独到之处的性能带到现有产品之中。

b、技术——一种世界范围内有竞争力的产品

有效的技术转化已经成为在世界市场上复兴工业界地位的紧迫需要。为了生存,产品在国内外市场上必须具有竞争能力。从更加全面美好的前景来讲,整个国家的经济稳定可以依赖于技术成功地转化为商用产品。

c、对转化方法的需求

实验室进行的研究是由研究者提出的,研究结果公开发表,但没有成本——收益分析来确定是否将可获益。厂家、商家要从对投资应得到合理的回报出发,所进行的研究主要是短期项目。为吸引厂家、商家参与技术转化过程,现代必须能给出这种转化优于传统方法所带来的投资回报。

d、转化方法的进展

现代设计方法学以知识为基础的系统和技术转化领域将研究模型化,并用理论指导研究。结果发现以知识为基础的系统和技术转化有共同的目标:有效的知

识转化。

这是一个新的双向方法：以沟通为基础的模型，加强技术提供者和技术使用者之间的知识交流。在这种模型中技术转化是连续不断的，交互的过程，在这一过程中，提供者和用户之间的思想交流是同步、连续进行的，直到“开发者和使用者在技术开发、接受和应用方面认识上取得一致”。

这种模型支持了新技术研究和开发的技术管理过程的系统工程方法，也证明了技术推动和市场牵引是原动力，成功的发明更多来自市场牵引，而不是来自技术的推动。

现代设计方法学通过评估新技术的生命力，以决定技术是否继续开发，减少了技术评价和设计时间；使用分级分析过程(analytic hierarchy process, AHP)，来成功地评价由数量和非数量因素组成的多因子问题，对相互依存的、复杂的、多因子的决定性参数作出决策，提供一种系统方法。

e、提出的转化方法的概述

技术转化综合了新技术、潜在的应用信息，并对最有益的应用和胜过现有过程的优点做出定量估价。重点是“能够是什么”，而不是“是什么”。这种方法是两水平决策系统为原型，能选择技术——产品 / 应用的合理组合，评价产品设计并得出技术转化过程的成本 / 效益分析。最后得出新技术—应用组合优劣的顺序表。

提出的方法是一个两阶段的过程。第一阶段将新技术与可能应用的产品定性地组合起来；第二阶段对发明——应用的组合进行定量评价并对成本 / 效益进行分析；以后就可排出新技术的最佳应用顺序；最后，这些模型在共同的、智能的框架内能够相互作用。

f、虚拟应用的选择

对新技术的虚拟的产品应用是在知识为基础的系统的三个相互作用模型中选择的。它们是含有与新技术有关的物理性能的知识库，制造过程信息的知识库与含有产品应用(指产品目前的缺陷和希望具有的性能)的知识库之间的相互作用。用这三种相互作用的模型得到虚拟的产品应用优劣顺序表。

g、新技术知识库

新技术知识库含有工艺信息的结构性表达方式。涉及新技术的特点、属性、

成本、物理原理、有关工艺过程设备等知识经编码后存入知识库中。

h、需求和应用知识库

现有产品方面的知识是从知识库中获取的。其信息包括产品特点、属性、成本、物理原理、现行工艺的局限性、期望的性能和涉及的加工设备。

i、原型适用性论证

推论可能合适的应用要从新知识库和需求及应用知识库来寻求。新技术和应用配合方案列成顺序表。在推论模型中用启发式方法得出定性的优劣顺序。

j、虚拟应用的算法分析

对定性分析的“发明——应用”组合用算法分析模型进行评估。模型将每个组合的相应的性能关系和设计参数收集起来。设定最优效益 / 成本比为目标, 设计领域又是由用户提出的条件决定的。采用先前收集到的性能关系进行模拟就可以产生一系列可行的设计方案。随后进行效益 / 成本分析, 得到最终结果。

k、成本 / 效益分析

在把发明—应用组合排序之前, 对算法模型的结果应进行后处理。其结果是一系列应用此发明所需的成本与该应用的特征性能改善的关系图。在将多种发明—应用组合进行效益 / 成本估价之后, 可得一顺序表。该表为开发者最可能成功的产品的最佳投资方向提出建议。

l、以知识为基础的系统

以知识为基础的系统在设计工业产品时起着越来越重要的作用, 他包括自动推理机构、神经网络、生产系统、黑板式建筑和专家系统。人工智能是包含所有这些知识的特殊表达方式和管理总的领域。

m、属性匹配

产品应用得以成功的关键是能够将发明和应用两者的共同特性有效地匹配。可用一组规则来决定应用与发明匹配的好坏。这些规则可模拟与事实或者目标的匹配并采取适当的措施。在规则模型中单个属性的匹配是没有价值的, 具有多种属性模型的多种规则才更有实际用途。

对新的实验发明寻找合适的应用有两个阶段的过程。首先, 将可能得以应用的需求与新发明的能力定性地进行对比; 一旦定性判断属性匹配成立, 就可定量地进行设计分析和成本 / 效益评估。依据评估结果可列出多种应用匹配优劣顺

序,为进一步开发新技术提出建议,以便为投资获得最佳的回报。

n、技术属性分类

提出的方法将技术属性分为五大类:材料属性,制造属性,指导公式,质量要求和其他属性。虽然表格化的属性对于研究对象来说是特定的,但是这种方法对于所研究的技术都是通用的。

o、定量匹配过程的要素

定量匹配过程的要素由两个模型组成。第一个模型进行设计模拟以满足用户提出的性能指标。第二个模型对模拟的结果进行后处理以得出成本/效益分析结果。在对所有匹配进行定量评估后,就能够将应用结果排序。

p、软件工程

在设计领域内软件工程相对较新。它涉及软件开发的整个生命周期:认可需求、搜集要求、信息模型化、开发算法、软件系统设计、查证及确认、文件和维护。设计软件系统越来越复杂,因此这个领域越来越重要。

2.2.6 设计方法学的关键——方案设计

方案设计是产品设计过程中最重要的阶段,方案的优劣将直接影响产品的性能、成本,因而也就直接影响产品的生存能力,在这个阶段应用设计方法学是具有战略意义的。方案设计阶段的工作主要可分为:①功能设计;②原理方案设计;③评价与决策。在方案设计阶段遵循科学的设计进程模式可以迅速和清楚地找出尽可能多的设计方案并从中选出最优方案来。

a、功能设计

就一个产品系统来说,最本质的东西就是该系统将输入过渡到输出的能力。功能设计的第一步是将总功能分解为若干子功能,使得设计目标进一步具体化,把复杂的问题转化为一组有层次的简单问题来解决。功能设计的第二步是功能结构设计,根据产品功能分解设计的结果和设计要求明细可以设计出多种不同的功能结构。

b、原理方案设计

构成总功能的每一个分功能在物理上都对应着一个子系统,而每个子系统可以有若干种不同的组成方案。因此,实现一个分功能的原理方案可能是多种多样的,应当尽可能地将每个原理方案都找到,从而确保不遗漏最优方案。在寻找实

现分功能的原理方案时应当力求避免凭个人的经验知识和直觉思维,以便在更多个可能的方向上进行搜寻(例如搜索树的方法,这种方法可以在一定程度上借助推理来帮助和引导设计者迅速找到尽可能多的可行方案)。

对每一个分功能都进行这样的搜索,并将搜寻到的结果填入形态学矩阵的相应栏目内,最终形成整个系统形态学矩阵。为了使最终得到的形态学矩阵不至太庞大,可以对每一个分功能所对应的那些原理方案进行初步的筛选,这一做法符合子空间优化原理。

c、评价与决策

根据原理方案组合列出评价目标参数表,对方案组合进行评价,分配加权因子时需要着重考虑可靠性和生产率等生产要素。采用5分制给分:根本不符合要求给0分,勉强符合要求给1分,基本符合要求给2分。较好符合要求给3分,很好符合要求给4分,超过预定要求给5分。某个方案的加权价值总和最高,并且不存在价值过低的子目标(也就是评价依据),决策即可选择该方案组合进行进一步技术设计。

在产品的开发、改进等设计中,应用科学的设计方法可以引导设计者冲破传统设计思路的束缚,在较大范围内寻找最优的解决办法,这对于提高产品的性能,降低成本,增强市场竞争能力无疑是十分重要的。随着设计方法学自身和CAD技术的进一步发展和完善可望应用计算机来自动生成形态学矩阵以及辅助设计者进行评价、决策等,这样必将更有利地促进设计方法学的普及应用。

2.2.7 虚拟设计

随着计算机及现代设计方法的发展,随着在设计领域对实际工作经验及教训的总结和提高,设计方法学的研究在提高设计人员素质、改善设计质量、减少设计失误、加快设计进度等方面将进一步发挥重大作用;设计方法学这一新兴的学科也必将会不断更新和完善。这就要求我们要密切关注和跟踪这一学科在世界领域的发展和动向,并进而结合我国的实际情况,进行研究、探讨和应用,以此来推动我国科学、技术、经济和生产的发展。

计算机在设计中的应用发展对新产品的开发步骤与过程以发生了巨大的变化。以计算机技术、仿真技术和信息技术为支撑的虚拟产品设计,使新产品开发的设计与制造流程向着数字化、集成化的方向发展,在虚拟环境中,对产品进行

构思、设计、分析和测试，摆脱了传统的产品开发的设计过程，二维设计向三维设计的转变，几何模型向虚拟的产品模型转变，从而实现了产品的设计评价、测试分析和试生产与装配过程，已逐步由计算机仿真技术的虚拟装配过程所替代，从而解决了企业在产品开发过程中速度、质量、成本和服务的问题，大大提高了企业在市场中的竞争力。因此，设计者将开发出一体化系统，该系统能使产品实体化，并为生产该产品来模拟虚拟的制造过程。对设计 / 制造过程集成进行这种模拟，将设计制造信息可在个人计算机的环境中同步地、交互地进行综合。

虚拟产品设计包括以下主要内容：

(1) 参数化特征设计：在产品的设计过程中，从产品的构思到加工工艺性的制定，是一个逐步细化的描述过程，对象特征的参数化描述，是完成虚拟产品设计的基础。特征可通过三类属性来描述：确定的几何尺寸参数、静态的工艺属性和工艺边界条件，这些属性可以按应用目的来编排信息，为计算机完成设计任务时提供了处理对象。虚拟产品设计中参数化特征设计包括实体造型、约束关系、过程控制等。

(2) CAD 系统之间的接口：随着计算机在设计中应用的发展，不同 CAD 系统之间的数据交流与装换显得越来越重要，因而 CAD 的接口具有重要意义。

CAD 系统的接口可分为内部接口和外部接口，内部接口用于 CAD 系统内部的数据交换与转换；外部接口用于 CAD 系统之间产品模型的数据交换与转换。

(3) 设计分析与评价：通过计算机专用软件程序，对所定义的零件、装配关系以及强度、重量、变形、应力状态进行验算，并对设计进行优化。对设计的分析评价，可以对产品进行优化设计，根据分析结果对设计进行修改，这一过程，既可以大大加快产品开发的设计速度，又可以减轻设计人员繁重的计算方面的工作，而使设计者有更多的时间进行创造性的工作。

(4) 产品数据库管理：建立产品的数据模型，实现文档管理、产品结构与配置管理，产品设计与制造流程管理、工程数据库和管理数据库的数据交换，实现技术信息和管理信息的初步集成。

2.3 我国的工业产品设计及制造

在 21 世纪相当长的一段时间，中国制造业作为国民经济的支柱仍将在国民

经济发展中占据重要的地位。

但是当今工业产品市场竞争激烈、变化迅速, 目前我国工业产品的竞争力仍有所欠缺, 产品开发时间长和设计水平的不足已经是我国工业产品在竞争中不断失利的主要原因。

我国是工业产品制造、拥有大国, 国家对工业产品的发展十分重视, 但由于我国有相当长的一段时间不重视对工业产品进行现代工业设计的研究, 因此在外观质量、人机协调等方面远远不能适应现代工业产品的需求。从近年来的国际市场可看出, 欧、美、日等工业发达国家和地区竞相着力研究和提高工业产品的工业设计水平, 以求进一步提高其在国内外市场的竞争力和附加值, 此已成为当今国际工业产品发展的热点。我国的工业产品设计与国外产品相比, 有着明显的“设计滞后”, 直接影响我国工业产品的市场竞争力, 急需在现代工业设计上有所突破。

2.4 CATIA 三维建模

现代科技的迅猛发展, 使产品结构发生了革命性的变化, 机电一体化、模块化已成为工程产品的发展趋势; 计算机技术、先进工艺技术和先进制造技术的飞速发展和广泛应用都深刻地影响着现代设计工业的发展。

三维建模技术的崛起以及虚拟制造技术的出现为概念设计和创新设计提供了一种极好的工作平台, 设计师们可以直接从三维概念和构思入手, 进行概念设计, 形成产品的初步框架, 然后进一步通过工程分析、数字仿真、虚拟现实等手段来分析和评价设计方案的可行性及未来产品的质量和可靠性。近年来, 在制造工业领域正发生着一场以计算机辅助设计 (CAD)、辅助制造 (CAM) 为主题的深刻变革。为了适应日趋激烈的市场竞争和市场需求, 先进的产品研制方法、手段以及实施途径, 实际上是产品研制质量、成本、设计周期等方面最有利的保证。计算机辅助虚拟设计技术正发挥着巨大的作用, “虚拟设计”(Virtual Assembly) 已经逐步成为现代工业设计的一个核心部分, 也正在逐步显示着其优越的核心竞争力。

CATIA 是法国达梭公司 (Dassault System) 在其开发的系统设计应用软件的基础上与美国 IBM 公司合作研究发展, 推出的高级计算机辅助自动设计、制造、

工程分析和仿真软件,在航天航空领域被认为是进行虚拟设计的“航空母舰”,并且在很多相关领域都有着广泛的应用。

(1) CATIA 是一个功能齐全的二维和三维 CAD/CAM/CAE 系统工业生产的设计软件,可提供用户从概念设计、风格设计、详细设计、工程分析、设备及系统工程、制造及应用软件开发等面向过程的设计思想和解决方案。

(2) 具有超强的自由曲面及逆向工程的功能,采用 1~15 次贝茨 (Bezier) 曲线曲面和非均匀 B 样条造型方法。

(3) 具有很强的三维复杂曲面造型和加工编程能力,适用于复杂机械产品外型几何设计和数控加工编程。

(4) 提供统一的用户界面,数据管理,安全兼容的模块数据集合应用程序接口。

应用 CATIA 进行设计的基本思想——以设计为中心。以设计为中心是指在产品三维数字化定义应用于产品研制过程中,结合产品研制的具体情况,突出以设计为核心的应用思想,统筹规划整个设计过程和检测设计效果,可以保证产品研

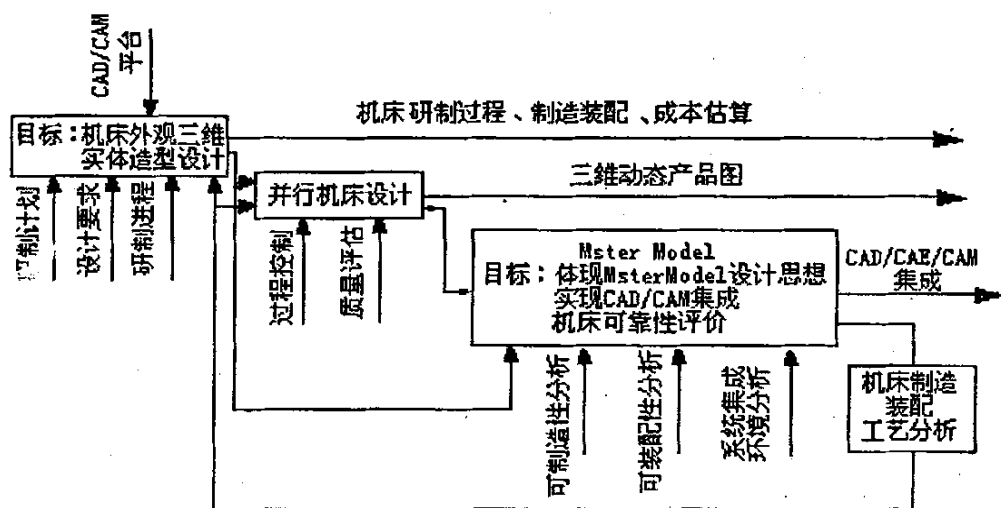


图 2-1 以设计为中心的机床外观三维实体造型设计

制的不同阶段数据结构完整一致,保证产品研制的各个部门协同工作,实现 CAD/CAM/CAE 系统的高度集成,有效提高设计产品的可行性。以机床外观的三维实体造型为例,其具体表现如图所示。

2.5 小结

。本章较为详细的介绍了现代工业设计理念，对设计方法学进行了深入研究、分析和论述，提出对数控机床的外观造型进行现代工业设计的总体思想，并介绍了我国工业产品外观造型设计的现状，逐步引入 CATIA 软件，并初步介绍了应用其进行产品外观造型设计主要原理和功能。

第三章 工业产品造型的现代工业设计

3.1 非物质时代的现代工业设计发展趋势

设计在当代人类的生活中越来越显示出重要的意义。小到一枚钥匙,大到一个城市、一个国家,无不需要设计。广义的设计包括物质产品设计和精神产品设计。由于生活水平的提高,人们的消费逐渐由物质性的追求转向精神性的追求、文化性的追求。而在精神性、文化性的追求中,审美无疑占有重要地位。所有这一切,将美学从传统的艺术哲学领域拉向物质生产的领域,于是,就有了一门新的学科——设计美学。由于计算机技术的快速发展以及因特网的迅猛普及,人类进入了一个信息爆炸的新时代。新技术的无所不在和随机应变性,逐渐成为人们工作生活主导结构形式的主要特色。这种巨大的变化不仅激烈地改变了人类社会的技术特征,也对人类的社会、经济、文化的每一个方面产生了深远的影响,并进而波及到认知和哲学领域。这一变革反映出从一个基于制造和生产物质产品的社会到一个基于服务或非物质产品的社会的变化。

3.1.1 设计美学的内涵

3.1.1.1 设计美学的研究对象

设计美学的研究对象包括艺术设计的全部范围,一般来说,应以设计的产品为中学。它大致可以分为如下几个方面:设计产品的美学性质,其中包括设计美的性质、构成、类型、风格,设计的文化意蕴、形式美及创造性等等;设计过程的美学问题,其中包括设计师在产品开发生产中的地位,设计师的修养、审美理想、艺术个性、设计思维,设计与社会审美趣味、科学技术、市场信息、生产制作及形式法则等等;产品消费的美学问题,其中包括产品消费的个人心理、文化背景、时代风尚、民族心理及信息反馈等等;部门设计美学,其中包括建筑设计美学、家具设计美学及环境设计美学等等;设计美学史,其中包括设计风格发展史、设计心理发展史及部门设计(如建筑、家具)史等等。

3.1.1.2 设计美学的中心问题

设计美学的中心问题主要是三对关系:

(一) 人与物的关系

人与物的关系不只是美学问题,但美学必须将它作为自己立论的基础。美学非常重视人的主体地位,在产品设计中强调人道化的设计,以“宜人化”作为设计的基本原则。美学虽然重视人的主体地位,但美学不把这种主体性绝对化,美学所追求的最高境界是人与自然的和谐,人与物的和谐。

(二) 功能与形式的关系

功能是非艺术品的本质特性,产品的功能是实现功利的前提,艺术设计之不同于艺术创作,根本的原因是设计要讲功利,设计的产品必须是具有某种功能的用品,而不是只供欣赏的艺术品。功能是重要的,但形式也不能忽视,因为忽视了形式,等于忽视了人们对产品的精神上的需求,其实质是对人的片面否定。

(三) 产品设计的主观创造性与客观约束性的关系

产品设计不同于艺术创作,还在于艺术创作有比设计大得多的自由。不能说设计没有自由,但设计的自由比创作的自由小得多亦是事实。这就使得设计师的工作有更多的客观约束。设计师的高明就在于将这许多的客观约束转化为主观的自由。

3.1.2 非物质社会

什么是“非物质社会”?虽然在学术界对此有不同的理解,但基本观点还是一致的。所谓非物质社会,就是人们常说的数字化社会、信息社会或服务型社会。在这个社会中,信息工人比率大大增加。与原始社会和工业社会不同,后者的产品包括原材料的价值和体力劳动的价值,而非物质社会的经济价值和社会价值,主要以先进知识在消费产品和新型服务中体现的比例衡量。在这个社会中,大众媒介、远程通讯、电子技术服务和其他消费信息的普及,标志着这个社会已经从一种“硬件形式”转变为一种“软件形式”,人与世界的关系正逐步转变为各种由数字化处理的信号。在非物质时代,厂商不仅仅提供物质产品,更进一步的,他们提供一种引导、交互、辅助的机会和空间,从而为用户的工作和生活创造新的可能和体验,而顾客也不再是纯粹获取某种物质产品,而是去消费某种服务来满足自己不同的需求,如安全的需求、健康的需求、交流的需求、效率的需求、信息的需求、文化的需求、工具的需求等等。美国的微软(Microsoft)公司称得上是一个非物质时代的标志,微软生产的Windows系列软件,其物质的“量”可以说是微不足道的,在价格上绝对低廉,但在这个廉价的介质上,提供的是一

个虚拟的平台,用户可以在这个平台上从事许多他(她)所感兴趣的事情,构筑他(她)自己的数字世界。这就是微软提供的服务,它以基于物质产品上的非物质内容创造出巨大的需求响应,其服务对象遍及全世界。

3.1.3 非物质时代现代工业设计的发展趋势

通过以上阐述与分析,不难看出,当今设计美学的研究成果主要是建立在物质社会的基础之上,而当今社会已经以无与伦比的迅猛势头迈入了非物质时代。因此,研究与探讨当今设计美学在非物质时代的拓展从而把握当今设计美学在非物质时代的发展趋势已迫在眉睫。

3.1.3.1 美学设计在非物质时代的拓展

非物质时代的核心是“服务”,这种“服务”是超越物质实体所能提供的物质服务以上的服务。例如,盛菜用的盘子提供的服务主要是物质服务——盛菜,而储备了软件或资料的光盘提供的服务就不仅是能够存储软件或资料,而更主要的是储备的软件或资料所能提供的服务。而当今设计美学的研究成果主要集中在指导人们对物质实体的设计,如盘子应采用何种形式、造型等才能更好地盛菜,采用何种色彩、图案、表面涂饰等才能更美观从而使人们得到更好的精神享受;光盘应采用何种材料、形式等才能更加轻便、好用。至于光盘中存储的软件或资料应采用何种形式、界面、美学法则等才能让人们使用起来感到更加美观、舒适、方便,当今设计美学还没有给我们指明方向。因此,类似于这种软件或资料中所涉及的设计美学问题,还有待于我们去研究和探讨,这一领域也正为当今设计美学在非物质时代的拓展提供了广阔的空间。

3.1.3.2 美学设计在非物质时代的发展趋势

非物质时代的步伐在不断加快,人们对“服务”的需求无论在数量上还是在质量上也将会大大提高,而诸多学术领域的研究成果还停留在物质时代的基础之上,无法满足非物质时代人们对学术理论的要求。若要紧跟时代步伐,势必要把握时代脉搏,把握本学科的发展趋势。

本人认为当今设计美学在非物质时代的发展趋势将会体现在如下三个方面:一、物质实体领域的设计美学研究继续发展与完善,二、“服务”领域的设计美学研究逐渐被重视与深入并最终成为主导方向,三、二者相互补充并将形成设计

美学的新体系。

一、物质实体领域的设计美学研究继续发展与完善

由于非物质社会仍然是建构在物质社会的基础之上,二者有着千丝万缕且不可割裂的联系。物质社会是非物质社会的根基与保障,没有物质作为载体,非物质就会变成空中楼阁而无法立足。非物质社会又是物质社会发展进步的必然趋势,是人类社会发展到更高层次的必然历史阶段。因此,即使人类已步入非物质时代,物质实体领域的设计美学研究还应当继续发展并不断完善。

二、“服务”领域的设计美学研究逐渐被重视与深入并最终成为主导方向

历史的车轮总是滚滚向前的,任何一个历史阶段总是会经历新生——成熟——消亡并继而被新的历史阶段所替代,非物质社会也将毫不例外。从近几年社会变革与发展的诸多实例中,我们不难看出,非物质社会正从新生向成熟逐渐迈进并最终将会成为此历史阶段的主导。因此,“服务”领域的设计美学将逐渐被重视并得到深入研究,最终将成为非物质社会这一历史阶段中设计美学研究的主导方向。

三、二者相互补充并将形成设计美学的新体系

任何一门学科领域都会存在其历史渊源,而在新的历史阶段都会有新的发展。“服务”领域的设计美学研究也不能脱离物质实体领域的设计美学研究而独立去发展,而是在物质实体领域的设计美学研究成果与历史积淀中汲取营养且超越原有理论体系。这种新的理论研究成果又会反过来给物质实体领域的设计美学研究带来启示和新思考,这样便会促进物质实体领域的设计美学研究更进一步发展完善。由此形成设计美学研究的良性互动局面,而此时两个领域的理论研究成果就不能再归于任何一个领域的体系,而是一个设计美学的新体系。

3.2 面向用户工业产品工业设计的基本思想

所谓面向用户工业产品工业设计,就是在对工业产品的工业设计过程中以用户或操作者的需求、性格、爱好和兴趣为基本依据,充分考虑用户或操作者对产品的认知特点、产品操作舒适性、安全性和界面可用性等,通过对设计元素的有效合理组织提出创新设计方案;由以用户为主,包括企业相关人员组成的评价组对设计方案进行评价,评价意见和建议用于方案的修改,直到评价组满意为止。

主张用户以不同的方式参与到产品的开发设计中来;设计方案必须为用户的个性化定制留有“接口”。在产品开发中特别强调对用户客观、科学的分析研究,用户在方案评价中的主导作用以及为用户个性化定制预留“接口”。

现代社会中既有个性的“人”,又有组成社会系统中的“人”,所以产品的用户具有共性和个性的二重性。面向用户的设计不仅要面向用户的共性,而且要最大程度的面向用户的个性。

面向用户的设计不同于面向设计师的设计。面向设计师的产品设计往往主要凭借设计师个人的专业知识和经验进行。但是工业产品不同于艺术产品,设计师不一定能够完全代表用户,产品是为用户设计生产,而不是设计师自己。

面向用户的设计也区别于功能主义的设计。随着技术的提高,产品的功能性问题被不断解决(这里指的功能满足,设计是在技术的前提下,使功能与形式的关系合理化的手段,随着技术的提高,功能问题不断被解决,同时不断被提出,站在现时的角度不能预见未来的科技,正谓“物不可穷,故受之以未济终”,所以这里假设功能性问题在一定程度上不是主要矛盾),设计的主要矛盾已成为产品的形式和使用特性与用户的心理需求以及用户所追求的“自由”精神之间的矛盾,所以工业产品的工业设计应该面向用户而不是其它。当然,这并不是说面向用户的设计不考虑产品的功能,而只是说功能不是需要工业设计重点解决的问题。

3.3 工业产品的现代工业设计的基本流程

对于工业产品的现代工业设计的基本流程有三大步骤,即:产品分析研究、设计创意和设计方案分析、测试、评价。

1、产品分析研究

了解产品所属行业状况;分析研究产品目标用户群的各种特性,比如用户的经济状况,喜好,性格,工作环境,对产品的认知特点等。主要目的是为产品的设计创意提供客观科学的依据。产品的分析研究对其进行现代工业设计的基础,是现代工业设计中核心思想和理念。

2、设计创意

此阶段的核心是创意。设计师根据用户分析研究的结果,通过对设计元素的合理有效组织,提出具有创新性的产品设计方案,并以不同的形式完成对设计方案准确而简洁的表达。在设计创意阶段可以利用相关设计方法进行产品的个性化设计,比如虚拟设计等。

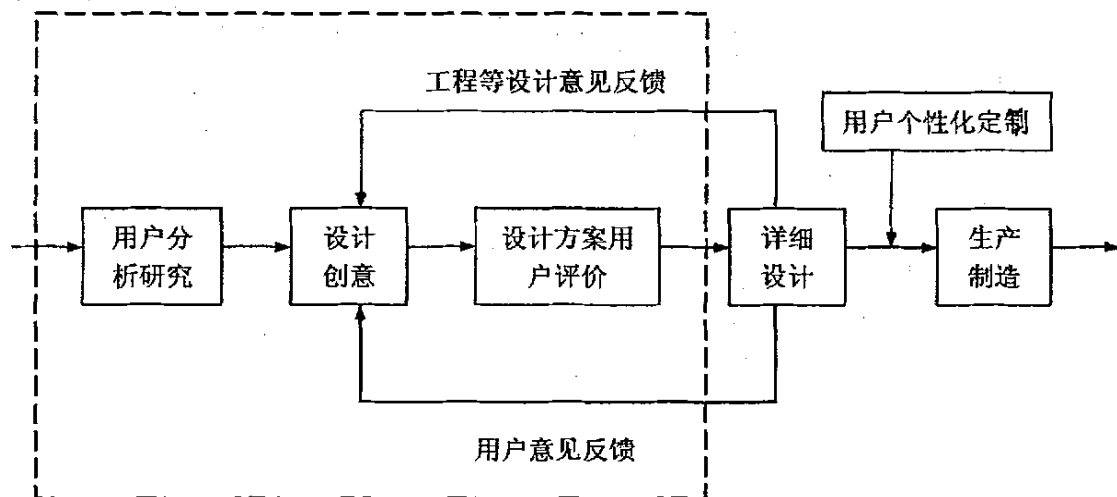


图 3-1 工业产品的现代工业设计的基本流程

3、设计方案分析、测试、评价

产品设计方案的分析、测试、评价在工业产品开发中是至关重要的。根据评价结果决定设计方案是否进一步继续开发或修改或放弃。产品设计方案的评价主体由设计师、用户、厂商集体组成,包含企业管理人员和有经验的设计专家。对产品设计方案进行分析、测试、评价是对工业产品进行现代工业设计的又一核心思想和理念。

3.4 工业产品的分析研究

对于工业产品的分析研究是对其进行现代工业设计的基础,为产品的设计创意提供科学和客观的依据。尤其对工业产品的几个主要设计因素要重点加以分析研究:

a、功能因素

客户购买工业产品,首先考虑的仍然是产品的功能、性能、性价比等实用因素。所以在对工业产品进行现代工业设计的时候首先要保证其功能的充分实现,甚至可以进一步对其功能进行完善和改进。

b、审美因素

对工业产品的审美判断是一个相当复杂的过程。对同一个产品的评判,往往由于使用者审美观的差异得出不同的结果。使用者个人的年龄、民族、生活经验、受教育程度及知识水平等都会对他的审美价值取向产生重要的影响。而且,使用者的审美观不是一成不变的,而是动态的。从总体上来说是一种“趋同”和“标异”的周期。所谓“趋同”就是追求“流行”;“标异”就是实现个性。设计师如能准确把握这种规律,就有可能领导设计潮流,从而使得设计产品也得以领导同类产品的潮流。

c、使用环境

工业产品的使用环境主要包括空间位置、使用条件以及相关设施等,产品与周围环境的协调和产品功能的最优实现是使用者关心的主要问题。所以对工业产品进行现代工业设计要充分考虑其使用环境等相关因素。

d、市场因素

市场流行趋势很大程度上影响用户的购买行为,这一点在服装业中体现的淋漓尽致,工业产品业不例外。现代工业设计并不仅仅为了设计而设计,最终产品是要投入市场的,所以对工业产品进行现代工业设计,市场因素是必须由始至终都要考虑的。

e、认知因素

用户对工业产品的接受首先从认知开始,认知首先需要产品对其有相应的刺激,而这种刺激就由与对工业产品进行现代工业设计有关的特征组成。包括两个方面:一是产品的造型、色彩、图形和材质等视觉特征;另一方面是产品人机界面的可用性、舒适性、方便性以及使用的安全性等使用特征。这些认知特征中新颖别致的特征容易被认知、注意、记忆。

3.5 对工业产品进行现代工业设计相关因素市场调研

对几个设计因素的分析研究主要是对用户共性需求的研究,对工业产品工业设计相关因素市场调研则同时兼顾了获取用户个性需求和市场的流行趋势信息。

对工业产品进行现代工业设计相关因素市场调研主要是对现有产品或相关产品以及其工业设计有关方面的调查,比如目前市场上同类产品中什么造型的产

品销路比较好,竞争对手的产品工业设计那些方面用户反应比较好,用户使用过程中出现的相应问题等。

对工业产品进行现代工业设计的相关因素市场调研要尽最大努力获取全面的有价值的信息。通过对所获取的信息的分析和评估,得出用于产品工业设计的有用资料。

3.6 对工业产品的创意设计

对工业产品进行现代工业设计,不仅仅要注重产品的形态差异化设计,还要注重产品的使用特性优化设计。使用特性设计的关键是人机界面的设计。

首先,设计师要组织好相关的一些设计元素,对曲线、直线、曲面、弧面等设计元素进行合理、最优化的组织;并且要结合相关的科技手段对其进行组织。

其次,对于工业产品,要着重考虑人机界面的设计。人机界面是指人机能相互施加影响的区域。人通过感觉器官接受外界的信息、物质和能量,又通过人的执行器官向外界传递人发出的信息、物质和能量。所以说,产品及环境中凡是参加这两个过程的一切领域均属于人机界面。

许多产品在投入使用后不能达到预期的效果,究其原因,不仅与产品的工艺、性能、材料、可靠性有关,更为重要的是与设计的产品不适宜于人的特性有关。如产品的结构、信息显示方式与信息组、控制器的布置、操作者的认识能力、操作者的身高、操作时的施力大小以及动作的速度和准确度等。现代日趋复杂的工业产品,在产品阶段,如忽视人的因素、即使设计的机器本身具有很好的物质功能,投入使用后也不能得到充分发挥,甚至还可能导致事故的发生。人机系统设计就是在明确系统总体要求的前提下,着重分析和研究人、机、环境三个要素对系统总体性能的影响,应当具备的各自功能及其相互关系。如系统中人和机的职能如何分工、如何配合;环境如何适应人,机对环境、人有何影响等问题,经过不断修正和完善三要素的结构方式,最终确保系统最优组合方案的实现。这是人机工程学为工业设计开拓了新的设计思路,并提供了独特的设计方法和有关依据。社会发展、技术进步、产品更新、生活节奏紧张,人们将会更加注重要求“方便”、“舒适”、“可靠”、“价值”、“安全”和“效率”等条件。人机工程系统设计的迅速发展和广泛应用,将使工业产品的现代工业设计达到一个新的高度。

最后,对于现代工业产品,还需要注重绿色设计的应用,设计师要充分考虑材料的选择和最终的产品分解等环保因素。

3.7 对创意设计的分析、评价

对工业产品进行现代工业设计,对其创意设计方案的分析、评价是开发设计流程中必不可少的一个环节,对产品开发成功与否至关重要。这种分析评价可以为设计的最终决策提供依据,同时也为方案的进一步修改和完善提供了实质性的参考意见。

但是,对工业产品进行设计方案的分析、评价应该在设计的各个阶段进行一次以上的评价,以避免提供信息的误导。通过多次分析、评价,研究几次评价的差异,作出正确的评价结论。

3.8 工业产品造型设计的特征分析

工业产品造型能使人产生一定的心理感受。工业产品造型不象艺术门类中的绘画、雕刻、摄影和其它文艺作品那样是通过刻画典型事件和人的生活现象反映现实,而是通过不同的物质材料和艺术手段所构成的点、线、面、体、空间、色彩等造型要求,构成对比、节奏、韵律等形成美,以及由此形式所体现的一些不具体的、但却是实际存在的朦胧情绪,表现出产品本身的特定内容。在工业产品设计过程中要对所设计的产品进行分析,把握其特性。

3.8.1 双重性——科学与艺术的有机结合

在人类进入现代文明的今天,自然科学与人文科学在学科领域的相互渗透已十分广泛,处在边缘领域的工业设计也就成为科技工作者和艺术工作者共同关心的课题。从整个社会系统结构来说,科学以技术为中介作用于社会生产,而艺术则以情感为纽带作用于人们的思想与观念,从而间接地影响着社会的发展,两者是相通的,好比一棵文化树上结出的两颗硕果,荣枯相依,兴衰与共。

从历史发展的事实来看,在同一历史时代,科学技术发达的地方,在文化艺术方面往往人才辈出,成果丰硕,令人瞩目。在同一民族的历史上,艺术成就辉煌的时代,也是科学技术发展的黄金时期。如中国的春秋战国时代,两千年前的

古希腊时代, 18 世纪的英国, 19 世纪的德国等都表现过这样的特征。这种宏观系统上的相关性必然包含着相应的微观机制。事实上, 在人们日常生活中时时处处都体现着科学与艺术相结合的问题, 正是这种结合才不断地美化着人们的生活环境, 创造着新的生活方式, 改变着人们的审美意识, 促进着人类文明的进程, 并使传统形式得以革新和发展。法国著名作家福楼拜在创作时由衷地感到: 越往前进, 艺术越要科学化, 同时科学也要艺术化。两者从山麓分手, 回头又在山顶汇合。现代生活和科学的高度发展表明, 艺术和科学、美学和技术的关系越来越密切。因此, 在西方的学者中间曾经进行着关于未来属于科学还是属于艺术的争论。但是, 这种科学艺术化、艺术科学化的和谐趋向, 并不意味着两者的独立性会被取消。

工业设计是以科学与艺术相结合为理论基础的, 它不同于传统的产品设计。从工业设计的角度看, 设计构思不仅要从一定的技术、经济要求出发, 而且要充分调动设计师的审美经验和艺术灵感, 从产品与人的感受和活动的协调中确定产品功能结构与形式的统一。也就是说, 工业产品设计必须把满足物质功能需要的实用性与满足精神功能需要的审美性完美地结合起来, 并考虑其社会效益, 它“既是艺术的, 又是科学的一个部门”, 这就构成了本学科科学与艺术相结合的双重性特征。

3.8.2 舒适性——人机系统相互协调

任何产品都是供人使用的。所以产品制造出来后必须让人在使用过程中感到操作方便、安全、舒适、可靠, 并能使人感到人与机器协调一致。这就要求产品设计构思过程中, 除了从物质功能角度考虑其结构合理、性能良好, 从精神功能角度考虑其形态新颖、色彩协调等因素外, 还应从使用功能的角度考虑到其操作方便、舒适宜人。因为产品性能指标的实现只能说明该产品具备了某种潜在效能, 而这种潜在效能的发挥是要靠人的合理操作才能实现。不难想象, 如果产品的操纵控制器设计及其布置不适应人的生理特征需要, 显示器设计及其布置不适应人的感知特征需要, 作业空间、作业环境、工作条件等与人有直接关系的设计不考虑宜人性问题, 那么产品的性能再好、外观再美也会因不适合人的使用, 不能发挥人机系统的综合使用效能而被淘汰。因此, 产品设计应该运用人机工程学的研究成果, 合理地运用人机系统设计参数, 设计中应充分考虑人与机的协调关系,

为人们创造出舒适的工作环境和良好的劳动条件,为提高系统综合使用效能和使用舒适性服务。

3.8.3 创造性——启迪人们思维灵感

人们通常认为,科学创造是以抽象思维为主要特征的,艺术创作是以形象思维为主要特征的。实际上,在科学创造和艺术创作中,抽象思维和形象思维是协同配合的,而且都需要灵感思维作为辅助。所谓灵感思维,是指在创造活动中,人的大脑皮质高度时的一种特殊的心理状态和思维形式,是在一定的抽象思维和形象思维的基础上突如其来地产生出新概念或新意象的顿悟式思维形式,是创造者在顽强的、孜孜不倦的创造性劳动中达到创造动机极大高涨和紧张的时候所处的心理状态。灵感是创造性活动中普遍存在的现象,创造性思维中的灵感是一种不同于形象思维和抽象思维的思维形式。一般来说,逻辑思维有助于思维的深度,而思维的广度则受到一定的限制,如果探索的方向有误差,那么仅沿着逻辑思维推理是无法改变思维方向的。如果有形象思维配合,则可以使思维领域扩展,以至从完全不同的角度求得新的创造思路。通常情况下,工程技术人员习惯于按逻辑思维的准确方法来认识问题和解决问题,不习惯于利用形象思维来启迪创造性灵感,常使自己丰富的想象力被一些典型的约束条件所湮没。因而产品形态很难摆脱传统模式的束缚,致使产品设计模仿多于创新,共性淹没个性,缺乏时代感和市场竞争力。

工业设计提倡在产品造型时,思维方式多角度,形态创新多样化,因此能在一定程度上为工程技术人员的创造性思维提供有效的方法。在产品造型设计过程中,创造性指功能组合和形态创新两方面内容。尤其在机床、汽车、家电等行业中,形态创新更显重要。创造者在创造过程中的成功率与灵感思维有很大关系,而思维的灵感则与创造者的智力因素有直接关系。现代心理学研究成果表明,人的智力因素主要包括:良好的观察能力,较强的记忆能力,丰富的想象能力,敏捷的思维能力和熟练的操作(动手)能力等五个方面。就工业设计而言,相对于其它学科则更强调动手能力,即能把自己通过观察、想象所得的物像迅速记录下来,在不断观察、不断想象、不断修改的基础上完成形态创新的工作。

3.8.4 协调性——建立系统设计观念

在现实生活中,许多产品都是配套使用的,因而就构成了各种系统关系,如

汽车与道桥、桌子与椅子、煮水壶与暖瓶等。在工业设计研究领域内,人们日益重视对产品之间关系的处理,有人则提出了软性设计的概念,即设计两个或两个以上产品之间的关系,或者称为系统设计。一般来说,在产品系统设计中主要应考虑以下三个方面的问题。首先,物与人的协调关系首先是物与人的生理性特征相协调的关系,即产品外部构件尺寸应符合人体尺寸各要素的需求,其操作力、操作速度、操作频率等要符合人体运动力学条件,各种显示装置要符合人接受信息量的要求,以使人感到作业方便、舒适安全;产品的形态、色彩、质感给人以美的感觉等物与人的心理特征相协调的问题也要处理好。合理解决物与人的协调关系对于提高产品使用效能具有重要意义。其次,物与物的协调关系首先是单件产品自身各零件、部件的协调,它包括结构、形态、大小及彼此间的连接关系,其中又包含各零件间的线型风格、比例关系等;其次是单件产品与构成相互关系的其他产品之间的协调关系问题。例如,要发挥汽车的高速效能,就要求道路和桥梁的设计具有高标准,没有高速公路,汽车的高速性能就不能发挥。又如,设计茶水壶时,就应尽量使其在容量上与配套的水杯的容积构成比例关系,这样才能充分发挥它们在容量上相适应的效能。第三,物与环境的协调关系首先是物与所处的环境相协调,例如,固定安放的设备应与设备所处的环境在形、色、质方面相协调,而运行式的机器车辆则应考虑各种变化的环境条件总之,应综合考虑物与人、物与物、物与环境三者之间的协调关系,即人机系统相协调。

3.8.5 时尚性——适应时代发展需要

工业产品进入市场就成为商品。一种商品投放市场就意味着对另一些同类商品的竞争,而竞争能力的强弱,往往是通过产品的时尚性来决定。所谓时尚的产品,是指在一定时间、范围内易于被人们接受和喜爱的产品。因而要从理论上探索工业产品设计的变化规律,合理制定产品设计的意图和计划,为决策提供科学依据。一般来说,影响产品时尚性的因素主要有以下几个方面。首先,是科学技术的发展。科学技术的发展是工业设计的先导,设计只有在科学技术为其提供新的技术、材料、工艺的基础上,才能产生多方面的变化。如果没有大规模集成电路元件,计算机也不会有今天这样小巧玲珑的造型;如果没有工程塑料及其加工工艺的出现,家用电器的造型也不会像今天这样花样翻新。所以,工业设计是依附于科学技术的发展而发展的。其次,是产品功能的转化。随着产品功能的多样

化、综合化,必然促使产品造型朝着组合化、小型化的方向发展。同时,也将促使某些产品的功能发生转化。例如,手表过去以记时为主要功能,但目前手表一方面向着艺术装饰品方面发展,一方面向多功能综合化方面发展。第三,是人们审美观的变化。人们审美观是随着生理、心理、社会环境的变化,以及其它学科的影响而变化的。从生理原因来看,根据人们的视觉的生理特征,一旦某产品的形、色、质不能再产生愉悦人的效果,就会引起陈旧、单调、乏味的感觉,就要寻求新的形、色、质来代替、补充,从而促使产品造型演变。从心理原因看,在人们的心理特征中,好奇、好胜、求新、求美的心理作用是促使产品造型演变的心理原因。当人们的物质生活比较富裕时,追求精神上的满足和快慰则更为强烈。从社会环境变化的影响看,现代化生活的特点是物质丰富、人口集中、交通拥挤、生活节奏加快等。人们为了适应社会环境的变化,需要造型轻巧、色彩淡雅、多功能、微型化的精美产品。

3.8.6 实用性——正确体现物质功能

与任何形态一样,一件工业产品,包括内容与形式两个方面。工业产品的内容,就是产品所具有的物质功能和使用功能。产品的形态、色彩、材质等造型要素所共同构成的产品造型,就是产品的表现形式。形式在人们的心里中产生不同的感受,就是产品的造型功能。产品的物质功能是产品造型的目的,不注意产品造型的物质功能,产品造型设计就失去了任何意义。

产品造型的创作活动,需要通过各专业、各工种、甚至多学科的共同协作,同时受功能、材料、结构、工艺、经济等条件的制约。所以,产品造型不是单纯的艺术创作,而是功能技术与艺术创作完美结合的结果。工业产品造型设计不同于一般的艺术,它是在具备实用性、科学性的同时,具备艺术性。具有科学的实用性,才真正体现出产品的精神功能。工业产品具有实用性,它才能被消费者接受,才有市场。

3.8.7 经济性——提倡功能价值分析

一般来说,产品的功能价值及其经济性是制约和衡量产品设计的综合性指标之一,要达到合理的经济性指标,就要进行功能价值分析,保证功能合理。例如,机器设备零件和零件之间、内构件与外装件之间寿命周期应大致相等(可更换的易损件除外),以使价值系数达到最大。同时,对于基本功能和辅助功能也要综

合权衡。例如,手表的基本功能是记时,至于防水、防磁、防震、夜光、日历、计算器等功能要素则是为了某种需要加上去的辅助功能。辅助功能的添加必须综合考虑到销售地区消费人员的文化层次、兴趣爱好、经济水平等因素。

若从产品的经济性与时尚性的关系上讲,则有产品的物质老化与精神老化、有形损耗和无形损耗等一系列问题。产品的精神老化和无形损耗同样会在新产品价值和寿命上起着相当重要的作用。所以,产品设计还应当考虑物质老化和精神老化相适应,有形损耗和无形损耗相同步,实用、经济、美观相结合等问题。只有这样,才能达到以最少的人力、物力、财力和时间而收到最大的经济效益,并获得较强的市场竞争力。

工业产品造型设计的以上特征,在不同的产品设计中都应得到不同的反映,这些特征在设计中的体现有时是隐含的,有时却是显现的,而这些表象就是人们常说的设计水平的高低,这种水平往往难以量化,就使得产品设计变化无穷,这就是工业产品造型设计的魅力所在之处和永无止境的原因。

3.9 小结

本章对现代工业设计在工业产品中的应用作了较为详细的阐述,对设计美学在工业设计中的应用作了一定的分析,并针对工业产品的设计提出了一些美学思考和设计思路,为下一步专门针对加工中心进行外观造型设计提供了必要的理论依据和设计基础。

第四章 加工中心的现代工业设计

4.1 加工中心的分析、研究

加工中心是典型的集高新技术于一体的机械加工设备,它的发展代表了一个国家设计和制造业的水平,故倍受国内外企业界的高度重视,从而得以迅速发展并已成为现代机床发展的主流方向。虽然我国是机床制造和拥有大国,但进口加工中心在国内市场具有很高的占有率,这对我国的机床制造业造成很大的冲击,究其原因我国机床的性能、质量、可靠性和外观造型远不能满足用户需求。因此,作为生产和制造加工中心的厂家,在借鉴和研究国外先进技术、进一步改进和提高产品各项性能的同时,还应注重外观造型,要花大力气不断优化产品的造型、色彩、人机工程品质,来形成自己独有的特色以赢得用户与市场,从而进一步提高其在国内外市场上的竞争力与附加值,使产品立于不败之地。

加工中心造型设计是具有实用功能的造型,不仅要求以其形象所具有的功能适应人们工作的需要,而且要求以其形象表现的式样、形态、风格、气氛给人以美的感觉和艺术享受,起到美化生产环境,满足人们审美要求的作用,因而成为具有精神和物质两种功能的造型。

对加工中心的传统工业设计沿袭“双重设计”旧模式:把工程技术设计与外观装饰设计割裂开来,“从内到外”先后进行,至使产品技术功能与外观形式不能互相有效吻合,造型相对陈旧落后,设计出的产品摆脱不了“傻、大、黑、粗、笨”的面貌。

4.2 加工中心造型设计的创意因子

加工中心造型设计是具有实用功能的造型,不仅要求以其形象所具有的功能适应人们工作的需要,而且要求以其形象表现的式样、形态、风格、气氛给人以美的感觉和艺术享受,起到美化生产环境,满足人们审美要求的作用,因而成为具有精神和物质两种功能的造型。

a、功能因子

加工中心在设计程序上应遵循“从外到里”的次序,即先根据技术要求等因

素进行整体造型设计,而后作内部工程结构设计,这样才能够实现造型与功能的完美统一,创造出实用美观的新颖产品。但传统工程设计却是沿袭“双重设计”旧模式:把工程技术设计与外观装饰设计割裂开来,“从内到外”先后进行,至使产品技术功能与外观形式两层皮,形不符实,造型陈旧落后,设计出的产品摆脱不了“傻大黑粗笨”的面貌。

加工中心造型设计强调功能与造型的统一,造型以功能为基础并体现外观美。过分强调功能而忽视外观美的创造,或者在不体现功能的条件下追求外观美,都会影响产品的功能。加工中心是一种具有强烈时代感和技术特征的产品,造型应充分体现加工中心高技术、高效率、多功能、高精度、高可靠性、高自动化等特点,也就是通过理性、严谨、整体的造型语言表达产品品质优异、工艺技术精湛,以及高效率的内在品质。具体到产品设计上就是处理好形体线型、形体之间的过渡、表面肌理和装饰、色彩搭配等,并把握好产品造型的视觉情感。加工中心已成为柔性制造系统、计算机集成制造系统和自动化工厂的基本单元,这一功能决定了它的造型应精炼、整体、和谐、干净,并且与同一系统中的产品造型风格保持一致。

b、结构因子

加工中心的功能决定其结构,而结构与造型有着密不可分的关系,造型不能脱离结构而存在。以机床支撑底部的中轴面为基准使左右两面的体量完全对称的造型,产生最强的均衡感,显得比较庄重。对立式加工中心相对占地小,造型显得挺拔、重心偏高,会给人以不稳定的倾倒感,此时可在下部涂饰重量感较强的色彩或利用表面材质的光亮轻盈与粗糙厚重的对比关系以增加下部的重量感与整体稳定感。对卧式加工中心相对占地大,造型容易显得臃肿庞大,则可根据其结构处理好形体比例关系和重点色的配置,使其表现出操作简单方便、造型活泼可爱,而又不失精度、速度和效率的特点。

近年来国内机床设计开始采用模块化设计思想,把机床划分为几个模块,分别确定各模块的功能进行设计,同时考虑它们的联接及功能协调。这种思想同样适用于机床造型设计。例如以结构功能来划分,可将加工中心划分为底座及整体造型(包括控制柜和操作面板)、X、Y向进给驱动、立柱和主轴箱、刀库和换刀装置等模块。整体造型模块和其它模块的设计同时进行,这样既满足了结构要

求,又从一开始就考虑到了产品的使用 and 形体美感,使外型与结构达到和谐统一。如果按照以往的设计过程,等产品内部结构已经完成时才进行外观造型设计,必然会大大限制造型创新的自由度和创意空间。

c、加工中心的造型与形态

构成造型形体大轮廓的几何线型要大体一致,达到线型风格的协调统一。防护罩基本上由钢板弯折制成,主要用于安全防护,不影响机床的主要功能,因此在造型设计上有更多的创新自由度。考虑金属板材的加工工艺性和成本,可以得出加工中心主体造型还是以直线型为主,没有像汽车或家电那样三维空间上的复杂曲面。而直线型语言表现理性、严谨和精密,与加工中心的特点正好相符。但是全部直线型造型容易缺乏现代感和时尚感,在组合形体之间采用不同形式的过渡方式(斜面过渡、弧面过渡、异形异面过渡、形体修棱过渡),使新组合的形体构成新的整体。从国外的产品可以看出,在保持主体直线型的同时,加工中心局部开始出现曲面流线型造型。这对加工工艺提出了更高的要求,造型却更显人性化。如德国 MAHO 的 DMC 85 V Linear 加工中心,其大曲面的防护罩造型显然优于国内机床。有的防护罩整体为有机玻璃,为实现曲面造型提供了可能性,德国 WALTER, 西班牙 ALECOPI, 它的玻璃防护罩为半圆柱形,使得窗既是门,门既是窗,达到了干净、宽敞、明亮的效果,加工工艺也易于实现。

d、加工中心的造型与色彩设计

加工中心的色彩力求单纯,一般 2~3 色为宜,色彩越简洁醒目,整体感越强。总体用色要给人以舒适、高雅、清新的感觉,例如以沉着、朴素、纯度不高的色彩为主,点缀以小面积、较高纯度色与亮丽的光泽色彩,使色彩单纯而不单调,沉静而不沉闷,这样的用色温馨、含蓄、耐看,使工人在使用中感觉环境舒适,机器亲切,从而精神愉快、稳定而集中。温馨美丽的色彩能够体现产品对人的尊重。利用文字、符号、装饰带配合形体和色彩来修饰机床的外观,能够打破机床外型单调的局面,打破机床平面的死板僵硬,增加跳跃感,给人清新悦目的感觉。所有装饰图形都有简洁、抽象、排列整齐的特点,与现代产品数字技术的视觉特征相符合。

在色彩设计时,还要注意满足企业形象的要求。如果企业的产品已在用户中获得了信誉,那么对新开发的产品应该尽力保持和维护原来的主色调,满足企业

形象和产品质量在用户心目中经久不衰的要求。

e、加工中心的造型与人机工程关系

工业设计师必需把“为人而设计”的观念贯穿于产品设计的全过程,也就是以人为中心展开设计,着重研究“物”与“人”之间的关系。

(1)加工中心是由人操作使用来实现它的功能,因此,通过人机系统设计利用人机工程学原理和美学原理,把机器以最易懂、最亲切、最安全的方式呈现给使用者,使使用者在生理上不易疲劳、心理上感觉舒畅、学习上容易掌握。

(2)在现代化生产中,生产环境整齐、干净、有条理,人对机床的直接操作非常少,主要是监控和控制面板上的操作,因此机床的造型应该与环境和谐,造型清新优美和人性化,给人以心理上的鼓励。

(3)加工中心的门窗、工作台、操作面板等尺寸、位置、高度等均应符合“平均人”的尺寸。操作面板是人机交互的主要界面,人在上面进行细致的信息化控制式操作,它的位置、倾斜角度以及它上面的显示、控制装置的大小、位置等,都应使人在观察和操作时处于舒适、准确和高效的工作状态。操作面板的位置形状可多种多样,它与床身的相对位置有贴合式、悬挂式、下伸式、分离式等。操作面板的定位不能在中间,一般置于右边位置,以免妨碍观察或操作。

(4)加工中心的安全感对于使用有重要意义,安全感体现在使用者的心理及生理两个方面。通过浑然饱满的整体造型、精细的工艺、沉稳的色泽可以给人以心理上的安全感;通过人机工程设计,例如合理的尺寸、设计能够避免无意间触动的按钮开关等,可以给人以生理上的安全感。

(5)加工中心是高科技产品,人们通常会认为掌握它的操作非常难,需要较高技术水平,从而影响了它的使用。在设计上采用人性化的造型可以拉近人与机器的距离,从人的认知角度考虑操作面板的设计可以使操作者易学、易懂、易做出反映。

f、加工中造型与安全防护

加工中心是一种高速、高效和高自动化的现代生产设备,对其精度、速度、结构强度与刚度以及使用的安全性、精度保证性等要求远远高于普通机床。因此,加工中心除对运动部件和油、气、液、电线、电缆等进行单独防护外,出于对整台机床精度保持性、作业环境保护和人身安全防护性以及外部感观质量等因素的

- 考虑,多采用全封闭防护造型(全封闭防护罩)。全封闭防护罩可减少粉尘入侵和防止铁屑及润滑冷却液的飞溅,有些还带有隔声降噪及机电安全连锁功能,故可明显提高设备的精度保持性并满足安全和环保的要求。

4.3 加工中心造型设计一例

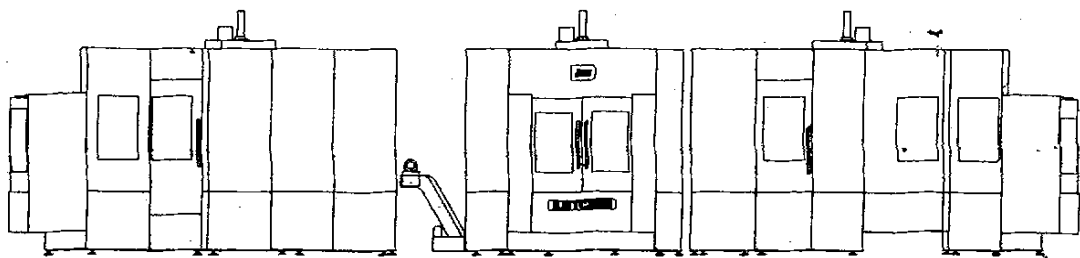


图 4-1 TH6350 卧式加工中心造型设计方案图

图 4-1、图 4-2 是利用 AutoCAD 和 3DS MAX 设计的一台 KMTC TH6350 卧式加工中心造型方案图和造型效果图。该设计注重考虑了上述加工中心造型设计的基本特点。

设计遵循“从外到里”的原则,实现了功能与造型的统一。设计风格为直线加以小圆角过渡,直线给人以精致、严肃、统一有序、理性的感觉,符合加工中心高精度、高速度、高效率的特点。为了避免全部直线型造型显得呆板,则在工作台前的机床正面设计了一扇半圆门,既满足旋转工作台的功能要求,又使得造型具有时代感。

色彩以黄系列的浅驼色为主体色,活动门及电控柜配以乳白色,产生柔和高雅的效果,使操作者感到舒适、亲切

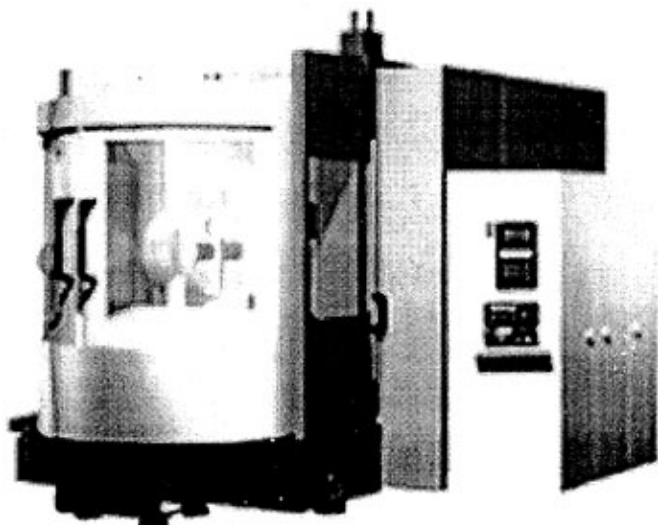


图 4-2 TH6350 卧式加工中心造型效果图

,从而精神愉快。工作台以下漆铁灰色则产生稳重的效果。在较大的外观平面上,油漆采用亚光漆,避免较强的光线反射使操作者眼睛容易疲劳而影响工作,也可以使板表面的不平度不易看到。

造型外部构件的材料都采用冷轧钢板, 冷轧板材的表面质量好, 也就容易保证造型平面度要求。所有板块联接部位都设计在内侧, 联接螺钉在正面和两个侧面都不外露, 保证了外观的平整、光滑和整体感。板块间的密封结构采用上压

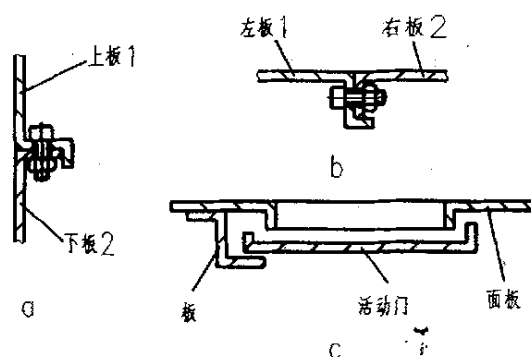


图 4-3 板块间联接的密封结构

下(图 4-3a)、侧压(图 4-3b)的方法防止漏水。在开合门的接缝处设置有迷宫式防漏结构, 并能使切削液全部流回至冷却水箱(图 4-3c)。在开合门上设有开门断电联锁装置, 确保人身安全。

与人操作有关的结构设计都围绕着“以人为本”这个中心来设计。门窗的位置、大小, 既要满足机器工作时监控和拆装工件等的要求, 又要满足人体视高的要求。门手柄的直径取适于亚洲人手握的尺寸(4~5cm), 手柄位置多在门中间偏下的位置, 这样能尽量使手腕保持自然状态, 手与小臂处于一条直线上。操作面板放在加工中心右侧的控制柜上, 尽量让其靠近右侧门, 使操作者在操作控制板时能清楚地看到工作台上的零件。

加工中心是机电一体化的高科技产品, 内在质量高, 则要求造型设计也要有自己鲜明的特性, 因此工业设计师必须掌握加工中心设计的基本特点, 在设计中灵活应用, 充分了解加工中心技术与造型的发展趋势, 才能设计出赶超国际水平的外观造型, 使自己的产品在国内与国际市场中占有一席之地。

4.4 小结

本章对加工中心外观造型设计作了详细的分析和研究, 对其在现代工业设计中应考虑的因素作了深入的分析和探讨, 并以 KMTC TH6350 卧式加工中心造型为例作了进一步说明, 确立了对加工中心进行外观造型设计的思路和方法。

第五章 应用 CATIA 对 T5650 加工中心进行现代工业设计

在对加工中心进行创意设计完成后, 根据分析、评价的结果, 利用相关设计软件对设计的加工中心进行建模, 并进一步分析、评价, 最后得出最终设计方案。以下以 TH5650 为例, 利用 CATIA 设计一款加工中心。

机床外观包装的防护罩基本上由钢板弯折制成, 主要用于安全防护, 并且不能影响机床的主要功能, 不能与机床相关零部件产生干涉。考虑金属板材的加工工艺性和成本, 机床的外观造型以直线型为主, 而直线型语言表现出来的理性、严谨和精密, 与机床的特点也比较吻合。当然, 全部直线型造型容易缺乏现代感和时尚感, 在组合形体之间可以采用不同形式的过渡方式(斜面过渡、弧面过渡、异形异面过渡、形体修棱过渡等), 使新组合的形体构成新的整体, 从而在保持主体直线型的同时, 使得局部出现部分曲面流线型造型。这些薄板件再由螺栓等连接件连接组装而形成整个机床的外观, CATIA 在构建薄板件和螺栓等标准件和常用件有其独特的特点和优点。下面, 我将以设计 TH5650 加工中心为例来说明如何利用 CATIA 进行机床外观造型设计。

5.1 为什么应用 CATIA 进行设计

5.1.1 CATIA 简介

CATIA (Computer-graphics Aided Three-dimensional Interactive Application) 是世界一流的 CAD/CAE/CAM 一体化软件。作为世界领先的 CAD/CAM 软件, CATIA 在过去的二十年中一直保持着骄人的业绩, 据最新的统计数字, CATIA 凭借其独有的特点以及其稳定性, 目前在全球拥有了 24,000 多个客户, 日常生产中使用的超过 180,000 套。

CATIA 是一套集成的应用软件包, 内容覆盖了产品设计的各个方面: 计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助工程分析 (CAE)、计算机辅助制造 (CAM), 既提供了支持各种类型的协同产品设计的必要功能, 也可以进行无缝集成完全支持“端到端”的企业流程解决方案。

围绕数字化产品和电子商务集成概念进行系统结构设计的 CATIA V5 版本,

可为数字化企业建立一个针对产品整个开发过程的工作环境。在这个环境中,可以对产品开发过程的各个方面进行仿真,并能够实现工程人员和非工程人员之间的电子通信。产品整个开发过程包括概念设计、详细设计、工程分析、成品定义和制造乃至成品在整个生命周期中的使用和维护。

作为世界领先的CAD/CAM软件,CATIA可以帮助用户完成大到飞机小到螺丝刀的设计及制造,它提供了完备的设计能力:从2D到3D到技术指标化建模,同时,作为一个完全集成化的软件系统,CATIA将机械设计、工程分析及仿真和加工等功能有机地结合,为用户提供严密的无纸工作环境从而达到缩短设计生产时间、提高加工质量及降低费用的效果。

5.1.2 CATIA V5的新特点

CATIA V5R13 为用户提供最先进的从产品生命周期管理入门到最佳经验利用和业务流程优化等深层应用的 PLM 流程解决方案。在增强企业竞争力、捕捉和重用知识、易于使用、采用最新技术、充分利用现存资源环境等方面明显优于其他产品。

a、重新构造的新一代体系结构。为确保 CATIA 产品系列的发展,CATIA V5 新的体系结构突破传统的设计技术,采用了新一代的技术和标准,可快速地适应企业的业务发展需求,使客户具有更大的竞争优势。

b、支持不同应用层次的可扩充性。CATIA V5 对于开发过程、功能和硬件平台可以进行灵活的搭配组合,可为产品开发链中的每个专业成员配置最合理的解决方案。允许任意配置的解决方案可满足从最小的供货商到最大的跨国公司的需要。

c、与 NT 和 UNIX 硬件平台的独立性。CATIA V5 是在 Windows NT 平台和 UNIX 平台上开发完成的,并在所有所支持的硬件平台上具有统一的数据、功能、版本发放日期、操作环境 and 应用支持。CATIA V5 在 Windows 平台的应用可使设计师更加简便地同办公应用系统共享数据;而 UNIX 平台上 NT 风格的用户界面,可使用用户在 UNIX 平台上高效地处理复杂的工作。

d、专用知识的捕捉和重复使用。CATIA V5 结合了显式知识规则的优点,可在设计过程中交互式捕捉设计意图,定义产品的性能和变化。隐式的经验知识变成了显式的专用知识,提高了设计的自动化程度,降低了设计错误的风险。

e、给现存客户平稳升级。CATIA V4 和 V5 具有兼容性,两个系统可并行使用。对于现有的 CATIA V4 用户, V5 年引领他们迈向 NT 世界。对于新的 CATIA V5 客户,可充分利用 CATIA V4 成熟的后续应用产品,组成一个完整的产品开发环境。

5.1.3 CATIA V5 在各行业中的应用

a、航空: CATIA 源于航空工业,是业界无可争辩的领袖,以其精确安全,可靠性满足商业、防御和航空领域各种应用的需要, CATIA 引以自豪的几个主要项目(例如波音 777, 737)均成功地用 100% 数字模型无纸加工完成。这在航空工业中从来没有过。CATIA 与 STEP 完全兼容,为航空提供的解决方案,包括管道系统(Piping and Tabling), 组装、结构、内部负荷分析(业界第一)、电路布线和综合利用。

b、加工和装配: 一个产品仅有设计是不够的,还必须成功地制造出来, CATIA 擅长于为棱柱和工具零件作 2D/3D 关联,分析和 NC; CATIA 规程驱动(Spec-driven)的混合建模方案保证高速生产和组装精密产品,如机床、医疗器械、胶印机、钟表及工厂设备等均能做到一次成功。

c、AEC/造船业: 在丰富经验的基础上, IBM-ETS 和 Dassault-System 为造船业、发电厂、加工厂和工程建筑公司开发新一代解决方案。CATIA-CADAMPlant 是这些行业中的第一个面向对象和知识工程技术的系统。

d、汽车运输: CATIA 是汽车工业的事实标准,是欧洲、北美和亚洲顶尖汽车制造商所用的核心系统。CATIA 在造型风格、车身及引擎设计等方面具有独特的长处,为各种车辆的设计和制造提供了端对端(end-to-end)的解决方案, CATIA 涉及产品、加工和人三个关键领域。CATIA 的可伸缩性和并行工程能力可显著缩短产品上市时间。

e、消费品: 全球有各种规模的消费品公司信赖 CATIA,其中部分原因是 CATIA 设计的产品风格新颖,而且具有建模工具和高质量的渲染工具。CATIA 已用于设计和制造如下多种产品: 餐具、计算机、厨房设备、电视和收音机以及庭院设备等。

5.2 利用 CATIA 进行零部件建模

使用 CATIA 建立三维实体模型时,需先进入其草图界面,绘制相应的二维平面图,再利用其他功能将二维平面图延伸成三维实体。所谓草图,顾名思义就是一份图稿的最初状态,它拥有这个图稿的大略轮廓以及整个设计的最初概念,但是没有完成图的进一步修改。CATIA 具有一个独特的装配草图生成工具,支持欠约束的装配草图绘制以及装配图中各零件之间的连接定义,可以进行快速的概念设计;它支持参数化造型和布尔操作等造型手段,支持绘图与数控加工的双向数据关联。零件设计就是延伸草图的设计概念,利用零件设计所提供的功能,通过草图中建立的二维轮廓,构建三维的实体,并且加以编辑修改,进一步加强细部的外形设计。作为相关性与集成性的示例,同时也是一个提高设计效率的关键因素,在建立三维实体以后 CATIA 可以通过选择投影方向与图纸布局,自动生成工程图整个图纸,并保持与 3D 零件的相关性,减少了绘图的错误,提高了绘图质量和效率。

5.2.1 防护罩薄板建模

(1) 选择作草图的基准面 (plane);

(2) 进入草图 (sketcher) 模式,作出薄板的平面图,对其进行尺寸标注和尺寸约束 (Constrains Creation);

(3) 离开草图模式,回到零件设计的实体模块,通过挤伸、Loft、旋转成形或扫略等方式让二维图形形成三维实体;

(4) 直接利用“薄壳”(shell)功能使得创建实体中空薄壳化,而直接得到弯折钢板的三维实体;

(5) 利用通过挖槽 (Pocket) 功能挖出门窗等结构;

(6) 利用挖槽 (Pocket) 或钻孔 (Hole) 等功能构建螺栓连接的孔等结构;

(7) 利用圆角、倒角和拔模角等功能将建模的三维实体进行进一步的修改和完善;

(8) 利用特性 (Properties) 命令修改三维实体的一些相关特性;

(9) 利用材质命令赋予薄板相应材料;

以上步骤完成,则一个防护罩的薄板建模就完成了,如果零件需要进行改动的话,可以直接在草图和零件上进行实时变动,也可以进入 CATIA 的智能引导 (Knowledge Advisor) 模块,利用流程控制模式或 What If 等指令对设计的零

件的尺寸进行编辑，从而使得设计的零件达到设计要求。



图 5-1 前面板 (1)

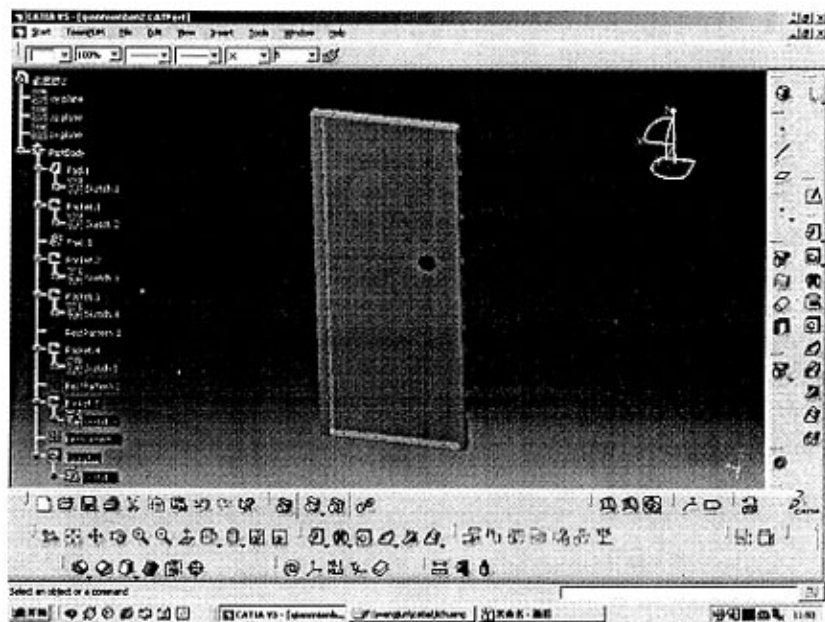


图 5-2 前面板 (2)

5.2.2 螺栓等常用件零件库的建立

在机床外观的三维实体造型设计中，螺栓、螺母等标准件和常用件用量非常大，为了避免设计的重复工作，我们有必要编辑一个零件库，以便以后需要相应零件的时候可以直接调用，而不必每次都去重复建模，这样可以大幅度提高研制效率和缩短设计时间，并且由于零件库的参数化建模，也便于以后对零件进行修改。

5.2.2.1 建立一个螺栓的三维实体

与前面板建模方式类同，对螺栓的三维实体进行建模。



图 5-3 螺栓的三维实体

5.2.2.2 编辑零件库

(1) 选择建立实体的草图，利用零件设计表功能，创建一个零件库



图 5-4 螺栓零件

(2) 加入必要的相关参数选项；



图 5-5 螺栓的相关参数选择 (1)



图 5-6 螺栓的相关参数选择 (2)

- (3) 指定零件库文件建立的位置；
- (4) 编辑零件库，在 Excel 中输入相应的尺寸参数，形成一个数据库；
- (5) 完成编辑，零件库建立完成。

5.2.2.3 使用零件库

首先需要调用零件库中的零件；再点击零件的任何一个尺寸，进入零件修改编辑；选择所需的零件特征参数；最后回到零件设计模块，更新零件特征，得到设计要求的零件。

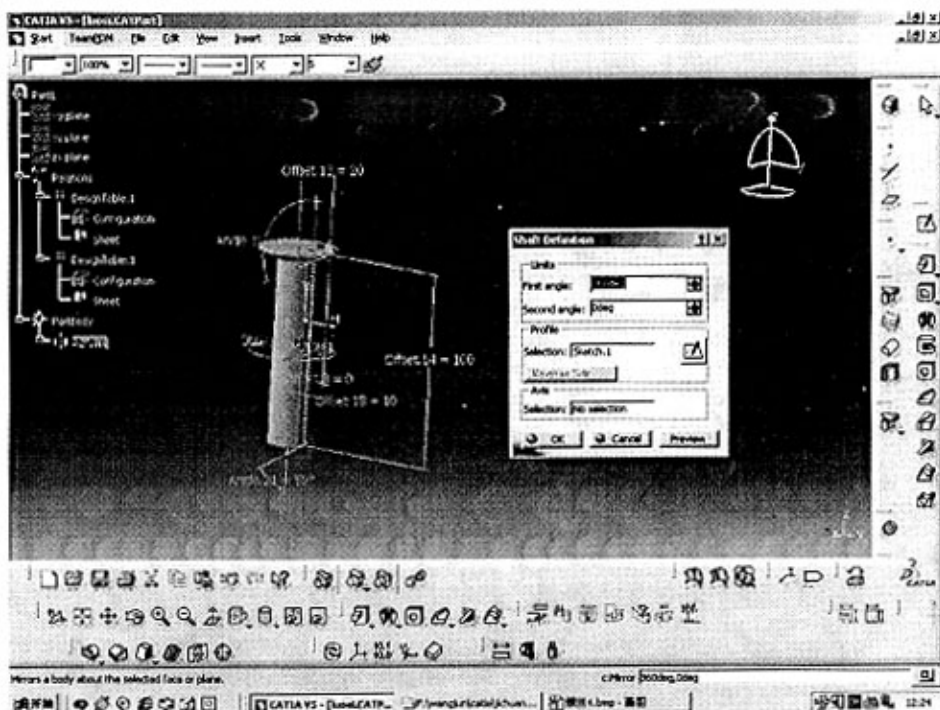


图 5-6 赋予调入螺栓参数

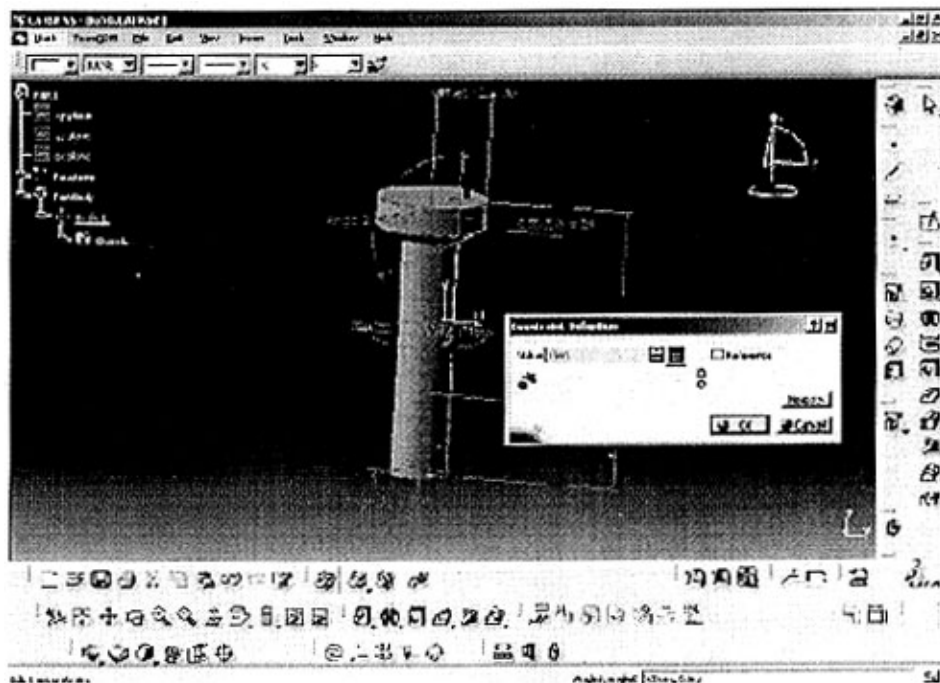


图 5-7 确定参数的螺栓

5.2.3 薄板支撑件的建模

在机床外观的三维实体造型设计中,由于一些薄板的强度和刚度可能难以达到实际安装需要,相应的支撑件也是不可或缺的,这些支撑件的建模方式和修改可以参照薄板件的建模过程进行。

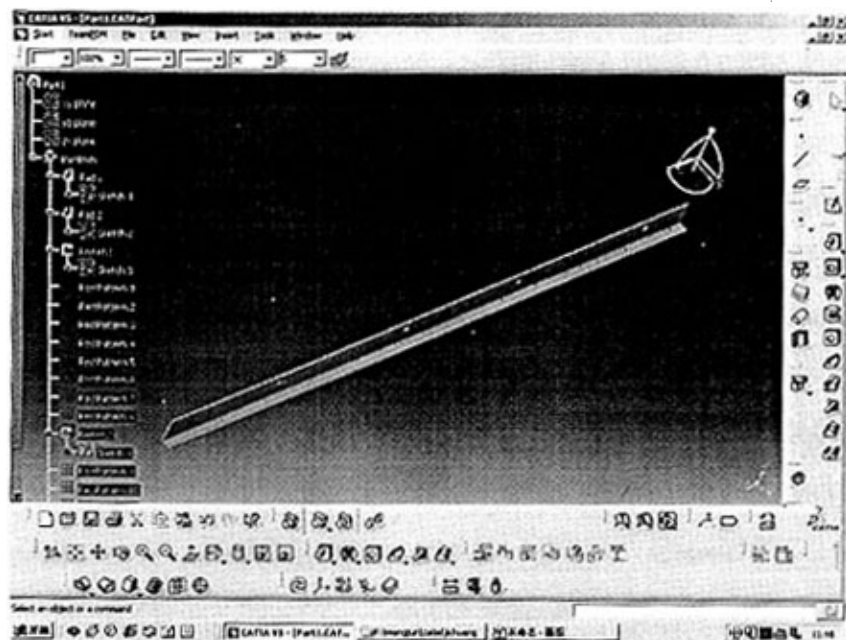


图 5-8 前面板支撑

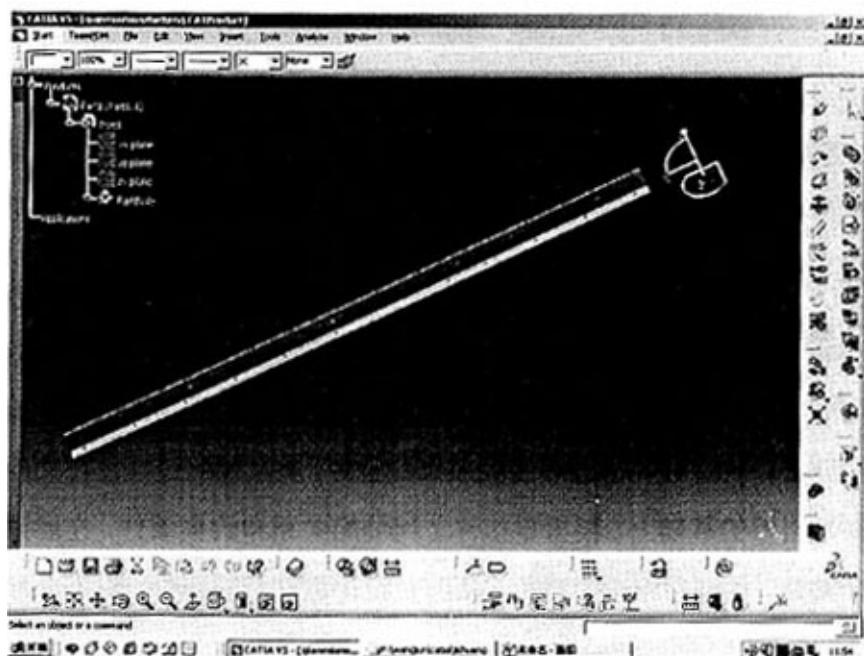


图 5-9 后面板支撑

5.2.4 产生零部件的工程图纸

在自动生成相关零件图后,还可以指定生成局部放大图、辅助视图、剖面视

图；进行标注尺寸、产生几何公差，进行工程图纸的更新等。

类似的，还可以得到相应部件和产品的组合工程图和立体系统图，见附件。

5.3 利用 CATIA 进行虚拟装配

5.3.1 三维建模与造型

产品通常都是多个零件组成，简单的产品可能是许多零件组成的单一装配件，复杂的产品往往由多次装配完成，而这些装配又是其他后续装配的零件构成。零部件的虚拟三维建模与实体造型是虚拟产品设计与装配技术的基础，它克服了传统二维设计中仅能以视图描述零件特征，而不能建立实体模型的缺点，使设计在虚拟环境中能够精确地建立三维实体模型，完整、准确地描述零部件特征，进而设计者能够以不同的角度、不同的方式对设计进行分析、评价与修改，并与其他零部件进行虚拟装配，从而进一步对整个设计进行分析、评价与优化。

三维实体建模与造型可以完成以下功能：

- 精确、清楚地描述复杂形体并形象逼真地表示，更好地对设计进行评价；
- 在三维模型的基础上自由地、随意地生成各种二维视图和面；
- 进行空间布局和装配研究，以及干涉碰撞检验；
- 可以直接与各种快速原型制造技术进行集成，快速精确地制造设计原型，作为产品设计样件进行性能测试；
- 为 NC 编程提供精确数据，用于产品的生产；

5.3.2 虚拟装配过程

虚拟装配过程主要包括产品结构分析、装配关系确定和产品组装、各类检验进行设计分析评价及设计修改和装配效果检验等。虚拟装配过程使在完成零部件三维建模与造型的基础上，根据零部件之间装配关系和约束条件，在虚拟环境中进行设计组装，并进行相应的检验，从而对设计进行分析评价，对不合理的设计进行修改，达到优化设计的目的。

装配的重点在于如何适当的利用约束，所以自由度 (Degree of Freedom) 的概念必不可少，这样才能建立一个正确装配的产品，并更进一步进行各种仿真分析。机床的三维实体造型设计主要是由连接件将薄板件组合而成，其虚拟装配

设计也主要是将零件和连接件通过约束条件组合，建构完整的产品，并且对产品

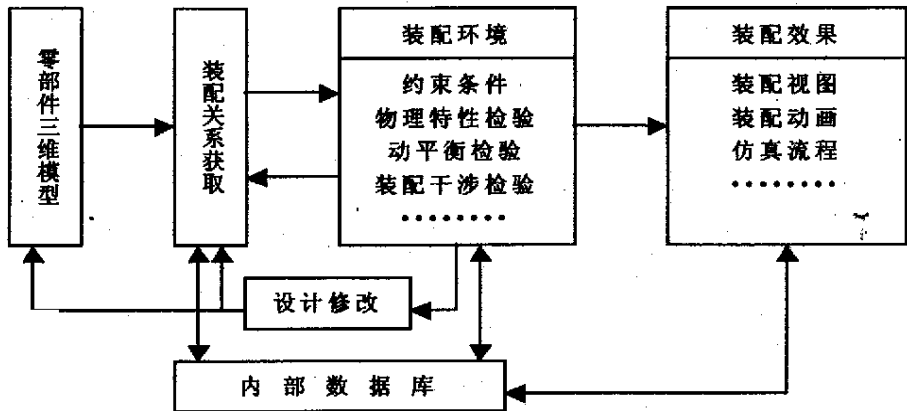


图 5-10 虚拟装配过程示意图

进行装配标注和放置几何特征。

5.4 对 T5650 进行虚拟装配

5.4.1 调入零部件建模

以左边外罩为例，调入组成的三块侧板，选择好每块侧板之间装配的结合面对应的线，同时确定互相之间配合的定位线等。



图 5-11 调入左侧板 (1)



图 5-12 调入左侧板 (2)

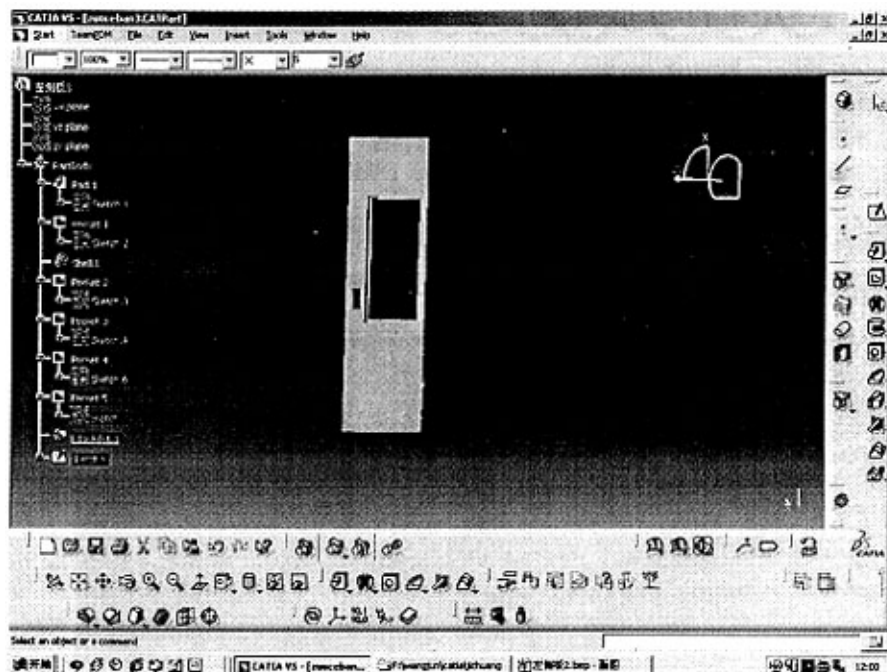


图 5-13 调入左侧板 (3)

5.4.2 将建模型组合

组合需要建立统一坐标, 统一约束, 其中以平面、棱线、孔的中心线等为最佳。

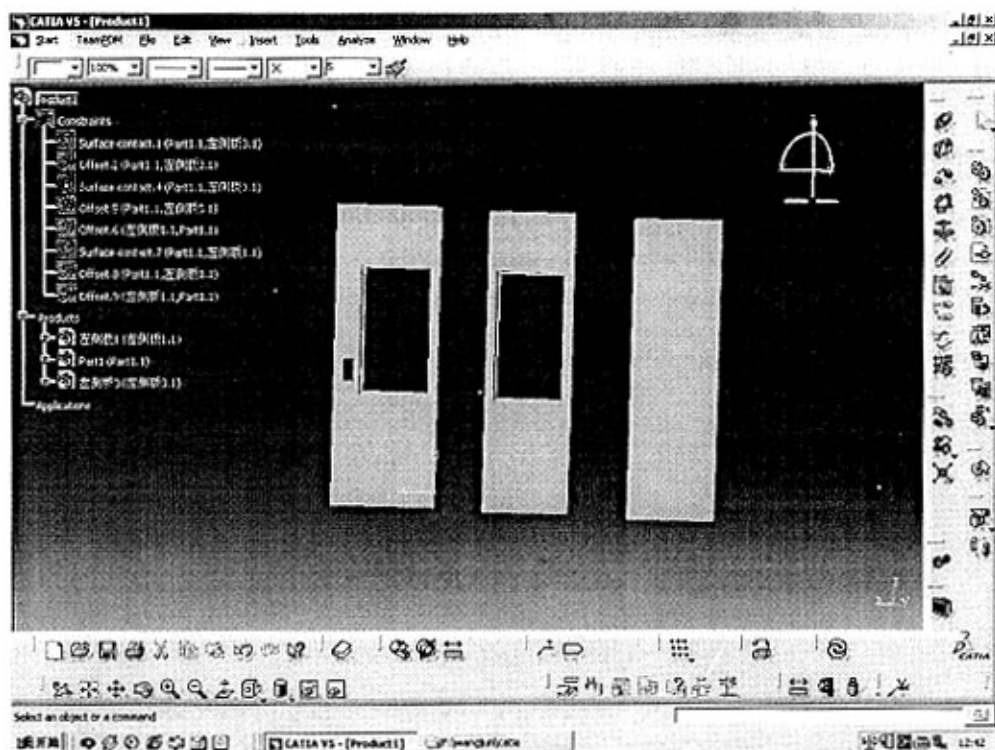


图 5-14 左侧板组合前

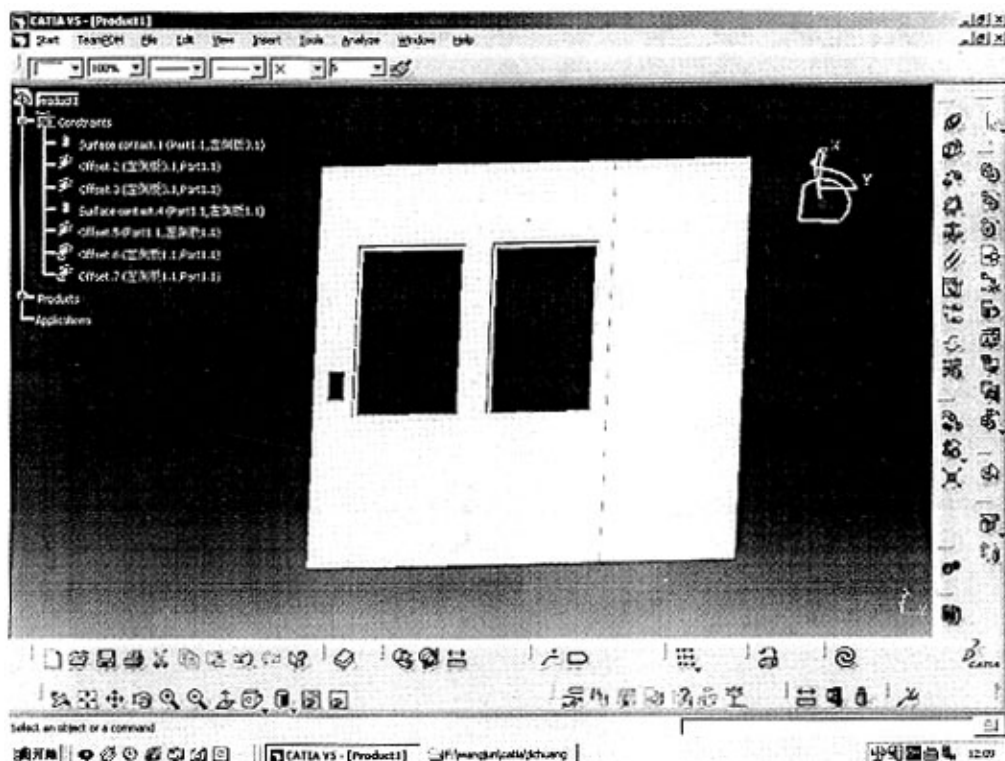


图 5-15 左侧板组合后 (1)

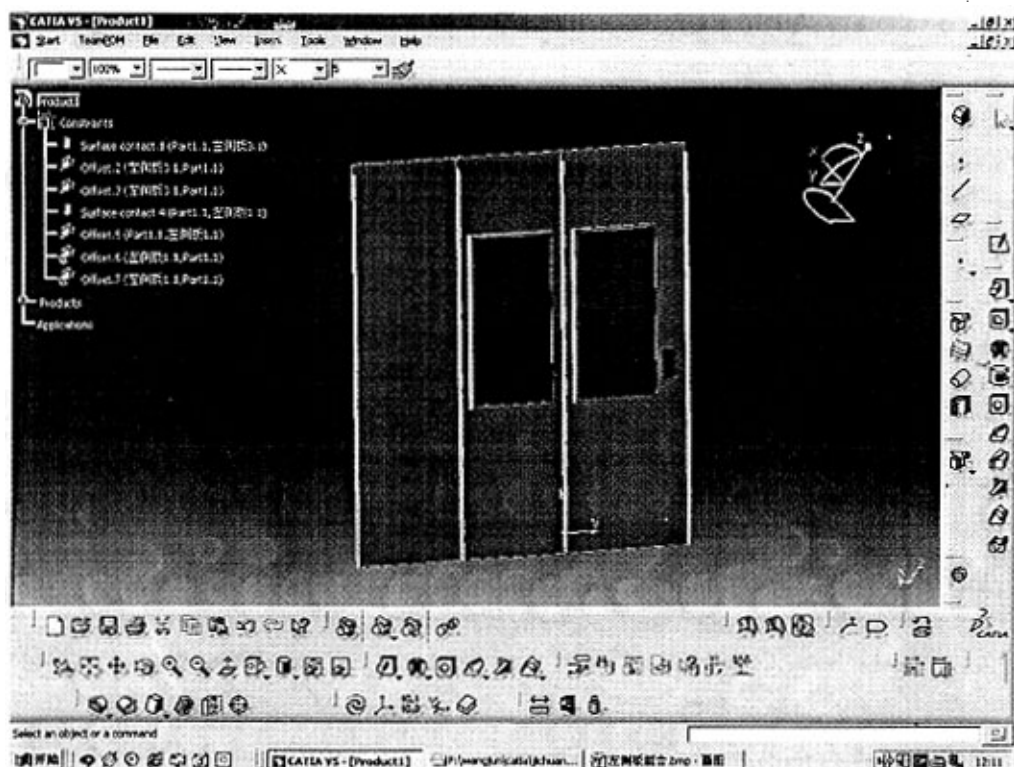


图 5-16 左侧板组合后 (2)

5.4.3 整体组合

经过组合，形成最终设计产品系列方案（见附件1）。

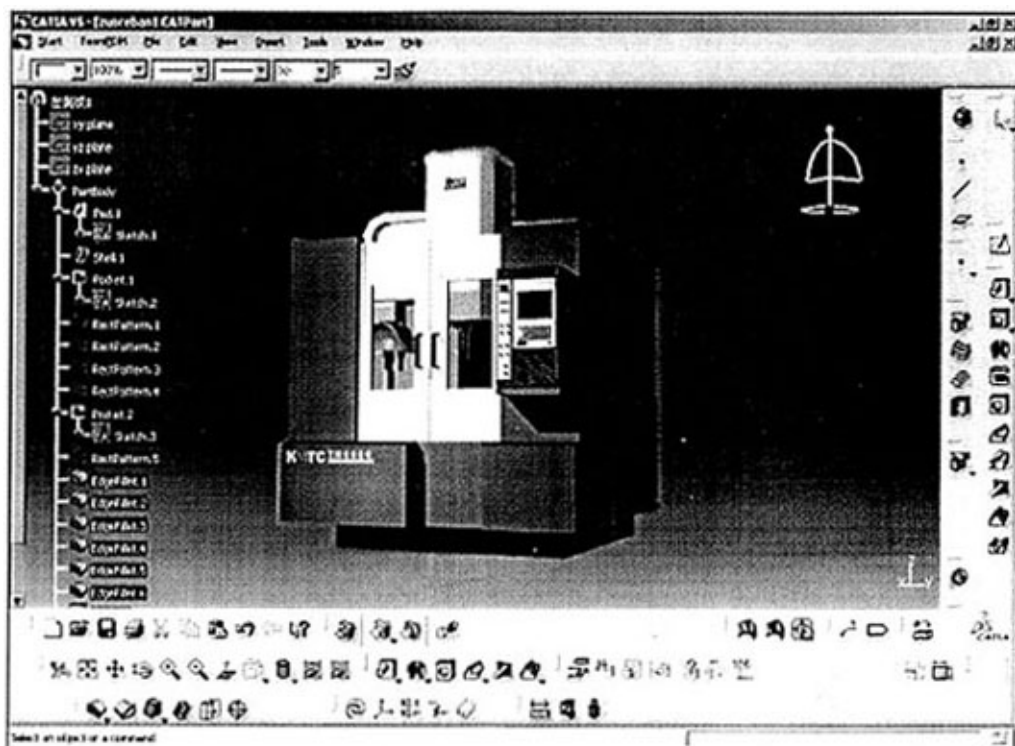


图 5-17 整体组装后的产品

5.5 利用CATIA进行分析、测试

干涉检验技术是虚拟装配技术中设计评价的关键技术之一,按对象属性分为几何可行性分析和机械可行性分析。几何可行性分析是指组成产品的各个级别的装配体和零部件进行集合上的干涉检查,包括零部件在装配体中的静态空间位置的相交性和零部件在构成产品装配过程中在空间上的几何干涉性。机械可行性分析是指能够建立起零件之间的装配关系、装配操作是否足够大等,如工具、操作手是否能够进入作业点等。

对装配产品进行约束分析、自由度分析、干涉分析等相关分析、测试以检验装配产品中各个部件之间的关系,从而保证整体装配结果。

在虚拟装配过程中,通常进行静态和动态干涉检验。静态干涉检验:对产品零部件设计进行评估。在确定装配结构和总体设计后,进行零件细化设计,在装配过程中静态检验零部件之间的干涉、间隙等,并根据检验结果对零部件进行设计修改,从而得到正确的设计;动态干涉检验:对产品可装配行进行评估,在产品装配过程中,根据零部件的装配路径、装配关系和约束条件,进行装配姿到正确的设计。

5.6 形成产品,进行产品评价

通过设计构思和设计表现而产生加工中心的设计方案后,需要对不同方案的价值进行比较和评定,从中选择合理方案和最佳方案。

5.6.1 评价准则

就工业设计而言,首先要按照产品的功能要求、工业设计中的美学法则及人机工程学规则进行设计,然后就要按照一定的准则对它的效果进行评价。

1、功能评价:它是指对设计的加工中心外型所体现出来的全部功能进行评估,从而对产品的主要功能以至对其过剩的功能有一个充分了解,主要包括物质功能和精神功能。

2、经济评价:它是围绕加工中心经济效益进行的评价。在通过对设计、研制、生产、使用、流通等整个过程中的成本和实施费用进行估算的基础上来确定功能与费用比值的高低,进而对市场占有率、赢利率作出估计,主要包括成本费

用和获取利润两方面。

3、社会评价：它是评定方案实施后对社会带来的利益影响。

根据以上三方面的评价标准，通过对不同设计方案的比较，方可选择一个最佳设计方案。

5.6.2 评价方法

对加工中心的外观造型设计而言，要考虑的因素很多，主要是在功能设计的基础上使其设计符合工业设计的美学准则及人机工程学准则。

人们在长期的艺术造型设计的实践中总结出来的美学法则主要有：尺度和比例、统一与变化、对比和调和、均衡与稳定、节奏与韵律、过渡和呼应等等。人机工程学是运用人体测量学、生理学、心理学和生物力学以及工程学等学科的研究方法和手段，综合的进行人体结构、功能、心理以及力学等问题研究的学科，用以设计使操作者能发挥最大效能的机械、仪器和控制装置，并研究控制台上各仪表的最合适位置。

这些美学法则和人机工程学法则中大多是不定性的，为此，在加工中心的评价体系中我选择了以下几个方面作为评价目标，即：比例评价、稳定性评价和人机工程学准则评价。

(1) 比例评价

形态设计中比例美的标志是：

第一、设计中各零、部件的大多数比例是否符合预先定好的比例风格；

第二、各比例间是否协调统一。

所以，比例评价可分以下两种评价形式进行。

1) 逐个比例评价

将每个零、部件的长、宽、高按三个坐标轴方向分别计算比例值，然后按照黄金比、平方根比、整数比、自定义比等分别进行统计，结果以直方图及绝对数的形式通过界面显示给设计者。

2) 关联比例评价

将一个在加工中心外型中占重要位置的零、部件作为基准，其他零、部件相比较，从而得出同上的一系列比例，各个比例数量的多少，就可反映出其他零、部件与基准件之间的协调性、一致性的情况。

(2) 稳定性评价

这里说的稳定性都是指通过人的视觉观察,给人形成的“稳”与“不稳”的感官印象。对于所设计的加工中心外观造型稳定性评价我采用了以下两种评价方法:

1) 几何稳定性评价

它对应于外观造型设计的初期阶段,利用各零、部件三维几何形体的重心,按体量矩平衡的办法,求出加工中心外观造型设计的总重心,然后按总重心与支撑面边线连线和支撑面夹角根据模糊数学评价方法对加工中心稳定性划分等级。

2) 视觉稳定性评价

它是相对加工中心效果图而言的,是对平面图形的评价。对设计出来的产品,利用力矩平衡原理,考虑色彩对重心的影响,对效果图中的像素点求出选定视图中平面图形的重心,然后按该重心与支撑面边线连线和支撑面夹角根据模糊数学评价方法对加工中心稳定性划分等级。

(3) 人机工程学准则

在加工中心外观造型设计中,那些与人体直接发生关系的零、部件,如显示器、手柄、仪表等必须符合人体测量学、人体结构学、生理学和生物力学以及工程学,以便获得最高效率及作业时感到安全和舒适。

通过认真评价,最终产生一个最佳方案(见附件2)。

5.7 小结

本章详细介绍了应用CATIA对T5650进行外观造型建模、虚拟装配以及评价等过程,将现代工业设计方法和计算机辅助设计方法在实例中有机的结合起来,并形成一款最终的产品设计方案。

第六章 结论

现代工业产品越来越要求造型设计要有自己鲜明的特性,因此工业设计师必须掌握现代工业产品设计的基本特点,在设计中灵活应用,充分了解其技术与造型的发展趋势,才能对工业产品进行的现代工业设计达到或者赶超国际水平,使我们的工业产品在国内与国际市场中占有一席之地。对工业产品进行现代工业设计势在必行,利用计算机等先进手段进行现代工业设计同样势在必行!

计算机辅助设计的应用研究已经成为一种设计主流和趋势,产品研制人员的研制习惯和观念也正在发生着重大的革新。采用 CATIA 等软件进行机床的外观三维造型设计,将设计、试验、制造、装配、运行等环节并行考虑,可以大大缩短研制周期,提高研制效率,减少研制成本,将所有的问题都尽可能的在设计阶段加以解决完善,可以最大限度的提升设计产品的市场竞争力和市场适应性。

在论文撰写过程中,本人认真进行调研,了解加工中心的工作原理,运行环境,设计要求,市场现状等,建立设计创意,对 T5650 加工中心运用现代工业设计方法进行设计,并运用了设计软件 CATIA 进行三维实体建模,同时针对比例、稳定性、人机工程等方面进行分析评价,确定了一款最终方案。

通过理论研究、实例设计,对加工中心造型设计特征和方法、CAID 的开发应用系统及加工中心外观质量的评价原则和评价体系都有了比较深入的阐述;对计算机辅助工业造型设计(CAID)的主要特点也进行比较深入的分析,并把 CAID 应用在交大昆机科技股份有限公司的立式加工中心 T5650 外观造型设计中,绘制三维造型效果图。

本文针对数控机床的现代工业设计进行研究分析和论述,提出对数控机床的外观造型进行现代工业设计的总体思想。强调在其设计中虚拟设计、绿色设计、并行设计等新的设计方法的应用;强调计算机辅助设计技术(以 CATIA 为例)的应用;强调人、机、环境的协调等。对于数控机床外观造型的设计提出较为具体的程序和方法;结合实践,以昆明机床厂 T5650 加工中心为代表,利用现代工业设计方法进行设计研究,为其提供科学、客观的设计依据;利用计算机辅助设计方法,应用现代工业设计理论,对加工中心创新设计出具体设计方案,并对其建模、渲染制作出相应的效果图。

但是，由于条件所限，实地调研、实践的机会和深度均有所限制；又由于本人时间、精力的有限和实际水平的不足，使得加工中心外观造型的设计做的相对还比较肤浅，很多地方深入的都还不够。

我个人在以下几个方面还亟待提高：

- 1、美术功底和美学修养；
- 2、计算机辅助设计能力；
- 3、产品评价；
- 4、文字写作能力。

本人在以后的工作学习中将进一步针对这些不足补缺补差，不断提高和完善自己，力争成为一名优秀的产品设计人员。

参 考 文 献

- [1] 程凯, 基于 CATIA 系统的虚拟装配技术应用研究, 计算机辅助与制造, 2002
- [2] 尤春风等, CATIA V5 机械设计, 北京: 清华大学出版社, 2002
- [3] 曹智雄等, CATIA 实例范例, 北京: 科学出版社, 2001
- [4] 盛选禹, CATIA 三维机械设计实例, 北京: 机械工业出版社, 2003
- [5] 熊鸣镝, 三维设计将 CAD 应用引向深入. 机电一体化, 1997, (5): 5—7
- [6] 杨维平等, 计算机辅助工业设计在加工中心造型设计中的应用, 昆明理工大学学报, 2001
- [7] 杨维平等, 加工中心外观设计探讨, 武汉水利电力大学学报, 1999
- [8] 廉元国等, 加工中心设计与应用, 北京: 机械工业出版社, 1995
- [9] 陆长德等, 计算机辅助工业设计(上), 制造技术与机床, 1995, 10: 26~27
- [10] 韩玥, 模块化设计数控机床结构运动仿真系统的建模, 组合机床与自动化加工技术, 1999, 3
- [11] 桑书林, 数控机床造型设计特点, 机床与液压, 1998, 4: 38~42
- [12] 李晓慧, 宁俊等, 服装商品学[M], 北京: 中国纺织出版社, 1999
- [13] 何佳讯, 形象策划——透视品牌经营[M], 上海: 复旦大学出版社, 1998
- [14] 万力, 名牌 CI 策划[M], 北京: 中国人民大学出版社, 1997
- [15] (美)大卫·爱格, 品牌经营法则[M], 乌鲁木齐: 内蒙古人民出版社, 199
- [16] 周曼, CI: 从理念到行为[M], 北京: 中国经济出版社, 1996
- [17] 《机械设计手册》, 化学工业出版社
- [18] 丁玉兰: 《人机工程学》, 北京, 北京理工大学出版社, 1991
- [19] 杨学涵, 《管理工效学》, 东北工学院出版社, 1988
- [20] 董世海, 计算机用户界面及其工具, 科学出版社, 1994, 7
- [21] 王重鸣, 劳动人事心理学, 浙江教育出版社, 1988. 4
- [22] 魏宝刚, 潘云鹤, 协同设计技术的研究[J], 中国机械工程, 1999, 10(4)
- [23] 曾庆良, 熊光楞, 范文慧, 并行工程环境的面向成本的设计[J], 机械工程学报, 2001, 37(7): 1—4
- [24] 韩健, 陈静波, 李海梅, 基于 Internet 的模具虚拟设计与制造技术[J],

计算机辅助设计与制造, 2001, (9): 1—4

- [25] 杨旭静, 李传乾, 绿色产品设计及其关键技术研究综述[J], 机械设计, 2001, 18(3): 1—4
- [26] 余军合, 祁国宁, 吴邵同等 PDM 与 ERP 系统集成方法及应用研究【J】, CIMS, 2001, 7(6): 15—17
- [27] 侯宏仑, 孙守迁, 潘云鹤等, 网络设计与网络制造[J], 中国机械工程. 2001, 12(1): 105—108
- [28] 熊光楞, 并行工程的理论与实践[M], 现代集成制造系统(CIMS)系列, 北京: 清华大学出版社、施普林格出版社, 2001
- [29] 戚昌滋, 机械现代设计方法学, 北京: 中国建筑工业出版社, 1989
- [30] 姚琼荃, 黄继起, 吴汉松, 变结构控制系统, 重庆大学出版社, 1997
- [31] <http://www.disa.or>, 美国工业设计协会网页
- [32] 高敏, 产品造型设计, 北京: 机械工业出版社, 1992
- [33] 陈士俊等, 产品造型设计原理与方法, 天津: 天津大学出版社, 1994
- [34] 沈榆, 现代设计, 上海: 上海科技教育出版社, 1995
- [35] 罗筠筠, 审美应用学, 2 版, 北京: 社会科学文献出版社, 1998
- [36] 朱祖详, 工程心理学, 上海: 华东师范大学出版社, 1990
- [37] 简召全, 工业设计方法学, 北京: 机械工业出版社, 1993
- [38] 柯勒, 机械设计方法学【M】, 北京: 科学出版社, 1990
- [39] 杨德林, 产品设计与开发(第二版)【M】, 大连: 东北财经大学出版社, 2001
- [40] 荆冰彬, 董仲元, 张景民, 市场需求分析与产品设计【J】, 中国机械工程, 1998, 9(8)
- [41] 黄积荣, 工业美学及造型设计, 新时代出版社
- [42] 陆长德, 计算机辅助工业设计在 NC 机床造型设计中的应用, 机械工程学报, 1995
- [43] 裴文开, 工业造型设计, 成都: 成都科技大学出版社
- [44] П·Е·施帕拉, 技术美学与艺术设计原理, 科学技术出版社
- [45] 孙家广等, 计算机辅助设计技术基础, 北京: 清华大学出版社
- [46] 冉文学, 计算机辅助设计技术基础

- [47] 康平编译, MICROSTATION PC 丛书, 海洋出版社
- [48] 高敏, 机械产品艺术造型基础, 学术书刊出版社, 1989. 10
- [49] 单岩, CATIAV5 零件设计, 清华大学出版社, 2005
- [50] Catia 有限元分析步骤及分析实例文件, 网络下载
- [51] 尤春风, CATIA V5 使用手册, 机械工业出版社
- [52] 李学志, 李若松, CATIA 实用教程, 清华大学出版社
- [53] 宁贵欣, CATIA V5 工业造型设计实例教程, 清华大学出版社, 2004
- [54] CATIA V5 机械设计, 清华大学出版社, 2004
- [55] 刘金秋, 人类功效学, 高等教育出版社
- [56] 谢龙汉, 单岩, CATIA V5 逆向造型设计, 清华大学出版社, 2004
- [57] 老虎工作室编著, 从零开始——CATIA 机械设计基础培训教程, 人民邮电出版社, 2004
- [58] 杜黎蓉, 林博正, CATIA 电脑辅助设计与实务应用, 中国水利水电出版社, 2001
- [59] 曾洪江 黄聪, CATIA V5 机械设计从入门到精通基础篇, 中国青年出版社, 2004
- [60] 曾洪江 黄聪, CATIA V5 机械设计从入门到精通进阶篇, 中国青年出版社, 2004

附录 A 攻读硕士学位期间参与项目

一、2002 年至 2003 年期间，完成了本校学生课外学术科技创新基金“应用 CATIA 进行加工中心外观造型设计”课题项目。

二、2003 年至 2004 年期间，参加了导师杨维平教授主持的云南省教育厅科学研究基金项目“数控机床外观造型设计和外观质量研究”。

三、2004 年至 2005 年期间，参加了导师杨维平教授主持的云南省教育厅科学研究基金项目“缆车断绳安全机构研究及应用”，承担其中的计算机辅助设计工作。

附录 B 攻读硕士学位期间发表论文目录

1、汪俊、杨维平等，《应用 CATIA 对加工中心进行外观造型设计》，昆明理工大学学报，2003 年 10 月。

2、汪俊、杨维平，《浅谈工业设计教育中专业意识的培养》，西部科技，2004 年 8 月。

3、汪俊、杨维平，《当今设计美学在非物质时代的发展趋》，西部科技，2005 年 4 月。

致 谢

值此论文完成之际，谨向我的导师杨维平教授致以最诚挚的感谢！

在我学子生涯的硕士研究生阶段，杨老师自始至终都给予无微不至的关怀。杨老师在学术上高屋建瓴，孜孜以求，对此论文从选题至定稿，反复斟酌，精心指导，倾注了大量的心血。在生活中，杨老师更是平易近人，宽以待人。杨老师言传身教，既是良师，又是益友，是我今后做人、做学问的楷模！感谢杨老师三年来的谆谆教诲！

感谢李伦等老师和熊湘晖等同学，他们在此论文的撰写过程中给我极大的帮助，使我受益非浅！

感谢我的家人和其他同学！



昆明机床股份有限公司 TH5650 立式加工中心

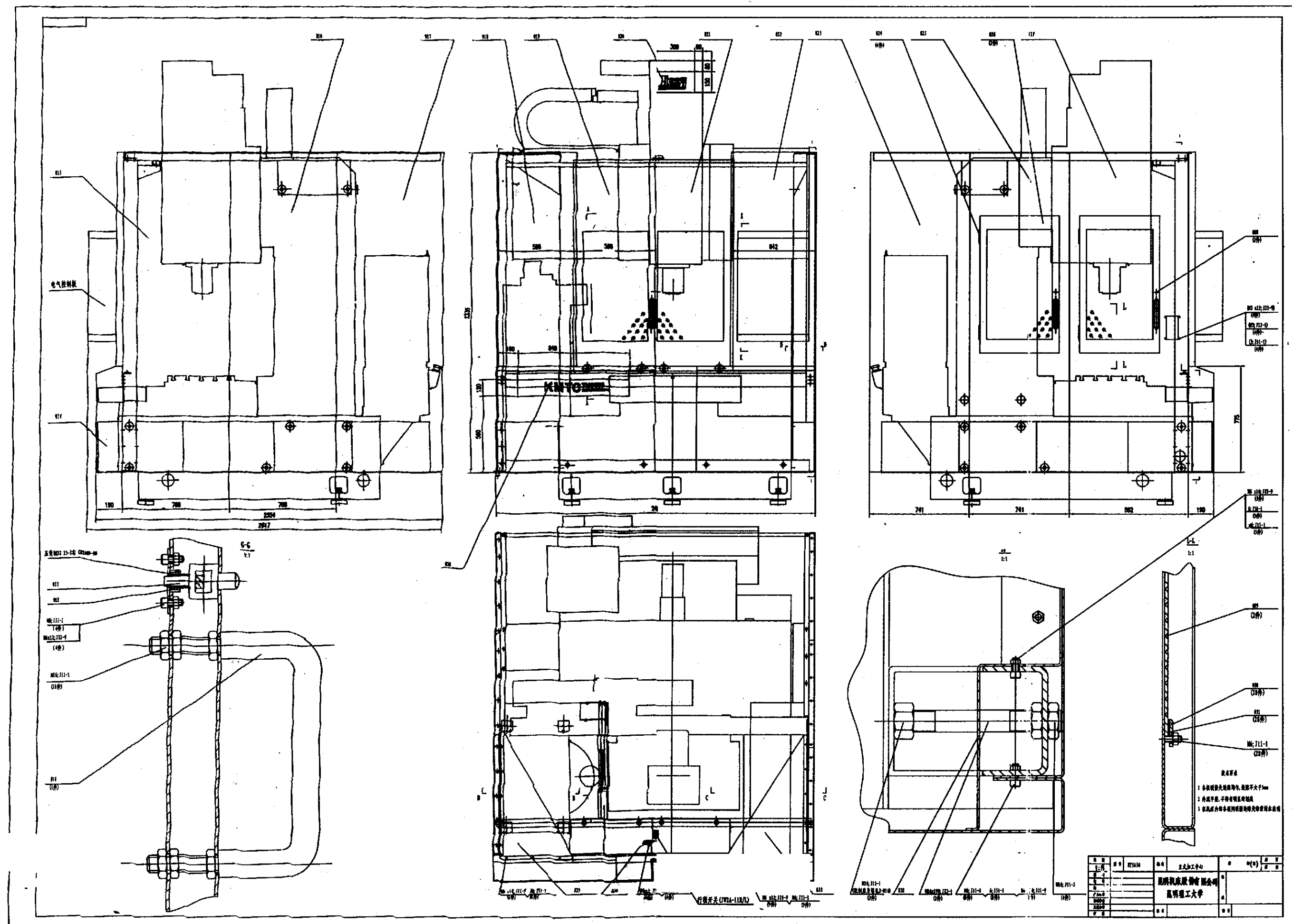


昆明机床股份有限公司 TH5650 立式加工中心

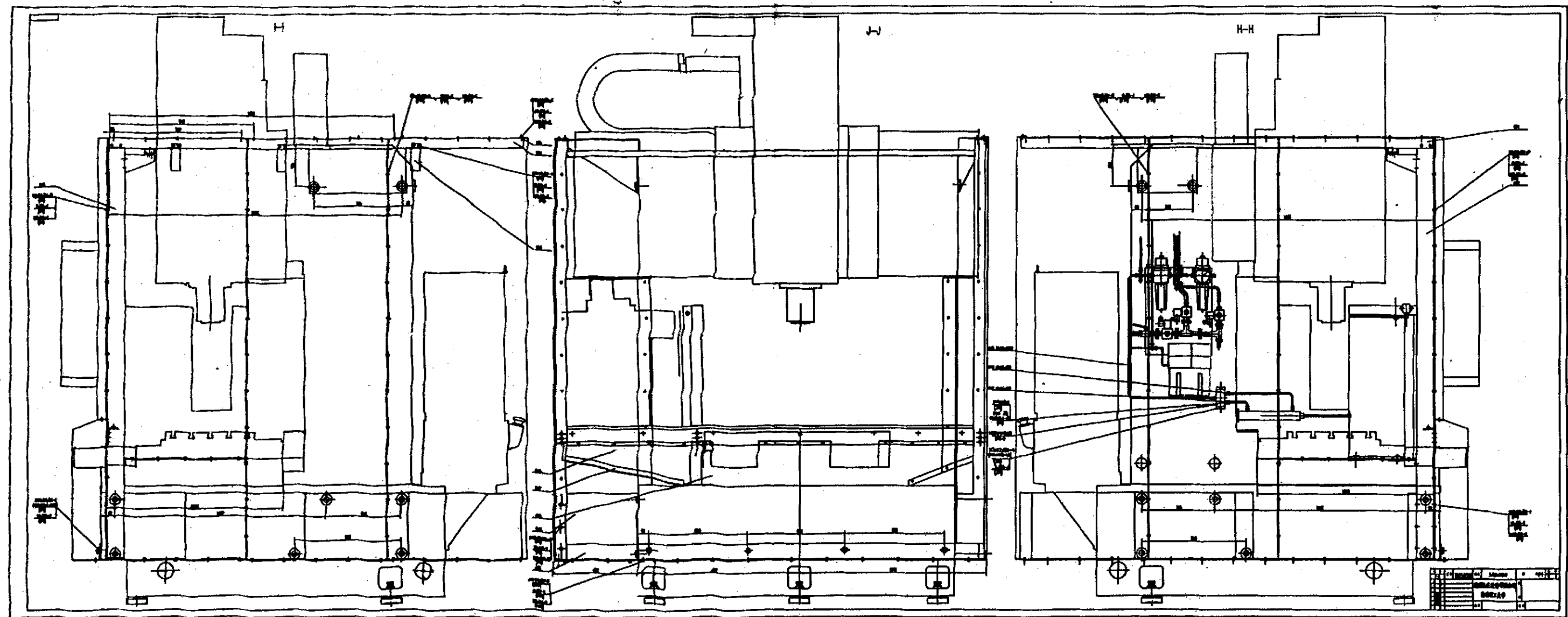
附件 1 设计方案效果图



附件 2 最终产品效果图



附件3-1 机床外形



图件3-4 机 房 外 罩 文 献 地 图