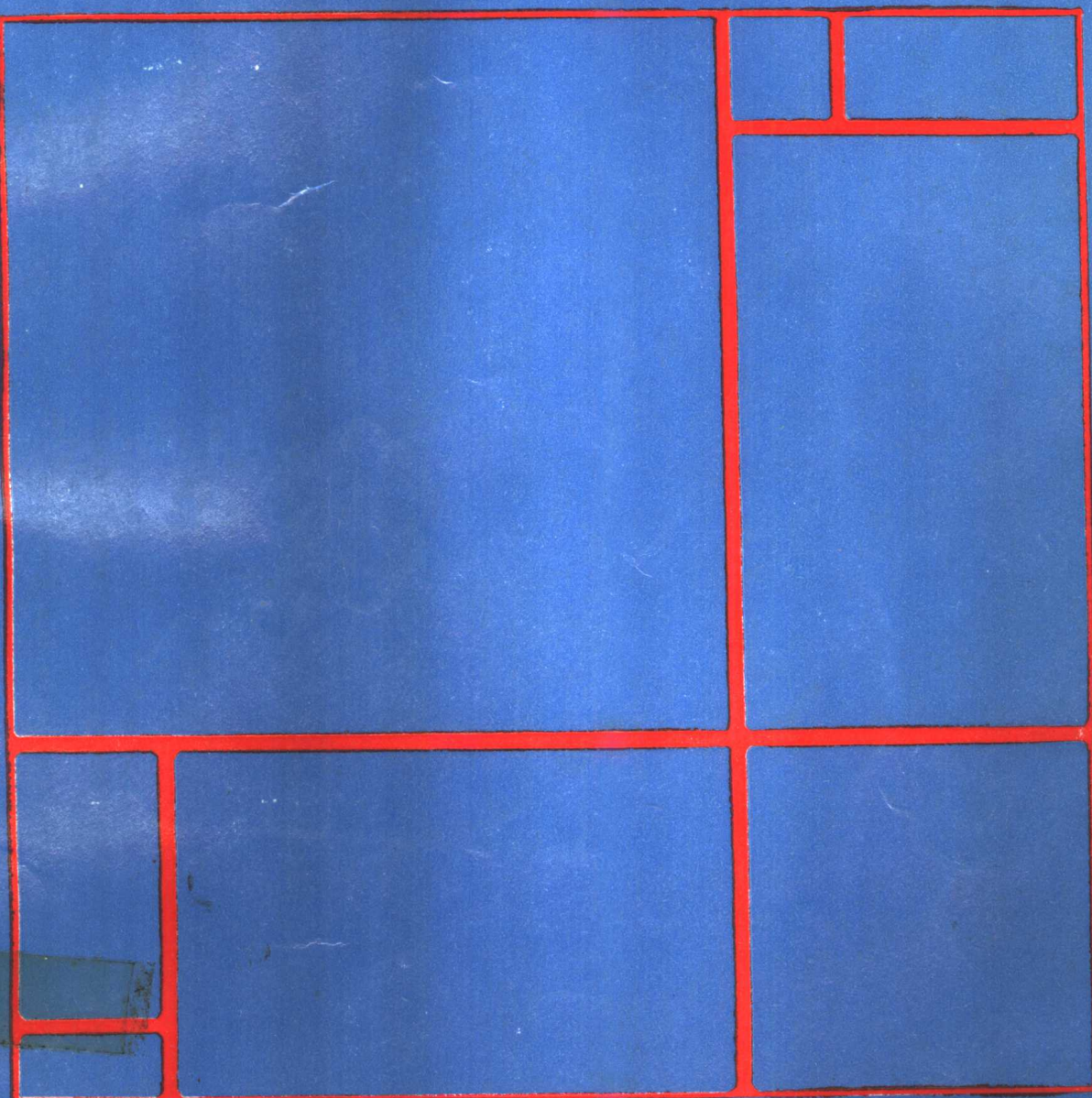


高等学校教学参考书

设计方法学

董仲元 蒋克铸 主编



高等教育出版社

高等学校教学参考书

设计方法学

董仲元 蒋克铸 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 提 要

本书是根据 1988 年 8 月全国高等工业学校机械设计及制造专业教学指导委员会通过的设计方法学教学大纲编写的。全书共十二章,主要内容有:技术过程与技术系统,设计过程及典型设计进程分析,设计要求表的拟定,进行方案设计和构形设计的方法,人机工程学在设计中的应用,产品的系列化、模块化设计,设计与产品成本的降低,设计中的评价与决策等。此外,还探讨了设计方法学与 CAD 的关系。最后列有设计示例。

本书可作为高等学校机械设计及制造专业和其他机械类、近机类专业设计方法学课程的教材,也可供普通大专学校、职工大学、电视大学师生及工程技术人员参考。

高等学校教学参考书

设计方法学

董仲元 蒋克铸 主编

•
高等教育出版社出版

新华书店发行所发行

上海市第四印刷厂印装

•
开本 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 305,000

1991年 10 月第 1 版 1991年 10 月第 1 次印刷

印数 0,001—2,700

ISBN 7-04-003532-4/TH·282

定价 5.30 元

前 言

随着科学技术的发展和产品竞争的加剧,从本世纪60年代以来,设计方法学研究得到了长足发展。它吸取了许多学科的先进成就,在提高设计质量、推动设计的科学化方面发挥了很大作用,对设计人员的成长有重要意义。

根据1988年3月全国高等工业学校机械设计及制造专业教学指导委员会通过的设计方法学教学大纲,我们编写了这本教材。参加本书编写的有:第一、二章,董仲元(陕西机械学院);第三章,王文质(陕西机械学院);第四章,那希孔(东北工学院);第五章,张家励(吉林工业大学);第六章,朱家玮(同济大学);第七、九章,胡国祥(武汉工学院);第八、十二章,蒋克铸(浙江大学);第十章,林文强(东北工学院);第十一章,成安生(陕西机械学院)。

本书由董仲元、蒋克铸任主编,李平林(清华大学)任主审。

本书编写中得到了全国高等工业学校机械设计及制造专业教学指导委员会和机械设计课程组的大力支持和指导,得到了清华大学、同济大学、陕西机械学院及黄纯颖老师等的大力帮助,特致衷心感谢。

由于编者水平所限,书中错误及不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

1990年12月

EA182/02

目 录

第一章 绪论 1	第二节 构形设计及其应满足的基本要求.....87
第一节 设计及其重要性..... 1	第三节 构形设计方法.....90
第二节 设计面临的形势和设计方法学研究..... 5	第四节 合理构形的一般原则..... 100
第三节 设计方法学的研究对象及本课程的目的和任务..... 7	第七章 设计与人机工程学 111
第二章 技术过程与技术系统 9	第一节 人机工程设计的基本原理..... 111
第一节 技术过程及其影响因素..... 9	第二节 人机工程设计的任务分析法..... 114
第二节 技术过程的结构模式.....13	第三节 作业空间、显示系统、控制系统设计 及作业环境安排..... 116
第三节 选定技术过程的步骤.....16	第八章 产品的系列设计和模块化 设计 122
第四节 技术系统的性质.....18	第一节 产品的扩展..... 122
第五节 技术系统的结构分析.....21	第二节 参数系列化..... 123
第六节 技术系统功能结构图的绘制.....24	第三节 相似设计原理..... 126
第七节 技术系统的发展.....31	第四节 系列化产品设计..... 133
第三章 设计过程及典型设计进程 分析33	第五节 模块化设计..... 140
第一节 设计工作的特点.....33	第九章 产品成本及其在设计中的 降低途径 146
第二节 设计过程分析.....34	第一节 产品成本的构成..... 146
第三节 典型设计进程.....36	第二节 成本分析对象的选择及成本估算... 149
第四节 设计工作进程的选定.....40	第三节 降低产品成本的途径与措施..... 152
第四章 设计任务及设计要求42	第十章 设计中的评价与决策 164
第一节 设计任务的来源与设计的要求.....42	第一节 评价的类型及内容..... 164
第二节 设计要求表的提出.....43	第二节 评价的一般方法..... 166
第三节 制订设计要求表的常用方法.....46	第三节 其他评价方法简介..... 174
第四节 设计要求表制定举例.....49	第四节 设计中的决策..... 177
第五节 产品的规划.....51	第十一章 设计方法学与 CAD 181
第五章 方案设计和创造性激智技术 ...54	第一节 CAD 技术的发展现状..... 181
第一节 方案设计的主要内容及工作流程.....54	第二节 CAD 技术在设计各阶段中的应用..... 182
第二节 问题的抽象化.....57	第三节 现代设计理论与 CAD 发展..... 185
第三节 方案的形成.....60	第十二章 设计实例研究 190
第四节 创造性思维和创造性激智技术.....71	第一节 典型设计示例..... 190
第五节 设计目录简介.....78	第二节 设计事例分析..... 207
第六章 技术设计和合理构形方法85	参考文献 209
第一节 技术设计的主要内容及工作流程.....85	

第一章 绪 论

第一节 设计及其重要性

设计是与人类的生产活动及生活紧密相联的。打算获得什么样的产品及打算如何获得这样的产品是设计活动的基本内容。当前,与人类生活及工作相关的各种人类创造的事物,如房屋、车辆、工作计划等,全是设计的结果,技术领域内的各项工作,也都与设计有密切的联系。然而,在不同时期,不同的人,对设计的理解却是各式各样的。作为一个技术人员,尤其是设计工作者,更应该正确地理解设计,这样,才能正确对待自己的工作,取得较理想的预期效果。

一、设计是发展的,利用图纸进行设计不过是设计中的一个阶段

从人类生产的发展过程来看,在最初的很长一个时期内,产品的制造只是根据制造者本人的经验或其头脑中的构思完成的,设计与制造无法分开。如图 1-1 所示,手工艺人正按自己的构思加工木料。当然,这时的产品简单,生产率低。

随着生产的发展,产品逐渐复杂起来,对产品的需求量也开始增大,单个手工艺人的经验或其头脑中自己的构思已难满足这些要求,逐渐出现了利用图纸进行设计。一部分经验丰富的人将自己的经验或构思用图纸表达出来,然后根据图纸组织生产。早在 1670 年就出现过有关大海船的图纸。图纸的出现使得人们有可能:



图 1-1 手工艺人加工木料

- 将自己的经验或构思记录下来,传于他人,便于设计的提高及改进;
 - 进行复杂产品的设计与制造,满足人们对复杂产品的需求;
 - 同时有较多的人参加同一产品的制造过程,满足社会对产品的需求及生产率的要求。
- 由此可见,利用图纸进行设计只是设计发展中的一个阶段。

当前,社会及科学技术的发展,尤其是计算机技术的发展及应用,已经对设计的发展产生了很大的影响与冲击。CAD*技术能得出所需要的生产图纸,一体化的 CAD/CAM**技术更可直接输出记录有关信息的纸带,使用这种纸带,NC 机床***即可直接加工出所需要的零件来等等。这一切使得人们不得不重新认识设计,研究设计理论,研究先进科技成就对设计的影

* CAD即计算机辅助设计。

** CAM 即计算机辅助制造。

*** NC机床即数控机床。

响。

二、设计所涉及的领域继续扩大,更加深入

随着科学技术的飞速发展,当前许多高技术产品如激光测量装置、航天飞机、核动力设备等大量诞生,常规产品如机床、纺织机械、工程机械等也都大量采用新技术,如数字控制、气流纺纱、液压技术等。这说明先进的科技成就正源源不断地通过设计改变着产品,同时,科学技术的不断进步与发展要求设计的基础也必须发展,只有这样,设计才有可能跟得上科技发展的步伐。

进一步考察产品的生存过程(图 1-2)。从客观需要出发,通过设计阶段后,选定材料,制成所需产品,经包装、运输、储存、销售、安装等阶段投入使用,使用一定时期后,产品报废,应予销毁及回收,这就是产品的整个生存过程。从需要的提出到产品的销毁及回收,产品各阶段的性能无不受到设计的巨大影响。随着竞争日趋激烈,产品更新加快,人们不但要求不断提高产品使用性能,还要求更全面地考虑其生存各阶段的需要。例如食品、饮料使用软包装,固然其加工及使用都比较方便,但其储存期较短、回用价值不大、造成垃圾增多等不足之处,促使有的国家又反过来重新采用罐装或瓶装,改变了原设计。电子产品结构中采用很多“插件”,不仅便

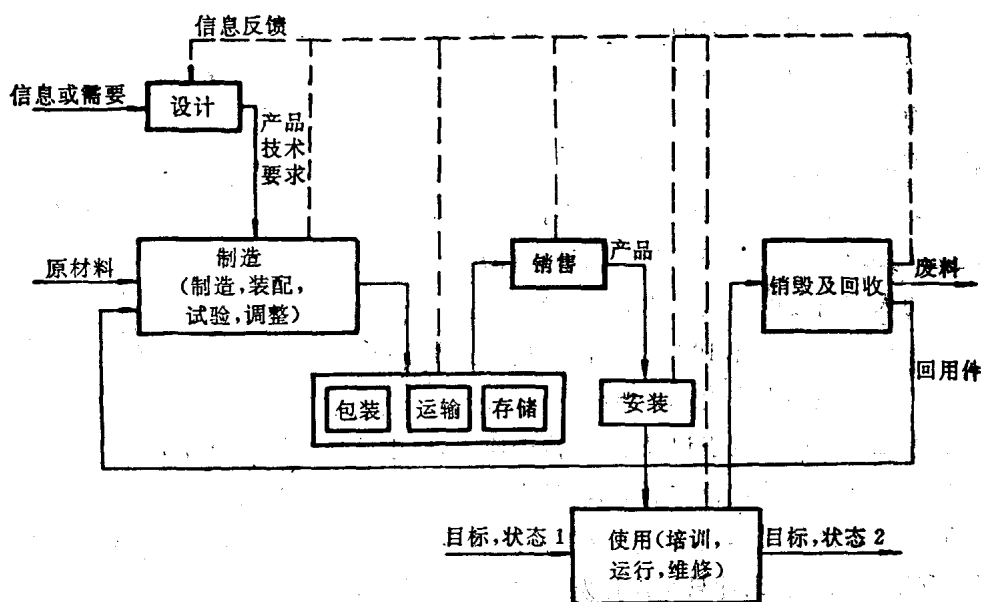


图 1-2 产品的生存过程

于维修,而且提高了很多元件的回用率。至于核装置用后的处理,更是设计人员必须慎重考虑

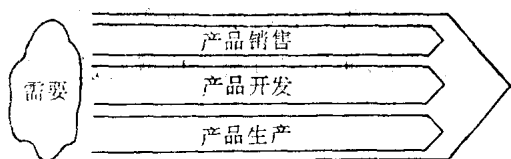


图 1-3 产品开发的一体化模型

的重大问题。上述例子表明在设计中要全面考虑产品生存全过程的要求。近年来有人在研究如何保证产品开发成功并发挥企业最大效能时提出了产品开发的一体化模型(图 1-3)。它要求设计部门在产品开发的过程中就要与销售及生产部门密

切配合,以便得到既有良好的性能,又适合市场需要、便于制造及销售的优质产品。

产品是设计结果的物质表现,设计时考虑的主要因素虽是技术方面的,但产品是在一定社会条件下发挥其效能的,所以社会因素又通过种种限制反过来影响设计中对产品的考虑(图1-4)。随着研究工作的深入,社会因素对产品的影响愈来愈大。例如汽车的发展,不能不受到国家能源政策、资源条件、道路建设、城市规划等政策及社会条件限制;汽车运行时产生的废气、噪声污染等,对生态环境有很大影响;汽车的构造及其操纵,要求不同水平的使用及维修人员等,这些条件在汽车设计中发挥着愈来愈大的作用。随着研究工作的进一步开展及人们生活水平的提高,产品的造型、工作地布置、色彩运用等在设计中也占着愈来愈重要的

位置。它们通过使用者的工作心理、美学享受等影响着产品的效能及其销路。这些情况表明人们在设计中不但要注意发展产品的技术方面,还必须更全面地考虑社会方面因素的影响。

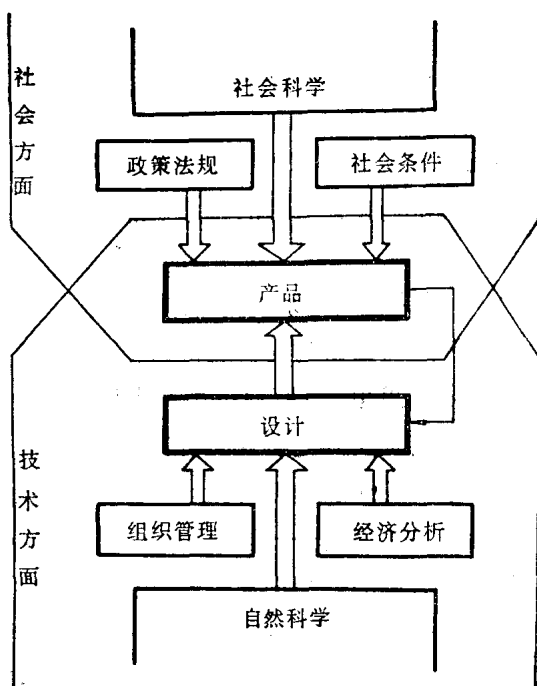


图 1-4 设计所涉及的方面

三、对设计的理解

由于设计的发展,设计所涉及的领域正在不断扩大,人们对设计的理解不尽相同,但都公认设计有以下基本内涵:

- 存在着客观的需求。
- 总有新的事物创造出来。这个“新”字,可以指过去从未出现过的东西,也可以指已知事物的不同组合,但这种组合结果不是简单的已知事物的重复,而是总有某种新的成份出现。
- 新的事物应能完成预定的功能,满足预定的要求。
- 新事物应是给定条件下的“最优解”。对“最优解”的考虑,不应仅限于产品本身,而应以企业或社会效益为出发点。

综合上述,当前对设计的理解应该是:

全面考虑技术及社会因素,运用有关知识,获取满足人类需要的优质产品的产品方案或其实实现方案的制订及改进活动的综合,是有计划、有目的地向预期目标迈进的过程。

四、设计的重要性

设计是满足人们和社会日益增长的需要的活动的一部分,它和生产、生活及其未来密切相关,所以当前人们对设计工作愈来愈重视。设计的重要性主要表现在以下几个方面:

1. 设计活动是生产活动的重要组成部分,设计的结果是组织生产的基本依据。

生产活动是社会最基本的活动。在生产活动中,首先要定出生产什么样的产品、如何进行生产等重大问题,它们正是设计活动的任务。通过设计,决定了产品的结构、复杂性及其制造和装配的难易程度。产品的合理加工进程及方法也必须通过预先的周密规划(设计过程)来获得。正是根据设计所得的产品及加工方案,人们才能正确组织自己的生产活动,达到预期的目标。

2. 设计直接关系人类的未来及发展。

设计是与新事物的创造密切相关联的。从人类创造第一件工具开始,就有了设计的萌芽。任何天才的思想,只有通过设计才可能变为现实,才能发挥其巨大的作用。从第一台纺织机、蒸汽机的出现及其完善,到现代的计算机工业、宇航工业等的发展,这一系列巨大的变革,对人类及社会的发展影响极为深远。但这些天才想法的实现,都通过了结合当时具体条件的比较全面的考虑和规划——设计过程。不管什么情况,设计出来的产品总是为今后考虑的,总要在今后一个时期的社会中使用,总要产生影响。特别是一些耐用品及应用较普遍的产品,由于它们使用的时间长,使用面广,数量大,产生的影响就更大。例如一些设计较差的拖拉机,不仅影响燃料的消耗,造成的噪音及空气污染也相当严重,除非它们得到根本的改善或更新,否则将无法达到规定的要求。再如新设计的机床,它要用于机械制造工厂,它的质量和性能就要在一个相当长的时期内影响该厂的设备构成、劳力使用、生产率和产品质量等。这就表明了设计与我们的未来及发展的关系。

3. 设计全面影响产品的性能,设计中的失误将造成极为严重的损失。

设计决定了产品的性能。近年来很多学者都注意到了设计失误问题。他们指出:一个工程师研制一个技术系统时可能产生的最坏情况是,系统具有归因于设计错误或计划错误的缺陷。在系统实现并进行运转后,由于这些缺陷的存在,系统遭受强大的干扰,会使系统及其周围环境在一定范围内遭受损害或完全破坏,并有可能使有关人员受到伤害。这是由于系统设计者在思维过程中的缺陷导致了灾害,因而可以称之为“思维灾害”。通常产品因使用不当产生的问题,一般可通过培训,提高使用人员操作水平来解决;制造中的问题多属于个别产品,具有局部性和偶然性,常可通过一定措施补救、修复或避免。但若设计本身就存在问题的话,那将是根本性的,全局性的,而且常常是在工作了一定时间之后才发现的,这时已经造成了相当的损失。特别在当前,由于技术的发展,系统极为复杂,牵涉面较大,稍有不慎,即会引起一系列连锁反应,造成相当大的损失。例如汽车发动机的耗油量问题,若在设计时发动机耗油量指标就比较落后,只要使用这种汽车,它必然消耗那么多的燃料,除非不使用或进行根本性修改——改变原设计,更换发动机,否则无法改善。这个问题不是某一辆汽车的问题,而是这种型号汽车整体的问题。还由于汽车是大量生产的产品,其影响面及影响程度也必然很大。在这一点上就表现了一定程度上的“灾害”。

4. 设计对企业的生存和发展具有重大意义。

产品生产是企业的中心任务。企业能否生存及发展,首先在于能否生产出适销对路、具有

竞争能力的产品。要求产品适销对路,设计是第一关。这就要求能及时得到真正反映市场需要的产品来。这个意义上的产品不是固定的,是发展的;要求反映一定的预见性,能及时调整;要求有足够的品种与规格,可供用户选择;这些都与设计质量、设计速度有密切关系。产品的竞争能力一方面在于它的使用性能、制造质量,另一方面还在于它的经济性,这二者都主要取决于设计。据统计,产品成本的70~75%是在设计阶段决定的。产品能否制造及其难易程度更与设计密切相关。产品成本及制造质量大大影响着产品的竞争能力。另外,企业的设备组成是根据加工工艺选定的,从这个意义上说,也受到设计的制约。1980年石油危机时,西方汽车大量积压,企业停工,而日本汽车却能大量销售,企业欣欣向荣,原因就在于他们设计的汽车耗油量小,价格便宜,适应了当时市场的需要。

人们通过长期实践,特别是通过总结失败的教训,认识到上述问题的严重性及设计的重要性。这就使得人们不得不对设计过程的本质进行研究,不得不探讨保证设计质量、加快设计进度、避免或最大限度地减少“思维灾害”的方法和措施。这些都是设计工作者的重要任务。

第二节 设计面临的形势和设计方法学研究

一、设计面临的形势

在当今世界,科学技术的巨大进步和飞速发展,新的领域不断开扩,新技术不断涌现,促进了经济的高速发展,同时,也使企业间的竞争日益激烈,而且这种竞争已成为世界范围内技术水平、经济实力的全面竞争。而人们随对客观世界的认识的深化和生活水平的提高,对产品的要求也愈来愈高。所有的这些使人们对设计的要求发展到了一个新的阶段,具体表现为以下几个方面:

- (1) 设计对象由单机走向系统;
- (2) 设计要求由单目标走向多目标;
- (3) 设计所涉及的领域由单一领域走向多个领域;
- (4) 承担设计工作的人员从单人走向小组;
- (5) 产品更新速度加快;
- (6) 产品设计由自由发展走向有计划的开发;
- (7) 设计的发展要适应科学技术的发展,特别是适应计算机技术的发展。

与人们对设计的要求相比,现阶段的设计相对而言却是落后的。主要表现为:

- (1) 对客观设计过程研究、了解不够,尚未很好掌握设计中的客观规律;
- (2) 当前设计的优劣主要取决于设计者的经验;
- (3) 设计生产率较低;
- (4) 设计进度与质量不能很好控制;
- (5) 设计手段与方法有待改进;

(6) 尚未形成能为大家接受、能有效指导设计实践、较系统的设计理论。

面对这种形势,唯一的回答就是:设计必须科学化。这意味着要科学地阐述客观设计过程及其本质,分析与设计有关的领域及其地位,在此基础上科学地安排设计进程,使用科学的方法和手段进行设计工作。同时也要求设计人员不仅要有丰富的专业知识,而且要掌握先进的设计理论、设计方法及设计手段,科学地进行设计工作,这样才能及时得到符合要求的产品。

二、设计方法学研究及其在我国地开展

设计方法学(Design Methodology)是一门正在发展和形成的新兴学科,它的定义、研究对象和范围等,当前尚无确切的、大家公认的认识,但近年来它的发展极快,广泛受到各国及有关学者的注意。

1. 设计方法学研究的发展

最早涉及设计方法学研究的学者应该提到德国的 F. Reuleaux。1875 年,他在“理论运动学”一书中第一次提出了“进程规划”的模型,即对很多机械技术现象中本质上统一的东西进行抽象,在此基础上形成一套综合的步骤。这是最早的对程式化设计的探讨,因而有人称他为设计方法学的奠基人。此后直到 20 世纪 40 年代, Kutzbach 等人相继在程式化设计的发展、设计评价原则、功能原理等及在设计中的应用等方面开展了一些工作,初步发展了设计方法学研究。

20 世纪 60 年代初期以来,由于各国经济的高速发展,特别是竞争的加剧,一些主要工业国家纷纷采取措施加强设计工作,开展设计方法学研究,使得设计方法学研究在这一时期取得了飞速的发展。许多国家的专家、学者在设计方法学方面或出版专著,或从事专题研究,如设计目录的制订、有关设计的经济性问题、设计方法研究、产品功能结构及其算法化、设计方法学与 CAD 等,并开始探讨设计方法学研究的内涵。慕尼黑大学的 Rodenacker 在联邦德国中(也是世界上)第一个被任命为从事设计方法学研究的正教授,因而有人称他为“设计方法学之父”。由于经济文化背景不同,这些学者的研究各有自己的特点和侧重方面,有的工作细致、系统性强,强调从扎实的、小的发展中取得好的结果,有的则工作大胆,强调创造,敢于提出全新的设想。联邦德国工程师协会还专门制定了有关设计方法学的技术准则如 VDI2222 等,作为设计工作的技术指导。不少国家在高等学校中开始开设有关设计方法学的课程,多方面、多层次开展培训工作,推进设计方法学的研究和应用,有效地提高了各自产品的设计质量及其竞争能力。

70 年代末,欧洲出现了由瑞士 V. Hubka 博士、丹麦 M. M. Andreassen 博士及加拿大 W. E. Eder 教授组成的欧洲设计研究组织 WDK。此后,它发起组织了一系列国际工程设计会议 ICED,参加人员和范围逐次扩大。它还组织出版了有关设计方法学的 WDK 丛书,除各次会议论文集外,还包括有关设计方法学的基本理论、名词术语、专家评论和有选择的专著。此外,还建立了一批国际性的专题研究小组,如机械零件的程式化设计研究小组,定期开展活动。从此,设计方法学研究明显地从各国自行开展发展为国际性的活动,各学派充分交流,互相取

长补短,将设计方法学研究及应用推向新的高潮,吸引了全世界学者的注意。

2. 设计方法学研究在我国开展

我国从70年代末期即注意到设计方法学的发展。1981年,中国机械工程学会机械设计学会首次派代表参加了ICED81罗马会议,此后即在国内宣传,并于1983年5月在杭州召开了全国设计方法学讨论会,探讨开展设计方法学研究活动,并成立了设计方法学研究组。中国机械工程学会机械设计学会及全国不少单位相继邀请一些国外著名学者来华,开展全国性讲学活动。有的学校选派人员出国,进行设计方法学研究。此后,陆续成立了一些关于设计方法学研究的全国性和地区性学会,他们与有关单位合作,组织各种类型的讲习班、培训班,翻译、出版了一批专著,开展国内外的学术交流。不少高校已开设了设计方法学课程,编写了自己的教材。有的技术人员在自己的工作中开始了设计方法学的应用,初步取得了一些成果。和其他国家一样,设计方法学研究在我国也正在蓬勃开展起来。

第三节 设计方法学的研究对象及本课程的目的和任务

一、设计方法学及其研究对象

由于设计方法学研究还在发展,关于什么是设计方法学,其研究对象和范围等,不同学者有不同看法。

目前比较完整和有一定代表性的是瑞士V. Hubka博士提出的一些观点。他认为:设计方法学是研究解决设计问题的进程的一般理论,包括一般设计战略及用于设计工作各个具体部分的战术方法。他还提出了它的主要领域及大致结构,包括进程模式、进程规划、进程风格、方法、方法学、行动规划、工作方法、工作原则等。

从设计方法学的诞生及广大学者的实际工作来看,为了使设计工作科学化,必须用先进的理论及科技成就改进设计工作,科学安排设计进程,采用科学方法和先进技术及手段解决具体设计问题。当然要较好地解决这些问题,还必须对客观设计过程进行研究。

综上所述,对设计方法学及其研究对象归纳如下:设计方法学是在深入研究设计过程的本质的基础上,以系统的观点研究设计的一般进程,安排和解决具体设计问题的方法的科学。

设计方法学研究将在提高设计人员素质、加速设计人员成长,提高设计质量、减少设计失误,加快设计进度,总结设计经验、提出科学设计理论,促进设计工作科学化等方面发挥重大作用。

二、本课程的目的及要求

设计人员是新产品的重要创造者,对产品的发展有重大影响。为适应新形势下的要求,必须加强设计人员的能力培养,加强综合教育,加强方法教育。设计人员必须加强对设计学科本身的学习与研究,以期提高设计水平,并使设计学科赶上其他学科的发展。

设计方法学是一门综合性的学科，它与各工程学科有广泛的联系。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。

作为高等学校的一门课程，在学生具有一定的基础知识和专业知识之后，在此我们介绍了设计方法学的一些基本知识，包括：设计工作面临的形势及设计方法学研究的崛起；部分设计理论基础；设计过程本质分析及典型设计进程；并以进程为纲介绍了一些常用的设计方法及部分先进理论及学科在本学科中的应用。

学习本课程的目的及要求是：

- (1) 学习了解设计方法学的基本理论及基本概念。初步明确设计中应考虑的问题。
- (2) 学习、掌握有关科学设计进程和设计方法的知识，努力提高设计水平。
- (3) 逐步培养对设计问题的抽象化能力和综合能力，初步做到能够理论联系实际，并能运用设计方法学知识，解决较简单的实际设计问题。

第二章 技术过程与技术系统

第一节 技术过程及其影响因素

人类进行设计工作的目的总是为了满足一定的生产或生活需要。为了满足这种客观需要,常需经过一定的过程,例如,要得到合乎一定要求的轴类零件,可以通过车削过程来实现(如图 2-1)。轴的毛坯通过车削过程,其形状、尺寸、表面性质等产生了一定变化,得到了合乎要求的轴,客观需要得到满足。这一过程应用了金属切削理论中的车削原理,并由操作者通过车床实现。当然,车削不是满足这一需要的唯一过程,还可以视条件采取轧制、锻造、磨削等。再如,衣物脏了,需要去除其上的脏物,则可通过洗涤过程。如图 2-2,将脏衣物放入洗衣机中,加入水及洗涤剂,通过波轮搅动,将衣物洗净。根据要求不同,还可增加脱水环节或直接采用干洗过程。

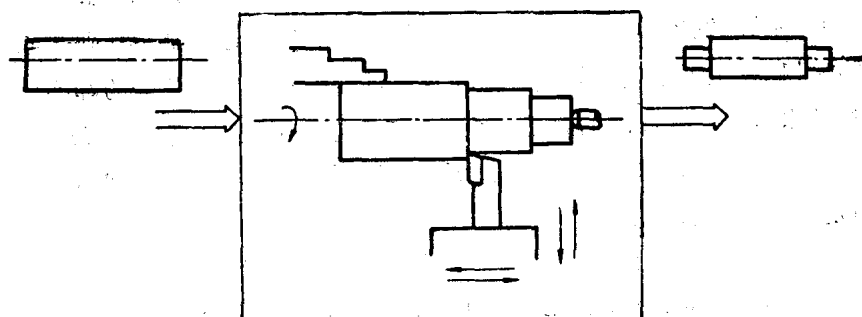


图 2-1 轴的车削

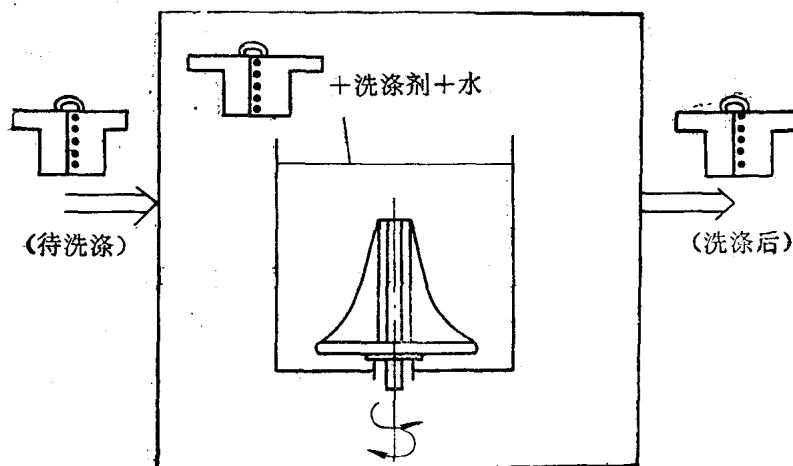


图 2-2 衣物的洗涤

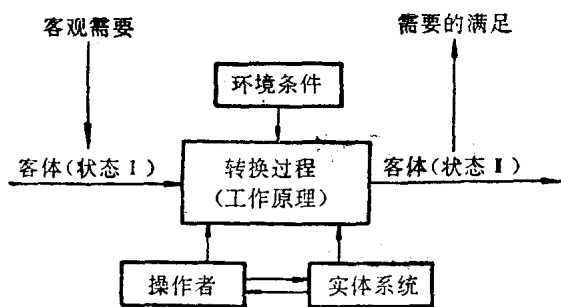


图 2-8 客观需要的满足

过技术过程,某种客体产生转换,人们的客观需要得到了满足。

由以上两个例子可以看出,满足需要的过程体现了某种工作原理,而且这个过程可在预定的环境条件下,由操作者通过一定的“实体系统”——车床或洗衣机来完成,如图 2-3 所示。人们的设计对象常是这一过程或它所用的实体系统,而人类的客观需要则是设计的原始依据。这个实体系统称为技术系统,而它所服务的过程则称为技术过程。通过

一、技术过程的有关概念

1. 作业对象

在技术过程中承受操作者及技术系统施加的作用,从而自己的状态产生改变或转换,使客观需要得到满足的物质称为作业对象。对所有技术过程而言,作业对象可以归纳为物料和生物体(包括人类)、能量和信息三大类。例如前述车削及洗涤过程中的轴的毛坯及衣物,再如运输过程中的货物及乘客、发电过程中的能量、收音过程中的电信号等都是作业对象。作业对象的状态通过技术过程发生了改变或转换,但在技术过程中发生状态改变的却不一定是作业对象。通常,通过技术过程产生改变的物质不止一种,例如车削过程中轴的毛坯是作业对象,它的状态产生了改变,满足了客观需要;但同时转换的能量(被消耗了)等,却不是作业对象。因为它们不是满足客观需要的物质。

2. 技术过程

技术过程是一个人工过程,通过这一过程,使作业对象在一定环境条件下,经过操作者及技术系统共同施加的作用,以有计划、有目的的方式产生预期的转变,获得能满足客观需要的结果。在这里强调技术过程是人工过程的目的是为了与自然过程相区别。例如下雨可以满足农田需要水的要求,但这是不可控制的自然过程;通过打井,用水泵抽水灌溉农田,则是人工过程——技术过程。技术过程才是人类可控制的过程,才是我们研究的对象。技术过程的实现必须依据一定的工作原理。例如前述轴的车削过程就是一个技术过程;它的工作原理就是车削原理。

3. 技术系统

技术系统是确定的人工系统的通称,它和操作者一起在技术过程中发挥预定的作用,使作业对象产生需要的转换。它可以是机械系统,也可以是电气或其他系统;可以是机构,也可以是仪器、机器或成套设备。前述车削过程中的车床,就是此过程中所用的技术系统,它和操作者一起,实现了轴的车削,使轴产生了需要的转换。

4. 功能

功能就是某个系统为解决某问题所应实现的动作或发挥的作用。它是对该系统提出的要

求。技术系统必须具有一定的功能,才能为技术过程服务。例如车床的功能,就是实现车削,改变轴类零件(或其他旋转体零件)的尺寸和形状;洗衣机的功能就是洗涤衣物,去除其上的脏物。

二、研究技术过程的目的

研究技术过程的目的在于寻求和合理确定满足客观需要的最佳设计目标。技术过程分析在设计工作中具有重要意义。

第一,当人们有了某种客观需要时,首先就要找出能够满足这种需要的过程,并使之在人们的控制下完成。这就是确定技术过程。例如,一批油料要从甲地送往乙地,可以通过车辆、管道或其他方式。定出能最经济、最有效地完成预定任务的输送过程,就是一种重要的设计工作。这时确定的技术过程本身就是设计工作的目标。通常的工艺设计都可归入这一类。

第二,大多数情况下提出的设计目标是某种具体产品。无论什么产品,总是在某种技术过程中工作的,通过这种过程的实现,使客观需要得到满足。例如织布机可以将棉纱织成布,它与其它纺织机械一起实现由棉花到棉布的技术过程,满足了人们获得棉布的需要。将产品与它所服务的过程联系起来,确定对产品的要求,将是更全面、更合理的。这时的产品即是实现此技术过程所需的技术系统或其一部分——子系统。

第三,满足同一需求还可有不同的技术过程,一般地说,技术系统亦不同。例如前述油料的输送问题,可以利用机械方法通过车辆输送,亦可利用液压原理通过管道输送。这就是说在明确客观需要之后,通过技术过程分析与确定,可使技术系统有更大的选择余地。即必要时可以改变技术过程,选择更合适的技术系统。

应该指出,设计中选定技术过程的重要作用在于它从根本上决定了解答方案的方向。通过技术过程分析选定的最佳设计目标,可能是满足客观要求的技术过程,也可能是实现所定技术过程的技术系统。要选出合理的技术过程或改变不合理的技术过程,设计人员不仅要有较广的基础理论知识,还要有远大的眼光,不断学习新的理论,将其他学科的新成就引入设计领域;还要求设计人员要善于向实践学习,经常留心实践中发生的各种变化,不断积累,不断提高,从实践中取得有益的启发。

三、影响技术过程的因素

图 2-4 表示了影响技术过程的各种因素。

1. 设计要求

在设计过程中,确定技术过程的基本依据是设计要求。通常设计要求的内容很多,所以,要首先明确这些要求的核心,即客观需要的实质,然后据以选定合适的技术过程。例如,塔式起重机的设计要求可能包括额定起重量、起重高度、起重力矩、提升速度、……等,但其核心则是要求能将一定重量的物体吊运至所定空间的任意位置。这就是确定塔式起重机所服务的技术过程的依据。当然,设计要求不同,技术过程亦不应相同。

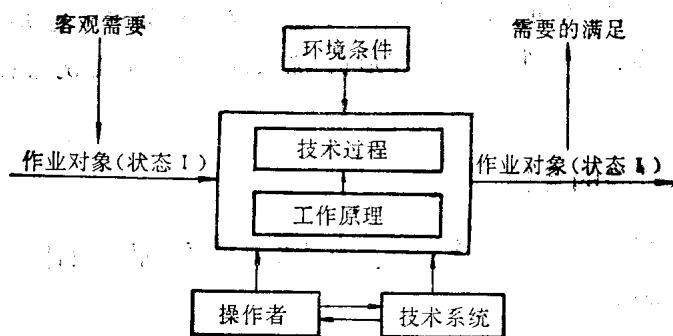


图 2-4 影响技术过程的各种因素

2. 工作原理

技术过程的不同主要表现在它所采用的工作原理不同。对于同一客观需要，也可采用不同的工作原理，即不同的技术过程。例如，箱体零件的毛坯，既可以根据铸造原理采用铸造方法制造，也可以根据焊接原理采用焊接方法制造。显然，铸造及焊接是两种不同的技术过程。

工作原理是技术过程能否发挥预期效能的关键。它来自设计人员的理论知识或实践经验，建立技术过程时应慎重选择。选择时应注意考虑：

- 保证满足客观需要，并能较好地实现有关设计要求。
- 工作可靠。
- 易于求得实体解答方案。
- 力求简单、经济、技术先进。

例如前述，对形状复杂、生产批量较大的箱体毛坯，宜用铸造。相反，形状简单、单件小批、特别是生产周期要短的箱体毛坯，采用焊接方法就比较合理。

3. 作业对象及其状态

作业对象是在技术过程中产生转换的主要物质。输出的作业对象及其状态是客观需求所要求的，同时，也是设计要求所定，一般不宜改变。但输入的作业对象及其状态却是可选择的。显然，输入的作业对象及其状态愈接近所要求的条件，技术过程将愈简单，但很有可能其成本较高、不易获得或不利于本单位技术发展。因而，对作业对象特别是输入时的对象及其状态的选择，应考虑在整体技术经济效益较好的条件下使技术过程尽量简单。

例如在轴的车削中，最终要求相同，但其坯料却可选择棒料或锻件。一般棒料价格较便宜，最大尺寸受限制，需要下料或切断工序，而锻件毛坯则须专门锻造，成本较高，但却可能较多地减少车削次数和材料消耗，不需下料或切断工序。

4. 技术系统和操作者

技术过程的实现离不开操作者和技术系统。技术系统是实现所需转换的手段，操作者则承担转换所必需的操作与控制。二者在技术过程中各自发挥其作用。合理的技术系统和合格的、熟练的操作者将有可能使这一技术过程取得最满意的结果。值得一提的是从技术发展的角度来看，由于机械化、自动化、仪表化的程度愈来愈高，机器的控制系统也日益发展，在