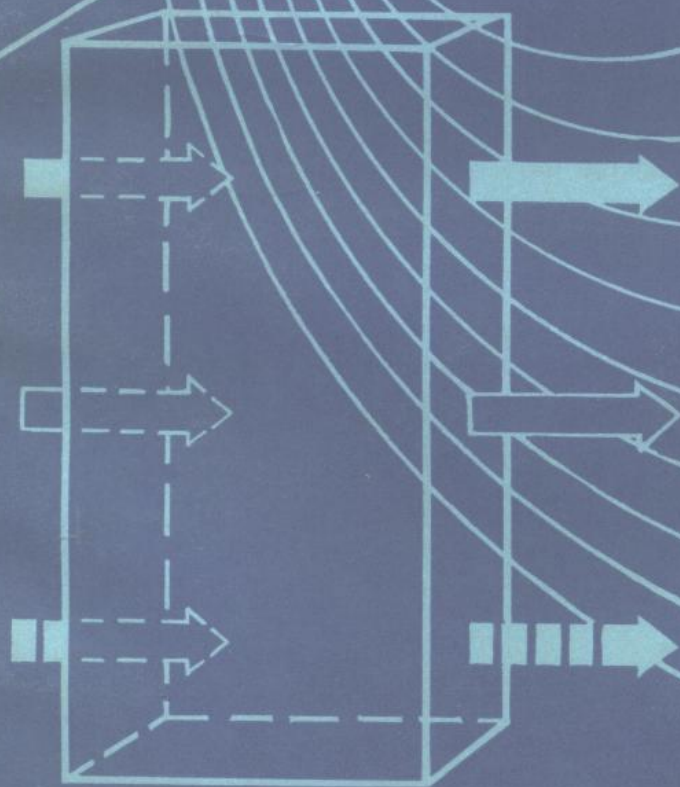


机械、仪器和器械 设计方法

[联邦德国] R. 柯勒 著



科学出版社

机械、仪器和器械设计方法

[联邦德国] R. 柯勒 著

吕持平 译

陆家和 李新立 校

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书内容主要在于使机械工程(包括仪器仪表和器械)设计人员可以利用计算机进行设计工作,以求得设计工作合理化和自动化。

本书首先在绪论中叙述了设计的一般含义、设计方法的目的、设计任务的确定。然后详细介绍设计过程的工作步骤,其中包括技术系统设计中功能的确定、质的设计过程,并举例说明。在书末的附录中以大量的图表列举出设计中所必需的原理、定律和公式等。

本书可作为机械、仪器仪表等工程设计人员的参考书和工具书,并可供一般科研工作者、大专院校机械专业教师 and 大学生参考阅读。

R. Koller

KONSTRUKTIONSMETHODE FÜR DEN MASCHINEN-,
GERÄTE- UND APPARATEBAU

Springer-Verlag, 1976

机械、仪器和器械设计方法

[联邦德国] R. 柯勒 著

吕持平 译

陆家和 李新立 校

责任编辑 陈德义

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年11月第一版 开本: 787×1092 1/16

1984年11月第二次印刷 印张: 9 1/2

印数: 9,701—15,200 字数: 213,000

统一书号: 15031·450

本社书号: 2845·15—3

定价: 1.50 元

前 言

直至本世纪中叶,人们才逐渐认识到,工业产品的发明和精巧设计不仅是某些少数天才人物的知识和才能所掌握的一种艺术,而是设计时除去设计者的直观能力(这无疑是颇为重要的)外,还要对一系列设计过程中的关键过程加以说明并从而根据相应的法则系统地来进行。目前,几乎在所有工业发达国家的许多大专院校、工业部门以及其它研究和开发机构中,有工程师、数学家、经济学家、未来派学者和哲学家等在从事设计过程的研究、合理化和自动化工作。

如果说过去的意图只是在于更合理地编制设计过程,而近来,范围日益广泛的系统和对未来工业产品的要求不断增多,按一定方法有条理地进行的设计方法则日益显得需要。由于世界范围内原料缺乏而需要设法使用再生材料;由于要解决汽车的排气和安全规范以及其它一些更新措施,并且由于设计者在解决这些问题时连带发生的困难,就会更加认识到这种需要。使设计过程自动化的现有电子数据处理装置对设计方法在世界范围内的发展乃是另一个重要推动力,因为由此设备给出的设计过程说明,是发展通用计算机程序的前提和基础。

长时间以来,数学和物理学已为解决量的设计过程(确定尺寸)提供了很多方法;但为了完成质的设计过程,发展相似的精确方法——指的是那些通常被称为发明创造、设计构思或发现解决途径的活动——则迄今还不够重视。因此,本书将优先从事于用方法或法则来讨论原理解法和设计方案的系统发展,而对构件和系统的计算及确定尺寸的方法,则没有论述,因为有关这方面的专题文献已发表了很多。

以前参加的工业活动——特点是不断地发展新解决方法——最早促使我从事这种以物理算法为主的设计方法。这种方法在工业中已经过许多实际的验证。本书的编写,起源于1970年为亚琛工业大学机械系第五、第六学期的讲课。

在此,对与我同系的工学博士 H. 法维克 (Farwick), 国授工程师 H.-J. 劳施奈 (Lauschner), 国授工程师 H. J. 皮伦 (Pielen) 和工学博士 W. 韦尔科门 (Willkommen) 等诸位先生的宝贵建议和帮助表示感谢。对工程师 J. 贝格曼 (Bergmann) 提供图纸资料与 B. 欧里西 (Ohlig) 夫人协助抄录和校阅手稿致以特别的谢忱。此外,对施普林格出版公司 (Springer-Verlag) 在印刷方面的细致工作也表示谢意。

R. 柯勒 (Kolier)

1975 年 8 月 亚琛

目 录

A. 绪论	1
1. 对设计的一般说明和含意	1
2. 设计方法的目标和宗旨	2
3. 设计方法的适用范围	2
4. 产品制造过程的环节	3
5. 任务书(责任手册、说明书)	6
5.1 目的说明	6
5.2 条件(限制)	7
B. 设计过程工作步骤的导出	10
I. 功能合成	10
6. 进行方式概述	10
7. 功能或动作结构的设计	11
7.1 总功能的表述	11
7.2 部件功能、元件功能和基本动作结构的开发	13
7.3 物理基本动作的导出	16
7.4 数学基本动作	24
7.5 逻辑(波氏)基本动作	24
7.6 例证	25
II. 质的设计过程(草案阶段)	27
8. 作用变换与作用结构	28
8.1 基本动作“转变”	29
8.1.1 能量或信号的转变	29
8.1.2 材料的转变	30
8.2 基本动作“放大”	31
8.2.1 能量分量或信号的放大	31
8.2.2 材料性能数值的放大	31
8.3 基本动作“结合”与“分离”	31
8.3.1 能量和材料的结合与分离	31
8.3.2 材料的结合与分离	32
8.4 以泵举例	37
8.5 方案代数	35
8.5.1 由基本动作“转变”结合变数	36
8.5.2 通过基本动作“放大”和“缩小”使变数结合	37
8.5.3 由各种基本动作结合变数	37
9. 作用件变换	37
10. 原理或基本解法的图示	39

10.1 以泵举例	40
11. 原理解法的组合, 元件或部件组合成复合系统	42
12. 定形与方案设计	43
12.1 定形	44
12.1.1 定形时的形状变换	46
12.1.2 定形时的位置变换	46
12.1.3 定形时的数目变换	47
12.1.4 定形时的尺寸变换	47
12.2 方案设计	48
12.2.1 方案设计时的形状变换	48
12.2.2 方案设计时的位置变换	49
12.2.3 方案设计时的数目变换	50
12.2.4 方案设计时的尺寸变换	50
12.3 达到解法开发目的的规律	51
12.3.1 总体结构方式	51
13. 特殊设计规律	56
13.1 结合的变换	56
13.2 运动形式的变换	57
13.3 运动方式的变换	58
13.4 变换物理原理、传动方式或传动装置结构形式提出运动系统方案	59
13.5 以加压装置举例	62
III. 解法选择	64
14. 设计时产生的限制	64
IV. 举例	72
15. 原理解法的开发; 以点火时间调节器举例	72
16. 形态变异; 以控制阀举例	74
C. 附录	78
表 1 用于基本动作“转变”和“能量与信号放大”的物理作用分类	78
表 2 用于基本动作“能量与材料结合和分离”的物理作用分类	82
表 3 基本动作“材料分离”的物理作用分类	84
表 4 材料的物理性能	87
表 5 物理性能的类别。a) 固体材料, b) 液体材料, c) 气体材料.	89
表 6 固体材料性能节录	94
表 7 各种材料“断面性质”的性能比较	96
原理目录 1 能量或信号种类的转变	97
原理目录 2 物理量的放大或缩小	129
参考文献	136
附录的参考文献	140
索引	143

A. 绪 论

1. 对设计的一般说明和含意

如果观察一下在市场上出现的新的工业产品——不管是比较简单的日用工业品或是复杂的电子计算机——则可以肯定,要使产品完善,必须思想领先。在工业产品目前高度完美的情况下,在市场的竞争中往往只是某些“细微的地方”便使一种产品成功。此外,一个国家社会产品的增长以及一个企业的成就,还基本上决定于所出产品的质量和竞争能力,而这方面的前提就是那个国家或企业的研究设计和制造能力。由此可以看出设计对于国民经济的重要意义。

由于这种重要意义,看来有必要研究设计过程,并在必要时将其按规律加以总结,使在不断增长知识的过程中,获得不断改进的“工具”,以便发展更好的产品。要达到设计过程(借助计算机的设计)的合理化和自动化,其前提是要通过算法和规律说明设计过程并拥有电子数据处理装置。例如,为一个系统的既定结构形式而发展一种专用的计算机程序意义不大,最好是通过方法的引导可以系统地得到所有存在的结构形式,从而为发展通用的程序创造前提。

设计方法的发展和应用还另有原因。工业产品迄今已在许多方面达到相当高的完美程度,以致仅以直观方式对它做改进——即使设想稍加改进——也只有耗费大量时间才能做到。因此,将来必然要日益回过头来抓系统的实施方法。

虽然,有史以来人们就从事设计活动,以减轻和简化必要的劳动创造辅助手段。但直到最近,这种活动大多是凭直观认识来进行的。过去的一些天才工程师——阿基米德(Archimedes),列昂纳德(Leonardo)等——至少把他们的设计思路所得结果流传下来。近期有瓦特(Watt),即蒸汽机发明者(1778年),与班班奇(Babbage),即第一个数字计算机方案提出者(1833年),把他们的设计结果也流传了下来。大约一百年以后,苏柴(Zuse)从中得到启发而发展了第一台数字计算机——一种办公自动化的辅助工具;众所周知蒸汽机的发明为手工劳动自动化奠定了基础。

从上述或类似的情况中,无从了解到关于达到如此重大技术成就所用方法方面的任何技术资料。这种实施方法只是达到目的的手段,不值得费力对其进行报道。直至近期,富朗克(Franke)^[22]、汉生(Hansen)^[34,35]、开塞林(Kesseling)^[39,40]、罗特纳克(Rodenacker)^[65~70]、沃格包尔(Wögerbauer)^[81]等人才从事研究机械合成的过程,并试图说明这些活动。

以前人们倾向于把设计,特别是把为技术问题寻找新的解决方法看成是创造性劳动,只有天赋高的设计师才能承担。当然,一个天赋很高的工程师或者只有一般天赋的工程师的能力,绝非一个纵然是很好的设计方法所能完全代替。然而通过设计方法的引导即可以相互促进提高效率。倘若可以纯系统化地进行设计,那么设计就大大失去了吸引力。

2. 设计方法的目标和宗旨

设计方法的目的最终是:

- 获得更好和更价廉的产品;
- 使设计过程合理化,并创造自动化的前提(借助计算机设计);
- 为更快、更好地培养设计人员提供理论教材;
- 为更好地全面了解不断扩大和正在发展成许多专门知识领域的机械工程学奠定基础。

为了达到这些目的,相应设计方法的目标是要创造一种通用的、不为客观对象约束的实施方法,对机械、仪器和器械制造都同样适用。这种方法所遵循的准则是要能够保证,对所提出的特定问题提供业已存在的全部解法,以确保不致遗漏一种或许更好的解法。最后,这种方法还应具有这样的原则:使得从可供选择的解法中可能或至少容易对最有利的解法做出客观的选择。为此,知道既定问题的一切解法是重要的前提。值得注意的是,可用数学公式表述的问题的解算方法总会揭示出针对所提任务业已存在的全部解法。

倘若那个问题事实上有许多解法,则从来还没有过只能提供一个特定解法的方法。与数学相反,在设计中特定任务的解法数目要比数学式问题的大好多倍。因此希望,开发只提供最好解法的设计准则。这是一个看来还不能完全达到的目标。因而近期目标是为发现系统解法以及整个设计过程合理化和自动化提供辅助手段。

3. 设计方法的适用范围

机械工程这个专业,在发展过程中已形成能量、信号或信息以及工艺或材料技术三大

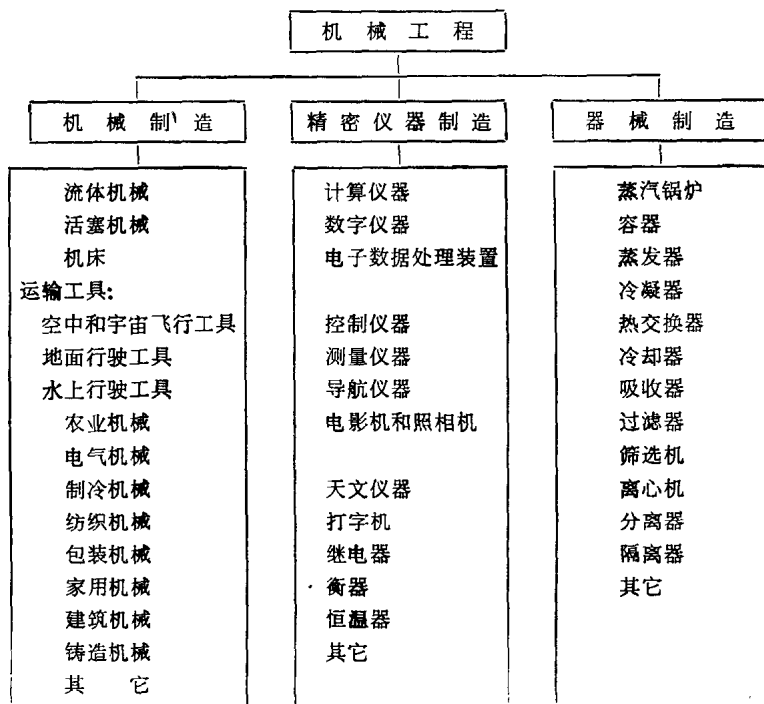


图 3.1 机械、仪器和器械制造范围内的产品

领域。这些领域的技术装置，一般称为机械、仪器和器械，与此相应的有下列定义：

- 机械是以能量流和能量变换为主的技术系统；
- 仪器是以信号流和信号变换为主的技术系统；
- 器械是以材料流和材料变换为主的技术系统。

在实践中，机械工程这个大领域分成机械制造、精密仪器制造和器械制造三个范围比较恰当。图 3.1 表明机械工程领域内产品是五花八门的。在日常说法中有些产品引用的概念与上述定义不相符。按此所述，照理说，用于打字工业产品不应称作打字机，而应称作书写仪器，因为它主要是用于信号的变换。

一种通用的设计方法应当尽可能不受限制而完全适用于上述三个范围，从而使它具有系统地求得解法、使设计过程合理化和自动化的固有优点以外，还将有利于更好地了解正在不断扩展的和分成各种知识领域的机械工程。因为技术系统中任何过程都起源于物理、化学或生物效应（现象），而同样的效应无论在机械、还是在仪器或器械中又被用来实现功能元件。所以，不同的范围采用不同的设计方法是毫无道理的。反倒可以期望将来有一种统一的设计方法。

4. 产品制造过程的环节

为满足人类的愿望和需要而简化的劳动并最后达到自动化，是一切工业产品发展的原因。说得详细一点，就是营养、衣着和居住的需要，愿望的报道，居住场所的变换，个人娱乐和大众娱乐等等。为实现这些愿望就发展了农业和食品、建筑和纺织机械、通讯（“娱乐电子学”）和交通技术等。要制造这种第一类需要的技术系统，就需要第二类系统和设备，如机床、设备等等，以便于制取第一类系统。

一项工业产品要适当发展其前提是对该项产品的需要。因此，在开始发展一种产品以前，应经常仔细分析和预测有关的市场需要情况。在真正开始发展以前必须进行的这些活动——对此以后还要详细说明——应该统称产品规划。其任务是——除获知市场需要外——要确定在什么时间、针对哪些市场可以研制和销售哪一种产品。除去上述这些相当高的要求外，对产品目的、性能和其它数据做详细介绍是产品规划的最重要任务。

用户的希望、顾客的咨询、自己或他人的想法、对现有产品的改进、“独特见解”、市场分析、趋势研究以及由此而得出的市场预测等都可能成为发展新产品的途径。例如，在制订关于 370IBM 计算机系列的任务时，大约延续了两年，征询了成千个用户的意见。趋势推断、趋势比较及样品预测法已成为众所周知的市场预测的客观手段^[3]。产品规划的结果，最终是在制定任务时对某项产品生产期限、件数、目的和其它数字等提出具体设想。

产品规划之后，就要对产品进行研究和制造。因而总括起来，产品产生过程有下列基本环节：

- 产品规划；
- 产品研制；
- 产品制造。

产品研制应理解为明确确定某项特定产品所必须进行的一切活动，这些活动从提出

任务直到拟订制造所需资料都是必要的。人们也可以将产品研制看作为一个数据处理过程。输入数据是在制订任务中所包含的信息。这些数据将在研制过程中进一步处理。这个过程的结果(输出)是以图纸形式出现的大量信息,这种图纸经过制造就变成了相应的产品。因此,应用电子数据处理设备以使这些工作自动化进行在将来会起重要作用。为了使获取数据所付代价尽可能地低,最好是在要输入的数据数目还小时,即在产品研制过程刚刚开始时就开始使设计过程自动化。

产品制造的任务就是产品生产的计划和组织、制造和装配。产品制造的原始资料是在设计室和工作准备中所提出的图纸资料和组织资料。

在下面还须考察的产品研制过程包括任务的提出直到提供图纸及生产工艺文件。这种在实践中经常细分为开发和设计的活动范围,在这里概括地用设计这一术语来表示;开发部门的活动也可以用设计这个词的固有意义来表示,现实生活中人们经常把设计科理解为主要是从事提出新设想和新方案,并对此经常要使用实验工作方法的部门。

产品规划中提出的任务是设计过程的出发点。在从任务提出到具体解决过程中,第一步是根据既定目标制定要研制产品系统的总功能。下一步是将总功能分成为部件、元件功能和基本动作结构。一般,一项任务常有许多不同的功能结构,虽然这些结构都能实现给定的总功能,但对有关的应用并不都是同样有利的。指出可能的功能结构和挑选最有利的结构就是这些工作步骤的任务和目标,应统称为功能合成。

在电工技术中,解决任务通常也是从设计元件功能结构或线路图开始。这样进行是可能的,因为在这个领域可从熟知的元件功能(电阻、电容、线圈、逻辑元件等等)出发,用这些元件功能可以构成一切复杂的系统。即使对一般机械制造,为了能将电工技术中开发复杂系统的实施方式转到机械制造方面,对元件功能或基本动作给予定义肯定有必要。对于电气系统的元件功能已经有相应的结构元件,而在机械制造中——除去那些所谓的机械元件外——则必须针对每个系统重新研制元件。因此,对于机械制造来说除去要有开发复杂系统的辅助工具外,重要的是还要有实现功能元件的准则。对一个既定功能的所谓解法设想,首先只包括定性数据。为了能进行测定(规定尺寸),其前提是必须了解质的解法。因而原则上质的设计过程必须先于量的设计,因为一种技术结构只有当它在质的方面——即它的原理和形状——已经确定,才能进行分析和定出尺寸。例如,只有在已经确定用哪一种传动机构(连杆或齿轮或凸轮传动机构等等)以后,才能定出传动机构的大小。要想能够估计一条受弯曲力的梁,必须先从质的方面确定其横断面。

设计步骤的第一阶段,导致质的解法(质的设计),在实践中经常称为得出设想、设计或方案,应统称为定性设计(质的设计或质的合成)。而从定性方案(质的方案)到提出详细图纸所需要进行的的活动,则统称定量设计或定量合成(量的设计或量的合成)。质与量的设计是两个逻辑上互相连续的活动,在次序上是不容混淆的。这一方面意味着,为了能够导出任何定律,一种解法必须在质的方面总是已知的;另一方面,根据这种说法可以肯定,不可能从物理定律导出原理解法,除非有关人员已了解原理解法,这种情况下不可能再谈及导出。从迄今产品研究或设计过程实施当中得知这些活动范围的基本环节为:

- 功能合成;
- 质的设计;
- 量的设计。

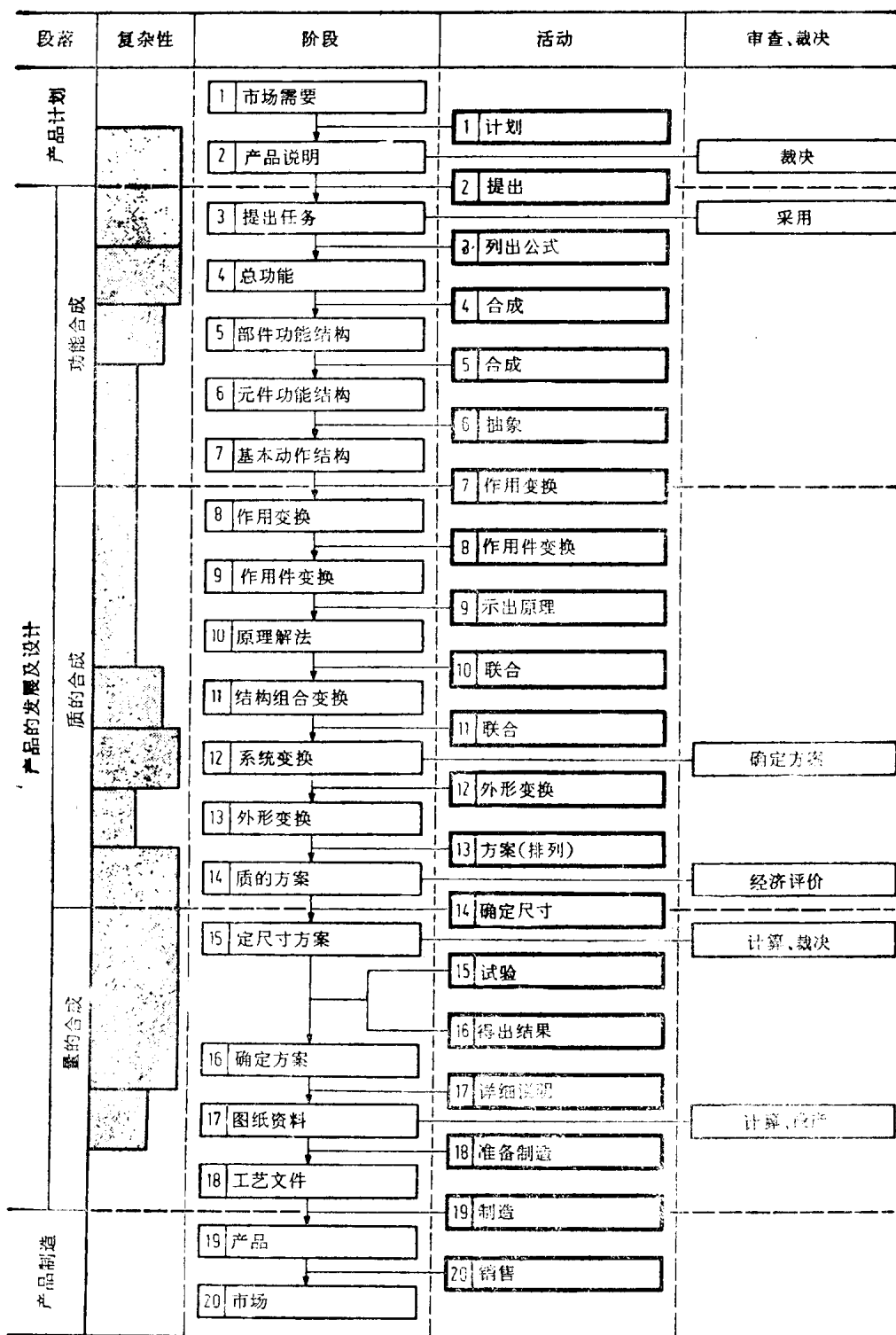


图 4.1 产品形成过程的阶段及活动

在下节这些环节进一步再细分(图 4.1):

a) 功能合成:

1. 提出任务,
2. 总功能,
3. 部件功能结构,
4. 基本动作或元件功能结构;

b) 质的设计(作方案):

1. 作用选择,
2. 作用件选择,
3. 原理解法或基本解法,
4. 结构组合选择(原理解法),
5. 系统选择(原理解法),
6. 外形选择,
7. 质的设计方案;

c) 量的设计(定尺寸):

1. 定出比例尺寸的方案,
2. 确定设计方案,
3. 图纸资料,
4. 工艺文件.

由于对总的设计过程须有全面了解,上述工作步骤应当先进行,至于它的派生以及顺序的确定则以后在B章中进行.

在图4.1中,除去各个阶段外,还指明了从一个阶段到另一个阶段的过程进行时所需要的活动,以及在这要对研制进程加以审查的开发过程的时刻(最后一栏).这样的裁决至少在任务提出以后,做出第一个总方案以后与交付生产以前是必要的.自然,对于研制进程是否合适的这种审查可以在开发过程的每一时刻采用,而且在有足够基础知识情况下可以中断研制(研究),或者回到一个已经进行过的工作步骤.由此可见,设计过程经常反复,对于初步了解这些说明或许已足够了.

5. 任务书(责任手册、说明书)

在每一种产品研制或每一项设计活动开始以前,最好是以任务书的形式来说明设计目标.完成这样的工作在许多情况下是困难的,然而势必对所拟定的产品目标和目的从根本上加以考虑,这样在许多情况下有助于避免错误的研制.在提出任务者与接受任务者之间发生争执时,则一份精心制订的任务书也可以作为重要文件.在下面所说的任务书,在实践中也经常被称为责任手册、说明书或条件明细表.

任务书应当包括研制所需的全部决定性数据.其中包括有关被研制工业产品的特有目的的说明,以及对解法选择所加限制条件(限制)的明细表.从而将任务书分为目的说明书和条件两部分.

5.1 目的说明

目的说明在这里是指确定所研制的产品应该做什么,或者有什么目的,而指出特定的

解决途径。目的说明应该不包括对解决办法的设想。换句话说,目的或目的功能¹⁾应理解为一种说明,它指出所研制的系统应该达到什么,而其间要实现这种目标可能采用的解法数目则不受任何方式的限制。

例如对于一个所要研制的技术系统的目的说明可以这样说明:需要研究一种割草的技术系统。为此,如果预先规定电能为输入量,于是这个条件就限制了解法的数目。一种目的可以通过许多不同的技术功能来达到;将这句话反过来说也是恰当的:一种技术功能有时可以满足许多目的。例如,一台通风机可以用来冷却物体或者把空气从一空间输送到另一空间,两者目的是不同的。

下列论点是适用的:

对于既定目的可以想到的每种解法 L 是这个目的的函数:

$$L = f(\text{目的})$$

对于任何目的,通常存在许多解法。所有可能想到的解法的总数 M_G , 同样也与目的有关:

$$M_G = f(\text{目的})$$

目的说明是任务书的一种最通常的表述方式。对于将研制的系统输入和输出量的数据(交界位置的条件)是解法总数的一种限制。

5.2 条件(限制)

限制解法数目的条件明细表可以包括有关产品将达到的性能、典型的最高制造成本、预期可达到的件数、系统类别(系统系列)等的详细说明。对于开发工程师来说,任务书是一种随时必须重新考虑的路标,根据在开发过程中所取得的新认识或者市场情况的变化而需要加以修订。在要求中稍加修订有时可能出现远为便宜的解法或者得到开始时人们所不能想到的其它好处。针对任务书的这些重大变化,在许多情况下要求在产品开发(产品研制)和市场判断方面有所改进。

在不要求尽善尽美情况下,大致可以依照下列方式制订任务书:

- (1) 工作名称,
- (2) 系统的类别(系统系列),
- (3) 制造和经营成本,
- (4) 件数
预期的年产量和(或)总产量,
- (5) 期限
设计完成、试制、投入生产、交货等,
- (6) 交界位置的条件(输入和输出量)。

所谓交界位置的条件,应理解为进入或离开所开发系统的输入或输出量的有关状态和性能的定性和定量数据。例如,交界位置的条件可以是关于功率、转数、液压连接、电接头或其它方式接头的的数据;在广义上也可以理解为有关一个系统连接面的整套详细图纸。

对于交界位置条件的提出,应理解为确定被开发系统的输入和输出量的状态和性能。

1) 在价值分析或其它情况下,也把目的称作技术系统的功能(目的功能)。因为此处功能这个概念是以技术系统的因-果关系(技术功能)的意义上被采用的,为了避免误解,所以在下面不以目的(功能目的)这个含意作为功能概念。

在注意交界位置条件情况下,还存在的解法的部分量 M_T ,通常是目的和已知交界位置条件的函数。一般情况下, M_T 小于或至多等于全部解法的总量 M_G :

$$M_T = f(\text{目的,交界位置条件})$$

$$M_T \leq M_G$$

在考虑到所受限制时(参见第7点)部分解法量 M_T 将进一步降低。倘若人们对一既定最佳化目标想要得到最佳解法,则一般情况下,解法数目只限于一个或少数的几个。最佳化目标可以是:获得对成本最有利的解法,获得对功能最可靠的解法等等,或者是许多个别要求的综合或协调。也可以料到,人们把条件提得很高,以致根本不可能得出满足这些条件的解法。总而言之,最终产品是全部任务,即目的、交界位置条件以及其它要求和限制的函数:

$$\text{产品} = f(\text{任务})$$

在具体情况下,一个待开发的技术系统和一些交界位置条件(输入和输出量)一般是已知或给定的。输入和输出量若事先没有给定,则可以自由选择或服从有关系统的目的中推导出来。

对于一项既定任务所许可的解法数目,一般除受交界位置条件的限制外,还受下述其它要求的限制。

(7) 其它要求(条件或限制)

由于某些原因对于待开发(研制)的产品所必须提出的其它要求,可以分为三组:首先是在采用一特定公差范围时必须无条件地遵守;其次是那些至少要达到和可以随意超过或降低的;最后是那些希望要满足的,但必要时也可以放弃的。这些条件可以细分为:

- 功率要求,
 - 效率,
 - 转数,
 - 转矩、力,
 - 速度、加速度等;
- 可靠性要求,
 - 功能可靠性,
 - 寿命等;
- 体积的要求,
 - 尺寸等;
- 重量的要求,
 - 功率重量比等;
- 使用和维修条件,
 - 维修间隔,
 - 维修手段,
 - 维修费用;
- 操作条件,
 - 允许的位置,
 - 外来的加速度、冲击;

——安装、运输和贮存条件；

——环境影响，

温度，

空气湿度，

耐热带气候性，

尘埃影响，

空气压力等；

——排放条件，

噪声的发生，

废气的产生；

——人身条件，

人与机器的关系：操作，

操作高度、一目了然性，

照明、舒适性等；

——安全条件，

防爆；

——美观要求，

外观、设计；

——其它条件。

最后，必要时，任务书也应该说明已经计划的附属装置、特殊结构、产品系列和组合件系统。

(8) 附属装置

附属装置应理解为可以装入或附加在基本结构上的组件(部件系统)，因为在确定基本结构时必须事先考虑到能否加上这种附属装置，所以在任务书内对这点需要有相应的说明或规定。例如，作为汽车的附属装置，可以是雾天探照灯、挂钩装置、保险带、缓冲支撑等。

(9) 特殊结构、结构的变换

特殊结构是指那些用来代替标准结构的组件。例如，汽车可以制成左边驾驶或右边驾驶的，而它的发动机可以采用汽化器或者喷射汽油。因此，了解所希望的特殊结构很重要，因为在确定基本结构时必须通过相应措施来加以考虑。

(10) 产品系列

作为一种特定技术系统的系列，原则上应该理解为相同的工业产品，它们的差别只是在于一项或几项设计参数(尺寸)不同。要确定一个产品系列，必须了解那个系列的最小和最大型号以及所要求的系列等级。

(11) 组合件系统

在设计以前应该搞清楚，以一种所谓组合件系统形式开发一种产品是否有好处。组合件系统是以一定数目规定的或标准元件、通过它们的联合和(或)多种应用而可以装成各种不同的系统^[9]。举例来说，有众所周知的机床系统的、狄赛尔发动机以及家庭和办公室家具设备的组合件系统。

B. 设计过程工作步骤的导出

I. 功能合成

6. 进行方式概述

实际设计过程分成三个阶段,即功能合成,质的以及量的机械合成. 在开发一种工业产品时,总是自觉或不自觉要通过这些阶段. 对于贯彻各个工作步骤或整个开发阶段是否有必要或者可以放弃,要看工作人员对现成知识的认识水平而定. 为完整起见,下述考虑的出发点是: 必须重新研究一种解法的可以实现程度,并从而要通过设计过程的每一工作步骤.

在进行以后工作时有三种认识具有重要意义,它们是:

- 在技术系统中只有能量或信号与材料的性质及状态以及它们的流可以变换;
- 在技术系统中的复杂过程可以归结到物理的、数学的和逻辑的基本动作的最终数据;
- 这些基本动作一般只能通过物理、化学或生物效应(作用)结合几何关系来实现.

从这些知识可以对工业产品的设计导出如下的进行方式: 根据任务书所规定的目的

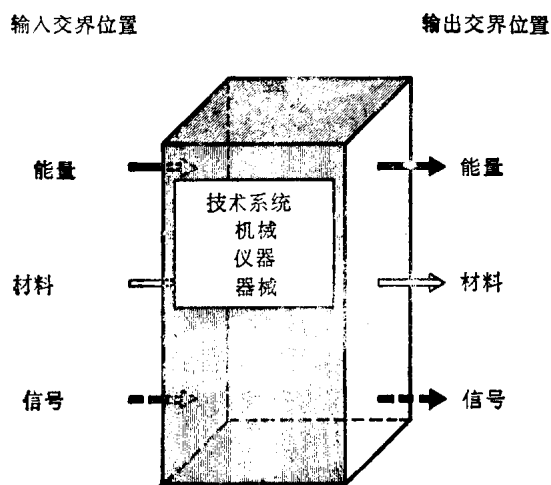


图 6.1 具有能量、材料和信号输入与输出交界位置的技术系统(黑箱子)的抽象图示

说明与交界位置条件, 首先以一定形式表述整个系统的输入和输出量之间的因果关系(图 6.1). 在随后的工作步骤中, 把准备开发的系统的这种总功能再细分为规定的部件或进一步分成元件功能或基本动作, 这些功能或基本动作彼此互相联系或发生关系, 从而满足对整个系统的功能要求. 通常, 这个工作阶段的结果是许多可供选择的基本动作结构, 然后可从这些结构中选出对有关系统最有利的结构. 于是在下一个设计阶段中可以通过相应的元件来实现这种结构.

为了能够说明一项基本动作的已有全部解法, 前提是要了解那些实现有关

基本动作的所有物理作用和作用链组合. 这些基本动作可以通过对物理作用的适当安排来实现. 适当作用与相应基本动作的配合并进一步通过引用适当的作用件(功能件、材料)来使之实现以及它们的系统设计, 就是所谓质的设计阶段的课题. 这个阶段的结果是所求系统的一项质的设计. 最后, 这个设计(方案)在第三设计阶段, 即所谓量的设计阶段定出尺寸.

质与量的设计在实际上不能严格分开的, 在这里由于形式上的原因将它们严加区分,

而它们经常是同时进行的。准确的尺寸数据，一般是用相应的尺寸合成方法或实验方法来求出的。

7. 功能或动作结构的设计

对于机械、仪器和器械来说，基本上可以区分为物理、代数和逻辑的基本过程。逻辑和代数过程可以通过普通代数和波氏代数的已知基本动作做出很好的说明，而是否可通过基本动作来描述技术系统中的物理过程——电技术和流体力学专业领域是例外——还不很熟悉。

如同已经提到的，功能合成的含义在这里应该理解为，为了由口头提出的任务形成技术系统的总功能所必须进行的活动，以及为了用部件或元件功能结构来替代这样形成的总功能所必要的那些活动。后者的工作过程大致可以与设计电气或液压系统的所谓线路图相比拟。

在这里所需要的各个工作步骤应该称为公式和合成。这些工作步骤的阶段或结果是功能结构，依据所增加的详细程度，应当称为总功能、部件和元件功能或基本动作结构（图 4.1）。这种进行方式的目标和目的是制作有关系统的一种足够普遍和抽象化的适于导出所有存在的解法的模型。

下一节将对这些步骤的进行做更深入的探讨。

7.1 总功能的表述

设计一种总功能的出发点和前提是对被开发系统的目的和达到这个目的应具备的条件以文字形式固定下来的任务书（第 5 节）。目的说明书一般只是大致说明一个系统的前提和结果（“输入-输出”）；它并不说明如何达到这些结果。

系统这一概念在下面应该理解为按其规模不同可以进行一个或多个物理、逻辑或数学过程的技术结构。下面的考察应主要限于物理过程方面，因此对于逻辑或其它数学过程的定义就不谈了。

物理过程的系统的共同任务是使能量、材料、信号或它们的流这些输入量的性质或状态以任何方式发生变化，从而使它们以变化的形式再离开有关的系统或尽可能不变化地传递能量、材料或信号，从而使它们不变化地就在别处再度提供使用。至于技术功能则应该相应地理解为输入和输出量之间的一种因果关系。因而这些可以具体地通过描述输入和输出量的性质或状态以及这些转变所需活动来规定。所以对任何一项功能也可以列成相应的总体、部件或元件功能。

为了从具体的任务书开发技术功能结构，最好是将所要开发的而尚属未知的系统看作有能量、材料和信号输入和输出量的黑箱子（blackbox）（图 6.1）。系统的输入和输出是与其它相应的技术系统，与人或其它自然系统的联系。此外，它们还标志了个别部件系统之间的界限。输入和输出量与系统界限相互约束并始终同时出现，因为技术和自然系统一般总是同它们的“环境”有某种联系或能够接受联系，只要不是封闭系统。

这些联系或系统界限也经常富有意义地称为各个系统之间的交界位置。最好按照进