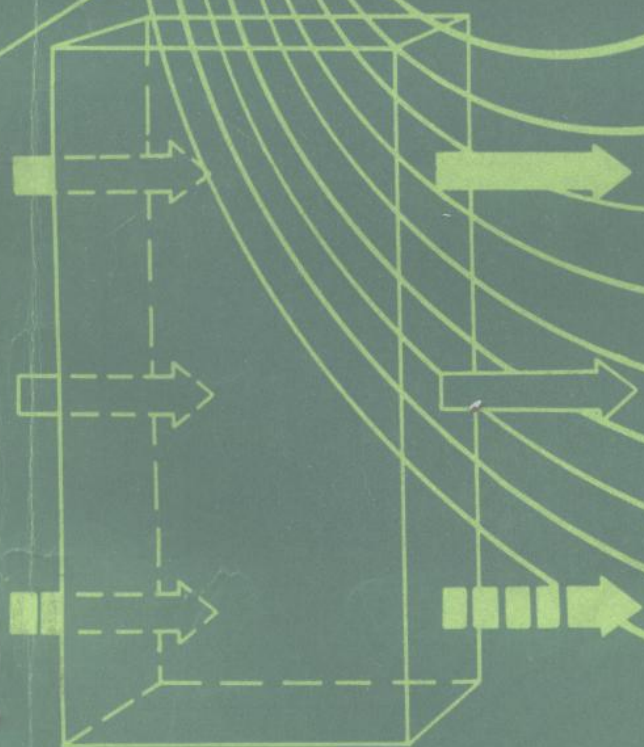


机械设计方法学

(联邦德国) R. 柯勒 著



科学出版社

机械设计方法学

〔联邦德国〕 R. 柯勒 著

党志梁 田世亭 译
唐 静 线惠中

科学出版社

1990

内 容 简 介

本书介绍机械工程专业三大领域(能源工程、信息工程、工艺或材料工程)的技术系统(即机器、仪器和设备)的设计方法学,目的在于使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。书中主要阐述设计或研制开发过程,内容包括:功能综合(综合方法概述,功能结构研制);定性的设计过程(效应变换和效应结构,效应载体变换,原理解或基础解,复杂系统的原理解,结构元件或结构组件的组合设计,构形设计和总体设计);设计方案的选择(符合限制条件的设计,不同功能单元的研制开发);设计实例(原理解的阐述、构形变换)。书末附录中以大量的图表列举出设计中所必需的原理、定律、公式和实例。

本书思路清晰、内容充实、叙述简明适当,附有便于研制开发新产品的丰富资料,是设计方法学领域的最新科学著作和工具书。可供机械专业的科研、设计、工程技术人员以及高等院校教师和学生阅读参考。

R. Koller

KONSTRUKTIONSLEHRE FÜR DEN MASCHINENBAU

Springer-Verlag, 1985

机械设计方法学

〔联邦德国〕R.柯勒 著

党志梁 田世亭 译

唐 静 线惠中

责任编辑 陈德义

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

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

1990年1月第一版 开本: 787×1092 1/16

1990年1月第一次印刷 印张: 16

印数: 0001-2 300 字数: 360 000

ISBN7-03-001296-8/TH·11

定价: 13.40元

中文版序言

我高兴地得知，中国的工程技术人员及大学生对我的关于设计方法的书很感兴趣。如果这本书能有很多中国读者、并对工程技术人员在解决课题任务时有所启发与帮助的话，我将感到非常高兴。孔子说过大意如下的名言：

总结经验有三种方法：

一是经过自己深思熟虑。这是最宝贵的方法。

一是模仿别人。这是最省力的方法。

一是通过总结自己失败的教训。这是最痛苦的方法。

如第一种方法所述，本书的宗旨是启发工程技术人员及大学生的独立思考，有益于他们在研制机器的过程中总结经验，以便对其工作有所帮助。

R. 柯勒

1981年9月于联邦德国亚瑟

-
- 本书作者在获悉我社翻译出版他所撰写的本书第一版原著时曾特地为中译本撰写了序言。序言原文收到时由于第一版中译本业已付印，因此在我们重新翻译出版该书第二版时予以发表。（序言援引的孔子的话系意译。）

再 版 前 言

在本书第一版问世以来的九年中,设计方法研究领域又出现了大量的新知识,解决了早期研究成果中存在的矛盾,使以前的工作更加发展和完善。因而现在已经到了必须对最初的阐述进行修订和补充的时候,特别对原书的第12章“技术设计和构形设计”及第13章“符合限制条件的设计”进行了大量的补充和改写。对其它章节的多处文字和图表进行了修订,以使其适应新的知识。按照当时一般语言规则,设计方法研究的成果被称为设计方法学,因此本书的书名也相应地做了变动。

在此,我衷心地感谢工学博士W. Willkommen先生在编写本书新版本过程中所提出的宝贵建议。特别要感谢J. Bergmann工程师和M. Mundt小姐。J. Bergmann工程师在绘制图表时付出了辛勤的劳动;M. Mundt小姐在抄写和校阅手稿方面做了很多工作。此外,还应对Springer出版社的大力支持与印刷方面的细致工作深表谢忱。

R. 柯勒

1985年6月于联邦德国亚琛

第 一 版 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仅仅是极少数天才人物凭知识和才能所掌握的一种技巧,而且在设计时除了设计者的直观能力(这无疑是颇为重要的)外,还要对设计过程中的一系列关键过程加以说明,并根据相应的规律有计划地予以实现。目前,几乎所有工业国家的高等院校、工业部门以及其它研究机构中的工程师、数学家、经济学家、预测学家和哲学家等都在从事设计过程的研究、设计过程合理化和自动化方面的工作。

如果说原来的目的只是想使设计过程更加合理,那么在近代,范围日益广泛的各种系统和对未来工业产品不断增长的巨大需求,使得设计方法学越来越重要。由于世界范围内的原料短缺而要求工业原料回收利用,由于要解决汽车的排气和安全规范及其它的一些更新措施,以及由于设计者在解决这些问题时所遇到的困难,我们就会更加认识到设计方法学的重要意义。使设计过程自动化的现有电子计算机对设计方法在世界范围内的发展是又一个重要的“推动力”,因为依此拟定的设计程序是研制通用计算机程序的先决条件和基础。

很久以来,物理学和数学为了解决定量的设计程序(确定尺寸)提供了许多方法,但却忽视了用类似精确的方法对定性的设计程序进行研究——这里指的是那些通常被称为发明创造、构思和寻求解决途径的活动。因此本书将着重系统地讨论与原理解法和技术设计有关的方法和算法,而对构件和系统的计算和确定尺寸的方法本书没有讨论,因为已有大量的专门文献对此作了论述。

促使我对这种以物理-算法为依据的设计方法进行研究的最初动机,是来自我早年的工业实践,其特点是独立地研究新的解法。本书总结了近代设计方法研究的重大成果。这种设计方法已经被许多工业实例所验证。本书根据1970年以来本人在亚琛(Aachen)工业大学机械系第五、六学期的讲稿整理而成。

R. 柯勒

1975年8月于联邦德国亚琛

重要概念的定义

一般系统	在某系统边界内,全部直接或间接相互作用的系统的整体。
分类表(系统分类表)	按某一标准排列的顺序和简明图示,例如化学元素周期表。
主要功能	描述根本目的功能,该技术系统就是为这一目的而研制的。
功能面	一种面,在这个面上或借助于这个面引起一个物理现象。
功能单元	一个能从技术系统上拆卸的、且能单独存在的结构单元,它至少能够实现一个或几个技术功能。
功能结构	分功能和基本功能在结构关系图(线路图)中联结成整体功能。
方案	分功能解或基本功能解的最佳组合方案。
物理原理	确定效应和效应载体,用以实现一技术功能。效应和效应载体不能规定一个技术产物的构形。
原理解	确定物理原理以及构形方案,可以绘制示意图。
仪器	是一种技术系统,其主要目的是以任意方式实现信息的转变和形成信息流。
机器	是一种技术系统,其主要目的是以任意方式实现能量的转变和形成能量流。
设备	是一种技术系统,其主要目的是以任意方式实现物料的转变和形成物料流。
设计	在某一时刻、为某一技术任务给出一个尽可能好的解(决方法)所必需的一切综合和分析活动称为设计和研制。所谓尽可能好的解,应是指一个十分可靠的、财力方面是可行的而又能满足其它限制条件的解。
设计方法	为某一技术任务有计划地研制一个解的有规律可循的活动。
设计任务书	任务书或说明书。是全部可能的数据和资料的汇编,用来规定某一工业产品是“做什么用的”(产品的用途)以及在什么条件(限制)下达到这个目的(即“怎样”达到这一目的)。
任务书	参见“设计任务书”条。
形状	零件或物体表面的种类;例如表面可以是平面、圆柱形、圆锥形或球形等。表面是零件构形的几个参量之中的一个。
技术功能	技术系统输入参量与输出参量之间关系的定性或定量(有规律的)的描述。
技术设计	确定一个表面、零件、部件、机器或比较复杂的系统的宏观构形(参见宏观构形)。
完善的结构解	为制造某一技术系统所要求的全部数据及其文件。

研制 (开发)	参见设计。
物理技术的基本功能	两个确定的物理量之间的因果关系的定性和定量的描述。
物理原理	确定效应和效应载体,用以实现某一技术功能。效应和效应载体不能规定一个技术产物的构形。
物理效应	物理现象或物理现象的全过程;原因与效果之间的因果关系。
宏观构形设计	一个零件的宏观构形是由表面的尺寸、形状、数量、位置、排列与联接结构组成的。
直觉	对解决某一问题的认识或者突然产生的想法,并无明确的解决办法。
系统边界	为划定系统的边界而确定的接口。
构形	规定技术产物的宏观构形和微观结构(表面、零件、部件、机器等)。
构形元素	依据构形层次的不同,线、面、零件、部件等可以分别是下一个更为复杂的系统的构形元素(即线是面的构形元素、面是零件的构形元素等)。
构形变异	具有相同用途的技术产物可选择的构形(尺寸、形状、数量、位置、排列、联接结构的变异)。
说明书	参见“设计任务书”条。
效应载体	实现一物理效应的物料(材料)或空间。有时,仅只空间也可以是“效应载体”(例如真空管)。
要求明细表	对某种产品提出的要求、条件、限制。要求明细表是产品设计任务书的组成部分。参见“设计任务书”条。
基本操作	操作进程中的活动。例如转变、放大、加、减等不能再分成其它的活动。
黑箱	技术系统的抽象。对黑箱的考虑仅限于输入参量和输出参量,因为系统本身(系统的“内部”)对系统的输入参量和输出参量来说是次要的。
微观结构	技术表面的微观结构是通过它们的公差配合(DIN 7150),形位公差(DIN 7184)和表面状态(DIN 1302)决定的。
算法(规则系统)	用来解某类问题的方法,由规则(规定)组成。

目 录

重要概念的 定义	(ix)
A. 引言	(1)
1. 设计概述及其重要性	(1)
2. 设计方法学的目标和宗旨	(2)
3. 设计方法学的适用范围	(2)
4. 产品开发的动机和产品的产生过程	(4)
5. 任务书(设计任务书、说明书)	(5)
5.1 用途描述	(5)
5.2 要求、条件、限制	(6)
B. 设计过程和研制过程	(9)
I. 功能综合	(9)
6. 过程概况	(9)
7. 功能结构的研制	(12)
7.1 目的功能或主要功能的表述	(13)
7.2 分功能结构、基本功能结构和基本操作结构的研制	(15)
7.3 物理基本操作的推导	(18)
7.4 数学基本运算	(26)
7.5 逻辑(布尔)基本运算	(26)
7.6 实例	(27)
II. 定性的设计过程(方案设计、技术设计、构形设计)	(29)
8. 效应变换与效应结构	(30)
8.1 基本操作“转变”	(31)
8.1.1 能量和信号的转变	(31)
8.1.2 物料的转变	(32)
8.2 基本操作“放大”	(32)
8.2.1 能量组分或信号的放大	(32)
8.2.2 物料特性值的放大	(33)
8.3 基本操作“结合”和“分离”	(33)
8.3.1 能量和物料的结合和分离	(33)
8.3.2 物料的结合和分离	(33)
8.4 基本操作“接合”和“分开”	(35)
8.4.1 物料的接合	(35)
8.4.2 物料的分开	(36)
8.5 实例: 泵	(37)
8.6 方案代数	(39)

8.6.1	通过基本操作“转变”使变量联接	(39)
8.6.2	通过基本操作“放大”和“缩小”使变量联接	(40)
8.6.3	通过不同的基本操作使变量联接	(41)
9.	效应载体的变换	(41)
10.	原理解或基础解的说明	(42)
10.1	实例: 泵	(43)
11.	原理解、零件或部件组合成复杂系统	(45)
12.	技术设计和构形设计	(46)
12.1	技术设计和构形设计的一般规律	(49)
12.1.1	构形元素	(50)
12.1.2	构形参数	(51)
12.2	各种结构类型的研制	(58)
12.2.1	零件的结构类型	(59)
12.2.2	部件和机器的结构类型	(66)
12.3	对结构系列和类型分级(型谱)的阐述	(70)
Ⅲ.	解的选择	(76)
13.	符合限制条件的设计	(76)
13.1	一般限制条件	(76)
13.2	构形准则	(83)
13.2.1	符合铸造要求的构形	(86)
13.2.2	符合钻孔要求的构形	(92)
13.2.3	符合装配要求的构形	(92)
13.2.4	符合负荷要求的构形	(98)
13.2.5	符合材料要求的构形	(100)
13.2.6	符合公差要求的构形	(104)
13.2.7	降低成本的构形设计	(107)
14.	功能单元的技术设计及其按不同观点的编排	(116)
14.1	联接	(116)
14.2	简单传动机构	(127)
Ⅳ.	实例	(133)
15.	原理解的阐述: 点火时间调节器	(133)
16.	构形方案变换: 控制阀	(136)
C.	附录	(140)
表1	基本操作“能量和信号的转变与放大”物理效应分类表	(140)
表2	基本操作“能量和物料的结合与分离”物理效应分类表	(144)
表3	基本操作“物料的分离”物理效应分类表	(146)
表4	材料的物理特性	(149)
表5	物理特性的分级	(151)
表6	固体材料特性表(摘要)	(156)
表7	具有“相同性能断面”的各种材料的特性比较	(158)
原理目录1	能量类型或信号类型的转变	(159)

原理目录2	物理量的放大或缩小.....	(191)
原理目录3	物料的接合.....	(198)
原理目录4	物料的分开.....	(199)
原理目录5	物料的分离.....	(202)
原理目录6	物料的结合.....	(231)
参考文献.....		(234)
附录的参考文献.....		(240)
内容索引.....		(242)

A. 引言

1. 设计概述及其重要性

如果我们观察一下市场上出现的新的工业产品,无论它是一件比较简单的日用工业品,还是一架复杂的电子计算机,那么我们便会发现,在制成这些新产品之前一定是先有了许多想法,而后才使产品达到完美无缺的程度。在工业产品达到高度完善的今天,某些“小小的改进”便会使产品在市场竞争中获得成功。此外,一个工业国社会产品的增长以及一个企业的成就主要依赖于产品的质量及产品的竞争能力,而产品的质量及竞争能力又是以这些国家和企业的科研能力、设计能力和制造能力为前提的。由此我们便可以看到设计对于一个国家的经济以及对人类有着多么重要的意义。

基于上述原因,所以有必要研究设计过程,必要时还要总结出规律,以便借助日益丰富的知识获得一种不断改进的“工具”,从而研制更好的产品。用算法和规则来描述设计过程以及电子计算机的出现都是设计过程合理化和自动化(计算机辅助设计)的先决条件。例如,只为一个系统的某种结构形式研制专用的计算机程序并无多大意义,相反,通过有条理的、系统的方法找到所有存在的结构形式,以便为研究一种通用的程序创造条件则更为合适。

研制和应用设计方法还有另外一个重要原因,就是今天工业产品已经在很多方面达到了相当高的完美程度,以致用直观的工作方法想使产品得到改进(即使是很小的改进)也得要花费很多时间才行。因此,今后我们必将越来越多地采用系统的工作方法。

虽然,人类自古以来就从事着设计活动,以便为自己制造工具,从而减轻和简化必要的劳动。但是,直到最近这种活动主要还是以直观的方式进行的。过去的几位天才的工程师,如阿基米得(Archimedes)、达·芬奇(Leonardo)等人,他们至少把自己的设计思想成果留给了后人。近代,蒸汽机的发明者瓦特(Watt, 1778年)、数字计算机第一个方案提出者巴巴格(Babbage, 1833年)也把他们的设计成果留传了下来。其后大约一百年,祖泽(Zuse)在巴巴格的基础上研制了第一台数字计算机,成为办公室工作自动化的辅助工具。众所周知,蒸汽机的发明奠定了手工劳动自动化的基础。

但在上述实例或类似的实例中从未报道过有关工程师们获得这些伟大技术成就的研究方法。并且认为研究方法只是达到目的的手段,不值得费力气去报道它。直到最近,富朗克(Franke)^[38]、汉森(Hansen)^[49,50]、凯塞林(Kesselring)^[60,61]、罗登纳克(Rodenacker)^[104,108]、沃格包尔(Wögerbauer)^[143]等人才从事机器综合过程的研究并试图描述这些工作过程。

过去人们曾认为,设计、特别是寻求技术问题的新的解决方法,是只有那些天才的设计师才能完成的创造性的活动。当然,再好的设计方法也不可能完全代替天赋很高或天资一般的工程师的才能,但是利用有条理的设计方法能够显著地提高这些工程师的工作

效率。倘若设计工作仅按纯系统的模式进行(如果这是可能的话),那么这样的设计工作就会大大失去它的吸引力。

2. 设计方法学的目标和宗旨

近几年来,人们正致力于使工业产品的设计和研制工作合理化、自动化并且简化教学工作。设计方法的研究是研制系统的设计理论和大有发展前途的设计程序的重要先决条件。自觉从事设计和研制工作也是研制更高质量的产品的“工具”。最后,设计方法学是用来一般地观察和更好地通观不断扩大的和正在发展成为许多专门领域的“机械工程”这一知识领域的工具。

因此设计方法研究所要达到的目的是:

- 1) 研制物美价廉的产品;
- 2) 使设计过程合理化并为设计过程自动化创造条件(计算机辅助设计);
- 3) 创造一种又快又好地培养设计师的理论;
- 4) 创造一种机械系统的一般理论并创造一种方法,以便更好地理解 and 通观日益扩大的并且正发展成许多专门领域的机械工程科学。

为了正确评价设计方法学的上述意图,创造一种通用的、不受客观事物影响的、在机器、仪器和设备的设计中都适用的工作方法就是该设计方法要达到的目的。这种设计方法的规律必须保证为某一问题提供现有的全部解,以便确实做到不遗漏任何一个可能是更好的解。最后,这种方法还应具有这样的规律,即:可从供选择的解中客观地选出一种最有利的解或者至少使这种选择变得更为容易。为此,知道某一问题的全部解是一个重要的先决条件。正像人们对数学方法所期望的那样,数学方法能给出现有的全部解。到目前为止,我们还不知道那些只能提供某一个解的设计方法,假如该问题实际上存在几个解的话。与数学相反,在设计中,某个任务的解要比可用数学式表达的问题的解多得多。因此,研究那些只提供最佳解的设计规律也许是符合人们的愿望的。这个目的可能永远无法完全达到。因此,近期的目标就是尽可能全面地描述设计过程,以便为科学的设计方法学和设计过程自动化(开发CAD程序)创造条件。

3. 设计方法学的适用范围

在发展过程中,内容广泛的机械工程专业实际上已经形成了三大领域,即能源工程、信息工程和工艺或材料工程。通常把这三个领域的技术系统分别称为机器、仪器和设备。遗憾的是在一种语言习惯用法中引进了许多违背逻辑概念的技术产品的名称。由于上述问题,因而尚未建立标准,建议对这些概念先作如下定义:

- 1) 机器是以通过任意方式实现能量转变和形成一种能量流为主要目的的技术系统。
- 2) 仪器是以通过任意方式实现信息转变和形成一种信息流为主要目的的技术系统。
- 3) 设备是以通过任意方式实现物料转变和形成一种物料流为主要目的的技术系

统。

在图3.1中列出了机器、仪器和设备的典型的产品。按上述定义,用于书写或计算的技术系统不应称为机器,而应称为书写器或计算器,因为它们主要是用于信息的转换,而不是能量转换。

据此,农业机械不是机器而是设备,因为它们主要用于不同物料(庄稼、田地等)的转变。机床应称为设备,因为它主要用于物料的转变。按照上述定义,机器这个概念应该是变压器,尽管变压器没有活动的零件。在原子能发电站中应用的钠泵(要输送的介质除外)同样没有活动的零件,因此也应称为设备,因为它主要用于输送物质¹⁾。这几个例子已足够说明这些概念的定义的问题所在。

一种通用的设计方法应当不受任何限制地适用于上述三个领域。由于技术系统中所有过程都可以归诸于物理、化学和生物学效应(现象)——正如实践所表明的那样——无论在机器、仪器、还是设备中都可以应用实现功能单元的相同的效应,因此没有必要为不同的专业领域研究不同的设计方法。至少没有明显的理由这样做。

正如在以后的论述中还要提到的那样,在设计方法学专业中也有所谓综合技术产物的基础或方法。它们与具体的产品毫无关系。同样,设计技术与制造工艺、力学和其它科学领域相类似,可以撇开具体的产品进行教和学。这就使高等学校有可能先进行不涉及具体产品的设计培训,然后再进行传统的、针对具体产品的培训。不涉及产品的或一般的机械系统的设计方法学、除了具有系统地求解以及设计工作的合理化和自动化的固有的优点外,还有利于更快、更好地全面地了解日益扩大的并且正在发展成许多专业领域的机械工程科学。

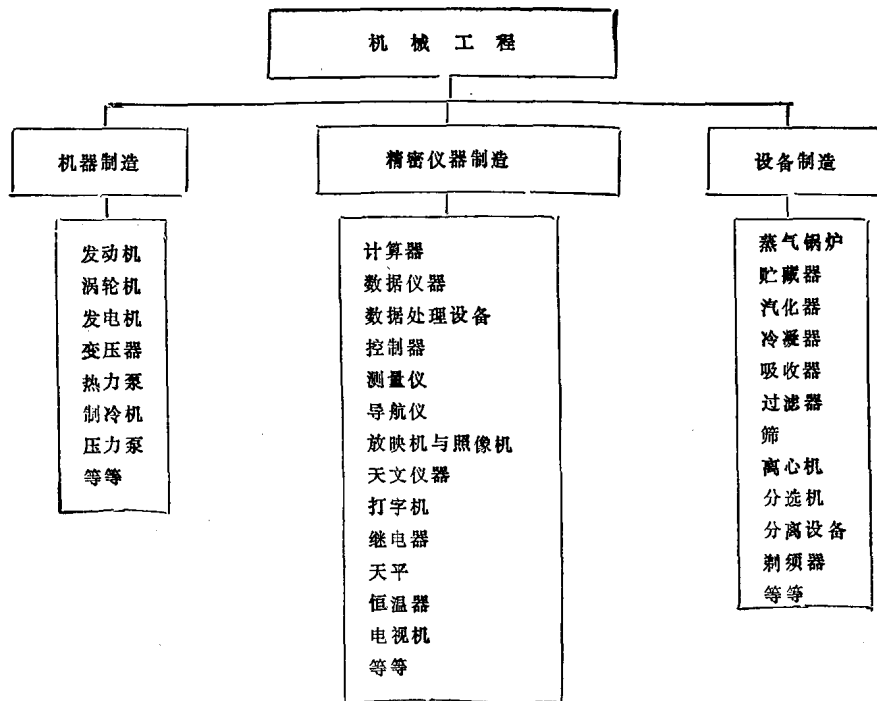


图 3.1 机器制造、仪器制造和设备制造的典型产品

1) 这种泵的物理原理示于图10.1.1a。

4. 产品开发的动机和产品的产生过程

人类对于饮食、衣着、健康、居住、旅行、信息往来以及交谈方面的需求和愿望是开发工业产品的动机。简单地说就是致力于“生活文明”。为了满足这些需求和愿望需要付出许多劳动。为了尽可能舒适地或者更好地工作,便产生了使用工具和自动装置进行劳动的愿望,这些工具和自动装置能够减轻人们的必要劳动,或者在很大程度上独立工作。将人类的愿望依次排列,其顺序是:农业生产和食品生产技术,纺织、建筑和交通运输工程,医疗和通讯工程,如新闻、无线电、电视机等。要制造第一类必需的技术系统就需要第二类必需的技术系统和设备装置,如机床、夹具和生产钢材的设备,以便经济地制造第一类技术系统。

开发某种工业产品的前提是对该产品的需求。因此在开发一种产品之前一定要对市场的需求进行仔细的分析和预测。研制工作开始前必须做的这些工作被称为产品规划。产品规划的任务除了了解市场的需求外,还要确定在什么时候,为哪个市场开发、创造和销售哪种产品。除了上述已经是相当高的要求外,详细介绍产品的开发目的、性能和其它数据也是产品规划的重要任务。产品规划的结果是为给某一用户或同一类用户而开发的产品制定详细的任务书。

用户的愿望、征询用户意见、自己的或他人的想法、改进现有产品、“妙主意”、市场分析、趋势研究,以及由此而获得的市场预测等都可以成为构思新产品的途径。例如,在制订IBM计算机370系列的任务书时,大约花了两年时间,征求了大约一千个用户的意见。趋势推断、趋势比较及样品预测已成为众所周知的市场预测的现实手段^[18]。产品规划的结果最终是为某一产品制订任务书,包括对具体生产期限、件数、用途和其它数据的设想。

产品规划后便是我们这里要仔细讨论的产品的研制和产品的生产。为了广泛的研究和考虑由此而产生的条件必须同时研究产品的运转和报废或回收。这样可以把“产品的寿命”分为如下几个阶段:产品规划、产品研制、产品生产、产品销售、产品运转、产品报废或回收(参见图4.1)。

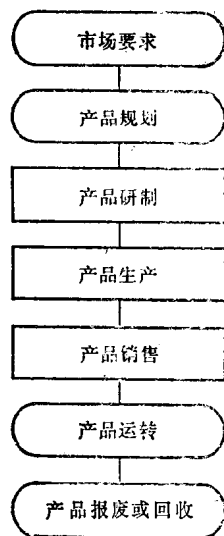


图4.1 工业产品的“产生阶段和寿命阶段”

产品研制指的是,为了明确确定某一产品所要做的全部工作,即从提出任务书到制定工艺文件所必须做的工作。当然也包括对该产品的样品进行的研究和试验。也可以把产品研制视为数据处理过程。输入的数据是任务书中所包含的信息。这些信息在研制过程中继续被处理。这个过程的结果(输出)是用图形表示的大量信息。这些信息再经过制造转化为产品。这时,应用电子计算机自动地进行这一工作肯定将起重要作用。为了尽可能减少收集数据的费用,最好在要输入的数据还很少时,也就是说,在产品研制过程的开始就着手设计过程的自动化。

产品生产的任务是计划和组织产品的生产以及产品的制造和装配。产品原始资料是在设计室和在生产准备工作中制订产品生产的书面资料和管理资料。

下面还要考虑产品研制过程,包括从提出任务书直到绘制图

纸和制定工艺文件。实际上经常把这些工作再进一步分为研制与设计,这里应当概括地用“设计”这个概念来表示。实际上人们经常把主要是构思新的想法和方案,并为此经常进行试验工作的部门视为研制部门。研制部门的工作也能用设计这个词的本来意义表示。

5. 任务书 (设计任务书、说明书)

任何一种产品在研制或设计工作开始以前,有必要以任务书的形式来说明一项设计要达到的目的。在大多数情况下制订任务书是很困难的。但任务书对以后产品在市场上成功或失败都起决定性的作用。因此就不得不对想要制造的产品将要达到什么样的目标和意图进行慎重的考虑,这样有助于避免研制项目的失误。当委托人和承包人之间发生争议的时候,一份精心制订的设计任务书便可以做为重要的文件。下面所说的任务书,实际上也经常称作说明书或要求明细表。

任务书应当包括研制工作所必需的全部重要数据。其中包括对原来意图的说明,对要研制的工业产品的说明以及求解方案的限制条件(约束)明细表,就是说,要在这些条件下达到预定的目的。为此,把任务书分为目的说明书和其它限制条件两部分。

对于工程师来说,任务书是一个随时都要仔细考虑的“路标”,这是因为在研制过程中有了新的认识或者由于市场形势的变化需要修订的缘故。有时在要求上进行小小的变动就能获得便宜得多的方案或者得到开始时人们预想不到的其它好处。为了对任务书作些必要的修改,通常要求在产品研制与市场判断方面有一定的进展。

5.1 用途描述

用途描述就是描述所研制的产品要做什么,或者说其目的(用途)是什么,而不说明求解的途径。用途描述应与求解方案无关。换句话说,目的(用途)或目的功能¹⁾应理解为说明要研制系统应该达到什么目的,而并不限制实现这个目的可能采用的方案的数量。

对于一个要研制的技术系统的用途描述可以是这样的:例如需要研制一种割草的技术系统。如果预先规定电能为输入参量,于是这个条件就限制了方案的数量。一个目的(用途)可以通过几种不同的技术功能来达到。这句话反过来说同样也成立:一个技术功能有时能达到几个目的(用途)。例如一台通风机能用来制冷(能量传输)或者把空气从一个空间输送到另一个空间(物料传输),两者的目的(用途)是不同的。

下述定律是适用的:

对某一目的来说,可以想到的所有的解 L 是该目的的函数:

$$L = f(\text{目的})$$

每个目的一般都有几个解。可以想到的所有解的总数 M_0 同样与目的有关:

$$M_0 = f(\text{目的})$$

用途描述是任务书最普通的表达方式。

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,或用途功能)。因为功能这个概念在技术系统中就是因果关系(技术功能)的意思,为了避免误解,下面所说的功能概念不是目的(用途)(目的功能,或用途功能)的含义。

在重视接口条件时仍然存在的解的分量 M_T 一般是目的和给定接口条件的函数。 M_T 小于或最多等于全部解的总数 M_G :

$$M_T = f(\text{目的, 接口条件})$$

$$M_T \leq M_G$$

在考虑其它条件时分量 M_T 将进一步减小。如果按某一最佳目标来寻求最佳解,那么一般说来,解的数量就会减少到一个或很少几个。最佳目标可以是:成本最有利的解,功能最可靠的解等,或者是许多单项要求的综合或折中。也可以设想把要求提得很高,以致完全不可能得到满足这些要求的解。实际上,要研制的技术系统的目的(用途)和几个接口条件(输入和输出参量)通常是已知的或预先规定的。

除了目的(用途)和接口条件外,还有许多其它条件(约束)决定着某一技术任务的解。这些条件和要求可从市场、周围环境和它的影响得到。对此下面还要详细讨论。对解提出的每一个条件都会减少某项任务存在的解的数量。最后,最终产品是目的(用途)和对产品提出的全部条件的函数。

$$\text{产品} = f(\text{目的(用途)}, g_1 B_1, g_2 B_2, \dots, g_n B_n)$$

式中 B_1 至 B_n 表示某些条件, g_1 至 g_n 表示其重要性系数。要研制的工业产品的用途描述表明了该产品要达到什么目的,而要求或限制则表明怎样或者在什么条件下才能达到这个目的(用途)(可参阅图12.1)。

5.2 要求、条件、限制

通常工业产品应满足哪些要求、条件或限制?在一般情况下,每个工业产品都是庞大的技术系统的一部分(例如汽车、道路、桥梁、隧道或电动剃须刀、插头、电源、发电机)并且必须满足由系统属性得到的条件(接口条件等)。工业产品是为某个市场(工业国、发展中国家等)而研制的,这些产品必须经得起环境的影响。另一方面,还得考虑到它的环境。这些产品必须成为“诀窍”并适应生产厂家的生产能力。这些产品还必须符合销售国的法律规定。

按照对工业产品提出的条件的来源可以分为市场条件、环境条件、系统属性条件、制造厂家条件以及有关国家的立法部门的条件等。

为使所有参加求解的人能更好地互相理解起见,任务书上还应有一个要研制的产品的工作名称。在不要求全面的情况下,大致可如下制定工业产品的任务书:

市场条件

- 1) 产品的工作名称和用途描述。
- 2) 市场和用户范围的类型(工业国、发展中国家等)。
- 3) 制造成本、价格。
- 4) 运转费用。
- 5) 每年的件数和总件数。
- 6) 日期(研制开始和结束日期,试验、出厂、交货日期等)。
- 7) 外形、结构。