

# 机械设计实践

——日本式机械设计的构思和设计方法

畑村洋太郎 实际设计研究会 著

王启义 监译

周德信 阎喜仁 陆子男 李佳 译

机械工业出版社

TH122  
133

0293/11

# 机械设计实践

——日本式机械设计的构思和设计方法

畑村洋太郎 实际设计研究会 著

王启义 监译

周德信 阎喜仁 陆子男 李佳 译

北方工业大学图书馆



00475035



机械工业出版社

本书记述了各种设计过程的思考方法和具体作法以及必要的知识和具体数据。介绍了设计中要决定的内容和相应的制约条件。如功能、机构、构造、形状、力和强度、尺寸加工工艺、工具、材料、机械要素等。最后介绍了具体设计实例。本书的目的在于即使不看其他的书和参考书就能设计出所需要的具体机械。

本书供从事机械设计的有关技术人员及大专院校相关专业的师生使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计实践 / (日) 畑村洋太郎著; 王启义等译. — 北京: 机械工业出版社, 1998.8

ISBN 7-111-06377-5

I. 机… II. ①畑… ②王… III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 09969 号

出版人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编号 100037)

责任编辑: 曲彩云 责任校对: 贾丽萍

封面设计: 方 芬 责任印制: 王国光

三河市宏达印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1998 年 9 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·19.25·1 插页·印张 496 千字

0 001—3 000 册

定价: 36.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

## 序 言

为初次进行实物制作的设计者而写的日文版《实际的设计》一书，做为教学用书出版至今已有9年了，此书的续篇《续·实际的设计》也已出版5年。《实际的设计》主要阐述设计的思考方法和具体作法的问题，而《续·实际的设计》则记述设计的必要知识和具体的设计信息问题。本书为了使设计的思考过程更为明了，将上述两书的内容归纳整理，合二为一，取名为《机械设计实践》，由中国机械工业出版社出版。

当为实际制作某种东西而进行设计时，首先要搞清楚设计的意义，怎样实行设计，设计时需要具备什么样的基础知识，以及设计时设计者经过怎样的思考决定过程等，这些问题将在本书中找到答案。

本书著者们的研究室隶属东京大学工学部机械系三学科。大约从30年前开始，本研究室就在进行设计指导工作。本书是由曾在本研究室学习过的学生们，以当时的设计指导资料为基础，合作编写而成的。著者的研究室对于每年新入室的学生都要进行设计指导。学生为了进行毕业研究，必须设计各种各样的实验装置，但由于大学过去所设置的设计教育内容不充分，达不到能制作成实物的设计程度，所以，著者的研究室很自然地开始了设计指导工作。从设计指导工作开始至今已经过了30年。接受过研究室设计指导的学生们已陆续进入企业，其中的大多数人以各种身份参与与设计有关的工作。在大学的研究室所搞的设计与社会生产所需要的设计在性质上虽具有不同点，但就设计的本质而言，没有任何不同。基于这种观点，为了使广大的读者能了解什么是设计，著者以研究室现仍使用的设计指导教程为原本，归纳整理出了日文版的《实际的设计》和《续·实际的设计》两本书。

本书是在这二册日文版书的基础上改编而成的，由于是以机械为主要设计对象，因此本书取名为《机械设计实践》。不过，书中所阐述的设计基本观点，绝非仅于机械，也完全适合于土木、建筑和电气等其他技术领域。

本书是针对第一次为制作实物而着手设计的人解决实际上怎样才能制作出新东西的问题而写的，书中记述了各种设计过程的思考方法和具体作法以及有关必要的知识和具体的数据。因此，本书与其他单纯的设计论、规格介绍、机构说明、设计计算、设计顺序说明等作为中心内容的设计著书截然不同

写这本书的意图在于使读者读了这本书之后，只要在实际中开动自己的头脑和手脚，就能搞出应用于实际的设计。因此，本书力图避免那些不是在随心所欲地开出大范围的目录，展开理论，使读者对设计感到疏远。恰恰相反，本书期待着读者能以“即使不在其中也离其不远”的精神，正视实物，从中感受到设计的亲切感，进而树立自己从实际当中学习的态度。由于本书是从这种出发点写作而成，所以本书的基本观点是广义地理解设计的本质，即设计是将人的思考变为实际产品的整个活动的过程。

为了达到这样的目的，本书首先叙述了设计的意义以及设计者的素质条件之后，阐明了设计者的思考决定过程，以及机械设计中必要的基础知识和具体事项，是以设计者在设计时的思考、决策顺序来编写本书的。为了能使初次搞机械设计的人员，即使对于机械没有掌握充分的知识，只要按着本书的内容就可以决定设计的全过程。因此，本书在阐述设计的基本方法的同时，也记载了实际设计所需要的充分的信息。但这些信息绝不是单纯的规格抄写、设计计算的举例以及机构的示例等等，而是把实际的设计者在现实中使用的信息加以整理，将其加工成活的信息、可用

的信息。正是由于如此,本书在选择信息资料时,基于著者们平素在研究室实际用于研究、开发、设计的内容。此外,作为编辑方针,本书避开一切难、繁的问题,只是把所需要的知识和数据取其必需的部分直接供给读者,使之在实际设计中立即可以应用。并且,本书在选择数据时所假设的设计对象是用于机电一体化的机器,如机器人本体、装置于机器人的执行机构、机器人使用的测力装置等等。

由于本书主要着眼于第一次搞设计的人,所以,没有记述有关机械设计中最为重要的经济性及外形美观性(装饰等)的内容,只是着重记述了能满足机能需要的机构设计问题。因此,本书的设计内容与实际生活中最常见的大量生产的机械设计问题有着很大的不同。

设计是人类创造活动中最本质的内容之一。设计的 CAD (Computer Aided Design) 化正以势不可挡的趋势发展着。在这种情况下,用于设计的信息的构成形式如果不利于人类头脑的思维动作,则无法使用于 CAD。因此,本书以将来的 CAD 信息构成的确立为宗旨,不仅仅是单纯收集机械设计的资料,而是有意识地用设计者们所熟悉的那种能让人的大脑充分而自由地活动的信息构成方式来对设计信息进行加工整理。

为了能够实现上述目的,本书按下述方式构成。

首先在第 1 章和第 2 章中叙述了设计的意义和一般规程,第 3 章为设计的思考过程,第 4 章至第 11 章是设计中要决定的内容和相应的制约条件,然后在第 12 章至第 14 章中叙述了作为设计者应进行的工作。最后第 15 章是设计实例。

各章的具体内容表示如下:

第 1 章是“设计的意义”。告诉读者设计是什么,设计的必要性、设计的意义、规划与设计的关系、设计中的基本观点,以及设计的必要准备等。

第 2 章是“设计的一般流程”。告诉读者实际设计要通过那些步骤,设计者要对什么问题加以考虑、对什么问题加以决断。也就是,设计的具体流程是按构思图→计划图→零件图→组装图的顺序来进行,并且设计的真髓在于计划图。

第 3 章是“设计的思考过程”。告诉读者设计者的思考过程是按机能→机构→构造的顺序展开,以及对前一章中的设计具体流程怎样予以实际对应。本章中还将以智能化加工中心的具体设计实例来说明设计的思考过程。

第 4 章是“功能、机构与构造”。告诉读者构成机械所要求的全体功能中的若干种基本功能,以及怎样决定能实现这些功能要求的机构、构造,将这些功能予以具体化时,设计者的头脑要考虑什么问题。

第 5 章是“形状”。机械设计的本质在于形状的决定,换句话说,就是满足功能要求的是机构,而将机构具体化时则是靠形状的决定。而且,决定形状时要受到尺寸、加工方法、材料、机械要素及诸规定等的制约。本章就是解决在这样一些制约条件下怎样来决定形状。

第 6 章是“力和强度”。介绍了为驱动机械所需要的从外部施加的力和伴随机械运动在机械内部产生的力。对于形状决定的一个很重要的影响因素是强度和刚度,本章将告诉读者在强度和刚度的制约下如何进行设计。

第 7 章是“尺寸”。用于机械设计的尺寸是人类从长期经验中得出的结果。尺寸将受到机械性能的各种制约。本章将对实际设计中怎样决定尺寸,用什么样的数据来作为尺寸的问题加以说明。

第 8 章是“加工工艺”。为了将设计的東西具体化,必然要考虑加工工艺问题,这是对设计的最大制约条件。本章将对当前可以利用的加工工艺有哪些,以及这些加工工艺是怎样对设计加

以制约的问题加以说明。

第9章是“刀具”。将介绍把设计的各个零件加工成最终形状要使用的主要刀具有哪些,以及这些刀具是怎样通过加工方法来对形状加以制约的。

第10章是“材料”。对构成机械的各个零件采用什么材料,这些材料具有什么性质,以及材料的性质通过强度和加工方法等的影响与零件的形状有什么关系等问题加以说明。

第11章是“机械要素”。在机构具体化了的零件中,有一些是任何机械都可共用的实现单元功能的机械要素。本章将介绍这些机械要素,以及怎样使用这些机械要素,这些机械要素的具体尺寸等。

第12章是“设计与制造”。本章介绍在对设计的制品加以实际制造时,怎样进行材料采购、加工指示以及确认加工制造结果等。

第13章是“设计与信息”。这一章中介绍了设计者在设计作业的前、中、后期应怎样来整理设计信息的问题。也就是对信息的收集、灵感的处理、记录、知识产权、公布演讲等这些在设计作业中所出现的不可避免的事宜的处理方法加以说明。

第14章是“制图”。讲解作为设计内容的标记法的制图法规则、设计作业所需要的具体表现法。这章不仅介绍了根据JIS所规定的画法,而且也介绍了如何把设计者的意志正确地传达给其他人,以及在实际制图作业时,图样的保存和修改的方法。

第15章是“设计实例”。以机器人用的6轴测力装置和液压缸为例,讲解上述内容是怎样用于实际设计中的。

以上15章是本书的正文,作为附录,书中还加入了设计结果检查表以及主要金属材料规格的日中对照表。另外,在本书正文中,还插入了设计的天南海北杂谈。这些“杂谈”都是在各种行业领域中从事实际设计的技术者们对于“设计”的体会,以及在设计中所必不可少的一些关连知识,在这里加以介绍的目的是帮助读者能对“设计”有更深入的理解。

编写本书时所想定的读者基本上是初次进行实物设计的人。本书的目的在于,即使不看其他的标准书和参考书等,只要有这一册书的话,就能设计出所需要的具体机械。此外,本书对于平素已在从事着机械设计工作的人也会十分有用。本书适用于以下读者:

- (1) 在大学等学里开始学习设计的人。
- (2) 在大学、研究生院等第一次实际设计实验装置的人。
- (3) 在企业的设计、研究、开发部门等第一次搞机械设计的人。
- (4) 在企业的设计和生产技术等部门里日常从事设计工作,但考虑重新改变自己工作方法的人。
- (5) 在企业的设计、大学的研究室、软件开发企业等部门从事于支持创造性机械设计的CAD系统开发的人。

本书的执笔者一共有42名,都是东京大学工学部机械系3学科研究室的毕业生。他们在毕业前受到了该研究室的设计指导,进行过各种研究,毕业后很多人走入实际生产部门,参与着广泛意义上的实际设计活动。著者们从各自的经验中得到的观点将在书中体现出来。

畑村洋太郎 小野耕三 大柿光司 久保地理介 矢沢恒治  
近石康司 手塚则雄 原 秀夫 淵上正朗 草間俊介  
酒井幸三 土屋新五郎 稲子昭夫 服部和隆 相田秀明  
石村和彦 土屋直樹 赤羽雄二 米山 猛 伊藤豊次  
林 英男 木村隆秀 高田龍二 川崎 隆 中尾政之

山本佳男 松下裕之 笠原直人 千田哲秀 稻城正高  
井形 弘 内野敏幸 浜口哲也 松岡茂树 小田島隆夫  
松本 潔 梅沢和彦 安部慎二 三上俊宏 宫崎英樹  
山内康嗣 永田 努

如上所述，本书着力于全新的机械设计思考方法和具体设计信息的提供。本书的内容是从执笔者们亲身的实际设计中体验而来的，读者若能从中受益，很快地熟悉设计的话，本书的作者们将会甚感欣慰。

此外，中文版的《机械设计实践》一书的原稿是用日文写成的。受著者委托联系将此日文版书改写为中文，并且实现在中国出版的是中国东北大学副校长王启义教授。王教授对本书的意义给予了深刻的理解，并向有关人士说明了出版此书的必要性，开拓了在中国机械工业出版社出版此中文版书的途径。不仅如此，王教授还组织了有关专家并亲自对本书所有内容进行了编检、校正工作。正是在王教授的大力协助下，本书才得以顺利出版。

本书译者之一的周德信是本书执笔者之一金泽大学工学部米山猛所在塑性工学研究室的前博士留学生（现在日本富士精工本社先端技术研究室从事技术研究），另外三名译者中的陆子男现正在米山猛研究室留学，阎喜仁来自中国东北大学，现在金泽大学工学部进行博士研究留学，李佳是原金泽大学工学部硕士留学生，现在日本アクセス公司从事 CAD 开发设计工作。本书的中文版出版工作的日本方面负责人是本书执笔者之一的米山猛。

最后，对于上述所提及的各位有关人士，以及与出版本书有关的日本、中国方面的许许多多的支援者表示由衷的感谢。通过本书的出版，能为日中文化、技术交流做出一点贡献的话，将使本书的著者们得到无比的欣慰。

1997 年 4 月  
《实际的设计研究会》代表  
畑村洋太郎

# 目 录

序言

目录

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 1 设计的意义 .....                   | (1)  |
| 1.1 设计的必要性 .....                | (1)  |
| 1.2 设计的意义 .....                 | (2)  |
| 1.2.1 设计的定义 .....               | (2)  |
| 1.2.2 设计的基本流程 .....             | (3)  |
| 1.2.3 设计的本质 .....               | (5)  |
| 1.3 规划和设计 .....                 | (5)  |
| 1.4 设计的心理准备 .....               | (7)  |
| 1.4.1 设计工作的心理准备 .....           | (8)  |
| 1.4.2 安全和防灾的基本心理准备 .....        | (8)  |
| 1.4.3 对企业及社会责任的心理准备 .....       | (9)  |
| 1.5 机械设计的基本观点 .....             | (9)  |
| 1.5.1 被设计机械应满足的条件 .....         | (9)  |
| 1.5.2 机械设计的特点 .....             | (10) |
| 2 设计的一般规程 .....                 | (12) |
| 2.1 设计步骤 .....                  | (12) |
| 2.2 设计计划阶段 .....                | (13) |
| 2.2.1 设计计划阶段应确定的内容 .....        | (13) |
| 2.2.2 设计计划阶段应进行调研的内容 .....      | (15) |
| 2.3 草案图绘制阶段 .....               | (15) |
| 2.3.1 草案图阶段应考虑及确定的内容 .....      | (16) |
| 2.3.2 草案图阶段需讨论的内容 .....         | (16) |
| 2.4 计划图阶段 .....                 | (18) |
| 2.4.1 计划图阶段的调研内容 .....          | (19) |
| 2.4.2 计划图阶段确定的事项 .....          | (22) |
| 2.4.3 最终计划图确定后的工作 .....         | (25) |
| 2.5 制造指导文件（零件图、装配图等）的做成阶段 ..... | (25) |
| 2.5.1 零件图阶段 .....               | (25) |
| 2.5.2 装配图阶段 .....               | (26) |
| 2.5.3 零件明细表阶段 .....             | (27) |
| 2.5.4 制造指导文件 .....              | (28) |
| 2.6 制造阶段 .....                  | (29) |
| 2.7 检验（检查、试车）阶段 .....           | (29) |
| 2.8 设计后期工作 .....                | (31) |



|       |                      |      |
|-------|----------------------|------|
| 2.8.1 | 专利申请                 | (31) |
| 2.8.2 | 综合评价                 | (31) |
| 2.8.3 | 成果公布                 | (32) |
| 3     | 设计的思考过程              | (34) |
| 3.1   | 设计的思考过程              | (34) |
| 3.1.1 | 设计的思考过程              | (34) |
| 3.1.2 | 与实际设计过程的对应关系         | (35) |
| 3.1.3 | 新构想产生的方法             | (37) |
| 3.1.4 | 机械设计所包含的原理           | (39) |
| 3.1.5 | 设计思考过程的效果            | (40) |
| 3.2   | 设计思考过程实例——智能化加工中心设计例 | (41) |
| 3.2.1 | 加工的智能化               | (41) |
| 3.2.2 | 智能化加工中心的设计           | (43) |
| 3.2.3 | 热传动装置                | (45) |
| 3.2.4 | 对试制加工中心的评价           | (45) |
| 4     | 功能、机构与结构             | (49) |
| 4.1   | 基本功能                 | (49) |
| 4.1.1 | 机械的基本功能              | (49) |
| 4.1.2 | 实现动作的功能              | (50) |
| 4.1.3 | 承受力及传动力的功能           | (51) |
| 4.1.4 | 空间配置及连接              | (52) |
| 4.2   | 约束条件                 | (53) |
| 4.3   | 功能与机构、结构             | (53) |
| 4.3.1 | 实现动作的功能及机构           | (53) |
| 4.3.2 | 承载功能及结构              | (57) |
| 4.3.3 | 传递力及力矩的功能及结构         | (58) |
| 4.3.4 | 定位机构的功能及结构           | (59) |
| 4.3.5 | 零件固定、联接的功能及结构        | (60) |
| 4.3.6 | 零部件间位置配合的功能及结构       | (61) |
| 4.4   | 机构具体化                | (62) |
| 4.4.1 | 机构线图具体化              | (62) |
| 4.4.2 | 设计者头脑中的思维            | (62) |
| 4.4.3 | 功能具体化的思维方法           | (63) |
| 5     | 形状                   | (66) |
| 5.1   | 形状要素                 | (66) |
| 5.2   | 功能和形状                | (70) |
| 5.3   | 形状与制约条件              | (73) |
| 5.3.1 | 加工与形状                | (73) |
| 5.3.2 | 可装配、拆卸形状             | (74) |
| 5.3.3 | 操作性与形状               | (75) |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 5.3.4 安全性与形状      | (76)  |
| 5.4 形状构筑          | (76)  |
| 6 力和强度            | (79)  |
| 6.1 力和强度的概念       | (79)  |
| 6.2 驱动力           | (80)  |
| 6.3 静态力           | (81)  |
| 6.3.1 刚体静力学       | (82)  |
| 6.3.2 力的传递        | (82)  |
| 6.3.3 力矩图         | (82)  |
| 6.3.4 稳定性         | (83)  |
| 6.4 动态力           | (84)  |
| 6.5 强度            | (85)  |
| 6.5.1 静载荷下的强度     | (86)  |
| 6.5.2 交变载荷下的强度    | (86)  |
| 6.6 刚度            | (87)  |
| 6.6.1 变形          | (87)  |
| 6.6.2 固有频率        | (89)  |
| 7 尺寸              | (90)  |
| 7.1 尺寸的意义         | (90)  |
| 7.2 尺寸的常识         | (91)  |
| 7.3 尺寸确定方法        | (92)  |
| 7.4 尺寸公差          | (93)  |
| 7.5 配合            | (96)  |
| 7.5.1 配合种类        | (96)  |
| 7.5.2 基孔制配合       | (96)  |
| 7.5.3 不符合配合基准时的公差 | (98)  |
| 7.5.4 与公差配合相关的事项  | (98)  |
| 7.6 倒角及圆角         | (100) |
| 7.7 表面粗糙度         | (102) |
| 7.7.1 表面粗糙度定义     | (102) |
| 7.7.2 三角形标记符号     | (103) |
| 7.7.3 表面粗糙度实例     | (104) |
| 7.8 形位公差          | (104) |
| 7.8.1 形位公差定义      | (104) |
| 7.8.2 形位公差标准      | (105) |
| 7.9 空间配置          | (106) |
| 7.10 尺寸确定举例       | (107) |
| 8 加工工艺            | (110) |
| 8.1 设计与加工工艺的关系    | (110) |
| 8.2 毛坯件成形         | (113) |

|        |                      |       |
|--------|----------------------|-------|
| 8.3    | 外形加工 .....           | (116) |
| 8.3.1  | 切削加工 .....           | (116) |
| 8.3.2  | 放电加工 .....           | (122) |
| 8.3.3  | 磨削加工 .....           | (122) |
| 8.3.4  | 精加工 .....            | (124) |
| 8.3.5  | 加工方法及刀具切削形状的限制 ..... | (125) |
| 8.4    | 热处理 .....            | (127) |
| 8.5    | 表面处理 .....           | (129) |
| 8.6    | 检查 .....             | (130) |
| 8.7    | 装配 .....             | (131) |
| 9      | 刀具 .....             | (135) |
| 9.1    | 形状和刀具 .....          | (135) |
| 9.2    | 车刀 .....             | (139) |
| 9.3    | 钻头 .....             | (141) |
| 9.4    | 丝锥 .....             | (143) |
| 9.5    | 铰刀 .....             | (145) |
| 9.6    | 立铣刀 .....            | (145) |
| 9.7    | 铣刀 .....             | (146) |
| 9.8    | 磨削砂轮 .....           | (147) |
| 9.9    | 放电加工用电极 .....        | (147) |
| 9.10   | 测量工具 .....           | (148) |
| 10     | 材料 .....             | (150) |
| 10.1   | 机械的组成及材料选择方法 .....   | (150) |
| 10.2   | 黑色金属材料 .....         | (152) |
| 10.2.1 | 铁碳合金 .....           | (152) |
| 10.2.2 | 钢及热处理 .....          | (153) |
| 10.2.3 | 典型黑色金属材料 .....       | (155) |
| 10.2.4 | 黑色金属材料的毛坯尺寸 .....    | (157) |
| 10.3   | 有色金属材料 .....         | (160) |
| 10.3.1 | 铝材 .....             | (160) |
| 10.3.2 | 铜材 .....             | (161) |
| 10.4   | 非金属材料 .....          | (162) |
| 10.4.1 | 非金属材料的性质及选择方法 .....  | (162) |
| 10.4.2 | 塑料 .....             | (164) |
| 10.4.3 | 橡胶 .....             | (165) |
| 10.4.4 | 陶瓷 .....             | (165) |
| 10.4.5 | 粘合剂 .....            | (166) |
| 10.4.6 | 其他材料 .....           | (167) |
| 11     | 机械要素 .....           | (169) |
| 11.1   | 螺纹 .....             | (169) |

|        |                   |       |
|--------|-------------------|-------|
| 11.2   | 轴承                | (186) |
| 11.3   | 密封                | (197) |
| 11.4   | 弹簧                | (202) |
| 11.5   | 传递转矩的零件           | (205) |
| 11.5.1 | 键                 | (205) |
| 11.5.2 | 联轴器               | (205) |
| 11.6   | 齿轮                | (207) |
| 11.7   | 气压/液压装置           | (210) |
| 11.7.1 | 空压机械              | (211) |
| 11.7.2 | 液压机器              | (212) |
| 11.7.3 | 配管要素              | (214) |
| 11.8   | 电动机               | (216) |
| 12     | 设计与制造             | (220) |
| 12.1   | 制造委托              | (220) |
| 12.1.1 | 制造厂家的选择           | (220) |
| 12.1.2 | 委托时的注意点           | (221) |
| 12.2   | 工程的监督             | (222) |
| 13     | 设计与信息             | (225) |
| 13.1   | 设计前的信息处理          | (226) |
| 13.1.1 | 收集信息的目的           | (226) |
| 13.1.2 | 信息的种类             | (227) |
| 13.1.3 | 收集信息的方法           | (230) |
| 13.1.4 | 信息收集的效率化          | (233) |
| 13.1.5 | 收集信息的注意事项         | (233) |
| 13.2   | 设计中的信息处理          | (234) |
| 13.2.1 | 自己专用资料的制作方法       | (234) |
| 13.2.2 | 编制自己使用的有关外购件资料的方法 | (235) |
| 13.2.3 | 制作技术信息笔记          | (236) |
| 13.2.4 | 信息的更新整理           | (236) |
| 13.3   | 设计后的信息处理          | (237) |
| 13.3.1 | 设计后的总结            | (237) |
| 13.3.2 | 设计自身的“站起”与“行走”    | (238) |
| 13.4   | 设计与发表             | (239) |
| 13.4.1 | 有关发表的一般注意点        | (239) |
| 13.4.2 | 对外发表的注意点          | (239) |
| 13.4.3 | 对外发表的自检目录         | (240) |
| 13.5   | 设计与专利             | (241) |
| 13.5.1 | 专利是什么             | (241) |
| 13.5.2 | 为什么要申请专利          | (241) |
| 13.5.3 | 可以成为专利的发明条件       | (241) |

|        |                     |       |
|--------|---------------------|-------|
| 13.5.4 | 专利详细书的写法            | (242) |
| 13.5.5 | 从发明的设想到专利的获得        | (244) |
| 13.5.6 | 对外发表与专利             | (245) |
| 14     | 制图                  | (246) |
| 14.1   | 制图过程                | (247) |
| 14.2   | 图面形式                | (249) |
| 14.3   | 图样的画法               | (251) |
| 14.3.1 | 投影法                 | (251) |
| 14.3.2 | 剖面图、详细图的画法          | (252) |
| 14.4   | 尺寸标记                | (254) |
| 14.5   | 加工方法标记              | (256) |
| 14.6   | 图面处理                | (256) |
| 14.6.1 | 检图                  | (256) |
| 14.6.2 | 订正                  | (257) |
| 14.6.3 | 保存                  | (258) |
| 14.6.4 | 图样的使用               | (258) |
| 15     | 设计实例                | (260) |
| 15.1   | 6轴测力装置设计            | (260) |
| 15.1.1 | 测力装置具备的功能           | (260) |
| 15.1.2 | 满足测力装置功能的平行平板结构     | (261) |
| 15.1.3 | 满足6轴测力装置要求的形状       | (262) |
| 15.1.4 | 6轴测力装置的具体例          | (262) |
| 15.2   | 液压缸设计               | (265) |
| 15.2.1 | 液压缸的设计思考过程          | (265) |
| 15.2.2 | 液压缸的实际设计过程          | (274) |
|        | 机械设计的天南海北杂谈         | (277) |
|        | 2.8 法则              | (277) |
|        | 现场杂感“听、说、看”         | (277) |
|        | 为了获得灵感              | (277) |
|        | 设计者心得               | (278) |
|        | 从轮椅看到的设计            | (278) |
|        | 从发展中国家看到的设计         | (279) |
|        | 相似准则                | (280) |
|        | 经营战略和设计(其一)         | (280) |
|        | 经营战略和设计(其二)——战略立案手法 | (280) |
|        | 设计者的资质              | (281) |
|        | 质量管理即人的管理           | (281) |
|        | 即便有图样也不一定做出实物       | (282) |
|        | 设计的制约条件             | (282) |
|        | 设计者也需要有经济观点         | (283) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 设计中的设备维修.....             | (283) |
| 执笔者一览表.....               | (285) |
| 附录.....                   | (287) |
| 附录 1 设计结果检查表 .....        | (287) |
| 附录 2 主要金属材料规格的日中对照表 ..... | (291) |

# 1 设计的意义

将人们头脑中产生的想法实物化而制定数据、资料的工作，称为设计。本章叙述设计的必要性，设计的意义，设计与规划的关系，对于设计工作的思想准备以及设计的基本观点等等。

## 1.1 设计的必要性

为制造出新实物，必须明确以下内容：考虑什么，如何考虑，想制造出什么实物；此外，对所设想的物体进行制作时，必须能向他人正确地传递信息；进一步，对所设想物体的正确信息，还要能作为知识积累起来。当以上条件满足时，才可以开始制作实物。因此，制作新实物时，对想制物体的全部知识（或信息、情报）必须预先做出。这就是设计。

假设想制造某种新物体，究竟如何制造好呢？到底有没有制造的必要呢？如果有必要制造，其功能又如何？实现该功能的机构、材质、尺寸、加工方法如何？是否能真正组装起来？怎样搬运，可否拆卸？追加加工，维修保养是否方便？测定是否容易？制出实物后能否引起事故？成本？能注入多少劳力？其他各种因素都考虑、调查、确定、研讨之后，就可以制造该实物了。以上所述项目中只要有一项没有很好地确定下来，都不能制造。因此，对以上全部项目给予完整确定的工作，即设计，就成为必要了。

例如，为了研究成型加工及装配加工，考虑制作第4章举例中所示的压缩成型装置。在设计时考虑以上全部内容并给予确定。例如，在丝杠进给装置的导向部分中，采用何种轴承，检测用的力传感器采用何种基本结构，选用多大尺寸，加工方法采用切削还是线切割，材料是用不锈钢还是铝合金等等，均确定下来。全部内容都必须给予确定，这是需要大量劳力的工作。

○然而，以上工作做起来是非常麻烦的。尽管麻烦，但受“做”的想法的支配好歹做下去了。这样表面上看实物基本制造出来，于是高兴地开始实验，结果不知为什么运转状态不尽人意。其实，本来设计时状态就不够理想，制造出来出现这种现象就是必然的了。即使做实验的本人在旁边见到这种情形也无能为力。

○偷懒的本人当然很难过。如果追究原因，那就是没有认真设计的缘故。到了要总结成报告书或论文的阶段也没有确定的图样。因此，不得不用模模糊糊记得的尺寸等数据马马虎虎地绘制出图样。

○因为没能绘制出完整的图样，受委托加工的人，即使想法认真加工，由于对整体计划不能全面了解，想当然地推测，会引起“好心不得好结果”。如果正好碰对了是好事，如果是荒唐的错误，无论怎么做也挽回不了。这是因为对加工者来说，设计者“背后的意图”什么也见不到的缘故。

○本人苦恼是因为自作自受，但在继续实验过程中，就给后续者带来很大麻烦，已无从下手，即使想设法改制，也无从下手，如果不为前任者处理善后工作开始就什么也干不了。到现在再诉苦已无用，只好为他人处理善后工作。

这里，作为设计对象的机械多由以下部分组成：支撑整体结构的结构体，产生力的动力源，传递力的传动机构，以及产生操作动作的工作端。结构体占有机械整体空间，决定其他零部件的

位置，并承受和传递因动作而产生的反力。一般用金属、塑料等作材料，采用切削、焊接或铸造等成形加工方法制成。动力源是产生机械动作的力，因此，采用电动机、液压或气动驱动装置，以及叠层式压电元件等等。传动机构用于传递力及位移等，因此采用齿轮、凸轮、同步带、滑轮等等。工作端则随着机械最终所要求的不同功能而具有多种型式，如工具、夹具、量具等等。

其中的内动力源和传动机构，近年来其技术正在发生着显著的变化，“机械”一词的含义已由过去的“齿轮式”这一概念急剧地发生着变化。

另一方面，今后，机械除了上述的结构体、动力源、传动机构、工作端等的组成部分以外，还可能包含接收信息数据的传感器，以此为基础进行判断和记忆的信息处理单元，以及将其转换成动作的驱动器等等。将来预测会出现包含以上这些部分的“智能化机械”。这些是随着微电子学的高速发展而产生的，从历史角度来看也是一场大的技术变革。伴随着这些，机械设计单纯根据以往的观点已不充分，今后，象“机电一体化”（Mechatronics）一词所包含的意义那样，不仅考虑力及尺寸大小，而且信息处理也作为一体考虑的新的设计观点会变得重要（图 1-1）。

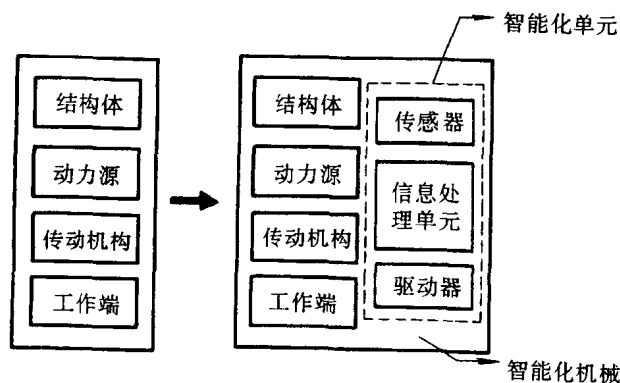


图 1-1 机械组成及其发展

无论如何，如果不做出全部信息数据来考虑，确定以上组成部分与整体组成并将其具体化，就不能产生出某种实物。

为了制作这样的新实物而进行的活动就是设计。为此，对于设计，需具备以下功能：

- (1) 确定待制物体的全部内容。
- (2) 将其结果容易理解地传递给他人（制作者、使用者、管理者）。
- (3) 根据其结果能正确、迅速、方便地制作。
- (4) 积累有关待制物体及已制成物体的知识和经验，为以后制作提供参考资料。

## 1.2 设计的意义

### 1.2.1 设计的定义

将人们头脑中思考的物体变成实际物体形式，为此而做出全部信息数据的工作就是设计。换言之，设计就是人类的大脑活动变成物化的中间桥梁。这里，把制作实际物体作为前提，因此，将单纯的设想画在纸面上之类的荒唐无稽的图不能叫做设计；此外，尚未全部组装、未全部制造出的物体，如在原理上不可能的东西，那只不过是梦，也不能叫做设计。



一提起设计的意义，似乎不言自明。然而，对于设计这一概念，以下的看法是完全错误的：

○设计就是绘制图样，即“设计=制图”。

不论图样绘制得多么好也不能叫做设计，只能说其是技能高的绘图员，这是因为其中没有产生任何新的东西。绘制图样不能认为是设计。进入到工程学院机械系后还认为制图就是设计的人仍然存在，他们把“设计”说成是“制图”，没有很好地阅读图样内容，只略扫一眼就说画得好，此类事不胜枚举，这是很可笑的。

○设计是“按照装配图→零件图的顺序制图”。整体组成确定后再想分别确定每个零件的形状，如此看法也产生出来。

乍一看似乎合乎道理，但是，这种场合的“装配图”应当叫做“计划图”。开始，制作完整的计划图，再从中收集有关零件的信息数据，最后绘制出零件图。这样的设计顺序才是正确的。

○“设计这种事是计算机干的”。计算机只能帮助设计者，能决定想制作物体的只能是人。

○设计就是“设计计算”。真正的设计一看马上就会明白，需要计算的，只是所确定内容的几分之一到几十分之一。

过去的日本是靠模仿而支撑其工业的，因此，世上原本有什么特别的东西，就想模仿它的人也是为数不少的，这可以说是历史发展阶段中的必然，其本身是落后的表现，因此应当尽快摆脱掉。

○从模仿中不会产生任何东西。

### 1.2.2 设计的基本流程

对于设计者，给出的是含有计划、研究、整体开发所需机械的系统整体性能（叫做规格或技术条件）。由此，设计者首先要考虑在满足这些规格的条件下包含机械的整体系统。通常，这种系统由机械、检测、信息处理等组成，对于其中一个组成部分的机械来说，要考虑功能、机构、以及其构成的具体零部件的形状、尺寸、材料等，进一步，实际中如何对此加以实现的加工方法，同时要考虑能进行组装和分解。当然，机械制造出之后，其运转、安装、维修保养、检测等也要考虑。

原本浮现在头脑中的想法，经过各方面的考察、研究，以及详细确定的过程后，已经不是一开始那样按部就班设计所表现的东西了。从含有多种问题的想法，到制造出能够实现且满足所要求的实物这一过程中，经过了各种阶段。对各种设计都适用的一般设计流程示于图1-2，作业阶段及其结果示于图1-3。详细内容留在第2章叙述，包括：从整体规划的要求开始，经过设计本身怎样进行下去的设计计划，满足那些要求的头脑中浮现的想法表示在图面上的草案图阶段，进行各种研讨的计划图阶段，直到最终确定待制造物体的全部信息数据的最终计划图阶段。这里，具有实质性的设计工作终了，就到了后面的零件图、装配图等阶段。通常所谓的狭义设计多指到此为止的阶段。

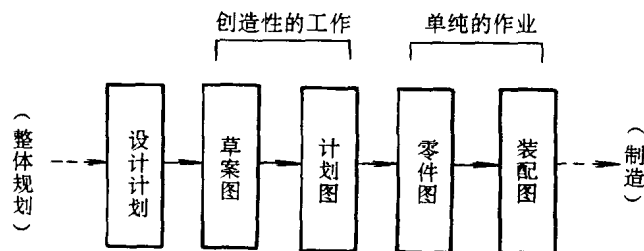


图 1-2 设计的一般流程