

曹琦 武振业
刘东明 王凤臣 编

大 學 工 程 學 院
 工 程 學 院
 工 程 學 院

1988年11月25日 星期一 1988年11月25日 星期一 1988年11月25日 星期一

西南交通大学出版社

内 容 简 介

本书由人机工程设计基础、人机工程设计及人机工程学的应用三大部分组成,重点在于讨论机械工程、电气工程、交通运输工程、工业管理工程及轻工业产品中实现人机工程设计的原理、方法,并提供丰富的有实用价值的设计参数。

本书可供大专院校及职业大学的机械、电气、交通、管理、安全工程、轻工、工业造型设计等专业作为教材使用,也可供有关的科学工作者、工程技术人员、安全技术人员、产品设计人员、工业管理人员及工业技师参考。

人 机 工 程 设 计 RENJI GONGCHENG SHEJI

曹 琦 等编

*

西南交通大学出版社出版
(四川 峨眉)

四川省新华书店发行
西南交通大学出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.25

字数: 512千字 印数: 1~6000册

1988年11月第一版 1988年11月第一次印刷

ISBN 7-81022-024-1/TB 004

定价: 5.15元

前 言

人机工程 (Ergonomics), 我国也称之为工效学, 是第二次大战后才发展起来的一门综合性、边缘性新兴学科。

由于技术能力突飞猛进的发展, 人类对世界的认识也从连续的链条式发展到了系统和网络。在各种系统中, 人总是最关键的环节。不论是机器设计、电器设计、建筑设计, 交通工具设计、轻工产品设计, 不论是日常生活设计、办公室设计还是太空工作设计, 不论是简单的手工业操作还是现代化自动化的联合生产线, 人一机系统已成为关键的设计内容。人机工程设计的内容就是研究人一机系统优化设计的原理、方法和它们在各个工业系统中、产品设计中应用的途径。

欧美等发达国家在 70 年代已将大量的人机工程研究成果进行标准化, 成为推动现代工业发展的先进技术手段。在美国已有 66 所大学设有人机工程课程, 在美国、欧洲及日本等许多大学中都有人机工程系。苏联部长会议国家科学技术委员会于 1985 年 6 月举行了由全苏各工业部长参加的“进一步发展人机工程学及在国民经济中广泛使用人机工程学成果”专题会议, 苏联国家科委决定 1986 年创建人机工程干部进修学院。

党的十一届三中全会以后, 人机工程学科在我国也得到了迅速发展: 各大专院校纷纷开设必修课和选修课, 对工程师、产品设计师及工业管理干部继续教育; 人机工程培训班也在全国各地蓬勃展开。因此, 急需一本内容和分量都较合适的人机工程教学用书。现场的工程技术人员、设计人员、工业技师及工业管理人员也急需一本实施人机工程设计较为实用的参考书。为此我们参考了欧美及日本的资料, 结合我国的一些研究成果编写了这本《人机工程设计》。

本书的特点:

1. 基础知识较为完整, 对劳动生理学、工程心理学、人体测量学及人的可靠性原理作了较全面的阐述, 提供了较为完整的基础理论知识。
2. 提供了系统的人机工程设计原理和方法, 从信息传达、操纵控制、座椅设计、作业空间、作业环境、作业系统分析到人机系统设计的评价方法, 进行了较系统全面的论述, 给出了较为丰富实用的设计方法和设计参数。
3. 提供了人机工程在工业、交通、轻工以及生活领域中应用的方法、实例和设计参数, 可供读者在设计实践中参考和借鉴。

本书共分三篇: 第一篇人机工程设计基础; 第二篇人机工程设计; 第三篇人机工程学的应用。

在第一篇中, 首先叙述了人机工程的发展、意义、范围和人机工程的设计方法, 接着全面地论述了人机系统中人的要素, 即有关人的基础知识, 人的生理、心理要素, 人的基本特征, 人的可靠性等, 为人机工程设计打下了较为全面的基础。

第二篇人机工程设计，包含四个部分：即显示—控制系统设计；作业系统分析方法（动作与时间研究）；作业空间、座椅及环境系统设计；人机系统设计及评价方法。

第三篇人机工程学的应用，着重从工业部门、交通运输及生活领域三个方面，介绍国内外人机工程科技工作者，包括本书编者们的设计经验和研究成果。

本书可供大专院校及职业大学的机械、电气、交通、工业管理、安全工程、轻工及工业造型设计等各专业作为教材使用，也可供人机工程学工作者、有关的工程技术人员、安全技术人员、产品设计人员、工业管理人员、工业技师等参考。

张质文教授审阅了全书，并提出了宝贵意见，在此深表谢意。

本书由四人合写，曹琦统编和定稿（具体分工见下表）。虽经统稿，文字风格上难以完全一致，更由于编者水平所限，误漏之处，在所难免。谨请读者指正，不胜感谢。

编者

1987年12月 峨眉

篇	章 号	章 名	编 者
一、 人机工程设计基础	一	人机工程总论	武振业
	二	人的生理心理因素	
	三	人体测量	王凤臣
	四	人体生物力学基础	
	五	人的功能特性	武振业
	六	人的可靠性	曹 琦
二、 人机工程设计	七	作业域设计	王凤臣
	八	仪表显示设计	曹 琦
	九	控制器设计	
	十	显示与控制组合设计	
	十一	座椅设计	
	十二	作业系统的分析方法	武振业
	十三	作业环境设计	
	十四	人机系统的设计与评价	刘东明
三、 人学的 工程应用	十五	人机工程学在工业部门的应用	
	十六	人机工程学在交通运输业的应用	
	十七	人机工程学在生活领域的应用	

第一篇 人机工程设计基础

第一章 人机工程总论

第一节 人机工程概述

一、人机工程的概念

人类在同自然界的斗争中，必须使用各种机具。因此人和机具有着密切的关系，机具的设计和制造应符合人的特点。如果在机械设计、系统设计中，忽视了人的因素，就必然会发生效率降低、可靠性下降等问题。由此就向人们提出一个如何按照人的生理、心理特性设计、制造出适合于人的最佳机具、作业方法及作业环境等问题。因此说人机工程学是一门建立在工程学、医学、心理学、生理学、生物工程学、劳动科学、社会学、人类学及信息论等科学基础上的新兴边缘科学。

美国人机工程学专家 W.B. 伍德森对人机工程学所下的定义为：人机工程学研究的是人与机器相互关系的合理方案，亦即对人的知觉显示、操纵控制、人机系统的设计及其布置和作业系统的组合等进行有效的研究，其目的在于获得最高的效率和作业时感到安全和舒适。日本的人机工程学专家认为：人机工程学是根据人体解剖学、生理学 and 心理学等特性，了解并掌握人的作业能力和极限，让机具、工作、环境、起居条件等和人体相适应的科学。国际人机工程学会则认为：人机工程学是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学 and 心理学等方面的各种因素，研究人和机器及环境的相互作用，研究在工作中、家庭生活中怎样考虑人和机具的协调关系。

关于它的名称，各国不一，美国将其称为“Human Engineering”，西欧称为“Ergonomics”，日本称为“人間工学”。在我国，这门学科尚处于初创阶段，所用名称尚未统一，例如“人机工程学”、“人机学”、“人类工程学”、“工效学”等。从人机系统出发，“人机工程学”名称的优点是，明确指出了该门学科的任务是研究人和机具之间的关系。所以本书建议采用“人机工程”这一名称。

二、人机工程的发展概况

人机工程的产生与发展，应该说自从地球上有了人类以来就已经开始了。原始人为了生活开始使用工具的时候，虽然还没有人机工程学方面的专门知识，但是为了在自然界中求生存，就必须使用各种得心应手的工具。例如，与动物搏斗用的木棒、种地使用的锄和锹、捕鱼用的渔具等。在以后的人类发展过程中，人类除了把工具做得更加易于使用外，同时还注意如何使身体的动作和用力的方式更加合理化，以便取得更好的效果。这些问题，直到现在也仍然是人机工程学研究的对象。但是，真正把人机工程作为一门科学来进行研究，最早起

源于欧洲。开始时，主要注重研究各种各样军事和产业中的人机关系，后来迅速渗透到人类生活的各个方面。现在人机工程对设计人员，尤其对从事现代产品设计和技术研究的人员来说，已是极为重要的一门科学。

在第二次世界大战以前，人机工程主要在美国和西欧比较发达。日本虽然从战前就已开始了劳动科学和有关军事上一些人机工程方面的研究，但是人机工程的真正发展还是在战后从欧美引进人机工程的思想和方法论以后才开始的。美国的人机工程是从系统工程的要求上发展起来的，而西欧则是以劳动科学为基础发展起来的。

1960 年成立了国际人机工程学协会 (IEA)，1961 年在瑞典的斯德哥尔摩举行首次国际人机工程学术会议。1982 年 8 月在日本东京举行第八次国际人机工程学术会议，参加者达 700 余人，我国也应邀参加了会议。

国际标准化组织 (ISO) 于 1975 年成立了国际人机工程标准技术委员会 (TC-159)。1981 年我国相应建立了中国人类工效学标准技术委员会，秘书处的工作由中国科学院心理研究所和中国标准化综合研究所共同承担，并已陆续制订了一批我国人机工程学方面的标准。国家机械委标准化研究所及第九设计研究院对人机工作标准化的研究也取得了可喜的成果。

三、人机工程的应用范围

人机工程的应用范围是广泛的。为便于分析，我们把与人有直接关系的机械、器具、设备、设施、衣物等，从作为供人使用的意义上讲总称为机具（或用具）。其中人们最熟悉的机具有汽车、飞机、住房以及家用电器等。

人们日常穿着的衣物相对于机械、机具、设备、设施来说，虽然都是人们使用的物品，然而它们之间有着许多不同之处。如果从研究方法来看时，又有着许多共性，因此都可以作为机具来对待。

人机工程的应用范围，由表 1.1 可知，主要有三个方面，即机具设计、作业设计和环境设计。

表 1.1

人 机 工 程 的 应 用 范 围

范 围	对 象	示 例
机 具 的 设 计 与 改 善	机 械	汽车、火车、飞机、机床、宇宙飞船、家电用品等
	器 具	家具、电话、工具、文具、图书等
	设备、设施	成套设备、防火设备、城市设施、住宅设施等
	衣 物	服装、鞋、帽、生活用衣物等
作 业 的 设 计 与 改 善	作业姿势 作业方法 作业量 用具的选择和布置	工厂作业、交通运输、家务、办公事务等
环 境 的 设 计 与 改 善	温湿度 照明、色彩 音响 振动 灰尘	工厂、事务室、住宅、控制中心等

第二节 人机工程与其它学科的关系

从人机工程的发展过程可知，它与系统工程及劳动科学有着密切的关系。系统工程是关于复杂系统的最佳设计和最佳运用的工程学。构成系统的要素是零件、机械、设备、信息和人等。人机工程可以认为是由人和其它物件构成的系统，因此人机工程同系统工程有着密切关系。另外，经营管理工程学是把经营系统和生产系统从人、机械、设备、信息等要素上或有效的组合，或改善，或运用，与人机工程有很多一致之处。还有，作为经营管理学的一个分支——作业系统分析，即动作研究和时间研究，是研究对劳动进行科学管理的方法，也是人机工程学的内容之一。

劳动科学是创造能够舒适地进行劳动的条件，亦就是追求最佳的作业方法、作业量、机具、工作环境等。所以它同人机工程在作业、环境等的设计、改善方面也有很多一致性。与劳动科学密切相关的学科有劳动医学、环境卫生学、安全工程学等。劳动科学的基础学科是心理学（实验心理学、应用心理学、工业心理学）和生理学。

心理学是人机工程的主要基础学科之一，着重研究人机工程中人的心理活动，研究人对信息的接受、储存、处理以及在此基础上如何作出决定和执行决定等问题，这些过程除与人的心理学密切相关外，与人的生理学也有关系。

为了更好地理解人的特性，还需要医学（人体解剖学、生理学），人体测量学和人体生物学、力学等知识。掌握系统的特性，需要控制工程和各种数据处理上的统计数学等知识。

综上所述，这些与人机工程密切相关的学科，都应作为基础知识和基础理论，灵活运用于人机工程的研究。人机工程与诸学科之间的关系详见图 1.1 所示

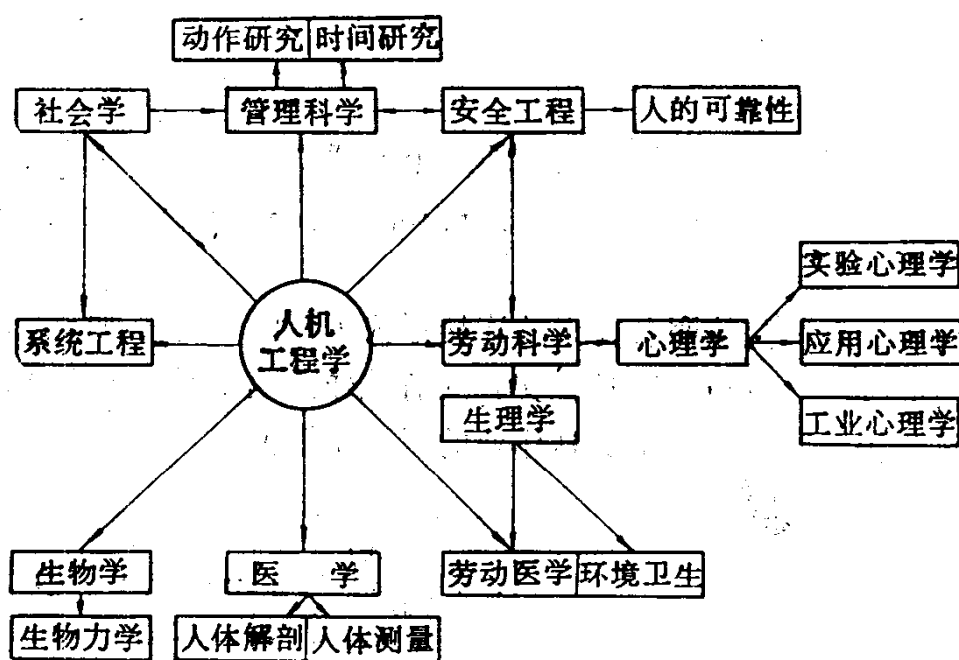


图 1.1 人机工程学与相关学科

这里应顺便指出，与人机工程相对应的是自动化。自动化在人机关系中主要同机械、设备等的设计密切相关，它是把机械上本来需要手动的部分变为自动进行。因此自动化程度越高，人在系统的全部功能中所起的作用就越小。过去由于非常注重生产效率的提高，自动化的程度已十分惊人。甚至本来适于手动的工作也自动化了。其结果有可能产生很多人造的障碍和可靠性、安全性下降等现象。现在应从全局和系统观念出发，进行人和机械的作业分

配设计。为了整个系统的保养、管理、改善和发展，应适当地考虑配备计划人员以便从大系统上进行人机工程的设计。

第三节 人机工程的一般设计方法

在现代化生产中，所用的一切设备都要人进行操纵才能达到预期目的。因此人和机具就形成了一个不可分割的整体——人机系统。在人机系统中，人同机具的关系始终是相互作用，相互配合与相互制约和发展的，但起主导作用的始终是人。

由于人机工程是依据于人的种种特性对与人有关的机具、作业、环境等进行设计或改善，所以其方法实质上就是优化人和系统的过程。然而，在实际问题中，从开始到最优化往往困难很多，一般是首先调查现有系统的缺点，然后分阶段消除并改善这些问题。

人机工程设计中应遵守 ISO 6385-1981 (E)“工作系统设计的人机工程学原则”，见附录 1。

作为预备知识，首先介绍一般模型建立的方法，再介绍机具、作业以及环境等的一般设计方法。

一、模型的建立

不论机具、作业还是环境，多是使用图象模型。图象模型有以下几种形式：

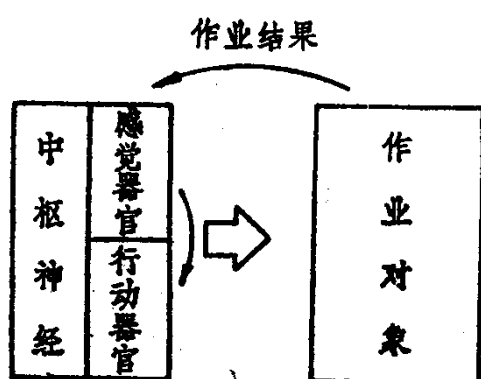
静态模型——三要素模型

动态模型
方框图
信号流程图

1. 三要素模型

不论是人还是机具都可以认为是由宏观的三个要素组成。如人的三要素是中枢神经、感觉器官（眼、耳等），运动器官（手、脚等）。机具的三要素是主体部分、显示部分和操作部分。

这种模型所构成的系统是按照各要素的连接形式表示的，是一种静态模型。在描述各种机具，例如自动售货机、计算机、家具、文具或有关作业模型时，要清楚地表明人的某一部分同机具的某一部分相互联系。图 1.2 是作业的二要素模型。



作业分类	人的三要素		
	中枢神经系	感觉器官	行动器官
思考	○		
监视	○	○	
操纵复杂的机械	○	○	○
单调的控制作业		○	○
极其单调的体力劳动			○

○：表示与作业有关联的要素

图 1.2 作业的二要素模型

2. 方框图和信号流程图

方框图和信号流程图用以表现人及机具构成的系统及其动特性。对于动特性的表示，在方框图中使用传递函数，在信号流程图中使用传递系数。

方框图用于控制工程领域，信号流程图多用于系统工程领域，并主要应用于研究汽车、飞机和操纵人员组成的系统动特性。不论方框图还是信号流程图，人和机具系统的动特性都能通过数学的或电子计算机的模拟求出。有关方框图、信号流程图更详细的分析可参考控制工程或系统工程方面的书籍。图 1.3 是简单系统使用的两种模型示例。

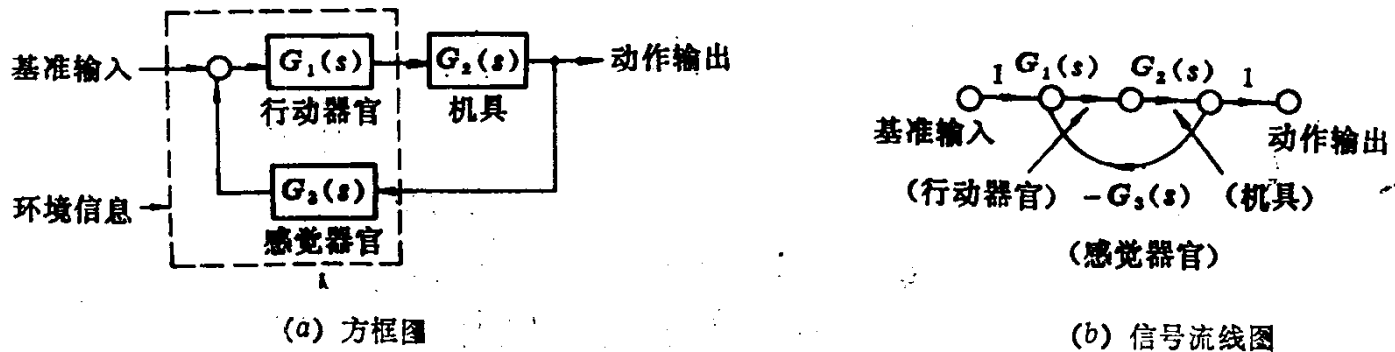


图 1.3 方框图和信号流程图

二. 机具的一般设计方法

图 1.4 为机具的设计与改善的一般方法，按图中的顺序说明如下：

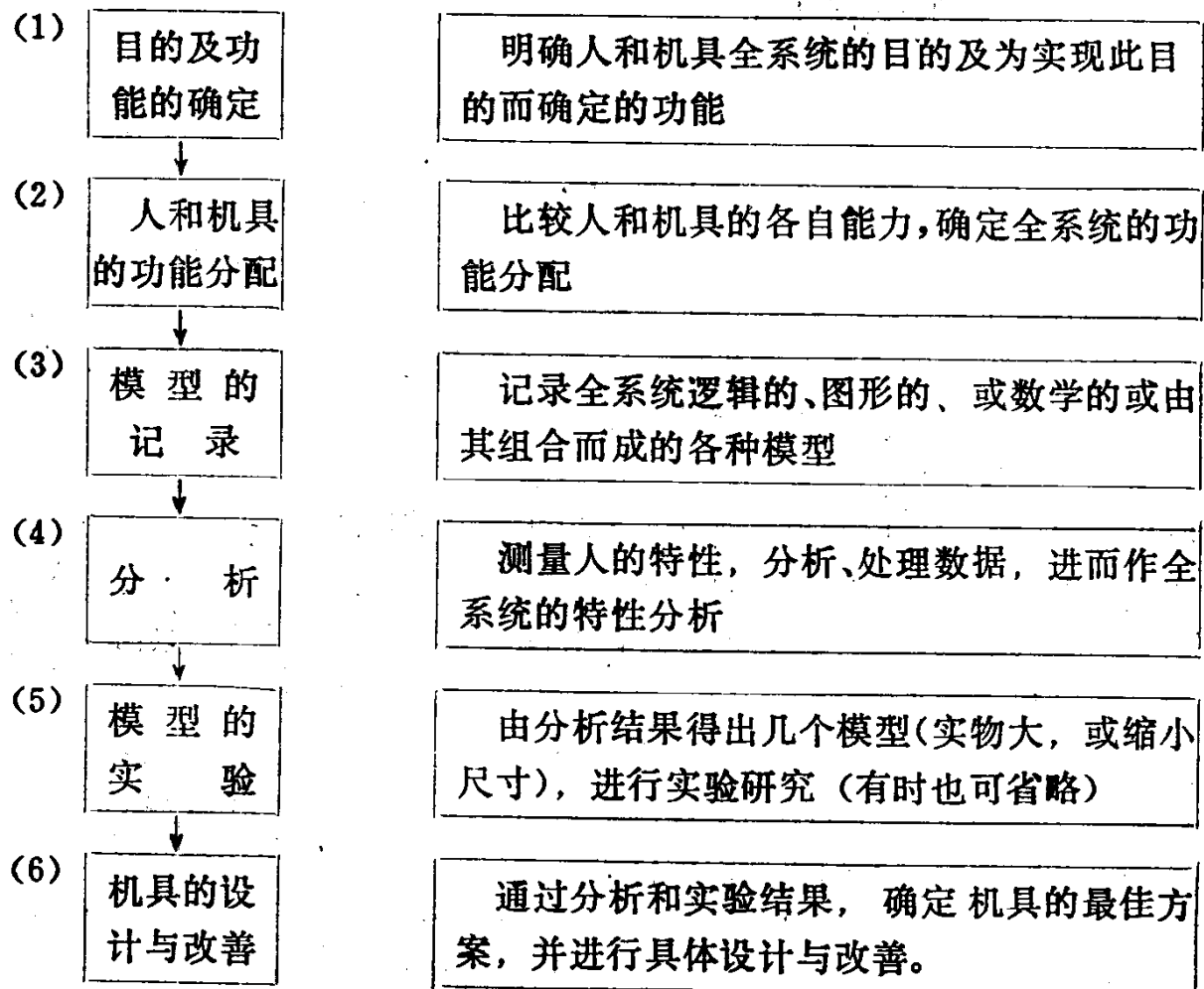


图 1.4 机具的设计与改善

1. 确定目的和功能

首先对要设计、改善的机具，确定包含人在内的全系统应具有什么样的目的。然后再确

定为实现该目的之手段，亦即确定应给予系统的功能是什么。此时可能有 a 、 b 、 c ... 等几个可行方案，可行方案越多，选择的余地越大，在一定的限制条件下容易选出较好的方案。若想获得许多可行方案，目的不应是局部的、具体而狭小的，而应从广阔的视野多层次上设定。其方法是功能设计展开法。如果把上述确定的 a 、 b 、 c ... 等功能作为具体实现的手段，还应该考虑 a' 、 b' 、 c' ... 等低一级的几个功能，若把最初设定的目的作为大目的，原功能 a 、 b 、 c ... 可以说是中目的，以此类推，功能 a' 、 b' 、 c' ...， a'' 、 b'' 、 c'' ... 等等就是小目的，以及小小目的等。对以上各等级的目的和相应的功能之间，从目的找功能时，应问“怎么办”，从功能找目的时则问“为什么”。以上这些关系可以用图 1.5 所示的关连树图表示，图中的每一等级，上位是目的下位是功能。

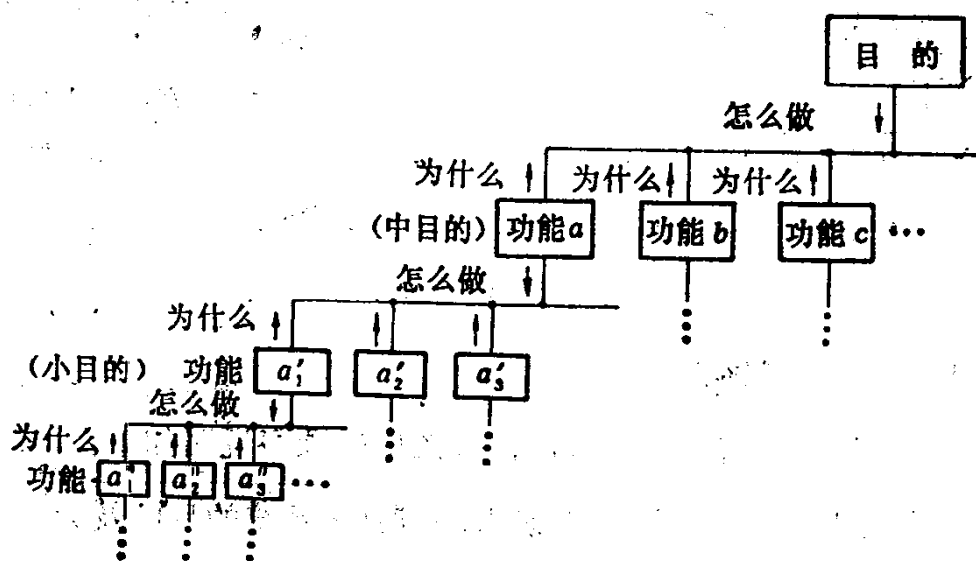


图 1.5 关连树图

2. 人和机具的功能分配

全系统的功能确定以后，下面就是如何把这些功能分配给人和机具。为此需比较人和机具的能力，以便充分发挥它们各自的性能。关于能力比较表已经发表了很多，概括说来，人在智能、视听觉、综合判断、临机应变的处理、多种情况的判断等方面具有较高的能力，而机械等在物理力、快速处理、反复操作、耐久性等能力方面较为优越。因此，应该根据目的，具体的分析研究这些能力，恰当地分配人和机具的各自功能，使全系统处于最佳状态。图 1.6 是功能分配图，对人的分配增加或减少时，相应地对机械的分配就会减少或增加。例如，汽车上手动变速功能自动化、照像机的光圈和对焦距由手动变自动等等都是减少人的功能分配的实例。相反如穿着过于保暖的衣服时，就会削弱人体自身的保暖功能。衣服上适当的多作些口袋就能更多地携带工具、物品等，亦即扩大了手的功能。为此，在大规模系统或运输系统以及安全、防灾设备中，应防止单纯的追求机械化的倾向，需重新考虑如何发挥人的功能。

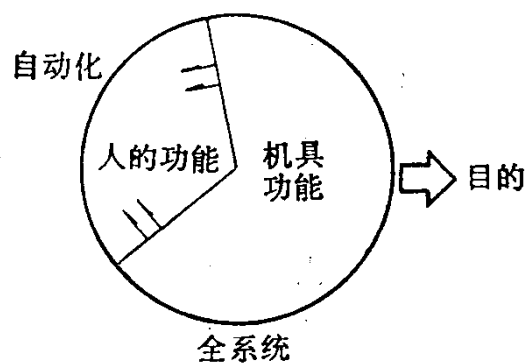


图 1.6 人和机具的功能分配

一般，在人和机械的功能分配以后，对于信息从机械传至人的系统设计中，应考虑如何充分发挥人的各种感官作用，设计出与不同感官相适应的仪器仪表。对信息从人传至机械的

系统设计，主要是各种操纵控制装置的设计。

3. 模型的描述

人和机具的作业分配确定以后，接着是用模型来具体的描述全系统。一般模型有三种，即逻辑模型、图象模型和数学模型。这些模型或单独使用或组合使用。逻辑模型虽然什么系统都能描述，但缺乏具体性。数学模型虽然较为具体，在以后的分析和设计上也较方便，但在表现实际的系统上有局限性，所以多用以表现整个系统中的一部分。图象模型应用较广泛，在图中还可以同时用逻辑或数学模型表示。另外用图象模型表示各要素间连接情况，特别是人和机具的关连上很方便，所以一般都使用含有逻辑式或数学式的图象模型。

4. 分析

5. 模型实验及设计

6. 机具的改善

用模型对系统描述以后，接着应进行人的基本特性（形态特性和功能特性）或人的复杂特性（人的过失性、模糊性、情绪）的测定与数据处理、分析；机具的特性（性能、经济性等）以及系统特性（性能、使用方便、易于保养、便于制作、安全性、社会性）的分析等。这里所说的社会性分析，是指对系统作技术评估。即技术的预先评价，如根据某项技术，设计产品或系统时，首先应了解该产品和系统对社会的作用，如有不适之处，应予以修正。

以上的诸多分析可能不符合实际状况，在具体设计或改善时，需根据上述分析，制作机具模型，对机具和人之间的配合进行反复的实验研究。如果要取得具体的数据，就从几个可行方案中经实验确定一个最佳方案，进行反复试验。实验的模型，既有实际大小的，也有从经济性和操作上考虑而缩小尺寸的模拟。另外还有以要分析研究的功能作为重点而省略其它非重点的模型。当从可行方案中选择理想的方案时，除单一的机械、器具或衣服模型外，对大规模系统，如考虑船舶内设备的布局与乘务人员、乘客的关系等，还需要通过实验来确定。

最后，确定机具的最佳方案，并进行具体的设计和改善。从以上的分析到后来的方法研究，实际上也是对最佳方案的评价过程，在做完设计、改善、待试制品完成以后还要继续进行评价，以求进一步完善。特别是同人的配合好坏是很重要的，一般多是进行官能检查（或称人的直接评价）。

三、作业改善的一般设计方法

人们总是要追求最佳作业，具体来说，就是要对作业姿势、作业方法、作业量、机具及其布置进行研究、设计和改善。这里所说的最佳作业，从人的诸特性来看，是指最适合于人而又安全可靠的作业，使人感到舒适而又有兴趣，并且人的失误最少、疲劳也最小，即效率最高的作业。为了设计这样的作业，或者说对作业进行这样的改善，从方法上来看与对机具的情况很相似，具体的有如下几方面：

① 决定作业目的并制定实现其目的的功能计划；

② 作业中使用机具时，决定作业者和机具的作业分配；

③ 作业的模型化，就是对于什么样的作业对象，以什么样的顺序、数量、时间、使用什么机具或材料进行作业等用模型来表现；可以使用逻辑模型或图象模型，作为图象分析的实例有工序分析的各种流程图；

- ④ 进行人的特性测定和数据处理以及作业特性的实验研究等;
- ⑤ 提出各种可行方案, 并进行作业研究和评价, 以决定最佳的作业方案;
- ⑥ 进行作业的设计、改善、评价以及进一步改良等。

四、环境改善的一般设计方法

由于人们始终追求最佳环境, 所以应对具体的温度、湿度、照明、色彩、音响、振动、灰尘、煤气等进行研究, 并根据作业或生活要求的目的进行设计和改善, 这里, 所说的最佳环境, 从人的诸特性来看是最适合于人的环境, 因而能够实现高效率的作业或舒适的生活。环境设计改善的方法, 按以下顺序进行。

① 首先确定人在环境中的目的, 然后再决定以哪个环境因素(温度、湿度、照明、色彩等)为重点;

② 对所选择的环境因素中人的影响, 进行实验理论研究。环境因素及其对人的影响有时使用图象模型或数学模型来描述;

③ 提出各种可行方案, 予以分析评价, 确定最佳方案, 有时还需进行模型实验;

④ 进行环境的设计、改善、评价及今后的进一步改进等。

以上是按最佳要求, 分别对机具、作业和环境等三种情况, 概述了人机工程的设计方法。实际应用中, 多是遵照以上的思考方法对现有的系统逐步地向最佳系统改进。

第二章 人的生理心理因素

第一节 概 述

一、人的因素的意义

人机系统中人的作用，包含着许多要素，当我们从系统角度来看人机关系时，人是系统构成的主导因素，有时作为系统的耳目收取各种外界信息，有时作为系统的一环从机械迅速地取得信息，然后准确地控制机械。但是，人并非机械，在连续作业中，因工作单调会产生疲劳，使工作意欲下降，或产生漫无边际的遐想，或被其它事情吸引而分散注意力等。在这种情况下，就有可能失掉重要的信息，或发生重大的操作失误等，从而招致系统发生故障或者孕育着重大事故发生的危险性。

人在一天当中，效率最高的时间也因人而异，有的是早晨，有的是晚上。即使是同一个人也因精神状态的不同，其工作效率也有变化。比如作自己感兴趣的工作时，效率就会提高，工作进展也就很顺利。这些情况都与人的生理与心理因素有关。

二、人的生理因素

人和机械相比较时，机械能不停地工作，但是人需要休息，人能够进行工作的范围是极其有限的。例如人在环境要求上，对温度、光亮、声音、振动、大气压、有害物质和放射线等，都比机械的适应范围要小。

由于生物是在自然界中产生和发展起来的，毫无疑问，必然受到很多自然条件的制约和影响。其中对人的生理方面影响最大的就是太阳。而对人来说，昼夜的变换是环境上较大的变化。人的身体对昼和夜反应不同，表现为一个生理的节奏。在人的几个生理节奏中，以一天为周期是最显著的，称之为日生理节奏。

日生理节奏是关于睡眠和觉醒的生命基本现象，是血液中的荷尔蒙在人体内的增减变化。对于这些时钟机构位于人体内什么地方，是单一的还是复数的，至今虽然已经有了很多研究，但是还没有得到明确的解答。鉴于这种生理节奏现象还有很多不能一一说明，这里仅从人机工程角度对认为重要的几个现象进行阐述，以便充分利用这种生理节奏提高作业效率。

作为人机工程的测定方法之一，闪频值（又称闪光融合值，用 CFF 表示）是用于表示大脑意识水准的指标。闪频值的物理意义是，对于低频率的一亮一暗的光，人会产生一种闪烁感觉。当每分钟闪光次数增加到一定程度时，人眼就不再感到闪光，这就是闪光融合，这种闪烁刚刚达到融合时的频率称为闪频值（ CFF ）。一般达到 $30\sim 50\text{ Hz}$ 时就不再有闪烁感觉，不同的人 CFF 值的差异也较大，即使同一个人，一天中的 CFF 值也是变化的。闪频值越高，表示大脑意识水准也越高，精神疲劳或要入睡时的闪频值均较低。图 2.1 表示人一天之中闪频值变动情况。最上面的曲线是闪频值的日生理节奏，由图可知，早上 6 点时最低，

中午 12 点时最高。中间曲线是坐位和卧位时的心跳数,早上 4 点时最低,下午 5—6 点时最高。最下面的曲线作为参考表示出当时室温变化情况。

在闪频值低时或不断下降时,进行高度精神集中的工作,或者心跳数低时进行体力劳动,都要比在其它时候增加对人体的负担。

这种节奏也可以按一个星期为周期进行观察。当每天按规定的时间测定工作人员的闪频值时,发现一般是星期一和星期二闪频值大体上不变,星期三至五其值下降,再从星期五下午开始上升,到星期六大体回复到星期三的水平。此例显示了把一周作为周期的后天性节奏。

女性的月经大体上是 4 周出现一次。随着荷尔蒙增减变化,对人的身体以至精神都产生影响,这也是人的生理节奏的周期性变化。

伴随着年龄的增长,身体上、生理上也在变化。以脑波为例,小孩的脑波是不稳定的,徐波成分非常多,随着年龄增长,徐波成分减少,过 20 岁时就基本上稳定。脑神经间的联系网纹也随着年龄

而成长,过 20 岁以后也基本成熟。此时尽管从身体来说已经成熟,但在精神上还未完全成熟。

人到老年时,身体的各项功能都不可避免地要降低。特别是视力、高频听力、肺活量、肌肉力量等都将随着年老而不断下降,只是在精神的功能上还能保持到相当的年龄。虽然人随着年龄增加而逐渐成熟和老练,但是对于象数学这样需要极其抽象的创造力的工作,多数是 30 岁以前的人占绝对优势。

三、人的心理因素

由于人的心情、情绪等状态不同,即使每天都进行同一种工作,其工作效率也有显著的不同。产生这种不稳定的因素大致有两个方面:一个是身体上的因素,另一个是心理上及精神上的因素。身体上的因素如感冒、头晕、身体不舒服等。

至于心理和精神方面的因素,远较身体方面的要复杂得多,它与人的性格有着密切联系,有必要对人的性格予以简单说明。

性格是由两部分组成的,一是受遗传因子而确定的先天性的性格,一是出生后在成长过程中逐渐形成的后天性的性格。在先天性格基础上,加上幼年时的经历和周围环境的长期影响而形成一个人的性格。以前,一般都认为性格是不能改变的,而现在则认为性格是可变的,我们所关注的正是性格中可以变化的部分,这就是性格具有可塑性的表现。

德国的医学家和心理学家克莱奇玛按体型进行的性格分类,主要着眼于性格中静的部分,作为素质上的表现,至今仍被广泛使用。在人们当中既有很多精神乐观的胖体型人,也有很多各方面都很细致周到的精干人。

性格在素质方面被强调的是智能,智能同理性的意义基本相同,与感情常常是相对立的。智能是人的智慧的特征,又是情意的特征,同时又构成了人的个性。大家知道,通过智

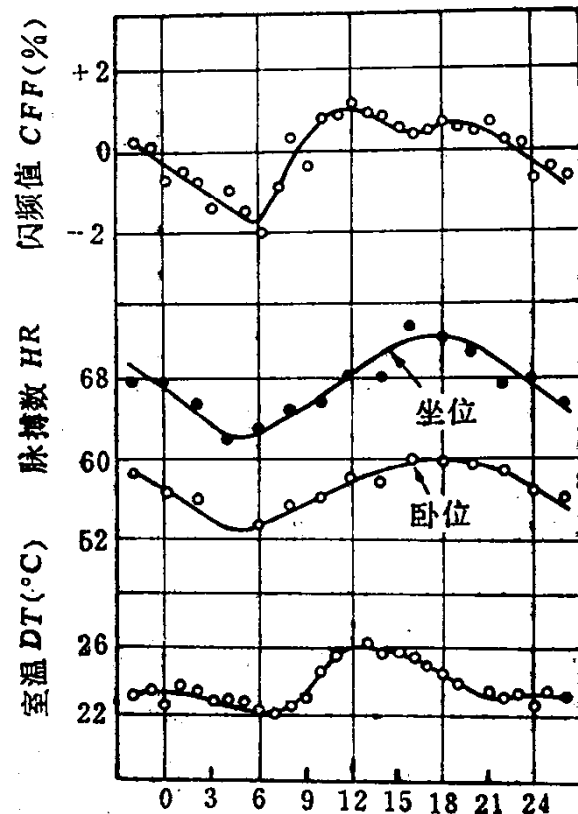


图 2.1 闪频值与心跳数的日周期节奏 (5 人平均值)

能测验可以得出人的智商指数。智商指数是智能质的一种尺度，也是性格静态部分的表现。

智能只有在有效地使用时才具有意义，智能测验多数场合是限于桌面上的，所以它的意义不够充分，相对于在实际场合下的判断或采取行动来说还有很大的差距。有的人尽管智商指数高，但是在做重大的决断，或选择适当的行动时，却束手无策，就真正的意义上讲不能说是智能较高。而这样的决断或行动由于同人的知识和经验密切相关，所以智能是在人的先天素质的基础上，通过后天实践的锻炼和学习而形成和发展起来的。从这种意义上来看，智能也是具有可塑性的。

综上所述，性格和智能都是个性心理特征，但两者又不同。智能是决定心理活动效率的基本因素，人的活动能否顺利进行，这与能力有关。性格则表现为人的活动指向什么、采取什么态度、怎样进行。如一个人记忆比较差，这反映了这个人的智能情况。但如果这个人不论记什么材料、数据总是粗枝大叶、马马虎虎，这就反映了这个人的一种性格特点。

四、人的行动

人行动时的生理心理因素主要有以下四个方面：

1. 需要

需要是在一定的生活条件下，人对客观事物的需求。人为了维持自身的生存，对于外界环境中的某些东西产生了需求。

人的需要是多种多样的，大体上有两类。即自然需要和社会需要。

所谓自然需要，就是人为了生存和发展，所产生的对外在条件的需求。例如，对空气、食物、水等的需要。

社会需要是人类所特有的社会生活的产物，也是人们在社会生活中，为了维持社会生活，进行社会的生产和交际而形成的。这种需要因社会制度、经济制度和文化的不同以及阶级、种族、风俗习惯的不同而有所差异。

心理学家马斯洛指出，人的需要有五个层次，如图 2.2 所示为生理、安全、爱、威望和自我表现。这种需要的满足是由低层向上不断发展。也就是说，只有生理的需要得到满足后才能有安全需要，安全需要满足后才能有爱的需要，自我表现则是最高的需要。

2. 动机

动机是激励人们行动的原因。人们的生活和生产活动，都是由一定的动机所引起的。例如，吃饭是由于人体需要营养有饿的感觉而引起的，购买电视是为了学习和娱乐。这些活动的原因，在心理学上称之为动机。

在作业系统分析中，作业者进行作业的动机也是多种多样的。分析人的要素时，动机是影响效果的重大因素之一。动机不同，其工作态度和效率也就有所不同。

3. 情绪和情感

情绪和情感是人们行为中最复杂的因素，也是人类生活中最重要的一面。情绪和情感是

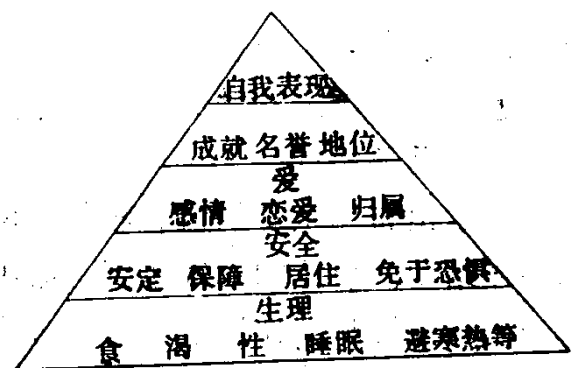


图 2.2 人的需要层次

人对客观现实的一种特殊反应形式，是人对于客观事物是否符合人的需要而产生的态度体现。

情绪和情感是十分复杂的心理现象。它们虽然都是心理体验的反映，但是两者之间也有一些区别。

情绪是由人的生理与心理需要是否获得满足而产生的。愉快、愤怒、恐惧和悲哀是四种基本情绪，除了与生理心理的需求能否得到满足密切相关之外，同时还与人的文化教养有关。

情感是与人的社会性需要能否得到满足相联系，是人所特有的一种心理现象。

4. 意志

意志是人所特有的，是人自觉地调节行动克服困难以达预定目的的心理过程。

人的意志到处都有所表现，特别是在具有很大困难而又很有意义的事情上，更能表现出一个人的意志。如乒乓球比赛，不但是比个人的技术和技巧，同时也是比意志。一项发明创造，既取决于个人的智慧和客观条件，又取决于个人长期坚持不懈的努力。日常生活中，当身体不佳或精神上受到摧残时，人依靠意志能够在某种程度上弥补其不足。

人的意志活动有两个特征：一是有目的、有意识的心理活动，二是与克服困难相联系的心理活动。

第二节 人体的构成与统一

一、人体的构成因素

人体是由各种器官构成的。所谓器官也可以说是为了某一个特定目的而分化、发展起来的细胞功能集团，并且具有与此目的相适应的构造和形态。下面分别予以介绍：

1. 呼吸系统

呼吸系统是鼻经气管到肺部器官的总称，呼吸的目的是把空气中的氧气输送给血液，再从血液中取出二氧化碳排放到空气中。血液中红血球所含的血红蛋白，在肺部同氧结合变成氧化血红蛋白，再经循环系统运往全身，当氧化血红蛋白同需要氧气的组织或细胞相遇时，即把氧气输送出去而还原为血红蛋白再返回到肺部。二氧化碳则从组织或细胞中溶解于血液返回肺，再经肺排放到空气中。

2. 循环系统

它是由布满全身的血管和使血液进行循环的泵——心脏所组成。血管又可分为动脉、静脉和连结动、静脉的毛细血管。心脏有4个腔，即左右心房和左右心室。

循环系统从其作用上看，又分为肺循环（小循环）和体循环（大循环）。肺循环是从心脏向肺输送含氧少的血液，同时又从肺取得含氧多的新鲜血液。大循环是把含氧多的血液运往全身，把含氧少的血液收集起来。

由全身收集来的血液从大静脉经右心房进入右心室，在心脏这个泵的作用下，经肺动脉进入肺。血液在肺部充分摄取氧气后，通过肺静脉经左心房进入左心室，同样在心脏的作用下，经大动脉送往全身。动脉不断分枝、越分越细，最后到毛细血管。在那里，血液和人体组织之间进行氧气和二氧化碳气的交换。毛细血管与较细的静脉管相连，与动脉管的分枝相反，静脉管逐渐汇集而变粗，最后经上下大静脉返回心脏。循环系统如图2.3所示。

3. 消化系统

消化系统是指从口腔经食道顺序到胃、十二指肠、小肠、大肠，以及分泌消化上所必需的酵素的唾液腺、肝脏、胰脏等器官的总称。唾液腺开口在口腔内，而肝、胰的消化液通过胆管分泌到十二指肠。消化系统从食物中吸收营养，再把营养送到血管中去以供给全身的能量，保持人的活动，与此同时还要供给人体所必需的水分。

4. 神经系统

神经系统分类如下：

(1) 中枢神经系：

① 大脑半球

② 小脑

③ 间脑

④ 中脑

⑤ 脑桥

⑥ 延髓

⑦ 脊髓

脑干 } 脑

(2) 神经末梢系：

① 知觉神经

② 运动神经

③ 交感神经

④ 副交感神经

} 自律神经系

神经末梢系除了按此分类外，还可按从中枢神经系统分出的部位来分类：

① 脑神经

② 脊髓神经

③ 交感神经

} 脑脊髓神经

在这种分类中，副交感神经被包含在脑脊髓神经中，知觉和运动两神经被包含在脑神经和脊髓神经中。

神经系统通过感觉器官（眼、耳、鼻、舌、皮肤等）接受外界信息，经知觉神经传达到中枢神经（脑和脊髓），再将决定的行动命令经运动神经使肌肉产生运动。与此同时，又通过自律神经保持一定水平的血压、脉搏和呼吸等，并根据需要随时增减脉搏和呼吸，以适应人体的要求，担负着人的行动和调节上的最重要的作用。

中枢神经系中，大脑皮质是最高中枢。大脑皮质综合身体各部位收集来的信息，通过识别、记忆、判断、发出指令。部位不同，相联结的特定功能也不一样。图 2.4 列举了大脑皮质的分工情况，这些分工体制是互相关连的。大脑皮质主要是综合被称为联合域的与其它皮质之间的关系。神经系统的作用，归根结底就是大脑统一作用的总括。

5. 内分泌系统

内分泌系统分泌荷尔蒙，通过荷尔蒙来控制 and 掌握人的成长、发育、性别、月经周期和

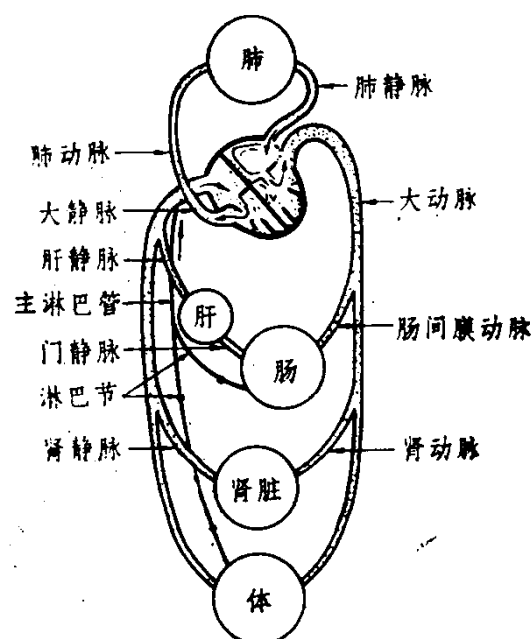


图 2.3 循环系统示意图