



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材

汽车 人机工程学

杜子学◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材

汽车人机工程学

主 编 杜子学
副主编 左言言
参 编 温吾凡

本书内容从汽车工程学科学生的知识结构需要出发,着眼基础和实际运用,将内容限制在汽车人机工程设计上。在介绍汽车人机工程学的一些基本原理和概念的基础上,重点讲述汽车布置设计、空间尺寸设计、视野设计、座椅设计、人机系统设计、室内环境设计等内容,书的最后也专门补充了人体模拟技术在汽车人机工程设计中的应用等知识,特别强调车身设计特色。全书内容共分九章,第1章为概述,第2章~第6章介绍了汽车人机工程学设计的具体知识,第7章内容为汽车车室环境评估,第8章介绍了计算机辅助汽车人机工程设计技术,第9章作为全书总结,对汽车人机工程中的几个重要问题进行了讨论。

本书可作为汽车设计、车身设计、工业设计等专业方向本科生学生的教材,也可供汽车设计人员和相关设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车人机工程学/杜子学主编. —北京:机械工业出版社,2011.2
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 普通高等教育汽车车身设计
学科方向规划教材
ISBN 978-7-111-35635-6

I. ①汽… II. ①杜… III. ①汽车工程—人—机系统—高等学校—教材 IV. ①U461

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第165033号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:尹法欣 责任编辑:尹法欣
版式设计:霍永明 责任校对:佟瑞鑫
封面设计:王伟光 责任印制:乔宇
三河市国英印务有限公司印刷
2011年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·13印张·321千字
标准书号:ISBN 978-7-111-35635-6
定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

汽车人机工程学是汽车工程学科中一门新的分支，其实质是人机工程学在汽车上的应用。针对汽车（车身）设计而言，它的任务是：使车身设计适应驾驶者和乘坐者的人体结构的要求，使车身的“空间几何”和“人机界面”设计做到容纳合理、乘坐舒适以及主动安全。

因此，本书从汽车工程学科学生的知识结构需要出发，着眼基础和实际运用，将内容限制在汽车人机工程设计上（国外学术、技术界称之为 Automotive Ergonomics）。在介绍汽车人机工程学的一些基本原理和概念的基础上，重点讲述汽车布置设计、空间尺寸设计、视野设计、座椅设计、人机系统设计、室内环境设计等内容，书的最后也专门补充了人体模拟技术在汽车人机工程设计中的应用等知识。本书特别强调车身设计特色。

本书第1、3、7、8、9章由重庆交通大学杜子学教授编写，第2、6章由江苏大学左言言教授编写，第4、5章由杜子学教授和原吉林工业大学车身系主任温吾凡教授编写。

本书在作为汽车设计、车身设计、工业设计等专业和方向学生的教材使用的同时，也可满足汽车设计人员和工业设计人员的实际工作参考之需，编者在和国内知名的长安汽车集团的科研合作中感触甚深。

感谢主审中国农业大学周一鸣教授和原吉林工业大学车身系副主任、重庆交通大学马芳武教授的帮助。

编者

目 录

前言

第 1 章 概述..... 1

- 1.1 人机工程学的发展 1
- 1.2 人机工程学的研究领域 2
- 1.3 人机工程学的相关学科 3
- 1.4 人机工程学的研究方法 4
- 1.5 汽车人机工程问题——
汽车人机工程学 8

第 2 章 汽车人机工程学中的人体因素 ... 12

- 2.1 人的特性 12
- 2.2 人体计测量 20
- 2.3 人体尺寸 24
- 2.4 人体模型 30

第 3 章 汽车人机工程布置设计与 车室尺寸设计 33

- 3.1 汽车车身布置设计 33
- 3.2 汽车人机工程布置设计概述 ... 34
- 3.3 车身室内空间尺寸设计 46
- 3.4 座椅布置设计 49
- 3.5 安全带固定点位置 58

第 4 章 汽车视野设计 60

- 4.1 驾驶员眼椭圆 60
- 4.2 汽车前后视野及要求 68
- 4.3 人眼视区 71
- 4.4 眼椭圆应用之一 74
- 4.5 眼椭圆应用之二 76
- 4.6 眼椭圆应用之三 77
- 4.7 眼椭圆应用之四 79
- 4.8 眼椭圆应用之五 82
- 4.9 汽车动态视觉及其设计应用 ... 85

第 5 章 汽车显示与操作装置设计 88

- 5.1 汽车人机界面概述 88

- 5.2 汽车显示装置设计 89

- 5.3 操作装置设计 99

- 5.4 操纵装置和显示装置的
布置设计 110

第 6 章 乘坐舒适性设计 116

- 6.1 人体对乘坐振动的反应 116

- 6.2 人体承受全身振动的评价 ... 121

- 6.3 驾乘人员的隔振防护 126

- 6.4 座椅设计 134

第 7 章 汽车车室环境评价与分析 145

- 7.1 汽车车室热环境 145

- 7.2 汽车车室声环境评价 159

第 8 章 计算机辅助汽车人机工程 设计技术 174

- 8.1 计算机辅助汽车人机工程
设计技术与发展 174

- 8.2 常见数字化人体模型应用
举例 179

- 8.3 RAMSIS 软件简介 184

第 9 章 汽车人机工程中几个 问题的讨论 195

- 9.1 关于对汽车人机工程设计的
重要认识 195

- 9.2 错误认识和错误观点 195

- 9.3 提高乘员空间设计水平的
方法和工具 197

- 9.4 提高乘员空间设计和舒适性
水平的策略 199

- 9.5 汽车人机工程设计的
未来与挑战 200

参考文献 202

第 1 章 概 述

1.1 人机工程学的发展

人机工程学是工程学科中的一个分支，是研究人、机具（包括汽车、飞行器等）及其相关工作环境之间的相互作用的一门学科。该学科在其发展过程中，逐步打破了各学科之间的界线，融合了相关学科的理论、知识和方法，通过完善自身的基本概念、理论体系、研究方法以及技术标准和规范，最终基本形成了一门研究和应用范围都极为广泛的综合性边缘学科。

人机工程学的形成与发展大致经历了三个阶段。

1.1.1 经验人机工程学阶段

19 世纪后期，西方国家工业迅速发展，机械化生产方式和机器大工业日趋成熟，追求效率成为重要目的。而这时的机械设计多以功能的实现为目标，生产的效率与节奏完全由机器所决定，操作者只能被动地跟随机器的节奏工作，以便使机器充分发挥其效率。由于机器设计没有充分考虑人的因素，对操纵机器的工人必须加以选拔与训练，并要尽量创造条件，使他们能保证机器的高效率工作。基于工业生产的实际要求促成了泰勒工效管理方法的产生。

20 世纪初，美国学者 F. W. 泰勒（Frederick W. Taylor）在传统的管理基础上，首创了新的管理方法和理论，并据此制定了一整套以提高工作效率为目的的操作方法，并考虑了人使用的机器、工具、材料及作业环境的标准化问题。其后，随着生产规模的扩大和科学技术的进步，科学管理的内容不断充实丰富，其中动作时间研究、工作流程与工作方法分析、工具设计、装备布置等，都涉及人和机器、人和环境的关系问题，而且都与如何提高人的工作效率有关，其中有些原则至今对人机工程学研究仍有一定意义。因此，人们认为他的科学管理方法和理论是后来人机工程学发展的奠基石。

从泰勒的科学管理方法和理论的形成到第二次世界大战之前，称为经验人机工程学的发展阶段。该阶段的研究者大都是心理学家，其中突出代表是美国哈佛大学心理学教授门斯特伯格（H. Munsterberg），他提出了心理学对人在工作中的适应与提高效率的重要性，并把心理学研究工作与泰勒的科学管理方法联系起来，解决了选择、培训人员与改善工作条件、减轻疲劳等实际问题。由于研究着眼于心理学，因而在这一阶段大多称本学科为“应用实验心理学”。

经验人机工程学一直延续到第二次世界大战之前。

1.1.2 科学人机工程学

人机工程学发展的第二阶段是第二次世界大战期间。在这个阶段中，由于战争的需要，许多国家大力发展效能高、威力大的新式武器和装备。但由于片面注重新式武器和装备的功能研究，忽视了“人的因素”，因而由于操作失误而导致失败的教训屡见不鲜。据统计，美

国在第二次世界大战的飞机事故中，80%是由于人与机器之间关系的原因造成的。失败的教训引起决策者和设计者的高度重视。通过分析研究，逐步认识到，“人的因素”在设计中是不能忽视的一个重要条件；同时还认识到，要设计好一个高效能的装备，只有工程技术知识是不够的，还必须有生理学、心理学、人体测量学、生物力学等学科方面的知识。这一认识标志着人机工程学作为一门独立的新兴学科的形成并进入科学的轨道。

科学人机工程学一直延续到 20 世纪 50 年代末，在战争结束后，学科的综合研究从军事领域向非军事领域发展，并逐步把应用在军事领域中的研究成果应用于解决工业与工程设计中的问题，如飞机、汽车、机械设备、建筑设施以及生活用品等。人们开始讨论并提出在设计工业产品时也应集中运用工程技术人员、医学家、心理学家等相关学科专家的共同智慧。在这一发展阶段中，学科发展已超出了心理学研究范畴。由于有许多生理学家、工程技术专家共同进行研究，从而使本学科的名称也被称之为“工程心理学”。其发展特点是重视工业与工程设计中的“人的因素”，研究如何使机器适应于人。

1.1.3 现代人机工程学

20 世纪 60 年代，欧美各国进入了大规模的经济发展时期，科学技术的进步，使人机工程学获得了更多的发展机会。在宇航、原子能利用、电子计算机以及各种自动装置等领域的人—机关系更趋复杂。同时，在科学领域中，由于控制论、信息论、系统论等学科中新理论的建立，使应用新理论和新技术来进行人机系统的研究应运而生。所有这一切，不仅给人机工程学提供了新的理论和新的实验场所，同时给该学科的研究提出了新的要求和新的课题，促使人机工程学进入了系统的研究阶段，称其为现代人机工程学阶段。

现代人机工程学研究的方向是把人一机—环境系统作为一个统一的整体来研究，以创造最适合于人的各种产品和作业环境，使人—机—环境系统和谐统一，从而获得系统的最优综合效能。

近几十年的飞速发展，人机工程学的地位越来越重要，所涉及的领域也不断扩大。目前，该学科的研究、成果及其应用已扩展到农业、制造业、交通运输、医疗卫生以及教育系统等国民经济的各个部门，由此也促进了本学科与工程技术和相关学科的交叉渗透，使人机工程学成为既有深厚理论基础又有广泛应用领域的边缘学科。

1.2 人机工程学的研究领域

人机工程学的研究领域非常广泛，如表 1-1 所示。在表 1-1 中，把与人类有直接关系的机械、工具、设施、设备等统一用机具来概括。

表 1-1 人机工程学的研究领域

范 围	对 象	例
机具 的 设计 与 改进	机械	机床、电子计算机及程序、汽车、船舶、飞机、火箭、飞船、家用电器等
	器具	工具、电话、家具、清扫工具、文具、图书等
	设备	工厂、车间、安全与防灾设备、城市设计与设施
	被服	工作服、生活用服、安全帽、工作靴等

(续)

范 围	对 象	例
作业的 设计 与 改进	作业姿态 作业方法 作业量 工具的选择与放置等	车间作业、监视作业、车辆等的驾驶作业、办公作业等
环境 的 设计 与 改进	温湿度 照明、色彩 声响 振动 尘埃 气体等	工厂、车间、控制中心、办公室、车厢(室)、住宅等

可以说，人机工程学的主要研究内容与方向是通过揭示人、机具、环境之间相互关系的规律，以达到确保人一机—环境系统总体性能的最优化。研究主要包括人体特性的研究(例如，人体形态特征参数、人的感知特性、人的反应特性以及人在劳动中的心理特征等)、人机系统的总体设计、信息传递装置的设计、环境控制和安全保护设计等方面。

1.3 人机工程学的相关学科

人机工程学的研究对象是人—机—环境构成的系统，因此与系统工程学有密切关系。系统工程(System Engineering)是一门关于复杂系统的优化设计和优化应用的工程学。系统是一个为了实现某种目的实体，它由人、机器和其他一些相互作用的事物组成，并实现由个体所不能实现的目标。作为系统工程学的一个分支，管理科学是从人、机械、设备、信息等

因素出发，提高管理系统和生产系统效率的学科，它与人机工程学有许多相一致的地方。管理科学的一个分支，作业研究(Work Study)和时间研究(Time Study)是研究如何对劳动进行科学管理。劳动科学则是一门追求最佳劳动的科学，即研究最佳作业方法、最佳作业量、最佳作业工具和最佳作业环境的学科。它与人机工程学中的作业及环境等的设计和改善有许多相同之处。与劳动科学紧密联系的学科有劳动医学、环境医学等；作为劳动科学的基础发展起来的学科有心理学和生理学，它们也是人机工程学的相关学科。此外，要了解人体的特性，必须懂得医学、生物学和计测学；为了掌握人和系统的动态特性，必须运用控制理论。计测学是人机工程学的数据来源，其数学基础是统计学。以上学科都是与人机工程学有密切联系的学科。

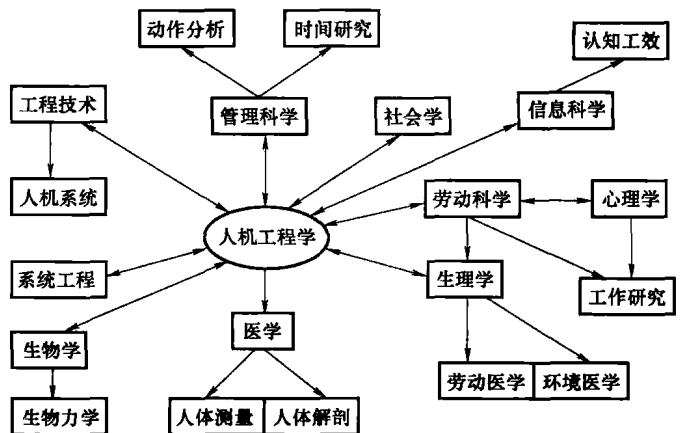


图 1-1 人机工程学与相关学科的关系

图 1-1 所示为人机工程学与相关学

科的关系。

1.4 人机工程学的研究方法

人机工程学是一门根据人的各种特性，对与人直接相关的机具、作业、环境等进行设计和改进的工程学。因此，人机工程学的研究方法就是一种对人机系统整体进行优化处理的方法。然而实际情况下，很难一开始就达到最优，而是对现有系统的缺点进行了解，不断去除这些缺点，进行阶段性的改进过程。另外，机具与作业环境的研究方法又各不相同，因此对其研究方法应分别加以讨论。

1.4.1 机具

图 1-2 所示为机具的设计与改进的一般方法。

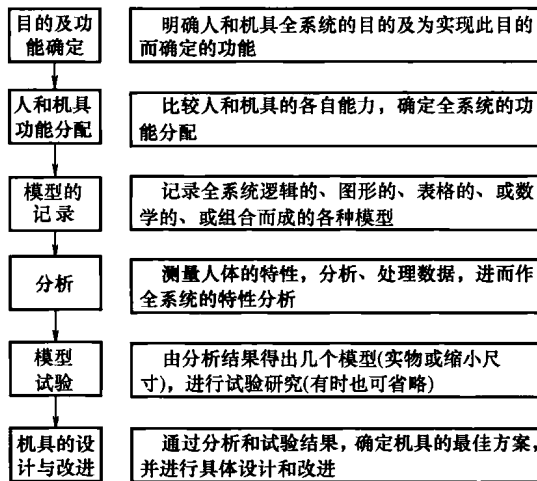


图 1-2 机具的设计与改进的一般方法

1.4.2 作业研究

作业研究包括工作姿势、工作方法、机具及其布置研究、设计和改进。作业最优化是指以适合人的各种特性为目标，达到作业的安全、舒适、疲劳小、误操作少、效率高。

工作设计和改进设计的内容包括：

- (1) 实现工作目的的作业计划。
- (2) 使用机具时，人与机的工作分工。
- (3) 采用模型来表示、表达、评价、预测作业对象的顺序、作业量、时间、使用的机具、功能与效果等。模型有语言模型、图形模型、实物模型和计算机模型等。
- (4) 对人的特性进行计测量，并对作业特性进行试验研究。
- (5) 提出各种方案进行评价对比，确定最优方案。
- (6) 进行作业设计、评价和改进。

1.4.3 环境

环境设计的任务是对环境参数如温度、湿度、照明、色彩、影响、振动、灰尘和气体等进行研究，使周围的环境最适宜人体各种特性，使人能够高效率地工作和舒适地生活。环境设计与改进的方法可采取下列顺序：

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

(2) 对所选择的环境因素对人的影响，进行试验理论研究。环境因素及其对人的影响有时使用图像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，有时还需模型试验。

(4) 进行环境的设计、改进和评价等。

上面简单介绍了机具、作业、环境三个方面的人机工程学研究方法。在现实生活中常常是对现有系统进行逐渐改进，使其达到最佳状态。对这种情况，上述方法也是适用的。

总之，对人机工程学，主要是掌握它的观点和方法。人机工程学不是一般的机械设计指南，更不是设计手册。重点放在掌握人机工程学的观点、方法与原理，并应用到实际设计中，使人—机—环境系统和谐、安全、高效。

1.4.4 研究模型

在人机工程研究中，机具、作业、环境的设计和改进多采用图像模型，因此有必要对图像模型加以介绍。图像模型可分为以下几种形式（见图 1-3）。

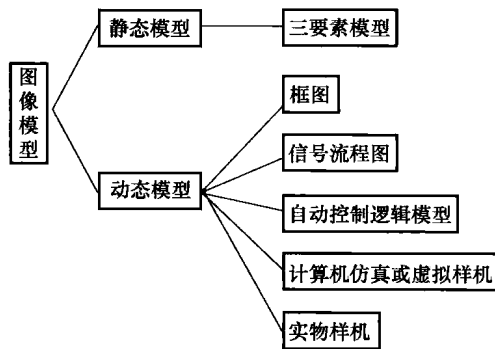


图 1-3 图像模型分类

1.4.4.1 三要素模型

不论是人或机具都可以认为是由宏观的三个要素组成。人可分为中枢神经系统、感觉器官、运动器官三大部分。机具可分为主体部分、显示部分和操作部分三大部分。因此三要素模型可以用于机具、作业的设计和改进。

图 1-4a 所示为三要素模型的基本形式；图 1-4b 所示为驾驶员—汽车模型。该图属于静态模型，它表明了各个要素之间是如何连接并构成系统的。若绘制出各种机具及其作业模型，就能看出人体哪一部分与机具哪一部分的对应关系，机具的显示部分不仅仅是显示仪表，当机具的某一部分能表示机具的操作特性时，该部分也可以看做是显示部。

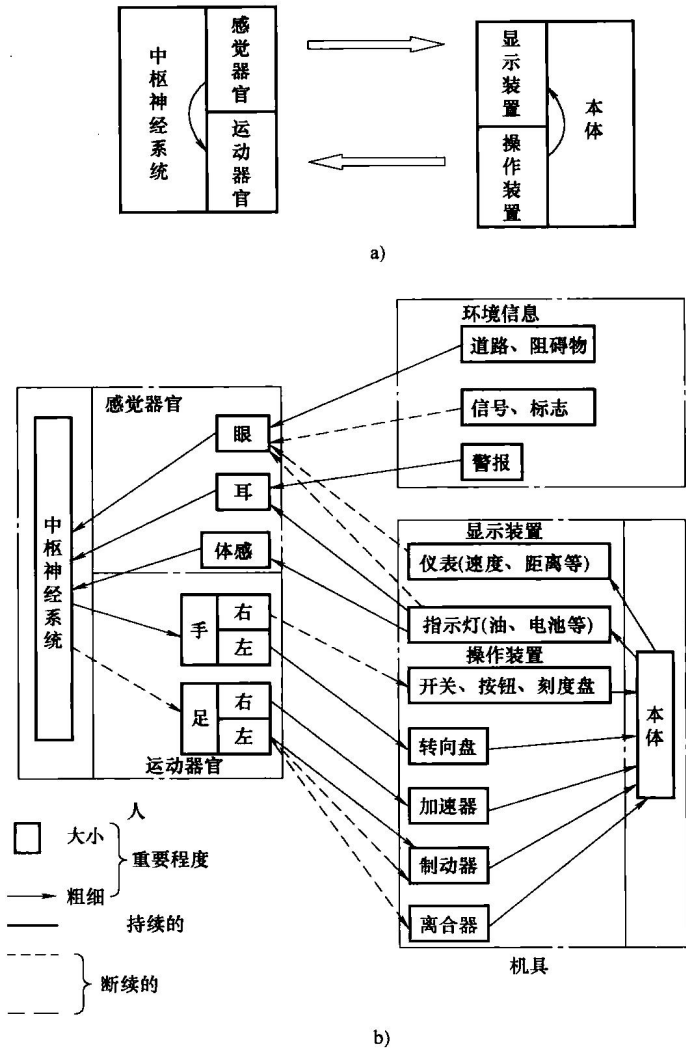


图 1-4 三要素模型
a) 基本形式 b) 驾驶员—汽车模型

对于汽车人机工程设计来说，比较典型的静态三要素模型是汽车总体布置图（见图 1-5）。采用基于数字人体模型的虚拟样机技术的三要素模型是比较典型的动态三要素模型（见图 1-6）。

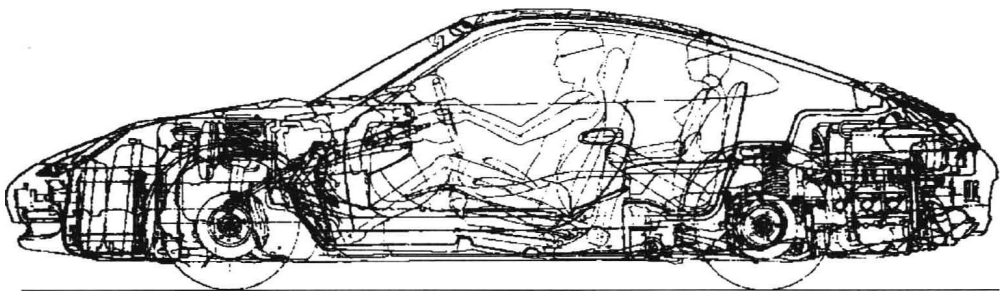


图 1-5 静态三要素模型



图 1-6 动态三要素模型

图 1-7 所示是作业的要三要素模型，表 1-2 中列举的是人的三要素与作业的关系。

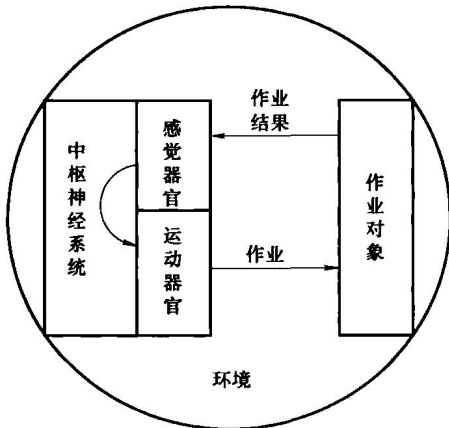


图 1-7 作业的要三要素模型

表 1-2 人的三要素与作业的关系

人的三要素 作业的分类	中枢神 经系统	感觉 器官	运动 器官
思考	×		
监视	×	×	
复杂的机械运转	×	×	×
单调的控制作业		×	×
极其简单的体力劳动			×

注：×为各作业的主要相关要素。

1.4.4.2 框图和流程图

这两种图主要用于表现人机系统结构和动态特性。对于动态特性的表示，在框图中使用传递函数 $G(s)$ ，在信号流程图中使用传递系数 $G(s)$ 表示。

框图属于控制工程学的范畴；信号流程图作为网络图的一种，用于系统工程学的各个领域。两种表现形式都是通过数学或计算机模拟来求得人机系统的动态特性。主要用于汽车、飞机等与驾驶员构成的系统的动态特性研究。图 1-8 所示是两种模型对一简单系统进行的描述。

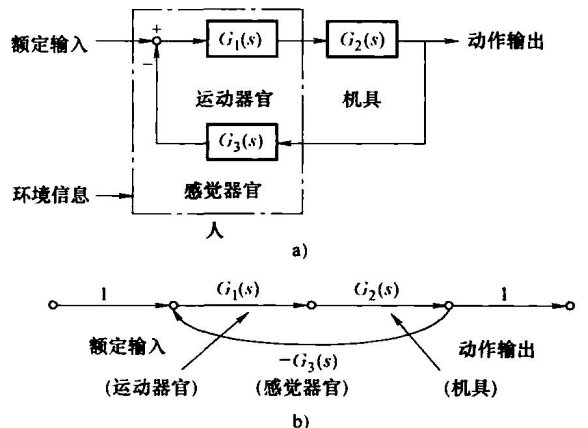


图 1-8 框图和信号流程图模型

a) 框图 b) 信号流程图

1.4.4.3 自动控制逻辑模型

框图和信号流程图主要以时间延迟这一动态特性为中心，对系统进行描述；自动控制逻辑模型则以人机状态的变化为中心，对系统进行描述。人的状态是由人的能力、心理状态、动作状态所决定的；机具的状态是由机具的性能、条件、动作状态所决定的。自动控制逻辑模型和信号流程图一样，也是网络图的一种。圆圈（节）表示状态，带箭头的线条（有向枝）表示状态间的移动。图 1-9 所示为人机系统的自动控制逻辑模型的说明图。图中，人有 a, b, c 三个输入端。人接受这些信息之后，动机和心理状态发生了变化，而且这些变化在各节间移动，最后输出 d, e 。一个节可以分为数个有向枝，可根据输入的类别 (a, b, c) 选择一枝。输出 d, e 基本上是原封不动地输入到机具里。由于操纵力的输入，机具内部状态发生变化，输出动作 j 。上述状态的移动也可用矩阵表示，作为数学模型进行数学处理。

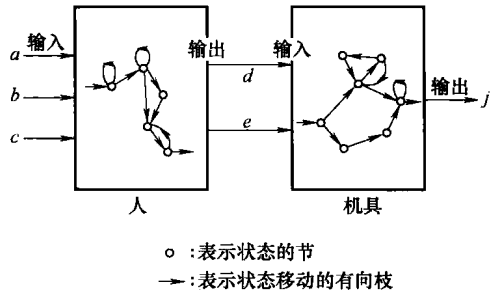


图 1-9 自动控制逻辑说明图

自动控制逻辑模型是用来描述接受不断变化的信号输入，由此发生状态变化，并给出输出的人与机具或人与作业构成的系统的。框图只能用于单输入单输出，而自动控制逻辑模型则能用于多输入多输出。

1.5 汽车人机工程问题——汽车人机工程学

汽车人机工程学是人机工程学知识、理论和方法在汽车工业及其相关领域中的应用。相对于人机工程学研究内容的广泛性，汽车人机工程学的主要研究方向和内容则是通过揭示人、车、环境之间相互关系的规律，以达到确保人一车—环境系统总体性能的最优化。

汽车人机工程学的重要性主要从以下几个方面来加以认识：

(1) 汽车是人的乘坐、生活和工作空间，设计的车必须让人满意。

在国外，大众和媒体对汽车产品评价时经常使用的术语就是“人机工程学”（Ergonomics）；在国内，经常使用的汽车评价术语就是“舒适性”和“外形”。“舒适性”关乎“人”，“外形”尺寸的确定很大程度上也取决于“人”，因为汽车的外形是容纳人的车室空间。决定汽车外形的四大因素是人机工程学、空气动力学、美学和机械工学，气动优化和美学是建立在首先要有满足人体需要的空间基础上，毕竟车室是人的生活 and 居住空间之一。所以汽车新产品开发的第一步是基于人机工程的总布置设计和外部轮廓尺寸的确定。汽车人机界面设计是汽车人机工程设计的主要内容。

(2) 汽车的主动安全和被动安全，无论是试验和设计、使用与评价，都离不开汽车人机工程学；交通安全与高效保证实质是研究人一车—路—环境系统这个典型系统的汽车人机工程问题。

(3) 汽车生产线的高效、节能，是汽车人机工效研究的重要课题。生产线的布局要符合工效学的要求，它最终关系到一个企业的产品成本 and 产品质量，亦即企业竞争力和生存

问题。

可见，汽车人机工程学研究内容的广泛、丰富与重要。

本书主要限于人机工程学的理论、方法在汽车设计上的应用，主要研究和讲述如何进行汽车设计，以实现驾驶员和乘员人体因素的最佳适应与容纳。国外研究表明，汽车设计中有关人车协调的最大课题是乘员空间亦即车室空间的设计问题，其实质就是解决车身对乘员（驾驶员）人体尺寸和特征的容纳和适应问题。因此，在汽车设计领域，就研究内容和任务，“汽车人机工程设计”或“人机工程在汽车设计上的应用”的称谓更为科学和恰当，正如国外对应的 Automotive Ergonomics 或 Human Factors In Automotive Design 或 Occupant Accommodation。由于我国学术界已经习惯于人机工程一词的传承，本书则继续称之为“汽车人机工程学”。本书的内容基本上是以汽车人机工程设计为主线展开的。

1.5.1 汽车人机工程设计的主要工作任务

汽车人机工程设计的主要工作任务，就是利用人机工程因素解决汽车（车身）设计中的“空间几何”和“人机界面问题”。从图 1-10 可看出汽车人机工程设计在汽车设计中的地位 and 任务。

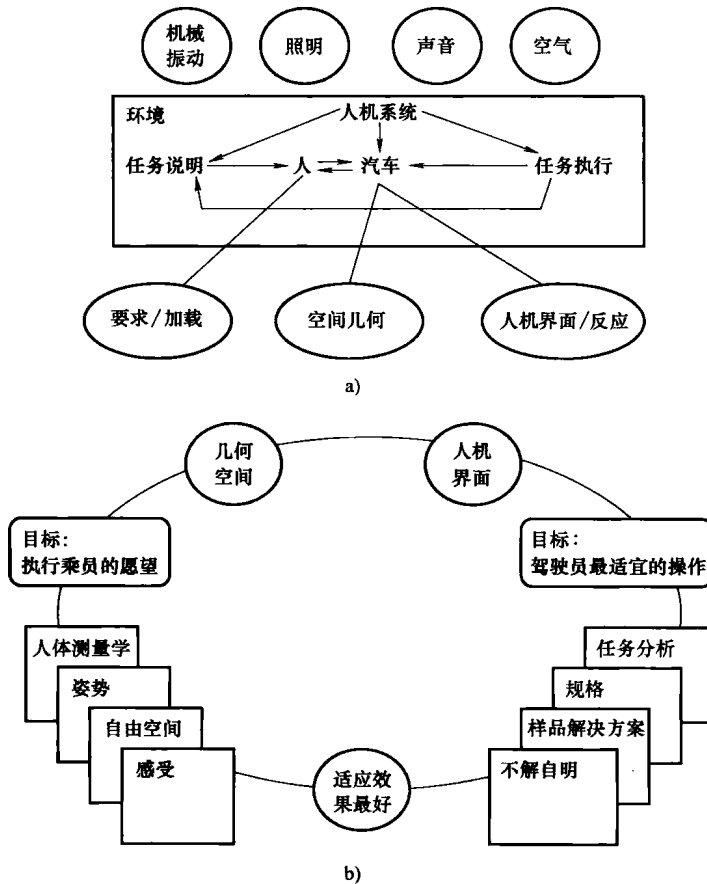
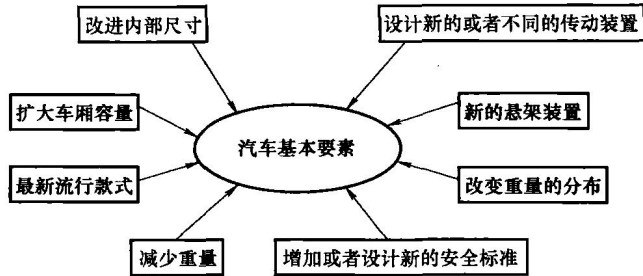
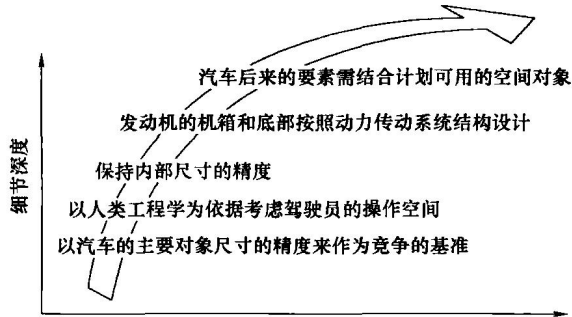


图 1-10 汽车人机工程设计的主要工作任务

a) 汽车人机设计的两个基本领域 b) 汽车人机设计的目标



c)



d)

图 1-10 汽车人机工程设计的主要工作任务 (续)

c) 汽车设计的主要目标 d) 汽车的发展情况

“空间几何”的含义是指，汽车的车室空间设计尺寸和造型设计尺寸应该满足驾驶员和乘员的主观与客观要求，能够“容纳 (Accommodation)”他们。车室的空间设计（如车顶）与室内设施的布置设计（如座椅和踏板布局）应该考虑对人体尺寸的容纳与适应（如伸腿空间、进出车门）；整车的总体设计 (Package, 见图 1-11) 和造型设计应该满足驾乘人员

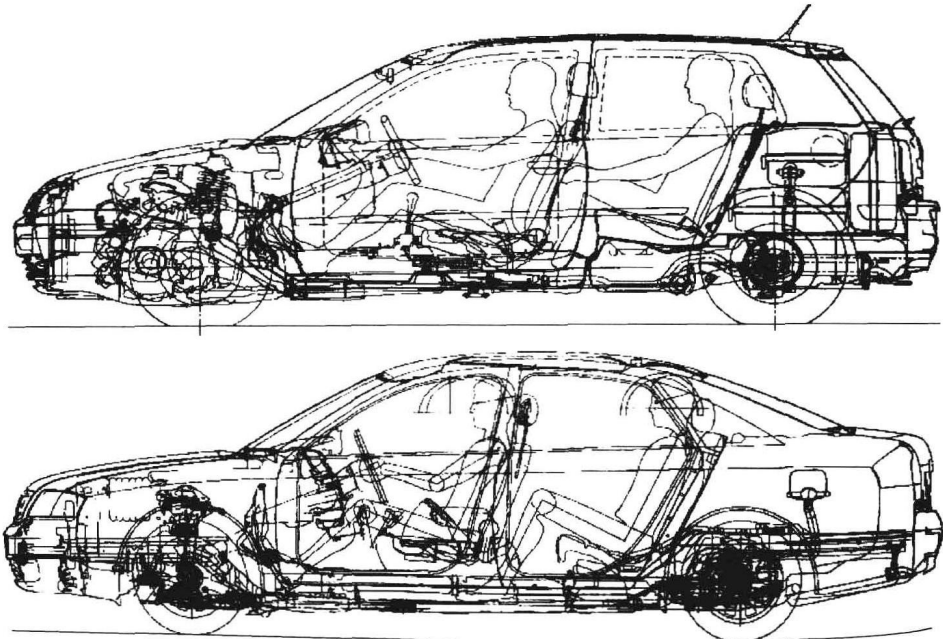


图 1-11 整车的总体设计

对道路等环境的视野需要。在产品开发中,为驾乘人员确定合适的车室尺寸是总布置设计的重要一环,驾驶员和乘员可以说是车身装配中最重要中的一个“零件”。另外,车室的温、湿、噪声环境等应适合驾乘人员工作与“居住”。

“人机界面”的设计目标是优化和减轻驾驶员的工作负荷和疲劳(如对外部环境和仪表的关注所造成的视觉疲劳和因操作杆件的操作力度及伸及所造成的操作疲劳)。驾驶员和汽车之间最重要的人机界面是座椅,接下来是施加给人工作负荷(包括生理和心理)的显示装置和控制(操作)装置等。人机界面的分类如图1-12所示。

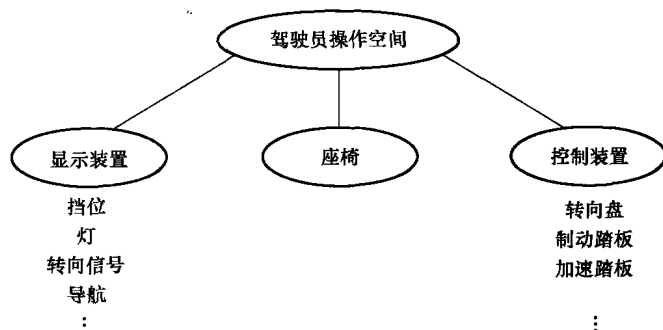


图 1-12 人机界面的分类

汽车人机工程设计是汽车新车型设计中首先要解决的问题之一。在汽车设计过程中,一般应完成如下几个与人机工程设计相关的设计任务。

- (1) 汽车总体布置设计与总体尺寸确定。
- (2) 驾乘人员空间位置布置设计。
- (3) 车室内空间尺寸设计。
- (4) 舒适坐姿与座椅设计。
- (5) 汽车视野设计。
- (6) 室内小气候宜人人性评价。
- (7) 室内显示装置人机界面评价。
- (8) 室内控制装置的布置设计。

1.5.2 汽车人机工程设计所涉及的研究范围

从汽车设计的角度出发,汽车人机工程设计所涉及的主要研究内容是以下几个领域:

- (1) 汽车人体计测量方法及驾驶员人体尺寸标准研究。
- (2) 信息传递理论在人—车—环境系统中的应用研究。
- (3) 汽车驾驶员眼椭圆与汽车视野性能研究。
- (4) 人机工程在汽车总布置设计中的应用研究。
- (5) 汽车驾驶员手伸及界面与操作空间设计研究。
- (6) 汽车驾驶员肢体操作力与杆件布置设计研究。
- (7) 汽车驾驶员坐姿舒适性研究。
- (8) 汽车乘员振动体觉研究。
- (9) 汽车驾驶员座椅设计研究。
- (10) 与人体相关的汽车被动安全研究(人体损伤、肢体保护机理)。
- (11) 汽车室内气候宜人人性研究。
- (12) 人的视觉特征在车室仪表显示系统设计中的应用研究。
- (13) 色彩学在汽车造型及内饰设计上的应用研究。
- (14) 人—车系统评价与系统优化匹配研究。

第2章 汽车人机工程学中的人体因素

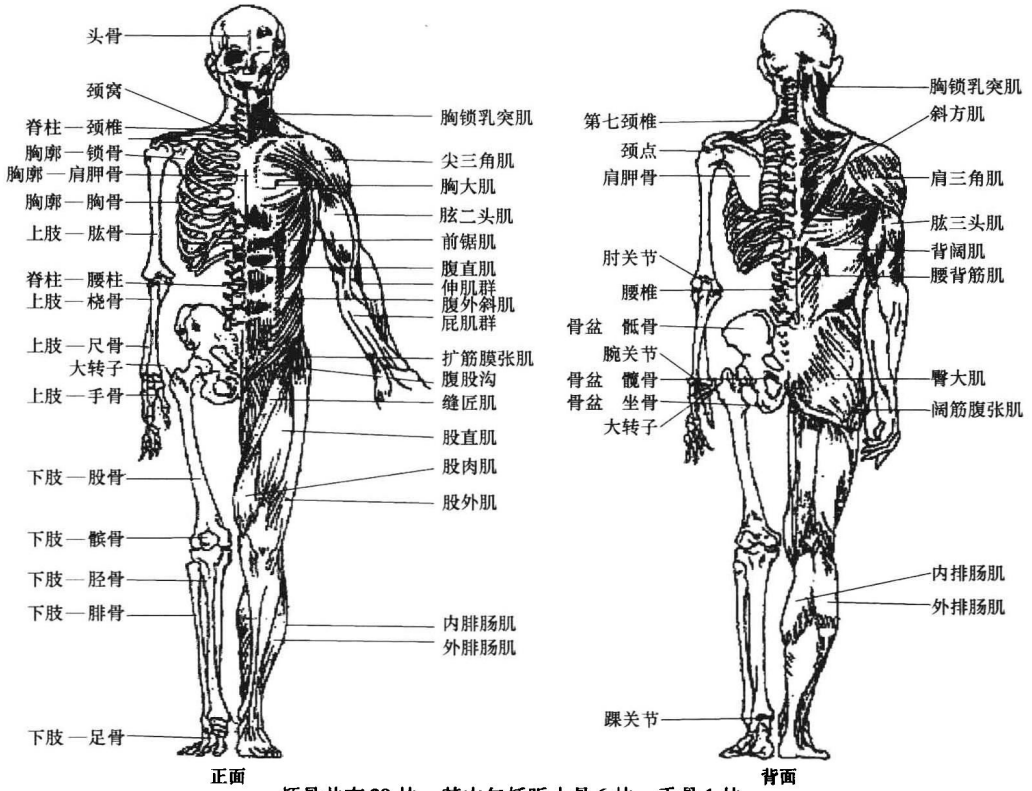
2.1 人的特性

2.1.1 人体运动系统组成

人们的一切活动都是通过人体的运动系统完成的。人体的运动系统主要由骨骼、关节、肌肉三大部分组成。人们工作要完成各种动作，主要是靠肌肉收缩进而作用于骨骼的结果。就是说，人体的运动是以骨关节为支点，以骨为杠杆，通过附着在骨面上的骨骼肌的收缩，牵动骨骼改变位置而完成的。

2.1.1.1 骨骼

骨骼是人体的构架。骨是人体内部最坚固的组织，骨与骨之间借人体纤维结缔组织和软骨等相连，最终形成骨骼。人体全身共有 206 块骨，约占体重的 1/5，其中 177 块骨参与人体运动，如图 2-1 所示。人骨大多是成对出现的，只有少数不成对。依其所在部位的不同，



颅骨共有 29 块，其中包括听小骨 6 块、舌骨 1 块。
躯干骨共有 51 块，包括椎骨 26 块、肋骨 12 对、胸骨 1 块。
四肢骨共有 126 块，包括上肢骨 64 块、下肢骨 62 对。

图 2-1 人体骨骼与肌肉