

普通高等教育“十三五”规划教材

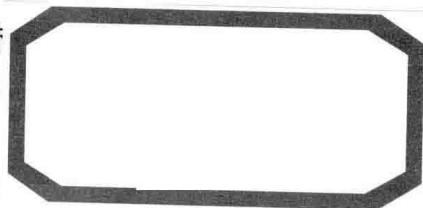
车辆人机工程学

Automotive Ergonomics

李惠彬 孙振莲 ◎ 编著

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材



车辆人机工程学

Automotive Ergonomics

李惠彬 孙振莲 © 编著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是一本最新的车辆人机工程学方面的教材,覆盖了车辆人机工程学与设计的全部关键内容,其中包括:人体测量与生物力学、作业空间与乘坐空间设计、驾驶员信息采集与处理、控制显示装置设计和内部布置、视野、汽车灯光、汽车上下车设计、汽车外部界面、汽车方向盘设计技巧、乘坐舒适性与NVH设计、汽车驾驶室和车厢内小环境气候调节、人机工程师在汽车设计过程中的角色、汽车评价方法、人机工程学发展趋势和新技术、军用车辆设计中的人机工程学问题,以及人机工程学的工程应用案例讲解与剖析。

本书可以满足真心致力于提高车辆与机械产品使用性能的学生和专业人士的需要,还可以作为大专院校车辆工程、工业工程、工业设计、交通与运输工程、机械工程专业课程教材或参考书,也适合车辆工程、装甲车辆工程、机械工程设计及制造专业人员参考阅读。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

车辆人机工程学 / 李惠彬, 孙振莲编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 12
ISBN 978 - 7 - 5682 - 5031 - 3

I. ①车… II. ①李…②孙… III. ①汽车工程—人—机系统 IV. ①U461

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第304136号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 22.25

彩 插 / 6

字 数 / 518千字

版 次 / 2017年12月第1版 2017年12月第1次印刷

定 价 / 56.00元

责任编辑 / 封 雪

李秀梅

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

车辆人机工程学是涉及驾乘人员心理学、人体测量学、生物力学、解剖学、生理学、心理物理学、普通物理学、振动与噪声等多领域的科学。它涉及研究驾驶员与乘客的特性、能力和局限性，并应用这些信息来设计和评估人们使用的车辆产品。

研究车辆人机工程学的基本目标就是设计出尽可能满足驾乘者和车辆之间匹配性的产品，从而改进驾乘者的安全性（提供不受伤害和损失的自由空间）、舒适性、方便性等。此外，人机工程学设计要求“为大多数人设计”，即设计出的产品需确保在预计的大多数人中都可以适应使用。另外，还要把美学的理念融入产品中，使得人、车辆和环境能够浑然一体，并发挥最大的生产和社会效益。需要提醒人机工程师的事情是：在产品的设计过程中，工程师不但要通过关注产品的所有属性（例如：尺寸、材料、硬度、颜色、表面及与其他组件如何装配/工作）来设计产品的每个部分，此外工程师还要对该产品的目标用户群和操作环境（包括道路、交通、天气和操作条件，如雾霾、湿度、温度等）都有透彻的了解。

本书是作者在总结了13年车辆人机工程学方面的教学经验，以及多年与车企在人机工程学方面的产、学、研合作成果基础上撰写而成的，是一本最新的车辆人机工程学原理与设计教材。本书最显著的特色就是对汽车座椅设计与评价、车辆生产作业空间与车辆乘坐空间布置设计、汽车视野与灯光设计、汽车上下车设计、汽车方向盘设计、汽车生产线工人作业人机问题分析、军用车辆设计中的人机工程学问题、基于人机工程学的汽车评估方法进行了全面细致的阐述。本书覆盖了车辆人机工程学与设计的全部关键内容，其中基本内容包括：人体测量与生物力学、作业空间与乘坐空间设计、断面剖析与设计、驾驶员信息采集与处理、控制显示装置和内部布置、视野设计与校核、汽车前照灯与信号灯设计、汽车上下车界面设计、汽车方向盘设计与布置、乘坐舒适性与NVH设计、汽车驾驶室和车厢内小环境气候调节、人机工程师在汽车设计过程中的角色、汽车评价方法、国际上主流人机工程辅助设计软件介绍、人机工程学发展趋势和新技术、军用车辆人机工程学设计，以及人机工程学的工程应用案例讲解与剖析。

本书意在使读者对车辆人机工程学原理与设计问题有一个全面理解，

同时系统介绍设计和评估车辆的背景、法则、工具和方法。本书可以同时满足真心致力于提高车辆使用性能的学生和专业人士的需要，并且注重理论联系实际，在每一章内容中都介绍了分析或设计案例。

本书的出版得到了北京理工大学“十三五”规划教材出版基金的资助，并得到了北京理工大学教务处和北京理工大学出版社领导和有关编辑的热忱支持。作者在此对他们表示诚挚的敬意和衷心的感谢。

本书可供车辆工程、装甲车辆工程、交通运输、工业工程、工业设计、机械工程等专业的本科生使用，也可供从事车辆工程与装甲车辆工程设计开发的专业人员参考阅读和使用。

本书中，孙振莲撰写了第4~6章以及第14章和第15章等共计15万字内容，书稿中其余各章内容由李惠彬撰写。李惠彬对全书进行了统稿和审定，研究生侯兴和绘制了第8章部分插图。本书在撰写过程中，参阅了国内外同行专家许多宝贵的研究成果与资料，在此谨向他们致以衷心的感谢！

由于作者水平所限，本书的错误和不妥之处在所难免，恳请各位同行，使用本书的教师、学生以及广大读者提出宝贵意见！

作者 E-mail 地址：huibinli@163.com。

作 者

2017年6月于北京理工大学

目 录

CONTENTS

第 1 章 车辆人机工程学概论	001
1.1 概述	001
1.2 人机工程学的基本概念	003
1.3 人机工程学的研究对象	004
1.4 人机工程学的研究内容	004
1.5 人机工程学的发展简史	007
1.6 汽车设计和使用中的人机工程问题	010
1.7 未来车辆人机工程设计面临的新课题	011
1.8 车辆设计开发中的人机工程学工程师的职责	011
【案例分析】在车辆造型室职能范围内，应如何针对人机工程开展工作？	012
思考题	016
第 2 章 人体测量和生物力学	017
2.1 人体测量的基本知识	018
2.2 人体测量尺寸中的主要统计参数	024
2.3 常用的人体测量数据	025
2.4 人体测量数据的应用	042
2.5 人体模型	051
2.6 汽车用三维人体模型	054
2.7 生物力学在汽车设计中的应用	057
2.8 座椅设计	059
思考题	071
第 3 章 汽车生产作业空间与汽车乘坐空间设计	072
3.1 作业空间设计	072
3.2 坐姿静态舒适性设计	094
3.3 商用车辆与工程车辆驾驶室的作业空间设计	096

3.4 乘坐空间布置	098
3.5 设计案例分析	121
思考题	123
第4章 人体感知与运动特征——驾驶员信息采集与处理	124
4.1 人在人机系统中的功能	124
4.2 视觉机能及其特征	130
4.3 听觉机能及其特征	140
4.4 其他感官机能及其特征	142
4.5 神经系统机能及其特征	145
4.6 人的信息处理系统	147
4.7 运动系统的机能及其特征	152
4.8 人的运动输出	158
思考题	160
第5章 人机信息界面设计 (显示装置设计、操纵装置设计)	161
5.1 概述	161
5.2 人机控制显示信息界面的形成	162
5.3 车载视觉信息显示设计	163
5.4 车辆驾驶员的眼椭圆	174
5.5 汽车后视镜设计	179
5.6 改善车辆视认性的途径	183
5.7 听觉信息传示装置	186
5.8 操纵装置设计	187
5.9 控制和显示设计的主观评价	201
5.10 小结	206
思考题	207
第6章 汽车视野	208
6.1 概述	208
6.2 视野类型	211
6.3 前视野评估	212
6.4 后视野校核	215
6.5 盲障角度	217
6.6 视野测量	219
6.7 小结	221
思考题	221
第7章 灯光与照明	222
7.1 概述	222
7.2 前大灯及设计	227
7.3 信号灯及设计	229
7.4 照明灯设备与信号灯光输出	232

7.5 信号照明评估方法	238
7.6 改善夜间和雨雾天气视认性的新技术	240
思考题	242
第8章 汽车上下车设计	243
8.1 概述	243
8.2 与汽车上下车有关的汽车特征与尺寸	245
8.3 上下车设计校核与上下车布置优化	251
思考题	257
第9章 汽车维护和装卸物品的外部界面设计	258
9.1 概述	258
9.2 研究的方法和问题	262
9.3 小结	265
思考题	265
第10章 汽车方向盘(设计)技巧	266
10.1 方向盘(设计)技巧	267
10.2 方向盘功能	270
10.3 方向盘结构	271
10.4 基于乘员保护的转向管柱布置角度	271
【案例分析】基于人机工程学的商用车方向盘布置	272
10.5 小结	273
思考题	274
第11章 乘坐舒适性与NVH设计	275
11.1 乘坐舒适性	275
11.2 人与振动环境	275
11.3 人与声环境	280
11.4 车内噪声分析与控制	283
【案例分析】SUV汽车高速行驶摆振现象分析及处理	286
11.5 小结	287
思考题	288
第12章 汽车驾驶室和车厢内小环境气候调节	289
12.1 概述	289
12.2 人体对环境的适应程度	290
12.3 人与热环境	291
12.4 人与光环境	294
12.5 汽车驾驶室和车厢内小环境气候参数	297
12.6 汽车空调风道设计	298
12.7 小结	301
思考题	302

第 13 章 人机工程发展新趋势	303
13.1 虚拟人与虚拟设计	303
13.2 计算机辅助人机工程设计系统	308
13.3 基于人性化的方向盘设计发展趋势	314
13.4 小结	317
思考题	317
第 14 章 人机工程学的工程应用	318
14.1 汽车生产线中的人机工程学研究	318
14.2 汽车装配车间的环境优化	321
14.3 汽车装配生产线与职业病的关系研究	323
14.4 小结	331
思考题	331
第 15 章 军用车辆设计中的人机工程学问题	332
15.1 一般用途装甲车辆座椅设计	332
15.2 装甲车辆座椅的防爆炸冲击设计	333
15.3 装甲车辆车内作业空间设计	335
15.4 装甲车辆总布置流程	337
15.5 装甲车辆控制器设计	339
15.6 装甲车辆视觉信息显示装置设计	341
15.7 装甲车辆仪表照明设计	343
15.8 小结	343
思考题	343
参考文献	344

第 1 章

车辆人机工程学概论

车辆是一种供人使用的载运工具，在设计开发车辆过程中，如何让车辆相关技术发展围绕人的需求来展开，并使车辆和环境的设计如何更好地适应和满足驾驶员和乘员的生理和心理特点，等等，这些问题的答案都需要车辆人机工程学来回答。

在机器时代的早期阶段，机器设计师一般要优先考虑机器设计需要，然后才考虑操作者的要求。例如，早期飞机只为身材矮小的操作者设计了有限空间。当矮小操作者逐渐稀少，就要考虑能够容纳更多不同身材尺度操控者的空间场所，也正是从那个时候人机工程学的概念便应运而生。人机工程学最初是研究人和机器之间的联系，或者说是通过研究他们之间的关系，来实现后者对前者功能的延伸，从而使机器的使用人群得到一定的普及。

1.1 概述

人机工程学是一门交叉学科，其研究的核心问题是不同作业中人、机器及环境三者间的协调，其研究方法和评价手段涉及心理学、生理学、医学、人体测量学（anthropometry）、美学和机械工程、车辆工程、建筑工程等多个工程技术领域。人机工程学研究的目的的是通过各学科知识的综合应用，来指导工作器具（如汽车）、工作方式和工作环境的设计和改造，使得人的各种作业在效率、安全、健康、舒适等几个方面得以提高。

1.1.1 人机工程学的名称与定义

1. 名称

人机工程学是在 20 世纪 50 年代迅速发展起来的一门新兴边缘学科，它从不同学科、不同领域发源，又面向更广泛领域得到研究和应用。由于其发源学科和地域不同，因而引起了人机工程学学科名称长期的多样并存。

(1) 在美国，人机工程学称作 human engineering；在西欧，人机工程学称作 ergonomics；在日本，人机工程学称作人间工学。

(2) 在中国，人机工程学的名称有：人类工效学、人类工程学、人体工学、人机工程学和人因工程学等。

2. 定义

(1) 美国学者 C. C. Wood 对人机工程学的定义：设备的设计必须适合人的各方面因素，以便在操作上付出最少能耗而求得最高效率。

(2) W. B. Woodson 对人机工程学的定义：人机工程学研究人与机器相互关系的合理方案，即对人的知觉显示、操纵控制、人机系统设计和布置、作业系统的组合等进行有效的研究，目的在于获得最高效率及人在作业时感到安全和舒适。

(3) A. Chapanis 对人机工程学的定义：人机工程学是在机器设计中考虑如何使人操作简便而又准确的一门学科。

(4) 钱学森对人机工程学的定义：人机工程是一门非常重要的应用人体科学技术，它专门研究人和机器的配合，考虑到人的功能能力，如何设计机器，求得人在使用机器时整个人和机器的效果达到最佳状态。

(5) 封根泉对人机工程学的定义：为了研究解决机器系统设计与人体有关的种种问题，使整个人机系统的工作效能达到最优而建立起来的一门科学——人体工程学。

(6) 国际人机工程学会对人机工程学的定义：人机工程学是研究人在某种工作环境中的解剖学、生理学和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，以及在工作中、家庭生活中和休假时怎样统一考虑工作效率，人的健康、安全和舒适等问题的学科。

(7) 美国学者 Bhise 认为：人机工程学的基本目标就是设计出尽可能满足用户（驾驶员）和设备（车辆）之间的匹配，从而改进用户的安全性（提供不受伤害和损失的自由空间）、舒适性、方便性，改善设备性能和效率（工作效率或不断增加的输出/输入之比）。

综上所述，人机工程学是从人的生理和心理特点出发，研究人、机、环境相互关系和相互作用的规律，以优化人-机-环境系统的一门学科。图 1.1 反映了在汽车设计开发过程中人机工程学的角色。

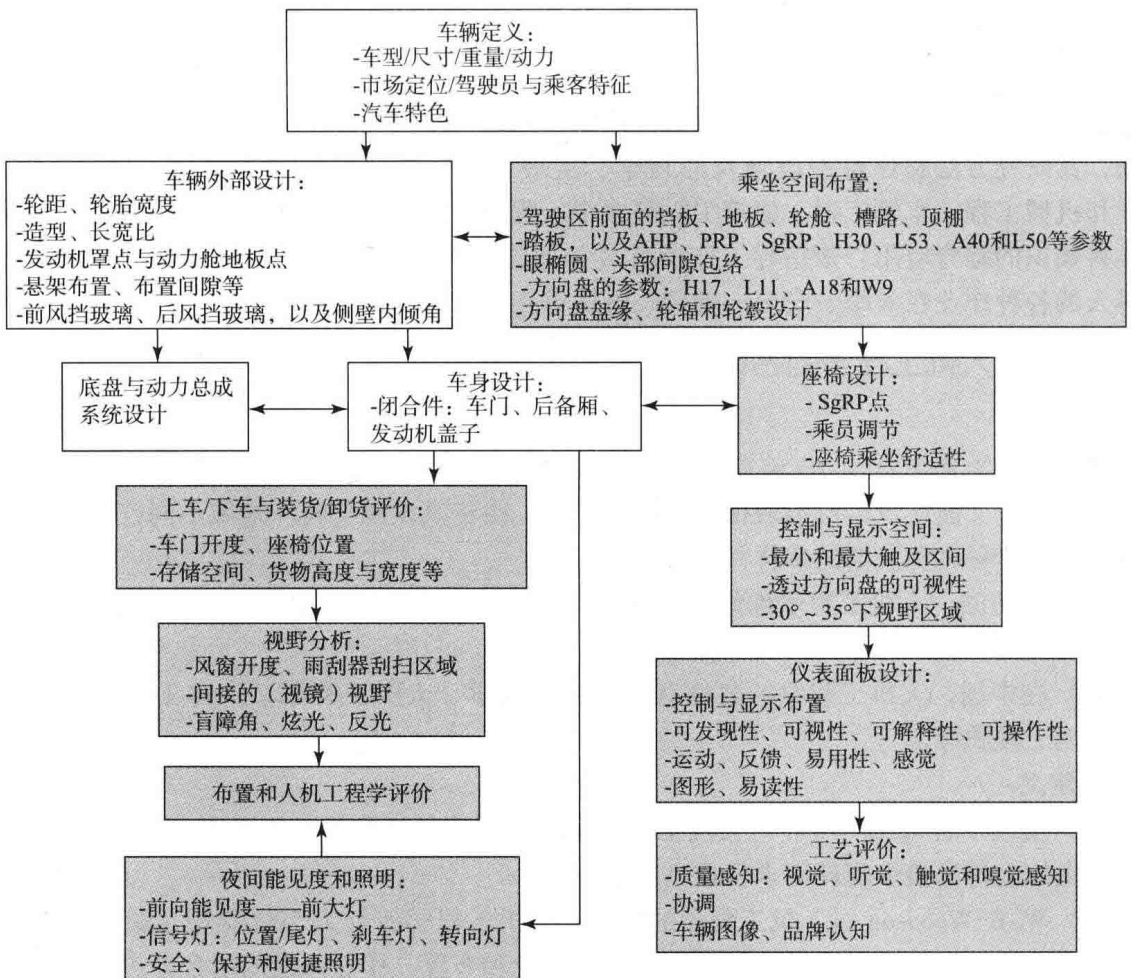


图 1.1 车辆人机工程学研究的领域（图中的灰色框图）

1.2 人机工程学的基本概念

1.2.1 人机系统 (man - machine system)

(1) 将人与机器联系起来, 并作为一个整体或系统来使用, 称为人机系统。人机系统就是指“人”与他所对应的“物”共处于同一时空时所构成的系统。

(2) “人”指的是在所研究的系统中参与系统过程的人; “机”泛指一切与人处于同一系统中, 与人交换信息、物质和能量, 并供人使用的物; “机”可以是机器, 也可以是物品; “环境”是指与“人”“机”共处的、对“人”和“机”有直接影响的几何与物理环境或间接影响的周围外部大气条件等。

(3) 如图 1.2 所示, 乘员 - 汽车这样的人机系统就处于车厢环境之中, 并与道路、大气环境的周围环境发生相互作用。汽车不仅直接排放 PM2.5, 而且排放包括有机物和元素碳等一次颗粒物, 还排放挥发性有机物、氮氧化物等气态污染物, 这些都是 PM2.5 中二次有机物和硝酸盐的“原材料”, 同时也是造成大气氧化性增强的重要“催化剂”。据统计, 2014 年北京市全年 PM2.5 来源中机动车的贡献占 31.1%。

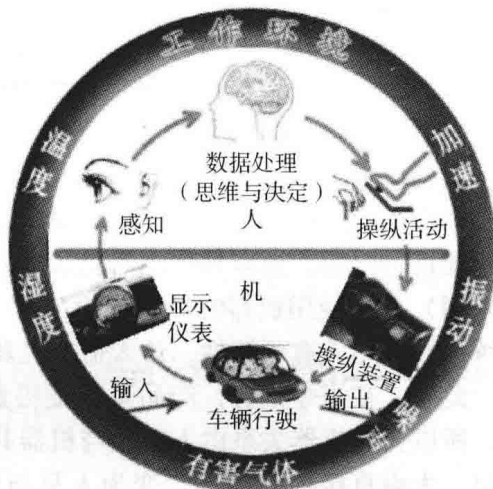


图 1.2 车辆人机系统

1.2.2 人机界面 (man - machine interface)

在人机系统中, “人”与“机”之间能够相互施加影响、实现相互作用的区域称为人机界面。人通过感觉器官(眼、耳、鼻、舌、身体)接收外界的信息、物质和能量, 又通过人的执行器官(手、脚、口、身等)向外界传递人发出的信息、物质和能量。比如驾驶员通过手和脚分别操纵方向盘和踏板, 实现驾驶汽车。

一般来说, 人机系统界面可以分为以下三类:

1. 控制系统人机界面

如车辆驾驶系统、飞机驾驶系统和交通调度系统等。人机界面是机器通过显示器(主要是视觉、听觉显示器、传感器)将机器运转信息传递给人, 人再通过机器操纵装置对机器传达指令, 从而使机器按人所规定的状态运行。

2. 直接作用型人机界面

此类界面属于“人”与“机”直接相互作用, 要求“机”适合人体形态、尺寸及操作能力, 使人在使用过程中用力适当、感觉舒适、操作方便和安全可靠。例如, 汽车手刹、各种座椅、家用与办公家具、服装和手用工具等。

3. 间接作用型人机界面

在这类人机系统界面中, “机”的输出通过对环境影响, 间接作用于人的生理、心理过

程, 从而影响人的舒适、健康和生命安全。例如, 照明、振动、噪声、小环境气候及生命保障条件等都属于此类人机界面。

1.2.3 人机关系 (man - machine relationship)

在产品的设计过程中, 为了建立良好的人机关系, 需要遵守以下三条基本原则:

1. 机宜人 (fitting the equipment to the users)

要求设计的产品尽量满足使用者的体质、生理、心理、智力、审美以及社会价值观念等素质条件的要求, 具体内容包括以下几点:

- (1) 信息显示既便于接受又易于做出判断。
- (2) 控制系统的尺寸、力度、位置、结构和形式等均适合操作者或使用者的需要。
- (3) 产品如工具、用品和器具等的使用得心应手, 并能充分发挥使用效率。
- (4) 人所处的作业环境舒适安全, 有利于身心健康, 并能充分发挥人的功能等。

2. 人适机

在产品使用过程中, 操作环境或生活环境在空间和时间上往往受到经济上可行性、技术上可能性的限制, 还有机器本身性能要求条件 (如坦克驾驶室、起重机驾驶室等对作业空间限制) 以及使用机器时外界环境条件 (如高温作业) 等, 所以要求对人因素予以限制和训练, 并利用人有可塑性, 让人适应机器要求。

此外, 在当今社会, 产品系统变得愈加庞大、自动化程度高、控制系统智能化和无人化, 所以人与机器关系由人直接与机器共同参与生产过程逐渐转变为人远离生产过程, 与此同时, 人由直接控制机器, 变为人只与监控系统对话, 人机界面逐渐由体力型 (感知型) 转变为心理型 (认知型), 对操纵者文化素质、诊断与决策能力要求越来越高。

3. 为大多数使用者设计

此原则要求设计出的产品需确保在预计的大多数人中都可以适应使用, 而不能为“平均值”设计, 或为“极端值”设计。另外, “为大多数人设计”要求设计师知道用户群都是谁, 且知道用户群的特征分布、能力和局限性。比如, 设计师在进行重卡驾驶室内设计及人机布置时就要事先知道驾驶员的年龄分布、生理与心理特征等。

1.3 人机工程学的研究对象

人机工程学的研究对象包括: 人-机-环境系统的各个组成部分的属性以及系统的总体属性, 并研究它们之间的相互关系的规律。根据人机工程学研究对象不同, 目前有关人机工程学的专著及教材名称有: 人机工程学、人因工程学、车辆 (或汽车) 人机工程学、工业设计人机工程学、环境设计人机工程学、安全人机工程学、控制室设计人机工程学、信息产品设计人机工程学等。

1.4 人机工程学的研究内容

1.4.1 人的特性的研究

人在各种人机系统中是最重要、最活跃的环节, 也是最难控制的环节。但人是人机工程

学研究的基础。人的特性研究内容包括以下几个方面的内容:

- (1) 人体(静态和动态)尺寸及人体测量技术。
- (2) 人体的力学性能:其包括人在各种状况下,其质量特性、质心位置、肢体运动速度、人的体力和耐力等参数变化规律。
- (3) 人的劳动生理功能:包括人的体力负荷、脑力负荷、人体反应与疲劳机制等。
- (4) 劳动中人的心理过程:研究劳动中心理调节的特点、心理反射的机制、心理负荷及疲劳的心理机制等内容。
- (5) 人的信息传递能力:研究人对信息的接收、传递、储存、加工和人的信息输出能力及其机制,为系统信息编码、信息显示及控制装置设计提供依据。
- (6) 人的可靠性:研究人在正常情况下产生失误的可能性,为系统的可靠性与安全设计提供依据。
- (7) 人员选拔和训练:研究人的基本素质的测试与评价、人员选拔和训练等。
- (8) 人的动作时间研究:研究人的操纵动作,寻求改善作业的途径,进行人的作业设计,比如汽车生产线各工序符合人体工学的作业时间。
- (9) 人体模型:研究人的数学模型、物理仿真模型(即假人)、二维人体模板和三维虚拟人体模型等。
- (10) 基于人体模型的产品虚拟设计及人机工程校核。目前市场上推出的诸如 Ramsis 软件等就可以用于汽车产品的虚拟样机的人机工程学设计。

1.4.2 机的特性的研究

人们设计制造的各种机器和产品是人生活和工作的载体,它们是要实现一定功能的。为了更好地实现各种功能,机的特性研究需要包括以下几个内容:

- (1) 信息传达特性:包括仪表显示、语言与音响信息传达、触觉信息传达、图形符号、编码方法等特性。
- (2) 操纵控制特性:包括操纵装置、控制装置、控制系统等特性。
- (3) 安全保障技术:包括冗余性系统、机器保险装置、防止人的操作失误及失职的设施、事故预警预防方法、救援方法、安全保护措施、机器的防错设计等。
- (4) 动力学仿真技术:包括受控对象的动力学建模、数学仿真、虚拟与物理仿真技术等。
- (5) 宜人化技术:研究改善人的舒适性及使用方便性的技术,如振动及噪声的控制、隔离和防护,座椅及操纵手柄等用具的宜人化布置与设计等。

1.4.3 环境特性的研究

人机系统的存在离不开各种各样的环境,这些环境包括:生产环境、生活环境、室内环境、室外环境、自然环境、人造环境等。其中,车辆的行车环境包括:道路、交通和天气;行车时间条件包括:黎明、白天、黄昏和夜晚。

环境特性研究包括以下几个内容:

- (1) 作业空间:如各种车辆驾驶室、客车车厢、工厂场地、厂房、机器布局、生产线布置、道路及交通、紧急脱险与避难场所等。

- (2) 物理环境：包括噪声、照明、空气、温度、湿度、气压、粉尘、激光、辐射、重力、磁场等各种物理因素。
- (3) 化学环境：包括有毒物质、化学性有害气体及水质污染等。
- (4) 生物环境：包括细菌污染及病原微生物污染等。
- (5) 美学环境：如造型、色彩、背景音乐等。

1.4.4 人-机关系的研究

在人-机-环境系统中，人与机之间是相互作用、相互影响的，他们之间的关系是否和谐直接影响到人机系统功能的正常发挥，并影响到人机系统的可靠性与安全性。人机关系的研究包括以下内容：

- (1) 人机系统功能分配。
- (2) 人机界面优化匹配。
- (3) 人机系统特性协调：比如研究车辆的工作特性对操作者的身体、心理、文化素质以及专业技术的要求，并研究驾驶员的职业适宜性、事故倾向性等。
- (4) 人机系统可靠性。
- (5) 人机系统安全性等。

1.4.5 人-环境关系的研究

人与环境的影响与作用既有直接的，也有间接的。人与环境关系研究主要关注以下几个内容：

- (1) 环境因素对人的影响。
- (2) 环境质量标准、环境控制及生命保障系统的设计方法。
- (3) 人体保护技术等问题，比如汽车碰撞事故中乘员的保护技术等。

1.4.6 机-环境关系的研究

机-环境关系主要是研究环境因素对车辆性能的影响、车辆对环境的影响、环境保护技术等问题，比如不同道路路面对车辆平顺性、舒适性的影响，车辆排放污染物如PM2.5等对环境的影响。

1.4.7 人-机-环境系统总体性能的研究

研究的人机环境系统总体上要达到“安全、健康、舒适、高效”这一目标。为了实现这一目标，需要进行的研究内容有：系统总体性能分析、评价、数学模型、仿真技术和优化设计方法等。

1.4.8 人机工程学主要研究内容

人机工程学主要研究内容可以归纳为以下三点：

- (1) 研究设计机器系统中人操纵或使用的部件，应使它们便于操作员有效地使用，以保证人机系统的工作效能达到最优。
- (2) 研究从保证人的安全、健康、舒适和高工效出发，提出环境控制和安全保护装置

的设计要求与数据。

(3) 研究人机系统总体设计的最优化。

1.4.9 研究方法

人机工程学的研究方法主要有以下七种：

(1) 观察法。可借助摄影或录像来完成观察任务，比如车辆行驶记录仪。

(2) 实测法。一般需要借助仪器进行实际测量。图 1.3 所示为车辆在标准道路路面上进行的加速通过噪声试验，测试信号主要包括车外道路两侧噪声和车内噪声。

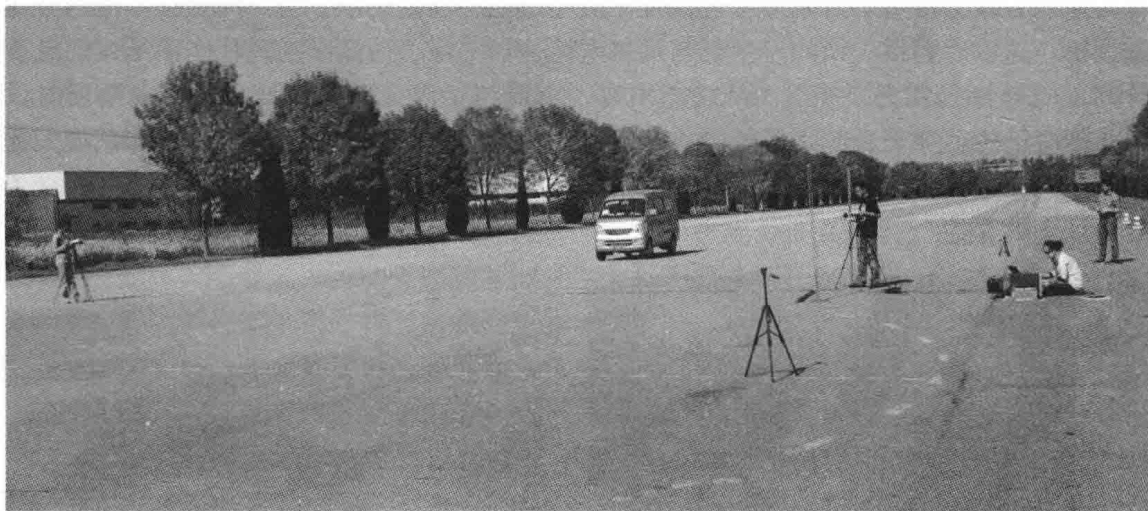


图 1.3 汽车车外加速通过噪声测试（见彩插）

(3) 实验法。此方法需要在实验室或作业现场进行反复观测。

(4) 模拟和模型试验法。此方法需要建立各种模型进行仿真或试验。

(5) 计算机数值仿真法。此方法正广泛地用于人机工程学分析与设计。

(6) 调查研究法。各种调查研究的方法（抽样/询问/问卷）注重测试方法的可靠性和有效性，其中，可靠性（一致性）是指重复实验时，结果应一致；有效性是指测试结果能真实反映所评价的内容。

(7) 分析法。这种方法是美国人机工程学专家 Honey Well（亨利威尔）提出，它是在上述各种方法中获得一定资料和数据后，将人-机-环境系统作为一个整体，对系统进行系统性的分析、评价的一种方法。

1.5 人机工程学的发展简史

世界人机工程学的发展经历了经验人机工程学、科学人机工程学和现代人机工程学三个阶段。

1.5.1 经验人机工程学（20 世纪初～第二次世界大战）

此阶段人机工程学的特点：机械产品设计的主要着眼点在于力学、电学、热力学等工程

技术的原理设计上，在人机关系上是以选择和培训操作者为主，使人适应于机器。

人机工程学的重要奠基者与创始人是美国学者 Taylor，他从 1898 年开始在钢铁厂从事技术和管理的工作，他从人机工程学的角度找出铁锹的最优设计及铲运松散颗粒材料时每一铲最适宜的重量。他的研究成果为科学人机工程学的建立奠定了基础。

人机工程学的另一位重要奠基者与创始人是亨利·德雷夫斯（Henry Dreyfess，1903—1972），如图 1.4 所示。亨利·德雷夫斯起初是做舞台设计工作的，1929 年他建立了自己的工业设计事务所，1930 年他开始与贝尔公司合作。德雷夫斯坚持设计工业产品应该考虑的是高度舒适的功能性，提出了“从内到外（from the inside out）”的设计原则，贝尔公司开始认为这种方式会使电话看来过于机械化，但经过他的反复论证，公司同意按照他的方式设计电话机。这以后德雷夫斯的一生都与贝尔电话公司结缘，他是影响现代电话形式的最重要设计师。1937 年德雷夫斯提出了从功能出发，听筒与话筒合一的设计。德雷夫斯当时设计的 300 型电话机，今天看起来虽然老式，但这一设计首次把过去分为两部分、体积很大的电话机缩小为一个整体，如图 1.5 所示。由于这个设计的成功，贝尔公司与德雷夫斯签订了长期的设计咨询合约。

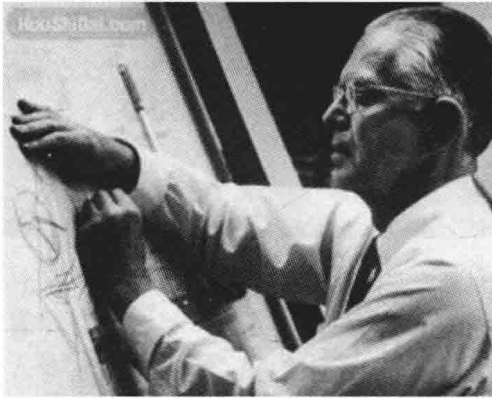


图 1.4 亨利·德雷夫斯
(Henry Dreyfess, 1903—1972)



图 1.5 德雷夫斯设计的
电话机（1937 年）

1.5.2 科学人机工程学（第二次世界大战～20 世纪 50 年代末）

随着第二次世界大战的爆发，战争中复杂武器的人机协调问题突然激化。特别是空战中歼击机对飞行员体能和智能要求的提高，使人员选拔和培训难度不断增大，促使飞机仪表显示、操纵工具和飞行员座椅等部件的设计，需要加大对人的因素的考虑，进而带动了有关人机工程技术和方法的发展。

此阶段以电子技术的广泛应用为主要标志的第三次产业革命开始（1945 年），人机工程学的研究和应用得到更广泛而迅速发展。亨利·德雷夫斯根据多年潜心研究有关人体的数据以及人体的比例及功能，于 1955 年出版了《为人的设计》一书，书中收集了大量的人体工程学资料。亨利·德雷夫斯的人体工程学研究成果体现在 1955 年以来他为约翰·迪尔公司开发的一系列农用机械中，这些机械产品设计围绕建立舒适的、以人机学计算为基础的驾驶工作条件这一中心，此外，外型简练、与人相关的部件设计合乎人体的基本适应要求，这是工业设计的一个非常重要的进步与发展。