



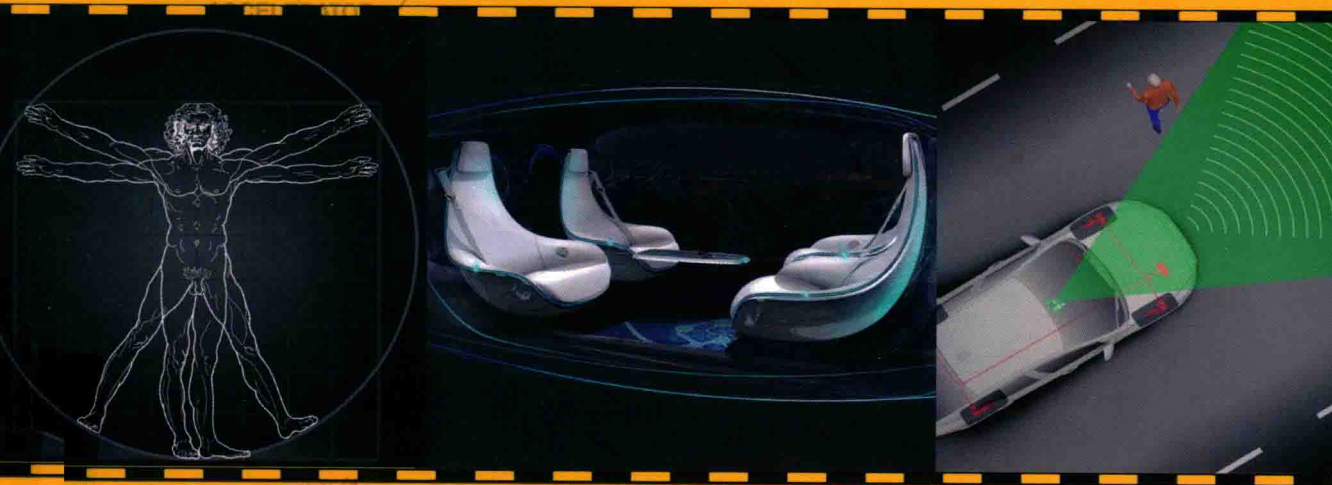
普通高等教育车辆工程专业“十三五”规划教材

车辆人机工程 设计与实践

Automotive Ergonomics Design and Practice

主 编 李晓玲

副主编 李 卓



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



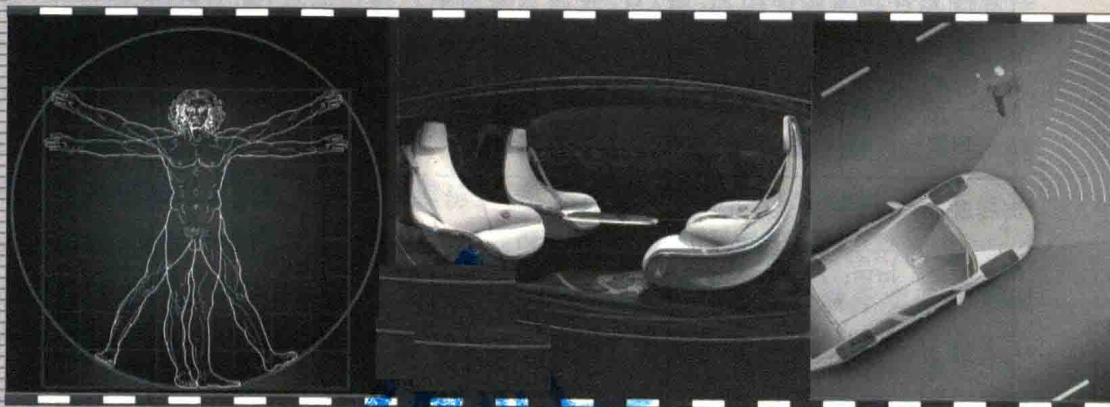
普通高等教育车辆工程专业“十三五”规划教材

车辆人机工程 设计与实践

Automotive Ergonomics Design and Practice

主 编 李晓玲

副主编 李 卓



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

人机工程学在车辆设计中具有非常重要的意义。从车身造型到车内布置,从最初的布置基准到整车尺寸,人机工程都发挥着举足轻重的作用。

本书共分七章,分别为车辆人机工程学概述、车辆人机工程学基础知识、车身设计人机学、H点整体布局、H点测量实验、车辆人机工程仿真、未来车辆发展趋势。全书系统阐述了车辆人机学中的设计理论与方法,强调了以H点为基准的车辆布局设计基础知识和人车空间校核方法,突出了人-车系统中人的核心地位和主导作用,保证人车系统的最佳工效评估,从而实现驾驶过程中的安全、舒适、便利、愉悦的综合目标。

本书可作为高等院校车辆工程、工业设计、汽车服务工程等专业本科生教材或硕士生选修教材,也可供相关专业教师、科技和工程人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

车辆人机工程设计与实践/李晓玲主编. —西安:
西安交通大学出版社,2017.3(2018.8重印)
ISBN 978-7-5605-9417-0

I. ①车… II. ①李… 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 027472 号

书 名 车辆人机工程设计与实践
主 编 李晓玲
责任编辑 郭鹏飞

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 北京虎彩文化传播有限公司

开 本 727mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 405千字
版次印次 2017年4月第1版 2018年8月第3次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-9417-0
定 价 56.00元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82665379
读者信箱:lg_book@163.com

版权所有 侵权必究

前言 PREFACE

速度与激情不仅仅来自于澎湃激荡的引擎轰鸣,也源于劲炫挺拔的车身造型,无论是匠心独具的小众设计,还是全民交赞的大众经典,汽车的车身和内饰设计都凝聚了别具一格的创意和勇于探索的勇气;精致的细节展现出人类的无穷想象,记录着每个时代审美趣味的演进历程,也映射出不断发展进步的科技力量。艺术与科学的融合是汽车美学文化的表征,也是人-车安全舒适、和谐统一的基础。

汽车人机工程学是与车型设计、车内布置关系最为紧密的一门学科,它不但关系到整个车身的造型形态和空间布局,也直接关系着人车界面间的主观感受和交互性能,是车辆设计的基础课程,在整车设计的每个环节都起着重要作用,即人-车关系是否达到舒适、安全、愉悦标准。

目前,汽车车身设计和内部布置校核方面普遍采用美国汽车工程学会(SAE)或联合国欧洲经济委员会(ECE)的相关标准,且在仿真人体模型方面美、日、德、法国等国家也有成熟软件进行布局,车辆设计已整体形成了以设计驱动技术创新的新思路,各国都加大了对美学创意的投入;我国与之相比,汽车人机工程学研究大约起步于 20 世纪 80 年代,比欧美等国约晚 50 年,国内的汽车设计以工程为核心的现象比较普遍,仍限于解决“有无”问题,尚无暇顾及“美丑”,这就使得车辆造型和布置设计长期处于模仿阶段,同质化严重,缺乏创新和创意,因此掌握人机工程设计方法,用国际视野激发设计思维是目前我国汽车设计界亟待解决的问题。

本教材遵循车辆工程专业培养大纲和 SAE 国际相关标准,在作者多年教学实践的基础上,将企业对汽车设计人才知识需求和学生对汽车设计必修知识的掌握要求相结合,旨在介绍车辆人机设计中的指导原则、知识、工具和方法,将人机知识、设计基础和实践环节按顺序进行内容安排,图文并茂,深入浅出,理论结合实践,使得工程和设计类的本科生和研究生从中了解人机工程学在汽车造型设计、布局设计、整体开发过程中的重要性,掌握从学到练的全过程。本书特色如下:

- (1) 与国际教材同步,参考国际上最先进的专业汽车设计院校专用教材,以 H 点为基准进行车身整体造型和车内布置设计。H 点(Hip-Point)是车身布置和测量的关键基准点,对于驾驶室的人机参数测量、内部基准点定位、驾乘者安全舒适性具有重要意义。
- (2) 丰富知识。加入车辆造型文化、整车设计流程、未来车辆发展趋势等内容;言简意赅地讲解车身造型文化的变迁。

(3)图文并茂,直接面向学生实际需求深入浅出地安排人机知识、设计基础和实践环节;以丰富图例为学生打开车辆造型文化以及人机工程设计之门。

(4)适应面广,可面向车辆工程、工业设计、汽车服务工程等专业学生。

本书既适用于机械工程类专业如车辆工程、汽车服务工程等专业方向,也适合设计类专业如工业设计、交通工具设计等专业,可作为本科生教材或硕士生选修教材,同时亦可供汽车设计人员和相关设计人员参考。

本书由西安交通大学李晓玲任主编,进行全书内容的规划安排,撰写1、2、5、7章,并提供第6章仿真素材内容;武汉理工大学李卓撰写第3、4章;西安交通大学张海霞整理完成了第6章,武汉理工大学汽车工程学院邓亚东教授审阅了全书。

由于时间和精力所限,书中难免会有错误和缺点,敬请各位读者批评指正。主编联系方式:xjtulxl@mail.xjtu.edu.cn。

编者

2016年11月



目录

CONTENTS

第 1 章 车辆人机工程学概述	(001)
1.1 人机工程学	(001)
1.1.1 人机工程学定义	(001)
1.1.2 人机工程学发展	(002)
1.1.3 人机工程学的研究对象	(003)
1.1.4 人机工程学研究方法	(004)
1.2 车辆人机工程学	(005)
1.2.1 车辆设计中的人机工程问题	(005)
1.2.2 车辆人机工程学研究现状	(007)
1.2.3 车辆人机工程学研究工具	(008)
1.3 本教材重点内容	(009)
思考题.....	(009)
第 2 章 车辆人机工程学基础知识	(010)
2.1 车辆设计中的人体参数	(010)
2.1.1 人体测量的基本内容	(011)
2.1.2 测量数据的统计方法	(012)
2.1.3 汽车设计中关键人体尺寸	(015)
2.1.4 人体主要参数计算	(020)
2.2 车辆设计中的生物力学	(022)
2.2.1 人体运动系统组成	(022)
2.2.2 人体的生物力学特征	(023)
2.2.3 汽车操作相关的生物力学	(025)
2.3 车辆设计中的感知认知	(030)
2.3.1 人的感觉和知觉	(030)
2.3.2 人的视觉特性	(031)
2.3.3 人的听觉特性	(034)
2.3.4 人的触觉特性	(035)

2.3.5 人的信息处理特性	(035)
2.4 车辆显控设计	(037)
2.4.1 显示装置设计	(037)
2.4.2 操控装置设计	(041)
2.4.3 显控装置的布置原则	(043)
2.5 车辆舒适性	(044)
2.5.1 汽车声振舒适性(NVH)	(044)
2.5.2 汽车热舒适性(HVAC)	(049)
2.6 照明及色彩	(058)
2.6.1 照明的影响	(058)
2.6.2 色彩的影响	(060)
2.7 安全性防护	(062)
2.7.1 汽车的主动防护系统	(062)
2.7.2 汽车的被动防护系统	(064)
2.8 本章小结	(069)
思考题	(069)
第3章 车身设计中的人机因素	(070)
3.1 车身风格演变中的人机学	(070)
3.1.1 马车型车身	(070)
3.1.2 箱型车身	(071)
3.1.3 流线型车身	(073)
3.1.4 船型车身	(078)
3.1.5 鱼型车身	(078)
3.1.6 楔型车身	(080)
3.1.7 子弹头型车身	(083)
3.2 车身造型中的文化特征	(084)
3.2.1 地域文化特征	(084)
3.2.2 品牌文化特征	(085)
3.3 车身造型设计流程	(090)
3.3.1 常规车身设计方法及程序	(090)
3.3.2 现代车身设计方法及程序	(094)
3.4 本章小结	(097)
思考题	(097)
第4章 车辆H点整体布置设计	(098)
4.1 车辆整体布置中的影响因素	(098)

4.1.1	车身姿态与比例	(099)
4.1.2	车型功能与动力	(102)
4.1.3	车辆 H 点基准	(110)
4.1.4	不同车型 H 点位置	(112)
4.1.5	基于 H 点的辅助布置工具	(114)
4.2	车内人机空间划分	(128)
4.2.1	显控界面设计原则	(128)
4.2.2	乘坐空间的布置原则	(130)
4.3	H 点设计应用	(134)
4.3.1	座椅设计	(134)
4.3.2	视野设计	(139)
4.3.3	手控界面设计	(150)
4.3.4	脚控界面设计	(155)
4.3.5	其他设计	(159)
4.4	本章小节	(166)
	思考题	(166)
第 5 章	H 点装置测量实验	(168)
5.1	HPM 装置介绍	(168)
5.1.1	HPM 装置关键基准点	(168)
5.1.2	H 点装置构造	(170)
5.2	H 点装置安装程序	(176)
5.3	H 点实车测量步骤	(179)
5.4	整车布置中的硬点尺寸	(182)
5.4.1	硬点尺寸	(182)
5.4.2	整车布置程序	(186)
5.5	本章小结	(193)
	思考题	(193)
第 6 章	车辆人机工程仿真	(194)
6.1	CATIA 软件及人机模块简介	(194)
6.1.1	CATIA 软件的简介	(194)
6.1.2	CATIA 人机工程模块简介	(196)
6.2	CATIA 基本功能示例	(197)
6.2.1	CATIA 的界面及操作简介	(197)
6.2.2	CATIA 的零件设计基础	(199)
6.3	CATIA 人机系统工具模型构建	(207)

6.3.1	眼椭圆建模	(207)
6.3.2	头部包络面建模	(210)
6.3.3	手伸及界面建模	(213)
6.3.4	人体局部空间模型的定位	(216)
6.4	CATIA 车辆人机分析	(217)
6.4.1	人体模型的建立及定位	(217)
6.4.2	车辆人机分析工具及应用实例	(223)
6.5	本章小结	(235)
	思考题	(236)
第7章	未来车辆发展趋势	(237)
7.1	智能化趋势	(237)
7.1.1	车载信息人机交互系统	(237)
7.1.2	车载平视显示系统(Head UP Display, HUD)	(238)
7.1.3	多功能座椅	(240)
7.1.4	智能空间布局	(241)
7.1.5	无人驾驶技术	(243)
7.2	集成安全趋势	(244)
7.2.1	安全车身技术	(245)
7.2.2	视觉辅助技术	(246)
7.2.3	智能防碰撞系统	(246)
7.3	环保节能趋势	(247)
7.3.1	新能源汽车	(247)
7.3.2	汽车轻量化	(252)
7.4	本章小结	(257)
	思考题	(257)
附 录	(258)
参考文献	(262)



第 1 章

车辆人机工程学概述

人机工程学是一门以心理学、生理学、解剖学、人体测量学等多种学科为基础的综合性边缘学科。这门学科主要涉及到人的生理特性、作业能力以及局限性的研究,然后应用这些信息来设计和评估人们使用的设备和系统,即以人为中心,研究人与机之间的工作关系。

车辆人机工程学的基本目标就是设计出尽可能满足用户(驾驶人)和设备(车辆)之间高度匹配的汽车,从而改进汽车的安全性、舒适性、便捷性、驾驶性能和效率。此外,车辆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大多数人中都可以适用。汽车设计过程应考虑以下几个主要部分:(a)驾驶人/使用者;(b)汽车;(c)周围环境。系统中所有组成部分的特性在设计汽车的时候都必须考虑到。需要提出,在物理产品的设计过程中,工程师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。因此,在设计一辆汽车的过程中,对于汽车的目标用户群和操作环境(如道路、交通、天气、操作条件等),都必须有深入的了解。

1.1 人机工程学

1.1.1 人机工程学定义

人机工程学(Human Engineering),不同的国家有不同的命名。在美国,也被称人类工程学(Human Engineering)、人因学(Human factors)、工程心理学(Engineering Psychology)。在欧洲,人机工程学被统称为工效学(Ergonomics)。Ergonomics 原出希腊文“Ergo”,意为“工作、劳动”和“nomos”意为“规律、效果”,即探讨人们劳动、工作效果、效能的规律性。

人机工程学里面所说的“机”或“机器”是广义的,泛指一切人造器物:大到飞机、轮船、火车、生产设备,小到一把钳子、一支笔、一个水杯;也包括室内外人工建筑、环境及其中的设施等等。

根据国际人机工程协会(International Ergonomics Association, IEA)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。

而汽车人机工程学,则是研究人在汽车使用中的生理、心理以及人一车一环境的相互作用,使得汽车及其内部布局设计等能够更好地满足使用要求。

1.1.2 人机工程学发展

人机工程学作为一门新兴的边缘科学,起源于欧洲,形成于美国。英国是欧洲研究人机工程学最早的国家,于1950年成立了英国人机工程研究学会,并出版发行了著名会刊 *Ergonomics*;美国的人机工程学发展最快,1957年美国人机工程学协会成立,目前是出版人机工程学书刊最多的国家。国际人机工程协会(IEA)于1960年正式成立,1961年在瑞典的斯德哥尔摩举行了第一届国际人机工程学学术会议,此后每三年举行一次。

人机工程学的发展主要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。经验人机工程学阶段一直延续到第一次产业革命时期。自有人类社会以来,就有了最原始的人机关系——人与器物的关系。原始人狩猎用的棍棒、石块和投枪,其尺寸、重量总是与人的体能大体相适应的。大约2400多年前的战国时期,我国就出现了第一部科技汇编名著《考工记》(见图1-1)。在这部古代科技名著中,对一些器物制作应考虑的人性化问题已有相当深入的研究,例如兵器握柄的形状、弓箭的软硬程度都和使用功能以及使用者本人密切相关,不但考虑到兵器是否易用,甚至也考虑到使用者的心理。我国古代的指南车(见图1-2),是最早的自动控制系统,其设计原理与现代人机工程学的反馈原理相吻合,这种实际存在的人机关系及其发展,可称为经验人机工程学。



图 1-1 考工记



图 1-2 指南车

科学人机工程学始于第一次产业革命时期(1750—1890年),以法国 Jacquard 在纺织机械上使用穿孔卡片进行程序控制和英国 Watt 设计蒸汽机调速器为代表,人机工程学开始由经验逐步上升为科学;第二次产业革命时期(1870—1945年),美国学者 Frederick W Taylor 于1898年进行了著名的铁锹铲煤作业的试验研究,该操作方法在美国和西欧一些国家得到大力推行,成为风靡一时的提高劳动生产率的“泰勒制”方法,该时期的人机系统研究重视工作效率,强调人适应机器。

科学人机工程学在一战、二战期间得到了快速发展,第一次世界大战期间,飞机在军事上的作用凸现出来,随着仪表数量 and 控制器越来越多,由于误操作导致的意外事故频频发生,因此人们意识到投巨资研制的先进飞机未必能打赢仗,一味追求飞机技术性能的优越,而不能使

其与使用者的生理机能相匹配,也会直接影响操作安全。因此,一战期间,各参战国都聘请心理学家解决战时兵种分工、特种人员选拔和训练、军工生产中的作业疲劳等问题。美国哈佛大学心理学 Munsterberg 教授的代表作《心理学与经济生活》和《心理工艺学原理》是人机工程学的最早著作。这一时期的研究者多是一些心理学家,当时的学科名称是“应用实验心理学”,其特点是选择和训练人,使人适应机器。而战后,生理学家、心理学家、医生和工程技术专家将研究重心放到了共同解决武器和装备的优化设计实践上,设计思想逐步转变为“使机器适应人”,其研究成果也逐步推广到非军事领域,学科名称改成了“工程心理学”。

现代人机工程学是随着第三次产业革命(1945年)提出的,以电子技术广泛应用为主要标志。这一阶段的研究重点是把人、机、环境作为一个统一的整体来研究,创造最适合于人工作的机械设备和作业环境,使人—机—环境相协调,从而获得最高综合效能。1992年,联合国环境与发展大会通过了著名的《关于环境与发展的里约热内卢宣言》,以保护生态环境为前提,提出了经济与科技活动所必须遵循的“可持续发展原则”。其后不久,我国制定了国家的“可持续发展战略”,把环境保护提升到了现代化建设的国策之高度,将所考虑的环境延伸到了整个自然界的大环境,不仅要考虑人造器物给当今人们带来的效益,而且要充分顾及对未来子孙后代的影响。

1.1.3 人机工程学的研究对象

人机工程学,从人、机器及环境组成的系统的总体高度出发,把“人”“机”“环境”看作是系统的三大要素,通过这三大要素之间的信息传递、信息加工和信息控制等作用,组成一个复杂系统。除了研究人、机、环境各要素本身的性能,更重视研究这三大要素之间的相互关系、相互作用、相互影响,以及它们之间的协调方式,如图 1-3 所示。

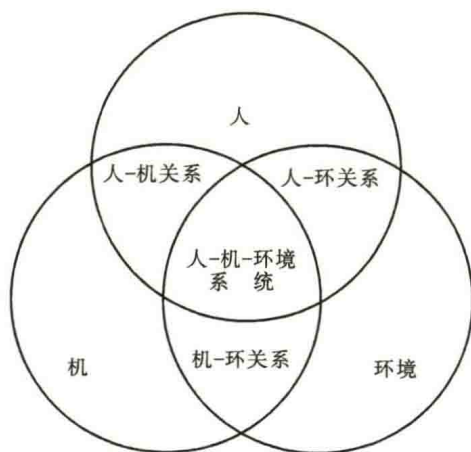


图 1-3 人-机-环境中三个子系统示意图

人(Man),是指活动的人体,即安全主体,人应该始终是有意识有目的地操纵物(机器、物质)和控制环境的,同时又接受其反作用。

机(Machine),是广义的,它包括劳动工具、机器(设备)、劳动手段和环境条件、原材料、工

艺流程等所有与人相关的物质因素。泛指一切人造器物：小到一把钳子、一支笔，大到飞机、轮船、火车、生产设备。

环境(Environment)，是指人、机器(或计算机)共处的特殊条件，它既包括物理因素的效应，也包括社会因素的影响。

“人一机—环境系统”，则是指由共处于同一时间和空间的人与其所使用的机器以及它们所处的周围环境所构成的系统。

人机工程学应用领域如表 1-1 所示：

表 1-1 人机工程学应用领域

范围	应用对象	举 例
产品和 工具设计 及改进	机电设备	机床,计算机,农业机械
	交通工具	飞机,汽车,自行车
	建筑设施	城市规划,工业设施,工业与民用建筑
	宇航系统	火箭,人造卫星,宇宙飞船
	仪器设备	计量仪表,办公器械,家用电器
	工作服装	劳保服,安全帽,劳保鞋
作业的设计 与改进	作业姿势、作业方法、作业量及工具选用和配置等	工厂生产作业,监视作业,车辆驾驶,物品搬运,办公室作业等
环境的设计 与改进	声,光,热,振动,尘埃,气味等等环境	工厂,车间,控制中心,计算机房,办公室,驾驶室,生活区域等

1.1.4 人机工程学研究方法

人机工程学研究方法通常分为三类：描述性研究、实验性研究、评价性研究。

描述性研究实际就是直接测量的方法。通过观测、实测、调查研究等调研大量的被试群体，运用数据统计得出一些参数的分布变化规律，进而对测试目标得出描述性结论。

实验性研究是在人为控制条件下，系统地改变一些变量因素来引起研究对象相应变化得出因果推论和变化预测的一种研究方法。实验法分为实验室和现场实验两种。前者是在控制环境条件下实验，对研究事物因果关系是有效的，但在实际应用上受到一些限制；后者能够反映操作者在现实的工作系统中的活动规律。但由于实际情况下有些因素或变量很难控制，所以就采用描述性研究中的直接测量法来进行。

评价性研究主要针对有些破坏性实验或不可复原的实验，通常采用客观实验或仿真模拟的方法进行。例如汽车出厂都要经过严格测试，而碰撞安全性实验就通常需要采用仿真计算的方法先期进行模拟，在不断优化防护设计之后可以通过实车假人碰撞实验进行验证和评价。如表 1-2 所示。

表 1-2 人机工程学研究方法

	描述性研究	实验性研究	评价性研究
使用范围	人的特征	变量对行为的影响	评价系统或产品
研究地点	可移动实验室	实际环境、实验室、模拟现实	实际环境
采样主体	代表性抽样、随机抽样、样本空间	具有代表性、与目标群体相独立	最终用户群体
数据收集	主观问卷、调查和访问	计算机辅助、实验测量	较困难,采用观察、访问或实验测量
分析数据	基本统计方法 如平均数、中位数等	复杂统计方法,如方差分析	类似实验性研究

1.2 车辆人机工程学

汽车是一种典型的高速运动的机器,随着汽车技术的进步和汽车应用的普及,人们对汽车的安全性、舒适性和操纵方便性提出了更高的要求,将人机工程学的原理应用于车身设计与车内布局中,已成为汽车设计中不可或缺的重要方面。随着机动车辆用途的日益扩大,汽车形态、自动驾驶技术、智能交通系统也日益多样和复杂,因而改善人一车一环境的要求越来越迫切,这就使得车辆人机工程学科应运而生,其主要目的就是研究解决在车身设计中如何适应人的特点,提高人车系统驾驶效率,并为司机和乘客提供舒适和安全的环境。

1.2.1 车辆设计中的人机工程问题

车辆人机工程学研究涉及车内乘员与汽车在正常工作条件下的相互物理作用。它包括研究车身尺寸和车内设计因素对驾驶员和乘客的姿势、位置、乘坐时的感觉和舒适性等的影响。车辆人机工程问题大致可分为以下几方面:车辆驾驶操纵系统人机界面的优化匹配、车辆的行车安全性及车内成员的人体保护技术、车辆驾驶员的适宜性和成员的乘坐舒适性、车辆的噪声控制、车内微气候环境的控制。

1. 车辆驾驶操纵系统人机界面的优化匹配

车辆驾驶操纵系统是驾驶员直接参与的最基本、最频繁、最重要的反馈控制系统,其人机界面设计的好坏直接影响到驾驶操作的安全性、舒适度以及持续驾驶过程的工作效率。

2. 车辆的行车安全性及车内乘员的人体保护技术

车辆的撞车、翻车事故严重威胁着人们生命和财产的安全。从人机工程学角度分析,车身设计中的安全性可以从主观和客观两个方面考虑。主观方面,指在交通驾驶中的人为因素造成的操作失误,其可能与司机的技术水平有关,也有可能与司机的生理与心理方面有关。从主观方面,应该减少人为因素造成的事故,减轻司机的疲劳,提高应急反应能力。

客观上讲,主要通过车身设计保护司机与乘客。车身设计分两方面:即主动安全和被动安

全。车辆的主动安全主要是指车辆避免碰撞、防止事故的能力,与人机工程学密切相关的有转向系统的操纵装置转向盘、制动系统的操纵装置、仪表显示装置、驾驶视野(照明灯、信号灯的性能,汽车的前、后视野性能)等,在操控力、力矩、视距、视野、可及域方面都需要按照人机学设计标准来实现操控稳定性及安全性。另外,主动安全也包括交通事故的逃生装置设计,如座椅、车门、扶手、门窗、立柱等。

车辆设计中的被动安全防护,主要是指在意外事故发生时,对司机和乘员进行人体的保护,尽量减少事故带来的伤害。如车辆设计中翻车和落物保护结构(Roll-over protection structure,简称 ROPS),是安装在工程车辆驾驶室外,用于翻车时系安全带的司机减少被挤伤的安全装置。

3. 车辆乘员的乘坐舒适性

车辆乘员的乘坐舒适性,主要取决于座椅能否为人提供舒适而稳定的坐姿,驾驶员(或乘员)一座椅一车辆系统能否有效地隔离或减小来自路面不平度的激励而产生的振动,使驾驶员(或乘员)所承受的全身振动负荷低于规定的限制;驾驶员一座椅一驾驶室系统的几何位置关系能否为驾驶员提供良好的视野和相对于各种操纵机构与显示装置的舒适位置。

舒适又操作方便的驾驶座椅,可以减少司机的疲劳程度,降低故障的发生率。座椅的舒适性是汽车乘坐舒适性的重要组成部分,包括操作舒适性、静态舒适性及动态舒适性(亦称振动舒适性)。座椅的静态舒适性是座椅在静止状态下提供给人体的舒适特性,主要与座椅尺寸参数、表面质量、调节特性等有关。动态舒适性是汽车在运动状态下通过座椅骨架及软垫将振动传递到人体的舒适特性。动态舒适性与座椅及人体的振动特性密切相关。来自路面的振动或激励通过轮胎、汽车悬架及座椅三级减振环节传递到人体,每一部分的传递特性都影响到乘员的舒适程度。

另外,座椅的可调节性和靠背支撑也是影响驾驶员舒适性的关键。一方面要保证不同体形、性别的驾驶员在行驶过程中视线观察效果最好;另一方面要保证驾驶员长时间驾驶不至于过度疲劳。只有以坐姿舒适性相关的人体特征点来确定座椅特征部位,才能保证舒适驾驶姿势。如图 1-4 所示。

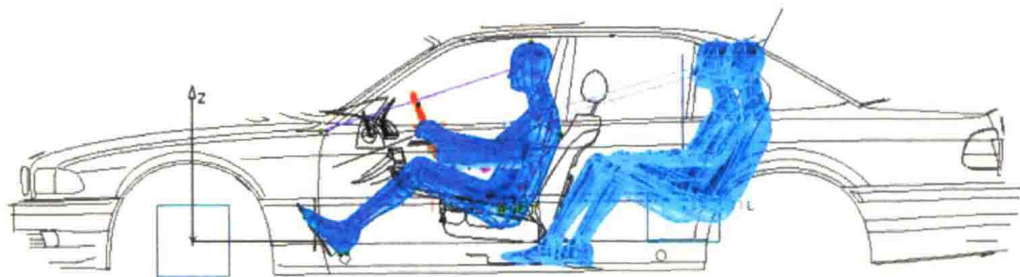


图 1-4 舒适驾驶姿势

4. 车辆与噪声控制

噪声通常是指一切对人们生活和工作有妨碍的声音。噪声是包含多种频率和声强的声波进行的杂乱组合,不但由声音的物理性质决定,而且与人们的心理状态有关。许多国家对噪声进行了限定,明确规定声强级达到 70dB 以上时为噪声。在汽车的设计研究中,设计者同样把

噪声列入了检测范围之一,作为人机工程学设计的一部分。

调查表明,机动车辆噪声占城市交通噪声的 85.5%。汽车驾驶室噪声不仅影响人们的身体健康,也降低了驾驶人的工作效率,同时成为导致各种交通事故的主要来源。对于汽车驾驶室,发动机是车辆上的主要噪声源,约占 55%~65%。车辆上的底盘噪声强度仅次于发动机噪声。底盘噪声主要包括传动系统噪声、制动系统噪声、液压系统噪声、轮胎噪声、喇叭噪声以及各种板件和杆件振动的噪声。除此之外,对于有驾驶室的车辆,由底盘传来的振动可能使驾驶室的壁、顶、门和窗等成为新的二次噪声源,当驾驶室的金属结构处于共振状态时,二次噪声更为严重。对于车辆设计中的噪声控制,主要在于利用驾驶室来降低驾驶员耳旁噪声。传统措施包括:吸声、消声、隔声、隔振和减振,其原理是利用可以吸收或减弱声能和振动的材料和结构,在噪声传播途径中吸收或减弱一部分声能,来降低驾驶员耳旁噪声。如在驾驶室与发动机之间,挡板面向发动机一侧的面板上,装设多孔材料的吸声护板;驾驶室内壁装设吸声材料,吸收室内的混响声;无驾驶室的车辆则在安全框架的适当部位装设吸声结构等。

5. 车内微气候环境的控制

对车内小环境气候宜人化控制的具体要求因机动车辆的类型、使用条件和运行环境的不同而异,依据人的热舒适性评价标准,控件的温度和湿度要根据季节的需要进行方便的调节,既要有保温装置,还要有通风装置。

汽车在行驶过程中,发动机的排气、燃油蒸汽和尘土都会进入车内。此外,司机和乘客还会排出二氧化碳,这些都会污染车内的空气。车内的空气过热、过冷或污染,必然会干扰驾驶员的注意力和反应能力,并且影响乘客的舒适性。为了给司机和乘员提供舒适的驾驶和乘坐条件,必须在车内进行空气调节,使车厢里的空气温度、湿度和流速等指标,保持在一定范围内。

除此之外,在车辆设计中,还包括如:机动车辆驾驶员的驾驶适宜性、机动车辆的道路交通适应性、人一车一路系统的综合优化。而驾驶适宜性,是指驾驶界面能保证驾驶者顺利、不出差错地完成驾驶任务,例如室内的环境色彩不宜过于明亮和刺激,否则长时间刺激驾驶员的眼睛,会造成视觉疲劳,从而形成安全隐患。

1.2.2 车辆人机工程学研究现状

我国的大部分汽车行业已经从过去传统落后的车身设计制造方法过渡到了现代以数字化设计为主的 CAD/CAM/CAE 时代,并在流程中引入了 DMU 辅助设计、强度校核、并行工程、碰撞模拟以及运动仿真等。虽然汽车人体工程学在我国起步较晚,但发展迅速,目前不少高校和汽车研究机构已把人机工程学逐步引入到车身设计中。

国外对汽车人机工程学的研究开始于 20 世纪 50 年代,积累了大量的测绘分析和基础性研究成果,并相继由欧、美、日等国家提出了一系列标准,有的已被国际标准组织所采用,如美国汽车工程师协会(Society of Automotive Engineers, SAE)其中对 H 点定位、人体模型、眼椭圆等设计都做出了明确规定。特别是在车内布局上,国外凭借先进的人体测量技术,将欧美人体作为主要测量对象,因此,我们在参考国外汽车设计时,就要对相关标准进行修订,GB10000—1988 是我国 1988 年颁布的最全面的人体测量尺寸,但随着时代发展,这些尺寸也有必要在具体设计中重新修订。

应用人机工程学原理对汽车驾驶室进行布局设计主要集中在提高驾驶舒适性方面,如:应用人体 H 点模型确定车身内部座椅的位置、高度及其他相关尺寸;根据驾驶员眼椭圆范围确定风窗玻璃刮扫面积和部位;根据驾驶员的手伸及界面确定操作按钮、仪表板的布置等。

随着车辆使用者群体特征的变化,车辆设计与制造技术的进步、道路交通环境的改善以及社会大环境的变化,车辆人机工程学面临的研究课题必将不断发生变化。①随着计算机和电子技术的发展,辅助控制装置将在汽车上大量运用,无人驾驶、智能化汽车也将越来越普及,因此汽车驾驶的人机功能分配、人机交互和人机界面匹配也将发生新的变化。②能源与环境问题将改变汽车的动力模式,从汽油燃料转变为新能源汽车,将为驾驶者带来更多新的操纵特性,需要人机工程学更好的去平衡、协调、优化设计工作。

1.2.3 车辆人机工程学研究工具

车辆人机学需要配备一些专门的硬件工具、软件工具等,硬件工具主要是指针对人体的生理心理以及环境参数的测量设备,例如生理参数测量仪、温度计、湿度计、噪声计、H 点装置等。

软件工具包括人体仿真和人机交互以及动作行为观测与认知分析软件等。典型的有 CATIA、JACK、RAMSIS、DEMIA、SAFework、SAMMIE 等,这些软件能对驾驶过程中的人体受力、视域、可及域、是否干涉,以及进出方便性等进行仿真模拟。其中人体数据库有美国、欧洲、日本、韩国等不同国家人体,仿真与评估标准参考 OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)、RULA(Rapid Upper Limb Assessment)、REBA(Rapid Entire Body Assessment)等经验量表或经验公式,例如 OWAS 量表可界定工作时的身体姿势,并按照其可能引发的伤害程度来区分等级;RULA 则以图表形式给出了不同姿势、作业形式、负重情况,以及频繁作业人体的受力分析和优化建议;REBA 综合考虑出力、动作重复和不当姿势等因素,评价对象可以是作业者全身,也可以是某一姿势。几种软件界面如图 1-5 所示,其中(a)为 CATIA 人机仿真界面,(b)为 Jack 人机工效仿真软件。

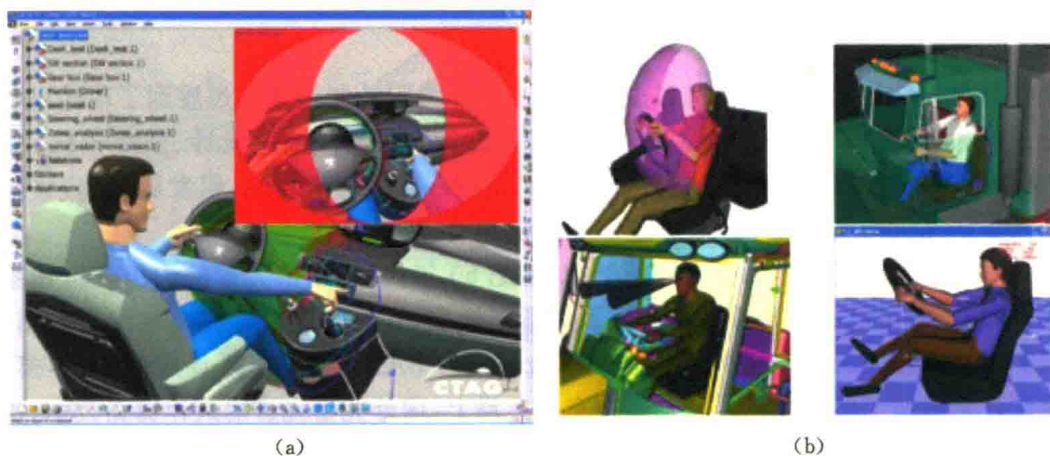


图 1-5 人机仿真软件