



汽车先进技术译丛

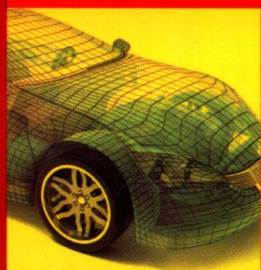
汽车技术经典手册

 Springer

汽车车身设计

下卷：系统设计

The Automotive Body Volume II : System Design



[意]

洛伦兹·莫雷洛 (Lorenzo Morello)

洛伦兹·罗斯特·罗西尼 (Lorenzo Rosti Rossini)

朱塞佩·皮亚 (Giuseppe Pia)

安德里亚·托诺利 (Andrea Tonoli)

著

王文伟 林程 译

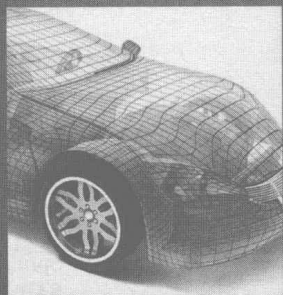
 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS


ASSOCIAZIONE TECNICA DELL'AUTOMOBILE



汽车先进技术译丛
汽车技术经典手册

 Springer



汽车车身设计

下卷：系统设计

The Automotive Body

Volume II : System Design

洛伦兹·莫雷洛 (Lorenzo Morello)

洛伦兹·罗斯特·罗西尼 (Lorenzo Rosti Rossini)

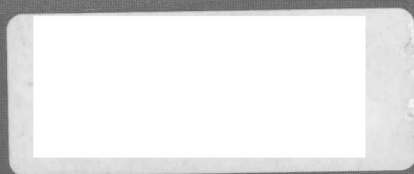
朱塞佩·皮亚 (Giuseppe Pia)

安德里亚·托诺利 (Andrea Tonoli)

著

[意]

王文伟 林程 译



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书为国外经典汽车技术类著作，分为上下两卷。下卷主要讲述了汽车设计过程中，消费者需求和设计规范之间存在的联系，以及系统规范和零部件规范之间存在的联系。本卷从车身的要求和功能开始，讲述了人机工程和总布置设计、温度舒适性及其影响因素，还讲述了车身结构的完整性和被动安全性。本书适合从事车身设计、汽车研究相关工作人员阅读参考。

Translation from English language edition:

The Automotive Body (Volume II: System Design)

by Lorenzo Morello, Lorenzo Rosti Rossini, Giuseppe Pia, Andrea Tonoli.

Copyright© 2011 Springer Netherlands.

Springer Netherlands is a part of Springer Science + Business Media.

All Rights Reserved.

This title is published in China by China Machine Press with license from Springer. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体版由 Springer 授权机械工业出版社在中国境内（不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区）出版与发行。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2014-2868。

图书在版编目(CIP)数据

汽车车身设计. 下卷, 系统设计/(意)洛伦兹·莫雷洛 (Lorenzo Morello) 等著; 王文伟, 林程译. —北京: 机械工业出版社, 2018. 5

(汽车先进技术译丛. 汽车技术经典手册)

书名原文: The Automotive Body (Volume II: System Design)

ISBN 978-7-111-59311-9

I. ①汽… II. ①洛…②王…③林… III. ①汽车-车体-系统设计
IV. ①U463. 820. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 041500 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: 何士娟 责任编辑: 何士娟

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 鞠 杨

责任印制: 张 博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2018 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 27 印张 · 2 插页 · 550 千字

0 001—1900 册

标准书号: ISBN 978-7-111-59311-9

定价: 168.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

译者序

近年来，我国汽车工业得到了飞速的发展，已连续多年蝉联世界汽车产销量第一，跻身世界汽车生产大国行列。汽车车身系统及部件设计是车辆工程领域非常重要的一项内容，因其涉及多个知识领域，如美学设计、材料、制造及生物学，因此目前这方面的专著并不多。

这两本关于车身的原著是由ATA（意大利汽车工程师协会）赞助的关于汽车工程主体系列丛书的一部分，这门课程从1999/2000学年在意大利都灵开设，2004/2005学年在那不勒斯开设，该课程的目的不仅是为企业提供新的资源，还为在全球化进程中争取一席之地——只有通过零部件商或供应商以及相关环节的负责人之间的文化认同，这个目标才能实现。

这两本书作为菲亚特集团下许多公司的培训材料，涵盖了汽车车身的各个方面，是菲亚特集团众多专家持续五年多努力的重要成果。这两本原著是在诸位作者大量实践经验的基础上的积累，图文并茂，深入浅出，有着非常严谨的风格和翔实的数据验证。

本书主要围绕车身设计来展开，涵盖了车身总体设计、概念设计、工程设计等各个阶段，既有空气动力学、计算几何理论、结构力学性能分析方法等基本理论与方法，又建立了各种模型，明确了测试评价方法，内容涉及车身总布置设计、车身造型设计、车身建模技术、车身结构性能设计、车身材料、车身制造工艺、车身部件设计、人机工程等。

我们从事汽车设计和新能源汽车技术研发工作多年，也曾前往国外访问交流汽车技术。在翻译该著作的过程中，力争展现原书的知识内涵，向读者介绍有关国外对于汽车车身设计的根本思想，同时也结合我国汽车车身设计的特点，融入了团队在相关领域的研究和实践经验。

本书由北京理工大学机械与车辆学院王文伟和林程翻译，在此感谢程雨婷、范佳宁、刘志山、杨盛、魏畅、高越、李宜丁、张汉禹、张伟、张志鹏、潘红在本书翻译过程中所做的工作。全书由王文伟统稿。

本书可供企业及科研单位的相关工程技术人员参考。通过学习本书，希望大家可以了解车身的基本构造与特点，掌握车身及其部件设计的基本理论、方法、技术、手段和流程，为从事汽车车身设计打下理论基础。

本书是汽车技术领域的专业著作，内容精深，译者的知识局限性会给译文带来很多不足之处，望广大读者多提宝贵意见。

王文伟 林程
2017年10月1日

目 录

译者序	
第7章 下卷简介	1
第8章 功能和规范	3
8.1 交通统计	5
8.1.1 交通量	7
8.1.2 能源消耗	11
8.1.3 运行车队	14
8.1.4 基础设施	19
8.1.5 社会影响	20
8.2 车辆功能	28
8.2.1 系统设计	28
8.2.2 消费者认知的功能	30
8.2.3 技术规范	33
8.2.4 车身系统设计	35
8.3 需求的测量	36
8.3.1 将主观判断转化为可测量的参数	36
8.3.2 欧洲 NCAP (新车评价规程) 评级	42
8.3.3 保险公司评级	49
8.3.4 抗老化性	52
8.4 法规	58
8.4.1 通用车辆	60
8.4.2 车身造型	63
8.4.3 人工外部灯光	67
8.4.4 外部视野	73
第9章 人机工程学和车身总布置	99
9.1 生理学概述	99
9.1.1 脊柱	100
9.1.2 关节	102
9.1.3 振动对舒适性的影响	104
9.2 内部布置用人体模型	105
9.2.1 人体测量学要点	105
9.2.2 二维人体模型	109
9.2.3 头廓包络	110
9.2.4 三维人体模型	113
9.2.5 SAE 引用系统	114
9.3 乘客定位要点	115
9.3.1 基本姿势	116
9.3.2 汽车中采用的位置参数	118
9.3.3 评估姿势舒适性的验证工具	120
9.4 踏板的功能和定位	121
9.4.1 轮罩尺寸	121
9.4.2 踏板	123
9.5 内部布置	125
9.5.1 前排	125
9.5.2 转向盘	127
9.5.3 座椅和转向盘调节	127
9.5.4 后排	128
9.6 座椅特性	129
9.6.1 静态舒适性	129
9.6.2 动态载荷下的舒适性	132
9.7 乘车方便性	133
9.7.1 上车和下车	133
9.7.2 定义开口尺寸参数	135
9.8 手伸及	137
9.9 货物装卸	138

9.10 视野	139	11.3.1 动力学方程	216
9.10.1 车用玻璃光学 特性	141	11.3.2 自由响应	219
9.10.2 眼椭圆	143	11.3.3 模态坐标变换	221
9.10.3 直接视野和双眼 盲区	146	11.3.4 汽车车身振型	223
9.10.4 间接视野	151	11.3.5 激励响应	225
第10章 气候舒适性	153	11.3.6 随机激励响应	227
10.1 生理学概述	153	11.3.7 黏性阻尼和结构 阻尼	227
10.1.1 体温控制	153	11.3.8 模型缩减	230
10.1.2 热舒适条件	156	11.3.9 空腔模态	237
10.1.3 热舒适性评价	164	11.3.10 板壳的辐射	240
10.2 乘客舱能量平衡	167	11.4 发动机悬置	241
10.2.1 交换热	167	11.4.1 发动机悬置概述	243
10.2.2 辐射热	169	11.4.2 阻尼在发动机悬置中 的作用	245
10.2.3 乘员新陈代谢	169	11.4.3 发动机悬置的 布置	249
10.2.4 动力系统功率	169	11.4.4 安装点在汽车车身 骨架中的位置	252
10.2.5 空调系统	169	11.5 声音传播和隔声	254
10.3 HEVAC 系统设计与 测试	170	11.5.1 透射损失	254
10.3.1 概述	170	11.5.2 隔声壁	262
10.3.2 制冷系统	172	11.5.3 吸声材料	264
10.3.3 加热系统	173	11.5.4 吸声系数的测量	272
10.3.4 设计实例	174	11.5.5 吸声处理在车身中的 应用	274
10.3.5 测试	177	第12章 结构完整性	276
第11章 NVH	180	12.1 内部和外部载荷	276
11.1 噪声敏感性	182	12.1.1 驻车	277
11.2 振动噪声源	190	12.1.2 操纵极限	279
11.2.1 路面	190	12.1.3 路面不平度	280
11.2.2 车轮	199	12.1.4 内部载荷	282
11.2.3 发动机	205	12.1.5 安全系数	285
11.2.4 变速器	209	12.2 薄壁结构的特性	286
11.2.5 制动器	212	12.2.1 假设和定义	287
11.2.6 空气动力	213	12.2.2 弯曲	288
11.3 车身结构动力性能和 模态分析	216		

12.2.3	扭转	289	13.2	碰撞的简化模型	366
12.2.4	剪切和弯曲	295	13.2.1	冲击模型: 全重叠碰撞	366
12.2.5	梁的屈曲	303	13.2.2	约束系统的作用	369
12.2.6	平板的屈曲	304	13.2.3	速度—时间图	371
12.2.7	复杂形状的屈曲	307	13.3	碰撞吸能器	375
12.2.8	薄壁圆筒的屈曲	309	13.3.1	矩形截面梁	377
12.2.9	平板的剪切屈曲	310	13.3.2	稳定压溃: 变形力学	380
12.3	简化结构模型	312	13.3.3	触发器	386
12.3.1	方盒模型 (Box Model)	316	13.3.4	梁的全局压缩失稳	387
12.3.2	车身底板结构形式	319	13.3.5	弯曲失稳	388
12.3.3	车身中部模型	329	13.3.6	圆形截面管的破裂	392
12.3.4	车身结构的功能要求	330	13.3.7	圆管的轴向压溃	394
12.4	结构分析的数值模型	331	13.3.8	应变率的影响	397
12.4.1	形状函数和自由度	332	13.3.9	结构泡沫	398
12.4.2	运动方程	333	13.4	前端结构设计	401
12.4.3	车身结构的有限元模型	337	13.5	车辆测试	408
12.5	车身刚度的测量	343	13.6	碰撞测试设备	414
12.5.1	测试装置	344	13.6.1	整车测试设备	414
12.5.2	测试车辆	345	13.6.2	部件测试: HYGE 台车	415
12.5.3	弯曲载荷	346	13.7	非线性有限元分析	416
12.5.4	扭转载荷	346	13.7.1	非线性静态问题的求解	417
12.5.5	刚度测量	346	13.7.2	非线性动态问题的特点	419
第13章	被动安全性	350	参考文献		422
13.1	生物力学	350			
13.1.1	生物力学方法	350			
13.1.2	损伤标准	356			

第7章 下卷简介

《汽车车身设计》下卷主要是阐述汽车设计过程中消费者（驾驶员和乘客）需求和设计规范之间存在的联系，以及系统规范和零部件规范之间存在的联系。

这样的—个研究视角必须将汽车作为—个完整的系统进行考量。因此本卷会讨论更多的功能特性，考量的零部件类别比上卷更多，有时还会涉及汽车底盘和动力总成的部分内容。

汽车设计需考量—系列的—因素。第—个要考量的—因素就是人。了解人的生理条件有助于更好地理解汽车设计时应满足的需求和应控制的参数。

第8章讨论车身的功能和规范。首先介绍欧洲统计汽车使用情况的—个基本框架。然后分析汽车的功能，尤其是与车身设计相关的功能：人机工程和总布置、温度舒适性、声学和振动舒适性、结构完整性和被动安全性。

本书不具体讨论市场营销活动，但对从定性地评估客户需求从而输出定性的技术规范这个市场营销活动的程序作了举例说明。另外还介绍了关于车身及其零部件的相关欧洲法规，因为这些法规与汽车的总体设计相关，特别是有关汽车主动和被动安全性的法规。

第9章是关于人机工程和总布置设计，主要是乘、驾舒适性方面需重点考量的因素，比如座椅的舒适度、直接和间接视野，尤其是安装机械部件所需的—空间。这些考量活动的输出结果是内部空间以及座椅和控制元件布置的初步设计标准。

第10章的主题是气候舒适性，主要是人体生理温度舒适性的条件以及相关的主要参数。然后是分析新陈代谢活动与环境条件和热量交换的关系以及对舒适性的影响，进而评估热平衡状态与空调系统之间的关联。最后是总结性地回顾上卷中分析过的空调系统，说明其主要组成部分的设计和测试标准。

第11章主要分析影响舒适度的因素。首先是分析人对噪声和振动的感知以及主要的激励源，比如轮胎和动力总成在汽车内部产生的噪声和振动、路面撞击和空气动力在汽车外部产生的噪声。另外还介绍了描述车身动态行为的主要参数，以及可减少激励传递到车身的技术措施。

第12章主要讲述车身结构的完整性，阐述车身主要零部件的作用及其最低设计标准。首先介绍汽车在正常使用寿命中所受的准静态载荷。接着介绍—些有助于认识车身结构的重要作用以及车身弯曲和扭转变形的概念。最后介绍车身有限元建

模的不同方法以及需要考虑的关键因素。

最后一章主要讨论了被动安全性。首先介绍生物力学以及事故伤害的评估标准。这个话题涉及很广,本书仅讨论经验数据的分析结果以及相关的政府法规对严重事故伤害的限制。车身设计要解决的主要问题就是高度保护人的安全和减轻事故伤害的程度。这一章其实就是介绍为减少事故对驾驶员和乘客的伤害最常用的解决方案和现行的设计标准。这一章还用简易的数学模型描述约束系统的功能和事故中车身变形部件的结构变化。有限元分析因其结果可靠性很高,不仅用于预估部件在事故中可能产生的大位移,也用于模拟塑性变形,因此这一章还简要介绍了建模用的计算机代码。

第8章 功能和规范

了解汽车是如何构造和生产的以及汽车零部件是如何设计的，这是上卷的主要内容；了解零部件是如何集成为一个系统的，这是下卷所涉及的范围。但要构思和开发一款商业上可行的汽车，这些知识还不够，因为实际上许多关于功能的问题不是单纯从技术角度就可以回答的。

这些知识对于确定一款产品的整套设计目标是必不可少的。然而，汽车发展至今已经是一个成熟的产品，这意味着汽车的基本特性差不多都已经标准化了。同时，技术卓越已经不再是广告语而是“必须”。我们不能低估这些知识和根据这些知识确定产品设计目标的重要性，这样我们才可以认识到一款产品的成功主要取决于如何将消费者的需求转化成设计目标。

在汽车行业中，产品技术目标及其系统架构的总体描述就是人们通常所说的产品概念或概念设计。

产品概念是研发一款汽车及其生产工具的起点。可以用草图或者简化的三维模型来描述产品概念，主要是说明产品的外观及其主要功能。造型的美学效果必须要考虑，而且要与潜在客户的期望一致。仅此还不够，还要尽可能量化所有的技术和经济特性，这些特性要可行且相互协调。

概念设计其实是一种创新过程，通常由市场营销人员主导。但是要实现目标，必须要让产品开发所涉及的每一个职能部门都参与。事实上，产品概念的特性必须源于对消费者需求及消费满意度的良好把握。这确实是市场营销专家的特长，但成功的关键是产品每项功能所涉及的每个人都能胜任其工作并提供创新性的输入。

因此，定义一个概念意味着：

- 从技术功能和规范角度描述一件产品。
- 确定产品结构以及选择主要的零部件。
- 从消费者的角度确定新产品的特性、个性、感觉以及其他特点。

不同的汽车制造商会强调产品概念的不同方面，从而在研发过程的开始就确定了汽车的特征和潜在的市场。例如，可能会从便利、豪华和运动这几个类别去定义汽车最明显的特性。

概念定义过程中的核心问题就是争取全员参与。概念定义过程的驱动力部分来自于客观的、可衡量的事实以及技术人员的工作，部分来自于市场专业人员的洞察

力以及其他有创造力、工作经验丰富的参与者的洞察力。

负责详细产品设计、部件规范、产品风格、生产（即研发、销售和售后服务）的人员必须也参与其中，因其专业性将左右顾客满意度。

然而，市场专家的强大领导力仍必不可少：而且如果在概念设计过程中忽略了上述步骤的任一环节，都会造成极大的不便，但是太多人的过多参与会引起过早的冲突以及妥协，可能导致产品特点平庸乃至无价值。

要推出一款新车，不能只依靠对消费者过往需求的观察，也不能只评估现有产品的流行度。成功的车型往往满足了产品发布前的潜在需求。

为了强调这一点，有必要回顾一下首次问世的运动型多功能汽车、轿跑车、小型货车以及其他一系列创新产品，尽管一开始它们可能不被其他汽车制造商看好，但是却取得了商业上的成功。

欲定义一个全新概念，以下几步很重要：

- 关注顾客的需求
- 了解现有产品已发掘的需求和潜在的需求
- 全面理解消费者需求

在这个阶段，区分消费者需求和产品规范很重要。

在研发阶段，消费者需求独立于产品，因此不受概念约束。必须了解并关注消费者需求，但不必去考虑是否能如何去满足它们。

另一方面，产品规范又依赖于已经确定的产品架构与组成部件的种类。只有通过解读市面上已有类似产品的成功之处，才可以理解产品规范与消费者需求的联系。

如果消费者和产品研发负责人之间有很好的沟通渠道，那么就可以更好地了解消费者需求。

可以通过以下方法来了解消费者：

- 市场调查。
- 直接访谈。
- 产品使用监控。

这些方法也可以用来研发量化评估消费者的测试系统，本书将拿出单独一节来专门讨论此话题。

本章目的不在于介绍完整的营销技巧，而是要为未来的汽车工程师提供技术之外的不同视角，以增进营销专家和消费者的互动。

在接下来对不同专题的分析中，将会特别对汽车车身及其部件设计有重要影响的方面。

1. 交通统计

交通统计是了解车辆使用的起始点。这些统计数据参考了意大利和欧盟的做法，也涉及了旅客和货物的运输。值得一提的是，本书将会分析不同运输方式之间

的交通量上限，以确定车辆平均预期寿命。

不同国家的读者可以参考这些数据，并适当地调整本分析方法。

2. 车辆功能

本章将会介绍车辆系统的设计，其中包括决定消费者需求满意程度的技术特征的确定。

既然我们研究的领域限于车身，那么系统设计就应该着眼于组装、人体舒适性和安全性。

由于话题宽泛，本书仅使用大纲示例的方法来主观定性地表明消费者需求和客观技术特征之间的相关性。

本书将会定义车辆功能，来描述在车辆使用期内人们的期望功能。这些数据对于预测车身的抗老化性以及制定车身维修计划十分必要。

3. 法规

政府强制实施的立法和监管总体上会对车辆产生深远的影响，从而也会对车身特性产生影响。这些规定在不断地更新发展，并且这些法规现在在欧盟已经以总则的形式标准化，且各成员国的技术法规必须与之相符；其次，鉴于其他国家的立法在许多方面都很相似，欧洲的法规也被用作参考。符合现有法规并且与车身设计直接相关的问题一般包括被动安全、主动安全系统、污染和排放、能源的消耗和再利用。

此外，我们也必须考虑到，就其重要性而言，很多受消费者协会和专业杂志支持的其他技术组织对产品的影响力也等同于法规。

8.1 交通统计

本节中所使用的数据摘自意大利汽车工业协会（ANFIA）、欧洲汽车工业协会（ACEA）、意大利国家统计局（ISTAT）以及欧盟统计局（Eurostat）等公共机构的文档。

① 意大利汽车工业协会（ANFIA）是意大利全国汽车制造商协会，成立于1912年，负责所有关于人口和货物流动性的事务，包括科技、经济、财政、立法以及定性分析和统计。

意大利汽车工业协会（ANFIA）的目标之一就是收集数据和信息，为该产业部门提供官方统计数据。

意大利汽车工业协会（ANFIA）出版了一份名为 Autoincifre（《汽车数字》）的年报，作为意大利和欧洲汽车统计数据的基本参照之一。该报告中的很多数据均来自自由 ACI（意大利驾驶者协会）管理的公共汽车注册机构 PRA（政府公共的汽车注册）。

点击 www.anfia.it 可查询更多信息。

② ACEA (欧洲汽车工业协会) 在欧盟中的作用和 ANFIA (意大利汽车工业协会) 在意大利的作用很相似。在欧洲设有总部的 13 个主要汽车制造商 (宝马集团、荷兰 DAF 卡车公司、戴姆勒集团、菲亚特集团、欧洲福特有限公司、通用汽车欧洲公司、曼商用车股份公司、保时捷汽车公司、标志雪铁龙公司、雷诺公司、斯堪尼亚汽车公司、德国大众汽车公司、沃尔沃公司) 都与 ACEA 有关联。

在广泛的业务范围内, ACEA (欧洲汽车工业协会) 代表了欧盟的欧洲汽车生产制造商, 包括成立研究小组; 为制造商提供客观数据; 在汽车、安全和环境保护领域形成新的立法提案。

点击 www.acea.be 可查询更多信息。

③ ISTAT 是意大利负责统计的政府机构, 1926 年成立于意大利, 是市民和公共部门决策者了解官方统计数据的主要来源。ISTAT 完全自主运作, 与学术界及科学界一直保持互动。

本着公平、可靠、高效、隐私和透明的基本原则, ISTAT 直接收集欧洲统计数据 (按照 R322 法规) 和数据采集。

点击 www.istat.it 可查询更多信息。

④ Eurostat 是欧盟统计局, 其任务是提供来自相应国家服务部门的统计资料。欧洲统计服务 (ESS) 也采用类似方法, 允许公众获得可比较的数据。该服务机构成立于 1953 年。

公众可获得的数据有:

- 欧盟政策的关键指标。
- 通用统计资料与国别统计资料。
- 经济与金融。
- 人口与社会情况。
- 工业、商业和服务业。
- 农业和渔业。
- 国际贸易。
- 运输。
- 环境与能源。
- 科技。

点击 epp.eurostat.cec.eu.int 可查询更多信息。回车本书有关欧盟的更多信息来源于不同总局的公共文件, 对于欧盟来说, 这些总局相当于部委。

和本书话题直接相关的部门有环境部、能源部以及交通运输部。与其相关主题有关的诸多文件和手册都可以登录 bookshop.europa.eu 免费下载。

关于这些问题的所有数据很快就会过时, 所以感兴趣者可定期访问上述公共网站, 获得原始文档。

这些年随着欧盟迅速扩张, 想要编写同类别的历史丛书很困难。因此本书的相

关数据，主要参考 E15（多年前的 15 个欧盟成员国）或者是 E25（最近扩展的 25 个欧盟成员国）的统计数据。

8.1.1 交通量

通常来说，交通量是由运输单位乘以该运输单位所行驶的距离得出。因此：

- 客运量是用每千米的乘客数来计量 [乘客数 × 千米]。
- 货运量是用每千米的货物吨数来计量 [吨 × 千米]。

需要指出的是，吨 (1t = 1000kg) 是质量单位；在任何情况下，相关的是运输材料的数量，也就是说，是质量而非重量。

然而，人们更习惯把把千克当作重量单位而不是质量单位。因此，有时会发现交通量的表示和能量有同样的单位，这说明是把千克当作是重量单位使用了。

也可以这么说，如果我们为重力加速度假定一个值，并且车辆阻力系数已知，则交通量就与为克服与有效负载相关的运动阻力所消耗的能量成比例。

上述做法也适用于计算客运量，通过用相对应的质量（通常乘客平均质量为 70kg）来取代乘客的数量。

这些考量事项都没有考虑到起点与终点的高度差，或行驶中速度的变化，而这些因素与运动阻力及一次能源消耗量有关。

1. 旅客运输

图 8-1 所示为 1970 ~ 2004 年的欧洲客运量，并根据乘客乘坐的主要运输工具进行分类，例如，乘用车、公共汽车、火车、飞机以及地铁、城市有轨电车。

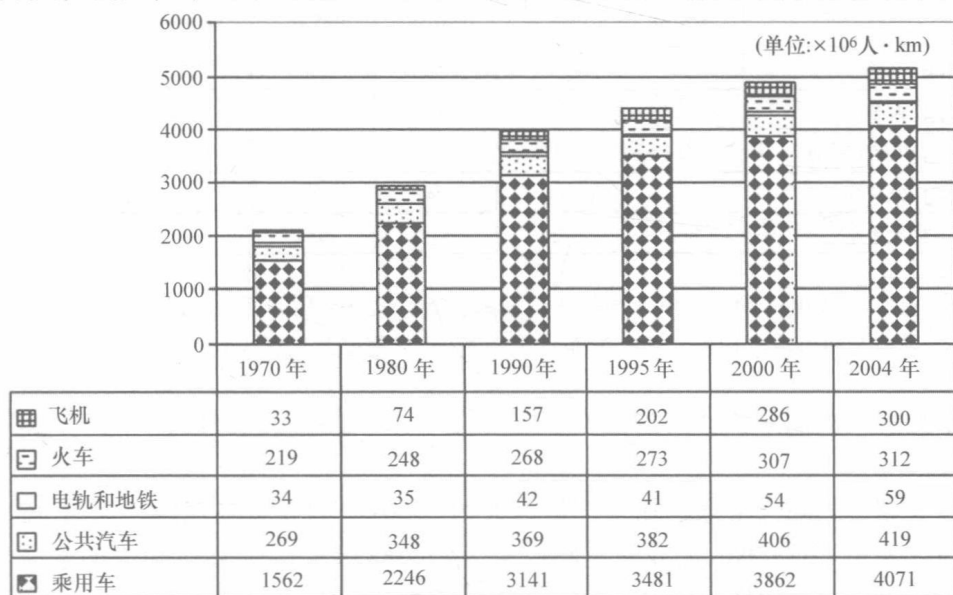


图 8-1 1970 ~ 2004 年欧洲的客运量，主要有以下类型的交通

工具：飞机、火车、城市有轨电车、地铁、公共汽车、乘用车【数据来源：欧盟统计局】

在众多交通工具当中,轿车处于主导地位。2004年,汽车的交通量占了总数的79%,而有轮交通工具(汽车、公共汽车)的交通数量占了总数的88%,这种分类在这段时期内少有变化。

在此图表中,前20年总的交通量以年平均4%的速度增长。在最近几年里,增长速度放缓并接近于零。

航空运输持续增长是个例外,最近一系列航空运输的数据是从运输乘客数的增加中推断出的。

图8-2所示为意大利情况的类似图表。

总体上,意大利的情况与欧洲并无很大区别。2004年,意大利汽车运输数量占总数的80%,同时,有轮运输工具(汽车、公共汽车)占了总数的94%。该百分比在最近几年中有些许增长,主要因为铁路运输有所减少。

在最近几年里,意大利交通运输总量的增长已经超过欧盟的平均水平。同时,在该时期内,意大利的航空运输数量的增长也超过了欧盟的平均水平。

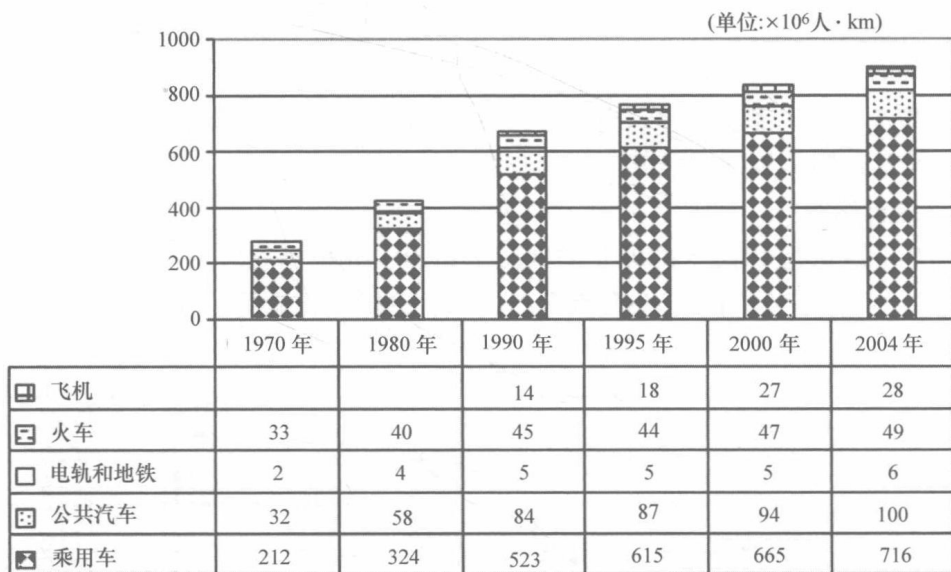


图8-2 从1970~2004年意大利的客运量,主要有以下类型的交通工具:飞机、火车、城市有轨电车、地铁、公共汽车、乘用车。【数据来源:意大利汽车工业协会】

根据意大利国家统计局的统计,意大利的交通总量与其国内生产总值有很大的相关性。

意大利总的路面交通运输系统是由大约6500km的收费高速路、超过46000km的国道、大约120000km的乡间道路以及大约20000km的铁路所构成的网络体系,它们连接着8100个社区、146个港口、101个机场以及诸多铁路站点。

约有4300万辆汽车在使用中,再加上轮船、火车以及飞机,它们服务于约5700万居民,每人年均行驶总距离约15000km。

2. 货物运输

图 8-3 所示为 1970 年到 2001 年欧洲的货物运输总量，在本例中根据主要的运输工具类型细分为：公路运输、铁路运输、内陆和海上的水路运输以及管道运输。因为抽样的方法不同，此处所考量的时间与乘客运输的时间有所不同。

在货物运输方面，同样也是公路运输占据主导地位，从 1970 年的 35% 逐渐增加至去年该时期总量的 45%。而铁路运输所占比重从 1970 年的 20% 逐渐减少到 2001 年的 8%。由于海洋运输具有更长的平均行驶距离，因此在统计时也予以考虑。

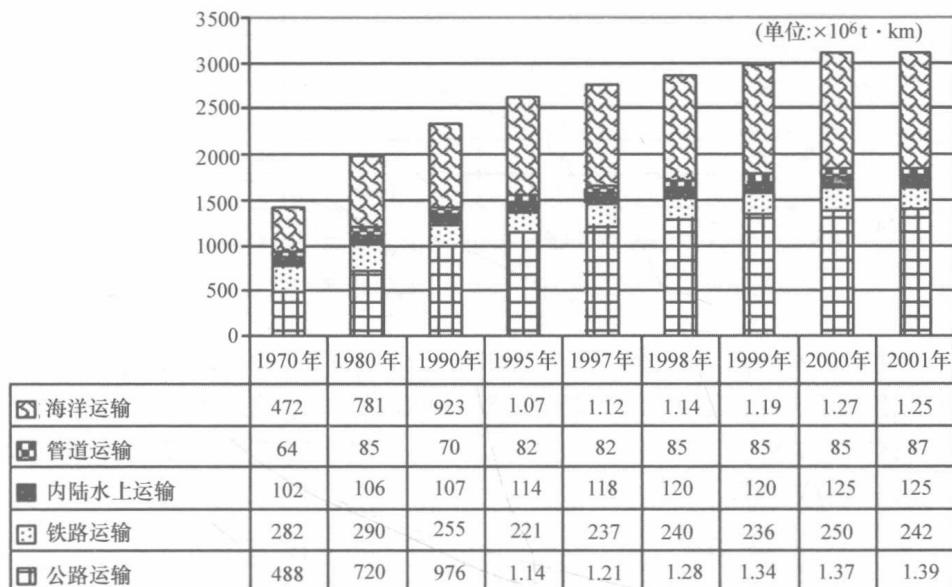


图 8-3 1970（由 15 个国家构成的欧盟）~2001 年欧盟的货物运输总量
（根据不同的运输工具细分为：公路、铁路、内陆水上运输、
石油管道以及海洋运输）【数据来源：欧盟统计局】

为了深入探索最近趋势的背后原因，我们可以对图 8-4 中提到的欧盟 25 国（最新新加入了 10 个国家）的货物运输进行短期考量。

从 1995 年到 2005 年，货物运输总量增长了 31%。2005 年的交通量相当于每个欧盟市民载着 1t 货物行驶 23km。这种增长主要归因于道路和海洋运输，这两项分别占了总量的 38% 和 35%。

图 8-5 所示为意大利国内的情况。

公路运输在意大利所起的作用比在欧盟要重要得多，从 1970 年的 70% 逐渐增长，到 2001 年占了总量的 89%。类似地，铁路运输量从开始的 16% 减少到 2001 年的 6%。因为该数据只包括国内的运输，所以海洋运输的贡献就并无很大相关性。

在最近的几年，所有发达国家的交通运输需求持续增长。刺激其增长的因素有

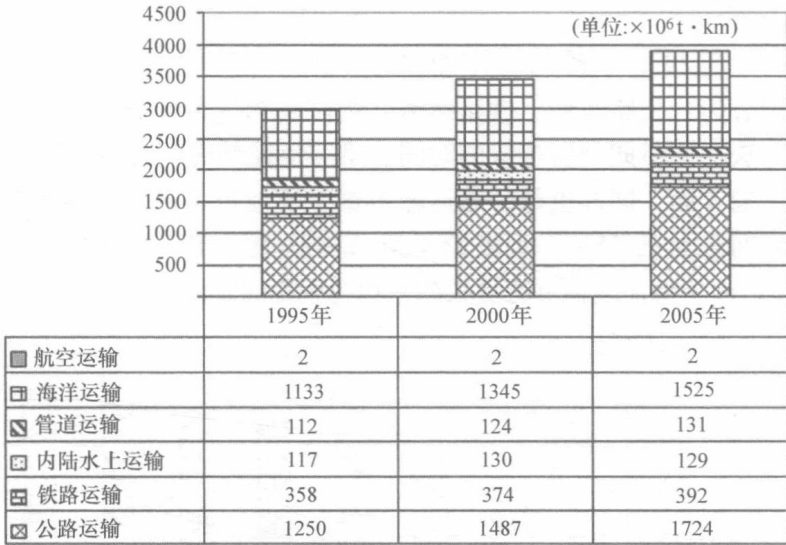


图 8-4 1995 ~ 2005 年欧盟 (由 25 个国家构成) 的货物运输总量
(根据不同的运输工具进行分类) 【数据来源: 欧盟统计局】

很多 (比如经济和财政一体化、市场全球化), 并且似乎能持续到本世纪中期。

对于意大利来说, 最主要的刺激因素是欧盟经济一体化进程, 直接导致了欧盟境内货物运输免关税。欧盟货币 (欧元) 的引入以及欧盟进一步的扩张都预示着该趋势在未来的持续性。

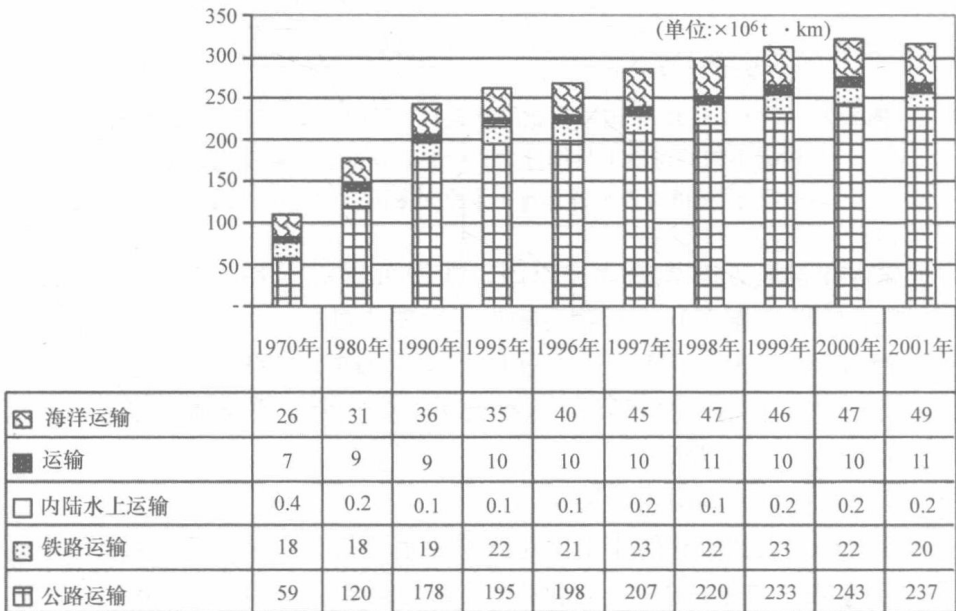


图 8-5 1970 ~ 2001 年意大利货物运输总量
(根据不同的运输工具分为: 公路运输、铁路运输、内陆水上运输、管道运输以及海洋运输) 【数据来源: 意大利汽车工业协会】