



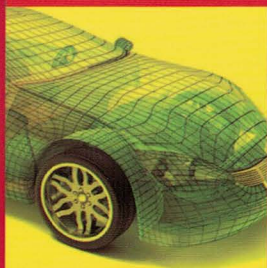
汽车先进技术译丛
汽车技术经典手册

 Springer

汽车车身设计

上卷：部件设计

The Automotive Body Volume I : Components Design



[意]

洛伦兹·莫雷洛 (Lorenzo Morello)
洛伦兹·罗斯特·罗西尼 (Lorenzo Rosti Rossini) 著
朱塞佩·皮亚 (Giuseppe Pia)
安德里亚·托诺利 (Andrea Tonoli)
王文伟 林程 译

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS


ASSOCIAZIONE TECNICA DELL'AUTOMOBILE

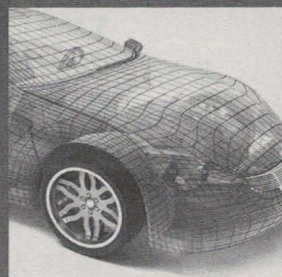


汽车先进技术译丛
汽车技术经典手册

 Springer

汽车车身设计

上卷：部件设计




The Automotive Body

Volume I :Components 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 TECNICI DELL'AUTOMOBILE

本书为国外经典汽车技术类著作。本卷主要讲述了轿车、商用车和工业用车辆车身的主要部件。本卷从车身的历史、演变进程开始，讲述了车身外壳、保险杠和其他组成元部件（如格栅、裙板、模制件、刮水器、车灯等）的材料、设计流程和程序，还讲述了乘客舱中约束系统、气囊、仪表板、内饰、座椅、通风和空调等各个组成部件的材料和设计生产技术。本书适合从事车身设计、汽车研究相关工作人员阅读参考。

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。

我们在高校和企业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。

译者

2017 年 10 月 1 日

作者简介

1. 洛伦佐·莫雷洛 (Lorenzo Morello)

洛伦佐·莫雷洛于1968年在都灵理工学院获得了机械与汽车工程学位。

他随即成为机械设计与技术助理，开启了职业生涯。

1971年，他离开大学，到了菲亚特的一个分支致力于汽车研究。该分支于1976年并入新研究中心。他参与了ESV US程序的车辆实验原型的开发，还建立了车辆悬架的数学模型和抓地力的仿真研究。

自1973年以来，洛伦佐·莫雷洛一直参与一个汽车数学模型开发的重大项目，以落实该公司应对第一次能源危机的产品政策；作为该研究的一部分，他研发了一个新的低油耗的汽车自动变速器和直喷式小型柴油机。

莫雷洛博士被任命为该车辆的底盘部经理，并参与了许多原型开发的研究，如电动汽车、越野车、载货车和公共汽车的开发。

他在1977年成为该研究小组的经理，并领导了一支约由100个设计工程师组成的团队，致力于开发原型车。在这期间他们开发了一种新的薄钢板点焊车体的城市公交，根据美国能源部合同，这种轻量化城市用车是即将生产的商用车。

他在1980年成为发动机研发部负责人。该团队大约有200人，主要致力于开发新的汽车发动机。根据高涡流速燃烧原理，他成功地开发了多款汽油发动机、一款汽车直喷式柴油机、多款涡轮增压预燃室柴油发动机，以及一模两缸汽车发动机和其他许多改进的原型。

他于1983年成为产品开发总监，该职位涉及菲亚特集团汽车产品的所有应用研究活动。管理约400人，致力于动力传动、底盘和车身以及原型构建研究。

莫雷洛博士于1983年加入菲亚特总部，负责新的汽车汽油发动机和直喷式柴油机的开发（世界范围内首次在汽车领域应用）。他在1987年成为动力总成工程总监，该团队的目标是发展菲亚特汽车品牌生产的所有发动机。在这期间最重要的活动是开发在普拉托拉塞拉生产的新发动机系列，包括20多种不同的发动机。

在他的职业生涯末期，1994年，他回归了汽车发展事业，作为车辆工程总监。该团队致力于测试项目，如底盘部件检测、电气和电子系统测试、风洞、安全中心和其他设施。

莫雷洛博士于1999年退休并开始作为Elasis（菲亚特集团的新公司）的战略规划顾问，致力于汽车应用研究。

在菲亚特研究中心期间，他参加了在都灵理工大学汽车工程学院的新课程规

划，并准备了相关讲义。

他是车辆系统设计和汽车变速器设计的签约教授，他自2003年起在都灵理工大学任教；他也与吉安卡洛·珍达（Giancarlo Genta）共同出版了一本关于汽车底盘设计这一主题的教科书，还发表了许多关于汽车技术发展的论文。

2. 朱塞佩·皮亚（Giuseppe Pia）

朱塞佩·皮亚于1970年在都灵理工学院获得化学工程学位。

在意大利高山部队服役15个月后，他于1972年加入菲亚特集团一家名为Stars的公司，专门从事汽车塑料部件，特别是发动机舱部件的创新活动。

他被任命为负责产品设计和原型制造的经理，特别是在热塑性塑料材料中加盖印章的仪表板和保险杠。他随后启动了计算机辅助设计系统的现场测试程序，并对一些新技术进行人员培训。

他负责新成立的菲亚特零部件集团旗下子公司Comind的产品工程。这个新任务还包括研究实验室，以及从风格和可行性研究到生产的整个开发过程。

自1980年以来，他参与了包括油箱在内的所有车身塑料部件的开发。考虑到汽车内饰部件所要求的高质量标准，他负责开发了一个新的实验室，客观地定义内饰的最重要的质量参数，例如颜色、光泽和浮雕。

在Comind塑料部门与菲亚特汽车于1988年合并之后，他被任命为菲亚特汽车创新部负责人，管理新产品开发，如停车传感器、四轮转向原型、汽车雷达等。他负责菲亚特集团三大汽车品牌的汽车内饰设计。

6年之后，他回到了菲亚特集团旗下公司吉拉迪尼的零部件开发部门，并被任命为汽车新产品开发主管，如车载导航系统、主动降噪、镁在座椅结构轻量化设计中的应用等。

他于1995年加入李尔公司，这是一家全球性的生产内饰件的美国公司，特别是座椅；他的新职位是欧洲工程师协会副主席，从此他负责菲亚特集团的座椅供应。

两年后，他加入了汽车塑料部件的主要供应商Ergom。他的职责是开发可作为燃料系统、挡泥板、仪表板、内饰调整和踏板的新型汽车塑料部件。

他在2001年退休，但继续作为Ergom顾问，直到2002年为止。

直到2007年，他为菲亚特和Ergom进行了许多不同的关于车身部件开发和工程师培训的咨询活动。

自2003年以来，他一直担任都灵理工学院汽车室内设计的签约教授。

3. 洛伦佐·罗斯特·罗西尼（Lorenzo Rosti Rossini）

洛伦佐·罗斯特·罗西尼于1966年从米兰理工大学毕业，他在校时是机械工程专业的学生，研究三门轿跑的管状空间框架。

在加入宝利通汽车工程部之后，他很快被委以开发新的测量工具的任务，例如测量道路上行驶的车辆扭转刚度的固定装置。

1967年，他加入阿尔法·罗密欧，并在研发部工作到1973年。他参与了不同车辆子系统的特殊工程、数学建模和虚拟分析。

在此期间，他开发了随机道路激励的16自由度多体车辆模型，以预测轮胎接触的振动损失以及车辆和座椅的振动舒适性。此外，他还开发了一些适合优化悬架几何和部件设计的数学模型、发动机减振装置的模型和顶置凸轮轴发动机液压挺杆的非常规设计。

在同一时期，他被任命为结构与安全小组的负责人，研究发生车祸时汽车结构的虚拟分析，并参与基于有限元分析的框架设计的实施。

从1972年以来，他一直在阿尔法·罗密欧参与国际ESV（实验安全车）计划的研究和测试，为乘员保护系统提供了一些发明和原创专利。

1974年，他转到阿尔法·罗密欧车身设计部门，负责开发乘员安全子系统和减振装置；之后，他被任命领导先进的车身工程团队。他的团队开发的第一个车身是阿尔法·罗密欧33。

1980~1985年，他担任车身总工程师，负责新项目的设计和测试，其中模型164完全由计算机辅助设计，主要采用有限元法进行分析；与同等规模的竞争对手相比，这一过程生产出了一个最轻、最坚固的车身（同期相比）。

在阿尔法·罗密欧与菲亚特集团合并之后，他于1987年被邀请加入新公司，担任车身设计经理，管理约150名工程师。

1991年，他被任命为整个菲亚特集团的车身设计和测试工程总监，包括菲亚特、蓝旗亚和阿尔法·罗密欧。这个部门包括约500名工程师。

1991~2001年间，他已经发明了许多享有专利的安全和车身部件装置，设计了30多个不同的轿车和商用车车身。在这段时间内，他与供应商的共同设计和同步工程已经发布。他特别为推动车身的参数化关联CAD三维开发系统的实施而感到自豪。该系统适用于原型和工艺流程，并利用在IBM和参数技术公司支持下开发的原始参数关联特性。

从1998年开始，他的负责人还整合了安全中心这一大型设施，以进行全面碰撞和安全部件测试，以及旨在测量汽车空气动力噪声而被广泛修改的风洞试验。

他于2001年退休，并成立了一家咨询公司R. DES，为汽车制造商和零部件供应商提供新的开发服务。

他与米兰理工大学合作，兼职培训新的工程师，并担任米兰汽车俱乐部技术委员会委员，负责交通安全。

4. 安德里亚·托诺利（Andrea Tonoli）

安德里亚·托诺利（Andrea Tonoli）于1988年在都灵理工学院获得航空工程学位。

他之后立即加入了菲亚特航空分部，并一直效力于该公司，直到1991年，他设计了传动齿轮箱。



左起：洛伦佐·罗斯特·罗西尼（Lorenzo Rosti Rossini），
洛伦佐·莫雷洛（Lorenzo Morello），安德里亚·托诺利（Andrea Tonoli），
朱塞佩·皮亚（Giuseppe Pia）

他在都灵理工学院机械工程系开展研究活动，并在吉安卡洛·珍达（Giancarlo Genta）教授的指导下，于1994年获得了机械设计和施工研究型博士学位。

他和其他研究人员一起，于1993年成立了都灵理工学院研究机构——机电一体化实验室，致力于研究电子控制系统在机械系统中的应用。

他于1994年加入都灵理工学院担任研究员，期间为机械工程和能源部门进行了许多有关车辆系统和相关主题的研究活动。

主要研究内容如下：

- 用于汽车应用的机电一体化系统设计。
- 机电有源和无源系统的振动控制。
- 寄生电流阻尼器。
- 磁悬浮。
- 压电执行器。
- 带传动机械性能。
- 倾斜车身动力学。
- 轻型和混合动力车辆。

他于2005年被任命为都灵理工学院机械工程系副教授。

他授课的课程有车身系统设计、地面车辆设计和机电系统建模。他被任命为学术指导者，负责监督许多SAE/ATA比赛队的活动（见网址：<http://squadracorse-polito.com>）。他是都灵理工学院机电一体化实验室的主任（见网址：<http://www.cspp.polito.it>）。

序 言

《汽车车身设计》上、下卷是由 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。

该丛书涵盖了汽车工程的各个方面，是持续五年多努力的重要成果，现已完成，旨在支持都灵理工学院和那不勒斯大学汽车工程的学术活动。

菲亚特集团已经意识到了有高度竞争力的产品开发和管理的专业知识的重要性，进而找到都灵大学开设汽车工程课程的机会，对致力于开发、生产以及持续改进汽车产品的专业人士设置第一级和第二级学位。

设立本课程的目的不仅是为企业提供新的资源，也是在全球化进程中争取一席之地而努力——这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才能实现。

这门课程，从 1999/2000 学年在都灵开设，从 2004/2005 学年在那不勒斯开设，作为菲亚特集团下许多公司的汽车专家们组成的理工教授团体的研究项目进行了规划与实施。这些专家的参与并不仅限于专业课程规划，也参与了讲义的准备，并经常参加实际教学活动。

菲亚特将这项任务分配给菲亚特研究中心，有很多原因。

菲亚特研究中心（简称 CRF）的责任不仅是设计创新的产品，还包括开发新的过程用于产品开发和生产。此外，CRF 必须给公司的经营部门提供新产品信息，以确保快速将有竞争力的产品推向市场。

最后，CRF 不仅致力于汽车，而且还致力于其他汽车产品和零部件和生产系统。基于这个原因，它还涵盖了工业车辆和零部件供应商，以获得更大的汽车市场。

这项任务是特别艰巨的，涉及了许多研究中心的专家和一些来自运营领域的专家。该成果不仅是一个综合性研究计划，还包括讲义和视听支持设备来辅助课程和学生的活动。

这些讲义鼓励我们走得更远。我们打算把这些材料转化为意大利语的参考书，并可能出英语版本。

《汽车车身设计》包括两卷：

上卷是关于车身的必要文化背景；它描述了大多数汽车和工业车辆使用的车身及其部件：提供的图纸数量使读者鉴于现有的生产过程熟悉其设计特点，了解功能、设计动机和制造可行性。

下卷由汽车制造商或供应链发给车身系统工程师，其目标是引导读者认识完成

详细设计和生产的规范定义。通过复杂性不同的数学模型对这些规范进行处理，始终始于客户使用汽车的需求以及法律和海关规定的大量规则。

意大利汽车工程师协会（ATA）负责本书意大利版的出版工作，这个任务与该协会的制度目标非常吻合，以在年轻人中传播和培养汽车文化。

Nevio Di Giusto
CRF 和 Elasis 首席执行官

前 言

在人们的想象中，车身是艺术与手工艺独家结合的产物，也就是由设计师的手将其放在纸上，然后由熟练的工匠即车身制造商将其打造成实物。

如今，车身是一个过程的工业产品，这一过程由设计师的创造力开始，然后由复杂的工程人员设计开发，最后由专门的机器和高技能的工人生产。

本书的目的是解决工程设计过程或“工程”。该工程从一个设计概念创建的模型开始，然后转化为一个带有图纸和数学模型的虚拟原型，再转化为物理原型，最后通过生产周期转化为成品。

因此，该项目包括最终产品的详细定义（产品设计）以及为获得工作车辆而必须执行的操作（流程设计）。一个项目从技术规格即最终产品必须满足的一系列目标开始，将其转化为虚拟模型，并对虚拟模型进行计算和模拟验证，最后成为最终产品。

本书的范围不是界定如何设计商业上成功的车辆，而是解释如何开发车身使其正确地完成使命。

本书主要目的是为汽车工程的读者和学生提供以下具体信息：

- 车身零部件和结构的命名和配置。
- 与所包含的零部件相关的车身主要功能。
- 所使用的最合适的材料和技术。
- 为了挑选最具生产力的设计方案所使用的标准。
- 要遵守和尊重的规定和标准。

表格、图片、草图和图纸的产生伴随着根据多年经验所得出的理论内容和实际建议。

出于这个原因，作者认为，这本书不仅是一个新手培训工具，而且还作为一种手段来激励并证实汽车制造商及零部件供应商工程师的基本能力。此外，营销专家应从阅读本书中受益，他们必须根据客户的需求和期望指定新车。

对于任何复杂的产品，汽车制造商的人员培训最重要的一点就是有必要的学习时间以获得关于整个车身的完整知识。

作者认为，这两卷对解释汽车车身所有部件和子系统的所有问题是非常有用的，尽管解释得不是非常详细，但对知识的探究是文化发展的根本动力。

本书从车身架构的历史演变入手，包括设计方法、技术、材料和科学学科的发展。然后介绍这一知识的现状，提出最常见的问题，这些问题涉及成功和不成功的特征、不同的设计理念以及某些技术和非技术方面的重要性，以便能够在可用的替

代方案之间进行选择。

每章都从一般问题开始，然后再进行详细介绍，同样的标准被用来介绍不同的部件。

读者可以通过图片增强实际理解；图表和表格总是在可能的情况下提供实际的例子，这样一来，上卷也可以当做手册来使用。

这本书已经努力尝试整合并获得作者在各专业领域收集的经验，包括实践工程、应用和学术研究。

这一主题特别复杂，因为车身必须具有许多不同的功能，包括：

- 汽车部件、乘客和有用负载的空间利用和布置。
- 驾驶人和乘客在使用车辆时必须满足的人体工程学条件，例如进入内部、操作控制器、座椅舒适度、内部和外部可见度。
- 客舱的气候舒适性，无论是发热、散热还是通过隔室边界的热传导。
- 声学 and 振动舒适度，包括车身结构和座椅。
- 为避免或减少碰撞时车身变形和乘客受伤而使用的被动安全装置。
- 结构完整性和抗老化性。

还要记住影响车辆特别是车身的每个可见元素的架构和细节的美学功能，这一点特别重要。

此外，车身是车辆的一部分，车身经常需要修改或完全重新设计，以更好地使产品符合客户的品位和需求；而且不仅要反思车身外观的变化，还要反思上一段时间引入的许多新的车身元素。因此，新车身的开发是汽车工程师在职业生涯中更可能遇到的任务。

借助自动化工程学院的组织和课程提供的经验，我们特意介绍了一些在同类书籍中通常没有讲到的汽车车身部件。

具体来说，钢板执行最重要的结构工作，而我们在考虑通常由钢板制成的车身外壳时，已经决定将可以打开或移除的其他部件，如遮阳板、前照灯、刮水器和其他可以完全依赖不同技术的细节包含在内，但必须同时将车身外壳也考虑在内。

同样，在描述汽车内饰时，解释并不局限于其形状和功能，而是扩展到其制造过程的部分，以更好地理解它们如何影响顾客的感知。

这本书提供了两种有关车身的不同观点：一是它们的部件设计和相关的设计标准，作为制造技术的结果；二是从客户需求和系统操作中衍生出技术规格的系统工程。

由于许多车身功能与人的操作和相互作用有关，有关人机工程学、声学、振动、气候舒适和被动安全的章节补充了相关物理学的概述，这些章节被认为对更好地理解主题和目标以达到以下目标是必要的：

- 本书周边的周密性。
- 从不同角度进行咨询的可能性，包括：命名、功能、设计标准、计算方法、

细节设计。

- 通过考虑影响它们的技术、技术营销和经济动机来解释跨学科方法、功能和特征。

- 理论与实践相结合，通过作者的直接专业经验所衍生的细节、评论和提示而丰富起来的概念分析。

致 谢

首先感谢菲亚特研究中心的支持，不仅提供了资金支持，还提供了大量的技术材料。

其次特别感谢来自 Paolo Mario Coeli、Massimo Caudano、Efthimio Duni、Kamel Bel Knani、Stefano Mola、Silvia Quattrocot、Roberto Puppini、Fabrizio Urbinati 和 Davide Vige 的建议和信息。

菲亚特汽车和依维柯的经理和专家也做出了贡献。我们特别感谢来自菲亚特的 Giancarlo Bertoldi、Lino Bondesani、Giuseppe Fasolio、Giulio Manstretta、Federico Pasetti e Dario Rosti，以及来自依维柯的 Angioletta Boero e Giuliano Coscia。

作者由衷对提供图片的公司表示感谢，主要在上卷；特别感谢 Denso Thermal Systems SpA 提供的暖通空调系统插图、Ergom Automotive SpA 提供的仪表盘插图、Fibro SpA 提供的包裹货架插图、江森自控汽车提供的门板插图、李尔公司提供的座椅插图、Rieter Automotive Fimit SpA 提供的车顶内衬实物图和天合汽车集团乘员安全系统部门提供的安全带气囊插图。没有他们的贡献，这本书就不够完整和具体。

此外，这本书还得益于菲亚特研究中心编写的讲义，以便在都灵理工学院和那不勒斯费德里科 II 大学的汽车工程专业持续开展汽车车身设计、汽车内饰设计和汽车车身系统设计课程的教学活动。

另外还要感谢已故的 Pierluigi Ardoino 博士，他在不同的大学提供了研讨会讲义。这些讲义被用来撰写被动安全章节中涉及生物力学的第一部分。

特别感谢都灵汽车博物馆 Donatella Biffignandi 的帮助和提供历史部分的材料。

作者也感谢各位编辑：菲亚特研究中心的车身高级研究工程师 David Storer 大幅修订了英文版文本，施普林格的出版编辑 Natalie Jacobs 完成了这本书的出版工作。

目 录

译者序	
作者简介	
序言	
前言	
致谢	
1 上卷简介	1
2 车身结构的历史演变	3
2.1 产业组织	3
2.2 非承载式车身和底盘	4
2.3 部分承载式车身和底盘	11
2.4 承载式车身和底盘	16
2.5 车身的发展	18
2.6 电气部件	22
3 图形表示系统	28
3.1 简介及典型的开发计划	28
3.2 计算机辅助造型设计 (CAS)	32
3.2.1 造型设计	33
3.2.2 数学模型的生成	35
3.3 计算机辅助设计 (CAD)	38
3.3.1 车身建模	39
3.3.2 CAD 建模中的规则和 常用实践	44
3.3.3 参考点	49
3.3.4 零件详细图示例	51
3.4 数字样机 (DMU)	55
3.4.1 数字样机应用实例	59
3.4.2 虚拟现实和车身工程	62
4 车身结构	73
4.1 白车身	73
4.1.1 车身构造	75
4.1.2 车身功能	84
4.1.3 材料与工艺	109
4.1.4 规范与交货测试	120
4.2 车身侧围	121
4.2.1 车身侧围构造	123
4.2.2 加油口	125
4.2.3 车身侧围设计规范	126
4.3 防护板	130
4.4 顶盖总成及设计规范	134
4.5 前车身结构及设计规范	139
4.6 后部车身结构	145
4.7 车身地板	146
4.8 封闭车身	149
4.9 敞篷车和双门跑车	152
4.9.1 软顶敞篷车	154
4.9.2 硬顶敞篷车	157
4.10 商用车辆和载货车	158
4.10.1 拖挂车辆	158
4.10.2 皮卡	163
4.10.3 商用车和厢式车	163
5 车身部件	167
5.1 外部车身部件	167
5.1.1 保险杠	167
5.1.2 格栅	182
5.1.3 门槛盖板和空气阻风板	191
5.1.4 外部装饰条	194
5.1.5 扰流板	198
5.2 密封条	201
5.2.1 目标和交付标准	202
5.2.2 门密封条	209
5.2.3 提升式门和行李箱盖 密封条	215
5.2.4 发动机舱盖密封	217
5.2.5 开放式顶篷密封	218
5.2.6 玻璃密封	218
5.3 玻璃和镜子	221
5.3.1 前风窗玻璃	234

5.3.2 门窗	243	6.2.3 安全气囊的类型	373
5.3.3 后侧窗玻璃	245	6.2.4 仿真模型	381
5.3.4 后窗	246	6.3 驾驶台、仪表板和中控台	382
5.3.5 外视镜	250	6.3.1 驾驶台	382
5.3.6 内视镜	258	6.3.2 仪表板	384
5.4 可动部件	260	6.3.3 中控台	420
5.4.1 车门	260	6.4 内饰	420
5.4.2 滑动门	287	6.4.1 立柱和内饰板	420
5.4.3 行李箱盖, 提升式车 门, 后挡板	290	6.4.2 车门内饰板	425
5.4.4 双后门	296	6.4.3 桌板	432
5.4.5 发动机舱盖	298	6.4.4 顶盖内饰板	436
5.4.6 天窗	307	6.5 座椅	443
5.4.7 车窗玻璃升降器	311	6.5.1 前排座椅	444
5.5 刮水器	316	6.5.2 后排座椅	468
5.6 汽车照明和信号	329	6.5.3 儿童座椅	473
6 车身内饰	350	6.6 空调系统	475
6.1 乘员约束系统——安全带	350	6.6.1 暖气	476
6.1.1 概述	350	6.6.2 控制器	480
6.1.2 安全带固定装置	351	6.6.3 空调	481
6.1.3 安全带组件分析	357	6.6.4 驾驶室空气分配	509
6.2 乘员约束系统——安全气囊	368	6.6.5 设计标准	516
6.2.1 概述	368	6.6.6 创新趋势	517
6.2.2 安全气囊系统的组成	369	参考文献	520

