

汽 / 车 / 先 / 进 / 技 / 术 / 译 / 丛

汽车轮胎研发

——策略、方法和工具

(德) G. 莱斯特 著
张英红 译



YZLI0890126187



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车先进技术译丛

汽车轮胎研发

——策略、方法和工具

(德)G. 莱斯特 著

张英红 译



YZL10890126187



机械工业出版社

本书从几何原理和轮胎设计任务书出发,阐述了在底盘和轮胎研发过程中灵活性策略所能起到的作用。本书紧紧围绕轮胎研发和轮胎测试的项目管理展开,包括舒适性问题如轮胎噪声和振动、胎压和胎压的测量以及系统的项目评价。主要内容包括轮胎结构、几何尺寸和承载能力、轮胎设计说明书、灵活性策略、轮胎测试、轮胎受力和力矩、轮胎噪声和振动、轮胎胎压、轮胎评价和轮胎模拟。本书适用于:底盘技师和工程师,汽车类高等院校以及职业学校的学生,轮胎供应商和汽车修理工。

Fahrzeugreifen und Fahrwerkentwicklung(1. Auflage 2009)

Günter Leister

Original ISBN: 978-3-8348-0671-0

Originally published in the German Language by Vieweg + Teubner, 65189 Wiesbaden, Germany.

Vieweg is a part of Springer Science + Business Media © Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009.

Authorized Simplified Chinese Edition is published by CMP.

All Rights Reserved.

本书简体中文版由德国 Vieweg + Teubner 出版社授权机械工业出版社独家出版发行。

版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号 01-2010-0432。

图书在版编目(CIP)数据

汽车轮胎研发:策略、方法和工具/(德)莱斯特著;张英红译.
—北京:机械工业出版社,2011.12
(汽车先进技术译丛)
ISBN 978-7-111-36413-9

I. ①汽… II. ①莱…②张… III. ①汽车轮胎—技术开发
IV. ①U463.341

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 230706 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:徐巍 责任编辑:孙鹏 责任校对:赵蕊

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·10 印张·14 插页·190 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-36413-9

定价:49.00 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

销售一部:(010)68326294 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

轮胎不是由汽车制造厂生产的，而是由专门的轮胎制造厂生产的，和汽车的生产一样，轮胎制造厂也需要有自己的工程师、技术员和厂房。它们的差异是，轮胎上没有其他配件，而是在工厂内合成的一个整体部件，基于这个原因，汽车制造商和轮胎制造商之间的合作是必要的。如果两者在发展过程中没有明确的合作和融合，就不可能生产出性能优越的汽车。实践证明，没有性能良好的轮胎，就没有性能可靠的汽车。



汽车制造商和轮胎制造商之间的合作

轮胎作为一个单独的重要部件在汽车上所占的比重很小。通过定期的市场调查和性能调查发现，许多顾客偏爱某种轮胎，也就是偏爱某个生产商所生产的轮胎，汽车生产商也在选择自己的轮胎生产合作伙伴。

轮胎、底盘和道路之间正确的相互作用有着非常重要的意义，对此，本书作了非常实用的解释和建议。

这是一本非常好的专业书，对于已知的有关轮胎的基础知识，本书不会作太多的介绍，重点将围绕轮胎的发展进程而展开，仅对在轮胎发展中起重要作用的有关物理学知识进行介绍。

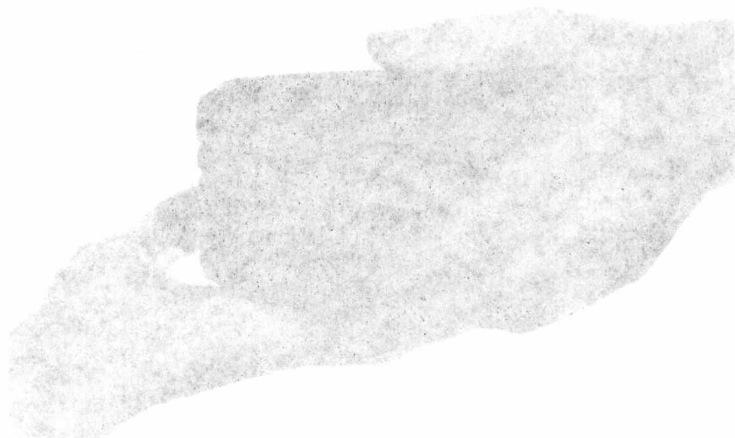
本书的出版，非常感谢 Gerd Runtsch 先生的帮助，到 2006 年末，他一直担任轮胎管理局和戴姆勒轮胎有限责任公司的主管。在我写书期间，他作为轮胎发展部门的领导给了我很大的帮助。在共同工作期间，我就考虑到今后多年的合作

工作和出版费问题。非常感谢普利司通、Continental、邓禄普、固特异、米其林和倍耐力公司的共同参与和提供的建议，在本书的编写上这些公司给了我很大帮助。非常感谢所有对本书提供支持的公司，我将永远把他们看作我专业上的合作伙伴。

恳请读者提出意见、改善或增补的建议，并发送到我们的邮箱 fahrzeugreifen@guenter-leister.de 中，再次出版时我们将认真考虑。

G. 莱斯特

于 Schwaigern 2008 年 11 月



目 录

前言	1	6.4 轮胎数据库和文件	52
第1章 绪论	1	第7章 轮胎的测试	56
第2章 轮胎	5	7.1 轮胎磨损和耐久性测试	59
2.1 轮胎的生产	7	7.2 轮胎排水性能测试	63
2.2 胶料	8	7.3 轮胎弹性测试	66
2.3 轮胎内衬层	10	7.4 轮胎的过度磨损	68
2.4 帘布层	11	7.5 轮胎外廓	72
2.5 胎圈和胎圈包布	11	7.6 轮胎的滚动阻力/滚动 周长	73
2.6 帘布	13	7.7 轮胎的横向排水性能	78
2.7 轮胎花纹	14	7.8 轮胎的一致性	81
2.8 轮胎成型	14	7.9 轮胎的不平衡测试	83
2.9 轮胎硫化	16	7.10 力和力矩	84
2.10 轮胎质量检验	17	7.11 拉毛机	86
第3章 轮胎的几何尺寸和 承载能力	19	7.12 轮胎的应急运行和轮胎 弯曲	87
第4章 轮胎设计说明书	24	7.13 冬季测试	90
第5章 轮胎发展的灵活策略	30	7.14 舒适性和噪声	91
5.1 完整的备胎	32	第8章 轮胎所受到的力和力矩	94
5.2 有应急功能的特种 Minispare 轮胎和 Faltrad 轮胎	32	8.1 轮胎测量和数学描述	98
5.3 补胎胶和自密封轮胎	34	8.2 直线行驶和微小的转弯	105
5.4 系列特种轮胎、特种 轮胎和基本材料	35	8.3 非直线行驶时的磨损 值/制动距离	110
5.5 失压续跑(Runflat-Reifen) 轮胎	37	第9章 噪声和振动	113
第6章 轮胎的项目管理	47	9.1 噪声	114
6.1 轮胎的费用	48	9.2 振动	117
6.2 轮胎的重量	51	第10章 轮胎胎压	120
6.3 轮胎的定约	52	10.1 胎压的间接测量系统	122
		10.2 胎压的直接测量系统	123
		第11章 轮胎的评价	126

第12章 轮胎模拟 139

第13章 轮胎展望 142

附录 建议和使用说明书 143

A1 轮胎概述 143

A2 冬季轮胎 145

A3 雪地防滑链 146

A4 轮胎胎压 146

A5 补胎胶 147

A6 低胎压报警系统 147

A7 轮胎胎压控制系统 148

A8 应急轮胎 148

参考文献 150

第1章 绪 论

轮胎的发展是一个非常复杂的过程。新车型出现的同时会对轮胎提出新的要求。这里列举了决定轮胎尺寸的基本因素，如轴载荷、汽车最大行驶速度、制动器尺寸和驱动桥的布置等，同时轮胎的尺寸和发动机的布置也有一定的关系。

最近几年轮胎的发展非常迅速，例如在梅赛德斯-奔驰 S 级轿车上轮胎的变化就很明显。在 1972 年奔驰 W116 车上用的是 185/82 R14H 型轮胎，而现在的梅赛德斯-奔驰 S 级轿车上已经开始使用 235/55 R17 W 型轮胎了，其发展过程如图 1-1 ~ 图 1-4 所示。轮胎的性能也在发生变化，如图 1-5 所示。

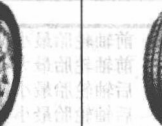
W116/1972-1979	W126/1979-1991	W140/1991-1998	W220/1998-2005	W221/ab 2005
				
				
185/82 R14 H 205/70 R14 H 215/70 R14 V	195/70 R14 S,H,V 205/70 R14 S,H,V 205/65 R15 H,V,Z 215/65 ZR15	225/60 R16 V 235/60 R16 H,V,Z 225/45 ZR18	225/60 R16 V,W 225/55 R17 W,Y 245/45 R18 W,Y 265/40 R18 Y	235/55 R17 W 255/45 R18 Y 275/45 R18 Y 255/40 R19 Y 275/40 R19 Y

图 1-1 梅赛德斯-奔驰 S 级轿车轮胎尺寸的发展趋势

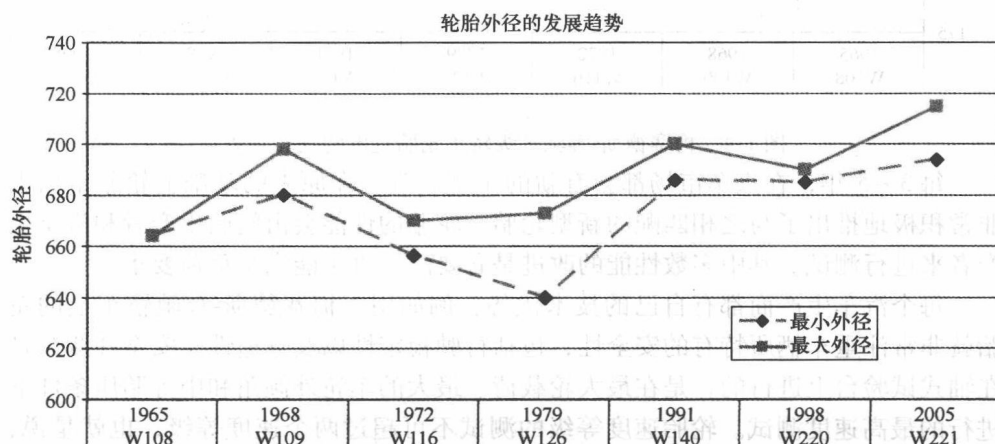


图 1-2 梅赛德斯-奔驰 S 级轿车轮胎外径的发展趋势

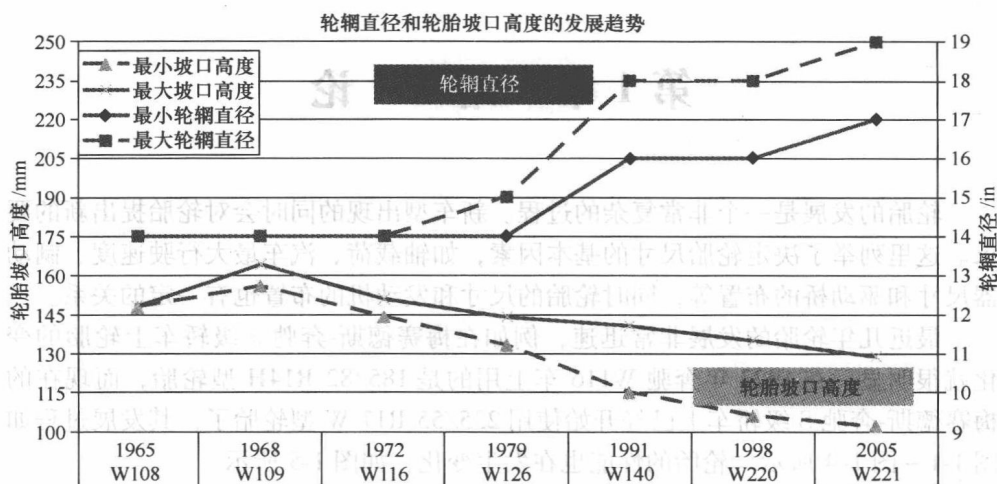


图 1-3 梅赛德斯-奔驰 S 级轿车车轮轮辋直径和坡口高度的发展趋势

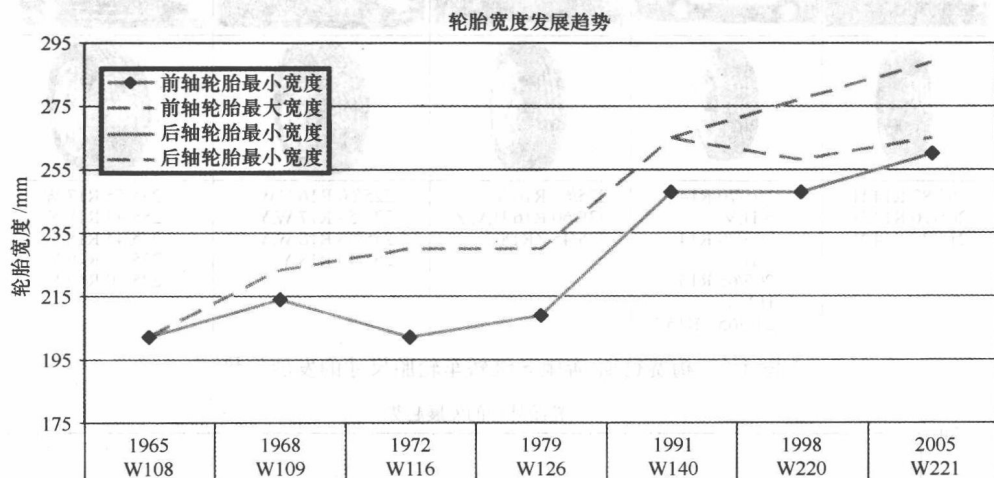


图 1-4 梅赛德斯-奔驰 S 级轿车轮胎宽度的发展趋势

每 3~5 年,在汽车市场都会有新的车型出现,在原来的基础上轮胎市场也非常积极地推出了与之相匹配的新型轮胎。轮胎的性能会由轮胎生产者和汽车生产者来进行测试,其中多数性能的改进是必要的,直至能满足负荷要求。

每个汽车生产商都有自己的技术优势,例如用于梅赛德斯-奔驰轿车上的轮胎就非常注重车辆所特有的安全性,包括行驶稳定性以及舒适性。安全性测试是在轴式试验台上进行的,是在最大轮载荷、最大的车轮外倾角和中等胎压条件下进行的最高速度测试。轮胎速度等级的测试不可超过两个速度等级,也就是说,作为国际上通用的一般规则,轮胎的实际强度必须高于标定强度。汽车上的原装

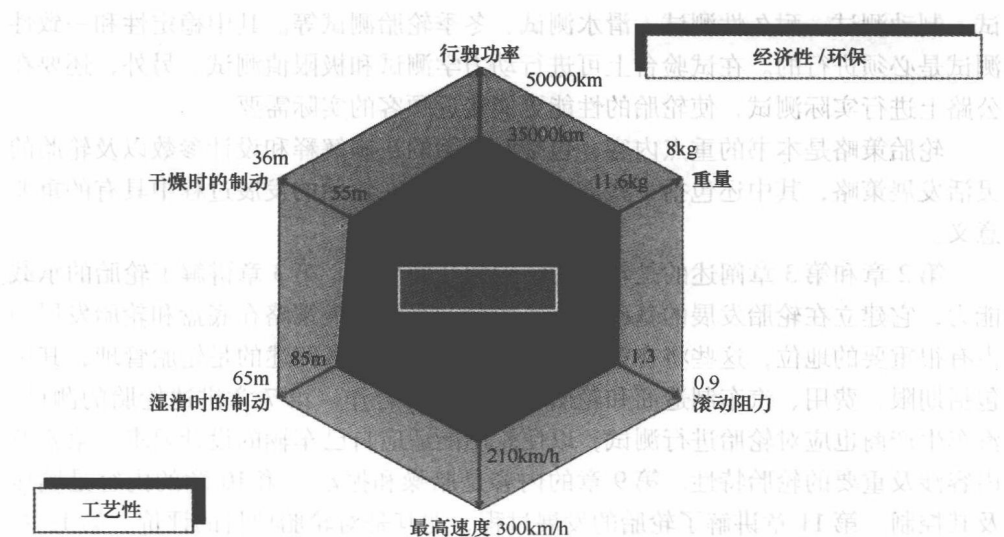


图 1-5 最近 25 年轿车轮胎性能的发展趋势

轮胎在轮胎制造厂所规定的商场里是可以买到的，而且很容易能够获得相关的信息，如图 1-6 所示。



夏季轮胎永远为您提供星级服务
梅赛德斯-奔驰轮胎在任何环境下都能确保安全


Mercedes-Benz

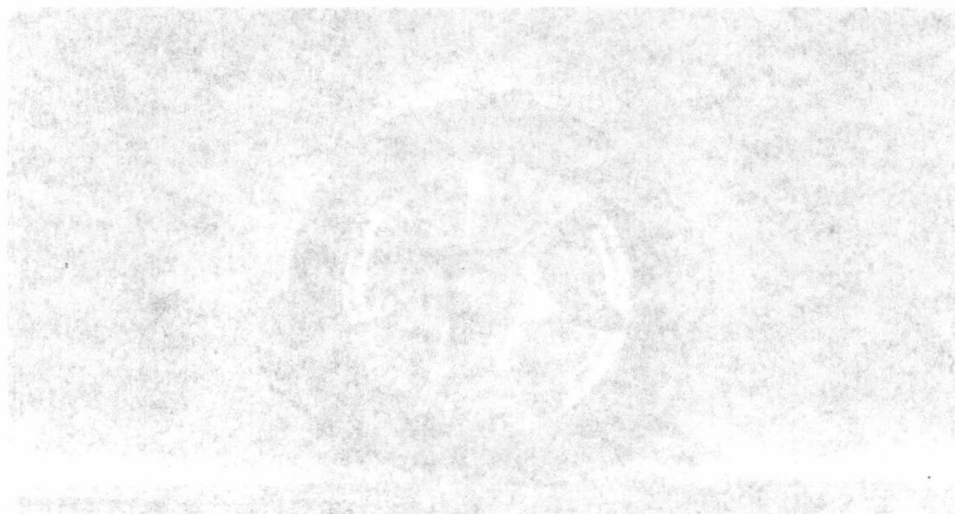
图 1-6 原装轮胎生产商在零配件市场上为原装轮胎所做的广告

轮胎测试项目中共有 50 项参数测试。例如湿地附着力测试、在滚动试验台上的滚动阻力测试、高速运行测试，以及在车辆上和试验台上进行的平稳性测

试、制动测试、耐久性测试、滑水测试、冬季轮胎测试等。其中稳定性和一致性测试是必须进行的。在试验台上可进行动力学测试和极限值测试。另外，还要在公路上进行实际测试，使轮胎的性能更能接近顾客的实际需要。

轮胎策略是本书的重点内容，包括对轮胎的正确解释和设计参数以及轮胎的灵活发展策略，其中还包括一些方法和手段及其在轮胎的发展过程中具有的重要意义。

第2章和第3章阐述的是轮胎的结构和几何尺寸。第3章讲解了轮胎的承载能力，它建立在轮胎发展的基础之上。轮胎的灵活发展策略在底盘和轮胎发展中占有很重要的地位，这些将在第5章进行解释。第6章阐述的是轮胎管理，其中包括期限、费用、汽车制造商和轮胎制造商间的合作。第7章讲述轮胎的测试，汽车生产商也应对轮胎进行测试，以便轮胎能适应自己车辆的设计要求。第8章内容涉及重要的轮胎特性。第9章的内容是胎噪和振动。第10章的内容是胎压及其控制。第11章讲解了轮胎的发展过程，尤其是对轮胎项目的评价。第13章将对轮胎的研究做一个小结并展望轮胎的发展。



第2章 轮胎

轮胎是一个旋转部件，但并不是由均质材料制成的，而是由多种不同的物质、不同的橡胶组合和各种连接物通过帘布或钢丝使轮胎紧密地结合在一起而制成的，这种结构将使轮胎变得更加牢固耐用。

轮胎必须有一定的承载能力，以便能支撑起汽车本身的重量；能承受侧向力，以便汽车能够转弯；能把发动机输出的动力转变成驱动力来克服行驶阻力，以确保汽车能够行驶。轮胎必须有一定的弹性和缓冲性能，能通过合适的转向传动机构反映出路面的实际情况。轮胎必须有很好的滚动性能，有很小的滚动阻力和很小的噪声。在寿命周期中轮胎必须能保持很好的尺寸稳定性、安全性和耐用性，也就是说有很好的结构稳定性。轮胎能够紧紧地附着在轮辋上，不允许有跳动，以防止漏气。

并不是所有的轮胎特性之间都不存在冲突，减弱某些特性是为了轮胎的发展，其决策权由汽车生产商来决定，轮胎生产商必须满足汽车生产商在技术上提出的要求。

现代轿车安装的多是钢丝帘布轮胎，各种钢丝帘布轮胎在结构上是基本相同的，如图 2-1 所示。

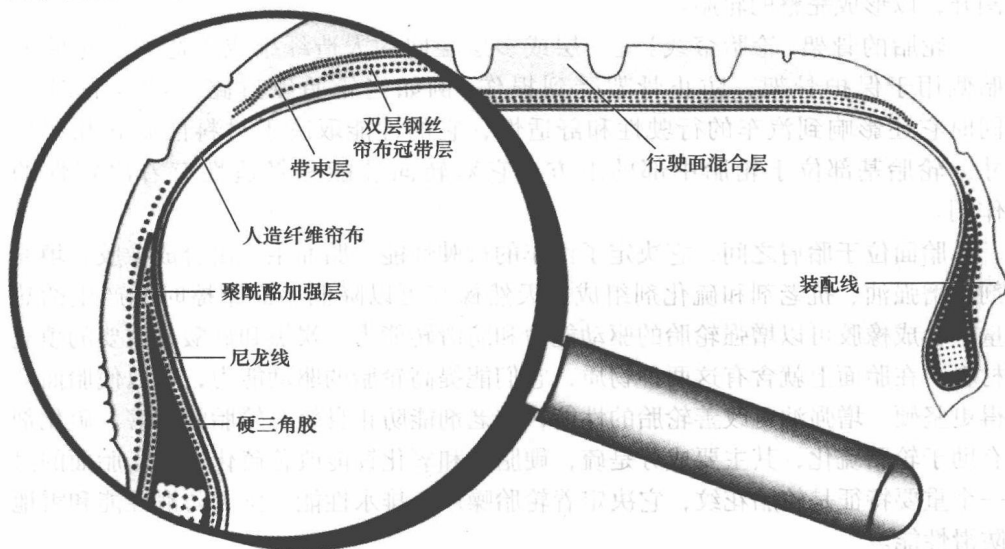


图 2-1 轮胎的基本结构(来源:Continental)

轮胎的内衬层是由人造纤维和碘-异丁烯橡胶组成的，内衬层的功能是代替传统的内胎来密封内部空气，防止泄漏。

胎圈必须保证轮胎牢固地安装在轮辋上，胎圈一般是由外包橡胶的钢丝组成的。

由合成橡胶制成的缓冲层使轮胎更具有弹性和舒适性，另外，缓冲层还应考虑到转向性能和行驶稳定性，为此加强型的轮胎加入了尼龙的成分。

轮胎侧壁是由天然橡胶或合成橡胶组成的，起到保护帘布层、防止其受到伤害的作用，并能防止轮胎受到大气环境的影响。

由聚酯纤维或人造丝组成的帘布层的主要作用是将轮胎紧紧地结合在一起，以便能承受轮胎内部的压力。

钢丝帘布是由钢丝和橡胶粘接而成的，能提高汽车行驶的稳定性，减小运行阻力，提高行驶性能。

由尼龙制成的帘布能提高汽车的最高行驶速度。

钢丝帘布由 20 多种不同的橡胶混合物粘接制造而成。除了弯曲成型和粘-弹特性外，橡胶还要有足够的支撑强度，这与炭黑、炭与增塑剂的混合比以及硫化措施有关。

帘布也叫钢丝帘布层，至少有两层相绞的钢丝以增加其强度，它们的表面都镀有一层黄铜。在胎面的下边也有钢丝，它们被尼龙丝所包裹。帘布钢丝的方向和行驶方向并不一致，而是有一个夹角，旁边的帘布层不是折叠在一起就是被切割开，以形成完整的轮胎。

轮胎的骨架(轮胎帘线)是一层或多层径向的人造纤维或人造丝。轮胎的胎侧用于保护骨架，防止骨架受到损伤(例如当轮胎碾过路边的碎石时)。同时它还影响到汽车的行驶性和舒适性，它的性能取决于材料性质和几何尺寸。轮胎基部位于轮胎中部的上方，它对转向性能和舒适性有着决定性的作用。

胎面位于胎肩之间，它决定了汽车的行驶性能。胎面主要由合成橡胶、填充剂、增强油、抗老剂和硫化剂组成。天然橡胶可以降低胎面摩擦时所产生的热量。合成橡胶可以增强轮胎的驱动能力和防滑转能力。炭黑和硅酸是主要的填充材料，在胎面上就含有这两种物质，它们能提高轮胎的驱动能力，可以使胎面变得更坚硬。增强油可改善轮胎的性能，抗老剂能防止臭氧对轮胎的伤害。硫化剂有助于轮胎硫化，其主要成分是硫，硬脂酸和氧化锌能改善硫化过程。胎面的另一个重要特征是轮胎花纹，它决定着轮胎噪声、排水性能、雨天防滑性能和雪地防滑性能。

在轮胎的侧面标注有轮胎的相关参数，重要的参数是轮胎的宽度，从轮胎的一侧到另一侧，单位是 mm，如图 2-2 所示。

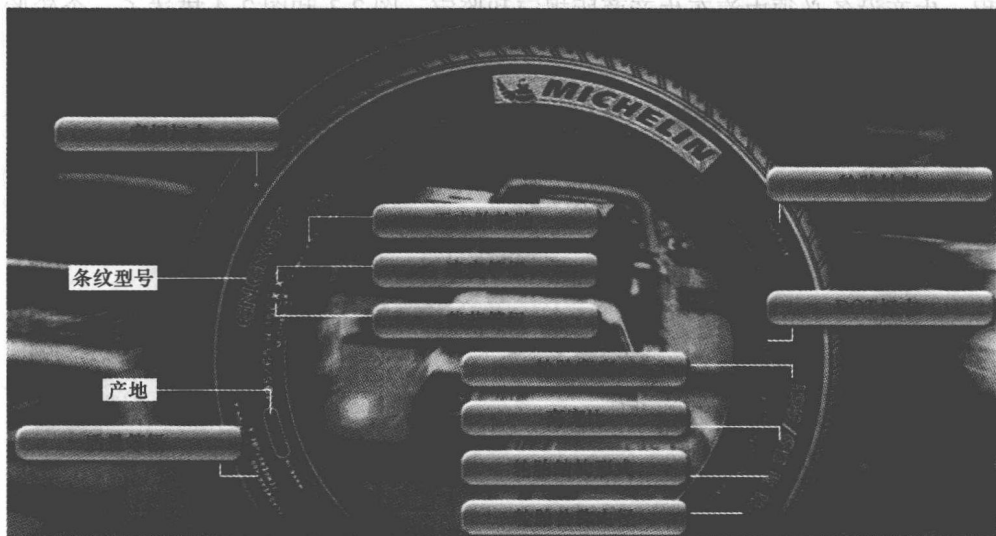


图 2-2 轮胎的标志(来源:米其林)

轮胎的横截面显示了胎面的高宽比。

轮胎的类型说明了轮胎的设计方法。R 表示子午线轮胎,帘布层的走向像地球上的子午线,与胎面中心线呈 90° 排列。

轮辋直径的单位用 in 来表示。载荷或承载系数(LI)表明在正确的胎压下所能承受的最大载荷。人们可以在轮胎的侧面发现这个数值的大小(其单位是 lb 或 kg)。

速度系数(SI)表示轮胎所允许的最高安全车速。交通部门明确规定,在轮胎的侧面要用代码标注出其结构和使用说明,轮胎的生产批号 DOT 也要在轮胎上标注出来。轮胎的使用寿命是通过代码给出的。从 2000 年起,轮胎的生产日期用四位数来表示,也就是说生产批号中后四位数表示的是生产日期。

统一轮胎质量标志(UTQG)是美国交通部对轮胎使用性能的一个鉴定,它指出了轮胎磨耗、牵引和耐高温三个性能的级别标准。

在整个胎面上,轮胎花纹必须是可见的,花纹深度的测量必须在主花纹上进行,现在轮胎上都标有“TWI”,用来指明轮胎磨耗标志的位置。有关轮胎的概况在轮胎生产商的网页上可以看到。

2.1 轮胎的生产

轮胎的生产是一个独立而完整的过程,作为汽车生产商也应清楚其生产过

程, 生产设备必须由汽车生产商所规定和鉴定。图 2-3 和图 2-4 描述了一个轮胎完整的生产过程。

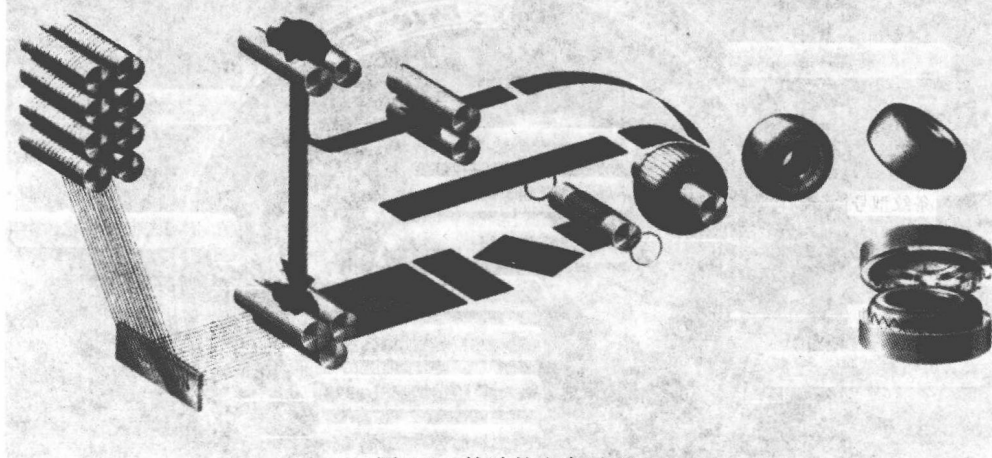


图 2-3 轮胎的生产过程

轮胎生产流程概要

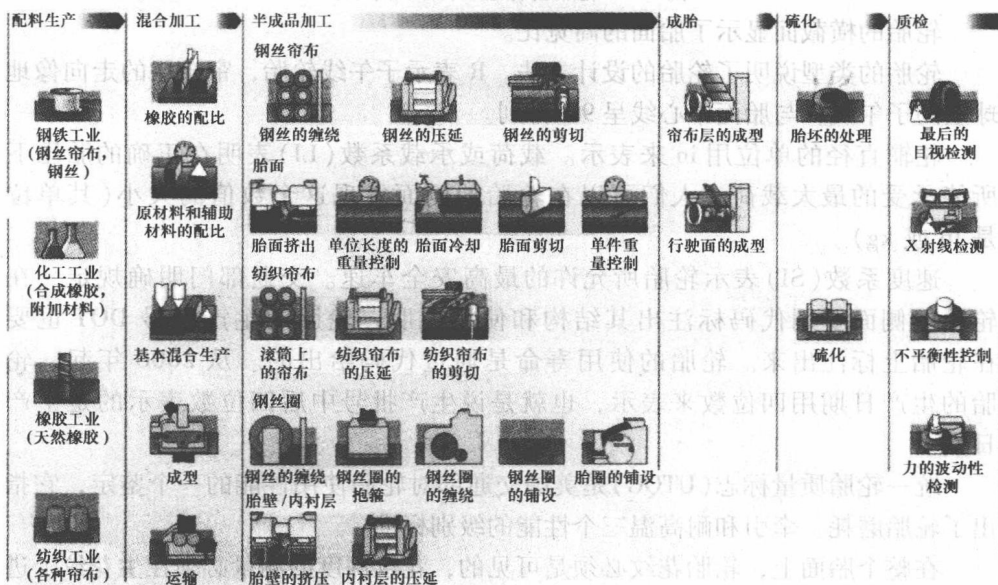


图 2-4 轮胎生产流程(来源:Continental)

2.2 胶料

轮胎的基本材料是胶料, 这种合成物质是用专门的设备经混合、挤压、碾

平、弯曲和剪切而成的。被碾平的胶料也称为混合帘布。胶料的基本配料如图2-5所示。

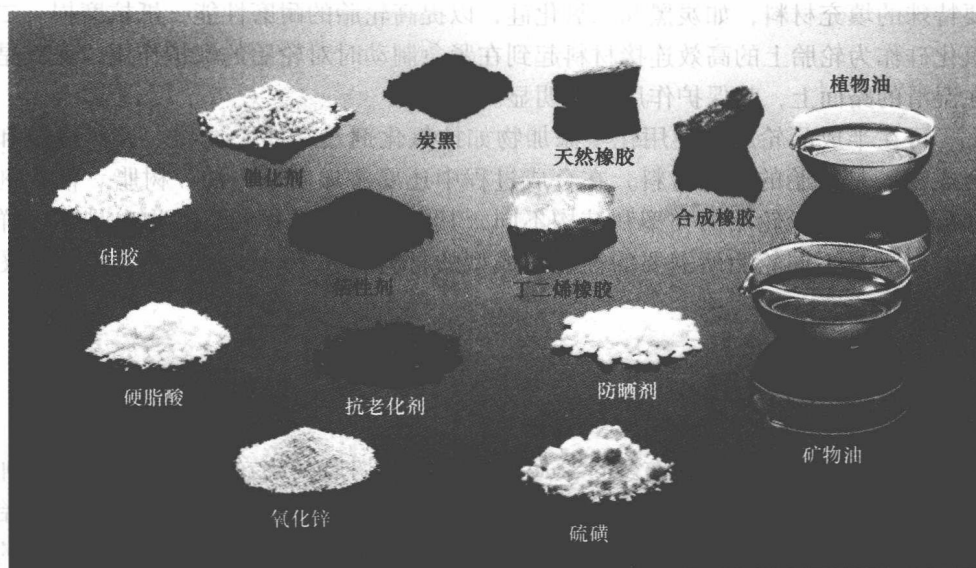


图2-5 胶料的基本配料



图2-6 对橡胶合成物毛坯的加工

在产生从已完成的胶料上剪切下的废料之前,要发生多个阶段的混合程序。形成轮胎混合物的配比按照使用目的的不同是有区别的,尤其是轮胎行驶面更需要特殊的填充材料,如炭黑和二氧化硅,以提高轮胎的耐磨性能,抵抗磨损。二氧化硅作为轮胎上的高效连接材料起到在紧急制动时对轮胎的保护作用,尤其是在湿滑的路面上,其保护作用更加明显。

可在半成品轮胎中使用化学添加物如抗氧化剂及其他添加物。天然橡胶和合成橡胶是轮胎的基础材料,在合成过程中还要添加白垩、油、树脂、催化剂和硫黄等。由于轮胎的类型和结构不同,其整个生产过程和添加物也是不一样的,以满足不同轮胎所需要的性能。成型的材料将在下一步加工中使用,如图2-6所示。

2.3 轮胎内衬层

作为内衬层的混合帘布经过滚压、成型及剪切后,绕在成型机上进一步加工,如图2-7所示。内衬层是一层致密的、有很好气密性的橡胶层,它是轮胎的第一层。内衬层能有效地防止胎压的降低。内衬层的特性是通过一定材料的混合而实现的。内衬层在研光机上制造成型后,经剪切以适应不同轮胎尺寸的要求。

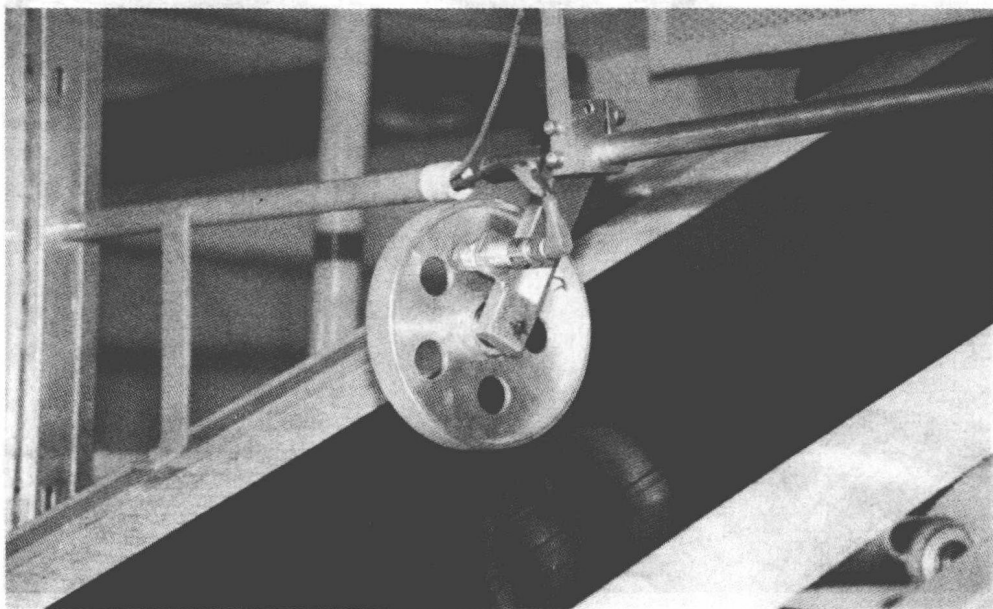


图2-7 压延后的内衬层(来源:Continental)