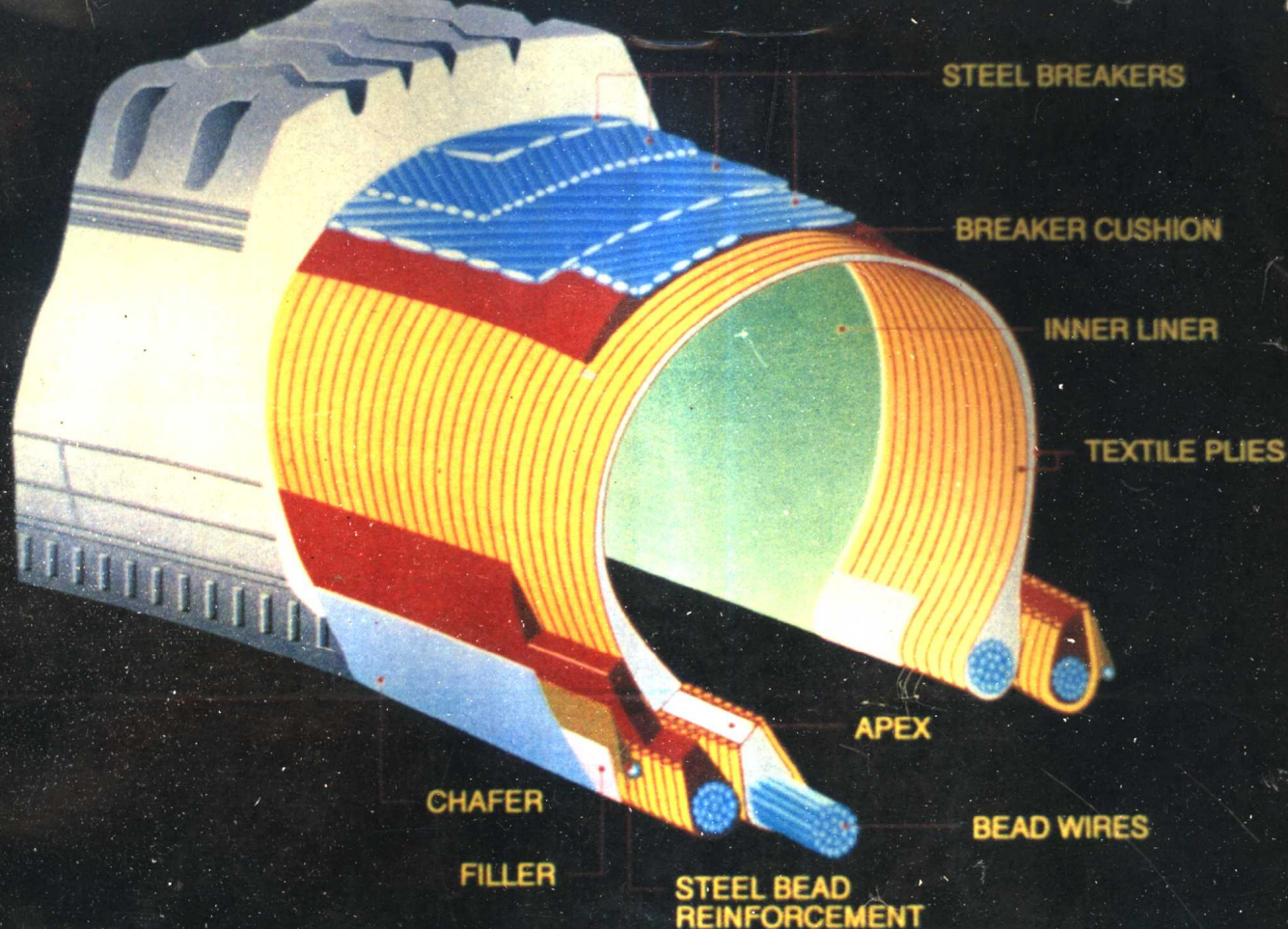




郑正仁 王洪士 毛寿昌 编著

子午线轮胎技术与应用

THE TECHNOLOGY AND PERFORMANCE OF RADIAL TIRE

中国科学技术大学出版社



子午线轮胎技术与应用

郑正仁 王洪士 毛寿昌 编著



中国科学技术大学出版社

1994·合肥

内 容 提 要

本书是国内出版的第一部系统研究子午线轮胎的专著。全书共分为十一章,主要阐述子午线轮胎的理论基础、生产技术、工艺、设备及其测试,包括轮胎力学与汽车性能的关系,配方设计,骨架材料与结构设计,工艺装备及检测设备的选型,子午胎的使用、保养和翻修等,并阐述了子午线轮胎技术发展的最新走向。

本书内容丰富,材料翔实,叙述严谨,循序渐进。可作为大专院校轮胎专业、有机化工专业的教材或教学参考书,还可作为轮胎企业和交通运输业职工的培训教材或橡胶工程技术人员的业务手册。

(皖)新登字 08 号

图书在版编目(CIP)数据

子午线轮胎技术 / 郑正仁 等编著。—合肥:中国科学技术大学出版社,1994年9月
ISBN 7-312-00589-6

I. 子午线轮胎

II. 郑正仁 王洪士 王毛春

III. 子午线轮胎结构设计 配方设计 生产设备 生产工艺 产品测试

IV. TB

凡购买中国科大版图书,如有缺页,由本社出版部负责调换

中国科学技术大学出版社出版发行
(安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026)
中国科学技术大学印刷厂印刷
全国新华书店经销

开本:787×1092/16 印张:17 字数:400 千

1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—8 000 册

ISBN 7-312-00589-6/TB·2 定价:20.00 元

把科學理論和實踐應用
結合起來，是子午線輪胎
黃居的指針。

彭真

一九五三年
一月二十日

序

子午线轮胎是一种新型结构的产品,具有高速、耐用、节能、安全、舒适等优越性能,是轮胎工业更新换代的发展方向。目前世界子午线轮胎的产量已占轮胎总产量的 80%,预计本世纪末西方工业发达国家将实现轮胎子午化。随着子午线轮胎的蓬勃发展,轮胎的生产技术不断进步,工艺装备日新月异,使轮胎工业由劳动密集型逐步向技术密集型转化。子午线轮胎的兴起和发展,已成为轮胎生产和消费的宏大潮流。

近年来我国汽车工业和交通运输事业的发展较快,新车型尤其是新轿车生产线的建成投产,进口汽车的大量使用,公路建设特别是高速公路的迅速发展,迫切需要各种高质量的子午线轮胎。从“七五”开始,我国就把子午线轮胎作为橡胶工业发展的重点,现在已经具备一定的规模,但至今有关子午线轮胎的生产技术和工艺装备的著作还很少。为了促进子午线轮胎的发展,当前十分需要科学理论与应用实践相结合的子午线专著,以利提高生产技术和改进产品质量,适应汽车工业和交通运输事业发展的需要。

本书作者总结了多年来从事轮胎科学研究和生产实践的丰富经验,广泛收集了世界发达国家轮胎设计和生产的资料,并以轮胎力学为基础,深入探讨了轮胎与汽车整体性能的关系,对子午线轮胎的配方设计、骨架材料和结构设计的特点,作出了较高水平的论证。本书对子午线轮胎的生产工艺、产品质量控制技术和检测手段进行了系统的阐述,介绍了子午线轮胎的造型、使用、保养和翻新的方法,并很注意理论与实践结合。书中还涉及了当代子午线轮胎技术的最新领域,有利于读者了解国际上的发展动态。本书有关章节自 1990 年在《橡胶工业》期刊上用《讲座》形式连续刊载以来,受到了读者的欢迎。这次在出版之前又作了修改,并补充了 90 年代子午线轮胎技术的新内容,同时还增加了子午线轮胎新型装备的外形图和技术参数,以备选型参考,这使本书益臻完善。

本书结构严谨,论述精湛,图文并茂。它的问世,必将对子午线轮胎的科研、生产和使用有裨益。本书主要作者为橡胶工业特别是轮胎工业的发展倾注了毕生精力,于今耄耋之年仍笔耕不辍,深感其奋进之精神难能可贵,故为之序。

黎扬善

一九九三年五月

前 言

近代汽车工业的发展和高速公路的出现对轮胎制造业不断提出新的要求。轮胎制造技术的不断改进和完善,大大提高了汽车的时速及性能,也促进了汽车及与其相关工业的发展。轮胎技术对现代工业起着举足轻重的作用。

轮胎工业发展史上的一次重大变革是子午线轮胎的发明。这种类型的轮胎大大改进了汽车的缓冲和高速性能,具有节约燃料、负荷大、寿命长等优越性。所以,从1948年第一条子午线轮胎问世后的几十年间,西欧、日本、美国等地的轮胎制造商投入了大量的人力、财力、物力来发展子午线轮胎的制造工艺与设计理论;特别是最近二十多年间,子午线轮胎的产品结构、配方、设计理论与工艺技术已日臻完善。我国从1960年开始研究与试制全钢丝子午线轮胎,但在其后的一段时期内发展速度缓慢,以致在产品数量与质量方面落后于欧美与日本等国家。近十年来,我国的轮胎制造业加速了企业技术改造的进程,并引进了国外的先进成套设备与技术,开展了子午线轮胎国产化的研制工作,从而大大提高了子午线轮胎的质量和缩短了与国外的差距。

生产斜交轮胎这些产品的设备配置、设计方法、操作工艺等传统知识,对于生产新型的子午线轮胎来说都是不适应的。为保证和提高子午线轮胎的质量,不但要求改进设计方法与生产制造工艺,而且要更新和完善控制轮胎质量和性能的工艺装备、测试技术与测试手段。即在完成对子午线轮胎的结构、配方、工艺设计后,还要严格把握生产制造的全部装置、流程与操作,对产品进行常规和均匀性等测试,才能保证产品的质量。

就以上几个方面的内容,作者把自己在技术引进、设计理论研究及生产实际中积累的知识介绍给读者。随着时间的推移,科学技术在不断进步与发展,本书的不足和谬误在所难免,欢迎同业人员及广大读者提出宝贵意见与批评指正。以便在再版时予以改进和完善。

本书的第一、二、三、四、五、六、八、九章由郑正仁撰写;第七、十章由王洪士撰写;第十一章由毛寿昌撰写。安徽开元集团公司领导方建国、孙怀汕、时春山为该书的出版给予了大力支持,李莹、陈晓玲、江宁、祖文强等同志为本书的顺利出版做了许多具体工作。一并在此表示感谢。

作者

1994年3月

目 次

序.....	1
前 言.....	3
第一章 子午线轮胎的现状和发展	1
第一节 充气轮胎对国民经济的作用.....	1
第二节 子午线轮胎的发展.....	2
第三节 子午线轮胎的特性促进了汽车工业的发展.....	3
第四节 汽车工业的发展促进了子午线轮胎的发展.....	4
第五节 四十年来米西林公司发展的子午线轮胎.....	6
参考文献.....	6
第二章 子午线轮胎的力学性能	7
第一节 汽车轮胎的作用.....	7
第二节 轮胎的基本力学性能.....	7
第三节 子午线轮胎和斜交轮胎的结构差别.....	8
第四节 子午线轮胎的基本力学.....	10
第五节 子午线轮胎的扁平比(Aspect Ratio)对轮胎质量性能的影响.....	14
第六节 子午线轮胎结构设计的五个基本原则.....	15
第七节 子午线轮胎的优越性.....	17
参考文献.....	19
第三章 子午线轮胎与汽车的关系	20
第一节 轮胎性能与汽车的关系.....	20
第二节 子午线轮胎与三个力和三个力矩的关系.....	21
第三节 子午线轮胎和汽车悬挂系振动的关系.....	24
第四节 子午线轮胎不均匀性对汽车性能的影响.....	26
第五节 子午线轮胎对汽车悬挂系的要求.....	30
参考文献.....	32
第四章 子午线轮胎配方设计的特点	33
第一节 配方设计的目的和要求.....	33
第二节 配方表示形式.....	34
第三节 按子午线轮胎性能特点制订配方.....	36
参考文献.....	43
第五章 子午线轮胎使用的骨架材料	44
第一节 骨架材料对充气轮胎的作用.....	44

第二节	骨架材料的基本要求与发展	45
第三节	子午线轮胎对帘线性能的要求	46
第四节	各种帘线特点	46
参考文献		56
第六章	子午线轮胎的结构设计	57
第一节	子午线轮胎与斜交轮胎结构的力学差别	57
第二节	子午线轮胎结构设计	57
第三节	子午线轮胎的设计依据	60
第四节	子午线轮胎的设计方法	60
第五节	轮胎负荷的计算方法	65
第六节	带束层设计	68
第七节	影响子午线轮胎转弯力和滚动阻力的几个设计因素	74
第八节	胎面花纹的设计	76
第九节	施工设计	79
参考文献		82
第七章	子午线轮胎制造工艺及设备	83
第一节	概述	83
第二节	塑炼和混炼	87
第三节	胎面、胎侧制造	94
第四节	胎体、带束层制造	101
第五节	各种型胶部件制造	115
第六节	胎圈钢丝圈制造	117
第七节	外胎成型	122
第八节	外胎硫化	132
第九节	外胎成品的外观和检测	138
参考文献		140
第八章	子午线轮胎成品测试	141
第一节	子午线轮胎性能测试的种类和意义	141
第二节	轮胎的室内检验方法和标准	142
第三节	子午线轮胎性能的室内试验方法	155
第四节	子午线轮胎室外道路试验场的试验	163
第五节	子午线轮胎实际里程试验	168
参考文献		170
第九章	子午线轮胎的使用和保养	172
第一节	负荷和气压对轮胎的影响	172
第二节	选好轮胎和车轮及轮辋的配合	173
第三节	汽车悬挂系统是否标准	175
第四节	有关子午线轮胎和斜交轮胎的混装问题	175
第五节	子午线轮胎不能有水分	175

第六节 子午线轮胎花纹的选择.....	176
第七节 装货的分配要均匀.....	177
第八节 汽车高速行驶中的轮胎生热.....	178
第九节 轮胎负荷与时速的关系.....	178
参考文献.....	179
第十章 子午线轮胎的翻修.....	180
第一节 概述.....	180
第二节 旧胎检查.....	180
第三节 局部修理.....	181
第四节 磨胎.....	184
第五节 胎面翻新.....	185
参考文献.....	187
第十一章 子午线轮胎的工艺装备.....	188
第一节 炼胶设备.....	188
第二节 压延设备.....	213
第三节 挤出设备.....	222
第四节 成型设备.....	228
第五节 硫化设备.....	244
参考文献.....	254
附 录.....	256

第一章 子午线轮胎的现状和发展

第一节 充气轮胎对国民经济的作用

1888年邓录普(T. B. Dunlop)首先发明充气轮胎,这种轮胎比较简单,采用帆布作骨架材料,足足经过了25年,1913年有两位英国人Gray和Sloper发明了子午线轮胎,并得到专利权。但是,由于当时的设备及骨架材料不能满足子午线轮胎制造的技术要求而难以发展。

斜交轮胎也有一个逐渐发展的过程,从帆布发展到采用帘布有一个相当长的时间。采用帘布以后才对它进行力学分析和强力计算。斜交轮胎质量的提高主要靠骨架材料的发展和轮胎配方材料的发展,1900年轮胎的里程为800公里,到1978年提高到60800公里。在78年间轮胎里程提高了76倍,行驶速度也提高了2至3倍。轮胎工业和汽车工业是相互促进的,充气轮胎的发展带动了汽车工业,同时汽车工业的发展也促进了农业机械化、公路建设、航空工业和交通运输业。例如,由于美国高速公路有很大发展,在100公里以内,重量在15吨以上的货物一般都采用载重货车运输,既省又快。

美国充气轮胎的产量有两亿多套,其中产量最多的是轿车轮胎,轿车轮胎的产量为1.825亿套,占整个轮胎产量的80%以上,还有3千多万套是载重轮胎、工程轮胎、拖拉机轮胎等。西欧国家的情形也是如此。美国1.825亿套轿车轮胎中包括配套轮胎(Original Equipment Tire)和替换轮胎(Replacement Tire)。配套轮胎用来作新车配套的只占34%,替换轮胎占66%,因此,发展子午线轮胎首先要从配套轿车轮胎开始,然后发展到替换轮胎。但原汽车装用的斜交轮胎不能直接换用子午线轮胎,只有配套轮胎采用子午线轮胎的汽车,才能换用子午线轮胎。若装用斜交轮胎的汽车要改用子午线轮胎,则必须改变汽车的悬挂系统,使其符合子午线轮胎的性能要求。因此,应当从新车改起,而对速度较快的轿车(一般都在100km/h以上)来说,要求比较严格,不然就易出事故。

到20世纪末,世界上生产的车辆预计有10亿辆,需要充气轮胎300亿套。近10年内,美国有一亿多辆汽车,平均1.7人一辆汽车,西德为2.7人一辆,西欧为3.3人一辆,中国为1022人一辆,日本在1987年为4人一辆。韩国1976年为379人一辆,1996年预计为28人一辆,而韩国的汽车产量在1973年只有6000辆,2011年预计达到200万辆。台湾的汽车产量2005年预计达50万辆,而汽车的使用数量则会达250万辆,平均为8人一辆。根据统计资料,1986年世界轿车有4.8亿辆,20世纪末可能达到6.0亿辆。汽车轮胎是根据汽车的发展而发展的,而汽车的发展也与公路的发展有很大关系。有了公路就需要有汽车和轮胎,形成互为依存的连锁反应。中国也开始发展高速公路,已有北京—天津、北京—石家庄—武汉、沈阳—大连、济南—青岛、广州—深圳等高速公路。

世界上最大的轮胎厂有：(1)米西林(Michlin)；(2)固德异(Goodyear)；(3)桥石(Bridgestone)；(4)大陆(Continental)。而国际上轮胎销售量在8千万美元以上的厂家有50个，其中韩国有3家，台湾有3家，印度有8家，而中国仅有一家，排第29位。

第二节 子午线轮胎的发展

子午线轮胎很早就有了发明专利权，直到1948年才得到实现。虽然美国的轮胎产量最多，质量性能也很好，但法国米西林公司首先生产了子午线轮胎。这是因为30年代米西林公司就研制生产了钢丝斜交轮胎，从而为研制和生产子午线轮胎创造了物质条件。钢丝帘线是子午线轮胎的主要骨架材料，如果没有钢丝帘线，就无法显示出子午线轮胎、特别是子午线轮胎的带束层的优越性。钢丝帘线使子午线轮胎的带束层帘线具有强力大，伸长小的特点。另外，胶料配方和钢丝粘着性、钢丝帘线压延设备及钢丝帘线裁断机也发展到了一定的水平，正因为具备了这些条件，在第二次世界大战三年后，米西林公司首先研制成轿车全钢丝子午线轮胎。该公司研制钢丝子午线轮胎的主要目的是解决由于钢丝斜交轮胎的径向弹性率太大而导致汽车的舒适性太差的弊端。钢丝子午线轮胎径向弹性率甚小，使汽车的舒适性大为提高。同时，它的其他性能也比斜交轮胎好得多。50年代初米西林公司生产的子午线轮胎受到了西欧汽车公司的欢迎，意大利菲亚特汽车公司也要求皮利里(Pirelli)公司研制子午线轮胎，不然菲亚特汽车公司就要用米西林公司生产的子午线轮胎。因此皮利里公司投入了巨额资金研制子午线轮胎，1955年该公司研制出半钢丝子午线轮胎，即胎体采用人造丝帘线，带束层用钢丝帘线。由于米西林公司于1947年提出的全钢丝子午线轮胎的专利权到1967年才期满，而半钢丝子午线轮胎不涉及全钢丝子午线轮胎，所以皮利里公司获得该专利权。此后，西欧子午线轮胎发展很快。米西林公司生产的轿车轮胎、载重轮胎、工程轮胎全采用子午线结构，而皮利里公司发展了两种子午线轮胎：一种是全纤维子午线轮胎，另一种是半钢丝子午线轮胎。该公司生产半钢丝子午线轮胎的技术经验比较成熟，还扩大到轻型载重轮胎及9.00R20半钢丝子午线轮胎。皮利里公司和法国克列勃(Kleber)公司也生产全纤维的轿车和拖拉机子午线轮胎，1967年皮利里公司把全纤维子午线轮胎技术出售给前捷克。后来捷克成功地发展了自己的半钢丝子午线轮胎技术。1970年，克列勃公司把全纤维轿车子午线轮胎技术出售给前民主德国，民主德国也发展起了自己的半钢丝和全钢丝载重子午线轮胎。这样西欧和东欧国家都发展了子午线轮胎。美、日两国在60年代初才开始研究子午线轮胎，美国在50年代末发展了带束斜交轮胎，这种轮胎的性能虽比斜交轮胎好一些，但比不上子午线轮胎，特别在节油方面不如子午线轮胎。石油危机的1972年，美国开始加快研究和生产子午线轮胎。同期日本也研究和开发了子午线轮胎。我国在1960年开始研究全钢丝子午线轮胎，60年代末试产全钢丝子午线轮胎。虽然我国对子午线轮胎的试验研究比较早，但我国子午线轮胎的质量和产量还不如美国和日本。

从美国和西欧轿车子午线轮胎的发展来看，美国于1977年配套子午线轮胎占82.4%，1984年达到87%，1988年提高到95%。而欧洲1984年已达98%，1988年达99%。轿车子午线轮胎的70A.R.系列，美国从1985年到1988年占22~42%，欧洲1985年占57%，1988年达到68%。而HR/VR子午线轮胎，美国1988年只占8%，西欧1988年占22%。从配套

轮胎的产量可以估计出替换轮胎的产量,替换轮胎的产量一般多于配套轮胎。以美国为例,轿车轮胎的年产量 1977 年是 1.870 亿套轮胎,子午线配套轮胎产量是 4.55 千万套,替换轮胎是 1.37 亿套,在 1.37 亿套轮胎中子午线轮胎占 34%。因此可以说配套的子午线轮胎用量越大,替换的子午线轮胎用量也越大。只有等到采用斜交轮胎的汽车全部改用于子午线轮胎后,才能说轿车轮胎全部子午化。

第三节 子午线轮胎的特性促进了汽车工业的发展

米西林公司研究全钢丝子午线轮胎的主要目的,是为了解决原来生产的钢丝斜交轮胎径向弹性大的弊端,由于提高了汽车的舒适性,所以该公司生产的全钢丝子午线轮胎受到了法国汽车工业的欢迎。通过各种性能试验研究,还发现子午线轮胎比斜交轮胎有许多优越性:如磨损性能提高 60~120%;滚动阻力比斜交轮胎低 30~40%,可节油 6~8%;侧向力或转向能力(Coroner Power)如采用钢丝带束层比斜交轮胎提高 76%,用纤维带束层也可提高 50%;牵引及刹车的能力可以提高 10~20%;径向弹性率比斜交轮胎约低 18%;另外,径向弹性率小,可提高舒适性;高速性能比斜交轮胎高;噪音比斜交轮胎小;如采用钢丝带束层可提高耐机械性能。这些优越性能主要是两种轮胎的结构不同。子午线轮胎的优越性能取决于子午线轮胎的坚固带束层胎冠和柔软的胎体。因此子午线轮胎的力学性能,特别是带束层和胎体的关系比较复杂,而改善胎冠带束层的坚固性会影响到子午线轮胎的操纵性能,不象斜交轮胎在改善胎冠缓冲层的角度和密度时不会影响斜交轮胎的性能,只有改变斜交胎体的密度和角度时,才会影响轮胎质量。子午线轮胎的带束层和胎体部分,各有自己的作用。子午线轮胎的带束层起决定性作用,带束层影响到子午线轮胎的侧向力、高速性能、耐磨性能等。而胎体会影响到轮胎的舒适性和牵引力。另外改变胎体的角度 90°至 85°会改变其均匀性能。由于子午线轮胎胎体的径向坚固性比带束层高,子午线轮胎的力学特性和斜交轮胎不同。子午线轮胎的结构特性引起了汽车工业的关注,特别是子午线轮胎的侧向力的提高,增加了汽车的操纵稳定性,使汽车速度可以适当提高。美国的司机用了子午线轮胎,就不愿再使用斜交轮胎了,国内的司机也如此,这主要是由于其操纵稳定性好。因此,在国际上,子午线轮胎发展很快。可以说各种类型轮胎都在使用子午线结构,如工程轮胎、拖拉机轮胎、轿车轮胎、轻、重型载重轮胎。进入 80 年代,法国航空飞机也采用了子午线轮胎。

虽然子午线轮胎的优越性很多,但是制造子午线轮胎的设备很贵,特别是子午线轮胎的一次成型法的成型机比一般斜交轮胎成型机贵两倍,还有硫化用的活络模,钢丝压延机及钢丝裁断机都比较贵。当从生产斜交轮胎转向生产子午线轮胎时,只有密炼机及开放炼胶机仍能通用,其他设备都要更换,所以投资很大。同时子午线轮胎的工艺操作要求很严格,子午线结构也必须严格要求施工。例如,子午线轮胎的胎体帘布是 90°排列,如不注意,稍一拉伸,就会引起帘布的帘线密度不均,影响轮胎的质量。又如,子午线轮胎的带束层上贴时必须摆正,公差不能超过 1mm,摆不正就会影响胎面的磨损和轮胎的摆动。正因为子午线轮胎的工艺和施工操作要求严格,就不能用原来操作斜交轮胎的老工人,这样可避免把斜交轮胎施工操作习惯带到子午线轮胎操作上。固德异(Goodyear)公司新建的子午线轮胎厂,在成型上采用全部自动化,以达到最高的均匀性。可见子午线轮胎最关键技术是均匀性,米西林公

司的轮胎专家 G. Massoulse 说“米西林没有什么秘密,主要是我厂大量生产的子午线轮胎的均匀性都达到标准,这就是我厂质量的秘密”。因此,生产子午线轮胎的工厂必须具有高质量的设备及测试仪器:例如测量胎面压出、帘布压延、帘布厚度的仪器以及测量胎面形状和厚度的仪器等。同时还要有严格的操作工艺来保证每条轮胎的均匀性。总之,子午线轮胎的质量性能比斜交轮胎好得多,制造子午线轮胎的施工和操作工艺也颇细致严密,这样才能满足子午线轮胎的质量性能要求。

子午线轮胎所具有的操纵稳定性、高速性、节油和舒适性等优点促进了汽车工业的高速发展。

第四节 汽车工业的发展促进了子午线轮胎的发展

汽车工业的发展离不开公路的发展,西欧汽车速度的提高依靠其公路的改善。西欧汽车的时速比美国和日本高,像 Porche Romes 959 时速可达 300km, Fiat Mirafiori 时速在 180km 以上,这些汽车必须配 HR/50 或 VR/40 的子午线轮胎。西欧是首先发展高速汽车及高速轮胎的,时速分为三个档次:“S”速级,“H”速级及“V”速级。“S”最高时速是 180km,“H”最高时速 210km,“V”时速在 210km 以上。最近有“Z”速级达 250km/h 以上。美国汽车时速一般在 55 英里(90km),HR 和 VR 轮胎发展较慢,根据最近报导,由于采用了子午线轮胎,操纵稳定性和安全性得到提高,时速已达到 65 英里(105km)。西欧的子午线轮胎开始是全钢丝子午线轮胎,即胎体和带束层都用钢丝帘线,以后轿车轮胎采用半钢丝子午线轮胎,即胎体是纤维帘线,带束层是钢丝帘线。此外西欧和东欧国家也有用人造丝帘线生产全纤维子午线轮胎的。这样,子午线轮胎就分为三种类型,即全钢丝、半钢丝和全纤维。它们具有不同的使用性能:全钢丝子午线轮胎用在载重货车、大型公共汽车、工程机械车、飞机轮胎上;半钢丝子午线轮胎用在轿车、轻卡车;全纤维子午线轮胎只用在时速较低、负荷不大的轿车或拖拉机上。

子午线轮胎的优越性很多,但是工艺操作要求却很严格,特别是对高速子午线轮胎的均匀性要求更高。汽车对轮胎的要求有三项:第一是安全性,即要求操纵稳定性和侧滑性要好;第二是经济性好,即耐磨性能要好,同时具有低的滚动阻力使轮胎寿命提高;第三是舒适性好,即缓冲性能好和低噪音。使用子午线轮胎要求设备改造,这需要巨额投资。不过子午线轮胎的寿命比斜交轮胎提高一倍左右,如以两者替换胎费用比较,轿车斜交轮胎要换四至五套替换胎,而子午线轮胎只需花替换两套的费用就够了。

随着汽车性能不断提高,同时要求轮胎质量性能也要不断提高,这促使轮胎制造公司的竞争日益激烈。他们必须依靠技术和资金,改进设备和轮胎质量,否则将被淘汰。

如法国克列勃(Kleber)厂卖给了米西林公司,英国的邓普卖给住友,意大利的非雅特(C. E. A. T.)厂卖给皮利里公司,美国的尤尼劳尔(Uninoyal)公司和固德里奇(Goodrich)公司合并后,卖给米西林公司,最近通用轮胎厂(General Tire)卖给了西德大陆(Continental)公司。可见各厂之间的竞争是多么激烈。再如,美国轮胎工业还受到外来轮胎的竞争,特别是替换轮胎 1986 年进口了三千万套,同时还进口了 250 万辆汽车,等于进口 3~4.2 千万套配套轮胎,这些汽车主要是从加拿大、日本、法国、德国、英国、意大利和韩国进

口的。原来美国五大轮胎公司,现在只有四大公司:固德异最大,生产的轮胎占总量的 31%,尤尼劳尔-固德里奇占 23%,费尔斯通占 21%,通用占 15%,而其它占 10%。最近固德异发展最快,在德克萨斯(Texas)经过改造的老厂(Lawton Factory)由原来的日产 1 万套轮胎、职工 1400 人发展为日产 4 万套轮胎、职工 1800 人。胎面压出采用激光(Laser)测试胎面形状,成型采用一次成型法,生产过程全部自动化,厂里的成型工段禁止参观,根据厂长说:“成型工段是一次成型法,它与市场销售的一次成型法不同,各种试验全部采用电子计算机检测。固德异公司还准备花 3 亿美元再把 Lcellyspring Field 厂改造为世界上最先进的工厂,比 Lawton Factory 更先进”。通用轮胎公司也在努力改进它的子午线轮胎的质量。

总的来说,子午线轮胎的寿命提高了,汽车使用者可减少替换轮胎,减少汽车使用的费用,还可以节油 6~10%。但要注意原来用斜交轮胎的汽车不能换用子午线轮胎,因为子午线轮胎各方面的性能不同于斜交轮胎,高速使用时会发生事故,采用子午线轮胎的汽车必须按照子午线轮胎的特性对汽车的悬挂系统进行改造。

现今国际上还存在两种结构的轮胎,即斜交轮胎和子午线轮胎。虽然先进国家已经走上子午化,但第三世界国家还大量生产斜交轮胎,如我国斜交轮胎的产量到 1990 年还占 90% 以上,因此要走上子午化还需要很长时间,首先是配套轮胎采用子午线轮胎,才能逐步走上子午化。

子午线轮胎今后的发展方向是低扁平比(Aspect Ratco),现今普遍是“70”系列,国际上轿车子午线轮胎已经普遍采用 60~65 扁平比系列,西欧时速较高的有“60”系列,还有“50”或“45”系列。降低扁平比将提高轮胎侧向力性能,采用低扁平系列能够提高汽车的操纵稳定性,有助于提高车速,同时还可以降低油耗,总之可提高使用的安全性及经济性,这也是今后汽车发展的要求。在欧洲现在研究无帘线轮胎,这种轮胎的性能,原则上与子午线轮胎相似,它的制造方法采用浇铸成型法称为 LIM(Liquid Injection Molded Tire)如果该轮胎能达到子午线轮胎质量性能要求,对轮胎工业是个革命,可以简化制造子午线轮胎工艺和设备,成型机和硫化机就可不要了,可节省设备投资。图 1-1 是三种轮胎的结构,但浇铸胎还需要用带束层来提高轮胎的操纵稳定性。

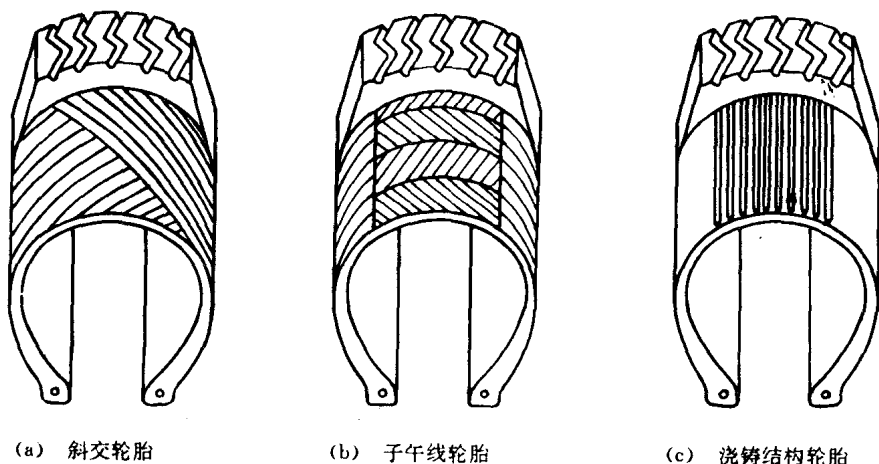


图 1-1 三种轮胎结构图

第五节 四十年来米西林公司发展的子午线轮胎

1946年6月米西林公司得到法国专利局颁发的子午线轮胎专利权,在这40年中,该公司子午线轮胎的品种日益发展,下面是不同时期发明的子午线轮胎品种:

- 1946年——得到法国子午线轮胎专利权
- 1948年——首创世界第一个X子午线轮胎
- 1949年——首创第一个子午线工程轮胎
- 1952年——第一个载重子午线轮胎
- 1960年——全钢丝载重子午线无内胎轮胎
- 1965年——第一个不对称(Asymmetric)子午线轿车胎“XAS”
- 1967年——第一个最高速轿车子午线轮胎“XVR”
- 1975年——TRX最先进轿车子午线轮胎
- 1977年——第一个赛车子午线轮胎
- 1983年——第一个飞机子午线轮胎

从以上可以看出米西林公司不断研究新型子午线轮胎并改进老产品来提高米西林公司子午线轮胎的竞争能力。子午线轮胎的问世与发展加快了汽车工业及公路的发展。

参 考 文 献

- [1] Radial Tire Engineering. R. A. May 1971
- [2] J. S. Dich. How Technology Innovation Have affected the Tire Industry
- [3] A Look of Tire Reinforcement Materials. R. W. March 1977
- [4] Robert W. Yeager. Tire of the Nineties and Beyon. Elastomeric Feb. 1987
- [5] European Tire Report-50 Tires Makers. E. R. J. Mol. 175 No. 8 Sept. 1993
- [6] Pace-Setting Pirelli. E. R. J. Nov. 1982
- [7] 黎扬善,中国橡胶专辑[3,4], 1987
- [8] Take the Bias out of Tire. Automotive Engineering.
- [9] 40 Years of Michelin Radial Tire Tyre and Accessary. Oct. 1982
- [10] Uniformity E. R. J. Feb. 1982
- [11] Steel Belted Radial Racing Tire. R. W. April 1975
- [12] Goodyear Okla. Plant. Rubber & Plastic News. Jan. 26~198

第二章 子午线轮胎的力学性能

第一节 汽车轮胎的作用

一百年前充气轮胎的发明,是为了提高汽车的舒适性和行驶速度,那时的路面都是石子路或石砖路,采用实心橡胶轮胎难于提高行驶速度,乘车的人也感到不舒服;另外,汽车振动太大,汽车寿命也不高。充气轮胎的发明促进了汽车工业的发展,随着汽车行驶速度的提高和公路路面的改善,对轮胎的质量和性能提出以下几点基本要求:

- (a) 有一定负荷能力及很好的缓冲性能;
- (b) 有一定牵引应力及刹车能力;
- (c) 有一定的转弯能力及方向稳定性能力;
- (d) 有一定耐磨性能及耐久性;
- (e) 有一定安全性及低滚动阻力。

汽车工业对轮胎的质量要求越来越高,特别是近几年来高速公路的出现,西欧国家汽车的时速达到 200km 以上,这对轮胎性能要求更高。美国的公路虽然是世界上最好的高速公路,但汽车限制时速在 90km,现在提高到 100km,但常常发生事故,主要原因是汽车数量多得像我国自行车那样。

汽车制造部门要求有最佳的复合性能。为了满足汽车制造部门的要求,轮胎制造部门要依靠轮胎的科学性,来研究解决轮胎的基本性能,以满足汽车的要求,特别是轮胎的转向能力及刹车力,这两项是保证汽车安全行驶的重要性能。

第二节 轮胎的基本力学性能

根据公路和汽车的发展,现代的汽车对轮胎的质量要求很高,特别在高速公路上要求轮胎有好的安全性,因此,美国交通部制定了轮胎的试验项目和标准,西欧也有自己的标准,欧美标准正逐步走向统一。同时汽车制造部门也提出了轮胎性能标准,以配合其制造的汽车悬挂系统,这就需要研究轮胎的力学性能。

轮胎的力学性能可分为三个方面:(a)轮胎本身的设计力学;(b)轮胎的静力学和动力学;(c)轮胎对地面的力学。现今轮胎结构设计不能再按历来的经验常数来设计轮胎,应采用薄膜网络理论或用有限元法(Finite Element Method, F. E. M),用科学的计算法来达到最佳的外形尺寸和力学性能。轮胎静力学和动力学的研究,主要解决轮胎的质量和性能来满足汽车的质量标准。随着公路的改善和汽车速度的提高,为了保证汽车在高速公路的安全行

驶,美国汽车协会(S. A. E)提出了三个力和三个力矩的研究项目,各个汽车和轮胎制造部门都开始提出室内试验机和试验方法,如 Calspan 提出了钢带式动性能试验机(Dynamic Tire Tester),尽量接近公路的要求,还要在轮胎试验场再做室外试验。为了研究轮胎对地面的力学,国际上投了很大资金来解决轮胎和汽车、轮胎和地面的力学关系。

从 60 年代开始,就有文献谈到轮胎性能的差别会影响汽车的操纵性能,到 70 年代汽车制造部门提出了轮胎性能规则(Tire Performance Criterion),当时国际上很多文献主要是针对斜交轮胎或带束斜交胎的,很少看到子午线轮胎的力学文献。到 80 年代有关子午线轮胎力学性能的文献多起来了。1980 年 4 月 1 日美国交通部才实行子午线轮胎的性能等级,可见美国对子午线轮胎的力学研究也是比较晚的。不管是斜交轮胎还是子午线轮胎,基本项目的要求是相似的,如耐磨性能、滚动阻力、侧向力、牵引力等项目都相似,但斜交轮胎和子午线轮胎的性能指标不相同,由于性能指标不同,斜交轮胎和子午线轮胎的基本力学也就不相同。

斜交轮胎的基本力学是靠斜交轮胎的胎体,因此斜交轮胎的胎体起主要作用,所以研究斜交轮胎的力学性能比较容易,研究子午线轮胎力学性能就比较困难,因为子午线轮胎是由两部组成的,即胎体和带束层,它们的压力分布接触比较复杂,从试验研究和理论上还没有搞清楚。国际上对子午线轮胎的力学研究开始也比较晚,特别是美国在 70 年代开始生产子午线轮胎,比西欧晚了近二十年。总之子午线轮胎发展较晚,对子午线轮胎的力学研究显得更加需要。

第三节 子午线轮胎和斜交轮胎的结构差别

斜交轮胎开始采用帘线后,提高了轮胎的缓冲性能和操纵性能,从此轮胎才有了发展前景。轮胎是由不同纤维和不同性能的胶料组成的复合体,它是橡胶制品中最复杂最高级的制品,如图 2-1 所示。轮胎一般由七个部分组成:

(a) 胎面胶是轮胎与地面接触的部位,这种胶料必须耐磨性好,有一定的弹性,耐光、耐热老化,和地面有一定的附着力。

(b) 胎侧胶的胶料要求耐曲挠性能和耐光老化性好,主要是有效地保护轮胎胎体。

(c) 胎体由纤维帘线或钢丝帘线组成,应具有粘性好,耐热、耐剪切及耐曲挠的胶料,并能把帘线层粘成一体,胎体的层数一定是双层,并裁成一定角度,层数是根据不同规格和不同气压而定。胎体承受一定气压和负荷,并要有一定的安全系数。

(d) 钢丝圈是由包胶的钢丝圈、三角胶条和钢丝圈包布组成。它的作用是把几层帘布包在钢丝圈上,使轮胎能固定在轮辋上,因此钢丝必须有一定强力来承受轮胎行驶中的气压和离心力,还须有一定的安全系数。

(e) 缓冲层,它的作用主要是分散轮胎受到外来的冲击,它的帘线密度较稀,如果行驶在高速公路上也可以不用缓冲层。

(f) 油皮胶或密封胶,有内胎的轮胎在内层要加贴油皮胶,主要是减少轮胎胎体帘线受到内胎的摩擦及轮胎硫化时,避免水胎的硫黄传到轮胎的胎体帘线。密封胶用于无内胎轮胎,因此密封性要好,要用耐气透性好的胶料。