

# 汽车轮胎现代工艺学基础

〔苏联〕A. B. 萨尔特阔夫著

石油化学工业出版社

本书重点介绍现代国外轮胎工业的生产工艺过程，并简要讲述了汽车轮胎的构造、所需原材料以及结构和配方设计问题，反映了1972年以前资修国家轮胎工业的生产水平。

本书可供轮胎工业战线广大职工、工程技术人员以及有关学校师生参考。

**А. В. Салгъков**

**ОСНОВЫ**

**СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**АВТОМОБИЛЬНЫХ**

**ШИН**

**М., «Мнмня», 1974**

**汽车轮胎现代工艺学基础**

北京橡胶工业研究所

桂林橡胶设计研究院 译

石油化学工业出版社出版

(北京宣武区七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787 × 1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>印张16<sup>1</sup>/<sub>3</sub>字数369千字印数1—9,250

1978年7月北京第1版 1978年7月北京第1次印刷

书号15063·化235 定价1.30元

# 目 录

<b>第一章 充气汽车轮胎生产的发展史和现状</b> .....	1
一、轮胎工业的起源和发展 .....	1
二、汽车轮胎生产的现代发展水平 .....	6
三、生产技术水平 .....	7
四、轮胎工业的原料基础 .....	7
参考文献 .....	8
<b>第二章 现代汽车轮胎的构造</b> .....	10
一、充气轮胎的分类 .....	10
二、轮胎构造的一般原理 .....	11
1. 有内胎的汽车轮胎 .....	12
2. 无内胎汽车轮胎 .....	14
三、有内胎普通轮胎的构造 .....	18
1. 普通外胎 .....	19
2. 汽车内胎 .....	35
3. 垫带 .....	39
四、子午线轮胎的构造 .....	39
五、带束斜交轮胎的构造 .....	41
六、无内胎轮胎的构造 .....	42
七、高行驶性能轮胎的构造 .....	45
八、充气轮胎的标号 .....	47
参考文献 .....	51
<b>第三章 充气轮胎的使用性能及影响轮胎使用     寿命的因素</b> .....	52

一、轮胎的弹性和变形 .....	52
二、轮胎的生热 .....	54
三、离心力及其对轮胎的作用 .....	56
参考文献 .....	57
<b>第四章 轮胎的设计和计算 .....</b>	<b>58</b>
一、对轮胎的要求 .....	58
二、轮胎主要部件的结构比例关系及其计算 .....	61
1. 外胎 .....	61
2. 内胎 .....	82
3. 垫带 .....	85
4. 轮胎轮辋尺寸的变化趋势 .....	88
参考文献 .....	90
<b>第五章 轮胎生产用原材料 .....</b>	<b>92</b>
一、生胶 (弹性体) .....	92
1. 合成橡胶 .....	92
2. 天然橡胶 .....	95
3. 再生胶 .....	96
二、硫化剂 .....	96
1. 硫黄 .....	96
2. 硫化促进剂 .....	97
3. 硫化促进剂的活性剂 .....	98
4. 防焦剂 .....	98
三、填充剂 .....	99
1. 活性填充剂 .....	99
2. 非活性填充剂 .....	105
3. 着色剂 (颜料) .....	106
4. 脱水剂 .....	106
四、改性剂 .....	106
五、增塑剂 .....	107

六、防老剂 .....	108
七、织物材料 .....	111
1. 帘布 .....	111
2. 粘胶丝帘布 .....	115
3. 聚酰胺帘布 .....	117
4. 聚酯帘布 .....	120
5. 玻璃纤维帘布 .....	121
6. 其它种类化学纤维帘布 .....	121
7. 钢丝帘布 .....	122
八、布料 .....	123
九、胎圈钢丝 .....	125
十、辅助材料 .....	125
参考文献 .....	126
<b>第六章 胶料的配方设计 .....</b>	<b>127</b>
一、对轮胎硫化胶物理机械性能的要求 .....	127
1. 胎面橡胶 .....	128
2. 缓冲层橡胶 .....	129
3. 胎体橡胶 .....	130
4. 涂布胶 .....	131
5. 胎圈钢丝隔离胶 .....	131
6. 钢圈填充胶 .....	131
7. 硫化胶囊胶 .....	132
8. 对子午线外胎胶料的特殊要求 .....	132
9. 内胎橡胶 .....	133
10. 垫带橡胶 .....	133
11. 无内胎轮胎密封层橡胶 .....	134
12. 专用轮胎橡胶 .....	134
二、对轮胎胶料工艺性能的要求 .....	134
三、轮胎胶料配方的设计方法 .....	136

四、主要轮胎橡胶的典型配方 .....	139
1. 胎面橡胶 .....	139
2. 胎侧橡胶 .....	140
3. 缓冲层橡胶 .....	141
4. 胎体橡胶 .....	143
5. 内胎橡胶 .....	143
6. 胶囊橡胶 .....	145
7. 胎圈钢丝隔离胶料 .....	146
8. 子午线外胎加强部件用橡胶 .....	146
五、轮胎橡胶的正硫化点和硫化平坦范围 .....	147
六、橡胶硫化程度的测定 .....	148
参考文献 .....	155
<b>第七章 轮胎的生产工艺过程和胶料的制造 .....</b>	<b>156</b>
一、工艺过程 .....	156
二、配合剂的准备 .....	156
1. 液体和易熔原料的准备 .....	158
2. 难熔原料的准备 .....	159
3. 粉状原料的准备 .....	159
4. 炭黑的准备 .....	161
三、生胶的准备 .....	163
1. 天然胶的解晶 .....	163
2. 生胶的塑炼 .....	165
3. 低级天然胶的制备 .....	172
4. 生胶的造粒 .....	172
四、混炼前原料的称量 .....	175
1. 手工称量 .....	176
2. 配合剂的自动称量 .....	176
五、混炼 .....	186
1. 周期性工作的密炼机 .....	186

2. 连续混炼机 .....	191
3. 防止胶料早期硫化的措施 .....	194
4. 胶料的净化 .....	195
5. 胶料喷涂隔离剂及冷却 .....	197
6. 悬浮液的制备 .....	197
六、轮胎厂准备车间的生产组织 .....	198
1. 两段法混炼 .....	199
2. 准备车间称量和混炼过程的自动控制 .....	205
七、准备车间的生产检查 .....	209
1. 混炼过程的检查 .....	209
2. 胶料质量的检查 .....	210
3. 胶料中配合剂分散质量的检查 .....	213
八、胶浆和隔离剂的制备 .....	214
参考文献 .....	215
<b>第八章 汽车外胎部件的制造 .....</b>	<b>216</b>
一、帘布加工 .....	216
1. 帘布浸渍 .....	217
2. 帘布热定型 .....	224
3. 帘布挂胶 .....	228
4. 帘布加工过程 .....	239
二、胎圈用布料的加工 .....	259
三、帘布和胎圈布料的裁断 .....	261
1. 胶帘布裁断 .....	264
2. 胎圈用胶布的裁断（包布的制造） .....	270
四、帘布贴夹层胶 .....	274
五、胎面制造 .....	275
1. 胎面制造过程的阶段 .....	275
2. 特种用途胎面的制造 .....	289
3. 胎面存放 .....	292

六、其它压出部件的制造 .....	293
七、缓冲层的制造 .....	293
八、无内胎轮胎密封层的制造 .....	295
九、钢圈的制造 .....	296
十、衬垫材料的管理 .....	311
参考文献 .....	313
<b>第九章 汽车外胎成型</b> .....	<b>314</b>
一、单钢圈外胎的成型（半鼓式成型） .....	314
1. 成型机操作原理 .....	317
2. 成型机的供料装置 .....	332
3. 热胎面贴合法 .....	341
4. 外胎半鼓式成型机生产效率 .....	342
5. 单钢圈外胎转盘成型法 .....	342
6. 无内胎轮胎的成型特点 .....	346
7. 子午线轮胎的成型特点 .....	346
二、双钢圈（和双钢圈以上）外胎成型（半芯轮法成型） .....	356
1. 套筒法成型 .....	357
2. 外胎用成型机成型 .....	361
3. 外胎层贴法成型（单层） .....	367
4. 子午线外胎和活胎面外胎用半芯轮法成型的特点 .....	371
5. 用转盘式流水线成型外胎 .....	372
三、外胎压实 .....	374
四、生胎涂隔离剂 .....	374
五、生胎存放 .....	375
参考文献 .....	377
<b>第十章 外胎的定型和硫化</b> .....	<b>378</b>
一、定型前外胎的预热 .....	378
二、外胎的定型 .....	379
三、外胎的硫化 .....	380



1. 定型硫化机 .....	380
2. 外胎硫化流水线 .....	397
3. 硫化模型 .....	400
4. 各种因素对外胎硫化过程的影响 .....	406
5. 硫化时间 .....	413
6. 无水胎和无胶囊硫化 .....	413
7. 外胎的硫化方法 .....	415
四、外胎的充压冷却 .....	420
五、硫化过程的控制 .....	421
六、硫化机中轮胎的装卸 .....	424
七、轮胎厂的模型管理 .....	425
1. 模型涂隔离剂 .....	425
2. 模型的清理 .....	426
八、外胎的修整和检验 .....	427
1. 外胎的修整 .....	427
2. 特殊修整工序 .....	428
3. 外胎的检验 .....	430
九、外胎的平衡试验 .....	436
十、轮胎径向和侧向跳动的调节 .....	440
参考文献 .....	445

## **第十一章 硫化胶囊、汽车内胎和垫带的制造 .....**

一、硫化胶囊的制造 .....	446
1. 胶囊的制造工艺过程 .....	446
2. 胶囊的缺陷 .....	449
二、汽车内胎的制造 .....	450
1. 内胎胶料的加工特点 .....	450
2. 内胎胶筒的制造 .....	453
3. 内胎的充气 .....	463
4. 内胎的硫化 .....	467

5. 内胎的修整和检验 .....	472
6. 气门嘴贴底座胶垫 .....	476
三、垫带的制造 .....	479
四、汽车轮胎的配套 .....	481
参考文献 .....	482
<b>第十二章 外胎的主要缺陷及成品试验 .....</b>	<b>483</b>
一、外胎的缺陷和修理 .....	483
1. 外胎的主要缺陷 .....	483
2. 废品外胎的修理 .....	485
二、成品的试验 .....	486
1. 机床试验 .....	486
2. 里程试验 .....	487
3. 充气轮胎的使用质量 .....	488
参考文献 .....	491
<b>第十三章 轮胎工厂设计基本原理 .....</b>	<b>492</b>
1. 产量 .....	492
2. 产品品种 .....	492
3. 工厂的布置 .....	493
4. 工厂规划 .....	493
5. 劳动生产率 .....	495
6. 仓库设施 .....	496
7. 装卸运输工作机械化 .....	497
8. 电子控制计算机的应用 .....	498
参考文献 .....	500
<b>附录 .....</b>	<b>501</b>
外胎硫化胶囊的设计 .....	501
电子计算机在汽车外胎设计中的应用 .....	504
参考文献 .....	505

# 第一章

## 充气汽车轮胎生产 的发展史和现状

### 一、轮胎工业的起源和发展

1845年 R.V. 汤姆逊提出用压缩空气充入弹性囊，以缓冲运动时的振荡和冲击。这一原理，目前仍在应用。

充气轮胎的生产起始于1888年，当时一个兽医大夫 D.B. 邓录普利用充气轮胎使马车便于在不平路面上行驶并提高车速，因而获得专利权。在邓录普的发明以前，早就有了实心轮胎和中空的整块弹性轮胎。随着自行车充气胎的出现，邓录普的设想，才有了实现的可能。在这些年代里，曾登记过一些专利，都是装于深轮辋带有钢丝圈的直角胎圈轮胎。1889年美国巴尔特列特取得了楔形轮胎的专利权\*。

1895年出现汽车，开辟了充气轮胎的新的应用范围。首批汽车轮胎样品是1895年在法国出现的，这是由平纹帆布制成的单管式轮胎，有胎面胶而无花纹。以后又出现了楔形轮胎。因为往轮辋上安装困难，胎圈易被轮辋磨损，并且载重量也不大，这种轮胎很快就被直角胎圈轮胎所代替。1925~1927年，这种直角胎圈已完全取代了楔形轮胎。

直角胎圈轮胎的创立是一很大成就，这使得汽车轮胎的质

---

\* 汽车轮胎的生产是在各公司的竞争下从生产不完善的楔形轮胎开始的。

表 1.1 汽车轮胎生产技术的主要发展阶段

时 期	主 要 改 进		
	轮 胎 结 构	原 料 和 配 方	制 造 工 艺
1895~1900年	创制首批平纹帆布的无胎圈汽车轮胎（单管轮胎）。楔形轮胎投入生产。	胎面和胎体胶料中未用炭黑、促进剂和防老剂。	胎体为手工粘合，用硫化罐硫化。胎面压出后用硫化罐硫化。 胎面接头后，再套在已硫化的胎体上。 内胎用芯棒法成型，再用硫化罐硫化。
1900~1910年	应用直角轮胎。过渡到帘布轮胎。试验断面宽6"以下的载重轮胎。载重汽车采用双联轮胎（1908年）。	应用帘布。用钢丝编织物制钢圈（1905年）。	外胎在硬芯轮上成型，用硫化罐硫化，硫化后粘贴无花纹的胎面。
1910~1920年	采用胎面花纹（1911年）。 制出载重量1 1/2吨以下载重车用轮胎（载重量大的载重车装用实心轮胎）。 轮胎生产采用帘布。	采用干捻棉帘布（1910年）。 胎面胶料采用炭黑（1912年）。	制出带花纹的平胎面，接头后果套在胎体上。 采用硫化模型（1916年）、密炼机（1916年）和自动硫化罐。 过渡到用水胎定型硫化（1916年）。 用工作囊成型。

续表 1.1

时 期	主 要 改 进		
	轮 胎 结 构	原 料 和 配 方	制 造 工 艺
1920~1925年	<p>过渡到低压轮胎,胎圈中采用特殊结构的编织钢丝带(1925年)。</p> <p>平式活轮胎用于载重车。增大轮胎断面,加宽轮胎和减小车轮的直径。</p>	<p>采用硫化促进剂——胍类(1920年)和噻唑类(1925年)。</p> <p>采用防老剂(1925年)。</p> <p>采用活化剂——氧化锌和硬脂酸。</p> <p>帘布用胶乳浸渍。</p>	<p>胎面压出,应用芯轮式成型机、半鼓式成型机、真空和空气定型机。</p> <p>在盘卷的芯型上硫化内胎,硫化后接头。</p>
1925~1930年	<p>应用超低压轮胎(1930年)。</p> <p>胎圈中采用无纬钢丝带(1929年)。</p>	<p>采用湿捻棉帘布(1930年)。</p> <p>采取促进剂并用。</p>	<p>采用半芯轮式成型机和个体硫化机。</p> <p>内胎在模型中接头和硫化。</p> <p>钢丝圈采用螺旋包布。</p>
1930~1935年	<p>改进超低压轮胎。</p>	<p>配合剂品种增加,配方得到改进。</p>	<p>改进个体硫化机和成型机。</p>
1935~1940年	<p>改进轮胎结构和胎面花纹,增加轮胎品种。</p> <p>开始生产钢丝帘布轮胎。</p>	<p>改进配方。</p> <p>用再生分散液和胶乳酪胺组分浸渍帘布。</p> <p>出现粘胶丝帘布(1937年)。</p> <p>应用钢丝帘布(1938年)。</p> <p>出现胶乳-间苯二酚甲醛浸渍剂。</p>	<p>应用断续作用的个体硫化机(马克-聂依耳型),帘布浸渍联动机和快速密炼机。</p> <p>胶料两段混炼和生胶造粒。</p>

续表 1.1

时 期	主 要 改 进		
	轮 胎 结 构	原 料 和 配 方	制 造 工 艺
1940~1945年	过渡到宽轮辋。 制成高行驶性能 轮胎。	广泛应用丁苯胶、 粘胶丝帘布以及液体 原料的炉黑。 大量应用再生胶。	因压缩投资，无 重大革新项目。
1945~1950年	开始生产无内胎 轮胎（1946年）。	过渡到粘胶丝帘布 （代替棉帘布）。 出现聚酰胺帘布 （1947年）。 炉黑代替槽黑。 出现次磺酰胺类促 进剂。 出现防臭氧剂。 改进丁苯胶。	采用高功率和高 压密炼机。 改进压延机。 采用高功率压出 机（造粒机、压片 机）、定型硫化机。 帘布热定型。
1950~1955年	生产胎体帘线呈 子午向排列的子午 线轮胎。 大批生产无内胎乘 用轮胎。	采用钢丝帘布。 应用低温聚合和充 油丁苯胶（1951年）。 出现1超粘胶丝 （1953年）和2超粘 胶丝帘布（1956年）。 帘布浸胶组分中应 用了吡胶乳。	采用在不旋转机 头上包边的成型机 和在伸缩机头上反 包至胎冠的成型机。 建立自动称量、 帘布和胎面加工流 水线。 采用钢丝圈自动 作业线。
1955~1960年	扩大子午线轮胎 的生产。 出现活胎面轮胎 （1959年）。 乘用车过渡到13 和14英寸轮辋。	改进聚酰胺帘布。 增加合成胶品种。	改进成型和硫化 用设备及其流水线 作业线。 外胎在模外充压 冷却。

续表 1.1

时 期	主 要 改 进		
	轮 胎 结 构	原 料 和 配 方	制 造 工 艺
1960~1965年	<p>生产双层乘用车胎。</p> <p>生产宽胎面低断面乘用车胎（椭圆形轮胎）。</p> <p>建立乘用车胎动平衡均匀性（侧向和径向跳动）检验方法。</p> <p>大量生产子午线轮胎。</p>	<p>出现3超粘胶丝帘布（1961年）和聚酯帘布（1964年）。</p> <p>应用1,4-顺式聚异戊二烯和聚丁二烯有规立构橡胶及乙丙橡胶。</p> <p>出现由胶粒压成的标准型天然橡胶。</p> <p>改进聚酰胺帘布。</p>	<p>改进密炼机（下落式卸料门、钻孔侧壁、四叶转子、加快转速）。</p> <p>应用带压延机头的压出机、冷喂压出机和抽真空的压出机。</p> <p>应用多钢丝圈联动绕卷机。</p>
1965~1970年	<p>生产缓冲层用玻璃纤维帘布加强的带束斜交外胎（美国，1967年）。</p> <p>增加子午线和活胎面轮胎的品种。</p> <p>扩大钢丝胎体和钢丝缓冲层载重轮胎的生产。</p> <p>出现首批浇注乘用车胎（美国费尔斯特公司，1970年）。</p>	<p>采用玻璃纤维帘布。</p> <p>扩大聚酯帘布的应用。</p> <p>采用溶聚、充油和充炭黑的有规立构丁苯橡胶，采用粉末橡胶。</p>	<p>建立外胎、内胎成型和硫化自动线。</p> <p>改进每小时产量为40条的带伸缩机头的成型机。</p> <p>在压力作用下浇注外胎（无帘布）。</p> <p>出现制造和加热胶料用的传递式压出机。</p>

量得以提高，品种亦得以增加。1892年英国白里米尔发明帘布，于1910年用于生产，也是一大成就。采用帘布除了增加轮胎品种和改进质量外，又使外胎具备模制的可能性。

随着对轮胎要求的提高，帘布的质量也得到改进。棉帘布

由粘胶丝代替，粘胶丝又由聚酰胺、聚酯所代替。

1904年马特首创用炭黑补强生胶。但是，炭黑大规模用于补强胎面胶，只是在轮胎中采用帘布之后才开始的。因为在这之前，轮胎用的帆布比胎面胶损坏得快。炭黑在胶料中的用量，近几十年来增长很快。在30年代每100份生胶中使用20份炭黑，到60年代则增加到55~60份。

胎面胶中采用炭黑以前，轮胎到磨损为止的行驶里程为6000公里。采用炭黑后，轮胎的行驶里程增加了3~5倍。

轮胎生产的主要发展阶段如表1.1所示。

## 二、汽车轮胎生产的现代发展水平

汽车制造和汽车运输的迅速增长，促进了轮胎工业的高速发展，生产出大量汽车轮胎，以及拖拉机、联合收割机、筑路和其他建筑工程用轮胎。

轮胎工业的生胶消耗量是最能表示轮胎生产发展的一项指标。各主要国家轮胎工业的生胶消耗量如表1.2。

表 1.2 各主要国家轮胎工业的生胶消耗量(1971年)

国 家	生胶消耗 万吨	轮 胎 产 量		
		总 产 量 万 套	载 重 轮 胎	
			万 套	%
美 国	160	19400	2500	13
苏 联	68.5	3620	1700	47
日 本	40	6500	2500	38
法 国	26.2	4100	400	10

目前，各国轮胎工厂和研究中心都在大力从事改进轮胎质量的研究工作。这是因为汽车工业为了增加汽车的载重量和提



高速行驶速度，对轮胎提出了更高的要求。

提高质量的工作分以下几个方面：提高行驶安全性（提高轮胎与路面的抓着力）；降低轮胎生热；减小滚动损失和平衡差度；增加强度；在增大载重量、减轻重量和提高行驶里程的同时保证行驶的舒适性。这些任务，只有在改进轮胎结构和提高所用材料质量的条件下，才能得到解决。

创制胎体帘线呈子午向排列的轮胎，是轮胎结构方面的重大技术革命。子午线轮胎在欧洲已经非常普遍，1971年法国生产的这种轮胎占95%以上，英国约占40%，意大利约占85%，西德约占40%。美国目前尚在生产带束斜交轮胎（49%）。

在轮胎结构、胶料配方和工艺上进行重大改进，就有可能满足汽车工业和汽车运输业的各种要求。按美国专业人员的意见，宽胎面普通结构的乘用车胎在好路面上平均行驶里程不低于40000公里，子午线轮胎约为70000公里，带束斜交轮胎约为52000公里。据同一资料，中等载重量的载重轮胎的计算里程，普通结构轮胎约为90000公里，子午线轮胎约为180000公里。

### 三、生产技术水平

先进轮胎厂的特征是机械化水平、自动化水平和劳动生产率。当前都在注意强化混炼和硫化过程，提高成型机的生产效率，装卸操作、运输和辅助作业的机械化，组织维修服务中心。因此，辅助人员的人数降低到工人总数的22~25%。美国先进轮胎厂每个人的产品产量为29~36公斤/时。

### 四、轮胎工业的原料基础

主要资本主义国家轮胎工业耗用的生胶量占各该国耗用生胶总量的60%以上。例如美国，轮胎工业耗用的天然胶约占