



# 汽車輪胎的性能

---

〔苏联〕B. И. 克諾羅斯 著  
史百泉 譯 梁守智等 校

中国工业出版社

本书系根据苏联“汽车轮胎的性能”1960年第二版翻译的。

本书综述了轮胎结构的发展概况并简要地介绍了各种新型轮胎——无内胎轮胎、钢丝轮胎、调压轮胎、拱型轮胎、椭圆形轮胎和巨型轮胎的构造和性能以及轮胎的构造等。

本书较系统地阐述了轮胎在各种动静态条件下及在不同路面与载重量的条件下的性能，并介绍了轮胎各部件的用途、轮胎变形和应力的性质及其大小、能量的滞后损失、生热量、轮胎的使用寿命及各种轮胎的应用范围等。

本书可供轮胎和汽车工业设计人员阅读，同时也可供有关大专院校师生和汽车运输部门参考。

本书由梁守智、唐云峯同志作了校订。

В. И. Кнорз  
РАБОТА АВТОМОБИЛЬНОЙ ШИНЫ  
ИЗДАНИЕ 2-е, ИСПРАВЛЕННОЕ  
И ДОПОЛНЕННОЕ  
АВТОТРАНСИЗДАТ МОСКВА 1960

汽车轮胎的性能

史百泉译

梁守智等校

化学工业部图书编辑室编辑 (北京安定门外和平北路四号楼)

中国工业出版社出版 (北京德胜门内大街10号)

北京市书刊出版业营业许可出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经销

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $77^{7/16}$ ·字数182,000

1965年3月北京第一版·1965年3月北京第一次印刷

印数0001-3,750·定价(科六)0.95元

统一书号: 15165·3535(化工-328)

## 前 言

空心輪胎在各种运输工具上的应用正在日益扩大。苏联輪胎的年产量1~2千万套。

輪胎是汽車的貴重配件，一部載重汽車輪胎的总价約占汽車原价的25%。此外，一部汽車的輪胎又約有10—25%的使用开銷。因此，改进輪胎的結構受到很大的重視。

必須設法延長輪胎使用寿命，使之接近于汽車的寿命，降低生产成本和改进影响汽車行駛的各种参数。只有正确了解輪胎的構造及其性能，才能达到此目的。

目前，有許多研究報告对輪胎各种性能做了个别的闡述。

本书初版本綜述了这些报告，并系統地闡明了輪胎各部件的構造与用途及其在各种动态与受力条件下的性能。本版中补充了：鋼絲輪胎、車輪环行滚动，車輪与路面的接着性能，調压輪胎、拱形輪胎、橢圓形輪胎、巨型輪胎、空心輪胎的輪輞等章节。本书可供讀者正确地了解輪胎各部件的用途、变形的性质与大小、能量的滯后損失、各种构造的輪胎与輪輞、車輪与道路的相互作用，輪胎受热状态及其寿命。

# 目 录

## 前言

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 輪胎的构造及其各部件的用途 .....  | 1   |
| 輪胎的构造 .....              | 1   |
| 外胎帘布层及其用途 .....          | 5   |
| 帘布在輪胎上的使用条件及其材料与性能 ..... | 8   |
| 帘布胶 .....                | 12  |
| 緩冲层 .....                | 15  |
| 胎面胶 .....                | 16  |
| 胎側胶 .....                | 20  |
| 胎圈部 .....                | 20  |
| 輪胎的代号和标志 .....           | 20  |
| 无內胎輪胎 .....              | 21  |
| 鋼絲輪胎 .....               | 25  |
| 空心輪胎的輪輞 .....            | 28  |
| 第二章 靜态車輪輪胎的性能 .....      | 39  |
| 內压对輪胎的作用与其应力的分布情况 .....  | 39  |
| 法向負荷 $G_K$ 对輪胎的作用 .....  | 45  |
| 輪胎的周向变形 .....            | 59  |
| 輪胎的側向变形 .....            | 67  |
| 輪胎的角向变形 .....            | 73  |
| 輪胎的能量吸收 .....            | 75  |
| 第三章 动态車輪輪胎的性能 .....      | 78  |
| 輪胎在車輪运动过程中的变形 .....      | 78  |
| 車輪的滚动半径 .....            | 84  |
| 单位压力和切綫应力在接地面积上的分布 ..... | 91  |
| 輪胎接地面上的功率循环 .....        | 104 |
| 汽車車輪的滚动阻力 .....          | 107 |

## VI

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| 車輪与路面的接着性能 .....      | 120        |
| 輪胎工作时的生热現象 .....      | 128        |
| 前束和外傾車輪的輪胎性能 .....    | 135        |
| 汽車車輪的环行滚动 .....       | 146        |
| 胎面磨耗及其鑑定方法 .....      | 164        |
| 輪胎的寿命 .....           | 175        |
| <b>第四章 专用輪胎</b> ..... | <b>184</b> |
| 調压輪胎 .....            | 184        |
| 拱形輪胎 .....            | 192        |
| 拱形輪胎主要参数的选择 .....     | 198        |
| 法向負荷对拱形輪胎的作用 .....    | 202        |
| 拱形輪胎的法向变形 .....       | 206        |
| 車輪滚动时拱形輪胎的性能 .....    | 216        |
| 椭圆形輪胎 .....           | 222        |
| 巨型輪胎 .....            | 227        |
| <b>参考文献</b> .....     | <b>229</b> |

# 第一章 輪胎的构造及其各部件的用途

## 輪胎的构造

空心輪胎是在 1845 年发明的。第一批輪胎由胶布筒构成，将它固着在輪輞上，并充以空气。这种輪胎未得到广泛的使用，但是它所奠定的原理——以压缩空气做为缓冲介质——在后来却得到了广泛的应用。大約在发明这种輪胎的 50 年后，出现了由外胎和内胎构成的輪胎，同时，在制造外胎上开始以帘布代替垂直交織的普通帆布。布的縱綫叫做經綫，而布的橫綫叫做緯綫。帘布和垂直交織的帆布所不同的地方，就是帆布經緯綫的粗度和强力相同，而帘布的經綫强力高，緯綫强力低，并且又細又稀，因为緯綫只为便于帘布的加工工艺而用。近来，开始广泛应用无緯綫帘布。自使用帘布的时候开始，空心輪胎的应用范围就不断地扩大，它就开始用在一切可能应用的运输工具上，首先是在汽車上了。汽車之所以有可能迅速发展，也是由于出现了空心輪胎。随着汽車行駛速度的增高及載重量的增加，輪胎的使用条件也更加复杂起来。对輪胎构造与輪胎材料的要求提高了，于是促进了輪胎的构造及其质量的改进。

图 1 清楚地表明汽車外胎断面輪廓的改进过程。外胎断面輪廓的改进是朝着增大断面寬  $B$  和断面高  $H$ 、降低胎內空气压力和縮小輪輞直径  $d$  的方向发展的，是朝着設計通用結構并符合固定使用条件的特殊构造輪胎的方向发展的。

改进輪胎的方向还有：应用更完善的材料（丁苯、异戊二烯、聚氨基甲酸酯橡胶、耐綸帘綫、鋼絲帘綫等），减少帘布层中的含胶量，設計断面高度低而断面寬度大的輪胎，减小胎面弧度（由 7 降至 3 %），增加胎面花紋深度（在低級路面使用的輪

胎可增加 50—60%)，增加花紋密度和采用環形花紋和混合花紋（特別是在平坦路面上使用的輪胎），增大輪輻寬度，減小輕型汽車輪輻的着合直徑（到 13 吋），增大輪輻底部的斜度（由 0 到 15°），以及減小與此有關的輪輻邊緣高度。改進輪胎的方向：延長使用壽命，增加載重量，降低氣壓，改進輪胎的技術經濟與使用指標，以及提高這些輪胎的使用安全等。

目前，廣泛應用各種構造和規格的輪胎。這些輪胎可分為：輕型汽車輪胎、載重汽車、公共汽車和拖車用的通用輪胎以及專用輪胎（調壓輪胎、拱形輪胎、橢圓形輪胎、巨型輪胎）等。所有上述輪胎屬於有內胎輪胎或無內胎輪胎。無內胎輪胎比有內胎輪胎有一系列優點。但是製造時需要採用優質的材料和更完善的生產工藝；要求使用得更合理。

最近，也開始使用鋼絲帘布層與緩衝層的輪胎（强度高、載重量大、壽命長）、子午綫輪胎、鋼絲緩衝層輪胎、活胎面輪胎、雙腔式輪胎（行駛安全可靠），甚至無帘綫輪胎。但是，無帘綫輪胎仍處在探索性的研究階段。

除無內胎輪胎外，上述各種輪胎的構造都是相同的。每種輪胎都是由帘布層、緩衝層、胎面膠、胎側膠、胎圈部、內胎或氣密層而組成。但是，由於輪胎類型的不同，所述各部件的構造和材料也不盡相同。

輕型汽車輪胎的構造、外緣尺寸和使用材料的質量，不同於載重汽車輪胎。輕型汽車輪胎的帘布層彈性較大，胎面花紋較淺而分散，外徑和着合直徑較小。輕型汽車輪胎和載重汽車輪胎相比，前者由於容許相對變形較大，單位路程上的受力次數多，行駛速度較快，故其使用壽命較短。輕型汽車輪胎主要使用在良好路面上。

現代普通汽車輪胎是由膠布壳体——外胎和不透氣的密封膠筒——內胎所構成。使用時，內胎中要充入一定壓力的空氣。汽車輪胎的緩衝性能決定於內胎中的空氣壓力和外胎的彈性。

目前，几乎出产的所有輪胎都是直角胎圈的。直角胎圈輪胎装配在平底式或深陷式的輪輞上。平底式的主要用在載重汽車上，深陷式的主要用在輕型汽車上。一套載重汽車輪胎，除外胎和內胎外，还有垫帶，它可防止內胎被輪輞磨損以及被外胎胎圈挤破。

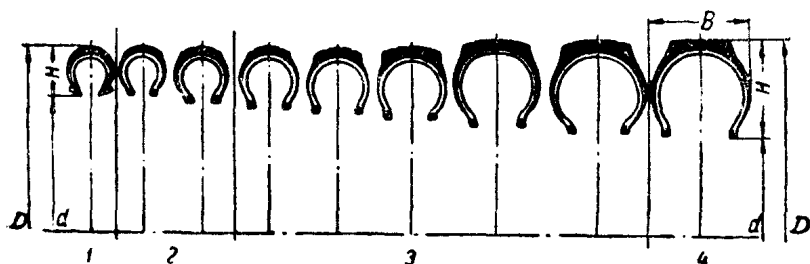


图 1 汽車外胎断面輪廓的发展过程

$D$ —外胎外径； $d$ —外胎輪輞直径； $H$ —外胎断面高； $B$ —外胎断面寬；  
1—楔形外胎；2—高压外胎；3—低压外胎；4—超低压外胎

輪胎依其內胎中空气压力的高低，分为高压輪胎和低压輪胎。高压輪胎由于其构造和用途不同，所充空气压力在 3.0 到 7.5 公斤/厘米<sup>2</sup>范围内，而低压輪胎——在 1.5 到 4.0 公斤/厘米<sup>2</sup>范围内。

低压輪胎比高压輪胎的空气容量大，帘布层数少，胎面花紋也較深，因而善于承受撞击与震动，即它的緩冲性能較好。低压輪胎的压縮系数或在法向負荷下的允許压縮率在 9—15% 范围内，而高压輪胎在 7—12% 范围内。近年来，低压輪胎的应用范围日益扩大，不仅輕型汽車，而且載重汽車和公共汽車也都使用这种輪胎。

为了提高汽車在松軟、泥濘和砂砾地面上的行駛性能，使用专用調压輪胎和拱形輪胎。这些輪胎的断面大，空气压力在 0.5—2.5 公斤/厘米<sup>2</sup>范围内。

空心輪胎的使用条件极其复杂而繁重。由于空心輪胎必然承受法向負荷、切綫負荷和側向負荷，并要緩和冲击与震动，要受

高度磨耗和多次复杂变形的作用，因此空心輪胎必須有高度的彈性、強力和耐磨性能，同時還要求有較小的滾動阻力。空心輪胎是依靠胎內壓縮空氣和強韌的彈性外胎來滿足上述要求的。大家知道，壓縮空氣是充入外胎內部的內胎中。內胎是由彈性氣密膠制成的環狀膠筒，其上有氣門嘴，它安在與輪輞着合的內胎部位上，以供充氣、保氣、放氣之用。內胎的規格必須嚴格適應外胎的類型和規格。外胎不同，所用內胎的壁厚就不同（1.5—5毫米）。內胎（橫斷面的）各部壁厚不同，蘇聯內胎胎冠部分的壁厚

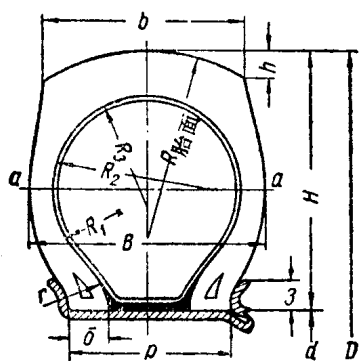


圖 2 外胎斷面輪廓

$B$ —斷面寬； $H$ —斷面高； $aa$ —斷面水平軸； $b$ —胎面行駛面寬； $R_1, R_2, R_3$ —內輪廓弧度半徑； $h$ —胎面弧度高； $r$ —胎圈弧度半徑； $\delta$ —胎圈寬； $p$ —輪輞寬； $s$ —輪輞邊緣

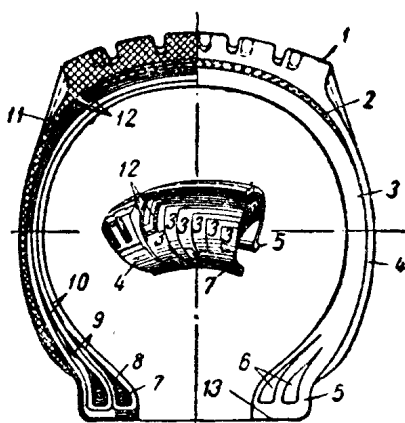


圖 3 直角胎圈外胎

1—胎面膠；2—緩沖層；3—帘布層；4—胎側膠；5—胎圈部；6—鋼絲圈；7—鋼絲；8—填充膠条；9—固着布条；10—帘布層包邊；11—緩沖層封口膠条；12—隔離膠層；13—胎圈底部

稍大於着合部分的壁厚。在使用時，內胎壁受壓縮空氣壓力的作用後稍有伸張，被緊密地壓在外胎胎壁上。假如內胎外面沒有外胎，便不可能承受較高的空氣內壓。車輪滾動時，在輪胎工作部分上的內胎經受着變向變形。由於外胎內部生熱和蓄熱以及散熱不良，內胎處於非常高的溫度條件下，因此，對內胎材料的要求也是很高的。內胎膠必須不透空氣，有較高的彈性、強力和疲勞

强力，同时内胎规格在使用过程中应保持不变，应善于耐刺損与撕裂，应耐氧化和热老化，在較寬的溫度范围内应保持高度的机械性能經久不变。

外胎是輪胎上最貴重的部分，制造时使用多种貴重材料，如橡胶（天然橡胶或合成橡胶）、棉織物 或人造 纖維、鋼絲、瓦斯炭黑、氧化鋅和硫黃等〔68〕。

外胎的輪廓和构造很复杂，外胎与内胎装配并充入空气后，依其形状平衡的条件确定輪廓，而其輪廓以图 2 所示各个半径和规格的一定比例来表示。外胎由图 3 所示的各个部件所构成。

### 外胎帘布层及其用途

帘布层是外胎的基本部分，用以控制充气内胎的体积和将路面对車輪的反作用力传递到輪輞上。車輛的自重和載重量是車輪承受的主要負荷。帘布层是由数层相互貼合的挂胶帘布和隔离胶层所組成。帘布层是帘布以  $30-40^\circ$  角裁成斜条，然后把数片帘布斜条搭接起来而制成的，每层帘布上搭头不宜超过三个，而搭接寬度不宜超过 3—5 根綫。为了保証外胎的平衡性能良好，必須使接头均匀地分布在帘布层上。

制造外胎时，帘布层端部包貼在胎圈部位上，而其中一部分卷包在鋼絲圈的周围。

貼合时相邻两层帘布帘綫要交叉成一定角度，两块相邻帘布好象构成了由經緯綫織成的帆布。輪胎內的帘綫系呈螺旋状分布的，帘綫伸张应均匀，各根帘綫都互相隔离，并以橡胶連接起来。当輪胎行駛时，橡胶不仅可以防止帘綫受潮湿与相互摩擦，而且也影响着帘綫使用条件和帘綫之間負荷的分布。帘布层上的橡胶可以把各层上部件紧密地結合在一起。

帘布的两面都有挂胶，最常用挂胶帘布的厚度是 1.05—1.5 毫米（帘綫粗度为 0.60—0.80 毫米时）。

帘布的厚度、密度、耐热性、伸张均匀性及其它性能对帘布层的使用质量有很大影响。举一个例子來說，随着帘綫粗度的减

小及其强力的增加，帘布挂胶的厚度和隔离胶的厚度便减小，也就是说整个帘布层的厚度和层数减少。帘布层的厚度减小，便可减少摩擦损失，进而降低生热量、改善冷却条件、降低橡胶用量、减轻轮胎的重量、使各帘布层的作用更加均衡，以及改善一系列的性能。由于轮胎的工作温度决定于其材料摩擦时所损失的能量，所以帘布层厚度的减小可降低轮胎的工作温度。

应当将橡胶帘布变形时的摩擦分为两种：1. 分子摩擦——在橡胶和帘布材料内；2. 机械摩擦——在帘布结构部件间，以及在帘布与橡胶间（当帘布与橡胶间的密着力较低时）。必须力求降低这两种摩擦力，才能制造出高质量的轮胎。特别需要注意的问题，是要保证橡胶与帘线表面之间有牢固的密着力，否则，将产生剥离现象。帘布用专门的物质浸渍，可以提高橡胶与帘线表面的密着力，密着力高时，可使橡胶帘布构件的机械摩擦损失达到最低限度。

外胎的强度主要由帘布强力的高低来确定，因为帘布的弹性模数比橡胶高出许多倍。帘布层的形状和帘布层数由所需空气压力、轮胎负荷、类型和用途来计算确定之。为了使帘线受力对称，帘布层数总是取为偶数，而子午线轮胎也可取为奇数，轻型汽车外胎的帘布层数是4—6层，载重汽车外胎的帘布层数是6、8、10层以上。帘布的层次通常由外胎内部向外部编号。

制造帘布层时使用帘布7B、8T、9T、9TM、9KM、10T等牌号，帘线间的距离为0.20—0.24毫米。上述数字代号表示帘布的牌号，而俄语字母表示帘布的主要特征（B—粘液丝帘布，T—纬线棉帘布，K—无纬线帘布，M—湿捻帘布）。制造多层（8层和8层以上）的外胎时，外部的2—4层使用稀线帘布75B、74HB、94T等牌号的（帘线间的距离0.47—0.50毫米）。多层外胎在车轮滚动时，其外层帘布所受变形大于内层，因此外层采用稀线帘布与隔离胶，使帘线有较大的移动空隙。

帘布层上的帘线与轮胎径向断面线成 $\beta$ 角（图4）。 $\beta$ 角在轮胎断面各点上的大小各有不同，它由胎冠到胎圈逐渐减小。未

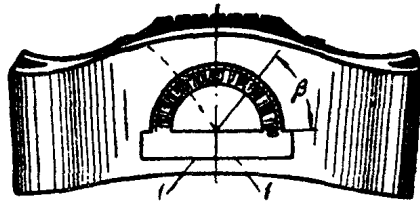


图 4 外胎帘綫胎冠角的測定  
(外胎径向断面內視圖)

1—帘綫

变形外胎断面任一点上的  $\beta$  角可按 M.Ю. 多勃罗吉娜公式来测定<sup>[17]</sup>:

$$\sin \beta = \frac{r}{R_k} \sin \beta_k \quad (1)$$

式中  $\beta_k$ ——帘綫胎冠角;

$R_k$ ——胎冠半径;

$r$ ——测角点上的断面半径。

上列公式是以外胎定型和硫化时帘布各层相互不移动为假设而获得的。由于帘綫伸张、帘綫胎冠角产生变化。E. C. 吾氏<sup>[10]</sup>提出, 根据外胎定型时帘布层相互移动而帘綫不伸张的假设, 来确定輪胎断面各点帘綫角度的变化。按照他的意見, 在外胎定型和硫化过程中帘綫竭力保持在两个胎圈固着点間达到最短的断面距离。而实际上, 在外胎定型和硫化时却有帘綫的伸张, 又有一定的帘布层相互移动。經驗証明, M.Ю. 多勃罗吉娜的假设較接近实际情况, 尤其对于由合成橡胶制成的輪胎更是如此。实际中, 对于这类輪胎, 在选择硫化外胎胎冠帘綫角度时, 都尽可能使其接近与平衡形状时相同的角度。

普通輕型輪胎和載重輪胎外胎胎冠帘綫角度約为  $52^\circ$ , 而拱形輪胎—— $56-57^\circ$ 。帘綫胎冠角与平衡形状时角度的偏差是生产因素造成的, 主要由于統一裁断角度和工艺操作不良所造成。

胎冠帘綫角度对輪胎性能有很大影响。例如增大  $\beta$  角, 会导

致增加輪胎側向、切綫和法向剛性，并在一定程度上增加車輪的滾動損失。而減小  $\beta$  角會導致相反的后果。在設計專用輪胎時經常利用這一特點。實驗證明，子午綫輪胎（帘布層帘綫角  $\beta=0$ ，緩沖層為鋼絲帘綫繩制成，即為“X”型輪胎）具有高度的法向和側向彈性，但其滾動損失較普通輪胎為小。

#### 帘布在輪胎上的使用條件及其材料與性能

外胎上帘布的重量與價值均約占 30%。帘布層承擔輪胎工作時所受的主要負荷，可保證輪胎具有強力、彈性、耐磨性、保持一定的形狀及其他使用性能。

外胎工作時，溫度變化範圍很廣（ $-50-+110^{\circ}\text{C}$ ），此時帘綫受伸張、壓縮和多次曲撓。上述應力是受氣壓、輪胎離心力和路面反作用力而產生的。氣壓和離心力通常使帘綫經受伸張應力。這種應力遍布在輪胎的各點上，通常達到 1—2 公斤/根綫。

車輪受各種外力作用時，輪胎發生變形主要是在圓周的一定部位，即所謂工作部位上；亦即位於輪胎與路面的接觸部分，約等於周長的三分之一。車輪每轉一圈，由於輪胎產生變形，每根帘綫便受到一次附加的伸張或縱向壓縮和曲撓應力的作用。在輪胎的各工作部位上，按帘布層不同厚度和帘綫長度，帘綫的縱向應力值也不同。車輪在平面上滾動時，帘綫中所產生的最高附加應力值就可達到 0.5—1.0 公斤/根綫。

一般認為松馳的帘綫在工作時不會受到壓縮。但是外胎中的帘綫並不松馳，周圍都包有橡膠。為要了解帘綫縱向受壓縮時的情況，必須把帘綫視為由一定組織的帘布材料所制成的螺旋彈簧。如果包復橡膠的帘綫受縱向力（同時又壓縮橡膠）的壓縮，那麼，其螺旋層將互相接近。此時，橡膠在橫向上壓縮帘綫，並阻礙帘綫螺旋的擴大。結果使帘綫各部分間摩擦增大，而帘綫產生縱向壓縮阻力。帘綫縱向的壓縮對其使用性能產生不良的作用。接地部分中部的外层帘布上受到的壓縮力為最大。多次伸張-壓縮變形是帘綫破損的主要原因。試驗〔4〕證明，帘布層內層胎冠帘綫承

受伸张变形。接地面中部的变形值最大。帘綫受胎內空气压力作用时,其伸长率大約为 2—2.2%。車輪滚动时帘綫变形增大 1.0—1.5%。車輪滚动过程中在胎側部分的帘綫承受变向的变形。当帘布层数、帘綫和帘布胶料刚性、胎冠帘綫角度、胎面花紋以及車輪所受外力大小发生变化时,帘綫变形值也随着改变。

根据帘布的工作条件及其在外胎中所起的作用,对帘布提出的主要要求如下: 1. 在一次和多次受力作用下有高度强力; 2. 有耐热性; 3. 有高弹性; 4. 有最大的密度; 5. 有尽量小的粗度; 6. 物理机械性能要均匀一致; 7. 摩擦損失最低。

帘布是由棉纖維、粘液絲、聚酰胺纖維〔卡普綸、聚酰胺 6 (披尔綸)、耐綸〕和鋼絲所制成的。和棉帘布相比,后三种帘布具有一系列的优点。因此汽車輪胎生产中棉帘布的应用量不断降低,但目前棉帘布的应用百分比还是相当大的。

棉纖維呈扁平弯曲的管状,其长度为 5—55 毫米,直径为 12—42 微米。棉纖維表面上附有熔点为 60—70°C 的天然蜡质。纖維的基础是纖維素,棉絮含纖維素达 95%,帘綫用的棉紗主要由长纖維棉(30—40 毫米)捻成的,棉紗的支数不一,紗支数以重 1 公斤紗綫成长 1 千米的紗束数来计算。

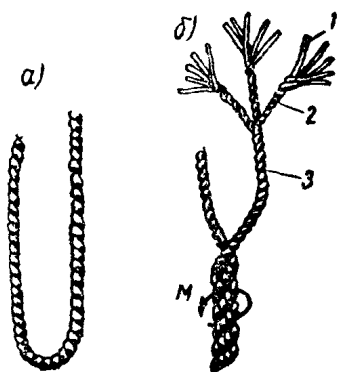


图 5 帘綫的结构

a—捻度均匀的帘綫;  
b—捻度不均匀的帘綫

紗綫 1 (图 5) 捻成股 2, 再用股捻成帘綫 3。股数和一股中紗的根数决定帘綫的结构。制造輪胎时所需帘綫的结构各有不同 (37/5×3; 39/4×3; 14.7/2×2 等), 第一个数字表示紗的支数, 第二个数字——一股中紗的根数, 第三个数字——帘綫的股数。帘綫用三捻的方法紡捻而成。初捻(第一捻)是捻紗(1 米长約 800 轉); 复捻(第二捻)是捻股(1 米长約捻 800 轉); 第三捻

是捻成帘綫(1米長約捻400轉)。第三捻的方向通常與前二捻相反。前二捻和第三捻的捻度比例應當保證帘綫內部捻度彈力達到均勻一致。如果內部彈力不能平衡,則兩股的捻綫就要開始扭轉,如圖5,6中M箭頭所示的情形。捻度均勻帘綫的情形如圖5,a所示。

粘液絲帘綫屬於紡織材料一類,它用人造纖維制成,纖維的基礎是纖維素。

粘液絲帘綫的物理機械性能遠遠超過棉帘綫。和棉帘綫相比較,粘液絲帘綫的均勻性較大,其強力在高溫下降低得較少,滯後損失較小,耐多次變形的性能較好,輪胎工作時生熱量較小。同時粘液絲輪胎的行駛里程也遠遠超過(60—70%)棉帘綫輪胎。由於粘液絲具備上述優點,所以它日益廣泛地用來製造輪胎,特別是製造合成橡膠的輪胎。

由於粘液絲帘綫的用途不同,其粗度、強力、伸長率和捻度也不同。把捻度提高到一定程度就可以提高帘綫的耐疲勞強力。

粘液絲帘綫的價值昂貴,並且與橡膠的密着力不好,易于產生永久伸長率、吸濕性大,而濕度大時又嚴重地損失強力,因此要特別注意防止帘綫受潮濕。這些都是它的缺點。

現在使用合成的聚酰胺纖維(卡普綸、披爾綸、耐綸)來製造新型輪胎,特別是行駛條件繁重(速度高、受劇烈沖擊等)的輪胎。用耐綸制成的輪胎,其強力和彈性高,且帘布層重量小。耐綸是一種熱塑性的物質,在 $250^{\circ}\text{C}$ 時融化。按其物理化學性能,它是一種帘布的較好材料之一。耐綸帘綫的斷面為圓形,伸長後其彈性幾乎能夠完全恢復,只不過稍慢一點。耐綸的強力遠遠超過棉纖維和粘液絲的強力。但是它的伸長率達到15—20%,即超過帘綫的允許伸長率,在生產過程中採用熱伸長的方法和輪胎硫化後進行充壓冷卻可以改進耐綸的彈性。耐綸的吸濕性比其他纖維低很多;相對濕度為65%時,絲光棉的吸濕率為11%,粘液絲——12%;耐綸——4%。

製造在優質路面上行駛速度高、載重量很大的輪胎時,有時

使用高质量的鋼絲（直径 0.15 毫米）来做帘綫。用这种鋼絲所捻成的帘綫結構是 $7/3$ ，粗度是 0.86—0.88 毫米，扯断力大約为 80 公斤。有的使用結構更复杂的鋼絲帘綫（由 40 股鋼絲組成），粗度为 1.15 毫米，扯断力为 155 公斤。

仅在鋼絲与橡胶的高度密着力方法解决以后，鋼絲帘綫在輪胎中的应用才有了可能。例如鋼絲鍍鋅或鍍銅，能改进鋼絲帘布与橡胶的密着力。

鋼絲帘綫較其它帘綫有一系列的优点。它的强力高、伸长率小、导热性快、耐热性高。但是，它在多次很大的变形时的耐疲劳强力很低。所以鋼絲帘布輪胎不宜在多次很大的变形条件下使用，近来，鋼絲帘布开始相当广泛地用于輪胎生产中。

帘綫的性能以一系列的物理机械性能指标，如单綫的扯断力、伸长率、耐疲劳性能、捻度、直径（粗度）、耐热性和均匀度来表示。帘綫的扯断力和伸长率以及耐疲劳性能是帘綫最主要的质量指标，它們用一定长度的試样在扯断机上来测定。图 6 中載出粘液絲(11B 和 13B)与棉(9T)帘綫的大致伸长性能。在帘綫伸长到扯断前的过程中伴随有帘綫伸长和直径縮小的現象。伸长率是由彈性、伸縮性和永久伸长所組成的，它以試样原长的百分率表示。

帘綫的疲劳强力表示它耐多次变形的能力。测定帘綫疲劳强力的方法有几种。其中测定橡胶-帘綫試样疲劳强力的方法是較好的一种方法。已經确定[70]，如果在 2.6 公斤負荷下，棉帘綫可以伸张次数为 100%，則將負荷增到 4 公斤时，帘綫的寿命大約縮短为原来的 $1/10$ 。帘綫的疲劳强力在很大程度上决定于它的滞后損失和捻度。滞后損失是由帘綫分子的內部摩擦及其結構部件間的机械摩擦所形成的。

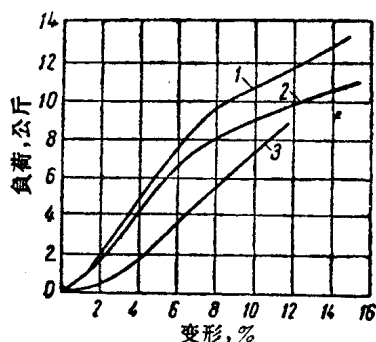


图 6 帘綫的性能

1—粘液絲帘綫(13B); 2—粘液絲帘綫(11B); 3—棉帘綫(9T)