

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2023 年 4 月 20 日 (20.04.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/061511 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*B60C 9/02* (2006.01)      *B60C 15/04* (2006.01)  
*B60C 9/18* (2006.01)      *B60C 17/06* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/131664

(22) 国际申请日: 2022 年 11 月 14 日 (14.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202210099470.2      2022年1月27日 (27.01.2022)      CN  
202210099281.5      2022年1月27日 (27.01.2022)      CN  
202220235581.7      2022年1月27日 (27.01.2022)      CN

(71) 申请人: 青岛双星轮胎工业有限公司(QINGDAO DOUBLESTAR TIRE INDUSTRIAL CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。

(72) 发明人: 柴永森(CHAI, Yongsen); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 王君(WANG, Jun); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 徐伟(XU, Wei); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 张军华(ZHANG, Junhua); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 苏明(SU, Ming); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 邓玲(DENG, Ling); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 张琳(ZHANG, Lin); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 刘继发(LIU, Jifa); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 刘杰(LIU, Jie); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。 王玉坚(WANG, Yujian); 中国山东省青岛市黄岛区泊里

(54) Title: SUPPORT RUBBER, AND INTERNAL SELF-SUPPORTING TIRE SUITABLE FOR WHOLE SERIES OF PASSENGER VEHICLES AND FORMING PROCESS FOR INTERNAL SELF-SUPPORTING TIRE

(54) 发明名称: 支撑胶、适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎及其成型工艺

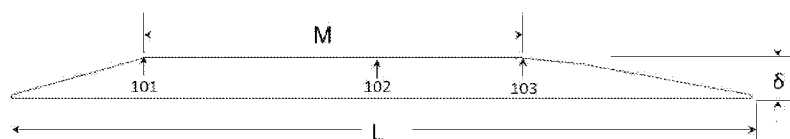


图 2

(57) Abstract: A support rubber (1), and an internal self-supporting tire suitable for the whole series of passenger vehicles and a forming process for the internal self-supporting tire, which belong to the field of internal self-supporting tires. The support rubber (1) is in the shape of a trapezoid having a thickness of 4-12 mm; and the width of an upper base of the trapezoid is 0.5-1 mm. The support rubber (1) is used in a tire, and thus solves the technical problems of an existing internal self-supporting tire caused by the defects of a support rubber structure thereof, i.e. the existing internal self-supporting tire has a stress concentration under zero-air-pressure driving, and cannot take the durability performance under zero air pressure and the driving comfort performance under a normal tire pressure both into consideration, and the existing internal self-supporting tire cannot be applied to the whole vehicle series and thus has a small application range. The internal self-supporting tire has the characteristics of having a good zero-air-pressure durability performance and a good comfort performance and being suitable for the whole vehicle series.

(57) 摘要: 一种支撑胶 (1)、适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎及其成型工艺, 属于自体内支撑轮胎领域。支撑胶 (1) 的形状为梯形, 厚度为 4~12mm; 梯形上底的宽度为 0.5~1mm。支撑胶 (1) 应用于轮胎中, 解决了现有自体内支撑轮胎因支撑胶结构的缺陷, 导致其零气压行驶下应力集中, 不能兼顾零气压下的耐久性能及正常胎压下行驶的舒适性能, 且不能适用于全车型, 应用范围小的技术问题, 具有良好的零气压耐久性能、舒适性能、适用于全车型的特点。

WO 2023/061511 A1

镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。韩奉进(HAN, Fengjin); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。韩磊(HAN, Lei); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。马丽华(MA, Lihua); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。任振兴(REN, Zhenxing); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。王伟(WANG, Wei); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。张晨曦(ZHANG, Chenxi); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。孙超(SUN, Chao); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。孟照宏(MENG, Zhaohong); 中国山东省青岛市黄岛区泊里镇港兴大道66号, Shandong 266000 (CN)。

(74) 代理人: 青岛清泰联信知识产权代理有限公司(QINGDAO LAWSCI INTELLECTUAL PROPERTY CO., LTD.); 中国山东省青岛市崂山区苗岭路52号巨峰创业大厦四层401, Shandong 266100 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

**本国际公布:**

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第21条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

## 支撑胶、适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎及其成型工艺

本申请要求在 2022 年 01 月 27 日提交中国专利局，申请号为 202210099470.2、名称为“适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎及其成型工艺”，申请号为 202210099281.5、名称为“一种支撑胶及防爆轮胎”，以及  
5 申请号为 202220235581.7、名称为“一种分层式补气保用成型鼓”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请属于自体内支撑轮胎领域，尤其涉及一种支撑胶、适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎及其成型工艺。

### 10 背景技术

随着科学技术的飞速发展和人们对汽车性能要求的提高，普通性能的轮胎已不能满足人们追求安全、舒适、静音等性能的要求。现有自体支撑轮胎通过在胎侧部位增加一种强而硬的支撑橡胶，来保证其零气压下的耐久性能，然而，其同时也牺牲了轮胎的静音舒适性能，使驾乘者驾乘体验感差。另外，  
15 现有自体支撑轮胎对适配汽车悬架要求较高，因此只能实现小范围应用，无法适配乘用车全系车型。

现有自体支撑轮胎的支撑胶结构由于设计方面存在诸多不足之处，导致其使用过程中轮胎胎壁的径向刚性>径向弹性，其虽然可以实现零气压耐久性能，但是在正常胎压下行驶的静音舒适性能差，使驾乘者驾乘体验感差；  
20 另外，因其支撑胶厚度设计不均匀，导致其在零气压下行驶导致应力集中，存在生热过快的的问题。

### 发明内容

为解决现有技术中存在的以上至少一个技术问题，本申请实施例的第一方面提供一种支撑胶，所述支撑胶的形状为梯形，厚度为 4~12 mm；所述梯  
25 形上底的宽度为 0.5~1 mm。

在本申请的一些实施例中，所述支撑胶的胶料硬度为 HS60~HS70。

在本申请的一些实施例中，所述支撑胶的胶料弹性模量为 4~6 MPa。

在本申请的一些实施例中，所述支撑胶的所述梯形的下底面的宽度 L 通过以下公式计算得到：

$$30 \quad L=SW*N*k+L2 \quad (1)$$

其中，SW 为轮胎的名义断面宽；N 为轮胎的扁平比；k 为 Safort 因子，其取值范围为 0.73~0.75；L2 为所述支撑胶插入带束层下的距离。

本申请实施例的第二方面提供一种适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎，包括：支撑体，所述支撑体进一步包括：

35 支撑胶，形状为梯形，厚度为 4~12 mm；

三角胶，位于胎体外侧被胎体包覆，三角胶下端点与钢丝圈紧密贴合，

三角胶上端点位于所述支撑胶径向宽度 L 的 1/3~2/5 处；

补强层，补强层上端点高于三角胶上端点的径向高度 L3 为 5~10 mm，补强层下端点与钢丝圈顶部齐平。

在本申请的一些实施例中，支撑胶上端点垫入带束层下方的插入距离 L2 5 为 18~24 mm；支撑胶下端点与钢丝圈上端点的距离 L6 为 5~10 mm。

在本申请的一些实施例中， $L2-L1 \geq 10\text{mm}$ ，L1 为胎侧插入带束层下距离与支撑胶插入带束层下距离差值。

在本申请的一些实施例中，所述三角胶自所述支撑胶下断点至所述支撑胶径向宽度 L 的 1/8 处的厚度 H4 为 3~4 mm，且三角胶底部厚度 H5 与 H4 10 的差值不大于 2 mm。

在本申请的一些实施例中，所述支撑胶的下底面的宽度 L 由以下公式计算得到：

$$L=SW*N*k+L2 \quad (1)$$

SW 为名义断面宽；N 为扁平比；k 为 Safort 因子，其取值范围为 0.73-0.75。

15 在本申请的一些实施例中， $\alpha$  取值范围为  $65^\circ \sim 75^\circ$ ， $\alpha$  是指轮廓着合宽度端点和轮廓断面宽度端点的连线与轮廓断面最高点水平轴的夹角。

在本申请的一些实施例中，采用三角平衡理论轮廓设计原理进行轮廓设计，保证：

$$\tan \alpha = 2USH/(SW-RW) \quad (2)$$

20 其中，SW 为名义断面宽数值固定，USH 为轮胎自由状态下的断面水平轴至胎圈的距离，RW 为着合宽度。

在本申请的一些实施例中，下沉量 h 由以下公式计算得到：

$$h=\tan \beta *TDW/2 \quad (3)$$

其中，TDW 为设计行驶面宽， $\beta$  取值范围是  $3^\circ \sim 8^\circ$ 。

25 本申请实施例的第三方面提供一种如上任一项所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，采用二次法折叠分层式自体支撑成型鼓成型，所述二次法折叠分层式自体支撑成型鼓具有胀鼓状态和缩鼓状态，在所述胀鼓状态下进行内衬层、支撑胶、胎体、扣圈反包、胎侧贴合；

30 所述二次法折叠分层式自体支撑成型鼓以  $80 \pm 10\text{r/min}$  的转速进行旋转，后压辊压力保持在 2~2.5 bar，并按照 5~15mm/sec 的横向速度向外进行平移滚压，进而完成成型。

在本申请的一些实施例中，成型鼓包括大径鼓板、大径鼓板调宽环、小径鼓板、小径鼓板调宽环，大径鼓板与小径鼓板通过 T 型螺栓连接，大径鼓板调宽环与大径鼓板配合调节大径鼓板使用的宽度，小径鼓板调宽环与小径鼓板配合调节小径鼓板使用的宽度，大径鼓板使用的宽度 X 为：

$$X=(1\#Belt-2*L2)+2N \quad (4)$$

1#Belt 为 1#带束层设计宽度，N 为大径鼓板鼓间曲线，根据轮胎尺寸在  $30\text{mm} \leq N \leq 60\text{mm}$  范围内选取；

所述大径鼓板中央平台在边侧通过直线式平滑斜面过渡到所述小径鼓板平台，平台倾斜角度  $\gamma$  在  $10^\circ \sim 15^\circ$  之间，中央平台与斜坡设计倒圆半径为 40 mm，所述大径鼓板斜面边缘设计小倒圆半径为 0.5mm；所述小径鼓板的鼓边曲线通过缓冲式相切圆弧过度圆弧半径  $R1/R2=0.1$ 。

5 在本申请的一些实施例中，所述成型鼓包括大径鼓板，所述大径鼓板下表面贴合设置小径鼓板，所述小径鼓板的小径平台宽度大于所述大径鼓板的大径平台宽度，所述大径鼓板上表面的两侧通过直线式平滑斜面过度到所述小径鼓板的表面，所述小径鼓板两侧的上表面到下表面通过第一圆弧 R1 和第二圆弧 R2 过渡，所述第一圆弧 R1 与所述第二圆弧 R2 相切。

10 在本申请的一些实施例中，所述大径鼓板使用的宽度 X 为：

$$X=(1\#Belt-2*L2)+2N \quad (4)$$

1#Belt 为 1#带束层设计宽度，N 为大径鼓板鼓间曲线，根据轮胎尺寸在  $30\text{mm} \leq N \leq 60\text{mm}$  范围内选取。

15 在本申请的一些实施例中，所述大径鼓板中心处设置用于调整大径鼓板宽度的大径鼓板调宽环，所述大径鼓板调宽环设置成环状体，环状体四周设置梯形台阶；所述小径鼓板中心处设置用于调整小径鼓板宽度的小径鼓板调宽环，所述小径鼓板调宽环设置成环状体，环状体四周设置梯形台阶。

在本申请的一些实施例中，所述大径鼓板的两侧斜面与所述小径鼓板表面的夹角  $\gamma$  设置在  $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

20 在本申请的一些实施例中，所述第一圆弧与所述第二圆弧的半径比值  $R1/R2=0.1$ 。

与现有技术相比，本发明的有益效果在于：

25 (1) 本申请至少一个实施例所提供的支撑胶，通过限定支撑胶的厚度，使支撑胶的刚性与弹性达到一个性能平衡，应用于轮胎时既可以保证缺气行驶时的支撑性能，胎侧的径向弹性没有缺失，符合燃料效率定律，同时确保了轮胎正常行驶时的减震效果，提升了驾乘舒适性能，扩大了轮胎的应用范围。

30 (2) 本申请至少一个实施例所提供的支撑胶，通过限定支撑胶为梯形，且进一步限定了梯形的上顶面的宽度，该平台设计使得生产压出过程中支撑胶半成品不会因为端部太薄发生破边现象，提升了生产效率。

(3) 本申请至少一个实施例所提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎，具有比普通防爆胎更舒适、更节油、噪音小，达到用户对缺气保用的需求，且对轮辋无损伤，可适用于乘用车全系车型。

35 (4) 本申请至少一个实施例所提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，有利于保证支撑胶部件的合理贴敷，成型过程中有效减少胎里气泡的产生，提升生产效率。

(5) 本申请至少一个实施例所提供的成型工艺中所采用的成型鼓，在传统大径鼓板的下方增加小径鼓板，大径鼓板与小径鼓板之间采用断差设计，

为支撑胶的贴合提供了合理的空隙位置，解决了生产过程中支撑胶端部贴合容易产生胎里气泡的技术难题；此外，成型鼓具有胀鼓状态、缩鼓状态，在胀鼓状态在进行扣圈反包，可以反包更贴合。

## 附图说明

5 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 为现有技术中月牙形支撑胶的结构示意图；

图 2 为本申请实施例所提供的支撑胶的结构示意图；

10 图 3 为本申请实施例所提供的轮胎碾压径向变形分析示意图；

图 4 为本申请实施例所提供的不同形状的支撑胶的刚性与弹性曲线；

图 5 为本申请实施例所提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的结构示意图一；

15 图 6 为本申请实施例所提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的结构示意图二；

图 7 为本申请实施例所提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的轮廓设计结构示意图；

图 8 为本申请实施例所提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎成型的二次法折叠分层式自体支撑成型鼓的结构示意图；

20 图 9 为本申请实施例所提供的成型鼓安装在调节机上的结构示意图；

附图说明：1、支撑胶；101、带束层端点在支撑胶上的位置；102、轮胎断面最宽点在支撑胶上的位置；103、三角胶径向上端点在支撑胶上的位置 11、支撑胶上端点；12、支撑胶下端点；2、三角胶；21、三角胶上端点；3、补强层；31、补强层上端点；4、钢丝圈；41、钢丝圈上端点；5、带束层；6、胎侧；71、大径鼓板；711、大径平台；72、大径鼓板调宽环；73、小径鼓板；731、小径平台；74、小径鼓板调宽环；75、第一螺栓；76、第二螺栓；8、调节机。

## 具体实施方式

30 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行描述和说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。基于本申请提供的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范畴。

35 显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些示例或实施例，对于本领域的普通技术人员而言，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图将本申请应用于其他类似情景。此外，还可以理解的是，虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的，然而对于与本申请公开的

内容相关的本领域的普通技术人员而言，在本申请揭露的技术内容的基础上进行的一些设计，制造或者生产等变更只是常规的技术手段，不应当理解为本申请公开的内容不充分。

在本申请中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域普通技术人员显式地和隐式地理解的是，本申请所描述的实施例在不冲突的情况下，可以与其它实施例相结合。

除非另作定义，本申请所涉及的技术术语或者科学术语应当为本申请所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请所涉及的“一”、“一个”、“一种”、“该”等类似词语并不表示数量限制，可表示单数或复数。本申请所涉及的术语“包括”、“包含”、“具有”以及它们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含；例如包含了一系列步骤或模块（单元）的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元，而是可以还包括没有列出的步骤或单元，或可以还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。本申请所涉及的“连接”、“相连”、“耦接”等类似的词语并非限于物理的或者机械的连接，而是可以包括电气的连接，不管是直接的还是间接的。本申请所涉及的“多个”是指两个或两个以上。“和/或”描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，“A和/或B”可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

本申请中所述“Max.厚度”是指支撑胶最厚点处或最厚平台处的厚度。可以理解的是，本申请在单独描述支撑胶的结构或形状特点时，是指其未经硫化前的结构或形状特点。

图1为现有技术中月牙形支撑胶的结构示意图。传统的月牙形支撑胶的厚度由中间向边部递减( $12\text{mm} \leq H1 < H3 < H2 \leq 18\text{mm}$ )，Max.厚度为12mm以上，这样的设计应用于轮胎可以保证轮胎在零气压状态行驶的支撑性，但是因其Max.厚度过大，导致使用此款支撑胶时胎壁的径向刚性过大，减震效果及舒适性能较差。其中，H1代表支撑胶位于轮胎肩部处的厚度，H2代表支撑胶位于轮胎断面水平轴处的厚度，H3代表支撑胶位于轮胎三角胶端点处的厚度；H2处的厚度即为Max.厚度。

针对现有技术中存在的以上问题，本申请实施例的第一方面提供了一种支撑胶，图2为根据本申请实施例的支撑胶1的结构示意图。参考图2所示，该支撑胶1的形状为梯形，梯形的厚度 $\delta$ （即为图1中梯形的高度）为4~12mm；梯形上底的宽度M为0.5~1mm。通过限定支撑胶1的厚度 $\delta$ ，使支撑胶1的刚性与弹性达到一个性能平衡，应用于轮胎时既可以保证缺气行驶时的支撑性能，使得胎侧的径向弹性没有缺失，符合燃料效率定律，同时确保了轮胎正常行驶时的减震效果，提升了驾乘舒适性能，扩大了轮胎的应用范

围。

图 3 为普通轮胎（未设置支撑胶）以及采用本申请以上实施例所提供的梯形支撑胶的轮胎（A 方案梯形的厚度为 4mm、B 方案梯形的厚度为 6mm、C 方案梯形的厚度为 5mm）进行轮胎碾压径向变形模拟分析所得结果的示意图。如图 3 所示，未设置支撑胶的普通轮胎由于下胎侧强度不足，无法有效支撑；当采用本申请实施例的支撑胶时，由于支撑胶的设置，下胎侧提供有效支撑，具备零气压支撑能力。需要说明的是，针对 4mm 厚度的支撑胶，因其厚度较小，可适用于小规格轮胎中。

本申请实施例通过限定支撑胶 1 为梯形，且进一步限定了梯形的上底的宽度从而在支撑胶的端部形成平台，该平台设计使得生产压出过程中支撑胶 1 半成品不会因为端部太薄发生破边现象，提升了生产效率。此外，将支撑胶设计为梯形形状，与现有的月牙形支撑胶相比，为半部件的贴合提供一个较为平滑的过渡，减少因端部厚度不够产生反包端部打折的现象。

本申请实施例通过限定支撑胶 1 的形状为梯形，首先，梯形因其自身的稳定性，零气压状态下可以保证轮胎的支撑能力，同时梯形面平滑过渡，给力的传导提供了一个平滑的曲面，可有效的吸收竖直方向的载荷产生的动能，可以把轮胎竖直方向的动能转化为热量散出去，进而可以有效的降低轮胎竖直方向的振动，提升轮胎的舒适性，因其两端形状为规则的三角形可以插入部件内部，与三角胶，胎体，带束层等部件组合使用容易贴合，生产过程胎里气泡率降低，防止硫化脱层现象，生产效率提升。另外，本申请实施例进一步限定了梯形的厚度，如图 4 所示，在本申请限定的厚度范围内，径向刚性与径向弹性曲线斜率  $K$  的绝对值最小时，可以保证支撑性与舒适性兼顾，同时提高轮胎的应用范围，具体的，可以满足因不同路况及车型情况下对支撑胶 1 厚度有不同要求的防爆轮胎的支撑性、舒适性及噪音的全面要求。可以理解的是，上述厚度还可以是 5 mm、6 mm、7 mm、8 mm、9 mm、10 mm、11 mm 及其范围内的任意点值，上底的宽度还可以是 0.6 mm、0.7 mm、0.8 mm、0.9 mm 及其范围内的任意点值。

在一些实施例中，支撑胶 1 的胶料硬度为 HS60~HS70（肖氏硬度），胶料弹性模量为 4~6 MPa。可以理解的是，胶料弹性模量还可以是 4.2 MPa、4.4 MPa、4.6 MPa、4.8 MPa、5.0 MPa、5.2 MPa、5.4 MPa、5.6 MPa、5.8 MPa 及上述范围内的任意点值。传统月牙形支撑胶设计，因其厚度与形状的制约，要求胶料性能严苛，要保证胶料的硬度在 HS75 以上，导致胶料耐屈挠性能差，应用出现应力集中现象，所以胶料压缩生热较大。本申请实施例通过对支撑胶 3 形状及尺寸的优化，等厚梯形支撑胶 3 设计，因其自身形状的稳定性，要求胶料硬度在 HS60~HS70 就能满足使用支撑性能，耐屈挠性好，应用应力分散，胶料的压缩生热小。

在一些实施例中，支撑胶 1 的梯形的下底面的宽度  $L$  通过以下公式计算得到：

$$L=SW*N*k+L2 \quad (1)$$

其中，SW 为轮胎的名义断面宽；N 为轮胎的扁平比；k 为 Safort 因子，其取值范围为 0.73~0.75；L2 为支撑胶 1 插入带束层下的距离。可选的，L2 为行驶面宽的 8%~15%。本实施例具体限定了下底面的宽度 L，并进一步限定了支撑胶 1 插入带束层下的距离 L2，具体的，根据规格尺寸设计行驶面宽，支撑胶 1 插入尺寸为设计行驶面宽的 8%~15%，这样设计的能够保证支撑胶 1 使用时的高速性能及接地印痕形状。如果支撑胶 1 插入量小于 8%会导致带束层末端变形异常，胎面凹凸不平，直接影响轮胎接地印痕形状；如果支撑胶 1 插入量大于 15%，会导致高速行驶时生热过快，无法满足轮胎高速性能。

在一些实施例中，支撑胶 1 的梯形的上底的宽度 M 通过以下公式计算得到：

$$M=L-L2-L3 \quad (5)$$

其中，L3 为三角胶宽度的 12%~25%。需要说明的是，如果 L3 数值小于三角胶宽度的 12%时，支撑胶 1 子口部位厚，导致子口部位刚性过大，反应在轮胎上扭转刚性增强，导致车辆转向过程中容易发生异响，影响驾乘体验；如果 L3 数值大于三角胶宽度的 25%时支撑胶 1 子口部位薄，不具有零气压状态下的支撑性能。

传统自体内支撑轮胎的支撑胶存在着过厚、过硬、高生热等问题，因此导致轮胎的噪音大、耗油高、舒适性差，所以只有部分采用特殊设计悬挂系统的车辆原配自体内支撑轮胎外，其他乘用车型均无法使用或不建议使用普通自体内支撑轮胎。本申请实施例通过对支撑胶 1 的优化，使胎壁的径向刚性=径向弹性，解决了普通支撑胶使得胎壁刚性过大的技术难题，同时解决了零气压状态下行驶的应力集中，导致肩部迅速生热，易损坏的技术难题。在使用过程中，支撑胶 1 的梯形的上底与胎体层相接，支撑胶 1 的梯形的下底与内衬层相接。

本申请实施例的第二方面提供一种适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎，图 5 和图 6 为根据本申请实施例的自体内支撑轮胎的结构示意图。

如图 5 和图 6 所示，本申请实施例所提供的自体内支撑轮胎在胎冠部位由内向外依次包括内衬层、胎体、带束层 5、冠带层和胎面，在胎侧部位由内向外依次包括内衬层、支撑胶 1、胎体、胎侧 6，在胎圈部位包括位于中心的钢丝圈 4 以及位于钢丝圈 4 上方的三角胶 2，胎体包覆三角胶 2 及钢丝圈 4，在胎体外侧设置有补强层 3。其它本申请中未述及的必要半部件参考现有技术，本申请不做赘述。需要说明的是，图 6 中 L1、L2、……、L5、L6 代表相应半部件两点间的实际距离（弧线长度）而非直线距离，以下针对轮胎中的支撑胶所述“径向宽度 L”即为上述支撑胶梯形的下底面宽度 L，而非径向的直线距离。

参考图 5 和图 6 所示，该自体内支撑轮胎至少包括支撑体，支撑体进一步包括支撑胶 1、三角胶 2 及补强层 3。本申请实施例通过支撑体的设计使得

5 轮胎在缺气时，可以有效的提高对胎侧 6 的支撑效果，规避胎侧 6 部位应力集中，使轮胎零气压状态下仍能以 60 km/h 的速度继续行驶 60 km，同时这种柔性支撑体的组合可有效改善轮胎空腔共鸣音，从而起到有效降低轮胎噪音的作用，可适配乘用车全系车型。具体的，如图 2 所示，支撑胶 1 的形状为梯形，厚度为 4~12 mm，传统的支撑胶 1 形状为月牙形，本申请实施例将  
10 月牙形改为梯形，由于梯形自身的稳定性给力的传导提供了一个平滑的曲面，可有效的吸收垂直方向的载荷产生的动能，可以把轮胎垂直方向的动能转化为热量散出去，进而可以有效的降低轮胎垂直方向的振动，提升轮胎的舒适性，进一步的，本申请实施例将传统的支撑胶厚度自中间厚向边部递减(12mm  $\leq H1 < H3 < H2 \leq 18$ mm)改为等厚(4mm  $\leq H1 = H2 = H3 \leq 12$ mm)，Max.厚度由 12mm~18mm 调整为 4mm~12mm，使得支撑胶 1 的整体厚度降低而柔韧性提高，胎侧 6 部位的纵向弹性增大，厚度均匀使胎肩部位应力集中得到分散，向下胎侧 6 转移，因应力集中导致的生热，得到很好的扩散，提升轮胎零气压耐久性能，正常气压下行驶时因其纵向弹性增大，减震效果好，不易  
15 损伤轮辋，可适配乘用车全系车型。

可选的，支撑胶上端点 11 垫入带束层 5 下方的插入距离 L2 为 18~24 mm；支撑胶下端点 12 与钢丝圈上端点 41 的距离 L6 为 5~10 mm，同时要保证 L2-L1  $\geq 10$  mm，L1 为胎侧 6 插入带束层 5 下距离与支撑胶 1 插入带束层 5 下距离差值。当 L2 < 18mm 时，支撑胶 1 垫入太小不能够支撑零气压状态下胎肩受力负载，支撑性能较差；L2 > 24mm 时，支撑胶 1 垫入过大，导致轮胎冠部平均接地长度小于肩部平均接地长度，接地印痕偏向蝶形，这种印痕虽然在转弯时具有较好的操控性能，但是直线行驶性能很差，同时还会导致胎肩部位的异常磨损，轮胎使用寿命降低。该实施例通过对支撑胶 1 形状、  
20 尺寸、定位的限定，攻克了普通防爆胎静音舒适性差耗油高的技术难题。

三角胶 2 位于胎体外侧被胎体包覆，三角胶 2 下端点与钢丝圈 4 紧密贴合。在一些实施例中，三角胶上端点 21 位于支撑胶 1 径向宽度 L 的 1/3~2/5 处，即，三角胶上端点 21 与支撑胶 1 下端点 12 之间的径向距离为 L4，  
25 L4=(1/3~2/5)\*L。当 L4 < 1/3L 时，三角胶 2 支撑能力减弱，无法支撑子口部位的负载，减震能力变差；当 L4 > 2/5L 时，三角胶 2 的应力应变能增大，行驶过程中生热过多，导致脱层现象。本申请实施例通过对三角胶 2 的定位设计，根据支撑胶 1 厚度调整三角胶 2 的高度，使得支撑胶 1 与三角胶 2 配合可以形成一个有效支撑体系，提升胎侧 6 整体的支撑性能，为三角胶 2 提供了一个良好的伸展空间，在提供支撑负载的同时又可以有效减少应力应变能，保证了零气压耐久稳定性能，同时又可以提升减震能力，有效保护轮辋，  
30 提供良好的驾乘舒适度，适用乘用车全系车型。

在一些实施例中，自支撑胶 1 下端点至支撑胶 1 径向宽度 L 的 1/8 处三角胶 2 的厚度 H4 为 3~4 mm，且三角胶 2 底部厚度 H5 与 H4 的差值不大于 2 mm。通过实验发现，三角胶 2 自支撑胶 1 下端点至支撑胶 1 径向宽度 L 的

1/8 处为子口部位应力较为集中点，此处三角胶 2 厚度设计  $H4 < 3 \text{ mm}$ ，导致子口部位无法支撑零气压下负载，支撑能力弱， $H4 > 4 \text{ mm}$  时，三角胶 2 设计过为厚重，刚度增强、形变差无法传导子口部位的剪切应力，导致子口部位生热集中，三角胶 2 容易横向断裂， $H5 - H4 > 2 \text{ mm}$  时，三角胶 2 厚度无法保证均匀过度，使操稳性能变差，无法适用乘用车全系车型。本实施例通过对三角胶 2 尺寸、定位的限定，解决了零气压状态下行驶三角胶 2 容易横向断裂，易脱层的技术难题，可以提升减震能力，有效保护轮辋，提供良好的驾乘舒适度，适用乘用车全系车型。

补强层上端点 31 高于三角胶 2 上端点 21 的径向高度  $L3$  为  $5 \sim 10 \text{ mm}$ ，补强层 3 下端点与钢丝圈 4 顶部齐平。这种设计可以增强子口部位的强度，有效避免子口裂等病象的发生，增加使用寿命，使轮胎子口部位得到有效保护，同时增强子口部位的柔性过度，达到力分散效果，大大提升了驾乘舒适性。

在一些实施例中，支撑胶 1 的下底面宽度  $L$  由以下公式计算得到：

$$L = SW * N * k + L2 \quad (1)$$

其中， $SW$  为名义断面宽； $N$  为扁平比； $k$  为 Safort 因子，其取值范围为  $0.73 \sim 0.75$ 。该实施例提供了一种支撑胶 1 的下底面宽度  $L$  的计算方法，并限定了 Safort 因子的取值范围，原因在于，当  $k < 0.73$  时，支撑胶 1 设计偏窄，在零气压或低气压状态下不能支持负载，达不到良好的零气压支撑性能， $k > 0.75$  时，支撑胶 1 设计过宽，增加了轮胎本身的重量，节油效果差，材料得不到高效利用，不符合燃料效率定律，不适用乘用车全系车型，控制  $k$  在  $0.73 \sim 0.75$  之间以上现象可得到明显改善。需要说明的是，本申请提供的 Safort 因子适用于乘用车轮胎全系规格的计算，计算出数值与材料分布图绘制一致。

在以上实施例中，需要说明的是，在公式 (1) 的确定过程中，首先通过大量的相关性研究试验从各轮胎设计参数中筛选出与梯形下底面宽度  $L$  相关性较高的设计参数，在该过程中选取了 147 个轮胎规格，分别测试  $L$  与各设计参数之间的关系，发现  $SH$ （轮胎断面高）最为相关，而  $SH$  与  $SW * N$  密切相关；随后，在以  $SH$  和  $L2$  作为  $x$ ， $L$  作为  $y$  进行线性回归模拟时，为获得较好的线性关系，确定了系数  $k$ ，通过正交拟合曲线剔除异常点求得斜率  $k$  的范围为  $0.73 \sim 0.75$ ，从而确定公式 (1)，可以快速计算出支撑胶的下底面宽度。

可选的，两条支撑胶 1 首端（即，支撑胶 1 的上端点）垫入 1# 带束层 5 下方，支撑胶 1 的首端间距  $L8 = TDW - (10 \text{ mm} \sim 55 \text{ mm})$ ， $TDW$ ：设计行驶面宽。

如图 7 所示，采用三角平衡理论轮廓设计原理进行轮廓设计，保证：

$$\tan \alpha = 2USH / (SW - RW) \quad (2)$$

其中， $SW$  为名义断面宽，其数值对应轮胎规格而确定， $USH$  为轮胎自由状态下的断面水平轴至胎圈的距离， $RW$  为着合宽度， $\alpha$  取值范围为  $65^\circ \sim 75^\circ$ ，其中， $\alpha$  是指轮廓着合宽度端点 A 和轮廓断面宽度端点 B 的连线与轮廓断面最高点水平轴的夹角。当  $\alpha$  取值小于  $65^\circ$  时，行驶过程中胎侧

6 部位不断地受充气压力的挤压容易产生径向形变,使轮胎断面轮廓在运动过程中发生较大变形,操控稳定性变差;当  $\alpha$  取值大于  $75^\circ$  时,胎冠沿横向方向被拉直过大,导致翻转力臂增大、容易造成轮胎不圆度,轮胎滚动阻力增大。保证  $\alpha$  取值范围  $65^\circ \sim 75^\circ$  能够改善胎侧 6 受充气压力的挤压变形状态,减小胎冠沿胎面横向方向被拉直的距离,从而实现翻转力臂的减小和真圆度的逼近,降低轮胎滚动阻力。此外,胎冠部和胎侧 6 部较高的刚度与稳定的三角形结构相结合使胎体层断面轮廓在行驶过程中基本不发生变化,提高轮胎操控稳定性。

以上,为实现  $\tan \alpha = 2USH/(SW-RW)$ ,在基于三角平衡理论进行轮廓设计的过程中,除增设本申请实施例所述的支撑胶外,还采用以下方法之一或两者以上的结合进行调整:

- (1) 增大轮胎自由状态下的断面水平轴至胎圈的距离;
- (2) 缩短着合宽度;
- (3) 增大胎肩部轮廓曲率。

采用以上三角平衡理论的方法进行轮廓设计,在提高胎侧刚性的同时,使得胎冠的胎体连线被张紧拉直,提高了胎冠的刚性,实现了胎冠和胎侧刚度的整体提高,从而使静负荷工况下轮胎的下沉量减小,实现翻转力臂的减小和真圆度的逼近,达到降低轮胎滚动阻力的目的。此外,通过上述设计方法使得胎冠和胎侧形成稳定的三角形结构,使胎体层断面轮廓在滚动过程中基本不发生变化,提高了轮胎行驶的稳定性的;当轮胎处于漏气或零气压状态时,支撑胶还起着承受车辆自身重力的作用,从而提高轮胎的安全性能。

在一些实施例中,下沉量  $h$  由以下公式计算得到:

$$h = \tan \beta * TDW / 2 \quad (3)$$

其中,  $TDW$  为设计行驶面宽,  $\beta$  取值范围是  $3^\circ \sim 8^\circ$ ,可以保证接地印痕偏圆化,有效提升操稳及静音性能。具体的,本申请实施例轮胎轮廓下沉量  $h$  的设计能够保证胎面曲率增大,保证零气压状态下行驶胎肩部位的屈挠空间,减少零气压状态下行驶胎肩部位的应力集中导致的生热损坏,下断面高设计尽量大,保证了轮胎接近于一个真圆,滚动力矩减小,这样的轮廓设计为支撑胶 1 轻量化设计提供了支持,使支撑胶 1Max 厚度由原来的 15mm 以上可以调整为 4mm~12mm,配合三角胶 2 厚度与定位设计解决了零气压状态下易脱圈的技术难题及适配轮辋型号不全的技术难题。该实施例提出配合 Safort 魔性支撑体结构的轮廓设计,使胎体层断面轮廓在行驶过程中基本不发生变化,提高轮胎操控稳定性,静音舒适性能。

本申请实施例的第三方面公开了以上任一实施例的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺,采用二次法折叠分层式自体支撑成型鼓成型,二次法折叠分层式自体支撑成型鼓具有胀鼓状态和缩鼓状态,在胀鼓状态下进行内衬层、支撑胶 1、胎体、扣圈反包、胎侧 6 贴合;二次法折叠分层式自体支撑成型鼓以  $80 \pm 10r/min$  的转速进行旋转,后压辊压力保持在  $2 \sim 2.5 \text{ bar}$ ,

并按照 5~15mm/sec 的横向速度向外进行平移滚压，进而完成成型。以上滚压步骤及滚压参数设置能够有效排出胎体与支撑胶 1 与气密层之间的气体，胎胚的气泡率降低 85% 以上，大大降低人工扎眼修胎胚的劳动强度，胎胚外观质量大大提升，提高了生产效率。

5 图 8 为本申请实施例所采用的二次法折叠分层式自体支撑成型鼓成型的鼓板横截面示意图。如图 8 所示，在其中一些实施例中，成型鼓包括大径鼓板 71、大径鼓板调宽环 72、小径鼓板 73、小径鼓板调宽环 74，大径鼓板 71 与小径鼓板 73 通过 T 型螺栓连接，大径鼓板调宽环 72 与大径鼓板 71 配合调节大径鼓板 71 使用的宽度，小径鼓板调宽环 74 与小径鼓板 73 配合调节小径鼓板 73 使用的宽度，大径鼓板 71 使用的宽度 X 为：

$$X=(1\#Belt-2*L2)+2N \quad (4)$$

15 通过限定大径鼓板 71 使用的宽度，有利于保证支撑胶 1 部件的合理贴敷，成型过程中有效减少胎里气泡的产生，提升生产效率；1#Belt 为 1#带束层 5 设计宽度，N 为大径鼓板 71 鼓间曲线，根据轮胎尺寸在  $30\text{mm} \leq N \leq 60\text{mm}$  范围内选取。

在一些实施例中，大径鼓板 71 中央平台（即，大径平台 711）在边侧通过直线式平滑斜面过渡到小径鼓板 73 平台（即，小径平台 731），平台 711 倾斜角度  $\gamma$  在  $10^\circ \sim 15^\circ$  之间。

20 在一些实施例中，中央平台（即，大径平台 711）与斜坡设计倒圆半径 R3 为 40 mm，大径鼓板 71 斜面边缘设计小倒圆半径 R4 为 0.5mm。

在一些实施例中，小径鼓板 73 的鼓边曲线通过缓冲式相切圆弧过度圆弧半径  $R1/R2=0.1$ 。

25 进一步的，关于 N 的取值，35~50 系列，N 取值 30~40 mm；55~65 系列，N 取值 40~50 mm；70~80 系列，N 取值 50~60 mm。关于上述系列的划分是按照轮胎扁平比进行划分，例如，205/55R16 属于 55 系列，225/45R17 属于 45 系列。其中，N 即为大径鼓板 71 的左侧斜边在底边上的投影宽度。

30 如图 8、图 9 所示，在一些实施例中，成型鼓包括大径鼓板 71，大径鼓板 71 下表面贴合设置小径鼓板 73，小径鼓板 73 的小径平台 731 宽度大于大径鼓板 71 的大径平台 711 宽度，小径鼓板 73 扣压在调节机 8 的上端，所述大径鼓板 71 上表面的两侧通过直线式平滑斜面过渡到小径鼓板 73 的表面，小径鼓板 73 两侧的上表面到下表面通过第一圆弧 R1 和第二圆弧 R2 过渡，R1 与 R2 相切。这样大径鼓板 71 的尺寸即可小于传统的大径鼓板尺寸，为支撑胶的贴合提供了合理的空隙位置，解决了生产过程中支撑胶端部贴合容易产生胎里气泡的技术难题。

35 本申请实施例在传统大径鼓板的下方增加小径鼓板，大径鼓板与小径鼓板之间采用断差设计，为支撑胶的贴合提供了合理的空隙位置，解决了生产过程中支撑胶端部贴合容易产生胎里气泡的技术难题。此外，成型鼓具有胀鼓状态、缩鼓状态，在胀鼓状态在进行扣圈反包，可以反包更贴合。

其中，调节机 8 为现有装置，其包括驱动机构，驱动机构与大径鼓板 71 和小径鼓板 73 连接并可驱动大径鼓板 71 和小径鼓板 73 沿成型鼓径向运动，使得成型鼓具有涨鼓状态和缩鼓状态，这部分可参考现有技术，本申请不进行详细描述。

5 在一些实施例中，大径鼓板 71 的宽度 X 为：

$$X=(1\#Belt-2*L2)+2N \quad (4)$$

10 通过限定大径鼓板 71 的宽度，有利于保证支撑胶 1 部件的合理贴敷，成型过程中有效减少胎里气泡的产生，提升生产效率；1#Belt 为 1#带束层 5 设计宽度，N 为大径鼓板 71 鼓间曲线，根据轮胎尺寸在  $30\text{mm} \leq N \leq 60\text{mm}$  范围内选取。

关于 N 的取值，35~50 系列，N 取值 30~40 mm；55~65 系列，N 取值 40~50 mm；70~80 系列，N 取值 50~60 mm。关于上述系列的划分是按照轮胎扁平比进行划分，例如，205/55R16 属于 55 系列，225/45R17 属于 45 系列。其中，N 即为大径鼓板 71 的两侧斜边在底边上的投影宽度。

15 在一些实施例中，为适用于不同型号产品生产需求，大径鼓板 71 中心处设置用于调整大径鼓板 71 宽度的大径鼓板调宽环 72，大径鼓板调宽环 72 设置成环状体，环状体四周设置梯形台阶；小径鼓板 73 中心处设置用于调整小径鼓板 73 宽度的小径鼓板调宽环 74，小径鼓板调宽环 74 设置成环状体，环状体四周设置梯形台阶。通过设置大径鼓板调宽环 72 和小径鼓板调宽环 74，  
20 使得成型鼓的轴向宽度可调。

在一些实施例中，大径鼓板调宽环 72 和小径鼓板调宽环 74 分别插接在大径鼓板 71 和小径鼓板 73 的中心处。通过更换不同宽度规格的大径鼓板调宽环 72 和小径鼓板调宽环 74 来改变成型鼓鼓面的轴向宽度。

25 在一些实施例中，大径鼓板调宽环 72 和小径鼓板调宽环 74 的宽度规格以 4mm 为间隔进行设置，例如，在 16mm~100mm 的范围内分别设置有 16mm、20mm、24mm、……、100mm 等宽度的调宽环，以满足成型鼓不同宽度的需要。

在一些实施例中，为了进一步给支撑胶贴合留出间隙，大径鼓板 71 的两侧斜面与小径鼓板 73 表面的夹角  $\gamma$  设置在  $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

30 在一些实施例中，第一圆弧与第二圆弧的半径比值  $R1/R2=0.1$ 。

在一些实施例中，大径鼓板 71 和小径鼓板 73 通过第一螺栓 75 连接固定，大径鼓板调宽环 72 和小径鼓板调宽环 74 通过第二螺栓 76 连接。

35 测试中：成型鼓以  $80 \pm 10\text{r/min}$  的转速进行旋转，后压辊压力保持在 2-2.5bar，并按照已设定的 5-15mm/sec 的横向速度向外进行平移滚压，以上滚压步骤及滚压参数设置能够有效排出胎体与支撑胶与气密层之间的气体，胎胚的气泡率降低 85% 以上，大大降低人工扎眼修胎胚的劳动强度，胎胚外观质量大大提升，提高了生产效率。

本申请采用专门的结构设计、轮廓设计、工艺等生产的产品，比普通防

爆胎更舒适更节油，更安全，达到用户对补气保用的需求，对轮辋无损伤，可适用于乘用车全系车型。对比普通轮胎，本申请实施例的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎可实现在零气压状态下以 60 km/h 时速行驶 60 km，足够支撑车辆到达附近维修站，从而实现车辆无备胎化，节能减排，低碳环保。

**性能测试**

**1、支撑胶性能测试**

**(1) 等厚梯形设计支撑性试验**

表 1 所提供试验方案选用支撑胶 1 硬度为 HS70，弹性模量为 5.4MPa。

表 1 支撑性试验方案

位置	普通 (mm)	方案 A (mm)	方案 B (mm)	方案 C (mm)
肩部支撑胶 1 厚度 (H1)	0	4	6	5
断面水平轴支撑胶 1 厚度(H2)	0	4	6	5
三角胶端点支撑胶 1 厚度(H3)	0	4	6	5

如图 2 所示，H1 点 101 定位：支撑胶插入带束层后，带束层端点位置；H2 点 102 定位：断面最宽点位置（上 5 mm~下 10 mm）；H3 点 103 定位：三角胶径向上端点位置。其中，H2 点 102 厚度即为梯形 Max.厚。

如图 3 所示，通过模拟结果得出支撑胶 1 的厚度  $\geq 4\text{mm}$  时具有支撑性。

**(2) 结合胶料性能测径向刚性与径向弹性与舒适性及支撑性关系**

表 2 所提供试验方案选用支撑胶 1 硬度为 HS70，弹性模量为 5.8 MPa

表 2 不同形状支撑胶的 Max.厚度方案

形状方案	方案 1 (mm)	方案 2 (mm)	方案 3 (mm)	方案 4 (mm)	方案 5 (mm)
月牙形 Max.厚	15	13	10	6	5
长方形 Max.厚	15	13	10	6	5
等厚梯形 Max.厚	15	13	10	6	5

如图 4 所示，由关系曲线得出等厚梯形设计时径向刚性与径向弹性曲线斜率 K 的绝对值最小时，可以保证支撑性与舒适性兼顾，同时，可以满足因不同路况及车型情况下对支撑胶 1 厚度有不同要求的防爆轮胎的支撑性、舒适性及噪音的全面要求。

**2、自体内支撑轮胎性能测试**

将本申请实施例提供的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎与现有防爆轮胎及现有普通轮胎进行比对，结果见下表 3。

表 3 性能测试结果

项目	现有普通轮胎	现有防爆轮胎	本申请实施例自体内支撑轮胎
支撑胶 1 形状	/	月牙	等厚梯形
支撑胶 1Max.厚度	/	15 mm	8 mm
三角胶 2 高度	40mm	40 mm	35 mm

三角胶 2 厚度 H4	3 mm	5 mm	3.5 mm
$\tan\beta$	2	10	5
$\tan\alpha$	62	78	70
轮胎重量	11.2	14.1	13.4
室内零气压耐久 60kPh	/	90 min	60 min
整车零气压耐久 60kPh	/	70 min	60 min
舒适性	7	6.5	7-
操控性	7	7	7

通过分析表 3 中的性能测试结果可知，本申请实施例所提供的轮胎在室内零气压耐久试验时间为 90min，整车零气压耐久试验时间为 70min，与现有普通轮胎相比，具备零气压支撑能力，且舒适性能优于现有的普通防爆轮胎一个等级。

5 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

10 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本申请范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。

## 权利要求书

1、一种支撑胶,其特征在于:所述支撑胶的形状为梯形,厚度为 4~12 mm;所述梯形上底的宽度为 0.5~1 mm。

2、根据权利要求 1 所述的支撑胶,其特征在于:所述支撑胶的胶料硬度为 HS60~HS70。

3、根据权利要求 1 所述的支撑胶,其特征在于:所述支撑胶的胶料弹性模量为 4~6 MPa。

4、根据权利要求 1 所述的支撑胶,其特征在于:所述支撑胶的所述梯形的下底面的宽度 L 通过以下公式计算得到:

$$L=SW*N*k+L2 \quad (1)$$

其中, SW 为轮胎的名义断面宽; N 为轮胎的扁平比; k 为 Safort 因子,其取值范围为 0.73~0.75; L2 为所述支撑胶插入带束层下的距离。

5、一种适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,包括:支撑体,所述支撑体进一步包括:

支撑胶,形状为梯形,厚度为 4~12 mm;

三角胶,位于胎体外侧被胎体包覆,三角胶下端点与钢丝圈紧密贴合,三角胶上端点位于所述支撑胶径向宽度 L 的 1/3~2/5 处;

补强层,补强层上端点高于三角胶上端点的径向高度 L3 为 5~10 mm,补强层下端点与钢丝圈顶部齐平。

6、根据权利要求 5 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,支撑胶上端点垫入带束层下方的插入距离 L2 为 18~24 mm;支撑胶下端点与钢丝圈上端点的距离 L6 为 5~10 mm。

7、根据权利要求 6 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,  $L2-L1 \geq 10\text{mm}$ , L1 为胎侧插入带束层下距离与支撑胶插入带束层下距离差值。

8、根据权利要求 5 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,所述三角胶自所述支撑胶下断点至所述支撑胶径向宽度 L 的 1/8 处的厚度 H4 为 3~4 mm,且三角胶底部厚度 H5 与 H4 的差值不大于 2 mm。

9、根据权利要求 5 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,所述支撑胶的下底面的宽度 L 由以下公式计算得到:

$$L=SW*N*k+L2 \quad (1)$$

SW 为名义断面宽; N 为扁平比; k 为 Safort 因子,其取值范围为 0.73-0.75。

10、根据权利要求 5 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,  $\alpha$  取值范围为  $65^\circ \sim 75^\circ$ ,  $\alpha$  是指轮廓着合宽度端点和轮廓断面宽度端点的连线与轮廓断面最高点水平轴的夹角。

11、根据权利要求 10 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎,其特征在于,采用三角平衡理论轮廓设计原理进行轮廓设计,保证:

$$\tan \alpha = 2USH / (SW - RW) \quad (2)$$

其中，SW 为名义断面宽数值固定，USH 为轮胎自由状态下的断面水平轴至胎圈的距离，RW 为着合宽度。

12、根据权利要求 5 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎，其特征在于，下沉量 h 由以下公式计算得到：

$$h = \tan \beta * TDW / 2 \quad (3)$$

其中，TDW 为设计行驶面宽， $\beta$  取值范围是  $3^\circ \sim 8^\circ$ 。

13、一种根据权利要求 5-12 任一项所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，采用二次法折叠分层式自体支撑成型鼓成型，所述二次法折叠分层式自体支撑成型鼓具有胀鼓状态和缩鼓状态，在所述胀鼓状态下进行内衬层、支撑胶、胎体、扣圈反包、胎侧贴合；

所述二次法折叠分层式自体支撑成型鼓以  $80 \pm 10 \text{r/min}$  的转速进行旋转，后压辊压力保持在  $2 \sim 2.5 \text{ bar}$ ，并按照  $5 \sim 15 \text{ mm/sec}$  的横向速度向外进行平移滚压，进而完成成型。

14、根据权利要求 13 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，成型鼓包括大径鼓板、大径鼓板调宽环、小径鼓板、小径鼓板调宽环，大径鼓板与小径鼓板通过 T 型螺栓连接，大径鼓板调宽环与大径鼓板配合调节大径鼓板使用的宽度，小径鼓板调宽环与小径鼓板配合调节小径鼓板使用的宽度，大径鼓板使用的宽度 X 为：

$$X = (1\#Belt - 2 * L2) + 2N \quad (4)$$

1#Belt 为 1#带束层设计宽度，N 为大径鼓板鼓间曲线，根据轮胎尺寸在  $30 \text{ mm} \leq N \leq 60 \text{ mm}$  范围内选取；

所述大径鼓板中央平台在边侧通过直线式平滑斜面过渡到所述小径鼓板平台，平台倾斜角度  $\gamma$  在  $10^\circ \sim 15^\circ$  之间，中央平台与斜坡设计倒圆半径为  $40 \text{ mm}$ ，所述大径鼓板斜面边缘设计小倒圆半径为  $0.5 \text{ mm}$ ；所述小径鼓板的鼓边曲线通过缓冲式相切圆弧过度圆弧半径  $R1/R2=0.1$ 。

15、根据权利要求 13 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，所述成型鼓包括大径鼓板，所述大径鼓板下表面贴合设置小径鼓板，所述小径鼓板的小径平台宽度大于所述大径鼓板的大径平台宽度，所述大径鼓板上表面的两侧通过直线式平滑斜面过度到所述小径鼓板的表面，所述小径鼓板两侧的上表面到下表面通过第一圆弧 R1 和第二圆弧 R2 过渡，所述第一圆弧 R1 与所述第二圆弧 R2 相切。

16、根据权利要求 15 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，所述大径鼓板使用的宽度 X 为：

$$X = (1\#Belt - 2 * L2) + 2N \quad (4)$$

1#Belt 为 1#带束层设计宽度，N 为大径鼓板鼓间曲线，根据轮胎尺寸在  $30 \text{ mm} \leq N \leq 60 \text{ mm}$  范围内选取。

17、根据权利要求 15 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，所述大径鼓板中心处设置用于调整大径鼓板宽度的大

径鼓板调宽环，所述大径鼓板调宽环设置成环状体，环状体四周设置梯形台阶；所述小径鼓板中心处设置用于调整小径鼓板宽度的小径鼓板调宽环，所述小径鼓板调宽环设置成环状体，环状体四周设置梯形台阶。

18、根据权利要求 15 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，所述大径鼓板的两侧斜面与所述小径鼓板表面的夹角  $\gamma$  设置在  $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

19、根据权利要求 15 所述的适用于乘用车全车系的自体内支撑轮胎的成型工艺，其特征在于，所述第一圆弧与所述第二圆弧的半径比值  $R1/R2=0.1$ 。

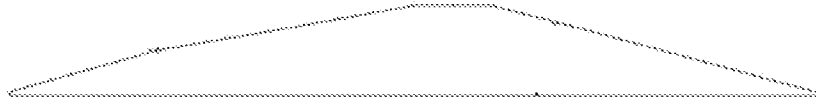


图 1

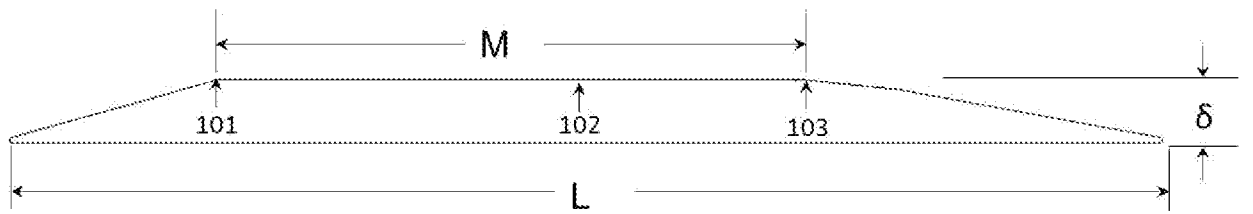


图 2

零气压下，轮胎碾压径向变性分析 (0kPa, 615\*80%kg, 60km/h)

NO.	普通胎方案	A方案 (4mm)	B方案 (6mm)	C方案 (5mm)
1				
注	下胎侧强度不足，无法支撑，未计算到指定加载状态	下胎侧强度不足，无法支撑，未计算到指定加载状态	需要继续生热优化	需要继续生热优化

图 3

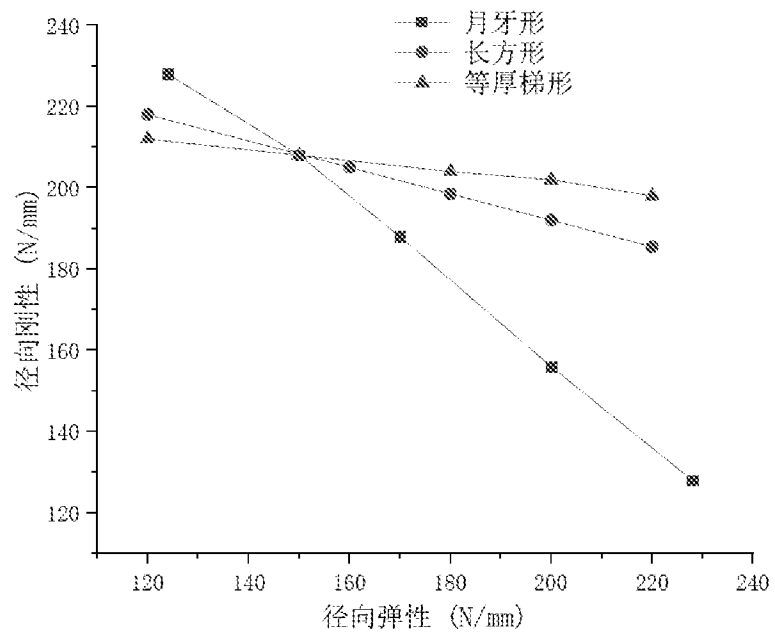


图 4

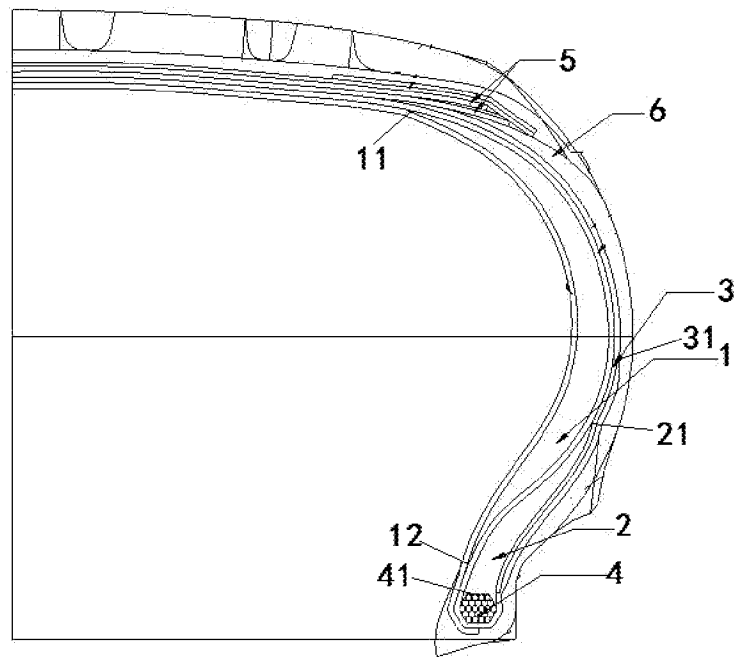


图 5

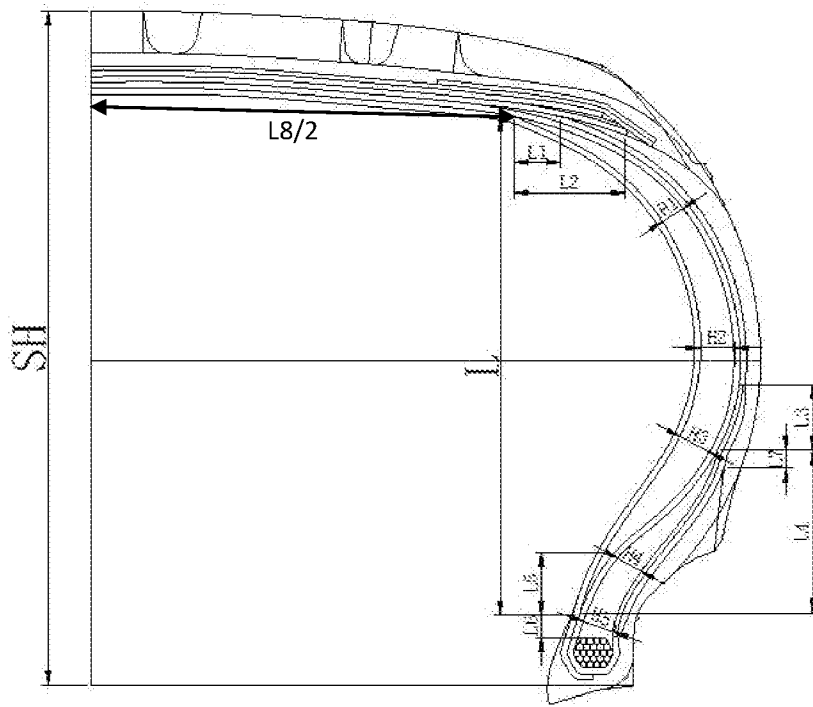


图 6

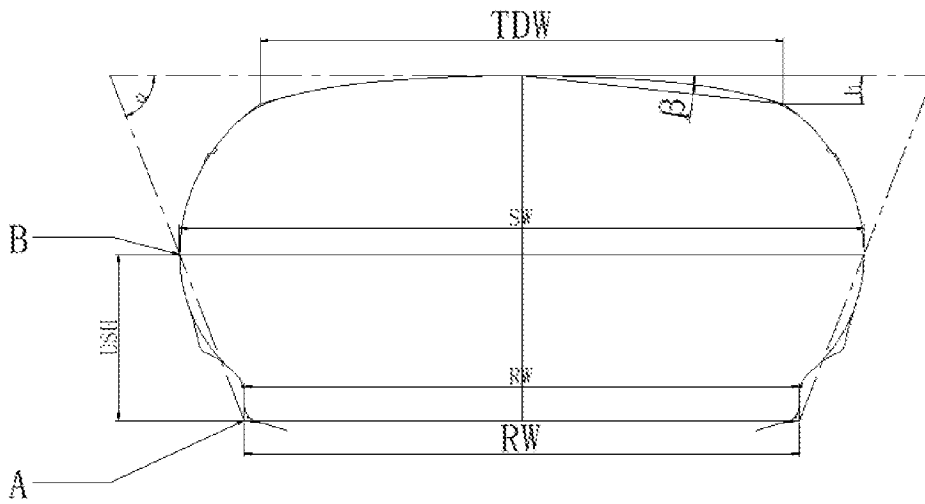


图 7

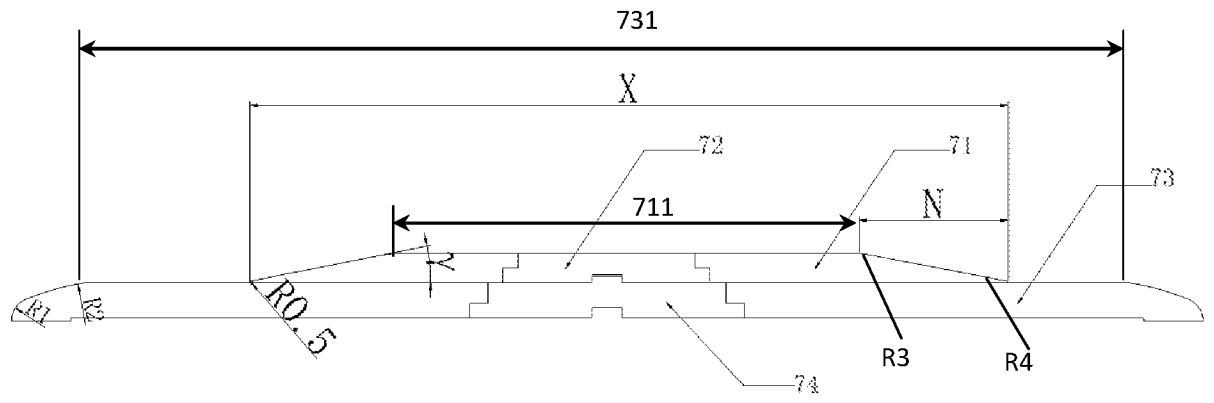


图 8

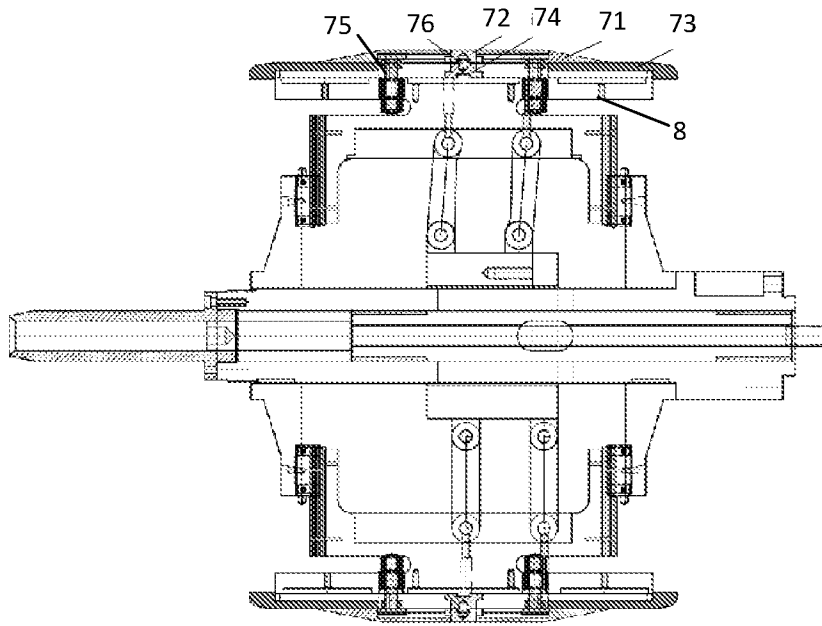


图 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/131664

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B60C 9/02(2006.01)i; B60C 9/18(2006.01)i; B60C 15/04(2006.01)i; B60C 17/06(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60C, B29D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT, CNKI, WPABS, DWPI: 车辆, 轮胎, 支撑胶, 三角胶, 补强层, 梯形, 上底, 下底, 厚度, 硬度, 弹性模量; vehicle, tire, support+, rubber, trapezoidal, upper bottom, lower bottom, thickness, hardness, elasticity modulus		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114312168 A (QINGDAO DOUBLESTAR TIRE INDUSTRIAL CO., LTD.) 12 April 2022 (2022-04-12) claims 1-3 and 6	1-4
PX	CN 114347725 A (QINGDAO DOUBLESTAR TIRE INDUSTRIAL CO., LTD.) 15 April 2022 (2022-04-15) claims 1-10, and description, paragraphs 0038-0045, and figures 1-6	5-19
Y	CN 106739842 A (SAILUN CO., LTD.) 31 May 2017 (2017-05-31) description, paragraphs 0005-0061, and figures 1-3	1-3, 5-8, 10-19
Y	CN 101678716 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 24 March 2010 (2010-03-24) description, page 7, paragraph 1, and figure 1	1-3, 5-8, 10-19
Y	CN 113400700 A (TTA (QINGDAO) TIRE TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2021 (2021-09-17) description, paragraphs 0007-0091, and figures 1-2	13-19
Y	CN 110194028 A (QINGDAO DOUBLESTAR TIRE INDUSTRIAL CO., LTD.) 03 September 2019 (2019-09-03) description, embodiment 1, and figures 1-4	13-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>30 December 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>28 January 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2022/131664**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009126410 A (SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES) 11 June 2009 (2009-06-11) entire document	1-19
A	CN 111731044 A (ANHUI GITI RADIAL TIRE CO., LTD.) 02 October 2020 (2020-10-02) entire document	1-19
A	WO 2007125908 A1 (BRIDGESTONE CORP. et al.) 08 November 2007 (2007-11-08) entire document	1-19

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/131664**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114312168	A	12 April 2022	None			
CN	114347725	A	15 April 2022	None			
CN	106739842	A	31 May 2017	None			
CN	101678716	A	24 March 2010	EP	2151332	A1	10 February 2010
				WO	2008149725	A1	11 December 2008
				KR	20100019525	A	18 February 2010
				US	2010116391	A1	13 May 2010
				RU	2009141934	A	20 July 2011
				JP	2008296831	A	11 December 2008
				BR	PI0811133	A2	24 September 2019
CN	113400700	A	17 September 2021	None			
CN	110194028	A	03 September 2019	None			
JP	2009126410	A	11 June 2009	None			
CN	111731044	A	02 October 2020	None			
WO	2007125908	A1	08 November 2007	JP	2007290193	A	08 November 2007
				US	2009095407	A1	16 April 2009
				CN	101432128	A	13 May 2009
				DE	602007013741	D1	19 May 2011
				EP	2014453	A1	14 January 2009

<b>A. 主题的分类</b> B60C 9/02(2006.01)i; B60C 9/18(2006.01)i; B60C 15/04(2006.01)i; B60C 17/06(2006.01)i  按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
<b>B. 检索领域</b> 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B60C, B29D  包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献  在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNTXT, CNKI, WPABS, DWPI: 车辆, 轮胎, 支撑胶, 三角胶, 补强层, 梯形, 上底, 下底, 厚度, 硬度, 弹性模量; vehicle, tire, support+, rubber, trapezoidal, upper bottom, lower bottom, thickness, hardness, elasticity modulus		
<b>C. 相关文件</b>		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 114312168 A (青岛双星轮胎工业有限公司) 2022年4月12日 (2022 - 04 - 12) 权利要求1-3, 6	1-4
PX	CN 114347725 A (青岛双星轮胎工业有限公司) 2022年4月15日 (2022 - 04 - 15) 权利要求1-10, 说明书第0038-0045段, 附图1-6	5-19
Y	CN 106739842 A (赛轮金宇集团股份有限公司) 2017年5月31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第0005-0061段; 附图1-3	1-3, 5-8, 10-19
Y	CN 101678716 A (住友橡胶工业株式会社) 2010年3月24日 (2010 - 03 - 24) 说明书第7页第1段, 附图1	1-3, 5-8, 10-19
Y	CN 113400700 A (特拓青岛轮胎技术有限公司) 2021年9月17日 (2021 - 09 - 17) 说明书第0007-0091段; 附图1-2	13-19
Y	CN 110194028 A (青岛双星轮胎工业有限公司) 2019年9月3日 (2019 - 09 - 03) 说明书实施例1, 附图1-4	13-19
A	JP 2009126410 A (SUMITOMO RUBBER IND) 2009年6月11日 (2009 - 06 - 11) 全文	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2022年12月30日		国际检索报告邮寄日期 2023年1月28日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 孙雪 电话号码 62085387

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 111731044 A (安徽佳通乘用车子午线轮胎有限公司) 2020年10月2日 (2020 - 10 - 02) 全文	1-19
A	WO 2007125908 A1 (BRIDGESTONE CORP等) 2007年11月8日 (2007 - 11 - 08) 全文	1-19

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/131664

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	114312168	A	2022年4月12日	无			
CN	114347725	A	2022年4月15日	无			
CN	106739842	A	2017年5月31日	无			
CN	101678716	A	2010年3月24日	EP	2151332	A1	2010年2月10日
				WO	2008149725	A1	2008年12月11日
				KR	20100019525	A	2010年2月18日
				US	2010116391	A1	2010年5月13日
				RU	2009141934	A	2011年7月20日
				JP	2008296831	A	2008年12月11日
				BR	PI0811133	A2	2019年9月24日
CN	113400700	A	2021年9月17日	无			
CN	110194028	A	2019年9月3日	无			
JP	2009126410	A	2009年6月11日	无			
CN	111731044	A	2020年10月2日	无			
WO	2007125908	A1	2007年11月8日	JP	2007290193	A	2007年11月8日
				US	2009095407	A1	2009年4月16日
				CN	101432128	A	2009年5月13日
				DE	602007013741	D1	2011年5月19日
				EP	2014453	A1	2009年1月14日