

880×230 有内胎航空轮胎的设计

秦齐富,傅云翠

(中橡集团曙光橡胶工业研究设计院,广西 桂林 541004)

摘要:介绍 880×230 有内胎航空轮胎的设计。结构设计:外直径 820 mm,断面宽 192 mm,胎圈着合直径 465.6 mm,胎圈着合宽度 151 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.968 9,采用 3 条纵向花纹沟设计,花纹深度 4 mm,花纹宽度 5 mm,内胎断面轮廓设计成圆形,内胎壁厚为 2.5 mm。施工设计:胎体采用 12 层 1400dtex/2V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,稀线层采用 2 层 1400dtex/2V₂ 锦纶 66 浸胶帘布,缓冲层采用 3 层 1400dtex/3V₁ 锦纶 66 浸胶帘布;采用压辊包边成型机成型,双模定型硫化机硫化。成品性能试验结果表明,成品轮胎的充气外缘尺寸、静态和动态性能均满足相应设计和标准要求。

关键词:航空轮胎;结构设计;施工设计

中图分类号:TQ336.1;U226+.8

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2014)09-0554-04

随着我国航空工业的快速发展,航空轮胎的技术性能要求不断提高,使用条件越来越苛刻,而结构设计则是提高航空轮胎技术性能的重要手段,通过科学、合理的结构设计,可赋予航空轮胎优越的使用性能。

880×230 有内胎航空轮胎是一种高速、高载、高压航空轮胎。该轮胎滑跑起飞时加速极快,着陆时承受的冲击力很大,高速滚转时胎体变形频率高、幅度大,容易引发甩胎面、轮胎爆破等事故,其技术条件极为苛刻,因而必须对轮胎的整体轮廓、胎体结构、骨架材料以及各部位胶料配方进行优化设计,才能满足轮胎的使用要求。现将该轮胎的设计情况介绍如下。

1 技术要求

按照 GJB 683A—1998《军用航空轮胎规范》,确定 880×230 有内胎航空轮胎的技术参数为:充气外直径 838(828~848) mm,充气断面宽 207(201~213) mm,标准充气压力 1 373 kPa,标准负荷 81.42 kN,额定行驶速度 420 km·h⁻¹,质量(包括内胎) ≤32.9 kg,爆破压力 ≥5 400 kPa。

作者简介:秦齐富(1979—),男,广西桂林人,中橡集团曙光橡胶工业研究设计院工程师,硕士,主要从事航空轮胎的研究与开发工作。

根据上述技术参数可知,880×230 有内胎航空轮胎的主要技术难点如下。

(1)轮胎速度极高,滚动变形频率和胎面冠部的离心力很大,动态下容易出现甩胎面甚至轮胎爆破现象。

(2)轮胎负荷大,额定条件下的下沉率高达 35%,该值处于高压航空轮胎下沉率正常范围(28%~35%)的上限。轮胎下沉率越大,胎体屈挠变形越大,生热越快,使得胎体极易发生早期损坏,因而显著增加了该轮胎的设计难度。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

该规格轮胎采用斜交胎体结构,轮胎断面高与断面宽的比值(H/B)较大,因而外直径膨胀率(D'/D)会明显小于断面宽膨胀率(B'/B)。由于胎体骨架材料采用拉伸模量较小的锦纶 66 帘线,致使轮胎充气轮廓膨胀比较明显,故本次设计 D'/D 取 1.022 0, B'/B 取 1.078 1,则 D 和 B 分别为 820 和 192 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

该规格轮胎的行驶速度高达 420 km·h⁻¹,额定负荷时的下沉率高达 35%,导致高速滚转时胎肩部位应力集中且生热极快。为减小胎肩厚度,有效降低胎肩生热速率,特将轮胎断面设计成

拱形,肩部轮廓非常圆滑,不像汽车轮胎那样存在非常明显的行驶面边界,因而难以确定 b 和 h 的大小,这也是航空轮胎与汽车轮胎在轮廓设计方面存在的较大差异。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

为防止轮胎与轮辋之间产生相对转位和漏气故障,确保轮胎与轮辋的紧密配合,在胎圈与轮辋着合部位采用过盈配合技术,即 d 比轮辋着合直径小 3 mm,胎圈着合面倾斜角比轮辋着合面倾斜角大 1.5° ,则 d 取 465.6 mm,同时使 C 与轮辋着合宽度相等。胎圈与轮辋的配合尺寸见表 1。

表 1 胎圈与轮辋的配合尺寸

项 目	轮辋尺寸	胎圈尺寸
d/mm	468.6	465.6
C/mm	151	151
胎圈弧度半径/ mm	6.5	6.5
着合面倾斜角/ $^\circ$	5	6.5
轮辋座宽度/ mm	41	41

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴位于轮胎断面最宽处,是轮胎在负荷下法向变形最大的位置^[1]。断面水平轴位置偏低,应力、应变集中于胎圈部位,容易引起胎圈疲劳损坏;断面水平轴位置偏高,应力、应变集中于胎肩部位,容易造成胎肩裂口或脱层。综合考虑,本次设计 H_1/H_2 取 0.968 9,以使整个胎体受力平衡。轮胎断面示意图见图 1。

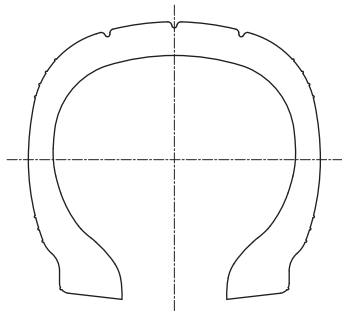


图 1 轮胎断面示意

2.5 胎面花纹

胎面仅设置纵向花纹沟,各条纵向花纹沟的形状均相同。花纹沟数量对胎面的使用寿命和排水性能均有影响。花纹沟数量过大,会降低胎面的使用寿命;花纹沟数量过小,则影响胎面的排水

性能,当飞机跑道表面上有积水时,易造成轮胎产生滑水现象,危及飞机的安全滑跑^[2]。为兼顾胎面使用寿命和防滑性能要求,胎面采用 3 条纵向花纹沟设计,花纹深度为 4 mm,宽度为 5 mm。花纹沟底部采用圆弧设计,以减少基部胶裂口。胎面花纹沟形状以及胎面花纹展开示意分别见图 2 和 3。

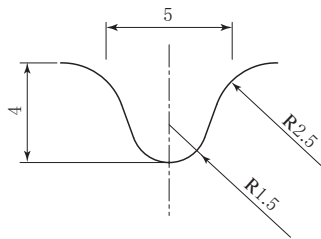


图 2 胎面花纹沟形状示意

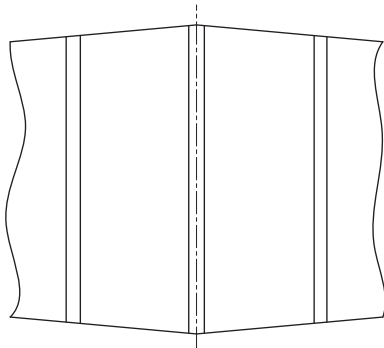


图 3 胎面花纹展开示意

2.6 内胎

内胎断面轮廓设计既要保证内胎各部位能够充分舒展伸张,又要避免内胎局部伸张过大而产生破裂现象,保证内胎的使用寿命。根据上述要求,将 880×230 内胎断面轮廓设计成圆形,内胎壁厚为 2.5 mm,其余设计参数分别为:内胎外直径 762 mm,内胎内直径 460 mm,内胎断面周长 474 mm,内胎外直径伸张率 1.042 0,内胎内直径收缩率 1.045 5,内胎断面周长伸张率 1.157 3。

由于 880×230 有内胎航空轮胎安装在配有刹车功能的轮辋上,刹车过程中产生的热量通过轮辋传递到内胎上,为防止内胎与轮辋接触部位的高温对内胎的使用性能造成不利影响,故在内胎里口部位设置 1 层 1400dtex/2V₂ 锦纶 66 补强帘布,以提高该部位的强伸性能。

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用全补强结构,将胎面分为上、下两部分,上胎面厚 4.1 mm,下胎面厚 2.5 mm,在上胎面与下胎面之间贴 1 层 1400dtex/3V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,同时在上胎面胶外面设置 2 层 1400dtex/3V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,全补强帘布层的端部延伸到胎圈部位。胎面结构示意图 4。

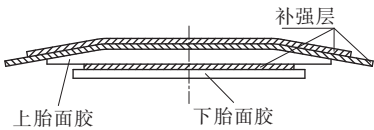


图 4 胎面结构示意图

3.2 胎体和缓冲层

轮胎胎冠帘线角度设计为 60°左右,以满足轮胎的高速性能要求。鉴于高层级斜交轮胎在硫化和充气状态下容易产生帘线内紧外松的问题,本轮胎采用了内外层帘线均匀伸张设计^[3],使轮胎帘线角度从内到外逐渐增大,各层帘线伸张相等,从而改善胎体帘线的受力状况,提高轮胎的使用性能。本次设计胎体采用 12 层 1400dtex/2V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,稀线层采用 2 层 1400dtex/2V₂ 锦纶 66 浸胶帘布,缓冲层采用 3 层 1400dtex/3V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,以确保胎体强度符合相关标准规定。

为了满足航空轮胎高载、高压、高速以及大变形和轻量化的要求,骨架材料应具有高强度、低密度、低吸湿率、抗冲击、高热稳定性、抗疲劳以及适宜的定负荷伸长率和拉断伸长率等,同时必须与橡胶具有优良的粘合性能^[4]。由于该轮胎着陆时速度高、冲击力强,因而要求胎体帘线的断裂伸长率达到 20%左右,以提高胎体的抗冲击性能。

3.3 钢丝圈

钢丝圈采用 Φ1.00 mm 的高强度镀铜钢丝。胎圈采用矩形双钢丝圈结构,排列方式为 6 根×9 层,每侧胎圈设置 2 个钢丝圈,1[#] 和 2[#] 钢丝圈直径分别是 476 和 480 mm。钢丝圈表面采用 1400dtex/2V₂ 锦纶 66 浸胶帘布整圈缠绕,以加强钢丝圈与钢圈包布的粘合,提高胎圈的稳固性和耐疲劳性能,防止轮胎在高速滚转时出现钢丝圈松散或变形的情况。经核算,钢丝圈安全倍数

为 5.7,满足设计要求。

3.4 成型工艺

成型采用 LCB-1B 型压辊包边成型机,半芯轮式成型机头,机头直径为 600 mm,机头宽度为 352 mm。成型采用套筒法,共计 5 个帘布筒,采用 6-6-2-1-2 贴合,即 5 个布筒的帘布层数依次为 6,6,2,1,2。

3.5 硫化工艺

硫化采用 55 英寸双模定型硫化机,硫化条件为:定型蒸汽压力 0.20~0.25 MPa,外部蒸汽压力 0.25 MPa,温度 (138±2) °C,过热水压力 2.5~3.1 MPa,温度 (165±5) °C,正硫化时间 80 min,总硫化时间 133 min。

4 成品性能

4.1 试验检测

按 GJB 108B—1998《军用航空轮胎试验方法》对 880×230 有内胎航空轮胎分别进行激光无损检测、静平衡差度试验、充气外缘尺寸测量、胎圈密合压力试验、爆破压力试验、质量检查、断面分析、静负荷性能试验、导静电性能试验以及动态模拟试验,试验结果见表 2。从表 2 可以看出,成品轮胎性能良好,符合标准要求。

表 2 成品轮胎试验检测结果

项 目	测试结果	技术指标
静态性能试验		
激光无损检测	合格	GJB 683A—1998
静平衡差度/(N·cm)	7.9~19.2	≤19.7
充气外直径/mm	833	828~848
充气断面宽/mm	210	201~213
胎圈密合压力/kPa	950	340~1 373
爆破压力/kPa	7 200	≥5 400
内外胎总质量/kg	30.6	≤32.9
断面分析	合格	GJB 683A—1998
静负荷半径/mm	363	353~371
表面电阻/Ω	40 000	≤50 000
动态性能试验 ¹⁾	合格	GJB 683A—1998

注:1)试验过程为通过 50 次滑行-起飞试验和 50 次着陆-滑行试验。

4.2 试飞考核

经 1 年装机试飞考核,轮胎未出现脱层、鼓泡、漏气、胎面掉块等故障,产品质量稳定、可靠,满足飞机的使用、维护要求。

5 结语

880×230 有内胎航空轮胎的结构设计科学、合理,符合产品设计要求。成品试验结果表明,880×230 有内胎航空轮胎的各项静态、动态性能均满足 GJB 683A—1998《军用航空轮胎规范》的要求,室外试飞未出现脱层、鼓泡、漏气、胎面掉块等故障,产品质量稳定、可靠,满足飞机的使用、维护要求。

参考文献:

[1] 张岩梅,邹一明. 橡胶制品工艺[M]. 北京:化学工业出版社,2005:31-32.

[2] 梁守智,钟延堃,张丹秋. 橡胶工业手册(第四分册)[M]. 北京:化学工业出版社,1987:298.

[3] 魏翌德. 轮胎内外层帘线均匀伸张设计[J]. 轮胎研究与开发,1989(2):1-7.

[4] 关伟平,邓海燕. 航空轮胎骨架材料及其发展[J]. 轮胎工业,2008,28(2):75-77.

收稿日期:2014-03-26

Design of 880×230 Tube-type Aircraft Tire

QIN Qi-fu, FU Yun-cui

(Shuguang Research and Design Institute of Rubber Industry, Guilin 541004, China)

Abstract: The design of 880×230 tube-type aircraft tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 820 mm, cross-sectional width 192 mm, bead diameter at rim seat 465.6 mm, bead width at rim seat 151 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.968 9, with the design of 3 longitudinal pattern grooves, pattern depth 4 mm, pattern width 5 mm, the inner tube with the design of circular section, and inner tube thickness 2.5 mm. In the construction design, the following processes were taken: 12 layers of 1400dtex/2V₁ dipped nylon 66 cord for carcass ply, 2 layers of 1400dtex/2V₂ dipped nylon 66 cord for an additional ply in which the cords were arranged in wide spacing, 3 layers of 1400dtex/3V₁ dipped nylon 66 cord for breaker ply; using press rolling and tipping building machine to build tires, and using curing press to cure tires. It was confirmed by the tests of finished tires that, the inflated peripheral dimension, static mechanical properties and dynamic properties met the requirements of the relative design and standard.

Key words: aircraft tire; structure design; construction design

桂林橡机新型硫化机 提效节能成效显著

中图分类号: F27; TQ330.4⁺7 文献标识码: D

2014 年以来,桂林橡胶机械厂订单同比大幅增长,这得益于该厂一直致力于研制高效节能环保设备,努力打造绿色生产环境的企业理念,不断研制出新型硫化机,力求为客户量身定制,提效节能降耗深得市场欢迎,并取得显著成效。

新型硫化机主要在开合模效率提升、装卸胎效率和稳定性提高、硫化室保温、中心机构密封件寿命提高和管路模块化等方面有所创新。该厂针对硫化机从横梁运动的承载力、结构刚性和抗冲击性等方面进行了全面优化升级,使开合模速度明显提高,运动更加平稳可靠;通过三维仿真技术

的应用和反复模拟试验,新型硫化机装卸胎机械手达到了速度快、精度高、稳定性强等特点,机械手转进转出速度提高了 25%,且更加平稳可靠;在中心机构密封改进上选用新型密封材料,进行反复老化试验和实际使用验证,中心机构密封可靠性有了明显提高。

另外,在节能降耗方面,该厂还对新型液压硫化机硫化室的保温结构和材料进行了优化,防止了热量散失,降低了能耗;针对管路优化设计的改进,使其更加人性化、安全性和模块化,便于维修、拆装,并增加了美观性。新型硫化机达到了高效、节能、延长寿命,减少维护调整的目的。这些成果已吸引了众多国内外客户的关注和认可。

(桂林橡胶机械厂 李丽)