

结构设计

浅谈帘线假定伸张值

张宗富

(荣成国泰轮胎有限公司 264300)

摘要 阐明帘线假定伸张值的重要性,讨论了使用不同帘线材料、不同工艺和装备应如何合理选取帘线的假定伸张值。

关键词 帘线,帘线假定伸张值,压延,硫化

在轮胎外胎胎坯定型及硫化时,帘线在模型中要有适当地伸张,以保证帘线在不损失强度的情况下不发生弯曲。帘线在模型中伸张后的长度与机头上帘线长度的比值即为帘线假定伸张值。换句话说,帘线假定伸张值是帘线在定型及硫化过程中所发生的伸张值。这里所说的帘线长度是指两钢丝圈底线之间的长度,不包括钢丝圈底部及反包部分帘线长度。帘线在模型中伸张是不均匀的,胎冠点帘线较稀,所受应力大,伸张也大。胎圈部位帘线较密,单根帘线所受应力较小,伸张也较小。随着从胎冠到胎圈密度的变化,帘线所受的应力也随之变化,即伸张也随之变化。从这个意义上说,帘线假定伸张值 δ_1 实际上是断面各点(或分段)帘线伸张的平均值。

在轮胎结构设计中,帘线假定伸张值是一个十分重要的参数,此值选取得是否合理,对轮胎的质量有极大的影响。如果 δ_1 值选取过大,外胎硫化时帘线伸张就过大,轻者会造成帘线上抽、钢丝圈移位、钢丝圈底部余胶较多、胎侧或肩部缺胶、胎里帘线裂缝等缺陷,重者会造成胎圈变形、帘线断裂、钢丝圈拉断等严重质量问题。即使钢丝圈未拉断,

由于帘线强度下降,在实际使用中也会发生胎圈帘线断裂,导致胎圈爆破。如果 δ_1 取值过小,外胎硫化时帘线伸张不足或出现负伸张,易造成帘线弯曲,在使用过程中易发生脱层等毛病。因此,如何正确选取帘线假定伸张值 δ_1 ,是轮胎结构设计者必须高度重视的问题。

帘线假定伸张值 δ_1 的选取与很多因素有关,最主要的是帘线的材质、规格、工艺方法和设备条件。其次是轮胎规格(指外直径 D 与内直径 d 的比值),从机头直径 D_c 到胎里直径 D_k 的伸张值 δ_k ($\delta_k = D_k / D_c$)大小和胎体帘线层数的多少。因此在轮胎结构设计时,要全面考虑,尤其是帘线的材质、压延工艺的张力、硫化工艺条件必须给予充分考虑,才能确定比较合理的 δ_1 。扼要介绍如下。

1 帘线的材质

不同材质的帘线,由于其性质(帘线所固有的特性)不同, δ_1 也不同。相同材质不同规格的帘线的性能也略有差异;即使是帘线的材质、规格都相同,由于生产厂家、原料产地不同,生产工艺条件有差别,其帘线性质亦有区别。帘线的性能主要是指帘线的断裂强力、断裂伸长率、定负荷伸长率、不匀率、捻度及干热收缩率等。而影响帘线假定伸张值取值的最主要的是帘线定负荷伸长率、干热收缩率及捻度等。各种帘线的定负荷伸长率和干热收缩率见表1。

作者简介 张宗富,男,1941年1月出生。高级工程师。1965年毕业于北京化工学院合成橡胶工专业。主要从事橡胶加工工艺的研究工作。曾在《橡胶工业》、《轮胎工业》等刊物上发表论文4篇。

表 1 各种帘线的定负荷伸长率和干热收缩率

帘线种类	规格	定负荷伸长率, %				干热收缩率
		44. 1N	66. 6N	88. 2N	100N	%
棉帘线	1098	7. 0 ±1	—	—	—	—
	9098	7. 5 ±1	—	—	—	—
	8598	8. 0 ±1	—	—	—	—
粘胶浸胶帘线	1840dtex/ 2	2. 2 ±1	—	—	—	—
尼龙 6 帘线	930dtex/ 2	8 ±1	—	—	—	优品质 ≤6
	1400dtex/ 2	—	8 ±1	—	—	合格品 ≤8
	1870dtex/ 2	—	—	8 ±1	—	—
尼龙 66 帘线	1400dtex/ 2	—	8. 5 ±1	—	—	≤5
	1870dtex/ 2	—	—	8. 5 ±1	—	≤5
	2100dtex/ 2	—	—	—	8. 5 ±1	≤5. 5
聚酯帘线	1100dtex/ 2	4. 5 ±1	—	—	—	优品质 ≤4
	1100dtex/ 3	—	5. 5 ±1	—	—	一等品 ≤4. 5
	1670dtex/ 2	—	5. 5 ±1	—	—	合格品 ≤5
	1440dtex/ 2	—	—	5 ±1	—	—

1. 1 棉帘线

棉帘线强力低,耐疲劳性差,密度大(相对密度 1. 50),但其湿态下强力高,热态下不收缩,浸胶工艺简单。棉帘线不适于制造汽车轮胎,现多用于马车胎、农业机械轮胎、力车轮胎及其它要求不高的轮胎。

棉帘线 44. 1N 定负荷伸长率为 7 % ~ 8 %。在轮胎硫化时,为了使帘线与胶不脱层,帘线不弯曲,而在轮胎使用过程中,使帘线保持最大强度,帘线的 δ_1 应略大于 44. 1N 定负荷伸长率。所以棉帘线的假定伸张值一般取 1. 08 ~ 1. 10。

1. 2 人造丝帘线

人造丝帘线断裂强力比棉帘线高,两超人造丝帘线断裂强力达 162N,高模量帘线断裂强力达 237N,耐热性好,受热不收缩。人造丝的最大缺点是吸湿性高且湿强力很低,帘线受潮后,强力急剧下降,直径变大,长度变短。因人造丝帘线的模量高,故用其制成的轮胎尺寸稳定性好,常用于轿车及轻载子午线轮胎的生产。国产人造丝帘线(1840dtex/ 2)的 44. 1N 定负荷伸长率较小,只有(2. 2 ±1. 0) %,故用人造丝帘线做胎体时,帘线假定伸张值就不能像棉帘线那样大。根据前述原则,即 δ_1 要比定负荷伸长率略大

一些,人造丝帘线的 δ_1 应取 1. 03 ~ 1. 05。

1. 3 尼龙帘线

尼龙帘线有两种,一种是尼龙 6 帘线,另一种是尼龙 66 帘线。尼龙帘线强力高,耐疲劳性和耐冲击性能好,滞后损失小,但其缺点是尺寸稳定性差,模量低,受热后会收缩。尼龙 66 定负荷伸长率较尼龙 6 略大些,而耐热性比尼龙 6 好。根据尼龙帘线这一特点,当选用尼龙帘布做胎体时,在确定帘线的 δ_1 时,不仅要考虑帘线的定负荷伸长率,还要考虑帘线的干热收缩率。以尼龙 6 为例,1400dtex/ 2 帘线,66. 6N 定负荷伸长率为(8 ±1) %,150 干热收缩率不大于 8 %,按棉帘线的计算方法, δ_1 应为 1. 08 ~ 1. 10,考虑到帘线受热收缩的特点, δ_1 取 1. 015 ~ 1. 05 就可以了。尼龙 66 帘线耐热性较尼龙 6 好,干热收缩率不大于 5 %,1400dtex/ 2 帘线的 66. 6N 定负荷伸长率为(8. 5 ±1) %,因而 δ_1 应取 1. 03 ~ 1. 05。帘线假定伸张值与帘线捻度亦有一定关系,捻度大, δ_1 取较大值,捻度小, δ_1 应取较小值。

1. 4 聚酯帘线

聚酯帘线具有高强度、高模量、低伸长、耐热性好等优点,因此聚酯帘线增强的轮胎尺寸稳定性好,乘坐舒适。但聚酯帘线遇胺

类物质易降解,使帘线强力下降,因而橡胶助剂的选择和使用非常重要。另外,聚酯帘线在高速度、高负荷下生热较高,滞后损失较大,因而聚酯帘线广泛地应用于小型子午线轮胎,如轿车轮胎、轻载轮胎等。聚酯帘线的定负荷伸长率和干热收缩率都较尼龙6低,其干热收缩率不大于5%,优质帘线干热收缩率只有4%。聚酯帘线的定负荷伸长率随帘线规格不同而有所差异。以1100dtex/2帘线为例,其44.1N定负荷伸长率为 $(5.5 \pm 1.0)\%$,因此聚酯帘线的假定伸张值应取1.015~1.035。

1.5 钢丝帘线

钢丝帘线广泛地应用于子午线轮胎的带束层和胎体。钢丝帘线基本上不存在受热收缩问题,施加一定的负荷,其伸长率也很小,例如 $7 \times 3 \times 0.15$ 钢丝帘线,施加196N的负荷,其伸长率也只有0.5%。但钢丝帘线的结构对帘线的力学性能影响较大,改变结构可以使帘线的性能发生一定的变化,可见钢丝帘线的 δ_1 值与帘线的结构和捻度有关。另外,钢丝帘线在模型内受热后会膨胀伸长。碳钢的线膨胀系数在0~200范围内为 $11.3 \times 10^{-6} \sim 13 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$,每米钢丝帘线在150℃时受热伸长约为1.9mm,即线伸长率约为0.19%,综合考虑,钢丝帘线的 δ_1 一般取1.006~1.010,最大不超过1.015。

2 工艺方法和设备条件

工艺方法、设备条件不同,帘线 δ_1 也不同。在轮胎生产中,工艺和设备条件主要是指帘布压延和外胎硫化两个工序。这对于受热收缩的尼龙帘线和聚酯帘线是必须要考虑的。现以尼龙帘线为例,讨论帘布压延及硫化工序对 δ_1 的影响。

2.1 帘布压延

帘布在进入压延机之前,由于在运输或贮存期间会吸收水分,如含水率超过规定范围,则必须在压延覆胶前进行干燥(干燥温度

110℃以上),否则,不仅会降低胶帘布的附着力,而且还会影响帘线的伸张性能。按规定,尼龙帘布的含水率在覆胶前应小于1%。尼龙帘布具有热收缩性,超过60℃其收缩就较明显,帘线长度缩短,且帘线弯曲,布面高低不平,不能使用。为克服这一缺点,帘线干燥时,必须加上足够的张力,使之不收缩或略有伸长。有人做过试验,1400dtex/2尼龙帘线,压延时帘线张力以9.8N/根为最佳。按此计算, V_1 帘布的总张力为14.2kN,而过去国产压延机及其联动装置的最大张力仅为3.38kN,经过改造,总张力可达11.76kN,仍然不能满足要求,因此,用这种压延机压延出来的胶帘布用作胎体帘布时,其帘线假定伸张值应取较大值。如果压延机有足够的张力满足工艺要求,并使覆胶后的胶帘布保持原长度,即帘线在压延过程中又进行了一次热伸张,则 δ_1 应取较小值。

2.2 硫化

外胎硫化分为硫化罐硫化和硫化机硫化两种,而硫化机又分为定型硫化机和非定型硫化机。定型硫化机使用胶囊硫化并带有后充气装置。非定型硫化机如个体硫化机和天平式双模硫化机,它们使用水胎硫化,没有后充气装置;一些厂虽然装了机外后充气装置,由于出模后排水,拔水胎后再进行后充气,时间耽搁较长,轮胎有所收缩,质量不如定型硫化机好,但比无后充气的要好。用非定型硫化机硫化,有后充气的 δ_1 取值一般为1.02~1.035,无后充气的 δ_1 取值一般为1.03~1.05。我公司使用的个体硫化机和天平式双模硫化机,虽然也使用水胎硫化,由于改进了工艺操作,可以保证在3.5min内进行后充气。其轮胎质量与定型硫化机相当。所以 δ_1 值取得也比较小。

硫化罐硫化亦装用水胎,由于装罐出罐时间很长,不能进行罐外后充气,因此一般采用罐内冷却的方法,即轮胎正硫化完毕,在罐内及水胎内充冷水冷却,以减少尼龙帘线的

热收缩。为提高生产效率,轮胎不能冷却到 60 以下,一般模型温度冷却到 70 ~ 90 就启模,轮胎内帘线温度在 80 ~ 100 ,甚至更高。采用这种硫化方式, δ_1 一般取较大值 (1.03 ~ 1.05)。

定型硫化机由于采用胶囊硫化,外胎出模快,并自动滑到后充气装置,因而从出模到后充气的间隔时间较短 (不超过 3.5min)。后充气压力一般为轮胎使用标准气压的 1.2 ~ 1.3 倍,由于没有模型的约束,帘线在伸张条件下冷却定型,冷却时间为 1 ~ 2 个硫化周期。轮胎在伸张条件下充气冷却,因而轮胎质量较好。用定型硫化机硫化, δ_1 要取较小值,一般为 1.015 ~ 1.025。

根据以上讨论,各种帘线的 δ_1 一般取值范围见表 2。

3 其它

在轮胎结构设计中, δ_1 的取值除了考虑帘线的种类、制造工艺条件外,成型机头直径的选取也是不可忽视的。机头直径 D_c 选得小,则从机头到胎里直径的伸张值 δ_k 增大;要保证轮胎质量即不降低胎体强度并保证轮胎的行驶性能,根据经验,胎冠帘线角度要求在一定范围内,因而 D_c 减小,机头上的帘线角度 α_c 变小,必然要增大 δ_1 值。反之,加大机头直径 D_c ,则必然会减小 δ_1 值。

此外,不同的轮胎规格及胎体帘线层数对帘线假定伸张值都有一定的关系。

综上所述,在轮胎结构设计中,最主要的是要根据不同帘线材质及本厂的工艺设备条件合理选取帘线的 δ_1 。由于各厂的工艺装备工艺条件不同, δ_1 取值也不同,不可照搬

表 2 不同帘线 δ_1 值范围

帘线材质与工艺方法	δ_1
棉帘线	1.08 ~ 1.10
人造丝帘线	
进口丝	1.03 ~ 1.04
国产丝	1.04 ~ 1.05
聚酯帘线	
定型硫化机硫化	1.015 ~ 1.035
非定型硫化机硫化	1.025 ~ 1.045
尼龙 6 帘线	
硫化罐硫化	1.03 ~ 1.05
非定型硫化机硫化	
有后充气	1.02 ~ 1.035
无后充气	1.03 ~ 1.05
定型硫化机硫化	1.015 ~ 1.035
尼龙 66 帘线	
硫化罐硫化	1.04 ~ 1.05
非定型硫化机硫化	
有后充气	1.03 ~ 1.04
无后充气	1.04 ~ 1.05
定型硫化机硫化	1.03 ~ 1.04
钢丝帘线	1.006 ~ 1.010

别厂的经验。只有合理选取 δ_1 值,才能提高外胎的外观合格率和轮胎的安全性能,保证轮胎成品质量,提高经济效益。

参考文献

1 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第一分册. 修订版,北京:化学工业出版社,1989:1166,1168,1174,1183,1227

2 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第四分册. 修订版,北京:化学工业出版社,1989:83

3 郑正仁,黄崇期. 汽车轮胎制造与测试. 北京:化学工业出版社,1987:285

4 萨尔特阔夫 A B. 汽车轮胎现代工艺学基础. 北京:石油化学工业出版社,1978:75

5 华南工学院等. 橡胶制品设计与制造. 北京:化学工业出版社,1984:59

Study on Pretended Tension of Cord

Zhang Zongfu

(Rongcheng Guotai Tire Corp.Ltd 264300)

Abstract The importance of the pretended tension of tire cord is described. The reasonable pretended tensions of tire cord are discussed when different cord materials ,processing technologies and equipment are used.

Key words cord ,pretended tension ,calender ,cure