

农业子午线轮胎带束层强度校核探讨

尹智,杨开泰

(贵州轮胎股份有限公司,贵州 贵阳 550201)

摘要:介绍农业子午线轮胎带束层强度(用带束层帘线密度表征)校核公式,推导带束层帘线密度计算公式并与试验数据进行对比。由于带束层角度对带束层强度的影响较大,在计算中应予以考虑。结果表明,在带束层帘线密度计算公式中引入带束层角度,理论计算值与测试值更相符。

关键词:农业子午线轮胎;带束层;强度;帘线密度;角度

中图分类号:TQ330.38⁺9

文献标志码:A

文章编号:2095-5448(2019)07-0401-03

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.07.0401

与农业斜交轮胎相比,农业子午线轮胎具有牵引力大、不易打滑、节油和耐久性能好、充气压力小,对土壤的压实作用小,不影响农作物根系生长等优点,是农业轮胎的发展方向。目前欧洲农业轮胎子午化率超过80%,北美地区农业轮胎子午化率也达到50%,我国近几年才开始大规模发展农业子午线轮胎。农业子午线轮胎的设计与小性子午线轮胎基本相同,但对于深度花纹轮胎来说,由于胎坯到成品轮胎的膨胀率较大,部分计算公式需要修正。带束层强度直接影响农业子午线轮胎在田间作业时抗庄稼杆刺扎性能与牵引性能。

带束层帘线密度可以表征带束层强度,带束层帘线密度越大,带束层强度越高。本工作探讨带束层帘线密度计算公式,将计算值与试验数据进行对比,分析带束层角度对带束层强度的影响,为更准确地计算带束层强度提供参考。

1 带束层强度校核公式

带束层是子午线轮胎的重要部件,带束层设计直接影响轮胎的抓着性能、耐久性能和节油性能等^[1-3]。一般来说,农业子午线轮胎胎体与带束层强度校核均采用半钢载重子午线轮胎的校核公

式。根据文献[4]介绍,计算带束层单根帘线应力的公式如下。

$$T_1 = (P \times r_k \times 10^3) / (n \times i_k \times \cos^2 \alpha_k) \quad (1)$$

式中 T_1 ——N·根⁻¹;

P ——充气压力,kPa;

r_k ——胎冠点半径,m;

n ——带束层层数;

i_k ——成品轮胎带束层胎冠点帘线密度,根·m⁻¹;

α_k ——成品轮胎带束层胎冠点帘线角度(与周向夹角), (°)。

α_k 的经验计算公式如下。

$$\sin \alpha_k = (1 - 4m \cos^3 \alpha_0) \times \sin \alpha_0 \quad (2)$$

$$m = D_b / D_0 - 1 \quad (3)$$

式中 α_0 ——胎坯带束层帘线角度(带束层帘线裁断角度), (°);

D_b ——成品轮胎带束层直径;

D_0 ——胎坯带束层直径。

以165/70R13农业子午线轮胎为例计算 i_k 。

$P = 250$ kPa, $r_k = 0.267$ m, $\alpha_0 = 18^\circ$, $n = 2$,

$D_b = 0.543$ m, $D_0 = 0.524$ m;

胎冠点曲率半径(ρ_k) = 0.345 5 m;

断面最宽点半径(r_m) = 0.228 m;

胎坯带束层帘线密度(i_0) = 800(根·m⁻¹);

帘线破断力:650(N·根⁻¹);

$i_k = i_0 / \delta = 800 / 1.036 409 = 772$ (根·m⁻¹)。

式中, δ 为二段胎坯到成品轮胎的带束层直径膨

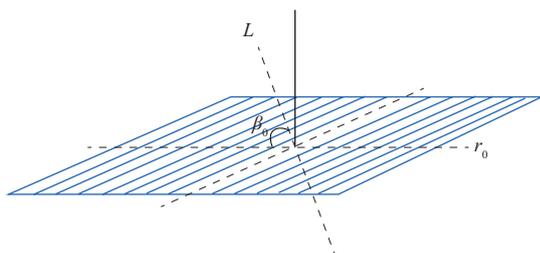
作者简介:尹智(1977—),男,湖南双峰人,贵州轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计、实验室技术管理与检测工作。

E-mail:656657109@qq.com

胀率。

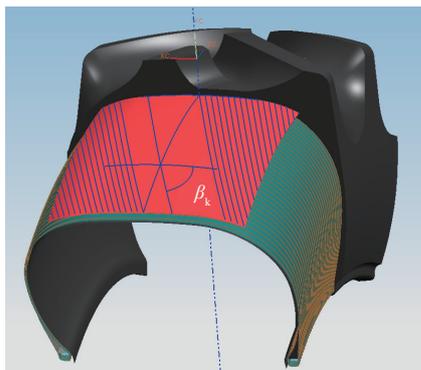
计算 i_k 时没有考虑胎坯硫化为成品轮胎时带束层角度变化导致帘线密度的变化。

由于胎坯硫化为成品轮胎过程中带束层帘线总根数不变,且假定带束层在二段胎坯上贴合过程中无拉伸现象,即贴合过程中带束层角度及帘线密度不变。胎坯和成品轮胎带束层角度示意分别见图1和2。



L—轮胎单层带束层帘线垂直方向总长度,m; r_0 —胎坯带束层半径,m; β_0 —胎坯带束层裁断角度,°。

图1 胎坯带束层角度示意



β_k —成品轮胎带束层角度,°。

图2 成品轮胎带束层角度示意

参考图1,胎坯带束层单层帘线总根数(W)按式(4)计算。

$$W = i_0 \times L = i_0 \times \cos\beta_0 \times r_0 \times 2\pi \quad (4)$$

参考图2,成品轮胎带束层单层帘线总根数(W')按式(5)计算。

$$W' = i_k \times \cos\beta_k \times R_k \times 2\pi \quad (5)$$

由于 $W = W'$,故

$$i_0 \times \cos\beta_0 \times r_0 = i_k \times \cos\beta_k \times R_k \quad (6)$$

所以

$$i_k = i_0 \times (r_0/R_k) \times (\cos\beta_0/\cos\beta_k) \quad (7)$$

式中, R_k 为成品轮胎带束层半径,m。

其中式(2)与(7)中 α_0 与 β_0 互为余角, α_k 与 β_k 互为余角。

2 实测值与计算值的对比

以14.9R30农业子午线轮胎为例,计算 i_k 。

$$R_k = 0.6416 \text{ m}, r_0 = 0.594 \text{ m}, \beta_0 = 67^\circ, \beta_k = 73.47^\circ, m = 0.08013$$

如果不考虑带束层角度, i_k 计算公式如下。

$$i_k = i_0 \times r_0/R_k = i_0 \times 0.594/0.6416 = 0.9258i_0$$

如果考虑带束层角度,采用式(7)计算 i_k 。

$$\begin{aligned} i_k &= i_0 \times (r_0/R_k) \times (\cos\beta_0/\cos\beta_k) \\ &= i_0 \times (0.594/0.6416) \times (\cos67^\circ/\cos73.47^\circ) \\ &= 1.27i_0 \end{aligned}$$

从两种计算的结果来看, i_k 相差37.2%,单根帘线所承受张力也相差37.2%。半钢子午线轮胎从胎坯到成品轮胎的带束层直径膨胀率一般为1.03左右,带束层角度对带束层强度的影响较小,所以在计算中可以忽略。而对农业子午线轮胎而言,花纹深度较大,因此胎坯到成品轮胎的带束层膨胀率一般为1.05~1.08,带束层角度对于带束层强度的影响比较大,在计算中应予以考虑^[5]。

3种规格农业子午线轮胎带束层帘线密度的实测值与理论计算值(考虑带束层角度)对比见表1。

表1 成品轮胎带束层帘线密度 根·m⁻¹

规格	实测值	理论计算值
14.9R30	1 160	1 117
520/85R42	1 010	1 029
520/85R38	1 030	1 021

从表1可以看出,考虑带束层角度变化后,农业子午线轮胎带束层帘线密度的实测值与理论计算值非常接近。

3 结语

由于农业子午线轮胎从胎坯到成品轮胎的带束层膨胀率为5%~8%,在带束层强度校核中应考虑带束层角度。通过修正成品轮胎带束层帘线密度计算公式,带束层帘线密度理论计算值更接近于实测值。

参考文献:

- [1] 王琦, 翟辉辉, 周海超, 等. 带束层结构参数对轮胎振动噪声的影响分析[J]. 橡胶工业, 2018, 65(5): 490-494.
- [2] 张元刚, 刘中华. 基于GLCM算法的轮胎0°带束层接头缺陷检测[J]. 橡胶工业, 2018, 65(12): 1402-1406.
- [3] 刘勇, 杨卫民. 带束层对轮胎性能的影响[J]. 橡胶工业, 2002, 49(2): 90-93.
- [4] 中国橡胶工业协会. 子午线轮胎结构设计与制造生产新技术新工艺及产品质量检测手册[M]. 北京: 中国科技文化出版社, 2007: 223-226.
- [5] 梁守智, 钟延堃, 张丹秋. 橡胶工业手册 第4分册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989: 386-391.

收稿日期: 2019-01-22

Calibration of Belt Intensity of Agricultural Radial Tire

YIN Zhi, YANG Kaitai

(Guizhou Tire Co., Ltd., Guiyang 550201, China)

Abstract: The calibration of belt intensity (represented by cord density) of the agricultural radial tire was discussed, and calculation formula of belt cord density was derived and compared with experimental data. Because the belt angle had great impact on belt intensity, it should be considered in calculation. The results showed that, when the belt angle was introduced in the belt cord density calculation, the theoretical calculation results were consistent with measured results.

Key words: agricultural radial tire; belt layer; intensity; cord density; angle

新型绿色浸渍材料和环保新技术发展大会 在无锡召开

2019年6月13—15日, 由中国化工学会橡塑绿色制造专业委员会和中国橡胶工业协会骨架材料专业委员会联合举办的新型绿色浸渍材料和环保新技术发展大会在无锡召开。业内专家、学者以及相关企业技术人员和管理者170余人参加了会议。

会议开幕式由中国化工学会橡塑绿色制造专业委员会副主任委员许春华主持, 中国石油和化学工业联合会原会长李勇武、中国工程院院士欧阳平凯、中国化工学会副秘书长戴国庆、无锡宝通科技股份有限公司董事长包志方、中国化工学会橡塑绿色制造专业委员会主任委员张立群分别致词。

中国科学院院士费维扬在《创新驱动、推动绿色低碳发展》报告中提出化工过程强化是一个重要的发展方向, 技术创新所带来的实际经济效益源自新技术与基础工业的巧妙结合。通过产学研政金结合, 协同创新, 必将推动我国化学工业的绿色低碳发展。

随着各国环保法律法规的健全, 绿色轮胎政策的落地实行, 绿色环保型橡胶骨架材料浸渍剂成为各大工厂及研究机构关注的热点领域。蔚林新材料科技股份有限公司总经理王志强分享了

《绿色环保型浸胶液(WL-PU08)的研制与开发》的体会。目前橡胶骨架材料的粘合体系多采用间苯二酚-甲醛-胶乳(RFL)浸渍剂, 该粘合体系自1935年开发以来一直沿用至今, 是橡胶与纤维粘合最有效、最经济的粘合体系。但RFL浸渍剂以间苯二酚、甲醛等为原料, 以氨水为终止剂, 对员工健康影响很大, 已被工信部列为被替代品。WL-PU08浸胶液以特种氨基树脂为核心材料, 复配封闭性异氰酸酯、丁吡胶乳等材料组成, 不含甲醛和间苯二酚, 不使用氨水等, 无毒无害, 贮存期长达半年, 无需进行现场合成及配制; 其断裂强力、H抽出力、断裂伸长率、附胶量等主要性能指标达到或超过RFL浸渍剂的水平, 完全可以替代RFL浸渍剂, 现已形成万吨级商业化产品规模。

江苏太极实业新材料有限公司教授级高级工程师许其军介绍了RF-FREE环保型浸胶液的开发。新型RF-FREE环保配方无甲醛和间苯二酚, 直接调配后使用。目前已开发了两代环保浸胶配方, 其产品性能均与RFL浸渍剂相当。

会上, 贝卡尔特亚洲钢帘线技术中心、山东玲珑轮胎股份有限公司和山东胜通钢帘线有限公司等技术人员还分别介绍了环保新材料和新技术的开发及应用。

(储 氏)