

团体标准 编制说明

标准名称 子午线轮胎电子束辐照预硫化技术规范

主编单位 中广核达胜加速器技术有限公司

参编单位 北京市射线应用研究中心

江苏智研科技有限公司

河南省科学院同位素研究所有限责任公司

《子午线轮胎电子束辐照预硫化技术规范》编制说明

一、任务来源及计划要求

1.1 标准编制任务来源及计划要求

根据《中国同位素与辐射行业协会关于下达 2019 年第二批团体标准立项计划的通知》（中同辐协[2019]53 号）和《中国同位素与辐射行业协会标准制修订工作程序（试行）》要求，编制《子午线轮胎电子束辐照预硫化技术规范》（项目编号：CIRA-STD1906）。

标准编制项目周期为 12 个月，完成期限为 2020 年 12 月 25 日。

1.2 技术原理

子午线轮胎辐照预硫化技术是一种现代先进的轮胎生产工艺，通过电子加速器发射的一定能量的电子束辐照轮胎半成品橡胶部件，使橡胶活化并产生交联反应，从而形成三维网络结构。该技术能明显提高轮胎半成品强度，保证半成品在成型和硫化过程中受力均匀、膨胀一致，可在后续生产工艺中保持轮胎半成品部件形状和尺寸的稳定性，提高成品轮胎整体性能。作为一种绿色轮胎提质增效工艺，电子束辐射预硫化技术在转型中具有良好的应用前景。

1.3 标准编制技术背景

子午线轮胎辐照预硫化技术作为提升轮胎行业技术水平和轮胎质量的有效途径已在国内外轮胎行业得到了肯定及广泛的关注。目前国内轮胎企业使用的预硫化加速器大都为日本 NHV 设备，为打破国外技术垄断，中广核达胜加速器技术有限公司和北京市射线应用研究中心进行自主研发生产电子束预硫化加速器设备，已应用于 4 家轮胎企业，且运行效果良好。

由于国内目前未有此方面的标准，为了规范后期电子束在子午线轮胎预硫化生产中的应用，需要制定一个相关的技术标准，为电子束在轮胎领域的产业化应用提供实施标准依据，并有力保障和推动非动力民用核技术在轮胎领域的应用。因此以中广核达胜加速器技术有限公司为主编单位联合相关单位一起制定一项设备和工艺兼满足轮胎行业需求的标准具有重要意义。

二、编制情况

2.1 标准编制的原则

标准编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，与国际通行标准接轨，注重标准可操作性，本标准严格按照国家标准 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准结构和编写规则》和 GB/T 20000.2-2009《标准化工作指南 第2部分：采用国际标准》的规定要求进行编写和表述。

2.2 《标准》编制组成员

中广核达胜加速器技术有限公司是本标准第一起草单位，标准的参与单位有北京市射线应用研究中心，江苏智研科技有限公司，河南省科学院同位素研究所有限责任公司。

2.3 《标准》编写内容工作分工

在初步完成草案的基础上，由中广核达胜加速器技术有限公司和四川智研科技有限公司负责标准文本的修改和完善，环保部分章节由河南省科学院同位素研究所有限责任公司负责，相关验证工作和编制说明由北京市射线应用研究中心负责。

2.4 《标准》征求意见单位

在中国同位素与辐射行业协会会员单位内部进行征求意见。

2.5 《标准》编写各阶段工作过程和安排

- (1) 2020年6月完成工作组讨论稿，开内部统稿会；
- (2) 2020年7月完成征求意见稿；
- (3) 2020年8月公开征求意见一个月；
- (4) 2020年9月完成征求意见和意见处理，完成送审稿；
- (5) 2020年11月完成报批稿。

三、主要技术内容的说明

本标准规范分为7个部分,3个附录。7个部分分别是第1部分“范围”、第2部分“规范性引用文件”、第3部分“术语与定义”、第4部分“总则”、第5部分“子午线轮胎电子束辐照预硫化装置技术要求”、第6部分“子午线轮胎辐照预硫化工艺设计”和第7部分“运行管理”；3个附录分别是附录A“设备系统检验项目”；附录B“辐照预硫化橡胶及轮胎测试项目”；附录C“参考文献”。

本标准的名称是“子午线轮胎电子束辐照预硫化技术规范”，总结了国内外利用电子束对子午线轮胎进行辐照预硫化的研究成果和实践经验，参照并借鉴了电子束辐照及轮胎方面相关的标准编制而成。

3.1 范围

本标准规定了子午线轮胎电子束辐照预硫化技术的总体要求，以及电子束辐照预硫化装置技术、子午线轮胎预硫化工艺设计和运行管理等要求。

3.2 规范性引用文件

列出本标准中引用到的其他标准的标准编号和名称，本标准中总用引用了 7 项相关的标准。

- ◆ GB/T 25306-2010 辐照加工用电子加速器工程通用规范
 - ◆ GB 50752 电子辐射工程技术规范
 - ◆ GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
 - ◆ T/CNS 1 辐照加工用电子加速器装置运行维护管理通用规范
- ◆ GBZ 2.1-2007 工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素
- ◆ GB/9744-2007 载重汽车轮胎
- ◆ GB/T4501-2016 载重汽车轮胎性能室内试验方法

3.3 术语和定义

该部分给出了电子束辐照领域和子午线轮胎预硫化常用的专业术语以及本标准中出现的需要特别解释的部分术语和定义。为了避免定义重复及标准的简练明了，未列出部分常用的简单类术语和一些非特异性术语，这些术语可在其他标准或名词术语出版物中查询到。

3.4 总则

简要描述子午线轮胎电子束辐照预硫化装置及应用等技术要求，此部分内容在整体上叙述了本标准的总则和结构框架。

3.5 电子束辐照预硫化装置技术要求

分条目分别是电子加速器装置、束下装置和控制装置的技术要求。对装置的各种性能及材料要求进行限制。最后通过设计确认，确认整个设计过程的技术参数满足设计要求，形成并保存设计文件。

3.6 子午线轮胎电子束辐照预硫化工艺设计

分条目分别是预硫化部件、工艺流程、方案设计、电子束能量，吸收剂量、预硫化速度等内容。从各个方面对电子束辐照子午线轮胎使其预硫化的工艺进行控制和评估，以满足设计要求且稳定有效运行。

3.7 运行管理

主要包括电子束辐照预硫化装置的安装鉴定，生产工艺的运行鉴定及产品的性能鉴定等。包括对运营单位的要求和人员要求，还有日常检测记录，辐射安全鉴定和环保等要求。

3.8 附录 A

附录罗列了加速器装置、束下装置、控制系统、辐射安全系统、运行可靠性、及环保等检验项目，参照国标进行检验。

3.9 附录 B

附录罗列预硫化橡胶及轮胎性能相关的测试项目。

3.10 参考文献

罗列预硫化橡胶及轮胎性能相关的测试标准参考资料。

四、试验验证的情况和结果

本标准的验证采用该技术在轮胎生产厂家实际应用过程的的统计数据作为验证数据来源，验证结果符合项目技术参数要求。

4.1 电子束辐照预硫化成品轮胎减重测试

子午线轮胎单胎减重测试，通过对全钢和半钢子午线轮胎辐照预硫化后轮胎重量进行测试，为此项目带来的经济和社会效益提供了依据。

4.1.1 全钢载重子午线轮胎

全钢载重子午线轮胎以 12.00R20 规格为例，通过辐照预硫化技术减薄过渡层，正常胎与试验胎的成品胎重量单值控制图见图 1，通过对比，单胎重量可平均降低 1.44Kg。

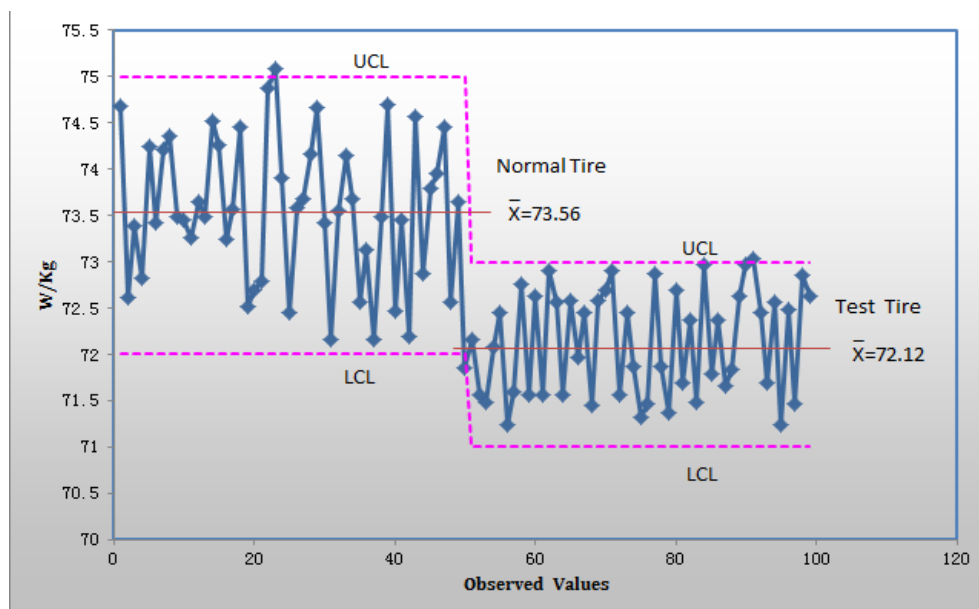


图1 正常胎与试验胎的成品胎重量单值控制图

4.1.2 半钢乘用车子午线轮胎

半钢乘用车子午线轮胎以 205/55R16 规格为例，通过辐照预硫化技术减薄过渡层，正常胎与试验胎的成品胎重量单值控制图见图 2，通过对比，单胎重量可平均降低 0.113Kg。

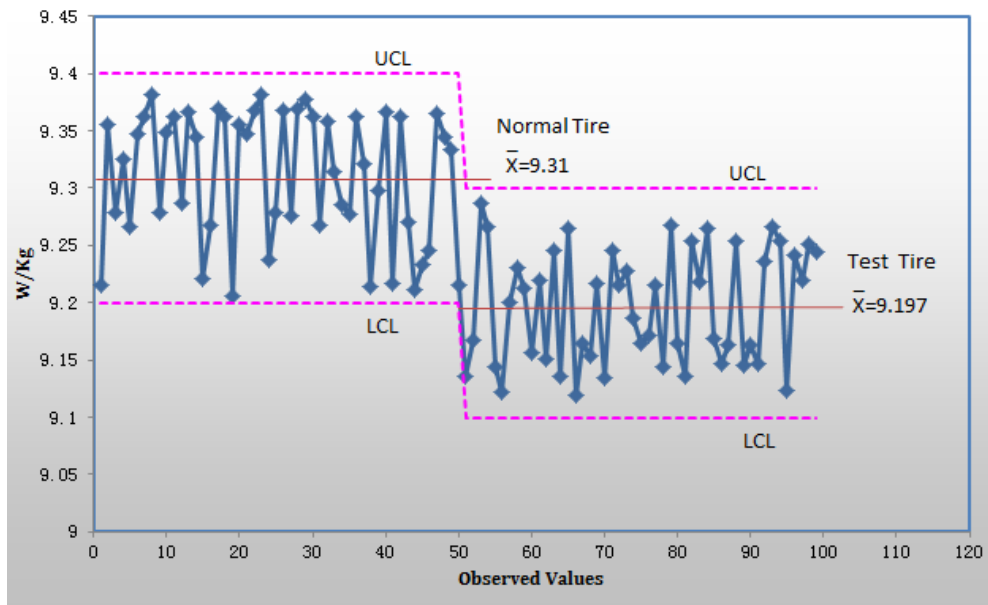


图2 正常胎与试验胎的成品胎重量单值控制图

4.2 电子束辐照预硫化橡胶性能测试

电子束辐照预硫化对橡胶性能、生产工艺性能和骨架材料性能的测试，包括全钢和半钢两种轮胎相关性能测试。

全钢过渡层预硫化性能测试，通过用电子束对全钢过渡层进行辐照预硫化后，对其拉伸强度、硫变性能、门尼粘度、交联密度及硬度等性能进行测试，测试辐照对其性能的影响，并随着辐照剂量的增加而变化的规律。由于橡胶配方的不同性能测试会有所差异，此测试结果只作为参考。

半钢履胶帘布层预硫化性能测试，通过对半钢履胶帘布层进行电子束辐照预硫化后，对其表面粘性，厚度均匀性，卷曲温度，骨架材料的定负荷伸长率及拉断伸长率等性能进行测试，测试辐照对其性能的影响，并随着辐照剂量的增加而变化的规律。由于橡胶配方的不同性能测试会有所差异，此测试结果只作为参考。

4.2.1 全钢过渡层拉伸性能测试

由图 3 和图 4，过渡层橡胶经辐照预硫化后定伸应力有所提高，随着辐照剂量的增加，拉伸性能无明显变化。

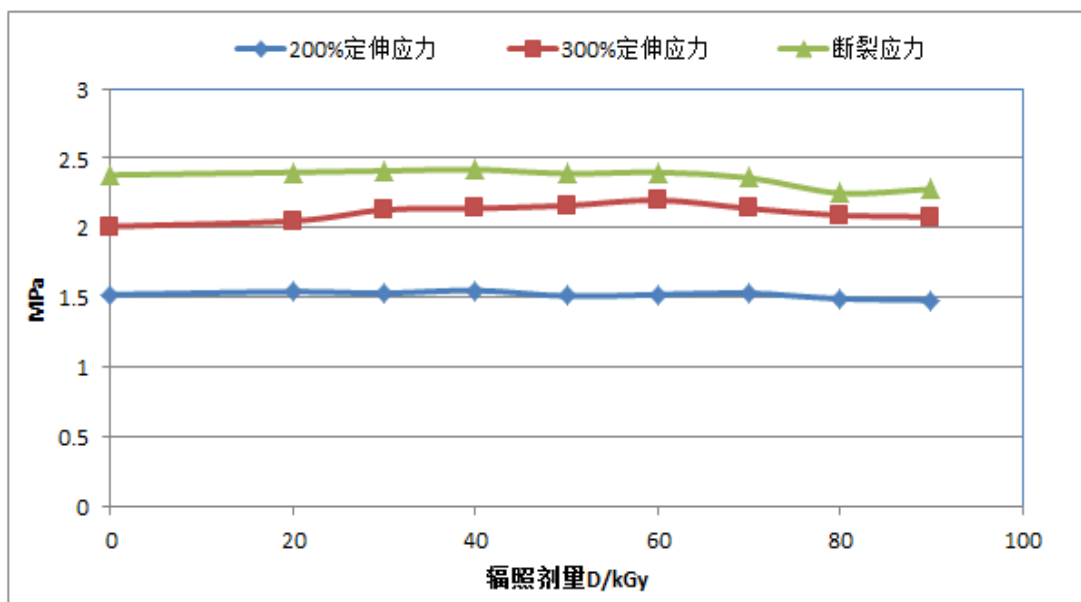


图 3 未硫化胶拉伸性能随辐照剂量的变化

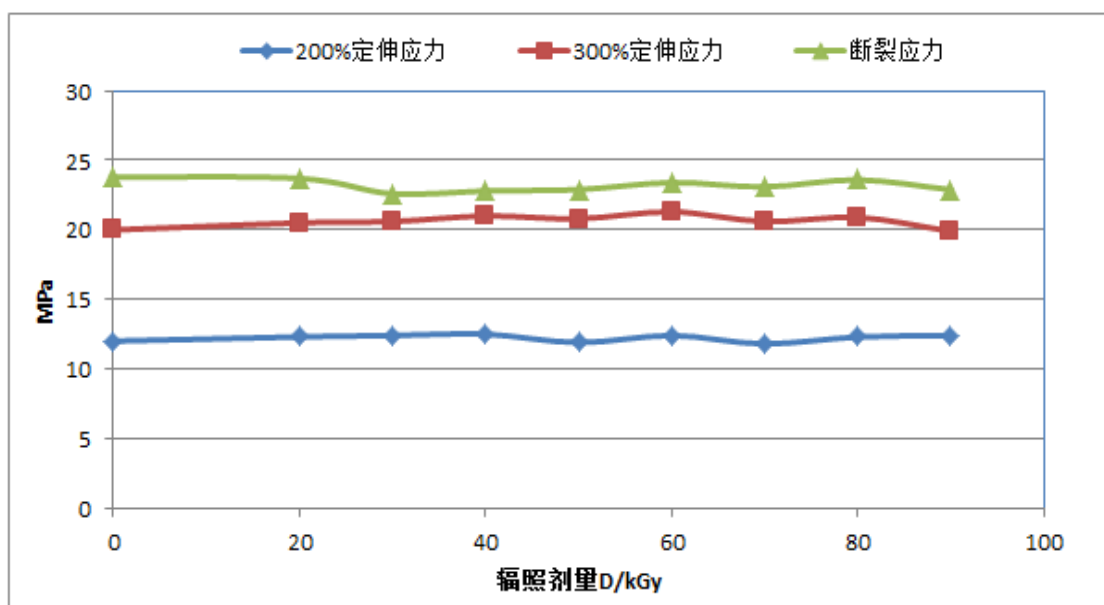


图 4 硫化胶拉伸性能随辐照剂量的变化

4.2.2 全钢过渡层硫变特性

由图 5，辐照后未硫化胶的 MH 值随剂量增加而下降；ML 随辐照剂量的增加有上升趋势。

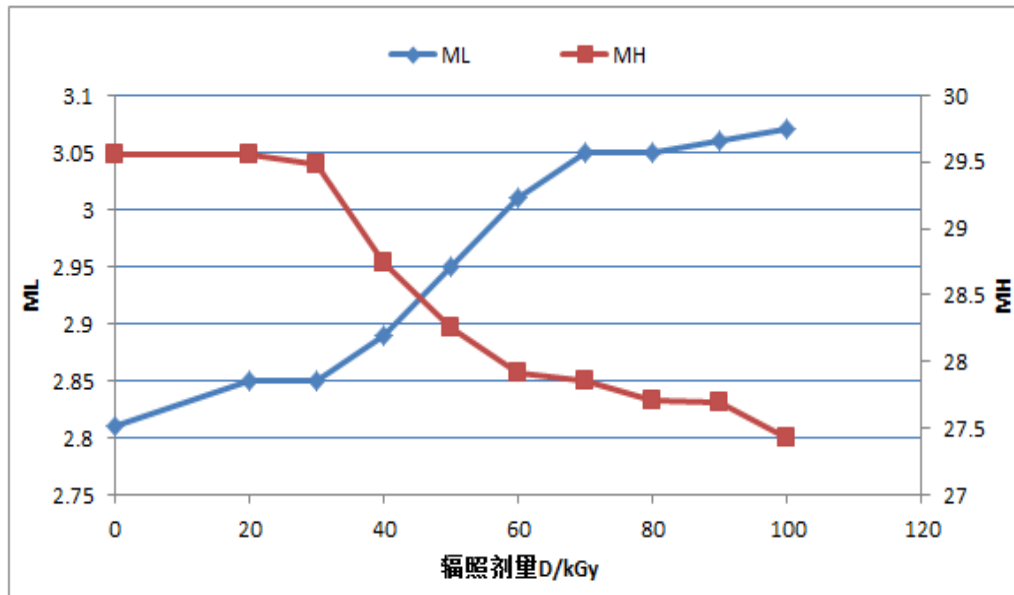


图 5 硫变性能 MH 及 ML 值随辐照剂量的变化

由图 6，经辐照后未硫化胶料 t90 随辐照剂量呈下降趋势，硫化速度增加。

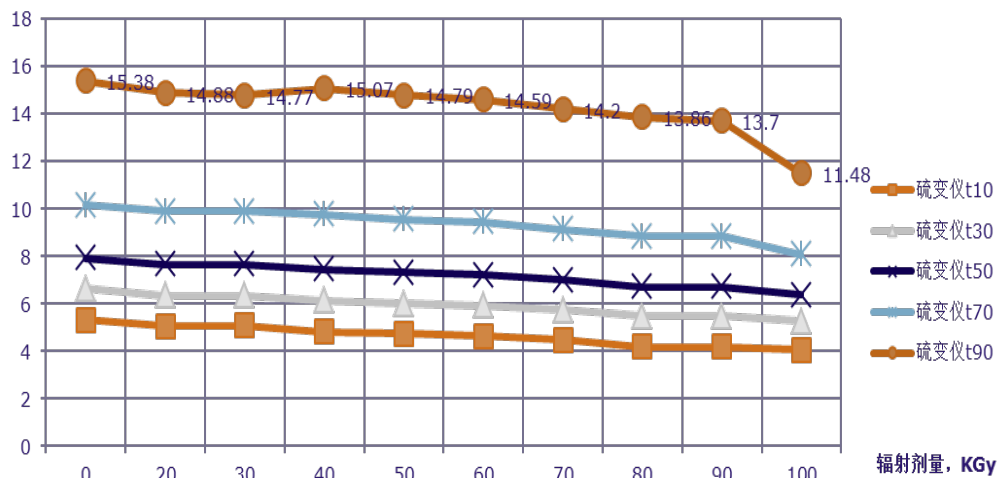


图 6 硫变时间随辐照剂量的变化

4.2.3 全钢过渡层门尼粘度

由图7，门尼粘度随着辐照吸收剂量的增加呈增加趋势。

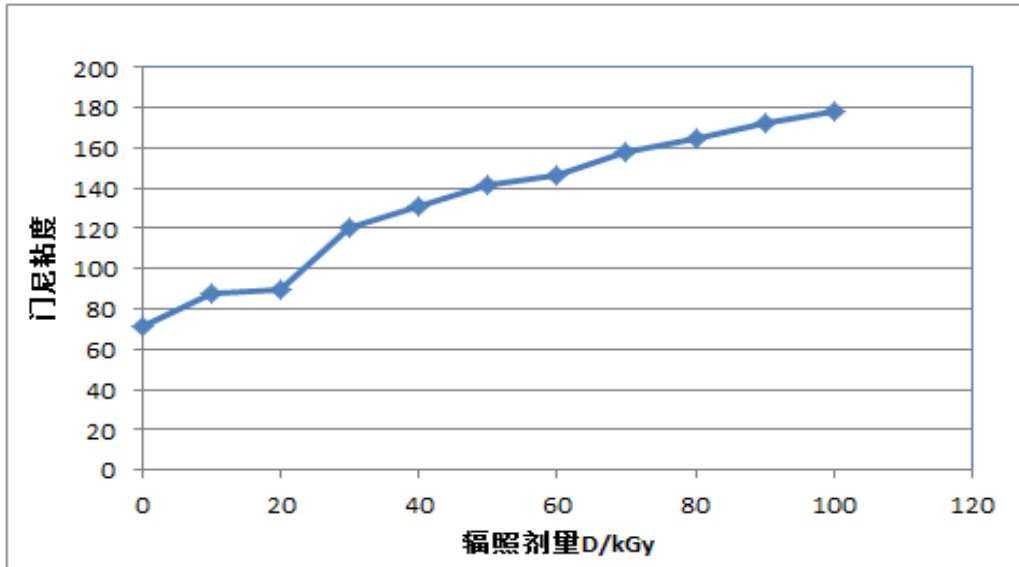


图7 门尼粘度随辐照剂量的变化

4.2.4 全钢过渡层交联密度

由图8，交联密度随辐照剂量的增加而增加。

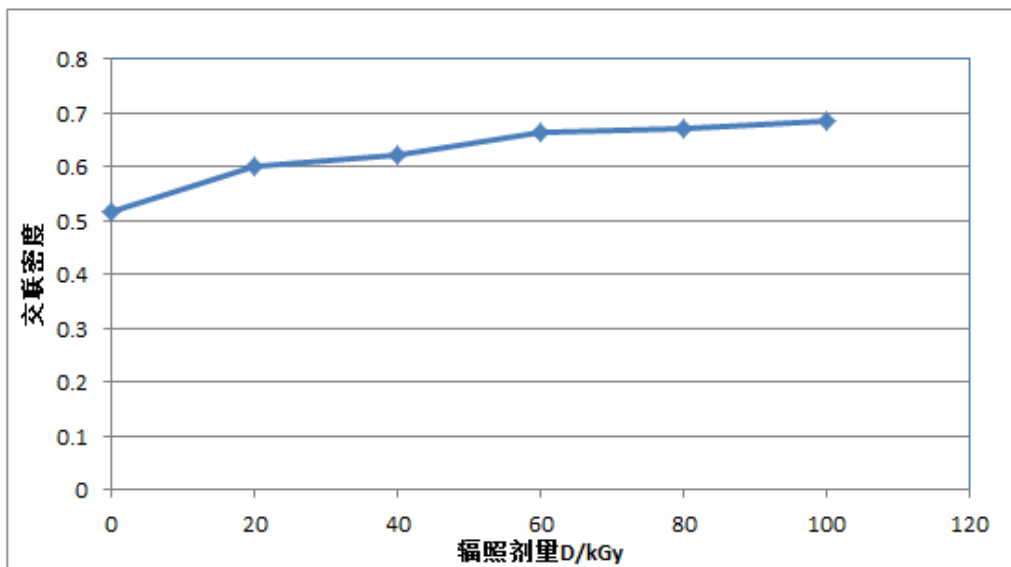


图8 交联密度随辐照剂量的变化

4.2.5 全钢过渡层硬度

由图9，胶料硬度随辐照剂量的增加变化不大。

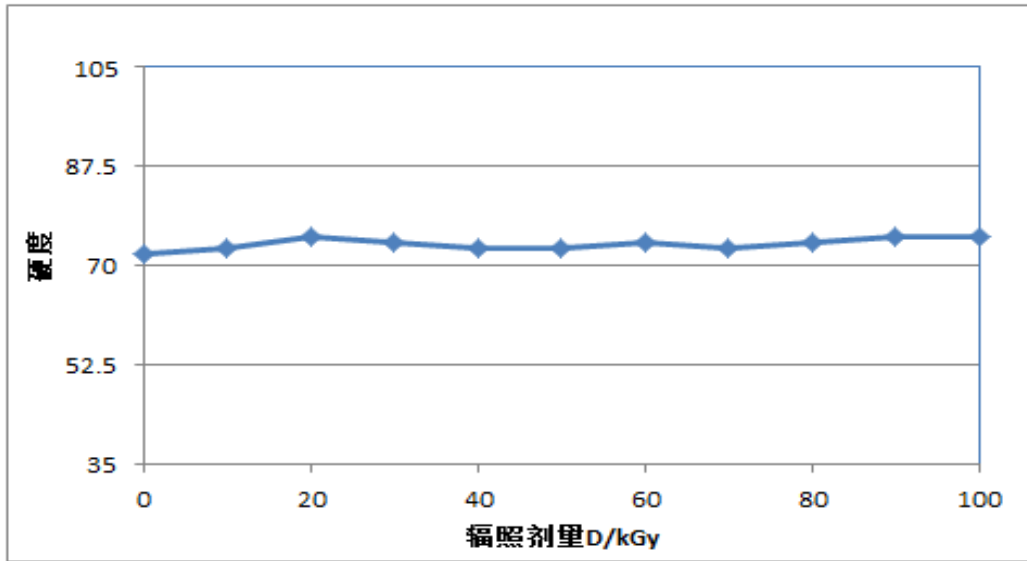


图9 硬度随辐照剂量的变化

4.2.6 半钢履胶帘布层表面粘性

由图10，履胶帘布层表面粘性辐照后卷取前帘布表面粘性随辐照吸收剂量升高而升高。

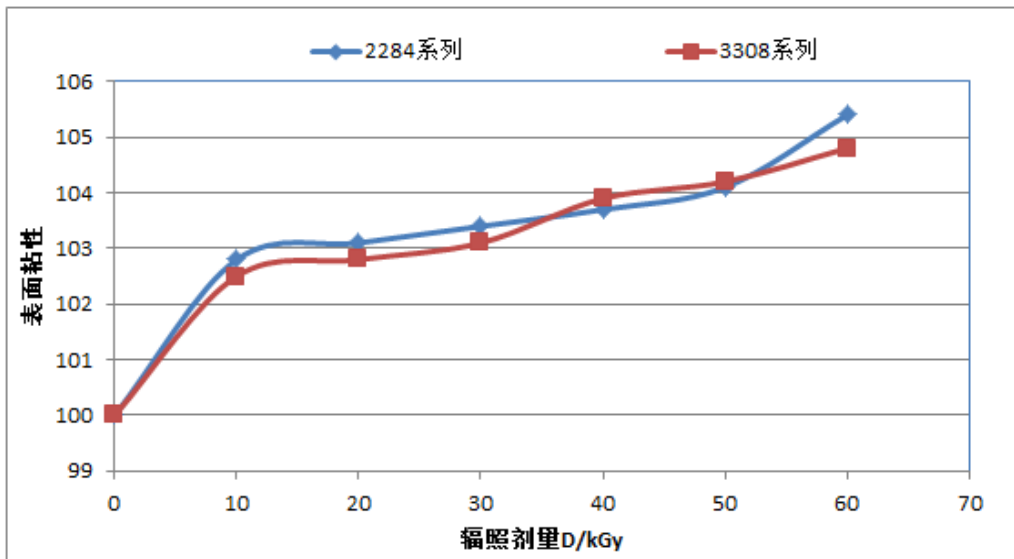


图10 表面粘性随辐照剂量的变化

4.2.7 半钢帘布层厚度均匀性

由图11，帘布型号2284和型号3308厚度极差随辐照剂量增加逐渐

减小，辐照后帘布厚度均匀性改善明显。

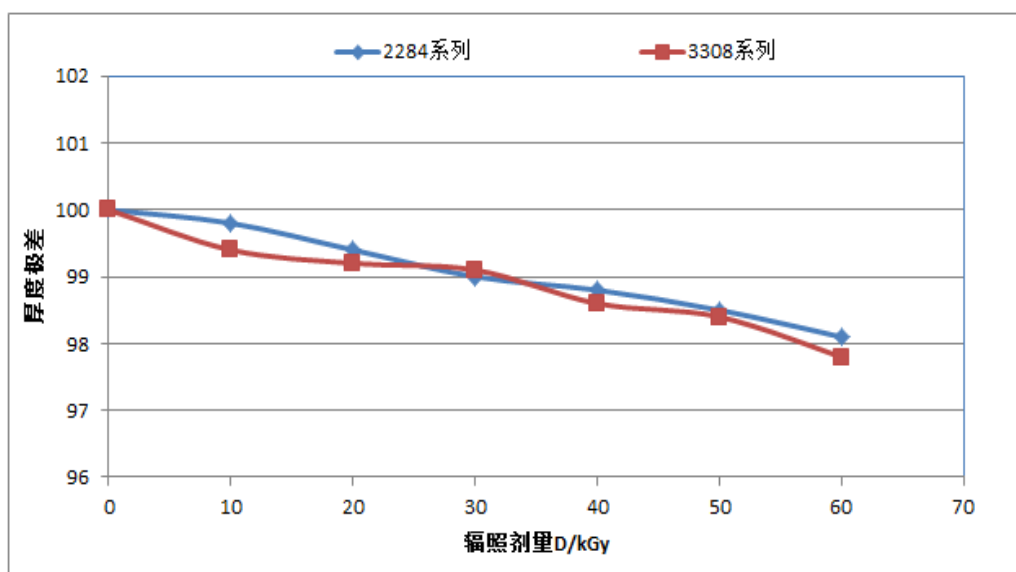


图11 厚度均匀性随辐照剂量的变化

4.2.8 半钢履胶帘布层卷曲温度

由图12，履胶帘布温度均随EB辐照剂量的增加而升高。

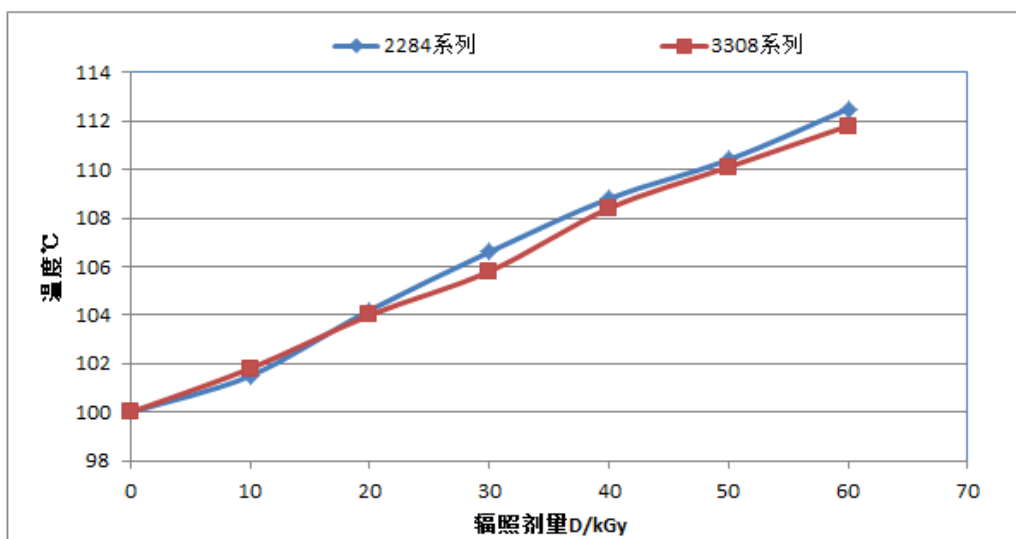


图12 卷曲温度随辐照剂量的变化

4.2.9 半钢帘布层骨架材料的定负荷伸长率

由图13，骨架材料的定负荷伸长率随辐照剂量的增加整体呈升高趋势。

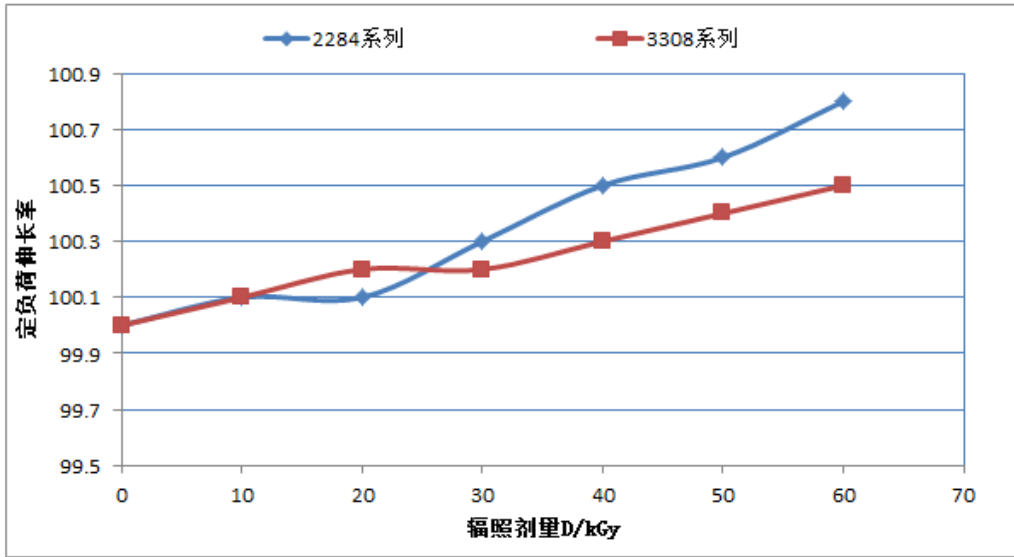


图13 定负荷伸长率随辐照剂量的变化

4.2.10 半钢帘布层骨架材料的拉断伸长率

由图14，骨架材料的拉断伸长率随辐照剂量的增加呈下降趋势。

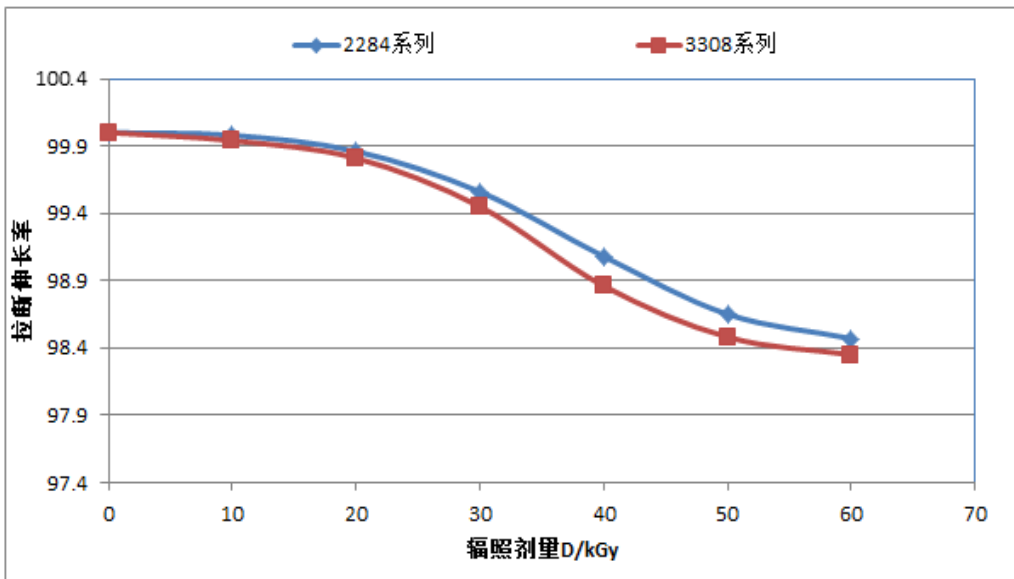


图14 拉断伸长率随辐照剂量的变化

4.3 电子束辐照预硫化轮胎性能测试

电子束辐照预硫化成品胎性能测试，对比了预硫化工艺和正常工艺生产的轮胎的高速性、气密性、不圆度、均匀性及静平衡性。实验结果表明

电子束辐照预硫化技术对于提高轮胎的物理性能有明显的效果。由于不同轮胎性能要求差异，此测试数据只作为参考。

4.3.1 高速、耐久性能测试

由图15，两种规格高速性能随辐照剂量的增加整体呈升高趋势，耐久性能全部达到实验室最高检测时间。

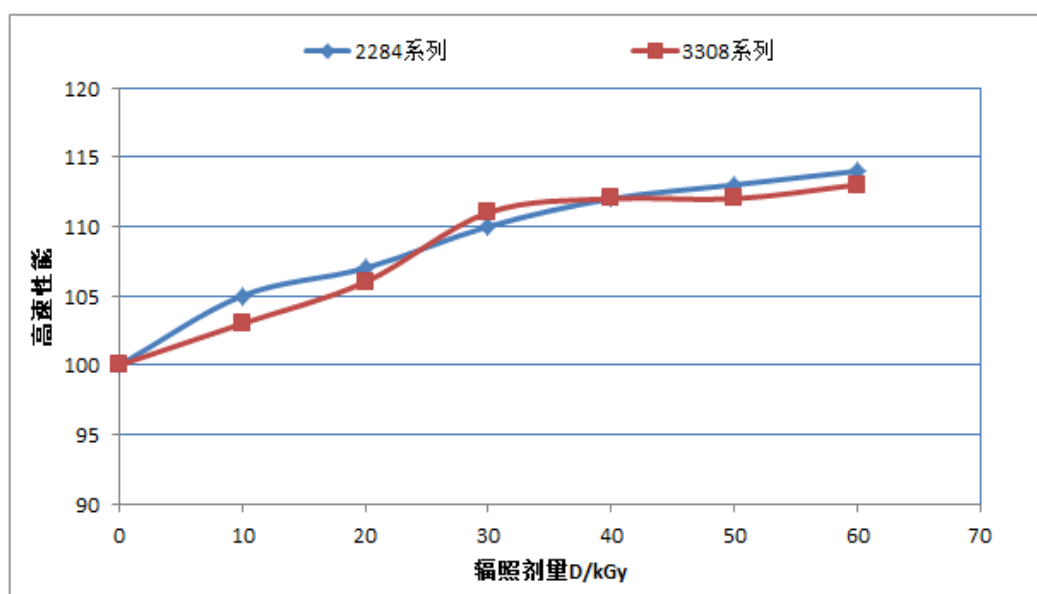


图15 高速性能随辐照剂量的变化

4.3.2 气密性测试

由图 16，过渡层减薄预硫化后，成品胎气压保持性能未有降低。

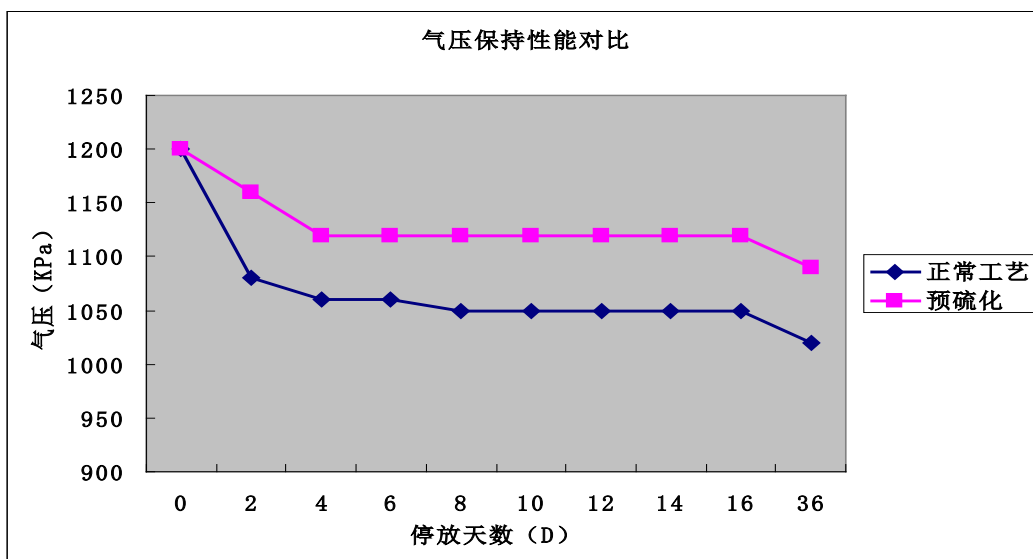


图16 气密性能随时间的变化

4.3.3 不圆度测试

由图 17，与正常工艺相比，经过辐照预硫化后的轮胎不圆度合格率高
 显增加。

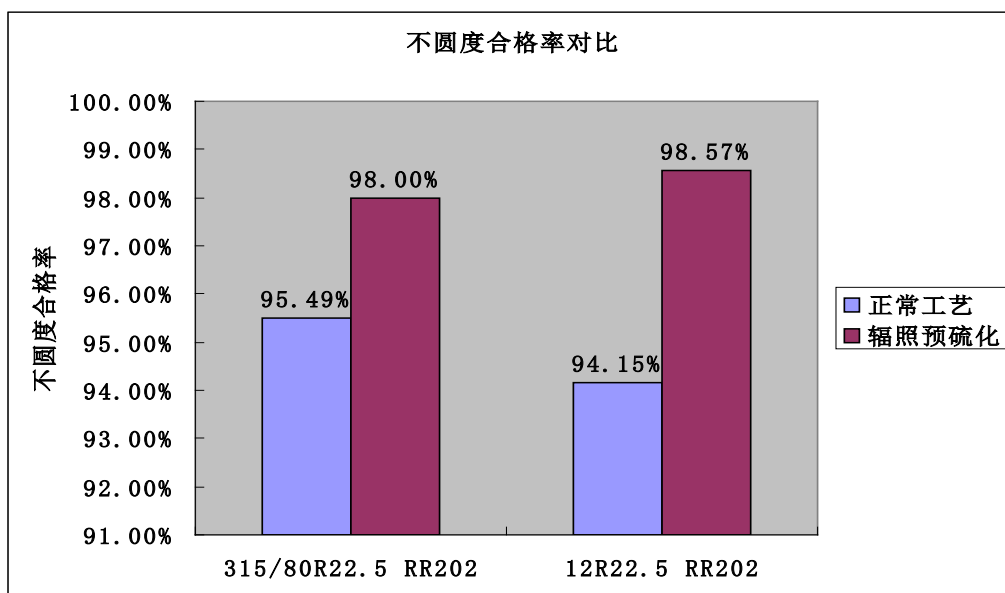


图17 不圆度合格率对比

4.3.4 均匀性测试

由图 18，与正常工艺相比，经过辐照预硫化后的轮胎的均匀性合格率高

明显增加。

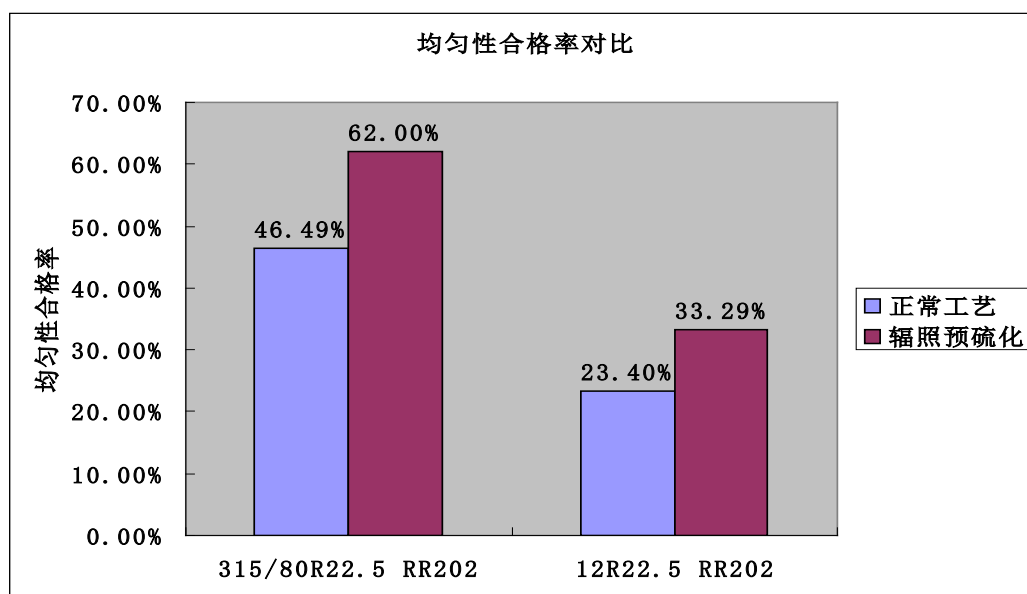


图18 均匀性能对比

4.3.5 静平衡性测试

由图 19，与正常工艺相比，经过辐照预硫化后的轮胎的静平衡合格率明显增加。

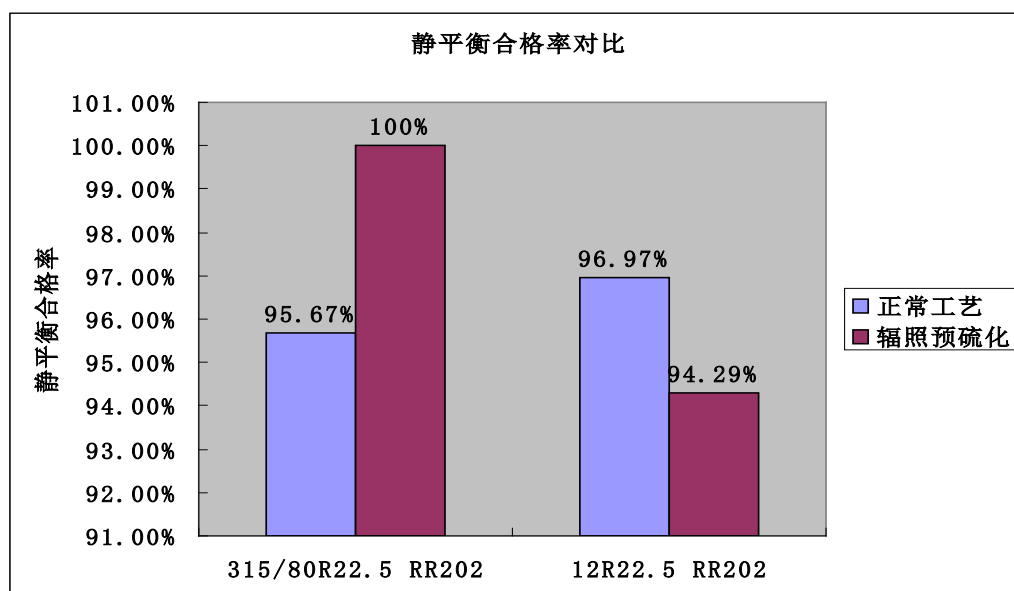


图19 静平衡性能对比

五、采用国际标准和国外先进标准的情况

无

六、标准涉及的知识产权情况说明

本标准不涉及知识产权情况。

七、与现行法律、法规、政策和相关标准的关系

本标准严格遵照国家法律法规、标准规范，并与国际标准接轨，结合子午线轮胎电子束辐照预硫化的实际特点进行编制和起草。

八、实施标准的要求和措施建议

无

九、修改或废止有关标准的建议及理由

无

十、标准印刷数量建议

无

十一、其他需说明的事项

无

十二、参考资料清单

[1] GB/T 528-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定

[2] GB/T 529-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定

[3] GB 6031-2017 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定（10 IRHD～100IRHD）

[4] GB 1232.1-2016 未硫化橡胶用圆盘剪切粘度计进行测定第1部分：门尼粘度的测定

- [5] GB/T 16584-1996 橡胶用无转子硫化仪测定硫化特性
- [6] GB/T1701-2001 硬质橡胶拉伸强度和拉断伸长率的测定
- [7] GB/T5723-93 硫化橡胶或热塑性橡胶试验用试样和制品尺寸的测定
- [8] GB/T 7755.2-2019 硫化橡胶或热塑性橡胶透气性的测定第2部分：等压法
- [9] GB/T 18506-2013 汽车轮胎均匀性试验方法
- [10] HG/T2443-1993 轮胎静负荷性能测定方法
- [11] GB/T 7035-1993 轻型载重汽车轮胎高速性能试验方法转鼓法
- [12] GB/T 6327-1996 载重汽车轮强度试验方法
- [13] HG/T 2177-1998 轮胎外观质量
- [14] GB/T521-2003 轮胎外缘尺寸测量方法
- [15] GB/T 30198-2013 汽车轮胎不圆度试验方法
- [16] GB/T 18505-2013 汽车轮胎动平衡试验方法
- [17] GB/T4501-2008 载重汽车轮胎性能室内试验方法

注：1. 编制说明正文字体为四号仿宋，幅面采用 A4 规格纸张，
双面打印。

2. 相关部分无说明事项时填写“无”