

国家标准

GB/T XXXX—XXXX

《环氧化天然橡胶 规格》

（征求意见稿）

编制说明

《环氧化天然橡胶 规格》

起草组

2026 年 6 月

GB/T XXXX—XXXX《环氧化天然橡胶 规格》 (征求意见稿) 编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

根据《国家标准委关于下达 2026 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》(国标委发〔2026〕10 号),国家标准制定项目《环氧化天然橡胶 规格》(项目计划号 20260354-T-606),项目周期为 12 个月,应报批日期为 2027 年 1 月 28 日。本项目由中国石油和化学工业联合会提出,全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会(全国橡标委)归口,全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会天然橡胶分技术委员会(全国橡标委天然橡胶分会)执行,中国热带农业科学院农产品加工研究所负责起草,广西大学、海南省天然橡胶质量检验站、海南省先进天然橡胶复合材料工程研究中心有限公司参加起草。

1.2 制定背景

环氧化天然橡胶(ENR)是通过环氧化反应,在顺式-1,4-聚异戊二烯的双键结构上添加氧原子形成环状三元醚(C-O-C)的化学改性天然橡胶。随着部分非极性的碳-碳双键转变为极性环状三元醚(环氧基团),赋予环氧化天然橡胶优异的耐油性、耐溶剂性、阻尼特性、气密性等,能替代丁腈橡胶、丁基橡胶和丁苯橡胶,用于耐油和气密性橡胶制品的生产。环氧化天然橡胶可用于绿色轮胎的生产,显著改善轮胎的抗湿滑性和耐磨性,降低滚动阻力,提高汽车的行驶安全性。天然橡胶发生环氧化反应后,玻璃化转变温度向高温区移动,阻尼性能得到显著提高,常被应用于桥梁或建筑减振支座。环氧化天然橡胶还可以代替溴化丁基橡胶,用于汽车轮胎内衬层,改善轮胎气密性,提高内衬层与胎体的结合效果。此外,环氧化天然橡胶因对极性和非极性高分子材料都有较强的粘接性能而应用于胶粘剂。因此,环氧化天然橡胶是一种重要的化学改性天然橡胶和工程材料。

虽然 ENR 产品的生产与销售已持续多年,但与其相关的标准却并不完善,仅有少数企业制定了企业标准,直到 2020 年,本项目负责单位制定了 NY/T 3600—2020《环氧化天然橡胶》,规定了 ENR 生胶和胶乳两种产品的技术要求,填补了这一空缺,为我国环氧化天然橡胶生产、贮存、运输、进口和应用等提供了技术依据和保障。随着环

氧化天然橡胶的不断推广和应用，国际标准化组织（ISO）于 2023 年制定了 ISO 24483:2023《环氧化天然橡胶 规格》，规定了全鲜胶乳和离心胶乳制备的 ENR 生胶的物理和化学要求。虽然两项标准有些相似之处，但 NY/T 3600 侧重于 ENR 生胶和胶乳的要求，对于特定环氧化度范围（环氧化程度 $\geq 30\text{mol}\%$ 、环氧化程度 $10\text{mol}\%\sim 30\text{mol}\%$ 和环氧化程度 $\leq 10\text{mol}\%$ ）的 ENR 生胶和胶乳分别给出了环氧化程度偏差和开环程度的限定范围，规定了各个分级 ENR 生胶的杂质、挥发分、塑性初值、塑性保持率、环氧化度偏差范围、开环程度限值和颜色标志，但并未具体指出特定环氧化度的产品要求。而 ISO 24483:2023 是对两种原料生产的两种特定环氧化度的 ENR 生胶（ENR 25 和 ENR 50）做了分级，并给出了各个级别的 ENR 的规格要求，包括灰分、氮含量、环氧化度、开环度、门尼黏度、玻璃化转变温度和拉维邦颜色指数，其对特定环氧化度的 ENR 产品要求较 NY/T 3600 更加明确和严格。因此，为了更好地规范我国环氧化天然橡胶的生产秩序，有效规范环氧化天然橡胶的质量要求，促进新产品开发，为环氧化天然橡胶的应用和贸易等提供技术保障，有必要制定与 ISO 24483 相对应的国家标准 GB/T XXXX—XXXX《环氧化天然橡胶 规格》。

1.3 起草过程

2025 年 6 月 13 日，全国橡标委天然橡胶分会组织召开《环氧化天然橡胶 规格》等 7 个国家项目预研启动会议，正式启动该标准的前期预研工作。2025 年 7 月—12 月，重点围绕国际标准 ISO 24483:2023 开展全文翻译工作，严格对照该国际标准的技术要求与规范框架，编制完成项目预研方案。同时，统筹协调各相关技术单位开展专项调研、取样与验证试验工作，系统汇总梳理各项试验数据与调研成果，通过全面分析论证，明确该技术路线可行，具备后续标准编制的基础条件。2025 年 12 月 2 日，在全国橡标委天然橡胶分会第八届第二次全体会议上，汇报了本项目阶段性预研工作开展情况。与会委员针对预研成果、技术细节及后续标准推进计划展开集中讨论，为项目下一步工作优化完善提供了重要指导。

2026 年 1 月—3 月，在国家标准制定项目计划下达后，筹备了标准起草组并于 3 月 9 日召开了起草组第 1 次工作会议，明确了起草组组成方案，拟定了工作大纲，进行了任务分工：刘宏超为标准项目负责人（起草组组长），汪月琼、杨文超、李乐、丁爱武、林文锭、丁小芳、王蕊和李一民参加起草（具体分工见表 1）；为了做好采用国际标准 ISO 24483:2023 制定国家标准的工作，向全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会天然橡胶分技术委员会部分委员单位和相关单位，开展环氧化天然橡胶的生产、销售与应用情

况的调研。

表 1 起草人分工

序号	起草人姓名	所在单位	分工职责
1	刘宏超	中国热带农业科学院 农产品加工研究所	项目负责人，制定项目方案， 统筹规划工作进度，负责撰写 标准文本和编制说明
2	汪月琼	中国热带农业科学院 农产品加工研究所	样品检测
3	杨文超	广西大学	样品检测
4	李乐	海南省天然橡胶质量 检验站	样品检测
5	丁爱武	海南省先进天然橡胶 复合材料工程研究中 心有限公司	样品制备与收集
6	林文錠	中国热带农业科学院 农产品加工研究所	样品制备与收集
7	丁小芳	海南省先进天然橡胶 复合材料工程研究中 心有限公司	样品制备与收集
8	王蕊	中国热带农业科学院 农产品加工研究所	数据收集
9	李一民	中国热带农业科学院 农产品加工研究所	标准文稿的审核

2026 年 4—6 月，标准起草组根据调研情况制定了工作方案。起草组收集了采用离心胶乳和全鲜胶乳为原料制备的多批次环氧化天然橡胶样品，按照规格要求中的试验方法对样品的性能进行了测定，所有样品均符合本文件的规格要求。在前期工作基础上，于 6 月 17 日召开了起草组第 2 次工作会议，经过讨论，对本标准工作组讨论稿进行了完善，形成了征求意见稿。

2 国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 编制原则

2.1.1 按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》、GB/T 1.2—2020《标准化工作导则 第 2 部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》和 GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第 10 部分：产品标准》的规定进行编制，使标准在结构、语言表述和编排格式上符合统一的要求。

2.1.2 根据我国天然橡胶的技术要求以及当前技术水平，遵循科学性、合理性、经济性和可操作性的原则，制定标准的技术内容。

2.1.3 在标准的名称、技术要求结构和内容、用语等方面与橡胶和橡胶制品标准体系（特别是天然橡胶系列标准）保持一致。

2.2 主要内容及其确定依据

2.2.1 主要内容

本文件修改采用 ISO 24483:2023《环氧化天然橡胶 规格》。

主要技术内容：范围、规范性引用文件、术语和定义、材料、分级、规格要求、取样、包装和参考文献。

2.2.2 主要内容与 ISO 24483:2023 的差异及依据

(1) 增加了文件的适用范围

ISO 24483:2023 未明确界定适用范围，根据 GB/T 1.1—2020 的要求，范围的第二段通常用于界定“适用界限”，因此，本次制定增加了文件的适用范围。

(2) 关于规范性引用文件

玻璃化转变温度是环氧化天然橡胶的性能要求之一，ISO 24483:2023 中采用 ASTM D3418《用差示扫描量热法测定聚合物熔融焓和结晶转变温度的标准试验方法》测定环氧化天然橡胶的玻璃化转变温度，由于版权问题，国家标准无法直接引用 ASTM D3418。GB/T 29611《生橡胶 玻璃化转变温度的测定 差示扫描量热法（DSC）》适用于天然生胶玻璃化转变温度的测定，且其样品的制备和测定方法与 ASTM D3418 基本一致。为此，项目组选取 8 个环氧化天然橡胶样品，分别采用 ASTM D3418 和 GB/T 29611 两种方法进行了对比试验，得到试验结果如表 2。采用配对样本 t 检验对两种方法得到的数据进行分析，得到两组数据的 p 值为 0.2846（当 $p \geq 0.05$ ，认为两组数据差异无统计学意义），说明两种方法对环氧化天然橡胶的玻璃化转变温度检测结果无显著差异。因此，本文件改为引用 GB/T 29611 作为环氧化天然橡胶玻璃化转变温度的检测方法。

表2 ASTM D3418和GB/T 29611两种方法检测结果

样品编号	玻璃化转变温度（℃）	
	ASTM D3418	GB/T 29611
1	-20.2	-20.6
2	-23.4	-23.2
3	-47.7	-45.7
4	-46.8	-46.6
5	-21.6	-23.5
6	-21.5	-21.7
7	-44.8	-46.3
8	-43.4	-45.7

为适应我国对橡胶性能测定和包装薄膜的规定,用规范性引用的 GB/T 1232.1、GB/T 4498.1、GB/T 8088、GB/T 14796、GB/T 15340、GB/T 24797.2 分别替换了 ISO 289-1、ISO 247-1、ISO 1656、ISO 4660、ISO 1795、ISO 20299-2。

ISO 24483 中引用了 ISO 5260《环氧化天然橡胶 使用核磁共振波谱法测定环氧化度和开环度》，而采用 ISO 5260 制定国家标准的项目与本项目同时下达，目前正在制定中，预计将同时报批，因此，本标准中引用对应的国家标准替代 ISO 5260，以适应我国对环氧化天然橡胶环氧化度和开环度测定的规定。

3 试验验证的分析、综述报告、技术经济论证以及预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 试验验证的分析和综述报告

根据标准中的分级要求，中国热带农业科学院农产品加工研究所和海南省先进天然橡胶复合材料工程研究中心有限公司制备并收集了采用离心胶乳和全鲜胶乳为原料生产的多批次环氧化天然橡胶样品，中国热带农业科学院农产品加工研究所、广西大学和海南省天然橡胶质量检验站按照规格要求中的试验方法对样品的性能进行了测定（见表 3～表 6）。数据显示，所制备的环氧化天然橡胶符合本文件的规格要求。

表 3 环氧化天然橡胶的测定结果（第一批次）

原料	离心胶乳				全鲜胶乳				试验方法
性能	级别				级别				
	ENR 25		ENR 50		ENR 25 FL		ENR 50 FL		
	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	
灰分（质量分数） /%，最大值	0.25	0.10	0.25	0.09	0.25	0.22	0.25	0.16	GB/T 4498.1
氮含量（质量分数） /%，最大值	—	—	—	—	0.15	0.13	0.15	0.14	GB/T 8088
环氧化度（摩尔分 数）/%	25±2	26.6	50±2	48.9	25±2	24.0	50±2	51.4	GB/T XXXX
开环度（摩尔分 数）/%，最大值	2.0	0.1	4.0	0.4	2.0	0.1	4.0	2.6	
门尼黏度，ML （1+4）100℃	70～100	89.5	70～100	97.3	70～100	71.8	70～100	93.9	GB/T 1232.1
玻璃化转变温度/℃	-45±2	-45.7	-22±2	-23.2	-45±2	-46.6	-22±2	-20.6	GB/T 29611
拉维邦颜色指数（可 选），最大值	4.0	2.0	4.0	1.0	4.0	2.5	4.0	2.0	GB/T 14796

表 4 环氧化天然橡胶的测定结果（第二批次）

原料	离心胶乳				全鲜胶乳				试验方法
性能	级别				级别				
	ENR 25		ENR 50		ENR 25 FL		ENR 50 FL		
	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	
灰分（质量分数）/%，最大值	0.25	0.02	0.25	0.04	0.25	0.16	0.25	0.23	GB/T 4498.1
氮含量（质量分数）/%，最大值	—	—	—	—	0.15	0.12	0.15	0.14	GB/T 8088
环氧化度（摩尔分数）/%	25±2	25.1	50±2	50.2	25±2	25.5	50±2	50.8	GB/T XXXX
开环度（摩尔分数）/%，最大值	2.0	0.1	4.0	1.6	2.0	0.9	4.0	2.6	
门尼黏度，ML（1+4）100℃	70～100	78.8	70～100	97.3	70～100	80.4	70～100	94.7	GB/T 1232.1
玻璃化转变温度/℃	-45±2	-46.5	-22±2	-22.3	-45±2	-45.8	-22±2	-23.2	GB/T 29611
拉维邦颜色指数（可选），最大值	4.0	2.0	4.0	1.5	4.0	3.5	4.0	2.5	GB/T 14796

表 5 环氧化天然橡胶的测定结果（第三批次）

原料	离心胶乳				全鲜胶乳				试验方法
性能	级别				级别				
	ENR 25		ENR 50		ENR 25 FL		ENR 50 FL		
	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	
灰分（质量分数）/%，最大值	0.25	0.04	0.25	0.07	0.25	0.15	0.25	0.22	GB/T 4498.1
氮含量（质量分数）/%，最大值	—	—	—	—	0.15	0.15	0.15	0.14	GB/T 8088
环氧化度（摩尔分数）/%	25±2	26.6	50±2	51.8	25±2	24.0	50±2	48.9	GB/T XXXX
开环度（摩尔分数）/%，最大值	2.0	0.7	4.0	0.36	2.0	1.1	4.0	0.59	
门尼黏度，ML（1+4）100℃	70～100	88.5	70～100	89.8	70～100	78.5	70～100	91.0	GB/T 1232.1
玻璃化转变温度/℃	-45±2	-46.3	-22±2	-23.5	-45±2	-45.7	-22±2	-21.7	GB/T 29611
拉维邦颜色指数（可选），最大值	4.0	2.5	4.0	1.5	4.0	4.0	4.0	2.0	GB/T 14796

表 6 环氧化天然橡胶的检测结果（第四批次）

原料	离心胶乳				全鲜胶乳				试验方法
性能	级别				级别				
	ENR 25		ENR 50		ENR 25 FL		ENR 50 FL		
	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	要求	测定值	
灰分（质量分数）/%，最大值	0.25	0.09	0.25	0.08	0.25	0.15	0.25	0.14	GB/T 4498.1
氮含量（质量分数）/%，最大值	—	—	—	—	0.15	0.15	0.15	0.13	GB/T 8088
环氧化度（摩尔分数）/%	25±2	24.7	50±2	49.1	25±2	23.8	50±2	50.2	GB/T XXXX
开环度（摩尔分数）/%，最大值	2.0	0.8	4.0	1.5	2.0	1.0	4.0	1.5	
门尼黏度，ML（1+4）100℃	70～100	84.2	70～100	96.8	70～100	78.5	70～100	92.4	GB/T 1232.1
玻璃化转变温度/℃	-45±2	-44.7	-22±2	-22.8	-45±2	-46.4	-22±2	-21.9	GB/T 29611
拉维邦颜色指数（可选），最大值	4.0	3.0	4.0	1.5	4.0	4.0	4.0	2.5	GB/T 14796

3.2 技术经济论证和预期的经济效益、社会效益和生态效益

随着环氧化天然橡胶的推广和应用，国内市场年需求量数万吨，目前，马来西亚、泰国等主要天然橡胶生产国可以生产环氧化度为 25%、50%（摩尔分数）等商品化的环氧化天然橡胶，且部分产品销往中国市场。我国也有部分橡胶企业建立了环氧化天然橡胶生产线，主要应用于密封配件、胶粘剂和生活用品的制造等，随着环氧化天然橡胶在绿色轮胎工业中的应用不断开发，有望实现轮胎的低碳化。本标准的实施，将有利于橡胶与橡胶制品推荐性标准体系的优化，可有效规范环氧化天然橡胶的质量，并为我国环氧化天然橡胶的生产和国际贸易提供技术保障，具有显著的经济效益、社会效益和生态效益。

4 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本文件修改采用 ISO 24483:2023《环氧化天然橡胶 规格》。

本文件与 ISO 24483:2023 的技术差异和原因如下：

- （1）增加文件的适用界限，以适应 GB/T 1.1—2020 的规定。
- （2）ASTM 标准在国家标准中不能规范性引用，因此，本文件改为规范性引用 GB/T

29611 替换 ASTM D3418。

(3) 为适应我国对橡胶性能测定和包装薄膜的规定,用规范性引用的 GB/T 1232.1、GB/T 4498.1、GB/T 8088、GB/T 14796、GB/T 15340 和 GB/T 24797.2 分别替换了 ISO 289-1、ISO 247-1、ISO 1656、ISO 4660、ISO 1795 和 ISO 20299-2。

(4) ISO 24483 中引用了 ISO 5260《环氧化天然橡胶 使用核磁共振波谱法测定环氧化度和开环度》,而采用 ISO 5260 制定国家标准的项目与本项目同时下达,目前正在制定中,预计将同时报批,因此,本标准中引用对应的国家标准替代 ISO 5260,以适应我国对环氧化天然橡胶环氧化度和开环度测定的规定。

5 以国际标准为基础的起草情况,以及是否合规引用或者采用国际国外标准,并说明未采用国际标准的原因

本文件拟修改采用 ISO 24483:2023 制定 GB/T XXXX—XXXX《环氧化天然橡胶 规格》,增加了文件的适用界限,用规范性引用的国家标准替换了 ISO 标准和 ASTM 标准,在结构与技术内容上基本与 ISO 24483:2023 保持一致,属于合规采用国际标准。

6 与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与有关现行法律、行政法规和相关标准相协调,无冲突。

7 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中尚未出现重大意见分歧。

8 涉及专利的有关说明

本标准的内容未涉及专利。

9 实施标准的要求,以及组织实施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

GB/T XXXX—20XX《环氧化天然橡胶 规格》的制定,对于有效规范环氧化天然橡胶的质量具有重要意义,建议作为推荐性国家标准发布并实施。

9.1 本标准宣贯时应包括下列内容:

- (1) 介绍本标准制定的原因、过程及意义;
- (2) 介绍和解释本标准的主要技术内容;
- (3) 本标准实施过程中可能遇到的问题及解决办法。

9.2 本标准宣贯时建议采用下列形式:

- (1) 举办有关生产使用企业和检验机构的有关人员参加的标准宣贯培训班;
- (2) 由标准起草人员到有关企业和检验机构,对相关人员进行现场宣讲、示范操作。

9.3 本标准建议的实施日期

本标准自发布之日起半年后实施。

10 涉及公平竞争审查有关内容

按照《国家标准化管理委员会关于国家标准起草中开展公平竞争审查的通知》（国标委发〔2025〕18号）文件要求，对本文件是否限制或者变相限制市场准入和退出、是否限制商品要素自由流动、是否影响生产经营成本、是否影响生产经营行为、是否使用《公平竞争审查条例》第十二条规定进行审查。本标准符合公平竞争要求。

11 其它应予说明的事项

本标准不涉及版权问题。