

《模量跨量级改性杜仲橡胶》

编制说明

2024 年 11 月 1 日

标准编制组

一、工作简况

（一）任务来源

2020 年中国二氧化碳排放总量为 98.26 亿吨（不含港、澳、台），约占全球排放量的 30%。其中交通运输排放量为 10 亿吨/年，占我国碳排放总量约 10.4%，其中公路运输占比 85%以上，是交通碳排放绝对的主体和减排重点。因此大力发展新能源车，逐步替代目前的燃油车，是交通运输领域节能减排最为有力的途径。基于 3060 双碳约束目标及政策的大力支持，我国新能源汽车发展已进入快速发展通道，2020 年新能源车销量达到 136.7 万辆，新能源车轻量化是节能减排的重要手段，为了增加其行驶里程和提高安全性，提高易损件（弹性元件）的承载能力和使用寿命成为了必然的途径。为此可采用全新的结构设计和开发新材料等手段，在提高其承载能力的同时，降低弹性元件的重量和体积，以便为整车的紧凑设计节省空间，达到轻量化的设计目标。通常高档轿车用弹性元件多达 60 件左右，其中橡胶铰链达 30 个以上，由于现有铰链橡胶模量较低，需要更大的体积才得以承载车身重量，因此导致整车体积增大，质量增高，能耗增加。另外目前的铰链疲劳性能差，寿命不够高，一般 10 万公里左右就需要进行更换。而杜仲橡胶高模量、高疲劳特性基于金属优异的粘接特性，能够提升铰链的承载性能及使用寿命，达到新能源汽车轻量化、耐久性、舒适性的安全行驶。此外，杜仲橡胶属于生物基资源，自身碳循环平衡，不会产生额外的碳排放。但对于杜仲橡胶改性，以及性能测试并未具有完整规范的团体标准，因此我们依据《中华人民标准化法》，以及《团体标准管理规定（试行）》

相关规定，北京化工大学、黑龙江瓦维洛佳科技发展有限责任公司、中国天然橡胶协会决定立项共同制定《模量跨量级改性杜仲橡胶》团体标准。于 2024 年 03 月 01 日，中国天然橡胶协会发布《模量跨量级改性杜仲橡胶》团体标准立项通知，正式立项。

（二）起草工作组信息

本文件由中国天然橡胶协会提出并归口。

本文件起草单位：北京化工大学、黑龙江瓦维洛佳科技发展有限责任公司、中国天然橡胶协会。

本文件主要起草人：张继川、韩冬礼、岳冬梅、刘力、曾祥俊、王丽娟、宋维晓、王富饶。

（三）标准编制过程（起草阶段）

根据任务要求，于 2024 年 1 月组织开展起草工作，成立《模量跨量级改性杜仲橡胶》团体标准起草工作组。起草组在资料整理和企业调研的基础上，确定安全规范指标体系，并依据企业现状确定指标参数，进行标准主要技术内容的编写。标准起草工作组成员认真学习了 GB/T1.1 等文件，结合标准制定工作程序的各个环节，进行了探讨和研究，并在现有标准化文件和科研成果等相关资料进行收集整理的基础上，收集、整理国内外相关技术资料，对比国内相关产品标准，确定工作思路和重点关注问题。同时，起草工作组制定了标准编制工作计划、编写大纲，明确任务分工及各阶段进度时间。

标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关

资料，于 2024 年 03 月 01 日编写完成了团体标准《模量跨量级改性杜仲橡胶》草案。随后，经研究讨论，形成征求意见稿，公开征求意见。

二、编制原则和主要内容

（一）编制原则

在标准制定过程中，标准起草工作组按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则编写，主要遵循以下原则：

（1）协调性：保证标准与本标委会的标准体系协调一致，与国内现行相关标准协调一致，与国内现行国家标准、行业标准协调一致。

（2）适用性：结合产品生产企业管理实践和产品的主要环境影响，提出对企业产品的具体指标要求。

（二）主要内容及说明

本标准规定了模量跨量级改性杜仲橡胶的术语和定义、技术要求、检验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于模量跨量级改性杜仲橡胶的设计、生产及检验。

三、主要试验（或验证）情况分析

（一）主要试验或验证的分析

1、关键技术问题说明

本标准提出的方法首先对模量跨量级杜仲橡胶进行分类，根据环氧化度、氢化度、共混度将改性杜仲橡胶进行了具体的规格分级，进行了技术条件的规范。

2、标准主要内容的论据

根据各企业对改性杜仲橡胶的检验方法进行总结，结合我国目前杜仲橡胶改性的发展情况，本文件提出了改性杜仲橡胶的分类和检验方法，归纳了改性杜仲橡胶的测试方法。

环氧化、氢化度均采用核磁共振氢谱 (¹H NMR) 进行测试。核磁共振波谱仪型号为 AVANCE III HD (Bruker)，测试频率为 400 MHz。测试前将样品溶于 CDCl₃，并以 TMS 作为内标物。环氧化改性和氢化改性杜仲橡胶的核磁谱图分别如图 1、图 2 所示。

根据 ¹H-NMR 测试结果计算改性杜仲橡胶的环氧化度 (E mol%), 具体计算公式如下：

$$E (\text{mol}\%) = \frac{A_{2.73}}{A_{5.12} + A_{2.73}} \times 100 \quad (1)$$

其中，A_{2.73} 为环氧基团峰积分面积，A_{5.12} 为 C=C 键的峰面积。

同时，根据 ¹H-NMR 测试结果也可以计算改性杜仲橡胶氢化度 (HD mol%), 具体计算公式如下：

$$HD (\text{mol}\%) = \frac{A_{0.8-2.3} - 7A_{5.12}}{A_{0.8-2.3} + 3A_{5.12}} \times 100 \quad (2)$$

其中，A_{0.8-2.3} 为 0.8~2.3 ppm 处-CH₂-和-CH₃ 的峰面积，A_{5.12} 代表了 5.2 ppm 处 C=C 键的峰面积。

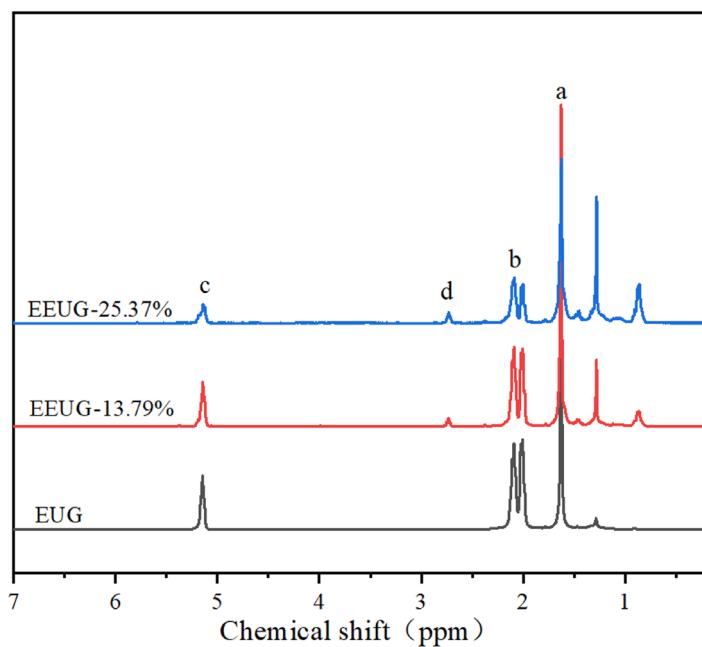


图 1 杜仲橡胶(EUG)和环氧化杜仲橡胶(EEUG)核磁谱图 ($^1\text{H-NMR}$)

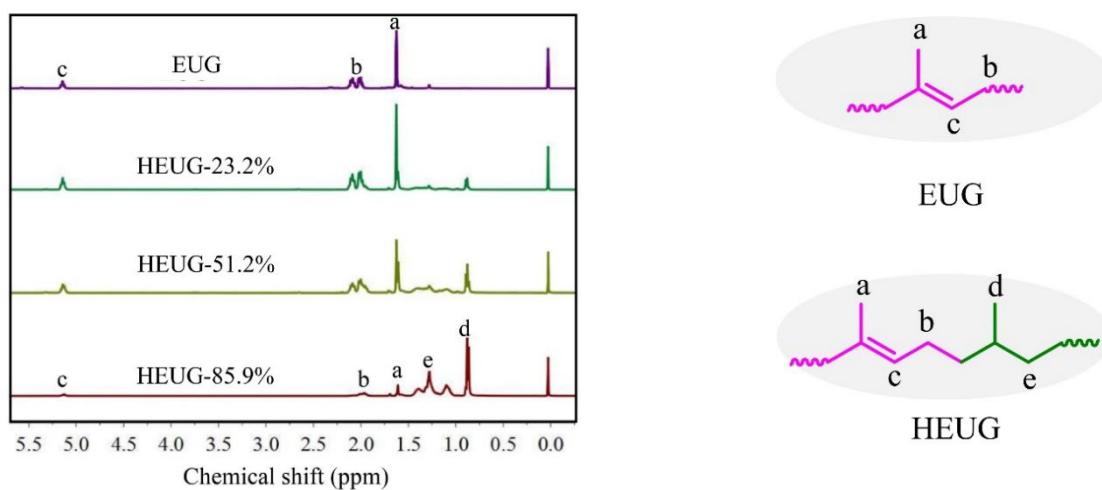


图 2 杜仲橡胶(EUG)和氢化杜仲橡胶(HEUG)核磁谱图 ($^1\text{H-NMR}$)

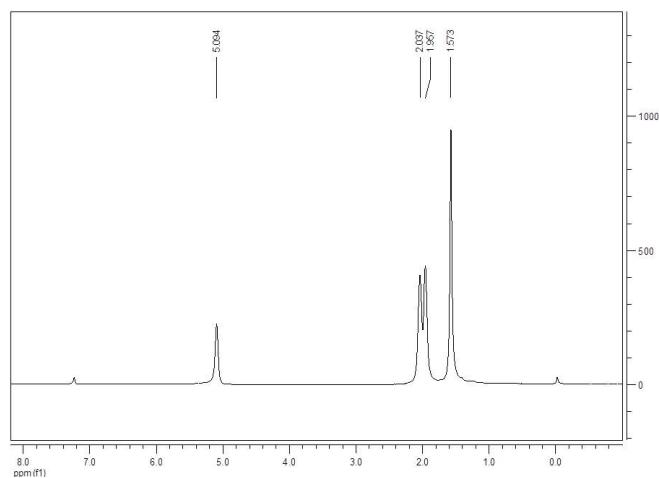


图 3 杜仲橡胶核磁氢谱谱图 ($^1\text{H-NMR}$)

表 1 特征基团所对应的峰位置

峰位置	特征基团
1.57ppm	甲基氢
1.96ppm	亚甲基氢 (离甲基较远)
2.04ppm	亚甲基氢 (离甲基较近)
5.09ppm	次甲基氢

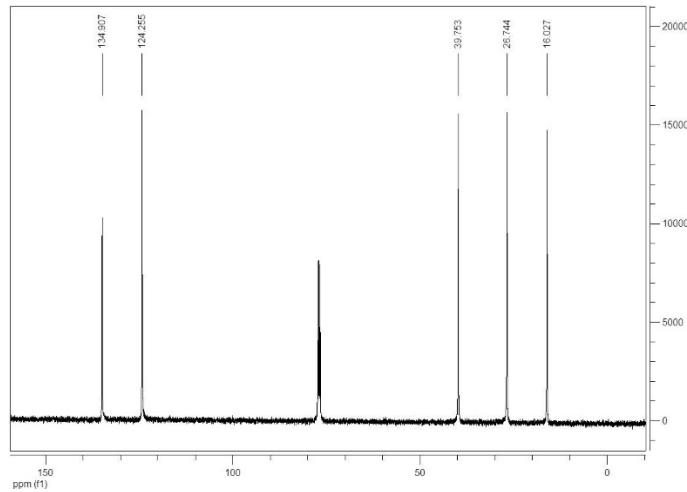


图 4 杜仲橡胶核磁碳谱谱图 ($^{13}\text{C-NMR}$)

表 2 特征基团所对应的峰位置

峰位置	特征基团
16.03ppm	甲基碳
26.74ppm	亚甲基碳 (离甲基较远)
39.75ppm	亚甲基碳 (离甲基较近)
124.26ppm	双键碳 (不连甲基)
134.91ppm	双键碳 (连甲基)

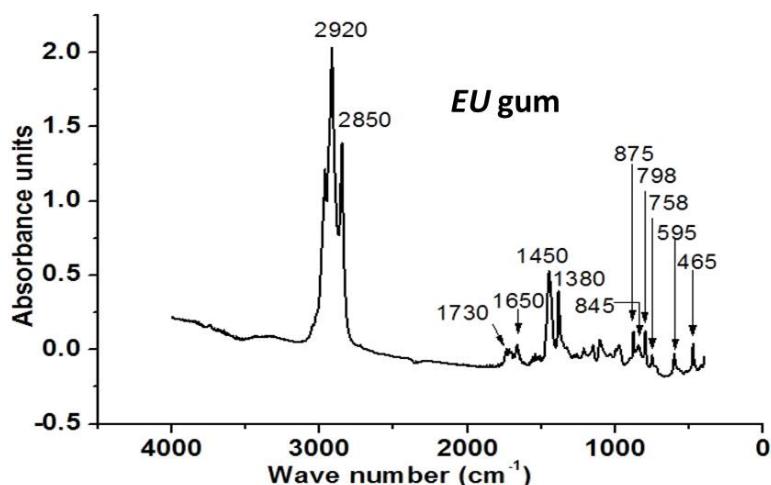


图 5 杜仲橡胶傅里叶红外光谱谱图(FTIR)

表 3 特征基团所对应的峰位置

峰位置	特征基团
2920cm⁻¹	亚甲基非对称伸缩振动吸收峰
2850cm⁻¹	亚甲基对称伸缩振动吸收峰
1650cm⁻¹	碳碳双键伸缩振动吸收峰
1450cm⁻¹	甲基和亚甲基的面内弯曲运动吸收峰
1380cm⁻¹	甲基变形运动吸收峰
845cm⁻¹	异戊二烯单元的骨架伸缩振动吸收峰
875 cm⁻¹, 798 cm⁻¹, 758 cm⁻¹, 595 cm⁻¹, 465 cm⁻¹	杜仲橡胶的结晶特征吸收峰

3、标准工作基础

编写组主要起草单位北京化工大学具备完整的改性杜仲橡胶检测能力。其中就包括该项目中涉及的模量跨量级改性杜仲橡胶的模量测试方法，模量跨量级改性杜仲橡胶的环氧化度及

氢化度测试方法等。积累了大量的试验数据，其检测过程及结果得到了众多专家的认可。经过大量的对比技术指标，本标准提出的准确度更高且技术参数更全，本标准具有一定的先进性、通用性、科学性和可操作性。

针对《模量跨量级改性杜仲橡胶》行业标准的内容，标准起草小组组织开展了验证试验，第三方测试单位为上海溯源检测技术有限公司。按照 GB/T 528-2009, GB/T 531.1-2008 对共混杜仲橡胶，环氧化杜仲橡胶，氢化杜仲橡胶进行测定，台式橡胶测厚仪型号为 CH-10-AT，邵氏橡胶硬度计型号为 LX-A，材料试验机型号为 ZOIOTH，分析测试的条件为 $23^{\circ}\text{C}\pm2^{\circ}\text{C}$ ；动态热机械分析仪型号为麦特韦伯 VA3000，分析测试的条件为 $-80\sim80^{\circ}\text{C}$, 1%应变, 10HZ。第三方结果及补充统计数据见表 4~表 6, 图 6~图 9。

表 4 改性杜仲橡胶的静态力学性能

		拉伸强度 (MPa)	拉断伸长率 (%)	邵尔 A 硬度
环氧化杜仲橡胶 (环氧化度 28%)		2.28	301	44
氢化杜仲橡胶 (氢化度 57%)		1.28	281	37
共混杜仲 橡胶	EUG/CR (20/80)	17.6	787	66
	EUG/CIIR (30/70)	5.15	1160	34

表 5 改性杜仲橡胶的储能模量

储能模量 (Pa)	-80°C	-60°C	0°C	60°C	80°C
环氧化杜仲橡胶 (环氧化度 28%)	1.85×10^9	1.67×10^9	2.48×10^6	1.70×10^6	1.69×10^6

氢化杜仲橡胶 (氢化度 57%)	6.73×10^8	5.12×10^8	1.88×10^6	1.68×10^6	1.72×10^6
共混杜仲橡胶	EUG/CR (20/80)	2.05×10^9	1.29×10^9	1.22×10^7	1.34×10^6
	EUG/CIIR (30/70)	2.20×10^9	1.14×10^9	8.55×10^7	9.8×10^5

表 6 改性杜仲橡胶的损耗因子

损耗因子	-80°C	-60°C	0°C	60°C	80°C
环氧化杜仲橡胶 (环氧化度 28%)	0.0335	0.0607	0.1997	0.0650	0.0431
氢化杜仲橡胶 (氢化度 57%)	0.2401	0.7153	0.1160	0.0596	0.0645
共混杜仲橡胶	EUG/CR (20/80)	0.0409	0.1428	0.1716	0.1591
	EUG/CIIR (30/70)	0.0667	0.0689	0.9995	0.1355
					0.1477

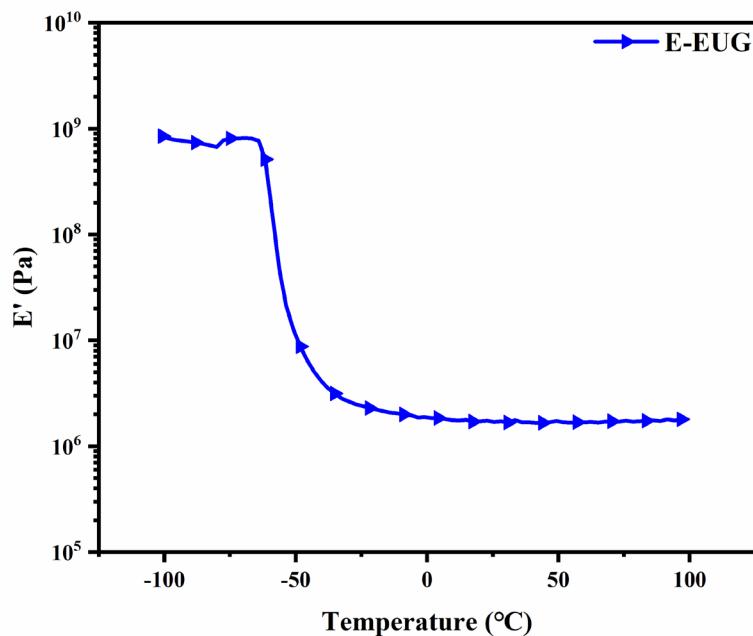


图 6 环氧化杜仲橡胶(环氧化度 28%)的储能模量图

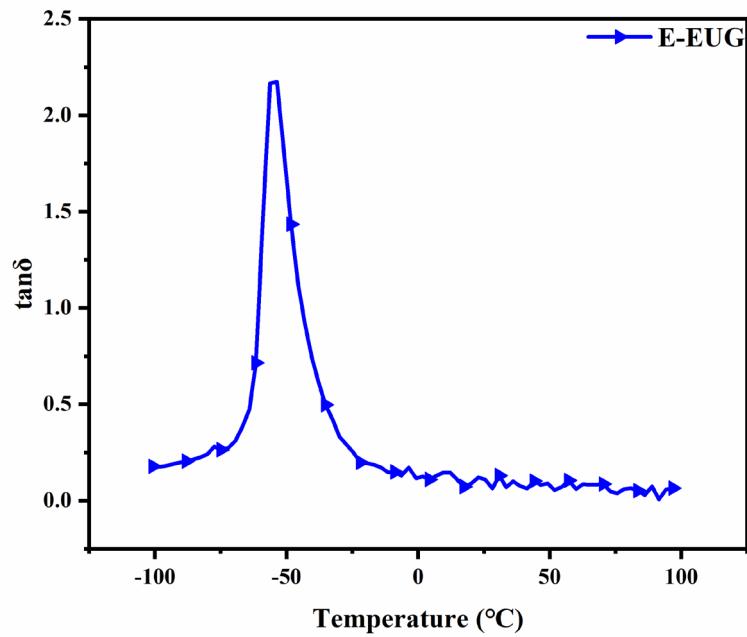


图 7 环氧化杜仲橡胶（环氧化度 28%）的损耗因子图

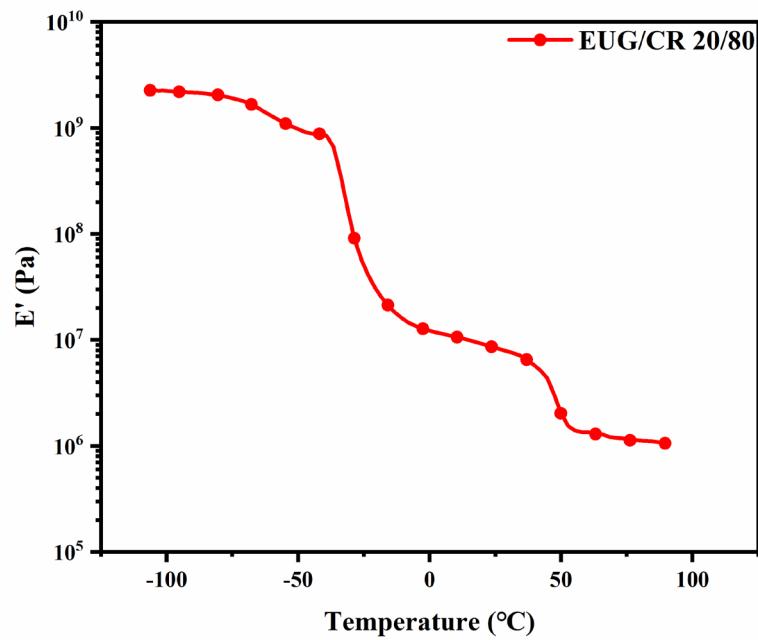


图 8 共混杜仲橡胶（EUG/CR 20/80）的储能模量图

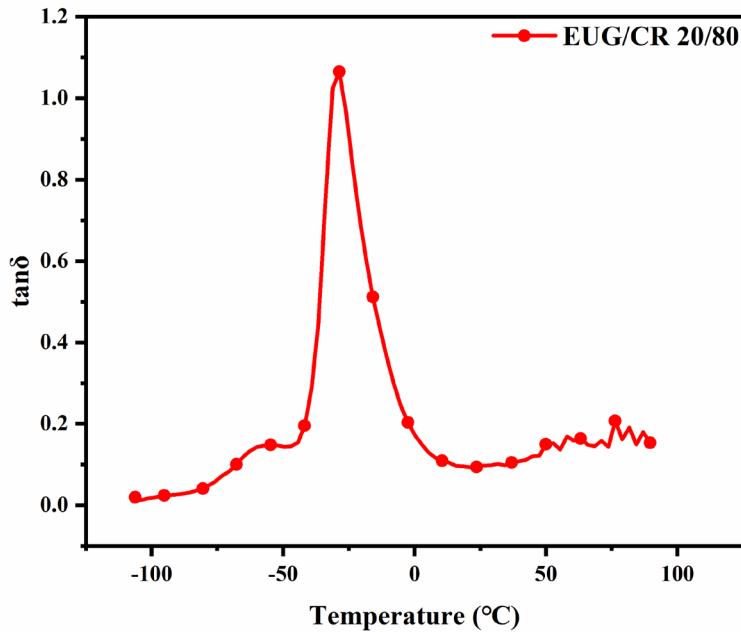


图 9 共混杜仲橡胶 (EUG/CR 20/80) 的损耗因子图

(二) 预期的经济效果

本技术文件规范“模量跨量级改性杜仲橡胶”旨在提高我国杜仲橡胶企业的技术水平和竞争力，指导杜仲橡胶改性的研发、应用，提高我国杜仲橡胶改性技术水平和行业竞争力。当前，我国尚无国内企业形成合力编制的、适用于杜仲橡胶市场需求的“规范”，本技术文件“模量跨量级改性杜仲橡胶”的编制有利于从而解决目前面临的共性问题，“规范”侧重杜仲橡胶改性的应用技术条件，规范了测试方法和参考标准，体现“规范”的实用性。在大家合力、决心完善“模量跨量级改性杜仲橡胶”的编制思路下，该技术文件将促进杜仲橡胶事业取得的进步、利于产业相关技术经验的积累与传承，推动我国杜仲橡胶改性技术的持续发展。

(三) 真实性验证

无。

四、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

无

五、与国际、国外有关法律法规和标准水平的对比分析

本标准制定过程未检索到国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。

六、与现行有关法律、法规和标准的关系

本文件与相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

七、重大分歧意见的处理过程及依据

本标准在制定过程中尚未出现重大分歧意见。

八、贯彻标准的要求和措施建议

(一) 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。

(二) 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。

(三) 本标准建议的实施日期

本标准发布后半年实施。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、涉及专利的有关说明

本标准编制过程中暂不涉及专利。

十一、其他应予以说明的事项

无。