

中华人民共和国化工行业标准  
《水电解制氢电解槽用橡胶密封件》  
(征求意见稿) 编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

工业和信息化部工信厅科【2025】528号《工业和信息化部办公厅关于印发2025年第五批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》中下达了化工行业标准《水电解制氢电解槽用橡胶密封件》的制定任务，计划号为2025-1305T-HG，主要起草单位为西北橡胶塑料研究设计院有限公司，项目周期为12个月，要求在2026年12月前完成报批。

该标准归口单位是全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会密封制品分技术委员会。

(二) 工作过程

1. 成立工作组

2025年12月12日，全国橡标委密封制品分技术委员会秘书处发文征集起草单位，根据收到的申请，确定了该标准的编制工作组由以下单位组成：西北橡胶塑料研究设计院有限公司、南京利德东方橡塑科技有限公司、广州国机密封科技有限公司、西安隆基氢能科技有限公司、西安航天动力研究所、安徽中鼎密封件股份有限公司、成都盛帮密封件股份有限公司、蓝星(北京)化工机械有限公司、山西泰宝科技有限公司、四川道弘新材料股份有限公司、宜氢(江苏)新能源有限公司、铁岭五星密封研究所有限公司、上海氢器时代科技有限公司、上海隧桥特种橡胶厂有限公司、上海市塑料研究所有限公司。

工作组成员为：晁海洋、王逸、王亮燕、刘汗青、张增业、李晓鹏、柯玉超、邹兴平、潘虎、张强、朱世江、程宇昊、迟晓萌、韩坤坤、王军明、张红梅、李学广、焦乐、牛志浩、杨兆苇、叶梅、张兀、王金平、郭丰昱、胡恩宁、曲金波、路文龙、倪骏、牛国臣、成荀、任建民

2. 制定过程

(1) 准备阶段(2024年1月-2025年12月)

该阶段主要进行了项目的前期调研工作，总结如下：

绿色氢能是“双碳”目标下清洁能源体系的核心组成部分，以可再生能源为动力通过水电解制备，具有零碳排放等优势，是全球氢能产业发展的核心方向。水电解制氢电

解槽作为绿色氢能制备的核心装备，承担着电能与化学能转化、氢氧分离的关键功能，其运行稳定性与制氢效率直接决定绿色氢能产业的规模化发展潜力，而橡胶密封件是维系电解槽结构完整、保障其高效安全运行的关键功能部件。橡胶密封件的核心功能的是隔离电解槽内外环境、阻止电解液渗漏与易燃易爆气体泄漏、承受运行过程中的交变压力与温度波动，其性能直接影响电解槽运行可靠性与服役寿命。

目前，国内外没有单独的针对制氢电解槽用橡胶密封件的相应产品和材料标准，只有一些关于整个系统及部分零部件的相关标准。相关信息如下：

国外标准情况：与氢相关的橡胶密封标准中，ISO 19880-7:2025《气态氢—加氢站—第7部分：橡胶O形圈》（由国际标准化组织ISO牵头制定，参与国涵盖德国、日本、美国等氢能产业发达国家）虽涉及氢能领域，但适用场景为加氢站高压设备，与水电解制氢电解槽的高温、强腐蚀工况匹配度较低，针对性不足；部分国外制氢相关企业执行内部标准，技术指标基于自身产品需求制定，缺乏通用性，无法直接适用于我国水电解制氢产业实际工况，难以作为我国行业标准的直接参考依据。

国内标准情况：目前国内制氢相关体系标准中，GB/T 19774-2005《水电解制氢系统技术要求》是我国水电解制氢系统领域的核心国家标准，主要规范水电解制氢系统的整体性能、设计、运行及安全等综合要求，涵盖主流制氢系统核心内容，但仅提出系统层面的通用密封安全要求，未细化电解槽专用橡胶密封件的材质、性能指标及试验方法，无法为其生产检验提供针对性技术依据。GB/T 45539-2025《PEM 电解槽技术要求》仅针对PEM电解槽的技术要求进行了规范，未针对其他电解槽进行技术规范、也未对橡胶密封件进行系统要求，而GB/T 29729-2022《氢系统安全的基本要求》是针对整个氢系统包括氢的制取、储存、输送和应用系统的设计和使用，也没有专门针对橡胶密封件进行规范和要求。

从市场及技术上分析，当前市场上用于电解槽密封的橡胶材料主要包括氟橡胶（FKM）、三元乙丙橡胶（EPDM）等，其中EPDM橡胶因耐碱性优异、成本适中，广泛应用于碱性电解槽；FKM橡胶因耐高低温、耐腐蚀性强，适用于高端碱性及PEM电解槽。同时发现，国内部分企业仍存在材料配方不合理、改性技术不足等问题，导致密封件耐碱稳定性、压缩永久变形等关键性能不达标，如传统PTFE密封材料在高温高压及间断开机情况下易发生冷流、蠕变，导致槽体渗漏，需通过填料改性等技术优化提升性能。

基于此，明确标准需对不同材质密封件的性能指标进行差异化规定，同时引导企业优化材料配方，提升产品质量。

随着制氢行业快速发展，电解槽装机量激增，密封材料同质化严重，标准体系不完善，与国外存在差距，不利于行业可持续发展，亟需编制相关橡胶密封件标准以规范产品应用。结合《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》等国家及地方政策，完成调研分析后组织专家论证，上报获批立项，组建工作组推进标准编制，助力制氢产业规范发展。

自 2024 年 1 月，主要起草单位西北橡胶塑料研究设计院有限公司和主要参编单位南京利德东方橡塑科技有限公司、广州国机密封科技有限公司、西安航天动力研究所、成都盛帮密封件股份有限公司等单位通过多次技术沟通和调研，在秘书处的指导下撰写了立项建议书、项目立项论证报告和项目申报草案稿、立项申报答辩 PPT 等申报资料，该阶段对标准草案进行了多次修改，并进行了二轮立项答辩，直至 2025 年 12 月项目立项成功。

## （2）起草阶段（2026 年 1 月-2026 年 6 月）

在接到项目通知后，在全国橡标委密封制品分技术委员会的主持下，于2026年2月4日召开了第一次工作组线上会议，各编制工作组成员单位均参加了会议，会议讨论了标准工作组草案稿，制定了工作计划并对起草过程中的工作进行了分工。

确定了工作计划如下：

- 2025年12月-2026年1月项目工作组成立，并完成相关调研；
- 2026年2月-2026年5月，提出并编制征求意见稿，并完成征求意见稿讨论。
- 2026年6月-2026年8月，完成征求意见，并形成送审稿；
- 2026年9月-2026年10月，完成审查；
- 2026年11月-2026年12月，完成报批稿并报批；

各单位的工作分工及工作重点为：由主起草单位西北橡胶塑料研究设计院有限公司编制标准的征求意见稿、送审稿以及编制说明、意见汇总处理表、以及其后的所有报批文件，其他单位参与各阶段标准的修改，几家主要参编生产研制单位还要提供试验数据验证和生产使用情况。由于实验验证工作量大且比较重要，每种材料选择2~3家单位进行验证，安装成品后试验选择1~2家单位进行验证，工作分工情况如下表1：

表1参加人、参加单位及具体工作分工表

| 序号 | 参加人 | 单位              | 工作分工                                                                                                                                            |
|----|-----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | 晁海洋 | 西北橡胶塑料研究设计院有限公司 | 主要起草单位的第一负责人，负责各阶段标准草案、编制说明及其相关文件的编写，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证，提供密封件协同蓝星（北京）化工机械有限公司进行成品安装后的考核试验，统筹并配合秘书处进行标准的编写工作。    |
| 2. | 王逸  | 西北橡胶塑料研究设计院有限公司 | 主要起草单位第二负责人，负责各阶段标准草案、编制说明及其相关文件的编写，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证，提供密封件协同蓝星（北京）化工机械有限公司进行成品安装后的考核试验。配合第一负责人分配的工作并进行标准编写工作。 |
| 3  | 王亮燕 | 南京利德东方橡塑科技有限公司  | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80）、FKM（硬度等级 70）材料的试验验证，对成品装配考核试验进行了验证                                                             |
| 4  | 刘汗青 | 广州国机密封科技有限公司    | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70）、FKM（硬度等级 70）材料的试验验证，并重点对成品考核试验提出了建议和意见，                                                             |
| 5  | 张增业 | 西安隆基氢能科技有限公司    | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，并重点对密封件材料绝缘性能及成品考核试验提出了建议和意见                                                                                          |
| 6  | 李晓鹏 | 西安航天动力研究所       | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 80）材料的试验验证                                                                                              |
| 7  | 柯玉超 | 安徽中鼎密封件股份有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 8  | 邹兴平 | 成都盛帮密封件股份有限公司   | 对各阶段的标准提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证                                                                                |
| 9  | 潘虎  | 蓝星（北京）化工机械有限公司  | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，对成品装配考核试验进行了验证                                                                                                        |
| 10 | 张强  | 山西泰宝科技有限公司      | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 11 | 朱世江 | 四川道弘新材料股份有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 12 | 程宇昊 | 宜氢（江苏）新能源有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 13 | 迟晓萌 | 铁岭五星密封研究所有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 14 | 韩坤坤 | 上海氢器时代科技有限公司    | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 15 | 王军明 | 上海隧桥特种橡胶厂有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 16 | 张红梅 | 上海市塑料研究所有限公司    | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                                                                                       |
| 17 | 李学广 | 南京利德东方橡塑科技有限公司  | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80）、FKM（硬度等级 70）材料的试验验证，对成品装配考核试验进行了                                                               |

| 序号 | 参加人 | 单位              | 工作分工                                                                                |
|----|-----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |     |                 | 验证                                                                                  |
| 18 | 焦乐  | 西安隆基氢能科技有限公司    | 对各阶段的标准提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证                    |
| 19 | 牛志浩 | 西安航天动力研究所       | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证        |
| 20 | 杨兆苇 | 安徽中鼎密封件股份有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证        |
| 21 | 叶梅  | 成都盛帮密封件股份有限公司   | 对各阶段的标准提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80、90）、FKM（硬度等级 70 和 80）材料的试验验证                    |
| 22 | 张兀  | 蓝星（北京）化工机械有限公司  | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，对成品装配考核试验进行了验证                                            |
| 23 | 王金平 | 山西泰宝科技有限公司      | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                           |
| 24 | 郭丰昱 | 四川道弘新材料股份有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，对成品考核试验方法提出了有效意见                                          |
| 25 | 胡恩宁 | 宜氢（江苏）新能源有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                           |
| 26 | 曲金波 | 铁岭五星密封研究所有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                           |
| 27 | 路文龙 | 上海氢器时代科技有限公司    | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                           |
| 28 | 倪骏  | 上海隧桥特种橡胶厂有限公司   | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                           |
| 29 | 牛国臣 | 上海市塑料研究所有限公司    | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议                                                           |
| 30 | 成荀  | 西北橡胶塑料研究设计院有限公司 | 主要起草单位，负责对各阶段标准草案、编制说明及其相关文件的编写。协助负责人进行标准编写工作。                                      |
| 31 | 任建民 | 南京利德东方橡塑科技有限公司  | 对各阶段的标准草案及编制说明及相关文件提出意见建议，负责对 EPDM（硬度等级 70 和 80）、FKM（硬度等级 70）材料的试验验证，对成品装配考核试验进行了验证 |

主要起草单位西北橡胶塑料研究设计院有限公司等针对当前水电解制氢电解槽用橡胶密封件的需求和应用，根据前期的调研结果，结合本单位的一些实际应用和橡胶材料实验结果，编制了工作组讨论稿的草案稿，其中对不同硬度等级、不同种类的橡胶进行了全项物性实验，并对结果进行相应的分析，会上与相关参与单位对标准初稿进行了讨论，重点研讨了包括对水电解制氢电解槽用橡胶密封件的术语和定义、要求、实验方法、检验规则以及标志、包装、运输和储存等内容。

会后，主要起草单位根据会议中各参加单位提出的意见对征求意见稿的草案稿进行了修改，并于 2026 年 5 月修改完成了该标准的征求意见稿和编制说明讨论稿初稿，并

向全国橡标委密封制品分技术委员会秘书处提交了征求意见稿及其编制说明讨论稿，后经全国橡标委密封制品分技术委员会秘书处多次审阅修改后，完成了为第二次工作组会议准备的征求意见稿和编制说明的讨论稿。

2026年5月27日，在秘书处的组织下，在咸阳召开了线下第二次工作组讨论会，并邀请了多名行业标准化和技术专家，主起草单位西北橡胶塑料研究设计院有限公司把修改的工作组讨论稿和编制说明在会上进行了重点讨论。指标确认的依据、表面电阻率和体积电阻率指标的确认、成品装配后的试验及验证等，并对数据验证进行了明确分工，同时也讨论了产品的主要结构型式等内容。

2026年6月，主起草单位针对第二次工作组讨论会汇总的修改意见，对标准草案和编制说明进行了进一步的修改，标准草案中重点增加了成品安装后性能要求，包括气密性要求和泄漏量要求；编制说明中进一步明确了单位和参编人员的分工，系统地分析了验证数据并对技术指标的确定进行了说明，最终完成了征求意见稿标准草案及编制说明。

## 二、标准的编制原则和确定标准主要内容的论据

### （一）编制原则

（1）具有科学性、先进性和可操作性，促进行业健康发展与技术进步。

（2）与相关标准法规协调一致。

在前期调研工作中查到与该项目有关的国际及国内标准有：ISO 19880-7:2025 Gaseous hydrogen — Fuelling stations Part 7: Rubber O-rings、GB/T 19774-2005《水电解制氢系统技术要求》、GB/T 45539-2025《PEM 电解槽技术要求》、GB/T 29729-2022《氢系统安全的基本要求》等。

这些相关标准主要规定了制氢系统整体的技术要求和实验方法等，未对橡胶密封材料及密封产品做全面系统的规范。本项目根据国内已有研制和生产使用的经验，积累了足够的试验数据，确定本标准的原则是以目前国内生产情况为基础进行编写。

（3）依据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》编写。

### （二）标准制定的主要内容及其确定依据

#### 2.1 产品结构的确定

根据电解槽装配结构、密封工况，划分纯橡胶、半包覆骨架、全包覆骨架三类密封结构，骨架分为金属、非金属两类，为行业主流结构形式。

## 2.2 外观及尺寸公差的确

### 2.2.1 外观

外观缺陷会直接引发漏气、漏液、应力集中开裂等问题，结合橡胶模压制品通用外观标准及电解槽使用要求，确定密封件表面不得存在胶边、缺胶、裂纹、气泡、杂质、填料凸出等缺陷，执行 HG/T 3090 及客户专项要求。

### 2.2.2 尺寸及公差

电解槽密封件装配精度要求高，M2 级公差可满足整机装配、密封压紧的使用需求，同时沿用橡胶制品通用公差标准。

## 2.3 材料类型及物性指标的确定

### 2.3.1 硬度，拉伸强度，拉断伸长率，撕裂强度基础力学性能及老化性能指标的确定

**三元乙丙橡胶：**水电解制氢电解槽密封以静密封为主，邵A70、80硬度综合弹性，刚性、抗挤出、装配性，可匹配AWE、PEM、AEM三类的主流工况，90A硬度高，用于无密封要求的辅助绝缘零件，不作为主密封使用。依据三元乙丙橡胶的自身性能，再结合用户的实际使用情况和几家科研生产单位实际试验数据验证，三元乙丙橡胶70A、80A、90A的**拉伸强度**分别确定为 $\geq 12\text{Mpa}$ 、 $\geq 12\text{Mpa}$ 、 $\geq 11\text{Mpa}$ ，**拉断伸长率**指标分别确定为 $\geq 170\%$ 、 $\geq 150\%$ 和 $\geq 100\%$ ，**撕裂强度**确定为 $\geq 20\text{kN/m}$ 。

**氟橡胶：**氟橡胶主要应用于 PEM，本身分子结构致密、耐介质与耐高温性能优异，不同硬度牌号力学性能区分明显，70A硬度的胶料弹性更好，补强体系偏均衡，**拉伸强度**指标确定为 $\geq 12\text{Mpa}$ ，拉断伸长率指标确定为 $\geq 170\%$ ，撕裂强度确定为 $\geq 20\text{kN/m}$ ，80A硬度为匹配高压、高温工况，**拉伸强度**指标确定为 $\geq 15\text{Mpa}$ ；**拉断伸长率**指标确定为 $\geq 150\%$ ，撕裂强度确定为 $\geq 20\text{kN/m}$ 。

AWE、PEM、AEM电解槽的正常运行温度不超过 $100^{\circ}\text{C}$ ，结合材料耐温特性与电解槽实际运行温度，三元乙丙橡胶采用 $100^{\circ}\text{C} \times 72\text{h}$ ，氟橡胶采用 $150^{\circ}\text{C} \times 72\text{h}$ ，老化后指标变化采用较苛刻的变化率指标

### 2.3.2 压缩永久变形指标确定

AWE、PEM、AEM电解槽的正常运行温度不超过100℃，结合材料耐温特性与电解槽实际运行温度，三元乙丙橡胶采用100℃×72h，氟橡胶采用150℃×72h，符合 GB/T 7759.1 试验要求。

### 2.3.3耐介质指标确定

依据AWE、PEM、AEM 三类水电解制氢电解槽实际运行工况，选取电解槽常规运行温度，高温可加速介质渗透、溶胀与化学腐蚀，提升试验等效性，短时间模拟长期电解液浸泡效果。三元乙丙橡胶：同时采用30%（质量分数）氢氧化钾溶液、pH=3±0.1 硫酸，分别对应 AWE 、AEM碱性工况、PEM酸性工况，全覆盖材料应用场景；氟橡胶：采用pH=3±0.1 硫酸，匹配其仅用于酸性电解槽的使用定位。

### 2.3.4低温脆性指标确定

国内北方厂区、户外设备冬季极端低温可达-40℃，以此考核材料极寒环境下抗脆裂能力；氟橡胶本身低温韧性较差，结合 PEM、AEM 设备实际低温使用环境，设定 -25℃，匹配产品实际应用场景。

### 2.3.5表面电阻率、体积电阻率指标确定

表面电阻率，体积电阻率性能指标参考GB/T19774-2005《水电解制氢系统技术要求》5.4.3.1水电解槽接地电阻检查，电解槽正负极两端对地电阻应不小于1.0MΩ，并结合实际使用单位西安隆基氢能科技有限公司和蓝星(北京)化工机械有限公司建议意见，针对电解槽密封件，为了提高整体设备的绝缘性，橡胶材料性能指标表面电阻率和体积电阻率确定为分别不小于 $10^9\Omega$ 和 $10^9\Omega\cdot\text{cm}$ 。

### 2.3.6粘合强度指标确定

粘合强度是针对半包覆、全包覆骨架复合密封件设置的专项指标，用于考核橡胶层与骨架之间的界面结合能力，可有效评判粘接、铆接等复合结构的稳定性，水电解槽密封属于静态压缩，正常工作环境下界面受力低于1.2kN/m。

## 2.4成品安装后性能指标的确定

针对水电解制氢电解槽，密封件安装后要进行气密性和泄漏量试验，确保水电解槽在制氢过程中的密封性能。GB/T19774-2005中6.1.2.1和6.1.2.2规定了常压水电解槽和压力型电解槽对于气密性和泄漏量试验的基本要求和试验方法。所以本性能指标要符合GB/T19774-2005中6.1.2.1和6.1.2.1规定要求。

### 2.4.1气密性要求



密封件安装后，需方无特殊要求时，气密性试验应符合GB/T19774-2005中6.1.2.1中对压力型水电解制氢电解槽和常压型水电解制氢电解槽的要求。

#### 2.4.2 泄漏量要求

密封件安装后，需方无特殊要求时，泄漏量试验应符合GB/T19774-2005中6.1.2.2的要求。

#### 2.5 试验方法的确定

外观、尺寸、硬度、拉伸、撕裂、压缩永久变形、热老化、低温脆性、耐液体、电阻率、粘合强度等项目，全部采用对应引用标准，统一试验设备、试样规格、试验条件，确保检测结果准确。

#### 2.6 检验规则的确定

结合橡胶制品行业通用质检模式、企业批量生产管理特点制定，兼顾质量管控力度与生产效率。检验分为出厂检验和型式检验两类，明确组批规则、抽样方案、检验项目、复验规则、合格判定规则及型式检验条件。

#### 2.7 标志、包装、运输、贮存

依据橡胶材料自然老化特性、密封件易形变特点、橡胶制品储运通用要求制定，区分不同胶料老化速率划定贮存期限，三元乙丙橡胶确定为3年，氟橡胶确定为5年。

### 三、主要试验的分析

针对密封件的材料性能安装后的成品性能要求，进行了试验验证。

#### 3.1 橡胶材料性能验证

针对实际使用的2种橡胶材料及不同硬度级别，西北院、南京利德东方、成都盛帮、国机密封和西安航天动力等单位针对各单位实际科研生产情况对EPDM和FKM橡胶进行了性能测试验证，实测验证数据见表2~表6。

表2 EPDM的验证数据（70度）

| 序号 | 项目及实验条件                         | 单位   | 指标   | 西北院      | 成都盛帮      | 利德东方 | 国机密封 | 西安航天动力 |
|----|---------------------------------|------|------|----------|-----------|------|------|--------|
| 1  | 硬度, Shore A                     | —    | 70±5 | 74       | 69        | 69.6 | 72.3 | 72     |
| 2  | 拉伸强度                            | MPa  | ≥12  | 12.4     | 13.2      | 14.8 | 14   | 13.4   |
| 3  | 拉断伸长率                           | %    | ≥170 | 209      | 252       | 237  | 285  | 248    |
| 4  | 撕裂强度, 直角                        | kN/m | ≥20  | 24.4     | 22        | 21.9 | 23   | 22.5   |
| 5  | 压缩永久变形, 100°C×72h, 压缩 25%       | %    | ≤20  | 19       | 6         | 10   | 10   | 17.5   |
| 6  | 热空气老化, 100 °C×72h 硬度变化, Shore A | - %  | 0~+5 | +3<br>-3 | 0<br>-2.3 | 3    | +0.5 | +2     |

|                                  |                                                                                     |                  |                        |                           |                           |                           |                          |                              |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
|                                  | 拉伸强度变化率<br>拉断伸长率变化率                                                                 | %                | ≥-10<br>≥-15           | -10                       | -6.3                      | 1.7<br>-5.2               | +2<br>-5                 | -7.1<br>-10.3                |
| 7                                | 低温脆性                                                                                | -                | -40℃无破坏                | -40℃无破坏                   | -40℃无破坏                   | -40℃无破坏                   | -40℃无破坏                  | -40℃无破坏                      |
| 8                                | 耐液体性能, 质量分数 30% 的 KOH 溶液, 100℃×168h<br>体积变化<br>硬度变化, Shore A<br>拉伸强度变化率<br>拉断伸长率变化率 | %<br>-<br>%<br>% | ±5<br>±6<br>±15<br>±25 | -1.5<br>+1<br>+10<br>-15% | +0.2<br>0<br>+9.1<br>-7.5 | -1.3<br>0.4<br>-1.7<br>-7 | -0.1<br>+0.3<br>+6<br>-8 | +3.9<br>+3<br>-13.1<br>-15.6 |
| 9                                | 耐液体性能, pH (3±0.1) 的硫酸溶液, 100℃×168h<br>体积变化<br>硬度变化, Shore A<br>拉伸强度变化率<br>拉断伸长率变化率  | %<br>-<br>%<br>% | ±5<br>±6<br>±15<br>±25 | +2<br>-1<br>+9<br>-13     | +0.9<br>0<br>+6.1<br>-6.8 |                           |                          |                              |
| 10                               | 表面电阻率                                                                               | Ω                | ≥1×10 <sup>9</sup>     | 1.3×10 <sup>10</sup>      | 4.7×10 <sup>15</sup>      | 9.2×10 <sup>15</sup>      | 2.1×10 <sup>9</sup>      | -                            |
| 11                               | 体积电阻率                                                                               | Ω.cm             | ≥1×10 <sup>9</sup>     | 5.8×10 <sup>9</sup>       | 4.8×10 <sup>14</sup>      | 2.6×10 <sup>16</sup>      | 2.3×10 <sup>10</sup>     | -                            |
| 12                               | 粘合强度                                                                                | KN/m             | ≥1.2                   | 2.3                       | 4.5                       | -                         | 2.8                      | -                            |
| 注：指标中负号代表性能下降，负号后面的数值代表性能下降的最大值。 |                                                                                     |                  |                        |                           |                           |                           |                          |                              |

表3 EPDM的验证数据（80度）

| 序号 | 项目及实验条件                                                                                         | 单位               | 指标                     | 西北院                    | 成都盛帮                      | 利德东方                        | 西安航天动力                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1  | 硬度, Shore A                                                                                     | —                | 80±5                   | 82                     | 80.0                      | 77                          | 82                           |
| 2  | 拉伸强度                                                                                            | MPa              | ≥12                    | 14                     | 14.4                      | 18.2                        | 17.6                         |
| 3  | 拉断伸长率                                                                                           | %                | ≥150                   | 170                    | 221                       | 163                         | 151                          |
| 4  | 撕裂强度, 直角                                                                                        | kN/m             | ≥20                    | 22                     | 24                        | 21.1                        | 27.1                         |
| 5  | 压缩永久变形, 100℃×72h, 压缩 25%                                                                        | %                | ≤20                    | 17                     | 10                        | 15                          | 10.6                         |
| 6  | 热空气老化, 100℃×72h<br>硬度变化, Shore A<br>拉伸强度变化率<br>拉断伸长率变化率                                         | -<br>%<br>%      | 0~+5<br>≥-10<br>≥-15   | +2<br>-8<br>-11        | +0.2<br>-4.2<br>-8.1      | +2.2<br>+9<br>-5.9          | +1<br>-3.5<br>-3.1           |
| 7  | 低温脆性                                                                                            | -                | -40℃无破坏                | -40℃无破坏                | -40℃无破坏                   | -40℃无破坏                     | -40℃无破坏                      |
| 8  | 耐液体性能 <sup>a</sup> , 质量分数 30% 的 KOH, 100℃×168h<br>体积变化<br>硬度变化, Shore A<br>拉伸强度变化率<br>拉断伸长率变化率  | %<br>-<br>%<br>% | ±5<br>±6<br>±15<br>±25 | +1<br>+2<br>-12<br>-19 | +0.3<br>0<br>+4.2<br>-6.3 | -0.6<br>0.3<br>3.9<br>-11.1 | +1.9<br>+2<br>-10.1<br>-11.5 |
| 9  | 耐液体性能 <sup>a</sup> , pH(3±0.1) 的硫酸溶液, 100℃×168h<br>体积变化<br>硬度变化, Shore A<br>拉伸强度变化率<br>拉断伸长率变化率 | %<br>-<br>%<br>% | ±5<br>±6<br>±15<br>±25 | +2<br>-2<br>-10<br>-21 | +0.9<br>0<br>+6.1<br>-6.8 | —<br>—<br>—<br>—            | —<br>—<br>—<br>—             |

|                                  |       |                          |                      |                      |                      |                      |  |
|----------------------------------|-------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| 10                               | 表面电阻率 | $\Omega$                 | $\geq 1 \times 10^9$ | $1.3 \times 10^{14}$ | $7.5 \times 10^{15}$ | $3.1 \times 10^{14}$ |  |
| 11                               | 体积电阻率 | $\Omega \cdot \text{cm}$ | $\geq 1 \times 10^9$ | $5.8 \times 10^{13}$ | $3.6 \times 10^{14}$ | $9.0 \times 10^{14}$ |  |
| 12                               | 粘合强度  | kN/m                     | $\geq 1.2$           | 1.5                  | 4.2                  | —                    |  |
| 注：指标中负号代表性能下降，负号后面的数值代表性能下降的最大值。 |       |                          |                      |                      |                      |                      |  |

表4 EPDM的验证数据（90度）

| 序号                               | 项目及实验条件                                                | 单位                       | 指标                      | 西北院                     | 成都盛帮                    | 南京利德东方                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                                | 硬度, Shore A                                            | —                        | $90 \pm 5$              | 91                      | 88.0                    | 89                      |
| 2                                | 拉伸强度                                                   | MPa                      | $\geq 11$               | 11.5                    | 14.9                    | 13.5                    |
| 3                                | 拉断伸长率                                                  | %                        | $\geq 100$              | 120                     | 130                     | 140                     |
| 4                                | 撕裂强度, 直角                                               | kN/m                     | $\geq 20$               | 21                      | 27                      | 22                      |
| 5                                | 压缩永久变形, $100^\circ\text{C} \times 72\text{h}$ , 压缩 25% | %                        | $\leq 20$               | 15                      | 16                      | 17                      |
| 6                                | 热空气老化, $100^\circ\text{C} \times 72\text{h}$           | —                        | 0~+5                    | +1                      | +1                      |                         |
|                                  | 硬度变化, Shore A                                          | —                        | 0~+5                    | +1                      | +1                      |                         |
|                                  | 拉伸强度变化率                                                | %                        | $\geq -10$              | +2                      | -3.7                    |                         |
|                                  | 拉断伸长率变化率                                               | %                        | $\geq -15$              | -8                      | -12.4                   |                         |
| 7                                | 低温脆性                                                   | —                        | $-40^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-40^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-40^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-40^\circ\text{C}$ 无破坏 |
| 8                                | 表面电阻率                                                  | $\Omega$                 | $\geq 1 \times 10^9$    | $2.6 \times 10^{14}$    | $8.1 \times 10^{15}$    | $5.7 \times 10^{14}$    |
| 9                                | 体积电阻率                                                  | $\Omega \cdot \text{cm}$ | $\geq 1 \times 10^9$    | $3.5 \times 10^{13}$    | $7.8 \times 10^{14}$    | $8.2 \times 10^{13}$    |
| 10                               | 粘合强度                                                   | KN/m                     | $\geq 1.2$              | 1.8                     | 4.7                     | —                       |
| 注：指标中负号代表性能下降，负号后面的数值代表性能下降的最大值。 |                                                        |                          |                         |                         |                         |                         |

表5 FKM的验证数据（70度）

| 序号 | 项目及实验条件                                                         | 单位   | 指标                      | 西北院                     | 成都盛帮                    | 国机密封                    | 利德东方                   |
|----|-----------------------------------------------------------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1  | 硬度, Shore A                                                     | —    | $70 \pm 5$              | 72                      | 72                      | 69.2                    | 72.7                   |
| 2  | 拉伸强度                                                            | MPa  | $\geq 12$               | 18.0                    | 18.0                    | 18.7                    | 23.6                   |
| 3  | 拉断伸长率                                                           | %    | $\geq 170$              | 268                     | 268                     | 258                     | 310                    |
| 4  | 撕裂强度, 直角                                                        | kN/m | $\geq 20$               | 26                      | 26                      | 28                      | 23.2                   |
| 5  | 压缩永久变形, $150^\circ\text{C} \times 72\text{h}$ , 压缩 25%          | %    | $\leq 25$               | 10                      | 10                      | 24                      | 17                     |
| 6  | 热空气老化, $150^\circ\text{C} \times 72\text{h}$                    | —    | 0~+5                    | 0                       | 0                       | +0                      | 0.3                    |
|    | 硬度变化, Shore A                                                   | —    | 0~+5                    | 0                       | 0                       | +0                      | 0.3                    |
|    | 拉伸强度变化率                                                         | %    | $\geq -10$              | -1.7                    | -1.7                    | +1                      | 0.5                    |
|    | 拉断伸长率变化率                                                        | %    | $\geq -15$              | -10.8                   | -10.8                   | -3                      | -12.7                  |
| 7  | 低温脆性                                                            | —    | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-15^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-40^\circ\text{C}$ 完好 |
| 8  | 耐液体性能, pH (3±0.1) 的硫酸溶液, $100^\circ\text{C} \times 168\text{h}$ | —    | —                       | —                       | —                       | —                       | —                      |
|    | 体积变化                                                            | %    | $\pm 5$                 | +1.9                    | +1.9                    | +3                      | 1.7                    |
|    | 硬度变化, Shore A                                                   | —    | $\pm 6$                 | -2                      | -2                      | +0.1                    | -2.6                   |
|    | 拉伸强度变化率                                                         | %    | $\pm 15$                | -9.7                    | -9.7                    | +5                      | -14.8                  |
|    | 拉断伸长率变化率                                                        | %    | $\pm 25$                | -17.2                   | -17.2                   | -6                      | -17.2                  |

|    |       |                          |                      |                      |                      |                   |                      |
|----|-------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| 9  | 表面电阻率 | $\Omega$                 | $\geq 1 \times 10^9$ | $3.3 \times 10^{15}$ | $3.3 \times 10^{15}$ | $3.1 \times 10^9$ | $6.8 \times 10^{14}$ |
| 10 | 体积电阻率 | $\Omega \cdot \text{cm}$ | $\geq 1 \times 10^9$ | $3.7 \times 10^{13}$ | $3.7 \times 10^{13}$ | $1.8 \times 10^9$ | $2.3 \times 10^{15}$ |
| 11 | 粘合强度  | KN/m                     | 1.2                  | 8.1                  | 8.1                  | 2.5               | —                    |

注：指标中负号代表性能下降，负号后面的数值代表性能下降的最大值。

表6 FKM的验证数据（80度）

| 序号 | 项目及实验条件                                                         | 单位                       | 指标                      | 西北院                     | 成都盛帮                    | 利德东方                    |
|----|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1  | 硬度, Shore A                                                     | —                        | $80 \pm 5$              | 78                      | 78                      | 81.2                    |
| 2  | 拉伸强度                                                            | MPa                      | $\geq 15$               | 16.7                    | 19.6                    | 15.6                    |
| 3  | 拉断伸长率                                                           | %                        | $\geq 150$              | 157                     | 201                     | 168                     |
| 4  | 撕裂强度, 直角                                                        | kN/m                     | $\geq 20$               | 21                      | 24                      | 22.3                    |
| 5  | 压缩永久变形, $150^\circ\text{C} \times 72\text{h}$ , 压缩 25%          | %                        | $\leq 25$               | 16                      | 14                      | 18                      |
| 6  | 热空气老化, $150^\circ\text{C} \times 72\text{h}$                    | —                        | 0~+5                    | +1                      | 0                       | 0                       |
|    | 硬度变化, Shore A                                                   | —                        | $\geq -10$              | +10                     | -2.1                    | +8                      |
|    | 拉伸强度变化率                                                         | %                        | $\geq -15$              | -12                     | -8.4                    | -9                      |
|    | 拉断伸长率变化率                                                        | %                        |                         |                         |                         |                         |
| 7  | 低温脆性                                                            | —                        | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 | $-25^\circ\text{C}$ 无破坏 |
| 8  | 耐液体性能, pH (3±0.1) 的硫酸溶液, $100^\circ\text{C} \times 168\text{h}$ |                          |                         |                         |                         |                         |
|    | 体积变化                                                            | %                        | $\pm 5$                 | +3                      | +1.8                    | +4                      |
|    | 硬度变化, Shore A                                                   | —                        | $\pm 6$                 | -4                      | -3                      | -5                      |
|    | 拉伸强度变化率                                                         | %                        | $\pm 15$                | -12                     | -7.3                    | -13                     |
|    | 拉断伸长率变化率                                                        | %                        | $\pm 25$                | -22                     | -15.9                   | -18                     |
| 9  | 表面电阻率                                                           | $\Omega$                 | $\geq 1 \times 10^9$    | $1.2 \times 10^{12}$    | $4.5 \times 10^{15}$    | $4.7 \times 10^{11}$    |
| 10 | 体积电阻率                                                           | $\Omega \cdot \text{cm}$ | $\geq 1 \times 10^9$    | $3.5 \times 10^{12}$    | $6.8 \times 10^{13}$    | $6.2 \times 10^{10}$    |
| 11 | 粘合强度                                                            | KN/m                     | 1.2                     | 1.5                     | 9.4                     | 1.9                     |

注：指标中负号代表性能下降，负号后面的数值代表性能下降的最大值。

从上述5家主要生产单位的橡胶材料验证数据来看，实测数据基本能满足确定的橡胶材料指标要求，不同单位由于客户单位不同以及客户要求的指标、使用工况不尽相同，有的单位材料电性能要优异一些，有些单位的耐压缩永久变形更优，有的单位材料耐酸或碱性能更优，从数据来看各家的胶料配方及工艺能满足批量化生产要求。表明制定的材料指标合理，验证数据也基本能达到要求，没有出现特别容易达到和很难达到或不合格的情况，配合度较好。

### 3.2 成品安装后性能现场验证

#### 3.2.1 常压水电解槽成品安装后性能验证试验

按照试验要求，蓝星(北京)化工机械有限公司进行成品安装后的考核试验安装了西

北橡胶塑料研究设计院有限公司的整套EPDM密封件进行试验验证。蓝星(北京)化工机械有限公司实际试验的压力为0.1MPa，通过试验验证，无泄漏。具体验证过程如下：

#### 1) 试验条件确认

试验前应确认以下条件：

- a) 被测试密封系统已完成安装，紧固件已按设计要求施加扭矩；
- b) 试验介质已准备就绪，液压试验宜采用洁净水或设计指定的液体介质；
- c) 压力表、记录仪等检测仪器已校验合格并在有效期内，其精度应满足试验压力测量要求；
- d) 试验区域已设置安全隔离和警示标识，无关人员已撤离。

#### 2) 试验装置检查

试验前应对加压管路、阀门、密封接头等进行检查，确保连接可靠、无泄漏。

#### 3) 液压泄漏测试

##### 3.1 试验压力

液压试验压力应不低于设计压力的1.5倍（高于指标的不低于设计压力）。试验过程中应缓慢升压，分级加压，每级稳压后方可继续升压，避免压力冲击。

##### 3.2 试验程序

- a) 缓慢加压至试验压力，逐级检查密封部位及管路连接处有无异常；
- b) 达到规定的试验压力后，保压30min；
- c) 保压期间持续观察压力表读数及密封部位渗漏情况。

##### 3.3 合格判定

保压30min内，符合以下两项者判定为合格：

- a) 压力表读数无明显下降（压力不降）；
- b) 目视检查密封垫片周边及连接部位无可见渗漏（无渗漏）。

##### 3.4 注意事项

- a) 液压试验时，应避免试验介质温度剧烈变化导致压力波动；
- b) 对于不允许残留试验液的系统，试验后应进行排液和干燥处理。

#### 3.2.2 压力型水电解槽模拟实验

南京利德东方通过自己设计工装，对出厂的产品单体密封件和简易电堆进行了气体（氮气）和水（液体）相关气密性和泄漏量试验。

| 项目 | 测试项目              | 测试对象      | 测试条件                                                                                                     | 试验结果 |
|----|-------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | 氮气<br>保压气密<br>性试验 | 单体密封<br>件 | 使用测试工装，密封件压缩量25~30%，室温，将工装及附件安装到压力试验台上，并浸没在水中，用氮气充满工装及附件并排除空气后，以均匀的速率在60s~100s 内加压至6MPa，保压3min，观察其是否出现气泡 | 无泄漏  |
| 2  | 水压<br>保压试验        |           | 使用测试工装，密封件压缩量25~30%，室温，将工装及附件安装到压力试验台上，用水充满工装及附件并排除空气后，以均匀的速率在60s~100s 内加压至7MPa，保压3min，观察其是否漏水           | 无泄漏  |
| 3  | 高温<br>老化试验        |           | 90℃×30d，老化后先后测试第2及1项试验                                                                                   | 无泄漏  |

| 项目 | 测试项目              | 测试对象                | 测试条件                                                                                                     | 试验结果                             |
|----|-------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | 氮气保压<br>气密性试<br>验 | 简易电堆<br>密封件（单<br>片） | 使用测试工装，密封件压缩量25~30%，室温，将工装及附件安装到压力试验台上，并浸没在水中，用氮气充满工装及附件并排除空气后，以均匀的速率在60s~100s 内加压至6MPa，保压3min，观察其是否出现气泡 | 无泄漏                              |
| 2  | 水压保压<br>试验        |                     | 使用测试工装，密封件压缩量25~30%，室温，将工装及附件安装到压力试验台上，用水充满工装及附件并排除空气后，以均匀的速率在60s~100s 内加压至7MPa，保压3min，观察其是否漏水           | 无泄漏                              |
| 3  | 高温老化<br>试验        |                     | 90℃×30d，老化后先后测试第2及1项试验                                                                                   | 无泄漏                              |
| 4  | 氮气泄漏<br>试验        |                     | 室温，2.5MPa，保压20s，记录泄漏率                                                                                    | 1.5×<br>10 <sup>-7</sup> mbarL/s |

从3家单位协调验证结果来看，测试条件是达到并高于GB/T19774-2005中6.1.2.1和6.1.2.2要求，而成品安装后的气密性和泄漏量的实测性能能满足指标要求。

### 3.3验证结论

根据上述试验验证结果以及秘书处调研了解，西北院目前已经与蓝星公司和西安隆基氢能科技有限公司形成了稳定的供货，成都盛帮的主要还优先用在了新能源汽车的高绝缘部位的密封件，南京利德东方密封件主要是出口到国外某单位，结合科研生产单位西北橡胶塑料研究设计院有限公司、南京利德东方等单位具有水电解制氢电解槽用橡胶

密封件近5年多的供货历史和售后市场无不良投诉的表现，本标准规定的水电解制氢电解槽用橡胶密封件的橡胶材料性能要求，能满足产品的使用 and 设计要求。

#### 四、标准中涉及专利的情况

本标准未涉及相关专利。

#### 五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准的制定可以促进相关企业按照统一的规范进行设计、生产，为制造方和使用方提供了统一的考核和验收标准，这有利于稳定和提高产品技术性能，对提升行业产况

#### 六、与国际、国外对比情况

国内尚无相关的标准，本标准为国内先进水平。

#### 七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于橡胶与橡胶制品专业领域标准体系“密封制品”中，体系表编号为01-035-09-02-04。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

#### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无

#### 九、标准性质的建议说明

本标准为推荐性标准。

#### 十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准为生产方和使用方提供了比较全面的质量控制和验标。为鼓励设计开发、生产和销售及选用，建议本标准批准发布6个月后实施。

#### 十一、废止现行有关标准的建议

无。

#### 十二、其他应予以说明的事项

无。

2026.6