

题目 40:

## “可再生能源电解水制氢隔膜”比赛方案

(深圳市星源材质科技股份有限公司)

### 一、组织单位

深圳市星源材质科技股份有限公司

### 二、题目名称

可再生能源电解水制氢隔膜

### 三、题目介绍

氢能是实现我国双碳战略目标的重要途径，光伏、风电等可再生能源制氢在国际上也受到高度重视，电解水制氢技术作为关键技术成为竞争焦点。在目前所有的制氢技术中，碱水电解制氢（ALK）技术是目前发展最为成熟的制氢技术之一，最有望在近中期应用于工业上规模化制取绿氢；质子交换膜电解制氢（PEMWE）具有高安全性、高制氢效率、高便捷性的优势；第三代的阴离子膜电解水制氢（AEMWE）兼具二者优点，更具成本和效率优势。高分子隔膜在各种电解水制氢技术中均发挥重要作用，整个行业处于发展的初期黄金阶段，亟需从制氢性能、效率和技术成本方面研发高性能的隔膜并应用于电解设备中，推动规模化工业制氢技术的应用发展。

ALK 中普遍采用多孔隔膜，已有多种类型的商业品隔膜应用于碱水电解设备中，但高厚度导致离子传输阻力大、槽压和

能耗高，大孔径和多孔结构导致气体交叉风险和气体纯度低等问题亟待解决。PEMWE 中采用商业化的全氟磺酸膜，但高昂的成本限制其发展。AEMWE 的核心材料是阴离子交换膜（AEM），该领域目前尚无成熟的商业品，均为一些初创公司发布的产品，实际应用效果有待下游验证。因此，针对不同的电解水制氢技术，都亟待开发性能优异、高效、长寿命的高分子隔膜。

#### 四、参赛对象

2024 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生（不含在职研究生）均可申报作品参赛，以个人或团队形式参赛均可，每个团队不超过 10 人（含作品申报者），每件作品可由不超过 3 名教师指导完成。可以跨专业、跨校、跨地域组队。

本校硕博连读生（直博生）若在 2024 年 6 月 1 日以前未通过博士资格考试的，可以按研究生学历申报作品。没有实行资格考试制度的学校，前两年可以按硕士学历申报作品。本硕博连读生，按照四年、两年分别对应本、硕申报，后续则不可申报。

毕业设计和课程设计（论文）、学年论文和学位论文、国际竞赛中获奖的作品、获国家级奖励成果（含本竞赛主办单位参与举办的其他全国性竞赛的获奖作品）等均不在申报范围之列。

每件作品仅可由 1 所高校推报，高校在推报前要对参赛团队成员及作品进行相关资格审查。

每所学校选送参加专项赛的作品数量不设限制，但同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛主体赛事自然科学类学术论文、哲学社会科学类调查报告、科技发明制作作品评比。

## **五、答题要求**

参赛者应完成绿氢隔膜（包含 ALK 隔膜，PEM 及 AEM）的制备和测试，参赛作品提交内容包括报告类、影音类和实物类。

### **1.报告类**

绿氢隔膜的制备方案及性能测试报告。

### **2.实物类**

绿氢隔膜。

### **3.影音类**

绿氢隔膜制备与检测过程，以视频/图像/报告的方式介绍技术原理与效果（可选）。

## **六、作品评选标准**

### **1. 作品完整性：50 分**

各参赛队伍需独立开展电解水制氢隔膜的研究及制备、实验及测试。参赛者可以在 ALK、PEMWE、AEMWE 三种技术中选择一种，并提交《技术研究与设计报告》一份。报告内容

包括但不限于项目概况、研究内容、核心技术/创新点、实验方案、成果总结（包括专利、论文、相关鉴定报告等）。要求契合主题、观点明确，数据准确，结构完整，文字简洁流畅，结合本企业具体实际，对解决实际问题具有指导意义，具有商业应用性。

该部分为 50 分，如未完成，按照完成比例给予评定，最多不超过 30 分。

## 2. 作品评价指标：50 分

各参赛队伍需提供电解水制氢隔膜样品（ALK、PEMWE、AEMWE 三种之一），样品尺寸宽度 $\geq 200\text{mm}$ ，长度 $\geq 200\text{mm}$ ，样品具体参数如下：

### （1） 应用于 ALK 的多孔隔膜：

	性能表征	具体参数
1	膜面电阻	$\leq 0.2 \Omega \cdot \text{cm}^2$
2	膜稳定性	材料降解 $\leq 0.2 \% @ 3000 \text{ h}$
3	气密性	氢气透过率 $\leq 100 \text{ pmol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1}$
4	强度	5~25 kgf
5	亲水性	水接触角 $< 60^\circ$
6	耐热性	可耐受 $100^\circ\text{C}$ 高温
7	制氢电流密度	$1.5 \text{ A cm}^{-2} @ 2.0 \text{ V} (80^\circ\text{C}, 30 \text{ wt\% KOH 溶液})$

		( iR-free, 本征性能 )
8	电压稳定性	500 h 内电压衰减 $<10\% @ 0.5 \text{ A cm}^{-2}$
9	氢气纯度	$>99.9 \text{ vol}\%$

(2) 应用于 PEM 的多孔隔膜:

	性能表征	具体参数
1	$\text{H}^+$ 离子电导率	$\geq 300 \text{ mS/cm}$
2	湿膜强度	$\geq 40 \text{ MPa}$
3	溶胀率	$\leq 10\%$
4	抗氧化性	Fenton 试剂, $80^\circ\text{C}$ 条件下, 1000 h 内质量衰减 $\leq 10\%$ , 离子电导率衰减 $\leq 5\%$
5	厚度	$20-100 \pm 2\% \text{ 微米}$
6	气密性	氢气透过率 $\leq 50$ $\text{pmol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1}$
7	制氢电流密度	$2.0 \text{ A cm}^{-2} @ 2.0 \text{ V}$ ( $80^\circ\text{C}$ , 1 M KOH 溶液 )( iR-free, 本征性能 )
8	电压稳定性	1000 h 内电压衰减 $<10\% @ 0.5 \text{ A cm}^{-2}$
9	氢气纯度	$>99.9 \text{ vol}\%$

(3) 应用于 AEM 的多孔隔膜

	性能表征	具体参数
1	OH <sup>-</sup> 离子电导率	≥300 mS/cm
2	湿膜强度	≥40 MPa
3	溶胀率	≤10%
4	1 M KOH, 80°C 条件下, 5000 h 离子电导率衰 减	≤5%
5	厚度	20-100±2%微米
6	气密性	氢气透过率≤50 pmol·s <sup>-1</sup> ·cm <sup>-1</sup> ·bar <sup>-1</sup>
7	制氢电流密度	2.0 A cm <sup>-2</sup> @2.0 V( 80°C, 1 M KOH 溶液 )( iR-free, 本征性能 )
8	电压稳定性	1000 h 内电压衰减 ≤10%@0.5 A cm <sup>-2</sup>
9	氢气纯度	>99.9 vol%

如未达到以上指标要求, 按照完成度比例给予评定, 最多不超过 40 分。

## 七、作品提交时间

2024 年 4 月-2024 年 8 月，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校“挑战杯”竞赛组织协调机构要积极组织学生参赛，安排有关老师给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2024 年 8 月，组委会和出题方共同开展初审，确定入围终审的晋级作品和团队。

### 1. 竞榜

2024 年 4-7 月，各参赛团队针对榜单题目开展科研攻关。7 月 31 日前提交作品。

### 2. 评榜

2024 年 8 月 20 日前，大赛组委会和星源材质科技股份有限公司共同开展初评和复评。

### 3. 夺榜

2024 年 9 月，获得特等奖的晋级团队完善作品，冲刺攻关准备争夺“擂主”。在“擂台赛”现场决出 1 个“擂主”。

## 八、参赛报名及作品提交方式

### 1. 网上报名方式

(1) 请参赛同学通过 PC 电脑端登录报名网站（<https://fxyh-t.bocmartech.com/jbgs/#/login>），在线填写报名信息。

(2) 报名信息提交后，请将系统生成报名表下载打印，根据提示，由申报人所在学校的学籍管理部门、院系、团委等部门分别进行审核（需严格按照要求在指定位置完成签字和盖章）。

(3) 将审核通过的报名表扫描件上传系统，等待所在学校及发榜单位审核。

(4) 请参赛同学注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。具体操作流程详见报名网站《操作手册》。

## 2. 具体作品提交方式

提交具体作品时，务必一并提交 1 份报名系统中审核通过的参赛报名表（所有信息与系统中填报信息保持严格一致）。

2024 年 7 月 31 日前，各参赛队伍将报名表和报名信息统计表（包括 PDF 版本（含加盖红章）和 WORD 版本）、作品及附件等整理成压缩文件，并以“提报单位（学校全称）—XXX 团队—XX 题目—联系方式”命名后发送至邮箱：

hey1@senior798.com。如附件较大，可将附件传至网盘，并将网盘链接及密码附在邮件正文中。

报名表和报名信息统计表还需提供纸质版，2024 年 7 月 31 日前，请将纸质版原件（含加盖红章）1 式 2 份邮寄到：深圳市星源科技股份有限公司（收件人信息：广东省深圳市光明区马田街道田园路北 5 号，何延丽 13148812548）。



## 九、赛事保障

### 1. 参观学习

参赛团队可在比赛进行期间，提前两周时间向深圳市星源材质科技股份有限公司递交参观交流申请，经审批同意后，可赴星源材质科技股份有限公司进行参观交流。

### 2. 竞赛指导

根据实际情况，为各参赛团队配备企业比赛专班进行相应的指导和咨询。各参赛队可发送邮件就赛事中的各项问题进行咨询。

## 十、设奖情况及奖励措施

### 1. 设奖情况

每个发榜题目分别根据申报数量设特等奖 5 个，一等奖 3 个，二等奖 5 个，三等奖 5 个。获得特等奖的团队晋级最终“擂台赛”。

### 2. 奖励措施

（1）“擂主”奖金 20000 元，特等奖奖金 5000 元，一等奖奖金 2000 元，二等奖奖金 1000 元，三等奖奖金 800 元。

（2）擂主奖金与特等奖奖金可累加，即 25000 元。

（3）对于选择本题目的学生可优先安排实习工作，对获奖且有意愿到公司工作的学生可优先录用。

### 3. 奖金发放方式

获奖者需提供接收奖金的银行卡信息，奖金在赛事结束并经公司领导审批后 3 个月内一次性发放。

## 十一、比赛专班联系方式

### 1. 赛事服务团队

联络专员：何老师

联系方式：13148812548，邮箱 [hey1@senior798.com](mailto:hey1@senior798.com)

负责比赛进行期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

### 2. 专家指导团队

指导专家：王老师

联系方式：18956588536，邮箱 [wangxi@senior798.com](mailto:wangxi@senior798.com)

指导专家：王老師

联系方式：13660809061，邮箱 [wangyj@senior798.com](mailto:wangyj@senior798.com)

### 3. 联系时间

比赛进行期间工作日（8:30-11:30，14:00-17:30）

### 4. 联系地址

广东省深圳市光明区马田街道田园路北 5 号

深圳市星源材质科技股份有限公司

## 附：选题申报单位简介

深圳市星源材质科技股份有限公司成立于 2003 年 9 月，注册资本人民币 12.8 亿元，股票代码 300568，是中国战略新兴产业新能源材料领域的国家级高新技术企业。公司总部位于深圳市，在广东、安徽、江苏、瑞典、马来西亚、日本、德国等地共建设八个生产基地、三个研发中心和多个海外办事处。公司产品涵盖锂电池、钠电池隔膜、绿氢膜、PERO 膜等各类功能膜，产品广泛应用于新能源汽车、两轮电动车、消费电子、储能电站、航天航空、低碳制造等多个领域，全球市场占有率 10% 以上。

星源材质是全球第一家提出“动力锂电池隔膜”概念的国家火炬计划重点高新技术企业，率先打破国外垄断并批量出口海外市场，荣获国家“工信部制造业单项冠军产品”“科技部国家重点新产品”“教育部科技进步一等奖”，广东省“科学技术奖”“省政府质量奖”，深圳市“科技创新奖”“科技进步奖”等多个奖项。公司多个隔膜研究项目，被列入“863 计划”“国家火炬计划”。截止 2023 年 12 月，公司共持有专利技术 500 余项。

星源材质拥有国际一流的科研团队，研发技术类人才占比 208 以上，并与国内外知名科研院校、机构长期保持紧密合作关系。建设有“国家地方联合工程研究中心”“特种功能膜实验室”“博士后创新实践基地”“产学研基地”“锂电产业学院”

等多个研发平台。公司始终坚持“品牌”质量建设，先后完成了 ISO9001 质量管理体系、汽车行业 IATF16949 质量标准体系、GB/T29490:2013 知识产权管理体系认证，导入并执行德国汽车工业协会 VDA6.3 过程审核标准。

星源材质以“星源膜创造新生活”为使命，致力于开发环境友好的膜产品，营造安全健康环保的就业环境，在 Iso14001 环境管理、ISO45001:2018 职业健康安全管理、GB/T23331:2012 能源管理等体系的约束下，为建设低碳环保地球家园贡献星源力量。