

# 《碱性电解槽 第 1 部分:通用要求》

## 国家标准征求意见稿编制说明

2025 年 9 月

# 一、工作简况

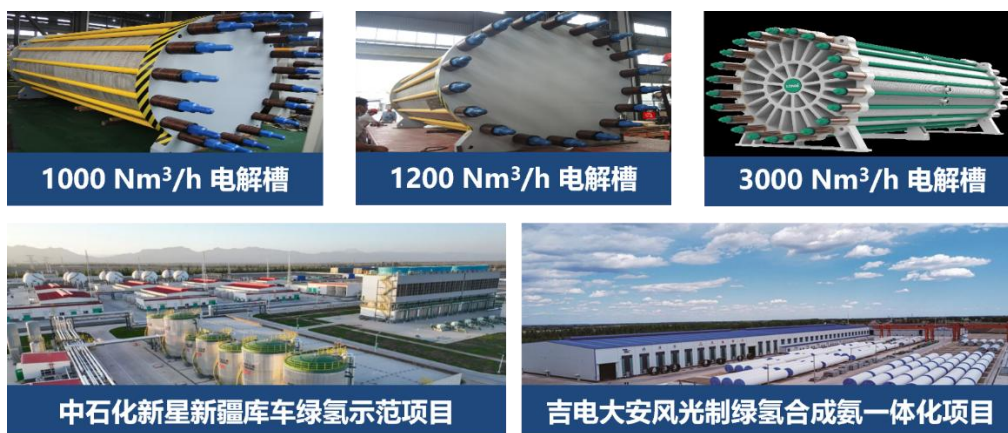
## 1.1 任务来源

为贯彻落实《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》《氢能产业标准体系建设指南（2023 版）》的要求，加快推动氢能在能源领域的应用发展。

## 1.2 制定背景

习近平主席在 2020 年的第七十五届联合国大会上发表重要讲话时提出：中国将力争于 2030 年前将二氧化碳排放达到峰值，争取在 2060 年前实现碳中和。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》也明确提出：加快推动绿色低碳发展，支持绿色技术创新，推进重点行业和重要领域绿色化改造，降低碳排放强度。《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》明确氢能是未来国家能源体系的重要组成部分、用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向。据预测，在 2030 年碳达峰情景下，我国氢气需求量将达到 3715 万吨，在 2060 碳中和情景下，我国氢气需求量将增加至 1.3 亿吨。近年来，电解水制氢技术已经被认为是发展绿色氢能产业的关键所在并不断受到关注。2021 年至今已有多个以电解制氢装备为核心的可再生能源电解制氢项目在十四五期间陆续落地。2021 年正式建设的中石化新疆库车万吨级绿氢项目，通过可再生能源耦合电解水制氢系统，实现了氢的产、储、输、运一体化，实现了 2 万吨/年的制氢能力，每年可减少二氧化碳排放量约 48.5 万吨。2023 年开

工的吉林大安绿氢合成氨项目采用可再生能源发电耦合电解水的绿色制氢方式，为合成氨提供原料，投产后可年产氢 3.2 万吨、氨 18 万吨，每年减少碳排放约 65 万吨。据估计，2030 年电解水制氢产量将达到约 500 万吨，电解槽装机达到 80GW，电解水槽市场规模将超过 1000 亿元；2060 年电解水制氢产量约 1 亿吨，电解槽装机有望突破 500GW，电解槽市场规模将超过 5000 亿元。



电解水制氢装备的规模化发展需要构建科学适用、系统全面的标准与测试评价体系。标准及规范方面，国际上，ISO/TC 197 氢能技术委员会发布了 ISO 22734:2019《电解水氢气发生器 工业、商业和住宅用》，正在组织修订 ISO 22734，分别为：ISO/AWI 22734-1《电解水氢气发生器 工业、商业和住宅用 第 1 部分：通用要求、测试协议和安全要求》和 ISO/AWI TR 22734-2《电解水氢气发生器 第 2 部分：接入电网测试指南》。国内来看，全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）先后组织制定了 GB/T 19774-2005《水电解制氢系统技术要求》、GB/T 37562-2019《压力型水电解制氢系统技术条件》、GB/T 37563-2019《压力型水电解制氢系统安全要求》和 GB 32311-2015《水电解制氢系统能效限定值及能效等级》四项国家标准，

分别对现有电解制氢系统的基本要求和能耗水平做出了相应规定。但随着近年来国内能源市场对氢的需求增大，上述标准已经无法满足当下对电解制氢装备更大产量、更高能效和更长耐久的要求。而在2024-2025年，全国氢能标准化技术委员会先后组织制订并发布了GB/T 45539-2025《PEM电解槽技术要求》和GB/T 45541-2025《PEM电解槽性能测试方法》两项标准以规范PEM电解制氢关键装备的规范化。然而，作为当前最为成熟且低成本的碱水制氢技术，尚无技术要求和测试标准以指导并规范其发展。

综上所述，为改善国内碱水制氢领域暂无相关标准以指导设计和生产的现状，实现电解水制氢行业的高质量发展，针对碱水电解制氢装备的标准化技术要求亟需制订。

## **二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的对比**

### **2.1 标准编制原则**

本标准按照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》的要求和规定进行编写。

- （1）落实我国能源行业双碳政策和氢能中长期规划的重要举措。
- （2）规定了碱水电解槽的术语和定义、分类和标记方式、通用要求和技术要求、试验方法、检验规则、标志牌和出厂资料等内容。
- （3）结合国内外的实际情况，在调研碱水电解技术的基础上，针对电解槽及其核心零部件制定合理的要求及规范。
- （4）体现碱水电解槽技术的发展状况，推动电解水技术的推广

应用。

本标准编制的指导思想为科学性、完整性、准确性和可操作性。制定过程中除了认真总结多年来的试验研究成果外，还参阅和汲取了国内相关标准的经验和条款：GB/T 19774《水电解制氢系统技术要求》、GB/T 46104-2025《电解水制氢系统功率波动适应性测试方法》、GB/T 45092-2024《电解水制氢用电极性能测试与评价》、GB/T 37562《压力型水电解制氢系统技术条件》、GB/T 45092-2024《电解水制氢用电极性能测试与评价》、GB/T 45539-2025《PEM电解槽技术要求》、GB/T 45541-2025《PEM电解槽性能测试方法》和GB/T 46104-2025《电解水制氢系统功率波动适应性测试方法》等，符合碱性电解水制氢的生产实际状况，达到内容全面、技术含量高、操作性强的要求。该标准与现行法律法规无冲突，并保证了对参考标准最新版本的引用。

## **2.2 标准主要内容及其确定依据**

标准主要内容如下：

### **（1）范围**

本文件规定了碱水电解槽的术语和定义、命名规则、通用要求、技术要求、检验规则、标志和出厂资料等。

### **（2）规范性引用文件**

GB/T 150（所有部分）压力容器

GB/T 2828.10 计数抽样检验系列标准导则 第10部分 计数抽样检验程序

GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶热空气加速老化和耐热试验

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB 50260 电力设施抗震设计规范

GB/T 3634.2 氢气 第2部分:纯氢、高纯氢和超纯氢

GB/T 29729 氢系统安全的基本要求

GB/T 3863 工业氧

GB/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第1部分:电解法

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分:露点法

GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气  
相色谱法

GB/T 5563 橡胶和塑料软管及软管组合件静液压试验方法

GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量显微镜法

GB/T 15329 橡胶软管及软管组合件油基或水基流体适用的织物  
增强液压型规范

GB/T 1972 碟形弹簧

GB/T 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱方法

GB/T 24343 工业机械电气设备绝缘电阻试验规范

GB/T 29411 水电解氢氧发生器技术要求

GB/T 31563 金属覆盖层厚度测量扫描电镜法

GB/T 37562 压力型水电解制氢系统技术条件

GB/T 37563 压力型水电解制氢系统安全要求

GB/T 2306 化学试剂 氢氧化钾

GB/T 629 化学试剂 氢氧化钠

GB 50177 氢气站设计规范

GB 50030 氧气站设计规范

GB/T 150.4 压力容器 第4部分：制造、检验和验收

GB/T 27862-2011 化学品危险性分类试验方法 气体和气体混合物燃烧潜力和氧化能力

GB/T 46104-2025 电解水制氢系统功率波动适应性测试方法

GB/T 18216.4交流1000V和直流1500V及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第4部分：接地电阻和等电位接地电阻

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

### （3）术语和定义

对碱水电解槽和阴阳极、隔膜、双极板、集流板和端板等核心零部件及其关键技术指标进行了定义。

### （4）分类、标记和编码

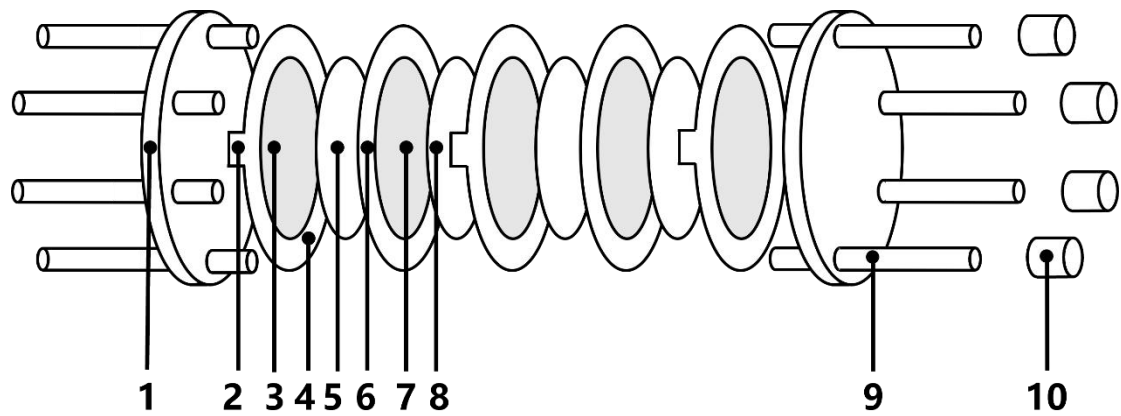
根据碱水电解槽的型式对其进行了分类，并按照规格和型式分类对其编码方式做出了规定。

### （5）通用要求

按照碱水电解槽的结构、外观、安全性和可用性对其进行的要求规定。

## 5.1 结构要求

对碱水电解槽的结构组成、功能和维修更换提出基本要求。



1——端板；2—— 集流板；3——双极板；4——极框；5——阴极电极；6——密封垫片；7——隔膜；8——阳极电极；9——紧固螺杆；10——碟簧垫片

图1 碱水电解槽结构组成

### 5.2 外形要求

对碱水电解槽的外形、标识和安装后结构提出基本要求。

### 5.3 安全性要求

对碱水电解槽的强度、气密性、内窜、绝缘、电压、压力、连锁和报警等方面安全指标提出基本要求。

### 5.4 可用性要求

从碱水电解槽的基本功能、碱液原料、气体循环、直流电耗等方面提出可用性要求。

### （6）技术要求

从组件、接口和制造组装等方面对碱水电解槽提出要求。

### 6.1 组件要求

对包含电极、隔膜、双极板、集流板、端板、密封件、紧固件、支撑底座和镀层结构在内的碱水电解槽核心组成元件提出要求。

### 6.2 接口要求



对电气连接、管路连接和监测点连接提出要求。

### 6.3 制造和安装

对电解槽体安装和管线及附件安装提出要求。

#### （7）试验方法

规定了前文通用要求和技术要求中所需的强度试验、气密性试验、内审试验、绝缘性试验、进液/产气试验和电流/电压试验的试验方法。

#### （8）检验规则

规定了碱水电解槽所需的检验项目和检验边界，并提出了型式检验和出厂检验的方法和要求。

#### （9）标志牌

规定了碱水电解槽标志牌的规格参数和技术参数。

#### （10）出厂资料

规定了碱水电解槽出厂所需随行的必要文件或说明。

### 2.3 修订前后技术内容的对比（如适用）

本标准为首次制订。

## 三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

### 3.1 试验验证

依据本标准所需设计的技术要求，同济大学电解水制氢团队针对碱水电解核心零部件电极和隔膜的技术指标进行了测试。测试指标内容主要包括电极（i）催化活性、（ii）机械稳定性和隔膜的（i）气密性、（ii）面电阻、（iii）抗拉强度、（iv）化学稳定性。按照上述

指标对现有市场的几款商用电解电极的析氧（OER）过电位、析氢（HER）过电位、超声脱落率以及隔膜的泡点压力、面电阻、抗拉强度和碱煮损失率分别进行了测试。其中电极测试方法参照 GB/T 45092-2024 进行，隔膜测试参照 T/CI 1078-2025 进行。

在 HER/OER 过电位测试中获得的各电极过电位结果如表 1 和表 2 所示。根据表 1 结果，选取催化析氢电极应具备的 HER 过电位为  $<350\text{ mV}@3000\text{ A/m}^2$ ， $<400\text{ mV}@5000\text{ A/m}^2$  作为指标合格范围。根据表 2 结果，按照商用镍网性能为基准，选取析氧电极应具备的 OER 过电位为  $<600\text{ mV}@3000\text{ A/m}^2$ ， $<650\text{ mV}@5000\text{ A/m}^2$  作为指标合格范围。机械稳定性测试采用超声脱落率法，测试结果如表 3 所示。通过对照 8 家电极的超声剥落结果得到，在催化剂一定的情况，基底质量越大，超声失重率越小，故考虑超声处理后电极失重率要求 46 目不高于 5%，40 目不高于 10%或 50 目不高于 12%；基于催化剂超声失重率，即超声失重量/(超声前质量-基底质量)不高于 30%的设计指标为合理值。

表 1. 电极析氢（HER）过电位测试结果

HER 过电位 /mV	电极 1	电极 2	电极 3	电极 4	电极 5	电极 6	电极 7	电极 8
1000A/m2	267	243	219	149	140	149	206	207
3000A/m2	365	342	324	261	236	255	284	300
5000A/m2	431	402	393	334	292	325	345	360

表 2. 电极析氧（OER）过电位测试结果

OER 过电位 /mV	镍网	电极 2	电极 3	电极 4	电极 5	电极 6	电极 7	电极 8
1000A/m2	478	301	297	297	294	320	324	340
3000A/m2	581	344	342	339	337	381	379	394
5000A/m2	622	376	374	371	367	428	419	440

表 3. 电极超声剥落率测试结果

	电极 1	电极 2	电极 3	电极 4	电极 5	电极 6	电极 7	电极 8
目数	46	40	40	46	46	46	46	40
丝径/mm	0.25	0.19	0.19	0.25	0.25	0.25	0.25	0.19
超声失重量 (mg/cm <sup>2</sup> )	7.58	2.18	4.17	12.88	12.18	8.33	1.84	4.98
电极失重率 (%)	4.08	2.14	4.11	7.09	6.11	4.47	1.07	5
催化剂失重 率(%)	28.53	10.02	18.87	60.63	20.01	31.68	16.65	20.06

多家隔膜泡点压力、面电阻、抗拉强度和碱煮损失率测试结果如表 4 和表 5 所示,其中隔膜 1 和 2 为 PPS 材质,隔膜 3-6 为复合隔膜。基于上述泡点压力测试数据,按照 PPS 织物隔膜应具备一定的阻气能力从而保证电解槽安全运行的原则,规定当纯水为浸润液时,PPS 织物隔膜泡点压力不低于 5kPa,即 500mmH<sub>2</sub>O 压力下保持 2 分钟无气泡;与此同时,依据复合隔膜应具备优秀的阻气能力以保证电解槽安全运行的原则,规定当纯水为浸润液时,复合隔膜不低于 300kPa。基于上述面电阻测试数据,依据 PPS 织物隔膜应具备较低的面电阻并能降低电解制氢的成本的原则,规定 PPS 织物隔膜在 30℃ 的 30 wt% KOH 溶液中面电阻不高于 0.5 Ω cm<sup>2</sup>;依据复合隔膜应具备较低的面电阻并降低电解制氢的成本的原则,规定复合隔膜面电阻不高于 0.3 Ω cm<sup>2</sup>。基于抗拉强度测试数据,按照复合隔膜应具备优秀的机械性能且便于装配和使用的原则,规定复合隔膜抗拉强度不低于 15MPa。基于上述碱煮稳定性测试数据,按照复合隔膜应具备优异的化学稳定性且保证隔膜的长期使用寿命的原则,规定复合隔膜在 90℃、30 wt% KOH 中浸泡两周后的质量损失率不高于 1.5%。

表 4. PPS 隔膜测试结果

PPS 布	隔膜 1	隔膜 2
泡点压力/bar	0.073	0.048
面电阻/ $\Omega \cdot \text{cm}^2$	0.34	0.32
抗拉强度/MPa	60	64

表 5. 复合隔膜测试结果

复合隔膜	隔膜 3	隔膜 4	隔膜 5	隔膜 6
泡点压力/bar	6.88	12.12	3.89	8.63
面电阻/ $\Omega \cdot \text{cm}^2$	0.34	0.59	0.66	0.29
抗拉强度/MPa	21.1	18.4	10.4	22.7
碱煮前质量/mg	349.9	272.6	413.9	381.2
碱煮后质量/mg	344.5	269.8	410.3	377.6
碱煮质量损失率/%	1.543	1.027	0.869	0.944

上述结果有效说明了本标准针对碱水电解核心零部件指标要求设计的安全性和可靠性，具备充分参考价值。此外，测试方案参照了国内外研究论文和相关标准提出的试验方法，充分验证了本标准提出试验方法的合理性和科学性。

3.2 综述报告

为保证电解水制氢行业的发展，国际ISO/TC 197氢能技术委员会组织修订了ISO/AWI 22734-1《电解水氢气发生器 工业、商业和住宅用 第1部分：通用要求、测试协议和安全要求》和ISO/AWI TR 22734-2《电解水氢气发生器 第2部分：接入电网测试指南》等相关标准。进一步地，针对当前电解水技术安全性和能耗控制等问题，全国氢能标准化技术委员会制定的GB 32311-2015《水电解制氢系统能效限定值及能效等级》、GB/T 37562《压力型水电解制氢系统技术条件》和GB/T 37563-2019《压力型水电解制氢系统安全要求》分别对工业电解水制氢系统的工作效率、产品稳定性和安全性做出了严格规范。在2024-2025年，由全国氢能标准化技术委员会组织并制定的GB/T

45092-2024《电解水制氢用电极性能测试与评价》、GB/T 45539-2025《PEM电解槽技术要求》、GB/T 45541-2025《PEM电解槽性能测试方法》和GB/T 46104-2025《电解水制氢系统功率波动适应性测试方法》相继发布。然而，目前适用于相对成熟且低成本的碱水电解制氢技术的标准化内容仍然空缺。针对现有市场内碱水电解零部件抗压强度低、密封性不足、浓碱条件下稳定性差、电极催化活性落后等诸多问题，尚无相关标准能够规范其性能并提出要求。因此，亟需制订碱水电解制氢技术的相关产品和测试标准以规范碱水电解行业发展和推动技术进步。

### **3.3 技术经济论证**

本标准的制定，填补了国内碱性电解水制氢电极领域国家标准的空白。标准详细规定了结构、安全性和核心零部件等关键特性的要求及测试，为碱水电解产品的研发、选型与质量评估提供了科学统一的技术依据。其中关于技术要求与测试方法的内容均经过充分研究和试验验证，确保了标准的科学性与技术经济可行性，将对制氢相关企业及项目的有效实施起到重要的技术支撑作用。

### **3.4 预期效益**

#### **（1）经济效益**

在 2030 年碳达峰目标背景下，我国氢气年需求量预计将达到约 3715 万吨，其中电解水制氢规模约 500 万吨，对应电解槽装机容量约 80GW；在 2060 年碳中和情景下，氢气需求预计进一步增长至 1.3 亿吨，电解水制氢产量预计提升至约 1 亿吨，电解槽装机容量有望突

破 500GW。本项目的实施将推动电解水制氢技术规模化发展，带动产业链升级，预期可创造超万亿元的经济效益，并为能源结构转型提供重要支撑。

## （2）社会效益

通过建立规范化、标准化的电解制氢系统，能够显著提升氢气制备的效率和稳定性，有效回应“氢从哪里来”的关键命题，契合国家清洁能源发展战略与减排目标。该技术路径有助于降低我国对进口化石能源的依赖，增强能源自主可控能力，提升国家能源安全水平。相关测试标准与规范的制定，将进一步保障技术路线的可靠性与安全性，推动行业健康、有序发展。

## （3）生态效益

本项目以可再生能源电力驱动电解水制氢，实现绿色氢能生产，有助于提升可再生能源消纳比例，显著减少二氧化碳排放。若采用火力发电制氢，按 35%热效率估算，生产 1 度电约消耗 0.35kg 标准煤，排放 1kg 二氧化碳，即每生产 1Nm<sup>3</sup>氢气将伴随约 2.4kg 二氧化碳排放。而采用可再生能源耦合电解水制氢，以单套 3000Nm<sup>3</sup>/h 系统为例，年运行 8000 小时可生产 2400 万 Nm<sup>3</sup>氢气，相应减少约 5.76 万吨二氧化碳排放。因此，本项目在促进能源清洁转型、改善区域环境质量方面具有显著的生态效益。

# 四、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

国际标准 ISO/AWI 22734-1《电解水氢气发生器 工业、商业和住

宅用 第 1 部分：通用要求、测试协议和安全要求》和 ISO/AWI TR 22734-2《电解水氢气发生器 第 2 部分：接入电网测试指南》（暂缓）分别描述了电解水制氢设备的测试要点和接入电网的技术标准，对我国建立电解水制氢系统功率波动适应性测试标准提供了一定指导。

## **五、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**

本标准不涉及采标。

## **六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系**

本标准与现行法律、法规及相关标准协调一致。

## **七、重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准遵循了各方参与原则，制定时充分吸收了相关领域专家的意见和建议，无重大分歧。

## **八、涉及专利的有关说明**

本标准不涉及专利。

## **九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议**

本标准建议自发布起 3 个月实施，标准实施后，设计、开发、生产、测试以及生产场地的安全管理和维护应依据本标准，及时组织人员培训，按照本标准提出的技术性能要求贯彻落实，严格认真遵守本标准规定。

## **十、其他应予说明的事项**

## 十一、公平竞争说明

本标准不含影响公平竞争的有关内容。本标准不适用《公平竞争审查条例》第十二条的规定。

本标准不限制或者变相限制市场准入和退出。不含有对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等违法设置审批程序的内容。不含有限定经营、购买或者使用特定经营者提供的商品或者服务（以下统称商品）。没有设置不合理或者歧视性的准入、退出条件的内容。不含有其他限制或者变相限制市场准入和退出的内容。

本标准不限制或者变相限制商品要素自由流动。不含有限制外地或者进口商品、要素进入本地市场，或者阻碍本地经营者迁出，商品、要素输出的内容。不含有排斥、限制、强制或者变相强制外地经营者在本地投资经营或者设立分支机构的内容。不含有其他限制商品、要素自由流动的内容。

本标准不影响经营者生产经营成本。不含有给予特定经营者选择性、差异化的财政奖励或者补贴的内容。不含有其他影响生产经营成本的内容。

本标准不影响经营者生产经营行为。不含有强制或者变相强制经营者实施垄断行为，或者为经营者实施垄断行为提供便利条件的内容。不含有其他影响生产经营行为的内容。

标准起草组

2025 年 10 月