



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## PEM 电解槽技术要求

Technical requirements of proton membrane exchange eletrolyzer

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(工作组讨论稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 通用要求 ..... 3

5 安全要求 ..... 7

6 技术要求 ..... 8

7 检验规则 ..... 10

8 标志 ..... 11

9 包装、运输和贮存 ..... 11

## 前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# PEM 电解槽技术要求

## 1 范围

本文件规定了质子交换膜（PEM）电解槽的术语和定义、测试条件、设备要求、组装及安装、实验与检测的技术要求、标志、产品随机文件。

本文件适用于等压式、差压式的PEM电解槽的设计制造、检验检测。产氢压力小于等于10 MPa，单槽产氢量不低于1 m<sup>3</sup>/h。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 4962-2008 氢气使用安全技术规程

GB/T 37562-2019 压力型水电解制氢系统技术条件

GB 150 压力容器

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 3836.14 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境

GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

GB/T 13306 标牌

GB/T 19774 水电解制氢系统技术要求

GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语

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

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

PEM 电解槽 PEM electrolyzer

以质子交换膜为电解质，以纯水为反应物，通过直流电解水，在阴极、阳极分别产生氢气和氧气的电化学反应装置，包括质子交换膜、电极催化层、扩散层、双极板以及密封件，通常由多节上述结构构成的装置称为PEM电解槽。

### 3.2

质子交换膜 proton exchange membrane

具有质子传导能力，且有阻气特性的高分子聚合物隔膜。

### 3.3

催化剂覆膜 catalyst coated membrane

由阴、阳极催化层、质子交换膜构成的组件。

## 3.4

膜电极 membrane electrode assembly

由质子交换膜与催化层组合而成的具有电化学反应功能的组件。

## 3.5

气体扩散层/多孔传输层 gas diffusion layer/porous transport layer

放置在催化剂层和流场板之间形成电接触的多孔基层，该层允许反应物和反应产物的穿透传输。

气体扩散层是气体扩散电极的组成部分。气体扩散层也称为多孔传输层(PTL)。

[来源: IEC 60050-485:2020, 485-04-05, 有修改: 定义中“双极板”修改为“流场板”，增加注2]

## 3.6

气体扩散电极 gas diffusion electrode

催化层附着在气体扩散层上而形成的电极。

## 3.7

双极板 bipolar plate

与电极扩散层/多孔传输层接触，起到导电、分配反应物/产物、分隔相邻电解单池的隔板。

## 3.8

集流板 current collector plate

用于收集、传导电解用电流的导电板。

## 3.9

绝缘板 insulation plate

用于隔离电解槽内部电气连接的非导电材料制成的平板。

## 3.10

端板 end plate

位于电解槽两端，用于固定和支撑电解槽内部组件的结构部件。

## 3.11

最高单节(小室)电压 maximum cell voltage

电解槽中单节最高电压。

## 3.12

阴极 negative electrode

在质子得到电子，被还原产生氢气的电极。

注：也可称为氢电极

## 3.13

阳极 positive electrode

在直流电作用下，水失去电子被氧化产生氧气的电极。

注：也可称为氧电极

## 3.14

稳态 stable state

电解槽组件任何控制参数和输出/输入电压或输出/输入电流都能保持在其允许的变化范围内的状态。

## 3.15

波动范围 operating range

电解槽可安全运行的最低与最高功率范围。

## 3.16

产氢压力 pressure

电解槽出口处氢气的压力。在本标准中，除注明者外，压力均指表压力。

### 3.17

启动时间 startup time

电解槽从待机状态，到额定产氢量所需的时间。

冷启动时间：电解槽从冷待机状态发出启动指令时刻到电解槽达到预定电流状态所经历的时间间隔；热启动时间：电解槽从热待机状态发出启动指令时刻到电解槽达到额定电流状态所经历的时间间隔。

### 3.18

加载速度 loading speed

电解槽阴阳极之间加载电流的速度。

### 3.19

活性面积 active area

膜电极催化剂覆盖区域的面积（阴阳极面积不一致时，以面积较小的一侧为准）。

### 3.20

电流密度 current density

单位活性面积上电流的密度，由电解槽阴阳极上施加的直流电流除以电极活性面积得到。

### 3.21

额定工况 rated working conditions

达到标称产氢速率（等同于100%负荷）时电解槽可连续稳定运行的工况，应包括温度、压力、产气流量等条件。

### 3.22

额定电流密度 rated current density

额定工况下PEM电解槽可连续工作的电流密度。

注：额定电流密度单位为  $A\ cm^{-2}$ 。

### 3.23

额定产氢速率 rated hydrogen generation rate

标称工况（100%负荷）下电解槽单位小时生产的标准状态下的氢气体积。

注1：本标准中的氢、氧气体积为标准状态，即0℃，101.325 kPa（绝压）状态下的气体体积，单位为  $m^3$ 。

注2：额定产氢速率单位为  $m^3\ h^{-1}$ 。

### 3.24

冷启动 cold startup

长时间停机后温度接近在正常环境温度下（一般为25℃，不低于5℃）、压力接近常压时的启动。

### 3.25

热启动 warm startup

短暂停机状态下（制氢系统温度一般不低于50℃、压力接近额定工况）启动。

## 4 通用要求

### 4.1 结构与外观要求

#### 4.1.1 结构要求

4.1.1.1 PEM 电解槽由端板、绝缘板、集流板、双极板、膜电极等核心部件组装而成。PEM 电解槽的结构示意图如图 1 所示。

- 4.1.1.2 PEM 电解槽结构应能承受制造商标称工况范围内的温度与产气流量、压力波动。
- 4.1.1.3 所有需要例行检查和维护的零部件，都应便于维修和更换。
- 4.1.1.4 应留有气、水管道的法兰紧固件安装空间，便于紧固件的拆装、更换。
- 4.1.1.5 PEM 电解槽设置的气、水管路接口以及电气接口应符合相关设计要求，满足安装运行与检修维护的需要，电气绝缘性能应符合第 5.3 节的有关要求。

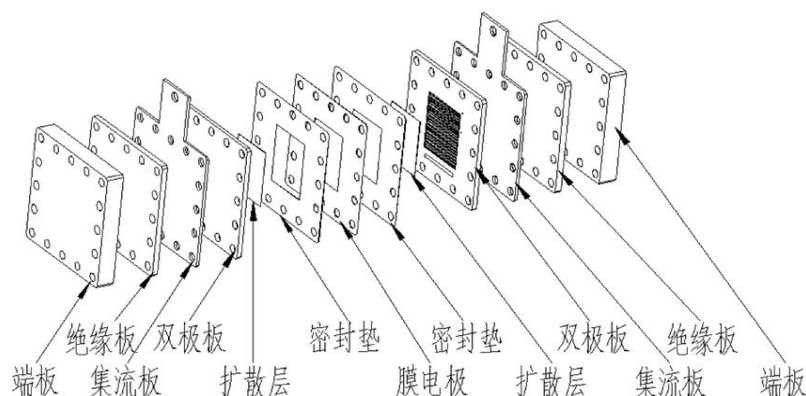


图1 PEM 电解槽结构示意图

## 4.2 外观要求

PEM 电解槽的外观应符合下列要求：

- a) 端板、绝缘板、集流板、双极板、紧固件等所有外露件应无划痕、裂痕、损伤、剥落、锈蚀、毛刺等缺陷，且无油污、漆污等污点。
- b) 各单节功能件的结合面应整齐、匀称，不错位。
- c) 含有镀层的金属件表面不应有明显的机械损伤。
- d) 紧固件应连接牢固，无松动。
- e) 连接导线应焊接或压接良好。
- f) 若有电压巡检线，各节巡检线间应绝缘良好。

## 4.3 基本要求

- 4.3.1 PEM 电解槽的结构、工作参数应满足或优于电解水制氢系统的功能要求。
- 4.3.2 PEM 电解槽工作环境应清洁，通风排气畅通并禁火。PEM 电解槽工作环境应清洁，通风排气良好并配有必要的氢气泄漏检测装置和防静电设施，工作环境温度宜为 5~45℃，相对湿度宜为 1~75%。
- 4.3.3 PEM 电解槽应在无霜、露水、渗水、雨淋和太阳辐射等环境下放置或工作。禁止在风、雨、进水、地震、外源火灾、烟雾等环境下不安全运行。
- 4.3.4 PEM 电解槽所处的场所属于有爆炸危险环境，其爆炸危险区域等级范围划分应符合 GB 50177 和 GB 50058 的要求。
- 4.3.5 PEM 电解槽的工作温度不宜超过 90℃。
- 4.3.6 PEM 电解槽原料水的电导率应 $\leq 0.1$  mS/m，且符合 GB/T 37562 的要求。
- 4.3.7 PEM 电解槽的设计应考虑耐压、绝缘、防内漏等方面的要求，并在出厂前进行冷态和电化学测试，有条件的可进行电气绝缘测试，以确保 PEM 电解槽各项性能不低于铭牌参数指标要求。PEM 电解槽冷态测试包括且不限于：气密性、内窜等；PEM 电解槽电化学测试包括且不限于：产氢量、产氢纯

度、电流密度、功率波动范围、功率响应速度、冷启动/热启动时间、产氢压力、单节/小室电压一致性等。制造商可根据自身需要进行测试，但不得少于所供 PEM 电解槽铭牌参数内容。

## 4.4 材料与零部件要求

### 4.4.1 材料要求

4.4.1.1 电解槽的基本材料与核心部件应分别达到满足其各自功能的参数要求。所选用材料的化学成分和金相组织，不应发生或避免发生氢脆，且在运行中不发生应力腐蚀、裂纹或氧腐蚀。如基材本身易发生氢脆，应采取合适的防氢脆措施。

4.4.1.2 PEM 电解槽所选用的材料，在满足机械性能的同时，应在工况条件下保持稳定的力学性能。

4.4.1.3 与氢气、氧气相接触的金属和非金属材料应具有良好的氢、氧兼容性，且不应引入杂质，并应符合 GB50516 和 GB50156 的有关规定。

4.4.1.4 PEM 电解槽的极板材料、催化层贵金属载量等应根据电解槽工作参数和寿命等因素确定。极板基材宜采用钛板。阴极和阳极催化层可采用铂系金属或金属氧化物作为催化剂，也可采用其它类型的析氧、析氢催化剂。催化层应具有较高的电化学稳定性，极板与扩散层材料应具有较高的耐腐蚀性，以保证 PEM 电解槽能够长期可靠运行。

### 4.4.2 零部件要求

4.4.2.1 所有零部件应适合于制造商设计参数要求，适应相应的温度、压力、水流量、电流及电压范围。

4.4.2.2 质子交换膜：应具有良好的质子传导率，机械强度以及阻隔气体渗透性。

4.4.2.3 催化剂：具有良好的析氢、析氧活性，且在电解工作条件下稳定。

4.4.2.4 电极：具有质子、电子传导能力、析氢、析氧活性，在电解过程中保持良好的电化学稳定性。

4.4.2.5 扩散层：低电阻（本体电阻与接触电阻）、耐腐蚀，并具有良好的水、气通过性。

4.4.2.6 双极板应具有低本体电阻与接触电阻，耐腐蚀，具有足够的机械强度，以支撑电解槽在工况条件下的稳定，并保持良好的水、气流通。

4.4.2.7 镀层：厚度均匀、致密，无损伤，符合 JB 2111，JB 2112，JB 2115 的要求。

4.4.2.8 集流板：应由具有高电导率的材料（如金属）制成，可以在表面涂覆/镀上降低接触电阻的材料，该涂/镀层材料不应污染电解槽组件，与反应物和产物兼容性良好，同时应有用于与电源连接的端子/端口。

4.4.2.9 端板：应具有足够的机械强度以承受固件时的弯曲压力，保持电解槽的尺寸、结构稳定性。如果夹持端板具有导电性，应对其进行接地或绝缘处理，防止短路或触电。

4.4.2.10 密封件：密封件应与反应物、生成物、各组件以及运行温度、压力相匹配，不应参与或影响电化学反应过程，在电解产氢/氧环境中化学性质保持稳定。密封件应确保 PEM 电解槽在任何工况条件下不渗漏，可承受电解槽组装、存储、运输以及制造商承诺的开车、停车和波动工况。

4.4.2.11 紧固件（螺杆/碟簧）：紧固件应具有高的机械强度，以承受电解槽组装和运行时产生的压力。紧固件的制造要求应符合 GB/T 1972 的规定，在 PEM 电解槽安装、性能测试及其它需要进行紧固力校验或核查的时候，应使用经过校准的扭力扳手或其他测量仪器确定紧固件作用于电解槽上的压力。

4.4.2.12 PEM 电解槽镀件的质量、检查应符合下列要求：

a) 镀件的镀层表面不得鼓泡、起皮、局部无镀层和划伤等严重缺陷。镀层表面质量应进行 100% 检验。



b) 镀层的镀层厚度、结合强度及孔隙率的检验抽样和抽样方法按照 GB/T 2829 的规定。镀件可以采用相同工艺进行试验。

4.4.2.13 所有需要例行检查和维护的零部件，应便于维修和更换。

4.4.2.14 建议对紧固件进行电绝缘处理，试验前后都要对夹紧压力进行测试和记录。如可能，夹紧压力（量值、分布）应连续控制。

## 4.5 接口与附件要求

### 4.5.1 电气接口

4.5.1.1 PEM 电解槽应根据最大工作电流要求配备电缆。

4.5.1.2 PEM 电解槽宜配备电压巡检线，以监测各节电压。

4.5.1.3 PEM 电解槽、管路、法兰、阀门连接处应采用金属连接线跨接，跨接电阻应小于  $0.03\ \Omega$ 。

4.5.1.4 PEM 电解槽的电气连接件应固定在安装构件上，保持足够的接触压力，不会自行松动。

4.5.1.5 裸露的导电连接件应设有保护套等防触碰绝缘措施。

4.5.1.6 电气连接件应采取防腐措施，使相互连接的金属件之间不发生接触腐蚀。

### 4.5.2 水气管路

4.5.2.1 水气管路应具有良好的氢、氧、水兼容性。

4.5.2.2 水气管路的尺寸应符合设计要求，并满足流体在最大流量和最大压力下的输送要求。

4.5.2.3 氢气或氧气管路的连接不允许采用焊接形式，使用的连接方式可选用磨口接头、法兰接头或压力接头，并采取必要的密封措施防止氢气或氧气泄漏。

4.5.2.4 应彻底清理水气管路的内表面以除去颗粒物，管路端口应仔细清除障碍物和毛刺。

4.5.2.5 采用的柔性管道和相关配件应符合 GB/T 3512、GB/T 5563、GB/T 15329 的规定。

### 4.5.3 电源配置

4.5.3.1 PEM 电解槽的直流电源可采用高频开关电源、晶闸管整流器、硅整流器或 IGBT 晶体管电源等。

4.5.3.2 电源应设有自动调压和自动稳流功能，并具备直流过流、交流缺相等连锁保护功能。

4.5.3.3 电源的最大电流应大于 PEM 电解槽的最大工作电流。

4.5.3.4 电源的额定直流电压应大于 PEM 电解槽的最大工作电压，调节范围宜为 0.6 倍~1.2 倍电解槽的最大工作电压。

4.5.3.5 直流电源应设置就地、远程紧急断电按钮。

### 4.5.4 附件要求

4.5.4.1 在 PEM 电解槽氢、氧出口管线上应设置电解槽温度检测点，在纯水出口的管线上应设置纯水温度检测点。

4.5.4.2 在 PEM 电解槽装置出口氢侧、氧侧应设置压力检测点。

4.5.4.3 在 PEM 电解槽氢、氧出口管路上应设置氢中氧、氧中氢在线分析仪，并应进行防水淹设计。

4.5.4.4 在设置 PEM 电解槽的室内，应在最高处或最易积聚氢气处设置空气中氢浓度检测和报警装置，并应符合 GB 16808、GB 12358 的要求。

4.5.4.5 PEM 电解槽接地应有接地设计，安装点应设单独接地干线，不得采用串接方式。

4.5.4.6 PEM 电解槽应配备自动控制和监测硬件和软件系统，保证其能够在设计工况下正常运行，且在电解槽发生故障时能够及时报警、停车（停电），并进行相应的应急处理。

## 4.6 制造与安装要求

### 4.6.1 制造要求

4.6.1.1 PEM 电解槽应严格按照规定程序批准的图样及文件制造。

4.6.1.2 PEM 电解槽组装时应注意：

- a)膜电极放置定位，包括阳极侧和阴极侧确认。
- b)气体扩散层放置定位，包括阳极和阴极用气体扩散层确认，也包括气体扩散层面向质子交换膜和流场确认。
- c)密封件的安装。
- d)固定装置或装配夹具的定位（如有）。
- e)加压规程，例如，扩散介质压缩值，螺栓紧固次序，螺杆，以及最终的扭矩规定。
- f)装配后，应检查夹持端板和集流板之间的绝缘性，并避免极板之间的短路。

4.6.1.3 根据定位孔位置，按顺序将端板、绝缘板、集流板、双极板和膜电极进行组装，再使用紧固件以及渐进型力矩扳手对电解槽进行夹紧处理。

4.6.1.4 PEM 电解槽组装力应使气体扩散层与双极板之间的接触电阻最小。

### 4.6.2 安装要求

4.6.2.1 应设置安全的电解槽支撑，并具有防水、减震、防尘等保护措施，以避免因外来环境条件（如雨雪风沙）影响正常运行。

4.6.2.2 应为气、水管道的法兰紧固件安装留有空间，便于紧固件的拆装、更换。

4.6.2.3 PEM 电解槽应保证良好接地，接地线连接牢固。电缆、铜排的连接处，应有防触碰保护。安装完成后应进行接地电阻检查。对两端分别接入直流电源正负极的 PEM 电解槽，其接地电阻不小于  $1\text{ M}\Omega$ 。

4.6.2.4 电解槽在制造工厂进行槽体组装后，应按设计文件和技术要求进行气密性、内窜及电化性能检查，合格后方可运至现场整体安装。

4.6.2.5 根据电解槽的规格、尺寸和重量制定吊装、就位方案，进行充分准备后再就位安装。

4.6.2.6 电解槽安装后应进行各种相关尺寸、连接管线准确性的检查，电气接地电阻的检查，水电解槽正负极连接的检查等。

4.6.2.7 严禁在安装过程中造成 PEM 电解槽的晃动和震动。在安装过程中应对电解槽进行保护，并避免杂质进入 PEM 电解槽内部。

## 5 安全要求

### 5.1 气密性/内窜

5.1.1 按照《PEM 电解槽测试方法》气体泄漏试验，在最大工作压力下保压 12 小时，电解槽泄漏速率应不超过  $0.5\text{ vol.}\%/h$ 。

5.1.2 按照《PEM 电解槽测试方法》内窜试验，在最大允许工作压力差下保持 5 min，质子膜浸满水状态时，内窜速率应不超过  $0.02\text{ mL}/(\text{min}\cdot\text{cm}^2)$ ，或质子膜干态下，内窜速率应不超过  $0.002\text{ mL}/(\text{min}\cdot\text{cm}^2)$ 。

5.1.3 对于带有安全通风、带有封装外壳的电解槽，在电解槽封装附近 1 cm 处，易燃气体浓度应小于可燃极限的 25%。

### 5.2 耐压强度

PEM电解槽在最大允许工作压力下,应保持完整,不应出现永久性变形和破裂现象,使用专用检液或设备检查气密性。

### 5.3 电气绝缘

电解堆带电部分和不带电的导电部分之间的绝缘结构设计,应符合电气绝缘结构相关要求。电解堆阴阳极对地绝缘电阻应不低于1 MΩ。

### 5.4 水循环量(最低量)

电解槽供水流量应按供应商设定要求,当流量不足时,应向制氢控制系统发出报警信号。

### 5.5 氢中氧

气液分离出口处氢气中氧气的浓度小于1%。

### 5.6 氧中氢

气液分离出口处氧气中氢气的浓度小于2%。

## 6 技术要求

### 6.1 产氢速率

设备供应商应明确在额定工况下的额定产氢速率值。供应商提供的标称产氢速率应与额定产氢速率一致。

依据水电解定律,任何物质在电解过程中,数量上的变化服从法拉第定律。所以,在标准状况下,用  $2 \times 96500$  C 电量,可电解 1 mol 水制取 1 mol 氢和 1/2 mol 氧。1 mol 氢气在标准状况下的体积为  $22.43 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 。故在标准状况下,制取 1  $\text{m}^3$  氢所需理论电量为:

$$2 \times 96500 \times 1000 / (3600 \times 22.43) = 2390 \text{ A} \cdot \text{h} / \text{m}^3$$

所以气体产量应根据下式计算:

$$Q_L = I_L \times n \times \eta / 2390 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

式中:

$I_L$ —工作电流, A;  $n$ —电解槽节数;  $\eta$ —电流效率, %。

### 6.2 产氢纯度

PEM 电解槽产生的氢气中一般包含氢气、氧气和水蒸气,应在氢气纯化系统前后同时保留氢气中的氧气含量测量点位。电解槽出口处的产气纯度应符合制造商标称的数值。氢气纯度按下式计算:

$$C_{H_2} = (1 - C_{xO}) \times 100$$

式中:

$C_{H_2}$ —氢气纯度, %;  $C_{xO}$ —氧含量值。

### 6.3 电流密度

工业 PEM 电解槽的额定电流密度一般在 1 A/cm<sup>2</sup> 以上。

### 6.4 直流电耗

电解槽直流电耗应不高于制造商标称的工况下的标称直流电耗值。电解槽的直流电耗( $W_{H_2}$ ),按下式计算:

$$W_{H_2} = IUt / (Q_{H_2} \times 10^3)$$

式中:

$W_{H_2}$ —单位制氢直流电耗, kW·h/m<sup>3</sup>;  $I$ —PEM 电解槽的总直流电流, A;  $U$ —水电解槽的总直流电

压, V;  $Q_{H_2}$ —检测期间氢气产量,  $m^3/h$ ; t—检测时间, h。

## 6.5 波动范围

PEM 电解槽应在制造商标称的最低与最高功率输入条件下, 保证安全运行, 氢中氧, 氧中氢、氢氧两侧压差均应符合使用要求。波动最低范围宜至 10%。

## 6.6 功率响应速率

功率响应速率是指 PEM 电解槽对输入功率响应的速度, PEM 电解槽具有快速的功率响应特性, 一般为秒级。

## 6.7 冷启动时间

冷启动时间是指 PEM 电解槽从室温的状态下开始工作至达到额定产氢量所需的时间, 一般为分钟级, 冷启动温度一般为 5-40°C。

## 6.8 热启动时间

热启动时间是指 PEM 电解槽从较高温度状态下开始工作至达到额定产氢量所需的时间, 一般为秒级, 热启动温度一般为 40-90°C。

## 6.9 产氢压力

电解槽产氢压力是指 PEM 电解槽氢气侧工作状态下的出口压力 (表压)。PEM 电解槽氢气侧压力一般以 PEM 电解槽氢气出口处压力来计量。

## 6.10 衰减率

衰减率是指 PEM 电解槽电解性能的衰减速率, 一般以电解槽平均电解电压在一定时间内的升高速率来表示, 常用单位为  $\mu V/h$ 。

## 6.11 升降载速率

功率提升/降低速率: 开机后, 电解槽功率提升/下降速率不低于  $10\% s^{-1}$

## 6.12 单节电压要求

PEM 电解槽工作状态下单节电压范围一般为 1.5-2.1 V。当单节电压超限时, 应向制氢控制系统发出报警信号。

## 6.13 单池均匀性

电解性能均匀性可用 PEM 电解槽中不同单节电池电解电压极差来表征, 在额定工况下, 该极差一般在所有单节电池电解电压平均值的  $\pm 100 mV$  范围内。当单节电压均匀性超限时, 应向制氢控制系统发出报警信号。

## 6.14 压力、压差要求

电解槽工作压力应不超过制造商提供的最大允许压力, 氢氧侧压差应不超过制造商提供的最大允许压差。在 PEM 电解槽氢/氧侧出口处应带有检测压力的仪表, 当检测到电解槽氢/氧出口压力低于产品规定的最低压力时, 应发出报警; 当检测到电解槽出口氢/氧压力高于电解槽的设计压力时, 应发出报警, 启动紧急处理程序。

压差型电解槽，在标称工况下，氧中氢与氢中氧的浓度应不超过安全限。

6.15 工况稳定要求

进水口温度一般为设定值的±2℃  
氢侧压力一般为设定值的±2%，或 0.2 MPa，二者中的低值。  
电流一般为设定值的±0.5%。

7 检验规则

7.1 检验项目

表1 电解槽检验项目

| 序号 | 检验项目 | 技术要求 | 检测方法 | 型式试验 | 出厂试验 |
|----|------|------|------|------|------|
| 1  | 气密性  |      |      |      |      |
| 2  | 内窜   |      |      |      |      |
| 3  | 电气绝缘 |      |      |      |      |
| 4  | 水循环量 |      |      |      |      |
| 5  | 氢中氧  |      |      |      |      |
| 6  | 氧中氢  |      |      |      |      |
| 7  | 产氢速率 |      |      |      |      |
| 8  | 产氢纯度 |      |      |      |      |
| 9  | 产氢压力 |      |      |      |      |
| 10 | 电流密度 |      |      |      |      |
| 11 | 波动范围 |      |      |      |      |
| 12 | 变载速率 |      |      |      |      |
| 13 | 冷启动  |      |      |      |      |
| 14 | 热启动  |      |      |      |      |
| 15 | 衰减率  |      |      |      |      |
| 16 | 均匀性  |      |      |      |      |
| 17 | 单节电压 |      |      |      |      |
| 18 | 压力压差 |      |      |      |      |

7.2 出厂检验

- 7.2.1 电解槽出厂检验按上表规定的项目逐台检查。
- 7.2.2 电解槽应经制造商质量部门检验合格，签发合格证后方可出厂。
- 7.2.3 电解槽出厂产品应附带有技术文件规定的使用说明书。

### 7.3 型式试验

型式试验样品应从出厂产品中随机抽取，按照上表规定的项目进行。凡属于下列情况之一，需重新进行型式试验：

- a) 电解槽设计发生变化；
- b) 电解槽主要材料、部件的选型发生变化，如膜电极、双极板。

## 8 标志

水电解槽标志牌应包括下列内容：

- 8.1 制造厂家名称、地址。
- 8.2 产品型号和商标。
- 8.3 制造日期、编号。
- 8.4 主要技术参数：
  - a) 氢气产量( $\text{m}^3/\text{h}$ 或 $\text{kg}/\text{h}$ )；氧气产量( $\text{m}^3/\text{h}$ 或 $\text{kg}/\text{h}$ )；
  - b) 氢气纯度(%)或杂质含量( $10^{-6}$ )；氧气纯度(%)或杂质含量( $10^{-6}$ )；
  - c) 氢气压力(MPa)；氧气压力(MPa)；
  - d) 直流电输入电压(V)，电流(A)，包括额定工况与波动范围；
  - e) 启动速度(s)，加载速度( $\text{kW}/\text{s}$ )
  - f) 环境工作温度( $^{\circ}\text{C}$ )，
  - g) 工作场所，室内或室外；
  - h) 设备外形尺寸(mm)、质量(kg)等。

## 9 包装、运输和贮存

### 9.1 搬运吊装说明

- 9.1.1 制造厂家应提供 PEM 电解槽各类单体设备、组件的安全搬运、吊装说明；必要时以图示说明吊装、搬运的方法。
- 9.1.2 搬运吊装说明应确定 PEM 电解槽重心，以便起重机、叉车的搬运。

### 9.2 系统、设备图纸

制造厂家应提供 PEM 电解槽在安装、运行、维护中所需的图纸。

### 9.3 使用手册

使用手册应由生产厂家提供，并包括下列内容：

- a) 公用条件要求，如高压电容量、冷却水品质要求及用量等；
- b) 制氢设备的额定技术参数，如：产气量、气体纯度、直流电压、直流电流、能耗指标等；
- c) 操作前的准备；
- d) PEM 电解槽开车、停车步骤等工艺操作规程及注意事项；

- e) PEM电解槽长期停滞的注意事项;
- f) 设备可能出现的故障、分析故障原因并提供应急解决方案,同时也应提供系统所涉及的危险物质(氢气、氧气)的处理方法及安全注意事项。

#### 9.4 安装维护手册

9.4.1 制造厂家应提供安装、维护的要求和指导原则。PEM 电解槽的现场布置和设计应遵循 GB 50177 的规定。

9.4.2 每个 PEM 电解槽应附有安装手册。本手册至少包含以下说明:

- a) 安装要求提示,包括设备基础、设备就位、电气接线、自控仪表和控制阀等的安装要求。
- b) 有爆炸危险的氢气生产场所,对防爆电器及其配线安装的要求。有爆炸危险的氢气生产场所的运行维护管理要求,包括通风、易燃材料和明火管制等要求等。
- c) 各种需定期更换或清洗的零部件的说明,并提出更换、清洗的要求。
- d) PEM电解槽开车,停车和维护的说明。
- e) 拆解和运输的推荐方法。
- f) 空气通风指示,应根据GB 3836.14的区域分类。

9.4.3 安装维护手册应包含 PEM 电解槽部件所有日常维护的要求,并指出这些维护的必要性和最低频率

9.4.4 安装维护手册要求对 PEM 电解槽进行周期性检查,检查应由专业人士进行。

9.4.5 安装维护手册也要对用于分级区域的 PEM 电解槽维修进行具体的介绍。

9.4.6 安装维护手册中应包含相应的安全技术要求条款,其内容应该符合 GB/T 37563 中的规定。