



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 45539—2025

## PEM 电解槽技术要求

Technical requirements of proton exchange membrane eletrolyzer

2025-03-28 发布

2025-07-01 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 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 命名规则 .....	4
5 基本规定 .....	4
5.1 一般规定 .....	4
5.2 结构与外观 .....	4
5.3 材料与零部件 .....	5
5.4 接口与附件 .....	5
5.5 制造 .....	6
6 技术要求 .....	6
6.1 耐压强度 .....	6
6.2 气密性 .....	6
6.3 泄漏率 .....	6
6.4 内窜 .....	6
6.5 产氢流量 .....	6
6.6 产氢纯度 .....	7
6.7 额定电流密度 .....	7
6.8 直流电耗 .....	7
6.9 功率调节范围 .....	7
6.10 冷启动时间 .....	7
6.11 热启动时间 .....	7
6.12 产氢压力 .....	7
6.13 变载速率 .....	7
6.14 单电解池电压极差 .....	7
6.15 压力/压差 .....	7
6.16 氢中氧/氧中氢 .....	7
7 标志 .....	8
8 出厂资料 .....	8
8.1 搬运吊装说明 .....	8
8.2 设计文件 .....	8
8.3 使用手册 .....	8
8.4 安装维护手册 .....	8
附录 A (资料性) PEM 电解槽典型结构图 .....	10
参考文献 .....	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。

本文件由全国氢能标准化技术委员会(SAC/TC 309)提出并归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、中国科学院大连化学物理研究所、中国华电科工集团有限公司、中石化石油化工科学研究院有限公司、中船(邯郸)派瑞氢能科技有限公司、国家电投集团氢能科技发展有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、天津市大陆制氢设备有限公司、上海氢器时代科技有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、北京低碳清洁能源研究院、山东赛克赛斯氢能有限公司、同济大学、国能氢创科技(北京)有限责任公司、清华四川能源互联网研究院、浙江大学、嘉庚创新实验室。

本文件主要起草人：俞红梅、杨燕梅、修凯、许卫、张存满、迟军、王昕、林伟、刘伟、梅武、胡小夫、韩坤坤、刘敏、何广利、任航星、周鲁立、赵宇峰、李杰先、于文涛、方晓亮、万燕鸣、李汶颖、李洋、金黎明、李家欣、张嘉航。



# PEM 电解槽技术要求

## 1 范围

本文件规定了质子交换膜电解槽(以下简称“PEM 电解槽”)的命名规则、通用要求、技术要求、检验规则、标志和出厂资料的要求。

本文件适用于额定产氢压力小于或等于 10 MPa,单槽额定产氢量 1 m<sup>3</sup>/h~500 m<sup>3</sup>/h 的 PEM 电解槽的设计制造。额定产氢压力大于 10 MPa 的 PEM 电解槽、额定产氢量小于 1 m<sup>3</sup>/h 或者大于 500 m<sup>3</sup>/h 的 PEM 电解槽参照执行。

注:除特别说明外,压力均指表压力。本文件中标准状态为温度 0℃,压力 101.325 kPa(绝对压力),本文件中氢气和氧气的体积指标准状态下的体积。

## 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/T 3098.6—2023 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 3836.14 爆炸性环境 第 14 部分:场所分类 爆炸性气体环境
- 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 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力型 规范
- GB/T 24343 工业机械电气设备 绝缘电阻试验规范
- GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语
- GB/T 29411 水电解氢氧发生器技术要求
- GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
- GB/T 37562 压力型水电解制氢系统技术条件
- GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准
- GB 50177 氢气站设计规范
- GB 50516 加氢站技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 24499 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**质子交换膜电解槽** proton exchange membrane electrolyzer

以质子交换膜为电解质,以纯水为反应物,通过直流电电解水,在阴极、阳极分别产生氢气和氧气的电化学装置。

注:PEM 电解槽包括质子交换膜、催化层、多孔传输层、双极板以及密封件等部件。通常由上述若干组部件串联或串并联构成。

3.2

**质子交换膜 proton exchange membrane; PEM**

以质子为导电电荷的聚合物电解质膜。

3.3

**膜电极组件 membrane electrode assembly; MEA**

由质子交换膜和分别置于其两侧的阳极催化层、阴极催化层组成的组件。

3.4

**多孔传输层 porous transport layer**

放置在催化层和极板之间形成电接触的多孔基层。

注：该层能够让反应物和反应产物穿透传输。多孔传输层也称为气体扩散层(GDL)。

3.5

**双极板 bipolar plate**

与多孔传输层接触,起到导电、分配反应物和产物、分隔相邻单电解池的隔板。

3.6

**集流板 current collector plate**

用于收集、传导电解用电流的导电板。

3.7

**绝缘板 insulation plate**

用于隔离电解槽内部电气连接的由非导电材料制成的平板。

3.8

**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。

3.9

**阴极 cathode electrode**

质子得到电子,发生还原反应,产生氢气的电极。

注：也称为析氢电极。

3.10

**阳极 anode electrode**

水分子失去电子,发生氧化反应,产生氧气的电极。

注：也称为析氧电极。



3.11

**内窜 internal infiltration**

在电解水过程中,氢气和氧气在电解槽内部发生交叉泄漏,即氢气泄漏到氧气侧,或者氧气泄漏到氢气侧的现象。

3.12

**额定工况 rated working condition**

PEM 电解槽在制造商规定的额定压力、额定温度、额定电流下对应的运行状态。

3.13

**功率调节范围 power regulation range**

PEM 电解槽稳定运行的最大功率和最小功率范围。

注：以 PEM 电解槽输入功率与额定功率之比的形式表示。

3.14

**设计压力 design pressure**

在指定的温度下,PEM 电解槽所允许的最大工作压力。

注：PEM 电解槽工作过程中压力不超过该值,也称为最大允许工作压力。

3.15

**产氢压力 hydrogen generation pressure**

电解槽出口处氢气的压力。

3.16

**冷待机状态 cold steady state**

电解槽在没有任何电输入的情况下,电解槽、反应用纯水温度与环境温度一致的状态。

注:该状态下,控制和安全相关辅助设施处于运行状态,测试系统或制氢系统已完成启动前的准备工作(如置换、吹扫、补水、纯水循环、仪表预热等)。

3.17

**冷启动 cold startup**

电解槽从冷待机状态直接通电的启动。

3.18

**热待机状态 hot steady state**

电解槽的温度处在制造商给定的工作温度范围内,但电解槽输入电流为零的状态。

注:该状态下,电解槽能够随时输入电流再次启动。电解槽温度指的是电解槽出口水温。

3.19

**热启动 hot startup**

电解槽从热待机状态直接通电的启动。

3.20

**启动时间 startup time**

电解槽从待机状态,到额定电流的时间。

3.21

**变载速率 variable load speed**

单位时间内,电解槽阴阳极之间加载电流值占额定电流值的百分比。

3.22

**电流密度 current density**

电极单位活性面积上通过的电流。

注:活性面积指膜电极催化剂覆盖区域的有效反应面积,阴阳极面积不一致时,以面积较小的一侧为准。

3.23

**额定电流密度 rated current density**

PEM 电解槽在额定工况下长期连续工作的电流密度。

3.24

**额定产氢流量 rated hydrogen generation rate**

电解槽标称的每小时生产的标准状态下的氢气体积。

注:也称为标称产氢流量。

3.25

**单电解池电压极差 maximum single cell voltage value difference**

电解槽各单电解池中电压最高值与最低值之差。

注:简称单池电压极差。单电解池简称单池,也称电解小室。

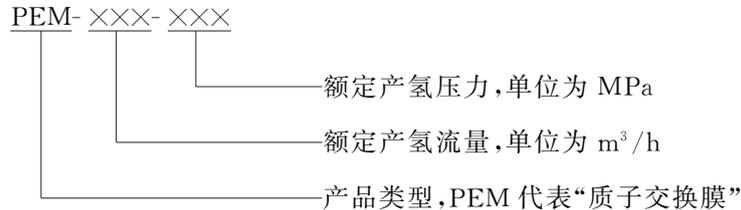
3.26

**直流电耗 direct current power consumption**

生产单位体积氢气所消耗的直流电量。

## 4 命名规则

PEM 电解槽的产品命名至少应包括产品类型、额定产氢流量、额定产氢压力等。



## 5 基本规定

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 PEM 电解槽的结构、工作参数应具备以直流电电解水制氢的功能,并产出符合要求的气体。
- 5.1.2 PEM 电解槽的设计应符合耐压、绝缘、防外漏/内窜、适应环境条件等方面的要求。
- 5.1.3 PEM 电解槽的耐压应符合额定产氢压力要求。
- 5.1.4 PEM 电解槽的环境温度宜为 5 °C~45 °C。
- 5.1.5 PEM 电解槽的工作温度宜小于或等于 90 °C。
- 5.1.6 PEM 电解槽应在干净清洁、无霜、无露水、无渗水、无雨淋、通风排气并禁火、配有必要的氢气泄漏检测装置和防静电设施的环境中工作或放置。
- 5.1.7 PEM 电解槽原料水的电导率应小于或等于 0.1 mS/m,且符合 GB/T 37562 的要求。
- 5.1.8 PEM 电解槽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 GB/T 24343、GB/T 29411 相关要求。
- 5.1.9 制氢控制系统宜设置单池电压报警值,在单池电压超限时启动联锁保护程序。
- 5.1.10 制造商应对 PEM 电解槽的安全运行提出相关的运行保护值设定要求,且制氢控制系统应具备如氧中氢、氢中氧、压力、温度、液位值、水质要求等的设定报警和联锁保护功能。
- 5.1.11 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氢气浓度检测和报警装置,并应符合 GB 50177 的要求。

### 5.2 结构与外观

- 5.2.1 PEM 电解槽由端板、绝缘板、集流板、双极板、多孔传输层、膜电极组件等核心部件组装而成。PEM 电解槽的典型结构示意图见附录 A。
- 5.2.2 PEM 电解槽结构应能承受制造商标称工况范围内的温度、产气流量和压力波动。
- 5.2.3 接口管件、紧固件与密封件等应便于维修和更换。
- 5.2.4 应留有气、水管道法兰紧固件的安装空间,便于紧固件的拆装、更换。
- 5.2.5 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。
- 5.2.6 PEM 电解槽的外观至少应符合下列要求:
  - a) 电解槽外表面无划痕、裂痕,且无油污、漆污等污点;
  - b) 各单池功能件的结合面整齐、匀称、无错位;
  - c) 含有镀层的金属件表面无明显的机械损伤;
  - d) 紧固件连接牢固,无松动;

- e) 连接导线焊接或压接良好；
- f) 若有电压巡检线,巡检线与极板接触良好；
- g) 水、气接口管件连接牢固,无松动；
- h) 如 PEM 电解槽设计有槽体外护结构,其具有良好的绝缘、通风散热、耐腐蚀性和机械强度,且不遮挡 PEM 电解槽标识、铭牌。

### 5.3 材料与零部件

5.3.1 PEM 电解槽的材料与核心部件应分别满足各自功能要求。

5.3.2 PEM 电解槽所选用的材料,应在组装、运输、储存,及运行工况条件下具备稳定的力学性能。

5.3.3 与氢气、氧气相接触的金属和非金属材料应具有良好的氢、氧适应性,且不应引入杂质,并应符合 GB 50516、GB 50156 和 GB/T 29729 的有关规定。

5.3.4 质子交换膜应具有良好的质子传导性、气体阻隔性、化学稳定性与机械强度,厚度宜小于或等于 200  $\mu\text{m}$ 。

5.3.5 膜电极组件应具有良好的质子/电子传导能力、析氢/析氧活性与稳定性,额定电流密度宜大于或等于 1  $\text{A}/\text{cm}^2$ 。

5.3.6 多孔传输层应耐腐蚀,具有低本体电阻、接触电阻,并具有良好的水、气通过性。

5.3.7 双极板应耐腐蚀,具有低本体电阻与接触电阻,并具有良好的机械强度与平整度,以保证 PEM 电解槽在工况条件下的电流传导、气液分配与机械结构的稳定,并保持良好的水、气流通。

5.3.8 镀层(如有)应厚度均匀、致密、无损伤,表面不应有鼓泡、起皮、局部缺失或划伤等严重缺陷。镀层的厚度、结合强度及孔隙率的检验和抽样方法参照 GB/T 2828.10 的规定。镀层厚度测试方法参见 GB/T 6462、GB/T 16921 或 GB/T 31563。

5.3.9 集流板应由具有高电导率的材料(如金属)制成,可在表面涂覆/镀上降低接触电阻/抗腐蚀材料,该涂/镀层材料不应污染 PEM 电解槽组件,同时应具有与电源连接的端子/端口。

5.3.10 端板的机械强度应能承受紧固时的压力,保持 PEM 电解槽的尺寸、结构稳定性。如果夹持端板采用导电材料,应进行接地或绝缘处理,防止短路或触电。端板宜采用钛、不锈钢材料。

5.3.11 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。密封件应能承受 PEM 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,并应符合 GB/T 29729 的要求。

5.3.12 紧固件(螺杆/碟簧/螺母)的机械强度应能承受 PEM 电解槽组装和运行时产生的压力。紧固件宜进行电绝缘处理,并应符合 GB/T 3098.6—2023 的要求。

### 5.4 接口与附件

#### 5.4.1 电气接口

5.4.1.1 PEM 电解槽应根据最大工作电流要求配置合理的供电接线方式。

5.4.1.2 PEM 电解槽宜配备电压巡检线,以监测各单池电压,巡检线接头应与外界保持绝缘,巡检线间避免短路。

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

5.4.1.4 PEM 电解槽的电气连接件应固定在安装构件上,接触良好。

5.4.1.5 裸露的导电连接件应设有保护套等防触碰绝缘措施。

5.4.1.6 电气连接件应采取防腐措施。

5.4.1.7 PEM 电解槽应有单独的接地设计,电解槽的绝缘电阻应不小于 1  $\text{M}\Omega$ 。

## 5.4.2 管路

5.4.2.1 PEM 电解槽与外部氢气或氧气的连接管路应符合 GB 50177、GB 50156、GB 50516 的要求。

5.4.2.2 PEM 电解槽进出水口与外部管道应可靠连接。如采用非金属柔性管道和相关配件,应符合 GB/T 3512、GB/T 5563、GB/T 15329 的要求。

## 5.4.3 监测要求

5.4.3.1 在 PEM 电解槽氢、氧出口管线上应设置温度检测点,在回水管线上应设置纯水温度、水流量和水质检测点。

5.4.3.2 在 PEM 电解槽出口氢侧、氧侧应设置压力检测点。

5.4.3.3 在 PEM 电解槽氢、氧气液分离器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。

5.4.3.4 PEM 电解槽及其配套气液处理系统应配备自动控制、监测硬件以及软件系统,保证其能够在设计工况下正常运行,在 PEM 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。

## 5.5 制造

5.5.1 PEM 电解槽应按制造商技术负责人批准的图样及文件制造。

5.5.2 根据定位孔位置,按顺序将端板、绝缘板、集流板、双极板、多孔传输层、膜电极组件以及密封件等进行组装,再对电解槽进行紧固处理。

5.5.3 PEM 电解槽组装力应使电解槽各部件间保持适宜的接触电阻。

## 6 技术要求

### 6.1 耐压强度

采用水压试验时,PEM 电解槽在 1.25 倍设计压力下,保压 30 min,无渗漏,无可见的变形和异常声响。对于不适宜进行水压试验的 PEM 电解槽,可采用气压试验。采用气压试验时,PEM 电解槽在 1.1 倍设计压力下,保压 10 min,无异常声响,无可见的变形,使用专用检漏液检查气密性,应无气泡产生。

### 6.2 气密性

通入测试气体至设计压力,保持 10 min,采用专用检漏液检查 PEM 电解槽所有阀门、法兰或螺纹连接处、焊缝、垫片等密封点,不应产生气泡,不应有可测量的压力降,在测量压力降时注意温度补偿。

### 6.3 泄漏率

通入测试气体至设计压力,保压 4 h 以上,泄漏率应小于或等于 0.5%/h。

### 6.4 内窜

通入测试气体,等压结构 PEM 电解槽在 0.2 MPa 压差下保持 5 min;差压结构 PEM 电解槽,在最大允许工作压力差下保持 5 min。内窜速率应符合制造商给出的设计要求。

### 6.5 产氢流量

制造商应明确额定产氢流量和最大产氢流量。

## 6.6 产氢纯度

PEM 电解槽气液分离出口处的产氢纯度应符合制造商标称的数值,未经纯化,应达到 99.7% 以上(体积分数,以干基计)。

## 6.7 额定电流密度

PEM 电解槽的额定电流密度宜大于或等于  $1 \text{ A/cm}^2$ 。

## 6.8 直流电耗

PEM 电解槽额定工况下的直流电耗应符合制造商的标称值。当电流密度为  $1 \text{ A/cm}^2$ ,直流电耗宜小于或等于  $4.5 \text{ kWh/m}^3$ 。

注:直流电耗同时给出相应的电流密度。

## 6.9 功率调节范围

PEM 电解槽应在制造商标称的最低与最高输入功率下,保证安全运行。氢中氧、氧中氢含量均应符合 6.16 的要求,功率调节范围的下限宜小于或等于 10%。

## 6.10 冷启动时间

冷启动时间是指电解槽从冷待机状态达到某一指定状态的时间,冷启动温度一般为  $5 \text{ }^\circ\text{C} \sim 45 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

注:测试报告注明冷启动温度。

## 6.11 热启动时间

热启动时间是指电解槽从热待机状态达到某一指定状态的时间,热启动温度一般为  $45 \text{ }^\circ\text{C} \sim 90 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

注:测试报告注明热启动温度。

## 6.12 产氢压力

PEM 电解槽产氢压力以氢气侧出口压力计,宜大于或等于  $1.6 \text{ MPa}$ 。

## 6.13 变载速率

开机状态下,在无须调节氢/氧产气压力的工况中,PEM 电解槽电流提升/下降速率宜大于或等于  $10\%/s$ 。

## 6.14 单电解池电压极差

在额定工况下,单电解池电压极差宜小于或等于  $100 \text{ mV}$ 。当极差超限时,PEM 电解槽控制系统应发出报警信号。

## 6.15 压力/压差

PEM 电解槽工作压力应小于或等于电解槽的设计压力,氢氧侧压差应小于或等于电解槽的最大允许压差。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 PEM 电解槽出口氢/氧压力高于 PEM 电解槽的设定压力时,应发出报警,启动紧急处理程序。

## 6.16 氢中氧/氧中氢

电解槽产气应满足:氧中氢含量(体积分数)应小于或等于 2.0%,宜小于或等于 1.5%;氢中氧含量

(体积分数)应小于或等于 0.3%。

## 7 标志

PEM 电解槽标志牌至少应包括下列内容：

- a) 制造商名称、地址；
- b) 产品型号、商标；
- c) 制造日期、编号；
- d) 主要技术参数,包括:
  - 1) 额定氢气产量( $\text{m}^3/\text{h}$  或  $\text{kg}/\text{h}$ ),
  - 2) 产氢压力(MPa),
  - 3) 直流电输入电压(V)、电流(A),
  - 4) 功率调节范围(%),
  - 5) 环境温度( $^{\circ}\text{C}$ ),
  - 6) 工作温度( $^{\circ}\text{C}$ ),
  - 7) 工作场所:室内或室外,
  - 8) 设备外形尺寸(mm)、质量(kg)等。

## 8 出厂资料

### 8.1 搬运吊装说明

8.1.1 制造商应提供 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、搬运方法。

8.1.2 搬运吊装说明应确定 PEM 电解槽重心,以便起重机、叉车搬运。

8.1.3 根据 PEM 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。

### 8.2 设计文件

制造商应提供 PEM 电解槽在安装、运行、维护中所需的图纸。

### 8.3 使用手册

制造商应提供 PEM 电解槽使用手册,使用手册至少应包括以下内容:

- a) 公用条件要求,如电源电压、频率和容量、原料水品质要求及用量、仪表用压缩空气、冷却水品质要求及用量等;
- b) 制氢设备的额定技术参数,如:产气流量、气体纯度、产气压力、直流电压、直流电流、能耗指标等;
- c) PEM 电解槽开车、停车步骤等工艺操作规程及注意事项;
- d) PEM 电解槽长期放置的注意事项;
- e) 设备可能出现的故障、故障原因分析并提供应急解决方案,同时提供所涉及的危险物质(氢气、氧气)的处理方法及安全注意事项。

### 8.4 安装维护手册

8.4.1 制造商应提供安装、维护的要求和指导原则。PEM 电解槽的现场布置和设计应符合 GB 50177 的规定。

8.4.2 PEM 电解槽应附有安装手册,安装手册至少应包括以下内容。

- 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 电解槽的维护说明。
- e) 拆解和运输的推荐方法。
- f) 空气通风指示,应符合 GB 3836.14 的要求。

8.4.3 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。

8.4.4 安装维护手册应对 PEM 电解槽的周期性检查提出要求,检查应由专业人士进行。

8.4.5 安装维护手册应对 PEM 电解槽的维修进行具体介绍。

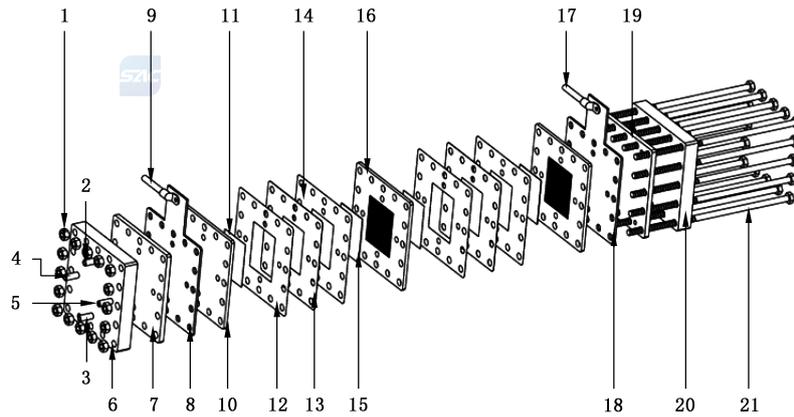
8.4.6 安装维护手册中应包含相应的安全技术要求。

附录 A

(资料性)

PEM 电解槽典型结构示意图

PEM 电解槽典型结构示意图见图 A.1。



标引序号说明：

- 1 —— 螺母；
- 2 —— 进水口；
- 3 —— 出水/出氧口；
- 4 —— 进水口；
- 5 —— 出水/出氢口；
- 6 —— 端板；
- 7 —— 绝缘板；
- 8 —— 集流板；
- 9 —— 负极电缆；
- 10 —— 双极板；
- 11 —— 多孔传输层；
- 12 —— 密封件；
- 13 —— 膜电极组件；
- 14 —— 密封件；
- 15 —— 多孔传输层；
- 16 —— 双极板；
- 17 —— 正极电缆；
- 18 —— 集流板；
- 19 —— 绝缘板；
- 20 —— 端板；
- 21 —— 螺栓。

注：进出口位置、测点位置等根据实际情况而定。

图 A.1 PEM 电解槽典型结构示意图

参 考 文 献

- [1] GB/T 2828.10 计数抽样检验程序 第10部分:GB/T 2828 计数抽样检验系列标准导则
  - [2] GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
  - [3] GB/T 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱方法
  - [4] GB/T 31563 金属覆盖层 厚度测量 扫描电镜法
- 





