



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 exchange membrane eletrolyzer

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

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 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 命名规则 5

5 通用要求 5

6 安全要求 8

7 技术要求 8

8 检验规则 9

9 标志 11

10 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。

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

本文件界定了质子交换膜电解槽（以下简称“PEM电解槽”）的术语和定义，规定了结构与外观、材料及零部件要求、制造、包装、运输和贮存、实验与检测的技术要求、标志、产品说明书。

本文件适用于等压式、差压式，额定产氢压力小于或等于10 MPa，单槽额定产氢量大于或等于1 m³/h的PEM电解槽的设计制造、检验检测。

额定产氢压力10 MPa以上的PEM电解槽参照执行。

额定产氢量1 m³/h以下的PEM电解槽参照执行。

注：在本文件中，除注明外，压力均指表压力。

注：本文件中的氢气、氧气体积为标准状态，即0 °C, 101.325 kPa（绝压）状态下的气体体积。

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 4962 氢气使用安全技术规程

GB 32311 水电解制氢系统能效限定值及能效等级

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 3836.14 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境

GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求

GB 16808 可燃气体报警控制器

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

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

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 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 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 13306 标牌

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 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱方法

GB/T 19774 水电解制氢系统技术要求

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 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

HG 20202 脱脂工程施工及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

PEM电解槽 proton exchange membrane (PEM) 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，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，通常由多层上述结构串联或并联构成的装置。

3.2

质子交换膜 proton exchange membrane

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，该层允许反应物和反应产物的穿透传输。

注：多孔传输层也称为气体扩散层（gas diffusion layer, 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、分隔相邻电解单池的隔板。

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

最高单电解池电压 maximum single electrolytic cell voltage

电解槽中电压最高的单电解池电压。

注：单电解池简称单池，也称电解小室。

3.10

阴极 cathode electrode

质子得到电子，发生还原反应，产生氢气的电极。

注：也可称为析氢电极。

3.11

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：也可称为析氧电极。

3.12

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，即氢气可能泄漏到氧气侧，或者氧气泄漏到氢气侧的现象。

3.13

额定工况 rated working conditions

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。

3.14

工作范围 operating range

以电解槽额定电流为基准，电解槽可安全运行的最低电流和最高电流与额定电流的比值，以百分比表示。

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下的状态。电解槽、反应用纯水温度与环境温度一致。

注：此时，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。该状态下，电解槽可随时输入电流再次启动。

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。

注：

冷启动时间：电解槽从冷待机状态达到某一指定状态的时间；

热启动时间：电解槽从热待机状态达到某一指定状态的时间。

3. 21

变载速度 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

活性面积 active area

膜电极催化剂覆盖区域的有效反应面积。

注：阴阳极面积不一致时，以面积较小的一侧为准。

3. 23

电流密度 current density

电极单位活性面积上通过的电流。

3. 24

额定电流密度 rated current density

PEM电解槽标称产氢量对应的工作电流密度。

3. 25

额定产氢流量 rated hydrogen generation rate

电解槽标称的单位小时生产的标准状态下的氢气体积。

3. 26

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

电解槽单电解池电压最高值与最低值之差，简称单池电压极差。

3. 27

电压效率 voltage efficiency

电解槽在该运行条件下的热中性电压与电解槽的平均单池电压之比。

3. 28

电流效率 current efficiency

电解槽内发生有效电化学反应的电流与电解槽输入电流之比。

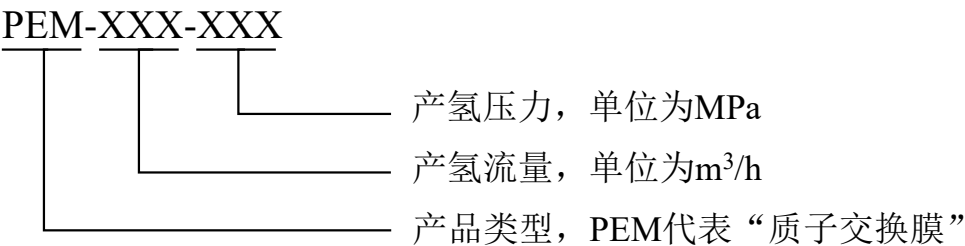
3. 29

直流电耗 DC power consumption

生产单位体积氢气（标准状态下）所消耗的直流电量。

4 命名规则

PEM电解槽的产品命名应至少包括：产品类型、产氢压力、产氢流量等信息。



5 通用要求

5.1 结构与外观

5.1.1 结构

5.1.1.1 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。典型 PEM 电解槽的结构示意图如附录 A 所示。

5.1.1.2 PEM 电解槽结构应能承受制造商标称工况范围内的温度、产气流量和压力波动。

5.1.1.3 所有需要例行检查和维护的零部件，都应便于维修和更换。

5.1.1.4 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。

5.1.1.5 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 6.3 节的有关要求。

5.1.2 外观

PEM电解槽的外观至少应符合下列要求：

a) 电解槽外表面尽量减少划痕、裂痕、损伤、剥落、锈蚀、毛刺等缺陷，且无油污、漆污等污点；

- b) 各单池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, 巡检线与极板应接触良好;
- g) PEM电解槽水气接口管件应连接牢固, 无松动;
- h) 如PEM电解槽设计有槽体外护结构, 应确保外护结构具有良好的绝缘、通风散热、耐腐蚀性能和机械强度, 且不应遮挡PEM电解槽标识、铭牌。

5.2 基本要求

- 5.2.1 PEM 电解槽的结构、工作参数应满足以直流电电解水制氢的功能要求, 并产出满足要求的气体。
- 5.2.2 PEM 电解槽的设计应考虑耐压、绝缘、防外漏内窜、环境条件等方面的要求。
- 5.2.3 PEM 电解槽的耐压应满足额定产氢压力要求。
- 5.2.4 PEM 电解槽的工作温度宜小于或等于 90 °C, 工作环境温度宜为 5 °C~45 °C。
- 5.2.5 PEM 电解槽应在干净整洁、无“霜、露水、渗水、雨淋”、通风排气畅通并禁火、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。
- 5.2.6 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。

5.3 材料与零部件

- 5.3.1 PEM 电解槽的基本材料与核心部件应分别满足其各自功能要求。
- 5.3.2 PEM 电解槽所选用的材料, 应在组装、运输、储存、及运行工况条件下保持稳定的力学性能。
- 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 所有零部件应符合 PEM 电解槽设计、使用要求。
- 5.3.5 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 μm 。
- 5.3.6 催化剂应具有良好的析氢/析氧活性与稳定性。
- 5.3.7 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, 额定电流密度大于或等于 1 A/cm²。
- 5.3.8 多孔传输层应耐腐蚀, 具有低本体电阻与接触电阻, 并具有良好的水、气通过性。
- 5.3.9 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、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。
- 5.3.10 镀层(如有)应厚度均匀、致密、无损伤, 符合 GB/T 6462、GB/T 16921、GB/T 31563 的要

求，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。

5.3.11 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/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。

5.3.12 端板应具有足够的机械强度以承受紧固时的弯曲压力，保持 PEM 电解槽的尺寸、结构稳定性。如果夹持端板材料具有导电性，应对其进行接地或绝缘处理，防止短路或触电。

5.3.13 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。密封件应可承受 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。

5.3.14 紧固件（螺杆/碟簧/螺母）应具有相应的机械强度，以承受 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。

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，巡检线间应避免短路。

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，保持足够的接触压力，不会自行松动。

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 电解槽应有单独接地设计，电解槽接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。干态下，正负极之间绝缘电阻应大于或等于 $1\ M\Omega$ 。

5.4.2 管路接口

5.4.2.1 PEM 电解槽与外部氢气或氧气管路之间应选用可靠的连接方式。

5.4.2.2 PEM 电解槽进出水口与外部管道连接应选用可靠的连接方式。采用的非金属柔性管道和相关配件应符合 GB/T 3512、GB/T 5563、GB/T 15329 的规定。

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检测点、水流量和水质检测点。

5.4.3.2 在 PEM 电解槽装置出口氢侧、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 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 电解槽应按规定程序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 电解槽组装力应使多孔传输层与双极板之间保持适宜的接触电阻。

6 安全要求

6.1 PEM 电解槽在设计压力下，应保持完整，不应出现永久性变形和破裂现象。使用检漏液或设备检查气密性，充入氮气至设计压力，保压 24 h，PEM 电解槽泄漏率应小于或等于 0.5 vol.%/h。

6.2 等压结构 PEM 电解槽在 0.2 MPa 差压下保持 10 min，差压结构 PEM 电解槽在最大允许工作压力下保持 10 min，内窜速率应符合设计要求。

6.3 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。

6.4 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。

6.5 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相应如氧中氢、氢中氧、压力、温度、液位值、水质要求等设定报警和联锁保护功能。

6.6 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 16808、GB 12358 的要求。

7 技术要求

7.1 产氢流量

设备制造商应明确额定产氢流量。额定产氢流量也叫标称产氢流量。

7.2 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，PEM 电解槽气液分离出口处的产气纯度应符合制造商标称的数值，未经纯化，应达到 99.9 vol.% 以上（水份含量不计在内）。

7.3 额定电流密度

PEM 电解槽的额定电流密度应大于或等于 1 A/cm²。

7.4 直流电耗

PEM 电解槽额定工况直流电耗宜小于或等于 4.5 kWh/m³@1 A/cm²。

7.5 工作范围

PEM电解槽应在制造商标称的最低与最高功率负荷下，保证安全运行。氢中氧，氧中氢、氢氧两侧压差均应符合设计要求。工作范围的下限宜小于或等于10%。

7.6 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℃~45℃。

注：测试报告应注明冷启动温度。

7.7 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℃~90℃。

注：测试报告应注明热启动温度。

7.8 强度要求

电解槽的设计应满足强度试验要求，一般应采用液压试验，对于不适宜进行液压试验的电解槽，可采用气压试验或气液组合压力试验。液压试验的试验压力最低值应为设计压力的1.25倍，气压试验或气液组合压力试验的试验压力最低值应为设计压力的1.1倍。

7.9 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 MPa。

7.10 变载速率

电流提升/降低速率：热待机状态下，在无需调节氢/氧产气压力的工况中，PEM电解槽电流提升/下降速率大于或等于10%/s。

7.11 单池电压极差

在额定工况下，单池电压极差宜小于或等于100 mV。当极差超限时，制氢控制系统应发出报警信号。

7.12 压力/压差要求

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电解槽的设计压力时，应发出报警，启动紧急处理程序。

7.13 气体纯度要求

电解槽产气应满足，氧中氢含量应小于或等于2.0 vol.%，氢中氧含量应小于或等于0.3 vol.%。

8 检验规则

8.1 检验项目

表1 PEM电解槽检验项目

序号	检验项目	技术要求	检测方法	型式检验	出厂检验
1	强度试验	7.8	5.1	√	
2	内窜	6.2	5.4	√	√
3	气密性	6.1	5.2	√	√
4	绝缘电阻	5.4.1.7	5.5.1	√	√
5	泄漏率试验	6.1	5.3	√	√
6	通电试验	8.3.2	/	√	√
7	水循环量	/	6.3.1	√	
8	氢中氧	7.13	6.3.2	√	
9	氧中氢	7.13	6.3.3	√	
10	产氢流量	7.1	6.3.4	√	
11	产氢压力	7.9	6.3.5	√	
12	电流密度	7.3	6.3.6	√	
13	平均单池电压	/	6.3.6	√	
14	单池电压极差	7.11	6.3.8	√	
15	变载速率	7.10	6.3.15	√	
16	工作范围	7.5	6.3.14	√	
17	冷启动时间	7.6	6.3.16	√	
18	热启动时间	7.7	6.3.17	√	
19	直流电耗	7.4	6.3.13	√	
20	运行温度	5.2.4	6.1	√	

8.2 型式检验

产品定型前应进行型式检验，对一个或多个具有代表性的产品样品进行质量考核。凡属于下列情况之一，需重新进行型式检验：

- a) PEM电解槽设计发生变化；
- b) PEM电解槽主要材料、部件的选型发生变化，如膜电极组件、双极板等。
- c) 质量认证或质量仲裁需要时。

8.3 出厂检验

8.3.1 PEM 电解槽出厂检验按上表规定的项目逐台检查。

8.3.2 出厂前应进行 10%额定电流密度通电试验，记录单池电压极差、电压、电流、以确保产品符合厂家检验要求。

8.3.3 PEM 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。

8.3.4 PEM 电解槽出厂产品应附带使用说明书。

9 标志

PEM电解槽标志牌应包括下列内容：

9.1 制造厂家名称、地址。

9.2 产品型号、商标。

9.3 制造日期、编号。

9.4 本文件编号。

9.5 主要技术参数，包括：

a) 额定氢气产量（ m^3/h 或 kg/h ）；额定氧气产量（ m^3/h 或 kg/h ）；

b) 氢气压力（MPa）；氧气压力（MPa）；

c) 直流电输入电压（V）；电流（A）；

d) 工作范围（%）；

e) 工作环境温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

f) 工作场所：室内或室外；

g) 设备外形尺寸（mm）、质量（kg）等。

10 包装、运输和贮存

10.1 搬运吊装说明

10.1.1 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、搬运方法。

10.1.2 搬运吊装说明应确定 PEM 电解槽重心，以便起重机、叉车搬运。

10.1.3 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。

10.2 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。

10.3 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、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。

10.4 安装维护手册

10.4.1 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。

10.4.2 PEM 电解槽应附有安装手册。该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，应根据GB 3836.14的区域分类。

10.4.3 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。

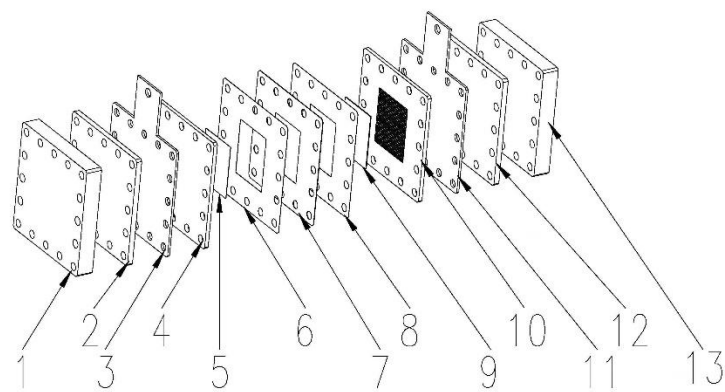
10.4.4 安装维护手册应对 PEM 电解槽的周期性检查提出要求，检查应由专业人士进行。

10.4.5 安装维护手册也要对 PEM 电解槽的维修进行具体介绍。

10.4.6 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。

附录A
(资料性附录)

PEM电解槽典型结构



- 1——端板；
- 2——绝缘板；
- 3——集流板；
- 4——双极板；
- 5——多孔传输层；
- 6——密封件；
- 7——膜电极组件；
- 8——密封件；
- 9——多孔传输层；
- 10——双极板；
- 11——集流板；
- 12——绝缘板；
- 13——端板；

图1 PEM电解槽结构示意图