



# 中华人民共和国船舶行业标准

CB T 3521-93

---

## 水电解制氢装置通用技术条件

1993-11-08 发布

1994-05-01 实施

---

中国船舶工业总公司 发布

## 水电解制氢装置通用技术条件

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了工业用压滤式水电解制氢装置的技术要求、试验方法和检验规则等。  
本标准适用于工业用压滤式水电解制氢装置(以下简称装置)。

### 2 引用标准

- GB 150 钢制压力容器
- GB 191 包装储运图示标志
- GB 629 氢氧化钠
- GB 708 轧制薄钢板 品种
- GB 710 优质碳素结构钢薄钢板
- GB 979 碳素钢铸件 分类及技术条件
- GB 1220 不锈钢棒
- GB 2306 氢氧化钾
- GB 3634 工业氢气
- GB 3836 工业用气态氧
- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- GB 6516 电解镍
- GB 6682 实验室用水规格
- GBn 193 出口机械、电工、仪器仪表产品包装通用技术条件
- JB 8 产品标牌
- JB 2759 机电产品包装通用技术条件
- JC 211 隔膜石棉布

### 3 技术要求

#### 3.1 环境条件

- a. 制氢间的防爆要求应符合 GB 4962 的规定;
- b. 环境温度: 5~45℃;
- c. 相对湿度: <90%。

#### 3.2 使用条件

3.2.1 电解用原料水的水质应不低于 GB 6882 中三级水的规定。

3.2.2 输送原料水的管路是耐腐蚀、洁净的管材。

3.2.3 配制电解液的氢氧化钾或氢氧化钠应分别符合 GB 2306 或 GB 629 的规定。

3.3 设备中的气液分离洗涤器, 属低、中压力容器的应符合 GB 150 和国家劳动部颁发的《压力容器安全技术监察规程》的有关规定。

## 3.4 主要技术指标见表 1

表 1 主要技术指标

序号	项 目 名 称	指 标
1	氢气产量 $\text{m}^3/\text{h}$	额 定 值
2	氧气产量 $\text{m}^3/\text{h}$	额 定 值
3	氢气纯度 %	>99.70
4	氧气纯度 %	>99.20
5	单位氢气体直流电耗 $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$	<5.00

## 3.5 材料

3.5.1 主级板采用优质碳素钢板，厚度公差应符合 GB 708 中 B 级要求，表面质量应符合 GB 710 中 II 级规定。

3.5.2 镍丝网所用材料应符合 GB 6516 的规定。

3.5.3 铸钢件应符合 GB 979 的规定。

3.5.4 不锈钢酸钢应符合 GB 1220 的规定。

3.5.5 隔膜石棉布应符合 JC 211 的规定。

3.6 装置配套的外购件，必须具有合格证书，并按标准或双方合同要求验收。

3.7 装置主机的设计寿命为 20 年，正常工况下大修期不低于 5 年。

## 4 试验方法

## 4.1 试验条件

4.1.1 装置的性能试验可在制造厂或用户现场进行。

4.1.2 试验前应对整机系统做气密性试验，试验要求与方法应符合 GB 150 的有关规定。

4.1.3 试验用仪器、仪表的精度等级应不低于本标准的规定，并定期检定。

4.1.4 通电试验前必须用氮气对氢气、氧气运行系统进行吹扫。

4.1.5 试验场所通风良好。

## 4.2 性能试验

## 4.2.1 氢、氧气体产量

氢、氧气体产量的测定可采用电流计算法和容积法。

## 4.2.1.1 电流计算法

氢气产量按公式 (1) 计算：

$$Q_1 = 4.18 I n \eta \times 10^{-4} \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $Q_1$ ——标准状态下氢气产量,  $\text{m}^3/\text{h}$

$I$  ——电解槽直流电流, A;

$n$  ——电解槽小室数, 个;

$\eta$  ——电流效率, 99%。

氧气产量是氢气产量的一半。

4.2.1.2 容积法测定见附录 A (补充件)。

4.2.2 氢、氧气体纯度

4.2.2.1 氢气气体纯度的测定按 GB 3634 规定进行。

4.2.2.2 氧气气体纯度的测定按 GB 3863 规定进行。

4.2.3 单位直流电耗

4.2.3.1 测量仪器

a. 直流电流表, 精度 1 级;

b. 数字电压表, 精度 1 级。

4.2.3.2 测定方法

在测定气体产量的同时, 用电流表测量流过电解槽的总电流, 用电压表测量电解槽的总电压。在试验开始、中间和结束时测量三次, 取电流、电压的平均值。

4.2.3.3 原理

单位直流电耗为单位时间内装置消耗的直流电功率与同一时间内所产气体产量之比, 按公式 (2) 计算:

$$W = \frac{UI}{1000Q} \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $W$ ——单位直流电耗,  $\text{kW} \cdot \text{h} / \text{m}^3$ ;

$U$ ——电解槽直流工作电压, V;

$I$ ——电解槽直流电流, A;

$Q$ ——标准状态下气体体积,  $\text{m}^3/\text{h}$ 。

## 5 检验规则

5.1 装置的出厂检验, 可在制造厂或用户现场逐台检验, 并经生产厂质量检验部门出具证明产品质量合格的文件。

5.2 装置联接好后, 在额定操作条件下连续运转 24~72h, 考核该装置的运转性能, 检验项目及方法见表 2。

表 2

检 验 项 目	检 验 方 法	检 验 结 果
氢、氧气体产量	见 4.2.1	见表 1 中序号 1、2
氢、氧气体纯度	见 4.2.2	见表 1 中序号 3、4
单位氢气体直流电耗	见 4.2.3	见表 1 中序号 5

5.3 在检验中, 有一项指标达不到要求时, 应查找原因, 进行修复; 复检后如仍达不到要求, 则该套装置不能交付使用。

## 6 标志、包装、运输和贮存

### 6.1 产品标志

6.1.1 标牌应固定在产品的明显部位, 标牌的尺寸及形状应符合 JB 8 的规定。

6.1.2 产品标牌内容应包括:

- a. 产品名称;
- b. 产品型号;
- c. 产品主要参数;
- d. 出厂日期;
- e. 产品编号;
- f. 生产单位。

### 6.2 产品包装

6.2.1 装置的包装应符合 JB 2759 的有关规定或按合同要求进行, 出口包装应符合 GBn 193 的规定。

6.2.2 随同产品应有装箱单、安装使用说明书、出厂合格证书等有关文件。

### 6.3 运输及贮存

6.3.1 产品贮运应符合 GB 191 的有关规定。

6.3.2 运输时气温低于 0℃, 必须用氮气将装置内积水排净, 密封各出口。

6.3.3 产品应存放在温度 5~45℃、相对湿度小于 90% 的防腐蚀场地上。

**附录 A**  
**容积法测量气体产量**  
(补充件)

**A1 原理概要**

根据封闭容器内气体状态方程式，分别求出初态及终态标准状况下的气体体积，二者之差即为该装置在这段时间内的产气量。

**A2 仪表**

- a. 压力表：精度 0.4 级；
- b. 温度表；
- c. 计时表。

**A3 贮气罐测气体产量**

A3.1 贮罐式测试系统流程如图 A1 所示。

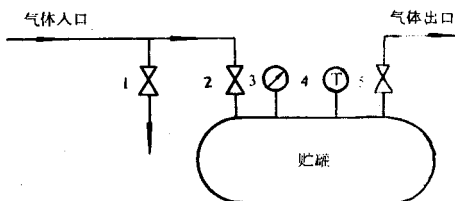


图 A1 贮罐式测试系统流程图

1-放空阀； 2-进气阀； 3-压力表； 4-温度表； 5-出气阀

**A3.2 测定方法**

A3.2.1 测试前应对贮罐的容积进行测量。容积的相对误差不得大于  $\pm 2\%$ 。

A3.2.2 在装置的额定工况下进行测定，首先开启阀 1，将气体放空，关闭阀 2、阀 5、准确记录贮罐内气体的压力、温度。再开启阀 2，关闭阀 1，记录起始时间，经过一定时间后，打开阀 1，关闭阀 2，记录终止时间、贮罐内压力、温度。

**A3.2.3 计算方法**

气体产量按公式 (A1) 计算：

$$Q = \frac{T_0 V}{t P_0} \left( \frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1} \right) \dots\dots\dots (A1)$$

- 式中:  $Q$ ——标准状态下气体体积,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  
 $T_0$ ——标准状态下气体温度, 273K;  
 $V$ ——贮罐容积,  $\text{m}^3$ ;  
 $P_2$ ——终止时容器内绝对压力, MPa;  
 $P_1$ ——起始时容器内绝对压力, MPa;  
 $t$ ——测试时间, h;  
 $p_0$ ——标准状态下气体压力, 0.101325MPa;  
 $T_2$ ——终止时容器内气体温度, K;  
 $T_1$ ——起始时容器内气体温度, K。

#### A4 钟罩式气柜测气体产量

A4.1 钟罩式测试系统流程如图 A2 所示。

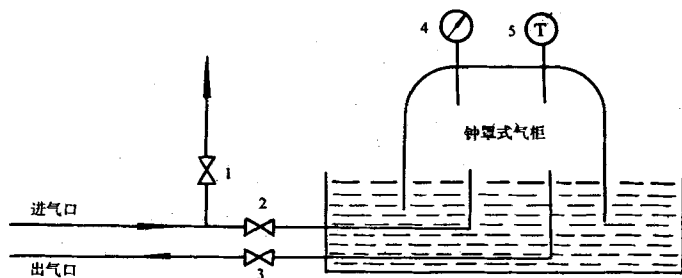


图 A2 钟罩式测试系统流程图

1-放空阀; 2-进气阀; 3-出气阀; 4-压力表; 5-温度表;

#### A4.2 测定方法

在装置的额定工况下进行测定, 开启阀 1, 关闭阀 2、阀 3, 准确记录贮气柜内气体的压力、温度及气柜标尺读数, 再开启阀 2, 关闭阀 1, 记录起始时间、经过一定时间后, 关闭阀 2, 开启阀 1, 记录终止时间, 气柜内气体的压力、温度及气柜标尺读数。

#### A4.3 计算方法

气体产量按公式 (A2) 计算:

$$Q = \frac{T_0}{tP_0} \left( \frac{V_2 P_2}{T_2} - \frac{V_1 P_1}{T_1} \right) \dots\dots\dots (A2)$$

- 式中:  $V_2$ ——终止时气柜内气体体积,  $\text{m}^3$ ;  
 $V_1$ ——起始时气柜内气体体积,  $\text{m}^3$ ;  
 $T_0$ ——标准状态下气体温度, 273K;

$P_2$ ——终止时容器内绝对压力, MPa;

$P_1$ ——起始时容器内绝对压力, MPa;

$t$ ——测试时间, h;

$p_0$ ——标准状态下气体压力, 0.101325MPa;

$T_2$ ——终止时容器内气体温度, K;

$T_1$ ——起始时容器内气体温度, K。

---

**附加说明:**

本标准由中国船舶工业总公司六〇三所提出。

本标准由中国船舶工业总公司第七研究院第七一八研究所起草。

本标准起草人: 洪晓明、李淑芳、江海凤。