

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5903—96

代替

ZB J76 009.1—88

ZB J76 009.2—88

ZB J76 032—90

JB 5903—92

水电解制氢设备

机械工业部 1996-09-03 批准

1997-07-01 实施

前言

本标准是对 ZB J76 009.1—88《水电解制氢设备技术条件》、ZB J76 009.2—88《水电解制氢设备性能试验方法》、ZB J76 032—90《水电解制氢设备型号编制方法》和 JB 5903—92《水电解制氢设备型式与基本参数》四项标准修订而成的。修订后的标准不仅在形式和内容上构成了一个完整的产品标准,而且在标准的技术要求、试验方法和检验规则等方面增加了新的内容。

本标准从 1997 年 7 月 1 日起实施,同时代替 ZB J76 009.1—88、ZB J76 009.2—88、ZB J76 032—90、JB 5903—92 四项标准。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是标准的附录。

本标准由机械工业部气体分离与液化设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:哈尔滨环保制氢设备工业公司、杭州制氧机研究所、苏州水电解制氢设备公司、中国船舶工业总公司七一八研究所。

本标准主要起草人:董国滨、陈永良、蒋永孚、陈文理、柳忠。

1 范围

本标准规定了工业用压滤式水电解制氢设备的产品分类、基本参数、型号、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于工业用压滤式水电解制氢设备(以下简称制氢设备)。

注:本标准中的氢、氧气体体积为标准状态,即 0℃, 101.325kPa (绝压) 状态下的气体体积,单位为 m³。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 150—89 钢制压力容器
- GB 191—90 包装储运图示标志
- GB 321—80 优先数和优先数系
- GB 629—81 氢氧化钠
- GB 1220—92 不锈钢耐酸钢 技术条件
- GB/T 1972—92 碟形弹簧
- GB 2306—80 氢氧化钾
- GB 2829—87 周期检查计数抽样程序及抽样表 (适用于生产过程稳定性的检查)
- GB 3863—83 工业用气态氧
- GB 3864—83 工业氢气
- GB 3985—83 石棉橡胶板
- GB 4830—84 工业自动化仪表气源压力范围和质量
- GB 4962—85 氢气使用安全技术规程
- GB 6516—86 电解镍
- GB 7231—87 工业管路的基本识别色和识别符号
- GB 11352—89 一般工程用铸造碳钢件
- GB 50058—92 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范
- GB 50177—93 氢氧站设计规范
- GB/T 13306—91 标牌
- GB/T 13384—92 机电产品包装通用技术条件

- GBJ 29—90 压缩空气站设计规范
- JB 2111—77 金属覆盖层的结合强度 试验方法
- JB 2112—77 金属覆盖层孔隙率试验方法 湿润纹纸贴置法
- JB 2115—77 金属覆盖层厚度检验方法 计时液流法
- JB 2536—80 压力容器油漆、包装、运输
- JB 2880—81 钢制焊接压力容器 技术条件
- JB 5902—92 空气分离设备用氧气管道 技术条件
- JB/T 6896—93 空气分离设备 表面清洁度
- JC 211—77 隔膜石棉布

3 产品分类

制氢设备按工作压力 P (表压) 分为常压、低压和中压三类:

- a) 常压制氢设备 $P < 0.1 \text{ MPa}$;
- b) 低压制氢设备 $0.1 \text{ MPa} \leq P < 1.6 \text{ MPa}$;
- c) 中压制氢设备 $1.6 \text{ MPa} \leq P < 10 \text{ MPa}$ 。

4 基本参数

制氢设备的氢气产量参数系列按表 1 的规定。

表 1

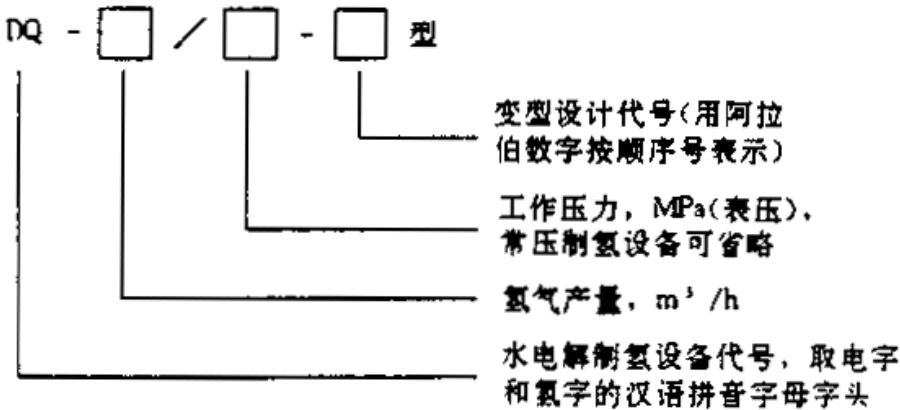
名称	参数系列值
氢气产量 m^3/h	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 320, 400, 500

注: 参数系列值不能满足要求时, 允许采用 GB 321 中 R10、R20 或 R40 优先数系值。

5 型号

5.1 型号编制方法

制氢设备型号由大写汉语拼音字母和阿拉伯数字组成, 表示方法应符合如下规定。



5.2 型号示例

- 例 1: DQ - 50 型
表示氢气产量为 $50 \text{ m}^3/\text{h}$, 工作压力为常压的制氢设备。
- 例 2: DQ - 10/1.6 型
表示氢气产量为 $10 \text{ m}^3/\text{h}$, 工作压力为 1.6 MPa 的制氢设备。
- 例 3: DQ - 20/3.2 - 2 型
表示氢气产量为 $20 \text{ m}^3/\text{h}$, 工作压力为 3.2 MPa , 第 2 次变型改进设计的制氢设备。

6 技术要求

6.1 环境与使用条件

- 6.1.1 制氢设备制氢间的防爆要求应符合 GB 4962、GB 50177 和 GB 50058 的有关规定。
- 6.1.2 制氢设备使用的电解质氢氧化钠或氢氧化钾应分别符合 GB 629 或 GB 2306 的规定。
- 6.1.3 电解用水(原料水)水质应符合表 2 的规定。

表 2

名称	单位	指标值
电阻率	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 1.0 \times 10^5$
铁离子含量	mg/L	< 1
氯离子含量	mg/L	< 2
悬浮物	mg/L	< 1

- 6.1.4 冷却水供水压力宜为 $0.15 \sim 0.35 \text{ MPa}$, 水质要求应符合 GBJ 29 的规定。
- 6.1.5 仪表用气源的压力范围和质量要求应符合 GB 4830 的规定。
- 6.2 一般规定
- 6.2.1 制氢设备应符合本标准的规定, 并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。
- 6.2.2 制氢设备的设计必须符合 GB 4962、GB 50058、GB 50177 和国家安全、环保法规的有关规定。
- 6.2.3 制氢设备中的常压容器应符合 JB 2880 的规定, 低、中压容器应符合 GB 150 和国家劳动部颁布的《压力容器安全技术监察规程》的有关规定。

6.3 性能指标

制氢设备的性能指标应符合表 3 的规定。

表 3

名 称	单 位	指标值
氢气产量	m ³ /h	额定值
氢气纯度	%	≥99.7
氧气纯度	%	≥99.2
单位制氢直流电耗	kW·h/m ³ H ₂	≤5.0
注: 1. 氢气、氧气纯度单位为体积百分比。 2. 氢气产量小于 10m ³ /h 制氢设备的电耗指标按合同规定。		

6.4 材料

6.4.1 制氢设备所需材料必须符合有关标准的规定。

6.4.2 制造电解槽的主要零件的材料必须具有材料质量证明书,

6.4.3 镍丝网材料应符合 GB 6516 的规定。

6.4.4 不锈钢耐酸钢应符合 GB 1220 的规定。

6.4.5 隔膜石棉布应符合 JC 211 的规定。

6.4.6 密封垫片材料应符合 GB 3985 的规定。

6.4.7 与氢、氧气接触的零件禁用可燃性材料。

6.4.8 用户订货对材料有特殊要求时, 按供需双方合同规定。

6.5 制造

6.5.1 碟形弹簧的制造要求应符合 GB/T 1972 的规定。

6.5.2 铸件内外表面应光滑, 不得有气泡、裂纹及厚度显著不均的缺陷。铸钢件应符合 GB 11352 的规定。

6.5.3 主要焊接结构件的焊缝不得有气孔、夹渣和裂纹等缺陷。

6.5.4 镀件

6.5.4.1 镀件的镀层表面不得有鼓泡、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。

6.5.4.2 镀件的镀层厚度、结合强度及孔隙率的质量和检验应分别符合 JB 2111、JB 2112 和 JB 2115 的规定。

6.5.4.3 镀件的镀层厚度、结合强度及孔隙率检验抽样数和抽样方法按 GB 2829 的有关规定。镀件可采用相同工艺同时电镀的试件进行试验。

6.6 其他

6.6.1 与氢气、氧气接触的零件表面应严格脱脂, 经脱脂后的表面油及油脂残留量不超过

125mg/m², 测试方法按 JB/T 6896 的规定。

6.6.2 制氢设备的氢气管道应符合 GB 50177 的规定, 氧气管道应符合 JB 5902 的规定, 管道识别色和识别符号应符合 GB 7231 的规定。

6.6.3 制氢设备油漆按图样规定, 压力容器油漆按 JB 2536 规定, 相同颜色面漆的色泽应一致。

6.6.4 制氢设备的外购件和配套件应具有产品合格证, 并按有关标准或合同进行验收。

6.6.5 在用户遵守制氢设备安装和使用规则条件下, 产品从制造厂发货之日起 18 个月内, 因制造质量问题或材料缺陷而发生损坏或不能正常工作时, 制造厂应无偿给予修复或更换 (不包括易损件)。

7 试验方法

7.1 试验条件

7.1.1 制氢设备的性能试验可在制造厂内或用户现场进行。

7.1.2 被测试的制氢设备须经检验合格并具有产品质量合格证。

7.1.3 试验前应对试验系统做气密性试验, 试验要求与方法应符合 GB 150 和国家劳动部颁发《压力容器安全技术监察规程》的有关规定。

7.1.4 通电试验前必须用氮气对氢、氧气运行系统进行吹除、置换, 吹除后的系统内含氧量不得大于 1% (体积比)。

7.1.5 性能试验现场的防爆要求应符合 GB 50177 的规定。

7.1.6 制氢设备性能试验应在设备连续稳定运行 4h 后进行, 测试气体产量、纯度和单位制氢直流电耗须同步进行, 每 30min 测试一次, 连续测 4 次, 取其平均值。

7.2 试验用仪器、仪表

7.2.1 试验用仪器、仪表应具有生产厂或计量部门有效期检定合格证。

7.2.2 试验用仪器、仪表精度应不低于表 4 的规定。

7.3 性能试验

7.3.1 氢、氧气体产量

氢、氧气体产量的测试可采用气体流量计、容积法和电流测试值计算法, 氢气产量亦可采用氧气产量测试值的加倍计算。三种方法等效。当供需双方发生争议时, 由国家认可的产品质量监督检测中

心仲裁。

表 4

试验项目	仪器、仪表名称	精度等级
气体产量和单位制氢直流电耗	气体流量计	2 级
	温度计	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
	压力表	0.4 级
	秒表	1%
	直流电流表	1.0 级
	直流电压表	1.0 级
	直流互感器、分流器	0.5 级
气体纯度	氧分析仪	5 级, 最小分度值为 0.01% (体积比)
	氢分析仪	

7.3.1.1 氢、氧气体产量测试可采用适用于氢氧气体介质的气体流量计, 并应符合相应的流量计标准或检定规程的规定。

7.3.1.2 容积法测试气体产量按附录 A (标准的附录) 的规定。

7.3.1.3 电流测试值计算法按附录 B (标准的附录) 的规定。

7.3.2 氢、氧气体纯度

7.3.2.1 氢、氧气体纯度测试应分别符合 GB 3634 和 GB 3863 的规定。

7.3.2.2 氢、氧气体纯度亦可采用氢、氧分析仪测试, 应符合附录 C (标准的附录) 的规定。

7.3.2.3 氢、氧气体纯度测试的取样部位应在制氢设备的氢、氧气体取样口。

7.3.3 单位制氢直流电耗

7.3.3.1 制氢设备单位制氢直流电耗指制取 1 m^3 氢气电解槽所消耗的电能, 计算按式 (1) 进行。

$$W_{H_2} = \frac{IUT}{Q_{H_2} \times 10^3} \dots\dots\dots (1)$$

式中: W_{H_2} ——单位制氢直流电耗, $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$;

I ——电解槽总直流工作电流, A;

U ——电解槽直流工作电压, V;

Q_{H_2} ——测试期间氢气产量, m^3/h ;

T ——测试时间, h。

7.3.3.2 电流和电压测试方法

7.3.3.2.1 用电流表测试流过电解槽总直流工作电流, 测试部位在电解槽两端或直流变换器的直流接线点。

7.3.3.2.2 电解槽的直流工作电压的测试部位在电解槽正负极接点。

8 检验规则

8.1 每台制氢设备须经制造厂质量检验部门检验合格, 并附有产品合格证方能出厂。

8.2 制氢设备所规定的试验和检验项目, 必须有试验报告和检验记录。

8.3 制氢设备的出厂检验项目, 应按经规定程序批准的图样和技术文件进行检验。

8.4 制氢设备的型式检验内容, 按本标准表 3 中规定的项目或合同要求的检测项目; 检测项目的性能试验方法按本标准 7.3 及附录 A、附录 B、附录 C 的规定。

8.5 制氢设备各项性能指标的检测结果, 应达到表 3 的规定。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 制氢设备产品标牌应固定在明显位置, 标牌尺寸和技术要求应符合 GB/T 13306 的规定。

9.1.2 电解槽标牌应包括如下内容:

- a) 制造单位名称;
- b) 产品名称;
- c) 商标;
- d) 产品型号;
- e) 制造日期和编号;
- f) 产品主要参数:
 - 产量: 氢 m^3/h ;
 - 氧 m^3/h ;
 - 纯度: 氢 %;
 - 氧 %;
 - 额定电压, V;
 - 额定电流, A;
 - 最大允许工作压力, MPa;
 - 电解槽重量, kg。

9.1.3 压力容器标牌应包括如下内容:

- a) 制造单位名称;
- b) 容器的编号;
- c) 产品名称;
- d) 商标;
- e) 制造日期;
- f) 介质;

- g) 设计压力, MPa;
- h) 最大允许工作压力, MPa;
- i) 试验压力, MPa;
- j) 设计温度, °C;
- k) 容器类别, 类;
- l) 容器重量, kg;
- m) 压力容器制造许可证编号。

9.1.4 包装箱储运图示标志应符合 GB 191 的规定。

9.2 包装

9.2.1 包装箱设计应符合运输的有关规定。

9.2.2 制氢设备包装应符合 GB/T 13384 的有关规定, 并按装箱单的编号、项目名称和件数进行装箱。

9.2.3 压力容器包装、运输按 JB 2536 规定。

9.2.4 以整机出厂的电解槽, 包装前应将槽内积水全部排净。

9.2.5 对所有管口应进行封闭或包扎; 对法兰连接应采取保护措施, 可用 10mm 厚的木板或合适材料固定在法兰面上。

9.2.6 制氢设备的随机文件应用塑料袋封装, 并固定在包装箱内。随机文件应包括:

- a) 产品合格证;
- b) 产品使用说明书;
- c) 随机备、附件清单;
- d) 安装图;
- e) 压力容器产品合格证、容器说明书、质量证明书;

f) 合同要求提供的其他图样和技术文件。

9.3 运输和贮存

9.3.1 电解槽在气温低于 0°C 时的运输和贮存, 必须将设备内的积水排净, 且密封各进出口。

9.3.2 制氢设备应存放在通风、干燥的库房内或有遮盖的场所, 离地至少 100mm; 存放期超过规定时间, 按产品说明书的有关规定进行检查、维护。

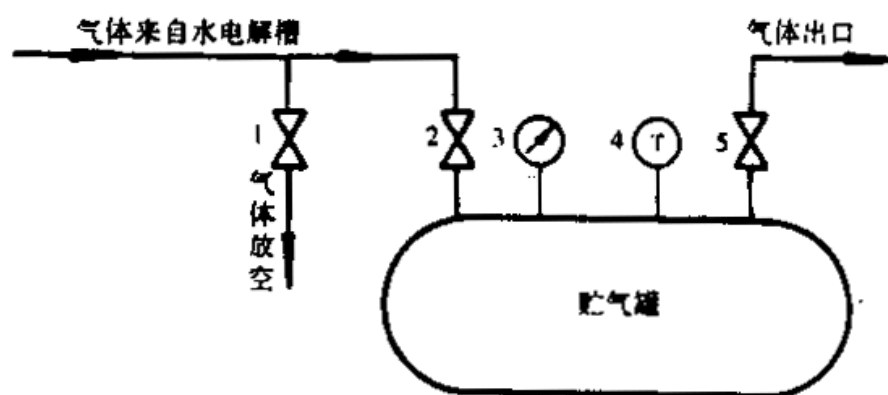
附录 A

容积法测试气体产量

(标准的附录)

A1 容积法测试系统流程

如图 A1 所示。



1—阀-1; 2—阀-2; 3—压力表;
4—温度计; 5—阀-3

图 A1 容积法测试系统流程图

A2 测试方法

A2.1 测试前应对储气罐的容积进行测试、核算。

A2.2 开阀-1, 关闭阀-2、阀-3, 准确记录储气罐内气体的起始压力和温度。

A2.3 开阀-2, 关闭阀-1、阀-3, 记录起始时间。

A2.4 经一定时间充灌气体后, 关闭阀-2, 开阀-1, 记录终止时间、储气罐内压力和温度。

A2.5 气体产量按式 (A1) 计算。

$$Q = \frac{T_0 V}{p_0} \left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right) \quad \text{..... (A1)}$$

式中: Q ——标准状态下气体产量, m^3/h ;

p_0 ——标准状态下气体压力, 0.101325MPa;

p_1 ——起始时储气罐内气体绝对压力, MPa;

p_2 ——终止时储气罐内气体绝对压力, MPa;

T_0 ——标准状态下气体温度, 273K;

T_1 ——起始时储气罐内气体温度, K;

T_2 ——终止时储气罐内气体温度, K;

V ——储气罐容积, m^3 ;

t ——测试时间, h。

附录 B

电流测试值计算气体产量

(标准的附录)

B1 原理摘要

依据电解定律——任何物质在电解过程中, 数量上的变化服从法拉第定律。

B2 水电解制氢时的法拉第定律

在标准状态下, 用 2×96500 C 电量, 可电解 1 mol 水制取 1 mol 氢和 $1/2$ mol 氧。

1 mol 氢气在标准状态下的体积为 22.43×10^{-3} m³。

故在标准状态下, 制取 1 m³ 氢所需理论电量为式 (B1):

$$\frac{2 \times 96500 \times 1000}{3600 \times 22.43} = 2390 \text{ A} \cdot \text{h/m}^3 \quad \dots\dots\dots (\text{B1})$$

B3 电流测试值计算气体产量

电流测试值计算气体产量按式 (B2) 进行:

$$Q = \frac{In\eta}{2390} \quad \dots\dots\dots (\text{B2})$$

式中: Q ——氢气产量, m³/h;

I ——通过电解槽小室的直流工作电流, A;

n ——电解槽小室数;

η ——电流效率 (设计选定), %。

附录 C

分析仪器测试气体纯度

(标准的附录)

C1 氢气纯度

C1.1 测试仪器

分析氢气中氧含量的氧分析仪, 按 GB 3634 工业氢气中对氧气含量采用同气相色谱仪对比过的仪表进行分析。

分析仪的量程 0 ~ 1% O₂。

C1.2 测试方法

将氢气送入分析仪进口接头, 分析仪就直接显示出体积氧含量值。

C1.3 氢气纯度按式 (C1) 计算 (仅对氧含量规定):

$$C_{H_2} = (1 - C_m) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{C1})$$

式中: C_{H_2} ——氢气纯度, %;

C_m ——仪表显示氧含量值。

C2 氧气纯度

C2.1 测试仪器

分析氧气中氢含量的氢分析仪, 按 GB 3863 工业用气态氧中对铜氨溶液吸收法或采用同气相色谱仪对比过的仪表进行分析。

分析仪的量程 0 ~ 2% H₂。

C2.2 测试方法

将氧气送入分析仪进口接头, 分析仪就直接显示出体积氢含量值。

C2.3 氧气纯度按式 (C2) 计算:

$$C_{O_2} = (1 - C_{xH}) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{C2})$$

式中: C_{O_2} ——氧气纯度, %;

C_{xH} ——仪表显示氢含量值。