



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 643—2022

---

## 气象用水电解制氢设备操作规范

Operational specification of hydrogen-producing device by water electrolysis  
in meteorology

2022-01-07 发布

2022-04-01 实施

---

中 国 气 象 局 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 基本要求 .....	2
5 操作流程 .....	4
6 应急处置 .....	7
7 维护 .....	7
附录 A(资料性) 水电解制氢工作值班记录表示例 .....	9
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。

本文件由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)提出并归口。

本文件起草单位：河北华云科技开发服务有限公司、河北省气象技术装备中心、中国船舶重工集团公司第七一八研究所。

本文件主要起草人：梁如意、刘文忠、关彦华、刘宇、吴宝平、侯玉平、张春雷、王彦霏、杜康云、王银钢、何丽华、周爽。

# 气象用水电解制氢设备操作规范

## 1 范围

本文件规定了气象用水电解制氢设备操作的基本要求,描述了操作流程、应急处置、维护的步骤和方法。

本文件适用于气象用水电解制氢设备的操作、应急处置和维护。

## 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 2306—2008 化学试剂 氢氧化钾  
GB 4962—2008 氢气使用安全技术规程  
GB/T 29639—2013 生产安全事故应急预案编制导则  
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  
QX/T 248—2014 固定式水电解制氢设备监测系统技术要求  
QX/T 357—2016 气象业务氢气作业安全技术规范  
QX/T 420—2018 气象用固定式水电解制氢系统

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 氢气作业 **hydrogen operation**

气象用氢气的生产、充装、运输、储存、使用等操作过程。

[来源:QX/T 357—2016,3.1]

### 3.2

#### 储氢装置 **hydrogen tank**

用于储存氢气的压力容器。

[来源:QX/T 357—2016,3.7]

### 3.3

#### 水电解制氢设备 **hydrogen-producing device by water electrolysis**

以蒸馏水为原料辅以电解质,由制氢主机、整流控制器、储氢装置(3.2)、氢分析仪、压力管道、加水泵和水箱等制取氢气设备的统称。

[来源:QX/T 357—2016,3.4,有修改]

### 3.4

#### 制氢主机 hydrogen-producing main engine

在水电解制氢装置中完成水电解并进行氢、氧分离的设备。

[来源:QX/T 357—2016,3.5]

### 3.5

#### 水电解槽 water electrolyzer

应用水电解方法将水分解成氢气和氧气的核心装置。

注:通常为压滤式双极性结构。

[来源:QX/T 357—2016,3.6,有修改]

### 3.6

#### 爆炸危险区域 hazardous area

爆炸性混合物出现的或预期可能出现的数量达到足以满足要求对电气设备的结构、安装和使用采取预防措施的区域。

注:制氢室、储氢室、充球室等爆炸危险房间为1区;按房间的门窗边沿计算,半径为4.5 m的地面、空间区域为2区;按氢气排放口计算,半径为4.5 m的空间和顶部距离为7.5 m的区域为2区。

[来源:GB/T 37563—2019,3.2,有修改]

## 4 基本要求

### 4.1 登记与验收

4.1.1 储氢罐等压力容器投入使用前或者投入使用后30日内,应办理特种设备使用登记手续,取得使用登记证书。

4.1.2 新安装或大修后的水电解制氢设备在正式投入使用前,应申请业务验收,验收合格后方可投入使用。

### 4.2 人员

#### 4.2.1 氢气作业人员

应符合下列要求。

- a) 上岗培训:参加高空气象观测业务人员岗位能力培训且考核合格,通过3~6个月的岗位跟班实训考核且合格。
- b) 日常培训:定期接受或组织安全教育和操作技能培训,取得合格证书,且:
  - 1) 具有按GB/T 37563—2019第4章的要求识别泄露、火灾或爆炸、窒息、触电、灼烫、机械伤害等危险因素的能力;
  - 2) 掌握因4.2.1b)1)中危险因素或氢气泄漏、积聚、纯度不符合要求及电解液泄漏等可能引发的危险等处置能力。
- c) 应急处置:熟悉事故应急处置预案,具有处置突发事件、采取有效措施且保障人员安全的能力。

#### 4.2.2 特种设备安全管理员

应符合下列要求:

- a) 具有资格:特种设备安全管理人员资格证书(项目代号A),定期参加特种设备安全管理培训和操作技能培训;
- b) 日常培训:符合4.2.1b)的要求;

c) 应急处置:符合 4.2.1c)的要求。

### 4.3 设备

#### 4.3.1 水电解制氢设备

应具有气象专用技术装备使用许可证和质量合格证,且:

- a) 功能和技术性能:符合 QX/T 420—2018 中 4.3 和 4.4 的要求;
- b) 安全性:符合 QX/T 420—2018 中 4.8 的要求;
- c) 水电解制氢设备监测系统:根据需要配备并符合 QX/T 248—2014 中 3.2 的要求;
- d) 大修:每 6 年一次,由设备厂家技术人员实施;
- e) 故障:由设备厂家技术人员现场实施或远程指导及时维修、排除;
- f) 安全技术档案:符合 QX/T 357—2016 中 6.1.5 的要求。

#### 4.3.2 配套设备及材料

应符合下列要求。

- a) 储氢容器符合 GB 4962—2008 第 6 章的要求。
- b) 制氢电解液的浓度为 $(30\pm 2)\%$ ,且:
  - 1) 电解用水符合 GB/T 37562—2019 中 5.1.2.5 的要求;
  - 2) 氢氧化钾符合 GB/T 2306—2008 中表 1 分析纯的要求。
- c) 维修工具采用防静电材质。

### 4.4 安全

#### 4.4.1 措施

爆炸危险区域应设置静电释放装置、黄色区域界线、安全警示标志,无关人员和车辆等不应进入。氢气作业人员进入爆炸危险区域应穿戴防静电的服装、鞋帽、手套,不应携带手机等电子设备和产生静电的物品。制氢室、储氢室、充球室应符合下列要求:

- a) 室内外无明火、无可疑易燃物品、无能产生明火的物品;
- b) 室内环境温度不低于  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 室内全屋铺设防静电垫或防静电地板,并接地良好;
- d) 室内安装氢气泄漏监测系统;
- e) 室外无发生影响安全生产的隐患。

#### 4.4.2 检定或校准

下列仪表应定期检定或校准,并在有效期内:

- a) 氢分析仪;
- b) 储氢罐的安全阀、压力表;
- c) 制氢主机的压力表、压差变送器和压力控制器;
- d) 整流柜的电压表、电流表、温度控制器;
- e) 氢气泄漏报警器。

#### 4.4.3 运输

氢气瓶运输应符合 QX/T 357—2016 中 5.3 的要求;车辆应具有危险化学品运输许可证,安装防火帽。

#### 4.4.4 雷电防护

涉氢业务用房雷电防护装置应委托具有甲级检测资质的专业检测机构检测,每半年一次且合格。

#### 4.4.5 应急演练

氢气作业单位应建立健全安全规章制度,配备特种设备安全管理员和消防应急救援器材,按 GB/T 29639—2013 的要求编制、评估、修订事故应急预案,每年至少演练一次。

### 5 操作流程

#### 5.1 人工水电解制氢

##### 5.1.1 开机前检查

应检查下列各项并确认是否符合要求:

- a) 爆炸危险区域无无关人员和车辆等;
- b) 爆炸危险区域无明火、无产生明火的物品及无可疑易燃物品;
- c) 制氢室、储氢室和充球室的门窗完好,室内通风良好,屋顶通风孔畅通;
- d) 水电管路连接正常,无滴漏;
- e) 压力管路连接正常,无漏气;
- f) 储氢罐压力表指示正常,无漏气;
- g) 制氢主机至储氢罐之间的进气阀门打开,进气管路畅通;
- h) 制氢主机各部件无漏液、无漏气;
- i) 整流控制器上无杂物,整流控制器电位器旋钮调至最低位置;
- j) 电解槽体和储气罐排污阀无漏液;
- k) 氢放空阀、氧放空阀、压力报警阀、增压阀均为开启状态,氢储存阀、减压阀、氢分析阀、氧分析阀均为关闭状态;
- l) 制氢主机氢氧液面正常;
- m) 碱液过滤器前端球阀为开启状态;
- n) 电解槽正极压板绝缘,地脚绝缘处干燥;
- o) 水电解槽首次使用前,应用蒸馏水浸泡 24 h 以上,然后将水排净,再将预先配制好的电解液由加水泵加入制氢主机内,使电解液液位达到液面计中间位置;
- p) 检查电解液为浓度 $(30 \pm 2)\%$ 的氢氧化钾溶液。

##### 5.1.2 操作步骤

氢气作业人员应按下列步骤操作。

- a) 接通整流控制器电源,各指示灯正常。
- b) 缓慢调整升高整流控制器直流电压,电压不大于 70 V。
- c) 观察制氢主机工作压力表,当压力升到工作压力上限设定值时,关闭增压阀。
- d) 产生氢气后,使用氢分析仪测量氢气纯度,纯度应不低于 99.7%:
  - 1) 若纯度低于 99.7%,应持续放空,直到纯度满足要求;
  - 2) 若纯度持续低于 99.7%,应停机查找原因,排除隐患后重新开机。
- e) 打开氢储存阀,关闭氢放空阀,向储氢罐中储氢。储氢罐进气阀和出气阀保持常开。
- f) 制氢过程中定时使用万用表测量水电解槽小室电压并记录,且不少于 3 次,每次间隔不小于



1 h; 额定条件下平均小室电压不大于 2.2 V, 当单个小室电压高于 3.0 V 时, 立即停机, 查找原因、排除故障。

- g) 当水电解槽体温度达到 80 °C 时, 启用冷却水系统调节, 使温度保持在 75 °C ~ 85 °C 范围内。
- h) 制氢主机氢氧液面低于面板刻度的 1/4 时, 加注电解用水; 制氢主机氢氧液面达到面板刻度的 3/4 时, 停止加注电解用水。加注电解用水时, 制氢作业人员时刻观察液面, 不得转移视线。氢氧液位差保持在不大于 100 mm 范围内, 超出时立即停机查找原因。
- i) 运行中发生报警或者联锁停机时, 立即查明原因, 不应改变保护设定值或取消联锁。

### 5.1.3 巡查和自动监测

制氢过程中, 宜使用水电解制氢设备监测系统辅助, 应巡查下列情况:

- a) 制氢室内外有无异常;
- b) 制氢室内外的温度;
- c) 制氢的工作电流、工作电压、工作温度、工作压力、氢气纯度、氢氧液位差、储氢压力;
- d) 制氢室、储氢室和充球室的氢气泄漏浓度;
- e) 制氢设备的部件、管道有无泄漏;
- f) 水电解制氢设备监测系统有无异常。

### 5.1.4 储氢

5.1.4.1 储氢应符合 QX/T 357—2016 中 5.4 的要求, 储氢压力应小于 1.0 MPa。储氢过程中应及时查看储氢罐储氢压力; 储氢量满足充球业务使用数量后, 应停止储氢。

5.1.4.2 使用自动干燥装置前, 应分析氢气纯度, 达到 99.7%。

5.1.4.3 制氢主机首次使用或久停再用时, 应充氮检漏。开机连续氢气放空应不少于 15 min, 氢气纯度达到 99.7% 后储氢。

5.1.4.4 制氢主机暂停使用期间, 储氢罐内压力应不低于 0.05 MPa。储氢罐内压力为 0 MPa 时, 再次启用前, 应按 GB 4962—2008 第 5 章的要求注水置换或者氮气置换。

### 5.1.5 关机

氢气作业人员应按下列步骤操作。

- a) 将整流控制器电压调至 0 V, 关闭整流控制器和主电源。
- b) 打开氢放空阀, 关闭氢储存阀。
- c) 打开增压阀, 缓慢打开减压阀, 使工作压力逐渐降至 0 MPa, 应注意:
  - 1) 降压时, 氢氧液位变化不超出液位计可视范围;
  - 2) 压差过大时, 停止减压或利用氢放空阀调整; 氢氧液位恢复后, 再缓慢减压。
- d) 减压结束时, 符合 5.1.1k) 的要求。

### 5.1.6 记录

应如实填写水电解制氢工作值班记录表(示例见附录 A), 异常情况和采取措施应填写到备注栏中; 按月装订成册, 存档至设备报废。

## 5.2 全自动水电解制氢

### 5.2.1 开机前检查

除符合 5.1.1a) — i)、m) 的要求外, 开机前检查还应符合下列要求。

- a) 检查干燥装置(可选设备)参数设置和指示灯：
  - 1) 制氢主机储氢直接进罐阀门为开启状态；
  - 2) 干燥装置进气阀门和出气阀门为开启状态；
  - 3) 制氢主机直接储氢旁通阀为关闭状态。
- b) 检查制氢主机压力上限报警值、储氢装置压力下限/上限报警值、氢氧分离器液位下限/上限报警值、工作温度上限报警值为正常状态。
- c) 检查自动充球装置(可选设备)设置的充氢量和充氢速度。
- d) 设置氢气放空或者报警停机的氢气纯度限值为 99.7%。
- e) 检查电解液为浓度(30±2)%的氢氧化钾溶液。

### 5.2.2 开机

接通整流控制器主电源,选用下列方式之一开机:

- a) 点击控制柜触摸屏上的“开机”键现场操作；
- b) 点击全自动水电解制氢监控系统“开机”键远程操作。

### 5.2.3 巡查

制氢过程中,应巡查下列情况。

- a) 制氢室内外有无异常。
- b) 开机制氢 30 min 后,人工读取并记录制氢室内温度、工作电流、工作电压、工作温度、工作压力、氢气纯度、槽体温度、氢氧液位差、储氢压力数据,报警及控制设备是否正常;每次制氢过程中,人工读取并记录数据次数不少于 2 次,其间隔不小于 1 h。
- c) 全自动水电解制氢监控系统有无异常。

### 5.2.4 非正常停机

5.2.4.1 联锁停机:制氢作业人员应立即到达制氢室,观察工作压力和氢氧分离器液位。当不能卸压时,可通过氢手动放空阀、氧手动放空阀泄压,并保持液位平衡。查明原因并排除故障后,按正常程序继续开机。

5.2.4.2 紧急停机:当氢气纯度急剧下降低于下限值、系统压力持续升高超过上限值而设备没有自动停机、发生安全隐患时,可直接按控制室内配电箱上的红色键,切断 380 V 交流电源,或直接关闭控制柜总电源,再通过手动阀门泄压。查明原因并排除故障后,按正常程序继续开机。

### 5.2.5 关机

选用下列方式之一关机,工作压力降为 0 V 后,切断整流控制器主电源:

- a) 点击控制柜触摸屏上“关机”键,现场操作；
- b) 点击全自动水电解制氢监控系统“关机”键,远程操作。

### 5.2.6 记录

按 5.1.6 的要求记录。

## 6 应急处置

### 6.1 启动应急预案

当制氢出现突发事件时,应立即启动应急预案,严格按照事故预案和流程处置。在确保人员安全的前提下,检查电路是否断开,关闭储氢罐、气路、阀门等。无法关闭时,等待其自然排空,再进行检查。

### 6.2 人员受伤

发生制氢作业人员被电解液灼烫时,应采取下列措施:

- a) 迅速切断电源;
- b) 按正常程序泄压;
- c) 用大量清水冲洗,并立即拨打 120 急救。

### 6.3 设施燃烧

氢气发生泄漏、导致设施燃烧时,应按 QX/T 357—2016 中 9.3.2 的要求采取处置措施,并立即拨打 119 报警。

### 6.4 泄露/积聚

#### 6.4.1 大量泄露/积聚

6.4.1.1 氢气大量泄漏/积聚(管道破裂、阀门脱落)时,应按 QX/T 357—2016 中 9.3.1 的要求采取处置措施。

6.4.1.2 电解液大量泄漏时,应按 QX/T 357—2016 中 9.3.3 的要求采取处置措施。

#### 6.4.2 少量泄露/积聚

6.4.2.1 氢气少量泄漏或积聚时,应采取下列措施:

- a) 立即切断气源、电源,人员迅速撤离泄漏扩散区域至上风处;
- b) 泄漏扩散区域采取通风措施,待氢气完全扩散后,采取措施控制泄漏,排除故障。

6.4.2.2 电解液少量泄漏时,应采取下列措施:

- a) 用沙土、弱酸等吸收中和;
- b) 查明泄漏部位、泄漏程度,采取措施控制泄漏。

## 7 维护

### 7.1 日常维护

应符合下列要求:

- 检查氢分析仪干燥管内硼酸、硅胶且合格;
- 擦洗制氢主机、整流控制器、加水泵、蒸馏水器、水箱等,清除灰尘;
- 每半月清洗一次新安装或大修的制氢主机碱液过滤器;
- 水电解槽外观变形或老化、腐蚀等,应停机维护,由设备厂家技术人员维修。

### 7.2 月维护

由至少两名氢气作业人员维护,应符合下列要求:

- 上锁/挂牌；
- 检查氢分析仪、储氢罐安全阀和压力表、制氢主机压力表和压差变送器及压力控制器、整流柜电压表和电流表及温度控制器、氢气泄漏报警器等在检定/校准有效期内；
- 确认压力报警、温度报警、氢气泄漏报警功能正常；
- 检查氢分析仪干燥管内硼酸、硅胶且合格；
- 测试制氢主机的工作压力保护系统、工作温度保护系统和储氢上限压力保护系统；
- 测量电解液浓度，调至 $(30 \pm 2)\%$ ；
- 检查充球橡胶管无破裂，平衡器接地牢固；
- 清洁控制板、电器元件、整流变压器等电器元件，用吹尘器除去尘土；
- 清洗制氢主机碱液过滤器。

### 7.3 年维护

由设备厂家技术人员维护，应符合下列要求：

- 上锁/挂牌；
- 清洗电解槽；
- 清洗氢氧分离除雾器；
- 排放储氢罐内积水；
- 检查系统各接线连接情况；
- 检定/校准氢分析仪、储氢罐安全阀和压力表、制氢主机压力表和压差变送器及压力控制器、整流柜电压表和电流表及温度控制仪、氢气泄漏报警器，其中，储氢罐压力表、制氢主机压力表等至少每半年检定1次；
- 保压试验整机系统。

附录 A

(资料性)

水电解制氢工作值班记录表示例

人工水电解制氢工作值班记录表示例和全自动水电解制氢工作值班记录表示例分别见图 A.1 和图 A.2。

人工水电解制氢工作值班记录表

记录日期时间：						值班人员：										
开机前生产环境巡视、检查																
爆炸危险区域 <input type="checkbox"/> 无人员 <input type="checkbox"/> 无车辆						制氢主机各部件漏液 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无										
室内外环境 <input type="checkbox"/> 安全 <input type="checkbox"/> 需密切注意_____						整流控制器杂物 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无										
门窗完好 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否						电解槽体漏液 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无										
水电管路连接滴漏 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 无						电解槽排污阀漏液 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无										
压力管道连接漏气 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 无						电解槽球阀保持常开状态 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否										
储氢压力表指示正常 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否						分离器液位合适 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否										
开机期间巡视、检查、测量情况																
测量时间	室外温度 ℃	室内温度 ℃	直流电流 A	直流电压 V	工作温度 ℃	工作压力 MPa	氢气纯度 %	液位差 mm	储氢压力 MPa	充球前后 压力差 MPa	备注					
小室电压 V																
时间	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	最大压差	
储氢	开始时间			储氢量			MPa			结束时间			储氢量			MPa
值班 记事	签名 年 月 日															

图 A.1 人工水电解制氢工作值班记录表示例

全自动水电解制氢工作值班记录表

记录日期时间：		值班人员：									
开机前生产环境巡视、检查											
室外环境 <input type="checkbox"/> 安全 <input type="checkbox"/> 需密切注意_____		室内环境 <input type="checkbox"/> 安全 <input type="checkbox"/> 需密切注意_____		水电管路 <input type="checkbox"/> 连接良好 <input type="checkbox"/> 需密切注意_____							
碱液过滤器前球阀 <input type="checkbox"/> 打开		储氢压力表 <input type="checkbox"/> 状态良好 _____ MPa		制氢主机储氢直接进罐阀门 <input type="checkbox"/> 关闭							
干燥装置进气阀门 <input type="checkbox"/> 打开		干燥装置出气阀门 <input type="checkbox"/> 打开		制氢主机背后直接储氢旁通阀 <input type="checkbox"/> 关闭							
干燥装置参数设置 <input type="checkbox"/> 正确		制氢机储氢前运行干燥装置 <input type="checkbox"/> 运行灯亮		工业冷水机打开 <input type="checkbox"/> 打开							
开机期间巡视、检查、测量情况											
室外温度 °C		室内温度 °C		工作电流 A		工作电压 V		槽体温度 °C		工作压力 MPa	
测量时间										氢气纯度 %	
										氢氧液位差 mm	
										储氢压力 MPa	
										备注	
报警及控制设备											
温度控制(报警)设备 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		自动加水(控制设备) <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		氢气纯度分析设备 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常							
主机压力报警设备 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		储氢压力(报警)设备 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		氢气泄漏报警设备 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常							
小室电压 V											
时间		1		2		3		4		5	
										6	
										7	
										8	
										9	
										10	
										11	
										12	
										13	
										14	
										15	
										16	
		17		18		19		20		21	
										22	
										23	
										24	
										25	
										26	
										27	
										28	
										29	
										30	
										最大压差	
储氢		开始时间		MPa		结束时间		储氢压力		MPa	
值班记事		签名：_____年 月 日									

图 A.2 全自动水电解制氢工作值班记录表的示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 34583—2017 加氢站用储氢装置安全技术要求
  - [2] GB 50177—2005 氢气站设计规范
  - [3] GB 50516—2010 加氢站技术规范
  - [4] 中国气象局. 气象涉氢业务安全工作文件汇编[M]. 北京:气象出版社,2017
-

中华人民共和国  
气象行业标准  
气象用水电解制氢设备操作规范  
QX/T 643—2022

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街46号  
邮政编码:100081  
网址:<http://www.qxcbs.com>  
发行部:010-68408042  
北京建宏印刷有限公司印刷

\*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30千字  
2022年2月第1版 2022年2月第1次印刷

\*

书号:135029-6289 定价:25.00元

如有印装差错 由本社发行部调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68406301