

附件 3:

# ZJSEE

## 浙江省电力学会标准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

### 氢储能电站安全操作规程

Hydrogen storage power station safety work procedures

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省电力学会 发布

## 目 次

目 次 .....	I
前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
3.1 氢储能电站 .....	1
3.2 燃料电池 .....	2
3.3 监控与数据采集系统 .....	2
4 总则 .....	2
5 氢储能电站作业基本条件 .....	4
5.1 配电线路和设备 .....	4
5.2 氢管道与设备 .....	4
6 保证安全的组织措施 .....	6
7 保证安全的技术措施 .....	6
8 电气部分作业安全 .....	7
8.1 高压部分 .....	7
8.2 低压部分 .....	9
9 氢气部分作业安全 .....	11
9.1 水电解制氢 .....	11
9.2 氢气输送 .....	12
9.3 氢气存储 .....	13
9.4 氢气使用 .....	17
10 监控与数据采集系统 .....	18
11 安全维护工作 .....	18
附 录 A 氢储能电站日常维护检查记录 .....	24

## 前 言

本规范是根据《氢气使用安全技术规程》、《水电解制氢系统技术要求》等文件编制。

在修订编制过程中，修订组结合我国氢气站、供氢站设计、建造和运行的实际情况，进行了大量的调查研究，并广泛向全国有关单位或个人征求意见，最后由我部会同有关部门审查定稿。

本规范共11章和1个附录。其主要内容有：范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、氢储能电站作业基本条件、保证安全的组织措施、保证安全的技术措施、电气部分作业安全、氢气部分作业安全、监控与数据采集系统和安全维护工作等。

在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄至浙江省电力公司《氢储能电站安全工作规程》管理组（地址：浙江省杭州市黄龙路8号，邮编：310000，传真：0571—68217842，E-mail：ceedi@ceedi.com.cn），以供今后修订时参考。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会××××提出并解释。

本标准（或本部分或本指导性技术文件）起草单位（包括第一承担单位和参加起草单位，按对标准的贡献大小排列）：

本标准（或本部分或本指导性技术文件）主要起草人（按对标准的贡献大小排列）：

本标准（或本部分或本指导性技术文件）首次发布（或本标准×年×月首次发布，×年×月第一次修订，×年×月第二次修订）。

# 氢储能电站安全工作规程

## 1 范围

本规程规定了氢储能电站的站内电解水制氢、氢气存储、氢燃料电池发电、电气系统以及安全与消防等方面的安全操作要求。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4962-2008	《氢气使用安全技术规程》
GB 50177	《氢气站设计规范》
GB/T 19774-2005	《水电解制氢系统技术要求》
GB/T 29729	《氢系统安全的基本要求》
GB/T 24499-2009	《氢气、氢能与氢能系统术语》
GB/T 34583-2017	《加氢站用储氢装置安全技术要求》
GB/T 34584-2017	《加氢站安全技术规范》
GB/T 34872-2017	《质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求》
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》
DL/T 755	《电力系统安全稳定导则》
DL/T 800	《电力企业标准编制规则》

Q/GDW11 1452-2021 《浙江电网侧电化学储能电站运行维护规程》

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 氢储能电站

氢储能电站可将绿色氢能安全存储于方便装载的氢气储存容器中，并通过燃烧化学反应，产生电能用于发电。转化效率高，便捷环保。

#### 3.2 燃料电池

燃料电池是一种把燃料所具有的化学能直接转换成电能的化学装置，能量转换效率高。

#### 3.3 监控与数据采集系统

氢储能电站及各类合建站应设置中央监控和数据采集系统，实时采集和记录各主要工艺设备的运行状态及参数。

### 4 总则

4.1 为加强氢储能电站生产现场管理，规范各类工作人员的行为，保证人身、电网和设备安全，依据国家有关法律、法规，结合电力生产的实际，制定本规程。

#### 4.2 作业现场的基本条件

4.2.1 作业现场的生产条件和安全设施等应符合有关标准、规范的要求，工作人员的劳动防护用品应合格、齐备。

4.2.2 经常有人工作的场所及施工车辆上宜配备急救箱，存放急救用品，并应制定专人经常检查、补充或更换。

4.2.3 现场使用的安全工器具应合格并符合有关要求。

4.2.4 各类作业人员应被告知其作业现场和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故紧急处理措施。

### 4.3 作业人员的基本条件

4.3.1 经医师鉴定，无妨碍工作的病症(体格检查每两年至少一次)。

4.3.2 具备必要的氢储能相关电气知识和业务技能，且按工作性质熟悉本规程的相关部分，并经考试合格。

4.3.3 具备必要的安全生产知识，学会紧急救护法，特别要学会触电急救。

4.3.4 进入作业现场应正确佩戴安全帽，现场作业人员应穿全棉长袖工作服、绝缘鞋。

4.3.5 参与氢储能站工作人员进入工作场所，应先导出自身静电。

4.3.6 运行人员应定期对氢储能电站进行泄露检测，时间间隔不超过3个月。

### 4.4 教育和培训

4.4.1 各类作业人员应接受相应的安全生产教育和岗位技能培训，经考试合格上岗。

4.4.2 作业人员对本规程应每年考试一次。因故间断电气工作连续三个月以上者，应重新学习本规程，并经考试合格后，方能恢复工作。

4.4.3 新参加电气工作的人员、实习人员和临时参加劳动的人员(管理人员、非全日制用工等)，应经过安全知识教育后，方可到现场参加指定的工作，并且不得单独工作。

4.4.4 参与公司系统所承担电气工作的外单位或外来工作人员应熟悉本规程，经考试合格，并经运维管理单位认可，方可参加工作。工作前，设备运维管理单位应告知现场电气设备接线情况、危险点和安全注意事项。

4.5 任何人发现有违反本规程的情况，应立即制止，经纠正后才能恢复作业。各类作业人员有权拒绝违章指挥和强令冒险作业；在发现直接危及人身、电网和设备安全的紧急情况时，有权停止作业或者在采取可能的紧急措施后撤离作业场所，并立即报告。

4.6 在试验和推广新技术、新工艺、新设备、新材料的同时，应制定相应的安全措施，经本单位批准后执行。

## 5 氢储能电站作业基本条件

### 5.1 配电线路和设备

5.1.1 在多电源和有自备电源的用户线路的高压系统接入点，应有明显断开点。

5.1.2 在绝缘导线所有电源侧及适当位置（如支接点、耐张杆处等）、柱上变压器高压引线，应装设验电接地环或其他验电、接地装置。

5.1.3 高压配电站、开闭所、箱式变电站、环网柜等高压配电设备应有防误操作闭锁装置。

5.1.4 柜式配电设备的母线侧封板应使用专用螺丝和工具，专用工具应妥善保存，柜内有电时禁止开启。

5.1.5 封闭式高压配电设备进线电源侧和出线线路侧应装设带电显示装置。

5.1.6 配电设备接地电阻应合格。

5.1.7 环网柜、电缆分支箱等箱式配电设备宜装设验电、接地装置。

5.1.8 柱上断路器应有分、合位置的机械指示。

5.1.9 封闭式组合电器引出电缆备用孔或母线的终端备用孔应用专用器具封闭。

5.1.10 待用间隔（已接上母线的备用间隔）应有名称、编号，并纳入调度控制中心管辖范围。其隔离开关（刀闸）操作手柄、网门应能加锁。

5.1.11 高压手车开关拉出后，隔离挡板应可靠封闭。

### 5.2 氢管道与设备

5.2.1 氢气管道应采用架空敷设或明沟辐射，架空敷设时，其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导电线敷设在同一支架上。

- 5.2.2 管道穿过墙壁或楼板处，应设套管。套管内的管段不应有焊接，管道和套管之间应用不燃材料填塞。
- 5.2.3 管道应避免穿过地沟、下水道，并不得穿过生活间、办公室、配电室、楼梯间和其他不使用氢气的房间。
- 5.2.4 应用编码或标识清晰永久的标记氢气管道。
- 5.2.5 氢管道输送供氢，应按氢储站储氢设备设计压力选用氢气压缩机和储氢容器。
- 5.2.6 制氢后采用压缩机增压后进行高压储存是，氢气进入氢气压缩机前应设置缓冲罐。
- 5.2.7 氢气压缩机的安全保护装置设置，应符合下列规定：
- a) 压缩机进、出口与第一个切断阀之间，设置安全阀；
  - b) 压缩机进、出口应设高压、低压报警和超限停机设置；
  - c) 润滑油系统应设油压过高、过低或油温过高的报警装置；
  - d) 压缩机的冷却系统应设温度和压力或流量的报警和停机装置；
  - e) 压缩机进、出口管路应设置置换吹扫口；
  - f) 采用膜式压缩机时，应设置膜片破裂警报和停机装置；
  - g) 当采用皮带传动是，应采用防静电措施。
- 5.2.8 采用撬装式氢气压缩机时，在非敞开的箱柜内应设置自然排气、氢气浓度报警、事故排风机其联锁装置等安全设施。
- 5.2.9 固定式储氢压力容器应满足压力、温度、储氢量、寿命、使用环境等因素的要求，并由足够的安全裕量，以满足安全使用要求。
- 5.2.10 氢气储存系统中每个独立储存容器应有各自独立的安全泄放装置。
- 5.2.11 氢储能站应设置可燃气体检测报警系统，可燃气体检测报警系统应配有不间断电源。
- 5.2.12 氢储能站可能发生可燃气体泄露的房间均应设置机械排风系统并应与可燃气体检测报警系统连锁控制。



## 6 保证安全的组织措施

### 6.1 在电气设备上工作，保证安全的组织措施

6.1.1 工作票制度。

6.1.2 工作许可制度。

6.1.3 工作监护制度。

6.1.4 工作间断、转移和终结制度。

6.2 在电气设备上工作，保证安全的组织措施应符合现行国家标准《电力安全工作规程》GB26860-2011的有关规定。

## 7 保证安全的技术措施

### 7.1 在电气设备上工作，保证安全的技术措施

7.1.1 停电。

7.1.2 验电。

7.1.3 接地。

7.1.4 悬挂标识牌和装设遮拦（围栏）。

7.2 在电气设备上工作，保证安全的技术措施应符合现行国家标准《电力安全工作规程》GB26860-2011的有关规定。

### 7.3 气体质量监测

7.3.1 氢储能电站内的可燃气体检测报警系统检测到空气中的氢气含量达到 0.4%时，应触发声光报警信号，当空气中的氢气含量达到 1%时，应启动相应事故排风风机，当空气中的氢气含量达到 1.6%时，应触发氢储能电站紧急切断系统。

7.3.2 氢储能电站的可燃气体泄露的房间均应设置机械排风系统并应与可燃气体检测报警系统连锁控制。自然通风次数不得少于 5 次/H，事故排风次数不少于 15 次/H。

7.3.3 可燃气体检测报警系统的各检测报警装置及仪器应定期进行检测，并应由有资质的检测单位进行检测和提供相应的检测报告。

7.3.4 可燃气体报警声光信号应能手动消除，当再次有可燃气体报警信号输入时，应能再次启动。

7.3.5 氢储能电站有爆炸危险区域（房间）应设有明显的标志，并应指出其危险性。

#### 7.4 防静电措施

7.4.1 作业人员进入氢储能区域应穿阻燃、防静电工作服和防静电工作鞋，戴防护眼镜。严禁在爆炸危险区域穿脱衣服、帽子或类似物。

7.4.2 作业时应使用不产生火花的防爆工器具。

7.4.3 人员进入氢储能站前必须触摸静电球释放静电。

7.4.4 氢储能站接地应良好，避免静电引起火花。

### 8 电气部分作业安全

#### 8.1 高压部分

##### 8.1.1 一般要求

8.1.1.1 运行人员应熟悉电气设备。单独值班人员或运行值班负责人还应有实际工作经验。

8.1.1.2 高压设备符合下列条件者，可由单人值班或单人操作：

- a) 室内高压设备的隔离室设有遮栏，遮栏的高度在 1.7m 以上，安装牢固并加锁者。
- b) 室内高压断路器（开关）的操动机构（操作机构）用墙或金属板与该断路器（开关）隔离或装有远方操动机构（操作机构）者。

8.1.1.3 换流站不允许单人值班或单人操作。

8.1.1.4 无论高压设备是否带电，工作人员不得单独移开或越过遮栏进行工作；若有必要移开遮栏时，应有监护人在场，并符合安全距离 10kV 及以下电压等级，安全距离大于 0.7m。

8.1.1.5 户外 10kV 及以上高压配电装置场所的行车通道上，应根据要求设置行车安全限高标志，10kV 电压等级的安全距离为 0.95m，20kV 电压等级的安全距离为 1.05m。

8.1.1.6 室内母线分段部分、母线交叉部分及部分停电检修易误碰有电设备的，应设有明显标志的永久性隔离挡板（护网）。

8.1.1.7 待用间隔（母线连接排、引线已接上母线的备用间隔）应有名称、编号，并列入调度管辖范围。其隔离开关（刀闸）操作手柄、网门应加锁。

8.1.1.8 在手车开关拉出后，应观察隔离挡板是否可靠封闭。封闭式组合电器引出电缆备用孔或母线的终端备用孔应用专用器具封闭。

8.1.1.9 运行中的高压设备其中性点接地系统的中性点应视作带电体，在运行中若必须进行中性点接地点断开的工作时，应先建立有效的旁路接地才可进行断开工作。

8.1.1.10 换流站内，运行中高压直流系统直流场中性区域设备、站内临时接地极、接地极线路及接地极均应视为带电体。

8.1.1.11 换流站阀厅未转检修前，人员禁止进入作业（巡视通道除外）。

## 8.1.2 带电作业

8.1.2.1 进行直接接触 20kV 及以下电压等级带电设备的作业时，应穿着合格的绝缘防护用具（绝缘服或绝缘披肩、绝缘手套、绝缘鞋）；使用的安全带、安全帽应有良好的绝缘性能，必要时戴护目镜。使用前应对绝缘防护用具进行外观检查。作业过程中禁止摘下绝缘防护用具。

8.1.2.2 作业时，作业区域带电导线、绝缘子等应采取相间、相对地的绝缘隔离措施。绝缘隔离措施的范围应比作业人员活动范围增加 0.4m 以上。实施绝缘隔离措施时，应按先近后远、先下后上的顺序进行，拆除时顺序相反。装、拆绝缘隔离措施时应逐相进行。禁止同时拆除带电导线和地电位的绝缘隔离措施；禁止同时接触两个非连通的带电导体或带电导体与接地导体。

8.1.2.3 作业人员进行换相工作转移前，应得到工作监护人的同意。

## 8.2 低压部分

### 8.2.1 低压电气工作

8.2.1.1 低压电气带电工作应戴手套、护目镜，并保持对地绝缘。

8.2.1.2 低压配电网中得开断设备应易于操作，并有明显得开断指示。

8.2.1.3 低压电气工作前，应用低压验电器或测电笔检验检修设备、金属外壳与相邻设备就是否有电。

8.2.1.4 低压电气工作，应采取措施防止误入相邻间隔、误碰相邻带电部分。

8.2.1.5 低压电气工作时，拆开得引线、断开得线头应采取绝缘包裹等遮蔽措施。

8.2.1.6 低压电气带电工作，应采取绝缘隔离措施防止相间短路与单相接地。

8.2.1.7 低压电气带电工作时，作业范围内电气回路得剩余电流动作保护装置应投入运行。

8.2.1.8 所有未接地或未采取绝缘遮蔽、断开点加锁挂牌等可靠措施隔绝电源得低压线路与设备都应视为带电。未经验明确无电压，禁止触碰导体得裸露部分。

8.2.1.9 不填用工作票得低压电气工作可单人进行。

### 8.2.2 低压配电网工作

8.2.2.1 带电断、接低压导线应有人监护、断、接导线前应核对相线（火线）、零线。断开导线时，应先断开相线（火线），后断开零线。搭接导线时，顺序应相反、禁止人体同时接触两根线头。禁止带负荷断、接导线。

8.2.2.2 高低压同杆（塔）架设，在低压带电线路上工作前，应先检查与高压线路得距离，并采取防止误碰高压带电线路得措施。

8.2.2.3 高低压同杆（塔）架设，在下层低压带电导线未采取绝缘隔离措施或未停电接地时，作业人员不得穿越。

8.2.2.4 低压装表接电时，应先安装计量装置后接电。

- 8.2.2.5 电容器柜内工作，应断开电容器得电源、逐相充分放电后，方可工作。
- 8.2.2.6 在配电柜（盘）内工作，相邻设备应全部停电或采取绝缘遮蔽措施。
- 8.2.2.7 当发现配电箱、电表箱箱体带电时，应断开上一级电源，查明带电原因，并作相应处理。
- 8.2.2.8 配电变压器测控装置二次回路上工作，应按低压带电工作进行，并采取措施防止电流互感器二次侧开路。
- 8.2.2.9 使用钳形电流表测量低压线路与配电变压器低压侧电流，应注意不得触及其他带电部位，以防相间短路。
- 8.2.2.10 非运维人员进行得低压测量工作，宜填用低压工作票。

### 8.2.3 低压用电设备工作

- 8.2.3.1 在低压用电设备（如充电桩、路灯、用户终端设备等）上工作，应采用工作票或派工单、任务单、工作记录、口头、电话命令等形式，口头或电话命令应留有记录。
- 8.2.3.2 在低压用电设备上工作，需高压线路、设备配合停电时，应填用相应得工作票。
- 8.2.3.3 在低压用电设备上停电工作前，应断开电源、取下熔丝，加锁或悬挂标示牌，确保不误合。
- 8.2.3.4 在低压用电设备上停电工作前，应验明确无电压，方可工作。

### 8.2.4 低压带电作业

- 8.2.4.1 低压带电作业应设专人监护。
- 8.2.4.2 使用有绝缘柄的工具，其外裸的导电部位应采取绝缘措施，防止操作时相间或相对地短路。工作时，应穿绝缘鞋和全棉长袖工作服，并戴手套、安全帽和护目镜，站在干燥的绝缘物上进行。禁止使用锉刀、金属尺和带有金属物的毛刷、毛掸等工具。
- 8.2.4.3 高低压同杆架设，在低压带电电路上工作时，应先检查与高压线的距离，采取防止误碰带电高压设备的措施。在低压带电导线未采取绝缘措施时，工作人员不得穿越。在带电的低压配电装置上工作时，应采取防止相间短路和单相接地的绝缘隔离措施。

8.2.4.4 上杆前，应先分清相、零线，选好工作位置。断开导线时，应先断开相线，后断开零线。搭接导线时，顺序应相反。人体不得同时接触两根线头。

## 9 氢气部分作业安全

### 9.1 水电解制氢

#### 9.1.1 一般要求

9.1.1.1 水电解制氢应符合《压力型水电解制氢系统技术条件》（GB/T 37562-2019）规定了压力型碱性水电解制氢系统和质子交换膜（PEM）水电解制氢系统的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验与检测、标志、包装。该标准适用于工作压力大于或等于 0.3MPa 且小于或等于 5.0MPa 的压力型碱性水电解和压力型 PEM 水电解制氢系统。

9.1.1.2 水电解制氢装置的设计、制造和安装，应符合 GB/T19774 和 GB50177 的有关规定。

9.1.1.3 水电解制氢装置应设有氧中氢和氢中氧的在线分析检测装置。

9.1.1.4 水电制氢装置的直流供电线路，应采用铜导体，并宜敷设在较低处或地沟内。当必须采用裸母线时，应设有防止产生火花的措施。

9.1.1.5 水电解制氢装置开车前，应检查所有防护、安全设施，均应处于完好状态，如压力调节装置、放空吹扫及分析设施、安全阀以及各种指示、调节用仪表等。系统开车前，应检查吹扫置换至系统内氮气中氧含量小于 0.5%。

#### 9.1.2 工作条件

9.1.2.1 制氢系统工作环境应清洁、通风良好，工作环境温度宜为 5℃~45℃。

9.1.2.2 制氢系统所处的场所属于有爆炸危险环境，其爆炸危险区域等级范围划分应符合 GB50177、GB50058 的要求，电气设施的设防等级应为 I 区。

9.1.2.3 碱性水电解制氢系统电解槽的工作温度宜为  $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，PEM 水电解制氢系统的工作温度宜为  $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

9.1.2.4 对于压力型水电解制氢系统，当用户要求压力较高时，应尽量提高工作压力，以减少压缩能耗。

9.1.2.5 碱性水电解制氢系统采用的氢氧化钾或氢氧化钠应符合 GB/T 2306、GB/T 629 的规定。

### 9.1.3 通用条件

9.1.3.1 水电解制氢系统的单体设备应根据类型、规模、功能等要求等确定。

9.1.3.2 水电解制氢系统单体设备的结构、工作餐胡应满足或优于水电解制氢系统的功能要求。

9.1.3.3 任何条件下与央企接触材料的自燃温度应比可承受的最高操作温度高  $50^{\circ}\text{C}$ 。

9.1.3.4 水电解槽的氢气生产能力、纯度和杂质含量应按制造厂家的企业标准和用户的要求协商确定。

9.1.3.5 PEM 水电解槽以质子交换膜作为电解质，质子交换膜应具有足够化学稳定性以及质子交换能力，并保证足够的机械强度和热稳定性，一般要求膜材料致密不透气，厚度为  $150\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ 。

## 9.2 氢气输送

### 9.2.1 一般要求

9.2.1.1 氢气管道宜采用架空敷设或明沟敷设，并应符合 GB4962、GB/T29729 和 GB50516 的有关规定。直接埋地敷设时应符合 GB50177 的有关规定。

9.2.1.2 氢气管道、阀门、管件的选材应符合 GB/T29729 的有关规定。

9.2.1.3 氢储能电站内的所有氢气管道、阀门、管件的设计压力应为最大工作压力的  $L10$  倍，且不得低于安全阀的泄放压力。

9.2.1.4 氢气管道系统应设置放空管、分析取样口和吹扫置换口，其位置及技术性能应能满足管道内气体排放、取样、吹扫和置换要求。氢气放空管的设置，应符合 GB50516 的有关规定。

### 9.2.2 氢气管道

9.2.2.1 为避免因氢气泄漏造成燃烧和爆炸事故的发生，规定氢气管道的管材应采用无缝钢管，不采用具有焊缝的焊接钢管、电焊钢管等。

9.2.2.2 法兰和垫片的选用按工作介质的压力、温度和需要密封程度确定。由于氢气易泄漏，密封程度要求高，规定压力大于 2.5MPa 采用凹凸式或榫槽式或梯形槽法兰。

9.2.2.3 根据实际使用情况和保证氢气管道连接部位的密封，规定工作压力小于 10MPa，氢气管道垫片采用聚四氟乙烯或金属缠绕式垫片。压力大于等于 10MPa，垫片采用硬钢纸板或退火紫铜板。

9.2.2.4 丝扣连接处采用聚四氟乙烯薄膜作填料，具有清洁、施工方便，安全性、密封性好的优点，目前国内外应用较为普遍，可以替代以往常用的涂铅油的麻或棉丝。

9.2.2.5 管道穿过墙壁或楼板时，为使管道不承受外力作用并能自由膨胀及施工检修方便，故要求敷设在套管内。套管内的管段不得有焊缝，是为了避免因有焊缝不便检查而无法发现泄漏氢气所带来的不安全性。此外，为防止氢气漏入到其他房间引起意外事故，故要求在管道与套管的间隙应用不燃材料封堵。

9.2.2.6 为防止检修其他管道时，焊渣火花落在氢气管道上发生危险，也为了防止氢气管道发生事故时影响其他管道。又因氢气轻，极易向上扩散，所以规定氢气管道布置在其他管道外侧和上层。

9.2.2.7 输送湿氢及需做水压试验的管道，因有积水、排水问题，规定管道坡度不小于 3%，并在最低点处设排水装置排水，防止排水时氢气泄漏。

9.2.2.8 氢气放空管设阻火器，是为了在氢气放空时，一旦雷击引起燃烧爆炸事故时起阻止事故蔓延作用。阻火器位置以往有的设在室内，以便于维修。也有的设在室外，利于防雷击。本条规定，应设在管口处。氢气放空管高出屋脊 1m 是为使氢气排空时，不倒灌入室内。压力大于 0.1MPa 氢气放空管，为防止氢气放空时流速过大，并考虑放空管设在室外被雨水、湿空气腐蚀产生铁锈引起放空时氢气的燃烧、爆炸事故。

9.2.2.9 氢气输送应安排专人进行定期检测，确保管道压力、阀门状态等处于正常状态。

### 9.3 氢气存储



### 9.3.1 基本条件

9.3.1.1 氢气储存系统及设备应符合 GB50516 有关规定。

9.3.1.2 储氢装置可采用多级固定式氢气罐或储氢气瓶组等，其储存氢气的压力和容量应满足氢储能电站的加注需求。

9.3.1.3 氢气储存系统中储氢装置分组放置并相互连通时，应设置保护措施确保储氢容器不会发生超压事故。

9.3.1.4 氢气储存系统中每个独立储存容器应有各自独立的安全泄放装置。

9.3.1.5 储氢装置的工作压力应根据被加注对象的允许加注压力确定，宜为加注压力的 1.25-1.5 倍。

9.3.1.6 储氢装置所用的容器或气瓶等承压设备的设计、制造和使用管理应符合相关国家法规的要求。

### 9.3.2 氢气储存容器

9.3.2.1 气储存容器应符合《压力容器安全技术监察规程》。氢气囊不宜做为氢气储存容器。

9.3.2.2 氢气储存容器应设置如下安全设施：

- a) 应设有安全泄压装置，如安全阀等。
- b) 氢气储存容器顶部最高点宜设氢气排放管。
- c) 应设压力监测仪表。
- d) 应设惰性气体吹扫置换接口。惰性气体和氢气管线连接部位宜设计成两截一放阀或安装“8 字”盲环板。
- e) 氢气储存容器底部最低点宜设排污口。
- f) 氢气储存容器周围环境温度不应超过 50° C，储存场所及周边应设计安装消防水系统。

### 9.3.3 氢气瓶

9.3.3.1 氢气实瓶和空瓶应分别存放在位于装置边缘的仓间内，并应远离明火或操作温度等于或高于自燃点的设备。

- 9.3.3.2 氢气瓶的设计、制造和检验应符合《气瓶安全监察规程》的要求。
- 9.3.3.3 氢气瓶体根据 GB7144 应为淡绿色，20MPa 气瓶应有淡黄色色环，并用红漆涂有“氢气”字样和充装单位名称。应经常保持漆色和字样鲜明。
- 9.3.3.4 多层建筑内使用氢气瓶，除生产特殊需要外，一般宜布置在顶层外墙处。
- 9.3.3.5 因生产需要在室内（现场）使用氢气瓶，其数量不得超过 5 瓶，室内（现场）的通风条件符合要求，且布置符合如下要求：
- a) 氢气瓶与盛有易燃易爆、可燃物质及氧化性气体的容器和气瓶的间距不应小于 8m。
  - b) 与明火或普通电气设备的间距不应小于 10m。
  - c) 与空调装置、空气压缩机和通风设备（非防爆）等吸风口的间距不应小于 20m。
  - d) 与其他可燃性气体储存地点的间距不应小于 20m。
- 9.3.3.6 氢气瓶瓶体在运输中瓶口应设有瓶帽（有防护罩的气瓶除外）、防震圈（集装气瓶除外）等其他防碰撞措施，以防止损坏阀门。
- 9.3.3.7 氢气瓶搬运中应轻拿轻放，不得摔滚，严禁撞击和强烈震动。不得从车上往下滚卸，氢气瓶运输中应严格固定。
- 9.3.3.8 储存和使用氢气瓶的场所应通风良好。不得靠近火源、热源及在太阳下暴晒。不得与强酸、强碱及氧化剂等化学品存放在同一库内。氢气瓶与氧气瓶、氯气瓶、氟气瓶等应隔离存放。
- 9.3.3.9 氢气瓶使用时应装减压器，减压器接口和管路接口处的螺纹，旋入时应不少于五牙。
- 9.3.3.10 氢气瓶使用时应采用固定方式，防止倾倒。气瓶、管路、阀门和接头应固定，不得松动位移，且管路和阀门应有防止碰撞的防护装置。
- 9.3.3.11 气瓶嘴冻结时应先将阀门关闭，后用温水解冻。
- 9.3.3.12 不得将气瓶内的气体用尽，瓶内至少应保留 0.05MPa 以上的压力，以防空气进入气瓶。
- 9.3.3.13 气瓶阀门如有损坏，应由相关资质单位检修。
- 9.3.3.14 开启气瓶阀门时，作业人员应站在阀口的侧后方，缓慢开启气瓶阀门。

9.3.3.15 根据《气瓶安全监察规程》的规定，氢气瓶应定期（每3年）进行检验，气瓶上应有检验钢印及检验色标。

9.3.3.16 气瓶集装装置应有防止管路和阀门受到碰撞的防护装置。气瓶、管路、阀门和接头应经常维修保养，不得松动移位及泄漏。

9.3.3.17 氢气瓶集装装置的汇流总管和支管均宜采用优质紫铜管或不锈钢钢管。为保证焊缝的严密性，紫铜管及管件的焊接采用银钎焊，焊接完成后对管道、管件、焊缝进行消除应力及软化退火处理。集装装置的汇流总管和支管使用前应经水压试验合格。

9.3.3.18 长管拖车的每只钢瓶上应装配安全泄压装置，钢瓶的阀门和安全泄压装置或其保护结构应能够承受本身两倍重量的惯性力。钢瓶长度超过 1.65m，并且直径超过 244mm 应在钢瓶两端安装易熔合金加爆破片或单独爆破片式的安全泄压装置，直径为 559mm 或更大的钢瓶宜在钢瓶两端安装单独爆破片式的安全泄压装置。在充卸装口侧，每台钢瓶封头端设置的阀门应处于常开状。安全泄压装置的排放口应垂直向上，并且对气体的排放无任何阻挡。长管拖车的每只钢瓶应在一端固定，另一端有允许钢瓶热胀冷缩的措施。每只钢瓶应装配单独的瓶阀，从瓶阀上引出的支管应有足够的韧性和挠度，以防止对阀门造成破坏。

9.3.3.19 长管拖车钢瓶应定期检验，使用前应检查制造和检验日期或符号，不得超量充（灌）装。长管拖车应按 GB2894 规定设置安全标志，并随车携带氢气安全技术周知卡。长管拖车钢瓶使用时应有防止钢瓶和接头脱落甩动措施，拖车应有防止自行移动的固定措施。长管拖车停放充（灌）装期间应接地。

9.3.3.20 长管拖车的汇流总管应安装压力表和温度表。钢瓶连接宜采用金属软管，应定期检查。拖车上应配置灭火器。使用时应避免长管拖车上压差大的钢瓶之间通过汇流管间进行均压，防止对长管气瓶产生多次数的交变应力。

#### 9.3.4 氢气罐

9.3.4.1 固定式储罐应安装放空阀、压力表、安全阀，压力表每半年校验一次，安全阀一般应每年至少校验一次，确保可靠。立式或卧式变压定容积氢气罐安全阀宜设置在容器便于操作位置，且宜安装两台相同泄放量且可并联或切换的安全阀，以确保安全阀检验时不影响罐内的氢气使用。

9.3.4.2 固定式储罐放空阀、安全阀和置换排放管道系统均应设排放管，并应连接装有阻火器或有蒸汽稀释、氮气密封、末端设置火炬燃烧的总排放管。

9.3.4.3 固定式储罐应采用承载力强的钢筋混凝土基础，其载荷应考虑做水压实验的水容积质量。氢气罐的地面应不低于相邻散发可燃气体、可燃蒸气的甲、乙类生产单元的地面，或设高度不低于 1m 的实体围墙予以隔离。

9.3.4.4 固定式储罐新安装（出厂已超过一年时间）或大修后应进行压强和气密试验，试验合格后方可使用。压强试验应按最高工作压力 1.5 倍进行水压试验。气密试验应按最高工作压力试验，以无任何泄漏为合格。

9.3.4.5 固定式储罐应设有防撞围墙或围栏，并设置明显的禁火标志。

9.3.4.6 固定式储罐应安装防雷装置。防雷装置应每年检测一次，并建立设备档案。

9.3.4.7 固定式储罐检修或检验作业应在进入罐内作业应佩戴氧含量报警仪，同时应有人监护和其他有效的安全防护措施。

9.3.4.8 固定式储罐应有静电接地设施。所有防静电设施应定期检查、维修，并建立设备档案。

## 9.4 氢气使用

### 9.4.1 一般要求

9.4.1.1 燃料电池供氢系统应满足燃料电池用氢气规模、对氢气品质的技术要求。合理配置。使用的单体设备或装置、管件、材料等的设计、制造、检验和验收应符合相关标准规定。

9.4.1.2 燃料电池供氢系统应具备一定的抗振动和冲击的能力，保证正常使用、运输或储存过程中产生的振动和冲击不会对供氢系统各种产生损害。可通过安装防振动设施来避免振动和撞击产生的不良影响，包括由系统自身中的单体及辅助设备所产生的、以及由外部环境产生的振动和撞击。

9.4.1.3 根据供氢系统结构特点对电气系统及配线等进行接地检查。

#### 9.4.2 质子交换膜燃料电池

9.4.2.1 质子交换膜燃料电池参考《质子交换膜燃料电池电池堆通用技术条件》GB/T 20042.2-2008。

#### 9.4.3 固体氧化物燃料电池

9.4.3.1 固体氧化物燃料电池参考《固体氧化物燃料电池单电池和电池堆性能试验方法》GB/T 34582-2017。

### 10 监控与数据采集系统

10.1 在氢储能电站及各类合建站进出口、氢气储存区、储气区、氢气加注区、主控室及总电力配送室应设不间断视频监控，并把监控视频上传数据采集系统并做数据备份。

10.2 氢储能电站及各类合建站周围宜设置周界报警装置，报警信号应纳入监控系统。

10.3 氢储能电站及各类合建站所有的报警信号及其处理结果都应记入系统数据库中。

10.4 氢储能电站及各类合建站监控与数据采集系统所有的核心单元应设有不间断备用电源，该备用电源可以在断电后 60 min 内保持供电。

### 11 安全维护工作

#### 11.1 一般规定

11.1.1 氢储能电站应设置火灾自动报警系统和氢气探测报警系统，采用的火灾探测器、氢气探测器及相关组件应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定，系统的控制和指示设备应设置在消防控制室或有人值班的房间。

11.1.2 氢储能电站应设置室外消火栓，且数量不应少于 2 个。

11.1.3 氢储能电站宜在站房外墙上设置消火栓箱，并与室外消火栓系统共用给水管道。

11.1.4 氢储能电站应设置固定式消防冷却水系统,并符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084 的规定。

11.1.5 消防给水设计流量应为室外消火栓设计流量和固定式消防冷却水系统的设计流量之和。当市政给水管网不能满足消防给水设计流量时,应设置消防水池和消防泵房。

11.1.6 氢储能电站消防系统的设备选型应与设备安装和使用的环境条件相符合,系统的信号传输线路应采用镀锌管、可挠(金属)电气导管、金属封闭线槽、B1 级以上的刚性塑料管或封闭式线槽保护,且传输线路应防爆。

## 11.2 维护保养

11.2.1 氢储能电站设备维护保养管理工作由公司设备管理部门负责,氢储能电站的核心设备维护保养要实行定机、定人,责任落实到人。

11.2.2 氢储能电站运行人员应按“岗位职责”和“巡回检查”制度,每隔两小时对氢储能电站各设备温度、压力、运行情况等进行一次检查,做好巡检记录。

11.2.3 氢储能电站运行人员应对设备进行查漏、清洁、紧固、调整等工作,做到设备、工具、站容站貌整洁,设备、设施无锈蚀、损坏,站场设备设施不漏水、电、气、油。

11.2.4 公司设备管理部门应做好设备日常维护保养工作,严格按照规定对设备进行维护保养和检修,及时更换磨损损坏的零部件。

11.2.5 公司设备管理部门要严格执行设施、设备和器具仪表的送检制度,以此保证使用过程中的准确性和可靠性,严禁超期使用。

11.2.6 保持清洁卫生,外壳每天要保洁一次,内壳的各个部位表面聚集灰尘、污垢每周保洁一次。

11.2.7 氢储能电站运行人员每天都要检查氢储能电站所有设备的气密性、紧固性、锁止性。

11.2.8 氢储能电站运行人员每天都要检查氢储能电站内的所有防静电设施的有效性。

11.2.9 氢储能电站运行人员对氢储能电站内的所有铁质支撑架构必须定期进行防腐工程,保证支撑架构的强度和稳定性。

11.2.10 氢储能电站负责人对主要设备发生的设备事故，要按事故四不放过原则进行分析处理。

### 11.3 可燃气体报警

11.3.1 氢储能电站内下列位置应设置火焰探测器：固定式储氢压力容器处，控制阀组处，氢气压缩机邻近处，气化器处，氢气卸车柱及其他可能发生氢气泄漏和引发火灾的位置。

11.3.2 氢储能电站采用的火焰探测器应符合下列规定：

- a) 安装在室外的火焰探测器应能可靠探测氢气喷射火焰，并分别发出相应的火灾报警信号，报警时能够在消防控制柜上显示出发生火焰的部位。
- b) 安装在室外的火焰探测器不应受日光的干扰。
- c) 火焰探测器的火警、故障信号应能单独直接传递至站控系统。

11.3.3 火焰探测器的设计应符合下列规定：

- a) 对氢储能电站内氢气泄漏火灾进行探测时，应选择适宜的探测器最大探测视角及最大探测距离。
- b) 探测器的探测区不应存在遮挡物。
- c) 探测器的探测窗口应避免阳光直射。

11.3.4 氢储能电站内下列位置应设置氢气探测器：固定式储氢压力容器上部，压缩机间内顶部，气化器处，氢气卸车柱及其他可能发生氢气泄漏的位置。

11.3.5 氢储能电站采用的氢气探测报警系统应符合下列规定：

- a) 氢气探测报警系统采用分级报警，一级报警设定值应为氢气在空气中的浓度达到 0.4%时，二级报警设定值应为氢气在空气中的浓度达到 1.0%时，三级报警设定值应为氢气在空气中的浓度达到 1.6%时。
- b) 氢气探测报警系统达到一级报警条件时应启动声光警报器。
- c) 设置在氢气压缩机间、氢气压力调节器间等易积聚氢气场所的氢气探测器应能给出事故排风风机启动信号，在氢气探测报警系统达到二级报警条件时触发。

- d) 氢气探测报警系统达到三级报警条件时，应给出氢储能电站紧急切断系统启动信号。
- e) 氢气探测器应具备通信和联网功能，可向可燃气体报警控制器及站控系统传送火警、故障等信息。
- f) 氢气探测器应根据精度、可靠性、可维护性、检测范围、响应时间等因素选用，并符合现行国家标准《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》GB12358 和《可燃气体探测器》GB15322 的规定。

11.3.6 声光报警器宜设置在控制室、氢储能电站内靠近站房等位置，报警系统应配有不间断电源。

11.3.7 氢储能电站的火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用耐火铜芯屏蔽型电线电缆，报警总线、探测器的传输线路应采用燃烧性能为 B1 级以上的电线电缆。

#### 11.4 应急处理

11.4.1 氢储能电站内有爆炸危险的封闭空间宜设置惰化防爆系统。

11.4.2 惰化防爆系统宜优先选用气氛惰化系统；惰化方法宜选用置换惰化方法；惰化系统应由惰性气体供给装置、氧浓度探测器、监测控制组件和供气管道等组成；氢气探测报警系统三级报警时，紧急切断系统启动并应同时联动启动惰化防爆系统。

11.4.3 氢储能电站灭火器材的配置应符合 GB50516 的相关规定，且应定期进行检验。

11.4.4 氢储能电站内宜设置氢气泄漏探测报警器，作业区域内宜设置火焰探测报警器。

11.4.5 氢储能电站作业区域应配备便携式氢气泄漏探测器。

#### 11.5 其他报警装置

11.5.1 氢气设备应采取下列报警措施：

11.5.1.1 储氢容器应按压力等级的不同，分别设有各自的超压报警和低压报警装置；

11.5.1.2 氢气长管拖车卸气端、氢气管束式集装箱卸气端、撬装式氢气压缩机组、储氢容器邻近处。应设置火焰报警探测器；



11.5.2 氢气压缩机的安全保护装置的设置，应符合下列规定：

11.5.2.1 压缩机进、出口与第一个切断阀之间，应设安全阀；

11.5.2.2 压缩机进、出口应设高压、低压报警和超限停机装置；

11.5.2.3 润滑油系统应设油压过高、过低或油温过高的报警装置；

11.5.2.4 压缩机的冷却系统应设温度和压力或流量的报警和停机；

11.5.2.5 压缩机进、出口管路应设置置换吹扫口；

11.5.2.6 采用膜式压缩机时，应设膜片破裂报警和停机装置；

11.5.2.7 当采用皮带传动时，应采用防静电措施。

11.5.2.8 氢气压缩机间或撬装式氢气压缩机组、储氢容器、制氢间等易积聚、泄漏氢气的场所，均应设置空气中氢气浓度超限报警装置，当空气中氢气含量达到 0.4%（体积分数）时应报警并记录，启动相应的事故排风风机。

11.5.3 氢储能电站的防雷分类不应低于第二类防雷建筑。其防雷设施应能防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入。防直击雷的防雷接闪器应使被保护的氢储能电站建筑物、构筑物处于其保护范围内。

11.5.4 氢储能电站内的设备、管道、构架、电缆金属外皮、钢屋架、铁窗和凸出屋面的放空管、风管等，应接到防雷电感应接地装置上。

11.5.5 氢储能电站内的电气设备接地、防雷接地、防静电接地及信息系统接地，宜共用接地装置，其接地电阻应采用各种接地要求的最小值，并不得大于  $10\Omega$ 。

11.5.6 氢储能电站内的站房等建筑物、构筑物需防直击雷时，应采用避雷带（网）保护。

11.5.7 氢储能电站的信息系统，应采用铠装电缆或导线穿钢管配线。配线电缆金属外皮两端、保护钢管两端均应接地。

11.5.8 进入氢储能电站的电线电缆、通信线缆应设置相应的浪涌保护措施。

11.5.9 氢储能电站内设备金属外壳、金属管道、金属线槽、建筑物金属结构、金属构件等应进行等电位连接并接地。

11.5.10 氢储能电站及各类合建站应设置紧急切断系统，该系统应能在事故状态下迅速切断站内各工艺设施的动力电源和关闭可燃介质管道阀门。紧急切断系统应具有失效保护功能。

11.5.11 氢储能电站及各类合建站内的紧急切断系统，应能由手动启动的紧急切断按钮远程控制。

11.5.12 氢储能电站及各类合建站内紧急切断系统应至少在距氢储能电站 5m 以内、控制室或值班室内、现场工作人员容易接近等位置设置紧急切断按钮。

11.5.13 氢储能电站及各类合建站紧急切断系统应可与可燃气体检测报警系统或火灾探测器报警信号联动。

附录 A  
(规范性附录)

×× (氢储能电站日常维护检查记录) ××

A.1 氢储能电站日常维护检查记录

氢氧设备工作票见表A.1。

表 A.1 (氢储能电站日常护检查记录)

使用单位				
检查执行的标准及标号				
检查类别 (日检、季度、年检)				
检查日期	检查项目	检查结论	处理结果	检查员
备注				