

总 则

1. 0. 1 本条是本规范的宗旨。鉴于氢气是可燃气体，且着火、爆炸范围宽，下限低，氢气站的安全生产十分重要。各种制氢方法均需消耗一定数量的能量，有的制氢方法需消耗比较多的一次能源或二次能源，如水电解制氢需消耗较多的电能，因此，应十分注意降低能量消耗，节约能源。氢气目前主要广泛应用于冶金、电子、化工、电力、轻工、玻璃等行业，用作保护气体、还原气体、原料气体等，由于在生产过程中的作用不同，对氢气的质量要求也各不相同，应充分满足生产对氢气质量的要求。氢能被誉为 21 世纪的“清洁能源”，随着科学技术的发展，氢能的应用将会逐步得到推广。因此，氢气站、供氢站设计，必须认真贯彻各项方针政策，切实采取防火、防爆安全技术措施；认真分析比较，采用先进、合理的氢气生产流程和设备；认真执行本规范的各项规定，使设计做到安全可靠，节约能源，保护环境，满足生产要求，达到技术先进，经济上合理。

1 近年来，国内工业氢气制取方法主要有：水电解制氢、含氢气体为原料的变压吸附法提纯氢气、甲醇蒸气转化制氢以及各种副产氢气的回收利用等。各种制氢方法因工作原理、工艺流程、单体设备不同，各具特色和不同的优势，各地区、行业和企业应根据自身的实际情况和具体条件，经技术经济比较后合理选择氢气制取方法。如上海××钢铁公司，在一期工程时，采用水电解制氢方法，装设 2 台氢气产量为 $200\text{Nm}^3/\text{h}$ 的水电解制氢装置，由于生产发展的需要，氢气需求量大幅度增加，该公司在扩建工程中采用利用公司内焦化厂的副产焦炉煤气(含氢气 50%~60%)为原料气的变压吸附提纯氢气系统，氢气产量为 $2000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、氢气纯度大于 99.99%。变压吸附提纯氢气技术不及装置已在我国石化、冶金、电子等行业推广应用，取得了良好的能源效益、经济效益。甲醇蒸气转化制氢也在国内外得到积极应用，据了解国内有多家制造单位已商品化生产，仅北京、天津就有多套 $500\text{Nm}^3/\text{h}$ 左右的甲醇蒸气转化制氢系统正在运行中。

各种制氢方法以不同的规模在各行业设计、建造、运行，积累了丰富的经验，制氢以及氢气纯化、压缩、灌装技术日臻完善。据了解，国内设计、制造、运行中的产氢量 $15\text{万 Nm}^3/\text{h}$ 的变压吸附提纯氢气系统、产氢量 $350\text{Nm}^3/\text{h}$ 的水电解制氢系统等正在良好地运转中。实践证明，采用各种制氢方法的氢气站在我国已有成熟的设计、建造和运营经验，为此本规范应该适应这种实际情况和需求，从只适用于水电解制氢的氢氧站扩大为适用于各种制氢方法的氢气站，并按此要求将各章、节和条文作相应的修改和补充。

2 本条所指的供氢站是不含氢气发生设备，以氢气钢瓶或氢气长管钢瓶拖车或管道输送供应氢气的建筑物、构筑物的统称。本条所指的氢气，应符合现行国家标准《工业氢》、《纯氢、高纯氢和超纯氢》中规定的各项技术指标及要求。据调查，目前国内电子、冶金、石化、电力、机械、轻工等行业使用的氢气，除了工厂自建氢气站外，瓶装或邻近工厂用管道输送供应的氢气，均符合现行国家标准的规定。国家标准的主要技术指标如表 1。

供氢站根据氢气来源、规模、技术参数的不同，可包括：氢气汇流排间、实瓶间、空瓶间、氢气纯化间、氢气加压间等。

1. 0. 3 本条规定的依据为：

1 氢气的主要特性。

(1)主要特征数据：

比重：20℃时(空气=1)为 0.06953；

燃烧温度：在空气中为 574℃，在氧气中为 560℃；

燃烧界限：在空气中为 4%~75% (体积)，在氧气中为 4.5%~94% (体积)；

爆轰界限：在空气中为 18.3%~59% (体积)，在氧气中为 15%~90% (体积)；

不燃范围：空气-氢-二氧化碳中 $O_2 < 8\%$ ，空气—氢—氧中 $O_2 < 5\%$ ；

最大点火能量(大气压力)：在空气中为 0.J，在氧气中为 0.J；

最高燃烧温度(氢气与空气的体积比为 0.462)为 2129℃。

(2)氢气无色无嗅，人们不能凭感觉发现。

(3)氢气比空气轻，呈上升趋势。

(4)当氢气与空气或氧气混合时，形成一种混合比范围很宽的易燃易爆混合物。

(5)点燃爆炸混合物所需能量低，仅为汽油—空气混合物点火能的 1 / 10。一个看不见的小火花就能引燃。

(6)氢气易扩散，约比空气扩散快 3.8 倍。

(7)氢气易泄漏，由于分子量小和粘度低，氢气的泄漏约为空气的 2 倍。

2 按现行国家标准《建筑设计防火规范》的规定，氢气站、供氢站属于甲类生产。

3 按照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》中的有关条款规定，确定氢气站、供氢站内有爆炸危险区域为 1 区或 2 区的主要依据是：

(1)有爆炸危险的制氢间、氢气纯化间、氢气压缩机间等的空间都不大，设备布置间距最大仅 4m，因此本规范规定，建筑物内部的爆炸危险区域范围，一般以房间为单位。

(2)规范规定，“1 区：在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境；”并在注中明确：“正常运行是指正常的开车、运转、停车，易燃物质产品的装卸，密闭容器盖的开闭，安全阀、排放阀以及所有工厂设备都在其设计参数范围内工作的状态。”氢气站内有爆炸危险的房间内的生产设备在开车、停车时，均有可能出现爆炸性混合气体环境。

(3)对“第一级释放源”的规定是：“预计正常运行时周期或偶尔释放的释放源……在正常运行时会释放易燃物质的泵、压缩机和阀门等的密封处……”鉴于目前阀门等附件的密封性能难以保证易于泄漏的氢气不外泄，所以，氢气站有爆炸危险房间内，在正常运行时，存在着周期或偶尔释放的释放源，即属于第一级释放源。

(4)根据规定，释放源级别和通风方式与爆炸危险区域划分和范围之间的关系是：在自然通风和一般机械通风的情况下，第一级释放源可划为1区；当通风良好时，应降低爆炸危险区域等级；局部机械通风，在降低爆炸性气体混合物浓度方面比自然通风和一般机械通风更为有效时，可采用局部机械通风使等级降低。根据对各种类型氢气站的调查了解，有爆炸危险房间内均设置自然通风和一般的机械通风，未设局部通风。因此，在氢气站的制氢间、氢气纯化间、氢气压缩机间、氢气灌装间等房间内爆炸危险物质的释放属于第一级释放源，其爆炸危险区域的划分应定为1区。

(5)按照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》中的有关条款的规定和对现有氢气站的调查了解，本次规范修订中，将有爆炸危险为1区的各类房间的相邻区域、空间和氢气排气口周围空间等规定为2区有爆炸危险场所。氢气站室外制氢设备、氢气罐的周围空间和氢气放空管周围空间规定为2区有爆炸危险场所。

(6)本规范附录A是根据前面的叙述和现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》中的有关规定，对氢气站爆炸危险区域的等级范围划分作了规定，并附图说明。

1.0.4 与本规范有关的标准、规范主要有：《建筑设计防火规范》、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》、《供配电系统设计规范》、《电力工程电缆设计规范》、《建筑物防雷设计规范》、《气瓶安全监察规程》、《10kV及以下变电所设计规范》、《低压配电设计规范》、《工矿企业总平面设计规范》、《氧气站设计规范》、《氢气使用安全技术规程》、《压缩空气站设计规范》、《工业企业设计卫生标准》等。

3 总平面布置

3.0.1 本条规定是在工厂总平面布置时，确定氢气站、供氢站、氢气罐及其附属构筑物等的位置的基本原则。确定这些原则的目的，是为了确保安全生产，保障国家财产和人身安全。

1 根据现行国家标准《工矿企业总平面设计规范》规定：“煤气站和天然气配气站宜布置在主要用户的常年最小风向频率的下风侧，并应远离有明火或散发火花的地点”，“乙炔站应位于明火或散发火花地点常年最小风向频率的下风侧”。

氢气与煤气、天然气、乙炔均属可燃气体。为确保工厂的生产安全，所以作本条规定。

2 按现行国家标准《建筑设计防火规范》规定：“有爆炸危险的甲、乙类厂房宜独立设置”。

对运行中的各类制氢方法的氢气站的调查了解，基本上为独立建筑；另对电力部门作为发电机氢冷用氢，装设的水电解槽的小型氢氧站的调查，也都采用独立建筑，因此，本条的规定

是必要的，也是基本符合实际情况的。

3 《工矿企业总平面设计规范》中规定：“易燃、易爆、危险品生产设施，应布置在企业的偏僻地带”。

《火力发电厂总图布置及交通运输设计规定》中规定：“生产过程中有爆炸危险的建筑物、构筑物……一般布置在厂区的边缘地段”。

氢气站、供氢站、氢气罐可能发生燃烧和爆炸，为了尽量减少事故的发生以及避免发生爆炸等事故造成较大的人身伤亡及经济损失，因此规定不宜布置在人员密集地段和主要交通要道邻近处。

4 氢气站属于有爆炸和火灾危险的场所，是企业的重要能源供应站之一。有的单位若中断供氢将会造成较大的经济损失或工厂停产。因此，应作为工厂的重要安全保卫场所。据调查，设有围墙者占有较大比例，有的单位在建设过程中未设围墙，投产运行后，为防止事故的发生，确保安全生产，后增设了围墙。为此，制定本条规定。

3. 0. 2~3. 0. 4 为明确氢气站、供氢站、氢气罐与建筑物、构筑物的防火间距，将现行国家标准《建筑设计防火规范》中的有关规定具体化。

表 3. 0. 2 的注 2 规定：固定容积的氢气罐，总容积按其水容量(m3)和工作压力(绝对压力)的乘积计算。氢气罐总容积计算时，工作压力的单位为(kg / cm2)，如某氢气罐的水容量为 4m3、工作压力为 1.5 MPa(绝对压力)，则氢气罐总容积 $\approx 4 \times 15 \approx 60\text{m}^3$ 。

3. 0. 5 在氢气站设计中，有时受占地面积和具体用地条件的限制，使氢气站的站区布置较为困难；有时为了氢气供应方便，与用氢车间毗连布置。为此，在遵守现行国家标准《建筑设计防火规范》的前提下，且符合本条各款的规定时，允许氢气站与其他车间呈 L 形、II 形、III 形毗连布置。

1 按现行国家标准《建筑设计防火规范》的规定，甲类生产类别、单层厂房、二级耐火等级时，防火分区的最大允许占地面积为 3000m2。考虑到氢气的爆炸着火范围宽，点火能低，爆炸威力大，为了保证氢气生产的安全和一旦发生事故后减少损失，本条规定毗连的氢气站站房面积不应超过 1000m2，为防火分区最大允许占地面积的 1 / 3。

2 氢气生产过程中，有氢气泄漏的可能，为确保安全生产，氢气站不得同明火或散发火花的生产车间、场所布置在同一建筑物内，如：热处理车间、焊接车间、锻压车间、汽车库、锅炉房等。与氢气站毗连的其他车间的建筑耐火等级，应与氢气站一致，不应低于二级。

3 据对国内已经建成投产的氢气站的调查，一些单位为了减少占地面积，方便运行和管理，降低基本建设投资，在符合现行国家标准《建筑设计防火规范》的规定的情况下，经有关部门的审查批准，将氢气站与冷冻站、压缩空气站、氮氧站等动力站或其他车间以 L 形、II 形、III 形毗连布置。

3. 0. 6 制定本条的依据是：

1 按现行国家标准《氢气使用安全技术规程》中规定：当氢气实瓶数量不超过 60 瓶时，可与耐火等级不低于二级的用氢厂房毗连；

2 美国防火标准 NFPA51 中规定：在建筑物内储存的燃气气瓶，除正在使用或连接后准备使用者外，乙炔及非液化气体的储存量不应超过 2500 立方英尺(约 70m³)；

3 根据对一些用氢量较小的用氢单位的调查，许多单位在用氢车间设有氢气汇流排和储存少量氢气钢瓶，其布置方式是设在厂房端部或靠外墙或与用氢车间毗连的专用房间内。

当使用氢气的工厂采用邻近工厂管道输送氢气供应时，是按供应氢气和使用氢气的技术参数，在供氢站内设置必要的增压、储存、纯化装置。若供氢站的占地面积不超过 500m² 时，为了方便管理，减少占地面积，可与耐火等级不低于二级的用氢车间或其他非明火作业的丁、戊类车间毗连。

由于此类供氢站内设备布置较紧凑，厂房不高，一般通风条件较制氢间差，为从严控制，本条规定毗连布置的站房面积不得超过 500m²，比本规范第 3.0.5 条减少 1/2。据调查，国内此类供氢站运行中采取如下做法：南京某厂使用邻近的某化肥厂用管道输送的氢气，在厂内的用氢车间内设有稳压装置和氢气压缩机；自贡某厂从邻近氯碱厂用管道输送氢气，在厂内用氢车间设有增压、净化装置的供氢站；北京某厂从邻近工厂用管道输送的氢气，在厂内设有氢气纯化装置等的供氢站。这些供氢站的占地面积均未超过 500m²。

3 总平面布置

3.0.1 本条规定是在工厂总平面布置时，确定氢气站、供氢站、氢气罐及其附属构筑物等的位置的基本原则。确定这些原则的目的，是为了确保安全生产，保障国家财产和人身安全。

1 根据现行国家标准《工矿企业总平面设计规范》规定：“煤气站和天然气配气站宜布置在主要用户的常年最小风向频率的下风侧，并应远离有明火或散发火花的地点”，“乙炔站应位于明火或散发火花地点常年最小风向频率的下风侧”。

氢气与煤气、天然气、乙炔均属可燃气体。为确保工厂的生产安全，所以作本条规定。

2 按现行国家标准《建筑设计防火规范》规定：“有爆炸危险的甲、乙类厂房宜独立设置”。

对运行中的各类制氢方法的氢气站的调查了解，基本上为独立建筑；另对电力部门作为发电机氢冷用氢，装设的水电解槽的小型氢氧站的调查，也都采用独立建筑，因此，本条的规定是必要的，也是基本符合实际情况的。

3 《工矿企业总平面设计规范》中规定：“易燃、易爆、危险品生产设施，应布置在企业的偏僻地带”。

《火力发电厂总图布置及交通运输设计规定》中规定：“生产过程中有爆炸危险的建筑物、构筑物……一般布置在厂区的边缘地段”。

氢气站、供氢站、氢气罐可能发生燃烧和爆炸，为了尽量减少事故的发生以及避免发生爆炸等事故造成较大的人身伤亡及经济损失，因此规定不宜布置在人员密集地段和主要交通要道邻近处。

4 氢气站属于有爆炸和火灾危险的场所，是企业的重要能源供应站之一。有的单位若中断供氢将会造成较大的经济损失或工厂停产。因此，应作为工厂的重要安全保卫场所。据调查，设有围墙者占有较大比例，有的单位在建设过程中未设围墙，投产运行后，为防止事故的发生，确保安全生产，后增设了围墙。为此，制定本条规定。

3. 0. 2~3. 0. 4 为明确氢气站、供氢站、氢气罐与建筑物、构筑物的防火间距，将现行国家标准《建筑设计防火规范》中的有关规定具体化。

表 3. 0. 2 的注 2 规定：固定容积的氢气罐，总容积按其水容量(m³)和工作压力(绝对压力)的乘积计算。氢气罐总容积计算时，工作压力的单位为(kg / cm²)，如某氢气罐的水容量为 4m³、工作压力为 1.5 MPa(绝对压力)，则氢气罐总容积 $\approx 4 \times 15 \approx 60\text{m}^3$ 。

3. 0. 5 在氢气站设计中，有时受占地面积和具体用地条件的限制，使氢气站的站区布置较为困难；有时为了氢气供应方便，与用氢车间毗连布置。为此，在遵守现行国家标准《建筑设计防火规范》的前提下，且符合本条各款的规定时，允许氢气站与其他车间呈 L 形、Π 形、Ⅲ形毗连布置。

1 按现行国家标准《建筑设计防火规范》的规定，甲类生产类别、单层厂房、二级耐火等级时，防火分区的最大允许占地面积为 3000m²。考虑到氢气的爆炸着火范围宽，点火能低，爆炸威力大，为了保证氢气生产的安全和一旦发生事故后减少损失，本条规定毗连的氢气站站房面积不应超过 1000m²，为防火分区最大允许占地面积的 1 / 3。

2 氢气生产过程中，有氢气泄漏的可能，为确保安全生产，氢气站不得同明火或散发火花的生产车间、场所布置在同一建筑物内，如：热处理车间、焊接车间、锻压车间、汽车库、锅炉房等。与氢气站毗连的其他车间的建筑耐火等级，应与氢气站一致，不应低于二级。

3 据对国内已经建成投产的氢气站的调查，一些单位为了减少占地面积，方便运行和管理，降低基本建设投资，在符合现行国家标准《建筑设计防火规范》的规定的条件下，经有关部门的审查批准，将氢气站与冷冻站、压缩空气站、氮氧站等动力站或其他车间以 L 形、Π 形、Ⅲ形毗连布置。

3. 0. 6 制定本条的依据是：

1 按现行国家标准《氢气使用安全技术规程》中规定：当氢气实瓶数量不超过 60 瓶时，可与耐火等级不低于二级的用氢厂房毗连；

2 美国防火标准 NFPA51 中规定：在建筑物内储存的燃气气瓶，除正在使用或连接后准备使用者外，乙炔及非液化气体的储存量不应超过 2500 立方英尺(约 70m³)；

3 根据对一些用氢量较小的用氢单位的调查,许多单位在用氢车间设有氢气汇流排和储存少量氢气钢瓶,其布置方式是设在厂房端部或靠外墙或与用氢车间毗连的专用房间内。

当使用氢气的工厂采用邻近工厂管道输送氢气供应时,是按供应氢气和使用氢气的技术参数,在供氢站内设置必要的增压、储存、纯化装置。若供氢站的占地面积不超过 **500m²** 时,为了方便管理,减少占地面积,可与耐火等级不低于二级的用氢车间或其他非明火作业的丁、戊类车间毗连。

由于此类供氢站内设备布置较紧凑,厂房不高,一般通风条件较制氢间差,为从严控制,本条规定毗连布置的站房面积不得超过 **500m²**,比本规范第 3.0.5 条减少 1/2。据调查,国内此类供氢站运行中采取如下做法:南京某厂使用邻近的某化肥厂用管道输送的氢气,在厂内的用氢车间内设有稳压装置和氢气压缩机;自贡某厂从邻近氯碱厂用管道输送氢气,在厂内用氢车间设有增压、净化装置的供氢站;北京某厂从邻近工厂用管道输送的氢气,在厂内设有氢气纯化装置等的供氢站。这些供氢站的占地面积均未超过 **500m²**

4 工艺系统

4.0.1 本条规定了确定氢气站制氢系统类型的主要因素。

1 氢气广泛用于电子、冶金、电力、建材、石油化工等行业,由于用途不同,要求供应的氢气纯度、压力等技术参数均不相同,表 2 是各行业使用氢气的主要技术参数。

2 各行各业使用氢气的企业,由于产品品种、产能规模的不同和电力供应、含氢原料气供应的差异,需要经过比较选择合适的制氢方法和适用的制氢工艺系统,所以本条提供了确定制氢工艺系统类型的基本因素,供氢气站设计人员参照执行。如:某用氢企业地处水力发电十分丰富的地区或者当地电网谷段电价低廉,而该单位的氢气用量不大,若自建氢气站时,可选用比小时用氢量大的压力型水电解制氢系统,在电网谷段生产氢气储存在压力氢气罐内,利用水电价廉或峰谷电价差,降低氢气成本,经技术经济比较可在较短时间回收所增加的建设投资时,宜选用工作压力大于 **1.6MPa** 的压力型水电解制氢装置。同上一例,若该用氢企业邻近处有丰富、低廉的副产氢气(焦炉煤气、氯碱厂副产氢等)时,经技术经济比较,也可采用变压吸附法提纯氢获得所需的氢气。

目前国内商业化的制氢系统主要有两大类,一是水电解制氢系统,这是采用水电解法制取氢气、氧气。此类系统按操作压力划分为常压型、压力型,按产品氢气纯度划分为普气型、纯气型。目前水电解制氢系统氢产量最大为 **350Nm³/h**,但制气能力可达 **500Nm³/h**。水电解制氢系统具有氢气纯度高、维护操作方便,但电能消耗较大;二是变压吸附法(简称 **PSA** 法)提纯氢系统,这类系统因原料气的不同,其提纯氢系统有不同的设备配置。**PSA** 提纯氢系统有普气型、纯气型,国产 **PSA** 提纯氢系统的最大处理能力达 **20 万~30 万 Nm³/h**。只要需用氢气的企业、地区有合适的原料气,如煤制合成气、天然气、煤层气、焦炉煤气、氯碱厂副产氢气、石油炼厂含氢气体和甲醇转化气等,且氢气用量较大,均以采用 **PSA** 提纯氢

系统为宜。

鉴于上述两大类制氢系统的特点，本条规定：氢气站的制氢系统类型的选择，应按氢气站的规模；当地的资源或含氢原料气状况；产品氢的纯度、杂质含量和压力等要求。经技术经济比较后确定。

4. 0. 2 本条是水电解制氢系统应设有的装置要求。

1 水电解制氢过程中，目前还主要采用石棉隔膜布将氢电解小室和氧电解小室分别制取的氢气、氧气分隔，使水电解制氢装置不会发生氢气、氧气相互掺混形成爆鸣气。但石棉布必须浸泡在电解液中，呈现湿润状态方能起到分隔氢气、氧气的作用。因此，在水电解制氢装置运行中，必须确保氢、氧侧(阴极、阳极侧)的压力差不能过大，若超过某一设定值后，就会造成某一电解小室或多个电解小室的“干槽”现象，从而使氢气、氧气互相掺混，降低氢气或氧气的纯度，严重时形成爆炸混合气。这是十分危险的，极易引起事故的发生。所以本款规定：应设置压力调节装置，以确保氢气、氧气之间的压差设定值。

氢、氧气之间的压差值的规定，与水电解制氢装置的气道与隔膜框的结构尺寸有关。我们在调查统计国内外商品化生产的水电解槽有关结构尺寸的基础上，在本款中规定水电解槽出口氢气、氧气之间的压差值宜小于 **0.5kPa**。此值均小于现有水电解槽气道至隔膜框上石棉布的距离，并有一定的富裕度。

2 鉴于水电解制氢装置在开车、停车或发生事故时，都应将纯度不合格的气体或置换气体排入大气，只有在经过取样分析，气体纯度符合规定后，才能把气体送入气体总管。为此，本款规定：每套水电解制氢装置的氢气、氧气出气管与氢气、氧气总管之间，应设置放空管、切断阀和取样分析阀。

3 本款规定：在水电解制氢系统中，应设有原料水制备装置，包括原料水箱、原料水泵等。水电解制氢的原料水系统与其工作压力有关，常压水电解制氢系统的原料水都是定期用原料水泵注入高位水箱，再由高位水箱定期或连续地流入水电解槽，补充原料水；压力型水电解制氢系统的原料水是定期或连续(手动或自动)地用原料水泵直接注入或注入平衡水箱，在平衡水箱内接有气体平衡管，使平衡水箱内的压力与制氢系统内气体压力一致，确保原料水顺利流入水电解槽。致于原料水箱中的原料水从何处引入，则与各企业的具体条件有关，各行各业的用氢企业差异较大，所以本规范对原料水来源不作规定。但是无论是何种情况、何种水电解制氢装置，均需设有原料水箱、原料水泵，而原料水泵出口压力只与水电解制氢系统的工作压力有关，为此本条对原料水供应只作基本内容的规定。

4 水电解制氢系统所需碱液(电解液)都是在氢气站内进行配制；在水电解槽检修时，为减少消耗和改善环境，都是将水电解槽中的碱液回收后重复使用，因此，本款规定：水电解制氢系统应设有碱液配制、回收装置。

水电解槽运行时，电解液(碱液)在水电解槽、分离器、冷却器之间不断循环，带走水电解过程产生的热量。为避免电解液中过多的杂质堵塞进液孔或出气孔或在电解小室内沉积机械杂质，为提高水电解槽使用寿命和电能效率，在水电解制氢系统的碱液循环管道上，均设有碱液过滤器。为确保水电解槽的正常运行，本款规定：“水电解槽入口应设碱液过滤器”。在一

些企业的水电解制氢系统的碱液制备、循环管路上，不仅在水电解槽入口设有碱液过滤器，还在碱液配制箱出口管路等处设有碱液过滤器。

4. 0. 3 制定本条的依据是：

1 水电解制氢系统在制取氢气的同时也产生氧气，产量为氢气量的一半。氧气若回收使用，可提高氢气站的经济效益，节约电能，相应降低氢气的单位能耗。当氢气站所在单位使用氧气时，可采用中压或低压氧气管道输送；当所在单位不使用或少量使用氧气时，则需将氧气加压灌瓶外销。据调查了解，近年来许多采用水电解制氢的氢气站都回收氧气使用或灌瓶外销。如：上海某厂氢气站，氢气生产能力为 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，氧气生产能力为 $75\text{m}^3/\text{h}$ ，在进行氢气站技术改造时，增加了氧气回收灌瓶系统，增加建筑面积 300m^2 和 600m^3 氧气罐 1 只、氧气压缩机 2 台，每天可提供 360 瓶氧气，既增加了收入，每年又可节约电能 75 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。江苏××化工厂氢气站副产氧气回收灌瓶多年，氧气灌瓶可达 1500 瓶/d，取得了较好的社会效益和经济效益。为此本条规定，可根据工厂的具体情况，采用不同方式回收利用。

2 目前许多工厂已将氧气灌瓶外销，并积累了许多有益的经验。但严格控制水电解氧气的纯度至关重要，若纯度降低或不稳定，将使瓶装氧气质量下降。严重时，还可能造成氧气纯度较大幅度降低，以至形成爆炸混合气，将会发生爆炸事故。据了解，与电解氧回收利用相关的爆炸事故时有发生。为防止电解氧气灌瓶及使用中爆炸事故的发生，本条规定：当回收电解氧气时，必须设置氧中氢自动分析和手工分析仪装置。之所以还须设手工分析装置，是为了更为严格地、可靠地确保安全；定期采用手工分析，既能校核自动仪表可靠性，又可提高操作人员的安全生产意识。同时，还应设氧中氢含量报警装置。

3 若氧气不回收直接排入大气时，对常压型水电解制氢系统需设置氧气调节水封；利用水封高度，保持氢侧、氧侧的压力平衡；压力型水电解制氢系统可设氧气排空水封，以便压力调节装置的正常运行，保持氢侧、氧侧压力平衡。水封高度约为 1500mm 。如：在电力系统用于氢冷火力发电机组供应氢气的氢气站，通常装设产氢量 $5\sim 10\text{Nm}^3/\text{h}$ 水电解制氢装置制取氢气；氧气产量较小，各发电厂氢气站都不回收电解氧气，均设有氧气排空水封，其水封高度约 1500mm 。

4. 0. 4 变压吸附提纯氢系统设置通常应根据下列因素确定：

1 变压吸附的原理是基于不同的气体组分在相同的压力下在吸附剂上的吸附能力有差异，同一气体组分在不同的压力下在吸附剂上的吸附能力亦有差异的特性。通常周期性的压力变化，实现气体的分离提纯和被吸附气体的解吸。原料气组成的差异直接影响系统的配置，组成复杂的原料气，根据其杂质的成分及含量应增设预处理设施，且杂质组成将直接影响产品氢的收率。原料气的压力、组成决定选用吸附剂的类型、配比及用量。

2 产品氢气的压力取决于吸附压力的选择，若超出吸附压力，需增设产品增压系统。氢气的纯度决定系统设置，一般氢气纯度要求可通过变压吸附分离直接得到满足，对杂质含量有特殊要求者还应增设产品氢纯化系统。如焦炉煤气变压吸附制氢装置的脱氧及干燥系统。

3 氢气使用的连续性决定设备的配置，连续性较强的变压吸附提纯氢气系统中配置的活塞式压缩机、真空泵等配套设备均应设备用，吸附器及阀门的配置应实现程序控制阀及仪表等的

4 变压吸附提纯氢系统的配置和压力的选择,在一定的范围内吸附压力高有利于吸附过程向正方向进行,可减少吸附剂的用量,但是增加了设备的成本及能耗。采用抽真空解吸的变压吸附提氢工艺与常压解吸工艺比较,前者可增加氢气的回收率,但同时又增加设备的投资及能耗。所以,变压吸附提纯氢工艺的设置满足工艺要求的同时应考虑技术经济因素。

4. 0. 5 变压吸附提纯氢系统,通常应设有下列装置:

1 原料气中一些在变压吸附系统吸附剂上通过常规降压手段难于解吸或可使吸附剂中毒失效的杂质组分,必须在变压吸附前增设预处理系统。如通过在变压吸附前设变温吸附预处理装置可脱除高碳烃类的杂质;增加脱硫工序可脱除原料气中的硫化物等。

2 变压吸附提纯氢气的吸附压力通常为 0.7~3.0 MPa,若低于 0.7MPa,吸附剂吸附杂质的能力降低,不能保证提纯氢气的纯度及装置的处理能力,对提高氢气收率也不利。需增加原料气增压设施,以保证吸附压力,或满足用户对氢气压力的需求。

3 变压吸附提纯氢气装置包括吸附器组、吸附剂、程序控制阀及控制系统。吸附器组及程序控制阀是变压吸附提纯氢装置的主要组成部分。

4 变压吸附提纯氢装置氢气的输出虽然是连续的,但随着时序的变化,每个周期输出的氢气气量和压力均有一定的波动,故增设氢气缓冲罐可使输出氢气的压力波动减少、流量稳定。每个周期内输出的解吸气是不连续的,如果对解吸气有连续性和稳定性的要求,则应增设解吸气缓冲罐。

5 视原料气的组成情况,通常提纯氢气后的解吸气热值增高,可通过增压返回到厂区燃料气管网作气体燃料,回收能量。

4. 0. 6 甲醇制氢系统,通常应设有下列装置:

1 原料甲醇及脱盐水的储存、输送装置。甲醇裂解制氢的原料是甲醇和脱盐水,甲醇储罐是必不可少的设备。甲醇裂解反应在 1.0 MPa、220~280℃下,在专用催化剂上进行,所以甲醇或脱盐水均需通过泵输送到反应器中;

2 甲醇裂解装置的主要设备是甲醇转化反应器,甲醇转化反应在此进行。根据反应温度的要求,外部供热一般采用加热导热油为反应器提供热量;通过增设换热器回收转化器的热量,以达到热量的合理利用。因此,甲醇转化制氢系统应设有甲醇转化反应器及其辅助装置,如加热炉或加热器、热回收设备等;

3 甲醇转化反应的转化气组成: H₂ 为 73%~74%, CO₂ 为 23%~24.5%, CO 为 0~1.0%, 其余为甲醇及饱和水。为获得纯氢产品应设置变压吸附装置,经分离可获得 99%~99.999% 纯度的氢气。

4. 0. 7 为防止氢气压缩机的吸气管道产生负压和制氢装置出口氢气压力波动,并由此引起

为此，本条规定氢气压缩机前应设氢气缓冲罐。

据调查了解，氢气站内设有多台氢气压缩机时，许多单位都是采用从同一氢气管道吸气，所以本条作了“数台氢气压缩机可并联从同一氢气管道吸气”的规定。同时为确保安全生产，本条还规定凡数台氢气压缩机经同一根吸气管吸气时，应装设确保氢气保持正压的措施，如设氢气压力报警、回流调节装置、氢气压缩机的进气管与排气管之间设旁通管等措施。

为了使中、低压氢气压缩机在开车、调节负荷时，不会发生大量氢气排入大气，提高运行安全度，减少氢气排放量，节约电能。本条规定在中、低压氢气压缩机的进气、排气管之间，应设回流旁通管。回流旁通管上的调节阀在氢气压缩机正常运转时，一般适当开启，氢气回流以减少氢气压缩机的开停次数，有利于氢气站的安全运行。回流旁通管上的调节阀一般采用手动、气动、自力式等。

4. 0. 8 氢气压缩机的安全保护装置的设置，是确保其安全、稳定、可靠运行的重要保证，也是确保氢气站安全运行的重要条件，因此本条为强制性条文。

本条第 1 款的规定，是对氢气压缩机进行超压保护，确保安全、可靠运行的必须具备措施之一。第 2 款至第 5 款都是氢气压缩机的安全保护措施。这里特别要强调说明的是：氢气压缩机的进气氢气管应设低压报警和超限停机装置，由于氢气为可燃气体，不允许在氢气压缩机进口氢气压力的不正常降低，若因操作不慎进口压力降低以致吸入空气，形成爆炸混合气，将可能造成严重人身伤亡、设备损坏的事故，所以本条作为强制性条文的规定，设计时必须遵守。第 5 款规定的进口、出口氢气管路应设有置换吹扫口，这是确保初次投产或氢气压缩机检修前、后的安全保护措施。

本条的第 2 款至第 4 款的安全保护装置一般是由氢气压缩机制造厂配套提供。

4. 0. 9 本条是对氢气站、供氢站的储气设施提出的要求。

1 氢气站、供氢站一般设有一定储量的储气设施，目前氢气储气设施主要有两类：一是高、中、低压氢气罐，氢气罐的储氢压力、储氢能力应控制氢设备(或供氢装置)的压力、氢气用户的用氢压力、用氢量及其负荷变化状况等因素确定。高压氢气罐(压力大于 15 MPa)，具有储氢能力大、能满足各类用户的需求；中压(压力大于 1.6 MPa)、低压(压力小于或等于 1.6 MPa)氢气罐的储氢能力主要根据制氢或供氢压力、用氢压力和均衡连续供氢要求确定。二是金属氢化物储氢材料，它是依据金属氢化物在不同压力、不同温度下的吸氢、放氢特性储存氢气。目前一些科研单位正研制储氢性能优良的储氢材料和装置，但由于储氢能力尚不理想，还不能满足实际应用的要求，但是这种储氢方法将是未来氢能应用中具有巨大竞争力的储氢方法。

2 在供氢站或燃料电池汽车用加氢站中，为了满足灌充高压氢气或汽车加氢的需要，一般应设置高压(如压力大于 40MPa)氢气罐。对这种高压氢气罐升压充氢或接收外部供应的氢气进行升压，需设置增压用氢气压缩机；这种增压氢气压缩机可采用膜式压缩机或气动 / 液动增压机。

4. 0. 10 本条第 1 款是氢气罐的超压保护装置，是确保氢气罐安全、可靠运行必须具备的

款的规定是氢气站设计、运行的经验教训总结，由于氢气比重仅为0.069(空气为1.0时)，在使用氮气吹扫置换时，若系统的最高点或氢气罐的最高点未设放空管，则很难将系统内的氢气吹扫置换干净，有时甚至吹扫数天也不能达到规定值。如某研究所的一座湿式氢气罐，为检修动火，打开氢气罐放空管排放氢气达7d，因未用氮气吹扫置换，仍发生了氢气罐爆炸事故，造成设备损坏，3人死亡。为此，本条规定，在氢气罐顶部最高点必须装设放空管。

4.0.11 各种制氢系统的氢气中冷凝水排放过程中将不可避免地有少量氢气同时排出。若操作不当或操作人员未及时关好冷凝水排放阀，使氢气排入房间内或在排水管(沟)中形成爆炸混合物，将会造成爆炸事故等严重后果。据调查，曾在一些工厂多次发生此类事故。如：上海某厂氢气管道积水，在气水分离器处向房间内直接排水，曾在一次排放冷凝水过程中，操作人员违章离开现场，致使氢气排入房间内，氢气浓度达到了爆炸极限，当操作人员开灯时，发生爆炸，塌房2间，烧伤2人；另一工厂，在排放氢气管道积水时，用胶管接至室外，因胶管脱落，氢气泄漏到房间内，形成了爆炸混合气，在操作人员下班关灯时，发生爆炸，炸坏房屋，2人轻伤。鉴于上述情况，为杜绝此类事故的发生，本条规定冷凝水应经疏水装置或排水水封排至室外。这样的装置已在许多工厂使用，做到了在氢气设备及管道内的冷凝水排放过程中，没有氢气泄漏到房间内。

水电解制氢系统中的氧气中冷凝水排出时，与氢气一样也有氧气泄漏到房间内的情况，氧气比空气重，又为助燃气体，为了确保安全生产，防止因氧气泄漏、积存引起的着火事故的发生，氧气设备及管道内的冷凝水排放也应经单独设置的疏水装置或氧气排水水封排至室外。这里强调的是氢气、氧气中冷凝水疏水装置或排水水封应各自设置，不得合用一个疏水装置或排水水封，这是为了避免形成氢气、氧气爆炸混合气。所以，本条规定：“应经各自的专用疏水装置或排水水封排至室外”。

4.0.12 按表2所列，各行业对氢气纯度和杂质含量的要求是不相同的。为了采用技术先进、经济合理、操作管理方便、建设投资少的氢气纯化方法和装置，应根据具体工程原料氢气的条件、技术参数和用氢设备对产品氢气所需的纯度和杂质含量，进行技术经济比较后选用合适的氢气纯化系统。如：常压型水电解制氢装置制取的氢气经加压后，可采用加热再生或无热再生的氢气纯化系统；压力型水电解制氢装置制取的氢气，可采用自身工作气再生或两级氢气纯化系统。对半导体集成电路工厂为制取高纯氢气，可采用催化吸附净化装置作为初级纯化，而以低温吸附或吸气剂型纯化装置为末端氢气纯化。

4.0.13 为确保氢气灌装系统安全、可靠的运行，应设置相应的安全装置，这是因为：一是氢气为易燃、易爆和易泄漏的气体；二是灌装系统为高压运行，一般氢气灌装压力大于15 MPa；三是氢气灌装容器均为高压气瓶。本条规定，氢气灌装系统应设有超压泄放用安全阀、分组切断阀、压力显示仪表，避免发生超压事故和分组管理灌装气瓶；应设有氢气回流阀、吹扫放空阀；氢气放空管接至室外安全处，正常情况下，氢气回流利用，减少排放大气的氢气量，既有利安全也减少浪费，但在不正常情况或开车、停车时，则应对系统进行放空和吹扫置换。

4.0.14 氢气系统中的含尘量与制氢系统的设备选型、设备和管道的材质、氢气纯度等因素有关。据调查测定，未经过滤的氢气系统中粒径大于0.5/μm的尘粒含量达每升数千到数万粒，因此当用户对氢气中的尘粒粒径和尘粒浓度有要求时，应设置不同过滤精度的过滤

4. 0. 15 各类制氢系统在检修、开车、停车时，都应进行吹扫置换，将系统中的残留氢气或空气吹除干净，尤要注意死角末端残留气，并分析系统内氢中氧的含量，达到规定值，方可进行检修动火、开车、停车。按现行国家标准《氢气使用安全技术规程》规定，置换氮气中含氧量不得超过 0.5%。

5 设备选择

5. 0. 1 氢气站设计容量通常是根椐用户氢气耗量和使用氢气的特点确定，当氢气用户为三班均匀使用氢气时，设计容量按班平均小时耗量计算。若氢气用户为三班使用氢气，且各班用氢负荷差异较大，或者一班(二班)用氢，可按昼夜平均小时耗量计算。在用氢量高于或低于昼夜平均小时耗量时，以用氢气罐储气进行调节。但是电力部门计算设计容量是按全部氢冷发电机的正常消耗量，以及能在大约 7d 的时间内积累起相当于最大一台氢冷发电机的一次启动充氢量之和考虑。本条第 3 款是对外销的商用型氢气站的设计容量的规定，应十分重视对市场需求的调查分析，否则将会因设计容量过大，设备得不到发挥，造成亏损。

5. 0. 2 水电解制氢过程要消耗较多的电能，所以人们都以水电解制氢装置的单位氢气电能消耗($\text{kW} \cdot \text{h} / \text{Nm}^3 \cdot \text{H}_2$)作为此类设备的性能参数、产品质量的主要体现，也是评价这类装置先进性的主要标志。近年来各国的科技工作者、制造厂家经过研究开发，改进制造工艺或槽体结构，使水电解制氢装置的单位氢气电能消耗得到了降低。日本研制的离子膜水电解制氢装置(实验型)，单位氢气电能消耗仅 $3.8\text{kW} \cdot \text{h} / \text{Nm}^3 \cdot \text{H}_2$ ；国内研制的新型压力水电解制氢装置可达 $4.2 \sim 4.5\text{kW} \cdot \text{h} / \text{Nm}^3 \cdot \text{H}_2$ 。表 3 列出文献报道的国内外一些水电解制氢装置的主要性能参数。

鉴于以上情况，在本条中规定：“选用电耗小、电解小室电压低、价格合理、性能可靠的水电解制氢装置。”

新建氢气站设置 2 台及以上水电解制氢装置时，宜选用同一型号、同一规格的水电解制氢装置，以便于操作管理及备品、备件的统一。

水电解制氢装置是否设备用，根据用户的用气情况而定。因为水电解槽槽体不易损坏，根据生产实践，常压型一般 4 年以上才需对槽体进行大修，检修时间根据设备的复杂程度、用户的检修水平和能力确定；压力型水电解制氢装置使用年限 20~30 年。又因各厂在停产后对全厂的经济效益影响也不一样，因此本条规定宜设备用。但当水电解制氢装置检修能与用户检修同步进行，或利用节、假日进行检修，不中断供气，或用户有其他临时氢气源能满足用氢设备的用气，或氢气站内设置有足够大容量的氢气罐储存氢气而不影响用户使用氢气时，则可不设备用。如电力部门采用氢气罐储存氢气，可以满足水电解制氢装置检修时用氢，一般都不设备用。

5. 0. 3 制定本条的依据是：

850~1000g / Nm³ · H₂ 计, 即 0.85~1.00L / Nm³ · H₂。规定原料水制备能力不宜小于 4h 原料水耗量是能满足生产需要的。规定储水箱容积不宜小于 8h 原料水消耗量, 是考虑制水装置一班或两班生产, 供全天使用。

2 原料水制取装置、储水箱及其水泵的材质, 应采用不污染原料水质和耐腐蚀的材料制作; 目前国内采用如下几种: 不锈钢、钢板内衬聚乙烯、钢板内涂耐腐蚀漆或全部为聚氯乙烯塑料板。设计时可根据水箱容积、制作条件和经济条件等因素确定。

3 据调查, 水电解制氢装置是根据水电解槽槽体寿命和实际使用状况, 逐台进行检修。检修时都是将水电解槽及其附属设备内的电解液全部返回至碱液收集箱内, 待设备检修任务完成后重复使用, 所以碱液收集箱的容积应大于每套水电解制氢装置及碱液管道的全部体积之和。目前, 国内各种水电解制氢装置电解液充装量差别较大, 表 4 为部分水电解槽电解液充装量。

5. 0. 4 吸附器组是变压吸附提纯氢系统的主体设备, 吸附器的性能参数将决定 PSA 系统的技术性能——处理能力、产品氢气纯度和杂质含量、产品氢气产量等。我国在 PSA 制氢技术的研究开发和设计、制造、实际运行方面的经验表明: 吸附器组的规格尺寸、内部构件应以提高氢回收率、减少制造成本为基本原则。吸附器组的吸附器数量, 应根据变压吸附提纯氢系统的原料气组成、压力(即吸附压力)、吸附剂的吸附容量、产品氢气的产量和纯度、氢回收率等因素确定。在一定的范围内吸附压力高对吸附有利, 吸附剂用量减少; 原料气组成不同, 吸附剂类型及用量亦不相同; 吸附塔数量与工艺时序和氢回收率有关, 为满足较高的氢气回收率, 应增加工艺过程的均压次数, 多次均压需要通过数台吸附器来完成; 对用氢要求连续供应的装置, 应设多床吸附, 以实现在线切换。所以, 本条规定: 变压吸附提纯氢系统的吸附器组的容量和吸附器数

量, 应按条文列出的各种因素, 经技术经济比较后确定。

5. 0. 5 甲醇转化制氢系统的容量和配置与氢气的纯度及消耗量有关, 根据用户用氢量的要求, 甲醇转化制氢系统的容量可以从几十标方到几千标方。氢气的纯度越高, 同样产氢量装置的容量就越小。

甲醇转化制氢反应的压力通常为 1.0 MPa, 若用氢压力超出 1.0 MPa, 则必须设置氢气增压系统。如氢气用于灌充钢瓶, 则需在变压吸附装置后面设氢气压缩机。

甲醇转化制氢系统所需热量与现场工作条件有关, 如现场有中压蒸气供应可直接用于加热。对没有热源的场合可通过设置加热炉进行加热, 视现场条件选择油、煤、天然气作为燃料来加热热载体导热油。

甲醇转化制氢系统的容量确定时, 还应根据现场工作条件, 拟建中的甲醇转化制氢系统及其甲醇的储存、输送应符合相关的国家标准, 如《建筑设计防火规范》、《石油化工设计防火规范》等。

5. 0. 7 氢气罐的形式有湿式和固定容积两种, 根据所储存氢气压力和所需储存容量选择。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/607144141064006050>