

2021年

氢气生产、储运加、安全管理

汇报人：闫东雷

环宇京辉执行总裁、电池高级工程师、化工工程师、
北京市应急管理局气体应急专家

目录 CONTENTS

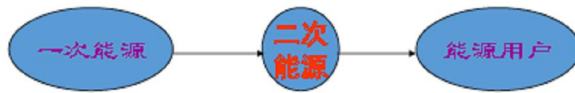
- 01 氢能的发展
- 02 制氢、储运氢、加氢
- 03 氢气安全性分析
- 04 环宇京辉简介

PART 1

氢能的发展
国内外氢能发展规划

氢能的发展

一、氢能概述



二次能源又可分为两类：

- 过程性能源（水能、风能、电能……）
- 含能体能源（汽油、柴油、氢气……）

- 由于目前“过程性能源”尚不能大量地直接贮存，因此汽车、轮船、飞机等机动性强的现代交通运输工具就只能采用像柴油、汽油这一类“含能体能源”。
- 随着常规能源危机的出现，在开发新的一次能源的同时，人们将目光也投向寻求新的“含能体能源”，**氢能**正是一种人们期待的新的二次能源。

21世纪初以来，受全球气候变化和环境问题影响，节能减排和能源清洁化步伐加快，**氢能在能源转型中的潜力再次获得人们关注。氢能作为清洁的二次能源，成为实现“深度脱碳”的重要路径。**

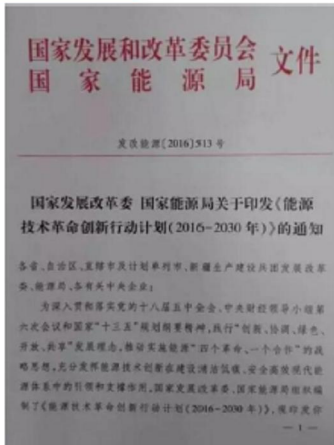
氢能的发展

目前，全球国家级直接支持氢能源部署的政策总计约50项。

国家	美国	欧盟	日本	韩国
发展战略	<p>1970年，赞助氢能源的研究，成立国际氢能组织。</p> <p>2016年，根据可再生能源投资税收抵免（ITC）政策，将在五年内逐步减少30%的税收，最终确保燃料电池产品（包括固定电站和物流运输行业）达到其他清洁能源技术同等发展水平。</p> <p>2019年，G20（大阪）峰会召开期间，美日欧三方签署《关于未来氢能和燃料电池技术合作的联合声明》，致力于未来氢能及燃料电池技术全面合作，引导能源体系向氢能过渡……</p>	<p>2008年，欧盟发布《氢能源和燃料电池联合会（FCH-JU）技术发展计划项目》，提出：1. 氢能源和燃料电池联合会成立；2. 在2008年至2013年至少斥资9.4亿欧元用于燃料电池和氢能的研究和发展</p> <p>2019年，燃料电池和氢能联合组织（FCE JU）在发布《欧洲氢能路线图：欧洲能源转型的可持续发展途径》，预计到2050年，氢能可占最终能源需求的24%，创造8200亿欧元的市场</p> <p>2020年，欧盟委员会宣布成立“清洁氢能联盟”……</p>	<p>2010年，隶属于经产省的燃料电池商业化组织（FCCJ）发布了《燃料电池汽车和加氢站2016年商业化路线图》</p> <p>2014年以来，日本先后制定《第四次能源基本计划》《氢能基本战略》《第五次能源基本计划》《氢能与燃料电池路线图》，计划到2025年，燃料电池汽车数量达到20万辆，到2030年达到80万辆，燃料补给网络包括900个加氢站，是目前的9倍左右。</p> <p>2018年，提出建立氢能社会……</p>	<p>2008年，《实施“低碳绿色增长战略》，为氢能燃料电池研发项目投资16亿韩元；</p> <p>2009年，《首都首尔计划推广氢能燃料电池的使用》</p> <p>2018年，韩国政府和国内相关企业决定未来5年投资2.6万亿韩元，加快氢能燃料电池汽车生态系统的发展、增加加氢站的数量。</p> <p>2019年，预计到2040年，累计生产燃料电池车620万辆，建设加氢站1200座。</p>



氢能的发展



2017年4月，国家发改委会和国家能源局在系统内部印发《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》，并同时发布了《能源技术革命重点创新行动路线图》，提出研究制氢技术、燃料电池技术、燃料电池分布式发电技术等重点任务。

到2020年	到2030年	到2050年
<p>建立健全氢能及燃料电池规模化应用的设计、工艺、检测平台。</p> <p>基本掌握高效氢气制备、纯化、储运和加氢站等关键技术。</p>	<p>实现大规模氢的制取、存储、运输、应用一体化。</p> <p>实现加氢站现场储氢、制氢模式的标准化和推广应用。</p> <p>完全掌握燃料电池核心关键技术。</p> <p>建立完备的燃料电池材料、部件、系统的制备与生产产业链，实现燃料电池和氢能的大规模推广应用。</p>	<p>实现氢能和燃料电池的普及应用。</p> <p>实现氢能制取利用新探索的突破性进展。</p>

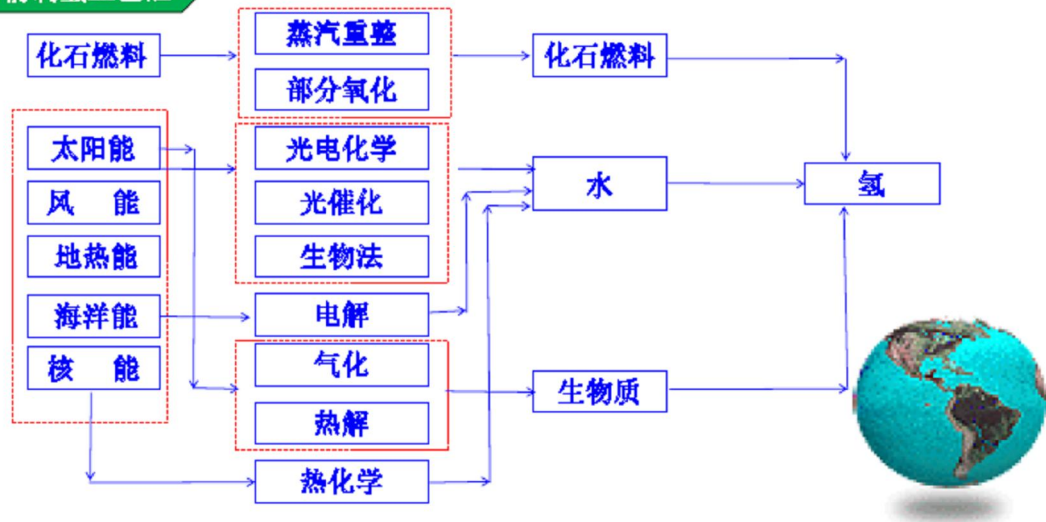
《能源法（征求意见稿）》中首次将氢能列入能源范畴。

PART 2

氢气制取、储运、加氢
氢气的制取工艺
氢气的储运
加氢站简介

制氢工艺简介

目前制氢工艺汇



环宇京辉制氢工艺简介

天然气制氢

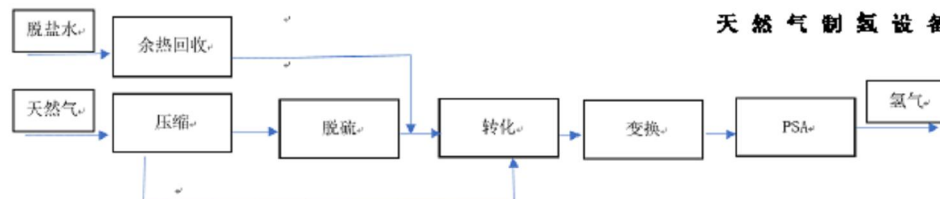
有水蒸汽重整、部分氧化及自热重整三种
其中水蒸气重整是主流工艺

优点: 可直接利用现有天然气设施, 工艺流程简单、技术成熟、装置规模灵活, 尤其适合中等规模氢气需求场合; 碳排放比煤制氢更低

缺点: 需大规模才可降低成本, 国内天然气紧缺



天然气制氢设备

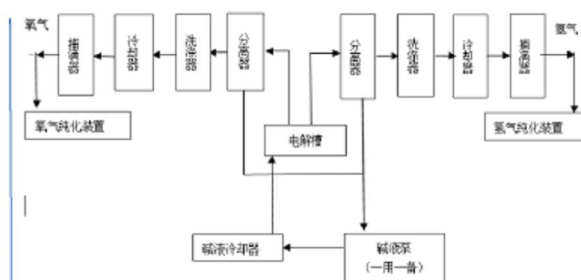


制氢工艺简介

水电解制氢



水电解制氢装置



水电解制氢为未来发展的大风向，其中电能来源主要有：风能发电、光伏发电、水力发电、核能

我公司目前主要为碱性水电解工艺；有电网水电解和风电水电解制氢两种。

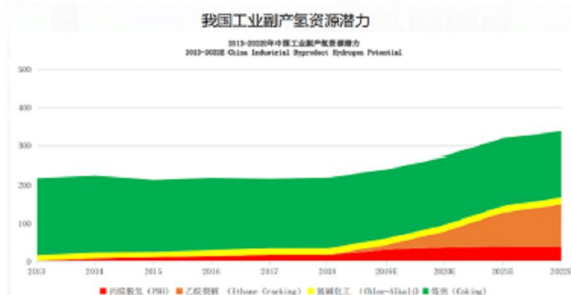
制氢工艺简介

工业副产气制氢工艺

丙烷脱氢、乙烷裂解、炼焦、氯碱化工等行业在生产过程中会产生大量含氢副产气，通过PSA等提纯氢技术能够在不产生额外碳排放的情况下得到大量的氢气。

据亚化咨询测算，中国工业含氢副产气提纯制氢的产能规模可达千万吨级，可以成为近期中国氢气来源的重要构成部分。

我公司衡水分公司主要制氢工艺为2000m³/h尾气PSA变压吸附制氢。



资料来源：亚化咨询《中国氢能产业链年度报告2019》

制氢工艺简介

垃圾制氢工艺

技术核心：以无氧垃圾热解和高温气化+熔融一体化气化炉为核心的综合性垃圾处理技术。

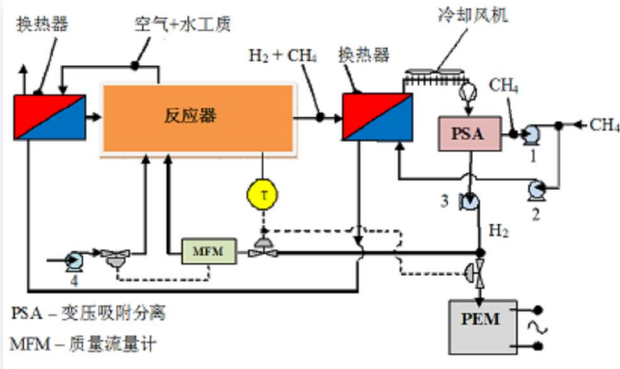
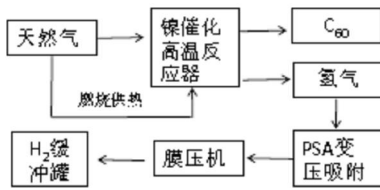
技术特点：

- ※本质清洁的垃圾资源化综合处理技术；
- ※无害化率100%，减量化率≥85%，资源化利用率≥95%；
- ※原料适应性广，对未经严格分类的垃圾适应性强，热值要求6.5MJ/kg以上；
- ※产品方案多样性。



制氢工艺简介

脱碳制氢工艺



优点：氢能是洁净高效的二次能源，没有CO₂、CO的排放；正常情况下不会造成环境污染。

缺点：需要定期打开反应器进行CO₂回收。

氢气的储运

氢气的储运



高压气态

目前最常用最成熟的技术，结构简单，成本交底，安全可靠，国内有生产I、II、III型瓶但储氢密度低



液氢

储氢密度高，适合长距离运输，但耗能较大，且运输中液氢有损耗



储氢合金

储氢密度高，压力低，无需隔热，安全性好



有机液体储氢

常温常压，储氢密度高，安全方便，但技术操作条件苛刻

氢气的储运

氢气的储运

气氢长管拖车

优点：技术成熟，适合短距离运输
缺点：长距离运输成本快速上扬



液氢槽车

优点：适合长距离大规模运输
缺点：能耗较大，运输有损耗



管道运输

优点：大规模运输下具有成本优势
缺点：管道建设投资投入大



我公司目前储运氢主要集中为气氢运输。

氢气储运的发展趋势

《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》提出了未来氢能运输环节的发展路径：

在氢能市场渗入：

氢的运输将以：
长管拖车
低温液氢
管道运输
方式因地制宜、协同发展

前期

中期
(即2030年)，氢的运输将以：
高压、液态氢罐和管道输运相结合，针对不同细分市场和区域同步发展。

远期

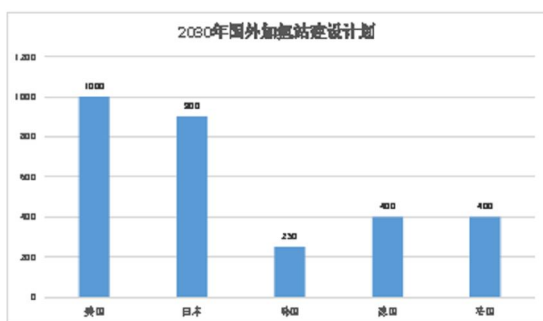
(即2050年)氢气管网将密布城市、乡村，成为主要运输方式。

加氢站简介

加氢站简介

加氢站作为氢能应用的重要环节，各国都进行了具体的规划，目前发展快速，形势良好。

下面右表为列举的一些国家加氢站发展情况；
下图为统计的各国2030年长期规划图。

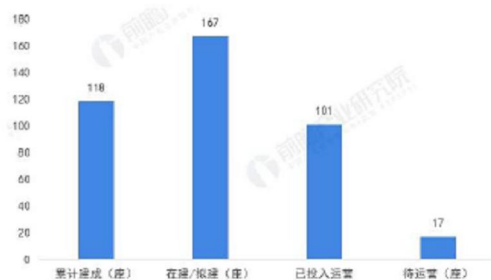


国家	政府文件	完成建设	2030年
美国加州	《2019年版全球及中国加氢站行业现状分析及发展趋势研究报告》	超过40座	1000座
日本	《氢能基本战略》	142座	900座
韩国	《关于韩国建立氢能经济社会方案》	60座	520座
法国	《法国氢能计划》	34座	400-1000座
德国	-	60座	多达400

原文来自：LBST 全球氢能网、新能源网综合立鼎产业研究中心

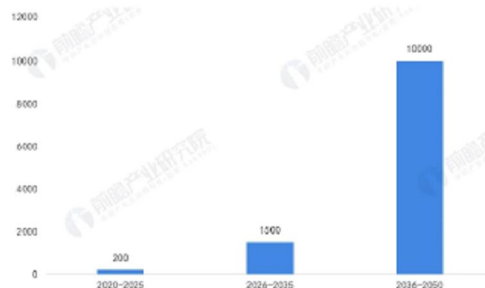
加氢站简介

我国加氢站建设运营现状



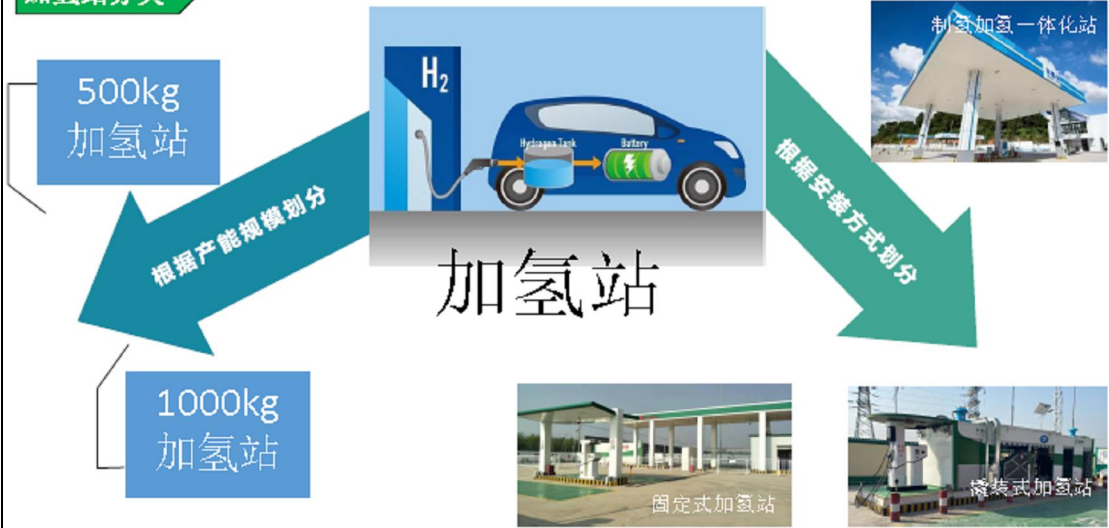
截至2020年12月底，中国累计建成118座加氢站，其中建成的加氢站已投入运营101座，待运营17座，投用比例超过85%。此外，中国在建/拟建的加氢站数量达到167座。

2020-2050中国加氢站建设规划情况 (单位：座)



根据中国氢能联盟发布的《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》(2019版)，氢能将成为中国能源体系的重要组成部分，预计到2035年，中国加氢站达到1500座，到2050年全国加氢站达到10000座以上。

加氢站分类



加氢站简介



我公司实体店固定式加氢站

固定式加氢站

固定式加氢站主要设备的设计和安装是平整地面（且地面由环氧地坪和不发火的混凝土地面组成），不可移动或搬运拆除较为繁琐，安装调试周期长。但加氢速度快。

撬装式加氢站

撬装站主要设备的安装和设计是在集装箱式厂房内，主要设备固定在框架上，设备与框架，通过地脚固定。优势就是安装、拆除快捷、运输方便，安装与调试较固定站周期短。



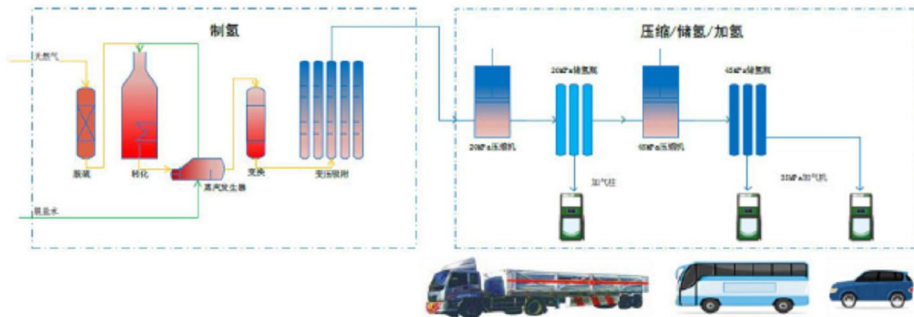
我公司燕山撬装式加氢站

加氢站简介

制氢加氢一体站

是国家能源部和国家发改委2016年提出来的氢能发展第二步战略部署，即在加氢站运行的过程中，把制氢站加入的模式，解决路途远的问题和长管拖车雇用的问题，可以实现节约化，能源化。

工艺流程图：



加氢站运营分析

我公司燕山撬装式加氢站现阶段加氢车辆多以：中型巴士、大型巴士、箱式货车、重卡等为主，尤其以通勤班车和箱式货车较多，我们以巴士和箱式货车、大型把车为例分析如下：

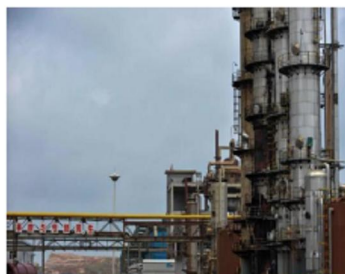
车 型	箱式货车和中型巴士	大型巴士
氢气瓶组	4瓶组	8瓶组
车内一般余压	3-7MPa	3-11MPa
单车加注时间	5-8分钟	15分钟左右
最终加注压力	35MPa	35MPa
加注质量	9-10kg	15-24kg
加注1kg氢气耗能	2.2KW/h	2.8KW/h
加氢后气瓶温度变化	可达60℃	—

PART 3

氢能安全分析

根据氢气生产、储存、运输、加氢等过程发生的事故对氢能的安全性进行分析管理

氢能安全分析



2015年6月28日上午10时04分，内蒙古鄂尔多斯市准格尔旗准格尔经济开发区伊东九鼎化工有限责任公司发生一起氢气泄露爆炸事故，造成正在附近施工的3名工人死亡，6人受伤。

事故直接原因：该企业净化车间换热器发生氢气泄漏造成闪爆。闪爆引发小范围起火。

2019年5月23日傍晚6时20分，韩国江原道江陵市一家工厂工人正在对容量为400升的氢气罐进行测试时氢气罐发生爆炸（未燃施，事故造成2人死亡6人受伤）。

事故直接原因：该企业氢气储罐为35-70MPa的高压储罐，由于安全附件故障，超压储罐破裂发生容器爆炸。



本次事故是自21世纪以来全球多国发展氢燃料电池的进程中，首次发生在氢储存过程中的大规模爆炸事故。



2011年，日本福岛第一核电站3号机组当地时间11时01分（北京时间10时01分）发生氢气爆炸，反应堆所在建筑遭到损坏。东京电力公司随后宣布，爆炸发生后，附近有7人失踪。

事故直接原因：反应堆内部产生的氢气溢出接触外界氧气达到爆炸极限，发生剧烈反应，引起爆炸。

氢能安全分析



2019年6月10日，挪威首都奥斯陆Sandvika地铁站附近的KJØRBO加氢站发生着火爆炸。

事故直接原因：高压储氢单元插头的接口处，四个螺栓中有两个螺栓因为装配误差造成扭力不足，导致氢气从密封区域逐渐泄漏造成内部密封区域气压增大；压力增大而螺栓的预紧扭力不足，造成了螺栓松动，最终导致密封失效，氢气大量扩散泄漏并着火“爆炸”。

2000年至今，从氢气的制取、储氢、运氢、加氢四大环节划分，通过查询美国H₂工具数据库、日本高压气体安全法数据库、欧盟HIAD数据库和我国化学品事故信息网，共查得国内外有关事故90例，事故原因可分为如下五大类：

- ①**设计问题：**未按照相关标准进行临氢设备的设计或制造。
- ②**密封失效：**包括阀门、法兰、垫片等位置的密封结构失效
- ③**设备失效：**临氢设备或安全设施故障。
- ④**操作失误或维护不当：**人为失误或未按照相关规定进行设备维护。
- ⑤**交通事故：**专指氢气运输车辆事故。

氢能安全分析

氢气安全管理要求

安全措施：【基本要求】

1.操作人员经严格的**培训**，**考核合格后**，由师傅带徒弟上岗，经师傅教导其熟练掌握操作技能和应急处置知识后，观察其单独操作2月无错误方可单独上岗操作。

2.生产、使用氢气的车间及贮氢场所设置**氢气泄漏报警仪**和**防爆型的通风系统连锁**。操作人员穿**防静电工作服**，进入工作场所释放静电。



3.储罐等压力容器安装**安全阀、压力表、温度计**（按时校验），压力、温度远传记录和报警功能的安全装置连锁。生产、储存区域设置**安全警示标志**。



在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备（如正压式空气呼吸器）。

氢能安全分析

氢气安全管理要求

安全措施：【制氢安全】

(1) 氢气系统运行时，**不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压**。制氢和充装人员工作时，**穿戴防静电防砸鞋、护目镜和防静电手套**，以免产生静电和撞击起火。

(2) 当氢气作焊接、切割、燃料和保护气等使用时，每台用氢设备的排空管上设**阻火器**。因生产需要，必须在现场（室内）使用氢气瓶时，要加强通风和控制气瓶数量，氢气瓶与盛有**易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶**隔离放置，与**空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于20m**。

(3) 生产中管道、阀门等装置冻结时，只能用热水或蒸汽加热解冻，**严禁使用明火烘烤，严禁在室内排放氢气、清洗氢气置换**，应立即切断气源，进行通风，不得进行可能发生火花的任何操作。



氢能安全分析

氢气安全管理要求

安全措施：【储存安全】

(1) 储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房，远离火种、热源。

(2) 严禁氢气瓶与**氧化剂、卤素瓶混储**。

照明、通风设施采用防爆型。

工具使用不起静电和产生火花的。

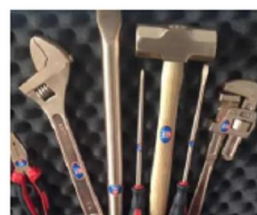
库房内必须通风良好，**保证空气中氢气最高含量不超过1%（体积比）**

严禁储存有氢气的设备在太阳下暴晒。

库房等建筑物顶部或外墙的上部**设气窗或排气孔**，排气孔应朝向安全地带。

(3) 应定期（用肥皂水）对氢气瓶进行漏气检查。

(4) 夏季12点到4点加强气瓶储存区域巡查，遇温度过高或压力过大的情况进行缓慢放压或喷淋降温处理。



氢能安全分析

氢气安全管理要求

安全措施：【运输安全】



(1) 为保氢能运输安全，公司设立应急救援中心，成立以安全高级工程师、注册安全工程师、仪表工程师、设备工程师等组成的应急专家组，专家组成员执行24小时应急值班制度。

(2) 运输采用大数据平台管理，对所有运氢车辆均安装北斗定位系统和车辆监控系统，公司设专人在出车时进行人员、车辆、天气、道路情况的监控，异常情况及时汇报公司应急救援中心。由救援中心确定合理的方案后，由监护人员通知押运员和司机，确保运输过程安全。**（车辆行驶轨迹、压力、温度、流量、驾驶室视频监控、时时对话、异常报警等功能）**

(3) 管车进厂时必须安装完好的阻火器（火星熄灭器）。牵引车和拖车停稳后必须先导除静电；集装箱和气瓶运输必须有紧绳器，确保气瓶固定完好。

(4) 严禁混运相互反应的气瓶。气瓶装卸时严禁抛、滚、滚、碰。卧运时，**氢气瓶头部朝向一致。直立运时，设置围栏高度不得低于气瓶高度的三分之二。**



氢能安全分析

氢气安全管理要求

应急处置原则

【灭火方法】

关闭阀门，**切断气源**。若切断不了气源，保证氢气在泄露处稳定燃烧，直到自然熄灭为止，切忌不可灭火。可**喷水冷却附近的设施**，移走附近气瓶等设施。

氢火焰肉眼不易察觉，处置人员应**佩戴自给式呼吸器**，穿防静电长袖服进入现场，注意防止外露皮肤烧伤。附属设施着火可用雾状水、二氧化碳、干粉灭火器进行扑灭。

【泄漏应急处置】

消除所有点火源：根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区（不可快跑）。应急处理人员戴自给式空气呼吸器，穿防静电服。**作业时使用的设备应接地或不起静电**。

尽可能切断泄漏源。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。若泄漏发生在室内，采用吸风系统或将泄漏的钢瓶移至室外，以避免氢气四处扩散，排空气瓶或氢气储罐时，控制氢气流速（缓慢）。隔离泄漏区直至气体散尽。

紧急预防措施：泄漏隔离距离应大于100m。如果为大量泄漏，**下风向的初始疏散距离应大于800m。**

PART 4

环宇京辉简介

本节主要内容：京辉发展历程、京辉现在的规模、京辉的未来规划。

环宇京辉简介



环宇京辉行政楼

北京环宇京辉京城气体科技有限公司位于北京石化新材料科技产业基地，属中关村自主创新示范区房山园，是国家高新技术企业，2015年被北京市政府列为北京城市功能保障企业，为北京氢能，航天，电子，医疗提供保障。是华北地区最大的氢气生产厂家之一，是北京市唯一具备合格资质氢能家生产厂家。是国内地区唯一一家集产氢、储氢、运氢、加氢并具备完整安全管理体系的企业。

公司成立于1989年，是较早从事氢能生产的企业。早在2004年，企业就为清华大学氢能燃料电池车研发团队提供实验场地以及氢气充装等服务，2008年北京奥运会期间，为全国首座加氢试验站提供保障。成立31年，总结了一整套完善的安全体系，至今未发生一起安全事故，连续多年被评为安全生产先进单位，肩负着北京市科研、军工、航天、氢能等几个方面用气的保障工作。



环宇京辉简介

北京
800
m³/h
天然气制氢



环宇京辉制氢项目

北京
500
m³/h
水电解制氢



涪源
800
m³/h
风电制氢



衡水
2000
m³/h
尾气提纯制氢



储氢方式



氢能运输



北京环宇京辉气体化工运输有限公司是北京环宇京辉京城气体科技有限公司下属的全资子公司。公司拥有氢气长管拖车136辆，拥有在奥运会期间，APEC会议期间，阅兵期间以及每年的“两会”期间道路运输特殊通行证。能为北京市各大企业提供运输保障服务。自2017年起连续三年被北京市交通安全委员会评为年度市级交通安全先进单位。计划2021年运氢长管拖车增加至300辆，为冬奥会和建党100年献礼。

加氢站

京辉氢能加氢站是房山区第一座撬装式加氢站。现京辉氢能加氢站与京东物流、水木通达、飞驰汽车、福田汽车及冀店高端制造基地通勤班车达成合作，每天可满足40至50辆氢能燃料电池车辆提供加氢服务。



计划在2021年北京市内建设5座，外埠地区建设5座共计10座加氢站。未来，为保障北京、张家口、雄安等地的氢能供应，服务首都服务冬奥会贡献力量。