



BUREAU  
VERITAS

Nov 25th, 2021

# 氢能产业的风险管控及过程安全管理

# 个人 简介

## 李政

- 10年氢能/危化行业安全设计及风险评估经验
- 高级工程师，国家一级安全评价师，注册安全工程师, HAZOP主席  
(中国安全生产协会)，功能安全认证工程师、定量风险评估师；
- 必维国际检验集团-电力与通用工业事业群- 氢能事务首席技术官
- 中国科学技术大学-安全科学与工程-工学硕士
- E-mail: zheng.li@bureauveritas.com
- Mobile-phone: +8613310663225

# 目 录

## 01 氢能产业的安全风险

- 典型事故案例分享
- 产业共性风险及各环节的主要风险

## 02 现行安全监管体系

- 法律、法规、规章、强制/推荐标准规范

## 03 风险管控及过程安全管理

- 风险管控及过程安全的基本概念
- 氢能产业的要素应用

## 04 案例分享

# 前言

氢能领域正获得前所未有的关注和投入  
安全风险如何管控？



# 典型事故案例

## 01 美国空气产品公司加氢站爆炸事故

**时 间** 2019 年 6 月 1 日

**地 点** 美国加州圣克拉拉县

**主要过程** 空气产品公司加氢站储氢罐及运输设施发生爆炸并引发火灾

**事件起因** 氢气输送拖车高压气态氢气泄漏

**人员伤亡** 未造成人员伤亡

**社会影响** 当地氢燃料电池汽车氢供应暂时中断，事故发生地周围的企业及社会人员紧急疏散



# 典型事故案例

## 02 挪威奥斯陆加氢站爆炸事故

<b>时 间</b>	2019 年 6 月 10 日
<b>地 点</b>	挪威奥斯陆
<b>主要过程</b>	加氢站发生爆炸并引发火灾
<b>事件起因</b>	高压储存装置储氢罐中特定接头装配错误，导致氢泄漏
<b>人员伤亡</b>	2人受伤
<b>社会影响</b>	当地丰田汽车和现代汽车暂停氢燃料车型销售



# 典型事故案例

## 03 韩国江陵市大田洞科技园区储氢罐爆炸事故

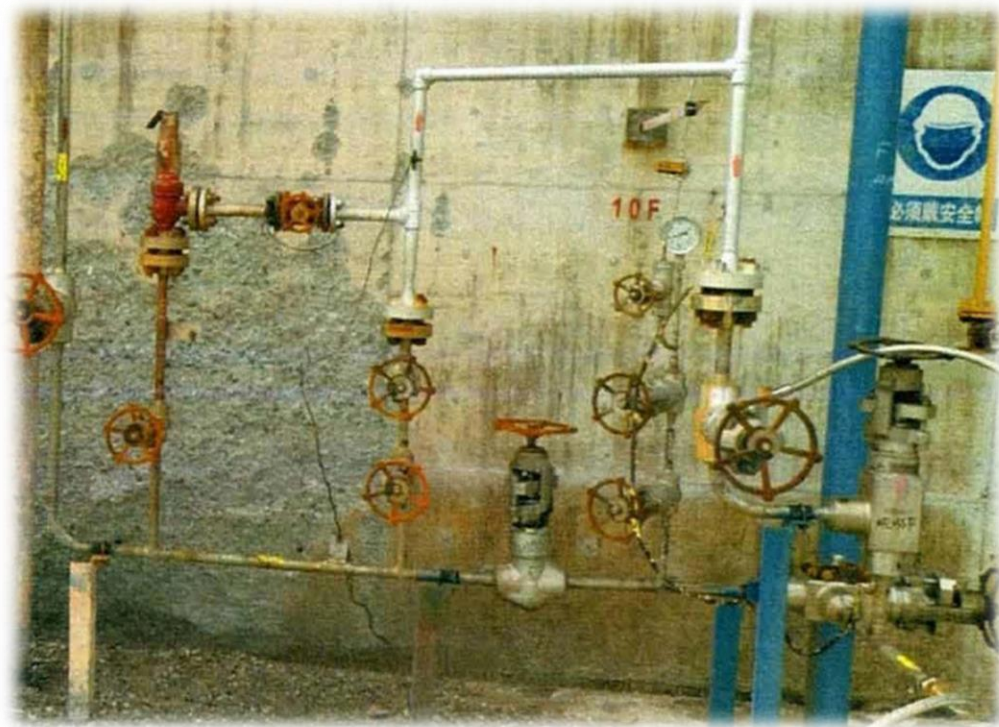
- 时间** 2019年5月23日
- 地点** 韩国江原道江陵大田洞科技园
- 主要过程** 工人正在对氢气罐（400L）进行测试时发生爆炸
- 事件起因** 安全设施故障导致压力突然增加
- 人员伤亡** 2人死亡、6人受伤
- 社会影响** 韩国国内加氢站建设被当地居民抵制；  
《促进氢经济和氢安全管理法》颁布受阻



# 典型事故案例

## 04 东莞巨正源科技有限公司 “7·30” 氢气充装泄漏火灾事故

<b>时 间</b>	2020 年 7 月 30 日
<b>地 点</b>	广东省东莞市沙田镇
<b>主要过程</b>	氢气充装过程中发生泄漏，遇金属软管飞甩碰撞产生的火花引燃
<b>事件起因</b>	氢气充装金属软管断裂
<b>人员伤亡</b>	未造成人员伤亡
<b>社会影响</b>	引发了国内针对氢安全的关注度





# 典型事故案例

## 05 辽宁沈阳氢气长管拖车爆燃事故

<b>时 间</b>	2021 年 8 月 4 日
<b>地 点</b>	辽宁省沈阳市经济技术开发区
<b>主要过程</b>	氢气长管拖车软管破裂爆燃
<b>事件起因</b>	卸气软管断裂，导致氢泄漏
<b>人员伤亡</b>	未造成人员伤亡
<b>社会影响</b>	进一步提升国内针对氢安全的关注度



# 涉氢主要环节及风险



- 各环节都涉及易燃易爆物料：**氢**
- 多存在**高压、超高压、低温**操作条件，某些环节涉及压缩及膨胀流程  
超压、超温、窜压、置换不彻底、跑冒滴漏等
- 各环节均使用计算机**自动控制+人员操作**的方式运行  
控制系统拒动和误动，人员的误操作
- 各环节设备设施**设计制造**安全质量风险  
氢压力表、氢传感器、阀门的可靠性较差、使用寿命较短、容易泄漏等问题

# 氢气类比风险

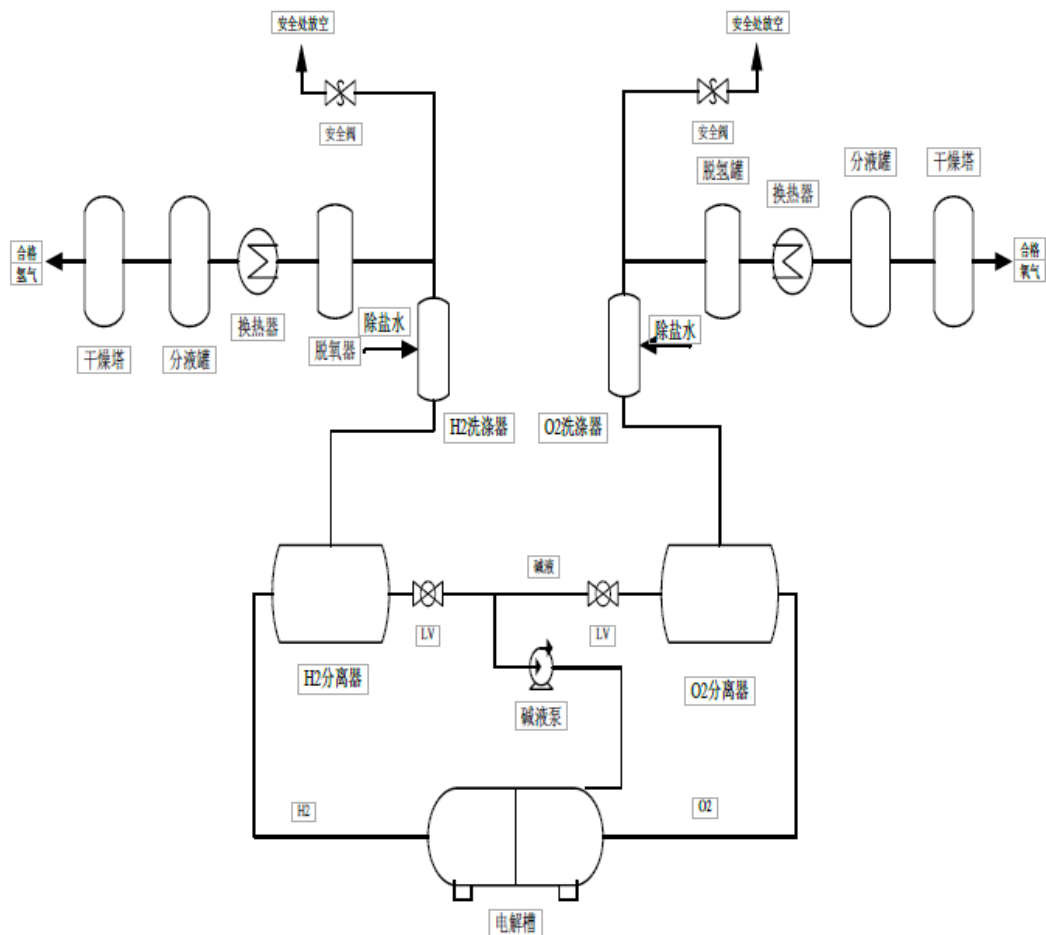
物性	汽油	天然气	氢气
分子量	~107.0	16.043	<b><u>2.016</u></b>
颜色	有	无	无
气味	有	无	无
比重（空气=1）	3.4~4.0	0.55	<b><u>0.0695</u></b>
扩散系数/（m <sup>2</sup> /S）	5E-6	1.6E-5	<b><u>6.1E-5</u></b>
最小点火能/MJ	0.24	0.29	<b><u>0.019</u></b>
燃烧浓度范围/v%	1.0~7.6	5.3~15.0	<b><u>4.0~75.0</u></b>
爆炸浓度范围/v%	1.1~3.3	6.3~13.5	<b><u>18.3~59.0</u></b>
自燃温度/° C	228	540	<b><u>527</u></b>

# 氢气风险

- **健康危害**
  - 在高浓度时，由于空气中氧分压降低引起窒息。
  - 在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。
- **操作处置注意事项**
  - 密闭操作，全面通风。
  - 操作人员穿防静电工作服。使用防爆型的通风系统和设备。
  - 传送过程中容器必须接地和跨接。
- **储存注意事项**
  - 应与氧气、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)、氧化剂等分开存放，
  - 储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，配备相应品种和数量的消防器材。
  - 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。



# 制氢环节



## 主要设备

- 电解槽（碱液），氢气/氧气冷却分离单元、洗涤单元、脱氧单元、干燥单元、分液过滤单元、碱液循环单元
- 撬块式设备



# 制氢环节主要风险

## ➤ 物料风险

氢气, 氧气, 碱液 (30%) , 五氧化二矾、干燥剂、催化剂;

## ➤ 工艺流程

压力/液位波动, 氢氧互窜混合风险;  
电解槽温度无法取出, 超温风险;  
干燥再生电加热器干烧风险;  
系统流程不畅、堵塞、泄压失效等超压风险

## ➤ 自控系统

关键参数控制失灵 (液位、压力等一次表引压管共因失效) ;  
SIL等级不符合要求;

## ➤ 设备

关键安全附件 (安全阀, 压力表, 液位计) 设置齐全且符合要求;  
设计条件, 材质选择合理 (S32168, 焊后热处理)

## ➤ 公用工程及辅助系统

水、电、仪表风的供应是否可靠、冗余检测手段可靠便于观测;  
气动/电动阀门故障状态

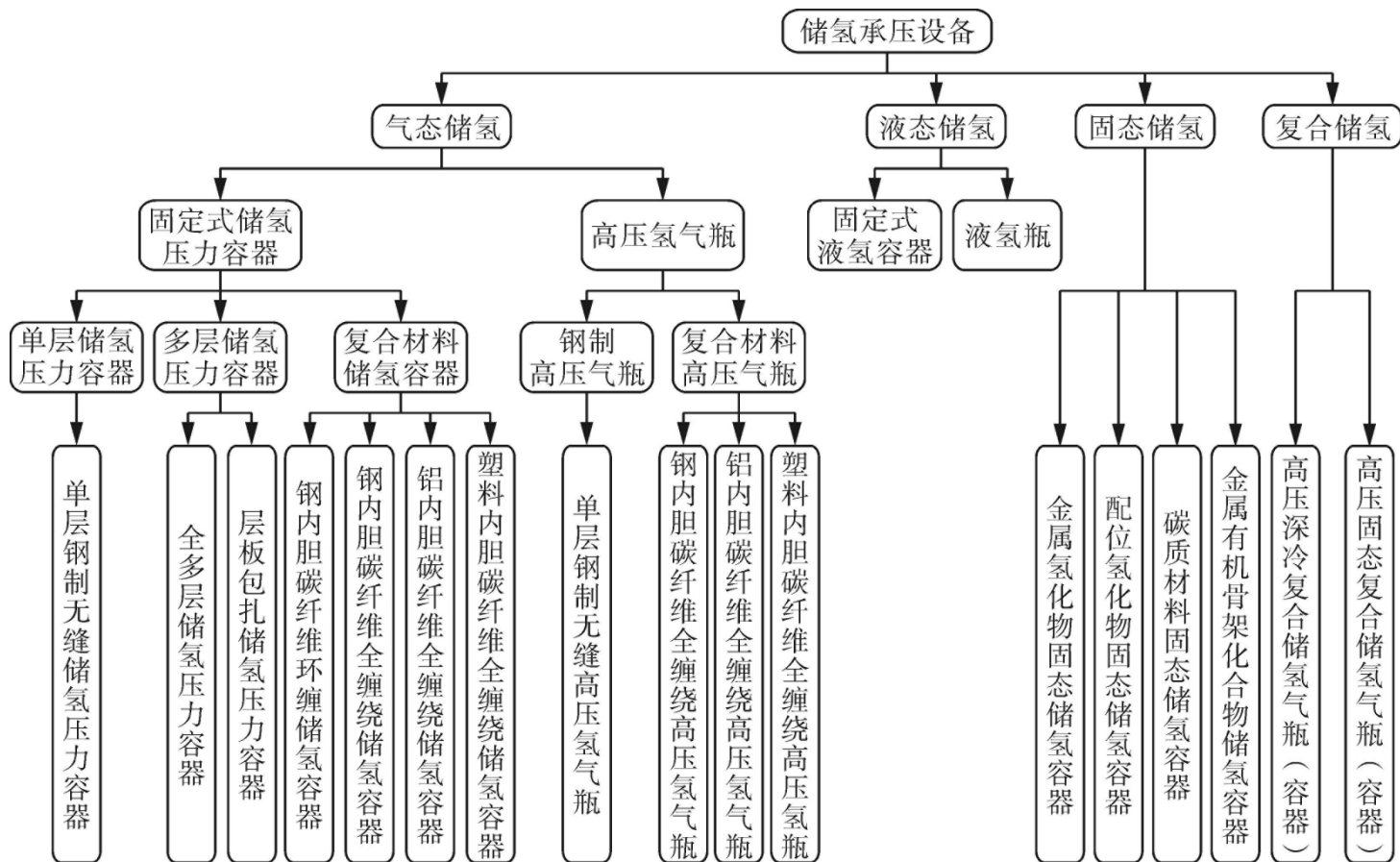
# 储氢环节

## • 主要设备

- 固定式压力容器、气瓶及其安全附件和仪表等(安全阀、爆破片、紧急切断阀、压力表、温度计、压力传感器、温度传感器)。

## • 主要风险

- 氢气易漏易燃易爆，较大的燃烧、爆炸风险；
- 在高压、液氢或者深冷环境下工作，材料存在脆化风险；
- 由于储氢压力容器和氢气瓶工作条件的复杂性(如工作压力波动较频繁以及压力波动范围较大等)，存在一定的疲劳失效风险。



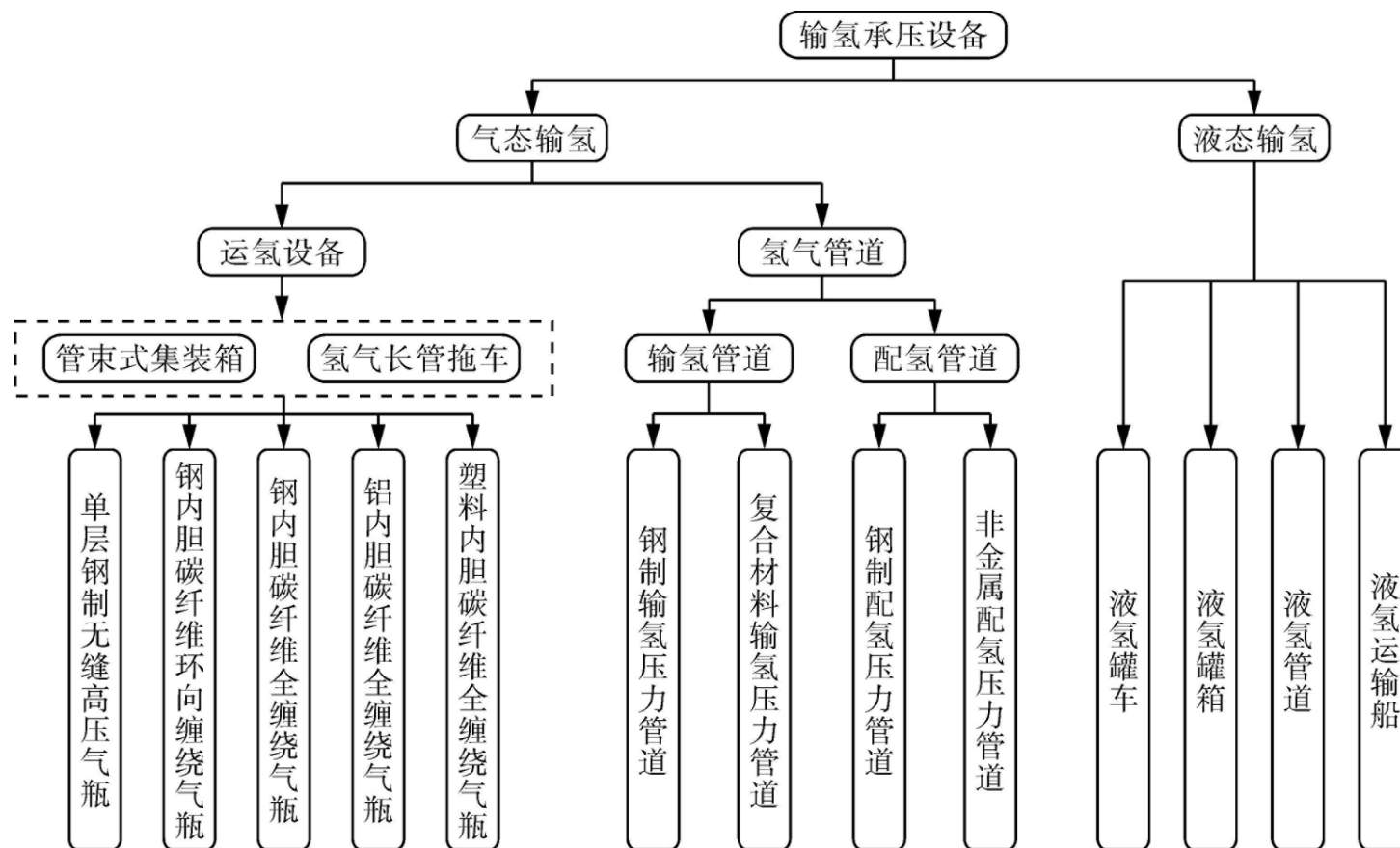
# 输氢环节

## • 主要设备

- 氢气长管拖车和氢气管束式集装箱、移动式撬装加氢系统；  
管线。

## • 主要风险

- 移动式撬装加氢系统泄漏（气瓶公称工作压力为35/70 MPa）；
- 采用非充装站内的直接加注或者卸载方式的**操作风险**





# 加氢环节

- **主要设备**

- 储氢设备、压缩机、冷却系统、加注设备等;

- **主要构筑物**

- 压缩机房、变配电室、站房、加氢区顶棚等;

- **主要风险**

- 氢气泄漏，火灾及爆炸事故;
- 人员窒息风险;
- 建构筑物坍塌;
- 与周边工矿企业及敏感目标的相互影响;
- 消防、供电的中断...



# 2

## 现行安全监管体系

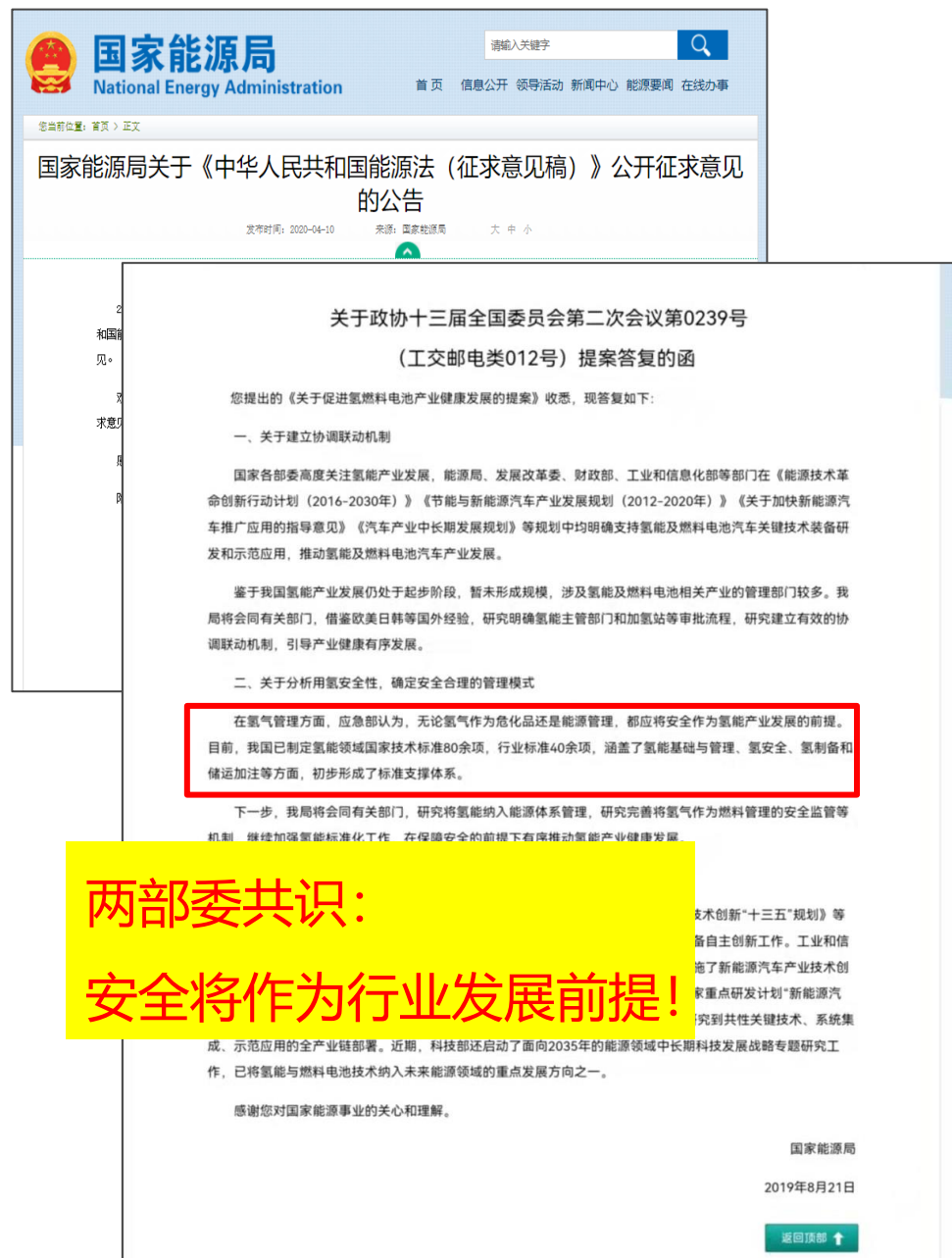


# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## ▶ 法律

- 《中华人民共和国安全生产法（2021年9月1日）》（人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，自2021年9月1日起施行）；
- 《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》（2020年4月20日）； **氢能被列为能源范畴；**
- 《中华人民共和国突发事件应对法》（自2007年11月1日起施行）；
- 《中华人民共和国消防法》（2019年4月23日修订）；
- 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订，自2015年1月1日起施行）

• ...



国家能源局  
National Energy Administration

请输入关键字

首页 信息公开 领导活动 新闻中心 能源要闻 在线办事

当前位置: 首页 > 正文

### 国家能源局关于《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》公开征求意见的公告

发布时间: 2020-04-10 来源: 国家能源局 大 中 小

#### 关于政协十三届全国委员会第二次会议第0239号（工交邮电类012号）提案答复的函

您提出的《关于促进氢燃料电池产业健康发展的提案》收悉，现答复如下：

一、关于建立协调联动机制

国家各部委高度关注氢能产业发展，能源局、发展改革委、财政部、工业和信息化部等部门在《能源技术革命创新行动计划（2016-2030年）》《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020年）》《关于加快新能源汽车推广应用的指导意见》《汽车产业中长期发展规划》等规划中均明确支持氢能及燃料电池汽车关键技术装备研发和示范应用，推动氢能及燃料电池汽车产业发展。

鉴于我国氢能产业发展仍处于起步阶段，暂未形成规模，涉及氢能及燃料电池相关产业的管理部门较多，我局将会同有关部门，借鉴欧美日韩国外经验，研究明确氢能主管部门和加氢站等审批流程，研究建立有效的协调联动机制，引导产业健康有序发展。

二、关于分析用氢安全性，确定安全合理的管理模式

在氢气管理方面，应急部认为，无论氢气作为危化品还是能源管理，都应将安全作为氢能发展的前提。目前，我国已制定氢能领域国家技术标准80余项，行业标准40余项，涵盖了氢能基础与管理、氢安全、氢制备和储运加注等方面，初步形成了标准支撑体系。

下一步，我局将会同有关部门，研究将氢能纳入能源体系管理，研究完善将氢气作为燃料管理的安全监管等机制，继续加强氢能标准化工作，在保障安全的前提下有序推进氢能产业健康发展。

技术创新“十三五”规划》等自主创新工作。工业和信息化部了新能源汽车产业技术创新重点研发计划“新能源汽车”研究到共性关键技术、系统集成、示范应用的全产业链部署。近期，科技部还启动了面向2035年的能源领域中长期科技发展战略专题研究工作，已将氢能与燃料电池技术纳入未来能源领域的重点发展方向之一。

感谢您对国家能源事业的关心和理解。

国家能源局  
2019年8月21日

返回顶部 ↑

两部委共识：  
安全将作为行业发展前提！



BUREAU  
VERITAS

# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## ▶ 法规、规章

- 《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（国家安监总局令 第41号，2017年国家安监总局令第89号修订，自2017年3月6日起施行）
- 《安全生产许可证条例（2014年修正）》（国务院令 第653号，自2014年7月29日起施行）；
- 《危险化学品安全管理条例（2013年修正）》（中华人民共和国国务院令 第591号，自2013年12月7日起施行）；
- 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安监总局令 第36号，2015年国家安监总局令第77号修订，自2015年5月1日起施行）；
- 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监总局令 第40号，2015年国家安监总局令第79号修订，自2015年7月1日起施行）；

• .....

## 首批重点监管的危险化学品名录

序号	化学品名称	别名	CAS号	
1	氯	液氯、氯气	7782-50-5	
2	氨	液氨、氨气	7664-41-7	
3	液化石油气		68476-85-7	
4	硫化氢		7783-06-4	
5	甲烷、天然气		74-82-8（甲烷）	
6	原油			
7	汽油（含甲醇汽油、乙醇汽油）、石脑油		8006-61-9（汽油）	
8	氢	氢气	1333-74-0	

# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## ▶ 法规、规章

- 《国家发展改革委 工业和信息化部关于促进石化产业绿色发展的指导意见》发改产业〔2017〕2105号



中华人民共和国国家发展和改革委员会  
National Development and Reform Commission

热门搜索: 油价 债基  
请输入关键字

首页 机构设置 新闻动态 政务公开 政务服务

首页 > 政务公开 > 政策 > 通知

国家发展改革委 工业和信息化部  
关于促进石化产业绿色发展的指导意见

发改产业〔2017〕2105号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团发展改革委、工业和信息化主管部门，有关中央企业，行业协会：  
为提升石化产业绿色发展水平，推动产业发展和生态环境保护协同共进，加强科学规划、政策引领，制定《关于促进石化产业绿色发展的指导意见》。现印发你们，请结合实际认真贯彻落实。

附件: [关于促进石化产业绿色发展的指导意见](#)

## (二) 规范化工园区发展

按照《关于促进化工园区规范发展的指导意见》，充分考虑国家、区域石化产业布局规划要求，结合区域内产业特色，统筹各化工园区发展定位，逐步完善化工园区产业升级与退出机制，优化调整化工园区布局，**新建化工项目须进入合规设立的化工园区**，推动环境敏感区、人口密集区危险化学品生产企业搬迁入园，实现“三废”治理由企业分散治理向园区集中治理转变。规范化工园区发展，建立入园项目评估制度，入园项目需符合产业政策、行业规范和绿色发展等要求。开展智慧化工园区建设，采用云计算、大数据、物联网等现代信息技术，打造园区智能管理平台，实现信息交互与共享。

推动园区绿色低碳发展 构建绿色低碳产业转型 提高产业关联

# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## ▶ 地方法规

## ▶ 河北省及张家口

### 河北省发展和改革委员会 河北省安全生产委员会办公室 文件

冀发改产业〔2019〕788号

#### 河北省发展和改革委员会 河北省安全生产委员会办公室 关于调整化工建设项目备案权限的通知

各市(含定州、辛集市)人民政府,雄安新区管委会,省政府有关部门:  
为加强全省化工行业全链条安全管控,严格行业准入和项目管理,提升全行业安全发展水平,经省政府同意,现就调整全省化工建设项目备案权限通知如下:

1. 凡涉及重点监管的危险化工工艺、重点监管的危险化学品和重大危险源(以下简称“两重点一重大”)项目,由省安委会办公室牵头,组织省相关部门实施联合审查通过后,由省级投资主管部门备案。

2. 非“两重点一重大”危险化学品项目,由各市安委会办公室牵头,组织市相关部门实施联合审查通过后,由市级投资主管部门备案。

3. 不新增产能的技术改造项目和安全隐患整治、环保综合治理项目及非危险化学品化工项目和其他应取得危险化学品使用许可证化工企业的建设项目,仍由属地投资主管部门备案。

4. 除列入国家“十三五”石油和化学行业发展规划、省石化产业发展“十三五”规划以及大型冶金项目现场制气,冶炼尾气制硫酸、硫磺、乙醇等,废弃物生产有机肥,风力发电配套制氢、海水提溴等不适合入园项目外,园区外不得新建、扩建化工项目。

本通知自发布之日起施行。此前有关文件明确的上述化工建设项目备案权限与本通知不一致的,以本通知为准。



信息属性:主动公开

抄送:省政府办公厅。

河北省发展和改革委员会办公室 2019年6月10日印发

### 张家口市人民政府

张政函〔2019〕148号

#### 张家口市人民政府 关于印发张家口市支持氢能产业发展的 十条措施的通知

各县、区人民政府,各管理区管委会,经开区管委会,市政府有关部门,市直属有关单位:

《张家口市支持氢能产业发展的十条措施》已经市十四届人民政府第32次常务会议审议通过,现印发给你们,请认真抓好贯彻落实。



分担。(牵头单位:市发展改革委;责任单位:市科学技术局、市工业和信息化局、市财政局、市能源局、市地方金融监督管理局,相关县区政府)

9. 优化行政审批。对于氢能装备制造企业实现行政审批“一站式”服务,对于加氢、制氢项目,参照《张家口市加氢、制氢企业投资项目核准和备案实施意见》,按照注册属地原则,由县(区)核准或备案。支持加油、加气、加氢站项目共建,以及在原加油站、加气站基础上开展加氢站技术改造。(牵头单位:市行政审批局;责任单位:市城管综合行政执法局,相关县区政府)

10. 安全监管保障。加快相关安全监管制度建设,对于制氢储氢项目按照单一项目实施安全监管,列入县区批准的新能源产业园区,满足安全生产条件,对于新能源企业安装的单体制氢装备,按照单一生产设备监管,对于规划区域内建设的加氢站按照加气站安全监管要求实施安全监管。(牵头单位:市应急管理局;责任单位:市能源局、市交通运输局、市工业和信息化局、市城管综合行政执法局、市市场监督管理局,相关县区政府)

## 法律、法规、规章及相关规范性文件

### ▶ 地方性法规

### ▶ 张家口：

- **《张家口市氢能产业安全监督管理办法》（9章90条）；**
  - **重大风险辨识到位、管控措施防护到位、关键装置重点部位管理到位**的“三个到位”原则，在比对国内外现有规范和标准的基础上，对其进行了梳理和整合，并严格按照现行的法律法规，最终形成该办法。

### ▶ **《福州市加氢站建设及运营管理办法》** 2020年11月

### ▶ **《成都市加氢站建设运营管理办法（试行）》** 2021年3月

### ▶ **《大同市氢能产业安全监督管理实施意见（试行）》** 2020年10月

# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## ▶ 地方性法规

《成都市加氢站建设运营管理办法（试行）》2021年3月

《大同市氢能产业安全监督和管理实施意见（试行）》2020年10月

成都市经济和信息化局  
成都市发展和改革委员会  
成都市规划和自然资源局  
成都市生态环境局  
成都市住房和城乡建设局  
成都市交通运输局  
成都市应急管理局  
成都市市场监督管理局

文件

成经信发〔2021〕3号

成都市经济和信息化局等8部门  
关于印发成都市加氢站建设运营管理办法  
（试行）的通知

四川天府新区、成都东部新区、成都高新区管委会，各区（市）

— 1 —

品经营许可证》；制氢项目在满足国家关于危险化学品生产新建项目应进入化工园区要求或根据《成都市全面加强危险化学品安全生产工作实施方案》相关要求项目进行行政审批会商同意后，由应急管理部门按照《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第45号）和《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第41号）进行安全设施“三同时”审查和安全许可。

第十五条 加氢站投入运行前，业主单位应取得《气瓶充装许可证》。

第十六条 氢气质量须符合相关国家标准，应定期送具备资质的第三方机构进行检验检测并公示质量报告。氢气售价应标示在加氢机及站内其他显著位置。

第十七条 加氢站运营方须建立运行档案，实时记录运行、维护、检验、监控、故障、人员资质、当日氢气挂牌价等数据信息。主要设备运行数据、卸车记录、挂牌价格等应保存1年以上，视频监控系统应覆盖加氢区、卸氢区等主要区域，监控数据至少保存90天。

第十八条 加氢站必须建立车用氢气瓶质量安全追溯系统。加氢操作前，须查验《车用氢气瓶使用登记证》，不得为无《车用氢气瓶使用登记证》、车用氢气瓶超过检验期限、定期检验不合格或报废的车辆加氢。

第十九条 加氢站运营方应对进站氢气配送车辆进行管理并

## 大同市氢能产业安全监督和管理实施意见 （试行）

一、根据《大同市氢能产业发展规划（2020-2030年）》，为充分发挥我市煤炭资源与可再生能源示范区优势，把握氢能产业发展历史性机遇，打造国际氢都，完成能源革命和经济转型的历史任务，确保我市氢能产业安全稳定的高质量发展，特制定本实施意见（试行）。

二、本实施意见适用于大同市行政区域内涉及氢能生产、储存、运输、加注和使用的企业（以下统称涉氢企业）的安全管理工作。

三、涉氢企业应当坚持安全第一、预防为主、综合治理的方针，坚持分级负责、属地管理、谁主管谁负责的原则，建立企业负责、职工参与、政府监管的机制。

四、涉氢企业是安全生产的责任主体，应当遵照国家有关安全生产的法律法规，建立健全安全生产责任制，加强安全生产管理，保障安全生产投入，改善安全生产条件，确保安全生产。

五、本实施意见的适用范围：

发生变更等），或者放弃项目建设的，项目单位应当通过在线平台及时告知项目备案机关，并修改相关信息。

（三）涉氢企业新建、改建、扩建工程项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

（四）涉氢企业应按规定办理《企业法人营业执照》，并依法取得生产、经营、充装等许可证书。未办理相关证照或证照过期禁止生产或经营。

（五）涉氢企业应按照《中华人民共和国安全生产法》等相关法律法规的规定设置相应的安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。

（六）涉氢企业的主要负责人是本单位安全生产第一责任人；分管安全生产工作的负责人承担安全生产综合管理领导职责；其他负责人对其分管工作范围内的安全生产承担直接领导责任。主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力，应当由其主管的负有安全监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。

（七）涉氢企业主要负责人负责组织制订实施本单位安全生产责任制、安全生产管理规章制度和操作规程并签批下发。企业应每年组织一次评审，对制度及规程进行修订，每三年或内容发生重大变动时应换版并签发。



# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## 地方性法规

《无锡市氢能产业链安全管理暂行规定（征求意见稿）》2021-09-03

《苏州市加氢站安全管理暂行规定》2021-8-9



### 第二章 安全管理基本要求

第六条【许可管理】氢气生产企业，应当依法领取危险化学品生产企业安全生产许可证。其它涉氢企业应当按照相关法律法规取得《危险化学品经营许可证》《气瓶充装许可证》《燃气经营许可证》等规定的许可证书。

氢气生产、储存企业，应当依法对本企业的安全生产条件每3年进行一次安全评价。

第七条【机构设置】涉氢企业应当依照《安全生产法》等有关法律、法规规定设置安全生产管理机构或者配备专兼职安全生产管理人员，依照有关规定设置安全总监，安全生产管理人员的配备数量应当符合《无锡市安全生产条例》等有关规定。

第八条【教育培训】氢气生产、储存企业的主要负责人和安全生产管理人员应当具备氢气等相应的安全生产知识和管理能力，并经应急管理部门考核合格，取得安全合格证。

涉氢企业特种作业人员、特种设备操作人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上

## 苏州市人民政府文件

苏府规字〔2021〕8号

### 市政府关于印发 苏州市加氢站安全管理暂行规定的通知

各市、区人民政府，苏州工业园区、苏州高新区管委会；市各有关部门和单位：

《苏州市加氢站安全管理暂行规定》已经市政府第145次常务会议审议通过，现印发给你们，请结合实际认真贯彻落实。

苏州市人民政府  
2021年8月9日

（此件公开发布）

备的安全监管以及有关行政许可事务的具体办理。

各县级市（区）人民政府（管委会）有关部门，依照本规定和其他法律法规的有关规定，在各自职责范围内，负责本行政区域内的加氢站经营单位安全监管工作。

第五条 加氢站的设计、施工及安全管理等应当遵守《加氢站技术规范》（GB50516）、《氢气站设计规范》（GB50177）、《氢气使用安全技术规程》（GB4962）、《特种设备生产和充装单位许可规则》（TSG07）、《化学品生产单位特殊作业安全规范》（GB30871）等国家有关标准或者规范的规定。

第六条 加氢站经营单位应当取得《中华人民共和国移动式压力容器（气瓶）充装许可证》，方可从事充装活动。

依法需要办理其他行政许可的，应当在取得相关行政许可后，方可从事经营活动。

第七条 加氢站经营单位应当建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度。

安全生产规章制度包括以下内容：

- （一）安全生产投入保障制度；
- （二）宣传教育培训制度；
- （三）隐患排查治理制度；
- （四）应急管理制度；
- （五）法律、法规、规章规定的其它安全生产规章制度。

第八条 加氢站经营单位的主要负责人对本单位的安全生产

# 法律、法规、规章及相关规范性文件

## ➤ 法规、规章

### • 国家安全生产监督管理总局 安监总管三

〔2013〕76号《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》，“涉及**“两重点一重大”**和首次工业化设计的建设项目，必须在**基础设计阶段**开展HAZOP分析。”

- 安监总管三〔2013〕88号《国家安全监管总局关于加强化工过程安全管理的指导意见》，“对涉及重点监管危险化学品、重点监管危险化工工艺和危险化学品重大危险源的生产储存装置进行风险辨识分析，要采用危险与可操作性分析（HAZOP）技术，一般**每3年进行一次**。对其他生产储存装置的风险辨识分析，针对装置不同的复杂程度，选用安全检查表、工作危害分析、预危险性分析、故障类型和影响分析（FMEA）、HAZOP技术等方法或多种方法组合，**可每5年进行一次**。”

# 法律、法规、规章及相关规范性文件

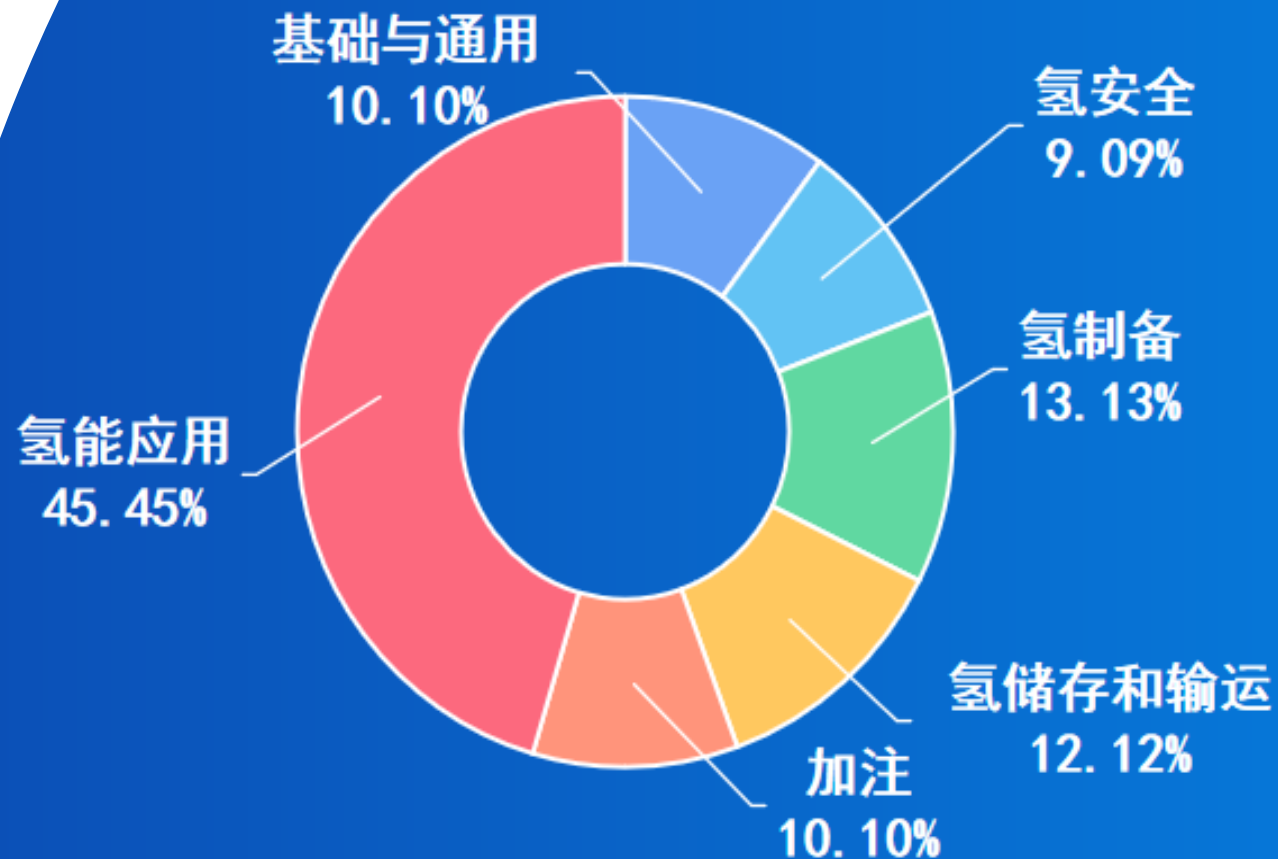
## ➤ 法规、规章

### ▶ 《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三【2014】116号）

- （十二）从2016年1月1日起，大型和外商独资合资等具备条件的化工企业新建涉及“两重点一重大”的化工装置和危险化学品储存设施，要按照本指导意见的要求设计符合相关标准规定的安全仪表系统。
- （十三）从2018年1月1日起，所有新建涉及“两重点一重大”的装置和危险化学品储存设施要设计符合要求的安全仪表系统；
- 其他新建化工装置、危险化学品储存设施安全仪表系统，从2020年1月1日起，应执行功能安全相关标准要求，设计符合要求的安全仪表系统。

# 相关规范性文件

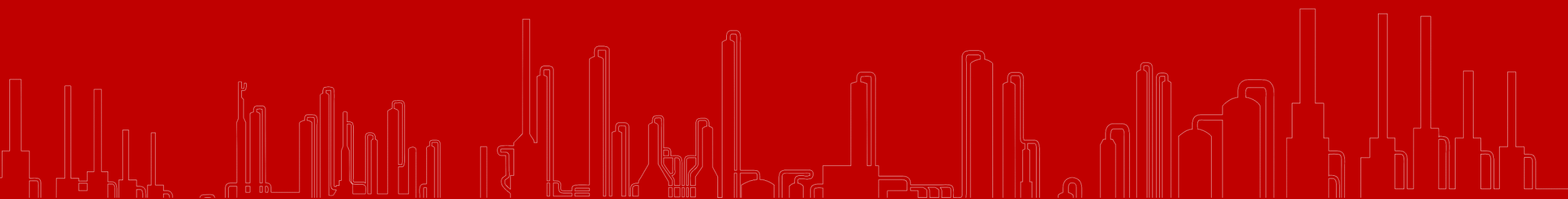
- 《氢能产业标准化白皮书》（2021年10月）
- 《加氢站技术规范》（2021年版）GB 50516-2010；
- 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021；
- 《水电解氢氧发生器技术要求》GB 29411-2012；
- 《压力型水电解制氢系统安全要求》GB/T 37563-2019
- 《氢能汽车用燃料 液氢》（GB/T 40045-2021）；
- 《液氢贮存和运输技术要求》（GB/T 40060-2021）
- 《液氢生产系统技术规范》（GB/T 40061-2021）
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）；
- 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014, 2018年版）；
- 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- 《安全阀一般要求》（GB/T12241-2005）；
- 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG21-2016）；
- 《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）；
- 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）...



国家标准化管理委员会已发布的现行有效国家标准99项，基本涵盖了制、储、运、加、应用等产业链各环节，基本形成了氢能全产业链标准体系。

# 3

## 风险管控及过程安全管理



# 风险与安全

- ▶ 一个系统中潜在的所有可能发生的事故或危害的情形；
- ▶ 风险级别：是事故发生可能性与后果严重程度的关系—衡量安全的尺度；
- ▶ 风险程度处于可接受水平，就是安全；
- ▶ 采取管控措施，使得系统/项目/装置/单元的风险程度始终处于可接受水平。

安全风险矩阵		发生的可能性等级—从不可能到频繁发生 $\longrightarrow$							
		1	2	3	4	5	6	7	8
事故严重性等级 (从轻到重) $\downarrow$	后果等级	类似的事件没有在石油石化行业发生过，且发生的可能性极低	类似的事件没有在石油石化行业发生过	类似事件在石油石化行业发生过	类似的事件在中国石化管经发生过	类似的事件发生过或者可能在多个相似设备设施的使用寿命中发生	在设备设施的使用寿命内可能发生1或2次	在设备设施的使用寿命内可能发生多次	在设备设施中经常发生（至少每年发生）
		<10 <sup>-7</sup> /年	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-7</sup> /年	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-6</sup> /年	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-5</sup> /年	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-4</sup> /年	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-3</sup> /年	10 <sup>-1</sup> -1/年	≥1/年
	A	1	1	2	3	5	7	10	15
	B	2	2	3	5	7	10	15	23
	C	2	3	5	7	11	16	23	35
	D	5	8	12	17	25	37	55	81
	E	7	10	15	22	32	46	68	100
	F	10	15	20	30	43	64	94	138
G	15	20	29	43	63	93	136	200	

# 过程安全管理 (PSM)

- ▶ 运用风险管理和系统管理思想及方法，通过全面**风险识别、分析，主动地、前瞻性**的管理和控制过程风险，预防与工艺生产相关的伤害及事故。
- ▶ 过程安全管理适用于所有涉及危险化学品（氢气）的活动，包括**使用（用氢）、存储（储氢）、生产（制氢）和操作**等；专注于预防重大事故，如火灾，爆炸，化学品泄漏等。

1984

印度博帕尔事故促使了美国化学工程师协会在成立了化工过程安全中心CCPS

1992

美国职业安全健康局OSHA，颁布了高危害化学品（化工）过程安全管理系统的有关要求

1996

欧洲“Seveso”指令修订为“Seveso II”指令，强调了对重大危害的控制和建立过程安全管理系统的必要性

2007

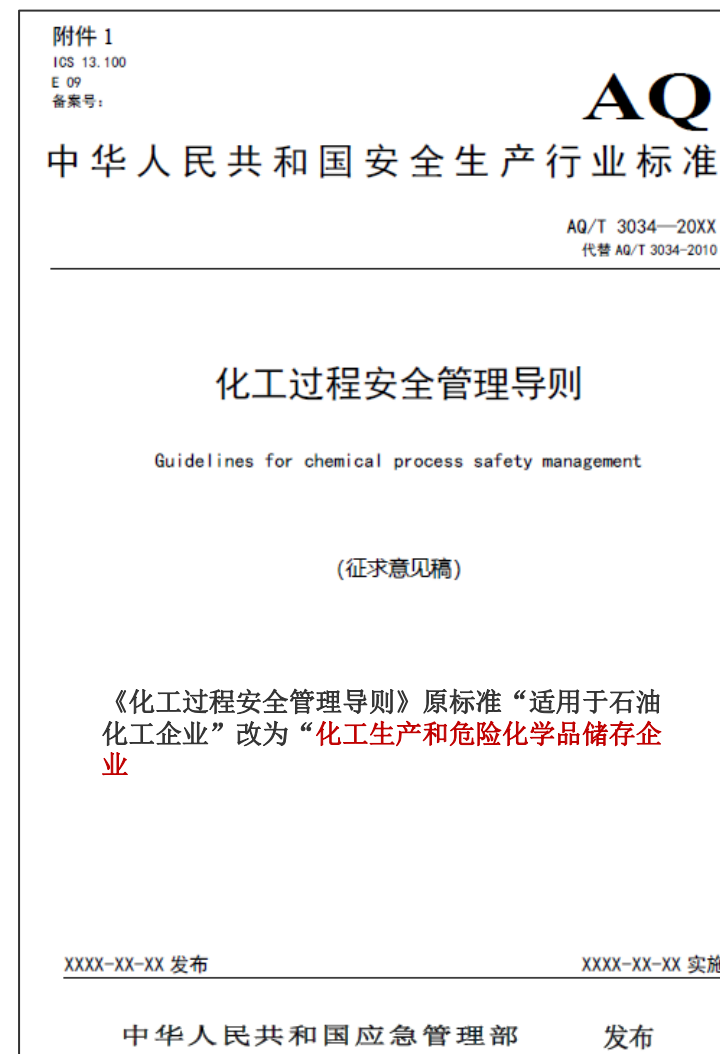
美国CCPS出版《基于风险的过程安全》（Guidelines for Risk Based Process Safety）

2010

为了在我国推广过程安全管理，原国家安监总局在2010年发布《工艺安全实施导则AQ/T 3034-2010》

# 过程安全管理要素构成

- 1 安全领导力
- 2 安全生产责任制
- 3 安全生产合规性管理
- 4 安全生产信息管理
- 5 安全教育、培训和能力建设
- 6 风险管理
- 7 装置安全规划与设计
- 8 装置首次开车安全
- 9 安全操作
- 10 设备完好性管理
- 11 安全仪表管理
- 12 重大危险源安全管理
- 13 作业许可
- 14 承包商安全管理
- 15 变更管理
- 16 应急准备与响应
- 17 安全事件管理
- 18 本质更安全
- 19 安全文化建设
- 20 体系审核与持续改进



法规规章及规范性文件的内容都在过程安全管理的20各要素框架内



# 过程安全管理要素构成

## 安全教育、培训和能力建设

- ▶ 企业应按照法律法规和培训内容制订全员持续安全教育和培训计划，并组织实施：
- ▶ 各级领导层以提升守法合规意识、风险意识、安全领导和管理能力、安全生产基础知识为重点；
- ▶ 专业技术人员以增强专业知识和管理能力，尤其是**风险评估与管控、隐患排查治理、应急处置和事故事件调查分析能力**为重点；
- ▶ 操作人员以提升安全操作、隐患排查、初期应急处置和自救互救能力为重点。
- ▶ 风险分级管控与隐患排查治理，双重预防机制要求

# 过程安全管理要素构成

## 装置安全规划与设计-安全规划

- ▶ 在建设项目前期论证或可行性研究阶段，应开展危害辨识，分析拟建项目存在的工艺危害，当地自然地理条件、自然灾害和周边设施对拟建项目的影响，以及拟建项目可能发生的泄漏、火灾、爆炸等事故对周边安全的影响（**HAZID**）。
- ▶ 在工厂选址、平面布局、设备布置时，应符合有关设计标准的要求，并按照相关标准要求，进行**定量风险评估（QRA）**，**开展外部安全防护距离计算**，满足个人与社会可容许风险标准。项目规划单位应提供项目的危害辨识报告和定量风险评估报告。

# 过程安全管理要素构成

## 装置安全规划与设计-安全设计

- ▶ 在建设项目基础设计阶段应开展危险和可操作性分析 (**HAZOP**)，涉及“两重点一重大”建设项目的工艺包设计文件应包括工艺危险性分析报告，设计单位应提供装置的主要风险清单。
- ▶ 新建化工装置应设计装备自动化控制系统，并满足相关设计标准要求。
- ▶ 企业应根据工艺过程危害辨识和风险评估结果、仪表安全完整性等级 (**SIL**) 评估结果，确定安全仪表系统的装备。涉及重点监管危险化工工艺的大、中型新建项目应按照GB/T 21109和GB 50770等相关标准开展安全仪表系统设计。对涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级或者二级重大危险源，应设置独立安全仪表系统。
- ▶ 化工装置供配电系统设计应符合GB 50052的要求，**爆炸性危险环境的电气仪表设备**的设计应符合GB 50058的要求。

# 过程安全管理要素构成

## 安全仪表系统

- ▶ 企业应通过**风险评估**，确定必要的安全仪表功能及其风险降低要求；应根据功能性和完整性要求，**编制安全要求技术文件**。
- ▶ 企业应按照安全要求技术文件设计与实现安全仪表功能，通过仪表设备合理选择、结构约束（冗余容错）、检验测试周期以及诊断技术等手段，确保实现风险降低要求。**应合理确定安全仪表功能（或子系统）检验测试周期**，需要在线测试时，应设计在线测试手段与相关措施。
- ▶ 企业应制定过程**报警管理制度**和策略并严格执行，安全报警功能可参照安全仪表功能进行管理和维护。
- ▶ 企业应加强基本过程控制系统的维护和管理，安全控制回路可参照安全仪表功能进行管理和维护，并保证**自动控制的投用率**。
- ▶ 企业应严格按照相关标准设计和设置有毒有害和**可燃气体检测保护系统**，并按照标准规范和行业实践定期进行检验、测试。

# 过程安全管理要素构成

## 重大危险源安全管理

- ▶ 企业应依据GB18218及有关规定对重大危险源进行**辨识、评估、分级、建档、监控**，并向当地应急管理部门**备案**。
- ▶ 涉及重大危险源的建设项日，应在设计阶段采用危险与可操作性分析（HAZOP）、故障假设（What-if）、安全检查表等方法开展风险分析，提高本质安全度；涉及重大危险源的在役生产装置和储存设施，至少每三年进行一次全面风险分析。
- ▶ 涉及毒性气体、剧毒液体、易燃气体、甲类易燃液体的重大危险源，应采用定量风险评价方法进行安全评估，确定个人和社会风险值；涉及爆炸品的生产装置和储存设施，应采用事故后果法确定其影响范围。
- ▶ 企业应完善重大危险源的监测监控设备设施，建立在线监控预警系统。

# 过程安全管理要素构成

## 应急准备与响应

- ▶ 企业应根据风险评估的结果，辨识可能发生的突发事件和异常情况，结合运行经验和事故教训，按规定要求编制针对性的**综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案**等；基层岗位应在现场处置方案的基础上，针对工作场所、岗位特点，编制简明的应急处置卡，明确报告、处置、救援和避险等事故初期应急处置要求。
- ▶ 企业应与当地应急体系形成联动机制。企业的预案应与地方政府、相关联单位的预案相互衔接，并向当地政府备案。建立发生事故时通知周边企业、单位、社区的信息通道。
- ▶ 企业应根据应急预案的要求配备应急装备和物资，建立应急资源台帐，定期进行检查、测试和维护保养，保证完好状态。
- ▶ **应急能力评估**

# 过程安全管理要素构成

## 变更管理

- ▶ 变更风险评估
- ▶ 采用合适的危害辨识和风险评估方法开展变更风险评估、制定管控措施。
- ▶ 参与变更风险评估的人员包含变更涉及的所有专业人员，评估人员应具备相应的风险评估能力和工作经验。必要时邀请外部专家参与风险评估工作。**(Re-HAZOP)**

## 体系审核与持续改进

- ▶ 外部审计
- ▶ 企业应定期聘请第三方机构实施安全管理体系的外部审计，当企业发生严重事故或企业认为需要进行外部审计时应及时开展外部审计。

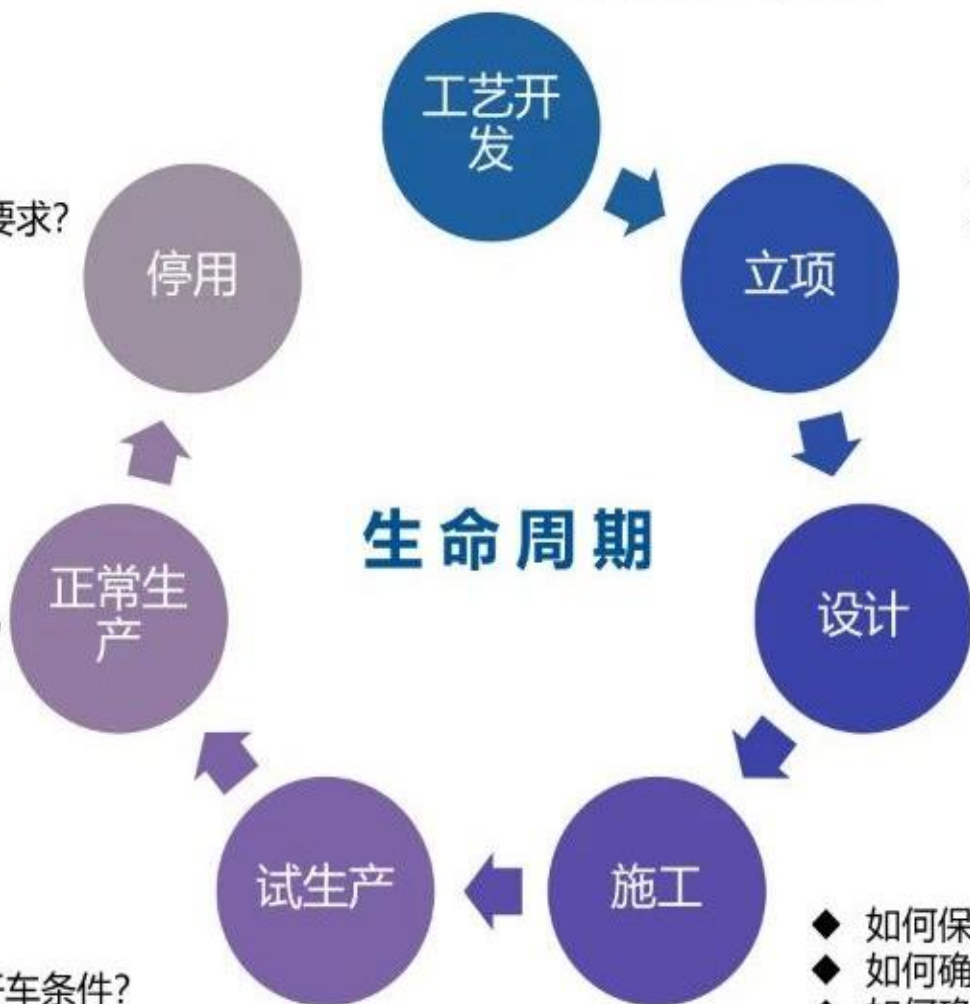
## 氢能项目安全特点

- ◆ 如何制定正确的停用方案?
- ◆ 如何制定停用后的日常检查要求?

- ◆ 设计中已采取的有效措施如何定期确认?
- ◆ 如何写出正确的操作程序?
- ◆ 如何正确的分析作业过程的风险?
- ◆ 如何制定正确的设备预防性维护策略?
- ◆ 如何控制变更带来的风险?
- ◆ 如何调查事故事件的根本原因?

- ◆ 如何确认装置具备开车条件?
- ◆ 如何保证首次开车的安全?

- ◆ 所开发工艺的安全性如何?
- ◆ 如何让所开发的工艺更安全?



- ◆ 项目选址是否合适?
- ◆ 所采用的工艺设备是否安全可靠?

- ◆ 装置所有风险是否均得到了良好的控制?
- ◆ 设备的选型、选材及设计条件是否正确?
- ◆ 是否具备良好的可操作性?
- ◆ 安全仪表系统改如何配备?
- ◆ 平面布置是否合理 (特别是建筑物抗爆、防毒)?

- ◆ 如何保证施工过程中的安全?
- ◆ 如何确保施工均能依据设计执行?
- ◆ 如何确保施工质量?





# 4

## 案例分析



# 某水电解制氢、天然气制氢项目工艺风险分析

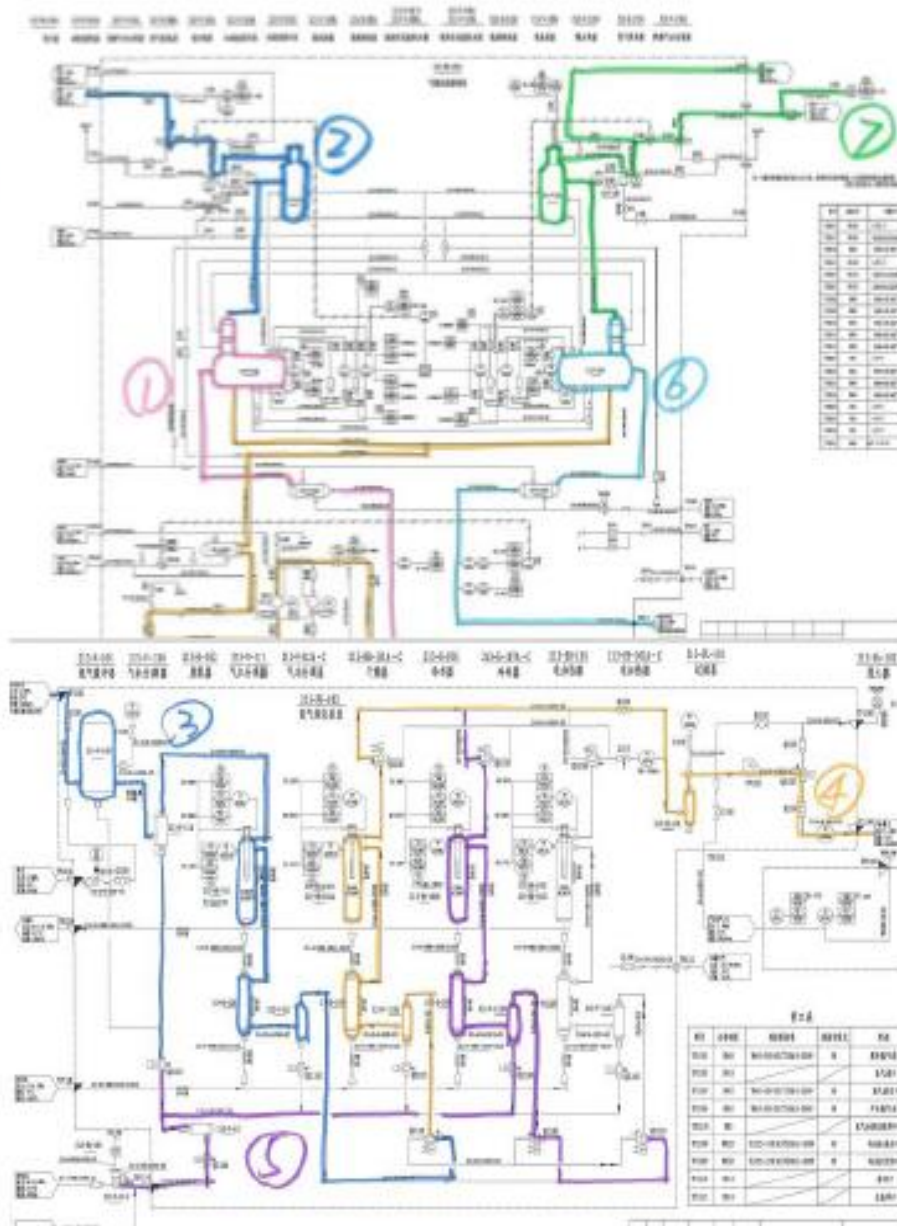
## 国内某水电解制氢项目

### ■ 工作内容:

- ① HAZOP 分析, 分析潜在失效时的后果和工程技术防护手段;
- ② SIL评估/SRS分析, 安全仪表系统选型合理性和设计的正确性;
- ③ 明确了安全仪表系统的维护方案, 保证系统的可靠性;

### ■ 分析发现:

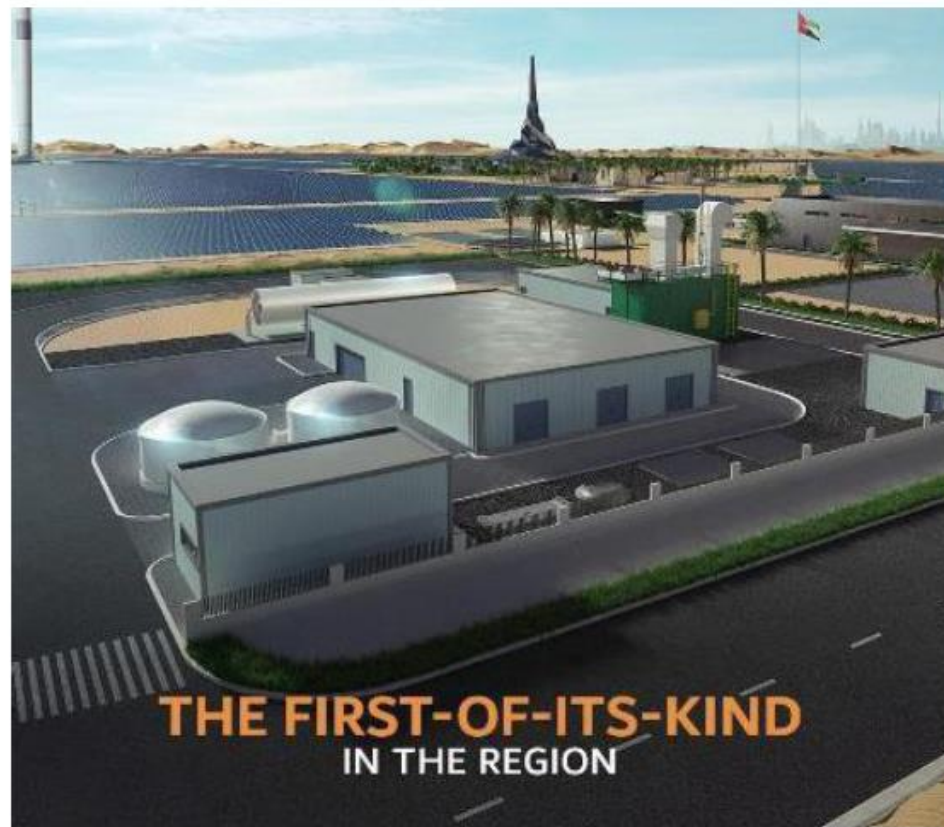
- ① 设计欠缺工艺安全经验, 仅保证了使用性, 安全性考虑不足;
- ② 工艺流程的保护考虑不足, 工艺安全设计上存在薄弱环节;
- ③ 缺乏对独立保护层和安全可接受标准的理解;
- ④ 对氢气生产流程的设备、管线材质的选择缺乏经验。



# BV良好实践： 国际某绿氢工厂项目安全风险分析

BV UAE技术中心

- 工艺风险识别 (HAZID/ENVID/OHID)
- 危险可操作性分析 (HAZOP)
- 安全仪表定级与验证 (SIL)
- 量化风险评估(QRA)、火灾风险评估(FRA)
- 应急响应程序制定
- 危险区域划分(HAC)和ATEX 审核与检验
- 计算流体力学分析 (CFD) Vent Dispersion Study
- 安全样例分析 (Safety Case)
- 安全培训



《制氢单元自愿性认证程序》(GP01-H2)

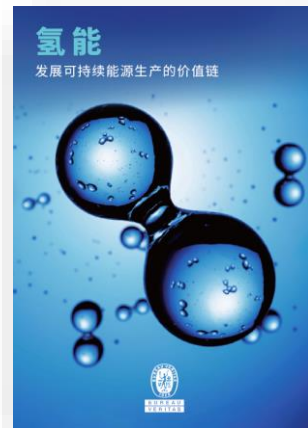
# 必维，氢能之路

Hydrogen Council

2020年10月  
国际氢能委员会



2020年12月  
加入中国石化联  
合会氢能工作组



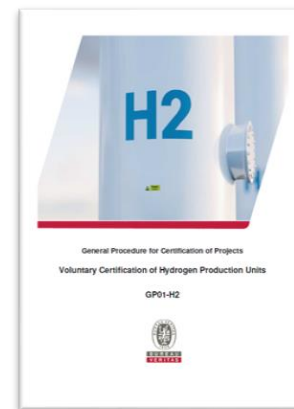
2021年2月  
颁布《氢能可持  
续 安全发展白皮书》

2021年5月  
正式加入中国氢能联  
盟，成为理事会员单  
位

2000年  
必维开始从事氢  
能行业，与全球  
客户合作

2020年11月  
加入中国产业发展  
促进会氢能分会

2020年12月  
发布《制氢单  
元自愿性认证  
程序》(GP01-  
H2)



# 必维, 氢力而维

SHAPING TRUST IN HYDROGEN

**氢气质量**  
氢气质量认证

**氢气来源**  
从生产源头到最终用途验证氢的来源

**认证**  
通过具体的认证框架, 确保氢能开发项目符合安全标准

**碳排放强度**  
评估制氢装置对碳排放的影响

**协助**  
在风险评估、监管框架、专业知识等领域与氢价值链参与者进行合作



## 制备

- 风险分析 (HAZOP, FMEA, AMDEC)
- 危险源识别分析
- ATEX 防爆分析
- 合规性评估
- 项目自愿性认证
- 项目管理
- 现场施工监理
- 设备质量检验及进度控制
- CE符合性评估
- 卷宗一致性
- 成本效益分析
- 绿色工厂认证 (组织碳足迹)
- 绿色产品认证 (产品碳足迹)



## 压缩

- 风险分析 (HAZOP, HAZID, SIL, AMDEC)
- 危害识别模拟 (火灾, 爆炸, 辐射)
- ATEX 防爆分析
- 合规性评估
- 设备出口认证
- 质量检验
- 无损探伤
- 腐蚀评估
- 气体泄漏评估
- CE符合性评估



## 储输

- 物流企业评估
- 运输船舶、车辆的认证
- 风险分析
- 合规性评估
- 氢瓶检验认证 (产品符合性认证)
- 无损检测
- 危险品运输评估



## 加注

- 风险分析 (HAZOP, FMEA, AMDEC)
- 氢气质量检测
- 危害识别与模拟
- ATEX 防爆分析
- 合规性评估
- 施工现场安全和质量管理
- 项目监理
- 设备检验
- 气体泄漏监测
- 定期安全检查
- 自愿性评估
- 网络安全评估



## 应用

- 风险分析 (HAZOP, AMDEC)
- 安全审查
- 危害模拟 (火灾, 爆炸, 辐射)
- 防爆评估
- 合规性评估
- 设计分析
- 见证性能测试
- 车载氢部件E-Mark认证
- 氢燃料电池汽车相关产品检验认证
- 功能安全评估
- 能效评估
- 氢足迹溯源
- 碳排放核算

# 客户合作





BUREAU  
VERITAS

| 集团介绍

# 塑造一个信任的世界

- E-mail: [zheng.li@bureauveritas.com](mailto:zheng.li@bureauveritas.com)
- Mobile-phone: +8613310663225