



# 從「小型天然氣重組製氫設備」談氫能設備的安全防護

報告人：黃耀忠

台灣中油公司煉製研究所 產品開發組





## 簡 報 大 綱

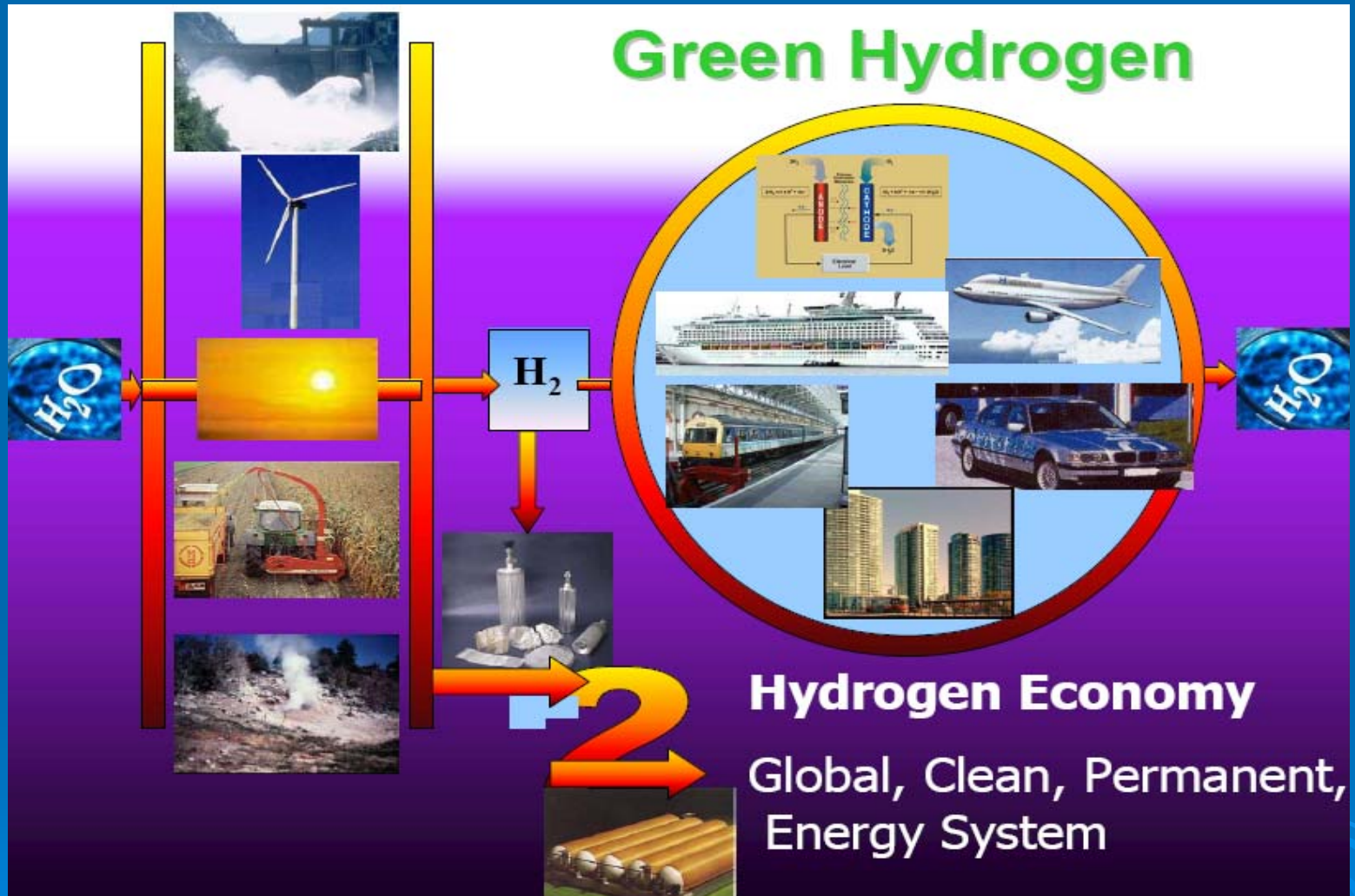
- 一.前 言
- 二.氫氣特性介紹
- 三.氫氣場所的防爆概念
- 四.產氫、儲氫、氫運輸的安全
- 五.從產氫設備談加氫站安全技術措施
- 六.結 論



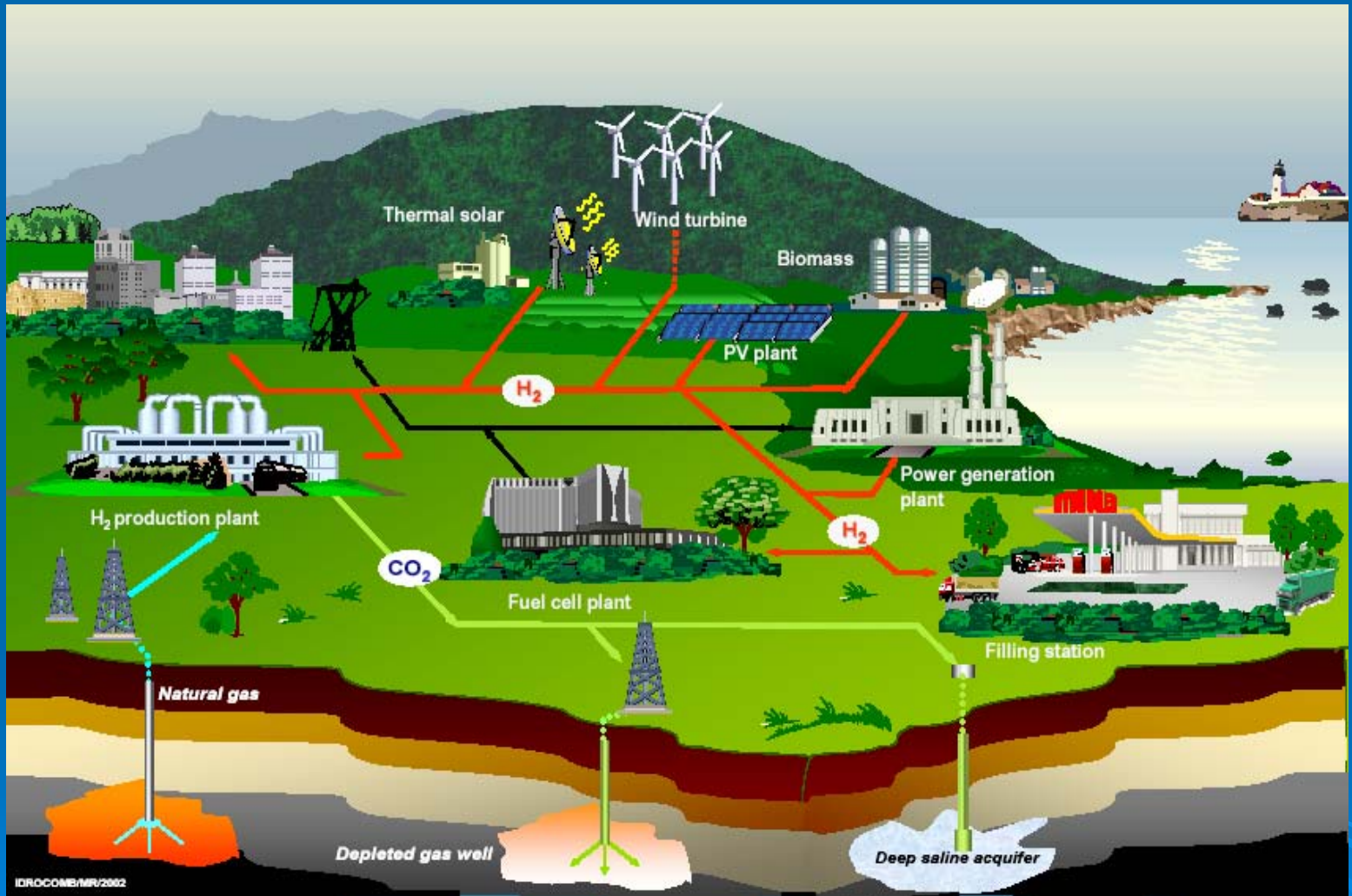
## 一、前言

- 地球暖化造成氣候極劇變化
- 石油短缺造成能源危機
- 國家整體安全
- 國際的競爭壓力-京都議定書





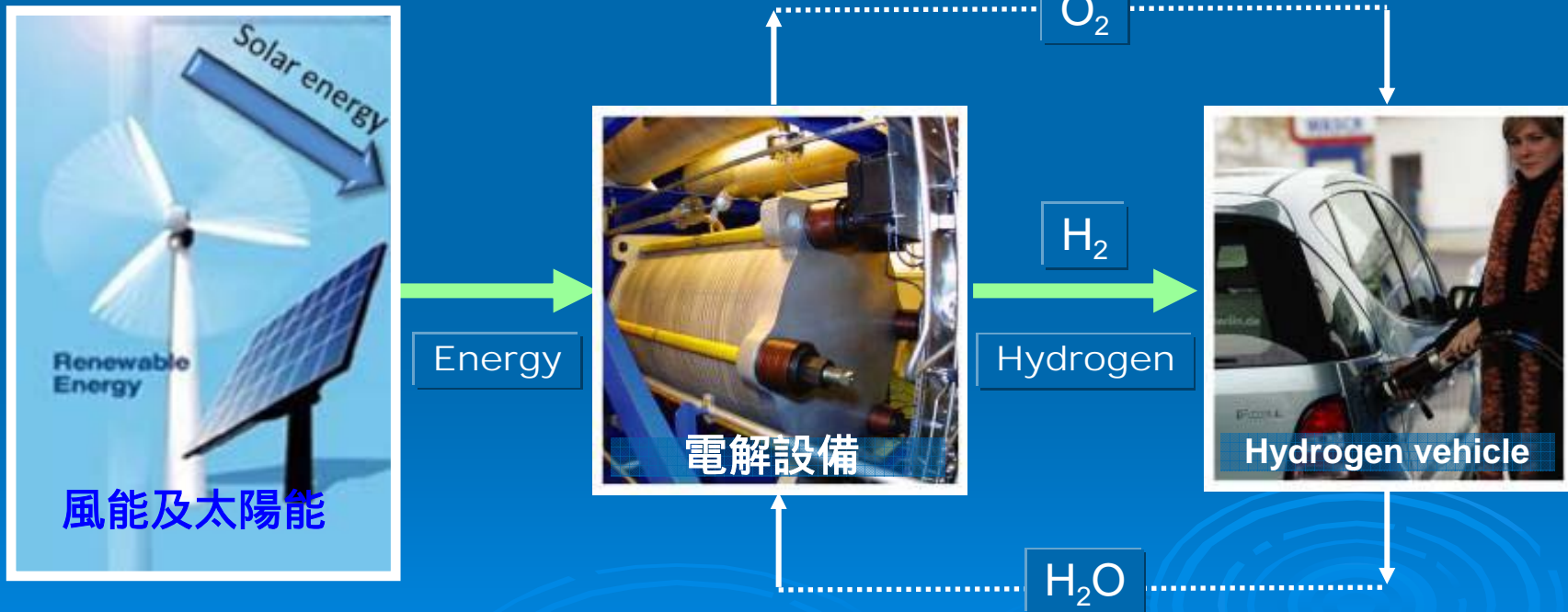
綠色氫能源

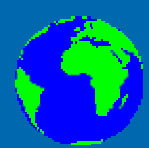


未來展望-新能源生活



# 能源轉換取得乾淨無污染的氫能源





## 二、氫氣特性介紹

安全特性	氫氣	天然氣	液化石油氣
常溫293.15K常壓1atm下之密度(kg/m <sup>3</sup> )	0.0838	0.6512	1.8700
自燃溫度(K)	858	813	760
空氣中最小自燃能量(mJ)	0.02	0.29	0.26
空氣中之自燃上下限(體積分率%)	4~75	5.3~15.0	2.1~9.5
空氣中之火焰溫度(K)	2318	2148	2385
空氣中之爆炸上下限(體積分率%)	13~59	6.3~14	1.95~9.0
常溫293.15k常壓下之定壓比熱(J/gK)	14.89	2.22	1.67
空氣中之爆炸速度(km/s)	2.0	1.8	1.85
爆炸壓力(bar)	14.70	16.80	18.25
最大熱容量(kj/g)	141.86	55.53	50.41
爆炸能力(gTNT黃色炸藥/KJ)	0.17	0.9	0.20
空氣中延燒特性	往上	往上	往下



H<sub>2</sub> Car

Gasoline  
Car

Is Hydrogen Safe?

Fuel leakage

燃料洩漏引起燃燒比較



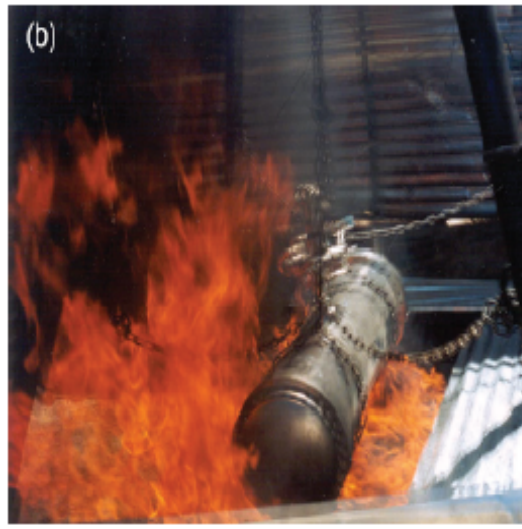


### 三、氫氣場所防爆概念

- 爆炸三條件：可燃氣、空氣及著火源，氫氣本身就是可燃氣，只要洩漏與空氣接觸遇著火源就很容易產生爆炸
- 危險場所區域界定，與危險氣體特性無關
- 氫爆炸等級美規屬Group B 歐規屬IIC，爆炸等級取決於危險氣體特性，與危險場所區域界定無關
- 氫燃點溫度超過450°C 等級屬G1或T1
- MESG小於或等於0.003 in.
- 氫氣電氣使用安全增壓防爆或耐壓防爆電氣
- 防爆技術電路功率限制在1.3W左右，採限制電火花和熱效應



## 四、產氫、儲氫、氫運輸的安全



為了符合法規，儲氫罐需接各項安全測試，如重覆填充、撞擊等測試，圖(a)以子彈射擊並觀察無引爆現象、圖(b)在火中測試、圖(c)觀察燒完後的罐子結構強度等

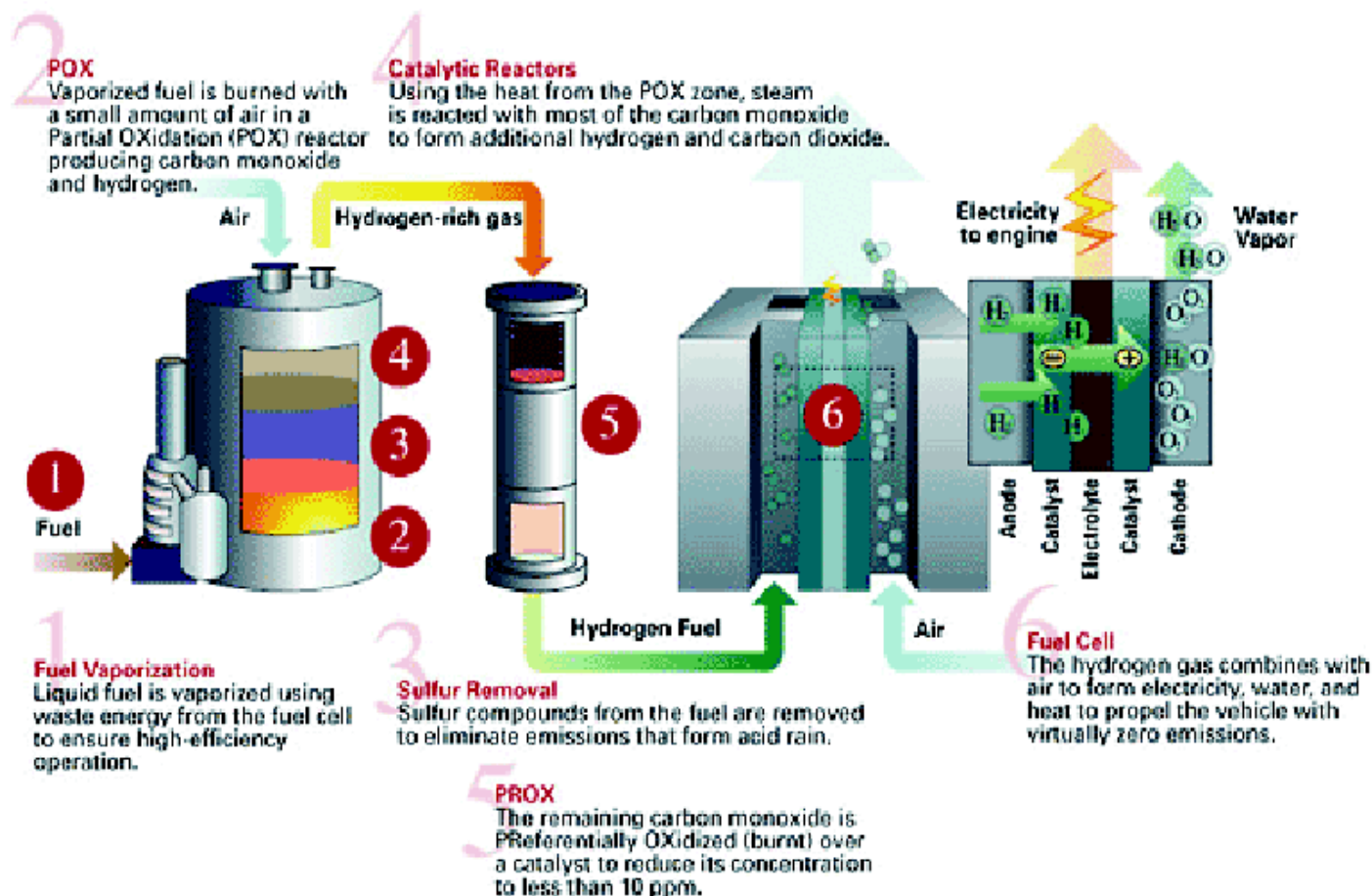
### 儲氫罐的安全測試



氫能燃料電池公車



中油公司蒸氣重組產氫工廠



## 重組製氫設備與燃料電池的應用



貨櫃尺寸：762cm（長）× 244cm（寬）  
× 290cm（高）

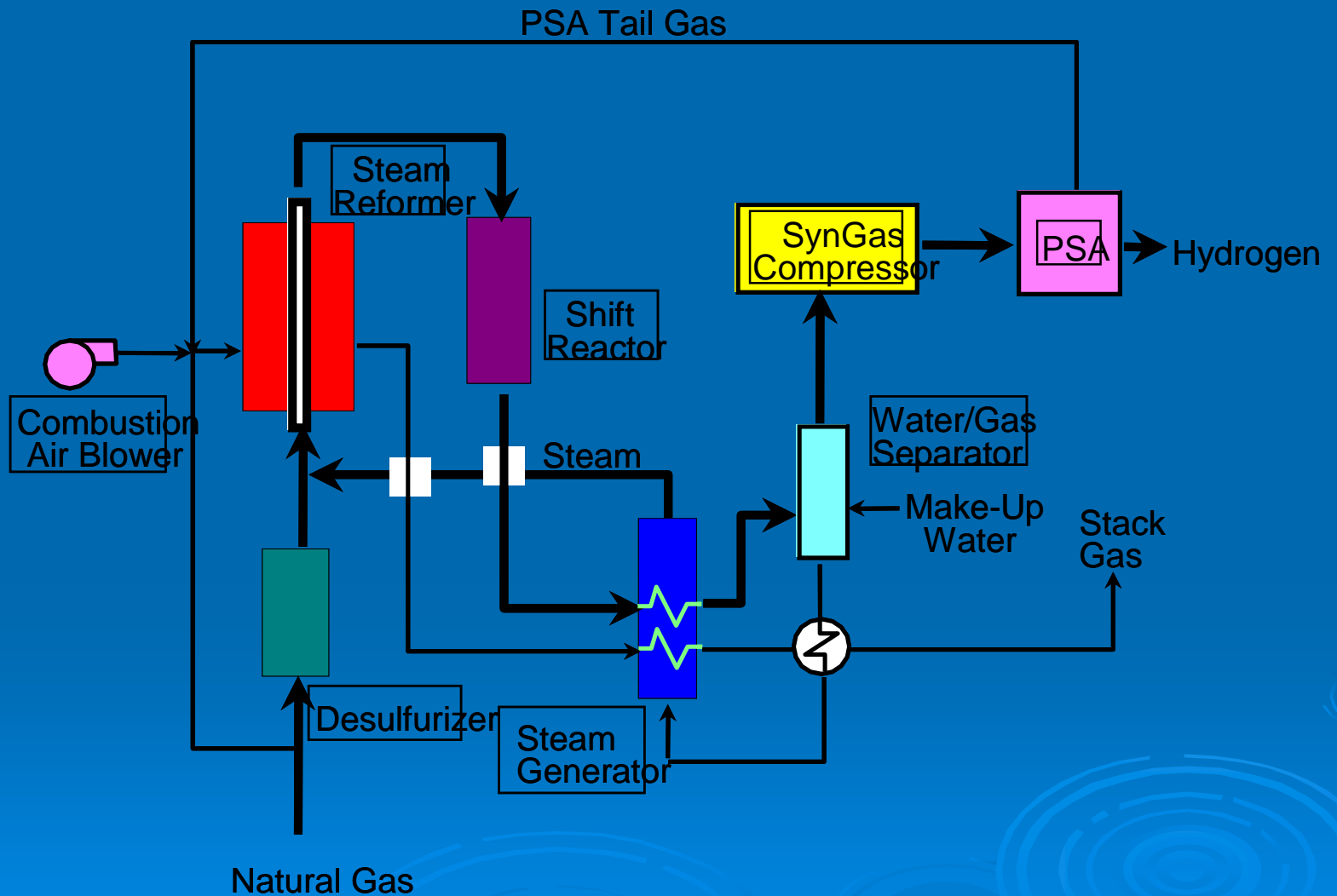
重量：大約13607.78公斤



壓縮機尺寸：17.5cm（長）×180.34cm（寬）  
×221.6cm（高）

重量：大約4989.5公斤

**國內第一套小型重組製氫設備**



小型天然氣重組製氫設備製程圖



## 五、小型天然氣重組製氫設備

- 天然氣與B1蒸汽產生器之蒸汽混合後進入熱交換器預熱到170 °C，進入12支爐管出口環狀收集管氣體進行熱交換(431 °C)，再由頂部進入到爐管進行重組反應重組氣溫度816 °C
- 爐室燃燒之燃料為天然氣及PSA分離出來的尾氣
- PSA由九個沸石吸收劑床組成，透過旋轉輕餾份閥按次序連續通過每個吸收器，以吸收重組氣體中CO/CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>等氣體
- 氫氣產品 CO<1.0PPM(vol%) 時，XV-108開啟將氣體送至氫氣壓縮機
- 傳統大型使用PSA之氫氣工場，從開機到氫氣正試產出需要2-3天的時間，本設備由冷俾啟動到氫氣產出只須3小時





進料須求	天然氣組成
甲烷(min)	85.0mol%
總丁烷量(max)	2.0mol%
總硫量(max)	35.0mg/SM <sup>3</sup>
氮氣(max)	1.0mg/SM <sup>3</sup>
加熱熱值(min)	9300Kcal/SM <sup>3</sup>
壓力	4.0barg
流量	45.0NM <sup>3</sup> /h

產氫設備天然氣進料規範



氫氣要求	管制範圍
淨氫氣產量(min)	100NM <sup>3</sup> /hr
氫氣儲存的壓力(min)	150barg
氫氣純度	純度>99.99%
一氧化碳及硫濃度	<1.0PPM(VOL%)

## 設備產氫產品要求



德國最大的柏林加氫站



## 挪威加氫示範運行車隊



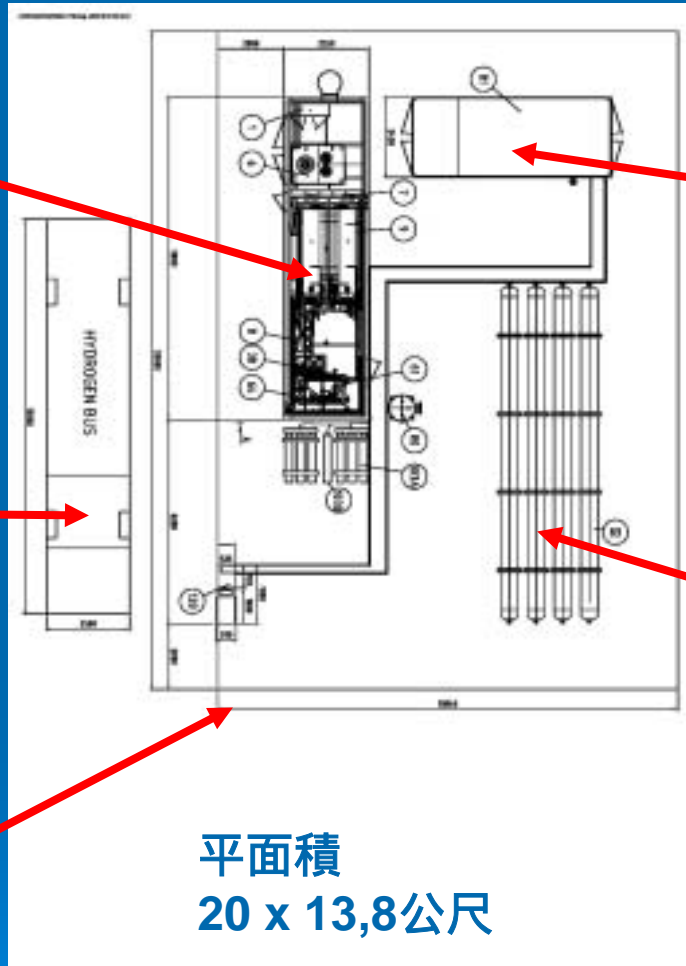
氫氣重組器



燃料電池公車



加氫機

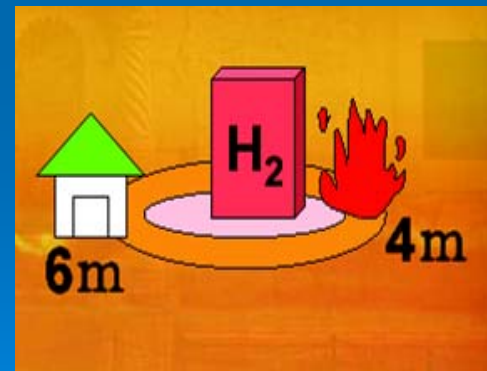
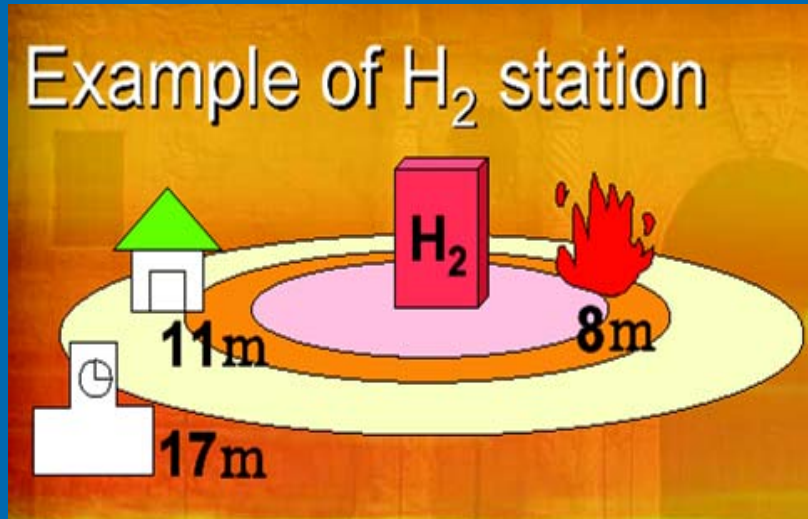


壓縮機



氫氣儲槽

# 加氫站配置圖



日本加氫站安全距離



## 五、加氫站設置地點選擇

- 考慮天然氣管線接收便利性地點
- 考慮市場經濟規模性選擇地點
- 相關法令規範限制之地點考量
- 加氫站及儲槽設置法規申請
- 設置地點應有供滅火及緊急搶救設備通行之出入口及操作之空間，其位置不得設在電氣導線、易燃性液體輸送管、可燃性液體輸送管、其他易燃性氣體輸送或氧化物輸送管之下方
- 供氫站平面佈置的防火間距，需要依照設置規定，日本最新規定離火源需距離至少4公尺以上，離住家需距離至少6公尺以上
- 4.6 m範圍以內之電氣設備應為防爆型，其防爆標準應符合NFPA 70, National Electrical Code, for Class I, Division 2 locations 之規定



## 五、加氫站設置要求

- 屋頂內平面要平整，不要凹凸不平，以防氫氣洩露時在凹處積聚
- 供氫站應採用獨立的單層建築，其耐火等級不應低於二級，不得在建築物的地下室、半地下室設供氫站，供氫站應有防雷措施。
- 輸送氫氣的設備和管路應有良好的接地，管路的法蘭處應進行跨接，氫設備的支管上設阻火器
- 氫氣管道應採用無縫金屬管道，管道和附件材質之規格要求，應選用符合國家標準規格的產品
- 管線接合處應以銅鋅合金焊接，或以法蘭、螺紋或其他有效防止漏氣的連接方式，螺紋上之密封材料應與氫氣相容
- 焊接用之金屬之熔點必須在 $538^{\circ}\text{C}$ 以上，並應適合氫氣工作壓力、溫度的要求





## 五、加氫站設置要求

- 管道上應設放空管、取樣口和吹掃口，其位置應能滿足管道內氣體吹掃、置換的要求
- 氫氣供應系統在安裝後，應先清洗並以最大操作壓力施以耐壓試驗、氣密試驗，加壓無漏氣現象始可啟用
- 系統基礎之高度應等於或高於地平面，所安裝的電氣設備應滿足場所防火防爆的要求
- 氫氣系統動火檢修，必須做環境測定，確保系統內部和動火區域氫氣的最高含量不超過0.4%
- 室內放空管的出口，應高出屋頂2米以上，室外設備的放空管應高於附近有人操作的最高設備2米以上，放空管應採取靜電接地，並在避雷保護範圍之內
- 氫氣系統每年至少應實施1次檢查保養，其檢查保養之標準應由該氫氣系統之專業人士訂之



## 重組器的安全防護系統

- 箱體內含可燃物偵測器、毒氣體感應器、結合製氫機、壓縮機、儲存槽、槽車罐裝控制界面，控制電腦可了解操作情形及各種參數記錄
- 當偵測器感應可燃氣洩漏、火警，可在貨櫃箱外面緊急啟動及停止設備操作
- 箱體內含連續排風系統，避免可燃氣累積
- 製程條件異常時設備的安全控制模組連鎖系統會使設備停止操作





水霧方式消防降溫滅火演練



## 六、結 論

- 使用安全才是決定氫能發展的大前提
- 政府應建立氫能設備使用之安全標準規定
- 積極輔導氫能產業，建立正確的使用觀念
- 加強業界緊急應變標準作業程序，避免發生職災
- 期待新世紀安全方便、乾淨便宜、效率的氫能源早日為世人所接受





參考資料相片來源：

1. 挪威StatoilHydro公司及寧遠貿易公司
2. Bjørn Gregert Halvorsen 2007-1-03
3. 亞太燃料電池科技股份有限公司
4. 元智大學燃料電池中心
5. 961017 -FuelCellSeminar-日本經濟產業省



圖：加氫站示意簡圖



敬請指教

Thanks for your attention