

工業氣體應用簡介

羅東雄
前Air Products 亞洲區工程部經理
三福氣體工程部副總

19Apr-2024

市場概述

工業氣體是指高純度氣體，因其特殊性能而被廣泛應用於工業領域。它包括**氧氣(O₂)、氮氣(N₂)、二氧化碳(CO₂)、氦氣(He)、氩氣(Ar)**和**氬氣(H₂)**。它們通過各種方法進行商業生產，如大氣分離、化學反應和從天然資源中提取。工業氣體廣泛用於燃燒過程、金屬製造、食品包裝、電子製造、化工生產、藥物製劑和燃料提取。工業氣體是一種安全、多功能和環保的物質，可節約成本、防止變質、改善產品品質並提高工業過程的效率。

此外，對可再生能源的日益重視也促進了對工業氣體的需求，這些氣體被廣泛應用於燃料電池(H₂)、儲能系統(N₂)和替代燃料(O₂)應用中。

全球主要工業氣體供應商

美國:

- Air Products (空氣產品)
- Praxair(普萊克斯)
- Airgas

德國:

Linde(林德)

法國:

Air Liquide(法液空)

台灣主要工業氣體供應商

- 三福氣體(隸屬美國Air Products)
- 亞東氣體(隸屬法國Air Liquide)
- 聯華氣體(隸屬德國Linde)
- 台北氧氣

空氣的組合成分

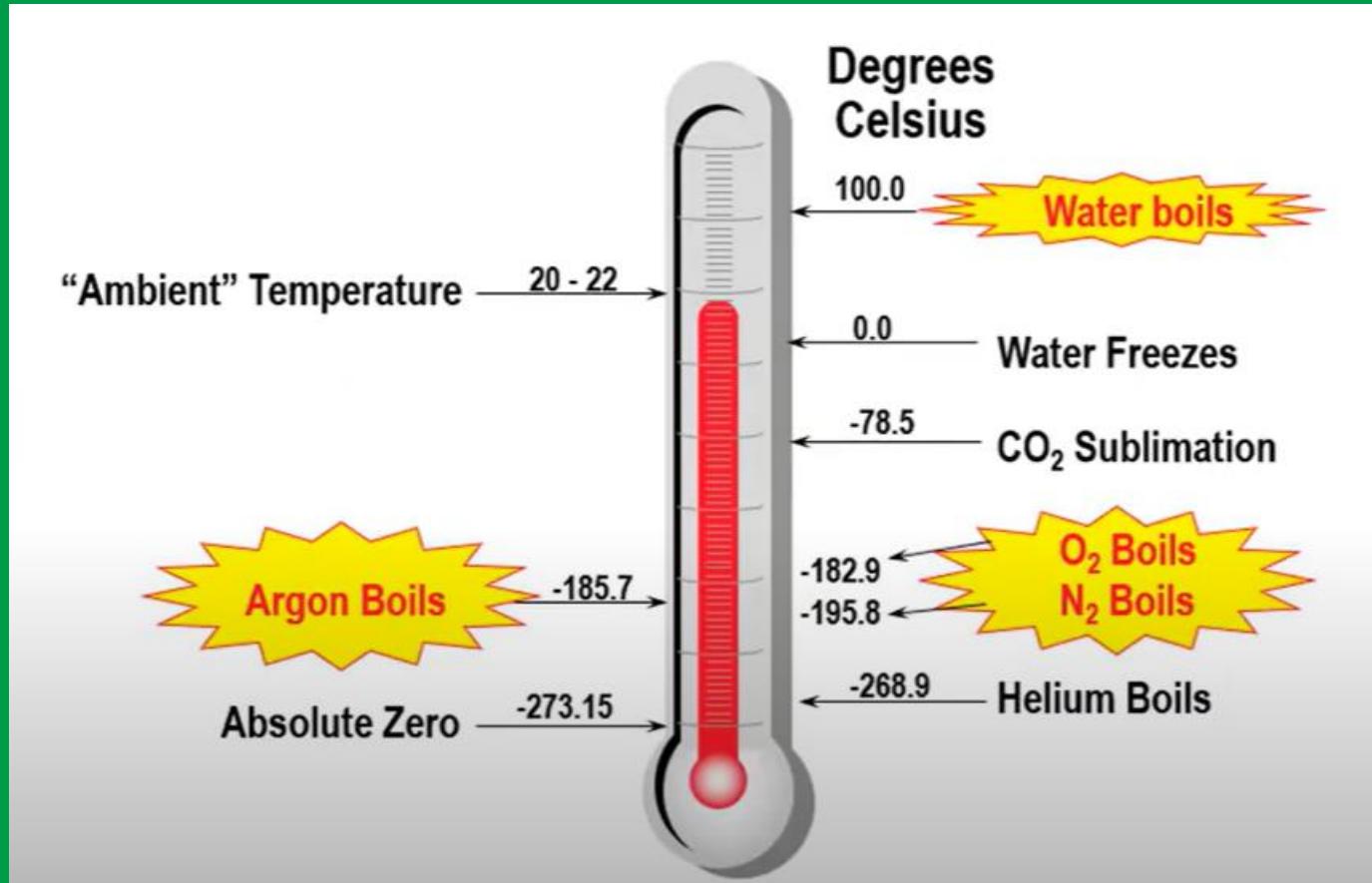
Composition of Real Air

- What are we all breathing?
- Primary Components of Air:

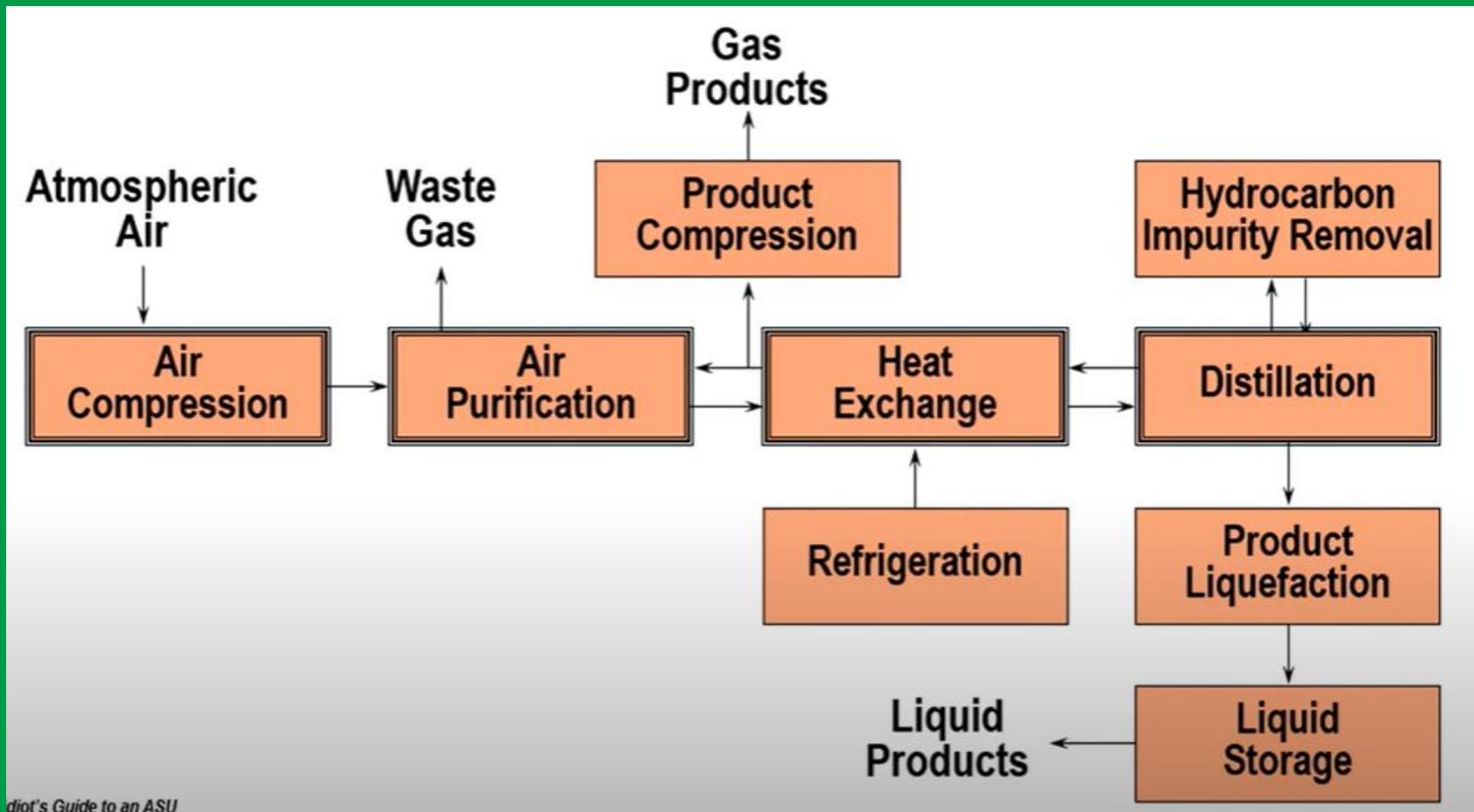
- Nitrogen	78.08%
- Oxygen	20.95%
- Argon	<u>0.93%</u>
- TOTAL:	99.96%

- Contaminants:
 - Water
 - Carbon Dioxide (CO_2)
 - Carbon Monoxide (CO)
 - Lights / non-condensables (He, Ne, H₂)
 - Heavy rare gases (Kr, Xe)
 - Hydrocarbons (methane, acetylene, etc.)
 - Nitrous oxides (NOx and N₂O)
 - Others

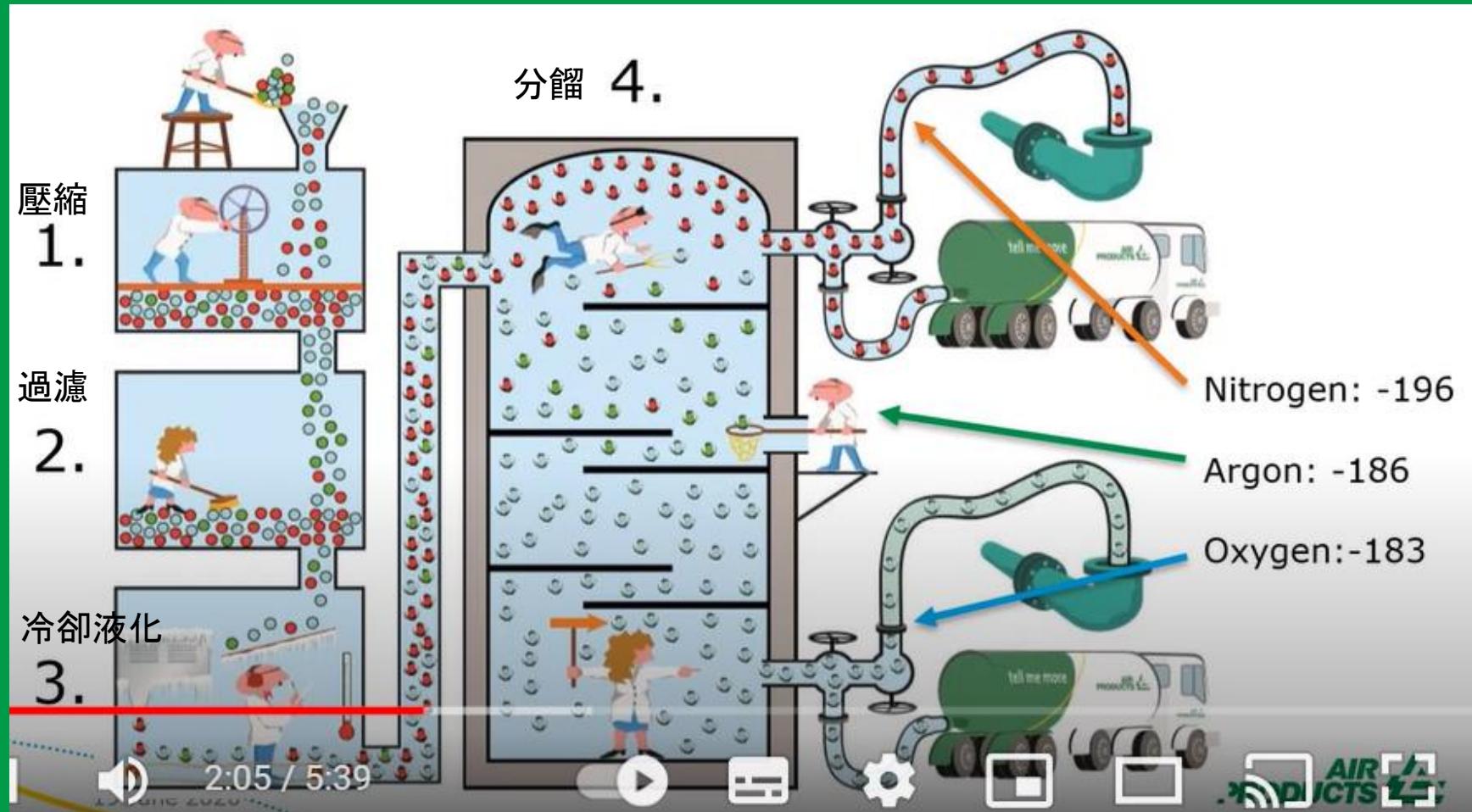
空氣各組成分蒸發溫度/液化點



空氣分離流程示意圖



空氣分離流程示意圖



工業氣體主要產品領域及商業模式



液態氫氣是美國NASA火箭發射的主要燃料



能源 Energy



- Refining(煉油)
- Gasification(煤氣化
, 煤化工)

傳統工業 Traditional Industry



- Metals(鋼鐵)
- Chemicals(化工)
- Food(食品)
- Glass(玻璃)

電子, 半導體 Electronics



- Electronics(電子)
- Semiconductor(半導體)
- LCD, LED (顯示器, 照明)
- Photovoltaics(光伏太陽能)

大宗氣體、設備和能源產品

Tonnage Gases, Equipment and Energy

- **大宗氣體 (O₂, N₂, Ar, H₂, He)**

Tonnage Gases segment

- 投資興建現場製氣設施或者管網系統，供應工業氣體用戶使用

Industrial gases supplied via large on-site facilities or pipeline systems

- 面向煉油、化工與冶金等行業

Petroleum refining, chemical and metallurgical industries



大宗氣體、設備和能源產品

Tonnage Gases, Equipment and Energy

- **設備和能源產品**

Equipment and Energy segment

- 提供深冷與氣體處理設備，用於空氣分離、氫氣回收與淨化、天然氣液化與氦氣運輸

Cryogenic and gas processing equipment for air separation, hydrocarbon recovery / purification, natural gas liquefaction, helium distribution

- 提供尖端技術，着眼未來能源市場發展

Technologies to serve future energy markets



工業氣體的應用

- 氮氣(N2)

- 電子工業：半導體及電子元件用氮氣保護、SMT製程、熱氮氣吹乾箱、防潮氮氣櫃、焊接保護、噴氣清理、封裝測試
- 食品工業：食品或肉品急速冷凍、蔬果保鮮儲存、啤酒生產保護氣(N2排掉O2)、飲料&罐頭食品封口充填氣、食品包裝
- 醫藥工業：中草藥與粉末充氮儲存、人體胚胎冷凍、低溫反應製程
石化工業：油井開鑿、注氮採油、天然氣、海上平台應用、泡沫穩定器、壓力輸送、油罐及油槽密封、石油容器及管路充氮試壓測漏、化工儀器分析之攜帶氣體、製程反應的冷卻
- 化學工業：油槽被覆氣體、產品置換清洗、產品壓力輸送、化學反應攪動、化學纖維生產保護
- 冶金工業：金屬光輝退火處理、球狀化處理、滲碳處理製程、電氣鋼片退火處理、粉末冶金及陶瓷材料燒結製程、熱處理爐保護氣體、金屬深冷處理
- 金屬工業：氮氣彈簧技術在模具中之應用、金屬粉末產品、鋼材鍛造、鋁擠型模壓出冷却、鋁合金熔解脫氣
- 汽車工業：輪胎充氣、安全氣囊充填、氮氣避震器

工業氣體的應用

- 氧氣(O₂)

- 燃燒應用 : 鋼鐵業熔爐、玻璃業熔爐、水泥窯、石灰窯、有害廢棄物焚化爐)、非鐵金屬熔爐、廢硫酸回收爐、煉油廠催化劑回收燃燒
- 氧化反應應用 : 石化工業氧化反應
- 水處理應用 : 廢水生物處理、製造臭氧
- 水產養殖應用 : 高密度水產養殖、水產運輸
- 醫療應用 : 高壓氧艙、加護病房、手術室

- 氩氣(Ar)

- 電子工業 : 半導體晶元製程保護
- 冶金工業 : 煉鋼鐵水脫氣及攪拌
- 金屬工業 : 熱處理爐保護氣體、鋁合金熔解脫氣
- 其他 : 焊接保護, etc.

工業氣體的應用

- 氦氣(He)

- 電子工業:半導體製造
- 通訊工業:光纖製造
- 醫藥工業:磁振造影(MRI)保冷、核磁共振(NMR)保冷
- 其他:管線試漏、潛水、氣球、焊接保護, etc.

- 氢氣(H₂)

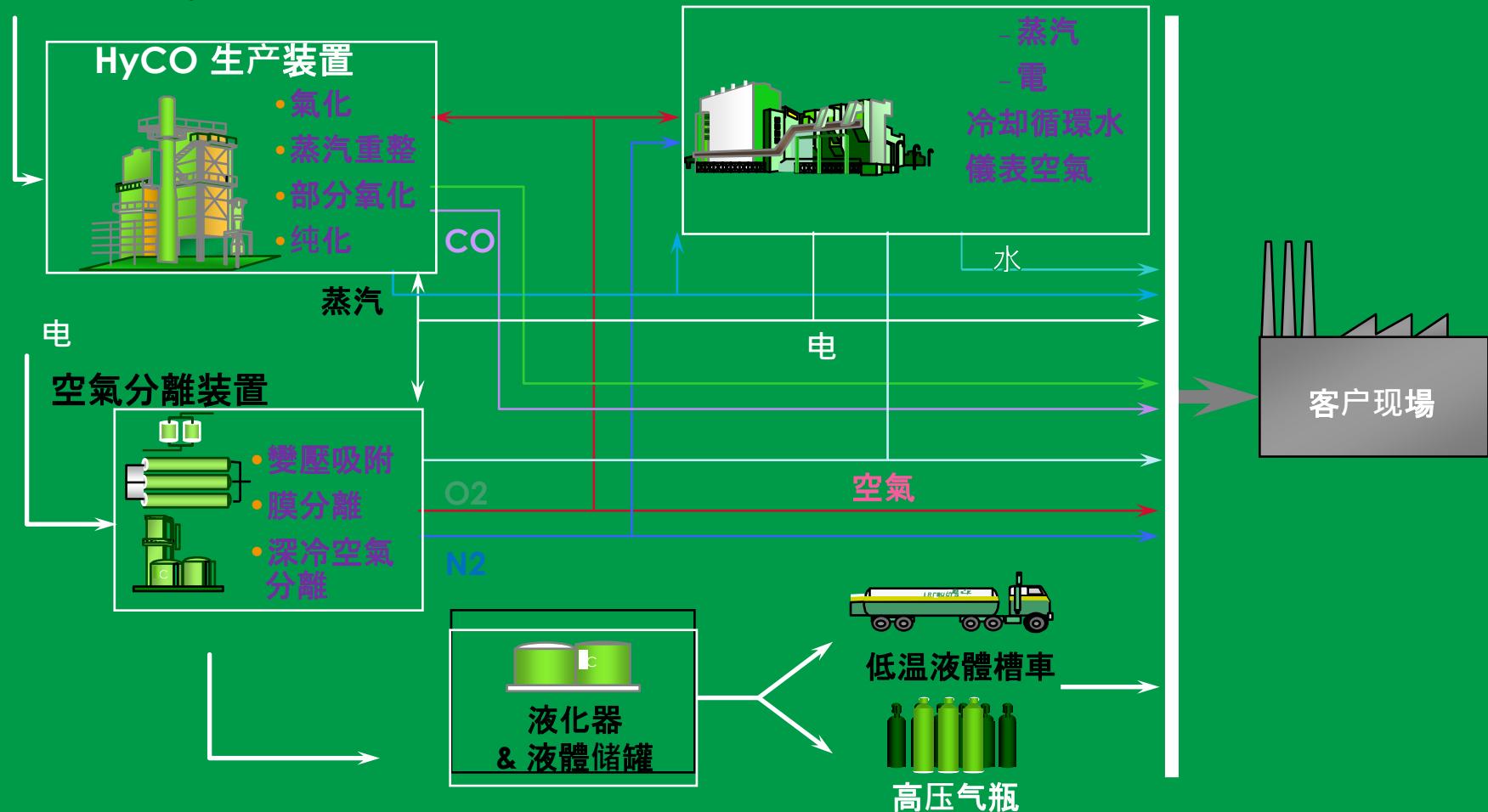
- 電子工業:LED製程, 太陽能板製程, 半導體光刻機(EUV)
- 石化工業:氫化反應
- 能源工業:燃料
- 玻璃工業:平板玻璃成型
- 金屬工業:金屬光輝退火處理
- 其他:燃料電池, etc.

大宗氣體供應流程

The Tonnage Gases Concept

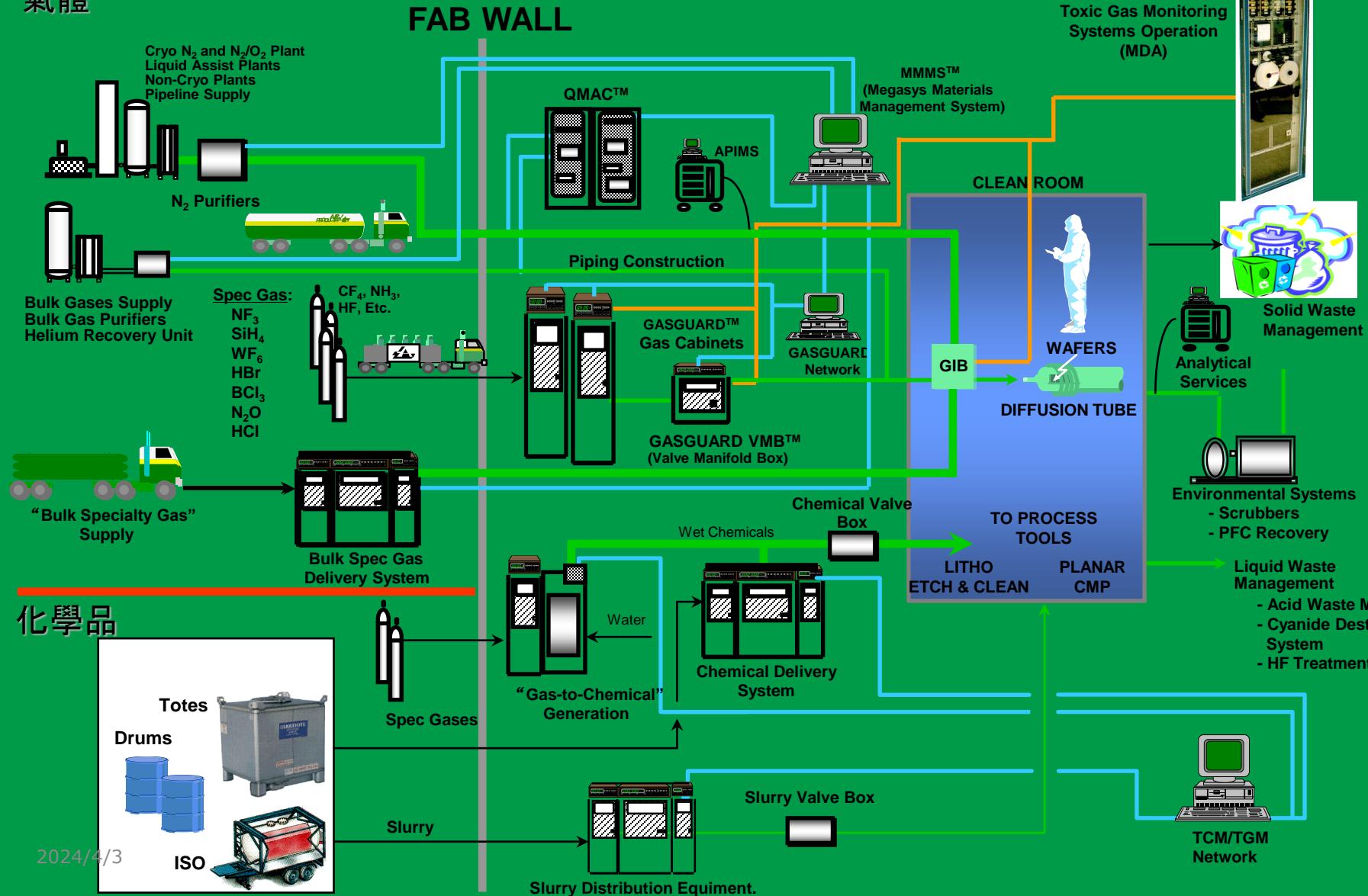
煤/石油進料

(CH_4 , C_2 , C_3 , C_4 , 石腦油, 燃料尾氣)



半導體製程的氣體/化學品供應系統簡圖

氣體



特氣 Specialty Gases

- 一般半導體製造廠大約需要供應**50種**以上特殊氣體
 AsH_3 , BCl_3 , CF_4 , C_2F_6 , HBr , HCl , NF_3 , NH_3 , N_2O , PH_3 , SF_6 , SiF_4 ,
 SiH_4 , etc.
- 特殊氣體分類:
 - Flammable(可燃性), PH_3 , H_2
 - Pyrophoric(易爆性), SiH_4
 - Toxic(有毒性), NH_3 , SF_6 , NF_3
 - Oxidizer(氧化性), N_2O , O_2
 - Inert(惰性), N_2 , He
 - Corrosive(腐蚀性), HCl , SiF_4 , HBr , HF

氣體公司亦可以和液化天然氣(LNG)工業結合利用其過剩冷源進行空氣分離生產工業氣體，雙方互利節省能源並達到環保目的



大型空氣分離廠



2024/4/3



中小型空氣分離廠



VSA



HPN

氫氣生產工廠



2007/07/01 15:50

空氣分離廠照片



輪機人的機會

- 廠務系統運行保養管理
- 氣體工廠新建廠工程設計，專案管理

Carbon Free Green- Hydrogen

無碳綠氫能源

首先說明：

氫氣並不是大自然存在的氣體，氫生產過程並非零污染，目前多數業界使用的氢能是由天然氣萃取或電解，兩種製氫過程均需耗費大量能源，亦會排放二氧化碳及溫室氣體

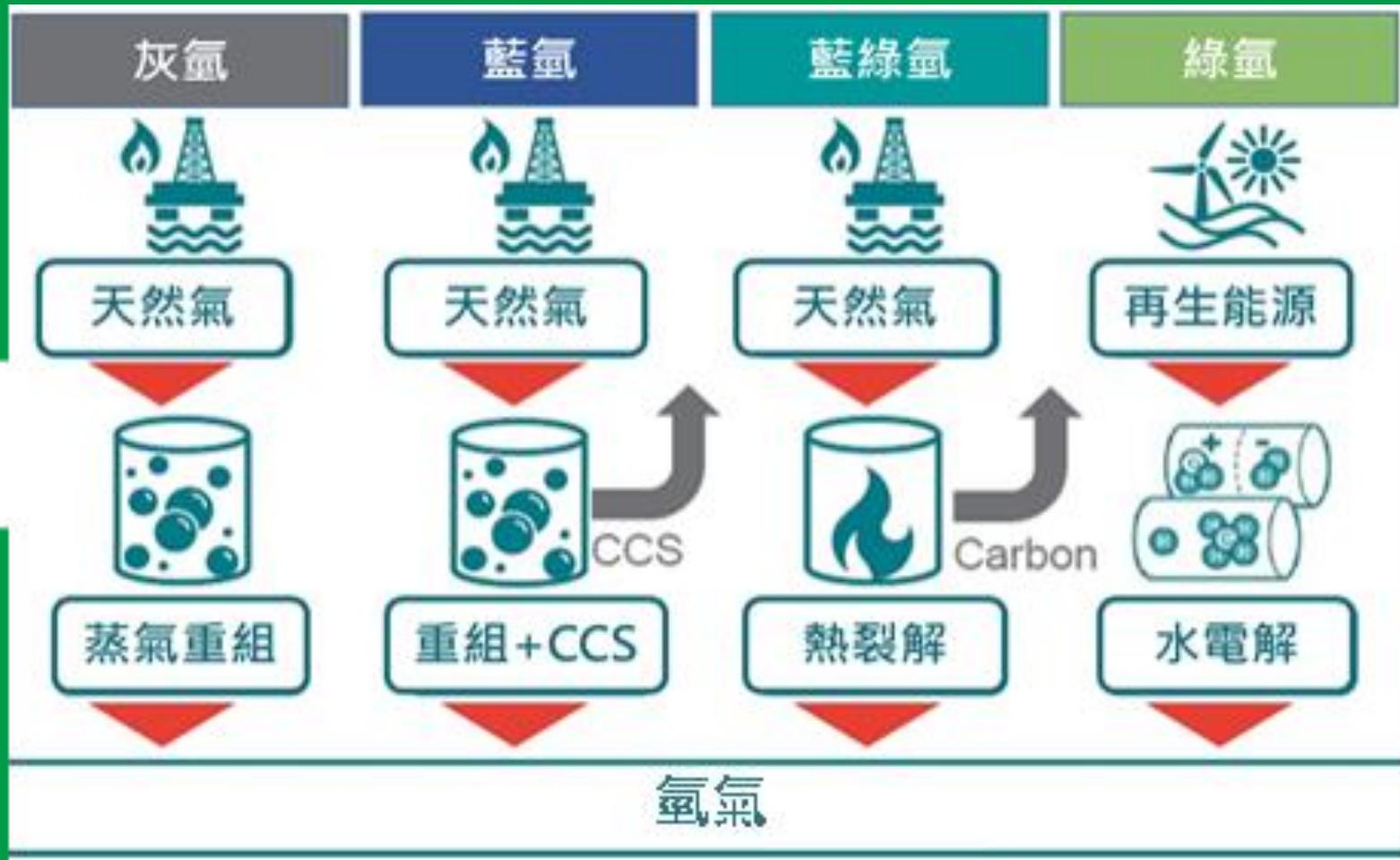
傳統氫氣的製造法

由於地球上並無天然存在的氫氣，它一般通過兩種途徑來製造：

- 蒸汽重組法(steam reformer)** —— 工業上常採用高溫蒸汽，分離甲烷中的碳和氫原子，製造氫氣。
- 電解法(electrolysis)** —— 是指採用電解水的方法來分離水分子 ($2\text{H}_2\text{O} + \text{電} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$)，在電流負極處得到高純度的氫氣，同時在正極處得到氧氣，在電解過程中所需的電力，則採用可再生能源來提供。。由於水是一種充足，並且可以再生的資源，隨着科技的進步，利用可再生能源來電解水以製造氫氣的方法，將會變得很有吸引力。

氫氣的可應用層面廣泛，過去多作為工業原料如生產氨氣、鹽酸之用，少部分用於半導體、電子材料的製程，在能源上的使用方式則為氫氣經過燃燒或電化學所產生的能量，可用以供電、供熱使用，為氫氣經濟(Hydrogen Economy)的一環。

氫氣製造法 & 分類



(一)灰氫 (Grey Hydrogen)

現今氫氣95%以上使用的製造方式，料源多為天然氣搭配水蒸氣重組法，意即利用在高溫觸媒環境下，利用水蒸氣與碳氫化合物反應轉換出氫氣，而甲烷(天然氣)為最常使用的料源。由於排放的副產物中含有二氧化碳，故被稱之為灰氫。灰氫的優點為技術已然成熟故成本相對便宜，缺點則是含大量的二氧化碳，不符合現今國際趨勢且未來將被徵收大幅碳稅。現今灰氫成本最低為每公斤0.9美元，但依據天然氣價格與未來碳稅趨勢可提高至每公斤3.2美元。

(二)藍氫 (Blue Hydrogen)

利用化石燃料製氫之後隨即搭配二氧化碳捕獲、封存與再利用機制(Carbon Capture, Storage, and Usage; CCSU)成為低碳氫氣。優點是製程的碳排放量有效降低可符合國際需求，缺點是CCSU技術成本高，因此藍氫最低成本也要每公斤1.5美元，但最高成本為每公斤2.9美元，在碳稅較高的地區比灰氫略低。

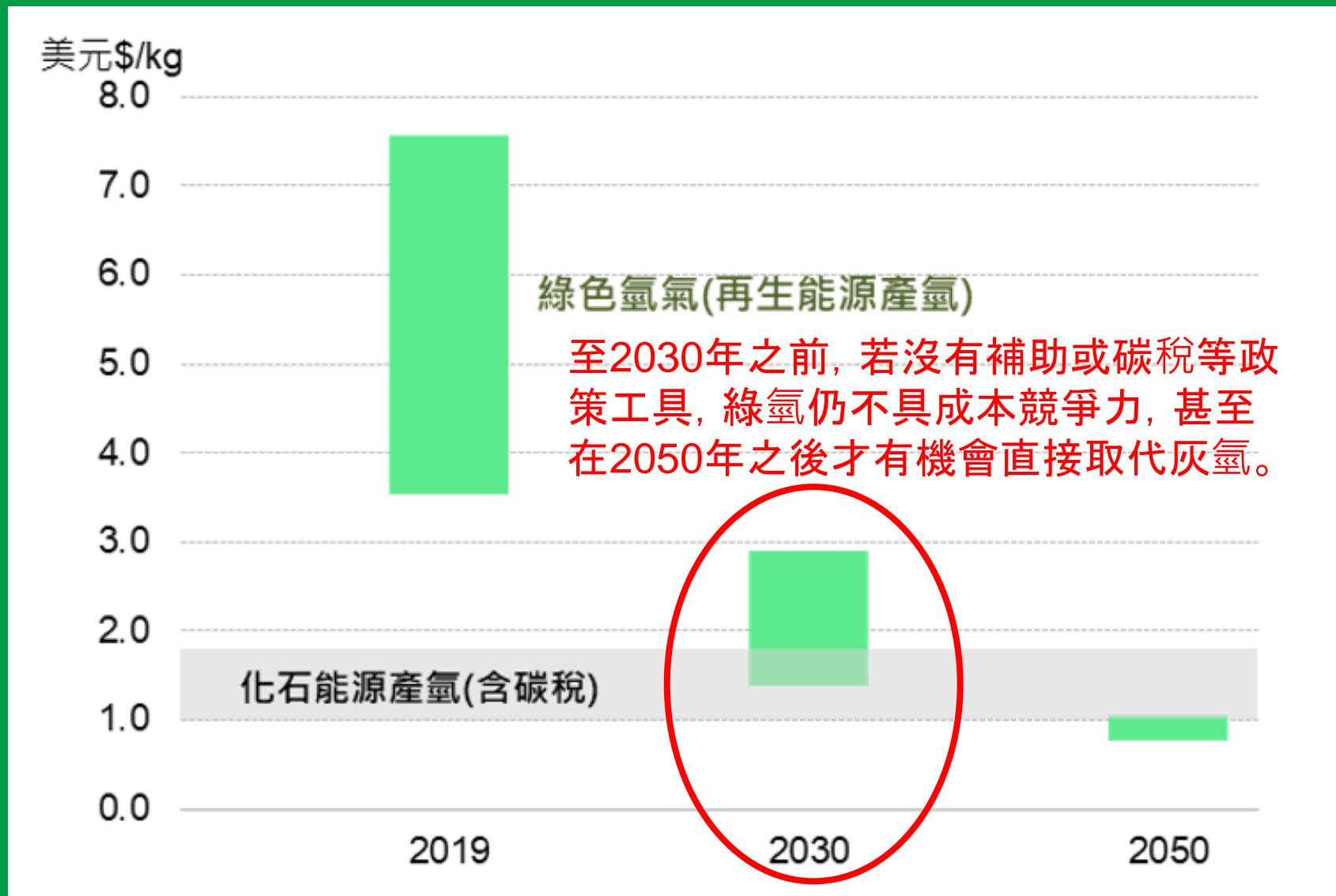
(三)藍綠氫 (Turquoise Hydrogen)

近年的新創技術，在生產氫氣過程中利用熱裂解技術直接將天然氣之中的氫氣分離之際，並將二氧化碳直接形成固體碳儲存。優點為可有效降低製程中的碳排放量，且二氧化碳為固體故不會散發至大氣之中，便於儲存也可以用於煉鋼等用途。缺點為熱裂解的過程中需要大量燃料或能量產生熱能，致使整體能源效率低且整體技術成本高，若熱能的產生方式有碳排放量將使減碳效果扣分。

(四)綠氫 (Green Hydrogen)

目前國際趨勢所在，生產方式多為利用過剩的再生能源(例如太陽光電或風力發電)在電解槽中水電解得到氫氣與氧氣。優點是製程幾乎沒有碳排放，且生產規模具彈性可協助整合再生能源，缺點則是水電解轉換效率僅70~80%左右，意即整體能源利用低，只有電力非常便宜或有過剩電力的地方才具商化價值，且電解槽的裝置成本較高，致使綠氫製造成本高達每公斤3~7.5美金，為其他類型氫氣的3~8倍，目前僅處於示範運行階段。

經濟效益與轉換效率



無碳綠氫的先進簡單流程：

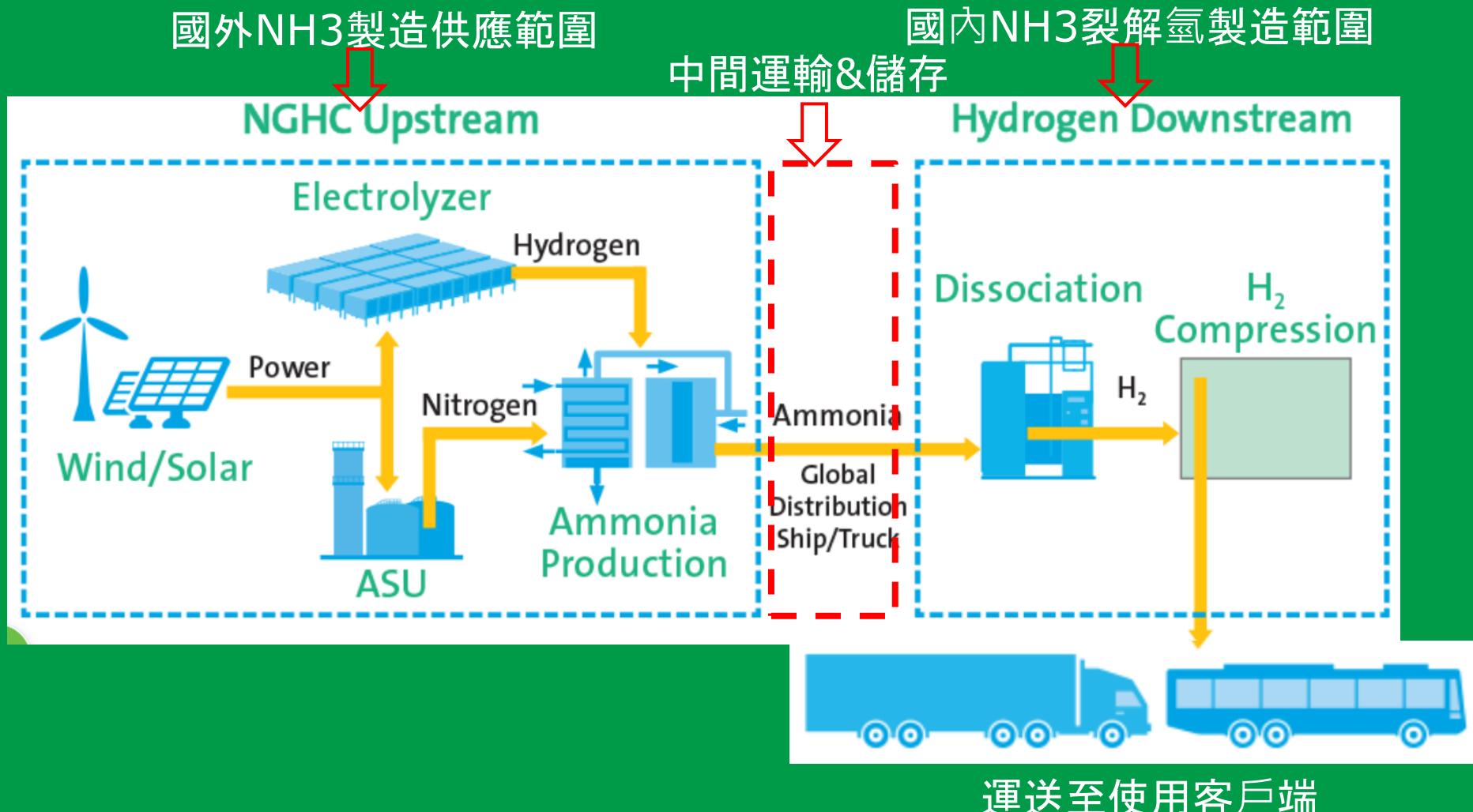
利用太陽能電解水製造氫氣→ 氢氣(H₂)和氮氣(N₂)合成液態氨氣(NH₃)→ 遠程運輸 → 到港儲存 → 液態氨分解提出氫氣經高壓容器運輸至使用端

一套無碳綠氫的先進製程大約便可以提供減少世界上相當於70萬輛汽油車的總CO₂ 和其他廢氣排放量

目前美國和沙烏地已經展開合作投資建造超大型無碳綠氫項目企圖降低氫氣的生產成本以及提高氫氣的遠程運輸可行性和安全性，可以預測不久將來大約2025年氫氣能源會漸漸進入人們的生活世界中

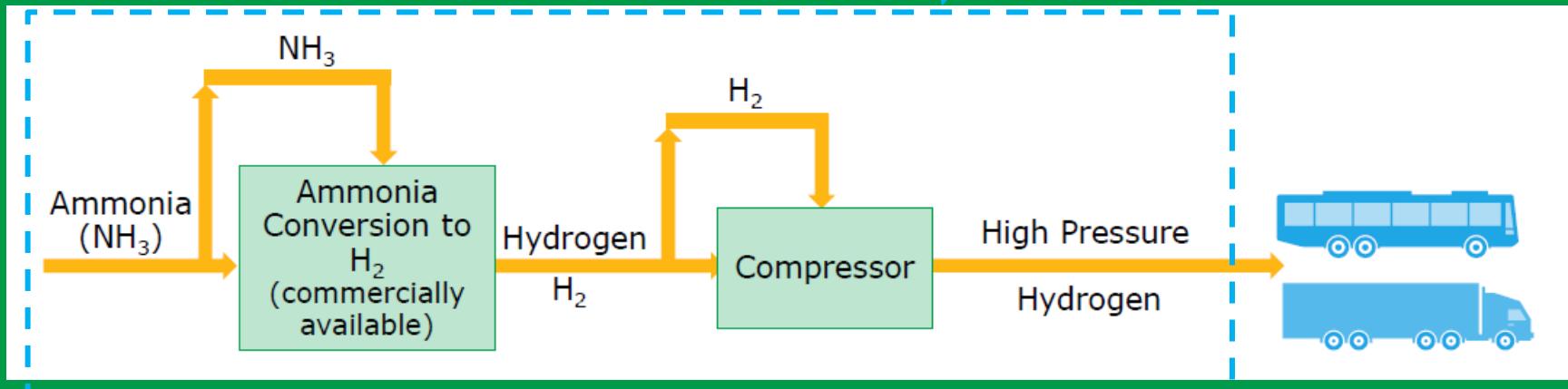
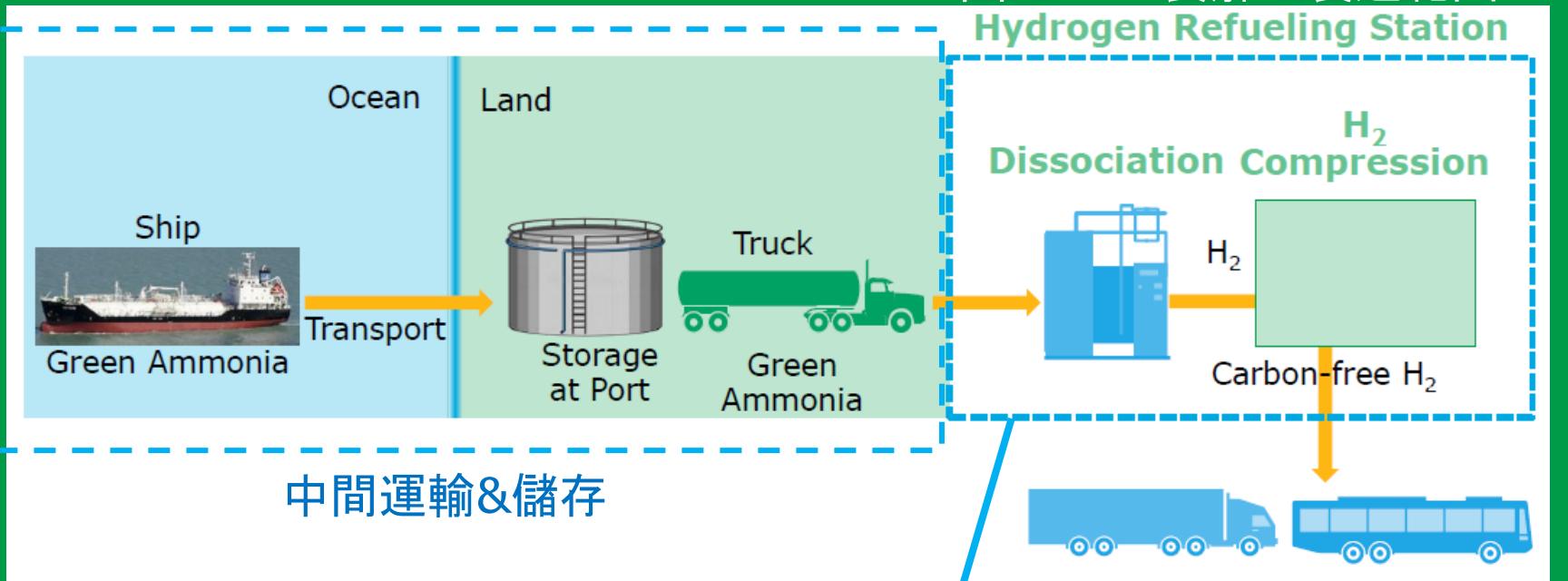
主要目標使用領域：汽車巴士卡車用的氫氣燃料電池

綠氫的製造和供應鏈簡圖



國內NH₃裂解氫製造範圍

Hydrogen Refueling Station



氨（气态）在一定温度和压力下，经催化剂作用下裂解为75%的氢气和25%的氮气，并吸收21.9千卡热量，

其主要反应为：

