



KUANG TAI

# 雙相不銹鋼鐸材之前瞻技術動向

廣泰金屬工業股份有限公司

周泰隆 / 董事長

[tailong@kuangtai.com](mailto:tailong@kuangtai.com)



## 摘要

從20世紀30年代開始，雙相不銹鋼已經發展了3代，與之相對應的理論知識逐漸深入，應用領域越來越擴大。雙相不銹鋼是鋼鐵組織複合化的典型代表，它將沃斯田鐵不銹鋼所具有的優良韌性和銲接性與肥粒鐵不銹鋼所具有耐蝕性及耐氯化物應力腐蝕性能結合在一起。由於雙相不銹鋼具這些優異的性能，使其作為一種重要的可銲接結構材料。

隨著前瞻性高端鋼材的發展，相對應的銲接材料研發對於鋼材的應用擴展有著相當影響。因此，銲接材料的研發技術能搭配鋼材的發展著實重要。

# 專有名詞中英對照及縮寫名詞清單

- 雙相鋼 Dual Phase Steel (DPS)
- 雙相不銹鋼 Duplex Stainless Steel (DSS)
- 耐孔蝕當量 Pitting Resistance Equivalent (PRE)
- 熱影響區 Heat Affected Zone (HAZ)
- 氬氧脫碳 Argon-Oxygen Decarburization (AOD)
- 真空吹氧脫碳 Vacuum oxygen decarburization (VOD)
- 經濟型雙相不銹鋼 Lean Duplex Steel (LDS)
- 超級雙相不銹鋼 Super Duplex Steel (SDS)
- 肥粒鐵數 Ferrite Number per WRC Diagram (FNW)



KUANG TAI

# 報告內容

- 壹、雙相鋼簡介
- 貳、雙相不銹鋼特性
- 參、雙相不銹鋼演進歷史
- 肆、雙相不銹鋼應用領域
- 伍、雙相不銹鋼發展趨勢
- 陸、廣泰雙相不銹鋼鉸材介紹



KUANG TAI

# 壹、雙相鋼簡介

# 鋼材與鐸材

鋼材

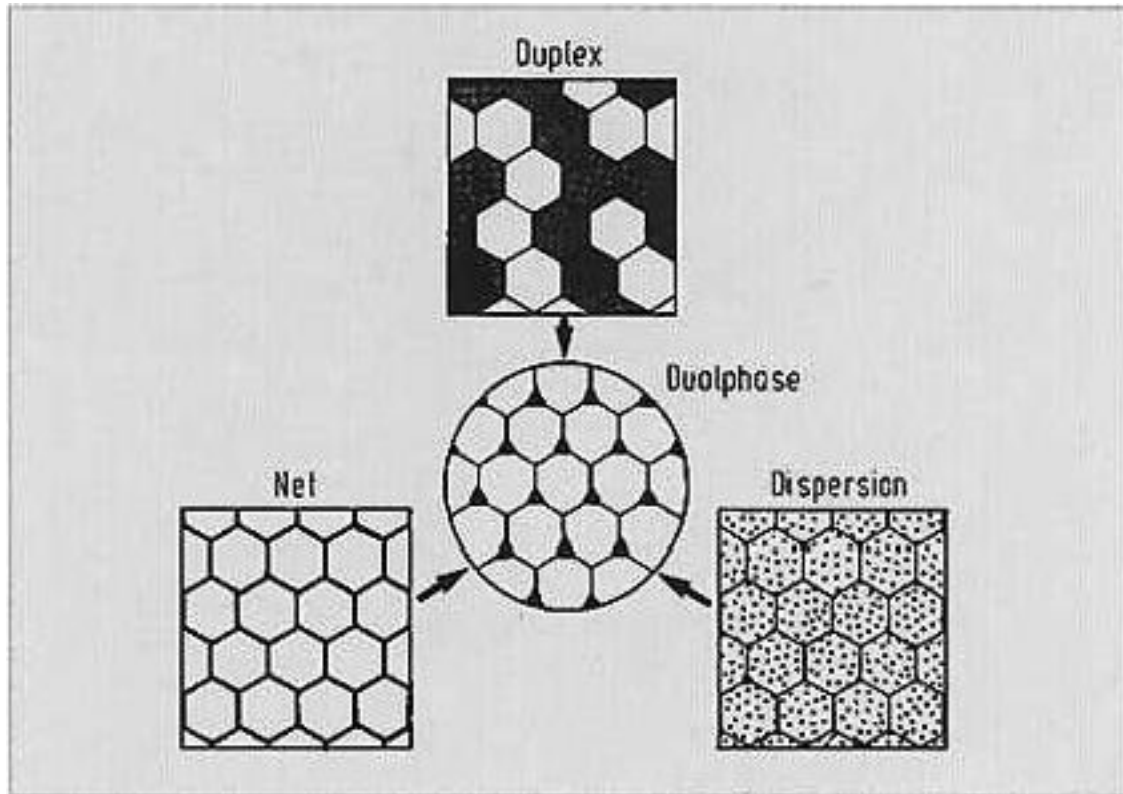
- 做為鐸接的母材
- 提供盤圓製作SMAW、GMAW及GTAW鐸材
- 提供鋼帶製作FCAW鐸材

冶金原理  
材料特性

鐸材

- 使鋼材經鐸接後成為結構材料  
擴大應用範圍
- 覆面於鋼材進行表面改質

# 雙相鋼定義



## Duplex:

- 第二相至少30%以上
- 雙相不銹鋼
- 肥粒鐵&沃斯田鐵
- 成份設計

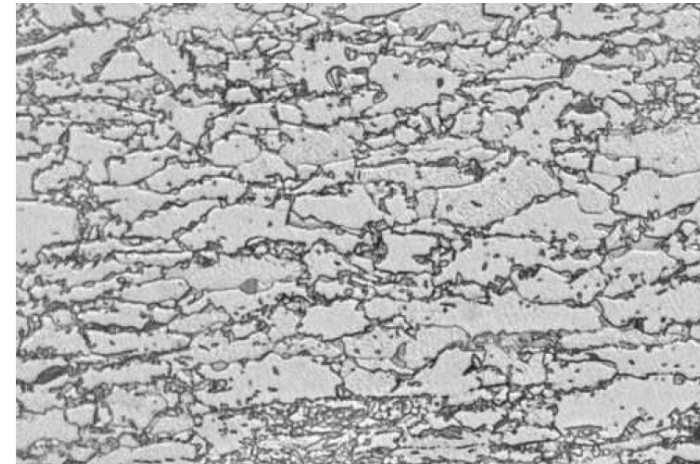
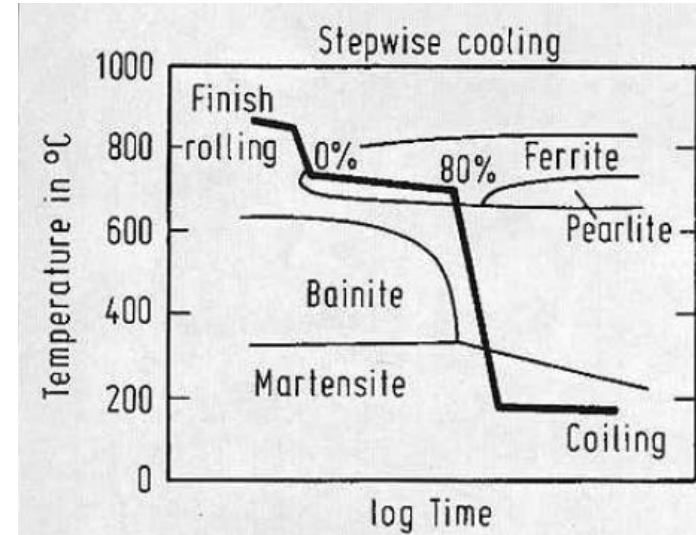
## Dual phase:

- 第二相至少15%以上
- 雙相鋼
- 肥粒鐵&麻田散鐵
- 成份設計&熱處理



# 碳鋼雙相鋼

- 雙相鋼室溫組織主要由**肥粒鐵**和**麻田散鐵**組成，肥粒鐵為基相，島狀麻田散鐵分佈於其上。軟的肥粒鐵賦予雙相鋼優良的**塑性**，硬的麻田散鐵則賦予其**高強度**。可由低碳鋼或低合金鋼經**臨界區處理**或**控制軋製**而得到。這類鋼具有**高強度**和**高延性**的良好配合，已成為一種强度高、成型性好的新型沖壓用鋼，成功應用於**汽車產業**等。
- 而在美國市場上最早銷售的一種雙相鋼是以七十年代常見的一種**波來鐵**的**含鈮低合金鋼**為基礎加上**兩相區退火**而得到的。這種鋼具有**80ksi**級的抗拉強度( $650\text{N/mm}^2$ )，卻有**50ksi**級的降伏強度( $350\text{N/mm}^2$ )和延伸率( $> 27\%$ )。這種雙相鋼當時的主要應用是**保險桿的加強件**，同時也用於其他汽車零件包括**轎車車輪**。





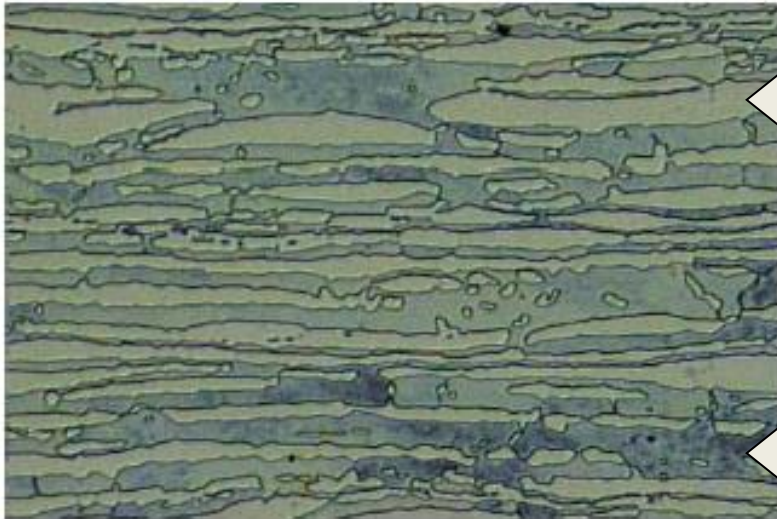


KUANG TAI

## 貳、雙相不銹鋼特性

# 雙相不銹鋼特性

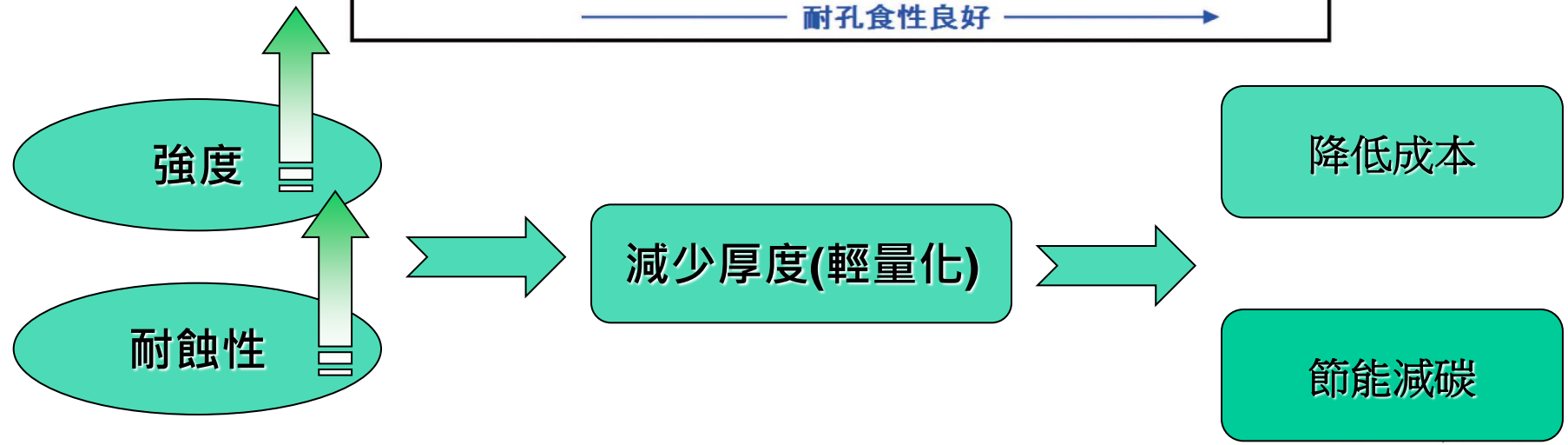
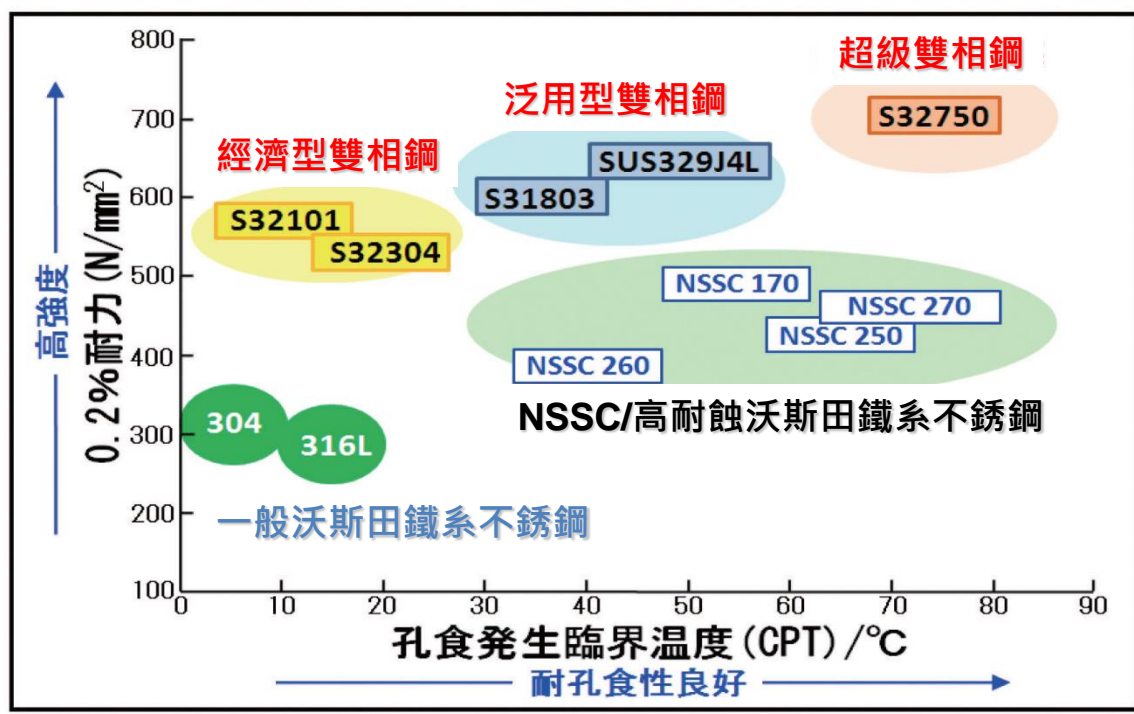
- 雙相不銹鋼是指金相組織由**肥粒鐵**和**沃斯田鐵**兩相組成的不銹鋼。在固溶組織中肥粒鐵相和沃斯田鐵相約各佔一半，一般較少相的含量至少也要在**30%以上**，這類不銹鋼稱為肥粒鐵-沃斯田鐵雙相不銹鋼。
- 雙相不銹鋼將**沃斯田鐵不銹鋼**所具有的**優良的塑韌性、加工性和銲接性**與**肥粒鐵不銹鋼**所具有**良好耐蝕性和耐氯化物應力腐蝕性能**結合在一起，使之兼有肥粒鐵不銹鋼和沃斯田鐵不銹鋼的優點。



← 沃斯田鐵相 (塑韌性&加工性)

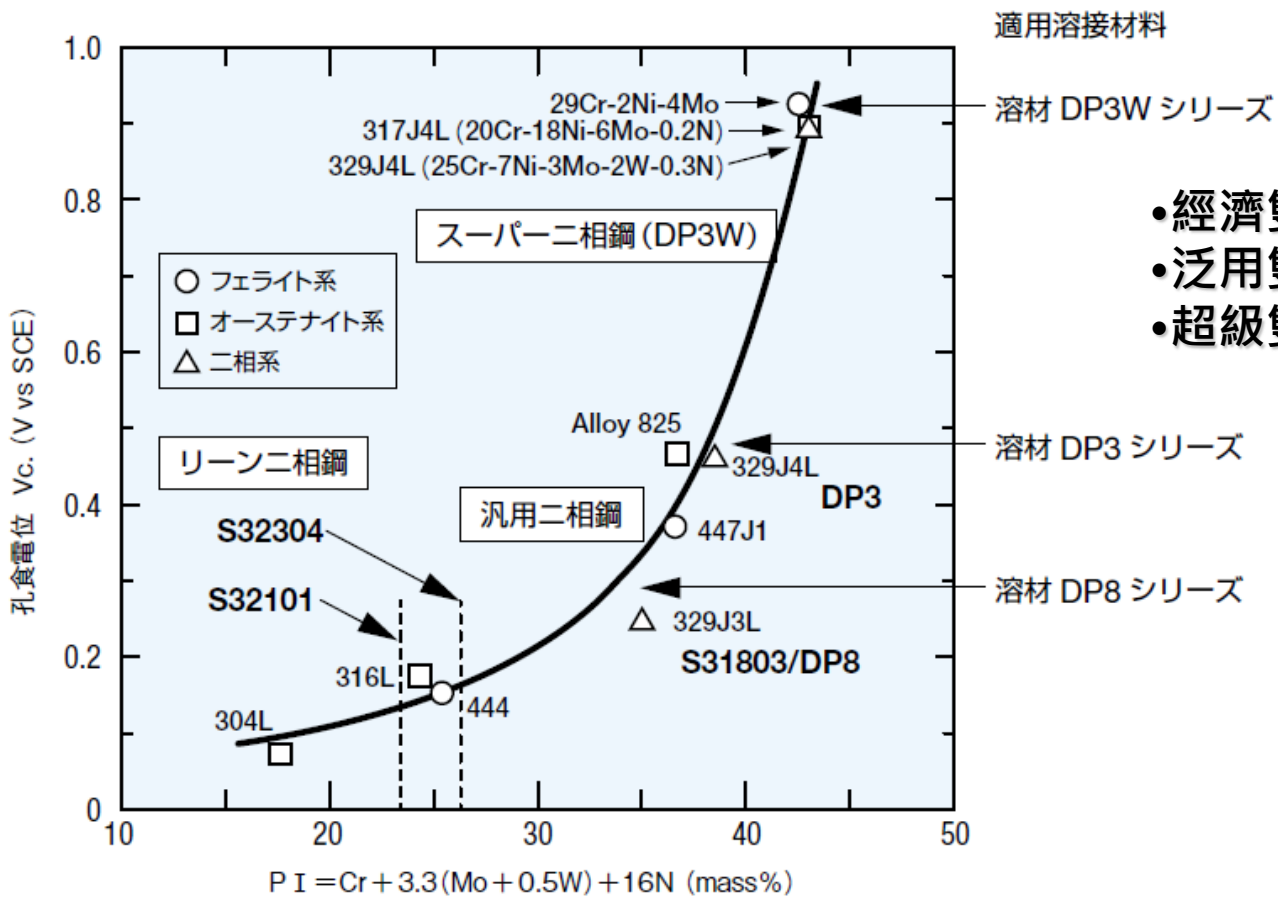
← 肥粒鐵相 (耐蝕性)

# 雙相不銹鋼的高強度與耐蝕性



# 耐孔蝕性能

## P.I. 與孔蝕電位關係曲線



- 經濟雙相鋼: P.I.  $\leq$  30
- 泛用雙相鋼: P.I. = 35
- 超級雙相鋼: P.I.  $\geq$  40

\* P.I. = "Pitting Index"



KUANG TAI

## 參、雙相不銹鋼演進歷史

# 雙相不銹鋼的歷史

- 雙相不銹鋼已有八十幾年的歷史了，20世紀40年代在美國誕生以來，它的發展歷經了三代，也是和冶煉技術的進步密不可分的。
- 20世紀60年代初期，由於電爐煉出了超低碳不銹鋼解決了第一代雙相不銹鋼的粒間腐蝕問題。
- 70年代初期，VOD、AOD精煉技術的發展，尤其是AOD爐中能夠控制氮的精確加入，而促進了第二代含氮雙相不銹鋼的開發，加氮不僅提高了鋼的耐局部腐蝕性能，而且也提高了鋼的強度，使雙相不銹鋼最終發展成與沃斯田鐵、肥粒鐵和麻田散鐵不銹鋼並列的一個新的鋼種。
- 到20世紀80年代末期，隨着高鉻高鋁高氮雙相不銹鋼的問世，已是屬於第三代的能與某些高合金沃斯田鐵不銹鋼相媲美的超級雙相不銹鋼。



# 各代雙相不銹鋼

- **第一代雙相不銹鋼**
  - 含碳量較高( $\leq 0.1\%$ )
    - 20世紀40年代: 美國開發出**329**鋼
    - 20世紀60年代: 瑞典開發出**3RE60**鋼
- **第二代雙相不銹鋼**
  - 超低碳量( $\leq 0.03\%$ )
    - 20世紀60年代: 瑞典開發出**SAF2304**、**SAF2205**
- **第三代雙相不銹鋼 (超級雙相不銹鋼)**
  - 低碳(0.01-0.02%)高鉬(4%)高氮(0.3%)
    - 20世紀80年代: 瑞典開發出**SAF2507**



KUANG TAI

## 肆、雙相不銹鋼應用領域

# 雙相不銹鋼應用領域

- **煉油工業**
  - 常壓減壓裝置、加氫裂化、加氫脫硫、污水處理
- **石油天然氣**
  - 輸油氣管襯裡、岸上及海上管道系統、熱交換器
- **化學工業**
  - PVC解析塔與熱交換器、有機物壓力容器、含氧的乙醇反應器
  - 硫酸生產設備、磷酸生產設備
- **化肥工業**
  - 氮肥工業高壓設備:氣提塔、冷凝器、高壓分解塔、甲胺泵、閥
  - 磷肥工業反應槽料漿循環泵、輸送泵、稀磷酸泵、磷鉍泵
- **造紙工業**
  - 連續式硫酸蒸煮裝置、硫酸鹽儲罐、壓力滾筒機

# 雙相不銹鋼應用領域發展

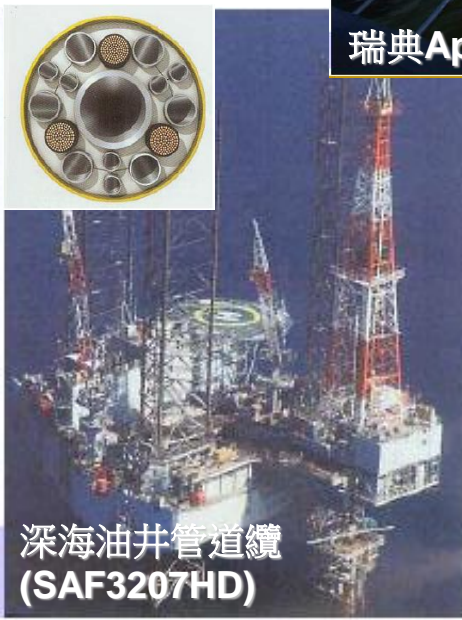
- 化學品船
- 建築結構
  - 橋樑與混凝土鋼筋
  - 建築設施
- 深海油田
- 海水淡化
- 能源環保
  - 太陽能、核能
  - 廢水廢氣處理設備



瑞典Apat橋(2205)



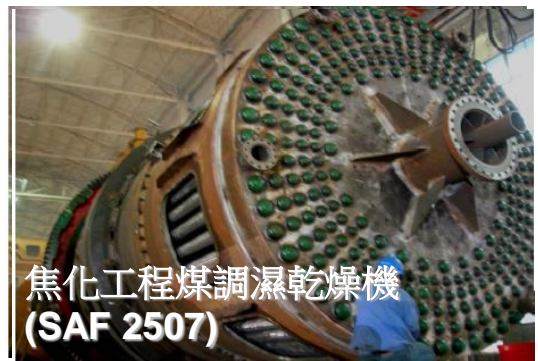
化學品運輸船  
(2205)



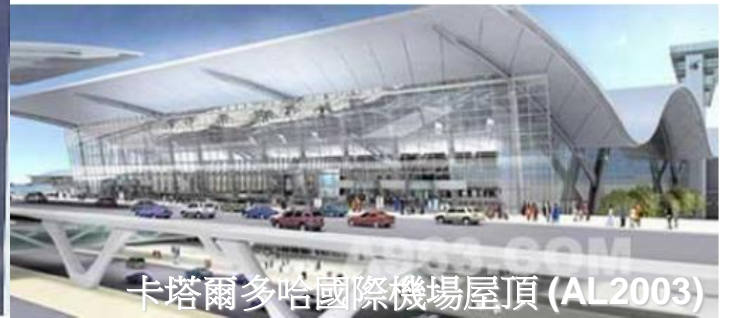
深海油井管道纜  
(SAF3207HD)



香港昂船洲大橋(2205)



焦化工程煤調濕乾燥機  
(SAF 2507)



卡塔爾多哈國際機場屋頂 (AL2003)



KUANG TAI

## 伍、雙相不銹鋼發展趨勢

# 雙相鋼種的發展趨勢I

- 經濟型雙相不銹鋼(Lean Duplex Steel)
  - 美國AK公司開發的19D
    - 不易產生 $\sigma$ 相
  - 美國ATI公司開發的AL2003
    - 用於深度達1200m的海底輸送無硫或輕度含硫油氣的高壓管道
  - 芬蘭公司開發LDX2101、2202
    - 用於中等腐蝕環境
    - 可取代304與316不銹鋼



# 雙相鋼種的發展趨勢II

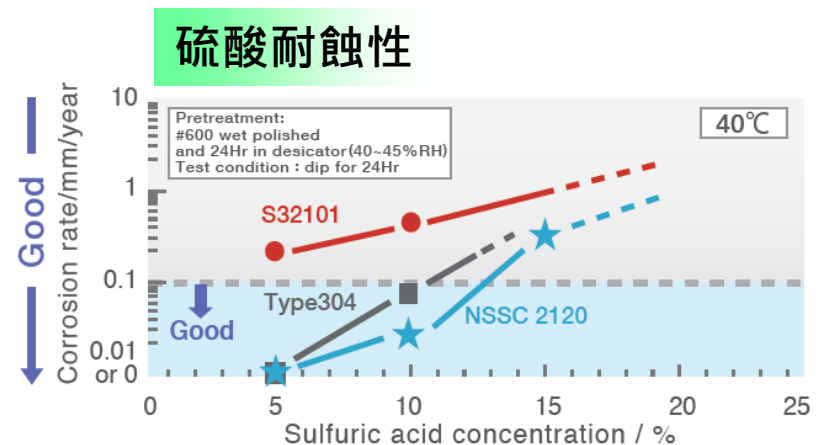
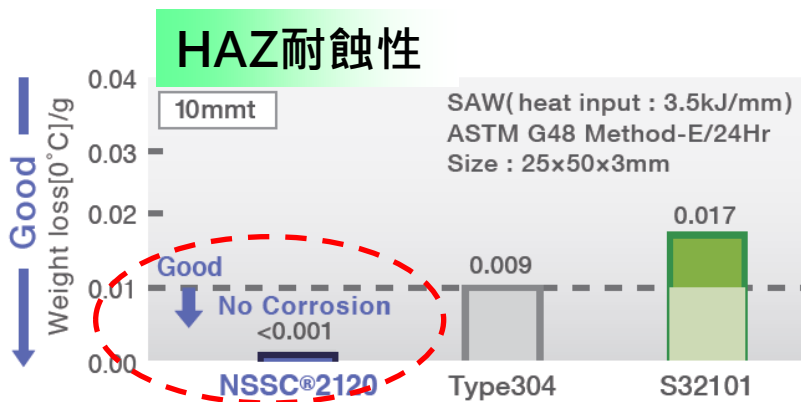
- 超級和特超級雙相不銹鋼
  - 瑞典開發的SAF2507
    - 常用於海水熱交換器
  - 英國開發含W和Cu的Zeron 100
    - 用於海水噴射泵、提升泵
  - 瑞典近期發開的SAF2906、SAF2707HD、SAF3207HD
    - 強度達1000MPa
    - 優異的耐蝕性
  - 美國ATI公司開發的加Cu的Ferralium 225-SD50
    - 海水中耐點腐蝕和間隙腐蝕性能
    - 強度較其他超級雙相不銹鋼高出10%

# 雙相不銹鋼的發展趨勢III

- 特殊要求的應用
  - 日本開發加W的 NAR-DP-3W
    - 用於處理氯化物食品槽
  - 日本開發DP28WTM鋼
    - 提高抗蝕性
    - 更高的機械性能
    - 更好的成型性與銲接性

# 雙相不銹鋼的展望

- 80年來的雙相不銹鋼發展都偏重於較特殊的工業用途上，雖然有不錯的成效，但其成本價格均屬偏高。
- 新日鐵最新發展的新經濟型雙相不銹鋼應可取代碳鋼與不銹鋼在產業界一般性的用途。
- 個人認為像汽車用鋼板如使用新經濟型雙相不銹鋼來取代目前的鋼板，則不用再做表面防銹處理而可直接上漆，節省了防銹處理後的工序。因此，新經濟型雙相不銹鋼對於成本與環保方面有更大的益處。





# 新日鐵新經濟型雙相不銹鋼性質

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N
NSSC 2120	0.03 max	0.75 max	2-4	0.04 max	0.02 max	1.50-2.50	20.5-21.5	0.6 max	0.5-1.5	0.15-0.2
S32101	0.04 max	1.00 max	4-6	0.04 max	0.03 max	1.35-1.70	21.0-22.0	0.1-0.8	0.1-0.8	0.2-0.25

## 抗應力腐蝕裂紋性能

Grade	Chloride ion concentration	
	1,000ppm	10,000ppm
NSSC®2120	○	○
S32101	○	○
Type304	○	×

Double U-bend, 100°C, 500Hr, aerated once a week

○ :no crack, × :crack

	NSSC2120	Type304	S32101
Weldability ( High-heat input )	○	○	×
Corrosion resistance in HAZ	○	△	×
Acid Corrosion resistance ( Sulfuric acid )	○	△	×
High strength	○	△	○
Pitting Corrosion resistance	○	△	○
SCC	○	×	○



KUANG TAI

## 陸、雙相不銹鋼鐸材發展趨勢

# 雙相不銹鋼鐸材種類 – 傳統鐸材

- 手鐸條 (SMAW)

AWS 規範	廣泰品名
E2209-16	KS-2209
E2553-16	KS-2553
E2594-16	KS-2594

- 實心鐸線 (TIG / MIG / SAW)

AWS規範	廣泰品名
ER2209	KTS-2209 / KMS-2209 / KW-2209
ER2553	KTS-2553 / KW-2553
ER2594	KTS-2594 / KW-2594



# 雙相不銹鋼鐸材種類 – 新趨勢

- 包藥鐸線

AWS 規範	廣泰品名
E2209T1-1	KFW-2209
E2553T1-1	KFW-2553
E2594T1-1	KFW-2594

- 雙相不銹鋼的加工硬化性極高，因此實心線的軋延或抽製相對困難，尤其是用於半自動鐸接的MIG鐸線。因此近年來包藥鐸線逐漸取代MIG成為發展主流，取其易抽製、成份配製有彈性、鐸接性能佳、鐸接效率高等優點。

# 雙相不銹鋼銲接注意事項

- 勿預熱
- 道間溫度須保持在**150°C**以下
- 不需要銲後熱處理，若必須做應力釋放熱處理，則建議溫度保持在**1000 °C – 1100 °C**間
- 避免**銲後急冷** (否則熱影響區可能產生以肥粒鐵為主的組織而導致韌性與耐腐蝕性變差)
- 與沃斯田鐵系不銹鋼或碳鋼做異材銲接，建議使用**309LMo**銲材 (23Cr13Ni2Mo)，以避免產生電位腐蝕



KUANG TAI



*Thanks for your attention!!*