

鋼鐵業原物料耗用通常水準

第一章、業務概況

一、臺灣鋼鐵工業的沿革

臺灣的鋼鐵工業是在西元（下同）1945年臺灣光復，及國民政府遷臺後才逐漸展開，至1960年後小型鋼廠紛紛設立，當時大部分均以10噸上下的電爐溶解廢鐵，經鑄造成鋼錠、再經軋延加工成板材、棒材。亦有不少因陋就簡的小軋鋼廠以厚的拆船板經剪切後，加熱軋製成鋼材者。廢鋼的主要來源為拆船料及外購廢料。起初使用酸性耐火材料，後來均改用鹼性耐火材料以利脫磷、脫硫。至1977年中鋼開工，高爐年產150萬公噸生鐵，使臺灣鋼鐵的產量倍增，民營小型鋼廠受到壓力，不得不引進新型設備，改進生產方式。例如電爐容量增大為30噸、改用自動化設備以提高生產量、及採用鋼錠連續鑄造等。此時臺灣之拆船業亦蓬勃發展，拆船量連續數年均為世界第一，當時臺灣有「拆船王國」之稱。1980年後老舊設備均已逐步淘汰，1982年6月中鋼完成第2階段擴建工程並開始生產，第3階段擴建工程也於1988年4月竣工開始生產，第4階段於1997年6月竣工投產（中龍二期，一階於2010年4月1日、二階於2013年9月1日竣工投產）。這期間民營鋼廠不斷擴建，唐榮公司不鏽鋼廠第1期於1983年7月開始生產，第2期也在1984年4月開始生產300系不鏽鋼捲片，至1990年後臺灣鋼鐵的年產量已近1,000萬公噸。

（一）2000年臺灣粗鋼產量為1,820萬公噸，其中約821萬

公噸為中鋼所產，電爐業者包括唐榮公司及民營廠家約為 997 萬公噸。2011 年臺灣粗鋼年產量為 2,018 萬公噸。目前臺灣粗鋼產量占全世界 1.33%，生產國全球排名居第 12 位，粗鋼自給率為 84.81%，其中以高爐生產占 51.04%，電弧爐生產占 47.9%，2011 年我國鋼鐵產業的形貌如表 1 所示。2011 年臺灣鋼胚錠進口量為 397.8 萬公噸，以普通鋼胚為主，出口量為 36.7 萬公噸，以普通鋼胚及不鏽鋼胚為主。

臺灣粗鋼的生產廠商分成 2 類，第 1 類為高爐廠，國內目前只有中鋼與中龍 2 家，第 2 類為電弧爐煉鋼廠，目前有榮剛、燁聯、東和、豐興、唐榮等 18 家廠商分布在全省各地，但主要大廠集中在南部地區。

表 1 2011 年我國鋼鐵產業近況

項 目		粗 鋼
生產結構	產量規模	2,018 萬噸，全球排名第 12 位，占全世界 1.33%
	前 3 大 應用產業	營建業、金屬製品業、 運輸工具業
廠商結構	廠商數	高爐 2 家、電弧爐 18 家
	平均員工數	高爐約 12,733 人， 電弧爐約 528 人
	集中縣市	高雄市
	平均資本額	高爐約 1,153.5 億， 電弧爐約 56.3 億

貿易結構	進口量	397.8 萬公噸
	主要進口國	日本(56%)、俄國(18%)、 巴西 (10%)
	出口量	36.7 萬公噸
	主要出口國	孟加拉(32%)、泰國 (14%)、 越南(10%)

(二) 高爐煉鋼廠之主要原料為鐵礦砂，必須含有足夠的鐵成分可採購為原料使用。我國必須全數進口，全球 3 大主要供應商為巴西淡水河谷(CVRD)、澳洲必和必拓(BHP)與力拓(Rio Tinto)，電爐煉鋼廠之原料則為廢鋼。

鋼鐵產業之榮枯對中下游產業具有關鍵性，甚至經常被作為國家強盛度之指標，對於國家建設，經濟發展以及本土相關產業之盛衰皆具有重要性。我國鋼鐵產業關聯互補狀況如同圖 1 所示。近年來我國煉鋼業面對低價進口鋼品競爭，主要競爭國來自韓國、日本、中國大陸及印度。

此外，國內不鏽鋼業積極擴充下游熱軋產能，以華新麗華公司為例，已斥資 40 多億在臺中港加工區興建熱軋酸洗退火廠，年產量估計為 30~35 萬公噸，僅次燁聯集團，而與唐榮公司相當。此舉之效益，因售價接近及價格競爭之負面效應較輕微。值得關切的是進口鋼品，以每公噸低於市價 5,000~6,000 元新臺幣報價，對現有國內廠商不利。

目前 2012 年平均燁聯公司在岡山廠規劃之年產

量約為 100 萬公噸，唐榮公司小港廠之產能約為 26 萬公噸，不鏽鋼產業近年因台塑與華新麗華的投產，競爭更為激烈，再加工產品價格因中國大陸與韓國以較低價格供應，上述投資案可以說是不景氣中的投資計畫。台塑福欣在中國大陸投資約 700 億新臺幣的不鏽鋼廠預計 2015 年產量，熱軋及冷軋不鏽鋼鋼品之產量約 70 萬公噸。華新麗華在臺中投產的新廠產量約 36 萬公噸，打破我國不鏽鋼品市場長年由燁聯、唐榮以及進口品分食的平衡局面。

二、鋼鐵工業分類

(一) 鋼鐵產品之分類

鋼鐵的一次加工產品包括粗鋼、型鋼、特殊鋼、棒線類鋼材、平板類鋼板片、鍍塗面鋼捲片等原材料的熔煉、鑄造、及加工。一次加工產品可作為下游產業進行二次加工產品的製造原料。二次加工產品則包括手工具、螺絲螺帽、金屬模具、閥製品、鋼結構、及機械零組件等。相關鋼鐵產品的產業則包括鋼鐵熔煉製造業、螺絲螺帽製造業、金屬鍛造業、手工具製造業、鋼結構製造業、金屬模具製造業、金屬彈簧製造業、金屬線製品製造業、金屬熱處理業、金屬表面處理業、粉末冶金業、機械加工業、及其他金屬製造業等。圖 1 所示為鋼鐵產業的關聯性。

1. 粗鋼

「以各種煉鋼方式生產的鋼水，經過鑄錠或連

續鑄造方式所得的鋼胚錠」，在國內包括轉爐、電弧爐、及鑄鋼鋼水的生產方式所生產的鋼鐵材料。

2. 型鋼

應用於建築（鋼構）、構造物（橋樑、船舶、車輛用等）之主要鋼鐵材料，包括 I 型鋼、H 型鋼、U 型鋼、角鋼、及其他型鋼等產品。

3. 特殊鋼

煉鋼過程中添加鎳、鉻、鉬等合金元素以改善普通碳鋼的性質，或呈現其他特殊性質，以適合在不同用途所需要的特性而生產的各種鋼材的總稱。

4. 棒線類鋼材

包括經加熱軋製、或鍛造成圓棒、直棒、線材、及建築用鋼筋。鋼筋依形狀又可分為圓鋼筋（俗稱圓鐵）、方鋼條、及竹節鋼筋3大類。

5. 平板類鋼板片

由鋼胚經過熱軋、冷軋製程所生產的平板類鋼品、及鍍面鋼品之總稱。

6. 鍍塗面鋼捲片

鋼鐵表面被覆鋅、鋁鋅、錫、鉻等以防止銹蝕的鋼捲片。

（二）鋼鐵產品之上下游關係

以上下游關係將上述鋼鐵產品以及鋼鐵生產廠商加以分類，如圖 2 所示。高爐煉鋼廠之原料為鐵礦砂、焦炭以及石灰石，而電爐煉鋼廠之主要原料為廢鋼、石灰石、矽鐵及錳鐵。主要產品為扁鋼胚、大鋼胚、

小鋼胚及鋼錠等，這些產品則為中游鋼鐵廠之原料。中游鋼鐵廠所產製之各種鋼品(如圖 2 所示)則供應下游業者作為原料之用。

圖 3 所示鍍鋅鋼板廠之原料有 90% 為純鋅錠，圖 4 所示不鏽鋼上游鋼廠之主要原料則必須使用電解鎳，鉻合金錠以及下腳不鏽鋼料(圖 4)。

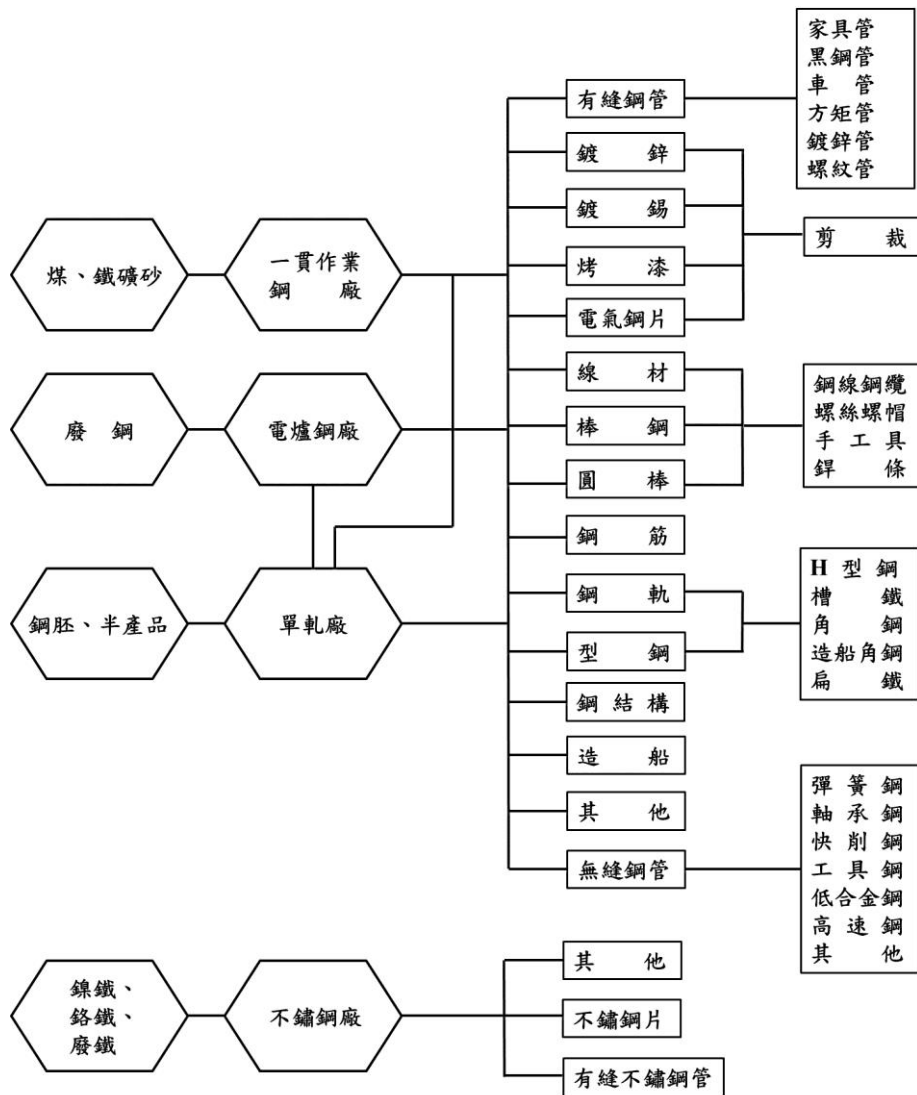


圖 1 鋼鐵產業的關聯性資料來源：A 鋼鐵公司

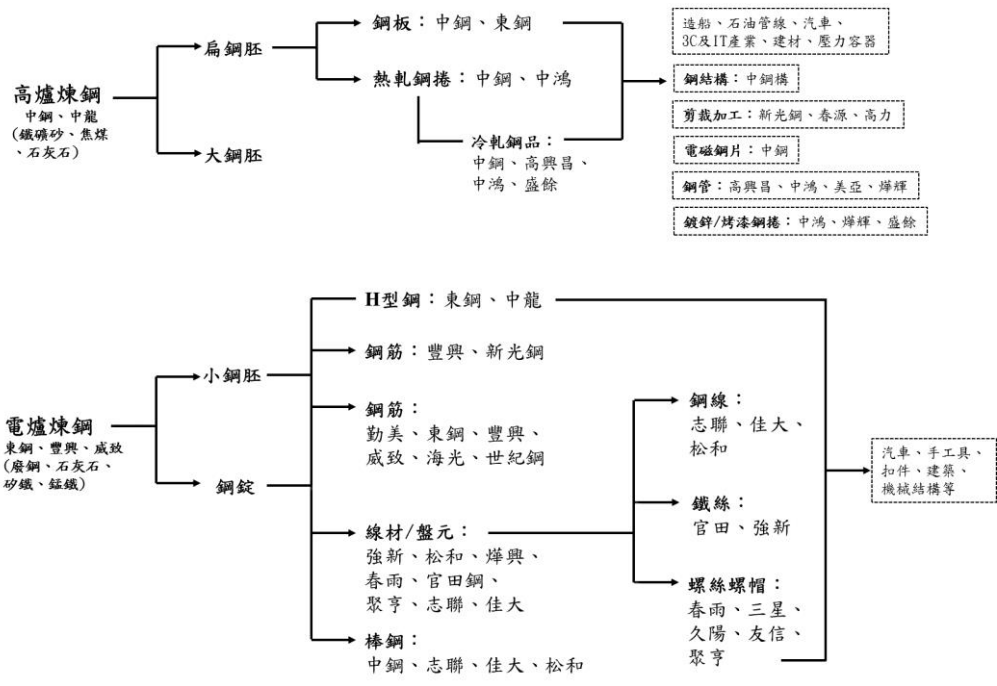


圖 2 煉鋼產業上下游關係圖

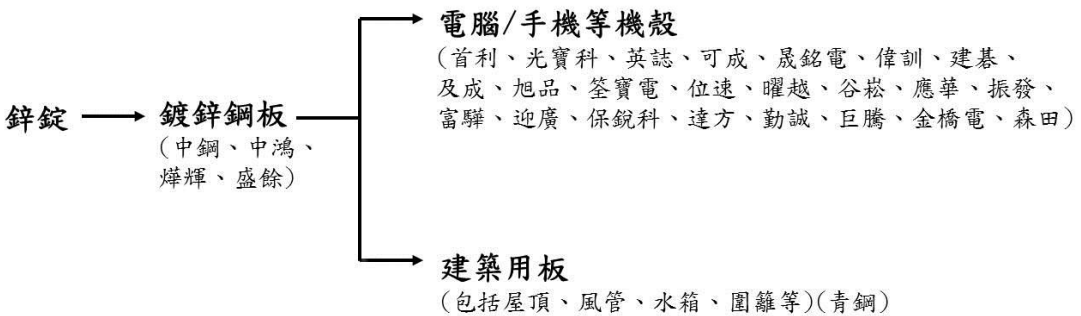


圖 3 熱浸鍍鋅鋼板相關產業上下游關係圖

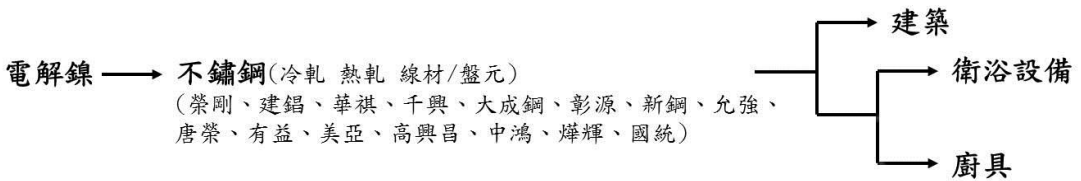


圖 4 不鏽鋼相關產業上下游關係圖

三、煉鋼技術

(一) 一貫作業鋼鐵廠

中鋼自 1972 年籌建，即已採用最新技術與設備。高爐煉鐵的噴煤技術、富氧作業、高溫熱風鼓入、含石灰燒結礦等技術靈活運用，使得高爐操作極為順暢。轉爐煉鋼方面的頂底同吹氧技術使得吹氧時間更為縮短，其他精練技術如盛鋼桶氣體攪拌、RH 真空除氣等均可提高產品品質。連續鑄造設備有電磁攪拌，可以減少化學組成的偏析問題。軋鋼設備的自動化亦增加了產量。

(二) 電爐（電弧爐）煉鋼廠

電爐（電弧爐）煉鋼亦向大型化發展，目前以 30 噸以上電爐居多。電爐都是三相交流電弧加熱。而桂宏及東和等更採購了最新的直流電弧加熱爐，較具規模的電爐業均設有連續鑄造設備以鑄成鋼錠，再自行軋成鋼品，鋼鐵生產技術已逐步轉型，傳統生產技術已結合新的科技，如電腦、自動控制、自動量測、光電技術、能源節約、污染防制等；轉變成高效率、高品質、低成本的高層次技術。產品亦由過去的普通碳鋼，逐步向高強度、低合金、容易成形、耐蝕性強、功能性高的鋼材方向發展。

四、研究發展

(一) 中鋼自開工起就設有研究發展處，至今研發人員約有 300 人。主要研發項目有熔融還原煉鐵技術、高成形

性鋼、耐候鋼、鍍面鋼捲、薄鋼片連鑄、及製程控制等。電爐廠家則均無專職研究人員，研發工作則由生產及技術人員兼職為之。

(二) 研發項目如榮剛材料科技公司以 VAR、ESR、及噴霧造粉等設備開發特殊鋼、粉末高速鋼等鋼材。

(三) 工業材料研究所及金屬工業研究發展中心亦有鑄造、鍛造、成形加工、及熱處理、表面處理技術的研究。

(四) 中研院材料及光電研究所另有 VIM 及 VAR 等設備從事特殊鋼的精煉研究。

(五) 成功大學、臺灣大學、清華大學、交通大學、海洋大學、中興大學、中正大學等亦有不少教授分別在熔鍊、鑄造、銲接、熱處理、加工成型、腐蝕、表面處理、合金設計、及顯微結構分析等方面從事相關的研究。

五、煉鋼原料及能源

中鋼所需原料如鐵礦及煉焦用煤均為進口，進口國主要有澳洲、南非、巴西、美國等。少數自產原料是石灰石及蛇紋石，係產自臺灣東部的花蓮到臺東一帶。中鋼自設發電廠，以高爐氣及煉焦氣作為燃燒發電自用。

電爐煉鋼廠之煉鋼製程與高爐煉鋼法最大的不同是原料。高爐煉鋼法的原料採用鐵礦砂，而電爐煉鋼則採用廢鋼為原料。電爐煉鋼之熱源為電弧放電，以放電之高溫將鋼鐵溶解，並且將不純物去除以達精煉的效果。由於放電時將產生超高溫，因此負極材料必須使用耐高溫的特殊石墨電極棒，雖然必須耗用極大的電能，但是因為原料為廢

鋼，煉鋼過程二氧化碳排放可以有效的抑制。

電弧爐煉鋼業者所需原料主要是廢鋼，主要購自美國。電力全部購自臺灣電力公司。燃料油(即重油)購自中國石油公司。臺灣自產能源僅有極少量的煤及天然氣。煤及石油均依賴進口，另有3座核能電廠。自從二次世界性能源危機後，使得鋼鐵業對能源使用頗具戒心，亦全力嘗試由原料及製程改進，以節約能源，降低成本。

六、環境保護

由於臺灣人稠地狹，工業區與住宅區常比鄰而居，環保糾紛近年來層出不窮。環保法令逐年嚴格，迫使鋼鐵業者不得不重視環保問題。近年來鋼鐵業者已投入大量資金增購排氣集塵及污水處理等設備，以期符合法令規定，得以生存。所採取之環保措施約有下列數項：

- (一)防噪音設備—生產工廠員工需戴耳塞。廠界上除了圍牆，再加隔音牆，以降低對廠區外圍住戶的噪音影響。噪音源如馬達等加裝隔音罩。
- (二)電力閃爍問題—電爐業者以大電力煉鋼，因電弧電壓瞬間變化大，容易引起附近區域電力系統不穩定而閃爍。業者以增設電壓閃爍消除器，或改裝成直流電爐以降低影響。
- (三)空氣汙染防治—所有煉鋼廠均已加裝過濾裝置及除塵系統。
- (四)固體廢棄物處理—主要是爐渣及除塵系統收集的煙塵。中鋼的爐渣中有小部分用作水泥添加料，其餘均

用作鋪路，填海等。煙塵多含有重金屬(如鋅)，需經固化處理後再行掩埋。

(五)廢水污染防治—中鋼自開工起，即有良好的廢水處理系統。電爐業者主要是冷卻水問題。目前臺灣各工業區都有聯合污水處理廠，業者必須先做初步的污水處理，才能經管線送至聯合處理廠。

七、考驗

(一)技術人才不足，勞工短缺。

(二)除中鋼外，一般鋼鐵廠在研究發展方面，人力及財力投入甚少，技術提升較慢。

(三)工資上漲，人事費用占成本比例甚高。

(四)土地昂貴，擴建用地無法取得。

(五)環保要求日趨提高。

(六)工業用水電受限，公共設施如道路、碼頭無法配合。

(七)出口鋼品面臨外國的保護政策及設限。

(八)進口外貨(如南韓、巴西)低價傾銷。

(九)國際行銷系統未建立，資訊不足，市場變化大。

(十)產銷缺乏協調及配合，常造成廠商間惡性競爭，自亂陣腳。

(十一)拆船業面臨環保問題，碼頭不易取得，使得拆船業已趨沒落，廢鋼來源更為有限。

八、鋼鐵工業的未來展望

雖然臺灣的鋼鐵工業正面臨各種考驗，但也是鋼鐵工

業轉型、脫胎換骨的良好契機。今後唯有開發高技術層次、附加價值高的產品、調整市場結構、政府政策的充分配合、以及建立公平合理的發展環境，才能使鋼鐵工業渡過難關，再創新局。圖 5 所示為 2008 年~2012 年我國粗鋼產品需求預測圖。表 2 為 2005 年~2012 年我國粗鋼供需結構。

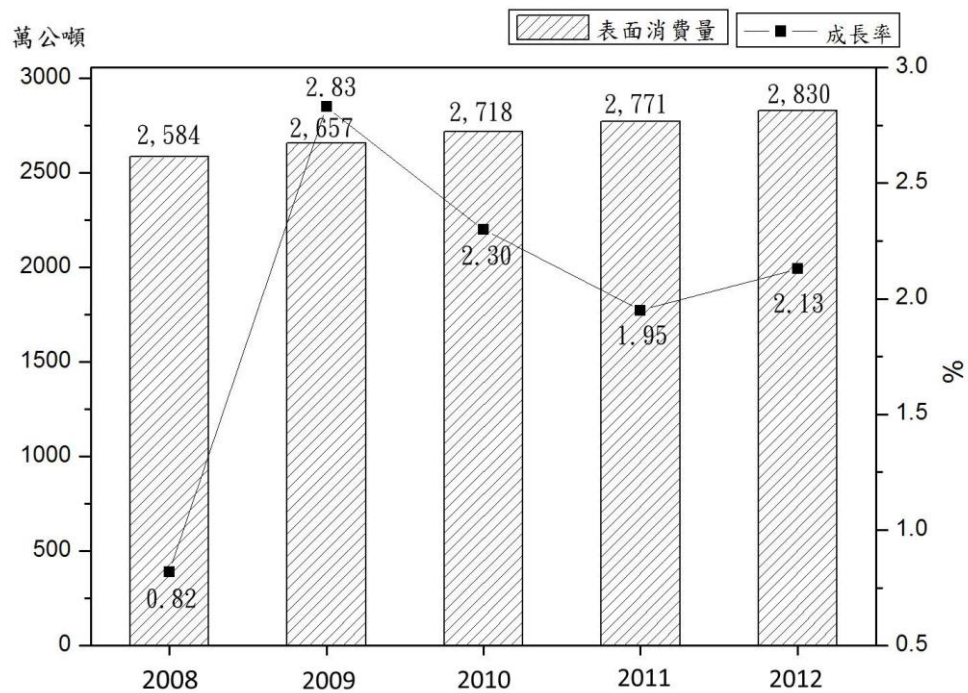


圖 5 2008 年~2012 年我國粗鋼產品需求預測

資料來源：臺灣地區鋼品需求預測（2005 年~2012 年）、金屬中心 ITIS

表 2 我國粗鋼生產量結構

單位：萬公噸

項 目		西元年							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
產 量	總量	1,857	2,009	2,090	1,142	894	1,973	1,401	1,245
	高爐 (中鋼、中龍)	986	1,068	1,088	1,043	843	1,882	1,301	1,166
	電爐(中龍)	871	941	1,002	99	51	91	100	79

第二章、 製造程序及原物料耗用情形

一、 鋼鐵的區分及其定義

鋼鐵在日常生活中無所不在，鋼鐵的產量占金屬材料總重量的 90% 以上，其硬度、強度、韌性都很高，延性也相當大，並且可藉熱處理的技術將這些鋼鐵的性質作適當的調整，以能適應工業上各種產品對於所需要性質的要求，因此鋼鐵為金屬材料中最優秀，工業上最重要的基本材料。鐵在地球上存在的鐵礦石 (iron ore) 是以氧化物存在，鐵礦石的種類有磁鐵礦、赤鐵礦、褐鐵礦及菱鐵礦。所有鋼鐵製品的主要原料是用高爐 (以前稱鼓風爐) 將鐵礦石、焦炭、及助熔劑石灰石熔煉而得的生鐵，由於生鐵中除含有鐵外，尚含過量的碳、硫及磷等元素，其性質硬、脆，而使生鐵的用途不大，須再經過轉爐或電爐 (電弧爐) 重煉，降低碳含量並添加合金元素以調整鋼中所含有成分元素的種類和含量，熔煉成各種鋼材，以適合使用於各種不同的用途。

(一) 鋼鐵材料之分類

鋼係鐵與碳的合金，即一般所謂的碳鋼，或普通鋼，若在煉鋼時依需要而添加適當的合金元素，即成為合金鋼。鋼鐵材料通常可以依其碳含量高低、合金元素種類、或用途別等方式加以分類。

工業用鋼鐵材料之分類，若依主要製造方法可分成轉爐鋼及電爐鋼，也可依含碳量高低區分成工業用純鐵、鋼、及鑄鐵，又可依其所添加的主要合金元素種類或合金元素量高低再予以分類成各類的合金鋼。

1. 依化學組成分類

鋼鐵材料依碳含量高低可分成工業用純鐵(0.02%C以下)、碳鋼(0.02%C~2.1%C)、及鑄鐵(2.1%C以上)3大類。

鋼鐵以碳含量多寡及合金的成分的不同分類時，可以分為碳鋼與合金鋼 2 大類，或依鋼的用途別等再予以分類。

含碳量的多寡可以決定鋼鐵的硬度，含碳量少的，比較軟而強韌，含碳量比較高的，雖然堅硬，但比較脆，焊接性及加工成型性也變差。碳鋼依含碳量的多寡，可以劃分成含碳量 0.30% 以下的低碳鋼、含碳量 0.30~0.60% 的中碳鋼、以及含碳量 0.60% 以上的高碳鋼 3 種。合金鋼如果依合金元素的總量，也可以分類成合金元素總量在 1.5% 以下的低合金鋼、合金元素總量在 1.5~5.5% 的中合金鋼、以及合金元素總量在 5.5% 以上的高合金鋼。

合金鋼是在碳鋼中添加 1 種或 2 種以上的合金元素，以改善碳鋼原有的性質，使適合各種不同的使用目的。這些常見的合金元素，包括鉻、鎳、矽、錳、鉬、鎢、鈦、鈷、釩等。

不鏽鋼是日常生活中最常見的合金，添加有 12 % 以上高量的鉻、或鉻鎳成分，使其表面容易形成氧化鉻的保護層，降低鋼鐵氧化生銹的速率，而達到耐蝕的效果。

一般鋼鐵材料依化學組成分類時，也常區分成碳鋼、合金鋼、及鑄鐵，其定義及特性如下：

(1) 碳鋼：

① 低碳鋼：0.02~0.30% C

② 中碳鋼：0.30~0.60% C

③ 高碳鋼：0.60~2.1% C

低碳鋼具高延韌、易焊接、淬火硬化性低、強度小的特性，對於產品需要表面高硬度、耐磨耗特性時，常作滲碳表面硬化處理，多用於鋼絲、結構機件、螺絲及螺釘等的製造。

中碳鋼在淬火後有適當的硬度與強度，多用於鋼軌、軸、齒輪及需要有高強度及高硬度機件等結構用產品之製造。

高碳鋼在淬火後有高硬度與耐磨耗特性，則多用於刀具或耐磨機件、模具的製造。

(2) 合金鋼：

在碳鋼提煉過程中，加入適當的合金元素，

即成為合金鋼。加入特殊鋼材所規定之合金元素即成為特殊鋼，通常經調質處理後使用。如高速鋼中含有 W、Ce、V、Mo、Co 等特殊元素。合金鋼依各種合金元素添加的總含量高低又可分成低合金鋼、中合金鋼、及高合金鋼 3 類。

- ① 低合金鋼：各種合金元素添加的總含量少於 1.5%。
- ② 中合金鋼：各種合金元素添加的總含量在 1.5%~5.5%。
- ③ 高合金鋼：各種合金元素添加的總含量高於 5.5%。

合金鋼的產量約占鋼總產量的 1.5%，隨著經濟的發展，合金鋼的產量有增多的趨勢。因為合金鋼在添加適當的合金元素種類和量後，可以改善碳鋼的某些性能，故在某些需要特殊性質下，且碳鋼不適用時，則可選用合金鋼，如強度、硬度、耐蝕性等的優點，但並不是每一種合金鋼的所有性能都好，當然也有其缺點，須適材適用。

(3) 鑄鐵

鑄鐵係將生鐵重熔而成，其成分範圍甚廣，由於鑄鐵含碳過多，故無延展性，其優點為熔點低，故適用於鑄造成型。如將鑄鐵所含元素的百分比稍予變更，即可影響其性能，故鑄鐵可以使之具有各種不同性質。

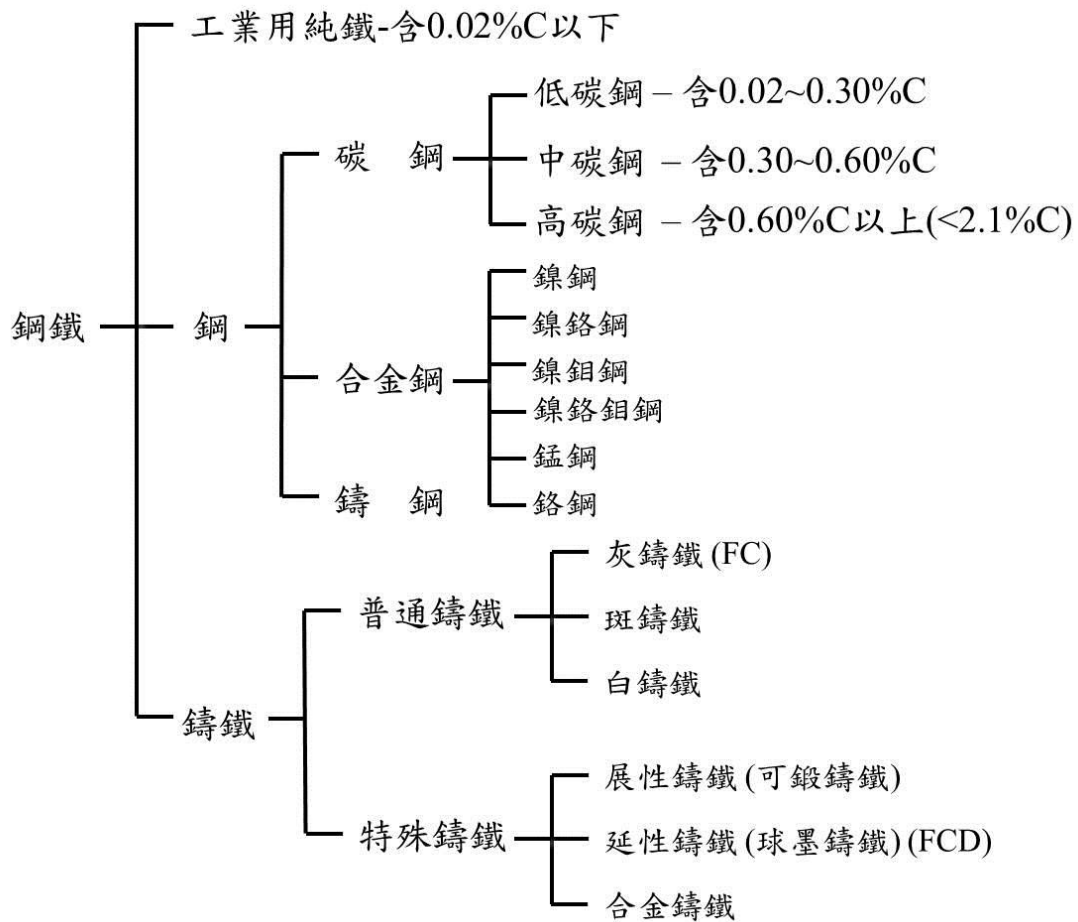


圖 6 鋼鐵材料依碳含量及化學組成之分類



圖 7 鋼材依用途別之分類

二、煉鐵

由鐵礦冶煉成生鐵的基本原理，就是設法將鐵礦石中氧化鐵的氧除去，使氧化鐵還原成為金屬態的鐵。一般的煉鐵冶煉法都是採用高爐，有時也有採用電爐冶煉，但此法僅在冶煉少量生鐵時使用。

近代利用高爐來煉鐵，可以大量生產。以高爐煉鐵，是將鐵礦石加入於高爐中，利用焦炭的燃燒熱，及焦炭與氧生成的一氧化碳為還原劑，分別在爐內不同階段的範圍內，配合各種濃度、壓力、及溫度高低，將鐵礦石中的氧化鐵還原成熔融的鐵水，再藉填加的 SiO_2 、石灰石、白雲石等調整爐渣的酸鹼性，以除去礦石中的雜質。經由高爐煉成的生鐵，通常含有 3.5% 以上的碳，同時含有相當多

的矽、錳、磷、硫等元素。因此它的性質硬而脆，無法軋製或鍛造加工。生鐵的熔點低，適合作鑄造，把高爐煉得的生鐵放入熔鐵爐重熔，倒入模具中，待鐵水凝固後就可以得到鑄鐵件。如果把生鐵中所含的碳及雜質減量或消除，便成為熟鐵。熟鐵是純度較高的鐵，雜質含量也比較少。一般來說，熟鐵的碳含量都在 0.02% 以下，富有延展性，適合高溫鍛接，又稱為鍛鐵。

(一) 高爐煉鐵

1. 高爐設備

煉鐵通常多採用高爐冶煉，亦可稱為鼓風爐冶煉，其產量以每天 24 小時的生鐵(銑鐵)生產量表示。

高爐工廠設備主要可綜合為以下幾個系統：

- (1) 配料加料系統
- (2) 爐頂設備
- (3) 爐體設備
- (4) 出鐵口
- (5) 鼓風設備
- (6) 淨氣設備
- (7) 儀控及偵測設備
- (8) 其他輔助設備

2. 高爐煉鐵原料

高爐煉鐵的主要原料為鐵礦石、焦炭及石灰石。鐵礦石方面包括燒結礦、鐵礦石及球結礦等，燒結礦及球結礦稱為處理礦。石灰石方面，現在以助熔劑取

代，助熔劑包括矽石、蛇紋石、轉爐石等，因為大部分石灰石已預先加進燒結礦內。原則上需要的比例，約為生產每公噸生鐵須耗礦石 1.52~2.00 公噸，焦炭 0.50~0.70 公噸，石灰石 0.50 公噸，以及錳礦石、燃油、粉煤、以及熱空氣等，此不過為一概略的數字。然而因每次購入原料之成分難以一致，故實際上所需之比例仍需視原料所含成分的高低而定，其一定的耗用量，難以確定。

(1)鐵礦石原料

作為高爐煉鐵原料的鐵礦石，大體上要含有 50% 以上的鐵，現在用的鐵礦石主要是赤鐵礦石 (Fe_2O_3)。赤鐵礦含鐵分 50 ~ 65%，為高爐煉鐵的最主要礦石。品質高的礦石可直接送入煉鐵爐冶煉 (須含鐵量 50% 以上者方可)，品質低的礦砂須經過磁選或其他選礦處理，除去部分雜質，提高鐵的含量比後方可冶煉。礦石的品質與所含的化學元素有關，這些元素都足以影響生鐵的性質及熔渣的產生。新的煉鐵技術並不直接使用礦石，而以燒結礦及球結礦取代，稱為處理礦，即將處理礦及少量鐵礦石作為煉鐵原料，送入高爐中進行煉鐵作業。

(2)焦炭

高爐煉鐵用的焦炭，主要的需求是含硫量少，同時焦炭的強度要大，才可承受爐內原料的壓力。焦炭在高爐內為熱量的主要來源，並有還

原作用。最近為減少焦炭的消耗，有從風嘴噴粉煤及噴重油的操作方式。

(3)助熔劑(石灰石及矽石)

石灰石在高爐中煉鐵時，會與礦砂中的氧化矽作用而成熔渣，浮於熔鐵的上面。矽石可以調節熔渣的流動性，除去不純物，並提高燒結強度，所產生的熔渣，稱為爐渣或爐石，目前爐石有很多用途，可作為水泥的添加劑、絕熱材料、或用於改良土質等。生產每公噸生鐵大約會產生 350~450 公斤的爐渣或爐石，爐石的成分含有 CaO、MgO、SiO₂、Al₂O₃、FeO、MnO 等。

(4)空氣

在高爐煉鐵過程中使用最多的氣體為經預熱的空氣。為避免爐內溫度的降低，加入的空氣多先預熱，再用鼓風機送入爐內。在高爐內所產生的爐頂氣體(約含 20%CO)，因還具有相當大的熱含量，所以可再利用於熱風爐中加熱空氣，及各種加熱爐中作為燃料。

3. 高爐煉鐵作業

高爐煉鐵作業是將鐵礦石、燒結礦、及球結礦等處理礦、焦炭、及助熔劑(石灰石及矽石)由高爐頂部加入爐內，再由爐下部的風口用鼓風機將預先在熱風爐中加熱之高壓高溫熱空氣送入，產生還原氣體一氧化碳(CO)向上昇，將由爐頂降下的鐵礦石

還原，產生熔融鐵水與熔渣之煉鐵製程。

下列反應式係表示鐵礦石被還原的次序：

- (1) $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ (大約在 300~450°C 時發生)
- (2) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} = 3\text{FeO} + \text{CO}_2$ (大約在 600~750°C 時發生)
- (3) $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$ (大約在 800°C 以上發生)

在爐溫 800~1,000°C 時，鐵礦石完全被還原而逐漸下降，且通過 1,300~1,500°C 的爐腔部至風口時熔解。熔解時會吸收多量的碳與若干矽、錳、硫、磷等而成為熔鐵留在爐底。如此日以繼夜的操作，每隔一段時間打開出鐵口，使熔鐵流入魚雷運銑車送到煉鋼廠作為煉鋼之用。

存在於鐵礦石中的不純物質如岩石、泥土、或焦炭灰分等雜質會與石灰石結合成為流動的熔渣。因其比重小而浮於鐵水上面，可以在熔鐵流出時將渣清除，但仍有很微量的雜質與鐵化合，留存於熔鐵內，可於煉鋼時精煉除去。

4. 煉鐵耗用原料

高爐煉鐵的生產過程均屬於化學反應，若以質量不減定律作為基準來計算，反應前物質的總重量，與反應後物質的總重量，在理論上應該完全相等。當得知各種原料及成品的組織成分後，就可以用反應式計算，求得理論上的原物料耗用數量。

高爐煉鐵時，生產 1 公噸生鐵所需原物料耗用數量如下：

煉製出 1 公噸的生鐵，需要約 1,600 公斤的鐵礦砂（視鐵礦砂中含鐵量高低會有不同的需要量）400~430 公斤的助熔劑、450~550 公斤的焦炭和 150 公噸的水。水用來冷卻爐壁，焦炭用來燃燒及還原，至於石灰石則可以結合鐵礦還原後殘存的雜質形成爐渣。因為爐渣的比重比鐵水輕，所以會浮在鐵水上面，容易和鐵水分離。煉鐵所得到的爐渣可以做為製造水泥、絕緣材料等的原料。

(1)鐵礦石 (或燒結礦、球結礦)

含鐵量：50%時—需 2,000 公斤

55%時—需 1,818 公斤

60%時—需 1,667 公斤

65%時—需 1,538 公斤

燒結礦與球結礦可相互依比例取代(中鋼 2012 年度燒結礦平均含鐵量 57.5%、塊鐵平均含鐵量 62%)。

(2)助熔劑 (石灰石及矽石)

400 公斤~430 公斤。

若石灰石已預先加入燒結礦中 (稱為自熔性燒結礦)，則可不需再單獨入爐，或只須少量加入爐中即可。

(3)焦炭：

450 公斤~550 公斤。

以上只是原則性的耗損基準，根據中國鋼鐵公司的

資料，高爐煉鐵所使用的原料，已很少直接使用鐵礦石及石灰石，而以燒結礦及球結礦等處理礦來取代，同時石灰石已預先加入燒結礦中成為自熔性燒結礦，因此其實際使用量與上述頗有差異，以下為高爐煉鐵的資料，可供參考：

燃料比 (kg/THM) 489~504 (註：THM 為每噸熱鐵水)

焦炭比 (kg/THM) 365~395

燒結礦比 (%) 68.49~74.64

處理礦比 (%) 80.77~83.86

(球結、燒結、冷團礦、直接還原鐵)

鐵礦石比 (kg/THM) 1,617~1,659

以燒結礦及球結礦等處理礦每生產 1 公噸生鐵耗損原料如下：

處理礦：1.62~1.66 公噸 (包括燒結礦、球結礦及鐵礦石)

焦炭：365 公斤~395 公斤

助熔劑(矽石、蛇紋石、轉爐石)：3~7 公斤

錳礦石：5~7 公斤

粉煤：110~129 公斤

5. 高爐煉鐵下腳：

高爐煉鐵反應有如黑箱作業。若產出的鐵水以魚雷車直接送往煉鋼廠煉鋼，則無下腳料。少部分鑄成銑鐵塊，亦甚少有下腳料。

(二) 合金鐵煉製：

煉製合金鐵可使用電爐煉鐵，且多為三相交流電爐。所使用的原料除廢鐵外，再加合金元素礦石成為合金鐵。

1. 錳鐵：

目前臺灣所使用之錳礦石，均為進口，含錳成分 40~50%。錳之回收率為 65~70%，有 10% 損耗，20~25% 成為爐渣。

每生產 1 公噸錳鐵應耗用原料數量如下 (以錳鐵中含有 70%Mn 計算：

- (1) 錳礦砂 (含 50%Mn 時)：約 2.00~2.50 公噸 (尚未考慮下腳回收)。
- (2) 廢鐵：約 0.29 公噸。
- (3) 氧化鐵：約 0.5 公噸。
- (4) 石灰石：約 0.2~0.3 公噸。
- (5) 電極糊：約 0.03~0.04 公噸。
- (6) 焦炭：約 1.3~1.5 公噸。

2. 矽錳鐵 (含 65~70%Mn，16~20%Si)

每生產 1 公噸矽錳鐵應耗用原料數量如下：

- (1) 錳礦砂：約 1.80~2.00 公噸 (含 50%Mn)。

若錳礦砂成分有異，可依比例調整原料耗用量。

- (2) 氧化鐵：約 0.15~0.20 公噸。
- (3) 矽石：約 0.5~0.6 公噸。
- (4) 焦炭：約 0.5~0.6 公噸。
- (5) 石灰石：約 0.3~0.4 公噸。

(6)電極糊：約 0.03~0.04 公噸。

3. 矽鐵：

每生產 1 公噸矽鐵應耗用原料數量如下：

(1)矽石：約 1.9 公噸~2.0 公噸。

(2)焦炭：約 1.0~1.4 公噸。

(3)煤炭：約 1.8~2.5 公噸。

焦炭與煤炭可以互相替代。

(4)氧化鐵：約 0.3~0.45 公噸。

(5)木片：約 0.14~0.18 公噸。

(6)電極糊：約 0.10~0.14 公噸。

4. 鉻鐵：

每生產 1 公噸鉻鐵應耗用原料數量如下：

(1)鉻礦石：約 2~2.2 公噸。

(2)焦炭：約 0.5~0.6 公噸。

(3)白雲石、蛇紋石、矽石，共約 0.8~0.9 公噸(彼此間不能完全代替)

(4)氧化鐵：0.08~0.10 公噸。

(5)電極糊：約 0.05~0.065 公噸。

5. 下腳：回爐銑(澆鑄成鐵塊後，盛鐵桶中殘餘的鐵水)。

(三)鑄鐵品製造：

臺灣鋼鐵業所煉的生鐵，除了一貫作業大鋼廠(中鋼)是將鐵水重煉成鋼(以轉爐煉鋼)外，其他民營鋼廠

則將生鐵鑄錠熔融後用於鑄造成鑄鐵品。

1. 鑄造程序：



2. 鑄造工廠設備：

(1) 化鐵爐設備 (熔化設備)

- ① 熱風化鐵爐。
- ② 單相電弧爐。
- ③ 低週波感應爐。

(2) 造模設備

(3) 鑄砂準備設備

(4) 泥心製造設備

(5) 澆體設備

(6) 清砂整理設備

(7) 運搬機械設備

3. 鑄造原料：

(1) 生鐵：有高爐生鐵，如中鋼公司的生鐵，以及從外國進口生鐵，如由加拿大進口者。

(2) 廢鐵：有當地廢鐵及進口廢鐵，另有廠內產生的下腳廢品，如澆口及冒口等，即回爐銑等。

(3) 合金鐵：補充熔化損失。

(4) 焦炭：燃料。

(5) 石灰石：助熔劑材料。

(6)上述原料外還有爐用耐火材料，及鑄模用砂料、硬化劑、塗模劑、黏結劑、除渣劑等。

4. 鑄造工廠耗用原料：

一般鑄造工廠中各廠的良品率，高低不一定，視工廠的大小及技術而定，但每一件廢品所含的鐵量約有 90%，因此可重新回爐而回收。

(1)鐵料：每生產 1 公噸鑄鐵品要用 1.10~1.20 公噸鐵料(已考慮下腳回收)，其內容包括廢鋼料或廢鐵、銑鐵(生鐵)及回爐銑，其配料比率依各廠之生產方式而不同。或製造每 1 公噸鑄鐵品，實際上需要熔化 1.20~1.30 公噸鐵料(未考慮下腳回收)以供澆口及冒口等用途。

(2)矽鐵：約 7~15 公斤。

(3)錳鐵：約 6~8 公斤。

(4)焦炭：依鐵碳 8:1 的比率計算，約需 0.16~0.17 公噸。

(5)石灰石：照鑄鐵材料的 3% 計算，約需 30~40 公斤。

(6)鑄砂：受高溫鐵水灼熱，及澆鑄時砂模受外力的衝擊，經反覆使用後，砂的性能逐漸惡化，會影響透氣性，使鑄模強度降低。故接觸高溫鐵水的表面砂，應儘量予以淘汰。每生產 1 公噸鑄件需要 3 公噸鑄砂，其耗率為 5~25%，故生產每公噸鑄鐵件的耗砂量應為 0.15~0.75 公噸。但二氧化碳模之耗砂量可達 1.5 公噸。耗用率因各鑄造廠之設

備、效率及鑄鐵品之形狀、大小而有差異。

- (7)塗模劑：20~35 公斤。
- (8)樹脂：35~40 公斤。(採用扶喃樹脂法)
- (9)硬化劑：8~15 公斤。(採用扶喃樹脂法)
- (10) 二氧化碳氣體：60~80 公斤。(採用二氧化碳法)
- (11) 水玻璃：85~115 公斤。(採用二氧化碳法)

可鍛鑄鐵製品因必須經過熱處理，其原物料耗用率比一般鑄鐵品為高約 0.3%。

某些特殊鑄鐵品，因機械性能的需要，需添加合金元素如合金鐵等，而成為合金鑄鐵，其需要量依所定的化學成分而變化，每生產 1 公噸合金鑄鐵所需之耗用原料數量大約如下，視鑄鐵種類而定：

- (1)磷鐵：0~33 公斤。
- (2)鉻鐵：0~15 公斤。
- (3)鎳鐵：0~33 公斤。
- (4)鉬鐵：0~16.5 公斤。
- (5)銅：3~8 公斤。
- (6)增碳劑：3~5 公斤。
- (7)球化劑：8~15 公斤。
- (8)錫：2~4 公斤。

合金鑄鐵所須耗用原料依鑄品之化學成分而異，可參考 CNS 國家規格或 JIS、ISO 等規格中之鑄品化學成分表，應可判斷實際合金之耗用量，合金之間並無替代性。

5. 下腳

回爐銑(包括鑄造後，盛鐵桶中殘餘的鐵水，以及鑄造時耗用的澆口鐵、冒口鐵及澆道鐵等)。

三、煉鋼

將鐵礦以高爐所煉製出來的生鐵中，因含有 3.5% 以上的 C，及多量的 Si、Mn、S、P 等元素，因此使其性質硬而脆，不能以鍛造或滾軋加工成各種產品，必須將生鐵以各種煉鋼法除去不純物，及降低碳含量至 2.1% 以下，以使生鐵變成富有韌性而能加工、可以藉熱處理硬化的鋼。通常不添加其他合金元素，以碳為主要成分元素之鋼稱為碳鋼，一般碳鋼含碳 0.02~2.1%，含矽 0.05~0.3%，含錳 0.3~0.9%，含硫及磷 0.03~0.05%。在碳鋼中添加適當合金元素以達成所需之特性者，稱為合金鋼。

(一)煉鋼法之種類

使用適當的氧化劑，例如空氣、氧化鐵等，將生鐵中所含有之碳、矽、錳、硫、磷等雜質加以除去的過程叫做「煉鋼 (steel making)」。煉鋼的方法依熱源不同而分，有轉爐法 (converter process)、電爐法 (electric furnace process)、平爐法 (open hearth process)、及坩堝法 (crucible process) 4 種。臺灣的主要煉鋼方法有轉爐煉鋼法 (中鋼)、及電爐 (電弧爐) 煉鋼法 (榮剛、燁聯、唐榮、華新等民營鋼鐵廠)。

1. 利用原料中不純物之氧化熱—轉爐法
2. 利用電源加熱—電爐法 (電弧爐法)

3. 利用氣體燃料加熱—平爐法

4. 利用炭粉加熱—坩鍋法

(二) 轉爐煉鋼法

利用轉爐煉鋼的方法很多，較坩鍋法複雜。在各種轉爐煉鋼法中，以貝塞麥轉爐法最具代表性，這一種方法是英國人貝塞麥在 1856 年所發明的。冶煉方法是把鐵水、廢鐵和石灰石放入轉爐內，用一根管子從坩鍋口插入熔鐵中，吹入高壓氧氣來煉鋼，並使鐵水溫度急速上升。在這時候，鐵水中的碳會和氧化合成一氧化碳氣泡溢出，其他的雜質則會和石灰石化合成爐渣浮在表面上，而原來的鐵水便成了鋼的熔液。

大量生產的煉鋼法也由此開始。貝塞麥法只要 20 分鐘就能達到過去採用攪拌煉鋼爐 24 小時的鋼鐵產量，這也是煉鋼爐中最有效率的一種。但是，貝塞麥法的缺點是無法去除鋼鐵中的硫、磷等雜質。

煉鋼一般是以高爐生鐵或廢鐵為主要原料。目前臺灣主要的煉鋼設備為轉爐及電爐。轉爐煉鋼法為一貫作業煉鋼廠普遍採用的煉鋼法，其轉爐用原料大部分為熔融的生鐵水，並配合約 20~30% 之廢鋼，使用氧氣吹煉能夠去除生鐵中的磷、硫、矽等雜質，並降低含碳量。

鋼液之鑄造，是以連續鑄造為主。除了少量的特殊鋼以鋼錠模鑄造，其餘大都以連續鑄造法鑄造。

轉爐之能量以每爐每次出鋼量表示，中鋼公司有 150~200 公噸等型式之轉爐，是屬於鹼性氧氣頂底同吹轉爐。

吹氧轉爐煉鋼所用的主原料為熔銑、廢鋼、冷銑，副原料有脫磷造渣劑、脫硫造渣劑、合金鐵、脫氧劑、助熔劑(石灰石及螢石)等，以及氧氣。以中鋼公司為例，吹氧轉爐煉鋼所使用之原料種類及數量如下：

1. 熔銑：約占 87~94%
2. 廢鋼及冷銑：約占 6~13%

每生產 1 公噸鋼液約需要 1.07~1.09 公噸的熔銑及廢鋼。

3. 助熔劑：每生產 1 公噸鋼液所需要助熔劑如下：

① 石灰石 31~35 公斤。(主要係造渣及脫磷)

② 白雲石 5~9 公斤。

③ 螢石 0.1~0.4 公斤。

4. 冷卻劑：鐵礦石約需 12~14 公斤。
5. 脫硫劑 CaSi：約需 1.35~1.40 公斤。
6. 氧氣：每生產 1 公噸鋼液耗用量約 50~54Nm³ 氧氣。
7. 電量：製造氧氣耗電量為 0.7~1KWH/Nm³ 氧氣。

中鋼目前生產鋼種有 4,000 多種，視市場需要而調整其成分及操作方法，所以原物料耗損依鋼種而略有差異，以上是以一般鋼種為例。

下腳：連鑄剪頭切尾料等作為回爐鋼用。

(三) 電爐 (電弧爐) 煉鋼法

電爐法是使用電力熔解金屬，也就是說，使用電能來冶煉鋼料，是現代最進步的一種煉鋼方式，電爐煉鋼速度快，品質容易控制。電爐煉鋼生產的鋼鐵純度極高，目前大部分的特殊合金鋼都是使用這種方法煉製的，包

括普通碳鋼、工具鋼、不鏽鋼、耐熱鋼、磁性鋼、高拉力鋼、及各種價昂之特殊合金等。

電爐鋼占全球粗鋼總年產量約 25% 左右，僅次於 LD 轉爐鋼，可見電爐煉鋼為一極重要之煉鋼法。目前臺灣全省約有電弧爐 60 座，總爐容 (total furnace capacity) 約 580 公噸左右，年產電爐粗鋼約達 90 萬公噸以上。臺灣由於地屬海島，電力充沛，大量資本集結困難，故煉鋼工業迄目前均集中於電弧煉鋼法。

電爐煉鋼法包括電弧爐 (arc-furnace)、感應電爐 (induction furnace) 及電阻爐 (resistance furnace) 煉鋼。用於煉鋼者以電弧爐為主，高週波感應爐及電阻爐大多用以熔解金屬配製合金。

電弧爐有又分為直流電弧爐及交流電弧爐 2 種，目前臺灣地區以交流電弧爐為主，有 50 公噸~120 公噸電弧爐，亦有直流電弧爐；電弧爐因爐襯性質不同可分為酸性電弧爐及鹼性電弧爐 2 種。由於鹼性爐可進行脫硫、脫磷作業，故新式電爐幾乎全部為鹼性電弧爐。

1. 鹼性電爐煉鋼法

鹼性電爐的爐底是以鹼性鎂磚砌成，再鋪以一層 MgO 之混合襯料，爐壁以鹼性鎂鉻磚砌成，爐頂則為氧化鋁磚構成鹼性之襯裡。此法可將廢鋼中所含 C、Si、Mn、P、S、O 6 種元素除去，所使用之固體廢鋼原料經除硫、除磷，並加入合金元素，可製成不含氧化物與氣體之優良合金鋼或高碳工具鋼，目前

不鏽鋼及低碳工具鋼都用此法製造。

2. 酸性電爐煉鋼法

此法不能除硫、除磷，須使用低硫、低磷之廢鋼為原料，爐床及爐頂以酸性之矽磚砌成。此法之用途為製造鑄鋼及合金鑄鐵。煉鋼時間比鹼性法為短。於冶煉鑄鋼時，通常以 50~60% 鑄鋼廢品及 50~40% 之低硫、低磷廢鋼為原料。

感應電爐則有高週波及低週波 2 種，低週波感應爐用於熔解生鐵，高週波感應爐用於熔解鋼。電弧爐有 3 隻電極棒，係使用石墨製成，由爐頂伸入於爐內，通電後電極棒和裝料或熔池之間即產生電弧，而將電能轉變成熱能，以此電弧熱及爐頂反射而對廢鋼予以熔解進行精鍊。電弧爐的溫度可以精確控制，並在出鋼前調整成分，可以生產優良的鋼品。

電爐所用之原料主要是廢鋼，是屬於小量生產，或特種鋼之生產。不過目前大型電爐也已普遍，如 120 噸電爐。目前對電弧爐的改進方向，有高電力及高效率的作業、輔助燃燒劑及氧氣富化作業、廢鋼預熱作業，並配以盛鋼桶精煉爐及自動化設備以提高產量及品質。

3. 電弧爐煉鋼原料之投入製程

(1) 裝料

將廢鋼裝入爐內。為求縮短煉鋼時間，廢鋼

原料應預先加以切細，使爐內廢鋼密度加大，減少裝料次數。裝料要領為含碳較高者應先裝入，因其熔點低，可提早熔解成鋼液小池以保護爐床。

(2)通電

當廢鋼裝入爐內後，即可開始通電。此時由於電極與廢鋼間發生的電弧接近爐蓋，為避免爐蓋灼傷過劇，故觸擊電壓不應過大，應採用中等電壓，當電極鑽入廢鋼中之深度與電極直徑相等時，即可改換最高電壓，輸入最大電力，加速廢鋼熔解，以迄完全熔落。此時溫度已可達 1,550°C 以上。

(3)氧化精煉

當廢鋼熔落後，應即加入氧化劑，以使熔鋼內之雜質氧化與加入之助熔劑（如石灰石）結合成複雜的鹽，並成為爐渣而與熔鋼分離。氧化精煉過程中，如熔鋼含磷（P）高，應在較低溫度下進行脫磷作用，所生成高磷爐渣應去除之，否則有復磷的顧慮。氧化精煉兼有調整鋼液含碳量作用，通常係將碳氧化脫除至略低於目標成分。脫碳作業溫度愈高愈快速。氧化精煉尚有一作用為脫硫，此種反應必須在高溫始能進行。

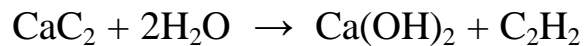
(4)除渣

當氧化精煉完成後，所生成之爐渣視渣量多寡而決定去除與否，不除渣即屬單渣法，除渣者即所謂雙渣法或多渣法。除渣時，以細鋼棒前釘

一圓木，伸入爐內將爐渣扒出。除渣前溫度應較高，否則即不易進行還原作業。

(5) 還原精煉

當爐渣去除約 80% 左右時，除渣作業即告完成。此時應投入石灰石、焦炭、螢石及少量錳鐵於爐內進行還原精煉，以去除熔鋼含氧及非金屬之介在物，同時也具有脫硫作用。此時應視熔鋼成分及所欲製的鋼種成分，製造適當的爐渣。如含硫高，且所欲製造的是中碳以上鋼種時，就應造碳化鈣爐渣，其要領為加較多量的焦炭與石灰石混合，投入爐內，在高溫下加以攪拌而使之快速成碳化鈣爐渣，可由氣味判別之。這是因為碳化鈣即俗稱電石，遇水即起下列反應；



C_2H_2 為乙炔，有臭味，為可燃燒的氣體；且碳化鈣遇水即起腐化，其顏色由淡灰至深黃色。如係煉製低碳鋼，由於碳化鈣爐渣易起增碳作用，故不適用，此時應造白渣，其要領為除石灰石及焦炭按正常比率配合外，尚加入少量矽鐵粉混合投入爐內，此渣顏色呈白色至淡灰色。當爐內脫氧作業達某一程度而溫度也適合於出鋼時，即應投入矽鐵，或鋁條攪拌，即可出鋼。

近年來，電爐已經日漸應用在各種商用鋼品的生產上，尤其在電價低廉的地區，電爐法更是盛行。

4. 電弧爐煉鋼使用的原料

(1) 廢鋼

臺灣的廢鋼大部分是由各代理商從不同的地區進口而來，並無一定的規格。如廢鋼成分中含有的有害元素、及打包塊的大小等因素，對電爐的操作都有極大的影響，幾年前因含有輻射廢料，引起輻射鋼筋等公害問題，對於廢鋼的管理確有其重要性。廢鋼有部分是來自國內的廢料，以及廠內的廢料。以鋼錠模鑄造時，澆道廢鋼約占鋼錠量的 3%。另外，澆鑄時的洩漏鋼液，以及連鑄時鋼胚之切頭切尾料都可以回爐重熔。目前鋼錠模的鑄造非常少，除了合金鋼少量生產外，幾乎都是以連續鑄造成鋼胚，所以以鋼胚為主。每公噸鋼胚耗用廢鋼約 1.09~1.18 公噸。

(2) 錳鐵

錳在鋼品中，有除硫作用，有助於提高鋼材之強度及韌性，亦有部分脫氧效果。

① 熔煉高拉力鋼種時，需耗用錳鐵 20~25 公斤/公噸。

② 熔煉中拉力鋼種時，需耗用錳鐵 9~15 公斤/公噸。

③ 熔煉普通鋼種（含錳量 1.0% 以下）時，需耗用錳鐵 4.5~14 公斤/公噸。

④ 熔煉高錳鋼種（含錳量 11~14%）時，每公噸高錳鋼約需耗用 160~200 公斤錳鐵。（2009 年修

訂)

(3) 矽鐵

矽有強力脫氧作用，部分矽鐵可以用碳化矽或矽錳鐵取代，一般消耗 5~7 公斤/公噸。

(4) 矽錳鐵

矽錳鐵具有錳鐵及矽鐵的效果，可用矽錳鐵取代錳鐵及部分矽鐵，視成本而定。一般使用之矽錳鐵成分為 65%Mn、15%Si。

① 熔煉 1 公噸高拉力鋼種時，約需耗用矽錳鐵 26~30 公斤。

② 熔煉 1 公噸中拉力鋼種時，需耗用矽錳鐵 11~18 公斤。

③ 熔煉 1 公噸普通鋼種時，需耗用矽錳鐵 7~16 公斤。

(5) 釩鐵

釩鐵用於需伸長率高的產品，對於高拉力鋼筋大約需用 0.2~0.5 公斤/公噸。一般鋼料則無需添加釩鐵，對於特殊鋼種，釩鐵添加量可高達 8.00 公斤/公噸。

(6) 焦炭

作為增碳之用，需耗用 8~10 公斤/公噸。

(7) 焦炭粉

作為增碳及造渣之用，需耗用 10~15 公斤/公噸。

(8) 生石灰

用以生成鹼性爐渣，避免爐壁之侵蝕，同時吸收有害之磷、硫。對特種鋼有時用石灰石，需耗用 30~43 公斤/公噸。

(9) 螢石

用以增加爐渣流動性，需耗用 3~6 公斤/公噸。

(10) 氧化鎂

爐床及連鑄時鋼液分配器補爐用，需耗用 13~18 公斤/公噸。

(11) 白雲石

爐床補爐用，需耗用 70~85 公斤/公噸。

(12) 電極棒

電極棒多為進口者。電極棒的消耗量與廢鋼品質及電爐操作方法有關。交流電爐大約需 3.5~5.0 公斤/公噸。如為直流電爐則約 2.0~2.5 公斤/公噸。

(13) 液氧

電爐煉鋼工業常以鋼管通氧氣於電爐內，以利割落廢鋼，而幫助廢鋼之熔落及升溫，縮短熔解時間，同時可以脫碳，及氧化雜質。耗氧量大約為 30~40 公斤/公噸。(附註：1Nm³ 氧氣 = 1.429kg 液氧) 氧氣設備需耗電量，每生產 1Nm³ 氧氣耗電量約 0.5~0.6KWH。

(14) 電力

電弧爐所需電力之多寡，可決定廢鋼溶解之快慢，選擇最優的電壓及電流，必須考慮溶解效率及溶

解損失。一般電力的消耗大約如下：

① 交流電爐部分：所需電力為 530~550KWH/公噸。

② 電爐、精煉爐及吸塵設備等全部約需 650~680KWH/公噸。

③ 直流電爐部分：約需電力為 480~500KWH/公噸。

(15) 耐火材料

① 交流電爐部分：約 1.0~1.5 公斤。(如採用冷水式爐蓋及爐壁，耐火材料耗損率可以減少，但電力及氧氣量相對地增加)。

② 電爐及盛鋼桶精煉爐部分：約需 4~5 公斤/公噸。

③ 直流電爐部分：約需 10~20 公斤/公噸。

5. 電弧爐煉鋼後產出物種類比例及其可回收有價下腳比例

以投入廢鐵 1,000 公斤、矽錳鐵 10 公斤、矽鐵 3~3.5 公斤、及生石灰 30~33 公斤估算。

(1) 鋼胚：900 公斤

(2) 下腳：連鑄時的剪頭切尾料、及澆道廢鋼，10~30 公斤（有熔爐的工廠可作為回爐鋼用，無熔爐的工廠可作為廢鋼料出售）。

(3) 爐渣：70~80 公斤（有些公司可作為爐石粉銷售）

(4) 粉塵：15~20 公斤

(5) 廢氣：5.5~16.5 公斤

6. 高週波感應電爐之設備

(1) 高週波電源

通常採用者為 MG 方式，係以商用電流使馬達轉動而帶動高週波發電機，使發出高週波電流，將高週波電流導入初級線圈中使其產生電磁場，電磁場中的磁力線即可使爐中的廢鋼產生二次電流，發生高熱而溶解鋼料。

(2) 進相電容器

為補償感應電流位相之延遲及改善功率。在迴路進相側必須接電容器。

(3) 爐體設備

爐體主要由耐火材料築成之坩堝及其外所繞初級線圈構成。

7. 高週波感應電爐之操作

(1) 原料選擇

原料含 P、S 量應低，且無附著鐵銹者為佳。

(2) 裝料

首先裝入全量 1/3 的較細材料，其次再裝入較大的材料，最上層裝入中等材料。裝料時應儘可能使其密度增大。

(3) 通電

裝料完成後，將爐蓋蓋上，使熱損失減少，且可防止被氧化。首先以低電壓送電；當材料赤熱後，使用更多的蓄電器以提高電壓，最後增加至最高負荷。

(4)精煉

當材料完全熔解後，即投入助熔劑以進行精煉，精煉完成後，即可出鋼。

8. 高週波感應電爐之優缺點

優點：

- (1)單位爐容的煉鋼能力較大。
- (2)操作、管理容易，耐火材料費低。
- (3)合金回收率 (yield) 高。
- (4)因有攪拌作用，故鋼的品質較佳。
- (5)間歇使用時，其熱效率影響少。

缺點：

設備經費高，原料之化學成分限制較嚴。高週波感應電爐以生產 1 公噸鋼胚估算，所需廢鐵原料及產出物種類比例及其可回收有價下腳比例如下：

- (1)廢鋼原料約 1.09~1.15 公噸
- (2)助熔劑約 30~35 公斤
- (3)下腳：鑄胚剪頭切尾料、澆道廢鋼，可作為回爐用廢鋼，約 20~50 公斤。
- (4)爐渣：80~100 公斤
- (5)粉塵：10~20 公斤
- (6)廢氣：5.5~15 公斤

(四)坩鍋煉鋼法

坩鍋煉鋼法是一種最古老的煉鋼法，由英國人杭茲曼在 1741 年所發明。一般常用的坩鍋以石墨或黏土製成，生產量少，成本過高，不符合經濟原則。但是所得到的鋼

品質較佳，適合小型工廠生產，或是專門用來冶煉合金鋼。

(五) 平爐煉鋼法

平爐煉鋼法是法國人馬丁在 1865 年採用德國人西門子的方法所進一步開發出來的，因此又稱為西門子—馬丁法。在進行平爐煉鋼時，經過下層蓄熱室預熱的空氣和煤氣被送入上層熔池，在鐵水表面吹拂、燃燒，可以比較完全地把鐵水中的碳和其他雜質氧化，得到優質的鋼。雖然平爐冶煉的時間比較長，一般是 24 小時，但因為熔池很大，一爐便可以煉製百噸鋼水，所以產量比較高。而且原料不限制只能使用生鐵，廢鋼、鐵屑、熟鐵、鐵礦石都可以，煉出的鋼質量穩定均勻，因此一直沿用至今。

(六) 鋼錠的澆鑄

將煉鋼爐精煉完成的鋼液，倒入盛鋼桶（ladle）內，謂之出鋼；出鋼的同時要添加合金鐵，以調節成分和去氧。精煉完成的鋼，除了極少部分鑄鋼廠將其直接鑄造成鑄鋼品之外，大部分的鋼液都是倒入鋼錠模，澆鑄成鋼錠（普通鑄造法），或倒入連續鑄造機澆鑄成鋼胚（連續鑄造法），以供軋鋼或鍛造之用。供軋鋼用的鋼錠形狀有正方形（條鋼用）、短形（條鋼、鋼板用）及扁平形（鋼板用）等。鍛造用的鋼錠有六角形、八角形、圓形等多種。

1. 普通鑄造法

電爐煉鋼後，將鋼液倒入鋼錠模中，澆鑄成鋼錠的澆鑄法稱為普通鑄造法或鋼錠鑄造法。鋼錠冷卻後

可再加熱進行鍛造、軋延等加工。

2. 連續鑄造法

連續鑄造作業乃是將鋼液直接轉變成鋼胚之過程。上游處理完成之鋼液，以盛鋼桶運送到轉台，經由鋼液分配器分成數股，分別注入特定形狀之鑄模內，開始冷卻凝固成形，生成外為凝固殼、內為鋼液之鑄胚，接著鑄胚被引拔到弧狀鑄道中，經二次冷卻繼續凝固到完全凝固。經矯直後再依訂單長度切割成塊，方塊形即為大鋼胚，板狀形即為扁鋼胚。此半成品視需要經鋼胚表面處理後，再送軋鋼廠軋延成鋼板、鋼片捲、或鋼絲捲等形狀。小鋼胚多用於軋製鋼棒，線材（wirerod）及小型形鋼等產品。大鋼胚則多用於軋製大型形鋼或再軋成小鋼胚後使用。

四、鋼鐵產品的製造

（一）鑄鋼品製造

一般碳鋼的成分除了鐵以外，主要為碳、矽、錳，及微量的硫和磷，其中錳的含量約 0.30～0.90%；含錳量較高的低合金鋼，其錳的含量則約 0.45～1.90%；一般鑄鐵品的錳含量也依用途及等級不同而有區分，通常在 1.0%Mn 以下。但是高錳鋼鑄鋼件的含錳量高達 11.0～14.0%。以含錳量 70% 的錳鐵添加時，生產 1 公噸一般鑄鐵品或碳鋼（錳含量 0.30～0.90%時）所需添加的錳鐵量約 4.5～14 公斤；生產 1 公噸含錳量

較低的低合金鋼時則需添加錳鐵量約 27 公斤（以錳含量 1.90%計算）。若生產 1 公噸高錳鋼，則需添加錳鐵量高達 200 公斤（以錳含量 14%計算）。

1. 一般鑄鋼品

鑄鋼品的製造程序與鑄鐵品的製造略同。除了熔化設備需用前述各種煉鋼設備外，鑄鐵品的所需一切設備都可使用。但鑄鋼品所耗用的原物料比鑄鐵品稍多。生產 1 公噸鑄鋼品約需原物料數量如下：

- (1) 鋼料：1,250~1,350 公斤
- (2) 矽鐵：9~16 公斤
- (3) 錳鐵：14~27 公斤
- (4) 焦炭：約 9.0 公斤
- (5) 石灰石：約 45 公斤
- (6) 電極棒：約 10 公斤
- (7) 白雲石：約 35 公斤
- (8) 氧化鎂：約 8 公斤
- (9) 螢石：約 1.5 公斤
- (10) 矽砂：1,400~1,600 公斤
- (11) 二氧化碳：60~80 公斤
- (12) 水玻璃：85~115 公斤
- (13) 酒精：9~10 公斤
- (14) 退火用油：15~90 公升
- (15) 退火用電：約 220 度
- (16) 電力：530~550KWH

臺灣鑄鋼廠的廠家數較少，鑄鐵廠較多。

下腳比照鑄鐵品製造。

2. 高錳鋼鑄鋼件

由於高錳鋼鑄鋼件中，錳的含量約 11.0~14.0%錳，比一般鑄鐵品、碳鋼、或低合金鋼（約含 0.30~1.90%錳，依鋼種種類的規範而定）高很多，如表 3 所示為高錳鋼鑄鋼件之化學成分表。因此，依質量不減原理計算，生產 1 公噸高錳鋼鑄鋼件時，以含錳量 70% 的錳鐵添加時，則需耗用錳鐵量約 160 公斤至 200 公斤。

表 3 高錳鋼鑄鋼件之化學成分

種類	符號	化學成分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	V
第 1 種	SCMnH 1	0.90~1.30	—	11.00~14.00	0.100 以下	0.050 以下	—	—
第 2 種	SCMnH 2	0.90~1.20	0.80 以下	11.00~14.00	0.070 以下	0.040 以下	—	—
第 3 種	SCMnH 3	0.90~1.20	0.30~0.80	11.00~14.00	0.050 以下	0.035 以下	—	—
第 11 種	SCMnH 11	0.90~1.30	0.80 以下	11.00~14.00	0.070 以下	0.040 以下	1.50~2.50	—

資料來源：中國大陸國家標準（CNS）3830-G3087

（一）軋鋼

臺灣的煉鋼廠大多附設有軋鋼設備，用來軋製鋼筋、角鐵、棒鋼、槽鐵及其他形狀的鋼材，亦有單獨經營軋鋼的工廠。中鋼公司則有熱軋、冷軋等設備，

製造鋼板、鋼捲、盤元、及鋼片等產品。

1. 機械設備

臺灣的軋鋼機之軋輥直徑範圍在 6~26 英吋。原料的加熱大多用反射式重油加熱爐。大工廠多採用自動化設備，有直列全自動軋鋼機、半連續直列式全自動軋鋼機等。角鐵製造設備有粗軋機、中軋機、精軋機、及矯直機等。另外有萬能軋鋼設備，可產製 H 型鋼、鋼板、重型鋼軌、T 型鋼及工字鋼等型鋼。

2. 作業

軋製型鋼與軋製鋼筋相似，但需再經拉直的製程。鋼板係將鋼胚切割加熱後，經三重軋板機及萬能軋板機軋製，再經過整平機、修剪機而得鋼板成品。盤元的原料為鋼胚軋製的圓條，再經過線材精軋機而得的成品。

3. 耗用原料

除了軋鋼廠本身有煉鋼設備可使用自身生產的鋼胚外，一般無煉鋼設備的軋鋼廠均使用國內軋鋼廠產製的鋼胚，或由國外進口鋼胚進行軋製。

(1) 鋼胚

鋼筋：生產 1 公噸鋼筋所需小鋼胚量約
為 1.04~1.05 公噸。

角鐵(角鋼)：生產 1 公噸角鐵所需小鋼胚量
約為 1.06~1.07 公噸。

槽鐵(槽鋼)：生產 1 公噸槽鐵所需小鋼胚量

約為 1.06~1.07 公噸。

扁鐵(扁鋼)：生產 1 公噸扁鐵或扁鋼所需小鋼胚量約為 1.11 公噸。若以廢鋼板為原料，則所需鋼板量約為 1.16 公噸。

鋼板：生產 1 公噸鋼板所需扁鋼胚量約為 1.095~1.15 公噸。

鋼捲：生產 1 公噸鋼捲所需扁鋼胚量約為 1.107~1.122 公噸。

冷軋鋼片 (0.2mm 厚度)：生產 1 公噸冷軋鋼片所需扁鋼胚量約為 1.048~1.055 公噸。

(2) 燃油料 (物料)

目前軋製每公噸鋼品，其耗油量自 50 公升至 70 公升不等，此不同數值是因所用加熱爐構造不同，及其控制操作不同。目前亦有多數改用氣體，一般情形下所生產每公噸鋼筋、槽鐵、鋼板、鋼捲，需要約 45~60 公升燃油料。

(3) 其他物料

電力：一般鋼品約需 90~100KWH。

鋼捲約需 105~135KWH。

軋鋼及附屬設備全部約需 100~120KWH。

鋼筋約需 60~80KWH。

軋輥：可以用到折斷或不能使用為止。

每生產 1 公噸盤元約消耗 0.1 公斤軋輥。

下腳：包括氧化鐵(銹皮)，剪頭切尾料及不良品的廢鐵。每生產 1 公噸鋼筋約產生 0.02 公噸氧化鐵，及 0.03 公噸廢鐵。即下腳廢料中，氧化鐵約占 37~43%，廢鐵占 57~63%。

(二) 不鏽鋼之製造

不鏽鋼中因添加有高量的鉻(Cr)，在表面會形成緻密的氧化鉻(Cr_2O_3)薄膜，具有保護作用，可防止鋼材腐蝕生銹，因此具有抗腐蝕性、抗氧化性、低傳熱率、且加工性良好等特性。廣義言之，不鏽鋼是一種耐蝕及耐熱之鋼種，一般不鏽鋼中含鉻量之範圍在 12~20% Cr 之間。不鏽鋼依添加的合金元素區分，可分成 Cr 系及 Cr-Ni 系 2 種；若依其顯微組織分類，則有沃斯田體系、肥粒體系、及麻田散體系 3 種；若依其硬化之可能性區分，則又可區分成不能淬火硬化型、可淬火硬化型、及析出硬化型 3 種。

不鏽鋼之種類、性質、及用途如下：

1. 沃斯田體系不鏽鋼 (為 Cr-Ni 系不鏽鋼)

如 301、302、304、304L、316 等，一般常用者為 304 及 304L，其主要成分為 18Cr-8Ni-0.1C 及 18Cr-8Ni-低 C；316 不鏽鋼之主要成分為 16Cr-10Ni-2Mo-0.1C。沃斯田體系不鏽鋼的用途為容器、餐具、金屬傢俱、醫療器具等。

2. 麻田散體系不鏽鋼 (為 Cr 系不鏽鋼)

如 403、410、420J1、420J2 等鋼種，具代表者有 403 (為 12Cr-低 Si)，及 420J1 (為 13Cr-0.2C)。麻田散體系不鏽鋼可以淬火硬化，常用於渦輪葉片、耐磨零件、軸、閥門、軸承、高應力機件、及醫療器具、刀類等要求高強度和高硬度的場合。

3. 肥粒體系不鏽鋼 (為 Cr 系不鏽鋼)

如 405、429、430、434 等鋼種，此系列不鏽鋼均不含鎳，例如 430 之主要成分為 14Cr-0.1C，肥粒體系不鏽鋼不能淬火硬化。常用於石油分解設備、汽車排氣設備、家電產品、建築五金等。

4. 雙相不鏽鋼

如 329J1、329J2L，成分為 25Cr-4.5Ni-2Mo，具備肥粒體和沃斯田體二相組織，具有高強度、耐腐蝕性、及耐海水性，常應用於化工廠、熱交換器、管路、海邊建築物等。

5. 析出硬化型不鏽鋼

如 630(17-4PH)(成分 17Cr-4Ni-4Cu-Nb)、631(17-7PH)(成分為 17Cr-7Ni-1Al)等，可藉析出硬化處理提高硬度，用於軸類及渦輪機件等。

熔煉不鏽鋼的設備主要有電爐、AOD 轉爐、VOD 真空爐、鋼胚連續鑄造機、鋼胚研磨機等。不鏽鋼板、或線的製造，通常會先經熱軋再冷軋。不鏽鋼冷軋的設備主要有捲鋼組合線、鐘型退火爐、退火酸洗線、鋼捲研磨機、廿重式冷軋機、精軋機、光面退火線、及張力整平機等。

表 4 及表 5 所示為熔煉生產 1 公噸不鏽鋼胚需用之主原料添加量。

表 6 所示為 102~105 年我國不鏽鋼主要產品需求。

一般電力的消耗大約如下：(98 年修訂)

(1) 交流電爐部分所需電力為 530~550KWH/公噸。

(2) 電爐、精煉爐及吸塵設備等全部約需 650~680KWH/公噸。

(3) 直流電爐部分約需電力為 480~500KWH/公噸。

表 4 生產 1 公噸不鏽鋼胚需用之主原料添加量 單位：公噸

鋼種 主原料(公斤)	304 不鏽鋼	316 不鏽鋼	430 不鏽鋼
廢碳鋼	96	12	781
廢不鏽鋼	423	423	0
鉻鐵	288	233	284
鎳鐵(含純鎳)	285	449	0
錳鐵	19	11	2
鉬鐵	0	41	0
小計	1,111	1,169	1067

資料來源：A 鋼鐵公司

表 5 生產 1 公噸不鏽鋼胚需用之主原料添加量 單位：公噸

主原料(公斤)	鋼種		
	304 不鏽鋼	316 不鏽鋼	430 不鏽鋼
廢碳鋼	427	467	755
廢不鏽鋼	267	136	0
鉻鐵	288	299	360
鎳鐵	86	76	0
純鎳	32	78	0
矽鐵錳鐵	39	37	(錳鐵)28
鉬鐵	0	53	0
小計	1,139	1,146	1,143

資料來源：B 鋼鐵公司

附註：(1) 廢不鏽鋼配料添加量之範圍甚廣，可由 10% 至 50%，其他原料須依廢不鏽鋼配料添加量之差異而依比例調整。

(2) 合金元素之添加量依鋼種而異，可參考 CNS 及 ISO 等標準。

(3) 高碳鉻鐵的含鉻量約 50%~52%，低碳鉻鐵的含鉻量約 65%。

不鏽鋼製造所耗用的主要原物料如下：

1. 熔煉不鏽鋼

每生產 1 公噸不鏽鋼鋼胚耗用原物料量舉例如下：

300 系廢不鏽鋼：145~150 公斤

普通廢鋼：520~550 公斤

純鎳：60~65 公斤
高碳鉻鐵：330~350 公斤
矽鐵：25~30 公斤
錳鐵：16~20 公斤
液氧：55~60 公斤
液氮：16~20 公斤
液氫：20~25 公斤
石灰：100~105 公斤
天然氧化鎂：13~18 公斤
螢石：35~45 公斤
煤油：12~15 公斤
電力：450~480 KWH/公噸

(資料來源：C 公司)

下腳：與普通鋼生產之下腳料相同

2. 軋製不鏽鋼

不鏽鋼冷軋製程的損耗率如下：

冷軋製程如為一次軋延，其耗損率約為 12%

冷軋製程如為二次軋延，其耗損率約為 14%

生產 1 公噸冷軋鋼捲(不鏽鋼片)需耗用熱軋鋼捲約 1.14 ~ 1.17 公噸

生產 1 公噸冷軋不鏽鋼需耗用熱軋鋼捲約 1.01~1.05 公噸

生產 1 公噸冷軋不鏽鋼片耗用物料如下：

氫氟酸：5.5~6 公斤

硝酸：18~20 公斤

硫酸鈉：1.5~2.0 公斤

氫氧化鈉：18~22 公斤

噴砂劑：1.5 ~2.0 公斤

液氮：3~4 公斤

液氮：18~22 公斤

氫氣：35~45 立方公尺

研磨油：3~4 公升

軋延油：2~3 公升

襯底：35~45 公斤

天然氣：30~50 立方公尺

液化石油氣：35~40 公斤

電力：540~550 KWH/公噸

每生產 1 公噸熱壓鋼捲需耗用不鏽鋼胚約 1.03~1.08 公噸。

燃料油及其他物料之耗用量則與普通熱壓鋼捲之生產相同。

鋼鐵業（不鏽鋼鋼捲製造）之耗用電力標準：

(1)自行生產製造之耗用電力標準：540~550 KWH/公噸

(2)部分委外加工製造時之耗用電力標準：

委外熱軋加工製造：340~350 KWH/公噸

委外冷軋加工製造：440~450 KWH/公噸

(3)受託加工製造之耗用電力標準：

受託熱軋加工製造：190~200 KWH/公噸

受託冷軋加工製造：90~100 KWH/公噸

表 6 2013 年~2016 年我國不鏽鋼主要產品需求預測

	不鏽鋼熱軋		不鏽鋼冷軋	
	需求量(仟噸)	成長率(%)	需求量(仟噸)	成長率(%)
2013 年	1,407	1.96	464	2.88
2014 年	1,426	1.35	476	2.59
2015 年	1,444	1.26	488	2.52
2016 年	1,463	1.32	500	2.46
平均年成長率	1.47%		2.61%	
	不鏽鋼管		不鏽鋼棒線	
	需求量(仟噸)	成長率(%)	需求量(仟噸)	成長率(%)
2013 年	143	2.14	255	1.19
2014 年	145	1.40	259	1.57
2015 年	147	1.38	262	1.16
2016 年	149	1.36	265	1.15
平均年成長率	1.36%		1.27%	

資料來源：金屬中心 ITIS

(三) 黑鐵線、鋼線、鍍鋅鐵線、鍍鋅鋼線、鍍鋅鋼片、不鏽鋼線

1. 黑鐵線、鋼線：

抽製黑鐵線或鋼線的原料為粗盤元線捲，首先將盤元酸洗除去鐵銹、附著石灰後、乾烤，然後用減磨劑進行抽製。隨抽製工程回數的增加，材料的硬度也增加（由於冷加工硬化），對抽製工程產生困難，故中途要先退火軟化、再酸洗，附著石灰乾燥後再進行

抽製。

原料損耗原因有盤元的氧化鐵外殼、露天置放產生的銹蝕、每次退火過程中生成的氧化鐵銹、及每次伸線過程產生氧化鐵銹皮的下腳等。

生產未鍍鋅鐵線、鋼線時，原料盤元的總損耗如下：

一次製程線 (Φ1.88mm 以上) 約 3.2%

二次製程線 (Φ1.3mm~1.8mm 以上) 約 5.5%

三次製程線 (Φ0.5~1.30mm 以上) 約 7.8%

四次製程線 (Φ0.52~mm 以下) 約 10.1%

其他使用的物料有燃料油、鹽酸、磷酸鹽、伸線粉、氯化銨、氯化鋅等。

生產每噸鋼線所耗損的主要原物料為：

燃料油：170~220kg (一次~四次製程)

鹽酸：60~90kg (一次~四次製程)

磷酸鹽：7~10kg (一次~四次製程)

伸線粉：1.3~2.5kg (一次~四次製程)

氯化銨、氯化鋅：9~15kg (一次~四次製程)

2. 鍍鋅鐵線、鍍鋅鋼線：

熱浸鍍鋅作業係先以鹽酸洗淨材料，以去除表面的氧化層，預熱後浸漬於氯化鋅、氯化銨等飽和水溶液後浸漬於鍍鋅槽中。線材的作業溫度為 460°C(±15°C)經過一定時間後由槽中提出冷卻即可。

鍍鋅工廠之鍍鋅槽中沉澱的鋅渣為導致熔鋅損耗的最大原因。所使用的鋅錠中用於鍍件鋅線上的鋅僅約 42~54%，其餘的大部分為鋅渣粉及鋅渣損耗。

鍍鋅工廠皆將此渣出售，增加單位成品鋅錠的耗用量。

鐵以外所耗用的原物料為鋅、鉛、鋁、鹽酸、燃料油、氯化銨、氯化鋅等。其耗用量依鐵料的粗細及浸漬時間而異。

依中國大陸國家標準 CNS 1247-H2025 規定，鍍鋅附著量之公式如下：

$$A = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times d \times 1,960$$

公式中：A：鍍鋅附著量 (gm/m²)

W1：溶去鍍鋅層前之試片重量

W2：溶去鍍鋅層後之試片重量

d：溶去鍍鋅層後之直徑

1,960：常數

以此公式計算，生產每公噸鋼線之鍍鋅附著量為 42~54 公斤。

加上鍍鋅時因高熱之損耗(損耗率約為 4.12%)，故每公噸鋼線所耗損鋅塊重量約 90 公斤。

鋅渣重量 = (每公噸耗用鋅量 90kg) - 鍍鋅量 (90kg × 42~54%)

- (鋅塊損耗及氧化量 90kg × 4.12%)

燃料油：190~195 公斤

鹽酸：約 80 公斤

磷鹽酸：約 10 公斤

氯化鋅：約 12.5 公斤

3. 鍍鋅鋼片：

國內生產之鍍鋅鋼片，其鍍鋅量在 183~381g/m²，所用鋼片最薄至 0.124mm，最厚鋼片的厚度一般為 1.590mm。生產每公噸鍍鋅鋼片所需鋅量是依鋼片厚薄而訂。

一般生產 1 公噸鍍鋅鋼片耗損鋅量約 36~95 公斤。

下腳：氧化鐵(銹皮)，剪頭切尾料，不良品，鋅渣。

表 7 所示為鍍鋅鋼品使用原料數量表

產 品		使用原料	
名 稱	數量(公斤)	名 稱	數量(公斤)
鍍鋅鋼絞線	100	盤元(5.5~13mm)	103
鍍鋁鋅烤漆鋼捲	100	鍍鋁鋅鋼捲	102
烤漆鍍鋅鋼捲	100	鍍鋅鋼捲	102
鍍鋁鋅鋼片	100	鍍鋁鋅鋼捲	101
定尺浪形鍍鋅鋼片	100	鍍鋅鋼捲	101
鍍鋅鋼片裁剪品	100	鍍鋅鋼片	101
點焊鋼筋網	100	鍍鋅鋼線 (或黑鐵線)	102
鍍鋅鐵網(塑膠被覆)	100	鍍鋅盤元	102

註：1.損耗數量已包括在使用原料數量內。

2.損耗部分之可利用價值已扣除。

表 8 為鍍鋅產品的鍍鋅消耗率

鍍鋅產品	鍍鋅附著	鍍鋅消耗率 (%)	
		氧化揮發	渣滓
薄板	83.2	7.6	9.2
鋼管	68.1	20.0	11.9
鋼線	64.6	16.9	18.5

表 9 所示為鍍鋅線的最低鍍鋅量

標稱直徑 (mm)	鍍鋅量(g/m ²)	
	C 級	A 級
超過 0.50 至 0.60	60	50
超過 0.60 至 0.80	70	60
超過 0.80 至 1.00	85	70
超過 1.00 至 1.20	95	80
超過 1.20 至 1.40	110	90
超過 1.40 至 1.60	135	100
超過 1.60 至 2.00	165	110
超過 2.00 至 2.30	190	-
超過 2.30	220	-

4. 不鏽鋼線、不鏽鋼絲網

不鏽鋼線的製造包括不鏽鋼熔煉、軋延、抽線等製程，其原料的耗損率依不同階段的加工製程分別有不同的耗損率：

(1) 熔煉：11~13% 廢鋼原料

- (2)熱軋：8~12% 鋼胚
- (3)冷軋：12~14% 熱軋鋼捲
- (4)抽線：4~10% 冷軋鋼捲（線徑 > 1.0mm 的粗不鏽鋼線）
- 2~5% 冷抽鋼線捲（一般品質要求的不鏽鋼細線，線徑 < 1mm）
- 15~20% 冷抽鋼線捲（高品質要求的不鏽鋼細線，線徑 < 1mm）
- 製造 100 公斤不鏽鋼線的原料使用數量如表 10 所示。

不鏽鋼絲網之製造，其損耗率主要因編織用之不鏽鋼線徑粗細有差異，大約可分為 2 類：

- (1)線徑 < 0.4mm 時，損耗率 3~6%
- (2)線徑 > 0.4mm 時，損耗率 6~12%

不鏽鋼絲網通常以長度 100 英尺為 1 支，寬度則有各種尺寸。

下腳：半成品之修邊料，剪頭切尾料。

表 10 製造 100 公斤不鏽鋼線的原料使用數量

產品線徑 F (mm)	使用原料不鏽鋼線徑 (mm) 及數量 (公斤)						
	不鏽鋼線 0.8=F<1.6	不鏽鋼線 1.6=F<3	不鏽鋼線 3=F<5.5	不鏽鋼盤元 F=5.5	不鏽鋼盤元 F=6	不鏽鋼盤元 F=7.5	不鏽鋼盤元 15.1
F<0.2			108	111			
0.2=F<0.8	102	104	106	110			
0.8=F<1.6		102	104	108			

1.6=F<3			102	106			
3=F<5.5				104			
5.5=F<6					103		
6=F<7.2						103	
4=F<8.1							104

附註：(1)損耗數量已包括在使用原料數量內。

(2)損耗部分可作為下腳廢料出售。

(四) 鋼纜製造

鋼纜係由原料鋼線經熱處理、酸洗、伸線、鍍鋅、撚線撚成鋼股，然後併股製成鋼絲繩。鋼股與鋼絲繩各有其中心，在同一鋼股中，因鋼絲粗細及排列不同而有不同型式。鋼絲撚繩法有普通撚及蘭格撚 2 種。鋼纜繩的中心普通有纖維心、鋼股心、與鋼絲繩心 3 種。纖維心有棉、麻、人造纖維等材質。製造鋼絲繩時，無論使用鍍鋅鋼絲、或無鍍鋅鋼絲，均按其用途而浸塗特種防銹潤滑油用的鋼索油。撚線過程中，麻繩及麻線，耗用率為 4~16%，依構造而異。鋼索油耗用率為每公噸鋼纜須耗用 50 公斤。因繞線的亂線、短頭、單股及併股的頭尾、不良品的切除、試驗樣品等的線材損耗為 2~8%，依製造長度的不同，差異很大。下腳：氧化鐵(銹皮)，剪頭切尾料，不良品，鋅渣。

(五) 鋼管製造

臺灣的鋼管係進口，或由中鋼生產的鋼片捲，經過矯直切割、接頭後再經過成形輥，造成管狀，然後將

該管狀鋼材用高週波電焊法等方式加熱後，將縫隙焊接。焊接成管後再經修整軋筒，修正尺寸、修直、鋸頭尾、水壓實驗後切螺紋。

鋼管的種類，大約分為普通鋼管，及低壓鋼管，及 API 鋼管。鋼管有：無縫鋼管、電阻焊接鋼管、潛伏焊接鋼管、螺紋焊接鋼管、直縫鋼管等。另外有鍋爐及熱交換氣管、石油、瓦斯鋼管等，有各種用途。普通鋼管所用鋼捲為 1.5mm~2.3mm 厚度，鋼管直徑有 1/2”~8”，大小鋼管種類很多，耗損差距也很大。

普通鋼管製造時，因鋼帶在切割、裁剪、製管時，修邊、接頭、鋸頭尾、切螺紋及絞牙等，會產生不良率及損耗。所以普通鋼管損耗約 7.0~8.5%。

API 鋼管是屬於高品味鋼管，由於須經過高壓試驗，所以品質較嚴格，其不良品發生率較高，諸如孔內不良、焊接不良、破管、外徑不良、針孔等缺陷的發生，致發生不良率的提高，所以 API 鋼管的總損耗，其中包括的不良率損耗量，都比普通鋼管高，尤其規格差距愈大者，其總損耗率愈大。

API 鋼管製造加工的損耗大約 8.00~14.5%，這些損耗可以當下腳廢料出售。

鍍鋅鋼管係將普通鋼管經熱浸鍍鋅法而得。

由於鋅附於鋼管內外壁上之量，乃以其表面積來計算，因此口徑小之鋼管含鋅量大於口徑大的鋼管。

所使用的鋅量應包括鋅渣、鋅粉、鋅屑、揮發鋅、鋅灰、及鋅不純物等。其損耗約如下：

鋅渣：8~10%

鋅粉：9~10%

鋅屑：10~12%

鋅灰：16~18%

鋅不純物：1.5%

鋅量總損耗：45 ~52%

鍍鋅量：內外壁鍍鋅量平均不得高於 550g/m²

ASTM 規格為 550g/m²

CNS 規格為 450g/m²

下腳：剪頭切尾料，不良品，鋅渣。

鍍鋅鋼管之原物料耗用量整理如表 11 所示。

表 11 鍍鋅鋼管原物料耗用量

(單位：公斤)

鍍鋅鋼管 管徑(吋)	鋅	鉛	硫酸	鹽酸	氯化銨	渣滓	鋅粉
1/2	112	4	70	5	0.5	24	23
3/4	112	4	70	5	0.5	24	23
1	98	3	61	4	0.5	21	20
1 1/4	89	3	37	3	0.4	19	18
1 1/2	89	3	37	3	0.4	19	18
2	82	3	34	2	0.4	17	17
2 1/2	75	2	31	2	0.7	16	16
3	75	2	31	2	0.7	16	16
4	69	2	28	2	0.7	15	14
5	69	2	28	2	0.7	15	14
6	66	2	27	2	0.6	14	14
8	54	2	22	2	0.5	11	11
10	48	2	20	1	0.5	10	10
12	44	1	18	1	0.4	9	9

製造鋼管成品時，所需使用之原料數量整理如表 12 所示。

表 12 鋼管製造成品所需使用原料數量表

產 品		使用原料	
名 稱	數量 (公斤)	名 稱	數量 (公斤)
焊接鋼管(成品與原料厚度相同)	100	鋼板、帶、捲	105
焊接鋼管(成品厚度小於原料厚度)	100	鋼板、帶、捲	111
不鏽鋼管配件(接頭)	100	不鏽鋼管	115
不鏽鋼螺絲接頭	100	不鏽鋼接頭	101
不鏽鋼管配件(90 及 45 彎管)	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	142
不鏽鋼管配件(90 及 45 彎管)	100	焊接不鏽鋼鋼管	120
不鏽鋼管配件(三通管 1/2"-12")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	113
不鏽鋼管配件(三通管 14"-40")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	122
不鏽鋼管配件(三通管 1/2"-6")	100	焊接不鏽鋼鋼管	116
不鏽鋼管配件 (同心偏心漸縮管 1/2"-12")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	114
不鏽鋼管配件 (同心偏心漸縮管 14"-40")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	130
不鏽鋼管配件(管節 1/2"-40")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	120
不鏽鋼管配件(管帽 1/2"-24")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	125
不鏽鋼管配件 (內或外牙接頭 1/8"-4")	100	不鏽鋼鋼板、帶、片	120
不鏽鋼管配件 (內或外牙接頭 1/8"-4")	100	不鏽鋼管、 焊接不鏽鋼管	115

附註：(1)損耗數量已包括在使用原料數量內。

(2)損耗部分可作為下腳廢料出售。

(六) 磨光棒製造

磨光棒的製造是由盤元、棒條、捲狀棒鋼等原料圓鐵經冷抽加工而成，提供給下游廠商，再經滾造法製出螺絲、螺栓、螺帽、各類軸心、運動器材、各類五金用品、汽機車零件、手工具、自行車零件、及其他機械零組件等。所用原料為部分進口，部分國內生產。

磨光棒冷抽加工會去除表面的氧化層，其製造損耗約為5%。

下腳：氧化鐵(銹皮)，剪頭切尾料，不良品。

(七) 螺絲、螺帽產品製造

1. 螺絲螺帽產品分類

螺絲螺帽產品統稱為緊固件或扣件，係以線材(盤元)為材料製成。

(1)螺絲是指直徑較小的螺紋製品，如螺絲、木螺絲、自攻螺絲等。

(2)螺栓是指直徑較大的螺紋製品，如六角螺栓、T型螺栓等。

(3)螺帽則為陰螺紋產品，主要為配合螺絲螺栓，作為固定或鎖緊的功能。

依經濟部工業產品分類，螺絲螺帽產品分為螺絲螺帽、墊圈、金屬釘、鉚釘、及其他螺絲類產品5種項目，各項目產品之定義如表13所示。我國進出口貿易統計用的螺絲螺帽產品分類則依表14所示。

表 13 我國工業用螺絲螺帽產品分類及定義

產品名稱	名稱	定義	HS 碼 (SIC 碼)
螺絲、螺帽	screw and nut	利用螺旋原理做成的，可使二物體固定或連結起來，而該螺旋具有陽性者稱螺絲。而螺帽則指在中空柱體內表面具有內螺紋之物件之總稱	731815/16 (2591010)
墊圈	washer	為介於螺釘或螺帽之承面與物件固定面間而具有孔，可使螺釘穿過之物件，並有保護承面或加工面、增大承面、防鬆、補位等功能	731821 731822 (2591020)
金屬釘	nail	一般由鋼絲、鉛、銅、黃銅等之金屬材料製成細小外徑成尖狀，用於固定相關組件或將一完成之製品固定於牆壁、地板或建物。	731700 (2591030)
鉚釘	rivet	係其一端製成頭型之金屬圓桿，可將物件等鎖緊結合。通常使用於金屬及板片上，藉以作永久性之結合。	731823 (2591040)
其他螺絲類	other	不屬於上列項目之各種螺絲類產品，包括拉釘、插銷、扣件、壁虎等。	731824 (2591090)

資料來源：經濟部工業產品分類

表 14 中華民國商品標準分類

分類	產品碼	產品名稱
鋼鐵製螺絲螺帽	731600	鋼鐵製錨、四爪錨及其零件。
	731700	鋼鐵製軌道用釘、平頭釘、圖釘、鋼鐵釘及類似品。
	731811	鋼鐵製車用螺絲。
	731812	鋼鐵製木用螺絲。
	731813	鋼鐵製螺旋鉤及螺旋圈。
	731814	鋼鐵製自攻螺絲。
	731815	鋼鐵製鐵歸用螺絲及螺栓，其他鋼鐵製螺絲及螺栓，有否附螺帽及墊圈均在內。
	731816	鋼鐵製螺帽。
	731819	其他鋼鐵螺紋製品。
	731821	鋼鐵製彈簧墊圈及其他鎖緊墊圈。
	731822	鋼鐵製其他墊圈。
	731823	鋼鐵製鉚釘。
	731824	鋼鐵製橫梢及開口梢。
731829	其他鋼鐵製無螺紋製品。	

資料來源：中華民國商品標準分類

2. 螺絲螺帽的製造

螺絲螺帽（含螺栓）的製造方法，依不同產品及不同材質，分別有不同製法及不同的原料耗損率。一般螺絲螺帽的製造加工包括鍛造、車削、輾牙、絞牙等加工製程：

(1) 攻牙螺絲製品的製造流程：

準備線材原料、剝皮粗伸、球狀化處理、表面酸洗、磷酸鹽及潤滑皮膜處理、精伸至所需打製尺寸、打頭、夾尾、軋牙、滲碳、表面處理、包裝、倉儲。

(2) 螺栓的製造流程：

直棒、加熱、鍛造、車削（絞牙）、表面處理、包裝、繳庫。

(3) 螺帽的製造流程：

直棒（或線材）、加熱、壓造、淬火、回火、車削（絞牙）、表面處理、包裝、繳庫。

螺絲螺帽依不同加工製程的原料耗損率如下：

(1) 剝皮粗伸：約 5~8%

(2) 表面酸洗：約 1~2%

(3) 鍛造製程：約 5~8%

(4) 車削加工：依鍛造後的加工量不同而有不同的原料耗損率。（一般螺絲約 10~20%、特殊螺栓約 50%）

(5) 磷酸鹽：生產 100 公斤螺絲螺帽約 0.7~1kg

各種不同螺絲螺帽的耗損率如表 15 所示及螺絲螺帽製造時的使用鋼材原料數量如表 16 所示。一般螺絲可能不需要車削加工，在沖打頭部後僅使用牙板滾製螺牙，這種螺絲製造的原料耗損率較低，約為 10~20%。而螺帽的螺牙為內牙，則須車削加工，其原料耗損率就比一般螺絲高，約為 25~35%。汽車

用特殊螺栓有可能因為鍛造後的粗胚，須經大量的車削加工才能製成成品的尺寸，因此其耗損率會高達約50%。

由於螺絲螺帽的形狀、尺寸等規格種類繁多，因此，所使用的原材料材質、加工方式各異，其原料耗損率也就有很大的差異，除了依照表 15 及表 16 所示之螺絲螺帽製造時的使用鋼材原料的耗損率評估外，也可以由螺絲螺帽各別加工過程前後工件重量的相差、及良品率等因素，進行原料的耗損率評估。

表 15 螺絲螺帽製造時使用鋼材原料的耗損率

產品名稱	類別	耗損率 (%)	產品名稱	類別	耗損率 (%)
建築用六角華司頭螺絲	1	14	凸頭螺帽	2	24
建築用六角頭螺絲	1	12	高螺帽	2	25
建築用圓頭螺絲	1	11	美制六角螺帽(薄)	2	35
六角華司螺旋膨脹螺栓	1	16	輪胎螺帽	2	28
六角頭枕木螺絲	1	15	四角螺帽	2	28
六角螺絲	1	12	鉚接螺帽	2	26
凸緣螺絲	1	11	重型螺帽	2	27
四角枕木螺絲	1	14	六角螺帽	2	26
四角螺絲	1	24	特殊螺帽	2	32
油桶螺絲	1	20			
重型六角螺絲(B7)	1	12			
套筒螺絲	1	11			
特殊螺絲	1	20	塑板螺絲	3	15
馬車螺絲	1	11	水泥攻牙螺絲	3	12
剪力釘(STUD)	1	10	硬木螺絲	3	14
焊接螺絲	1	12	鑽尾螺絲	3	13
球頭(圓頭轉軸)螺絲	1	14	攻牙螺絲	3	12
魚尾螺絲	1	11	特殊攻牙螺絲	3	18
搖桿螺絲	1	12	機械小螺絲	1	10
輪胎螺絲	1	14			
膨脹螺絲(壁虎ANCHOR)	1	15			

表 16 螺絲螺帽製造成品使用鋼材原料數量表

	產 品		應 用 原 料	
	名 稱	數量 (公斤)	名 稱	數量 (公 斤)
1	木螺絲	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	125
2	各種螺釘、螺絲、 螺栓、螺樁	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	114
3	膨脹樁栓(壁虎)	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	114
4	螺旋膨脹螺絲	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	125
5	內迫膨脹螺絲	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	150
6	螺絲連帽	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	118
7	螺栓鉚合環管	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	144
8	不鏽鋼木螺絲	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	125
9	各種不鏽鋼螺絲、螺 栓、螺樁	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	114
10	各種不鏽鋼螺絲、 螺栓、螺樁(未攻 牙)	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	113
11	不鏽鋼膨脹樁栓(壁虎)	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	114
12	不鏽鋼螺旋膨脹螺絲	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	125
13	不鏽鋼內迫膨脹螺絲	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	150
14	各種合金螺絲、螺栓、 螺樁	100	合金鋼線或盤元或棒條或捲狀棒 鋼	114
15	各種螺帽(已攻牙)	100	① 鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	143
16	各種螺帽(未攻牙)	100	② 合金鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼 ③ 鋼板、帶或捲	136
17	各種不鏽鋼螺帽 (已攻牙)	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	143
18	各種不鏽鋼螺帽 (未攻牙)	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀 棒鋼	136
19	彈簧墊圈(華司)	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
20	鋼製平墊圈(華司)	100	鋼板、帶或捲	200
21	不鏽鋼墊圈(華司)	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲棒 狀鋼	105

表 16 螺絲螺帽製造成品使用鋼材原料數量表(續)

	產 品		應用原料	
	名 稱	數量 (公斤)	名 稱	數量 (公 斤)
22	不鏽鋼平墊圈(華司)	100	不鏽鋼鋼板、帶或捲	200
23	鉚釘、鉸釘	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
24	開口梢、插梢	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	102
25	不鏽鋼鉚釘	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
26	不鏽鋼插梢	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	102
27	洋釘、釘、鋼鐵釘	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	110
28	捲釘	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	110
29	不鏽鋼洋釘、釘	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	110
30	窗鉤、眼釘、登山鉤、狗椿	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	110
31	不鏽鋼窗鉤、眼釘、登山鉤、狗椿	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	110
32	鐵路用道釘	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	107
33	天花板吊釘	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	113
34	鋼線	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	104
35	各種磨光鋼棒、鋼線、盤元	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
36	磨光(六角、四角、圓)鋼棒、鋼線、盤元	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
37	各種磨光不鏽鋼鋼棒、鋼線、盤元	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
38	磨光(六角、四角、圓)不鏽鋼鋼棒、鋼線、盤元	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
39	不鏽鋼線	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	104
40	合金鋼線	100	合金鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	104
41	各種磨光合金鋼棒、鋼線、盤元	100	合金鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	105
42	球狀化鋼線	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	104

表 16 螺絲螺帽製造成品使用鋼材原料數量表(續)

	產 品		應 用 原 料	
	名 稱	數量 (公斤)	名 稱	數量 (公斤)
43	鍍鋅鋼線、塗鋅鋼線	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	103
44	輪轂螺栓組(前輪)	100	1.合金鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	52.8
			2.鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	87.9
45	輪轂螺栓組(後輪)	100	1.合鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	42.0
			2.鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	97.6
46	輪轂螺栓(前或後輪)	100	合金鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	115
47	輪轂螺栓及螺帽 (前輪或後輪)	100	1.合金鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	89.1
			2.鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	41.0
48	輪轂螺帽(前輪或後輪)	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	147.6
49	汽車輪轂前大螺帽	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	154
50	汽車輪轂前小螺帽	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	170
51	汽車輪轂前內螺帽	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	123
52	汽車輪轂前外螺帽	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	186
53	各種鐵鍊	100	鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	104
54	冷軋不鏽鋼棒	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	103
55	不鏽鋼牙條	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	102
56	各種不鏽鋼鍊	100	不鏽鋼鋼線或盤元或棒條或捲狀棒鋼	106
57	不鏽鋼線彈簧	100	不鏽鋼鋼線	103

附註：(1)損耗數量已包含於使用原料數量內。

(2)損耗部分可作為下腳廢料出售。

(3)經各種形式電鍍或表面處理、或尼龍嵌入等處理所需原料之重量，已於各種使用原料數量中扣除。

(八) 鋼捲加工品

鋼捲加工品軋捲加工時，各程序之耗損率如下：

1. 酸洗：1~2%
2. 試模及剪頭切尾：2~3%
3. 修邊：1~2%

亦可參考表 17 所示之鋼捲加工品及使用原料數量表。

表 17 鋼捲加工品及使用原料數量表

產 品		使用原料	
名 稱	數量 (公斤)	名 稱	數量 (公斤)
熱軋或冷軋鋼板、帶、捲(裁剪加工)	100	熱軋或冷軋鋼板、帶、捲	101
熱軋或冷軋不鏽鋼鋼板、帶、捲(裁剪加工)	100	熱軋或冷軋不鏽鋼鋼板、帶、捲	101
冷軋不鏽鋼鋼板、帶、捲(軋延加工)	100	熱軋或冷軋不鏽鋼帶、捲	106
冷軋不鏽鋼鋼板、帶、捲(軋延加工)	100	熱軋或冷軋不鏽鋼鋼片、捲	104.5
冷軋鋼帶捲(裁剪加工，寬 20-350mm)	100	冷軋鋼片捲(寬 ≥ 600mm 厚度 0.3~1.5mm)	102
矽鋼片或矽鋼帶捲(裁剪加工)	100	矽鋼片或矽鋼帶捲	101
矽鋼片(EI-50.1、57.1)	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	103
矽鋼片(EI-104.8)有四孔	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	107
矽鋼片(EI-48、EI-54、EI-57、EI-60、EI-66、EI-76、EI-5.8、EI-96、EI-105、EI-114、EI-130)均有四孔、二孔或無孔	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	105
矽鋼片(EI-38.4)	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	106
矽鋼片(EI-41)	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	112
矽鋼片(EI-35)	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	118
矽鋼片(EI-28)	100	成捲矽鋼片(寬度 > 150mm 厚度 0.3~0.5mm)	119

附註：(1)第 1、2 項成品為熱軋加工時，則原料為熱軋鋼。成品為冷軋加工時，則原料為冷軋鋼。

(2)裁剪加工者，原料與成品厚度相同，成品之寬度必須小於原料之寬度。

(3)軋延加工者，成品厚度小於原料之厚度，成品之寬度則小於或等於原料之寬度。

(4)損耗數量已包含於使用原料數量內。

(5)損耗部分可作為下腳廢料出售。

(九) 製罐

製罐用原料主要是馬口鐵(鍍錫鋼片)，罐頭依用途可分為兩類：

1. 食品罐頭類(圓型罐)

(1)下腳修邊：

桶身料損耗：1%—每張鐵皮

罐底料損耗：7%—每張鐵皮

罐蓋料損耗：7%—每張鐵皮

兩片罐比照罐蓋或罐底之比例。

(2)製造損耗：0.5%

(3)印刷損耗：0.3~0.5%

備註：

1 號罐：使用鐵皮 0.28~0.30mm (如奶粉罐、筍罐、沙茶罐等約 3~5L)

2 號罐：使用鐵皮 0.24±.01mm (約 1L 之食品罐)

3 號罐：使用鐵皮 0.23±.01mm (鳳梨罐等)

4~7 號罐：使用鐵皮 0.22±.01mm

飲料罐比照 4 號罐使用鐵皮。

2. 工業罐頭

表 18 所示為工業罐頭製造原料損耗數量表。

表 18 工業罐頭製造原料損耗數量表

種類		厚度 (mm)	下腳修邊料損耗(每張 鐵皮) %				印刷 損耗 (%)	製 料 損 耗 (%)
			桶身	罐 底	罐 蓋	罐 喉		
圓 型 罐	圓喉+蓋(1L~5L)	0.23~0.25	1~2	27	27	50	1	1
	全開口夾蓋(18~20L) (16 齒圓型桶)	0.36	1~2	23	25		1	1
方 型 罐	上蓋小開口(裝液體類)	0.32~0.34	1~2	8	8 (喉+蓋)		1	1
	大口桶(裝膏狀，油脂 類)	0.32~0.34	1~2	8	27	70	1	1
	上蓋圓型大開口							

下腳：不良品，修邊料，製作罐喉時之中心圓型（或方型）鐵皮，可作為下腳廢料出售。

(十) 精密鑄造

精密鑄造又稱脫臘鑄造，鑄造流程如下：

模具製作(金屬模) → 臘模製作(射模) → 臘模組合(組樹，澆道) → 膠模沾漿(耐火材料) → 高溫脫臘 → 注入熔融金屬材料(鋼、鐵、銅等) → 冷卻 → 震破殼模取出成品 → 裁剪去雜質 → 鉋光 → 品檢

損耗率： 注入材料 1~3% (金屬材料)

破殼取出 1~3% (耐火材料)

剪裁鉋光 3~5% (金屬材料)

下腳：臘料及亮膜材料可局部回收使用，但必須經常性添加新料。

金屬材料則有不良品、澆口、澆道、冒口、剪材料等可回收重熔。

(十一) 鋼結構

土木、建築方面，使用鋼結構甚多。其內容之差別很大，要規定原物料耗損率不易，產製 1 公噸鋼結構大約耗用原物料如表 19 所示。

下腳：修剪邊材，剪頭切尾料。

表 19 生產 1 公噸鋼結構所需耗用原物料數量

耗用原物料	單位	數量
鋼帶	公斤	0.01
樣板	m ²	0.05
鋼板	噸	1.08
槽鐵	噸	0.01
角鐵	噸	0.02
圓鐵	公斤	0.96
扁鐵	公斤	0.93
花紋鋼板	公斤	0.72
高拉力螺栓	套	6.53
焊條	公斤	5.41
焊線	公斤	6.01

焊藥	公斤	4.66
油漆	加侖	1.23
調劑	加侖	0.24
氧氣	NM ³	14.60
瓦斯	NM ³	1.44
煤氣	公斤	0.44
鋼珠	公斤	1.27
鋼管	公斤	3.90
H型鋼	噸	0.22

(十二) 筋彎紮及裁剪

鋼筋是指使用於鋼筋混凝土、和預應力鋼筋混凝土中的鋼材，其橫截面為圓形，有時為帶有圓角的方形。鋼筋種類包括光圓鋼筋、帶肋鋼筋、扭轉鋼筋。鋼筋通常應用於橋鋼樑、房屋建築的樑柱、樓板等處，鋼筋可以承受拉力，增加機械強度。

鋼筋彎紮加工應注意事項：

1. 鋼筋表面應潔淨，粘著的油污、泥土、浮鏽等在使用前必須清理乾淨，可結合冷拉加工除鏽。
2. 鋼筋調直，可用機械或人工調直。經調直後的鋼筋不得有局部彎曲、死彎、小波浪形，其表面傷痕不應使鋼筋截面減小 5% 以上。
3. 鋼筋切斷應根據鋼筋號、直徑、長度和數量，長短搭配，先斷長料後斷短料，盡量減少和縮短鋼筋短頭，以節約鋼材。鋼筋彎鉤或彎曲。有半圓彎鉤、直彎鉤

及斜彎鉤 3 種形式。

鋼筋彎紮及裁剪之耗料：

鋼筋彎紮須依設計圖尺寸、規格及配置彎紮，其製程包括材料選擇（形狀、尺寸等）、長度裁剪、彎折加工、綁紮、搭接、及焊接等。鋼筋彎紮及裁剪須剪頭切尾，其耗料約為 3~5%。

第三章、 原物料及下腳處理

一、 原物料處理

在鋼鐵業原料中，占甚大比例的廢鋼，其來源甚廣，如廢船解體後的鋼板、鋼骨被淘汰的舊機器、破損的鐵皮、或加工切屑等種類繁多，不勝枚舉，其優劣可由體積大小、鏽蝕度，及所含雜質的多少等加以區分。但是我國目前尚無標準的劃分方法，進口廢鋼有分級處理則較易區分。

廢船的骨架、鋼板、及進口廢鋼中的車軸等，常直接用於軋鋼而無須重新回爐冶煉。較差者為市上收購的空鐵罐，經壓縮而成約 1 台尺半見方的捆鐵。

由於原料品質差距大、各廠的煉製技術優劣不同、工廠設備種類等條件不一，加上對品質規格的要求寬嚴皆異，如外銷品較嚴，內銷品則較鬆，欲求統一的原物料耗用標準，誠非易事。

現今已上軌道之工廠，其產品規格及成分都是依中國大陸國家標準(CNS)辦理。某些產品為符合顧客之要求，其品質可能超出國家標準。為達到規定品質並降低成本，很多工廠都有用較便宜的替代原物料之趨勢。

當查帳時按各工廠各種帳載紀錄，及實際發生的情況，參照學理歸納分析後，不難發現有無虛增成本之情事。在一般情況下，規模較大的工廠因實施電腦化管理，其帳載紀錄比較可靠。

二、廢料處理

鋼鐵業煉鋼所產生的爐渣，又稱爐石(主要成分為氧化矽、氧化鈣、氧化鐵等的混合物)，非一般製造產品所產生的下腳，有其單獨利用或變賣的價值。由於電爐煉鋼所使用的原料為廢鋼、雜鐵，亦唯有電爐煉鋼設備才能冶煉，所以電爐煉鋼產生的廢品，各廠多將其作為回爐料，併入次批原料中煉製。

鑄鐵、鑄鋼業的澆口鐵、澆道鐵、冒口鐵等都可以重新回爐再煉製。

軋鋼、抽線及製造鋼纜、鋼管、五金類時發生的銹皮(氧化鐵)，以及成品兩頭的截切料，不良品等，都可作為廢鋼併入煉鋼原料內重煉，但仍有銹皮、鐵屑等類在製程中的損失，其損失率(或下腳產出比例)會因工廠冶煉技術、設備種類、效率高低、產品種類、及生產量高低等項目不同而有甚大的差異，頗難估算。如工廠本身無煉鋼設備者，上記廢料、及產生的下腳、和銹皮等可全部售出給煉鋼業者。鍍鋅工廠的鋅渣一般都做下腳處理。

三、下腳料計算方法

一般對於下腳料的重量可以依下列方式評估：

下腳重量 (有超耗時) = 應耗料量 - 產品淨重

下腳重量 (無超耗時) = 申報耗料量 - 產品淨重

應轉列期末盤存之下腳金額 = 下腳重量 × 70% × 單價

下腳有出售價格者，以其出售價格為準；如無出售價格者，以時價為準。下腳單價有帳列資料者，按帳列平均單價計算之。帳上未列有下腳者，若無時價可參考，或時價查證確實有所困難情況下，則可比照同業，或按該原料平均單價的四分之一計算之。

四、名詞解釋

(一) 回收率 (recovery) = 產品中的某金屬含有重量 / 原料中的某金屬含有重量

(二) 耗用率 = 原料耗用量 / 產品量

(三) 損耗率 = 損耗量 / 原料耗用量

(四) 製成率 = 產品量 / 原料耗用量

(五) 產率 (yield) = 合格產品量 / 產品量

(六) 回爐銑鐵量 = (鑄鐵原料量 - 鑄鐵產品量) × 0.7

回爐銑鐵主要指鑄造後留在盛鐵桶中殘餘的鐵水。亦可廣義地包括鑄造後的澆口、冒口、及澆道中的凝固鐵等。將外殼砂膜除去後，凝固鐵即可回爐重熔。

(七) 澆口、冒口、澆道

(1) 澆口是鑄造時，使金屬熔液容易流入砂模內的澆注入口。有各種設計較簡單者為漏斗形，稱為澆口杯。作用有三：一是承受澆注時，金屬熔液流

入的衝擊，避免將砂模沖壞；二是阻擋金屬熔液中熔渣流入澆道；三是利用其較大的容量，可以控制金屬熔液流入砂膜的速度。

- (2) 冒口是鑄造時裝於鑄件凝固部位的金屬儲存器。主要功能是在鑄件冷卻與凝固中補給金屬熔液進入模穴中，用以補償鑄件凝固時的收縮，以降低鑄件因凝固先後次序不同，在不同部位所產生的化學成分上組成不均的偏析問題。
- (3) 澆道是使用砂模或金屬鑄錠模鑄造時，有如連通管的功能，係作為澆口和模穴之間的通路，金屬熔液必須先由澆口進入，經由澆道通往各模穴，澆道有如通路，鑄件凝固後澆道亦必有金屬殘留。

(八) 廢鋼

廢鋼為廢棄之鋼鐵，常作為電爐煉鋼之原料。煉鋼廠以廢鋼及各副料(石灰石、矽鐵、錳鐵等)為原料精煉成鋼液。廢鋼的來源為一般家庭廢鋼，如家電、廚具等；而工廠的下腳廢料、拆屋後的廢棄鋼筋、大塊鋼板、廢型鋼等也是重要來源。

(九) 鋼胚

鋼胚是由高爐、電爐鋼液澆鑄而成之粗鋼，鋼胚依形狀、大小分為大鋼胚(Bloom)、小鋼胚(Billet)、及扁鋼胚(Slab)3種。橫截面多為正方形

或長方形，主要是用於生產中型以上之條鋼或小鋼胚。

1. 小鋼胚

橫截面邊長在 130mm 以下者稱為小鋼胚，其橫截面為正方形，亦有長方形或圓形，小鋼胚多用於軋製鋼棒，線材 (Wirerod)、及小型條鋼等產品。

2. 大鋼胚

大鋼胚多用於軋製大型形鋼，或再軋成小鋼胚後使用。

3. 扁鋼胚

橫截面在 100cm^2 以上，且寬度為橫截面高度 2 倍以上者稱為扁鋼胚，用以生產鋼板及鋼捲。

(十) 盤元

盤元是由鋼胚加熱軋延製成。生產小型鋼條及鋼線時，以小鋼胚為原料，經軋延後因長度太長，為便於儲存及運輸，最後產品均需以捲線成形機做成捲狀(coil)，俗稱盤元。盤元再加工後可生產螺絲、螺帽、鋼線等下游產品。

含碳量不同區分為高、中、低碳盤元，其中含碳量在 0.45% 以上者為高碳盤元，含碳量在 0.22%~0.45% 區間者為中碳盤元，含碳量在 0.22% 以下者為低碳盤元。依中鋼的分類標準，直徑 14mm 以上者稱為，14 mm 以下者稱為線材，二者合稱為棒線。中鋼生產之圓鐵盤元內徑為 940mm，外徑為 1,320mm，

重約 1.4 公噸。

(十一) 球化線材

使用盤元原料加工生產螺絲時，容易碎裂，因此，為改善鋼材的塑性加工性，須經球狀化熱處理將材質軟化，使其金相組織中的雪明碳體組織(Fe_3C)成為圓球化，能耐加工時的衝壓，經此處理之線材即為球化線材。

(十二) 槽鐵 (槽鋼) (U 型鋼)

民國槽鋼是由鋼胚加熱經軋延製成之長形結構用鋼材，因橫截面為 U 型，故亦稱之為 U 型鋼。主要用於營建、機械製造業及運輸工具業。

(十三) H 型鋼

H 型鋼由鋼胚加熱經軋延製成，因斷面為 H 型，故稱之。主要用於營建業及公共工程，由於國內土地價格高漲，房屋建築有朝向高空發展的趨勢，但是傳統鋼筋混凝土無法突破超高層結構瓶頸，因此鋼骨、鋼構大樓蔚成風氣，需求日增。

(十四) 角鋼 (L 型鋼)

角鋼是由鋼胚加熱經軋延製成，因斷面為

L 型，故亦稱之為 L 型鋼。主要用於營建及公共工程，所以營建業之景氣及公共工程的推動直接影響角鋼的需求。但由於鋼結構工程逐漸取代傳統鋼筋混凝土工程，造成 H 型鋼取代部分角鋼市場，使得角鋼市場逐漸萎縮。

(十五) 條鋼類鋼品

條鋼類鋼品是以小鋼胚為原料，加工製成之各類鋼品。包括鋼筋、H 型鋼、角鋼、槽鋼、線材等鋼品。

(十六) 軋鋼廠

軋鋼廠是以鋼胚為原料，使用軋延機軋延成各種鋼品的鋼鐵廠。

附表 1 D 鋼鐵公司 粗鋼生產量統計

單位：公噸

年度	高爐生鐵	普通鋼胚	扁鋼胚	粗鋼小計
2003	25,921	8,459,217	8,759,619	17,254,836
2004	20,448	9,023,320	8,852,604	17,875,924
2005	15,711	8,929,928	8,006,900	16,936,828
2006	14,616	9,481,657	8,775,585	18,257,242
2007	12,293	10,366,748	8,895,363	19,262,111
2008	8,533	10,393,281	8,047,341	18,440,622
2009	21,079	1,909,104	6,723,442	8,653,625
2010	14,812	2,786,008	9,523,838	12,324,658
2011	18,103	2,940,055	10,609,497	13,567,655
2012	15,435	2,583,003	9,451,332	12,049,770

附表 2 B 公司 煉鋼回收率表

煉鋼原料投入量 (A)	952,108	100.00%
鋼胚產出量 (1)	805,510,792	84.60%
廠內回收爐渣鐵 (2)	7,785,703	0.82%
廠內回收頭尾料及流鋼 (3)	6,878,222	0.72%
產出量合計(B=1+2+3)	820,714,717	86.14%
LOSS 推估量(C=A-B)包含：	131,933,981	13.86%
1.集塵灰量	33,601,800	3.53%
2.爐渣	統計數字有時間差異無法比較	
3.氣化	無統計數字	
備註：		
不鏽鋼廢鋼投料比重提高產出率也會提高。		
二、耗用電力度數	406,568,588	
	0.5047	度/kgs

附表 3 F 鋼鐵公司 2007 年回收率表

		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均/ 年
鋼 胚	普 通 鋼 胚	91.91	90.76	91.09	92.17	92.81	91.84	90.54	89.89	89.78	91.33	91.12	91.32	91.21
	加 鈳 鋼 胚	92.58	92.14	94.17	91.19	91.66	89.38	91.45	93.68	91.03	92.11	91.97	92.81	92.01
	煉 鋼 廠 加 權 平 均	92.04	90.82	91.48	91.83	92.01	90.78	91.09	90.85	90.17	91.57	91.25	91.51	91.28
鋼 筋	A 廠	94.75	94.80	94.84	94.82	94.68	94.77	94.21	94.80	94.80	94.87	94.92	94.90	94.76
	B 廠	96.90	96.95	97.02	96.89	96.75	96.65	96.41	96.00	96.00	96.52	96.74	96.72	96.62

附註：1. 煉鋼差異的部分有：爐渣、集塵灰、廢氣等，這些為沒用的廢棄物。

2. 軋鋼差異的部分有：廢鐵、氧化鐵、可軋品等，這些為可以再利用的下腳品。

參考資料來源：

1. 鋼鐵年鑑
2. 臺灣區螺絲工業同業公會
3. 金屬中心 ITIS 資料
4. 鋼鐵資訊
5. 臺灣地區鋼品需求預測
6. A 鋼鐵公司
7. B 公司
8. C 公司
9. D 科技公司
10. E 企業公司
11. F 鋼鐵公司