

大學叢書

學 鋼 鑄

著 爾 哈
譯 懷 琛 王

商務印書館發行

38
1-2
TG26
L2=3

大學叢書
鑄鋼學

哈爾著
王懷琛譯

北京
鋼鐵工業學校
★
圖書館

北京
鋼鐵工業學校
★
圖書館

商務印書館發行

一九三四年十一月初版
一九五〇年一月三版

◆(688711平)

大學叢書
(教本) 鑄鋼學 一冊

The Steel Foundry

平裝
基價貳拾伍元

印刷地點外另加運費

版 翻
權 印
所 必
有 究

原著者 John Howe Hall

譯述者 王懷琛

發行人 陳懋解

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

商務印書館

(本書校對者王永榜)

凡 例

(一) 本書由美國哈爾氏鑄鋼學原著(The Steel Foundry, By John Howe Hall)所譯出。哈爾氏爲美國太洛槐爾登鋼鐵廠之工程司(Metallurgical Engineer, Taylor-Wharton Iron and Steel Company),富於鑄鋼經驗,所論注意實用,可備工程上之參考。

(一) 哈爾氏本其數十年工廠中之經驗,於各種熔鍊方法,均有深切實用之學說,提綱攝領,簡要不煩,洵爲近世鋼鐵學之名著。

(一) 本書於第二章所論之各種熔鍊成本計算,至爲詳實,雖以美金爲標準,而價值高下,可資工廠中熔鍊成本之比較。

(一) 本書共十二章,前六章分論鋼質之熔鍊方法及其性質成分,與應用之比較等,後六章分論鑄模,配砂與傾鑄工作,其關於理論與實驗之部份,闡發明細,論列精詳,爲他書所不經見於工廠之實施工作上,可引爲參考,資爲師法。

(一) 本書於第九章中所論之金相學(Metallography)各節,精新簡明,雖未統論鋼鐵金相學之研究,而於鑄鋼工作中所需應之學說已核要詳述無遺,簡而不漏,精而不煩,可使研究者得探討之津途。

(一) 本書於鋼質熔鍊各章中之熔鍊進程序表,爲著者哈爾氏實驗研究之記錄。編者前於奧國鋼廠中(Böhler Stahl Werkes)亦曾研究是項工作,至爲繁複,所得成績,與本書所載大致相同,可資工廠中熔鍊配料之考查。

(一) 本書於第九章中所論鋼質材料之震擊試驗,耐久試驗,困疲試驗各節,爲著者哈爾氏生平數十年試驗研究之成績,精核淵博,簡要明瞭,堪爲工作實驗上之標準。

(一) 本書第十一章所論之化學分析室各節,僅述其應用大概,而未分述各種試驗方法,此因本書篇幅有限,不及備載,而分析試驗範圍至廣,容後另編專著以備參考。

(一) 本書於原文專門名詞,除照化學命名原則規定外,於冶金學之科學名詞,因無標準規定,故就意譯詞,而仍附原文於下,以資識別。

(一) 原著中有詞意過簡,不易了解者,均扼要增加意義,引伸解說,以明真相。

(一) 編者前於瑞典卜羅司鋼廠(Bofors Steel Werkes)研究配製砂模,傾鑄鋼質等工作,均與本編所論各節相符;歸國後,實施工作,成績甚佳,故據本編所論之方法,可爲製模鑄鋼工作之南針。

(一) 編者學識疏疏,見聞淺陋,其有遺漏謬誤者,尙望海內宏達,不吝賜教,以匡不逮,感甚幸甚!

編者附識。

目 次

第一章 總論.....1

第二章 鑄鋼熔鍊方法選擇施用之審慎.....11

鑄鋼之品質 鑄品種類之變易 鑄物形式之困難 鑄品之價值
每年出產之總量 原料與燃料之利用 資本(基本金)之利用
營業之競爭 工人之利用 鑄鑄工作之連續與間斷

第三章 坩堝熔鍊法(即罐鋼法).....58

坩堝熔鍊 歐費爾特城魚炭坩堝穴爐 油火燃燒之坩堝穴爐
四門斯煤氣燃燒坩堝爐 旋動活瓣 煤氣發生器 煤氣坩堝爐
之生火工作 煤氣熔鍊爐之利益 克魯伯廠式之煤氣坩堝爐
鑄鋼坩堝 熔鍊工作 坩堝熔鍊鋼質之原料 化學成分之支配
傾轉於盛鋼筒以平均鋼質成分之效用 綫料工作 配料實驗
合金鋼

第四章 裴色姆爐熔鍊法(即轉爐)..... 107

底吹式轉爐 側吹式轉爐 特種式轉爐 裴色姆爐電爐 裴色
姆爐工廠之設備 貯料場 生鐵爐之熔化工作 底吹式轉爐之
風吹工作 鋼質熱度之減低 鋼質熱度之增加 矽質與錳質增
減之關係 側吹式轉爐之風吹工作 裴色姆爐熔鍊之原料 生
鐵爐之熔鍊配料 鋼質之增炭 合金鋼 鹼性裴色姆爐熔鍊法

第五章 平爐熔鍊法(即馬丁爐)..... 188

平爐熔鍊法 平爐構造 傾側式平爐 平爐工廠之設備 平爐
之開始工作 鹼性平爐之爐底 鹼性平爐之爐底 平爐每週末
之修理工作 鋼質熔鍊中之崩潰 出鋼工作 酸性平爐熔鍊法
熔鍊之配料工作 鹼性平爐熔鍊法 熔鍊之配料工作 小型

平爐之應用 平爐電爐聯合作法 熔鍊原料 熔鍊高炭素鋼
與合金鋼

第六章 電爐熔鍊法..... 272

電爐之種類 感應電爐 弧熱電爐 電極 電爐之設備 爐底
工作 電爐鹼性熔鍊法 電爐一次造淨法 電爐酸性熔鍊法
電鋼之熔鍊原料 平爐電爐與異色焊爐電爐聯合熔鍊法 合金
鋼之熔鍊法

第七章 特種還元劑與盛鋼筒..... 316

特種還元劑 盛鋼筒

第八章 鑄模及傾鑄與出砂..... 327

砂質之配合 型核與核砂 鑄模之通氣 鑄物之疵病 鑄模之
縮頭與凝鐵 傾鑄入口 複式傾鑄 鑄模縮頭之適宜裝置 薄
形鑄物之傾斜傾鑄 鑄物之碎裂 鋼質之傾鑄 鑄物之出砂與
清潔

第九章 鋼質之加熱精製與還火..... 391

喬立脫 塞門太脫 丕立脫 沙爾別脫 亞斯太果脫 馬頓雪
脫 鋼質之變化點 鋼質之炭鐵化合物圖解 加熱精製之要義
鑄鋼精製之價值 鋼質之耐久試驗 高炭鑄鋼與合金鑄鋼 還
火加熱爐 熱度測驗表(火表)

第十章 鑄品之修理平正與焊接工作..... 453

焊接方法

第十一章 試驗室..... 459

第十二章 鋼質中不純物之組成..... 463

鑄 鋼 學

第一章 總論(Introductory)

鑄鋼工廠之工作原則，所以傾鑄各種鋼質於砂製或其他金屬製之模型中，以成鋼質之鑄件。此種鑄件之形式特異，錯綜繁複，不能以普通鋼鐵工作，如軋壓與鍛鍊 (rolling and forging) 等法所能製造者。即可以軋壓與鍛鍊法製造，而須有特別工具，以配置於軋壓與鍛鍊之機械，其費用昂高。工作複雜，而此特異製品需要之數量甚少，毋須躉數製造者，如鋼質物件，可由鍛壓 (press forging) 或模壓 (drop forging) 所能鍛製，則先須製造印模工具，(dies) 鋼質料胚，經各種工作手續，以製成需要形式之鋼件。此則以一次之工作預備，可繼續鍛製數百數千件同樣出品，雖印模工具設備之昂貴，然以躉數製造，其價值分攤於數百數千件中，並不覺其昂貴，而反可得工廠經濟上之盈利。若製造之數量甚微，僅一二件或十數件者，則毋須為之添置工具，即其所獲盈利，亦不足以償印模工具等之費用；則惟有製砂模以傾鑄之法，最為利捷。故鑄鋼工廠之工作製造，極煩雜而困苦，其傾鑄之鋼質製品，較之軋壓或鍛

鍊者爲艱難，而價值亦較昂貴。

鑄鋼工廠，就其工作出品之種別，與其供給社會需要之狀況，可簡別之爲三大類。第一類爲躉數製造之鑄鋼工廠 (tonnage foundry) 此種工廠之設備，專製造躉數相類之鑄件，以規定數種模型 (patterns)，用機器或人工製造砂模。而須用鋼質傾鑄者，其鑄品價值，常有長期訂立之合同規約，而甚廉賤適當，以謀銷途之發達。其製品如鑄鋼之拉條 (draw bar) 鉸鏈關節 (knuckles)，撐柱 (bolsters) 等，均爲鐵道車輛之用；鑄鋼車架 (frames) 鋼輪軸心 (driving wheel centers) 等，均爲鐵道機關車 (locomotives) 之用。此類鑄鋼工作之出品，數量多而價值平，其所獲盈利，與延壓鍛鍊工作相類。工廠中利其形式同而需要廣，工作簡捷，爲多量出品，以謀每磅鑄件平均之價值，而分攤其成本所得之盈利。工廠之工作精神，以集中能力，擴充每日所能製造之最大產量。凡工廠中一切設備，均製有標準，布置整一，有程序規則一定之工作，使出品至最高之效率而無遲延貽誤之損失。且因工作範圍之訂定，製造出品爲相類之鑄物，工人由每日熟練經驗闡發規度，嫺習敏速，改進簡捷方法，而得減低工價費用，製造躉數平廉之出品。至工作原料，工具機械，及模型樣板等類，務須規劃標準種類尺度。其各種工作方法之選擇取舍，一惟以出品經濟爲根本，使能運用靈便簡捷，而工作手續，能自動迅利，節省時間之耗損。至製品之品質，則工作之類別顯明，當研究其鑄品成分規格，以適合於

需要應用爲度，按各種鑄件之用途，及購主契約之規定，以傾鑄精確堅強之鋼質出品，使營業銷售者得增高主顧之信用，與出品之價格，而擴充營業之銷途。

第二類爲雜類製造之鑄鋼工廠 (jobbing foundry) 爲最繁雜費耗之工作，專事承造各種不同紛亂鑄品，其主要工作，大都爲各種機器部份，機械另件，自動車及運輸車輛附屬之機件。此種機件，如須多量躉批製造，則亦可由軋壓或鍛鍊工作製造之；惟因數量甚少，由於倉卒中斷折損壞，僅須一二件之添補，以保全機械之應用，故雜類工作之鑄鋼廠，其所收受之鑄件，均爲紛亂困難之問題，較之躉數製造之鑄鋼工作，其性質絕然不同。而無可比較者，其翻製砂模之模型，僅傾鑄一二件鑄物之應用，可毫無損壞，而其模型製造之價值，則須加入鑄件之中，而再加以工作之盈利，其價值之單位，不能與普通鑄鋼品相較。若躉數製造之鑄鋼件，則於模型之製造，有研究之經驗，如切面之形式，部份之分割，緣架 (fillets) 與撐柱 (brackets) 之裝置，由歷次傾鑄之試驗成績，得穩妥完善之模型，而傾鑄優美無疵之鑄物。至雜類製造之鑄鋼工作，其方法適相反，須注意預備接受特種鑄物工作之猝然而來，臨時設計，就鑄物之形式性質，以配製型模傾鑄之。而鋼液之費用，更須預定鑄模之通槽 (gates) 及澆口縮頭等 (sink heads)，寧使鋼質有餘，成完美之出品，而價值盈利，須平均統計之。此類鑄物之價值計算，常除製型製模費外，尚須加入不可免之廢品或

本。因雜類鑄件，形式奇異，傾鑄技工，決無此種博廣經驗，無一錯誤之廢品。且特種形式之鑄物，雖有學理經驗之設計，而仍須試驗研究，是否可於一模完成之，而無失敗廢品之耗棄。如經數次試驗研究，而仍不能得完善之效果，則須將鑄件之形式，與購主商酌修改，另製圖樣，以謀鑄件之完成。故此種不順利之矛盾營業，因購主圖樣形式之誤差，而消磨工作時間，與金錢之損失者甚大，不可不注意及之。

再於此種雜類鑄件工作之最困難者，為小件之傾鑄工作。小件鋼品，本可由鍛鍊製造，而必使製模傾鑄，於模型之添造，試驗之廢品，其價值又不可過高，實為無利可圖之工作。惟為工廠營業與名譽計，則不能不接受承造，以圖購主之信仰，而謀將來營業之繼續；或此類配鑄之機件，為社會需應繁用者，則工廠可度察情形，於一時中，乘便多鑄數若干件，以備購主陸續臨時之配用；或逕改用鍛鍊方法，置備印模，陸續製造，以應購主之隨時需要，而減免鑄鋼技工對於此項小件工作之困難與損失。至於雜類工廠最有利益之工作，則為購主之需要急速，於限定時間中，須完成應用者，則因經濟時間之關係，購主願出高價，勿誤需要限期，如船舶機件及重要建築工程之鋼鑄部份等，臨時配修，急不暇待。而普通鑄鋼工廠，則僅有規定習慣工作，而無此特種工作之經驗，乃均彙集於雜類工廠，就平時技工之熟練，臨時設計，趕製模型，熔鍊傾鑄，而得穩固可靠之出品。在工廠中，則用其所長，配鑄利捷，成本平

廉，而購主則因交貨迅速，不誤期限，樂於付款也。

第三類為特種製造之鑄鋼工廠，(specialty foundry) 其工作為熔鍊合金鋼質(alloy steels)等之特殊精純品質，或製造特種形式之困難鑄件，須用特種熔鍊方法，而非普通工廠所能傾鑄者。此種工廠之年度出品數量較少，而價值甚高，盈利自大。如其出品數量漸增，即易為躉數製造之鑄鋼工廠所僭奪，反不能與之競爭。故特種鑄鋼工作，寧注重專鑄特種形式之鋼件，較之注重特種品質成分者為有利。如出品數量較大，而僅一部分工作為特異困難者，則須為特殊熔鍊之鋼質所傾鑄，以表示較普通鑄造者為佳，惟出品之數量漸大，則其價值盈利漸小。

特種鑄鋼工廠之工作性質，有同時可供應躉數與雜類鑄鋼工廠之優利，因其可製造特種鋼質與形式之能力，故以前二種工廠之合力，可與第三種工廠相等。熔鍊特殊鋼質之困難，與雜類鑄鋼之煩雜，及傾鑄各種特異形式鑄件之紛亂，其經驗與研究，為同等難解決之問題。惟各有專長，就技術上之熟練探索，以承受各種不同之工作，鑄鋼冶鍊家，常或誤會意義，獨重視特殊鋼質之熔鍊，意為特殊鋼質之鑄件，可得善價盈利，就其少量年度出品，與平時工作研究之經驗，以保持營業之競爭，而不知當營業清簡與競爭銳厲之時，其價值盈利，亦受猛烈壓力，或因品質優純之競爭，而更使營業不能立足之脅逼。而於特種形式之鑄件，常可得高價之盈利，因其傾

鑄方法，有特異工作之研究，而非普通躉數鑄鋼工作所能競爭。故鑄鋼工廠之工作營業，首重各廠性質之專長，而謹慎從事，不可延誤疏忽，以誤購主之需要；而於特殊之技術工作，更各悉心研究，堅守秘密。凡特種鑄鋼工作，均各就其平素研究發明，而無可競爭，因鑄鋼工作之困難細密，非一時可就技術學理所解決者。若承受工作營業之後，而再試驗研究，必有相當失敗之損耗，待研究完成，其成本價值，已無盈利之可圖。

總之此三種不同性質之鑄鋼工廠，亦無顯明確實界限之區別，而其工作情狀，常互相混雜，不能判分，如雜類鑄鋼廠，除其尋常工作者，常有特種鑄鋼出品，以輔助其盈利之增入；而特種鑄鋼工廠，除其鑄造特種工作外，亦有雜類鑄鋼出品，以增加出品數量，而減低製造成本，再此兩種工廠，尚各有相類工作，彙集鑄造，用標準方法，製造多量出品，此又與躉數鑄鋼廠之工作相似。故鑄鋼工廠，於管理設計上之研究，或於工作無營業盈利，而須計劃改組時，當詳細研究市況情狀，外界需要，而討論工作所須注重之類別，以研究製造方法之進行，而圖營業出品之勝利。譬之經營特種鑄鋼之工廠，其營業發達，久有專利權之享受，可獲優厚之盈利，乃猝遇營業上之競爭，使銷路減少，出品阻滯，有難以繼續之勢，則必悉心研究營業上競爭之原因，內部製造之方法；凡可改良進步者，當立謀整頓，如原料之運輸與購置，成品之存貯與收發，均須使其節省經濟，敏速整齊，去除腐舊積弊，而得簡利靈捷方法，以減少

工價成本之虛耗，而得價格平廉之出品，以與他廠競爭，則亦漸可挽衰頹而操勝利矣。若特種鑄鋼工廠，僅注意純粹特種鑄物工作，而輕忽於其他雜類鑄鋼，可獲補助盈利之工作，或不採用新式方法，如躉數製造法，以減少鑄品之價值，則其範圍太狹，稍受波折，即易失敗。因工廠出品，首重經濟，苟能改進各種方法，必可增加出品，而自然減低成本。且能利用設備，推廣營業，擴充工作，承受外界各種繁雜需應之工作，漸次增高鑄品之數量，而以平廉價值銷售之，則外廠不能與吾競爭，而營業遂益趨穩固充實矣。

鑄鋼工廠之計劃設置，當謹慎於始，凡鑄鋼工作之供給需應，必有充分學識經驗之認識，始能從事進行，免致失敗。如躉數鑄鋼廠，規模宏大，資本鉅重，非與鑄鋼界中有確實可恃之計劃，斷難倉卒辦理，否則須有鉅大豐裕之資本，以備營業之競爭；若毫無把握，因人成事，希冀倖成者，則必為同業外廠所擯拒，而競爭失敗。故於躉數大規模工廠之設置組織，務須精密考慮，調查審核，社會之需要數量，工廠之供應多寡，及市價之高下狀況，預算成本，估計銷途，以謀與人競爭，而可自處於不敗之地，始能有恃而無恐，且躉數鑄鋼工廠，不若小規模工廠，如雜類與特種鑄鋼工廠之簡利，其組織之規劃較小，工作出品有範圍目的，即不謹慎而失敗，則亦僅損失全廠之設備，與數月之工作營業耳。且鑄鋼工廠盈利之計算，全恃於工作與營業之經濟關係，苟工廠無工作之經驗，營業無訂價之

標準，而承受之工作，均屬單件雜件之鑄配，或常有意外遭遇之困難，及熔鍊特殊鋼質之耗折等，此均足以使工廠失敗之大原因。如各種小規模鑄鋼工廠等，僅工作數年而即失敗停歇者，比比皆是。推原其故，除上述原則外，於設計之初，均無充分學術，半由於營業上管理之不當，而半由於工作技術上認識之缺乏，無鋼鐵冶鍊之科學知識，無鑄鋼工廠管理之閱歷經驗，與選擇熔鍊鋼質方法之錯誤，工廠布置之失當，鋼質熔爐之不宜，及原料價值運輸緩滯等，種種之不合法度，不重經濟，而致工作失敗，一蹶不振，無可補救，皆不能慎之於始之所致也。

總之各種性質之鑄鋼工廠，雖各有不同之工作，而因其難以區分，互相僭奪，其營業上之競爭，必所難免，惟優勝劣敗，天演公理，故鑄鋼工廠，各於其營業工作，當有研究專長，如製造之精確，鋼質之堅強，價值之平廉，出品之迅捷，凡鑄物之錯綜繁複者，工程艱鉅者，他廠所不能，而吾能製造甚易，則吾之營業日廣，而非他廠所能競爭。或研究熔鍊精製鋼質，以市價同等之價值，人以普通鋼質鑄造，而吾能以優純鋼質供給之，使出品精強，耐用堅久；或研究原料應用之合宜，燃料雜費之節省，工作方法之敏捷，使出品增加，成本低減，吾可以平廉之價格，供銷於市場，則吾能競奪他人之營業，而人將無如我何，凡此種種，均所以處營業競爭之根本，而不可任意輕忽者也。故鑄鋼工廠於技術工作，務須各有研究特長，嚴守祕密，就其

平素研索闡發，技術經驗，以從事於傾鑄工作，雖外界競爭激烈，亦可立於不敗之地位矣。

由技術上之研究，鑄鋼工作，至為困難，不能與普通鑄鐵鑄銅等並論，因其技術上之關係，互相連接，如鋼質之成分，模型之製造，砂模之工作，傾注之方法，均須研究合度，毫無疵病，始可得完善之鑄物，雖鑄鐵鑄銅等工作，外觀似屬相仿，而其困難絕異。單就鋼質方面而論，其化學成分之配合，熔鍊配料之方法，還元作用，提除雜質，調劑溫度，去除氣體等，均全恃化學反應，氧素變化，以精鍊優純之鋼質。且熔鍊工作，有各種爐式之不同，手續方法之選擇，及與原料成品之性質，種類繁多，非可簡率規定者。至鋼質之優劣純雜，強弱高下，更係於技術經驗，試驗研究。而非倉卒所能成功者。即使鋼質熔鍊，已臻完善，而模型不當，砂粒失宜，傾注不得其法，則所成鑄品，亦均破殘低劣，脆弱碎裂，為不適應用之廢品，安能酬購主委託之需要。

故鑄鋼工廠，除研究熔鍊精純鋼質之外，於模型製造，砂模工作，及傾鑄方法等，均有學術技能之關係，非若鑄鐵鑄銅之簡易。因鋼質熔鍊之熱度高強，非普通砂質之所能任受，苟以鑄鐵砂模，移用以為鑄鋼之需，則當鋼質傾注模內，即將砂質熔燬，破壞型式，不能完成鑄件，故須以能耐高熱度之砂，配合製模之用。而配合之法，如顆粒之粗細，成分之多寡，及黏合之配料，均於鑄鋼工作，有重要之作用，各有研索經驗，而為

工廠中所藏默祕者，如配合適宜，研究精詳，則其傾注完成之鑄件，無氣空沙穴，光潔堅強，經久耐用，為購主所樂許。至砂模而外，於模型之製造，亦為專門工作，而且須有鋼質之傾鑄學識者，雖有圖樣尺度之標準，而製造者，須考慮傾鑄之經驗，如何剖分，如何置列，有改變增減尺度之權，使傾鑄時得完善無疵之出品。此種技能，全恃工作研究，閱歷經驗，以臻利捷整確之方法，至於傾鑄工作，更無標準規則，其大體雖就鋼質之品性而定，而於鑄件之形式重量位置等，各有特殊情狀，亦恃乎傾鑄者之工作經驗，以分鑄品之優劣美惡。凡此種種，均與鑄鋼出品，有相與連絡維繫之關係，苟能事事合度，始能得工作完善之效果，而成工廠穩固之基業。故本書於下列各編，分論各種鋼質之熔鍊工作，熔爐之構造應用，鑄模與傾鑄之研究，及加熱處理與還火之作用，詳細論述，以為研究鑄鋼工業者之參考，而得鋼鐵鍊鑄之學術。