

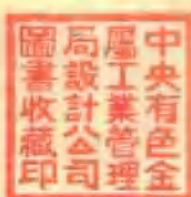
中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

電冶金學

上 冊

Ф. П. ЕДНЕРАЛ 著

朱 覺 譯



龍 門 聯 合 書 局

本書係根據蘇聯國營黑色冶金及有色冶金科技出版社 (Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии) 出版的耶德森拉爾 (Ф. П. Еднерал) 著 “電冶金學” (ЭЛЕКТРО-МЕТАЛЛУРГИЯ) 1950 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等學校冶金專業教科書。

本書中譯本暫分上下冊出版。上冊係朱覺同志所譯，下冊將由張鍾、李西林、李傳新三同志譯出。

本書向讀者介紹：鋼及鐵合金冶煉用的電爐設備(電弧爐及感應爐)，鋼及鐵合金的冶煉方法與澆鑄技術，車間設備的佈置與技術安全問題。本書可供高等冶金學校的學生作鋼及鐵合金的電冶金課本之用，對於生產者與工程師也有幫助。

電 冶 金 學
上 冊
ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЯ
Ф. П. ЕДНЕРАЛ 著
朱 覺 譯

★ 版權所有 ★

龍 鳳 聯 合 書 局 出 版
上海南京東路 61 號 101 室
中 國 國 書 發 行 公 司 總 經 售
上海新光明記印刷所印刷

1953 年 9 月初版 印 0001—3,000 冊

定 價 華 25,000

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

新定價
¥ 25,000

中央高等教育部
教學指導司教材編審處

北京 新皮庫胡同12號

寄 年 月 日

中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

著者的話

這本“電冶金學”教本之編著是作者的初次嘗試，它係根據作者榮膺勞動紅旗勳章的莫斯科斯大林鋼鐵學院所教的這門課的教學大綱而編寫的。

爲了能獲得高度的生產成就，冶金工程師應該很好地瞭解他所工作的車間之設備，因此電爐及爐襯問題在這本書中佔了很多篇幅。

作者覺得在普通冶金學這門課程中，關於鋼及鐵合金之生產技術只宜涉及其冶煉過程之一般規律，作者是學校教師兼生產工作者，所以不會空談理論脫離實際。

作者相信這本書不僅對學習普通電冶金學這門課程的學生有用，而且對青年工程師也有幫助，因爲本書不僅包含了作者個人的經驗，而且也包含了很多蘇聯冶金工程師、技術員、斯達漢諾夫式工作者的經驗。

作者謹對下列同志致以感謝：蘇聯科學院通訊院士 A. M. 沙馬林、大學教授 B. П. 耶柳津博士、大學教授 П. Я. 雅格也夫博士、大學教授 H. B. 阿可羅可夫博士、副教授及科學碩士 H. M. 儲易柯、P. H. 格里哥拉希、A. A. 耶士克非其及工程師 Я. M. 布克希者克也易。由於他們的寶貴指教，本書曾得到了不少改進。

Ф. П. 耶德聶拉爾

高等學校（中等技術學校）教材試用本

讀者意見表

書 名	電 冶 金 學 上 冊
對本書內容的意見	
對譯本的意見	
教學中的問題	

刊 正 表

（包括翻譯錯誤及排印錯誤）

頁	行	字	刊 誤 的 字 句	應 如 何 改 正？
其他錯誤				

讀者姓名		學校或 工作機關		年級或 擔任職務	
詳細 通信地址					

本表如不敷填寫，可另紙書寫，連同本表，逕寄中央高等教育部
教學指導司教材編審處。

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



電 冶 金 學
上 冊

Ф.П. 耶德聶拉爾著

朱 覺 譯

龍 門 聯 合 書 局



I. 一般部份

優質金屬——技術發展的基礎

在使用於現代技術上的金屬中，鐵是主要的。十九世紀的物質文化和生產力的發展是建築在大量的使用鋼與鐵為機器製造、鐵道及水上運輸工具、軍備、農業工具、及交通工具等之主要材料的基礎之上的。

因為主要發動機是馬力小，蒸汽壓力不大於 10—12 大氣壓的蒸汽機，所以在過去的一世紀中，工業上對抗張強度為 37 公斤/平方公厘之普通商用鐵、及抗張強度為 60—70 公斤/平方公厘之結構鋼的機械強度及其它性質，即能感到完全滿意。

技術在二十世紀中的進步，對鋼提出了新的要求。發電力大於 100,000 千瓦，蒸汽壓大於 100 大氣壓的蒸汽透平已經製造出來，強大的高速內燃機出現了，因此需要在高溫及幾十個大氣壓下仍然堅固的新鋼材。工業及農業的電氣化，與長距離的電能輸送，需要大量的變壓器上及發電機上所使用的磁滯小的鋼材。飛機結構的特點，需要使用抗張強度高達 100—150 公斤/平方公厘的、具有硬而耐磨之表面的、輕而韌的、及具有高的衝擊強度的鋼材。發展迅速的化學工業需要用大量的不銹鋼、耐酸鋼來製造儀器與設備。不使用高速度鋼，金屬的高速切削就決不可能，高速度鋼能夠在高速切削的情況下保持它的強度與硬度。

二十世紀的新技術，即耐壓高溫，高速與強烈的化學作用之技術，需要新的材料來製造新式機器、器具及其他金屬零件。

優質鋼就是這種材料。

所謂優質鋼就是指具有高度的機械性質，特別的化學成份及經過特別精細加工的鋼。在優質鋼中，合金鋼佔着特殊的地位，由於在它的化學成份中加入了特殊合金元素，例如鉻、鎳、錳、矽、鉬、鈮、鈦、鈷、鎘、硼等，所以與炭素鋼不同，它具有特殊的物理性質。

例如，用於結構上的，含近乎 0.5% 鉻和 1.5% 鎳的鉻鎳鋼，具有比普通炭素鋼大一倍的強度，用這種鋼時，可以使結構的重量減少一倍。

含錳 12—14% 的高錳鋼，具有比炭素鋼大九倍的耐磨強度。因此它被用於製造破碎機與掘土機的零件、磨粉機的鋼球、電車的轆轤及轆叉等。含 18% 鉻，8% 鎳和 0.5% 鈦的不銹鋼，對海水的抵抗，比普通鐵差不多要大 200 倍，對硝酸的抵抗，前者比後者大無數倍。

含 18% 鎢，4% 鉻及 1% 鈮的高速度鋼，比炭素工具鋼的切削速度大七倍，它所切削下來的切屑，比用炭素工具鋼要多 50—60 倍。

含 4% 矽的變壓器鋼，在交流磁場中，比普通鐵的磁滯損失要小得多，使用矽鋼來製造變壓器，在我們國家中每年可以節省億萬千瓦時的電能。

不用滾珠軸承，汽車和飛機的高速度是不可能的，滾珠軸承是用含 1.5% 鉻的合金鋼所製造。

合金鋼在國民經濟的其它方面的意義也是很巨大的，在鞏固和加強國防方面，它起着特別重要的作用。

科學不斷的進步，推動着近代技術向前發展，設計師的新理想要求冶金學者一方面找出具有新的物理性能的鋼種，同時改進現存各種鋼的物理性能（噴氣發動機、生產自動化、遠距離自動管制等）。

當着科學技術在某一領域有所成就時，這種成就便成為與它所相近的領域的發展動力。例如，當着穿甲彈的穿甲力量增高時，就使得我們必須製造出一種比較更為堅強的甲板。磁性魚雷的使用，促進了軍艦採用無磁性的外壳。當着一種具有新的物理性能的鋼被發明時，就使得機械工程師有可能利用它的這些優點來製造新的器具和新的機器。

蘇聯優質鋼生產的發展

在革命以前的俄國，僅輔吉羅夫和司拉脫烏司脫夫機械工廠以及幾家兵工冶煉廠冶鍊少量它們自己所需要的優質鋼，國內其它方面所需幾乎全靠外國輸入。蘇聯優質冶煉工業之迅速發展開始於斯大林所定的國家工業化和農業集體化的五年計劃時期。

在斯大林，奧爾忠尼啓則，及莫洛托夫的演說中，在全國黨員代表大會的決議中，在聯共（布）中央委員會的決議中，都曾屢次着重的指出了優質鋼在社會主義國家的經濟技術的根本改造事業中所起的重要作用。

1925年在俄共（布）的第十四次大會上，斯大林同志說：「無疑問的，從國家的發展觀點上來看，我們的冶金工業的發展是具有巨大的意義的，因為它的發展意味着所有其它工業的發展，意味着各種經濟的發展。冶金工業是所有工業的基礎，因為如果沒有它的發展，則無論是輕工業也好，運輸、燃料等工業也好，農業電氣化工業也好，都不可能建立起來。冶金工業的發展是所有工業和國民經濟的一般發展的基礎。」[1]

在第一個五年計劃將開始時（1927—1928），優質鋼軋軋品的生產共計只近乎9萬噸，只有“電鋼”、“史拉脫烏司脫夫”和“紅色輔基羅別差”三家工廠，生產這種鋼。

1929年7月25日聯共（布）中央委員會作出了關於在列寧格勒發

展優質鋼冶煉和改建“易羅斯克”及“紅色輔基羅別差”兩工廠的決議。

爲了供應建造斯大林格勒拖拉機工廠的需要，在 1929 年年終斯大林格勒城的“紅色阿克達柏魯”工廠被指定轉變生產優質鋼材，不久，“易利其”工廠也接受了同樣任務。

國家的電氣化需要精密產品工業之發展。因此在 1930 年的三月，聯共（布）中央委員會曾給全蘇人民經濟委員會這個指示：「與批准新的電氣工業五年計劃的同時，必須審核和批准所有必要措施來用國內所產的原料，充分保證精密產品工業的需要（有色金屬、發動機和變壓器上所用的鐵、磁石鋼、鋼的鍛品）。」

1930 年 5 月 15 日聯共（布）中央委員會，根據斯大林同志的提議，作出了關於在烏拉爾和西伯利亞煤鐵礦出產基地建立我們國家的第二個煤礦和冶金中心的決定，在這個決定中規定烏拉爾木炭生鐵工廠應該轉變成優質鋼和優質鐵的供應基地。遵照着這一指示，那捷裕金斯基和非魯黑-易石梯斯基工廠被轉變爲生產優質鋼的工廠，史拉脫烏司脫夫、莫洛托夫、易日夫等工廠的生產擴大了，鐵合金工廠建立起來了，同時在且拉賓斯基地方籌建了一家冶金工廠。

在奧爾忠尼啓則同志於第一次全蘇代表大會上（1933 年）所作關於優質鋼的報告中，可以顯然的看出蘇聯的各工廠優質冶金發展迅速的情況：「在實行五年計劃第一年中，我們優質鋼加工成品產量爲九萬噸，爲全蘇全部鋼的加工成品的 2.7%。在第一個五年計劃實施的第四年中——1932 年，我們的優質鋼加工成品量爲六十七萬噸，爲蘇聯全部鋼的加工成品的 15.7%。」[8] 在這個大會上他說：「如果沒有這種優質鋼，我們就不可能壓製這樣的型鋼，也就不可能熔煉成這種牌號的鋼，這是已經證明了的。」[8]

在聯共（布）的第十七次黨員代表大會上，斯大林同志對於用新的

技術發展社會主義經濟作了如下的總結：「車床製造、汽車製造工業、拖拉機工業、化學工業、發動機工業、飛機製造、聯合收割機製造、大的發電機和透平的製造、優質鋼、鐵合金、人造橡膠、氮氣、人造纖維等新的生產部門都已經建立起來了。」[6]

在斯大林第二個五年計劃的最後一年，1937年，優質鋼加工產品已經達到二百五十一萬二千噸，為全蘇鋼的加工產品的19.6%。

在第十八次黨員代表大會上，在關於莫洛托夫同志所作報告的決議中，第三個五年計劃被決定為發展特殊鋼的五年計劃，優質鋼加工品的產量在第三個五年計劃的年代中，應提高到五百萬噸，即是1937年的產量的二倍（為全蘇鋼加工成品總量的23.8%）。

在決定進一步發展優質鋼冶煉工業之後，聯共（布）第十八次黨員代表大會決議：「提高優質鋼加工產品產量到二倍，並保證迅速增加特殊鋼的產量，包括硬質合金、不銹鋼、耐酸鋼、耐熱鋼、工具鋼、精密儀器製造鋼、變壓器鋼、以及鐵合金等。」[7]

優質碳素鋼和優質合金鋼生產的發展，要求鐵合金也同時跟着發展。用作還元劑或合金元素的特殊元素如錳、矽、鉻、鎢等，不是以純粹元素狀態，而是以與鐵組成合金的狀態被生產出來（這種合金叫做鐵合金），因為純錳、純矽或純鉻的生產需要很多的費用，而且存在很多的困難，錳鐵、矽鐵、鉻鐵的製造比較簡單。鐵合金中每公斤合金元素的價格比較低。

在沙皇時代波羅基工廠（烏拉爾）的矽鐵合金之產量僅為500噸，實際上所有鐵合金都是從外國輸入的。蘇聯第一個近代鐵合金爐是在1930年建立的。在兩個五年計劃的過程中蘇聯電冶鐵合金產量之增加情況，可以從下列數字中看出：1930年——84噸、1931年——4614噸、1932年——15299噸、1935年——94162噸、1937——171475噸。

與生產量增加的同時，鐵合金的種類也增加了。多年以來蘇聯在實際上已經能夠生產它自己工業上所必需的鐵合金，所有這些鐵合金的生產技術與過程都完全是蘇聯科學家和工程師所製訂出來的。

俄羅斯冶金學家對祖國優質鋼生產的貢獻

高級優質鋼生產的創造者是 П. П. 阿那索夫 (1797—1851)。19 世紀前半期他在史拉脫烏司脫夫工廠工作，那時全世界對鋼的生產方法都是極力保持祕密的，阿那索夫主張在科學的基礎上來發展鋼的生產而反對原始的奧妙說法，在 1827 年他發表了“鋼在液體空氣中的淬火方法”，在 1837 年發表了“關於鑄鋼之製造”，在 1841 年發表了他的名著“論頓馬司加 (О Булатах) 鋼”。

阿那索夫以發現頓馬司加鋼的生產祕訣為他自己的任務，頓馬司加鋼即一種具有很高彈性和切口硬度很大的鋼條，為此目的，他研究過採用來源不同的鐵，並曾研究加入金子、白金、錳、鉻、鋁、鈦、等物時，對鋼的性質之影響。他還研究過白瓷粘土與火磚粘土、玻璃、石灰、煉鐵爐渣、焙燒過之爐底石及氧化鐵皮等熔劑之影響，他曾做一連串試驗研究各種含碳物體對鋼之質量的影響，他試用過愈瘡木、裸麥粉、濕的樺木、角、象牙、生鐵、石墨、煤烟(附着於烟囪上之黑色物質)及金剛石。阿那索夫之系統化及科學化的試驗得到了成功。他製成了頓馬司加鋼，並認為金屬本質的研究有重大的意義，他特別細心的研究鋼的物理構造。比外國科學家早九年，他在 1831 年就已開始採用顯微鏡來研究金屬，並奠定了用顯微鏡方法的開端。

П. М. 阿布霍夫光耀地繼續着阿那索夫的事業。他擬定了價格低廉，組織均勻的高級優質鋼之大量生產方法，關於這種方法，他曾這樣寫道：“這種方法就是把生鐵與氧化鐵放在一起溶化，利用氧化鐵除去

生鐵中之炭。” 阿布霍夫確定了鋼的質量決定於炭及其他幾種雜質即鈦、鋁，在鋼中之均勻分佈。 阿布霍夫曾用這種鋼做成優質槍筒、子彈打不穿的護身甲、及鋼砲，這種鋼砲能經受連續發射 4000 發砲彈。

在十九世紀下半期的初期，鋼的生產在全世界範圍內都曾得到蓬勃發展，但是關於金屬構造及其性能方面的研究則仍然是處在萌芽狀態。

俄國科學家 Д. К. 祁耶諾夫(1839—1921)是金相學的開路先鋒，他在 1868 年第一次指出當着加熱和冷卻時(臨界溫度)鋼的內部會發生極其重要的變化，他創造了鋼的結晶理論，建立了這種變化與鋼在工廠中所經過之操作的關係，及這種變化與鋼在經受各種加工時所得到之性能的關係。

祁耶諾夫的學生，爾日夏托魯斯基，繼續並且發展了他老師的事業，他改進了鑄鋼的生產，及鋼砲與鋼甲的製造技術，他曾創立俄國第一個顯微鏡試驗室。在 1882 年他出版了“淬火的歷史”，1884 年出版了“鋼的冶煉學”，1898 年他又出版了“鐵、鋼及生鐵在顯微鏡下的研究”。關於他的最後一篇著作，院士 А. А. 巴易柯夫在 1904 年曾這樣寫道：“可以大胆的說，不僅是在我們的文獻上，就是在歐洲的文獻上，也沒有其他著作對於這一問題的研究，有它這麼完備，同時也沒有其他作著有它這麼實用。”

А. А. 巴易柯夫(1870—1946)繼續致力於冶金的物理化學基礎之創立工作，創立了新的冶煉理論。他第一次指出不僅是鋼能淬火，而且對所有能組成固溶體之系來說，淬火是一種普通現象，他經常努力於使高深的理論與實際生產和試驗室之研究相結合。物理化學、金相學及冶煉方法方面很多理論上的研究都是他作的。他曾積極的協助解決有關於利用克爾士鑛石時所發生之問題，改進了軌道鋼之質量，對非

金屬夾雜物作過鬥爭，並曾改進了金相的研究方法。

電爐在優質冶煉方面所起的作用

我們已經指出合金鋼生產之發展，對於技術工程之發展有非常重要的意義，在 19 世紀和 20 世紀的初期，合金鋼之生產以坩堝馬丁爐為主。隨着新的設備——弧光電爐——之出現及熟習了用它來進行鋼及鐵合金生產之後，電熱煉鋼法便代替了坩堝煉鋼法，並且限制了酸性馬丁爐煉鋼法的發展。

對大多數鐵合金之製造來說，弧光電爐是必需的工具。鐵合金是以金屬氧化物為原料，用還原法製成。碳是最普通，同時又是最便宜的還原劑。金屬氧化物的還原反應需要耗費熱能，在高爐內鐵能順利地從鑛石中還元出來。高碳錳鐵也可以在高爐內冶煉，但所需耗費之焦炭則比煉生鐵要多約 2.5 倍，至於矽鐵，在以鼓風機送風之普通高爐中，即使溫度達到最高時，也得不到含矽 15—18% 以上的合金。工程上需要含矽 45、75、90% 的矽鐵，電爐是這些合金，同時也是鉻鐵，鉛鐵與鈳鐵等合金的冶煉工具，因為只有在弧光爐的弧光區域中才有可能產生使金屬氧化物還元、難熔金屬熔化、及金屬與難熔爐渣之分離所必需之高溫度。

下面我們將看出能用矽或鋁作還元劑在爐外製成鐵合金。但是製造這些還元劑需要使用電爐。

電爐煉鋼比坩堝煉鋼經濟，電爐不需硫磷很低的爐料，用坩堝煉鋼時，由於大坩堝的製造複雜，很難鑄造大鋼錠。坩堝法不能機械化，同時由於加熱方法不完善（要經過耐火坩堝），所以一噸鋼所耗費的燃料量大。

當着掌握了電爐冶煉技術時，用電爐所煉成之鋼在質量上不會不