

高等学校教学用书



专业炼钢学

第二册

平爐煉鋼及鑄錠

东北工学院煉鋼教研室 編著

冶金工业出版社

高等学校教学用书

专业炼钢学

第二册

平爐煉鋼及鑄錠

东北工学院炼钢教研室 編著

冶金工业出版社

专业炼钢学 第二册

平爐煉鋼及鑄錠

东北工学院炼钢教研室 編著

冶金工业出版社出版（北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

冶金工业出版社印刷廠印刷 新華書店發行

1959年9月第一版

1959年11月北京第二次印刷

印數3,005册〔累計5,525册〕

開本850×1168¹/₃₂•450,000字•印張19¹²/₃₂•插頁4

統一書号15062•1839 定價2.20元

出版者的話

专业炼鋼学共分三册出版。第一册叙述炼鋼的物理化学基础及轉爐炼鋼；第二册叙述平爐炼鋼及鑄錠；第三册叙述平爐热工、平爐构造及其車間布置。

本書是专业炼鋼学第二册，系东北工学院炼鋼教研室集体編著。全書对国内外平爐炼鋼过程的理論、冶炼工艺及鑄錠等資料作了广泛的收集和分析，結合我国生产实践做了比較充分的論述。本書为了同时能满足平爐炼鋼工作者学习提高技术的需要，結合平爐炼鋼的特点对炼鋼基本理論做了进一步的叙述。

本書的内容和章节安排是按照高等学校鋼鐵冶金专业炼鋼专门化教学大綱的要求編写的，可作为該专业教学用書。

我們希望：使用这一書籍的教师、学生和炼鋼工作者能对本書广泛提出意見，以便逐步加以改进充实，成为完全滿足教学要求的教材。

前 言

建国十年来，在中国共产党的领导下，在苏联人民的无私援助下，我国的钢铁生产飞跃发展。1959年的钢产量将达到1200万吨，约为1949年的76倍。平炉炉底面积利用系数等生产指标已大大超过资本主义国家的水平。在平炉操作方面，总结和形成了“多装、快炼、高温、长寿”正确的总方针和快速炼钢等先进方法。创造了世界各国从所未有的平炉三槽出钢等经验。科学技术工作者与工人紧密团结，在强化平炉操作过程，提高钢锭质量、试制新钢种和采用新技术方面进行了一系列试验研究工作，获得了显著成绩。同时，随着高等教育事业的发展，特别是开始深入贯彻中国共产党提出的“教育为无产阶级的政治服务，教育与生产劳动结合”的方针以后，高等工业院校钢铁冶金事业的师生迫切要求有适合教学大纲要求，理论联系实际，系统反映我国炼钢生产的特点和经验，以及世界先进水平的“专业炼钢学”教科书。我们在全中国大跃进形势的鼓舞下，响应党的号召，集体编写了“专业炼钢学”的平炉炼钢部分，作为向建国十周年大庆的献礼。

“专业炼钢学”第二册系统地阐述了平炉炼钢的理论基础及其实践，钢锭的结晶理论，结构及浇铸工艺，比较全面地反映了我国平炉炼钢的特点和成就；第三册内容包括平炉热工，构造及平炉车间布置等。基本上能满足高等工业院校钢铁冶金专业教学大纲的要求。

“专业炼钢学”第二册和第三册是由东北工学院炼钢教研室教师集体编著的。参加编著工作的有王舒黎、刘沛环，宋实，李名俊，李永秋，徐文派，岳立，周自定，姜兴渭，冯春

榮，蔣仲樂等同志。本院鋼鐵冶金專業三年級學生肖澤強等曾參加蒐集資料和編寫初稿，一、二年級的部分學生曾為本書繪制插圖和謄清書稿。

本書的編著工作曾得到鞍山、瀋陽、上海、天津、太原、重慶、北京等地的有關生產部門，設計院，科學研究機關，吉林工業大學，鞍山鋼鐵學院等兄弟院校以及本院冶金原理，冶金爐等兄弟教研室的協助。他們有的為本書提供資料，有的協助編寫初稿，有的對本書提出了許多寶貴意見，對豐富本書內容和提高編寫質量起了很大作用，在此向他們表示謝意。

限于編著者的水平和時間匆促，遺漏和錯誤恐在所難免，熱切期望國內煉鋼工作者和讀者批評指正。

東北工學院煉鋼教研室

1959年7月

緒 論

鋼鐵及其在國民經濟中的作用

鋼鐵是包括熟鐵、鋼和生鐵等大量使用的黑色金屬的統稱。它們都是含有一定量其它元素的鐵碳合金。三者最主要的區別是含碳量的範圍不同^①：

熟鐵	含碳量為	0.05% 以下
鋼	含碳量為	0.05—1.7% ^②
生鐵	含碳量為	1.7—4.5% (—6.67%)

由於熟鐵，鋼和生鐵的含碳量的範圍不同，因而具有不同的金相組織及熔點、塑性等物理性能和機械性能。這可以從 Fe—C 系相圖上三者所占的不同位置得到清楚的理解（圖 1）。

為了說明熟鐵，鋼和生鐵的不同性能，列成表 1：

表 1

性 能	熟 鐵	鋼	生 鐵
含碳量，%	< 0.05	0.05~1.7	1.7~4.5
熔 點，°C	1530	1450—1500	~1100
高溫或低溫時的塑性	好	適中	不好
銲接性	適中	好	不好
機械性能	適中	好	不好
鑄造性能	適中	適中	好

- ① 熟鐵可以認為是極軟鋼。鋼和生鐵的根本區別在於可鍛與不可鍛。
- ② 最近蘇聯科學家証實鋼的含碳量可以提高至 2.0%。

鋼不僅具有强度高、韌性大及易于鑄造成型和鍛軋成型的性能，而且由不同成分並通過一定的機械加工和熱處理可以在很大的範圍內改變自己的性能。最突出的是含有一定量各種合金元素的鋼具有許多非常寶貴的特性：耐熱性，抗腐蝕性；高強度；高耐磨性；高速切削工具用鋼高溫下的耐用性；電機，變壓器用鋼最小的磁滯損失等等。从而使鋼可以滿足製造各種設備的日新月異的要求。而且還由於鐵礦、燃料和熔劑等天然資源蘊藏豐富，巨大的礦床普遍存在，冶煉和加工的方法比其它金屬簡便，效率高，規模大，產品的成本低廉等一系列技術上和經濟上的優點，使鋼成為現代工業生產中最重要金屬材料。

料。这可以从1936年全世界鋼及其它金屬的消耗量（每人平均的公斤数）的数据得到証实〔1〕：鋼——57.5；銅——0.853；鉛——0.759；鋅——0.725；鋁——0.197；錫——0.083。現在，全世界鋼的年产量已达3亿吨左右。

—鋼鉄，作为制造各种設備、工具和构件时大量使用的金属材料，是现代一切工业，特别是机械工业的支柱。鋼鉄工业是国民經济中最重要的部門之一。“工业的中心問題是鋼鉄的生产和机械的生产，而机械生产的发展又決定于鋼鉄生产的发展”。

〔2〕我国鋼鉄工业高速度的发展将使机械工业对金属材料日益增长和日益严格的需求得到充分保証，促进机械工业飞速发展，使国民經济各部門得以迅速用现代化技术装备起来，从而根本改变我国原来工业基础薄弱，經济落后的面貌。所以鋼鉄工业高速度的发展是加速实现我国社会主义工业化、农业机械化、电气化、国防现代化和加速发展现代化交通运输业的基础。

現代鋼鉄工业是最龐大的工业部門，它包括矿山、选矿、燒結、焦化、耐火材料、炼鉄、炼鋼、軋鋼等一系列生产部門和运输、机修、水电等补助服务部門。鋼鉄工业的建設需要采矿、选矿、燒結、炼焦、炼鉄、炼鋼、軋鋼等許多复杂的，重型的設備。昼夜不停的鋼鉄生产消耗着大量的炼焦煤。它对运输业的要求也很大，一个鋼鉄联合企业，生产一吨鋼，运输量約达22吨。鋼鉄工业主要貨物（原料、燃料和成品）的运输量佔国家总运输量的很大比重（在苏联、佔鉄路总貨运量的15—20%〔3〕）。因此，鋼鉄工业不可能孤立无援地发展，而鋼鉄工业的发展必将带动机械、煤炭、交通运输等国民經济各部門的相应发展，並逐步使全国的生产力合理分布。

現代鋼鉄工业各主要生产部門之間有着密切的联系（图2）。其中，最主要的生产部門是炼鉄、炼鋼和軋鋼。炼鋼生产又是整个鋼鉄生产过程中的中心一环。

建国以来，中国共产党和人民政府一贯十分重视钢铁工业的建设。在发展国民经济的第一个五年计划期间就曾集中较大的财力和人力建设钢铁工业。1958年，中国共产党在工业战线上又提出“以钢为纲，全面跃进”的建设方针，抓住了钢铁、机械等国民经济各部门之间以及钢铁工业各主要生产部门之间客观存在的互相依赖和互相促进的内在联系，抓住了当前和今后一定时期必须首先保证钢铁材料供应的主要矛盾，生动地体现出社会主义建设总路线和国民经济有计划、按比例发展的客观规律的要求。执行这个正确方针的结果，形成了1958年“一马当先，万马奔腾”的全面大跃进局面。

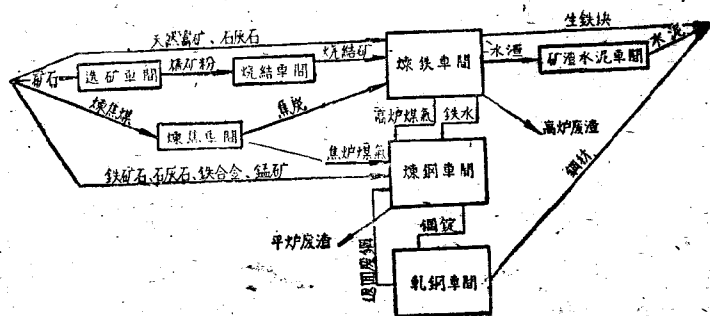


图 2 钢铁工业主要生产部门间的联系

综上所述，就可以理解：钢的生产水平标志着一个国家整个国民经济的发展水平，并对巩固国防起着非常重要的作用。

我国古代炼钢技术的成就

人类在远古以前就开始用铁了。在距今6000年前建成的埃及金字塔中曾发现铁。印度德里保存着有3000年历史的古代铁柱。铁矿在世界上的广泛分布，钢铁的锐利坚固，使钢铁对生产工具的改进，生产力的发展及整个人类社会技术和文化传

进步起了巨大的推动作用。“它是在历史上起了革命作用的各种原料当中的最后者，和最重要者”〔4〕。

我国是最早生产和使用铁的国家之一。1950年10月在河南辉县固围村发掘战国时代魏国墓葬曾发现铁制生产工具90多件和铁兵器80件。1953年在热河兴隆寿王坟又曾发掘出战国时代的铁范87件。在出土铁范的附近还曾发现大量红壤土、木炭屑和筑石基础，说明当时这一带是具有一定规模的冶铁工场。由此判断，早在2300多年前，我国的炼铁技术就已相当发达，铸造铁器的手工业工场也已有一定的规模。左传记载公元前513年春秋时晋国已用生铁铸刑鼎（铸有刑书的大铁鼎）〔5〕。由此可见，甚至远在2500年前，我们的祖先已经创造了规模较大的炼铁炉，发明了铸造带有铭文的大型铁器的技术。这比欧洲各国超前了约17个世纪。

中国人民很早就发明了炼钢技术，中国古代许多名贵的宝剑都是用钢制的。历史上有名的关于“干将”“莫邪”宝剑的传说虽然带有浓厚的神话色彩，但所描写的“干将”“莫邪”的形象却可以证明制造这种宝剑所用的钢就是古代印度、波斯等东方国家有名的“布拉特钢”或杰出的俄罗斯冶金学家П. И. 阿诺索夫（1841年）炼制的“大马士钢”。古人将若干稻芒捆成一束，以发丝结住悬在杖上，有名的宝剑能砍断十余根稻芒而发丝不断。我们的祖先掌握这种钢的冶炼技术距今至少有2000年的历史。

我国古代炼钢技术最突出的成就是距今约1400多年前南北朝时代将生铁，熟铁相炼的“灌钢”冶炼法的发明（利用生铁熔化后，灌入未经锻打的熟铁故名）。“灌钢”冶炼法的不断发展进步，就产生了“苏钢”冶炼法（相传此法是江苏省的炼钢工人创造的，故名）。这种方法利用生铁的含碳量高和熔点低；将生铁板在低温下熔化，熔化后的铁水成滴的滴入未经锻打的熟铁（料铁）。由于料铁疏松，生铁液滴便分散成无数

小球流入料鉄的各个蜂窩状空隙內，与其中未經挤出的氧化渣迅速发生作用。生鉄中的雜質被氧化除去，含碳量降低，料鉄內的渣与鉄分开，浮于表面，逐漸流出。生鉄的含碳量降低到相当程度即不再流动，留在海綿体内，直到全部空隙填满，渣子流出，便得到一个不含渣的鋼团。再經過鍛打，淬火等操作便得到鋼条状产品。所得产品基本上是含渣少，内外成分均匀的，除砷錳含量稍低外，化学成分与現代碳素工具鋼相似。产品的細小顆粒及淬硬断面亦与現代碳素工具鋼相似〔6〕。这种不用坩堝在半流体状态下比較迅速的使鉄渣分离，並使熟鉄滲炭得到碳素工具鋼的方法完全合乎現代的冶金原理，在其它各国还没有类似的发现，是我国古代先进炼鋼工作者智慧的結晶。

勤勞而富于創造性的中国人民不仅曾以指南針、造紙法、印刷术和火葯等偉大发明著称于世，在鋼鉄生产发展历史上，也曾写下了光輝的篇章。只是由于近百年来帝国主义的侵略和本国反动政府的統治，我国在冶炼鋼鉄方面才落后于世界先进的国家。

我国近代鋼鉄工业的发展

(1890—1948)

我国近代鋼鉄工业的发展最初是从1890年張之洞在湖北汉阳建立汉阳鋼鉄厂开始的^①。

1840年鴉片战争以后，外国資本主义侵入中国，中国社会逐漸变成半殖民地、半封建的社会。当时的清朝政府为了维护封建王朝的統治，決定兴办“洋务”，利用外国技术建立現代工业，首先是軍需工业。汉阳鋼鉄厂就是在“洋务运动”中依靠帝国主义建立起来的。当时包括一个拥有6座30吨碱性平

① 1865年上海造炮局首先創建平爐，但終未建成。

爐的煉鋼車間（起先是酸性轉爐，因原料含磷高改為鹼性平爐）。1907年由於帝國主義向我國傾銷鋼鐵和封建統治階級腐敗無能，終於停工倒閉。且因債務累累，使大冶鐵礦開採權陷落日帝之手。

第一次世界大戰期間，西方帝國主義國家被迫暫時放開了對中國的侵略，中國的民族工業有了進一步發展。1917年，在上海建立了私營和興煉鋼廠（現在上海第三鋼廠的前身），擁有2座10噸的鹼性平爐。但建成不久，世界大戰結束，帝國主義卷土重來，和興煉鋼廠終於停產倒閉。

1927年以後，國民黨反動派統治中國的20多年期間，只顧窮兇極惡地掠奪人民，根本沒有進行任何工業建設。他們雖曾一再吹噓要建立一座年產10萬噸的鋼鐵廠，但始終未見實現。只有清朝末年的北洋軍閥時代建立的幾個小廠繼續地進行生產，年產鋼不過4萬噸左右。

1931年日本帝國主義侵佔我國東北。1939—1943年，為了掠奪我國資源，擴大侵略戰爭，便在東北建立依附於日本本國工業系統的殖民地式的鋼鐵工業。1943年，全國鋼產量達到92.3萬噸（解放前歷史上鋼的最高年產量），其中絕大部分是日帝在華企業生產的。

從1890年——1948年，全國總共生產了760萬噸鋼。

1949年全國解放前夕，由於國民黨反動派的嚴重破壞，全國鋼的年產量僅達15.8萬噸。舊中國遺留給我們的鋼鐵工業不僅生產能力極低，而且煉鋼能力低於煉鐵能力，煉鐵能力低於採礦能力，煉鋼的技術很低，軋鋼的設備很舊，能生產的鋼材種類很少。在地區分布上也極不合理，絕大部份集中於鞍山一地。解放後，我們就是在這樣極端落後的基础上重新開始建設我國的鋼鐵工業。

所有這些事實表明：沒有一個獨立、自由、民主和統一的中國，不可能發展工業〔7〕。

新中国鋼鐵工业的高速度发展

1. 国民經济恢复时期 (1949—1952)

1949年，中华人民共和国成立，这是我国近代鋼鐵工业发展的真正起点。

1949—1952年，在中国共产党的正确领导下，中国人民在繼續彻底完成民主革命的同时，克服重重困难，胜利完成了国民經济的恢复工作。鋼鐵工业在国民經济恢复时期的主要成就是：使我国鋼的年产量达到並超过历史上的最高年产量，1952年鋼的产量达到135万吨，为1943年的1.46倍，1949年的8.54倍；通过加强领导，学习苏联先进經驗和开展劳动竞赛等一系列措施，建立和健全了生产組織和管理制度，設備利用率和产品质量逐步上升，原材料消耗和成本逐步下降；在苏联专家的无私援助下，我国鋼鐵工业的技术队伍在实践中开始成长起来，操作技术逐步稳定，並制定了比較完善的技术操作規程；进行了大規模改建鞍山鋼鐵基地的准备工作等。

此外，應該着重指出：唐山鋼厂1951年起进行了側吹碱性轉爐吹炼碱性平爐炼鋼生鉄的工业性試驗，並於1952年获得成功，正式投入生产。这项成就的普遍推广对迅速增加我国鋼产量起着重要作用，也是对全世界冶金事业的重大貢獻。

2. 第一个五年計劃时期(1953—1957)[8]、[9]

解放前，我国鋼鐵工业极端落后。在恢复时期，鋼鐵工业虽有显著发展，仍然不能适应需要。1952年，鋼的年产量，每人平均只有2.25公斤，許多重要鋼材还不能生产。因此，在第一个五年計劃期間，应集中較大的财力和人力建設鋼鐵工业，以求能够用較短的时间建立起我国工业化的基础。

按照首先利用原有工业基地以加速我国經濟建設的方針，集中进行了大規模改建鞍山鋼鐵基地的工作。在苏联从設計、施工到供应設備，派遣专家的全面援助下，基本完成了以最新技术改建6座自动化高爐，24座大型平爐，大型、无縫等16个現代化軋鋼厂以及选矿、燒結、耐火材料等共48項巨大工程。使鋼的年产量达到300万吨以上，成为我国社会主义工业化事业的第一个强大基地。同时，並对重庆、天津、唐山等地原有的中小型鋼鐵厂进行部分的改建。第一个五年計劃期間，新建和改建的鋼鐵厂增加的炼鋼能力达到282万吨。

第一个五年計劃期間，还开始在武汉和包头新建大型鋼鐵联合企业，以便逐步形成分别以“武鋼”和“包鋼”为中心的新的工业基地，改变原来工业地区分布不合理的状态。此外，並已开始注意提高優質鋼在鋼的总产量中的比重。

为了保証鋼鐵生产能力日益增长的需要，积极的进行了鉄矿、鈺矿、熔剂和耐火材料等原料基地的建設。

我国人民只用了4年時間，到1956年就以年产446万吨鋼超額完成了第一个五年計劃規定的年产412万吨鋼的指标。到1957年第一个五年計劃結束时，鋼的年产量达到535万吨，为1952年的3.96倍。鋼的产量平均每年递增31.7%，这是任何資本主义国家在經濟发展最順利的年代中也不可能梦想到的增长速度（同期美国鋼产量的平均增长速度为3.9%）。鋼产量的飞速增长，很大一部分是發揮原有設備潛力的結果。这可以从平爐爐底面积利用系数（每平方米平爐爐底面积每昼夜的产鋼吨数）的显著增长反映出来。1957年，我国平爐爐底面积利用系数平均达到7.21，远远超过了最发达的資本主义国家美国（1957年，美国平爐爐底面积利用系数平均为5.6）。同时，鋼和鋼材的品种有了显著增多。1957年，我国生产的鋼种达到370多种（1952年为180多种），鋼材达到4,000种，全国所需鋼材86%可以自己生产，並生产了高級合金結構鋼、特殊仪表

用鋼、矽鋼片、造船鋼板、鍋爐用無縫鋼管、60公斤重軌等我國從來不能製造的產品。

第一個五年計劃期間，我國鋼鐵工作者積極學習蘇聯先進經驗，已經熟練地掌握了生產技術，在強化操作過程的等某些方面開始有了創造性的成就。在鋼鐵工業建設中積累了經驗，掌握了年產150萬噸鋼的鋼鐵聯合企業的設計和建造工作。同時，圍繞新鋼鐵基地的建設，發揮原有設備的潛力、改進產品質量和試制新產品等任務進行了不少系統的試驗研究工作，並開始試驗採用氧氣煉鋼、連續鑄錠和真空處理等最新技術。由於鋼鐵生產和教育事業的發展，大批青年投身於鋼鐵工作者的行列之中，壯大了發展我國鋼鐵工業的技術大軍。

第一個五年計劃的勝利完成使舊中國鋼鐵工業極端落後的面貌開始改觀，奠定了我國工業化的基礎。

3. 1958年的大躍進

1958年是第二個五年計劃的第一年。中國共產黨第八次全國代表大會關於發展國民經濟的第二個五年計劃的建議曾經規定，到1962年，我國鋼產量將達到1050—1200萬噸，比1957年計劃年產增長約1.5—1.7倍，平均每年遞增18%〔10〕”。1958年，由於在整風運動勝利的基礎上，反對了保守思想，廢除了迷信，認真地執行了中國共產黨提出的旨在調動各方面積極性，抓住重點，帶動一般，高速度地發展社會主義建設事業的社會主義建設總路綫和一整套用“兩條腿走路”的方針，充分發揮了人民群眾的主觀能動性，使我國社會主義建設事業實現了空前未有的全面大躍進。鋼鐵生產在大躍進中一馬當

- “兩條腿走路”的方針就是：在優先發展重工業的基礎上，實行工業和農業同時並舉，中央工業和地方工業同時並舉，大型企業和中小型企业同時並舉，洋法生產和土法生產同時並舉，在工業戰線上集中領導和群眾運動相結合，在目前時期以鋼為綱和全面躍進相結合〔11〕。
- 其中“洋鋼”為80萬噸，“土鋼”為300萬噸。

先，鋼的实际产量由1957年的535万吨跃增为1108万吨，仅用一年时间基本上达到了第二个五年计划的要求，走过了英国为提高同样的生产水平走了32年的里程〔11〕。全国18个重点钢铁企业和正在建设的24个中型钢铁厂和各主要机械厂的炼钢设备的产生能力达到2400万吨〔11〕。

1958年，不仅钢的产量成倍增长，而且出现了许多新的技术成就和先进经验，平炉炉底面积利用系数等主要生产指标已经接近世界上最先进的水平。平炉操作上普遍采用了扩大装料量、多槽出钢、加大热负荷，缩短熔炼时间及在大中型平炉上采用碱性炉顶和上部砌砖以延长炉体寿命和保证强化供热等措施。因此，全国平炉炉底面积利用系数平均达到7.78〔12〕。上海第三钢厂10平方公尺炉底面积的小平炉达到年平均利用系数14.51，10—12月还创造了17.05—18.43的优异成绩〔13〕。特别值得指出的是太原钢铁公司职工创造平炉三槽出钢的创举。太原钢铁公司职工在党中央负责同志的启发下，创造了三槽出钢，在原有厂房和吊车的条件下，将平炉稍加改建，即可加大装料量为原装料量的2.5—3.0倍。提高产量约一倍。鞍山钢铁公司新建大型平炉采用这项创举，使装料量达到660吨，成为世界上的“平炉之王”。

1958年，我国转炉炼钢有了特别突出的发展。全国遍地建起了转炉炼钢车间，并在唐山、天津、上海、北京、抚顺等地新建了一批容量达到10和12吨的侧吹碱性转炉。转炉钢在全国钢产量中所佔比重比1952年增加3倍，产量比1952年增加23倍〔14〕。成为全国地方炼钢生产中的一支主力军。在转炉炼钢方面，普遍进行了改建炉型，成功地推行了留渣操作，创造了转炉三排风眼等，而且还试验采用热风碱性化铁炉等，以提高钢液温度，改进钢的质量。特别值得指出的是，在转炉处理含

● 最近苏联已在设计世界上最大的平炉，容量为750吨，详见苏中友好1959年第16期第31页——编者注