

273915

金属工艺学

第一分册 金属冶炼

(初稿)

天津大学安延濬編

高等教育出版社



SEU 0689627

目 录

緒論	1
----	---

第一篇 金属冶炼

§ 1. 引言	9
---------	---

§ 2. 冶炼用的燃料和耐火材料	16
------------------	----

第一章 生鉄冶炼	24
----------	----

§ 3. 炼鉄的基本概念及发展史	24
------------------	----

§ 4. 高炉原料	28
-----------	----

§ 5. 高炉构造	34
-----------	----

§ 6. 高炉冶炼过程	44
-------------	----

§ 7. 高炉产品	52
-----------	----

§ 8. 从矿石中直接还原鉄的概念	55
-------------------	----

第二章 鋼的冶炼	57
----------	----

§ 9. 炼鋼基本概念及炼鋼发展簡史	57
--------------------	----

(一) 土法炼鋼

§10. 土法炼鋼的作用及意義	61
-----------------	----

§11. 各种土法炼鋼及其特点	65
-----------------	----

(二) 轉炉炼鋼法

§12. 轉炉构造及其工作原理	70
-----------------	----

§13. 酸性轉炉炼鋼法	73
--------------	----

§14. 碱性轉炉炼鋼法	78
--------------	----

§15. 轉炉炼鋼特点及先进技术	82
------------------	----

(三) 平炉炼鋼法

§16. 平炉构造及其工作原理	85
-----------------	----

§17. 碱性平炉炼鋼法	88
--------------	----

§18. 酸性平炉炼鋼法	92
--------------	----

§19. 平炉炼钢特点及先进技术	94
(四) 电炉炼钢法	
§20. 电弧炉构造及其工作原理	98
§21. 碱性电炉炼钢法	100
§22. 酸性电炉炼钢法	105
§23. 电炉炼钢的发展方向和先进技术	106
§24. 高频感应电炉炼钢法的概念	106
§25. 各种炼钢法的比较及联合炼钢法	107
(五) 钢锭的浇铸	
§26. 浇注钢锭的设备及注锭方法	108
§27. 钢锭的结构及缺陷	112
§28. 镇静钢与沸腾钢的概念	116
第三章 有色金属冶炼	117
(一) 铜的冶炼	
§29. 铜矿石及炼铜的基本概念	118
§30. 富集铜矿的方法	120
§31. 冰铜的熔炼	122
§32. 粗铜的吹炼	129
§33. 铜的精炼	130
(二) 铝的冶炼	
§34. 铝矿石及炼铝的基本概念	135
§35. 纯氧化铝的提炼法	136
§36. 铝的电解及精炼	139
§37. 土法生产金属铝	142

緒 論

金属工艺学是研究金属及合金的冶炼方法、性質和合理加工方法的一門綜合科学。

金属工艺学包括下列內容: 金属冶炼、金属学与热处理、金属鑄造生产、金属压力加工、金属焊接与切割以及金属切削与机床等部分。

金属冶炼是研究从矿石冶炼成金属的基本过程。在这一篇中讲解炼铁、炼鋼、炼銅、炼鋁的基本概念; 合理地冶炼优质金属的概念; 金属鑄錠的缺陷; 各种不同冶炼方法所炼金属的性質比較及应用范围等。这些知識是任何工程技术干部必需知道的基本常識, 同时也是学习金属工艺学后面各部分的基础。

金属学与热处理是研究金属及合金的成分、組織和性能之間的关系; 在各种不同因素影响下它們之間的变化規律; 改变金属及合金的組織、性能的各种热处理方法; 以及比較各种常用金属及合金的性能和用途。在这一篇中讲解在机械制造业中所用金属及合金的主要性質; 金属及合金的結晶构造和組織; 二元合金状态图; 鉄碳合金状态图; 鋼的热处理和各种常用的合金等知識。这些知識对合理选用金属材料, 改变金属的性質, 以及正确制定金属加工的工艺方法均有直接的帮助。

金属鑄造生产是研究将液体金属或合金澆注到鑄型中, 以获得具有一定形状的零件的加工方法。在这一篇中讲解鑄造生产的各种工艺; 所用的設備; 以及設計鑄件的原則等知識。

金属压力加工是研究具有塑性的金属或合金在外力作用下, 获得一定形状的零件的加工方法。在这一篇中讲解金属的变形;

金屬的加熱；軋軋、拉絲和擠壓等製造坯料的概念；鍛件及沖壓件的合理加工工藝；所用的設備及工具；以及設計鍛件、沖壓件的原則等知識。

金屬的焊接與切割是研究將金屬零件的聯結部分加熱到熔化或半熔化狀態後，使它們連接成一整體的方法。在這一篇中講解金屬焊接的基本方法；焊件的製造工藝；焊縫的缺陷及其消除方法；焊接所用的機器設備和工具；以及設計焊接件的原則等知識。

金屬切削加工與機床是研究用刀具從毛坯上切去一部分金屬，以獲得所需形狀及尺寸的零件的加工方法。在這一篇中講解金屬切削加工各種工藝方法；金屬切削機床的構造；刀具、量具、夾具等概念；以及切削加工零件的設計原則等知識。

金屬工藝學對培養具有社會主義覺悟的和有機械製造技術知識的勞動者有着重大的意義。

1958年8月19日中共中央和國務院所發“關於教育工作的指示”中指出：培養一支數以千萬計的又紅又專的工人階級知識分子隊伍，是全黨全國人民的巨大的歷史任務之一。教育工作必須由黨來領導。我們的教育方針是，教育為無產階級的政治服務，教育與生產勞動結合。我們培養的是既有政治覺悟又有文化的、既能從事腦力勞動又能從事體力勞動的、為建設社會主義和共產主義服務的工人階級自己的知識分子。

高等工業學校中，除必須進行馬克思列寧主義的政治教育和思想教育，並安排學生進行生產勞動的機會，以求在實際生產勞動中得到思想和技術知識的提高外，在課程方面需要講授下列三類課程：政治課、理論和技術基礎課以及專業課。對培養機械製造工程的勞動者來說，這三類課程均具有重要的意義。

金屬工藝學是一門技術基礎課。在機械製造類各專業教學計劃的所有技術基礎課中，金屬工藝學是與生產勞動緊密配合的、不

可分割的一門工藝課。在其他的技術基礎課中都很少學習到具體的製造機器和零件的工藝知識，但這些實際生產的工藝知識對培養機械製造類專業的勞動者來說是最主要的基本知識，也是設計機器和零件的重要基礎；因此，金屬工藝學與生產勞動結合在一起，首先直接擔當了培養機械製造類各專業勞動者親自動手進行操作的實際工藝知識的任務。所以金屬工藝學這門課程必須與生產勞動密切結合起來，在生產勞動的同時進行講授，這樣才能使製造工藝的理論知識與實際生產結合。但是在廣播函授的教學方式中，這一點是較難全面作到的。雖然我們的學員同志們都在從事一定生產實際工作，但并不一定有機會能參加所有各種金屬加工工藝部門的工作，也不可能象一般學校似的有計劃地全面安排各種加工的生勞動實習，因此有必要組織學員同志們到就近的各種加工工廠或車間進行幾次參觀，這將有助於這門課程的學習。

金屬工藝學也為以後學習的其他基礎技術課和專業課奠定必要的基礎，特別是為完成機器零件課程設計奠定必需的工藝基礎。因為進行這個課程設計時，不僅要解決選擇零件的材料和毛坯種類，擬定零件製造方法等問題，而且要保證設計的零件應符合製造工藝和結構的要求，也即在設計零件的過程中，必須考慮到製造的工藝，力求減少製造上的困難和產品的缺陷，同時還應與實際生產的工人結合一起，考慮如何能經濟合理地、多快好省地製造出來。因此，金屬工藝學作為機械製造工藝的入門課，和生產勞動緊密配合在一起，對培養機械製造類各專業勞動者具有更重大的意義。

金屬工藝學課程講授內容中還包括有對任何專業勞動者都必須知道的一般技術知識，這些工程技術常識可擴大技術上的知識領域。

金屬工藝學這門科學是在歷代勞動人民所創造的技術方法，彙積的經驗，和研究的理論等方面的基礎上發展起來的。我國古

代劳动人民在这些方面有过辉煌的成就。

根据历史上的記載和現今发掘的出土文物証明：我国早在上古新石器时代就已經有了銅。史記封禪书“黃帝采首山之銅，鼎鑄荆山下”。又“黃帝作宝鼎三，象天地人”。似乎在所謂三皇五帝时代，就已有了銅，但这只是后世傳聞，並沒有出土的古物証实。到殷朝（紀元前 1766—1122 年）我国銅的冶炼、鑄造及其加工等方面已相当发达了。不久前在河南安阳附近殷墟中发掘出大量銅器，其中有銅簇、銅范、銅鍋、銅觚、銅爵、銅鼎、銅戈、銅矛、銅針、銅錐、銅鑄、銅刀等，上面刻有花紋，并很精致，此外还有很多甲骨文字。在殷墟中还发掘出好多銅冶炼場的遺址，在这些地方，发现有銅器碎块、木炭、將軍盔、炼渣、銅鑄范和尚未冶炼的銅矿砂等。发掘出的最大的將軍盔（即炼銅炉）每次可炼銅达 12.5 公斤。根据出土文物，我們可以断言，我国在紀元前 1700 年左右，冶銅工业就已很发达。

到周秦战国时代，我国在炼鉄方面已大量开始了。

战国时（紀元前 400 年）用鉄的有力証明，是科学院古物研究所在 1950 年、1951 年、1952 年三次发掘河南輝县的战国时代古墓中所发现的大量鉄器。在一个大的古墓中就发掘出鉄犁、鉄鑿、鉄鋤、鉄鏟、鉄斧等鉄制工具和兵器共有 140 件，这些鉄器形式完整，鏽蝕程度不到本器体的五分之一。又在此墓旁一个大灰坑中发掘出各种鉄器 99 件。这有力的証明，战国时我国已普遍应用鉄器了。

在热河兴隆还发掘出很多鑄鉄鋤范，鏽蝕情况很少，这也証明我国早在战国时代鑄鉄工业就已相当发达。我国早在战国时代就已开始大量利用鉄器的事实，証明我国比世界其他国家早一千多年就由銅器时代轉入鉄器时代了。

此外战国时我国制劍技术已很高明，“干将”“莫邪”等名劍是

人所周知的。

到汉朝我国已出现了不少简单的机械，并且有了金属的机件，如湖南衡阳出土的人字齿輪，証明是东汉时的产物，这些人字齿輪，制作的已相当精致，彼此咬合很好。

明朝崇禎年間(1611—1644年)江西奉新人宋应星著“天工开物”一书，內載有冶鉄、炼鋼、鑄钟、鍛鉄、造炮、淬火等各种金属加工工艺。足以証明我国早在十六七世紀时，在金属冶炼及加工方面均已有了很高的技术成就^①。

但由于我国长期处于封建社会制度統治之下，对劳动人民的創造，沒有給予支持和发揚；近百年来在帝国主义入侵后，我国沦为半殖民地半封建的国家，更談不上有什么創造性的成就，而形成工业远远落后的国家。

自从1949年全国解放，新中国成立后，在中国共产党和人民政府的领导下，在以苏联为首的社会主义陣营各兄弟国家大力帮助和支援下，全国工人阶级和全国人民积极努力，发挥优良的傳統智慧，不仅在短短三年內(1949—1952年)恢复了过去的水平，并且在1956年就基本上提前一年完成了第一个五年計划。到1957年年底，我国工业总产值超过第一个五年計划指标17%左右。由于第一个五年計划的超额完成，我国社会主义工业化的基础已建立起来。我們建成了一系列的新工业部門，改变了我国过去在殖民地和半殖民地时期所造成的工业基础薄弱和残缺不全，互不配合的状态，使我国变为一个具有飞机制造业、汽車制造业、高效率机車制造业、新式机床制造业、冶金和矿山設備制造业及高級合金鋼、重要有色金属冶炼业的国家。

金属加工的各种工艺，在第一个五年計划时期內，也得到了很

^① 上面所簡述的中国古代劳动人民的成就，是根据北京鑄鉄学院石心圖教授“中国古代冶金”科学报告的资料編写的。

大的提高，因而才有可能大大提高了我国机械制造能力，我国机器设备的自给能力已经能达到60%以上，金属材料的自给能力达到80%以上，所以才能建立起工业化的基础。这些成就是与金属加工工艺有着密切联系的。

1958年5月中国共产党第八次全国代表大会第二次会议向全国人民提出了：贯彻和执行党中央根据毛主席的创议而制定的鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线。争取在十五年，或者在更短的时间内，在主要的工业产品产量方面赶上或超过英国，争取提前实现“全国农业发展纲要”，为尽快地把我国建成一个具有现代工业、现代农业和现代科学文化的伟大社会主义国家而奋斗的号召。

全国人民在党的领导下，思想解放，干劲十足，正以排山倒海之势，向前跃进。目前各种工业中呈现的无数激动人心的生产大跃进奇迹，以及各种新创造的金属加工工艺方法，每日均有报道^①，这些情况使我们深深地感到生活在一天等于二十年的时代是多么幸福。我们是一天天好起来，敌人是一天天烂下去；东风压倒西风并将继续压倒西风；全国工农业大跃进，钢铁、机械等产量翻一番或几番，社会主义建设的伟大事业正在我国蓬勃开展。

1958年我国钢产量比1957年的535万吨，增加了一倍多，达到1,100万吨左右；机床产量也由1957年的28,000台增加到90,000多台。1958年我们这样高速度的飞跃发展，证明了党的以钢为纲，全面跃进的方针，中央工业和地方工业同时并举，大型企业与中小型企业同时并举，土法生产和洋法生产同时并举，以及集中领导与大搞群众运动相结合等方针，一句话，用两条腿走路的方针，是完全正确的。

① 祖国跃进情况一日千里，讲课教师可根据当时情况，补加更确切的资料。

党的八届六中全会提出：在 1959 年鋼产量将要增加到 1,800 万吨左右，其他产品也将增加很多。实现 1959 年的計劃，我国主要的工业产品：鋼鉄、銅鋁、机床、发电設备等产量就将分別接近、赶上或超过英国。

当然要实现 1959 年国民經济計劃，我們不仅要有冲天的干劲，还要有科学分析的精神。要認真提倡实干、苦干、巧干的精神。因此，要大搞技术革命，改进技术措施，这些措施是与金属加工的工艺分不开的。

在 1958 年的大跃进中，我国机械工业广大职工曾經創造了一系列金属工艺方面的重大技术經驗：例如电炉熔炼中多装快炼的“茶壺煮猪头”的操作經驗；在冷加工方面利用小机床干大活的“螞蟻啃骨头”的加工方法；以电渣焊为中心的“化大为小，拼小成大”解决大鍛件不足的經驗；以推广使用球墨鑄鉄为中心的“以鉄代鋼，以鑄代鍛”等經驗。这些对解决大型加工设备不够和大型鑄鍛件不足的困难，起了很大的作用，使許多原来只能生产小型产品的工厂制造出大量的各种重型設备。这些金属工艺方面的重要經驗，今后都应大力推广。此外，冲、压、挤、拔、軋和精密鑄造、精密鍛造等不用切削的金属工艺先进方法，也应大大推广和发展。

另外从国际上看，社会主义国家的工业发展也远远超过资本主义国家，自从苏联三顆人造地球卫星和第一个太阳系人造行星上了天，使許多资本主义国家的科学家，特别是美国的科学家也不得不承認苏联的科学和工业技术大大地超过了美国。苏联工业发展速度和美国比較：从 1913 年到 1958 年苏联工业生产增加了 35 倍，而美国在同时期却只增加了三倍。目前苏联的工业生产正以更快的步伐向前跃进，而美国和其他资本主义国家則在不断的衰退。

从上面所談的我国和苏联社会主义和共产主义建設的发展情

况来看，起决定作用的是鋼鐵冶炼和机械制造工艺的发展速度的問題。因此加快这两大元帅的发展速度，除了要有党的正确領導外，还要发动群众运动开展技术革命，改进和发展金属加工的工艺，将冲天干劲和科学知識結合一起，这将会起很重要的作用。金属工艺学这门課程作为机械制造工艺的基本知識來說，对培养建設社会主义和共产主义工业的劳动者們，更具有重大的意义。

第一篇 金属冶炼

从天然的化合物——矿石——中提炼金属，及进一步的加工，使其具有一定的机械、物理及工艺性质，这种科学称为“冶金”。

§1. 引言

金属在工业上可分为黑色金属与有色金属两类。

黑色金属包括铁、锰和铬等金属，主要是铁碳合金（钢铁）。常见的铁碳合金又分为：工业铁、生铁（铸铁）和钢。在高炉中把铁矿石还原而炼成的铁，称为生铁。生铁重新熔化后制成铸件，称为铸铁。生铁或铸铁的含碳量大于2.0%，一般在2—4.5%之间。生铁又可在炼钢炉中用氧化的方法炼去大部分的碳和其他杂质，而成为含碳量在2.0%以下的铁碳合金，称为钢。其中含碳量自0.1—1.4%的钢，其强度、塑性和韧性均较好，可以锻。在精炼炉用特殊的方法可炼成的含碳量在0.08%以下的铁碳合金，称为工业铁。

有色金属是指除去钢铁之外的所有金属，常见的有色金属又分为：轻金属——铝、镁；特种金属——钨、钼、镍、钒、钛、钴、锡、锑、汞和铋等金属，它们储藏量较少，多用作冶炼合金钢、铁合金及其他有色合金的附加合金元素；贵金属——金、银和铂等；放射性金属——镭、钍和铀等；以及稀土金属——铈和钽等。

这里只介绍重要而常用的铁、钢、铜、铝等金属的冶炼，其他金属因与机械制造直接关系较少，就不介绍它们的冶炼方法了。

我国钢铁冶炼工业发展情况

优先发展重工业是我国社会主义建设的基本方针，钢铁工业

在重工业中又是最根本的基础。钢铁与其他金属相比，在数量上占有所有金属的94%；在用途方面又是一切工业和农业如机械制造业、国防工业、各种轻工业、各种农具机械制造业、以及一切国民经济部门的发展基础。没有钢铁冶金工业就谈不上社会主义共产主义的建设。

我国在1890年才开始建立第一个炼铁厂——汉阳铁厂。五十多年后到1943年全中国才年产180万吨生铁和92万吨钢，这是解放前的最高水平。新中国初成立时由于国民党反动派的破坏，1949年生铁年产只有24.6万吨，钢只有15.8万吨。解放后到1952年，三年短短时间，就已恢复并超过了以往的最高水平，达到生铁年产190万吨，钢135万吨。第一个五年计划原规定到1957年我国生铁产量指标年产467.4万吨，钢412万吨，但到1956年11月底为止，1956年的年产量，生铁已超过467万吨，钢已达415万吨，已提前一年零一个月完成第一个五年计划的指标。1957年第一个五年计划结束时，生铁年产量已达594万吨，钢535万吨。第一个五年计划中钢每年生产发展速度为31.7%。第一个五年合计的钢产量达1,677万吨，等于旧中国从1900年到1948年四十九年间钢产量760万吨的219%。

1958年8月党中央在北戴河召开的中央政治局扩大会议正式向全国人民宣布了钢铁产量翻一番，生产1,070万吨钢的任务，号召全国人民为实现这个伟大的任务而奋斗。

全国人民以无比兴奋的心情，响应了党中央和毛主席的号召，在极短的几个月时间内，广大工人、农民、干部、学生、军人和城市街道居民，在全国范围内迅速掀起了一个史无前例的、大规模的、冶炼钢铁的群众运动。在党的领导下，突破思想、技术、物资供应、运输等各方面的重重障碍和困难，依靠群众，取得了伟大的胜利。

到1958年12月19日，全国已生产了1,073万吨钢，提前十

几天完成了党的偉大的号召。到1958年年底鋼产量为1100万吨。一年之間鋼产量加一番，这在世界鋼鉄史上是从來不曾有过的。資本主义国家鋼产量从500多万吨增加到1,000多万吨以上，美国用了七年；英国用了三十二年；德国用了八年；法国用了二十九年；日本用了二十年。这一偉大胜利，再一次雄辯地証明了党的社会主义建設总路綫的完全正确和它的偉大的生命力。

以鋼为綱的工业生产群众运动，不仅保証鋼产量翻一番，同时也带动了机械、煤炭、交通運輸、地質勘探、电力等和鋼鉄相联系的工业。这些部門去年在支援鋼鉄工业大跃进的同时，都获得了空前的大发展。

在这次全民冶煉鋼鉄的群众运动中，“小、土、群”办法土法煉鉄，小高炉煉鉄、土法煉鋼、小轉炉煉鋼等曾起了很重要的作用。一年来全国涌現出几百万个小土炉，参加土法治煉鋼鉄的人数达到一亿多人，它的产量在生鉄方面占着差不多一半以上，在煉鋼方面也达到20—30%。“小、土、群”的办法实质上是中小相結合的問題，是土洋并举的問題，是群众路綫的問題。采用“小、土、群”办法就能使产量飞跃发展，就能形成轰轰烈烈的群众性的运动，就能使冶煉鋼鉄的工业在全国范围内，无论是中小城鎮、农村人民公社均开出灿烂之花。土法治煉鋼鉄是我們祖先几千年間傳下来的法宝，群众中懂得的人很多；土法治煉不需要什么設備，容易自立更生；也不需要多大投資，而且不需要多长时间就可以搞起来。这几个特点一旦和我国矿产資源丰富而分散、人口众多、目前机械工业还不很发达等特点結合起来，就可以多快好省地发展鋼鉄工业。打破了对鋼鉄工业的神秘观点，改变了过去少数人冷冷清清办鋼鉄工业的局面。由于“小土群”配合“大洋群”，两条腿走路，我国1958年在鋼鉄战綫上才能取得这样偉大的胜利。

1959年是苦战三年中决定性的一年。我們能否完成1,800万

吨鋼，是我国人民的一项中心任务，我們必須發揮冲天的干劲，保証完成和超額完成这个偉大的跃进指标。我們国家在过去是一个极端缺乏鋼鉄的国家，底子很薄，虽然 1958 年我国鋼鉄产量翻了一番。但 1959 年安排各項建設的时候仍感鋼鉄不足。不解决鋼鉄問題，整个工业就无法前进，农业也不能得到更大的发展。

同时，从长远的发展来看，1959 年实现鋼产量达到 1,800 万吨的任务，也有着深远的意义。这意味着我国炼鋼設備能力将提高到一个更高的水平，为今后的繼續大跃进打下穩固的基础。炼鋼設備能力是一个国家工业潜力的重要标志之一。1958 年年底，当我们拿到 1,100 多万吨鋼的时候，我們的炼鋼設備能力达到 2,000 万吨左右。1959 年当我们达到 1,800 万吨鋼的时候，除鞍鋼以外，武鋼、包鋼等現代化大型鋼鉄联合企业將部分投入生产，几十个中型鋼鉄联合企业也将建成或部分建成，成百个土洋結合的小型鋼鉄联合企业將遍布全国各地，一个鋼鉄生产网在全国布开了，我国的炼鋼設備能力就将达到一个更高的水平。它的規模，它的技术水平，都将比 1958 年大得多，高的多。这是我国鋼鉄工业今后更大跃进的物質基础，也是其他工业和交通运输业更大跃进的物質基础。有了这个較大的基础，以后的跃进就比較容易了。因此，完成 1,800 万吨鋼的跃进計劃，將給我們带来的收获，决不只是 1,800 万吨鋼，而是鋼鉄工业物質力量和技术水平的巨大飞跃。这对于明年、后年以及今后一个时期鋼鉄工业的繼續不断跃进是有着决定性意义的。

在世界冶金史上，我国的鋼鉄冶金技术，成就最早，而且极为出色。近几年来，我国考古工作者，根据已发现的最早的鉄器推断，我国冶炼术的发明，可能在西周时代，或西周和东周之間。到战国时代，冶鉄术就更有了很好的发展，并且发明了用生鉄炒炼熟鉄和炼鋼的技术。到了汉代，手工业工具，几乎全是用熟鉄鍛制的了。

我們祖先發明冶煉鋼鐵的技術，不僅是世界上最早的，也是最先進的。公元31年，杜詩創造了水排，水排就是水力鼓風機用來鼓風煉鐵。公元215年韓暨把水排推廣到整個魏國（三國時代），公元424年我們的祖先又創造了人工水塘，造成人為的水流落差，用來鼓風煉鐵。這些都是極其輝煌的創造。歐洲水力鼓風機卻是在十一、二世紀之間才有的，到十四世紀才在歐洲各國普遍使用。我們比歐洲各國要早1,100年左右。其次，我國很早就採用了多管鼓風，“墨子”上記載一個爐用四個鼓風器。而在歐洲，到十八世紀才由一個送風管陸續增加到八個，這一項我國又比歐洲國家早了將近2,000年。魏晉時代，我國冶鐵已開始應用石炭作為燃料，而歐洲各國遲到十六世紀才用石炭冶鐵。南北朝時代，我國已用生鐵和熟鐵混雜起來進行煉鋼，“灌鋼”就是用生鐵熔液灌注到熟鐵原料中而煉的鋼。到了宋代這種“灌鋼”已在全中國流行了。歐洲煉鋼術的發明距今只不過二三百年的時間，我們比歐洲的國家又早了1,200多年^①。

如上所述，在鋼鐵冶煉技術方面，我國在很多方面比歐洲國家發明得早，而且很有獨創獨到的地方。只是近百年來，由於帝國主義的侵略，和國內反動政府的殘酷統治，我國在冶煉鋼鐵方面，才落後於世界先進的國家。解放以來，由於黨的正確領導和全國人民的忘我勞動，我國冶煉鋼鐵的事業才又有了飛躍的發展。

有色金屬及合金在機械製造業中的作用

工業上應用的金屬，除鋼鐵為主的黑色金屬外，還常使用有色金屬，其中用得最多的有銅、鋁、鎂、鋅、鉛、錫、鎳等。尤其是銅和鋁，在國民經濟中占着很重要的地位，它們具有很多優良的特性。

^① 以上鋼鐵冶煉的資料見周世德所寫的“我國冶煉鋼鐵的歷史”。

銅 純銅具有金黃色的顏色和光澤；比重 8.93 克/公分³；熔點 1083°C；電阻系數 $\rho = 0.017241$ 歐姆·公厘²/公尺；導熱率 $\lambda = 0.923$ 卡/公分·秒·度；強度極限 $\sigma_b = 22-24$ 公斤/公厘²；屈服極限 $\sigma_s = 7$ 公斤/公厘；延伸率 $\delta = 50\%$ ；斷面收縮率 $\psi = 75\%$ ；硬度 $H_b = 35$ 。銅具有很優良的導電性，使其成為電氣工業中極有價值的金屬材料。銅產量 50% 以上是用來製造電機、電綫和其他電氣設備。

在機器製造業中廣泛地應用銅的各種合金，其中最重要的是青銅和黃銅。青銅是銅錫合金或銅鋁等合金，有很好的機械性質，很好的耐蝕性，耐磨性，廣泛地應用於各種工業中。黃銅是銅鋅合金，有優良的可塑性，足夠的強度和耐蝕性，應用於國防工業、化學工業和造船工業。

鋁 鋁是銀白色無光澤的金屬。工業用鋁(99.5% Al)的比重為 2.7 克/公分³；熔點 658°C；具有良好的可塑性和鑄造性能。鑄造鋁的強度極限 $\sigma_b = 9-12$ 公斤/公厘²；延伸率 $\delta = 18-25\%$ ；硬度 $H_b = 24-32$ 。軋制鋁的強度極限 $\sigma_b = 18-24$ 公斤/公厘²；延伸率 $\delta = 3-5\%$ ；硬度 $H_b = 45-60$ 。

鋁是良好的導體和導熱體。鋁的導電性是銅的 62—65%，因之在電機工程中應用的也很廣，如用之製造電綫、導電板、電容器、整流器等。鋁電綫的重量輕，可使電綫杆的間距大大增長，而不致因本身的重量而扯斷。

鋁和氧有很大的亲和力，鋁被氧化後表面上形成一層薄而堅實的氧化鋁膜(Al_2O_3)，可以防止鋁進一步被氧化，使其具有很大的耐蝕性，能耐很多化學物質的侵蝕。因之鋁在現代工業的各個部門中應用得極為廣泛。

鋁的各種合金有更大的技術價值。硬鋁——杜鋁敏——的成分是銅 3.4—4%，鎂 0.5%，錳 0.5%，其餘的為鋁。它的比重只有