

金属学

王先礼 喬毅南 王世清 合编

中国工业出版社

75
129
C-3

金属学

王先礼 喬毅南 王世清 合編

3449.60

中国工业出版社

緒 論

一、金屬學研究的對象

金屬學是一門實用的科學，研究的對象是金屬及合金，而特別是與國民經濟密切相關的金屬及合金。

從歷史上很早的時期，人類就開始使用金屬。歷史家把古代歷史時期就劃分為石器時代、銅器時代、鐵器時代，在這些歷史時期我們的祖先就是以銅器、鐵器等為生產工具、生活用具以及防衛自身安全的武器。金屬之應用於生產，對古代人民的社会生活及社会制度的演進起了決定性的作用。在科學技術十分發達的今天，金屬及合金在國民經濟各部門的生產活動中以及人民日常生活中更具有頭等重要的意義。因為不論機器的製造，電機電器的製造，發電設備的製造，輪船、汽車、飛機等交通運輸工具的製造都以金屬作為主要的原料。

金屬學的首要任務就在於研究金屬及合金在工業上的實際應用及其重要的性能。開始時，金屬學的研究範圍僅限於鋼鐵等黑色金屬合金，後來逐漸擴大，也包括了工業上需用愈來愈多的有色金屬、貴金屬、稀有金屬及其合金。

金屬及合金的性能首先決定於它的化學成分，銅和鐵在性能上有顯然的差別，而同為一類合金的鋼與鑄鐵，性能上也存在著差異。即使同一化學成分的合金，由於加工方法和使用條件的不同，合金的內部構造有了差異，從而使合金的性能及所表現的行為也有所不同。金屬學要解決的主要問題就是探求金屬及合金性能與其成分、構造間相互關係的客觀規律。

在金屬學中廣泛運用了物理、化學的知識，金屬學的發展是與物理、化學這些基礎科學分不開的。同時，金屬學又是冶金、機械製造等各類工藝課程的基礎。現代工業的冶金工程師、機械製造的工藝師、設計師，都須具備較廣泛的金屬學知識，才能正確的制訂生產與加工金屬製品的工藝，才能正確選用與合理利用金屬材料，以提高工業生產的勞動生產率，改善產品質量並節約成本。

所以，按照現代金屬學的任務及研究的對象應將金屬學理解為：

金屬學是研究金屬及合金的性能，以及性能與成分、構造間相互關係的一門科學，它是建立在物理、化學等學科基礎之上的，研究用改變化學成分、冷熱加工及其他處理方法來改善金屬及合金的性能，研究金屬及合金在加工及使用條件改變時性能的改變，以及經濟合理的使用金屬及合金的問題。

二、金屬學的內容

金屬學的主要內容包括合金理論及工業用合金兩大部分。合金理論部分主要講解金屬學的基本理論；工業用合金部分主要講解常用合金的組織、性能及在工業上的實際應用。

本書內容主要由以下幾部分組成：

1. 合金理論 在這一部分中敘述了金屬及合金的結晶構造及結晶過程，二元及三元合金的狀態圖，金屬范性形變及再結晶，金屬及合金熱處理的概念以及研究金屬及合金的方法。

2. 鐵碳合金 主要地講解了鐵碳合金狀態圖、鐵碳合金於平衡狀態及熱處理狀態的組織，碳鋼、鑄鐵的組織性能及類別。

3. 合金鋼 在這一部分中講解了合金元素對鋼的物理、化學及工藝性能的影響，合金結構

鋼、工具鋼及特殊合金鋼的組織、性能、熱處理規範及其應用。

4. 有色金屬及其合金 主要內容講解了工業純銅、純鋁等的性能及應用，銅合金、鋁合金、鎂合金等的組織、性能及應用。

三、金屬學發展簡史及各國學者在金屬學上的貢獻

我國勞動人民使用金屬的歷史已非常久遠，除唐虞以前的歷史無可考證外，大量史籍記載及出土古器物的證明，于殷代我國已進入銅器的極盛時代。河南安陽的殷墟中發掘出大量古青銅器，其中有用作武器的戈、矛等，也有用作生活用具的觚、爵、錐、刀等。由此確切說明，遠在三千餘年前，我國勞動人民已熟練地掌握了青銅冶煉的技術，普遍地使用了銅器；銅器表面多飾有精美的花紋，也說明當時的冶煉技術已相當高超。

古代勞動人民也積累了有關冶銅的技術及銅合金性能的豐富知識，如‘周禮·考工記’中有“凡鑄金之狀：金與錫黑濁之氣竭，黃白次之，黃白之氣竭，青白次之，青白之氣竭，青氣次之，然後可以鑄也”。同書中又記有“金有六齊：六分其金，而錫居一，謂之鐘鼎之齊；五分其金，而錫居一，謂之斧金之齊；四分其金，而錫居一，謂之戈戟之齊；三分其金，而錫居一，謂之大刀之齊；五分其金，而錫居二，謂之矢之齊；金錫半，謂之鑿燧之齊。”這是最早的記載青銅冶煉的經驗及有關青銅分類和用途的系統的說明。在後來的史籍中，也有片段的、有關金屬性能的記載，如在‘呂氏春秋·別類篇’中，有“相劍者曰，白所以為堅也，黃所以為初（韌）也。”“黃白雜，則堅且初，良劍也。”

除使用銅器外，也從很早時期開始使用其他種的金屬。如‘山海經’中有黃金、銀、鐵、錫、赤金、白金、赤銅、金、赤銀、赤錫、白錫等金屬產地的記載；且在‘中山經’中有“……出銅之山四百六十七，出鐵之山三千六百九十”的說法。

鐵器的使用至春秋戰國已很普遍，‘管子·海王篇’中有“一女必有一鍼一刀，若其事立；耕者必有一耒一耜，若其事立；行服連輅輦者，必有一斤，一鋸一錐一鑿，若其事立；不爾而成事者天下無有。”以及由河南輝縣、熱河興隆縣等處戰國古墓中掘出的鐵范及大量鐵制生產工具，都證明在距今二千餘年前我國的冶鐵事業已十分發達，鐵器已成為勞動人民廣泛使用的生產工具。

‘吳越春秋’中所提到的干將、莫邪二名劍，也說明那時已有了鋼的生產，且技術已十分高超，能製出極鋒利的寶劍。

關於北齊造宿鐵刀，也有如下的記載：“燒生鐵精，以重柔鋌、數宿則成鋼，柔鋌為刀脊，浴以五牲之溺，淬以五牲之脂。”甚至遠至‘漢書’中有清水淬刀鋒的記載。由此可知，遠至漢朝以前，我國勞動人民已正確掌握鋼鐵的性能及將鋼淬火以增進刃口鋒利的熱處理知識。

在明朝宋應星所著的‘天工開物’中，有“五金”“冶鑄”“錘鍛”三章，將銅、鐵、錫、鉛、鋅等金屬及其合金加工生產的實踐經驗作了系統的解說，對鐵制斧、鋸、銼、鋤等生產工具的熱處理也有完整的記載。

我國人民對金屬器物質量檢查也早有較科學的方法，在明朝曹昭的‘格古要論’中，就曾提到“鑄鐵出西番，面上有旋螺花者，有芝麻雪花者，凡刀劍器物打磨光淨，用金絲硃硃之，其花則見，……”這一檢查鋼質量的方法就是近代的宏觀分析法在古代的初步運用。

由上所述，我國古代勞動人民在三千餘年前即開始使用金屬，在長久的年代中積累了正確使用金屬及有關金屬性能的豐富知識，金、銀、銅、鐵、錫、鉛、鋅等金屬及其合金的冶煉、加工技術已達相當高的水平。這些勞動人民智慧的結晶，已大為推動了當時社會生產力的發展，也豐富了人類知識的寶庫。但是，由於兩三千年封建統治，近百年來帝國主義的侵略及國內反動派殘酷

的統治，人民的創造發明橫遭摧殘，歷史遺留下來的寶貴的遺產也未得到整理和發揚光大，故長期以來，我國關於金屬的知識還僅停留在實踐經驗傳授的階段，未加以科學的整理與總結。

金屬學之成為一門獨立的科學，也是與各國勞動人民與金屬學者的辛勤勞動分不開的。

俄國冶金工程師П. П. 安諾索夫及Л. К. 切爾諾夫公認為現代金屬學的奠基人。

П. П. 安諾索夫為了研究刀劍鋼表面的紋理，於1831年，首先應用顯微鏡來研究金屬，他的這一創造性的發明，奠定了金屬組織顯微研究方法的基礎，為金屬學的發展开辟了廣闊的途徑。

Л. К. 切爾諾夫的偉大發現是確立了鐵碳合金狀態圖最早的雛形，研究了鑄錠結晶過程的規律及鋼錠的晶体構造；然而他最卓越的貢獻是確定了鋼加熱、冷卻時臨界點的存在，指出鋼在這樣的溫度發生內部構造的变化，並天才地將鋼的內部構造與鋼的性能統一起來。從實際工作中，Л. К. 切爾諾夫通過深刻的研究，認為劣質鋼具有粗晶粒構造，而優質鋼皆是細晶粒的。他並且指出了鋼在固態加熱時可改變其內部構造，因而用不同的加熱、冷卻方法可改變鋼的性能。由Л. К. 切爾諾夫所闡明的這些理論，奠定了金屬學的科學基礎，後世人們為了紀念他的不朽的功績，尊稱他為金屬學之父。

後來，А. А. 列少塔爾斯基承繼並發展了切爾諾夫的工作，在實踐中廣泛運用金屬的科學研究方法，於1895年在奧布霍夫工廠籌建了第一個服務於生產的金相實驗室；並總結了從實際工作中得來的經驗，於1898年出版了‘鐵、鋼及鑄鐵的顯微研究’一書，在他的指導下，А. А. 巴依可夫開始了他的科學研究活動，成為俄國金屬學最早的研究者之一。

Н. С. 庫納可夫院士應用測定物理性能的研究方法，以探求合金形成的規律，確立了一系列合金性能與成分間的關係，首創了物理、化學分析法。

А. М. 包契瓦爾教授的偉大貢獻是關於有色金屬合金的研究。於廿世紀的最初年代，他擔任了莫斯科高等技術學校金屬學的教學工作，創立了較完善的金相實驗室，培養了金屬工作者的隊伍。

偉大的十月社會主義革命之後，在蘇聯共產黨的領導與培養下，與其他科學一樣，金屬學也得到了空前的發展。在巨大的科學研究機構、高等學校以及工廠實驗室中培養了廣大的金屬學研究者的隊伍。革命後的四十餘年間，蘇聯金屬學者已形成若干學派，在金屬學不同的領域中進行着巨大的研究工作。

А. А. 巴依可夫學派（Н. А. 明克維奇，Н. Т. 古得錯夫等），Н. А. 明克維奇繼承了巴依可夫的學說，創制了一系列新的合金鋼種。明克維奇是蘇聯中央科學院機械研究部門的創始人之一，他也是十月革命後，科學院中金相熱處理研究工作的第一個科學領導者。

烏拉爾金屬學派（С. С. 斯及貝爾格，В. Д. 薩道夫斯基等），在С. С. 斯及貝爾格的領導下，對過冷奧氏體的等溫轉變、鋼的晶粒度、合金元素對馬氏體轉變影響的規律性等鋼的熱處理基本理論進行了深刻的研究，豐富了金屬學的內容，進一步充實了鋼的熱處理的科學理論。

德涅伯彼得羅夫金屬學派（К. П. 布寧，В. Н. 斯維奇尼科夫等），在К. П. 布寧的領導下，對鐵碳合金的結晶過程及鋼的熱處理方面的研究，更加豐富了金屬學中有關這方面的知識。

А. М. 包契瓦爾是莫斯科金屬學派的創始人，後來А. А. 包契瓦爾，С. М. 瓦羅諾夫及Л. А. 彼德羅夫等繼承了他的事業，並發揚光大，廣泛地研究了飛機、汽車等工業部門需用的有色金屬合金的性能，創制了一系列新合金。

最後，尚須提到，由於關於金屬學理論問題研究的深化，已形成了金屬物理這一學科。它是建立在金屬及合金 α 綫結晶分析研究的基礎上的一門科學。Г. В. 庫久莫夫及С. Т. 康諾別也夫斯基等對金屬物理的貢獻是巨大的，他們研究了金屬學中一些基本的理論問題，使金屬學

的理論基础更为深厚。

近百年以来，各国科学家在劳动人民生产經驗的基础上，做了大量的研究工作，使这门科学的内容得到不断的充实和发展。特别是由于X射线和电子显微镜的应用，使我们对成分、組織与性能間的关系，获得了更加明确認識。

其他国家的学者如：J. W. Gibbs, G. Jammann, Osmond, E. C. Bain, R. F. Mehl, A. B. Greninger, M. Cohen, 及 S. A. Cottrell等在发展金属学有关理論方面也作出了很大的贡献。

我国一些知名的金属学工作者，在固态相变理論研究方面，在研究高温力学性能方面以及在研究珠光体转变初期的碳化物类型与鋼成分的关系方面均获得了很大的成就。

可以确信，在党和政府正确的领导与关怀下，我国金属学工作者，将在攀登世界科学高峰的道路上，会不断地取得新的更大的成就。

四、解放后，金属学工作在我国的巨大发展

中华人民共和国成立后，中国人民在党中央和毛主席的领导下，迅速恢复并发展了国民經济，自1953年起开始了第一个五年计划。在这一期間新建和扩建了若干现代化的鋼鉄冶金厂、有色金属冶炼厂、加工厂以及制造切削机床、发电设备、汽車、拖拉机、飞机等的机械制造工厂，奠定了我国社会主义工业化的初步基础。与此同时，在科学院中設立了金属研究所、冶金陶瓷研究所，在各工业部門中設立了鋼鉄研究所、有色金属研究所，在高等学校中設置了金属热处理专业，在许多工厂中建立了金属試驗室。这些从事金属学工作的专业机构，无疑地为培养金属学方面的人才，推动我国金属学的发展，满足飞速发展的国民經济建設及国防建設的需要起着很大的作用。

几年来，我国金属学的事业已有了巨大的发展。鋼鉄生产不只在产量上有了很大的增长，在质量和品种方面也有了很大的提高和发展。目前我国已能冶炼出技术要求很高的各种合金鋼，鋼的品种已达数百种，基本上满足了机械产品对金属材料的要求。有色金属方面为适应国民經济建設发展的需要，也有了很大的发展。

我国在开展鑄鉄研究中，特别是球墨鑄鉄的研究与应用方面也取得了很大的成就。

随着我国机械工业水平的不断提高，在我国的科学研究机构、高等学校及机械制造工厂中，不断地試驗与推广新的金属加工及热处理工艺，来促使热处理工艺逐步地脱离單純的加热与冷却，而是将物理、化学上的研究成果广泛地应用于热处理工艺中，例如电、磁、爆炸、真空技术及形变-磁場处理等。

在理論研究方面，党也給予了特别的关怀与重視。在金属与合金的結晶理論，变形理論，基本相变理論及新合金系的研究方面都有了很大的进展。

随着我国工业生产和科学技术的进一步发展，特别是各种尖端技术的出現，对金属材料不仅提出了一定数量与质量的要求，而且还提出了不同品种、規格的要求。

由此可見，摆在我国金属学工作者面前的任务就是为迅速发展我国工业提供新的金属材料以及研究和解决工业生产上所提出的有关金属学理論問題。首先应充分利用我国富有資源，建立起一套完整的合金鋼系統，研究出具有高强度，高耐蝕性及具有特殊性能等的黑色和有色金属与合金。其次应研究新的热处理工艺和改进現有工艺，及与此有关的理論問題。第三应研究有关金属学基本理論問題，如相变、扩散、合金化、时效、回火脆性的本质及鋼中白点等理論問題。

我国金属学事业正以巨大的步伐前进，可以預期，在党所要求的時間內是可以赶上世界先进国家的科学水平的。

目次

緒論	7
一 金属学研究的对象	7
二 金属学的内容	7
三 金属学发展简史及各国学者在金属学上的贡献	8
四 解放后, 金属学工作在我国的巨大发展	10

第一篇 合金理論

第一章 金属的一般概念	11
第一节 金属	11
第二节 金属的結晶构造	17
第三节 金属晶体的真实結構	23
第四节 晶体的方向性	25
第二章 金属晶体結構研究方法	27
第一节 断口分析	28
第二节 宏观分析	28
第三节 显微分析	29
第四节 X射綫晶体結構分析	33
第三章 純金属的結晶过程及其組織	35
第一节 純金属的結晶	35
第二节 結晶理論	36
第三节 树枝状結晶	42
第四节 鑄錠的結晶过程及其組織	44
第五节 鑄錠中的缺陷	46
第六节 固态金属在加热及冷却时的轉变	48
第四章 合金的构造	51
第一节 基本概念	52
第二节 合金結構的类型及其特征	52
第五章 二元合金状态图	58
第一节 相律及其应用	58
第二节 合金中两組元在液态和固态时均无限互溶的状态图	59
第三节 杠杆定律及其应用	63
第四节 固溶体合金的物理, 力学及工艺性能与成分的关系	64
第五节 合金中两組元在液态时无限互溶, 固态时有限溶解和形成两种晶体混合物的状态图	66
第六节 两种晶体混合物的合金的性能变化与成分之間的关系	74
第七节 合金中两組元在液态时无限互溶, 固态时形成稳定化合物的状态图及不稳定化合物的状态图	75
第八节 合金中两組元在液态时有限互溶, 固态时有限溶解的状态图	78
第九节 合金中两組元在液态时无限互溶, 固态时具有同素异晶轉变的狀態图	79

第十节 关于合金不平衡状态的概念	81
第六章 三元合金状态图	82
第一节 三元合金状态图中合金成分的表示方法	82
第二节 三元系中的直线定律和重心定律	83
第三节 三组元在液态和固态时均无限互溶, 形成无限固溶体的合金状态图	85
第四节 三组元在液态时无限互溶, 固态时互不溶解, 形成三元共晶体的合金状态图	88
第五节 具有一个稳定二元化合物的三元合金状态图	91
第六节 三组元在液态时无限互溶, 固态时有限互溶和具有包晶转变的合金状态图	92
第七章 金属及合金在范性形变与再结晶过程中组织与性能的变化	95
第一节 金属及合金在范性形变时组织与性能的变化	95
第二节 冷形变后的金属及合金在再结晶时组织与性能的变化	98
第三节 金属及合金在热形变时组织与性能的改变	101
第八章 合金热处理的概念	103
第一节 第一类退火——回复、再结晶、均匀化退火	103
第二节 第二类退火——有相变重结晶的退火	104
第三节 淬火	106
第四节 回火(时效)	109
第五节 化学热处理	110

第二篇 铁碳合金

第九章 铁碳合金状态图及平衡状态的组织	113
第一节 铁碳合金的基本组元	114
第二节 铁碳合金中的相	115
第三节 铁碳合金状态图	116
1. 铁碳合金介稳定系状态图	117
2. 铁碳合金稳定系状态图	122
第四节 铁碳合金的平衡状态组织	123
第十章 热处理对钢组织的影响	127
第一节 加热时钢的组织的变化	127
1. 奥氏体的形成	127
2. 奥氏体的晶粒长大	128
第二节 奥氏体的等温转变	129
第三节 连续冷却时奥氏体的转变	132
第四节 钢的淬火组织	134
第五节 钢的淬透性	136
第六节 钢在回火时组织的变化	137
第七节 钢在化学热处理后的组织	138
1. 渗碳	139
2. 氮化	140
3. 钢的氯化	141
4. 金属渗入	142
第十一章 碳素钢	142
第一节 碳素钢的性能	142

第二节	常存杂质的影响	144
第三节	普通碳素鋼	147
第四节	优质碳素鋼	149
第五节	碳素工具鋼	151
第六节	易切鋼	154
第十二章	鑄鉄	155
第一节	鑄鉄的分类	155
第二节	鑄鉄中的石墨化	156
第三节	化学成分、冷却速度等因素对鑄鉄組織及性能的影响	158
第四节	灰口鑄鉄	160
第五节	变质鑄鉄	162
第六节	球墨鑄鉄	163
第七节	展性鑄鉄	165

第三篇 合金鋼

第十三章	合金鋼总論	170
第一节	合金元素与鉄的相互作用及对鉄同素异晶轉变的影响	170
第二节	合金元素对鉄素体的影响	172
第三节	合金鋼中的碳化物相	173
第四节	合金鋼中奥氏体的形成及分解	174
第五节	合金元素对奥氏体等溫轉变的影响, 及对鋼的淬透性的影响	177
第六节	合金元素对馬氏体轉变及殘留奥氏体量的影响	179
第七节	合金鋼回火时的轉变	180
第八节	合金鋼的分类及編号	181
第十四章	合金結構鋼	183
第一节	結構錳鋼	184
第二节	結構鎳鋼	186
第三节	結構鉻鋼	186
第四节	結構硅鋼及硅錳鋼	190
第五节	鉬鋼、鉻鉬鋼及鉻鉬鈮鋼	193
第六节	鎳鉻鋼及鎳鉻鉬鋼	195
第七节	鉻錳鋼及鉻錳鈦鋼	198
第八节	鉻錳硅鋼	201
第九节	鉻鋁鋼及鉻鉬鋁鋼	202
第十节	硼鋼	203
第十一节	結構鋼的切削加工性及易切性	205
第十二节	合金結構鋼的疵病	207
第十五章	工具鋼	208
第一节	低合金錳工具鋼及硅錳工具鋼	209
第二节	低合金鉻工具鋼	210
第三节	硅鉻合金工具鋼	212
第四节	低合金錳工具鋼	213
第五节	成分复杂的低合金工具鋼	215

第六节 高铬工具钢	216
第七节 高速钢	219
第八节 硬质合金	227
第九节 冷模用钢	229
第十节 热锻模用钢	232
第十一节 热冲压模钢、压铸模钢	234
第十六章 特殊物理与化学性能的钢及合金	235
第一节 含铬不锈钢耐酸钢	236
第二节 镍铬不锈钢耐酸钢	239
第三节 耐热钢	241
第四节 耐热合金	245
第五节 耐磨钢	247
第六节 高电阻合金	248
第七节 特殊热性能的合金	249
第八节 永磁钢及硬磁合金	250
第九节 软磁合金	252
第十节 透磁合金	254
第十一节 合金铸铁	254

第四篇 有色金属及其合金

第十七章 铝及其合金	257
第一节 工业纯铝	257
第二节 铝合金的分类	260
第三节 热处理不能强化的形变铝合金	261
第四节 热处理能强化的形变铝合金	262
第五节 铸造铝合金	271
第十八章 镁及其合金	275
第一节 工业纯镁	275
第二节 镁合金	276
第十九章 铜及其合金	279
第一节 工业纯铜	279
第二节 黄铜	281
第三节 青铜	285
第二十章 锡、铅及其合金	292
第一节 工业纯锡、纯铅的性能	292
第二节 轴承合金	292
第二十一章 其他重要金属及其合金	297
第一节 钛及其合金	297
第二节 锑、钼及其合金	300
第三节 铌、钽及其合金	300
第四节 贵重金属及其合金	301

75
129
C-3

金属学

王先礼 喬毅南 王世清 合編

3149.60

中国工业出版社

目 次

緒論	7
一 金属学研究的对象	7
二 金属学的内容	7
三 金属学发展简史及各国学者在金属学上的贡献	8
四 解放后, 金属学工作在我国的巨大发展	10

第一篇 合金理論

第一章 金属的一般概念	11
第一节 金属	11
第二节 金属的結晶构造	17
第三节 金属晶体的真实結構	23
第四节 晶体的方向性	25
第二章 金属晶体結構研究方法	27
第一节 断口分析	28
第二节 宏观分析	28
第三节 显微分析	29
第四节 X射綫晶体結構分析	33
第三章 純金属的結晶过程及其組織	35
第一节 純金属的結晶	35
第二节 結晶理論	36
第三节 树枝状結晶	42
第四节 鑄錠的結晶过程及其組織	44
第五节 鑄錠中的缺陷	46
第六节 固态金属在加热及冷却时的轉变	48
第四章 合金的构造	51
第一节 基本概念	52
第二节 合金結構的类型及其特征	52
第五章 二元合金状态图	58
第一节 相律及其应用	58
第二节 合金中两組元在液态和固态时均无限互溶的状态图	59
第三节 杠杆定律及其应用	63
第四节 固溶体合金的物理, 力学及工艺性能与成分的关系	64
第五节 合金中两組元在液态时无限互溶, 固态时有限溶解和形成两种晶体混合物的 状态图	66
第六节 两种晶体混合物的合金的性能变化与成分之間的关系	74
第七节 合金中两組元在液态时无限互溶, 固态时形成稳定化合物的状态图及不稳定 化合物的状态图	75
第八节 合金中两組元在液态时有限互溶, 固态时有限溶解的状态图	78
第九节 合金中两組元在液态时无限互溶, 固态时具有同素异晶轉变的狀態图	79

第十节 关于合金不平衡状态的概念	81
第六章 三元合金状态图	82
第一节 三元合金状态图中合金成分的表示方法	82
第二节 三元系中的直线定律和重心定律	83
第三节 三组元在液态和固态时均无限互溶, 形成无限固溶体的合金状态图	85
第四节 三组元在液态时无限互溶, 固态时互不溶解, 形成三元共晶体的合金状态图	88
第五节 具有一个稳定二元化合物的三元合金状态图	91
第六节 三组元在液态时无限互溶, 固态时有限互溶和具有包晶转变的合金状态图	92
第七章 金属及合金在范性形变与再结晶过程中组织与性能的变化	95
第一节 金属及合金在范性形变时组织与性能的变化	95
第二节 冷形变后的金属及合金在再结晶时组织与性能的变化	98
第三节 金属及合金在热形变时组织与性能的改变	101
第八章 合金热处理的概念	103
第一节 第一类退火——回复、再结晶、均匀化退火	103
第二节 第二类退火——有相变重结晶的退火	104
第三节 淬火	106
第四节 回火(时效)	109
第五节 化学热处理	110

第二篇 铁碳合金

第九章 铁碳合金状态图及平衡状态的组织	113
第一节 铁碳合金的基本组元	114
第二节 铁碳合金中的相	115
第三节 铁碳合金状态图	116
1. 铁碳合金介稳定系状态图	117
2. 铁碳合金稳定系状态图	122
第四节 铁碳合金的平衡状态组织	123
第十章 热处理对钢组织的影响	127
第一节 加热时钢的组织的变化	127
1. 奥氏体的形成	127
2. 奥氏体的晶粒长大	128
第二节 奥氏体的等温转变	129
第三节 连续冷却时奥氏体的转变	132
第四节 钢的淬火组织	134
第五节 钢的淬透性	136
第六节 钢在回火时组织的变化	137
第七节 钢在化学热处理后的组织	138
1. 渗碳	139
2. 氮化	140
3. 钢的氯化	141
4. 金属渗入	142
第十一章 碳素钢	142
第一节 碳素钢的性能	142

第二节	常存杂质的影响	144
第三节	普通碳素鋼	147
第四节	优质碳素鋼	149
第五节	碳素工具鋼	151
第六节	易切鋼	154
第十二章	鑄鉄	155
第一节	鑄鉄的分类	155
第二节	鑄鉄中的石墨化	156
第三节	化学成分、冷却速度等因素对鑄鉄組織及性能的影响	158
第四节	灰口鑄鉄	160
第五节	变质鑄鉄	162
第六节	球墨鑄鉄	163
第七节	展性鑄鉄	165

第三篇 合金鋼

第十三章	合金鋼总論	170
第一节	合金元素与鉄的相互作用及对鉄同素异晶轉变的影响	170
第二节	合金元素对鉄素体的影响	172
第三节	合金鋼中的碳化物相	173
第四节	合金鋼中奥氏体的形成及分解	174
第五节	合金元素对奥氏体等溫轉变的影响, 及对鋼的淬透性的影响	177
第六节	合金元素对馬氏体轉变及殘留奥氏体量的影响	179
第七节	合金鋼回火时的轉变	180
第八节	合金鋼的分类及編号	181
第十四章	合金結構鋼	183
第一节	結構錳鋼	184
第二节	結構鎳鋼	186
第三节	結構鉻鋼	186
第四节	結構硅鋼及硅錳鋼	190
第五节	鉬鋼、鉻鉬鋼及鉻鉬鈮鋼	193
第六节	鎳鉻鋼及鎳鉻鉬鋼	195
第七节	鉻錳鋼及鉻錳鈦鋼	198
第八节	鉻錳硅鋼	201
第九节	鉻鋁鋼及鉻鉬鋁鋼	202
第十节	硼鋼	203
第十一节	結構鋼的切削加工性及易切性	205
第十二节	合金結構鋼的疵病	207
第十五章	工具鋼	208
第一节	低合金錳工具鋼及硅錳工具鋼	209
第二节	低合金鉻工具鋼	210
第三节	硅鉻合金工具鋼	212
第四节	低合金錳工具鋼	213
第五节	成分复杂的低合金工具鋼	215

第六节 高铬工具钢	216
第七节 高速钢	219
第八节 硬质合金	227
第九节 冷模用钢	229
第十节 热锻模用钢	232
第十一节 热冲压模钢、压铸模钢	234
第十六章 特殊物理与化学性能的钢及合金	235
第一节 含铬不锈钢耐酸钢	236
第二节 镍铬不锈钢耐酸钢	239
第三节 耐热钢	241
第四节 耐热合金	245
第五节 耐磨钢	247
第六节 高电阻合金	248
第七节 特殊热性能的合金	249
第八节 永磁钢及硬磁合金	250
第九节 软磁合金	252
第十节 透磁合金	254
第十一节 合金铸铁	254

第四篇 有色金属及其合金

第十七章 铝及其合金	257
第一节 工业纯铝	257
第二节 铝合金的分类	260
第三节 热处理不能强化的形变铝合金	261
第四节 热处理能强化的形变铝合金	262
第五节 铸造铝合金	271
第十八章 镁及其合金	275
第一节 工业纯镁	275
第二节 镁合金	276
第十九章 铜及其合金	279
第一节 工业纯铜	279
第二节 黄铜	281
第三节 青铜	285
第二十章 锡、铅及其合金	292
第一节 工业纯锡、纯铅的性能	292
第二节 轴承合金	292
第二十一章 其他重要金属及其合金	297
第一节 钛及其合金	297
第二节 钨、钼及其合金	300
第三节 铌、钽及其合金	300
第四节 贵重金属及其合金	301