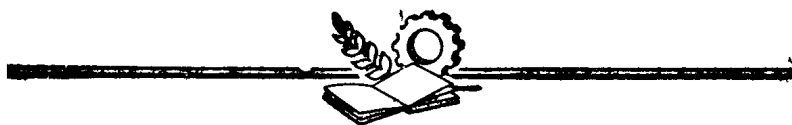


高等学校教学用书



普通鑄工學

北京鋼鐵學院鑄工教研組編

本书内容包括：铸造原理、铸型工艺、特种铸造方法、铸铁、铸钢、有色金属铸造及铸件设计共七篇；阐述了铸造生产基本原理及主要工艺过程，并着重地叙述了铸造合金特别是黑色金属在凝固过程中的各种伴生现象及一般规律和它们在铸造生产中的主要工艺特征，同时对于现代特种铸造方法也作了简要的介绍。

本书可作为高等黑色冶金学院非铸工专业的教学用书。

本书由北京钢铁学院铸工教研组张联芳同志编写，由胡汉起（第一篇）、高瑞珍（第四篇）、王兆昌（其余各篇）三位同志校阅。

普通铸工学

北京钢铁学院铸工教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经营

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $9^{5/8}$ ·字数218,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—2,837·定价（10—6）1.15元

统一书号：15165·424（冶金—126）

序

本书系根据1959年制訂的黑色冶金类专业教育計劃普通鑄工学課程教学大綱編写，同时参考了北京鋼鐵学院鑄工教研組本門課程的讲稿及实际讲授学时来安排本书內容的深度和范围。我們认为，冶金学院的同学在学习本課程时，一方面應該全面了解鑄造生产的一般工艺知識，另一方面也应该对金属和合金在凝固过程中各种伴生現象和基本規律有足够的認識，以求扩大他們冶金知識的領域。因此，本課程既具有作为独立的技术基础課的性质，又負有結合专业的任务，这就是我們安排課程內容和編写本书的出发点。

根据1959年制訂的黑色冶金类专业的教育計劃和現在的实际情况，各专业普通鑄工学的学时数在30—48学时的范围内，且各专业在要求結合专业培养目标的内容方面也不尽相同。这些情况在本书編写中都相应地加以照顾，但还不能完全滿足。为此，在采用本教材时，应根据专业对象和学时数酌量掌握授課内容。此外，还应作以下几点說明：

一、对冶金系专业：炼鋼、炼鉄、电冶、特种冶金及金属热处理等，全面讲授第一至第六篇，第七篇可不讲，重点在第一篇，对炼鋼、电冶专业則可再增加一些鑄鋼部分内容。

二、对冶金机械专业：全面讲授第一至第七篇，但要压缩第一篇内容，至于液态金属結構等章节則可不讲，重点放在第七篇。

三、对压力加工专业：同机械設備专业，但重点在軋軋和連續鑄造部分。

本书的基础知識是：普通冶金学、冶金炉、金属学及热处理等。为了避免各課程之間的重复，对合金相图、偏析、結晶、鑄件热处理、鑄鋼熔炼、干燥炉、熔化炉等問題未作詳細叙述，同时考虑到教学方式方法不同，对第二、三篇内容有可能采用現場教学及實驗室教学来完成，故对工艺操作及設備詳細結構都沒有作更多的叙述，在授課时还可以根据各校設備情况酌情增減，但是，书中所列举的内容仍然是各专业同学所必需具备的基本知識。

由于編者水平和時間的限制，本书在內容和文字方面存在許多缺点，甚至錯誤。在鑄鋼一篇中的石墨鋼部分，鑄鉄一篇中的冷硬鑄鉄部分，特种鑄造方法中的連續鑄造部分内容，与現在生产水平比較，尚欠充实，希采用本书的教師們針對专业特点，可酌量增补内容。

目 录

序

緒論..... 7

第一篇 鑄 造 原 理

第一章 对鑄造合金的要求.....	9
第二章 液态金屬結構及性能.....	11
§ I 液态金屬的結構.....	11
§ II 液态金屬的性能.....	13
第三章 鑄造合金的流动性.....	18
§ I 流动性的概念.....	18
§ II 实际流动性和真实流动性的測定.....	19
§ III 影响流动性的因素.....	20
第四章 鑄件的一次結晶与凝固过程.....	22
§ I 鑄件一次晶体的一般形式.....	23
§ II 影响鑄件晶粒形状的因素.....	23
§ III 鑄件凝固的概念.....	29
第五章 鑄造合金收縮, 收縮缺陷及其防止.....	33
§ I 鑄造合金总收縮.....	33
§ II 铁-碳系合金的收縮現象.....	34
§ III 收縮孔及其防止.....	36
§ IV 鑄造应力及其防止.....	42
§ V 裂紋、变形及其防止.....	46
第六章 鑄件中气孔形成及其防止.....	48

第二篇 鑄 型 工 艺

概述.....	52
第一章 造型材料.....	52
§ I 造型材料的概念及其要求.....	52
§ II 型砂組成及成分.....	55
§ III 型芯砂組成及成分.....	59
§ IV 造型輔助材料.....	62
§ V 造型材料制备工序及机械化砂处理.....	62
第二章 造型工艺.....	64
§ I 手工造型.....	64

§ I	机器造型	57
§ II	型芯制造	72
第三章	鑄型工艺的其他工序	74
§ I	鑄型、型芯的烘干与硬化	74
§ II	合型及澆注	76
§ III	脫砂及清理	77
§ IV	鑄件檢驗及修補	78

第三篇 特种鑄造方法

第一章	金屬型鑄造	79
第二章	压力鑄造	80
第三章	离心鑄造	82
第四章	精密鑄造	83
第五章	壳型鑄造	86
第六章	連續鑄造	87

第四篇 鑄 鉄

概述	90
第一章 灰口鑄鐵	90
§ I 灰口鑄鐵的組織与性能	91
§ II 影响灰口鑄鐵組織的主要因素	92
第二章 高級鑄鐵	96
§ I 孕育鑄鐵	96
§ II 可鍛鑄鐵	97
§ III 球墨鑄鐵	100
第三章 合金鑄鐵及冷硬鑄鐵	107
§ I 合金鑄鐵	107
§ II 冷硬鑄鐵	109
第四章 鑄鐵熔煉	112
§ I 鑄鐵在座爐中熔煉	112
§ II 鑄鐵在冲天爐中熔煉	113
§ III 鑄鐵在其他熔爐中熔煉	121

第五篇 鑄 鋼

第一章	碳鋼鑄造	123
第二章	合金鋼鑄造	125
§ I	高錳鋼鑄造	126
§ II	不銹鋼鑄造	127
第三章	球形鑄鋼熔煉特点	128

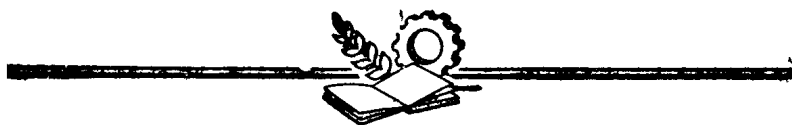
第六篇 有色金屬鑄造

第一章 銅合金鑄造	130
§ I 鑄造青銅	130
§ II 鑄造黃銅	132
§ III 銅合金熔化特点	133
第二章 鋁合金鑄造	134
§ I 鋁硅鑄造合金	134
§ II 鋁銅鑄造合金	135
§ III 鋁鎂鑄造合金	135
§ IV 鋁合金熔化特点	136
第三章 鎂合金鑄造	137
§ I 鋁鎂鑄造合金	137
§ II 鎂合金熔化特点	138

第七篇 鑄 件 設 計

第一章 鑄件結構設計原則	140
§ I 零件結構应力求簡化鑄型工艺	141
§ II 零件結構应力求与合金的鑄造性能相适应	142
§ III 整鑄件和裝配件的分析	145
§ IV 鑲合件、鑄焊件的采用	146
第二章 鑄型工艺設計	147
主要参考书目	153

高等学校教学用书



普通鑄工學

北京鋼鐵學院鑄工教研組編

本书内容包括：铸造原理、铸型工艺、特种铸造方法、铸铁、铸钢、有色金属铸造及铸件设计共七篇；阐述了铸造生产基本原理及主要工艺过程，并着重地叙述了铸造合金特别是黑色金属在凝固过程中的各种伴生现象及一般规律和它们在铸造生产中的主要工艺特征，同时对于现代特种铸造方法也作了简要的介绍。

本书可作为高等黑色冶金学院非铸工专业的教学用书。

本书由北京钢铁学院铸工教研组张联芳同志编写，由胡汉起（第一篇）、高瑞珍（第四篇）、王兆昌（其余各篇）三位同志校阅。

普通铸工学

北京钢铁学院铸工教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经营

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $9^{5/8}$ ·字数218,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—2,837·定价（10—6）1.15元

统一书号：15165·424（冶金—126）

序

本书系根据1959年制訂的黑色冶金类专业教育計劃普通鑄工学課程教学大綱編写，同时参考了北京鋼鐵学院鑄工教研組本門課程的讲稿及实际讲授学时来安排本书內容的深度和范围。我們认为，冶金学院的同学在学习本課程时，一方面應該全面了解鑄造生产的一般工艺知識，另一方面也应该对金属和合金在凝固过程中各种伴生現象和基本規律有足够的認識，以求扩大他們冶金知識的領域。因此，本課程既具有作为独立的技术基础課的性质，又負有結合专业的任务，这就是我們安排課程內容和編写本书的出发点。

根据1959年制訂的黑色冶金类专业的教育計劃和現在的实际情况，各专业普通鑄工学的学时数在30—48学时的范围内，且各专业在要求結合专业培养目标的内容方面也不尽相同。这些情况在本书編写中都相应地加以照顾，但还不能完全滿足。为此，在采用本教材时，应根据专业对象和学时数酌量掌握授課内容。此外，还应作以下几点說明：

一、对冶金系专业：炼鋼、炼鉄、电冶、特种冶金及金属热处理等，全面讲授第一至第六篇，第七篇可不讲，重点在第一篇，对炼鋼、电冶专业則可再增加一些鑄鋼部分内容。

二、对冶金机械专业：全面讲授第一至第七篇，但要压缩第一篇内容，至于液态金属結構等章节則可不讲，重点放在第七篇。

三、对压力加工专业：同机械設備专业，但重点在軋軋和連續鑄造部分。

本书的基础知識是：普通冶金学、冶金炉、金属学及热处理等。为了避免各課程之間的重复，对合金相图、偏析、結晶、鑄件热处理、鑄鋼熔炼、干燥炉、熔化炉等問題未作詳細叙述，同时考虑到教学方式方法不同，对第二、三篇内容有可能采用現場教学及實驗室教学来完成，故对工艺操作及設備詳細結構都沒有作更多的叙述，在授課时还可以根据各校設備情况酌情增減，但是，书中所列举的内容仍然是各专业同学所必需具备的基本知識。

由于編者水平和時間的限制，本书在內容和文字方面存在許多缺点，甚至錯誤。在鑄鋼一篇中的石墨鋼部分，鑄鉄一篇中的冷硬鑄鉄部分，特种鑄造方法中的連續鑄造部分内容，与現在生产水平比較，尚欠充实，希采用本书的教師們針對专业特点，可酌量增补内容。

目 录

序

緒論..... 7

第一篇 鑄 造 原 理

第一章	对鑄造合金的要求.....	9
第二章	液态金屬結構及性能.....	11
§ I	液态金屬的結構.....	11
§ II	液态金屬的性能.....	13
第三章	鑄造合金的流动性.....	18
§ I	流动性的概念.....	18
§ II	实际流动性和真实流动性的測定.....	19
§ III	影响流动性的因素.....	20
第四章	鑄件的一次結晶与凝固过程.....	22
§ I	鑄件一次晶体的一般形式.....	23
§ II	影响鑄件晶粒形状的因素.....	23
§ III	鑄件凝固的概念.....	29
第五章	鑄造合金收縮, 收縮缺陷及其防止.....	33
§ I	鑄造合金总收縮.....	33
§ II	铁-碳系合金的收縮現象.....	34
§ III	收縮孔及其防止.....	36
§ IV	鑄造应力及其防止.....	42
§ V	裂紋、变形及其防止.....	46
第六章	鑄件中气孔形成及其防止.....	48

第二篇 鑄 型 工 艺

概述.....	52
第一章 造型材料.....	52
§ I 造型材料的概念及其要求.....	52
§ II 型砂組成及成分.....	55
§ III 型芯砂組成及成分.....	59
§ IV 造型輔助材料.....	62
§ V 造型材料制备工序及机械化砂处理.....	62
第二章 造型工艺.....	64
§ I 手工造型.....	64

§ I	机器造型	57
§ II	型芯制造	72
第三章	鑄型工艺的其他工序	74
§ I	鑄型、型芯的烘干与硬化	74
§ II	合型及澆注	76
§ III	脫砂及清理	77
§ IV	鑄件檢驗及修補	78

第三篇 特种鑄造方法

第一章	金屬型鑄造	79
第二章	压力鑄造	80
第三章	离心鑄造	82
第四章	精密鑄造	83
第五章	壳型鑄造	86
第六章	連續鑄造	87

第四篇 鑄 鉄

概述	90
第一章 灰口鑄鐵	90
§ I 灰口鑄鐵的組織与性能	91
§ II 影响灰口鑄鐵組織的主要因素	92
第二章 高級鑄鐵	96
§ I 孕育鑄鐵	96
§ II 可鍛鑄鐵	97
§ III 球墨鑄鐵	100
第三章 合金鑄鐵及冷硬鑄鐵	107
§ I 合金鑄鐵	107
§ II 冷硬鑄鐵	109
第四章 鑄鐵熔煉	112
§ I 鑄鐵在座爐中熔煉	112
§ II 鑄鐵在冲天爐中熔煉	113
§ III 鑄鐵在其他熔爐中熔煉	121

第五篇 鑄 鋼

第一章	碳鋼鑄造	123
第二章	合金鋼鑄造	125
§ I	高錳鋼鑄造	126
§ II	不銹鋼鑄造	127
第三章	球形鑄鋼熔煉特点	128

第六篇 有色金屬鑄造

第一章 銅合金鑄造	130
§ I 鑄造青銅	130
§ II 鑄造黃銅	132
§ III 銅合金熔化特点	133
第二章 鋁合金鑄造	134
§ I 鋁硅鑄造合金	134
§ II 鋁銅鑄造合金	135
§ III 鋁鎂鑄造合金	135
§ IV 鋁合金熔化特点	136
第三章 鎂合金鑄造	137
§ I 鋁鎂鑄造合金	137
§ II 鎂合金熔化特点	138

第七篇 鑄件設計

第一章 鑄件結構設計原則	140
§ I 零件結構應力求簡化鑄型工藝	141
§ II 零件結構應力求與合金的鑄造性能相適應	142
§ III 整鑄件和裝配件的設計	145
§ IV 鑄合件、鑄焊件的採用	146
第二章 鑄型工藝設計	147
主要參考書目	153

緒 論

一、課程定义

含义广泛的鑄造定义应为：使定量或連續流动的金属液成为定形，而后即使金属在这种形状下变为固体，这种成形的办法称为鑄造。这种加工方法所得产品称为鑄件。在工业中鑄件有两大类型，一是鑄錠，一是成形鑄件，区别在于：

鑄錠——重熔或承受压力加工，结果是失去原来形状；

成形鑄件——承受或不承受机械加工，结果不失去原来形状。本課程只研究成形鑄件生产工艺过程，課程的全文是鑄造工艺学，简称鑄工学。

二、鑄造生产的优缺点及其在国民经济中的地位

鑄造生产的优点是由于它对金属特殊的成形方法所赋予的，主要如下：

(一) 鑄造可获得从小到几克大到 250 吨的鑄件（蒸气涡轮和水力涡轮外壳），可以获得简单到铅弹头复杂到航空发动机之气缸体以及艺术品等，也可以得到从几毫米至几米大小的鑄件，这些优点可以满足各种复杂形状的机械零件的生产。

(二) 鑄造方法所得产品比较经济。这是由于：

1. 可获得空心零件、毛坯近似零件形状，金属耗費較少。
2. 鑄件的加工裕量小，一般为 2—12 毫米，精密鑄件、压力鑄件和艺术鑄件可以不加工，只需稍加修飾即可。
3. 废料回收只在本車間进行。

(三) 一切合金（高熔点除外）皆可用于鑄造，而压力加工不能适用于脆性金属，切削加工不适于高硬度合金。由于鑄造具有这些优点，所以我国机械制造中提出“以鑄代鍛”的方针。

鑄造的缺点列举如下：

1. 高熔点合金目前尚不宜于鑄造。
2. 鑄造生产之工序較多，控制較难，易于产生缺陷（产生鑄造缺陷原因可多至 100 多种），稳定鑄件的机械性能較难。

在国民经济中鑄造有广泛用途，一般机械制造中，鑄件占机器全重的 40~80%，机械加工之各种机床、軋鋼机、紡織机、內燃机、电动机等鑄件尚超过 80%。

冶金工业中，維持正常生产需要大量輔助配件，如鋼錠模、軋輥、渣罐、冷却水箱等，据统计，1300 米³高炉，需要 1250 吨鑄件，現在鑄件在各工业部門中还在不断扩大用途。

三、鑄造生产发展簡史

我国人民早在大約 2500 年以前就已掌握了鑄鉄技术。

我国最初用青銅鑄造的时期大約是殷朝初期，距現在約 3500 年。据考证整个殷代已有鑄銅的器具約 1300 多种，如兵器、工具、食器、乐器及裝飾品等。北京考古研究所保留的近几年来出土的銅器很多，这些銅器花紋精細，壁很薄，中空，要求有很高的技术水平才能鑄出来，在造型方面当时采用粘土細末作出外形及內腔，然后用数块併合成一鑄型，叫做“陶范”，陶即是粘土，范即型之意。現在考古研究所尚保留有四分之一一个陶范是殷朝的。稍后一点就应用石范，此即半永久型之前身。鉄器出現后，即应用鉄范，这是近代金属型的起始。我国热河承德博物館保存有一战国时代的鑄鉄鐮犁的鉄范

是世界上最早的金属型。在天工开物上（明代）記載有古代鑄钟时，应用腊和牛油作模型复以粘土，溶去腊得出型腔，这种鑄造方法，即近代精密鑄造。关于艺术鑄造所沿用之原则、合金成分，我国周礼考工記（2200年）上記有如下一段：

“六分其金而錫居其一，謂之钟鼎之齐，

五分其金而錫居其一，謂之斧钺之齐，

四分其金而錫居其一，謂之戈戟之齐，

三分其金而錫居其一，謂之大刃之齐，

五分其金而錫居其二，謂之削杀之齐，

金錫各半謂之斧戣之齐”。

記載中所說的金即銅，齐就是合金之意。

这一段关于合金性能与成分之間的关系是世界上最早的有关合金的文字記錄。純銅的鑄造性能不好，銅中加入錫，使其熔点降低，流动性好，可以鑄出形状复杂花紋精細的鑄件；另外銅合金中随着含錫量的增加合金的机械性能、硬度和强度逐渐增加，完全吻合近代金属学的知識。秦汉以前（2000年以前），青銅是唯一的金属制品，秦汉以后铁器开始大量应用，許多要求强度較大的兵器、刀具等，渐为铁器所代替。东汉以后佛教传入中国，魏晋以后，瓷器发明，原为日用品及裝飾品的銅器又被美观、质輕、价廉的瓷器代替了一部分，青銅用在寺庙中鑄佛像，钟鼎等巨大的裝飾品，和皇宮中建筑上。

鑄铁最初由我国发现，但究竟始于何时，目前尚无定論。鑄铁在我国应用，說明我国当时冶金技术的高度发展，获得1200℃以上的熔铁溫度是古代冶铁技术上的最大困难，但是我国劳动人民一方面創造了具有合理热交換的熔铁炉（座炉），另一方面在铁中加入磷来降低铁的熔点，提高其流动性，这样才能将生铁用于鑄造。铁的鑄件主要是铁鍋，铁鼎、钟、鈸、鋤、車具等。到了南北朝时，炼生铁已經使用了风箱鼓风，铁水溫度又有了提高，亦时鑄铁件的化学分析，和現在的灰口鑄铁没有什么大的差別。

有人认为只有欧洲出現了馬力强大的鼓风机以后世界上才有鑄铁，这是不正确的。

在封建統治的数千年中，沒有大的机械制造业和冶金工业，因此鑄造技术长期停留在祖传和师徒秘授的經驗上，鑄造生产成为一种科学和具有工业規模的生产手段，还是十九世紀中叶以后的事，从这时起，各个工业发达的国家都有各种規模不同的发展。

我国在解放前鑄造是一个落后部門，人們叫做“翻砂”，意即搬弄砂子，不仅作不出汽車的汽缸体，甚至暖气片也需要进口。解放后鑄造生产在我国机械制造中有了突出的成就和发展，表现在：

1. 鑄造車間实行了合理生产組織，使得劳动生产率大大提高，废品率降低。
2. 掌握了各种鑄造合金的生产。
3. 机械化的鑄工車間不断的出現。
4. 高等学校開設了“鑄造专业”，培养鑄造工程师。

将来将向建立專門鑄造工厂，鑄造过程机械化，自动化，采用特种鑄造方法，生产高质量鑄造合金等几个方向发展，同时在我国广大城乡人民公社工业中遍地开花，发展各种規模的小型修配厂及制造厂（其中包括鑄造車間）来满足蓬勃发展的工业及人民生活的需要。

第一篇 鑄 造 原 理

第一篇要分別敘述：對鑄造合金的要求，液態合金結構與性能、流動性、鑄件結晶、收縮、氣體及鑄造應力等內容。

第一章 對鑄造合金的要求

鑄造零件有各種不同形狀，並且其工作條件也各式各樣，要滿足上兩點要求，鑄造合金就必須具有良好的“成形性”，或鑄造性能及機械性能（靜及動載荷的）、物理性能、化學性能及其他性能。

“成形性”，是指合金能夠用鑄造方法加工成一定形狀的性能。能用鑄造方法加工的合金（或非金屬）必須具有“流動能力”和“凝固能力”，沒有前一種能力，則合金不能自由充填型腔，（自由成形）鑄造方法所以區別於壓力加工方法者，就是鑄造是利用金屬的流動性來加工成形，而壓力加工則用金屬的“塑性”來加工成形的。

具有流動性的金屬或合金都是液態的，要將液體狀態的形狀維持至固定狀態，則金屬或合金必須具有凝固能力，在自然界中，其物質的液態和固態都是可以互為轉化的可

表一 標準鑄造合金的靜力機械性能範圍

鑄 造 合 金 及 處 理 方 法	屈 服 極 限 σ_s 公斤/毫米 ²	強 度 極 限 σ_b 公斤/毫米 ²	延 伸 率 $\delta\%$
鎳鉻鋼（熱處理）C 0.35% Ni 3.20% Cr 0.7%	45~75	70~85	3~12
鉬鉻鋼（用離心鑄造及熱處理過的）C 0.35%， Mo 0.30%，V 0.1%	48~54	64~67	20~25
高碳鋼（熱處理）C 0.45~0.55%	28~30	55~60	12~20
低碳鋼 C 0.10~0.2%	18~23	35~45	20~25
球墨鑄鐵（熱處理後）C 3.4~3.6%；Si 2.2~2.6%； Mn 0.6~0.8%	20~25	40~45	10~20
孕育鑄鐵（鑄態）C 2.5~3.0%；Si 1.3~1.6%	15~20	28~38	—
合金孕育鑄鐵（熱處理後）C 2.8~3.0%；Ni 1.0%； Cr 0.5%；Mo 0.1%	15~25	30~45	1~2
黑心可鍛鑄鐵 C 2.9~3.1%；Si 0.8~1.0%； Mn 0.4%	18~25	35~40	6~3
灰口鑄鐵（鑄態）	5~10	12~25	—
錫鉛鉛青銅 Sn 3%；Zn 11%；Pb 5%	8~12	15~18	4~8
矽鉛黃銅 Si 2.5~4.5%；Pb 2~4%；Cu 79~81%	10~12	15~17	25~30
巴比特合金 Jb 15~17%；Cu 1.5~2.0%；其餘為Sn	—	7~8	—
鋁矽合金（即矽鋁明）Si 8~13%；Mn 0.5%； Mg 0.15~0.3%；其餘為Al	—	14~26	3~6
鎂合金 Al 0~10%；Zn 0.3%；Mn 0.2% 其餘為 Mg	5~10	10~22	1~6

逆过程，轉化条件主要是溫度及压力，用于鑄造的液态主要是用升高溫度（高于液相綫50~250℃）来获得的。

鑄造合金的凝固，是将溫度降低，低至固相綫溫度时获得的，鑄造合金的固相綫溫度皆高于室溫，这样才能滿足技术条件的要求，水銀（Hg）虽然具有流动能力，但因其室溫下不能凝固，因此，不用于鑄造，只有能滿足上述要求的合金才能用鑄造加工成一定形状。

不仅如此，近代机械零件还要求各种不同的工作性能，受靜或动载荷的机件要求靜力或动力机械性能，在特殊介质中工作的零件要求特殊的物理、化学性能，如导电性

表二 某些鑄造合金的冲击韌性

合金种类及处理方法	冲击韌性(公斤·米/厘米 ²)
奥氏体类高合金鋼(热处理)	20~40
碳鋼	3~5
球墨鑄铁	0.5~3
灰口鑄铁	—
有色合金(时效处理)	0.5~2

能，导热性，透磁性，耐热性，耐酸，碱，海水的浸蚀性等。

上列各种性能是通过选择不同的合金种类及化学元素的相对含量来滿足的，目前鑄造

合金的种类有；鉄碳系合金：鋼及鉄；銅基合金：青銅，黄銅；輕金属合金：鋁基，鎂基合金，及鉛錫基；巴

比特合金。这些合金，按其中化学元素相对含量不同又分为許多种类，規定在国家标准中。〔注一〕

各种标准金属的靜力机械性能范围如表一所示：

上表所列的指标都是偏低的，只取其代表性，各种合金的机械性能，在以后各章节中还有詳細的討論。

动力机械性能通常是作冲击韌性实验，某些鑄造合金的冲击韌性如表二：

以上所例靜力和动力机械性能多用与鑄件

表三 某些鑄造合金的硬度

合金类别	处理状态	硬度 HB
馬登体鋼	鑄态高合金鋼或淬火低合金鋼	600~700
低合金鋼	淬火的	500~600
高碳鋼	淬火的	500
白口鑄铁	鑄态	450~500
低合金鋼	改善质量的	140~350
中碳鋼	改善质量的	220~325
孕育鑄铁	改善质量的	250~300
孕育合金鑄鉄0.0%；Cr1.2% Ni0.5%	鑄态	220~300
高碳鋼	退火的	155~250
鉄素体高合金鋼	鑄态	200~220
珠光体灰口鑄鉄	鑄态	200~229
中碳鋼	退火	130~220
奥氏体鋼	鑄态	180~200
低碳鋼	退火	90~140
鉄素体灰口鑄鉄	鑄态	130~180
黄銅	鑄态	100~160
錫青銅	鑄态	60~90
鋁矽合金(砂鋁明)	鑄态	40~50
鎂合金	鑄态	30~50
鉛基巴比特合金	鑄态	20~25

相同的合金浇注单个試样所获得，所以还不能全部反应鑄件上各个部分的机械性能，特

〔注一〕 本书主要按照苏联国家标准列举。

別是鑄型工艺因素对机械性能的影响，为此在鑄件检查中广泛应用硬度实验，有时直接在鑄件上测定，某些鑄造的合金硬度列于表三。

鑄件的强度，特别是整体强度，除了取决于它的机械性能而外，还取决于内部組織，某些鑄造缺陷如縮孔、气孔、非金属夹杂等破坏了鑄件的整体强度，因此提高强度还应从改善合金的鑄造性能及正确的制定鑄型工艺来保证。

第二章 液态金屬結構及性能

鑄造过程是对液态合金加工（成形）的过程，因此液态合金的本质如何是我们应当首先了解的一个問題。

§ I 液态金屬的結構

物质的液态是它的固态和气态的一种过渡状态，在一定压力下这种过渡是温度的函数。温度升高，物质则由固态轉化为液体，这种轉变称为“熔化”，而轉变温度称为物质的“熔点”。温度再增高，物质则由液体轉变为气体，这种轉变叫做“蒸发”。物质的液态和气态相比较有很多地方是近似的，例如都具有粘滯性、能自由充填容器，能有一定的压缩性，甚至有可能适应几得瓦尔方程式。但是所有上述这些共同性，仅适用于接近沸点的液体，如果把这些和气体相似的性质夸大成为液体唯一的特性，甚至把液体籠統看成是“紧实”的气体，那就会抹杀液体在靠近熔点时所具有的与气体比较有本质上的差别的特点，因而与事实不符。

在鑄造中所用到的液体金属和合金其温度范围在液相线以上不超过 $50 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，靠近熔点很近。关于靠近熔点的液态金属和合金的结构和性质，根据近年来的研究结果，证实了无论在结构上和性质上都近似于固态。这个結論可以由下述一些事实得到証明；

一、金属熔化时体积增加很少超过 3%，即原子間距离增加約 1% 左右，这就說明了液体的密度和固体相差不大，但和气体相差很大。

二、液态金属的热容量和固态金属比較相差不到 10%，而大于气体金属約 1.5~2 倍（气态金属的热容量近于 5 卡/克原子， $^{\circ}\text{C}$ ），說明了液态金属的原子振动和固态近似。

三、金属的熔化潜热比蒸发热小得很多，大約只占蒸发热的 3~5%，即熔化时比汽化时消耗能量小得多，这說明了熔化时对原子間的结合力破坏并不大。

四、在机械性能方面，固体的显著特点是具有抗拉强度、硬度和脆性，在通常情况下，我們看不見液体具有这些性能，但在特殊实验中，水銀可以拉伸 1.47%，水可以拉伸 1.5%，而当作用力的時間小于 10^{-10} 秒时，液态也可以具有硬度和脆断的性能，这些說明液体和固体在机械性能方面也有近似性的。

五、B·И·达尼可夫用伦琴射线分析低熔点金属靠近熔点时所获得的衍射图表明，液态金属的組織近于固态，原子是有序排列的，只在温度很高时，这种排列才会被破坏。

綜上所述我們可以得出一个結論来：靠近熔点的液体其結構及性质近似固体，而靠近沸点的液体則近似于气体。Я·И·佛林克尔把液态金属看成是松散的固体”或“准固体的液体”就是根据上述結論产生的观点。他关于液态金属結構，提出了“空穴理論”