

高等学校教学用书

金属工艺学

上册

杜比宁主编



机械工业出版社

高等学校教学用书

金属工艺学

上册

天津大学、清华大学机械制造系、
北京工业学院机械系金属工学教研组译

苏联高等教育部审定为
机械制造高等学校教学用书



机械工业出版社

1961

出版者的話

本书原书經苏联高等教育部审定为机械制造高等学校的教学用书。譯本可作为我国高等学校的教材和工程技術人員的参考书。

譯本我社原分为五个分册出版。現改分为上、下两册出版。全书內容共分七篇。譯本的上册即为我社原出版的第一、二、三分册。是原书的第一、二、六、三、四篇。下册即为我社原出版的第四、五分册。是原书的第五、七篇。

本书将上册书中第一篇〔金屬及其性能〕、第二篇〔黑色和有色金屬的冶炼〕、第六篇〔非金屬材料〕由天津大学譯校；第三篇〔鑄造生产〕由北京工业学院机械系金屬工学教研組譯，清华大学机械制造系校訂；第四篇〔金屬压力加工〕由清华大学机械制造系譯校。

苏联 Н. П. Дуинин 主編 ‘Технология металлов’ (Маштиз 1952 年第一版)

No. 0648

1961年3月新一版 1961年3月新一版第一次印刷

787×1092¹/₁₆ 字数496千字 印張22%。00,001—13,000册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

新华印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

北京市书刊出版业营业許可证出字第008号 定价(10—5)2.55元

上 册 目 次

原序	6
緒論	7

第一篇 金屬及其性能

第一章 机械制造中所用的金屬

及合金的主要性能11

1 金屬及合金的机械性能	11
2 金屬和合金的結晶	13

第二章 平衡图16

3 平衡图的构成	16
4 組成鉄碳合金的組織	17
5 鉄和渗碳体系統的平衡图	18
6 鉄碳合金平衡图的实际应用	20

第二篇 黑色和有色金屬的冶炼

第三章 炼鉄23

7 俄国炼鉄发展簡史	23
8 苏联生鉄生产的发展	25
9 高炉生产的原料	26
鉄矿的种类及其化学成分	26
对鉄矿石的要求	27
錳矿	27
冶炼前矿石的准备	28
各种燃料的特性以及对它們的要求	29
熔剂的任务及其要求	32
10 耐火材料的性能及其应用范围	33
11 高炉的构造	34
12 高炉的附屬装备	38
高炉装料过程的机械化	38
热风炉及热风送入高炉的装置	38
13 高炉内进行的物理化学过程	39
14 高炉連續使用的時間, 及其开炉和停炉	45
15 已还原的鉄的碳化过程和生鉄的形成	45
16 造渣的过程	46
高炉的渣及其用途	47
17 物质平衡和热平衡	47
18 高炉熔炼的技术經济指标	48
19 炼鉄的斯大哈諾夫工作法	48
20 富氧送風的应用	49
21 生鉄澆鑄法	49
混鉄炉的用途及其构造	50
22 高炉生产的产物	51
按苏联国家标准的規格, 高炉生鉄及鉄合金的分类及其应用范围	51
高炉煤气, 它的清淨及其利用	53
23 从矿石直接还原的炼鉄法	54

第四章 炼鋼55

24 俄罗斯的鋼鉄发展簡史	55
25 現代炼鋼法	57
苏联炼鋼的发展	58
26 用空气或氧气吹炼液体生鉄的	

炼鋼法	59
27 酸性炉衬的轉炉中炼鋼	60
28 鹼性炉衬轉炉中的炼鋼	62
29 酸性和鹼性轉炉所炼的鋼, 其品质的比較及其应用范围	64
30 平炉炼鋼(平炉即蓄热火焰炉)	64
平炉炼鋼的原料	65
平炉的构造及其工作原理	65
31 平炉中的装料, 熔炼的热規格, 以及杂质的氧化	68
32 固体炉料的鹼性熔炼法	70
33 液体炉料的鹼性炼鋼法	71
34 鹼性發鋼矿石炼鋼法	72
35 酸性平炉中的炼鋼特点	73
鹼性炉和酸性炉所炼的鋼, 其脫氧和品质的比較	74
在鹼性和酸性两个平炉內的炼鋼法	75
36 鋼的熔炼及品质的檢驗	75
37 平炉工作的技术經济指标	75
38 平炉炼鋼的优点和缺点	76
39 平炉炼鋼的斯大哈諾夫工作法	76
40 电炉炼鋼	77
电炉炼鋼发展簡史	77
41 炼鋼电炉的构造	78
42 电炉炼鋼的金屬和造渣材料	79
43 鹼性电炉中的炼鋼法	80
杂质完全氧化的炼鋼	80
部分氧化的和不氧化的炼鋼法	83
44 酸性电炉中炼鋼的特点	84
45 高頻率电炉炼鋼的特点	85
46 应用电炉的联合炼鋼法	85
47 現代的制造熟鉄法	85
48 澆鑄鋼錠	86
澆鑄鋼錠的设备及附屬装置	86
49 沸騰鋼的鋼錠生产	88
50 澆鑄鋼錠的方法	88
51 鋼錠的結構及其缺陷	90

第五章 炼銅92

52 俄罗斯炼銅发展簡史	92
53 銅矿及其化学成分	93
54 銅矿的富集方法和富集銅矿和矿石熔炼的准备工作	94
55 冰銅的制造	95
56 吹炼粗銅法	98
57 銅的火法精煉	99
58 銅的电解精煉	100
59 湿法炼銅	102

第六章 炼鋁104

60 鋁矿的特点及其矿区	105
61 純洁矾土的炼法	105
62 电解矾土及其应用设备	107
63 鋁的精煉及其种类 (苏联国家标准)	108
64 电热法炼鋁及鋁合金	109

第七章 炼鎂110

65 炼鎂原料的特性	110
66 电解鎂原料的准备	111

67 炼镁电解池的构造	111
68 从氯化镁中电解镁的工艺	112
69 镁的精炼	113
70 热炼法和炭热法炼镁的概念	113

第六篇 非金属材料

第三十三章 木材

208 木材的结构	116
209 树木材料的物理-机械性质	118
210 木材的结合与成型	120

第三十四章 塑料及其性质与

用途

211 以缩聚树脂为主体的塑料	125
212 以聚合树脂为主体的塑料	129
213 以纤维酯醚为主体的塑料	131
214 沥青类塑料	132
215 塑料的成型方法	133
216 层合塑料	137
层合塑料的制品	138
217 其他从塑料生产制品的方法	141

第三十五章 涂料

218 色漆	143
219 漆油漆的方法	145
220 清漆	146
221 磁漆及磁漆涂层	149

第三十六章 橡胶材料及产品

222 天然橡胶	151
223 合成橡胶	152
224 制造橡胶的技术	154

第三十七章 皮革及其性质和

用途

第三十八章 石棉及石棉制品

第三十九章 玻璃、玻璃的性质

与用途

225 玻璃的性质	171
-----------	-----

第三篇 铸造生产

第八章 概论

第九章 铸件、模型及型芯盒的

制造

71 模型及型芯盒的制造	179
72 制造模型和型芯盒的材料	180
73 模型及型芯盒的设计原理	180
74 木模制造工艺	183
木模和型芯盒制造举例	185
75 金属模型的制造	187
76 造型及造型芯材料, 混合物 及其制备	188

对造型及造型芯混合物的要求	188
---------------	-----

原始造型材料的性质	189
-----------	-----

造型混合物及其成分	191
-----------	-----

型芯混合物及其成分	191
-----------	-----

鑄型及型芯的塗料及扑料	192
-------------	-----

77 造型及造型芯混合物的制备	193
-----------------	-----

78 制配造型及型芯混合物的设备 及其工作	194
--------------------------	-----

79 制造鑄型的工艺	199
------------	-----

手工造型时用整体模型在两个砂箱 里制造鑄型	199
--------------------------	-----

机器造型时鑄型的制造	200
------------	-----

用可脱卸的砂箱制造鑄型	201
-------------	-----

在地上用一个砂箱制造鑄型	201
--------------	-----

用刮板制造鑄型	202
---------	-----

制造大型的鑄型	203
---------	-----

80 造型机及其操作	204
------------	-----

砂箱中造型混合物紧度的检验方法	209
-----------------	-----

81 浇注系统	210
---------	-----

造型工的斯大哈诺夫式工作法	211
---------------	-----

82 型芯的制造及鑄型的装配	211
----------------	-----

斯大哈诺夫式的工作方法和方式	214
----------------	-----

83 鑄型及型芯的干燥	215
-------------	-----

干型芯的修理及检验	215
-----------	-----

烘干型芯和鑄型用的干燥炉	216
--------------	-----

84 合箱	217
-------	-----

85 对作为鑄造材料的合金的要求	218
------------------	-----

第十章 灰鑄鉄件的制造

86 鑄鉄件的牌号	220
-----------	-----

87 鑄件中鑄鉄的显微结构	222
---------------	-----

化学成分和冷却速度对鑄鉄显微 结构的影响	223
-------------------------	-----

88 高强度灰鑄鉄	226
-----------	-----

89 特殊性能的灰鑄鉄	227
-------------	-----

90 鑄鉄件的炉料	228
-----------	-----

金属炉料	228
------	-----

燃料	228
----	-----

熔剂	228
----	-----

鑄鉄件的配料计算	229
----------	-----

配料计算的图解方法	229
-----------	-----

91 鑄鉄的熔炉及其熔化	231
--------------	-----

冲天炉及其构造	232
---------	-----

冲天炉工作前的准备及熔化过程	232
----------------	-----

鑄鉄在火焰炉中的熔炼	234
------------	-----

92 鑄鉄件鑄型制造的特点	235
---------------	-----

93 鑄型的浇注	235
----------	-----

浇注前鑄型的准备	235
----------	-----

浇包及其在浇注前的准备	236
-------------	-----

鑄型的浇注	236
-------	-----

94 可鍛鑄鉄的鑄造工艺	238
--------------	-----

可鍛鑄鉄的机械性能及结构	238
--------------	-----

95 白口鑄鉄的鑄造性能	239
--------------	-----

96 熔炼白口鑄鉄的熔炉	239
--------------	-----

97 鑄型的造型混合物	239
-------------	-----

98 白口鑄鉄件的热处理	240
--------------	-----

99 鑄件的退火炉	241
-----------	-----

第十一章 鋼鑄件的生产

100 鋼的机械性能及其应用范围	243
------------------	-----

101 鋼的显微结构	244
------------	-----

102 特种鋼	245
---------	-----

鋼的鑄造性能	246
--------	-----

103 炼鋼炉	246
---------	-----

104 在小型轉炉里炼鋼	246
--------------	-----

105 造型及型芯的混合物	247
---------------	-----

鑄型制造的特点	248
106 鋼的澆注	249
107 鋼鑄件的热处理	249

第十二章 有色金屬合金鑄件的

生产

108 銅合金	251
109 炉料和炉料的計算	255
110 銅合金的熔炉及其熔化	255
銅合金在坩堝炉中的熔化	256
銅合金在火焰炉中的熔化	256
銅合金在电弧炉中的熔化	257
銅合金在感应电炉中的熔化	257
111 造型及型芯混合物	257
112 造型和澆注的特点	257
113 鋁合金	258
114 炉料	259
115 熔炼鋁合金的熔炉	262
116 鋁合金的熔炼	262
117 造型特点	264
118 镁鑄造合金及其性能	265
119 炉料	265
120 熔炼镁合金用的熔炉	266
121 鋁及镁合金的热处理	267
热处理用的炉子	268
122 錫鉛基耐磨合金	268
稀有金屬的代用品	269
123 鑄件的落砂、鑪割和清理	269
鑄件的落砂	269
型芯的清除	272
澆口及冒口的去除	273
鑄件的鑪割和清理	273
鑄件的修整及修飾	275

第十三章 特种鑄造方法

124 在金屬型中鑄造	276
125 冷硬鑄鐵件	279
126 压力鑄造法	280
127 离心鑄造	282
128 用失蜡法来生产精密鑄件	285
129 鑄造生产的技术檢驗	286
130 鑄造的缺陷及其原因	286
廢品的基本类型及其消除方法	287
131 鑄件缺陷的修整	289

第十四章 鑄件設計的

工艺性原理

132 鑄件的外形	290
133 鑄件壁的厚度	291
134 鑄件壁的連接	292
135 鑄件的凸台和凸起部分	294
136 鑄件的內腔与孔	294
137 基础面和鑄件精度	295
138 注于內帶金屬型芯的金屬型中 的鑄件的設計特点	296
139 鑄件結構工艺分析举例	297
140 鑄造生产的发展前途	299

第四篇 金屬压力加工

第十五章 一般概念

141 金屬压力加工本质	303
142 压力加工和加工的条件对于原始 材料的性质和組織的影响	304

第十六章 金屬压力加工时的

加热

143 热规范	309
144 加热设备	312

第十七章 軋制

145 軋制过程本质	318
146 軋件的种类	318
147 軋制设备	321

第十八章 拉絲

148 拉絲过程本质	333
149 拉絲设备	334

第十九章 挤压

150 挤压过程本质	336
------------------	-----

第二十章 自由鍛造

151 鍛造冲压生产一般概念	338
152 自由鍛造一般概念	340
153 自由鍛造设备	342
154 自由鍛造工艺	349

第二十一章 模型鍛造

155 模型鍛造过程本质	358
156 模鍛錘	359
157 錘鍛模	361
158 在鍛錘上模鍛的原材料的重量	367
159 在曲軸模鍛压床上模鍛	370
160 在平鍛机上模鍛	374
161 热模鍛的其他形式	380
162 模鍛后的修整工序	384
163 鍛造和模鍛鋁、镁及銅合金的 特点	388
164 冷鍛粗	388

第二十二章 薄板冲压

165 薄板冲压过程本质	390
166 薄板冲压工艺	391
167 冲模构造	398
168 薄板冲压工作的机械化	400
加工薄板金屬的簡化方法	401
169 冲压焊接結構	403
170 薄板冲压设备	403

原 序

‘金屬工艺学’課程的教材是根据苏联高等教育部批准的机械制造高等学校的教学大綱編写而成的。

本教材有七篇：一、金屬及其性能；二、黑色金屬和有色金屬的冶煉；三、鑄造生产；四、金屬压力加工；五、金屬的焊接与切割；六、非金屬材料；七、金屬切削加工和机床。

在編写本教材时，作者已考虑到，本專業学生在实习工場工作后所听到的和所熟悉的基本技术术语，以及机器零件制造的工艺过程部分。

本教材是由莫斯科巴烏孟高等技术学校全体教員所編写的。

第一篇‘金屬及其性能’是由工学碩士杜比宁(Н. П. Дубинин)副教授編写的；第二篇‘黑色金屬和有色金屬的冶煉’是由工学碩士席符杜諾夫(П. П. Жевтунов)副教授編写的；第三篇‘鑄造生产’是由工学碩士杜比宁副教授和席符杜諾夫副教授編写的；第四篇‘金屬压力加工’是由工学碩士斯托洛席夫(М. В. Сторожев)副教授編写的；第五篇‘金屬的焊接与切割’是由工学碩士納柴洛夫(С. Т. Назаров)副教授編写的；第六篇‘非金屬材料’是由鮑包夫(В. А. Попов)工程師編写的；第七篇‘金屬切削加工和机床’是由工学碩士巴欽柯(К. П. Панченко)副教授、鮑包夫(Л. А. Попов)副教授和葛拉基林(А. Н. Гладилин)副教授編写的。

‘模型生产’一章是由工学碩士巴拉平(В. В. Балабин)編写的，‘冲压’一章是由工学碩士鮑包夫(Е. А. Попов)編写的。

作者对在审閱原稿时提出宝贵意見的莫斯科巴烏孟高等技术学校金屬工艺教研室、机器制造教研室、鑄造生产教研室、压力加工教研室、焊接生产教研室、金屬学教研室全体工作同志和教研室的领导同志致謝。

緒 論

在高级专门人材的一般工程訓練中，‘金屬和材料工艺学’課程起着很大的作用。在这門課程中，講授金屬及其合金获得的方法，它們的合理加工方法，以及生产机械制造零件的工艺基础。

金屬和材料工艺学是关于机械制造材料获得的方法及其物理化学的加工方法等新知識的綜合科学。物理化学加工的目的是使材料具有在机械制造生产中所必需的性能和形狀。

每个工業部門都是以利用历代劳动所創造的以及該生产工艺綜合所拟定的方法和技术方法为基础的。

在‘金屬和材料工艺学’課程中給予各种生产部門的知識，黑色和有色金屬的冶煉，鑄造生产，金屬压力加工，金屬的焊接和切割，金屬的切削加工以及非金屬材料等。

从古时起，在技术和工業發展的事業中，俄罗斯人民便有創造性的貢獻。

在我国所保存的無數历史古迹中，說明了俄罗斯人民有高度的技术水平，他們为保衛祖国，保衛和平的需要而早就發展了技术。

很多重要的技术發明都是首先在俄罗斯實現的，并且曾大大地超过了西欧和美洲的技术水平。

关于金屬科学的現狀应当大大地归功于俄罗斯学者、研究家、工程师和生产者的劳动。

早在沙俄时代，机械制造工業的發展还比較薄弱时，俄罗斯的学者們已經是科学的机械制造的創始者。

在1764年，波尔松諾夫(И. И. Ползунов)創造了第一架蒸汽机。

在十八世紀初期，納尔托夫(А. К. Нартов)創造了有架的金屬加工机床和仿型車床。

在十八世紀，偉大的俄罗斯学者罗蒙諾索夫(М. В. Ломоносов)在很多技术部門中，如在地質学、化学、物理学、采矿生产和冶金学等中，遺留下很多的發明和研究。

在1764年，佛罗洛夫(К. Д. Фролов)創立了原始企業的系統，这是后来的自动化工厂的标志。

在1806年，佛罗洛夫(П. К. Фролов)建造了第一条鉄路。

在1833年，契尔潘諾夫(Е. А. Черепанов)和契尔潘諾夫(М. Е. Черепанов)造成了第一輛蒸汽機車。

在1837年，沙佛諾夫(И. Сафонов)發明了并造成了第一架水力渦輪机。

在1835~1842年間，阿諾索夫(П. П. Аносов)發明了洗金机。在金屬和合金的研究中，他也有很大的貢獻(1797~1851年)。他首先發現了达馬士革(Булат)鋼的制造方法，同时把它应用到工厂的實踐中(1841年)，他首先發現在顯微鏡下研究金屬組織的可能性，同时研究鋼的組織及其性能間的关系。此外，阿諾索夫研究錳、鉻和鈦对于鋼的性能的影响(1841年)。阿諾索夫还研究气体渗碳过程(1837年)，同时也研究退火过程对鋼的性能的影响。

在十九世紀的六十年代里，蒸汽機車創造者的侄兒契尔諾夫(А. Черепанов)創造了第一輛蒸汽汽車。

杰出的俄罗斯学者契尔諾夫(Д. К. Чернов, 1838~1921年)应認為是金相学之父；他的著作在冶金学的發展史中开辟了新紀元。契尔諾夫在缺乏溫度計和金相顯微鏡的条件之下，指出了，鋼在冷却和加热时期中，根据鋼的化学成分而在一定的溫度之下，要發生組織的变化。这些溫度称为鋼的‘特殊点’，并用字母 a 和 b 表示(圖4)。

契尔諾夫是鋼和鉄内同素异形变化的原子学說的創造者。根据契尔諾夫的意見，临界点和空間格子的改組(在一定溫度之下)有关系，因而也确定了鉄和鋼内物理变化的本質。关于現代的鋼的淬火和回火的理論概念也是契尔諾夫所創造的，他首先創造了鋼的結晶的理論。

在金屬科学的范疇中，契尔諾夫的繼承者有庫尔納柯夫(Н. С. Курнаков)，巴衣柯夫(А. А. Байков)和古特車夫(А. Т. Гудцов)院士以及鮑契瓦尔(А. М. Бочвар)教授。



阿諾索夫。



契尔諾夫。

庫尔納柯夫院士(1861~1941年)創造了合金的物理化学性能及其組織相互联系的科学。庫尔納柯夫曾設計并造成了一种特殊的自动纪录高溫計，在研究合金的性能时，有很大的用途。

巴衣柯夫院士(1870~1946年)用庫尔納柯夫的自动纪录高溫計研究了測定临界

点的差动法 (Дифференциальный метод)。此外,他还研究每种元素对鋼和有色金屬品質的影响。

鮑契瓦尔教授首先研究了摩擦系数很小的合金組織。斯大林獎金获得者鮑契瓦尔院士,在研究合金方面工作的同时,确定了合金成份和性能之間的关系,制成了鋁基复杂合金的熔点圖表,同时研究了很多特种合金。現代鋼的热处理的理論知識主要是以石欽別尔格(С. С. Штейнберг, 1872~1940 年)教授及其学派的著作为基础。在获得優質合金的理論基础方面,古特車夫院士和斯大林獎金获得者庫尔杜莫夫(Г. В. Курдюмов)院士均有巨大的貢獻。

众所共知的俄罗斯發明者和学者的姓名尚能举出很多: 如庫李平(И. П. Кулибин, 1735~1818年),門捷列也夫(Д. И. Менделеев, 1834~1907年),夏勃洛金(П. Н. Яблочкин, 1847~1894年),波波夫(А. С. Попов, 1859~1905年),茹柯夫斯基(Н. Е. Жуковский, 1847~1921年),巧尔柯夫斯基(К. Э. Циолковский, 1857~1935年)等。

封建地主的政府阻碍了生产力和科学在俄国的发展。我国同胞的許多發明不能在我們的生产中广泛地运用,反而被外国利用了。

列宁-斯大林党和苏維埃政府消灭了祖国古老的技术經濟的落后性,同时这个党和政府是人类历史中最偉大的科学技术进步的組織者。由于共产党的英明政策(国家工業化和集体化的政策),由于苏維埃社会和国家制度的优越性,在苏联的技术部門中进行了真正的革命。我們的国家从古老的农業国改造成世界上生产技术最先进的工業化和集体农業化的强国。

由于战前斯大林五年計劃胜利完成,我們在最新的,最先进的技术基础上完成了工業和一切国民經济部門的改造。



巴衣柯夫。

在偉大的衛国战争胜利地結束以后,国民經济是以空前未有的速度在恢复和发展着;到战后五年計劃快要結束时,所有的主要工業部門的生产都超过了战前的水平。仅在1950年,我們的工業創造了400种以上,在1951年又創造了500多种新式高速生产的机器和机械。为了掘土工作的机械化,制造了可移动的掘土机,它的臂長65公尺,掘土杓的容量为14立方公尺。

在采煤工業中完成了掘进、破碎和地下运输过程的机械化。在1951年,机床制造工業掌握了150种以上的新式的高速生产金屬切削机床和鍛压机。

在一年之内,农業方面获得了137000架以上的拖拉机,53000架以上的康拜因机,以及2百万架以上的牵引农具。在1951年,集体农庄中100%的荒地和熟地的耕耘工作都是用拖拉机牵引的。60%的全部谷物种植面积都是用康拜因机收割的。

‘金屬和材料工艺学’課程可使同學們具有技术的基础,以完成第一个机器零件

的設計，同时使同學們具有學習專業課程的基础，这些專業課程如机器制造工艺学、金屬切削原理和机床等。

在實習工厂中，學生們熟識了技术名詞，获得了金屬工艺学的具体真实材料，因此同學們能更深入地研究這門課程。

研究這門課程时所获得的理論知識，同學們可在工厂中进行第一次生产實習时，得到巩固。

‘金屬和材料工艺学’課程中的‘金屬性質’一篇給予金屬及合金構造的概念，在不同溫度时，金屬及合金組織变化的概念，以及机械制造中所用的金屬及合金的主要性質的概念。

金屬工艺学課程中这一篇的知識是學習‘鑄造生产’和‘压力加工’兩篇所必需的。关于金屬及合金的構造，它們的热处理，以及物理化学性質和机械性質等更詳細的知識，則在‘金屬学’課程內講授。

課程中的‘冶金’一篇給予从矿石提煉金屬的概念，生鉄煉成鋼的概念。在‘冶金’一篇中也給予制造優質金屬，研究金屬錠缺陷的原因，以及用各种冶煉方法所制成的金屬材料的性能等知識。这篇的知識是研究‘鑄造生产’、‘压力加工’兩篇和‘金屬学’課程所必需的。

課程中‘鑄造生产’一篇給予現代生产鑄件的合理方法，生产鑄件所用的机器，以及考虑鑄件制造工艺設計鑄件的要点等概念。課程中的‘压力加工’一篇給予金屬變形，用輾壓和拉絲法制造坯料，現代制造鍛件和冲压件的合理方法，鍛造和冲压中所用的机器和工具，以及用压力加工制造的零件的設計要点等概念。

課程中的‘焊接生产’一篇給予焊接的基本方法，焊件的制造工艺，焊缝的缺陷及其消除方法，焊接的机器(手工的和自动的)以及設計焊件的要点等概念。

課程中的‘非金屬材料’一篇，給予制造非金屬材料，它們的物理化学性能以及選擇非金屬材料制造各种机器零件等概念。在最近的年代里，所有的机械制造部門中，都开始广泛地采用非金屬材料。

課程中的‘金屬切削加工和机床’一篇給予金屬和非金屬材料的切削加工的合理方法，以及金屬切削机床和設備的構造等概念。

第一篇 金屬及其性能

第一章 机械制造中所用的金屬及合金的主要性能

在現代的机械制造中,我們采用純金屬及其合金。金屬及其合金具有机械制造所必需的物理化学和工艺性能,这样可以用較簡單的工艺方法,把它們制成所需要的零件。

在机械制造中所用的金屬,以金屬的合金为主,很少用純金屬。

合金是以某种單純的工程金屬作为基础,并与其他金屬或非金屬(Si, C, P 和 S 等)一同熔煉而成的。

合金常比純金屬具有更好的机械性能和工艺性能。合金的性能視其所含的成分以及合金的組織而定。

在机械制造中,我們采用以鉄为基础的合金(碳素鋼, 特种鋼, 白口鑄鉄, 灰口鑄鉄以及可鍛鑄鉄)和以銅、鋁、鎂为基础的有色金屬合金。

对用作結構材料的金屬及合金应具有下列要求: 优良的机械和工艺性能, 足够的韌性, 化学的稳定性以及有时要具有一定的物理性能。

設計者應該針對零件所提出的技术要求, 而選擇具有合乎这些要求的性能的金屬合金。

1 金屬及合金的机械性能

金屬及合金的机械性能是以抗拉, 抗压, 抗弯和抗扭的强度極限来表示的。此外, 合金应具有必要的硬度和韌性。

表 1 所列的为常用合金的若干机械性質的指数。

合金的这些机械性能可作为設計和計算零件的强度时的根据。

金屬和合金的物理性能 金屬和合金的物理性能決定于它們的比重, 長度和体积的膨脹系数, 导电性, 导热性和熔点等。关于金屬和合金的物理性能的数据列于表 2 中。

按照零件的技术要求和結構而選擇具有某些物理性能的金屬合金。例如: 或比重小, 或熔点高, 或导热性好等。

金屬和合金的化学稳定性 金屬和合金的化学稳定性是在常溫或变溫时, 金屬和合金抵抗各种活动介質的化学作用的能力。这种性能对于机械制造具有特別的意义, 在設計机器和零件时, 是不得不考虑的。因銹蝕而破坏的金屬使工業上遭受巨大

表1 常用合金的机械性能

合金名称	抗拉强度極限 (公斤/公厘 ²)	伸長率(%) $l=5d$	勃氏硬度 H_B	用途
工程用鉄(純鉄)	23	30	90	隔膜鉄片
灰口鑄鉄	12~38	到0.25	143~220	鑄件
高級鑄鉄	30~60	0.5~10	170~262	重要鑄件
低碳鋼(軟)	32~70	11~23	100~130	鍋爐鉄管子, 鍋爐
中碳鋼(中硬)	50~70	12~16	170~200	軸, 連杆, 軛, 鋼軌
淬火与回火后的硬鋼	110~140	6~9	300~450	冲鍛和切削的工具
錫青銅	15~25	3~10	70~80	抗磨和抗锈的机件
鉛青銅	40~50	10	120	抗磨和抗锈的机件
一元黃銅	25~35	30~60	42~60	彈壳生产
二元黃銅	35~45	30~40	—	热冲鍛所制的机件
含硅的鋁合金	21~23	1~3	65~100	航空机件
鎂合金	24~32	10~16	60~70	航空机件

表2 主要金屬及合金的物理性質

金屬名称	比重	熔点(°C)	导电性	导热系数 (仟卡/公尺秒)	綫膨脹系数
鋁	2.70	658	34.3	0.504	0.0000238
鋁合金	2.6~2.9	—	—	0.20~0.42	0.000021
鎂	1.74	650	23.2	0.376	0.0000260
鎂合金	1.8~1.81	—	—	0.18~0.32	0.0000264
銅	8.93	1083	57.2	0.938	0.0000269
黃銅	8.5~8.85	—	—	0.25~0.58	0.000018
鉄(純)	7.86	1530	10.0	—	0.00000930

的损失。每年这种损失要达数百万吨金屬和数十亿盧布的人民财产。

为消灭这样浩大的损失，在机械制造业中人們采用化学稳定性良好的合金，例如：不锈鑄鉄、不锈鋼，以銅和鎳为基础的各种化学稳定的合金。此外，也可以用能起保护層作用的油漆和塗料，把它們塗在零件上。

金屬和合金的工艺性能 金屬和合金的工艺性能有鑄造性、可鍛性、可焊性以及用切削工具的加工性。

金屬和合金的鑄造性 金屬和合金的鑄造性基本上决定于流动性、收縮性和对偏析的趋向。流动性是合金充滿鑄型的能力。收縮性是指凝固和冷却时，金屬体积的收縮。零件各部分內固体合金化学成份的不一致性称为偏析。

在設計鑄鉄零件时，要考虑到，鑄鉄具有优良的鑄造性——良好的流动性，較小的收縮性以及很小的偏析；鋼的流动性則比鑄鉄差，但它的收縮性和形成偏析的性能則比鑄鉄大，青銅具有很好的流动性和較小的收縮性。

金屬的可鍛性 金屬承受压力加工的能力称为可鍛性，即金屬在外力作用之下能成为新的形状而不损坏其整体性的能力。金屬能在冷的或热的状态时具有可鍛性。

热的钢具有优良的可锻性，但热的铸铁则无可锻性。冷的黄铜和铝合金具有优良的韧性。青铜的可锻性不佳。

金属的可焊性 用局部加热金属的方法，使其达到熔化或塑性状态，然后使用机械压力或不用机械压力，而使金属造成坚强的接头，金属的这种性能称为可焊性。

低碳钢具有优良的可焊性，铸铁、铜合金和铝合金的可焊性相当差。

2 金属和合金的结晶

金属和合金的性能视其结晶的构造而定。

一切固体可分为非晶体和晶体。非晶体的特点是，原子的排列是不规则的和紊乱的。

一切金属及其合金从液体转变到固体时均伴着结晶的形成。因此所有固体的金属及其合金均为结晶的构造。

早在十八世纪，俄罗斯的天才学者罗蒙诺索夫首先确定了金和铜的结晶构造以及这些结晶构造与食盐的结晶有相同之点。1878年，俄罗斯学者契尔诺夫观察钢液凝固时，确定了钢的结晶过程也和食盐相似，契尔诺夫在结晶方面的理论工作是进一步发展金属和合金的结晶概念的基础。

在高温时，熔化金属中的原子，它们的运动是不规则的，但当转变到固体的金属时，它们排列成一定的次序，形成了所谓的结晶格子。结晶格子的构造及其中原子的排列，则视金属的本质而定。

纯金属的构造 体心立方体 a (图1)，面心立方体 b 和六方晶格 c 是金属元素结晶格子的最普通的型式，这些型式是按原子的排列而分的。结晶格子内原子间的距离称为晶格常数，以 $\text{\AA}$ (安格斯脱尔姆) 度量之； $\text{\AA}$ 相当于 10^{-8} 公分。若干金属，例如固体的铁，在不同的温度时，可以有不同的结晶格子的构造，或在结晶格子构造的形状相同时，有不同的晶格常数。结晶格子构造和晶格常数的改变常使金属的物理化学性能发生改变。从一种空间格子到另一种

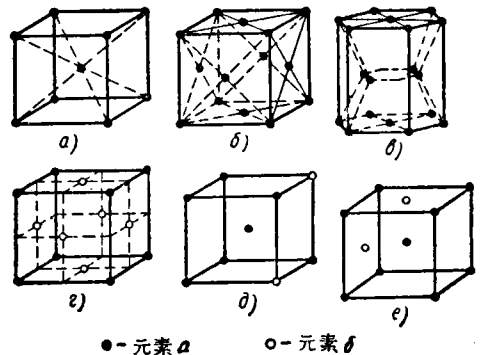


图1 纯金属和合金的结晶格子的主要型式：
 a —体心立方体； b —面心立方体； c —六方晶格；
 d —化合物； e —代替固溶体； f —间隙固溶体。

空间格子的原子改组过程中，或在一定温度之下的空间格子的改变称为同素异形变化。铁的同素异形变化如下：在 $1535 \sim 1390^\circ$ 时，为体心立方晶格，其晶格常数 $\text{\AA}$ 为 $2.93 \text{\AA}$ ，称为 δ -铁。在 $1390 \sim 910^\circ$ 时，为面心立方晶格，其晶格常数为 $3.66 \text{\AA}$ ；这种铁称为 γ -铁，无磁性，能溶解碳。在 $910 \sim 768^\circ$ 时为体心立方晶格，其晶格常数为 $2.9 \text{\AA}$ ，这种铁也无磁性，称为 β -铁或无磁性 α -铁。在低于 768° 时，铁仍为体心立方晶格，

其晶格常数为 $2.87\text{\AA}$ 。这种铁有磁性，能溶非常少量的碳。它称为 α -铁。

固体内的原子是处于静止的和固定的状态中。它们按照一定的振幅而振动，而且振幅随温度的升高而增大。

合金的構造 固体合金成分中所含的元素，或为原组成物的机械混合物结晶，或为化合物结晶，或为固溶体结晶等不同形式。

机械混合物按其组织是不均匀的物体，合金成分中所含的个别元素能用肉眼，或在显微镜下充分放大后，而区别其单独的结晶形状。

化合物的组织是均匀的固体结晶，所含的诸元素有精确的重量比。在合金中，化合物形成特别的晶格，原组成物的原子在晶格中有一定的位置。

化合物晶格中原子排列的例子如图1，2所示。

固溶体是均匀的固体，其中所含的诸元素，即使在显微镜之下充分放大后，亦不能区别出来。

元素可以任何重量的比例(无限地或部分有限地)溶于固溶体的结晶格子中。固溶体的基本型式分为两种：代替固溶体(图1，a)和间隙固溶体(图1，b)。在代替固溶体中，被溶组成物的原子代替了溶剂晶格中的原子。在间隙固溶体中，被溶元素的原子分布在溶剂晶格的原子之间。

金属和合金的组织 结晶过程中所形成的金属组织视结晶过程的特性而定。结晶过程的特性则视晶核形成的数量和这些晶核的结晶长大速度而定。

钢锭和锭模接触的表面上开始结晶(图2)。围绕晶核而形成晶粒。这种晶核是一群初生的结晶的晶格和极细的渣和非金属包含物。

晶粒围绕晶核的发展与围绕已形成的晶核发展的新晶格有关，这种晶粒的发展在各个方向是进行得不一样的(图2)。在形成结晶轴的热流方向中，可看到最大的长大速度。

因此，在结晶过程中，当结晶自由发展时，便获得了所谓树枝状的结晶(图3)。因

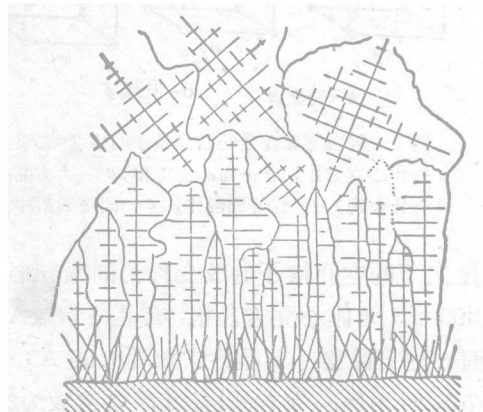


图2 钢锭内部和外部的树枝状结晶分布图(契尔诺夫)。

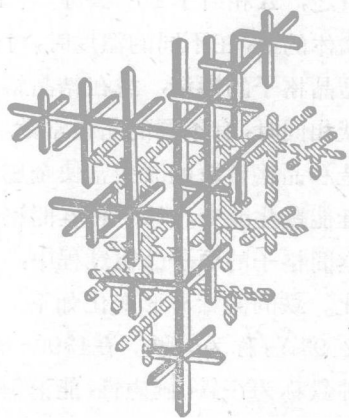


图3 契尔诺夫的树枝状结晶图。

为这个結晶过程是从許多晶核中同时發生,因而自然地,在树枝狀結晶發展到一定阶段后,相鄰結晶系統的扩大便困难了(圖 2);所以合金的凝固是在树枝狀結晶間的空間中完成的。

在上述条件下,所形成的結晶外形的規則性便被破坏了。在多晶系統內这样的結晶称为結晶或顆粒(圖 2)。因而晶粒是同方向的晶格的組合,而多晶是不同向的晶粒的組合。

晶粒組織的構成圖需要若干实际的观察。由液体轉变成固体时,金屬的比容要减小,引起了收縮現象。結晶过程是在个别結晶間的晶界內完成,因而自然地,在这些空間中由于收縮而必然形成了小孔。此外,一切純金屬常含有若干不易溶于液体金屬中的杂质。在結晶时,熔点較低的杂质常分布在晶界之中。因此晶粒的晶界內,既有小孔,又有杂质(硫和磷的化合物等)。

合金的性能視在結晶过程中所形成的組織而定。合金的組織,能由合金組成物的結晶,固溶体的結晶和在結晶过程中所形成的化合物的結晶所組成。

在規定的溫度下,合金的性能視此时所得的組織而定。所以只有研究合金的組織及其变化的規律,始能有系統地研究金屬的性能。

第二章 平衡圖

由化学成分所决定的鋼的临界点，是由契尔諾夫繪成曲綫(圖4)的，这是鉄碳合金平衡圖的开端。

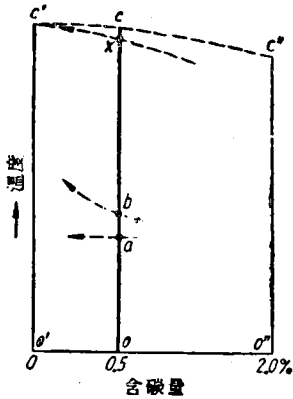


圖4 契尔諾夫的 a 和 b 临界点位置和鋼內含碳量的关系圖。

在以后的年代里，一直到現在，研究家們仍繼續着契尔諾夫所开创的工作。同时研究并完成了鉄碳合金平衡圖的个别部分。此外，还根据这个原理構成了許多其他合金的平衡圖。

3 平衡圖的構成

为了構造平衡圖，常用热分析的方法，即制出冷却曲綫，并根据冷却曲綫上因热效应的变化所引起的停止点和轉折点而决定轉变的溫度(临界点)。

圖5为不同成分的鉛錫合金的冷却曲綫。圖上的水平綫和轉折点相当于临界点。

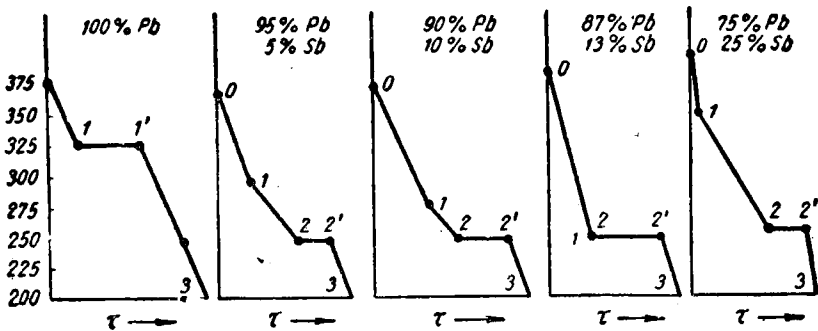


圖5 鉛錫合金的冷却曲綫。

用很多种成分不同的鉛錫合金，并测定每种合金的轉变溫度(临界点)，便可構成普通的平衡圖。圖6的鉛錫合金平衡圖，便是根据圖5的冷却曲綫而構成的。开始結晶的1—1'等点的几何位置(圖5)造成了 ACB 綫(圖6)。决定合金完全凝固的2—2'等点的几何位置，在圖6上表现为 DCE 綫。

兩种組成物在液相时可無限地溶解，而在固相时完全不能溶解，亦不形成化合物。在平衡圖(圖6)的 AC 綫上，合金开始(冷却时)析出鉛結晶，而在 CB 綫上，则开始析出錫結晶。在 DCE 綫上，当濃度为 C 时，则从含有鉛錫的液体合金中同时析出鉛和錫的結晶，并形成了机械混合物的組織，这种組織称为共晶。这条綫上的其余諸点發生鉛錫合金的完全凝固，同时亦成为共晶，而且在 DC 綫上形成含有鉛結晶和共晶