

高等学校交流讲义

有色金属及其合金

哈尔滨工业大学等金相热处理教研组编

只限学校内部使用



中国工业出版社

75.7
406
12

高等学校交流讲义



有色金属及其合金

哈尔滨工业大学等金相热处理教研组编

31578/28

中国工业出版社

本书是根据高等工业学校“金属学及热处理车间设备”专业“有色金属及其合金”教学大纲选编而成的。

书中叙述了铝、铜、镁、镍、锌、钛及其合金，轴承合金及稀有金属等的成分，组织与性能的关系，热处理理论和工艺，以及各种合金的种类和用途。

书中第一、二、三章选自苏联专家Г.Н. 罗斯托夫采夫(Ростовцев) 1954年在哈尔滨工业大学的讲稿“有色金属及合金”(张緯斌、胡业明译)，第四章的一部分及第六七章选自А.А. 博奇瓦尔(Бочвар)著“金属学”(唐禄生等译)，第四章的另一部分及第五、八章选自哈尔滨工业大学金相热处理教研组编写的“有色金属讲义”。书后有色金属状态图附录选自М.В. 马里斯夫(Мальцев)等著“有色金属及合金金相学”(Металлог-Рафия цветных металлов и сплавов, 1960, Металлургиздат.)。

本书可作为高等工业学校机械制造系交流讲义，也可供有关技术人员参考。

有色金属及其合金

哈尔滨工业大学等金相热处理教研组编

*

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)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $9^{3/4}$ ·插页3·字数228,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,537·定价(10-6)1.25元

统一书号 15165·796(一机-165)

前 言

在目前已经发现的 102 种元素中，有 64 种为有色金属。它们具有许多优异的性质，因此在现代工业技术中的应用范围已越来越广。例如钛合金、铝合金和镁合金，它们的比重虽小而强度却相当高，因此被广泛采用于航空和仪表等工业上。可以这样说，没有轻合金就没有现代航空事业的发展。又例如铜、镍、锌等有色金属及合金，有的导电性能很高、有的耐蚀性能很好，因此它们都是电工、高温及耐蚀用的特种合金或合金钢的重要组成部分。铅与锡是制造滑动轴承的重要基底材料。此外近十多年来，铀、钍、锆、铪、铌、钽等金属在新的技术领域是已日益显得重要。铀与钍是原子能工业的重要燃料。锆是无线电技术中急需的半导体材料。X 射线技术需要高纯度的铍。在许多腐蚀剂中表现的最稳定的是钴基合金。

上述形势要求“金属学及热处理设备”专业的学生，应该熟悉在机械制造业中常用的有色金属和合金的种类与用途，掌握成份、组织、性能与热处理之间的关系以及冶炼与加工过程对合金的组织、性能及热处理的影响，了解有关国内外有色金属生产现状与发展趋向的一般情况，以便能在生产中正确的选用和处理。

本书就是根据上述目的按照哈尔滨工业大学一九五九年十二月制订的“有色金属及其合金”教学大纲选编而成，全书取材于下列著作：苏联专家 Г·Н·罗斯托夫采夫 (Г·Н·Ростовцев) 一九五四年在哈尔滨工业大学所用的讲稿的中译本，А·А·波契瓦尔 (А·А·Бочвар) 于一九五六年所著的“金属学”，以及哈尔滨工业大学金相热处理教研室于一九五九年所编写的“有色金属及其合金”讲义。本书的附录系译自 М. В. 马里采夫 (М. В. Мальцев) 等编著的“有色金属与合金金相学” (一九六〇年版)。

因时间匆促，且材料又取自不同的来源，虽经一番文字加工与技术校对，但一定还含有许多不通顺和不妥当的地方。同时书中反映我国当前有色金属材料的发展情况的资料也不多。望大家在使用过程中多多提出意见。

金相热处理专业教材选编小组

一九六一年四月四日于西安

目次

前言

第一章 鋁及其合金

第一节 鋁	7
I. 鋁的性質	7
II. 鋁的牌號及其工業用途	10
III. 雜質對鋁的性質的影響	12
第二节 鋁合金	15
I. 鋁合金的概括性質及分類	15
II. 加工變形鋁合金	18
1. 熱處理不強化的加工變形合金	18
2. 熱處理強化鋁合金	22
III. 鑄造鋁合金	46
1. 鑄造鋁合金的鑄造性能	46
2. 鑄造鋁合金熱處理的特性	48
3. 成型鑄造的鋁合金	49

第二章 銅及其合金

第一节 銅	60
I. 銅的性質	60
II. 工業用銅的牌號	61
III. 雜質對銅的性質的影響	63
第二节 銅合金	66
I. 黃銅	66
1. 簡單黃銅	66
2. 特殊黃銅	72
II. 青銅	75
1. 錫青銅: 簡單的和加入各種元素的	75
2. 機件青銅	77
3. 特殊青銅	80

第三章 鎂及其合金

第一节 鎂	88
I. 鎂的性質	88
II. 鎂冶金的簡單介紹	89
III. 工業純鎂及其用途	89
IV. 鎂和各種元素構成的一些最重要的二元及三元狀態圖	91

第二节 鎂合金	94
I. 鑄造鎂合金	94
II. 壓力加工用鎂合金	102
III. 鎂合金中的雜質	107
IV. 鎂合金的缺點	108
V. 新型鎂合金與其發展方向	108
VI. 鎂合金在國民經濟各部門中代替鋁合金的應用	111

第四章 軸承合金

第一节 錫、鉛及其合金	113
第二节 以錫及鉛為基的軸承合金	115
第三节 以銅、鎢、銀、鋅、鋁和鎂為基的軸承合金	120

第五章 鈦及鈦合金

第一节 鈦	127
I. 金屬鈦的歷史與生產方法	127
II. 金屬鈦的性質	129
第二节 鈦合金	131
I. 合金元素的影響	131
II. 合金的分類與用途	132
III. 幾種鈦合金的性能	133
IV. 鈦合金的當前地位與發展趨向	135

第六章 鎳及其合金

第一节 鎳	137
第二节 鎳合金	138
I. 孟錫爾合金	138
II. 梅里希爾(白銅)和鎳依色里別爾(鋅白銅)	139
III. 電工合金	139
IV. 鎳基和鈷基的耐熱合金	142

第七章 鋅及其合金

第八章 稀有金屬

第一节 稀有輕金屬	147
I. 鋰	148
II. 鉍	148
III. 銣和銇	148
第二节 稀有難熔金屬	149

I. 鋳和鉛	149	I. 在冶金工业方面的应用	154
II. 銻和鉍	150	II. 在原子能技术方面的应用	154
III. 釩	150	III. 在电真空技术和电气工业方面的应用	154
IV. 鉬	150	IV. 在化学工业及輕工业方面的应用	155
V. 鎢	151	V. 在玻璃和陶瓷工业方面的应用	155
VI. 銻	151	VI. 在医学及农业方面的应用	155
第三节 稀散金屬	152	附录 I. 銅合金二元状态图	
I. 鎳	152	附录 II. 鎳合金二元状态图	
II. 鈹	152	附录 III. 鋁合金二元状态图	
III. 鈾	152	附录 IV. 鎂合金二元状态图	
IV. 鐳	152	附录 V. 鈦合金二元状态图	
V. 硒	153		
VI. 碲	153		
第四节 稀土金屬	154		

75.7
406
12

高等学校交流讲义



有色金属及其合金

哈尔滨工业大学等金相热处理教研组编

31578/28

中国工业出版社

本书是根据高等工业学校“金属学及热处理车间设备”专业“有色金属及其合金”教学大纲选编而成的。

书中叙述了铝、铜、镁、镍、锌、钛及其合金，轴承合金及稀有金属等的成分，组织与性能的关系，热处理理论和工艺，以及各种合金的种类和用途。

书中第一、二、三章选自苏联专家Г.Н. 罗斯托夫采夫(Ростовцев) 1954年在哈尔滨工业大学的讲稿“有色金属及合金”(张緯斌、胡业明译)，第四章的一部分及第六七章选自А.А. 博奇瓦尔(Бочвар)著“金属学”(唐禄生等译)，第四章的另一部分及第五、八章选自哈尔滨工业大学金相热处理教研组编写的“有色金属讲义”。书后有色金属状态图附录选自М.В. 馬里采夫(Мальцев)等著“有色金属及合金金相学”(Металлог-Рафия цветных металлов и сплавов, 1960, Металлургиздат.)。

本书可作为高等工业学校机械制造系交流讲义，也可供有关技术人员参考。

有色金属及其合金

哈尔滨工业大学等金相热处理教研组编

*

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)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $9^{3/4}$ ·插页3·字数228,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,537·定价(10-6)1.25元

统一书号 15165·796(一机-165)

前 言

在目前已经发现的 102 种元素中，有 64 种为有色金属。它们具有许多优异的性质，因此在现代工业技术中的应用范围已越来越广。例如钛合金、铝合金和镁合金，它们的比重虽小而强度却相当高，因此被广泛采用于航空和仪表等工业上。可以这样说，没有轻合金就没有现代航空事业的发展。又例如铜、镍、锌等有色金属及合金，有的导电性能很高、有的耐蚀性能很好，因此它们都是电工、高温及耐蚀用的特种合金或合金钢的重要组成部分。铅与锡是制造滑动轴承的重要基底材料。此外近十多年来，铀、钍、锆、铪、铌、钽等金属在新的技术领域是已日益显得重要。铀与钍是原子能工业的重要燃料。锆是无线电技术中急需的半导体材料。X 射线技术需要高纯度的铍。在许多腐蚀剂中表现的最稳定的是钴基合金。

上述形势要求“金属学及热处理设备”专业的学生，应该熟悉在机械制造业中常用的有色金属和合金的种类与用途，掌握成份、组织、性能与热处理之间的关系以及冶炼与加工过程对合金的组织、性能及热处理的影响，了解有关国内外有色金属生产现状与发展趋向的一般情况，以便能在生产中正确的选用和处理。

本书就是根据上述目的按照哈尔滨工业大学一九五九年十二月制订的“有色金属及其合金”教学大纲选编而成，全书取材于下列著作：苏联专家 Г. Н. 罗斯托夫采夫 (Г. Н. Ростовцев) 一九五四年在哈尔滨工业大学所用的讲稿的中译本，А. А. 波契瓦尔 (А. А. Бочвар) 于一九五六年所著的“金属学”，以及哈尔滨工业大学金相热处理教研室于一九五九年所编写的“有色金属及其合金”讲义。本书的附录系译自 М. В. 马里采夫 (М. В. Мальцев) 等编著的“有色金属与合金金相学” (一九六〇年版)。

因时间匆促，且材料又取自不同的来源，虽经一番文字加工与技术校对，但一定还含有许多不通顺和不妥当的地方。同时书中反映我国当前有色金属材料的发展情况的资料也不多。希望大家在使用过程中多多提出意见。

金相热处理专业教材选编小组

一九六一年四月四日于西安

目次

前言

第一章 鋁及其合金

第一节 鋁	7
I. 鋁的性質	7
II. 鋁的牌号及其工业用途	10
III. 雜質对鋁的性質的影响	12
第二节 鋁合金	15
I. 鋁合金的概括性質及分类	15
II. 加工变形鋁合金	18
1. 热处理不强化的加工变形合金	18
2. 热处理强化鋁合金	22
III. 鑄造鋁合金	46
1. 鑄造鋁合金的鑄造性能	46
2. 鑄造鋁合金热处理的特性	48
3. 成型鑄造的鋁合金	49

第二章 銅及其合金

第一节 銅	60
I. 銅的性質	60
II. 工业用銅的牌号	61
III. 雜質对銅的性質的影响	63
第二节 銅合金	66
I. 黃銅	66
1. 簡單黃銅	66
2. 特殊黃銅	72
II. 青銅	75
1. 錫青銅: 簡單的和加入各种元素的	75
2. 机件青銅	77
3. 特殊青銅	80

第三章 鎂及其合金

第一节 鎂	88
I. 鎂的性質	88
II. 鎂冶金的簡單介紹	89
III. 工业純鎂及其用途	89
IV. 鎂和各种元素構成的一些最重要的二元及三元状态图	91

第二节 鎂合金	94
I. 鑄造鎂合金	94
II. 压力加工用鎂合金	102
III. 鎂合金中的雜質	107
IV. 鎂合金的缺点	108
V. 新型鎂合金与其发展方向	108
VI. 鎂合金在国民經济各部門中代替鋁合金的应用	111

第四章 軸承合金

第一节 錫、鉛及其合金	113
第二节 以錫及鉛为基的軸承合金	115
第三节 以銅、鎢、銀、鋅、鋁和鎂为基的軸承合金	120

第五章 鈦及鈦合金

第一节 鈦	127
I. 金屬鈦的历史与生产方法	127
II. 金屬鈦的性質	129
第二节 鈦合金	131
I. 合金元素的影响	131
II. 合金的分类与用途	132
III. 几种鈦合金的性能	133
IV. 鈦合金的当前地位与发展趋向	135

第六章 鎳及其合金

第一节 鎳	137
第二节 鎳合金	138
I. 孟鎳尔合金	138
II. 梅里希尔(白銅)和鎳依色里別尔(鋅白銅)	139
III. 电工合金	139
IV. 鎳基和鈷基的耐热合金	142

第七章 鋅及其合金

第八章 稀有金屬

第一节 稀有輕金屬	147
I. 鋰	148
II. 鉍	148
III. 銣和銣	148
第二节 稀有难熔金屬	149

I. 鋳和鉛	149	I. 在冶金工业方面的应用	154
II. 銻和鉍	150	II. 在原子能技术方面的应用	154
III. 釩	150	III. 在电真空技术和电气工业方面的应用	154
IV. 鉬	150	IV. 在化学工业及輕工业方面的应用	155
V. 鎢	151	V. 在玻璃和陶瓷工业方面的应用	155
VI. 銻	151	VI. 在医学及农业方面的应用	155
第三节 稀散金屬	152	附录 I. 銅合金二元状态图	
I. 鎳	152	附录 II. 鎳合金二元状态图	
II. 鈾	152	附录 III. 鋁合金二元状态图	
III. 鈾	152	附录 IV. 鎂合金二元状态图	
IV. 鍺	152	附录 V. 鈦合金二元状态图	
V. 硒	153		
VI. 碲	153		
第四节 稀土金屬	154		

第一章 鋁及其合金

第一节 鋁

我们通常称鋁为 20 世纪的金属，这是因为近 30—40 年来，它已成为一种在工业生产部门中具有重要意义的金属。在地壳中，鋁的含量约占重量的 7.5%，即将为铁的两倍，并比所有有色金属的总和多数倍。因此，鋁在地壳上是分布最广的金属，其儲量实际上是无穷无尽的。

鋁最早是于 1825 年在实验室中发现的，当时此种新金属曾为实验室的珍品。之后它与黄金和铂一样主要用于首饰上。

到十九世纪末叶，由于鋁的难于获得及其价值高昂，因此还不能广泛地应用在工业上。制鋁工业的发展还在前一世纪末，由于水电站的建立，使其能利用电能来得到它，逐渐发展起来。

目前鋁的每年生产量要超过叁百万吨。它已成一种最重要的工业用金属。无论在航空工业中、在电机制造业中、在运输交通工业中，都得到了广泛的应用。

我国在解放以后，已经建立起炼鋁厂、鋁合金加工厂、飞机制造厂以及相应的研究机关。在鋁及鋁合金的产量与质量方面，都有很大发展。今后还将进一步研究制造更多品种，更高质量的鋁合金，改善加工工艺，提高生产效率，以满足社会主义建设的需要。

I. 鋁的性质

鋁为 Д·И·门捷列耶夫元素周期表中第三周期的第三个元素。鋁的原子量为 26.97，原子半径在室温时为 1.43Å。固态鋁为面心点阵，点阵常数为 4.04Å。鋁没有同素异形转变。现在可以得到纯度为 99.999% 的鋁。鋁对氧具有很大的亲和力；在常温下，在空气中鋁很快地会复上一层氧化薄膜，以防止其继续氧化。熔化鋁时在其表面上也时常生有坚固的氧化膜。这样就可阻止继续氧化。如将保护膜去掉，它又很快地恢复了。因而鋁能在很潮湿和气候变化的情况下，很好地抵抗大气的腐蚀作用。鋁能使很多的金属氧化物还原成为金属。加热时它很容易溶解于稀硝酸和稀硫酸中。鋁溶解于硷中生成鋁酸盐。

鋁的最大优点之一，就是它的比重小，因而它在机械制造中成为特别有价值的材料。鋁的比重是随其纯度而变。固态的和熔融的鋁的比重均随其纯度的增高而减小。比重的值同样也依温度而定，纯度 99.75% 的鋁的比重数值如下（表 1—1）。

表 1—1*

温 度 °C	20	100	400	658 固态	653 液态	700	900
比 重 克/厘米	2.703	2.690	2.620	2.550	2.382	2.371	2.316

* 表 1—1 中所列出的数据和大部分鋁的物理化学性质的其他材料是自 1952 年冶金出版社发行的 М·П·斯拉文斯基著的“元素的物理化学性质”书上借用来的。

铝的机械性能同样随杂质的含量而定。较纯的铝比不纯的铝具有较低的强度和较高的塑性。纯度 99.996% 铝的伸延率为 45%，而强度仅为 5 公斤/毫米²。Г·Б·阿基莫夫曾做过纯铝单晶性质的试验。单晶体的硬度为 $H_0 = 15-20$ 临界剪应力为 4—5 公斤/毫米²。

下面指出了工业用铝的机械性能与其加工情况的关系（表1—2）自表1—2中看到工业铝的机械性能在相当大的程度上依其状态（铸造、退火、冷加工硬化）而定。

表 1—2

机 械 性 能	金 属 状 态		
	铸 造 的	压 力 加 工 的	
		软 的 (退火的)	硬 的 (不退火的)
拉 伸 强 度 极 限 公斤/毫米 ²	9—12	8—11	15—25
弹 性 极 限 公斤/毫米 ²	—	3—4	—
屈 服 点 公斤/毫米 ²	—	5—8	12—24
延 伸 率 %	11—25	32—40	4—3
断 面 收 缩 率 %	—	70—90	50—60
布 氏 硬 度 公斤/毫米 ²	24—32	15—25	40—55
冲 击 韧 性 公斤米/厘米 ²	34	—	—
抗 剪 强 度 公斤/毫米 ²	—	6	10
压 缩 强 度 极 限 公斤/毫米 ²	42	—	—
反复弯曲时的疲劳极限 公斤/毫米 ²	—	4	5

根据不同研究者的数据，铝的弹性系数在 6650—7300 公斤/毫米² 范围之内。

在温度为自 20°C 至 510°C 时，其强度极限下降至 0.55 公斤/毫米²，硬度至 3.5 公斤/毫米²，而此时延伸率增长到 45%，断面收缩率到 99%。

铝可用任何一种已知的方法在热状态和冷状态下进行压力加工。铝的塑性极大，用它可制造厚度至 0.000638 毫米的铝箔和最细的金属丝。

铝的熔点也和其它性质一样，随其纯度而变，即随着外来杂质分量的减少而增高。例如，在纯度等于 99.2% 和 99.5% 时，铝的相应熔点为 657°C 和 658°C。较纯的铝(99.6%) 在 658.7°C 时熔化，而纯度为 99.97% 的铝熔点等于 659.8°C。最近对于纯度 99.996% 金属的测定指出，它的熔点为 660.24°C。铝的熔化潜热为 93.96 千卡/克。铝的最细粉末在 6000 公斤/厘米² 压力下会变为致密的物体，这一物体已广泛用于粉末冶金中。

铝的沸点的数据彼此间相差极大，并位于 1800—2500°C 范围内。最近有些研究者指出，沸点的数据是位于较狭的温度范围 2270—2500°C 内。在真空中（当残余压力约为 1 毫米水银柱时），铝的沸点下降到 1603—1607°C，铝的蒸发潜热变动于 2107—2305 千卡/克之间。

铝的真比热容数值与温度的关系，根据各个研究者所得出的数据列于表1—3中。

表 1—3

温 度 °C	0	100	200	300	400	500	600	658 固态	658 溶态
比 热 容 千卡/克°C	0.209	0.224	0.237	0.245	0.2529	0.259	0.263	0.273	0.250

虽然熔化温度低，而一克铝自 0°C 加热至熔点时的热含量（包括熔解热在内）要较其他金属高得多（见表1—4）。

表 1—4

金 属	Al	Fe	Cu	Pt	Ag	Au
热 含 量 千卡/克	258.3	250.0	162.0	102.4	85.0	58.0

各个研究者认为在导热性方面的数据同样是不能固定的，而铝的导热性是按照其温度和含有的杂质分量而定。下面根据不同研究者的数字绘出工业用铝的导热系数与温度关系的曲线（见图1—1）。从图中可看出，于一 125°C 时发现了最小的导热值，这个现象直到现在还没有解释。随着纯度的升高，铝的导热性也增加了。例如，对于纯度为 99.489 % 和 99.7 % 的铝于 200°C 时的导热性相应地等于 0.5 和 0.531 千卡/厘米秒°C 纯度为 99.90 % 的铝于 190°C 时的导热性，按照若干研究者所得的数字是 0.82 千卡/厘米秒°C。

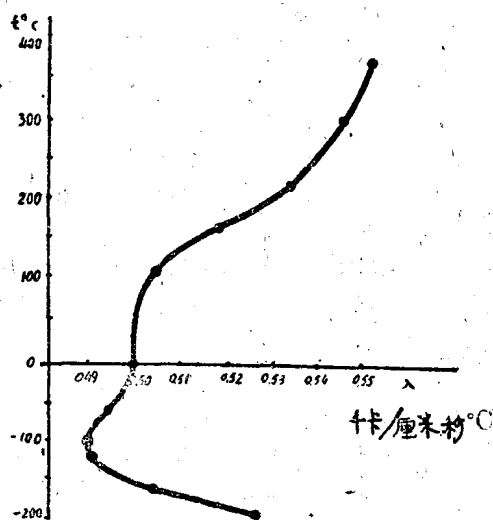


图 1—1 工业用铝的导热系数与温度关系

对于纯度 99.952 % 的电解铝，在 20 到 600°C 温度范围内，直线热膨胀适合于下面的方程式：

$$l_t = l_0 [1 + (22.58t + 0.000989t^2) \times 10^{-6}]$$

纯度 99.95 % 的铝在 20—600°C 范围内的线膨胀系数的数值列于表 1—5 中。

表 1—5

温 度 °C	20—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600
线 膨 胀 系 数	23.8	25.2	27.5	29.5	31.5	33.5

对于纯度为 99.996 % 的铝在 20—500°C 温度范围内则得到下列线膨胀方程式：

$$l_t = l_0 [1 + (23.22t + 0.0046t^2) \times 10^{-6}]$$

从上列两方程式的比较中可看出，随着铝的纯度的升高，直线热膨胀也略为增加了。现代了解铝的导电性能的知识是特别有意义的，因为此种金属正愈来愈广泛地用作长

距离送电的导电材料。

如同其他性质一样，铝的导电率也在很大程度上依其纯度而定。在不纯时即要下降，例如99.997%纯度铝的导电率为铜导电率*的65.45%，99.5%纯度铝具有较小的导电率，只为铜导电率的62.5%。

各种金属的含量对于铝导电率的影响如图1—2所示。

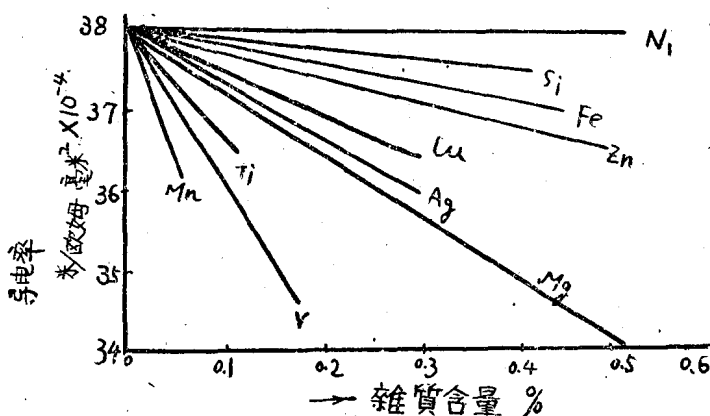


图 1—2 铝中杂质含量对于导电率的影响

铝的导电率与温度关系的数字示于表1—6中。

表 1—6

温 度 °C	-190	-100	0	100	400
导 电 率 欧姆 ⁻¹ 厘米 ⁻¹ × 10 ⁻⁴	156	65.2	38.2	25.6	12.5

铝的电阻温度系数随其纯度不同而改变（自0.00433至0.004）。

纯铝的再结晶开始温度按照A. A.波契瓦尔的公式（ $T_{\text{开始结晶温度}} = 0.4 T_{\text{熔点}}$ ）约等于100°C。外来杂质的增加也会提高再结晶的开始温度，并增加其再结晶的时间。例如，纯度为99.9986%的铝在105°C时，再结晶须经过5秒钟；而纯度为99.993%的铝在240°C时，再结晶要经过十分钟（**）。

图1—3为纯度99.6%的铝的再结晶立体图；而纯度为98.5%的铝的再结晶立体图如图1—4所示。

II. 铝的牌号及其工业用途

苏联定的工业用铝的牌号如表1—7所示。

* 铜于0°C时的电阻等于1.55微欧·厘米20°C时为1.682微欧·厘米。

** 关于铝及其合金再结晶的详细数字可参考И. Л. 罗开立比尔克和E. C. 施皮青涅茨基所著“金属和合金的再结晶图解”一书冶金出版社，1950。

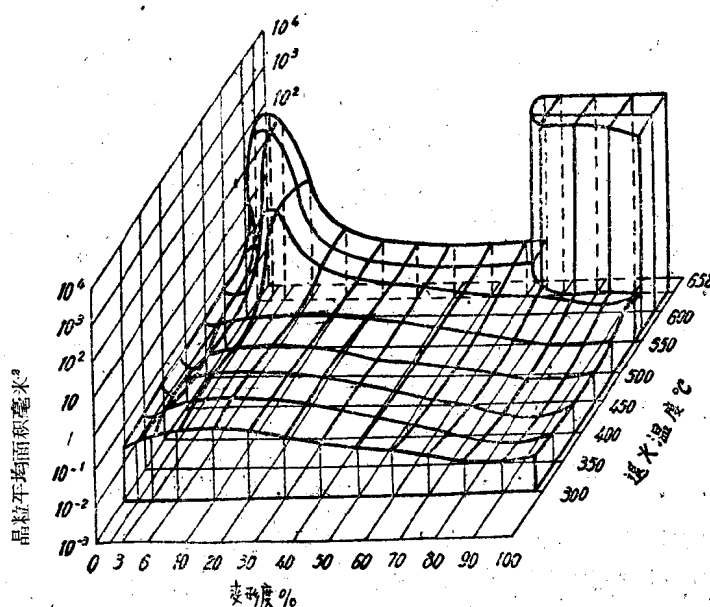


图 1—3 純度99.6%的鋁的再結晶立体图

表 1—7

牌 号	化 学 成 分					
	Al	杂 质 (不多于)				
		Fe	Si	Fe + Si	Cu	杂质总和
AB—1	99.90	0.06	0.06	0.095	0.005	0.10
AB—2	99.85	0.10	0.08	0.142	0.008	0.15
A—00	99.7	0.16	0.16	0.260	0.010	0.30
A—0	99.6	0.25	0.20	0.360	0.010	0.40
A1	99.5	0.30	0.30	0.450	0.015	0.50
A2	99.0	0.50	0.50	0.900	0.020	1.00
A3	98.0	1.10	1.0	1.800	0.050	2.00
A4	95.6	1.6	1.5	3.500	0.100	3.40

AB(高纯度的)用于制造化学器皿、电线、电解容器、电容器的箔片,以及其他特殊用途。

A00 及 A0 用作制造铝箔、铝合金防蚀用的包铝材料、电缆和导电机件、生产特殊用途的铝合金,同样也用于化学工业上。

A1 用作生产优质铝合金,但此种牌号也用于制造电缆和导电机件、包铝板、铝箔,还用于制备优质铝粉及煮沸食物用的器皿。

A2 用于制造铝合金和其他合金、器皿、电缆和导电机件及中间合金。

A3 用于制造不重要的铝合金,中间合金及一般的机件。