

有色金属材料及热处理

(試用教材)

上

北京航空学院一〇二教研室

一九七二年十月

(1)

毛 主 席 語 彙

改革旧的教育制度，改革旧的教学方针和方法，是这场无产阶级文化大革命的一个极其重要的任务。

我国人民应该有一个远大的规划，要在几十年内，努力改变我国在经济上和科学文化上的落后状况，迅速达到世界上的先进水平。

马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。

思想上和政治上的路线正确与否是决定一切的。

有
成

前 言

本課程的主要內容是介紹航空工業中幾種常用的有色金屬材料，即鋁、鎂、鈦、銅等合金在成份、組織、性能上的特點，熱處理基本方式，選材原則和應用範圍，以及某些生產和使用過程中經常碰到的問題。其目的是使我們專業的工农兵學員，在重點學習黑色金屬材料以外，對其他的航空金屬材料也有一個較全面的了解，以適應祖國航空事業不斷發展的要求。

鋁、鎂合金在航空工業上的應用由來已久，直至今日也仍然是飛機機體的主要結構材料和航空發動機中不可缺少的一部分，因此它是本課程的學習重點，尤其鋁合金更是如此。

鈦合金是近二十年發展起來的新型結構材料，鑒於在比強度，耐熱性、抗蝕性等方面的優點，在航空及宇宙航行等國防工業部門中首先受到重視，使用範圍不斷擴大。雖然目前國內尚處於試用和小規模使用階段，但是發展前途卻是肯定的，因此在課程中鈦合金也占有一定的地位。

銅合金是機械工業中應用最廣泛的材料之一，在航空儀表及附件等生產中，銅合金是不可缺少的，故雖非重點，我們對它也應有所了解。

毛主席教導我們：“讀書是學習，使用也是學習，而且是更重要的學習”。廣大工农兵學員已經有了一定的實踐經驗，通過學習可以在原有基礎上得到補充和系統化，但距離直接解決生產問題尚有一定距離，還需要在今後的生產實踐中不斷摸索，豐富和提高。

毛主席又教導我們：“外國有的，我們要有，外國沒有的，我們也要有”。解放後二十多年來，在毛主席、黨中央的領導下，在無產階級革命路線指引下，和其他工農業戰綫一樣，我國有色金屬工業也獲得的重大發展，獨立自主地建立起相當規模的有色冶金和加工工業，基本上滿足了國防工業和其他工業的需要。但也應看到，由於劉少奇一類騙子從右的和“左”的方面進行破壞和干擾，~~以推行“爬行主義”~~到散布“無政府主義思潮”，使冶金和國防工業的發展也受到~~一定~~影響，產品的品種和質量和世界先進水平相比，還有一定距離。為此，還必須鼓足干劲，力爭上游，沿着正確的革命航道，努力奮鬥，為發展祖國的航空事業做出更大的貢獻。

目 录

第一篇 鋁合金及其热处理	1
第一章 鋁合金的特点、分类与编号	1
第二章 鋁合金淬火时效的理论基础	5
第三章 铸造鋁合金及其热处理	15
第四章 变形鋁合金以及热处理	47
第二篇 鎂合金及其热处理	99
第五章 鎂合金的特点、分类与编号	100
第六章 工业鎂合金及其热处理	103
第三篇 鈦合金及其热处理	152
第七章 鈦合金的特点、分类与编号	153
第八章 α — 鈦合金及其热处理	162
第九章 β — 鈦合金及其热处理	174
第十章 $\alpha + \beta$ 鈦合金及其热处理	185
第四篇 銅合金及其热处理	219
第十一章 銅合金的特点、分类及编号	219
第十二章 黃 銅	223
第十三章 青 銅	234

第一篇 鋁合金及其熱處理

第一章 鋁合金的特點與分類、編號

航空工業應用鋁合金很多、很廣泛。飛機的蒙皮、骨架幾乎全部是鋁合金製造的，發動機機匣、壓氣機葉片等很多也是鋁合金製造的，各種附件上也使用不少鋁合金。另外在造船、化工、電器、建築等工業部門以及日常生活用品上都大量使用鋁合金或純鋁。

鋁在地殼中蘊藏很多，我國資源豐富。但是在解放前由於帝國主義、封建主義和官僚資本主義三座大山的壓迫，腳底下踩着高品位的豐富礦藏，卻沒有自己的鋁工業。

偉大領袖毛主席教導我們說：“社會的財富是工人、農民和勞動知識分子自己創造的。只要這些人掌握了自己的命運，又有一條馬克思列寧主義的路綫，不是回避問題，而是用積極的態度去解決問題，任何人間的困難總是可以解決的”。解放後，在以毛主席為首的黨中央的領導下，我國從無到有，從小到大建立了鋁工業，為航空工業和其他工業部門提供了各種原材料和半成品。在1966年制訂了我國的鋁合金牌號和標準。經過無產階級文化大革命鍛煉的、戰鬥在鋁工業戰綫上的我國工人階級和革命知識分子，目前正在黨的九大團結、勝利的路綫指引下，自立更生、艱苦奮鬥，高舉《鞍鋼憲法》大旗，以大慶為榜樣，為了滿足航空工業和其他工業部門的不斷發展的需要，努力研製新合金，試制新規格新品種的各種半成品。

§ 1—1 純鋁

鋁的原子序數是13，原子量是26.97，面心立方晶格，室溫時晶格常數 $4.04 \text{ \AA}$ ，沒有同素異構轉變。

鋁的比重是2.7，約為鐵的 $1/3$ 。

鋁的熔點 660°C 。

鋁的導熱性，導電性都很高。導電性約為銅的60%，因此常用以代銅作導電的材料。

鋁在空氣中表面生成緻密的氧化膜。這層氧化膜隔開了鋁和空氣的接

有

解，因此鋁在空氣中具有良好的抗蝕性。鋁與硝酸作用很弱，與鹽酸、硫酸的作用較強，在鹼中很快就溶解。

純鋁強度低，塑性高（高純度的鋁在退火狀態 $\sigma_b \approx 5 \text{ kg/mm}^2$ ， $\delta \approx 50\%$ ）因此可以進行各種形式的壓力加工。

鋁中最常見雜質是：鐵、硅和銅等。雜質含量愈多（也就是鋁純度越低）強度就愈高，塑性就愈低。工業純鋁的退火狀態性能是： $\sigma_b \approx 8 \text{ kg/mm}^2$ ， $\delta \approx 35\%$ 。

和其他金屬材料一樣，純鋁在溫度升高時強度降低，塑性提高。在圖（1—1）中表明了不同溫度下純鋁的機械性能。

純鋁（鋁合金也是）在機械性能方面的突出優點是低溫下塑性不降低（不變脆）因此可在低溫下使用。

冷變形後，由於冷作硬化使純鋁強度提高塑性降低。為了恢復塑性，可進行退火。圖（1—2）是兩種不同純度的純鋁的機械性能和變形程度及退火溫度的關係。由圖可見隨冷變形程度提高強度提高塑性降低，冷變形後的純鋁隨退火溫度升高，到某一溫度後，發生再結晶，使強度降低，塑性提高。

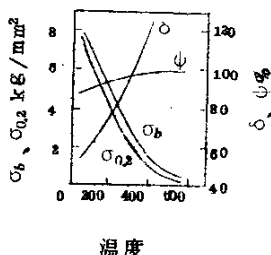
純鋁再結晶溫度也與純度有關，純度越高，再結晶溫度越低，工業純鋁約在 300°C 左右再結晶。

純鋁幾乎不用於製造受力結構件，航空上用作管道，墊片等。

§ 1—2 鋁合金

純鋁強度很低，作結構材料不能滿足要求，必須加入合金元素來強化。鋁合金強度極限可達 $50—60 \text{ kg/mm}^2$ ，由於鋁的比重小，因此對要求尽可能減輕結構重量的航空工業來說，鋁合金的比強度高是一個突出的優點。此外，鋁合金仍保持了純鋁的基本物理化學性能（高的導電性導熱性，抗蝕性較好低溫不變脆等），並且加工工藝也比較簡單。

鋁合金按加工方式分為變形鋁合金和鑄造鋁合金兩大類。變形鋁合金塑性較高，通過冷態或熱態加工成板、棒、型、管、絲材等半成品或鍛件



圖（1—1）純鋁（99.57%Al, 0.22%Si, 0.21%Fe）高溫機械性能

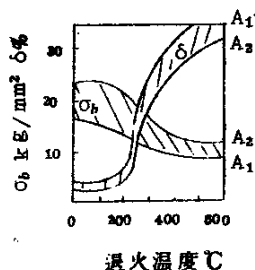
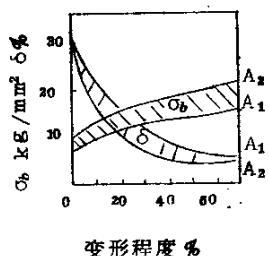


图 (1-2) 纯铝机械性能与变形度和退火温度的关系
A1(99.5%Al), A2(99.0%Al)

提供使用, 铸造铝合金铸造性能好, 是通过各种成型铸造方法得到铸件提供使用的。这两类合金中每类又可分为两组, 一组是能用热处理方式强化的, 一组是不能用热处理方式强化的。(我们只讨论结构用的铝合金, 电工用的、轴承用的铝合金不在本课程中讨论)。

我国变形铝合金分为: 防锈铝、硬铝、超硬铝、锻铝等。其中防锈铝是不能用热处理方法强化的, 其余几类均可用热处理方法强化。

我国铝合金牌号用汉语拼音拉丁字母和数字表示。字母表示合金的类别(用该类合金汉语拼音的第一个字母), 数字表示合金的编号。铸铝就以ZL表示(L是汉语拼音“铝”字的第一个字母, Z是汉语拼音“铸”字的第一个字母, 例如ZL-105, 就表示是105号铸铝。防锈铝以LF表示(L是“铝”字汉语拼音的第一个字母, F是“防”字汉语拼音的第一个字母)例如LF5, LF21就表示是5号防锈铝, 21号防锈铝等。硬铝以LY表示(Y是“硬”字汉语拼音第一个字母), 如LY12, 12号硬铝等。超硬铝以LC表示(C是“超”字汉语拼音第一个字母), 如LC4, 4号超硬铝等。锻铝以LD表示(D是“锻”字汉语拼音第一个字母), 如LD5, 5号锻铝等。

下面是一个对照表:

合金类别:	铸铝	防锈铝	硬铝	超硬铝	锻铝
牌 号	ZL	LF	LY	LC	LD

国产铝合金牌号成分见本编附录。

国产铝合金牌号和外国相应牌号对照也見本編附录。

§ 1—3 鋁合金热处理特点

鋁合金可进行各种类型退火，情况和鋼差不多。由于鋁合金沒有同素異构轉变，因此組織变化比鋼单纯一些。

鋁合金的强化热处理是淬火时效，这和一般的鋼的热处理不同。这种热处理不是通过控制同素異构轉变来改变性能，而是通过控制第二相的析出过程来改变性能。一般鋼在淬火后得到硬而脆的馬氏体組織，經過回火后才得到所需要的綜合性能，而鋁合金在淬火状态是强度低塑性好的过飽和固溶体組織，在时效过程中提高强度。时效过程如果在室温进行就称为自然时效，如加热到較高温度进行就称为人工时效。下一章我們要比較詳細地討論一下淬火时效問題，因为這個問題对鋁合金來說非常重要。

鋁合金强化热处理温度控制較严格，淬火、时效加热温度范围一般都是 $\pm 5^\circ$ 左右。温度不准会使产品性能不合格，甚至报废。因此对热处理炉温度控制的精确度和炉內温度的均匀性要求較高。要求操作者有高度的責任心。

鍛件和鍛金件的沾火一般在硝盐槽中加热（成分45%NaNO₃，55%KNO₃左右），也有用空气循环炉的。铸件一般在空气循环炉中加热。硝盐槽加热速度快，温度均匀，但盐蒸气有害健康並有爆炸危險，此外在硝盐槽中加热的工件还要进行清洗。空气循环炉也能保証温度均匀，避免了使用硝盐槽的許多缺点，但使用不如硝盐槽灵便。目前國內两种設備均在普遍使用。这里需要特別強調一下含鎂高的鋁合金不能在硝盐槽中进行沾火加热，否則可能引起燃燒和爆炸事故。

自然时效就是把零件放在車間里适当地方，在20℃左右按规范放置必要的时间。人工时效一般均在空气循环炉中进行。

其余問題均在有关章节中討論。

第二章 鋁合金淬火时效理論基礎

我們知道鋁合金通過沾火时效這種熱處理方式大大提高機械性能，本章中我們就要討論一下鋁合金的沾火时效理論基礎。

我們先來看一種由 LY12 合金（是一種 AL-Cu-Mg 合金，是最常用的一種變形鋁合金）制成的大型型材。加熱到 500℃ 保溫後沾入室溫的水中，然後測出它的機械性能是：強度極限 $\sigma_b \approx 42 \text{ kg/mm}^2$ 、屈服極限 $\sigma_{0.2} \approx 16 \text{ kg/mm}^2$ 。將這沾火後的型材在室溫放置一定時間，發現它的機械性能逐漸提高。在室溫放置 5 晝夜後，強度極限 σ_b 達到 54 kg/mm^2 、屈服極限 $\sigma_{0.2}$ 達到 31 kg/mm^2 ，都比剛沾火時提高了很多，參看圖 (2-1)。

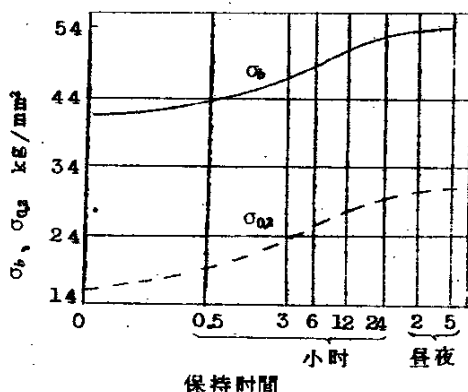


圖 (2-1) LY12 大型型材时效曲線

這種現象就叫时效強化。在室溫放置一定時間的叫自然时效，如加熱到一定溫度（例如 190℃）放置一定時間的就叫人工时效。這種處理相當於鋼的熱處理中的回火，但在鋁合金中稱為时效。

工業合金 LY12 的成分、組織都比較複雜，為了便於弄清問題我們研究簡單的 AL-Cu 二元合金。

§ 2-1 鋁—銅系状态图

为了研究 Al-Cu 二元合金，我們先看 Al-Cu 状态图，见图 (2-2)。

从图中可看到铜在铝固溶体中的溶解度和温度有关，温度越高溶解度越大。室温时铜在铝中的溶解度极小，在共晶温度 (548°C) 时铜在铝中的溶解度为 5.65%。在高温时能溶在固溶体里的铜当温度降低时就要析出来。从状态图中可见多余的铜是以 θ 相的形式析出的。

θ 相是以 CuAl_2 为基的固溶体，正方晶格，晶格常数 $a=6.054\text{\AA}$ ， $c=4.864\text{\AA}$ 。

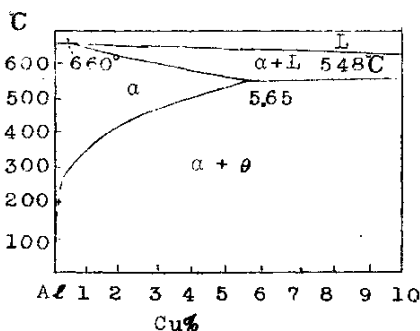
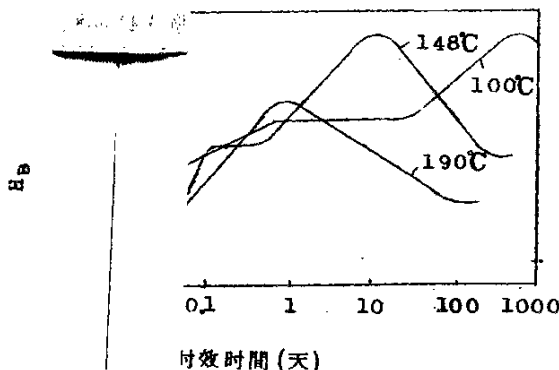


图 (2-2) Al-Cu 系富 Al 端状态图

§ 2-2 Al-Cu 合金的沾火时效

为具体起见我们就看含 4% Cu 的二元合金。把这合金加到 500°C，从状态图可知铜能完全溶入固溶体，合金是单相固溶体组织。当把它急速沾入水中就可得到过饱和固溶体，仍是单相组织， θ 相来不及析出，在铝合金中沾火的目的是为了得到这种过饱和固溶体，因此常称为固溶处理。我们知道过饱和固溶体在热力学上是不稳定的，有把多余的铜析出来的自发倾向。图 (2-3) 是将沾火后的合金在不同温度放置时硬度变化曲线。从这图可见在这几种温度下，时效均使合金强化。还可以看到在某一温度下随时效时间延长合金性能能先逐渐提高，达最大值后再开始下降。时效温度越高，时效过程进行越快，时效所能达到的强度最大值越低。所以有这种性能变化的规律是因为时效过程的本质就是过饱和固溶体的分解过程，分解过程通过原子扩散来进行，而温度越高，原子活动能力越大，扩散进行越剧烈，分解过程进行越快，也就是时效过程进行越快。性能极大值随时效温度升高而降低的原因，我们后面要进行说明。

时效过程中过饱和固溶体的自发分解倾向是内因，温度是外因。



图(2-4) Al-Cu的铝合金不同温度下时效曲线

毛主席教导我
根据，外因通
温度再高（外
饱和固溶体而
的活动能力）

辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的
“根据”。没有淬火得到的过饱和固溶体（内因），
再剧烈，也不会有时效过程。但是，如果有了过
外部条件——足够的温度（也就是原子具有足够
能量）也不能进行。例如将淬火后的合金放在
-196℃的液氮里，时效过程实际上就进行不了。

我们回想一下钢淬火回火时的性能变化，好象和铝合金淬火时效时的
性能变化正相反。但这只是表面现象。实际上内部过程是一样的。在钢里
是淬火得过饱和的奥氏体，回火时分解，而在铝合金里是淬火得过饱和固
溶体，时效时进行分解过程。

时效时进行的分解过程是比较复杂的。经过很多人多年详细研究，特
别是近年来用X射线和电子显微镜方法进行研究，发现4%Cu的二元Al-
Cu合金进行时效时，如果温度不是太高，过饱和固溶体的分解有如下
四个阶段，不是一下就析出 θ 相。

首先是铜原子在铝基体的{100}面上偏聚，在{100}面上形成一
个小圆片形状的区，区里铜原子比较多。这个区约几个原子厚，直径约
100Å和基体没有明确界面。它没有肯定的成分，结构和铝基体相同，
铜原子在其中随意分布没有一定规则。这种区一般称为GP1区。图(2-4) 有

是 GP1 区的示意图。

第二步是在 GP1 区基础上仍在 $\{100\}$ 面上形成圆片状的区。它的最大厚度 $100\text{\AA}$ ，直径 $1500\text{\AA}$ 以下，成分接近 CuAl_2 ，铜原子占据一定的位置。它的结构和基体不同，是正方晶格的有序固溶体。从这些特征来看它更象是一个中间过渡相。这个区称为 GP2 区，由于它的特征象一个单独的相，因此有人称其为 θ'' 相。GP2 区的界面和基体是共格的。所谓共格就是相界面上原子仍以弹性结合的方式维持着有秩序的排列，这显然只有在两个相：结合面上原子间距相差不大时才有可能。图 (2-5) 是共格界面的示意图。当原子间距相差较大时显然维持不住共格联系。

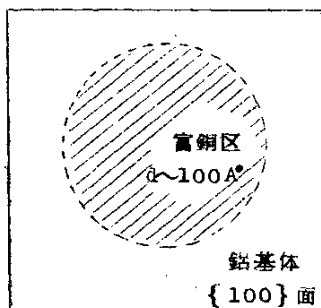


图 (2-4) GP1 区的示意图

第三步是在 GP2 区的基础上形成所谓 θ' 相。 θ' 相成分和 θ 相 (以 CuAl_2 为基的固溶体) 相同。具有正方晶格。 θ' 相在 (010) 面上晶格常数和基体相同，所以在这个面上 θ' 相和基体共格，而在和 (010) 面垂直的方向上晶格常数相差较多，因此不共格。总起来说， θ' 相和基体部分共格。见图 (2-6)。

最后形成平衡的 θ 相，就是以 CuAl_2 为基的固溶体。正方晶格， $a = b = 6054\text{\AA}$ ， $c = 4864\text{\AA}$ ，和基体不共格。

由以上可见 4%Cu 的铝铜合金时效时固溶体分解有如下序列：

GP1 区 $\rightarrow$ GP2 区 (θ'' 相)
 $\rightarrow \theta'$ 相 $\rightarrow \theta$ 相。

如果时效温度较低，时效时可能只进行第一、二阶段，进行不到第三、四阶段，而如果时效温度较高，则时效时可能头一个或二个阶段不出现。

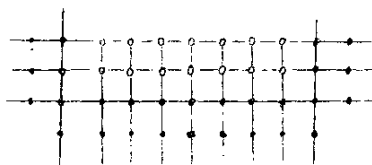


图 (2-5) 晶格常数相差不大的两种晶体的共格界面示意图

图(2-6) θ' 相晶胞和 α 固溶体晶胞

直接从第二或第三阶段开始。不同含Cu量也有影响。

这四个阶段除 θ 相外都是光学显微镜看不见的，因此只能用电子显微镜观察，或用x射线、物理性能等方法进行研究。

为了了解时效过程中的组织变化和性能的关系，我们看一下图(2-7)。图中可以看到4%Cu的铝铜合金在不同温度下进行时效时合金的结构变化及其和性能的关系。在130℃时效时，有前三个阶段，在190℃进行时效时，有后三个阶段，GP1区没有发现。由图中还可以看到在时效的四个阶段中以GP2区(θ'' 相)的强化效果最大。时效产生的强化过程是相当复杂的，在以后的课程里还会谈到这个问题。在这里我们只

图(2-7) 4%Cu的铝铜合金时效曲线
(组织和性能变化)

有

(12)

是指出一下共格結合所产生的彈性应变場对合金的强化作用很大。GP2区 (θ'' 相)是和基体共格的,在其周圍产生了較大的彈性应变場,图(2-8)是 θ'' 相和基体共格的示意图。虚线所画的是彈性应变場的大致范围。这种情况强化效果較大。 θ'' 相和基体部分共格,强化作用就不如GP2,而到出現和基体完全不共格的 θ 相时,合金就軟化了。

自然时效由于温度較低(室温),析出过程主要相当于GP1区阶段。人工时效一般控制到GP2区和 θ'' 相阶段以达到最大强化,等出現 θ 相就过时效了。

这里就可以回答为什么时效时性能极大值会随时效温度升高而降低的問題了,就是因为时效温度高时較快就出現 θ' 甚至 θ 相而使合金軟化。

以上是以含4%Cu的Al-Cu合金为例来研究时效过程中的組織性能变化,实际上,其它鋁合金在淬火时效时的組織性能变化大体上也是这样(虽然各有特点)。一般都不是在时效时一下就析出第二相而是经过GP区和中間过渡相阶段才最后析出平衡相(有例外)。从热力学角度看这样也比較合理。因为平衡相和基体

图(2-8) θ'' 相形成的彈性应变場

总是不共格的、界面能較大,而过渡組織(不管是GP区还是中間过渡相)和基体可能沒有明确界面,或者是共格的或部分共格的,因此比較容易形成。

近年来研究发现沾火空位对时效过程作用很大(金属加热到高温时,由于原子活动能力大,晶格空位浓度较高,淬火时被固定下来,叫做沾火空位)。如果没有沾火空位,室温时溶质原子的扩散能力是不足以形成GP区的。这个问题我们就不详细讨论了。

“时效”也称为“沉淀”,这两个名词一般是通用的,人工时效有时称为沉淀处理,在工业生产上用“时效”多一些,在学术研究上用“沉淀”多一些。

§ 2-3 时效过程的动力学

我们再简单地研究一下时效过程的动力学问题。

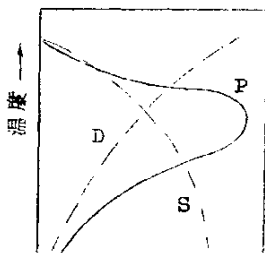
我们在研究钢的等温转变时得到C曲线,我们也可以类似地研究铝合金的等温转变。我们把铝合金加热到淬火温度,让合金元素溶入固溶体中,然后沾入不同温度的等温槽,研究在这个温度下的转变过程,和做钢的C曲线一样做法。钢的C曲线一般用金相和物理性能的方法来测出转变点,铝合金不容易用这些方法来测定固溶体分解情况,因此有人用力学性能的方法来判断。图(2-9)是相当于国产牌号LC4的美国合金7075的实验结果(AZ-Zn-Mg-Cu系变形合金),是用时效后强度百分数来表示的。从这曲线可以看到也是C曲线的形状,在某一个中间温度区分解速度最快(对这个合金是350℃左右),温度较高或较低分解速度均减慢,分解速

图(2-9) 7075合金等温转变曲线

度对温度的关系来说有个极大值。

这种有极大值的曲线形状是不难理解的。因为固溶体分解速度决定于两个因素，一个因素是扩散速度，一个因素是固溶体过饱和程度，而等温的温度对这两个因素的作用是正相反的。温度越高、扩散速度越大，使固溶体分解速度增大。但温度越高、合金的过饱和程度就越低（在极限情况下如果等温温度就是淬火加热温度时，过饱和程度就是零，也就是未过饱和），这使固溶体分解速度减小。这两个因素的共同作用的结果就使固溶体分解速度对温度的关系出现有极大值的情况。图（2-10）是一个示意图，说明上面讨论的情况。

从上面的讨论可以得出“临界温度区”的概念，也就是C曲线鼻尖附近的温度范围，铝合金一般均在 $300-400^{\circ}\text{C}$ 附近。在临界温度的淬火冷却速度对产品的性能有很大影响，如冷却速度不够快，切过了C曲线，在随后时效后合金的性能就会降低，这点和钢也是类似的。不同合金对冷却速度的敏感性是不一样的，也就是不同合金的C曲线不同。铝合金淬火冷却介质一般是水，在一般情况下室温的水冷却速度足以保证零件淬透，但对大件来说由于实际冷却速度不够可能使性能不足。另外，淬火过程中的固溶体分解对合金的抗蚀性也有很大影响。



图（2-10） 扩散速度 D
过饱和程度 S
分解速度 P

§ 2-4 回归现象

和铝合金淬火时效有关的还有回归现象。

经自然时效后的铝合金，在 $200-270^{\circ}\text{C}$ 左右保温几分钟，合金性能就恢复到新淬火状态，这个现象叫回归现象。回归后的合金仍象新淬火的一样可以进行自然时效。回归还可以进行多次。图（2-11）是一种硬铝合金的回归曲线（ 214°C ，5分钟回归处理后自然时效）。

产生回归现象的原因是自然时效时合金中形成的GP1区在短时高温加热时重新溶入固溶体，因此由GP1引起的强化效应也随之消失。如果在高温停留时间过长就会由于人工时效而使合金强化，由人工时效引起的组织

变化在 200—270°C 短时加热不能恢复到淬火状态，因此没有回归现象。

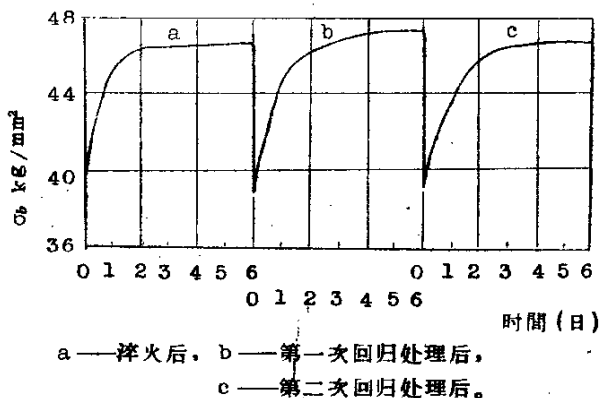


图 (2-11) 一种硬铝合金的强度极限和回归处理及自然时效的关系

为什么自然时效时所形成的 GP1 区不在短时高温下长大转变成 GP2 区和 θ' 相而是重新溶入固溶体呢？这是由于自然时效时所形成的 GP1 区尺寸较小。我们知道在一定温度下并不是任意大小的晶核都能长大，在一定温度下有一个临界尺寸，只有大于这临界尺寸的晶核才能长大，而比临界尺寸小的晶核就会重新溶化。自然时效时形成的较小的 GP1 区在突然加热到较高温度时由于小于该温度下的临界尺寸，因此不能长大反而重新溶化了。实际上合金自然时效时形成的 GP1 区不会是完全同一尺寸，其中较大尺寸的 GP1 区有可能在回归处理时长大转变成 GP2 区、 θ' 相等，但这种区数量少，所以一次回归在性能上反应不出来，多次回归后就发现合金性能略有降低，抗蚀性也有所下降。

回归现象在生产上可用于已自然时效的合金恢复塑性以便进行某些加工和校正工作。但实际目前生产上一般不用，很多情况下用重新淬火来达到这目的。