

АЛ8和АЛ13 鋁 鎂 合 金 的 鑄 造

Л. О. 索克洛夫斯基等著

机械工业出版社



数据加载失败，请稍后重试！

АЛ8和АЛ13

鋁 鎂 合 金 的 鑄 造

Л. О. 索克洛夫斯基等著
关 中 原 译



机械工业出版社

1959

內 容 簡 介

本書簡短地闡述了АЛ8和АЛ13合金用鉍鹽處理和用氮吹煉的新工藝方法，用上述合金製造複雜鑄件的方法，廢品的產生原因和防止方法以及鑄件質量的改進措施。

本書適用於有色金屬鑄造車間的技工、工長和工藝員閱讀。

苏联 Л. О. Соколовский, М. Н. Вахромеев, А. Г. Капалдин著 'Литье из алюминиево-магниевого сплава АЛ8 и АЛ13' (Машгиз 1955 年 第一版)

*

*

*

NO. 2977

1959 年 5 月第一版 1959 年 5 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字數 47 千字 印張 $2\frac{5}{16}$ 0,001—4,100 冊
機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價 (11) 0.38 元

目 录

前言	4
АЛ8和АЛ13合金的性能	5
АЛ8和АЛ13 合金定型鑄件制造工艺的基本原則	11
АЛ8和АЛ13 合金定型鑄件的生产經驗	31
АЛ8 合金的鑄造	31
АЛ13合金的鑄造	37
АЛ13 合金澆合定型鑄件的生产經驗	46
АЛ8和АЛ13 合金缺陷鑄件的修補方法	56
檢驗方法	59
分析方法的實質	60
分析說明	60
結論	68
附录 煉制和澆注 АЛ8和АЛ13 合金的基本規則	69
参考文献	73

前 言

爭取改進產品質量，減少廢品和合理的使用金屬及合金是鑄造生產工作人員的首要任務。

雖然有色合金和輕合金一般的鑄造生產技術水平很高，但對個別工藝過程還掌握得不够，特別是 АЛ8 和 АЛ13 鋁鎂合金的鑄造。

АЛ8 和 АЛ13 合金具有很高的機械性能和抗蝕性，同時也容易產生降低零件質量的氣孔。但是，若遵守規定的工藝過程，與澆合不銹鋼嵌入件配合進行澆注，則可得到貼合性和耐磨性良好的質量高的零件。

本書是根據生產經驗編寫的，闡述的是使用鉍鹽處理和用氮吹煉方法取得 АЛ8 和 АЛ13 鋁鎂合金的優質定型鑄件的一些問題。

本書中所列載之材料可做為掌握 АЛ8 和 АЛ13 合金定型鑄造的參考書。

АЛ8和АЛ13合金的性能

定型鑄造用的鋁鎂合金，因為它們在各種活性介質中有
很高的強度和抗蝕性，在工業中得到了愈來愈廣泛的實際應
用。

АЛ8和АЛ13鋁鎂合金在機器製造業中已大量的應用。在
工業中使用此種合金的經濟意義，不僅僅是用來代替貴重的
和製造困難的耐酸鋼，不銹鋼和可以節約稀少的鐵合金，而
更重要的是能減輕鑄件和制件的重量。

為了保證貼合性和抗蝕性，在活門密封處和螺紋聯結處，
用澆合不銹鋼嵌入件的方法來製造複雜的定型鑄件也促使
АЛ8和АЛ13合金的廣泛應用。

АЛ8和АЛ13合金在特點、性能和製造技術上是相似的，

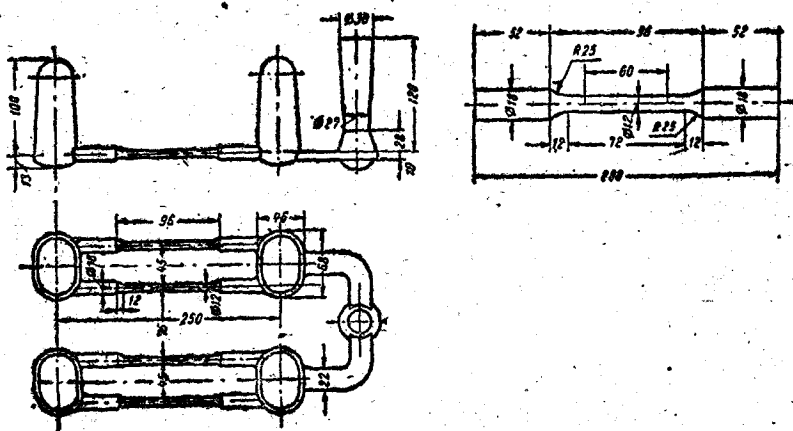


圖1 АЛ8 和 АЛ13 合金機械試驗用的試件。

因此將它們的化學成分、機械性能、物理性能和工藝性能并列敘述。

АЛ8和АЛ13合金的化學成分和機械性能見表1和2。

抗拉強度和相對延伸率按圖1所示的試件確定。

АЛ8合金零件的熱處理只有一道工序——淬火，其規範如下：淬火加熱溫度 $435 \pm 5^\circ$ ；在該種溫度下保持16~20小時；冷卻介質為水和油，溫度 $50 \sim 100^\circ$ （形狀複雜的零件在油中淬火）。由爐中取出零件和放進水中去的延續時間不得超過5秒鐘。零件在裝爐之前建議復上一層耐火熟粘土和砂，復法是将零件沉入制好的糊狀溶漿中。

淬火加熱可在裝有自動調溫設備的ПН-32豎式電爐中進

表1 АЛ8和АЛ13合金的化學成分，%

（按ГОСТ 2685-53）

合 金 牌 号	主要組成元素				雜 質 最 高 含 量											
	Mg	Si	Mn	Al	Fe			Si	Mn	Cu	Zn	Ti	Be	所計算雜質含量的總數		
					3	K	Д							3	K	Д
АЛ8	9.5~ 11.5	—	—	余者	0.3	0.3	—	0.3	0.1	0.3	0.1	0.07	0.07	1.1	1.1	—
АЛ13	4.5~ 5.5	0.8~ 1.3	0.1~ 0.4	余者	0.5	—	—	—	—	0.1	0.2	—	—	0.6	—	—

注：鐵雜質和所計算雜質含量總數欄中的字母表示鑄造方法：3——砂型鑄造；K——硬型鑄造；Д——壓力鑄造。

行。АЛ8合金不允許在硝石槽中熱處理，因為可能在槽中發生爆炸和引起零件銹蝕。

零件裝爐時，爐中的溫度不超過 200° 。小零件要放在吊筐中，筐子的寬度和高度不得超過 500×500 公厘。

表2 AL18 和 AL113 合金的机械性能

(按 ГОСТ 2685-53)

合 金 牌 号	鑄造方法	热 处 理	抗拉强度 公斤/公 厘 ²	l = 5d 时 的相对延 伸率, %	d = 10公厘 ，有荷1000 公斤时的布 氏硬度，公 斤/公厘 ²
		种 类	不 少 于		
AL18	砂型鑄造	在水中或 油中淬火	28	9	60
AL113	硬型鑄造和 砂型鑄造		15	1	55

根据仪器的度数和单独鑄出或自零件上切取的試件的机械試驗結果来控制热处理。

表3 AL18 和 AL113 合金的物理性能

合 金 牌 号	比重	线膨胀 系数 (°C) ⁻¹ · 10 ⁻⁶	比 热 卡/克·°C	导热系数 卡/公分· 秒·°C	电阻系数 欧姆·公 分·10 ⁻⁶	結晶間隔 °C
AL18	2.55	(20~100°) 24.5	(100°) 0.230	(20°) 0.20	(20°) 8.21	630~500
AL113	2.60	(25~100°) 20.0	(25~100°) 0.215	(20°) 0.30	(20°) 7.1	650~550

表4 AL18和AL113合金的工艺性能

合 金 牌 号	鑄 造 方 法	定型鑄件 的澆注温度 °C	流 动 性 公厘	线收缩率 %	焊 接 方 法	用 特 殊 焊 料 焊
AL18	砂型鑄造	680~700	680°时300 700°时450 710°时500	1.2~1.45	气焊，順 次重复淬 火	(65% Zn 20% Al 15% Cu 或 52% Zn 30% Sn 18% Al
AL113	砂型鑄造， 硬型鑄造和 压力鑄造	680~710	700°时450	1.0~1.3	气焊	

АЛ8和АЛ13合金的物理性質和工艺性能見表 3 和表 4。

流动性根据干的螺旋成形模测定金屬通过行程的長度(以公厘計)来确定。

熔煉时, 如果不使用或少使用保护熔剂, 鋁鎂合金的流动性便会显著地降低(特别是АЛ13合金, 当澆注温度为700°时, 会由 450 降至 400 公厘), 这是因为合金中混有氧化物。АЛ8合金的体收縮率为4.9%。

АЛ13合金的体收縮率比較大, 为6.2%。这一点会促使在这两种合金的鑄件中, 特别是硬型鑄造时, 在冷却过程中出現內应力, 因而可能形成鑄造裂紋。由于АЛ8 和АЛ13 合金收縮的增大, 鑄型应有增大断面的澆口和冒口。

由于АЛ13合金, 特别是硬型鑄造时, 更容易形成裂紋, 所以不要用硬型鑄造形状复杂的АЛ13合金的零件。

化学成分对 АЛ8和АЛ13 合金机械性能、抗蝕性和鑄造性能的影响由表 1 中所列举的 АЛ8和АЛ13 合金化学成分中可以知道其中主要合金元素为鎂。

加鎂于鋁鎂合金中, 是为了提高合金的强度。

圖 2 所示为鎂对鑄造状态和热处理状态的鋁鎂合金机械性能影响的曲綫圖。

由曲綫圖中可以看出, 在热处理之后, 机械性能有显著的提高。

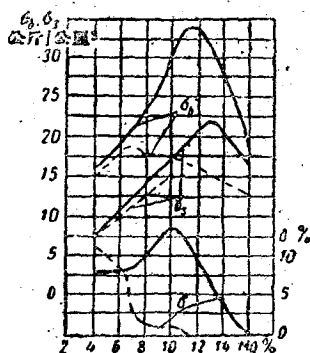


圖 2 鎂对鋁鎂合金机械性能的影响:

虛綫——鑄造状态; 实綫——热处理后。

把硅加入Al13合金中，便能改善合金的鑄造性能，因为鎂使鑄造性能恶化，在鑄件中产生气孔。硅在Al-Mg系合金中会形成 Mg_2Si 組織的組成部分。

如果鎂的多余含量超过 Mg_2Si 組成部分中的含量时，固溶体中的 Mg_2Si 的可溶性便会显著地降低。当鎂的多余含量为3%时，則 Mg_2Si 的可溶性就下降到零。如果在Al13合金的 Mg_2Si 成分中含有1.7份的鎂，即其多余含量超过3%，这說明Al13合金的热处理不会得到一点良好的效果。

Al13合金受热处理是不合适的。

硅在0.8~1.3%的范围之内，实际上对Al13合金机械性能的改变是无重大影响的。

根据M. B. 沙洛夫[1]的数据，如显著地增加Al-Mg-Si系合金中硅的含量，就会引起强度極限和相对延伸率的下降，同时使蠕变極限和屈服点的上升；当硅的含量增至2%时，蠕变極限就会达到最大值（圖3）。

合金在活性介質（在硝酸，硫酸，盐酸的溶液）中的抗蝕性，随着在合金系中硅含量的增加和 Mg_2Si 相含量的增加

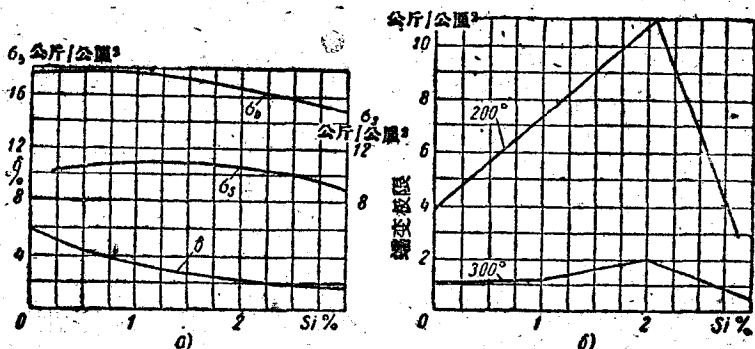


圖3 硅对Al13合金机械性能的影响。

表5 AL18和AL13合金工艺性能的质量比较

合金牌号	鑄造方法			合金状态			工 艺 性 能						
	砂型	硬型	压力	鑄造	淬火	淬火和时效	流动性	抗收缩能力	气密性	耐热性	抗蝕性	切削性	可焊性
AL18	+	+	-	+	+	+	2	4	3	1	5	5	2
AL13	+	+	+	+	+	-	4	4	4	5	5	5	4

注：1) 数字代表下列的意义：5—最好；4—上中等；3—合格；2—下中等；1—不好。

2) 符号(+)表示“可用”；符号(-)表示“不可用”。

程度而下降。

在AL18合金中硅是有害的杂质，因为它能降低机械性能。

往AL13合金中加入少許(0.1~0.4%)的錳，以便补偿鉄和鋁形成脆性化合物 $FeAl_3$ 的有害影响，因为这些化合物能显著地降低合金的可塑性。

在AL18合金中錳是杂质，含量不得超过0.1%。

在AL18和AL13合金中的紫銅和鋅都是有害的杂质，只允許有很小的含量；否則便会影响这两种合金的抗蝕性。

鉄对AL18和AL13合金的抗蝕性和机构性能也有不良的影响，其含量应严格限制。

有时要往AL18合金中加入少許的鈹和鈦(每种元素各为0.07%)，以降低合金的氧化性和提高机械性能。

AL18和AL13合金易于切削加工和拋磨出金屬光澤。

表5为AL18和AL13合金的质量比較表，质量用代号表示[2]。

AL18和AL13合金極容易氧化和吸收气体(特别是氫)。

因此，这种合金不宜过热，要加速熔煉过程，而澆注則应在低溫状态下进行。

АЛ8和АЛ13合金定型鑄件制造 工艺的基本原則

砂型鑄造質量良好的 АЛ8和АЛ13 合金定型鑄件的制造工艺非常复杂，与其他鋁合金的鑄造完全不同，因为它們有一些特点，其主要特点如下：

а) 必須在尽可能低的溫度下，尽快的加速熔煉过程，以便防止金屬氧化及吸收气体（在爐料中使用适当化学成分的重煉錠材，这些錠材是預先用新材料和自己生产的回爐料制成的）；

б) 在防护熔剂層下煉制合金时，必須为严格除气和取得小粒的組織而采取綜合性的特殊措施，以便提高机械性能和鑄件所必要的严密性；

в) 合金多半是在低溫状态下澆入干鑄型中，或在造型材料中含有硼酸和硫的成分并且湿度有一定限度（不超过3~4%）的湿鑄型中；

г) 采用各种能保証取得合格鑄件的工艺方法，以改进鑄造工艺（加强补縮能力和导致向澆注方向冷却，装上冷却鉄，以使形状复杂鑄件与大冒口处相連接的某些部分的加速冷却，加强砂型的通气等）；

д) 确切遵守工艺操作和切实檢查拟定的工艺程序。

如果稍有違反熔煉、造型和澆注的工艺程序或稍有破坏 АЛ8合金的热处理規範，就必然降低鑄件的質量、增加廢品率（主要是气孔、收縮疏松、熔剂杂质、“麻面”及其他缺陷）。

鑄件的机械性能指标和抗蝕性会显著的降低。

这时鑄件一定不能承受得住液压試驗，因为不严密而發

生滲漏現象，以致最后報廢。

如系成批生產，若修補這類有缺陷的鑄件是非常困難的，往往也是不可能的。

輕合金有缺陷鑄件的修補，只有在個別情況下，才可以用氣焊方法使用特殊的焊藥進行修補。這種焊藥的說明，將在後面談到。但是這種工序會提高產品的成本，同時也不一定得到良好的效果。

如果鑄件是在各種酸中及其他活性介質中工作時，完全不允許用巴克力特的方法（單面或雙面的）修補擴展的（成組的或分散的）氣孔。

要取得高度質量的鑄件，必須正確地選擇熔煉、熱處理及其他設備，細心地編制工藝程序，培養熟練的干部，供給必要的配料成分、造型材料和熔劑等等。

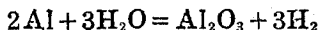
準備和調節鋁鎂合金鑄件的生產時，應把最大注意力集中在防止和消除鑄件產生氣孔的首要措施上。

在鋁鎂合金鑄件出現氣孔的主要原因是由於氫進入熔融金屬中，結果與含氫的物質接觸而造成的。

在爐中熔化之鋁與水蒸汽接觸產生化學反應，結果形成氧化鋁或氫氧化鋁和氫，反應式為：



或



析出的氫被熔融金屬的表面所吸收，然後溶合於熔煉物中。

隨著溫度的下降，氫在鋁中的可溶性也下降。

氫是盡量想由金屬中析出，但由於鑄件冷卻的迅速，有很大一部分未來得及析出，而殘留在金屬中形成了氣孔和氣眼。

熔化金屬除吸收氫之外，還吸收一氧化碳，二氧化碳，氮及其他氣體，但其數量極少。

金屬中氣體的可溶性與溫度的關係，用下式表示：

$$S = Ce^{-\frac{\epsilon_c}{2KT}}$$

式中 C —— 常數；

ϵ_c —— 溶解熱。

在 $\lg S$ 和 $\frac{1}{T}$ 坐標上，氫的可溶性因溫度而改變的情形以直線表示。

金屬中氣體的可溶性除與溫度有關外，還取決於熔融金屬上面氣體的分壓力，用下式表示

$$m = K \sqrt{P},$$

式中 K —— 由物質本性和溫度所決定的常數。

析出氫的同時，熔融金屬還飽和氧化鋁和其他氧化物，除氧化鋁外，在熔融金屬中可能有尖晶石 $MgO \cdot Al_2O_3$ （比重 3.5），石英 SiO_2 （比重 2.65）等。

此外在熔煉過程中，由於爐料被空氣的氧所氧化，氧化鋁和鋁合金成分中的其他金屬氧化物也都變成熔融金屬。

因此，在液態鋁合金中，同時出現能溶合的氣體或化合物（氧化物，氮化物，氫化物等），這會顯著地降低合金的機械性能和鑄造性能。經全面研究證明，在鋁及其合金中主要是含有氫，防止氫的存在應採取有效的措施。

氣體在合金中之所以飽和，可能是由於濕的或沾有滑油和汽油的爐料、熔劑、濕空氣、熔煉爐的爐襯、燃燒生成物、煅燒不良的保溫坩堝、濕度太大的砂型等造成的。

因此，在爐料中不許使用濕的或沾有滑油、汽油、砂、雪、冰等的材料。

由于这个原因，也是为了避免合金被非金屬杂质混杂，不允许使用没有清除剩余的泥芯砂、造型砂、澆注網和泥芯骨的回爐料和自己生产的廢料，以及有锈的和没有在吹砂机上吹过的回爐料和廢料。爐料（鋁、鎂、鋁配料合金）、鑄造生产回爐料（澆口、冒口、廢品）、熔剂等应保存在干燥而温暖的室中。如将其保存在潮湿的室中或露天空气中，则会吸收水分和强烈的氧化。

不允许合金过热，必须进行温度检查。使用沉入热电偶对熔融金属的温度加以控制尽可能的缩短熔化和澆注的时间是取得除气的金属的必要条件。铝合金的气体饱和量随着温度的上升也必然增加。根据M. B. 阿里特曼[3]的数据，例如，AJ14合金在不同温度下的含氢量如下：

合金温度 (°C)	含氢量 (%)
690	$0.44 \cdot 10^{-3}$
720	$0.48 \cdot 10^{-3}$
800	$0.85 \cdot 10^{-3}$

用氯化鋅精煉此种合金只能将其中含氢量降低到 $0.50 \cdot 10^{-3}$ ，即温度为690~720°时接近原来状态。

从这个观点来看，在感应爐和电爐中熔煉鋁鎂合金比在石油爐或瓦斯爐中熔煉要好得多。

同时应当说明必须很好地准备坩埚和澆注工具，以免把水分和氧化物由外部带到液态的金属中去。

新的保温石墨坩埚必须预先煅烧，然后在澆注之前预热。

调节澆注铝合金砂型的湿度有很重要的意义，否则，会因砂型湿度过大，而使鑄件气孔增多。

为避免合金与砂型接触时氧化和气体饱和，必须往造型合成砂中加入5% 硼酸，将造型合成砂的湿度限制在4% 以

內。为此，有时加硫。

鋁鎂合金鑄造除气的主要方法是：1) 在爐料中使用清除过滑油、雪、冰、重油、砂土的材料、回爐料和廢料；2) 使用由原材料和自己生产的廢料預先制成的具有适当化学成分的重煉錠材熔煉“工作”合金；3) 在复盖熔剂下，以最大的速度进行低溫熔煉；4) 用氯化盐、氟化盐、氯化鋅、氯化錳、氯化鉛，鉛盐 (K_2ZrF_6) 处理熔融金屬；5) 用氯或氯吹煉熔融金屬；6) 使熔融金屬于爐中放置或逐漸降溫；7) 在真空或中性气体中熔煉和澆注；8) 使鑄件于加压器中的全面压力下結晶。

根据 A. T. 斯巴斯基[4]的意見，上述各种措施可作如下分类：1) 在熔煉和澆注时防止金屬吸收气体；2) 精煉使在熔煉时所吸收的气体从熔融金屬中排除；3) 鑄件在鑄型中冷却过程中防止气体由熔融金屬中析出。

如上所述，在熔煉和澆注的过程中防止吸收气体的主要防預措施中包括：消除金屬过热；加速熔煉过程和消除熔煉过程中的間断現象以便縮短熔煉持續時間；縮短由于造型而延長的熔煉時間；使用复盖熔煉等。

从金屬中排除在熔煉过程中所吸收的气体的方法有：用氯化盐、氟化盐和鉛盐处理液态合金，用氯吹煉和氯化法等。

在鑄件冷却过程中所使用的防止气体析出的有效方法是：在加压器中全面空气压力下結晶的鑄造方法[5]，用气压冒口鑄造方法等。

使用上述的每一种方法，要根据該种生产的具体条件、性質、技术設備情况、鑄件尺寸和复杂程度、对鑄件的技术要求等来确定。