

# 高 強 度 鋁 合 金

英国标准 BS-1490 中載有五种高强度鋁合金，其化学成分和机械性能現列于下表中。

合  金	化 学 成 份, %										机 械 性 能					
											砂型鑄造			金屬模鑄造		
	Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti	强度極限 $\sigma_b$ , 公斤/公厘 <sup>2</sup>	屈服極限 $\sigma_{0.1}$ , 公斤/公厘 <sup>2</sup>	50.8公厘長度上的 相对延伸率 $\delta$ , %	强度極限 $\sigma_b$ , 公斤/公厘 <sup>2</sup>	屈服極限 $\sigma_{0.1}$ , 公斤/公厘 <sup>2</sup>	50.8公厘長度上的 相对延伸率 $\delta$ , %
LM8	达0.1	0.3~0.8	3.5~6.0	达0.6	达0.5	达0.1	达0.1	达0.1	达0.05	达0.2	25	22	1	30	22	2.5
LM9	达0.1	0.2~0.6	10.0~13.0	达0.6	0.3~0.7	达0.1	达0.1	达0.1	达0.05	达0.2	26	22	—	31	27	1
LM10	达0.1	9.5~11.0	达0.25	达0.35	达0.1	达0.1	达0.1	达0.05	达0.05	达0.2	30	16	12	34	17	18
LM11	4.5~5.0	达0.1	达0.25	达0.25	达0.1	达0.1	达0.1	达0.05	达0.05	0.05~0.3	30	19	5	34	19	10
LM16	1.0~1.5	0.4~0.6	4.5~5.5	达0.6	达0.5	达0.25	达0.1	达0.05	达0.05	—	25	22	1	30	25	2

下面对各种高强度合金的应用特点和范围作一簡單叙述。

**鋁-銅合金** LM11合金由于在固溶体中含有4~5%Cu 和晶界沒有脆裂相，所以具有高的强度及塑性。LM11合金可以視作單相的，如果它未含有Fe和Si等雜質的話；而且其中每种雜質的含量一般都不超过0.15%。当进行相应的热处理时，进一步降低 Si 和Fe 的含量及稍微增加 Cu 含量（超过 5%），便可大大提高合金的强度和塑性。

合金中加入少量的 Cd，便能降低相对 延伸率而显著提高强度。LM11 合金 具有生成热裂紋的傾向，因而限制了它的使用，，只能制造用砂型鑄造的非复杂形状鑄件和用金屬模型鑄造的，外形最簡單的 鑄件。加入 2.5~3% Si，便能大大减少合金的热裂灵敏度，但此时合金的强度稍会降低。

因为合金的凝固溫度范围大，从而易于形成縮松，所以鑄件的形状应当保証 其有 向 凝固。

**Al-Mg 合金** 虽然 LM11 合金的彈性 極限不高，但它綜合了强度及塑性的优点，且以較高的耐蝕性称著，热裂傾向 也 次于 LM11 合

金。

可是，由于 LM10 合金会强烈地氧化、吸收气体和与鑄型的水分相互作用，所以在工艺方面也就产生了困难。曾經証明：当合金中含 Mg 量接近于容許上限时，鑄件的孔隙 率就会减少。

經過热处理以后，LM10 合金应为單相的。因此，在合金中只容許最少量的污染元素，尤其应当避免 Si 含量的提高，因为这样会 生成 Mg<sub>2</sub>Si 化合物分布于晶界上，从而降低合金的强度性能。

LM10 合金在高应力的作用下将遭受銹蝕，因此在高載荷下工作的 LM10 合金 鑄件，只允許在不促使产生銹蝕和不超过周圍空間溫度的条件下应用。

研究証明，LM10 合金最合适的含 Mg 量应当是9~9.5%。此时能减少鑄件的孔隙率，鑄造状态时的脆性和与模型材料的作用强度。在具有上述含 Mg 量的合金中，通过时效可以提高强度，且不降低相对延伸率，即使含10.5% Mg 的LM11 合金試样經 70 天时效后証明，能提高强度 3.1 公斤/公厘<sup>2</sup> 和降低相对延伸率 2.5%。合金中含 Ti 量大于 0.1%时，将会降

低机械性能。可以預料到，当  $TiAl_3$  化合物落到晶界上时，便会降低合金的强度与韌性。

**Al-Mg-Zn合金** 当 Mg 及 Zn 的总和与比例固定的时候，曾对含 Mg6.5~7.5% 及 Zn 2.5~3.5% 的 Al 基合金进行过研究。

在試驗砂型鑄造和人工时效的試样时，所获得的机械性能根据規範的不同，其变化范围如下： $\sigma_b = 37.5 \sim 45$  公斤/公厘<sup>2</sup>， $\sigma_{0.2} = 27 \sim 35$  公斤/公厘<sup>2</sup> 及  $\delta = 1.5 \sim 8\%$ 。

Al-Mg-Zn 合金的鑄造性能及耐蝕性与 LM 10 合金区别不大。

**Al-Si-Mg合金** LM8、LM9 及 LM16 合金同时进行研究，因为它们都具有相同的性能。

LM9 合金良于装模，但使用有困难，必須进行修改处理，且易于形成收縮裂紋。LM9 合金的加工性較 LM8 合金差些，LM8 及 LM 16 合金的熔煉工艺过程与 LM10 及 LM11 合金相比，較为簡單。LM8 及LM16合金同样能很好地用砂型及金屬模型澆注，不产生热裂紋，气体吸取很少，对澆注温度化学成分及晶粒大小的变化不敏感。当鑄造强度及耐蝕性卓越的零件时，建議最好采用 LM8-WP 合金代替一般所采用的 LM10-W 合金。

美国最近两年研究了 355 及 356 合金。355

合金与 LM16 合金实际上相同；356 合金的含 Si 量較 LM8 稍高 (6.5~7.5%)。如果 356 合金的含 Mg 量低于 0.2% 时，用鈉进行修改处理仍不能提高其强度。

鑄件自然时效 24 小时随后又采用人工时效，将会降低强度而增加相对延伸率。淬火后人工时效将迅速使强度及硬度增加而减少相对延伸率。

稍一改变化学成分，便能大大改善 355 及 356 合金的机械性能。試驗証明，当 Fe 含量从 0.6% 降低到 0.2% 时，就会使相对延伸率增加一倍，同时也曾經断定，当 Fe 含量低时，增加 Mg 含量便可提高合金在規定相对延伸率下的强度。

下面是美国 42B 合金所具有的机械性能：

	砂型澆注时	金屬模型澆注时
$\sigma_b$ , 公斤/公厘 <sup>2</sup>	31	34
$\sigma_{0.2}$ , 公斤/公厘 <sup>2</sup>	25	31
$\delta$ , %	5	6

42B 合金的化学成分未公布，只知道它是含有 Na 及 Be 的 Al-Mg-Si 合金，此种合金的流动性較 356 合金的流动性为高。

鉄浪譯自苏联快报“鑄造生产” 58, №21

(上接第17頁)

軟化过程是进行得緩慢的，因为在这种情形下，新相質点的建立和長大必須有各种不同的原子同时向一个部位移动。

最后應該指出，新耐热合金研究工作者的任务應該是研究如何有效地阻止合金的軟化。为了得到大的阻止合金軟化的抗力，必須用能够阻碍相界上扩散过程的，紧封閉晶界及滑移面的，歪曲晶格并使之复杂化的以及阻碍原子移动与塑性变形的一些元素起进行强化。

此外，还必須研究能够弄清金屬及合金耐热强度实質的新方法，以及判定决定零件高溫工作能力的最合适的技术要求。

参考文献

1. М. Л. Бернштейн. Стали и сплавы для работы при высоких температурах. Государственное наугны-техническое издательство литературы по черной и тветной металлургии москва 1957 г. 7—18頁

2. А. А. Бочвар, Металловедение, Металлургиядат, 1957 г. 287—297頁

3. Я. С. Уманский, Б. Н. Финкельштейн, М. Е. Блантер, С. Т. Кишкин, Н. С. Фастов, С. С. Горелик. Металлургиядат, Москва, 1955.

Физические основы металловедения, 第X章 652—704頁

曾少潛譯