

高強鎂合金的研製

發佈日期： 2014 年 03 月 18 日 09:38 採編：www.cnfeol.com

鎂合金是目前使用的最輕的金屬結構材料，其密度為 1.74 g/cm^3 ，僅相當於鋁的 $2/3$ ，鋼的 $1/4$ 。同時鎂合金還具有比強度、比模量高、阻尼減振、電磁遮罩、易於加工成形和容易回收等優點。目前鎂合金已成為國防軍事、航空航太、汽車、電子通信等工業領域的重要材料。例如，使用鎂合金製造汽車零部件，不僅能夠減輕汽車自身品質、降低油耗，而且有助於汽車減振，從而改善汽車的舒適性和安全性；在國防軍工領域，降低結構品質意味著提高武器的射程和精度，也可以提高飛行器的機動性能，還可以降低能量消耗。隨著我國大飛機、繞月、高速軌道交通、電動汽車等大型工程項目的啟動，必然對鎂合金有更大的期望，也提出了更高的要求。

然而，目前的鎂合金絕對力學性能仍然偏低。高強鎂合金的研製是當前材料科學的一個研究熱點。

一、利用稀土提高鎂合金強度。在鎂合金中加入 Nd，能夠提高合金的高溫強度，並使鑄件組織緻密。研究表明， $\text{Mg-4.4Zn-1.2Nd-0.35Zr}$ 合金在低於 473K 時有較高的抗拉強度，而 $\text{Mg-4.4Zn-2Nd-0.35Zr}$ 合金在高於 523 K 時顯示出較高的抗拉強度。Gd 和 Y 具有良好的時效強化作用，添加 Gd 和 Y 能夠明顯提高鎂合金的強度。將摩擦攪拌工藝引入 Mg-10Gd-3Y-0.5Zr 鎂合金鑄造，獲得了顯著的晶粒細化效果，最終獲得了 439 MPa 的高強鑄造鎂合金。用傳統的鑄造擠壓製備 $\text{Mg-10Gd-5.66Y-0.65Zr-1.6Zn}$ 合金，獲得抗拉強度為 542 MPa 的超高強鎂合金棒材。用傳統熱軋方法製備的 $\text{Mg-12Gd-1.9Y-0.69Zr}$ 合金和 Mg-17Gd-0.51Zr 合金，屈服強度都在 360 MPa 以上，抗拉強度都在 400 MPa 以上。

二、利用塑性變形提高鎂合金性能。傳統鑄造鎂合金組織都很粗大，力學性能較差。由於鎂合金是六方結構，塑性變形能力較差，傳統的單一的塑性變形方法難以進一步提高其力學性能。針對這一難點，採用大塑性變形技術，發揮其強烈的晶粒細化效果，可以直接將材料的內部組織細化到亞微米乃至納米級。大塑性變形技術包括等通道轉角擠壓、累積疊軋等。採用大塑性變形製備的 Mg-Y-Zn 合金在 250°C 時獲得抗拉強度為 400 MPa ，屈服強度為 340 MPa ，伸長率達 20% 的綜合力學性能。結合兩種或多種傳統塑性變形工藝應用於鎂合金是改善鎂合金塑性變形能力，提高綜合力學性能的又一思路。比如，結合擠壓、冷軋和時效工藝研製出屈服強度為 445 MPa ，抗拉強度為 482 MPa 的高強 Mg-14Gd-0.5Zr 鎂合金薄板。中南大學結合鍛造和軋製工藝研製了一種高強耐熱

Mg-Gd-Y 系合金，利用多向鍛造開坯，製備厚度為 30~80 mm 的厚板；然後採取熱軋方法，將厚板軋製成 2~10 mm 的薄板，最大總壓下量達到 90% 以上；軋製後經時效處理，室溫時合金抗拉強度 ≥ 475 MPa，屈服強度 ≥ 440 MPa，伸長率 $\geq 3\%$ ；250 $^{\circ}$ C 時抗拉強度 ≥ 330 MPa，伸長率 $\geq 12\%$ 。這種製備方法擴大了鎂合金的應用範圍，特別是能夠滿足航空航太工業上的應用。