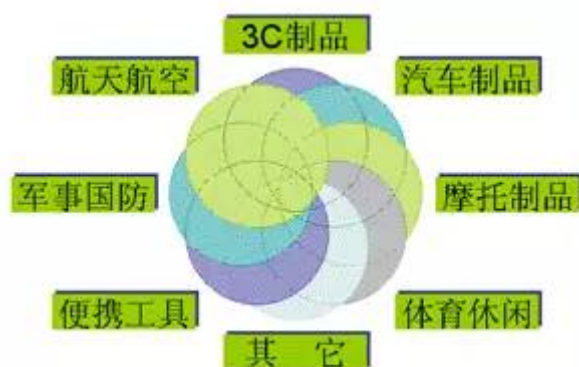


鎂合金 | 即將崛起的新一代戰略材料，鎂產業迎來爆發式增長

2016-02-01 材料+

材料改變世界

【材料+】說：



鎂合金由於其比強度高、彈性模量大、散熱好、消震性好、承受衝擊載荷能力比鋁合金大、耐有機物和城的腐蝕性能好等特點，現已廣泛應用於航空、航太、運輸、化工、火箭等領域。除此之外，鎂合金在醫療器械上的應用潛力很大；如果金屬鎂企業能在加工性能和產品價格上取得突破，那麼鎂合金也將在 LED 產業得到廣泛應用。



院士說

左鐵鏞院士在今年新材料發展趨勢高層論壇中說到：“就鎂材料來說，近 20 年來，我國的鎂材料已取得了三個“第一”的好成績，分別是鎂產量第一，鎂儲量第一和鎂出口量第一。

現在我國在上海交通大學和重慶大學分別建立了鎂材料研究中心，在山西、陝西等省份形成產業一體化的佈局，大大促進了我國鎂合金的研究應用。目前，鎂金屬與鋁金屬相比，價格只高出 20%，相較之前有大幅度降低，這也能極大的促進鎂合金的研究發展和應用。”

那麼，鎂合金的優勢在哪？鎂材料的應用在哪呢？

1 什麼是鎂合金？

鎂是地球上儲量最豐富的輕金屬元素之一，鎂的比重是 1.74g/cm^3 ，只有鋁的 $2/3$ 、鈦的 $2/5$ 、鋼的 $1/4$ ；鎂合金比鋁合金輕 36%、比鋅合金輕 73%、比鋼輕 77%。鎂具有比強度、比剛度高，導熱導電性能好,並具有很好的電磁遮罩、阻尼性、減振性、切削加工性以及加工成本低、加工能量僅為鋁合金的 70%和易於回收等優點。



鎂合金是以鎂為基加入其他元素組成的合金。鎂合金的比強度高於鋁合金和鋼，略低於比強度最高的纖維增強塑膠；比剛度與鋁合金和鋼相當,遠高於纖維增強塑膠；耐磨性能比低碳鋼好得多,已超過壓鑄鋁合金 A380；減振性能、磁遮罩性能遠優於鋁合金。

鎂合金是製造工業中可使用的最輕金屬結構材料之一，其性能特點決定了眾多的應用優勢：一是減輕資源壓力，鎂合金產品的應用可以緩解鐵礦和鋁礦資源短缺的壓力；二是減輕能源和環境壓力，以汽車為例，鎂合金大規模應用可降低10%—15%的油耗和排放；三是鎂合金產品減震性能優越；四是鎂合金能源特性好，在某種程度上可以說有鎂就有電；五是鎂合金產品可遮罩電子輻射，可廣泛用於手機和電腦外殼……中國有豐富的鎂資源（占世界70%以上）和巨大的應用市場，為製造業減重的同時必將提升中國製造業的競爭力。



院士說

丁文江院士說：“鎂材料主要有三大用途：第一，就是輕量化應用。鎂材料應用到汽車、飛機、船舶中，不僅可以提高自身強度，還可減輕自身重量，也就極大的減少了能量消耗。第二，鎂材料主要是功能材料。鎂材料的主要應用就是在無人機上。現在無人機發展的最大制約就是續航能力。而鎂材料的儲氫能力很強，用儲氫鎂材料做成無人機的電池，能極大的提高其續航能力。第三，鎂材料是很好的醫用材料。鎂元素是人體所需的元素，而作為人體支架的鎂材料植入人體後，可以在保證人體機能的情況下，自動溶解，不需要取出，就不會對人體造成二次傷害。”鎂必將成為中國“十三五”材料發展的重中之重。

2 輕量化應用

鎂合金作為目前密度最小的金屬結構材料之一,廣泛應用於航空航太工業、軍工領域、交通領域（包括汽車工業、飛機工業、摩托車工業、自行車工業等）、3C 領域等。

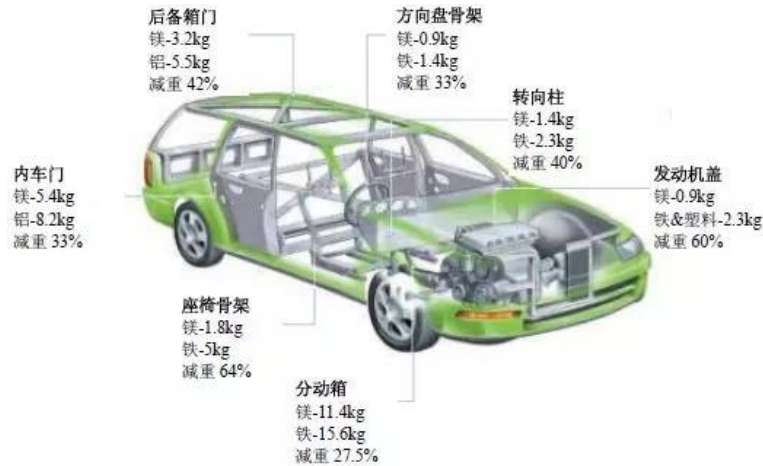


航空航太領域：鎂合金的特點可滿足於航空航太等高科技領域對輕質材料吸噪、減震、防輻射的要求，可大大改善飛行器的氣體動力學性能和明顯減輕結構重量。從 20 世紀 40 年代開始，鎂合金首先在航空航太部門得到了優先應用。

軍工領域：在國外，B-36 重型轟炸機每架用 4086kg 鎂合金簿板；噴氣式殲擊機“洛克希德 F-80”的機翼用鎂板，使結構零件的數量從 47758 個減少到 16050 個；“德熱來奈”飛船的起動火箭“大力神”曾使用了 600kg 的變形鎂合金；“季斯卡維列爾”衛星中使用了 675kg 的變形鎂合金；直徑約 1 米的“維熱爾”火箭殼體是用鎂合金擠壓管材製造的。

我國的殲擊機、轟炸機、直升機、運輸機、民用機、機載雷達、地空導彈、運載火箭、人造衛星、飛船上均選用了鎂合金構件：一個型號的飛機最多選用了 300-400 項鎂合金構件；一個零件的重量最重近 300kg；一個構件的最大尺寸

達 2m 多。在軍工方面需要鎂合金板材以提高結構件強度,減輕裝備重量,提高武器命中率。目前國內需要的板帶材不得不從國外進口。



鎂合金在汽車工業領域：近二十年來，世界汽車產量持續增長，年均增長率為 2.5%。汽車工業發展程度是一個國家發達程度的重要標誌之一，而金屬材料是汽車工業發展的重要基礎。出於節能與環保的要求，汽車設計專家們想方設法減輕汽車體重，以達到減少汽油消耗和廢氣排放量的雙重效果。鎂合金作為最輕的結構材料，能滿足日益嚴格的節能的尾氣排放的要求；可生產出重量輕、耗油少、環保型的新型汽車。鎂合金汽車零件的好處可簡單歸納為：

密度小，可減輕整車重量，間接減少燃油消耗量；

鎂的比強度高於鋁合金和鋼，比剛度接近鋁合金和鋼，能夠承受一定的負荷；

鎂具有良好的鑄造性和尺寸穩定性，容易加工，廢品率低；

鎂具有良好的阻尼係數，減振量大於鋁合金和鑄鐵，用於殼體可降低雜訊，用於座椅、輪圈可以減少振動，提高汽車的安全性和舒適性。

鎂合金壓鑄件在汽車上的應用已經顯示出長期的增長態勢。在過去十年裡，其年增長速度超過 15%。在歐洲，已經有 300 種不同的鎂制部件用於組裝汽車，每輛歐洲生產的汽車上平均使用 2.5kg 鎂。樂觀的估計認為，出於減重的需求，每

輛汽車對鎂的需求將提高至 70—120kg。目前，汽車儀錶、座位架、方向操縱系統部件、引擎蓋、變速箱、進氣歧管、輪轂、發動機和安全部件上都有鎂合金壓鑄產品的應用。



摩托車領域：50 多年來，經過不斷的技術革新，鎂合金在摩托車上的應用也不斷在廣度和深度上進行擴展，應用車型從賽車擴展到運動型摩托、輕便型摩托、概念型摩托，覆蓋歐美日十幾種主要摩托車品牌，鎂合金應用部件涵蓋動力系統，傳動系統以及各種摩托車附件四十餘種，其中僅英國的 Dymay 輪轂就應用多達 400 種車型。國內摩托車鎂合金的應用目前尚屬空白，重慶隆鑫率先試製出型號為 LX150 的“鎂合金綠色概念摩托車”，在國內引起了廣泛的關注，所採用的 12 個零部件如今已有 3 個實現了規模化生產。



3C 領域：3C 產品——Computer，Communication，Consum-

erElectronicProduct(電腦類、通訊類、消費類電子產品)是當今全球發展最快的產業，數位化技術導致了各類數位化產品的不斷湧現。鎂合金 3C 產品最早出現於日本，1998 年，日本廠商開始在各種可攜式商品(如 PDA、手機等)採用鎂合金材質，如今運用鎂合金最普遍的 3C 產品是筆記型電腦，也是由日本 Sony 公司率先推出的。在 3C 產品朝著輕、薄、短、小方向發展趨勢的推動下，近年來鎂合金的應用得到了持續增長。

3 作為功能材料

除了質輕這一優點，鎂合金還有很多功能特性被開發和利用:鎂合金阻尼容量大，用作汽車、飛機或武器裝備的驅動、傳動部件有明顯的減震減噪效果;鎂合金材料的 LED 燈具或電子系統的散熱器具有良好的散熱性能，使用壽命長;鎂合金電磁遮罩性能良好，用於軍用電腦、通訊器材，可以防比電磁波資訊洩露，降低電磁輻射危害;鎂合金儲氫容量大、電極電位低，作為儲氫、電池材料有很大的優勢比習。因此，鎂及鎂合金作為功能材料具有廣泛的應用前景，國內外學者在這一領域進行了初步的探索和研究。

阻尼材料：鎂及鎂合金在相同的載荷下比其他金屬材料消耗更多的變形功，是阻尼性能最好的結構材料，可用於控制噪音和增強結構穩定性。目前鎂合金的阻尼機理研究不夠深入，缺少一套系統的理論來指導應用，阻尼性不能有效控制。

電磁遮罩材料：目前主要的電磁遮罩材料主要是導電材料和有一定磁性的金屬導電材料。鎂及鎂合金不僅導電性良好，而且在很強的磁場中也不會被磁化，在較寬的頻率範圍內具有優良的電磁遮罩特性。經過表面處理後，其電磁遮罩性能有可能得到進一步改善，用於製造電子通訊產品、軍用電腦等有著不可比擬的優勢。IBM 公司曾用 AZ91 D 鎂合金製作成 1.4mm 的筆記型電腦殼體做實驗，在 30 ~200MHz 頻率範圍內的遮罩能力始終穩定在 90~100dB，約是帶電鍍層的 ABS 殼體的兩倍。

導熱材料：鎂及鎂合金比樹脂、塑膠產品散熱性能好，用來製造元件密集的電子產品，或電子產品的外殼、零部件，可以充分發揮其散熱的優勢。目前在 LED 燈具和電子系統散熱器等領域已經有初步應用，但是鎂合金是否能替代廣泛應用的鋁合金散熱器，散熱性能如何提高，很多學者進行了初步的研究。

儲氫材料：氫能源是一種高效，無污染的綠色能源，由於常溫下以氣態存在，所以如何更安全有效地儲存和運輸一直備受關注。從 1968 年美國科學家首次發現鎂—鎳合金具有吸氫功能後，金屬儲氫材料由於儲氫密度高、可迴圈吸放氫、安全性高等優點，吸引了很多人進行研究。鎂合金質輕、儲氫量大、資源豐富，是公認的最有潛力的儲氫材料。

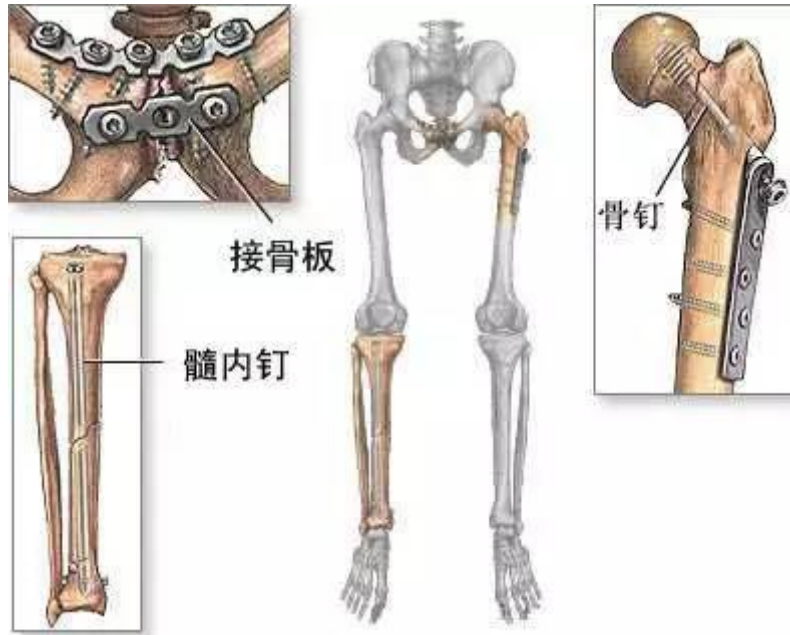
電池材料：電池是人類生產生活的必需品，目前應用的鋅錳、鉛酸、鎳鎘電池中含有汞、鉛、鎘等重金屬元素，潛在地威脅人類和環境。鋰離子電池在大電流充放電時會析出金屬鋰，存在安全隱患。金屬鎂與鋰化學性質相似，電池能量密度高，資源豐富，又無毒可回收，作為電池材料有著很大的潛力。按照工作性質和儲存方式，鎂電池可分為：一次電池、二次電池、儲備電池和燃料電池。鎂乾電池具有良好的溫度適應性，儲存壽命較長，但是鎂合金負極難成型，僅被用作軍用通訊設備，鎂二次電池與鋰離子電池原理相似，但能量密度是鋰的兩倍，

可用作電動車等大功率的可充電池。鎂儲備型電池，在乾燥狀態下儲存壽命可達 10 年以上。使用時需要臨時加電解液活化半小時，工作電壓平穩，使用壽命只有 0.5~24 小時，主要用於海難救生等工作時間較短的情況。鎂燃料電池儲能量高，使用安全方便，常用於海下儀器等可移動設備的電源。

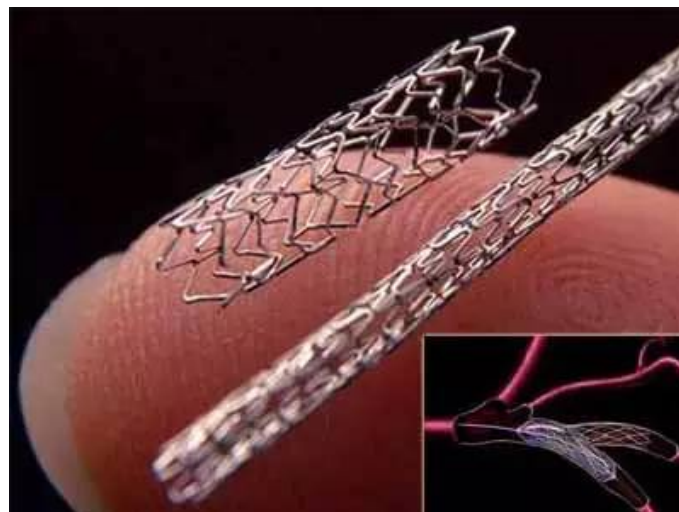
4 作為醫用材料

隨著現代科技的發展，越來越多的金屬或合金被用做植入材料，鎂及鎂合金作為生物醫用材料有很多優於其他金屬的特點：鎂不僅密度(1.74g/cm³)與人骨的密度(1.75g/cm³)相近，而且與其它金屬相比彈性模量和抗壓屈服強度更接近人骨；Mg 在人體環境中可完全降解吸收，免去了二次手術給病人帶來痛苦和負擔；Mg 是人體所必需的一種重要元素，在細胞中的含量僅次於鉀，具有良好的生物相容性。

骨固定材料：目前，廣泛應用的不銹鋼和鈦合金的彈性模量都遠高於人骨的彈性模量，由此產生的應力遮擋效應不利於骨的生長和癒合。鎂合金與人骨的彈性模量接近，可有效緩解應力遮擋效應。鎂合金在骨折癒合初期能夠提供穩定的力學性能，逐漸降低其應力遮擋作用，使骨折部位承受逐步增大至生理水準的應力刺激，從而加速骨折癒合，防比局部骨質疏鬆和再骨折的發生。實驗涉及的骨固定材料主要有棒、板條和螺釘，對此已有大量研究報導。



血管支架：迄今為比，臨床上多採用由不銹鋼與高分子製成的血管支架來治療血管狹窄等問題。但不銹鋼支架永久存在血管內，可引發局部炎症，有血管再狹窄的可能性；高分子支架力學性能差，在降解期間，容易在植入處誘發酸性環境，延緩病癒。鎂合金因易降解性及合適的力學性能，可被製成可降解血管支架。



多孔鎂骨組織工程材料：常用的多孔骨組織工程材料有生物陶瓷和聚乳酸，這些材料力學性能差。多孔鎂作為一種可降解的生物材料，其力學性能符合要求，且其本身具有生物活性，可誘導細胞分化生長和血管長入。Witte，Wen 和 Tan 等分別通過鑄造法、粉末冶金法和鐳射加工技術製備了多孔鎂骨組織工程材料，認為鎂合金在多孔骨組織工程材料方面具有良好的發展前景。

5 鎂產業的困惑

儘管目前各方面對鎂材料的關注度提高，但是冷靜分析，近年來在鎂的應用方面有兩大現象困惑著鎂工業。

一是中國之外的地區鎂消費增長乏力。據分析，2010-2012 年，除中國以外地區鎂消費量徘徊在 50 萬噸左右，2012 年甚至出現下降。全球鎂市場增長主要依靠中國。中國鎂產品的出口量也呈現下降局面。二是全球鎂合金消費增長乏力。2012 年全球鎂合金消費量約為 255kt,占消費量比例是 34.45%。而 2007 年最高值為 360kt。2012 年中國鎂合金消費量約為 80kt，占消費量比例是 31%。而 2007 年為 92kt。近年鎂消費的增長主要來自鋁、鈦、鋼鐵。而在我們寄予厚望的終端消費市場，鎂合金壓鑄件和鎂合金加工業材的需求沒有大的變化。這個市場迫切需要積極的推動。

鎂產品的開發與應用面臨兩方面的制約因素。一是科技和工程問題，核心是如何能通過揚長避短，開發出更多高性能的新型合金材料，以及如何提高加工技術。**二是戰略與管理問題**，如何通過資源整合加快鎂合金產業化進程，擴大其應用。他認為，制約中國鎂合金產業提升和應用的首要障礙是戰略與管理問題而非科技與工程問題。

在政府層面，鎂產業的國家戰略和行業規劃缺失，並沒有從國家資源能源戰略高度和國際競爭角度來審視鎂的重要地位。鎂合金及其產品的研發缺乏系統性規劃，研發資金投入不足、研發內容涵蓋面有限。

在行業層面，鎂的研發和產業化推進事業缺乏有效的協調和組織，產業聯盟缺失，行業標準不完善，沒有多層次高水準的行業服務平臺，行業缺少領軍人物和領軍企業，不能及時有力的發出行業的聲音。

在企業層面，鎂生產企業普遍實力不足，所能掌控的資源十分有限，商業模式待優化，從事實體經濟的企業多數舉步維艱，難有長遠眼光和超前佈局，企業專業人才普遍缺乏。

在科研層面，雖然國內從事鎂研究的科研院所和大專院校較多，但是鎂方面的科研經費還是不足。科研成果雖然不斷獲獎，但實際上成果轉化不力，與產業化結

合不緊密。科技協作不夠，研究力量分散，資源浪費，也並未有建立起國家支持的科技成果的共用機制。

在用戶層面，對鎂認知不夠，對鎂供應穩定性還有疑慮。製造類企業創新動力和壓力都不足，習慣於給國外公司做代工，或者做代工的代工，一味最求成本低廉，掙快錢，並未有足夠意願以材料創新為突破口實現產品創新。同時，由於缺少系統化的鎂應用的生命週期分析研究和材料資料庫支撐，產品設計開發進展並不理想。

在金融投資層面，絕大多數的投資者和投融資機構更喜歡錦上添花，而非雪中送炭。還未能看到鎂材料和鎂業的投資價值，在鎂業資金投入，資源整合方面還缺乏更多耐心，更多的關注。

6 我們鎂產業的前景

(一)構建應用型戰略聯盟

構建應用型戰略聯盟，是近年來產業調整一個新課題，由終端產品型使用者當盟主，該類用戶是技術創新的重要參與者和利益相關者。用戶直接參與產學研合作，不但能夠減少技術創新的盲目性，縮短新產品從研究開發到進入市場的週期，而且有效降低技術創新的風險和成本。

(二)聯合重組，轉型升級

截至 2012 年底，我國鎂冶煉企業有 74 家，3 萬噸產量的才有 4 家、1 萬噸產量有 22 家。生產能力在 1.5 萬噸以下的企業有 20 家。這 20 家不符合《鎂行業准入條件》中現有企業生產能力要達到 1.5 萬噸以上的規定。

1、淘汰落後產能。國家、省區政府部門嚴格執行《准入條件》，對 1.5 萬噸以下現有企業限期改造升級達產達標，或兼併重組或被視為落後產能淘汰出局；

2、**打造大型企業集團**。具有經濟、技術、管理優勢的國企，選擇與加盟有競爭力的鎂冶煉企業共同提升技術裝備水準，做強做大，建成國內一流、具有核心競爭力和國際影響力的鎂合金加工大型企業集團；

3、**設立示範企業**。國企選擇具有資源、能源優勢地區，採用先進鎂冶煉技術工藝，新建“兩化”深度融合的現代化鎂冶煉示範企業。

4、**上下游企業聯合重組**。國家應鼓勵“煤—燃氣—電—矽鐵—鎂”及“礦山—冶煉—加工—應用”一體化經營。提高全行業的盈利。這種強強聯合重組、轉型升級，可實現降低經營成本，擺脫產能過勝，提高國際競爭力和話語權。

(三)建立國家級鎂合金加工生產應用推廣示範基地

為推廣應用擴大內需，加大宣傳力度。宣傳鎂是具有優異性能和特殊功能的新材料。近些年來，西方國家十分重視金屬鎂的應用，視為戰略新材料。美國、德國、日本等發達國家巨額投資，實施研究及產業化戰略，搶佔新材料開發與應用制高點。臺灣富士康科技集團在大陸已建成了 6-7 個鎂合金結構件的研發生產基地。

1、建設示範性基地

在上海(含長三角地區)、深圳(含珠三角地區)、重慶地區、瀋陽(含東三省)、京津環渤海、山東、河南等中原地區，建立 7 個國家級鎂及鎂合金加工生產應用推廣示範性基地。根據國家“新材料產業“十二五”發展規劃”的重點目標要求，通過開展跨地區、跨行業、跨所有制的強強聯合，兼併重組，加快培育和建成一批具有一定規模、優勢突出、掌握核心技術和具有國際競爭力的新材料研發生產應用推廣示範型企業，向著“專、精、特、新”方向發展，擔負著技術進步、人才培養、支撐與引領行業有序發展等重任。

2、建立產業聯盟

鼓勵建立以優勢企業為龍頭，聯合產業鏈上下游核心企業的產業聯盟，通過打通目標產品的合金開發、產品設計、材料加工、部件產品生產、產品應用和合金廢料、零部廢料回收利用的整體技術鏈條和迴圈過程，形成以新材料為主體、上下游(產學研用)緊密結合的產業體系。

3、加快規模化發展

充分利用已有軍工新材料產業發展的技術優勢，加快軍民聯手共施新材料產業化、規模化發展。

總之，鎂合金作為戰略材料，絕對能在未來的國家產業發展中起到決定性的作用；鎂產業也將迎來爆發式增長。