



數據匯合 智創未來
Convergence of Data in Creating
of Future Intelligence

先進鎂鋁合金成型技術之應用及案例

Ir Norman CHAN 拓展中心總監

輕合金鑄造在不同領域市場應用增長需求日益上升

◆ 交通領域

輕量化包括汽車車身、發動機、新能源車的動力結構、電池箱體等…

◆ 智能自動化領域

機器人等智能設備輕量化及結構簡化的需求

◆ 航天航空及機械領域

以鋁代鋼、以鑄代鍛

隨著金屬提煉與加工技術的不斷發展提升以及加工應用成本的不斷降低，近年來，鎂合金材料在車輛工程、**3C**電子產品、輕化工、冶金還原、國防軍工等領域也得到了廣泛的應用。



汽車排放管制

排放要求

2016年1月1日起，我國全面實施乘用車第IV階段排放標準。2020年起油耗要下降至5L/100km左右，對應二氧化碳排放約120g/km。



- 2016年汽車工程學會針提出節能和新能源汽車技術路線圖——輕量化：2026-2030年，實現整車減重35%，重點**鎂合金**、碳纖維複合材料。
- 由于鎂合金材料的重量輕且比强度較高，其在汽車製造中的應用，能够有效減輕汽車的整車重量，從而減少其行駛過程中的燃油消耗，環保與節能效果顯著。據相關數據統計結果表明，**每減輕100kg，油耗節約0.4L**，由此可見，**鎂合金材料在汽車領域的應用所產生作用效益十分顯著**。
- 此外，**鎂合金材料的高比强度特徵也能够較好的滿足汽車的負荷要求，再加上其材料的鑄造性與加工製造尺寸穩定性特點優勢，在汽車製造領域的應用所產生的材料廢品率較低，從而實現生產成本的有效降低。**

嘉瑞

嘉瑞集團于1980年成立，過去40多年來不斷努力創新，以卓越的管理模式，創新的研發實力，再加上強大的產能及國際級品質管理體系，憑著自身強大核心競爭優勢，成為**鎂、鋁、鋅合金精密鑄造成型及注塑業務的領導企業**。為全球知名品牌，提供全面、專業與優質一站式服務。集團為客戶提供全面服務的同時，以環保、培育人才及社會公益為己任，積極秉承企業責任，盡力回饋社會。



產品設計與開發



自動化模具加工



精密壓鑄與注塑



品質保證



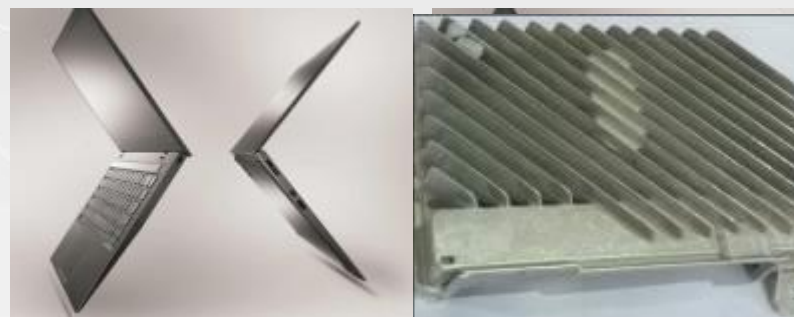
多種表面處理工藝



二次加工

嘉瑞和鎂

- 1999年 引進香港第一台鎂合金壓鑄機，開始涉足鎂合金壓鑄技術和產品應用的研發
- 2005年 成爲聯想筆記本電腦供應商
- 2011年 成立研發中心，致力稀土鎂合金產業化應用
- 2013年 鎂合金業務銷售額爲7.97億港幣
- 2015年 被授予“中國南方鎂合金高新技術產業化基地”、“南方稀土鎂合金產業化應用基地”
- 2017年 創立智能鑄造產業輕合金創新中心
- 2018年 成立院士工作站
- 2018年 香港首家企業獲頒發「工業4.0『1i成熟度等級認可』證書
- 2020年 與丁文江院士進行輕合金精密成型國家工程研究中心新技術合作交流



中國南方鎂合金高新技術

產業化基地

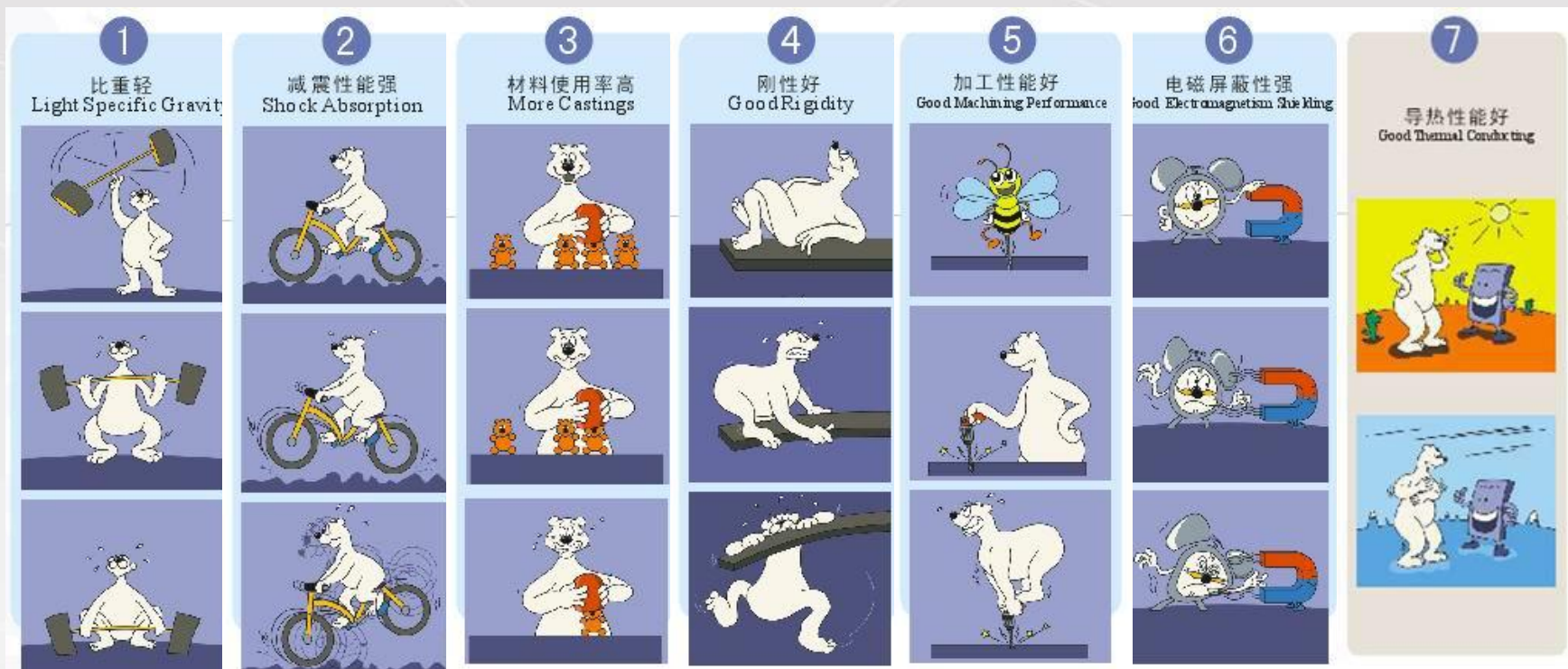
中國有色金屬工業協會鎂業分會

南方稀土鎂合金應用

產業化基地

中國稀土行業協會稀土合金分會
2015年11月

鎂合金



鎂合金作為一種最具有開發與應用發展價值的有色金屬材料，它也是金屬材料中最輕的一種，與其他金屬材料相比具有較為突出的特徵優勢。

隨著金屬冶煉技術與產品成型加工技術的不斷發展提升，使鎂合金材料在實際中的加工應用也得到不斷的推廣和發展，並且其開發應用與發展前景越來越廣闊。

鎂合金 Vs 鋁合金在比重力學、熱力學性能對比

	壓鑄鎂合金		壓鑄鋁合金	
	AZ91D	AM60	ADC12	A380
密度 (g/cm ³)	1.81	1.79	2.64	2.74
抗拉強度 (MPa)	260	220	295	320
屈服強度 (MPa)	160	130	185	160
延伸率 (%)	5	13	2	3.5
比強度	143.7	122.9	111.7	116.8
比剛度	24.9	25.1	26.5	26.3
比熱容 (J/cm ³ ·K)	1.911	1.81	2.257	2.355

電磁屏蔽、阻尼減震性能

研究顯示，鎂合金的阻尼性能是其它合金的5-20倍，例如，AZ91D合金在20MPa應力下其衰減係數為20%，而A380僅為1%；在100MPa下，AZ91D衰減係數為55%，而鋁合金僅為4%。

常見材料的電磁屏蔽效能

Alloys	屏蔽效能SE (dB)	頻率f/MHz
AZ91D鎂合金	90	30<f<100
Al鋁合金	45-65	30<f<100
Fe纖維	60-80	30<f<100
不銹鋼纖維	40	30<f<100
Cu纖維	67	30<f<100

鎂-21世紀綠色工程結構材料!!!

嘉瑞集團：實現交通領域行業新輕量化潛力的戰略

- 1) 結構優化
- 2) 輕質材料的應用
- 3) 輕量級過程的實現
- 4) 優化設計
- 5) 刪剪內容
- 6) 優化/修改製造操作

輕量化戰略

基于能量吸收、結構完整性、剛度、成形性、表面處理、質量和成本。

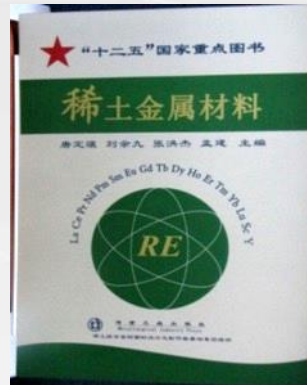
汽車製造商采用的一種流行策略是減輕車輛重量，這可以顯著降低燃油消耗和二氧化碳排放。使更輕的汽車消耗更少的燃料，因為它需要克服更少的慣性，從而減少移動車輛所需的動力。

不同的汽車製造商采用了多種減重策略來減輕汽車重量。使用鋁、鎂等輕質材料或優化現有車輛設計。

材料研發

KSMRE-A (高流動性稀土鎂合金)

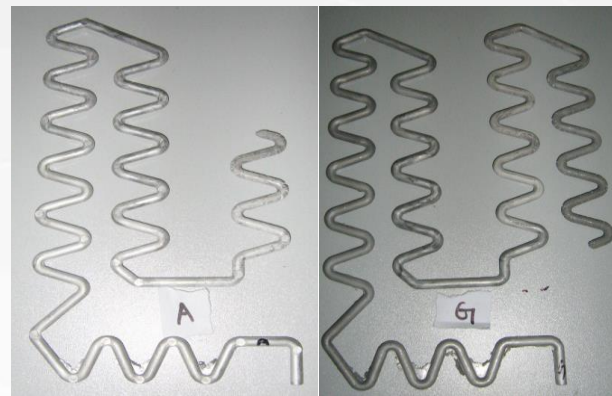
- 通過加入稀土，熔體流動性提高了10%
- 耐腐蝕性提升了400%



合金書籍封面
使用AZ91D+RE



筆記本電腦C蓋 使用 AZ91D + RE

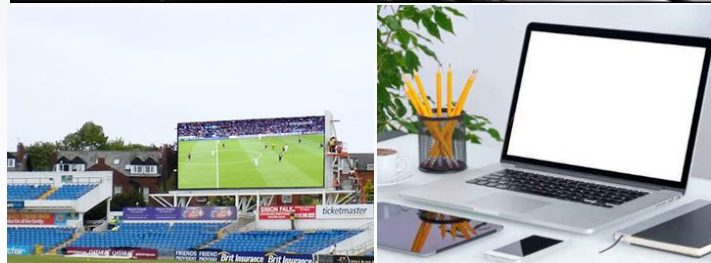
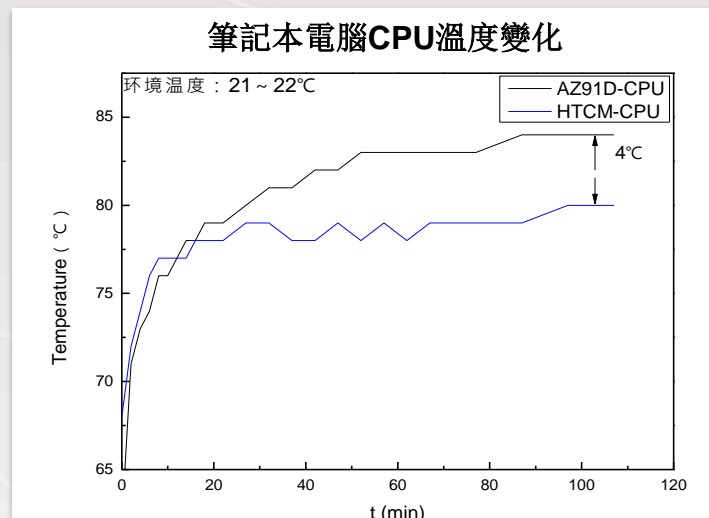


- AZ91D (左)
- AZ91D+RE (右)

材料研發

KSHTCM-1 (高導熱散熱稀土鎂合金)

項目 (單位)	KSHTCM-1	AZ91D	測試規範
熔點 (°C)	625 ~ 630	600	GB/T 1423-1996
密度 (g/cm ³)	1.8	1.8	GB/T 1423-1996
硬度 (HBW)	63.8	61.6	GB/T 231.1-2009
抗拉強度 (MPa)	220 ~ 250	230	GB/T 228.1-2010
屈服強度 (MPa)	140 ~ 150	150	GB/T 228.1-2010
延伸率 (%)	★ 7~10	3	GB/T 228.1-2010
熱導率 (W/(m·K))	★ 100~120	50~60	GB/T 22588-2008
電導率 (ms/m)	★ 15.22	6.62	GBT12966-2008
流動性 (mm)	1140 ~ 1160	1130 ~ 1150	螺旋形流動性試樣法
鈍化後耐腐蝕	NSS > 48 h	NSS > 48 h	GB6458-86
嘉瑞高導熱散熱稀土鎂合金 KSHTCM-1 vs 壓鑄 AZ91D 鎂合金性能 (23°C)			



材料研發

鎂合金在汽車工業中的應用需要更高的耐熱性和機械性能，嘉瑞集團已開發出耐高溫、高強度的鎂合金，以滿足市場的趨勢。



避震控制臂

稀土鎂合金在室溫條件下：

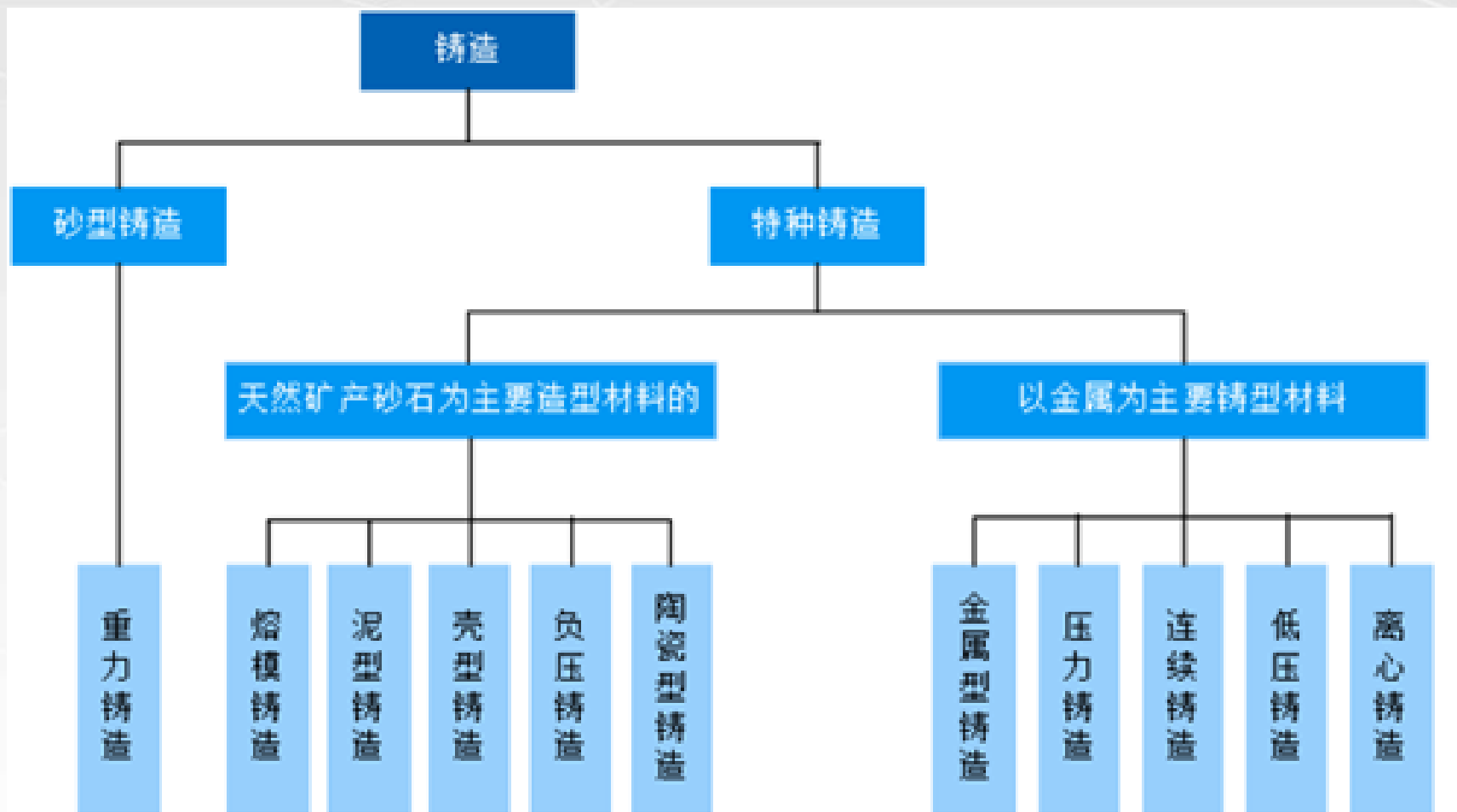
材料	抗拉強度 (MPA)	屈服強度 (MPA)	延伸率 (%)
目標	250.0	190.0	8
AZ91D	240.0	160.0	5
稀土鎂合金	273.0	192.0	7.7

稀土鎂合金在高溫條件下：

	溫度	Rm/MPA	Re/MPA	A / %
稀土鎂合金	150°C	153	117	40
	200°C	120	103	36
	250°C	108	96	21

輕合金的鑄造方法

根據鎂合金材料在各產品領域的加工應用實際情況，其材料加工成型技術類型主要包含壓鑄成型、鍛造成型與觸變成型、焊接、半固態成型等多種技術手段。除此以外，今天我將為大家介紹幾種不同的升級工藝：



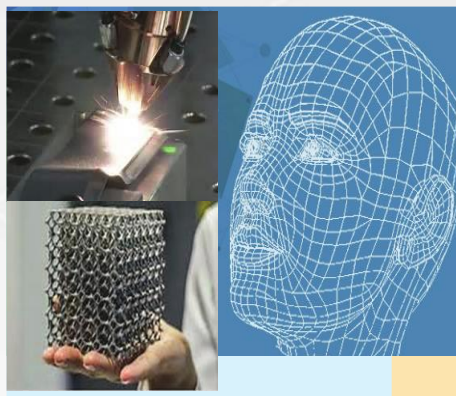
3D 打印技術



金屬列印



砂型列印



SLA列印



FDM列印



- 3D打印服務和優勢:
- 它可以創建塑料、金屬和沙原型，并打印鑄造成金屬的塑料模具
- 允許低容量運行
- 與傳統鑄造方法相比，更換和需要更少的勞動力
- 與傳統工具相比更實惠
- 為傳統的金屬零件原型製作工藝節省製造成本和時間

3D打印技術目前已經在許多領域逐漸廣泛使用，如工業製造和生活領域，它將為人類的消費模式和商品製造方式帶來巨大的變化。基于最新的技術資訊，3D列印技術的類型和現狀在工業設計領域已經有了很大的應用。更重要的是，工業設計已經根據其原理預測和規範了3D列印技術的發展趨勢。

3D打印快速鑄造工藝流程



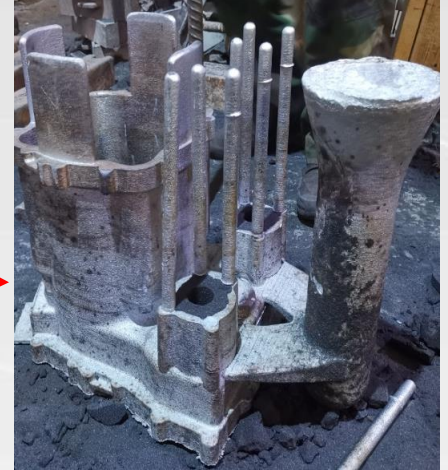
3D打印砂模



澆鑄



澆鑄成型



清砂



拋丸



CNC加工



包裝出貨

3D打印快速制樣與傳統制樣對比（以下電機殼為例）

編號	類型	傳統CNC	試驗模具	3D打印砂型	比對
1	模夾具製作	簡易夾具1天	45天	砂模打印4H	3D打印優
2	複雜結構件	加工不出	加工不出	不受結構限制	3D打印優
3	CNC時間	全加工14天	局部加工2天	局部加工2天	3D打印優
4	鑄件質量	鑄件緻密	有砂孔，縮松缺陷	鑄件緻密	CNC，3D打印優
5	尺寸精度	0.02- 0.05MM	0.1-0.15MM	0.15-0.2MM	CNC精度高
6	粗糙度	Ra1.6	Ra6.4	Ra12.5	CNC加工優
7	制樣周期	14天	45天	8天	3D打印優
8	成本費用	30,000元	300,000元	15,000元	3D打印優
9	產品性能測試	型材合金測試與鑄態合金有差异	生產采用壓鑄成型，前期產品性能測試更精准	3D打印鑄件同為鑄態合金，前期產品性能測試精准	3D打印優

產品前期開發，傳統制樣一般采用CNC或快速試驗模具，時間及周期很長，制模成本高。

3D打印+快鑄成型優勢明顯，快速制樣節省大量開發時間及成本。

由设计到出产品只需八天

第1天	第2天	第3天	第4天	第5天→第8天	Total
					8天
沙模设计 (大约6小时，以一天计算)	3D打印砂模	浇铸	清理好送CNC加工	CNC加工完成尺寸检测	

砂型3D打印產品輕量化應用(其他案例-清掃盤)

采用3D打印砂型快速制樣，縮短開發周期

產品原方案：

1. 鋼板衝壓
2. 焊接
3. 製作周期長

缺點：

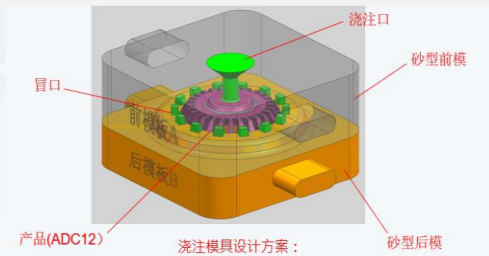
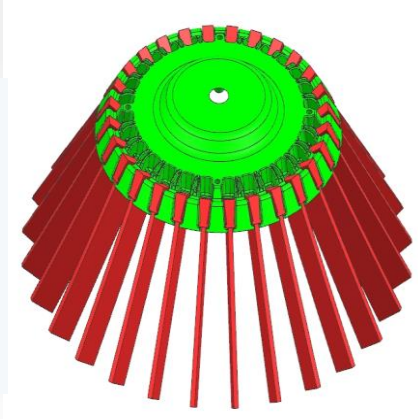
- 1, 鋼板焊接尺寸不規範，工藝複雜，成本高。
- 2, 鋼板產品重，重量達16KG，

現有方案:

一體化設計，優化後鋁合金重量8KG



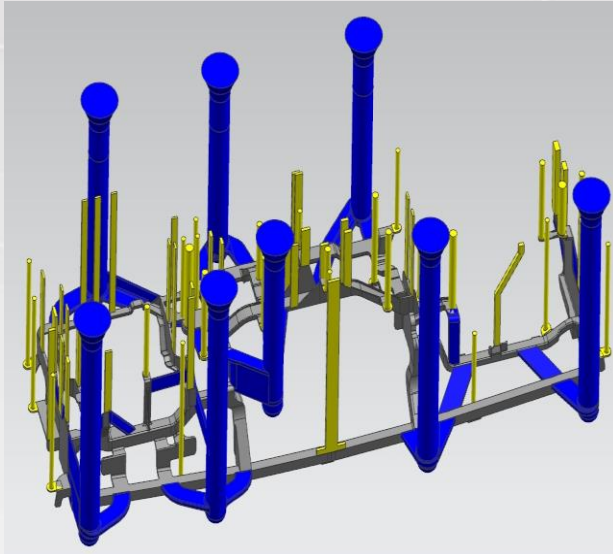
環衛車清掃盤



前期采用3D打印砂模+浇注成型快速制样，完成日期为5-10天。

砂型3D打印產品輕量化應用(其他案例-CCB)

采用3D打印砂型快速制樣，縮短開發周期



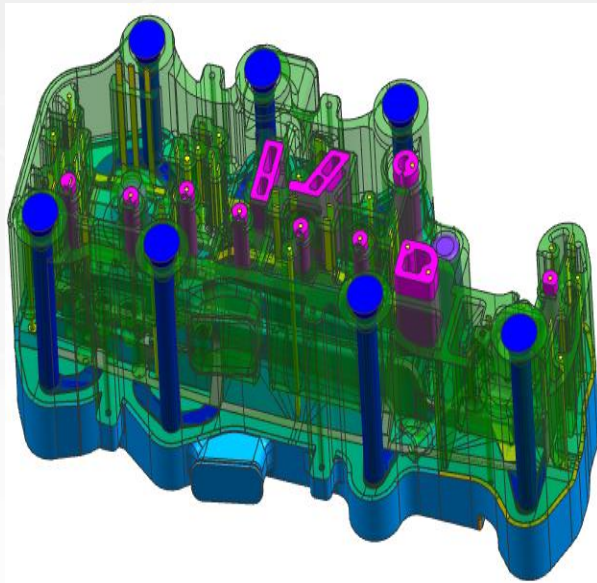
砂型模具預熱



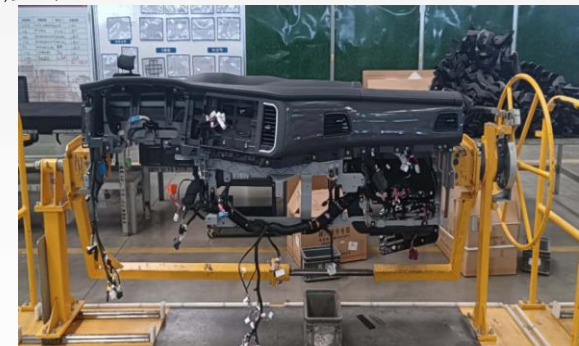
鑄造



鑄造產品。



砂型模具設計



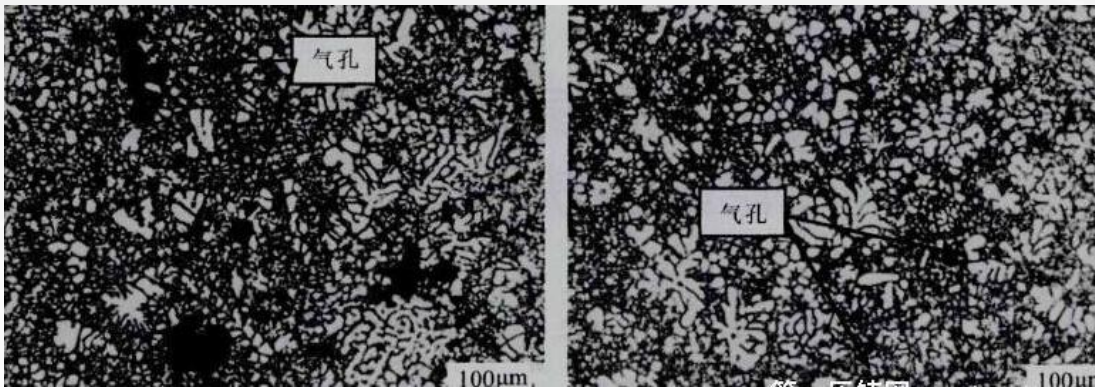
組裝測試

高真空壓鑄技術

真空壓鑄是通過設在模具上的抽氣通道與模具型腔相連接。壓鑄過程中抽出模具型腔的氣體，消除或減少壓鑄件內的氣孔和溶解氣體，提高鑄件力學性能，表面質量的先進壓鑄工藝。

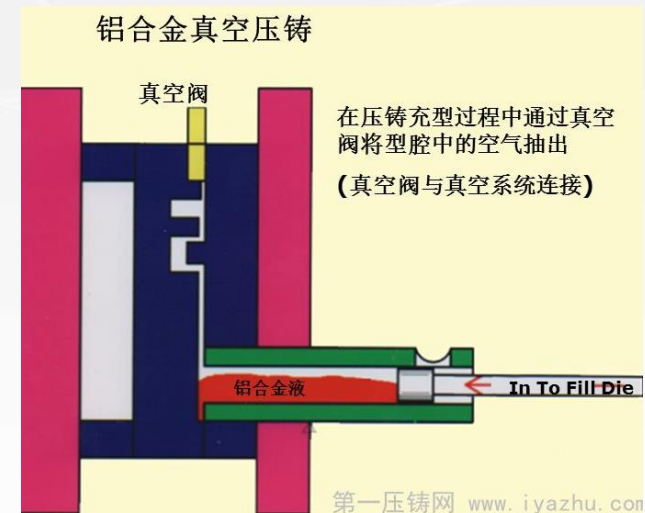
工藝特點：

- (1) 鑄件氣孔缺陷消除或顯著減少，組織緻密度提高，力學性能增強，表面質量改善。
- (2) 鑄件可進行熱處理，可獲得更好的力學性能。
- (3) 真空壓鑄法改善了充填條件，可壓鑄較薄的鑄件；



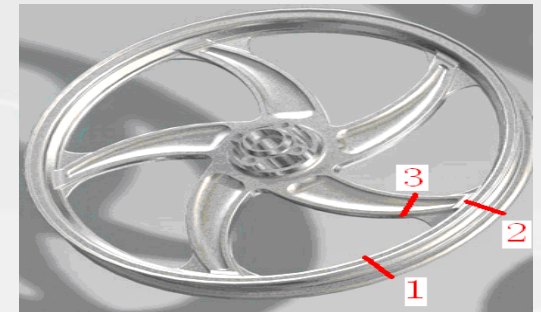
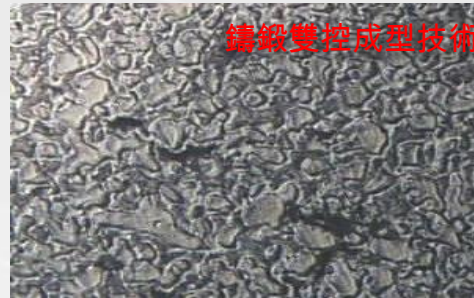
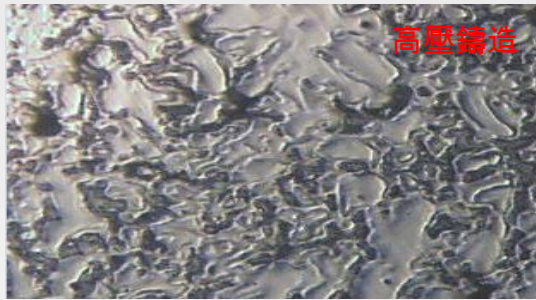
(a) 普通壓鑄

(b) 真空壓鑄



鑄鍛雙控成型技術

嘉瑞自主研發的鑄鍛雙控成型技術，是綜合了高壓鑄造和鍛造工藝特性提出的新的成型工藝，在同一設備生產過程中鑄鍛雙控成型技術實現了壓鑄和鍛造兩種工藝相結合，達到對產品控形和控性的雙重效果，減少了普通壓鑄成型砂孔和組織疏鬆的缺陷，鑄件在高壓狀態結晶凝固，可以顯著提升鑄件質量，提高產品的力學性能。



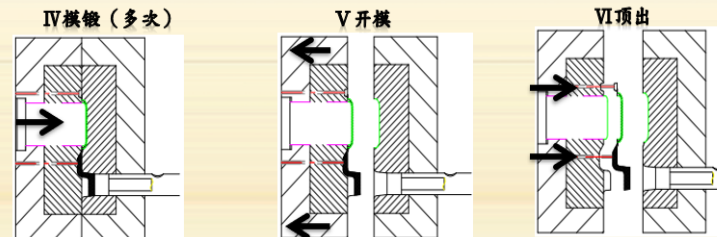
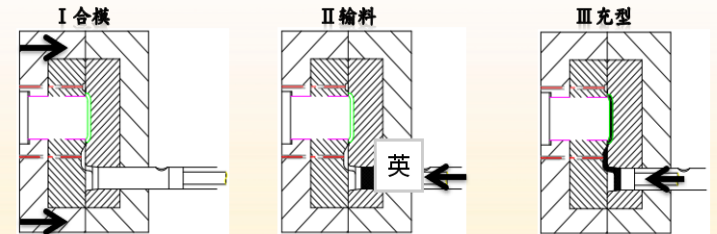
力學性能對比

AM60B	抗拉強度	屈服強度	延伸性
高壓鑄造	220MPa	130MPa	7.5%
鑄鍛雙控成型技術	245MPa	140MPa	9.0%
提升(%)	10%	8%	20%

性能特點：

1. 大幅減少產品疏鬆、縮孔和氣孔等壓鑄缺陷；
2. 提高產品的緻密性，提高產品力學性能；

鑄鍛雙控成形工藝流程：



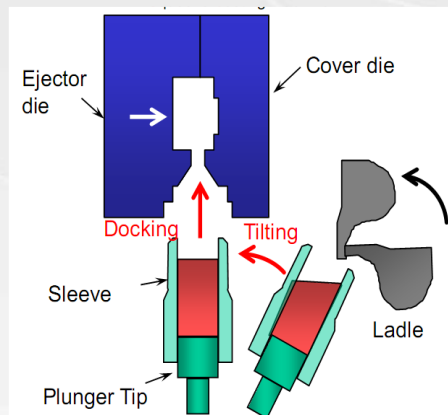
擠壓鑄造技術

擠壓鑄造是一種新型、先進的成型方法，又稱為液態模鍛，是將液態金屬注入壓室，低速層流，高壓補縮的填充方式凝固成形，消除鑄件內部的縮孔，疏鬆等缺陷，使鑄件緻密、外觀優良，可熱處理等，獲得組織緻密，機械性能高的鑄件，突破現壓鑄工藝的瓶頸，為汽車，軌道交通輕量化結構件，提供最優質的解決方案。將推動工業化向輕量化、高性能、環保型方向發展

每輛公交車需要400件，與鋼相比，總重量可減少45Kg。



設備



原理原理



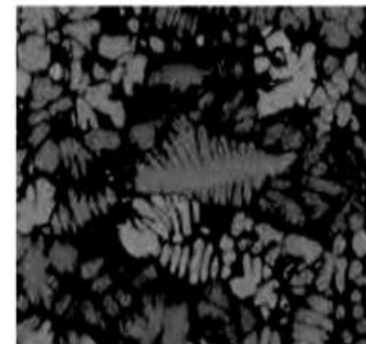
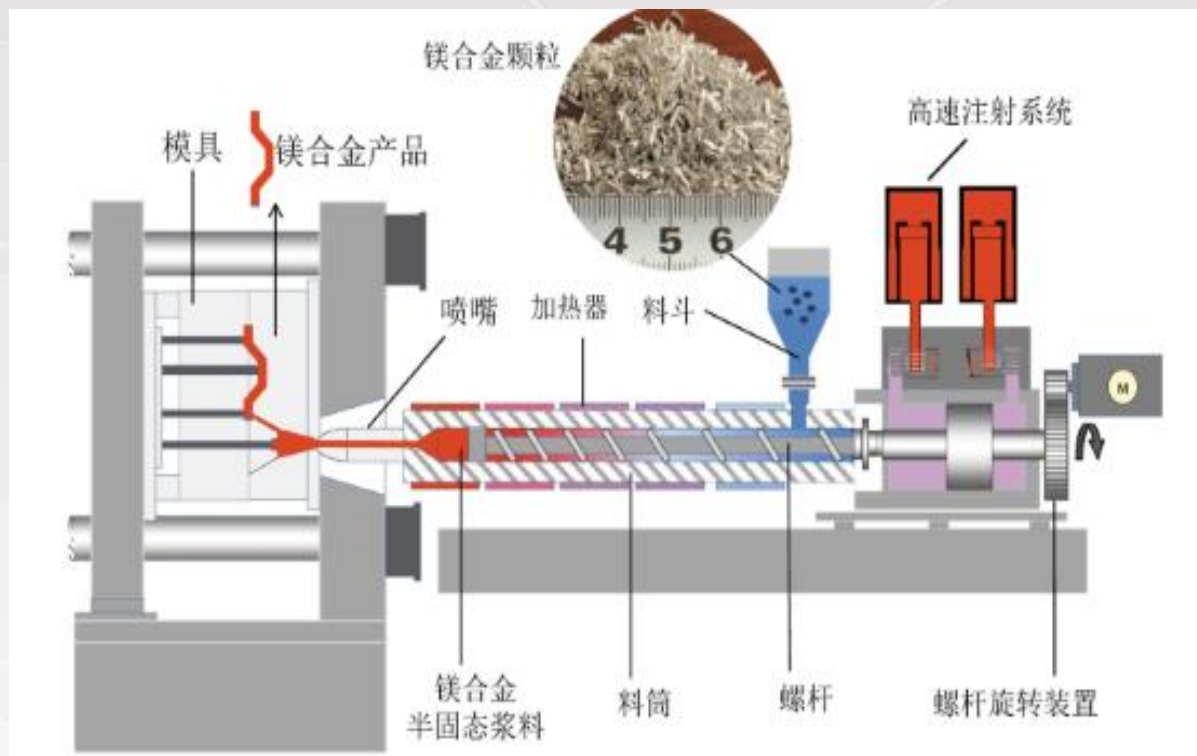
產品:連接器



產品:懸掛機殼

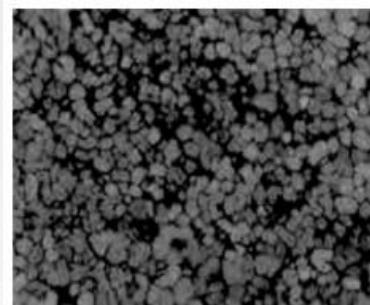
種類	抗拉強度	屈服強度	延伸性
擠壓鑄造 +T6	328	262	11.9%
高壓鑄造	260	170	4%
提升 (%)	26%	50%	197.5%

半固態鑄造工藝



普通压铸
显微结构

Ordinary die casting
Fiber structure

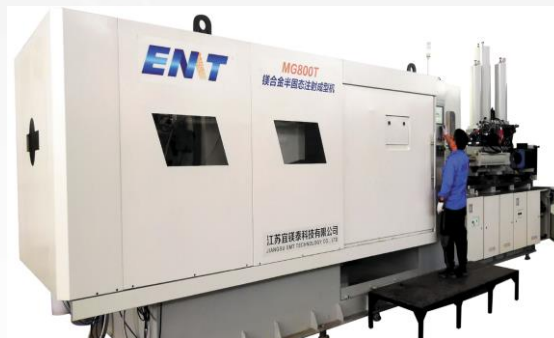


半固态
射出显微
结构

Semi-solid state
Injection microscopy
structure

工艺原理:

镁合金颗粒原料依靠负压、重力进入半固态浆料制备管（料管），在料管内热熔并在螺杆搅拌剪切作用下形成固液两相混合物（半固态浆料），由于搅拌剪切使固相为球状，浆料流动性良好，在此状态将浆料高速压射入模具成型，冷却定型。



Innovation Drives
The Smart Future

半固態鑄造工藝選用模具：筆記本底蓋

材質：AZ91D傳統鎂合金、HTCM-1高導熱鎂合金

鎂粒加熱溫度：AZ91D 600°C HTCM-1 680°C



AZ91半固態產品



HTCM-1半固態產品



半固態產品金相

半固態設備從生產角度來說，無論HTCM-1或者AZ91D都可以良好成型。

半固態成型的產品的金相組織較冷式壓鑄的金相組織，晶粒較細小，缺陷較少。

牌號	成型方式	抗拉強度 (MPa)	屈服強度 (MPa)	延伸率 (%)
AZ91D	冷室	200-240	180-190	1-3
AZ91D	半固態	245	197	3.5
HTCM-1	冷室	200-240	170-185	3-6
HTCM-1	半固態	224	160	6.5

從產品本體取樣的力學性能上看，延伸率方面，半固態壓鑄延伸率較冷式壓鑄有一定上升。

目前人們對鎂合金材料在理論與實用性方面進行了大量的研究，但隨著加工成型技術、工藝的不斷發展，製造成本的降低，鎂合金材料的開發潛力與發展前景仍然非常廣闊。

謝謝！