

铝镁合金车轮发展概况及旋压成形车轮前景研究

概述

分析了目前国内外铝合金车轮发展状况、镁合金产业现状、镁合金车轮发展状况和旋压车轮研究制造概况，比较了通过旋压技术制造的合金车轮的优越性，并对铝镁合金旋压车轮的前景进行了展望。

前言

随着市场全球化的发展，跨国公司纷纷在我国投资，或加大在我国的采购份额。目前，具有较多优势的轻合金材料已逐步广泛的应用于各个领域，特别是伴随着汽车、摩托车制造业的发展，铝镁合金材料成形及其车轮制造业得到了前所未有的发展机遇。21世纪的经济全球化浪潮，推动了汽车工业的市场一体化、分工专业化、产业规模化的快速发展，铝镁合金车轮企业也已形成向多家汽车厂供货、跨国供应的局面。

作为汽车零部件行业的一部分，铝车轮行业的发展与全球汽车行业发展紧密相关。从全球看，汽车行业是个成熟的市场，增长缓慢，过去7年(1999-2005)全球汽车产量的复合增长(CAGR)只有3.6%。而中国汽车市场则进入快速发展时期，同期的复合增长率达19.6%。从总量看，2005年全年汽车产量6653万辆，其中中国的汽车产量570万辆。从汽车保有量看，2004年全球汽车保有量约为85,477万辆，同期中国汽车保有量为约2694万辆。

汽车车轮需求主要来自新增汽车产量，售后市场车轮需求则与汽车保有量有关。2005年

全球汽车车轮需求约4.13亿只，其中铝车轮需求约1.78亿只。中国市场2005年车轮需求约3500万只，其中铝车轮约2000万只。

根据中国汽车工业协会有关车轮行业“十一五”发展规划的资料，2004年我国车轮总产量约5500万件，其中国内OEM量约2900万只，其中乘用车车轮1640万只(钢制车轮540万件，铝车轮约1100万件)，商用车车轮1260万件。据测算，2004年全球汽车车轮总需求量约36150万件，其中铝车轮约16296万件。

铝合金车轮发展概况

1 国内外铝合金车轮状况

1.1 国外铝合金车轮现状

国外铝合金车轮制造业在20世纪70年代得到快速发展。如北美轻型车铝车轮，1987年只占19%，到2001年已占到58.5%；日本轿车装车率超过45%；欧洲超过50%。

一般轮毂制造企业最小生产规模不低于年产120万只，产量大的企业已超过千万只。其主要市场为面向大中型车辆整车厂配套供货，有的主要面向维修市场，有的两者兼而有之。

北美铝合金车轮市场发展具有代表性。表1给出北美铝、钢车轮2001年、1999年的销售

量和市场占有率。可以看出两年间铝合金车轮市场占有率增长7.2个百分点，销售量增长近700万只；钢车轮市场占有率亦下降7.2个百分点，销售量减少近300万只。

表1 北美轻型车车轮市场情况 单位：万只，%

车轮	车型	2001 年		1999 年	
		销售量	市场占有率	销售量	市场占有率
铝车轮	轿车	1765.8	45.1	1573.9	48.8
	轻型卡车	2153.0	54.9	1853.0	51.2
	小计	3918.8	58.5	3226.9	51.3
钢车轮	轿车	1373.5	49.3	1667.5	54.3
	轻型卡车	1410.9	50.7	1403.1	45.7
	小计	2784.4	41.5	3070.6	40.0
合计		6703.2	100.0	6297.5	100.0

注：①北美含美国、加拿大、墨西哥

②轻型卡车含轻型厢式车、SUV、皮卡等车型。

③轿车、轻型卡车市场占有率指分别为铝、钢车轮的市场占有率，小计市场占有率是指占合计的市场占有率。表2给出美国3大汽车公司铝车轮装车率增长情况。

表2 2002年美国3大汽车公司铝车轮装车率 单位：%

公司	1999 年	2002 年
通用	60.6	61.0
福特	53.0	61.0
戴-克	53.0	60.5

北美铝合金车轮外径以16英寸使用最多，2001年轿车使用率占55%以上，供应量超千万只；轻型车使用率在59%以上，供应量为1275万只；其次使用最多的是外径15英寸的铝轮，分别占轿车、轻型卡车用量的30%和26%，供应量均在500万只以上。

1. 2 国内铝合金车轮现状

随着我国汽车市场的快速发展，不断引进技术，铝合金车轮的制造和应用也迅猛发展起来。1988年我国第一家铝合金车轮企业戴卡铝轮毂制造有限公司成立，进入20世纪90年代，广东南海中南铝等一批铝合金车轮制造企业迅速建立起来，铝合金车轮迅速在我国得到推广。到2003年，我国摩托车铝车轮装车率已超过55%，汽车装车率已超过50%。

目前全球铝车轮年需求量约1.78亿件，中国约2000万件。国际市场对中国汽车零部件的需求在快速增长，车轮是零部件出口的重要产品，过去5年车轮出口的复合增长率达48.1%，05年出口额为15.69亿美元，06年上半年出口达10.49亿美元，占零部件出口总额的11%。

表3 2003年我国部分铝合金车轮制造公司概况 单位：人/百万元/万件

公司	员工数	销售收入	车轮产量	备注
戴卡轮毂	2184	706	256	用美国、德国、日本等技术标准，为上海大众、一汽大众、广州本田、夏利、长安铃木等配套；还为德国奥迪等配套，产品一直牢固占领国内 80% 以上的市场份额
昆山六丰	1420	787	268	为国产汽车配套并出口
万丰奥特	1250	680	240	万丰奥特控股的专业生产汽车铝轮的公司，为通用、福特、日产、马自达、现代、雪铁龙及国内多家企业配套，2003 年出口 5139 万美元，该集团另有 800 万只摩托车铝轮生产能力，为国内外名牌摩托车配套
东风车轮	1300	826	300	产品除为神龙富康轿车和东风重、中、轻型车配套外，有 40 多种型号的车轮为其它品牌汽车配套。如“昌河”、“长城”、“华航”、“郑州日产”等
上海金合利	733	438	164	产品以配套国产轿车和出口为主，2003 年出口 3365 万美元
南海中南铝	1294	458	95.3	为长安铃木、一汽大众、日产等配套，2003 年出口 3121 万美元
厦门民兴	708	188	95	出口为主(售后服务)
南京华舜			70 产能	产品为夏利、昌河等配套并出口
抚顺顺华			50	产品规格 12~24 英寸，生产能力 100 万只，为国产汽车配套
华泰	1490	308 (泰安华泰)	43	产品从 13~18 英寸，出口为主，2003 年出口 4890 万美元
一汽白山	298	19.66	14	SQR7610CA

电动车中国网
Ebike-cn.com

注：昆山六丰为2002年数据。东风车轮为2004年数据。资料有限，可能不翔实。

在2004年，ZCW（万丰奥特）、ZNA（中南铝）、戴卡（戴卡），均获“中国名牌”产品称号。

万丰奥特公司创建于1994年，从生产摩托车铝合金车轮起步，经过十年飞速发展，现已成为国内铝合金车轮行业发展最快、势头最猛的企业。其旗下万丰奥威是一家专业生产

汽车铝轮的公司，2006年铝合金车轮产能约为540万件，预计2010年将达800~1000万件。

包头一阳轮毂有限公司已建成年产100万只铝合金轮毂项目，广东台山市富诚铝业有限公司投资1亿美元，已建成投产年产300万只铝合金轮毂项目，以利用国内较低的资源成本占领国内外轮毂市场。

2 铝合金车轮的发展趋势

为了适应汽车更安全、更节能、降低噪声、污染物排放不断加严的要求，铝合金车轮正在向大直径、轻量化、宽轮辋、高强度、更美观等方向发展。

以北美铝合金车轮市场为例，在前些年，轮毂直径还是以13~14英寸为主，现在的主流市场则是以15-16英寸，甚至17英寸。如表4所示。

从表4可以看出，16英寸车轮所占市场份额最大、增长也最快，从1997年占车轮市场38.3%，到1999年上升到45%，2001年已占到57.7%。其次是15、17英寸车轮，占总市场份额分别为27.62%和11.77%。18、19、20英寸大直径车轮市场上也有表现。

据预测，未来的几年，18英寸直径车轮将会成为轿车车轮的标准配置。车轮生产商已开始着手安排22、24英寸及以上车轮的生产线，以应付市场的新需求。大直径车轮与轮胎组合，比小直径车轮与轮胎组合，更显现代、霸气和时髦。由于大直径、宽轮辋，使轮

胎与地面的接触面积更大，从而增加汽车与地面的附着力和摩擦力，使汽车的操纵性能更好，提高汽车的安全性。一般要求与扁平轮胎相匹配。但大直径、宽轮辋，也会产生使轮胎磨损加快的不利影响。为了减轻车轮重量、提高强度，一般采用锻造工艺、组装机工艺生产车轮，可减轻重量20%左右。还可采用高强度镁合金、钛合金制造车轮。但会使成本相应增加。

为了降低车轮噪声，有的在轮辐和轮辋之间，加一特殊橡胶结合件。可以大大降低车轮噪声，并提高汽车操纵稳定性。为了使车轮更美观，一般采用镀铬、抛光、喷漆、喷粉、加装不锈钢或塑料毂盖、压铸花纹、改进车轮设计图案等办法。

表4 2001年北美铝合金车轮不同外径市场供应量及份额 单位：英寸，万只，%

轮辋直径	轿车应用量	占轿车车轮市场份额	轻型车应用量	占轻型车车轮市场份额	供应总量	占总市场份额
13	5	0.28	0	0	5	0.13
14	88.5	2.01	0	0	88.5	2.26
15	532.1	30.14	551.3	25.74	1083.4	27.62
16	972.2	55.06	1274.7	59.68	2246.9	57.70
17	160.8	9.10	300.3	13.96	461.1	11.77
18	6.7	0.38	11.0	0.51	17.7	0.45
19	0	0	2.2	0.10	4.4	0.06
20	0.6	0.03	13.8	0.01	14.4	0.04
合计	1765.9	100.0	2153.3	100.0	3921.4	100.0

3 国内外铝合金车轮主要制造工艺

国内外铝合金车轮制造主要采用较低成本的低压铸造工艺，约占全部产量的80%以上，其次是采用最简便的重力铸造工艺，约占其全部产量的20%不，另外，还有少数企业采用锻造法、焊接组装法生产。上海金合利采用挤压铸造工艺，其产品质量都有提高，取

得较好的效果。国外最近出现无气孔压铸新工艺（充氧压铸法），日本轻金属株式会社、美国铸锻公司已开始应用于生产。

表5 目前国内外铝轮毂的主要制造工艺比较

制造工艺	工艺路线	优缺点	运用状态
低压铸造	在较低压力(一般在 20~60Kpa)下浇注 工艺路线:熔炼—低压铸造—热处理— 机械加工—表面处理	适合大批量生产、生产率高、 合格率较高、铝液利用率较 高;但表面质量欠佳、成本 比重压铸稍高	由于成本较低,目前 被广泛采用
重力铸造	液体金属靠重力作用充填铸造型腔而 获得铸件的一种铸造方法 工艺路线:熔炼—重力铸造—热处理— 机械加工—表面处理	历史悠久、工艺简单、成本 最低;不足是金属晶粒较大、 强度较低、重量较大、表面 处理工作量较大、铝液利用 率较低	早期广泛采用的工 艺,现已趋于淘汰
挤压铸造 (液态模锻)	一种集铸造和锻造特点于一体的工艺 方式,其中又分为复合挤压铸造、正挤 压铸造、两次挤压铸造、反挤压铸造(金 属液流动方向与加压压力方向相反)等 多种形式,共同特点是:除金属模具外, 还要有突模冲头、模具顶出杆,一般要 在冲头上施加 700k ₂ 左右的压力进行铸 造 工艺路线:熔炼—挤压铸造—热处理— 机械加工—表面处理	铸件表面光洁、金相组织、 各种机械性能接近但不如锻 件,不需复杂的表面加工就 可以镀铬,镀铬成本较低、 镀铬增加重量少	日本宇部汽车零件 (UBE)应用较成熟
锻造	热模锻—热处理—机械加工—表面处 理	产品质量很好,有较高密度 的金相组织和良好的机械性 能,重量最轻、表面最光洁, 但成本远高于铸造	美国铝业公司应用 较早,也有多家日本 公司采用,较成熟
组装	铸造(锻造)轮辐,轮辋用成型板材卷 制,然后将轮辐、轮辋焊接成车轮	可大大减轻重量;工艺较复 杂	美国海斯—莱莫斯 公司应用较成熟
旋压	将预成形的锻件分一或多道次旋压成 形出轮辋 工艺路线:锻造—退火—旋压—热处理 —机械加工—表面处理(喷涂或电镀)	大大提高了制造精度,有较 致密的金相组织和较好的机 械性能,重量轻、表面光洁, 机械加工余量大减少	此工艺在德国已发 展成为成熟技术,目 前国内已有较少企 业使用该工艺研 究试制

目前低压铸造技术产品无法满足大尺寸、高负荷(大客车、载货车)以及高端产品市场的

需求，尤其是国内企业在大尺寸车轮制造上与国外相比存在较大差距，而非铸造方式生产16吋以上车轮在国内尚属空白。

旋压铝轮毂由于不受尺寸制约、产品美观、性能良好、安全性高、节省材料等因素，其发展势头良好，并属先进成形技术，其技术水平已基本趋于成熟，现已引起较多公司的关注，正逐步向批量生产转化。

镁合金及车轮发展概况

1 镁合金特点

与其它结构材料相比，镁合金具有以下几个特点：

1)

镁合金的密度是钢的23%，铝的67%，塑料的170%，是金属结构材料中最轻的金属，镁合金的屈服强度与铝合金大体相当，只稍低于碳钢，是塑料的4-5倍，其弹性模量更远远高于塑料，是它的二十多倍，因此在相同的强度和刚度情况下，用镁合金做结构件可以大大减轻零件重量，这点对航空工业、船舶工业、汽车工业、军工、手提电子器材均有很重要的意义。

2)

镁合金与铝合金、钢、铁相比具有较低的弹性模量，在同样受力条件下，可消耗更大的变形功，具有降噪、减振功能，可承受较大的冲击震动负荷。

3) 镁合金具有良好的加工性能和尺寸稳定性：

镁合金有相当好的切削加工性能，切削时对刀具的消耗很低，切削功率很小。镁合金、铝合金、铸铁、低合金钢切削同样零件消耗的功率比值为：1：1.8：3.5：6.3。镁合金有较高的尺寸稳定性，稳定的收缩率，铸件和加工件尺寸精度高，除镁-铝-锌合金外，大多数镁合金在热处理过程及长期使用中由于相变而引起的尺寸变化接近于零。

2 镁合金行业发展现状

目前，国内外主要以压铸方法为主导生产制造镁合金结构件，变形产品国外已有冲压车门等产品，国内相对及极少。国内有色金属压铸已有相当的基础，现拥有压铸厂点及相关企业总共约3000家，压铸机制造厂约有20家，年产压铸件30多万吨。其中铝压铸件占75.5%，镁压铸件仅占1%左右。上海乾通汽车附件有限公司为上海桑塔纳轿车生产镁合金压铸变速箱外壳已有多年历史。但总体上看，与发达国家相比我国的压铸件综合质量较差（加工余量大、废品率高、合金利用率低、铸造工艺装备基础条件差、环保和能耗问题较严重、缺乏专门人才和新工艺新产品开发能力）。致使产品价格较高缺乏竞争力。可以说我们现有的基础完全不能适应镁合金产业化的要求。总的讲镁合金的压铸和变形产品生产技术水平现在还很低，相对铝合金，镁合金压铸及变形产品的质量和产量的稳定性较差、废品率较高，致使镁合金产品价格较高，制约了镁合金产品的推广应用和新产品的开发。

3 镁合金行业发展前景

面对国际、国内市场对镁合金产品巨大需求和竞争的压力，我国镁合金产业化面临着重大的发展机遇和严峻的挑战。镁合金产业是一项涉及面广、技术集成度高的大型系统工程。充分发挥镁合金铸造及变形技术在产业化中的作用，是实现我国镁合金产业化跨越式发展的必要条件。

“十一五”期间在政府的统一协调下，将对“镁合金开发应用及产业化”重大专项组织攻关，以解决一批共性技术、关键技术和配套技术，其关键技术包括有镁合金管材和特种型材挤压技术及应用、镁合金板材轧制、冲压成型及薄带连铸技术及应用、镁合金产品设计与开发等项目。这些项目的研究开发，遵循以企业为主体，产学研结合，按市场机制运作的原则，一定会积极稳妥地使我国镁合金产业化的进程向前推进。经过扎扎实实的工作建立起来的产业化基地，必将发挥其龙头和示范作用。我们相信，经过“十一五”及今后一段时期各方面扎实的工作，我国由镁大国变为镁强国的日子是一定会来的。

4 镁合金在汽车工业及车轮上的应用

近二十年来，世界汽车产量持续增长。汽车工业发展程度是一个国家发达程度的重要标志之一，而金属材料是汽车工业发展的重要基础。出于节能环保的要求，汽车设计专家们想方设法减轻汽车体重，以达到减少汽油消耗和废气排放量的双重效果。镁合金作为最轻的结构材料，能满足日益严格的节能的尾气排放的要求；可生产出重量轻、耗油少、环保型的新型汽车。镁合金汽车零件的好处可简单归纳为：

- 密度小，可减轻整车重量，间接减少燃油消耗量；

- 镁的比强度高于铝合金和钢，比刚度接近铝合金和钢，能够承受一定的负荷；
- 镁具有良好的铸造性和尺寸稳定性，容易加工，废品率低；
- 镁具有良好的阻尼系数，减振量大于铝合金和铸铁，用于壳体可降低噪声，用于座椅、轮圈可以减少振动，提高汽车的安全性和舒适性。

镁合金在汽车上用作零部件的历史约有70年。早在1930年就用于一辆赛车上的活塞和欧宝汽车上的油泵箱，之后用量和应用部位逐渐增加。六十年代在有的车种上用量达到23千克，主要用作阀门壳、空气清洁箱、制动器、离合器、踏板架等。八十年代初，由于采用新工艺，严格限制了铁、铜、镍等杂质元素的含量，镁合金的耐蚀性得到了解决，同时，成本下降又大大促进了镁合金在汽车上的应用。从九十年代开始，欧美、日本、韩国的汽车商都逐渐开始把镁合金用于许多汽车零件上。

镁合金压铸件在汽车上的应用已经显示出长期的增长态势。在过去十年里，其年增长速度超过15%。在欧洲，已经有300种不同的镁制部件用于组装汽车，每辆欧洲生产的汽车上平均使用2.5kg镁。乐观的估计认为，出于减重的需求，每辆汽车对镁的需求将提高至70—120kg。

目前，汽车仪表、座位架、方向操纵系统部件、引擎盖、变速箱、进气歧管、轮毂、发动机和安全部件上都有镁合金产品的应用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/158041032111006047>