

## 高技术

# 新型金属材料镁合金的发展前景分析

Prospects for the Development of the New Metallic Material, Magnesium Alloy

邓玉勇 朱 江 李 立

(青岛科技大学经济管理学院 青岛 266042)

新型金属材料镁合金已被广泛应用于汽车、计算机、通讯及航空航天等众多领域,许多国家将其视为21世纪的重要战略物资,出台了若干重大的研究与开发计划。在此背景下,深入分析这一新型金属材料的发展前景,并拟定相应的对策,具有重要的意义。

### 一、镁合金产品特性及应用

1. 镁合金产品特性 镁合金是一种能够满足各种行业需求、发展前景极为可观的轻质合金材料。与目前的主流材料相比,镁合金具有如下几个突出的优点。

(1) 重量轻 镁合金作为一种轻质金属结构材料,其密度为铝的  $\frac{2}{3}$ 、钢的  $\frac{1}{4}$ ;比重只相当于铝的  $\frac{2}{3}$  左右、锌的  $\frac{1}{4}$  左右、铁的  $\frac{1}{4}$ 。在同等刚性条件下,1Kg 镁合金的坚固程度等于 18Kg 铝和 2.1Kg 钢,而同样复杂的零部件,镁合金制品重量比锡轻  $\frac{1}{3}$ 、比钢制品轻  $\frac{1}{2}$ 。这一特性对于现代手提类产品减轻重量及车辆减少能耗有重要意义。

(2) 吸震性能高 镁有极好的滞弹吸震性能,可吸收震动与噪音,对于用作设备机壳减少噪音传递、提高防冲击与防凹陷损坏十分有利。其抗冲击性是塑料的 20 倍。

(3) 良好的铸造性能 在保持良好结构的条件下,镁制品壁厚可小于 0.6mm,这是塑胶制品在相同强度下无法达到的。至于铝也只能在 1.2 ~ 1.5mm 范围内才可与镁相比。

(4) 模铸生产率高 与铝相比,镁合金的单位体积热含量更低,这意味着它在模具内能更快凝固。一般来说,其生产率比铝压铸高出 40% ~ 50%,最高可达到压铸铝的两倍。

(5) 良好的切削性能 镁的良好切削性能表现在:允许较高的切削速度,减少切削加工时间;比其它金属有高出几倍的刀具寿命(极少停机换刀并节省了操作时间与刀具成本);有优良的表面光洁度,并可一次切削获得,极少出现积屑瘤;有良好的断屑特性及温度传导性,可免于使用冷却液或润滑油。

(6) 再生性 废旧镁合金铸件可再熔化,并作为 AZ91D、AM50 或 AM60 的二次材料进行铸造。由于压铸件的需求不断增长,可回收再用的能力是非

常重要的。这种符合环保要求的特点,使得镁合金比许多塑胶材料更具吸引力。

(7) 高散热性 镁合金有高散热性能,适合现今设计元件密集的电子产品。

(8) 高电磁扰屏障 镁合金有良好的阻隔电磁波功能,适合于发出电磁干扰的电子产品。

除上述特性外,镁合金还具有抗疲劳、无毒、无磁性和较低的裂纹倾向等特点。

2. 镁合金产品应用 镁合金目前主要应用于移动电话、笔记本电脑外壳、饰件等压铸产品,在汽车、家电制造等行业的应用也已经比较广泛。

(1) 汽车 一般用于车上的座椅骨架、仪表盘、转向盘和转向柱、轮圈、发动机气缸盖、变速器壳、离合器壳等零件,其中,转向盘和转向柱、轮圈是应用镁合金较多的零件。随着技术的发展将有更多的零件用镁合金制造。

(2) 移动电话 由于镁合金具备耐震、抗磨损的特性,尤其是可屏蔽电磁波的特殊功能,对手机极为重要,有利于消除消费者对手机电磁波是否会影响人体健康的疑虑。尽管镁合金成本较高,但由于镁合金质地轻、耐高温、可塑性强且防磁能力强,将赢得手机制造商更多的青睐。

(3) 笔记本电脑 现在的笔记本电脑外壳都强调散热性好、重量轻、坚固耐磨以及色彩鲜艳等特性。市面上的笔记本电脑外壳材质主要有 ABS 塑料、碳纤维、铝镁合金及钛合金 4 种,但总体说来,目前较受市场欢迎的材质是铝镁合金与钛合金。其中镁铝合金材质(Magnesium),其单片厚度约为 1.0 毫米,重量轻而且延展性佳。

(4) 精密仪器 镁合金的抗冲击性使它较适合用于制造高刚性的整体构件和受冲击的零件,如仪器的壳体、基座等。在传递振动时起阻尼减震作用,可提高仪器的灵敏度和稳定性。

此外,镁合金还广泛应用于照相机、麦克、耳机、CD 机外壳及电视等家电的装饰件。

### 二、镁合金市场分析

1. 国际市场分析 国际市场对镁合金及其制品的需求一直十分旺盛。据国际镁协会资料反映,

目前全球镁的消费量已经达到 43~45 万 t,且每年增长率高达 20%。预计到 2005 年,国际镁消费量将达到 55 万 t 左右。由于镁合金具有许多特殊的优越性,且生产成本在快速地降低,一些国际知名的大企业已经抓住先机,开始在汽车、通讯器材等领域使用镁合金作为企业新产品的主要材质。

(1) 汽车方面 出于对汽车减重节能的要求,世界各大汽车公司已将镁合金制造汽车零部件作为重要发展方向。福特汽车公司已开始用镁合金来制造悬架零件、制动盘和制动钳等;日本 1990 年每辆汽车用镁量仅 5 Kg,2000 年已增至 210 Kg,占汽车重量的 25%,仅次于铝材而超过钢铁的重量。

(2) 通讯器材方面 为顺应通讯电子器件高度集成化和轻薄小型化的发展趋势,在 Ericsson 首家推出采用镁合金机身的 T28 后,包括诺基亚、飞利浦、松下、NEC 等厂商也都陆续推出了使用镁合金机壳的手机。迄今为止,日本手机市场中,各类手机已基本改换用镁合金外壳。在全球手机开发商中已形成一种使用镁合金制品来替代原有外壳质材的潮流。

至于笔记本电脑,东芝、IBM、戴尔(Dell)、康柏(Compaq)与 Gateway 等笔记本电脑生产厂商都先后推出镁合金为外壳的新型笔记本电脑,并深受消费者青睐,在全球同样掀起了一场使用新材料的革命。

2. 国内市场分析 目前,国内每年消费的镁及其制品很少,除少量用于我国尚没有自主知识产权的上海桑塔纳轿车零件、极少数用于航天航空材料外,其余均作为原材料出口。但相比较而言,国内市场的消费量较前几年有大幅度增长。人们对国内汽车行业用镁前景表示乐观,并认为尽快推进国内镁合金压铸行业的发展有重要意义。国内各主要汽车厂家也对镁合金在汽车上的应用表现出强劲需求,其中一些厂家已开始将镁合金开发应用提上重要议程。为进一步推进此项工作,最近国家发展计划委员会拿出 14 亿元扶持东方通讯、波导通讯、康佳、TCL 等 9 家定点企业发展国产手机,其中东方通讯、波导通讯已明确表达了采用具有自主知识产权手机外壳的意向。随着我国移动通讯、电脑制造业生产的发展,镁合金制品应用的领域将更为广阔。

(1) 家电 家电产品是大众化消费品,其市场需求变化直接受消费者的收入水平、消费习惯等因素影响。在人们需求个性化趋势明显、层次不断提高、环保意识不断增强的情况下,提高产品质量档次的要求演变成一种对新型产品强劲的需求趋势。镁合金作为新材料,是家电业提升质量、档次的基础,在家电中的应用前景是很广阔的。表 1 按照家电产品中可以应用镁合金产品的领域,对其潜在增长性进行了初步估计。

表 1 国内使用镁合金家电产品产量一览表

| 年 份   | 1999年<br>(万台) | 增长率 (%) | 2000 年 上 半 年<br>(万台) | 增长率 (%) |
|-------|---------------|---------|----------------------|---------|
| 彩色电视机 | 3 220         | 14.2    | 1 891.1              | 17.9    |
| 电风扇   | 6 158.14      | - 0.6   | 4 645.47             | 25      |
| 录像机   | 525.57        | 11.7    | 295.37               | 12.9    |
| 组合音响  | 1 777.24      | 809     | 1 183.37             | 53.2    |
| 激光视盘机 | 1 480         | 23.3    | 746.9                | 10.7    |
| 照相机   | 4 084.59      | 21      | 2736.68              | 30.2    |

(2) 移动电话 2000 年中国移动电话用户已达 6 000 万,移动电话制造业也渐成规模,具有一定生产能力的 GSM 移动通信终端设备生产企业年生产能力已达到 7 000 万台,其中国内独资企业市场占有率已达 8%。从产品看,摩托罗拉公司、诺基亚、爱立信均推出镁合金外壳移动电话(目前诺基亚、爱立信公司镁合金外壳均为进口)。移动电话外壳如果国产,与进口产品相比具有一定价格优势,甚至可以完全替代进口。为扶持国产手机和培育移动通信市场,国家已拿出 60 亿元人民币设立无线移动产业化专项基金。同时,国家发展计划委员会及信息产业部已宣布将选择 9 家公司作为从外商手中夺回移动电话市场的先锋,其中海尔、康佳和 TCL 等都榜上有名。康佳集团表示,在未来 3 年内,将在移动电话生产方面最少投入 5 亿元人民币,目标是在 5 年内占领 20%的国内市场份额。为实现这一目标,积极顺应国际手机市场潮流,采用镁合金材料已成为必然的趋势。

(3) 笔记本电脑 随着网络经济的发展,国内笔记本电脑的销量从 1997 年的 17 万台发展到 2000 年的 40 多万台,2005 年预计将达到 100 万~120 万台,年平均增长在 30%左右。在区域市场方面,随着 2000 年“企业上网工程”的展开,以上海为辐射中心的华东地区成为带动笔记本电脑市场扩张的主要力量。中西部地区作为国家投资倾斜的重点地区,在全国笔记本电脑市场上的地位也会上升。笔记本电脑在中国市场上的发展空间很大。专家预测,未来笔记本电脑的发展趋势除 CPU 更强劲、系统应用更丰富等方面外,在色彩方面将一改往日的黑或者灰的沉稳色,更趋时尚。在外形设计方面,由于铝镁合金制造技术日渐成熟,将使笔记本电脑更轻薄的理想得以实现,镁合金应用前景良好。以 2005 年笔记本电脑产量预测值 100 万台中 50%应用镁合金外壳测算,笔记本电脑镁合金外壳市场需求量为 50 万件。

(4) 掌上 HPC 近年来国内使用掌上信息处理产品的人群在迅速增长,国内厂商围绕不同层次用户的需求,纷纷推出相关产品。据统计,2000 年我国掌上电脑(含电子辞典、电子记事本)全年产量接近 500 万台。掌上电脑产业已进入一个高速发展时期,镁合金制品在该领域的应用前景远大。

### 三、镁合金及其制品发展的依存条件分析

1. 国内资源供给状况 我国是镁资源生产大国,镁资源储量占世界总储量的 22.5%。2000 年镁产量为 16 万吨,约占世界总消费量的 40%。表 2 的统计资料显示出,我国生产的镁产品大量向国外出口,其中有 3/4 销往欧盟、美国与日本。近年来,发往台湾、非洲、东盟等分散地区的镁产品也有了较大的增长。

但也应看到,由于长期忽视镁产品应用研究,我国镁的国内应用一直处于较低水平,绝大部分镁产品以廉价的初级产品——原镁锭出口。2000 年我国镁出口 11.37 万吨,国内用量 2.3 万吨,其中国内用量主要以原料形式用于炼钢脱硫及作为其他合金的添加成份,真正镁合金产品仅为 3 000 吨左右,是典型的出口资源型工业。如果在国内兴建镁合金

的加工厂家，不但原材料可以就近解决，也可以带动国家整个行业的发展，完成我国由出口资源向出口精加工产品的转变。

| 表 2 2000 年我国镁产品出口国别(地区)及产品结构 |       |                         |      |                         |         |                         |              |                         |
|------------------------------|-------|-------------------------|------|-------------------------|---------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| 地 区                          | 镁 锭   | 与 去 年<br>同 期 相<br>比 (%) | 镁合金  | 与 去 年<br>同 期 相<br>比 (%) | 镁粉粒     | 与 去 年<br>同 期 相<br>比 (%) | 镁 产 品<br>总 量 | 与 去 年<br>同 期 相<br>比 (%) |
| 欧盟                           | 2 716 | 28.7                    | 407  | 68.0                    | 687     | 57.3                    | 425          | 53.7                    |
| 日本                           | 2 014 | 19.8                    | 280  | - 41.6                  | 116     | 64.5                    | 2 414        | 8.19                    |
| 美国                           | 160   | - 69.2                  | 159  | - 53.4                  | 1 751.4 | 311.1                   | 2 132        | 62.2                    |
| 韩国                           | 343   | - 32.1                  | 10   | 0                       | 1.2     | 0                       | 354          | - 29.8                  |
| 加拿大                          | 988   | 76.0                    | ——   | ——                      | 1.5     | - 50.7                  | 1 009        | 73.4                    |
| 台湾                           | 278   | 33.9                    | 19.9 | - 1.1                   | ——      | ——                      | 300          | - 32.5                  |
| 澳大利亚                         | 412   | 415.0                   | ——   | ——                      | ——      | ——                      | 442          | 452.3                   |
| 非洲                           | 200   | 233.1                   | 20.0 | 100.1                   | ——      | ——                      | 220          | 214                     |
| 总计                           | 6 876 | 19.0                    | 897  | - 18.05                 | 2 559   | 173.11                  | 9 885        | 32.9                    |

2. 应用技术发展 近年来，镁合金材料领域大量新技术的应用已基本克服了历史上制约镁合金广泛应用的困难（制造过程中高成本，镁的高腐蚀性、高易燃性等），使熔化镁合金所消耗的能量大大减少，使镁的应用成本大为下降，并提高了产品的加工纯度，降低了镁合金制品的腐蚀性。此外，由于高刚性、高精密和设计合理的先进模具的配合，镁合金已具有满足高档电子产品及汽车零件薄壁件、高精密性等方面要求的能力。其大规模压铸生产已变成易于操作的事情。

3. 生产盈利空间 表 3 反映了预期的 2003 年普通镁产品与钢、铝、塑料等产品的价格对比情况。从中可见，普通镁产品所占优势并不突出，但这只是问题的一个方面，分析其精加工产品与同类材料产品的价格，二者差距相当突出。另外，由于镁合金产品质轻，同一体积和重量的镁合金发挥的作用要更大，因而，其生产盈利空间极大。例如，AZ91D 镁合金锭的市场价位为 15 000 元/ t 左右，若用于生产手机外壳，可得到出厂成品 22 500 个，设发货价格为 30 元/ 个，即可获得销售收入 675 000 元，扣除水电等损耗，初步核算利润应可达到 6.5 万元；扣除模具设计制作费用 1 万元后，其利润空间仍是相当大的。

| 表 3 镁与不同材料价格的对比 |   |      |        |            |            |
|-----------------|---|------|--------|------------|------------|
|                 | 钢 | 铝    | PC/ABS | 镁(1999年实际) | 镁(2003年预测) |
| 价格/重量           | 1 | 3.36 | 6.14   | 7.50       | 6.81       |
| 价格/体积           | 1 | 1.17 | 0.53   | 1.67       | 1.33       |
| 相同刚度的价格         | 1 | 1.67 | 3.74   | 2.79       | 2.22       |
| 相同强度的价格         | 1 | 1.13 | 1.61   | 1.87       | 1.49       |

资料来源：师昌绪：“当前材料科学技术的发展趋势”，《新材料产业》2000年 11、12月合刊

4. 市场竞争分析 全世界镁合金压铸件生产厂商主要分布在北美、欧洲、日本及韩国、台湾，其中，北美、欧洲厂家以生产汽车部件为主，家电等产品的壳、饰件生产主要集中在韩国、日本及台湾等地，其中台湾为世界最大的笔记本电脑、手机外壳供应地。目前，包括戴尔（Dell）、康柏（Compaq）与 Gateway 等欧美系 NB 大厂的镁合金 NB 机种，约有 60% 的镁合金机壳来自台湾，其余 40% 则来自日本与美国等其他国家。台湾镁合金业者的技术与产量

能力已与日本并驾齐驱；在降低生产成本等层面上，日本则绝非台湾的对手。从总体上看，目前该领域最有实力的竞争对手为台湾厂家。国内该领域的竞争局面尚未形成，市场几乎处于空白状态，发展潜力巨大。

四、我国在镁合金及其制品发展中存在的问题及对策

近年来，镁合金在世界范围内的需求年增长率高达 20 %，美国、德国、澳大利亚等国相继出台了各自的镁研究开发计划，将镁合金应用于汽车、计算机、通讯及航空航天，镁合金已经成为一个快速增长的行业。但我国在这方面的动作却十分滞缓，关于该行业发展的规模和技术的发展设计至今尚未形成一个清晰、完整的思路，相关厂家孤军作战，技术支撑和改进的力量均仍待加强。此外，由于各个加工厂家面对的是对加工技术要求十分苛刻的国际知名大企业，想要获得订单，不仅须通过 ISO9000 系列认证，而且还要提供高标准的环保条件。国内厂家在生产出最高品质产品的同时，只有同时满足上述要求，才可能在镁合金及其制品这一产业领域中站住脚跟。

与国内同类城市相比，目前，青岛市在镁合金材料及其制品方面的优势较突出。其标志有二。一是位于高新技术开发区的青岛金谷镁业股份有限公司已建成具有一定规模的镁合金开发应用产业基地，并借助高等院校、科研院所的科技创新成果，在镁合金配件及其制品开发等方面获得成功。二是青岛镁合金基地建设得到了应用厂家海尔、海信、澳柯玛等大型家电企业集团的响应，他们为提升青岛家电产品、电子信息产品的档次和市场竞争能力纷纷拟定了采用镁合金的新产品推进计划，并提出了可供开发的 100 多项产品名录。青岛市镁合金及其制品生产基地的建设，在填补青岛市金属新材料空白的同时，也暴露出许多问题。

第一，生产基地现有的装置规模太小，与国外同类生产装置相比，距离合理的经济规模还有很大距离。规模方面的劣势导致其成本提高，并进一步妨碍其市场竞争价格和降低同业范围内新的竞争对手进入的门槛，不利于形成稳固的竞争优势。

第二，镁合金配件生产对模具的水平要求很高，若不能满足模具能力方面的要求，将难以适应其未来用户为追求市场效果在品种、规格等方面不断翻新的要求，不能适应快速交货等苛刻的约束，并可能因此而丧失市场竞争的先机。

第三，镁合金及其配件生产和制作技术基本是照搬国外工艺和标准的产物，自主知识产权所占成分极少，且产品深度开发和技术储备欠缺。在此情况下，一旦市场风云有变，凭青岛镁合金生产厂的实力，将难以与产品和技术工艺不断提升的国外同行或极可能出现的高水平的国内竞争对手竞争。

第四，由于金谷镁业的创办建立在引进设备基础上，本身无法设置产业进入的门槛，一旦其盈利水平显示出诱惑力，将很难阻止其他厂家大规模进入。届时，不可避免的市场份额竞争（下转第 53 页）

方式是造成资源耗竭和环境污染的根源,指出应将生活方式的改变视为环保的治本之策。可持续消费是遏制环境污染的一种源头防治,也是实现生态建设的根本途径之一。

可持续消费也是对传统的环保行动领域的扩展,它可使环保从研究员、技术员、管理者和决策者的专业圈子里走出来,走进寻常百姓的日常生活。

可持续消费实际上将环保的基本国策转化为个人的消费行为,将可持续发展战略落实到每个消费者身上,为实施可持续发展战略创造了大众参与的生活途径。

总之,可持续消费对于中国环境质量的改善、自然资本的恢复、公民环境意识的提高、环境政策的实施,都将产生深刻的影响。

## 六、可持续消费的实施机制

1. 实施可持续消费,需要新的指标体系 可持续消费的指标体系如同自然资本核算一样,应该进入国民经济体系,并成为经济发展战略的内在部分。可持续消费的指标体系应以人口资源国情为前提,与经济发展阶段相协调,并尊重历史性、生物多样性和文化多样性。

2. 实施可持续消费,最重要的是建立政府、企业、非营利民间组织之间的互动关系 并由此建立消费者、生产者、决策者之间的沟通和监督机制。

中国的经济改革,本质上是政府职能的转变。政府由过去的包揽经济转向市场经济的宏观调控。但有一个政府职能不仅不能削弱,而且必须大大加强的,这就是对公共资本即自然资本的控制和保护,它是创造中国可持续消费模式最关键的要素。这种作用又必须通过市场手段、通过法律来执行。比如,澳大利亚为了保证生态用水,实施了水制改革,不管何人的生产生活用水只能是一定的份额。有一部分水首先必须保证生态用水的需要。富人无论出多少金钱也买不了配额外水,除非去向那些通过节水手段剩下配额的人的手中去买。这就

是政府对公共资源管理的职能。再如挪威的生态税,向过度占用公共自然资本(包括污染以及废弃物占据空间也是对自然资本的消耗)的企业课税,同时为环保产品如水力发电和电动汽车提供优惠政策,作为他们少占用公共自然资本的补偿。再如,严格对生物多样性的保护的法律法规,不允许任何商业集团搞“圈地运动”,任何人不得将维持一个民族命脉的自然资本据为己有。

新工业革命中的企业不仅是一个经济单位,而且同时是负有社会与环保责任的“企业公民”。它要求企业发展清洁生产、加强环境管理、开发绿色技术。绿色企业、绿色产品、绿色贸易、绿色旅游、绿色商业这些新的概念和实践,为企业提供的是挑战也是商机。

与此同时,非营利民间组织有责任帮助政府和企业来实施环境保护的目标,这些责任包括教育和引导公众、促进公众参与;推动和帮助政府实施环保措施;监督和帮助企业更多地关注环保;促成民众与政府的沟通,促成生产者、消费者、决策者之间的沟通。可持续消费的大众性决定了非营利民间组织的特别的角色。另外,无论什么时代,要保障社会的稳定和生态的安全,就必须抑制过度的两极分化,而非营利民间组织在发展社会的公益项目、保证资源向弱势群体流动以及帮助弱势群体方面扮演着至关重要的角色。

3. 实施可持续消费,也需要有基层的生活载体——绿色社区 即一定的环保设施的建设和公共环境管理体系的建立。绿色社区是一种可自我教育和自我管理的机制,它可以引导居民选择绿色生活,把环保变成一种生活方式、一种社区文化,从而把可持续消费模式落实到社区,由此拉动中国经济朝着可持续的方向发展。

可持续消费的理念需要媒体来传播。可持续消费的教育也应从小学做起。通过渗透到教育、评价体系 and 校园文化中的综合影响,传播新的价值体系和生态伦理,并转化为青少年儿童的文化品位和生活方式。(责任编辑 蔡德诚)

(上接第 39 页)

将进一步变成成本和价格的比拼,它将对企业生存能力形成严峻的考验。

鉴于上述情况,建议做好如下几项工作。(1) 加快镁合金应用的研究开发工作,这不仅可以促成一批新兴的高科技产业群的形成,而且将促进国内传统产业的改造,推进我国汽车、家电、电子信息业等应用镁合金产品的工业领域的良性发展,具有重大的现实意义。(2) 国内镁资源主要集中于西部地区,其中,青海省拥有我国最大的镁生产基地,其产量占全国总产量的大部。青岛市要建成全国最大的镁合金及其制品生产基地,对于自己上游产品的生产

厂家的投资动向和技术动向应当了如指掌,并应当从促进资源的优化配置和有效利用的高度,适时考虑建立战略性伙伴关系的任务。(3) 实施科技攻关,加快镁合金生产技术和产品的应用开发,尽快形成具有独立知识产权的镁合金深加工技术体系,将资源优势转变为技术、经济优势,提升该产业的技术水平和国际竞争力。(4) 建立先进的生产管理制度和信息化管理系统;同时,采用先进的营销策略,在保证产品质量的前提下利用一切先进的手段来赢得客户,使企业在一定时期内获得最大的利润与发展。(责任编辑 王宏章)