

消费为擎 创新为帆

—大规模应用开启中国镁业黄金时代—



消费为擎 创新为帆

——大规模应用开启中国镁业黄金时代

邵泽超 | 文

时代选择材料，材料支撑时代。每一次产业跃迁，背后都离不开关键基础材料的深度变革。站在制造强国、“双碳”目标纵深推进和新质生产力加快培育的历史坐标上重新审视镁，我们看到的不仅是这种轻质金属的产业前景，更是有色金属工业服务国家战略、重塑产业价值、拓展消费空间的重要支点。

镁作为全球最轻的商用金属结构材料，兼具高比强度、减震降噪、易回收等突出优势，是支撑高端装备降碳提质、提升产业链竞争力的战略性关键材料。历经数十年发展，我国凭借资源、能源、工艺和产业配套优势，建成了全球规模最大、体系最完整的镁工业体系，原镁产量占据全球总产量80%以上，已连续二十余年稳居世界首位。近年来，我国镁产业主动融入国家发展大局，以消费扩容牵引产业升级，以创新驱动夯实供给能力，在多个重点产业领域实现从试点应用到规模化落地的历史性跨越，正式迈入以大规模应用引领高质量发展的黄金时代。

锚定国家战略需求，规模化应用迎来历史性窗口期。推动镁材料大规模应用，绝非单一产业的市场拓展，而是服务制造强国建设、支撑绿色低碳转型、保障产业链供应链自主可控的战略选择。从新能源汽车巩固全球领先优势，到轨道交通实现绿色高效升级，再到航空航天推进关键材料自主化，轻量化都是不可或缺的核心技术路径，而镁材料正是现阶段减重效果最显著、产业化基础最成熟的轻量化材料之一。

政策红利与产能优势的双向叠加，正加速推动我国镁产业发展逻辑从供给驱动向需求引领切换，规模化应用的战略窗口期已经全面打开。

深耕重点产业领域，多元消费格局实现战略性突破。围绕国家重点产业升级需求，我国镁消费结构持续优化，应用场景加速向高端制造延伸，多点支撑的消费新格局基本形成。汽车，特别是新能源汽车成为镁合金规模化应用最重要的牵引场景。镁合金已从内饰构件拓展至汽车轮毂、底盘结构件等核心承载部件，国内主流车企实现多品类零部件批量装车，一体化压铸技术更将进一步打开大尺寸结构件应用空间，为我国汽车产业巩固全球竞争优势提供材料支撑。新国标背景下，电动两轮车同样成为镁消费的重要增量市场，轻量化、安全性、耐久性和绿色制造要求同步提升，镁合金车轮、车架等产品加速普及。轨道交通领域，镁合金型材批量应用于高铁、城轨车体结构，有效降低自重、提升运载能效；航空航天领域，高强韧镁合金完成关键零部件验证并实现小批量应用，助力装备自主可控；3C电子领域，镁合金部件渗透率稳步提升，机器人、低空经济、储能装备、医疗器械等新兴场景持续拓展，机器人壳体、eVTOL结构件、镁基固态储能装置等示范应用相继落地，多元化的应用场景为镁消费长期增长注入了新动能。

坚持科技自立自强，筑牢产业高质量发展核心支撑。大规模应用的落地，

本质是全产业链供给能力的系统升级。围绕高水平科技自立自强要求，我国镁产业持续推进全链条技术革新；冶炼端，绿色低碳技术持续迭代，吨镁综合能耗与碳排放稳步下降，镁材料绿色属性不断强化；材料端，各类高性能镁合金实现产业化，可精准匹配高端场景性能需求；加工端，大型一体化镁合金压铸、半固态注射成型、低成本高效表面防护等关键技术取得突破，产品稳定性与良品率大幅提升。同时，标准体系持续完善，产学研用协同生态加快构建，技术创新与市场需求形成良性互动。

聚力协同共赴新程，共筑世界级镁产业发展高地。开启镁的大规模应用黄金时代，是全行业的共同使命，更是服务国家战略的责任担当。中国有色金属工业协会镁业分会将始终锚定制造强国、新材料强国战略目标，以推动镁产业高质量发展为己任，持续搭建高层次产学研用对接与协同创新平台，有效促进上下游深度融合，推动行业发展政策落地，为产业发展营造良好环境。

立足“十五五”新起点，全行业要牢牢把握发展机遇，在服务国家战略中找准定位，坚持以消费为擎拓展应用边界，以创新为帆强化核心能力，加快推动我国镁产业从资源规模领先向应用价值、创新能力、产业生态全面领先跨越，打造具有全球竞争力的世界级镁产业集群，为制造强国建设与“双碳”目标实现贡献镁业力量。

（作者单位：中国有色金属工业协会镁业分会）

煤焦镁耦合循环兴业 全链条集群向新图强

陈根永 | 文

在新质生产力战略引领、“双碳”目标纵深推进的时代背景下，轻量化、绿色化、高端化已成为我国制造业转型升级核心主线。镁作为全球最轻的商用金属材料，国内外镁消费市场格局正在发生深刻变革。市场对原镁纯度、杂质控制、材质性能、低碳溯源等指标提出多元化、精细化要求，镁产业发展从“原料供给导向”全面转向“消费需求导向”。

作为全国最大金属镁生产供应基地、全球规模领先的镁产业集群承载地，陕西省府谷县原镁产量已连续14年稳居全国、全球第一，是保障镁材料稳定供给的核心压舱石。依托神府煤田侏罗纪富油煤独特资源禀赋，府谷构建“半焦与镁耦合发展”循环模式，走出资源综合利用、节能降碳、固废循环、提质增效协同并进的路径。

镁消费市场多元扩容

差异化质量需求重塑发展逻辑

1. 传统领域刚需稳固，奠定产业基本盘

经过数十年市场沉淀，镁在传统冶金领域的需求刚性十足。钢铁行业将镁用作脱硫剂、球化剂，提升钢材纯净度与力学性能；有色加工环节依靠镁优化铝合金、锌合金等铸造性能；稀有金属冶炼中，镁是钛、锆、钎冶炼的还原剂。传统领域镁消费为产业平稳运转筑牢市场底盘。



镁锭码垛机

2. 新兴赛道全面爆发，催生多元质量分级需求

轻量化带动多下游赛道同步放量，各应用领域对原镁质量的差异化要求，倒逼镁冶炼实现分级、定制化生产。

汽车与两轮车是镁合金第一大消费增长赛道。汽车一体化压铸底板、电池托盘、车身骨架等单车用镁达15~45千克，严控硅、铁、镍等杂质以保障铸件性能；自行车轻量化政策推动车架、轮毂镁合金普及，市场对低成本3N级低杂质原镁需求旺盛。折叠屏手机、高端笔记本壳体、铰链支架等产品，对材料散热、精密成型能力要求严苛，3N5级准高纯镁成为头部电子企业标配。航空航天与低空飞行器减重需求迫切。大飞机、eVTOL、无人机机身、起落架用航空级镁合金，微量元素管控严苛，相关市场年增速超25%。人形机器人减震结构件、生物医药植入耗材、

储能容器等细分领域在持续拓宽镁应用边界，对超高纯、生物相容型镁材形成特殊需求。

多元消费场景彻底打破“单一品级原镁通吃全行业”的粗放模式，形成普通镁锭供给传统冶金、高纯镁锭配套高端制造、专用镁坯适配细分赛道的分层供给格局，对产区资源配套、绿色生产、质量管控能力提出全新考验。

依托独有资源禀赋

实现焦镁耦合发展循环减碳

构建起独有的县域镁产业绿色低碳循环产业体系，为大批量、低成本、低碳化供给各类镁产品提供坚实支撑。

1. 深挖侏罗纪富油煤禀赋，搭建煤焦镁梯级低碳链条

府谷县拥有神府煤田侏罗纪富油煤资源，采用低阶煤热解构建起“煤制油、制气，半焦炼硅铁，煤气炼原镁”

梯级利用模式，最大化挖掘煤炭资源价值。府谷县凭借230亿吨煤炭储量，配套2700万吨半焦、300万吨硅铁产能，实现炼镁原料、能源就地供应；依托煤炭外运返空车运回白云石，减少车辆空载行驶，从物流运输环节实现降本减碳。

2. 半焦镁耦合循环模式，实现全流程节能减碳降本

府谷县首创半焦与镁耦合发展模式，将半焦尾气回收用作炼镁燃料，形成“半焦生产→尾气炼镁→余热发电→硅铁配套→原镁冶炼→合金加工→废镁回收→镁渣利用”循环产业链。

低碳效益层面，府谷县新模式较传统燃煤炼镁，吨镁可节约标准煤4.82吨，二氧化碳减排46.7%，能够满足终端应用碳足迹溯源要求；经济效益层面，循环体系吨镁降低生产成本1500~3000元，在有效产能收缩、行业供给波动环境下，稳定输出高性价比镁产品，保障镁市场原料供应。

3. 固废资源化深度挖掘，延伸循环产业增值空间

针对还原渣、除尘灰建立标准化综治体系，探索资源化利用新模式，生产废水闭环回用，实现固废、废水无外排。通过余热回收、固废资源化双向发力，持续壮大资源综合利用型镁循环产业。

标准筑基、质量立市

以全链条体系对接差异化需求

高端制造领域对原镁纯度、碳足迹、生产溯源的要求持续升级，产品质量、绿色认证、产业标准化成为核心竞争力。府谷县以标准化建设为抓手，搭建全链标准与质量管控体系，推动产业从单一原料输出向标准输出、品质供给转型。

自2019年启动标准化体系建设以来，府谷县政府联动有色金属技术经济研究院、中国有色金属工业协会镁业分

会、全国有色金属标准化技术委员会，府谷县镁工业协会及辖区企业主导或参与近40项国际、国家、行业、团体涉镁标准的预研与制修订，17项已正式发布，十余项标准正在研制，建成四层覆盖全产业链标准体系。

府谷县镁工业协会起草的《温室气体产品碳足迹量化方法与要求 原生镁锭》入选工业和信息化部碳足迹核算推荐清单，填补国内原生镁锭碳足迹核算空白；主编的《工业硅和镁单位产品能源消耗限额》《镁冶炼行业绿色工厂评价要求》《镁冶炼渣回收处理技术规范》等标准，统一全国镁冶炼能耗、绿色生产、固废处置规范。2025年，府谷县被全国有色金属标准化技术委员会授予“金属镁标准研制创新示范基地”，成为镁行业标准创新策源地。

在标准体系支撑下，县域骨干企业搭建分级质量管控体系，按照不同应用场景，划分普通镁锭、准高纯镁、高纯镁三大产品等级。建立全链条质量控制机制。府谷县镁工业协会牵头起草国际标准《镁及镁合金 原生镁锭 化学成分》与国家标准《原生镁锭》，企业配套专业检测设备，根据客户需求定制产品成分；联合有色技经院共建碳足迹平台，碳数据完整可查，实现多层次市场全覆盖。

立原镁之本、兴合金之业

打造全球顶尖镁产业集群

立足镁消费长期扩容趋势，确立“立足原镁稳供给、延链强基兴合金、低碳循环强根基”发展战略，府谷县统筹产能升级、延链强链、产学研用等产业生态，打造全球最具影响力镁产业集群。

1. 稳固原镁基本盘，筑牢镁消费供给保障

当前，镁行业落后产能持续出清、有效产能不断收缩，府谷县坚持存量

升级、节能降碳，推进镁产业数字化、绿色化改造，稳定80.25万吨批复产能，规划2030年产能100万吨/年。依托循环低碳、成本可控、品质分级的综合优势，持续向国内外输送多品级原生镁锭，全面覆盖脱硫、冶炼、交通等领域用镁需求，守住镁供应链安全底线。

2. 延链补链强链，打通产用衔接堵点

行业长期存在“低端原镁过剩、高端合金短缺”结构性矛盾，府谷县政府引导企业向下游转型，重点布局新能源汽车零部件、3C精密构件、轻量化型材等高附加值镁合金材料。搭建政产学研用协同创新平台，联合科研院所研发高强、高韧、耐腐蚀新型镁合金，推动3N5级准高纯镁、压铸专用镁坯量产落地，缩短原料端与终端应用距离，加速国内镁合金规模化普及。

3. 完善全链产业生态，夯实集群发展动能

以低碳固本、标准筑基、延链强链为核心，补齐合金加工、冶炼装备、检测认证、物流贸易等配套产业；常态化搭建供需对接平台，组织本地镁企与新能源车企、3C制造企业精准对接，打通上下游信息壁垒。依托行业峰会、产业展会推广府谷镁产业模式与镁产品，推动府谷从单一原镁生产基地，升级为集原料供给、合金研发、标准制定、贸易服务于一体的世界级镁产业集群。

在新质生产力与轻量化浪潮下，镁材料大规模应用已成确定趋势，多元赛道将持续释放百万吨级增量。站在镁基材料规模化应用关键节点，府谷县将持续发挥镁产业集群领航作用，坚守低碳循环发展底色，以标准化、高端化、集群化发展支撑全国镁消费升级，携手全行业打通政产学研用衔接壁垒，加速镁材料普及应用，合力开启中国镁产业高质量发展全新阶段。■

(作者单位：府谷县镁工业协会)

以全产业链深度布局 开创镁合金压铸规模化应用新格局

王纵坤 | 文

在“双碳”目标与新质生产力战略的交汇点上，镁作为最轻的商用金属结构材料，正迎来从潜力材料向规模化应用主力跨越的历史拐点。山西银光华盛镁业股份有限公司（以下简称“银光镁业”），以三十八年的坚守与变革，走出了一条从“有镁”到“优镁”的高质量发展路径，坚信消费扩容是产业跃升的核心引擎，科技创新是价值倍增的关键风帆。银光镁业正依托全球领先的全产业链优势与高性能压铸材料体系，为中国镁产业开启黄金时代贡献银光方案。

三十八年坚守 从“粗放”到“精细”的产业链深耕

消费的大规模应用，根植于稳定、高质量、可持续的供给能力。自1988年首座冶炼厂起步以来，银光镁业历经三十八年专注发展，战略性地放弃单纯规模扩张，将资源100%聚焦于原镁冶炼提质增效与高端镁合金研发两大核心领域。从矿山开采、原镁冶炼、合金制备，到精密压铸、深加工及终端交付，银光镁业构建了国内为数不多的全产业链闭环管控体系。

这一全产业链布局，不仅保证了从源头到终端的产品质量一致性与可追溯性，更在压铸领域积淀了深厚功力。自2006年布局压铸产线以来，历经年产50万套轮毂线的建设，到2018年建成国内最大深加工基地，银光镁业已具

备从材料设计、工艺优化到量产交付的完整产业转化能力。目前，拥有280吨至1600吨冷室压铸机及半固态注射机共十余台，形成了覆盖中小型精密件到大型承载结构件的压铸产能矩阵。这种对全制程的掌控与产能保障，使我们能够精准响应新能源汽车、3C电子、轨道交通等多元消费场景对镁合金部件的严苛需求。

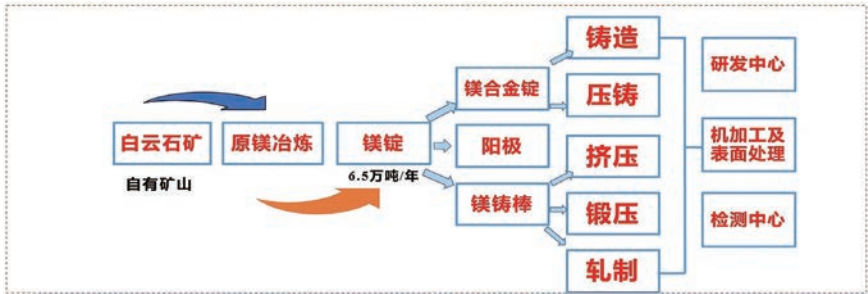
以标杆案例驱动多元场景应用扩容

消费是产业发展的根本动力。银光镁业紧抓轻量化、集成化、绿色化的市场需求，在多个核心领域打造了镁合金压铸规模化应用的典范。在个人出行与微出行领域，银光镁业凭借成熟的镁合金压铸工艺，实现了平衡车踏板、滑板车车架、轮毂等核心部件的批量供货。其中，仅滑板车车架单品年产量即突破50万套，材质采用高韧性自研改性合金，集成压铸、打磨、机加工、喷涂、浸漆及气密检测等完整工艺链闭环，确保了产品一致性与可靠性。

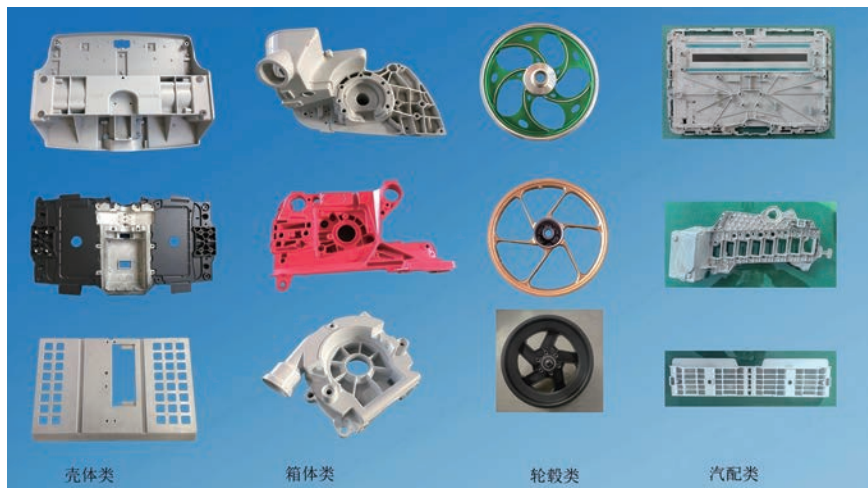
在轨道交通领域，银光镁业成功开发并量产了高铁行李架等大型薄壁镁合金铸件。大尺寸镁合金压铸件的成品率控制是行业公认难点，银光镁业凭借先进的压铸工艺与精细的流程管控，有效攻克了这一技术壁垒，实现了稳定量产，充分验证了镁合金在严苛服役环境下的工程可行性。在新能源汽车领域，银光镁业紧密围绕电机壳体、电控箱体、电池箱体等核心部件，对轻量化、高导热、高耐蚀、高阻燃的综合性能需求，积极推动材料与部件的协同开发，助力整车及零部件企业实现系统性减重与效能提升。通过多场景、大批量的应用验证，银光镁业正不断突破镁合金从“可选”到“必选”的消费认知与工程壁垒。

构建高性能压铸材料体系 破解规模化应用瓶颈

消费扩容的根本支撑在于技术创新，尤其是面向大规模制造场景的高性能材料与工艺突破。银光镁业直面传统镁合



银光镁业产业布局



银光镁业部分压铸产品

金屈服强度低、导热率低、耐蚀性不足等核心痛点，通过精密调控铝、锌、锰等关键元素并严控有害杂质，成功开发出多款具有自主知识产权的高性能压铸镁合金体系，精准匹配多元化下游需求。

高导热压铸镁合金 (YGZ007)：抗拉强度180MPa，屈服强度145MPa，导热系数高达118W/(m·K)，同时具备优异的压铸成型性，流动性与AZ91合金相当，完美适配5G通信基站、电机壳体等对散热效率有极致要求的应用场景。显微组织显示晶粒均匀细小，无元素偏析现象。

高屈服强度压铸镁合金 (YGZ008)：抗拉强度260MPa，屈服强度达到190MPa，伸长率4%~5%，专为减震塔、平衡车踏板等承载结构件设计，大幅提升了镁合金在承载部件上的替代竞争力。

高阻燃高导热压铸镁合金 (YGZ009)：在保持110W/(m·K)高导热的同时，阻燃温度达到850℃（马弗炉/火焰枪烘烤试验验证），抗拉强度240MPa，为动力电池箱体等对安全性与热管理要求严苛的部件提供了极具潜力的轻量化材料方案。

高耐腐蚀压铸镁合金 (YGZ010)：通过成分优化与净化工艺，腐蚀速率较常规AZ91合金降低数十倍（腐蚀速率

仅0.23mm/y），有效解决了镁合金在潮湿或盐雾环境下应用的耐蚀性短板，拓展了其在户外装备、无人机等领域的应用边界。

这些创新成果不仅丰富了镁合金压铸的材料库，更通过定制化的性能组合，使镁合金能够真正满足不同工业门类对强度、导热、耐蚀、阻燃及成型性的综合需求，为大规模、差异化应用扫清了材料障碍。

标准引领 平台赋能 共育产业未来

独行快，众行远。银光镁业深谙产业链协同与创新生态构建的重要性。在标准引领层面，银光镁业作为国际标准研制试点企业，积极参与行业规则制定，掌握话语权。拥有专利100余项（其中发明专利50余项），年新增专利10~20项，发表学术论文百余篇（其中SCI论文十余篇），入选《山西专利价值100强企业》名单，知识产权成果持续产出。

在创新平台层面，银光镁业拥有国家认定企业技术中心、国家地方联合工程研究中心、博士后科研工作站等国家级创新平台，是中国有色金属工业协会镁业分会副会长单位、山西省铝镁链主企业、山西省镁铝合金创新中心，并深度携手中国科学院金属研究所（共建

镁合金研发基地）、重庆大学国家镁合金工程技术研究中心、太原理工大学、太原科技大学等顶尖科研力量，构建了“基础研究—应用开发—产业化转化”的完整创新链条。

在资质荣誉层面，银光镁业通过质量、环境、职业健康、安全四体系认证及CNAS国家认可实验室认证，具备光谱、探伤标样自主制备能力。3次荣获国际镁协优秀奖（2006、2017、2022），并获国家科学技术进步奖二等奖、教育部技术发明一等奖、省科学技术进步奖一等奖等十余项省部级以上科技奖励，彰显了行业领先的技术实力。

在服务赋能层面，银光镁业依托CNAS认证的检测中心，提供涵盖化学成分分析、金相组织观测、力学性能测试、湿热老化、盐雾试验等全维度检测服务。同时，面向高校及科研院所提供“检测—设计—成型”一站式科研支撑，包括博士/硕士课题方案优化、非标样品定制制备，以及“铸造—挤压/锻造—精密加工”的完整工艺闭环服务，支撑“工艺—组织—性能”论文数据链。此外，通过研究生联合培养机制，开放工业级设备实操与产业化思维训练，表现优异者可获企业就业直通机会，致力于共建实践基地、共育工程型人才。

消费为擎，创新为帆。面对全球制造业轻量化、绿色化转型的时代浪潮，银光镁业将继续秉持“让镁发挥最大工业价值”的初心，以更具竞争力的材料体系、更成熟的压铸工艺、更开放的产业生态，全力推动镁合金从“潜力材料”向“主流结构材料”跨越。

我们坚信，在产业链上下游的协同奋进下，中国镁产业必将迎来资源价值充分兑现、应用场景全面开花、创新活力持续迸发的黄金时代。银光镁业愿与各界同仁携手，以镁为桥，共铸安全、绿色、高效的轻量化未来。☞

（作者单位：山西银光华盛镁业股份有限公司）

镁合金轮毂规模化应用赋能产业升级

——德威股份的创新探索与产业化发展实践

马作坡 | 文

在汽车轻量化与“双碳”目标的双重驱动下，镁合金作为21世纪绿色工程材料之一，正从航空航天等领域走向产业化应用的前台。其中，汽车轮毂作为汽车簧下质量的关键组成部分，是轻量化效益最显著、技术难度最高的场景之一。河南德威科技股份有限公司（以下简称“公司”）深耕镁合金领域多年，以技术创新为核、以市场应用为要、以产业协同为基，推动镁合金轮毂从实验室样品走向百万级量产，成为中国镁业规模化应用的标志性实践。

公司依托十余年的行业技术积累，构建了全流程技术壁垒：在成型工艺端，公司采用一次锻造精密塑性成型全自动柔性生产线，从根源上解决了镁合金轮毂腐蚀、成型难、强度低的缺陷。经权威机构检测，锻造镁合金轮毂的各项指标，均严格符合并高于国内GB、美国DOT、德国TÜV等行业标准。

市场实证：从技术领先到全球量产供货

技术的价值，最终要靠市场应用来检验。公司是国内第一家实现锻造镁合金轮毂规模化量产并批

量供应主机厂的企业，走出了一条“技术认证—量产落地—全球布局”的市场拓展路径。

2017年，公司建成全球首条年产20万只镁合金汽车轮毂的生产线，打破了国外企业在高端镁合金轮毂领域的技术垄断。截至目前，已实现年产能50万只，成为国内目前规模最大、量产能力最强的锻造镁合金轮毂生产企业。

公司产品已通过福特、阿斯顿·马丁等国际知名车企的各项验证。产品已覆盖乘用车、商用汽车、赛车等多个应用场景，批量供应北美洲、欧洲、中东等十余个国家和地区的客户，证明了镁合金轮毂的商业化价值。

产业价值：以单点突破带动行业生态崛起

镁合金轮毂的规模化应用，不是一个企业的单打独斗，而是对整个产业链协同能力的综合考验。

公司的实践，首先验证了镁合金轮毂大规模产业化的可行性，打破了固有认知，为行业提供了可复制、可推广的量产经验；镁合金轮毂可比同规格铝合金轮毂减重30%~45%，单车簧下质量减重近40公斤，不仅能提升车辆的操控性能，还能降低油耗、减少碳排放，证明了镁合金的轻量化价值，增强了下游汽车行业应用镁合金的信心。

镁合金轮毂项目，正是中国镁业从“资源优势”向“产业优势”转变的生动缩影，它证明了中国镁企业不仅掌握高端镁产品的量产技术，更具备从材料端到应用端的全链条整合能力。

我们坚信，随着技术的持续成熟、应用场景的持续扩大、产业链协同的持续深化，中国镁产业必将迎来属于自己的黄金时代，为制造业轻量化升级、为“双碳”目标实现贡献重要力量！■

（作者单位：河南德威科技股份有限公司）



河南德威科技股份有限公司生产的美国福特SHELBY车型20寸轮毂

镁基固态储氢：技术突破推进工程应用

盛鹏 林羲 宣锋 王海涛 邹建新 | 文

氢能是实现能源转型与“双碳”目标的必要路径，而氢气的安全高效储运一直是制约氢能产业发展的关键瓶颈。当前，镁基固态储氢正加速从实验室走向工程化应用，为氢能安全高效储运和场景扩容提供了全新选择。

氢化镁的质量储氢密度高达7.6wt%，体积储氢密度约110kg/m³，远优于传统高压气态储氢方式。镁元素在地壳中储量丰富、来源广泛、价格低廉，中国镁的储量、产量分别占全球的70%和80%以上，是极具潜力的大规模储氢介质。当前，

氢运输所采用的20MPa长管拖车运输体系存在泄漏风险及效率较低的问题，而镁基固态储氢材料可在常温低压下实现氢的储存与运输，安全性显著提高。

面向镁基固态储氢技术的工程化应用，上海交通大学邹建新教授带领团队构建了涵盖热、质、动量传递的热-氢耦合模型，用于固态储氢反应器设计、过程优化与安全评估，为吨级储运氢装备开发提供了重要支撑。2023年，团队联合氢枫能源研制出世界首台吨级管束式镁基固态储运氢车，储氢容量约1 000kgH₂，运输能力达20MPa高压长管拖车的3~4倍，可在室温低压下实现安全、低成本运输，如图1a所示。2024年，团队研制出了吨



图1 镁基固态储氢吨级储运装备与多场景应用示范：(a) 管束式吨级镁基固态储运氢车；(b) 罐槽式镁基固态储运氢车；(c) 出海运输示范；(d) 氢冶金应用示范；(e) 加氢站应用示范。

级罐式镁基固态储运氢集装箱，装填约15.6tMg-Ni基金属颗粒，实测可逆储氢容量达1 005kgH₂，体积储氢密度约57.8kg/m³，材料循环寿命超过3 000次，如图1b。该罐式系统已完成覆盖马来西亚、中国香港和越南等地的跨境绿氢运输(图1c)，并在宝武氢冶金和加氢站场景中获得示范应用(图1d, e)。团队还将氢化镁可控水解制氢技术与氢燃料电池结合，联合上海宇集动力系统有限公司开发了能量密度超500Wh/kg的氢化镁燃料电池备用电源，可在-40℃~55℃启动，为野外作业提供50小时(60W)持续供电，目前已获得批量订单。

基于长期工程实践经验，团队

开发了面向固态储氢系统设计的智能辅助建模软件Hystem1.0。该软件以热-氢耦合模型为核心，用户输入结构、热力学、动力学等参数后，即可自动计算储氢容量并生成数值模型预测系统性能。该模型已通过大型油浴加热式镁基储氢罐实验验证，其中实验系统装填约1 200kgMg-Ni合金，可在12小时内吸放约75kgH₂。模拟结果与实验吻合良好，表明Hystem1.0能够可靠预测大型镁基储氢系统的温度分布和放氢行为。作为镁基固态储氢及其关键材料产业

联盟发起单位之一，上海交通大学正联合国内主要研究团队与企业推动产业链协同创新。

镁基固态储氢正处于从工程化突破向多场景应用推进的关键阶段，随着材料改性技术的持续研发、人工智能的应用和工程化经验的不断积累，其在氢能储运、工业供氢、电力调峰、交通运输等场景中的应用正加速拓展。从技术验证到场景落地，镁基固态储氢正在氢能产业链中占据越来越重要的位置。

(盛鹏、林羲、邹建新单位系上海交通大学材料科学与工程学院、上海市氢科学重点实验室，宣锋单位系上海氢枫能源技术有限公司，王海涛单位系上海宇集动力系统有限公司)

重庆镁业：以消费牵引与技术创新 打开镁合金规模化新局

丁河明 | 文

镁合金作为商用最轻金属结构材料，凭借高比强度、减震降噪、可循环回收等突出优势，已成为新能源汽车、轨道交通、人形机器人等高端装备轻量化升级的关键材料。我国镁产业迎来难得的战略发展窗口期，但行业仍面临诸多挑战，扩大终端消费、推动大规模产业化应用，依靠技术创新打通供给堵点，是镁产业实现由资源优势向价值优势跃迁的必由之路。重庆镁业科技股份有限公司（以下简称“重庆镁业科技”）深耕镁合金精密压铸领域二十余年，坚持以市场消费为导向、以工艺创新为抓手，持续拓展镁合金应用边界，为行业规模化落地提供企业实践样本。

公司成立于2001年，位于重庆九龙坡区，是上市公司重庆鑫源智造科技股份有限公司旗下核心轻量化制造平台，系国家级高新技术与重庆专精特新企业，作为重庆大学国家镁合金技术中心联合发起单位之一，公司在镁合金全产业链研发制造领域积淀深厚，是国内新能源轻量化零部件优选配套厂商。长期聚焦镁合金零部件研发、成型制造与产业化推广，立足交通轻量化赛道，形成成熟产品矩阵，汽车内饰件、座椅骨架等产品实现大批量稳定供货，配套行业多家主流车企；摩托车、园林装备镁合金构件持续放量，多年累计开发300余款镁合金产品，依靠稳定量产能力持续扩大镁材料在传统交通及装备领域的消费规模。



镁合金在户外作业装备领域的应用

面向产业新需求，重庆镁业科技持续加码装备与工艺创新，突破镁合金大型构件制造瓶颈。1 600吨全自动压铸单元岛顺利投产，实现大型复杂镁合金结构件一体化成型，打破中小零件生产局限；同步推进850吨半固态镁合金注射成型单元调试，前瞻布局2 500~5 000吨级大型压铸产线，项目建成后将新增年产4 000吨高性能镁合金构件产能，具备仪表盘支架、屏幕背板、座椅骨架、人形机器人结构件等大型轻量化部件批量制造能力。技术升级推动产品持续向外延伸，近期成功落地高铁座椅镁合金零部件配套项目，标志着镁合金应用正式拓展至轨道交通领域，不断拓宽镁材料消费场景。

打通“材料—设计—制造—终端”

产业链壁垒，构建协同发展生态，是推动镁大规模应用的关键。重庆镁业科技积极联动整车厂、科研院校搭建联合创新平台，围绕镁合金结构优化、防腐工艺、一体化成型开展联合攻关，前置参与终端产品轻量化方案设计，解决下游客户“想用镁、不敢用镁”的痛点。依托鑫源集团产业协同优势，在智能农机、割草机器人、高速电摩等集团主营业务装备中批量导入镁合金部件，打造内部应用示范场景，以真实量产案例验证镁合金综合效益，降低下游客户应用试错成本。

镁产业规模化普及依旧任重道远。一方面，需要持续培育终端市场认知，推动更多行业建立轻量化选材标准，持续扩容镁合金消费需求；另一方面，产业链企业要协同攻关低成本冶炼、大型构件成型、长效防腐等共性技术，完善标准体系，持续提升镁合金产品经济性与可靠性。

站在中国镁业发展新起点，重庆镁业科技将继续坚守“消费牵引、创新驱动”发展路径，持续完善大中小型压铸工艺布局，深耕新能源汽车、轨道交通、智能装备赛道，不断拓展镁合金新兴应用场景；持续深化产学研协同创新，优化产品供给能力。期待产业链上下游携手共进，打通产用衔接堵点，加速镁材料大规模普及应用，共同开启中国镁产业高质量发展黄金时代。

（作者单位：重庆镁业科技股份有限公司）

向“新”而行 以“镁”破局

——路飞镁业打通镁材规模化应用全链路

胡奇帅 胡奇郎 | 文

近年来，安徽省池州市将镁基新材料作为首位产业强力推进，加速打通从“矿石”到“整车”的产业链闭环。路飞镁业科技(安徽)有限公司(以下简称“路飞镁业”)作为池州市企业集群中坚力量，立足深加工环节，通过建立从仿真研发到可靠性测试的全流程生产线，逐一攻克加工痛点，推动了镁合金在两轮出行、高端装备等终端领域的规模化应用。

依托区域产业生态，筑牢供应链底座。池州白云石探明资源量达90亿吨，原料品质优良，叠加总投资148亿元的宝镁轻合金项目落地，已构建起“矿头镁尾、镁头车尾”的特色生态圈；池州地处长三角腹地，依托长江水运、铁路、航空等立体交通网络，压降企业运输成本的同时，也大幅缩短了交货周期。同时，在池州市镁基新材料产业协会的统筹引领下，常态化供需对接平台有效破解了产用信息割裂的难题，为路飞镁业精准匹配下游需求提供了有力支撑。

告别单点代工，贯通全流程生产闭环。面对传统镁合金压铸普遍存在的熔炼稳定性弱、成型缺陷多、良品率低等共性痛点，路飞镁业牵头完成压铸全流程工艺升级：改变单点代工模式，在内部构建了从前端研发到后端测试的全链生产线。

在研发端，凭借CAE仿真分析能



路飞镁业冷室 1650T 高压精密压铸机作业现场

力提前介入客户设计，自主开发压铸模具与工装治具，优化成型参数；在生产中段，车间配备了32台半固态和冷室高压压铸机设备矩阵，引入高压精密一体压铸工艺，有效攻克了气孔、缩松等行业通病，将核心部件良品率稳控在95%以上；在后处理末端，企业自主贯通了精密加工、研磨、钝化喷涂及可靠性测试全流程。

针对最棘手的防腐难题，路飞镁业优化了镁合金钝化配方与静电粉末喷涂工艺，针对膜厚和高要求防腐性能导入微弧氧化工艺，使零部件户外耐候寿命提升3倍。这种全流程的内部闭环，既保证了产品质量的稳定可控，又避免了客户多头采购的烦冗，大幅降低了综合制造成本。

直击轻量化需求，终端应用多点开花。在两轮电动车领域，针对新国标限重要求，路飞镁业采用一体化压铸替代传统多工序组装，使单车零部件

减少30%、生产工序压缩40%，镁合金全套方案可实现单车减重4~6千克，降低行驶能耗10%~18%。路飞镁业联合知名车企推出全球首款全承载式镁合金一体化车身架的电动车，获得行业认可，为两轮车镁材规模化应用提供了成熟方案，依托两轮车成熟工艺，积极拓展新能源汽车、3C电子等高附加值市场。面向新能源车提供车身结构件和电池包壳体，依

靠轻量化优势提升续航；针对3C设备外壳，利用镁合金薄壁成型与电磁屏蔽性能实现轻薄化；借助镁合金优异的阻尼减震性能，改善设备运行的振动与噪音，有效提升了设备运行的稳定性。

完善区域产业生态，串起“矿车”全链条。此前，池州镁产业多集中在冶炼和压铸前端，缺乏能够直接面向整车和高端装备的终端零部件供应商，产业链存在断层，路飞镁业全流程生产能力的建成补齐了这一短板，通过与产业链上下游紧密联动，帮助当地完善了“材料—部件—终端”的完整产业闭环。

未来，路飞镁业将继续以消费需求为牵引，持续迭代绿色低碳冶炼与精密加工技术，立足池州的资源和区位优势，进一步拓展镁合金在高端装备制造领域的应用场景，以实际行动助力国内镁产业从资源优势向应用优势、创新优势跨越。

[作者单位：路飞镁业科技(安徽)有限公司]

消费扩容驱动镁合金产业升级

——JDM 系列镁合金材料突破与一体化压铸轻量化全流程技术研究

袁灵洋 肖刚 | 文

镁是最轻质的结构金属，密度为 $1.74\text{g}/\text{cm}^3$ ，仅为铝的64%。截至2026年7月，府谷镁锭现货报价15 950元/吨，铝价约22 500元/吨，镁铝质量比价降至0.68的历史低位。换算到同体积成本，镁比铝低47%——同样的零件，材料成本减半、同时减重30%以上。“以镁代铝”从技术愿景变成经济刚需。

我国拥有全球90%以上金属镁产能，国家明确了2030年产量300万吨、消费200万吨的宏伟目标。凤阳爱尔思轻合金精密成型有限公司（以下简称“凤阳爱尔思”）具备5万吨镁合金、10万吨铝合金及年产3 000万件铸件的产能规模，依托“三专对一专”（专有材料+专有工艺+专有装备-专有产品）的底层技术逻辑，打通镁合金新材料开发、零件/模具设计、高压/挤压/低压铸造及后处理于一体的轻量化综合解决方案，引领镁行业迈向大规模消费新时代。

由凤阳爱尔思打造的JDM系列非热处理型高强韧耐蚀压铸镁合金，通过稀土微合金化实现强度、燃点、寿命分别提高1倍、1倍和3倍。JDM1b抗拉240~280MPa、延伸率16%~20%，镁合金基体盐雾腐蚀速率1.05mm/y，表面处理后可达到1 000小时中性盐雾评级0-1级水平；JDM1c耐热蠕变突出，175℃/80MPa/100h蠕变量小于0.1%，相较于AZ91D提升10倍。配合



一体化镁合金车架从设计到量产全流程

高致密度压铸技术，产品孔隙率下降33.83%，伸长率提高近50%。

基于材料突破，构建“小件到大件一体化压铸”的完整应用路线。后副车架采用JDM1b，从15kg降至5.77kg，减重61.9%，通过百万次疲劳试验——按镁合金18.5元/kg、铝合金23元/kg计算，单件材料成本从345元降至107元，降幅69%。JDM1b后地板投影面积2.8m²，验证超大型一体化压铸可行性。压铸成型JDM1c电机壳，已在商用车、乘用车等电驱壳体、变速箱壳体等高温服役场景中获得重大突破。电动两轮车领域正迎更新周期。全国3.8亿辆电动自行车进入更新阶段，2025年9月新国标加速迭代。采用JDM1b替代塑料及钢制件，

一体式车架重量由18kg降到12kg，减重33%、续航提升20%。共享端已为青桔、松果、哈啰等品牌量产超1 000万镁合金铸件；C端覆盖雅迪、绿源、台铃等电动自行车头部品牌。新国标实施后，镁合金渗透率有望从不足5%跃升至28%，年新增镁需求10万~15万吨。

当前，镁铝比价处于历史极低位，预计2026~2028年全球镁合金需求复合增速达29%，新能源车、机器人、两轮车、低空经济四个赛道同步放量。凤阳爱尔思将继续深耕高强韧耐蚀镁合金材料与大型一体化压铸技术，以消费驱动创新、以创新引领应用，为中国镁工业迈向黄金时代贡献力量。

（作者单位：凤阳爱尔思轻合金精密成型有限公司）