

# 汽车行业的变革对我国压铸业的影响

卢宏远

(布勒(中国)机械制造有限公司, 江苏无锡 214142)



卢宏远(1956-),男,博士,研究员。中国机械工程学会铸造分会特聘专家。长期从事压铸科研及技术方面工作,承担或参加多项国家级和省部级科研项目,获得国家科技进步三等奖1项,省部级科技进步二等奖1项、三等奖1项,中国机械工业联合会、中国机械工程学会、沈阳市科技进步一等奖1项。在国内外期刊和学术会议上发表论文40余篇,出版专业技术书籍1部。近年从事现代压铸机及先进压铸技术的交流及推广工作,致力推动压铸技术进步。E-mail: hylu126@126.com

**摘要:** 压铸业高度依赖汽车行业,汽车行业的兴衰或变革对压铸业具有强烈影响。本文综述了汽车行业的变革对我国压铸业的影响。目前汽车业正处于快速变革时期,新能源汽车产销量猛增,正在改变汽车产业格局。新能源汽车对减重和提效的迫切需求,加速了结构件的应用和车身部件高度集成的一体化压铸。汽车行业的变革为压铸带来新的商机,同时也会对压铸设备和技术提出新的要求和挑战。在这场变革中,压铸业应积极动作,充分提升技术实力,全力扩展市场,使利益和效益最大化。

**关键词:** 新能源汽车;汽车结构件;大型压铸件;压铸件市场

由于环境的破坏,全球气候变暖日益加重,对地球生态和人类生存已经构成重大威胁。世界各国对全球环境恶化和气候变暖表示了严重关切,并对环境保护形成共识。在环境的压力下,世界各国相继制订了一系列节能减排的政策,对汽车CO<sub>2</sub>排放进行了严格限制,并将“碳达峰、碳中和”上升为国家战略目标。双碳政策的严格实行促使主机厂必须探索新途径和使用新技术,主要体现在新能源和轻量化两个方面。

新能源主要指非常规的车用燃料,如电、太阳能和氢能源等。新能源汽车采用清洁能源及新技术、新结构,效率更高,节约能源和减少CO<sub>2</sub>排放,达到环境保护的目的。轻量化节能减排效果明显,当整车减重10%,能源消耗可减少6%~8%,排放可减低10%。此外,还能提高轮胎的寿命,减少加速耗时与制动距离。更重要的是轻量化还可以增加新能源汽车续航里程,提高新能源汽车驾驶性能。

在这个背景下,世界多国或多家汽车主机厂公布了燃油车禁售计划时间表。可以预见,更加严格的减排法规可能会加快燃油车退市步伐。为了鼓励新能源汽车的发展,各个国家对新能源汽车给予了强力推动和政策支持。中国政府推出了补贴政策、碳积分政策和牌照发放等一系列政策,对新能源汽车的发展起到了巨大的推动作用。近年主机厂纷纷转型,新能源汽车增长迅速,正在改变汽车行业格局。本文综述了汽车行业的变革对我国压铸业的影响,以期为我国压铸业的未来发展提供一定思路。

## 1 汽车行业变革

新能源汽车的发展正在改变汽车行业格局。在政府政策和市场的双驱动下,各汽车主机厂加大投资和研发力度,新能源汽车性能显著提高,新能源汽车销量快速上升。图1是近年中国和欧洲、北美新能源汽车销量走势,图2是近年中国新能源汽车销量及增长率,表1是近年中国及其他国家新能源汽车的渗透率,图3是中国新能源汽车渗

中图分类号: TG249.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2022)06-0675-08

收稿日期:

2022-03-18。

透率增长曲线。

从新能源车的区域市场走势看，2020年中国和欧洲是加速上行。2021年欧洲新能源车市场总体高位稳定，而中国新能源车市场2021年继续上扬，且下半年走势最为强劲。北美市场新能源车相对低迷，但仍然呈小幅增长趋势。

截至2021年底，全球广义新能源乘用车销量达到937万辆，其中插混、纯电动、燃料电池的狭义新能源

车全球销量达到623万辆，同比增长118%。中国新能源汽车销量达到352万辆，创历史新高，增长率高达157.2%。目前，中国新能源乘用车销量在全球占据53%的市场份额，电动车更是占据61%的市场份额。

世界新能源车渗透率总体呈现快速提升趋势，今年已经达到7%水平，其中中国新能源汽车渗透率达到12%以上，德国达到22%，挪威达到69%，美国达到4%。虽然世界新能源发展的不均衡，但总体上升趋势

表1 近年中国及其他国家新能源汽车的渗透率  
Table 1 Penetration rate of new energy cars in China and other countries in recent years %

地区		2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2021年			
								1季度	2季度	3季度	4季度
亚洲	中国	1	2	4	4	5	13	7	10	16	17
	韩国	0	1	2	2	2	5	2	4	6	6
	日本	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
欧洲	德国	1	1	2	3	13	23	19	20	23	29
	法国	1	2	2	2	9	14	11	13	15	19
	挪威	22	29	38	42	58	70	64	66	73	75
	意大利	0	0	0	1	3	7	5	6	7	10
	英国	1	2	2	3	9	16	12	13	18	24
北美洲	美国	1	1	2	2	2	4	3	3	5	6
	北美其他	0	0	1	1	1	2	1	2	2	2

明显。随着美国加大新能源的渗透，世界新能源车进入强势发展的新阶段<sup>[1]</sup>。

中国新能源汽车保有量已达784万辆，占汽车总量的2.60%，与上年相比增长59.25%。其中，纯电动汽车保有量640万辆，占新能源汽车总量的81.63%。2021年全国新注册登记新能源汽车295万辆，占新注册登记汽车总量的11.25%，与上年相比增加178万辆，增长151%以上<sup>[2]</sup>。同时有机构预测2022年中国新能源汽车销量将达到500万辆以上，同比增长42%，市场渗透率有望超过18%。

汽车属于耐用消费品，符合“S”曲线发展规律。有学者指出，如果一个新兴产业的发展符合“S”型曲线的发展规律，当市场占比超过10%以后就会形成内部正向推动力和性价比持续提升，紧接着该产业就会以

较快的速度生长<sup>[3]</sup>。据此经验判断，全球汽车电动化已突破临界点，进入陡峭增长长期。新能源汽车从政府驱动、市场与政府双驱动，逐步转型到市场驱动为主导的阶段。

销售数据和增长趋势等数据表明，新能源汽车已经具备强大的市场能力。可以预见，在未来几年中，

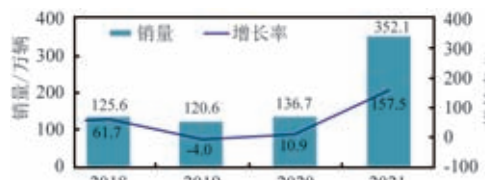


图2 近年中国新能源汽车销量及增长率

Fig. 2 Sales volume and growth rate of new energy car in China

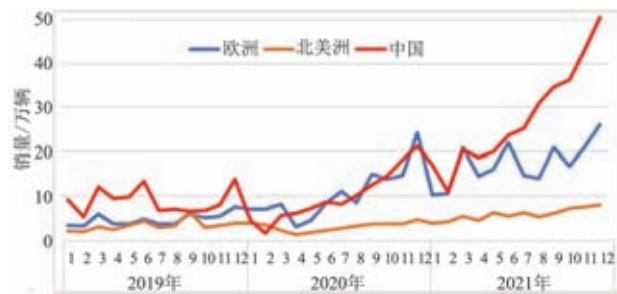


图1 中国和欧洲、北美洲新能源汽车销量走势

Fig. 1 Sales volume trend of China and Europe, North America new energy cars

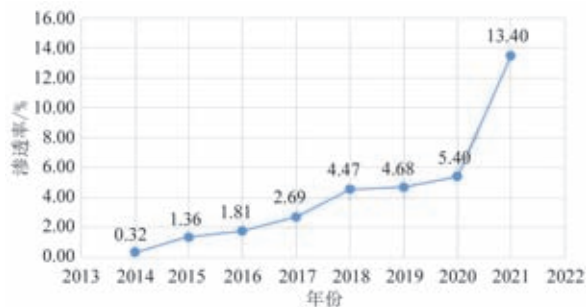


图3 中国新能源汽车渗透率增长曲线

Fig. 3 Increasing curve of the penetration rate of the new energy cars in China

新能源汽车产销量足以改变汽车产业格局。

## 2 对压铸业的推动

### 2.1 加快和提升铝合金结构件的应用

新能源汽车取代传统燃油车，需要重大的技术突破，其中一个重点内容是增加续航里程。目前看来，突破这一困境的关键首先是研发高能量电池或其他新能源，其次是车辆轻量化。在传统燃油车轻量化的过程中，压铸以其精净成形、筋肋结构、高度集成、易于处理以及高效率等一系列优势发挥了重要作用，取代了诸多黑色金属铸件，拓展了压铸件的应用范围。进入新能源汽车阶段，对轻量化的要求更加突出和迫切。新能源的汽车推动了轻量化进程，推动了压铸结构件的应用。

铝合金压铸件主要用于汽车、机械、电子、通讯、仪器仪表、家用电器等领域，其中汽车零部件占比最大，约占70%。汽车产业是压铸业的支柱产业，压铸件产量与汽车产量呈显著的正相关性，近年压铸件产量与汽车产量的走势见图4。由于汽车产量的持续走高，带动压铸件产量上升，连续十余年增量超过10%。由图4可看出，压铸件的增量由两部分组成，一部分是汽车产量增加，拉动压铸件产量增加，另一部分则是由于汽车单车压铸件用量增加所拉动。单车压铸件用量增加，其中一个重要原因是近年新能源汽车的发展，加速了结构件的应用。尤其是2020年，在汽车销量下降的情况下，压铸件产量逆势上扬，主要原因也应该是结构件用量做出了很大贡献。2021年上升趋势

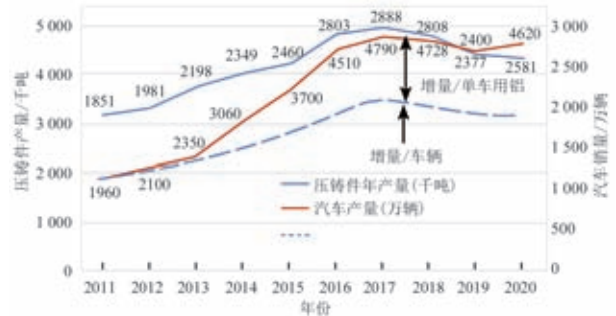


图4 压铸件产量与汽车产量走势

Fig. 4 Trends of the die casting output and sales volume of the new energy cars

会更加明显，表明新能源汽车对结构件应用具有显著的推动力。

目前，汽车结构件压铸生产技术已经取得长足进步，从初期的A柱、减震塔等结构件批产后，已经扩展至后侧梁、副车架等工艺难度比较大的结构件，典型的结构件见图5。其中减震塔原为10个零件组成，改为压铸工艺生产后集成为一件。后纵梁原为18个零件组成，压铸后集成为一件。副车架压铸工艺难度大，此前大部分采用低压工艺或重力工艺，改为压铸后，形状及尺寸精确，壁厚减薄，重量减轻，大幅提高生产效率。悬挂臂和后纵梁等铸件性能要求比较高，一般需要进行热处理。目前，结构件压铸基本上采用真空压铸，保证铸件的火热处理和可焊接性能。

### 2.2 压铸件应用转换

压铸件在传统燃油车与新能源汽车中有些部位的

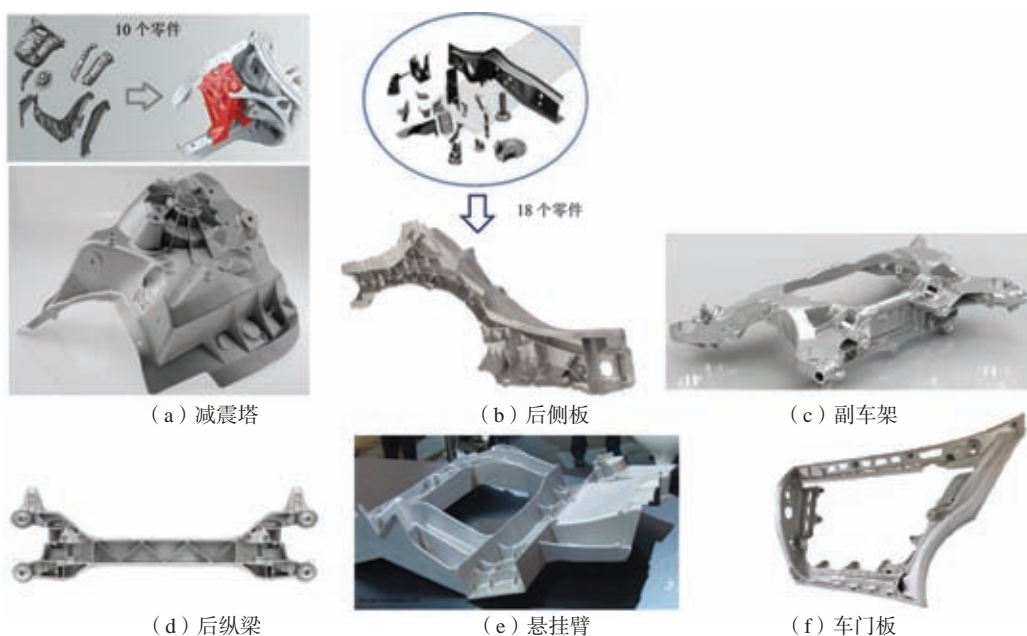


图5 典型的结构件

Fig. 5 Typical structural parts

用量产生变化, 压铸件用量有增有减, 变化主要来自动力系统和传动系统。在燃油车中, 动力和传动系统包括发动机缸体、变速箱和离合器壳体等这部分压铸件用量比较大, 发动机约有16个压铸件, 传动系统约有8个压铸件。但在电动车中, 驱动系统约有4个压铸件, 传动系统约有2个压铸件<sup>[4]</sup>。电动汽车与传统燃油车相比, 在动力系统和传动系统中的应用明显减少。但新能源汽车中混合动力汽车的动力和传动系统包含了燃油和电动两套系统, 压铸件的用量有所增加。如果用ICEE (压铸机锁模力 (循环时间) 表示压铸件的应用指数, 大小及数量因素等), 则燃油车、电动车和混动车的压铸件应用指数如图6所示。

电动车虽然在动力和传动系统方面压铸件的用量减少, 但在三电系统中增加了压铸件的用量, 可以部分的弥补动力和传动系统压铸件用量的减少, 典型的应用是电池托架, 如图7所示。电动车的不断增加, 电池箱和电机外壳的平均用铝量将快速增长, 电池箱用铝量占未来铝用量平均增量的近三分之二。为增加电池容量, 目前车载电池的尺寸较大, 电池托架的尺寸较大, 有的型号长度尺寸可达2 m, 使用的压铸机大多都在4 000 t以上, 最大可达万吨级的要求。

此外, 电机壳、端盖、转子、接线盒外壳等也采用压铸工艺生产, 对压铸件用量有所弥补, 见图8。



图6 三种车型动力及传动系统的压铸件应用指数

Fig. 6 Application index of die castings in energy and transmission system of three car types

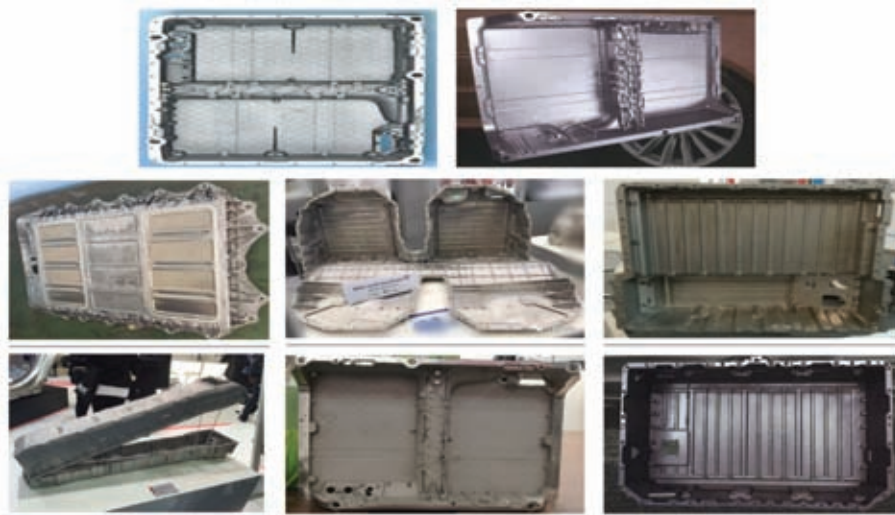


图7 各类电池托架

Fig. 7 Different battery cases

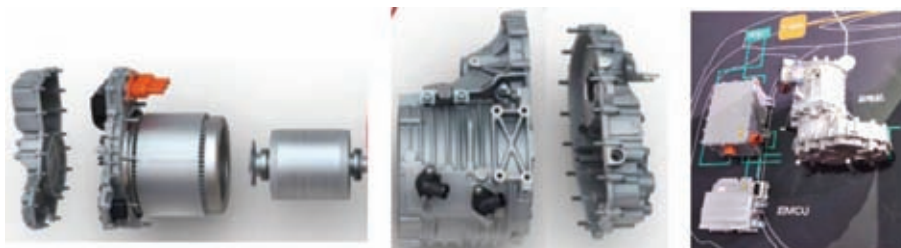


图8 电动车驱动系统压铸件

Fig. 8 Die castings used in the driving system of the electric car

如果使用双电机驱动，则对压铸件用量的弥补作用更强。

### 2.3 推动一体化压铸技术

在减重、提效和降本的多重压力下，2019年特斯拉提出了车身一体成形铸造方法。采用一体成形压铸的方式生产Model Y的整个后部车体，将原先由多工序所需的70多个零件集成为1个，减少了组装焊接等程序，减重约30%，降低制造成本约40%。Model Y的一体化压铸后车身仅重66 kg，比尺寸更小的Model 3同样部位轻了10~20 kg<sup>[5]</sup>，见图9。特斯拉Model Y 4680的CTC版本将应用2-3个大型压铸件替换由370个零件组成的整个下车体总成，重量将进一步下降10%，对后续里程可增加14%。目前，也有压铸厂家在策划或实施一体化压铸汽车底盘或滑板式汽车底盘，见图10及图11。如果采用一体化全铝压铸车身，重量将在200~250 kg，而同级别钢制车身的重量在350~450 kg，重量降低约150~200 kg。

一体化压铸方案大幅简化制造流程，能够免去大量零件连接造成的累计误差，制造精度得以提升，并节省大量的时间成本、设备成本、人力成本，大幅降低了整车的制造成本。

一体化压铸带来重量减轻、高效制造以及成本降低等技术优势，已引起各个主机厂的高度关注。有

人认为，一体化压铸技术是汽车制造业一项革命性技术，必将成为未来汽车制造的一个趋势。目前，许多主机厂表示将跟进一体化压铸技术，或已进入实施阶段。

一体化压铸不但为主机厂提供了制造汽车的新方法，也为汽车零部件压铸企业提供了机遇。许多汽车零部件压铸企业积极与主机厂合作，共同开发一体化技术，并加大投资、融资强度，扩充产能，加速一体化压铸布局，力争在一体化压铸中获得市场份额。业内人士估计，2025年搭载一体化压铸件的车型销量有望升至303万辆，一体化压铸的市场空间从2021年的9亿元，至2025年将提升至270亿元左右，市场空间巨大。目前，一体化成形压铸件主要应用于新能源汽车，以达到降低车身重量、降低能源消耗、提升续航里程的目的。业内认为，到2030年，新能源汽车的市场占有率将提升至50%。如果大型一体化压铸渗透至燃油车型，超大型一体化压铸成形的应用前景非常可观。

应该注意，一体化压铸件增加了压铸总体重量，对压铸重量增量影响显著。但对压铸件数量可能造成减少，因为一体化压铸件具有更高的集成度，可能会将相邻若干压铸件，如后侧梁、减震塔或底盘纵向件等，集合成为一件，如图12所示。因此，生产这类压铸件的企业应该提前应对。

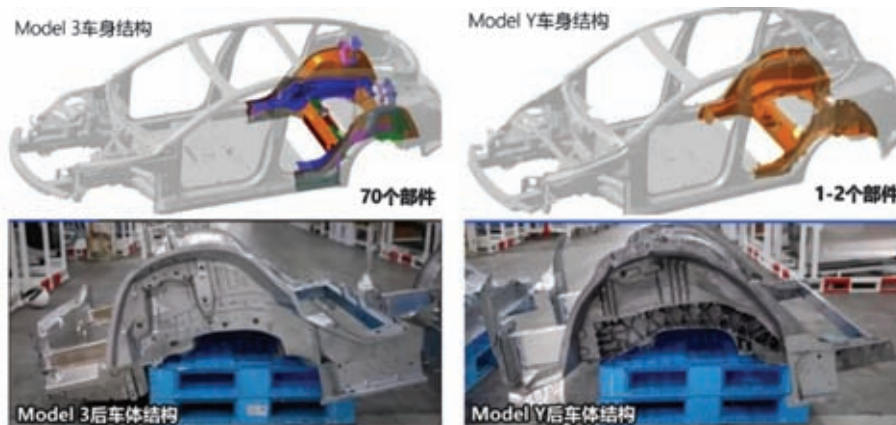


图9 Model Y车身后部件一体化压铸

Fig. 9 Integration die castings of the rear car body in the Model Y



图10 一体化压铸车架

Fig. 10 Integration die castings of the car chassis



图11 滑板式汽车底盘

Fig. 11 Slide plate type of the car chassis

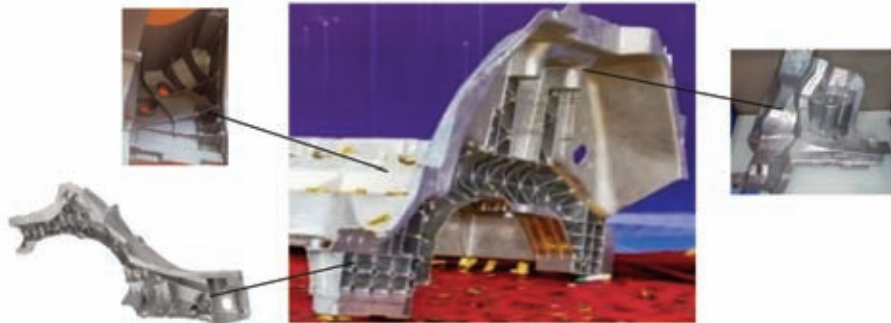


图12 一体化压铸的高度集成

Fig. 12 High integration of the integrated die castings

## 2.4 推动超大型压铸机市场

多大吨位的压铸机属于超大型压铸机在专业上并没有严格定义，一般认为能够压铸车身大型一体化后部件的压铸机就认为是超大型压铸机，合模力在6 000 t以上。一体化车身铸件重量一般可达60余公斤，浇注重量可达100余公斤，尺寸约为1 700 mm × 1 500 mm × 800 mm，重量和尺寸都超出了压铸产品的极限。在此背景下，制造超大型压铸机成为必然。大型一体化压铸开启了压铸机超大型化的时代，一体化压铸概念提出的短短3年中，压铸机制造企业快速研发，6 000 t超大型压铸机已用于生产汽车部件一体化压铸。8 000 t级、9 000 t级超大型压铸机已经进入市场并可在短时间内形成生产能力，15 000 t级也已进入研发设计阶段，图13为9 000 t级压铸机。汽车主机厂对一体化压铸的认可将会使一体化压铸进一步普及，大型压铸机市场需求将会进入常态化需求，持续存在。

## 3 面临的问题

新能源汽车的发展为压铸业带来新的商机，但压铸业面临一些问题与挑战。

### 3.1 超大型压铸机

汽车结构件的一体化压铸离不开超大型压铸机，超大型压铸机刚刚起步，处于开发导入期，尚未达到

成熟阶段，必然还有诸多问题需要解决。首先，应进一步优化整体结构，改善机器结构的刚性和强度，提高设计的科学合理性，保证机器整体结构稳定。超大型压铸机压射系统的活动部件质量显著增大，压射过程的动态响应特性将会受到很大影响。为满足大型一体化铸件的成形要求，应改善压射性能，使压射速度、压射压力、动态响应速度等技术参数进一步提高。超大型压铸机零部件的尺寸增大，加工制造难度加大。一块模板可超过百吨，采用球铁整体铸造成形，需要精湛的铸造工艺保证球化良好，才能达到使用性能要求。其次，需要大型加工设备，并能够达到要求的加工精度。目前，最突出的问题是降低设备的故障率，提高设备运行的稳定性和设备的正常运行时间。

### 3.2 大型一体化压铸技术和工艺

大型一体化铸件的尺寸和复杂程度大幅增加，导致压铸工艺难度大幅上升。目前，一体化车身件浇注重量达100 kg，充型时间及成形过程延长，因此对压铸过程控制非常重要。理想的充型和成形过程控制，包括充型速度控制、成形压力控制，模具温度控制以及产品前端和末端性能的一致性控制、力学性能（抗拉、屈服、伸长率、折弯角等）和合格率控制等，都是依赖于压铸技术和工艺的持续提升。

目前，大型一体化压铸件的合格率大致在



图13 9 000 t级超大型压铸机

Fig. 13 9 000 ton level ultra large die casting machine

40%~60%，合格率低，生产成本偏高。一体化压铸件的价格不会总是处于高位，必须通过降低废品率提高生产效益。只有通过对压铸技术的不断探索和持续改进，才能实现合格率的提升。

### 3.3 大型一体化压铸模具

压铸模具对压铸成功与否关系重大，一直被认为是压铸生产的关键工艺装备。超大型模具在尺寸上达到一次飞跃，国内外对超大模具设计均无经验可循。超大型一体化压铸件壁厚变化大，结构复杂，充型距离长，流路变化多，浇注系统设计难于满足多方面的要求，理想的充型过程和凝固过程更难以实现。模具在满足压铸要求的前提下，同时要考虑到模具的耐用性，模具的耐用性直接影响生产成本。一体化压铸机锁模力更大，对模具施加的应力更大，对模具造成损伤的可能性增加。一体化压铸对模具的冲击作用更大，工作条件恶劣，受各种应力的影响，可能会导致模具过早开裂失效，因此对模具设计和模具材料及热处理要求更高。

模具的热管理在大型一体化压铸过程中愈发重要，但由于模具的大型化，模具的热控制难度加大。合理设计冷却/加热系统，是生产中対模具温度进行有效控制的前提条件。模具的温度控制对一体化压铸件质量影响极大，温度过高或过低都会使铸件产生缺陷。

### 3.4 一体化压铸件的合金材料

大型一体化压铸件属于汽车车身中的结构件。由于在行驶中要保证汽车的安全性，对汽车结构件的力学性能要求高，韧性相关的结构件一般要求抗拉强度 $\geq 180$  MPa，伸长率 $\geq 10\%$ ；强度相关的结构件，一般要求抗拉强度 $\geq 210$  MPa，伸长率 $\geq 7\%$ <sup>[4]</sup>。为达到要求的力学性能，通常的做法是对压铸件进行热处理。一体化车身件尺寸大、壁薄、结构复杂，对其进行热处理难度加大。处理不当会导致铸件变形、表面气泡等问题，由此可能会导致铸件报废。其次，大型一体化铸件热处理需要大型热处理炉，额外的铸件固定支架，大幅增加铸件的成本。因此，需要合金材料的创新，研发免热处理铝合金材料，即在铸态下就能获得要求的合金组织和力学性能。已有研究表明，新型一体化压铸件免热处理铝合金可使整体力学性能提高20%~30%，能够满足碰撞要求。压铸后不需要热处理，可直接进入下一工序，节省时间超过6 h，并省去热处理设备和工装。虽然目前免热处理合金的开发取得一定进展，但仍有许多工作要做。

### 3.5 大型一体化压铸周边设备

大型一体化压铸完全排除了人工作业的可能性，压铸单元内的所有操作必须由自动化的周边设备完成，包括喷涂、浇注、取件、切边、清理等各道工序。相关企业必须尽快开发适合大型一体化压铸的周边设备，以便有效组织生产，缩短循环时间，提高生产效率。

### 3.6 竞争加剧

汽车行业变局，使许多企业看到了大型一体化压铸的发展机遇。业内企业积极筹措资金，购买超大型压铸机，提早进行大型一体化压铸的布局。这一机遇也吸引了其他行业企业进入大型一体化压铸领域，试图在这个领域获得发展和利益。汽车主机厂也有自主生产一体化压铸件的趋势，已有新车厂像特斯拉一样，直接建立压铸车间，自供一体化大型压铸件。一体化压铸件尺寸大、壁薄、容易产生变形，需要稳固的运输托架，不适合长途运输。汽车主机厂进入压铸一体化领域具有较强的优势，将一体化压铸车间与冲压、焊接、涂装电驱等车间平行建设，在进行必要的加工后，可直接进入汽车总装车间，缩短零部件的转移距离，增加装车的效率。如果新入企业过多，无疑会加剧行业的竞争趋势，企业应做好面对竞争的准备。

### 3.7 风险与机遇同在

新能源汽车为压铸业带来新的发展机遇，推动压铸行业的快速发展。但也应看到带来机遇的同时，也有一些风险或不确定因素存在。

受疫情及一些其他因素影响，全球缺芯等状况反复影响全球汽车行业景气度。压铸对汽车行业的依赖性较强，如果这种影响给汽车行业带来下行，将会影响压铸终端企业。

原材料价格上涨，也给压铸企业带来不利影响。2021年起，铝锭价格飙升，最高价格超过2.2万元/吨，涨幅超过50%。持续的价格高涨或震荡的铝价可能带来系统性风险，也会造成下游企业经营困难，负担加重。

一体化压铸由特斯拉提出并实现，其他汽车主机厂表现积极跟进。如果车企一体化压铸推进不及预期，或一体化压铸受其他因素影响，将会延缓一体化压铸的发展。

对新能源汽车补贴政策变化及双碳目标实施，是否会影响新能源汽车的发展，也应给予关注。

俄乌战争可能会对全球经济产生影响，对能源、原材料和汽车行业的影响还有待观望。自然灾害或金

融市场动荡可能阻断供应链，或损害消费市场，最终也可能波及压铸市场。

## 4 展望

中国汽车业的持续快速发展，为压铸业提供了巨大的发展空间。汽车行业发生的变革，正在成为压铸业发展的新动力。在新形势下，我国压铸业应该抓住汽车大发展和轻量化的契机，努力提升生产及技术水平，拓展汽车压铸件市场。压铸企业应与汽车厂加强合作，共同探索和开发压铸件资源，促进单车用铝量的增加。进一步发挥技术进步的优势，继续加强高真空工艺、模具热管理、高效喷涂、高性能合金、大型

模具设计与制造等各种新技术的研发和应用，提高压铸综合技术水平，提高压铸件质量，提高压铸工艺的竞争能力。

进一步加强高效率、智能化、性能卓越的超大型压铸装备制造，为一体化压铸提供强有力的装备支撑。压铸企业应积极向工业4.0及绿色低碳转型升级，促进压铸企业高质量发展。

面临新趋势，顺势而为，面对新机遇，乘势而上。中国压铸依靠不断的技术进步，依靠全行业的积极进取，抓住机遇，一定会在汽车行业的大变革中获得更大红利。

### 参考文献：

- [1] 崔东树. 中国汽车产业现状及前景 [R]. 新浪财经, 2022.
- [2] 周磊. 中国新能源汽车保有量 [R]. 中国交通网, 2022.
- [3] 殷志凌. 新能源汽车需求急剧增长对压铸机潜在需求的影响 [R]. 布勒公司, 2021.12.18
- [4] 布勒公司. 汽车发展方向对压铸业的影响及对策 [C]//第十三届中国国际压铸会议暨第4届有色金属及特种铸造技术国际研讨会论文集, 2018.7.15, 191-209
- [5] 邱世梁. 车身一体化浪潮 [R]. 浙商汽车, 2022.

---

## Influence of the Revolution of Automobile Industry on China's Die Casting Industry

LU Hong-yuan

(Buhler (China) Machinery Manufacturing Company, Wuxi 214142, Jiangsu, China)

### Abstract:

Die casting business depends on automobile industry, the change of automobile industry has a strongly influence on die casting. This paper summarized the influence of automobile industry reform on die casting industry in China. A change is rapidly developing, and it will leads a new setup of the automobile industry. The sale volume of new energy car is greatly increasing, it pushes the use of large structural parts from the die casting. The change of the automobile industry brings a big potential business opportunity, and also some challenges. Die casting industry should continuously develop and use new technologies in this change, and expend its business and maximized profits.

### Key words:

new energy vehicle; structural parts; large-scale die castings; die casting business

---