

白皮书赞助方：
Sponsors:



3D打印与新能源汽车白皮书1.0

White Paper of 3D Printing and New Energy Vehicle



白皮书下载请加入3D科学谷QQ群：529965687

随时查看白皮书请关注“3D科学谷”微信公众号：cn_3dsciencevalley



中文

English

3D Science Valley
市场研究白皮书系列、Insights行业洞见、AME卓越论坛、《3D打印与工业制造》，四大板块之间相互联动，3D科学谷立足上海与德国柏林，全球视野，精准洞察，(www.3dsciencevalley.com)，是国际上最有影响力的3D打印界的智囊平台。



10万+订阅用户；4百万+阅读量

2百万+点击量 (年)

机械工人出版社发行，京东、当当有售



交汇

能量聚合

认知贯通

升级

AME卓越论坛聚焦3D打印改变产品的方式



多维

行业应用白皮书提升行业对3D打印的认知水平



融合

AME

Additive
Manufacturing
Excellence

AME 3D打印卓越论坛 | 行业透视 AME Forum | Industry Insights

以敏锐的视角、高度的聚焦、深度的剖析来推动3D打印与行业结合的发展。3D科学谷所打造的AME系列论坛特别之处还在于将论坛期间的讨论精华以行业透视的方式呈现在3D科学谷的白皮书系列中，从而与增材制造行业的方案提供商、用户等各方面手拉手共同推动3D打印与应用端的结合。

The 3D Science Valley AME forum is special because we include the insights during the discussion section to the 3D Science Valley whitepaper series. Hence hands in hands, we influence the application industries together with the additive manufacturing solution providers and the users.

国内汽车行业在采用3D打印技术方面与国际上的差别？

- 一大差别是国内目前缺少从需求方的拉动，引入3D打印不仅需要长达几年的技术积累，还需要携手3D打印生态圈共同来完成这个积累过程。随着国内包括吉利汽车在杭州湾的3D打印布局以及其他汽车企业对3D打印的逐渐重视，这个情况随着3D打印重要性的提升有望得到改善。

观点来源: *Divergent 3D, 3D科学谷*

目前3D打印领域的软件来自不同提供方，3D设备，那么怎么形成融合？

每个设备的工艺不同，对软件的需求也不一样。

- 拿西门子来举例，一方面西门子在积极的与设备厂商合作，另一方面，有的设备厂商采取开放的方式，例如惠普，与西门子的软件采取无缝集成的方式来共同为行业发展提供服务。

- voxeljet-维捷认为软件与设备的集成是量产的关键。

思考来源: *Divergent 3D*, 观点来源: 西门子、voxeljet-维捷

目前从接到的汽车厂的3D打印服务来说，大部分订单是做原型，什么时候量产的订单成为主流订单？

- 3D打印可以取代一部分传统制造技术，对于定制化和复杂零件的生产来说，3D打印具备优势。目前，后处理占用了整个加工过程很大的时间与成本，以功能为导向的设计能力在我国还属于明显的短板，再加上3D打印技术本身的效率、质量稳定性、重复性、标准等这些制约因素都需要得到有效的解决以使得3D打印更多的用于生产领域的应用。
- 量与成本是个相互作用的过程，3D打印的应用越是得以普及，量越大，成本就越下降，越具有优势。
- 每种技术都有合适的应用场景，需要不断进化的过程，才能过渡到更多的生产应用。

思考来源：GKN, 观点来源：voxeljet-维捷、西门子

3D打印在新能源汽车领域的切入点是什么？

- 新能源汽车对工况要求更加挑战，切入点是轻量化和热管理这两块。热管理这块，拿电机的冷却管路来说，通过3D打印可以做成随形冷却，螺旋状的。
- 3D打印的成本整体来说，目前多数情况下还是不足以比美传统制造方式，只能从设计源头来通过提升产品的性能，使得在产品生命周期中带来额外的收益，这部分收益大于制造所带来的额外成本，使得厂家愿意承担这个额外的成本。

观点来源：voxeljet-维捷

■ 间接金属3D打印（粘结剂喷射技术）从可实现的产品的复杂性、生产效率与成本来看对汽车行业的零件生产的影响是深远的，然而如何来控制好零件收缩与变形呢？

- 控制零件收缩与变形是一个很大的挑战，是一个持续努力的过程，目前还没有完美的解决方案。每一家的解决方案也存在很大差异，就惠普来说，粘结剂是惠普开发的，另外惠普的喷头在速度、稳定性、细节方面具备自身的优势。
- 而通过粘结剂喷射技术来生产更大的零件挑战就更大了，不仅仅是控制零件收缩与变形，越大重力作用越大，需要解决的挑战越复杂。

思考来源：3D科学谷，观点来源：惠普

■ 很多汽车制造商为了不同车型保有备品备件，通常三分之二的备件是最终被浪费掉的，如何看待3D打印在汽车备品备件领域的应用市场？

- 金属领域来看，大众、卡特彼勒都在通过3D打印来快速响应备品备件市场的需求，这是一个发展趋势。
- 塑料领域来看，需要找到合适的途径。目前看材料的匹配性存在一定挑战，尼龙、玻纤增强材料、碳纤维增强材料... ..总之适用于3D打印的可以用于汽车备品备件领域的材料还是太少，还需要包括材料商等各方面的共同努力。

思考来源：Divergent 3D, 观点来源：惠普、SLM Solutions

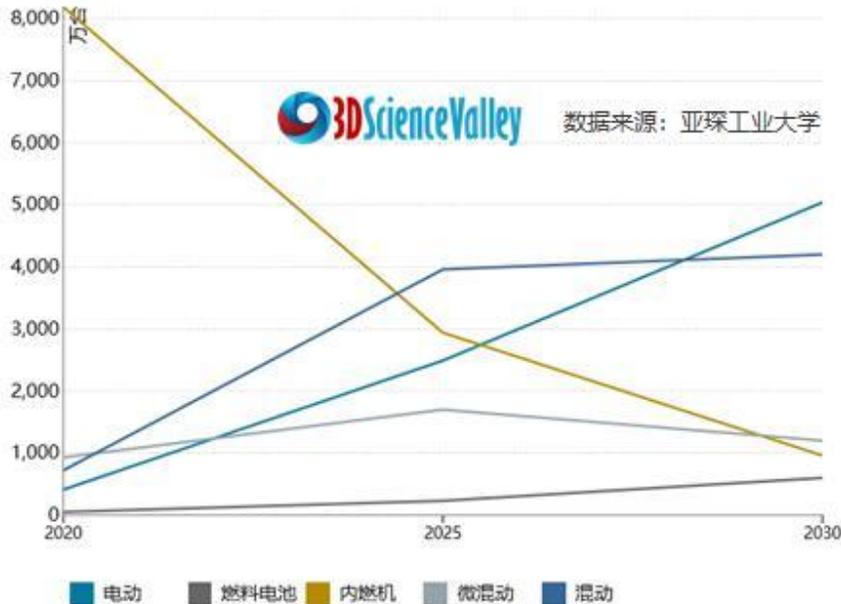
汽车市场细分

1 全球新能源市场展望

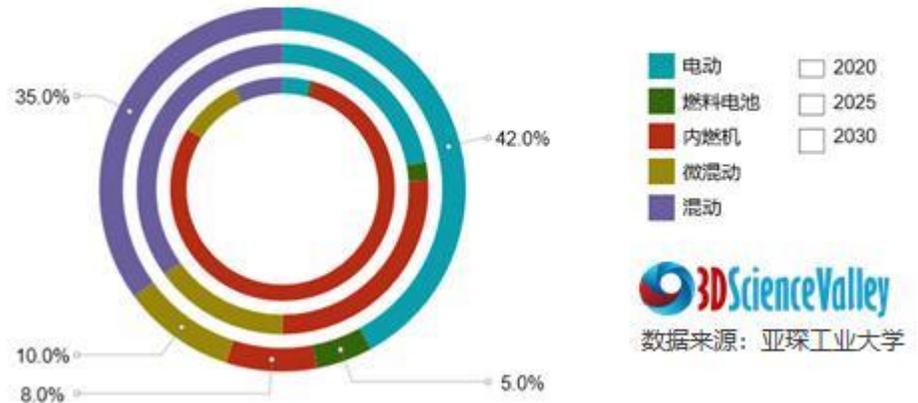
根据德国亚琛大学的分析，2020年全球将生产1.03亿辆乘用车，其中内燃机车占8190万辆，市场占有率为79.5%，新能源车（含混动，电动）为2110万辆，占20.5%，其中纯电动汽车为410万辆。

到2030年，预计全球将生产1.2亿辆乘用车，其中内燃机车占960万辆，市场占有率为8%，新能源车（含混动，电动）为1.104亿辆，占92%，其中纯电动汽车为5040万辆。

全球各类动力汽车产量预测 (万台)



全球各类动力汽车产量预测



2 我国新能源汽车市场政策

2016年12月《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中，明确提出到2020年新能源汽车年产量达到200万，累计产销量达到500万。2017年4月《汽车产业中长期发展规划》中，提出目标到2025年国内汽车销量达到3500万辆，新能源汽车销量占汽车总销量比例达20%。2018年3月，工信部部长在接受央视采访时，提出燃油车退出时间表，初步确定了2019年新能源汽车占比达8%，2020年新能源汽车占比达10%，之后将进一步确定2020年以后的新能源汽车占比，该规划进一步提高了2019年和2020年新能源汽车销量目标。

预计2020年国内新能源汽车销量达230万辆



时间	政策名称	部门	规划&影响
2016.12	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	国务院	目标到2020年新能源汽车年产量200万以上，累计产销量500万以上
2017.4	《汽车产业中长期发展规划》	工信部、发改委、科技部	目标到2025年新能源汽车销量占汽车总销量比例达到20%
2017.9	《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》	工信部、发改委、科技部、财政部	2019年和2020年的NEV积分比例分别为10%和12%
2018.3	燃油车退出时间表	工信部	初步确定2019年和2020年新能源汽车占比分别为8%和10%

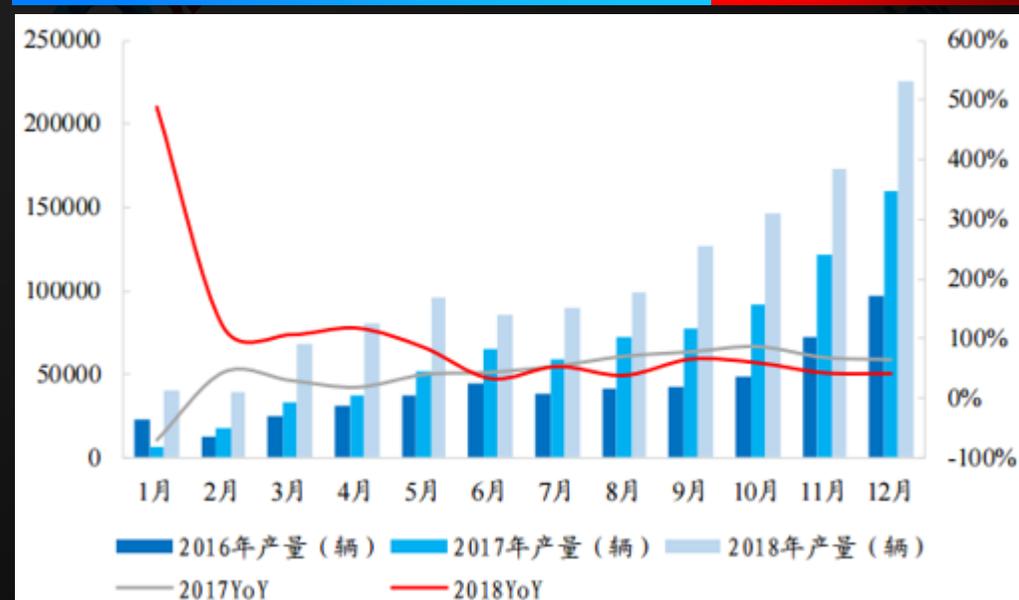
3 我国新能源汽车市场

根据中国汽车工业协会数据显示：2016年和2017年，国内新能源汽车销量分别为50.7万和77.7万辆，同比增长分别为53.2%和53.3%。2018年，国内新能源汽车累计产量为**127万辆**，同比增长60%，累计销量为125.6万辆，同比增长61.7%。国内新能源汽车市场作为全球最大的市场，表现出了强劲的发展动力。截止2017年底，全球新能源汽车渗透率为1.0%，我国新能源汽车渗透率为2.7%，仍有很大的提升空间。

中国新能源汽车渗透率



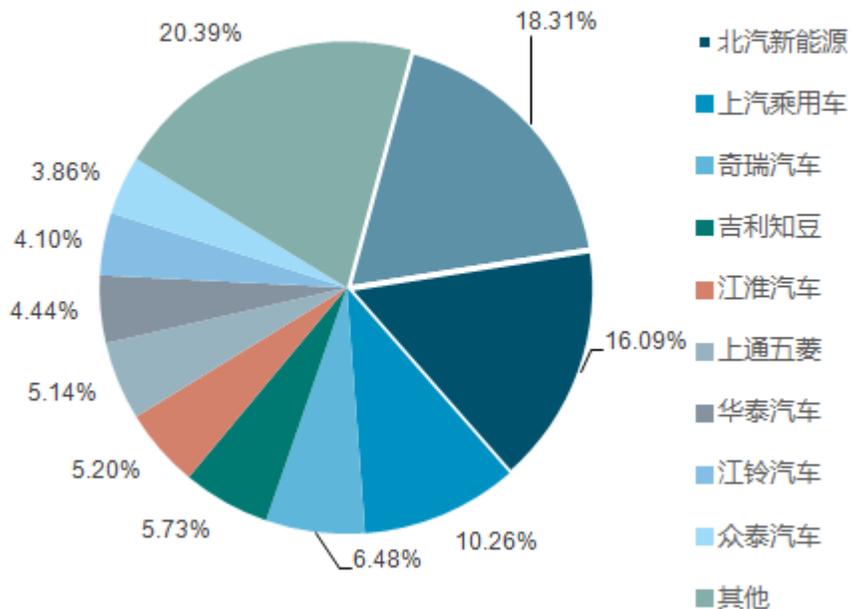
2018年中国新能源汽车销量增长60%



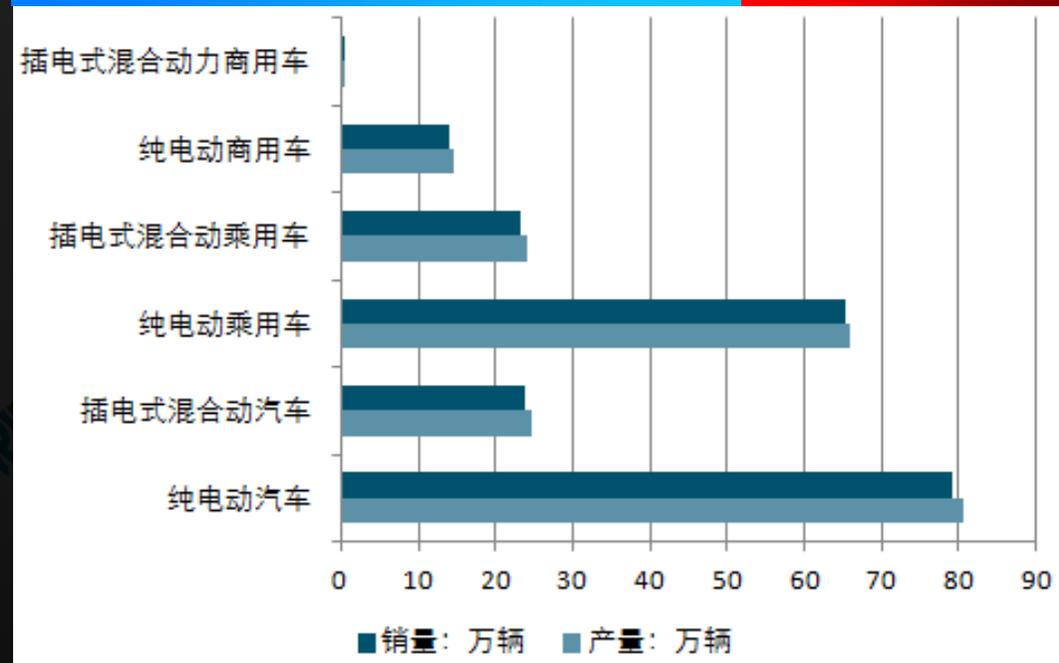
我国新能源汽车市场

中国汽车工程学会名誉理事长付于武表示，从世界范围来看，全球汽车产业正迎来电动化、智能化和共享化的重大变革。在重大战略机遇下，中国新能源汽车产业取得了一系列令人振奋的成就，但同时产业如何从“补贴时代”平稳过渡到“后补贴时代”面临着市场培育、产业竞争力提升等重大挑战。

新能源乘用车 2018 年 1-4 月销售结构



2018年1-11月中国新能源汽车产销分燃料方式情况分析

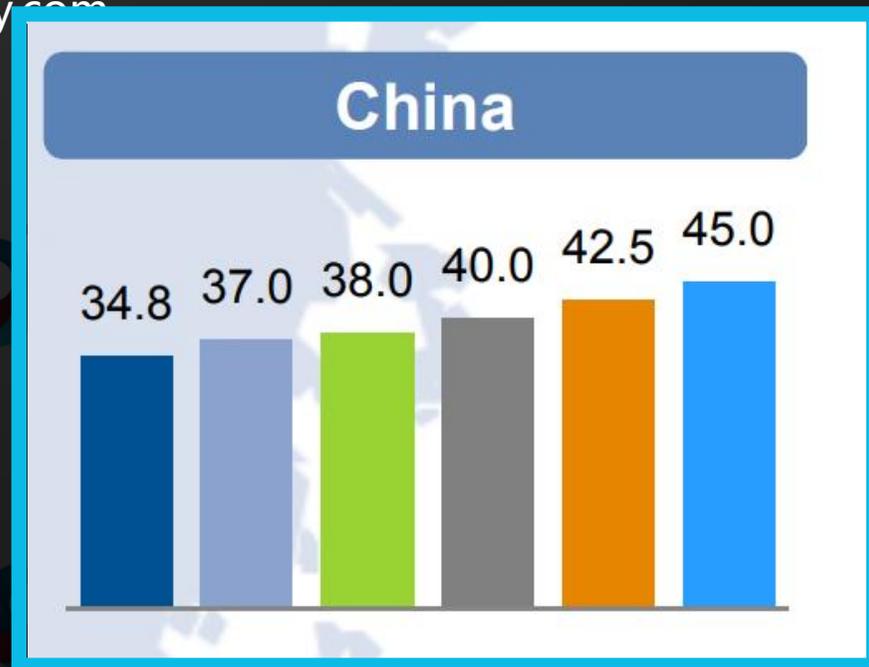


来源：中国产业信息网

中铸协预测到2020年铸件总产量达到5500万吨，铸件产值约7000亿元的规模。占企业总数量30%的铸造企业（约4500家）的铸件产量将会达到铸件总产量的80%以上。球墨铸铁（包含蠕墨铸铁）占铸铁产量的比例将由2014年的37%提高到42%左右，铝、镁等轻合金的铸件产量将由13%提高至20%左右。

3DP技术有助于铸造业淘汰落后产能，提高研发水平，提升小批量交付高端逐渐能力。

中国在铸铝方面占据世界主要的市场份额，2020年铸铝有望达到500万吨。



根据产业信息，电机电控市场有望持续高增长，“十三五”CAGR超30%，2020年超500亿。目前新能源商用车的电机电控系统合计价格在6~8万元/套左右（12米客车），乘用车合计2~3万元/套。根据未来新能源汽车销量及结构测算，参考以上的价格并假设每年3~5%的降幅，综合估算2016年电机+电控市场规模将达到220亿元左右，未来5年新能源汽车电机驱动器市场CAGR达30%以上，到2020年市场规模超500亿元。

预计未来整国内车厂自主研发预计将占到一半左右的份额，小型车厂及合资厂商仍将采购第三方供应商的产品。具备技术实力和成熟应用的动力总成专业提供商包括汇川技术、方正电机、合康变频、大洋电机等。

国内新能源电机电控企业

信质电机

万向电动汽车

湖南南车时代电动汽车

江西特种电机

深圳汇川技术

上海大郡动力控制技术

北京中纺锐力机电

宁波韵升

浙江方正电机

中山大洋电机

根据中国产业信息，2018年中国新能源汽车热管理系统市场规模达**56.4亿元**

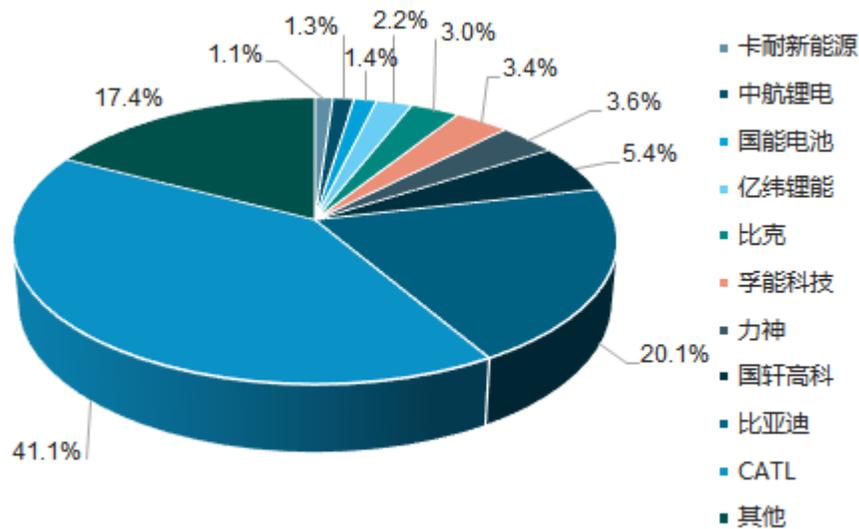
技术原理：驱动部件电动化，空调回路需要制热，空调回路和功率器件回路需要换热，这三点是新能源热管理与传统热管理结构上的主要区别。传统汽车的空调压缩机和水泵均由发动机的飞轮驱动的皮带轮带动，而新能源车上需要采用电动机驱动水泵和压缩机。传统汽车的空调只需要制冷，而制热是利用发动机的余热，而新能源车空调制热需要用热泵技术或者PTC加热技术。传统汽车的发动机只需要冷却而不需要加热，且温度控制精度不需要很高，新能源电池由于温度需要控制在20-40℃，对热管理的温度控制要求较高，目前一般采用空调回路制冷剂与电池冷却回路冷却液进行热交换的形式实现，即通常所说的液冷系统。

产品种类和单价不同：新能源热管理在空调回路和功率部件冷却回路的总价值量相对于传统燃油乘用车均有提升，传统功率结构换热由大约1650元提升到4050元，空调回路由1200元提升至1600元。并且产品种类发生变化，新增电池冷却器总成、电池冷却板、PTC加热器等产品。

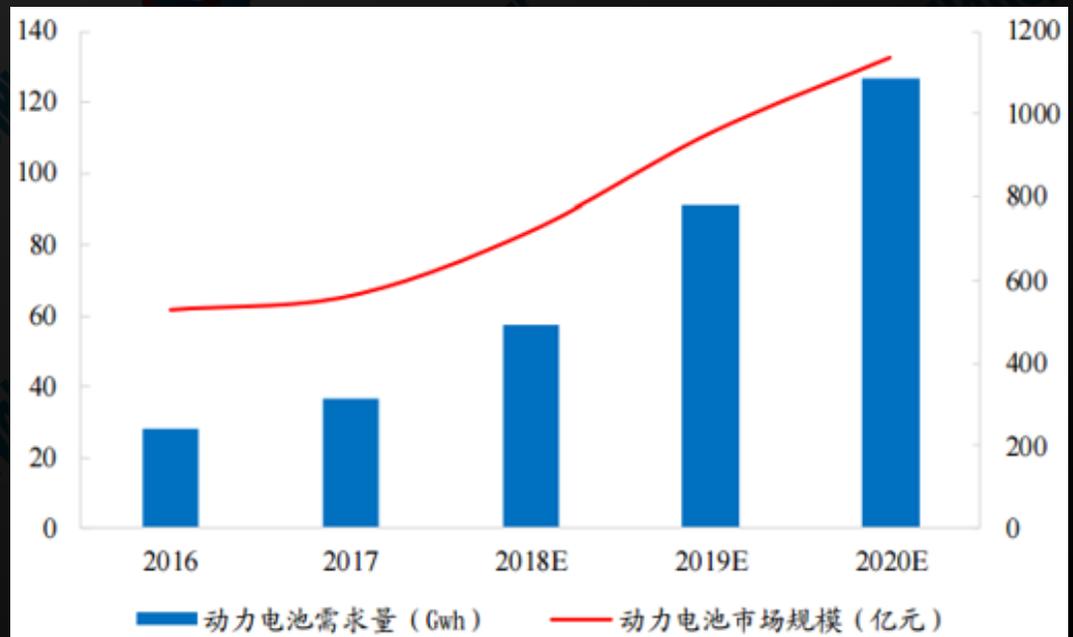
在全球汽车热管理领域，主要供应商包括日本电装、法国法雷奥、韩国翰昂、德国马勒等。除翰昂外，其余均为多元化汽车零部件巨头，在全球零部件企业中排名前列。

从2011年起，全球动力电池占锂离子电池消费总量的比例逐年攀升。新能源汽车行业的逐步发展带动了动力电池的需求，2011-2017年，动力电池占锂电池的比例从4.5%提升至39.8%，出货量年均复合增速为83.6%。根据预测，到2020年动力电池占锂电池的比例有望达到52%，超过消费电池。2017年国内动力电池产量约36Gwh，占全球比例超过60%，已经发展成为全球最大的新能源汽车市场。2018年，宁德时代的动力电池市占率达到41.1%，比亚迪为20.1%。预计2020年国内动力电池市场规模超1100亿。

2018年动力电池市场格局



预计2020年国内动力电池市场规模超1100亿



假设乘用车市场 2016-2020 年复合增速 5%，到 2020 年，乘用车销量将达到 2800 万辆，乘用车保有量将达到 2.5 亿辆。测算到 2020 年乘用车半钢胎总需求将达到 4.5 亿条，按平均单价 350 元/条计算，对应市场空间约 **1500 亿元**。商用车用全钢子午胎市场，中国本土轮胎品牌占主导地位。全钢子午胎主要用于客车、中型以上商用车和工程机械车辆。半钢轮胎消费市场，中国本土品牌仅占有约 30% 市场份额且主要集中在替换胎市场。

2016 年全球轮胎主要品牌

2016 年度排名	2015 年度排名	公司名称及总部所在地	2015 年轮胎销售额 (亿美元)
1	1	普利司通/日本	240
2	2	米其林/法国	221
3	3	固特异/美国	148
4	4	大陆轮胎/德国	108
5	5	倍耐力/意大利	69
6	6	住友橡胶工业/日本	61
7	7	韩泰轮胎/韩国	53
8	8	优科豪马/日本	42
9	9	正新橡胶/中国台湾	38
10	10	杭州中策橡胶/中国	34
11	11	佳通轮胎/新加坡	31
12	12	固铂轮胎橡胶/美国	30
13	14	东洋轮胎橡胶/日本	27
14	13	锦湖轮胎/韩国	27
15	15	三角集团/中国	24
16	16	MRF 公司/印度	21
17	17	阿波罗轮胎/印度	19
18	18	耐克森轮胎/韩国	18
19	19	诺记轮胎/芬兰	14
20	20	山东玲珑/中国	13
21	21	山东恒丰/中国	13
22	25	兴源轮胎/中国	13
23	24	赛轮金宇/中国	13

10 汽车内饰与外饰

汽车主要由动力总成、底盘、车身和电气设备四大系统组成，各系统通过零部件的有效组合实现汽车的各种功能，车身系统是用来容纳驾驶员、载运乘客和装载货物的空间结构；包括内饰件、外饰件、白车身、车门、车身附件等，对于汽车的结构性功能和装饰性功能起到重要作用。

未来汽车的电动化与智能化趋势下，动力总成、底盘、电气等系统均面临巨大变革，部分零部件或将永久性取消；内外饰作为汽车的骨架支撑部分，具有稳定与不可替代性，且在消费品质升级下价值量持续提升。汽车内饰主要包括：座椅、仪表板、门护板、扶手箱、立柱护板、顶棚地毯、控制面板等零部件，起到装饰、支撑等作用。

汽车内饰



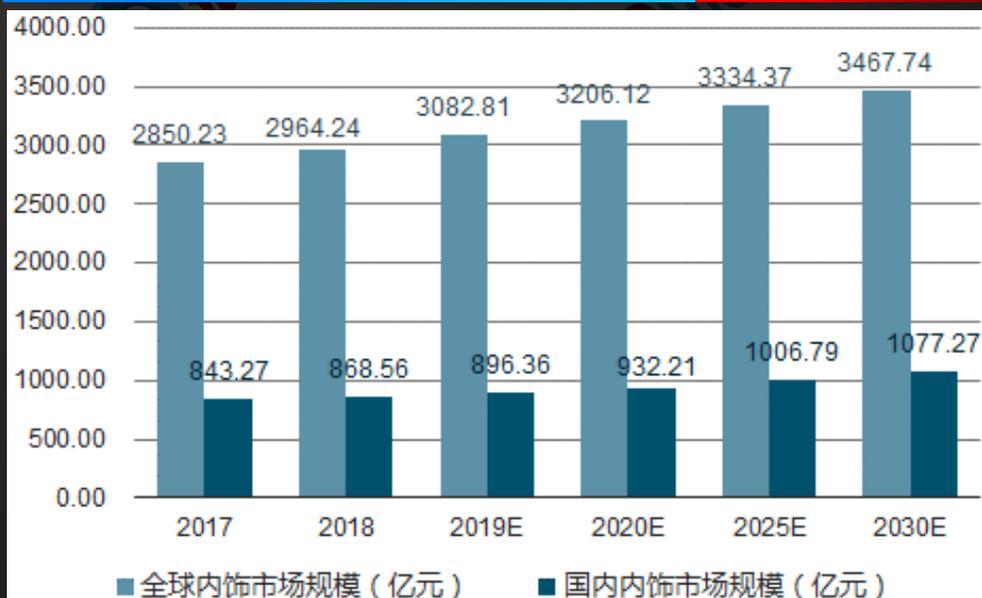
汽车外饰



11 汽车内饰与外饰

2017年全球汽饰行业市场规模达6042.1亿元，其中内饰行业市场规模约为2850.23亿元，预计2020年，全球内饰行业市场规模将达3206.12亿元，外饰规模将达3590.42亿元；中国内饰2017年市场规模约为843.27亿元，外饰市场规模约为944.34亿元，预计2020年，中国内饰市场规模将达932.21亿元，外饰规模为1043.95亿元。

2017-2030年全球内饰和国内内饰规模及预测图



2017-2030年全球外饰和国内外饰规模及预测图



汽车车身材料主要在性能、材料选择、质量上发生了巨大的变化。随着车身轻金属、复合材料等车身材料技术的发展，未来车身会日渐趋于轻量化、节能化、高标准化，汽车业将达到一个崭新的高度。

钢材料

目前车身的材料仍以钢材为主，不过材料的性能和比例都发生了改变，安全性、经济性和实用性得到了提高。

碳纤维材料

碳纤维在汽车领域主要应用在赛车上，目前跑车级别的车辆也有应用。

塑料件材料

高分子材料密度小，耐腐蚀性好，在车身上应用较为广泛，目前在内饰件、外装件、结构件等部件中的用量明显增加。

镁合金

铸造镁合金多用于压铸工艺生产。生产效率高、精度高、铸件表面质量好、铸态组织优良、可生产薄壁及形状复杂的构件。

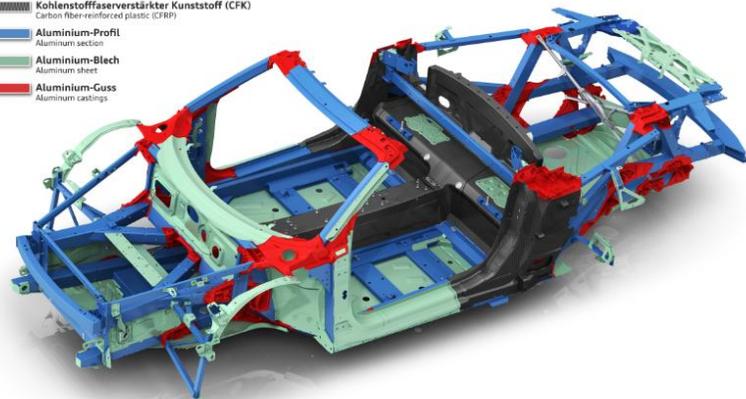


Audi R8 Spyder V10

Audi Space Frame in Multimaterialbauweise
Audi space frame in multimaterial construction

10/16

-  Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFRP)
Carbon fiber-reinforced plastic (CFRP)
-  Aluminium-Profil
Aluminum profile
-  Aluminium-Blech
Aluminum sheet
-  Aluminium-Guss
Aluminum castings



13 汽车座椅

座椅结构可分为头枕、靠背及座垫三部分，其中包括金属部件、发泡填充物及面套。金属部件有骨架、滑轨、调角器、升降器、弹簧等；填充物有聚氨酯发泡等；面套有织物类和皮革类等。

近几年，我国乘用车座椅行业市场规模整体呈现增长态势，从2010年的597.5亿元，增长到2018年的944.4亿元。

座椅的框架是精密金属冲压打造而成，对机械加工要求很高，该市场一直被江森自控、李尔、丰田等巨头占据。国内乘用车座椅市场，目前几乎被包括美国安道拓、美国李尔、法国佛吉亚 (FAURECIA)、日本丰田纺织、加拿大麦格纳

(Magna International Inc.) 等外资或者在境内设立的合资厂控制。上汽大众最大供应商是上海延锋安道拓和西德科，而延锋安道拓也是上汽通用和一汽大众的最大供应商，截止到2017年4月，延锋安道拓已拥有遍及全国的20多个生产基地和40多家工厂，李尔在中国也扩张迅速，不仅提供乘用车座椅，还涉及商用车业务。

2011-2018年我国汽车座椅市场规模走势



5000+亿
市场容量

加工壁垒高
座椅框架

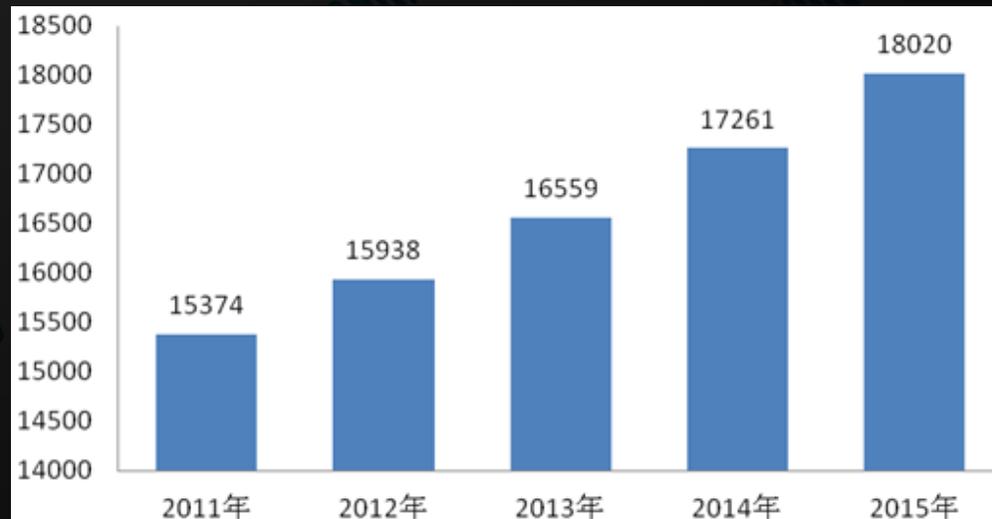
附加值高
约5%整车成本

14 汽车零部件

汽车零部件行业为汽车行业发展的基础。随着世界经济全球化、市场一体化的发展，汽车生产过程中投资、生产、采购、销售及售后服务、研发等主要环节呈现出全球性配置的趋势。随着市场竞争的加剧，世界各大整车制造商纷纷改革供应体制，实行全球生产和采购策略，并最终导致汽车零部件制造从整车制造中剥离出来、独立面对市场的形势。2015年中国汽车零部件行业销售收入达到了**30744.3亿元**，2015年中国汽车零部件行业规模以上企业数量约12093家。2015年全球汽车零部件市场为18020亿美元。2015年全球汽车零部件配套供应商百强榜。前三甲为博世、麦格纳和大陆；日本企业数量最多，达到30家；延锋位居第26位。

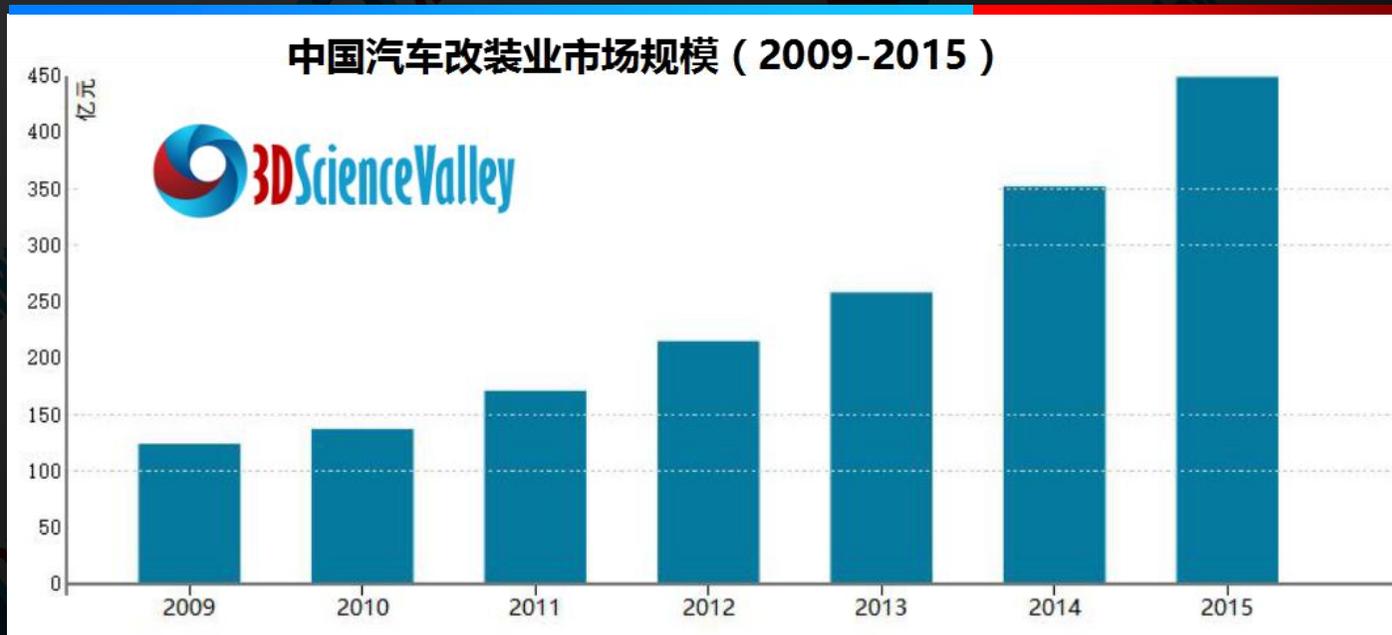


2011-2015年全球汽车零部件市场规模



15 汽车个性化改装

公开资料显示，2005年以来，我国改装的需求规模在激增，2015年市场规模达到**450亿元**量级。市场主要集中在直辖式及发达省会城市。汽车零部件的小批量定制化生产，是为消费者提供汽车个性化服务强有力的后盾。我们知道，在目前的汽车零部件大规模生产模式下，小批量、个性化生产的制造成本和时间成本都是昂贵的。因此，谁能掌握经济、高效、灵活的小批量生产技术，建立起高效的定制化服务体系，谁就能在汽车定制化服务市场中握有主动权。3D打印技术因在进行零部件小批量生产时所具有的经济、高效的优点，而吸引了不少提供个性化服务的汽车制造商与汽车改装者。

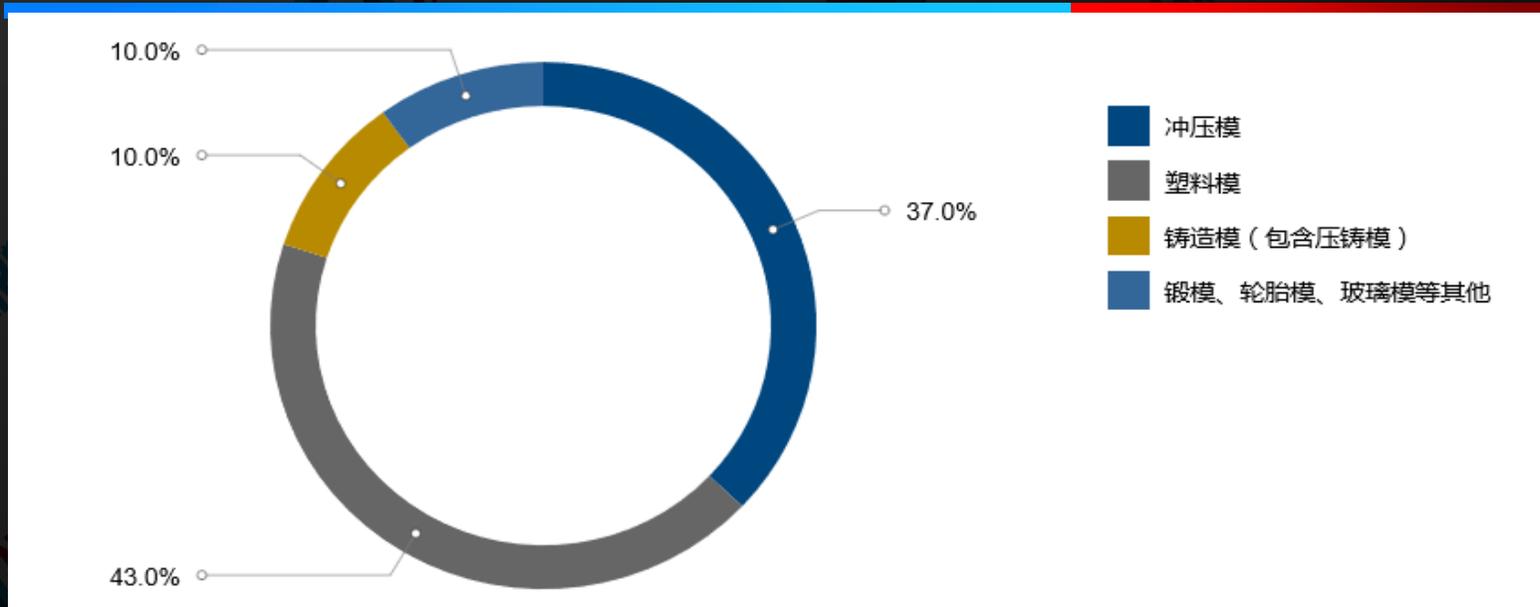


16 模具

中国模具产业冲压模约占37%，塑料模约占43%，铸造模（包含压铸模）约为10%，锻模、轮胎模、玻璃模等其他类模具占10%。与工业发达国家的模具产业结构基本一致。中国模具行业工业总产值有望从2015年产值1464亿元达到2020年**1795亿元**产值。汽车行业约消费了60%的模具。



中国模具产业结构

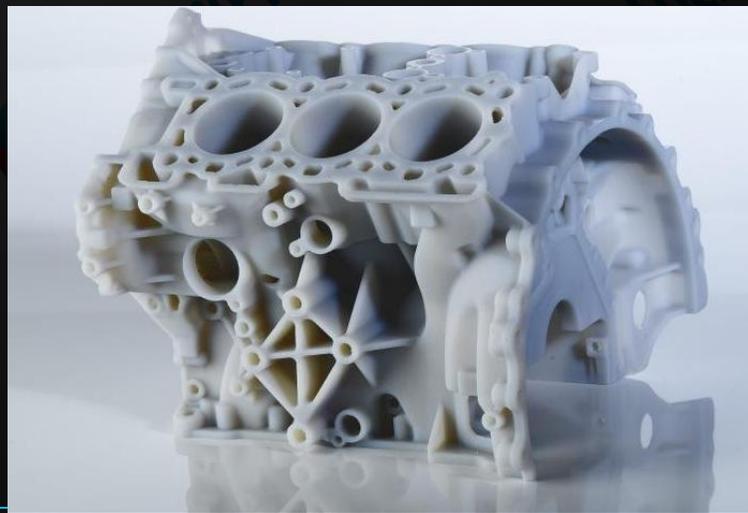


手板是在没有开模具的前提下，根据产品外观图纸或结构图纸先做出的一个或几个，用来检查外观或结构合理性的功能样板。通常刚研发或设计完成的产品均需要做手板，手板是验证产品可行性的第一步，是找出设计产品的缺陷、不足、弊端最直接且有效的方式，从而对缺陷进行针对性的改善，直至不能从个别手板样品中找出不足。

我国手板模型从业人员已达20万之多，主要分布在长三角、珠三角与环渤海产业发达地区，其中深圳有企业1000多家，上海有企业200多家。

全国"手板城"共有50多个，已建成的"手板城"有东莞横沥手板城、浙江余姚手板城、昆山江苏省手板工业实验区、宁海手板城、中国（泊头）汽车手板之乡、黄骅手板城、长沙国际手板城、成都手板工业园、北仑手板园区、大连手板城等。

汽车是手板行业的主要应用领域。

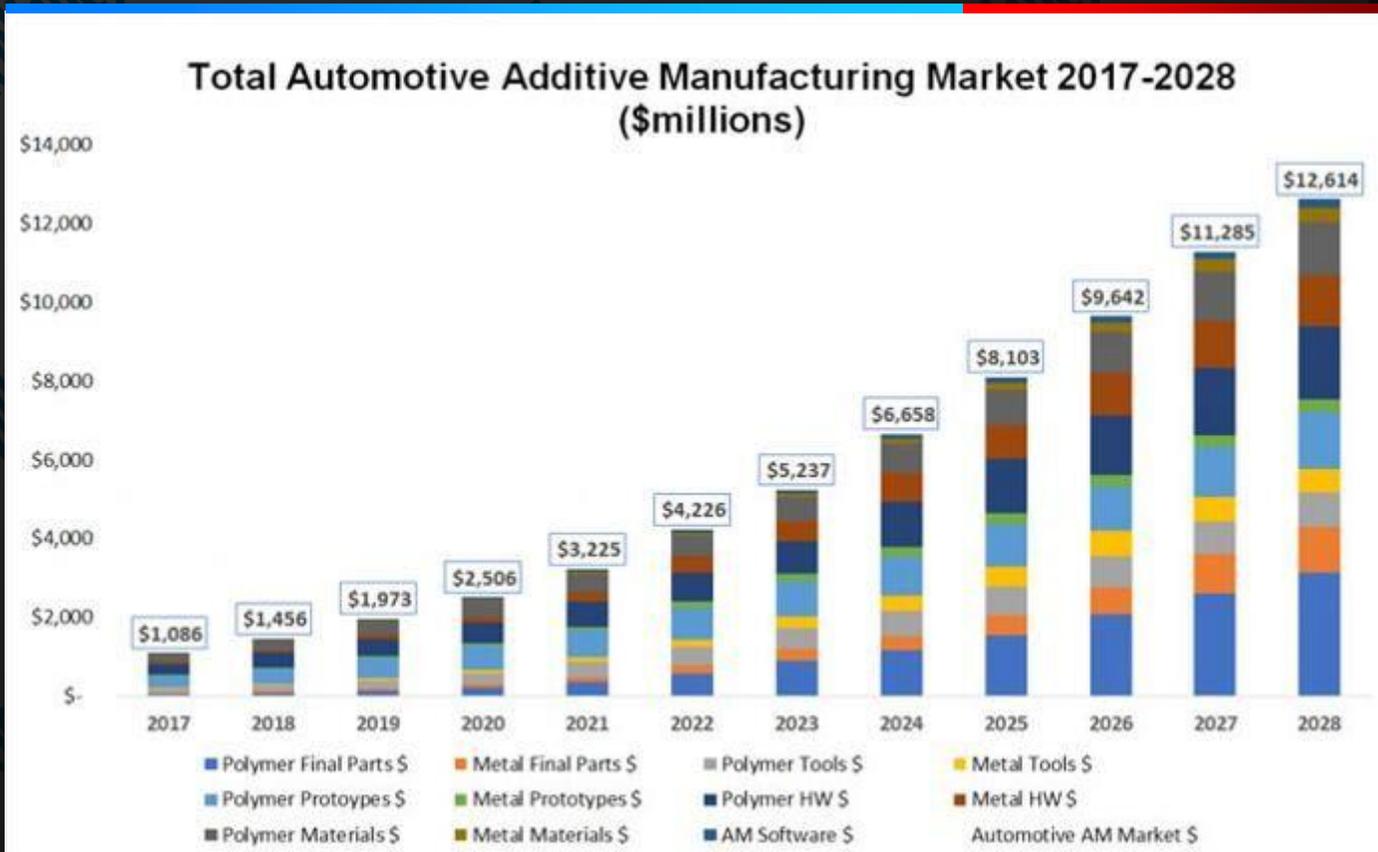


3D打印应用

18 汽车行业的3D打印市场

SmarTech预测汽车行业的3D打印市场将保持快速增长的态势，到2020年，达到25亿美金的市场总量（包括金属3D打印零件，金属材料，金属3D打印设备，塑料3D打印零件，塑料材料，塑料3D打印设备，增材制造软件。

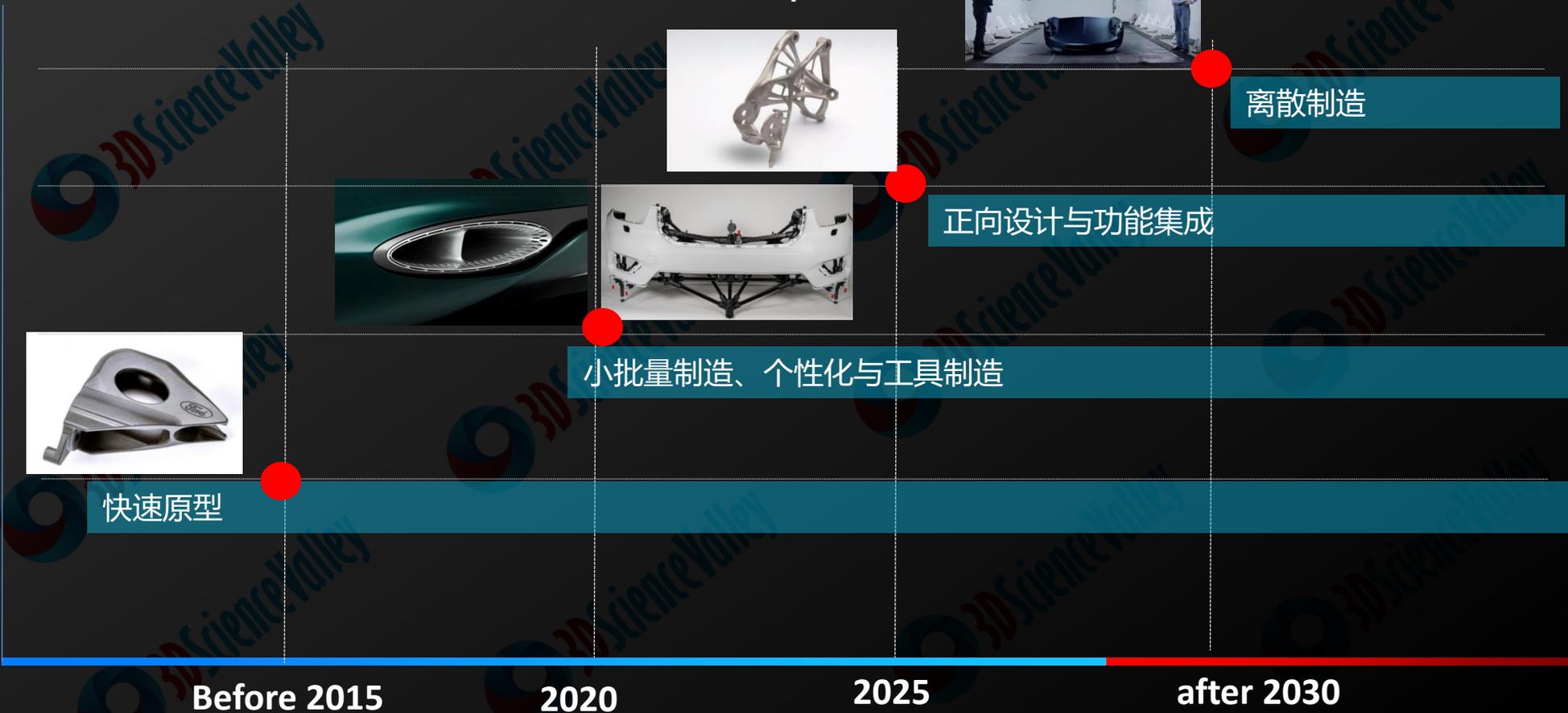
汽车行业3D打印市场



19 汽车行业的3D打印路线图

基础快速原型、小批量制造与工具制造、正向设计与功能集成、离散制造。

汽车行业3D 打印发展路线图 (3D科学谷www.51shape.com)



Fluid and cooling components

Fuel line, lubricant line,
cooling of air, oil and water

流体和冷却

Assembly

Jigs & tools

工装夹具

Powertrain and drivetrain

Exhaust components, engine
components, gearbox compo-
nents, brackets and frames

动力与传动

悬挂系统

Suspension

Wishbone, damper fork,
trailing arm

Interior and exterior

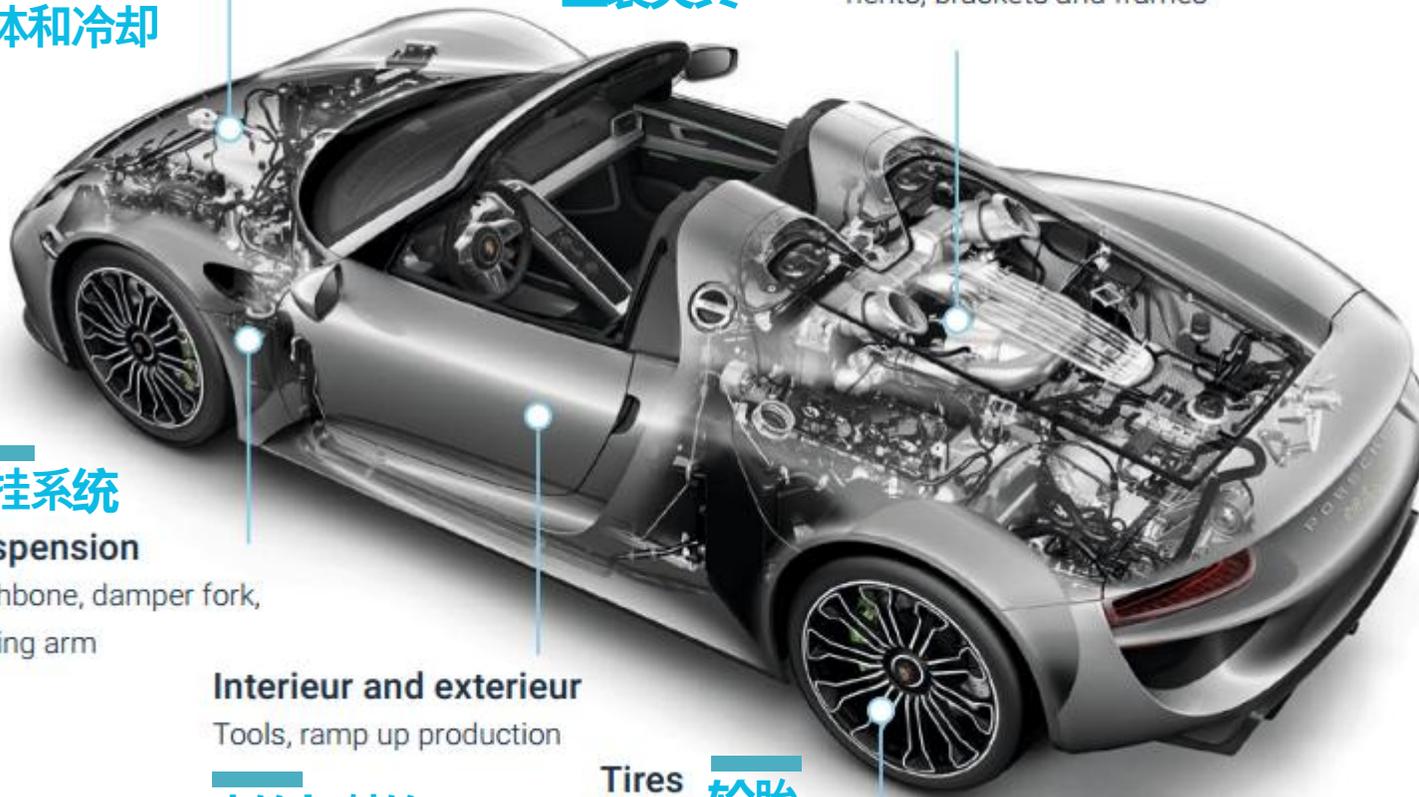
Tools, ramp up production

内饰与外饰

Tires

Tools

轮胎



量变的挑战

从小批量的十几个增加到至少每年100万个



01

尺寸

机器尺寸：粉末床金属熔融技术当前普遍限制在400毫米，或者在600毫米（根据3D科学谷的市场研究）。

02

精度

准确性：增材制造需要能够以最小的后处理需求来创建精确的零件。

03

材料

材料：大多数3D打印材料目前主要适用于医疗和航空航天工业。

04

效率

效率：目前增材制造对于汽车生产来说太慢了，冲压机每六秒钟可生产一个零件，而粉末床金属熔融技术则需要几个小时才能生产一批小零件。

05

成本

成本：作为高产量和面向消费者的行业，虽然增材制造可以将许多零件组合在一起一次完成，但铸造几乎可以便宜两个数量级。



2018年voxeljet-维捷及其合作伙伴通过将粘结剂喷射3D打印技术应用于规模生产，从而将增材制造提升到新的水平。VJET X生产线有望成为世界上首次汽车关键零件生产领域的集成增材制造解决方案，该项目将利用3D打印的砂芯来铸造关键发动机部件。

VX1000-S IOB的打印速度比voxeljet-维捷现有的3D打印机快十倍（速度高达每小时400升），使工业用户能够为汽车发动机等关键零件生产铸造砂型模具。新系统不需要任何干预，因为所有的前后处理步骤都是自动化的。

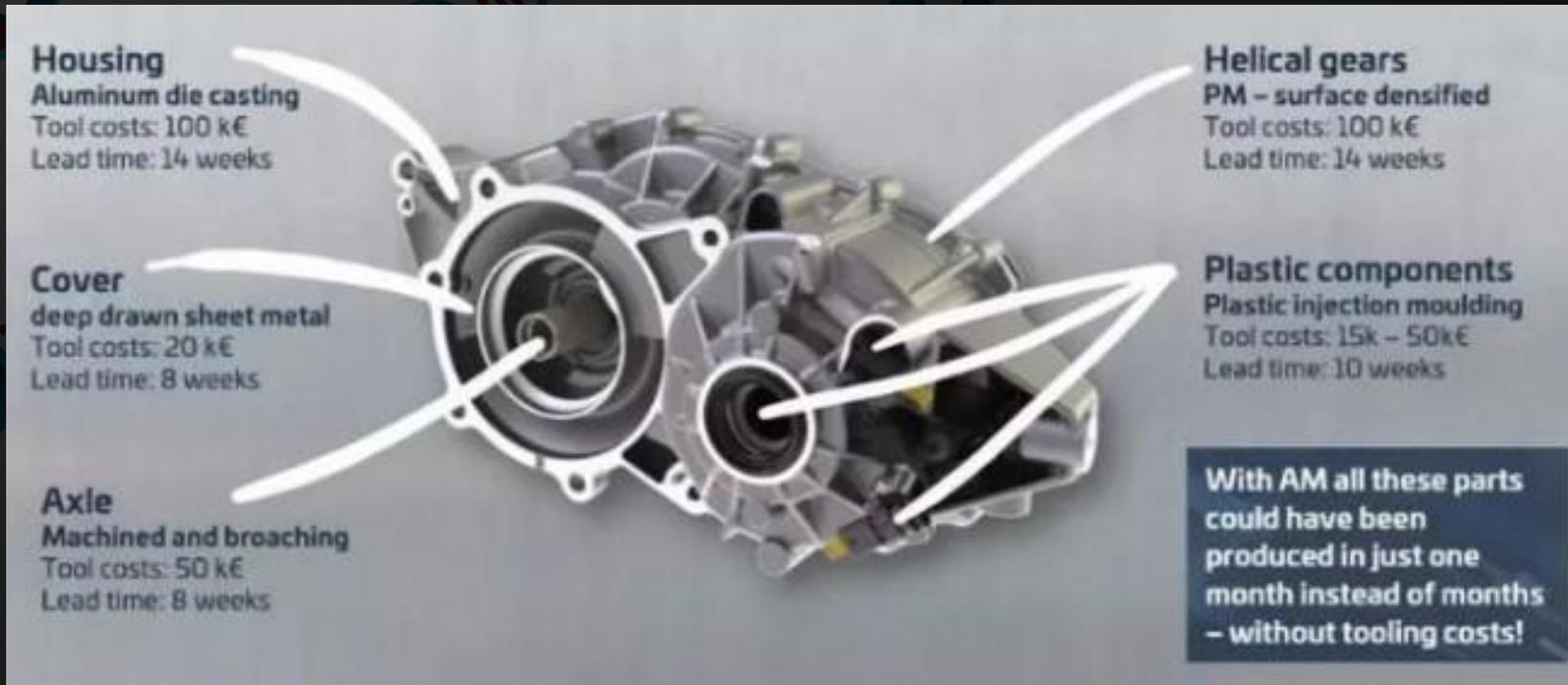


宝马（BMW）推出了全新发动机BMW S58，S58发动机将取代S55发动机安装于宝马M车型中。为了满足轻量化以及热管理性能的需求，宝马采用了3D打印技术来制造S58发动机缸盖的铸造砂芯。

S58发动机的涡轮压气机和冷却管路都经过重新设计，升级的压缩机和由低温回路提供的间接中冷器，进一步增强了S58发动机的功率输出。

3D打印技术不仅使宝马工程师能够实现气缸盖的最小重量，还能够制造出集成冷却通道的复杂缸盖结构，从而优化其热管理性能。

GKN与汽车制造商保时捷通过金属3D打印开发新型电子驱动动力总成的新应用。GKN根据粉末床金属熔化3D打印技术的特点，针对更高的设计自由度、更高效、更集成的动力系统开发了特定的钢材料，这种钢材料能够承受高磨损和负载，并结合3D打印所实现的功能集成进一步减轻重量。采用结构优化技术结合GKN的材料，保时捷实现了差速器的独特设计（包括齿圈），通过这种齿轮减重和刚性形状的组合，实现了更高效的传动。

Housing
Aluminum die casting
Tool costs: 100 k€
Lead time: 14 weeks

Helical gears
PM – surface densified
Tool costs: 100 k€
Lead time: 14 weeks

Cover
deep drawn sheet metal
Tool costs: 20 k€
Lead time: 8 weeks

Plastic components
Plastic injection moulding
Tool costs: 15k – 50k€
Lead time: 10 weeks

Axle
Machined and broaching
Tool costs: 50 k€
Lead time: 8 weeks

With AM all these parts could have been produced in just one month instead of months – without tooling costs!

24 座椅

丰田与Materialise共同设计了汽车座椅，以使得座椅重量更轻，但舒适感更强。低重力密度区域的镂空处理带来双重的好处。第一个方面，创造了更大的散热能力。第二个方面，节省大量的材料。事实上，汽车座椅的重量减少了高达72%，比原来轻了18公斤。

奥迪概念车座椅由轻量化的3D打印框架结构和一些动态部件以及织物组成。设计与制造小组使用BigRep 大型3D打印机和一种可降解的塑料材料Pro-HT Plastic 制造了概念车座椅的轻量化框架结构。





轮胎制造商HRE与GE Additive (GE增材制造) 的 AddWorks团队开发了第一款3D打印钛合金汽车轮毂, HRE采用轻量化设计与Arcam 的电子束熔融3D打印技术制造轻量化轮毂, 能够实现材料的节省。3D打印技术为轮毂的设计带来了新的自由度。目前, 受到打印设备尺寸的限制, 轮毂被拆分为多个部件进行制造, 3D打印带来了结构一体化的制造优势。

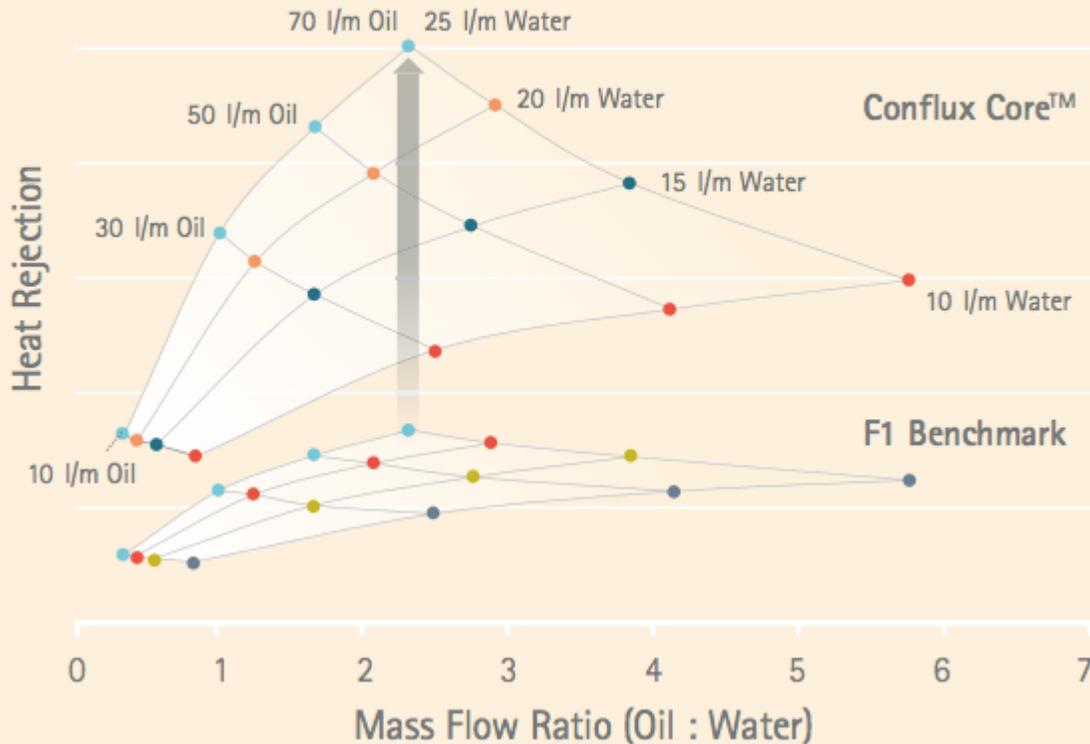


安世亚太通过CAE仿真分析手段, 能够快速获得设计人员提供的创成式轮毂不同方案在不同工况下的应力情况和屈服安全系数。

Conflux Core热交换器开发过程非常快，现在，获得专利的Conflux热交换器在各个行业都有各种应用，包括航空航天，汽车，石油和天然气，化学处理和微处理器冷却。

Conflux在某些实验中发现3D打印的热交换器的热绝热性能比传统热交换器高三倍。这归功于3D打印热交换器的复杂内部几何形状，这增加了表面积而不增加体积。

Heat Rejection Comparison – Conflux vs. Benchmark



conflux
TECHNOLOGY

选区金属熔化3D打印技术

HiETA成立于2011年，旨在通过增材制造的方法开发用于生产各种热管理应用的复杂、轻型结构的金属零件。制造的零件包括用于微型燃气轮机的热交换器、涡轮机械和燃烧部件，还包括那些用于燃料电池的相变换热器和综合废热回收系统，以及用于高效内燃机散热的部件。

HiETA已经注册了一些通过3D打印增材制造技术生产热交换器的专利。竞争力涵盖整个增材制造产品的开发流程，从理解客户要求开始，提供从初始设计到计算流体动力学（CFD）、有限元分析（FEA）、3D打印、测试和验证完整过程的工程开发服务。

HiETA还开发了专用参数包，包括开发Inconel材料的无泄漏薄壁结构，厚度达150微米。通过Renishaw在Staffordshire工厂里的AM250和HiETA在布里斯托尔和巴斯科学园附近的设备来完成产品的制造。



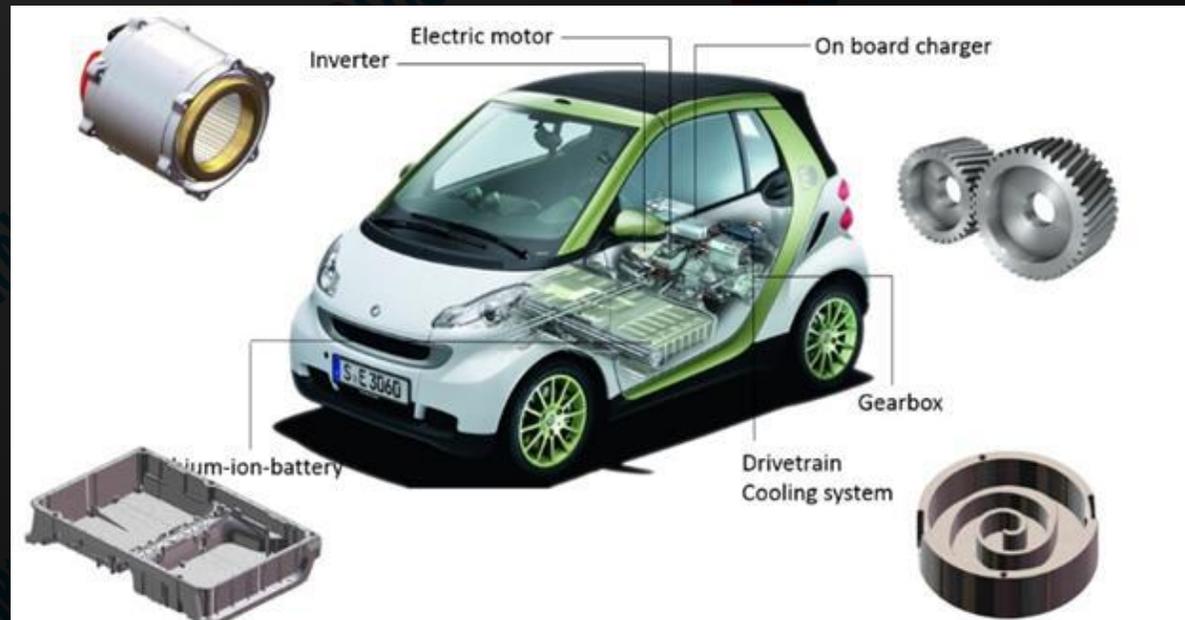
英国的汽车集成商Delta Motorsports的3D打印热交换器项目。长方体换热器（换热器），用作电动车辆的扩展装置。

通过3D打印，HiETA生产的零件通常比市场上同等效率传统方法制造的产品重量轻40%。这些集成式一体化的设计对于传统加工方法来说是非常困难的。

28 动力电池，电池托盘

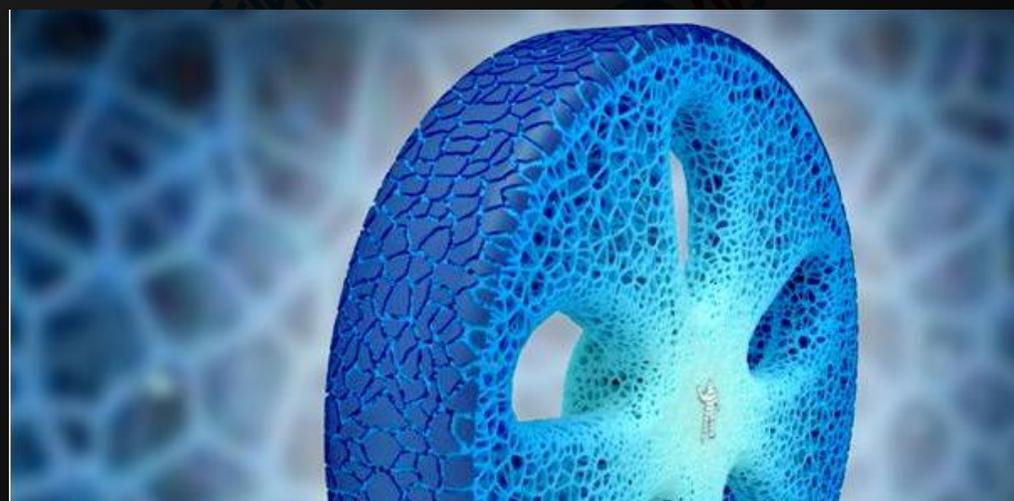
西门子提供为新能源汽车制造所提供的从3D打印结构一体化的电池壳体，到后处理，电池装配等整套的数字化制造解决方案。

通过基于3D打印的快速成型技术，DKSH提供最快3天实现从概念到铸件。通过柔性专机，可以实现最多百万件的高性能装配前电机生产。



金属3D打印很好的解决了刀具干涉的问题，当复杂性与可制造性不再是困扰轮胎模具制造的最大因素的时候，3D打印很好的释放了轮胎产品设计迭代的便捷性，也催生了新型的轮胎制造能力。米其林已经感觉到增材制造潜力，并声称唯一的限制是设计师的想象力，通过3D打印技术，米其林设计出独特的雕塑系列轮胎MICHELIN CrossClimate+并通过安全认证，使得米其林的轮胎在市场上更具竞争力。

米其林VISION是世界上第一款充电的轮胎。通过3D打印机，可以将轮胎打印出来，并使用适量的橡胶。此外，可以根据需要延长其使用寿命的设计，从而确保所有环境下的正常工作。通过优化胎面设计，减少其深度，以减小其厚度，还可以使轮胎在材料方面更有效率。



EDAG和西门子以及Constellium, Fraunhofer IAPT, Concept Laser和BLM共同完成的轻质铝结构 – “Next Gen Space frame 2.0” “Next Generation Space Frame 2.0” 智能模块化系统结合了仿生力学设计和增材制造节点以及高强度, 吸收能量的铝合金挤压型材。该概念提供极其灵活的制造解决方案, 使其能够支持越来越多的交通产品, 同时仍考虑经济因素。



Divergent的跑车通过3D打印铝制的“节点”结构, 然后通过现成的碳纤维管材将其连在一起。3D打印铝制的“节点”结构为跑车实现个性定制化带来了空间, 在打印铝制节点方面, Divergent是与德国的SLM Solutions合作的。

Divergent还开发了软件, 通过软件可以快速实现客户自定义汽车的设计到现实的生产。该软件从空气动力学、材料和安全性等多个角度优化结构件的设计, 并且充分考虑汽车的设计以及碳纤维杆和3D打印节点之间的连接。

Hackrod的La Bandita是全球首款采用虚拟现实技术设计的个性化汽车。由碳和铝制成的Speedster车身结构，通过西门子产品生命周期管理（PLM）软件中的智能设计程序获得了优化的车架。由精确的生产软件控制，La Bandita车身结构在车库大小的3D打印机中逐层实现。



BAAM是由美国Cincinnati公司制造的大幅面增材制造设备，是Local Motors制造汽车的主力军。车身的3D打印材料由ABS和碳纤维的复合材料，打印时塑料颗粒会被加热到210摄氏度，然后被逐层挤出。Local Motors通过3D打印技术实现车辆外观的定制化，用户可以将自己的设计理念融入到汽车的外观设计中。

32 汽车结构件

通用汽车通过座椅支架的减重揭示了3D打印对于零件潜在质量和强度改进的潜力。



布加迪采用SLM 金属3D打印技术，对电动机支架进行批量生产，集成水冷却作为主动隔热罩，可显著降低传热量。

宝马汽车通过粉末床金属3D打印技术制造的轻量化支架随着i8 Roadster的批量化生产而进入到量产领域。不仅仅是金属3D打印，宝马还引进了Carbon和惠普的设备，在积累了足够的应用经验后，这些塑料3D打印也有望推向生产领域。

法国标致汽车曾推出一款名为Fractal的纯电动概念车，特点是通过3D打印技术制造了这款车的消声内饰。这款3D打印内饰是由Materialise公司设计和打印的。3D打印内饰占到了Fractal 电动车内饰总表面积的82%。它的表面具有凹凸不平的结构，结构是中空的。这些结构不但可以减少声波和噪声水平，而且令使声波从一个表面反射到另一个表面，从而实现对声音环境的调整。这么复杂的造型通过传统的模具注塑的方式是难以实现的，但这巧巧是3D打印技术的优势所在。

Materialise的设计团队通过一系列复杂的算法设计出3D数字模型，然后对模型进行切片处理，最后使用选择性激光烧结（SLS）3D打印机对白色尼龙粉末进行烧结。在后处理阶段，Materialise对打印件进行了植绒处理，让内饰富有柔软触感和更强的环境耐受力。



定制平台

宝马MINI的车主可以通过专用的在线配置程序来设计自己的内外饰配件，包括：3D打印的仪表盘、侧面指示灯、个人化的门铰和LED水坑灯。



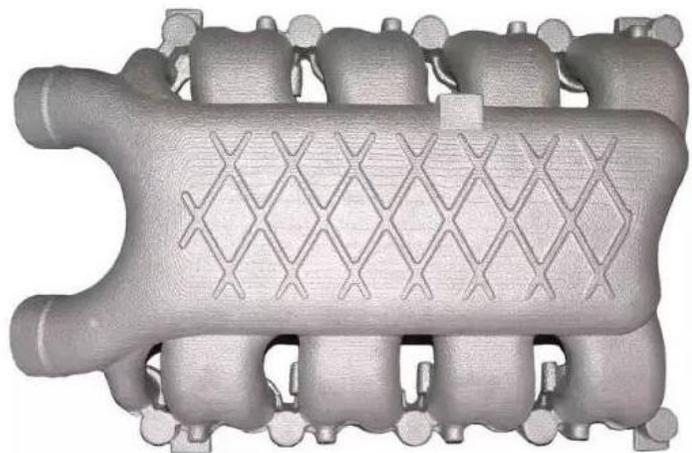
PBF

宾利概念车的各种功能部件都是用金属3D打印技术制造完成的，包括其标志性的进气格栅、排气管、门把手和侧通风口。



35 赛车

得益于铂力特（BLT）在轻量化设计方面的经验和金属3D打印技术的支持，北理工方程式赛车队将赛车立柱的创新设计变成现实，不仅保证了极高的制造精度，并在轻量化上表现出色，立柱零件实物减重20%，强度提高140%。

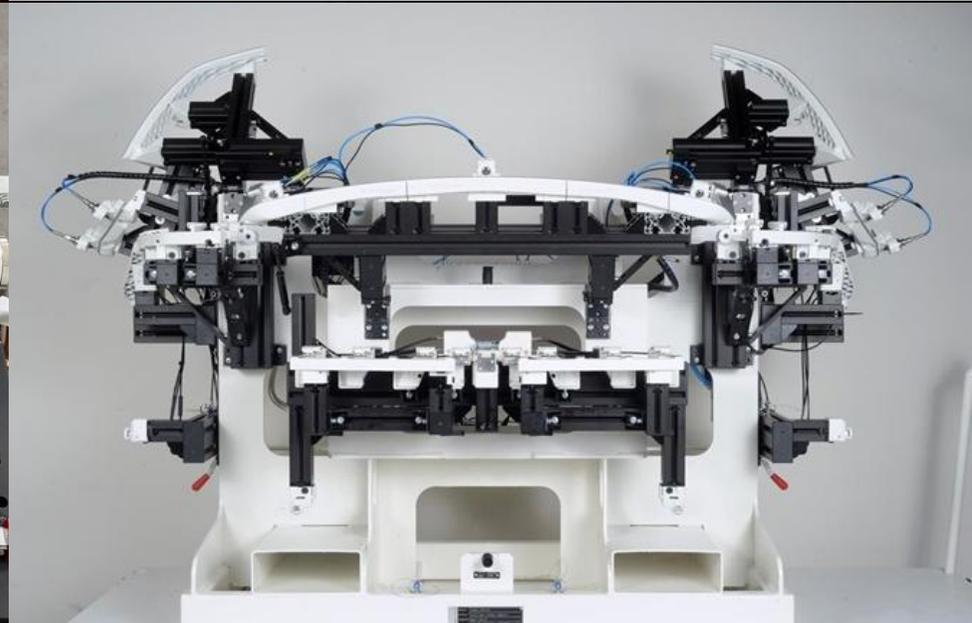
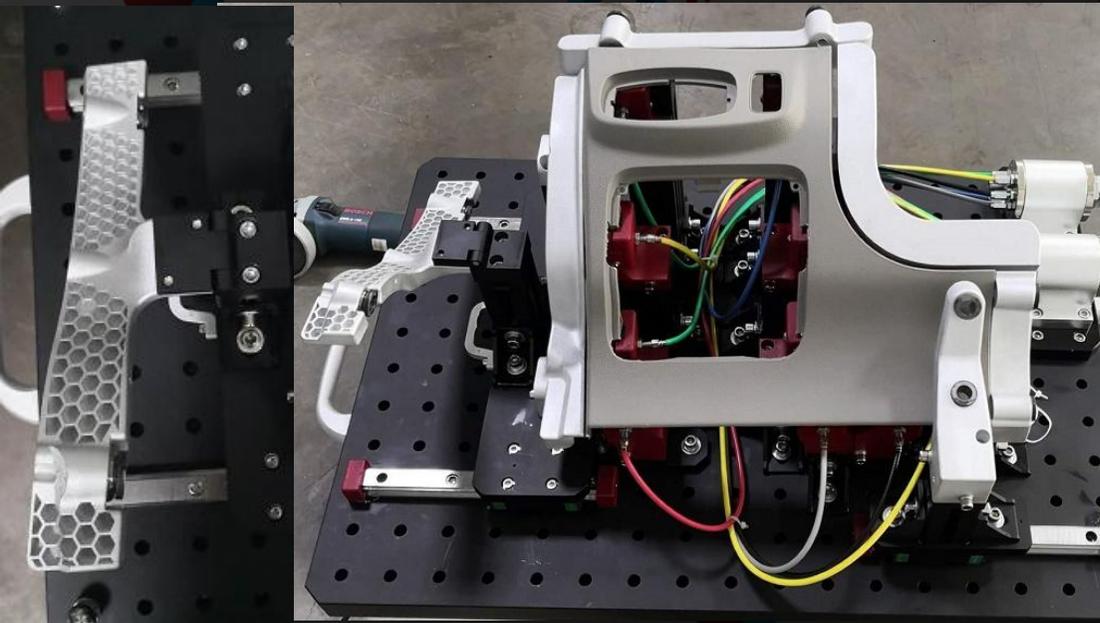


赛车的进气歧管具有许多干涉部位，这对于砂型铸造和后期的机加工都提出了许多挑战。为了满足复杂性的精确要求，voxeljet维捷将这一854 x 606 x 212 mm 大小的进气歧管模型拆分成4块来进行砂模打印，在随后的组装过程中，没有发生变形问题。整个的砂型重约208kg打印时间为15个小时，铸造完成的铝制进气歧管重约40.8 kg。

从最大的技术加速器赛车制造看3D打印发展前途
<http://www.51shape.com/?p=15563>

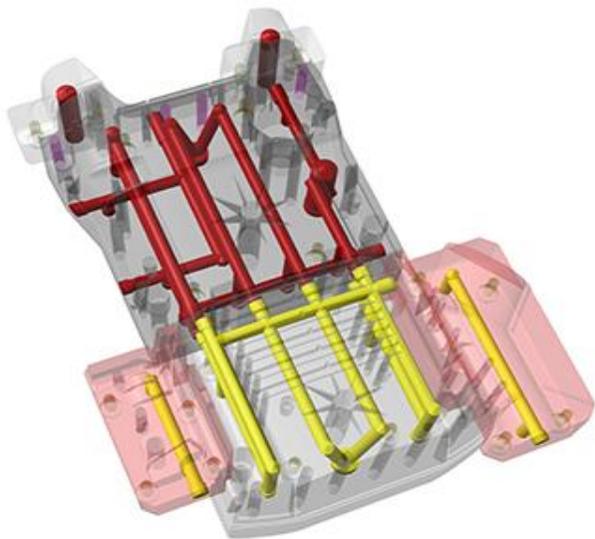
36 夹具

近年来，3D打印技术在夹具制造中占有日益重要的地位，包括宝马、福特、大众汽车、波音、捷普在内的大型制造商都已在产线中使用3D打印的夹具。在国内，安德瑞源为汽车企业提供工装夹具的设计与3D打印制造服务。



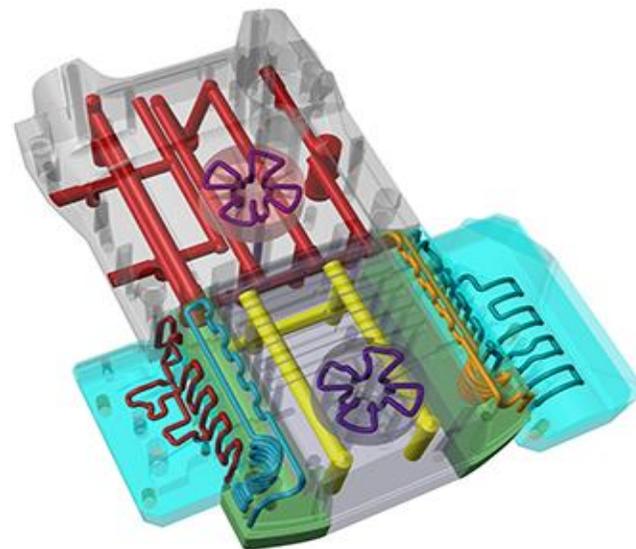
37 模具

3D打印制造使冷却通道摆脱了交叉钻孔的限制。可以设计内部通道更靠近模具的冷却表面，并具有平滑的角落，更快的流量，增加热量转移到冷却液的效率。粉末床选择性金属融化3D打印技术可打印如直径小至1.4毫米的冷却通道。



传统加工条件的原始设计

雷尼绍通过随形冷却设计的模具，使得注塑过程中模具壁的温度可降低 40°C 至 70°C ，冷却时间可从22秒缩短至10秒，减少了55%。通过实际生产证明，新的模具设计可将成型周期从52秒缩短至37秒。

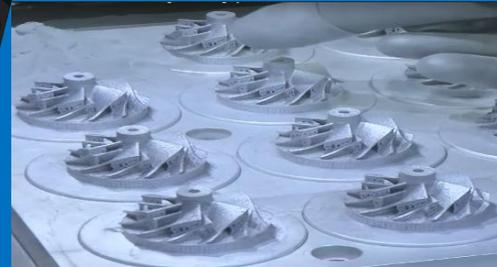


模具的全新设计，具有随形冷却功能

3D打印相关技术



VS



材料

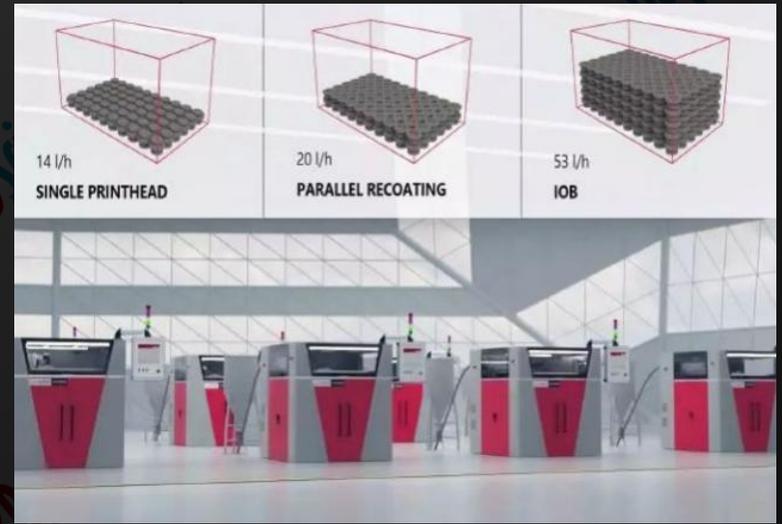
根据德国工业级3D打印设备及方案提供商voxeljet-维捷的统计，3D打印金属零部件的平均价格大约为铝每公斤300欧元，不锈钢大约为每公斤400欧元，特殊合金每公斤高达1300欧元。与铸造来直接比较，纯铸钢的价格为每公斤6.50至32欧元左右。

设备

此外，金属打印设备的价格很高，不过，到2020年，专家预测入门级金属3D打印系统的降价幅度将高达60%。在这种情况下，以金属粉末为原材料的增材制造方式会占据铸造厂市场份额的很大一部分，特别是对于中小型组件来说。但是，它不会完全取代连续铸造工艺。

39 3D打印+铸造

voxeljet China-维捷中国在苏州7800平方米的设施为中国提供的3D打印设备与材料面向铸造业和注塑行业。维捷为铸造行业提供铸造砂模与熔模解决方案；维捷的高速烧结工艺则是针对与注塑行业相竞争的应用领域，可以3D打印尼龙、TPU等材料。全球范围内，维捷服务的客户群包括奔驰、宝马、福特、保时捷、大众等。随着更多中等规模的客户加入到这一群体中来，维捷正在围绕着其核心技术为客户提供一揽子交钥匙解决方案，其中包括自动化解决方案。



























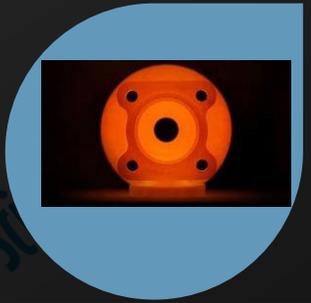


Kocel: 宁夏共享, FHZL:佛山峰华卓立, AHL:安徽恒利, OGGI 3D:佛山奥基德信

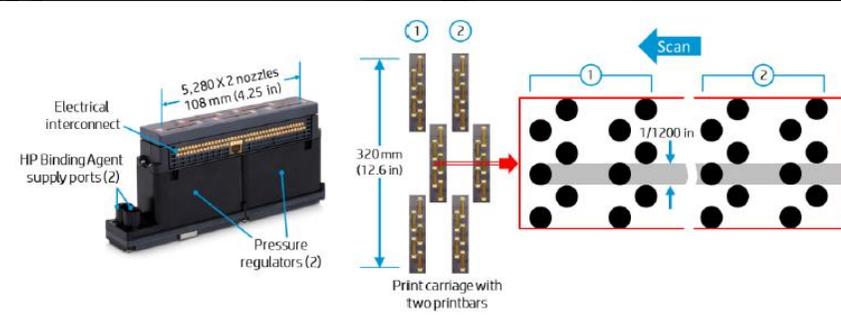
间接金属3D打印的主要特点

当前间接金属3D打印技术包括多种不同的技术，根据3D科学谷的市场研究一大类是以惠普, Exone, Desktop Metal, 3DEO, Markforged所代表的binder jetting（粘结剂喷射）技术，另一类是以Xjet为代表的NanoParticle Jetting技术，第三类是Prodways与CEA Tech LITEN 开发的以树脂为间接体的金属3D打印技术。大众汽车以决定成为惠普金属打印用户。惠普与GKN以及Parmatech建立合作伙伴关系。

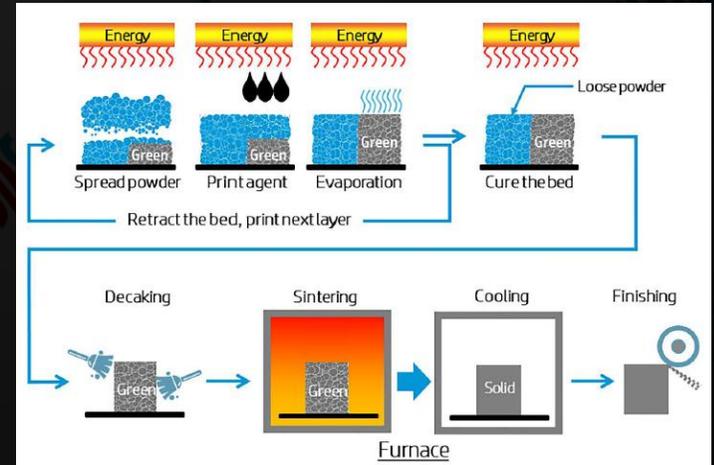
制造商可以在几分钟而不是几小时内制造金属零件。这是一种**更快，成本更低**的技术，比用于航空航天领域的3D打印部件的粉末床金属熔融工艺更适合大规模生产。



惠普的金属打印机打印头



惠普的金属产品制造过程



粘结剂喷射或挤出

纳米颗粒喷射

光固化



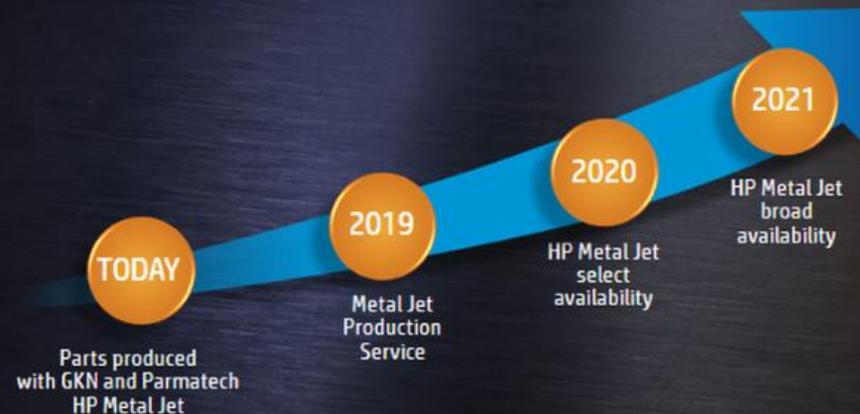
41 间接金属3D打印

在GE正式商业化其粘结剂喷射金属3D打印工艺之前，正在与其合作伙伴一起通过应用来不断的验证其技术的市场可行性，2019年，康明斯成为首批采用GE这项技术的合作伙伴之一，而粘结剂喷射3D打印技术可以在短时间内快速制造出金属零件，使制造周期明显缩短，特别是在铝、铁零件快速制造方面，可以与铸造工艺进行竞争。

惠普与材料制造商 GKN Powder Metallurgy和Parmatech建立合作伙伴关系，共同为强生、大众和威乐等用户制造金属3D打印零件。



HP METAL JET ROADMAP



直接金属3D打印的主要特点



01 PBF粉末床熔融金属3D打印 (DMLS, SLM, EBM)



Pros: 更复杂的构造, 更好的冶金性能

Cons: 昂贵, 效率慢, 尺寸小



02 DED定向能量沉积金属3D打印 (LENS, EBAM, RP D)



Pros: 节约材料、变革材料冶金技术, * 实现非平衡、梯度、难熔等高性能材料的数字制造

Cons: 工艺控制难, 材料昂贵



03 间接金属3D打印 (Binder jetting, NanoParticle Jetting, Resin Curving, FFF)



Pros: 更复杂的构造, 经济、高效

Cons: 适用的材料有限

* 直接金属3D打印设备与材料品牌请参考3D科学谷网站www.51shape.com

* 部分参考自王华明院士《高性能大型关键金属构件增材制造技术及其对重大装备制造业的影响》

设计开发人员在开发材料的时候必须要关注材料的进给形态是什么样的，设备的加工原理是什么样的，只有对制造工艺达到充分的理解，才能开发出下一代的增材制造材料。

Armrest box / glove box (PP, wood, leather, sponge...)

Instrument panel
(PP,ABS,HIPS metal, wood, cloth, leather...)

Seat(PU, leather\ Leather, sponge, Metal, linen...)

Door decorative board
(leather, cloth, PP, sponge...)

Air conditioning control panel(PP...)

Top / carpet (plush, leather, wire ring, silicone, rubber / plastic, silk, linen...)

Inner handle / handle (ABS resin, PC+ABS\PA, chrome...)



Multi Jet Fusion
-多射流熔融：



HSS-高速烧结:



SLS:



FDM:

- Ultimaker
- Airwolf 3D
- Cosine Additive
- Roboze
- DDD Material
- eSun 深圳易生

...

PA 3D 打印材料：EOS、Evonik、Farsoon...

塑料3D打印案例-光固化

Carbon的数字光合成 (Digital Light Synthesis™, DLS) 技术是福特采用的其中一种3D打印技术,使用的材料是EPX (环氧树脂) 82。DLS技术是通过连续液体界面生产 (CLIP) 实现的。该工艺使用数字光投射, 透氧光学元件和可编程液体树脂, 制造出具有“优异机械性能, 分辨率和表面光洁度”的零件。EPX (环氧树脂) 82已通过了福特严格的性能标准测试, 包括: 室内风化, 短期和长期热暴露, 紫外线稳定性, 流体和化学耐受性, 易燃和雾测试等。



以意大利的CRP Technology为代表的材料则为SLS激光烧结技术产生了需要卓越的机械和美学特性的全球产品，而且他们的塑料产品可以被CNC机床进行加工。通过将碳纤维与聚酰胺材料复合烧结在一起，或者是将玻璃纤维与聚酰胺材料复合烧结在一起。

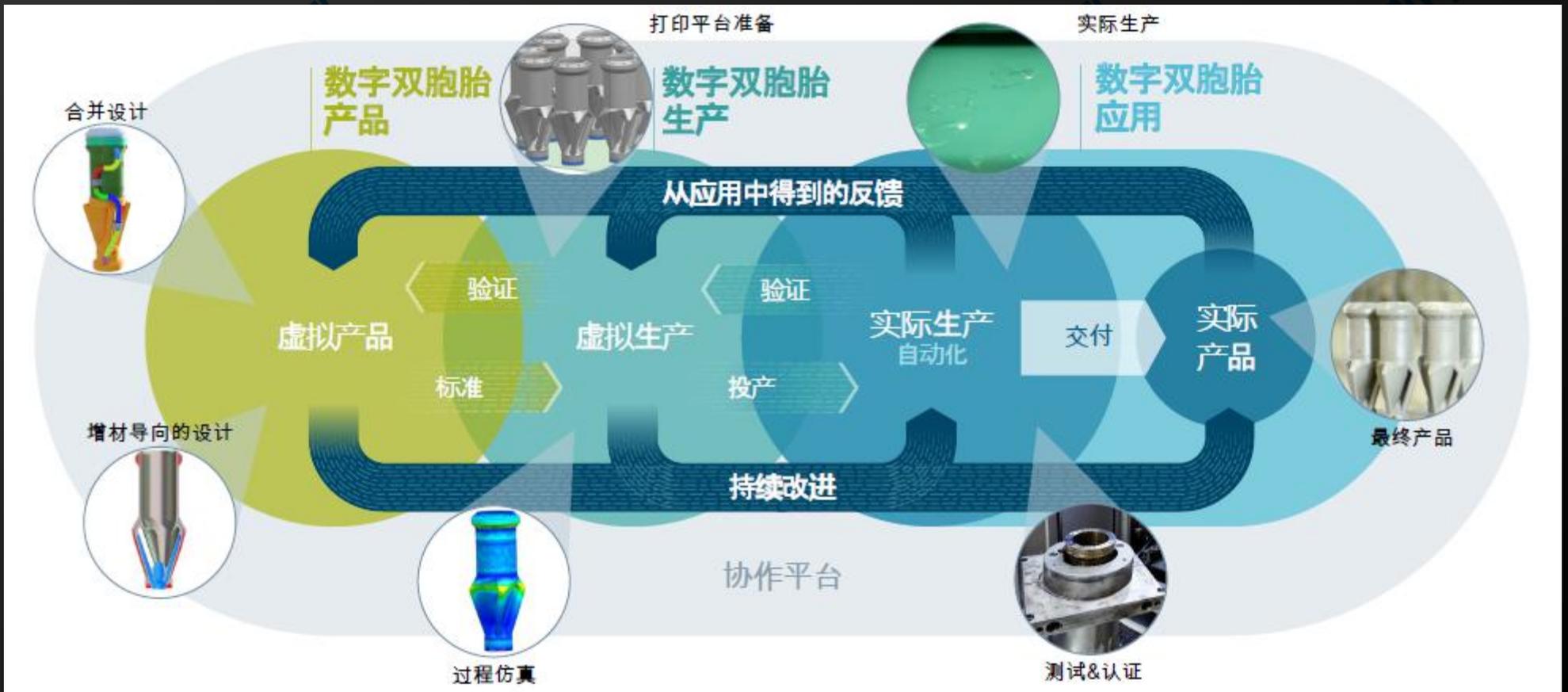


PEEK和ULTEM这两种材料在工程和医学方面的应用前景非常好。意大利Roboze在2015年宣布推出的Roboze One+400，以400°C的挤出温度刷新业界视线。

研发与系统解决方案提供商 举例

端到端的制造平台

西门子通过数字主线实现互通，通过数字双胞胎驱动整个过程，提供集成的端到端单一系统，实现增材制造的工业化应用。



研发与智能制造

安世亚太：以“仿真驱动设计”，从“精益研发”到“先进设计与智能制造”，致力于服务中国制造业的价值创造。

首创提出精益研发和制造理念，多年项目实践，深入理解制造业研发和制造模式



安世亚太是中国仿真应用的先驱和领导者

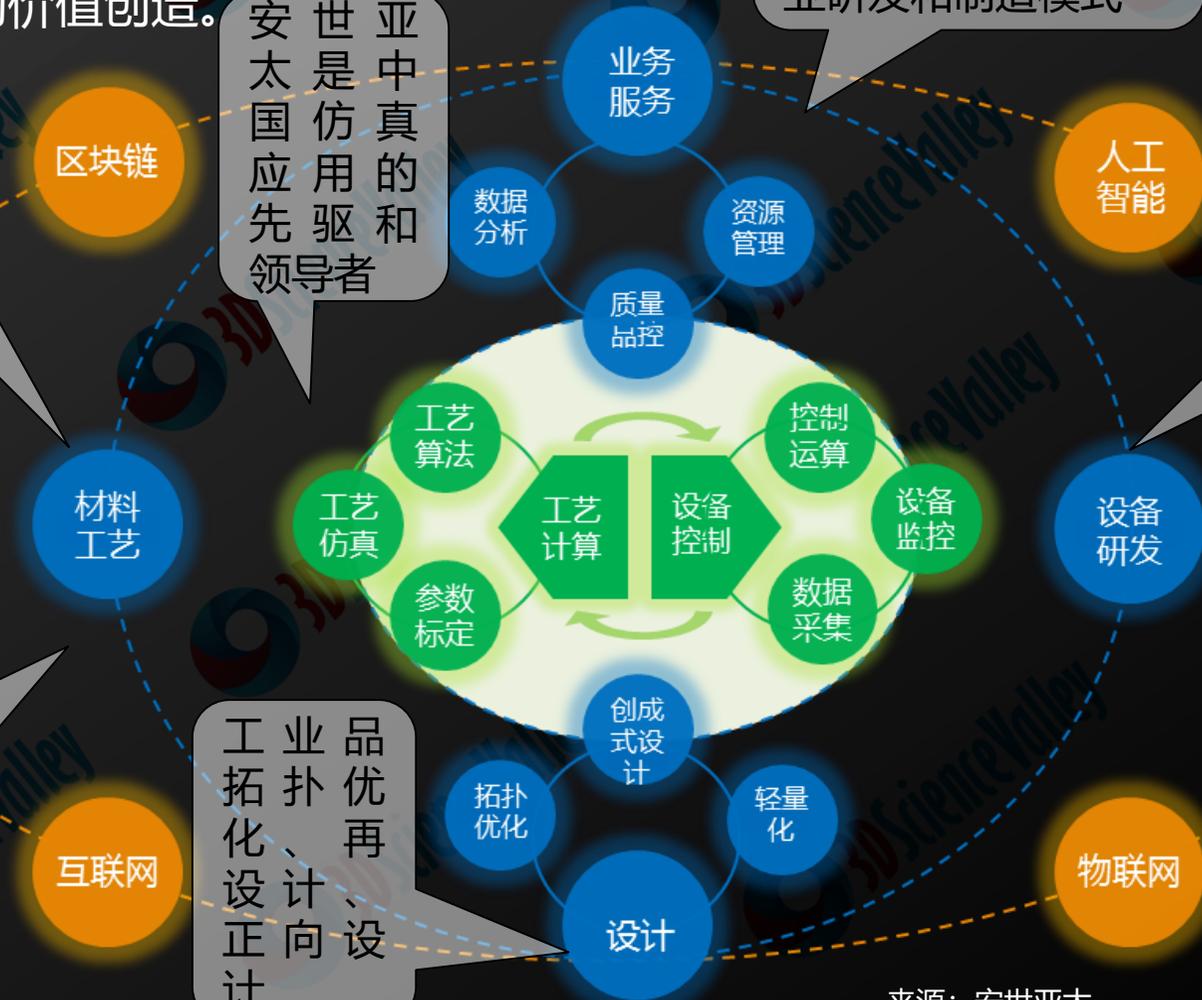
与美国西北大学和钢研院联合开展熔池机理研究和特色新材开发

研发3D打印开放式平台和模块化控制板卡，和3D打印特色装备

涵盖设备控制、设计和工艺计算、仿真和算法、业务流程等子平台的增材业务生态平台正在构建中

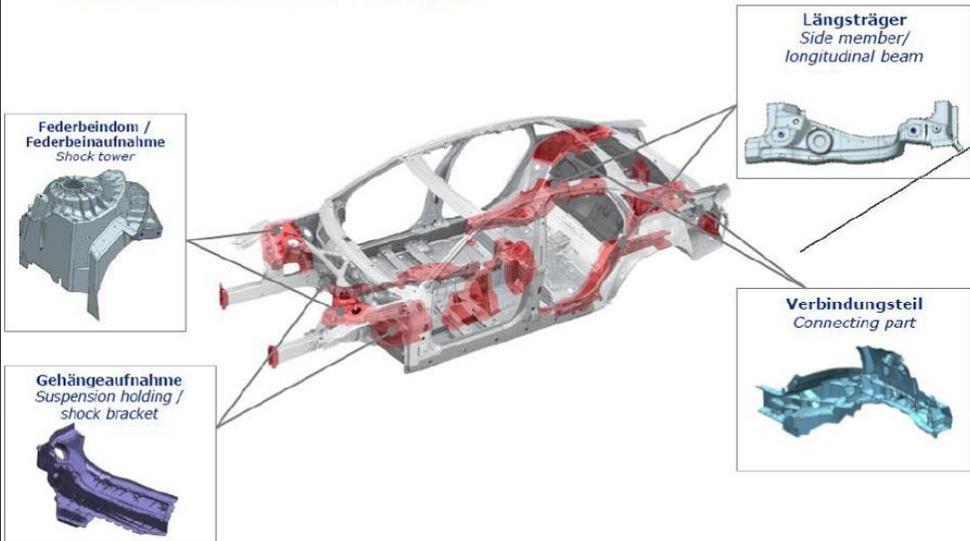
与华为集团合作，构建基于云的3D打印生态链和大数据中心

工业品优化、再设计、正向设计

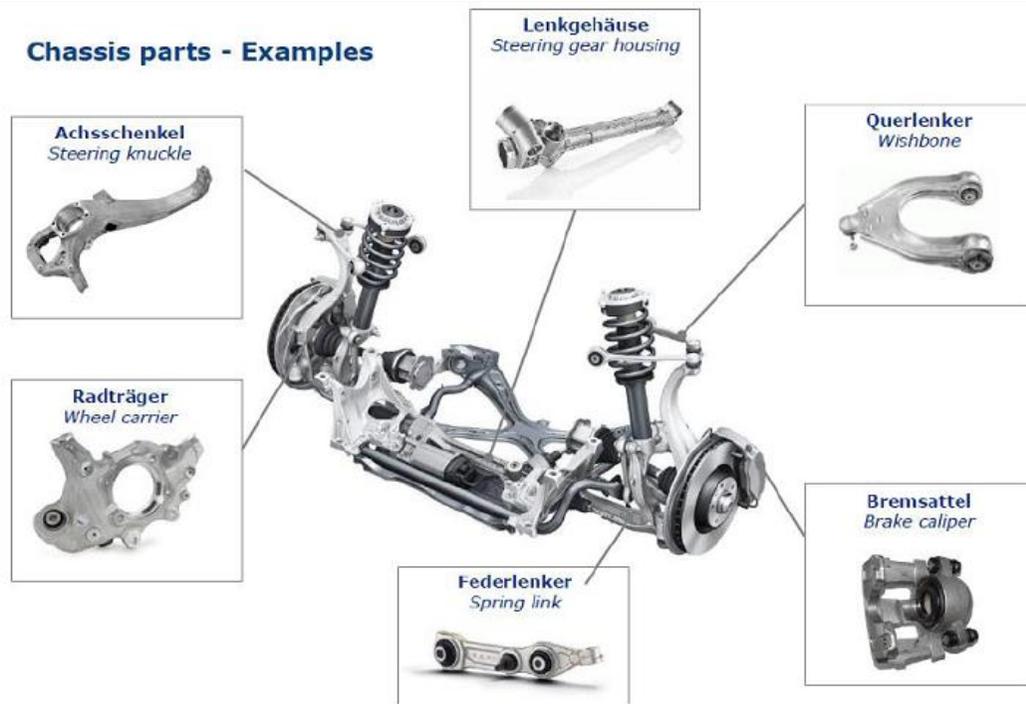


德国Heller为制造业提供柔性生产系统，高产量与柔性的结合。

Frame Structure Parts - Examples



Chassis parts - Examples

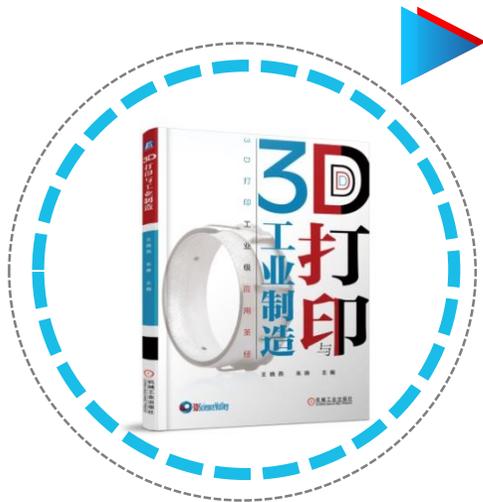


完整工艺链

要生产出一个合格的产品，单纯依靠3D打印设备是不现实的。从想法落实到CAD建模，再到增材制造，后处理，这里面技术的实力和对材料的了解是一道瓶颈，另一个瓶颈是如何实现不同环节的连贯性，这其中完整的工艺链很重要。雷尼绍为业界提供完整的工艺链从设计到生产，检测，机加工，和在线检测直到最后生产出完整的零件。



敬请关注3D科学谷微信公众号，或参考3D科学谷出版物（京东、当当有售）



《3D打印与工业制造》
京东售书链接



3D科学谷官方网站



3D科学谷微信公众号



3D科学谷三千人QQ群



3D科学谷系列白皮书



特别感谢对本白皮书制作的赞助支持：



铂力特官方网站



维捷官方网站



免责声明

- 本书中包含的数据、部分内容来源于网络或其他公开资料，版权归原作者所有。任何以盈利为目的使用，所产生的后果由使用者自己承担。
- 本书中所有引用的数据都已标明出处，如任何个人或单位认为内容存在侵权之处，请及时与我们联系，3D科学谷将及时给予处理。
- 3D科学谷力求内容的严谨性，但限于时间和人力因素，书中难免有不足之处，如存在失误、失实，敬请您不吝赐教、指正。我们热忱欢迎各界专业人士免费加入3D科学谷交流平台。
- 本书内容仅作交流学习之用，不构成任何投资建议，请读者仅供参考。