

Sponsors:







3D打印与模具行业白皮书2.0

Whitepaper of 3D Printing and Die&Mould Industry



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

www.3dsciencevalley.com

Version ID:20191015

3D科学谷核心竞争力-整合力量与影响力 Core Strength – Integrative the Power and Influence





模具行业基本情况

模具产业特点与产值

模具是"万业之母",主要应用 在电子、汽车、电机、电器、仪 家电和通讯领域.中国、美 日本、 德国、韩国、 六国为全球主要的注塑模具和冲 压模具生产国, 其中, 中国的 模具产值为世界之最。对比分析 世界主要模具制造国家的模具市 场分布情况,其中汽车行业模具 需求最大,占比约34%;电子行 业需求占比约28%; IT 行业需求 占比约12%;家电行业需求占比 约9%; OA 自动化行业需求占比 约4%;半导体行业需求占比约 4%;其他行业需求占比约9%。



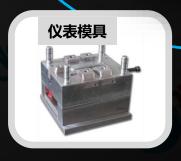




家电模具

模具 万业之母





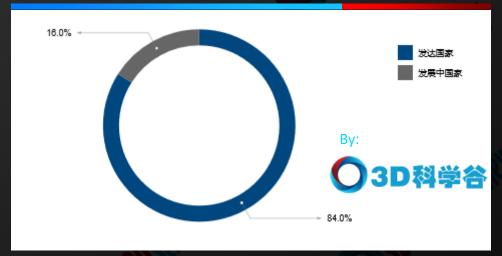


世界模具市场

模具消费:美国和欧洲是模具的消费大国,对世界模具价格的影响很大。当前,中国模具的国际价格属于中等偏下,对世界模具价格影响很小。

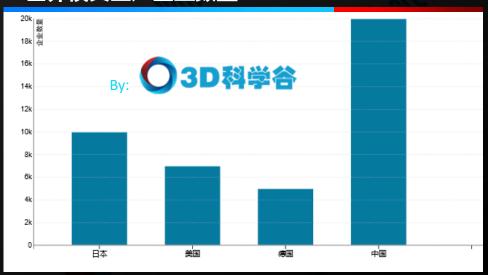
模具生产:日本有约10,000家模具企业,美国约7,000家,德国约5,000家,中国约20,000家模具企业。

世界模具消费结构分布



数据来源:调研结果

世界模具生产企业数量



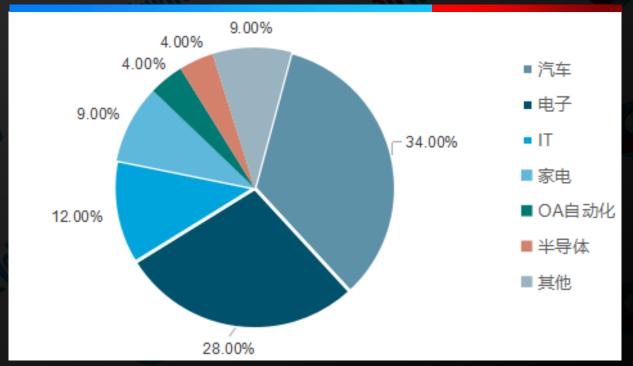
数据来源: VDMA, CDMIA



世界模具市场

中国、美国、日本、德国、韩国、意大利六国为全球主要的注塑模具和冲压模具生产国,其中,中国的模具产值为世界之最。对比分析世界主要模具制造国家的模具市场分布情况,其中汽车行业模具需求最大,占比约34%;电子行业需求占比约28%; IT 行业需求占比约12%;家电行业需求占比约9%; OA 自动化行业需求占比约4%;半导体行业需求占比约4%;其他行业需求占比约9%。

世界模具应用行业分布情况



来源:中国产业信息

世界模具市场

日本

日本的模具制造技术仍处于世界领先地位。日本共有模具生产厂约 10000家,其中20人以下的占91%以上,日本模具业主要靠专业化 分工,完成高质量的模具设计、加工。

美国

美国现有约7000家模具企业,90%以上为少于50人的小型企业。美国模具钢已实现标准化生产供应,模具设计制造普遍应用 CAD/CAE/CAM技术,大型、复杂、精密、长寿命、高性能模具的 发展达到领先水平。

德国

德国有模具企业约5000家,其中90家骨干模具企业的产值就占德国模具产值的90%。在激烈竞争中,德国模具行业多年保持住了在国际市场中的强势地位,出口率一直稳定在33%左右。



中国模具产业特点与产值

随着现代化工业的发展,模具已广泛应用于 汽车、家电、消费电子、仪器仪表、航空航 天和医疗器械等产品,其中约 60%-80%的 零部件产品需要依靠模具加工成型。 据统计资料显示,模具可带动其相关产业的 比例大约是 1:100, 即模具发展 1 亿元, 可 带动相关产业 100 亿元。据国家统计局数据 显示,我国模具行业工业总产值已从2010年 的1367.31亿元上升到2017年的2509亿元。

中国模具行业工业产值

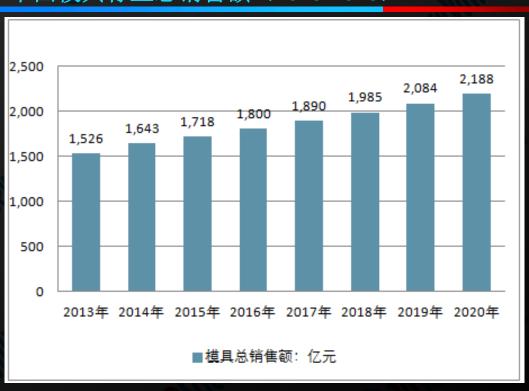




中国模具产业特点与产值

我国模具制造厂点约30000 家,从业人员约100万人。2015 年全国模具总销售额约1718亿元,企业自用模具产值约400亿元。到了2016年全国模具总销售额达到了1800亿元。2013 年至2015年,我国模具总销售额的年均复合增长率达到6.1%。预计2018年全国模具总销售额及将接近2000亿元,预计到了2020年全国模具总销售额将达2188亿元。

中国模具行业总销售额(2013-2020)



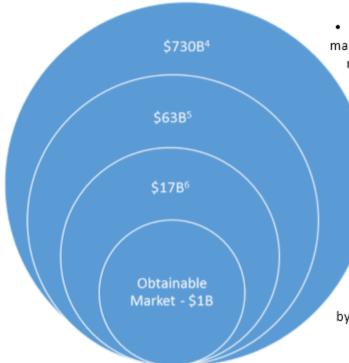
来源:中国产业信息

中国模具3D打印市场预测

美国的模具市场对小批量, 复杂模具的生产采用3D打 印的方式来完成的市场接 受程度高。全国范围来看, 3D科学谷预测3D打印在 模具领域可渗透的市场发 展空间约37亿美金(2020 年)。该数据包括3D打印 设备、材料、模具产品的 3D打印服务。

美国Ohio州模具市场中的3D打印发展空间 (2020年)

Figure D: Relative Magnitude of AM Opportunities for Tooling



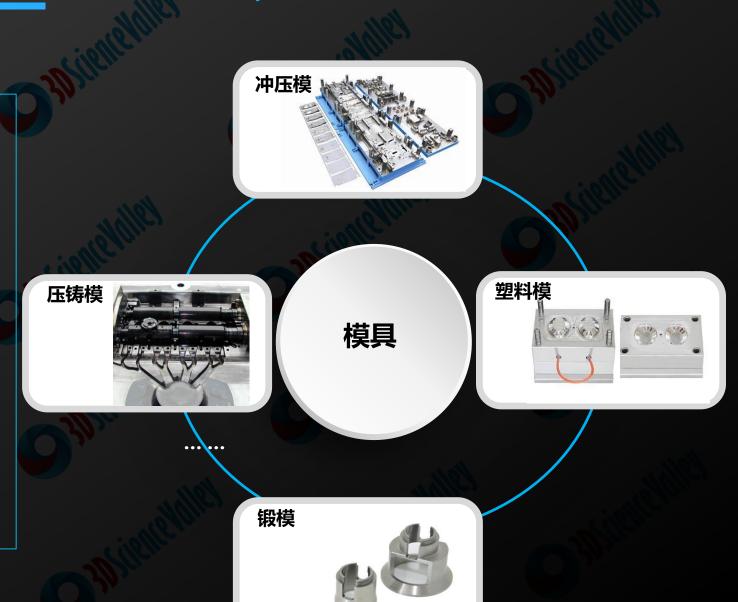
- \$730 B Total U.S. Market for plastics manufacturing, metal fabrication and polymer materials industries
 - \$63 B NEO Total Addressable
 Market for plastics manufacturing, metal fabrication and polymer
 - \$17 B NEO Available Market:
 Specific segments of the northeast Ohio plastics manufacturing, metal fabrication and polymer materials industries identified by the project team as having a good opportunity for economic impact.
- Obtainable Market \$1B Portion of the available market that can realistically be penetrated by additive manufacturing for tooling production in Ohio by 2020.

Sources: * Data from FirstResearch 5.6 Data from Mergent Intellect



模具分类

根据成型材料不同,模具 可分为金属成型模具、塑 胶成型模具、其他成型模 具;根据成型方法的不同, 模具可分为注射模、冲压 模、压铸模、锻压模;根 据加工精度不同,模具可 分为普通精度模具和精密 模具。

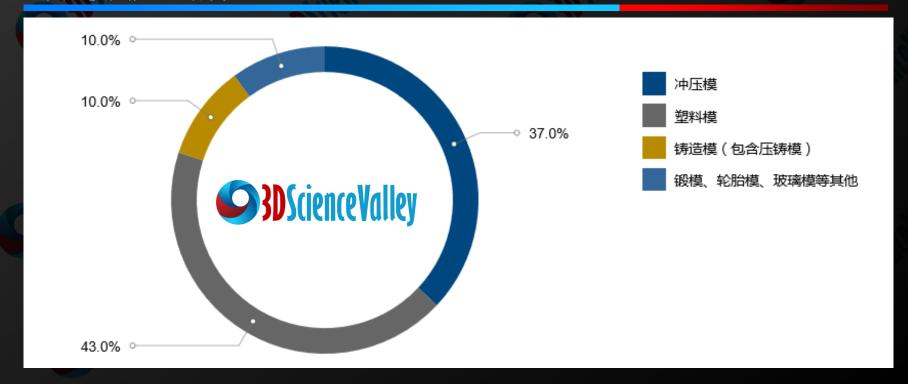




模具分类

我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。

中国模具产业结构





精密模具加工特点

精度高

精密模具制造质量要求高,不仅要求加工精度高,而且还要加工表面质量好。一般来说,模具工作部分的制造公差都应控制在±0.011mm以内,有的甚至要求在微米级范围内,模具加工后的表面缺陷要求非常严格,而且工作部分的表面粗糙度要求Ra < 0.8um。

形状复杂

精密模具的工作部分一般都是二维或三维的复杂曲面 (尤其型腔模具),而不是一般机械加工的简单几何型面。

硬度高

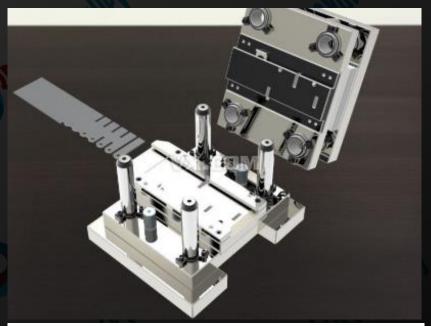
塑料模具其硬度要求较高,一般都是用淬火合金工具钢或硬质合金等材料制成。

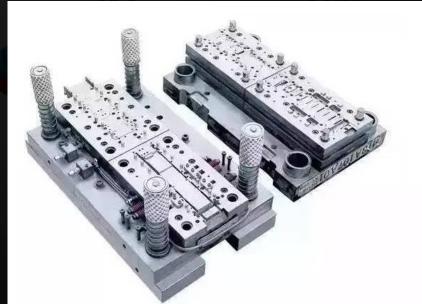
参考来源:百度百科

冲压模具

汽车制造业是冲压模具最重要的下游应用行业之一,汽车生产中90%以上的零部件需要依靠模具成形,一般生产一款普通的轿车需要1000至1500多套冲压模具,约占整车生产所需全部模具产值的40%左右。随着汽车工业的快速发展,冲压模具也进入了快速发展时期。

目前国内汽车冲压模具具备成本优势,采购重心向国内转移。国内汽车模具价格仅为欧美和日本的70%和50%左右。成本因素驱动下,汽车模具的采购重心不断从欧美、日本等发达国家转移至发展中国家。因此近年来,我国冲压模具行业呈现出显著的增长趋势。





铝合金压铸和冲压市场发展

新能源 汽车

基于增加新能源车续航能力的考虑,各大汽车厂商在其新能源车型中更多地采用较轻的铝合金压铸结构件和热冲压结构件;以特斯拉(TESLA) ModelS系列车型为例,其95%的车身结构件为铝合金材质。新能源汽车产销量的持续高速增长,将带动汽车铝合金压铸结构件和热冲压结构件的快速增长,进而带来汽车压铸模具和热冲压模具需求的增长。

轨道 交通 我国轨道交通装备行业的市场需求正持续快速增长。目前,轨道交通车辆中,包括齿轮箱壳体、电机壳在内的很多零部件已逐渐采用铝合金材质。在节能环保、轻量化的大趋势下,轨道交通装备中铝合金部品的渗透率将稳步提高。我国轨道交通装备需求的快速发展及其零部件铝化率的提升,为铝合金部品行业和模具行业带来重要发展机遇。



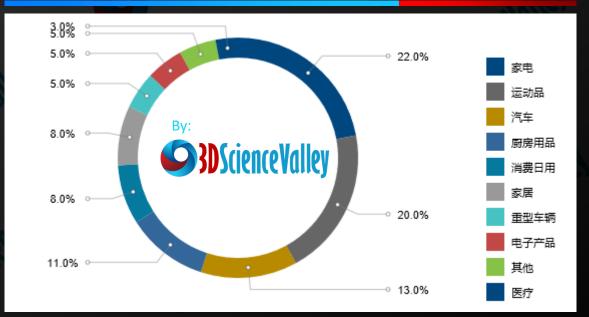
13 注塑模具

当前的3D打印技术在塑料产品的批量制造方面逐渐具有可生产尺寸、价格和速度优势。像惠普、Carbon的设备逐渐在挑战传统注塑领域,3D打印技术对模具的"废"与"立"还在发展变化中。

推动塑料3D打印技术进入生产领域的将不仅仅是设备厂商,材料方面像陶氏化学公司,巴斯夫,帝斯曼和沙特基础工业这些大企业一直在幕后研发他们用于3D打印领域的新材料技术。

而另一方面, 3D打印注塑模具也在进一步提升注塑领域的技术门槛与注塑效率。

塑料模具应用分布情况



数据来源: designmould

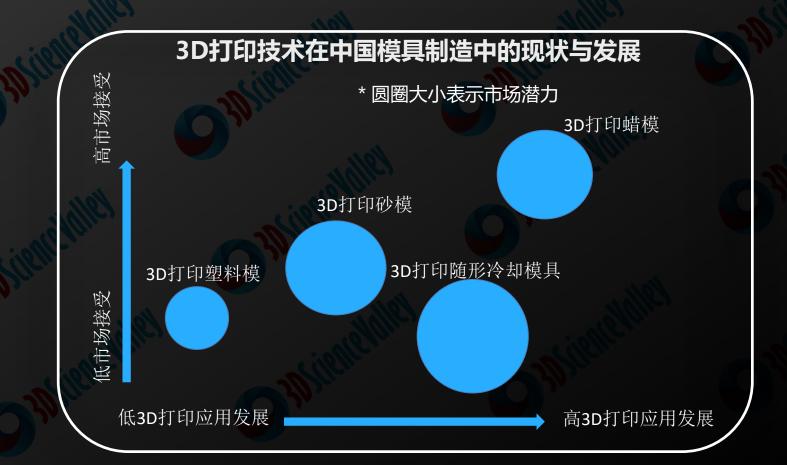




14 3D打印技术在模具制造中的应用现状

当前最具优势的应用领域

金属3D打印的模具在一些小批量或过于复杂的、随形冷却的模具生产上具有经济优势, 针对某些异形、特定的几何形状(专门为3D打印优化的)更具优势。另外,在当使用的 材料非常昂贵,而传统的模具制造导致材料报废率很高的情况下3D打印具有成本优势。





www.3dsciencevalley.com

通过SLA光敏树脂固化3D打印技术 15 通过FDM熔融塑料挤出3D打印技术 通过铸造 通过机加工 通过SLM金属增材制造技术







批量注塑

金属模具



随形冷却模具

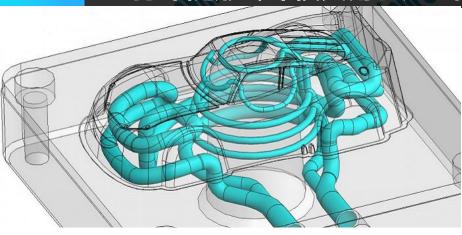


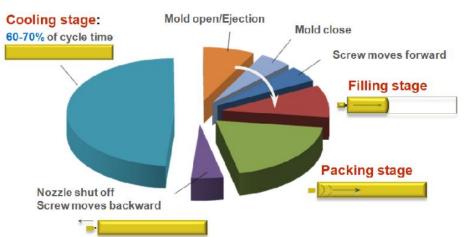
〇3D科学合 塑料产品

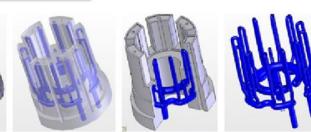




16 3D打印随形冷却模具用于注塑的步骤







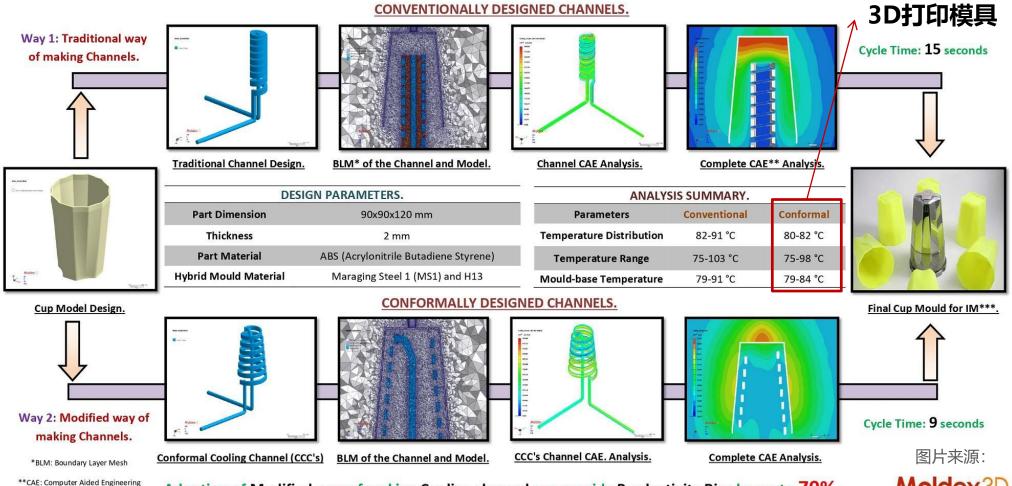
- 重新设计模具
- 功能表面的提取和框架条件的规范
- 选择材料
- 随形冷却流道设计
- 拓扑优化
- 使用FEM计算验证,冷却模拟
- 3D金属打印的数据处理
- 模拟3D打印过程
- 生产 (3D打印)
- 精加工(热处理,支撑结构的去除,表面处理)
- 质量控制
- 再加工
- 用于注塑机和部件的生产

图片来源: Materialse



案例: 3D打印随形冷却模具与传统制造模具性能比较

COMPARATIVE STUDY OF CONVENTIONAL AND CONFORMAL COOLING CHANNELS (CCC's) DESIGN OF A CUP MODEL.



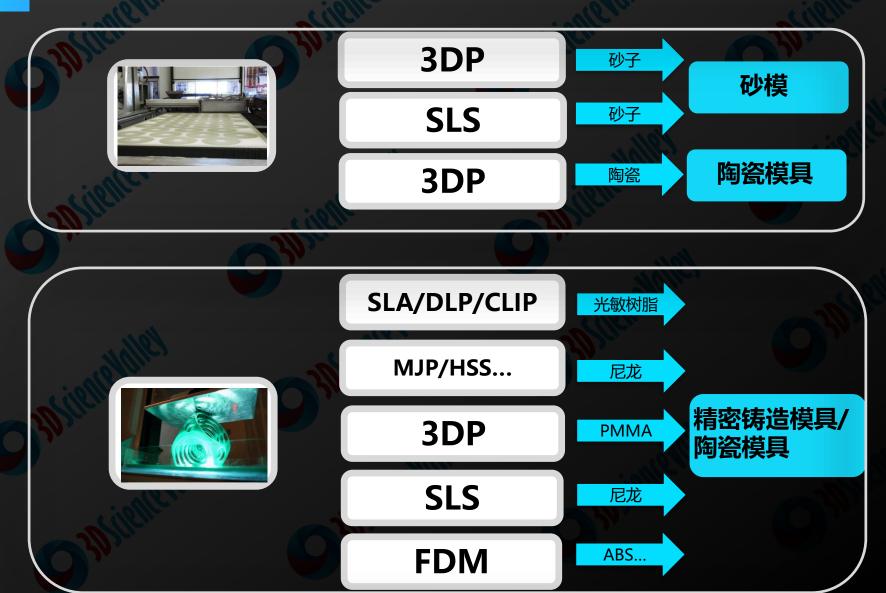
***IM: Injection Moulding

Adoption of Modified way of making Cooling channel can provide Productivity Rise by up-to 70%.

Moldex3D

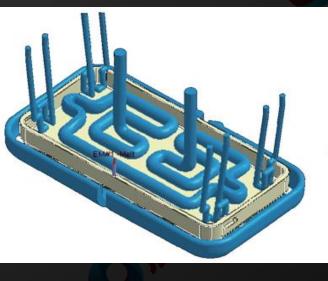


3D打印技术在模具制造中的应用细分



3D打印技术在模具制造中的应用细分











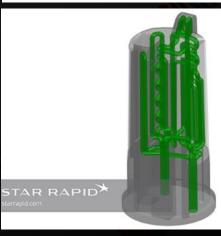


3D打印技术在随形冷却模具的应用

金属模具-3D打印技术的应用









3D打印砂芯、熔模的应用

上游 Upstream

1 通过3D技术打印熔模 3D print investment mould



中游 Mid-Stream

1 通过熔模覆耐火材料, 然后烧掉熔模获得型壳 Precision cast Mould

2

通过3DP技术打印砂模 3DP print sand mould



下游 Mid-Stream 产品 Product

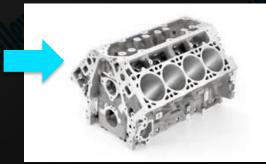
1

2

熔融金属通过砂模浇铸成型 Metal casting



机加工 CNC Metal Cutting



3

金属3D打印技术打印 Metal 3D Printing

缸体制造3D打印的三种工艺



www.3dsciencevalley.com

22 砂模铸造六部曲

3D打印

与传统的生产方法不同的 是,砂模的3D打印几乎不 受复杂性的限制,



黑洗

打印好的砂芯经过黑洗, 使它能够承受高的热负荷



安装砂芯

3D打印的砂芯随后被插入到一个 常规生产的模具里。



后处理

即使是复杂的几何形状也可以一次打印完成,避免了拼合带来的精度损失,而且底切和复杂的角度部分均一次打印完成,更大量减少了后处理的工作量。



铸造

砂模打印的时候选择的沙 粒大小会带来不同的铸造 表面精度。



取芯

砂模和芯是一种失模铸造 方法。



图片来源: voxeljet-维捷



23 3D打印技术在蜡模的应用

MJP技术 - 3D打印蜡

蜡模-3D打印技术的应用

模具CAD模型

熔模母模

石膏倒模

注入金属

DLP/SLA技术 - 3D打印树脂

传统铸造

复杂漫长的制作流程

可接受的首饰微结构

铸造过程中存在不确定性

模具限制,设计自由度低

与3D打印蜡模相比,还多了蜡模的模具制作工序

3D打印蜡模

缩短了工艺链

可接受的首饰微结构

铸造过程中存在不确定性

提升了设计自由度, 但仍受失蜡铸造限制

3D打印金属

更短的工艺链

最好的首饰微结构

层层铺粉过程的加工 全过程控制

真正意义上的设计自由度

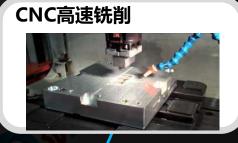
www.3dsciencevalley.com

24 轮胎模具









SDScience Valley
www.51shape.com 3D科学谷

铝合金精密铸造



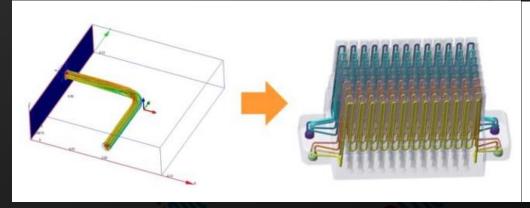




随形冷却模具

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。

左手这对图像显示的网格设计和模拟仿真效果-大量的低速流动,不均匀分布的冷却液。 右手这对图像显示的是连续冷却通道设计与 仿真效果,具有高和一致的流量。右手的设计带来冷却液流量50%以上的提高,显著 提高冷却效果。





仿真对3D打印模具的重要性

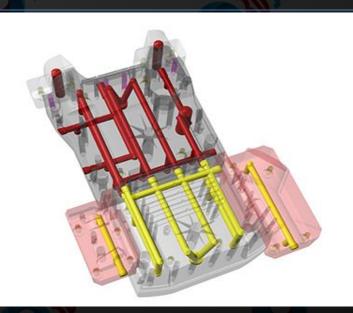
超过20米的冷却通道



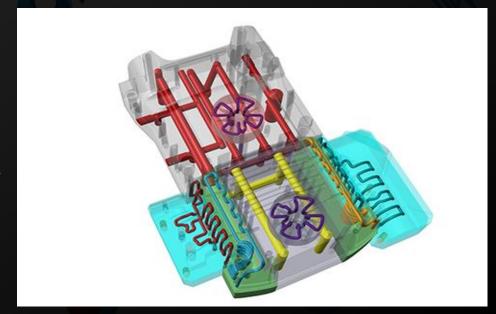
26 随形冷却模具

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。

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。



传统加工条件的原始设计



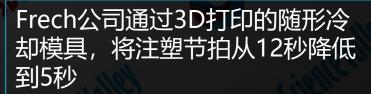
模具的全新设计, 具有随形冷却功能

图片来源: 雷尼绍

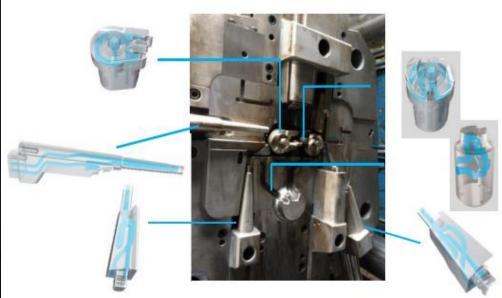


随形冷却模具

Uddeholm AM Corrax 公司为 医疗领域制造的随形冷却模具, 可以提高医疗领域的产品质量







图片来源: Uddehom

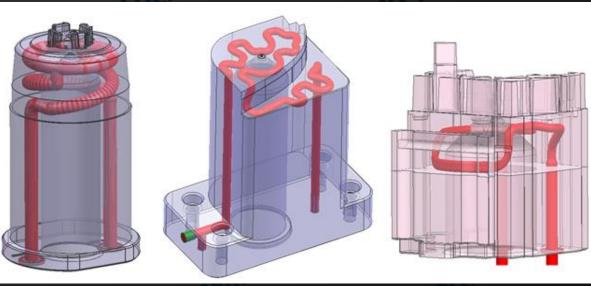
图片来源: SLM Solutions



随形冷却模具

深圳德科精密科技有限公司(dMac) 为模具制造行业提供一站式的3D金属方 案服务,配备德国EOSINT 290激光打 印成型设备,提供新型的模具加工方式

西门子通过SiemensNX 为随行 冷却模具的制造提供端到端的产 品生命周期制造解决方案







随形冷却模具

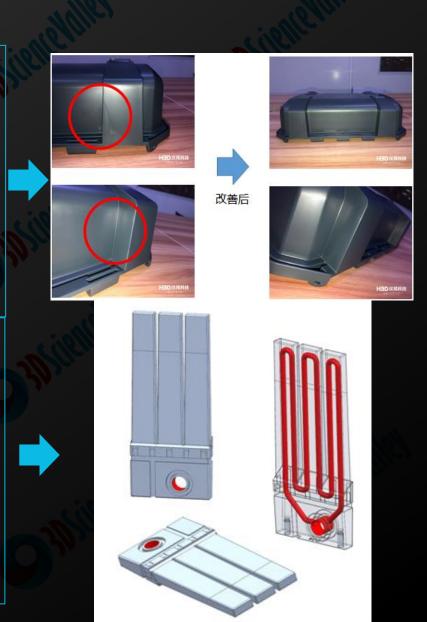
工具箱后模镶件3D打印

原来存在问题包括产品生产量大,但是由于镶件外形的特殊原因导致冷却周期过长;产品表面由于温度过高,导致塑胶在流动过程中有烧焦,困气。通过3D打印模具镶件本体的温度由原来的105摄氏度降低到35摄氏度,产品的冷却周期极大缩短,生产效率提高1.33倍,产品表面完全达到要求,不再有烧焦,困气等现象。

汽车模具冷却镶件3D打印

原来存在问题包括产品生产量大,由于镶件外形的特殊原因导致冷却周期过长;模具镶件温度过高,表面氧化,使用寿命减短;产品表面由于温度过高,产生橘皮纹跟变形严重。通过3D打印镶件本体的温度由原来的120摄氏度降低到50摄氏度;产品的冷却周期极大缩短,生产效率提高2.5倍;产品表面完全达到要求,不再有变形现象。

图片来源: 汉邦科技





www.3dsciencevalley.com

轮胎模具

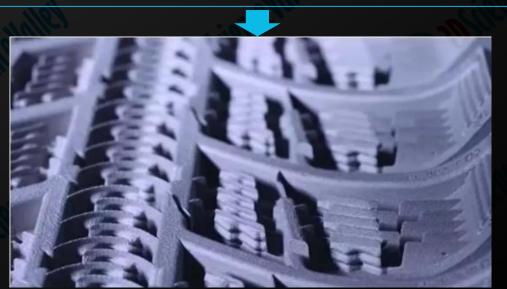
3D打印技术: SLM 金属3D打印技术

不锈钢轮胎基模的打印

采用3D打印技术使轮胎基模(花纹) 形状设计不受限制,基模形状呈多 弧度多角度,并可通过CAD模型一次打印成形。与传统工艺相比3D打 印技术减少基模生产步骤、提升基 模精度、缩短生产周期。3D打印可 以解决复杂、异形轮胎基模在加工 时出现的难题,更为轮胎基模形状 的多样性提供了更自由的设计空间。



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的潜力,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MICHELINCrossClimate+并通过安全认证,使得米其林的轮胎在市场上更具竞争力。



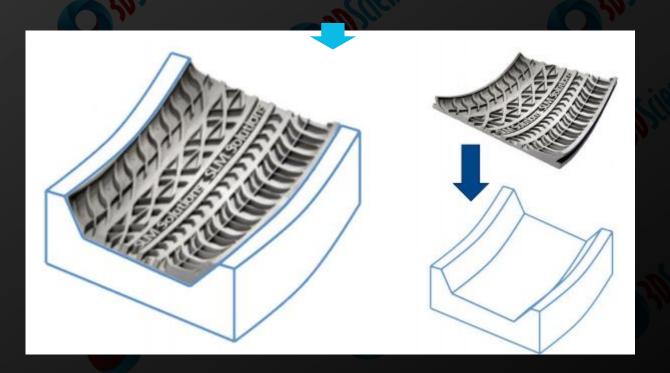
轮胎基模,材料 304不锈钢

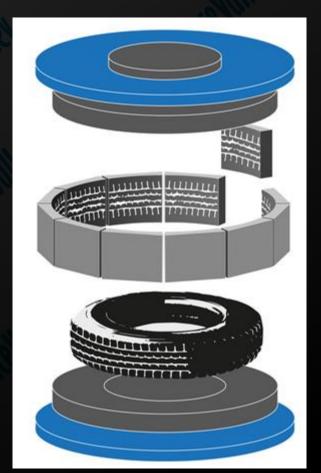
www.3dsciencevalley.com

轮胎模具

3D打印技术: SLM 金属3D打印技术

金属3D打印轮胎模具嵌片,与轮胎模具基台相结合。 通过多激光技术进行逐层3D打印,轮胎制造商能够创造新的,更复杂的胎面设计,具有精细的小间隙,包括三维结构以及内部干涉结构设计,适用于下一代轮胎型材。





图片来源: SLM Solutions

www.3dsciencevalley.com

32

3D打印模具鞋底模具

3D打印技术: SLA

间接应用



鞋模-看样模、试穿模

3D打印技术: SLA、Polyjet

鞋模-翻砂铸造原型

3D打印技术:

SLA

随数字化转型而普及

直接制造





图片: SOLS

整鞋

鞋垫、中底

3D打印技术: SLS, HSS, MJF, DLS, FFF...

鞋外原

3D打印技术: SLS,3D Drawing...

中小批量生产

小批量生产

3D打印技术:

多材料

Voxel8 ActiveMix®

批量定制化

鞋面

3D打印技术: SLS、FDM ...

个性化



隐形牙套模具

3D打印技术: SLA, DLP, CLIP, MJF

SmileDirectClub 部署了49台HP Jet Fusion 3D打印系统,这些3D打印设备被 用于批量定制化生产压制隐形矫正器用的 牙模。每天将生产超过5万个牙模, 在未来 12个月内将能够生产近2000万个牙模。

联泰科技已经与牙科技工所、口腔医院及 口腔诊所深入合作,不断提升3D打印技术 在齿科行业的应用,得到精确的扫描数据 后,联泰科技的3D打印设备Lite 600HD可 稳定、高效打印出高精度的牙模。

黑格已成功用高精度3D打印技术,制备活 动义齿、固定桥、全冠、种植导板、隐形牙 套等多种数字化口腔医疗产品,并均有成功 案例,规模化应用后,可取代繁杂的手工工 序,大大提高牙科技工所的生产效率。

牙模3D打印机品牌



黑格科技 **UnionTech** 联泰



Carbon formlabs 😿



rapidshape





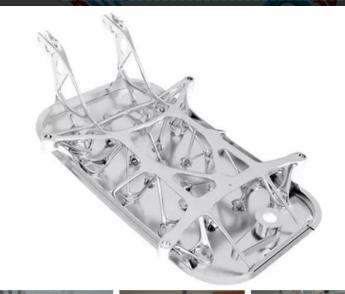


图片来源:黑格科技



3D打印PMMA精密铸造模具

3D打印技术: Binder Jetting - 3DP









仿生力学机构

德国voxeljet-维捷与法国Sogeclair合作通过Binder Jetting粘结剂喷射3D打印技术成功制造了铝制的仿生学结构舱门。通过仿生力学结构来减少材料使用,从而将重量减轻30%,并且不牺牲舱门所需要达到的力学强度。

复杂与大尺寸

对于3D打印技术来说,加工飞机的舱门同样面临着挑战,一是舱门结构的复杂性,如何避免使用支撑材料从而实现近净形的加工结果;二是舱门结构尺寸大,如何能够满足大尺寸的加工而不需要二次拼接或者焊接。

材料特定带来可预见的结果

PMMA的材料特性获得了关键的加工结果,与其他 3D打印塑料材料相比,PMMA非常适合用于铸造。 其主要原因是粉末材料的负膨胀系数,在烧毁薄壁模 型的过程中不会导致涨壳,从而不会导致铸造模具的 破损,不仅降低了制造中的风险,还满足了近净形的 要求。



www.3dsciencevalley.com

3D打印模具砂芯

3D打印技术: Binder Jetting - 3DP



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。

图片来源:维捷-voxeljet、宝马

www.3dsciencevalley.com

陶瓷芯

3D打印技术:

DPC 陶瓷打印、3DP

陶瓷芯的打印

36

Eagle Engineered Solutions通过 Direct Print Ceramic (DPC)直接打 印陶瓷核心技术来生产陶瓷芯,内 含涡轮叶片复杂的冷却通道,与3D 打印的熔模一起配合使用。



粘结剂喷射技术3D打印陶瓷模具

日本的AGC在青岛的分公司通过voxeljet-维捷的 粘结剂喷射技术3D打印陶瓷模具。AGC开发了 3D打印用陶瓷成型材料Brightorb, 通过3D打印 的陶瓷模具,用来铸造不锈钢产品。



图片: AGC的陶瓷粉末



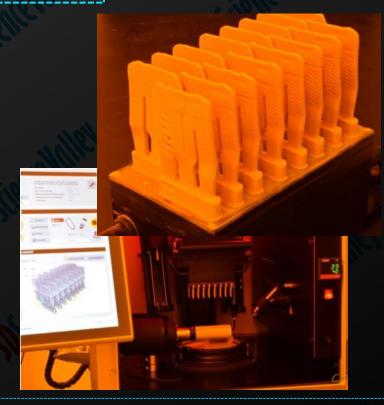
图片来源: Eagle Engineered, AGC

陶瓷芯

3D打印技术: LCM技术

为了在铸造金属涡轮叶片时可以形成高复杂的内部冷却通道结构,使用陶瓷铸造型芯是非常必要的。铸造叶片冷却后,叶片从模具中取出,同时内部的陶瓷型芯需要溶解掉。目前设计的陶瓷铸造型芯越来越复杂,而通过传统的注射成型方式无法实现如此高复杂结构的陶瓷型芯。与传统的注射成型制造叶片型芯技术相比,3D 打印技术是一种无需模具的生产制造技术。因此 3D 打印技术可以绕过传统工艺必须的、昂贵而又复杂的模具制造部分。

Lithoz公司的LithaCore 450 是一种可以 3D 打印制备高精度、高细节陶瓷叶片型芯的材料。烧结后的叶片型芯产品具有非常低的热膨胀率、较高的孔隙率、优异的表面质量和优良的洗滤性等优点。典型的应用有:用来生产单晶镍基合金的涡轮叶片的铸造型芯;定向凝固铸造型芯;等轴铸造型芯。



通过 LCM 技术生产的陶瓷叶片型芯。具有以下特性:

- (1) 优良的尺寸重复性和公差
- (2) 最大尺寸可达 300mm
- - (4) 高复杂结构,如机翼最薄处可达 200 μm

图片来源: Lithoz

www.3dsciencevalley.com

38

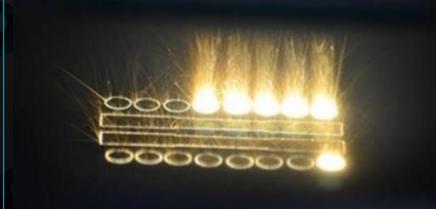
冲压模具

3D打印技术: SLM技术

舒勒通过金属3D 打印技术开发了随形冷却热冲压模具,让内部的冷却通道更接近冲压表面,从而通过"内部功夫"来提高冲压质量和效率。热冲压模具调试周期短,使用寿命在20-30万个冲程,热作镶块具互换性,制造成本低,在汽车领域获得越来越广泛的应用。

热冲压模具需要内部冷却渠道的冷却介质来使得退火板材的温度迅速降到200摄氏度以下。以前,冷却通道是通过在模具内部钻孔的方式来完成的,所以这些内部冷却通道要想连续的贴近冷却表面是不可能的,特别是当涉及到复杂的表面形状时。但现在,在3D打印技术的帮助下,舒勒通过粉末床选择性激光融化3D打印的方式获得灵活的随形冷却内部通道的制造方法,这使得冷却更迅速,冷却效果更均匀。舒勒认为3D打印技术将为热冲压模具的制造带来革命性的变化。





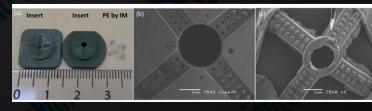
图片来源: 舒勒

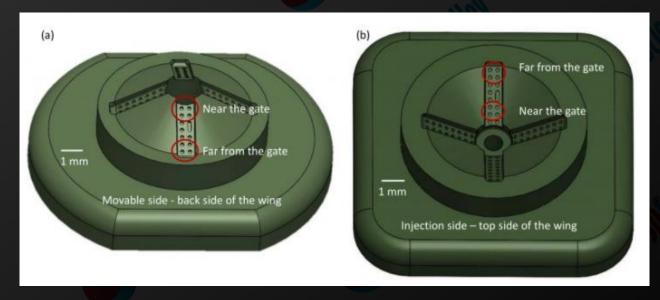
模具镶件 - DLP

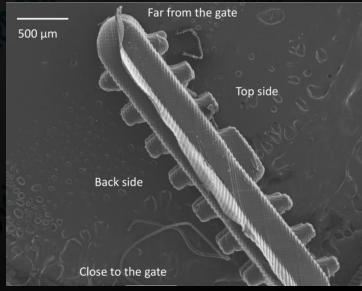
3D打印技术: DLP技术

DLP 3D打印技术制造的注塑模具镶件,则能够实现在复杂表面上创建微观特征,与基于CNC 加工的传统模具加工工艺相比,能够显著降低加工时间和成本。这种模具适合生产设计变化大,并且中等批量的塑料件 (1000-10,000次循环)。此外这种模具可以生产标准商用注塑板,不需要使用特殊的注塑模板。

对于制造带有复杂表面和具有微观特征的模具镶件来说,3D打印不失为一种经济高效的方法。该方法在制造复杂微观特征的塑料医疗器械和植入器械领域具有应用潜力。







图片来源: 丹麦技术大学 (DTU)

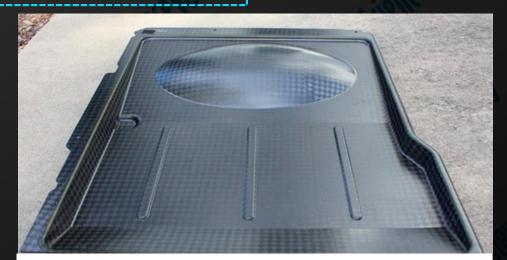


大型模具

3D打印技术: LSAM 技术

昂贵的设备,对加工工艺极端苛刻的要求,都使得大型零件的注塑模具成为模具制造中的一大挑战。普渡大学复合材料制造和模拟中心,Thermwood公司,应用复合材料工程(ACE)和Techmer PM的联合团队实现了通过3D打印PSU复合材料模具来实现直升机零部件的制造目的。通过Thermwood的大型增材制造(LSAM-Large Additive Manufacturing)系统对直升机的模具进行了一次性3D打印与机加工工序。

3D打印模具的材料比标准模具材料的成本低34%,在劳动时间方面的生产速度提高了69%,3D打印模具只需三天时间就可以制造完成,而传统的模具制造需要八天时间。







www.3dsciencevalley.com

41 其他模具

3D打印技术:

SLM 金属3D打印技术

PTI马科姆工程塑料的医学模具

PTI所制造的这个模具是用于医疗行业的,模具有7英寸高,与仿真结果一致的是,模具并没有产生裂纹,注塑的节拍从原来的46.5秒减少到41.5秒。空心模具在注塑过程中所用到的冷却介质是液体二氧化碳。



PTI 3D打印的真空模具



PTI的注塑结果

3D打印技术:

FDM熔融挤出技术

(AMO)的叶片模具

叶片模具长达13米,叶片切割成适合3D打印的尺寸大小,并设计了完整的装配孔和内部轻量化结构,通过BAAM 3D打印系统进行3D打印。







图片来源: PTI, BAAM



其他模具

3D打印技术:

直接金属沉积(DMD)技术(LENS技术)

外钢内铜的模具

铜合金的热传导率几乎是工具钢的6倍。这种导热性使得铜就像热流道一样能够快速带走注塑中的热量。3D 打印钢复合铜的技术减少成型周期26%的时间。



DM3D打印的模具



压铸产品: 铝制产品

3D打印技术:

SLM选择性激光融化技术

3D打印与传统加工方式的结合

瑞士的Ecoparts的热流道浇口系统使用混合制造技术:下半部分通过传统车削技术,上半部分通过增材制造技术预留内冷通道



混合加工方法制造的模具

图片来源: DM3D, Ecoparts

模具制造集群

43 集群

浙江

北仑华朔模具、北仑辉旺铸模、吉业汽配模具、黄岩东方州强塑模、黄岩东源、黄岩丰久、黄岩源宏机械、宁波吉烨汽配、宁海方正汽车、宁海双林、宁海跃飞、宁海震裕、台州滨海模塑、台州市黄岩华塑、

台州星星.....

广东

巨轮,昌红,圣都,河源龙记,志和塑料五金,中泰五金模具,耐普罗,伊势塑胶五金模具,导新模具,贝尔罗斯,联塑机模具,忠信制模.....

www.3dsciencevalley.com

江苏

苏州兰佩铸造、远轻模具、鸿准精密模具(昆山)、 昆山中大模架、昆山华星、六和精密(昆山)、动 龙精密、昆山普达、昆山晟扬、昆山智广、无锡国 盛、无锡海特、无锡腾达、扬州达成、扬州恒德、 宝应江淮……

天津

天汽模、国丰、金海天......

山东

山东豪迈、青岛方圆、青岛海信、青岛豪迈 宏毅、华泽精密模、烟台爱开天隆......

上海 Shanghai

Beijing

Shan Xi Jiang Su

Guang Dong

陕西

上海

赛科利、华庄、干缘、屹丰、黄燕,荻原、 伟世通、联恒、宏旭、台丽通等……

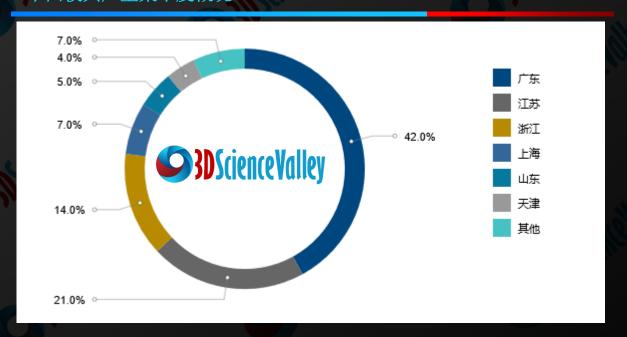


模具集群

中国的模具行业从地区分布看,以珠三角、长三角以及安徽、河北等地区发展较快。广东是中国主要的模具市场,是中国最大的模具出口与进口省,长三角在中国占约四成份额。

广东模具产值将近全国总量的一半,典型企业包括广东巨轮模具、深圳昌红模具、广东圣都模具。

中国模具产量集中度概况



数据来源:调研结果

模具集群

广东

全国排序前10名的企业中,广东占有5家世界最大的模架供应商和亚洲最大的模具制造厂都在广东。广东巨轮模具,昌红模具,圣都模具,河源龙记金属制品,志和塑料五金,深圳市中泰五金模具,广州耐普罗模塑胶制品,广州伊势塑胶五金模具,广州导新模具,贝尔罗斯(广州)工程塑料,南海星联塑机模具,忠信制模...

浙江

浙江省模具工业主要集中在宁波市和台州市, 宁波市的宁海、余姚、慈溪及鄞州主要生产塑 料模具,北仑以压铸模为主,象山和舟山以铸 造和冲压模具为主。台州市主要模具生产企业 集中在黄岩和路桥,塑料模具占大多数。

江苏

重点企业有苏州兰佩铸造、远轻模具主要生产汽车发动机及轮毂等部件压铸模和铸模。 昆山中大模架、昆山精密模具标准件、昆山华星模具导向件

专业生产各种大型模架、模具导向件、模具弹簧等标准件

上海

上海生产汽车中冲压、塑料、压铸等模具企业近70家,年产值约20亿元,民营企业如华庄、干缘、屹丰、黄燕,合资企业如荻原、伟世通,台资企业如联恒、宏旭、台丽通等大多年产值在5000万元以上,其中有近7家企业达亿元的年产值,个别企业年增长率达100%。

模具集群





山东

山东模具主要集中青岛地区,主要企业包括山东豪迈、青岛方圆、青岛海信、青岛海尔、青岛国增、方圆模具、青岛创策、济南优科、青岛锯祥、青岛豪迈宏毅、华泽精密模、烟台爱开天隆等。

天津/河北

天津与河北泊头形成模具生产集群,典型企业包括天津汽车模具、ACI (天津)模具、天津国丰模具、天津金海天精密模具、泊头河北兴林车身模具、泊头市京泊汽车模具、河北金环模具、黄骅市荣泰模具、任丘市现代模具等。



3D打印对模具的替代

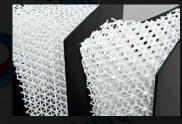
www.3dsciencevalley.com

47 直接塑料打印vs注塑

3D打印与注塑竞争的可能性有多大?无疑,注塑工艺的优势在于大批量,而3D打印的优势在于小批量或者是用于非常复杂的设计。目前,要替代掉注塑工艺,3D打印的发展空间要么是小批量简单设计,要么是大批量非常复杂的设计。而3D打印技术要想在小批量简单产品的生产工艺上取得一席之地,就需要在打印价格方面更便宜。3D打印技术要想在大批量复杂产品的生产工艺上获得比注塑工艺更大的优势就需要打印速度更快。

high-complexity复杂

3D打印与注塑工艺PK的空间



大批量复杂产品 Faster / 3D打印需要速度更快

大批量简单产品 传统注塑更具优势



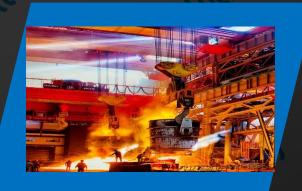
小批量简单产品 Cheaper / 3D打印需要更便宜

Low-complexity简单

Large Quantity 大批量



当前铸造与直接金属3D打印相比的优势





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。



当前铸造与间接金属3D打印相比的优势





VS



认证

间接金属3D打印作为一种新的制造技术,在效率和价格方面具备一定的优势,在实现产品的轻量化及复杂性方面具备一定的优势。然而,铸造在制造行业是一种合格和有着成熟认证体系的工艺,在与制造业的产业化融合方面,铸造有着明显的优势。

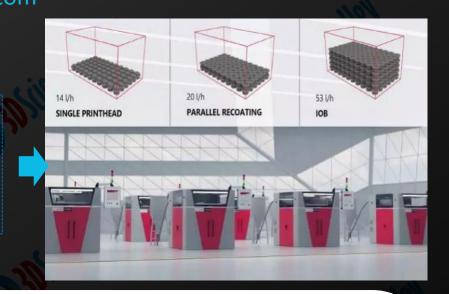
材料

此外,间接金属3D打印当前以不锈钢为主要材料,铸造却可以在成千上万种的金属和复合材料中进行选择。



砂型、熔模的3D打印

砂型3D打印机越来越多地被铸造厂引用,为重型设备和机械零件制造砂芯模具。与传统方法相比,砂型3D打印在生产模具方面不仅快速,还可以实现更复杂的形状。更多信息,请参考3D科学谷发布的《3D打印铸造白皮书》



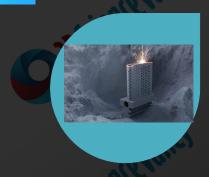




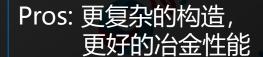
locel: 宁夏共享,FHZL:佛山峰华卓立,AHL:安徽恒利,OGGI 3D:佛山奥基德信



随形冷却注塑模具的3D打印



01 PBF粉末床熔 融金属3D打印 (DMLS,SLM,EBM)



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3 D打印 (Bind er jetting, Na noParticle Jetti ng, Resin Curvi ng, FFF)



Pros: 更复杂的构造,经济、 高效

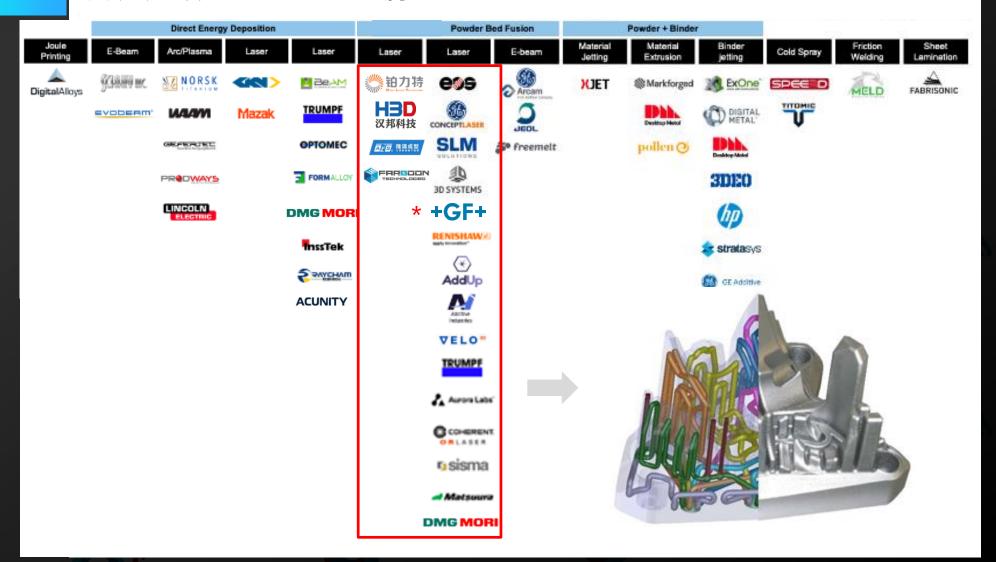
Cons: 适用的材料有限

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

^{*}部分参考自王华明院士



随形冷却模具的3D打印 – 金属打印





熔模的3D打印 - 热熔塑料

Multi Jet Fusion -多射流熔融:



HSS-高速烧结:





SLS:



FDM:

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

• • •

PA 3D 打印材料: EOS、Evonik、Farsoon...



熔模的3D打印 – 从熔模到陶瓷模具- 精密铸造- 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。













55 陶瓷的3D打印

陶瓷3D打印的技术主要有,激光扫描固化成型技术(SLA)、数字光处理技术(DLP)、粘结剂喷射3D打印(Binder Jetting-3DP)、材料喷射(Material Jetting)。另外还可以通过光固化3D打印技术打印出熔模,覆陶瓷的方式,获得陶瓷模具。



SLA\DLP打印陶瓷

3DP打印陶瓷



voxeljet-维捷

北京十维科技,浙江迅实科技,深圳长朗,中瑞科技,昆山博力迈,因泰莱、法国3DCeram-武汉三维陶瓷科技、奥地利Lithoz

材料喷射打印陶瓷



Xjet





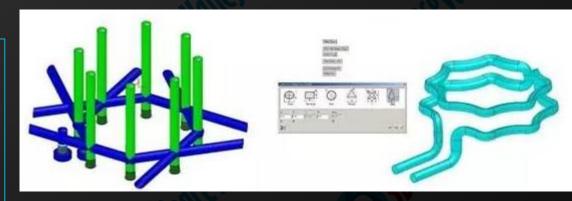
随形冷却模具的设计细节



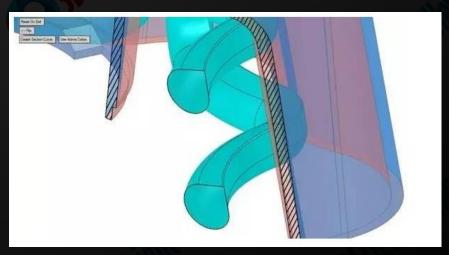
增材制造技术规避了钻孔方式的一些局限性,但是在设计水路时仍需将直径设定在经过实践验证的常用尺寸范围内,从而降低这种技术的不确定性。



在设计3D打印随形 冷却水路时应保持水 路的横截面积不变, 从而保证恒定体积的 冷却液体通过水路。



左图是传统钻孔方式加工的冷却水路,右图是随形冷却水路。传统冷却水路的冷却时间为50.89秒,随形冷却水路冷却时间为44.97秒,减少了12%。



截面为泪滴形状的冷却水路。入口和出口处的直径为7/16英寸(约11.11 mm),泪滴形状水路的横截面面积在设计时需要保持一致。在该案例中,泪滴形随形水路的横截面周长为1.574英寸(约39.93 mm),而同样面积的传统圆形水路的周长为1.374英寸(约34.90 mm),泪滴状随形冷却水路具有更大的表面积将模具中的热量带走。



随形冷却模具的设计细节

PETITIVE APPROPRIE

与模具表面 的距离 对于大多数随形冷却水路来说,与模具表面的距离取决于零件的几何形状。在设计与模具表面的距离时,有一个需要遵守的原则是,使随形水路与模具表面始终保持相同的距离,从而达到均匀的冷却效果。

冷却水路的 长度

尽管通过3D打印技术制造随形冷却水路,不存在刀具损坏等问题,但是在设计时仍不建议将水路设计的过长。这是由于冷却水在较短的冷却水路中可以更为迅速的进出,使热分布更为均匀。



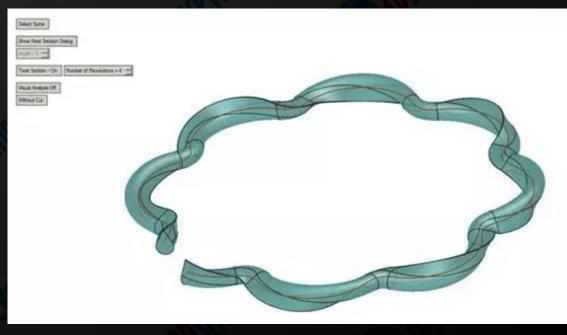
随形冷却模具的设计细节

截面积的另 一个规则

一条大的冷却水路被分为多条小而短的水路,然后再汇入一条大的水路。 在这种情况下,多条小水路的横截面积总和应等于大水路入口和出口的 横截面积,从而确保水的均匀流动,进一步降低翘曲的风险。

旋转结构

模具冷却水路中的水量是影响模具冷却时间的因素,水量越大冷却循环时间越短。另一个影响因素是水温的力力。虽然3D打印随形冷却水路的内表面的大冷却水路的内表面中没有经过抛光,所以会产生一些湍流,但是如果在设计时增加旋转结构,则可以产生更多的湍流。



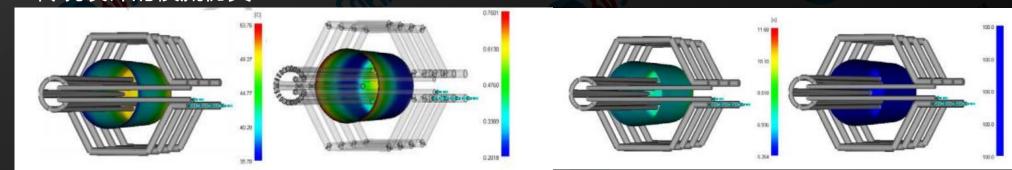
图中展示的这个冷却水路,在设计时向顶部回路中增加了四个旋转结构。



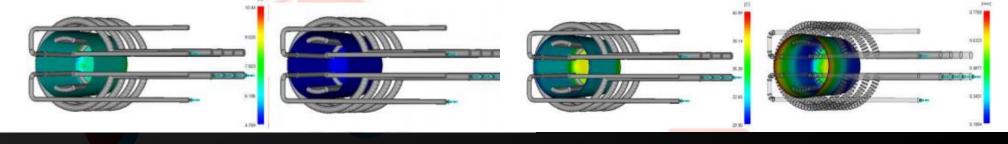
随形冷却模具

虽然随形冷却解决方案可以通过降低模具周期时间显着降低生产总成本,但它们也需要复杂的模具设计。精心设计的随形冷却模具通常具有各种非常规曲线,曲折和形状,必须精确放置。设计完成后,这些复杂的模具必须按照与任何其他模具相同的标准制造。

传统设计的模流仿真



适合3D打印的随形冷却设计的模流仿真





建模与优化软件

Pro/E,UG,SOLID WORK, AutoCAD, Fusion 360, Cimatron, Materialise...

模流分析软件

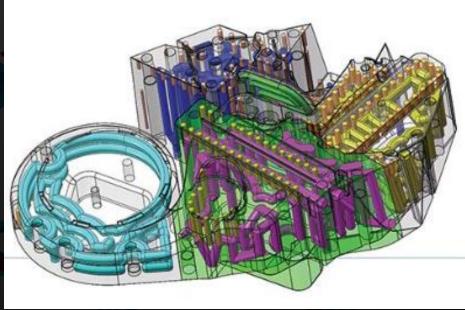
塑胶模具: Moldflow、Moldex3D... 铝合金压铸:PROCAST、FLOW3D, Cast-Designer压铸模流分析... ...

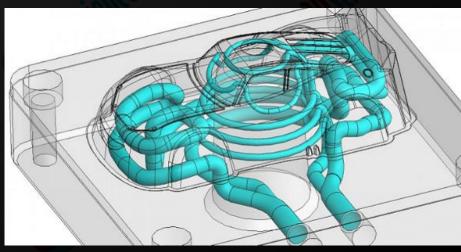
铸造仿真软件

Altair Click2Cast, AnyCasting, THERCAST ...

锻造仿真软件

Nastran, Ansys, Adams...







PLM解决方案 与在线按需市场平台

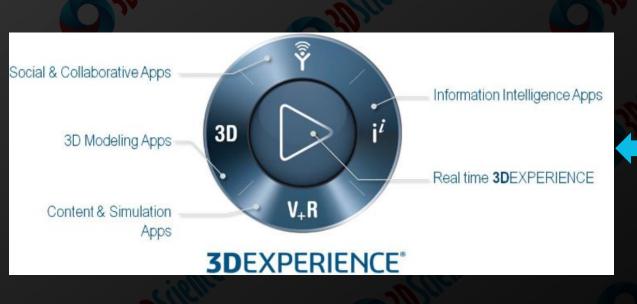


61 基于PLM平台或 CAD软件

典型平台:西门子,达索

西门子的优势在于其已经推出的端对端的PLM软件。西门子按需制造市场平台在PLM的基础上继续这方面的努力,并将提供一个能够连接全球制造业社区所有成员,最大限度地利用资源环境,访问增材制造技术并扩大业务机会。





法国达索系统-Dassault于2015年推出了其3D打印管理软件——3DVIA Make,该软件将帮助各个规模的企业用户实现个性化、定制化的生产,3DVIA Make还并不是按需市场平台它就像一个嵌件,消费者可以广泛地自定义,并直接下单订购,这些新设计的产品根本就不属于零售商库存里的任何产品。

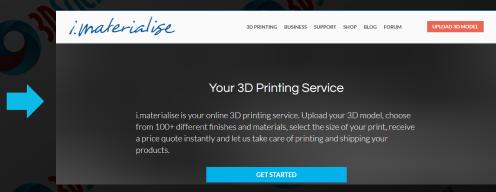
达索系统在2018年底收购ERP软件的 IQMS, 达索的3DEXPERIENCE平台 获得进一步扩展, 以覆盖在业务运营 上寻求数字化转型的中小型制造企业。 www.3dsciencevalley.com

62

起源于3D打印服务

典型平台: i.Materialise, shapeways, protolabs

i.materialise平台不仅有自己的打印工厂,还提供打印材料。在链接需求的同时还提供了独到的解决方案,包括materialise在软件、材料和打印技术方面的解决方案,以及医疗领域的know how。





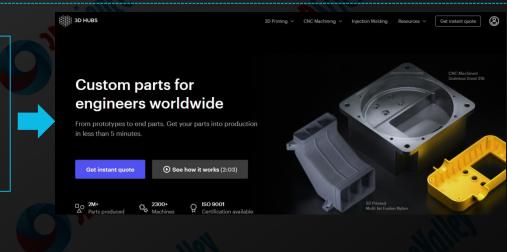
3D打印服务平台与按需市场平台的界限越来越模糊了,可以预测,3D打印服务平台就像一个过渡过程,很多企业在通过自己的3D打印服务平台站住盈利的"脚跟"之后,再往按需市场平台的方向发展。

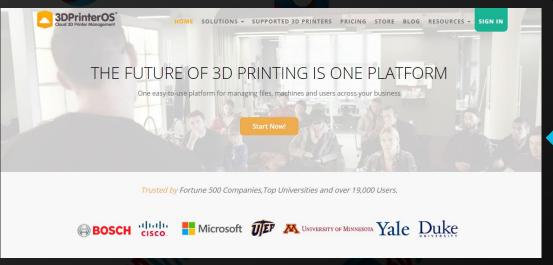


基于创客

典型平台: 3dhubs以及杜克大学的创业企业3dprinteros平台

3D Hubs在线制造平台2018年全球共订购了超过75万个3D打印的零部件。从这些在线3D打印需求在全球的地理分布来看,美国(49.4%)和欧洲(41%)占到全球总需求的90%,亚太地区在线3D打印需求目前占比仅为9%。





3dPrinterOS提供了一个像"滴滴打车" 类似的模式,把创客和打印机设备通 过平台连接起来了。3dPrinterOS的发 力点是迅速地把国际市场上能够涵盖 的3D打印机品种都涵盖了。在首页上, 用户可以方便的添加自己的打印机。 这点与Airbnb方便房主添加自己的出 租资源类似。

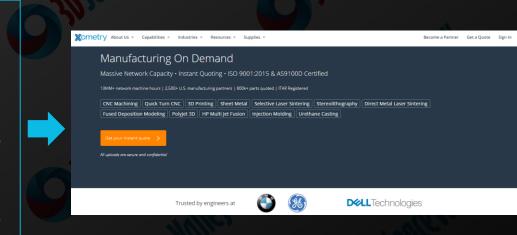


基于MES以及高端工业用户

典型平台: Xometry, 3YourMind

Xometry已经拥有了一个庞大的客户群,包括宝洁、波音、丰田、雷神、GE、美国宇航局和美国国防部这些大名鼎鼎的公司。Xometry致力于为用户提供从查询解决方案到拿到最终的产品的一揽子解决方案,这无疑为3D打印领域的商业模式打开另一个窗口:将CRM客户管理系统和ERP企业资源管理系统整合到在线平台上,借助3D打印和相关的后处理技术,将服务与生产打包,为用户提供无缝衔接的产品解决方案。





3Yourmind总部位于德国柏林,通过软件的数字化技术来分享多余的订单,为缺乏生产能力的时候提供解决方案。通过这种方式,增材制造服务可以将竞争对手变成强大的合作伙伴,通过共享项目,随着整个增材制造行业的发展,以满足快速增长的需求。3YOURMIND还推出了(AMPI)增材制造零件定义系统,来告诉用户零件通过3D打印来完成的经济价值。

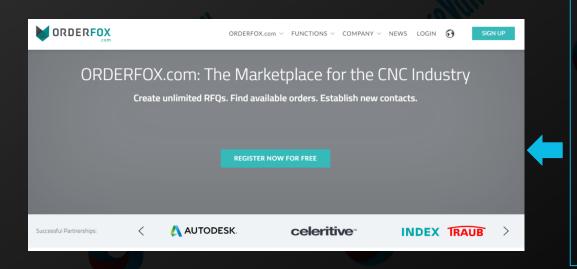


扎根某个垂直市场或来自于CNC行业

典型平台: Techniplas, ORDERFOX

Techniplas Prime是目前唯一的一站式汽车设计制造服务平台,能够以最优惠的价格将工程师和设计师连接到一起,并协同提供全球各地的最佳制造解决方案。基于Techniplas几十年久经验证的工艺和经验,Techniplas Prime涵盖整个汽车生命周期的OEM零件生产、质量控制、模具制造、最终检验和产品交付的全部过程。





作为数控加工行业的网络平台, ORDERFOX.com 提供智能化筛选功能, 让数控加工企业方便和快速地与买方建立 联系。因此,交易成本得以显著降低,应 用效果明显优于传统价值链,更高的产能 利用率帮助用户实现更高的生产力。随着 orderfox平台上的一些工业级机床企业向 3D打印领域延伸,orderfox的业务也将扩展到增材制造领域的按需市场平台。

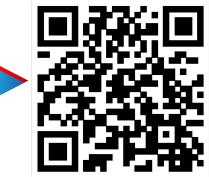


特别感谢对本白皮书制作的赞助支持:



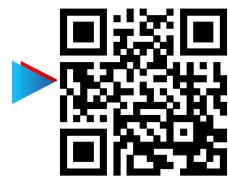
铂力特官方网站





斯凌曼官方网站





汉邦官方网站





GF加丁方案官方网站

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。



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)

