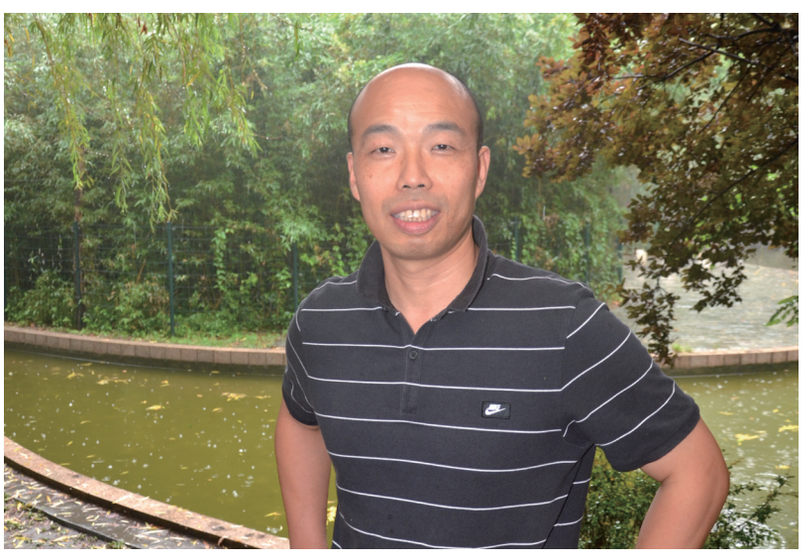
3D打印技术在精铸行业的产业化应用分析

□ 天津市天大方圆工业结晶科技有限公司



吴健生 工程师

3D打印技术又被称为“三维实体制造技术、快速原型技术”等，其核心是增材制造（Additive Manufacturing，AM）技术，即以设计数据为基础，将材料（包括液体、粉末、线材、板材或块材等）自动化地叠加起来构成实体结构的制造方法。相对于传统的去除材料（减材制造）的制造方式，增材制造是通过3D打印设备将材料以“自下而上，分层制造，逐层叠加”的方式完成零部件的制造。

3D打印技术在精铸行业产业化的技术基础

3D打印技术作为一种快速成形技术，与铸造行业有着很强的契合性，尤其在精铸行业的产业化应用有着坚实的理论基础和技术支撑。目前在精密铸造行业使用广泛、技术成熟的3D打印技术包括：熔融沉积成形（FDM）、光固化成形（SLA）、分层实体制造（LOM）、三维打印（3DP）、选择性激光烧结（SLS）、选择性热烧结（SHS）等。前三者适合直接打印铸件产品模样以替代砂型铸造的木模去构建砂型铸造箱体，后三者适合直接打印砂型铸造的砂型、砂芯，熔模铸造的蜡基模样和树脂基模样以及消失模铸造的泡沫模样和塑料模样。

尤其以选择性激光烧结（SLS）工艺与铸造工艺的关系较为密切，如烧结的陶瓷型可作为铸造之型壳、型芯，蜡型可做蜡模，热塑性材料烧结的模样可做消失模。选择性激光烧结（SLS）工艺最大的优点在于选材较为广泛，如尼龙、蜡、ABS、树脂裹覆砂（覆膜砂）、聚碳酸酯、金属和陶瓷粉末等都可以作为烧结对象。粉床上未被烧结部分成为烧结部分的支撑结构，因而无需考虑支撑系统（硬件和软件）。

目前，打印材料的匮乏是阻碍3D打印技术全面推广的重要因素之一。目前我国在SLS工艺成形材料开发领域也有可喜进展，国内在SLS工艺成形材料的开发领域处于领先地位的研究单位包括华中科技大学、北京航空航天大学、南京航空航天大学、北京

隆源公司等，这些科研院校及企业开发了一系列成熟的SLS工艺成形材料，包括覆膜砂、覆膜陶瓷、覆膜金属、塑料粉以及精铸蜡粉等。这些成熟的技术、设备和材料都为3D打印技术在精铸行业的产业化应用提供了强有力的技术支持。

3D打印技术在精铸行业产业化的现状

将3D打印技术应用于精密铸造行业的实践在欧美国家已有比较成熟的市场和经验，在我国随着近10年3D打印技术的快速发展，在精密铸造行业已初步积累了一些产业化经验，但笔者通过企业调研发现，3D打印技术在精铸行业的产业化程度不高，应用范围不广。正如原工信部部长李毅中在世界3D打印技术产业大会上表示：“3D打印技术为传统制造业的创新注入新的动力和活力，但受技术和装备的局限，3D打印目前适用于少批量、小尺寸、高精度、造型复杂的零部件的加工制造，难以代替大规模、大批量的加工制造。”究其原因主要有以下几个方面：

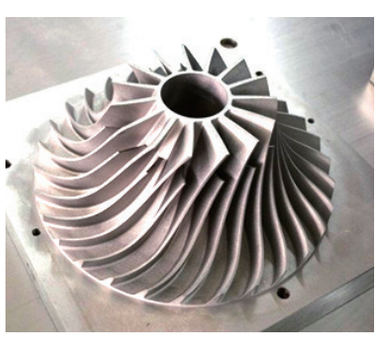
（1）传统精密铸造企业方面　首先，在铸造企业看来，目前3D打印技术还不够成熟，生产中应用范围有限，同行中采用3D打印技术制模者不多。与传统精密铸造的制模方式相比，不论从制模速度、制模精度、制模尺寸还是制模稳定性方面都没有优势，但也基本认可3D打印技术和设备在小批量、复杂造型零件，以及新产品研发、试制等方面的优势；其次，铸造企业还对设备买入后的后续服务能否到位存有疑虑，包括：打印材料的供应及价格、设备的使用与后期维护、操作人员技能培训等。在生产中影响制模质量的因素有很多，可以说制模过程的所有环节都可能是造成制模质量不好的原因。如果设备在使用过程中出现问题仅靠设备厂家培训的操作人员很大程度上是解决不了的，铸造企业购买3D打印设备后出现使用和维护方面的问题后不能及时有效地解决，也经常是造成已购3D打印设备被闲置和浪费的重要原因之一。

（2）3D打印设备制造企业方面　首先，是设备开发种类单一，很多设备只能打印一种或两种材料，换材料就必须换设备，这让铸造企业难以承受。其次，材料、设备价格昂贵；材料价格一般在10~100元/g，设备价格普通的要100万元左右，稍好点的就得200万~600万元。其三，厂家服务意识不够，普遍存在一锤子买卖现象。设备卖出去了，销售任务完成了，从此貌似就与己无关了。后续服务跟不上也是阻碍3D打印技术及设备推广的重要原因。

（3）与3D打印技术有关的职业技能培训不配套　除了技术和装备的局限影响市场应用外，人们对新事物的认知过程也阻碍技术推广。3D打印技术作为“大众创新、万众创业”最有力的技术手段没有得到与之相适应的科普和传播。目前使用者主要集中

SLS铸造3D打印机

叶轮蜡膜



直接打印金属制件

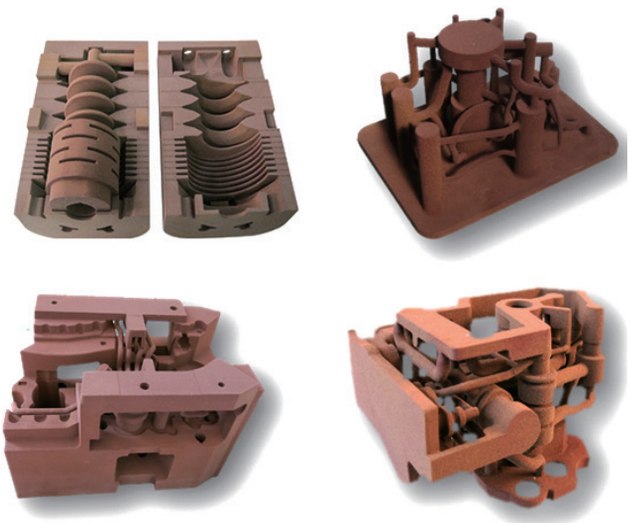
在科研院所、高等院校和少数相关企业，更没有广泛深入普通高职院校、中等职业技术学校等大量培养产业后备人才的聚集地。

改进措施

第一， 技术和产品是立足之本，因此相关行业应加大科研投入，开发更多可被打印的新材料，创新3D打印技术，改善技术水平及装备制造水平，提高设备的综合性能，以满足客户对打印材料、打印速度、打印质量、打印尺寸、打印稳定性的需求。

第二，加强服务意识，扩大服务范围。现代社会学科的边界逐渐模糊，企业除了自身的核心产业外是否也可以有一个模糊的边界区域，以增强不同类型企业间技术交流，以便于打开深度合作空间。服务是相互的，要避免“一亩三分地”的局限，加大企业间的融合度，让3D打印设备制造企业与传统精密铸造企业实现跨界融合，且方式多样化，既可使铸造企业业务外包，也可双方共同开疆拓土，共同开发和维护市场。如北京易加三维科技有限公司基于自身3D打印设备的研发、生产优势，展开与企业、科研院所的深度合作，就产生了很好的经济效益和社会效益。

第三，增加校企合作，多途径、多形式提升3D打印技术的职业技能教育培训水平；如北京市自动化工程学校多次与企业联合举办多轴加工、3D打印技术等高新技术培训，不仅承担着学校职业技术教育工作，更承接着社会培训，满足社会普通人对新知识、新技能的追求。



3D打印砂模实例

3D打印技术展望

3D打印技术是21世纪的热门技术，是促成第三次工业革命的关键技术之一，也被寄予颠覆传统制造业生产方式的厚望，并期望成为彻底改变人们的生产和生活方式的基础。3D打印技术距离人们的期望还很遥远，但只要时间足够，梦想终将实现。

（1）实现3D打印的技术种类将更多 随着外围机械电子、信息技术、计算机技术、自动化控制、材料、光电技术等相关技术的发展，相信3D打印技术也将出现更多的新技术。据悉，牛津大学的研究者们最近成功开发出一种实验性的3D打印机——MBE（分子束外延），这种类型的3D打印机将可以利用分子完成打印。

（2）实现3D打印技术的领域将更多 技术的进步将促使3D打印设备开发与制造水平的提升，设备运行的稳定性、设备的多样性以及设备对材料应用的包容性必定会发生极大的改观。一系列细微的改变最终将扩大3D打印技术在航空航天、医疗、航海船舶、建筑、工艺美术、民生消费等领域的应用。

（3）应用3D打印技术的范围将更广 技术的进步一定会带来价格的下降，未来3D打印技术的应用不再局限于专业领域，会在更广阔的社会范围普及，进入人们日常生活真正成为彻底改变人们的生产和生活方式的基础。

在经济全球化趋势下，国家“十二五”规划提倡发展绿色铸造、能源低消耗铸造，转变经济增长模式，实现可持续发展。在这样的经济大环境下，如何把我国由铸造大国转变成铸造强国，科学、合理地利用3D打印技术、互联网技术等新兴科技成果改善铸造工艺，提高铸件产品质量和生产效率，是我国铸造企业未来在国际市场抢占市场先机的关键，也是未来精铸行业发展的方向和趋势。

MW 20160608