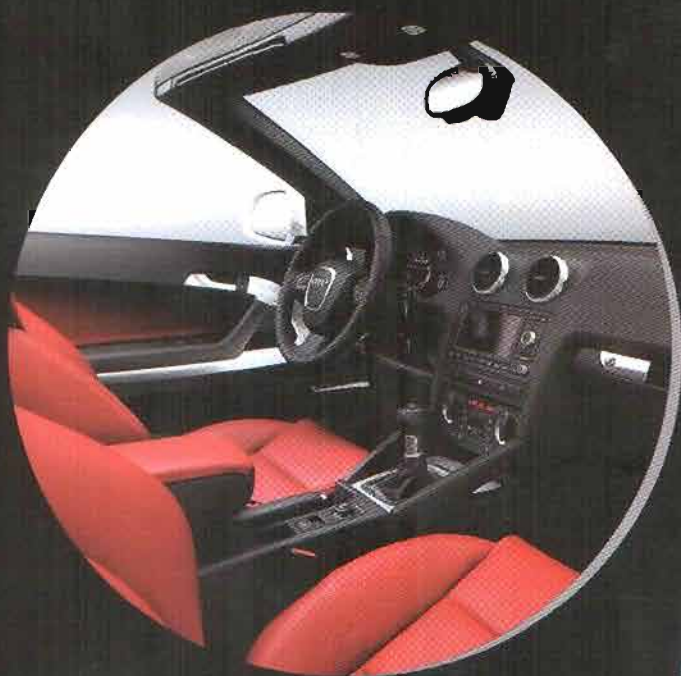


MODERN CAR 新汽车制造

增刊
2010年

2010汽车车身内外饰及新材料应用国际研讨会论文集



ISSN 1671-7341



35 >

9 771671 734020

国内统一连续出版物号: CN13-1322/N 国际标准连续出版物号: ISSN1671-7341 广告经营许可证号: 1301034D00056

直接数字化制造DDM在汽车设计中的应用

上海福斐科技发展有限公司 张乐奎

【摘要】: 本文首先介绍了快速成型技术的国内外发展现状、快速成型技术的成型方式、成型特点和应用状况, 指出立体光固化(SLA)、选择性激光烧结(SLS)、分层实体制造(LOM)、熔积成型(FDM)等技术特点, 重点提出由FDM技术发展而来的DDM技术概念及其在汽车工业上的应用, 分为汽车内饰件的应用、车灯的应用、汽车发动机的应用等等。

【关键词】: 快速成型、三维扫描、逆向工程、快速制造

【Keywords】: rapid prototyping, 3d scanning, reverse engineering, direct digital manufacturing

一、直接数字化制造的现状和意义

21世纪是以知识经济和 Information Society 为特征的时代, 制造业面临信息社会中瞬息万变的市场对小批量多种产品要求的严峻挑战。在制造业日趋国际化的状况下, 缩短产品开发周期和减少开发新产品投资风险, 成为企业赖以生存的关键。直接从计算机模型产生三维物体的数字化制造技术, 是由现代设计和现代制造技术迅速发展的需求应运而生的, 它涉及机械工程、自动控制、激光、计算机、材料等多个学科, 近年来, 该技术迅速在工业造型、制造、建筑、艺术、医学、航空、航天、考古和影视等领域得到良好的应用。快速成形、快速制模、快速制造技术为企业提高竞争力提供了一种先进的手段。

数字化制造技术与传统制造技术相比, 具有下列独特的优越性:

1. 产品的单价几乎与产品结构的复杂性及批量无关, 特别适用于新产品的创新和开发。
2. 产品整个开发过程的费用低、周期短, 无须模型、模具即可获得零件。
3. 数字化制造技术与传统制造方法结合(如铸造、粉末冶金、冲压、模压成形、喷射成形等), 为需要各种工模具的传统制造方法注入新的活力。快速成形和快速制模技术可以使新产品开发在时间和费用上节约高达50%以上。

由于数字化制造技术的明显技术优势和它的经济效益, 将在下列领域得到广泛应用:

1. 设计验证。使用数字化制造技术快速制作产品的物理模型, 以验证设计人员的构思, 发现产品设计中存在的问题。使用传统的方法制作原型, 意味着从绘图到工装模具设计和制造, 一般至少历时数月, 要经过多次返工和修改。采用数字化制造技术则可节省大量时间和费用。

2. 功能验证。使用数字化技术制作的原型可直接进行装配检验、干涉检查和模拟产品真实工作情况的一些功能试验, 如运动分析、应力分析、流体和空气动力学分析等, 从而迅速完善产品、相应工艺及所需工模具的设计。

3. 可制造性和可装配性检验。数字化制造技术是面向装配和制造设计的配套技术, 对新产品开发, 尤其是空间有限的复杂产品(如汽车、飞机、卫星、导弹), 其部件的可制造性和可装配性的事先检验尤为重要。

4. 非功能性样品制作。在新产品正式投产之前或按照订单制造时, 需要制作产品的展览样品或摄制产品样本照片, 采用数字化制造是理想的方法。当客户询问产品情况时, 能够提供物理原型的效果是显而易见的。

5. 快速制模技术。在许多情况下客户希望数字化制造与最终零件具有相同的物理机械特性。因此, 需要用各种转换技术将快速成形件转换为最终零件。例如, 利用硅胶模、环氧树脂与精密铸造等工艺结合制造模具。经过一次或多次转换制造最终产品, 或者将数字化制造得到的工件直接用做产品的试制模具, 或者将此工件当做母模, 制作生产用模具, 加快模具的制造过程。其中, 用快速成形技术制作件代

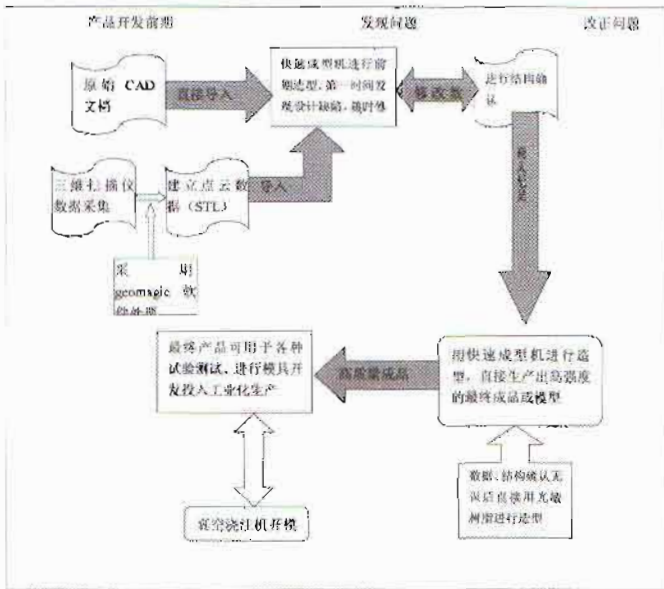
替铸造木模就是一个典型的例子。

数字化制造技术的出现为制造企业满足个性化的需求和产品的快速推出提供了可能性, 由于数字化制造技术不采用传统的加工机床和工具模具, 零件自由成型, 只要通过计算机作出零件的三维模型, 就能在工作台上实现零件的制造, 如果产品设计有改动, 只需在计算机中修改模型, 不需要重新设计工装夹具, 很快制造出实体零件, 大大缩短了产品的制作时间和投放市场的时间, 几个星期甚至几天内就可交出样品, 为传统工艺的10~30%, 成本降为20~35%。

数字化制造技术项目能为工业创意设计成果向制造业转化提供不可或缺的重要保证；能为产品的开发设计提供有力的技术支撑；为工业设计人才的自主创新、人才的培育提供必要的条件和服务，特别是为河南机电学院数字化实训中心向高效化、专业化、节能化转变提供重要的技术保证，从而提升河南机电学校在整个制造业和创新科技中的整体竞争力。

数字化制造技术项目集成了光机电及信息技术，是一项继数控技术之后，相对于传统制造技术的又一次革命，对汽车行业新技术会产生巨大的推动作用。

二、直接数字化制造流程图



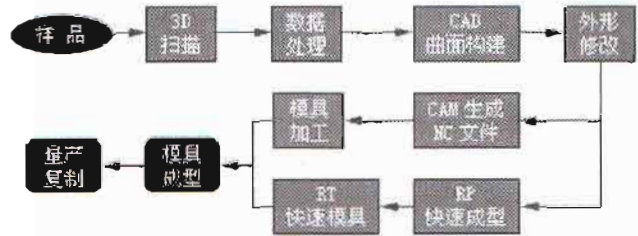
三、逆向工程综述

长久以来，工业产品的传统开发方式是从产品需求的构思、功能与规格预期指标的确定，到各个组件的设计、制造、组装、性能测试等。每个组件都保留有原始的设计图，此开发模式称为“正向工程”(Forward Engineering)。

然而，随着工业技术水平的提升以及生活水准的提高，任何通用性产品在消费者对于高品质的要求下，功能上的需求已不再是赢得市场竞争力的唯一条件。所以新产品开发过程中的另一条重要路线就是样件的反求。反求工程技术有称逆向工程技术 (Reverse Engineering, RE)

逆向工程技术不是传统意义上的“仿制”，而是综合应用现代工业设计的理论方法、生产工程学、材料工程学和有关专业知识，进行系统得地分析研究，进而快速开发制造出高附加值、高技术水平的新产品。该项技术与快速成型技术相结合，可以实现产品的快速三维拷贝，并经过CAD重新建模修改或快速成型工艺参数的调整，还可以实现零件或模型的变异复原。

其工艺原理如图所示：



逆向工程的应用范围包括：

- 模具样品开发：汽机车类、家电制品、运动器材、玩具、陶瓷等。
- 快速原型制作：古董、人像、艺术品、卡通人物、玩具等。
- 人体形状测量：人体外形测量、医疗器材制作等。
- 造型设计：立体动画、多媒体虚拟实景、广告动画等。

四、汽车逆向工程案例

汽车扫描案例

汽车扫描应用案例一



Nissan NAVARA.



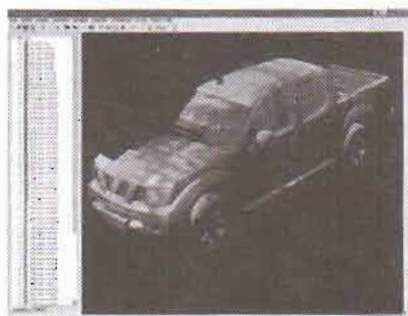
Step 1- 制作原型

此项工程的挑战不仅是根据已有的汽车再创造一个，同时也要考虑最终产品细节所需的三维要素。在设计阶段，原始图片被当作草图使用。无论如何，对于成功的CAD制作来说，汽车的三维数据是必需的。这就希望通过3i三维扫描仪来实现数据捕捉。



Step 2- 扫描

此步骤清晰地显示了可移动的美能达9i三维扫描仪也可以用于整车的扫描。玻璃表面和汽车部件被涂上一层薄薄的灰色反光沫并做了标志点，然后从几个不同视角点非接触地扫描物体。9i每次扫描只需2.5秒。整个扫描与确认过程只需3.5小时。



Step 3- 逆向软件处理

逆向软件用来处理扫描数据。结果是基于来自Vivid9i的互相之间通过标志点获得确认的原始数据。由于原始数据包含了扫描和三角面片等信息，其通过逆向软件可以自动在重叠的点中得到曲面。完成此工作后3D模型最终转到VITO设计。



Step 4- 连接3D数据

得到扫描数据后，就象有足够建筑原料一样有了足够的信息去创建几何面。此数据和建立原型件一样是打磨原型件的基础。高品质的扫描数据不仅需要建立曲面。建造该车过程中最重要的挑战是只能通过精确的构造数据来保证的汽车的防水性。



Step 5- 车体制造

Road Ranger制作模具且最终的零件都要依靠打磨后的原型件。公司在发展装卸式汽车特殊装备方面已有超过20多年的历史。这些被设计用来配合各种应用的特殊要求。Road Ranger高品质产品通过与创新技术类似的高品质材料得以保证。

最终产品



最终产品- 最终安装了装卸式车体的汽车

五、直接数字化制造DDM模块

快速成型技术，即Rapid Prototyping（简称RP技术）。RP技术是一项20世纪80年代后期由工业发达国家率先开发的新技术，其主要技术特征是成型的快捷性，能自动、快捷、精确地将设计思想转变成一定功能的产品原型或直接制造零部件，该项技术不仅能缩短产品研发开发周期，减少产品研发开发费用，而且对迅速响应市场需求，提高企业核心竞争力具有重要作用。

1、快速成型技术的功能作用

设计验证：快速原型作为一种可视化的工具，用于设计验证、产品评估，在投入大量的资本进行批量生产之前，及时发现产品设计中存在的问题，沟通设计者及制造者、消费者之间的交流。

功能测试：使用快速成型技术制作的原型可直接进行装配检验、干涉检查和模拟产品真实工作情况的一些功能试验，如运动分析、应力分析、流体和空气动力学分析等，从而迅速完善产品的结构和性能、相应的工艺及所需模具的设计。

可制造性、可装配性检验：对于开发结构复杂的新产品(如汽车、飞机、卫星、导弹等)，可事先验证零件的可制造性、零件之间的相互关系以及部件的可装配性。

模具制造：通过快速原型与传统制造工艺相结合制造模具和金属零件。比如由快速原型制作真空铸造件和熔模铸造件的母模；由快速原型通过电弧喷涂、电铸制造模具或EDM电极，由快速原型直接制造注塑模等。

生物医疗方面的应用：为外科医生制作病例模型，制作DNA分子结构模型等。

2、主要快速成型工艺介绍

A) 光固化立体造型 (SLA—Stereo Lithography Apparatus)

该技术以光敏树脂为原料，将计算机控制下的紫外激光按预定零件各分层截面的轮廓为轨迹对液态树脂逐点扫描，使被扫描区的树脂薄层产生光聚合反应，从而形成零件的一个薄层截面。当一层固化完毕，移动工作台，在原先固化好的树脂表面再敷上一层新的液态树脂以便进行下一层扫描固化。新固化的一层牢固地粘在前一层上，如此重复直到整个零件原型制造完毕。

B) 分层物件制造 (LOM—Laminated Object Manufacturing)

LOM工艺将单面涂有热熔胶的纸片通过加热辊加热粘接在一起,位于上方的激光器按照CAD分层模型所获数据,用激光束将纸切割成所制零件的内外轮廓,然后新的一层纸再叠加在上面,通过热压装置和下面已切割层粘合在一起,激光束再次切割,这样反复逐层切割——粘合——切割至整个零件模型制作完成。

C) 选择性激光烧结 (SLS—Selected Laser Sintering)

该法采用CO₂激光器作能源,目前使用的造型材料多为各种粉末材料。在工作台上均匀铺上一层很薄(100μ~200μ)的粉末,激光束在计算机控制下按照零件分层轮廓有选择性地烧结,一层完成后进行下一层烧结。全部烧结完后去掉多余的粉末,再进行打磨、烘干等处理便获得零件。目前,成熟的工艺材料为蜡粉及塑料粉,用金属粉或陶瓷粉进行粘接或烧结的工艺还正在实验研究阶段。

D) 熔融沉积造型 (FDM—Fused Deposition Modeling)

FDM工艺的关键是保持半流动成型材料刚好在熔点之上(通常控制在比熔点高1℃左右)。FDM喷头受CAD分层数据控制使半流动状态的熔丝材料(丝材直径一般在1.5mm以上)从喷头中挤压出来,凝固形成轮廓形状的薄层。每层厚度范围在0.025~0.762mm,一层叠一层最后形成整个零件模型。

E) 三维打印成型 (3DP—3 DIMENSION PRINTER)

3DP技术是麻省理工学院发明并申请专利的,由ZCORP公司进行商业化。该项技术自1994年发明并逐步走向市场后,在近三四年时间呈飞速发展趋势。该种成型工艺的原理是将粉末由储存桶送出一定分量,再以滚筒将送出的粉末在加工平台上铺上一层很薄的原料,喷嘴依照3D电脑模型切片后获得的二维层片信息喷出黏著剂,黏著粉末。做完一层,加工平台自动下降一点,储存桶上升一点,刮刀由升高了的储存桶把粉末推至工作平台并把粉末推平,再喷黏著剂,如此循环便可得到所要的形状。常用的ZCorp立体打印材料是石膏粉及淀粉,但亦有其他材料可供选用,如弹性塑料等。更有多种颜色的墨水可供选择,甚至可更换彩色墨头,即时打印出彩色工件。

F) 第二代光固化成型 (POLYJET技术)

POLYJET技术是由以色列OBJET公司发明并申请专利的,并由公司进行商业化推广。Polyjet的打印头类似于行式打印机,沿着X轴前后滑动,在成型室里铺上一层超薄的光敏树脂。每铺完一层后,喷头架边上的紫外光球立即发射紫外光,快速固化和硬化每层光敏树脂。这一步骤减少了使用其他技术所需的后处理过程。每打印完一层,机器内部的成型底盘就会极为精确地下沉,而喷头继续一层一层地工作,直到原型件完成。精密的工具软件保证了所有喷头能协调运作,能同步地往底盘上

喷射等量的材料。这就产生了特别平坦和光滑的表面。成型时使用了两种不同的光敏树脂材料:一种是用来成型实体部件的成型材料,另一类胶体的用来支撑部件的支撑材料。支撑结构的骨架先提前预排好程序用来配合复杂的成型件,如(空腔,悬垂,底切,薄壁的截面。)成型完成后,只用一个水喷头就可以轻易地移除支撑材料,留下光滑的表面。

六、快速成型在汽车行业应用前景

1. 汽车行业背景描述

国内汽车市场的不断发展与壮大

2007年,我国国民经济发展、居民收入、企业利润均有较大幅度增长,为汽车消费提供了有力支撑。在国家产业政策的指导下,我国汽车市场继续保持了快速增长的良好态势。

2007年我国汽车总产量达到888万辆,销售879万辆,同比增长均为22%,汽车产量实现了长达连续9年的两位数增长;国内汽车市场需求继续扩大,国际地位不断提高。继2006年国内汽车市场需求超过日本,成为仅次于美国的全球第二大汽车消费市场后,2007年我国国内市场需求继续保持旺盛,全年约为850万辆左右,同比增长21.2%,占全球总消费量的比例可达12%;汽车出口连续5年大幅度增长,国际社会对中国汽车关注度提高。自2003年至今,我国汽车出口已连续5年保持了快速增长势头。2007跃居全球第8位。“中国车”正大踏步走向国际市场。海外媒体、跨国汽车公司都高度关注“中国车”出口,国际市场需求对我国汽车工业发展的影响开始显现:2007年,国产轿车销售472.7万辆,同比增长23.46%。其中:自主品牌轿车销售124.22万辆,占总销售量的26.28%,占比较去年同期略有提高。

国内汽车市场面临着更大的机遇

我国家用轿车的实际需求开始大量显现,拉动整体汽车市场需求以较快的速度增长。但由于目前这一汽车市场需求最大的领域才刚刚起步,与西方国家比较,我国家用轿车的保有量远远没有达到像美国、英国、德国那样处于饱和状态;其次,二线城市和沿海经济发达地区的中小城市汽车市场的启动将不容忽视,而且每个靠后层级的消费人群在绝对量上要远远大于前一个层级,二级、三级市场正在成为国内新的汽车消费增长点,这无疑会给汽车消费需求提供强劲的增长动力,更使我们有理由相信中国汽车市场发展将延续此前的快速增长态势。

2. 相关汽车企业引进FDM快速成型的必要性

1) 面对机遇与挑战(促进创新与成本控制),引进快速成型是汽车企业技术升级的必然。

无论是对于国内的汽车整车厂还是配套供应商来说,或是想增强创新能力,提高新车型的竞争力的国产品牌汽车的研发机构来说,随着国内汽车市场的飞速

增长以及出口产量的增加,想要在这块越做越大的蛋糕中得到自己预期的份额,获取更多的客户,除了品牌推广,价格优势,性能提高以外,汽车设计以及差异化的发展正起着愈发重要的作用,直接表现为汽车外观的造型,材料的选取,内部结构的合理布置以及性能的改进。通过引进快速成型技术,特别是引进大部分国际汽车厂商都已经在引用的,可以直接制造各种高性能塑料材料部件的FDM技术,在创造更大的经济效益方面,有着重大的战略性意义。

同时出于市场竞争的需求,国内汽车厂家必须以最低的成本开发出最受欢迎的车型,同时又能在第一时间上市,赶在竞争对手的前头,才能够跑赢市场。因此采用国外汽车厂家目前已经普遍采用的快速成型、快速制造技术能够缩短一个新车型开发时间的一半,同时开发成本也能降低至原来的三分之一。同时还能够在设计阶段就能获得市场部、消费者的意见反馈,从而确保新车型收到市场的青睐。相信随着国外运用新技术进行汽车设计试制技术的不断引入,以及国内汽车厂家不断加快推出新车型市场的需求,快速成型、快速制造技术将被越来越广泛地应用于汽车整车及零部件厂家的新品开发中。

FDM对于汽车企业的价值具体可以分为实际价值和无形价值两部分。

实际价值表现为:更早发现汽车设计错误,改进汽车质量,节省设计研发成本,消除原型外包服务,减少制作模具的成本,减少人力成本,新车型快速投放市场;无形价值表现为更完美的汽车设计,更好的内部人员交流,新品价值的提升等。

下图为相关公司应用FDM后的成本改变

| 相关公司 | 通过使用FDM技术 |
|-----------------|---|
| 波音 | 减少 60%的人工和材料成本 减少 63%的开发周期 |
| Diebold | 减少 80%的夹具和装置器成本 |
| 本田 | 减少 20%材料成本 减少 50%开发时间 |
| Lockheed-Martin | —每英寸节省材料 \$240 - 铝模具方面 \$34 - FDM 服务部门方面 \$13 - FDM 室内成型 (95%减少) —减少 50%的低速风道模具成本 |

2) 汽车部件轻量化和塑料化趋势——与FDM塑料快速成型的完美结合。

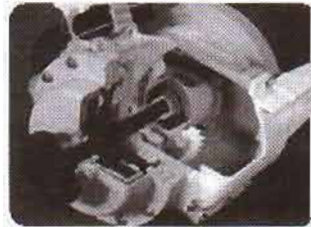
另外,据统计目前中国汽车的塑料件产品占汽车总零部件的12~15%,而发达国家的塑料件占汽车零部件问

题的20%,而且目前采用新塑料合成材料用于汽车零部件的试制和开发已成为一种新的趋势,这就对汽车设计的开发和材料应用提出了新的挑战,而相关汽车厂商在汽车开发过程中引进快速成型塑料的FDM技术则显得相当自然了。FDM提供ABS, PC, PC-ABC以及PPSF等多种热塑性工程塑料,可以直接制造接近或等同于注塑成型的最终部件,时间更短,成本更低,灵活性更强,可称为完美的快速制造。

七、直接数字化制造汽车行业案例



案例1 Dana Corporation 帮助汽车产品供应商优化设计流程



——时间和费用限制了Dana对原型的使用

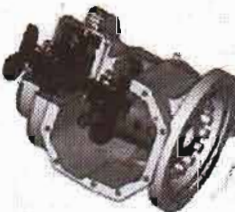
——Dana选择FDM是因为其能用多种颜色的材料制作高精度和更坚固的部件

——Dana发现FDM非常便于使用和经济

——Dana的快速成型实验室在最近的FDM用户大会快速成型竞赛中凭借高细节化的离合器装配赢得了设计行业先锋的最高荣誉

“在一个原型的上花几千美金帮我们节省了几个月的预检时间”

Bruce Vanisacker,
Dana Corporation



案例2 Parker Hannifin - Racor 汽车过滤器制造商在V8引擎上测试PPSF原型

——设计好的散热过滤器帮助柴油引擎满足新的散热要求

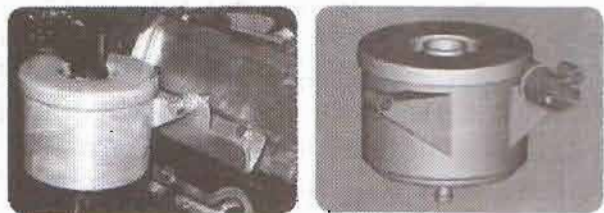
——用FDM Titan设备制作

——PPSF原型可以足够坚固地直接装在V8柴油引擎上和进行78小时的连续测试

——耐高温

“震动会影响过滤器的效率,所以为了精确的测试而直接在引擎上装上原型很重要”

Russ Jensen, Parker Hannifin - Racor



案例3、——德国BMW集团

BMW集团在德国Regensburg的工厂，是德国最成功的汽车工厂之一，于2002年2月导入FDM 3000 ABS快速成型系统，这是前一代的FDM主力系统。Regensburg的工厂主要生产BMW 3系列的车款，为了满足工作上的需求，他们须要一台精度良好、容易操作的办公室型工程材料快速原型系统。

在Munich FIZ 工厂的研究发展中心，他们已经使用SLS快速成型系统，但是仍然在积极寻找更方便的解决方案，他们也曾经评估过紫外光照射树脂的系统以及胶水黏结粉末的系统，经过试用之后，都无法满足他们的需求，直到FDM的销售团队再度提到新一代的办公室型工程材料快速原型系统Vantage的TRADE-IN计划。依据双方会议讨论，得出需求目标条件与考虑基础，表示如果可以达成需求目标与考虑基础，就可以计划全面导入。

需求目标如下：

1. 针对人体工学应用方面的改善。
2. 整体结构的创造性。
3. 快速成型的材料特性需要接近工程材料。
4. 能够降低制作草模的成本。
5. 能够降低库存成本费用。
6. 能够降低生产成本费用。

使用FDM技术的考虑基础如下：

1. 设备是否符合环保问题以及工作温度情形？
2. 操作过程是否接触并使用挥发性化学物质进行化学变化？
3. 模型是否长期精准不变形，不受环境温湿度影响？
4. 模型是否能够承受硬力？

客户承诺说，如果能满足所有需求，他们将全面导入FDM技术。于是FDM的销售团队与客户的评估小组开始针对数个项目开始实作评估。

实作评估案例1 - Emblem

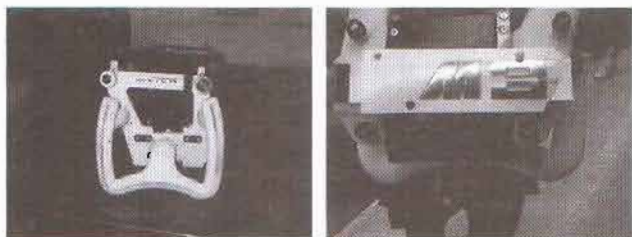


图 FDM PC材质制作的汽车零件原型

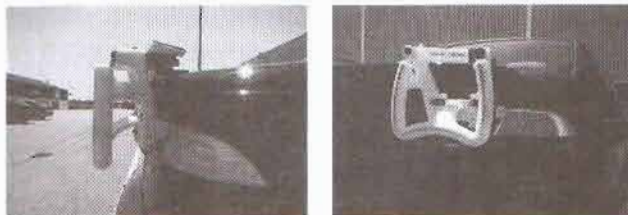


图 FDM原型进行实车测试之一
实作评估案例2 -Cubing Device

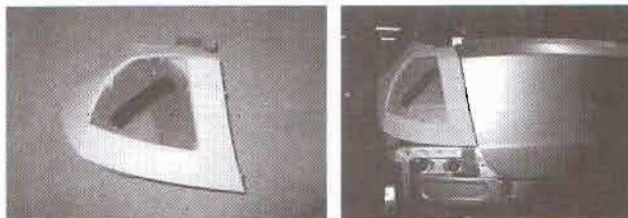


图 FDM车灯原型

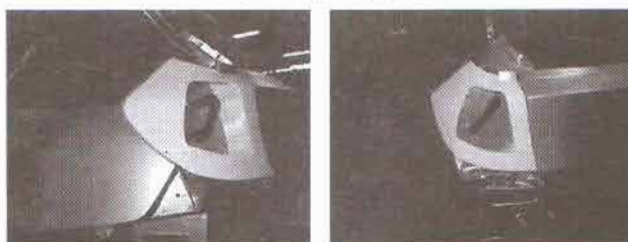


图 FDM车灯原型进行一系列组车测试之一
实作评估案例3 - Head Lamp Test Equipment



图 头灯测试设备进行一系列实车检测
实作评估案例4 - Gauge Checker



图 FDM原型制作一系列的钣金缝隙检查规

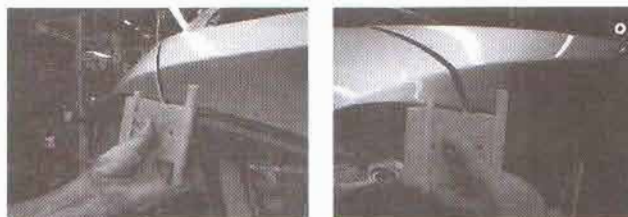


图 FDM原型的钣金缝隙检查规进行实车检测

经过一连串的实际测试，评估团队对于办公室型工程材料快速原型系统Vantage的效能感到非常满意，BMW集团在德国Regensburg厂的研发单位已经决定将FDM 3000升级为最新采用伺服马达控制的Vantage系统，以达到对于

高环保、高精度与多样性工程材料的使用需求。同时，位于德国Garching的Racing Group也十分有兴趣采购壹台Vantage系统，进一步的规划则是在Munich FIZ厂的研发中心也将导入办公室型工程材料快速原型系统Vantage。

八、数字化制造技术的发展

数字化制造技术从产生到现在虽然只有10余年，但发展十分迅速。与10年前相比，数字化制造技术在目标、用途、设备和工艺技术等方面都有了很大的变化和提商。这些变化对数字化制造技术的未来发展具有重要影响。

1. 向不同目标相对独立地发展。按照目标和用途，数字化制造技术基本上可以分为：

- 1) 制作概念原型为主。
- 2) 制作功能测试的原型为主。
- 3) 制作小批量生产的模具或制造大批量生产模具的母模。

概念设计的目标主要是确定新产品外形的风格。改变一个产品概念设计的费用很低，而实际效果却很大。

借助概念造型机能够帮助设计者在设计阶段与客户或销售渠道进行沟通，以及进行产品的简单功能试验(例如可装配性校验)。概念造型机与一般数字化制造系统的主要区别在于：传统的高价位数字化制造系统通常在产品设计终了阶段使用，而概念造型机恰恰用于产品开发过程的最前端，即概念设计阶段。

用于功能测试的原型对强度、刚度、耐温性、抗蚀性及精度等有一定要求，以满足测试要求，因而要研制和开发适当的材料，使原型的物理性能尽量接近最终零件。零件的快速直接制造一直是数字化制造研究的热点和最具挑战性的课题。现有的数字化制造技术可以制造出ABS或金属零件，但其表面精度和内部力学性能等，仍然很难达到功能零件的全部要求。

快速制模是指制造各种工程用(真空注塑用、失蜡铸造用、砂型铸造用、消失模铸造用等)的模具，这一方面对材料提出了相应的要求，同时对数字化制造的工艺过程也产生了重大影响。由于快速概念造型机和快速制模的巨大市场和技术可行性，将来这两个方面将是数字化制造技术研究和商业化的重点。由于彼此特点和要求有较大差距，两者将呈相对独立发展的态势。

2. 向大型与微型制造进军

分析数字化制造主导公司的产品系列不难发现，可成形的原型尺寸有不断增大的趋势。由于大型模具的制造难度和数字化制造技术在模具制造方面的优势，可以预测，将来的数字化制造技术和设备市场将有一定比例为大型所占据。与此形成鲜明对比的是，数字化制造向微型制造领域进军。采用高精度激光扫描系统以SLA数字化制造技术为基础的微米印刷技术已经成为开发微机电系统的重要手段。

3. 新的成形方法和材料

现有的数字化制造方法，都基于立体平面化——离散——堆积的思路。今后有可能研究集“堆积”和“切削”于一体的数字化制造方法，即数字化制造与数控机床和其他传统的加工方式相结合，形成新的叠层成形方法，以提高原型的性能和精度，降低生产成本。功能材料的直接数字化制造，特别是对功能材料进行改造或预处理，使之适合于数字化制造技术的工艺要求。从数字化制造的特点出发，结合各种应用要求，可发展全新的数字化制造材料，特别是复合材料、纳米材料、非均质材料等。目前数字化制造技术主要是采用激光作为能源。新的成形能源(如电子束、超声波)的研究也是数字化制造技术的一个重要方向。

4. 提高成形速度和成形精度

改进数字化制造的结构和控制系统，提高数字化制造系统的速度、控制精度和可靠性，优化设备结构，选用性能价格比高、寿命长的元器件，使系统更简洁、操作更方便、可靠性更高以及速度更快。开发新的数字化制造专用软件，可提高数据处理速度和精度。研究开发用CAD原始数据直接切片的方法，可减少数据处理量以及由STL格式转换过程而产生的数据缺陷和轮廓失真。

5. 数字化制造设备的安装使用外设化，操作智能化
从数字化制造的工艺过程来看，有着不少策略需要人工选择：如支撑结构形式和扫描方式的选择，多原型排样，大原型分割以及设备的各种运行参数的设定等。由于数字化制造技术正在向“由CAD模型直接驱动快速制作复杂三维模型”的方向发展，已经出现了快速成形设备计算机外设化的趋势，对于桌面型系统尤其如此。

6. 数字化制造技术的标准化工作

各种数字化制造工艺方法是各自独立发展起来的，因此在许多方面缺乏标准。随着数字化制造技术迅速发展成为一个行业，制定合理的行业标准是必要的，否则对数字化制造技术的推广应用不利。现在已成事实的行业标准是产品数据格式，即STL文件；但也有不少用HPGL、IGES、STEP等取代STL文件的意见。这表明，认真对待标准化工作已经成为十分现实的问题。

总结

FDM办公室型工程材料快速成型系统采用类似注塑成型的原理与立体打印机的概念来制作原型，采用物理变化，原理简单，系统稳定，机台价格便宜。工程材料的原型强度好，尺寸稳定不受环境温湿度影响。因为物理变化，所以没有环境污染与健康问题，广受客户喜爱。整个操作方式如同家电一般，仿佛打印机一样，毫无难度可言，所以是目前全球出货量冠军的快速成型系统。

对于BMW集团来说，在汽车开发与汽车生产的过程中，FDM技术是一项非常重要的技术，可以大幅缩短开发时间与检测时间，特别是应用于生产过程，效率超高。