基于Geomagic Studio的玩具车车身逆向设计

广州市轻工高级技工学校 （广东 510220） 廖志财

逆向工程的基本工作流程如图1所示。

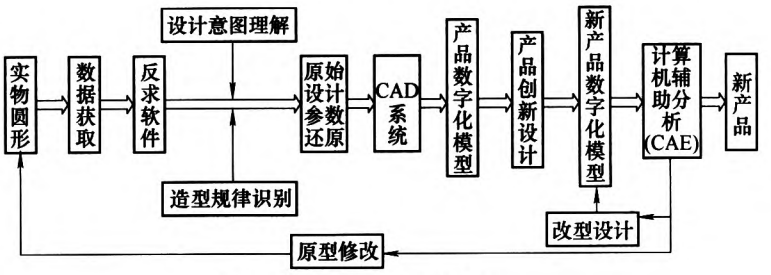


图1 逆向工程基本工作流程

根据已有产品进行技术改良和创新设计已成为新产品开发的重要途径。下面以图2所示的玩具车车身为例，详细介绍其逆向设计的过程。该零件是一个薄壳塑件，厚度大致均匀，约为1.2mm，其整体结构具有对称性，左右两侧各有一条安装槽，内部有螺丝柱和加强筋，配合车尾处的两个小方孔，就可实现车身与定风翼及底盘的安装固定。同时，在注塑成型后零件外观面还需进行喷漆处理。



(a) (b)

图2 玩具车及车身实物

1. 零件表面数据采集

为了避免零件表面反光而影响点云数据的采集，在测量前，需把车身表面清洁干净，并均匀地喷涂上表面探伤渗透剂，待渗透剂风干后再进行测量。以下是利用美国Creaform公司生产的Handyscan 3D手持式激光扫描仪从不同角度进行扫描所得到六块点云数据，如图3所示。

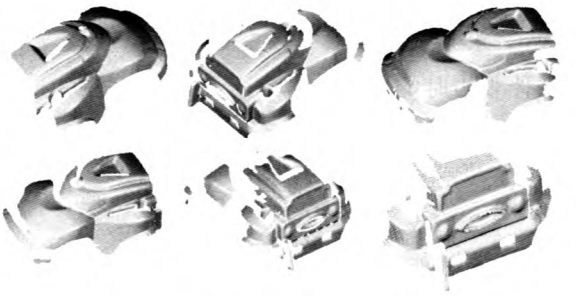


图3 玩具车车身表面点云数据

2. 点云预处理

（1）多视点云的拼合 指将同一物体在多次扫描所形成的多个点云数据合并为一块点云，以消除各次测量数据之间的重叠部分。每次合并只能针对两块点云数据进行操作。本例一共包含六块点云，因此需要合并五次才能最终获得车身零件的整体数据模型。在Geomagic Studio中，可通过手动*n*点（一般采用3点）注册来实现多视点云的拼合。

（2）点云的过滤 由于合并后的点云可能会存在冗余数据，往往并不符合逆向工程的要求，因此必须把点云中多余的部分去除，以免影响模型重构的质量，这就必需对点云进行过滤处理。在Geomagic Studio中，对点云的过滤处理主要包括：①删除非连接项（与主点云相距遥远的点组），如图4所示。②删除体外孤点（偏离主点云距离较大的点），如图5所示。③减少噪声点：所谓噪声点是指模型表面粗糙的、非均匀的外表面点，扫描过程中由于扫描仪器轻微的抖动等原因产生。减噪处理可使数据平滑，在后续封装中使点云数据统一排布，更好地表现物体的真实形状。如图6所示为采用中等平滑度，0.2偏差限制值进行减噪处理时的

模型偏差图。

（3）点云数据的精简　在Geomagic Studio中，可根据后续处理对点间距的需求，在保留边界的基础上进行数据采样，以达到简化数据的目的。在本例中，经统一采样后，车身点云数量由采样前的203 922下降至采样后的39 960，约精简为原来的1/5左右。

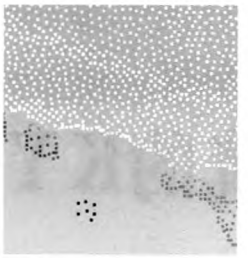


图4　删除非连接项

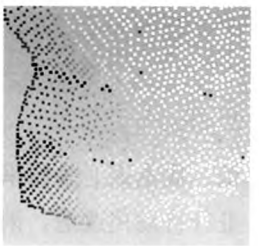


图5　删除体外孤点

3. 多边形网格阶段

在Geomagic Studio中，通过对点云进行封装，即连接点对象来创建三角形面片，就可获得多边形网格模型，如图7所示。为了保证模型左右两侧的对称性，同时提高工作效率，可通过对称平面裁剪掉一半的多边形网格，如图8所示。

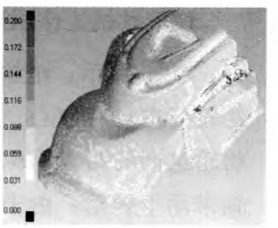
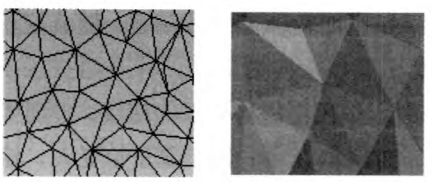
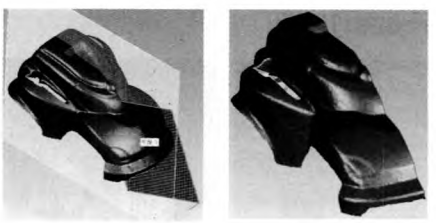


图6　减噪偏差图



(a)　(b)

图7　三角形面片



(a)　(b)

图8　利用对称平面裁剪多边形网格

Geomagic Studio对多边形网格具有强大的处理功能，包括修补、平滑、填充孔、联合、锐化及边界处理等多项功能，可操作性非常强，而且灵活性高，特别适合于旧产品的改型设计。例如车头凹陷处通过去除特征、雕刻及砂纸处理后，可获得一个非常平滑的曲面效果，如图9所示。



(a) 原状 (b) 选择区域 (c) 去除特征 (d) 雕刻处理 (e) 砂纸处理

图9　车头凹陷部位的平滑处理

为了最终能有足够大的范围用于边界的裁剪，以便得到规则的车身模型边界，需要预先对多边形网格的边界进行延伸，如图10所示。在此基础上，再对多边形网格作局部改动处理，包括了对车头灯、车顶灯及定风翼安装槽等几处细节特征进行设计变更，以充分体现逆向工程在分析吸收的基础上进行再设计的特点，如图11所示。最后，通过加厚多边形网格形成车身薄壳，如图12所示。

值得注意的是，在多边形阶段的处理过程中，需要经常性地应用“网格医生”工具对多边形网格进行诊断，以消除各环节中出现的非流行边、自相交、高度折射边、钉状物等不良问题并利于后续的处理。



图10　延伸边界



图11　设计变更



图12　加厚多边形网格

4. 成形阶段

此阶段是将之前处理好的多边形网格转化为NURBS曲面，以便最后能将模型数据导入到下游的正向CAD系统中做进一步的完善。在Geomagic Studio中，创建NURBS曲面的方式可分为自动方式和手动方式两种。前者操作简易且自动化程度较高，采用该方式创建的车身NURBS曲面如图13所示。



图13　NURBS曲面

5. 正向设计

将所生成的NURBS曲面保存为IGES文件，导入到Pro/E中作进一步处理：首先作实体化处理，即把封闭曲面转变为实体，并利用对称平面切除脊柱处延伸材料，如图14所示；然后通过镜像操作得到整个车身壳体，如图15所示；最后对模型周边延伸部分作切除处理，如图16所示。至此，车身壳体造型基本完成。

基于继电器控制系统的KY—3T滚丝机自动化改造

福州德森精工有限公司 (福建 350002) 郭阳春

某款大批量生产细长轴如图1所示，要求在轴的一端加工长度为12.7mm、规格为M4的螺纹。

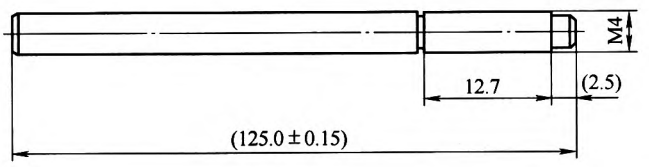


图 1

由于在细长轴上车螺纹比较困难，而采用板牙加工螺纹生产效率低，并且车削加工的螺纹表面精度相对滚丝差，因此生产实际中采用一款KY—3T的小型滚丝机如图2所示。但该滚丝机采用人工送料，受人为因素影响大，生产质量波动大、生产效率低、成本高。为此采用继电器系统对该型滚丝机进行自动化改造，消除人为因素影响，实现生产自动化。

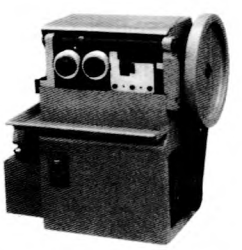


图 2

1. 滚丝机工作原理分析

如图3所示，滚丝轮2安装于回转主轴1上，滚丝轮与主轴有偏心，偏心距为A；其中，两个滚丝轮之间的距离为B。加工时，两个滚丝轮在主轴带动下转动，由于偏心作用，距离B也相应变化。

假设滚丝加工的要求底径为C，则$C \leqslant B \leqslant C+2A$。当$B=C+2A$时，两个滚花轮张开最大，手动将工件3待加工端紧贴住定位板，并放在托板4上并用手托住细长轴工件另一端；随着滚丝轮转动，B变小滚丝轮接触工件，并开始挤压工件，当$B=C$时，挤压出规格要求的螺纹，此时不用托住工件，可以松开手；随后B开始变大，滚丝轮脱离工件，工件在重力作用下自动下料。

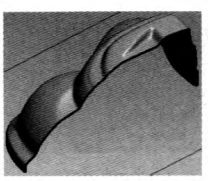


图14 切除实体



图15 镜像操作

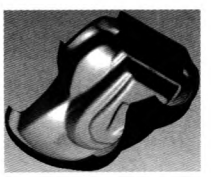


图16 切除实体

然而，逆向工程并非是简单的复制，创新才是逆向工程的灵魂。以下将利用Pro/E强大的正向设计功能对车身多处外部特征进行创新设计，如改变车灯造型设计，增加鲨鱼鳍（天线）及“BMW”标志等细节特征；对于车身的内部结构，则根据实物进行复原重构；此外，对与车身相关联的定风翼也作了相应的改造。上述改型及创新设计如图17所示。

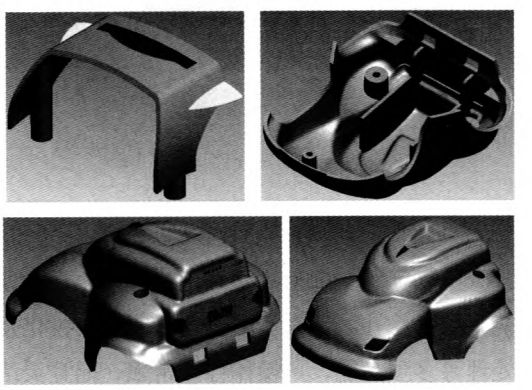


图17 车身及定风翼的创新设计

MW（收稿日期：20120123）