基于汽车密封条逆向工程应用的误差分析

袁 平
天津万源金德汽车科技有限公司 天津 301700

【摘要】汽车密封条是汽车的重要组成部分。密封条的开发会影响到密封条的质量。密封条是一种柔软且易于更换的橡胶部件，在测量时会导致数据的准确性发生偏差。在许多情况下，测量数据不能准确反映设备的特性。因此，使用 3D 测量技术来开发和设计密封件，并测量和获取样品数据；使用云数据进行表面重建，最后生成 3D 几何实体模型，并在原型系统中快速处理样品，在快速成形机中加工出样件，这将会提高开发的质量和速度。

【关键词】汽车密条；逆向工程；误差分析

0 前言

随着中国汽车工业的迅猛发展，对汽车各个零部件的需求已成为汽车最严格的要求。例如，密封条是汽车内部结构中最重要的部分。密封条由于具有出色弹性、耐老化的特性。它们被广泛用于车门、车窗、天窗以及发动机箱等部位，可以起到防磨、隔音、防水、防潮以及防碰撞等作用。汽车密封条通过隔离作用不仅可以保持车内清洁，而且还可以提高人员乘坐的舒适性，还可以保护车内设备，这也就充分的说明了汽车密封条的重要性。另外，随着汽车设计越来越向人性化，智能化方向发展使汽车密封条除了有隔离作用外还需要更加美观，融入更多科技的元素，这样一来就增加了汽车密封条设计生产的困难程度,因此引起了汽车制造商的关注。

1 逆向工程的概念

逆行工程也称为反向工程。逆向工程通常是指通过对现有产品进行分析和调查来对产品设计过程进行相反的描述，它是在比较传统设计和新型设计之间进行的。传统的设计概念要求设计师根据给定的设计计划布置基础架构，设计计划的各种性能要求的大小，产品和内部结构，研究各种过程，并计算整个系列的参数。使用软件模型来设计技术参数,然后优化二维或三维产品模型，分析可以对一系列设计过程的生产进行积极的设计。设计人员使用电子设备来收集电子表面的基础数据，使用各种建模程序来计算收集到的数据空间坐标并获取数据。扫描仪从各个方向分析实际样本，进行数据转换和分析，创建三个连续的三维 CAD 模型，并最终将它们商业化。逆向工程工作流程分为四个主要环节:“重建数据、测量数据、处理模型和 cad 建模”。其中，测量数据使用激光扫描仪或三角坐标系来收集样本现有物理表面的空间坐标值。数据处理基于各种数据收集，按各种属性进行的细分以及对实际样品设计和处理的初步评估。模型的重建从使用各种建模程序处理的数据中排除了表面模型。获取适当的物理样本 3D 模型。CAD 建模使用 CAD 软件来审查和验证模型，以最终确定物理模型的物理结构。逆向工程设计不仅减少了现有设计的重复性，而且节省了设计时间和成本，使其广泛用于制造业，尤其是汽车制造业，以及其他行业 [1]。

2 汽车密条技术逆向工程的应用

在汽车密封条制造过程中，通常需要使用一些以前设计的密封条模具进行批量生产。此时使用相反的方法，可以使用从扫描仪收集的各种数据。该软件可以设置 3D 模型并使用 CAD 程序来更改和优化现有模型，从而大大降低了密封条的设计周期和制造成本。此文中研究的逆向工程系统主要包括四个过程。它是汽车密封条的实际制造、汽车密封条的数据点处理、汽车曲线质量评估。以下是对汽车密封条的误差评估处理进行分析研究。

2.1 汽车密封条点云数据处理

天花板适配器上的点云数据量为 222396。如图 1 所示，处理如此大量的测量点会极大地影响测算效率。因此，必须在特定条件下简化测量数据，没有足够的数据，原始数据被删除，原始数据表单的功能被完整保留。存储方法取决于数据类型，等轴测压缩的可用减少，测算偏差的减少，空间采样方法。逆向工程软件使用 Imageware11.0 空间采样方法来简化来适应配器的点云数据，并确定点与点之间距离的公差。0.25 的初始模糊度比 222396 的原始值低 101483 54%。这不会影响原始数据的几何特性。

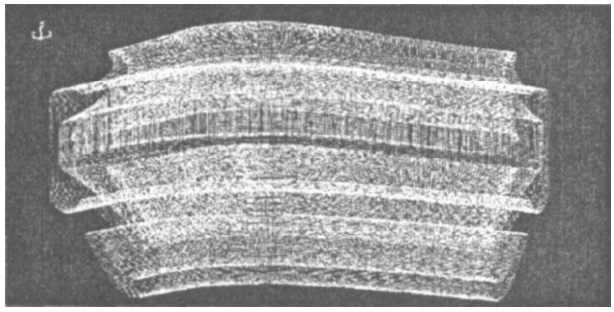


图 1 密封条转接头的点云数据

2.2 汽车密封条模型曲线重构

汽车密封条模型曲线重构系统可分为两类：一类是 CAD/CAM/CAE 程序和另一类反向功能模块 CAD/CAM/CAE 程序。正常情况下，汽车密封条的截面具有固定的弧度，因此重构过程可以分为：提取许多用于创建平面线点云数据的曲线拟合。使用软件模型创建截面并重建曲面，

还要对表面进行检查。创建特征线的目的是获取更准确的点云数据。因此，在制造过程中，必须首先定义基本特征线。这可以准确反映汽车密封条模型两个循环之间的弧。然后使用这两个极端表面之间的圆弧作为参考，通过绘制一些垂直于特征线的间隔来对数据模型进行预建模，并最终从该剖面中获取点云。接下来，我们使用软件建模进行曲线拟合并分析曲线的效果。当曲线的设置和检查完成时，必须不断沿着固定的特征线创建多个垂直于文本线的平面，并在一个点处记录一组模型数据。

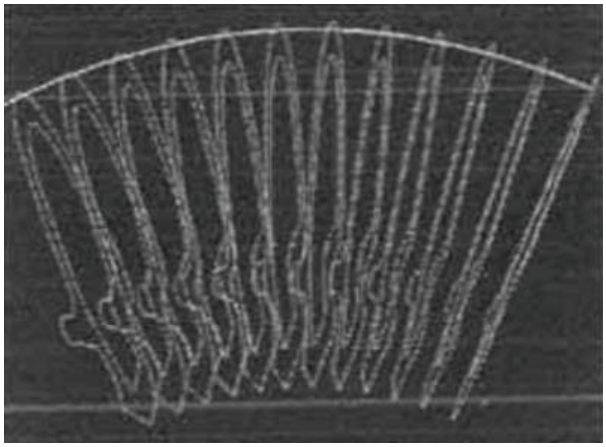


图 2 截取的截面点云数据

从所有点捕获的滑动数据后，需要进行曲线调整。首先，分析软件将原始云数据与准备好的曲线进行比较，然后系统会自动以不同的颜色显示错误。此级别上常用的分析软件是 Ansys，Nastrum，Ias-deas，ADMAS 等。在这项研究中，根据反向工程的使用，可以实现误差分析中的最大误差为 0.17mm，设计精度中的最大误差为 0.5mm[2]。

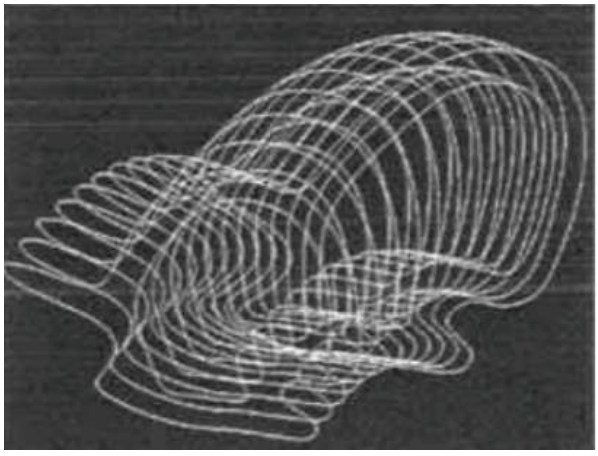


图 3 特征截面拟合效果图

3 汽车密封条逆向工程的误差分析

为了评估采用反向设计的汽车密封条的弯曲表面设计与实际产品之间的误差，必须在设计完成后立即进行表面检查和质量评估，以确定汽车密封条的模型。有两个重要指标可使用技术原理进行分析来确定汽车密封条。一个是汽车密封条曲面的精度，另一个是密封条表面的光滑度。详细评估如下：

3.1 汽车密封条精度评价

为了对表面精度评估汽车密封条的表面模型，通常有必要确定用于表面重建的 CAD 模型与实际密封条之间是否存在缺陷。如果在最大公差范围内有效地验证了测试结果，则表明需要进行表面重建。可以允许记录过程出现错误，但如果超过最大公差极限，则必须对曲面进行调整，这可以在表面重建过程中得到再次确认。在对该过程进行 3DCAD 建模后扫描外轮廓不可避免地会导致错误，但是会在故障模型和曲线模型的车辆设计中出现错误，但出现的错误有不同点。由于某些主观因素的影响，例如工作中不遵守规定的程序，以及不严格采用设计操作方法。目标优化应根据错误原因进行设计，以最大程度地减少错误对汽车密封条的影响。因此，通常使用车辆的表面模型和原始的相反设计来比较和分析误差。特别地，可以通过调整机器或设备的检查直接获得汽车密封条模型与原始之间的调整。计算误差的大小，是作为判断和确定逆向工程设计的汽车密封条的效率和准确性的基础。但是，某些结构很复杂的形状，使用坐标系和单位搜索很难直接获得误差值。因此，需要不同的方法来评估汽车密封条的精度。固定汽车表面密封条之间的实际误差是与真实汽车密封条之间点云的差异，并且计算出汽车曲线模型和真实产品的之间的差异。通过使用表面精度进行高精度分析，该方法有助于确保汽车密封条接近真实的汽车模型。但是，由于在指定汽车的曲面点云精度有时可以获得的点云数据的精度不高，因此适合在密封条曲面模型与实际产品之间进行精确分析。还可以可以对曲线模型的整体形状进行辅助检查。

3.2 汽车密封条光顺度评价

除了一些精确度要求外，还要根据复杂的曲线来组合，这是因为汽车密封条的结构是由许多复杂的形式组成，而不是单个几何形状形成的，并且因为汽车密封条是由橡胶材料制成的模型，所以它具有明显的作用。因此，如果考虑汽车的曲线模型，则需要优化其平滑度。通常，冲压汽车曲线模型的要求需要一定的平滑度。评估汽车密封条表面模型的能力主要基于表面测试。对过渡表面和由不规则横截面形成的管结来过渡表面。为了评估密封条曲面模型的优良性，照明玻璃线条法主要用于研究曲面模型的平滑性。反射线以汽车曲线模型的适当部分为中心。此时，汽车密封条适配器模型的曲率正在增加。如果图中的反射线同时改变，则意味着汽车密封条模型比较统一。法向矢量在一定范围内保持相当均匀的曲率，效果平滑，完全满足产品的逆向工程要求。通过比较和评估重建的汽车密封条曲线模型，最大的误差发生在弯转部分的侧面和表面损伤上，这些误差在测量过程中无法判断。自动密封中使用的管道缺陷可以有效控制到 0.2mm。小于 0.5 毫米的结构精度最大公差可满足自动密封设计的要求 [3]。

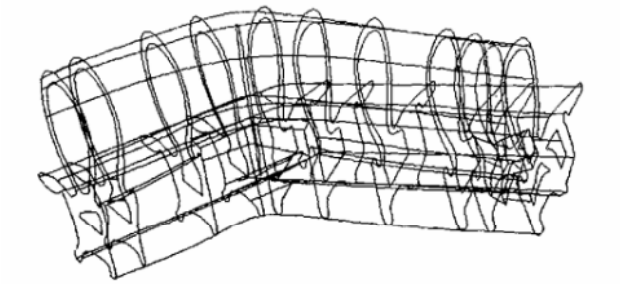


图 4 密封条曲线网格

3.3 树脂加热温度对样件精度的影响分析

可溶性树脂的温度对产品收缩的影响取决于材料，门的尺寸和产品壁的厚度有很大不同，反之亦然。其他在不变其他条件的情况下，通常收缩率变化的过渡点为两个，即熔融温度对收缩产物尺寸的影响，如图 5 所示。熔融温度低，材料的粘度高，与材料的倾斜和压缩无关，此时成型时的收缩率也高。

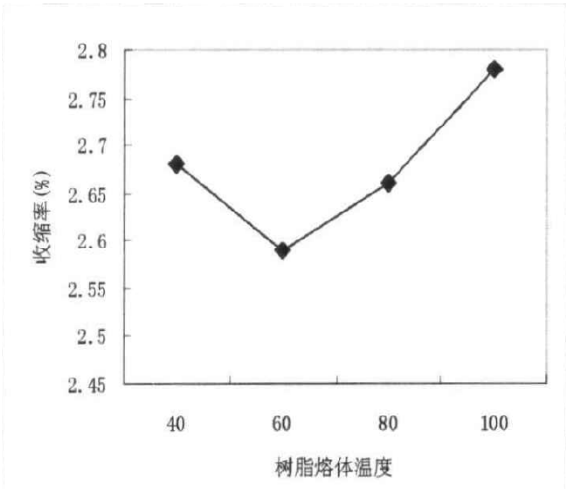


图 5 熔体温度对制品收缩率的影响

通常，熔点越高，树脂反应的就越多，也就促进了分子的热传递。在图 5 中，可以看到随着熔点的增加，产品的尺寸缩小，然后增加。这主要是由于这样的事实，即材料的粘度随着熔点和液体水平的增加而降低，因此可以倒出材料。如果同时将更多的熔体添加到模具中，则材料在冷凝过程中具有更高的收缩效果，从熔点的温度降低，产品的收缩率降低。随着熔融温度的升高，熔融温度逐渐影响收缩率，且产品的收缩度升高。

4 结束语

简而言之，由于它广泛用于车门、车窗、天窗、车身、等部位，因此对粘合性和拉伸强度的要求很高，这是通过现有的映射方法来设计的。所得的密封条在外模中具有较大的测量误差，这直接影响下一步的加工精度。随着汽车制造业的快速发展，密封条的制造过程变得越来越复杂，因此应用逆向工程来设计车辆的密封条就显得更加有必要。

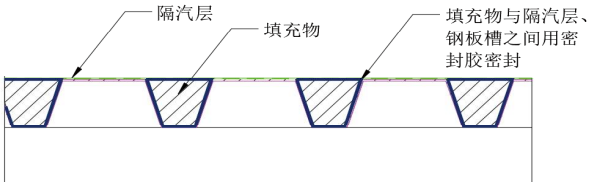
【参考文献】

[1] 张红兵，尚广庆，李晓岩．基于逆向工程技术的汽车橡胶密封条模具的再设计 [J]. 机械设计与制造 ,2012(07):261-263.

[2] 韩建国，董继明．基于汽车密条逆向工程应用的误差分析 [J]. 制造业自动化 ,2012,34(10):148-150.

[3] 江南妮，黄放，赵焕玲，龚桂华，邢忠和．逆向工程在汽车密封条的快速成形中的应用 [J]. 机械与电子 ,2007(12):75-77.

槽中，将填充物切成钢板槽的尺寸，向填充物铺设隔汽层，并用密封垫密封周围。有关具体的技术详细信息，请参见下图：



有必要在拐角处增加一层防水层。防水层是基层和中间层的改性沥青卷材。在施工过程中添加防水层时，使用直径为 500 ㎜ 的防水材料，塔接长度为 250 毫米，高为 250 毫米。

5.5 岩棉保温层的施工

5.5.1 材料在屋面安装之前，不可以堆叠材料。必须做好防止雨淋或受潮的防护措施。卸货时，需要记录数量、规格、外观损坏数量和受潮记录，硬岩棉应在卸货过程中轻拿轻放，严禁拖拽，踢料等。

5.5.2 石棉保温板和隔汽层应该同步铺设，施工量应与隔汽层相同。于垂直于钢板的长边方向铺设。应紧紧靠近基层。

5.5.3 保温板固定：通过专用配件进行固定。根据屋面的位置安装和铺设，以最大程度地减少裁切。

5.5.4 注意保温板的安全性：

5.5.5 在施工过程中，做好保温板的保护工作，以免损坏保温板。

5.5.6 在收工之前，应保护好保温板，并在每个工作日收工前，用防雨布将没有铺设的保温板覆盖好。

6 结论与建议

本文首先从保证影城主题公园施工效益以及保证影城主题公园施工质量等方面对建筑防水工程的重要性进行了分析，然后对工程概况进行了介绍，接着从建筑工程防水材料存在的问题、建筑工程管理方面存在的问题以及前期建筑防水设计不够合理等方面对建筑防水工程施工中的问题进行了分析，再接着从加强防水材料质量控制、提高建筑工程管理水平和施工人员素质、加强北京环球影城主题公园工程防水施工过程控制、加强北京环球影城主题公园项目防水施工质量验收工作以及建立健全北京环球影城主题公园工程防水施工质量整体控制体系等方面提出了建筑防水工程施工中存在问题的优化对策，最后从基层处理、金属屋面、隔汽层的施工、附加防水层以及岩棉保温层的施工等方面对防水工程施工注意事项进行了分析。

7 结束语

总之，建筑中防水工程看起来是一个小项目，但是防水工程的质量直接决定建筑的质量，并且关系到用户的人身安全，可以说，对经济利益和生命安全都将产生巨大影响。因此，当今中国的建筑业还必须不断完善建筑防水工程，不断创新，以弥补这一缺陷，并不断提高建筑的整体质量，这也是实现中国建筑业快速增长的重要组成部分。

【参考文献】

[1] 王东升．探析建筑防水工程在建筑施工中的应用 [J]. 地产 ,2019(22):120.

[2] 张进伟．探析建筑防水工程在建筑施工中的应用 [J]. 山西建筑 ,2018,44(26):82-83.

[3] 王晓茜．浅谈建筑防水工程在建筑施工中的应用 [J]. 民营科技 ,2015(05):109.

上接 26 页