犀牛软件在水尺及船名标记放样中的应用技巧

刘剑
镇江集智船舶科技有限公司，江苏 镇江 212000

摘　　要： 船舶设计复杂精细，水尺与船名标记放样是关键环节。水尺关乎航行安全与载货量计算，船名标记影响船舶形象。传统放样方法效率低、精度有限，难以满足需求。犀牛软件基于 NURBS 理论，有强大曲面建模能力，提供全新解决方案。本文将深入探讨犀牛软件在这两方面的应用技巧，为船舶设计领域提供有益的参考。

关 键 词： 犀牛软件；水尺放样；船名标记放样；船舶设计

Rhinoceros Software in the Water Gauge and Ship Name Mark Lofting Application Skills

Liu Jian
Zhenjiang Jizhi ship technology Co., LTD. Zhenjiang, Jiangsu 212000

Abstract: Ship design is complex and fine, and the key link is the lofting of water gauge and ship name mark. Water gauge is related to navigation safety and cargo load calculation, and ship name mark affects ship image. The traditional lofting method has low efficiency and limited precision, so it is difficult to meet the demand. Rhino Software is based on NURBS theory and has powerful surface modeling capabilities to provide new solutions. This paper will deeply discuss the application skills of rhino software in these two aspects, and provide useful reference for the field of ship design.

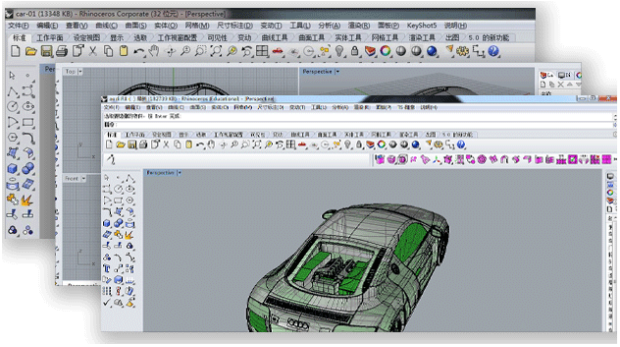
Keywords: rhino software; water gauge lofting; ship name marking lofting; ship design

引言

船名编制主要通过设计提供的船名编制结构图进行，包括船名的安装部位，船名的字体样式，船名格式要求。船舶是一个结构型，整个形状很复杂，其外形不但满足各规则的规定，而且满足各项技术指标的要求。犀牛软件是以 NURBS（NURBS）理论为基础，能够构造具有高精度平滑曲面的软件，为船舶、船舶等水表样划线提供了较好的几何学保障。不管是复杂的船舶形状，还是精美的字符样，犀牛都可以很容易处理，达到精确的模型样放样的效果。利用犀牛软件，设计员就可以准确地按照船舶建造的要求，准确地定位和确定尺寸，进行外观的布置。此系统利用“放样”命令，很快可生成所需放样面，并且可通过面编辑器进行调整，以保证水表放样的精度和美观。另外，此系统还具有多种形式文件的输入输出，可以很好地实现和其他软件之间的数据交换和协作，大大地提高设计效率。

一、犀牛软件概述

犀牛（Rhinoceros，亦称 Rhino）软件“犀牛”（Rhinoceros, Rhinoceros）是1998年由美国 RoberMcNeel& Assoc 公司开发的一款功能强大的三维建模软件。近年来，犀牛软件以其较强的建模能力满足了现代建筑外形的需求，并提供了大量的可扩展插件，如 Visual-ARQ，参数化插件 Grasshopper, BIM 插件 RhinoBIM （beta）等。最近一次发布的是 Rhinoceros4.0SR9，而下一次发布的是 Rhinoceros5.0 WIP （工作流程）。与 Maya 和 SoftImageXSI 相比，它需要在 WindowsNT,Windows2000, WindowsXP，或者 SGI 的显卡上运行，而且还得有一块很贵的高级显卡。而 Rhino 只需要 Windows 95，一块 ISA 图形卡，或者一台老式486电脑就可以了。另外，它的安装包很小，整个安装过程只需要20兆。该软件具有对 NURBS 曲面，曲线，实体的创建，分析，编辑等功能，无角度，无大小限制，能很好地建立模型[1]。同时，它的界面友好，易于设计者使用，也是巩固 Thinking 和 Alias 学习的好基础。引进 Flamingo 和 BMRT 等渲染软件后，其画质已经达到了与高档渲染软件相当的水平。



> 图1犀牛 Rhino 效果图

二、犀牛软件在水尺及船名标记放样中的应用优势

（一）精准的曲面建模能力

犀牛软件是基于 NURBS（非均匀有理 B 样条曲线）理论，可以构建精确、平滑、光顺的曲面，而水尺和船名标记放样对曲面精度要求非常高[2]。水尺和船名标记一般位于船体复杂曲面区域，而且对曲面的光滑程度和光顺度有着极高的要求。犀牛软件中强大的曲面建模命令如放样、扫描、混接等都为设计者创造了良好的条件，能很快制作出水尺及船名标记放样需要的复杂曲面，而这些曲面光顺高精确，又容易纳入船体总布置中去，为水尺及船名放样提供精确的几何基础。如用犀牛软件的 NURBS 曲面建模功能创建船体曲面，其自由度大，可以灵活地控制曲面的控制点和权值来形成与船体相吻合的曲面几何形状[3]。

（二）灵活的插件支持

犀牛软件提供的 Grasshopper、T-Spline 等插件软件，可以丰富和拓展软件的功能，支持参数化设计、自动化建模等高级功能的应用，提高设计效率。在水尺及船名标记放样过程中，可以通过 Grasshopper 等插件对设计方案参数的快速调整和方案的多轮迭代优化，找到设计方案的最优解。Grasshopper 插件可以将设计人员编写的算法用来生成复杂的几何形状，而不再需要手工绘制每一个几何形状。参数化设计可以帮助提升设计效率、灵活性和调整性，也可以和 AutoCAD、SolidWorks 等其他设计软件整合，实现不同平台间的数据交换和协同设计，提高设计流程的便利性和效率[4]。

（三）良好的兼容性

犀牛软件具有较强的兼容性，支持 DWG、DXF、IGES、STEP 等多种格式文件，方便了与其他设计软件进行数据交换、协同设计，在进行水尺及船名标记地放样时，设计师可以利用犀牛软件与其他设计软件兼容性好的特点，将放样结果导出为其他软件支持的格式进行放样设计数据的加工制造和工程管理。如可以在犀牛软件中进行水尺及船名标记放样设计，然后将设计结果导出为 DWG 格式后，再利用 AutoCAD 进行编辑标注，或者导出 STEP 格式，在 SolidWorks 中进行建模，进行工程分析等，可以大大提高设计效率、降低设计成本，使设计师可以较为灵活地利用各种设计工具完成设计任务[4]。

三、犀牛软件在水尺及船名标记放样中的具体技巧

（一）水尺放样技巧

水尺是船舶上用来表明吃水深度的标志，其放样精度将直接影响船舶的航行安全性和装货量核算。用犀牛软件来放样水尺，可按如下步骤和技巧来完成：

1. 计算水尺位置及尺寸：依据船舶设计手册，计算出水尺的位置和尺寸，即水尺的位置和起始和终止水尺线的高度、宽度等相关尺寸，需要注意的问题是在确定水尺位置和尺寸的同时，应充分考虑船体的形状、装载货物的需求、安全性要求以及法规的要求，充分保证水尺的位置和尺寸符合设计的要求，同时也可以保证水尺可以正常测量船体的实际尺寸，以满足实际工作的需要[5]。例如，确定某型船舶的水尺位置和尺寸时，需要确保水尺位置不和船体结构发生干涉，满足不同的载货量的测量要求。

2. 绘制水尺轮廓线：打开犀牛软件，在犀牛软件中选择合适的草图面（如上视基准面），使用“草图绘制”功能绘制出水尺闭环的轮廓线。在绘制轮廓线时，要求轮廓线与水尺的实际轮廓及尺寸完全一致，以便下步放样。绘制轮廓线时可以采用犀牛软件中相关的辅助功能如网格线、对称线等辅助其绘制。且轮廓线应光滑闭合，切忌断线和尖角。

3. 生成放样曲面：选择放样命令，逐次选取绘制完成的水尺轮廓线，按回车生成放样曲面。在放样过程中可以通过调节放样参数，（平移距离、角度等）控制放样曲面形状、大小。犀牛软件提供多种放样选择，例如：封闭放样、开放放样等，可以选择不同地放样方式满足需求[6]。生成放样曲面后需要检查放样曲面质量、精度，确定曲面可满足后续加工制造、工程管理的需求。

4. 曲面质量优化：放样出曲面后，运用犀牛软件自带的曲面编辑工具（曲面剪切、曲面拉伸、曲面倒角等）对曲面进行二次加工优化，使曲面质量达到要求。在进行曲面质量优化时，需考虑曲面的几何特征，如曲率、连续性等，使曲面既符合设计规范，又具备良好的形状特征，同时运用犀牛软件中的曲面曲率分析、曲面连续性分析等分析工具对曲面质量进行分析。

5. 标注细节：根据设计要求在水尺曲面上增加标注和细节，包括刻画线条、数字、单位等，这些标注和细节要明确、准确，有利于后续加工制造和工程管理；标注细节可以利用犀牛软件的文本工具、标注尺寸工具等提高标注准确性和速度；同时标注细节位置、大小、字体等也要根据要求设置，避免遗漏出错。

（二）船名标记放样技巧

船名标记是船舶的身份标识，其放样的准确和美观程度直接关系到一艘船舶的整体外观[7]。运用犀牛软件对于船名标记放样可参照以下步骤及技巧使放样既精确，又美观。

1. 创建船名字体模型

使用犀牛软件中的“文字”命令输入船名的文字，选择船名字体与船名字号，形成文字曲线。船名曲线非常重要，文字曲线直接关系船名标志形状与样式，字体的选择应根据船舶设计风格与外形特点选择。字号大小应综合考虑船舶整体外观与形状特点，大小适当，形成船名字样曲线。

2. 生成放样曲面

以生成的文字曲线作为放样轮廓线，点击“放样”，生成船名标记曲面，在此过程中可通过平移距离、旋转角度、旋转比例等放样参数来控制曲面形状的大小和位置，需要船名标记设计师对各种曲面放样知识有一定的积累，同时还需敏锐地捕捉到设计意图和船舶本身的需求，调整至曲面形状达到合适的状态，需要不断去试验调整。

3. 优化曲面质量

在产生放样曲面之后，使用犀牛软件的曲面编辑功能进行曲面编辑。包括对曲面的修剪、延长、倒角操作，使曲面更平滑更精细。编辑曲面时要认真观察曲面上的每个部分，保证没有瑕疵

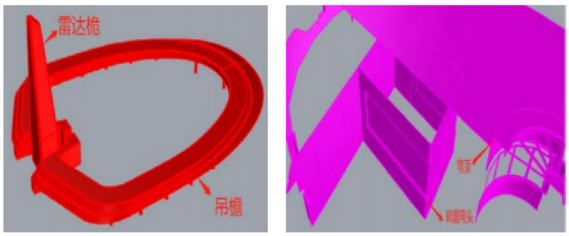
不平现象[8]。并且按设计要求对曲面的边倒角、修剪，能使船名标记更加美观大方。

4. 添加细节和装饰

按设计要求将必须细节内容及装饰元素，如图案花纹、装饰边框等，加入船名标记曲面上；细节装饰元素可提升船名标记外观的审美程度，更能烘托出船的别致个性与品位，应充分考虑这些细节、装饰元素与设计风格的协调度。

四、犀牛软件应用实例

并以某观光邮轮项目为实例，运用 AM 软件对该项目进行了综合建模。主船体为单体双体船，其上部建筑物有线型吊艏、线型围壁和穹顶等多种型式。由于外墙与外墙之间的连接部位采取了多种弯折方式（见图2），给建筑立面的建模带来了很大的困难和工作量。



(a) 吊艏　(b) 围壁

> 图 2 吊艏与围壁

本例上建模型表面叠加很复杂，其初始建模思想为：首先对表面进行命名，然后将其输入到 AM 中进行拼接[10]。考虑到檐口和檐口大多是 L 形的，厚度一般在4~6 mm，施工中要求檐口和檐口的 L 形圆角部分采用板式压折法代替管道连接。不过，在实际应用中，存在着许多问题：曲面数目太多，模型转换频繁；表面预划分不合理，需要进行返修；一面有多个形状，构造板接缝要有一定的范围， L 形结构边缝模型经常提示分值，要减小约束范围；平面模型设计师抱怨表面过多，不能用来作为边界。由于本课题的设计时间较短，任务较多，因此需要对模型进行改进。例如，在工业设计中使用的犀牛系统（Rhino），在产品外形建模上做得很好[9]。Rhino 可以输出各种软件可以辨认的文件格式，操作简便，界面直观，快捷键可以参考 CAD 来写，操作步骤有命令行提示，很容易就能学会，很有希望解决目前的模型问题。

应用 Rhino 软件对板接缝的建模，主要有六个步骤：

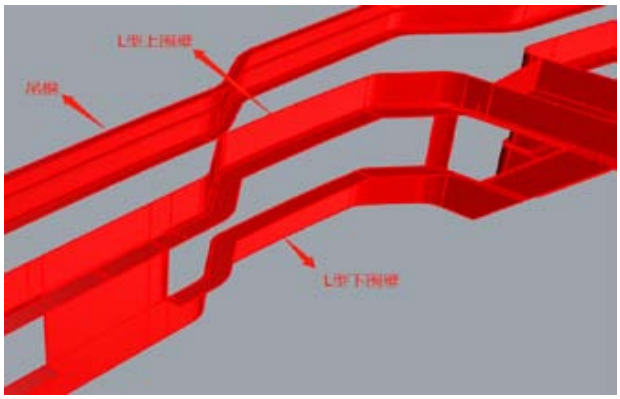
1）在工具卡中，可以将基本单位设定为毫米（刀具、选项、档案属性、单位）。

2）利用文件选项卡里的输入函数，将一层的上盖表面导入，表面是事先保存好的 igs 格式（档案→导入）。

3）为便于后续的平面及表面造型，本项目拟利用编辑选项卡中的“删除”功能，在 Perspective 界面中对各个区域的表面进行“编辑→删除 / 裁剪”操作，以便于后续的平面及表面造型。

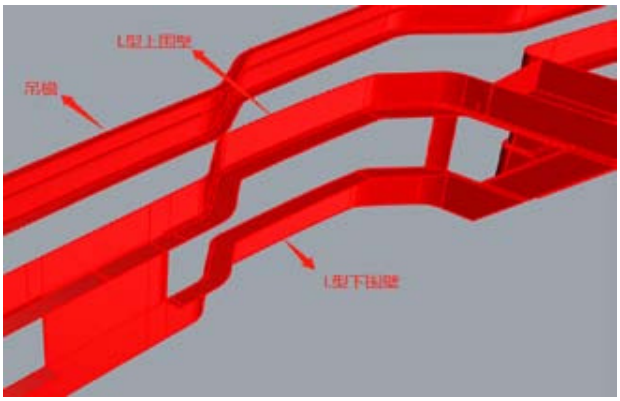
4）按照 AM 造型的要求，通过对曲面选项卡中的边缘、交叉等函数进行复制，提取出板缝，并将其按照阿拉伯数的次序依次命名（轨迹：曲线→由对象创建曲线→复制边 / 相交；【面板→对象属性→名称】通过对可融合行的合并，降低了板缝数目，防止因同名引起的输出损失（参见图中的关键步骤）。

5）把曲面和抽出线都以 igs 格式保存，然后用 AM 的表面管理器模块把 AM 软件导入。打开表面管理器→全表面→导入文件→选择 Rhino 导出的 igs →释放表面）。在建立模型时，可以直接抽取出板的接缝（如图3），同时，也可以让平面设计师以此为参照物，大大缩短了设计的时间。



> 图 3 Rhino 提取的板缝线

6）进入 AM 软件曲面建模模块，选对应曲面构建曲面板缝，可直接从库调用 Rhino 中提取的板缝线，无范围限制（路径：Curved Hull →相关选项→ Get curve from External Source）。该设计成果经后期生产验证，板件尺寸准、外板成型佳（见图4）。



> 图 4 外板成型效果

船名标记是船舶形象的一个元素，其放样既要考虑视觉效果，又要考虑规范性。运用犀牛软件制作船名标记放样：①选取字体：参照船舶设计风格、船名特征等因素确定使用字体。犀牛软件中字体可选用字体格式很多，可参照多种字体格式进行放样。②船名标记的尺寸大小：根据船名标记位置、曲面的曲率选择合适的船名标记尺寸大小。通过犀牛软件的缩放功能实现船名标记精确尺寸大小的确定。③船名标记位置：利用犀牛软件中的曲面分析找到船名标记的最优放样位置，保证最佳的船名标记位置和视觉效果、规范性。④船名标记曲面贴合：运用犀牛软件曲面贴合功能将船名标记紧密地贴合在船舶曲面体上。⑤采用 Grasshopper 等插件，实现参数化设计、自动化建模。通过插件快速调整设计参数方案、方案的多轮优化得到最佳方案设计。运用犀牛软件与相关设计软件的相互链接进行联动设计。如将犀牛

软件船名标记放样的结果输出成 DWG 或 DXF，进行其他设计和加工。

五、结语

综上，犀牛软件具有在水尺及船名标记放样工作中的巨大性能与优势：犀牛软件强大的曲面建模性能可以快速建模船舶的复杂曲面，为水尺及船名标记提供几何放样的依据；强大的插件支持性能，如 Grasshopper 等可以实现参数化设计以及自动建模，大大地提高了设计效率；良好的兼容性能可以使其快速与其他软件之间互相转换，做到数据协同设计。针对观光邮轮项目实例，犀牛软件在复杂曲面建模中起到了重要的作用。犀牛软件操作简单，界面可视化，快捷键可按照 CAD 编写，便于设计人员学习。

参考文献

[1] 王国庆，殷旭，朱博锐，等 . 基于 Rhino 的双曲面结构交互建模放样研究 [J]. 科技创新与应用，2023，13(30)：163-166.DOI：10.19981/j.CN23-1581/G3.2023.30.040.

[2] 袁永莉，蒋伯林 . 犀牛 (Rhino) 软件在水工钢结构中的展开应用 [J]. 华东科技：学术版，2016(1)：2.

[3] 张瑜 . 犀牛软件在 (双) 曲面玻璃深加工中的应用 [J]. 玻璃，2020，47(7)：6.

[4] 钱真卿，邵梅芳 . 计算机辅助工业设计犀牛软件课程教学探析 [J]. 现代商贸工业，2022，43(24)：256-257.DOI：10.19311/j.cnki.1672-3198.2022.24.107.

[5] 杨秀峰，于湃，刘泽旭，等 . 应用 EFSPD 系统展开船名，水尺等字体的方法 [J]. 广东造船，2021，40(01)：102-104.

[6] 钱江，张桂荣，姚江，等 . 基于连通域分析和笔画宽度变换的船名检测方法 [J]. 珠江水运，2018(18)：3.DOI：CNKI：SUN：ZJSI.0.2018-18-051.

[7] 朱鸣，王春磊 . 使用犀牛软件及 Grasshopper 插件实现双层网壳结构快速建模 [J]. 建筑结构，2012(S2).

[8] 郑洋 . 参数化建模在肋环型网格结构中的应用 [J]. 江西科学，2015(02).

[9] 颜金永，李海亭 . 犀牛软件在邮轮生产设计中的应用 [J]. 船舶标准化工程师，2021(06).

[10] 张玮；顾立君；刘茜 . 电装生产设计精细化探索历程 [J]. 船舶设计通讯，2013(S1).