

基于 CATIA/CAA 的轨道车辆压型件 毛坯展开系统开发

丁洁琼¹,鲁万彪¹,李树栋^{1,2},樊胜宝²,王雯²,鲍益东²

(1. 中车南京浦镇车辆有限公司,江苏 南京 210031;

2. 南京航空航天大学,江苏 南京 210016)

摘要:压型件作为轨道车辆主要钣金零件组成部分,其毛坯展开精确性对控制成形精度和制造成本有重要作用。采用一步逆算法,基于 CATIA/CAA 平台开发一套方便用户交互的轨道车辆压型件毛坯展开 GUI 界面,完成对轨道车辆压型件毛坯的精确展开。以轨道车辆典型压型件小弯梁为研究对象,验证所开发毛坯展开系统的实用性。

关键词:轨道车辆;压型件;毛坯展开;CATIA/CAA;二次开发;压型模拟

中图分类号:U271 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2020)02-0155-03

Development of Blank Unfolding of Rail Vehicle Profile System Based on CATIA/CAA

DING Jieqiong¹, LU Wanbiao¹, LI Shudong^{1,2}, FAN Shengbao², WANG Wen², BAO Yidong²

(1. CRRC Nanjing Puzhen Co., Ltd., Nanjing 210031, China;

2. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: Profile is used as the main rail vehicle sheet metal parts. The accuracy of the profile unfolding is of great significance to the control of the forming precision and manufacturing cost. One-step inverse algorithm is adopted in it, and a set of friendly blank unfolding GUI interface is developed for users based on CATIA/CAA platform, which is used to complete the precise unfolding of the blank of the pressing part of the rail vehicle. This paper takes a small bend beam of typical rail vehicle as object of study and verifies the feasibility of this system.

Keywords: rail vehicle; profile; blank unfolding; CATIA/CAA; secondary development; profile forming simulation

0 引言

随着轨道列车运营时间和速度的不断提高,对车辆运行安全性和舒适度提出了更高的要求。轨道车辆压型件作为列车的重要组成部分,其成形质量的好坏直接决定了列车运行的稳定性和安全性^[1],其中,钣金零件毛坯的精确性对控制零件的成形精度和制造成本有着重要意义。

在轨道车辆钣金零件毛坯展开方面,目前多采用经验法和实验修正相结合的方法获得毛坯展开的近似几何形状。鲁万彪等^[2]利用经验法对轨道车辆小弯梁零件坯料进行了展开,并提出了4种改进方案进行了实验对比,有效提高了零件的成形质量。然而,使用经验法对钣金零件毛坯展开存在着完全依靠工人经验、开发周期长和成本高等缺点。

目前,许多科研学者提出了多种针对不同类型的钣金零件毛坯展开算法。吴建军等^[3]总结了10余种钣金零件毛坯展开算法,并预示了展开算法将面向通用性、精确性、集成性和快速性的方向发展。崔静等^[4]提出一种基于一步逆成形法的等效阻力自适应算法,该算法在一定程度上提高了带负角钣金零件展开的精确性。本文将采

用一步逆算法,并使用 CATIA/CAA 二次开发完成对轨道车辆压型件毛坯的精确展开。

1 CATIA/CAA 二次开发

CATIA 软件主要提供了两种二次开发的接口,包括自动化对象编程(V5 automation)和开放的基于构件的应用编程接口(CAA)^[5]。其中使用前者对 CATIA 进行二次开发存在着一定的局限性,但其他软件能够通过引用该接口实现和 CATIA 软件之间的相互通信。这种方式使得用户完全不需要关注 CATIA 软件的基本操作界面,极大地方便了用户的使用。而 CAA 是 CATIA 软件的开发组件级应用架构^[6],CATIA/CAA 是一种基于组件级的开发,区别于面向对象编程,需要更多地关注各组件之间的相互通信关系。图1展示了 CATIA/CAA 二次开发基本架构。

CATIA/CAA 二次开发和其他软件二次开发一样,主要用于集成软件的部分功能,进行客户定制化开发,以此降低用户使用难度和提高工作效率。CATIA/CAA 提供的接口较为丰富,理解和使用这些接口函数是用户对 CATIA 软件进行深度二次开发的基础。

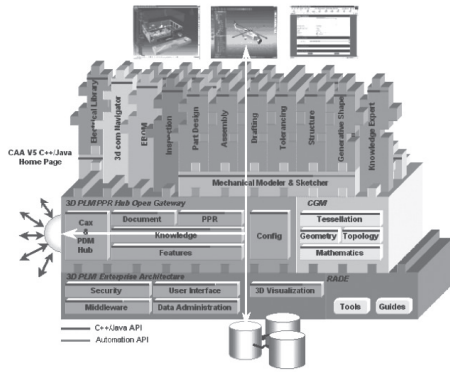


图 1 CATIA/CAA 基本架构

2 压型件毛坯展开系统开发

本文基于一歩逆成形法理论,以 CATIA/CAA 为平台,开发一套压型件毛坯展开系统。

2.1 毛坯展开流程

一步逆成形算法在计算时仅考虑零件的初始与最终构型,忽略中间成形过程^[7],因此一步逆成形算法与其他算法相比,其计算效率显著地提高。本文以一步逆成形法作为压型件毛坯展开系统的核心算法,其计算速度仅取决于零件划分网格的规模,计算效率更高。由于一步逆成形进行展开计算是基于面网格模型的,三维模型需要进一步处理才可以进行展开计算。毛坯从三维零件得到展开外轮廓线的流程如图 2 所示。

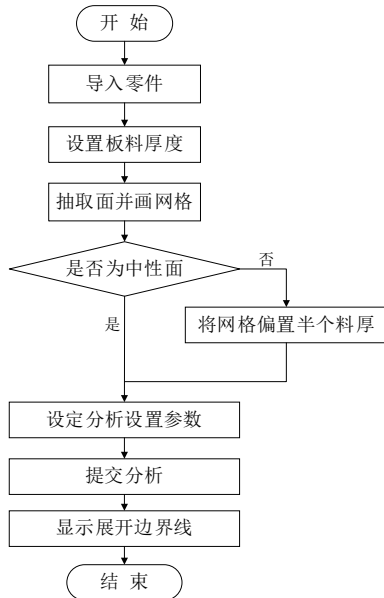


图 2 毛坯展开流程图

2.2 毛坯展开系统

本文所开发的压型件毛坯展开系统基于 CATIA/CAA 进行开发,由于 CATIA 自身为三维建模平台,压型件三维模型可在 CATIA 中建立,也可通过 CATIA 软件所提供的

丰富数据接口进行导入。本文所开发的毛坯展开系统集成除了导入零件、抽取面等功能的其他功能。压型件毛坯展开系统集成界面如图 3 所示。Material 模块定义了材料和板料厚度等;Model 模块集成了网格相关的功能,如划分网格等;Analyse & Post 模块集成了展开计算相关的功能,如设定分析参数等。

在使用本系统时,仅需依次输入参数,即可完成图 2 所示的毛坯展开流程,具有使用方便、快捷和计算高效等特点。所得展开线可在 CATIA 软件中直接进行填充面等操作,减少了导入、导出的过程,可有效避免数据和精度丢失的情况。

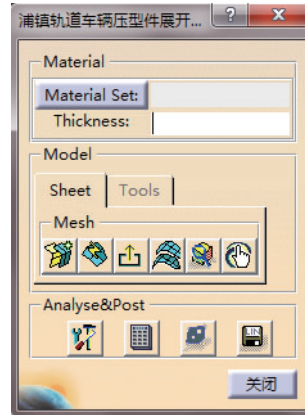


图 3 压型件展开系统集成界面

3 轨道车辆小弯梁毛坯展开实例

3.1 小弯梁毛坯展开

本文以轨道车辆车顶小弯梁毛坯展开为例,验证前节所开发的基于 CATIA/CAA 的钣金零件毛坯展开系统。小弯梁为轨道车辆压型件中的典型结构件,其厚度为 2 mm,截面为帽形,高约 70 mm,宽约 94 mm。图 4 展示了使用本文所开发系统展开小弯梁零件的全部过程((a)-(b)-(c)-(d))。图 5 对本文展开系统和使用经验法与实验修正相结合的方法得到的小弯梁零件展开外轮廓进行了对比分析。从图中可以看出,二者外轮廓线除工艺切口(圆圈处)之外均较为接近,由此证明了本文所开发的展开系统的准确性。

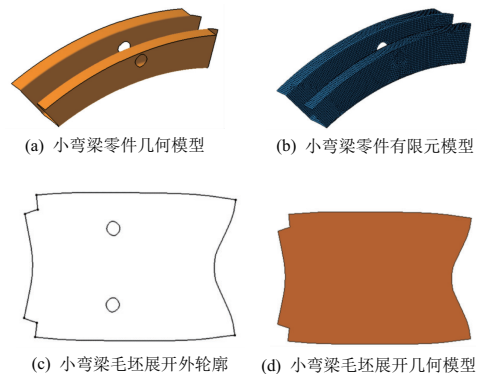


图 4 小弯梁零件毛坯展开全过程

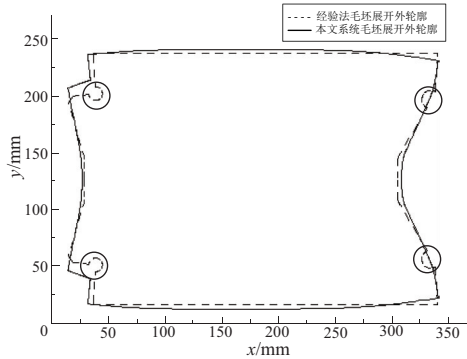


图5 经验法和本文开发系统小弯梁零件展开外轮廓对比

3.2 小弯梁成形有限元仿真

针对上小节使用两种方法展开的小弯梁毛坯零件,采用相同的压型参数,通过 Abaqus 通用有限元仿真软件对其进行有限元压型模拟仿真,分别得到了两种毛坯对应压型成形后的小弯梁零件。为对比小弯梁两种展开方式压型成形后和理论模型之间差异,对所有成形后零件的外轮廓向其压型方向投影,得到如图6所示投影外轮廓曲线图。从图中可以看出,两种坯料展开方法得到的压型成形厚度零件外轮廓均和理论模型比较接近,且使用本文开发的系统展开的小弯梁零件压型成形后更接近于理论模型。

4 结语

本文开发了一套基于 CATIA/CAA 二次开发的轨道车辆压型件坯料展开系统,为用户在 CATIA 软件中开发了以一步逆钣金零件毛坯展开算法为核心的用户界面,用户只需输入钣金零件的基本参数、点击功能按钮,便能实现对零件的精确展开。通过轨道车辆典型压型件小弯梁

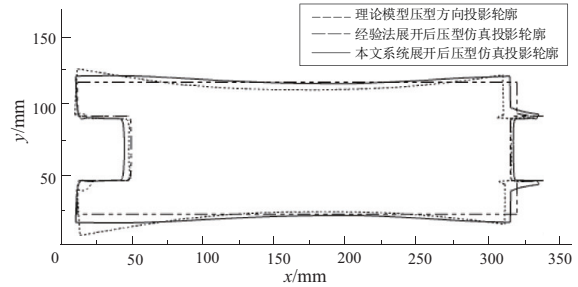


图6 两种方式展开后压型有限元模拟结果和理论模型投影轮廓对比

为实例进行验证,充分体现了该套系统对钣金零件毛坯展开的精确性和高效性,并在一定程度上降低了钣金零件的生产成本。本文所开发的板料展开系统对于工程实际确定零件下料尺寸具有重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 张晖. 高速动车转向架动力学性能研究[D]. 长沙:中南大学, 2011.
- [2] 鲁万彪,李国苹,解瑞豹. 车顶小弯梁成形工艺[J]. 金属加工(冷加工), 2016(S1): 103-105.
- [3] 吴建军,郭军. 钣金零件毛坯展开计算方法研究进展[J]. 航空制造技术, 2011(19): 26-31.
- [4] 崔静. 钣金零件的坯料展开与回弹算法研究[D]. 南京:南京航空航天大学, 2016.
- [5] 彭欢. 基于 V5 Automation 的 CATIA 二次开发技术研究[J]. 电子机械工程, 2012, 28(2): 61-64.
- [6] 张显藤. 橡皮囊成形钣金件初始毛坯快速设计系统的研究与实现[D]. 南京:南京航空航天大学, 2013.
- [7] 朱明华,姜丹丹,张显藤,等. 飞机橡皮囊成形钣金零件毛坯预示系统开发[J]. 航空制造技术, 2014(10): 51-54.

收稿日期:2018-12-04

(上接第136页)

看出本文提出的环形编码标志在各种条件下均具有良好的识别效果和检测效率。

4 结语

在视觉测量领域中,编码标志的定位精度和识别效率对于后续空间点的三维重建具有重要意义。本文提出一种环形编码标志设计与检测方法,采用同心圆约束与字典查询纠错算法有效提高识别效率与稳定性,基于交比不变性的圆心偏差修正则避免了测量距离和透视投影角度对圆心定位精度的影响。实验结果表明,本文提出的编码标志在各种环境条件下,均具有良好的检测识别效果,实用性较高。但是本文算法需要预设控制阈值,如何进行阈值的自适应选取和调整,提高自动化程度,是下一步拟解决的问题。

参考文献:

- [1] 金滔,董秀成. 一种环状编码标记点的设计及解码算法[J]. 计算机应用研究, 2019, 36(4): 1217-1221.
- [2] 宋丽梅,陈昌曼,陈卓,等. 环状编码标记点的检测与识别[J]. 光学精密工程, 2013, 21(12): 3239-3247.

- [3] OLSON E. AprilTag: a robust and flexible visual fiducial system [C]. IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE, 2011: 3400-3407.
- [4] DEGOL J, BRETEL T, HOIEM D. ChromaTag: a colored marker and fast detection algorithm [C]. IEEE International Conference on Computer Vision. IEEE, 2017: 1472-1481.
- [5] YANG X, FANG S, KONG B, et al. Design of a color coded target for vision measurements [J]. Optik-International Journal for Light and Electron Optics, 2014, 125(14): 3727-3732.
- [6] CANNY J. A computational approach to edge detection [J]. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 1986(6): 679-698.
- [7] SUZUKI S. Topological structural analysis of digitized binary images by border following [J]. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1985, 30(1): 32-46.
- [8] OTSU N. A threshold selection method from gray-level histograms [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1979, 9(1): 62-66.
- [9] 张广军. 视觉测量[M]. 北京:科学出版社, 2008: 70-76.

收稿日期:2019-08-23