

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.06.006

# 基于 IGES 的钣金零件特征识别的方法研究<sup>\*</sup>

许加陈, 游有鹏<sup>\*</sup>

(南京航空航天大学 机电学院, 江苏 南京 210016)

**摘要:**针对钣金设计软件数据模型的外部读取与特征识别问题,对钣金设计软件的数据共享、IGES 文件结构以及零件特征分类进行了研究,提出了一种基于 IGES 曲面模型的后置处理方法,通过遍历 IGES 文件,获取了钣金零件的所有裁剪参数曲面信息,建立了以折弯面作为结点的双向链表的数据结构,根据 IGES 文件的数据特征,对钣金零件进行了特征分类,提取了钣金折弯特征并建立了特征间的依赖关系。利用 Pro/E 软件绘制的钣金零件对特征识别方法进行了测试。研究表明,该方法能够准确地获取钣金特征,为钣金零件折弯仿真与工序规划提供了可靠的特征数据,使得产品开发周期缩短了近 30%,最终实现了钣金加工的精确性与高效性。

**关键词:**IGES 文件;钣金零件;特征识别

**中图分类号:**TH165;TP391;TG38

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-4551(2017)06-0582-05

## Feature recognition method of sheet-metal based on IGES

XV Jia-chen, YOU You-peng

(College of Mechanical & Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics,  
Nanjing 210016, China)

**Abstract:** Aiming at the external reading and feature recognition of data model from sheet metal design software, the data sharing between software, the structure of the IGES file and the feature classification of part were researched. The post-processing method that traversed the IGES file to get all the cutting parameter surface information based on IGES surface model was proposed. Then, the data structure of double-linked list structure with the bending surface as the node was established, and according to the IGES file data characteristic, the feature of sheet metal was classified and the necessary bend features and dependence was extracted. At last, the method of feature recognition was tested on the sheet metal parts drawn by the Pro/E software. The results indicate that the method can accurately obtain the characteristic of sheet metal and provide reliable data for sheet metal part bending simulation and process planning and make the product development cycle by 30%. Ultimately, the accuracy and efficiency of processing are achieved.

**Key words:** IGES file; sheet metal; feature recognition

## 0 引言

钣金加工是针对金属薄板(通常在 6 mm 以下)的一种综合冷加工工艺,包括剪、冲/切/复合、折、铆接、拼接、成型等。其中最基本的工艺是冲裁和折弯两种,

90% 以上的钣金零件都是先通过冲裁成毛坯展开料,然后再折弯成型<sup>[1]</sup>。

钣金折弯是钣金零件最典型、最主要的成型工艺。随着现代数控技术的普及,我国钣金折弯的数控化程度得到了快速发展,但钣金折弯的数控编程通常仍然需要依靠工艺人员手工编制,不仅计算复杂、工序安排

收稿日期:2016-11-07

基金项目:江苏省杰出青年基金资助项目(BK20160084)

作者简介:许加陈(1990-),男,江苏连云港人,硕士研究生,主要从事机电控制方面的研究. E-mail: xjcnuaa@126.com

通信联系人:游有鹏,男,教授,博士生导师. E-mail: youypen@163.com

的合理性完全依赖于经验,往往编程效率很低,特别是对于复杂的三维折弯,还涉及到模具配置、空间的折弯干涉碰撞等问题,需要进一步通过试折弯加以验证。为了提高钣金加工效率和精度,降低企业的生产成本,依据 CAD 系统设计的钣金零件模型,精确获取钣金特征信息成为后续实现折弯仿真和工艺设计的重要前提。

目前,钣金零件设计软件很多,如 Pro/E、SolidWorks、CATIA 等,但它们生成的文件格式各不相同。为了方便读取,可以将它们统一转换成 IGES 的标准格式,通过对 IGES 文件的解析,获取钣金零件的几何和非几何信息,从而进一步对钣金零件的特征进行识别。

本研究将从 IGES 文件解析和钣金特征识别两个方面展开详细讨论。

# 1 IGES 文件解析

## 1.1 IGES 文件介绍

随着 CAD/CAM 技术在工业界的推广应用,越来越多的用户需要将其数据在不同的 CAD/CAM 系统之间交换。正是为了解决数据在不同的 CAD/CAM 间进行传递的问题,IGES 定义了一套表示 CAD/CAM 系统中常用的几何和非几何数据格式,以及相应的文件结构,用这些格式表示的产品定义数据可以通过多种物理介质进行交换<sup>[2]</sup>。

IGES 包括固定长 ASCII 码、压缩 ASCII 码和二进制 3 种格式,最常用的是固定长 ASCII 码,此格式每行固定为 80 个字符,整个文件的构成如表 1 所示。

表 1 IGES 文件构成及说明

| 段名    | 标识 | 说明          |
|-------|----|-------------|
| 开始段   | S  | 提供一个可读文件的序言 |
| 全局段   | G  | 记录文件总的特性    |
| 目录条目段 | D  | 记录实体索引及公共属性 |
| 参数数据段 | P  | 记录各个实体的数据   |
| 结束段   | T  | 记录各个部分的行数   |

在 IGES 文件中,表达数据最基本的单元是实体,每个实体中包含了零件的具体属性信息,如零件的颜色和几何尺寸信息。实体可分为几何实体和非几何实体,每一类型实体都有对应的标号,实体的属性信息记录在目录条目段,参数数据记录在参数数据段,IGES 中常用的实体标号和与之对应的实体类型<sup>[3]</sup>,IGES 常用几何实体类型对照表如表 2 所示。

表 2 IGES 常用几何实体类型对照表

| 实体标号 | 实体类型     |
|------|----------|
| 100  | 圆弧       |
| 102  | 复合曲线     |
| 104  | 二次曲线     |
| 110  | 直线       |
| 120  | 旋转曲面     |
| 122  | 列表柱面     |
| 126  | NURBS 曲线 |
| 128  | NURBS 曲面 |
| 142  | 曲面上曲线    |
| 144  | 裁剪参数曲面   |

## 1.2 IGES 文件数据读取

通常,Pro/E、SolidWorks 等 CAD 系统的 IGES 后置转换器可输出多种类型的 IGES 文件,其中主要包括:基于裁剪参数曲面实体和基于 B-REP 实体的文件。本研究采用的是基于裁剪参数曲面实体的 IGES 文件,该类型 IGES 文件以 144 裁剪参数曲面实体为基本单元,多个裁剪参数曲面实体组成完整的三维模型,通过对该类型 IGES 文件的分析,得出的树形拓扑结构如图 1 所示。

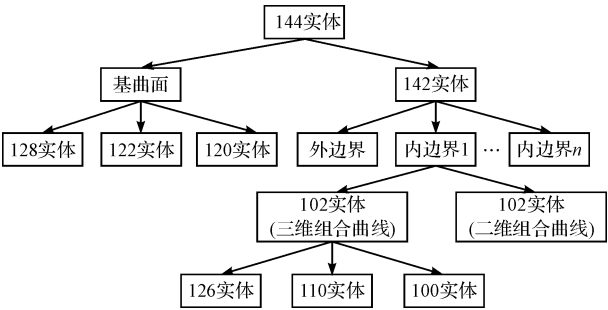


图 1 裁剪参数曲面的树形拓扑结构

144 裁剪参数曲面实体由基曲面和 142 曲面上曲线实体组成,其中基曲面一般包括 128NURBS 曲面实体、122 列表柱面实体和 120 旋转曲面实体,142 实体包括曲面上的外边界和若干内边界,曲面上的边界分为二维和三维组合曲线实体,二维组合曲线是指 NURBS 曲面 U、V 方向上的裁剪轮廓,三维组合曲线则是指曲线在三维空间的实际位置。102 组合曲线实体主要包括 126NURBS 曲线实体、110 直线实体和 100 圆弧实体。通过遍历整个 IGES 文件的 144 实体就可以获取三维钣金模型的整体数据,整个读取过程如图 2 所示。

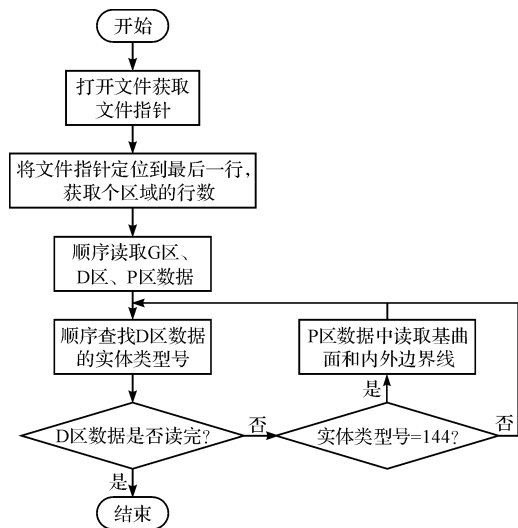


图2 IGES 文件读取流程

## 2 钣金零件特征识别

### 2.1 钣金零件的特征及分类

机械零件的主要特征分类包括几何形状特征、精度特征、技术特征、材料特征和管理特征,这种分类能够比较完善地描述出零件的信息<sup>[4]</sup>。钣金零件是机械零件的重要组成部分,由于钣金零件主要用于产品部件的外覆盖件,没有很严格的公差要求,而且对材料也不要求做特别的技术处理(热处理等),钣金零件的特征分析可不考虑精度和技术特征<sup>[5-6]</sup>。

几何形状特征是钣金零件特征识别的重点。由于钣金零件的厚度均匀,当厚度无限小时,钣金零件可以看做是有界表面的集合,有界表面包含内轮廓特征和外轮廓特征,外轮廓特征分为平面特征和弯曲特征,内轮廓特征分为孔特征、方槽特征、缺口特征、阵列特征以及冲压特征等。

材料特征主要描述钣金零件的材料、折弯系数等相关的机械性能指标,这些数据是钣金展开、工艺分析的主要依据。

管理特征描述的是零件的管理信息,包含产品名称、设计软件、生产批量、设计者信息等,以利于产品的管理与分析。

通过以上的分析,钣金零件的特征分类如图3所示。

### 2.2 钣金零件链式结构

在钣金数控折弯中,钣金的材料、厚度、折弯宽度、折弯角度、折弯半径等特征信息决定了模具的选择以及折弯机各个轴的位置,同时系统还要根据钣金零件与机床、上下模之间的干涉情况计算出可行的折弯工序<sup>[7]</sup>。

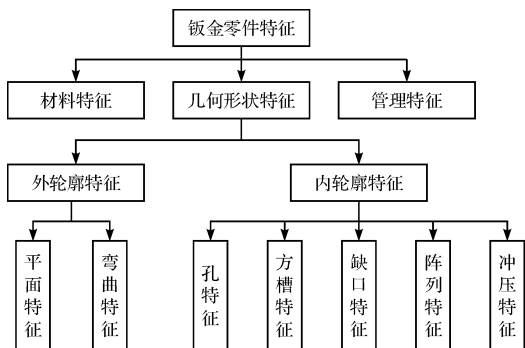


图3 钣金零件特征分类结构图

基于以上的需求,需要建立钣金零件的数据模型。

本研究采用的数据模型是以折弯面作为数据结点,多个折弯面组成双向链表的链式结构。每个折弯面必定有两个相邻的平面结点,同时折弯面还有一个与之平行的折弯面结点。折弯面结点具有折弯角度、折弯半径,折弯宽度等特征信息,平面结点具有长度、访问标志等信息。

钣金零件展开图如图4所示。

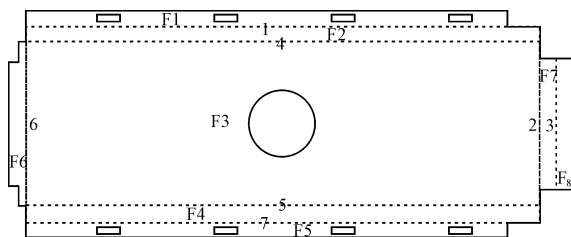


图4 钣金零件展开图

以图4钣金零件的展开图为例,该钣金零件共有7道折弯,数字1到7表示折弯线,F1~F8表示与折弯面相邻的平面,从图4可以看出,每道折弯都与两个平面相邻,并且不同的折弯面结点可能与相同的平面结点相邻,为了方便读取与数据操作,在平面结点的数据结构中需要有访问标志加以标识<sup>[8]</sup>。

由此可得到的钣金零件的双向链式结构图如图5所示。

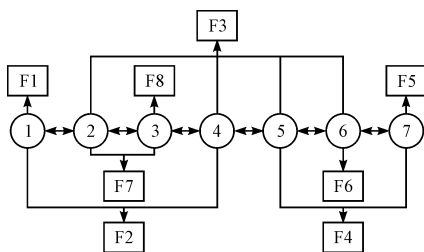


图5 钣金零件链式结构图

### 2.3 钣金零件特征识别规则

由于本研究采用的是基于裁剪参数曲面实体的

IGES 文件,并且以折弯面作为双向链表的结点,需要遍历 144 实体提取折弯面以及与各个折弯面相邻的平面。假设钣金零件的折弯数为  $N$ ,由于钣金零件上下两面相互平行且轮廓特征相同,那么以上的提取方式可得到  $2 * N$  个结点,然后将相互平行的折弯面结点相互关联,得到的  $N$  个结点示意图如图 6 所示。

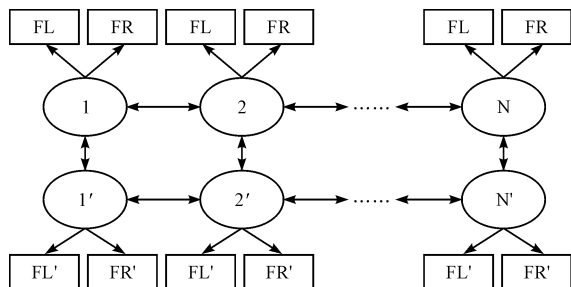


图6 钣金零件结点示意图

图6中FL与FR表示当前折弯面的左右两个平面,而FL'与FR'分别表示与FL和FR相平行的平面。

## 2.4 钣金零件特征识别算法

目前,零件特征识别的方法有很多,但可以将其大致分为两类:基于体分解和基于边界匹配的特征识别方法<sup>[9]</sup>。依据此前的介绍,钣金零件厚度均匀,当厚度无限小时,钣金零件可以看做是有界表面的集合,因此边界匹配的特征识别方法更容易获取钣金零件的特征<sup>[10]</sup>,钣金零件的特征识别主要分为两个方面:外轮廓特征识别和内轮廓特征识别。

### 2.4.1 外轮廓特征识别

(1)折弯面识别。IGES 文件中折弯面、圆柱孔曲面和倒圆角形成的曲面等都是以前120 旋转曲面实体进行表示的,此处就需要对折弯面和非折弯面进行区分。由于圆柱孔曲面和倒圆角形成的曲面通常是由钣金零件展开面根据钣金厚度拉伸形成的,该类型旋转曲面的旋转轴长度不大于钣金零件的厚度。因此,假设钣金零件的厚度为  $T$ ,旋转曲面的旋转轴长度为  $L$ ,如果  $T$  大于  $L$ ,那么该旋转曲面为折弯面;如果  $T$  小于等于  $L$ ,那么就需要分情况进行分析,根据上文介绍可知,钣金零件同一道折弯处,有一个大折弯面和一个折弯面,并且这两个折弯面旋转轴相同,而旋转半径不同,但是非折弯曲面不具备这样的性质,由此便可区分折

弯曲面和非折弯曲面。

(2)折弯角度与方向识别。钣金折弯加工过程中,不仅需要折弯的角度值,还需要折弯的方向,以此确定是否需要翻转钣金零件。IGES 文件中120 旋转实体中包括了旋转曲面的初始角度  $start\_angle$  和末端角度  $end\_angle$ ,因此折弯角度:

$$bend\_angle = |start\_angle - end\_angle|$$

至于折弯方向,钣金零件折弯特征分为大小折弯面,根据图6所示的钣金零件结点示意图,可以以某一侧的折弯面为基准,如果为大折弯面记为正方向,否则记为负方向。

(3)折弯半径识别。钣金的折弯半径是钣金展开图尺寸精度的关键因素,识别折弯半径的算法是:找到当前折弯特征的大小折弯面,假设大折弯面的半径为  $R_1$ ,小折弯面的半径为  $R_2$ ,那么钣金的折弯半径为  $R = R_1 - R_2$ 。

### 2.4.2 内轮廓特征识别

IGES 文件中144 裁剪参数曲面实体包括了曲面的内边界,通过内边界识别出内轮廓特征,并建立该特征与平面特征或弯曲特征的依赖关系。

## 2.5 实验及结果分析

本研究利用 Pro/E 软件绘制的钣金零件对特征识别方法进行测试,钣金零件示意图如图7所示。

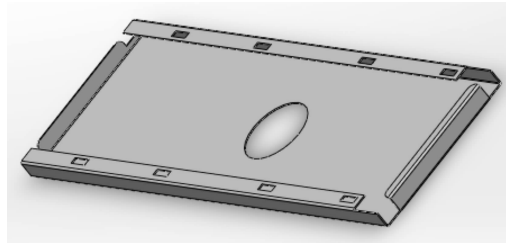


图7 钣金零件示意图

钣金工件共有7道折弯,包含了平面特征、弯曲特征、孔特征、缺口特征、阵列特征等。

本研究将钣金零件的IGES 文件导入后置处理器中,进行数据读取与特征识别,根据钣金工件各个组成曲面的数据定义,识别钣金工件的内外轮廓特征,得到如图4所示的钣金零件的展开图和如图8所示的折弯特征数据。钣金折弯特征数据如图8所示。

(下转第602页)

本文引用格式:

许加陈,游有鹏. 基于 IGES 的钣金零件特征识别的方法研究[J]. 机电工程,2017,34(6):582-585,602.

XV Jia-chen, YOU You-peng. Feature recognition method of sheet-metal based on IGES[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017,34(6):582-585,602.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>