

# 基于知识重用的飞机典型零件设计资源管理与应用

耿静\*, 高澎

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

**摘要:**为了解决飞机设计中相似零件重复建模, 设计知识缺乏管理等问题, 结合现代飞机设计全三维数字化技术, 提出了基于知识重用的飞机设计典型零件资源的知识化管理和智能化应用思路, 为企业零件类资源的管理和应用提供参考。

**关键词:**典型零件; 知识重用; 知识管理; 智能应用

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1007-5453 (2016) 09-0075-04

在飞机结构中有很多形状基本类似的零件, 由于其所处的部位不同、边界条件不同 (受力、尺寸等), 几何模型也不完全相同, 但它们的知识 (如经验公式、CAE 分析方法和流程、加工工艺规程等) 构成、应用方法和过程却基本一致。在设计这些零件时, 除了零件的几何尺寸略有差异外, 整个零件的结构、视图、注释与制造技术要求等基本上是一样的。将这类飞机中常用的结构相似且具有相同通用属性的零件定义为飞机典型零件。

目前, 有关典型零件设计的非标准则和设计知识分散地存在于各种手册中, 更多地存在于有经验的专家脑海中。这些知识以不同的形式、不同的位置存在, 缺少统一有效的管理, 无法形成知识链、知识库。在飞机的设计过程中, 设计员往往需要查阅大量的资料, 按照设计需要和技术要求, 结合自身建模习惯, 对这些零件按照同样步骤、同样的方法、同样的过程, 进行多次重复设计, 造成设计效率低下, 建模过程不规范。

国内外航空工业均已步入数字化时代, 全三维数字化设计与制造已经成为航空工业发展的主动力。典型零件设计效率不高, 严重制约了飞机型号研制周期的进一步缩短。如何更好地管理和应用飞机典型零件, 提高其设计效率, 规范其设计流程, 成为了标准化工作的一项新任务。

## 1 典型零件知识重用的实现

知识重用的根本是相似性关系。相似理论是说明自然

界和工程中各相似现象及相似原理的学说。正是基于相似性关系, 才能进行重用。目前采用的比较多的是基于实例的推理 (Case-Based Reasoning, CBR)。CBR 是类比推理的一个独立子类, 其本质是相似推理, 即通过访问知识库中过去同类问题的解决方法而获得当前新问题的解决方法。基于实例的推理由检索、重用、修改和保存 4 个过程组成, 通常称其为 CBR 循环<sup>[1]</sup>。

对飞机典型零件而言, 每一类型的零件都形状相似, 正是这种相似性关系满足了知识重用的前提条件, 同时典型零件模型本身与其相关的设计要求、工艺要求和试验检验技术要求存在着紧密关系。因此, 对于飞机典型零件的知识重用, 是对典型零件模型以及建模过程所涉及到的技术知识进行重用, 是将已经存在的模型、知识和经验使用到当前零件的设计及建模中。

典型零件知识重用的实现如图 1 所示。在知识重用过程中, 首先将典型零件及其属性信息按照一定的方式进行分类; 其次是按照规范进行建模, 形成典型零件的模型库, 对

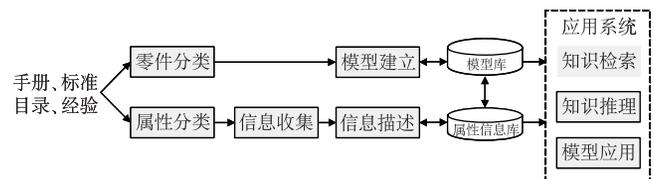


图 1 典型零件知识重用的实现

Fig.1 Realization of knowledge reuse of typical parts

收稿日期: 2015-10-21; 退修日期: 2015-12-09; 录用日期: 2016-02-03

\* 通讯作者. Tel.: 029-86832940 E-mail: AVICgj@163.com

引用格式: GENG Jing, GAO Peng. Design resource management and application of aircraft typical parts based on knowledge reuse [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27(09): 75-78. 耿静, 高澎. 基于知识重用的飞机典型零件设计资源管理与应用 [J]. 航空科学技术, 2016, 27(09): 75-78.

属性信息进行收集、描述,形成属性信息库,并将两者进行关联;通过模型库和属性信息库,在应用系统中进行检索、推理和重用。

### 2 典型零件的知识管理

典型零件作为一种资源进行管理时,为了实现知识重用,需要将典型零件模型及属性信息都作为管理对象。

#### 2.1 典型零件分类

按照典型零件知识重用的实现方式,首先需要对零件进行分类。目前,飞机零件的分类基本上是按照结构和系统来划分。结构类零件又按照部件进行细化,如机身、机翼、尾翼、吊挂及短舱、起落架等,而系统类零件则按照专业进行细分为管路类、电气类、操纵类等。按照相似性原则,为了保证零件的重用性,同时区别于标准件,归纳总结形成了 8 大基本类的飞机典型零件,包括接头、长桁、肋、齿轮、口盖、耳座、剪切角片及钣金型材。每个基本类中又归纳细分为一级子类、二级子类等,如口盖类可分解为正常式口盖和反装式口盖,反装式口盖子类再分解为受力反装式口盖和非受力反装式口盖。每一基本类都可以细分、扩展。图 2 给出了部分典型零件及其分类。

#### 2.2 模型管理

典型零件模型是典型零件设计信息的载体,通过数据库将典型零件模型数据按照图 2 所示的分类方式进行结构化化管理。

为实现典型零件模型的信息识别和智能应用,典型零件必须规范化建模。典型零件的建模方法一般包括 3 种:基于机加工序的建模方法、基于特征的建模方法、基于连接的建模方法。基于机加工序的建模方法主要是在建模过程中考虑加工刀具、加工工序而构建的一种建模方法,其对设计人员有较高的工艺水平要求,需要设计人员对零件总体构成在建模前有一个较为全面的认识,建模过程相对复杂;基于特征的建模方法是在建模之初对零件进行特征分解,建模过程中主要采取积木式的建模方法,分别构建各特征,然后进行特征合并,最终形成零件实体。该方法便于协调,比较容易操作,对设计人员水平要求不高,便于工作开展;基于连接的建模方法则主要用于接头等连接关系复杂的典型零件中,建模过程中主要考虑连接的边距等,依此设计零件的边界。

典型零件建模时应按照不同的分类,选择适合的建模方式(一种或多种),依据重用原则,采用参数化的方法,确定不同分类设计输入(即模型适应性环境变量的定义和模型自身几何参数的定义)。如接头类零件建模一般采用特征

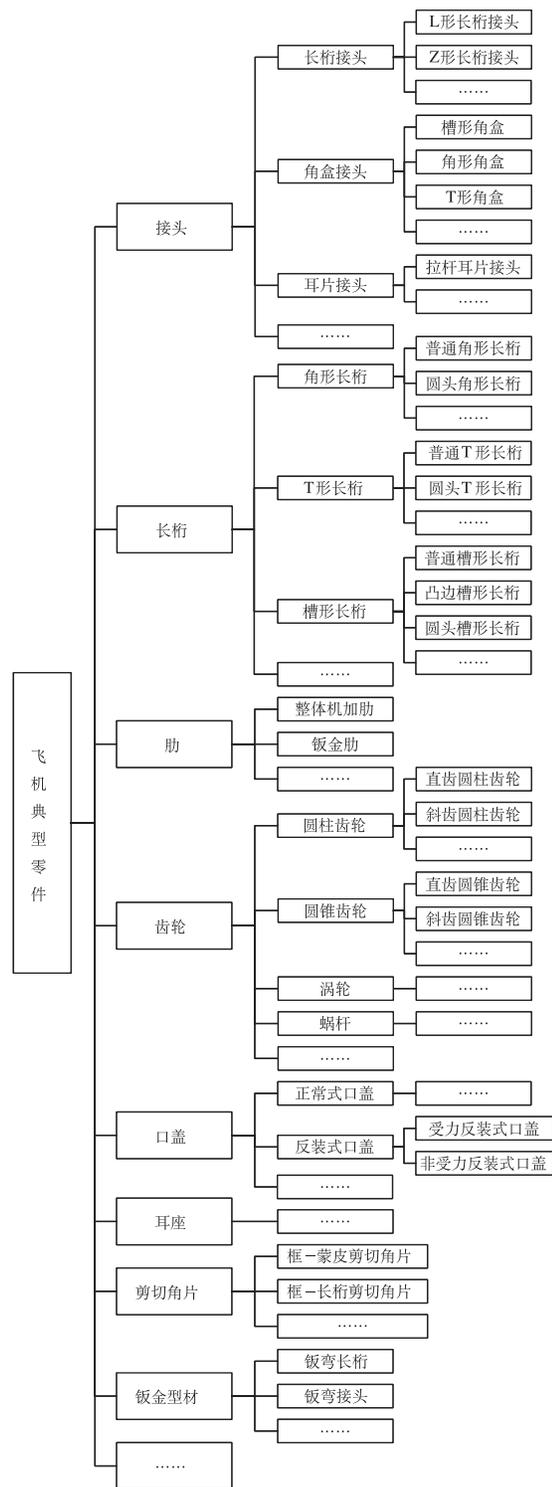


图 2 典型零件分类示例 Fig.2 Typical parts classification

与连接相结合的建模方法,零件实体可拆分为连接端板及加强筋、连接孔等特征,分别对特征进行建模,同时,需充分考虑接头与被连接结构的连接关系,主要包括钉个数、排距、间距、直径、边距、被连接结构边界、圆角、安装空间、施工路线、

维修通道等因素。长桁类零件则多采用基于控制剖面草图扫掠的特征建模方法,由剖面草图和引导线通过多截面实体操作形成长桁零件实体。

为保证模型存储、识别和应用,典型零件模型应有规范、清晰的标识。模型标识应遵循唯一、兼容和可扩展的原则,要保证模型在计算机存储中的唯一性,要与模型的生成软件相兼容,同时要保证标识可扩展,满足典型零件扩充的需要。例如,可采用“基本类代号-子类代号-顺序号”的方式,按照不同的典型零件分类对其进行标识。

### 2.3 属性信息管理

当典型零件成为一种知识时,除了零件模型,与其相关的属性信息也需要按照一定规则进行管理。有效的知识标识是实现知识重用的关键,只有完整而有效的表示典型零件使用过程中所涉及到的各类知识,才能提高典型零件的设计效率。在充分考虑了设计员的设计习惯、设计过程,以及标准化人员需要管控的相关信息后,对典型零件的属性信息进行了分类,如图3所示。

基于图3的属性分类方式,零件属性数据的组织管理应结构化,对相关的技术要求尽可能先条目化,再电子化、信息化处理,对于实在不能信息化处理的部分,可以以电子化的附件形式进行存储,同时,要保证属性信息与模型的关联性,应在零件模型上体现几何属性和部分非几何属性。

## 3 典型零件的智能应用

从图1典型零件知识重用的实现来看,典型零件的应用包括知识检索、知识推理和模型应用3个层次。

模型库和属性信息库支持典型零件按分类检索或按照属性值进行精确或模糊检索匹配,对于以附件形式存在的技术要求,抽取其关键词进行知识关联,提供基于语义的知识检索,方便设计员进行典型零件相关信息的查阅。

知识推理在典型零件模型应用的过程中体现。典型零件的模型应用即辅助典型零件的快速、优化建模,其智能化的应用流程如图4所示。其中知识获取是对已有零件的信息提取,包括零件的特征参数、连接参数、材料、几何尺寸、驱动参数值、三维标注等信息。设计优化是根据知识推理,对提取获得的设计信息进行分类,根据相关知识的推理结果提供智能修改(如填空式或菜单选择式参数定义),辅助设计员完成典型零件的优化设计和规范化建模。智能装配是对典型零件的装配设计,提供典型零件的装配知识(如配套关系、

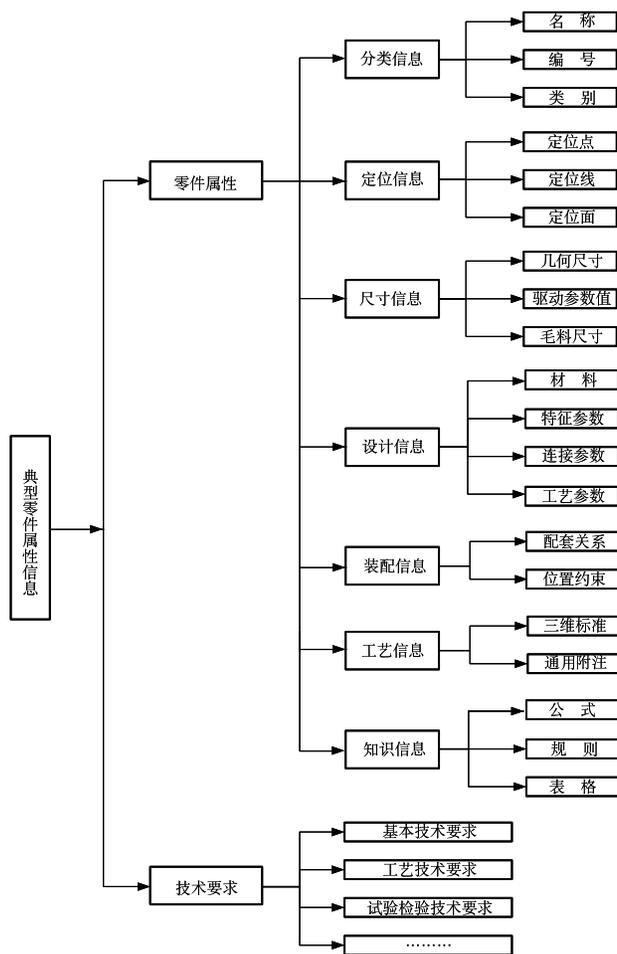


图3 典型零件属性信息分类  
Fig.3 Typical parts attribute information classification

装配约束等),通过应用环境与定位信息(定位点、线、面等),实现零件的快速、规范装配。

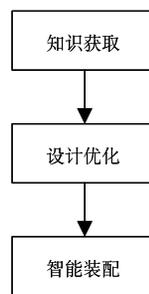


图4 典型零件模型应用流程  
Fig.4 Flow chart of typical parts application

## 4 结束语

基于模型的典型零件资源是企业信息资源的重要组成部分,将知识重用运用于典型零件资源的管理和应用当中,能够改善典型零件的应用现状,解决飞机相似零件的

反复设计问题,方便设计员快速、高效地完成零件的设计工作,减少设计员的工作量,提高设计效率和设计质量。本文提出的飞机设计典型零件资源的管理和应用方法,能够很好地实现典型零件模型数据及设计知识的识别、获取、存储、共享及应用,有效地促进企业知识资源的沉淀、共享和重用,提升企业的数字化和标准化水平。 **AST**

#### 参考文献

- [1] 叶晓峰,李建军. 基于知识重用的智能化标准件技术研究 [C]//第十届全国塑性工程学术年会、第三届国际塑性加工先进技术研讨会论文集, 2007: 347-351.

YE Xiaofeng, LI Jianjun. Research on the intelligent standard part library based on knowledge reusable scheme[C]//Selected Papers on The Tenth National Conference on Plastic Engineering & The Third International Symposium on Advanced Technology in Plastic Processing, 2007 : 347-351.(in Chinese)

#### 作者简介

耿静(1981—)女,高级工程师。主要研究方向:信息技术应用标准化。

Tel: 029-86832940

E-mail:AVICgj@163.com

## Design Resource Management and Application of Aircraft Typical Parts Based on Knowledge Reuse

GENG Jing\*, GAO Peng

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

**Abstract:** To solve problems of repeated modeling of similar parts in aircraft design and the lack of management of design knowledge, combined with the application of three-dimensional digital technologies in modern aircraft design, proposed a knowledge management and intelligent application of the typical parts resource of aircraft design which was based on knowledge reuse. The article serves as a reference for parts resource management and application in enterprises.

**Key Words:** typical parts; knowledge reuse; knowledge management; intelligent application

Received: 2015-10-21; Revised: 2015-12-09; Accepted: 2016-02-03

\*Corresponding author. Tel. : 029-86832940 E-mail: AVICgj@163.com