

面向产品全生命周期的标准件统一数据库的研究及应用

潘 盟 曹 岩 贾 峰 贺志昊 从 政

(西安工业大学机电工程学院, 陕西 西安 710021)

摘 要:制造业产品的设计过程中需要大量的标准件,其中标准件数据是产品全生命周期管理的设计数据的源头之一,标准件数据的统一、规范决定标准件数据在其他系统的数据一致,保证了规范统一的数字化协同环境,促进了企业系统之间信息集成、交流和共享。研究了标准件的基础数据和企业内各个系统对标准件数据的需求,提出了面向产品全生命周期的标准件统一数据库构建和实现方法,对企业使用的标准件进行分类、编码、制定了数据模板、三维模型,确定了标准件的统一数据。该企业使用该方法在设计端 CATIA 软件进行开发实现了面向产品全生命周期的标准件统一数据库,所开发出来的系统在设计部门得以应用,效果良好。

关键词:产品全生命周期;标准件库;统一数据;CATIA

中图分类号 TH12, TP391.72

文献标识码: B

DOI:10.19287/j.cnki.1005-2402.2021.09.022

Research and application of standard parts unified database oriented to product life cycle

PAN Meng, CAO Yan, JIA Feng, HE Zhihao, CONG Zheng

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, CHN)

Abstract: A large number of standard parts are required in the design process of manufacturing products. Among them, standard part data is one of the sources of design data for product life cycle management. The unification and specification of standard part data determine that the standard part data is consistent with other system data. A standardized and unified digital collaboration environment has promoted the integration, communication and sharing of information between enterprise systems. Based on this, this article studies the basic data of standard parts and the requirements of various systems in the enterprise for standard parts data, and proposes a method for the construction and implementation of a unified database of standard parts for the full life cycle of the product, and classifies and codes the standard parts used by the enterprise. Developed a data template, a three-dimensional model, and determined the unified data of standard parts. The company used this method to develop the CATIA software on the design side to achieve a unified database of standard parts for the full life cycle of the product. The developed system was applied in the design department with good results.

Keywords: product life cycle; standard parts library; unified data; CATIA

近年来,很多制造企业在对产品的数据管理时,主要依赖于 PDM^[1]。某兵工企业在设计端没有对标准件数据进行统一、规范:(1)当产品设计端标准件数据传入 PDM 时,由于设计端书写不规范,标准件数据信息不全,使得 PDM 中的标准件数据传入其他业务系统时,CAPP、CAM 及 ERP 无法确认工艺信息、制造信息和采购信息,使得在工艺、制造及采购阶段则出现一物多名、一名多物。(2)由于企业在设计、工艺、生产及制造等各个环节实施了多套应用系统,使得设计、工艺、生产及制造等各个环节的标准件基础数据都分散

在各业务系统中,使不同系统之间的协调工作会浪费大量时间;增加了很多无效的工作,如数据治理,浪费了人力、财力,更为严重的是造成标准件产品数据的不一致,阻碍了数字化协同研制流程的正常运行。为解决这一问题,向企业所使用的标准件的基础数据和各个系统对标准件数据的需求进行分析,提出了面向产品全生命周期的^[2-4]标准件统一数据库,在设计端统一了标准件的基础数据^[5],当数据流入 PDM、CAPP、CAM 及 ERP 系统时,保证后续的工艺、制造和采购等业务系统中的标准件数据的一致性,通过唯一属性确

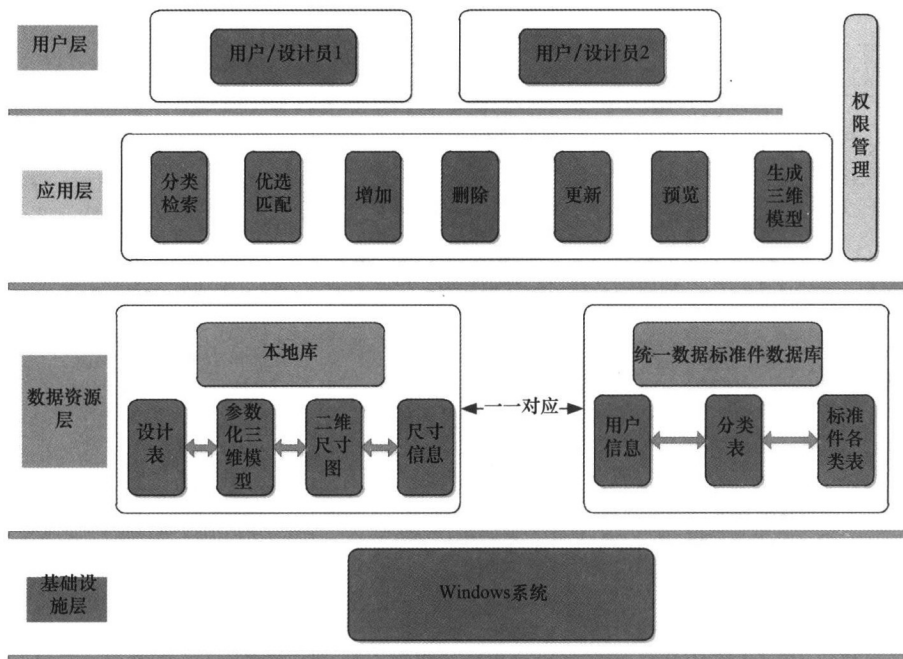


图1 统一数据标准件的结构

定唯一标准件,保证了一码一物^[6-7],缩短了产品的开发周期,提高了产品的设计质量。

在产品制造业中涉及到的设计软件有很多种,如UG、SolidWorks 和 CATIA 等,该企业内使用的设计软件为 CATIA。CATIA 是一款具有友好界面、功能强大、易于操作等特点的三维 CAD/CAM 软件,在曲面设计、钣金设计上有着明显的优势。利用 CATIA 知识工程进行参数化建模^[8],为模型的存储节省了空间,利用 CATIA 的二次开发 CAA 在 B/S 结构下进行交互界面的开发和标准件库的建立有利于设计端对标准件数据的管理^[9-11]。

统一数据标准件库主要由本地库和数据库两部分组成,其组织结构及其功能如图 1 所示。

1 标准件的统一数据

统一数据是将分散、杂乱的数据按照一定的标准、规范形成一条一致的数据。

标准件的统一数据是面向产品全生命周期的整个过程,包含了产品在使用过程中设计、制造、工艺和采购各个系统对标准件数据的需求,根据各个系统的需求,形成了一条一致的标准件主数据,包含了标准件分类、标准件编码、标准件数据模板及标准件三维模型,它们之间的关系如图 2 所示。

标准件的统一数据的制作流程:收集某兵工企业内各个系统使用的所有标准件,以标准件属性为第一原则,便于企业管理和检索,制定合理的分类;根据标

准分类,制作标准件编码,编码不仅满足现在要求,还的应对以后会增加的标准件;分析各个部门对标准件数据属性需求和标准件基础属性,根据分类制定统一的数据模板。统一数据的制作流程如图 3 所示。

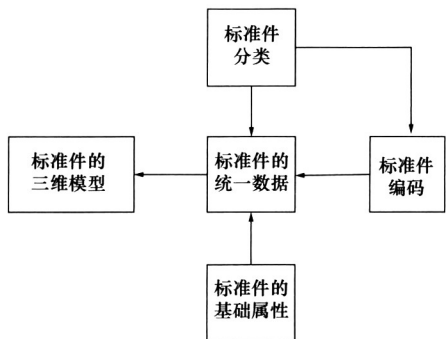


图2 标准件分类、编码、数据模板、三维模型之间的关系

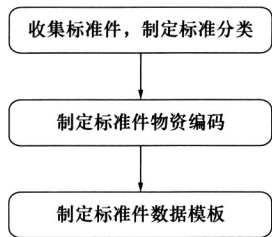


图3 统一数据制作流程

1.1 标准件分类

标准件是指在结构、尺寸、画法等方面全部已经标准化,标准件的分类在机械产品手册上已经有具体的分类,针对企业需要制定符合自己的分类,调研国内外现状和参考机械设计手册制定适合企业自己的分类。

分类要求如下：

(1)明确标准件分类的范围,分类必须包括从设计、工艺、制造和采购等部门的全部标准件。

(2)标准分类要以标准件的自然属性为第一分类原则,并兼顾企业管理要求与实用性相结合原则。

(3)在确定标准件分类的过程中,参照国家和行业相关标准,结合企业标准件特性进行科学分类,确定合理的分类层级,并对每个类别所包含的内容进行明确的定义,最终形成分类标准。

(4)分类要适应物资集中采购的管理需求,适应信息化建设集成、整合、应用一体化的管理要求,做到实用、方便。标准件的分类如图 4 所示。

1.2 标准件编码

面向产品全生命周期的标准件统一数据模板的重要前提是建立合理科学的统一编码。统一编码是实现信息集成、交换、共享的前提,也是企业进行管理和信息化工作的重要基础,由于企业在不同型号间重复编码、设计与制造单位编码不兼容,造成企业内部编码的多样性和不完整性,各个子公司和业务系统多应用独立的编码,造成“一码多物、一物多码”的现象,给各个系统之间数据交互和共享带来了困难,统一编码利于企业分工明确、检索标准件信息等。针对企业,标准件的编码要求如下：

(1)按照标准分类:按照大类、中类、小类分别赋码,分别为两位编码。

(2)预留码:两位预留码预防以后会增加的新的标准件。

(3)一种标准件有多种规格型号,四位流水码不仅要满足当前需要,还要满足未来会新增的多种型号规格;通过分类码对标准件进行分类管理,不仅适应数据管理与实际的需求,也便于产品在使用过程对标准件的统计分析;对不同规格型号的标准件赋予流水码,

螺栓的统一数据如图 7 所示,六角头带槽螺栓统

在类别调整的情况下,也能保持代码的稳定性。

(4)唯一性:每个标准件的统一数据仅为一个编码。如图 5 所示。

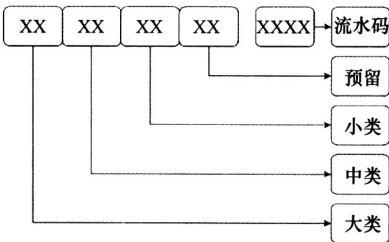


图5 标准件编码

1.3 标准件数据模板

标准件的统一数据在产品的整个生命周期过程中提供了完整的标准件数据信息,并根据标准件分类和各个系统的需求,根据分类、编码制作出标准件数据模板,其中轴承零件又细分为 3 种。当设计端产品的物料清单产生后,其中的标准件数据信息就会在产品的整个生命周期过程中进行传递,供各个业务系统使用,标准件的统一数据,包含了设计端需要的设计数据、工艺所需要的工艺数据、制造端所需的制造数据以及采购端所需要的采购数据等,标准件信息都严格遵守标准件数据模板,标准件统一数据保证标准件数据信息能够在各个系统中进行无缝传递。针对企业,标准件的数据模板要求如下：

(1)分析企业内部的设计、工艺、生产、制造各个部门对标准件数据信息需求,定制合理的标准件数据模板。

(2)标准件统一数据的数据模板,其中模板中数据信息依据最新版修订的标准件的标准文件。

(3)标准件统一数据模板信息满足企业以 BOM 为核心的 PDM、CAPP、ERP 系统集成,有效地实现企业数据流的闭环管理与信息集成。标准件模板信息如图 6 所示。

一数据包含 CATIA、CAM、ERP、CAPP 所需要的全部

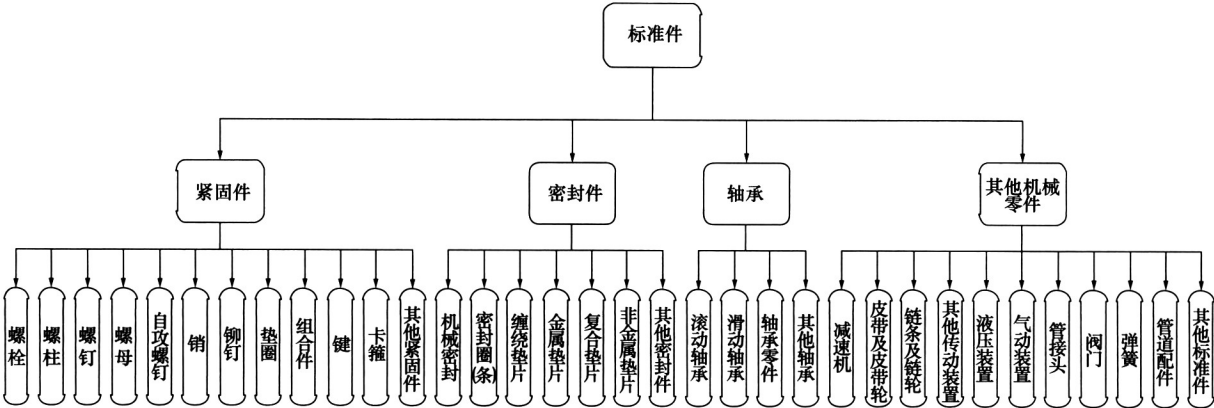


图4 标准件分类

数据。螺栓模板信息及各系统的需求如图 8 所示。

1.4 标准件的三维模型

标准件的三维模型利用 CATIA 知识工程进行参数化建模,将标准件的三维模型储存在本地库中进行统一管理。标准件统一数据与三维模型是一一对应的,由于相同产品标准号下的同型号规格标准件信息由于材质、性能等级、表面处理、产品等级和表面处理的不同产生多种标准件统一数据。针对这种情况,主要以编码来确定一条标准件统一数据,根据这条标准件统一数据确定与之对应的标准件三维模型,确定完成后,对标准件三维模型根据标准件统一数据进行属性的定义。标准件六角头带槽螺栓的统一数据和该统一数据对应三维模型及标准件属性的定义如图 9 所示。

2 标准件统一数据库的设计

采用的数据库为 SQL Server 数据库。统一数据库可以实现标准件统一数据的管理,完成统一数据库逻辑设计和物理设计,以及表之间的关系,确保设计人员在开发界面能够在最短时间能够精确检索出自己所需

要的数据。

2.1 标准件统一数据库的逻辑设计

统一数据库的逻辑设计要非常严谨,严格按照标准件数据模板进行字段的定义,确定表与表之间的关系,以中类表、小类表、紧固件模板表为例进行展示。中类表逻辑结构设计如表 1 所示,小类表逻辑结构设计如表 2 所示,紧固件的逻辑结构设计如表 3 所示。

表 1 中类表结构

列名	数据类型	文字描述
Num	Int	主键
Name	Nvarchar(10)	中类

表 2 小类表结构

列名	数据类型	文字描述
Num1	Int	主键
Name1	Nvarchar(10)	小类
Number1	Int	外键

紧固件模板	物资名称	物资简称	产品标准号	材质	型号规格	性能等级	表面处理	产品等级	特殊要求	发布时期	价格	
密封件模板	物资名称	物资简称	产品标准号	材质	型号规格	特殊要求	发布时间	价格				
轴承模板	物资编码	滚动轴承	物资名称	物资简称	材质	前置代号	基本代号	后置代号	产品标准号	特殊要求	发布时间	价格
	物资编码	滑动轴承	物资名称	物资简称	材质	代号	产品标准号	特殊要求	发布时间	价格		
	物资编码	轴承零件、附件	物资名称	物资简称	材质	代号	产品标准号	特殊要求	发布时间	价格		
	物资编码	物资名称	物资名称	型号规格	产品标准号	材质	特殊要求	发布时间	价格			
其他机械零件	物资编码	物资名称	物资名称	型号规格	产品标准号	材质	特殊要求	发布时间	价格			

图6 标准件数据模板

编码	全程	简称	产品标准号	材质	型号规格	性能等级	表面处理	产品等级	特殊要求	价格	发布时间
010107000015	六角头带槽螺栓	螺栓	GB 29.1-1998	钢	M4x14	8.8	氧化	A	Ct-O	0.0465	2013-6-24

图7 螺栓的模板信息

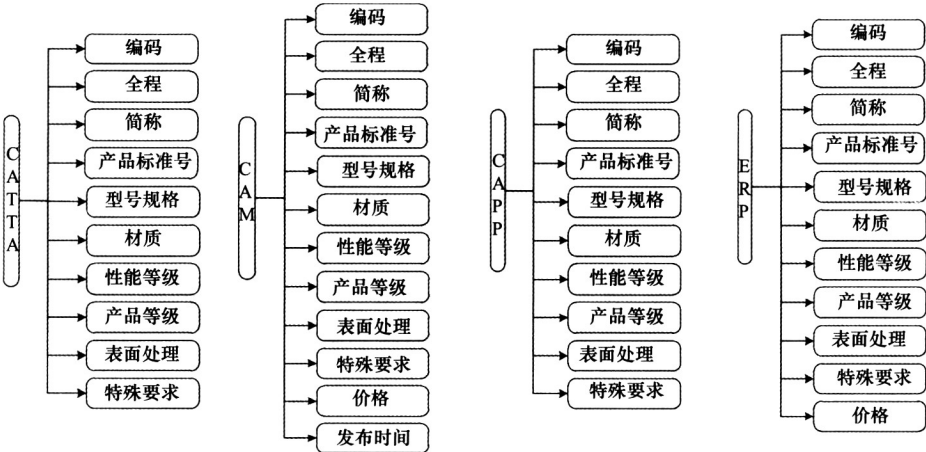


图8 螺栓模板信息及各系统的需求

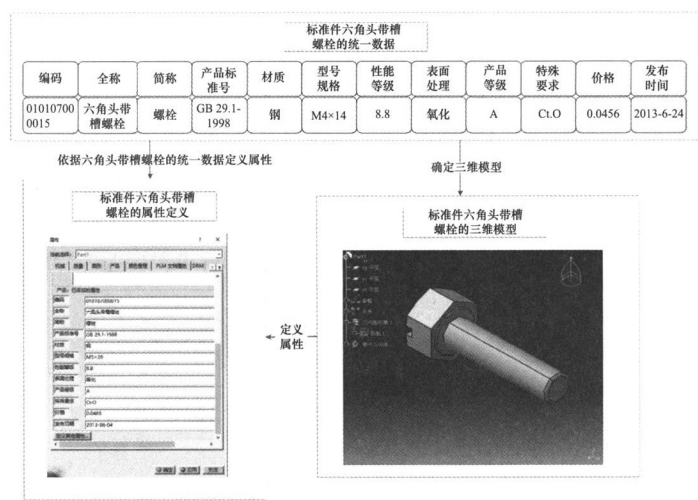


图9 螺栓的统一数据、三维模型及属性定义

表 3 紧固件的模板表

列名	数据类型	文字描述
Num	Int	主键
Numcode	Nvarchar(10)	编码
Name	Nvarchar(10)	全称
Number	Nvarchar(10)	产品标准号
Name1	Nvarchar(10)	简称
Material	Nvarchar(10)	材质
Modelandspecification	Nvarchar(10)	型号规格
Perforandevel	Nvarchar(10)	性能等级
Surfacetreatment	Nvarchar(10)	表面处理
Productgrade	Nvarchar(10)	产品等级
Specialrequirements	Nvarchar(10)	特殊要求
Prices	Nvarchar(10)	价格
Date	Nvarchar(10)	发布日期
Long	Int	外键

2.2 标准件统一数据库数据表之间的关联

将数据表之间进行关联,确定关系,避免数据冗余,提高数据的利用率。以中类表、小类表、密封件各类表为例,大类表的主键为小类表的外键,小类表的主键为密封件各类表的外键,将它们之间进行关联。中类表、小类表及各密封件表之间的关系如图 10 所示。

3 面向产品全生命周期的标准件统一数据库的开发流程

标准件统一数据库在 CATIA 中通过二次开发以插件的形式展现管理员和设计人员,点开插件标准件统一数据库,可以按照需求检索标准件,可以查看标准件详细的尺寸信息、三维模型的预览、二维尺寸图的预览,最后调用本地库的模主型进行尺寸驱动生成三维

模型。通过详细尺寸信息,二维尺寸图,三维模型的预览,可以在直观了解标准件的几何特征信息,使用户在设计时更具有目的性。开发过程中使用的方法如下:

- (1)CATIA 的二次开发是对 CATIA 软件的定制化,其中二次开发的方式有好几种,其中基于 CAA 的 CATIA 二次开发功能强大,开发效率高且稳定,结合特定的开发环境 RADE,以 VC++2005 为载体,搭建开发环境。
- (2)在 CATIA CAA 开发环境下,使用 CATDlog 命令,利用标签、文本框、选择列表等空间进行交互界面的开发。
- (3)利用 ADO 连接标准件统一数据库,主要使用两个接口, _CommandPtr 和 _ConnectionPtr, _Command Ptr 便于管理员对数据的增加、删除、更新,对标准件统一数据库的维护和管理。使用 _Connection Ptr 接口便

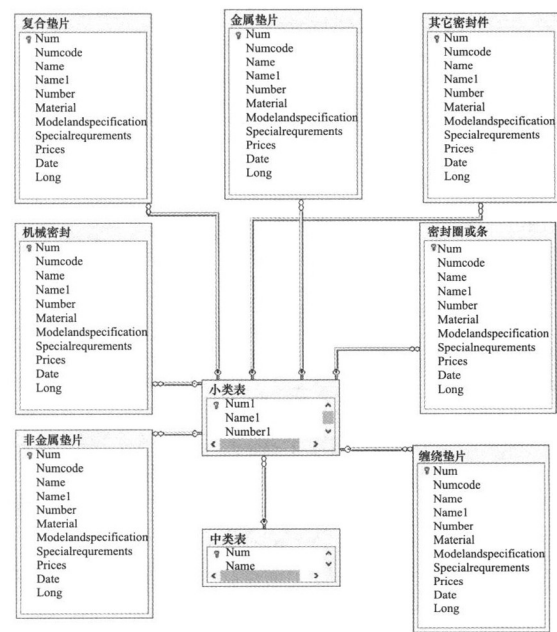


图10 中类表、小类表及各密封件表之间的实体关系图

利设计人员按照类别检索和进行模糊查询,将查询的结果加载到交互界面上。

(4) 连接本地库 ObjectModelerBase 框架下的 CATDocumentServices 接口,标准件的三维模型都存放在对应类别的文件夹下,模型的文件名都是以标准件编码命名,以螺栓为例:CATDocumentServices::Open (“D:\标准件\紧固件\螺栓\010107000013.CAT-Part”,pDoc)。

(5) 三维模型的预览利用 CATNavigation3DViewer 方法可以零件模型;二维尺寸图的预览 CATDialog 接口中的 SetIconName()方法。

(6) 生成三维模型是将三维模型主模型加载到当前的 Product 下使用 CATIPProduct 接口中的 AddProduct ();如果是同产品标准号不同型号标准件生成三维模型要根据主模型进行尺寸驱动,尺寸驱动使用 CATIck-eParnFactory 接口,遍历当前标准件主模型参数,修改参数,更新生成三维模型。面向产品全生命周期的标准件统一数据库管理系统的开发流程图如图 11 所示。

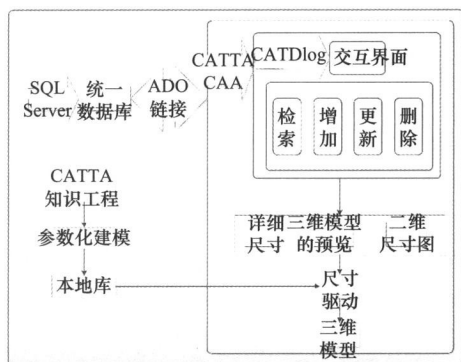


图11 面向产品全生命周期的标准件统一数据库的开发流程图

4 标准件实例展示

检索产品标准号为 GB 29.1—1988, 型号规格 M5×20的螺栓进行展示为例,按照类别检索如图 12 所示,螺栓的详细信息如图 13 所示。

5 结语

本文分析了现有企业在产品设计端和数据管理存在的缺陷,提出了面向产品全生命周期的统一数据管理方法,并开发出面向产品全生命周期统一数据库,结论如下:

(1) 根据企业内各系统对标准件数据的需求,提出了标准件统一数据的概念,设计了标准件的分类、编码、数据模板。

(2) 在标准件统一数据的前提下,提出了标准件统一数据库的设计和表之间的关联。

(3) 设计了面向产品全生命周期的标准件统一数

据库管理库的开发流程,并完成开发,在 CATIA 的交互界面中,通过检索确定信息,生成三维模型。本文的研究以应用与某车辆工程研究所。

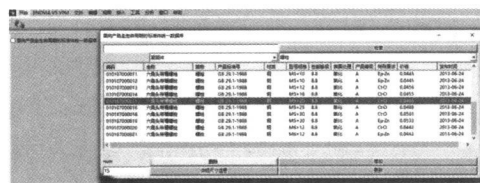


图12 检索标准件M5×20的螺栓

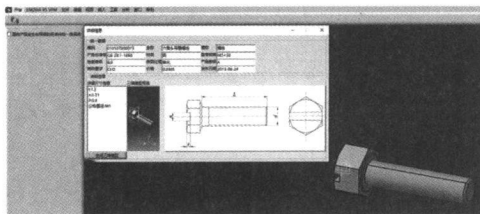


图13 螺栓的详细信息

参考文献

- [1] 杜岳峰,傅生辉,毛恩荣,等.农业机械智能化设计技术发展现状与展望[J].农业机械学报,2019,50(9):1-17.
- [2] 周永,罗小琦,李荣强,等.面向全生命周期的飞机产品数据架构技术[J].航空学报,2016,37(1):324-334.
- [3] 燕昊,何淳真,康莹,等.基于PLM的数据知识分析与应用[J].计算机技术与发展,2018,28(4):95-98,103.
- [4] 刘昱,闫光荣,雷毅.面向产品全生命周期的标准件库研究与实现[J].图学学报,2012,33(2):21-25.
- [5] 夏秀峰,梁利亮,李李佳.PDM中单一BOM数据源的NoSQL数据组织研究[J].小型微型计算机系统,2016,37(7):1440-1444.
- [6] Boeing Frontiers Online. DCAC/MRM paves way to simpler production system[EB/OL]. Washington, D. C.: Boeing Company, 2003-2004, (2003-12/2004-01) [2015-09]. http://www.Boeing.com/news/frontiers/archive/2003/december/i_ca2.html.
- [7] 吴超,钟峰,安然,等.航空工业统一代码在企业标准件库中的应用[J].航空标准化与质量,2018(4):3-6.
- [8] Charalamos A Tzivelekis, Lazaros S Yiotis, Nikolaos A Fountas, et al. Parametrically automated 3D design and manufacturing for spiral-type free-form models in an interactive CAD/CAM environment[J]. International Journal on Interactive Design and Manufacturing, 2017,11(2).
- [9] 杜宝江,赵正涛,邹晓萍,等.基于CATIA/VPM平台的飞机标准件应用与管理技术[J].现代制造工程,2017(6):121-124,149.
- [10] 石胜友,莫蓉,杨海成,等.面向网格服务的标准件库系统集成[J].计算机辅助设计与图形学学报,2006(4):551-555.
- [11] Hanan Taleb, Mousa A Musleh. Applying urbanparametric design optimisation processes to a hot climate: Case study of the UAE[J]. Sustainable Cities and Society, 2015,14:236-253.

第一作者:潘盟,男,1994年生,本科,主要研究方向为先进制造。

(编辑 谭弘颖)

(收稿日期:2020-12-30)

文章编号:20210924

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

