

钛合金材料数据库系统的设计与开发

孙 宇¹, 曾卫东¹, 韩远飞¹, 邵一涛¹, 王腾飞¹, 赵永庆²

(1. 西北工业大学 凝固技术国家重点实验室, 西安 710072;

2. 西北有色金属研究院, 西安 710016)

摘 要: 对国内外钛合金相关的数据信息进行大范围的收集, 基于数据库技术和模块化设计方法, 采用面向对象的 Visual Basic 6.0 程序设计语言开发钛合金材料数据库系统。该系统由钛合金基本知识、信息查询、应用、标准、数据管理和系统等 6 大功能模块组成。结果表明: 该系统对钛合金材料的数据信息进行了科学的分类管理, 提供了多种方式的高效查询方法, 实现对钛合金材料数据的有效维护。

关键词: 钛合金; 面向对象; 数据库; 查询

中图分类号: TF 804.3

文献标志码: A

Design and development of database system for titanium alloys

SUN Yu¹, ZENG Wei-dong¹, HAN Yuan-fei¹, SHAO Yi-tao¹, WANG Teng-fei¹, ZHAO Yong-qing²

(1. State Key Laboratory of Solidification Processing, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2. Northwest Institute for Nonferrous Metal Research, Xi'an 710016, China)

Abstract: Based on the database technology and modularization designing method, a database system for titanium alloys was developed using Visual Basic 6.0 object-oriented programming language. It is an intelligent inquiry system concerning all kinds of information in the field of titanium alloys. The database system consists of 6 modules, the basic knowledge, the information inquiry, the application, the standard, the data information management and system. With the help of the database system developed, it is found that the information of titanium alloys could be scientifically classified and systematically managed. The system provides simple and recognizable user interfaces for ease of use, and it facilitates the related data and the highly efficient inquiring methods.

Key words: titanium alloy; object-oriented; database; inquiring

钛合金因其自身的低密度、高比强度、耐高温、耐腐蚀、生物相容等优点, 在国防和制造等众多领域得到极为广泛的应用, 已成为新工艺、新技术、新设备不可缺少的节能、高效、环保型全能金属材料^[1-2]。近年来, 随着钛合金工业的迅猛发展, 有关钛合金的牌号、成分、性能、工艺和标准等相关数据信息已经达到了惊人的数量, 要全面系统地了解某一种合金的数据及相关知识, 如果仅依靠传统的查询方式——翻阅

大量工具书手册、文献资料和图表, 必将给工程技术人员带来相当繁重的劳动, 同时也会浪费大量时间。因此, 运用数据库系统对大量杂乱的数据信息进行分类存贮及有效方便的应用, 已成为一个十分现实而且亟待解决的问题。

世界许多发达国家相继开展了材料数据库方面的工作, 并开发了许多该方面的系统软件。其中, 以美国、日本和欧洲部分国家投入的精力最大, 拥有的数

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目(2007CB613807); 新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-07-0696); 凝固技术国家重点实验室(西北工业大学)开放课题资助项目(35-TP-2009)

通信作者: 孙 宇, 博士研究生; 电话: 029-88460516; E-mail: sunyu.npu@gmail.com

数据库种类和数量也最多。美国科研工作者建立的数据库不论在数量上还是规模上均居世界首位。其中材料数据库所占的比例最大,尤以综合型网络商业数据库 Mat Web 最为著名^[3],它涵盖了金属材料、复合材料、陶瓷和塑料等超过 58 000 余种材料的数据,并可以通过多种方式对数据信息进行查询。芬兰 TVO 和 VTT 工业系统针对管道材料联合开发了 TVO/VTT 材料数据库^[4],它可以同时获得材料的疲劳曲线、相似材料等信息,为该领域材料的各种信息查询提供了极大的方便。德国技术试验协会建立的金属数据库 SOLMA,收录了黑色和有色金属的种类达 3 000 余种,数据达 20 000 余条^[5]。日本国立材料科学研究院(NIMS)对材料数据库的研究也很深入^[3],为解决已有数据库资源过于分散且难以维护和更新的情况,于 2001 年整合了 11 个材料数据库系统。

我国材料数据库的研究工作始于 20 世纪 80 年代末期,迄今各行业、各领域的科研、生产机构均建立了大量不同规模和用途的材料数据库。比如航空航天工业部材料数据中心和北京航空材料研究所联合开发了航空材料数据库和国家 863 复合材料数据库^[6],该库除航空材料外还有大量的通用材料、特种材料和外国材料数据。上海材料研究所等单位建立的机械工程材料数据库^[7],包括常规物理常数、力学性能、化学性能等 20 余万条数据。中国科学院开发的科学数据库是目前国内涵盖信息量最大,跨学科领域最广、综合性最强的科学信息服务系统,该数据库的子库之一——材料数据库已于 2002 年正式全面启动,包括材料焊接数据库,材料环境性能与时效分析数据库和材料腐蚀数据库等 7 大材料数据库。

本文作者基于 Access 2000 关系型数据库管理平台,采用面向对象的可视化编程语言 Visual Basic 6.0 软件设计并开发一套有关钛合金全方位信息的材料数据库系统。该系统功能强大,界面友好,全面系统地收集、整理、存储了钛合金材料的相关数据,而且用户可以方便、快捷地对合金材料的数据信息进行查询。

1 钛合金材料数据库的建立

1.1 材料数据库数据的收集与整理

钛合金材料数据库数据的收集及整理加工是一项十分繁琐而耗时的工作。如何将数据在数据库中置放并便于查询、利用是一项技术性、关键性的工作。本研究针对目前国内外钛合金数据库普遍存在的数据不

全、内容单一等不足,确定了钛合金数据库数据信息的收集、选择、分类和提取的原则。通过钛合金相关材料手册、钛合金标准、知名学术刊物、会议文集和网络等途径查阅国内外有关钛合金材料的权威资料。本库收集了大量数据库所需钛合金材料的性能、工艺参数并对其加以整理,数据信息多达 3000 余条,涵盖了目前现有各种钛合金的工艺、组织、性能、标准和应用等方面的全部信息,为数据库的建立打下了坚实的基础。

1.2 数据库的设计

在数据信息管理系统中,数据库的设计是一个极为重要的环节,它直接影响到程序代码的编写以及系统运行的稳定与速度,是开发数据信息管理系统成功与否的关键。本数据库在保证数据文件可靠性强、存取速度快的前提下,力求占用最小的空间、存贮最多的数据信息。因此,对于钛合金材料的图片信息,本数据库不以传统二进制的形式对图片进行保存,而是将图片的文件名存入到数据库的相应数据表的字段名中,而该图片文件则保存在相应的文件夹中^[8]。这样不仅大大降低了图片文件在数据库中所占用的空间,而且提高了数据库系统的检索速度。

对钛合金材料的数据信息进行仔细研究及科学分类后,根据实际情况对数据库系统的结构和功能进行总体设计。库内包含 7 个数据分库(用户信息分库、钛合金基本知识分库、基本信息分库、性能分库、工艺分库、用途分库、标准分库),82 个数据表(钛合金基本信息数据表、化学成分含量表、物理性能表、力学性能表和锻造工艺表等)。为了区别数据库中数据信息在表中的唯一性,数据表借助各表主键——“合金牌号”使之相互关联,从而构成关系数据库 Titanium,数据库总体结构如图 1 所示。

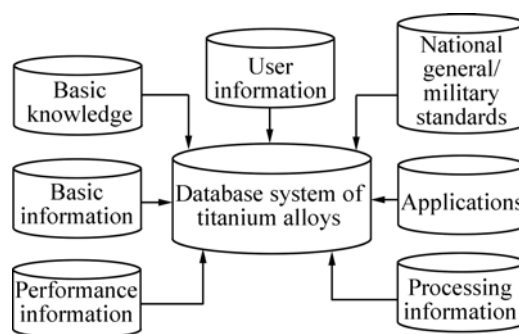


图 1 钛合金材料库结构

Fig.1 Structure of titanium material database

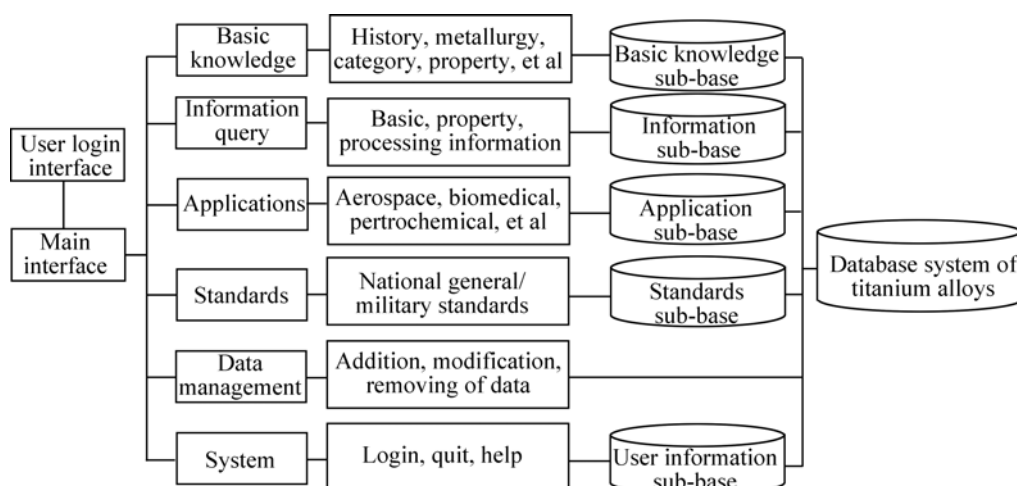


图 2 钛合金材料数据库的系统结构与功能模块

Fig.2 Structure and functional module of database system for titanium alloys

2 钛合金数据库系统的开发

数据库系统是供用户在可视化界面管理平台上操纵后台数据库的应用人机对话界面。本系统采用结构化分析的设计思想^[9-10], 对系统进行合理的逐层划分, 将复杂的系统分解成相对独立、功能单一的模块。每个模块可以单独进行设计、编写和调试, 方便系统对其进行修改和完善, 最后按各模块的从属关系把它们有机整合起来, 构建满足功能需求、层次分明、结构合理的数据库系统。本数据库系统包括钛合金基本知识、钛合金信息查询、钛合金应用、钛合金标准、钛合金数据管理和系统 6 大模块, 其总体结构如图 2 所示。

2.1 钛合金基本知识模块

随着对钛合金研究的不断深入, 其相关知识也在逐渐增多。鉴于本系统用户知识水平的参差不齐, 对钛合金领域基本知识的掌握程度也各不相同, 为了系统开发的全面性、钛合金基本知识的普及和扫清用户盲点, 特开发此功能模块。本模块包括: 钛合金发展历史、钛的冶金学、钛合金分类、性能、显微组织、织构、金相制备和合金化元素。所收集的钛合金知识来源广泛, 涵盖全面、内容权威可靠, 用户可以通过点击相应的知识选项, 全方位、多角度地对钛合金相关知识进行详细了解。此外, 模块中还开发了“关键词搜索”功能, 用户在使用本系统过程中如遇到陌生

的关键词, 可立即搜索从而进行直接定位, 为用户提供很大的方便, 窗体界面如图 3 所示。

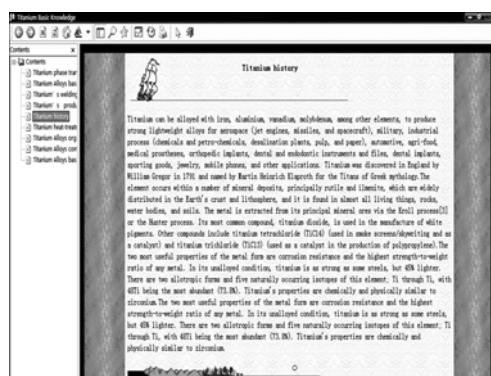


图 3 数据库中钛合金基本知识界面

Fig.3 Interface of basic knowledge on titanium alloys in database

2.2 钛合金信息查询

对于一个功能强大的材料数据库系统, 首先应具有强大的查询检索功能, 以满足用户快速查出所需要的数据信息^[11]。本模块的开发主要利用前台数据库系统对库中钛合金相关数据信息进行各种查询检索。该模块包括: 钛合金基本信息查询、钛合金性能信息查询和钛合金工艺信息查询三大部分。其中, 钛合金分类信息查询包括查询钛合金的合金牌号、名义成分、合金类型、所属国家、合金的应用范围、 β 转变温度和化学成分。性能信息查询包括物理性能、化学性能和力学性能, 工艺性能查询共包括锻造工艺和热处理工艺两部分。

本模块设计了多角度的检索方式,用户可根据需要选择适当的查询方式:精确查询、模糊查询、单一查询和复合式查询。在单一查询中,用户可以按照合金牌号、名义成分、化学元素、性能要求和应用用途等5个查询标准对合金信息进行检索;复合式查询时,用户可以从以上5个角度对所选合金进行多条件限定,最终确定出欲查找的钛合金材料。同时,为了方便用户的使用,在该界面中直接显示检索出来的某合金牌号的钛合金相关信息。图4所示为数据信息复合查询界面。



图4 钛合金信息复合查询界面

Fig.4 Interface of compound query in database system for titanium alloys

2.3 钛合金应用

为了各行业的用户可以方便地查询本研究领域内钛合金的国内外最新应用情况,本系统开发了钛合金应用模块。该模块对钛合金在国防建设、生物医学、生产制造、体育休闲和交通能源等领域进行了全面细致的介绍。对初学者来说,可以对钛合金在各领域的应用前沿有一个感性的认识。与钛合金基本知识模块类似,本模块也采用了关键词定位技术。通过输入关键词进行定位查询,直接查询到用户所要查询的相关信息。

2.4 钛合金标准

近年来,钛合金制品(包括板材、棒材、管材、丝等材料)的生产种类日趋繁多,且广泛应用于飞机、雷达、导弹和坦克等军工制造业,每种产品都有其各自的标准。传统方法中,工程技术人员欲得知某一项钛合金标准,必然翻阅大量的相关钛合金标准手册,费时耗力。因此,为方便用户快速准确的查询典型钛及钛合金的标准,此功能模块的设计与开发显得尤为重要。该模块包括普通国家标准、国家军用标准和美国宇航材料标准(AMS)等。其中,包括钛及钛合金牌号和化学成分标准、钛及钛合金丝标准和钛及钛合金板

材标准,用户可以根据自己需要的内容进行快速便捷的查询。图5所示为钛合金化学成分军用标准的查询界面。在该界面中,用户可以通过合金牌号查询到相应合金的详细介绍、化学元素含量以及关于该合金的军用标准的信息原件。

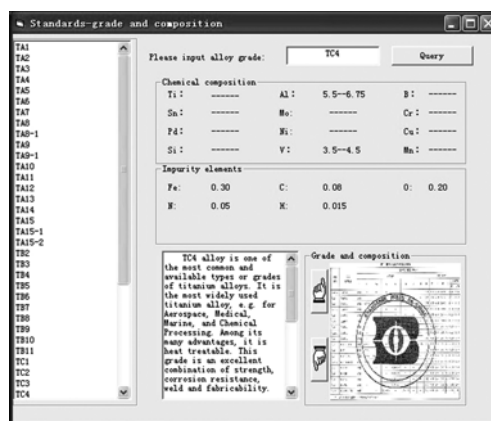


图5 TC4钛合金化学成分军用标准的查询界面

Fig.5 Query interface of chemical composition for military standard of TC4 alloy

2.5 钛合金数据管理

数据管理模块的开发是为了系统管理员对数据库能够进行及时有效的维护,该模块包括对数据库中的材料信息进行添加、修改和删除等操作。这一功能使数据库系统可以在使用过程中不断地充实和完善,通过人机交互操作,最终实现用户对钛合金材料库的管理和维护,从而使后台数据库具有一定的可扩展性。为保证数据信息的安全性及可靠性,本模块需通过管理员身份验证后,才可以对数据库中的数据信息进行添加、修改和删除操作。否则,普通用户没有权限使用此功能对数据信息加以管理。图6所示为TC4钛合金的数据信息修改界面。



图6 TC4钛合金数据修改界面

Fig.6 Interface of modification of information on TC4 alloy

3 结论

本研究以大量钛合金相关权威数据信息为基础,运用面向对象的可视化程序设计技术建立一套功能完善、界面友好的钛合金材料数据库系统。该系统提出了多角度、多层次的智能查询方法用于准确获取数据信息,使设计人员摆脱了翻阅手册的繁琐工作,大大提高了效率。实现了钛合金材料信息的实时添加、更新和删除,为数据库的网络化集成以及材料信息的交互与共享奠定了坚实基础。

REFERENCES

- [1] 李 梁, 孙建科, 孟祥军. 钛合金的应用现状及发展前景[J]. 钛工业进展, 2004, 21(5): 19-23.
LI Liang, SUN Jian-ke, MENG Xiang-jun. Application state and prospects for titanium alloys[J]. Titanium Industry Progress, 2004, 21(5): 19-23.
- [2] EZUGWU E O, WANG Z M. Titanium alloys and their machinability—A review[J]. Journal of Materials Processing and Technology, 1997, 68: 262-274.
- [3] 李 霞, 苏 杭, 陈晓玲, 杨才福, 谢 刚. 材料数据库的现状与发展趋势[J]. 中国冶金, 2007, 17(6): 4-8.
LI Xia, SU Hang, CHEN Xiao-ling, YANG Cai-fu, XIE Gang. Present status and future of materials database[J]. China Metallurgy, 2007, 17(6): 4-8.
- [4] SMEEKES P, ALHAINEN J, LIPPONEN A, et al. The TVO/VTT material database[C]//Transactions of the 17th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology. Prague, 2003: 17-22.
- [5] 郝建伟, 肇 研. 先进材料性能数据库发展现状及建议[J]. 航空制造技术, 2001(6): 30-32.
HAO Jian-wei, ZHAO Yan. Present status and suggestion of database of advanced material properties[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2001(6): 30-32.
- [6] 周洪范, 张朝纲. 试谈材料数据库的现状、发展及对策[J]. 材料工程, 1991(2): 16-18.
ZHOU Hong-fan, ZHANG Chao-gang. The present status, development and countermeasure of the materials database[J]. Journal of Materials Engineering, 1991(2): 16-18.
- [7] 周洪范. 对振兴我国材料数据库的浅见[J]. 物理测试, 1993(5): 236-240.
ZHOU Hong-fan. An overview on promoting materials databases in China[J]. Physics Examination and Testing, 1993(5): 236-240.
- [8] 孙 宇, 曾卫东, 王腾飞, 韩远飞, 邵一涛, 赵永庆, 周义刚. 钛合金材料图片信息管理系统的设计与开发[C]//第六届华北(扩大)塑性加工学术年会文集. 北京, 2009: 117-122.
SUN Yu, ZENG Wei-dong, WANG Teng-fei, HAN Yuan-fei, SHAO Yi-tao, ZHAO Yong-qing, ZHOU Yi-gang. Implement and design of an images information management system for titanium alloys[C]//The 6th North Plastic Processing Conference. Beijing, 2009: 117-122.
- [9] 高春艳, 李俊民, 刘彬彬. Visual Basic 程序开发范例宝典[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
GAO Chun-yan, LI Jun-min, LIU Bin-bin. Visual Basic programming sample code[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2007.
- [10] HAN Y F, ZENG W D, SUN Yu, ZHAO Y Q. The development of a database system for operational use in the selection of titanium alloy[C]//The 2nd Asian Materials Database Symposium. Sanya, 2010: 156-164.
- [11] YANG H T, YANG R C, YUAN X B. Materials databases for selecting material and its applications[J]. Development and Application of Materials, 2004, 19(2): 40-44.

(编辑 杨 华)