

文章编号:1000-6893(2002)04-0360-04

飞机结构腐蚀控制设计数据库研究

刘祖铭, 曹定国, 吴有金, 张金华, 王浩伟, 罗家枢

(中国特种飞行器研究所, 湖北 荆门 448035)

STUDY ON THE DATABASE OF CORROSION CONTROL DESIGN FOR AIRCRAFT STRUCTURES

LIU Zu-ming, CAO Ding-guo, WU You-jin, ZHANG Jin-hua, WANG Hao-wei, LUO Jia-shu

(China Special Vehicle Research Institute, Jingmen 448035, China)

摘 要: 介绍了飞机结构腐蚀控制设计数据库的设计目标和要求、数据库结构和数据组成。该数据库科学系统地积累了飞机结构腐蚀控制设计所需的各类知识和数据, 包括环境、材料—环境腐蚀特性、表面防护系统、密封技术、飞机结构腐蚀类型及形态和腐蚀控制标准体系等基础数据以及飞机结构腐蚀实例和飞机结构腐蚀控制设计数据, 有多种查询、检索、统计、报表、维护和打印等功能。在 Win98 环境下, 利用 VB6.0 开发了数据库的程序系统, 并为专家系统和几种大型飞机结构设计与分析软件设计了接口, 可进行数据修改和扩充。

关键词: 飞机结构; 腐蚀控制; 结构设计; 数据库

中图分类号: TG179; V223 **文献标识码:** A

Abstract: This paper introduces the designing goal and requirements, the database structure, and the data component of the database of corrosion control design for aircraft structures. This database scientifically accumulates the basic data required for corrosion control design of aircraft structures, including environment data, material-environment corrosion data, surface protection systems, structure seal technology, corrosion type and feature of aircraft structures, the standard system for aircraft structure corrosion control, etc together with the corrosion cases data of aircraft structures and the design technology data of corrosion control for aircraft structures. The functions of this database include inquiring and retrieving, statistics processing, reporting, and printing for the data as well as database self-safeguard. The program system of this database is developed by using VB6.0 Program Language, based on Windows 98 as the operating platform, and is easy to be revised and developed. An interface is designed for the expert system and some softwares for structure design and analysis of aircraft.

Key words: aircraft structure; corrosion control; structure design; database

腐蚀控制是保证飞机结构完整性的重要内容, 它和结构静强度、疲劳、损伤容限等设计要求同等重要, 是飞机长寿命、高可靠性和良好维护性的重要保证, 也是确定飞机使用寿命和经济寿命的重要依据。其中设计是关键, 它决定了飞机结构固有的抗腐蚀特性。近 20 年来, 国内外对飞机结构腐蚀控制技术开展了大量的研究, 特别是腐蚀控制设计技术, 已取得了一系列的研究成果, 包括试验数据、设计经验。目前国内外虽建立了一些不同类型的腐蚀数据库^[1~5], 但缺少可用于飞机结构腐蚀控制设计的综合性、专业型数据库。为便于飞机设计人员直接在计算机上应用这些成果, 本文作者在 Win98 环境下, 利用 VB6.0^[6] 开发了飞机结构腐蚀控制设计数据库(A Database of Cor-

rosion Control Design for Aircraft Structures), 科学系统地积累了飞机结构腐蚀控制设计所需的各种主要数据, 并为专家系统和几种大型飞机设计、分析软件设计了接口, 可用于飞机结构设计、制造和使用维护。

本文详细介绍了该数据库的设计要求、数据库结构和数据组成等。

1 数据库设计目标和要求

该数据库的设计目标是为实现飞机结构完整性对结构腐蚀控制的要求提供所需的设计数据和技术支持。

鉴于腐蚀和腐蚀控制数据内容丰富、专业性强、来源广泛, 考虑到设计技术发展和设计人员使用的需求, 数据库设计要求:

(1) 数据准确可靠、全面系统、反映国内外最新研究成果, 并对数据进行严格筛选和科学分类, 实行工程化、规格化、图表化;

收稿日期: 2001-11-14; 修订日期: 2002-03-11

基金项目: “九五”国防预研重点项目(22.1.1)资助项目

文章网址: <http://www.hkxb.net.cn/hkxb/2002/04/0360/>

(2)数据库结构合理,先进实用,扩充、升级方便;

(3)系统运行安全可靠,操作快捷简便;

(4)设计链接接口,保证与几种主要的大型飞机结构设计、分析等应用软件和专家系统具有良好的链接性能,使这些软件能利用该数据库中的数据进行结构设计和分析;

(5)数据库具有自我维护和安全系统。

2 数据库的结构和组成

飞机结构腐蚀控制设计数据库采用的是树形结构、模块设计,由飞机结构腐蚀控制基础数据库、结构腐蚀实例库和设计库3大分库10多个子库组成,见图1。其中,基础数据库由环境、材料—环境腐蚀特性、表面防护系统、密封技术、飞机结构腐蚀类型、形态及等级标准和飞机结构腐蚀控制标准体系等6个二级子库和23个三级子库组成,实例库由飞机结构腐蚀实例分析和飞机结构腐蚀实例图像资料2个子库组成,设计库由结构设计通用要求和典型结构细节设计图例2个子库组成。各分库和子库可以独立运行,用户可以直接查询、输入关键词查询,也可以按数据类型、飞机型号查询。

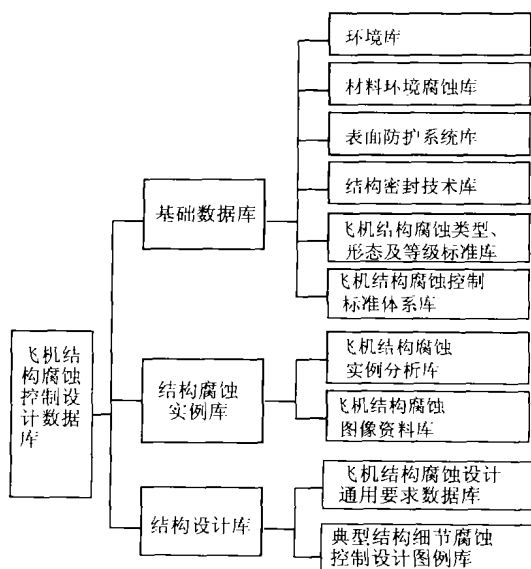


图1 飞机结构腐蚀控制设计数据库结构基本框图

Fig. 1 The main structure frame work diagram of the database of corrosion control design for aircraft structures

3 数据库数据

本数据库的数据具有综合性、多元性、专业性、系统性和先进性的特点。所有数据均取自国内

外最新研究成果,严格按照飞机结构设计技术、不同设计阶段和不同专业的需求,参照国家相关标准,进行科学收集、分析筛选和系统归纳、分类,并分别以图、表、曲线和文字等多种方式表达。

(1) 基础数据

①环境数据 包括用于确定飞机结构使用环境、环境/载荷谱以及加速腐蚀试验等所需的各种环境数据,如我国沿海、近海、远海典型地区的大气、海水、盐雾、海洋大气、海洋—工业大气、飞机结构典型部位的局部环境等,并根据不同设计阶段对数据的需求,对各种数据均按统一要求进行不同详细程度的表达。

②材料—环境腐蚀数据 收录了飞机结构设计用各种金属材料、金属及非金属镀/涂覆层材料和非金属材料的一般性能数据(化学成分、常规力学性能、电极电位、电偶序、腐蚀类型及腐蚀敏感介质等)、标准试验环境、大气和海洋环境中的腐蚀特性、应力腐蚀、疲劳及腐蚀疲劳性能数据、模拟飞机典型使用环境的典型结构腐蚀、疲劳及腐蚀疲劳性能数据、影响材料腐蚀性能的环境因素和材料因素、材料限用要求等。所有这些数据均按设计要求分为适用于初步设计的等级数据、结构细节详细设计与分析使用的精确数据和各种经验数据。这些数据包括了到目前为止国内外的各种试验数据、几十年来军民型号飞机设计、生产和使用经验数据。

③表面防护系统数据 包括镀覆层选择原则、常用有机、无机涂层和缓蚀剂的特点、性能指标、使用范围及限用要求、使用工艺方法及要求、典型零部件的防护系统以及水上飞机、歼击机、舰载飞机、国内外民用飞机等型号飞机和在不同环境中使用的飞机应用实例。

④密封技术 结构密封是飞机结构腐蚀控制的一项重要技术措施,通过密封可以使结构基体材料与腐蚀环境介质有效隔离,排除产生腐蚀的介质条件,对结构起到保护作用。本数据库提供了结构密封要求、方法、类型和各种密封剂的性能指标、特点、适用范围及限用要求。

⑤飞机结构腐蚀类型、形态及等级标准 它是确定结构设计裕度、腐蚀损伤修理要求的重要内容。本数据库提供了飞机结构材料的腐蚀类型、形态、等级标准和飞机结构腐蚀损伤裕度分析方法和损伤类型、等级标准的确定及划分方法。

⑥飞机结构腐蚀控制标准体系 它是飞机结构腐蚀控制设计的标准依据。本数据库按设计要

求建立了飞机结构腐蚀控制标准体系,并提供了环境条件及环境试验方法、环境/应力作用下的腐蚀试验方法、表面防护体系和结构腐蚀控制标准规范及飞机研制各阶段推荐采用的标准规范。内容包括美国军用标准、ASTM 标准、英国国防部标准、俄罗斯航空工业标准和我国国家标准、国家军用标准及航空工业标准等国内外先进腐蚀控制标准 390 多项,是目前我国最完善的飞机结构腐蚀控制标准体系。

(2) 飞机结构腐蚀实例数据 这部分数据由飞机结构腐蚀实例分析和图像资料两部分组成。其中,实例分析数据提供了歼击机、轰炸机、水上飞机、运输机和民用飞机等 9 个机种的 66 个典型实例。这些实例是对十几个机场数百架飞机的一千多个结构腐蚀实例进行统计分析后精选出来的,每个实例的内容包括结构细节图、细节说明、腐蚀类型及形态、原因分析和以“不宜采用”、“可接受”、“新设计构思”方式给出的改进的抗腐蚀设计、修理建议。这些建议都经过了试验或外场使用的考验。图像资料包括歼击机、水上飞机和民用飞机等型号飞机结构腐蚀实例图片和图像数据。

这部分数据是广大结构设计人员和腐蚀控制技术人员认识和了解飞机结构腐蚀、处理腐蚀问题的有效资源。

(3) 飞机结构设计数据 按结构设计通用要求和机身、机翼、尾翼、起落架等结构部件,分别给出总体的抗腐蚀设计和各种典型零部件细节设计要求、材料及防护要求、制造工艺及安装要求和设计图例。这部分数据是对国外先进民用飞机和我国军用飞机几十年来腐蚀控制设计经验的总结。数据主要来源于国外民用飞机结构腐蚀控制设计手册和我国“八五”、“九五”军用飞机抗腐蚀设计技术研究成果。

4 数据库的功能及运行环境

本数据库具有查询、检索、统计、报表、维护和打印等功能,可进行数据修改和扩充,并为飞机结构腐蚀控制设计与评定专家系统、大型结构设计与分析软件设计了接口。具有查询方便灵活、操作简便、可移植性好、安装方便等特点。

系统程序是在 Win98 环境下,采用 VB6.0 设计开发的,全中文用户界面,数据量超过了 800MB。

5 应用

该数据库刚研制成功不久,但目前在某新型

地面效应飞行器的设计、某轻型飞机的结构分析中已得到了应用,产生了较大的社会与经济效益,并为不断汇总有关飞机结构腐蚀控制设计技术研究成果,建立更为完善的适用于新型飞机结构腐蚀控制与设计及日历寿命评定的数据库奠定了坚实的基础。相信在今后各种军民飞机的结构腐蚀控制设计、使用和维护工作中会得到更广泛的应用。

6 小结

利用 VB6.0 在 Win98 环境下开发的飞机结构腐蚀控制设计数据库,具有查询方便灵活、操作简便、可移植性好、安装方便等特点,为飞机结构腐蚀控制设计数据的管理提供了科学、规范和先进的手段,为飞机设计、生产及维护提供了科学依据。

致谢 曾凡阳和龚德举参加了本数据库的研究工作,在此对他们表示衷心感谢。

参考文献

- [1] 李长荣, David B A. 腐蚀数据库的设计[J]. 中国腐蚀与防护学报, 1991, 11(2): 139—144.
(Li C R, David B A. Designing a corrosion database [J]. Journal of Chinese Society of Corrosion and Protection, 1991, 11(2): 139—144.)
- [2] 屈祖玉, 王光雍, 李长荣, 等. 材料大气腐蚀数据库系统[J]. 中国腐蚀与防护学报, 1991, 11(4): 373—377.
(Qu Z Y, Wang G Y, Li C R, et al. Database system for atmospheric corrosion of materials [J]. Journal of Chinese Society of Corrosion and Protection, 1991, 11(4): 373—377.)
- [3] 李洪锡, 张淑勤, 刘寿荣, 等. 土壤腐蚀数据库的研制[J]. 中国腐蚀与防护学报, 1993, 13(2): 184—188.
(Li H X, Zhang S Q, Liu S R, et al. Soil corrosion database [J]. Journal of Chinese Society of Corrosion and Protection, 1993, 13(2): 184—188.)
- [4] 屈祖玉, 卢燕平, 李长荣, 等. 材料自然环境腐蚀数据库[J]. 机械工程材料, 1997, 21(1): 47—49.
(Qu Z Y, Lu Y P, Li C R, et al. A database system of nature environment corrosion of materials [J]. Materials for Mechanical Engineering, 1997, 21(1): 47—49.)
- [5] 唐聿明, 郑晓梅, 乔宁, 等. 非金属材料腐蚀数据库的设计[J]. 腐蚀科学与防护技术, 1999, 11(4): 233—236.
(Tang Y M, Zheng X M, Qiao N, et al. Design and establishment of a corrosion database for nonmetallic materials [J]. Corrosion Science and Protection Technology, 1999, 11(4): 233—236.)
- [6] 陈俊源. Visual Basic 6. x 程序设计——数据库应用[M].

北京:中国铁道出版社,1999.

(Chen J Y. Visual Basic 6. x Program Design——database application[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 1999.)

作者简介:



刘祖铭(1963—) 男,湖北荆门人,中国特种飞行器研究所高级工程师,中南大学粉末冶金国家重点实验室在读硕士生,1987年毕业于西北工业大学金属材料专业,主要从事飞机结构腐蚀控制、金属材料腐蚀与防护技术研究,出版专(译)著4本,完成航空工业标准1项,发表论文8篇,获部级科技进步三等奖1项。Email:liuzuming@163.com,联系电话:13975809336。



曹定国(1938—) 男,江苏扬州人,中国特种飞行器研究所研究员,国务院政府津贴获得者,1961年毕业于北京大学力学系,1981—1983年赴波音公司工作,任高级专家工程师,主要从事飞机结构强度设计、寿命分析及腐蚀控制技术研究,出版专(译)著8本,发表论文10篇,获国家科技进步特等、一、二等奖各1项,部级科技进步一、二、三等奖8项。Email:caodg0728@163.com,联系电话:0724-2328391(O),2328510(H)



吴有金(1942—) 男,安徽合肥人,中国特种飞行器研究所高级工程师,1967年毕业于同济大学力学系,主要从事飞机结构强度设计、腐蚀控制及腐蚀疲劳研究,出版专(译)著5本,发表论文18篇,获国家科技进步一等奖1项,部级科技进步二、三等奖4项。联系电话:0724-2328354。



张金华(1967—) 男,湖北鄂州人,中国特种飞行器研究所高级工程师,1989年毕业于西北工业大学飞行器自动控制系统,学士,主要从事飞行器自动控制系统、计算机软件研究开发。联系电话:0724-2328641。



王浩伟(1967—) 男,湖北天门人,中国特种飞行器研究所高级工程师,1990年毕业于武汉理工大学力学系,学士,主要从事飞机结构强度试验及分析软件的研究开发。



罗家枢(1943—) 男,吉林大安人,中国特种飞行器研究所研究员,湖北省有突出贡献中青年专家,国务院政府津贴获得者,1967年毕业于哈尔滨工业大学飞行器结构力学系,主要从飞机结构强度设计、寿命分析及腐蚀控制技术研究,出版专(译)著8本。发表论文24篇,获国家科技进步一等奖1项,部级科技进步一、二、三等奖8项。联系电话:0724-2328258。

(责任编辑:李铁柏)