

航空航天

积冰防御体系安全评判系统的研究与开发

常 磊 赵 勇¹ 王永忠 刘成学

(中国民航飞行学院空中交通管理学院,广汉 618307;中国民航西南地区管理局四川监管局飞行标准处¹,成都 610202)

摘要 根据模糊综合评判的指导思想及积冰防御体系安全评判模型,用 VB6.0 作为软件开发环境,结合 access 数据库对民航积冰防御体系安全评判系统进行了设计与开发。该系统包含了系统管理、指标管理、数据处理、综合评判、评判结果的输出、数据查询及报表生成、打印等功能,实现了积冰防御体系评判工作的自动化。

关键词 模糊综合评判 安全评判 积冰防御系统 层次分析法

中图法分类号 V244.15; **文献标志码** A

近些年来,对于复杂的工程、经济或社会系统,在进行综合性能评估分析和方案论证优选时,通常采用层次分析和模糊综合评判法来进行粗略量化和宏观决策。但是,无论层次分析法还是模糊综合评判方法计算的过程都非常繁琐、复杂,因此,开发设计计算机辅助评判系统具有十分重要的意义^[1]。

笔者曾在《飞机积冰防御系统及其模糊综合评判》中对积冰防御体系评价方法做了专门的讨论,在此基础上,通过构建积冰防御体系安全评估模型^[2],对目前民航积冰防御体系安全度进行了评估。为了方便对民航积冰防御体系安全状况进行有效的统计和评估,本文专门开发了民航积冰防御体系安全评价信息系统,此软件对积冰防御体系及其他模糊评判系统的开发也具有十分重要的参考意义。

1 设计思想

在整个系统设计过程中,始终坚持以模糊综合评判数学模型和评判流程为基础,以模糊推理计算

为重点,又充分考虑了 C/S 架构的特点,计算过程透明化,处理过程自动化,具有一定的通用性。系统本着通用性和方便用户的原则,进行了数据库的设计、算法程序的设计、用户交互界面的设计以及与整个系统其他部分的集成^[3]。

2 系统分析

2.1 评价指标体系和评价等级

对积冰防御体系安全进行综合评价,首先需要建立一个科学、合理的评价指标体系。在充分调查研究的基础上,对质量经济效益的构成要素进行了认真分析,建立了比较全面、客观的评价指标集。通过对民航积冰防御现状的研究分析^[4],同时结合相关领域专家以及具有丰富经验的一线工作人员的意见,参照“人—机—环”来建立评估指标,把它融入到了其中,通过系统分析和反复地修改完善,提出了由管理、地面除冰、积冰预报、积冰防护、机组人员五大类指标构成的民航积冰防御系统安全评判指标体系。其中,管理属于系统的领导层,其它四个方面属于系统的运作层。总体来讲,系统的安全状态就是由这两个层面决定的,而这两个层面的安全程度分别又由其自身存在的危险因子的危险程度决定。由此,便可以利用其建立起民航积冰

2009年9月4日收到

第一作者简介:常 磊(1983—),山东广饶人,硕士生,研究方向:
空中交通运行环境,E-mail:clcafuc@126.com。

防御系统安全评判指标体系,进而对整个民航积冰防御系统的安全状态进行预测和估计。对于以上每个评价指标,把评价集分为好、较好、一般、较差和差五个评价等级。

2.2 权重的确定

在进行模糊综合评判时,权重对最终的评价结果会产生很大的影响,不同的权重有时会得到完全不同的结论。因此,权重选择的合适与否直接关系到模型的成败。为了取得评判指标的有效权重数据,分别采用了不同的方法计算指标权重。其中,管理安全度和现实安全度的权重是通过对历史数据的统计和专家分析得出的,而现实安全度的下级指标地面除冰、积冰预报、积冰防护、机组人员的权重是通过对近年来与飞机积冰相关的飞行安全事故和事故症候案例整理、分析、统计得出的,权重比例分别为0.18、0.26、0.20、0.36^[5]。其他指标权重的确定,采用了专家问卷调查法,参考有关专家、学者的研究成果,制作了相关调查问卷。将收集到的数据进行一定汇总,最终通过层次分析法(AHP)计算得出^[6]。

2.3 综合评判

模糊综合评判法是使用模糊数学方法,通过模糊数学综合评判模型来得出积冰防御体系安全评价结论的一种方法。

给定两个有限论域

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (1)$$

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\} \quad (2)$$

式(1)中, U 代表所有的评判因素所组成的集合;式(2)中, V 代表所有的评语等级所组成的集合。如果着眼于第*i*($i=1, 2, \dots, n$)个评判因素 u_i ,其单因素评判结果为 $R_i = [r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}]$ 则*n*个评判因素的评判矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m1} & \cdots & r_{mm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

就是 U 到 V 上的一个模糊关系,如果对各评判因素的权数分配为: $\tilde{A} = [\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n]$ (显然, \tilde{A} 为

论域 U 上的一个模糊子集,且满足 $\sum_{i=1}^n \tilde{a}_i = 1, 0 \leq \tilde{a}_i \leq 1$),则应用模糊变换的合成预算,可以得到论域 U 上的一个模糊子集,即综合评判结果向量为:

$$\tilde{G} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = (\tilde{g}_1, \tilde{g}_2, \dots, \tilde{g}_k) \quad (4)$$

式(4)中,“ \circ ”为模糊算子,由于要全面考虑所有子指标,所以采用 $M(\bullet, \oplus)$ 作为模糊矩阵的运算^[7]。

当每位专家对评价因素调查表中所有评价指标确定相应评价等级后,统计、整理打分结果并进行数据处理,便得到模糊评判矩阵。有了权重系数矩阵和模糊评判矩阵,就可以用模糊综合评判法进行系统现实安全度和管理安全度的具体计算。

但由于本系统需要对系统的安全程度进行度量,需要对结果作一定量化,因此,利用加权平均法(重心法)处理最后结果。它不但能够从最低层看出评估结果的等级还能得到具体评估结果的数据。

$$Y = \frac{\sum_{j=1}^m g_j y_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \quad (5)$$

从而得到系统现实安全度和管理安全度的评判值,再通过以下计算:

$$\eta_s = \partial_1 \eta_m + \partial_2 \eta_r \quad (6)$$

$$Y_s = (1 - \frac{\eta_s}{\eta_{\max}}) 100\% \quad (7)$$

得到系统综合安全度的评价结果和系统安全隐患指数。其中, ∂_1 和 ∂_2 分别是管理安全度和现实安全度的权重,也是通过对历史数据的统计和专家分析得出的, $\partial_1 + \partial_2 = 1$ 且取 $\partial_1 = 0.6, \partial_2 = 0.4$; η_s, η_m, η_r 分别表示系统综合安全度、管理安全度及现实安全度^[7]。

在实际考评过程中,除专家打分及数据的录入需要人工参与外,其它工作均由计算机来完成。本系统基本上实现了积冰防御体系安全评价的自动化,整个工作流程如图1所示。

3 系统设计

在对民航积冰防御体系安全度进行综合评判

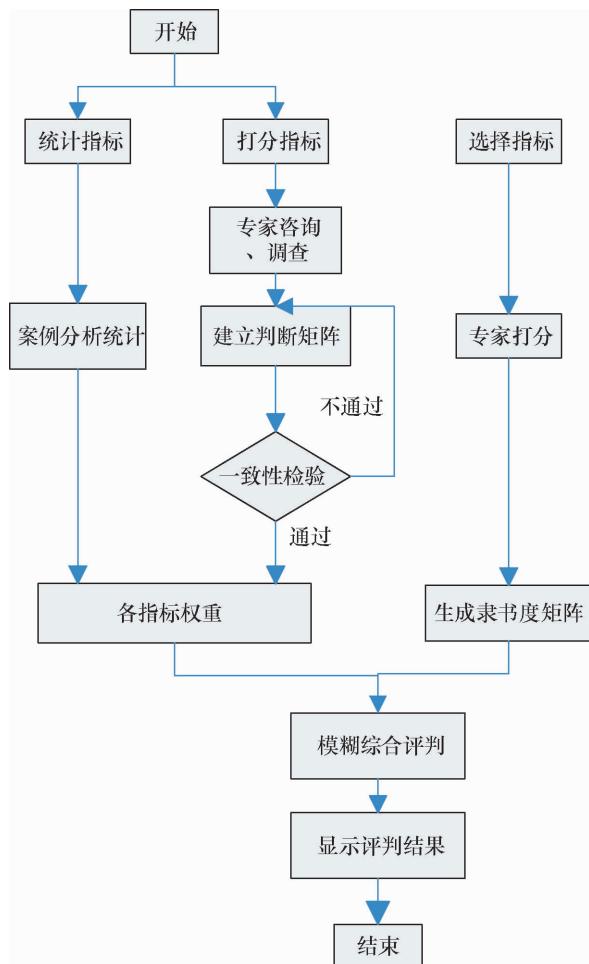


图1 系统业务流程图

的过程中,针对评判需要对大量资料进行记录、保存和计算的特点,利用VB6.0作为软件开发环境,采用数据库管理系统Access为后台数据库,开发了民航积冰防御体系安全度评判系统。

经过比较,初步根据民航的安全评判的步骤,描绘出总体的系统流程图。系统流程图表达了信息在系统内的流动情况^[7]。系统流程图如图2所示。

4 系统结构设计^[8,9]

在系统分析和系统设计的基础上,本评判系统共设以下五大功能模块,各功能模块的层次结构如图3所示。

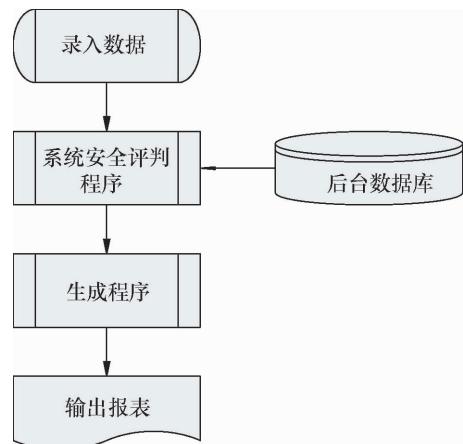


图2 系统流程图

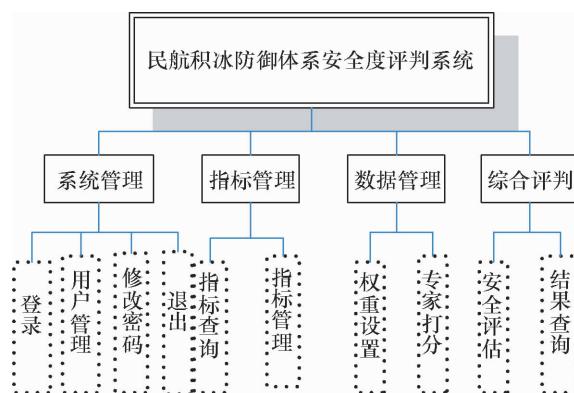


图3 评判系统结构功能图

4.1 系统管理

系统对用户(包括系统管理员、专家、一般用户)授予不同的权限。系统管理员可以对用户进行添加、修改、删除、查询登录用户的信息(含登陆名、密码、身份等信息),及对不同的用户的授权。而一般用户只能在系统中查询信息,不能修改或删除系统中的数据。

4.2 指标管理

一般用户和专家只能通过指标查询查询指标名称,层次等信息;管理员还可以通过指标管理模块进行指标各种信息的增加、删除、修改等。

4.3 数据管理

对综合评判所需的各种数据进行管理设置。其中通过统计分析得到指标权重的设置由管理员来完成,专家打分和通过判断矩阵表计算得到的指

标权重的工作由专家来进行。

4.4 综合评判

运用综合模糊评判法进行安全评判,得到评判结果,这一过程中的所有数据将被记录到数据库中,一般用户可以在结果查询中查询评判结论。

5 评判系统的实现

该系统的模糊评价算法实现的是多级评价兼容单级评判,适合积冰防御体系安全评价的复杂过程。同时提供良好的用户接口和友好界面方便用户使用。如图 4 所示。



图 4 评判系统主界面

于今后进一步的深入研究,不断补充完善。

6 结束语

(1) 评判系统本着界面友好,操作灵活、方便的原则,数据库管理软件采用了 Access2003 数据库,采用 VB 6.0 作为开发工具进行系统开发。系统采用文档式菜单,与常见的 Windows 应用程序类似,菜单提示丰富,操作直观、方便,对于计算机基础较差的用户来讲也能够方便地使用。

(2) 充分考虑评判过程的实际需要,系统功能全面,除了可以实现各种数据的录入、编辑、查询等数据库的基本功能外,还实现了报表打印与输出。

(3) 将模糊数学的方法应用到积冰防御体系安全评判中,就目前而言,仍是新课题。由于研究时间短,经验少,笔者提出的基于模糊数学的评判系统,尚存在一些问题,如模糊综合评判算法还存在一些约束和主观性的不足,各等级的划分是否合理需要领域专家确定评价因素和权重,同时系统图形显示、处理以及系统服务等功能还不完善,这有待

参 考 文 献

- 1 李森,肖长来. 黑龙江省鸡东县水资源信息管理系统的应用与开发. 东北水利水电,2009;27(294):53—55
- 2 常磊,王永忠. 飞机积冰防御系统及其模糊综合评判. 成都信息工程学院学报,2009;24(2):162—166
- 3 齐亚峰,杨薇,钟嘉玉,等. 基于模糊综合评判的课程评价软件研究与开发. 昆明理工大学学报(理工版),2004;29(6):110—113
- 4 Ellen J. Bass, Minsk B. Aircraft icing weather data reporting and dissemination system. NASA/CR—2002—211800
- 5 民航安全科学研究所. 中国民用航空安全信息网, <http://safety.caac.gov.cn/>, 2009-2-16
- 6 草庐. 使用模糊数学. 北京: 科学技术文献出版社. 1989: 194—230
- 7 马晓君. 民航飞行学院广汉分院安全评估系统研究. 成都: 西南交通大学,2006
- 8 萨师煊,王珊. 数据库系统概论: 第三版. 北京: 高等教育出版社,2000
- 9 刘炳文. Visual Basic 程序设计教程(第二版). 北京: 清华大学出版社,2003:34—435

Research and Development of Icing Defense Safety Evaluation System

CHANG Lei,ZHAO Yong¹,WANG Yong-zhong,LIU Cheng-xue

(Civil Aviation Flight University of China, School of Air Traffic Management, Guanghan 618307, P. R. China)

(Flight Standard Department of Sichuan Bureau, CAAC Southwest Regional Administration¹, Chengdu 610202, P. R. China)

[Abstract] According to the theory of fuzzy comprehensive evaluation and the model of icing defense safety evaluation system, a civil aviation icing defense safety evaluation system was designed and developed with VB6.0 and access database. The software system has such functions as system management, index management, data processing, comprehensive evaluation, evaluation result output, data query and report printing, etc. Thus the automation of evaluation on icing defense system can be realized.

[Key words] fuzzy comprehensive evaluation safety evaluation icing defense system analytic hierarchy process

(上接第 7570 页)

Study on the Measurement for Inland Waterway Traffic

HUANG Hai-ou, LI Yiao-chun^{1*}

(Waterway Administration of Suzhou, Suzhou 215007, P. R. China;

Suzhou Lumu Real Estate Co., Ltd¹, Suzhou 215131, P. R. China)

[Abstract] Appropriate interval time is the basis of valid investigation and statistics for ship traffic. Stochastic theory and statistics theory are applied to determine the measurement interval for the ship traffic flow. The detailed shipping data at ship locks are used in the analysis to check the method. This study basis is common so the method should be extended to the study of all kinds of waterway traffic problem.

[Key words] waterway engineering ship traffic measurement interval statistic stability