

飞机维修方案优化支持系统框架研究

谭雪花,王华伟

(南京航空航天大学 民航学院,江苏 南京 210016)

摘要:文中研究了影响维修方案制定的主要可控因素,提出了优化维修方案的基本思想。以优化维修方案为目标,研究了飞机维修方案优化支持系统的框架,该框架主要由模型库、方法库、知识库和数据仓库及其相应的管理系统组成,主要功能模块有:维修分析模块、维修评估模块、维修优化模块。通过飞机维修方案优化支持系统的框架研究,为进一步开发飞机维修方案优化支持系统,以及给维修方案的制定和优化提供辅助决策具有重要意义。

关键词:决策支持系统;维修方案;数据仓库;数据挖掘

中图分类号:TP311.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)11-0183-04

Research on Frame of Plane's Maintenance Programme Optimization

TAN Xue-hua, WANG Hua-wei

(Civil Aviation College, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: Studied the main controlled reasons of establishing the maintenance programme, and put forward the basic thought of optimizing the maintenance programme. For the purpose of optimizing the maintenance programme, made the research of its framework, which is mainly composed of model base, method base, knowledge base, database and their managerial system, and which had three functional module: maintenance analysis module, maintenance evaluation module, maintenance optimization module. Through this research, can develop a system of plane's maintenance programme optimization furthermore, and meaningfully can also provide the help of making decision of maintenance programme establishment and optimization.

Key words: decision support system; maintenance programme; data warehouse; data mining

0 引言

随着民用航空运输行业竞争的加剧,降低运行成本,已经成为民航企业获取新的利润增长点的重要途径,也是在激烈的市场竞争中得以生存和发展的必要手段。飞机运营成本包括飞机直接运营成本(DOC)和间接运营成本(IOC),航空业内对飞机使用经济性分析与评估的依据主要是直接运营成本。直接运营成本一般包括购机成本、折旧成本、空勤组成本、燃油成本、着陆导航成本和维修成本六个部分。其中,维修成本所占的比例相当大,典型的维修成本所占比例应该是DOC的10%~20%^[1]。因此飞机维修是航空公司降低运营成本和获得发展的关键因素。飞机维修成本是直接维修成本(DMC)与间接维修成本(IMC)之和。其中,直接成本包括对机身、发动机和部件维修所需的人力成本和材料成本;间接维修成本包括在维修管理业

务、航线航站维修保养、行政管理、监督检查、检测设备、维修设施等方面所用的成本。飞机维修方案一般都包括航线维修大纲、系统维修大纲、发动机维修大纲、结构维修大纲和区域维修大纲,维修成本都来源这些大纲中的例行维修项目,以及包括处理执行例行项目时所发现的缺陷和偏差所发生的成本。

飞机维修的依据是预先制定的维修方案和维修计划,而不同航空公司具有不同的机型、飞机运营方式、维修资源以及维修能力,因此从制定符合航空公司自身特点的经济飞机维修方案和计划入手,并以经济的手段进行加以组织、领导、控制和执行,是有效降低飞机维修成本的重要途径。图1是航空公司制定维修方案的主要考虑因素^[2],由图1可明显地看出,大部分的内部因素是可控和可变因素,这就为优化维修方案提供了可能。

维修方案的制定及其优化复杂性强,不仅取决于飞机自身的性能和特点,而且需要综合考虑航空公司飞机运营方式、生产方式,及其它资源因素等。因此,这就需要借助计算机技术和各种理论方法,主要有数据库技术、数据挖掘技术、网络技术、决策论方法、最优

收稿日期:2008-03-04

基金项目:国家863计划资助项目(2006AA04Z427)

作者简介:谭雪花(1983-),女,江苏张家港人,硕士研究生,研究方向为计算机数据处理;王华伟,副教授,研究方向为维修工程。

化理论等。通过利用航空公司现有信息系统中大量的数据,并且对其进行分析,可以加强航空公司自身分析能力和决策能力,从而对维修方案进行优化使维修达到效益最大化。对维修方案优化支持系统框架进行研究是整个分析系统开发的基础,可以明确系统预实现的功能及所采用的关键技术。

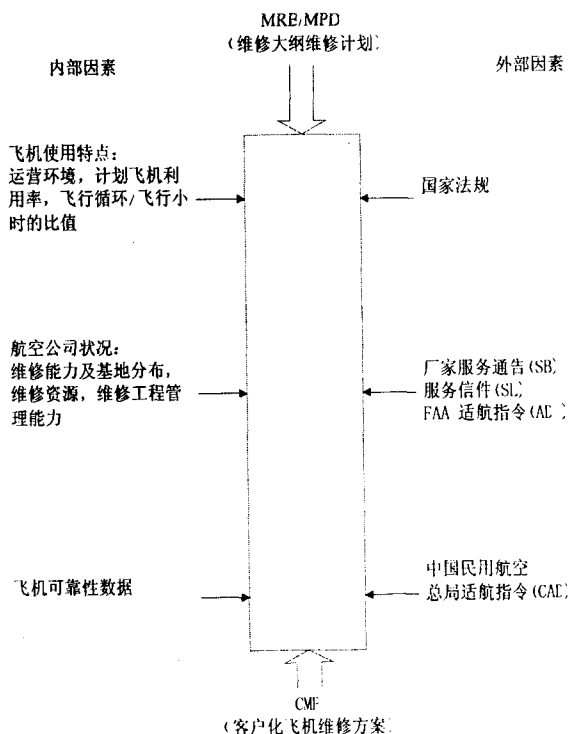


图1 航空公司制定维修方案的主要考虑因素

1 实现维修方案优化支持系统需要解决的问题

维修方案优化支持系统是智能决策支持系统(IDSS)在飞机维修方案优化中的应用,而IDSS是从决策支持系统(DSS)发展而来的。IDSS是DSS与人工智能的结合,在DSS系统中加入推理机和规则库,建造一个具有人类智能,拟达到人类专家水平的决策支持环境^[3]。维修方案优化支持系统依赖于数据仓库技术,数据仓库是在航空公司管理和决策中面向主题的、集成的、与时间相关的、不可修改的数据集合。它可以集成多个数据源,并对其中的数据进行选择、清理、转换,可以用于不同粒度的多维数据分析,为维修方案优化系统的分析提供了稳定、可靠的数据源。维修方案优化支持系统还结合了数据挖掘技术,将OLAP分析与数据挖掘相结合应用于该系统,可以使系统发挥更大功效。

要实现维修方案优化支持系统还需要解决以下问题:

(1) 系统模型的建立问题。

本系统要对飞机维修方案进行优化,必然要用到许多模型。立足于充分利用飞机资源、维修人力资源和设备资源,可从以下几个角度制定和优化维修方案:降低飞机非服务时间;优化维修人力资源及其工作量;提高工具设备及机库的利用率。从以上几个方面考虑,需要研究相关的模型,这是开发整个系统的关键。

(2) 系统的扩展和集成问题。

决策系统中模型的建立通常是随DSS解决问题的要求而定的,不同阶段企业的决策需求是不一样的,可以通过给模型库增加模型,给方法库增加算法来实现系统得扩展。航空公司需要做出各种决策:航线分析、运力投入决策、航班计划决策、财务决策、常旅客分析等。这就需要各决策支持系统间相互集成,发挥系统的最大功能。

(3) 维修信息流通和利用问题。

科学的维修方案的管理是涉及到很多部门的综合性工作,除了需要提高人员素质,补充背景知识,部门间互相沟通、协作外,获得多方面信息,并保持信息渠道的畅通显得尤为重要。对于维修方案优化所需要的信息,其信息来源主要有^[4]:生产厂家的各种维护信息,AD、SB执行情况,飞机正常的调配信息,飞机构型数据的改变以及新飞机的登记号的获得等,这些都影响到的维修方案修改,甚至制定。当维修方案修改以后,也要及时地将这些信息反馈给执行部门。这些维修信息的传输需要航空公司建立一个安全可靠的网络系统来实现。

(4) 系统与航空公司ERP系统的接口。

目前航空公司的信息系统还是相对独立的系统^[5],大致可分为商务、航务、机务、财务、总务等系统。然而,许多管理决策者需要同时分析其中的数据。为了充分利用维修相关信息,有必要实现资源的共享。因此,维修信息子系统与ERP系统的接口至关重要。

(5) 系统的可视化实现。

决策支持系统的可视化是指凭借先进的可视化技术,把决策过程中使用的各种数据、模型、知识和推理等转化为直观的、易于理解的,并可进行交互分析、交互控制的过程。实现维修信息分析、维修方案优化、维修方案评估的可视化,可以加强人与系统的交互能力,从而做出可靠的决策。

2 飞机维修方案优化支持系统结构设计

随着航空公司所处的环境变得越来越复杂,竞争不断加剧,公司的决策越来越关键,要求决策质量要高、决策速度要快、决策时考虑因素要全。维修方案作

为维修的依据总是随着飞机维修计划文件、飞机制造厂服务通告、适航指令要求等在不断变化,如何对现有方案进行修改,并选择较优方案,这需要航空公司做出决策。因此,有必要开发一个决策支持系统,给维修方案的制定和优化提供辅助决策。

2.1 系统所需关键技术

决策支持系统的关键技术有:数据仓库技术和数据挖掘技术。

(1)数据仓库的数据来自多个数据源,并整合到一个数据库,在整合数据过程中对数据经过预处理,处理的结果可以用于分析。数据仓库可以为数据挖掘提前进行数据预处理,它是知识发现过程中的重要步骤。航空维修信息系统中有大量的噪声数据、空缺数据和不一致的数据,用数据清理来填补空缺数据,平滑噪声数据,识别、去除孤立点,纠正不一致的数据,从而改善数据质量,提高数据挖掘精度和性能。

OLAP(联机分析处理)是以数据仓库为基础,从多维的角度来获取数据,使这些数据能够很方便地从各种角度进行分析;根据分析需要来构建模型;根据数据来计算求和统计;数据可以从各个维度展示出来。

(2)数据挖掘的数据源可以是建立好的数据仓库,也可以是其它数据库。数据挖掘可以称为数据库中的知识发现(KDD),是从大量数据中提取出可信、新颖有效并能被人理解的模式的高级处理过程,是数据库技术、人工智能、神经网络、机器学习等领域的交叉学科。它的作用是可以实现自动预测趋势和行为、关联分析、聚类、分类、偏差检测等。航空维修数据实际上是与航空维修活动有关的信息的集合,当数据量积累到一定程度时,必然反映出规律性的东西,而数据挖掘提供了这种数据分析手段^[6]。

数据挖掘的一般过程包括六个步骤:问题定义;数据抽取;模式选择;数据预处理;数据挖掘分析;模式评估。

2.2 系统总体结构

飞机维修方案优化支持系统还需要融合人工智能,维修优化理论以及系统工程等技术和方法。从系统角度出发,该系统由以下四部分组成:

(1)维修数据仓库系统。由数据仓库和数据仓库管理系统组成。维修数据仓库的数据来源于维修信息系统的多个数据源,信息的分析与研究都是建立在数据仓库和多维数据库之上的。数据仓库管理系统负责对数据仓库中的数据进行增加,在数据仓库中很少对数据进行删除和修改。数据仓库中的数据存放要有利于DM,要能和知识、模型比较好的结合,有利于方法中采用统一的接口。

(2)维修模型库系统。由模型库和模型库管理系统组成。文中体系结构中,模型库包含了DM所使用的模型,在实现维修资源配置、维修组合优化及维修项目优化时所用的各种数学模型以及各种优化模型。例如,利用马尔可夫模型进行维修方案的选择;利用复杂系统成组维修策略优化模型考虑系统内的经济相关性,以系统的维修费用最小化为目标,对复杂系统的维修进行优化。DM也可以为模型库挖掘出新的模型,或者通过对数据仓库中维修数据的拟合对模型进行适当的改进。模型库管理系统负责增加、删除、修改模型库中模型,以适应新的问题。

(3)维修方法库系统。由方法库和方法库管理系统组成。它包含了在解决问题时所使用的方法。方法是建立在模型的基础上的,依据模型选择相应的方法进行计算。在解决问题时可以用一种模型,而解决的方法却有多种。方法库包含了DM所使用的方法和各种维修优化方法。例如,利用数据挖掘中的聚类分析可以找到周期相近的维修项目,从而可以进行维修项目组合;利用关联分析可以发现影响飞机故障的主要因素;天气、气候、机型、地理环境、故障件等并确定各因素所占的比重;利用组合优化方法,实现维修项目的优化组合,以此来降低维修成本。一般方法库是用程序的方法实现的,可以通过定义标准接口来使用数据和模型。方法库管理系统负责增加、删除、修改方法库中方法,即对方法的统一的接口进行增加、删除和修改,或部分修改其中的接口以适应新模型的要求。

(4)自学习的知识库系统。由知识库和知识库管理系统组成。知识库包含了在维修数据分析、维修优化、维修评估时所使用的知识,主要是用方法来对维修模型进行推理计算时所依据的一些知识。知识库除了专家提供的维修知识之外还有在DM过程中得到的知识。DM可以利用知识库的知识高效挖掘出知识来进行自学习,使航空维修保障信息系统中的知识不断更新。知识库管理系统负责增加、删除、修改知识库中知识,实现知识的更新。

航空公司对维修方案优化作决策时要考虑到很多的因素,要进行大量数据分析,因此要涉及到航空公司的其他系统,例如维修工程系统、航务管理系统等ERP系统。决策支持系统为航空公司管理人员提供决策,作为较高层次的系统,它与航空公司其他系统之间的信息传递,可以通过知识库以及数据库来连接。决策支持系统从其他系统数据库获取源数据,并从中获取知识,然后将有用的知识反馈给各个部门利用,从而实现信息的闭环传递。

其系统总体框架结构如图2所示。

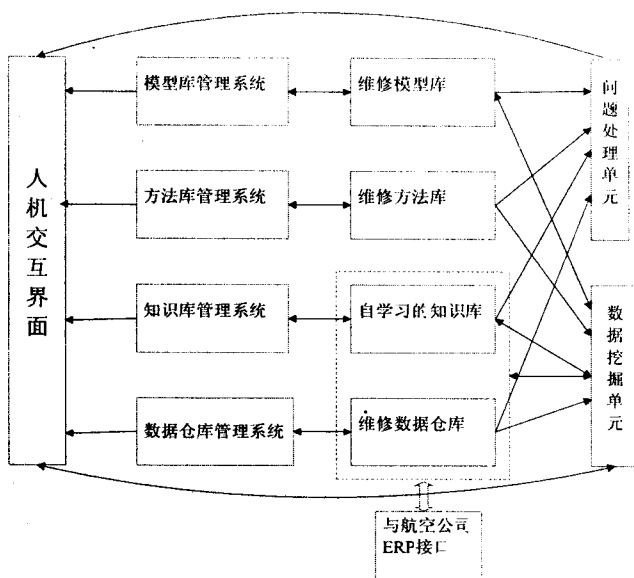


图2 维修方案优化决策支持功能结构框架

2.3 系统的主要功能模块

根据维修方案优化支持系统的功能,可以将整个系统分为三个大的模块:维修分析模块、维修评估模块以及维修优化模块。

维修分析模块分析挖掘数据仓库及航空维修信息库中的数据,找出隐藏在大量数据之后的规律,并通过知识推理形成知识,为航空维修部门考虑优化维修成本及优化维修成本所涉及到的因素提供辅助。有效的数据分析手段能够使航空维修信息的大量数据得到充分利用,在这里采用OLAP(联机分析处理)和数据挖掘分析工具。OLAP是利用存储在数据仓库中的数据,根据用户提出的问题或假设,去进行各种分析操作,并以较为直观易懂的形式将结果返回给用户。根据建立起的多维数据库,采用OLAP方式对航空维修数据在不同维度中进行下钻、上卷、旋转、切块和切片等。数据挖掘则是采用复杂的统计分析和建模技术去挖掘出隐藏在数据库中复杂的统计分析和建模技术去挖掘出隐藏在数据库中的关系和模式,并作出预测性分析。OLAP和数据挖掘可以看作两种不同类型的模型:描述性的和预测性的,两者可以实现互补。

维修评估模块主要实现维修成本评估、方案可行性评估、故障率评估以及数据挖掘中的模式评估等。针对维修中提出的某个问题,经过维修分析模块的分析,并通过模式评估找到有效的模式,以此为依据利用各种模型及算法来判断维修成本的高低、方案是否可行、维修资源配置是否合理、某地区飞机故障率是否偏高等问题。例如,通过聚类分析找到维修周期相近的维修项目,评估将其组合在一起进行维修对维修成本

的影响,从而判断这种组合方案是否可行^[7]。

维修优化模块主要实现维修资源配置的优化、维修组合优化、维修项目优化,以此实现维修方案的优化,最终实现飞机维修成本的优化。当通过评估模块的评估发现某项工作是可以优化的,通过优化模块,利用各种优化模型和方法(数学规划、组合优化等)修改那些对优化有影响的参数和数据,接下来对该方案再进行评估,可行的话就优化成功,不可行的话再反复上述过程直到找出有效的可行方案为止。

在图2中,问题处理单元以及相关的数据库组成维修评估模块和维修优化模块;数据挖掘单元以及相关的数据库实现维修分析模块。DM单元是统领模型库、方法库、知识库和数据仓库的智能中心,问题处理单元是使用四个库的功能中心,这两部分功能上基本独立,而在信息的交换上有着密切的联系,其联系是通过上述四个库及其管理系统而建立起来的。

支持系统在解决问题时的流程如图3所示。

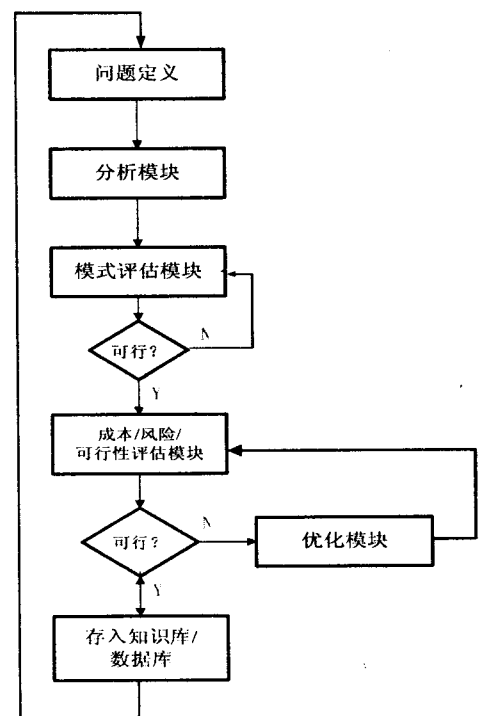


图3 维修方案优化决策支持流程图

3 结束语

根据DSS的特点,结合航空公司的特点和现阶段的内外环境,要开发该系统是一个相当庞大的工程。文中设计的飞机维修方案支持系统框架为开发决策支持系统提供了基础性研究,该框架结构充分考虑到信息的重要作用,突出了信息集成、整合信息资源和挖掘信息价值的特色,对其研究还在不断深入中。

(下转第190页)

其中助记码的核心代码为:

```
PRIVATE ALL LIKE i *
ilockscreen = thisform.LockScreen
thisform.LockScreen = .t.
i 最大行 = 0
i 按钮个数 = this.ButtonCount
FOR i 按钮 = 1 TO i 按钮个数
WITH this.Buttons[i 按钮]
i = .开始行
* 设定行位置
.top = (.开始行 - 1) * 21
.height = (.结束行 - .开始行 + 1) * 21 + 1
i 最大行 = MAX(i 最大行, .结束行)
* 设定列位置
i 左边 = 0
i 宽度 = 0
i 开始列 = .开始列
i 结束列 = .结束列

WITH This.parent.常用表格 1
FOR i 列 = 1 TO i 开始列 - 1
i 左边 = i 左边 + .Columns[i 列].width
ENDFOR
FOR i 列 = i 开始列 TO i 结束列
i 宽度 = i 宽度 + .Columns[i 列].width
ENDFOR
ENDWITH
.left = i 左边 + 10 + .开始列
.width = i 宽度 + .结束列 - .开始列 + 2
ENDWITH
ENDFOR
IF i 最大行 = 0
This.Width = this.Parent.Width
ELSE
this.Height = i 最大行 * 22 - 1
WITH this.Buttons[this.ButtonCount]
This.Width = .left + .width
ENDWITH
ENDIF
```

```
This.parent.常用表格 1.Top = this.Height - 1
thisform.LockScreen = ilockscreen
```

4 结束语

利用 Mysql 技术开发的基于 B/S 架构的用电检查资格证书管理系统,无论是从开发过程的效率上还是从系统的稳定性上来说,都大大优于之前的 Web 技术。而数据库管理器 Navicat、华表 Cell 组件、助记码等技术的使用,更是提高了系统操作上的方便性,完善了系统的功能。该管理系统能够有效地对资格证书、人员信息进行合理高效的管理,实现全省用电检查工种管理自动化、智能化,目前国内尚无此管理系统。对于其他省份用电检查资格证书、人员信息管理具有较大借鉴作用。同时本系统还具有一定的扩展空间,因而具有比较广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘利华,吴琦.用电检查考核必备法规(技术标准)及习题解答[M].北京:中国水利水电出版社,2006.
- [2] 刘利华,吴琦.二、三级用电检查资格考核培训教材[M].北京:中国水利水电出版社,2006.
- [3] 张峰,张莉莉.基于 WEB 的小区报修管理信息系统的流程分析与设计[J].电脑学习,2007,13(6):12-13.
- [4] 张友生.软件体系结构[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [5] 沈明达,郎昕培,沈曾伟.一种分布式网络管理系统结构[J].计算机应用研究,2007(1):309-312.
- [6] Liu Jianxun, Zhang Shensheng. An Inter-enterprise Work-flow Model for Supply Chain and B2B E-commerce[J]. High Technology Letters, 2002, 8(2):51-55.
- [7] 赵玮,唐亮,张结魁.基于.NET2.0的旅行社管理信息系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2007,17(12):157-160.
- [8] 张建臣.实验室能力验证管理信息系统的设计与实现[J].数据库及信息管理,2007,5(12):610-613.
- [9] 蒋军强.MySQL 数据库中乱码成因及解决办法探究[J].计算机与信息技术,2007,6(33):67-68.

(上接第 186 页)

参考文献:

- [1] 陈勇.民用飞机维修成本分析与评估[D].南京:南京航空航天大学,2006.
- [2] 周灵基.飞机维修方案对航空公司成本的影响[J].中国民用航空,2007(1):47-50.
- [3] Chuang Ta-Tao. The development of an adaptive decision support system[J]. Decision Support Systems, 1998(24):73-87.
- [4] 郑勤.浅谈维修方案管理中的信息及其重要性[J].计算机工程,1999(3):13-14.
- [5] 刘敏,周桂林.决策支持系统在航空公司的应用[J].计算机工程,2005(7):33-35.
- [6] Han Jiawei, Kamber M. Data Mining: Concepts and Techniques[M]. America: Morgan Kaufman Publishers Inc, 2001.
- [7] Sheu Shey huei, Hang Jhy ping. A generalized group maintenance policy[J]. European Journal of Operational Research, 1997(2):232-247.