

# 某型飞机飞参处理站国产化方案设计与研制

倪世宏, 张吉广, 王彦鸿, 谢川

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**在对某型飞机进口的飞参处理站组成及功能深入分析的基础上,提出了该型飞机飞参处理站国产化的总体设计方案。重点以研制 TECTEP 快速处理模块为例,介绍了飞参处理站国产化的研制过程。

**关键词:**飞参处理站;转录设备;快速处理;专家系统

**中图分类号:**V328;TP311.138 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)02-0001-04

某型飞机配备了进口的飞行参数记录系统(简称 TECTEP)及配套的地面数据处理设备—飞参处理站(简称 TOPAZ)。TOPAZ 用于机载飞参记录的飞行数据的转录和综合处理,处理结果以飞行报表、曲线、表格、三维动画等形式输出。TOPAZ 对保障飞机日常飞行训练、分析飞行事故、评估飞行训练质量发挥了重要的作用。但随着使用时间的增长, TOPAZ 的缺点开始逐步暴露。主要反映在以下几点:

1) 转录介质采用磁带,随着使用时间增长及受振动、潮湿空气影响,磁带粘连和磁粉脱落造成信息记录误码率高,磁带寿命短,消耗量大且供货不保证。信息回放时间长,数据转录设备体积重量大。

2) 快速处理飞行数据时,因判据不完善造成故障通报的虚警率较高,且判据无法修改,判别故障真伪难度大。

3) 软件在顶层设计时对飞行评估功能考虑不够,仅有飞机姿态和模拟座舱的组合来重现飞行过程,手段单一,播放控制不够灵活。

4) 人机界面均为西文,给操作使用带来不便。

为解决上述问题,方便用户使用,有必要另行设计和研制该型飞机的国产飞参处理站。

## 1 TOPAZ 组成与功能分析

TOPAZ 由数据转录设备和数据处理设备两大部分组成。数据转录设备完成机上飞行数据的转录,信息存储介质为磁带。数据处理设备完成飞行数据的综合处理,为将磁带上的信息读入计算机硬盘,采用了磁带回放机。整个数据处理流程为:TECTEP→转录设备→磁带回放机→计算机→打印、存储。

### 1.1 数据转录设备

数据转录设备通过转接电缆连接到机上数据转录插座。利用机上电源作为动力,数据转录设备完成机载飞参磁带的转动控制、转录数据的查找及数据的转录。数据转录设备与机上设备的信号连接关系可分为三类:

#### 1.1.1 二进制码信号

12 根线分别传输从 12 个磁道上读出的二进制数码信号,其中 10 个为飞行参数有效值信息,1 个为周期(帧)同步信息,一个为区分信息时序的节拍信息。二进制数码信号采用负逻辑表示,即逻辑 1 为低电平(脉冲幅值 0.3~1.5 V,宽度 30~250  $\mu$ s),逻辑 0 为高电平(电压幅值大于 2.4 V)。二进制数码信号的传送方向为由机上到地面。

#### 1.1.2 控制信号

收稿日期:2001-04-17

作者简介:倪世宏(1963-),男,江苏江宁人,教授,主要从事飞行数据处理研究。

控制机上磁带转动的 +27 V 电压, 传送方向为由地面到机上。

### 1.1.3 电源信号

来自机上的 +27 V 电源电压, 传送方向为由机上到地面; 供给机上磁带驱动机构和重现放大器的电源电压(+27 V), 传送方向为由地面到机上。

## 1.2 数据处理设备

数据处理设备硬件的核心是一台 PC 个人计算机, 配套外部设备有磁带回放机、激光打印机、数据流磁带机。数据处理设备的软件以 DOS 为平台, 用 C 语言开发, 完成飞行数据的综合处理。数据处理功能包括: 快速处理、详细处理、飞行过程再现。

为实现上述功能, TOPAZ 设置了信息转存、快速处理、详细处理、数据库维护、模拟座舱等模块。整套软件采用模块化结构设计, 每项功能由单一的可执行文件及相关的辅助文件完成, 利用多级批处理将各项功能组合成完整的地面数据处理软件。在人机界面上采用分层次的菜单式结构, 字符显示使用文本和图形两种方式。

在计算机硬盘上, TOPAZ 设置了两个目录: 主工作目录(TOPAZ)和数据目录(DATA)。在主工作目录下, 根据记录器类型、机型、机号, 依次建立三级子目录。在数据目录下, 根据机型、机号, 依次建立两级子目录。数据处理的流向控制通过调用主工作目录下的 TOPAZ.DAT 文件实现。在主工作目录下的三级子目录中存放各功能模块调用的支持文件。

下面以快速处理模块为例, 对 TOPAZ 软件结构做一简要分析。快速处理模块利用专家系统判据对飞行信息进行快速处理, 得出本架次飞行报表, 确定飞机能否再次起飞。其主要支持文件有:

TOPAZ\·27su244.exe: 快速处理模块可执行文件(单座机)

27su244u.exe: 快速处理模块可执行文件(双座机)

TOPAZ\TESTER\SU-27CK(SU-27UBK)\:express.kat: 存放事件名称和输出参数信息

express2.ld: 存放原始参数记录符号

calcl.ld: 存放中间计算参数信息

express1.tsk: 存放快速处理模块所需的标准任务信息

express.hlp: 存放快速处理模块系统帮助信息

应当指出, 这里的快速处理模块仅仅是采用了专家系统的思想, 不能称作真正的专家系统, 因为其判据融合到系统的可执行文件中, 不能修改。

## 2 飞参处理站国产化方案设计

飞参处理站国产化方案设计的原则是结合用户多年来的使用经验, 参考国内外同类型的飞参处理站的功能, 实现功能覆盖、技术先进、价格适中、操作简便、使用可靠。

### 2.1 数据转录设备方案设计

数据转录设备的原理框图见图 1。

数据转录设备可以采用磁带式、半导体芯片式和便携计算机式三种方案。其中半导体芯片式体积小、电气控制关系简单, 工作可靠性相对容易保证, 缺点是不能进行数据的现场处理。从可靠性、性价比和开发周期等因素综合考虑采用半导体芯片式。

转录设备由电源部件、信息处理及控制部件、显示部件和记录部件四部分组成。电源部件主要为各部件供电, 输入为 +27 V 机上电源, 输出 +5 V 和 +12.6 V 直流电。信息处理及控制部件是转录设

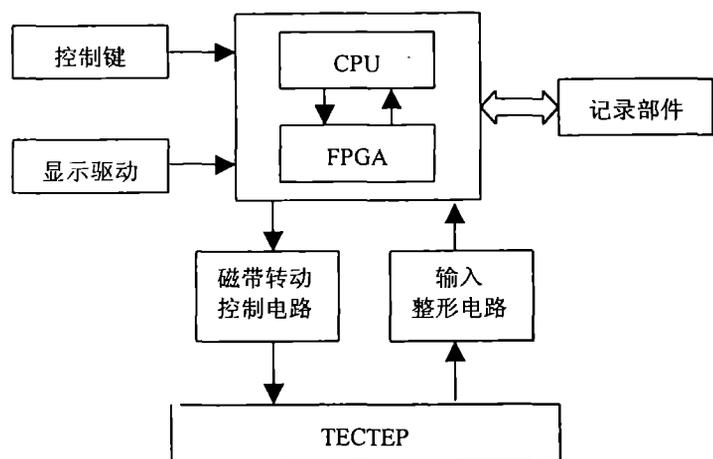


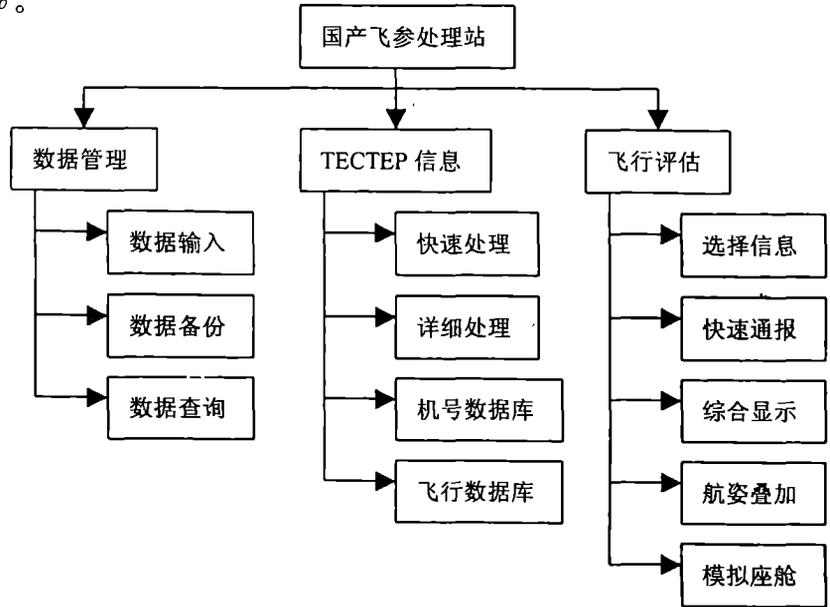
图1 转录设备原理框图

备的核心,它由 CPU 和可编程逻辑阵列及外围电路、接口、控制键构成;主要完成 TECTEP 磁带记录器的转动控制,信息的提取、记录和重现。显示部件用显示灯显示工作状态,用数码管显示飞行时间和辅助参数。记录部件主要由固态存储器组成,完成飞行数据的存储。记录部件可从转录设备上取出,送往飞参处理站,并通过专用电缆、接口板将固态存储器内的飞行数据读入计算机。根据这一方案研制的转录设备将彻底解决进口设备暴露的第一个问题。数据转录、回放环节的误码率可由原来的百分之二降低到十万分之一。

数据转录设备的主要性能指标确定为:转录速度:6 min/h 数据;数据容量:4 MB(4 h 数据);使用环境:温度 -40 ℃ ~ +55 ℃,湿度 90 ± 5%。

### 2.2 数据处理设备方案设计

数据处理设备硬件方案设计主要是选购高性能的个人计算机、激光打印机和数据存储设备。这里重点讨论数据处理设备软件的设计。经过充分论证,确定国产飞参处理站软件在借鉴 TOPAZ 设计思想的基础上,在中文 Windows 平台上,采用 Visual C++ 开发<sup>[2]</sup>,人机界面采用标准的中文 Windows 风格,友好直观。整套软件的功能设置除保留原来的基本功能(快速处理、详细处理、数据库维护和模拟座舱)之外,尽量采用数据可视化技术,增加航姿叠加、综合显示等功能,丰富飞行过程再现手段,提高辅助飞行训练的水平。系统软件的菜单结构如图 2 所示。



在软件结构方面,为方便多人合作开发和系统维护,继续采用模块化结构设计思想,每项功能由一个模块完成,所有功能模块最后通过主界面关联起来。数据处理设备的主要性能指标确定为:飞行数据快速处理为平均 2 分钟/架次。飞行数据详细处理为处理参数和时间范围任选;输出形式(曲线、表格)任选;输出设备(屏幕、打印机)任选。飞行过程再现形式:飞机姿态、模拟座舱、立体航迹及航迹、姿态的组合。

## 3 国产飞参处理站研制

根据以上方案进行各功能模块的设计开发,下面以快速处理模块为例,说明系统的研制过程。

快速处理模块严格按照专家系统的原则设计和研制。不仅能完全实现原 TOPAZ 软件快速处理模块的功能,而且能对以自然语言形式表述的判据进行修改,并根据数据库的思想对飞行报表文件进行管理和查询。由于判据可以方便地修改,所以因判据不完善导致的故障通报虚警率将显著降低。

专家系统是人工智能的一个分支,是一种在特定领域中具有专家水平解题能力的程序系统<sup>[1]</sup>。TECTEP 快速处理模块在编程上突破以往采用人工智能专用程序设计语言的惯例,用 Visual C++ 实现<sup>[3]</sup>。在这一专家系统中,根据 TECTEP 信息由识别推理机按照知识库中的知识对信息进行处理,知识库可以修改和扩充并能对给出处理结果的依据进行解释,基本上具备了启发性、透明性、灵活性等专家系统的特征。

### 3.1 知识库的建立

对专家系统来说,知识库的建立事关重大。计算机要模拟人的思维,首先要把各种知识以恰当的形式赋予计算机,这就是知识的表示。人工智能中知识的表示方法很多,专家系统中用的最多的是产生式规则,TECTEP 快速处理模块也使用了这种方法。在具体表示某一条判据时,采用了以下方法:

- 第一行 事件号 事件成立条件 持续时间 事件性质 事件名称
  - 第二行 事件成立后所要进行的操作
  - 第三行 事件成立后输出的内容
- 例如:

035 P5 \* ( $N_y > 0.2 * Cdl > = 2 || Cdl > = 16$ ) 2 1 空中左发滑油压力小于规定值

OPERATION 0

PRINT 3, Pml (min)

其包含的信息为:

事件号:035;

事件成立条件:在发动机转速正常的前提下( $P5 = 1$ ),正过载时( $N_y > 0.2$ ),左发滑油压力低时间计数器( $Cdl$ )大于等于2 s或其它过载时左发滑油压力低时间计数器大于等于16 s;

事件成立持续时间:2 s;

事件性质:1(代表飞机设备故障);

事件名称:空中左发滑油压力小于规定值;

事件成立后所要进行的操作:0(无操作);

事件成立后输出的内容:3, Pml (min)(在该事件成立时间范围内,左发滑油压力的最小值)。

### 3.2 推理机的实现

知识库中的一条条规则只是领域专家可以理解的知识,计算机并不认识,为此构造一编译系统把知识库中的规则经过词法分析和语法分析后生成计算机可以识别的二进制文件。推理机在进行推理时,把编译好的知识库读入内存以加快处理速度,数据文件中每一帧的参数经转换计算后与知识库中的规则逐条进行匹配,如满足事件成立的条件,则将结果按要求的输出方式输出,并执行相应的操作,然后按相同的方法处理下一帧数据,最终可以输出快速处理的结果—飞行报表。

### 3.3 解释机构设计

TECTEP快速处理专家系统能够解释通报某一事件的过程和依据,采取了判据说明和详细处理两种解释方法。利用详细处理解释方法,可以方便地以曲线形式查看相关参数在事件成立时刻前后一段时间范围内的数值及变化趋势;利用判据说明解释方法,可以显示事件推理过程中用到的判据及相关说明。

## 4 结束语

某型飞机的飞参处理站国产化研制工作已顺利完成,并交付用户使用。专家鉴定与用户使用表明,该设备的性能指标全部达到设计要求,数据综合处理水平在国内处于领先地位。

### 参考文献:

- [1] 王永庆. 人工智能原理与方法[M]. 西安:西安交通大学出版社,1998.
- [2] KATE G. Visual C++ 6 开发使用手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [3] 程惠霞,李龙澍,倪志伟,等. 用C++建造专家系统[M]. 北京:电子工业出版社,1996.

(编辑:姚树峰)

## The Scheme Design and Development of A Home - Made Flight Data Processing Station for A Certain Type of Aircraft

NI Shi - hong, ZHANG Ji - guang, WANG Yan - hong, XIE Chuan

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

**Abstract:** On the basis of deep analysis of the composition and the function of the foreign flight data processing station for a certain type of aircraft, a general design scheme of a home - made flight data processing station for that aircraft is put forward in this paper. The development course of this flight data processing station is introduced mainly by taking the development of TECTEP fast - processing model for example.

**Keywords:** flight data processing station; down - load equipment; fast process; expert system