

# 自动测试系统软件平台发展现状与建议

Advice and Current Development of ATS Software Platform

中国航空工业集团公司第 634 研究所 王 红  
中国航空工业集团公司科技与信息化部 王湘念



王 红

研究员,中航一集团第 634 研究所副总工程师,主要从事自动化测试系统及测试软件的研究。曾组织研发了可视化测试程序集成环境软件 GTest,该项目获得航空科技三等奖,并已在多个型号和航空产品的研制及使用过程的保障设备上应用。

自动测试系统(ATS)的一个重要组成部分是软件,在自动测试系统的总成本中,软件成本是极其重要的成本因素。通常在 ATS 中提到软件,很容易想到测试程序,但实际上,更关键的是为测试程序提供开发和运行环境的软件平台,又称 ATS 软件环境。随着 ATS 在国防工业各个领

域、各个阶段中的广泛使用,ATS 软件环境也得到了越来越多的理解和重视。

域、各个阶段中的广泛使用,ATS 软件环境也得到了越来越多的理解和重视。

## NxTest 对自动测试系统软件环境的要求

美国是研究与使用 ATS 较早的国家之一,已有几十年的发展历程。美国国防部一直在为降低 ATS 的采购费用而努力。20 世纪 90 年代末期,美国国防部提出了 NxTest 计划,计划用 10 年的时间实现通用开放的自动测试系统,满足国防部联合体系结构 JTA 的需求和其他 ARI 新提出的需求,同时通过运用新技术,改善各军种 ATS 之间的互操作性,减少软件开发费用与硬件数量,最终减少国防部对 ATS 的总投资。目前 NxTest 计划仍在实施之中,它所提

出的各种规范已成为各国研制 ATS 的参考。

NxTest 提出的 ATS 软件体系结构的目标是:开放、支持合成仪器、软件环境通用、支持测试软件的移植、支持综合诊断。根据这些目标要求,NxTest 提出 ATS 系统软件的体系结构,它由 4 个部分组成,见图 1。

### (1) 系统软件开发环境。

系统软件开发环境是 NxTest 软件开发的基础,存在于软件系统的底层,用户不可见。它提供语言、应用和工具,让开发人员来开发测试程序开发与运行环境、测试与数据传输环境,供 TPS 开发者、测试站操作员及其他用户使用。

系统软件开发环境包括软件编译器、数据库管理系统和配置管理系

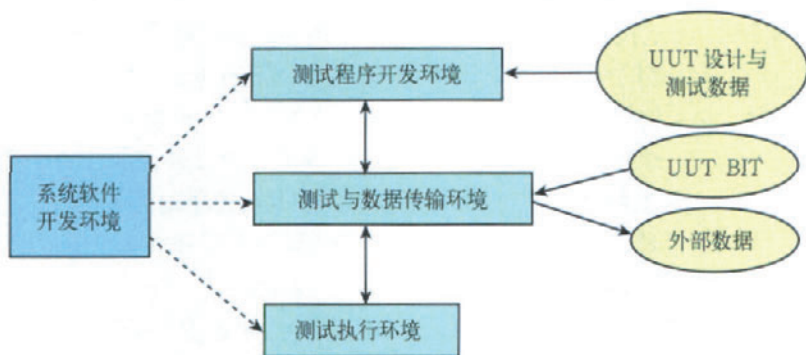


图1 ATS系统软件的体系结构及与外部系统之间的关系

统等,由于不暴露给用户,因此用户不能直接使用它,这些部分可以不完全遵循NxTest的目标要求,但它也必须采用工业部门接受的语言和货架产品工具,最大程度地减少软件开发与维护的费用。

数据库要求使用SQL语言和ODBC2.0(数据库访问接口)。

### (2)测试程序开发环境。

测试程序开发环境提供测试程序开发、维护和支持移植所需的全部功能。NxTest要求在应用中和宿主机中,测试程序开发环境与测试执行环境分离。

测试程序开发环境需具备几个特点:

- 环境设计应支持最终测试程序和测试数据库在不同ATS之间的移植,与ATE的软件环境和硬件配置无关;
- 环境应为TPS开发者提供简

便易懂、用户友好的界面;

- 如果TPS开发者转移到不同的ATS上,环境应为TPS开发者提供一致的用户界面以减少培训时间;
- 环境要减少对当前国防部TPS开发者的影响,减少环境受制于某个特定工具的情况。

为获得测试程序的可移植性,要建立标准的测试程序接口,供所有测试程序开发方法使用,并让测试执行环境理解,这个接口的建立要考虑到以前测试程序的执行和使用信号模式定义测试需求的方式,还要考虑使用允许访问和组合标准信号的图形界面产生测试程序的能力。

由于测试程序应设计成与ATE配置无关,测试程序开发环境就必须提供表示ATE硬件信息的手段以便于测试程序的验证。主要的硬件信息包括单个仪器的能力、开关的能力、通过ATE的路径、接口适配器设

计等,NxTest要求测试程序开发软件所提供的接口遵循ABBET1226.3标准。

### (3)测试与数据传输环境。

测试与数据传输环境主要提供测试程序开发环境与测试执行环境之间的接口。它也提供ATS与外部数据系统(如UUT BIT和维护数据系统)之间的接口。

### (4)测试执行环境。

测试执行环境提供在测试站上运行测试、监视和控制测试站、管理与测试站和所运行测试相关的信息所需要的全部功能,主要包括:测试程序和测试相关数据的存储;供测试站操作人员和维护人员使用的界面的创建;测试程序的执行,包括选择测试和跟踪执行的特征;测试站资源的分配与控制;综合仪器的建立与使用;开关分配与冲突检测;执行功能测试和参数测试的能力;为控制测试序列,使用人工智能和专家系统;根据需要与测试程序开发环境和外部系统通信;测试站仪器的培植控制和健康监视;在线文档和在线帮助等。

测试执行环境的实现涉及广泛的技术,其中很多技术代表了当前测试和诊断领域中的最新技术发展水平。

## 国外先进ATS软件平台

目前国外研制的ATS软件都

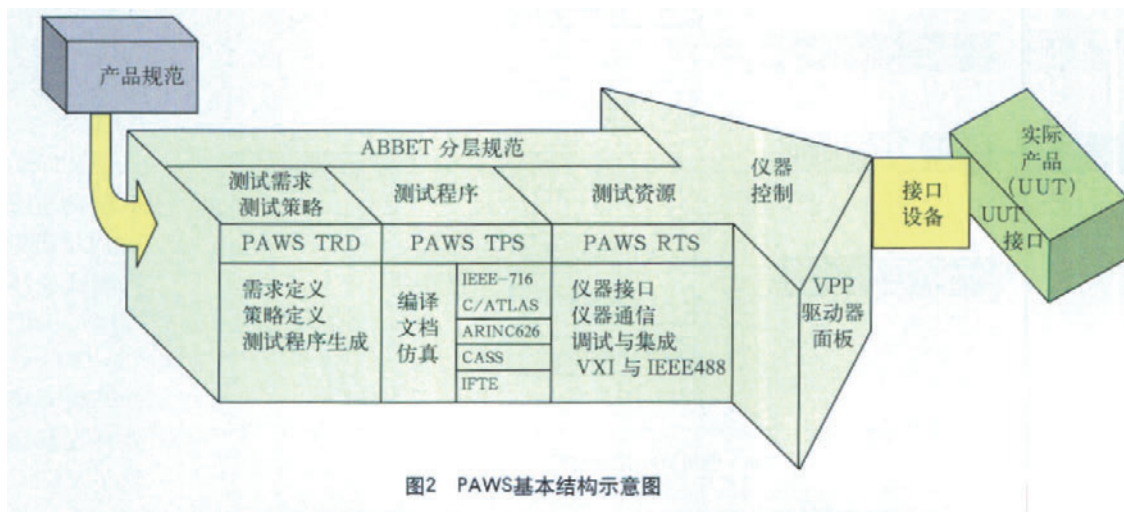


图2 PAWS基本结构示意图

在努力遵循 Nxtest 提出的体系结构,如法国宇航公司的 SMART、美国 TYX 公司的 PAWS、美国 GDE 系统公司的 TOPTTEST 等,其中最典型的是 TYX 公司的 PAWS,它具备 Nxtest 提出的软件体系结构中的许多特点,如遵循 IEEE1226、开发环境与运行环境分离等。PAWS 的系统软件开发环境为测试软件开发和运行环境提供了 C 语言开发和 VC6.0 的编译器,PAWS 没有数据库,因此没有数据库管理系统。

由图 2 可见,PAWS 由相互关联的 3 大部分组成:测试需求文档系统 TRD(Test Requirements Document System)、测试程序集开发系统 TPS(Test Program Set Development System)、运行时系统 RTS(Run Time System)。其中

TRD 与 TPS 相当于测试程序开发环境,RTS 即测试执行环境。两个环境之间没有明显的测试与数据传输环境部分,由文件传递完成测试与数据传输环境部分的工作。

(1) 测试需求文档系统 PAWS/TRD。为测试策略、测试程序的结构文件生成、流程图的生成等提供了一组工具。通过该平台,还可将用户提供的测试需求文件自动转换成 ATLAS 测试程序。

(2) 测试程序集开发系统 PAWS/TPS。PAWS 是软件平台的核心部分,同时也是最复杂的部分。PAWS/TPS 的主体 PAWS Developer's Studio 是开发测试程序、仪器功能描述、仪器控制程序和文档等相关内容的集成环境,能完成 ATLAS 语言测试程序的编辑、编译、

调试、仿真,完成资源与开关矩阵的静态描述和动态控制程序、接口适配器的连接关系描述。这些文件编译成中间文件 CIIL、参数文件、和可执行文件等共 5 个文件,用 .PAX 文件包装在一起,传递给测试执行环境 RTS。PAWS/TPS 还能提供流程图、连线表等辅助工具。

(3) 运行时系统 PAWS/RTS。为测试人员提供了测试程序运行和管理环境,控制硬件资源和测试序列,完成测试过程。PAWS/TPS 平台输出的数据文件和代码文件作为 RTS 平台的输入,数据文件包含所有程序的文字内容、变量、连接等,代码文件包含 ATLAS 程序的可执行代码和设备驱动的宏代码。测试人员通过基于窗口的图形用户接口实施对 RTS 的控制,如加载/卸载测

试程序、从指定的入口执行测试、保持、人工干预、测试站初始化、测试站配置等。

### 国产 ATS 软件平台

为了推行 ATS 的全面国产化,国内测试领域对 ATS 软件平台进行了广泛、深入的研究。中国航空工业集团公司第 634 研究所也在总装备部的支持下,分析 Nxtest 软件体系结构,汲取 PAWS、TOPTTEST、SMART 等 ATS 软件平台的先进之处,于 2005 年研制成功可视化测试程序集成环境软件 GTest。

GTest 的系统软件开发环境为测试软件开发和运行环境提供了 VC7.1 的开发环

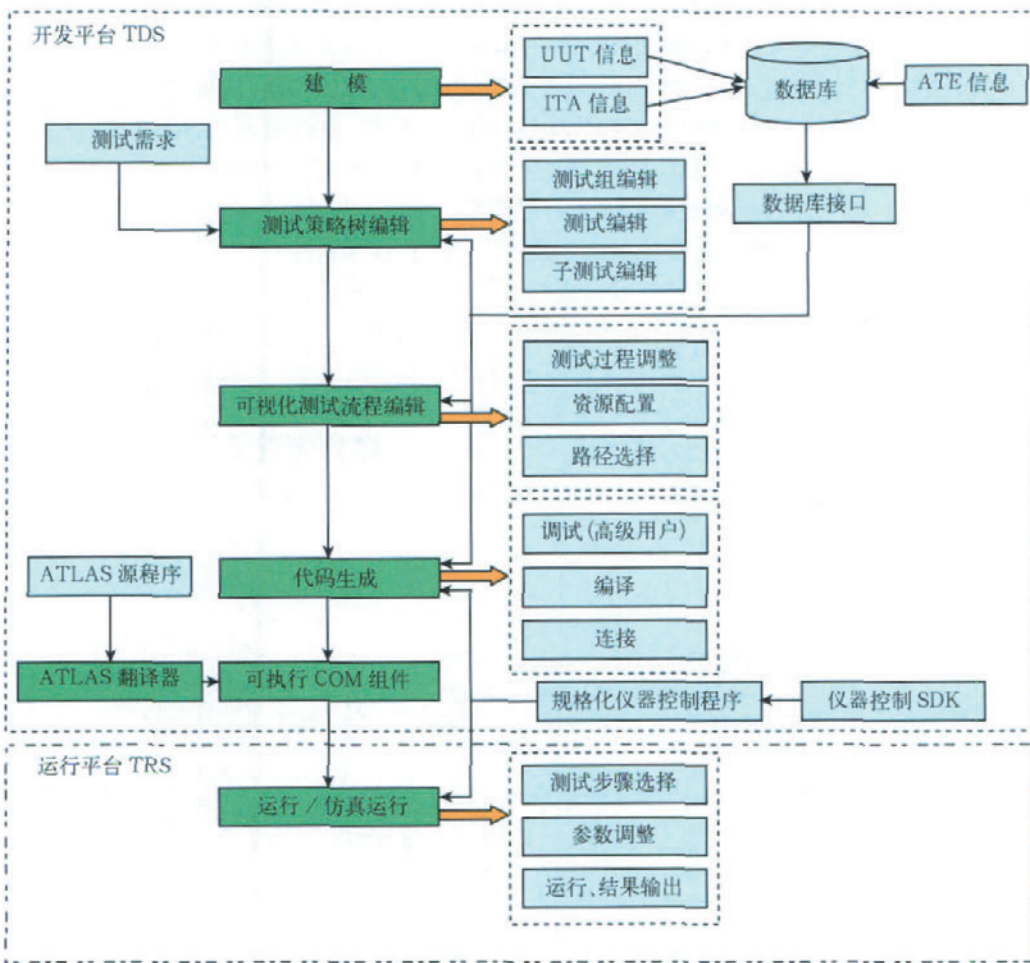


图3 使用GTest工作过程

境和 c1 编译器,数据库管理系统为 SQL SERVER2000,数据库访问语言为 SQL,访问接口方式为 ODBC。另外,系统软件开发环境还提供了 MFC、BCG 等软件开发工具。

GTest 包括 TPS 开发系统 TDS 和 TPS 运行系统 TRS,分别相当于测试程序开发环境和测试执行环境。两个环境之间没有明显的测试与数据传输环境部分,TDS 编译生成组件,将可执行文件用组件接口的方式传递给 TRS,两个环境之间是单向数据传递的关系。

GTest 是可用于各种 ATS 的通用测试软件平台,而且 TDS 与 TRS 彼此独立,可分别安装在不同的计算机中。GTest 直观灵活、操作简便,降低了对测试人员和操作人员的要求。使用 GTest 软件平台开发和运行测试软件的工作过程如图 3 所示,绿色框表示主要工作步骤,对应的虚线框表示该步骤的主要具体工作内容。其中,ATE 建模与仪器控制程序编写针对具体 ATE 只需进行一次,与每个被测对象测试程序的编写无关。

TPS 开发系统 TDS 用于测试程序 TPS 的开发,提供了开放的、图形化的、基于信号的测试软件开发环境,允许用户以测试策略树的形式表示测试需求,以测试流程的形式完善测试过程;同时还提供了便捷的计算机外部设备、测试仪器、测试对象及彼此间互连路径等信息的描述方法;与 ATLAS 语言兼容,集成了 ATLAS 语言编辑环境,最终生成测试程序运行平台 TRS 可执行的测试程序。在 TDS 平台上开发测试程序的基本过程为:由 ATE 集成人员建立 ATE 模型,完成资源控制过程描述,由 UUT 测试人员针对具体被测对象建立 UUT 模型,并根据测试需求以树的形式描述测试策略。所有的测试编辑都在测试树中完成,然后从测试树自动生成可视化测试流程,

经过资源配置和路径选择之后,自动生成文本编程语言,经编译连接生成可在运行平台执行的测试程序。所有这些过程集成在 IDE 中,用户在 IDE 中通过菜单选择完成开发过程。直观的可视化方法极大地降低了对 TPS 开发人员编码能力的要求并减少了 TPS 的开发时间。

TPS 运行系统 TRS 主要为 TRS 开发的测试程序提供运行环境,控制相应资源对被测对象进行检测。TRS 通过调用测试运行软件,监控测试工作站的工作状态,完成测试工作站的自检、标定,管理测试程序所需的各种信息,控制测试所使用的软件、硬件及测试程序的运行。TRS 主要功能包括:用户管理、测试程序载入、测试序列编辑、测试参数修改、过程控制、测试结果报告生成及打印、日志文件生成等。

GTest 自研制成功后,在航空领域逐渐推广,已获得了较广泛的应用,包括某型机二线检测设备、某型航向姿态系统自动检测设备、某型机的 NAMP 系统整机及模板自动测试系统、飞控计算机综合测试系统和自动驾驶仪测试系统等。

### 针对航空测试设备开发的建议

在 GTest 的推广应用过程中,经历了很多困难,为此,针对这些困难提出几点建议,以期对国产测试设备和先进测试技术的推广应用有所帮助。

(1) 由于国内外航空技术的差距,国外测试新技术能解决的问题与国内航空领域对测试的当前要求有一定差距,用户对先进测试理念的理解与接受需要一定时间。而且航空领域绝大多数厂所的主业是航空产品及系统的生产研制,测试只是验证产品功能性能的辅助手段,从事测试的人员数量相对较少,他们难以有大量的时间和精力跟踪研究测试技术

的新发展,但他们对产品本身的测试需求和测试过程非常清楚。

如果能够定期组织专业测试人员与航空产品生产研制人员和航空院所测试人员经常就测试新技术的发展以及航空产品对测试的迫切要求进行交流,将会有效推进测试新技术的应用。

(2) 国内航空测试在近 10 年内才得到普遍重视和迅速发展,相对国外产品来说起步较晚,要达到国外产品那样的技术成熟度、功能全面性和高可靠性等尚需要经过各种应用环境的考验与改进。此外,在国外测试产品已被大量采用的情况下,用户还需权衡用国产产品取代国外产品的代价。因此对国产产品的接受与认可需要时间。

对新研制的测试设备来说,应尽量提高技术水平,用当前技术提高测试设备整体水平,以期比国外产品在技术上有所提高,同时充分考虑国内用户的具体情况,使所研制的测试设备最大限度贴合国内用户的要求,这将极大提高用户对国内产品的信任度和满意度。

(3) 目前国内航空领域基本上是由产品的研制单位提供测试设备,尚未要求产品必须经过第三方测试。而由于航空产品的复杂程度较高,且产品研制单位出于技术保密的目的,一般不愿意透露产品的具体技术细节,使得除产品研制单位外,其他人难以深入了解产品的测试要求,也难以独立研制性能完善的测试设备。也就是说,没有产品研制单位的配合与认可,与被测对象密切相关的测试设备很难研制成功,也不可能得到推广应用。

因此,测试设备的研制应尽可能脱离产品的具体细节,并尽量提供可由产品研制者开发与产品具体细节相关部分测试内容的技术手段,加强售后服务,由双方或多方共同完成测试设备的研制。(责编 未艾)