

需求与验证数据的关联管理方法及实现

Relating and Management Method of Requirements and Verification & Validation Data

■ 孙小欢 何为 屈衍静 吉浩元 潘若痴 张德志 / 中国航发动力所

航空发动机在研发过程中产生了大量的需求及需求验证数据。这些数据分散在不同的数据库中，对数据的利用造成了不便。对需求和需求验证数据进行关联管理，并通过发动机产品数据库实现从需求到设计验证和试验验证的数据流的打通，能够方便研发人员对数据进行查找和使用，提高研发效率。

发动机研制周期漫长并分为不同的研制阶段，不同研制阶段对需求验证的要求不同，因此在研制过程中会产生大量的验证数据。这些数据具有重要的价值，可用于评估设计需求的合理性，提前识别、规避风险，同时根据数据确定设计和试验指标，提升设计和试验的准确性。但是这些数据存储在不同的系统中，与需求之间的对应关系只有部分专业人员可以了解到。通过建立发动机需求与验证数据对应关系并进行关联管理，便于研发人员的数据查找和分析，使发动机研发能力得到提升。

验证数据管理需求分析

需求与验证数据分散在不同的系统中：需求数据存储在需求管理软件

中，如面向动态对象的需求管理系统（DOORS）；设计验证数据以及经过处理和分析的部件试验结果数据存储在产品数据管理系统（PDM）中；整机试验验证数据以及部件试验原始数据存储在试验数据管理系统（TDM）中。如果要查看某条需求的验证数据，往往需要访问多个信息系统并查找多个文件。

根据发动机需求与验证数据管理存在的问题和研发人员实际工作情况，对需求与验证数据关联管理的需求主要有以下两个方面。

一是建立需求与设计验证数据之间的关联关系。梳理设计过程中的验证数据建立关联关系，通过信息化手段把需求和对应的设计验证数据进行关联。

二是建立需求与试验验证数据

之间的关联关系。梳理试验验证数据的交互性需求，建立关联关系，对于与外单位交互的试验验证数据则通过协调等方式获得，并按照标准进行规范存储和解析；通过信息化手段，把需求和对应的试验验证数据进行关联。

需求与验证数据关联管理的建设方法

需求验证矩阵完善

需求验证主要分为设计验证和试验验证两个大类。其中设计验证包括分析、仿真、检查/设计说明和检测等4种方式；试验验证包括部附件试验、系统试验、地面整机试验、高空台试验、试飞和产品使用等6种方式。

在DOORS的需求矩阵中，按照表1所示的需求矩阵，根据需求条目

表1 需求验证矩阵完善内容（示例）

需求	分析 (A)	仿真 (S)	检查/设计说明 (I)	检测 (M)	部附件试验 (CT)	系统试验 (ST)	地面整机试验 (ET)	高空台试验 (AT)	试飞 (FT)	产品使用 (OT)
发动机应能在风车启动边界右侧区域内风车启动可靠		启动过程仿真计算						高空台风车启动试验	风车启动飞行试验	

表2 设计验证数据关联 (示例)

需求编号	需求名称	...	仿真 (S) 验证项目	仿真 (S) 交互共享需求		仿真 (S) 验证数据目录/文件编号	检查/设计说明 (I) ……
				数据提供方	数据接收方		
	发动机应能在风车启动边界右侧区域内风车启动可靠		启动过程仿真计算			131 × ×	

具体内容选择合适验证方式,并填写具体的验证活动内容,如风车启动需求应进行仿真(S)验证,在相应列中填写“启动过程仿真计算”(填写具有代表性、可信度较高的验证活动),同一项验证项目专业内和专业间应做到名称一致。

需求与设计验证数据关联

设计验证数据主要存储在PDM中,为了实现需求与设计验证数据的关联,要将需求与PDM中的设计验证数据链接。

为了实现需求与PDM中设计验证数据关联,需要设计验证数据有对应的零组件编号,而PDM的零组件编号是PDM数据中的唯一识别码,并可以通过零组件号生成访问接口。对于已经定型的型号,设计验证数据需要与定型状态的设计相一致;对于尚未定型的型号,则对应最新的已经试飞的状态。

对于整机及主机件,借用其他型号的设计验证结果需要追溯到原型号设计验证报告或数据,借用型号的性能验证结果需要与该型号性能设计状态相一致,借用型号强度验证结果需要与该型号设计结构状态相一致。对于系统及成附件,借用型号功能、性能、环境试验和可靠性验证结果需符合该型号功能、性能、环境要求和可靠性要求。对

于设计验证项目,需要给出设计验证的零组件编号,详见表2。

需求与试验验证数据关联

需求与试验验证数据关联包括整机需求和部件需求与试验验证数据的关联。

在整机需求与试验验证数据关联方面,整机试验验证数据存储在TDM中,为了实现需求与TDM中试验验证数据关联,需要试验验证数据有对应的TDM目录,通过TDM目录生成访问接口。对于已经定型的型号,试验验证数据需要与定型状态数据相一致;对于尚未定型的型号,则对应最新的已经试飞的状态。

对于借用其他型号的试验验证结果,需要追溯到原型号试验验证报告或数据,借用型号的性能验证结果需要与该型号性能设计状态相一致,借用型号强度验证结果需要与该型号设计结构状态相一致;对于整机级系统,借用型号功能、性能、环境试验和可靠性验证结果需符合该型号功能、性能、环境要求和可靠性要求。原始型号数据挂接在原始型号的目录下。

对于试验验证项目,需要给出试验数据在TDM中的数据包目录,整机台架试验需要明确“发动机型号—发动机编号—发动机装配号—发动机上台号—发动机点火号”,试

飞院试验需要明确“发动机型号—发动机编号—日期—飞行架次”,见表3。提供的数据需要与鉴定时提交的证明材料中的结果对应的试验验证数据一致。

在部件需求与试验验证数据关联方面,由于部件试验数据需要实验室对数据进行提取后提供给设计部门,试验原始数据存储在TDM上,设计部门产生的试验结果分析报告存放在PDM中,验证指标在分析报告中体现,因此部件需求试验验证数据链接PDM中的分析报告。对于已经定型的型号,试验验证数据需要与定型状态相一致;对于尚未定型的型号,则对应最新的试飞状态。

对于主机件,借用其他型号的试验验证结果需要追溯到原型号试验验证报告或数据,借用型号的气动性能验证结果需要与该型号气动性能设计状态相一致,借用型号强度验证结果需要与该型号设计结构状态相一致。

对于成附件,借用型号功能、性能、环境试验和可靠性验证结果需要符合该型号功能、性能、环境要求和可靠性要求。

对于部件级试验验证项目,需要在部附件试验和/或系统试验表头对应的列下给出试验验证的零组件编号。

表3 试验验证数据关联 (示例)

需求编号	需求名称	...	高空台试验 (AT) 交互共享需求		高空台试验 (AT) 验证数据目录	试飞 (FT) 验证项目	高空台试验 (AT) 交互共享需求		试飞 (FT) 验证数据目录	产品使用 (OT) ...
			数据提供方	数据接收方			数据提供方	数据接收方		
	发动机应在风车启动边界右侧区域内风车启动可靠		高空台风车启动专项验证试验	高空台试验基地	××所	风车启动飞行试验	试飞院	××所	发动机型号—发动机编号—发动机编号—日期—飞行架次	

明确交互共享需求

部分验证数据需要与其他单位进行交互，因此需要明确数据提供和接收方。在数据缺失的情况下，可以快速找到数据提供和接收单位，从而尽快沟通进行数据获取或提供。数据提供方指该试验在哪个单位进行，如果是在发动机设计所外进行的试验，则数据提供方包括高空台试验基地、成附件厂、试飞院、承制厂、飞机所、飞机厂和部队等，接收方为发动机设计所。如果是发动机设计所提供其他部门的数据，则数据提供方是发动机设计所，数

据接收方为飞机所和部队等。

需求与验证数据关联管理系统实现

发动机产品数据库集成发动机研发过程各数据库，包括需求软件、PDM和TDM中的数据，因此需求与验证数据关联管理的实现也在其中完成。开发需求验证数据关联模块，可以根据发动机型号和发动机需求层级选项浏览整机、零部件级需求，可以对各种需求验证类型完成情况进行统计分析和查看，如图1所示。

通过点击图1中验证类型上面

的柱形图，可以对相应验证方式的需求条目进行查看。通过对需求验证项目后面挂载的数据项进行自动筛查，判断需求验证项目完成情况，对于没有验证数据的项目进行标红，提示研发人员对验证数据进行补充，对于未完成的验证项目查看相应的节点和计划。同时，根据验证数据目录/文件标号生成访问接口，实现点击接口可以自动关联访问到原始数据的功能。

结束语

通过需求与验证数据之间的关联管理，打通需求—设计验证—试验验证数据的数据流，可以实现自动跳转PDM和TDM的功能，快速对验证结果进行查看，方便研发人员对需求与验证数据的查看和分析。后续可根据发动机产品研发流程，把验证数据与发动机研发流程活动和产品技术评审点对应，进一步实现对项目验证进展和鉴定要求满足监控要求。

航空动力

(孙小欢，中国航发动力所，高级工程师，主要从事软件开发设计和数据应用管理)



图1 需求数据统计