

航天型号产品质量数据包的构建与管理

杨阳¹ 雷志锋² 冀阿强¹ 蔺娜¹

(1. 北京神舟航天软件技术有限公司, 北京 100081; 2. 西安航天发动机厂, 西安 710100)



摘要: 为推进航天型号产品质量数据的收集与管理, 提出了型号产品质量数据包构建和管理目标。对数据包数据结构、内容进行了详细设计, 提出了数据包的管理要求和方案, 并给出了数据包实现的功能, 最后对关键技术进行了分析和阐述。

关键字: 型号产品; 质量; 数据包

Data Packets Creation and Management of Aerospace Model Product Quality

Yang Yang¹ Lei Zhifeng² Ji Aqiang¹ Lin Na¹

(1. Beijing Shenzhou Aerospace Software Technology Co., Ltd., Beijing 100081;

2. Xi'an Space Engine Factory, Xi'an 710100)

Abstract: In order to improve the quality of the model product for aerospace collection and management capabilities, model product quality of data packets creation and management objectives are put forward. The packet data structure and contents are designed in detail, the management requirements and scheme of quality data packets have been proposed, then show the function of the packets. Finally describes the key technologies of the packets.

Key words: model Product; quality; data packets

1 引言

随着航天产品的型号、批次不断增加, 产品复杂程度不断升级, 航天型号产品的质量数据量开始迅速增长。面对型号产品中海量的质量数据, 提高产品质量的可靠性, 保证产品质量数据的一致性已经成为了型号产品质量管理的迫切需求。为了能够完整地收集、整理、统计和分析型号产品海量的质量数据, 质量部门迫切需要围绕型号产品的质量数据构建统一的数据结构, 同时借助信息化手段建立有效的集成信息资源平台, 实现对海量的型号产品质量数据的统计、分析和控制, 从而全面掌握进入试样和定型阶段的组合件和产品零件的质量信息, 完成从原材料、外购、外协件的质量管理到零部件生产、组合件装配、发动机总装整个生产过程的质量信息采集与管理, 最

终实现产品质量数据自动采集汇总, 生成数字化航天产品质量数据包。

2 质量数据包构建与管理目标

- a. 实现产品数据包的快速建立, 满足交付型号要求;
- b. 通过对数据的采集, 并与成功数据包络线进行对比、检查、分析、确认, 把握产品的质量健康状况;
- c. 提高质量数据的复查效率, 解决以往数据采集的滞后、广度与深度不足, 对数据进行深入有效的统计, 发现产品的薄弱环节, 从而实现精细化质量管理的目标。

3 质量数据包设计

基金项目: 离散制造业产品生命周期管理系统研发及产业化

作者简介: 杨阳 (1987-), 硕士, 工业工程专业; 研究方向: 企业信息化建设。

收稿日期: 2013-06-21

3.1 质量数据包内容设计

型号产品质量数据包包含了在型号产品设计、生产、原材料供应、试验、飞行等过程中产生的全过程质量数据。航天产品质量数据包是航天产品实现过程和结果的客观记录。完整的产品数据包应该包括产品设计数据、过程工艺数据、现场检测数据、综合管理数据、质量改进数据、关键特性相关数据，产品研制生产和试验全过程相关的结果记录、图像记录、后期评价记录，以及产品交付后随之相关文件和资料。

具体而言，产品数据包主要包括产品基础数据、产品功能性能数据和产品关键特性数据，如图1所示。

产品基础数据：主要包括构成产品 BOM 结构的原材料、标准件、部组件的基础数据，该类数据主要来源于产品生产厂。

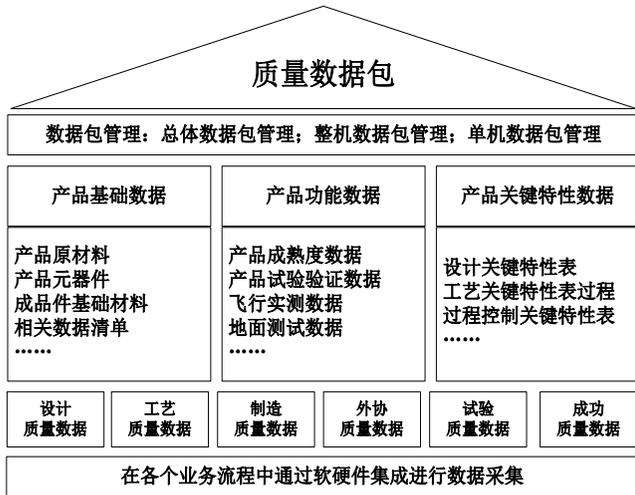


图1 航天产品质量数据包结构图

产品功能数据：是指产品在使用环境下，通过检测或计算获得的，反应产品性能的数据。

产品关键特性数据：是反映和评价产品质量的关键数据，该类数据是在产品设计和生产阶段，需要重点控制的设计数据、工艺数据和过程控制数据。产品关键特性数据按照形成的阶段不同可以分为设计关键特性、工艺关键特性、过程关键特性。

3.2 质量数据包管理

3.2.1 总体数据包管理

从总体数据包看，型号产品数据包管理系统顶层可以灵活地定义任务号、分系统、子系统，直到独立管理的整机；单机数据包层可以再次分类，把数据包相关的设计文档、生产信息、检验信息联系起来。

在产品数据包管理系统中，用户根据型号、系统、分系统的单机配套表，以特定的批次为对象构建产品

结构树，如图2所示。选定特定单机，就可对该单机数据包从设计、工艺、生产、装配、维护等不同视图角度对数据进行查阅浏览与补充。



图2 航天产品质量数据包结构图

3.2.2 整机数据包管理

从整机数据包看，数据包自上而下分解，建立型号、部组件、子组件、单机等多级数据包任务，其中部组件、子组件不但包含下属单机的实物数据包，自身也可能包含直属的子数据包。各级数据包根据批次和层级信息规范命名。数据包任务自下而上汇总提交。随着数据包任务的任务自动汇总，相关联的数据包也自动汇总。

3.2.3 单机数据包管理

对于某个具体型号的单机，生产中分批组织生产，每个生产批次的数量不同，但对应于每个单机实物，会有一个合格证。对于每个生产批次的单机，系统将按照合格证号对具体的单机实例进行组织并关联产品数据包，同时可以准确关联记录每个单机对应的产品文档的具体版本。数据组织完成后，相关人员对产品数据包进行存档固化。

3.3 质量数据包数据分析

质量数据包应用包含数据包分析、决策支持、最终项目数据包（EIDP）、质量持续改进、向总体单位传递产品数据包要求、统计报表六大应用。

a. 分析。因为质量数据包包含了研制、管理全过程的质量与可靠性数据，依据其系统、全面、正确、可追溯的特性，可进行下述方面的相关数据分析，从而完善过程控制，为管理决策提供有力的支撑。

b. 决策支持。依据质量数据包包络分析的结构，生产现场人员可以决策工艺参数是否超限，从而保证产品质量可靠性。

c. 数据包打包。系统提供质量数据包灵活的打包功能，提供按照产品、零组件、零件等各个节点分级分类进行打包。

d. 数据包传递。系统将提供数据打包传递功能，从而为不同用户提供不同数据包，以提升产品的交付能力。

e. 质量持续改进。通过前述的分析和决策，对产品中存在的质量问题进行持续的改进监督和管理，以降低成本、改进并提升产品质量。

f. 统计报表。系统将根据相关用户的特定需求，定制开发统计报表，并能输出 EXCEL、PDF、TXT 等格式文本。

4 主要功能

4.1 离线质量数据包导入导出

型号产品整机、部组件装配结束时，仅对该特定产品从原材料、零件生产及外协、部组件装配、整机装配过程所有质量跟踪卡等质量信息进行下载打包提取，形成脱离数据包系统的单独文件，可以脱离系统按照产品结构树逐级展开，查看跟踪卡相关信息；该单独文件还可以上传至预装数据包系统笔记本，将所有数据还原至系统中，实现所有系统正常的查询、汇总、统计等功能，便于异地工作时，质量检查确认需要，如图 3 所示。

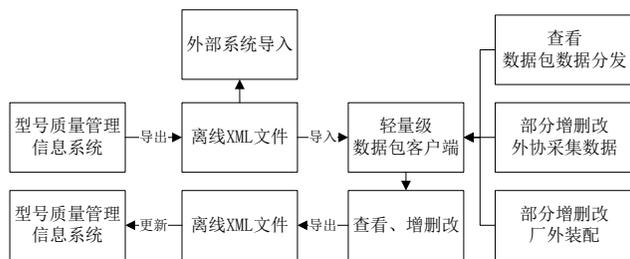


图 3 离线数据包方案

4.2 产品追踪追溯

通过产品跟踪与追溯模块，实现快速查询产品配套情况，批次使用覆盖情况，发现质量问题时，通过正向追溯与逆向追溯，对质量问题影响范围迅速定位，采取措施。

4.3 产品实测数据查询

产品生产结束后，系统能够以跟踪卡为依托，实现对产品性能实测数据、工艺过程参数等跟踪卡数据的查询汇总和对比分析，实现 I/II 类单点故障关键特性分析数据、强制检验点的验收数据、三类关键特性数据的自动识别，分类统计。

型号产品整机、部组件装配结束时，系统能自动按配套关系，以结构树为依托，对配套的所有零部件涉及的产品性能测试记录、工艺过程参数记录进行快速查询，能够根据跟踪卡样本中工艺提前预定义的数据类型，对产品质量数据进行自动识别，分类统计。

4.4 质量问题统计

以跟踪卡质量问题处理记录和质疑单为基础，对相关的质量问题信息进行自动采集，实现对问题处理过程中的现象描述、原因分析、处理措施、处理人员等信息的快速查询，统计分析与追溯。

型号产品整机、部组件装配结束时，系统能自动按配套关系，通过跟踪卡质量问题处理记录和质疑单，对配套的所有零部件涉及的相关的质量问题信息进行自动采集，实现问题处理过程中相关信息的快速查询、统计分析和追踪追溯。

4.5 包络分析

数据包络是指成功完成地面试验及飞行实验的航天产品（重点指关键单机、零部件及原材料等）各项参数的上下边界范围，包括产品本身参数包络和产品对飞行任务剖面适应性包络。在产品的定型和升级改造阶段，通过对成功包络数据的包络分析进行不断完善，改进产品关键特性数据，减小产品质量数据的波动范围，提高产品关键特性数据的精度，保证产品质量的稳定性，是数据包持续改进的重要工作。

系统提供包络数据定义工具，针对跟踪卡模版相关附表、各个业务单据中的数据、各种检测数据等，定义参与包络分析的参数，定义参数运算规则、边界精度等。

系统可以自动出具型号产品的包络分析结果表格，包络上限、下限由系统根据历史成功数据自动提取。如图 4 所示。

成功包络参数查询：可以按型号选择定义最近 n 发、xx 单机关键参数（也可选择单个参数）等，输出成功参数值范围。

成功参数包络曲线：系统按参数浏览成功数据，按型号或产品代号选择数据范围生成包络曲线，利用图形化展示包络分析结果，并保存在系统中。

包络分析：系统按单机或参数进行包络参数分析，图形化展示包络分析结果并保存，统计包络的数

据，根据参数的包络边界数值的数据，进行风险预估。

属性	表名	附表	项目	要求下限	要求上限	包络下限	包络上限	实测值	结论
[-] A1型台式机 A1									
[-] A1系列专用主机 A15									
[-] 机箱 A155									
[-] 壳体 A1551									
[-] 制造跟踪卡: 35-A1-A1551-00306									
[-] 工序: 领料									
[-] 工序: 热处理									
[-] 工序: 切割									
[-] 制造资源									
[-] 材料									
[-] 工艺信息									
[-] 检验信息									
	关键工序质量特性	长度	99	101	99	100	100	100	✓
	关键工序质量特性	宽度	45	47	46	47	45	45	✓
	关键工序质量特性	高度	2.34	2.41	2.34	2.39	2.35	2.35	✓
	关键工序质量特性	重量	89	92	89	91	91.5	91.5	✗
[-] 多媒体记录									
[-] 派工单: PG098372									
[-] 工序: 锻造									

图 4 包络分析结果示意图

5 关键技术分析

5.1 多维度管理

产品数据包的组织和展示方式会因用户角色和使用需求的差异而不同。比如，型号总师希望以结构树的方式来浏览该型号下所有分系统各单机数据包的整体数据，而厂所质量人员希望以组织或者单机类型的角度来浏览数据包数据；在查找质量问题源头时，有时需要以单件产品为索引精确查找使用的原材料，而在查找到质量问题源头后，就需要查找用到该原材料的所有相同批次的成品。

多维度的数据展示的实现方式主要是系统数据包的对象支持多重分类，按照用户的不同需求构建多种数据展示模式，同时这种分类会随着业务的不同、用户身份的不同而改变。这就要求在 Dynamics AX 平台上能够支持分类的可扩展功能。为此在构建系统时需要将这种分类作为一种单独的系统服务提取出来，将对象关联在不同的分类方式上，这种分类方式并不存储在对象本身，而存在专门的分类对象上记录，从而保证数据包对象的分类仅与分类对象本身相关。

在查看数据包对象时，系统自动获取其需要查看的维度，从该维度组织数据的分类，并按照用户需要的展示形式呈现给用户。

5.2 结构化表单管理

产品质量数据种类繁多，需求复杂，并且随着产品型号的增加和对质量要求的不断升级，质量数据会从种类、数量和精度方面不断增长。为了让质量数据

包的构件能够持续满足不断提升的质量要求，系统基于 Dynamics AX 平台开发了一款面向用户的结构化数据管理模块。

该数据管理模块是一个具有自定义配置表单功能、动态数据建模功能、可视化模板绘制功能，并且支持单据审批功能的结构化表单构建模块。该模块是针对不断增长的数据包内容，对结构化数据收集、处理、统计需求的现状，结合 Dynamics AX 平台本身特性，依据灵活配置及可扩展等原则而设计，旨在通过对用户业务无代码配置实现来满足用户的各种结构化业务管理要求。通过数据结构化，使数据包产生的大量的新增数据能够更加容易地被挖掘利用，从而大大提升了数据包的灵活性和持续使用能力。

6 结束语

建立航天型号产品数据包，能够实现对型号产品质量数据的记录、传递、处理和利用，有利于产品工程的开展，提高产品数据的分析、评价和改进的能力，实现型号产品全生命周期质量数据的追溯和应用。

参考文献

- 1 杨山豹, 何薇. 面向航天产品制造过程的质量管理系统建设与实施[J]. 航天制造技术, 2012(6): 19~23
- 2 袁家军. 航天产品质量与可靠性数据包及其应用[J]. 中国质量, 2009(4): 8~10
- 3 袁家军. 航天产品工程[M]. 北京: 中国宇航出版社, 2011

