

doi: 10.7690/bgzdh.2019.07.008

基于 S1000D 故障报告的故障隔离技术

郭德兴, 杜晓明, 朱 宁

(陆军工程大学石家庄校区, 石家庄 050003)

摘要: 针对第三方故障诊断系统与交互式电子技术手册 (interactive electronic technical manual, IETM) 集成使用存在的问题和 IETM 中故障报告信息应用层次较低的现象, 提出一种运用故障报告数据诊断隔离过程的方法。详细描述 S1000D 中故障报告信息结构, 分析故障报告数据模式及主要元素, 对故障报告信息的故障隔离功能运用方式进行解析, 通过 IETM 终端平台, 实现故障的隔离诊断过程, 完成故障的修复。应用结果表明, 该技术对开发实用的 IETM 系统具有一定的指导作用。

关键词: IETM; 故障报告; 诊断隔离

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A

Fault Isolation Technology Based on S1000D Fault Report

Guo Dexing, Du Xiaoming, Zhu Ning

(Shijiazhuang Campus of PLA University of Army Engineering, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: Aiming at the problems existing in the integration of third-party fault diagnosis system and interactive electronic technical manual (IETM) and the low application level of fault report information in IETM, a method for diagnosing isolation process using fault report data is proposed. Describe the fault report information structure in S1000D, analyze the fault report data mode and its main elements, the fault isolation function of the fault report information is parsed, and the fault diagnosis process is realized through the IETM terminal platform to complete the fault repair. The application results show that this technology has a certain guiding role in the development of practical IETM system.

Keywords: IETM; fault report; diagnosis isolation

0 引言

交互式电子技术手册 (IETM) 是一种按标准数据格式编制, 采用文字、图形、表格、音频和视频等形式, 以人机交互方式提供装备基本原理、使用操作和维修等技术出版物的^[1]。在装备故障诊断领域使用 IETM 多维知识数据, 可以提高故障定位成功率, 减少故障定位与维修时间, 全面提高装备维修效率。国内基于 IETM 的故障诊断研究主要有 2 个方向: 1) 通过第三方诊断系统如 TEAMS 导出^[2], 或采用诊断语言 DiagML 编辑器编写诊断策略描述文档^[3], 再将策略文件导入 IETM 平台, 实现基于 IETM 平台的诊断交互过程; 2) 直接利用 S1000D 中的故障数据模块。第 1 种方法中故障诊断策略无法引用 IETM 中的其他数据, 集成度低; 第 2 种方法集成度高, 但当前只是将故障报告信息用于描述装备的常见故障现象、原因等信息^[4], 以使用户查询, 未能对故障报告中的故障隔离过程进行深入研究。基于此, 笔者在 S1000D 故障报告数据模式基础上, 对故障报告中的隔离过程进行解析。

1 S1000D 故障报告数据模块

S1000D 采用数据模块和结构化技术来规范装备数据, 装备故障及其隔离诊断过程数据主要由故障数据模块来定义。故障数据模块内容可分为故障报告信息和故障隔离信息。故障报告信息描述了装备内置监控系统和使用维护人员检测或可观察故障, 包括故障部件、故障现象、原因及维修措施等, 其数据结构如图 1 所示。涉及故障类型可区分为可隔离故障、可检测故障、可观察故障和关联故障。

可隔离故障是指可由内置检测系统检测隔离的故障, 并且其故障原因只有一个。可隔离故障无需给出相应的隔离过程, 但需标示对相应故障维修程序的引用; 可检测故障是指由内置检测系统探测并存储的故障, 但其故障原因有多个, 对于每个故障原因, 应给出隔离每个潜在故障的程序及检测程序的引用; 可观察故障是指由装备使用或维护人员观察发现, 不是由装备检测系统检测到的故障, 例如滑油起伏变化、门无法打开、振动、不正常的味道等; 关联故障是由监控系统检测、过滤并分组的互

收稿日期: 2019-02-06; 修回日期: 2019-03-12

作者简介: 郭德兴(1986—), 男, 山东人, 硕士, 从事装备信息化保障研究。E-mail: 125412933@qq.com。

相关联的一组特定故障(因某种原因引起关联故障),用以建立对故障隔离程序的唯一引用^[5-6]。

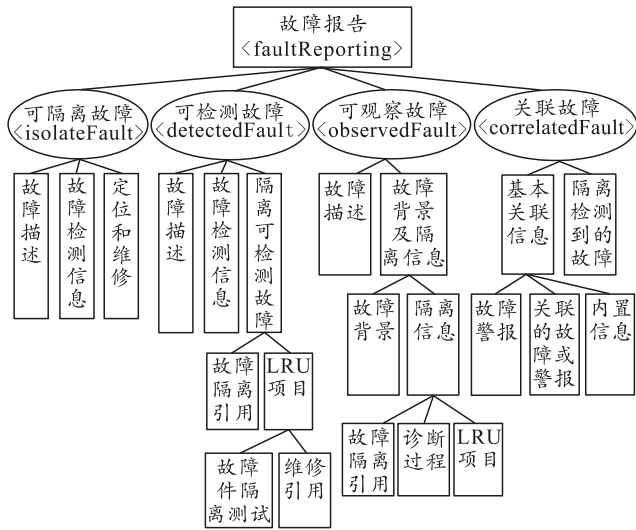


图 1 故障报告数据结构

相对于其他采用装备检测系统发现的可隔离或可检测故障来讲,可观察故障更为复杂,数据结果也包含了其他几种故障类型的故障隔离方式。笔者以可观察故障为例,分析 S1000D 故障报告数据模式。可观察故障采用<observedFault>元素,其 Schema 结构如图 2 所示,子元素包含故障描述<faultDescr>,故障背景及隔离信息<contextAndIsolationInfo>和备注<remarks>。

故障描述<faultDescr>用于描述故障现象,通过对故障现象的描述,为下一步维修策略的制定提供重要参考信息。它包括<descr>、<detailedFaultDescr>和<refs>3 个子元素。其中:<descr>用简单文本说明故障现象;<detailedFaultDescr>详细描述故障现象;<refs>引用了其他数据模块来描述该故障。

故障背景及隔离信息<contextAndIsolationInfo>

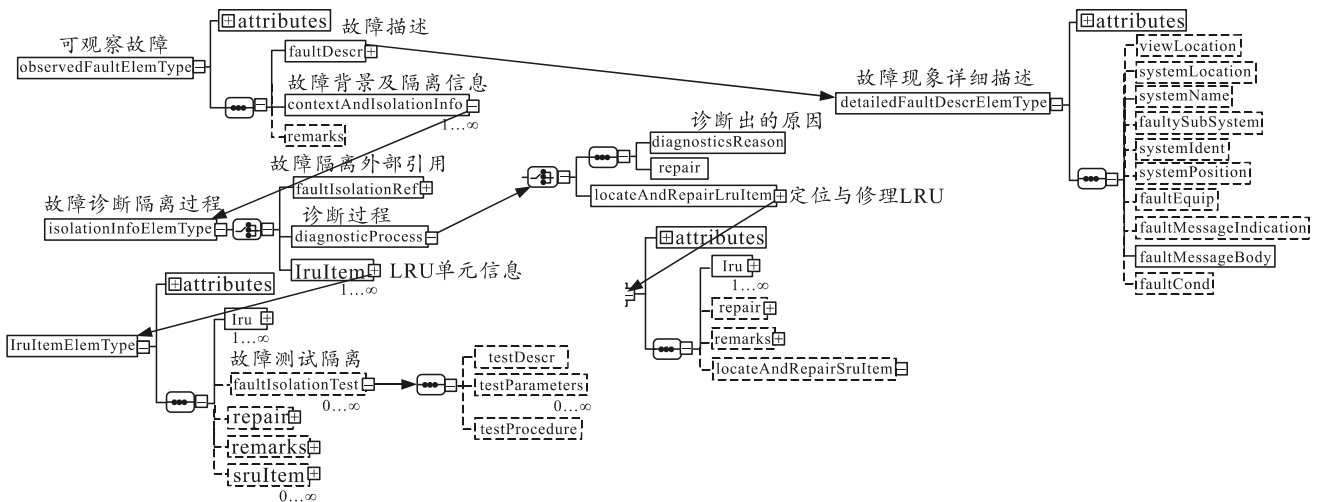


图 2 可观察故障 Schema 结构

用于描述故障产生时的环境背景及隔离信息,子元素有故障背景<faultContext>和隔离信息<isolationInfo>。<faultContext>描述了可观察故障的基本环境条件信息。<isolationInfo>用于描述故障的诊断隔离过程,可以有以下 3 种方式:

1) 使用故障隔离引用<faultIsolationRef>元素,通过引用外部数据模块、出版物模块或外部出版物等隔离信息来指导故障隔离相关过程。

2) 使用诊断过程<diagnosticProcess>元素,描述故障部位、故障原因已明确的故障。这里区分 2 种情况:① 对于原因清晰,简单易排的故障,使用<diagnosticsReason>元素,描述诊断确定的故障原因,使用维修<repair>元素,引用维修程序描述修理过程;② 对于故障原因唯一,不需要隔离过程的故障,使用定位和修理<locateAndRepairLruItem>元素,通过子元素<lru>查询已经发生故障的 LRU 的名称、简称和标识信息,运用子元素<repair>引用相关故障 LRU 的维修程序。

3) 使用故障隔离测试<lruItem>元素,描述具有多个故障原因的故障隔离过程。在<lruItem>子元素中,元素<lru>提供所有可能发生故障的 LRU 的名称、简称和标识信息;子元素<faultIsolationTest>提供测试描述<testDescr>、测试参数<testParameters>、测试程序<testProcedure>等开展测试所需信息。测试描述<testDescr>提供测试名称及对测试相关描述的引用,测试参数<testParameters>包含一组测试所需的条件界限参数,例如:“测试期限从第 1 天到第 2 天”,测试程序<testProcedure>通过引用其他数据模块、出版物模块或外部出版物等信息来详细描述相关测试;子元素<repair>用于引用维修程序描述已检测定位的故障 LRU 的修理过程。

基于上述分析,在制作装备 IETM 维修手册时,编辑人员可根据故障现象原因和故障排除方式,通过故障模块编辑界面,填写合适的故障报告和隔离过程信息。图 3 描述了某型火炮观察到高低机动作灵活性降低,需对平衡机气压进行检查与处理的编辑过程。

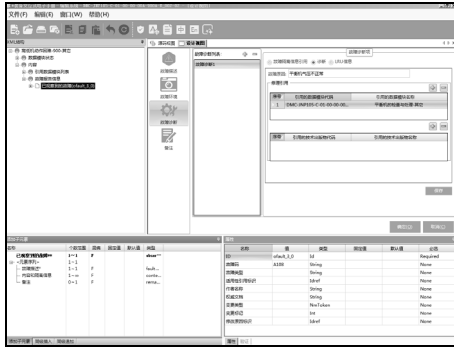


图 3 故障报告信息编辑

2 故障报告隔离诊断应用

采用可观察故障报告,故障隔离定位过程如图 4 所示。当用户发现装备发生故障时,应首先确认其故障现象描述并在 IETM 系统输入关键词或故障

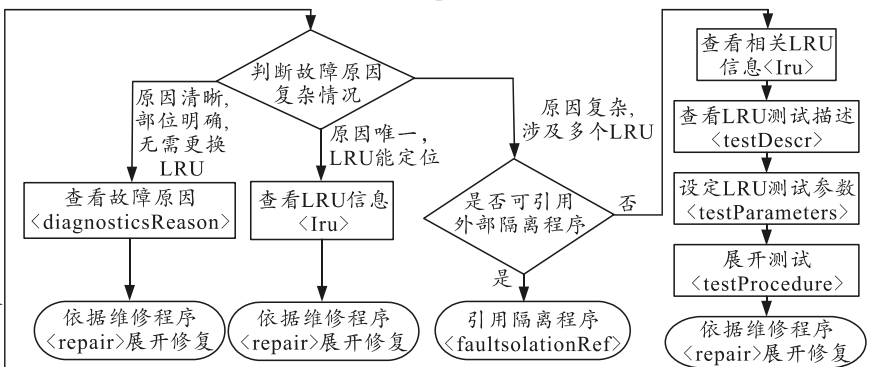
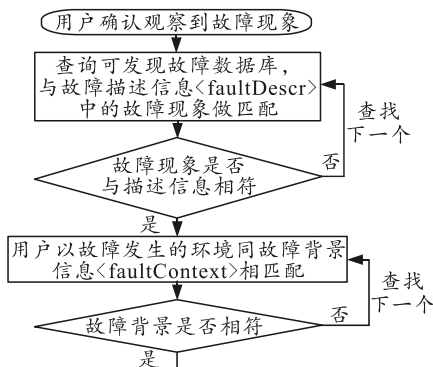


图 4 可观察故障隔离定位过程

通过 IETM 终端平台,装备维护人员依据图 4 装备故障诊断过程,通过输入故障现象,在系统辅助下,实现故障的隔离诊断过程,完成故障的修复。图 5 显示了火炮高低机转向不灵活的诊断隔离过程及其结果,其最终故障 LRU 为平衡机。



图 5 故障报告信息诊断故障

代码,系统搜索可发现故障数据库,查询故障描述 <faultDescr>元素中描述的故障现象是否与用户输入相符,如果相符,则可查看故障发生的背景信息 <faultContext>确认故障发生的相似程度,并依据故障隔离信息 <isolationInfo>中提供的方式实施故障隔离,主要有 3 种方式:

- 1) 当故障原因清晰,部位明确且不需要更换 LRU 时,直接查找故障原因 <diagnosticsReason>,通过相应的维修 <repair>链接展开维修;
- 2) 当故障原因唯一且能直接定位到某个 LRU,通过查看 <locateAndRepairLruItem>信息,实施故障定位,并通过相应的维修 <repair>链接展开维修;
- 3) 当故障的原因由多个 LRU 引起时,需首先将故障隔离至某个 LRU,此时有 2 种方式: ① 直接引用外部故障隔离程序 <faultIsolationRef>实施故障隔离; ② 查看相关的故障件信息 <lr>和测试描述 <testDescr>,根据测试条件参数 <testParameters>,对可能的故障件依据 <testProcedure>,引用测试程序进行实施隔离检测,对检测出的故障件,引用相应的维修程序 <repair>展开维修。

3 结束语

装备维修保障中的故障诊断隔离过程实现途径较多,基于 S100D 的故障报告提供了一种标准化的实施过程。笔者系统地对 IETM 故障模块中故障报告数据结构进行研究,并对其中的故障隔离功能运用进行了详细解析,解决了第三方诊断系统与 IETM 集成度低的问题。该研究对于理解与集成化运用故障报告数据具有推动作用,对开发实用的 IETM 系统也具有一定的指导作用。

参考文献:

[1] 徐宗昌,雷育生. 装备 IETM 研制工程总论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 1-2.

表 4 常用封装焊接工艺要求的器件间距推荐

封装类型	间距推荐/mm
一般封装	0.25±0.05
尺寸小于等于 0402 的贴片电阻电容电感类	0.15±0.05
尺寸大于 0402 的贴片电阻电容电感类	0.25±0.05
对接焊引脚 (Butt Joints)类	0.8±0.05
BGA 类	3±0.05
贴片铝电解电容和贴片晶体类	0.5±0.05
CGA 和 LGA 类	3±0.05
扁平延伸引脚的 SOT,SOD 类	0.15±0.05

3 结束语

在 PCB 封装设计过程中,只要综合考虑环境条件、产品性能、密度等级、产品可制造性良好等情况,遵循芯片设计手册的规定,并参考 IPC-7351B 标准,就一定能设计出满足产品性能要求的可制造性良好的 PCB 封装。笔者所在单位采用 IPC-7351B

(上接第 33 页)

由表可以看出:

- 1) 双转轴侧滑角和滚转角的定位精度全部满足设计指标要求;
- 2) 侧滑角测量重复性良好,侧滑角真值与 3 次测量结果偏差均 $\leq 1'$,说明采用经纬仪和万能角度尺配合测量方法的误差较小,也说明双转轴多次拆装依然满足精度要求。

在某型号导弹全弹测力试验中,吹风马赫数为 0.3~4.0 Ma,侧滑角为 0°、+5°、+10°,试验车次共计 150 余次,试验数据获得型号单位好评。在试验期间,10°双转轴安装更换侧滑角操作方便,天平线走线顺畅,各卡块定位精准可靠,侧滑角精度满足气动要求,10°双转轴具备型号试验能力。

4 结论

1) 通过对侧滑角测量方法的误差分析及测量方法优化,采用经纬仪和万能角度尺能实现小型量级风洞侧滑角的精确测量,对同类风洞的侧滑角测量具有一定的借鉴意义;

2) 双转轴的零位基准确定应在风洞 0°侧滑角工位状态下进行,基于工位确定零位基准,为双转

(上接第 36 页)

- [2] 刘双双,叶晓慧,王红霞. 嵌入故障诊断策略的 IETM 的研究与实现[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(9): 1964-1966.
- [3] 蒋俊荣. 基于混合诊断模型的诊断设计优化及其应用技术研究[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2010.
- [4] 徐宗昌,黄书峰,孙寒冰. 面向故障诊断的 IETM 故障

标准里的密度等级 A 建立元器件封装库,进一步提高了产品可靠性。实践结果证明:该方法切实可行,提高了产品的可焊性和可靠性。

参考文献:

- [1] 黄智伟. 印制电路板(PCB)设计技术与实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012: 6-36.
- [2] IPC-7351B. Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard[S]. AUGUST 2009.
- [3] 郭瑜,孙志礼,马小英,等. 考虑 PCBA 翘曲失效的回流焊工艺制程分析[J]. 兵器装备工程学报, 2017(1): 158-162.
- [4] 吴均,王辉,周佳永. Cadence 印刷电路板设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014: 71-78.
- [5] 李文庆. Cadence Allegro 16.6 实战必备教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016: 44-78.

轴研制提供了新的工艺思路,为阶梯侧滑角的准度提供参考依据;

3) 风洞试验结果证明:通过合理改进定位卡块和前轴的结构形式,能降低侧滑角更换的技术难度,提高侧滑角更换效率及保护天平走线;经过局部结构优化,提高了双转轴的可靠性和适用性。

参考文献:

- [1] 饶正周,郁文山,马永一. 2.4 m 跨声速风洞双转轴控制系统[J]. 兵工自动化, 2011, 30(10): 79-80.
- [2] 甘小明,马东平,丁寿和. 29062 工程双转轴机构外委项目技术任务书[Z]. CARDC-2, 2015.
- [3] 仵荣祥,谭永根,张宗国. 风洞工程测量标准[S]. 中国人民解放军总装备部, 2000.
- [4] 霍国,康洪铭,刘晓林,等. L-12 风洞螺旋桨带动力试验系统[J]. 兵工自动化, 2018, 37(6): 23-27.
- [5] 马东平,唐淋伟,丁寿和. 新区 0.6 m × 0.6 m 暂冲式跨超声速风洞喷管段静调报告[R]. CARDC-2, 2015.
- [6] 马东平,李勇,丁寿和. 新区 0.6 m × 0.6 m 暂冲式跨超声速风洞四大段定位精调报告[R]. CARDC-2, 2016.
- [7] 田正波,杨家军,史玉杰. 一种新的风洞试验支撑机构横向弹性角校准方法[J]. 兵器装备工程学报, 2017(8): 32-35.

数据模块研究[J]. System Simulation Technology & Application, 2012(14): 844-847.

- [5] 李东霖,杨文潇. 某型计算机无 ARINC429 通讯信号输出故障排除[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(10): 204-206.
- [5] S1000D-I9005-01000-00. International specification for technical publications using a common source database[S]. Issue No. 4.2, 2016.