

文章编号: 1001-3806(2003)03-0251-03

新型复杂光电仪器的故障诊断方法研究

张 维 牛燕雄 周 冰 段晓峰
(军械工程学院, 石家庄, 050003)

摘要: 新型复杂光电仪器的技术保障面临着仪器知识少、没有维修经验积累等困难, 为尽快提高有关技术人员的保障能力, 研究了构建仪器层次分解工作模型的方法和进行仪器结构基元的故障预测、故障繁衍、故障诊断的策略, 以使技术人员尽快掌握仪器知识, 具备故障诊断维修的能力。

关键词: 新型复杂光电仪器; 层次分解模型; 故障预测; 故障繁衍; 故障诊断

中图分类号: TN15; TH745 文献标识码: A

Fault diagnosis for new type complex photoelectric equipment

Zhang Chu, Niu Yanxiong, Zhou Bing, Duan Xiaofeng
(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang, 050003)

Abstract: New type complex photoelectric equipment faces the difficulties such as short of knowledge about the equipment, without experience about equipment's maintainance, etc. In order to improve the technical personnel's capability for equipment's maintainance, the authors try to find methods to construct equipment's structure decomposing model, tactics to carry out fault forecasting, fault multiplying and fault diagnosing in structure member of the equipment. This can enable the technical personnel to master equipment's knowledge rapidly and possess equipment's fault diagnosing capability.

Key words: new type complex photoelectric equipment; structure decomposing model; fault forecast; fault multiply; fault diagnosis

引 言

应用于新兵器的光电仪器大都采用了当代相关领域的最新研究成果, 从而使仪器的复杂性日益增强, 这在导致兵器技术性能提高(如反应时间缩短、打击精确度提高、易操作性增强)的同时, 也使仪器的维护和技术保障更加复杂和困难。尤其是光电仪器研制更新速度快, 而故障诊断和维修经验积累速度慢, 使其难以利用故障诊断经验的积累研制自动化诊断系统, 因此, 需要研究一种能使技术保障人员在尽可能短时间内具备专家维修能力的新方法。

新的方法需要利用仪器设计、生产等方面的知识, 建立仪器的层次分解工作模型, 利用该模型训练技术保障人员, 使其尽快了解与故障诊断有关的仪器知识和检测依据, 为故障分析定位提供思路。

1 建立新型光电仪器的层次分解工作模型

因为现代光电仪器的共同特点是操作简单、显示直观, 所以, 仅从仪器的外部工作表现难以推测其内部结构和各构成部分的工作情况。在故障发生时, 虽然大多数仪器都有一定的故障自检能力, 能显示故障的代码, 但是由于代码数量有限和代码所能表述信息的有限性和抽象性, 使其一般不能直接给出故障诊断结论和维修方案。以某光电仪器的一个故障代码“FF07”为例, 该代码的含义是“无激光输出”, 而“无激光输出”可能由“激光电源输出电压不足”、“触发线圈断路或打火”、“激光器损坏”等故障中的任意一个造成, 可见故障代码不能直接提供故障诊断结论和维修方案。如果技术人员不了解该仪器的内部结构和工作情况, 就无法着手实施故障检测和定位, 所以, 必须通过建立合理的仪器层次分解工作模型, 来训练有关技术人员掌握与故障诊断有关的仪器知识, 这需要合理选择仪器的层次分解策略并建立各分解单元之间的功能控制联系。

作者简介: 张 维, 女, 1964 年 12 月出生。讲师。从事军事光电仪器的应用和技术保障研究工作。

收稿日期: 2002-04-08; 收到修改稿日期: 2002-11-06

1.1 合理选择仪器的层次分散策略

进行仪器的层次分解时,有两种方法可供选择:一是按照仪器各功能的实现过程,在结构上逐次分解出各功能实现系统和功能基元;二是以仪器的物理结构为基本框架,把仪器按照系统、分系统、部件等顺序逐次分解至要求的故障定位最小基元(结构基元)。前一种方法的优点是有助于技术人员尽快掌握仪器功能的实现原理和过程,缺点是难以快速形成关于仪器物理结构的直观印象;后一种方法的优点是仪器的层次物理结构直观,缺点是各结构基元之间的工作和功能控制关系不如前一种方法表现得系统、简洁。

为使新型光电仪器的技术保障人员尽快掌握有关的仪器知识,可以采用后一种方法侧重于描述仪器的物理结构。依据仪器的生产单位、研究所、院校的技术力量,基于仪器的生产图纸等技术资料,应用CAD, CAM 等手段仿真仪器的分解、装配流程,逼真再现仪器构成基元的面貌及其机械结构关系,使有关技术人员能够快速地了解仪器的内部结构,形成对仪器内部组成各部分的直观印象。如果在仪器的分解、装配流程中加上操作要点、注意事项等说明,可以使有关技术人员在新仪器定型后很快掌握其维修所需的分解、换件和组装技术,从而降低复杂仪器的人为损坏概率,避免人才滞后问题的出现。

1.2 建立结构基元之间的功能控制联系

新型复杂光电仪器的结构中不仅有精密、复杂的光学和机械部分,而且大多有着相当复杂的电气系统。与光学、机械部分在结构、功能上的直观性相比,电子系统的工作原理、工作过程和实现的功能则无法从其结构上直观了解,而且电子系统实现的功能多,实际应用中又存在故障率偏高的问题,所以,要使有关技术人员掌握新型复杂光电仪器各个结构基元之间的功能关系,较全面地了解仪器维修所需的检测知识,必须使其全面掌握仪器的电子、光学、机械的各结构基元之间的工作和控制关系。

要达到上述目的,可以从仪器在整体状态下能够实现的功能表现入手,把功能表现细分为一系列与仪器结构基元的工作相对应的功能细节,使有关技术人员能清楚地了解到:仪器外部表现的每个功能细节(正确或错误),是其哪个或哪些内部结构基元(正常或故障)工作的结果。然后,以电信号和光信号的传输为主线,说明每个功能细节的相关结构基元之间的信号联系和功能控制关系,使有关技术人员易于掌握仪器各功能的实现原理和实现过程,

从而在仪器发生故障时,知道从何处着手实施检测和维修工作。

2 用仪器结构基元的故障繁衍实现故障诊断

要使有关技术人员尽快具备新型光电仪器的故障诊断能力,最有效的方法是使其了解仪器可能发生的故障,故障在仪器内部相关结构基元中的繁衍,直至在仪器完整状态下出现的功能异常特征(表现)。如果通过对故障及其功能异常特征表现的处理,建立起故障与异常特征的对应关系,当然最好是建立一一对应的关系,那么故障诊断将趋于简单,可以利用故障繁衍模型构建专家系统。如果因为仪器内部构成复杂,而其外观功能表现又趋于简单(实际情况往往如此),造成异常特征与故障不能形成一对一,只能形成一对几的关系,则可以根据相关故障繁衍的路径,按追根求源的原则给出合理的故障检测路径,以帮助技术人员利用其掌握的仪器知识完成故障诊断或建立专家诊断系统。要达到这一目的,一般会面临一个问题:刚投入使用的光电仪器,可能发生的故障大多尚未暴露,如何进行故障预测?

2.1 故障的预测和描述

在缺乏经验积累的情况下,要对新型复杂光电仪器实际使用过程中的故障进行预测,可从下述几方面着手:(1)归纳仪器在生产、调试、验收和可靠性试验中出现的故障;(2)按“举一反三”的原则,寻找仪器设计、生产中类似的可靠性薄弱点作为可能的故障点;(3)搜集在先期装备的类似仪器上发生的问题加以分析,找出在目前的仪器上仍没有根本解决者,作为仍然可能发生的故障,等等。据此,可以合理预测仪器可能发生的故障,并依据仪器的工作原理繁衍出其在整机上可能表现出的异常特征,建立故障点与异常特征的对应关系。

因为在仪器的生产、试验过程中,可靠性分析、故障分析等都是到元器件,而对技术保障人员的要求不可能在最初就达到那么高,一般只是要求其将内部故障定位于插件板、组件,外部故障定位于控制开关等器件,这些故障定位的最小基元不需再做进一步的拆解,因此对一般技术人员来说,需要把生产和试验过程中发现的、以及其它可预测到的故障在故障定位基元内繁衍,给出基元故障的描述。

在进行这些基元故障的描述时,考虑到以电路插件板为代表的基元有多路输入输出信号,可实现多种功能,所以不能简单地描述其故障为“某插件板

不正常(故障)”,而必须指出“某插件的某某信号如何不满足要求”,如“某插件板的某信号电压达不到规定值”等。

2.2 基于故障繁衍的故障诊断策略

当仪器所有结构基元的可能故障都确定之后,首先应将其逐次向功能受控单元繁衍,直至得到整机上的功能异常特征(表现),例如:将某光电仪器的电源电路可能出现的“无5V输出”故障,逐次向其功能受控单元“计数电路→显示电路”繁衍,得出“计数电路不能工作→显示电路无显示”的异常特征。对整个仪器来说,大多数情况是多个故障经过繁衍得到相同的异常特征,例如:某光电仪器的光学零件开胶、膜层损伤、系统失调等故障,都会使目标回波激光无法会聚到探测器光敏面上,造成激光测距时出现“脱靶”显示;而雪崩管损坏、接收电路有关元器件失效或供电不正常,使回波激光无法转换成电信号或转换成的电信号中途中断,也会造成同样的异常显示;另外,计数电路回波通道上的元器件故障,也会产生同样的结果。

在异常特征与故障不是一一对应,而且又没有仪器本身的维修经验积累,不知道故障的出现概率时,要确定故障诊断策略,可以从以下几方面着手。

(1) 借鉴类似仪器或其中类似构成部分的故障诊断有益经验,如电子系统的故障诊断“先电源后负载”等策略^[1]。

(2) 借鉴类似仪器的故障概率分布。例如一般有:电子系统故障率高于光学系统、光学系统又高于

机械系统,电子系统中电源部分的故障率一般高于其它部分,等等。可利用这些普遍规律优化故障诊断步骤。

(3) 充分挖掘仪器在完整状态下的表现特征,往往有助于缩小故障范围。例如:当某光电仪器测距出现“不计数”现象时,可能发生故障的有:电源电路、逻辑控制电路、计数电路等结构基元。但如果仔细检查该系统相关功能的状态,若发现其选通距离显示和调节功能正常,就可以否定电源和计数电路故障,把故障范围缩小至逻辑控制电路,从而使表现特征与故障的非一一对应转化为一一对应,优化了故障诊断条件。

(4) 在难以借鉴上述经验和仪器整体表现的情况下,可以依据仪器的工作原理,列出与异常特征相关的故障,然后循着相关光、电信号的传输路径,按功能控制关系确定相关结构基元的故障诊断策略。

3 结束语

综上所述,通过合理构建新型光电仪器的层次分解工作模型,可以使仪器的技术保障人员尽快掌握与故障诊断有关的仪器知识;通过对仪器构成基元的故障预测、故障繁衍和故障诊断策略的运用,可以构建专家系统,来指导新型复杂光电仪器的故障维修工作。

参 考 文 献

- [1] 夏 泓,郑鹏洲.电子元器件失效分析及应用.1版,北京:国防工业出版社,1998:13~15.

• 简 讯 •

采用微镜阵列的光谱仪

一款由美国加州爱尔文市纽波特公司设计的耦合光纤光谱仪已经进入商业应用阶段。该仪器的核心部分是德州达拉斯市德克萨斯仪器公司生产的数字微镜阵列器,现已广泛应用于投影领域,并且不再局限于最初的设计思想,成为很多领域里的一个研究工具。不过,纽波特公司将其应用在光谱仪中是除投影设备之外,微镜阵列首次进入商业应用阶段。该仪器是一种可编程光谱分析仪,主要用于光纤遥感、光通信以及生命健康科学等领域的精密光学设备中。该光纤耦合仪器通过对原始光信号进行任意变换,让所需窄波带通过,截止其它波长,从而产生静态光谱或在1520nm~1620nm工作范围内、以0.4nm分辨率产生时变光谱。纽波特公司的这一设计思想源于加拿大魁北克省蒙特利尔市西德拉公司对德克萨斯仪器公司微镜阵列的应用,此时,衍射光谱可以转变为光输出。纽波特公司设计的该项设备可以编程模拟光学滤波器,故也能应用在光学滤波器设计和波长分离多路仿真。

(蒋 锐 叶大华 供稿)