

飞机导弹发射装置电气测试故障研究

齐义博

(郑州飞机装备有限责任公司 河南 郑州 450000)

摘要：飞机导弹发射装置作为外挂武器系统的关键环节，其可靠性对飞机作战任务的完成，甚至分级的安全有着重要的影响。为了保证飞机导弹发射装置工作的稳定性，现在常用的测试方法是从整体功能角度测试其使用性能，并提出有效维修方案，但这种方法很难准确定位飞机导弹发射装置内部各种电气故障，一旦出现功能故障问题，只能利用各种仪表进行手动排查，易出现误判，降低故障排查效率。本文通过全面分析飞机导弹发射装置工作原理，采用多样化排查故障方法，分析飞机导弹发射装置电气故障，从而尽快完成飞机导弹发射装置故障的定位、测试，并针对故障问题提出改进措施，以保证飞机导弹发射装置的工作可靠性。

关键词：导弹发射装置；信号控制盒；机械锁；故障研究

0 引言

机载导弹发射装置主要作用是实现机载导弹的安全运载和发射，是机载武器系统中的重要环节，其能控制导弹最初分离姿态的正确性，加强导弹发射的安全性，一旦该环节出现问题，会给战机作战能力造成严重影响。同时，机载导弹发射装置和飞机挂架相互衔接，能控制机载导弹完成各种操作，如目标捕获、信号反馈、点火发射等，是目前机载武器系统的关键点。导弹发射装置和导弹、飞机相互结合，形成完整的军械协同，也是现代空战最常见的武器资源。但从某型号飞机检测情况来看，其音响测试和导弹反射装置解锁测试环节未通过测试；导弹反射装置在机上测试过程中，在不同方式中释放阀截获工作存在异常；音响测试中解锁信号频率测试值超过标准值。因此，本文对飞机导弹发射装置电气测试故障进行研究，发现飞机导弹发射装置故障的具体位置，并针对故障问题提出改进措施，保证飞机导弹发射装置运行效果能达到预期标准^[1]。

1 飞机导弹发射装置运行原理

飞行员利用飞机机载雷达系统搜索模拟目标时，武器管理系统向任务计算机发布控制飞行的指令，任务计算机在收到指令后，会将信号传输到外挂物管理系统，从而操作导弹发射装置将导弹发射到指定位置，击中预设的目标。飞机导弹发射过程原理

如图 1 所示。



图 1 飞机导弹发射过程原理图

通过研究飞机导弹发射环节发现，工作人员要从以下方面排查电气测试故障问题：

第一，发射操纵端排查。由于飞机结构过于复杂，在拆卸驾驶杆时要经过很多环节，很难确定驾驶杆操控是否能正常控制工作。

第二，选择一架各项功能正常的飞机进行 2：2 的互换型试验，以判断任务计算机是否出现故障问题。测试结果表明，故障飞机的导弹发射器解锁环节不正常，另一架飞机的导弹发射功能完好，可以看出任务飞机内部出现了安全故障的情况。

第三，选择一架各项功能正常的飞机进行 2：2 的互换型试验，以排除外挂物管理系统的故障问题。目前，外挂物管理系统主要包括武器接口单元 1、武器接口单元 3、武器接口单元 2、外挂物管理处理机、外挂架等。外挂架连接电缆数量较多，不能正常拆除，因此本次试验除外挂架外，也更换了外挂架上其他武器。试验结果表明，任务机内部不存在任何故障问题，故障飞机导弹发射器解锁环节不正常。

第四，为了准确判断外挂物管理系统的故障问题，将一架各项功能正常的飞机作为试验对象，进行 2：2 互换型试验。发现功能正常飞机导弹解锁

功能异常,故障飞机导弹发射功能正常,在调换后故障问题仍然存在。

通过排查导弹发射装置安全故障问题,能进一步缩小导弹发射装置异常位置,将故障问题定位到导弹发射装置方面。为了准确判断发生故障问题的主要原因,本文全面分析了飞机导弹发射装置内部结构,发现飞机连接端和导弹发射装置电气系统均利用特殊电连接器,该设备质量完全符合国家军用标准要求,通过过渡梁电缆和信号控制盒相互衔接,采用机电锁电缆将信号控制和电子部件关联,电子部件利用导弹脐带式电缆连接导弹。导弹装置电气功能连接图如图 2 所示。

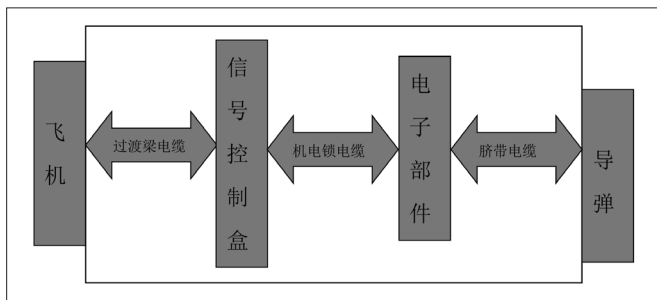


图 2 导弹装置电气功能连接图

机电锁在导弹发射架中扮演着重要角色,可以实现挂载、闭锁、解锁等多种功能。当接收到飞机解锁指令后,导弹发射装置自动触发解锁信号,并通过自动跟踪导弹位置的电子零件和对其实施位标器解锁控制的机电锁,25 号点向电子零件传输解锁信号,并通过利用电子元器件的音响放大器功能,将音响信号通过位标器信号直接发送到发射架上,将音响信号进一步放大,再采用机电锁 18 号点位传递到信号控制盒,信号控制盒根据探测特征处理音响信号,并将其传输到飞机。经过以上分析,发现位标器解锁故障和机电锁解锁信号异常有直接关联,如果工作人员处理不及时,甚至会产生解锁音响信号异常^[2]。

2 飞机导弹发射装置电气设备故障分析

2.1 故障排查

(1) 机电锁故障。更换性能符合指标要求的机电锁,并采用导弹发射装置检测仪开展电气检测。

(2) 测试设备故障。利用测试设备对其他产品开展电气测试。

(3) 电缆组件故障。依次更换高性能电缆组件、电子部件、信号控制盒等,通过导弹发射装置检测

仪电气测试导弹发射装置。

(4) 机电锁电缆 32 号线故障、机电锁电缆 3 号导线故障、机电锁电缆 18 号导线故障。全面分析线路绝缘性是否满足要求,确定其能正常通断。

(5) 解锁和随动逻辑线故障、门限延迟线路故障、优先继电器故障。将电子设备应用到正常导弹发射装置中开展电气测试。

2.2 排查结果

第一,在将电子部件更换后,音响和解锁数值并未恢复正常,随即将存在故障的电子部件设置在其他导弹发射装置进行电气测试,电气测试数据符合行业标准,其不存在电子部件故障问题。

第二,在更换信号控制盒后进行电气故障诊断,电子部件故障问题仍然存在,将正常信号控制盒设置在其他导弹发射装置进行电气测试,测试结果合格,排除信号控制盒故障。

第三,使用正常主电缆进行电气测试,发现故障问题未解决,主电缆没有故障。

第四,利用测试设备进行电气测试工作,测试产品选择相同型号,更换产品后判断电气测试合格,因此测试设备功能正常。

第五,在对故障产品开展应急发射电气测试和发射电气测试后,测试结果判断合格,排除继电器组件故障问题。

第六,购买先进的线缆检测仪,对机械锁线缆进行电气测试,发现 3 号、32 号、29 号、18 号导线导通绝缘性能满足行业标准,25 号导线绝缘性能较差,其实测阻值低于标准阻值。为了确定故障问题的具体位置,工作人员利用三用表检查机械锁电缆,发现 26 号导线和 25 号导线相互连通,两导线的绝缘体阻值不满足规范要求。因此,工作人员根据上述检测数据,构建健全的故障分析树,编制完整的故障排查方案,结合导弹发射装置检测仪产品测试结果,确定诱发导弹发射装置产品解锁音响不合格原因,是机械锁电缆 26 号导线和 25 号导线之间的绝缘性能不合格导致^[3]。

3 分析 25 号导线和 26 号导线之间的故障问题

3.1 机电锁结构

导弹发射装置机电锁电缆主要包括电线接头、氮气插头组件、二极管等。在氮气插头组件上安装着连接器,采用硅凝胶和底子胶进行密封,并根据机

电锁结构要素,构建机械锁电缆 25 号导线和 26 号导线的绝缘故障树,全面排查机电锁故障:首先,处理完捆扎带和导线波套后,要全面检查导线外观质量,发现绝缘层表面没有明显破坏痕迹,排除导线绝缘皮损伤问题;其次,检查连接器表面,其表面不存在损坏问题,用灌封胶密封 XP3 连接器后,通过兆欧表检查连接器绝缘电阻数据,显示绝缘电阻无穷大,连接器正常;最后,采用灌封胶封堵 XS2 连接器和 XP3 连接器,之后详细检测灌封胶质量,发现灌封胶完全凝固、表面较为平整,调整 25 号接触体和 26 号接触体,其从原本导通转变为不导通。同时,将 XP3 端口灌封胶处理后,检查 XP3 端灌封胶质量,发现其内部没有明显杂质;处理 XP3 底部灌封胶后,可看到底部存在金属丝状物。可见,连接器底部存在金属丝是诱发机械锁电缆 25 号导线和 26 号导线之间绝缘性能较差的主要原因^[4]。这是一种由多余物引起的线路故障。

3.2 金属丝多余物产生原因分析

为了确定金属丝产生的真正原因,工作人员要结合上述研究数据建设完整的故障树,制定金属丝故障排查方案。

第一,导线压接损伤线芯问题。通过镀锡铜芯氟绝缘电线衔接 25 号接触体压接导线,分解出连接器上 25 号接触体,处理掉导线绝缘外表皮,计算线芯具体数量,保证数量和产品实际数量基本相同,避免不成熟线芯被应用到接触体,导致线芯断在连接器内。

第二,判断电缆装配工艺流程的科学性^[5]。为了分析金属异物落地连接器和工艺流程的直接联系,全面检查工艺流程,明确电缆装配流程,发现其装配流程如下:

(1) 导弹发射装置机械锁电缆连接电缆导线,将导线设置在两个连接器内,在电缆一侧 XS2 连接器中灌注适量底子胶,等底子胶完全凝固后,浇注硅凝胶进行密封,测试导弹发射装置电气性能;

(2) 通过电气性能检测技术,判断电缆编制防波套质量是否满足行业标准,并在电缆另一端 XP3 连接器中灌注底子胶,在底子胶完全凝固后浇注硅凝胶进行密封,然后将电缆设置在机械锁上面,实施产品性能测试工作^[6]。

通过分析电缆装配流程发现:电缆在封堵 XP3 连接器前要设置防波套,并未提前制定预防杂物掉落

方案,导致在剪裁防波套过程中有大量金属丝落掉在连接器内,电缆灌封 XP3 连接器时虽然会清理连接器,但由于连接器导线填充密度较高,很难将小体积金属丝清理干净。

第三,分析故障电缆施工工艺的正确性。首先要检查机械锁电缆,发现电缆配电线全部采用镀锡铜芯氟绝缘电线,属于典型的无防波层材料。同时,要分析电缆导通性、绝缘电阻阻值,判断两个数据是否满足行业标准,在确定其符合规定后,要采用硅凝胶灌封连接器底部,并将适量底子胶灌注在连接器内。但值得注意的是,在操作上述环节时,要严格遵循机械锁电缆装配要求进行,在灌封、装配、测试等环节中禁止接触防波套。另外,要检查故障电缆的编织过程,发现电缆在加工后虽然采用专业回收方式,将多余屏蔽丝全部回收,但检查电气性能,仍然出现金属丝落掉到电缆连接器的问題^[7]。

3.3 改进措施

在飞机导弹发射装置机电锁电缆制作防波套前,XP3 连接器没有根据行业标准,采用规定型号硅凝胶和底子胶进行密封,虽然在编制防波套前采用保护措施,但不能避免金属丝飘到 XP3 连接器内,导致金属丝和 25 号导线、26 号导线相互连接。同时,在将产品设置在飞机上时,由于其在飞机中振动量过高,使用环境过于恶劣,导致电缆连接器 25 号接触体产生小幅度位移,和金属丝接触从原本的贴紧状态转变为接触状态,造成 25 号导线和 26 号导线相互连接,从而降低绝缘电阻质量,电源回线和解锁信号线出现短路现象,导致解锁信号不能直接传输到电子部件,无法正常解锁导弹位标器,造成音响频率测试数据不合格。

因此,需要严格按照多余物管理规定,修改装配工艺:为了避免后期持续出现该种安全事故,工作人员优化电缆加工工艺规程,在编制防波套时提前灌封,选择对应的硅凝胶和底子胶,加强连接器保护程度,将防尘罩设置在连接器上,然后用纸胶带固定防尘罩,避免各种杂物进入到连接器内部^[8-12]。

4 结语

本文通过对飞机导弹发射架的工作原理进行全面分析,采用多样化故障排查方法,对飞机导弹反射装置电气试验故障进行分析,实现了对导弹发射

装置故障的定位和测试，找出故障的原因，发现是一起典型的由多余物（金属丝）引起的电连接故障。并针对故障问题提出了改进措施：通过改进装配工艺规程，严格按照多余物控制规定，细化工艺，杜绝此类问题再次发生。

参考文献：

[1] 宋斌，单奇艺．某导弹发射装置插头支架脱锁故障分析与改进[J]．机械研究与应用，2020，33(5)：158-160+163.

[2] 肖军，廖志忠，余治民，等．空空导弹和发射装置非金属结构及功能材料的适海性分析[J]．航空兵器，2022，29(6)：111-117.

[3] 朱健亮．飞机导弹发射装置电路板自动测试系统的研制[D]．南京：南京航空航天大学，2021.

[4] 肖军，李栋，黄帅军，等．机载导弹和发射装置钢结构件的适海性试验[J]．航空兵器，2020，27(2)：84-91.

[5] 邱寒雨，张春峰，徐兵，等．基于优化BP神经网络的快速起竖装置液压驱动系统故障诊断[J]．液压与气

动，2021，45(3)：1-6.

[6] 刘锐，吴文．某型飞机 8 挂点导弹提前发射故障原因分析[J]．集成电路应用，2020，37(9)：32-33.

[7] 卫超，沈刚，殷士才，等．传感器故障下发射装置筒盖系统的容错控制[J]．液压与气动，2021，45(12)：93-99.

[8] 刘永胜，段京生，王辉，等．某型导弹发射架抖动故障分析与预防[J]．航空维修与工程，2021(6)：98-100.

[9] 周杰，马亮，尹岳昆．往复泵液压平衡式发射装置活塞跑位故障仿真分析[J]．机床与液压，2020，48(10)：181-184.

[10] 于成鑫．水下发射井筒开关盖装置监控系统设计与研究[D]．徐州：中国矿业大学，2022.

[11] 中国人民解放军空军工程大学航空机务士官学校．一种导弹发射装置外场诊断系统及方法：CN202110268433.5 [P]．2021-06-25.

[12] 殷士才．垂直发射井筒开关盖装置传感器容错控制方法研究[D]．徐州：中国矿业大学，2020.

作者简介：齐义博（1993.01-），男，汉族，河南郑州人，本科，工程师，研究方向：工艺技术。

