

飞机机载设备加速度试验的研究

沈金玲*

中航工业华南飞机工业有限公司 广东 珠海 519040

摘要: 为了飞机顺利取证,机载设备在飞机执飞前均应得到适航当局的认可,因此,在设计过程中,必须对机载设备的加速度试验进行合理规划。本文以机载设备的加速度试验的必要性、试验条件的确认方法的进行研究,并通过试验与坠撞安全试验的区别,得到机载设备加速度试验必要性的结论,并为其他机型就加速度试验的相关规划提供依据。

关键词: 加速度;坠撞安全;必要性

引言

进入新世纪后,国家大力支持航空产业的发展,越来越多的型号投入研发,新技术的使用也极大地提升了飞机的机动性能,加速度也随之增大,尤其是军用飞机更甚。按规定机上的机载设备在其投入使用前,都应通过适航取证,以确保能正常运行和飞行安全。对于机载设备来说,则应通过一系列的环境试验,以证明其在民用飞机运行中遇到的各种环境因素的作用下,机载设备均能满足要求。而环境试验中,关于机载设备加速度试验又有所不同,本篇就是研究机载设备加速度试验的必要性。

一、加速度试验的起源

上世纪80年代,空客公司的A320、A330开始投入研发,当时机载设备环境试验的依据是ISO-2669飞机设备环境测试-稳态加速度,里面详细要求了加速度试验的各项指标及试验方法,同时MIL-STD-810 D环境测试方法和工程指南,也有对机载设备加速度试验的详细要求。而作为机载设备最低环境要求的DO-160对此并无要求。国内某大型飞机在设计时同时采用了大量国内和国外的设备,而其国外的设备供应商建议应该对机载设备进行加速度试验。同时,适航审定中心也提出,所有安全关键性的机载设备都应做加速度试验,试验可以依据GJB150.15A-2009军用装备实验室环境试验方法或HB 6167.16-2014民用飞机机载设备环境条件和试验方法,具体参照哪个标准的试验指标执行,可听取适航当局审查代表的意见^[1]。

二、机载设备加速度试验的原因、目的

(一) 加速度试验的原因

加速度试验是环境试验中必不可少的试验项目,产品或零部件在运输和使用过程中可能会承受加速度环境条件的作用,为考核产品在加速度环境条件下的功能适应性及评定其结构的完好性,在研制和生产过程中必须进行加速度试验^[1]。加速度是速度对时间的变化率,表示速度变化的快慢,是一种矢量,其大小、方向与受力有关,是产品故障的主要诱因之一。所提到的加速度是一个过载系数,他的施加足够慢,且在一段足够长的时间内保持不变,主要影响包括设备结构变形影响装备的使用,紧固件的断裂,电子线路板的短路和开路,密封的泄露等。

(二) 加速度试验的目的

随着飞机系统设计方法的迭代,越来越多精密电子产品执行更多的功能,有些设备直接影响飞机的安全飞行,譬如电传飞控系统的控制设备,一旦失效,极有可能致使飞机机毁人亡。加速度试验是电子产品必不可少的环境试验之一,主要是验证机载设备在预期的加速度环境条件下能否执行预期的功能,并且在加速度条件下保持其结构完整性。它可以验证出冲击和坠撞安全以及振动试验不能检查的缺陷,通过该试验可以了解产品在实际的恒定加速度环境下的性能和结构的完整性,使半导体器件和集成电路试验样品的封装、内部金属化和引线系统、芯片或衬底附着缺陷以及

*作者简介:沈金玲,1986年3月10日,辽宁沈阳,汉,女,本科,工程师,设计师,沈阳航空工业学院,飞行控制系统设计,519040,shanesd55@163.com

其它结构弱点暴露出来^[2]。ISO 2669: 1995^[3]也提出了应对安装于运输机、轻型飞机、直升机、高性能飞机、特技飞行飞机的机载设备进行加速度试验。标准中规定的测试旨在确定机载设备和机载设备安装件在受到飞机机动产生的逐渐变化的加速力(如转弯,拉出,滚动等)时的性能特征并确认其结构完整性和安全性。例如,测试应指示:运行状态的任何变化和性能的任何变化、运动部件中发生的任何干扰及其路径的任何变化、任何可能损害工作状态和抗振能力的减小和防振安装件悬挂特性的变化、紧固件安装装置或设备结构的任何破损或任何弱点,可能对飞机或其乘员构成危险^[2]。

以民用飞机为例,其典型任务剖面包括起飞、爬升、巡航、下降、进近、着陆等阶段。各飞行阶段加速度所产生的影响主要有:

a)起飞滑跑阶段:为了产生足够的升力,飞机不断加速,用时较长,加速度量级相对较小,持续产生的直线加速度对设备产生的影响较小;

b)爬升、下降阶段:受飞机机动影响,加速度瞬间增大,此时加速度量级相对较大,会对对紧固件,设备功能、结构产生影响;

c)巡航阶段:飞机匀速飞行,飞机主要受机动,气流扰动产生加速度,持续时间较短、量级较小。飞机下降、进近着陆阶段承受的加速度与滑跑起飞、爬升阶段相反。

以上各飞行阶段的影响,通过加速度试验,可以有效的验证设备的设计状态是否满足全飞行阶段的安全性要求。

三、试验方法

在飞机在正常飞行过程中,由于转弯、拉起、横滚等所产生的稳态惯性载荷而诱发的持续加速度环境,加速度试验就是确认设备在这些载荷作用期间和作用后其性能不会降低,以及其结构完好性和安全性。根据验证的目标不同,可分为功能加速度试验和结构加速度试验,其中功能加速度试验验证的是工作中的设备在加速度环境下其工作性能依旧完好,而结构加速度试验验证的是非工作状态下,设备经过加速度的影响,其结构是否完好^[3]。加速度试验的试验条件需根据实际情况进行选择,选择顺序如下:

a)选择飞机类型

每种飞机类型对应一类严酷等级,飞机类型选取就是确定设备严酷等级,有5个严酷等级可选,对于运输机和轻型飞机,即可选择严酷等级1也可选择严酷等级2,与飞机实际性能有关,高性能平台推荐更高严酷等级,试验前应在相关文件中予以说明。

b)选择试验类别

试验前应明确试验目的及要求,侧重于考核加速度作用下设备的功能、性能,设备结构完整性,或者两者都需考核,据此选择进行功能试验或结构试验。根据设备在使用过程中的工作情况可以分为A、B、C三类,其中A类是飞行中不工作的设备,B类是机动过程中需要可靠工作的设备,C类是在紧急情况下应正常工作的设备。由上可以确定,A类设备功能试验中,要求设备在试验前、后工作,但不要求其在加速度作用期间工作;对于结构试验,试验期间及试验后均不要求工作,但设备不应产生可能危及飞机及乘员安全的结构损伤。B类设备的功能试验,要求试验设备在试验前、后均处于工作状态;结构试验则正好相反,要求设备在试验后设备可正常工作,试验期间不要求工作,但试验后要求结构完好。C类设备功能试验和结构试验可同时进行,需要用较大的严酷等级进行功能试验,且在试验期间、试验前、后均要求设备工作,试验后设备结构要求完好。

c)试验量值的确定:确定了设备严酷等级、试验类别、设备类别后,试验量值通过GJB150.15A或HB 6167.16-2014确定^[4]。

试验条件确定后即可根据需要进行加速度试验,由此而得到的试验结果可有效表征机载设备的功能、性能以及其结构完好性。以此证明机载设备的设计特征可免于人员受伤或死亡以及产品的设计满足规范要求。

四、加速度试验与及坠撞安全试验的比较

加速度试验用于确定机载设备及其安装装置在承受由飞机机动飞行,如转弯、拉起、横滚等所产生的缓变的加速度性能特性,并确认设备及其安装支架的结构完好性和安全性,考核的是设备功能、性能及结构抗加速度力影响的能

力。坠撞安全用于验证特定设备在紧急情况出现时不会与安装支架分离，或者不会以一种危险的方式脱开，试验载荷是飞机承受加速度时的惯性力，本质是一种较长持续时间的骤变的冲击，考核的是设备安装结构抗冲击影响的能力。两种试验的准则和试验方法也不能相互替代^[5]。具体差异如下所示：

a) 试验目的

加速度试验验证的是设备在设备在加速度作用下功能、性能以及设备结构的完整性；坠撞安全则重点考核设备在飞机应急着陆期间设备的安装连接情况以及在坠撞安全持续载荷作用下是否失效。

b) 试验设备安装方向

加速度试验中，设备在飞机实际安装正向与指向离心机旋转轴心方向一致；坠撞安全试验，设备则安装在飞机实际安装正向与离心机旋转轴心沿径向向外一致。

c) 量值加载时间

对于加速度试验，试验设备从试验开始到达到最严酷的加速度这一过程时间 $\geq 15s$ ，减小切向加速度对设备的影响，坠撞则无要求。

d) 试验持续时间

加速度试验在量值加载稳定后保持时间 $\geq 60s$ ，坠撞安全则要求量值稳定后保持时间 $\leq 3s$ 。

e) 受试设备上各点承受加速度值要求

加速度试验要求受试设备上任一点所承受的加速度值应在规定值的10%内，坠撞安全则无要求。

f) 功能/性能检测

加速度试验包含两部分，结构试验试验前、后均要求测试，功能试验则试验前、后，试验期间均测试；坠撞安全仅试验后测试即可。

五、加速度试验的必要性总结

加速度试验是机载设备很重要的一项测试，检验了设备及其安装装置在承受由飞机机动飞行所产生的缓变的加速度条件下的性能特性，并确认设备及其安装支架的结构完好性和安全性，虽然DO-160《机载设备环境试验要求》中并没有加速度试验的要求，但依旧是适航当局的重点关注对象，通过试验结果，适航审查人员可以详细了解设备的安全性状态，为审查工作提供依据，因此此项试验对于飞机取证是非常必要的^[6]。

参考文献：

- [1] 国家科学技术工业委员会. GJB 150.15A-2009军用设备环境试验方法第15部分：加速度试验[S].
- [2] 恒定加速度试验的研究.杜迎，朱卫良，吕栋，陆坚，官建华.电子产品可靠性与环境试验2004.6 67-71.
- [3] 国际标准化机构. ISO 2669：1995航空器设备的环境试验-稳态加速度[S].
- [4] 初丰文.航空火力指挥控制系统研究[J].舰船电子工程，2015，04.
- [5] 吴衡.某机载瞄准系统精度评估测试方法[J].计算机测量与控制，2015，01.
- [6] 孙科.某型机载武器信号模拟台的设计与实现[J].计算机工程与科学，2015，02.