

地面支援设备引起飞机损伤的分析

王燕玲

(上海飞机设计研究院四性与产品支援设计研究部,上海 200232)

Analysis on Aircraft Damage Caused by GSE

Wang Yanling

RAMSS Department, Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 200232, China)

摘要:近年来,各个航空公司不断出现因地面支援设备引起飞机损伤的事故,严重影响了维修的安全性和经济性。在介绍飞机损伤及其原因的基础上,对各影响因素进行分析,并提出减少飞机损伤的建议。

关键词:地面支援设备飞机损伤;影响因素;分析

【Abstract】 Aircraft damage, which caused by ground support equipment and continuously occurred in many airlines, has a great influence on the safety and economy of maintenance. This paper is the analysis of each effect factor on the basis of aircraft damage and their causes, and gives suggestions to the reduction of aircraft damage.

【Key words】 Ground support equipment; Aircraft damage; Effect factor; Analysis

0 引言

大量的资金投入、昂贵的运营成本,以及民航业内越来越激烈的竞争,都对飞机的使用率、航班的准时性提出了更高的要求,因此对缩短飞机维修时间以及提高飞机维修可靠性和效率的要求也就更高。而由地面支援设备引起的飞机损伤会导致飞机航班延误甚至取消,造成各种损失,其中主要包括:飞机零部件维修、报废致使航班延误,造成乘客滞留机场,产生餐饮、住宿等费用;降低乘客满意度;对航空公司声誉造成负面影响。

鉴于飞机维修操作需要的地面支援设备数量在持续增加,尺寸加大、技术难度也在日益增加,加上过度拥挤的机场停机坪,这些因素都成为飞机的安全隐患和造成飞机损伤的直接原因。

1 概述

在飞机日常检测、维护中,需要大量的地面支援设备,如各种特种车辆、飞机零部件的吊装以及千斤顶、工作梯等。

地面支援设备可分为专用地面支援设备和通用地面支援设备,是指在地面为飞机结构、系统、分系统和机载设备或成品在预期的环境下使用而需要的所有工具与设备,如:飞机结构、系统、机载设备的使用、维修、返修、防护、运输等所需的所有设备。

为了满足航空公司高效率、低成本的要求,地面支援设备的设计正趋于通用性、标准化,据统计,地面支援设备设计的通用要求可分为:

- (1)减少特殊的专用地面支援设备,选用通用地面支援设备;
- (2)设计结构简单、维修方便;
- (3)尽量采用标准工具;
- (4)符合人机工程的要求;
- (5)价格合理。

在目前这样的环境中,由地面支援设备引起的飞机损伤而造成的经济损失,每年仍然高达数百万美元。

2 飞机损伤情况及造成原因

按照飞机损伤发生时所使用的地面支援设备,其分类如下。

2.1 行李车/货车

由行李车/货车引起飞机损伤的情况很多,如驾驶行李车/货车到货舱时,接触到飞机整流罩、发动机短舱整流罩或者机身;当从集装箱装卸车装载货物到飞机上时,也会接触到飞机整流罩和机身。重要的是,行李车/货车驶离飞机时经常发生飞机损伤事故。经分析,造成损伤的原因主要包括:

- (1)车的高度与飞机整流罩、发动机或者机身等飞机结构干涉;
- (2)车在飞机周围行驶时,转弯半径过大;
- (3)车在风中、喷气机气流中行驶或者停泊在斜坡上时,刹车系统有缺陷。

2.2 集装箱装卸车

几乎所有集装箱装卸车引发的事故都是发生在由集装箱装卸车向飞机货舱装卸货物时,其它损伤

发生在飞机舱门关闭时,碰触到集装箱装卸车的操作平板或者侧面安全栏杆。经分析,造成损伤的原因主要包括:

(1)集装箱装卸车尺寸较大,装卸货物时操作空间有限;

(2)在前面操作平板上利用了不匹配的延长结构,试图与飞机舱门紧密配合;

(3)侧边安全栏杆突出,干涉飞机舱门打开/关闭的轨迹线;

(4)车的高度干涉打开/关闭的飞机舱门。

2.3 可升降的食品供应车/清洁车

这类设备引发的事故大半都是发生在舱门或者机身周围,其它损伤主要由可升降的食品供应车/清洁车驶离引起的,或者碰触到了飞机机翼后缘。经分析,造成损伤的原因主要包括:

(1)机务人员驾驶可升降的食品供应车/清洁车靠近或者驶离飞机时,车辆的高度或者配备在驾驶舱的延长的操作平板造成视线受阻;

(2)操作平板侧边安全栏杆凸出,干涉飞机舱门打开/关闭的轨迹线。

2.4 停机坪车辆

这类设备接触各种飞机结构,如:发动机、机翼和机身。值得注意的是,这类设备没有必要紧密贴合飞机。经分析,造成损伤的原因主要包括:

(1)机务人员驾驶车辆过于靠近飞机;

(2)机务人员离开车辆时发动机仍然在运转,或者车辆不具备刹车装置,或者刹车装置失效,造成车辆碰撞飞机。

2.5 旅客登机廊桥

当旅客登机廊桥引起飞机损伤时,飞机舱门会遭受最严重的损伤,而且机身上的其它装置,像条纹板、空速管等等通常也遭受损伤。经分析,造成损伤的原因主要包括:

(1)廊桥操作不恰当,超过 50% 的事故都由此引起;

(2)自动测量装置有缺陷而产生设备故障;

(3)与飞机舱门周边的传感器或者探测器干涉。

某航空公司旅客登机廊桥挤压登机门,导致登机门严重变形而报废,如图 1 所示。

2.6 带式输送机

这类设备的整个操作过程都可能引起飞机损伤,如:设备的布置、装/卸货物、移动设备。经分析,造成损伤的原因主要包括:

(1)与飞机舱门打开的尺寸相比,机务人员对

其可伸缩的宽度估计错误;

(2)机务人员踩刹车时误踩油门踏板;

(3)设备有角度地布置,移开时转向;

(4)侧边安全栏杆凸出,干涉飞机舱门打开/关闭的轨迹线。

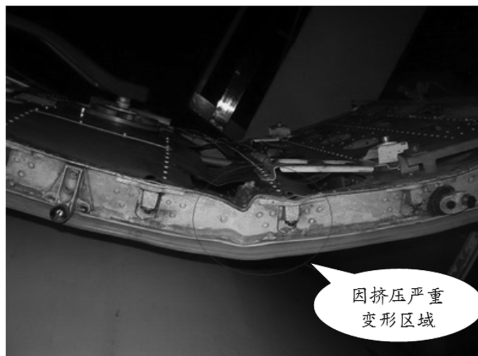


图 1 严重变形而报废的登机门

2.7 登机梯

在飞机上使用登机梯总会产生一些问题,尤其是宽体飞机,因此,在飞机舱门及周边区域总会产生损伤。在登机梯升高的过程中也容易接触并损伤飞机机翼,飞机舱门关闭碰触登机梯操作平板,也是产生飞机损伤的一个重要原因。经分析,造成损伤的原因主要包括:

(1)机务人员操作登机梯靠近或者驶离飞机时,车辆的高度或者配备在驾驶舱的延长的操作平板造成视线受阻;

(2)操作平板侧边安全栏杆凸出,干涉飞机舱门打开/关闭的轨迹线。

某航空公司登机梯挤压登机门,导致登机门后角凹陷变形,如图 2 所示。

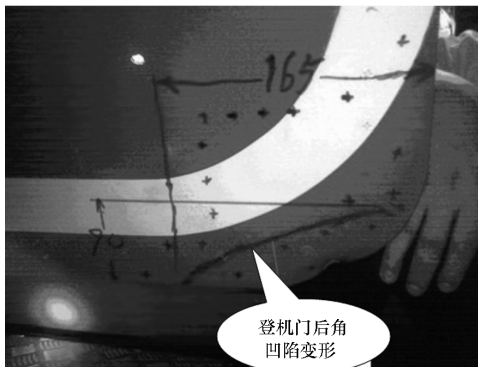


图 2 凹陷变形的登机门

2.8 牵引车/牵引杆

这类设备引起的事故绝大多数都是发生在推飞机的操作中,保险螺栓切断,导致牵引杆撞击前起落架组件、前起舱门或者机身结构。经分析,造成损伤的原因主要包括:

- (1) 机务人员误操作造成的损伤;
 - (2) 牵引杆连接了错误的起落架;
 - (3) 将牵引杆连在飞机上或开始牵引时, 牵引车起动或者速度过快;
 - (4) 牵引车刹车操作失败;
 - (5) 使用了性能不匹配的牵引车/牵引杆。
- 某航空公司牵引车碰撞机身, 戳穿飞机蒙皮, 如图3所示。



图3 牵引车戳穿飞机蒙皮

2.9 地面电源车

地面电源车引起的飞机损伤通常局限于飞机服务接口及紧靠的周边区域。经分析, 造成损伤的原因主要包括:

- (1) 地面电源车驶离飞机前, 电缆未从飞机服务接口拔出;
- (2) 执行工作前, 未对地面电源车绕周检查。

2.10 盥洗室/水服务车

盥洗室/水服务车引起的飞机损伤, 主要在维修面板周边区域或者宽体飞机的机身下侧, 经分析, 造成损伤的原因主要包括:

- (1) 操作这类设备时, 缺少了一个人在服务位置指挥;
- (2) 盥洗室/水服务车离开前, 软管未从飞机服务接口拔出;
- (3) 执行工作前, 未对盥洗室/水服务车绕周检查。

2.11 加燃油车

这类设备引起的事故主要发生在接近飞机时, 碰撞或者干涉飞机发动机或机翼等结构; 或者在加油过程中, 车辆移动。经分析, 造成损伤的原因主要包括:

- (1) 加燃油车的大小和高度不适合;
- (2) 加燃油车离开前, 软管未从飞机服务接口拔出;
- (3) 执行工作前, 未对加燃油车绕周检查。

2.12 其它

除此之外, 摆渡车也会造成飞机发动机和机翼等结构的损伤。

3 飞机损伤的影响因素分析

飞机损伤的产生, 从系统的观点来看, 是由人、机、地面支援设备、环境以及管理五个方面因素相互作用的结果。其中, 人-机-地面支援设备是最基本的关系。为便于分析, 按照与飞机损伤的关联程度, 飞机损伤产生的原因分为人的因素、机的因素、地面支援设备因素、环境因素与管理因素五个方面来讨论。

3.1 人的因素

人的因素是指机务人员存在的问题, 可分为缺少培训、不符合操作程序、心理因素、生理因素等方面。

(1) 缺少培训。因为缺少应有的专业训练, 部分机务人员专业知识缺乏, 直接影响了维修质量或导致飞机损伤。

(2) 不符合标准操作程序。在维修操作中, 因不符合标准操作程序而发生维修差错, 进而导致飞机损伤。

(3) 心理因素。在各类飞机损伤中, 几乎都可以找到心理因素的踪影。

(4) 生理因素。疲劳是一种复杂的生理现象, 而且还与工作环境和社会环境有关, 维修人员处在疲劳状态就会对维修工作的效率和质量造成不良影响, 甚至引起飞机损伤。

3.2 机的因素

机的因素是指飞机本身存在的问题, 主要可分为维修性因素和安全性因素。

(1) 维修性因素。维修性研究飞机结构的可达性、适检性、易修性和互换性等, 维修性是决定维修效能的基础, 直接影响维修的差错率。改进飞机结构的维修性对减少维修差错起着重要作用。

(2) 安全性因素。安全性与可靠性、维修性等因素一样, 是航空系统的重要参数之一。安全性越好, 人、机差错因素作用机会越少, 因此导致的飞机损伤次数就越少。

3.3 环境因素

环境对维修安全的影响是不容忽视的, 气候、温度、噪声、照明等都直接或间接地影响着维修工作。

3.4 管理因素

管理因素是多环节的因素, 对飞机安全的影响贯穿维修工作始末。

3.5 地面支援设备因素

地面支援设备是保证飞机具有良好的维修性和保持飞机固有的可靠性、安全性所必须的重要手段,是确保飞机正常运营、正常维修的不可缺少的设备与工具。

国际航空运输协会飞机安全工作组的研究表明,在地面维修工作中,地面支援设备不能与飞机很好的配合,是造成飞机损伤的一个重要原因。

不同机型在结构、布局上都有各自的特点,比如:机翼、襟翼滑轨整流罩、前起落架、发动机短舱整流罩、舱门、翼身整流罩、各种传感器、各种天线等等。为了满足航空公司高效率、低成本的要求,地面支援设备通常在不同机型间交叉使用,极易造成不同设计的飞机结构与地面支援设备干涉,引起不同程度的损伤。其中,严重的飞机损伤普遍发生在飞机结构与可移动地面支援设备的接触面上。

地面支援设备引起飞机损伤主要分为以下几个方面:

(1)地面支援设备与飞机结构间接触面的设计不尽合理;

(2)特种车辆高度过高,与飞机结构干涉;

(3)部分地面支援设备安全栏杆与飞机结构干涉;

(4)地面支援设备设计极易引起误操作;

(5)地面支援设备刹车系统失效;

(6)特种车辆设计不合理,致使驾驶人员视线受阻。

另外,因地面支援设备存在问题而引起的飞机损伤也是不容忽视的。例如,常用设备故障,用于检测、监控、调整等方面的工具设备不能正常工作或发生故障,不能正确反映信息,在调整过程中不能正确体现操作者的意图等等。这些在维修工作中,由地面支援设备的工作量增加而造成的飞机损伤也必须予以高度重视。

4 减少飞机损伤的建议

通过对上述原因分析,可以看出,改进优化地面支援设备设计,是减少飞机损伤的一条重要途径,具体措施如下。

4.1 机务人员的培训

每一位机务人员都应该针对其将要使用的地面支援设备接受充分的培训,特别需要强调的是,在培训工作中,需要加入安全工作实践,以对地面支援设备的安全特征以及实际工作环境有一个准确的了解。另外,机务人员应该清楚地了解,事故引起飞机

损伤的严重程度。基础培训应该是理论知识培训和动手实践的结合,还应包括对每一项地面支援设备的功能性验证的过程。基础培训之外,还应有周期性培训。

加强维修人员的心理训练,形成积极的心理定势,是减少飞机损伤的有效途径之一。

4.2 操作程序

飞机损伤的主要原因在于缺少标准操作程序或者操作不符合标准操作程序。首先,应确保有书面的操作程序;其次,应该对地面支援设备的具体操作者充分培训。另外,程序还应该包括:

(1)当机务人员操作地面支援设备对飞机进行维修并且能见度受限时,应该有另外一个人充当指挥角色;

(2)维修操作完毕,设备移除前,应对设备进行绕周检查,以确保设备与飞机无碰撞、干涉,以及电缆等接口已移除。

4.3 飞机设计

飞机机身结构的不同设计,不仅影响地面支援设备的设计,同样,其维修操作程序也会不同。将飞机服务点设置在天线、静压口周边极易造成机务人员误操作;与此相类似,飞机舱门设置在空速管、天线附近,使得装卸货物、旅客登机梯等设备安装困难;如果飞机设计要求地面维修车辆的布置接近机翼、翼身整流罩等结构,则极易引起飞机损伤;同时,应尽量避免碰撞或干涉到飞机的附属结构。

飞机设计需要考虑下列几个安全特征:

(1)飞机的侧边、水平方向、垂直方向,都应给地面支援设备预留足够的操作空间;

(2)飞机凸出的结构,像翼身整流罩、传感器等,都应明显标识;

(3)对于飞机外部控制点,地面支援设备可以直接装配;

(4)现有地面支援设备的操作角度可以满足舱门服务的需要;

(5)飞机服务板的可达性良好,这样可以方便地面支援设备装卸、操作及调节。

4.4 地面支援设备设计

地面支援设备设计对飞机损伤具有潜在的直接影响,在设计时,就应考虑包含安全特征,以协助机务人员最大程度地避免飞机损伤。地面支援设备设计,需要考虑下列几个安全特征:

(1)一个能够很好地控制前进速度的操作系统,使地面支援设备能够以一个可控的、很慢的速度接近飞机;

(2)改进设计集装箱运输车、登机梯等地面支援设备与飞机的接口部位;

(3)地面支援设备上应装有应急停车开关;

(4)地面支援设备上应装有后视镜,例如镜子、摄像头等;

(5)操作地面支援设备时应保证充足的光线;

(6)服务软管上装有快卸接头;

(7)带有电缆或者软管的设备应有刹车互锁系统;

(8)地面支援设备设计应能够避免误操作。

4.5 维修环境

停机坪过于拥堵也是引起飞机损伤的重要原因之一。在非常有限的操作空间里,维修设备频繁机动,容易造成对飞机的碰撞或者干涉,从而引发事故;若停机坪表面有冰或者是湿的,都会引起牵引车刹车故障甚至失效,从而引发事故;不同的照明条件,都会影响机务人员的工作效率和工作安全。所有这些条件,都是在机务人员操作前需要考虑并改善的,以尽量避免事故的发生。

4.6 管理

管理涉及了多方面维修操作的组织、控制和实施。

一般来说,设备故障并不是引起飞机损伤的重要原因,有效地组织管理损伤记录系统和预防性的维修程序,会成为减少飞机损伤的一条重要途径。同时,应尽量避免机务人员的疲劳作业。

线,该线的斜率恒定不随速度改变。该斜率的理论计算公式可由式(44)对 C_L 求导得到,即:

$$\frac{d(F_s/q)}{dC_L} = -\frac{mS_e C_{H\delta}}{\sqrt{\tau} a_i} (x_{cg} - N_0) \quad (45)$$

松杆状态纵向静稳定行试验也需要进行不少于两个重心位置构型的试验。中性点的求法类似握杆

状态纵向静稳定性试验,参考图2。以 $\frac{d(F_s)}{dC_L}$ 为纵轴,重心位置 x_{cg} 为横轴,根据不同重心构型得到的

$\frac{d(F_s/q)}{dC_L}$ 可以拟合出一条直线,该直线与横轴的交点

即为飞机实际的松杆状态中性点。将中性点值代入式(31)即可得到实际的任意重心位置构型下的松杆静稳定裕度。

由于实际飞机很难得到准确的铰链力矩系数,对松杆状态纵向静稳定性的估算很难准确反映真实值。而且,在实际飞行中,飞行员一般不会进行长时间的松杆操作,松杆状态的纵向静稳定性对飞行员并不重要。所以,对松杆状态的纵向静稳定性的估算及其试飞试验的实际应用价值并不高。

5 总结

航空运输业是一个高投入、高风险、高责任的产业,航空公司的运营面临着安全和经济上的双重压力。确保民用飞机的适航性且维修成本、维修周期合理是航空公司成功的一个关键要素。因此,航空公司正将更多的注意力放在飞机的维修程序以及维修中所需要的地面支援设备上。

按照现代产品质量理论,产品的设计本质上决定了产品的质量。在不断改进地面支援设备设计的基础上,减少甚至避免飞机损伤,满足更短的维修时间以及更高的维修效率的要求,确保维修成本、维修周期合理,这不仅有利于航空公司的运营与发展,对我国航空运输业的发展也有非常重要的意义。

参考文献:

[1] Aircraft Damage Caused by Ground Support Equipment, 2009.
 [2] 王端民. 航空维修质量与安全管理[M]. 北京:国防工业出版社, 2008.
 [3] Harry A. Kinnison. 航空维修管理[M]. 北京:国防工业出版社, 2007.
 [4] 陈付生. 民用飞机客户服务入门[M]. 北京:国防工业出版社, 2006.

3 总结

本文主要研究了轻型飞机纵向静稳定性的试验前估算方法以及试验数据的处理分析方法。分析了机翼、尾翼、机身、推力等各方面的贡献,得到了比较简单可行的纵向静稳定性试验前理论估算公式。在此基础上,推导了对试验预期数据的估算公式和试验数据的处理方法。通过估算公式的对比分析,发现了握杆状态和松杆状态的纵向静稳定性的差异,复杂的松杆状态估算变得简单方便。若这些估算公式制作成计算软件,可缩短飞机操稳试验的前期准备,将估算结果与试验数据进行对比分析,易于发现潜在的设计问题并可作为改进的理论依据。

参考文献:

[1] Contrland D. Perkins and Robert E. Haye. Airplane Performance Stability and Control. Published by John Wiley and Sons .
 [2] U. S. NAVAL TEST PILOT SCHOOL. FLIGHT TEST MANUAL - FIXED WING STABILITY AND CONTROL. Commanding Officer. Patuxent River.
 [3] 宋庆国. 民用飞机纵向稳定性与操纵性试飞技术研究[D]. 西安:西北工业大学, 2000.
 [4] 中国民用航空条例第25部[S]. 北京:中国民航总局, 1985.