



A320系列起落架系统及日常维护

王华 (四川航空股份有限公司)

摘要: 起落架系统是飞机的关键部件之一,其工作性能直接影响到飞机起飞、着陆性能与飞行安全。现代民航飞机起降次数多、故障频繁,由此导致飞机起落架系统平时维护量大,这就要求机务人员对起落架系统要有足够的了解。A320系列飞机采用前三点式起落架,起落架可收放。为了保证飞机起飞后良好的气动外形,每个起落架都有其对应的舱门。A320飞机有三个液压系统,分别是绿液压系统、黄液压系统、蓝液压系统,绿液压系统为起落架的收放和正常刹车提供动力,黄液压系统为备用刹车和停留刹车提供动力。本文以A320系列飞机为对象,对A320系列飞机起落架系统进行分析并对起落架日常维护经验进行了总结。

关键词: 起落架; 系统; 分析; 维护; A320

1 起落架系统特征概述

起落架主要功用是在飞机滑跑、停放和滑行的过程中支撑飞机,同时吸收飞机在滑行时的震动和冲击载荷。起落架是飞机的重要部件,主要保证飞机在地面灵活运动,减少飞机着陆撞击与颠簸,滑跑刹车减速;收上起落架飞行减少阻力,停放支持飞机。起落架系统的工作包括受力、减震、收放、刹车与地面转弯等。总重量约占飞机结构的1/5,约占最大起飞重量的5%,起落架的安全使用寿命一般为试验寿命的1/4~1/6。飞机起飞、着陆是飞行事故多发阶段,起落架系统的工作是保证飞行安全的重要因素之一。为此,起落架系统除满足强度刚度高、重量轻、使用维护方便的要求外,还应满足下列性能要求:

(1) 保证飞机地面运动具有良好的稳定性、操纵性——滑行转弯半径小、灵活易控制,滑跑不偏向、倒立与侧翻,前轮不发生摆振。

(2) 具有良好的减振性——吸收、消耗撞击能量快,减少起落架着陆过载,减弱小车式轮架的俯仰振动。

(3) 具有良好的刹车性能——滑跑刹车安全、效率高,停留刹车可靠,保证小车式机轮刹车时受力均匀。

(4) 收放安全可靠——收放动作协调,到位锁住与信号显示可靠等。

为了满足上述要求,现代大型运输机前、主起落架分别装有前轮转弯机构与中立机构、减震装置、收放机构、刹车与平衡机构、稳定减震器与轮架翻转装置等。

现代飞机起落架减震广泛采用油气式缓冲支柱,其工作原理是产生尽可能大地吸收着陆时撞击动能减小飞机受到的撞击力,尽快消散能量防止飞机着陆时颠簸跳动。A320系列飞机减震支柱内充有液压油和氮气。飞机着陆时减震支柱被压缩,液压油高速通过减震支柱内的节流小孔向上

流动以产生尽可能大的热能消耗撞击产生的能量,同时氮气也被压缩,当压缩到一定程度时氮气会膨胀又将液压油向下压再次通过节流小孔产生热耗,节流小孔还可以防止飞机剧烈反跳。经过多次压缩和伸张飞机着陆产生的撞击力得以消散,飞机才可以稳定下来。

2 A320系列飞机起落架系统

2.1 起落架及舱门

A320系列飞机有三个起落架,一个前起落架和两个主起落架,每个起落架有对应的起落架舱门。主起落架包括MLG减震支柱、锁住支撑的侧撑组件、收回作动筒、扭矩杆阻尼器,主起落架支柱有双机轮,每个机轮有一个多重碟片刹车组件。MLG减震支柱采用油气式缓冲支柱,利用气体压缩变形吸收撞击动能,利用油液高速流过节流小孔的摩擦消耗能量。侧撑组件连接到主起落架支柱接头和机翼结构。它防止起落架支柱向侧面移动。通过两件式的锁住支撑组件,侧支



柱组件锁在放下位置。收回作动筒连接机翼结构和起落架前方的铰链点，作动筒收缩使主起落架支柱缩入机身。扭力杆阻尼器是一个居中的弹簧，二通道液压组件，它本身有液压油池，其主要功能是为了减少经过扭力杆的着陆震动。

每个主起落架有三个舱门，包括连接 MLG 支柱的固定整流罩门、连接到机翼下侧铰链门、MLG 收回或伸出后的主舱门。在主起落架和主起落架舱门上的接近传感器给出位置数据到起落架控制接口组件 (LIGCU)。

前起落架有一个整体减震柱，起落架向前收缩进机身，因此，起落架放下时，下位锁向上的空气动力力矩对起落架运行有帮助。锁住支撑组件提供第二级支撑，主支架组件的前支撑通过两个耳轴吊在飞机上。前起落架上位锁组件保持起落架在缩回位置。A320 飞机前起落架缓冲支柱的结构比较特别，它没有单独活塞的单腔，双作用式缓冲支柱。缓冲支柱内充有液压油和氮气。减震支柱里面有钢制的管，安装在管上的小齿轮传动装置与连接到转弯作动筒的支架啮合，转弯作动筒通过操纵机轮的齿条和小齿轮机械装置传送液压动力。减震支柱内有两个互相对合的居中凸轮，使机轮返回到中央位置。

前起落架舱门包括两个主舱门、两个通过杆固定到起落架的后舱门、减震支柱后面的起落架舱门。主舱门通过液压源操作，起落架后舱门和减震支柱后舱门

是通过机械连动装置连接到支柱进行操作。

2.2 起落架操作收上和放下

起落架操作系统主要控制起落架的收上和放下。起落架正常放下和收上是通过中央仪表板副驾驶一侧的起落架控制手柄操作，正常放下和收上系统是电动控制和液压操作，液压系统中绿系统为正常收上和放下提供液压压力。A320 系列飞机采用的是电传控制的方式，而波音 737 采用的是旧理念，采用钢索机械式传动。相比 737 的钢索机械式传动，A320 的电控传动为飞机减轻了很大一部分的重量。

电传起落架收放系统中信号的传递形式是由电信号来传递的，而不是由滑轮钢索来传递指令。驾驶员操纵手柄将一个操纵指令由一个电信号的形式传递给起落架控制和接口组件 (LIGCU)。LIGCU 通过临近传感器接收到舱门和起落架的所在位置，并且输出一个指令到选择活门组件，选择活门组件中有两个电控活门，一个控制舱门锁和舱门作动筒，另一个控制起落架锁和起落架作动筒，LIGCU 控制这些活门的工作顺序。临近传感器连续地监控着起落架和舱门的位置，并且将这些信号传递给 LIGCU，以便由它控制起落架的收放顺序。在高速飞行时，一个电磁控制的安全活门将切断供起落架的液压油。当飞行速度达到某一规定值时，安全活门自动关闭。

2.3 起落架重力放下

当起落架无法正常放出时，

为保证飞机能够安全着陆，现代飞机均设有应急放下系统。

对应急放下系统的要求是：

(1) 当正常收放系统发生任何合理的失效时，应能放下起落架；(2) 任何单个的液压源、电源或等效能源失效时，应能放下起落架。

现代民航机采用的应急放下措施通常是在驾驶舱内设置人工应急放下操纵手柄，A320 系列飞机的人工应急放下操纵手柄位于中央控制台后，通过钢索和机械连杆与起落架收上锁相连。当起落架收放系统发生故障时，由驾驶员提起应急放下手柄，打开起落架收上锁。起落架在自身的重力和迎面气流的吹动而放下。

2.4 刹车

飞机着陆接地时，具有较大的水平分速，滑跑过程中，气动阻力与机轮滚动阻力对飞机的减速作用比较小。如果不设法增大飞机的阻力，使之迅速减速，则着陆滑跑距离与滑跑时间势必会很长。现代飞机都装有着陆减速装置。目前机轮刹车装置是最主要的、应用得最广泛的一种。

A320 系列飞机刹车系统分为正常刹车、备用刹车、停留刹车和空中刹车。正常刹车使用绿系统压力，备用刹车使用黄系统压力。通过自动选择活门自动选择，绿系统压力先于黄系统压力对系统提供工作压力。正常刹车分为人工刹车，自动刹车和空中刹车三种方式。只有计算机正常，且绿液压系统压力正常的情况下，才能工作。

人工刹车时，飞行员踩踏脚



蹬时位于脚踏下方的位置传感器(BPTU)受到压力作用,然后将压力转化为电信号传送至BSCU,此时BSCU作动绿系统的正常刹车选择活门,压力传至下游,同时BSCU通过感受压力的强弱控制正常刹车伺服活门的开度,以此来调节刹车力的大小,另外,BSCU的防滞功能可防止轮胎抱死。

自动刹车时,飞行员通过踩踏脚踏减速,也可启动自动刹车减速制动,此时BSCU接收减速率预选值和SEC(扰流板升降舵计算机)计算机打开扰流板的信号后,作动正常刹车选择活门,并且防滞功能控制刹车伺服活门的开度调节刹车压力的大小,以防抱死。减速结束后可通过收扰流板或者踩踏脚踏的方式来终止自动刹车功能。

空中刹车是正常刹车的另一项子功能,当飞机起飞收起起落架时,由于轮胎的高速旋转,如果夹带硬质颗粒,比如石子,砖头或者铁片等,将会打伤轮仓中的重要部件而造成事故。因此起飞后,把起落架手柄放置在“up”位后3秒钟,BSCU计算机作动绿系统压力,直接将机轮制动,防止意外发生。

2.5 备用刹车系统

正常刹车使用的绿液压系统压力如果失去或者低压,将不能再使用正常刹车,或者出现电控失效,即BSCU出现故障时都必须使用备用刹车,并且备用刹车没有自动刹车方式,只有带防滞和不带防滞人工刹车两种方式。

当机组人员踩踏脚踏时,脚踏信号由位置解算器将刹车力信号输入BSCU,作动备用刹车选择活门,黄液压系统压力传至下游,此时防滞功能仍由主控计算机BSCU计算,并送到接口计算机ABCU(备用刹车控制组件),并由其调节备用刹车直接驱动活门的开度,调节刹车力的大小,防止抱死。

如果BSCU出现故障,则不能再使用带防滞功能的备用刹车方式,此时脚踏信号仍由位置解算器将刹车力信号输入ABCU,作动备用刹车选择活门,黄液压系统压力传至刹车组件开始刹车,此时力的大小完全由机组踩踏脚踏的力决定,目前大多数A320系列飞机均为增强型,所以即使失去BSCU的防滞功能,也具备防抱死功能,当飞行员将脚踏踩踏到底时,刹车力也不能达到使机轮抱死的程度。并且机组可参照前仪表板上三针指示器指示的刹车压力缓解踩踏脚踏的力,防止抱死。

2.6 停留刹车

在地面停稳飞机后,可使用停留刹车制动飞机,停留刹车可使用黄液压系统的压力,也可使用黄液压系统刹车蓄压瓶的压力。当中心操作台上的停留刹车手柄放在“on”时,停留刹车选择活门打开,压力传至往复活门后将机轮刹死。值得注意的是使用停留刹车时,无防滞功能,刹住则为刹车压力最大。

2.7 前轮转弯系统

前三点式起落架飞机前轮转

弯系统为飞机在地面机动滑行提供方向控制。

滑行等低速情况时,通过在驾驶盘的动作。有两个相同的驾驶盘:一个用于机长,一个用于副驾驶。万一同时操作,驾驶盘发出的命令是代数方式增加。机轮最大行程是正负74度。在起飞或着陆等高速情况时,机长或副驾驶通过方向舵脚踏控制,或者自动经过自动驾驶仪控制。当飞机速度超过130节时,转弯系统不可用。飞机起飞后,前轮通过减震支柱下的凸轮自动定中。

在地面拖飞机时,转弯作动筒的液压系统必须锁定在卸压位置,通过在地面的电动盒上的手柄插入地面转弯销进行卸压。用拖杆牵引角度为正负95度,抱轮式拖车牵引角度为正负85度。

3 起落架的日常维护

航线工作中,起落架的日常维护非常重要,它是每架飞机安全地滑行、起飞、着陆的保障。结合工作实践,对航线工作起落架日常维护的总结。

3.1 前轮、主轮更换、轮胎维护

由于机轮在起飞、着陆、滑跑阶段的磨损,跑道或者滑行道上的坚硬物扎伤,会经常更换机轮。不同机轮的磨损有不同更换标准。常见的机轮损坏包括磨平见纹、磨平见线、扎伤见线。

轮胎维护主要是保证飞机机轮的胎压,确保胎压足够。航前工作中测量轮胎压力是必要的工作,由于天气变化轮胎的胎压也会发生变化。



A319、A320、A321 飞机有其不同的轮胎压力标准,在前起落架和主起落架上都有标牌注明轮胎压力,并且标明轮胎内只能充氮气。氮气具有一定惰性气体的性质,不易燃、受热稳定性好,为防止大气中的氧气与飞机轮胎中的挥发性气体发生化学反应造成轮胎爆破,以确保装在制动轮中的轮胎所充氧气不超过所充气体体积的 5%

3.2 刹车组件更换

飞机着陆和滑行过程中减速是通过飞机机轮的刹车组件来实现的。A320 飞机通过在 4 个主起落架机轮上的 4 个刹车组件来实施刹车,刹车组件为碳材料的多盘式结构,每个组件上有两组可以独立操作的活塞来控制刹车。一组液压源来自绿液压系统,另一组来自黄液压系统。每个刹车组件上都装有温度传感器用于监控刹车温度。

飞机刹车过程中尤其是在飞机着陆减速的过程,对刹车组件的磨损相当大。为了能够更直观地检查刹车组件的损耗,在刹车组件上装有刹车指示销。通过观察刹车指示销的长度决定是否对刹车组件进行更换。当停留刹车刹上观察刹车指示销,如果其露出的长度小于 1mm 时就要更换刹车组件。

3.3 起落架减震支柱充气

现代飞机的减震支柱为油气混合式减震支柱,通过产生尽可能

大的弹性形变来吸收飞机着陆或颠簸所产生的动能,用以减少飞机所受的撞击力。利用摩擦热耗作用消散热能,使飞机接地后的颠簸弹跳迅速停止。油气式减震支柱采用的是在高温下化学性较好的石油基液压油,所冲的气体为干燥的氮气,避免液压油在高温高压下氧化或燃烧。对减震支柱维护要用专用的清洁剂浸泡过的棉布或是专用的红油纸擦洗内筒外露的表面即镜面,避免尘土和沙砾对内筒下端封严的损伤,同时也便于观察有无划伤或腐蚀。要经常检查支柱是否漏油,扭力臂减摆器连接处是否有裂纹或磨损。对照维护手册中充气压力曲线检查内筒伸缩量,决定是否需要对减震支柱进行充气。

4 总结

随着现代民航客机设计的科技日趋成熟,起落架系统作为飞机系统的重要部分,为飞机的起降和在地面的工作起着重要作用。航线维护每天的重点工作之一就是起落架的维护,飞机每天航后工作的一部分就是对起落架液压管路打压进行渗漏检查,起落架镜面磨损和高度检查,机胎磨损扎伤检查以及刹车组件检查。更换机胎或刹车组件也是航线机务人员的必修课,每天航后工作或多或少都有飞机要更换机轮或刹车组件。航前维护就要对机轮的气压进行测量,用电子式或机械式气压测量表测量胎压,

根据飞机的构型了解飞机胎压标准判断是否需要充气工作。另外,在装有胎压传感器的机型如 A330、A340,可以通过 ECAM 上的勤务信息中可以直接读出轮胎的压力。本文对飞机起落架的发展历程进行概述的基础上,分析了 A320 系列飞机起落架系统,包括起落架及舱门、起落架放下和收上、起落架人工放下刹车、备用刹车系统、停留刹车、前轮转弯系统。

参考文献

- [1] 张志强. A320 系列飞机刹车系统设计分析 [J]. 技术与管理论坛, 2008(3): 44-48.
- [2] 李大立. 潮起潮落, 中国支线航空期盼改革 [J]. 国际航空, 2000(1): 49-52.
- [3] 宋静波. 飞机构造基础 [M]. 北京: 航空工业出版社, 2004.
- [4] 郇正能. 飞机部件与系统设计 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [5] 杨华保. 飞机原理与构造 [M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2002.
- [6] 张庆伟, 林左鸣. 世界民用飞机手册 [M]. 北京: 航空工业出版社, 2009.
- [6] 博伊佐夫, 郭楨, 郭培凡译. 飞机起落架的可靠性 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1988.
- [7] 段维祥, 郝劲松. 飞机系统 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2002.