

浅谈舰载机轮胎设计

Analysis on the Tire Design of Carriered-Aircraft

饶盛 / 海军驻桂林曙光橡胶研究所军代表室

摘要: 通过将国外舰载机和陆基飞机的轮胎主要性能进行对比, 归纳出舰载机轮胎特殊的使用条件。在陆基飞机轮胎的基础上, 对舰载机轮胎的设计进行了定性思考, 提出了在轮胎轮廓、胎面、胎侧、胎体、胎圈和胶料配方方面的优化设计, 为轮胎设计人员提供参考。

关键词: 航母; 舰载机; 轮胎; 设计

Keywords: carrier; carriered-aircraft; tire; design

0 引言

作为航空母舰的主要攻防武器, 舰载机是航母形成战斗力的关键。

航母舰载机除了具有陆基飞机应有的要求外, 还由于外界环境限制形成了一些特殊的要求。例如, 它必须在航母上完成起落和存放, 又要在海上气候环境中使用, 这些均对舰载机的使用提出了比陆基飞机更苛刻的要求, 因而形成了不同于陆基飞机的设计特点。舰载机设计的关键技术都是围绕着在航母上起飞和着舰的, 所以舰载机与航母的适配性成了机体设计的主要问题。

航空轮胎作为舰载机的重要安全部件, 结构复杂, 对其使用性能要求高, 应具有足够的安全余度设计, 保证飞机的停机、地面滑行、起飞、着陆、着舰冲击、拦阻钢缆的切割力等承载能力要求, 保证飞机的安全起降, 避免由于轮胎爆破、甩胎面等事故而影响舰载机的安全使用。影响轮胎使用寿命的主要有设计技术方面的原因, 也有轮胎使用维护方面的原因。所以必须根据轮胎使用条件, 正确设计航空轮胎, 保证其先进的技术性能, 加以合理的维护使用, 才能保障战机的飞行起降安全。

1 舰载机与陆基飞机的轮胎主要性能对比

舰载机轮胎的使用条件比陆基飞机苛刻得多, 往往是在陆基飞机的基础上发展、改进而来, 如美军的F/A-18A是由其陆基型F/A-18L改进而来。舰载飞机轮胎使用条件与陆基飞机的轮胎使用条件相比, 舰载机的轮胎陆基载荷、起飞着陆速度等使用条件与陆基飞机轮胎基本相同, 而舰载使用条件(最大垂直冲击载荷、舰上使用气压)较为苛刻。轮胎的载荷、内压、速度等使用条件, 决定轮胎使用过程中的应力应变以及轮胎的升温, 而升温达到一定程度时, 将引起热疲劳老化以及轮胎材料强度的下降, 从而影响轮胎的使用寿命。因此, 舰载机轮胎特殊的使用条件会对其舰上使用寿命产生一定的影响。

舰载机轮胎要求重量轻且承载能力大, 是陆基轮胎最大起飞静载荷的十几倍, 而轮胎重量相对较轻, 故轮胎载荷系数非常大。要使轮胎轻量化, 又要保证轮胎的各项性能指标同时满足舰基和陆基的使用条件, 必须对轮胎胎体结构及骨架材料进行优化设计。

2 优化设计

轮胎作为起落架系统的一个分组件, 装配在轮辋上, 充入规定的气压, 通过轮轴安装在起落架上, 承受飞机的停机、滑跑、起飞、着陆时的地面载荷, 吸收部分着陆能量, 缓冲着陆时产生的冲击和振动。

轮胎是由尼龙帘线、钢丝等骨架材料和各种功能橡胶材料复合而成的高分子材料弹性体, 从结构上分为胎面、胎侧、胎体、胎圈四部分。胎面是置于轮胎外圆周上的橡胶层, 是接地部件, 设有周向花纹沟, 承受轮胎的磨损, 防止胎冠部位的胎体帘布受到外物刺扎、切割及化学品侵蚀, 周向花纹沟有利于排水, 提高轮胎与地面的抓着力, 防止打滑; 胎侧是置于轮胎两侧的橡胶层, 起着防止胎体帘布外露和外物损伤的作用; 胎体由数层挂胶帘布交叉层叠而成, 帘布层包住钢丝圈, 使胎体具有足够的强度承受内压与负荷; 胎圈是与轮辋配合的部位, 使轮胎紧固于轮辋上, 起着支撑轮胎的作用。

2.1 轮廓设计

1) 轮胎胎

设计舰载机轮胎时, 必须要考虑的是舰载机轮胎胎的大小。轮廓最大尺

寸要严格控制,一是为飞机减重,二是防止轮胎与其他结构件相互干扰发生机械故障。但轮胎的承载能力与轮胎的外形尺寸有关,尺寸越小承载能力越小,尺寸太小会影响轮胎的安全性能。因此,设计舰载机轮胎的规格和充气后尺寸应能适应轮胎胎面的尺寸。

2) 使用后胀大尺寸

航空轮胎使用后,因胎体帘线伸张以及滞后损失引起胎体膨胀,轮胎的外缘尺寸相对于使用前会增大,胀大尺寸会影响到轮胎飞机结构件的相互位置和允许间隙,设计轮胎时必须考虑轮胎的胀大尺寸。

3) 通用性

舰载机的未来发展方向是在综合运用基础上,减少机种,实现多用途化。因此,在设计舰载机轮胎时应考虑到舰载机和陆基飞机轮胎的通用性,以及战时不同舰载机型的应急使用,设计舰载机轮胎应在不改变现有有机型轮胎规格的基础上,从轮胎内部做文章。

4) 内腔

气压是轮胎的生命。在舰载机轮胎规格尺寸确定后,在保证轮胎强度的前提下,通过采用更轻薄的材料,增大内腔,可以有效提高航空轮胎的生命力。

2.2 胎面

1) 胎面刚性设计

舰载机轮胎的胎面采用大角度带束织物补强,目的是为增强胎面的箍紧力及刚性,提高轮胎的速度性能及着舰时胎面的抗冲击变形能力。即在上下胎面间设计两层大角度带束补强帘布层,以抑制胎面周向膨胀,保持轮胎动态下的尺寸稳定性。

2) 双胎面加厚设计

目前,一般陆基飞机轮胎的胎面结构为单胎面。由于着舰冲击载荷大、着舰操纵技术问题及轮胎动载荷

的影响,轮胎着舰时胎面容易被啃花,轻者掉皮,重者掉块。为了解决这一问题,舰载机轮胎的胎面设计可采用半补强双胎面(分上下胎面)结构,增加胎面磨损层厚度。采取这项技术,可提高胎面的抗冲击变形能力,增强了胎面过缆包络性,并可使轮胎的使用寿命有所提高。

3) 花纹沟设计

参照美国军用飞机性能规范,胎面上需设置2条以上纵向花纹沟,提高胎面的抗湿滑性、排水性及散热性,增强操纵性能及行驶稳定性,加强轮胎使用的安全性。对于舰载机轮胎可开菱形花纹(又称为全天候花纹)。

2.3 胎侧

1) 导流器

轮胎侧壁是胎体侧壁帘线的主要保护层,它能防止帘线损坏和暴露,还可提高胎体的强度。对于安装在舰载机前轮上的轮胎,在其侧壁上设计导流器,使跑道上的水向侧边溅出,避免水溅到后部的喷气发动机上。

2) 通气孔

舰载机采用无内胎轮胎设计,在轮胎侧壁靠近胎缘区域设计通气孔。轮胎通气孔的作用是为胎体内的空气提供排出的通道。胎体内的空气可能是生产加工后存在胎体帘线中的残留空气,也可以是通过内衬层正常渗漏在胎体内积聚的空气。若没用通气孔作为空气排出的通道,胎体内的空气会导致轮胎胎面胶或侧壁橡胶的松弛或隆起。

2.4 胎体

由于舰载机要完成舰上起飞、拦阻、着舰等飞行行为,要求轮胎的抗冲击性、过缆包络性、减震性要好。因为飞机每次着舰轮胎都要经受冲击、颠簸、过缆,这都要求高内压轮胎在冲击下能吸收大量动能,缓冲飞

机颠簸,保证飞机平稳过缆,使飞机制动钩挂住拦阻钢缆而安全降落。对轮胎而言,轮胎的着舰冲击和过缆几乎发生在同一瞬间,此时轮胎已接近全压缩,还要叠加过缆载荷,这就要求轮胎具有足够的胎体强度、良好的抗切割性和包络性。

1) 帘布层加厚设计

帘布层是轮胎受力的主要部分,斜交线轮胎的强度和抗割伤穿刺能力较高,而子午线轮胎的速度特性较好。针对舰载机轮胎的使用条件,胎体结构应采用带束斜交结构,增大胎体的安全倍数,提高胎体强度,降低发生胎体爆破的可能性。陆基飞机轮胎的胎体通常为12层,而舰载机轮胎由于在舰上使用,垂直冲击载荷较大,需经胎体安全倍数计算,增加帘布层数,满足轮胎着舰时的冲击载荷要求。

2) 帘线角度、密度梯度递增

胎体骨架材料采用高强度锦纶帘布或更好的新材料。帘线角度及帘线密度采用梯度递增的设计方法,有效消除轮胎成型中造成的胎体帘布“内紧外松”的工艺问题,使得胎体充气后帘线充分伸张,各层帘布受力均匀,增强帘线的抗冲击变形及耐疲劳能力,提高轮胎的安全使用性能和使用寿命。

2.5 胎圈

按照安全倍数计算,舰载机轮胎的胎圈采用双钢圈结构,以保证胎圈具有良好的稳固性和强度;采用过盈配合,以增强配合的紧密性,防止胎圈的转位问题;钢丝圈包布、钢丝圈缠绕布和胎圈包布,加强了胎圈部位的强度,有效改善了材料间的黏合,提高胎圈部位的耐疲劳性能,保证在轮胎寿命及保质期内正常使用,不会发生胎圈爆破问题。

2.6 胶料配方

无人机金属燃油箱的设计方法研究

Metal Fuel Tank Design of Unmanned Aerial Vehicle

胡荣霞 / 南京机电液压工程研究中心航空机电系统综合航空科技重点实验室

摘要:介绍了无人机燃油系统金属燃油箱的基本构成和设计要求,对设计中的关键技术进行了总结,为此类油箱的设计和完美提供一定的参考和借鉴。

关键词: 无人机; 金属燃油箱; 设计

Keywords: unmanned aerial vehicle; metal fuel tank; design

0 引言

为了满足无人机高空长航时飞行的要求,对其燃油系统特别是燃油箱的设计提出了更高的要求。进行燃油系统中燃油箱设计时,除了要满足飞机的基本功能外,还应力求简单、经济,具有可靠性高、维护性好、工作时间长、自动控制等特点,保证在其飞行范围内都能可靠地工作。

无人机使用的燃油箱主要分为整体油箱和橡胶软油箱两大类。橡胶软油箱存在着制造工序繁琐、复杂,成本高,使用寿命短,重量代价大等

缺陷;复杂的空间和形状使得油箱的可靠性较低,漏油、渗油现象时有发生;因材料较厚、棱角较硬,使得油箱舱结构空间的容积利用率不高,余油量较大。这些缺陷在一定程度上影响了无人机的使用性能。目前,无人机油箱普遍采用密封胶密封结构形式的整体油箱,金属燃油箱的使用、尤其是在大型无人机上的使用情况报道较少。本文所介绍的金属燃油箱,在结构、工艺、使用要求上与整体油箱相似,高空性能、环境适应性能与整体油箱相当,但对飞机结构的要求比整

体结构油箱低,安装灵活,前期工装投入少,且具有使用和维护性好等明显的优点,目前已逐渐成为无人机燃油系统早期试验验证机及小批量生产无人机的燃油系统的首选。

1 金属燃油箱的构成

金属燃油箱主要由油箱蒙皮、端盖和内部隔板组成。为了满足燃油系统功能的需要,通常在蒙皮、端盖上设置通气口、输油口、加油口、回油口、搭铁片等,图1为无人机一个机翼油箱简单结构示意图。在固定带的帮

由于舰载机长期在气候恶劣的海洋环境中使用和停放,经常受到高温、风暴、狂涛、雷雨等恶劣气象条件和盐雾、湿热、霉菌等腐蚀环境的影响。高温、湿热会加速橡胶光热氧化,盐雾、霉菌会腐蚀橡胶,使橡胶的物理性能降低,甚至完全丧失。因此,选用轮胎胶料时,要采用高耐磨、低生热配方。针对“三防”选用耐高低温、耐臭氧、抗紫外线、抗盐雾、防霉菌等性能较好的原材料,确保舰载机轮胎的胎面、胎侧、胎体、胎圈的性能都在最佳状态,保证轮胎

的舰上使用次数及寿命。

3 结束语

轮胎设计是一项复杂的系统工程,而本文只是对舰载机轮胎的设计做了一些定性的分析,所述的内容也只是设计舰载机轮胎方面的几点思考,希望能够引起轮胎设计人员的一些关注,能为舰载机轮胎设计贡献一点微薄的力量。

AST

参考文献

[1] 龚荣亮. 飞机轮胎的结构及常

见故障探究[J]. 中国高新技术, 2011(27).

[2] 李曰煜. 美国军用飞机轮胎性能规范及主要规格配套厂家[J]. 现代橡胶技术, 2011, 37(3).

[3] 约翰 G 萨默. 工程橡胶制品设计、制造、性能测试[M]. 游长江, 译. 北京: 化学工业出版社, 2010.

[4] 李法华. 功能性橡胶材料及制品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.

作者简介

饶盛, 助理工程师, 主要从事航空轮胎监制工作。