

民用航空轮胎的装机计算与分析

关伟平

(中橡集团曙光橡胶工业研究设计院,广西 桂林 541004)

摘要:民用航空轮胎设计和制造商研发的产品必须取得中国民用航空总局颁发的技术标准规定项目批准书(CTSOA),才能进入民用航空市场;CTSOA 不包括装机批准,获得 CTSOA 的民用航空轮胎需要进行适用于特定航空器的装机计算与分析,以获得适航部门的装机批准。本文对正常类、实用类、特技类和通勤类飞机轮胎和运输类飞机轮胎的装机计算与分析分别进行论述,并给出了计算与分析实例。

关键词:民用航空轮胎;装机计算与分析

中图分类号:TQ330.6⁺1;V226⁺.8 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2006)04-0198-05

民用航空轮胎是民用航空器起落架必不可少的部件,其可靠性和质量对飞行安全有着直接影响,为确保能满足民用航空器安全使用要求,各国政府均颁布了相关的技术标准[如美国联邦航空管理局(FAA)颁布的 TSO-C62《航空轮胎》,中国民用航空总局(CAAC)颁布的 CTSSO-C62《航空轮胎》等技术标准],规定了最低技术性能及管理要求。按照 CAAC 有关适航管理程序的规定,民用航空轮胎必须符合 CAAC 颁发的《技术标准规定》的要求。《技术标准规定》是对民用航空器上所用的某些材料、零部件和机载设备规定的最低性能标准及管理要求。民用航空轮胎设计和制造商应向适航部门提交申请和工程资料及质量控制系统资料,经审查合格,由 CAAC 颁发技术标准规定项目批准书(CTSOA)后,才能取得民用航空市场的准入资格。CTSOA 不包括装机批准,已获得 CTSOA 的民用航空轮胎欲安装在特定的民用航空器上,还需要获得适航部门的装机批准。

按照适航部门要求,为获得装机批准,航空轮胎适用于特定航空器必须做装机计算与分析。

1 正常类、实用类、特技类和通勤类飞机轮胎的装机计算与分析

正常类飞机是指座位设置(不包括驾驶员)不

多于9座、最大审定起飞质量为5 700 kg、用于非特技飞行的飞机。实用类飞机是指座位设置(不包括驾驶员)不多于9座、最大审定起飞质量为5 700 kg、用于有限特技飞行的飞机。特技类飞机是指座位设置(不包括驾驶员)不多于9座、最大审定起飞质量为5 700 kg、除由于飞机试验结果表明的必要限制外在使用中不加限制的飞机。通勤类飞机是指座位设置(不包括驾驶员)不多于19座、最大审定起飞质量为8 618 kg、用于非特技飞行的螺旋桨驱动多发动机飞机。

1.1 轮胎要求

正常类、实用类、特技类和通勤类飞机轮胎应符合中国民用航空规章第23部的要求,具体要求如下。

(1)每个起落架机轮的轮胎载荷额定值(由轮胎和轮辋制造方规定并经适航当局认可)必须不小于下列载荷。

a)在设计最大质量和临界重心位置时,作用在每个主轮轮胎上的地面静反作用载荷。

b)在下述情况下作用在前轮轮胎上的反作用力载荷(用该轮胎规定的动额定载荷作比较):假定飞机质量集中在最临界重心位置,并作用一个1.0m向下和0.31m向前的力(m为飞机最大停机质量),按静力学原理分配作用在前轮和主轮上的反作用力,仅在刹车机轮上施加地面阻力反作用力。

(2)如果使用特殊构造的轮胎,则机轮必须清楚和明显地标明其特点。标记必须包括制造厂

名、尺寸、帘布层数和该轮胎的识别标记。

(3)可收放起落架系统上所装的每条轮胎在处于服役中该型轮胎预期的最大尺寸状态时,与周围结构和系统之间必须具有足够的间距,以防止轮胎与结构或系统的任何部分发生接触。

已获得 CTSOA 的轮胎欲安装在特定的正常类、实用类、特技类和通勤类飞机上,需按上述内容进行轮胎的装机计算与分析,以证明轮胎符合要求。

1.2 装机计算与分析实例

6.00-6 6PR TT 航空轮胎和 5.00-5 6PR TT 航空轮胎欲获得赛斯纳 172R 天鹰飞机的装机批准,其中 6.00-6 6PR TT 航空轮胎欲安装在主起落架上,5.00-5 6PR TT 航空轮胎欲安装在前起落架上,以此进行轮胎装机计算与分析。

赛斯纳 172R 天鹰飞机有关数据如下。

座位	4 个
飞机最大起飞速度	148 km · h ⁻¹
飞机最大停机质量	1 114 kg
飞机最大起飞或着陆质量	1 111 kg
主轮至前轮距离(B)	1 651 mm
主轮至基准点臂长(A)	1 478 mm
前轮至基准点臂长	173 mm
飞机主起落架数	2 个
每个主起落架轮胎数	1 条
飞机前起落架数	1 个
每个前起落架轮胎数	1 条
临界前重心至基准点臂长(X ₁)	
(对应飞机最大停机质量)	1 016 mm
临界后重心至基准点臂长(X ₂)	1 201 mm
重心高度(H)	907 mm
临界前重心至主轮距离	
(L ₁ =A-X ₁)	462 mm
临界后重心至主轮距离	
(L ₂ =A-X ₂)	277 mm
临界后重心至前轮距离	
(L ₃ =B-L ₂)	1 374 mm

6.00-6 6PR TT 和 5.00-5 6PR TT 轮胎参数如表 1 所示。

1.2.1 6.00-6 6PR TT 轮胎

(1)速度

轮胎的额定速度大于飞机最大起飞速度,

表 1 6.00-6 6PR TT 和 5.00-5 6PR TT 轮胎参数

项 目	6.00-6 6PR TT	5.00-5 6PR TT
额定速度/(km · h ⁻¹)	193	193
额定负荷/kg	790	580
额定充气压力/kPa	290	345
最大充气外直径/mm	445	361
最大充气断面宽/mm	160	126

6.00-6 6PR TT 轮胎速度性能满足赛斯纳 172R 天鹰飞机速度方面的要求。

(2)载荷

每个主起落架轮胎所受最大载荷为

$$Q_m = \frac{mL_3}{2B} = 464(\text{kg})$$

该数值小于轮胎额定负荷,轮胎负荷能力满足赛斯纳 172R 天鹰飞机主起落架的载荷要求。

(3)轮胎与周围结构和系统的间距

赛斯纳 172R 天鹰飞机的主起落架为固定结构,位于机舱外,不具备收放功能。轮胎与飞机周围结构和系统之间具有足够的间距,轮胎与周围结构和系统的任何部分均不会发生接触。

(4)结论

装机计算与分析结果表明,6.00-6 6PR TT 轮胎的速度性能、负荷能力以及轮胎与周围结构和系统之间的间距均适用于赛斯纳 172R 天鹰飞机,可安装于该型飞机主起落架上。

1.2.2 5.00-5 6PR TT 轮胎

(1)速度

轮胎的额定速度大于飞机最大起飞速度,5.00-5 6PR TT 轮胎的速度性能满足赛斯纳 172R 天鹰飞机速度方面的要求。

(2)载荷

a)前起落架轮胎所受最大静载荷为

$$Q_{n1} = \frac{mL_1}{B} = 312(\text{kg})$$

该数值小于轮胎额定负荷。

b)前起落架轮胎对应飞机最大停机质量和 0.31m 向前作用力时所受载荷为

$$Q_{n2} = \frac{mL_1 + 0.31mH}{B} = 501(\text{kg})$$

该数值小于轮胎额定负荷。

比较轮胎载荷计算结果与轮胎额定负荷可知,5.00-5 6PR TT 轮胎的负荷能力满足赛斯

纳 172R 天鹰飞机前起落架载荷要求。

(3) 轮胎与周围结构和系统的间距

赛斯纳 172R 天鹰飞机的前起落架为固定结构,位于机舱外,不具备收放功能。轮胎与飞机周围结构和系统之间具有足够的间距,轮胎与周围结构和系统的任何部分均不会发生接触。

(4) 结论

装机计算与分析结果表明,5.00—5.6PR TT 轮胎的速度性能、负荷能力以及轮胎与周围结构和系统之间的间距均适用于赛斯纳 172R 天鹰飞机,可安装于该型飞机前起落架上。

2 运输类飞机轮胎的装机计算与分析

2.1 运输类飞机轮胎的要求

运输类飞机轮胎应符合中国民用航空规章第 25 部的要求,具体要求如下。

(1) 当起落架轮轴上装有单个机轮和轮胎的组件时,机轮必须配以合适的轮胎,其速度额定值应经适航部门批准,且在临界条件下不会被超过,其载荷额定值应经适航部门批准,且不会被下列载荷超过。

a) 主轮轮胎上的载荷,对应于飞机质量(直到最大机坪质量)、重心位置和考虑到飞机重心处惯性反作用的发动机推力效应三者的最临界组合。

b) 前轮轮胎上的载荷,按(2)b)确定的地面反作用力。

(2) 适用于前轮轮胎的地面反作用力如下。

a) 轮胎上的地面反作用力,对应于飞机质量(直到最大机坪质量)和重心位置的最临界组合,重心处有 $1.0m_H$ (m_H 为飞机最大滑行质量)的向下作用力,此载荷不得超过轮胎的载荷额定值。

b) 轮胎上的地面反作用力,对应于飞机质量(直到最大着陆质量)和重心位置的最临界组合,重心处有 $1.0m_Z$ (m_Z 为飞机最大着陆质量)的向下作用力和 $0.31m_Z$ 的向前作用力,此时反作用力必须按静力学原则分配到前轮和主轮上,阻力方向的反作用力等于每个刹车机轮垂直载荷的 31% (若刹车能够产生地面反作用力)。此前轮轮胎载荷不得超过该轮胎载荷额定值的 1.5 倍。

c) 轮胎上的地面反作用力,对应于飞机质量

(直到最大机坪质量)和重心位置的最临界组合,重心处有 $1.0m_H$ 的向下作用力和 $0.2m_H$ 的向前作用力。此时的反作用力必须按静力学原则分配到前轮和主轮上,阻力方向的反作用力等于每个刹车机轮垂直载荷的 20% (若刹车能够产生该地面反作用力)。此前轮轮胎载荷不得超过该轮胎载荷额定值的 1.5 倍。

(3) 当起落架轴上装有 1 个以上的机轮和轮胎组件时(如双轮或串列双轮),机轮必须配以合适的轮胎,其速度额定值应经适航部门批准,且在临界条件下不会被超过;其载荷额定值应经适航部门批准,且不会被下列载荷超过。

a) 本条(1)a)规定的每一主轮轮胎上的载荷的 1.07 倍。

b) 本条(2)规定的每一前轮轮胎上的载荷。

(4) 可收放起落架系统上所装的每条轮胎在处于服役中该型轮胎预期的最大尺寸状态时,与周围结构和系统之间必须具有足够的间距,以防止轮胎与周围结构和系统的任何部分发生不应有的接触。

已获得 CTSOA 的轮胎欲安装在特定的运输类飞机上,需要按照上述内容进行轮胎的装机计算与分析,以证明轮胎符合要求。

2.2 运输类飞机轮胎的装机计算与分析实例

H44.5×16.5—21 28PR TL 航空轮胎(轮胎 A)和 27×7.75—15 12PR TL 航空轮胎(轮胎 B)欲获得波音 737-800 型飞机的装机批准,其中轮胎 A 欲安装在主起落架上,轮胎 B 欲安装在前起落架上,为此进行装机计算与分析。

波音 737-800 型飞机有关技术参数如下。

飞机最大起飞速度	195 km · h ⁻¹
飞机最大滑行质量(m_H)	73 481 kg
飞机最大着陆质量(m_Z)	65 317 kg
主轮至前轮距离(B)	15 596 mm
主轮至基准点臂长(A)	17 958 mm
前轮至基准点臂长	2 362 mm
平均空气动力弦(M_A)	3 957 mm
平均空气动力弦前缘至基准点臂长	15 928 mm
最大滑行质量临界前重心	10.1% M_A
最大着陆质量临界前重心	6.1% M_A

最大滑行质量临界后重心	34.1% M_A
重心高度(H)	3 759 mm
前起落架数	1 个
前起落架轮胎数	2 条
主起落架数	2 个
每个主起落架轮胎数	2 条
最大滑行质量临界前重心至	
基准点臂长(B_{A1})	16 328 mm
最大滑行质量临界前重心至	
主轮距离(L_1)	1 630 mm
最大滑行质量临界前重心至	
前轮距离(L_2)	13 966 mm
最大着陆质量临界前重心至	
基准点臂长(B_{A2})	16 170 mm
最大着陆质量临界前重心至	
主轮距离(L_3)	1 788 mm
最大着陆质量临界前重心至	
前轮距离(L_4)	13 808 mm
最大滑行质量临界后重心至	
基准点臂长(B_{A3})	17 277 mm
最大滑行质量临界后重心至	
主轮距离(L_5)	681 mm
最大滑行质量临界后重心至	
前轮距离(L_6)	14 915 mm
轮胎 A 和 B 的有关技术参数如表 2 所示。	

表 2 轮胎 A 和 B 的相关参数

项 目	轮胎 A	轮胎 B
额定速度/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	225	225
额定负荷/kg	20 280	4 380
额定充气压力/kPa	1 476	1 380
最大充气外直径/mm	1 130	686
最大充气断面宽/mm	419	197

2.2.1 轮胎 A

(1)速度

轮胎的额定速度大于飞机最大起飞速度,因此轮胎 A 的速度性能满足波音 737-800 型飞机速度方面的要求。

(2)载荷

每个主起落架轮胎所受最大载荷为

$$Q_m = \frac{m_H L_6}{4B} = 17\,568(\text{kg})$$

轮胎在主起落架上为双轮并装,需考虑 1.07 倍载荷

$$1.07Q_m = 18\,798(\text{kg})$$

该数值小于轮胎额定负荷。轮胎 A 的负荷能力可以满足波音 737-800 型飞机主起落架的载荷要求。

(3)轮胎与周围结构和系统的间距

调研表明,轮胎 A 与波音 737-800 型飞机轮仓周围结构和系统之间有足够的间距,轮胎与周围结构和系统的任何部位均不会发生接触。

(4)结论

装机计算与分析结果表明,轮胎 A 的速度性能、负荷能力及轮胎与周围结构和系统之间的间距均适用于波音 737-800 型飞机,可安装于该型飞机主起落架上。

2.2.2 轮胎 B

(1)速度

轮胎的额定速度大于飞机最大起飞速度,因此轮胎 B 的速度性能满足波音 737-800 型飞机速度方面的要求。

(2)载荷

a)每个前起落架轮胎所受最大静载荷为

$$Q_{n1} = \frac{m_H L_1}{2B} = 3\,840(\text{kg})$$

该数值小于轮胎额定负荷。

b)每个前起落架轮胎对应最大着陆质量和 0.31 m_Z 向前作用力时所受最大载荷为

$$Q_{n2} = \frac{m_Z(L_3 + 0.31H)}{2B}$$

$$= 6\,184(\text{kg})$$

该数值小于 1.5 倍轮胎额定负荷。

c)每个前起落架轮胎对应最大滑行质量和 0.20 m_H 向前作用力时所受最大载荷为

$$Q_{n3} = \frac{m_H(L_1 + 0.20H)}{2B}$$

$$= 5\,611(\text{kg})$$

该数值小于 1.5 倍轮胎额定负荷。

根据上述轮胎载荷的计算结果及与轮胎额定负荷的比较可知,轮胎 B 的负荷能力可以满足波音 737-800 型飞机前起落架载荷的要求。

(3)轮胎与周围结构和系统的间距

调研结果表明,轮胎 B 与波音 737-800 型飞

机轮仓周围结构和系统之间具有足够的间距,轮胎与周围结构和系统的任何部位均不会发生接触。

(4) 结论

装机计算与分析结果表明,轮胎 B 的速度性能、负荷能力以及轮胎与周围结构和系统之间的间距,均适用于波音 737-800 型飞机,可安装于该型飞机前起落架上。

3 结语

我国民用航空轮胎设计和制造商研发的产品必须取得 CAAC 颁发的 CTSOA。

收稿日期: 2005-11-09

我国轮胎进出口监管力度将加强

中图分类号: TQ336.1 文献标识码: D

为促进出口,建立统一的轮胎生产和产品准入管理制度,由国家质检总局和国家认监委组织起草的《进出口轮胎质量安全通用要求》等 11 项轮胎出入境检验检疫行业标准和配套的管理办法通过审定,目前即将进入正式立法程序。

我国加入 WTO 后,出口轮胎以每年 30% 以上的速度增长,2004 年超过 15 亿美元,成为我国重要的出口商品。但由于我国出口轮胎产品结构不合理,出口企业为抢夺国际市场而大打价格战,造成出口轮胎存在安全质量隐患,产品质量与国外名牌产品存在较大差距,不仅出口价格较国际市场平均价格低 30% 左右,近年来还不断遭遇国外反倾销调查,迫切需要执法把关效能的全面提升。

行业标准和配套管理办法对规范进出口轮胎检验监管,促进我国出口轮胎质量提高,调控轮胎进口具有十分重要的意义。

(摘自《中国汽车报》,2006-02-20)

住友公司计划在亚洲稳步发展

中图分类号: TQ336.1; F27 文献标识码: D

英国《欧洲橡胶杂志》2005 年 187 卷 6 期 VIII 页报道:

米其林、普利司通和固特异在争夺全球市场份额,大陆公司在汽车配件一体化供应方面寻找机会,而日本住友橡胶工业公司(SRI)已悄悄地

CTSOA 不包括装机批准,已获得 CTSOA 的民用航空轮胎欲安装在特定的民用航空器上,还需要获得适航部门的装机批准,为此必须进行轮胎的装机计算与分析。

正常类、实用类、特技类和通勤类飞机轮胎和运输类飞机轮胎的装机计算与分析分别以中国民用航空规章第 23 部和第 25 部的有关要求为依据,从航空轮胎速度性能、负荷能力及轮胎与航空器轮仓周围结构和系统之间的间距等三方面进行计算与分析,证明轮胎满足航空器的装机要求。

巩固了它在世界轮胎公司排行榜上第六的地位,并正在为其 2008 年以前在亚洲的稳固增长奠定基础。

SRI 正逐渐在海外建立生产能力,争取 3 年内将其海外产能翻一番。到 2008 年,在该公司每月 3.6 万 t 的产能中,将有 28% 来自海外,而 2004 年仅有 15%。

2004 年 SRI 在中国江苏常熟的一家工厂宣布投产,最近透露了在泰国建立其海外第 3 家工厂的计划。

SRI 还在中国和印度尼西亚设立了销售子公司,后者将帮助其实现获得东盟 10% 市场的目标。东盟包括缅甸、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、新加坡、泰国和越南,共有 5 亿人口。

到 2008 年 SRI 的销售额将增长到 50 亿美元,年均增长率为 4%~4.5%。公司希望营业收入/销售额比达到 10% 或 10% 以上,纯收入/销售额比达到 5% 或 5% 以上。该公司称,它还将提高股东资产比,把负债率降到 1% 以下,以建立更稳定的合作基础。

2004 财政年度是住友公司利润连续破记录的第 3 年,股东资产比和负债率分别为 9.7% 和 4.1% (原文如此——译注)。2004 年公司销售额增长 4.5%,达到 43.5 亿美元,其中轮胎销售额增长 5.2%,达到 33 亿美元。

住友公司在亚洲的销售额仅占其全球销售额的 5% 左右,因此还有相当大的增长空间。

(涂学忠摘译)