

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2018.04.014

# 飞机厨房手推车适航验证方法的探究

## Airworthiness Certification for Airplane Galley Carts

贾克帅 孙金磊 / JIA Keshuai SUN Jinlei

(山东太古飞机工程有限公司, 济南 250107)

(Taikoo (Shandong) Aircraft Engineer Co., Ltd., Jinan 250107, China)

### 摘要:

飞机厨房手推车欲满足适航要求,需通过 TSO-C175 及其相关标准的适航验证。本文通过对 SAE AS8056《飞机厨房手推车、物品箱及相关组件最低设计和性能标准》的研究,结合实际适航取证经验,总结了一套通过试验进行手推车符合性论证的方法,并就关键注意事项进行解析,对民用飞机厨房手推车适航验证有一定的借鉴意义。

**关键词:** 飞机厨房手推车;适航;载荷系数;火焰包容

**中图分类号:** V244.1+4

**文献标识码:** A

**OSID:**



[Abstract] In order to meet the airworthiness requirements, the aircraft galley trolley shall pass the airworthiness verification of TSO-C175 and relevant standards. Through the research of SAE AS8056 and the practical certification experience, we summarize a set of test methods used in the certification of trolley and analyze the critical items. The research can provide useful reference for airworthiness certification of trolley.

[Keywords] airplane galley carts; airworthiness; load factor; fire containment

## 0 引言

飞机厨房手推车是民用飞机必不可少的机载设备,其不仅提供了最基本的运送和储存餐食、饮料等各种客舱服务物品的功能,同时对飞机和乘员安全也有很大的影响,进而影响到飞机的适航性,尤其是整个客舱的安全性。

2005年4月11日,FAA颁布TSO-C175《飞机厨房手推车、物品箱及相关组件》,为使用于民用航空器上的手推车能够在规定条件下,满足工作的需求,完成预定目的,提出了最低性能标准。之后,EASA和CAAC参考TSO-C175的要求颁布了各自的技术标准规定,其要求与TSO-C175基本一致。

本文将结合实际的飞机厨房手推车适航取证经验,总结可以通过试验的方式表明适航符合性的要求,并提出可行的试验方法。

## 1 适航要求

TSO-C175<sup>[1]</sup>第3条规定:“在本TSO生效日之

后制造并欲使用本TSO标记进行标识的飞机厨房手推车、物品箱及相关组件必须满足按附录1进行修改的SAE AS8056《飞机厨房手推车、物品箱及相关组件最低设计和性能标准》<sup>[2]</sup>中规定的最低性能标准。”SAE AS8056对手推车的容火性能、材料的阻燃性能,结构载荷、手推车的操作性能和刹车性能、标牌标记等做出了详细规定,其中,需要或建议使用试验的方法证明符合性的要求如表1所示。

表1 使用试验的方法证明符合性的要求

AS8056 章节	相关要求
3.3 结构	手推车应设计成在预期使用的极端不利加载情况下也能使用,其结构设计应满足 AS8056 中 3.3.1 至 3.3.8 的要求
3.4.1 刹车性能	刹车系统应保证满载的手推车在倾斜 11° 的斜面上时,在航空公司普遍使用的低绒地毯上保持前后方向静止
3.4.2 稳定性和可操作性	手推车打开和关闭车门、装卸货物时,应保持稳定;进出厨房存储舱、上下升降平台、客舱过道行驶时操作灵活、稳定

AS8056 章节	相关要求
3.5 燃烧性能	可燃性要求:手推车材料应符合 25.853(a) 适用的可燃性要求 热释放和烟密度:手推车的顶板、侧板、前后面板应符合 14 CFR 25.853(d) 热释放与烟密度的要求 火焰传播:安装在手推车上的隔热/隔音材料应符合 14 CFR 25.856(a) 的火焰传播要求
3.6 火焰包容能力	用于或可能用于收集垃圾的设备应符合 14 CFR 25.853 规定的火焰包容能力要求,该要求适用于垃圾车、餐车和其他可能装载餐盘的手推车

## 2 试验方法

### 2.1 静力试验

可以通过静力试验验证手推车是否能够承受规定的限制载荷和极限载荷。如图 1 所示,试验时,手推车应放置在试验夹具中并模拟储存舱的约束装置进行约束,使用串联测力传感器或机械测力计的液压装置施加试验载荷,且施加时间最少应为 3 s。

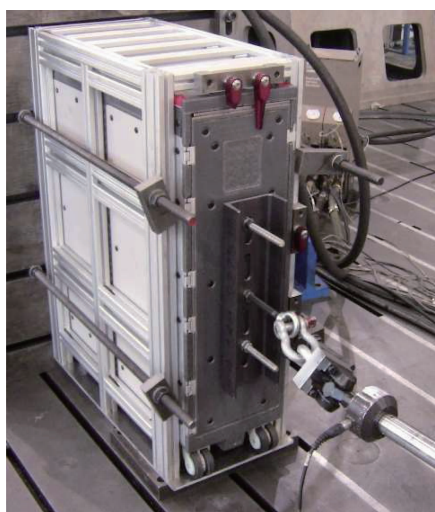


图 1 试验夹具(前后方向测试)

手推车在限制载荷情况下不应发生有害的永久变形,在极限载荷的作用下,仍能把所有货物包容在车箱内,门锁在试验载荷卸载前后都能正常工作,车门在承受最大载荷时的最大变形不能超过 2 in。

在最大载荷作用下,试验夹具的结构应具有足够刚度,应确保不会产生任何变形。用来模拟设备上载荷的试验板尺寸(如夹板)不应超过可能负载区域的 75%,并且试验板的刚度应小于或等于

负载手推车面板的刚度。

手推车的结构应考虑相对于飞机的每个方向上的最大载荷,手推车及其约束装置应符合 14 CFR 25.301-25.307, 25.331-25.351, 25.471-25.519, 25.561(b), 25.787 和 25.789(a) 规定的应急着陆、飞行载荷和地面载荷时的要求。在确定手推车极限载荷系数时,要综合考虑 AS8056 中设备的载荷系数与手推车预期安装机型的应急着陆、飞行载荷和地面载荷,选取最大数值用于计算每个方向和模拟状态下的试验载荷值。

以空客飞机厨房手推车为例,确定的方法和试验极限载荷系数如表 2 所示。

表 2 Airbus 手推车的试验极限载荷系数

载荷方向	AS8056	14 CFR 25.561	Airbus	试验系数
向前	9.0 g	9.0 g	9.0 g	9.0 g
向后	9.0 g	1.5 g	9.0 g	9.0 g
向上	3.0 g	3.0 g	5.4 g	5.4 g
向下	6.0 g	6.0 g	9.21 g	9.21 g
侧向	9.0 g	3.0 g	9.0 g	9.0 g

此外,在计算试验载荷时,应考虑以下两个额外的载荷系数:

1) 局部连接件系数为 1.33, 由于连接件(如门铰链、门闩和约束装置)在正常更换前的使用过程中可能会老化,所以除设计载荷系数外,连接件还应采用 1.33 的局部连接件系数。

2) 当采用全尺寸试验验证材料强度时,应根据 14 CFR 25.619 的规定考虑材料偏差,在所有载荷上应加不小于 1.15 的过载系数。如果证明低系数是可行的,也可使用小于 1.15 的过载系数。对于已作要求的其他系数,如 1.33 的局部连接系数,则不再要求对材料偏差增加过载系数。

试验载荷应大于等于物品、空载结构和相邻设备在各自重心位置的重量乘以极限载荷系数以及局部连接件系数或材料过载系数得出的值。此外,对车门应分别进行模拟放置在托盘上的松散件(最大载重的 60%)和模拟负载的抽屉(最大载重的 100%)的试验。

综上,安装于 Airbus 飞机上的全尺寸手推车,极限载荷测试的试验状态和试验载荷如表 3 所示。

表 3 Airbus 手推车极限载荷

载荷方向	最小的试验加载载荷 (单位:N)	试验状态
向前 向后	$F_{货物} = (0.6 \times MCW + DW) \times 1.15 \times 9g$	主约束作用,门锁打开 货物载荷 60%, 模拟 松散物件,作用在门上
	$F_{货物} = (MCW + DW) \times 1.15 \times 9g$ $F_{结构} = (EW - DW) \times 1.15 \times 9g$	主约束作用,门锁打开 货物载荷 100%, 模拟 负载抽屉,作用在门上 结构载荷,作用在手推 车框架上
	$F_{货物} = (MCW + DW) \times 1.33 \times 9g$ $F_{结构} = (EW - DW) \times 1.15 \times 9g$	次约束作用,门锁关闭 货物载荷 100%, 作用 在门上 结构载荷,作用在手推 车框架上
向上	$F_{货物} = MCW \times 1.15 \times 5.4g$ $F_{结构} = EW \times 1.15 \times 5.4g$	主约束和次约束锁定 货物载荷作用在手推 车内侧顶板 结构载荷作用在手推 车外侧底板上
向下	$F_{货物} = MCW \times 1.15 \times 9.21g$ $F_{结构} = EW \times 1.15 \times 9.21g$	主约束和次约束锁定, 门锁关闭 货物载荷作用在手推 车内侧底板 结构载荷作用在手推 车顶板上
侧向 相邻 设备	$F_{货物} = MCW \times 1.15 \times 9g$ $F_{结构} = (2 \times GW + EW) \times 1.15 \times 9g$	主约束和次约束锁定, 门锁关闭 货物载荷,作用在手推 车内侧板上 结构载荷(包含两个 相邻设备),作用在手 推车侧面框架上

注:EW,手推车空重;MCW,手推车最大载重;GW,手推车最大总重。

如图 2 所示,试验时,载荷应均匀地施加于垂直于手推车或物品重心的位置。手推车在试验中所要

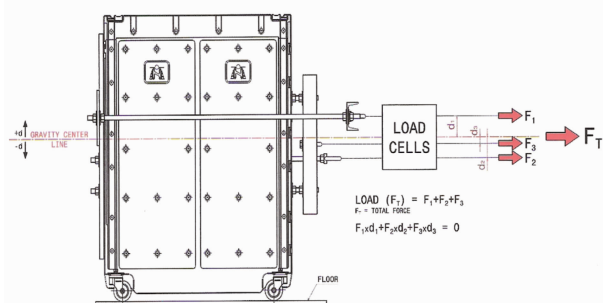


图 2 试验载荷的加载

承受的结构载荷与货物载荷可通过刚性连接件合成为单一的总载荷。总载荷在连接件上的作用点可以通过连接件静平衡时,作用其上的合力矩为零求得。

### 2.2 刹车性能试验

如图 3 所示,采用将满载(达到额定载重)手推车置于坡度不小于 11°,表面铺有低绒航空地毯的试验台上,车轮顺着下坡方向停放,踩下刹车踏板,使手推车处于刹车状态 30 s,观察手推车能否保持前后方向静止。之后,将手推车旋转 180°,重复以上测试。

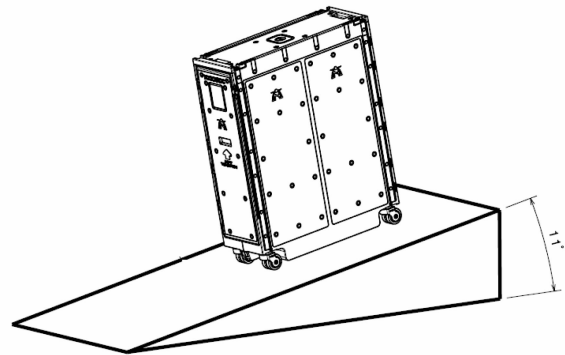


图 3 手推车刹车试验

### 2.3 稳定性和可操作性试验

1)手推车万向轮使用的材料应满足以下要求:

(1)确保在飞行的所有阶段使用手推车时,车轮在有倾角的飞机地毯表面或粗糙的混凝土表面能转动灵活;

(2)确保环绕垂直轴转动时的阻力较小。车轮的最小直径宜为 76.2 mm(3 in)。

2)手推车进行以下操作时应保持稳定:

(1)打开和关闭车门;

(2)手推车装货和卸货。

3)手推车在空载或满载状态下,由一人完成以下操作时,应稳定、灵活:

(1)进、出模拟厨房储存区域;

(2)上、下升降平台;

(3)沿着铺航空地毯的客舱过道行驶;

(4)在瓷砖、混凝土或不光滑的厨房地面行驶。

### 2.4 燃烧性能试验

手推车燃烧性能包括材料的阻燃、热释放速率、烟密度及火焰传播。手推车材料(包括用于材料的表面处理或装饰性表面)阻燃性按照 14 CFR 25 附录 F 第 I 部分试验,应符合 25.853(a)适用的可燃

性要求。手推车的顶板、侧板、前后面板按 14 CFR 25 附录 F 第 IV 和 V 部分试验,应符合 14 CFR-25.853 规定的热释放与烟密度的要求。安装在手推车上的隔热/隔音材料要符合 14 CFR § 25.856 (a) 的火焰传播要求,试验要根据附录 F 第 VI 部分,或其它 FAA 批准的等效试验要求进行。对于常规手推车,试验部件和试验项目如表 4 所示。

表 4 燃烧性能试验项目

试验部件	试验项目			
	12s 垂直燃烧	热释放	烟密度	火焰传播 <sup>①</sup>
铰链衬套	√	×	×	×
刹车系统 支撑座和 顶块	√	×	×	×
顶板	√	√	√	×
门板	√	√	√	×
侧板	√	√	√	×

注:①可依据 FAA AC25.856-1(2005 年 6 月 24 日)进行判断,如果隔热/隔音材料包裹在难燃金属内部,则认为不会造成火焰传播,无需进行火焰传播试验。

### 2.5 火焰包容能力试验

用于收集食品垃圾、纸巾、餐巾、纸杯等易燃材料的手推车应能包容在正常使用过程中可能产生的火焰。试验可依据 FAA AC25-17A 运输类飞机客舱适坠性手册附录 8 中给出的火焰包容试验方法进行。

## 3 结论

本文阐述了航空手推车较为关键的适航要求及

其试验验证方法,旨在为申请飞机厨房手推车 TSO 批准书的制造商提供参考。随着国产民机制造业的崛起,航空零部件制造业也已迎来前所未有的大好机遇。希望本文阐述的内容对相关制造厂商有所帮助。

### 参考文献:

- [1] Federal Aviation Administration. Galley carts, containers and associated components;TSO-C175[S]. USA: Federal Aviation Administration,2005.
- [2] Society of Automotive Engineers. Minimum design and performance of airplane galley in-flight carts, containers, and associated components; SAE AS8056[S]. USA: Society of Automotive Engineers,2016.
- [3] 彭华乔,曾萍,苏正良,夏祖西. 飞机手推车载火能力研究[J]. 消防科学与技术,2012,31(5): 520-522.
- [4] 刘延利,周燕佩. 民航飞机舱内材料阻燃特性的适航性评估[J]. 航空维修与工程,2011(2): 36-37.
- [5] Airbus. Non electrical catering equipment frame specification;2530M1E011300[S]. [S. l.]: Airbus,2010:44.
- [6] Federal Aviation Administration. Transport airplane cabin interiors crashworthiness handbook; AC25-17A[S]. USA: Federal Aviation Administration,2016:805-811.

### 作者简介

贾克帅 男,本科,工程师。主要研究方向:运输类飞机机体和部件维修,航空零部件的设计、制造及适航取证工作。  
E-mail: jiaks@staeco.com

孙金磊 男,本科,工程师。主要研究方向:运输类飞机机体和部件维修,航空零部件的设计、制造及适航取证工作。  
E-mail: sunjl@staeco.com