

飞机集装箱试验

李蔼林

成都华太航空科技股份有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i2.8727

[摘要] 飞机集装箱试验用于验证集装箱在地面运输与装机中遇到高差跌落、与相邻装备碰撞情况，验证集装箱综合使用性能保持不变的性能。集装箱试验平台可以完成集装箱（配重模拟载货）及集装箱板网（配重模拟载货）循环、冲击、跨运试验。

[关键词] 集装箱，集装箱，集装箱板网，循环、冲击、跨运试验。

Air Container Testing by

Li Ailin

Chengdu Huatai Aviation Technology Co., Ltd.

[Abstract] Air container testing is conducted to validate the container's performance under conditions of height difference drops and collisions with adjacent equipment during ground transportation and loading, ensuring its overall operational integrity remains unchanged. The testing platform enables comprehensive evaluations of containers (with simulated counterweight cargo) and containerized pallets (with simulated counterweight cargo), including cyclic, impact, and transshipment tests.

[Key words] container, containerized pallet, circulation, impact, transshipment test.

引言：

飞机集装箱试验的意义在于确保其安全性和可靠性，从而保障航空运输的安全和效率。集装箱试验的目的在于验证集装箱的设计是否符合安全标准和实际使用需求。包括结构强度的验证、底板承载力的评估。以下将对集装箱试验平台进行简要介绍，并对试验过程进行详细设计。

1. 集装箱试验平台组成：

集装箱试验平台由模拟支撑运送平台、牵引系统、测控系统组成。集装箱试验过程在模拟支撑运送平台上进行，集装箱的运行动力由牵引系统的卷扬机牵引实现，集装箱试验过程由

测控系统进行控制，集装箱试验过程数据及结果由测控系统记录并处理。

2. 模拟支撑运送平台

模拟支撑运送平台作为集装箱试验的物理平台。其结构设计遵循航空适航标准，模拟飞机货舱工况，表面安装滚柱、万向轮、滚珠等。模拟支撑运送平台由换向平台、升降平台、固定平台、防护装置等组成。平台尺寸依据相关标准及试验需求进行合理设计。

3. 牵引系统

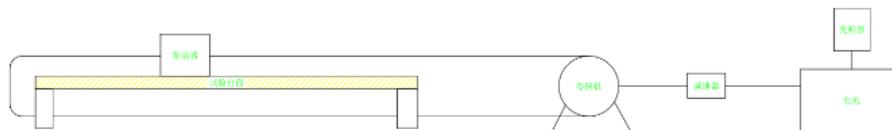


图1 牵引系统示意图

集装箱的运行动力由牵引系统卷扬机牵引实现。牵引系统主要由卷扬机、牵引绳、张紧机构、电机、变频器等组成。卷

扬机选用V型卷扬机，可实现换向牵引。

由相关标准可知AKE集装箱载重量1588kg；PMC集装板载

重量 6804kg; 试验运行速度 0~0.3m/s。

1) 牵引力计算:

卷扬机最大牵引力: (集装器最大载重量 6804kg, 摩擦系数 0.4)

$$S = \mu mg$$

$$S = 0.4 \times 6804 \times 9.8 \text{KN} = 26671.68 \text{N}$$

2) 卷扬机电机功率计算:

集装器运行速度 0.3m/s, 计算得到卷扬机电机功率:

$$P = \frac{S * v}{1020 * \eta}$$

$$P = 26671.68 * 0.3 / (1020 * 0.8) \geq 9.8 \text{KW}$$

卷扬机电机功率应大于 9.8KW。

4.测控系统

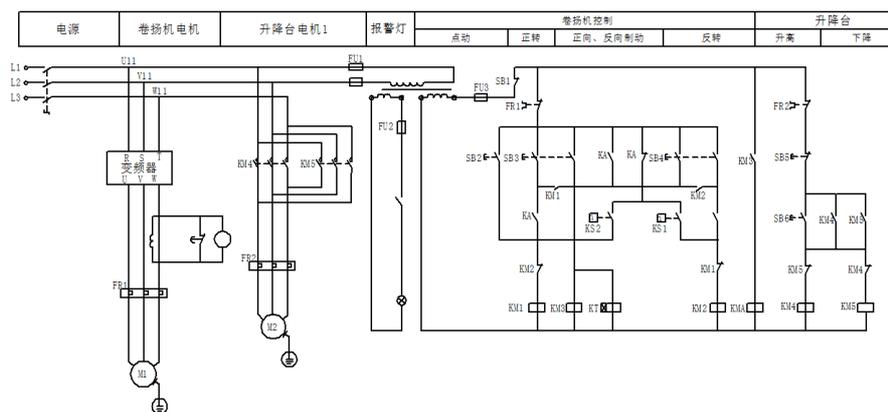


图2 试验平台电气控制原理

5.试验过程设计

通过以上关于集装器试验平台的介绍, 依据相关标准对集装器试验过程进行设计。飞机集装器试验包括集装箱循环试验、集装箱冲击试验、集装箱跨运试验及集装板跨运试验。

5.1 集装箱循环试验

5.1.1 试验步骤

- 1) 将集装箱装载配重块, 总重量达到 1568kg;
- 2) 将装载货物的集装箱使用叉车运送到模拟支撑运送平台上;
- 3) 把卷扬机钢丝绳挂钩挂到集装箱牵引工装上, 调整钢丝绳松紧;
- 4) 卷扬机电机正转, 钢丝绳拉动集装箱正向运动, 调整电机转速, 保证集装箱以 0.3m/s 的速度匀速运动, 正向行程 3100mm; 完成一次正向运动试验;
- 5) 卷扬机上电机反转, 钢丝绳拉动集装箱反向运动, 集装箱以 0.3m/s (电机转速计算集装箱运动速度) 的速度匀速运动, 反向行程 3100mm; 完成一次反向运动试验;
- 6) 按照步骤 4~5 方法, 实现集装器往复运动, 共计 100 次;
- 7) 停止电机转动;

测控系统主要任务是对试验过程的控制以及对试验数据的采集。

在试验过程中需检测的集装器试验参数包括: 牵引力、运行速度、行程、试验次数、重量等; 这些数据通过相关传感器进行检测, 试验过程中由上位机实施监测这些数据。

在试验过程中涉及升降平台的升降控制和牵引系统的牵引控制。升降平台通过 PLC 控制继电器的闭合实现电机的正反转从而实现平台升降。牵引系统通过调节变频器频率, 实现对卷扬机牵引速度的控制。

如图 2 所示, 试验过程中电气控制主要包括: 卷扬机电机正反转控制、卷扬机电机转速控制、升降台电机正反转控制等。

8) 观察集装箱变形情况, 比对第一次与最后一次牵引力的大小;

5.1.2 试验结果评定标准:

1) 首次与末次循环的牵引力大小不大于箱体总重量的 5%, 且两者相差不超过箱体总重量的 0.5%;

2) 箱体无塑性变形, 其使用性能能互换性保持不变;

5.2 集装箱冲击试验

5.2.1. 试验步骤

- 1) 将试验刚性实心杆装到模拟支撑运送平台指定位置;
- 2) 装载配重块至集装箱内, 总重量达到 1568kg
- 3) 将装载货物的集装箱叉车运送到试验平台上。将卷扬机钢丝绳挂到集装箱牵引工装上, 调整钢丝绳松紧。
- 4) 卷扬机正向转动, 钢丝绳拉动集装箱正向运动, 调整电机转速, 集装箱底部前边以 0.3m/s 的速度撞击坚硬横杆, 完成 1 次冲击试验; 卷扬机反向拉回集装箱距离横杆 2000mm 处, 重复上述撞击试验, 共 50 次, 完成正向底边冲击试验;
- 5) 卷扬机反向转动, 将集装箱拉到换向平台上; 利用转向工装完成集装箱 90° 旋转; 钢丝绳挂到牵引工装上; 卷扬机正向转动, 钢丝绳拉动集装箱正向运动, 集装箱底部左边以

0.3m/s 的速度撞击坚硬横杆, 完成 1 次撞击试验; 卷扬机反向转拉回集装箱距离横杆 2000mm 处, 重复上述撞击试验, 共 50 次, 完成右侧底边冲击试验;

6) 按照步骤 5 的方法完成反向底边以及左侧底边的冲击试验, 试验次数各 50 次;

7) 卷扬机拉动集装箱到换向平台上, 利用转向工装完成 90° 旋转, 再旋转动 15°; 钢丝绳挂到牵引工装上; 钢丝绳集装箱一个底角以 3m/s 的速度撞击坚硬横杆 50 次, 完成一个底角的冲击试验;

8) 拉动集装箱在换向平台上转动-90°; 按照步骤 7 的方法完成其余集装箱 3 个底角以 3m/s 的冲击试验各 50 次;

9) 结束试验, 卸去配重块; 观察集装箱变化; 测量集装箱变形情况。

5.2.2 试验结果评定标准

1) 集装箱内货物不得撒出

2) 集装箱顶部永久变形不得超出 19mm; 集装箱基准面处线性变形小于 3 mm;

3) 门的打开和关闭应无普遍的束缚, 锁应轻松接合和分离。

5.3 集装箱跨运试验

5.3.1 试验步骤

1) 集装箱装载配重块, 总重量达到 1568kg;

2) 将装载货物的集装箱叉车运送到模拟支撑运送平台上;

3) 集装箱安装牵引工装; 卷扬机牵引集装箱至升降平台

4) 升降平台升高 152mm;

5) 卷扬机正转, 钢丝绳慢速拉动集装箱, 当集装箱到达升降平台边缘处, 集装箱在平台边缘一排滚轮上保持平衡, 停留 5S;

6) 卷扬机牵引集装箱运动至固定平台。向前继续拉动一定距离;

7) 一次试验结束后, 升降平台高度降低 152mm, 卷扬机反转, 钢丝绳拉动集装箱反向从固定平台运动到升降平台 2000mm 处;

8) 重复的步骤 4~步骤 7。完成集装箱跨运试验总计: 20 次;

9) 停止试验, 卸去配重块, 观察集装箱变形情况。

5.3.2 试验结果评定标准

1) 不得出现永久变形或不适合使用的异常情况;

2) 满足影响搬运和交换的尺寸要求

3) 门的打开和关闭应无普遍的束缚, 锁应轻松接合和分离

5.4 集装箱一网跨运试验

5.4.1 集装箱跨运试验步骤:

1) 集装箱上装载配重块及配套集装网, 总重量达到 6804kg;

2) 将集装板及配重块叉车运送到模拟运送平台上;

3) 集装板安装牵引工装, 卷扬机牵引集装板至升降平台;

4) 升降平台升高 152mm;

5) 卷扬机正转, 钢丝绳慢速拉动集装板, 当集装板到达平台边缘处, 集装板在平台边缘一排滚轮上保持平衡, 停留 5S;

6) 卷扬机牵引集装板运动至固定平台。运行一段距离;

7) 升降平台降低 152mm; 卷扬机反转, 钢丝绳拉动集装板反向运动到升降 4000mm 处;

8) 重复的步骤 4~步骤 7。完成集装板跨运试验总计: 20 次;

9) 停止试验, 卸去配重块, 观察集装板变化。

5.4.2 试验结果评定标准:

1) 集装板无塑性变形, 使用性能和互换性保持不变。

结束语:

飞机集装器试验平台通过模拟支撑运送平台、牵引系统与测控系统的协同工作, 能够有效完成对集装箱和集装板网的循环、冲击及跨运试验, 验证其在地面与机上操作工况下的结构强度与使用性能。试验流程与评定标准严格依据相关规范设计, 确保了集装器在承受动态载荷、碰撞及边缘跨越等严苛条件后, 仍能满足安全性、可靠性与互换性要求。该试验体系为集装器的设计与生产质量提供了重要验证手段。未来, 随着航空货运需求的持续增长与装备技术的迭代升级, 试验平台需进一步优化测控精度与自动化水平, 以适应更高载重、更复杂工况的测试需求, 从而持续为航空货运安全与效率提供坚实保障。

【参考文献】

[1]马小明, 宋慧怡. 航空运输货损原因分析与安全对策[J]. 机械制造, 2021, 59(04): 65-70.

[2]陈丙成, 李艳华. 基于混合遗传算法的多航空集装器装箱优化设计[J]. 包装工程, 2021, 42(5): 181-186.

[3]孙艳玲, 杨洪波, 贾克帅, 等. 航空温控集装箱的适航要求[J]. 民用飞机设计与研究, 2024, (4): 142-147.

引用文件:

GB/T 15140-2008 航空货运集装单元技术要求

GB/T 18227-2000 航空货运集装板技术条件和试验方法

GB/T 18228-2000 航空货运集装板网技术条件和试验方法

GB/T 16299-1996 飞机底舱集装箱技术条件和试验方法

GB/T 35077-2018 局部排气通风系统安全要求

ISO 4118-2016 Air cargo - Non-certified lower deck containers Design and testing

SAE AS 5896 Certified Containers for Lower Deck Compartments

SAE AS36100 Air Cargo Unit Load Devices - Performance Requirements and Testing Parameters

SAE AS36102 Air Cargo Unit Load Devices - Test Methods