

航空货物装载布局验证方法研究

张恒铭*, 张靖

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 为了验证单架运输机装载布局的合理性, 提出了一种航空货物装载布局验证方法。通过对航空货物的特殊性和飞机货舱装载约束条件的分析, 建立了航空货物装载布局验证模型, 对装载货物的布局进行验证分析, 编制了航空货物装载布局验证流程, 采用VC++软件实现了装载布局快速验证。

关键词: 运输机; 货物装载; 航空运输; 布局验证

中图分类号: V212.12+1; V271.4+93

文献标识码: A

文章编号: 1007-5453 (2014) 02-42-3

在航空货物运输中, 货物装载布局验证是一个研究热点, 研究内容主要包括: 如何处理航空物资自身的多样性和特殊性(包含了外形尺寸、质量重心、固定方式以及危险指数等); 如何对装载布局进行快速验证, 并进行有效调整, 输出合理的装载布局供装载工人使用; 在满足飞机装载条件下, 如何实现最大限度的货物装载, 提高军事物资的航空运输效率。

本文针对运输机的货物装载布局验证进行了分析研究, 旨在保证货物装载合理和运输安全条件下, 实现航空货物的高效运输。

1 条件假设

运输机货物装载不同于普通货物装载, 其承载空间为不规则容器, 实际装载体积小于理论值; 对飞行安全性要求高, 飞机装载重心必须保持在安全范围之内; 装载物资种类繁多, 且属性多样、要求复杂。因此, 货物装载需要综合考虑装载方式、质量限制、重心约束等因素。

航空货物一般分为集装货物和散装货物:

1) 集装货物主要利用集装箱或集装板对小型货物进行集装化, 形成一个较大的整体, 便于航空装载和固定。其固定方式主要是固定锁, 占用空间较小。

2) 散装货物主要指一些大型设备、车辆等。其固定方式主要是系留索, 占用空间较大。

由于飞机货舱表面有弧度, 纵向高度不等, 是一个复杂的三维容器, 不同于普通的长方体集装箱。因此, 需要对航空货物装载布局验证作以下假设:

- 1) 货舱装载空间假设为规则的容器;
- 2) 装载物资简化为长方体, 且几何中心为其重心;
- 3) 该批航空物资在货舱中为单列装载布局;
- 4) 该批货物的长宽按照航空货物装载原则规定(装载货物航向方向为长, 并非所有货物长大于宽);
- 5) 单件货物前后限动空间和两侧限动空间分别相同;
- 6) 物资可以放置于承载空间中航向任意位置而不受固定位置的限制;
- 7) 货舱内货物与货舱壁之间必须留有一定的空隙, 以便于货物侧向固定限动及航空运输过程中人员通行检查, 货物不允许多层叠放。

基于上述分析, 对运输机货舱空间进行了合理分割, 形成了前舱段和后舱段两部分。两部分货舱段分别表示整个货舱被切割成体积不等的2个长方体, 如图1所示。分割的结果为装载布局规划的可行性提供了基础。

2 验证模型建立

假设一批航空货物共有 n 件, 根据航空物资装载的特点, 提出航空货物装载布局验证的基本模型如下:

收稿日期: 2013-12-09; 录用日期: 2014-01-09

*通讯作者. Tel.: 029-86832440 E-mail: zhmsmile@163.com

引用格式: ZHANG Hengming, ZHANG Jing. Research on validating method of cargo layout during aeronautical transportation[J]. Aeronautical Science & Technology, 2014, 25(02): 42-44. 张恒铭, 张靖. 航空货物装载布局验证方法研究[J]. 航空科学技术, 2014, 25(02): 42-44.

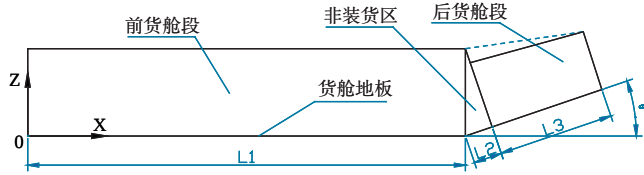


图1 航空货物装载空间分割

Fig.1 Space division of air cargo loading

单个货物的装载要求：

$$m_i \leq m_0$$

$$l_i + 2\Delta x_i \leq L_1$$

$$w_i + 2\Delta y_i \leq W_1$$

$$h_i \leq H_1$$

装载质量约束：

$$\sum_{i=1}^n m_i \leq m_0$$

前舱段(尺寸: $L_1 \times H_1 \times W_1$)装载空间约束：

$$\sum_{i=1}^{n_1} (l_i + 2\Delta x_i) \leq L_1$$

后舱段(尺寸: $L_2 \times H_2 \times W_2$)装载空间约束：

$$\sum_{i=1}^{n_2} (l_i + 2\Delta x_i) \leq L_2$$

飞机装载重心位置约束：

$$\frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \in (x_0 \pm \Delta x_0)$$

飞机装载重心X方向要求位置范围为距货舱前端 $(x_0 \pm \Delta x_0)m_0$ 。

其中: m_0 为飞机货舱装载最大质量; m_i 为第*i*件货物质量; n 为装载货物总数; n_1 为装在前舱段的货物总数; n_2 为装在后舱段的货物总数; x_i 为第*i*件货物重心距货舱前端的长度; Δx_i 为第*i*件货物所需X方向上限动距离; Δy_i 为第*i*件货物所需Y方向上限动距离。

3 验证流程及结果

考虑到飞机飞行操作性能和自身特点,在装载布局规划时,一般遵循质量较大的货物装载位置靠近飞机装载重心,质量较小的货物装载位置远离飞机装载重心的原则。因此,装载布局验证流程如下:

- 1) 首先将该批货物按照质量从小到大排列。
- 2) 判断每件货物是否满足单机装载质量要求。
- 3) 判断每件货物是否满足装载尺寸要求。
- 4) 分2种情况如图2所示。

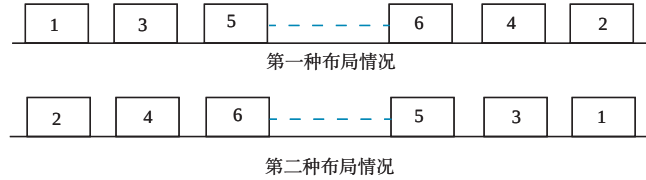


图2 两种装载布局排列示意图

Fig.2 Schematic of two kinds of loading layout and arrangement

- (1) a. 第1种情况:将1号货物放置货舱最前端,2号货物放置在货舱后端,3号货物放置在1号后面,4号货物放置在2号前面,依次类推,直到货舱有效空间无法装载下一个货物为止。排列形式如: 1357……8642。
- (2) b. 第2种情况:将1号货物放置货舱最后端,2号货物放置在货舱前端,3号货物放置在1号前面,4号货物放置在2号后面,依次类推,直到货舱有效空间无法装载下一个货物为止。排列形式如: 2468……7531。
- (3) 5) 按照上面两种情况,分别移动前舱段货物,将前舱段剩余有效空间留在前舱段前端部位;移动后舱段货物,将后舱段剩余有效空间留在后舱段前端部位。分别计算出此时的飞机装载重心距货舱前端距离 x_{11} 和 x_{21} 。再分别移动前舱段货物,将前舱段剩余有效空间留在前舱段末端部位;移动后舱段货物,将后舱段剩余有效空间留在后舱段末端部位。分别计算出此时的飞机装载重心距货舱前端距离 x_{12} 和 x_{22} 。因此,第1种情况下货物装载重心实际范围为 (x_{11}, x_{12}) ;第2种情况下货物装载重心实际范围为 (x_{21}, x_{22}) 。
- (4) 6) 在两种情况下,将装载重心实际范围与要求范围求交集运算。若存在交集,则说明单机可以完成装载该批货物的任务;若不存在交集,则说明单机不能完成装载该批货物的任务。
- (5) 7) 若存在交集,则选择出存在交集的装载布局。在该布局情况下,分别移动前舱段和后舱段货物,将前舱段剩余有效空间留在前舱段末端部位,将后舱段剩余有效空间留在后舱段后端部位。然后将货物整体以单位长度向逆航向移动,计算每一次移动后飞机实际装载重心位置与重心要求范围中最佳位置进行对比,从而获取最接近重心要求范围中最佳位置的实际装载重心位置,并输出此时的装载布局情况。

根据上述装载布局验证方法,通过VC++软件实现了单机货物装载布局的快速验证,如图3所示。在验证界面中,只需要

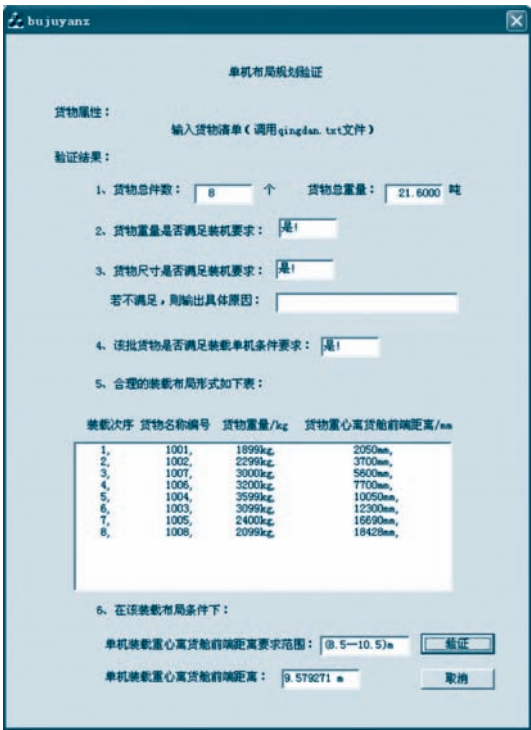


图3 验证结果
Fig.3 Verification results

提供货物清单(包含货物尺寸、质量、重心位置等),就可以完成货物装载布局的验证,若满足单机装载要求,则输出合理的货物布局情况以及飞机实际的装载重心位置。

4 结束语

通过对航空运输中货物自身的特点以及装载布局进行分析,提出了一种装载布局验证方法。该方法具有简单、快捷以及可视化的特点;在进行航空运输货物装载规划中,可缩短装载布局的验证时间;在保证航空货物运输安全的条件下,可提高航空货物地面装载规划效率。

AST

参考文献

[1] 姜百盈. 伊尔-76飞机简介及结构系统分析[J]. 航空科学技术, 2006, (02): 6-9.
JIANG Baiying. Introduction and analysis of structural systems for IL-76 [J]. Aeronautical Science & Technology, 2006,(02):6-9. (in Chinese)
[2] 马忠俊,苑德春,刘垚. 航空军事运输装卸装备发展现状、需求及对策研究[J]. 国防交通工程与技术, 2009,(01):9-11.
MA Zhongjun, YUAN Dechun, LIU Yao. Development status, demand and countermeasures of handling equipment for aviation military transport[J]. Traffic Engineering and Technology for National Defence, 2009,(01):9-11. (in Chinese)

作者简介

张恒铭(1982-)男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 航空货运空投技术。
Tel: 029-86832440 E-mail: zhmsmile@163.com

Research on Validating Method of Cargo Layout During Aeronautical Transportation

ZHANG Hengming*, ZHANG Jing
AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: In order to verify reasonableness of loading layout for a single airlifter, a verification method of loading layout for aeronautical cargo was proposed. Through analysis the specificity of aeronautical cargo and constraints for loading in airlifter cargo hold, a verification model of loading layout for aeronautical cargo was established, the loading layout for aeronautical cargo was verified and analyzed, the verification process was draw up, and a quick verification for loading layout was achieved by using VC++ software.

Key Words: airlifter; cargo loading; aeronautical transport; layout verification