航空担架适坠性设计

何斌意
（航宇救生装备有限公司 湖北 襄阳 441003）

摘要：航空担架是飞机运送伤员的设备。本文对国内外军民用领域航空担架的设计标准和要求进行了系统的梳理，提出了航空担架设计时应遵循的原则和要求，以提高航空担架设计的安全性和适坠性。

关键词：航空担架；适坠性；设计要求

0 引言

由于航空运输的便捷性，通过航空运送已经是伤病员转移的主要手段。无论是军用运送还是民用转送，担架都是运送伤员过程的主要承载设备。由于军事用途要进行大批量伤员的运送，所以担架一般都采用多层结构，即所谓的担架站，这种结构对承载能力的要求更高。作为设计人员，首先要关注担架的使用条件，是作为民机产品，还是用于军事用途；其次还要关注是用于固定翼飞机，还是用于旋翼类飞机，因为用途不同，其设计要求也不一样。本文试图从民航要求和军用要求两个方面，对安装于固定翼飞机和旋翼类飞机的担架装置的适坠性要求进行归纳和总结，以期作为担架装置的设计指南。

1 民用航空担架的标准要求

民用航空担架主要遵从民用航空规章的要求。从适航角度来说，航空担架是卧铺的一种特殊形式，它应该满足 CCAR23/25/27/29 部的 §xx.561、562 及 785(b) 条的要求，即通常所说的动静态强度要求。

在静强度方面，不同类型的民用飞机平台，其载荷系数的要求也不一样，详见表 1。

表 1 静强度载荷系数

	运输类飞机	旋翼类飞机	轻型固定翼飞机
向前	9.0	16.0	9.0
向后	1.5	1.5	–
侧向	4.0	8.0	1.5
向上	3.0	4.0	3.0
向下	6.0	20.0	6.0

在动强度方面，理论上航空担架要取得适航批准，应该要完成动态冲击试验，但由于民用航空担架基本上是属于临时加装项目，并且加装的型号状态不是惟一确定的，要完成动态冲击试验要增加运营商很高的经济成本。适航主管部门应当从公众利益考虑，一是减少营运人及承租人的费用成本；另一方面，也应考虑到医疗担架的使用受到一定限制，其特定飞行时出现事故的可能性比普通飞机要低，因此批准对担架的动态 562 条款予以豁免。在项目申请时，由申请人提出豁免请求，主管部门审核批准。每一款担架要取得适航批准，都应单独申请动态条款豁免。航宇救生装备有限公司生产的 KDJ1 型航空担架就是按静态要求取得的适航批准，批准号为 TSOA0017-0009-ZN。

2 军用担架的标准要求

目前，国内外还没有通用的担架技术标准，军用担架装置所采用的载荷要求主要是依据飞机的强度规范，主要有以下一些标准。

2.1 MIL-A-8865A（USAF，1971）

美军标 MIL-A-8865A（USAF，1971）规定了军用固定翼飞机担架装置在应急着陆状态下，应能承受向前 9.0G、向后 1.5G、侧向 1.5G、向上 2.0G、向下 4.5G 载荷系数的作用。1987 年 5 月 20 日，美国军方颁布了最新的 MIL-A-8865B（AS）。标准中担架装置的承载能力修订为在应急着陆状态下，应能承受向前 8.0G、向后 1.5G、侧向 1.5G、向上 2.0G、向下 4.5G 载荷系数的作用。

乘员总质量按 250lb 计。该重量是第 95 百分位 200lb 乘员，加上 20lb 衣服和个人物品，10lb 的医用夹板或石膏板，以及 20lb 支撑架的总质量。

2.2 MIL-STD-1290A

对于轻型固定翼和旋翼类飞机，MIL-STD-1290A 规定了担架应能承受向前 25.0G、侧向 25.0G、向上 8.0G、向下 25.0G 的载荷要求。这里担架侧向载荷与前向载荷取相同的值，主要是考虑到担架可能会根据飞机的布局要求，朝其中的一个方向进行布置。

2.3 GJB67.3A-2008

国军标 GJB 67.3A-2008《军用飞机结构强度规范其他载荷》中规定了固定翼飞机担架装置在应急着陆状态下，应能承受下列载荷系数的作用：向前 3.0G、向后 1.5G、侧向 1.5G、向上 2.0G、向下 4.5G。

2.4 GJB720.2A-2012

国军标 GJB 720.2A-2012《军用直升机强度规范载

01-23 工业设计 22年7月中 第20期.indd 21 2022/9/14 13:27:23

荷》中规定了旋翼类飞机担架装置在应急着陆状态下，应能承受下列载荷系数的作用：向前 16.0G、向后 1.5G、侧向 8.0G、向上 4.0G、向下 20.0G。

2.5 GJB 2681-96

国军标 GJB2681-96《军用直升机抗坠毁要求》中规定，担架在 95% 可生存坠撞条件下，应能承受向前 20.0G、侧向 20.0G、向上 8.0G、向下 25G 的载荷要求，并且地板与最下层担架水平撑杆的顶部之间至少有 200mm 的间隙。乘员质量按 113kg（250lb）计算。

3 担架设计要求

3.1 材料

担架应选择有最佳强重比的材料，同时还有足够的延展性，防止脆性失效。设计师要特别关注那些有助于改善结构设计的材料特性，包括极限强度、延伸率和吸能能力。10% 的延伸率一般是延展性材料和非延展性材料的大致分界线。建议采用 10% 的延伸率值作为无限载担架主结构件的最小值，不建议采用铸件作为主传力结构件。

3.2 安装方式

我们知道，人体抗过载能力最强的方向是胸背方向，按照 Eiband 的损伤标准，胸背方向的人体耐受极限可以达到 45G，持续时间 0.1s，因此担架病人的卧姿状态应该是抗垂直冲击的理想状态。对于目前的担架，其主要考虑的问题就是飞机纵向碰撞的问题。对于担架上伤员，采用侧向安装（头朝舱壁侧）是最佳方案，因为担架上的约束系统可以为身体提供可靠的横向约束，而不会像纵向安装的担架，靠摩擦力约束身体，有纵向滑出担架的风险。对于大型固定翼飞机来说，这种安装方式应该是可以实现的，但是对旋翼类飞机来说，由于飞机宽度的限制，则显得相对困难一些。

在安装接口方面，担架要么吊挂在天花板上，要么固定在地板上。装在天花板的担架，其使用要受到顶部框架结构强度的制约。飞机天花板结构的变形能力比较低，需要另外提供吸能冲程以达到预期的保护。当然，除非顶部框架能够承受住多层担架的向下载荷，而且变形还要小，一般情况下，担架最好跟地板相连。

3.3 约束系统

每副担架采用两根缠绕式安全带，每根安全带至少应能承受 17815N 的载荷（单边 8907N）。在 8907N 载荷的作用下，1.22m 长的安全带其伸长量不能超过 0.1m。为了防止担架纵向安装时，在纵向过载作用下，人员从安全带中滑出，缠绕式安全带应考虑有防止纵向滑动的约束装置。

3.4 强度要求

军用担架装置的静强度应满足第 3 节中的标准要求，载荷通过卧姿乘员的仿体模块施加。除了静强度要求外，TR 89-D-22D《直升机坠撞生存设计指南》规定，对于旋翼类飞机，担架装置还需单独做一次垂直动态冲击试验以评估系统的垂直限载能力。试验采用第 95 百分位仿真假人以及每个担架 30lb 附加质量的担架系统（总质量按 250lb），试验波形为峰值 48G、脉宽 0.054s（速度变化量为 42ft/s）的三角减速度波形（图 1）。

$G_{峰}$=48G；t=0.054 s；$V_0 \geqslant$ 42ft/s

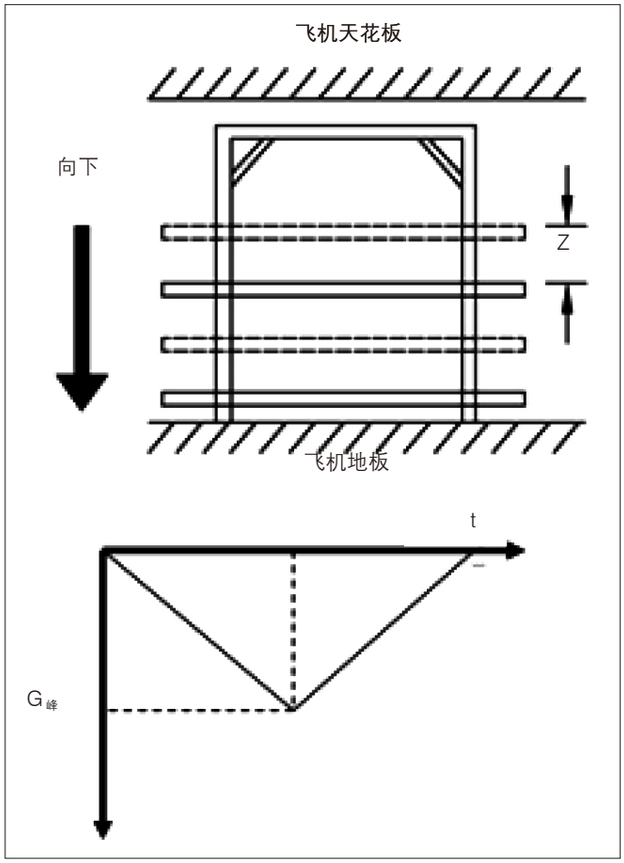

图 1 担架垂直冲击试验

3.5 变形要求

3.5.1 垂直方向

担架系统垂直方向变形要求详见图 2。

该曲线是考核担架具有承受最小 17G、最大 25G 的垂直承载能力。考虑到担架的不对称受载，其悬臂端会发生大变形，从而导致担架上乘员的抛离，因此担架装置的最大变形不应超过 6in（1in=2.54cm），向上方向无变形要求。

3.5.2 侧向及纵向

担架在侧 / 纵向平面内（x、y 平面）的所有方向上，均应能承受图 3 所规定的载荷和变形要求。

不管担架是什么安装方向，只测量沿机头方向相对于飞机地板的纵向变形。

01-23 工业设计 22年7月中 第20期.indd 22 2022/9/14 13:27:23

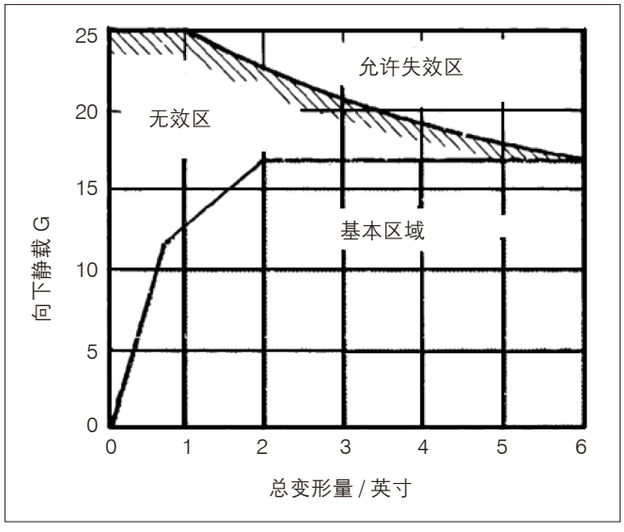

图 2　担架向下方向变形要求

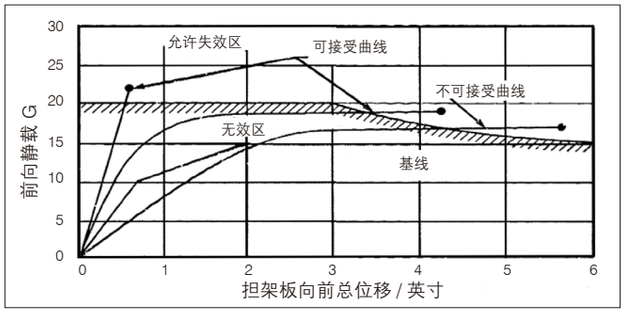

图 3　担架纵向变形要求

3.6　担架其他适航要求

3.6.1　乘员重量

在民用航空担架进行强度验证时，选用的乘员重量因不同的机型而不一样，详见表 2。

3.6.2　担架约束

在民用航空担架进行适航审查时，对担架乘员的防护还有特殊要求。纵向安装的担架必须设有能承受向前载荷反作用的包垫的端板、布挡板或等效措施，以对乘员在纵向受载时提供必要的防护。

表 2　担架乘员重量

飞机种类	运输类飞机	旋翼类飞机	轻型固定翼飞机			
			正常类	实用类	通勤类	特技类
乘员质量	77kg (170lb)	77kg (170lb)	77kg (170lb)	86kg (190lb)	77kg (170lb)	86kg (190lb)

3.6.3　连接强度

担架与约束系统，以及担架与飞机结构的连接件必须能承受静载系数乘以 1.33 倍的惯性载荷作用。

4　结语

航空担架在军民用领域都有广泛的应用，它是救援救护的主要设备。在担架的设计时既要考虑乘员的安全性，也要考虑经济成本和适用性。标准过高将导致研制费用和质量成本大幅上升。适航当局对担架动态要求的豁免就很好地说明了这一点。设计师应该针对不同的用户和使用要求，在可接受的安全标准下，合理选择设计标准，做到安全性、经济性的协调统一。

参考文献：

[1] Regulatory Docket No. FAA-2007-28023, In the matter of SPECTRUM AEROMED,INC. For an exemption from §§25.562 and 25.785(b) of Title 14,Code of Federal Regulation [S].

[2]USAAVSCOM TR 89-D-22D,Aircraft Crash Survival Design GuideVol. Aircraft seats,restrains,litters and cockpit/cabin delethalization[S].

作者简介：何斌意（1964.04-），男，汉族，福建宁德人，硕士研究生，研究员，研究方向：航空担架适坠性相关研究。

01-23 工业设计 22年7月中 第20期.indd 23　　2022/9/14 13:27:23