

一种新型千斤顶的设计方案

姜小川

(重庆海联职业技术学院 重庆 401120)

摘要: 及时的维护维修是使飞机保持良好状态的重要保障措施。在飞机众多维护维修设备支持工具中,千斤顶是非常重要的设备之一。在民航维修类专业的实训教学中,通常采用小型飞机以方便教学任务的实施。小型飞机由于体积和重量较小,维修时使用的千斤顶高度也较低,且学生的专业技术技能知识还较弱,可能导致安全事故。传统式千斤顶,不能完全满足民航维修类专业的教学需求。本文拟设计一种新型千斤顶,采用齿轮与螺旋传动原理以满足实训教学要求。

关键词: 飞机;倒V型千斤顶;升降高度;施力;稳定性;便捷性

0 引言

随着民航运输业的迅速发展,民航维修类专业技术人员的需求也越来越大。因此,近年来越来越多的院校开办了民航维修类专业。为提高民航维修专业教学质量,不少院校纷纷购买飞机作为实训教学设备。学生在校学习期间对民航维修类专业知识缺乏系统性,理论知识储备不足,动手实践能力欠缺,在实训教学期间,易发生安全事故。而且,教学实训时学生人数较多,很难进行一对一指导训练,这也是导致发生安全事故的原因之一。飞机维修维护教学实训用的小型飞机,离地高度较低,在飞机称重、更换机轮等工作中,均需使用千斤顶。在维护维修中,使用传统机械千斤顶顶升飞机有一定困难。现在根据一般教学实训中使用的小型飞机为基础,设计一种新型千斤顶。设计要求新型千斤顶高度较低行程较高,具有读数可视化、移动方便等优点。

1 常规千斤顶

在部分飞机维护维修中使用的直立型千斤顶如图1所示。该类型的千斤顶主要由托杯、手柄、螺母、底座、螺杆等部件组成。托杯主要与飞机机轮轮轴顶升点配合,底座与地面配合。其工作原理是:将千斤顶竖直放置于飞机机轮轮轴下方,旋转手柄,带动螺杆转动,螺母与底座固定连接不会发生相对转动,螺杆与螺母发生相对转动,迫使螺杆上升,托杯上升接触飞机机轮轮轴顶升点,继续转动手柄,从而将飞机顶升一定高度。放下时,反方向转动手柄,螺杆向下移动,缓慢并安全地将飞机机轮放至地面。

直立型类型千斤顶的优点是结构简单、重量轻、经济性好,缺点是竖直高度较高,且升降行程受到螺杆行程的影响,升降速度较慢,不能指示升降高度。在该类型的千斤顶中,螺杆的长度决定了千斤顶的上升行程。

螺杆的长度又取决于底座的高度,底座越高,则螺杆越长,顶升行程越高。底座越低,螺杆越短,顶升行程越低。小型飞机机轮轮轴离地低,采用该类型的低高度千斤顶,可能导致顶升高度不够,无法进行正常的维护维修工作。小型飞机机轮轮轴离地低,采用该类型的较高高度千斤顶,则可能导致千斤顶高度超过小型飞机机轮轮轴的离地高度,无法放置于小型飞机机轮轮轴的正下方。因而针对不同的飞机,需要使用不同型号的千斤顶,通用性较差。

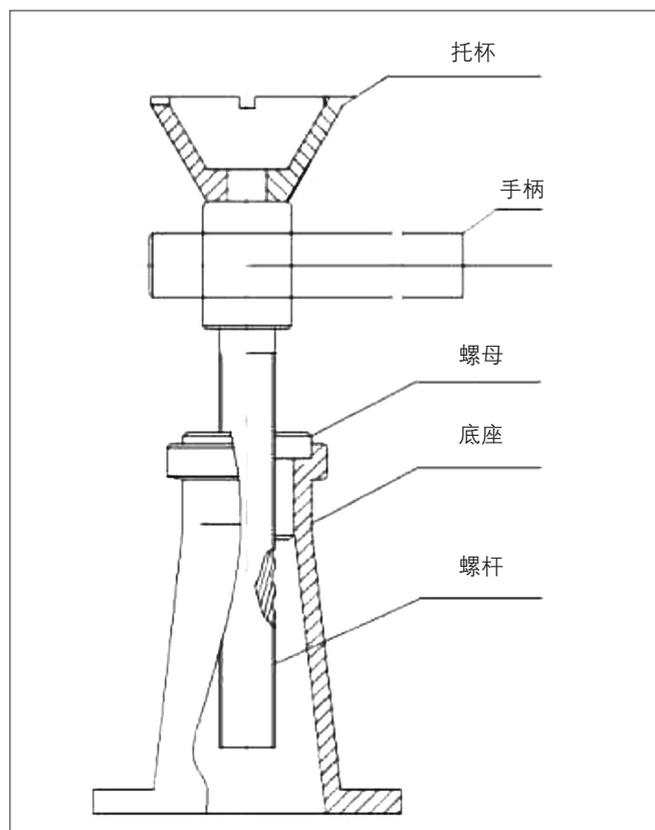


图1 直立型千斤顶示意图

在部分飞机的维护维修工作中还会使用如图2所示的菱形千斤顶。该类型的千斤顶主要由托架、支架、螺杆、底座等部件组成。托架主要与飞机机轮轮轴顶升点配合，底座与地面配合。其工作原理是：将该类型千斤顶放置于飞机机轮轮轴下方，旋转螺杆，带动支架左右两端向中间靠拢，迫使支架向上移动，托架上升接触飞机机轮轮轴顶升点，继续转动螺杆，支架上升从而将飞机顶升一定高度。放下时，则反方向转动螺杆，左右支架向下移动，逐步将飞机机轮放至地面。该类型千斤顶的优点是结构简单、重量轻、经济性好，缺点是稳定性较差，升降速度较慢，不能指示升降高度，一旦地面不平整，顶升飞机时可能导致飞机重心偏移，整个机身产生偏斜，有潜在的倾覆威胁。

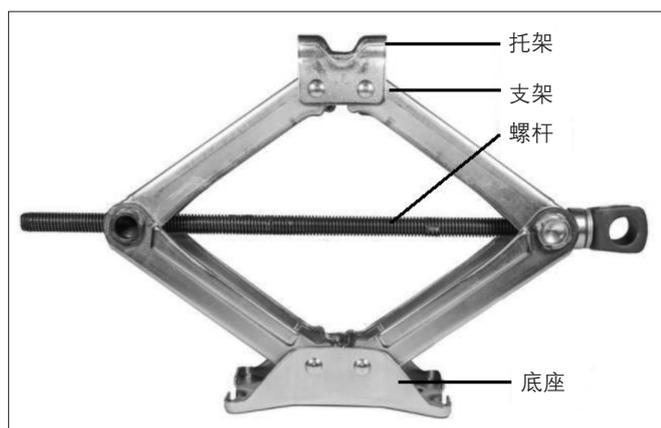


图2 菱形千斤顶实物图

2 新设计千斤顶

2.1 概述

现结合上述两种千斤顶的优缺点，综合设计一种新型千斤顶。新型千斤顶如图3所示，简称倒V型千斤顶，是以图2所示的菱形千斤顶为基础进行改进得到。倒V型千斤顶主要由底座、行走滚轮、地脚、水平仪、控制手柄、轴承、活动螺母、滑轮、滑轮导轨、连接挂板、测量卷尺、支撑臂、托架、螺杆等部件组成。

2.2 工作原理

顶升飞机时：转动控制手柄，螺杆在轴承内转动。螺杆均分两段，一段为正旋螺杆，与正旋活动螺母配合，另一段为反旋螺杆，与反旋活动螺母配合。推动活动螺母沿螺杆的轴向方向移动，正旋螺母和反旋螺母相对运动。通过与滑轮连接的连杆迫使滑轮

在滑轮导轨内沿滑轮导轨移动，左右滑轮相对运动，迫使支撑臂向竖直方向靠拢。支撑臂顶端的托架向上运动，顶升飞机。

下降时则与顶升飞机时相反：转动控制手柄，螺杆在轴承内转动。螺杆均分为两段，一段为正旋螺杆，与正旋活动螺母配合，另一段为反旋螺杆，与反旋活动螺母配合。推动活动螺母沿螺杆的轴向方向移动，正旋螺母和反旋螺母相背运动。通过与滑轮连接的连杆迫使滑轮在滑轮导轨内沿滑轮导轨移动，左右滑轮相背运动，使支撑臂在滑轮的带动下向左右两端移动，支撑臂张开，下降高度。支撑臂顶端的托架向下运动，降飞机缓慢放至地面。

2.3 设计特点

(1) 倒V型千斤顶进行了底座的加长设计，在转动控制手柄顶升飞机时，保证千斤顶与飞机机轮轮轴接触点的铅垂线能落在四颗地脚围成的矩形之中，从而使飞机的顶升过程更平稳、更安全。倒V型千斤顶在底座四个直角处安装了行走滚轮，为了尽可能地降低倒V型千斤顶的高度，方便将千斤顶放入或移出飞机机轮轮轴下方，同时飞机维修维护工作完成后，也可以轻松将千斤顶牵移至其他工作位或者归还。

(2) 倒V型千斤顶在四个行走滚轮附近安装了四颗地脚，为了尽可能地降低倒V型千斤顶的高度，将四颗地脚设计在底座旁边，转动地脚，可以调节四颗地脚的不同高度，进而保证飞机在顶升过程中不会有倾覆的危险。

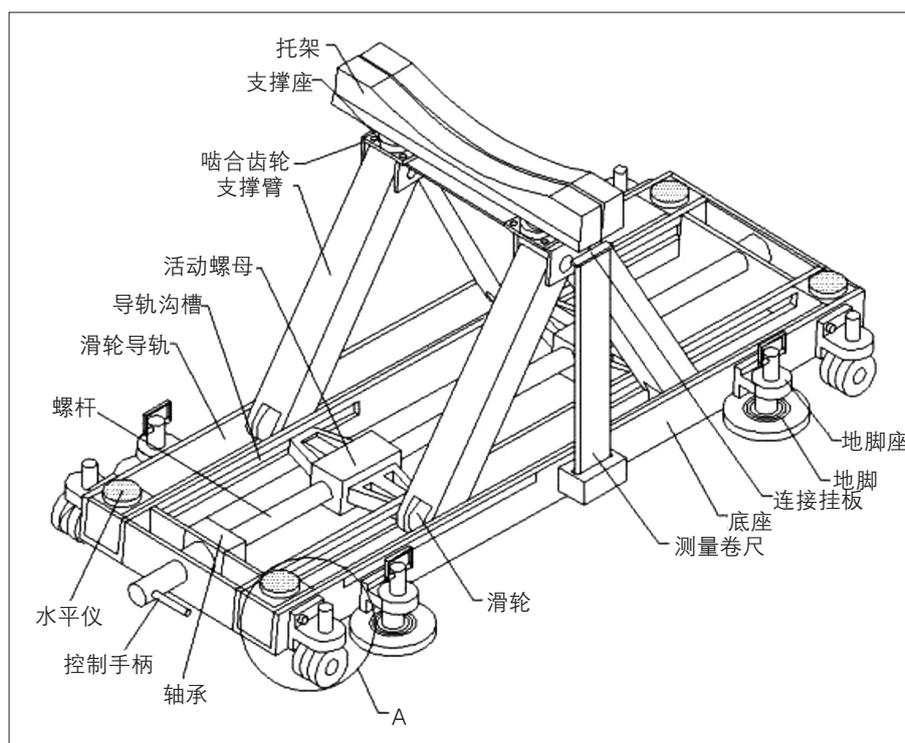


图3 倒V型千斤顶示意图

(3) 倒V型千斤顶四周布置有水平仪,配合地脚的调节,调节地脚时观察水平仪,当四个水平仪的气泡均居水平仪中间位置,则表示倒V型千斤顶已调至水平位置,提高飞机的维修维护的安全性。

(4) 倒V型千斤顶螺杆分为两段,一段的螺纹是正旋螺纹,与正旋活动螺母配合,另一段的螺纹是反旋螺纹,与反旋活动螺母配合,转动控制手柄,两颗活动螺母相向运动或者相背运动,转动作用力施加于两颗螺母,则每颗螺母承受的作用力相对较小,转动控制手柄也相对省力,螺杆与活动螺母配合的螺纹具有自锁功能,即使完全松开控制手柄,活动螺母也不会因飞机重量的压迫下反向转动造成飞机顶升高度自动下降进而威胁到飞机维修维护和安全。

(5) 倒V型千斤顶在四个支撑臂上均安装有滑轮,在底座上也制造了与滑轮配合的滑轮导轨,两颗活动螺母的相向运动或相背运动,带动滑轮在滑轮导轨内相向运动或相背运动,因安装了滑轮和滑轮导轨,运动阻力较小,也减少了部件的磨损。

(6) 倒V型千斤顶左右支撑臂通过顶端的齿轮机构啮合传动,一个齿轮的齿槽与另一个齿轮的轮齿啮合,有固定的运动规律和固定的行程,使左右支撑臂同时上升下降的高度一致,同时采用了四个支撑臂能将飞机顶升点处的重量分散承担,减轻支撑臂的承载负荷。

(7) 倒V型千斤顶的托架采用并列双托架,尽量使顶升点处的重量通过双托架之间,四个支撑臂能较均匀地分担重量。

(8) 倒V型千斤顶侧面配置了测量卷尺实时测量顶升高度,使用测量卷尺时,将测量卷尺拉出挂于连接挂板上,转动控制手柄,千斤顶顶端托架上升至接触飞机机轮轮轴时,记录此时测量卷尺的测量读数,继续转动控制手柄,倒V型千斤顶继续上升,直至将飞机顶升到维修维护要求的高度,记录此时测量卷尺的测量读数,用此时测量卷尺的读数减去前一次测量卷尺的读数,即为飞机的顶升高度。飞机顶升过程中,测量卷尺实时记录顶升数据,便于对顶升高度的实时监控。

3 新旧千斤顶对比

3.1 升降高度对比

3.1.1 倒V型千斤顶与直立型千斤顶的升降高度对比

直立型千斤顶升降行程的大小主要取决于螺杆的长度和底座的高度,高度较低的千斤顶不适用于升降行程较大的情况,高度较高的千斤顶则不适用于升降行程较低的情况,因而需要针对不同升降高度制造一系列升降高度不同的千斤顶。

倒V型千斤顶的升降行程则取决于底座和支撑臂的长度,将底座和支撑臂的长度缩短,可以减轻千斤顶的重量,加长底座和支撑臂可以增加千斤顶的升降行程。综合对比,在顶升起始高度较低,顶升行程较大的情况下,倒V型千斤顶有明显的优势。

一般而言,小型飞机机轮轮轴的离地高度小于300mm,此种情况不宜采用传统的直立型千斤顶,因为在此高度下,传统的直立型千斤顶的升降行程十分小,难以满足飞机的维修维护需求。在此高度下,宜采用倒V型千斤顶,该倒V型千斤顶因底座等部件设计得足够低,因而初始使用高度可降低至200mm,可非常方便地将该倒V型千斤顶放至飞机机轮轮轴下方。

理论上,倒V型千斤顶升降行程可以达到很大,但不推荐制造成升降行程很大的倒V型千斤顶,因为很长的底座和支撑臂会使四颗地脚相互之间的距离太大,支点相距太远,可能导致底座和支撑臂弯曲等现象,造成对飞机维修维护安全潜在的威胁。综上,在低高度较大行程时,倒V型千斤顶的使用有明显优势。

3.1.2 倒V型千斤顶与菱形千斤顶的升降高度对比

菱形千斤顶的升降行程的大小主要取决于支架的长度,支架长度越长,升降行程越大。

支架由四个支架组成,在顶升的极限情况下,两支上下折叠的支架甚至可以完全直立,增大千斤顶的升降行程。

倒V型千斤顶的升降与菱形千斤顶的升降情形类似,升降行程的大小主要取决于底座和支撑臂的长度。在倒V型千斤顶的支撑臂与菱形千斤顶的支架长度相同的情况下,因菱形千斤顶的上下折叠支架可以完全直立,则菱形千斤顶的升降行程是倒V型千斤顶的升降行程的2倍。

综上,菱形千斤顶的升降行程优于倒V型千斤顶的升降行程。

3.2 施力对比

3.2.1 倒V型千斤顶与直立型千斤顶的施力对比

直立型千斤顶升降由手柄控制。在托杯飞机机轮轮轴接触之后,继续顶升飞机,施加在控制手柄上的力度几乎不变。施加在控制手柄上的力度主要由飞机的重量确定,飞机的重量越大,施加到控制手柄的力度就越大,飞机的重量越小,施加到控制手柄的力度就越小。倒V型千斤顶的升降同样由控制手柄控制。

当倒V型千斤顶的托架处于较低位置即支撑臂处于水平状态或即将处于水平状态时,对控制手柄施加旋转力,促使托架上升,由于施加到螺杆两端的力几乎通过螺杆轴线,这两个力大小相等,方向相反,就会完全抵消,支撑臂将不能上升。支撑臂越趋于水平状态,转动控制

手柄,迫使支撑臂上升时,需要施加给控制手柄的启动力就越大,因此当托架下降到一定的高度后,应限制支撑臂下降的行程,避免再次转动控制手柄时,迫使支撑臂上升时,出现过大的启动力。

综上,直立型千斤顶的施力力度较小。

3.2.2 倒V型千斤顶与菱形千斤顶的施力对比

在倒V型千斤顶与直立型千斤顶的施力对比中,已叙述过倒V型千斤顶的施力特点。菱形千斤顶的施力特点与倒V型类似。当菱形千斤顶的托架处于较低位,菱形的上下两个内角接近 180° ,左右两个内角接近 0° ,支架几乎处于水平状态时,对控制手柄施加旋转力,促使托架上升,由于施加到螺杆两端的力几乎通过螺杆轴线,这两个力大小相等,方向相反,就会完全抵消,支架将不能上升。支架越趋于水平状态,转动控制手柄,迫使支架上升时,需要施加给控制手柄的启动力就越大,因此当托架下降到一定的高度后,应限制支架下降的行程,避免再次转动控制手柄时,迫使支架上升时,出现过大的启动力。综上,倒V型千斤顶与菱形千斤顶的施力基本没有太大区别。

3.3 安全性对比

3.3.1 倒V型千斤顶与直立型千斤顶的稳定性对比

直立型千斤顶在平整的地面顶升飞机的过程中,托杯承受的飞机部分重量将通过螺杆轴线,然后通过螺杆和底座螺纹啮合处,将所承受的重量传递给底座。直立型千斤顶一般应用于有一定倾斜度的地面顶升飞机。若将底座增大,可增加直立型千斤顶的稳定性,这就可在有一定倾斜度的地面顶升飞机,但不推荐在此状态下使用该型千斤顶,不能保证升降过程中飞机维修维护的安全性。

倒V型千斤顶要拥有足够的升降行程,底座一般都设计得比较长,倒V型千斤顶与飞机机轮轮轴接触处的铅垂线能落在底座框架所围方框之内,保证飞机升降过程的稳定性。即使在有一定倾斜度的地面顶升飞机,通过调整地脚,观察四个水平仪的气泡均在中央位置,也可顶升飞机。综上,倒V型千斤顶在稳定性方面有明显优势。

3.3.2 倒V型千斤顶与菱形千斤顶的稳定性对比

在倒V型千斤顶与直立型千斤顶的稳定性对比中,已讲过倒V型千斤顶的稳定性特点。菱形千斤顶在设计时一般考虑到结构简单、重量轻等特点,底座尺寸不会制造得很大,因而菱形千斤顶在平整的地面上使用,不会有问题。但是不建议在顶升过程中,将支架的行程使用殆尽,即左右支架已完全直立,一旦顶升的飞机重量的铅垂线不通过左右支架之间,则将导致菱形千斤顶的失稳,发生飞机维修维护的安全事故。菱形千斤顶也不能在有一定倾斜度的地面上顶升飞机,这也会导致千斤

顶倾斜倒下,发生安全事故。综上,倒V型千斤顶在稳定性方面有明显优势。

3.4 使用便捷性对比

3.4.1 倒V型千斤顶与直立型千斤顶的便捷性对比

直立型千斤顶放置于飞机机轮轮轴正下方,转动手柄,使托杯上升,就可顶升飞机。倒V型千斤顶放置于飞机机轮轮轴正下方后,需调节地脚,并观察确定四个水平仪的气泡均在中间位置,才可以转动手柄,支撑臂带动托架上升,顶升飞机。这尽可能地保证了飞机维修维护的安全,但同时也使飞机的维修维护更加耗时。综上,倒V型千斤顶的便捷性不如直立型千斤顶。

3.4.2 倒V型千斤顶与菱形千斤顶的便捷性对比

在倒V型千斤顶与直立型千斤顶的便捷性对比中,已叙述过倒V型千斤顶的便捷性特点。菱形千斤顶在设计时一般考虑到结构简单、重量轻等特点,使用时可直接将该型千斤顶放置于飞机机轮轮轴下方,转动螺杆,带动托架上升,进而顶升飞机,使用简单,移动方便。综上,倒V型千斤顶的便捷性不如菱形千斤顶。

4 结语

千斤顶是飞机维修维护中重要的保障设备。在民航维修类专业的教学中,一般采用较小型的飞机,飞机机轮轮轴离地高度较低,需采用小型千斤顶。在实训教学过程中,学生人数一般较多,理论和实践知识掌握不牢固,操作技能不熟练,因而需要采用安全性较高的千斤顶,以保障实训教学的安全运行。本文中的千斤顶,具有高度低、升降行程大、方便移动、升降高度可视化等优点。本文中的倒V型千斤顶设计方案为此种使用环境下的千斤顶提供了一种参考。

基金项目:重庆市教委科学技术研究项目。项目名称:一种教学实训用飞机小型千斤顶设计方案,项目编号:KJQN201905101。

参考文献:

- [1] 苏新伟. 一种低高度大行程飞机托架设计方案[J]. 机械设计与制造, 2018(4): 203-205+210.
- [2] 董彦非, 李继广, 屈高敏. 航空维修工程专业应用型本科人才培养思考[J]. 航空维修与工程, 2019(5): 42-44.
- [3] 魏碧辉, 陈纯, 徐永帅, 等. 新型飞机千斤顶的结构设计[J]. 现代制造技术与装备, 2019(3): 11-12+15.
- [4] 付艳, 宋利芬. 螺旋传动的自锁与传动效率在矿井提升机中的应用[J]. 煤炭技术, 2013(4): 23-24.