

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.09.024

武装直升机乘员救生技术

周富民¹, 孙永宾¹, 毋伟刚¹, 邓卓飞²

(1. 陆军航空兵学院机械工程系, 北京 101123; 2. 陆航航空中心修理厂, 河南 新乡 453700)

摘要: 针对直升机飞行速度慢、防护装甲薄等缺陷, 对武装直升机乘员救生技术进行研究。在分析武装直升机乘员防护救生特点的基础上, 介绍国外防护救生的情况及其发展趋势和国内防护救生的现状, 并对中国武装直升机飞行员防护救生装备的发展提出设想。

关键词: 武装直升机; 乘员; 救生技术

中图分类号: TJ85 **文献标志码:** A

Armed Helicopter Pilot Lifesaving Technique

Zhou Fumin¹, Sun Yongbin¹, Wu Weigang¹, Deng Zhuofei²

(1. Dept. of Mechanics Engineering, Army Aviation Institute, Beijing 101123, China;

2. Repair Plant of Army Aviation Center, Xinxiang 453700, China)

Abstract: Aiming at these shortages of helicopter fly slow speed, thin armor, research lifesaving technique of armed helicopter pilot. On the basis of the characteristics of armed helicopter crew defend lifesaving are analyzed, the current status and trend of oversea and Chinese defend lifesaving are introduced, and ideas how to develop the defend lifesaving equipment in China are presented.

Keywords: armed helicopter; pilot; lifesaving technique

0 引言

在拥有全世界50%的军用直升机中, 占相当比例的武装直升机, 越来越受到世界各国的重视。武装直升机具有较高的机动性, 并逐步增大了有效载荷、速度和航程, 其在恶劣气象和低能见度下的优良性能, 以及有效的先进武器系统, 加重了武装直升机的军事使命。由于直升机飞行速度慢、防护装甲薄等先天的缺陷, 尤其是起降过程中, 机动力几乎丧失殆尽, 为其安装主动防护系统显然并不能有效地保证不被击落。因而, 笔者对直升机乘员救生的问题进行研究。

1 弃机乘员救生技术

武装直升机乘员应急离机救生方案, 是在发生事故应急时, 乘员靠特有的航空救生装备脱离飞机或脱离危险, 并安全着陆(水)而保障其生命安全的乘员救生途径。

前苏联统计数据研究认为, 直升机紧急事故多发生在400~500 m高度以上, 95%的紧急情况发生时, 直升机所处高度离地面约500 m, 速度约55 m/s, 而且一旦发生了事故, 直升机将失去控制。因此, 前苏联各型直升机均采用空中弃机脱离救生的设计。俄罗斯卡莫夫设计局专家认为, 经验丰富的驾

驶员是最宝贵的财富, 保证驾驶员生存是武装直升机战场生存力的重中之重。所以, 他们把歼击机的弹射救生系统移植到直升机上来。且率先在卡-50共轴式双旋翼武装直升机上采用了空中弹射开伞救生装置。之后卡-52设计了并列弹射座椅, 成功地应用了k-37零-零火箭式驾驶员弹射救生系统。这套系统又称为自适应弹射座椅, 主要是利用自适应控制技术、推理控制技术、高速稳定技术和高速气流防护技术提高直升机遇险条件下的救生成功率, 减少不必要的伤亡。该系统的主要部分是飞行员座椅, 在飞行过程中, 该座椅可以根据飞行员的需要对高度进行调整。当直升机遇险时, 直升机座舱顶部舱门自行打开, 旋翼与机身分离, 座椅下的火箭系统将飞行员与座椅一并弹出, 然后在牵引发发动机的作用下, 飞行员和座椅分离。降落伞系统确保飞行员在弹射时空中刹车, 同时, 能控制下降和着陆, 保证下降和着陆时速度不超过7 m/s。卡-52装备这种救生系统后, 飞行员的应急离机成功率达100%, 开创了武装直升机驾驶员弹射救生的先河。

1.1 火箭牵引离机乘员救生途径

牵引火箭通过牵引绳(约3 m长)与飞行员背带系统相连, 在火箭发射后2 s内, 由火药机构打开

收稿日期: 2011-05-22; 修回日期: 2011-06-16

作者简介: 周富民(1984—), 男, 湖南人, 硕士, 助教, 从事陆航装备技术保障、直升机控制系统设计研究。

安全带,使人与座椅组件分离,再打开救生伞降落着陆。与跳伞相比,在空中如能利用火箭牵引救生,可为飞行员争取较充裕的时间和较宽的限制条件。这种离机的特点是:体积小、出口面积小、过载小。因为牵引绳吸收火箭冲击力,并把它通过背带系统分散在飞行员身上,使飞行员脊椎不易受伤,救生成功率高。但是移植到直升机上,最大的难题就是向上弹射后会与直升机的旋翼碰撞。因此,解决与旋翼相碰撞的问题是直升机实现弹射救生的前提。

火箭牵引离机的主要关键部件是牵引火箭。如一种牵引火箭的重量为 9.5 kg,燃烧时间为 0.57 s,总冲为 4.45 kN·s,最大牵引过载为 12 g。这种方案的主要特点是:结构简单、重量轻、占空间小、稳定性好,具有零高度、零速度的应急救生能力,最大适用速度为 650 km/h^[1]。

牵引方式主要有向上牵引和侧向牵引 2 种。向上牵引主要是要清理出舱通道,出舱牵引出口并不难开,但由于要切除或炸掉旋翼桨叶这个直升机的命根子,所以,人们多持保守的态度。侧向牵引是人们力图避开旋转的桨叶,从直升机侧舱门(不另辟牵引出口)将乘员从机内拉出,但是应急时直升机的飞升高度和飞升姿态不如人意。

1.2 直升机整体和救生舱式乘员救生技术

1) 整体回收:即在应急时,先用炸药炸掉旋翼、发动机、油箱等部分,以减轻回收重量。接着,利用降落伞或降落锥回收载人部分,机上乘员乘坐回收舱安全降落。为减轻着陆冲击,回收舱底部装有缓冲装置。降落伞整体回收和降落锥回收,这种救生方法,适用于乘员人数比较多的运输型直升机或行政专机。

2) 降落伞吊舱:又叫救生舱^[2],早已用于宇宙飞船回收等方面,是一项成熟的应急救生技术。武装直升机救生舱是利用乘员舱,在应急时炸掉或切除旋翼桨叶和不必要的部分,减轻作为救生舱部分的重量,依靠打开的降落伞,把舱体和乘员安全送到地面。

为了减少降落伞系统的重量,并兼顾乘员的安全高度和减少着陆时的冲击力,救生舱方案可以配套使用反推力火箭。救生舱着地前,反推力火箭点火,产生相反方向的推力,达到安全着陆的目的。

救生舱方案自 20 世纪 60 年代中期开始研究,但未正式交付使用。美国有关专家预言:救生舱技术将在 21 世纪得到广泛应用。

1.3 弹射离机乘员救生技术

弹射离机乘员救生方案在固定翼作战飞机方面积累了很多成功的经验。自德国人在 1941 年首次使用驾驶舱弹射座椅以来的 60 年间,已经发展了 4 代弹射座椅,是目前正在使用的一项成熟技术。在探索武装直升机离机乘员救生途径的研究中,弹射离机乘员救生技术的成熟技术,一直受到人们的重视。

经过多年的研究,敢于打破思维牢笼的俄罗斯卡莫夫设计局的专家们已在卡-50 双旋翼武装直升机上采用了空中向上火箭牵引(弹射)开伞救生方案。这套系统包括座舱里的 K-37-800 型火箭牵引装置和安放在桨叶与桨毂连接部位上的爆炸螺栓。当遇到紧急情况时,飞行员拉动座椅下部的 2 个手柄,先引爆桨叶根部的爆炸螺栓,使顶部的 6 片桨叶分离机体,同时将飞行员四肢收拢并抛掉座舱顶盖。然后座椅上方的火箭弹射器点火,在火箭下部有一根与飞行员相连的绳索,借助火箭向上弹射的拉力将飞行员连同直升机椅背拉出座舱,同时人椅分离(座椅留在座舱内)在上升到一定高度后,救生伞自动张开,飞行员安全落地。这是一种主动式的救生方式,它运用了火箭牵引技术,同时又具备弹射座椅的性质。据称,这套装置从飞行员启动弹射手柄开始到救生伞张开,总共费时约 2.5 s。

根据旋翼机的特点,有 4 种弹射离机的方式:侧向弹射、侧上弹射、向上弹射和向下弹射。

这 4 种方式都是针对现役弹射离机的弹座椅的性能而设计的。弹射座椅的重量大,弹射动力的大小和方向不能调节,缺少智能化的姿态控制系统,不能回避地形和自由飞行。故向上弹射、侧上弹射、向下弹射存在与向上和侧向牵引一样的问题。

2 武装直升机飞行员救生系统的发展

2.1 轻型智能弹射座椅

为了彻底解决武装直升机的乘员应急离机安全救生问题,人们一直在寻求轻型智能弹射座椅。轻型智能弹射座椅具有如下特点和性能:

1) 重量轻。力求达到现役弹射座椅(约 80 kg)的 2/3 的重量(60 kg 以下),虽然现在已有轻型(约 40 kg)的弹射座椅,但其智能化程度很差,不能适应配套武装直升机的要求。

2) 实现推力矢量控制(TVC)。设计新型的弹射动力系统,改变过去不能控制弹射动力大小和方向

的现状。利用推力矢量控制的原理,更新结构模式,开发火药效力。可采用控制火箭发动机主喷嘴的活门大小和转动方向,也可采用控制各不同安装位置的火箭发动机众多喷嘴的关闭和开启,从而达到推力矢量控制的目的。

3) 具有生命威胁评估的能力。这种能力旨在控制作用在乘员身体上与生命威胁有关的作用力,以减轻或杜绝乘员受到弹射损伤,确保乘员弹射离机应急救生的成功。

4) 配有先进的航空电子设备控制系统。该系统由传感装置和带有微处理机的航空电子装置组成。传感装置包括空气压力传感器、加速度仪和陀螺。航空电子装置可以准确地利用传感装置采集到的数据,按照预先选好的程序,自动快捷地计算弹射运行轨迹和人体耐限指标,并对火箭发动机喷嘴和活门发出指令。

5) 实现弹射座椅立姿制导。为避开武装直升机旋翼,弹射座椅将以一定的姿态,从舱门弹出,保持一段距离达到安全降落高度后,再人椅分离,乘员乘降落伞下降,达到能够控制弹射座椅续航、滚转、俯仰以后,立姿制导是不难实现的。

6) 能够避开障碍回避地形。弹射座椅要装备武装直升机,必需具有避开障碍,回避地形的能力。立姿制导给这种能力提供了基础,主要存在问题是怎样辨别障碍和复杂的地形。为了准确地判断实际离地高度和障碍物,可以使用微波辐射仪(MICRAD)或其他的辨别天地方向和感受障碍的敏感仪器。

要达到上述轻型智能弹射座椅的优良性能,还需要研究一些其他相关的先进技术。随着科学技术的发展,轻型智能弹射座椅装备武装直升机的理想是一定会实现的。总之,武装直升机的乘员救生技术,正处于向前发展的时期,不管是乘员随机抗坠毁救生方案,或是乘员离机、弃机救生方案,目前都需要研究探索并逐步完善。笔者认为,轻型智能弹射座椅将成为未来武装直升机配备乘员应急救生装备的很好选择。

2.2 安全气囊

直升机在坠毁时与地面所产生的巨大冲击力,单靠防撞座椅很难完全抵消掉。在撞击时驾驶舱中的机组乘员仍然会由于头或躯干撞击到驾驶舱的坚硬部件(如控制板、操纵杆)而死亡。这在有装甲保护的武装直升机和没有装甲保护的运输直升机上都有发生。这种撞击很像交通事故中司机或乘客与汽

车的方向盘、前风挡玻璃、仪表盘等发生撞击的现象。解决之道也同汽车一样—安装安全气囊。然而,这个在普通汽车里大量使用的被动式安全装置,在飞机的驾驶舱里却经历了几年的艰苦努力,才使驾驶舱的安全气囊系统近期被引进到美国陆军的UH-60和OH-58D上。由Simula公司开发的这一安全系统在过去的2年共销售了700多套,现全世界装有飞机驾驶舱安全气囊系统的直升机已有很多。

2.2.1 内部式安全气囊

以英国和伊拉克发生的2次事故为例,都是内部式安全气囊发挥了作用。一次是在英国,由于机械故障或驾驶员操纵失误,一架直升机坠毁,但由于内部式安全气囊的保护,这次事故并未造成人员伤亡;另一次是在伊拉克境内,一架直升机接连遭到2次猛烈攻击而坠毁,其上安装了4个安全气囊,并在第一时间打开,从而保住了机组人员的生命。

对于这2次事故的调查分析还在继续,因此许多细节部分没有公布。但据Simula公司透露,数据显示,2个安装在直升机上的电子坠毁感应器(CABS)在最短的时间内做出了反应,打开了内部式安全气囊,并且CABS记录系统所保存数据将给事故分析带来很多方便。有了能预知危险的坠毁感应器,内部式安全气囊就可以在其它军用和民用直升机上更广泛地应用。

2.2.2 外部式安全气囊

在防护技术越来越先进的今天,一种防护性能更好的系统正在测试中。它不仅使直升机在坠毁时人员的生命得以保全,而且还能保护所运送的货物,甚至是直升机本身都不会受到太大的冲击。这就是外部安全式气囊。安全气囊的想法起源于自动化工业,现在正准备应用于直升机的外部,在直升机坠毁到离地面1m处时自动打开。Simula公司和以色列的拉斐尔公司正在共同努力研究直升机的外部气囊保护系统,并在许多直升机上(如贝尔206,UH-1和西科斯基公司的CH-53重型直升机)进行了广泛的试验。在试验中,这些直升机的机体损坏明显的减轻。

拉斐尔公司已经发表了一些在测试贝尔206机体时得出的结论——外部式安全气囊既适合陆地上也适合水上。在没有安装外部式安全气囊时,直升机坠毁在地面时机体严重松散开了。因此,外部式

安全气囊是武装直升机必不可少的。

在所有安装了外部式安全气囊的测试中, 发动机、传动装置和机体结构没有受到丝毫破坏, 机组人员和乘客只受到轻微伤害, 装载的货物损失也降到了最低, 并为机上的人员留出了生存及逃离的空间。甚至在坠毁后, 只需简单地修理, 直升机还可以继续飞行^[3]。

2.2.3 外部式安全气囊的优越性

由于外部式安全气囊是对整机进行的全面碰撞保护, 并且通过试验证明, 能够将冲击力减少到人体能够承受的程度。

任何安全系统都必须提供一定数量的冗余度, 直升机安全系统也不例外。如果只使用外部式安全气囊, 一旦坠毁感应装置失效, 或者气囊部分被炮火击中, 机上乘员的生存概率将大大降低。

在今后的发展中, 减轻重量将是直升机发挥性能的重要途径。多种安全系统的安装将增加直升机的飞行重量, 降低其性能(如飞行速度、距离、爬升范围等)。这在低海拔地区可能不是非常明显, 但如果是在青藏高原等高海拔地区(海拔4000 m左右),

由于空气稀薄, 安全系统带给直升机的重量反而有可能导致其坠毁。因此, 在未来的直升机被动式安全防护系统中, 设计合理、零差错率、安装隐蔽的外部式安全气囊将取代防撞座椅和内部式安全气囊成为唯一的直升机安全防护设备, 但这仍需要很长时间的攻关和实体试验。

3 结束语

随着科技的进步、设计技术的提高, 特别是大量轻质、优质复合材料的出现和新型固定系统的研制与应用, 综合优化直升机救生方案是完全可能的。当发动机发展到可以任意带动起飞重量时, 救生技术就不会受制于重量的限制, 那时就可以综合使用多种救生技术了。

参考文献:

- [1] 郭小朝, 刘宝善, 范军. 弹射座椅肩部惯性拉紧装置自动拉力适宜值的研究[J]. 中华航天医学杂志, 2001, 12(3): 170.
- [2] 张燕华, 吴绪清. 国外直升机飞行人员救生技术与装备的发展趋势[J]. 海军医学杂志, 2003, 24(4): 380.
- [3] 陆理. 武装直升机的生存性技术[J]. 世界直升机信息杂志, 2002(1): 26.

(上接第82页)

7) 总线状态检查报告模块: 周期性地对各个节点的状态进行检查, 从而对总线和节点的状态进行判断并报告给上位机。

4.2 软件主流程

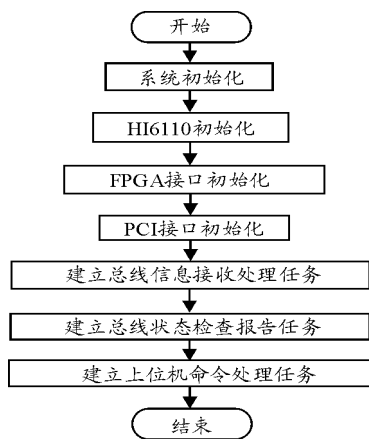


图3 软件主流程

如图3, 系统初始化开始后, 先后初始化HI6110、FPGA接口、PCI接口, 保证系统可以正常工作, 然后启动3个任务: 总线信息接收处理、总线状态检查报告、上位机命令处理。而上位机通过PCI接口向板卡下达命令, 由上位机命令处理任务处理, 从而控制板卡节点的工作。

5 结论

实际应用结果证明: 采取该方法设计的板卡在各种应用中均体现出很高的可靠性, 与其他设计方法相比具有成本低等优势。

参考文献:

- [1] HOLT公司. HI-6110[Z]. 2006.
- [2] 美军标. MIL-STD-1553B[Z]. 1978.
- [3] AMCC公司. PowerPC 405EP Embedded Processor User's Manual[Z]. 2005.
- [4] 美军手册. MIL-HDBK-1553A[Z]. 1998.