

中国民用航空局飞行标准司

信息通告

编号：IB-FS-2015-03

下发日期：2015年5月15日

编制部门：FS

批准人：胡振江

# 直升机防撞线 机载设备信息

## 前 言

直升机撞线一直是直升机超低空运行中面临的一大难题。与电线相碰撞可能会导致严重的后果，最近几年在国内发生了多起直升机撞线事故，造成人员伤亡。

直升机超低空作业时需要在不同的能见度下进行近地飞行，因此无法完全消除由于线缆及其他障碍物而带来的危害。不过通过对直升机系统进行改装以提升直升机对上述有害环境的耐受力，能够有效降低其所带来的危害。随着直升机对撞线威胁的耐受力的提升，将能减少事故造成的人员伤亡，从而提升飞机的实用性，减少飞机的维护、降低人员伤亡并提升任务执行的有效性。

目前多种设备可以在直升机接近电线时，向飞行员发出告警或提供主动防护。通过对国外资料的搜集和整理，本通告列举了几种机载防撞线设备，以供参考。

本通告部分单位使用了非标准度量单位，是为了尊重原产品说明，参考时请注意。

## 一、机载设备介绍

### （一）飞行报警系统

飞行报警（FLARM）系统是以全球定位系统为基础的现有机载系统，它能够对静止障碍物提供听觉和视觉报警。该系统由瑞士研发，主要用于防止滑翔机在空中和与静止障碍物发生相撞。

一台飞行报警（FLARM）装置重量 120 克，尺寸仅为 75\*25\*110 毫米，电压 12 伏，电流 60 毫安。尽管该装置仅在 2004 年早期推出，2005 年 6 月时的统计显示就已有超过 2500 台在使用，其中包括安装在瑞士滑翔机上的 960 台，奥地利的 430 台和德国的 600 台。飞行报警装置使用全球定位系统和数字无线电来监测其它装有飞行报警装置的飞机，提供空中相撞报警功能。它本身的航迹会与所存储的该区域内障碍物（比如：电缆、天线、缆车、输电线等）进行比较，然后发出报警。

该系统尽管需要安装一台机载接收器，但这种设备的费用并不高。不需要在障碍物本身进行实际的安装，也不会对环境产生任何影响。

### （二）撞线防护系统（WSPS）

由布里斯托尔航空公司（BAL）制造的撞线防护系统（WSPS）由安装于直升机机身顶部或机头下部的一个或多个切割器组成，俗称剪线钳，如图 1 所示。

该系统能够在直升机发生正面撞线时提供一定程度的防护，其中上方切割器用于保护主旋翼的控制机构；下方切割器用于保护滑橇式起落架。

美国陆军通过设在弗吉尼亚州兰利的美国国家航空和航天局的动态冲击试验设备对该撞线防护系统进行了摆动测试，使其有效性得以验证。美国装配在 **OH-58A** 机型上的 **WSPS**（撞线防护系统）的重量为 **16.3** 磅，其中包括所有支撑结构和安装板。安装 **WSPS**（撞线防护系统）大约需要 **40** 小时人工。

为了能够使切割器起作用，直升机的飞行速度必须超过 **30** 节。该系统的制造商表示，如果装有撞线防护系统的直升机以小于 **60°** 的角度撞线，那么该系统可能无法切割线缆（图 2）。另外，该撞线防护系统能够在撞线的俯仰角度为  $\pm 5^\circ$  的范围内时起作用。该系统设计用于切割一根 **3/8** 英寸的钢质线缆，其断裂强度为 **12,000** 磅。

该装置的制造商建议，如果在飞行过程中发生了撞线，应当立即更换切割器刀片。



图1 安装在一架贝尔 206 型直升机上的撞线防护系统

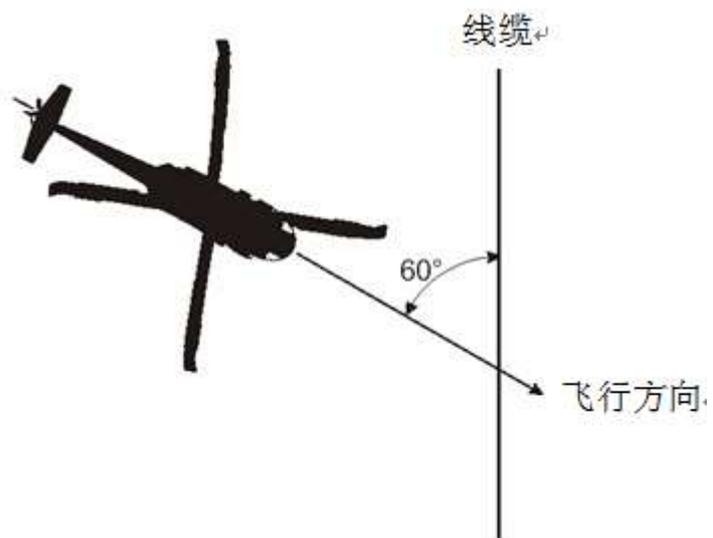


图2 撞线角度示意图

### （三）电力线缆检测器

由安全飞行仪表公司制造的电力线缆检测器是一种能够感应到电力线缆周围的电磁场的系统。在靠近线缆时，该系统利用这些信息向飞行员发出告警。该系统由安装于驾驶舱内的电子单元和安装于机身上的鞭状天线组成。该天线也可置于飞机的机头、顶棚或尾桁上。该电子单元的尺寸为 42\*62\*140 毫米，该系统的总重量约为 3 磅。

如果在航线上检测到了电力线缆，该系统将在距线缆 1800 英尺处开始向飞行员发出声音告警。距离线缆的距离越近，告警声的频率就会越高。如果飞行员仍持续靠近该电力线缆，则会点亮驾驶舱内的一盏红色告警灯。当在一片有多条线缆的区域飞行时，可将该系统临时静音。

该电力线缆检测器适用于所有民用及军用直升机，安全飞行仪表公司建议由合格的航电车间或制造商安装该系统。安装该系统大约耗时两天。该系统需要飞机提供 28 伏直流电 (Vdc) 供电，以 60 赫兹的频率检测电力线缆的信号。经安全飞行仪表公司测试，该检测器的预期使用寿命超过 10,000 飞行小时。

鞭状天线的空气动力阻力很小，尤其是将它安装在尾桁上时。该检测器智能感应到通电的电力线缆，而且检测范围取决于电力线缆中的电能。该系统无法检测其他类型的线缆，例如：牵索、电流微弱的电话线以及未通电的电力线缆

等。同时飞行员也无法得知该系统检测到的电力线缆与飞机的相对位置。

#### （四）障碍物感知系统雷达

障碍物感知系统雷达（阿姆菲泰克系统）使用安装在直升机机头处的雷达发出频率为 **35GHz** 的无线电波以检测飞行路径中的障碍物。该雷达不断搜索其视野内的障碍物。该系统将在给定的瞬间应用来自飞机的 **GPS** 接收器的数据计算出随后 **19** 秒钟该飞机的飞行路径。随后该系统将绘制出三个潜在风险逐渐增大的区域。如果在这三个区域中的任一区域中存在障碍物，该系统将会向飞行员发出告警。告警的级别取决于与障碍物之间的距离以及该障碍物所在的区域。根据该障碍物与飞机的距离以及相对方向在驾驶舱内的一块小显示屏上发出告警信号。障碍物感知系统也能够适应飞行的特定要求。例如，在起飞阶段，该系统会对飞机前方进行大角度、近距离扫描。不过，当飞机进行高速巡航时，该系统将对飞行路径进行小角度、长距离扫描。这些扫描区域如图 3 所示。

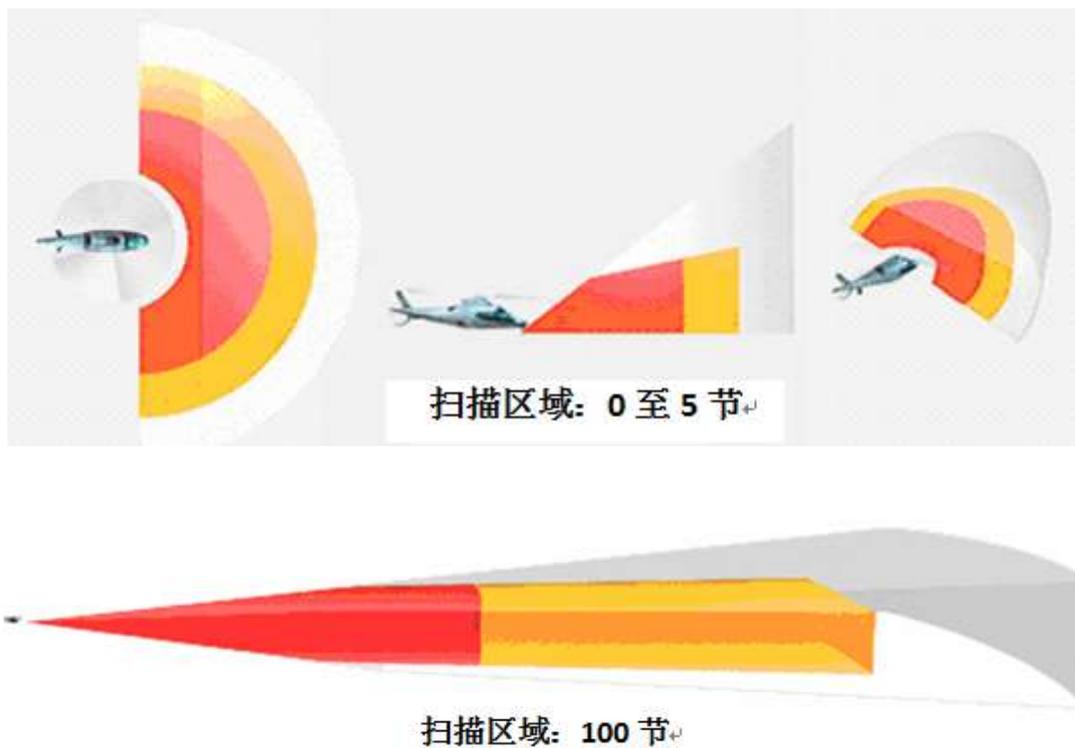


图 3 障碍物感知系统的扫描区域

障碍物感知系统雷达的最大扫描范围是 1600 米，最佳扫描范围是 800 米，最短扫描范围是 2 米。该系统在雨雾环境中仍旧有效。该物理单元由安装在直升机内的电子箱和安装在直升机机头处的传感器组成，如图 4 所示。该传感器的尺寸为 393\* 426 \* 570 毫米，总重量约为 54 磅。



图 4 障碍物感知系统的扫描头

目前阿姆菲泰克公司已能够在贝尔 212、贝尔 412 和欧直 AS-350 型直升机上安装障碍物感知系统。阿姆菲泰克公司的最终计划是成套出售该雷达系统，使任何直升机机械师都能够在 24 小时之内安装好该系统。

在进行适当的维护的情况下，障碍物感知系统雷达的预期使用寿命为 20,000 飞行小时或 20 年。该系统的某个部件必须在每 2500 飞行小时后予以更换，不过一名机械师只需不到 1 小时就能完成该过程。

虽然所安装的传感器看起来很大，但是它只会对直升机形成很小的阻力。据该系统的制造商阿姆菲泰克公司估算，安装该传感器后以 140 海里/小时的时速巡航时将会造成 1 海里/小时的速度损失。障碍物感知系统无法检测飞机后方或正上方的物体。因此在盘旋或起飞阶段，该系统不会就尾桨附近的线缆向飞行员发出告警。

#### （五）激光障碍物感知系统

古德里奇传感器系统公司的激光障碍物感知系统能够检测诸如线缆等小型障碍物，并将这些数据提供给飞机的定位、控制、显示或导航系统。该系统采用人眼安全的激光雷达感应障碍物。该系统由安装于机身上的扫描头和驾驶舱内的电子控制箱组成。该系统的重量约为 35 磅，其圆柱形的扫描头的大小为直径 8.66 英寸，高度 15 英寸。

该激光障碍物感知系统需要直升机提供 28 伏直流电，

使用功率低于 300 瓦。古德里奇公司表示该系统的电子及光学组件的平均故障间隔时间均超过 1000 小时。不过，激光组件的平均故障间隔时间较短。

该激光障碍物感知系统适用于军舰、飞机以及旋翼机，同时该系统在欧直 EC155、贝尔 412 和贝尔 UH-1H 型直升机上的测试已取得成功。

该系统能够指向飞行员想要探测的方向。该系统的探测范围为 2 米至 2 千米。扫描头的水平视角为 180°，垂直视角为 +30° 至 -90°。

古德里奇公司或直升机制造商都能安装这种激光障碍物感知系统。古德里奇公司正在与第三方公司协作设计可单独购买的安装支架，以便由用户将该激光障碍物感知系统安装到不同型号的直升机上。可将支架和传感器安装在机身的任意位置，不过当其位于直升机机头部位时该系统的性能最好。由于该系统的重量为 35 磅，因而可以考虑在大型直升机上安装该系统。

#### （六）可视激光雷达显示器

空客集团旗下的道尼尔公司的直升机激光雷达（HELLAS 障碍物告警系统）是一种能够感应到线缆般细小的障碍物的检测系统，因此可将其用于撞线防护。该系统采用安装于直升机机身上的人眼安全激光向飞行员传达有关周围环境的信息。可同时提供视觉显示和声音告警信号。光学显示器能

够描绘直升机周围的空域并标记出处于直升机飞行路径中的物体。当飞行员驾驶的旋翼机过于接近障碍物时，将会发出声音（告警）信号。通过标准接口将该系统与直升机相连，同时该系统需要 28 伏直流电供电。

HELLAS 障碍物告警系统可在低能见度的条件下为飞行员提供辅助。光学显示器能够在夜间或恶劣天气条件下为飞行员提供环境视图，从而能够仅通过该显示器上显示的图像驾驶飞机。在恶劣天气条件下该系统的可用范围将会缩小。制造商表示在目视条件下该系统的可用范围为 1000 米，而在恶劣的气候条件下将会缩短至 400 米。

当刺眼的阳光妨碍飞行员观察电力线缆的位置时也可使用该系统。采用 HELLAS 障碍物告警系统的德国联邦边防军已验证了该系统的有效性。道尼尔公司已获得合同以交付 43 套安装在欧直 EC 135 和 EC 155 型直升机上的装置。加拿大国防研究机构也测试并采购了 HELLAS 障碍物告警装置。美国陆军已对该系统进行了 20 余次测试。空客集团表示已为需要在机动飞行期间保持极高的精确度的美国陆军极低空飞行而研发了更为精确的 HELLAS 障碍物告警系统装置。

由于需要与直升机高度整合，目前该系统仅能由道尼尔公司进行安装。据称 HELLAS 障碍物告警系统适用于各种直升机，已在一些机型成功安装，即：欧直 BK 117、EC 135、EC 145、EC 155 以及贝尔 UH-1D。

### （七）近地告警系统 (EGPWS)

霍尼韦尔公司的近地告警系统 (EGPWS) 采用由霍尼韦尔公司维护的数据库，其中存有北美洲所有高度大于等于地平面上 30 英尺的障碍物的数据。直升机需要配备 GPS 天线和近地告警系统计算机单元。当飞机靠近某一障碍物或线缆时，将向飞行员发出声音告警。如果飞行员仍继续在该飞行线路上飞行，该系统将发出更大的告警声。结合驾驶舱内的灯，该声音告警能够告知飞行员向哪个方向飞才能避免撞上障碍物。例如，如果飞行员在向前巡航时缓慢接近障碍物，近地告警系统将发声告诉飞行员“拉升”以避免一组电力线缆。另外，该系统也提供一些其他特性，例如：下降速率过快提示和高度提示。

近地告警系统设计用于北美洲的各种直升机。该系统由一个位于机身上的 GPS 天线和一个位于驾驶舱内的电气单元组成。近地告警系统的总重量约为 3.9 磅。该系统需要 28 伏直流电供电。霍尼韦尔公司表示该近地告警系统单元的（使用）寿命超过 10 年。可在任何合格的航电车间安装该系统。

近地告警系统预防撞线的方式仅限于其发出的告警。该障碍物数据库中的数据仅包括高度大于等于地平面上 30 英尺的障碍物。因此，那些高度在地平面上 30 英尺以下的线缆将不会自动告知给飞行员。另外，霍尼韦尔公司之所以持续的更新数据库，也是因为知道该数据库中并未包括所有高

度超过 30 英尺的线缆。

## 二、 机载设备对比

表 1 汇总了上述的机载防撞线系统的一些主要数据。在该表格中，“由……安装”是指该系统需要由直升机所有人或机械师安装，“兼容性”是指该系统是否可用于各种直升机，“范围”是指检测范围。表 2 给出了各种线缆防护装置的优缺点。

表 1：机载防撞线设备汇总

系统	重量 (磅)	由……安装	直升机兼容性	供电	寿命	范围 (英尺)
飞行报警系统 (FLARM)	0.3	所有者/机械师	所有	12 Vdc		
撞线防护系统 (WSPS)	20-35	所有者/机械师	部分机型*	N/A	直到发生撞线时	N/A
电力线缆检测器	3	所有者/机械师	所有	28 Vdc	>10,000 小时	1,800
障碍物感知系统	54	制造商	目前很少	28 Vdc	20 years	5,249
激光障碍物感知系统	35	制造商	目前很少	28 Vdc	>10,000 小时	6,561
HELLAS	60	制造商	所有	28 Vdc		3,280
EGPWS	4	所有者/机械师	所有	28 Vdc	10 年	600

注：部分机型\*是指贝尔206, MBB BO-105S, 欧直AS-350, 罗宾逊R22, 席勒直升机HU12V, 贝尔47, MD369, 休斯269, 恩斯特龙F-280, 贝尔407, MD-900, BK-117, 贝尔212, 贝尔OH-58, 西科斯基S 58。

表 2：机载防撞线设备优缺点对比

系统	组成	优点	缺点	应用状况
飞行报警系统 FLARM	全球定位系统，飞行报警装置	在所有气候条件和夜晚都非常有效	对于一些级别的飞机操作台而言，装载这种系统需要得到批准	超过 2500 台在使用，瑞士，奥地利和德国。
撞线防护系统 (WSPS)	多个切割器	安装简单	以小于 60° 的角度撞线，无法切割；速度超过 30 节才起作用	
电力线缆检测器	由安装于驾驶舱内的电子单元和安装于机身上的鞭状天线组成	在所有气候条件和夜晚都非常有效	无法检测牵索、电流微弱的电话线以及未通电的电力线缆；无法告知电线与飞机的相对参考方向	
障碍物感知系统雷达	雷达（电子箱和传感器）	在雨雾环境中仍旧有效	无法检测飞机后方或正上方的物体	美国，欧洲
激光障碍物感知系统	由安装于机身上的扫描头和驾驶舱内的电子控制箱组成	能够指向飞行员想要探测的方向	成本高；重量重	
可视激光雷达显示器	激光雷达	恶劣的气候（雨雪）条件下有效	成本高；重量重	加拿大，德国，美国
近地警告系统 EGPWS	GPS 天线和近地告警系统计算机单元	能够告知飞行员向哪个方向飞才能避免撞上障碍物	数据库需定期更新	北美洲