

“飞行员和管制员均未遵守标准规则。”这是日前巴基斯坦航空部长针对空客A320型客机坠毁问题给予的回应。

发生在今年5月22日的空难事故终于揭开了谜底。得出这个结论,依据是失事飞机黑匣子读取的数据。作为每起飞行事故中出现频率最高的词汇,黑匣子成为破解空难之谜的关键。

那么,黑匣子到底是什么?

它真正的名字是飞行数据记录器。顾名思义,它是一种将飞

机飞行数据采集并存储下来的仪器,当需要了解飞行情况时,可以通过重放设备把这些信息读取出来。

当然,黑匣子不只是民航客机的“专利”。在军用飞机中,也装有黑匣子。无论是人们耳熟能详的F-16、幻影-2000等战斗机,还是C-135、P-3C等军用运输机和反潜机上,都装有黑匣子。为了提高飞行数据幸存率,F-16C上还装了两个黑匣子。

大连某航修厂高级工程师张明为您解读——

黑匣子里的“黑科技”

■韩 秋 孙 畅 宋 茹

军工科普

黑匣子并不黑,橙色“外衣”硬内核

黑色的,方盒子,易打开?提起黑匣子,不少人的脑海里会这样去联想。然而,这并不是黑匣子的“真面目”。其实,黑匣子并不黑,外形也不像个匣子。大多数黑匣子被漆成橙色,并带有反光条,便于飞行事故发生后很快被搜寻到。

为什么叫黑匣子呢?一种普遍流行的说法是,空难事故发生后,飞机往往解体,甚至被烈火烧毁,原本橙色“外衣”被烧灼成黑色,再加上人们对空难的忌讳,“橙盒子”也就变成了黑匣子。

黑匣子的诞生最早可以追溯到二战时期。1908年,世界上发生了第一起军用飞机事故。之后,随着飞行事故增加,人们迫切需要一种分析事故原因的仪器。

1939年,2名法国工程师发明了基于照相原理的记录器,随后1名英国工程师发明了钢丝记录器。不过,这些记录器仅用于记录试飞过程数据,并不具备抗毁功能,也不适用于飞行事故的调查。

直到1953年,美国洛马公司生产了109-C型飞行数据记录器,才具备了抗毁功能。当时,这型数据记录器仅装配在军用运输机等大型飞机上。

上世纪50年代,澳大利亚工程师大卫·沃伦设计了一款既能记录仪器数据、还能记录座舱声音的仪器,这便是黑匣子的原型。

从此以后,民航飞机才逐渐“享受”到了原本只有军机才拥有的“待遇”,装配了民用飞机黑匣子。

在实际应用中,军用飞机和民用飞机黑匣子的外观和功能差别并不大。

从上世纪60年代起,为了便于搜寻和发现空难现场中的黑匣子,世界上几乎每家航空公司都使用了橙色飞行数据记录器。

当飞机不幸失事后,外观醒目的橙色记录器易于发现。此外,部分黑匣子的外表表面还会标注“FLIGHT-RECORDER,DO NOT OPEN”(飞行记录仪,不能打开)的字样,并贴有反光标识,以增加夜间被寻获的概率。

在亮丽鲜艳的“外衣”下,包裹着黑匣子最为核心的部件——存储器。

现在较为常见的黑匣子外形尺寸相当于一个菠萝大小,而其存储器只有拇指大小,两者体积相差100倍以上。

虽然外形减小了,但存储器实现的功能却越来越强大,可存储25个小时的飞行数据和2个小时的驾驶舱语音数据。存储器的发展是一个漫长的过程,也是人类与飞行事故作斗争的过程。从莱特兄弟发明飞机后的50年里,设计师们使用了滚动纸筒、钢丝、铝箔带、磁带等各种记录数据载体,但均因体积大、记录数据少、抗毁性差等各种原因被历史淘汰。

上世纪90年代,随着计算机以及通信技术的发展,固态记录器研制成功,世界各国战斗机才普遍开始安装飞行数据记录器。

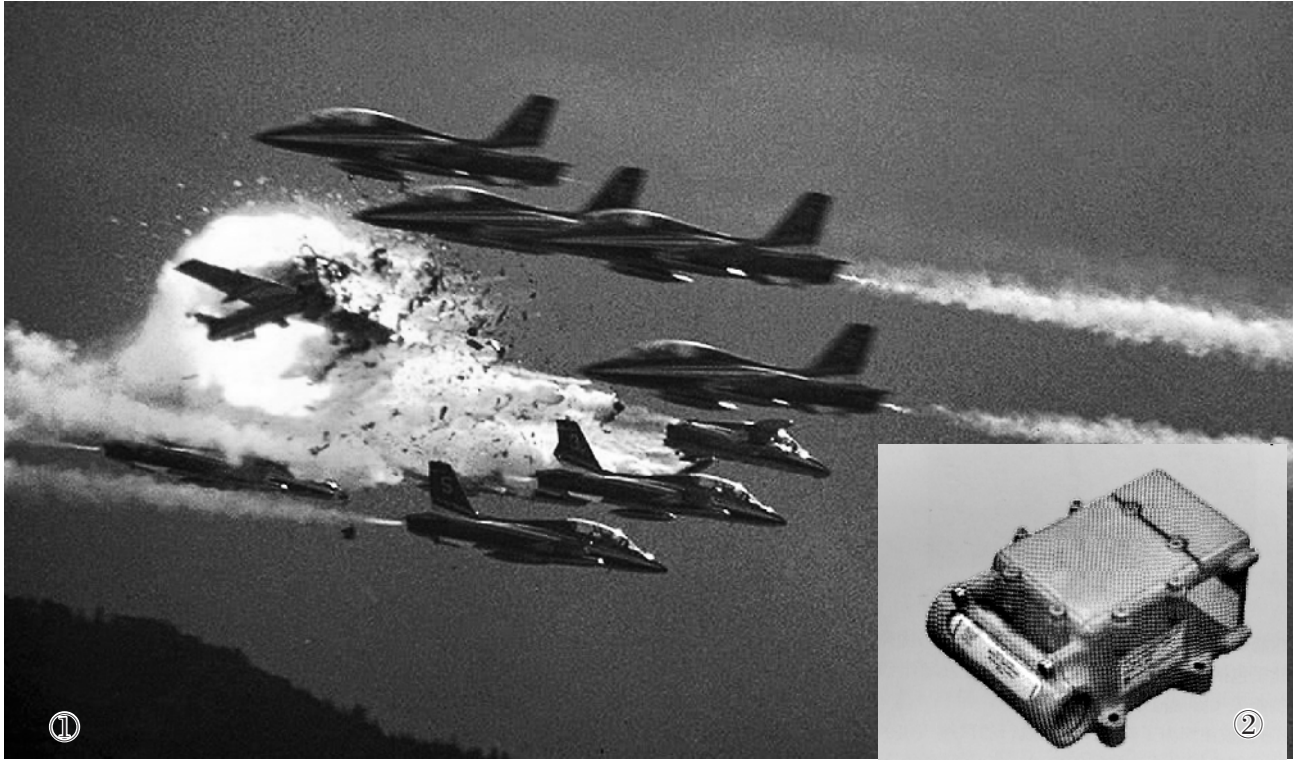
随着科技发展,记录数据参数已经从最早的几项数据发展到了上千项,飞机在飞行时的速度、时间、位置、发动机转速以及机舱内的对话信息都会被黑匣子完整记录下来。

前不久,巴西军方启用了伊利亚-达马德拉潜艇基地。作为巴西现代化程度最高的海军基地,它容纳该国正在建造的5艘潜艇,其中包括1艘核动力潜艇。

巴西核潜艇又要“重启”了?在2008年与法国签订军事合作和技术转让协议后,巴西的核潜艇建造计划一直备受瞩目。但直到今天,巴西的核潜艇仍未取得实质性的突破与进展。这段核潜艇“难产”经历,也从侧面说明“研发核潜艇,太难了!”

搞核潜艇,核反应堆上艇是第一关。潜艇内部空间狭小,搭载的各种作战系统很多,这就要核反应堆既要输出尽可能大的功率,又要空间设计得紧凑。

核反应堆过了外形设计关,上艇后



黑匣子的应用范围也变得更加广泛,在导弹、车辆、军舰上也可以找到它的身影。

抗摔耐压烧不化,拥有“金刚不坏之身”

作为飞行事故的“见证者”,黑匣子总能够在各种事故中“死里逃生”。

当飞行事故发生时,飞机往往从几万公里的高空急速坠落,还伴随着解体、燃烧,甚至爆炸。黑匣子会经历强烈的冲击、高温的灼烧甚至还有海水的挤压。

尽管如此,黑匣子仍然能确保最大可能地在极端恶劣环境下保存下来。

黑匣子为什么不会损坏呢?

其实,这一切都源于它独特的安装位置、结构和材料等,源自于它独门拥有的“黑科技”。

在对很多起飞行事故分析后,设计人员发现了一个让飞机设计者足以兴奋的事实——

综合各类数据分析,在飞行事故中保存最为完好的往往是飞机尾部。所以,飞机设计者一般都把黑匣子安装在飞机尾部。

更重要的是,黑匣子本身就有着“金刚不坏之身”。为了保存记录器内部的存储介质,这些年来,无论是军用飞机还是民用飞机的设计者,都在抗毁性设计上下了功夫。国外某军工企业拥有悠久的黑匣子制造历史,产品覆盖军用和民用两个领域,其产品横跨第一代战机到第四代战机。

有一段宣传片可以窥探究竟——

在该公司的试验室里,设计师正在对黑匣子进行分解和检测。把外壳拆卸后,我们能看到第一层防毁壳体。这一层防毁壳体采用高强度合金制造,是直接承受重力加速度的一道防线,能够防止内部存储介质受到强烈冲击造成的破坏。

第二层则是隔热填充物,大多采用干硅石、小苏打等隔热性较好的材料,可实现很好的绝热效果。

第三层是采用铝合金或陶瓷材料制造的小壳体,以及石棉、硅胶两层填充物。把这些材料剥开后,我们才能看到内部存储器的“真面目”。

还要在各种极端环境条件下保持良好的稳定性。振动、碰撞、功率骤变、操作不当……这些问题都可能造成核反应堆发生故障甚至泄漏,给核潜艇航行带来隐患。

如果说核反应堆是核潜艇的“心脏”,那么耐压壳体就是核潜艇的“骨骼”和“皮肤”。与常规潜艇相比,核潜艇外形尺寸更大,下潜深度、潜航时间、航行速度也远超前,这对钢材的强

这样层层包裹的设计,使黑匣子具有极强的抗火、耐压、耐冲击、耐海水浸泡、抗磁干扰等能力。

现在黑匣子的强度让最安全的保险柜都甘拜下风。它可以经受超过自身3500倍重量的撞击,在1100℃的高温下耐火1小时,能承受2吨的重物挤压5分钟,在汽油、酸液、海水等环境中浸泡30天以上,且能承受6000米深海压力标准。

这些严苛的标准是黑匣子安全性的体现。即便飞机摔得“四分五裂”,黑匣子也能将数据保存得完好无损,拥有名副其实的“金刚不坏之身”。

正是黑匣子的高可靠性,让其维修成为不可实现的任务。在日常维修中,修理厂只能对其进行数据检测,无法打开修理。一旦发生事故后,只要能够读取数据就已实现了价值,黑匣子自身也失去了修理意义。

小匣子功能大,全身上下“科技范”

对黑匣子来说,仅有“金刚不坏之身”是不够的,还要具备强大的专业功能。

黑匣子经历几代的发展,发挥的作用也在不断拓展。除了充当裁定飞行事故原因的“法官”,它还经常以“教官”的身份出现。

对战斗机来讲,黑匣子可以真实记录飞行员空中技战术动作,回放空战对抗训练的全过程,让飞行员完成飞行课目进行质量评估,让对抗训练有了权威的“裁判”。同时,黑匣子还可以监控飞机发动机的各种参数变化,帮助飞行员分析战术动作,研究论证新的战法,对于提高训练质量和预防飞行安全事故意义重大。

实际应用中,一些国外空军经常通过黑匣子对飞行数据记录进行复盘,为军事演习提供更加真实的数据支持。

很多人有疑问,制造这样一个硬核又神秘的黑匣子,要满足什么样的标准呢?

早在1958年,美国联邦航空局就颁布了第一部飞行数据记录器技术标准,对黑匣子的外观、尺寸、抗毁性等有了明确的规定。

随着世界航空工业的发展,飞机性

能越来越高,飞行数据记录越来越多,对黑匣子的制造提出了更高的要求。

不同型号、不同功用的飞机,黑匣子的制造标准也不尽相同。

目前,黑匣子的制造标准主要使用美国联邦航空局、美国航空无线电公司,以及欧洲民航设备组织等制定的标准,部分军机根据实际情况也有着特殊的要求。

无论是哪种制造标准,坠毁幸存能力是黑匣子制造最为关键的指标之一。

坠毁幸存能力要求越高,黑匣子设计制造的难度越大。通常情况下,设计人员很难实现飞机坠毁试验,导致试验验证这个环节成为一大难题。

强冲击试验是抗毁性试验中最关键的一项,也是困难系数最高的一项。利用常规的方法,很难产生规定范围内的冲击载荷。

为此,科研人员尝试将黑匣子带到空中抛下,利用火箭橇试验等方法,试图最大程度模拟真实坠机情况,但最终无一例试验成功。

经过多年的摸索,科研人员终于发现了一种全新的方法——利用压缩空气炮装置进行试验。

以国外某型黑匣子测试要求为例,进行这项试验需要将200多千克的重物从3米处落下,撞击黑匣子最为薄弱的轴线,且会在撞击装置上安装一个坚硬的钢钉,用于检测撞击力度是否达标。

撞击试验后,黑匣子完好无损才是合格的产品。

但这样就可以结束试验出厂了吗?不,还远远没有达到试验目标。

设计人员还要对黑匣子进行高温火焰测试,在1100℃的高温下承受不少于1小时的“烟熏火燎”。试验结束后,要确保其内部芯片完好,电路板能够正常工作。

除此之外,黑匣子还要经过静态挤压、深海压力、液体浸泡等重重考验,才能贴上“合格”的标签,最终顺利出厂。

对于黑匣子的性能要求,设计人员从来没有停下创新脚步。随着一些更加先进的技术不断投入使用,黑匣子的功能也将越来越强大。

图①:在德国拉姆施泰因航展上,意大利空军“三色箭”飞行表演队发生飞行事故。

图②:国外某型飞行数据记录器。

资料照片

建造核潜艇到底有多难?客观现实最能说明问题。迄今为止,世界上只有极少数国家具备建造核潜艇的能力。建造核潜艇,离不开国家强大的人力和财力支持,综合国力、科技实力是建造核潜艇的基础。

军 工 圈

历史钩沉

1958年7月26日,沈阳某机场。一架银色的教练机呼啸着向跑道滑去,尾喷流卷起一片热浪,加速后轻盈地飞向蓝天。

这次飞行,开创了新中国航空事业的新纪元。这架被命名为歼教-1的飞机,是我国第一架自主设计的飞机,也是第一架喷气式飞机。

歼教-1的成功,离不开国营112厂第一飞机设计室主任设计师徐舜寿与副主任设计师黄志千的共同努力。在中国航空工业艰苦创业的岁月里,这对拍档以精诚无间的亲密合作,点亮了中国航空工业从修理到制造、从仿制到自主研发的发展道路。

在我国第一型自主战机的机型选择上,两人一拍即合——首先设计的应该是教练机,既能“教练”飞机设计队伍,又能供空军训练歼击机飞行员。

一款高亚音速喷气式教练机的设计构想由此发端。在徐舜寿和黄志千的主导下,设计室很快提出了飞机初步设计的指导思想:“熟读唐诗三百首,不会作诗也会吟”,即广泛收集世界上各种飞机设计资料,择优而从之。

综合分析飞机的设计特点后,他们最终确定采取美、英式飞机机身两侧进气的设计布局,从而拓宽了飞行员视界。这种设计为之后安装更先进的战机遇雷达留足空间,对强-5、歼-8Ⅱ、飞豹等飞机设计产生了深远影响。

那时候,我国航空工业基础薄弱、人才匮乏。他俩一边带队伍、搞建设,一边争分夺秒地推进新飞机设计工作。徐舜寿负责统筹总体设计,而黄志千则重点解决气动布局结构设计、强度计算和重量控制等几个关键问题。在两人密切配合下,歼教-1从立项到首飞,只用了一年零九个月。

早在20世纪50年代初,时任航空工业局第一技术科科长徐舜寿和飞机设计组组长黄志千,曾联名写信给党中央,建议把航空工业中心建在东北,并主动要求去沈阳,在一线设计中国自己的飞机。

当时,徐舜寿和黄志千的家都在北京。徐舜寿的夫人宋蜀碧在北京对外文化部门工作,黄志千的夫人江载芬在北京一所中学当老师,两孩子都很小。

“只要搞飞机,到哪儿都行!”后来,徐舜寿和黄志千只身来到沈阳。住单身宿舍、吃集体食堂,有什么新的想法,马上聚在一起讨论,加班加点更是家常便饭。他俩心中始终有一个坚定的信念——造中国人自己的飞机。

徐舜寿和黄志千航空报国的理想,都源于相似的人生轨迹——成长于日寇入侵、民族危难的年代,选择报考了当时冷门的航空专业;赴欧美国进修学习飞机设计技术,学成后毅

航空工业的最佳拍档

徐舜寿和黄志千,两人互相视为知己。他们拥有共同的志向,痴迷于飞机设计事业——

然回国投身新中国航空事业……正是这些高度重合的经历,让他们成为一生挚友,一向少言寡语的黄志千对妻子江载芬说:“大家都知道,我们两个(指黄志千和徐舜寿)关系最好。”

1965年,黄志千因飞机失事不幸去世。那一年,黄志千51岁。当时,已调到西北从事大飞机研发的徐舜寿,无法赶来参加黄志千的追悼会。

徐舜寿志伤不已,特意向江载芬要来一套有黄志千本人签名的航空技术书籍,作为对好友的怀念。

3年后,徐舜寿也走完了自己的生命旅程,巧合的是,两人的生命都定格在了51岁。

斯人已逝,生者如斯。当年,他俩悉心培养的顾诵芬、陈一坚、管德、宋文骢等人,后来都成长为院士、飞机型号总设计师,并带出更多优秀的航空设计人才,继续完成他们为国造机的夙愿。

郝长虹:修惯导有一手

■崔 旭 韩 涵



电影《战狼2》中,中国海军舰艇千里之外发射导弹精准命中敌方坦克的场景让人印象深刻。事实上,要确保舰载武器打得准,除了武器自身精度外,惯性导航(以下简称“惯导”)十分重要。

在北部战区海军某航保修理厂,有句顺口溜——“姿态位置要找准,惯性导航不可少;惯性导航要修好,长虹师傅离不了。”大家口中的这位长虹师傅,就是该厂惯导车间高级工程师郝长虹。

郝长虹是维修惯导装备的一把好手。他排查惯导装备故障点,常常是“一找就准,一修就好”。

练就这手绝活,非一日之功。17岁那年,郝长虹来到当时的航保器材修理所,成为一名普通的电工。他通过自学考上大学,为之后的惯导装备维修打下了坚实基础。

上世纪90年代末,惯导装备在海军得到广泛应用。当时厂里维修力量薄弱,郝长虹凭借在导航车间丰富的维修经验,被派到惯导车间从事惯导装备的维修保障工作。

作为首批惯导装备维修人员,郝长

虹肩负着巨大的压力。有一次,某舰惯导装备突发故障,工厂领导派郝长虹上舰维修。找故障、查资料、问厂家……一个小小的故障问题,他愣是用了2个多小时才成功排除。

“没有两把刷子,上舰维修心里就没有底。”这次碰壁经历没有让郝长虹灰心丧气,他在心里铆足一股劲儿,自己一定要在惯导装备维修领域闯出一片新天地。他白天在各个保障点修理装备,对照说明书边实践边琢磨,晚上回到厂里就利用船上替换下来的旧装备,研究装备工作原理、梳理典型故障。

凭借这股刻苦学习的劲头,郝长虹逐渐成长为海军舰艇惯导装备维修领域的“大拿”。惯导装备发生故障后,郝师傅总是第一时间出现在现场,并快速排除故障。

还有一次,厂里接到紧急维修任务,某舰在演习前惯导系统发送装置突发故障,要求工厂立即派人前去修理。郝长虹主动请缨执行任务。

为了不耽误第二天的演习,郝长虹连夜开展排查。凭借过硬的维修能力,他快速找到故障点,并赶在天亮前将设备修好。

“郝师傅修惯导,确实有一手!”官兵对郝长虹赞不绝口。的确,从事舰艇设备维修工作43年的他,交上了一份令同行赞叹的成绩单——

先后参与保障过40余次重大演习任务,个人荣获军队科技进步奖三等奖、海军装备维修先进个人等荣誉。

如今,郝长虹已过花甲之年,但他仍忙碌于维修保障一线,将自己多年积累的经验毫无保留地传授给徒弟们。

大国工匠