科技与社会

从空难事件看航空安全与管控

□ 张　军

2014年3月8日，马来西亚航空公司由吉隆坡飞往北京的航班MH370失联，3月24日MH370被确认“终结”于南印度洋，机上239人，其中154名中国人，无人幸存。

2015年2月4日，台湾复兴航空B-22816飞机坠河。

2015年3月24日，德国之翼航空公司由巴塞罗那飞往杜塞尔多夫的航班4U9525撞山坠毁，150人全部遇难。

……

在移动互联如此便捷的时代，近年发生的这一系列恶性航空安全事件无疑给现代航空安全领域带来了极大冲击和震撼，其暴露出来的各种漏洞隐患也给我们敲响了航空安全的警钟。避免类似事件在我国发生，让飞机不再“失踪”，不仅是未来航空安全迫切需要解决的技术问题，更关系到我国国家安全和国际形象。

对马航MH370事件的反思

深入分析马航MH370事件，有几个典型的关键因素值得关注，比如：人为关闭二次雷达应答机、机载通信等关键设备，地面空中交通管制机构实际上就完全没有手段发现并跟踪客机的飞行航迹；由于未购买航空卫星服务，无法进行洋区内的航空通信；黑匣子至今未找到，没法进行事后分析；飞机失联地点位于飞行管制区交界，存在空管服务盲区，等等。

过分依赖驾驶员，无法防止人为关闭系统。在正常的航班上，为保证地面管制机构实时追踪飞行中的航班，一般采用飞机通信寻址与报告系统（ACARS）和二次雷达应答机。前者是一种在航空器和地面站之间通过无线电或卫星传输短消息的数据链通信系统；后者通过飞机发射确认信号的方式响应地面管制雷达的问询信号，能够实现飞行航班的大范围跟踪和辨识，是合作式航空管制的有效工具。

一般来说，只有两套系统同时出现故障，才会导致飞机失联。但有迹象表明，MH370的应答系统和ACARS系统很可能是被人为关闭的。由于目前国际航空界过于依赖飞行员的职业素养和合作模式推定，当MH370的应答机和ACARS系统被人工关闭后，地面管制机构实际上就完全没有手段发现并跟踪这架远程客机的飞行航迹了。

MH370事件促使国际航空业重新反思飞行员在航空安全中的关键地位。而今年发生的德国之翼4U9525撞山事件，更是有证据表明是一名驾驶员的非正常操作直接导致了这起非典型空难。因此，未来的航空安全保障环节上将会更多地考虑通过技术手段实现计算机辅助的人机混合智能决策机制，通过综合判断飞机状态和驾驶员非正常操作行为，杜绝马航和德国之翼悲剧的重演。

另外，几乎每隔一段时间（一般10~30分钟一次），国际海事卫星就会发送一个消息给飞机上的通讯系统，要求飞机简单地进行回应，以表明它仍在保持联系。事实上，在MH370失联后，飞机上的维修诊断系统确实曾发出“ping”指令与卫星连接。但遗憾的是因为成本问题，马航没有订购航空卫星服务，所以没有建立有效的数据连接。

这说明只有建立不受人为控制的空天地持续通信技术，才有可能在今后避免类似马航MH370这种“主动失联”的恶意情况再现。

无法实时获取飞行信息，数据保存机制不完备。对于航空事故，所有飞行数据都被储存在被俗称为“黑匣子”的飞行记录器内，因此找寻到黑匣子至关重要。尽管黑匣子技术已经投入应用60多年，但关键技术并没有太大提升，尚停留在仅依赖黑匣子进行离线保存和事后分析阶段。

实现所有飞行航班的实时在线黑匣子功能已经逐步成为行业发展的紧迫需求。实际上，MH370装备的Trent800发动机就具备使用卫星通信实现在线数据回传的能力。罗罗公司为了监控上千台Trent发动机的工作状态，建设了引擎健康管理系统。如果在这类应用的基础上再进一步，最终实现整架飞机的在线健康管理和数据回传，就可以替代飞行记录器，实现全过程数据在线保存，从而确保地面机构能够在任意时间精确获取飞行的运行状态。

全球航班运行监控能力不足，全球化管控机制不健全。由于没有对洋区和偏远地区进行有效通信和监管，当MH370进入雷达监控系统无法覆盖的死角，以及国际航空管制区交界的盲点时，来自MH370的音讯全无，这说明全球航班运行监控能力明显不足。

而由于缺乏全球性的应急协调机制，当飞机确认失联后，马方也不知道应该找谁来帮助锁定飞机的走向。我国也只能依靠他国给予的二手信息指挥搜救，这一重大机制性缺陷直接导致搜救工作启动缓慢且效率低下。

经过多年的建设与发展，我国已具备在飞机执行长距离、跨国界的飞行任务时，保证飞行器全球数据通信、导航和监视的信息保障能力。但是从MH370事件看，必须进一步建立独立于飞行员操作的广域、实时的全球航空监视系统。国际民航组织（ICAO）积极研究和推荐各国使用这种独立的全球性的通信、导航和航空监视系统，以形成完备的全球飞行态势监控能力，从而提升全球国际航空安全水平。

对航空安全重要性的再认识

众所周知，国家空域安全是国家安全的重要组成部分，其内涵主要包括航空安全（safety）和航空安保（security）两个主要领域。前者是为了“飞得好、管得好”；而后者的工作核心则是反恐。

当前航空安全与否，尤其具有重大政治经济影响。根据国际民用航空运输协会（IATA）估计，航空运输对全球GDP的贡献率为8%，仅次于食品和石油化工。而这也就意味着，一旦发生恶性航空安全事件，不仅会极大损伤航空业的健康发展，作为一个对国民经济贡献极大的行业，其带来的巨大损失将是无可估量的。一个最极端的例子就是，美国“9·11”事件直接诱发了阿富汗战争，并导致国际经济进入下行通道。有数据显示，国际航空业损失愈百亿美元，航空业裁员人数超过100万；至少10家美国航空公司申请破产，15万工作岗位被削减；美国经济步入下滑，损失累计达到了400亿美元。

MH370事件同样对国际经济政治产生了重大影响：马航破产，马来西亚国内经济遭受重创，国际航空制造业和空管行业遭受质疑和信任危机。



对我国航空安全高效管控的展望

MH370事件发生之后，我国已经采取了一系列积极的应对措施。中国工程院启动了进一步提升我国航空安全管控能力的咨询研究项目，形成了相关咨询意见，为高层决策提供重要依据。从空域管控和通航产业的发展看：

空域管控方面应推进四个“一体化”。当前，我国航空安全的整体形势良好，但毋庸讳言，现有空域管控模式也面临着挑战。今后构建统一的国家航空安全体系，必须突破以下几项关键技术：尽快完备机载航电系统、地面空管系统的一体化建设，确保未来航空器能够在飞行过程中“永不掉线”；适时构建以天基自动相关监视为核心功能，航空通信、导航、监视一体化的空事卫星系统，确保未来我国航空器能够“永不迷路”；尽快推进“北斗”导航标准的国际化和空管全球运行的一体化，确保未来我国航空器能够“永不丢失”；全力促进我国大飞机设计、制造、服务一体化，确保对空域安全、航空产业全流程的把握和掌控。

通航产业方面应加快空域管理改革。值得注意的是，国家空域安全不仅局限于已有的高空航路和民航商用飞行，同样涉及我国全面起飞的通航产业链和近期蓬勃发展的无人机产业。

2012年发布的《关于促进民航业发展的若干意见》明确了通用航空要实现规模化发展。未来10年，通航市场需求超过6400亿元。随着低空空域管理改革的推进，我国通用航空将迎来大发展的战略机遇期，成为与汽车比肩的产业。

但低空空域管理改革无疑面临着空域安全的挑战，2010年至今，每年都会发生10~20起通用航空器飞行事故。而通用航空的多样化特点所带来的潜在威胁，更使得高层决策者和安全专家们面临巨大挑战，其安全威胁不仅来自本身的缺陷，更来自于恐怖分子可能将其作为发动恐怖袭击的武器。

未来，通用航空安全必须从两个方面着手：提升低空管控能力，建立低空空域飞行服务保障体系，实现“管得着”；提升通航机载设备能力，完善通航低空飞行自主探测与避险方案，解决“看得到、连得上”，以提升航空安全系统的整体保障能力。

无人机作为通用航空器的典型代表，在现代战争中有着极其重要的作用，在民用领域更有广阔的应用前景。美国《航空与太空技术周刊》刊登的分析报告称，自2014年算起，未来十年，世界无人机市场规模将达到673亿美元。

但无人机显然是把双刃剑，未来无人机的快速发展无疑将给空域安全带来新的威胁，其应用爆发，也隐患巨大。机上无人化、准入无规化、运行无序化，带来的“看不见、联不上、管不住”现象，无不让人担忧。要实现无人机安保，我们必须看得清、管得住，建立和完善适应无人机安保的监管流程、机载系统架构、空管体系架构，以应对未来无人机产业的迅猛发展。

从上世纪初莱特兄弟试飞成功至今，人类现代航空业发展已经超过百年，应用于航空安全的技术也在不断发展。而每一次空难或航空事故的惨痛教训，都会推动技术和管理不断进步和快速完善。

马航MH370事件之后，我们在从技术层面研究探讨如何避免系统性风险的同时，更应革新航空安全理念，努力构建国家航空安全体系。这是对我国空域安全核心支撑体系的完善，是对国际航空安全的有效补充，体现了我国作为负责任大国的一种努力、一种担当。

当代世界军事

从《新指针》透视日美同盟合作新趋势

□ 江新凤

2015年4月27日，日美两国外长和防长在纽约举行“2+2”会议，发表了新版《日美防卫合作指针》（下称《新指针》）。这是日本第二次修订《日美防卫合作指针》。首份“指针”制定于1978年，1997年首次修订，此次修订在日美合作机制、时机、范围、内容、领域和针对性等方面均有新的变化，预示着日美同盟合作将向全时态、全地域、全领域、全方位方向拓展。其核心思想是进一步强化日美同盟，大幅拓展日美同盟合作空间，使其成为能进行联合作战的全球性同盟。

协调机制常设化。日美重新修订防卫合作指针的目的之一，就是要建立军政一体的同盟关系，在加强两国政府间安全政策协调的同时，加强同盟内部协调，举国“无缝、强力、灵活、有效”地联合应对各种事态。因此，《新指针》提出要新建一个常设的“同盟协调机制”，以确保双方从平时到战时各个阶段，从政策与运用两个层面对各项活动进行协调。日美建立同盟协调机制的意图有三。一是强化实时情报共享，取得一致的形势认知。二是加强作战层面的协调。双方互派军事人员，随时保持密切协调。三是制定联合作战计划。两国政府依托由各自相关机构组成的联合计划制定机制，制定应对各种紧急事态的联合作战计划。据此分析，日美双方将像制定美韩联合作战系列计划那样，针对东海、南海、台海、朝鲜半岛可能发生的各种事态制定相应的联合作战计划。

合作时机全时化。由“平时、遭到武力进攻、周边事态”扩大到“从平时到紧急事态的整个过程中”，强调要从平时到战时的各个阶段进行不间断的“无缝合作”，以确保日本的和平与安全。具体分为五种情形：平时，日本和平与安全受到威胁时，日本受到武力攻击时，日本以外的国家遭受武力攻击时，日本发生大规模灾害时。无论是平时还是战时，是遭到传统安全威胁还是非传统安全威胁，是日本遭到威胁还是美国及其他“关系密切国家”受到威胁，日美都可以根据需要进行军事合作，合作时机较以前大为拓展。特别是



《新指针》在日本法律上尚未正式解禁集体自卫权的情况下，允许自卫队行使集体自卫权，为制定日美联合作战计划提供前提条件。

合作范围全球化。《新指针》强调日美同盟具有“全球属性”，把日美合作的地域范围由“日本及周边地区”扩大到“日本、亚太乃至更广阔地区”，并明确提出不再为合作限定地理范围，使日美同盟成为全球性合作同盟。这意味着，日本军事力量可以跟随美军走向海外，从而达到“借船出海”、海外用兵的目的，同时日美联手军事干预国际和地区冲突的可能性大大增加。

合作内容多样化。《新指针》详细规定了各种情形下双方合作的内容和方式。平时的合作方式主要包括：情报搜集、警戒监视与侦察，防空反导，海洋安全保障，装备防护，训练演习，后勤支援，设施共同使用；日本和平与安全受到威胁时的合作方式主要包括：非战斗人员撤离，海洋安全保障，难民处置，搜救，设施与区域警卫，后勤支援，设施使用；日本受到武力攻击时，日美两国政府将进行通力合作，并采取防空、反导、海域防御、地面防御及跨域作战等联合作战行动，及电子通信、搜救、后勤支援、核生化防护、设施使用等作战支援行动，等等。合作内容由美国协防日本，扩大到日美联合作战、跨域作战，由日为美提供后勤支援扩大到相互使用设施、核生化防护等更广泛合作范围。作战样式也由传统的防空、反潜等扩展到联合反导、跨域作战等，从而使日本发挥军事力量作用的舞台空间大大拓展，而且日本自卫队在日美联合作战中的作用更加突出，“日主美辅”、相互支援的趋势明显。但日美实施联合作战时，双方仍按各自指挥系统指挥各自部队的行动。

合作领域全维化。日美军事合作从传统军事领域向新兴领域拓展，由陆、海、空防御作战向陆、海、空、天、电、网，全时空、全维度联合作战拓展。《新指针》首次明确将太空和网络空间纳入日美合作范畴，强调政府和军队要加强太空和网络空间领域的合作。在太空领域方面，将加强太空系统抗毁、太空监视、情报共享、装备技术、早期预警、定位导航、指挥控制等方面的合作。在网络空间方面，将加强情报共享、经验交流、网络监视、网络系统抗毁、网络安全、联合演练等方面的合作。表明日美两国已将太空和网络空间作为军事合作的新舞台，试图在新兴战场空间占据制高点，为其日后进行跨域联合作战打下基础。

合作对象多元化。前两版“指针”均未涉及第三方合作，但此次《新指针》强调要强化三边及多边安全与防卫合作，特别是与域内外伙伴国及国际机构的合作。日美军事合作将向“日美+1”“日美+X”拓展，建立日美澳、日美印、日美韩、日美菲、日美越等三边以及日、美、澳、印、韩、东盟等多边安全合作机制。比如建立日美韩三国情报共享机制，特别是在南海局势升温的背景下，日本加强与越、菲等国的军事合作，向其提供巡逻船等装备，帮菲训练海岸警卫部队，参加美澳、美菲联合军演等，目的是通过加强双边和多边军事合作提升自身地位，塑造有利于日本的地区和国际安全环境。

提升遏华力度。《新指针》文本中虽未提中国，但“确保太空系统抗毁能力”等措辞，明显是针对中国反卫星而言的。此外，从强化防空反导能力，根据航行自由等国际法采取各种措施维护海洋秩序，日美投入陆、海、空或两栖作战部队联合实施地面防御作战等行动构想中，均能读出针对中国的含义，体现了日美强化同盟针对中国的一面。在美国推行亚太再平衡战略和中国综合实力迅速上升的大背景下，日美加大了联手遏华的力度。特别是在东海和南海形势升温的背景下制定这份文件，以中国为对主要防范和遏制对象的意图是不言而喻的。日本媒体评论指出，《新指针》出台目的之一就是为了对付中国，尤其是为了应对中国“可能武力改变钓鱼岛形势现状”。

从上述分析看，日美同盟合作协调进一步加强，合作时机和领域进一步拓展，合作多边化、全球化趋势明显，合作分工进一步明确，日本自卫队在日美联合作战中的作用更加突出，集体自卫权被解禁，日本追随美军联合武力干预周边安全事务的可能性增大。这意味着我国在处理和解决台湾问题、钓鱼岛问题、南海问题时，将遇到日美联手干预的局面，在发展太空和网络空间技术、拓展海上安全利益等方面，也将会遇到更大的阻力和困难。

对此，我们一方面要“不怕鬼、不信邪”，坚决维护领土主权和海洋权益，另一方面要密切关注日美联合作战计划的进展情况，制定并完善各种应对预案，扎实推进各项军事斗争准备，提高慑战、止战、胜战能力。

强化数据思维

□ 张联义

“世界的本质是数据，大数据将开启一次重大的时代转型。”被誉为“大数据商业应用第一人”的科学家维克托·迈尔·舍恩伯格的这句话同样适用军事领域。世界正跨入大数据时代，未来战争具有“大数据战”的基本特征，我们要着眼现代战争特点规律，树立运用作战数据分析、解决作战难题的理念，强化数据思维，注重从数据分析入手，深入破解作战难题。

采集作战数据实现“先机制敌”。“兵无常形，水无常势。”机械化战争时期，囿于信息网络技术水平较低，作战体系内部结构松散，要素能力简单相加便构成整体战斗力。数据多是静态的装备性能、兵力部署数据，主要用于兵力、火力计算。信息化战争衍生海量数据，仅依靠人脑、靠传统指挥决策已无法驾驭战争，依托网络物理连接体系，应用数据决策指挥成为发展必然。以数据库作支撑，快速分析研判敌我优势与劣势、预知力量强弱转化和态势变化，有着极其重要的作用。因此，要切实增强“数据制敌”意识，着力抓好数据采集工作，建立完善的数据库，通过数据快速高效流动，准确及时释放广域分布的火力、信息力、机动力，先敌一筹以“快”制“慢”。

抢占数据优势赢取“信息主导”。大数据改变了战争形态和作战样式，实时的战场信息、各种侦察平台搜集的信息等，都以数据形式存在并发挥作用。拥有对海量数据占有、控制、分析、处理的主导权，就能以信息流主导物质流控制能量流。战争实践证明，信息主导在体系作战中愈发重要。过去搞作战能力对比，主要看谁的先进武器数量多、看得远、打得准，现在还要看数据质量和应用保障水平；过去组织作战行动，往往是人在决策打击回路中全程主导干预，现在是依据体系数据链关键时机重点介入，取得发现即摧毁的“秒杀”效果。

依靠数据信息实现“精确作战”。数据是战斗力生成的核心要素。信息化战争的空间无限扩大、力量高度融合、装备逐步智能，需要通过精细筹划、精确计算和精密论证，实施全方位、全纵深、多层次的精确侦察、精确指挥、精确协同、精确打击、精确保障，才能以最佳作战资源配置获取最大效益。战争制胜机理的这一变化，势必要求借助作战数据发展精确作战的方法手段。信息技术和信息化武器装备大量应用于战场，作战样式由规模制胜向精确制胜转变，使在最恰当的时间、动用最恰当的力量、运用最恰当的手段、打击最需要打击的目标，成为“数据战场”的现实。

军事变革