

低空经济视域下 机场低空安全底座的构建

——以杭州萧山国际机场为例

■ 金 航

摘 要 低空经济蓬勃发展，更加凸显低空安全的极端重要性；无人机成为影响机场低空安全重要因素；机场低空安全的风险主要有无人机快速普及与新技术快速迭代、无人机的监管壁垒重重以及无人机场景执法难度较大等；构建低空安全底座是应对风险的关键举措，要注重顶层谋划、重塑低空安全观，要构建纵横防控体系、实现精准“反无”，要坚持“三轮驱动”、打通“放管服”最后一公里，要深化共治警务战略、开创群防群治新局面。

关键词 低空经济 大型机场 低空安全底座

党的二十届四中全会提出“要着力打造新兴支柱产业，一体推进低空经济等战略性新兴产业”。基于统筹发展与安全的理念，低空经济产业作为驱动新质生产力发展的重要引擎，随着其潜在价值的进一步释放，亟需高度关注低空安全问题，特别是针对无人机发展对机场通航、重点单位等领域的安全挑战。为此，本文以杭州萧山国际机场在构建低空安全底座的探索与实践为例，对标浙江省“两个先行”示范区在2025年全面建成高水平民航强省和低空经济发展高地，立足机场公安职能定位，以守护机场净空区的空域安全为职责使命，通过系统分析研判机

场低空安全存在的风险隐患，提出构筑机场低空安全底座、助力低空经济蓬勃发展的若干对策。

一、问题的提出

2023年，中央经济工作会议首提“低空经济”的概念，明确提出要大力发展低空经济等战略性新兴产业。2024年，低空经济作为新增长引擎之一首次写入政府工作报告。2025年，政府工作报告提出“推动商业航天、低空经济等新兴产业安全健康发展”，直至写入中共中央关于制定十五五规

作者：浙江省公安厅机场公安局四级警长

划建议。当前，我国低空经济快速增长，从 2023 年的 5059.5 亿元到 2024 年的 6000 多亿元，2025 年预计将要达到 1.5 万亿元。民用无人机作为低空经济发展的主力机型，截至 2024 年 8 月底我国无人机实名登记数达 198.7 万架，颁发无人机驾驶员执照 22 万本，相比 2023 年底分别增加 56.8% 和 13.9%。无人机产业的广泛应用与发展，推动了物流配送、应急救援、航拍摄影、农业植保等多个领域低空经济的发展。

无人机作为低空经济发展的重要载体，从最初的研制成功到快速发展，已历时百年。无人机违规飞行是当前影响低空安全最重要因素之一，无人机扰乱民航交通正常秩序的事件在国内外频发。如 2018 年 12 月盖特威克机场无人机事件，2024 年 9 月的天津滨海国际机场无人机事件。事实表明，无人机对机场低空安全构成重大挑战，机场的管控措施也没有起到预期效果。习近平总书记多次强调，要坚持统筹发展和安全，坚持发展和安全并重，实现高质量发展和高水平安全的良性互动。探索构建机场低空安全底座，从政治上看，机场低空安全底座是国家战略，是捍卫国家政治安全、维护社会稳定、保障人民安宁的重要手段；从经济上来看，是加快民航业、无人机产业在互融互促中形成新兴产业链；从国防上看，是国防战略防御工程，对加强国防建设具有重要意义。

为保障民航飞行通畅、确保低空经济有序发展，浙江机场公安在前期探索和实践的基础上，提出机场低空安全底座的构想，通过秉持空域“可防可控可享”理念，创新提出“限飞区越小、越精准、越严格、越安全，开放区越广、越规范、越自由、越繁荣”的辩证观点，以适配未来低空经济和民航产业的蓬勃发展。本文将以此为问题导向和目标

导向，就如何构建低空安全底座展开分析和研究。

二、机场低空安全的风险与挑战

我国机场现行的无人机监管框架，基本沿用传统的以安全本位的偏保守型航空监管体系，较难适应以发展本位的低空经济产业体系，以满足运营形式多样及旅客、货物对进出机场方式的多样需求。该体系不仅限制机场周边低空经济产业发展，也阻碍了机场接纳无人机的蓬勃发展。机场周边空域无人机“黑飞”等情形虽总体可控，但风险挑战日趋严峻，存在无人机快速普及、新技术快速迭代、监管壁垒重重、执法难度较大等实际问题。不少单位对无人机避之不及，凡事搞“一刀切”，使得空域资源利用不高、企业收益有限，进一步阻碍了低空经济的高质量发展。

（一）无人机快速普及新技术迭代加快

当前，无人机自主配送新商业模式快速兴起。机场作为重要的交通枢纽，是航空货运的重要集散地，大型机场普遍存在各类物流基地、货代公司，无人机的低空运输可以大大缩减货车运输的时间成本和人力成本。如何解决无人机低空运输时不影响航班飞行任务，是一大挑战。加之，目前的无人机系统存在的可靠性和韧性隐患，还不容忽视。无人机具有难以探测、追踪的特性，其准入门槛相对较低，市场上无人机种类繁多、性能差异显著。这类无人机在自主飞行和通信链路方面存在不稳定性，在低空飞行过程中可能出现飞离预定轨道或划定空域范围的情况，进而对航空安全和公共秩序构成严重威胁。此外，无人驾驶航空器在低空飞行过程中会产生电磁信号干扰，对无线电通信造成

干扰或中断，从而影响无线电频谱的正常运用和管理。2018年某月某日晚，西安市投入千万资金策划了千架无人机表演，但因信号干扰而陷入混乱，无人机出现无序“乱码”情况。该事件反映我国民用无人机在抗扰稳定性方面仍存在一定的缺陷。

无人机“黑飞”现象多发，是影响机场空域安全的重要因素。无人机“黑飞”“乱飞”进入净空区域，突破安保防线，对重要航空设施构成潜在威胁的同时，也会干扰飞机起降，甚至引发机毁人亡的灾难。《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》中明确规定，机场及周边一定范围内的管制区域内未经审批不得放飞无人机。近年来，机场无人机安全事件频发，对民航业构成全球性挑战。如2014年12月，英国伦敦希思罗机场和盖特威克机场分别发生民用无人机入侵事件，且均发生险些撞上正降落的客机的险情。据美国联邦航空管理局统计，仅2014年下半年接获航空公司、私人飞机驾驶员和航管人员报告的民用无人机逼近航道报告就已经高达175次，其中还包含多起民用无人机与大型飞机仅隔几秒或差几英尺就相撞的事件，对公众生命安全威胁甚至已高过恐怖攻击。据不完全统计，2024年我国累计发生十余起疑似无人机扰航事件，造成了不同程度的航班延误。2025年9月11日期间，我国天津机场遭遇疑似无人机扰航，造成多架次航班延误、取消和备降，数千余名旅客受到影响，直接或间接造成较大经济损失和不良社会影响。

（二）无人机日常监管壁垒重重

机场防控能力差异化明显。根据《民用机场飞行区技术标准》，各机场在建造之初就对跑道长度和飞机翼展间距进行了规划设计，将机场划分不同等级。机场的等级划

分明确不同机场能起降的飞机类型、年吞吐量旅客和货运量的多少，这意味着机场等级越高，航班架次就越多。若发生无人机等扰航事件，高等级机场受影响的航班架次、旅客人数更广，经济损失更大。所以，高等级机场相较于低等级机场在防控需求上就会更高。各机场因等级不同经费投入亦有区别，例如4F级机场的管理机构在安防设施配备、项目研究、人员巡查等方面投入会远超于4E、4C等机场。机场管理机构属于企业性质，若是按照高等级机场的标准开展，则会考虑投入与效益的比值，这也就进一步导致防控能力差异显著。

管理部门职责边界模糊。机场周边空域的无人机管理较为复杂，涉及的环节众多，对跨部门协同作战要求高，部分机场为军民两用，需跨部队，导致责任界定更为复杂。其中，无人机生产企业由市场监管部门主管，无线电频段由工业和信息化部门监管，民航管理部门负责实名登记等飞行活动监管，空域审批权在军方管理部门，公安机关对未实名登记及在管制区域内飞行的行为予以处罚。机场所在人民政府和机场管理机构承担净空区保护管理职责，操纵资质的核发主体多元，包括企业与协会等。尽管已有不少法律法规与政策文件加以规范，但由于具体要求和标准主要是依靠监管部门和地方性法规，文件位阶不高，使得多个管理主体出现管理内容交叉、标准难统一。

涉无人机信息交互不畅。因管理部门隶属不同，未形成逻辑严密、环环相扣的管理体系，多呈现“片段化”的管理特征，致使大量信息交互不畅通。当前，国内尚无跨部门的净空区无人机安全管控数字化系统，国家无人驾驶综合监管服务平台的数据也未能与公安、空管等机场净空区监管部门互通，

公安与机场、空管部门之间并未建立数智化业务模块，如遇紧急情况仍然靠电话沟通联络。例如，在杭州萧山国际机场查处的某省首例涉及无人机“黑飞”的刑事案件，嫌疑人通过二手平台、短视频接单等形式为他人提供伪造公章、代办解禁服务，订单更是遍及多个省份和城市。这是官方与厂商的申请特殊解禁平台信息互不通畅导致飞手钻空子的典型案例。

（三）无人机场景执法困难重重

当前，涉无人机的法律法规主要是防无人机“黑飞”，而“黑飞”本身还不是法律概念，仅为是行业俚语或术语。最初是指未取得私人飞行执照或飞机未取得合法身份的飞行，后来应用到了无人机领域。一般指三种情形：操控员未取得飞行执照、无人机未实名登记及飞行申请未提前审批。目前部分法规、法条之间存在交叉，上位法与下位法部分条款也有冲突，某些省市地方性法规差异很大，在无人机管控力度，开放程度不同。执法中主要存在以下问题：

执法依据多元化。涉及民用无人机的执法不仅需要遵循《民用航空法》《治安管理处罚法》《行政处罚法》《公安机关办理行政案件程序规定》等法律法规，还要根据无人机行业领域内的各类法规、规章，如《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》与各地制定的无人驾驶航空器公共安全管理规定，以及其他涉及无人机违法飞行条款的法律法规。目前较常见的违规情形如：未实名登记实施飞行活动、未经审批在管制区域内飞行、非法破解电子围栏、无资质或超资质范围飞行、未履行飞行活动报备、报告义务。但在实操层面，仍面临一些法律无法适用的情形如：飞手使用他人实名注册的无人机进行飞行任务等，导致失管严重。

查处对象复杂化。无人机是立体空间范围飞行活动，其违规违法的查处场景不同于传统违法行为，公安机关不仅需要在地面搜寻飞手，同时也要将升空的无人机予以控制，而针对机场周边空域的“黑飞”情形，更要高效协同、快速反应、精准处置。无人机体积小、飞速高，在机场周边区域光用人眼和监控探头难以发现。还有，无人机飞距远、待机长，对升空、降落的环境要求不高，飞手较容易隐蔽。往往发现或者探测到的无人机和飞手之间距离较远，公安机关搜寻、控制飞手难度加大。

执法人员要求专业化。国家发改委于 2024 年 12 月正式设立低空经济发展司，工业和信息化部、中国民用航空局、中国气象局、科学技术部均围绕低空经济成立了相关的工作组和中心，体现了政府积极发挥主导作用。机场公安作为护航机场发展的重要力量，承担制定应急预案、完成底数排摸、接收黑飞举报、督导反制设备、开展警示宣传等职能，但因机构编制，无人机防控未单列警种部门，由特警支队兼任，人数少、能力素质跟不上。

反无技术滞后化。无人机技术已将 5G 网络、AI 视觉制导、自主协同及自组网控制等前沿技术与无人机深度融合，随着无线电自动跳频、光纤通信等反制对抗技术的兴起，推动无人机控制体系向数字化、智能化与集群化蜕变，还赋予更强的技术适应性与抗干扰效能。相反，反无技术的研发则明显滞后，目前仍沿用基于无线电频谱原理的反无人机技术（如 AOA、TDOA 类设备），因其对电磁环境的固有干扰性，极易对机场运行秩序造成不良冲击，机场对电磁环境兼容性要求高，对无线电干扰设备持谨慎态度。目前还没有符合机场防御要求的无人机干扰

设备和可参考的技术标准。此外,激光拒止、自动追击截击机等新兴技术在技术成熟度与制度适配性方面的双重短板,均限制了其在反无人机领域的有效普及与应用拓展。

三、构建机场低空安全底座的理论与架构

无人机主导的低空经济引领新业态、新产业、新技术发展的同时,针对各类的无人机安全问题,已有学者从利益相关者和风险规制理论视角提出安全管控新思路,但基于大型机场特殊场景低空安全管理的基础理论研究较少,对实践的支撑度明显不够,需要进一步加强构建低空安全底座的理论研究。

(一) 低空安全底座的理论基础

低空安全底座是要规避未来无人机可能带来的风险,采取控制和消除等措施,降低风险演变成现实的损害,以实现最小的成本换取最大的效益。面对无人机安全问题,以静态、孤立方式难以解决统筹飞行安全和服务低空经济的目标,必须用系统方法来解决低空安全领域中所面临的各种问题。系统方法是机场低空安全底座构建的理论依据。当然,系统研究方法主要有控制论、系统论、信息论以及后来的耗散结构理论、协同学、突变论等,从实践探索和理论研究看,融合以系统论、控制论、信息论为基础的理论,对构建低空安全底座具有一定的指导意义。

系统论。系统论是从系统的集合性、关联性和目的性的特点出发,着重于分析作为一个整体的对象和过程的各种联系,从而达到在整体上优化系统的行为,是当前方法论体系中最具前沿、最具优势的方法。首先要善于统筹好机场低空安全与低空经济机场的关系,不搞盲目的一刀切的管理模式。其次,

低空安全是整个低空安全系统中的子系统,其本身也是一个社会系统,具有社会系统的性质。机场低空安全系统关键是协调好机场与地方、公安与其他单位之间的关系、处理好物技的“三防”建设,不断提升防控技术、科学布置设备、强化人才队伍建设。以系统论思维开展机场低空安全体系建设,对于科学地筹划、组织低空安全工作,有效打击和防范各种“黑飞”活动,减少因“黑飞”等活动所造成的经济损失和人员伤亡,具有十分重要的作用,也是从更高角度研究机场低空安全工作,为城市域等低空安全工作提供新思路。

控制论。控制论是研究动物(包括人类)和机器内部的控制与通信的一般规律的学科,着重于研究过程中的数学关系,综合研究各类系统的控制、信息交换、反馈调节的科学。西方犯罪学领域中,最为著名的就是赫希的社会控制理论,其理论的核心概念是社会联系。他认为,任何人都有犯罪的倾向,如果不进行控制的话,任何人都会进行犯罪。低空安全从本质上讲是一种社会控制,究其原因就是随着低空产业的快速发展,社会关系对人的制约作用减弱,“黑飞”现象日益严峻,如何调解飞行安全与服务产业之间的关系。通常的路径一方面是将非正式控制和正式控制相结合,由政府部门依据法律规范实施的行为视作是对低空安全的正式控制,将公民个人或其他社会组织出于个体安全需要依据乡规民约、单位规章等社会规范实施的治安行为视作是对低空安全的非正式控制。另一方面是做好外在的社会控制和内在的社会控制。所谓外在的社会控制,是指低空安全主体利用外在的力量如政权、法律、纪律、习俗道德、舆论等来对防控对象实施控制;所谓内在的社会控制,指人们通过自

身的修养和所受的教育，树立正确的人生观、价值观，自觉运用各种社会规范来约束自己的行为，使之不越轨。

信息论。信息论是通过深入研究运用信息的基本属性、特征、功能与作用，建立一整套理论与方法。信息论方法是现代科学技术中研究事物的复杂性、系统性和整体性的一种不可缺少的科学方法，它具有三方面的特征：一是信息论方法是以信息观点来考察控制系统的行为和功能结构；二是信息论方法是从信息的获取、转换、传输、存储过程来研究控制系统的运动规律；三是信息论方法是利用信息加工的现代化技术来认识客观世界和改造客观世界。信息论方法为低空安全底座的建设提供了新的观念和手段方法。在反无人机能力建设上，公安机关运用信息技术与信息论方法逐步构建形成了集“侦控

打评”为一体的机场末端防控系统，对机场及周边无人机防控起到了革命性的作用。在人工智能的加持下，低空安全的信息化建设将实现在“无人机生产信息、无人机探测信息、无人机识别跟踪、无人机反制决策”上实现无人机全生命周期的信息跟踪。

作为机场低空安全底座的理论依据，系统论、控制论、信息论“三论”为我们构筑了机场低空安全底座的基本理论图景（见图 1）。实践中，以系统论统筹好“三对关系”为总脉络，通过整合各方力量采取社会关系控制、物理控制的方式采集各类无人机信息，辅助相关部门作出对应决策，整体构成了低空安全底座

（二）低空安全底座的基本架构

目前，低空安全的概念尚未有明确的定义，但从低空安全的词汇学和案例分析看，

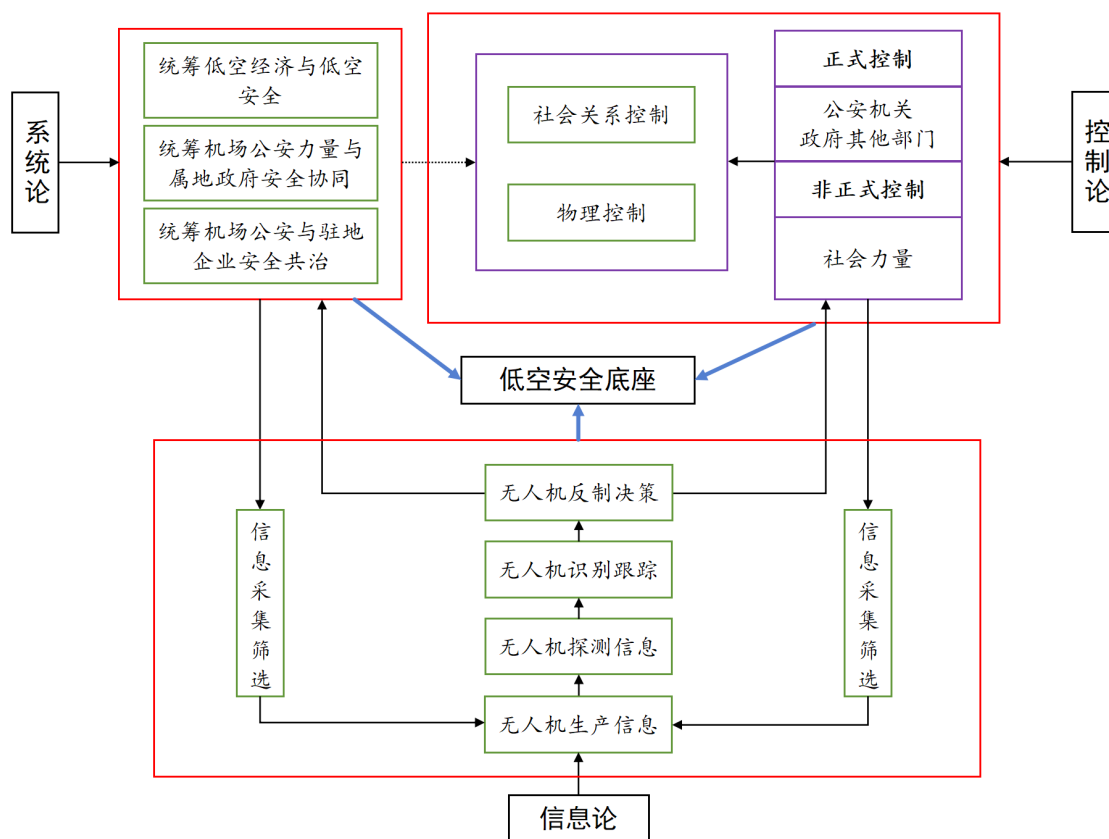


图 1 构建机场低空安全底座的理论架构

低空安全可解释为是以维护政治安全、经济安全、人民安全为目标，与低空飞行活动及其相关联的国防军事安全、民航安全、地面人员和设施安全、网络和信息安全、个人隐私安全等领域不受外界不法侵害而形成的稳定高效运行秩序以及为维护这种秩序而采取的各种措施。

机场作为民用航空器起降及相关活动的划定区域，为保障航空器在机场安全起飞和降落，国际民航组织在1951年通过的《国际民用航空公约》附件14《机场》中就明确提出了机场净空区对机场净空有着严格的规定，即在机场障碍物限制面界限以外的地区，距机场中心15公里半径范围内，高出机场标高达150米及以上的物体应被认为是障碍物。我国在1982年就发布了《国务院、中央军委关于保护机场净空的规定》，对机场净空保护进行了初步的规范。之后，陆续对机场净空保护区内禁止从事的七类影响飞行安全的活动、障碍物的清除要求和净空保护区外可能影响飞行安全的高大建筑物或者设施设置飞行障碍灯和标志的要求作了进一步明确。2022年，国家民航局发布了《运输机场净空保护管理办法》，明确运输机场净空保护区域是指以机场基准点为圆心、水平半径55公里的空间区域，其覆盖范围很广。

综上所述，机场低空安全底座，可理解为是在低空安全的基础上融合机场净空保护区的基本安全要素，即以无人机全生命周期为依托，以多部门多技术协同、融合发展为基础，以电子通信、物联网、大模型、电子对抗、数字化等技术手段为支撑，以确保飞行安全和服务产业为目标，由无人机生产监管、无人机目标探测、无人机识别跟踪、无人机处置防护、无人机溯源跟踪等系统或基

础设施建设组成的系统工程。

低空安全底座的核心内容是坚持安全底线思维，充分考虑民用机场反无人机的特殊性、复杂性和敏感性，紧盯航空安全、电磁空间安全，通过安全管理、政策制度、技术保障三方面，夯实无人机管理基础，确保在保障无人机全生命周期管理中飞行活动安全的同时，提升空域的利用效率、经济效应。具体来说：一是安全管理体系。包含了信息安全、运营安全、社会面管控等。二是政策制度体系。包含行业安全标准、人才培养制度、安全教育与普法宣传等。三是技术保障体系。包括基础设施建设、飞行感知、数据通信等。低空安全底座的实现路径，是要强化顶层设计，采取“学习借鉴、试点先行、标准固化、全域推广”的路径。一是学习借鉴。紧盯民用机场防范处置无人机扰航现实需要，学习借鉴军用机场、国外大型机场等反无人机建设的前沿机场。二是试点先行。明确总体要求，试点机场分头开展，在充分考虑国防战略预制和日常防空需要同时，立足机场布局和空管运行实际，形成经验做法。三是标准固化。进一步明确低空安全底座的建设标准、工作流程，梳理细化情况通报、目标识别、应急响应、对空处置等程序方法。四是全域推广。示范建设完成后，根据各民用机场分布和安全需要，结合建设推广应用。

四、夯实机场低空安全底座的对策

构建机场低空安全底座是一项系统工程、控制工程、信息工程，涉及到多部门单位、社会群体，涵盖无人机管理的全生命周期，要通过“三防”建设，构建多跨协同的治理场景，提升机场无人机防控工作的整体合力。当前，无人机等低空经济产业进入机

场的壁垒较高、融合性难度较大，但笔者认为，首先要在理念上破圈，以无人机扰航的风险降到最低作为前提，坚持“防为上”的适度监管理念，探索构建纵横防控体系、坚持“三轮驱动”模式、深化共治警务战略。

（一）构建纵横防控体系，实现精准“反无”

当前我国民航使用空域不足 30%，且大部分都是管制空域，对通航和低空无人驾驶航空器开放空域较少，而未来低空经济产业的快速发展，必然会对开放空域有更多的需求，提前谋划管好机场净空区，通过纵向与横向的空域科学划分空域，明确职责分工，将对机场的安全发展具有深远影响。

加强纵向空域监管。全国空域的使用和管理是由我国军委空中交通管制委员会负责，建议机场周围区域需要政府、军方、民航管理部门共同划分空域高度标准，在一定程度上开放机场周边空域资源，推动部分空域放权。一是真高 600 米以下空域。参照全国 6 个城市划定地方政府试点空域审批，抢抓中央空管委在杭州开展 eVTOL（电动垂直起降飞行器）试点契机，探索与地方政府、民航监管部门按照本场民航航空器起降技术动态规划 eVTOL 等航空器航行路线，推动政府将该高度的净空区防控设施纳入低空基础设施建设。二是真高 120 米以下空域。在机场净空保护区外，该空域属于无人驾驶航空器适航空域，在障碍物限制面内，探索地方政府、民航监管部门对该空域的无人驾驶航空器的审批与监管。三是真高 30 米以下空域。该高度是农用无人机最大设计飞行高度，探索与民航管理部门、农业部门、机场管理机构建立信息互通机制，确保在农用无人机在实名登记的基础上开展作业，对超高度等违规飞行的操纵者纳入黑名单管理，保

障高效进行农业生产。

注重横向区域划分。总体按照分级分类、梯次防控、依法处置的原则，制定相应标准，以浙江省为例：

一是 3 个圈层。第一层是核心区，以机场跑道中心线两侧各为基准，向外延伸各 1.5 公里，沿跑道延长线端外向外延伸 6 公里以内的矩形区域。第二层是警戒区，以机场跑道中心线两侧各为基准，向外延伸各 3 公里，沿跑道延长线端外向外延伸 9 公里以内的（除核心区）矩形区域。第三层是巡视区，以机场跑道中心线两侧向外延伸各 10 公里，沿跑道延长线端外向外延伸 20 公里以内的（除核心区、警戒区）矩形区域。

二是 3 类预案。在发现未经报备的疑似或确认无人机活动时，分类施策。第一层，围绕“紧急响应、决策反制、地面查控”，机场公安通报并与民用航空管理部门、机场管理机构、辖区公安机关协同处置，通过“空中警察”升空甄别、分级使用反制手段、查扣无人机及相关设备、控制操作人员等手段，实现即时发现、即时处置。第二层，围绕“信息联动、抵近侦察、协同处置”，经辖区公安机关通报后，通过地面警力支援、“空中警察”精确定位、视情驱离或软杀伤、落地查控操控者等途径，实现快速发现、快速处置。第三层，围绕“监测预警、地面核查、空中支援”，通过监测设备持续监测、现场警力落地查控、“空中警察”按需提供侦察定位，实现实时监测、及时管控。

（二）坚持“三轮驱动”，打通“放管服”最后一公里

加快反制技术应用。通过技术的迭代升级，减少空域监管压力，让低空空域放的更开，低空经济更加蓬勃。

首要是要科研院所加强研发，与科研机

构开展非常规技术研究，探索集光电设备与雷达侦测设备于一体的防御系统。依托其技术实验室，邀请通信领域的院士专家共同开展项目研发，攻坚物联网、光纤通信、激光拒止等技术，掌握驱离、拦截、网捕、激光、打击等手段，突破“1%”的防控难点、堵点，提升净空区安全防控“核心战斗力”。其次是要企业比测助力，通过模拟多频次、小架次“黑飞”的无人机扰航“红蓝对抗”，对产品实战能力进行测试，填补反制能力缺口，在对抗中升级硬件、优化软件，推动研发方向更加精准，更加前位。

再是要 AI 智力支持。推动无人机反制与智能无人系统的深度融合，探索从“单点防御”到“集群智能”的跨越，构建集“探测—识别—决策—打击”的全链条防御系统，将雷达、光电、射频等感知设备信号接入 AI，深度分析威胁等次，自动匹配最优反制策略，驱动激光、微波、电磁干扰或无人机网捕等方式进行协同打击。

做强应急处置机制。机场无人机防控体系是对于无人机升空后的一系列飞行状态进行处置，包含在机场净空区范围内发生的无人机之间或者无人机与载人航空器相碰撞等突发事件，通过立足应急救援指挥中心，探索构建空、陆联动的应急处突新模式。要构建空中应急体系，整合公安、空管、机场管理机构等部门资源，按照“空管负责航行信息接收，其他部门分类负责各自任务”的原则，布局一批空中应急救援基础设施。在空中发生应急事件时，推动低空应急救援设施共享，在就近起降点起降应急救援无人机，实现共建共享共用。要构建地面应急体系，将公安、应急、消防、医疗等行业力量整合，打造综合应急救援队伍，推动应急救援队伍共训。根据事件危害大小，制定不同的培训

计划，各部门轮值定期组织开展应急救援专业化培训，各部门专攻各自领域，并广泛掌握相关应急救援技能，同步理顺医护、救火、搜救交叉职责与重复事项的基础。要打通空地体系壁垒。在完备的空、地应急体系的基础上，强化空地联动，利用“空中警察”时时传输现场应急处置情况，辅助地面人员开展各项救护工作，实现空中力量全域支撑，地面力量精准施救。

做优服务保障机制。建立线上服务机制，充分利用现有的机场服务门户网站、“两微一端”等渠道，以短视频等形式提供合法飞行指引，群众可在线上端查看审批材料目录，办理飞行计划审批，查看办理结果等，通过线上服务助力合法飞行蓬勃起航。建立线下服务机制，搭建农业部门、种植单位与民航管理部门、机场管理机构之间的交流平台，组织力量对机场周边确有需求的农户开展上门送教，助力打通农用无人机的多部门审批环节，将用于农业生产的无人机同步推送民航相关单位，降低设备误报隐患，助力乡村共富。

（三）深化共治警务战略，开创群防群治新局面

完善多元协同的防范机制。建立法治共商机制，与立法部门、执法部门定期交流，推动构建防范工作顶层设计，推动完善净空区管理的基本法律，全面覆盖无人机的生产、销售、登记、操纵资质、飞行活动、数据管理、应急处置、法律责任等方面，以科学化、数字化、协同化为原则健全净空区飞行活动的准入和审批流程，明确各方参与者的责任和权利，做到有法可依、违法必究。建立侦测设施共享机制，集成侦测手段，整合周边属地政府低空管理设施、机场管理机构鸟击防范设施、公安机关重点目标单位防范设施等

资源,对净空区无人机活动情况进行实时侦测,综合验证,提升侦测信号置信度。建立平台共建机制,与属地政府、民航管理部门、科技公司打造净空区防控平台。以提升机场净空区管控为核心,做强数据底座,对已有运营数据、实名登记数据、警情热力图等进行整合分析;集成 AI 智能等手段和技术进行融合探测识别,根据无人机的迭代,持续更新软件算法,共同构建安全实用的机场净空区无人机管控新平台。

建立信息集成的处置机制。建立预警共通机制,利用现有机场运行控制中心与公安指挥中心资源,同步接收来自机组成员、空管通报、设备预警、群众举报等不同主体的预警信息,跟进警情处置情况,同步处置结果,确保处置信息全流程闭环,对外口径统一。建立处置共策机制,与属地政府、民航、航司、机场、应急等应急处置部门建立突发事件决策共策机制,在发生无人机扰航事件或者发生航空器事故时,第一时间在运营停恢、交通管控、通告发布等方面进行决策,根据决策组意见,各职能部门开展反制、救援等专职任务。建立信息共享机制,推动多子系统平台进行融合,实现多个子系统统一管理。集成 UOM 平台、民用机场无人机扰航警情系统、报文解析、雷达、无线电频谱、光电等数据信息,实现管控“一张网”,做到“一体化”管理,提高易用性和管理效率,形成一网管控。

建强“专业+群防”的队伍。通过将民航、空管、机场、公安等应急救援力量纳入专业队伍,将社区网格员、“平安+党建”治保力量、“航枫义警”志愿者、科技公司运维人员、群众纳入群防队伍,形成以“专职+兼

职”力量为根基的“专业+群防”运行模式,调动机场净空区安全防范基础力量建好两只队伍。

加强宣传普法,联合属地政府、机场管理机构、基础民警,“平安+党建”治保力量、“航枫义警”志愿者、网格员开展“五进”(进航班、进航站、进航司、进社区、进学校)法律法规宣传,共同发掘线索,分析辖区内无人机爱好者等人群,有针对性的开展典型案例警示教育。

开展底数摸排,整合公安机关、民航部门、市场监管部门资源,厘清辖区内无人机生产、销售、经营及持有者的基础底数信息,梳理辖区内无人机持有者及飞手实名登记底数信息,压缩不按规定实名登记“黑飞”飞手的存在空间。

落实奖惩举措,参照城市交通治理“随手拍”管理方法,制定关于无人驾驶航空器违规飞行的举报奖励办法,向广大群众搜集净空区无人机违规飞行线索,并由专业队伍核实处置,严厉打击“黑飞”行为,并将不如实上报无人机底数的企业、违规飞行的人员,纳入城市诚信管理体系。

参考文献:

- [1]姜晓韡.基于风险规制视角的民用无人机公共安全问题研究[D].华东政法大学.2021
- [2]记者调查:“黑飞”侵扰机场涉嫌犯罪,网上有人改装无人机绕过电子围栏[EB/OL].腾讯新闻.https://news.qq.com/rain/a/20240913A09I3J00
- [3]李恩特、孙永生.低空安全公安执法困境与对策建议[C].中国智慧工程研究会.2025数字时代的社会结构变迁与治理创新学术交流会议论文集(下).中国人民公安大学.2025
- [4]叶静.试论控制工程的创新发展对策[J].山东工业技术.2017.10
- [5]谢海燕.浅谈信息论方法在领导决策中的运用[J].江西社会科学.1997.12

责任编辑 尚钰涛