

WHITE PAPER ON LOW ALTITUDE ECONOMY SCENARIOS

2024
低空经济场景
白皮书

中国航空学会 / 编著

2024

低空经济场景白皮书（1.0）

中国航空学会

2024年10月

低空经济场景白皮书（1.0）

编辑委员会

主任：陈 暘

副主任：余 策

委员（按姓氏笔画排序）：马 莉、关立欣、吴希明、吴桐水、张开富、陈 萌、招启军、徐超群、陶 智、覃 睿、靳慧斌

编写组

主 编：陈 暘

副主编：余 策 吴桐水

执行主编：林伯阳

成 员：马 莉、李玮玲、陈 萌、施建议

序

编辑《低空经济场景白皮书》，这个想法是我们航空学会很多专家共同的期盼。决定发布本白皮书的背景是眼下的低空经济热。2021年，“低空经济”概念首次被写入国家规划；2023年，中央经济工作会议首提“低空经济”并将其列入战略性新兴产业行列；今年两会期间，“低空经济”首次被写入政府工作报告；今年7月党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》点名“发展通用航空和低空经济”。在一系列密集政策助推下，低空经济正如雨后春笋般发展起来，受到了大众前所未有的关注和持续热议。

在此背景下，为什么要专门做一本关于场景的白皮书呢？这正是我们接下来要重点说的。低空经济生态范围广、产业链条长，涵盖低空飞行运营、基础设施建设、航空器研发制造、低空飞行服务保障等各个产业。同样，低空经济的发展也受到空域资源、基础设施、保障体系等多种因素制约，如何高质量发展低空经济，一时间可谓是千头万绪。情况越复杂，我们越需要抓住“牛鼻子”，而场景正是牵动低空经济发展全局的“牛鼻子”。可以这样说，低空经济已经开启场景为王的时代。构成低空经济的各要素、是通过场景集中相互作用、最终实现其经济价值的。场景是激发低空经济产业活力的核心引擎，丰富创新型应用场景，是竞逐低空经济新赛道的关键环节。所以，发展通用航空和低空经济，重点不是能生产什么，而是在什么场景下能用起来，关键是要努力塑造应用场景。正是基于这些思考，我们学会下定决心要摸清楚当

前低空经济场景实践经验，搞清楚低空经济场景基本理论架构，探索用理论进一步指导场景创新实践与落地，以场景这个大舞台牵引拓展低空经济活动空间和应用范围，进而为我国经济发展提供澎湃动力，这就是我们为什么以场景为切入点做这本白皮书的由来。

由于时间仓促，这本白皮书难免存在一些缺点和不足，但这没关系，我们可以看到，编委会和编辑部已经做了大量工作并取得了一些突破，目前这本白皮书也只是 1.0 版本，后续按照我们的计划，编委会和编辑部每年还要对场景白皮书进行迭代升级、不断完善，我们也会每年发布新的版本呈现给大家，也欢迎朋友们提出宝贵意见和建议。

林左鸣

2024 年 10 月

前 言

低空经济是前景广阔的战略新兴产业，是新质生产力的典型代表，具体指在垂直高度 1000 米以下、根据实际需要延伸至不超过 3000 米的低空空域范围内，以民用有人驾驶和无人驾驶航空器为主要载体，以载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动为牵引，涵盖低空基础设施建设、低空航空器研发制造、低空运营服务、低空飞行综合保障等领域的综合性经济形态，具有产业链条长、技术资金密集度高、服务领域广、带动作用强等特点。

2021 年 1 月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，首次提出发展“低空经济”，“低空经济”概念被首次写入国家规划。2023 年 12 月 11 日-12 日，中央经济工作会议提出“打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业”，低空经济提升至国家战略性新兴产业高度。2024 年 3 月全国两会，“低空经济”首次写入政府工作报告。党的二十届三中全会作出的《决定》明确提出“发展通用航空和低空经济”。

在这一系列的政策推动之下，“低空经济”备受社会各界关注，在全国范围内不断掀起热潮，社会资本、企事业单位纷纷加速抢占低空经济赛道，各地政府也陆续出台低空经济政策文件，在这些文件中，各地政府都不约而同地使用大量篇幅描述了“拓展低空应用场景”这项关键任务，有些地方更是面向全国公开征集低空经济应用场景能力清单。伴随传统直升机、无人机、eVTOL 等低空航空器技术的进步，低空经济正以其独特的优势不断

前言

拓展着应用边界，其广泛的应用场景已跨越第一产业、第二产业和第三产业。这些应用场景的实现，改变了人们的出行方式和生产生活方式，也为低空经济乃至整个社会的发展注入了新活力和新动能，可以说，场景就是驱动低空经济发展的主引擎，缺少场景这个载体，无论是多么先进的低空航空器，还是多么智能的低空网联基础设施，都不可能有大展拳脚的舞台，只有在场景搭建出的这个广阔舞台上，低空制造、低空飞行、低空保障和综合服务才能够得以集中展现，低空经济活动才能够直接解决我们现实生产生活中的问题，才能够创造出可衡量的经济和社会价值。

既然场景如此重要，那么，低空经济场景的内涵和特征究竟是什么？场景在低空经济这一新质生产力发展过程中究竟起何作用？目前低空经济主要有哪些应用场景实践？各类“低空+”场景发展现状又是怎样呢？未来会有什么可预见的发展趋势？最后，低空经济场景要想实现大规模应用，政府层面和企业层面又需要注意什么呢？

基于对这些问题的深入思考，为全面贯彻党中央、国务院关于大力发展低空经济的指示精神，切实推进低空经济场景落地，进而牵引带动低空经济高质量发展，中国航空学会决定编制《低空经济场景白皮书》，并于2024年6月25日发布了《关于征集低空经济典型场景的通知》，面向社会广泛征集低空经济典型场景。截至指定提交日期，中国航空学会共收集到来自50多家企事业单位报送的70个低空经济应用场景案例。在完成调研的基础上，我们系统梳理了低空产品（供给端）在国民经济行业（需求端）中的具体应用场景，创造性提出了低空经济场景“543”理论体系

前言

（即低空经济场景的5个基本要素、4个典型特征、3个主要作用），形成了“2个1”输出成果（即1个低空经济场景矩阵、1套低空经济百大场景卡），为低空经济场景理论研究、场景术语统一等奠定了基础，并系统阐述了场景在低空经济发展过程中的作用机理，将场景发展现状、发展趋势、相关建议系统全面地展现给行业从业人员、研究人员和相关专家领导，为政府和行业生态各类主体推动低空经济高质量发展提供决策参考依据。

《低空经济场景白皮书》中的相关数据来自公开信息源，相关统计资料及调研得到了中国航空学会会员单位及相关单位（详见附录：）的大力支持，在此，对所有支持本白皮书编制的单位和朋友表示衷心感谢。本白皮书中的内容，如需转载请注明出处。

低空经济正处于快速发展时期，通过与各类产业形态的融合，其所涉及的领域及行业愈发广阔，我们对低空经济及其场景的认知还在逐步深化，白皮书中存在的不足之处，诚挚欢迎业内专家和读者批评指正，提出宝贵意见和建议。

《低空经济场景白皮书》编委会

2024年10月

目 录

第一章 低空经济场景概述	- 1 -
1.1 低空经济场景的内涵	- 1 -
1.2 低空经济场景的特征	- 3 -
1.3 低空经济场景的作用	- 7 -
第二章 低空经济场景的分类与发展现状	- 11 -
2.1 多视角下的低空经济场景分类	- 11 -
2.2 低空经济场景发展现状综述	- 14 -
第三章 低空经济场景矩阵	- 20 -
3.1 矩阵说明	- 20 -
3.2 场景矩阵	- 22 -
3.3 矩阵小结	- 32 -
第四章 低空经济百大场景卡	- 37 -
第五章 低空经济场景发展趋势	- 138 -
5.1 低空旅游将率先成为着力培育场景	- 138 -
5.2 低空物流将实现大规模商业化运营	- 139 -
5.3 智慧城市管理类场景或爆发式扩张	- 141 -
5.4 城市空中交通进程将实现商业运行	- 142 -
第六章 低空经济场景发展建议	- 145 -
6.1 政府层面相关建议	- 145 -
6.2 企业层面相关建议	- 149 -
参考文献	- 152 -
附录	- 153 -

第一章 低空经济场景概述

1.1 低空经济场景的内涵

“低空经济”这个术语，无论在学术界还是产业界都已有广泛讨论，不同学者曾给出过不同定义，各地政府发布的低空经济相关政策文件也对“低空经济”有过不同表述，本白皮书在前言部分已经对“低空经济”做了定义，这里不再对此术语展开讨论。但在对“低空经济场景”进行研究之前，我们还是有必要先理清“场景”一词的含义。

所谓“场景”，原是文学，特别是影视、戏剧中常用的概念，意指事件、故事在小说、戏剧、影视作品中发生的空间或情境，或构成的具体画面。场景包括时间、地点、人物、事件四个基本要素。21世纪初，随着互联网和电子商务的发展，国外有学者最早提出了场景营销（Contextual Marketing）的概念，其目的在于精准识别消费者的场景化需求并通过场景触发消费行为，为企业获取用户、建立场景认知和使用习惯提供支持。此后，国内外许多学者主要从商业模式的视角对场景进行了探讨。

近年来，“场景”一词作为前沿技术和颠覆性技术应用实践的特定载体，频繁出现在促进科技成果转化、产业创新发展的政策文件中。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出要“充分发挥海量数据和丰富应用场景优势，促进数字技术与实体经济深度融合”。《科技部关于支持建设新一代人工智能示范应用场景的通知》（国科发规

〔2022〕228号)明确指出,坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康,打造形成一批可复制、可推广的标杆型示范应用场景。《工业和信息化部等七部门关于推动未来产业创新发展的实施意见》(工信部联科〔2024〕12号)中更是20多次提到“场景”一词,明确提出“以场景为牵引,贯通研发与应用,加快产业化进程”作为基本原则之一,并将“丰富应用场景”作为六大重点任务之一。

在科技创新加速的背景下,场景的内涵变得更加丰富,但遍历学术文献和相关资料,从经济学视角对场景进行定义和分析的较少。《南京市2022年推进应用场景建设 引领产业高质量发展行动方案》指出,应用场景是试验空间、市场需求、弹性政策的复合载体。科技部等六部门于2022年7月印发的《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》(国科发规〔2022〕199号)指出,场景创新是以新技术的创造性应用为导向,以供需联动为路径,实现新技术迭代升级和产业快速增长的过程。有国内学者认为,技术创新和产业发展语境下的应用场景主要是指新技术、新产品、新模式实际应用的具体情境或环境^[2]。

结合既有理论研究和实践探索,本白皮书认为,“低空经济场景”是指低空领域新技术、新载运装备、新商业模式实际应用的具体情境或环境。展开来说,“低空经济场景”是指运用什么低空载运装备(固定翼、直升机、热气球、飞艇、滑翔伞、无人机、eVTOL、飞行汽车等)、搭载什么低空作业装备(高压清洗系统、外吊挂装运系统、遥感技术与系统、喷洒/撒系统等)、依靠

什么低空相关关键技术（精准定位、自主避障、低空感知、智能调度、图像处理与识别技术等）、面向什么国民经济行业分类（农林牧渔、电力、交通运输、教育、文化等）、实现何种功能（为用户在生产生活中遇到的问题提供技术支持和解决方案、提高生产效率、降低人力与物力成本、满足用户的产品需求、改善用户的消费体验等）。基于此，本白皮书认为，“低空经济场景”具有五个基本要素：载运装备、作业装备、关键技术、行业分类、实现功能。这五个基本要素是我们下文梳理分析各类低空经济场景、提出“场景矩阵”概念、制作低空经济场景卡的理论基础。

还有一点需要注意，低空经济场景的实施情境或环境既可以是道路、农田、森林、河流、工厂等现实的物理环境，也可以是虚拟空间。物理环境好理解，比如低空经济在农业领域典型的应用场景就是无人机在植保、监测、病虫害防治等方面的应用，其实施情境中的农田就是物理环境；虚拟空间较为抽象，例如腾讯与南航联合打造了我国首个完全自研的全动飞行模拟机视景系统，通过高度逼真的虚拟环境模拟，为飞行员提供了高效且安全的培训平台^[3]，此种飞行培训就是虚拟空间下的应用场景。

1.2 低空经济场景的特征

一是颠覆性。无人机、电动垂直起降航空器（eVTOL）等新型低空航空器的出现与日益成熟，推动低空经济应用场景从传统的通用航空运营领域逐步拓展到广泛的新兴领域，并在多个领域产生了颠覆性的影响。例如，无人机技术的飞速发展，使得物流运输更加高效便捷，尤其是在交通不便地区或紧急情况下，无人机能够迅速响应并完成物资的快速投送，以黄山景区内的无人机物

流运输场景为例，无人机一天的运输量约等于 30 名肩运工的运输量，相较于传统人力，无人机运输可降低景区约 1/4 的综合运输成本，这让更多山岳型景区及其他场景运输需求方看到了突破地形限制、解决运力和配送短板难题的全新方式。不仅在物流运输领域，无人机在农业植保、环境监测、电力巡检等等领域都颠覆了传统作业方式，甚至还彻底改变了现代战争的格局和规则。再例如，eVTOL 作为应用大量新兴技术的低空航空器，以其革命性的技术优势，重塑了我们对城市空中交通的认知，eVTOL 因具备与直升机相似的性能特点，但又具有低碳环保、噪声低、运行成本低等突出优势，使得旅游、消防、急救、空中出租车等均有望成为 eVTOL 的主要应用场景，预示着低空旅游、空中通勤、应急救援乃至个人出行方式的全面革新。

二是高科技性。低空经济是一个融合了众多尖端科技的综合性经济形态，其在低空航空器研制端体现出的高科技特征是不言而喻的，从传统航空器到无人机，再到 eVTOL，每一种新型航空器的诞生都是对材料科学、空气动力学、电子信息技术等多个领域的一次深度整合与创新^[4]。然而，低空经济的高科技特征不仅体现在先进的航空器技术上，同样体现在场景端。例如，依托南京民用无人驾驶航空试验区，南京海事局基于 5G 低空智联网建成了“网上和无人机巡航为主体，海巡艇、执法车为补充”的新型海事智慧立体巡航体系，可对违法行为进行智能识别和记录，较传统船巡人巡方式，无人机自主巡航成本节约 80%，燃油消耗下降 30%，在科技加持下，此类低空经济场景既解决了传统海事巡检成本高、取证难、效果差的难题，也进一步保护了长江环境、防止大气污

染。再例如，低空经济正以前所未有的视角和精度助力城市规划和设计，运用无人机等低空载运装备，搭载光电吊舱拍摄高分辨率的城市影像，为城市规划者提供详尽且实时的数据支持，这些数据不仅可以帮助规划者更好地了解城市现状，还能通过三维建模等技术手段，模拟未来城市的发展趋势，从而制定出更加科学合理的规划方案。总之，随着低空经济加速嵌入千行百业，无论其所依靠的关键技术，还是其展现出的独特优势，都呈现出了高科技特征。

三是多样性。低空经济场景的多样性体现在多个维度。一是应用行业的多样，低空经济场景涉及行业领域众多，既包括传统通用航空运营业态，又融合了以无人机等新型低空航空器为支撑的低空生产服务方式，包括农林牧渔、制造、矿业、电力、交通、物流、环境、卫生、体育、娱乐、公共服务和管理等行业领域，具体体现为“低空+行业”的模式，例如“低空+农林”“低空+电力”“低空+文旅”“低空+物流”“低空+教育培训”等。二是载运装备的多样，低空载运装备主要有固定翼、直升机、动力伞、滑翔伞、三角翼、热气球、飞艇、无人机、eVTOL、飞行汽车等，这些都可作为低空经济场景的载体。例如，处于低空经济前沿赛道、全球争相布局的城市空中交通（UAM）场景，其主要载体就是eVTOL。再例如，多个地方政府致力要打造的低空文旅消费场景，其载体除了固定翼、直升机、eVTOL以外，还可以是热气球、滑翔伞等。三是作业装备的多样，低空经济赋能千行百业，除了需要载运装备以外，一般还需要搭载专业的作业装备，低空经济应用行业的多样导致了其作业装备的多样。例如，在电力行业，直升

机吊装组立铁塔需要加装外吊挂系统；再例如，在农业行业，运用无人机进行农药喷洒需要加装喷洒/撒系统。四是运行主体的多样，既从事低空经济场景运行的既可以是企事业单位，也可以是政府部门，还可以是个人。例如，在海上石油应用场景，运行主体是企业，国内主要有中信海直、南航珠直等，中海油是他们的主要客户。再例如，在警用应用场景，深圳交警局建立了无人机中队，运用无人机进行空中巡查、打击交通违法行为，此类运行主体就是政府部门。

四是演进性。成熟产业业态中的装备和主导技术比较稳定，技术与市场需求已形成良好适配，用户也已非常熟悉产品的性能和功能，因此，成熟产业业态下的应用场景具有确定性、稳定性的特征。但作为新质生产力的典型代表，低空经济发展最主要的驱动力是颠覆性创新，颠覆性创新作为改变现有技术轨道、颠覆市场格局的创新活动，在产业演化过程中存在高不确定性和高失败率的可能，所以，低空经济场景不是一成不变的，而是动态变化的。随着低空经济的发展，一些被证明没有技术可行性或经济价值的场景将逐步被淘汰，而有一些场景则会发展壮大成为主流应用场景，也会有一些新的场景被不断开发出来。低空经济场景的演进与发展是与技术进步、市场需求、产业演化动态匹配的过程。例如，在城市消防领域，由于传统消防设备受限于云梯高度和水枪射程，高层建筑消防一直是世界难题，深圳市龙岗区通过无人机飞行平台与地面测控装备、任务载荷的搭配使用，打造了城市高层建筑消防救援无人机系统解决方案，成为应急消防手段的有力补充，这就是新开发出的“低空+高层建筑无人机消防”应

用场景。再例如，随着 eVTOL 技术的成熟，直升机在城市内的摆渡飞行场景或逐渐被 eVTOL 代替。

1.3 低空经济场景的作用

低空经济是新质生产力的典型代表，在新质生产力领域，新技术的突破、新赛道的培育、新产业的成长，都离不开市场需求的拉动，而市场需求的有效满足又需要相应的应用场景作为载体作为支撑，场景让低空新技术新产品在实践中实现快速迭代优化，进而展现其成效和商业价值。当打造出稳定的、规模可观的应用场景后，各类市场主体才可能通过场景的大规模应用提高收益，进而带动各种相关配套产业的发展，推动形成各主体分工明确、适宜产业成长的低空经济生态。所以，我们可以这样说，“低空经济，打造场景是第一要务”，并且，“只有场景，才能托起这个经济生态”。那么，场景在低空经济发展过程中究竟起到什么作用？其作用机理又是怎样的呢？下面，针对这些问题，本白皮书展开进行分析。

在前文我们说到，低空经济场景具有演进性特征，按照产业演进相关理论，这种演进性一般包括工程化（技术研发）、商业化（市场应用）、产业化（生态构建）三个阶段，如图 1 所示。在这三个不同阶段，低空经济场景段扮演了不同角色，其发挥的作用与作用机理也是不同的。

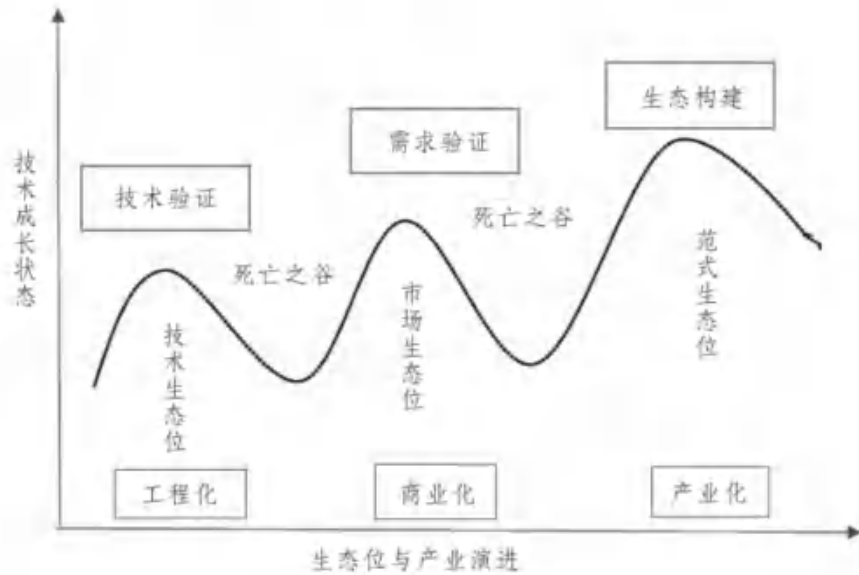


图1 场景在低空产业演进不同阶段的作用

首先，在工程化阶段，场景是低空新技术新产品的验证平台。工程化阶段是指将一个新技术、新概念、新设计转化为实际的产品。在此阶段，应用场景主要为新技术新产品搭建技术验证平台，解决新技术本身的问题和缺陷，验证新产品的实际功能和性能是否匹配市场实际需求，通过制造工艺重组，反复试错，一方面淘汰不具有商业可行性的技术，另一方面不断调整、改进生产工艺，并为大规模生产积累必要的经验和试验数据，从而使新技术新产品成功跨越工程化与商业化之间的“死亡之谷”，实现第一次跃迁^[2]。反之，一些颠覆性技术虽然有潜力，但由于各种原因不具有商业可行性或者新产品性能无法趋于稳定，那么，此类新技术在产业演进的初期可能就会面临夭折。在低空经济领域，尤其在eVTOL研制端，目前多旋翼、复合翼、倾转涵道等等整机构型技术层出不穷，但可以预见的是，与曾经固定翼飞机整机研发之路相同，经过时间的洗礼，最终可能只有一种或者几种构型能够跨越这个工程化与商业化之间的“死亡之谷”，而大多数构型技术将

被场景这个验证平台“证伪”，此点值得许多 eVTOL 整机研制企业及相关投资机构多加留意。

然后，在商业化阶段，场景是依靠新技术新产品创造商业价值的最佳载体。商业化阶段是指将上一阶段开发出的产品推向市场并实现商业化运营。应用场景的开发往往是为了解决传统方法解决不好的问题或者为了满足用户多样化、个性化的需求。在此阶段，低空新技术新产品、新商业模式通过在实际场景中的小规模应用，企业可以验证市场的真实需求，了解用户对产品和服务实现功能的接受度和满意度，并根据用户反馈和使用数据改进产品和服务设计，持续提升产品性能，不断优化商业模式，当新技术新产品性能趋于稳定，通过市场渗透找到适宜生存空间，逐渐显现一定的产业化前景和商业价值，并逐步得到整个社会、市场的认可时，新技术新产品得以再次跨越商业化与产业化之间的“死亡之谷”，实现第二次跃迁^[2]。反之，某些新产品在上市初期往往成本高、价格高，与市场主流产品相比处于竞争劣势，且初代产品虽然有新特性、新功能，但稳定性、可靠性往往偏低，再加上新产品在推广过程中存在着老用户不愿用、不敢用等问题，以致工艺、技术、产品丧失优化升级的机会，这类新产品在进入市场初期往往就面临着跌入“死亡之谷”的风险。在低空经济领域，以大疆等为主导，创造性地将无人机应用于影视航拍、测绘航测、电力巡线、集群表演等场景，由此打开了无人机商业化的大门，使其快速成长为全球无人机领军企业，类似大疆这种能够进行场景创新并快速实现商业化的能力，值得低空经济相关企业学习。

最后，在产业化阶段，场景是推动构建低空经济生态的源动

力。产业化阶段是指某种产业在市场经济条件下，形成的系列化和品牌化的经营方式和组织形式。产业化不仅仅是产品的生产，还包括了整个产业链、产业生态的构建和完善。在此阶段，依靠稳定的、规模可观的应用场景，企业通过大规模生产降低成本，获得足够回报，继而增加生产设备等的投资，采用更先进的技术来提高生产效率，改进生产流程和管理体制，扩充人力资源，从而进一步扩大生产规模。而生产规模的扩大、专业化分工的深化，会带来企业、供应商、用户、竞争对手、金融机构、科研机构、中介机构等各类主体的集聚，促进资源、技术和市场信息的共享，推动形成适宜技术扩散和产业成长的共生共荣的产业生态，为产业链上下游企业合作，不断探索和开拓新市场，将产品或服务应用到新的领域、行业或环境，实现业务增长和创新创造新机会。反之，如果不能找到与产业发展相匹配的规模化应用场景，无法形成支撑产业发展的良好生态，就将阻碍新技术新产业的健康发展。以我国无人机产业为例，无人机产业能够快速发展壮大离不开良好的产业生态，无人机大规模的商业应用场景推动了低空空域管理、无人机注册、无人机飞行许可、无人机隐私保护等法规的完善，数量庞大的无人机起降需求带动了无人机机巢等新型基础设施的建设与匹配，大型活动、节日庆典、商业广告等对无人机表演的需求又推动了无人机商业模式的创新，而无人机集群表演又推动了无人机中央控制系统、实时通信技术、自主导航技术、避障技术等升级迭代，新场景、新技术、新产品、新模式之间不断正向反馈，进而推动形成了支撑无人机产业发展的良好生态。

第二章 低空经济场景的分类与发展现状

2.1 多视角下的低空经济场景分类

低空经济作为一个新兴的经济形态，随着直升机、eVTOL、无人机等新技术新产品的快速发展，其应用范围正向第一、第二、第三产业中的多个领域迅速拓展，不仅赋能了多个行业的发展，也为人们的生产生活带来了极大的便利。正如前文所述，低空经济场景具有典型的多样性特征，不仅目前已有的“低空+文旅”“低空+物流”“低空+应急救援”“低空+教育培训”等多种应用场景的细分领域十分庞杂，而且新拓展出的诸如“低空+巡查”“低空+轨道”等场景也是细分门类众多。目前，无论在学术界还是产业界，都没有一个相对科学合理的低空经济场景分类方法，并且对各类场景的概念也都没有一个准确的描述，很多主体对当前低空经济的应用领域和功能范畴缺乏科学、全面的认识，也导致了地方政府在低空经济规划和低空应用场景推广中缺乏依据。本白皮书充分调研梳理低空经济在第一、第二、第三产业中的主要应用场景，对现有多个视角下的场景分类进行系统总结，并在相关理论研究的基础上，尝试提出一种科学合理、涵盖面广、符合国家相关标准的低空经济场景分类方法，希望以此能为地方政府、各类主体发展低空经济提供助力。

一是从飞行地域的角度来看。此种分类方法线条较为粗犷，分为城市场景和和非城市场景两类。其中，城市场景主要指城市空中交通；非城市场景主要指偏远地区的工业、农业、林业、渔

业和建筑业的作业飞行以及医疗救援、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育训练、文化体育等方面的飞行活动^[5]。

二是从功能用途的角度来看。此种分类方法较为常见，尤其频繁出现在各地方政府出台的政策类文件中，但具体分为哪几种类型各地均有所差异，例如陕西省低空空域协调管理办公室于2024年8月29日发布了《关于面向全国公开征集低空经济应用场景能力清单的通知》，其将应用场景分为物流配送、文旅消费、公共管理、生产作业四大类；而《北京市促进低空经济产业高质量发展行动方案（2024-2027年）》则是将应用场景分为了应急救援、物流配送、城际通勤、特色文旅等几种类型。

三是从应用行业的角度来看。此种分类方法也较为常见，适用于企事业单位介绍推广低空新技术新产品在行业端的创新应用场景，从目前调研收集的场景资料来看，低空经济已在国民经济行业的90余个细分领域有所应用。比如在农业植保领域，无人机通过精准施药和高效覆盖，显著提高了作业效率与精确度，同时减少了农药用量和环境污染；再比如，在应急通讯领域，无人机通信系统的快速部署和响应能力有助于加速救援行动，可以作为临时基站使用，有效弥补了常规应急通讯的不足，提升了应急响应的效率和可靠性。

四是从使用载运装备的角度来看。目前，低空经济的主要载具包括固定翼、直升机、热气球、飞艇等传统通用航空器，以及无人机、eVTOL、飞行汽车等新型低空航空器，从使用载运装备的角度，可以将低空经济场景分为传统通用航空+无人机+eVTOL等，此种分类方法能较好地在新旧两个维度对低空经济进行切分，也

是目前民航局统计相关数据的口径（分为传统通航与无人机）。其中，传统通用航空运营范围依然在许多领域具有不可替代的作用，无人机则是低空经济场景中最主要、最广泛的拓展方向，而以 eVTOL 为代表的城市空中交通场景更是全球争相布局的重要领域。

除了上述四种分类方法以外，还有几种基于不同视角的分类方法，比如按照服务对象的不同分为军用、政用、商用、民用等类别。虽然目前对低空经济场景的分类方法较多，但整体上看，都存在一定的弊端，具体表现为：以飞行地域来分类，由于线条过粗，难以将各个领域细致地界定清晰；以功能用途来分类，虽然比较主观、有利于大众理解，但由于对功能用途的描述主观性较强且缺少相关标准作为支撑，难以将一级大类的概念以及各自所含的二级场景进行标准化描述；以应用行业的角度来分类，能够较细致地将不同的低空应用场景界定清楚，但由于目前没有引入统一的标准，导致对很多细分行业的描述较为混乱，比如低空在外卖送餐服务行业中的应用，有的叫低空即时配送，有的叫低空末端配送等等；以使用载运装备角度来分类，虽然能较好地区分低空新旧业态、有利于统计分析低空产品的发展趋势、方便各类主体选择发展不同的载运装备，但此种分类方法难以直观地展现低空经济场景在何种行业领域实现了功能价值，导致社会各界难以直观地感知低空经济的应用领域和功能。

综上，本白皮书综合考虑载运装备、作业装备、关键技术、行业分类、实现功能这五个低空经济场景基本要素，最终选择载运装备与行业分类这两个要素作为低空经济场景分类的依据，一

方面通过应用行业的不同来清楚界定不同的低空应用场景，另一方面通过所用载具的不同方便各类主体选择发展不同的低空载运装备细分赛道，基于此，我们创造性地提出了“低空场景矩阵”这个概念，以低空载运装备为横坐标、以行业分类为纵坐标，同时以相关国标为参考依据，精确细分各类低空经济场景，具体内容见第三章“低空经济场景矩阵”。

2.2 低空经济场景发展现状综述

百年航空发展史，从某种角度上，可以视为航空载运装备的变革史。低空经济新场景的开拓同样离不开低空载运装备的创新与进步，随着科学技术和制造水平的提升，低空技术不断突破，低空航空器能够支持的业务种类和应用场景越来越丰富，安全性能也越来越有保障。例如，随着直升机技术的成熟，垂直起降、机动性能强的独特优势使得其已广泛应用于短途运输、应急救援、设备吊装、电力巡查等多个场景，值得一提的是，仅直升机在海上石油服务这一场景就催生出了一家拥有亚洲最大民用直升机机队的公司——中信海直（主营业务是为海上石油开采提供直升机飞行服务，以满足海上油井与基地间的人员及物资运输需求，该项业务收入占公司总收入70%以上）。再例如，无人机技术的飞速发展极大地丰富了低空经济的应用范围，从最初的航拍、植保等单一应用场景，发展到如今的物流配送、环境监测、应急救援等多细分行业覆盖，无人机以其高效、灵活、成本低的特点，成为低空经济中不可或缺的“劳动力”，为相关行业带来了革命性的变化。再例如，随着新能源技术的发展和航空工程技术的积累，eVTOL应运而生，其具备垂直起降、清洁能源、低噪声等特征，极大地

提高了低空航空器的环保性和舒适性、降低了运行成本，eVTOL 革命性的技术优势，使城市空中交通、空中的士等场景成为可能。基于此，我们用发展的眼光来看低空经济场景，沿着低空载运装备的发展路线，从传统通用航空、无人机、eVTOL 三个维度对低空经济场景发展现状进行总结。

在传统通用航空领域，场景应用规模主要集中在飞行培训和工农林生产作业，而文旅消费类场景规模较小、发展较慢。传统通用航空应用场景主要指固定翼、直升机等传统低空载运装备实际应用的具体情境。2023 年底，我国通用航空企业 689 家，在册通用航空器 3173 架，全年作业飞行 135.7 万小时¹。按作业飞行小时数排名来看，前两名的应用场景都是飞行培训/训练飞行。其中，商用驾驶员执照（商照）培训位列第一，飞行小时占全年飞行小时的 46.35%；私用驾驶员执照（私照）培训位列第二，占比 13.65%。商照培训与私照培训两类场景一共贡献了全年 60% 的飞行量，而其它类场景的飞行量仅占 40%。在这剩下的 40% 飞行量中，排名第一的是航空喷洒（撒）²，其服务行业领域主要为农林业，占比全年飞行小时的 5.67%；排名第二的是航空石油服务³，其服务行业领域主要为工业，占比全年飞行小时的 5.46%。而空中游览（占比 1.82%）、跳伞飞行服务（占比 1.01%）、个人娱乐飞行（0.36%）

¹信息来源：2024 年 2 月 28 日，中国民用航空局副局长韩钧在国新办交通运输高质量发展服务中国式现代化发布会上讲话。

²《通用航空术语》（MH/T 1039-2011）：4.2 航空喷洒（撒），使用通用航空器及专用喷洒（撒）设备，从空中向地面目标区域喷（撒）液态或固态物料的航空作业。

³《通用航空术语》（MH/T 1039-2011）：5.7 航空石油服务，使用通用航空器为石油勘探和开采提供服务的航空作业，分为陆上石油服务和海上石油服务。

第二章 低空经济场景的分类与发展现状

等文旅消费类场景规模都较小，整体飞行小时占比不足4%，这与通航产业发达国家形成了显著差距，通航产业发达国家私人娱乐飞行量普遍占比超过60%。2023年全国传统通用航空领域（不含无人机）各类应用场景飞行量构成如图2所示。

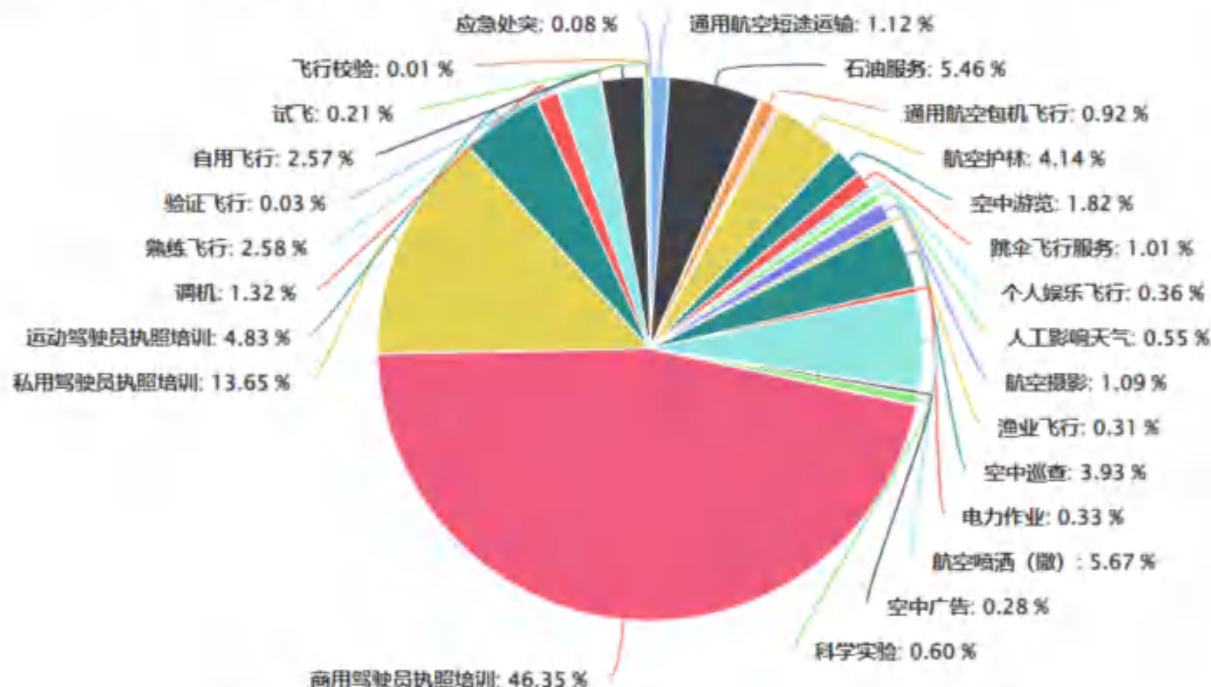


图2 2023年全国传统通用航空领域各类应用场景飞行量构成

在无人机领域，应用场景爆炸式创新，在多个行业的应用深度和广度大幅提升，已成为推动低空经济场景发展的最主要载体。2023年底，我国无人机设计制造单位约2000家，运营企业接近2万家，国内注册无人机126.7万架，飞行2311万小时，飞行量已比传统通航多了一个数量级。2023年，中国无人机产业规模达到1174.3亿元，同比增长32%，稳居全球榜首，预计2025年将突破2000亿元。随着无人机载重能力、续航能力等核心技术的不断突破，其应用场景由初期的个人娱乐、影视航拍等消费类场景快速向通信中继、气象探测、电力巡查、物流配送等生产作业类场景拓展。农业场景，2022年，我国植保无人机保有量达16万架，年

作业面积 14 亿亩次，但整体渗透率低于主要发达国家。物流场景，2022 年，我国物流无人机保有量达 2.6 万架。无人机干支线物流技术较为成熟，顺丰、京东等大型物流和电商企业均有布局；末端物流即时配送处于试点运行阶段，顺丰、美团等企业已实现商业运行。测绘场景，2022 年，国内测绘无人机市场规模已超 200 亿元，目前广泛用于交通规划、灾害监测、管线铺设、建筑勘测等领域。巡检场景，2022 年，巡检无人机市场规模约为 78 亿元，销量达 7.7 万架。应急场景，2022 年，安防应急无人机市场规模约为 87 亿元，销量达 13 万架。无人机主要分为消费级无人机和工业级无人机两大类，场景的拓展与大规模商业化应用也导致了无人机产业结构的变化。近几年，工业级无人机已逐步取代消费级无人机，占据了市场主导地位，2023 年我国工业级无人机产业规模达 766.8 亿元，占比 65.3%，超过了消费级无人机的 34.7%，而 2018 年我国工业级无人机产业规模才仅占比 31%，可谓“两极反转”。

在 eVTOL 领域，载人客运是 eVTOL 的发展方向和核心场景，但市场启动需要一段导入和培育期。eVTOL 产业刚刚兴起，我国主要企业存续时间不足 5 年，从业人员不到 1 万人，其中主要整机研发制造企业从业人员约 5000 人，但无论在我国还是全球，eVTOL 产业都是最热门的领域之一。2023 年，受低空经济政策驱动及 eVTOL 商业化进程提速的影响，我国 eVTOL 产业规模达到 9.8 亿元，同比增长 77.3%。在 eVTOL 领域，我国颁布了全球首张 TC 证（亿航 EH216），多款 eVTOL 加快取证当中。eVTOL 采用新能源（电动/油电混动/氢动力等）、自动驾驶、分布式推进等全新概念和技术，

第二章 低空经济场景的分类与发展现状

提供传统低空航空器无法实现的近似到门、成本更低、噪音更低的出行服务，创造了新需求和新市场，是城市空中交通（UAM）的核心载具，相应的，载人客运场景也是 eVTOL 最主要的发展方向。在载人客运场景方面，亿航智能已在广州、深圳、贺州等 18 座国内城市开展 eVTOL 试运行，累计完成超过 9300 架次安全运行试飞；峰飞航空于 2024 年 2 月 27 日完成全球首条 eVTOL 跨海跨城空中航线（深圳—珠海）首飞，将通行时间从 3 小时降至 20 分钟，通行成本降低 1 倍，预计 2026 年开启载人飞行。载人客运场景虽是 eVTOL 的核心发展方向，发展空间较大、市场普遍看好，但受技术、成本、安全及城市复杂环境等因素影响，eVTOL 应用初期或许首先在货运物流、城市服务、应急救援等场景中不分替代直升机，待各项技术成熟、政策完善和市场接受度逐步提高后，再大规模进入载人客运场景。

正如前文所说，“低空经济，打造场景是第一要务”，各地政府已充分认识到探索新场景、形成示范效应、大规模推广应用正是发展低空经济的关键所在。自去年以来，全国多个省市已陆续发布了发展低空经济的行动方案，无一例外，场景打造都是各地的主要目标之一，也是重点任务之一。目前，广东、天津、安徽、陕西等多个省市先后启动了低空经济场景打造工程。例如在广东，2024 年 7 月，广州开发区（黄埔区）发布了全国首个、全网最全的清单式、项目化的低空经济应用场景清单，旨在推动广州低空经济的消费应用向更广范围、更深层次、更高水平迈进。在天津，2024 年 8 月，低空体系场景验证重点实验室在天津保税区成立，率先在全国实现了低空体系支撑和场景验证占位领跑，

第二章 低空经济场景的分类与发展现状

实验室由地方政府主导，依托直升机所，联合优势企业和高校共建、共用、共享，旨在通过对直升机所军用体系技术研究成果的拓展和转化，补齐我国在低空经济产业顶层规范、体系定位、仿真验证等方面的短板弱项。再例如，安徽省于2024年8月1日面向全国公开征集低空经济应用场景能力清单（主要分为公共服务、生产作业和航空消费三大类别），旨在加快低空经济新技术新产品新模式在安徽的试飞验证和规模化、市场化、商业化应用。陕西省也于2024年8月29日面向全国公开征集低空经济应用场景能力清单（主要分为物流配送、文旅消费、公共管理、生产作业四类应用场景），旨在通过应用场景促进体系建设，驱动陕西省低空经济良性循环。

第三章 低空经济场景矩阵

3.1 矩阵说明

横轴：低空产品生产体系（供给侧）。按载运装备的类别粗略划分为 2 个大类 13 个小类（列）。

2 个大类：传统通用航空器、新型航空器。

传统通用航空器：包括通用飞机（代码 a）、直升机（代码 b）、运动类飞机（代码 c）、运动类旋翼机（代码 d）、气球（代码 e）、飞艇（代码 f）、滑翔机（伞）（代码 g）。

新型航空器：包括 eVTOL/飞行汽车、作业类无人机、娱乐类无人机，按适航要求排序。其中：

eVTOL/飞行汽车，泛指提供客货运输服务的大型新能源新构型飞行器（代码 h）；

作业类无人机，按其搭配的主要基础功能（系统技术）粗略分为载重（代码 i）、喷洒（撒）（代码 j）、影像（代码 k）、感知（代码 l）；

娱乐类无人机，主要包括表演机和消费机等（代码 m）。

纵轴：低空服务应用体系（需求侧）。按照《国民经济行业分类（GB/T 4754-2017）》中的门类、大类、中类和小类四级详细展开，包括国民经济行业的全部 20 个门类，涉及低空服务场景的 47 个大类、51 个中类和 64 个小类共 99 个细分领域（行），代码沿用（GB/T 4754）文件。

单元：供需结合（行列相交）产生的服务场景。矩阵中列示

第三章 低空经济场景矩阵

其主要作业任务（作业项目），按“行代码+列代码”编码，包括具体单元 257 个。对有代表意义的单元场景，在其场景卡（第四章）中详细介绍。

第三章 低空经济场景矩阵

3.2 场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)							新型航空器 (新兴应用场景)					
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知	
				a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
A 农、林、 牧、渔业	01 农业			农牧 播种	农牧 播种							农作物 运送	农牧 播种	农田 巡查		
	02 林业	022	0220 造林和更新	播种 造林	播种 造林									播种 造林		
		023 森林经营、管护和改培	0231 森林经营和管护												林区 巡护	
	03 畜牧业			农牧 播种	农牧 播种								农牧 播种	牧区 巡护		
	04 渔业			渔业 飞行	渔业 飞行									渔业 飞行	水质 监测	
	05 农、林、 牧、渔专业 及辅助性活 动	051 农业专业及辅助性活动	0515 农作物病虫害防治活动	防治病 虫害	防治病 虫害									防治病 虫害		
		052 林业专业及辅助性活动	0521 林业有害生物防治活动	防治病 虫害	防治病 虫害									防治病 虫害		
			0522 森林防火活动	航空 护林	航空 护林									航空 护林	防火 巡护	
		054 渔业专业及辅助性活动	0541 鱼苗及鱼种场活动	投放 鱼苗	投放 鱼苗										鱼种场 巡护	

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)						新型航空器 (新兴应用场景)							
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机	
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知		
		动															
B 采矿业	07 石油和 天然气开采 业	071 石油开采	0711 陆地石油 开采	陆上石 油服务													
			0712 海洋石油 开采	海上石 油服务													
	08 黑色金 属矿采选业			航空 探矿	航空 探矿								矿区 巡查	航空 探矿			
	09 有色金 属矿采选业			航空 探矿	航空 探矿									矿区 巡查	航空 探矿		
	10 非金属 矿采选业			航空 探矿	航空 探矿									矿区 巡查	航空 探矿		
	11 开采专 业及辅助性 活动			航空 探矿	航空 探矿									矿区 巡查	航空 探矿		
	12 其他采 矿业			航空 探矿	航空 探矿									矿区 巡查	航空 探矿		
C 制造业															库存管 理盘点		
D 电力、热 力、燃气及 水生产和供 应业	44 电力、热 力生产和供 应业				电力作 业, 空 中巡查									电力 巡检			
	45 燃气生 产和供应业				空中 巡查									管道 巡检			
	46 水的生																

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)						新型航空器 (新兴应用场景)						
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知	
	产和供应业															
E 建筑业	47 房屋建筑业													工程 巡检		
	48 土木工程建筑业				直升机 机外载 荷飞行							载重 飞行		工程 巡检		
	49 建筑安装业													工程 巡检		
	50 建筑装饰、装修和其他建筑业													工程 巡检		
F 批发和零售业																
G 交通运输、仓储和邮政业	53 铁路运输业													铁路 巡检		
	54 道路运输业				交通事 故救援						交通事 故救援			路况巡 查、交 通指挥		
	55 水上运输业				直升机 引航							垂直 补给		码头 巡查		
	56 航空运输业	561 航空客货运输	5611 航空旅客运输	短途运 输/包 机飞行	短途运 输/包 机飞行						短途运 输/包 机飞行					
5612 航空货物			通用航	通用航						通用航	通用航					

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)							新型航空器 (新兴应用场景)						
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机	
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知		
			运输	空货运	空货运						空货运	空货运					
		562 通用航空 服务	5621 通用航空 生产服务	指通用航空为农业、测绘、航拍、抢险、救援等活动的服务													
			5622 观光游览	空中 游览	空中 游览			空中 游览	空中 游览		空中 游览						
			5623 体育航空 运动	跳伞飞 行服务	跳伞飞 行服务	飞行运 动	飞行运 动	热气球 运动		滑翔运 动/跳 伞运动							无人 机竞 速运 动
	57 管道运 输业													管道 巡检			
	58 多式联 运和运输代 理业			多式 联运	多式 联运						多式 联运	多式 联运					
	59 装卸搬 运和仓储业													仓库 巡检	库存管 理盘点		
	60 邮政业	602	6020 快递服务									末端 配送					
		609	6090 其他寄递 服务									末端 配送					
H 住宿和 餐饮业	61 住宿业	614	6140 露营地服 务			个人娱 乐飞行	个人娱 乐飞行									个人娱 乐飞行	
	62 餐饮业	624 餐饮配送 及外卖送餐	6241 餐饮配送 服务									批量 配送					

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)						新型航空器 (新兴应用场景)						
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知	
		服务	6242 外卖送餐服务									外卖配送				
I 信息传输、软件和信息技术服务业	63 电信、广播电视和卫星传输服务											信号中继				
		64 互联网和相关服务														
		65 软件和信息技术服务业	657 数字内容服务	6571 地理遥感信息服务										地理信息采集	地理信息采集	
J 金融业																
K 房地产业																
L 租赁和商务服务业	72 商务服务业	722 综合管理服务	7221 园区管理服务											园区巡查		
		725 广告业	7259 其他广告服务	空中广告	空中广告			空中广告	空中广告		空中广告					空中广告
		727 安全保护服务	7272 安全系统监控服务											安保巡查		
		728 会议、展览及相关服务												安保巡查		
M 科学研究和技术服务业	73 研究和试验发展			科学实验	科学实验											

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)						新型航空器 (新兴应用场景)							
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机	
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知		
务业	74 专业技 术服务业	741	7410 气象服务	人工影 响天气	气象 探测								人工影 响天气		气象 探测		
		742	7420 地震服务	地震 救援	地震 救援						地震 救援	紧急 投送		救援 指挥	生命 探测		
		743 海洋服务	7431 海洋气象 服务		气象 探测											气象 探测	
			7432 海洋环境 服务		海洋 监测											海洋 监测	
		744 测绘地理 信息服务	7441 遥感测绘 服务	航空 遥感	航空 遥感			航空 遥感								航空 遥感	
			7449 其他测绘 地理信息服务	航空 摄影	航空 摄影										航空 摄影	航空 摄影	
		746 环境与生 态监测检测 服务	7461 环境保护 监测													环境 监测	
			7462 生态资源 监测													生态 监测	
		747 地质勘查													地址勘 查、地 形测绘		
		748 工程技术 与设计服务	7482 工程监理 服务													工程 巡检	
			7483 工程勘察 活动													地质 勘察	

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)							新型航空器 (新兴应用场景)						
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机	
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知		
			7484 工程设计活动														
			7485 规划设计管理											资源调查			
			7486 土地规划服务														
N 水利、环境和公共设施管理业	76 水利管理业	761	7610 防洪除涝设施管理											设施巡检			
		762	7620 水资源管理											水资源检测			
		763	7630 天然水收集与分配											水源工程检测	水质监测		
		764	7640 水文服务											水文信息收集			
	77 生态保护和环境治理业	771 生态保护											食物投送	植物养护	保护区巡查		
		772 环境治理业	7721 水污染治理										水质取样			水质监测	
			7722 大气污染治理													大气质量监测	
	78 公共设施管理业	781	7810 市政设施管理												设施巡检、应急管理		
		782	7820 环境卫生												环境		

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)							新型航空器 (新兴应用场景)					
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知	
			管理											巡查		
		783	7830 城乡市容管理											空中清洗、植物养护	市容巡查	
		784	7840 绿化管理											植物养护	绿化巡查	
		785	7850 城市公园管理										紧急投送		园区巡查	
		786	游览景区管理										紧急投送	植物养护	园区巡查	
	79 土地管理业	791	7910 土地整治服务												开发勘测、监查	
		792	7920 土地调查评估服务												土地调查	
0 居民服务、修理和其他服务业	80 居民服务业	806	8060 摄影扩印服务												空中拍照	空中拍照
		807	8070 婚姻服务	包机飞行	包机飞行			包机飞行	包机飞行		包机飞行				空中拍照	无人机表演
	82 其他服务业	821	8211 建筑物清洁服务											空中清洗		
P 教育	83 教育	839	8391 职业技能培训、教育辅助	民航驾驶员执	民航驾驶员执	运动类驾驶员	运动类驾驶员	运动类驾驶员	运动类驾驶员	运动类驾驶员		无人机操控员	无人机操控员	无人机操控员	无人机操控员	无人机操控员

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)							新型航空器 (新兴应用场景)						
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机	
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知		
		及其他教育		照培训	照培训	执照培 训	执照培 训	执照培 训	执照培 训	执照培 训		执照培 训	执照培 训	执照培 训	执照培 训	执照培 训	
			8392 体校及体 育培训			航空运 动训练	航空运 动训练	航空运 动训练	航空运 动训练	航空运 动训练						航空运 动训练	
			8394 教育辅助 服务	驾驶员 执照实 操考试	驾驶员 执照实 操考试	运动驾 驶员执 照实操 考试	运动驾 驶员执 照实操 考试	运动驾 驶员执 照实操 考试	运动驾 驶员执 照实操 考试	运动驾 驶员执 照实操 考试		无人 机操 作员 实操 考试	无人 机操 作员 实操 考试	无人 机操 作员 实操 考试	无人 机操 作员 实操 考试	无人 机操 作员 实操 考试	
Q 卫生和 社会工作	84 卫生	841 医院		航空医 疗救护	航空医 疗救护						航空医 疗救护	医疗物 资转运					
		843 专业公共 卫生服务	8434 急救中心 (站) 服务		医疗 急救							医疗 急救	医疗物 资转运				
			8435 采供血机 构服务										血液 配送				
R 文化、体 育和娱乐业	86 新闻和 出版业			空中 拍照	空中 拍照									空中 拍照			
	87 广播、电 视、电影和 录音制作业	872	8720 电视	空中 拍照	空中 拍照									空中 拍照			
		873	8730 影视节目 制作	空中 拍照	空中 拍照									空中 拍照			
	88 文化艺 术业	881	8810 文艺创作 与表演	表演 飞行	表演 飞行			表演 飞行		表演 飞行						无人 机表 演	
90 娱乐业	902	9020 游乐园		飞行 体验	飞行 体验	飞行 体验	飞行 体验	飞行 体验	飞行 体验				园区 巡查		无人 机游 戏		

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业分类 (GB/T 4754—2017)				传统通用航空器 (传统应用场景)							新型航空器 (新兴应用场景)					
门类	大类	中类	小类	飞机	直升机	运动类					eVTOL/ 飞行汽车	作业类无人机				娱乐类 无人机
						飞机	旋翼机	气球	飞艇	滑翔机 (伞)		载重	喷洒 (撒)	影像	感知	
		903	9030 休闲观光活动	空中游览	空中游览			空中游览	空中游览		空中游览					
S 公共管理、社会保障和社会组织	92 国家机构	922 国家行政机构	9223 公共安全管理机构	警用飞行	警用飞行									安防巡查	搜索跟踪	
			9224 社会事务管理机构	应急救援	应急救援					应急救援	紧急投送		应急指挥	应急搜索		
		929 其他国家机构	9291 消防管理机构		消防灭火							消防灭火	消防指挥	生命探测		
T 国际组织																
			小计	35	47	6	6	11	8	5	12	21	15	56	25	10

3.3 矩阵小结

低空产品在国民经济行业 20 个门类中的 16 个门类有所应用。传统航空器中的直升机应用领域最广，新型航空器中的影像类作业无人机应用领域最广。

表 低空产品服务的国民经济行业分类

载运装备		国民经济行业分类		
		门类	细分领域 (矩阵单元)	
传统 通用航空器	飞机	9	35	
	直升机	11	47	
	运动类	飞机	3	6
		旋翼机	3	6
		气球	4	11
		飞艇	3	8
		滑翔机(伞)	2	5
新型 航空器	eVTOL/飞行汽车	3	12	
	作业类无 人机	载重	4	21
		喷洒(撒)	2	15
		影像	8	56
		感知	4	25
	娱乐类无人机	5	10	
合计		16	95 (257)	

低空产品在国民经济行业门类中的主要服务项目(作业任务)总结如下表。

第三章 低空经济场景矩阵

表 国民经济行业中的低空服务项目

国民经济行业门类	主要服务项目（作业项目）
A 农、林、牧、渔业	航空喷洒/撒（农牧播种，播种造林，防治病虫害，投放鱼苗），航空护林，渔业飞行，巡护（防火，林区，牧区，鱼种场），监测（农田、水质）
B 采矿业	石油服务（陆上，海上），航空探矿，矿区巡查
C 制造业	库存管理和盘点
D 电力、热力、燃气及水生产和供应业	电力作业，空中巡查，设施巡检（运输管道）
E 建筑业	直升机机外载荷飞行，无人机载荷飞行，工程巡检
F 批发和零售业	
G 交通运输、仓储和邮政业	载客运输（短途运输，包机飞行），空中游览，跳伞飞行服务，直升机引航，航空运动（飞行，热气球，滑翔，跳伞，无人机竞速），交通指挥，交通事故救援，设施巡检（运输管道、铁路），巡查（路况，码头，仓库），垂直补给，库存管理和盘点，通用航空货运，末端配送，多式联运
H 住宿和餐饮业	外卖配送，个人娱乐飞行，飞行体验
I 信息传输、软件和信息技术服务业	信号中继，地理信息采集
J 金融业	
K 房地产业	
L 租赁和商务服务业	空中广告，巡查（安保，园区）
M 科学研究和技术服务业	科学实验，人工影响天气，航空遥感，航空摄影，气象探测，地震救援（救援指挥，紧急投送，生命探测），监测（海洋，环境，生态），地址勘查、地形测绘，地质勘察，资源调查，工程巡检
N 水利、环境和公共设施管理业	监测（水质，大气质量），设施巡检，检测（水资源，水源工程），水文信息收集，水质取样，标志清洗，植物养护，投送（应急，食物），巡查（保护区，环境，市容，绿化，园区），土地开发勘测、监查，土地调查，应急管理
O 居民服务、修理和其他服务业	包机飞行，空中拍照，无人机表演，空中清洗
P 教育	执照培训（商照驾驶员，私照驾驶员，运动类驾驶员，无人机操控员），航空运动训练，实操考试（驾驶员执照，无人机操作员）

第三章 低空经济场景矩阵

国民经济行业门类	主要服务项目（作业项目）
Q 卫生和社会工作	航空医疗救护，医疗物资转运，血液配送
R 文化、体育和娱乐业	空中拍照，表演飞行，空中游览，无人机表演，飞行体验，园区巡查，无人机游戏
S 公共管理、社会保障和社会组织	警用飞行，安防巡查，搜索跟踪，应急救援，消防灭火，消防指挥，生命探测
T 国际组织	

按进行的低空服务项目（作业任务），各单元场景汇总如下表。

表：服务项目（作业任务）规模汇总

序号	作业项目		传统航空器（场景）	新型航空器（场景）
			单元场景代码	单元场景代码
1	通用航空短途运输		G5611ab	G5611h
2	通用航空包机飞行	公务包机飞行	G5611ab	G5611h
3		其他包机飞行	G5611ab, 08070abef	08070h
4	石油服务	陆上石油服务	B0711b	
5		海上石油服务	B0712b	
6	直升机引航		G5500b	
7	航空医疗救护		Q8410ab	Q8410h
8	航空护林		A0522ab	A0522j
9	空中游览		G5622abef, R0930abef	G5622h, R0930h
10	跳伞飞行服务		G5623ab	
11	个人娱乐飞行		H6140cd	H6140m
12	直升机机外载荷飞行		E4800b	E4800i
13	人工影响天气		M7410a	M7410j
14	航空探矿		B0800ab, B0900ab, B1000ab, B1100ab, B1200ab	B08001, B09001, B10001, B11001, B12001
15	航空摄影		M7441abe, M7449ab	M74411, M7449k1
16	海洋监测		M7432b	M74321
17	渔业飞行		A0400ab	A0400k
18	空中巡查		D4400b, D4500b	
19	电力作业		D4400b	

第三章 低空经济场景矩阵

序号	作业项目		传统航空器（场景）	新型航空器（场景）
			单元场景代码	单元场景代码
20	航空喷洒（撒）	农牧播种	A0100ab, A0300ab	A0100j, A0300j
21		播种造林	A0220ab	A0220j
22		防治病虫害	A0515ab, A0521ab	A0515j, A0521j
23		投放鱼苗	A0541ab	
24	空中拍照		R8600ab, R8720ab, R8730ab	R8600k, R8720k, R8730k, O8060km, O8070k
25	空中广告		L7259abef	L7259hm
26	科学实验		M7300ab	
27	气象探测		M7410b, M7431b	M7410l, M7431l
28	表演飞行		R8810abeg	
29	通用航空货运		G5612ab	G5612hi
30	商用驾驶员执照培训		P8391ab	
31	私用驾驶员执照培训			
32	运动驾驶员执照培训			P8391cdefg
33	无人机驾驶员执照培训			P8391ijklm
34	城市消防		S9291b	S9291j
35	应急处突	森林草原灭火		
36		城市消防灭火		
37		医疗急救	Q8434b	Q8434h
38		交通事故救援	G5400b	G5400h
39		地震救援	M7420h	M7420h
40		应急搜索救援	S9224ab	S9224h, S9224l
41		洪涝救援		
42		泥石流救援		
43	航空运动训练飞行		P8392cdef	P8392m
44	航空运动		G5623cdeg	G5623m
45	飞行体验		R9020cdef	
46	警用飞行		S9223ab	S9223k, S9223l
47	多式联运		G5800ab	G5800hi
48	植物养护			N7710j, N7830j, N7840j, N7860j
49	空中清洗			N7830j, O8211j

第三章 低空经济场景矩阵

序号	作业项目	传统航空器（场景）	新型航空器（场景）
		单元场景代码	单元场景代码
50	配送投送		A0100i, G5500i, G6020i, G6090i, H6241i, H6242i, M7420i, N7850i, N7860i, N771i, Q8435i, Q841i, Q8434i, S9334i
51	无人巡查巡检		A0100k, A0231k, A030k, A0522k, A0541k, B0800k, B0900k, B1000k, B110k, B120k, D4400k, D4500k, E4700k, E4800k, E4900k, E5000k, G5300k, G5400k, G5500k, G5700k, L7221k, M7482k, N7610k, N7620k, N7630k, N7810k, N7820k, N7830k, N7840k, N7850k, N786k, R9020k
52	信息采集		C00001, G5400k, G59001, I6571k1, M7420k, M7470k, M7483k, M7485k, N7640k, N7910k, N7920k, S9224k, S9291k
53	环境监测		A04001, M74611, M74621, N76301, N77211, N77221
54	生命探测		M74201, S92911
55	样本取样		N7721i
56	信号中继		I63001
57	无人机表演		O80701
58	无人机游戏		R90201
59	执照实操考试		P8394

注：1-45 为管理部门（民航局）已有统计项目，46-59 由编者自行分类。

第四章 低空经济百大场景卡

低空经济依赖于低空载运装备、作业装备和关键技术的深度融合，广泛应用于农业、工业、交通、卫生等多个国民经济行业。在具体的应用场景中，各类低空载运装备不仅为多个行业提供了新的生产力工具，还推动了国民经济的数字化、智能化升级。为了更直观地展示低空经济在各行业的多样化应用，本章将结合低空经济场景矩阵通过百大低空场景卡详细解析低空经济场景五个基本要素，实现对低空经济全景的结构化呈现。

低空场景的多样化不仅得益于低空载运装备的快速进步，还依赖于低空作业装备和关键技术的协同发展；同时，5G 通信、AI 分析、物联网等技术的成熟，让低空经济中的各类场景能够实现实时数据采集与处理、智能调度与优化，以及精准操作与反馈。低空场景卡所展示的每个具体场景不仅代表着技术的突破，也直接推动着行业的数字化转型。

通过场景卡的梳理，可以见证低空经济在多个国民经济行业中的应用价值，不仅在提高作业效率、减少人力成本、提升安全性等方面起到了关键作用，还引导着整个社会朝向更高效、智能化的方向发展。

场景代码: A0100K

农田监测



行业领域:

农业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 采用先进的 GPS 和 GNSS 技术, 无人机能够在农田监测中实现精准定位, 确保全面覆盖各个作物区, 提高监测的效率和准确性;
- 2.高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像头, 能够捕捉农作物生长状态的详细图像, 通过图像处理和分析技术识别病虫害、缺水等问题;
- 3.图像识别与机器学习技术:** 通过机器学习算法, 分析收集到的图像数据, 实现病虫害的自动识别和分类, 提高监测的准确性和效率;
- 4.农业管理信息系统 (AMIS) 集成:** 无人机监测数据与农业管理系统集成, 为农民提供综合管理和决策支持, 优化农作物的种植和管理策略。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、环境监测传感器等。

实现功能:

通过无人机遥感对农作物种植种类、面积、长势、产量、土壤墒情等进行监测与分析, 为指导农业生产、粮食安全决策、农业保险等部门提供决策依据。

典型案例: 贵港市覃塘区全域范围的日常巡田监测

基于无人机机场“空天地”一体化模式, 依托自然资源综合监测监管, 建立覆盖某地全域范围的日常巡田监测技术服务模式。针对某地境内以平原、山丘为主, 城区及郊区主要是郁江冲积平原, 地势广阔平坦, 拟部署无人机机场 17 部, 实现对耕地范围全方位覆盖, 通过自组网技术实现多无人机之间的信息快速传递共享, 以完成大范围实时、动态的耕地监测任务。通过远程控制无人机机场, 规划并下发各类型的任务航线, 执行日常巡田任务, 在云端查看获取的照片、视频及影像等数据, 自动识别耕地占用、撂荒等问题图斑弹出预警提示, 对存在问题的图斑规划自定义飞行路径, 重点拍照取证。

场景代码: A0100K

农作物长势监测



行业领域:

农业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1. 无人机遥感技术:** 通过多光谱摄像头获取不同波段的图像, 监测作物生长状况、土壤湿度及病害情况。利用无人机的高清相机, 快速获取大面积农田的精细影像, 用于精确的测绘与分析。检测作物的温度变化, 帮助识别水分应力和病虫害问题;
- 2. 定位技术:** GPS 为测绘设备提供精确的位置信息, 用于记录农田的边界和精细的地理特征。RTK (实时动态差分定位) 提供厘米级的高精度定位, 确保地块测量的精准性, 特别适用于自动化农业设备;
- 3. 三维地形测绘技术:** 激光雷达系统通过激光束生成农田地形的三维模型, 帮助分析地形结构、排水特性和植被覆盖情况。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、GPS 导航系统、多传感器集成设备、无线数据传输设备、环境监测仪器等。

实现功能:

1. 利用无人机搭载的摄像头和传感器进行高分辨率图像和多光谱数据的采集, 获取农田的实时信息;
2. 将采集到的数据通过软件进行处理与分析, 生成可视化地图和报告, 便于决策者和农民理解和应用。

典型案例: 吐鲁番农试站利用无人机开展作物长势监测

2024 年 8 月 16 日, 新疆维吾尔自治区吐鲁番农业气象试验站联合市气象台首次利用无人机在火焰山南部棉花种植基地开展作物长势监测。

据悉, 该无人机应用多光谱遥感技术, 可监测直径 10 公里以内农作物发育期长势、覆盖率和生长环境变化情况, 提供准确率高、覆盖面广、代表性强的农业生产影像资料, 有助于提升农业气象服务的精细化水平。

场景代码: A01001

农业物资配送



行业领域:

农业

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.精准导航与自动驾驶技术:** 基于 GPS/北斗等卫星导航系统的高精度定位与路径规划, 确保无人机在复杂的地理环境下安全、快速地完成运输任务;
- 2.负载平衡与物流投放技术:** 无人机在运输农作物或物资时, 配备智能负载管理系统, 确保物品在飞行过程中保持平衡, 同时具备精准的自动投放能力;
- 3.智能避障与飞行控制技术:** 利用传感器和视觉系统, 实时检测飞行中的障碍物, 并通过算法自动调整飞行路线, 保障安全性;
- 4.能源管理与续航技术:** 高效的电池系统或混合动力技术, 延长无人机续航时间, 确保在远程运输中能够完成多次任务;
- 5.远程监控与数据回传技术:** 通过远程控制中心实时监控无人机的飞行状态, 并利用数据回传系统确保运输任务的可视化与安全可控。

低空作业装备:

高精度 GPS 设备、无线通讯设备、高功率电池、高分辨率摄像机、智能负载系统、精准投放设备、避障雷达系统等。

实现功能:

- 1.无人机能够高效、快捷地将农作物从田间地头运输到储存仓库、加工厂或市场, 减少运输时间, 降低农产品腐损率, 提升运输效率;
- 2.适应各种复杂的自然环境, 跨越地形限制;
- 3.节省人力成本。

典型案例: 秭归县脐橙运输项目

长江三峡西陵峡段秭归县的脐橙运输。秭归县作为“中国脐橙之乡”, 柑橘是其农业支柱产业。然而, 传统的脐橙运输方式依赖人力, 劳动强度大且成本高。为解决这一问题, 当地引入了无人机技术, 将脐橙从山上直接运输到山下, 大大节省了人力和时间。无人机运输不仅提高了运输效率, 还降低了破损率, 使脐橙能够更快速、更新鲜地送达市场。

场景代码: A01001

无人机除草



行业领域:

农业

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.自动化喷洒系统:**无人机上配备的自动化喷洒系统能够根据需求自动调整喷洒量和喷洒角度,确保除草剂均匀覆盖,减少浪费;
- 2.高效视觉识别与机器学习技术:**利用计算机视觉和机器学习算法(如卷积神经网络 CNN),无人机能够实时识别作物和杂草,区分出不同种类的植物,避免误伤作物;
- 3.作业规划与自动化控制:**无人机的智能任务规划系统能够根据农田的形状和杂草分布,自动生成最优作业路线,并执行自动化的飞行和喷洒操作,减少人为干预。

低空作业装备:

喷洒系统、高分辨率摄像机、GPS、多传感器集成设备、无线数据传输设备、环境监测仪器等。

实现功能:

- 1.无人机能够实现精准喷洒,确保除草剂仅作用于杂草,减少药剂的浪费和对周围作物的影响;
- 2.无人机具有快速覆盖大面积农田的能力,大幅提升除草作业的效率,减少人力投入和时间成本。

典型案例: 无人机除草作业助农耕

2024年7月,走进曹坦村承包大户的稻田中,成片的稻田郁郁葱葱,绿油油的水稻长势喜人。伴随着无人机旋翼轰鸣声,载满除草药剂的无人机在飞手的操控下腾空而起,拖拽着两条细细的雾状药液在秧田低空飞翔,精准高效地将药剂喷洒到稻田里,不到3个小时,100亩中稻秧田封闭就轻松搞定。今年农业合作社共种植了500多亩水稻,因为前一阵遭遇连续强降雨天气,导致部分农田形成内涝,影响了夏管工作的进度。因此,刚一出梅,就立马联系镇农技人员开展灾后田间管理技术措施,恢复生产。在农技人员的指导帮助下进行无人机“飞防”作业,喷洒除草剂助农耕。

场景代码: A01001

无人机犁田



行业领域:

农业

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1. 自动导航与定位技术:** 利用 GPS、GNSS 等全球定位系统, 实现无人机在农田内的精确导航和定位, 以确保犁田作业的准确性和一致性;
- 2. 智能控制系统:** 配备先进的飞行控制系统, 结合地形信息和实时数据, 自动调节飞行高度和速度, 确保犁田作业的稳定性;
- 3. 机械手臂与犁具设计:** 设计轻量化的机械手臂和适配的犁具, 以适应无人机的载重和动力限制, 保证有效的土壤翻耕;
- 4. 多机协作技术:** 实现多架无人机之间的协同作业, 通过无线通讯技术协调作业, 提高大面积农田的耕作效率。

低空作业装备:

导航与定位设备、无线通讯模块、智能避障系统、传感器模块、高能量密度电池、飞行记录仪等。

实现功能:

1. 利用无人机搭载的犁具进行土壤翻耕, 提高土壤的松散度和透气性, 为作物生长创造良好的土壤条件;
2. 通过高精度的导航与定位系统, 无人机能够精确控制作业路径, 避免重复耕作或漏耕, 确保犁田的均匀性。

典型案例: 无人机水田开沟

在一片广袤的水田上空, 一架巨大的无人机拖着沉重的铁块缓缓掠过, 地面上被划出一道整齐的水沟, 场面令人惊叹。为了提高生产效率, 一名农民不惜花费 11 万元购买了一架无人机。这并非是为了炫耀, 而是为了用现代化手段来完成水田的开沟作业。这种方法不仅省时省力, 还能保证水沟的深度和宽度更加精准, 对后续的灌溉和管理有极大的帮助。

场景代码: A0100a、A0300a、A0100j、A0300j

农牧播种



行业领域:

农业、畜牧业

低空载运装备:

飞机、直升机、喷洒(撒)作业
无人机

关键技术:

- 1.精细播种系统:** 采用精准的播种机具控制系统,能够根据地形、作物需求和气象条件进行精确播种,减少种子浪费;
- 2.气动或离心播撒装置:** 通过气流或离心力将种子、肥料均匀播撒,确保种子的分布和深度符合农业需求;
- 3.低空稳定飞行技术:** 保障飞行器在低空作业中的稳定性,尤其是在复杂地形或气候条件下,避免播撒过程中产生的误差;
- 4.导航与定位技术:** 结合全球地理信息技术,分析土壤类型、坡度和气候条件,以优化播种计划和航线设计;
- 5.智能变量播撒技术:** 根据土壤肥力、湿度和作物需求调整播撒量,实现精准化农业操作,避免过度使用种子或肥料。

低空作业装备:

气动或离心播撒器、精准变量播撒系统、精准导航系统、地面监控和遥控系统、低空稳定飞行技术、多功能作业平台等。

实现功能:

- 1.大面积高效播种,适合大规模农牧业;
- 2.精准化播种,提高作物发芽率和产量;
- 3.降低人力成本;
- 4.适应复杂地形;
- 5.综合农牧作业功能。

典型案例: 无人机播种! 飞起的不仅是“种子”

一架农用无人机腾空而起,满载 60 公斤稻种,扬起一路风尘,一会儿就播种完成。2024 年 5 月 23 日,在惠山区阳山镇住基村大长圩的 250 亩复垦耕地上,头戴草帽的江苏良垦农业科技有限公司董事长卢新海带领几名农民,从早上 9 时起开始了水稻播种工作。通过复垦建设高标准粮田,智慧农机成为当下惠山耕种收的亮眼场景,“从土地平整到作物收割,全过程机械化操作,推动粮食生产的高质量发展。”阳山镇相关负责人说。

场景代码: A0100j

农作物施肥



行业领域:

农业

低空载运装备:

直升机、喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1.精准施肥技术:** 通过土壤检测与分析技术,确定土壤的养分需求,实现精准施肥。根据作物生长阶段和土壤情况,制定个性化施肥方案,确保营养供给的准确性和科学性;
- 2.图像识别技术:** 运用图像处理与分析技术,通过航拍获取农田图像,识别作物的生长情况和病虫害,指导施肥决策,增强施肥的针对性;
- 3.自动化喷洒系统:** 无人机上配备的自动化喷洒系统能够根据需求自动调整喷洒量和喷洒角度,确保肥料均匀覆盖,减少浪费;
- 4.环境监测技术:** 实时监测气象条件(如风速、温度、湿度等),确保施肥过程符合安全标准,降低对环境的负面影响,提升施肥的环保性;
- 5.动态反馈机制:** 通过施肥过程中的实时监测与数据反馈,及时调整施肥策略和实施方案,提高施肥效果,确保作物生长的最佳状态。

低空作业装备:

喷洒系统、高分辨率摄像机、GPS、多传感器集成设备、无线数据传输设备、环境监测仪器等。

实现功能:

- 1.提高施肥效率;
- 2.降低人力成本;
- 3.确保施肥均匀性;
- 4.支持精准农业管理,提高作物产量。

典型案例: 基于三丰智能 AI 种植模型技术的农业无人机精准变量施肥施药系统

基于三丰智能 AI 种植模型技术支持的农业无人机精准变量施肥施药管理系统,已在太仓市沙溪镇农业生产中使用。当地,在进行施肥操作前,多光谱无人机通过空中巡查稻田,借助多光谱影像等先进技术,对水稻的生长状态进行了实时监测。在此过程中,三丰智能 AI 种植模型技术将水稻的生物量、叶面积指数等信息被精准地收集并整合形成水稻长势图,这一流程类似于对农田进行了详尽的“CT扫描”。经过系统分析,最终生成了针对各田块的定制化施肥“处方图”,为水稻的长势评估提供了更为精准的数据支持,相较于肉眼判断,其准确性得到了显著提升。

场景代码: A0220a、A0220j

播种造林



行业领域:

林业

低空载运装备:

飞机、直升机、喷洒(撒)作业
无人机

关键技术:

- 1.航空播撒和多传感器融合技术:** 播撒器能够根据地形、风速、气候等条件自动调整播撒速度和范围,确保种子均匀分布,提高播种效率和成活率。通过传感器检测地面的土壤和环境条件,动态调整播撒量,适应不同区域的生态需求。
- 2.低空稳定飞行技术:** 保障飞行器在低空作业中的稳定性,尤其是在复杂地形或气候条件下,避免播撒过程中产生的误差;
- 3.导航与定位技术:** 通过精确的卫星定位系统,确保播种飞行器能够按照预设路线准确飞行,避免重复播撒或遗漏区域。结合地形数据和地理信息系统(GIS),规划飞行航线,并根据实时地形调整飞行高度和播撒范围。

低空作业装备:

气动或离心播撒器、精准变量播撒系统、精准导航系统、地面监控和遥控系统、低空稳定飞行技术、多功能作业平台等。

实现功能:

- 1.大规模生态恢复,适用于荒漠化地区、火灾过后区域以及其他退化生态系统的修复;
- 2.提高造林效率;
- 3.精准播撒,优化资源利用;
- 4.支持生态系统平衡与多样性。

典型案例:美邦通航飞播造林 筑起绿色生态屏障

2023年6月12日,河南省美邦通用航空有限公司圆满完成南阳淅川、南召、方城的航空飞播造林作业。

此次飞播按照预设航线飞行,共播种面积4万亩,累计42架次,播撒时长达13个小时,是美邦通航首次在南阳地区开展此类作业,在飞播造林方面取得了新的突破,为加速当地国土绿化,培育后备森林资源,加快生态环境建设,促进农牧业发展和农民脱贫致富做出了积极的贡献,对实现资源、环境、经济与社会的协调发展具有十分重要的现实和深远意义。

场景代码: A0231k

林场巡检



行业领域:

林业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 高精度定位与导航系统:** 采用全球定位系统 (GPS) 和 GNSS 等多种定位技术, 确保无人机在林场巡检过程中的精确定位。此系统能够抵抗森林环境中的干扰, 提高巡检的准确性, 确保覆盖到每一个重要区域;
- 高清图像采集与分析技术:** 通过搭载高光谱、高分辨率摄像机, 无人机能够分析植物健康状态, 识别水分不足、病虫害等问题, 提供精准的林场管理数据, 建立数字化林场林区模型;
- 激光雷达技术:** 利用激光雷达技术进行林木高度、树冠结构等数据的获取, 生成高精度的三维林场模型, 帮助林业管理者了解森林资源的空间分布;
- 自动避障与防碰撞技术:** 无人机配备激光雷达、超声波传感器等, 实时感知周围环境, 自动避开树木和其他障碍物, 确保巡检过程的安全性。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、高光谱摄像头等。

实现功能:

- 搭载光电吊舱和实时图传系统对盗砍盗伐可疑区域监控, 追踪定位盗伐者位置;
- 机体上可以使用扩音器进行告警震慑和宣传。

典型案例: 十三陵林场派无人机巡查古树

2024年6月27日, 北京市十三陵林场管理首次尝试用无人机巡查古树名木, 既减轻了工作压力, 又提升了巡查质量。有关负责人称, 古树名木作为森林资源中的瑰宝, 保护古树名木是保护森林资源、保护生物多样性、保护优良种质资源的一项重要工作。许多古树生长在偏远山区, 人工巡查极为困难。尝试利用无人机巡查, 作业者免去了长距离跋涉之苦, 同时还可全方位巡查古树。

场景代码: A0300K1

牧区巡护



行业领域:

畜牧业

低空载运装备:

影像作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1.自动化放牧技术:** 可以通过远控遥控操作,或低空飞行,以及发出声音将羊群驱赶到水草丰茂的地方,实现自动化放牧。并在冬季或春季地面草不足时,可以通过无人机给牲口群投放玉米、黄豆等精饲料或混合颗粒饲料;
- 2.图像识别与分析技术:** 利用计算机视觉和深度学习技术,对无人机拍摄的畜牧图像进行分析,实现对牲畜健康、体重、种类的自动识别与监测;
- 3.数据集成与分析平台:** 构建数据集成平台,整合来自无人机、传感器和其他来源的数据,进行全面分析,支持科学的畜牧管理决策;
- 4.异常行为识别技术:** 通过视频分析技术,实时监测牲畜行为,识别异常行为和疾病征兆,为早期干预提供依据,保障牲畜健康。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、GPS、多传感器集成设备、无线数据传输设备、环境监测仪器、热成像摄像头等。

实现功能:

- 1.实时监测牲畜的健康状况,以降低损失;
- 2.实现牧区内的精准投喂与施药;
- 3.对牧场环境进行监测,以评估生态影响;
- 4.促进可持续的畜牧业发展,保护自然资源。

典型案例: 吉林市生态环境局昌邑区分局无人机助力畜禽养殖污染监管

昌邑区分局依托属地乡镇政府和辖区畜牧局信息,利用无人机高空俯瞰检查形式,重点对养殖场厂房、配套粪污处理设施的建设运行、排水口情况进行拍摄,全方位掌握养殖场的废弃物处理现状。截至目前,昌邑区分局已排查 19 家规模化畜禽养殖企业,对所发现的隐患第一时间同企业沟通,并进行帮扶整改。无人机巡航排查有效破解由于预防畜禽疫情而不能进场检查的难题,在不给养殖场带来风险的前提下,弥补监管漏洞,促使养殖业健康绿色生产。

场景代码: A0300K

封山禁牧巡查



行业领域:

畜牧业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 采用先进的 GPS 和 GNSS 技术, 无人机能够在封山禁牧区域实现精准定位, 确保全面覆盖禁牧地和监测点, 提高巡查的效率和准确性;
- 2.高清摄像机与监控技术:** 无人机配备高清摄像机, 能够实时捕捉封山禁牧区域的动态, 通过视频流传输技术, 实时将监控画面传输至指挥中心, 确保对禁牧情况的及时掌握;
- 3.热成像与夜视技术:** 通过热成像相机和夜视设备, 无人机能够在夜间或低光照条件下进行巡查, 监测非法放牧行为和野生动物活动, 提高监测的有效性;
- 4.图像识别与人工智能分析:** 利用人工智能和图像识别技术, 自动分析监控画面中的非法放牧行为、动物种类及数量, 提高监查的精准性和效率。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、多种环境监测传感器等。

实现功能:

- 1.搭载光电吊舱和实时图传系统对非法放牧可疑区域监控, 追踪定位非法可疑人员位置;
- 2.使用扩音器进行告警震慑和宣传。

典型案例: 旗林草局启用“无人机”巡查助力禁牧休牧和草畜平衡工作

2024年4月旗林草局启用无人机按照预定航线对周围几公里区域内特别是偏远的、车辆不能到达的区域内的违规放牧、偷牧行为进行监控拍摄, 并利用监控器实时查看传输回来的清晰画面, 准确地判断监测范围内的情况。截止目前, 已通过无人机监测查处放牧案件26起。下一步, 旗林草局将不断加大无人机监测应用力度, 全力做好草原禁牧休牧和草畜平衡区监测工作, 为保护全旗草原资源安全, 筑牢生态安全屏障提供坚实保障。

场景代码: A0400ab、A0400k

渔业飞行



行业领域:

渔业

低空载运装备:

飞机、直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1.自主飞行与智能避障技术:** 无人机结合北斗、INS 以及卫星遥感技术, 获取大范围的海洋数据, 如海洋表面温度、盐度和海洋色彩, 帮助确定渔场的位置;
- 2.无人机航测技术:** 通过无人机航拍获取海域渔情信息, 如海洋生态环境、浮游生物分布、底层海洋水文气象等, 从而评估渔业资源状况和渔业可持续发展水平。其次是渔业监测与执法, 通过无人机航拍获取远洋渔船的位置、大小、类型等信息, 及时掌握远洋渔业作业情况;
- 3.实时数据传输与通信技术:** 为渔船提供实时的通信和导航支持, 保证渔船作业安全性。最后, 无人机还可以用于捕捞机械与作业效率优化, 通过进行作业区域勘查, 选择最佳捕捞区域和渔场, 提高捕捞效率。

低空作业装备:

高光谱、可见光摄像机、光电吊舱、光学与多光谱传感器、海洋雷达系统、导航与定位系统、数据传输与存储设备、气象和环境监测设备等。

实现功能:

- 1.渔场定位与监测;
- 2.鱼群检测与跟踪;
- 3.水质与环境监测;
- 4.捕捞优化与规划;
- 5.非法捕捞监控。

典型案例: 太湖水域渔业资源管护空中巡查

为了加强太湖水域管理, 强化保护区禁渔执法, 2020年9月27日上午, 太湖渔管办与上海新辰通航公司在太湖渔政三大队执勤点签署了太湖水域渔业资源管护空中巡查合作协议, 并在东太湖人放天养生态修复区上空成功首飞。太湖渔政执法引入空中力量, 标志着太湖渔业资源保护与管理迈上了“水陆空”一体化的新台阶。

场景代码: A0515a、A0521b、A0515j、A0521j

防治病虫害



行业领域:

农业、林业

低空载运装备:

飞机、直升机、喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1.精准喷洒技术:** 根据植被密度、病虫害分布等实时数据,自动调整喷洒量,确保药液只在需要的区域施用,避免浪费和污染;
- 2.无人机自动飞行控制技术:** 能够自主执行飞行任务,根据预设路径或实时调整,完成大面积喷洒作业,提高作业效率和精度;
- 3.多光谱遥感技术:** 通过多光谱相机实时监测植被的健康状况,识别病虫害发生区域,实现精准定位施药,减少药剂浪费;
- 4.病虫害智能识别技术:** 通过遥感数据和图像识别技术,自动识别作物病虫害类型,辅助决策和防治方案制定。

低空作业装备:

药液喷洒系统(精准喷洒设备、高效雾化喷嘴)、遥感与监测设备、农药与生物制剂携带装置(多功能药剂箱、自动加药系统)、数据传输与作业监控系统等。

实现功能:

- 1.通过变量喷洒和精准定位,能够减少农药的使用量,高效覆盖,降低对作物、土壤和水体的污染,保护生态环境,促进可持续农业和林业发展;
- 2.降低人工成本。

典型案例: 无人机防治病虫害

连日来,市林业科学研究所利用植保无人机对56亩油茶试验林进行“飞防”工作,有效地防治油茶软腐病、油茶毒蛾等病虫害的发生,确保油茶试验林的健康生长。利用植保无人机进行油茶病虫害防治不仅具有省时、省力、高效等多种优势,还具有操作简单、智能精准、安全可靠等特点,是今后林业高效发展的一种趋势。

下一步,柳州市林业科学研究所将根据病虫害发生规律,全面提高精细化管护水平,将林木病虫害管在苗头、控在经常,以实际行动高效育苗、高质营林,持续巩固造林绿化成果。

场景代码: A0522b、A0522jk

航空护林



行业领域:

林业

低空载运装备:

直升机、喷洒(撒)作业无人机、影像作业无人机

关键技术:

- 1. 高光谱成像技术:** 通过高光谱成像技术分析植物的反射光谱, 获取植被的生理信息, 监测森林健康状况, 提前识别病虫害和营养不足的问题;
- 2. 智能分析与预测模型:** 通过建立机器学习和数据挖掘模型, 分析历史数据和环境变化, 预测森林资源的变化趋势, 制定有效的保护措施;
- 3. 图像处理与识别技术:** 运用图像处理算法, 对无人机拍摄的森林图像进行分析, 快速识别植被种类和健康状况, 提升监测效率;
- 4. 全球地理信息系统 (GIS) 技术:** 结合 GIS 技术, 进行森林资源的空间分析与管理, 实现森林资源的可视化管理与决策支持;

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、GPS、多传感器集成设备、无线数据传输设备、环境监测仪器等。

实现功能:

1. 及时发现病虫害, 保护森林植被的健康;
2. 支持合理的森林资源管理与利用规划;
3. 提供丰富的森林资源数据, 为科学研究、政策制定及教育提供依据。

典型案例: 航空护林为林草生态文明保驾护航

鄂尔多斯主要为丘陵沟壑地势, 总面积 1.3 亿亩, 植被覆盖率达到了 70% 以上。其中准格尔旗森林总面积 412 万亩, 森林覆盖率达 36.38%, 植被覆盖率 76.1%。机组成员针对地区特点共同研讨, 制定飞行路线。巡护航线覆盖区域包括杭锦后期、东胜区、伊金霍洛旗、达拉特旗、准格尔旗、等重点地区。整个航期共计飞行时间 230 小时 40 分钟, 巡护长度 34040 公里, 巡护面积 6750 万顷, 共发现疑似火情 10 处, 核实排查 10 次。

场景代码: A0541ab

投放鱼苗



行业领域:

渔业

低空载运装备:

飞机、直升机

关键技术:

- 1.精准投放技术:** 飞行器配备精确的投放装置, 能够根据预设的时间和位置准确释放鱼苗, 减少投放误差(自动投放系统)。根据实时监测的环境数据, 如风速、飞行高度等, 动态调整投放量和投放角度, 确保鱼苗能够均匀分布;
- 2.鱼苗保护和包装技术:** 投放容器内部配备保温和氧气供应系统, 确保鱼苗在投放过程中能够保持适宜的温度和氧气浓度, 减少应激和死亡率。采用特殊材料包裹鱼苗, 延缓鱼苗释放, 确保其在水域中能够快速适应并开始生长;
- 3.飞行控制与导航系统:** 保障飞行器在投放过程中按照预定路线精准飞行, 确保鱼苗投放到目标水域。

低空作业装备:

投放容器与包装、氧气供应系统、气动投放装置、离心投放装置、精准导航系统、地面监控和遥控系统、低空稳定飞行技术等。

实现功能:

- 1.高效补充鱼类资源, 以恢复或增强水域的鱼类资源, 提高水产资源的数量和种类;
- 2.恢复生态平衡, 支持受损水域的生态系统恢复, 增强生态平衡和生物多样性;
- 3.精准投放, 优化资源利用率;
- 4.增强水产养殖管理。

典型案例: 美国犹他州用飞机向湖泊投放鱼苗 成活率高达 95%

融据美国有线新闻网(CNN)2021年7月13日报道, 美国犹他州野生动物资源部门每年都会利用飞机投放方式, 向高海拔湖泊投放鱼苗。野生动物资源部门通常会将鱼苗从低空飞行的飞机上, 投放到距离在30米以上的湖中。自20世纪50年代以来, 每年都会进行几次类似投放, 飞行员可以在几个小时内将多达35000条鳟鱼倾倒入湖中。

按照野生动物资源部门的说法, 这一过程比将鱼通过管道排入湖中更快、更有效, 且该州的许多湖泊和溪流都位于山区, 无法用车辆将鱼苗送达。飞机投放过程中约有95%的鱼能活下来。

场景代码: B0711k、B0712k

油田工区巡检



行业领域:

石油和天然气开采业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 采用先进的 GPS 和 GNSS 技术,无人机能够在油田工区进行精确定位,确保巡检路径的准确性,避免遗漏重要监测区域,从而提高巡检效率;
- 2.高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像机,能够获取油田设施的高分辨率图像,通过图像处理与识别技术及时分析设备状态,发现设备损坏、泄漏等潜在问题;
- 3.红外热成像技术:** 利用红外热成像相机,监测油田设备的温度变化,及时发现过热、泄漏和绝缘失效等隐患,增强故障检测能力,保障设备的安全运行;
- 4.多传感器集成技术:** 无人机配备气体检测传感器、振动传感器和环境监测传感器等,能够综合监测油田工区内的各种环境和设备状态,提供全面的巡检数据;
- 5.实时数据传输与处理系统:** 通过无线通信技术,无人机能够实时将巡检数据(如视频、图像和传感器数据)传输至地面控制中心,便于快速监控和分析,提升决策效率。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、气体检测传感器等。

实现功能:

- 1.提升油田工区巡检效率;
- 2.降低人力成本,确保工作人员的安全;
- 3.提高故障检测效率;
- 4.支持环境保护和安全管理。

典型案例: 守护长庆油田,无人值守智能化巡检这样干!

为确保油气田及管线的安全生产,实现三维可视化管理、夜间综合治理以及对油气场站突发事件进行快速核查,长庆油田选择了大疆机场和精景慧城的智能巡检综合管理平台进行无人值守场站的建设。

大疆机场值守 67 天中,共执行管道巡检任务约 941 架次,特别是暴雨等特殊自然灾害过后增加了巡检频次,先后发现管线水毁塌陷 35 处,发现管线裸露 24 处,发现管线周围违规车辆施工 2 处,发现管线周围疑似滑坡 3 处,发现管线上方发现不明建筑物 1 处,均在第一时间上报场站相关负责人进行了及时处置,消除了管道运行安全隐患。

场景代码: B0711b、B0712b

石油服务



行业领域:

石油和天然气开采业

低空载运装备:

直升机

关键技术:

- 1.石油勘探技术:** 利用航空磁力测量、航空重力测量和航空电磁测量等技术,能够在大面积区域上快速、精确地进行地质结构勘测,帮助识别潜在的石油和天然气资源;
- 2.空中遥感与监控技术:** 利用航空遥感设备进行热成像和多光谱成像,监测油田区域的环境变化、油泄漏等问题,提供实时的图像数据和分析;
- 3.卫星导航与定位技术:** 利用 GPS、北斗等卫星导航系统,在石油勘探和开发过程中提供精确的定位和导航支持,帮助进行油田开发设备的部署、管道铺设和运输调度;
- 4.海上石油平台直升机起降系统:** 专门设计的直升机起降系统和平台,确保海上石油平台上的直升机安全起降,为人员和物资运输提供支持。

低空作业装备:

机载勘探设备(航空磁力计、重力仪、电磁探测仪)、巡检设备(高分辨率摄像机与热成像设备、激光雷达)、光电吊舱、应急救援设备、气体传感器设备、导航系统等。

实现功能:

- 1.高效勘探,缩短勘探周期;
- 2.提供油田空中巡检服务,减少人工巡检风险;
- 3.海上平台支持,提供稳定的人员和物资运输。

典型案例:海上石油服务、陆上石油服务

海上石油服务主要是直升机运送海上石油平台或采油轮船倒班的钻井勘探和采油技术人员和工人,运送海上石油作业平台上所需的物资供应,还为平台或储油轮进行绞车提油服务,以及海上平台所需的一切其他服务,包括 VIP 飞行服务,医疗急救服务,台风撤离服务。在此领域,国内领军企业为中信海直,其已为中国海洋石油总公司以及英国、美国、荷兰、意大利、法国、日本、挪威等国家的近 30 多家外国石油公司提供了优质、安全的飞行服务。

陆上石油服务主要指为陆上石油项目在高原、高寒、山地、沙漠等人烟稀少、交通不便的地区从事勘探开发石油工作时,借助于直升机(或必要的小型固定翼飞机)的独特功能,担负空中吊装与运输飞行及陆上石油管线的巡护飞行作业服务等。

B 采矿业

场景代码: B0800a、B0900a、B1000a、B1100a、B1200a、B0800I、B0900I、B1000I、B1100I、B1200I

航空探矿



行业领域:

黑色金属矿采选业、有色金属矿采选业、非金属矿采选业、其他采矿业

低空载运装备:

飞机、感知作业无人机

关键技术:

- 1.航空探物技术:** 通过搭载磁力仪测量地球磁场的微小变化,识别地下含有磁性矿物的区域,如铁矿、铜矿等。利用航空重力仪,测量地面下方的重力场变化,识别不同密度的地质结构和矿藏,适用于石油和天然气的勘探。通过电磁波探测地下电阻率的差异,帮助识别矿脉和地下水资源,适用于有色金属、贵金属和水资源的勘探;
- 2.遥感与成像技术:** 高光谱成像技术通过获取不同波长的光线反射,识别矿物和岩石的特征。红外成像技术用于测量地表温度的微小变化,帮助识别异常热辐射区域,进而推测地下矿产的分布;
- 3.地质建模与矿产评估技术:** 利用探测数据构建地下地质结构的三维模型,便于矿藏的定位与储量估算,提供直观的矿产分布图。

低空作业装备:

探测仪器(磁力仪、重力仪、电磁探测器、伽马射线光谱仪)、光电吊舱、遥感设备、数据采集与传输设备、环境监测设备、动力与能源管理系统等。

实现功能:

- 1.高效覆盖广阔区域,以便大范围快速勘探;
- 2.精准定位矿产资源,提升勘探精度和效率;
- 3.整合磁力、重力等不同探测数据进行多维度矿藏评估,提升矿产开发决策的科学性。

典型案例: 无人机航空磁法测量应用于海洋(岛)资源勘查

完成三山岛金矿-仓上金矿带无人机航空磁测,实现了陆海域超低空高精度磁测资料无缝获取,为在海洋(岛)及海陆结合带进行地质调查、矿产资源勘查提供了高效便捷的解决方案。

场景代码: D4400b、D4400k

能源设施巡检



行业领域:

电力、热力生产和供应业

低空载运装备:

直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 利用 GPS 定位系统、全球导航卫星系统和 INS, 确保无人机在能源设施巡检过程中的精确定位, 从而提高巡检的准确性, 确保飞行路径的稳定性;
- 2.高清图像采集与分析技术:** 无人机搭载高分辨率摄像机和先进的图像处理软件, 能够捕捉风力发电机组或其他能源设施的高分辨率图像, 通过图像识别技术分析设备的状态, 及时发现潜在的故障;
- 3.热成像与红外检测技术:** 利用热成像相机和红外传感器, 能够监测风力发电设施的热分布, 及时发现发电机过热、绝缘失效等问题, 提高故障检测的准确性和及时性;
- 4.抗干扰与稳定控制系统:** 能源设施巡检的环境复杂多变, 无人机需要具备强大的抗干扰能力, 尤其是在风力、电磁干扰较强的地区。先进的飞行控制系统能够在高风速、高电磁干扰下稳定飞行, 确保无人机的安全与精确操控。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元等。

实现功能:

- 1.提升能源设施巡检效率;
- 2.降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 3.提高故障检测效率;
- 4.进行能源设施的 3D 建模与测量。

典型案例: 能源巡检玩出新花样

风力发电机的高度通常在 40—80 米, 一些更大型的风力发电机高度可达 100 米以上, 仅凭人力完成巡检任务不仅充满危险, 且难度系数大, 对人员的投入要求也十分高, 无人机可以从多角度切入, 360 度无遗漏自动拍摄发电机叶片的全部细节, 并将实时信息传送至指挥中心的后台。

场景代码: D4400k

电力巡检



行业领域:

电力、热力生产和供应业

低空载运装备:

直升机、影像、载重作业无人机

关键技术:

- 1.无人机飞行平台本身性能:** 主要集中在高可靠性,包括特殊高海拔、低温特殊天气下的安全工作能力,以及在特高压输电线路特殊电磁环境下,正常运作能力;
- 2.任务载荷采集数据有效性:** 在移动飞行平台下,能有效识别关键目标,如销钉、线缆、螺母、绝缘子等并在无人机有限飞行时间内尽可能多的采集有效可识别的信息,并满足后期数据处理的基本性能;
- 3.实时数据传输系统:** 飞行器搭载的 5G 通信技术确保巡检数据(如图像、温度、电流等)能够实时传输至地面控制中心,便于实时监控和数据分析,提升决策效率;
- 4.多传感器融合技术:** 无人机配备多种传感器(如红外传感器、高分辨率摄像机、超声波传感器等),能够全面监测电力设备的运行状态,获取多维度的巡检数据,提高故障检测的准确性;
- 5.高精度定位与避障:** 采用先进的飞行控制系统,结合惯性导航单元(IMU)、气压计、磁力计等多传感器融合技术,引入自适应控制算法,实现精准的姿态控制和定位,确保无人机在复杂地形和恶劣天气条件下仍能保持稳定的飞行姿态。基于雷达、视觉传感器等设备,设计避障算法,实现无人机自动规避障碍物,提升飞行安全。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、应急浮筒系统、数据存储与分析单元等。

实现功能:

- 1.提升巡检效率;
- 2.降低人力成本,确保工作人员的安全;
- 3.提高故障检测效率。

典型案例:长航时无人机特高压线路智能巡检

2024年6月,国家电网有限公司在浙江省湖州市应用固定翼无人机成功实施全国首次特高压线路毫米级高速空中巡检,全力护航能源大动脉稳定运行,积极备战迎峰度夏电力保供。

场景代码: D4400b

电力作业



行业领域:

电力、热力生产和供应业

低空载运装备:

直升机

关键技术:

- 1.电磁干扰防护:** 高压线路附近的强电磁场可能对直升机的电子设备造成干扰。因此,直升机和作业人员所使用的设备需具备良好的电磁干扰屏蔽能力,确保飞行控制、通信等系统的正常工作;
- 2.稳定飞行姿态技术:** 自动化悬停系统和高精度定位系统(如 GPS/RTK)能够帮助飞行员更好地控制飞行姿态;
- 3.静电屏蔽与等电位作业技术:** 直升机接近高压电力线时,机体与电力线之间存在巨大的电位差。作业人员需要通过使用导电杆等设备将直升机的电位与电力线等同,避免作业人员触电。电力线周围存在强大的电场,直升机接近时会感应到静电。需要采取屏蔽措施防止电场对设备和人员的伤害。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、红外热像仪、激光雷达系统、气体探测器、导航与定位系统、数据传输与存储设备、环境监测设备等。

实现功能:

- 1.进行高压线路的维修和更换;
- 2.利用等电位作业技术,消除线路中的缺陷;
- 3.清除异物,确保线路安全运行;
- 4.应急响应支持。

典型案例: 张北柔直输电线路,开展直升机带电作业

2021年11月12日,一架贝尔429直升机从河北省张家口市怀来县的官厅水库岸边缓缓升空,通过机身吊挂的40米长的绝缘绳索,将作业人员和设备精准平稳放至±500千伏张北柔性直流电网工程中都送延庆直流线路导线上,开展带电检修作业。填补了国内同电压等级直升机带电作业的技术空白,保障北京2022年冬奥会100%“绿电”持续稳定供应。

场景代码: D4500b、D4500k

空中巡查和管道巡检



行业领域:

燃气生产和供应业

低空载运装备:

直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1. 红外热像技术:** 用于检测管道表面的温度分布, 发现可能的热泄漏点, 尤其是在燃气泄漏或管道损坏的情况下;
- 2. 遥感气体检测技术:** 使用光谱分析等技术远程探测空气中燃气的存在, 评估泄漏风险;
- 3. 导航与定位系统:** GPS 提供精确的定位数据, 确保巡查路线的准确性和数据的空间定位。INS 在 GPS 信号不足的情况下, 提供稳定的导航支持, 确保巡查任务的顺利进行;
- 4. 高分辨率成像与摄像技术:** 用于拍摄燃气管道和设施的详细图像, 帮助识别潜在的结构损伤或异常情况。

低空作业装备:

红外摄像机、光电吊舱、气体嗅探仪、红外光谱分析、激光雷达系统、高光谱气体检测器、导航与定位系统、数据传输与存储设备、环境适应装置等。

实现功能:

1. 燃气泄漏检测;
2. 管道和设施检查;
3. 环境监测与评估;
4. 应急响应支持;
5. 公众安全警报与信息发布。

典型案例: 济南能源集团所属山东港华启用直升机巡检燃气高压管网

2024年7月11日, 济南能源集团所属山东港华在燃气高压管网的巡检工作中引入了直升机这一高科技手段, 标志着济南市燃气安全管理水平迈上了新台阶。此次直升机巡检工作覆盖燃气高压管网的多个关键区域, 确保燃气设施的安全稳定运行, 同时, 也为济南的低空经济发展注入新活力。此次直升机巡检工作由济南能集团所属济南通用航空公司协助完成。执飞一架 Bell407 直升机搭载有卫星图传系统、高分辨率摄像机和红外高敏热成像仪, 对山区燃气高压管线 200 余公里的长输管网进行全面巡查。起飞一次(往返)仅需 120 分钟左右, 便可高效完成对管线的快速巡检, 实现了“无死角、无盲区”的巡查效果。

场景代码: E4700k

建筑施工现场巡检



行业领域:

土木工程建筑业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

1.高精度定位与导航系统: 采用旋翼无人机定位及态势精准监测技术,大幅度提升鲁棒性,弥补国内无人机云系统领域空白。采用地图与无人机低空融合校准技术,达到业界领先分米级精度。无人机能够在建筑施工现场进行精准定位,确保巡检路径的准确性,避免遗漏重要区域,从而提升巡检效率;

2.高清图像采集与测绘技术: 采用 GIS 交互识别算法,实现高精度识别低空视角目标区域。同时无人机配备高清摄像机,能够获取施工现场的高分辨率图像,生成施工现场的三维模型,帮助项目管理者更好地进行施工规划、监控和评估。通过图像处理与识别技术分析施工进度、材料使用情况及设备状态,及时发现潜在问题;

3.热成像技术: 无人机搭载热成像相机,能够检测建筑材料的温度变化,及时发现绝缘失效或其他潜在的安全隐患,保障施工安全。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、环境监测传感器、激光雷达设备等。

实现功能:

- 1.获得每个时段现场人、机、料情况及作业进度;
- 2.降低人力成本,确保工作人员的安全;
- 3.将无人机拍摄影像建模与 BIM 施工模拟进行对比分析,及时调整施工部署;
- 4.测量砂石、渣土等不规则物料。

典型案例:在建项目巡查

对区域在建项目,通过无人机的自动数据采集更新能力,按需定时进行图片、全景影像的数据采集,让发改、住建等部门可以更加全面的掌握项目的建设过程,更加直观的了解该项目的最新进展;也可不定时派遣无人机进行工地巡查,自动采集现场施工照片,可实时或通过成果影像,随时查看人员安全施工情况、裸露土地覆盖情况、材料堆放情况,高效赋能城市治理工作。

场景代码: E47000k、E4800k、E4900k、E5000k

城市高楼建筑巡检



行业领域:

房屋建筑业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 结合 GPS、GLONASS 等多种卫星导航技术, 确保无人机在高楼建筑巡检过程中的高精度定位, 减少因环境干扰导致的定位偏差, 提升巡检的准确性和效率;
- 2.高清图像采集与处理技术:** 无人机搭载高分辨率摄像机和先进的图像处理软件, 能够获取建筑物的高分辨率图像, 通过图像识别技术分析建筑结构的状况, 识别潜在问题;
- 3.热成像与红外检测技术:** 利用热成像相机和红外传感器, 能够检测建筑物的热分布情况, 及时发现绝缘材料失效、设备过热等问题, 提高故障发现的准确性;
- 4.实时数据传输与分析系统:** 通过高速数据传输技术, 实时将巡检数据(如视频、图像、传感器数据)发送至地面控制中心, 实现即时监控和后期数据分析。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元等。

实现功能:

- 1.提升高楼建筑巡检效率;
- 2.降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 3.提高故障检测效率;
- 4.促进建筑设施智能化管理。

典型案例: 无人机为高楼“体检”

2024年7月6日16时, 在深圳第一高楼——平安金融中心高100米, 距离玻璃幕墙15米外的地方, 一架无人机搭载飞行系统, 对准有弧度的外墙, 根据预设的巡检航线, 自动横移飞行捕获数据, 为城市建筑进行“健康体检”。本次无人机飞巡项目, 由狮尾智能化科技有限公司执飞。

狮尾智能推出的城市无人机自动飞行系统——INSKY 英空飞叠 3.0 (以下称为“INSKY”), 从硬件到软件, 从数据捕获、分析到可视化管理, 打造了一套全流程的城市空中飞巡解决方案。

场景代码: E4800b、E4800i

直升机机外载荷飞行



行业领域:

土木工程建筑业

低空载运装备:

直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 1.飞行控制与导航系统:** 控制系统中集成的载荷补偿算法,可以自动调整直升机的姿态和飞行路径,以补偿载荷对飞行稳定性的影响(载荷补偿控制)。全球导航卫星系统(GNSS)和高精度导航设备,用于在机外载荷飞行中提供准确的导航和定位支持(精准导航系统);
- 2.气动优化设计:** 针对直升机机外载荷飞行的特定气动设计,减少载荷对飞行器气动性能的负面影响,优化飞行器的空气动力学特性;
- 3.风速与气象补偿:** 技术手段用于调整飞行器和载荷在不同风速和气象条件下的操作,以保证飞行安全和稳定;
- 4.载荷固定与调整技术:** 用于在飞行过程中固定和调整外部载荷的位置和角度,确保载荷的安全运输。允许在飞行中对载荷进行调整,以适应不同的飞行条件和要求。

低空作业装备:

吊装系统、载荷稳定装置、载荷补偿系统、紧急释放装置、全球导航卫星系统(GNSS)、高清摄像机等。

实现功能:

- 1.外部载荷运输,能够吊运和运输各种重型物资或设备,如建筑材料、救援物资等;
- 2.便于工程施工与安装,可在高处进行安装和维修工作;
- 3.救援与应急响应,在紧急情况下吊运救援物资或伤员。

典型案例: 国家电网利用 S-64F 重型直升机执行吊装任务

2018年,国家电网利用 S-64F 重型直升机,在 500 千伏舟山二通道联网工程实施了角钢塔分段吊装组立、跨海钢导引绳展放等任务。吊装组塔累计飞行时间 10 小时 58 分,吊重 200.4 吨。

场景代码: E4800b、E4800i

基础设施建设作业



行业领域:

土木工程建筑业

低空载运装备:

直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 1.无人机测绘与定位技术:** 通过高精度 GNSS 和激光雷达, 获取基础设施建设区域的三维地形数据, 实现精准测绘, 支持设计和施工的各个阶段;
- 2.自动化飞行控制技术:** 通过自动化控制系统, 无人机可以精确执行复杂的飞行任务, 如悬停、精准定位和负载放置, 确保高空作业的稳定性和安全性;
- 3.无人机喷洒技术:** 利用无人机进行材料喷洒 (如防尘剂、混凝土等), 提高施工效率, 减少人工成本, 确保施工质量;
- 4.力矩控制与稳定系统技术:** 重载无人机在吊装时需要稳定的力矩控制, 避免负载在空中发生晃动或失衡, 提升作业的安全性与效率。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、全球导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、多功能自动抓取器、高清摄像头与传感器、精密吊装设备、高清摄像头与传感器等。

实现功能:

- 1.高空结构检查与监测;
- 2.建筑材料运输与搬运, 减少地面到高空的运输难度, 优化施工流程;
- 3.隧道与桥梁施工环境监测;
- 4.大型设备的定位安装。

典型案例: 全球首次实现无人机立杆打造配网基建新模式

2024年8月27日, 力泰航空“犇腾600”重载无人机参与南方电网乐昌市配电网基建项目并开展吊装试点作业, 成功吊运235公斤重的电杆并精准插入杆洞。全球首次实现无人机立杆打造配网基建新模式!

飞行技术团队通过无人机接续控制的方式, 解决地面操作人员在不通视情况下对无人机的精准控制, 在无人机操作人员和地面辅助人员的紧密配合下, 将235公斤重的电杆精准插入杆洞。无人机驶离后, 地面施工人员快速完成电杆扶正和余土回填, 有效减少传统机械立杆造成的农作物损坏、青苗赔偿及相关民事协调工作量。

场景代码: G5300k

铁路巡检



行业领域:

铁路运输业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 高精度定位与导航技术:** 结合 GPS、GLONASS 等多种卫星导航技术, 确保无人机在轨道巡检过程中实现高精度定位, 避免因环境干扰导致的航向偏差, 提高巡检的准确性;
- 铁路设施状态巡检, 故障诊断与辅助决策:** 综合使用北斗、大数据比对、AI 视觉识别等技术可以发现 1cm 大小的轨道锈蚀, 无砟轨道内碎屑异物并作出处置。同时能够自动识别轨道及其相关设施(如道岔、信号灯等)的状态, 快速判断是否存在故障或隐患;
- 实时数据传输系统:** 通过 5G 等高速通信网络, 确保巡检数据(如图像、温度、振动等)能够实时传输至地面控制中心, 便于实时监控和数据分析, 提高决策效率;
- 多传感器集成技术:** 无人机配备红外传感器、超声波传感器和环境监测仪器, 能够综合获取轨道设备的运行状态, 提供多维度的巡检数据, 增强故障检测能力。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元等。

实现功能:

- 提升轨道巡检效率;
- 降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 提高故障检测效率;
- 实现轨道实时监控与数据分析。

典型案例: 合肥轨道首创全空间智能感知巡检全新模式

2024 年 7 月 22 日上午, 部署于合肥轨道 4 号线全线的无人机顺利升空, 自动执行轨道安全保护区巡检任务, 同时, 隧道内量子数据开始实时传输、人工智能模型开始实时计算, 标志着合肥轨道正式上线运行全空间智能感知巡检系统。该系统融合了低空智能巡检与量子精密测量两大核心技术, 这种技术模式为国内首创。

该技术使用无人机“特种兵”低空实时监测地面情况, 地下有量子精密测量“哨兵”负责地下监测和预警地面情况, 两者都装备了智能算法大脑, 分工明确、各显其能, 共同协作实现轨道安全全方位监控与预警, 为乘客乘车安全加上了双保险。

场景代码: G5400kl

路况巡查和交通指挥



行业领域:

道路运输业

低空载运装备:

影像作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1.自主飞行与智能避障技术:** 无人机结合北斗、INS 以及视觉定位技术, 确保在复杂多变的交通环境中实现稳定、精准的自主飞行;
- 2.图像处理与识别技术:** 利用高清摄像机捕捉道路交通的高清画面, 通过先进的图像识别算法对车辆、行人、道路标志等进行准确识别和分析, 提取关键特征, 实现交通流量的监控、交通违法行为的识别等功能;
- 3.实时数据传输与通信技术:** 要求具备高速数据传输能力, 以保证数据传输的及时性和完整性, 延迟必须控制在极低的水平, 以确保地面控制中心能够迅速响应并处理无人机传回的数据, 提高系统的整体响应速度;
- 4.导航技术:** 要求具备高精度、高可靠性的导航能力, 以确保无人机能够按照预定航线飞行并执行飞行任务。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、热成像仪、广播设备、激光雷达、多光谱传感器、远程通信模块、自动避障系统、数据记录与存储设备等。

实现功能:

- 1.进行交通事故监控与应急响应;
- 2.识别交通拥堵、事故或其他异常情况;
- 3.根据实时路况调整信号灯周期, 优化交通路况。

典型案例: 智慧高速公路低空巡检解决方案-连霍高速(G30)新疆境内星星峡至吐峪沟段改扩建项目科技示范工程科研项目

融合无人机技术与现代通信技术、人工智能技术、大数据分析技术等, 构建起高效、智慧的事故快速采集与应急处置技术体系, 并采用基于深度学习的数据处理方法和无人机与其他应急设备协同工作策略, 聚焦安全保畅需求, 利用低空一体化云智慧管控平台, 通过高速公路全天候全方位自动化无人机巡检, 实现对交通流的实时监控与智慧管理, 使得高速公路交通管理变得更加高效、精准和安全。

场景代码: G5400b、G5400h

交通事故救援



行业领域:

道路运输业

低空载运装备:

直升机、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1.事故现场探测与定位技术:** GPS 用于快速定位事故现场及被困人员的位置,提供精确的地理坐标。配备红外热像仪和高分辨率摄像机,帮助快速搜寻事故现场和被困人员,尤其是在难以到达的区域;
- 2.无线通信系统:** 确保救援人员与指挥中心之间的实时通信,支持现场指挥和协调;
- 3.直升机救援系统:** 配备吊索和急救装备,能够快速将被困人员吊起并转移到安全地点;
- 4.恶劣天气适应系统:** 确保救援行动在雨雪、雾霾等恶劣天气条件下依然能够有效执行,包括配备防风雨设备和增强型传感器。

低空作业装备:

灭火与救援设备、监测与探测设备、通信与导航设备、急救与救援工具、应急照明系统、备用电池和燃料、机载绞车设备等。

实现功能:

- 1.快速响应与现场定位;
- 2.现场评估与信息传递;
- 3.紧急救援与疏散;
- 4.医疗支持与急救;
- 5.事故处理与环境保护。

典型案例: 德盛通航 H225 直升机, 高速公路交通事故应急演练

2024年6月15日上午,一场空地联动高速公路交通事故应急演练在苏州精彩“上演”。演练模拟G1522常台高速一辆大客车发生侧翻,占据整幅路面,立即组织开展救援。经过医护人员初步检伤,有1名重伤人员情况危急,正值道路车多缓行,对此监控指挥中心立即请求启动航空应急救援响应。捷德集团-德盛通航接到指令后第一时间响应,派出11吨级H225大型航空救援直升机飞抵救援区域上空,机组采取空中绞车救援的方式实施救援。德盛通航绞车手利用机载绞车设备将救生员安全平稳下放至事故现场。救援全程快速高效。从接到报警到恢复道路正常通行,全部用时不到20分钟。

场景代码: G5500b

直升机引航



行业领域:

航空运输业

低空载运装备:

直升机

关键技术:

- 1. 卫星导航与定位技术:** 利用 GPS、北斗等卫星导航系统, 为直升机提供精准的定位和导航支持, 确保在海上复杂环境中的精准引航 (全球导航卫星系统 (GNSS))。提高导航的精度, 特别是在需要精确位置引导的任务中, 通过地面站和卫星系统的配合进行误差修正 (差分 GPS (DGPS));
- 2. 姿态控制系统:** 实时监测和调整直升机的飞行姿态, 确保在恶劣天气或海上风浪环境稳定飞行;
- 3. 空地/空舰通信系统:** 直升机与地面指挥中心、引航目标 (如船舶、平台) 之间的实时通信系统, 确保飞行指挥的准确性与快速响应;
- 4. 自动识别系统 (AIS):** 通过船舶上的 AIS 系统, 实时获取船舶的位置信息、航速和航向, 确保直升机精准引导。

低空作业装备:

全球导航卫星系统 (GNSS) 接收器、差分 GPS (DGPS) 系统、姿态控制系统、夜视与红外探测设备、对接与引航辅助设备。

实现功能:

1. 通过先进的导航系统 (如 GNSS、DGPS) 为目标船舶提供准确的引导;
2. 通过夜视系统和红外成像技术, 确保在夜间或能见度差的条件下依然能够顺利执行引航任务。

典型案例: 在青岛进行的直升机绞车吊运实操演练

2019年9月18日上午, 一艘三层游轮缓缓朝着广场方向驶来, 直升机腾空而起, 片刻其已抵达游轮上空, 在机长的精确操作下, 直升机稳稳地悬停在游轮上方, 旋即有人利用绞车吊索从直升机上下降到游轮顶的平台上。1分钟后, 机降人员再次利用直升机的吊索离船登机。这是在青岛举行的直升机引航作业研讨会期间进行的一次直升机绞车吊运实操演练, 整个过程如此顺畅高效, 显示出这一业务的娴熟可靠。

场景代码: G5611ab、G5611h

短途运输



行业领域:

航空运输业

低空载运装备:

飞机、直升机、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1.实时数据传输与通信技术:** 必须具备高带宽、低延迟的通信能力,以支持大量数据的实时传输。需要具备抗干扰能力,确保在城市环境中通信的稳定性。应支持多种通信协议和频率,以适应不同的飞行器和控制中心。随时应对突发情况;
- 2.导航技术:** 需要高精度的定位能力,以确保飞行器能够准确跟踪预定航线。应具备在复杂城市环境中的导航能力,包括高楼大厦和多变的天气条件;
- 3.监控技术:** 实时监控飞行器的状态,包括飞行速度、巡航高度、电池电量等关键参数。监控飞行器的飞行环境,包括天气、交通和其他潜在的飞行障碍;
- 4.安全冗余设计:** 飞行器应设计有足够的冗余,包括备用电源、通信链路和导航系统。在关键系统出现故障时,飞行器应能够安全地执行紧急着陆或返回;
- 5.数据安全与隐私保护:** 确保所有通信和监控数据的安全性,防止数据泄露或被未授权访问。遵守数据隐私法规,保护乘客和用户的个人信息。

低空作业装备:

自动驾驶系统、飞行状态监测与报警系统、远程通信系统、自动避障系统、机上急救设备、自动紧急降落装置等。

实现功能:

- 1.为旅客提供便捷出行的解决方案,满足旅客的个性化需求;
- 2.快速便捷的点对点运输;
- 3.高效能源利用实现可持续发展。

典型案例: 呼伦贝尔通用航空短途运输

2011年4月,民航局正式批准根河机场为拓宽通用航空服务领域试点,正式拉开了全国通航短途运输的序幕。同年9月15日,根河林业机场通航短途运输实现首飞,在全国率先实现了通用航空短途运输零的突破。目前,呼伦贝尔地区实现了“4+6”(四个支线机场和六个通用机场)一小时航空圈,呼伦贝尔地区人民出行“最后一公里”问题得到有效解决。

场景代码: G5612ab、G5612hl

通用航空货运



行业领域:

航空运输业

低空载运装备:

飞机、直升机、eVTOL/新能源新构型、载重作业无人机

关键技术:

- 1. 高效货物装载与分配技术:** 飞行器配备先进的货物装载系统, 利用自动化装载设备和货物分配技术, 最大化利用舱内空间, 确保货物合理分布, 提升飞行稳定性;
- 2. 货物追踪与管理系统:** 通过物联网 (IoT) 技术, 实时监控货物状态, 确保货物在运输过程中的安全性。货物追踪系统能够提供准确的定位信息, 方便物流管理和客户查询;
- 3. 飞行器载重与平衡控制技术:** 通过载重监测系统实时控制飞行器的货物载重, 确保在各种飞行条件下的平衡与安全飞行, 避免因不均匀载重导致的飞行问题;
- 4. 冷链运输技术:** 对于生鲜食品、药品等对温度敏感的货物, 飞行器配备冷链设备, 确保运输过程中货物的恒温保存, 提升货物运输质量。

低空作业装备:

自动化货物装载设备、冷链运输设备、货物追踪系统、货舱模块化设计、避障系统等。

实现功能:

1. 货物快速便捷运输, 提升物流链效率;
2. 覆盖偏远和难以到达的地区;
3. 提供冷链运输支持;
4. 环保低碳运输。

典型案例: 武夷山地区无人机茶青运输应用场景

西安易可通公司根据茶农面临实际问题, 经过实地调研操作实践, 将武夷山风景区内茶田分布、起降点选择、航线规划等情况制定解决方案, 确定近 100 个座茶田位置信息、30 无人机起降点信息; 规划航线 120 条, 航线总长度约 230000 米, 2024 年小规模试运营完成了近 30 万斤茶青运输, 并与该地区签订长期服务合同。

2023 年 4 月~2024 年 6 月中旬, 公司团队深入武夷山茶区进行前期摸底调研, 确定大疆运载无人机 FlyCart30 作为现阶段武夷山完成茶青运输作业的机型、具体作业流程, 摸底阶段进行上千个架次的飞行, 在武夷山增加实地实操的经验, 合同履行阶段累计小规模运营完成近 30 万斤茶青运输。积累了飞行记录和飞行航线数据记录, 为开展其他山区作业项目提供宝贵经验。

场景代码: G5611ab、G5611h、O8070abef、O8070h、Q8410ab

包机飞行



行业领域:

航空运输业、居民服务业

低空载运装备:

飞机、直升机、气球、飞艇、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1.飞行计划与航路优化技术:** 通过先进的航路规划系统和空域管理技术,包机服务能够根据乘客需求实时调整飞行计划,选择最优航路,避免航路拥堵,确保飞行的高效与准时;
- 2.无线数据传输与通信导航技术:** 机载高速通信系统和信息管理平台能够确保包机服务的实时调度、运营监控,以及与地面服务的无缝衔接,提高包机服务的效率和客户体验;
- 3.舒适性与技术:** 配备舒适的座椅、空调、隔音系统,提升乘客的飞行体验,保证在长时间飞行或温差较大的环境中保持舒适(座舱环境控制系统)。通过改进机身结构和采用静音螺旋桨技术,降低飞行过程中的振动和噪音,为乘客提供更加安静的空中环境(噪音与振动控制技术)。

低空作业装备:

通信导航系统、气象雷达与探测设备、机载娱乐与商务设备、应急救援设备(机载急救箱、氧气设备、消防器材)、飞行数据记录器(黑匣子)和分析系统等。

实现功能:

- 1.定制化航班服务,为客户提供按需飞行服务,提升飞行体验的个性化功能;
- 2.紧急出行与特殊任务支持,适用于紧急医疗转运、商务救援、快速货运等特殊任务;
- 3.通常具备更高的隐私保护和安全保障,提供高端的VIP私人服务。

典型案例:星航公务航空远程大客舱公务机春节包机告捷

2017年2月6号下午3点38分,一架世袭1000公务机顺利降落在上海浦东国际机场,标志着由星航公务航空负责执行的春节公务机包机返航告捷。

因春节假期期间公务机包机出行需求旺盛,公务机运力难求。当星航公务航空接到客人的此次包机需求后,根据客人的人数和航程,迅速调集所有合适的运力。基于客人本次飞行航段为上海浦东/夏威夷檀香山,属跨洲际飞行,为了给客人提供最舒适的飞行体验,负责本次飞行任务的星航公务航空团队人员最终决定使用19座的远程大客舱公务机世袭1000执行任务。

场景代码: G60201

城市快递配送



行业领域:

邮政业

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.精准定位技术:** 基于 GPS、北斗等卫星导航系统的精准定位技术,使无人机能够在城市复杂环境中实现厘米级的精确导航,确保包裹能够投递到用户指定的准确位置;
- 2.自主避障技术:** 无人机搭载激光雷达、超声波和红外传感器等设备,通过实时感知周围环境中的建筑物、行人和车辆等障碍物,实现智能避障,保障配送安全;
- 3.低空空域管理系统(UTM):** 通过无人机交通管理系统(UTM)实时监控和协调低空飞行器的飞行,确保不同无人机在同一区域安全运行,避免空中交通事故的发生;
- 4.智能调度系统:** 依托大数据和 AI 算法,对城市中多条配送线路进行优化调度,智能分配每架无人机的任务,从而提升配送效率,减少配送路径中的能量消耗。

低空作业装备:

包裹投放系统、高精度摄像头与传感器、5G 通信模块、载重系统、抗风防雨装置、物流智能监控系统等。

实现功能:

- 1.提高配送效率,快速高效完成城市“最后一公里”配送;
- 2.覆盖偏远和难以到达地区;
- 3.实现无接触配送。

典型案例:中国大众低空通航交通运输物联网

顺丰吴江区物流分拨中心与周围 300 公里(2 小时)所有顺丰物流各分拨中心之间物流快递业务。可延伸拓展至未来所有区域范围内顺丰物流起降点物流分派。

低空点对点物联网试飞行使用飞行器载体定型为 CH750HD-C 型应用延伸型。该飞行器综合飞行性能为 1.成熟安全稳定型(大规模实用 40 年以上)。2.超短距滑跑起飞降落(STOL 飞行器,可安全使用 150 米~300 米跑道)。3.高效大载荷(安全实效商载 150~200 公斤/100 马力功率输出)。4.飞行起降点对地面要求简单易行(平整硬化水泥、柏油等及非硬化平整草地、硬土、沙滩等)。5.学习掌握简单易行(飞行速度范围 60~150 公里/小时)。6.综合运营成本低廉。7.安全飞行综合服务体系健全。8.易于形成广泛深度大众培训及科普研学体系。

场景代码: G6090ab、G6090i

跨境电商配送



行业领域:

邮政业

低空载运装备:

飞机、直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 1.跨境物流管理技术:** 通过跨境物流管理系统, 整合国际物流资源, 实现高效配送, 优化供应链中的物流流程, 确保电商商品快速通过各国海关, 提高物流效率;
- 2.高精度全球导航定位技术:** 采用 GPS 和北斗导航系统, 确保无人机在长距离、跨境运输中能够精确导航, 避免偏离路线, 确保跨国电商商品准确送达目的地;
- 3.无人机智能避障系统:** 无人机在飞行途中通过配备的激光雷达、超声波传感器自动检测障碍物, 并智能避障, 确保在不同国家或地理环境中安全飞行;
- 4.智能货物追踪与溯源技术:** 基于物联网的货物追踪系统, 通过 RFID 和 GPS 设备, 实现跨境电商包裹从起始地到目的地全程可追溯性, 实时查看包裹的配送状态;
- 5.低空空域管理系统 (UTM):** 无人机跨境配送过程中, 通过低空空域管理系统协同管理多架无人机飞行, 确保它们在不同国家不同空域法规下安全有序飞行, 避免干扰。

低空作业装备:

智能恒温货仓、防震运输货箱、5G 通信模块、智能包裹追踪器、抗风雨机体设计、全天候导航系统等。

实现功能:

- 1.加快国际电商物流速度;
- 2.降低物流成本;
- 3.提高物流透明度;
- 4.支持全球化的无缝物流网络;

典型案例: 使用无人机开展跨境电商商品跨关境 (海关特殊区域) 物流配送

目前, 广州开发区低空产业发展有限公司已在广州市黄埔区成功试点跨境电商商品无人机物流配送服务, 实现了从跨境电商监管中心仓库到用户手中的无人机物流配送, 相对地面交通工具运输节省了约 50% 的配送时间, 相对快递物流运输节约了 1-2 天的配送时间, 极大增加顾客体验, 节约了时间成本。采用无人机配送包裹, 每家电商仓储企业可以节省一名司机和 2 辆配送车, 降低包裹配送出错风险, 同时每架无人机日均运输次数超过 15 次, 配送价格低于传统陆路运输价格, 能有效降低企业经营成本。

场景代码: G6090ab、G6090i

跨海物流配送



行业领域:

邮政业

低空载运装备:

飞机、直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 1.跨海航线规划技术:** 利用地理信息系统 (GIS) 和航线优化算法, 对跨海航线进行规划和优化, 选择最安全、最省时的航线, 以确保物流配送的高效性和安全性;
- 2.高精度导航与定位技术:** 结合 GPS、GLONASS 和北斗等多种卫星导航系统, 确保无人机在跨海飞行中实现高精度定位和导航, 避免偏离航道, 确保安全到达目的地;
- 3.实时气象监测系统:** 通过气象传感器和实时数据分析, 监测海上天气变化, 包括风速、气压和温度等, 帮助无人机在跨海飞行过程中做出即时调整, 确保飞行安全;
- 4.水面紧急着陆技术:** 无人机设计时需考虑水面紧急着陆的能力, 配备相应的浮筒等设备, 在突发情况下能够安全着陆, 避免物资损失和设备损坏。

低空作业装备:

防水货舱设计、海洋气象监测设备、应急浮筒系统、高光谱、可见光摄像机、智能包装箱等。

实现功能:

- 1.提升跨海物流效率;
- 2.降低运输成本;
- 3.提高紧急物资配送能力;
- 4.拓展跨海物流的配送网络。

典型案例: 无人机, 跨海送达!

2024年4月24日, 在海南省文昌国际航天城管理局举办的“琼粤无人机公共货运物流跨海首飞仪式”中, 我区航天时代飞鹏有限公司自主研发的FP-98“狮子座”大型无人机系统成功执行首次跨海空运任务, 为低空经济支线物流领域开辟了新的应用场景。

海南省文昌市每年有千亿尾虾苗销往全国各地, 传统的运输方式用时长、虾苗损耗高。以本次文昌市到珠海市的运输任务为例, 传统运输方式需12个小时, 运输过程中虾苗损耗率高达30%。本次使用FP-98“狮子座”大型无人机系统, 总航程约500公里, 在飞行沿线天气恶劣的情况下, 装载500公斤虾苗, 仅花费不到3小时的运输时间, 以零损耗的优异成绩将虾苗运送到目的地, 圆满完成了本次运输任务。

场景代码: G6090ab、G6090i

水上物资配送



行业领域:

邮政业

低空载运装备:

飞机、直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 1.高精度导航与定位系统:** 采用多种卫星导航技术(如GPS、GLONASS、北斗)和地面基站,确保无人机在水上飞行中实现高精度定位和导航,避免偏离航线,确保物资安全送达;
- 2.多冗余高可靠性的飞行控制系统设计:** 集成微型GPS/MINS组合导航系统,提供完整的三维位置、三轴姿态、三轴速度、三轴加速度等导航信息;飞控内部集成三余度惯性器件,主余度为ADI高品质陀螺和加速度计,并可以根据工作状态实时切换备用余度,具有高测量精度和高可靠性双重优势;
- 3.自动避障与防碰撞系统:** 无人机搭载激光雷达、摄像头和超声波传感器,实现实时环境感知,自动检测并规避水面上的障碍物(如船只、浮标等),保障飞行安全;
- 4.大载重高抗风机体与动力设计:** 为解决无人机在无跑道条件下垂直起降的难题,兼顾长航时、高速、远距的功能,应提升无人机平台的环境适应性,该无人机平台通过大载重高抗风机体与动力设计,能在山区、丘陵、丛林等复杂地形和建筑物密集的区域顺利作业,极大扩展了无人机应用范围。

低空作业装备:

防水货舱设计、海洋气象监测设备、应急浮筒系统、高光谱、可见光摄像机、智能包装箱等。

实现功能:

- 1.提升水上物资效率;
- 2.降低运输成本;
- 3.提高紧急物资配送能力;
- 4.拓展水上配送的配送网络。

典型案例: 多旋翼无人机海洋物资配送应用场景

宁波是东南沿海重要的港口城市,具有丰富的海产、矿产等资源。近海作业船只、风电站塔、近海岛屿等海上平台众多。以往依赖船只往返的海上物资(工作餐、药品、饮用水、生活物资等)配送造成较大的人员与经济消耗。因此提出利用大载重高抗风的多旋翼无人机替代传统的海上物资配送的场景。

场景代码: G6020ab、G6020i

偏远地区物资运输



行业领域:

邮政业

低空载运装备:

飞机、直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 高精度导航与定位系统:** 结合 GPS、北斗等多种卫星导航技术, 确保无人机在偏远地区飞行时实现精确定位, 避免因地形复杂导致的航向偏差, 确保包裹准确送达;
- 智能路径规划与优化算法:** 通过大数据分析和机器学习, 自动优化无人机的飞行路径, 考虑地形、天气和其他环境因素, 确保在偏远地区的配送高效、安全;
- 多层次避障技术:** 无人机配备激光雷达、超声波传感器和视觉识别系统, 能够在飞行过程中自动识别并避开地面和空中的障碍物, 减少事故发生的概率;
- 紧急应急响应技术:** 无人机能够在遇到突发情况时自动进行紧急降落, 配备的应急设备可以在偏远地区提供紧急救援物资的投放, 提高应急反应能力;
- 无人机自适应飞行控制技术:** 无人机根据飞行环境自动调整飞行模式, 确保在复杂的偏远地区(如高海拔、恶劣天气等)也能安全、稳定地完成配送任务。

低空作业装备:

智能恒温货仓、防震运输货箱、5G 通信模块、智能包裹追踪器、抗风雨机体设计、全天候导航系统等。

实现功能:

- 提升偏远地区物流的配送效率;
- 降低运输成本;
- 提高紧急物资配送能力;
- 保障物资的安全与完整性。

典型案例: 武夷山地区无人机茶青运输应用场景案例

武夷山风景区是世界文化与自然双重遗产, 是武夷岩茶的主要产区。武夷岩茶每年采摘季 1 个月时间, 自古上山的物资和运出山的茶青只能靠人力挑工进行徒步运输, 挑工作业存在很大风险, 且挑工数量递减、老龄化严重导致用工紧缺。西安易可通公司根据茶农面临实际问题, 经过实地调研操作实践, 将武夷山风景区内茶田分布、起降点选择、航线规划等情况制定解决方案, 确定近 100 个座茶田位置信息、30 无人机起降点信息; 规划航线 120 条, 航线总长度约 230000 米, 2024 年小规模试运营完成了近 30 万斤茶青运输, 并与该地区签订长期服务合同。

场景代码: G5611h

空中出租车



行业领域:

航空运输业

低空载运装备:

eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1. 电动垂直起降 (eVTOL) 技术:** 采用电动垂直起降技术, 使空中出租车能够在城市环境中垂直起降, 减少对地面空间的需求, 提高城市交通的灵活性和便捷性;
- 2. 自动驾驶与飞行控制系统:** 配备先进的自动驾驶和飞行控制系统, 通过人工智能和自动化技术实现自主飞行, 降低对人工操作的依赖, 提高安全性;
- 3. 高精度导航与定位技术:** 使用高精度的 GPS 和 INS, 确保空中出租车在低空飞行中的稳定性和准确性, 特别是在城市高楼密集区域飞行时;
- 4. 空中交通管理系统 (UTM):** 构建空中交通管理系统, 协调空中出租车与其他航空器的飞行, 确保空域安全和效率。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统等。

实现功能:

1. 空中出租车不受交通拥堵的影响, 从而快速地到达目的地;
2. 空中出租车可以直接从起点飞往终点, 避免了中间的停车和换乘, 提高了出行效率;
3. 空中出租车采用电力驱动, 不会产生尾气和噪音, 能够有效减少城市交通的污染和噪音。

典型案例: 目标人均 3—4 元每公里! 闵行“空中出租车”研发公司

目前在“空中的士”App 里已经能看到一个 eVTOL 机型“亿航 EH216-S”, 这款机型已取得中国民航局颁发的“型号合格证”, 被认定为型号安全, 但是在实际操作中, 用户却无法点击选择这个机型。亿航 EH216-S 是目前中国唯一一款取得了中国民航局颁发的型号合格证的载人 eVTOL, 但合格证增加了一些特殊限制——不能在人口密集区域上空飞行, 不能在大雪、结冰、雷电、降雨等天气环境运行, 也就是说不能在城市里飞, 天气较差也不能飞。和真正“空中出租车”的真实需求还是存在明显差异。

场景代码：G5800ab、G5800hi

多式联运



行业领域：

多式联运和运输代理业

低空载运装备：

飞机、直升机、eVTOL/新能源新构型、载重作业无人机

关键技术：

- 1.联运调度与管理技术：** 综合管理多种运输方式的调度，包括航空、陆路和水路，优化运输效率和资源配置。提供全程监控和追踪，确保各运输环节的协调和及时调整；
- 2.货物处理与转运技术：** 在机场和转运中心使用自动化设备，如传送带、分拣系统，提高货物处理效率。利用重型起重机和集装箱转运设备，确保货物在不同运输方式之间的顺利转换；
- 3.综合信息平台：** 集成各种运输方式的信息，包括航班、铁路、公路等数据，实现无缝对接和信息共享；
- 4.供应链管理系统（SCM）：** 优化供应链中的各个环节，从仓储到运输，实现高效的货物流通。

低空作业装备：

飞行状态监测与报警系统、远程通信系统、自动避障系统、自动紧急降落装置、自动化装卸系统等。

实现功能：

1. 高效货物转运；
2. 运输成本降低，资源利用最大化；
3. 灵活应对需求变化；
4. 提升服务质量。

典型案例：国泰航空直升机跨境多式联运接驳通航，为大湾区国际出行提速

国泰航空始终致力于加强香港与大湾区各城市间的联系，着力打造大湾区多式联运的创新模式。2024年1月8日，国泰航空与东部通航、蛇口邮轮母港合作打造的“直升机+船+客机”新型的“空海空”多式联运方案已正式落地，这是继海空联运及陆空联运，国泰航空持续深化多式联运布局的又一关键举措。

融入了直升机的多式联运接驳服务已成功完成了首航，首批旅客从深圳联想前海中心出发，前往蛇口邮轮母港，途中以多维度视角欣赏繁华街景和壮美深圳湾，深度感受深圳的独特魅力，飞行4分钟平稳落地。

场景代码: H6140cd、H6140m

个人娱乐飞行



行业领域:

住宿业

低空载运装备:

运动类飞机、旋翼机

关键技术:

- 1.短距起降技术(STOL):** 对于有短跑道或狭窄区域的营地, STOL 飞行器能够在较短的距离内完成起飞和降落, 减少对场地的要求, 提高飞行任务的灵活性;
- 2.自动驾驶与导航定位技术:** 支持飞行器自动完成起降、飞行、路径规划和障碍物规避, 减少人为操作, 提高任务执行的精确度和安全性。确保在偏远地区或复杂地形中精准定位和飞行, 支持恶劣气候条件下的导航;
- 3.低空避障系统:** 配备雷达、激光雷达、红外探测等设备, 确保飞行器能够在低空环境中避开障碍物, 特别是在树木、山脉等障碍较多的营地周围;
- 4.高效电池和混合动力系统:** 支持长时间飞行的能源解决方案, 特别是在营地环境下, 电力和燃料可能受限, 因此高效能和续航能力的飞行器尤为重要。

低空作业装备:

应急安全设备、导航与控制系统、互动娱乐设备(高分辨率摄像机、虚拟现实(VR)头盔)、起降辅助装备等。

实现功能:

- 1.空中观光与灵活的飞行路线, 向用户提供个性化飞行体验;
- 2.提供多种娱乐飞行项目, 如: 飞行教学体验、低空飞行探险等;
- 3.增强户外营地活动的趣味性;
- 4.促进亲子和社交互动。

典型案例: 长山国际航空飞行营地

在这里, 可以进行滑翔伞这一体育娱乐活动, 飞行时可眺望十里长山, 自然景观与田园风光的完美融合, 并且有专业的教练指导, 一对一带飞, 高度约 300 米, 全程飞行都有 gopro 运动相机拍摄的高清视频。同时也包含热气球这一娱乐活动, 热气球一次可容纳 3 至 4 名游客, 高度约 50 米, 空中飞行时间约 5-10 分钟。

场景代码: H62421

城市外卖配送



行业领域:

餐饮业

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.高精度导航与定位技术:** 利用 GPS 和北斗导航系统, 确保无人机能够精确飞行至客户的外卖投递点, 减少由于城市复杂地形或建筑物遮挡导致的定位误差, 保障精准投送;
- 2.智能避障技术:** 通过激光雷达、红外线等传感器, 无人机可以在外卖配送过程中自动识别并避开高楼、电线、树木等障碍物, 避免撞击, 确保飞行安全和外卖的完整性;
- 3.低空空域管理系统 (UTM):** 通过无人机交通管理系统 (UTM) 实时监控和协调低空飞行器的飞行, 确保不同无人机在同一区域安全运行, 避免空中交通事故的发生;
- 4.外卖货物保温与保冷技术:** 无人机搭载的温控系统可保持外卖食品在运输中的温度, 确保热餐仍保持热度, 冷饮不会融化, 提高食品的保鲜和用户体验;
- 5.智能悬停与精准投放技术:** 无人机通过智能悬停技术在用户家门口上方精确悬停, 并通过机械手臂或绳索将外卖放下, 避免食物直接从高空落下造成损坏或弄脏。

低空作业装备:

外卖专用温控储物箱、5G 通信模块、智能机械手臂、避障传感器、智能温控系统、快速换电模块、实时飞行监控系统等。

实现功能:

- 1.提升外卖配送速度;
- 2.保证食品安全与卫生;
- 3.减少人工配送成本。

典型案例: 天上飞的“外卖员”

2024年7月27日下午, 在麓湖水线公园空中, 一架携带外卖箱的无人机缓缓从空中降落, 准确停放在送货点。工作人员打开箱子, 从里面取出一份顾客下单的汉堡。这是携恩低空物流外卖配送小程序正式运行后的首单, 也是天府新区麓湖景区上第二次尝试对游客提供无人机外卖配送。“当前我们送餐小程序已正式上线, 目前线路并不固定, 会根据景区以及游客的要求进行调整, 此次的体验线路有商家合作, 规划路线为麓镇到麓湖水线公园, 飞行全长5公里。”线路运营商成都携恩科技相关负责人告诉小天。

场景代码: I63001

应急通信



行业领域:

电信、广播电视和卫星传输服务

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.高带宽无线传输技术:** 由无人机挂载 4G/5G/专网基站及时传递灾情信息,保障救灾指挥调度、满足灾区民众的联络需求,确保在应急情况下快速、稳定地传输数据和语音,满足紧急情况下的通讯需求;
- 2.自组网技术:** 通过无人机形成自组网络,即使在没有地面基站的情况下,也能实现多无人机间的即时通讯,保证信息的快速传递;
- 3.低空信号覆盖技术:** 结合基站和无人机的组合部署,形成立体的低空信号覆盖,确保偏远地区或信号弱的区域也能实现高质量的通讯;
- 4.抗干扰技术:** 引入抗干扰技术,提高通讯设备在复杂电磁环境中的抗干扰能力,确保在极端情况下也能稳定通讯。

低空作业装备:

光电吊舱、移动通讯基站、激光雷达系统、抗干扰通讯设备、应急通信设备、移动数据终端、环境适应装备等。

实现功能:

- 1.在通讯设备遭到破坏时,系统能够自动重组网络,确保应急通讯的连续性和可靠性;
- 2.在应急情况下,确保指挥中心与现场人员之间的信息流畅,提高反应速度。

典型案例:救援一线直击:应急通信无人机,升空

2023年7月29日起,北京市门头沟区连续遭遇强降雨,部分地区通讯全部中断、人员失联,防汛红色一级预警仍然持续。汛情当前,中国联通贯彻习近平总书记对防汛救灾工作的指示要求,心怀国之大者,践行央企责任,抓紧修复通讯等受损基础设施,尽快恢复正常生产生活秩序。8月1日,中国联通组建应急通信联合团队,前往北京门头沟受灾地区,通过无人机应急通信系统,融合卫星链路,实现4G网络接入,为门头沟区妙峰山镇斜河涧村及时提供应急通话和短信服务,保障受灾地区和外界的通信“生命线”畅通。

场景代码: L7259hm

空中广告



行业领域:

商务服务业

低空载运装备:

eVTOL/新能源新构型、娱乐类无人机

关键技术:

- 1.广告显示技术:** 使用高亮度、低功耗的 LED 显示屏安装在飞行器外部,用于展示动态广告内容,具有良好的可视性,适应各种光线条件 (LED 显示屏技术)。通过高功率激光器将广告内容投影到云层或建筑物外墙上,形成大范围的视觉效果,吸引观众的注意 (激光投影技术);
- 2.自动悬停与精确导航技术:** 保证飞行器在特定位置长时间稳定悬停或精确飞行,确保广告内容清晰、持续地展示在目标区域;
- 3.远程控制与广告切换技术:** 通过远程无线通讯技术,可以在飞行过程中随时切换广告内容,适应不同的观众群体或场景需求;
- 4.无人机集群技术:** 使用多架无人机进行集群飞行,以队形展示大规模广告,增强视觉冲击力。

低空作业装备:

广告显示设备 (LED 显示屏、广告横幅、激光投影设备)、自动悬停系统、电源与续航设备、高分辨率摄像机等。

实现功能:

- 1.广泛覆盖和高效传播,** 提高广告的曝光率和传播范围;
- 2.灵活展示和定向投放;**
- 3.增强高空视觉冲击力,** 吸引观众的目光,增强广告的记忆度;
- 4.节省传统广告成本。**

典型案例: 智航隆重推出 LED 广告版飞碟 eVTOL, 开创空中广告新模式

智航推出了 LED 广告版飞碟 eVTOL, 不仅展示了科技的魅力, 也提供了一种全新的、创新的广告形式, 能够吸引更多消费者的关注和兴趣, 提高广告的记忆度和传播效果。使用 LED 广告版飞碟 eVTOL 进行广告传播, 有助于塑造品牌的创新、前卫的形象。LED 显示屏支持高清、动态和彩色的广告内容展示, 使得广告内容更加丰富多彩, 更具吸引力。

场景代码: L7272k

安保巡查



行业领域:

商务服务业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 高精度定位与导航系统:** 采用旋翼无人机定位及态势精准监测技术,大幅度提升鲁棒性,弥补国内无人机云系统领域空白。采用地图与无人机低空融合校准技术,达到业界领先分米级精度。无人机能够在活动安保中实现精准定位,确保全面覆盖活动场地和周边区域,提高监测和应对能力;
- 高分辨率摄像机与监控技术:** 采用 GIS 交互识别算法,实现高精度识别低空视角目标区域。同时无人机配备高分辨率摄像机和 360 度旋转摄像头,能够实时捕捉活动现场的动态,通过视频流传输技术,实时将监控画面传输至指挥中心;
- 热成像与夜视技术:** 通过热成像相机和夜视设备,无人机能够在低光照条件下进行巡逻,监测可疑行为和人群动态,提高夜间安保的有效性;
- 自动避障与防碰撞技术:** 无人机配备激光雷达和超声波传感器,实时感知周围环境,能够自动避开建筑物、树木等障碍物,确保飞行安全。

低空作业装备:

360°旋转高分辨率、多光谱摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元等。

实现功能:

- 1.提升大型活动安保巡检效率;
- 2.精准识别可疑活动与人员;
- 3.快速响应突发事件。

典型案例: 重大活动或节假日保障

在五一、国庆、春节等节假日期间,“低空智能感知平台”构建了 7*24 小时全天候无人机飞行服务保障机制,在全域无人值守巡检系统的基础上,组建成立无人机飞行服务保障专班,持续关注重点区域、热点景区、交通要道、密集商圈等部位,巡查区域及周边地面人车流动态势、拥挤情况,并实时监控排查各类安全隐患,利用城市低空公共资源,助力公安、城管及其他监管单位更好的开展路面勤务工作,为群众带来安全有序的假期出行体验。

场景代码: M7420b、M7420h

地震救援



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

直升机、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1.现场探测与定位:** GPS 用于精确定位地震灾害现场及被困人员,确保救援力量的快速到达。配备红外热像仪和高分辨率摄像机,用于迅速评估地震灾区的情况,查找被困人员和评估损毁程度;
- 2.无线通信系统:** 确保救援人员与指挥中心之间的实时通信,支持现场指挥、协调救援行动和数据传输;
- 3.应急搜索救援技术:** 无人机可配备声波探测器、雷达和其他生命探测设备,捕捉废墟下的声音或微小的生命体征信号,帮助搜救团队找到被困人员。同时,直升机或无人机搭载红外热成像仪,可以穿透烟雾、废墟,探测到被困人员的体温,识别出人员位置。

低空作业装备:

热成像摄像头、光电吊舱、激光雷达系统、救援吊装系统、应急通信设备、临时医疗设施、环境适应装备等。

实现功能:

- 1.灾区勘察,结构损毁分析;
- 2.被困人员和物资救援;
- 3.空中医疗转运;
- 4.灾后恢复支援。

典型案例: 青海监管局: 贝尔 407 震后救援已到位!

2023年12月18日23时59分,甘肃省临夏回族自治州积石山县发生6.2级地震,此次震中距青海省省界最近距离5公里,震中50公里范围内涉及青海乡镇共22个,海东市震感强烈,西宁、海南州等地有感。地震发生后,民航青海监管局迅速响应,在民航西北地区管理局的指导下,全力组织开展通航应急工作。

监管局按照民航局《通用航空应急备勤值守机制》和西北局《通用航空应急救援工作程序》,第一时间开展区内外通航企业全面摸排和运力统计分析,立即建立“积石山地震通航应急救援”临时工作群,确保各方信息传递迅速、工作组织统筹有力、沟通协调顺畅有序、安全提醒提示高效、气象预报更新及时。11:00秦汉通航一架贝尔407直升机自西宁起飞,12:15落地积石山等待指令开展通航应急救援任务。

场景代码: M7411abe、M7411kl

地理测绘



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

飞机、直升机、气球、影像作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1. 高分辨率成像技术:** 使用高像素的摄像设备, 能够获取详细的地表信息和精确的测绘数据, 提高测绘结果的准确性和可靠性;
- 2. 航空摄影测量技术:** 利用无人机进行航拍, 结合专门的摄影测量软件, 能够通过多个视角获取数据, 生成高精度的地形图和三维模型;
- 3. 多光谱成像技术:** 通过搭载多光谱摄像机, 可以获取不同波段的信息, 分析地表的物质特征和植被健康状况, 广泛应用于农业和环境监测;
- 4. 数据融合与分析技术:** 将航拍数据与其他地理信息系统 (GIS) 数据结合, 进行综合分析, 提供更全面的测绘结果和决策支持;
- 5. 三维建模技术:** 通过航拍数据生成三维地形模型 (常见测绘比例为 1:500、1:1000 和 1:2000), 能够更直观地展示地形特征, 应用于城市规划、土木工程等多个领域。

低空作业装备:

悬挂陀螺仪、高分辨五轴倾斜摄影相机、激光扫描仪、无线图像传输系统、便携式后期处理设备、激光雷达等、多光谱摄像机。

实现功能:

1. 精准地形测绘, 提供土地利用分析依据;
2. 提供资源调查与评估;
3. 公共安全监测。

典型案例: 航拍测绘 助力金口河区旅游发展

2023 年 1 月, 浙江省绍兴市自然资源和规划局上虞分局选派了三名测绘技术骨干到我区永胜乡大瓦山规划片区进行无人机航拍测绘, 对大瓦山规划片区重点区域的地形、地貌、农房和农田进行整体性三维倾斜摄影测绘, 助推金口河区旅游发展。

此次航拍测绘为期 20 天, 团队采用 M300 无人机搭载五镜头进行仿地飞行, 采集数万张高清照片, 生产了大瓦山规划片区内重点规划区域约 16 平方公里地形地貌的三维模型数据和高清正射影像成果, 无偿交付金口河区使用, 创造的直接经济价值 16 万元以上。

场景代码: M7441abe、M7441kl

应急测绘



行业领域:
专业技术服务业

低空载运装备:
飞机、直升机、气球、影像作业无人机、载重作业无人机

关键技术:

- 1. 高分辨率遥感成像技术:** 采用多光谱和高分辨率相机, 能够获取清晰的地面图像, 为后续的数据分析和处理提供高质量的图像基础;
- 2. 数据融合处理技术:** 结合不同传感器的数据 (如光学影像、激光雷达和热成像), 进行数据融合处理, 提供更加全面和准确的地理信息;
- 3. 图像识别与分析技术:** 利用人工智能和深度学习技术, 对获取的图像进行分析和识别, 自动提取目标信息, 提高数据处理的效率;
- 4. 三维建模技术:** 通过无人机采集的数据生成高精度的三维模型, 帮助决策者直观理解地形变化, 为应急响应提供可视化支持。

低空作业装备:

热成像摄像头、激光雷达系统、应急通信设备、GNSS 接收器、环境适应装备等。

实现功能:

- 1. 实现对突发事件现场的高效测绘;**
- 2. 利用高精度测绘技术, 提供准确地形数据, 制定合理的应急响应方案。**

典型案例: 纵横大鹏无人机驰援广东, 应急测绘显担当

2024 年 4 月中旬, 广东省中北部地区出现强对流天气和持续性强降雨过程。灾情发生后, 纵横股份应急救援小组快速部署, 第一时间赶往灾区, 全力保障人民群众生命和财产安全。在现场指挥部的统一安排下, 纵横股份应急救援小组携带纵横大鹏 CW-15、CW-40 两架无人机抵达武江区后, 迅速与省应急厅航飞组、韶关市测绘院航飞组分析受灾位置和交通环境情况, 明确现场测绘需求, 并实地踏勘起飞场地, 制定飞行计划。

4 月 21 日 15 时 52 分, 纵横大鹏无人机升起在受灾严重的江湾镇上空, 开始了数据拍摄工作。本次共成功获取了面积约 10 平方千米的 0.05 米航空影像数据, 并制作了现场应急成果图。根据现场应急成果图, 经灾前灾后比对分析, 准确地标注出了滑坡崩塌、房屋受损、道路受损应急成果图, 随即提供给了相应的应急部门使用。

场景代码: M741011

应急除冰



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

直升机、载重作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1. 无人机导航与定位技术:** 采用高精度 GPS 与 INS, 确保无人机在低空飞行中的稳定性与准确性, 能在复杂天气条件下安全执行除冰任务;
- 2. 实时气象监测技术:** 搭载气象监测传感器, 实时获取风速、气温、湿度等气象数据, 为除冰操作提供必要的环境条件支持;
- 3. 图像识别与分析技术:** 应用深度学习算法对现场图像进行分析, 自动识别积冰区域与程度, 提高除冰的针对性与效率;
- 4. 液体除冰剂监测技术:** 开发传感器监测喷洒的除冰剂浓度和覆盖率, 确保除冰效果的可控性和环境友好性, 降低对环境的负面影响。

低空作业装备:

液体除冰剂储存箱、激光雷达系统、高压喷洒系统、应急通信设备、环境适应装备等。

实现功能:

1. 迅速清除道路、桥梁、跑道等关键设施上的冰雪, 恢复正常交通;
2. 可以覆盖更大范围;
3. 减少人力成本, 提高工作效率;
4. 通过合理使用环保型除冰剂, 符合可持续发展的要求。

典型案例: 多地暴雪! 大疆运载无人机 FC30 御剑除冰

2024年2月, 我国中东部地区出现今冬以来范围最广、强度最强、持续时间最长的一轮雨雪天气过程, 10省份部分地区或现暴雪、大暴雪, 7省份部分地区将出现冻。冰雪覆盖积压将导致支撑高压线的铁塔负重加大, 可能引发导线过度拉伸、断裂, 甚至电塔倒塌, 严重可造成电力系统大范围停电。此前, 国网四川送变电公司等单位已在多地采用大疆运载无人机 FC30 进行线路除冰工作。

场景代码: M7432b、M7432l

海洋监测



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

直升机、感知作业无人机

关键技术:

- 1.水下声纳技术:** 用于海洋底部地形的测绘和水下目标的探测,如水下障碍物和沉船。提供高精度的海底地形数据,用于制作详细的海底地图和研究海洋地质(多波束声纳);
- 2.环境适应技术:** 对航空器和传感器进行设计和改造,以适应海洋环境中的极端天气条件(如风暴、盐雾等)。使用耐腐蚀材料和保护措施,延长设备在海洋环境中的使用寿命;
- 3.无线通信系统:** 通过无线通信技术将采集的海洋数据实时传输到地面控制中心,支持即时分析和决策;
- 4.卫星遥感技术:** 利用卫星传感器获取大范围的海洋数据,如海表温度、盐度、海面高度等。

低空作业装备:

高光谱、可见光摄像机、光电吊舱、光学与多光谱传感器、激光雷达、声呐探测器、海洋浮标、数据传输与存储设备、导航与控制系统等。

实现功能:

- 1.高效的海水采样和数据收集;
- 2.监测海洋污染和非法捕;
- 3.生态保护和海洋保护区管理;
- 4.海岸线管理和海洋灾害监测;
- 5.科学研究和数据驱动决策;
- 6.节能减排。

典型案例: 国家海洋监测

国家海洋管理机构使用装有专用仪器的飞机、直升机对领海和专属经济区内海洋污染、使用情况进行空中巡逻监测和执法取证的作业飞行。使用机型: 运十二、空中国王 350ER。

场景代码: M7410a、M7410j

人工影响天气



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

飞机、喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1.云剂投放系统:** 专用设备用于向云层中投放云种子剂(如氯化银、碘化银或干冰),以促进云滴的凝结,从而诱发降水;
- 2.气象观测与分析技术:** 用于监测云层结构、降水强度及天气变化,通过提供详细的气象数据,帮助优化人工影响天气的实施时机和位置(雷达系统)。利用气象卫星获取云层图像和气象数据,支持天气系统的实时监测和分析(卫星遥感技术);
- 3.环境监测系统:** 评估人工影响天气对环境的潜在影响,包括对生态系统和水资源的影响;
- 4.数据采集与处理:** 飞行器上安装的传感器和通信设备能够实时传输气象数据和操作状态,为决策提供支持。

低空作业装备:

云剂投放器、喷洒装置、气象雷达、卫星遥感设备、数据采集与通信系统、全球导航卫星系统(GNSS)、高清摄像机等。

实现功能:

- 1.促进降雨,缓解干旱或解决水资源短缺问题;
- 2.改良降水分布,确保在特定区域和时间段内得到适量的降水;
- 3.改善农业生产环境;
- 4.支持气象科学的研究和理论验证。

典型案例: 新疆巴音布鲁克开展无人机立体增雨作业 助力生态环境改善

2024年8月29日至9月3日,搭载云物理探测设备的大型无人机和中型无人机在新疆维吾尔自治区巴音布鲁克机场顺利升空,联合地面作业装备,在目标区域开展云结构探测和增雨作业,开发空中云水资源,持续改善生态环境。

此次人工增雨作业试验采用了两个机型的无人机配合开展高低空立体作业,作业能力明显提升。大型无人机搭载了云降水探测系统,可更加精准地把握作业条件和时机,扩大影响面积。

场景代码: M7410be、M7431be、M7410l、M7431l

气象探测



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

直升机、直升机、感知作业无人机

关键技术:

- 1.气象传感器集成技术:** 飞行器搭载温度、湿度、气压、风速、降水等传感器,能够在不同高度和环境下实时采集精确的气象数据;
- 2.多光谱与高光谱成像技术:** 飞行器搭载多光谱和高光谱相机,实时监测大气成分、云层厚度和大气粒子,支持气象观测和分析;
- 3.大数据融合与人工智能分析技术:** 综合使用雷达、卫星、地面传感器等多种数据来源,结合人工智能和数值天气预报模型,提供精准的短期和长期天气预报;
- 4.抗风稳定与避障技术:** 飞行器具备抗风和避障能力,确保在风切变、湍流等复杂气象条件下的稳定飞行和安全操作;
- 5.无线数据传输与通信技术:** 飞行器配备高速数据传输系统,能够将实时气象数据传输到地面控制中心,确保数据的及时处理和应用。

低空作业装备:

气象传感器(温湿度传感器、气压传感器、风速风向传感器、降水传感器、气溶胶传感器)、大气探测激光雷达、可见光、高光谱相机等。

实现功能:

- 1.实时气象数据采集,为飞行任务提供实时的气象信息支持;
- 2.大气污染和空气质量监测;
- 3.天气趋势分析与预报。

典型案例:起降场低空实时飞行情报数据采集系统应用典型场景

该系统已在南京市无人驾驶航空试验区完成部署应用,对试验区全部空域完成覆盖。主要针对无人机的黑飞进行探测、定位、跟踪、预警的全过程防控,实现对无人机的智能、规范管理,加强对试验区低空空域的有效监管。同时,通过对试验区气象数据的采集、清洗、分析,实现南京民用无人驾驶航空试验区的实时 3D 气象监测和高精度 4D 气象预测模型构建,为低空无人机运行提供飞行计划及飞行过程中的气象保障服务。

场景代码: M7441abe、M7441l

航空遥感



行业领域:
专业技术服务业

低空载运装备:
飞机、直升机、气球、感知作业无人机

关键技术:

- 1.激光雷达技术:** 利用激光雷达技术进行地面和建筑物的三维扫描,能够快速获取高精度的地形和物体模型,广泛应用于地形测绘和城市规划;
- 2.数字高程模型 (DEM) 生成技术:** 通过处理获取的遥感影像和激光雷达数据,生成数字高程模型,反映地形起伏,为土地开发和环境评估提供数据支持;
- 3.摄影测量技术:** 利用重叠航拍影像进行立体测量,提取地物三维坐标,广泛应用于土地利用、城市规划和资源调查等领域;
- 4.空间数据管理技术:** 建立完善的空间数据管理系统,支持遥感数据的存储、查询、更新和共享,提升遥感数据的利用效率。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、激光雷达设备、GNSS 接收器等。

实现功能:

- 1.帮助农民合理施肥和管理土壤;
- 2.评估环境污染程度;
- 3.监测城市的土地利用状况;
- 4.监测森林、湿地等自然保护区情况。

典型案例: 科幻地带: 航空遥感丈量山海

位于祁连山脉的八一冰川,海拔高达 4400 米,这里常年人迹罕至。2023 年 5 月,一架构造奇特的飞机盘旋在冰山上空,往返几个来回后,机舱里的工作人员就获取到了可以精准测算冰川储量的雷达遥感数据。这架飞机是来自于中国科学院空天信息创新研究院的新舟 60 遥感飞机。基于新舟 60 遥感飞机的新一代航空遥感系统,填补了国内长航程、多任务、多功能、多观察窗口的大中型遥感飞机研制的空白,是我国目前综合能力最强的航空遥感平台和科学实验平台,积极促进了我国遥感设备的技术创新、遥感应用的领域拓展,以及遥感产业的转型升级,取得了多个“国内首次”的应用成效。

场景代码: M7470k

科学考察



行业领域:
研究和试验发展

低空载运装备:
影像作业无人机

关键技术:

- 1.遥感技术:** 通过卫星或无人机搭载的遥感设备获取历史遗址的高分辨率影像和地面信息, 帮助科学家分析遗址的分布、形态和变化, 提供可靠的数据支持;
- 2.激光雷达技术:** 利用激光雷达技术进行地面和建筑物的三维扫描, 能够精确获取遗址的高度和结构信息, 为考古研究提供详细的数据基础;
- 3.地理信息系统技术:** 通过 GIS 技术对历史遗址的地理位置和分布进行分析, 结合历史数据, 帮助考古学家识别遗址与周围环境的关系, 为考古研究提供地理视角;
- 4.环境监测技术:** 通过环境监测技术获取遗址周边的气候、土壤和植被数据, 分析这些因素对遗址保存和发展的影响, 为考古保护提供依据。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、高分辨率摄像机等。

实现功能:

- 1.遗址保护管理, 防止人为破坏和自然侵蚀;
- 2.考古发现研究, 丰富考古学的理论与实践;
- 3.考古遗址的可视化, 促进公众参与和支持;
- 4.多学科合作, 提升考古研究的科学性。

典型案例: 无人机在我国南极内陆考察中大显身手

2024 年 4 月 22 日, 南极内陆被茫茫无际亘古不化的坚冰覆盖, 气候彻骨奇寒、暴风雪肆虐、白化天频现, 加之冰裂隙纵横交错、危机四伏, 前往南极内陆进行科学考察环境恶劣, 任务十分艰巨。

在刚刚结束的中国第 40 次南极考察中, 来自武汉大学、同济大学的多位考察队员, 利用无人机和多种传感器, 在中山站、格罗夫山地区、泰山站和昆仑站等地, 开展了多架次无人机航测飞行。高分辨率的正射模型, 真实反映南极地区的地貌、地形和地表覆盖情况, 为考察队现场决策和作业实施提供了重要的信息支撑。

场景代码: M7483I

无人机检测



行业领域:

专业技术服务业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

1.无人机机载检测系统: 是一种以无人机机身为载体, 根据所执行任务的不同搭载相应的任务荷载系统(各类传感器、图像采集设备等)来实时的获取被执行任务对象的相关信息(如大型游乐设施钢桁架结构的变形、螺栓的锈蚀及缺失、焊缝的开裂及腐蚀等)并回传给地面站端数据处理系统, 以供进一步的处理;

2.数据传输系统: 将所采集的数据传输到地面端站信息处理系统。地面端站信息处理系统、遥控设备及其他辅助装置可以对无人机飞行姿态、悬停位置等进行实时监控和调整, 对被检测对象可能存在的病害进行识别和分析。

低空作业装备:

任务荷载系统、无线通信系统、高分辨率摄像机、数据传输系统、自动避障系统、GPS 导航系统等。

实现功能:

- 1.效率高, 不影响设备正常运行;
- 2.代替人工高空作业, 危险性低;
- 3.能够在任意高度定点悬停观测, 检测到人工无法检测的部位;
- 4.能够对设备运行时部分动态性能进行检测;
- 5.同时能够对景区客流量进行实时监控。

典型案例: 基于视觉导航无人机桥梁智能检测系统为桥梁做“体检”

在四川宜宾城市过境高速公路西段, 一台无人机匀速通过岷江特大桥桥梁上空, 搭载的 6100 万高像素全画幅成像系统, 将桥梁每一处露筋、剥落、掉角、裂缝等病害的清晰记录, 反馈给桥梁检测人员。根据无人机精准定位和桥梁智能检测系统实时输出的数据, 技术专家很快就为大桥出具了一份“体检报告”, 之后将根据这份“体检报告”, 对大桥提出维修、加固技术建议方案。

这台无人机名为“凌志 2”, 是中铁长江设计检测公司主导开发的桥梁智能检测系统, 该系统是国内首套基于视觉导航的无人机桥梁智能检测系统。

场景代码: M7482k

道路与桥梁巡检



行业领域:
专业技术服务业

低空载运装备:
影像作业无人机

关键技术:

- 高精度定位与导航系统:** 利用先进的 GPS 和 GNSS 技术, 无人机能够在公路巡检中实现精准定位, 确保巡检路径的准确性和覆盖范围, 避免遗漏关键区域;
- 高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像机, 能够获取公路和周边环境的高分辨率图像, 通过图像处理与识别技术分析路面状况、交通设施和植被覆盖情况, 及时发现潜在问题;
- 实时数据传输与处理系统:** 无人机能够实时传输巡检数据 (如视频、图像和传感器数据) 至地面控制中心, 便于快速监控和分析, 确保巡检信息的及时性和准确性;
- 三维建模与测绘技术:** 通过激光雷达和图像采集, 无人机可以生成公路的三维模型, 帮助管理者了解路况和周边环境, 支持施工和维护决策;
- 智能化故障检测系统:** 无人机可以搭载专用传感器, 实时检测公路基础设施 (如桥梁、隧道) 的结构状态, 及时发现潜在的安全隐患。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、应急浮筒系统等。

实现功能:

- 提升道路与桥梁巡检效率;
- 降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 提高故障检测效率。

典型案例: “聪明的大脑”赋能“低空”中的常态养护巡查

“滴、滴、滴……”在接收到“执行任务”的指令后, 位于 235 国道新海线巡查车上的无人机智能机库保护罩掀开。准备就绪的无人机从机库中缓缓推出, 冲天而起, 很快就进入了预设航线, 开始“路面巡检”, 余杭区交通运输局工作人员打开综合交通管理平台, 点击“智慧服务”板块, 就可以轻松地调取无人机巡查视频, 查看 235 国道新海线的道路现状画面。在余杭区, 无人机巡查已经应用在杭州西站、运溪高架路、瓶仓互通、杭徽互通、235 国道、良渚大道 (原 104 国道) 等重要交通枢纽及道路的养护场景中。

场景代码: N7620k、N7630ki、N7640K、N7721IKI

河道巡检



行业领域:

水利管理业

低空载运装备:

载重作业无人机、影像作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1. 高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像头, 能够获取河道的清晰图像, 通过图像处理与识别技术分析水质、植被覆盖情况和河岸结构, 及时发现潜在问题, 如污染和河岸侵蚀等;
- 2. 多光谱成像技术:** 无人机搭载多光谱摄像头, 能够获取不同波段的图像, 分析水体中的藻类、污染物以及周围生态环境的健康状况, 提供精确的生态监测数据;
- 3. 激光雷达技术:** 通过激光雷达, 无人机能够获取河道的三维结构数据, 分析河床地形、植被高度及变化, 帮助管理者进行有效的河道管理和规划;
- 4. 实时数据传输与处理系统:** 无人机配备无线通信系统, 能够实时将巡检数据(如图像、视频和传感器数据)传输至地面控制中心, 便于快速监控、分析和决策, 提高巡检效率;
- 5. 环境监测传感器:** 无人机可以搭载水质监测传感器, 实时监测河水的温度、PH值、溶解氧、浑浊度等水质参数, 提供全面的水环境信息, 支持生态保护和水资源管理;

低空作业装备:

高光谱、可见光摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、应急浮筒系统等。

实现功能:

1. 提升河道巡检效率;
2. 精准监测水质, 支持生态保护工作, 生成水资源巡查成图;
3. 根据实时航拍监控数据, 可以清晰分析水资源的实时动态。

典型案例: 无锡锡山: 这个“河长”不一般

融为优化“河长制”管理效能, 实现“河长制”创新发展, 2024年以来, 无锡市锡山区构建了“河长+工作人员+无人机”三位一体巡河新体系, 提高了河道管理灵活性和管理效率。在锡山区, 传统巡查只能依托河长本人沿着岸边、桥上步行开展。由于河道周边环境复杂、行走不便, 导致部分河道无法完全巡查到位, 而借助无人机可以通过鸟瞰的方式观察目标河道, 巡查范围更广、覆盖更全, 尤其在辅助河长开展长距离河道巡河时能发挥重要作用。

场景代码: N7610k

水利设施巡检



行业领域:

水利管理业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 结合 GPS (GPS)、GNSS 和 INS, 确保无人机在水利设施巡检中的精确定位, 避免因环境因素引起的定位误差, 提高巡检的准确性;
- 3.高清图像采集与分析技术:** 无人机搭载高分辨率摄像头和图像处理软件, 能够获取水利设施 (如水坝、河堤等) 的清晰图像, 分辨率小于 3cm 高精度实景三维模型, 要求坝体清晰, 能够分析出坝体是否有裂痕, 附属设施清晰不变形;
- 3.热成像与红外检测技术:** 利用热成像相机和红外传感器, 能够检测水利设施的温度变化, 识别设备过热、漏水等故障, 提升故障检测的准确性和及时性;
- 4.实时数据传输系统:** 通过高速数据传输技术, 无人机能够实时将巡检数据 (如视频、图像、传感器数据) 发送至地面控制中心, 实现即时监控和数据分析, 提升决策效率。

低空作业装备:

高光谱、可见光摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、应急浮筒系统等。

实现功能:

- 1.提升水利设施巡检效率;
- 2.降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 3.提高故障检测效率;
- 4.促进水利设施智能化管理。

典型案例: 中小型水库安全监测解决方案

目前, 自治区水利厅、财政厅上报水利部、财政部的广西小型水库安全监测能力提升试点项目申报方案通过了水利部技术评审。经遴选, 广西等 7 个省(自治区)获水利部同意列为 2023 年小型水库安全监测能力提升试点, 广西将获得 2.52 亿元中央财政水利发展资金支持。

低空航测巡检通过使用大疆 M350RTK+禅思 P1, 搭配大疆 M3E 手动补拍, 将航线任务可能存在的盲区补充, 相互搭配作业的数据采集, 再通过大疆智图对数据进行处理, 即可高效的获取高精度实景三维模型。后续基于获取到的高精度实景三维模型, 业主计划通过大疆机场 2+M3TD+大疆司空 2 来周期性进行建模监测, 动态更新, 远程控制巡检, 水库日常管理, 及时进行故障排除, 确保水库安全长效运行。

场景代码: N7710k

野生动植物保护监测



行业领域:

生态保护和环境治理业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 采用先进的 GPS 和 GNSS 技术, 无人机能够在野生动物保护监测中实现精准定位, 确保覆盖重要栖息地和迁徙路线, 提高监测的效率和准确性;
- 2.高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像机, 能够捕捉野生动物的详细图像, 支持通过图像处理与识别技术识别物种、监测数量以及行为模式, 提供科学数据;
- 3.环境监测技术:** 可装备气象和生态传感器, 实时监测野生动物栖息地的环境变化, 如温度、湿度和污染水平, 为保护决策提供依据;
- 4.图像识别与机器学习技术:** 通过深度学习算法, 分析收集到的图像数据, 自动识别野生动物种类及其数量, 提高监测的准确性和效率;
- 5.综合监测数据分析平台:** 将无人机数据与生态监测平台结合, 综合分析野生动物的栖息地、数量和迁徙模式, 支持长期监测和保护策略的制定。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、多光谱相机等。

实现功能:

- 1.提升野生动植物保护监测效率;
- 2.精准识别物种与数量并监测栖息地变化;
- 3.支持科学研究与数据收集。

典型案例: 无人机被赋予了保护濒临灭绝野生动物的能力

世界自然基金会澳大利亚分会将 2019-2020 年度澳大利亚丛林大火描述为“现代历史上最严重的野生动植物灾害之一”。空前的火灾季节席卷了整个大陆超过 1260 万公顷的土地, 造成 30 亿头动物死亡或流离失所。其中, 超过 61000 只考拉是澳大利亚本土的标志性有袋动物。

在维多利亚州, 应急人员操作着大疆的 Mavic 2 企业系列无人机, 带着高分辨率的热像仪来探测考拉的热信号。一旦找到考拉的位置, 同一架无人机上的超变焦视觉相机帮助急救人员确定这些动物是否需要医疗救助。

场景代码: N7710j、N7830j、N7840j、N7860j

城市植物养护



行业领域:
公共设施管理业

低空载运装备:
喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1.精准喷洒技术:** 通过先进的喷洒技术和控制系统, 确保农药或肥料的精准投放, 减少浪费并提高效率;
- 2.无人机自动飞行控制技术:** 能够自主执行飞行任务, 根据预设路径或实时调整, 完成大面积喷洒作业, 提高作业效率和精度;
- 3.多光谱遥感技术:** 通过多光谱相机实时监测植被的健康状况, 识别病虫害发生区域, 实现精准定位施药, 减少药剂浪费;
- 4.飞行路径规划:** 通过地理信息系统(GIS)和航路规划技术, 实现无人机的自主飞行和任务执行。

低空作业装备:

药液喷洒系统(精准喷洒设备、高效雾化喷嘴)、遥感与监测设备、农药与生物制剂携带装置(多功能药剂箱、自动加药系统)、数据传输与作业监控系统等。

实现功能:

- 1.提高养护效率;
- 2.优化植物生长, 病虫害防治;
- 3.节约资源, 保护生态环境;
- 4.提升管理水平。

典型案例: 无人机助力园林绿化养护, 效率提升近6倍!

2024年5月23日凌晨2点, 在杭州市“最美景观大道”文一西路中央绿化带旁, 一台无人机正在匀速飞行。这是一台植保无人机, 正在对文一西路25万平方米景观带进行药物喷洒等虫害防治。在专业技术人员的控制下, 植保无人机按预设路线不断前进, 并随时调整着与目标植物的距离, 细密的喷雾液滴在通过雾化器后被均匀地喷洒在了植物叶片表面, 不到四小时, 一次全面精准的单边绿化带景观虫害防治工作就已高效完成。

余杭区市政绿化设施运行保障中心沈主任告诉小绿, “为了制定有效的防治措施和喷洒时间, 在首次喷洒前, 多位一线业务骨干和路段的养护负责人、技术人员一起多次实地勘探区域内病虫害高发点, 并结合其分布情况和传播途径, 多次实验和研究, 结合人流量等多种因素, 才制定出一系列植保无人机喷洒防治流程。”

场景代码: N77221

无人机治理雾霾



行业领域:

生态保护和环境治理业

低空载运装备:

感知作业无人机

关键技术:

- 1.智能气象监测技术:** 利用气象传感器实时监测周围的气象条件,包括温度、湿度、风速等,提供数据支持,以便对除雾作业进行科学决策和调度;
- 2.自主避障技术:** 配备激光雷达和视觉传感器,实时检测周围障碍物,避免无人机在除雾过程中与其他设备、建筑物或人员发生冲突,提高飞行安全;
- 3.除雾技术:** 通过将盐、尿素等吸湿质粒安装在无人机机舱内,飞行到指定雾区,播撒盐、尿素等吸湿质粒作催化剂,产生大量凝结核,水汽在凝结核上凝结长成水滴,雾滴会蒸发并在大水滴上凝结,使暖雾消失。同时还能将干冰、液化丙烷等催化剂播撒到雾中,产生大量冰晶,它们通过贝吉龙冰水转化过程,夺取原雾滴的水分、雾滴便蒸发而冰晶不断长大降落地面,使冷雾消失。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、搭载颗粒物、气态污染物、温湿度、气压等传感器等。

实现功能:

- 1.有效载荷大,可以携带更多的催化剂进行作业;
- 2.降低人工清除成本;
- 3.环保清除除雾。

典型案例:“消雾”无人机进行首轮试验

2014年3月4日,全国人大代表、中航工业航宇董事长马永胜透露由中航工业航宇其研制的柔翼无人机研发取得重大进展,即将在机场、港口进行首轮消雾试验。

柔翼无人机作为消雾平台具有相当鲜明的特点:一是有效载荷大;二是安全可靠不会对设备和地面人员造成损伤;三是飞行时间长,一次加油可以留空3小时以上;四是操作易便,50米距离拖曳即可起飞,空中作业姿态调整方便,降落平稳;五是成本低廉,平时也不需要进行复杂的维护保养工作。

场景代码: N7710J

科学治沙



行业领域:

生态保护和环境治理业

低空载运装备:

飞机、直升机、喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1. 遥感监测技术:** 利用遥感技术对沙漠化区域进行监测, 获取地表覆盖、植被分布和水土流失等信息, 评估治沙效果并制定针对性方案;
- 2. 土壤改良技术:** 通过无人机投放改良剂和生物肥料, 改善沙土结构, 提高土壤肥力, 促进植被恢复, 减少水分蒸发;
- 3. 生态恢复技术:** 结合植物种子播撒、施肥和灌溉等技术, 通过无人机实施生态恢复措施, 提高植被覆盖率, 降低沙漠化风险;
- 4. 数据分析与建模技术:** 运用大数据分析技术, 建立沙漠化动态监测模型, 预测沙漠化趋势, 优化治沙策略。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、GPS 定位系统、多传感器集成设备、无线数据传输设备、环境监测仪器、种子播撒装置等。

实现功能:

1. 实时监测沙漠化动态;
2. 提升整体治沙效率, 降低人力成本;
3. 促进沙漠化区域的植被恢复, 提高生态系统的稳定性。

典型案例: 鄂托克旗毛乌素沙地防沙治沙的“科技之力”

2024年5月16日, 在鄂托克旗苏米图嘎查毛乌素沙地下风口阻沙带, 无人机播撒和运输、机器人栽种等防沙治沙的“科技之力”正在发挥它的强有力作用。鄂托克旗毛乌素沙地下风口阻沙带及周边集中连片裸露沙地防沙治沙示范区总面积 14.37 万亩, 流动和半固定沙地 12.67 万亩, 项目区流动半固定沙地面积大、分布范围广, 地势起伏较大, 施工难度大。播种无人机、运输无人机等新技术解决了区域内地形复杂, 拖拉机等车辆进不去, 无法大规模播撒种子的问题, 以及材料运输不进去的问题。目前, 该项目区已完成灌木造林 8 万亩, 人工种草 4 万亩, 乔木造林 0.2 万亩, 立式沙障 6 万亩。

场景代码: N77211kl、N7722l

生态环境监测治理



行业领域:

生态保护和环境治理业

低空载运装备:

载重作业无人机、影像作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1.高分辨率成像技术:** 采用高像素摄像头,能够详细记录地表及环境特征,提高监测和分析的精确性,确保治理措施的针对性;
- 2.多光谱成像技术:** 搭载多光谱相机,获取不同波段的反射率数据,用于分析植被健康、水体污染等环境指标,助力生态监测;
- 3.智能图像识别技术:** 运用人工智能和机器学习,对航拍图像进行自动分类和识别,提高环境问题的监测效率和准确性;
- 4.地理信息系统(GIS)集成:** 将航拍数据与GIS系统结合,实现空间数据的可视化分析,为环境治理提供科学依据。

低空作业装备:

悬挂陀螺仪、高分辨率摄像机、光电吊舱、无线图像传输系统、便携式后期处理设备、激光雷达、多光谱摄像机等。

实现功能:

- 1.针对特定区域环境进行实时监测**(对大气、水域、土壤污染监测),可实时取证作为执法依据;
- 2.对污染源测绘,对状况进行定性和定量的检测,**生成污染区域正射影像图,为职能部门决策提供技术支持。

典型案例: 无人机“火眼金睛”助力人居环境整治

为深入学习践行“千万工程”经验,高质量整治提升农村人居环境。2024年7月,高平市城市管理局通过无人机航拍对15个乡镇(街道)卫生死角视野盲区进行全方位巡查助力城乡环境卫生整治大提升村容村貌大改变。在镇区上空,一双“天眼”正在进行垃圾点巡查,工作人员熟练地操控无人机在空中来回盘旋,道路两侧、房前屋后、田间地头的杂物堆、垃圾堆、私搭乱建等问题在显示屏中一览无遗。通过无人机航拍,市城市管理局将发现的问题利用图片、视频的形式,向各乡镇进行反馈,能够立行立改的,责令当场整改,整改完成后,上报整改对比照片,确保发现问题全部整改到位。

场景代码: N7710k

湿地生态保护巡检



行业领域:

生态保护和环境治理业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 使用高精度的 GPS 和 GNSS 技术, 确保无人机在湿地巡检过程中能够实现准确定位, 覆盖指定区域, 避免遗漏重要的生态监测点;
- 2.高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像机, 能够获取湿地生态环境的高分辨率图像, 通过图像处理与识别技术分析植被覆盖、水体状况和动物活动, 及时发现潜在的生态问题;
- 3.热成像技术:** 通过搭载热成像相机, 监测湿地内动物的热量变化, 帮助识别动物栖息地和活动模式, 支持生态保护工作的开展;
- 4.三维建模与测绘技术:** 使用激光雷达和图像采集技术, 无人机能够生成湿地的三维模型, 帮助管理者全面了解湿地的生态结构, 支持保护措施的制定;
- 5.生态数据集成与可视化技术:** 通过集成不同来源的生态数据, 生成可视化报告, 帮助管理者更好地理解湿地生态状况, 制定科学的保护策略。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、环境监测传感器等。

实现功能:

- 1.提升湿地生态保护巡检效率;
- 2.降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 3.支持生物多样性保护。

典型案例: 吴舜视讯无人机智能巡检系统赋能生态环境保护

浙江杭州西溪国家湿地公园, 位于浙江省杭州市, 规划总面积 11.5 平方千米, 湿地内河流总长 100 多千米, 约 70% 的面积为河港、池塘、湖漾、沼泽等水域, 是中国第一个集城市湿地、农耕湿地、文化湿地于一体的国家级湿地公园。

西溪湿地作为中国著名的自然保护区与国家湿地公园, 积极引入了吴舜视讯无人机智能巡检系统, 实现对湿地全域日常巡检及生态系统的高效、精准监控。

场景代码: N7820k

城市污染监测



行业领域:

生态保护和环境治理业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.多传感器网络技术:** 结合气体传感器、颗粒物传感器和温湿度传感器,形成多传感器网络,能够实时监测多种污染物指标,实现全面的空气质量监测;
- 2.大数据和人工智能技术:** 运用大数据和人工智能算法,对历史监测数据进行挖掘和分析,预测污染事件并提供预警,提升监测的智能化水平;
- 3.环境模型构建技术:** 建立环境模型,模拟污染物扩散过程,为污染源识别和控制措施提供科学依据,帮助制定合理的治理方案;
- 4.分布式监测技术:** 通过分布式监测网络在不同地点布设传感器,实现对城市不同区域的污染状况全面覆盖,提高监测的精准性;
- 5.抗干扰与稳定性技术:** 采用抗干扰技术,确保监测设备在复杂环境下的稳定性,减少外界因素对监测结果的影响,提升数据的准确性。

低空作业装备:

数据传输系统、便携式气体分析仪、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、光电吊舱、环境监测传感器等。

实现功能:

- 1.实时污染监测,** 及时反馈环境污染状况;
- 2.污染源追踪,** 为环境治理提供准确依据;
- 3.数据可视化展示,** 提升公众环境保护意识;
- 4.污染预警,** 降低污染对人群健康的影响。

典型案例: 无人机“上岗”, 让污染无处藏身!

随着科技的发展,无人机已不再仅仅作为一种飞行道具,而是被赋予了更多创新应用的可能性。在环境保护领域,无人机技术的作用尤其突出,在滨湖区胡埭镇这里的无人机为生态环境治理工作插上了科技的“翅膀”。伴随着一阵“嗡嗡”声,小型无人机搭载着监测仪腾空而起,对辖区一处项目施工现场进行实时监测。无人机快速到达目标区域,实时采集数据,能够快速获取包括高分辨率影像、主要污染物浓度、浓度分布等多种数据,实施对环境污染物的多维度、多角度监测,同时为环境执法提供了更加全面的数据支持。

场景代码: N7830ab、N7830k

无人机监测



行业领域:

公共设施管理业

低空载运装备:

飞机、直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1.飞行平台技术:** 高稳定、高安全、易操作的旋翼无人机和固定翼无人机;
- 2.通信技术:** 通信距离高,一般图传通信不低于 3km,操控通信不低于 10km;
- 3.安全监测技术:** 飞行平台具备一定的安全避障功能,多旋翼要求有不少于 4 个方向的避障功能,探测距离不短于 3m,多旋翼要求前进方向的避障功能,探测距离不短于 30m;
- 4.导航定位技术:** 配备 RTK 模块,支持网络 RTK 实时差分定位,POS 水平精度不低于±3cm,垂直精度不低于±5cm;
- 5.挂载技术:** 支持高清图像和视频拍摄,可见光相机不低于 2000 万像素,支持机械快门。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、移动测绘设备、三维可视化平台等。

实现功能:

- 1.无人机能够快速覆盖大面积区域,显著提高了巡查效率;
- 2.无人机巡查替代了大量的人工巡查工作,从而降低了人力成本;
- 3.无人机拍摄的影像数据可以作为执法证据,增加了执法过程的透明度和可追溯性,提高了政府执法的公信力。

典型案例:农村宅基地违建无人机监测系统

山东省潍坊市寒亭区宅基地项目。该项目通过寒亭区农村宅基地违建无人机监测系统,利用无人机定期对全区 327 个宅基地试点村庄进行监测,基本解决宅基地历史遗留问题,并成功对试点以来新增审批宅基地做到建前、建中和建后全流程监管。从 2021 年试点前的 398 宗宅基地违建,到试点以来,全区新增宅基地违建 0 起,对本地宅基地规范化管理起到了重大示范作用。

场景代码: N7830k

城市宣传航拍



行业领域:

公共设施管理业

低空载运装备:

直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1. 高清摄像技术:** 利用高分辨率摄像机 (如 4K 或更高), 捕捉城市景观的细节和色彩, 提供清晰、真实的视觉效果, 增强宣传效果;
- 2. 航拍稳定技术:** 通过三轴稳定云台, 有效减少飞行过程中产生的抖动, 确保拍摄画面的流畅和平稳, 提升整体观感;
- 3. 智能自动飞行模式:** 无人机配备多种智能飞行模式, 如定点环绕、路径规划等, 能自动飞行并拍摄特定角度, 方便制作精美宣传片;
- 4. 自动避障技术:** 配备传感器的无人机能够自动识别障碍物并避开, 确保安全飞行, 降低在城市环境中拍摄时的风险。

低空作业装备:

悬挂陀螺仪、高分辨率摄像机、无线图像传输系统、便携式后期处理设备。

实现功能:

1. 通过高清摄像和稳定技术, 提升画面质量, 提升城市形象并推广其旅游资源;
2. 通过航拍镜头的运用, 展示城市规划, 记录城市活动;
3. 展示市政工程的进展, 提高公众对政策的理解与支持。

典型案例: 城市航拍美学: 南昌高新区政务宣传片

2022 年南昌高新区政务服务中心与魅影文化团队合作, 拍摄政务宣传片, 旨在展示全面迭代的服务中心及智能政务系统。

拍摄过程中, 针对高新区内的城市景观、区域内高新技术产业, 及日常政务办公的拍摄内容, 魅影文化团队做了细致的拆分, 针对不同场景, 设计镜头景别, 以美学视觉展示国家级高新区的城市氛围和智能服务。魅影文化提前勘测好地点, 从早到晚, 选取不同的角度进行航拍, 调整构图与光影, 让瑶湖的秀丽自然风光与鳞次栉比的城市景观完美融合。

场景代码: N7830j、O8211j

空中清洗



行业领域:

公共设施管理业

低空载运装备:

喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1.喷洒与清洗技术:** 利用高压水枪或喷雾系统,实现对建筑物、桥梁等表面的高效清洗。配备旋转刷具,增强清洗效果,特别适用于清洁顽固污垢;
- 2.稳定飞行控制系统:** 确保无人机在清洗过程中保持稳定,避免因飞行不稳导致清洗效果不佳;
- 3.自动导航系统:** 利用 GPS 和传感器进行精确导航和任务规划,确保全面覆盖清洗区域;
- 4.自动化技术与智能调度系统:** 自动化调度和任务分配,提高清洗效率。自动清洗设备,减少人工维护需求,保证设备长期稳定运行。

低空作业装备:

喷洒与清洗设备、数据处理与分析设备、节水喷洒系统、环保清洁剂分配系统等。

实现功能:

- 1.高效清洁;
- 2.节约资源,环保清洗;
- 3.减少人工成本;
- 4.提升安全性;
- 5.灵活适应不同环境。

典型案例: 无人机化身“蜘蛛人”, 万勋展示空中系留清洗解决方案

万勋的空中系留清洗解决方案,以万勋推出的猎户座 AP3-P3 空中柔韧系留清洗系统为核心,包含从准备阶段、作业阶段到收尾阶段的完整作业流程和全部所需物料和设备在内的配套方案。AP3-P3 专为高空大面积清洗设计,具备高压清洗功能,支持水和清洁液等多种液体,集成在 3-10kg 负载无人机平台上,结合系留供水作业,实现长时间大面积连续作业,能高效清洗大厦外墙。操作人员在地面站控制无人机起飞,通过实时图像传输系统和激光测距辅助系统,精准定位作业位置,进行高压柔韧多角度清洗,清洗部位包括大厦的玻璃幕墙、石材外立面、铝板墙面及其他建筑外墙表面、顶面、地面。

场景代码: N78201

光伏清洗



行业领域:

公共设施管理业

低空载运装备:

感知作业无人机

关键技术:

- 1. 自主避障技术:** 配备先进的传感器（如激光雷达、视觉传感器），实现实时障碍物检测与避让，确保无人机在清洗光伏板时的安全性和稳定性；
- 2. 高压水喷洒技术:** 采用高压水泵系统和喷嘴，确保清洗时水流的压力和喷洒角度适合光伏板表面，提高清洗效果，同时减少水的浪费；
- 3. 智能化数据监测技术:** 通过传感器实时监测光伏板的清洗状态及效果，记录污垢去除率和光伏板的发电效率变化，提供后续分析依据；
- 4. 多机协同作业技术:** 实现多台无人机协同工作，进行区域性清洗，提高作业效率，缩短清洗时间，特别适合大规模光伏电站的清洗需求；
- 5. 远程操控与监控技术:** 通过移动设备或电脑实现无人机的远程操控与监控，操作人员能够实时查看清洗进度，确保工作效率和安全。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、GPS 导航系统、自动避障系统、无线电通信系统、高压水泵系统、高分辨率相机、激光雷达传感器等。

实现功能:

1. 高效清洗光伏板；
2. 提高光伏发电效率；
3. 降低人工成本；
4. 减少水资源浪费，符合环保要求。

典型案例: 桐乡的无人机干了一件“大事”

2024年1月4日上午，在桐乡市金瑞食品有限公司屋顶，桐乡电力人员遥控一台直径约3.2米的无人机，开启清洁光伏板模式。只见无人机启动机翼，飞速转动，沿着光伏板逐一喷洒，将水冲刷到光伏板上，把灰尘冲刷干净，快速而高效。

“以前，1万平方米的光伏板，需要4个人2天才能完成，现在有了无人机清洁，20分钟能清洁1000平方米的光伏板，3个多小时就能完成1万平方米的光伏板清洁，工作效率大大提升。”桐乡电力工作人员沈云龙介绍。

场景代码: P8391ab

商用驾驶员执照培训



行业领域:

教育业

低空载运装备:

飞机、直升机

关键技术:

- 1.飞行模拟器技术:** 先进的飞行模拟器 (Full Flight Simulator, FFS) 提供高度逼真的飞行环境, 涵盖不同天气、紧急情况、机场等多种场景, 帮助学员在安全环境下训练复杂飞行任务, 提升飞行技能;
- 2.虚拟现实 (VR) 与增强现实 (AR) 技术:** VR/AR 技术用于构建沉浸式的飞行训练环境, 使学员能够体验不同机型、不同场景下的飞行操作, 增强飞行员的空间感知能力和应急反应能力;
- 3.机载自动化与航电系统:** 培训中涉及现代飞机的自动化航电系统 (如 FMS、GPS、自动驾驶仪等), 学员通过操作这些系统学习飞行计划、导航、自动化控制等关键技能;
- 4.航空安全管理系统 (SMS):** 在培训中引入航空安全管理体系, 通过系统化的安全培训, 帮助学员理解安全飞行原则, 掌握飞行前检查、应急程序、风险识别与管理等技能, 确保飞行安全。

低空作业装备:

飞行数据记录仪、飞行表现分析软件、无线通信与导航设备、应急演练设备等。

实现功能:

- 1.进行飞行操作技能与应急处置能力训练;
- 2.提升学员的综合应用能力;
- 3.为学员提供商用飞机模拟考试和操作评估;
- 4.进行安全文化与管理体系教育。

典型案例: 飞机商用驾驶员执照培训 (商照)

壹号门航空座落于著名的太湖山水城旅游区, 是一家优质的航空科技及民办教育企业, 以教育为基础的多元化国际投资企业。壹号门航空为飞行爱好者构建集飞行、游览、教育、航空岗位培训、就业、拓展、娱乐为一体的航空体验平台。以航空技术为依托、航空文化为主线, 全力打造航空科技教育+技能培训, 入学即就业的教育理念, 另外与沈阳锐翔航空合作飞机驾驶员培训, 航空机务培训基地等多种业态。

场景代码: P8391ab

私人驾驶员执照培训



行业领域:

教育业

低空载运装备:

飞机、直升机

关键技术:

- 1.飞行模拟器技术:** 提供针对私人飞行员的飞行操作训练,包括起飞、着陆和基本飞行操作的模拟,以提升学员的飞行技能;
- 2.虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术:** 创建沉浸式的飞行环境,模拟私人飞行的操作情境,提升学员的空间感知能力和飞行操作的真实感;
- 3.机载自动化与航电系统:** 培训中涉及现代飞机的自动化航电系统(如FMS、GPS、自动驾驶仪等),学员通过操作这些系统学习飞行计划、导航、自动化控制等关键技能;
- 4.航空安全管理系统(SMS):** 在培训中引入航空安全管理体系,通过系统化的安全培训,帮助学员理解安全飞行原则,掌握飞行前检查、应急程序、风险识别与管理等技能,确保飞行安全。

低空作业装备:

飞行数据记录仪、飞行表现分析软件、无线通信与导航设备、应急演练设备等。

实现功能:

- 1.进行飞行操作技能与应急处置能力训练;
- 2.提升学员的综合应用能力;
- 3.为学员提供私人飞机模拟考试和操作评估;
- 4.进行安全文化与管理体系教育。

典型案例: 锐翔培训 私人飞机驾驶执照

日照锐翔通用航空有限公司是依托辽宁锐翔通用航空有限公司和日照机场建设投资有限公司组建并由其注资成立的主要从事飞行员培训、青少年研学教育、飞行体验、航空俱乐部、航空作业、无人机培训等的大型通用航空综合机构。

私人飞机驾驶执照简称PPL,持有人可以驾驶其私人航空器进行非盈利的飞行活动。私人飞行驾驶员执照培训是一项理论性、技术性和综合性很高的工作,培训单位必须经过民航局或者民航地区管理局严格的审定。此种驾照的持有者只能进行不以盈利为目的的飞行,但可以不以取酬为目的在非经营性运行的航空器上担任机长或副驾驶。

场景代码: P8391cdefg

运动驾驶员执照培训



行业领域:

教育业

低空载运装备:

运动类飞机、旋翼机、气球、飞艇、滑翔机(伞)

关键技术:

- 1.飞行模拟器技术:** 专门设计用于模拟运动飞行(如特技飞行、滑翔伞飞行)的飞行器和环境,帮助学员练习飞行技巧和应急处理能力;
- 2.虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术:** 创建沉浸式的飞行环境,模拟运动飞机的操作情境,提升学员的空间感知能力和飞行操作的真实感;
- 3.飞行数据记录与分析:** 记录飞行中的关键数据(如速度、加速度、航向),用于分析飞行表现和技术细节。提供飞行数据分析和反馈,帮助学员识别飞行中的问题并改进技能;
- 4.航空安全管理系统(SMS):** 在培训中引入航空安全管理体系,通过系统化的安全培训,帮助学员理解安全飞行原则,掌握飞行前检查、应急程序、风险识别与管理等技能,确保飞行安全。

低空作业装备:

飞行数据记录仪、飞行表现分析软件、无线通信与导航设备、应急演练设备等。

实现功能:

- 1.进行飞行操作技能与应急处置能力训练;
- 2.提升学员的综合应用能力;
- 3.为学员提供运动飞机模拟考试和操作评估;
- 4.进行安全文化与管理体系教育。

典型案例: 运动类飞行执照培训

山河 SA60L 是山河自主研发的单发双座轻型运动飞机,其飞行性能、安全性均达国际先进水平,是我国第一款通过中国民航适航认证的民族品牌轻型运动飞机。该机型主体结构采用碳纤维材料制作,质量轻,强度高,具备特技飞行性能,起降距离短,可在土路、草地等环境安全起降。

培训基地位于商河通用航空机场位于济南市商河县经济技术开发区(商河西南部, S248 线以西、徒骇河以北、科源街与玉皇庙大道交叉口西南方),占地 35.92 公顷,其中机场及机场配套设施用地 600 亩,通航产业区 500 亩,航空体验区 1000 亩,航空小镇及飞行员会所 700 亩。

场景代码: P8391ijklm

无人机驾驶员执照培训



行业领域:

教育业

低空载运装备:

作业类无人机、娱乐类无人机

关键技术:

- 1. 无人机控制系统:** 自动飞行控制系统: 包括飞行控制器 (Flight Controllers), 用于稳定无人机飞行并自动执行预设的飞行任务 (自动飞行控制系统)。用于训练学员在手动模式下控制无人机, 包括遥控器和操控杆 (手动控制系统);
- 2. 导航与定位技术:** 用于提供无人机的定位和导航信息, 帮助学员掌握无人机的路径规划和导航技能;
- 3. 飞行数据记录与分析:** 记录飞行过程中的关键数据 (如飞行轨迹、速度、高度), 用于后续分析和评估。提供数据分析和反馈, 帮助学员改进飞行技术和操作方法;
- 4. 飞行规划软件:** 帮助学员制定详细的飞行计划, 包括任务目标、飞行路径和地理信息。

低空作业装备:

飞行数据记录与分析设备、导航与通信设备、飞行控制系统、传感器与相机系统等。

实现功能:

- 1. 飞行技能培养,** 培养学员掌握无人机的基本操作, 进而训练学员进行复杂的飞行动作;
- 2. 模拟紧急情况** (如电池电量不足、信号丢失、设备故障), 帮助学员掌握应急处理流程;
- 3. 提供无人机的基本理论知识学习。**

典型案例: 无锡宏源技师学院无人机培训考证项目

学院创办于 1958 年, 多年来, 为社会培养了数十万技能型人才。先后被评为江苏省二十佳“高技能人才培养示范基地”之一、国家级高技能人才培养基地、江苏省职教先进集体、省人社厅“优秀教学奖”、无锡市德育工作先进学校、无锡市文明校园等荣誉称号。

学院可以进行多旋翼无人机、垂直起降固定翼无人机培训且拥有教员/机长/驾驶员培训资格的教育机构, 是国内领先的新型智能教育综合服务平台, 是一家集无人机技能人才培养、无人机研发、维修、无人机职业培训, 青少年科普教育的高新技能培训机构。培训中心为学员配套有公寓、餐厅及丰富的运动场所。

场景代码: Q84101

医疗用品配送



行业领域:

卫生

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 高精度导航与定位技术:** 使用 GPS、北斗等卫星导航系统, 确保无人机在复杂地形或城市区域中精确导航, 快速、安全地将急需的医疗物资送达医院或急救现场;
- 自主避障与防碰撞技术:** 无人机通过搭载激光雷达、红外线和超声波传感器, 能够实时检测周围的障碍物 (如建筑物、电线等), 避免碰撞, 确保医疗物资的安全运输;
- 智能路径规划与优化技术:** 通过 AI 算法结合实时天气、交通状况, 自动规划最佳飞行路径, 避免拥堵或禁飞区域, 最大限度缩短配送时间, 确保紧急医疗物资快速送达;
- 低空飞行空域管理系统:** UTM (无人机交通管理系统) 能够协调多架无人机在城市低空安全飞行, 防止飞行路径重叠、交通冲突, 确保医疗物资配送的高效运行。

低空作业装备:

低温冷藏箱、抗震动设备、5G 通信模块、医疗物资追踪系统、货物自动投放系统等。

实现功能:

- 提高紧急医疗物资配送效率;
- 确保医疗物资的安全与完整性;
- 增强疫情或灾区的应急响应能力;
- 扩展偏远地区的医疗服务覆盖范围。

典型案例: 国药控股探索无人机低空配送急救药品

2024 年 7 月 19 日上午, 一架装载着 10 盒用于救治心脏骤停急救药品的专业无人机, 从苏州工业园区综合保税区贸易功能区内的国药物流苏州物流中心仓库平稳起飞, 朝着西南方向约 7.8 公里外的苏州大学附属儿童医院 (总院) 飞去。11 分钟后这架无人机在目的地门诊楼顶楼平稳落地, 成功实现“飞的”送急救药品。

本次“低空物流+医药急送”应用场景, 是由苏州工业园区高贸区联合国药物流、港航集团等共同探索实现的。传统配送模式下, 货运汽车需行驶 14 公里, 非通勤时段内约行驶 22 分钟, 早晚通勤高峰时段配送时长超 40 分钟。而通过划设精准的空中航线, 无人机送药的配送距离缩短 44%, 配送时效提升 50%-70%, 将为急救病人争取宝贵的时间。

场景代码: Q8410ab、Q8410h、Q8434b、Q8434h

航空医疗救护



行业领域:

卫生

低空载运装备:

飞机、直升机、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 高精度导航与自动驾驶技术:** 确保飞行器能够精准定位事故现场, 并通过自动航线规划迅速抵达目的地, 节省宝贵的救援时间;
- 远程医疗通信技术:** 利用 5G 网络或卫星通信, 飞行器能够与地面医疗指挥中心保持实时通信, 传输病患的生命体征数据、影像等, 便于医疗团队在飞行过程中进行远程诊断和指导急救处理;
- 智能调度与资源优化技术:** 基于 AI 和大数据分析, 智能调度系统能够动态分配飞行器资源, 优化救护路线和时间安排, 实现医疗资源的合理调度与配置;
- 机载医疗设备集成技术:** 机载医疗设备如心电监护仪、呼吸机、氧气供应系统等, 经过优化设计, 能够轻量化、紧凑集成在飞行器内, 为患者提供飞行过程中的全面医疗支持。

低空作业装备:

机载医疗设备(心电监护仪、氧气供应系统、自动体外除颤器、输液设备、呼吸机)、病患转运系统(机载担架系统、固定装置)、通信与监控系统、备用电源系统等。

实现功能:

- 为用户提供了通过快速应急响应、医疗设备支持、远程医疗协同以及实时数据监测与反馈等综合解决方案;
- 帮助用户在紧急情况下高效转运病患、提供及时救援, 并提升医疗资源的利用效率。

典型案例: 巴彦淖尔市医院与华彬天星通航合作启动直升机救援服务

据中国民航报 2022 年 3 月 18 日 4 版报导, 自 2018 年起, 巴彦淖尔市医院以每年 600 万元的价格“买断”华彬天星通航一架直升机一年的使用权, 对边境农牧民直升机免费接诊, 对边远地区患者实行救护车同价的收费标准。数据显示, 合作 3 年多来, 双方共参与医疗急救 337 次, 涵盖脑梗、心梗、中毒、休克、交通事故等急危重症患者和伤者, 抢救成功率在 90% 以上。与此同时, 直升机救援与救护车同价, 为当地贫困患者累计减免费用 1400 余万元。

场景代码: Q8410j

无人机喷洒消毒



行业领域:

卫生

低空载运装备:

喷洒(撒)作业无人机

关键技术:

- 1.精准喷洒技术:** 利用高精度喷洒设备, 实现药剂的均匀喷洒, 确保消毒液覆盖率高, 避免遗漏和过量, 提升消毒效果;
- 2.自动路径规划:** 通过专业的软件为无人机设定喷洒路径, 确保覆盖目标区域, 避免重复喷洒, 提高工作效率和精准度;
- 3.负压喷雾技术:** 采用负压喷雾系统, 提高药剂的喷雾细度, 确保消毒液能够均匀覆盖更多表面, 增强消毒效果;
- 4.数据记录与分析:** 实时记录喷洒数据, 包括喷洒时间、位置和剂量, 便于后续分析和评估喷洒效果, 支持管理决策;
- 5.多模式喷洒系统:** 支持多种喷洒模式(如全覆盖、局部重点喷洒), 根据不同的消毒需求灵活调整, 提高作业的适应性。

低空作业装备:

喷洒系统、药剂储存设备、高精度喷嘴、数据记录设备、通信与监控系统、备用电源系统等。

实现功能:

- 1.节省人力和时间, 提高消毒作业的效率;
- 2.降低人员接触有害物质的风险, 确保安全;
- 3.提升消毒覆盖率;
- 4.在疫情爆发或突发公共卫生事件中, 能够迅速进行大范围消毒, 及时控制疫情传播风险。

典型案例: 馆陶无人机喷洒消毒, 助力疫情防控!

2021年1月12日, 邯影航空科技发展有限公司、馆陶县冀佳贸易有限公司、馆陶县旭光蔬菜种植有限公司, 强强联手为馆陶镇政府疫情防控分包区域海麟盛景小区、小商品批发市场、文化市场等, 进行无人机喷洒消毒。无人机采用卫星GPS定位, 可实现无缝隙、无重复喷洒药物, 飘移少, 可空中悬停, 也可远距离遥控操作, 避免了人工消毒作业交叉感染的风险, 提升了消毒效率。

场景代码: Q8410k

居家快检



行业领域:

卫生

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.实时数据传输技术:** 通过无线通信技术,快速将检测结果和样本数据传输至医疗机构或数据中心,确保医疗人员能及时获取信息进行分析和决策;
- 2.样本保护与储存技术:** 采用专用样本保护与储存技术,确保在样本采集和运输过程中,样本的完整性和有效性不会受到影响;
- 3.生物安全监测系统:** 监测样本运输过程中可能存在的生物安全风险,确保检测材料的安全性和合规性,减少交叉感染的风险;
- 4.高效样本处理技术:** 通过自动化样本处理设备,提高居家快检样本的处理效率,确保在短时间内完成样本分析和报告生成;
- 5.智能调度与管理系统:** 建立智能调度系统,根据居家快检需求动态调配无人机和医疗资源,提高整体响应速度和资源利用效率。

低空作业装备:

样本保护运输箱、实时监控摄像头、生物相容性防护材料、数据记录设备、通信与监控系统、备用电源系统等。

实现功能:

- 1.快速居家检测服务,保护患者隐私,提升患者个人体验;
- 2.减少医护人员与样本接触的风险;
- 3.保障检测结果的准确性。

典型案例:美团推出居家快检新业务

“15分钟自采样、30分钟女性送检专员上门、4小时左右收到检测结果。”2024年7月15日,美团买药宣布推出居家快检“妇科检测”服务。第一批已覆盖北京、广州、深圳、杭州、成都、南京,向6城女性用户提供多项阴道微生物核酸检测以及针对备孕怀孕人群的阴道微生态分析,覆盖阴道炎、HPV和菌群失衡等常见妇科问题,样本均由接受过严格服务质量把关的女性送检员配送。

场景代码: Q84351

无人机血样转运



行业领域:

卫生

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 高精度定位系统:** 使用先进的 GPS 和实时定位技术, 确保无人机在运输过程中对血样的精确追踪, 减少延误, 提高运输安全性;
- 温控运输技术:** 配备恒温和制冷技术的运输箱, 能够保持血样在最佳温度范围内, 确保样本的稳定性和有效性, 防止血样降解;
- 实时监测系统:** 在运输过程中, 通过传感器实时监测温度、湿度和振动等环境因素, 确保血样始终处于合适的条件下, 提高运输的可靠性;
- 自动路径规划技术:** 使用算法为无人机设定最佳飞行路线, 考虑实时交通和气象条件, 以优化运输时间, 确保及时送达。

低空作业装备:

温控运输箱、实时监控摄像头、生物相容性防护材料、数据记录设备、通信与监控系统、备用电源系统等。

实现功能:

- 高效血样转运, 确保及时诊断;
- 减少医护人员与样本接触的风险;
- 在突发公共卫生事件中, 能够及时获取重要的检测数据, 支持应急救治。

典型案例: 检验科用上了无人机

2024年4月9日上午9时09分, 一架搭载着80管血液样本的“标本转运箱”无人机从德阳市人民医院妇女儿童医院平稳升空, 飞往5.93公里外的德阳市人民医院旌湖院区。9分钟后, 无人机稳稳降落, 标本迅速被送到检验科进行检验。这是德阳首次就医疗物资进行空中物流配送, 标志着德阳医疗物资运输进入“空中快递”时代。

德阳市人民医院妇女儿童医院院区、旌南院区每天各安排2个常态化飞行趟次。用无人机运送检验标本可24小时全天候“随叫随到”, 同时还具备“无接触”和“运输快速”的特点, 除了能够满足平时各院区对检验标本进行跨院区送检的需求外, 还能为手术中的冰冻样本提供快速送检服务, 可为患者争取救治黄金时间。

场景代码: Q8434b、Q8434h

低空医疗急救



行业领域:

卫生

低空载运装备:

直升机、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1.实时定位与导航系统:** 配备高精度的 GPS 和辅助导航技术,实现对急救设备及伤员位置的实时追踪,确保救援行动的高效和准确;
- 2.高清图像传输技术:** 利用高分辨率摄像机和实时图像传输技术,在急救过程中提供清晰的现场视图,帮助医疗人员进行远程指导和决策;
- 3.智能调度与协调系统:** 构建智能调度平台,根据急救需求和现场情况自动分配无人机和资源,提高整体救援效率和响应速度;
- 4.生物安全监测系统:** 监测运输过程中的生物安全风险,确保医疗物资的安全性和有效性,降低交叉感染的风险。

低空作业装备:

温控运输箱、实时监控摄像头、生物相容性防护材料、数据记录设备、通信与监控系统、备用电源系统等。

实现功能:

- 1.提供医疗设备和药品,提升急救响应速度;
- 2.提升医疗服务覆盖率;
- 3.加强公共卫生安全。

典型案例: 红安→武汉! 直升机 30 分钟紧急救援

2024年9月5日下午的红安上空,一辆红白相间的直升机正紧急飞往武汉。仅用30分钟就将一名71岁的急性心肌梗塞患者从红安县苏区医院紧急转运至武汉亚心总医院,为患者争取到了宝贵的救治时间。

红安县苏区医院迅速与武汉亚心总医院取得联系,申请“空中120”转运患者,并迅速安排工作人员清空院内停车场,供救援直升机降落。16:55分,救援直升机降落医院停车场。17:25分,患者在医院内二科进行了一些常规治疗后,随救援直升机飞赴武汉进行进一步治疗。据了解,直升机救援可实现比地面救援快3-5倍速度,从红安到达武汉只需半个小时,为挽救生命赢得了“黄金时间”。此次直升机救援行动为红安县首例。

场景代码: Q84341

供体器官移植转运



行业领域:

卫生

低空载运装备:

载重作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位技术:** 利用高精度的 GPS 和实时定位技术, 确保运输过程中对供体器官的准确追踪, 减少转运延误, 提高安全性;
- 2.温控运输技术:** 采用先进的温控系统, 实时监测和调节运输过程中器官的温度, 确保其在适宜范围内, 保持器官的活性和功能;
- 3.生物相容性材料:** 使用高生物相容性的包装材料和储存容器, 以减少运输过程中对器官的损伤和感染风险, 确保器官的安全;
- 4.实时数据传输技术:** 通过移动通信技术, 将器官运输过程中的温度、湿度和位置等数据实时传输至监控中心, 便于对运输状态的实时跟踪和管理;
- 5.快速响应调度系统:** 建立高效的调度系统, 能够快速响应医疗机构的需求, 调动资源, 实现器官运输的高效和及时。

低空作业装备:

温控运输箱、实时监控摄像头、生物相容性防护材料、数据记录设备、通信与监控系统、备用电源系统等。

实现功能:

1. 高效供体器官转运, 提高移植成功率和器官利用率;
2. 保障器官质量, 延长器官的存活时间;
3. 支持跨区域移植, 扩展了器官来源的可及性。

典型案例: 33 分钟空中转运肺源为 73 岁老人顺利完成

2024 年 7 月, 深圳市人民医院航空转运供体并成功开展两例肺移植手术, 两患者年龄分别为 73 岁和 64 岁。这是一次各方协调合作促成的器官航空运输任务, 是空中医疗救援与院内救治衔接的一次有序探索。为了提高手术质量, 减少因运输环节对器官移植质量的影响, 医院才决定用直升机运输广州的肺源。

场景代码: R5623abg

航空体育运动-跳伞



行业领域:

体育航空运动

低空载运装备:

飞机、直升机、滑翔机(伞)

关键技术:

- 1.精确导航与定位:** 用于提供跳伞运动员的精确位置,确保在空中和地面上的准确导航和定位;
- 2.跳伞技术:** 在运动员未能手动开启降落伞时,自动触发开伞,保障跳伞安全(自动开伞系统(AAD))。高质量的主伞和副伞系统,用于确保跳伞过程中的稳定性和安全性(主伞与副伞系统);
- 3.无线数据传输技术:** 实时监测跳伞运动员的高度和下降速度,提供关键数据以便于安全控制和数据分析;
- 4.精确着陆系:** 通过地面控制和导航技术,帮助运动员在指定区域内精确着陆,提高着陆的安全性和准确性。

低空作业装备:

降落伞系统、自动开伞装置(AAD)、跳伞服装与翼装、高度计与速率计、高清摄像机、应急救援设备、定位与导航系统等。

实现功能:

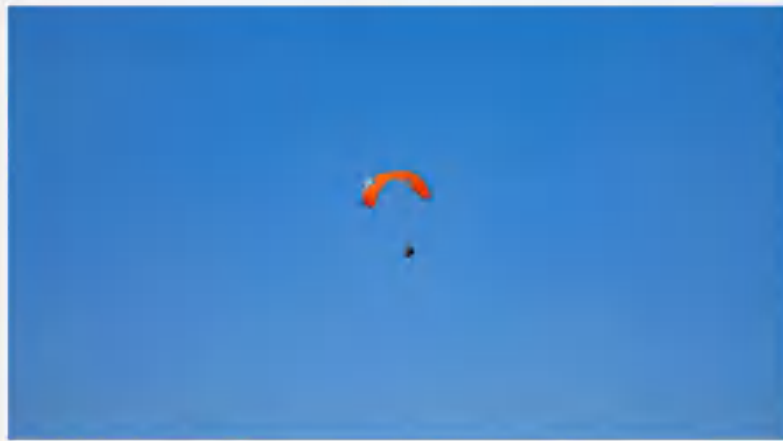
- 1.保障跳伞的安全性能;
- 2.提供精准的飞行控制;
- 3.跳伞运动员的实时数据监测与反馈;
- 4.帮助运动员在指定区域内精准着陆,减少着陆误差和风险。

典型案例: 鸿石通航高空跳伞飞行保障服务

2023上半年,鸿石通航高空跳伞飞行保障服务综合实力获大幅提升:3月,鸿石通航顺利引入赛斯纳208飞机;4月,获得西南地区首个CCAR-136部跳伞资质。在配备跳伞飞机和跳伞资质全套装备后,高空跳伞方面也取得了不错的成绩,从5月初开跳至今,鸿石通航已协助高空跳伞合作伙伴在梁平飞行基地完成跳伞近200架次,接待跳伞乘客近2000人次。

场景代码: R5623g

航空体育运动-滑翔伞



行业领域:

体育航空运动

低空载运装备:

滑翔伞

关键技术:

- 气象监测与预测技术:** 滑翔伞运动依赖于天气条件,通过高精度气象监测系统,实时收集风速、气温、气压等数据,确保运动员能够选择最佳的起飞和飞行时间;
- 飞行控制与稳定技术:** 现代滑翔伞配备先进的飞行控制系统,能够实时监测飞行姿态和高度,通过自动化调节控制伞翼的角度,保持飞行的稳定性和安全性;
- 高精度定位导航系统:** 滑翔伞使用 GPS 和 GNSS 技术,实现飞行过程中精准的定位与导航,帮助运动员规划最佳的飞行路径和目的地,提高飞行效率;
- 云层和气流分析技术:** 使用专门的软件工具分析云层结构和气流情况,帮助滑翔伞运动员利用上升气流,延长飞行时间,提高飞行高度;
- 运动员生理监测技术:** 配备生理监测设备,实时监测运动员的心率、呼吸频率和体温等指标,确保运动员在飞行过程中的身体健康与安全。

低空作业装备:

高精度 GPS 设备、无线通讯设备、生理监测仪器、高分辨率摄像机、热成像仪、自动开伞系统、避障雷达系统、辅助推力装置等。

实现功能:

- 提升飞行安全性;
- 增强运动员飞行体验;
- 支持赛事组织与管理;
- 增强公众参与与观赏性。

典型案例: 崛围山飞行计划

在崛围山航空飞行营地,借助滑翔伞,每个人都可以在空中俯瞰北部新城,一览汾河两岸。崛围山航空飞行营地是 2024 年度全国第一家承办全国滑翔伞双人伞培训班的专业航空飞行营地,据浙江来的滑翔伞爱好者介绍这里不仅安全而且“豪华”。

随着滑翔伞运动的流行,崛围山航空飞行营地的知名度不断提升,越来越多市民来此体验,最多的时候,这里一天要接待 100 多人。崛围山航空飞行营地,正引领太原在低空经济的新赛道上持续领跑。

场景代码: R5623g

航空体育运动-动力伞



行业领域:

体育航空运动

低空载运装备:

动力伞

关键技术:

- 1.动力系统技术:** 动力伞配备轻量化、高功率的发动机,提供必要的推力以维持飞行,并且具备自动增压和节油技术,提升动力效率和可靠性,确保安全飞行;
- 2.飞行姿态监测技术:** 利用惯性测量单元(IMU)监测飞行姿态,确保飞行员能够在飞行过程中保持最佳的飞行姿态,增强飞行安全;
- 3.避障与安全监测系统:** 配备传感器和摄像头,实时监测周围环境,提供障碍物检测和警报,降低飞行中的碰撞风险,提升飞行安全性;
- 4.上升气流与云层分析技术:** 通过专业软件分析上升气流和云层结构,帮助飞行员利用气流飞行,延长飞行时间和高度。

低空作业装备:

高精度 GPS 设备、无线通讯设备、生理监测仪器、高分辨率摄像机、热成像仪、自动开伞系统、避障雷达系统、辅助推力装置等。

实现功能:

- 1.提升飞行安全性;
- 2.增强运动员飞行体验;
- 3.支持赛事组织与管理;
- 4.增强公众参与与观赏性。

典型案例: 首届全国动力伞冠军赛

2023 年首届全国动力伞冠军赛在三亚海棠湾红树林度假酒店开赛,赛事总奖金 15 万元。来自河南、河北、湖北等地的 42 名运动员在海棠湾上空比试身手,一展英姿。本次赛事设单人伞和双人伞两类,采用累计得分制。单人组设置 3 个比赛项目,决出第 1 名至第 6 名;双人组设置 2 个比赛项目,决出第 1 名至第 3 名。值得一提的是,此次双人伞首次被纳入国家级竞赛。这项小众运动可以更好地满足年轻人冒险、追求新鲜感的旅游需求。三亚发展低空旅游有得天独厚的优势,“体育+旅游”具有无限的发展潜力,为推广低空飞行体育赛事带来更多便利,也将进一步推动全民健身运动发展。

场景代码: R5623e

航空体育运动-热气球



行业领域:

体育航空运动

低空载运装备:

热气球

关键技术:

- 1.热气体加热技术:** 热气球依赖于加热空气以产生升力,采用高效的燃烧器与气体供给系统,能够快速加热气囊内的空气,确保气球迅速升空并保持稳定的飞行高度;
- 2.气象监测与分析技术:** 结合气象传感器与数据分析工具,实时监测风速、风向、气温和湿度,帮助飞行员选择最佳的起飞和飞行时间,提高飞行安全性;
- 3.高度测量与调节系统:** 配备高精度的高度计和气压传感器,实时监测气球的飞行高度,飞行员可以通过调节气体的温度来精确控制升降;
- 4.气囊材料技术:** 热气球的气囊采用高强度、轻量化的耐热材料,具备良好的隔热性能,确保热量不易流失,提高热气球的升空效率和飞行安全性;
- 5.火焰监测与控制系统:** 集成火焰传感器与自动调节系统,实时监测燃烧状态,确保燃烧器的稳定工作,避免因燃烧不当导致的飞行危险。

低空作业装备:

高精度 GPS 设备、无线通讯设备、生理监测仪器、高分辨率摄像机、热成像仪、火焰监测设备、避障雷达系统、环境监测传感器等。

实现功能:

- 1.提升飞行安全性;
- 2.增强运动员飞行体验;
- 3.支持赛事组织与管理;
- 4.增强公众参与与观赏性。

典型案例: 浪漫热气球飞行求婚,为女友圆一个飞天童话梦

就在 2018 年的圣诞节,熊猫飞飞家在西岭雪山的热气球基地上迎来了一场热气球求婚。求婚当天的刘先生,在交往期间听赛纳说她小时候的心愿就是长大以后,我的王子会坐着热气球来接我。为了圆赛纳一个飞天童话梦,刘先生精心准备了这次求婚。圣诞节当天下午,单膝下跪赛纳上演真情表白,现场参与的亲友和围观群众都分享了这对情人的幸福一刻。

场景代码: R0930abef、R0930h

空中游览



行业领域:

娱乐业

低空载运装备:

飞机、直升机、气球、飞艇、eVTOL/新能源新构型

关键技术:

- 1.精准导航与定位技术:** 结合地形数据库和实时飞行数据,为飞行器提供精准的定位和航线规划,确保飞行路线的准确性,适合景区的空中巡游和城市观光等需求;
- 2.舒适性体验技术:** 配备舒适的座椅、空调、隔音系统,提升乘客的飞行体验,保证在长时间飞行或温差较大的环境中保持舒适(座舱环境控制系统)。飞行器设计大面积的透明窗户,搭配互动显示屏,为乘客提供实时景点介绍,增强空中游览的观赏性和互动性(全景观光窗与互动显示系统)。通过改进机身结构和采用静音螺旋桨技术,降低飞行过程中的振动和噪音,为乘客提供更加安静的空中游览环境(噪音与振动控制技术);
- 3.环境感知与适应技术:** 通过气象传感器和实时环境数据,飞行器能够感知天气变化(如风速、云层、温度),并根据环境条件调整飞行姿态与速度,提供平稳的飞行体验。

低空作业装备:

观光设备(全景观光窗、高清摄像系统、座舱互动显示屏)、座舱舒适性装备、应急安全装备、导航与通信设备、自动驾驶与避障设备等。

实现功能:

- 1.独特的高空视角、互动体验、个性化飞行路线使得旅客观光体验提升;
- 2.飞行器能够覆盖地面交通难以到达的景区和自然保护区,旅游资源得以高效利用。

典型案例: 古老与时尚的飞艇空中观光旅游项目

GTGA-K15 大型载人空中观光飞艇,经过 17 年的研发设计和制造,11500m³“原型艇”已顺利完成总装下线;经过三年多时间的“预审”,CAAC 于 2022 年 3 月 28 日,已正式受理了 GTGA-K15 大型载人空中观光飞艇的《型号合格证》(TC)取证申请,受理号: NATC0133A,我们有国际上成功的经验可借鉴,有先进的新兴技术可应用,国际经验表明飞艇项目是成熟可行的,足以证明西安九天飞艇制造有限公司具有大型载人飞艇的设计制造能力。

场景代码: R8730ab、R8730k

大型体育赛事直播



行业领域:

广播、电视、电影和录音制作业

低空载运装备:

飞机、直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1. 高清摄像技术:** 采用 4K 及以上分辨率的高清摄像机进行实时拍摄, 确保赛事的每个细节都能清晰呈现给观众, 提升观看体验;
- 2. 无人机直播系统:** 通过搭载高性能摄像设备的无人机, 实现赛事的空中直播。无人机能够在不同高度和角度拍摄, 为观众提供全方位的赛事视角;
- 3. 实时视频编码技术:** 采用高效的视频编码技术, 如 H.265, 以降低数据传输带宽, 同时保持视频质量, 确保直播过程流畅且不失真;
- 4. 多角度切换技术:** 使用多个摄像机同时拍摄赛事, 通过智能切换系统实时切换不同角度和视角, 提供多样化的观看体验, 增强赛事的观赏性;
- 5. 云计算平台:** 利用云计算技术实现视频数据的存储、处理和分发, 确保直播的稳定性和数据的安全性, 支持大规模观众同时观看。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、自动投饵装置、水质监测传感器、无线通讯模块、智能避障传感器、多光谱成像仪、高能量密度电池、飞行记录仪等。

实现功能:

1. 提升赛事曝光度;
2. 增强观众体验、促进互动参与;
3. 实现全球同步观看;
4. 推动体育文化传播。

典型案例: 全球鹰助力勉县龙舟大赛, 用无人机直播赛事精彩盛况

2024 年 5 月 31 日上午, “互助保障杯” 2024 年汉中市龙舟邀请赛暨勉县第二届龙舟大赛启动仪式在沔水湾综合服务中心广场举行。

作为坐落于勉县的全国第一个县级低空无人机大数据工作站, 陕西汉中勉县智慧城市无人机工作站有幸承担了此次龙舟大赛的无人机赛事直播任务, 通过无人机为屏幕前的观众带来一场别开生面的视觉盛宴, 助力大赛的精彩呈现。

场景代码: R8810m、O8070m

无人机编队灯光秀表演



行业领域:

文化艺术业

低空载运装备:

娱乐类无人机

关键技术:

- 1.精准定位与同步控制技术:** 采用高精度的 GPS 和时钟同步技术,使编队中的无人机能够实现准确的定位和时间控制,确保它们在表演中能够同步移动和变换队形;
- 2.飞行路径规划算法:** 利用先进的路径规划算法,设计无人机的飞行轨迹,确保在灯光秀中能够准确执行复杂的动作和变化,提升表演的观赏性;
- 3.线通讯技术:** 通过高带宽的无线通讯系统,确保所有无人机之间的数据实时传输,允许飞行员在表演过程中进行即时控制和调整,保持编队的稳定性;
- 4.LED 灯光控制系统:** 每架无人机配备独立的 LED 灯光系统,通过编程控制灯光的颜色、亮度和闪烁模式,能够在空中创造出绚丽的视觉效果;
- 5.集成编队飞行技术:** 开发多机编队飞行控制技术,使得多架无人机能够协调一致地执行复杂的动作和变换,形成美丽的图案和文字,增强表演效果。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、无线通讯模块、智能避障传感器、多光谱成像仪、高能量密度电池、飞行记录仪等。

实现功能:

- 1.创造视觉盛宴、展示品牌形象;
- 2.支持多种场合、提高活动参与度;
- 3.创造交互式体验。

典型案例: 无人机编队试飞测试暨灯光首秀

2024年9月由江苏天目湖(集团)有限公司组织的“无人机编队试飞测试暨灯光首秀”出现在孟秋的古县夜空。此次共有200架无人机参与编队,通过以点的形式连成线,线构成面,以夜空与建筑为舞台背景,整齐排列成“学习贯彻二十届三中全会精神”“低空经济”“古县街道Logo”“天目湖集团Logo”以及五角星、爱心等文字、符号、图案造型,美轮美奂,灵动十足。此次组织的无人机编队试飞测试,是江苏天目湖(集团)有限公司聚焦低空经济新赛道,抢抓“低空+文旅”应用新机遇。利用表演型无人机的灵活机动性,补足低空经济领域服务能力,扩大低空航空器的商业场景契合度。

场景代码: R8730ab、R8730k

影视航拍



行业领域:

广播、电视、电影和录音制作业

低空载运装备:

飞机、直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1.稳定云台技术:** 采用三轴稳定云台,可以有效抑制震动和抖动,确保拍摄画面的平稳和清晰,使航拍画面更具专业水准;
- 2.高清摄像技术:** 使用高分辨率摄像机(如4K或8K),能够捕捉丰富的细节和色彩,提升影视作品的画质和观赏体验;
- 3.实时传输技术:** 通过无线传输系统实现实时视频回传,让导演和摄影师能够即时监控画面效果,做出快速调整,确保拍摄质量;
- 4.多机编队技术:** 通过多架无人机的协调飞行,形成编队拍摄效果,能够创造出更丰富的视觉效果和动态镜头,为影视作品增色;
- 5.镜头变焦技术:** 搭载可变焦镜头,能够在航拍过程中实现远近焦距的转换,适应不同拍摄场景,捕捉到各种细节。

低空作业装备:

悬挂陀螺仪、高分辨率摄像机、光电吊舱、无线图像传输系统、便携式后期处理设备。

实现功能:

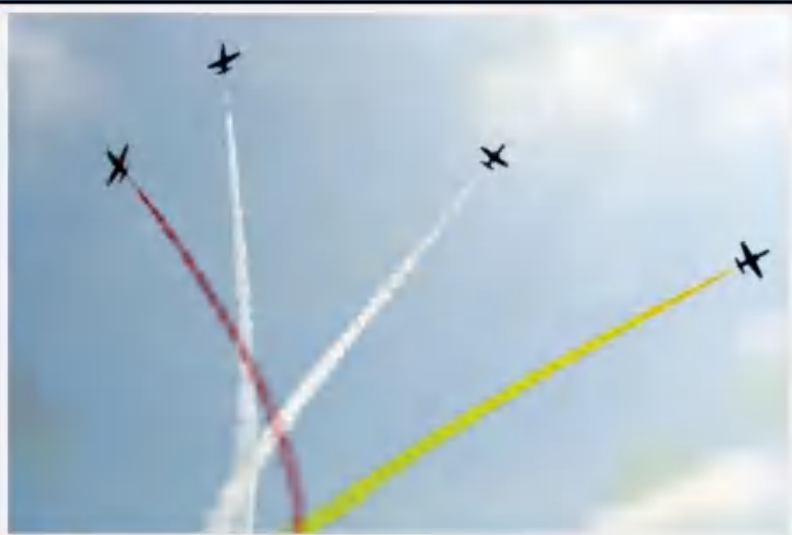
- 1.通过高清摄像和稳定技术,提升画面质量,丰富视觉效果;
- 2.通过航拍镜头的运用,增强故事叙述的情感和层次感,使观众更容易投入;
- 3.适应多种拍摄需求,提高拍摄效率。

典型案例: 这部航拍纪录片豆瓣9.4分

《航拍中国》第一季的拍摄动用了16架直升机和57架无人机,总行程达15万公里,相当于绕赤道4圈。拍摄以直升机为主,无人机为辅。直升机具有速度高、航程长、飞行高度高的特点,飞行高度甚至可以达到6000米,悬挂陀螺仪可以做到稳定拍摄,适合拍摄巨大的地面全景景观以及地面难以接近的地方。无人机的飞行高度一般是500米以下,它体积小,行动灵活,主要用于超低空视角跟拍和狭小空间的拍摄。

场景代码: R8810abeg

特技飞行表演



行业领域:

文化艺术业

低空载运装备:

飞机、直升机、气球、滑翔机

关键技术:

- 1. 飞行控制系统:** 先进的飞行控制系统能够实时监测飞机的姿态和速度, 提供精准的操控反馈, 帮助飞行员在高难度特技动作中保持飞机的稳定性;
- 2. 实时数据传输技术:** 通过高带宽的数据传输系统, 将飞行过程中产生的各种数据实时传输到地面控制台, 确保地面人员能够及时获取飞行信息, 并进行监控和指导;
- 3. 气动设计优化:** 特技飞行器采用流线型设计, 减少空气阻力, 增加升力, 确保在执行复杂的特技动作时能够灵活应对各种飞行条件, 提升飞行性能;
- 4. 智能避障系统:** 装备先进的传感器和算法, 实时识别周围障碍物并自动规避, 确保在特技飞行表演中降低碰撞风险, 提升飞行安全;
- 5. 飞行路径规划算法:** 采用智能算法规划特技飞行的最佳路径, 确保飞行员能够顺利完成复杂动作, 同时保持最佳的观赏效果和安全性。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、多角度摄像设备、无线通讯模块、智能避障传感器、多光谱成像仪、高能密度电池、飞行记录仪、气象监测设备等。

实现功能:

1. 增强观赏性;
2. 促进航空文化传播;
3. 实现科普教育功能;
4. 推动航空产业发展。

典型案例: 共享空中“速度与激情”——第十四届中国航展飞行表演掠影

2022年11月8日的珠海细雨刚过, 时隔一年, 这里再一次迎来了万众瞩目的空天盛会。来自43个国家和地区的740多家海内外企业线上线下参展, 参展飞机超110架, 室内展览面积10万平方米。诸多“高精尖”产品在新一届航展上“首发首秀”。

场景代码: R9020m

无人机钓鱼



行业领域:

娱乐业

低空载运装备:

娱乐类无人机

关键技术:

- 1.精准定位技术:** 无人机配备高精度的 GPS 和其他定位系统,可以在水域上空精确定位,确保在钓鱼时能够快速找到鱼类活动的区域,优化钓鱼效率;
- 2.水面监测与分析技术:** 通过高分辨率摄像机和水下传感器,实时监测水面和水下的状况,分析水温、流速和鱼群活动,为钓鱼提供有利的信息支持;
- 3.自动投饵系统:** 无人机装备智能投饵装置,可以根据设定的投饵位置和数量,自动将鱼饵精准投放到指定水域,提高钓鱼的成功率;
- 4.实时数据传输技术:** 采用高带宽无线通讯技术,无人机能够将实时监测数据和影像传输到控制设备上,帮助钓鱼者做出快速决策;
- 5.多光谱成像技术:** 集成多光谱摄像头,能够分析水体中不同波长的光线反射,提供鱼类和水体状况的多维信息,帮助选择钓鱼位置。

低空作业装备:

高光谱、可见光摄像机、自动投饵装置、水质监测传感器、无线通讯模块、智能避障传感器、多光谱成像仪、高能量密度电池、飞行记录仪等。

实现功能:

- 1.提高钓鱼成功率,优化钓鱼体验;
- 2.保障钓鱼活动的安全性;
- 3.促进科技与钓鱼结合;
- 4.减少人力成本。

典型案例: 颠覆传统钓鱼方式,用无人机远程控制坐收百斤海鲜

来自新西兰的一家公司则研发了一款钓鱼无人机 AeroKontiki,专门用来出海去钓鱼。跟常见的四旋翼、六旋翼无人机不同,AeroKontiki 是一款三旋翼无人机,由于外壳采用了轻便的碳纤维材质制成,使得它的总重只有 5.2 公斤,其流畅的机身像一条大鱼,这样的设计更符合空气动力学原理,飞行的时候可以减小风阻。钓鱼之前,首先要在无人机上安装好钓组,然后挂上鱼饵,而钓组另一端的鱼线则要连接在带有电动卷线器的鱼竿上。最后,拿着遥控器就可以操控无人机出海钓鱼去了。

场景代码: R9020m

无人机竞速



行业领域:

文化、体育和娱乐业

低空载运装备:

FPV 无人机

关键技术:

- 1. 高速飞行控制技术:** 竞速无人机需要高度精确的飞行控制系统, 包括飞行姿态控制和动力分配, 以确保在高速飞行时的稳定性和灵活操控性;
- 2. 低延迟通信技术:** 实时、低延迟的通信系统确保无人机与操控者之间的精准指令传输, 减少操控时的延迟, 增强操控手感和响应速度;
- 3. 高性能动力系统:** 强大的电机、电子调速器 (ESC) 和电池系统提供无人机所需的高推力和加速度, 以应对高速赛道的复杂变化;
- 4. 视觉与传感器技术:** 竞速无人机配备高清摄像头和环境感知传感器, 帮助飞行员快速反应赛道变化, 同时增强机动性。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、监测与定位设备、飞行控制与导航系统、低延迟视频传输系统、碳纤维机架、三叶竞速桨等。

实现功能:

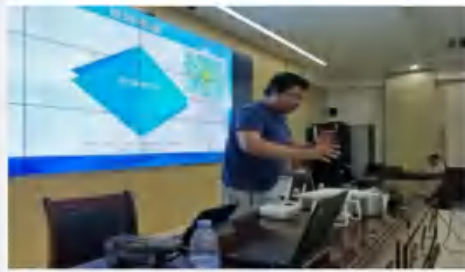
1. 体会操作穿越机急速飞行的快乐;
2. 激发青少年对于航空知识的好奇心;
3. 培养青少年跨学科思维、主动思考等能力;
4. 提高青少年的综合能力、核心素养。

典型案例: “竞”无止境! 2024“宗申动力杯”首届重庆无人机竞速赛成功举办
9月26日, “宗申动力杯”首届重庆无人机竞速赛在重庆国博中心北室外广场举行。川渝两地的60名无人机飞手, 进行了一场空中版的速度与激情, 经过激烈角逐, 来自成都的田珈浩宇以54.94秒的成绩, 夺得本次大赛冠军。

据了解, 无人机竞速运动是一项高科技体育运动, 属于国际航联航空运动序列——F9U, 比赛采用的FPV竞速无人机, 最高飞行时速能达到200公里以上, 被称为“空中F1”。参赛选手通过头戴的“飞行眼镜”和手中的遥控器, 以无人机的第一视角实时观察前方路径及障碍, 操控无人机高速飞行、避让障碍, 最终完成赛程。

场景代码: R9030k

个人航拍摄影



行业领域:

娱乐业

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.稳定的拍摄技术:** 使用三轴云台或电子稳定器,可以有效消除手抖和风扰的影响,确保拍摄画面的平稳性和清晰度,提升航拍的专业水准;
- 2.高清成像技术:** 搭载高分辨率摄像头(如4K或更高),能够捕捉到更多细节和色彩,使得拍摄的画面更加生动,适合个人创作和分享;
- 3.智能自动飞行模式:** 现代无人机通常具备多种智能飞行模式,如跟随模式、定点环绕等,使得个人摄影师能够更轻松地拍摄到动态画面,减轻操作难度;
- 4.多角度拍摄能力:** 无人机的灵活性和机动性使其能够从多个角度拍摄同一场景,提供丰富的视觉素材,增加后期制作的选择性;
- 5.图像处理与识别技术:** 后期处理软件的运用,可以对航拍图像进行调色、剪辑等操作,提升画面的艺术效果,满足个人创作需求。

低空作业装备:

悬挂陀螺仪、高分辨率摄像机、光电吊舱、无线图像传输系统、便携式后期处理设备。

实现功能:

- 1.通过高清摄像和稳定技术,提升画面质量,丰富视觉效果,创作艺术作品;
- 2.通过航拍镜头的运用,增强故事叙述的情感和层次感,记录个人生活瞬间;
- 3.适应多种拍摄需求,提高拍摄效率。

典型案例: “追梦新时代”无锡航拍大赛热烈进行中

“追梦新时代”无锡航拍大赛,自2019年5月25日正式启动以来,伴随着日益升高的气温,广大协会会员和航拍爱好者创作热情日渐高涨,赛事各项工作稳步推进。2019年6月23日,协会举办航拍大赛创作选题及视频知识、后期剪辑培训活动,助力会员与航拍爱好者的创作能力提升。

场景代码: S9223k

智慧城市管理



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

1.高精度实时定位与导航系统: 高精度定位与导航是无人机进行安全自主飞行的基本保障,提出基于卫星定位、激光雷达和计算机视觉定位技术的多模融合定位算法,突破干扰环境下厘米级的超高精度动态导航定位技术,解决在强干扰和复杂网络环境下的高精度实时动态定位技术难题,打造全自主无人化巡检模式,该技术处于国际领先水平;

2.无人机三维航线规划与自动驾驶技术: 利用高精度的三维激光点云数据,在综合考虑续航能力、作业特点、飞行安全、作业效率、起降条件、相机焦距、安全距离、云台角度等的基础上研发三维航线规划与自动驾驶系统,实现基于点云的三维场景快速重建与激光雷达自主避障,突破复杂环境下无人机三维航线动态规划与自动驾驶技术难题,提高了城市巡检的效率和精度;

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、环境监测传感器等。

实现功能:

- 1.提升城市治安巡检效率;
- 2.降低人力成本,确保工作人员的安全;
- 3.精准识别可疑活动,维护城市安全;
- 4.快速响应突发事件;
- 5.增强公众安全意识。

典型案例:智慧城市综合运营服务模式

以9台固定式基站及1台移动式基站构建青秀区无人机低空智联网,建设“1+2+3+N”的智慧城镇网格化管理新模式,以一张网(即无人机低空遥感组网)为核心,围绕时空数据、基层业务、地域范围三大因素。安全性。无人机遥感网是一种空基物联网,是在监测区域分布式部署多台无人机与智能基站,实现地表资源高频次、无人化、全自动立体监测的一种组网遥感观测技术。其优势包括一键任务执行、远程控制、自主巡航、实时回传等功能;具备丰富搭载能力(可见光相机、热红外相机、夜视仪、气体传感器、机载AI),可以为全区提供全天时、全要素、高频率和实时智能识别的高效监测能力。

场景代码: S9223k

边境巡检



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

飞机、直升机、影像作业无人机

关键技术:

- 1.高精度定位与导航系统:** 使用 GPS 和 GNSS 等高精度定位技术, 无人机能够在边境巡检中实现精准定位, 确保覆盖所有关键检查区域, 从而提高巡检效率, 减少遗漏;
- 2.高清图像采集与分析技术:** 无人机配备高分辨率摄像机, 可以获取边境地区的高分辨率图像, 通过图像处理与识别技术分析区域状况, 识别可疑活动和潜在安全隐患;
- 3.实时数据传输与处理系统:** 无人机能够实时将巡检数据(如视频、图像和传感器数据)传输至地面控制中心, 便于快速监控和分析, 确保边境安全信息的及时性和准确性;
- 4.多光谱成像技术:** 无人机可以搭载多光谱摄像机, 能够获取不同波段的图像, 帮助识别植被变化、土地使用情况和潜在的非法活动;
- 5.综合指挥调度系统:** 搭建综合指挥调度平台, 将无人机巡检与地面人员、监控系统有效结合, 实现快速响应和协同作战, 提升边境管理效率。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、红外热成像仪、多功能传感器模块、抗风防雨设计、数据存储与分析单元、环境监测传感器等。

实现功能:

- 1.提升边境巡检效率;
- 2.降低人力成本, 确保工作人员的安全;
- 3.精准监测可疑活动;
- 4.快速响应突发事件。

典型案例: “飞”出守护服务边境辖区新战力

新疆出入境边防检查总站昌吉边境管理支队边境辖区有着 178.4 公里边境线和 1.49 万平方公里的边境辖区, 一线山地戈壁交错, 点多面广, 辖区驻企稠密。

2024 年初以来, 该支队立足基层“派出所主防”职能定位, 围绕“机制+专业+大数据”, 结合辖区实际、警情特点, 构建了“无人机+警务”实战应用体系, 赋能边境一线辖区精准管控和服务辖区高质量发展。

场景代码: S9224ab、S9224hi

泥石流救援



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

飞机、直升机、eVTOL/新能源
新构型、感知作业无人机

关键技术:

- 1.实时监测与预警技术:** 利用卫星和航空摄影获取泥石流灾区的实时数据,评估山体稳定性和泥石流流动向。通过激光雷达和高分辨率地形图分析泥石流发生区域的地形变化,帮助预测和识别潜在风险区;
- 2.现场探测与评估技术:** 配备高分辨率摄像机和红外热像仪进行空中勘察,获取灾区的详细图像和视频,帮助评估损毁情况和寻找被困人员。配备在航空器上的地震仪、气象传感器等设备,用于实时监测泥石流的动态变化;
- 3.无线通信系统:** 建立稳定的无线通信链路,确保救援人员与指挥中心之间的实时信息传递和协调;
- 4.应急指挥系统:** 集成数据通信、任务调度和信息传输功能,优化救援资源的组织和管理。

低空作业装备:

热成像摄像头、激光雷达系统、救援吊装系统、应急通信设备、临时医疗设施、环境适应装备等。

实现功能:

- 1.灾区勘察,结构损毁分析;
- 2.被困人员和物资救援;
- 3.空中医疗转运;
- 4.灾后恢复支援。

典型案例: 安徽监管局组织协调开展通用航空应急救援保障

2024年6月18日以来,安徽皖南地区持续遭遇强降雨袭击,黄山市受灾严重,强降雨引发山洪泥石流灾害,部分地区交通中断。在协调军民航应急救援飞行计划审批、畅通空中通道、伴随油料供给、明确临时起降场地等方面提供便捷,为开展航空应急救援行动提供绿色通道,有力保障了多机型、多任务、多批次通航应急救援飞行活动,在灾区上空建立起安全可靠的空中救援通道。截止6月24日,保障汉驰通航、安徽通航、海直通航物资运送、电力人员输送、灾情巡查等应急救援共计43架次,保障大疆应急联盟中心、三益航空、中直设计院、联合飞机等无人机单位在遥感测绘、通信保障、灾情侦察等救灾飞行共计45架次,为打赢防汛救灾保卫战贡献力量。

场景代码: S9223ab、S9223k、S9223l

警用飞行



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

飞机、直升机、影像作业无人机、感知作业无人机

关键技术:

- 1. 监控与侦查技术:** 利用光学和红外摄像机, 能够提供清晰的视频和图像, 帮助进行犯罪监控、追踪和现场侦查。将摄像头和传感器收集的数据实时传输到指挥中心, 对重大事故现场进行取证和建模, 支持远程监控和决策;
- 2. 无线电通信系统:** 提供稳定的飞行器与地面控制中心、其他警用单位之间的语音和数据通信;
- 3. 多传感器融合技术:** 集成不同类型的传感器数据 (如光学、红外、雷达等), 提供综合的态势感知和目标识别能力;
- 4. 导航与定位技术:** 提供精准的定位服务, 帮助飞行器在空中进行精确导航和定位。利用地形数据和传感器进行实时地形分析, 自动识别和避让障碍物, 确保飞行安全。

低空作业装备:

高分辨率摄像机、光电吊舱、数据传输系统、导航与避障系统、GPS 导航系统、避障传感器、无线电通信系统、急救与投放设备等。

实现功能:

1. 实时监控与追踪罪犯;
2. 现场指挥与协作作战;
3. 情报收集与分析;
4. 可以安装扩音器进行反诈骗宣传。

典型案例: 泉州警航

为贯彻落实市局党委“1668”工作要求, 深化“专业+机制+大数据”新型警务运行模式改革, 推进警航队伍建设, 2024年7月以来, 泉州市公安局巡特警支队分阶段开展为期两个月的警航队伍专项训练。专项训练围绕警用无人机基础飞行、穿越机编组执飞、智能机库应用、超视距目标侦察、无人驾驶航空器违规飞行识别和反制等科目组织开展强化训练。通过阶梯式、提升式、全覆盖的训练模式, 提升飞手在巡逻防控、应急处突、抢险救援、夜间飞行、联合勤务及无人机侦测反制等方面的实战能力。驻勤警组分别在西街、开元寺、关帝庙等热门景点开展“黑飞”反制及违规飞行劝导。

场景代码: S9224ab、S9224hl

洪涝救援



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

飞机、直升机、eVTOL/新能源
新构型、感知作业无人机

关键技术:

1.高精度飞行控制技术: 采用先进的飞行控制算法,确保无人机在复杂天气和地形条件下的稳定飞行。具备自主避障功能,通过集成激光雷达、毫米波雷达、超声波传感器等多种传感器,实时感知周围环境,避免与障碍物碰撞。支持日常预设航线飞行和手动遥控飞行两种模式,满足不同的防汛监测需求;

2.无人机应急防汛系统: 可部署小轻中大各型无人机及无人机自动机库,用于不同情景下的水文数据测量。在发生汛情及洪涝灾害前,在关键流域部署无人值守自动机场,对水体进行日常监测,及时获取水流速、流量、水位等数据,为预警和应急响应提供科学依据。根据系统下发的作业任务,执行完毕后,会自动对测量数据进行归纳与汇总,可在系统平台中随时查看水体历史数据;

3.抗风雨性能与气象预警系统: 飞行器具有抗风雨能力,能够在复杂气候条件下安全作业,配备气象预警系统,帮助预测突发天气变化,保障飞行安全。

低空作业装备:

救生设备(吊篮、吊具、浮动橡皮艇)、空投物资设备、热成像与夜视设备、高光谱、可见光摄像机、光电吊舱、机载通信中继设备、机载医疗急救设备等。

实现功能:

- 1.俯拍蓄滞洪区的地形、地貌、水库、堤防险工险段,监视险情发展;
- 2.紧急物资空投与投送,转运载明,保障受困群众的基本生存需求;
- 3.灾害区域巡查与防灾预警;
- 4.特殊环境中的灵活作业。

典型案例: 无人机应急防汛系统应用典型场景

汉口水文站,坐落于长江中游,是防汛抗洪和水文监测的重要前沿。为了强化其应急响应与监测能力,2021年该站全面引入了无人机应急防汛系统,并在一系列关键场合中成功展示了其卓越性能。同年,该系统成功入选水利部先进技术(产品)名录,先后参与全国水文勘测技能大赛、长江委中游局年度应急演练等各类活动,并取得良好成绩。

场景代码: S9224ab、S9224hiki

应急搜索救援



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

飞机、直升机、eVTOL/新能源新构型、载重、感知、影像作业无人机

关键技术:

- 1.无人机定位与导航技术:** 采用多星多频高精度差分导航定位技术,支持外置差分GPS、BDS、GNSS,与内部单点定位GPS模块互为冗余,系统自动选择使用定位状态较好的GPS数据。确保无人机在复杂地形和极端天气下能够准确定位,快速抵达事发现场,提升搜索救援的效率;
- 2.5G 网联通信技术:** 针对传统的通讯链路通讯距离有限,抗干扰能力差等劣势,采用5G信号作为通讯链路信号可替代原有的点对点通讯链路,使有限的通讯距离变为无限的通讯距离,并且在城市这种复杂的飞行环境中也能保证稳定的链路通讯,大大提高了飞行的安全性;
- 3.图像识别与分析技术:** 利用计算机视觉和深度学习技术,对无人机拍摄的图像进行分析,自动识别和定位被困人员或失踪者,大幅提升搜索效率;
- 4.红外热成像技术:** 配备红外热成像仪,能够在夜间或低能见度条件下,检测被困人员的体温变化,快速定位,提升搜索救援的成功率。

低空作业装备:

热成像摄像头、光电吊舱、激光雷达系统、救援吊装系统、应急通信设备、临时医疗设施、环境适应装备等。

实现功能:

- 1.快速搜索并定位被困人员,提高救援的及时性和有效性;
- 2.实现现场信息的实时反馈,帮助决策者根据实时情况调整救援方案;
- 3.提高搜索范围,尤其是在难以到达的地形中,如山区、森林或海洋等。

典型案例: 无人机出动! 深山紧急搜救...

2024年9月4日晚7时许,信丰县公安局大桥派出所接群众报警求助称,村民吴大娘与同伴上山采蘑菇时走散,至今未归,家人寻找多时未果,请求民警帮助。

深夜,山间能见度低,搜救的难度超出预期。经过无人机反复搜索定位后,搜救人员迅速向无人机所指示的疑似目标点位进行逐个摸排。经过14个小时的艰辛搜救后,次日早上,民警终于在深山中找到了吴大娘。

场景代码: S9291b、S9291j

城市消防



行业领域:

国家机构

低空载运装备:

直升机、载重作业无人机

关键技术:

- 1.火灾探测与监测技术:** 红外热像仪用于探测火源的热量,帮助快速定位火灾热点和烟雾源。高分辨率摄像头提供火灾现场的实时图像,支持火情分析和指挥决策;
- 2.水源与灭火系统:** 空投灭火系统包括水炮、灭火剂喷洒装置,能够从空中精准投放灭火水或灭火剂。而水桶和灭火器具安装在飞行器上,用于快速响应火灾,特别是在无法通过其他方式接近的区域;
- 3.导航与定位技术:** 如 GPS 和地理信息系统(GIS),用于精确定位火灾位置和规划飞行路径;
- 4.烟雾与气象适应系统:** 帮助飞行器在烟雾弥漫或恶劣气象条件下进行有效的操作。

低空作业装备:

水源与灭火系统、监测与定位设备、飞行控制与导航系统、无线通信系统、烟雾与气象传感器等。

实现功能:

- 1.在火灾发生时,能够迅速部署到火灾现场,尤其是在交通拥堵或地面难以到达的区域;
- 2.将火灾现场的实时信息(如火势、烟雾浓度)传输给指挥中心,以便于指挥决策和调度;
- 3.从空中进行灭火作业或进行水源补给。

典型案例: 联合飞机 TD550 首次市区演示高楼消防

一直以来,城市高楼灭火存在着到达难、风险高、指挥难等问题。此外,城市高楼建筑 100 米以上的楼层,传统消防手段难以直接接触。面对以上痛点,无人直升机凭借原地起降能力、大载重、机动灵活等优势,能够有效填补空中救援力量的空白。当天现场,TD550 应急消防无人直升机在快速组装后,携带消防水带原地升空,在模拟“火源”楼层悬停,灵活转向,面对楼体精准喷水灭火。苏州工业园附近商厦云集,对无人机信号传输产生大量干扰,联合飞机联动公安系统,屏蔽干扰信号。由于地处十字路口,演示区域风速达到 6-7 米每秒,TD550 抗风能力达到八级,在强风力环境依然能够稳定作业。

场景代码: S9223k

照明无人机



行业领域:

公共管理、社会保障和社会组织

低空载运装备:

影像作业无人机

关键技术:

- 1.高功率 LED 照明系统:** 飞行器上配备的高功率 LED 灯具,具有高亮度和低能耗的特点,能够提供强大的照明效果,确保夜间高空作业时作业区域的清晰可视性;
- 2.智能光束控制技术:** 利用先进的光束控制系统,能够动态调整灯光的角度和强度,使光线精准照射到需要照明的区域,避免光线浪费并提高效率;
- 3.红外照明技术:** 集成红外灯具,使飞行器能够在完全黑暗的环境中进行夜间作业,适合执行夜间监测和侦查任务,保护操作人员的隐私;
- 4.激光引导照明技术:** 使用激光指示照明位置,帮助飞行器在复杂环境中进行精确定位和操作,确保施工人员能够安全高效地进行高空作业;
- 5.多光源融合技术:** 结合不同类型的照明源(如白光、红外、激光等),以满足不同高空作业的需求,提升照明效果和可视化体验。

低空作业装备:

数据传输系统、自动驾驶控制系统、多方向照明装置、自动避障系统、无线电通信系统、高亮度 LED 灯具、应急照明系统等。

实现功能:

- 1.确保作业安全性,减少事故发生;
- 2.提高作业效率;
- 3.增强应急响应能力;
- 4.提升施工环境的舒适性。

典型案例: 低空经济极客桥照明无人机应用

1.全国 20 多年省(市、自治区)消防部门; 2.多地电力部门; 3.数十家救援队; 4.包括火神山雷神山医院、香港 5 个方舱医院、雄安新区多个建设工地以及全国许多建筑、道路现场应用; 5.东阳横店等影视拍摄基地; 6.土耳其地震、甘肃积石山地震、21 年鄱阳湖抗抢险, 24 年正在行动中的洞庭湖决提口救险行动等; 7.部分武警和野战部队; 8.入围中石化唯一照明无人机合格供应商; 9.入选工业和信息化部《2023 年版防灾减灾救灾工业应急产品目录》; 10、入选《2023 年应急管理部防汛抢险先进技术装备推广目录》。

第五章 低空经济场景发展趋势

随着技术的成熟和政策的支持，低空经济的应用场景正在不断丰富，低空经济的商业化运营将加快推进。eVTOL等新型航空器的商业化运营有望在未来几年内实现，包括无人机配送、载人飞行、应急救援、工业场景巡检等多个领域，这些应用场景的拓展将推动低空经济向更高层次和精细化方向发展。

5.1 低空旅游将率先成为着力培育场景

低空旅游是指在低空空域依托低空飞行器所从事的旅游活动。这一新兴消费业态是“低空经济+旅游”场景融合衍生的，其发展将旅游观光从地面延伸至空中、旅游资源由平面扩展到立体空间。从全产业链视角看，既包括航拍航摄、飞行培训、低空赛事、低空运动、低空旅游、低空会展、低空飞行表演与宣传、低空文化交流等活动，还广泛涉及地面上的低空文化园区、低空消费小镇、低空飞行营地等设施和服务内容的培育建设。

近年来，我国出台了一系列支持低空旅游发展的政策，探索形成以低空旅游为牵引，住宿、餐饮、文化、娱乐等地面服务为延伸的全产业链价值提升模式。中共中央、国务院印发的《扩大内需战略规划纲要（2022-2035年）》要求加快培育海岛、邮轮、低空、沙漠等旅游业态以及释放通用航空消费潜力；国务院印发的《“十四五”旅游业发展规划》要求完善邮轮游艇旅游、低空旅游等发展政策，选择一批符合条件的旅游景区、城镇开展多种形式的低空旅游，强化安全监管，推动通用航空旅游示范工程和航空飞行营地建设；民航局发布

的《“十四五”民用航空发展规划》《“十四五”通用航空发展专项规划》等也针对低空旅游发展作出相应部署。目前,全国多地尤其是很多旅游景区均在积极布局以通航为主体的低空旅游业务。但低空旅游本身具有一定门槛,受众面相对狭窄,对于未来市场规模的预期仍然存在很多争议,应当进一步拓展形成多元化、多层次的低空文旅活动产品和服务体系,构建立体化、综合性的低空文旅活动空间布局,打造空中交通、休闲娱乐和度假旅游等元素相互融合赋能的低空文旅产业格局。

新形势下低空旅游发展迎来重要契机。一是低空空域改革背景下,从国家到多个省市都出台规划支持低空文旅发展,各地文旅系统和空中交通管理机构、民用航空管理部门沟通协调更加顺畅,空域管理不再构成严重挑战;二是各地低空基础设施、通航机场建设有望提速;三是新型低空载人飞行航空器进入市场,特别是电动垂直起降飞行器 eVTOL (包括飞行汽车) 逐渐成熟,相比于直升机,具有造价低、起降场地要求低、时效性高、运营成本低、低碳环保等高性价比优势,长期有望推动低空旅游从小众市场向大众市场普及。

5.2 低空物流将实现大规模商业化运营

低空物流主要是以无人机为主要工具开展物流活动,通过低空飞行技术,可以提高物流配送效率,降低物流成本。依托这一显著优势,低空物流适合落地的场景分别为:一是特殊场景物流,低空物流通过利用无人机优势,可在山区、海岛、景区、偏远地区等特殊场景实现物流运输。二是城市、城乡场景配送,在城市间、城乡间商业化末端配送、即时配送。目前,已经实现血浆、药品、农副

产品、快递快件、生活物资、应急物资、外卖食品等适运商品的商业试运营。

从物流角度来说，低空物流应是指利用无人机等航空器为实现实体物品从供应地向接收地的流通而进行的规划、实施和控制的过程。以无人机为主要的工具，通过减少运输时间和成本，提高物流效率，为客户提供更加快捷、灵活的物流解决方案。从产业角度来说，低空物流属于低空经济的一部分，以低空经济中上游的零件供应、材料研发制造，中游产业链的低空制造、低空飞行、低空保障与综合服务为依托，应用在物流业的各个具体场景。从低空物流发展来看，“末端”和“支线”级无人航空物流体系在低空物流行业发展中较为强劲，当前无人机物流使用范围主要集中在快递末端配送环节、中远距离的支线运输等一些特定场景。一方面，从“末端”级无人机物流发展来看，“末端”级无人机物流大多采用小型无人机，更具灵活性的特点，促使我国企业在全球率先实现无人机配送常态化运行，在最后一公里配送领域表现出巨大潜力。另一方面从“支线”级无人机物流发展来看，TP500 大型运输机首飞成功，大型无人机技术不断突破，为快递下沉市场打开了空间。未来，大型无人机将打通国内干线与支线的航空物流新通道，有效解决偏远地区物流运输不便、运输效能低下等问题。从政策层面来看，2022 年 8 月，民航局发布《民用无人驾驶航空发展路线图 V1.0》，提出 2025 年、2030 年及 2035 年将分别实现短、中、中长距离载人无人驾驶航空器探索应用的时间表。“末端”和“支线”级无人机物流将会率先落地推广。2024 年 3 月，工业和信息化部等部门印发的《通用航空装备创新应用实施方案（2024-2030 年）》明确了到 2027 年的

发展目标，对于物流配送提出的是“实现规模化应用”。

无人机物流配送行业预计将继续保持快速增长的态势，随着技术的不断进步，无人机的飞行稳定性、续航能力、载荷能力以及自主化水平将进一步提升，推动行业的发展；无人机物流配送将不仅限于城市末端配送，还将扩展到偏远地区配送、紧急救援、特殊物品配送等多个领域，其商业模式更加多元化，B2B、B2C、G2B/G2C、共享平台、数据服务等商业模式将更加成熟和多元化，满足不同客户的需求。低空物流正在逐步从概念试点阶段跃升至大规模商业化前夕，有望在未来几年内彻底颠覆传统的最后一公里配送模式。

5.3 智慧城市管理类场景或爆发式扩张

智慧城市是运用物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术，对城市的各个方面进行智能化管理和服务，以提高城市运行效率、优化资源配置、改善居民生活质量的可持续发展模式。智慧城市的建设涉及到智能交通、智能建筑、智能政务等多个领域。随着低空技术的快速发展，智慧城市管理迎来了新的智能化升级机遇。无人机、电动垂直起降航空器（eVTOL）、空中交通管理平台等低空经济元素的融入，在城市安防监控、城市规划与建设、环境检测、河道巡查、公园智慧管理、绿地植被养护、警务巡检、城市综合巡检等场景的广泛应用，为城市管理提供了全新的视角和手段，为智慧城市管理提供了新的动力和工具，使得城市管理更加智能化、数据驱动和高效。

随着无人机、eVTOL等低空设备的广泛应用，智慧城市管理平台正逐渐整合这些技术，以实现更高效的城市监控和数据收集，可以显著提高城市治理的时效性和准确性。人工智能算法的应用进一

步提升了低空技术的智慧化水平，通过机器学习和深度学习，可以自动分析无人机收集的数据，实现智能监控和预测分析，提高城市管理的智能化水平。低空技术在智慧城市管理中的应用场景正在不断扩展。预计到2028年，无人机在智慧城市管理中的创新应用将增长超过50%，这将为城市管理带来新的解决方案。

低空经济的发展为智慧城市管理提供了新的动力和工具，使得城市管理更加智能化、数据驱动和高效。未来，随着技术的不断进步和政策的支持，低空经济在智慧城市管理中的应用将更加广泛和深入。

5.4 城市空中交通进程将实现商业运行

城市空中交通是指在城市低空空域内主要利用垂直起降或短距起降航空器及相关系统设施实现载人载货空中运输的活动。目前，城市空中交通空域范围没有明确定义。NASA认为城市空中交通空域应当主要包括E类与G类空域，视城市周边机场规模，可能包含B类至D类空域。根据中国空域划分特点，城市空中交通的活动范围应当主要集中于低空空域。城市空中交通的载运工具主要包括短距起降航空器、垂直起降航空器与电推进垂直起降航空器等。这些航空器的主要特点在于起降所需场地小，节省城市空间，且不易受城市复杂环境的影响，飞行冲突解脱自由度高，对自动驾驶技术更为友好，容易实现点到点的按需运行。城市空中交通具有立体、便捷、及时、高效等优点，能有效缓解城市交通拥堵问题，可与地面道路交通、地下轨道交通形成互补和联动，并将逐步发展成空地三位一体的新型城市综合交通体系。

城市空中交通有利于培育创新型高端制造业和新兴业态。

eVTOL 是一个航空、通信、计算机、材料科学等跨领域融合的新兴产业。尽管 eVTOL 距离商业化仍有长达 10 年以上的时间，但其综合市场前景吸引波音、空中客车、吉利、丰田等传统厂商以及 Joby、Lilium 等创新企业入局，并成为近两年全球热门投资领域。短期来看，eVTOL 适用空中游览、空中物流、空中消防、应急救援、医疗运输等场景；长期来看，潜在应用包括城市客运（UAM, Urban Air Mobility）、区域客运（RAM, Regional Air Mobility）。据摩根士丹利最新的预测，在监管有利的情境下以 eVTOL 为核心的 UAM、RAM 等综合市场规模 2040 年将突破 1 万亿美元。

近期：短距载人无人驾驶航空器探索应用。旋翼和固定翼布局无人驾驶航空器技术成熟应用；燃料电池等新型动力装置在无人驾驶航空器应用持续完善；航空器可靠性和维修性逐步改善。全面具备基于程序和机载视频回传数据的防撞能力、基于无人驾驶航空服务提供方（USS）的路径规划与指令执行能力，支持人工超视距监视及人工接管功能，提升基于程序的应急处置能力。

中期：中距离载人无人驾驶航空器探索应用。混合翼和倾转旋翼布局无人驾驶航空器技术更加成熟；新型储能技术逐步发展，电池储能成本进一步降低；机载设备功能进一步扩展，系统使用可靠性提高；发动机和机载电子设备具备国产配套能力，软硬件均可实现自主可控；复杂环境运行能力逐步具备。机载感知设备和基于 ADS-B 的监视方式广泛应用，无人驾驶航空器态势感知与自主规避逐步实现。无人驾驶航空器协同控制以及协同态势生成与评估技术逐步成熟；多机协同路径规划、协同语义交互和组网协同，无人驾驶航空器多机协同运用及任务决策能力不断增强。

远期：中长距离载人无人驾驶航空器探索应用。无人驾驶航空器矢量推力构型更加成熟；新能源技术普遍应用，电池储能成本和性能普遍接受；基于模组化和标准化设计，实现高可靠性和简易维修；具备全天候运行能力。基于任务的自主路径规划能力，自主智能化复杂任务完成能力，自适应、自诊断、自决策、重规划能力逐步具备，逐步脱离人机交互，实现自主监视与控制；实现飞行轨迹、操作控制、交通管理的全过程数字化与自动化能力。

第六章 低空经济场景发展建议

打造低空经济场景，涉及政府、企业、高校、科研院所等多元主体，覆盖生产、生活等多个领域，是一项复杂的系统性工程，需要统筹谋划。打造低空经济场景，不仅是政府发展低空经济的关键，更是企业的订单所在，决定着企业生死存亡。下面，本白皮书从政府和企业两个角度对低空经济场景发展提出若干对策建议，以供相关主体参考。

6.1 政府层面相关建议

一是充分释放低空空域资源。低空经济场景，说到底，最直接的体现是在低空飞行活动上，飞行活动的空间载体是在低空空域，所以，要想打造和开放低空经济场景，第一步就是要充分释放低空空域资源。低空空域如同土地和矿产一样，怎么将低空空域这一自然资源变为经济资源，以此给社会创造可观的经济价值和社会效益，这是低空经济这一经济形态发展的关键。近些年来，国内多个省域、地区相继推出了低空空域改革试点计划，极大地简化了空域申请和管理的流程。2023年国家空中交通管理委员会办公室发布《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》，对空域管理模式进行顶层设计，实现空域资源科学精细配置、分级分类管理、动态灵活使用，随后发布的《国家空域基础分类方法》提供了空域划分依据，随着低空空域划设推进，低空飞行活动便捷性将极大改善。海南、四川、湖南、江西、安徽5省基本完成低空空域管理改革和拓展试点，为全国性低空空域开放提供

了示范路径。下一步，还应持续推动低空空域管理改革，进一步强化军地民协同机制，加速低空空域的开放进程，在低空空域分类划设、低空航线网络构建、飞行审批程序优化、飞行服务保障体系建设等方面实现新突破，大幅提升低空空域资源利用率，通过机制改革拓展低空经济的场景和商业空间，为深入挖掘新场景、实现场景大规模商业应用提供空间载体保障。

二是适度超前建设低空基础设施。低空基础设施是保障各类低空经济活动特别是低空飞行活动的关键要素，各类低空航空器的安全起降需要与之匹配的通用机场、起降点等各类型起降设施，低空有人无人融合飞行所呈现出的异构、高密度、高频次、高复杂性等特征更需要数字化、智能化的低空新型基础设施作为保障。目前，我国低空基础设施存在数量不足、质量不高等问题，通用机场数量与通航发达国家存在明显差距，无人机起降平台、新能源航空器充换电、维修等新型基础设施建设力度仍须加强，在低空通信感知、气象服务等方面的信息化、数字化、智慧化水平亟需提升。这些低空基础设施的建设往往投资巨大，而且具有外部性，是一般企业无力或者不愿意承担的，这就离不开政府的作用。政府部门需要制定科学合理的基础设施建设规划，引导通信感知一体化（ISAC）、北斗数据链、卫星互联网等新技术应用于低空基础设施建设领域，适度超前构建智能化、协同型、立体式的低空基础设施体系，推动低空设施网、航路网、通信网、气象网、服务网等深度融合，补齐无人机和eVTOL飞行测试等基础设施短板，并将低空基础设施融入城市交通系统，确保基础设施的高效利用和安全性。政府部门还应持续引导和支持社会资本依法参与

低空飞行基础设施建设与运营，鼓励社会资本建设的低空基础设施向社会开放共享，多措并举加快提升低空基础设施保障能力。

三是完善低空领域相关法律法规。与人工智能、生物技术等一些前沿技术、颠覆性技术的场景应用相同，低空经济创新场景应用也可能与既有法律法规相冲突，无论是加快新技术产业化，还是防止新技术的滥用等导致的负外部性，都需要新政策新规范，如果不能完善低空领域相关法律法规，验证推广低空新技术新产品需要的场景就难以出现，这些同样离不开政府的作用。低空经济相关法律法规发展涉及基础设施建设、航空器适航审定、飞运行安全管理、生态环境安全、应急管理、数据安全、知识产权保护等多个方面，需要行业主管部门统筹现行相关法律法规并依据具体行业特点制定和完善相应的法律法规。例如在 eVTOL 行业，目前不仅缺乏 eVTOL 适航体系，也缺乏 eVTOL 人员认定标准，在飞行人员、运行人员和维修人员等方面尚未建立统一的资质认定体系，这使得人才培养和资质管理十分困难，增加了 eVTOL 运行和维护中的不确定性，一定程度上制约了 eVTOL 载人场景的发展。再例如在飞行汽车行业，飞行汽车作为面向未来的交通工具，获得了国内外研究机构及政府的重视，但飞行汽车无论是在技术还是在理念上均区别于传统车辆及航空器，传统陆地汽车遵循道交法，传统航空器遵循民航法，但针对陆地行驶与空中飞行相融合的飞行汽车，应出台有别于道交法和民航法的新型法律法规，为飞行汽车的应用场景落地实施、商业化运营提供法律保障。

四是加大场景供给和示范推广力度。政府掌握着规模庞大的场景资源，可将应用场景作为一种新型政策工具，即根据经济社

会发展需要，通过主动创造和释放场景，发挥场景牵引作用，促进场景需求与低空新技术新产品供给适配对接，为低空经济场景创新提供明确的方向和目标。正如前文所说，目前，各地政府已充分认识到场景的重要性。例如，场景引领就是合肥发展低空经济的关键一步棋。合肥市专门设立了场景公司，负责统筹执行全市场景创新工作，在低空经济领域，场景公司为某低空无人配送高技术企业在落地意向达成后，两周内多次对接应用场景，打造出“低空无人配送+应急医疗”的示范应用场景，顺利推动了该企业在合肥注册落地。政府端加大场景供给和示范推广力度可以从以下几个方面着手：一是在应急救援、城市治理、环境监测、警用安防、林业防护等公共服务场景，鼓励政府部门和国有企事业单位拓展扩大低空服务需求，加大政府批量采购力度，研究制定完善低空经济公共服务领域的财政补贴优惠配套措施，推动形成可持续发展模式；二是建立政企联动的场景动态发布机制，围绕行业痛点与难点，深入挖掘政府、企业等主体的低空服务需求，定期发布低空经济场景能力（供给）清单和需求清单，畅通低空供给端与需求端之间的融通联动渠道，打造一批可复制、可推广的低空场景示范项目。

五是营造科学良好的社会氛围。首先，要加强宣传科普力度。低空经济所产生的一系列场景应用活动，本质上是人类充分利用各类低空载具实现多种多样的生产生活目的，因而其是一个涉及社会方方面面的基本事物，这就需要政府层面加强宣传引导力度、面向社会公众开展不同层次的科普教育活动、积极营造通用航空和低空经济文化氛围，使社会公众对通用航空和低空经济具备基

本的认知，使社会公众意识到低空经济在生产生活中起到的巨大作用，这样才能调动公众的低空经济热情，推动低空经济走进公众、服务公众。然后，要树立正确合理的安全观。追求安全是人类从事任何一项活动的终极目标之一，但绝对的安全是没有的，低空经济活动作为一种空中交通表现形态，要根据现有技术管理水平将安全控制在一定的裕度，并不断提升安全水平，就像我国地面交通与汽车产业发展一样，不能因为一起事故就全面停飞，更不能因为一起事故就全盘否定、开发展的倒车。安全与发展是民航永恒的主题，回顾传统通用航空业的发展，企业一直受控于安全与成本之间的平衡问题，现阶段发展低空经济，应该总结以往经验，不应采取过度的安全管控措施额外增加企业经营压力，而应在坚守飞行安全、公共安全和国防安全底线的基础上，融合多种先进技术手段，尽可能地为低空经济发展提供优质土壤。最后，要树立正确的消费观。低空航空器是一种新型的、大众化的交通运输工具，就像大多数政府机关、企事业单位、家庭都有汽车一样，应鼓励各类主体拥有、使用低空航空器作为地面交通工具的有效补充，尤其在新疆、西藏、内蒙等幅员辽阔、出行不便的地区，更应鼓励发挥低空航空器高效便捷的优势用以解决生产生活中存在的交通出行问题；同时，还应当消除公众将低空航空器看成是一种奢侈品的误区，鼓励各类主体购买低空航空器和低空航空服务，鼓励公众考取航空器驾驶员执照，为我国通用航空和低空经济发展源源不断地输送人才和消费群体。

6.2 企业层面相关建议

一是重视场景的演进性特征，避免坠入“死亡之谷”。正如

前文所说，低空经济场景具有演进性特征，随着低空经济的发展，一些被证明没有技术可行性或经济价值的场景将逐步被淘汰，在产业演进工程化与商业化之间存在一个“死亡之谷”，在商业化与产业化之间还存在着第二个“死亡之谷”，很多新技术新产品避免不了会坠入这两个“死亡之谷”的命运，为了避免此种风险，具体建议有：一要沉入行业细分领域，凝练场景问题，深入了解和研究特定场景，分析行业痛点和真正需求，避免盲目研发与创新；二要直面场景痛点，深入了解场景中的技术挑战，确定新技术新产品开发方向，通过核心技术攻关，结合低空航空器所具备的独特优势，提供“颠覆性”“碾压性”的场景解决方案；三是保持对各类场景的密切关注与探索，主动对接场景需求主体，持续跟踪市场需求的演进与转变，在变化中寻找潜在场景开拓机会。

二是重视对场景规模的研判，避免“叫好不叫座”。企业进行场景创新是以低空新技术新产品的创造性应用为导向，以供需联动为路径，希望借此实现新技术新产品迭代升级和营收快速增长，但由于目前处于低空经济发展初期阶段，很难准确判断哪些场景会发展壮大成为主流应用场景，如果企业耗费巨大人力物力开发出的场景规模很小，市场需求难以放大，即使产品定价很高，也难以消化企业的生产和运营成本，最终可能难以为继。针对此点，建议如下：一要加强前期市场调研与论证，重点聚焦用户端未被满足的场景需求，这类需求一直存在，但由于技术发展的限制，往往无法有效满足，此类场景的市场价值一般比较明确，一旦技术被突破，先入局者可能会迅速成长为标杆企业；二要重点关注政府端开放、建设、推动的场景，这一部分可以参考本白皮

书第四章内容。

三是重视高素质人才的引育，打造场景创新人才队伍。高质量的劳动者是新质生产力发展的基石。低空经济涉及前沿技术多、覆盖行业领域广，无论是新场景的开发，还是商业新模式的探索，都离不开与新时代生产力相匹配的新型劳动者队伍。为了激发企业创新源泉、增加场景创新能力，建议从以下几方面着手：一要多渠道引进具备深厚航空专业知识、敏锐市场洞察力、卓越项目管理能力和跨学科协作精神的复合型人才和团队，为企业场景创新提供强大支持；二要加强多层次场景创新人才培养，主动链接高校院所、科研机构等场景创新资源，加强产学研合作，以场景实践交流、场景专题培训等形式，培养既懂技术又懂市场的场景创新人才，为新技术新产品转化注入源动力。

四是重视通过场景驱动跨界合作，构建场景创新生态。场景驱动成果转化不止于科技成果的应用和产品的迭代，更大的优势在于通过场景驱动跨界合作，激活“小核心—大协同”的合作模式，助力构建充满活力的创新生态，在推动现有技术跨场景应用的同时，能够前瞻识别新场景新需求，开辟新赛道和新增长机会^[3]。例如，在与南航的合作中，腾讯将自身的游戏引擎技术与南航的虚像显示技术相结合，共同研发了飞行模拟机视景系统，仅用3天就能“建好”一座机场，建模效率提升了10倍以上，提升了飞行训练的真实性和效率。具体的，在政府支持下，企业可以主导创建或加入各种类型的创新联合体，吸引高校、科研院所、跨行业主体参与，共同推动场景创新，形成以企业为主体、市场为导向、多元产业深度融合的场景创新链条。

参考文献

- [1]GB/T 4754—2017,国民经济行业分类[S].
- [2]KENNY D, MARSHALL J F. Contextual marketing:The real business of the internet[J]. Harvard Business Review, 2000, 78(6): 119-125.
- [3]方晓霞,李晓华.颠覆性创新、场景驱动与新质生产力发展[J].改革,2024(4):31-40.
- [4]尹西明,武沛琦,钱雅婷,陈劲.面向新质生产力培育的科技成果转化:场景范式与实践进路[J].科学与管理,2024(3):2-6.
- [5]戴翔.低空经济赋能新质生产力发展:逻辑及路径[J/OL].阅江学刊.<https://doi.org/10.13878/j.cnki.yjxk.20240808.001>.
- [6]上海中创产业创新研究院,上海交通大学航空航天学院.上海低空经济发展白皮书(2024)

附录

低空经济部分典型场景参考案例

序号	工作单位	场景名称题目	关键词
1	广西南宁天海测绘科技有限公司	中小型水库安全监测解决方案	无人机, 水利设施, 巡检
2	浙江众合科创孵化器有限公司	车路云协同+低空+低轨卫星立体化交通解决方案	空域管理, 城市管理
3	深圳市多翼创新科技有限公司董事长兼总经理、浙江大学计算机创新技术研究院研究员	城市低空无人机起降场安全评估与运行调度关键技术及应用	无人机, 起降管理
4	南京模幻天空航空科技有限公司、南京迈杰科信息技术有限公司、南京迈疆智能科技有限公司	无人机应急防汛系统应用典型场景	无人机, 防洪, 应急救援
5	南京模幻天空航空科技有限公司、南京迈杰科信息技术有限公司、南京迈疆智能科技有限公司	无人机道路管理系统应用典型场景	无人机, 交通运输, 城市管理
6	青岛云世纪信息科技有限公司	数字城市“低空智能感知平台”政务应用场景	无人机, 城市管理
7	南京模幻天空航空科技有限公司、南京迈杰科信息技术有限公司、南京迈疆智能科技有限公司	起降场低空实时飞行情报数据采集系统应用典型场景	无人机, 空域管理, 起降场
8	上海交通大学/上海交大重庆临近空间创新研发中心	基于中低空浮空器的综合服务系统	浮空器, 应急救援, 通信保障
9	成都航空职业技术学院	基于空天地大数据森林火灾监测预警一体化应用	无人机, 森林防火, 应急救援
10	湖南航医科技有限公司	有/无人机混合模式航空应急基地的建设与运营	无人机, 应急救援
11	中国航空研究院	贵阳市和黄果树风景区区间点对点接驳	eVTOL, 交通运输, 文体旅游
12	哈尔滨工程大学	低空医疗紧急救援	应急救援
13	西北农林科技大学	低空生态旅游	文体旅游

14	华宁汉能（北京）航空技术研究院	农用手扶无轮搬运车	农业，飞行运输
15	上海安托信息技术有限公司	数据驱动研制模式打造低空经济生态新引擎	制造业，数字化
16	甘肃黄河通用航空有限公司	电动水上飞机在低空经济中的综合应用	水上飞机
17	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	复合翼无人机应急救援应用场景	无人机，应急救援，侦查巡视
18	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	多旋翼无人机海洋物资配送应用场景	无人机，物资运输/交通运输
19	厦门旷时科技有限公司	无人机辅助驾驶的避障场景	无人机，雷达
20	厦门旷时科技有限公司	无人机辅助驾驶的定高场景	无人机定高雷达
21	南京佳格耕耘科技有限公司	农村宅基地违建无人机监测系统	无人机，城市管理
22	广西智都科技信息有限公司、桂林航天工业学院	5G 低空智慧边检应用示范	无人机，巡检
23	广西计算中心有限责任公司、广西智都科技信息有限公司、桂林航天工业学院	5G 低空智联无人机高速公路巡检应用示范	无人机，交通巡检，应急管理
24	广西智都科技信息有限公司、桂林航天工业学院、广西广播电视信息网络股份有限公司南宁分公司	低空智联无人机平台水库巡检管理应用示范	生态保护，国土巡检
25	广西智都科技信息有限公司、桂林航天工业学院	低空智联无人机平台一体化社会治理管理应用示范	无人机
26	广西智都科技信息有限公司、桂林航天工业学院、广西秀山水勘测设计有限公司	低空智联无人机平台智慧巡田管理应用示范	无人机，生态保护，农业巡检
27	北京航空航天大学、西华大学	高速路空协同运行体系	无人机，交通运输
28	江苏三丰智能科技有限公司	基于三丰智能 AI 种植模型技术的农业无人机精准变量施肥施药管理系统	无人机，农业生产

29	上海安托信息技术有限公司	无人机协同研发设计管理	无人机, 研发设计
30	浙江极客桥智能装备股份有限公司	低空经济极客桥照明无人机应用前景	无人机照明
31	山东省物化探勘查院	无人机低空高精度航磁测量技术应用	无人机, 地质测绘
32	西安锐驰电器有限公司、西安小梭易智信息科技有限公司	电网高压线路巡线场景基于人工智能喷水分级法带电检测复合绝缘子憎水性的无人机应用	无人机, 人工智能, 电力
33	北京航空航天大学	长航时无人机低空智能巡检	无人机, 巡检
34	郑州航空工业管理学院	基于长航时矢量推进飞艇平台的广域森林防火早期监测预警	飞艇, 火灾, 应急救援
35	南京航天国器智能装备有限公司	空地一体无人机智能指挥系统典型应用	无人机, 交通管理
36	西安九天飞艇制造有限公司	古老与时尚的飞艇空中观光旅游	飞艇, 旅游观光
37	南宁市自然资源信息集团有限公司	智掌山水田园	无人机, 耕地保护
38	江苏国飞无人机技术研究院有限公司	关于氢动力无人机在高速巡检中的应用	无人机, 交通管理, 巡检
39	广西九重天智航科技服务有限公司	重载无人机运输作业山地场景	交通运输
40	广西优可福航空科技有限公司	智能无人地空察管系统	无人机, 巡检
41	北京航空航天大学、西华大学	农业航空典型场景	无人机, 农业生产
42	中华人民共和国黄埔海关所属东江口海关、穗东海关、广州开发区低空产业发展有限公司	全国首次使用无人机开展跨境电商商品跨关境(海关特殊区域)物流配送	无人机, 电商物流
43	中国民航大学经济与管理学院	未来城市空中交通	城市交通

44	香港理工大学航空及民航工程系	香港北部都会区和离岛区的低空物流和客运试点应用	eVTOL, 交通运输, 应急救援
45	哈尔滨工业大学、北京航空航天大学	重载飞艇在电力安装及风电安装中的应用场景	重物运输
46	南京市民用无人驾驶航空飞行试验区运行管理中心、艾兰里奥企业管理(北京)有限公司	“四高一低”水作业低空智能综合服务场景	高层建筑, 水库大坝, 光伏发电, 风力发电
47	西安易可通无人机系统有限公司	低空经济物流运输应用场景说明	无人机, 物资运输, 农业运输
48	上饶市蓝乡社创业孵化部	生态农业与低空经济融合创新	农业运输
49	天津航大翼安科技发展有限公司	锂电池火灾防控及无人机灭火救援	无人机, 灭火, 应急救援
50	天津航大智安科技有限公司	机场助航灯光变电站室内巡检无人机及业务平台项目	无人机, 巡检
51	江苏省航空学会、中华人民共和国南京海事局、南京航空航天大学无人机研究院、南京浦口高新技术产业开发区管委会	无人机全天候跨江综合作业场景	无人机、跨江作业
53	北京鸢飞科技有限公司、浙江众合科技股份有限公司	城市低空交通管理	低空空域管理
54	深圳市大疆创新科技有限公司	禅思 H30T 红外热成像高效找到走失游客	无人机, 搜救
55	国网电力空间技术公司	直升机电力巡检	直升机, 电力巡检
56	深圳市大疆创新科技有限公司	大疆航测解决方案助力 2465km ² 重建	无人机, 测绘
57	深圳市大疆创新科技有限公司	大疆 M350 RTK 高效协助汶川地质灾害调查	无人机, 地质灾害调查
58	广州亿航智能技术有限公司	AAV 物流快递配送	无人机, 快递配送
59	广州邮政	广州无人机快递配送高考录取通知书	无人机, 快递配送

60	广州亿航智能技术有限公司	联合永辉集团打造全球首家“AAV 送餐 + 智慧零售”	无人机, 外卖配送
61	美团无人机	深圳美团外卖配送	无人机, 外卖配送
62	上海峰飞航空科技有限公司	全球首条跨海跨城 eVTOL 电动垂直起降航空器航线	eVTOL, 交通运输
63	中信海洋直升机股份有限公司	深圳南头到珠海九洲的两地往返的直升机航线	直升机, 交通运输
64	广州亿航智能技术有限公司	无人机表演	无人机、表演
65	中信海洋直升机股份有限公司	深圳湾低空观光旅游	直升机、空中游览
66	广州亿航智能技术有限公司	温州文成县低空旅游	空中游览
67	成都淮州机场	飞行体验	飞行体验
68	江西空中未来航空飞行基地	空中未来航空飞行基地	飞行体验
69	中国航空研究院	以重点城市为中心的新疆地区低空氢能通勤及旅游观光网络	固定翼通航飞机、通勤
70	中国人民解放军 93184 部队	“滴滴打车”式无人低空物流服务	无人机、物流



中国航空学会

Chinese Society of Aeronautics and Astronautics