

基于多维度信息的机巢部署策略设计策略研究

段意姝, 李甍, 谭承衍

国网重庆市电力公司市区供电分公司, 重庆 400015

DOI: 10.61369/SSSD.2025100009

摘要 : 在机巢部署领域中, 传统方法在工作时存在很多局限性, 这样会导致其难以满足日益增长的复杂需求。鉴于此, 本项目将综合应用多源数据融合技术, 充分考虑地理环境以及资源约束等多维度信息, 构建了一个创新型的机巢部署策略模型, 通过对各类信息的深度挖掘与分析, 可以有效实现机巢位置的精准定位以及任务的高效分配, 这对之后机巢部署工作开展打下了坚实基础。

关键词 : 多维度信息; 机巢部署; 策略

Research on Nest Deployment Strategy Design Based on Multi-Dimensional Information

Duan Yishu, Li Meng, Tan Chengyan

Urban Power Supply Branch of State Grid Chongqing Electric Power Company, Chongqing 400015

Abstract : In the field of nest deployment, traditional methods have many limitations in operation, which make it difficult to meet the growing complex demands. In view of this, this project will comprehensively apply multi-source data fusion technology, fully consider multi-dimensional information such as geographical environment and resource constraints, and construct an innovative nest deployment strategy model. Through in-depth mining and analysis of various types of information, this model can effectively achieve accurate positioning of nest locations and efficient assignment of tasks, laying a solid foundation for the subsequent implementation of nest deployment work.

Keywords : multi-dimensional information; nest deployment; strategy

一、机巢部署的价值

(一) 提升作业效率

机巢为无人机构建了一个高度自动化的作业体系, 它从根本上改变了无人机作业的运作模式。机巢的出现实现了无人机的自动化起降, 通过内置的高精度导航与定位系统, 机巢能够精准引导无人机在预设位置安全、稳定地起飞和降落, 这样便无需人工现场干预, 在很多程度上节省了人力成本和时间成本^[1]。机巢配备了智能充电系统, 这样当无人机完成任务返回机巢后, 能够自动对接充电接口进行充电, 并且机巢可以结合无人机的电量情况和实际任务安排智能调整充电策略, 从而保证无人机在最短的时间内充满电, 随时可以执行下一次任务, 这一过程不仅实现了充电的自动化, 还大幅提升了充电效率, 有效减少了无人机的闲置时间^[2]。无人机闲置时间的减少可以大幅增加作业频次。借助机巢的自动化功能, 无人机能够在短时间内完成起降和充电, 还可更为迅速的投入到下一次作业中, 这就让无人机能够在单位时间内完成更多的作业任务, 大大提高了作业效率, 为用户创造了更高的价值。

(二) 增强安全性

机巢为无人机提供了一个稳定且可靠的停放与防护空间, 有效降低了自然环境和人为因素对无人机的干扰和损害, 无人机在

户外作业时, 经常会遇到一些恶劣的天气条件和复杂地形, 这样可能会导致无人机在工作中失去平衡, 极大影响了无人机的性能和使用寿命, 在一些复杂地形环境中, 无人机若是出现故障则很难进行回收和维修。机巢采用了坚固的外壳材料和稳定的结构设计, 这样可以让它抵御强风、暴雨等恶劣天气, 机巢内部配备了恒温、恒湿控制系统, 这样可以为无人机提供了一个适宜的存放环境, 避免了因温度、湿度变化对无人机造成的损害, 这样即使在极端恶劣的天气条件下, 无人机也能安全地停放在机巢内, 得到有效的保护。无人机在公共区域作业时可能会出现被人为破坏或者人为干扰的风险, 机巢通常安装在相对安全的位置并且配备了较为完善的安防系统, 这样可以让工作人员实时监控机巢周围的情况, 一旦发现异常情况则可立即发出警报并采取相应的防护措施, 这样能够极大降低人为因素对无人机的威胁, 有效保障了无人机的安全。

(三) 拓展应用场景

机巢的出现为无人机在更多领域的深入应用提供了有力保障, 尤其是在一些复杂环境下的作业场景中机巢的作用更加凸显。比如, 在电力巡检领域, 无人机可以通过搭载的高清摄像头和红外热成像仪等设备配合机巢的自动化功能, 实现对电力线路的全方位、实时巡检。机巢还可以部署在电力线路沿线的合适位置, 无人机从机巢中自动起飞按照预设的航线对电力线路进行巡

检，这样可以实时采集线路的图像和温度数据^[3]。在农业植保领域，机巢可以安装在农田附近，无人机在完成一次植保作业后可以迅速返回机巢充电、补充农药，然后再次起飞进行作业，这样可以让无人机能够实现24小时不间断作业，大大提高了农业植保的效率和覆盖范围。在应急救援领域，无人机从机巢中起飞时可以搭载高清摄像头、生命探测仪等设备，以此对受灾区域进行全方位侦察，获取现场的地形、人员被困位置等重要信息，为救援指挥提供准确的数据支持。

二、当前机巢部署面临的问题

(一) 选址难题

机巢选址是一个较为复杂的过程，它会受到多种因素的综合影响，地形地貌是首要考虑的自然因素之一，在山区地势起伏较大，这样可能会导致缺乏平坦开阔的地块用于机巢建设，同时，山区的气象条件复杂多变，强风以及大雾等恶劣天气出现的概率较为频繁，这样也会对无人机的起降和飞行安全构成严重威胁^[4]。空域限制也是机巢选址中不可忽视的关键因素。在机场附近对空域的管理非常严格，机巢在进行建设时必须确保不会对民航飞行安全造成干扰，这也在很大程度上限制了在机场周边一定范围内设置机巢的可能性。在军事管制区域，同样有着严格的空域管制规定，未经许可，机巢不得擅自部署在这些区域。

(二) 成本困境

机巢的建设和维护需要投入大量的资金，这是限制其大规模部署的重要因素之一。在建设成本方面，机巢的主体结构需要采用坚固耐用的材料，这样可以确保在各种恶劣环境下都能为无人机提供安全可靠的停放和作业空间。但是，这样会在无形中让机巢的建筑成本提升，尤其是对于一些大型、功能齐全的机巢来说，其建设成本更是不菲。机巢内部通常需要配备一些较为先进的充电设备、监控设备等，这些设备的采购和安装费用也相当可观。除了建设成本，机巢的维护成本也不容忽视^[5]。机巢的各种设备需要定期进行维护和保养，这样才能确保其性能的稳定和可靠。充电设备需要定期检查和维护防止出现充电故障，从而影响无人机的正常使用。通信设备需要定期进行信号检测和优化确保通信的畅通无阻，监控设备需要定期进行调试和校准，保证对机巢周边环境的实时监控效果，这些维护工作都需要专业的技术人员和相应的设备工具，这样会导致实际工作产生较高的人力成本和设备成本。

(三) 协同与兼容性问题

不同类型的无人机在尺寸、重量、性能、通信协议等诸多方面存在差异，这样会在无形中给机巢的适配带来难题。一般来说，小型无人机的体积较为小巧、整体重量较轻，他们对于起降的要求相对较低，但是其通信功能和数据处理能力可能较弱。大型工业级无人机则具有更大的尺寸和重量，能够携带更复杂的任务载荷，具备更强的通信和数据处理能力，但对机巢的承载能力和起降条件要求也更高^[6]。若是机巢是按照某一种类型无人机的规格进行设计和建造的，那么会导致其他类型的无人机无法在该机

巢中正常起降和使用，这样会在很大程度上限制机巢的通用性和灵活性。不同无人机的通信协议也可能各不相同，这样也会导致它们与机巢之间的通信兼容性存在问题。甚至部分无人机采用的是私有通信协议，这样会导致其与机巢的通信系统不匹配，从而出现无法进行数据传输以及指令失效的情况，这样会极大影响无人机的作业效率和安全性。

三、基于多维度信息的机巢部署策略

(一) 多源数据收集与分析

在机巢部署过程中，多维度信息的收集与分析是制定一个科学、合理部署策略的基础。在这个过程中，地理信息是极为重要的组成部分，它包括了地形地貌、交通网络等诸多内容。通过地理信息系统，可以让无人机在工作时获取更高精度的地形数据，这些信息对于评估机巢部署的可行性具有重要意义。在山区陡峭的地形可能不利于机巢的建设和无人机的起降，因此我们在展开部署工作时，需要寻找相对平坦开阔的区域。而在平原地区，虽然地形条件较为优越，但我们在展开工作时也需要考虑土地利用类型，避免在农田、居民区等敏感区域设置机巢^[7]。交通网络信息则有助于确定机巢的可达性，方便设备的运输和维护。靠近主要公路或铁路的位置，可以降低运输成本和时间，提高机巢的运维效率。在实际工作中，气象数据也是机巢部署不可忽视的重要因素，不同地区的气象条件差异较大，这些数据对于无人机的飞行安全和任务执行也会产生较为明显的影响。为此，在选择机巢位置时，我们应尽量避开风口和风力较大的区域。

(二) 构建部署模型

机巢部署模型的目标函数是衡量部署方案优劣的重要指标，其中涉及到覆盖范围最大化、成本最小化等诸多方面。覆盖范围最大化是指在满足其他约束条件的前提下，使机巢能够覆盖尽可能大的区域，确保无人机能够完成预定的任务。为此，我们在构建目标函数时，可以通过计算机巢的覆盖半径和覆盖面积来衡量，通过优化机巢的位置和布局，可以让所有机巢的覆盖面积之和达到最大，以此实现覆盖范围最大化的目标。成本最小化是考虑机巢部署过程中的各种成本因素，其中涉及到建设成本、维护成本等诸多内容，我们在展开实际工作时应以最小化总成本为目标^[8]。建设成本包括机巢建设、安装、调试等费用，我们应做好成本控制，保证成本在一个合理范围。此外，我们还需设置一系列的约束条件，以确保部署方案的可行性和有效性。比如，我们在构建模型时可以将空域限制以地理坐标的形式体现，而后可以在求解过程中排除不符合空域规定的位置。同时，我们在构建模型时，还可以尝试将地形条件转化为数学约束，以此保证无人机和危险位置处于安全距离。

(三) 优化算法应用

为了求解机巢部署模型，我们需要运用各种优化算法来寻找最优解或近似最优解，遗传算法是一种基于自然选择和遗传机制的搜索算法，它模拟了生物进化的过程，通过对种群中的个体进行选择、交叉和变异等操作，逐步优化个体的适应度，从而找到

最优解。此外，还有退火算法、粒子群优化算法等诸多类型，在实际工作的应用中，我们可以结合问题的实际特点和需求选择合适的算法。比如，在研究一些规模较大、空间较为复杂的问题，我们可以优先考虑遗传算法或模拟退火算法，以此利用它们的全局搜索能力来寻找较优解。在研究一些规模较小、对收敛速度要求较高的问题，我们可以尝试选择粒子群优化算法，这样可以快速得到近似最优解^[9]。此外，我们还可以尝试将多种算法结合起来，这样可以让他们发挥各自的优势，以此大幅提升提高求解的效率和精度。不仅如此，在实际工作中我们还可尝试将遗传算法与粒子群优化算法相结合，这样可以利用遗传算法的全局搜索能力生成初始解，而后再利用粒子群优化算法的快速收敛特性对初始解进行优化，从而得到更优的结果。

(四) 动态调整策略

在实际工作中，机巢部署环境是动态变化的，各类任务需求

也可能随时发生改变，这就需要我们根据环境变化和任务需求实时调整机巢部署方案，以此保证无人机系统的高效运行。为此，在环境发生变化时，我们可以调整部署位置、飞行安排等。在一些物流配送场景中，若是出现紧急订单，我们还需要对数据和安排进行调整。为了实现机巢部署方案的动态调整，我们需要更为充分的利用传感器数据和实时监测信息，这样可以让无人机结合实际数据展开工作，保证工作的合理性、科学性。不仅如此，我们还可尝试打造一个实时监测系统，这样可以让工作人员对机巢和无人机的运行状态进行全方位监测^[10]。通过监测系统，我们可以实时获取机巢的设备状态、电量情况、通信状况等信息，还能随时了解无人机的飞行状态，当发现机巢设备出现故障时，工作人员应及时进行维修。通过建立一个动态调整模型能够有效确保无人机系统能够适应不断变化的环境和任务需求。

参考文献

- [1] 韦露,陈钦荣,吴宛璐.广西电网:新技术为电力低空经济多元发展注入新动力[J].广西电业,2024,(12):4-5.
- [2] 刘坚,康伟,李晓东,等.适用于无人机机巢的恒功率无线电能传输系统[J].电气开关,2024,62(06):48-52.
- [3] 邱建鹏,王子龙,贾杰,等.基于异构多机智能机巢的多无人机任务分配优化[J].南昌航空大学学报(自然科学版),2024,38(04):74-84.
- [4] 李毅,康伟.河南南网地区首次实现县域无人机自主巡检全覆盖[J].农村电工,2024,32(12):3.
- [5] 黄祥,吴涛,吴媚.电力巡检无人机固定机巢多阶段选址研究[J].航空计算技术,2024,54(06):11-15+21.
- [6] 孙天成,赵棚,黄耀升.智能运维战略布点指挥管理系统的开发与应用[J].设备管理与维修,2024,(22):17-19.
- [7] 焦嵩鸣,陈雨溪.改进CBBA 算法的风电场无人机群巡检任务分配[J].太阳能学报,2024,45(10):554-565.
- [8] 冯颖,冯雪梅.无人机巢违规用频干扰国际空间业务引发的思考[J].中国无线电,2024,(10):34.
- [9] 杨雨薇,贺敏恒.无人机在电力系统中的技术应用(下)[J].大众用电,2024,39(10):73-75.
- [10] 黄郑,王红星,杜彪,等.基于固定机巢的输变配无人机智能巡检方法[J].汽车安全与节能学报,2024,15(05):670-679.