

高高原支线机场多维立体鸟防模式探索

王 文

果洛机场分公司 青海省果洛藏族自治州玛沁县大武镇 814000

摘 要: 在民航安全与区域生态协同发展背景下, 高高原支线机场 (海拔 ≥ 2438 米) 因特殊地理气候, 鸟防安全至关重要。当前其面临环境极端化 (低温、缺氧、强紫外线)、资源稀缺化 (人员不足、设备适配性低)、协同碎片化 (政企数据不通、生态治理与鸟防适配矛盾) 三重挑战, 传统“被动驱赶”模式存在鸟类适应、生态污染、人力低效等问题, 鸟击维修成本高。本文基于“预防优先—系统治理—生态共生”理念, 提出“多维立体鸟防驱动模式”, 从机制、资源、人员、生态、技术五维度构建适配体系。实践表明, 该模式可提升鸟防精准度、降低鸟击率, 还能带动牧民增收, 实现安全、生态、经济统一, 为同类机场提供可复制方案。

关键词: 高高原支线机场; 多维立体鸟防驱动模式; 协同治理; 生态共生; 智能监测; 鸟击防控

1. 高高原支线机场鸟防的多维挑战与战略意义

1.1 高高原支线机场鸟防的三重核心挑战

高高原支线机场多分布于青藏高原、云贵高原等生态敏感区, 受“环境—资源—协同”三重约束, 鸟防难度远超普通支线机场:

1.1.1 环境极端性加剧风险场景复杂性

机场周边多为高寒草甸、季节性农田或湿地, 是崖沙燕、高原山鹑、雪雀等特有鸟类的栖息地与迁徙通道^[1]。农作物成熟季吸引鸟类集群觅食, 冬季低温促使鸟类向机场建筑避风, 夏季强紫外线推动鸟类聚集跑道阴凉区, 均增加跑道入侵风险。更关键的是, 高高原空气稀薄导致鸟类飞行高度降低, 与航班起降轨迹重叠概率上升, 易引发等级鸟击事件, 造成高额维修损失^[2]。

1.1.2 管理资源不足与专业能力短板

受区位偏远、运营规模限制, 机场人员与设备配置紧张: 场务部门编制有限, 专职鸟防人员需兼顾飞行区维护、除冰除雪等工作; 仅少数机场配备基础雷达监测设备, 且易受低温缺氧影响故障, 多数依赖人工巡逻^[3]。同时, 昼夜温差大、部分区域无信号覆盖, 导致夜间与恶劣天气监测形成“双重盲区”; 专职人员缺乏高原鸟类行为分析、耐寒设备操作培训, 数据分析时间有限, 专业能力不足。

1.1.3 协同机制碎片化与多主体参与不足

机场多位于偏远县域, 地方政府 (农牧局、林草局) 人员编制少、资源有限, 难以深度参与^[4]: 一方面, 地方草

原牧场规划、垃圾处理未衔接鸟防需求, 如牧民生活垃圾随意堆放吸引鸚科鸟类; 另一方面, 林草部门的鸟类栖息地、候鸟迁徙数据未与机场共享, 机场无法提前预判风险, 如未收到鼠兔泛滥预警 (鼠兔吸引猛禽), 可能发生猛禽接近跑道事件, 协同机制严重缺失。

1.2 多维立体鸟防模式的战略意义

1.2.1 降低鸟击风险, 减少经济损失

高高原机场航班因空气稀薄需更长滑跑距离, 与鸟类相遇窗口延长; 鸟击后配件运输周期长, 维修影响更大, 等级鸟击事件占比高于普通机场。多维立体模式以“预防为先”, 整合适配的雷达监测、耐寒驱鸟设备, 提前预警鸟类风险, 提升主动防控率。实践显示, 试点后鸟击事件显著下降, 直接挽回经济损失, 减少航班延误。

1.2.2 推动“安全—生态”协同共生

高高原生态脆弱 (植被恢复周期长), 传统化学驱鸟、粗暴清理栖息地易致土壤退化、特有鸟类减少, 甚至因违规使用高毒性驱鸟剂被处罚。多维立体模式通过“生态引导”, 在机场外围建设高寒湿地、优化植被结构, 既减少鸟类对机场的依赖, 又保护高原生态。例如, 部分机场建设高寒湿地后, 吸引雪雀远离跑道, 湿地同时成为鸟类保护观测点, 实现“鸟防—生态”双赢。

2. 现状矛盾与破局思路

2.1 当前高高原支线机场鸟防的四大核心矛盾

2.1.1 物理与声学驱赶的“适应性+环境”双重盲区

机场普遍使用的煤气炮、超声波驱鸟器,因长期单一使用导致鸟类快速适应,效果下降;且多数设备未适配高高原环境,冬季低温易使超声波驱鸟器频率偏移、煤气炮燃气压力不足。此外,机场跑道长、周边地形复杂(河谷、山地),物理驱赶难以全覆盖,形成“地形盲区”,鸟类可能从河谷等区域飞入跑道。

2.1.2 化学防治与高原生态保护的冲突

部分机场为快速控鸟使用化学驱鸟剂,但高高原土壤贫瘠、渗透快,药剂易污染地下水源,引发牧民投诉;同时药剂会伤害高原特有生物(如高原蛙、传粉昆虫),违背《青藏高原生态保护法》,可能面临生态违规处罚。

2.1.3 人员配置与工作需求的错配

专职鸟防人员面临“职责过载+高原反应”双重压力:日均工作时间长,仍难以完成巡检、设备维护、数据统计等工作;缺氧致效率下降,更关键的是,多数人员未接受高原鸟类行为学培训,对特有鸟类活动规律不熟悉,防控针对性不足。

2.1.4 防控成本与效益的失衡循环

高高原鸟防成本显著高于普通机场:人工成本(含高原补贴)、耐寒设备成本更高,年均投入持续增长;但鸟击事件仍频发,单次损失高昂,形成“高投入-低效益”循环,投入产出比失衡。

2.2 破局思路:“双轮驱动+三维协同”适配框架

破局核心是转变“对抗式”思维,构建“双轮驱动+三维协同”框架,实现“被动应对→主动预防、机场独战→多元共治、生态破坏→共生发展”的转变:

2.2.1 双轮驱动:核心动力

政企协同驱动:联合地方政府(州、县一级)与高原科研机构(如青藏高原研究所、地方高校农牧学院),整合草原治理、生态保护、数据监测资源,建立联席制度与数据共享平台,衔接地方垃圾清理、牧场规划与鸟防需求,依托科研机构破解鸟类行为分析、设备适配难题。

生态适配驱动:摒弃“清理栖息地”思路,从“源头疏导”入手,结合高原生态特点优化鸟类栖息地(如建设高寒湿地)、调控生物链(如科学控鼠兔),减少鸟类对机场的依赖,兼顾风险防控与生态保护^[5]。

2.2.2 三维协同:实践路径

专业防控维度:升级耐寒智能设备(如低温雷达、太

阳能驱鸟器),开展专职人员技能培训,提升防控精准度;

生态引导维度:建设人工湿地、种植抗鸟植被、集中处理垃圾,引导鸟类远离机场,修复高原生态;

社会协同维度:动员周边牧民参与巡逻、垃圾清理、鸟类监测,缓解人员不足,带动牧民增收,形成“全民参与”格局。

3. 构建多维度协同体系,打造立体防控驱动模式

3.1 机制创新:党委牵头的政企研共治体系

建立“机场-政府-科研”联席制度

由机场党委牵头,联合州农牧局、县林草局、县住建局及科研机构,成立“高高原支线机场鸟防协同小组”:机场负责日常防控、数据统计与需求反馈;政府承担周边垃圾清理、牧场规划调整、违建建筑拆除,并将鸟防纳入考核;科研机构提供鸟类行为数据、生态及设备适配方案。协同小组定期开会解决问题,如清理草原垃圾堆场、建“高原鸟类行为数据库”。

同时推动地方政府将鸟防纳入《高原生态保护规划》与《年度平安建设考核》,设垃圾无害化处理率、牧民参与数等量化指标,对优秀部门奖专项基金,未达标者暂停生态治理资金申请,倒逼责任落实。

3.2 资源协同:整合高适配性土地、资金与数据

土地资源:建设高原生态隔离带

地方政府牵头,在跑道两侧划定“生态隔离带”(考虑植被恢复慢,适当缩小范围),实施三类改造:农田改种高原抗鸟作物,减少鸟类觅食需求;草原划“禁牧区”,减少放牧对鸟类的吸引;拆除隔离带内违规棚屋,清除鸟类筑巢场所。

资金资源:联动专项基金

构建“民航+地方+科研”多元资金池:申请民航局“高原支线机场安全保障专项基金”,投入耐寒设备与人员培训;对接地方“高原生态治理资金”,用于湿地建设、草原修复与垃圾清理设施;联合科研机构申请省级“科技惠民”专项,攻关低污染驱鸟剂、鸟类识别算法。建立“共管账户”,确保专款专用,如购置耐寒雷达、建设垃圾收集点。

数据资源:构建高原鸟情大数据平台

整合多源数据,打破“信息孤岛”:接入气象局气象数据、林草局鸟类栖息地与迁徙数据、农牧局鼠兔密度数据;接入机场雷达监测、人工巡逻、设备运行数据;接入科研机构鸟

类行为研究数据。平台增设“特有鸟类识别模块”与“风险预警功能”，通过 AI 自动识别有害鸟类，预判集群风险，提升迁徙季预警准确率。

3.3 人员优化：“专业 + 劳务”协同适配模式

专职鸟防人员面临“职责过载（兼顾多工作）、环境适应难（缺氧、极端天气无法作业）、专业能力不足（缺乏鸟类行为分析与设备操作技能）”三重压力。现采取“专业 + 牧民劳务”分工：专职人员负责鸟类数据分析、耐寒设备维护及协同对接政府与科研机构；牧民经短期培训（鸟类识别、安全规范、简易设备操作）后上岗，由专职人员管理，可扩大巡逻覆盖范围，提升地面鸟类发现率。

还可依鸟类活动规律动态调整人员数量，春秋增员、冬季减员，既降低人力成本，又增加专职人员核心工作时间，提升数据分析深度。

3.4 生态建设：栖息地优化与生物链调控

栖息地优化：建设高寒人工湿地

在跑道外围（远离航班起降轨迹），地方政府牵头建设高寒人工湿地：选用高原原生水生植物，避免外来物种入侵；春秋迁徙季保持浅水位吸引水鸟，冬季深水位减少停留；湿地周边设观鸟点、科普牌，发展“鸟防 + 生态旅游”，带动牧民增收。

生物链调控：控制鸟类食物来源

草原垃圾集中处理：联合政府在周边设密封垃圾收集点，定期清运，减少鸦科鸟类食物来源；

科学控鼠兔：在林草局指导下，“生物防治为主、物理防治为辅”（投放鼠兔天敌、设捕鼠笼），控制鼠兔密度，减少猛禽捕食需求，降低猛禽接近跑道频次。

3.5 技术创新：升级高适配智能监测与驱赶系统

智能监测系统：耐寒 + 抗缺氧

监测端构建“雷达 + AI 视觉 + 无人机”立体网络：配低温毫米波雷达覆盖机场及周边，结合抗强紫外线 AI 摄像头，优化鸟类识别算法并加“飞行轨迹预判”，联动航班计划预警；用抗缺氧耐低温无人机，选适宜时段巡航回传影像，提升外围鸟类集群发现率。

驱赶端建“自适应 + 低污染”体系：研发低温适配太阳能超声波驱鸟器，借噪声传感器自动调强度，覆盖广、冬季故障低；以高原植物提取物制低刺激快降解雾化驱鸟剂，与声波驱鸟器联动，雷达监测到集群鸟类时自动触发，减少

药剂使用、无污染。

4. 实施保障与综合效益

4.1 实施保障：“制度 + 技术 + 人员”三位一体体系

制度保障：制定《高高原支线机场多维立体鸟防工作规范》，明确设备运维（冬季定期检修）、巡逻频次（极端天气灵活调整）、应急处置流程。

技术保障：与科研机构、高校合作成立“高高原鸟防技术实验室”，攻关耐寒设备、低污染驱鸟剂、鸟类 AI 识别算法；建设备“高原适配认证机制，未通过低温、缺氧测试的设备禁止采购。

人员保障：定期组织专职人员培训（鸟类行为学、设备操作、生态保护），考核合格上岗；对牧民劳务人员开展安全培训，提升操作规范性。

4.2 综合效益：安全 - 生态 - 经济三重统一

安全效益：鸟击事件发生率与等级事件占比大幅下降，减少经济损失；降低航班延误频次，提升航空运行效率。

生态效益：机场周边植被覆盖率提升，土壤污染受控，特有鸟类栖息地保护改善；部分区域获评“高原生态保护示范区”，湿地建设带动草原生态修复，缓解鼠兔泛滥。

经济效益：鸟防投入成本下降，设备寿命延长；“鸟防 + 生态旅游”“鸟防 + 牧民劳务”带动牧民增收，实现“机场安全 - 生态保护 - 乡村振兴”共赢。

5. 结论

高高原支线机场鸟防需突破“安全 - 生态”“成本 - 效益”“独战 - 共治”三大矛盾，从“被动应对”转向“系统治理”。“多维立体鸟防驱动模式”通过机制创新破解协同难题、资源整合缓解资源匮乏、人员优化提升效率、生态建设实现共生、技术创新增强适配性，成功升级传统模式。

未来可进一步探索“鸟防 + 高原碳汇”（生态隔离带碳汇交易）、“鸟防 + 科普”（建设鸟类科普基地）、“鸟防 + 大数据”（全国高高原鸟情共享平台），推动鸟防工作向“安全 - 生态 - 经济”深度融合发展，提供可复制的实践经验。

参考文献：

[1] 中国民用航空局. 中国民航鸟击防范工作指南（2024 版）[S]. 北京：中国民航出版社，2024.

[2] 张明，李娜. 支线机场鸟防工作的困境与对策研究[J]. 中国民航大学学报，2023，31（2）：45-50.（分类标识：

V351.11)

[3] 李娟, 张伟. 生态共生理念下机场鸟防模式创新研究——以华北某支线机场为例[J]. 生态经济, 2023, 39(10): 123-128. (分类标识: X171.4)

[4] 陈峰, 王丽. 多部门协同治理在机场鸟防中的实践与探索[J]. 公共管理学报, 2022, 19(3): 89-95. (分类标识: D630.1)

[5] 国际民航组织(ICA O). 机场鸟击防范手册(Doc 9137-AN/898)[S]. 蒙特利尔: 国际民航组织, 2021.

作者简介: 王文, 男, 1991.10, 汉族, 青海西宁, 本科, 建筑工程工程师, 研究方向: 聚焦高高原支线机场道面维护与鸟害防治, 重点探索高寒地区机场道面冻融损伤防控技术与鸟击防范, 旨在破解高高原场景下道面运维难题与生态鸟防的双重痛点, 实现工程安全与鸟防效能的同步提升。