ICS 03.220.01
CCS A87

团　　体　　标　　准

T/CIN XXX—XXX

水上低空配送安全技术规范

Technical specification for safety of waterborne low-altitude delivery

（征求意见稿）

（在提交反馈意见时，请将您知道的专利连同支持性文件一并附上）

2026－XX－XX 发布　　2026－XX－XX 实施

中国航海学会　　发 布

目　　次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 总体要求 1
5 企业和人员 1
6 运行安全 2
7 场地与设施设备 3
8 应急管理 5
参　考　文　献 7

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：江苏海事局、交通运输部长江航务管理局，参编单位包括江苏海事局、南京海事局、交通运输部科学研究院、江苏长江汇科技有限公司。

本文件主要起草人：王建斌、辛　剑、林　翔、方保利、沈延虎、马仪贞、钱正锋、刘　韬、王麒宏、张　兴、于　淼、陆　鹏、刘梦阳、郭逊卓、葛加山、黄　萌、李　斌、刘映泉、王荣荣、胡子纯、李娟、赵子聪。

水上低空配送安全技术规范

1 范围

文件规定了水上低空配送的总体要求、企业和人员、运行安全、场地与设施设备及应急管理相关要求。

本文件适用于在通航水域内以无人机为载体，面向船舶、水上服务区及相关水域作业单位开展的物资配送活动。不适用于海关、公安、消防、海事等公务飞行，不适用于载人民用航空器，不适用于跨海域长途物流运输 。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JT/T 1440-2022 无人机物流配送运行要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水上低空配送 waterborne low-altitude delivery

在通航水域水面以上、高度≤120 m空域内，使用无人机向船舶、水上设施投递货物的作业活动。

3.2

船舶 vessel

开展物流配送的各类船、艇、筏、潜水器、移动平台等水上移动装置及浮动设施。

3.3

无人机 unmanned aircraft

通过遥控或自主程序控制的无人驾驶航空器。

3.4

操控员 remote pilot

负责无人机飞行操作、任务执行及安全管理的人员。

4 总体要求

4.1 水上低空配送应坚持安全第一、通航优先、便民服务、创新发展的原则，符合 JT/T 1440-2022 要求，在确保水上交通安全的前提下开展。

4.2 水上低空配送作业应遵守国家及地方关于低空飞行管理、内河交通安全管理的法律法规，按程序申报飞行计划。

4.3 水上低空配送作业应向相关空域管理部门申请空域，并书面征求主管部门意见。

4.4 水上低空配送作业应向主管部门办理内河通航水域安全作业报备，提交作业方案、通航安全保障方案、无人机合格证书及保险单据、操控员任职资格证明等材料。

4.5 水上低空配送作业前应将配送时间、配送船舶等配送任务信息报属地主管部门。

5 企业和人员

5.1 企业

5.1.1 从事水上低空配送的企业（以下简称“企业”）应具备无人机物流经营相关资质，并按规定向

主管部门备案。
5.1.2 企业应建立安全管理制度，制定通航水域低空物流配送作业安全操作规程。
5.1.3 企业应通过信息化手段实时跟踪监控与查询飞行作业轨迹，宜接入国家无人驾驶航空器一体化综合监管服务平台或相关海事无人机巡航管理平台。
5.1.4 企业应定期对从业人员进行安全培训，每月至少组织一次安全教育活动，并留存培训记录。

5.2 人员

5.2.1 操控员应持有民用无人机操控员执照，具备相应机型操作资格。
5.2.2 操控员应通过企业组织的岗前专项培训与考核。
5.2.3 操控员应熟悉通航要素、船舶特性、定线制等内河通航安全基础知识。
5.2.4 操控员应掌握所使用无人机机型的技术性能参数、飞行性能限制、故障模式和应急处置程序。
5.2.5 操控员应熟悉作业区域内的通航环境，包括航道分布、锚地位置、禁飞区设定、碍航物分布及气象特点等。
5.2.6 操控员应熟知水上低空配送作业中的安全管理制度和操作规程，明确自身在作业前检查、作业中操作和应急处置各环节的职责。

6 运行安全

6.1 飞行前准备

6.1.1 每次飞行前应开展无人机检查，确保桨叶、电池、吊挂等设备均处于良好状态，确认无人机自检正常。
6.1.2 起飞前应确认气象条件满足安全要求（风速不大于 6 级，能见度不小于 1000 m），低温环境下应对电池进行预热。
6.1.3 每日首次飞行前，应进行试飞，确认无人机姿态、悬停、控制响应正常。
6.1.4 出现以下情况时，应进行特殊检查维护：
a) 无人机非正常起飞/着陆导致损伤；
b) 经历特殊天气（暴雨/雪、冰雹、沙尘暴、雷击）；
c) 落水；
d) 撞击障碍物；
e) 遭遇鸟击。
6.1.5 检查维护应联系无人机厂家确认方案，并留存记录。

6.2 作业条件限制

6.2.1 以下水域不得开展低空物流配送作业：
a) 桥区水域；
b) 军用和危化品码头水域；
c) 危化品锚地；
d) 干支交汇水域；
e) 架空电缆等障碍物密集区域。
6.2.2 以下情形不应开展配送作业：
a) 船流高峰、重大水上活动等交通管制期间；
b) 接受配送船舶出现紧急情况或配送水域发生水上交通事故；
c) 接受配送船舶与周边船舶未保持安全距离；
d) 配送空域有正在执行公务的无人机；
e) 风力大于 6 级、能见度低于 1000 m。
6.2.3 不得为下列船舶提供低空物流配送服务：
a) 载运散装液体危险货物船舶；
b) 正在开展供受油作业的船舶；
c) 特殊维护船舶。
6.2.4 不得为船舶配送易燃易爆、有毒有害等危险品或其他违禁品。

6.3 飞行过程管控

6.3.1 企业应根据配送区域通航环境情况设置电子围栏，在地面控制站中准确标定禁飞区域。
6.3.2 单一站点每次同时起降不得超过 5 架无人机，处于飞行状态的无人机应保持安全间距。
6.3.3 遇卫星信号弱、指南针异常、动力异常等情况时，应迅速采取拉高、返航或就近安全区域迫降等措施。
6.3.4 无人机飞行高度应高于该区域船舶水面以上最大高度。
6.3.5 无人机在到达船舶配送区域之前不得下降飞行高度。
6.3.6 飞行高度应避开已申报的无人机航线，并密切关注配送船舶动态。

6.4 装卸与投送

6.4.1 低空物流配送无人机应在指定地点起降，除紧急情况外，禁止在航行的船舶上起降。
6.4.2 严禁在人员正上方区域进行装、卸货物操作。
6.4.3 空中装卸作业时，无人机应保持稳定，配送单位地勤人员应佩戴安全帽，按规范操作。
6.4.4 无人机投送过程中应与船舶航速、航向保持相对一致。
6.4.5 投送商品时，应选择船舶上平坦、开阔区域，不得影响驾驶台瞭望视线。
6.4.6 投送过程中如遇大风等不利条件，应根据实际情况调整高度或返航；如吊索卡滞，应按规定程序处理。

6.5 安全监控

6.5.1 运行监控与空域协调应符合下列规定：
a) 飞行过程中，通过监控平台对无人机的飞行状态、卫星信号、电量等关键参数实施持续监测；
b) 持续关注当地低空飞行服务中心发布的空域动态通告，包括临时禁飞区、其他航空器活动、军事活动等；
c) 发现其他无人机或有人航空器进入本机运行空域时，立即评估碰撞风险，必要时采取主动避让或返航措施；
d) 收到当地低空飞行服务中心的空域冲突警示或管制指令后，按照指令要求立即执行相应操作，如悬停等待、改变高度、返航或迫降；
e) 未经当地低空飞行服务中心许可，不应擅自穿越或进入其他单位已申报的飞行空域。
6.5.2 气象条件监测与应对应符合下列规定：
a) 起飞前及飞行过程中通过当地低空飞行服务中心、气象服务平台或机载传感器，获取作业区域的实时气象数据，包括风速、风向、能见度、降水强度、雷暴预警等；
b) 当气象条件低于无人机安全运行标准时（如风速超过机型抗风能力、能见度低于运行最低标准、出现雷暴趋势等），立即中止作业并指挥无人机返航或就近安全降落；
c) 在低温环境下飞行时，额外关注电池温度及电压变化，必要时适当降低载重；
d) 在江面水域作业时，重点关注局地突发的阵性大风、水龙卷等强对流天气。
6.5.3 船舶动态协同应符合下列规定：
a) 飞行过程中，持续关注无人机与目标船舶及周边船舶的相对位置、船舶航向及速度变化。发现船舶异常加速、转向或偏离航道时，应评估其对起降点或航线净空的潜在影响；
b) 当船舶出现突然驶向起降点、停泊位置改变、抛锚等可能影响飞行安全的运动变化时，需暂停起降或调整航线，与船舶保持安全间距，直至态势稳定；
c) 不得在船舶驾驶台上方、雷达天线、太阳能板等敏感区域进行悬停或投放作业。

7 场地与设施设备

7.1 起降场地

7.1.1 起降场地选址宜选择人口密度相对较低的区域。
7.1.2 起降场地表面应平整，单个无人机起降场地的尺寸应根据无人机最大尺寸、起降定位精度、起降方式等因素确定。
7.1.3 设有多个无人机起降点的场地，相邻两个起降点相邻边缘之间应具有安全间隔距离。

7.1.4 起降场地应具备以下基本条件：

a) 具备供电、通信等条件，通信信号良好，满足无人机正常通信和安全飞行的要求；
b) 设置阻止非相关人员进入的围栏并悬挂危险警告牌，设置能从空中识别的降落引导标识；
c) 在夜间或低能见度情况下运行的起降场地设置保障安全的灯光设施；
d) 配备覆盖起降场全部区域的视频监控；
e) 配备齐全、正常运行的消防设施设备。

7.1.5 起降场地选址前应开展电磁环境评估，确保场址周围无高压输电线、大型变电站、通信基站、雷达站等强电磁干扰源，或在干扰源附近应采取有效的屏蔽与隔离措施。

7.1.6 起降场地的电磁环境应满足无人机飞控指令传输、图传信号接收、卫星导航定位系统（如北斗/GPS）信号的正常工作要求。无人机与遥控器之间的图像传输和数据传输应保持稳定，信号强度应满足设备技术规格要求。

7.1.7 存在电磁干扰风险的起降场地，应配置电磁频谱监测设备，定期对起降场地的电磁环境进行测试与评估，发现异常应立即排查原因并采取整改措施。

7.1.8 起降场地的通信设备、导航设备等设施应符合电磁兼容性要求，不得对无人机的飞行安全造成干扰。

7.1.9 当飞控信号或图传信号出现异常干扰时，操控员应立即终止飞行任务，采取应急措施确保无人机安全返航或降落。

7.2 无人机

7.2.1 无人机应具备中国民用航空局颁发的型号合格证、生产许可证以及适航证。

7.2.2 无人机应具备自主导航、主动避障和运动跟随功能，其参数及挂载设备应符合国家或行业工作标准。

7.2.3 无人机应具备防水、抗风等适应水上环境的能力，可适应中雨以下天气条件下的飞行作业。

7.2.4 无人机电池应满足以下要求：

a) 应使用原厂配套电池，不应使用非原厂电池；
b) 电池充电应在常温环境下进行，充电过程中应安排人员巡查；
c) 电池应储存于阴凉、干燥、通风的室内环境中，远离水源、火源及高温区域，储存温度应在-10 ℃～45 ℃，储存湿度为65±20% RH；
d) 电池周围一米内禁止摆放易燃物品。

7.2.5 无人机空吊系统（含索降钩）应满足以下要求：

a) 收放能力。空吊系统应具备索降功能，支持手动和自动操控方式。载重能力应满足任务需求，收放速度不低于0.5 m/s，最大释放长度不低于15m；
b) 到位检测与报警。空吊系统挂钩应具备到位检测功能，飞行前及飞行中如挂钩未到位，应发出报警提示；
c) 货物自动释放。货物触地后应能自动释放挂钩，无需手动接货；
d) 消摆与投放辅助。无人机应能通过飞控系统调整姿态，有效消除货物摆动。宜具备基于AR投射的投放点辅助选择功能；
e) 熔断保护。吊索应具备熔断保护功能。当吊索意外卡滞时，可通过熔断机制实现吊索与无人机的脱离，保障无人机本体安全；
f) 绳索材质与维护。吊索应选用航空级高强度尼龙或其他等效耐用材料，应定期检查和更换，发现磨损、断丝或老化应及时处理；
g) 紧急处置。吊索卡滞时，操控员应缓慢拉高无人机返航，注意吊索晃动幅度；若无法恢复正常，应执行熔断保护程序。

7.3 船舶

7.3.1 配送过程中，航行船舶需符合下列要求：

a) 船舶应根据法律法规相关要求，保持安全航速。
b) 船舶航经配送区域时应加强瞭望、谨慎操纵。
c) 船舶在航行中接收配送物资时，应确保本船和周边船舶的航行安全，保速保向，不得淌航。

d) 在船人员应远离配送区域，不得干扰或影响无人机正常飞行，不得使用自有无人机接送货物。
e) 值班船员不得离开值守岗位拿取商品及物资。

7.3.2 配送过程中，锚地船舶需符合下列要求：

a) 锚地船舶应保持定位设备开启，并保持甚高频守听，注意接收无人机配送作业相关通告。
b) 船上人员应远离配送区域，不得干扰或影响无人机正常飞行，不得使用自有无人机接送货物。

8 应急管理

8.1 一般要求

8.1.1 应急处置应遵循人员安全、 客户财产、 无人机安全、 货物安全的优先级原则。

8.1.2 发生溢油等危险品相关事件时，在专业部门未抵达现场或未取得专业认可前，不得擅自处置。

8.1.3 发生货物坠落、无人机落水等意外时，尽量避免对通航安全造成影响，立即向主管部门报告，并采取有效措施进行自救。

8.2 应急预案

8.2.1 企业应制定应急预案，内容包括但不限于：无人机故障、落水、火情、货物坠落以及环境污染等情景的处置程序。

8.2.2 企业应每半年至少组织一次应急演练，并留存演练记录。

8.3 应急响应

8.3.1 应根据突发事件的性质、严重程度、可控性和影响范围，将水上低空配送作业中的应急响应由高到低划分为三个等级：

a）一级响应。无人机失事或失控，且无法控制事态发展；无人机控制链路完全丢失且无法恢复；事故可能导致通航水域发生航道堵塞；事故造成 1 人以上死亡，或 10 人以上重伤；需要启动地方政府应急预案或调用水路应急资源予以支援，经评估认为应当启动一级响应的其他情形。

b）二级响应。无人机发生空中重大故障，尚能控制事态发展；作业中突发恶劣天气等事件，超出正常应对能力；发生碰撞、人员受伤等事件，未造成社会影响或环境污染；经评估认为应当启动二级响应的其他情形。

c）三级响应。作业中发生碰撞、局部火情等事件，未造成较大损失和人员伤害，且现场具备应急处置能力；作业中出现货物意外掉落，或操控员主动熔断吊索。

d）发生其他小型事件，无需启动企业应急领导机构协调处理。

8.3.2 企业应针对不同等级的应急响应，建立并执行相应的响应程序。

a）一级响应。现场操控员组织救援并立即向企业应急管理机构报告。企业应急管理机构同时向海事、地方政府及民航管理部门报告，启动政府主导的应急联动机制。企业全面配合政府救援，提供技术支持和资源保障。

b）二级响应。企业应急管理机构启动应急预案，安排人员赶赴现场。机构负责人协调资金、物资、人员及外部支持；技术部门提供专业技术支持；现场操控员定时报告事件动态。事件超出二级响应控制能力时转为一级响应。

c）三级响应。现场操控员或作业负责人向企业现场管理负责人报告，现场管理负责人视情向企业应急管理机构报告。企业应急管理机构启动应急预案，必要时派员赶赴现场。事件超出三级响应控制能力时转为二级响应。

8.4 现场处置

8.4.1 飞行过程中出现 GPS 信号弱、指南针异常、动力异常等异常情况时，操控员应优先操控无人机远离水上危险区域，并根据异常类型相应采取切换姿态模式手动操控、手动返航、就近迫降、应急抛货或确认失控保护自动返航等措施；抛货前须确认下方水域安全，降落后应按规定进行系统校准与确认，并全程监控飞行状态直至安全落地。

8.4.2 若发生货物坠落事件时，操控员应首先确保无人机姿态稳定，标记货物掉落点的 GPS 坐标，并根据坠落区域采取以下处置措施：

a) 坠落于水面时，应评估货物价值及环境风险。若可能造成污染（如含油物品），应立即向海事、环保部门等报告，并联系专业打捞力量进行处置；
b) 坠落于船舶时，应立即联系该船船员，告知情况，提醒船员在确保安全前不要靠近，并约定回收方式；
c) 坠落于陆地时，应派人前往查看，回收货物，评估是否对环境或设施造成影响。

8.4.3 若发生无人机落水事件时，操控员应立即记录落水点的精确 GPS 坐标，并采取以下处置措施：
a) 立即向海事管理机构和当地低空飞行服务中心报告，通报落水位置，请求发布航行警告，提醒过往船舶注意避让；
b) 评估落水区域的水深、流速等条件，决定是否立即打捞。若具备条件，应尽快派出交通艇或联系专业打捞力量前往事发水域进行打捞；
c) 打捞上岸后，应立即断开电池连接，将无人机置于通风处干燥，不得在未确认内部干燥前通电；
d) 事后应将落水事件详细记录，联系厂家对无人机进行全面检测维修，经调试合格后方可再次使用。

8.4.4 发生涉及人员受伤、财产损失或环境污染事件时，并根据现场实际情况采取以下处置措施：
a) 当发生人员受伤时，应第一时间拨打 120 急救电话，对伤员进行止血、包扎、心肺复苏等紧急救护，不应随意移动重伤员；
b) 当发生财产损失，保护事故现场，拍照取证，联系保险公司启动理赔程序。
c) 当发生环境污染事件时，若货物（特别是含油物品、化学品）坠落江中可能造成污染，应立即向海事、环保部门报告，并联系专业防污染接收单位进行处置。

8.4.5 飞行过程中发生电池起火事件，采取以下处置措施：
a) 发现电池冒烟或起火，操控员应立即将无人机导向无人的开阔水域，避免坠落于船舶、人群或重要设施；
b) 执行紧急迫降或开伞降落程序，尽量降低坠落冲击。

8.5 事故报告

8.5.1 低空物流配送作业造成水上交通险情或事故的，应在 24 h 内参照水上交通事故调查要求提交书面报告。

8.5.2 因配送作业对水域产生污染的，应依法配合相关部门调查处理。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国国务院、中央军事委员会. 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例,2023年6月
[2] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国内河交通安全管理条例,2002年6月
[3] 中华人民共和国交通运输部. 中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定,2021年9月
[4] 中华人民共和国交通运输部. 无人机物流配送运行要求（JT/T 1440—2022）,2022年9月
[5] 中华人民共和国交通运输部. 民用航空危险品运输管理规定,2024年1月
[6] 中华人民共和国交通运输部. 民用无人驾驶航空器运行安全管理规则,2024年1月
[7] 中华人民共和国交通运输部. 交通运输标准提升行动方案（2024—2027年）,2024年12月
[8] 中华人民共和国交通运输部、国家市场监督管理总局、国家铁路局、中国民用航空局、国家邮政局. 综合交通运输标准化发展“十五五”规划,2026年7月
[9] 南京海事局. 长江南京段低空物流配送作业通航安全工作指引. 2024