

《民用中小型无人机空中交通管理四维航迹数据定义及数据接口要求》（送审稿）编制说明

一、项目背景

（一）国内外现行相关标准情况

当前，低空经济已成为全球主要国家、重点城市竞相布局的重要领域。ICAO、JARUS、美国 UTM、欧洲 U-SPACE、新加坡等都提出了新的低空交通管理框架，但目前国内与国外都没有就航迹数据定义和接口规范制定相应标准。

（二）必要性和意义

随着低空经济建设的快速发展，民用中小型无人机产业需要多主体进行资源共享与协同，对运行安全、效率和成本进行全方位优化。统一的空中交通管理技术方案可以支撑“异构、高密度、高频次、高复杂性”的低空飞行，统筹，协调，管理，分配低空的空间、时间，支持各类低空飞行活动的服务与管理，带动规模化低空经济的安全、高效、低成本发展。

基于四维航迹飞行计划共享的冲突化解技术为解决无人机交通管理提出了新的思路 and 方案。四维航迹数据可以涵盖无人机在复杂运行工况下的运行偏差或执行冗余度，描述动态的时空状态占用情况，规划安全合理的多机飞行模式，是空中交通冲突解决的有效手段。民用中小型无人机空中交通管理四维航迹数据定义及接口规范的目标是通过统一数据定义与接口标准，推动建立精细化的空域管理技术和手段，在全数字化框架下优化空域划设，通过智能计算对所有飞行活动进行仿真预演、精细动态规划，支撑处在不同智能水平的软件、硬件模块在系统中协同工作，实现异构的飞行器在同一空域进行高密度融合飞行。

对于无人机企业来讲，传统无人机物理模型以无人机尺寸大小为基础，难以涵盖无人机在实际运行中因偶发偏差造成的位移，从而引发碰撞风险。应用以规划航线为基础，以时间和空间四维进行冗余延伸的方式划分的四维航迹数据模型可以模拟无人机实际执行航线中各时刻的空间位置，依据不同飞行阶段（起飞，平飞，降落）设置参数计算方式和精度可以灵活应对不同风险等级场景下的运行需求，最大程度保障运行的高效与可靠性。

在实现规模化运营的道路上，无人机企业必须面对多机融合运行带来的挑战。当有两台及以上无人机共同使用同一片低空空域时，需要对每架无人机进行间隔管理和协同管理，确

保其不会在位置上产生交叠从而发生碰撞。在多无人机并行的条件下，合理的飞行调度策略和空中间隔标准可以在飞行过程中检测无人机是否与其他运营商使用的飞行器发生冲突，是保障多机运行安全性、避免碰撞的核心手段，也可以有效减少因碰撞风险引起的避让调整事件，提高运行效率。对于空中交通管理技术方案的规划来讲，统一的调度模型和接口标准也是增强低空飞行管理和协调能力、增加飞行密度、提升空域使用效率、保障大规模低空飞行安全的基础，能够协调各民用无人机运营商在同一空域中融合运行。

二、工作简况

（一）任务来源

本文件依据《深圳市市场监督管理局关于下达 2024 年深圳市地方标准计划项目任务的通知》文中有关低空经济标准的制定计划，深圳美团低空物流科技有限公司牵头开展《民用中小型无人机空中交通管理四维航迹数据定义及数据接口要求》的制定工作。

（二）主要工作过程

1. 标准立项。

2024 年 4 月 7 日，经过深圳市市场监督管理局正式批准，深圳市地方标准《民用中小型无人机空中交通管理四维航迹数据定义及数据接口要求》正式立项，项目工作组成立。

2. 资料收集。

2024 年 4 月 8 日至 7 月 8 日，项目工作组收集和分析了大量相关文献研究，并进行了广泛的调研，征求相关无人机运营人、研究机构等的意见建议，拟定了标准大纲及初稿。

3. 标准起草

2024 年 7 月 9 日，经过前期调研和讨论，项目工作组邀请了标准主管部门、行业主管部门等专家召开第一次讨论会议，来自深圳市市场监督管理局标准处、深圳市交通运输局民航发展处、深圳空管站、中国民航管理干部学院、美团无人机、丰翼科技、深城交、深圳市低空经济产业协会 8 家单位 16 名专家参加了讨论，会议就标准框架及草案内容进行了充分讨论。

2024 年 7 月—10 月，针对第一次标准讨论会的意见，项目工作组根据专家意见对草案进行了修改。

2024 年 10 月—2025 年 3 月，项目工作组第二次征集了相关运营人及科研院所的意见，并对草案进行了修改，形成了第二版草案稿。

2025 年 5 月 8 日，深圳市低空经济标准化技术委员会组织召开 2024 第一批低空经济地

方标准专家委员意见征集会，根据专家的意见，编制组对标准草案进行了修改，形成了此份征求意见稿。

2025 年 6 月，编制组广泛征求起草单位和相关企事业单位意见，征集到 11 家单位 14 条意见，其中 7 家单位无意见。经认真梳理研讨，查阅资料 and 对照相关标准和规章。根据本文件的适用范围和业务范围，经研讨对其中的 5 条意见不予采纳，9 条意见予以采纳，并按照意见内容对相应的标准条款内容进行修改、补充和完善，形成送审稿及标准审查材料。

三、 地方标准主要内容的依据以及与国内领先、国际先进标准的对标情况

（一）主要内容的依据

本文件编写符合 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。起草过程，充分调研了行业现状，充分考虑与国内外现有相关标准的统一和协调，其中第六章 数据交换接口部分，在 MH/T 4053-2022《民用无人驾驶航空器空中交通管理信息服务系统数据接口规范》基础上补充了基于四维航迹的飞行计划数据交换的相关接口。本文件的要求充分考虑了国内行业实际技术水平，符合行业目前的发展趋势；草案内容经过多次征求意见和充分讨论，采纳和吸收了各相关企业的意见和建议。

（二）与国内领先、国际先进标准的对标情况

当前，低空经济已成为全球主要国家、重点城市竞相布局的重要领域。ICAO、JARUS、美国 UTM、欧洲 U-SPACE、新加坡等都提出了新的低空交通管理框架，但目前国内与国外都没有就航迹数据定义和接口规范制定相应标准。

四、 主要条款的说明以及主要技术指标、参数、试验验证的论述

（一）适用范围

本文件规定了四维航迹数据内容和数据交换接口要求。

本文件适用于深圳市民用中小型无人驾驶航空器多机协同调度系统的设计、试验和使用，其他类型无人驾驶航空器参考使用。

（二）主要技术内容

1. 本文件框架

文件主要内容框架为：

（1） 四维航迹数据内容

① 静态航迹模型

② 基础参数

(2) 数据交换接口

① 接口功能

② 通信协议要求

③ 数据传输要求

④ 接口描述

附录 A 无人驾驶航空器四维航迹保护空间实际占用空间处理的说明

2. 术语和定义

本文件明确了四维航迹数据的定义，包括静态航迹、无人驾驶航空器航迹时空保护空间和四维航迹（4DT）等概念。静态航迹由一组航迹点列表组成，包含空间位置和航迹点间时间差信息；无人机航迹时空保护空间是系统对无人机分配的即时允许飞行空域范围，由时间轴和空间轴形成的几何空间表示；四维航迹是无人机在空间中的三维位置点坐标和过点时间的集合，由静态航迹、航迹开始执行时间和无人机四维航迹保护空间相关信息组成。

3. 四维航迹数据内容

本章节规定了四维航迹数据的基础参数，如基础无人机航迹时空保护空间参数、前置冗余、后置冗余、最小间距等，并详细描述了这些参数的计算方法。基础无人机航迹时空保护空间参数用于描述无人机的标准占用空间，前置冗余和后置冗余分别表示无人机在航迹未来时间和过去时间上的占用情况，最小间距则代表两两无人机航迹时空保护空间之间的最小距离。通过这些参数的计算，可以准确确定无人机在飞行过程中的时空位置和占用空间范围。

4. 数据交换接口

本文件对数据交换接口的功能、通信协议和数据传输要求进行了详细规定。在接口功能方面，明确了运营人运行服务系统与空中交通服务系统之间的数据报送和协商流程；在通信协议方面，要求使用 RPC、HTTP、AMQP 等协议实现数据交换，并建立可靠通信链路，确保双向身份鉴权和数据加密传输；在数据传输方面，强调了分布式服务和分布式协商服务模式下的数据处理和传输结果应满足分布式一致性要求。

5. 附录内容

附录 A 提供了无人机航迹时空保护空间参数和航段出现不匹配时的处理方法，包括无人机航迹时空保护空间实际占用空间的计算和示意图，为实际应用中遇到的问题提供了参考解决方案。

五、 是否涉及专利等知识产权问题

本文件不涉及专利。

六、 重大意见分歧的处理依据和结果

无。

七、 实施地方标准的措施建议

标准发布之后，建议从以下两个方面开展标准推广与实施工作：实施本文件的措施建议如下：

（一） 开展宣贯培训活动

按照深圳市地方标准管理的相关要求，地方标准发布实施后，由主管部门组织和督导本部门、本行业开展地方标准的宣贯、培训和实施工作。可利用多种渠道、多种形式向标准应用相关方推广宣传标准，确保标准相关应用方准备理解并实施标准。

（二） 持续改进完善标准

根据无人机技术的发展和空中交通管理的实际需求，适时对标准进行修订和完善，保持标准的先进性和适用性。

八、 其他需要说明的事项

无。