

四川省地方标准
《大型无人机人工增雨（雪）作业规程》

编 制 说 明

编制单位： 四川省人工影响天气办公室

时间： 2025 年 9 月

目 录

一、 工作简况.....	- 2 -
二、 标准编制原则和主要内容.....	- 4 -
三、 试验(或验证)的分析、综述报告.....	- 6 -
四、 采用国际标准和国外先进标准的程度.....	- 8 -
五、 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系；	- 8 -
六、 重大分歧意见的处理经过和依据.....	- 12 -
七、 作为强制性标准或推荐性标准的建议.....	- 12 -
八、 实施标准的要求和措施建议.....	- 12 -
九、 废止现行有关标准的建议.....	- 12 -
十、 其他应予说明的事项.....	- 12 -

一、 工作简况

（一）任务来源

根据四川省市场监督管理局 2024 年 8 月 1 日发出的《四川省市场监督管理局关于下达 2024 年度地方标准制修订项目立项计划(第一批)的通知》，批准由四川省人工影响天气办公室牵头起草地方标准《大型无人机人工增雨（雪）作业规程》。

（二）协作单位

本标准的牵头起草单位为：四川省人工影响天气办公室；

本标准的协作起草单位为：中国民用航空飞行学院、成都信息工程大学、中航（成都）无人机系统股份有限公司、天信空天探索（自贡）科技有限公司。

（三）主要工作过程

四川省人工影响天气办公室组成技术力量，召集相关单位技术及管理人员组成编写团队，于 2023 年 1 月成立标准起草组，开始提出、设计、起草《大型无人机人工增雨（雪）作业规程》（初稿）。紧密结合业务实际，明确制定标准的意义，标准的适用范围和应用领域。进行了必要性、可行性论证，拟定标准内容提要，确定标准的原则和依据，拟定了标准制定工作大纲、主要结构和内容。于 2024 年 1 月提交地方标准制（修）订项目申报书，8 月通过了四川省地方标准立项。

起草过程中，起草组在大型无人机增雨（雪）作业指挥体系构

建、作业计划（预案、方案）制定、作业航线设计等各个阶段，紧密结合业务实际，先后赴中国气象局、甘肃省气象局、陕西省气象局、中航西飞民用飞机有限责任公司、中国航空工业集团民机试飞中心等国省级行业主管部门和航空产业与实施相关企业单位，深入开展大型无人机飞行相关领域管理与业务实施的调研和考察，掌握无人机飞行管理与人工影响天气作业、气象服务等需求间存在的关键问题。同时，依托四川省人工影响天气飞行作业，在川西高原及周边地区开展大型无人机人工影响天气的外场飞行作业实验，与空管、无人机运行单位、人工影响天气管理部门、地方气象局之间深入交流作业规程制定关键环节。

通过联合开展大型无人机人工增雨（雪）作业、查阅相关资料文献、开展观测试验、公开发表学术论文专著论述等途径为制定本标准提供有力的科技支撑与理论基础。于2024年12月完成《大型无人机人工增雨（雪）作业规程（征求意见稿）》，不断进行完善并不定期召开标准研讨会，向相关领域专家征求意见。经过对相关意见的多次讨论与不断修改完善，于2025年8月完成了第二版《大型无人机人工增雨（雪）作业规程（征求意见稿）》。

（四）标准主要起草人及其所做的工作

本标准主要起草人为张丰伟、何俊峰、陈蓓、唐克兵、马超、任超、罗仕、林丹、仕仁睿、郭晓梅、胡金蓉、张鹤、罗伟、刘凯、张征东、边巴扎西、钱学林。其分工如下：

张丰伟，负责项目总体设计，标准主要内容和关键流程的提出、

起草；

何俊峰、陈蓓、唐克兵、马超、任超，负责项目前期调研，无人机人工增雨（雪）作业指挥体系构建、组织飞行验证，标准起草；

罗仕、林丹、仕仁睿、郭晓梅、胡金蓉，负责制订无人机增雨（雪）作业计划（预案、方案）、飞行航线设计，标准起草；

张鹤、罗伟、刘凯、张征东，负责大型无人机人工增雨（雪）作业外场飞行实验验证，标准相关术语的制定、起草；

边巴扎西、钱学林，负责大型无人机人工增雨（雪）作业观测数据的整理、分析、空域规划相关，标准起草与完善。

二、 标准编制原则和主要内容

（一）编制原则

标准规定了大型无人机人工增雨（雪）作业的操作规则和流程。

适用于使用空机重量在 116kg 以上或起飞全重在 150kg 以上的民用无人驾驶航空器（以下简称无人机）的人工增雨（雪）作业的组织实施。

（二）主要内容

1. 规定大型增雨无人机、无人机人工增雨（雪）作业、无人机增雨（雪）任务指令、增雨（任务）载荷操作员、无人机增雨（雪）作业监控记录、无人机监控雨线相关术语。

2. 规定省级人影指挥中心-无人机地面控制站的两级指挥体系，根据个别地区，可以建立省级指挥大厅-省级人影指挥中心-无人机地面控制站的三级指挥体系。明确指挥体系中各级部门的职责分工。

3. 制订无人机增雨（雪）作业计划（预案、方案）。制定《无人机增雨（雪）72 小时作业计划》，内容包括影响系统的天气类型、演变趋势，无人机作业时段、作业区域、作业需求等；制定《无人机增雨（雪）作业潜力预报和 24 小时作业预案》，内容包括影响云系的性质、结构、演变和潜力区分，无人机作业云系类型、作业区域、作业对象、作业时段、作业部位、催化方式等；制定《无人机增雨（雪）作业方案》，内容包括无人机增雨（雪）作业云系性质和结构、作业时段、作业区域、作业对象、作业部位、催化方式、飞行航线等。

4. 进行无人机增雨（雪）作业航线设计。

5. 规定了在《无人机增雨（雪）作业方案》下达至无人机地面控制站后，根据作业任务要求拟定任务指令的内容，并且完成演练（程序操作）。同时，人影作业人员完成机载催化作业设备和大气探测设备的飞行前检查准备，包括催化剂焰条装填、大气探测设备外观检查、窗口清洁、各设备通信测试等。无人机系统各专业人员根据任务指令完成无人机系统准备。

6. 飞机着陆后，机务人员卸载任务数据提供相关专业进行数据分析，按要求进行常规机务维护；作业人员检查机载催化作业设备和大气探测设备、拆卸催化焰条、清洁大气探测设备窗口。

7. 对无人机增雨（雪）作业监控记录的内容、记录方法和记录形式等进行规定。

（三）主要依据

国内外目前还没有对大型无人机人工增雨（雪）作业建立相关通用标准，不同领域和部门的研究人员对无人机增雨作业的开展，其操作规程并不统一，对人工增雨（雪）的实施缺乏科学性和有效性，本标准主要侧重于无人机增雨（雪）作业与有人机的差别，旨在制定标准提升无人机作业的流程管理水平和自动化程度。

三、 试验(或验证)的分析、综述报告

2016 年，美国沙漠研究所完成了首次无人机人工增雨试验。2006 年中国气象局利用微型无人驾驶飞机，在祁连山地区进行了增雨探测试验；2017 年安徽人影办利用旋翼无人机进行了高空气象探测和增雨模拟试验，2018 年新疆人影办首次开展固定翼无人机增雨作业试验，2019 年甘肃实施了中大型无人机人工增雨试作业。这些短时间的试验，均没有真正进入适合人工增雨条件的丰富过冷水云层，没有经过复杂天气条件的试验验证。以上大部分的无人机增雨试验，一是尚未解决无人机平台防除冰和抗大风问题；二是未解决机载人工增雨作业和探测设备的防除冰与无人机系统气动性能及载荷匹配的问题。

经四川省人影办前期开展的研究，无人机人工增雨作业系统，一般由无人机作业平台系统、机载作业系统、机载探测系统、地面指挥系统、支撑保障系统等五大系统构成，组成一个完整的无人机人工增雨作业系统。并于 2022 年开始常态化运行大型无人机增雨作业，在 2022 年南方持续高温干旱增蓄保供作业中，组织实施大型无人机与有人增雨飞机在天气系统上下游联合增雨作业 16 架次(无人

机 6 架次、有人机 10 架次), 累计影响面积 11 万平方公里、增加降水量约 1.25 亿吨, 为抗旱减灾和增蓄保供发挥了重要作用。2023 年组织实施 15 架次大型无人机增雨作业, 期间首次在社会重大活动人影保障中应用大型无人机作业, 在成都大运会人工影响天气保障中发挥了重要作用。2025 年成都世运会期间, 大型人工影响天气无人机在重点保障区天气上游区域共实施探测和催化作业飞行 5 架次, 累计航时 31.7 小时, 航程约 6337 公里, 其间, 与大型气象探测无人机完成双无人机系统观探测及催化作业 2 架次, 构建多机联合、广域覆盖的全方位现代化空中气象服务体系, 首次建立“探测-人影”多机型联动, 高空大型无人机跨地形、跨气象、长航时奔袭的气象保障服务标准化作业体系。

在试验过程中发现, 国内外目前还没有对大型无人机人工增雨(雪)作业建立相关统一标准, 不同领域和部门的研究人员对无人机增雨作业的开展, 其操作规程并不统一, 对人工增雨(雪)的实施缺乏科学性和有效性。目前, 我国在气象国家标准中尚无相关规范; 在行业标准中, 对有人机在人影作业方面针对选型、机载设备、仪器以及作业过程中的部分环节建立有技术要求和规范, 尚不完善; 在地方标准中, 仅个别地区对飞机增雨(雪)作业规程、业务规范以及部分环节进行了要求, 未能上升到行业层面, 并且, 主要是针对有人飞机, 对于无人机增雨(雪)作业没有任何规程建立。国内外针对无人驾驶航空器的操作建立有相关规程要求, 但是针对增雨(雪)的操作规程并没有统一规定。

本标准主要侧重于无人机增雨(雪)作业与有人机的差别, 旨

在进一步通过以规范并提升无人机作业的流程管理水平和自动化程度。

四、 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查询未见到有相关国际标准和国外先进标准出台，本标准属四川地区首次提出。

五、 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

（一）法律法规依据及与之关系

1. 《人工影响天气管理条例》第十二条明确要求，实施人工影响天气作业，必须在批准的空域和作业时限内，严格按照国务院气象主管机构规定的作业规范和操作规程进行。

2. 党的十八大从新的历史起点出发，明确提出大力推进生态文明建设。《气象高质量发展纲要（2022-2035 年）》指出要发展安全高效的人影作业技术和新型作业装备。

3. 2020 年《国务院办公厅关于推进人工影响天气工作高质量发展的意见》（国办发〔2020〕47 号）明确提出探索大型无人机人影作业新方式。

4. 《四川省人民政府办公厅关于推进人工影响天气工作高质量发展的实施意见》（川办发〔2021〕48 号）要求开展大型无人机人工增雨作业试验与应用。《四川省森林草原防灭火标本兼治总体方案（2020-2025）》把提升人工增雨作业能力作为防范和治理森林草原火灾的重要措施。

以上条例的规定以及相关政策文件的颁布，说明了本标准是顺

应国家相关法律法规，进一步完善强化人工影响天气能力建设的具体措施，是人工影响天气助力经济社会发展的迫切需要，亟需建立统一规范。

(二) 参考和引用的标准名称和编号

GB/T 42989-2023 人工影响天气术语；
GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语；
GB/T 35018-2018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级；
QX/T 602-2021 人工影响天气飞机作业基本技术要求；
QX/T 556-2020 飞机人工增雨（雪）作业流程；
QX/T 421-2018 飞机人工增雨（雪）作业宏观记录规范；
MH/T 2008-2017 无人机围栏。

(三) 相关国内外标准名称及编号

1. GB/T 42989-2023 人工影响天气术语

未涉及无人机或大型无人机人工增雨的相关术语。本标准的起草中引用 GB/T 42989-2023 的通用表述规范，加入大型无人机的相关表述。

2. GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语

未涉及人工增雨相关术语。本标准的起草中引用 GB/T 42989-2023 的通用表述规范。

3. GB/T 35018-2018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

未涉及人工增雨行业。本标准的起草中引用 GB/T 35018-2018 的分类分级，对本标准的适用范围进行限制。

4. QX/T 602-2021 人工影响天气飞机作业基本技术要求

仅适用于有人驾驶的飞机人工影响天气作业。对 QX/T 602-2021 中航线设计、信息收集等章节考虑大型无人机飞行要求和标准，进行优化改进，补充航线设计电子围栏、安全裕度、操控范围、监控视频录音等要素，使其适合大型无人机飞行要求。

5. QX/T 556-2020 飞机人工增雨（雪）作业流程

虽未说明仅适用有人飞机作业，但在 QX/T 556-2020 中并未考虑到大型无人机的使用性质与方法，比如对机上作业人员的要求、作业结束后信息收集要素的要求等。本标准充分考虑大型无人机与有人飞机在人工增雨作业中的区别，对大型无人机作业前航线设计、电子围栏、程序模拟等特有的工作准备流程进行规范，对飞行计划的申请、应急处置预案以及着陆后的信息管理等进行统一。

6. QX/T 421-2018 飞机人工增雨（雪）作业宏观记录规范

虽未说明仅适用有人飞机作业，但在 QX/T 421-2018 中并未考虑到大型无人机的使用性质与方法，比如登记作业人员、飞机舷窗等表述。本标准的起草引用了部分通用的术语和定义，但对电子围栏信息的增补，以及要素获取的方式，比如仅能通过监控摄像机画面分析得到，进行了明确。

7. QX/T 505-2019 人工影响天气作业飞机通用技术要求

该标准不包括无人驾驶飞机。本标准起草中对机载通信设备的要求、机载增雨设备的操作要求和使用规范完全适应大型无人机。

8. MH/T 1075-2020 飞机增雨作业安全规范

虽未说明仅适用有人飞机作业，但在 MH/T 1075-2020 中并未考

考虑到大型无人机的使用性质与方法，比如机上作业人员、应急处置以及机上供氧设备的要求等，本标准起草中将参考 MH/T 1075-2020 中通用安全管理规范。

9. DB12/T 813-2018 飞机人工增雨作业技术规程、DB22/T 2920-2018 飞机增雨（雪）作业规程、DB21/T 3437-2021 飞机人工增雨作业要求、DB15/T 878-2015 飞机人工增雨（雪）业务规范、DB14/T 1439-2017 飞机人工增雨（雪）作业规程

以上相关地方标准的制定，或者仅适用于当地范围内，或者没有区别考虑有人飞机与大型无人机的使用性质与方法。地方标准的建立很有必要，同时对适用范围的界定也非常重要，本标准单独对大型无人机人工增雨作业进行规范。

在业务运行中发现，国内外目前还没有对大型无人机人工增雨（雪）作业建立相关统一标准，不同领域和部门的业务技术人员对无人机增雨作业的开展，其操作规程并不统一，对人工增雨（雪）的实施缺乏安全性、科学性和有效性。目前，我国在气象国家标准中尚无相关规范；在行业标准中，对有人飞机在人影作业方面针对选型、机载设备、仪器以及作业过程中的部分环节建立有技术要求和规范，并在不断完善过程中；在地方标准中，仅个别地区对飞机增雨（雪）作业规程、业务规范以及部分环节进行了要求，并且只针对有人飞机，对于无人机增雨（雪）作业没有任何规程建立。国内外针对无人驾驶航空器的操作建立有相关规程要求，但是针对增雨（雪）的操作规程并没有统一规定。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

在标准的编制过程中无重大分歧意见。

七、 作为强制性标准或推荐性标准的建议

按《中华人民共和国标准化法》的要求，本标准为推荐性标准。

八、 实施标准的要求和措施建议

该标准的执行紧密关系到大型无人机人工影响天气作业的效果，建议本标准发布实施后，推荐所有与大型无人机人工影响天气作业相关的无人机运营企业以及气象管理部门，加强宣贯与执行，加强标准制定与执行的有效衔接，加强建立标准跟踪和收集反馈工作机制，跟踪标准实施情况，提升标准工作成效，随着技术的不断进步与管理理念的更新，为修订工作奠定基础。

九、 废止现行有关标准的建议

本标准不涉及废止现行有关标准。

十、 其他应予说明的事项

本标准的制定是落实国省两级推进人工影响天气工作高质量发展的具体措施，四川省气象局深入贯彻落实国办发〔2020〕47 号和川办发〔2021〕48 号文件要求，建立全国首个大型无人机人工影响天气作业基地。大型人工增雨无人机能够实现每架次飞行达到 2 万平方公里的最大增雨影响面积，为突破我省复杂地形地貌气象条件，拓展增雨保护面积，提供了生态修复保护和主要河流蓄水作业的重要气象工程手段，使四川成为了全国首个常态化运行大型无人机人

工增雨（雪）作业的省份，成功引领了示范。本标准将与《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》和《民用无人驾驶航空器系统适航审定管理程序》等规范，共同提升大型无人机人工增雨作业的安全性、精准性和科学性，为生态修复、推动军民融合和保障乡村振兴等国家重大战略做出重要贡献。

在编制过程中虽已采纳了多方专家和相关领域部门的意见，进行了多次修改，但难免存在不完善之处，恳请社会各界有关单位和专家、同行，对本征求意见稿给予批评指正。