

附件

全国人工影响天气发展规划
(2014-2020 年)

2014 年 12 月

前言

人工影响天气工作在服务农业生产、缓解水资源紧缺、防灾减灾、保护生态以及保障重大活动等方面具有重要作用。党中央、国务院高度重视人工影响天气工作。党的十八大提出的关于加强生态文明建设、加强防灾减灾体系建设、确保国家粮食安全和重要农产品有效供给等发展战略，对人工影响天气工作提出了新的更高要求。2011年、2012年和2013年的中央一号文件连续提出“加强人工增雨（雪）作业示范区建设，科学开发利用空中云水资源”、“强化人工影响天气基础设施和科技能力建设”、“加快推进人工影响天气工作体系与能力建设”等要求。2012年8月，国务院办公厅印发《国务院办公厅关于进一步加强人工影响天气工作的意见》（国办发〔2012〕44号，以下简称44号文件），要求加强对全国人工影响天气工作的统筹规划，加强能力建设。2013年12月31日，中共中央政治局委员、国务院副总理汪洋在听取中国气象局工作汇报时指出，要继续加强人工影响天气工作，除做好人工影响天气队伍能力建设外，要大力提升人工影响天气的科研能力和水平，为保障经济社会发展以及举办重大公共活动创造有利的环境条件，特别是要搞好人工增雨，为农业抗旱夺丰收提供支撑。

近年来，在全球气候变化背景下，我国资源环境生态问题更加凸显，防灾减灾形势更加严峻，农业、生态、环境、交通等行业对干旱、冰雹、雾霾、高温热浪等灾害的敏感性不断增强。为贯彻落

实党中央、国务院的战略部署，实现 44 号文件提出的发展目标，适应我国人工影响天气工作面临的新形势和新要求，提高人工影响天气在防灾减灾、生态文明建设、应对气候变化等方面的能力和效益，国家发展改革委、中国气象局在认真总结《人工影响天气发展规划（2008-2012 年）》实施情况的基础上，组织编制了《全国人工影响天气发展规划（2014-2020 年）》（以下简称《规划》），作为当前和今后一个时期全国人工影响天气发展的行动纲领。

《规划》编制过程中充分征求了国家相关部门、各省（区、市）发展改革委和有关专家的意见。《规划》在内容上体现了新时期人工影响天气发展的特点：一是确定了发展布局，包括区域布局、重点保障区布局、飞机和地面作业布局、试验示范基地布局；二是创新完善体制机制，特别是区域级人工影响天气业务管理体制和指挥调度机制；三是明确了能力建设任务，重点加强飞机人工影响天气能力建设，增强科技支撑能力。

《规划》与《全国主体功能区规划》、《全国新增 1000 亿斤粮食生产能力规划（2009-2020 年）》、《全国生态保护与建设规划（2013-2020 年）》和《气象发展规划（2011-2015 年）》等发展规划进行了有效衔接，是指导全国人工影响天气建设和地方编制相关专项规划的重要依据。

目 录

一、规划背景.....	1
(一) 人工影响天气发展现状	1
(二) 存在的主要问题	5
(三) 加快人工影响天气工作发展的必要性和可行性	6
二、目标和原则.....	10
(一) 指导思想	10
(二) 发展目标	10
(三) 基本原则	11
三、总体布局.....	12
(一) 区域布局	12
(二) 重点保障区布局	23
(三) 作业布局	26
(四) 试验示范基地布局	39
四、提升业务能力主要任务.....	42
(一) 加强飞机作业能力建设	42
(二) 加强作业飞机驻地专业保障设施和保障基地建设	45
(三) 提高地面作业装备现代化水平	46
(四) 增强科技支撑能力	47
(五) 提高决策指挥能力	50

五、完善体制机制.....	51
(一) 建立完善组织管理体制机制	51
(二) 建立完善业务运行机制	53
(三) 建立完善业务技术流程	56
六、环境影响评价.....	58
(一) 规划实施对环境的有利影响	58
(二) 规划实施对环境可能带来的不利影响	59
(三) 加强环境保护的措施	60
七、实施安排.....	62
(一) 项目分类	62
(二) 项目实施	63
(三) 效益分析	66
八、保障措施.....	68
(一) 加强组织领导	68
(二) 健全法规标准体系	68
(三) 建立统筹协调的工作机制	68
(四) 完善安全监管体系	69
(五) 加强人才队伍建设	69
(六) 完善投入机制	70
附图.....	71

图 1. 我国主要降水天气系统.....	72
图 2. 全国降水量分布图（1981-2010 年）.....	73
图 3. 全国干旱分布图.....	74
图 4. 全国年均冰雹日数分布图（1961-2010 年）.....	75
图 5. 全国粮食生产区分布图.....	76
图 6. 国家重点生态功能区示意图.....	77
图 7. 全国年均雾日分布图.....	78
图 8. 全国人工影响天气区域布局示意图.....	79
图 9. 东北区域人工影响天气功能布局示意图.....	80
图 10. 西北区域人工影响天气功能布局示意图.....	81
图 11. 华北区域人工影响天气功能布局示意图.....	82
图 12. 中部区域人工影响天气功能布局示意图.....	83
图 13. 西南区域人工影响天气功能布局示意图.....	84
图 14. 东南区域人工影响天气功能布局示意图.....	85
图 15. 全国人工影响天气业务管理工作体系框图.....	86

一、规划背景

(一) 人工影响天气发展现状

在中央和地方各级政府的大力支持下，经过多年发展，我国人工影响天气已成为国家和地方共同协调发展的一项重要基础性公益事业，其工作体系初步形成，基本建立了国家、省、市、县四级人工影响天气业务体系，技术和科技水平得到了明显提高，作业规模居世界首位。人工影响天气在保障粮食安全、保护生态环境、保障重大活动等方面取得了显著效益，已成为各级政府加强防灾减灾、提高农业公共服务和水资源安全保障水平的重要举措。

国家发展改革委和中国气象局于 2008 年发布了第一个全国性人工影响天气发展规划——《人工影响天气发展规划（2008-2012 年）》，极大地推动了全国人工影响天气科学发展。2009 年，人工增雨防雹工程纳入《全国新增 1000 亿斤粮食生产能力规划（2009-2020 年）》。2011 年，云水资源利用工作首次纳入《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》。在国家级规划的指导下，22 个省（区、市）将人工影响天气工作纳入当地经济社会发展规划。2012 年，我国第一个区域级示范工程——东北区域人工影响天气能力建设工程启动实施。通过各级政府及有关部门的共同努力，前期规划提出的发展目标基本实现。

一是体制机制逐步完善。人工影响天气工作的组织领导体系、政策法规标准进一步健全和完善，安全生产管理进一步加强。完善了国家人工影响天气协调会议制度，成员单位增加至 20 个，建立

了中国气象局、国务院办公厅、总参谋部共同召集和多部门联动机制。2012年召开了第三次全国人工影响天气工作会议，进一步部署全国人工影响天气重点工作，成立了中国气象局人工影响天气中心和东北区域人工影响天气中心，中国气象局联合吉林、辽宁、黑龙江、内蒙古4省（区）人民政府出台了《东北区域人工影响天气作业管理试行办法》，初步建立国家-区域-省之间上下互动、协调配合的工作机制。在国家级专项规划和投入的大力引导下，逐步形成东北、西北、华北、西南区域及豫鲁皖苏鄂和赣粤闽等跨省（区、市）联合作业的区域格局，人工影响天气作业方式从过去的应急性、分割化向常态化、集约化转变，作业服务从单一的抗旱减灾向云水资源开发、生态环境保护等多个领域拓展。30个省（区、市）、318个市（地、盟）、1904个县（旗）政府成立了人工影响天气领导机构，28个省（区、市）、284个市（含市级行政单位）、1702个县（含县级行政单位）政府设立了人工影响天气工作机构，各地共落实人员编制3614名。20个省（区、市）人大或政府颁布了地方性法规、规章，开展人工影响天气业务的30个省（区、市）政府全部出台了44号文件实施意见。

二是资金投入逐步加大。中央财政设立专项转移支付“人工影响天气补助资金”，加强支持人工影响天气工作。东北区域人工影响天气能力建设工程启动实施，青海三江源自然保护区人工增雨一期工程建设完成并荣获国家优质投资项目奖，青海三江源生态保护和建设二期工程规划继续将人工影响天气作为重要建设内容。青海

湖流域生态环境保护与综合治理规划人工增雨工程获得批复立项。2008 年以来，国家共安排资金 17.23 亿元用于人工影响天气工作，其中作业和业务维持资金 9.2 亿元、基础设施建设资金 7.5 亿元、科研资金 5300 万元。在中央投入的带动下，各地逐年加大对人工影响天气的投入力度，全国各地累计投入资金 65.12 亿元。

三是业务科技快速发展。目前，全国有 30 个省（区、市）、新疆生产建设兵团和黑龙江农垦等行业的 357 个市（含地级单位）、2359 个县（含县级单位）开展人工影响天气作业，从业人员 4.77 万人。现有人工增雨防雹高炮 6761 门、火箭发射架 7632 台、地面燃烧炉 414 台，使用飞机 44 架，建成标准化作业站点 5471 个。2008 年以来，共开展人工影响天气作业 32.8 万次，其中飞机作业 5481 架次，累计发射火箭 71.18 万枚、炮弹 535.49 万发、各类焰弹烟条 20 余万发（根）。新的探测设备和作业装备投入人工影响天气工作，建成投入运行的 172 部新一代天气雷达、334 部局地天气监测和作业指挥雷达，基本覆盖各地作业站点，作业指挥系统基本建立。加强云和降水的短时数值模拟试验，建立了适合当地云和降水特征的中小尺度数值模式，作业监测和科学指挥能力显著增强。“十一五”国家科技支撑计划项目“人工影响天气关键技术与装备研发”揭示了环北京地区典型云系结构、云降水形成发展过程和空中水资源开发利用潜力，研制了混合云和暖云增雨、人工消雾作业技术及关键装备，研发了无人驾驶飞机人工增雨（雪）作业技术及装备。

四是综合效益显著提升。首先，人工影响天气在保障粮食安全

和防灾减灾方面发挥重要作用。各地围绕粮食稳定增产需要，在关键农时、干旱农区加大人工增雨（雪）作业力度，有效增补农业亟需水源，减轻农业旱灾损失；根据农作物及瓜果、棉花、烤烟等经济作物种植情况，适时调整人工防雹作业布局，有效扩大防护面积，抓住有利天气条件，及时组织防雹作业，作业区内防雹减损效益明显，为我国粮食生产实现“十连增”提供了有力保障。在抗御 2009 年北方冬麦区大范围干旱、2010 年西南地区干旱、2011 年长江中下游春夏连旱中，河北、河南、四川、重庆、江西、广西、湖北、安徽等地及时开展应急抗旱跨区域联合增雨作业，效果明显。其次，人工影响天气在保障生态安全和增加水资源方面效益显著。在生态重点保护区以及天山、三江源、祁连山等主要河流、湖泊源头，各地连年组织实施人工增雨（雪）作业，有效增加了生态用水和湖泊蓄水。青海三江源人工增雨工程 2006 年实施以来增加降水 432 亿立方米，草山草滩得到较好恢复，黄河源头“千湖景观”再度显现。人工增加降水为甘肃石羊河流域生态治理、京津风沙源治理等生态环境治理工作以及 2009 年 4 月黑龙江沾河等地森林大火扑救做出了重要贡献。人工消减雨作业为新中国成立六十周年首都庆典等重大活动提供了气象保障。第三，人工影响天气的投资效益显著。2008 年以来，人工影响天气年均增雨（雪）作业区面积 500 万平方千米、防雹作业保护面积近 50 万平方千米，累计增加降水量 3100 亿立方米，增雨（雪）、防雹总效益约 2400 亿元，人工影响天气作业投入产出比约 1：30。

(二) 存在的主要问题

虽然人工影响天气工作取得长足发展，但是影响和制约其发展的主要矛盾和突出问题依然存在，主要体现在：

一是作业能力不强，空地一体化作业体系亟待建立。目前我国作业飞机以小型飞机为主，可用作业飞机数量少、性能差，作业不够充分，覆盖范围小，不能满足科学作业需要的飞行高度、密度和范围。现用作业火箭和高炮射高有限、性能较差，自动化程度较低。作业装备技术水平整体相对落后，作业能力不能满足日益增长的需求。

二是指挥调度机制和模型不完善，科学决策有待健全。云水资源的规模开发要求加强跨区域联合作业，需要加强国家或区域的统一指挥调度，需要省（区、市）以及市（含市级行政单位）及以下各级的协同配合。区域级人工影响天气业务刚刚起步，目前只建立东北区域人工影响天气中心，指挥调度机制和模型尚不完善，影响了人工影响天气的作业效率和整体效益。

三是科技支撑不足，自主创新能力有待加强。科技研发资金投入比重偏低，缺乏适用的室内试验平台和外场试验基地，系统性的人工影响天气研究与关键技术研发滞后，没有形成针对不同云系和作业条件的成套作业技术，作业效率明显低于先进国家。尚未建立有影响力的高水平科研创新团队，人工影响天气队伍总体素质有待提高。

四是基础设施建设缓慢，业务平台有待完善。固定作业站点基

基础设施建设进程缓慢，标准化作业站点建成率仅为 53%，尚有 4835 个作业站点未达到标准化要求，限制了科学有效作业。缺乏云的宏观探测和云雨转化探测专用设备，全国一体化、上下协同的作业指挥系统不够健全，影响作业决策指挥精度和效果检验评估结果。省、市、县级业务系统主要还是以指挥系统为主，相应的业务流程、业务规范不完善。

五是区域统筹能力弱，运行管理机制有待建立。一方面缺乏国家和区域的统一指挥和协调，运行管理机制不适应统筹集约的要求，无法实现常态化的跨区域作业；另一方面，科学指挥调度、优化资源配置、合理设置国家和地方事权、实现综合效益最大化等各项机制尚未建立。

六是安全监管能力不强，齐抓共管机制有待完善。人工影响天气安全管理制度、责任落实需要进一步加强，多部门联合检查治理尚未广泛开展并形成常态化机制。缺乏功能完备的安全监管平台，不能适应多层次、大规模作业的要求，部分地区在弹药存储、运输、作业等环节中还存在安全隐患。

(三) 加快人工影响天气工作发展的必要性和可行性

1. 必要性

一是防灾减灾和保障粮食安全的需要。我国是世界上气象灾害最严重的国家之一，气象灾害损失占自然灾害总损失的 70% 以上，其中旱灾占气象灾害损失的 50% 以上。在全球气候变化背景下，气象灾害的突发性、反常性、不可预见性日益凸显，干旱、冰雹、森

林和草原火灾等呈现多发、频发、重发态势。影响我国降水的主要天气系统复杂（见图 1 我国主要降水天气系统），降水时空分布不均（见图 2 全国降水量分布图），降水量最少的西北地区年降雨量为 50~500mm，干旱、半干旱面积超过 80%。华北地区干旱频次最高，黄淮地区和西南地区旱灾呈加重趋势，长江中下游等湿润区大范围干旱等极端事件近年来也时有发生（见图 3 全国干旱分布图）。如云黔川等省 2009-2011 年发生连年干旱，长江中下游六省一市 2011 年出现冬春大面积干旱。此外，我国西南、西北、中部山区等地方冰雹灾害频发（见图 4 全国年均冰雹日数分布图），严重影响经济作物和粮食生产。为进一步提高粮食综合生产能力，确保国家粮食安全，《全国新增 1000 亿斤粮食生产能力规划（2009-2020 年）》确定了东北、黄淮海和长江流域 3 个粮食生产核心区和晋、浙、闽、粤、桂、渝、黔、云、陕、甘、宁 11 个非粮食主产省 120 个粮食生产大县（见图 5 全国粮食生产区分布图），到 2020 年实现全国粮食生产能力比规划发布年份增加 1000 亿斤。东北和黄淮海核心区承担的粮食增产任务超过 63%，却面临着地下水超采严重、供水明显不足、干旱灾害频繁出现等诸多问题；长江流域粮食生产核心区近年来经常发生干旱，给粮食增产带来严重影响。为防止和减轻干旱、冰雹等灾害造成的损失和影响，加强农作物生长发育关键期和重要农事季节的人工影响天气作业，缓解干旱威胁和减少雹灾损失，创造有利于农作物生长的气象条件，对实现粮食高产稳产、保持农业农村经济持续稳定发展具有重要作用。

二是保障生态安全的需要。我国生态环境十分脆弱，生态脆弱区面积占国土总面积的 1/5，生态环境恶化趋势仍未得到根本遏制。党的十八大提出了包括生态文明建设在内的五位一体的中国特色社会主义事业建设总体布局，对保障生态安全提出了更高的要求。

《全国主体功能区规划》确定了 25 个国家重点生态功能区（见图 6 国家重点生态功能区示意图），其中 8 个水源涵养型国家重点生态功能区由于少雨缺水导致沙化严重、河流干枯、湖泊萎缩，湿地破坏严重，石羊河和红碱淖生态退化问题突出。《全国生态保护与建设规划（2013-2020 年）》要求强化生态建设的气象保障，开展生态服务型人工影响天气能力建设。雾、霾天气对人体健康、交通运输、城市环境造成巨大威胁，尤其在雾、霾天气多发的黄淮、江淮、江南及京津冀、东北、川渝、闽粤等地（见图 7 全国年均雾日分布图），严重影响社会生产和人们的日常生活。如 2013 年 1 月我国中东部和 10 月东北地区持续多日的雾、霾天气，造成多批航班延误、高速公路拥堵和群发性呼吸道疾病发生。为此，应开展人工消雾作业以减轻大雾对社会生产和人们日常生活的影响。人工影响天气在生态保护与建设、改善空气质量等方面发挥了重要作用。

三是保障水资源安全的需要。我国降水量时空分布不均，人均水资源占有量约 2100 立方米，为世界平均值 28%，西北、华北等地区水资源短缺尤为突出，严重影响和制约了经济社会发展和居民生活用水。随着经济快速发展，水资源短缺问题将更加突显，水资源储备面临严峻形势，《全国抗旱规划》提出“利用人工影响天气开

发空中云水资源”。加强常态化、规模化人工增雨（雪）作业，可以有效增加缺水地区及其上游地区的降水，从而增加水库湖泊汇水量和江河径流量，对缓解水资源供需矛盾，保障经济社会可持续发展具有重要的长远意义。

四是保障重大活动顺利开展的需要。随着我国经济社会发展，各种重大社会活动和突发公共事件对人工消（减）雨的需求不断增长。为保障北京奥运会、新中国成立 60 周年首都庆典、广州亚运会、西安世园会、南京青奥会等重大活动顺利进行，各地成功组织开展了人工消（减）雨作业，效果显著，得到了社会各界的普遍赞誉。随着我国承办的重要国际性会议赛事和各类重大活动不断增多，以及应对突发公共事件的要求不断提高，对人工影响天气的保障需求将更加频繁和迫切。

2 . 可行性

一是云水资源开发潜力巨大。研究表明，我国大陆上空平均水汽输入总量约为 18.2 万亿立方米，输出总量约为 15.8 万亿立方米，每年净输入量约为 2.4 万亿立方米，占输入总量的 13%。在现有技术条件下，我国人工增雨潜力每年约 2800 亿立方米，而目前实际年增雨量仅为 500 亿立方米左右，空中云水资源有着巨大的开发潜力。

二是科学技术快速发展。我国在人工增雨（雪）、防雹、消雾、消云等作业监测、条件识别、作业机理、技术方法、效果评估和装备研发等方面，取得了一批理论和技术成果并应用于业务。云数值

模式产品和云水资源监测评估技术已投入业务应用，冷云催化剂催化效率提高 10 倍以上，国产暖云催化剂应用取得突破性进展，高性能增雨（雪）飞机即将投入运行，火箭作业实现了计算机远程控制。机载云粒子探测仪器、双偏振雷达、多通道微波辐射计等装备研发和业务应用取得突破，信息网络技术的快速发展为人工影响天气实时指挥和高效作业提供了坚实技术支撑。

三是已有工作基础较好。我国自 1958 年开展人工影响天气工作以来，建立了较为完备的法律法规和政策制度，建设了具备基本功能的业务技术体系和标准规范，培养了一支能吃苦、讲奉献的人才队伍。人工影响天气工作得到了各级党委和政府的高度重视，已被广泛纳入各级规划和财政保障，受到社会的普遍认可，特别是农民的高度期盼。

二、目标和原则

（一）指导思想

以邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观为指导，以党的十八大和十八届三中、四中全会精神为统领，贯彻落实 44 号文件，把人工影响天气作为防灾减灾、农业公共服务体系建设和水资源安全保障的有力手段、重要举措和有效途径，科学合理布局，增强区域统筹能力，完善体制机制，加快关键技术的科技创新，强化基础设施和装备建设，不断提高作业能力、管理水平和服务效益，为经济社会发展和人民群众安全福祉提供坚实保障。

（二）发展目标

规划任务完成后，建立较为完善的人工影响天气工作体系，基本形成六大区域发展格局，基础研究和应用技术研发取得重要成果，基础保障能力显著提升，协调指挥和安全监管水平得到增强，人工增雨（雪）作业年增加降水 600 亿立方米以上，人工防雹保护面积由目前的 47 万平方千米增加到 54 万平方千米以上，人工消减雾、霾试验取得成效，服务经济社会发展的效益明显提高。

（三）基本原则

1 . 坚持需求引领、科技驱动

紧密围绕粮食生产、生态文明建设和经济社会发展需求，坚持人工干预和自然生态、区域协调的科学统一，发展以云水资源综合利用为根本出发点的人工影响天气事业。加强基础科学研究和关键技术研发，加强科技创新，提高作业水平和服务效益。

2 . 坚持统筹协调、区域联合

统筹国家战略与地方需求，科学设计适合我国国情、规模适度、功能合理、上下协同的全国人工影响天气布局和工作体系。打破地域隔阂，整合和共享各种资源，建立以行政区域为基础、统分结合的管理体制机制。

3 . 坚持整体设计、分步推进

统筹兼顾业务布局和服务需要，软硬并重。重视基础设施、技术装备和指挥平台建设，注重体制机制、人才队伍建设，加强科学管理。合理确定发展时序和步骤，循序渐进、突出重点，坚持效益先导、务求实效，分步推进规划实施。

4 . 坚持安全管理、科学规范

依照法律法规，严格规章制度，科学规范操作流程，确保人工影响天气工作的安全、高效、有序。密切气象、军队、公安、民航等的协作，强化空域申请、弹药储运、转场交通、作业人员等的安全监管，实现安全管理的统一协调。

三、总体布局

按照 44 号文件要求，根据《全国主体功能区规划》等国家粮食、生态、水资源战略和区域发展、地方需求，结合我国开展跨省（区、市）作业实际，进行区域布局，设立重点作业保障区，合理布设作业飞机，适当建立飞机作业保障基地。以提高作业水平为目的，建立若干试验示范基地，开展作业示范和技术推广。

（一）区域布局

1 . 区域划分的原则

适当考虑我国传统的几大行政区域划分情况，在《人工影响天气发展规划（2008-2012 年）》作业示范区和重点作业区等布局的基础上，进一步综合考虑国家发展战略的重点作业需求、区域发展的规划格局、天气系统分布特征、空域管理格局和气象业务区域划分等主要因素，兼顾其他相关行业分区管理布局，统筹确定、合理划分各区域。

（1）衔接国家战略发展格局的原则

衔接新增千亿斤粮食生产能力规划的生产布局。《全国新增 1000 亿斤粮食生产能力规划（2009-2020 年）》的粮食生产区布局分

为核心区和非主产区产粮大县。核心区分为东北、黄淮海和长江流域，非主产区产粮大县分布在华东、华南、西南、西北地区。人工影响天气区域布局的划分尽量与粮食生产区布局全面衔接。

衔接全国生态规划的布局。《全国生态保护与建设规划（2013-2020年）》将全国生态保护与建设划分为黄河上中游地区、长江上中游地区、三北风沙综合防治区、南方山地丘陵区、北方土石山区、东北黑土漫岗区、青藏高原区、东部平原区、海洋区等9个区域。人工影响天气区域布局的划分尽量与生态区的划分相衔接。

衔接全国抗旱规划的区域布局。《全国抗旱规划》将全国抗旱布局划分为东北地区、黄淮海地区、长江中下游地区、华南地区、西南地区、西北地区等6个区域。人工影响天气区域布局的划分尽量与抗旱区域布局相衔接。

（2）与区域发展规划格局相对应的原则

国家重要的区域发展规划主要有东北振兴“十二五”规划、西部大开发“十二五”规划、成渝经济区区域规划、中原经济区规划、长江三角洲地区区域规划、珠三角地区改革发展规划纲要等。人工影响天气区域布局的划分尽量与区域发展规划格局相对应。

（3）兼顾其他行业发展需求的原则

《水利发展规划（2011-2015年）》提出了“加快区域人工影响天气中心建设”的要求，《全国森林防火中长期发展规划（2009-2015年）》划分了东北、西南、西北、东南、中部和华北6个森林防火

建设区域，《中国烟草种植区划》划分了西南、东南、长江上中游、黄淮和北方等 5 个一级烟草种植区，《林业发展“十二五”规划》划分了东北森林区、西北风沙区、沿海区、西部高原区、长江、黄河、珠江、中小河流及库区、平原农区、城市区等 10 个生态屏障区。人工影响天气规划区域的划分尽量兼顾相关行业的需求和规划布局。

（4）关联气象业务体系的原则

我国气象业务的区域布局为东北、西北、新疆、华北、华中、西南、华东、华南等 8 个区域。人工影响天气区域布局的划分尽量与气象业务体系关联，有机衔接其他气象业务。

（5）与空域管理格局对接的原则

我国空域分属沈阳军区、兰州军区、北京军区、济南军区、成都军区、南京军区和广州军区划区域管理，民航空中交通管理分为东北、西北、新疆、华北、中南、西南、华东空管局。人工影响天气区域布局的划分充分考虑空域管理布局，尽量与其对接。

（6）有利于同类云系统一作业的原则

适合作业的天气系统在一定程度上都具有地域性的特点，如影响东北区域的东北冷涡、影响西北区域的高原低槽、影响西南区域的西南涡、影响长江中下游和淮河流域的江淮气旋及华北冷涡、华南准静止锋等。人工影响天气区域布局尽量将同类作业天气系统划到同一个区域，以利于区域内的作业探测、作业装备、催化类型、作业预警的统一布局和联合作业。

(7) 延续上轮规划的原则

《人工影响天气规划(2008-2012年)》划分了三江源、祁连山、新疆山区、东北等4个示范区和华北环北京地区、豫鲁皖苏产粮区、西南特色农业水电区、华中丹江口水库集水区、鄱阳湖流域生态区、赣粤东江水库集水区等6个重点作业区。人工影响天气区域的划分尽量延续上轮规划的划分，并加以修订完善。

2. 区域划分方案

根据上述原则，将全国分为东北、西北、华北、中部、西南和东南6个人工影响天气区域(见图8全国人工影响天气区域布局示意图)，其中东北、中部和东南3个区域分别与我国三大粮食生产核心区对应，西北区域重点保障生态环境安全，华北区域重点保障京津冀首都圈水资源安全，西南区域重点保障特色农业生产和水库蓄水发电。具体划分如下：

(1) 东北区域

该区域包括吉林、辽宁、黑龙江等3省全境及内蒙古自治区东部4个地市(呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市、赤峰市)，面积125万平方千米，为粮食生产和生态保护的重点地区，是我国最大的玉米、优质粳稻和大豆产区。区域内大小兴安岭森林生态功能区和长白山森林生态功能区被列入水源涵养国家重点生态功能区(见图9东北区域人工影响天气功能布局示意图)。

(2) 西北区域

该区域包括甘肃、陕西、青海、宁夏、新疆(含新疆生产建设

兵团)等5省(区)全境及内蒙古自治区西部4个地市(阿拉善盟、巴彦淖尔市、乌海市、鄂尔多斯市),面积约353万平方千米,是我国生态功能区最集中的区域,也是重要的农经作物生产区。区域内水源涵养型国家重点生态功能区数占全国的50%。(见图10西北区域人工影响天气功能布局示意图)。

(3) 华北区域

该区域包括北京、天津、河北、山西等4省(市)全境和内蒙古自治区中部4个地市(呼和浩特市、包头市、锡林郭勒盟、乌兰察布市),面积68万平方千米,是我国政治文化的核心区和生态保护与农经作物生产区,水资源供需矛盾非常突出,为全国人均缺水最严重的地区(见图11华北区域人工影响天气功能布局示意图)。

(4) 中部区域

该区域包括河南、江苏、安徽、山东、湖北等5省,面积75万平方千米,为我国粮食生产和生态保护的重点地区,也是小麦、玉米和稻谷优势产区。区域内的丹江口水库集水区是南水北调中线工程调水的水源地,大别山为国家重点生态功能区(见图12中部区域人工影响天气功能布局示意图)。

(5) 西南区域

该区域包括四川、广西、重庆、贵州、云南、西藏6省(区、市),面积约260万平方千米,是重要的特色农业生产基地、水电开发和生态保护的重点区域,也是全国最大的烤烟生产基地,水能资源蕴藏量约占全国的70%(见图13西南区域人工影响天气功能

布局示意图)。

(6) 东南区域

该区域包括江西、浙江、福建、湖南、广东、海南、上海 7 省(市)，面积 82 万平方千米，是粮食生产和生态保护的重点地区，也是稻谷重要生产区，其中江西、湖南是全国粮食生产核心区的省份。南岭山地森林和海南岛中部山区热带雨林被列入国家重点生态功能区，鄱阳湖、洞庭湖是我国最具世界影响的湿地。2011 年起开展的赣粤闽增雨作业实现了跨区域的飞机人工增雨作业，为跨省统筹调度作业打下了前期基础(见图 14 东南区域人工影响天气功能布局示意图)。

3. 区域牵头省份的选择

区域牵头省份的选择主要考虑其在区域中区位优势明显、人工影响天气工作基础扎实、前期具有组织跨省(区、市)作业经验并且人工影响天气保障任务重等方面。因此，选择吉林、甘肃、北京、河南、四川、江西等省(市)分别作为东北、西北、华北、中部、西南和东南区域的牵头省份，在长春、兰州、北京、郑州、成都和南昌建立区域中心，组织开展区域人工影响天气工作。

(1) 东北区域牵头省份

吉林省是我国率先开展人工影响天气工作的省份。经过 50 多年的发展，吉林省人工影响天气工作已从农业抗旱、防雹、森林草原防火的人工影响天气作业向开发利用空中云水资源、保护生态环境、增加水库蓄水和保障重大社会活动等多领域拓展。吉林省政府

率先购置了装备有先进云物理探测设备的人工增雨（雪）飞机，为人工影响天气专用飞机的运行管理起到了示范作用。2008年全国第一个人工影响天气联合开放实验室“中国气象局吉林省人民政府人工影响天气联合开放实验室”落户吉林省，建成了一系列科研、业务和学术交流平台，取得了一批科研成果，培养了一批科研人才。

2009年以来，吉林省牵头组织黑龙江、辽宁和内蒙古等省（区）开展了多次跨省（区）人工影响天气作业，初步建立了东北区域人工影响天气协调制度，积累了组织协调区域内人工影响天气力量开展跨省（区）联合作业的经验。

长春市是吉林省的省会，位于东北区域的地理几何中心，基础条件较好，交通便利，区位优势明显。在长春市建立东北区域人工影响天气中心，对组织协调该区域人工影响天气作业十分有利。

（2）西北区域牵头省份

甘肃省是我国最早开展人工影响天气的省份之一，也是西北区域气象中心所在地。经过半个多世纪的发展，甘肃的人工影响天气工作取得明显成效。2000年，甘肃省政府和气象局共同投资的甘肃省人工增雨防雹作业体系工程被列为甘肃省“十五”期间十大农业基础工程之一，该工程初步建立了甘肃省人工影响天气作业、监测和指挥平台，在一定程度上提高了甘肃省人工影响天气作业的科学水平。甘肃省先后主持或参与完成“祁连山空中云水资源开发利用研究”、“人工增雨技术研究及示范”等国家级科研项目研究，联合国内科研院所和高校，在祁连山开展了多年野外观测试验，取得

了一批科研成果，培养了一批科研人才。

2009年以来，甘肃省牵头组织陕西、青海、宁夏和内蒙古等省（区），开展了跨省（区）人工影响天气作业，初步建立了西北区域人工影响天气联席会议制度，组建了西北区域人工影响天气领导协调机构，制定了包括跨省（区）联合作业、业务交流与协调、经费结算等一系列制度，积累了组织协调西北区域人工影响天气力量开展跨省（区）联合作业的经验。

兰州市是甘肃省的省会，基础条件较好，区位优势明显，四周辐射陕、宁、青、新、蒙等省（区），是西北区域的交通枢纽。兰州市是我国重要的科研基地，地学科研实力在全国名列前茅，人工影响天气科技开发可以得到强有力的支持。在兰州市建立西北区域人工影响天气中心，对组织协调该区域人工影响天气作业十分有利。

考虑到西北地域广阔，在新疆乌鲁木齐市建立西北区域人工影响天气分中心。新疆陆地面积约占全国陆地总面积的六分之一，水资源短缺是制约其经济社会可持续发展的“瓶颈”。新疆也是我国最早开展人工影响天气工作的省份之一。近年来，新疆维吾尔自治区和新疆生产建设兵团共同组织实施了多次人工影响天气作业，工作基础良好、效益明显，已完成“天山山区人工增雨综合技术研究”等国家级科技项目以及“新疆人工增雨（雪）应急抗旱工程”等重大工程项目，在防灾减灾、增加水资源、改善生态环境、促进经济发展等方面发挥了重要作用。在乌鲁木齐市建立西北区域人工影响天气

分中心，对于增强兰州区域中心的指挥协调能力，更及时、高效地组织新疆维吾尔自治区和新疆生产建设兵团实施人工影响天气作业十分有利。

（3）华北区域牵头省份

北京市是华北区域气象中心所在地。通过实施北京市人工影响天气建设一期、二期工程，北京市人工影响天气的作业能力和科技水平明显提高。北京市云雾降水综合探测能力全国领先，拥有先进的飞机云降水探测系统。全市的 34 个地面作业点完成了初期标准化改造，可通过网络进行实时作业指挥和监控。初步建成了高效的作业指挥和通信系统，形成了一支由高、中级科技人员组成的高学历青年科技研发队伍，从事云雾降水等多个方向的研究，2012 年由北京市科委授予成立“云降水物理研究与云水资源开发北京市重点实验室”。

北京市自 2003 年开始联合河北省，在密云、官厅水库汇水区常年开展增蓄型飞机和地面人工增雨（雪）联合作业，同时还积极支援河北省张家口市开展增雨抗旱飞机作业以及周边地区森林灭火等应急作业，取得了明显成效。在 2008 年第 29 届夏季奥运会和残奥会开（闭）幕式、2009 年国庆 60 周年首都庆祝活动气象保障工作中，北京市组织协调华北 5 省（区、市）的人工影响天气力量科学构筑人工消减雨防线，成功保障了活动的正常进行。这些跨省（区、市）人工影响天气作业的实施，为组织协调华北区域人工影响天气力量开展跨省（区、市）联合作业奠定了良好的基础。

北京市是我国首都，基础条件好，位于华北区域的中心，区位优势明显。四周辐射津、冀、晋、蒙等省（区、市），交通便利。在北京市建立华北区域人工影响天气中心，对组织协调该区域人工影响天气作业十分有利。

（4）中部区域牵头省份

河南省人工影响天气工作自 1988 年恢复以来，在组织机构、法规体系、基础设施、技术装备、业务科研、人才队伍等方面取得了长足发展。人工影响天气服务领域包括粮食和农经作物生产、水库蓄水、林区生态保护、抗旱、城市生态改善等。人工影响天气作业由季节性向常年性、常规化转变，由应急抗旱型向蓄水型、生态型转变，由注重规模向注重提高科技水平、总体效益转变，由独立作业向区域联合作业转变，人工影响天气工作成效显著。

2009 年以来，河南省牵头，豫、鲁、皖、苏 4 省密切合作，探索建立了联合作业协作机制，开展了联合作业，制定了《豫鲁皖苏人工影响天气联合作业协作章程》、《豫鲁皖苏跨省人工影响天气联合作业实施方案》等，为组织协调中部区域人工影响天气力量开展跨省联合作业奠定了良好的基础。

郑州市是河南省的省会，基础条件较好，是中部区域的交通枢纽，区位优势明显。在郑州市建立中部区域人工影响天气中心，对组织协调该区域人工影响天气作业十分有利。

（5）西南区域牵头省份

四川省是我国最早开展人工影响天气工作的省份之一，也是西

南区域气象中心所在地。经过半个多世纪的发展，四川省人工影响天气工作取得长足进步，初步建立了省、市、县三级共享的人工影响天气监测、指挥、作业和通信系统。全省 21 个市（州）全部开展了人工影响天气工作，形成了由高、中级人才组成的技术队伍。近年来开展了大气探测、人工增雨潜力、人工防雹作业判据、空中云水资源评估等各类研发工作，实现了各类气象资料实时调用、飞机作业实时指挥以及与市（州）的可视会商，人工影响天气科技水平和能力得到明显提高。

近年来，四川省组织重庆、云南等省（区、市）开展了飞机跨省（区、市）联合作业，取得很好效果。2011 年建立了西南区域人工影响天气工作联席会议制度，制定了协作章程和日常跨省（区、市）作业方案，为组织协调该区域人工影响天气力量开展跨省（区、市）联合作业奠定了良好的基础。

成都市是四川省的省会，基础条件较好，位于西南区域中心，区位优势明显，四周辐射渝、黔、滇、藏等省（区、市）。成都是西南区域的交通枢纽。在成都市建立西南区域人工影响天气中心，对组织协调该区域人工影响天气作业十分有利。

（6）东南区域牵头省份

江西省人工影响天气作业能力、服务领域、规模和影响范围等方面处于东南区域领先水平。“十一五”期间，江西省空中云水资源开发利用工程列入了《江西省国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》。通过项目实施，初步建立了人工影响天气监测、指挥、

作业系统，形成了由高、中级技术人员组成的队伍。

2011年起，江西省牵头组织广东、福建等省率先开展了跨空域的赣粤闽飞机跨省人工增雨联合作业，为其它区域开展跨空域作业提供了示范。江西省在工作组织、空域申请、跨省作业实施上进行了探索，建立了联合保障空域、多省密切配合的业务运行、多省联合上机作业和飞行安全保障等机制，为开展东南区域跨省联合作业奠定了较好的基础。

南昌市是江西省会城市，基础条件较好，四周辐射湘、粤、闽、浙等省，交通便利，区位优势明显。在南昌市建立东南区域人工影响天气中心，对组织协调该区域人工影响天气作业十分有利。

(二) 重点保障区布局

根据国家战略和区域发展规划对人工影响天气的需求，设立重点保障区，开展重点保障的人工影响天气作业。

1. 布局原则

(1) 保障粮食安全的原则

依据《全国新增 1000 亿斤粮食生产能力规划(2009~2020 年)》布局，以重点保障粮食生产核心区和非粮食主产省的粮食生产大县的粮食生产为原则进行重点保障区的设立。

(2) 保障生态安全的原则

依据《全国生态保护与建设规划(2013-2020 年)》布局，以重点保障水源涵养型国家重点生态功能区的生态安全为原则进行重点保障区的设立。

(3) 保障水安全的原则

依据《全国抗旱规划》布局，以重点保障主要受旱地区、主要流域和水源工程的水资源配置为原则进行重点保障区的设立。

2. 布局方案

(1) 重点增雨（雪）保障区

东北区域：以保障粮食生产为主，兼顾生态和水源涵养需要。重点保障区包括东北平原粮食生产保障区（22.7 万平方千米）、大小兴安岭森林草原生态与防火保障区（34.7 万平方千米）、长白山水源涵养生态保障区（11.2 万平方千米）和黑松辽上游生态保障区（5.1 万平方千米）。

西北区域：以水源涵养型生态保护为主，兼顾农业生产需要。重点保障区包括祁连山水源涵养型生态保障区（18.5 万平方千米）、三江源生态保障区（36.3 万平方千米）、青海湖流域生态环境保障区（2.9 万平方千米）、新疆天山生态保障区（8.2 万平方千米）和红碱淖流域生态保障区（1 万平方千米）。

华北区域：以首都圈水资源安全保障为主，兼顾华北平原粮食生产需要。重点保障区包括冀晋蒙水源涵养生态保障区（16.9 万平方千米）、晋南冀南粮食生产保障区（3.2 万平方千米）和京津风沙源治理保障区（27.5 万平方千米）。

中部区域：以保障粮食生产为主，兼顾水源涵养型生态保护。重点保障区包括黄淮海和江汉平原粮食生产保障区（48.7 万平方千米）、南水北调中线工程水源保障区（7.1 万平方千米）、大别山伏

牛山生态保障区(8.8 万平方千米)和太湖巢湖蓝藻防治保障区(2.7 万平方千米)。

西南区域：以保障特色农业生产为主，兼顾粮食生产和水库增水发电。重点保障区包括川渝黔粮食主产保障区(22 万平方千米)、西南水电开发集水保障区(25 万平方千米)、藏东南森林生态保障区(30 万平方千米)和桂滇黔石漠化生态防治保障区(25 万平方千米)。

东南区域：以保障长江中下游粮食生产区为主，兼顾大湖区湿地生态保护。重点保障区包括长江中下游粮食生产保障区(17.5 万平方千米)、鄱阳湖洞庭湖湿地生态保障区(10.6 万平方千米)、南岭水源涵养生态保障区(22.3 万平方千米)和海南粤西热带经济作物生产保障区(6.7 万平方千米)。

(2) 重点防雹保障区

东北区域：主要保障粮食生产。重点保障区包括三江平原粮食生产保障区、内蒙古东部粮食生产保障区。

西北区域：主要保障农业生产。重点保障区包括新疆棉花生产保障区和陕甘宁果业生产保障区。

华北区域：主要保障华北平原农业生产。重点保障区包括汾河谷地果业生产保障区和冀东平原经济作物生产保障区。

中部区域：主要保障农业生产。重点保障区包括豫鄂西部烟叶林果生产保障区和黄淮海平原经济作物生产保障区。

西南区域：主要保障特色农业生产。重点保障区为云黔川渝经

济作物生产保障区。

东南区域：主要保障经济作物生产。重点保障区包括赣南等原中央苏区农经作物生产保障区、武夷山茶叶生产保障区、武陵山烟叶生产保障区。

(三) 作业布局

立足需求，科学测算，大力加强飞机作业力量，适度控制地面作业规模。增雨（雪）以飞机作业为主，地面作业为补充；防雹以发展新型的、安全性能高的作业装置为目标，逐步淘汰老旧高炮、火箭作业装置。

1. 飞机作业布局

飞机作业在人工影响天气工作中发挥着重要的作用。目前我国有 25 个省（区、市）开展飞机人工影响天气作业，共使用作业飞机 44 架，其中租用军队飞机 17 架（运-7、安-26 和运-8）、租用民航飞机 17 架（运-12、夏延III、奖状），地方政府自购飞机 10 架（运-12）。可投入人工影响天气作业的飞机数量有限，部分飞机面临退役，在季节性作业需求大时机源短缺现象非常突出，无法满足作业需求。目前使用的大多数飞机作业能力有限，不能满足跨区作业和混合云作业等对飞机航程、载重、升限等要求。

(1) 飞机布局的原则

按重点保障区作业需求和适合作业天气系统的覆盖范围，根据不同类型飞机的作业能力和探测能力，结合现有作业飞机的布局情况，考虑各地季节性作业调度需求，统筹测算飞机的建设规模，设

计作业飞机的建设布局。

第一，效益最大化。依据人工增雨（雪）作业目标云系的分布特征，充分考虑云系的移动路径并结合飞机性能确定作业飞机布局，最大限度地发挥每架作业飞机的效益，确保全国六大区域飞机人工增雨（雪）有效实施。

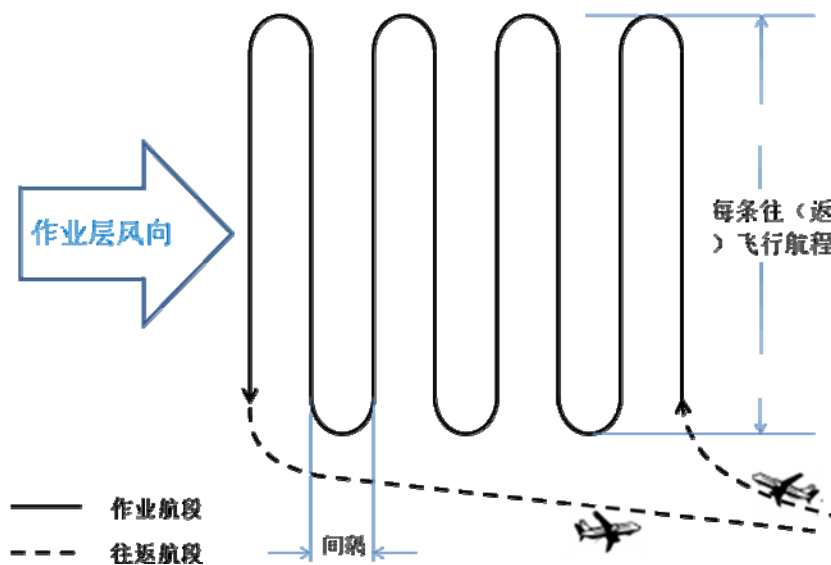
第二，分散布局。按飞机的性能，科学测算作业飞机常驻地（起降保障基地）距作业目标云系的距离，一次系统性天气过程可能和需要作业的飞行架次（与飞机性能有关），确定各区域内所需飞机的数量及类型；同时结合区域内机场的分布，适当分散作业飞机常驻地。

第三，合理调配。各区域根据本区域内每次作业云系的分布特征和移动规律、飞机布局、机场起降条件实况、飞机飞行作业能力以及各地季节性作业需求等，采取科学流动与飞机转场作业相结合的方式合理调配作业飞机。

第四，满足重点保障区和跨区作业。按照适度从紧、灵活调度、高效运行的原则，立足现有机场分布及其起降条件，综合考虑不同类型作业飞机性能、重点保障区需求以及作业飞机常驻地人工增雨（雪）作业技术保障和业务能力等条件，在综合保障条件优越的作业飞机常驻地建设区域或省级作业飞机专业保障设施，并优先选择为高性能飞机的起降机场，实现飞机可随时承担跨区域、转场飞行作业任务的目的，最大限度地发挥新建高性能飞机的作用。

（2）飞机建设规模的测算

飞机最大作业面积的估算：飞机最大作业面积是指飞机播撒的催化剂扩散后可影响的水平范围，一般按通用的 S 型航线设计（见下图），取近似长方形进行测算。飞机航线选择与作业层风向垂直的航向，由云前端开始进行作业。飞机作业催化剂扩散宽度约为 10 千米，飞机在云层中作业时，其相对于地面的航线按相距一定间隔进行往（返）飞行作业。往（返）飞行航线间的间隔根据作业层风速和单次往（返）飞行航程所需时间而定，确保相对于云的飞机往（返）飞行航线间隔在 10 千米左右。相对于地面的往（返）飞行航线的间隔与作业层风速成反比关系。对静止的云，往（返）飞行航线间隔为 10 千米；对移动的云，在往（返）飞行航程的时段内，云相对地面移动距离达到 10 千米时，飞机按相对于地面的原航线往（返）飞行；云移动速度过快时，适当减小往（返）飞行的航程，或朝顺风方追云作业，确保对云的全覆盖作业。



S 型飞机作业航线设计图

飞机最大作业面积可以飞机作业时段航程与催化剂侧面扩散

距离的乘积来估算，即作业航程乘以 10 千米。以东北区域人工影响天气能力建设项目已建的新舟-60 飞机和地方目前普遍使用的运-12 飞机为参考机型，分别估算其最大作业面积。

新舟-60 飞机最大作业面积的估算：飞机的最大航行时间以 6 小时计，通常安全预留 1 小时、起降往返 2 小时，实际航行作业时间为 3 小时，航速为 320 千米/小时。该型飞机作业航程为 960 千米，最大作业面积为 9600 平方千米。对飞机多次往返飞行可能产生的部分减损作业面积进行调整后，新舟-60 飞机一架次作业的最大作业面积约为 9000 平方千米。

运-12 飞机最大作业面积的估算：飞机的最大航行时间以 4.5 小时计，通常安全预留 1 小时、起降往返 2 小时，实际航行作业时间为 1.5 小时，航速为 220 千米/小时。该型飞机作业航程为 330 千米，最大作业面积为 3300 平方千米。对飞机多次往返飞行可能产生的部分减损作业面积进行调整后，运-12 飞机一架次作业的最大作业面积约为 3000 平方千米。

天气过程适合作业面积的测算方法：适合飞机增雨（雪）作业的目标云系大都为比较稳定的系统性降水天气过程的云系，按云系中适合作业的范围进行作业面积测算。

飞机建设规模的测算和布局：按天气过程适合作业的范围和飞机最大作业面积（能力）进行飞机建设规模的测算和布局。

（3）飞机性能选择的考虑因素

飞机升限：不同区域、不同季节的天气系统，云系特点和性质

不同，最佳作业高度也不相同，对作业飞机的升限要求也不一样。对冷云实施催化作业的有效温度层一般为 $-5 \sim -20^{\circ}\text{C}$ ，作业云层高度较高，对作业飞机升限的要求也较高。对暖云实施催化作业的有效温度层在 0°C 以上，作业云层高度相对较低，对作业飞机升限的要求也低。多数情况下，仅对纯暖云作业的区域很少，作业云层多为混合云或冷云，对作业飞机升限的要求应按冷云催化的高度来设计。适合我国不同区域、不同季节开展作业的飞机升限要求一般为8000~10000米。

飞机载重性能：飞机对冷云和混合云作业，一般需要加装碘化银发生器、液氮或液态二氧化碳罐、干冰播撒器等设备。飞机对暖云作业，一般需要加装吸湿性焰剂发生器、吨级吸湿剂播撒设备。为便于针对性地实施跨区域作业，飞机一般应装载冷云和暖云综合播撒设备。根据上述作业要求，承担全年性、大范围、跨区域作业的高性能飞机载重能力应为4~6吨，承担季节性、小范围作业的飞机载重能力一般不得低于2吨。

飞机航速：为提高飞机增雨（雪）作业的时效，获得最佳作业效果，要求飞机具有一定的播撒强度（播撒强度是指在给定的云体空间、单位时间内播撒催化剂的剂量）。飞机作业的播撒强度与飞机航行速度密切相关。国际通行的飞机作业播撒强度一般要求飞机航速不宜过快；飞行时间和航速决定飞机航程，飞机航速也不宜过慢；机载探测仪器设备进行探测需要一定的响应时间、取样密度，要求飞机航速不宜过快或过慢。综合考虑播撒强度、探测仪器的要

求，人工增雨（雪）作业与探测飞机的航速一般应为 200~500 千米/小时。

飞机续航能力：承担大范围作业的高性能飞机应具备较长的续航能力，能够大范围内监测空中云水资源的分布、探测作业条件，并能及时飞抵作业目标区实施作业，一般要求飞机续航能力达到 2000 千米以上、巡航时间 5~7 小时。配合高性能飞机大范围作业，承担季节性、小范围作业的飞机，一般要求飞机续航能力达到 1000 千米左右、巡航时间 2~4 小时。

抗结冰能力：我国绝大部分区域作业目标云系以冷云为主，云层中存在大量过冷水滴，在一定温度条件下易使飞机表面结冰，会对作业飞机飞行安全造成威胁。承担全年性、大范围、跨区域作业的高性能飞机，飞行条件更为复杂，应具备较强的抗结冰能力；承担季节性、小范围作业的飞机，应具备一定的抗结冰能力。

飞机易改装性能：飞机作业和探测，需要在飞机内外加装相应的播撒装置和多种探测设备，要求飞机具有较好的易改装性，即改装后不影响飞机的安全性和密封性，对飞机气动性能影响小。

（4）各区域对作业飞机的要求

根据各区域的气候、地域、地理地貌和作业云系的不同，选择配备不同性能的作业飞机，满足作业的需求。

东北区域：该区域高纬高寒，作业云系以层状冷云为主，不同季节最佳作业高度 3000~5000 米。承担东北区域全年性、大范围、跨区域跟踪云系作业的高性能飞机，升限应在 6000 米以上、续航

能力应达到 2000 千米以上、巡航时间应达 5 小时以上，具有抗结冰能力强、易于改装、能够装载多种作业播撒装备和探测仪器、载重 5 吨以上等能力。

西北区域：该区域飞机人工增雨（雪）作业的主要目标是受山脉（天山、昆仑山、阿尔泰山、祁连山、秦岭）作用形成的水平尺度及影响范围比较广的地形云系，该云系以积层混合云为主，适宜于飞机作业的高度范围随季节和地域的不同而变化，最佳作业高度 4000~8000 米。该区域海拔高、地形复杂，高空风切变大，需要选用机体较大、升限 8000 米以上、续航能力 2000 千米以上、巡航时间 5 小时以上、抗结冰能力强、易于改装、能够装载多种作业播撒装备和探测仪器、载重 5 吨以上的高性能飞机。

华北区域：该区域内多为大范围、稳定性的层状云系。作业对象多为混合云，适合飞机作业的高度范围随季节和地域的不同而变化，最佳作业高度为 2000~6000 米。该区域可进行飞机人工增雨（雪）的地域范围较广，催化作业的概率高，需要能跟踪云系进行远距离跨区域连续作业、升限 6000 米以上、续航能力 2000 千米以上、巡航时间 5 小时以上、抗结冰能力强、易于改装、能够装载多种作业播撒装备和探测仪器、载重 5 吨以上的高性能飞机。

中部区域：该区域适合飞机作业的高度范围随季节和地域的不同而变化，最佳作业高度为 3000~7000 米。人工增雨（雪）作业需要能跟踪云系进行远距离跨区域连续作业、升限 7000 米以上、续航能力 2000 千米以上、巡航时间 5 小时以上、抗结冰能力强、

易于改装、能够装载多种作业播撒装备和探测仪器、载重 5 吨以上的高性能飞机。

西南区域：该区域内适宜于飞机作业的云系以积层混合云为主，可催化的云层包括冷暖两种类型，冬春季和夏秋季最佳作业高度分别为 4000~6000 米和 3000~7000 米。西南区域云中液态水含量较高，需要能跟踪云系进行远距离跨区域连续作业、机舱宽敞、升限 8000 米以上、续航能力 2000 千米以上、巡航时间 5 小时以上、抗结冰能力强、易于改装、能够装载多种作业播撒装备和探测仪器、载重 5 吨以上的高性能飞机。

东南区域：该区域面积 82 万平方千米。区域内适宜于飞机作业的云系多为积层混合云系，云系平均厚度、高度、持续时间、液态水含量均高于北方地区。适合飞机作业的云层包括冷暖两种类型，最佳作业高度为 1000~8500 米。应选用机舱宽敞、升限 8000~10000 米以上、续航能力 2000 千米以上、巡航时间 5 小时以上、抗结冰能力强、易于改装、能够搭载多种冷云和暖云催化装备、载重 5 吨以上的高性能飞机。

零散布设于各省（区）、开展季节性人工增雨（雪）作业的飞机，续航能力应达到 1000 千米、巡航时间应达 3 小时以上，升限应不低于 6000 米，且具有一定的抗结冰、易于改装、能装载多种作业播撒装备和探测仪器、载重 1.5 吨以上等能力。

（5）作业飞机的建设规模和布局

根据适合作业天气系统的作业面积，结合增雨（雪）作业保障

需求，按各类飞机的作业覆盖能力（最大作业面积），进行飞机建设规模的综合测算。综合各区域各季节对作业飞机的需求，统筹全国飞机的分区域、分季节布局，最大限度地提高飞机的使用率。按飞机的资产归属，区分国家作业飞机和地方作业飞机。其中，国家作业飞机由国家人工影响天气中心根据各区域的需求在全国范围内统一调度，主要承担重点增雨（雪）保障区的作业任务。地方飞机优先在所属的区域内调度，承担地方作业任务并配合开展重点增雨（雪）保障区的作业任务。各区域内国家作业飞机和地方作业飞机建设规模主要根据区域内典型作业天气系统的作业面积、重点增雨（雪）保障区的作业需求统筹测算，不同性能的飞机有效作业范围要互相衔接。

东北区域：该区域重点增雨（雪）保障区面积 73.7 万平方千米。西风带高空槽天气系统的云系是该区域适合作业且出现频率最高的云系（占 45.1%），通常此类云系长 500~600 千米，适合人工增雨（雪）的云区为云系前部宽 90~100 千米的云带，即适宜进行飞机人工增雨（雪）作业的作业面积为 4.5 万~6 万平方千米。夏季东北区域冷涡云系的作业面积更大，平均达到 7 万平方千米。东北区域需要 2~5 架国家作业飞机、5~7 架地方作业飞机开展保障作业。东北区域人工影响天气能力建设工程已投资建设 3 架高性能作业飞机，建成后与地方作业飞机相匹配，基本满足该区域作业需求。

西北区域：该区域重点增雨（雪）保障区面积 66.9 万平方千米。

区域作业云系以积层混合云为主，适宜飞机增雨（雪）作业的面积 为 5.5 万~9 万平方千米，需要 2~4 架国家作业飞机、2~8 架地方 作业飞机开展保障作业。

华北区域：该区域重点增雨（雪）保障区面积 47.6 万平方千米。 适宜于飞机增雨（雪）的主要云系为西风槽和冷锋云系，二者出现 比例多达 70%左右。此类云系适合作业的云带宽 100~130 千米、 长度 400~500 千米，适合作业面积为 4.0 万~6.5 万平方千米，需 要 3~4 架国家作业飞机、4~9 架地方作业飞机开展保障作业。

中部区域：该区域重点增雨（雪）保障区面积 67.3 万平方千米。 该区域适宜飞机增雨（雪）作业的面积 为 6~6.5 万平方千米，需要 2~4 架国家作业飞机、4~5 架地方作业飞机开展保障作业。

西南区域：该区域重点增雨保障区面积 102 万平方千米。西南 涡云系是该区域适合飞机增雨作业的主要云系，作业面积为 5.0 万~7.5 万平方千米，需要 2~4 架国家作业飞机、3~5 架地方作业 飞机开展保障作业。

东南区域：该区域重点增雨保障区面积 57.1 万平方千米。区域 内适宜飞机增雨作业的云系多为积层混合云系，作业面积为 1.5 万~4.5 万平方千米，需要 1~3 架国家作业飞机、3~7 架地方作业 飞机开展保障作业。

全国各区域各季节适合增雨（雪）作业天气系统作业面积的累 计面积为 29 万~36 万平方千米，其中 17 万平方千米左右的作业任 务主要由国家作业飞机承担，其余 12 万~19 万平方千米的作业任

务主要由地方作业飞机承担。

(6) 作业飞机保障基地和飞机驻地专业保障设施布局

根据作业飞机建设规模，建立专门的飞机保障基地，保障飞机作业装备和探测设备的研发、标定和维修；建立相应的作业飞机驻地专业保障设施，保障飞机作业的顺利开展。

飞机保障基地的布局：在全国建设 2~3 个飞机保障基地。基地优先选择具备保障飞机探测设备和作业设备的标定、新技术应用和维修维护条件的地区，同时考虑与机场的距离、机场基础设施（跑道等）条件、机场净空条件、空域调配能力、通信保障能力、作业飞机保障经验以及交通便利程度等，确保飞机探测和作业设备飞行测试的顺利开展。飞机保障基地的选择，还应考虑当地政府的积极性和支持力度。

飞机驻地专业保障设施布局：飞机驻地专业保障设施主要布设在重点保障区，其中东北区域 3 处、西北区域 4 处、华北区域 2 处、中部区域 3 处、西南区域 4 处、东南区域 3 处。地方作业飞机的专业保障设施按满足当地作业需求进行统筹布局。

2. 地面作业布局

地面作业装备主要包括高炮、火箭和烟炉。其中，高炮主要用于防雹作业，烟炉主要用于增雨（雪）作业，火箭既用于增雨（雪）作业，也用于防雹作业。

(1) 地面作业布局原则

坚持以提高装备性能为核心，根据实际需求、作业天气类型和

作业目的进行科学布局，提高地面作业的科技水平、安全性能和作业效率。

（2）高炮和火箭作业面积的估算

高炮和火箭作业装置的作业面积由满足作业高度要求时携带催化剂的炮弹、火箭弹所能达到的水平距离决定。高炮作业炮弹所能达到的有效水平距离与作业仰角和炮弹引信自炸时间有关，火箭作业火箭弹所能达到的有效水平距离与作业仰角和火箭终止播撒时间有关。高炮和火箭的最大可能作业面积按 45° 仰角、全方位角（ $0 \sim 360^\circ$ ）作业炮弹、火箭弹所能达到的有效范围进行估算。

火箭的可能作业面积：不同型号火箭作业所能达到的水平距离差异较大，在仰角 45° 作业所达水平距离为 $4 \sim 8$ 千米，即不同型号火箭以 360° 全方位作业时所能达到的作业面积为 $50 \sim 201$ 平方千米。按新型火箭估算，其作业面积为 200 平方千米。

37mm 高炮的可能作业面积：各地根据当地情况选择使用的 37mm 炮弹引信自炸时间为 $8 \sim 20$ 秒。按 45° 仰角作业所达水平距离为 $2.8 \sim 5.2$ 千米，以 $0 \sim 360^\circ$ 方位角作业所能达到的作业面积为 $24.6 \sim 84.9$ 平方千米。37mm 高炮的可能作业面积可按 60 平方千米计。

57mm 高炮的可能作业面积：57mm 炮弹引信自炸时间按 $10 \sim 24$ 秒计，在仰角 45° 作业所达水平距离为 $3.7 \sim 6.6$ 千米，以 360° 全方位作业所能达到的作业面积为 $43 \sim 136.8$ 平方千米。57mm 高炮的可能作业面积可按 120 平方千米计。

(3) 防雹火箭（高炮）建设规模和布局

根据本规划目标，全国防雹保护面积将达 54 万平方千米，根据前述地面作业布局原则，在技术成熟时，可布设约 2700 架新型火箭（高炮）以替代目前的 37mm 高炮。

根据防雹作业需求和冰雹天气的影响范围，在冰雹源头和移动路径关键点科学布设作业站点。在西部人口密度小的防雹保障区可少量布设安全性能高、防雹效果好的高炮作业装置。

(4) 增雨（雪）火箭建设规模和布局

火箭主要针对不适合飞机作业的局地、对流性天气开展增雨（雪）作业，根据火箭作业可移动的特点和当地道路交通状况，确定一定范围作为作业集结单元，遇到适合开展作业的天气时，迅速集结火箭作业装置，开展作业。作业集结单元内的火箭作业装置需求数量，根据适合作业的局地、对流性天气影响范围和火箭作业装置的作业能力进行测算。

全国适合作业的局地、对流性天气影响范围平均约为 1000 平方千米，按单架新型火箭作业覆盖面积 200 平方千米计，每个作业集结地需布设约 5 架移动火箭作业装置。

按火箭作业集结速度和时间，全国可调集火箭的平均距离约为 30 千米，作业集结单元面积为 $60 \times 60 = 3600$ 平方千米，即平均 3600 平方千米内需布设约 5 架火箭作业装置。按全国适合火箭增雨（雪）保障的面积 360 万平方千米计，需布设新型火箭作业装置 5000 架左右。

(5) 地面烟炉的布局

布设在有作业需求且具备烟炉作业条件的山区，开展增雨(雪)作业。

(四) 试验示范基地布局

44号文件强调，要增强人工影响天气科技支撑能力，加快相关重点实验室和试验示范基地的建设，加强对人工增雨(雪)、消雾、防雹机理研究，加强作业示范区建设。因此，建设必要的人工影响天气试验示范基地和功能先进的云雾物理实验室，作为人工影响天气重大基础性、关键技术试验研究平台，将科学研发和推广应用相结合，不断深化对云降水物理过程的了解、增强人工影响天气科技支撑能力，对于提高全国人工影响天气科技水平和总体效益，促进人工影响天气工作健康可持续发展，具有非常重要的意义。

1. 布局原则

试验示范基地的布局按作业云系和作业天气类型、地理区域代表性以及服务保障需求类型等分类原则，建设必要的人工增雨(雪)、防雹、消雾试验示范基地和高山云雾试验基地，有组织地在不同地理区域、针对典型的天气类型和云系开展不同目的的作业试验，为其它地区提供示范和指导，以提高我国人工影响天气的作业水平和作业效益。

(1) 作业云系和作业天气分类原则

按不同作业云系(层状云、积状云、混合云、地形云、冷云、暖云等)、作业天气类型(西风槽、锋面云系、高空低涡等)和气

候特征（高寒、湿热等）进行分类，分别建立针对不同作业云系进行不同作业目的的试验示范基地。

（2）地理区域代表性原则

按不同区域的地理地貌（高山、平原、绿洲、高原等）特征进行分类，分别建立针对不同地域进行不同作业目的的试验示范基地。

（3）服务保障分类原则

按增雨（雪）、防雹、消雾等作业保障类型进行分类，分别建立试验示范基地。

2. 布局方案

根据我国不同地理区域的天气气候背景和服务保障需要，针对典型的作业天气类型和作业云系、结合不同作业目的，合理建设必要的人工增雨（雪）、防雹、消雾试验示范基地和高山云雾试验基地及云雾物理实验室，并建设相应的外场试验区，有组织地设计和开展试验研究、作业试验示范，为其它地区开展类似的作业服务提供科技指导。

（1）增雨（雪）试验示范基地

根据不同作业云系、作业天气类型、区域地理特征和人工增雨（雪）业务及试验研究需要，分别在吉林、内蒙古、甘肃、新疆、山西、河南、四川和江西等省（区）建立增雨（雪）试验示范基地，在河北建立飞机增雨（雪）综合试验示范基地，开展针对各地典型降水云系的人工增雨（雪）理论与应用技术、效果评估技术试验研

究。结合云雾物理实验研究和数值模拟，建立不同区域典型降水云系的概念模型与增雨（雪）作业模型，形成针对不同天气类型和云系特征、不同季节、不同地域开展人工增雨（雪）作业的成套技术，进行人工增雨（雪）作业示范。

（2）防雹试验示范基地

根据我国不同区域雹云特征和人工防雹业务及试验研究需要，分别在黑龙江、新疆、天津、湖北、云南和湖南等省（区、市），建立低丘陵防雹、绿洲防雹、城市防雹、丘陵防雹、高原防雹和山地防雹试验示范基地，开展针对不同云系的人工防雹理论与应用技术、效果评估技术试验研究。结合云雾物理实验研究和数值模拟，建立不同区域典型作业云系的雹云概念模型与防雹作业模型，形成针对不同地域、不同天气类型和云系特征、不同季节开展人工防雹作业的成套技术，进行人工防雹作业示范。

（3）消雾试验示范基地

根据我国不同区域、不同季节的雾生消情况，以及冷暖雾特征和人工消雾试验研究需要，分别在北京、山东、重庆和广东等省（市）建立冷雾、平原雾、地形雾和暖雾的消雾试验示范基地，探索开展针对不同类型雾（平流雾、辐射雾、蒸发雾；冷雾、暖雾等）的人工消雾理论与应用技术、效果评估技术试验研究。结合云雾物理实验的研究和数值模拟，确立相应的消雾作业的宏微观作业条件综合监测识别技术，形成针对不同地域、不同类型的冷雾与暖雾人工消除技术，为人工消雾作业提供指导。

(4) 高山云雾试验基地

选择我国典型气候区域内云雾出现概率大的高山，在现有高山气象观测站的基础上增设相关云雾物理观测设备，建立高山云雾试验基地。配合试验示范基地和云雾物理实验研究，有系统、有组织、有计划地开展云雾物理观测试验，研究地面和云雾内部温压湿分布、风场特征、大气凝结核、云滴微结构、云含水量、大气气溶胶物理化学特性、云雾化学特征、边界层结构、大气能见度等云物理结构及演变、气溶胶和云雾降水的转化与作用机理等。

(5) 云雾物理实验室

在北京周边建设国家级人工影响天气云雾物理实验室，有针对性地开展气溶胶、云、雾、降水和人工影响天气重大基础性和关键技术研究，开展新型高效催化剂、催化工具和作业技术方法研究，提高人工影响天气综合探测、决策指挥、催化技术、效果检验、装备保障等方面的总体技术水平，为组织实施大规模人工影响天气作业以及重大应急保障服务提供强有力的技术支撑。

四、提升业务能力主要任务

围绕防灾减灾、缓解水资源短缺、保障粮食安全、促进生态文明建设等，开展人工影响天气工作。建设系列化作业飞机和探测飞机，列装现代化地面作业装备，提高作业能力；加强试验示范基地建设和关键技术研发，提高科技支撑能力；建立完善人工影响天气探测系统，提高决策指挥水平。

(一) 加强飞机作业能力建设

1 . 飞机综合性能总体技术要求

承担全年、大范围、跨区域作业的国家作业飞机，续航能力应达到 2000 千米以上，巡航时间应达到 5 小时以上，同时具有较强的抗结冰、易于改装、装载多种作业播撒装备和探测仪器，载重量达 5 吨以上等能力。地方作业飞机的续航能力应达到 1000 千米、巡航时间应达到 3 小时以上，最大升限不低于 6000 ~ 10000 米，且具有一定的抗结冰、易于改装、能装载多种作业播撒装备和探测仪器，载重 1.5 吨以上等能力。

2 . 加快国家作业飞机建设

加快续航能力强、升限高、巡航时间长、负载大、抗结冰能力强的国家作业飞机建设，满足大范围、跨区域、复杂天气的作业需求。按照前述飞机性能选择的考虑因素，并结合各区域主要作业天气系统的影响范围、作业云系特点、作业催化类型和地理环境等因素，选择不同类型的高性能飞机；按飞机作业能力和重点作业需求，测算飞机建设的规模。国家作业飞机布设在各区域的重点增雨（雪）保障区，主要开展保障国家粮食安全、水资源安全、生态安全和农经作物生产的增雨（雪）作业，适当保障地方的作业需求。

3 . 完善地方作业飞机建设

进一步完善地方作业飞机建设，在保障区域性作业的同时，弥补国家作业飞机的不足。按照前述飞机性能选择的考虑因素，并结合各地的作业需求以及主要作业天气系统的影响范围、作业云系特点、作业催化类型和地理环境等因素，按飞机作业能力和作业需求，

测算飞机建设规模，补充购置、改装和继续租赁地方作业飞机，分散布设于各粮食和农经作物生产区、生态保护区和水资源安全保障区，同时作为辅助力量，配合国家作业飞机开展保障重点任务的联合作业。

4 . 积极推进应急作业飞机建设

改装一批军用飞机，建设军民兼用的飞机人工影响天气应急队伍，在不影响军队任务的前提下，平战结合，坚持“立足战备，着眼平时，服务社会，造福人民”的原则，开展国家、地方需求和重大应急的人工影响天气作业。

5 . 统筹形成全国作业飞机体系

根据我国作业天气类型和云系分布特点，按保障国家重点任务和地方作业基本需求，进行作业飞机需求测算，建设形成购置的国家作业飞机、购置的作业专用飞机、租用的作业飞机、改装的军用飞机等多种机型、多种运行模式、统筹布局、相互支援的飞机作业体系，保障跨省（区、市）作业和常规作业的常态化开展。在各区域已租用或购置的飞机基础上，按照突出保障国家重点作业的原则，采取总体设计、分散布局并科学匹配不同性能机型的方式，基本满足各大区域重点保障区需求。根据云系移动特点实施全年性、大范围、统一指挥、跨省（区、市）联合飞行作业，整体提升全国飞机增雨（雪）作业能力。依据国家作业飞机与地方作业飞机相结合、新增飞机与现有飞机相结合、重点需求与适当分散相结合的全局总体布局方案，基本满足保障粮食安全，增加大型河流、湖泊和

水库蓄水，加强防火灭火服务，保护林草资源，保障重大社会活动等重点作业任务的需要。

(二) 加强作业飞机驻地专业保障设施和保障基地建设

1. 加强作业飞机驻地专业保障设施建设

在机场基础设施（跑道）具备保障国家作业飞机起降条件的地点，按保障作业飞机作业标准进行建设，既可保障本地作业飞机常驻作业，又可全方位保障跨区作业飞机流动作业。

作业飞机驻地专业保障设施的建设主要包括飞机作业决策指挥系统、飞机作业人员的工作生活基础设施、作业设备日常维护系统和配套设施的建设等。

(1) 飞机作业决策指挥系统建设

建设飞机作业的决策指挥平台、空域申报系统、资料分析处理系统（含传输、存储）、视频会商系统、空地传输系统、飞机作业效果评估系统、信息收集和上报服务系统等，满足飞机作业指挥需求。

(2) 作业保障基础设施建设

建设飞机机组和作业人员工作、职勤所需的基础设施，主要包括飞机作业指挥、作业会商、空域申报、资料分析处理、信息网络、作业设备和催化剂储存等业务用房，飞机机组人员、作业人员和后勤保障人员职守执勤业务用房，以及交通保障等设施建设。

(3) 飞机探测和作业设备的日常维护

建设飞机作业探测设备、作业装备维修维护场所，配备相应的

日常维护工具，保证飞机作业各种设备处于良好状态，保障飞机作业及时开展。

2 . 加强作业飞机保障基地建设

将作业飞机保障基地建设成为全国作业飞机的探测设备和作业设备标定、新技术应用和设备维修维护的保障中心。建设相应的保障系统，用于保障飞机常驻作业。

(1) 飞机探测设备的标定和维护系统建设

建设较为完善的作业飞机探测设备标定和维修维护系统，配备专门的探测设备标定设施和维修维护工具，建立标定和维护维修场所，承担全国飞机探测设备的统一标定、定期保养以及飞行测试工作。

(2) 飞机作业设备的研发和维护系统建设

建立飞机作业设备的研发和维修维护设施，开展新型作业装备和催化剂研发、作业装备改装维护以及飞机作业设备最新研发成果的业务转化应用试验和推广，保障全国飞机作业设备的正常运行。

(3) 飞机作业保障系统建设

按保障高性能作业飞机常驻地专业保障设施的标准，建设飞机作业决策指挥系统和工作生活保障等基础设施，用于保障作业飞机的常驻作业。

(三) 提高地面作业装备现代化水平

1 . 列装新型地面作业装置

按作业装置的保障面积，根据重点保障区需求测算作业装置的

数量进行建设，以覆盖面积大、催化效果好、安全性能高的新型地面作业装置替换老旧装置。

对不适合飞机作业的局地、对流性天气，利用新型地面作业装置开展保障粮食生产、水资源安全、生态安全和农经作物生产的增雨（雪）作业，弥补飞机作业的不足。根据农经作物防雹减灾需求，在冰雹多发的作物生产区布设新型地面作业装置，开展防雹作业。

2 . 适量布设地面烟炉

在具备条件的山区，根据需求适量布设一批地面烟炉，用于增雨（雪）作业，弥补其他作业装备在山区作业的不足。

3 . 加快建设标准化作业站点

加快对地面作业站点的审批、备案以及基础设施建设，推进作业站点的标准化。建设内容主要包括必要的作业装备库房、弹药库房、发射平台、值班室及相应的保障设施。弹药库房应具备防火、防盗、防潮、防静电、防雷击等能力。

(四) 增强科技支撑能力

1 . 加强基础理论和科技前沿研究

有计划地组织科研院所、高校和业务部门联合开展国家重大科研项目和科学实验，针对人工影响天气基础性、关键性科技问题进行攻关研究。鼓励新理论和新技术的研究，探索飞秒激光、大气电场干扰（离子发生器）、超声波（气溶胶发生器）、纳米（气溶胶）等其他物理化学新技术在人工影响天气领域的应用。

2 . 加强探测与催化技术的试验研究

加快机载遥感与云物理探测设备的自主研发和应用步伐，逐步实现人工影响天气作业探测飞机主要机载探测设备国产化。统筹考虑现有科技布局，充分利用现有资源，加强国家云物理与人工影响天气实验能力建设，推进适宜于不同云系、不同播撒工具的高效催化剂以及飞机播撒装备研发和业务应用。加强各区域试验示范基地建设，结合专用探测飞机先进的机载探测能力，开展针对典型云系结构特征和云水循环的外场综合试验。完善云水资源监测技术与方法，建立不同区域典型作业云系的云物理概念模型与作业模型，确立相应的增雨（雪）、防雹、消雾宏微观作业条件综合监测识别技术并实现业务化运行。

3 . 加强云物理模式应用研究

优化、改进云物理和人工影响天气模式的物理过程和同化方案，发展多种云系、不同动力框架和同化方案的集合模式预报系统。加强模拟产品与外场观测事实和实验室实验结果的对比较验证研究，提高模式产品的解释应用能力，提升云物理模式和科学实验结果对人工影响天气业务的科学技术支持能力。

4 . 提高作业效果检验科技水平

利用已有的仪器设备，在增雨（雪）、防雹、消雾试验示范基地和高山云雾试验基地，科学合理布设相关探测和作业装备，满足作业试验和效果评估的需求。开展人工增雨（雪）、防雹、消雾试验和作业效果的评估试验，增强作业效果评估能力。改进统计检验技术方法，选择适宜区域组织开展长期人工影响天气作业随机化试

验。发展物理检验技术，开展作业前后云宏微观各种物理参数的综合观测对比分析研究，确定人工影响的物理响应。推进数值模拟效果检验技术的业务化应用，发展多种技术集成的作业效果检验技术系统。建立由政府、部门和受益行业（企业）共同参与的效果评估体系，提高效果评估结果的公信程度。

5 . 加强关键科技研究与新技术推广应用

围绕制约人工影响天气发展的科学问题，加强作业潜力评估、作业条件识别、催化技术选择和作业效果评估等关键科技问题的研究，及时将研究的最新技术在业务上推广应用。国家级（含区域级）科研着重解决带有共性的重大、关键科技难点，省（区、市）及以下地方级科研重点组织开展新技术的推广应用，改进作业方案，提高作业效益。

6 . 加强科普宣传和科技能力建设

立足人工影响天气的基础性和公益性特点，把握人工影响天气科普宣传的科学性和系统性。客观分析当前人工影响天气科技发展水平，及时回应社会关切，科学解疑释惑，正确引导舆论。健全常态化的人工影响天气科普宣传组织工作体系，制订专题科普宣传年度工作计划，围绕部门合作、系统协同，统筹协调社会媒体和部门资源，发挥各方面积极性，加大人工影响天气科普宣传力度，提高全社会对人工影响天气科学的认知。通过加强各层面业务人员的专业培训，提高业务人员科技素养，提升人工影响天气队伍整体专业素质，建立有影响力的高水平科研创新团队。

(五) 提高决策指挥能力

1. 提高空中云水资源监测分析水平

依托气象业务监测网，充分利用在轨的风云系列气象卫星数据资源，在重点增雨（雪）保障区、重点防雹保障区、试验示范基地，补充布设云雷达、火箭探空、雨（雾）滴谱仪、微波辐射计等专用探测设备。建设国家人工影响天气专用探测飞机，配备先进、完整的机载探测设备，在全国开展巡回探测。在作业飞机上加装必要的机载云物理探测设备，提高空中云水资源探测能力。

根据增雨（雪）、防雹、消雾等试验示范基地作业试验分析，建立不同地区、不同季节、不同天气类型、不同云系的增雨（雪）、防雹和消雾的可播性条件指标。发展国家、区域、省、市、县各级空中云水资源监测分析系统，为设计作业方案提供依据。

2. 提高作业条件预报准确率

依托气象预报业务，发展具有详细云物理过程的高时空分辨率的云模式。建立国家、区域和省级云场及云区宏观、微观结构等条件的预报系统以及播云过程和作业效果的模拟系统，提高云物理参数预报的精细化程度和作业条件预报的准确率。

3. 提高作业指挥能力

加强军队与地方间协作，加快指挥通信系统和作业空域申报审批系统建设，提高作业指挥水平和效率。建立国家、区域级人工影响天气作业指挥平台，提高跨省（区、市）联合作业指挥能力。完善省、市、县级人工影响天气作业决策指挥系统功能，形成国家、

区域、省、市、县五级作业指挥体系。

4. 推进作业效果检验和服务效益评估

发展规范、科学的作业效果检验方法，建立国家、区域、省级增雨（雪）、防雹作业效果检验业务系统，开展增雨（雪）、防雹作业效果检验业务。推进环境影响评价和作业效果评估集成应用，科学定量开展国家、区域、省级人工影响天气服务效益评估工作。

五、完善体制机制

建立和完善人工影响天气工作体制机制。建立完善组织机构，健全运行机制，加强区域统筹，充分发挥国家和地方各级人工影响天气机构管理、指挥和作业的积极性，鼓励引导社会力量积极参与人工影响天气工作，整体提高作业的效率 and 科技水平，更好地为国民经济建设服务。

（一）建立完善组织管理体制机制

强化国家统筹管理，发挥区域联合优势，建立完善我国人工影响天气工作四级管理、五级指挥、六级作业的业务组织管理机构，形成上下联动、统一指挥、部门协同的工作体系（图 15 全国人工影响天气业务管理工作体系框图）。

四级管理：分为国家、省、市、县四级，区域级的管理工作纳入国家级管理范畴。

五级指挥：分为国家、区域、省、市、县五级，进行上下统一、协同作业的统筹指挥。作业站点按上级指挥开展作业。

六级作业：分为国家、区域、省、市、县、作业站点六级，开

展实施作业。国家和区域级主要负责国家作业飞机作业的实施，省级主要负责地方作业飞机作业的实施，市、县级和作业站点主要负责地面作业的实施。

1 . 建立分级负责的业务管理体制

国家人工影响天气中心负责全国人工影响天气的业务指导和指挥协调，安排部署全国空中云水资源开发利用工作；管理区域人工影响天气中心，组织协调全国人工影响天气作业力量，实施跨区域人工影响天气作业；调度、指挥、运行国家建设的人工影响天气探测飞机和国家作业飞机。在长春、北京、兰州、郑州、成都、南昌市建立 6 个区域人工影响天气中心，统筹各区域人工影响天气业务，调度区域作业力量，开展区域人工影响天气联合作业。省、市、县各级人工影响天气中心负责本辖区内人工影响天气作业的组织实施和管理，配合国家、区域人工影响天气中心实施跨省（区、市）联合作业。

2 . 健全分工协作的部门联动机制

充分发挥国家人工影响天气协调会议制度职能，强化各成员单位之间的合作互动及业务联系，形成合力，共同加强对全国人工影响天气工作的指导、协调和综合管理。民政、环境保护、水利、农业、林业等部门提出防灾减灾、粮食安全、水资源安全、生态安全等服务保障需求，加强信息共享。发展改革、财政、科技、公安、安全监管等部门为人工影响天气建设发展、运行维持、科技研发、安全生产等提供支持保障。民航、军队有关部门为人工影响天气作

业提供空域保障、弹药存储和跨区域作业保障等支持。积极推进人工影响天气协会等社会组织和中介机构的建立并充分发挥作用。

(二) 建立完善业务运行机制

1. 建立统筹协调机制

确保国家利益：实施跨省（区、市）联合作业，在保障人工影响天气整体效益的原则下，充分保障国家利益和重大应急任务的需求，合理调度人工影响天气作业力量，安排在需求最急迫、条件最好、效益最高的区域开展作业。及时开展保障国家粮食安全、水资源安全、生态安全以及国家重大社会活动等的人工影响天气作业，为应对大范围干旱、森林草原火灾等重大灾害提供支持，最大限度地确保国家利益。

突出区域联合：在保障国家利益的前提下，各地按本地的需求调度当地的作业力量开展作业，必要时可申请调度全国的作业力量进行增援。国家人工影响天气中心统一指挥调度国家作业飞机支援地方作业，必要时协调周边省份的作业力量参加支援，并加强技术指导。通过区域统筹协调，增强满足地方作业需求的能力，提高各级、各地作业资源的利用效率，提升区域一体化作业能力和经济社会效益。

兼顾各省需求：在制订区域年度工作计划时，广泛征求各地意见，将各地重点工作纳入区域人工影响天气工作计划。在制定区域内跨省（区、市）联合作业方案时，充分考虑地方作业需求、技术力量等实际情况，明确区域人工影响天气中心与各省之间的任务分

工和协作配合。建立跨省（区、市）作业会商机制，充分发挥和调动地方参与规模化、集约化、立体化联合作业的积极性和创造性。

2 . 建立作业决策指挥调度机制

调度模式：完善跨省（区、市）人工影响天气作业的会商程序和调度运行决策机制，研究客观的作业调度模式，在对生态环境的利弊影响进行科学分析的基础上建立科学的调度模型，根据作业需求、作业潜力和作业能力等级等要素判定优先级别，科学合理调度人工影响天气作业力量，确保人工影响天气飞机和地面联合作业的顺利开展。跨省（区、市）、跨区域作业以国家作业飞机为核心力量，地方作业飞机为辅助力量，统筹开展联合作业。

作业指挥：国家人工影响天气中心统筹调度全国作业飞机，开展全国跨区域联合作业。区域人工影响天气中心统筹调动区域内作业飞机，开展区域内跨省（区、市）联合作业。国家作业飞机由区域（或国家）人工影响天气中心实施作业，地方飞机和地面作业由所属省级人工影响天气中心组织实施。跨省（区、市）、跨区域联合作业应统筹作业力量，遵照作业调度原则和依据，公平、公正、公开、科学地安排调度，确保跨省（区、市）、跨区域人工影响天气联合作业的顺利开展。

3 . 建立常态化跨省（区、市）作业机制

根据防灾减灾、粮食安全、水资源安全、生态安全等对人工影响天气的需求，建立由区域人工影响天气中心、省级人工影响天气中心、区域空域管制部门及其他有关部门参加的常态化跨省（区、

市)人工影响天气作业协作机制。定期召开多个部门参加的联席会议,研究解决影响常态化跨省(区、市)作业机制正常运行有关问题。根据各区域特点和实际情况,制定切实可行的启动标准。在重点江河流域和大型水库汇水区,针对江河径流量或水库库容维持需要,开展常态化人工增雨(雪)作业,增加蓄水和径流量,同时避免增雨造成涝灾;在生态脆弱区域等重要生态功能区,围绕生态安全与建设需要,开展常态化人工增雨(雪)作业,降低森林草原火险等级。

4. 健全作业装备管理制度

强化作业装备的生产组织,加强作业装备质量认证工作。组织由国务院气象主管机构和有关部门共同指定的相关企业,按照国家有关强制性技术标准和要求,生产作业所需的火箭发射装置、炮弹和火箭弹。强化作业装备、弹药质量和催化剂的业务检测、出厂质量验收工作,从源头上严格作业装备、弹药和催化剂的质量把关,最大程度地保证作业催化效率,降低作业事故率。加快新型作业装备和催化剂的研发,提高作业的催化效率、自动化率和作业装置的稳定性,降低弹药的故障率和作业操作的劳动强度,加强作业装备使用的指导和技术支持。

5. 健全安全检查监督机制

坚持作业装备和作业点年检制度,确保作业安全。建立国家业务安全巡检制度,定期开展全国人工影响天气装备安全检查,加强省际间安全互检和临时抽检。完善作业规范和操作规程,加强空域

申请、弹药储运、转场交通、现场作业等重点环节的监督管理。加强对人工影响天气专用探测仪器、作业装备以及催化剂的检定、测试和维护保养，确保各种装备保持良好状态和正常运行。

6 . 建立完善效益评估机制

组织有关地方政府、相关部门和受益行业（企业）等专家，定期或不定期进行效益评估或评议，提高效益评估的科学性、代表性、综合性。制定综合效益评估方案，建设效果评估试验区，完善效果的定量评估方法，开展粮食产量、江河径流量和湖库蓄水量、生态修复成效、果业烟业产量等方面的效益贡献评估。根据评估评议结果和意见建议，进一步调整作业布局，改进作业技术手段，提高作业综合效益。

7 . 创新科研体制机制

建立理论研究和技术开发新机制，气象专家提出需求并组织试验，基础物理和化学等方面专家探索实现途径，数学专家辅以定量描述，多方协同推进。积极联合科研院所、高校、企业以及军队的研究优势力量，整合行业创新资源，建设创新团队，开展人工影响天气新技术新方法的联合攻关，鼓励和吸引更多的社会力量参与人工影响天气科技创新活动。加强国际合作与交流，吸收借鉴国际先进技术成果。

（三）建立完善业务技术流程

1 . 建立联合作业流程

建立跨省（区、市）和跨区域作业指挥流程。跨省（区、市）

作业指挥由区域人工影响天气中心与相关省级人工影响天气中心开展联合会商，设计作业方案，通过空域管理系统申请空域，划定各省（区、市）的作业空域和航线。跨区域作业指挥由国家人工影响天气中心与相关区域和省级人工影响天气中心开展联合会商，设计作业方案，通过空域管理系统申请空域，划定各区域、各省（区、市）的作业空域和航线。

根据云系特征和移向移速，区域（或国家）人工影响天气中心指挥探测飞机先行探测适宜的作业条件和作业部位，根据探测结果，发布作业指令。国家作业飞机由区域人工影响天气中心的飞机运行部门直接指挥，相关省级（或区域）人工影响天气中心根据作业方案和指挥指令，指挥各自负责的作业飞机开展增雨（雪）作业。地面观测和遥感探测设备进行加密探测，为作业效果检验和环境影响评估提供基础数据。

2. 建立联合会商流程

分为跨省（区、市）作业会商和跨区域作业会商。跨省（区、市）作业会商由区域人工影响天气中心组织，区域内各省级人工影响天气中心参加，根据需要邀请有关区域空域管制部门以及其他相关部门参加。跨区域作业会商由国家人工影响天气中心组织，有关区域和省级人工影响天气中心参加，根据需要邀请国家和有关区域空域管制部门以及其他相关部门参加。根据作业天气过程预报，提前 24~48 小时定时或不定时举行跨省（区、市）、跨区域作业会商，重点讨论天气系统演变趋势、加密观测部署、0~48 小时作业条件

预报、作业方式范围及空域协调保障等，发布跨省（区、市）、跨区域作业专报等。天气过程结束或作业需求结束后，停止组织跨省（区、市）、跨区域作业会商。

六、环境影响评价

（一）规划实施对环境的有利影响

规划的实施，将为生态文明建设提供更有效的保障。其有利影响主要包括：一是将加大人工增雨（雪）作业力度，直接增加生态用水，开展人工影响天气生态修复工作；二是将加大森林草原防火扑火人工影响天气作业力度，预防和减轻对生态环境的损害；三是将加强以改善空气质量和应对突发环境污染等为目的的人工增雨（雪）、消雾和消雨等应急作业，稀释河流水系化学、生物等污染，加强核应急技术储备等；四是将通过人工防雹、防霜作业和抗旱增雨（雪），稳定和增加农牧民收入，引导其从事特色农业果业和林下经济，减少因生存所迫而人为破坏生态环境现象。

规划实施后，通过人工增雨（雪）作业飞机和地面人工增雨（雪）、防雹、消雾等作业装置的建设，扩大作业覆盖面积，将显著提高我国人工影响天气的作业能力；通过试验示范基地等建设和跨省（区、市）作业的实施，将使我国人工影响天气各类作业技术和组织实施的效率明显提高，可以有效提升人工增雨（雪）、防雹、防霜、消减雨雾等的能力和水平。围绕重点生态保障区的需求，组织实施长期性、增蓄型国家行为的增雨（雪）作业计划，为改善环境提供更多的生态用水，服务于预防和扑救森林草原火灾、稀释河

流湖泊污染。增加的降雨，一方面直接作用于当地的生态系统，另一方面将通过自然水系和水利设施为更大范围地方提供生态用水。增加的降雪，在低海拔地区融化后转化为雨水，在高海拔地区增加高山积雪、冰川，储备生态用水。人工增雨（雪）和消雨等技术能力的提升，还将同时成为核污染应急的技术储备之一。

例如，我国三江源自然保护区人工增雨工程实施后，生态效益显著。湖泊面积普遍明显增大，扎陵湖、鄂陵湖面积分别增大 32.69 平方千米和 64.36 平方千米；高覆盖度草地面积逐年增加，增加速度为每年 1822.30 平方千米；低覆盖度草地逐渐在减少，减少速度为每年 1820.50 平方千米；中等覆盖度草地呈稳定趋势。三江源生态环境的改善，为青海高原及下游地区经济社会发展提供了良好的绿色生态屏障，具有十分明显的生态效益。

（二）规划实施对环境可能带来的不利影响

规划实施中开展的人工影响天气能力建设，主要包括基础设施、作业能力、催化作业、综合监测、信息传输、作业指挥、效果评估、新装备考核、运行保障、技术支持、人员培训等多方面内容，不涉及生产厂房建设，不存在有毒有害生产，总体上属于无污染的工程建设项目。可能对环境带来的不利影响主要是，飞机人工增雨（雪）作业基地建设、试验示范基地等业务用房和实验室改造过程中，施工现场产生的一些污染，包括各类机械设备和物料运输所产生的施工噪声，物料搬运、汽车运输、土方过程所造成的扬尘，施工人员生产过程中产生的废水，施工机械、运输车辆产生的废气以

及施工过程中产生的固体废弃物。需要尽可能减小上述污染因素对环境的负面影响。

建设项目运行后，所用其他探测、通信、数据处理、实验、检测等设备目前都在国内外广泛使用，已经证实不会对环境造成不利影响。人工增雨（雪）作业是有目的、有设计、有选择的，不会对防汛造成影响，形成涝渍的可能性很小。人工影响天气作业通过利用飞机、火箭、高炮、烟炉等设备向云中播撒的催化剂主要是碘化银、干冰（固态二氧化碳）和液氮（液态氮气）。干冰和液氮很容易蒸发形成二氧化碳和氮气，它们本身就是空气的组成部分，对环境不会产生影响。碘化银人工增雨的国内外实验表明，碘化银质点的最大落地浓度远远低于《中华人民共和国国家标准生活饮用水卫生标准》限制的“银含量 ≤ 0.05 毫克/升”标准。北京市人工影响天气办公室曾在长年开展人工增雨（雪）作业的密云水库等区域进行过监测，结果表明银含量为 0.0002 毫克/升，远达不到污染的程度，不会对周围空气、土壤、动植物等造成明显影响。

虽然催化剂对环境造成的影响极其微弱，但应通过作业方案的科学设计和实施，最大程度地减少环境污染。

（三）加强环境保护的措施

1. 坚持科学设计、严格施工管理

在建设发展中，组织各方面专家科学论证，采用更加环保、节能的设计方案，优选各类设备。新建各级作业保障中心将进行庭院绿化并与周围景观相互协调，通过植树、种花草等绿化措施，营造

绿色、环保、和谐的环境。外场作业点、试验区建设以及移动作业，均应充分考虑环境保护，避免对环境造成不良影响。在施工中，严格执行环保规定，减少各种废渣、废水和废气及噪声的产生。

2 . 坚持积极研发、使用环保催化剂

人工增雨（雪）、防雹等作业，是在适当的云雨条件下，针对不同的云系采用相应的人工催化技术方法，达到增加局地降雨的一项科学技术。在选择使用催化剂时，既要考虑成冰核率和成本，也要充分考虑所选物质尽可能是无污染并符合可持续发展对环境保护的基本要求。同时，应积极利用新的科研成果，研发环保型催化剂，争取从根本上不造成对生态环境系统的不利影响。

3 . 坚持统筹协调、发挥最大效益

研究表明，大范围降水的水汽主要源于途经地水汽的补充。我国大范围降水天气系统主要是自西向东移动，产生降水的水汽主要源自海洋，即水汽主要自东向西或自南向北移动。当天气系统遇到输送而来的大量水汽时，水汽抬升凝结，形成降水云系并产生降水。人工增雨（雪）作业是在天气系统与水汽相遇的情况下，对具备增雨（雪）作业条件的云系进行催化，增加降水的效率。在大范围天气系统中，上游的增雨（雪）作业不会“截流”下游水汽。国内外研究和实验表明，在上游实施作业，催化剂随风扩散，对下游区域也会产生增雨（雪）作用。如美国犹他州 20 多年冬季增雪作业下游效应分析表明，作业下游 125 英里内测站的降雪量均有所增加。加强区域统筹，科学确定上下游之间作业播撒催化剂剂量强度，通过

统一组织实施，努力实现上游作业不减少下游降水，共同提高区域整体水汽转化为降水的效率。

对于小范围孤立的云团，将通过观测、预报确定其增雨（雪）潜力和自然影响范围，根据指挥调度模型，采取适量催化或放弃作业以不显著影响其在下游地方的降雨效益，或者组织区域联合防雹作业以消除上游防雹作业改变冰雹路径而给相邻地方带来冰雹灾害。

七、实施安排

通过本规划的实施，将使得全国人工影响天气布局 and 整体功能得到完善，人工影响天气作业指挥能力和现代化水平明显提高，人工影响天气对抗旱减灾、生态环境保护、江河水库增蓄的服务能力显著增强，为此应加快规划实施。

（一）项目分类

根据项目投资来源、主要功能和所发挥作用，将项目分为两类，即国家级项目和地方级项目。国家级（含区域级）项目主要满足国家战略和区域发展要求，以国家重点保障区为主，兼顾地方作业需求，建设项目包括国家人工影响天气能力建设项目和 6 个区域人工影响天气能力建设项目；地方级项目主要保障本省（区、市）作业，满足地方重点作业需求，建设项目为省级及以下人工影响天气能力建设项目。国家级项目由中央和地方共同投资，地方级项目由地方投资。

1. 国家级项目

国家人工影响天气能力建设项目主要包括业务指挥平台、综合实验平台和飞机探测平台等的建设。区域人工影响天气能力建设项目主要包括作业飞机和地面作业系统、指挥系统、观测系统、试验示范基地等的建设。

2 . 地方级项目

在国家级项目的带动下，各地根据地方需求和可能，多方筹措资金，建设作业飞机、地面作业装备、地面作业观测、作业指挥系统、通信传输和相应的土建改造等，以及省、市、县级人工影响天气中心建设和试验示范基地的基础设施建设。

(二) 项目实施

1 . 前期工作

国家人工影响天气能力建设项目可行性研究报告和初步设计由国家人工影响天气中心组织编制，区域人工影响天气能力建设项目可行性研究报告和初步设计由区域人工影响天气中心组织区域内各省编制。可行性研究报告由国家发展改革委审批，初步设计概算经国家发展改革委核定后由中国气象局审批初步设计报告。

地方级人工影响天气能力建设项目可行性研究报告和初步设计由各省（区、市）及其以下气象部门组织编制，报同级发展改革部门审批。

2 . 实施安排

东北区域人工影响天气能力建设项目已于 2012 年启动建设。通过东北区域人工影响天气项目建设，进一步建立完善运行体制机

制，发挥示范作用，适时启动其他国家级项目。国家级项目的建设，优先安排国家作业飞机和作业指挥系统等内容，其他内容根据前期工作进展情况安排实施，边建设、边发挥效益。本规划周期较长，实施过程中将根据实际需求，对项目建设内容适当进行优化和调整。

地方人工影响天气能力建设项目，由各地发展改革部门根据当地经济社会发展、人工影响天气工作需要和投资可能等进行安排。

3. 实施内容

(1) 国家人工影响天气能力建设项目

主要建设业务指挥平台、综合实验平台和飞机探测平台。

业务指挥平台：在北京市建设空中云水资源监测和评估业务系统、业务指导和产品服务系统、决策和调度指挥系统、新产品中试和检验系统以及业务运行支持系统等，实现国家人工影响天气中心与区域级、省级人工影响天气中心之间业务的统一调度、上下联动、集约高效。

综合实验平台：在北京周边建设云物理与人工影响天气室内实验系统，包括冷暖云室、风洞、系列化室内实验设备和数值模拟计算环境。与各区域人工影响天气中心建设的试验示范基地形成室内实验、数值模拟与外场试验一体化的综合人工影响天气实验平台，为云降水机理、催化技术、关键装备和作业效果评估等研发提供基础支撑。

飞机探测平台：国家购置 2 架高性能飞机，集成先进的探测设

备、催化播撒设备和空地通信设备，建成具有国际先进水平的云物理飞机探测平台，布设于区域级人工影响天气中心的飞机保障基地。开展针对不同云系的常态化业务观测，揭示云宏微观物理和云水转换规律，为提升作业精确性和效果检验的科学性提供依据。

（2）区域人工影响天气能力建设项目

主要建设作业系统、指挥系统和试验示范基地。

作业系统：根据区域布局以及作业天气类型、云系分布特点和范围，按保障国家重点任务和地方作业基本需求，国家购置一定数量的作业飞机布设于各区域内的重点增雨（雪）保障区；地方购置、改造、租赁一定数量的作业飞机布设于地方的重点保障区；统筹军民兼用的应急作业飞机，形成多种机型、多种运行模式、立体化的空中人工影响天气作业机队，开展满足国家和地方需求的常态化作业和重大应急响应。

更新列装高性能火箭作业装置，在飞机作业间隙和不具备飞机作业条件（空域、云系等）时，开展增雨（雪）作业，弥补飞机增雨（雪）作业的不足。

在各区域的防雹重点保护区更新列装新型防雹高炮和高性能火箭，开展保护粮食和农经作物生产的防雹减灾作业。

在祁连山、天山等山脉的适宜区域布设地面烟炉，开展地形云增雨（雪）作业。

指挥系统：在长春、北京、兰州、郑州、成都、南昌建立6个区域人工影响天气指挥系统，统筹各区域人工影响天气业务，指挥

开展区域人工影响天气联合作业；健全区域内省、市、县人工影响天气指挥系统，调度省、市、县作业力量，指挥开展辖区内人工影响天气作业。

试验示范基地：根据区域布局，在各区域因地制宜建设增雨（雪）、防雹、消雾试验示范基地。依托综合气象观测网，补充建设移动多普勒天气雷达、风廓线雷达、基于北斗卫星导航系统/GPS的探空系统、雨（雾）滴谱计、微波辐射仪、GNSS/MET观测站、雹雨分测仪、闪电定位仪等监测设备和相关作业设备。开展云降水机理、效率、模型实验研究，进行新技术新装备测试、考核和业务人员培训。在各试验示范基地中选择有代表性区域，设立作业区和对比区，开展长期随机化试验，解决效果检验和环境评估等关键科学问题。

选择云雾出现频次高、基础条件好的高山气象站建设高山云雾观测基地，开展常年云雾观测，积累基础数据，支持人工影响天气基础研究和新技术研发。选择基础条件好、飞机保障支持力量强的地点，建立北方和南方飞机综合保障基地，为作业飞机、探测飞机和机载设备运行维护提供综合性保障服务。

（三）效益分析

1. 经济效益

规划实施后，可有效提高人工影响天气作业能力和技术水平，形成更加科学、统一协调的作业指挥体系。建立以飞机作业为主、地面作业为辅的增雨（雪）作业力量，完善防雹作业布局，在重点

保障区开展规模化、常态化跨省（区、市）作业。在现有人工增雨（雪）、防雹作业效益基础上，每年可多增加降水 100 亿立方米以上，每立方米按 0.5 元计算，增加经济效益约 50 亿元；再增加防雹作业保护面积 7 万平方千米以上，按 2011 年防雹效益平均为 2 亿元/万平方千米估算，增加经济效益 14 亿元。仅人工增雨（雪）和防雹两项作业，每年即新增直接经济效益 64 亿元。

2 . 社会效益

人工影响天气是党和政府促进经济社会发展、保障人民群众安全福祉的民生工程，是保障国家粮食安全、水资源安全、生态安全、的公益事业，是提高气象防灾减灾能力、应对气候变化能力、开发利用气候资源能力的基础工作。规划实施后，将显著提升空中云水资源的开发利用水平，提高人工影响天气在服务农业生产、缓解水资源紧缺、防灾减灾、保护生态以及保障重大活动等方面的社会效益，强化政府公共服务和社会管理职能，促进经济社会持续发展。

3 . 生态效益

规划实施后，可加快综合环境治理进程、促进生态环境改善、增强抵御各种气象灾害的能力、提高土地生产能力，为生态经济的发展、提高创造良好的生态环境。提高人工影响天气开发利用空中云水资源能力，可以进一步保护生态环境，促进地表植被生长和恢复，减少森林火灾，增加水源涵养，增加地表和地下水，改善局地气候条件，增加空气湿度，净化大气等。提高人工影响天气消除或减少冰雹灾害能力，还可以促进农牧民增产增收，为生态移民提供

有利条件。

八、保障措施

(一) 加强组织领导

加强对人工影响天气工作的组织领导，将人工影响天气工作纳入经济社会发展规划予以统筹谋划，纳入政府公共服务体系和目标管理体系予以支持。继续完善国家人工影响天气协调会议制度，加强对全国和各区域人工影响天气重点工作的组织协调，指导规划的实施工作。切实发挥地方各级人工影响天气领导机构的作用，强化部门协调配合，共同落实规划重要任务。强化国家级、区域级、省级、市级、县级人工影响天气工作机构建设，健全基层作业站点的组织管理，建设和完善各级人工影响天气工作体系。

(二) 健全法规标准体系

加快推进国家《人工影响天气管理条例》修订，推动国家和地方人工影响天气协调发展，健全跨区域作业和应急作业的协调机制。完善地方相应的配套法规规章，强化人工影响天气的公共服务和社会管理职能。完善作业规范和操作规程，制定国家、行业和地方标准相配套的标准体系，建立人工影响天气行政执法监督检查机制，促进法规的贯彻落实。

(三) 建立统筹协调的工作机制

进一步加强中央与地方之间、军地之间、部门之间、区域之间的沟通协调，建立统筹集约、分工协作、上下衔接、左右配合的人工影响天气管理体制和工作机制，形成人工影响天气工作的强大合

力。通过加强国家级、区域级人工影响天气机构建设，健全跨省（区、市）、跨区域作业调度指挥机制和管理运行机制，实现上下联动、部门联合、区域联调。

（四）完善安全监管体系

加快建立责任明确、操作规范、制度严格、措施到位的安全生产监督管理体系，健全气象、军队、公安等紧密协作的管理机制。依法落实装备、弹药的购销、储运等管理制度，强化出厂验收、弹药储运、装备年检和到期报废等全过程安全质量管理。加强作业人员安全知识培训，为作业人员提供安全保险，加强作业人员安全管理与监督检查，杜绝发生责任事故。完善安全事故应急处置预案，加强应急演练，提高事故应急处置能力。完善人工增雨（雪）专用飞机运行管理机制，强化委托通用航空公司执管运营安全制度，落实飞机的维护、保养、作业和机组人员培训等各项措施，保证飞机作业安全高效。

（五）加强人才队伍建设

组建若干由国家、区域、省级专家组成的、有专业特色的人工影响天气创新团队，培养专家型、复合型人才队伍。在国家、区域、省级人工影响天气业务单位推进建立首席技术岗位等人才激励制度，建立特殊人才津贴制度和优秀业务人员转岗机制，鼓励优秀人才从事人工影响天气工作。推动市、县、乡镇地方政府制定相关政策，充分保障基层人工影响天气地方编制人员待遇，实现与政府公益事业人员“同工同酬同使用”，完善乡村人工影响天气作业人员的

职业和待遇，稳定基层作业队伍。加强与高校、科研院所和专业培训机构的密切合作，建立开展国内外技术交流机制，促进人工影响天气相关学科建设，联合建立教学实习基地。根据人工影响天气高层次、骨干人才和基层队伍建设需要，设立必要的人工影响天气特色培训基地。加强国家级和省级人工影响天气业务培训师质队伍建设，实现指挥和作业人员资格、操作技能培训常态化。

(六) 完善投入机制

建立和完善中央和地方共同投入的经费保障机制。国家级人工影响天气工程建设项目由中央和地方共同投资建设。中央投资主要用于国家级和区域中心人工影响天气作业能力建设等，地方投资主要用于地方作业装备建设，省、市、县级人工影响天气中心建设和试验示范基地中的基础设施建设等。中央和地方在人工影响天气经费中，要安排一定比例用于关键技术研究。要按照谁受益谁投入的原则，拓宽作业及运行费来源渠道，鼓励社会资金投入，推动建立主要非公益行业对人工影响天气的投入支持机制，逐步形成以地方投入为主，中央投入为辅，收益企业等社会投入为补充的多渠道投入机制。

附图

图 1 我国主要降水天气系统

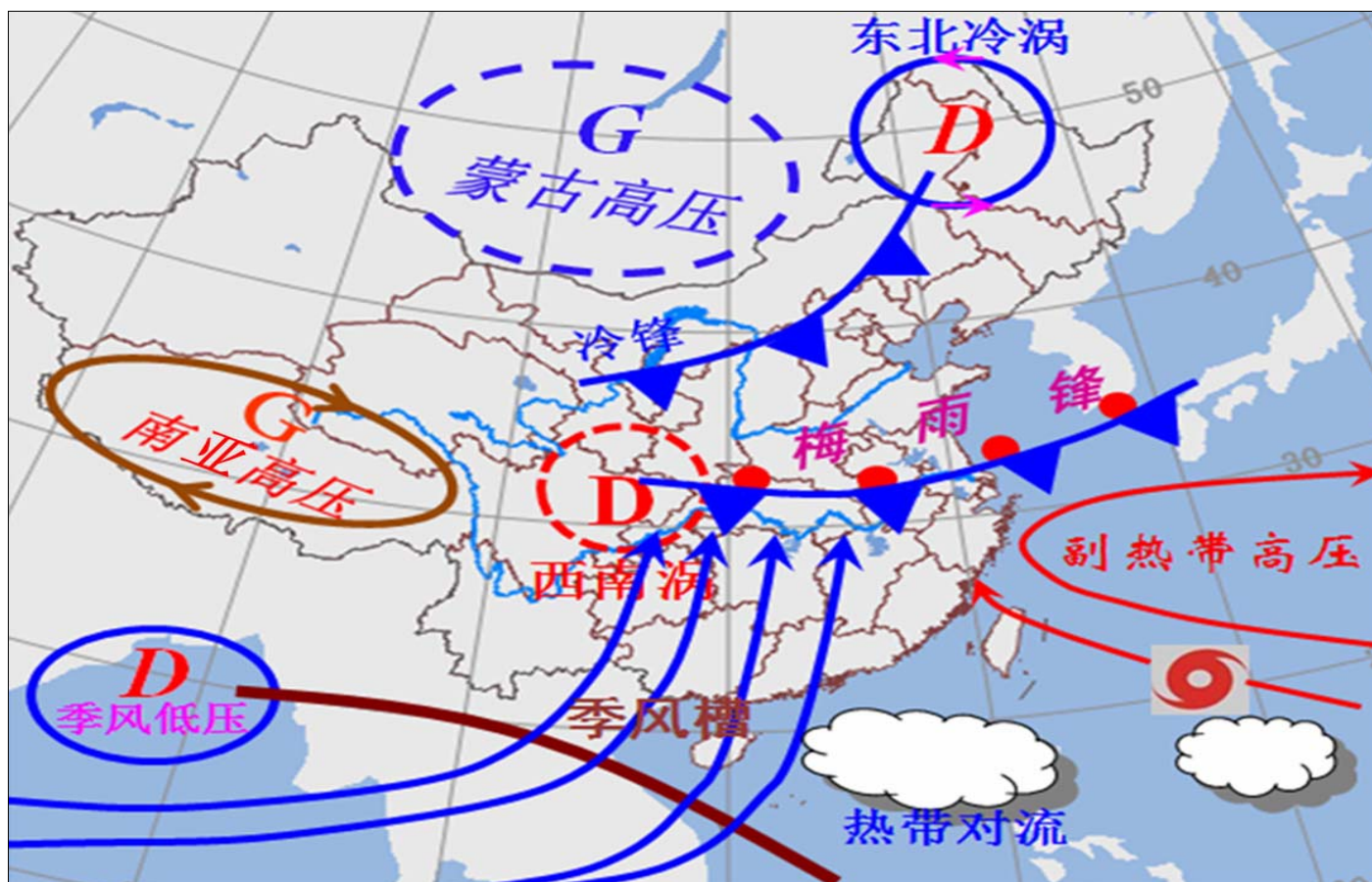


图2 全国降水量分布图 (1981-2010年)

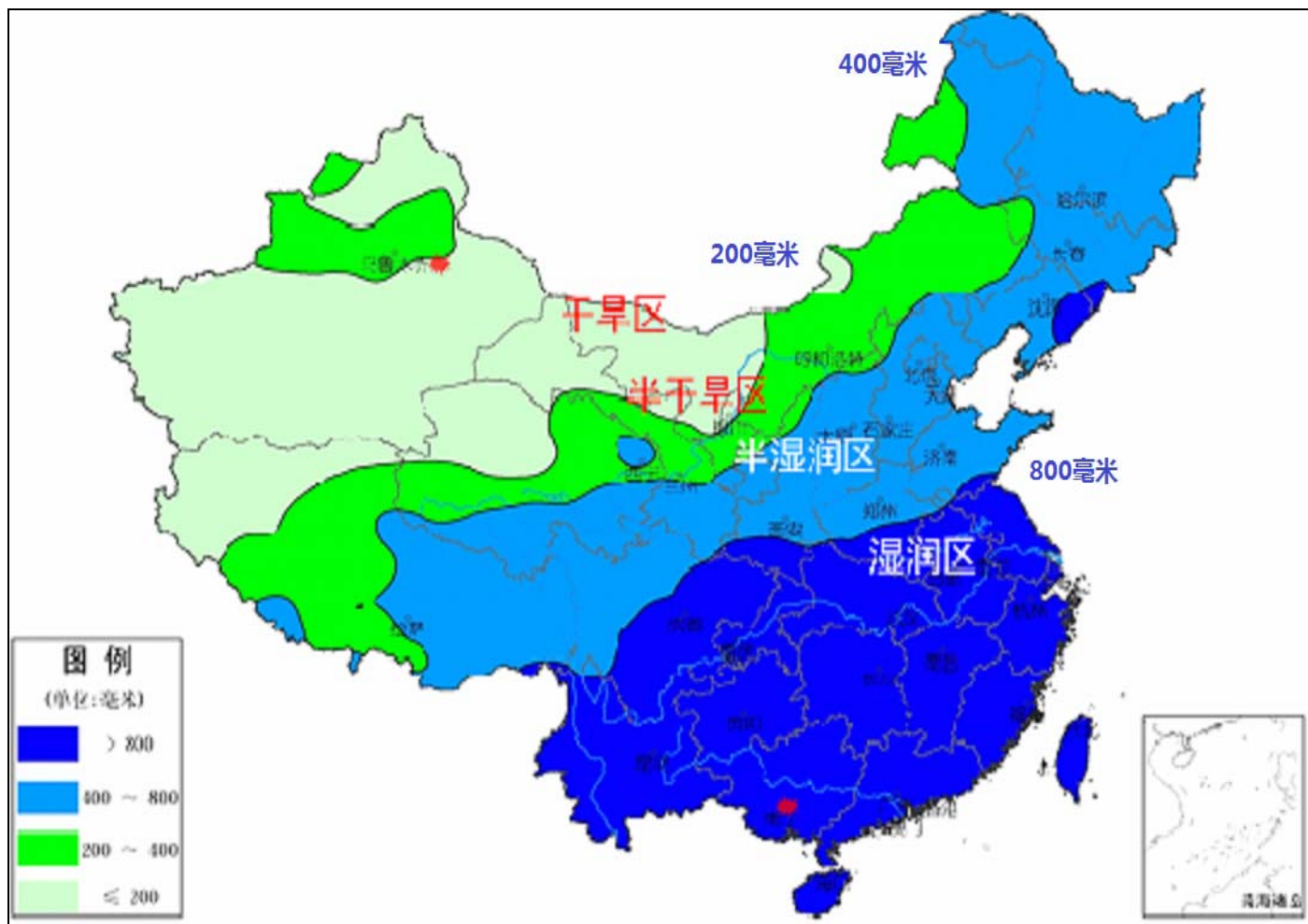


图3 全国干旱分布图

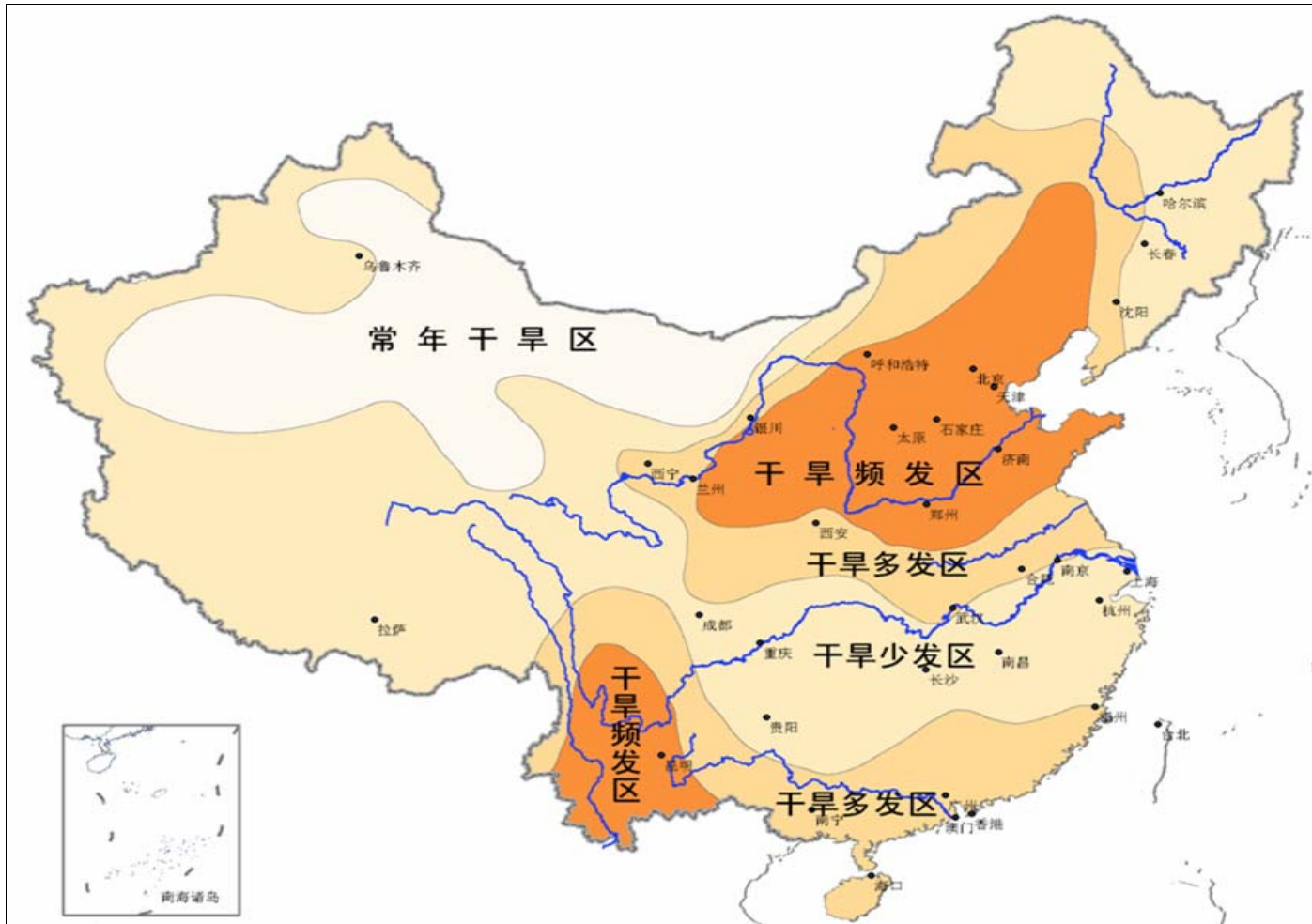


图 4 全国年均冰雹日数分布图 (1961-2010 年)

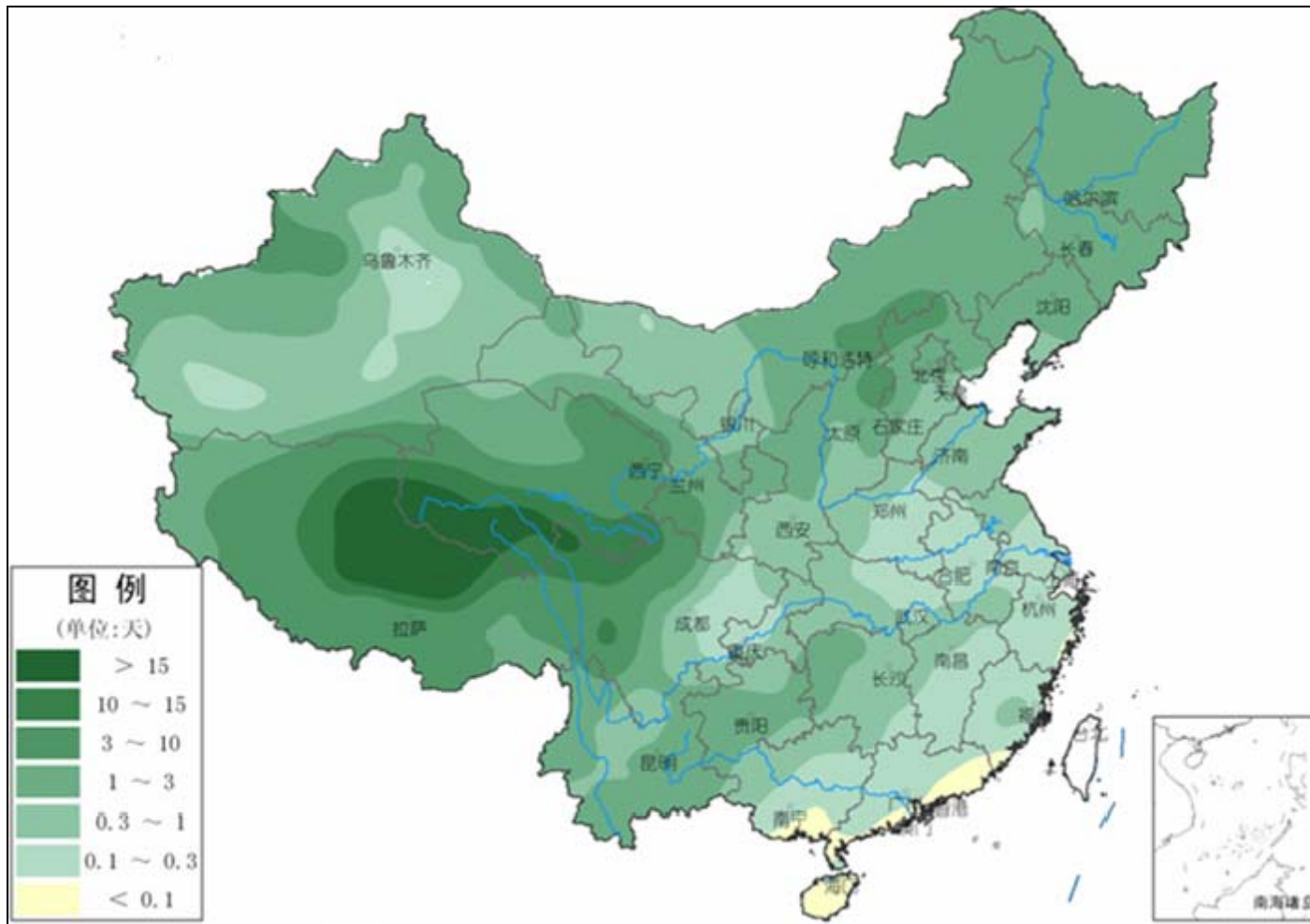


图 5 全国粮食生产区分布图

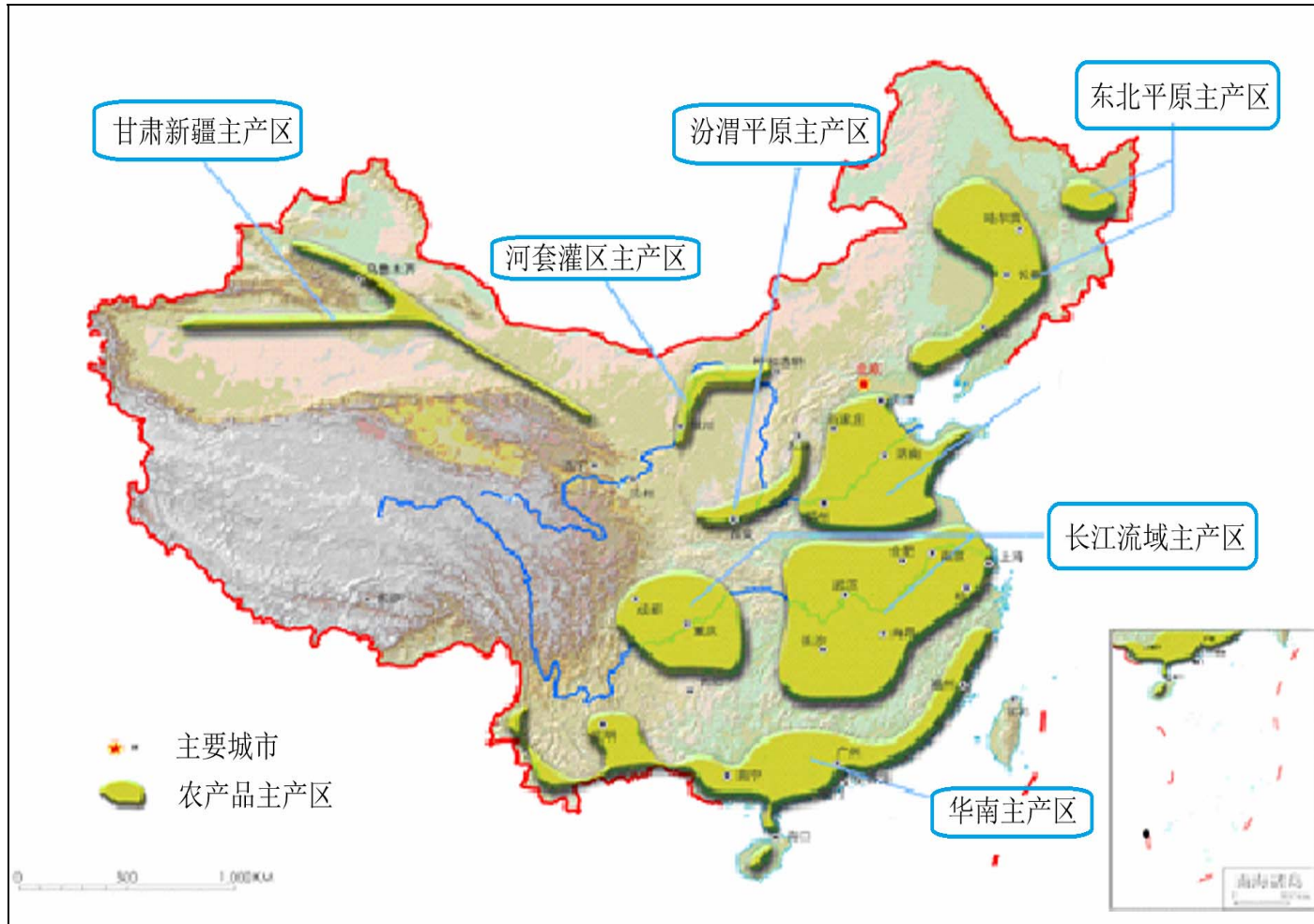


图 6 国家重点生态功能区示意图

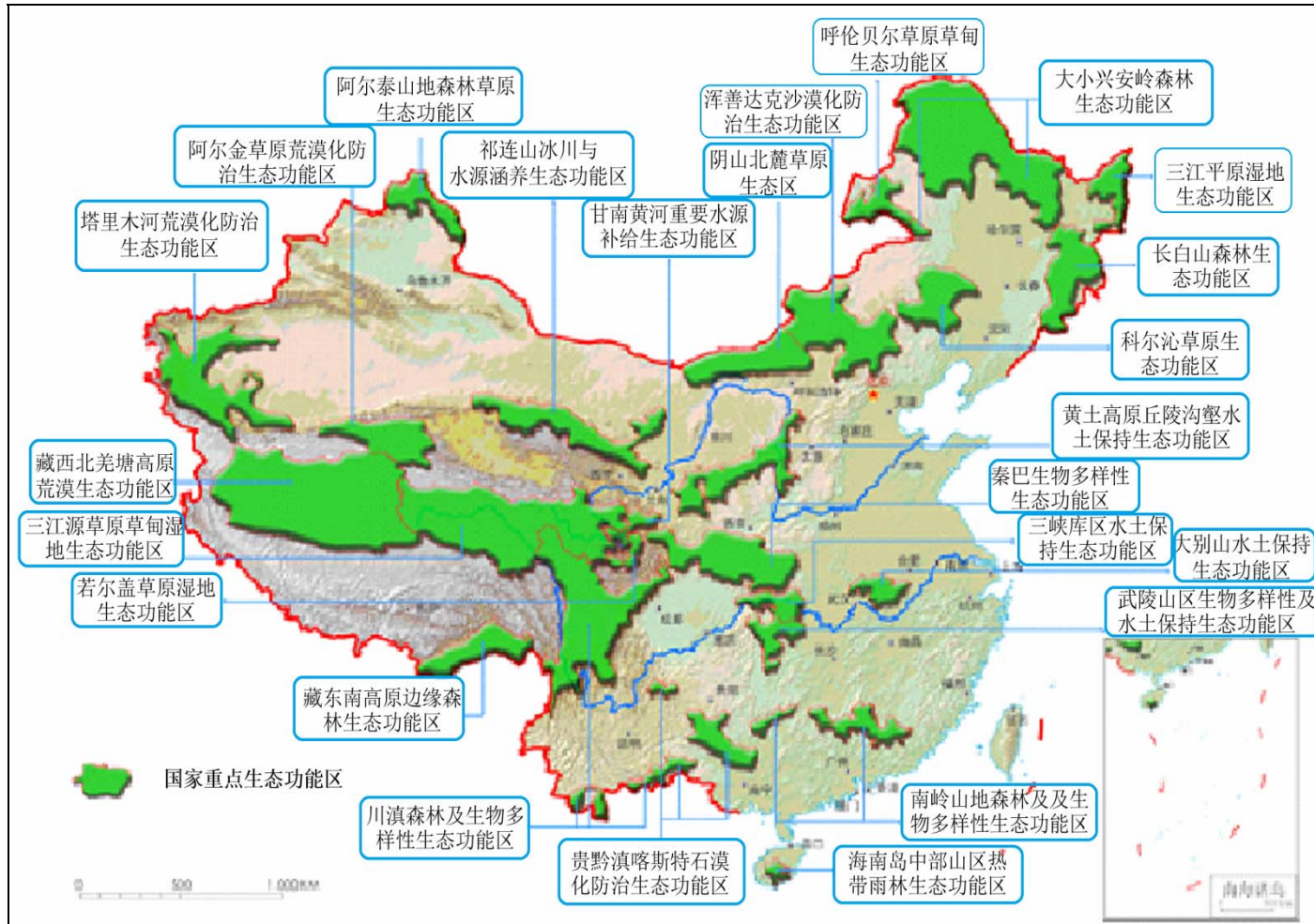


图 7 全国年均雾日分布图

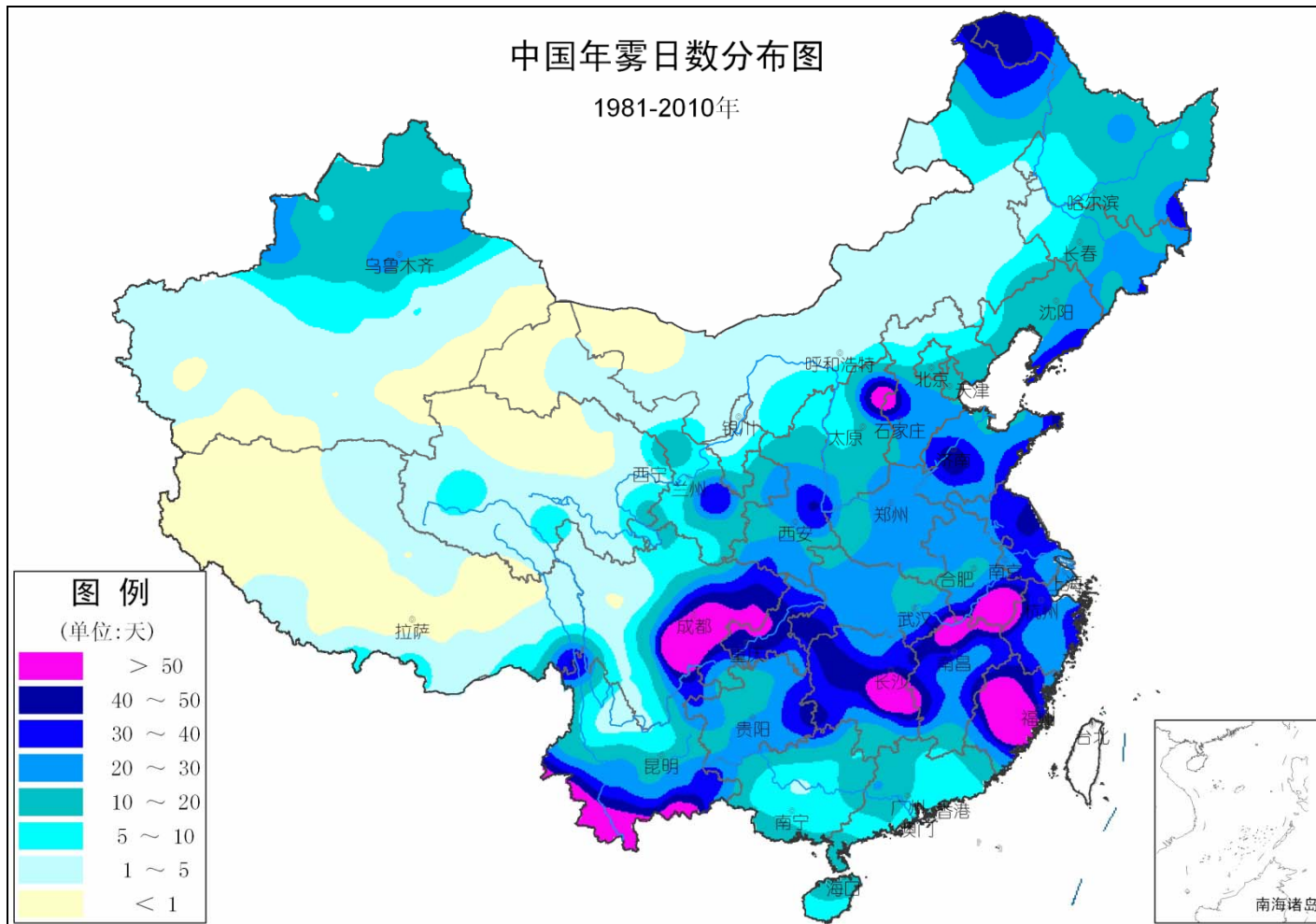


图 8 全国人工影响天气区域布局示意图



图9 东北区域人工影响天气功能布局示意图

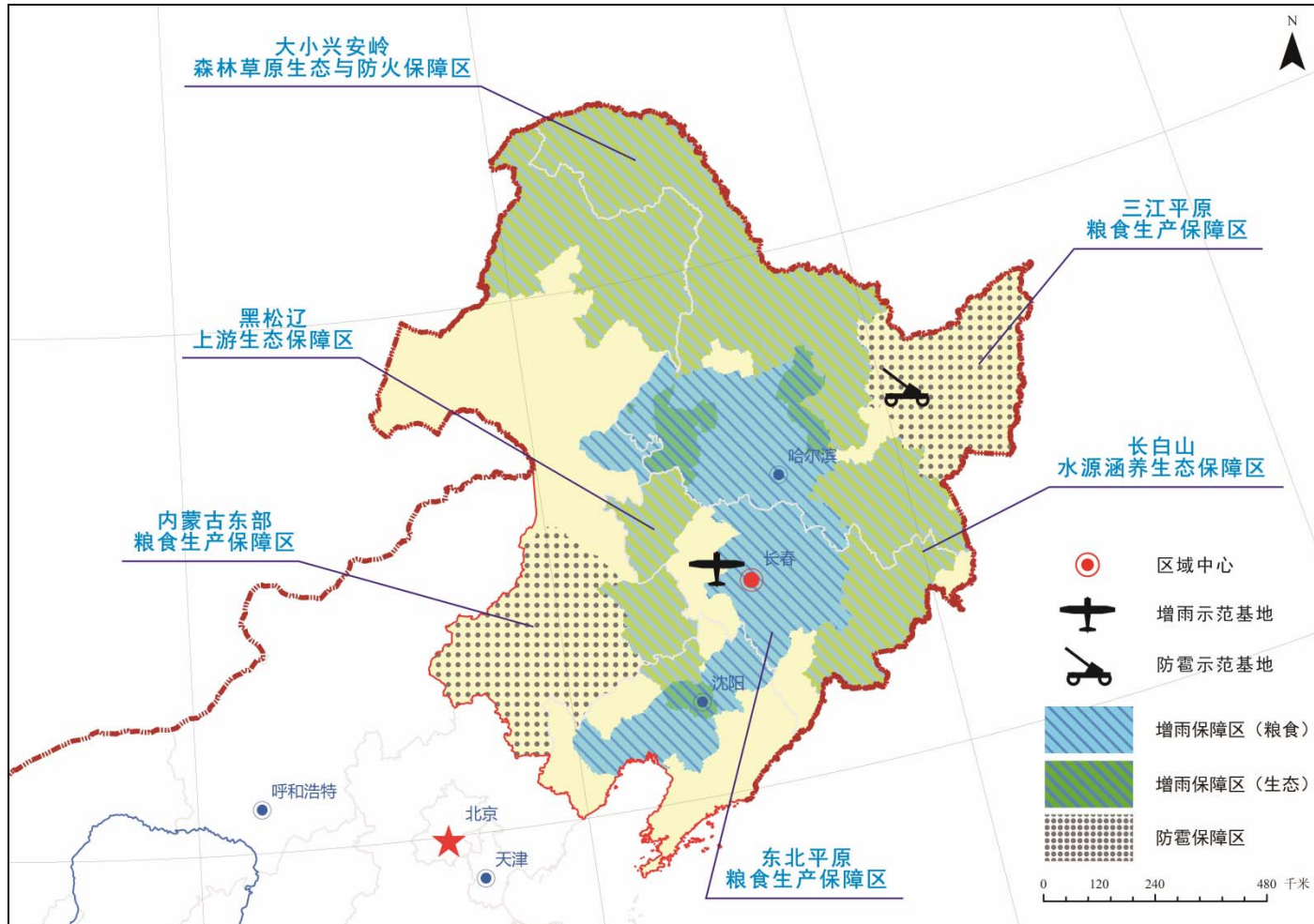


图 10 西北区域人工影响天气功能布局示意图

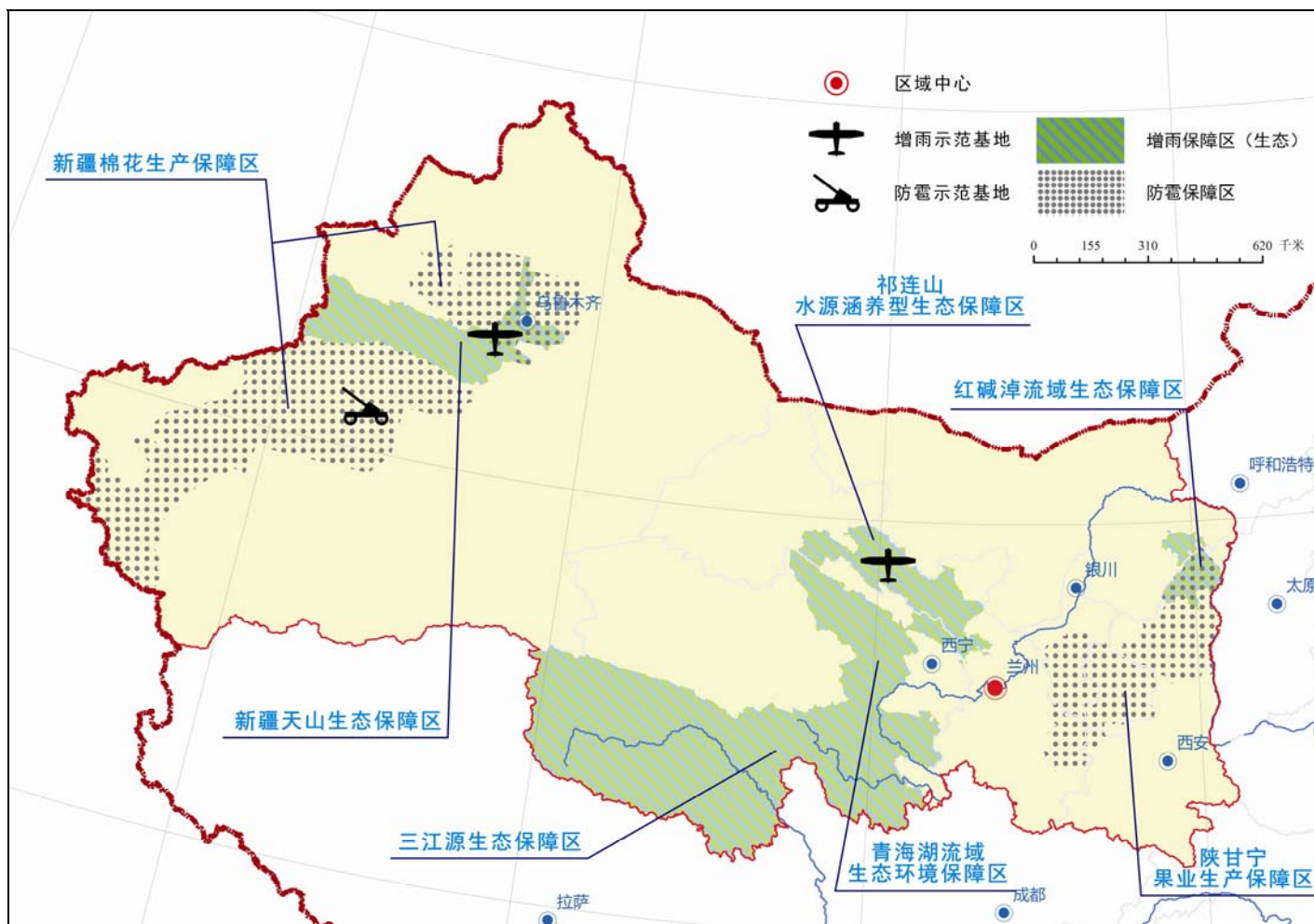


图 11 华北区域人工影响天气功能布局示意图

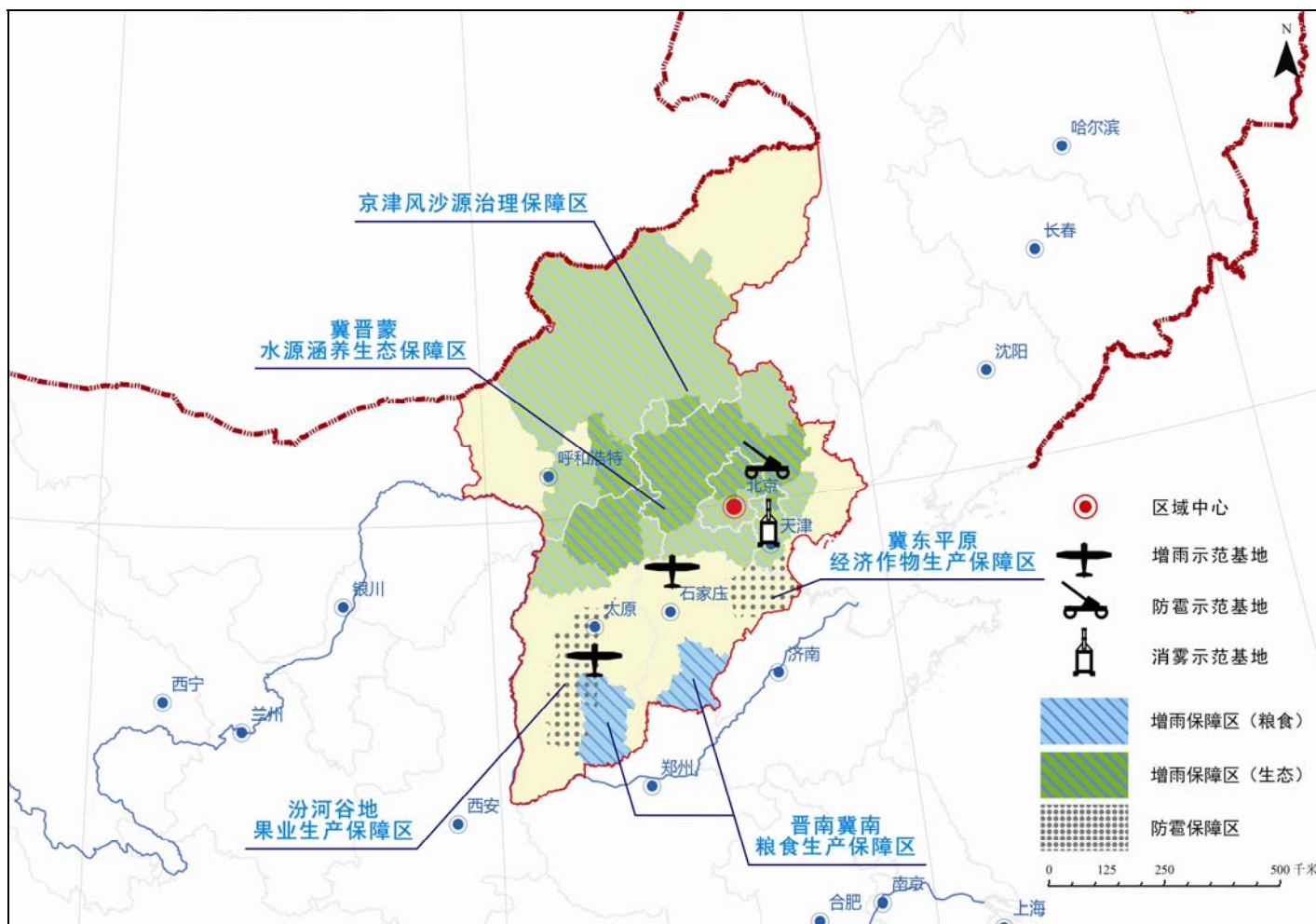


图 12 中部区域人工影响天气功能布局示意图

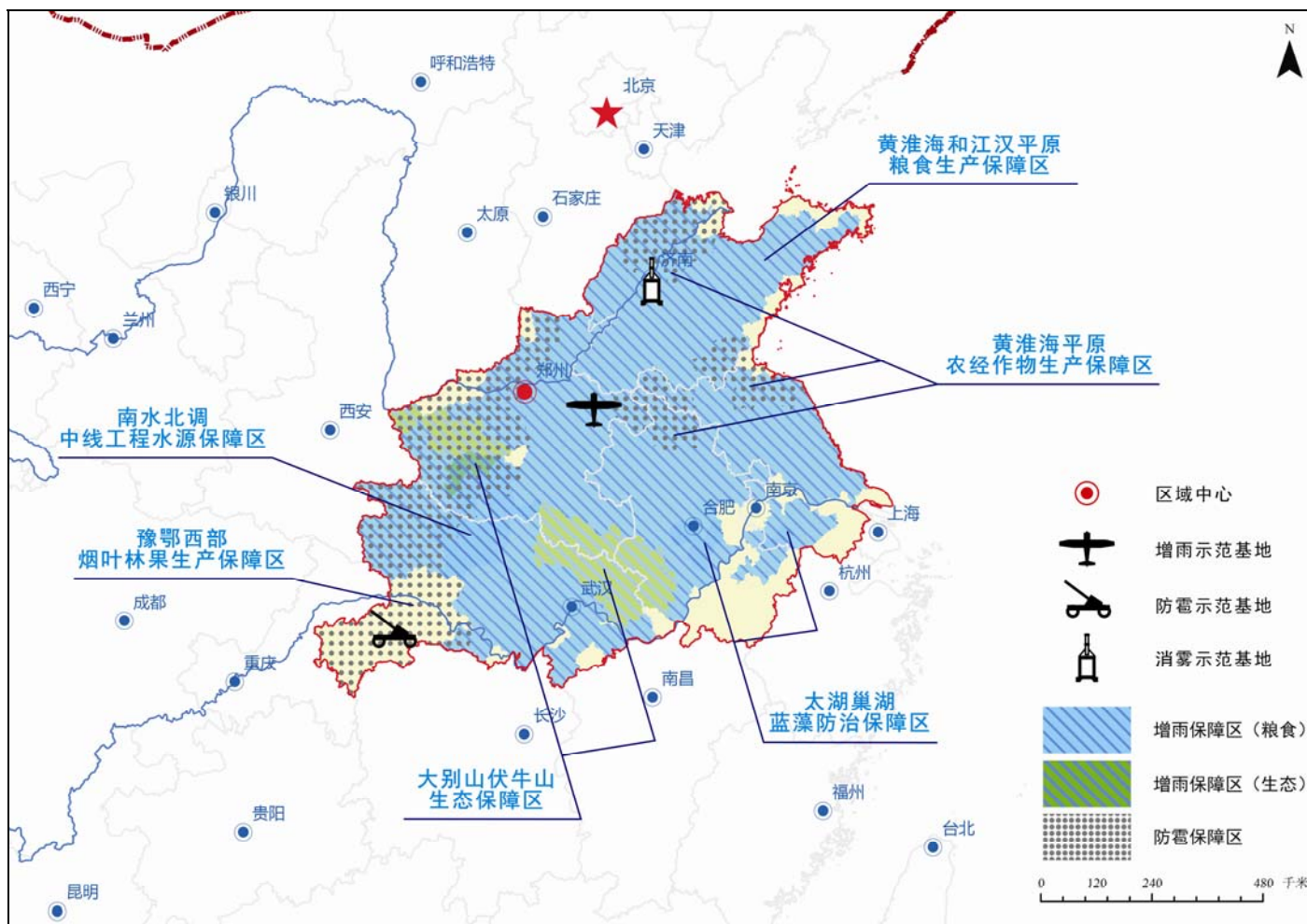


图 13 西南区域人工影响天气功能布局示意图

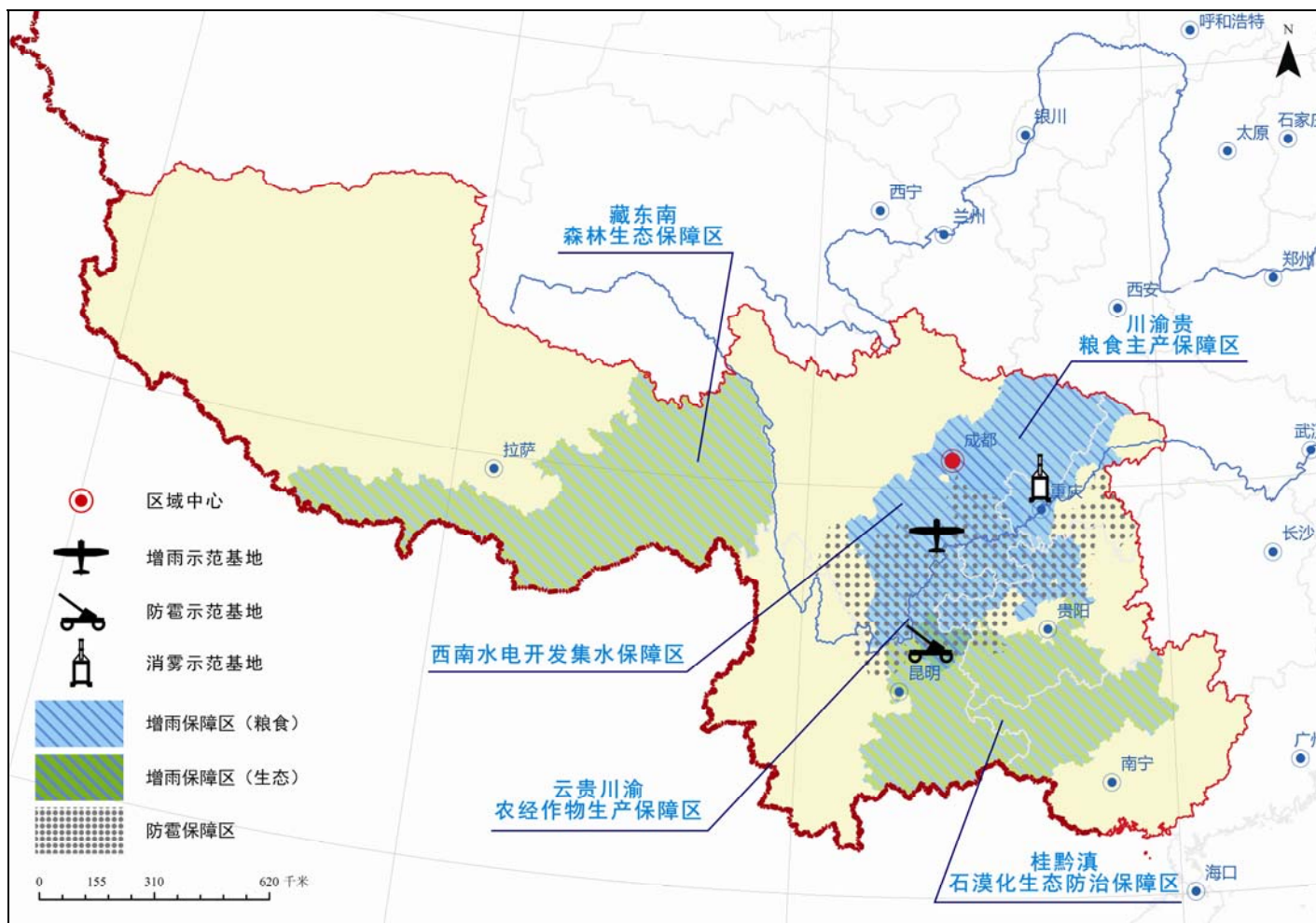


图 14 东南区域人工影响天气功能布局示意图

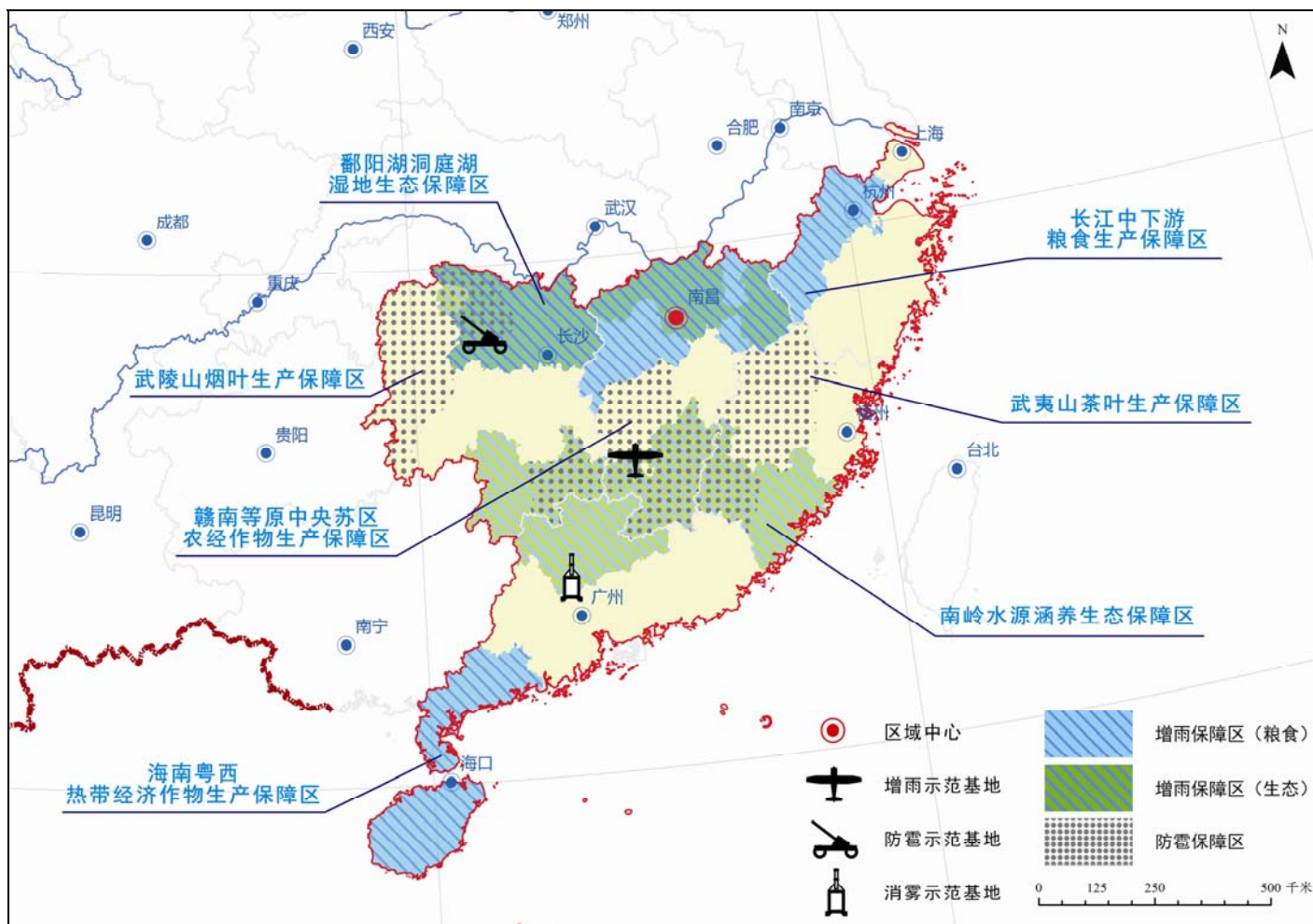


图 15 全国人工影响天气业务管理工作体系框图

