

海南省气象灾害防御能力提升工程-
防灾减灾气象业务系统升级改造
采购需求任务书

单位名称：海南省气象局

2024 年 3 月 5 日

目 录

1 概况	3
1.1 项目目标	3
1.2 建设内容及预算	3
2 系统建设任务要求	5
2.1 升级改造海南省气象灾害监测预警评估系统	5
2.2 升级改造气象防灾减灾一体化系统	8
2.2.1 升级改造海南省智能网格气象预报预警一体化平台	8
2.2.2 升级改造海南省气象服务一体化系统	10
2.3 升级改造农业气象灾害监测预警系统	12
3 非功能性要求	20
3.1 软件易用性	20
3.2 软件稳定性和可靠性	20
3.3 软件时效性	20
4 软件开发标准	21
5 进度要求	21
6 项目团队要求	21
7 安装调试要求	21
8 培训要求	22
9 验收交付要求	22
10 质保期要求	22
11 售后服务要求	23
12 知识产权原则	23

1 概况

1.1 项目目标

本项目建设内容为《海南省气象灾害防御能力提升工程》初步设计的防灾减灾气象业务系统升级改造的建设内容。

围绕国家安全、国家防灾减灾、应急保障、海上丝绸之路、海南自由贸易港建设的气象保障需求，锚定《海南省“十四五”气象事业发展规划》（琼气计发〔2021〕89号）“到2025年，建成适应海南自由贸易港发展的现代气象业务体系和防灾减灾体系”的发展目标，以防灾减灾气象业务系统升级改造为主要建设内容，升级完善防灾减灾气象业务系统，开发贴近防灾减灾需求的预报预警服务产品，打造“预报预警+防灾减灾”气象服务保障链条。

依托现有防灾减灾气象业务系统，完善面向灾害防御能力建设需求的业务系统功能，升级改造海南省气象灾害监测预警评估系统、升级改造气象防灾减灾一体化系统、升级改造农业气象灾害监测预警系统各1套。实现海南省强对流短临预报产品时间分辨率提升至10分钟，空间分辨率提升至1km，产品滚动更新频次缩短为10分钟，强对流天气预警信号发布时间量达到45分钟，气象灾害监测产品空间分辨率提升至乡镇级，风险预警评估产品空间分辨率提升至1km，重点行业的气象预警信息覆盖率提升至98%以上。城市的气象灾害预报预警能力达到全国先进水平，充分发挥气象防灾减灾第一道防线作用，为政府及涉灾部门防灾减灾决策提供科学支撑保障，为自贸港建设保驾护航。

1.2 建设内容及预算

海南省气象灾害防御能力提升工程—防灾减灾气象业务系统升级改造的建设内容主要包括升级改造海南省气象灾害监测预警评估系统、升级改造气象防灾减灾一体化系统和升级改造农业气象灾害监测预警系统等3部分建设。

（1）升级改造海南省气象灾害监测预警评估系统。基于海南省气象预警中心现有的省级气象大数据云平台、基础设施资源池和省级气象综合业务实施监控系统，完成海南省气象灾害监测预警评估系统的功能扩展、云化改造和部署。

（2）升级改造气象防灾减灾一体化系统。基于省级气象大数据云平台、基础设施资源池和省级

气象综合业务实施监控系统，完成气象防灾减灾一体化系统的功能扩展、云化改造和部署。

(3) 升级改造农业气象灾害监测预警系统。基于省级气象大数据云平台、基础设施资源池和省级气象综合业务实施监控系统，完成农业气象灾害监测预警系统的功能扩展、云化改造和部署。

具体需求详见下表：

表 1-2-1 系统建设清单及预算

序号	建设内容明细	数量	采购预算（万元）
一	升级改造海南省气象灾害监测预警评估系统		150.30
1	海南省气象灾害监测预警评估系统（升级改造）	1	150.30
二	升级改造气象防灾减灾一体化系统		210.6
1	升级改造海南省智能网格气象预报预警一体化平台	1	75.6
2	升级改造海南省气象服务一体化系统	1	135.0
三	升级改造农业气象灾害监测预警系统		142.2
1	升级改造农业气象灾害监测预警系统	1	142.2
	总计		503.1

本工程为交钥匙工程，投标人需负责工程招标范围内的软件设计、开发、安装、调试和验收所需要的一切手续。招标文件中未列出但是为本工程所必需的**相关设备、材料、实施**等均属于本次招标范围。对招标范围内，如果某些分项在招标文件中未专门提到，但它对于一个项目建设内容的功能、安全、稳定运行是必不可少的，那么这些辅助设备、材料或服务，也应由投标人提供，其费用包括在总价中。

2 系统建设任务要求

2.1升级改造海南省气象灾害监测预警评估系统

为提升海南省气象灾害监测、预警、评估业务能力，在原有“气象灾害监测评估系统”基础上，针对台风、暴雨、干旱等主要气象灾害，面向各级政府及行业部门防灾减灾需求，优化灾害监测识别算法、评估模型算法、产品制作流程等功能。基于省级气象大数据平台“天擎”，通过“天擎”接口读取数据和自有业务数据，研发气象灾害监测识别、风险预警、风险评估等算法，形成气象灾害监测、风险预警、风险评估等业务产品，开发与“天镜”系统对接的业务监控模块，将原系统升级改造为集约高效的海南省气象灾害监测预警评估系统，实现业务系统云化升级改造。系统升级后集成中心数据库、气象灾害实时监测、气象灾害风险预警、气象灾害风险评估、气象灾害风险区划、可视化展示、系统等 7 大功能，提升海南省气象灾害监测、预警、评估、区划等一体化智慧防灾减灾服务能力。

本子系统基于 B/S 模式进行开发，开发的软件能在主流服务器架构下流畅运行，并可满足未来信创改造需求。

定制软件开发清单如下表 2-1:

表 2-1 海南省气象灾害监测预警评估系统升级改造软件功能需求清单

序号	子系统模块 1	子系统模块 2	功能简述
1	中心数据库	数据自动采集模块	基于气象大数据平台“天擎”实现气象站点、实况格点等监测数据，智能网格预报（未来 1-10 天）、CFSV2(未来 1-45 天)、CPSV3（未来 1-60 天）等逐小时预报预测数据，以及离线承灾体数据的自动采集。
2		数据存储和备份模块	将采集到的数据和计算结果存储到数据库中，并定期备份数据，包括数据、地理信息图件、图片、文档等，以确保数据的可追溯性和完整性。
3	气象灾害实时监测	台风灾害监测	基于全省国家站、区域站、多源融合实况逐小时监测数据，根据台风灾害过程监测技术方法，实时开展台风灾害过程的计算分析，实现各乡镇台风灾害滚动实时监测。 提供时间分辨率为逐小时的乡镇级台风灾害监测产品。

4		暴雨灾害监测	<p>基于全省国家站、区域站、多源融合实况逐小时监测数据，根据暴雨灾害过程监测技术方法，实时开展暴雨灾害过程的计算分析，实现各乡镇暴雨灾害滚动实时监测。</p> <p>提供时间分辨率为逐小时的乡镇级暴雨灾害监测产品。</p>
5		干旱灾害监测	<p>基于全省国家站、区域站、多源融合实况逐小时监测数据，根据气象干旱灾害过程监测技术方法，实时开展干旱灾害过程的计算分析，自动计算逐日气象干旱指数，识别干旱灾害过程强度和等级，实现各乡镇干旱灾害滚动实时监测。</p> <p>提供时间分辨率为逐小时的乡镇级干旱灾害监测产品。</p>
6	气象灾害风险预警	台风灾害风险预警	<p>基于全省实况监测资料、未来 1-10 天逐小时 1KM 智能网格预报数据，根据台风灾害过程识别技术方法，结合台风致灾危险性评估模型，自动绘制台风灾害风险预警等级图和报告。</p> <p>提供一天至少两次更新的未来 1-10 天的台风灾害风险预警产品，时间分辨率 1 小时，空间分辨率 1KM。</p>
7		暴雨灾害风险预警	<p>基于全省实况监测资料、未来 1-10 天逐小时 1KM 智能网格预报数据，根据暴雨灾害过程识别技术方法，结合暴雨致灾危险性评估模型，自动绘制暴雨灾害风险预警等级图和报告。</p> <p>提供一天至少两次更新的未来 1-10 天的暴雨灾害风险预警产品，时间分辨率 1 小时，空间分辨率 1KM。</p>
8		干旱灾害风险预警	<p>基于全省实况监测资料、未来 1-10 天逐小时 1KM 智能网格预报数据，根据气象干旱灾害过程识别技术方法，自动计算未来逐日气象干旱指数，结合干旱致灾危险性评估模型，自动绘制干旱灾害风险预警等级图和报告。</p> <p>提供一天至少两次更新的未来 1-10 天的干旱灾害风险预警产品，时间分辨率 1 小时，空间分辨率 1KM。</p>
9	气象灾害风险评估	台风灾害风险评估	<p>基于智能网格预报（未来 1-10 天）、CFSV2(未来 1-45 天)、CPSV3（未来 1-60 天）等逐小时预报预测数据，结合台风灾害危险性区划、各类承灾体风险区划，定量化评估台风灾害对海南省人口、GDP 影响数量和范围，实现逐日滚动更新，空间分辨率为公里网格级，根据报告模板，一键生成台风灾害风险评估报告。</p> <p>提供逐日滚动更新的月尺度的台风灾害风险预估产品，时间分辨率 1 小时，空间分辨率市县级。</p>
10		暴雨灾害风险评估	<p>基于智能网格预报（未来 1-10 天）、CFSV2(未来 1-45 天)、CPSV3（未来 1-60 天）等逐小时预报预测数据，结合暴雨灾害危险性区划、各类承灾体风险区划，定量化评估暴雨灾害对海南省人口、GDP 影响数量和范围，实现逐日滚动更新，空间分辨率为公里网格级，根据报告模板，一键生成暴雨灾害风险评估报告。</p> <p>提供逐日滚动更新的月尺度的暴雨灾害风险预估产品，时间分辨率 1 小时，空间分辨率市县级。</p>

11		干旱灾害风险评估	<p>基于智能网格预报（未来 1-10 天）、CFSV2(未来 1-45 天)、CPSV3（未来 1-60 天）等逐小时预报预测数据，结合干旱灾害危险性区划、各类承灾体风险区划，实现逐日滚动更新，空间分辨率为公里网格级，定量化评估暴雨灾害对海南省人口、GDP、农作物等影响数量和范围，根据报告模板，一键生成干旱灾害风险评估报告。</p> <p>提供逐日滚动更新的月尺度的干旱灾害风险预估产品，时间分辨率 1 小时，空间分辨率市县级。</p>
12	气象灾害风险区划	台风灾害风险区划	<p>实现台风致灾危险性、暴露度和脆弱性各指标归一化计算，研发台风灾害风险区划模型算法，基于 webGIS 绘制台风灾害 GDP 风险区划、灾害人口风险区划、灾害玉米风险区划、灾害水稻风险区划等图件，实现台风灾害风险区划结果的空间分析、统计和展示。</p> <p>提供 30" 空间分辨率的台风灾害风险区划产品。</p>
13		暴雨灾害风险区划	<p>实现暴雨致灾危险性、暴露度和脆弱性各指标归一化计算，研发暴雨灾害风险区划模型算法，基于 webGIS 绘制暴雨灾害 GDP 风险区划、灾害人口风险区划、灾害玉米风险区划、灾害水稻风险区划等图件，实现暴雨灾害风险区划结果的空间分析、统计和展示。</p> <p>提供 30" 空间分辨率的暴雨灾害风险区划产品。</p>
14		干旱灾害风险区划	<p>实现干旱致灾危险性、暴露度和脆弱性各指标归一化计算，研发干旱灾害风险区划模型算法，基于 webGIS 绘制干旱灾害 GDP 风险区划、灾害人口风险区划、灾害玉米风险区划、灾害水稻风险区划等图件，实现暴雨灾害风险区划结果的空间分析、统计和展示。</p> <p>提供 30" 空间分辨率的干旱灾害风险区划产品。</p>
15	可视化展示	数据映射模块	<p>该模块将处理后的数据映射到地图上，实现数据的可视化。映射过程可以包括颜色、形状、大小等视觉元素的设置，以便清晰地表达数据的变化和分布情况。</p>
16		交互式操作模块	<p>该模块提供用户与地图的交互式操作功能，如缩放、移动、查询等。用户可以通过这些操作来深入探索地图中的数据，并获取更多关于地理信息的细节。</p>
17		可视化产品设计模块	<p>该功能可以根据用户输入的数据，自动生成相应的可视化图表和图形产品，例如空间分布图、折线图、柱状图、饼图等。同时，该模块还可以根据数据的变化自动更新可视化结果，实现数据的动态展示。</p>

18		地图可视化图形产品展示模块	该模块主要实现多种形式的地图可视化操作，动态展示系统各种图形产品，使用户更加直观地了解系统输出结果。
19	系统管理	用户管理模块	负责管理系统的用户、权限、日志等基本信息，保证系统的安全性和可靠性。
20		系统配置模块	设置系统的参数配置、备份计划等，提高系统的自动化运行效率。

2.2 升级改造气象防灾减灾一体化系统

2.2.1 升级改造海南省智能网格气象预报预警一体化平台

在“海南省智能网格气象预报预警一体化平台”前期开发基础上，面向农业、旅游、能源电网、海上搜救、航运保供等多部门的防灾减灾多场景应用需求，基于地面观测、高空观测、风廓线雷达等气象数据，通过质控和保密储存管理传输，实现为其他功能提供高质量数据；基于多源实况数据和模式资料，强化垂直层资料应用，开发雷电、地面大风、高空风、强降水等产品客观订正算法，提升气象要素预报预警准确率。生成的雷电、大风、强降水等气象防灾减灾预报预警数据和产品将推送给“海南气象服务一体化系统”、“天擎”大数据云平台和应急部门，提供气象服务保障，为部门决策、防灾减灾应急救援提供气象条件依据。

本子系统基于 B/S 模式进行开发，开发的软件能在现有服务器架构下流畅运行，并可满足未来信创改造需求。

平台现运行软件环境如下表 2-3：

表 2-3 海南省智能网格气象预报预警一体化平台现运行软件环境

	资源	名称/类型	备注
服务器端	处理器	Intel(R) Xeon(R) CPU E7-4807 @1.87GHz (4 处理器)	
	内存	64GB	
	操作系统	Windows server 2012	
	中间件	Tomcat、nginx、JRE、JAVA、python、WebGIS	
	数据库	MySQL、presql	
客户端	操作系统	Win7 以上	
	IE	IE8.0 及以上、Microsoft Edge、Chrome	
	办公软件	OFFICE 2007 及以上、WPS	

定制软件开发清单如下表 2-4:

表 2-4 海南省智能网格气象预报预警一体化平台升级改造软件功能需求清单

序号	子系统模块 1	子系统模块 2	功能简述
1	三维数据服务子模块	气象数据采集功能模块	实时滚动从“天擎”获取项目新建区域自动站、6 部相控阵 X 波段天气雷达、风廓线雷达等多源观测资料和 CMA-GD（华南中尺度模式）、EC（欧洲中期天气预报模式）等模式资料。
2		气象数据处理功能模块	对模式数据进行解码，增加非标准层数据（如 900hPa、800hPa、750hPa 等），并插值到统一的时空分辨率（空间分辨率 1km×1km、时间分辨率 1 小时）。 将新增区域自动站观测数据融入平台原观测数据体系中，并根据区域自动站的行政级别、地理坐标、海拔高度、地质状况等信息进行站点划分，提供分级、分类的站点集合。
3		气象数据质控功能模块	气象数据检测部分包括对数据的完整性、采集数据的时间、数据的时空连续性等内容进行检测，将数据检测异常结果通过平台页面、微信等手段及时提醒业务人员关注处理。
4	关键气象要素订正算法模块	雷电客观订正算法	建立基于雷电潜势指数的预报预警方案，利用 EC（欧洲中期天气预报模式）等模式的预报要素计算雷电潜势落区。 提供一天两次更新的未来 72 小时时效的时空分辨率为 1 小时、1km×1km 的海南省雷电客观订正产品，提供海南省雷电潜势落区产品。
5		地面大风客观订正算法	基于 AI 算法对地面大风进行客观订正，模型框架主要由数据层、功能层、算法层和输出层四部分组成。数据层主要包括 CMA-GD 模式和 ECMWF-IFS（ECMWF 的综合预报系统）模式预报和地形高度；功能层主要进行数据预处理，根据数据完整性、历史检验结果等多种因素，包括数据质控、匹配、空间降尺度和标准化等方法，构建高质量的标准数据集；在算法层中，分别采用 3 种以上 AI 算法，通过环境搭配、K 折交叉验证性能、挑选最优模型及模型调参等步骤，构建地面大风预报模型；最终在输出层输出地面大风预报客观产品。 提供一天两次更新的未来 72 小时时效的时空分辨率为 1 小时、1km×1km 的海南省地面大风客观订正产

			品。
6		高空风客观订正算法	利用气象探空、风廓线雷达、云导风产品等数据，基于随机森林等 AI 算法或偏差订正方法对天气数值模式高空风数据进行客观订正。 提供一天两次更新的未来 72 小时时效的时空分辨率为 1 小时、1km×1km 的海南省高空大风客观订正产品。
7		强降水客观订正算法	利用先进的人工智能算法、多源动态融合技术，建立分钟级降水短临预报模型。基于质控后的海南多源观测资料、雷达定量降水估计、融合分析资料等产品，研发基于机器学习方法（如深度卷积网络算法等）的 0-2 小时内降水临近预报技术。 提供逐 10 分钟更新的未来 2 小时时效的时空分辨率为 6 分钟、1km×1km 的海南岛强降水客观订正产品。
8	多维可视化模块	数据三维展示功能	基于关键气象要素订正算法模块生成的地面大风和高空风预报预警产品所构建的三维风场数据、多普勒雷达数据和三维模式数据，利用先进的 Web-GIS 技术在同一界面同步呈现三维数据的立体结构图。
9		三维数据剖面展示功能	基于三维风场、多普勒雷达数据和三维模式数据，可做任意点的空间-时间剖面展示，可做空间上若干点连线的空间剖面展示，并提供相应图片下载。

2.2.2 升级改造海南省气象服务一体化系统

对“海南气象服务一体化系统（原来的专业气象服务一体化系统）”进行升级改造，为了满足防灾减灾气象服务需求，先对原来关系型数据库改造成大数据中台，优化升级面向各种天气过程短临服务产品制作，场景化产品自动生成和产品供给等功能。

开展不同气象灾害的重点防灾地区和隐患点的气象服务大数据集、快速气象服务检索接口、防灾减灾数据融合、短临气象条件态势感知、短临灾害天气分类预警预报、灾害天气落区的预报协同、实时气象服务数据集订正、多模态服务产品自动生成、隐患点气象风险模型、产品审阅、场景化产品页面等 10 个功能模块的开发和升级完善，以圆满完成各类天气灾害过程的防灾减灾气象服务保障为目标，最终提升面向重点防灾地区和隐患点的气象防灾减灾能力。

海南省气象服务一体化系统升级改造包括气象防灾减灾服务大数据中台、短临灾害天气服务快速循环更新子系统、场景化气象服务产品智能生成子系统、气象风险服务产品供给子系统等 4 个子系统建设，涉及气象服务大数据集、快速气象服务检索接口、防灾减灾数据融合、短临气象条件态势感知、短临灾害天气分类预警预报、灾害天气落区的预报协同、实时气象服务数据集订正、

多模态服务产品自动生成、隐患点气象风险模型、产品审阅、场景化产品页面等 10 个功能模块的开发和升级完善。

本子系统对接海南省气象局气象业务系统，采用面向服务的架构方式，开发的软件能在信创操作系统环境下流畅运行，并兼容海南省气象服务一体化系统。

定制软件开发清单如下表 2-3:

表 2-3 海南省气象服务一体化系统升级改造软件功能需求清单

序号	子系统模块 1	子系统模块 2	功能简述
1	气象防灾减灾服务大数据中台	升级气象服务大数据集	基于天擎系统开发面向云平台 and 大数据环境的气象服务库，形成实时气象服务数据集和历史气象服务数据集。
2		升级快速气象服务检索接口	实时气象服务数据接口和历史气象服务数据接口，提供相应的气象数据。 实时气象服务数据接口基于用户对象位置和经纬度进行数据检索，对各类气象数据进行实时的融合加工处理，可将服务从现有的固定点扩大到任意经纬度点，支持数据快速检索和输出历史气象服务数据接口基于市县进行检索，形成逐年、逐月、逐日的国家级气象台站的历史数据统计结果。
3		防灾减灾数据融合	通过插值等运算，将防灾减灾多源数据匹配到不同服务对象的位置，形成服务对象的多源全链条的时空数据集，实现海量动态和静态防灾减灾数据实时写入、数据高效检索并支持系统规模动态扩展。
4	短临气象条件快速循环更新子系统	短临气象条件态势感知功能	融合实时监测数据和 0-2 小时外推数据形成冰雹、雷暴大风、短时强降水、雷暴、大风等分类灾害天气短时临近态势分数，基于 GIS 技术和模糊逻辑算法，实现用户位置和防御圈的 10 分钟滚动更新的短临服务态势指标，并设置指标阈值进行实时报警
5		优化短临灾害天气分类预警预报生成分发功能	根据模板和预案，形成短临灾害对应高影响气象因子未来 0-2 小时预报，自动形成天气过程和应急措施描述性文字，生成天气过程运动轨迹图像，自动生成文档类和消息类服务产品，并自动匹配用户发送策略实现一键式多用户、多渠道、多模态的产品发送
6		灾害天气落区的预报协同功能	结合省台短临平台灾害性天气落区信息和用户位置，按照预警的分级分类协同修订用户位置上对应时次要素预报值，根据预警类别和时效设置协同修正的要素的预报时效，并及时根据预警发布、调整、解除不断协同更新对应要素预报值。
7	场景化气象服务产品智能生成子系统	实时气象服务数据集订正功能	开发面向用户位置的实时气象服务数据集制作订正交互界面，接入融合实况、预报、预警多源数据多要素协同订正客观算法和业务系统插件，形成近期订正效果的评估界面和实现 0-7 天不同时间分辨率和空间分辨率实时气象服务数据集滚动

			更新制作发布。
8		服务数据快速订正工具箱	“点、线、面”的气象服务数据订正面板，支持气象数据按经验和规则的快速订正。
9		升级气象服务数据集滚动更新和回溯功能	实时滚动更新最新时次的预报和实况数据，支持检索当前最新发布和历史发布的气象数据集加载应用。
10		气象防灾服务产品自动生成模块	面向不同用户需求，开发基于文档模板的服务产品自动生成技术，支持描述性语音、专业数据、专业图表的自动生成。
11		大风气象风险模型	面向台风、强对流等高风险地区 and 隐患点的不同高度风预报预警技术，主要是分成面向服务对象的浅层风（0-80m）和高层风（300m-20km）的预报预警技术。
12		高温气象风险模型	通过研究能源、交通、航天等重点领域气温对生产生活的影响度，挖掘气温影响指标，可进行逐时气温影响预报研发，最终建立逐时高温风险服务产品。
13		雷电气象风险模型	基于雷击高风险地区的易燃易爆场所，结合探空资料、数值预报资料计算对流性大风灾情个例的自由对流高度、SI 指数、 ΔT 、深层垂直风切变、CAPE 等若干项对流参数，应用机器学习算法建立对流性天气潜势预报模型，对不同行业的隐患点和高风险区域的雷电和强对流天气进行预报。
14	气象风险服务产品供给子系统	完善文本类产品审阅模块	开发多名业务人员流水作业情况下编辑、监控当前文档类界面，对消息类产品制作、审核、发布情况进行监控和修改。
15		场景化电脑端可视化页面	面向航天发射、海上风电等重点服务区域和防灾减灾服务对象，开发基于 H5 页面生成电脑端可视化的用户场景服务网页，支持主流浏览器加载显示。
16		场景化手机端可视化页面	面向航天发射、海上风电等重点服务区域和防灾减灾服务对象，开发基于 H5 页面生成手机端可视化的用户场景服务页面，可供相关 APP 或者微信进行加载显示。

2.3 升级改造农业气象灾害监测预警系统

以新型气象业务技术体制改革“云+端”技术体系为构架，依托海南省气象局云服务器和存储资源，升级改造海南省农业气象灾害监测预警系统，系统部署在海南省气象局数据中心。基于气象大数据平台“天擎”，从数据资源、算法、产品加工制作、产品存储、业务监控等方面进行系统融入升级改造。

升级改造农业气象灾害监测预警系统包括农业气象数据库建设、升级改造农业气象业务系统、农业气象服务手机 APP 应用软件开发建设 3 部分建设内容。

（1）农业气象数据库建设

收集、整理并整合农作物相关产量资料、物候资料、历史气象数据、农田小气候观测数据、实景监测数据等各类产业和气象数据，建设农业气象数据库，为开展气象因子与农作物物候期关系模型构建、气象和物候变化对农作物产量和品质影响等研究提供基础支撑。基于中国气象局气象信息化工程技术框架及天擎云架构，按照相关数据格式要求，以农业生产重点县为基础，将历史数据录入天擎数据库，并实现农业气象观测、监测数据实时录入数据库等功能，实现农业气象服务数据建设，为后期数据应用奠定基础。

（2）升级改造农业气象业务系统

以新型气象业务技术体制改革“云+端”技术体系为构架，基于省级气象大数据云平台天擎升级改造融入云平台的农业气象业务系统，依托格点化监测预报产品，实现数据管理、分析、各类业务产品制作等功能，涵盖农业气象监测、评估、预报等服务产品的自动化制作和发布，为 APP 等应用软件提供包括产品和服务系统数据接口。完成业务和服务系统本地化应用所需的网络配套环境改造和建设，以及提供业务和服务系统本地化应用相关指标、预报预警模型等相关技术参数测试等。

（3）农业气象服务手机 APP 应用软件开发建设

基于农业气象服务数据建设及服务技术建设基础，通过利用基于地理位置的服务（LBS）技术，将传统到区县一级定位极限拓展至乡镇、农场一级，大幅提高定位的分辨率。同时，配合高级别定位分辨率，提供更加精准的通用型气象服务信息展示功能，客户端产品展示采用定制方式，可以用于决策气象服务、公众气象服务、专业气象服务等领域，亦可形成多种不同样式的客户端版本服务于不同类型和需求的用户，深化“基于位置、融入生产、个性定制、分类推送”的智慧服务。

本子系统基于 B/S 模式进行开发，开发的软件能在现有服务器架构下流畅运行，并可满足未来信创改造需求。

App 基于安卓开发，App 服务器端布设在阿里云对外提供服务，由乙方支付购置并保障运行三年。

农业气象业务系统部分同时支持 5 个以上的并发用户。

定制软件功能开发清单如下表 2-4：

表 2-4 升级改造农业气象灾害监测预警系统功能需求清单

序号	子系统模块 1	子系统模块 2	子系统模块 3	功能描述
1	农业气象数据库建设	历史气象数据	格点历史气象数据读取	从天擎读取温度、降水、日照、相对湿度、风速、风向等数据
2			格点历史气象数据整理	生成日、旬、月、年的均值，最大最小值。
3			格点气象预报数据读取	从天擎读取温度、降水、日照、相对湿度、风速、风向等数据
4			格点气象预报数据整理	生成日、旬、月、年的均值，最大最小值。
5			站点历史气象数据读取	从天擎读取温度、降水、日照、相对湿度、风速、风向等数据

6			站点气象预报数据整理	生成日、旬、月、年的均值，最大最小值。
7			物候数据（农气站观测数据）	从天擎读取农业物候、生长要素观测值，并设计合理的数据表存储。
8			农田小气候观测数据	对项目等临时气象观测数据等未进入天擎数据，导入
9			实景观测数据	从天擎读取实景观测数据并存储显示。
10		社会经济数据	产量数据	早稻、晚稻、芒果、橡胶等常用作物县级产量数据输入、查询、存储。
11			农作物分布格点数据导入与更新	农作物分布格点数据查询、导入与更新
12		灾情数据	灾情数据	气象灾情数据包括有历史记录的各项气象灾害以及农作物病害、虫害发生时间、地点、灾损等数据。
13		遥感数据	常用遥感数据的导入与管理	常用遥感数据（NDVI、SIF）的导入与管理
14	农业气象业务系统	气象数据检索	数据完整性检查	数据完整性检查包括历史及预报数据，完整性、异常值检查
			周数据自动查询与显示	数据检索主要是检索农业气象的监测数据，包括多要素检索和历史同期检索，检索结果表现形式：平均值、最大值、最小值、距平；
			旬数据自动查询与显示	可视化：数据表格、等值线图、时序图，可以把检索到的数据下载成excel、csv等格式。
			月数据自动查询与显示	数据包括站点与格点两种类型。
			春耕春种、秋收秋种数据自动查询与显示	
			任意时段数据查询与显示	
			预报数据检索查询与显示	
15		农事活动适宜性预报	早稻适宜性预报	基于作物生长适宜度模型，利用海南省气象智能网格预报数据，实时自动制作未来10天海南省农事活动适宜性预报空间分布图，系统根据农事活动适宜性预报，自动生成格点化的农事
			晚稻适宜性预报	
			果树（荔枝）适宜性预报	
			割胶适宜性预报	

		瓜菜适宜性预报	活动适宜性服务材料。
16	农业灾害监测	早稻低温阴雨 早稻花期阴雨 早稻高温 早稻暴雨 晚稻暴雨 台风 暴雨 干旱 低温阴雨 橡胶炭疽病 橡胶白粉病 橡胶台风 橡胶干旱 瓜菜干旱 瓜菜湿涝 瓜菜低温 蝗虫 其他临时功能(不超过 5 个)	基于农业气象风害、寒害、病虫害和旱害等指标模型，利用历史气象数据，实时制作海南省农业风害、寒害、病虫害和旱害逐日监测空间分布图。实现逐日、周、旬时段灾害监测查询，灾害影响对象提示、防御措施显示，以空间分布图、数据列表表达。
17	农业灾害预警	早稻低温阴雨 早稻花期阴雨 早稻高温 早稻暴雨 晚稻暴雨 台风 暴雨 干旱 低温阴雨 橡胶炭疽病 橡胶白粉病 橡胶台风 橡胶干旱 瓜菜干旱 瓜菜湿涝 瓜菜低温 蝗虫 其他临时功能(不超过 5 个)	基于农业气象风害、寒害、病虫害和旱害等指标模型，利用智能网格预报数据，实时制作海南省未来 10 天农业气象风害、寒害、病虫害和旱害预报空间分布图。实现逐日、周、旬时段灾害监测查询，灾害影响对象提示、防御措施显示，以空间分布图、数据列表表达。 农业灾害监测预警产品要求格点化，空间分辨率达到 1km×1km。

18	农业气象服务手机 APP 应用软件建设	农作物长势监测	与去年对比	基于农作物生长气象观测数据，融合气象、遥感和作物模型技术，实现对重要农作物动态长势监测。并能够查询指定农作物种植区不同时段的农作物长势变化曲线，分析农作物生长状况的变化。	
19			天气指数保险服务		与前年对比
					与常年对比
					逐年同期长势序列
		常用指标检索阈值设定		基于自动气象站历史数据，结合空间插值技术和风害保险指标，生成指定经纬度或地点风灾证明，农户理赔服务提供服务。	
		自动检索灾害历史情况			
历史灾情统计					
自动检索灾害病预警					
灾害报告自动生成					
20		农经信息链接	链接的增删查改	接入常用农作物价格、产量等数据链接，实现农经信息检索。	
			农经信息链接显示		
21	后台管理模块	用户管理	实现用户信息及预警信息的数据管理及系统配置功能。不同类别的用户可通过后台定制显示不同的气象服务产品。 同时支持 20 个以上的并发用户		
用户添加管理					
用户修改管理					
用户删除管理					
用户查询管理					
用户登录					
用户信息重置					
用户注册					
用户权限管理					
用户角色管理					
用户资源管理					
22	客户端展示模块（安卓版）	根据用户选择，优化显示界面	客户端可应用在安卓操作系统上，面向用户，提供农业气象服务。		
23	精准定位模块	根据用户设置位置或者定位，获取相应格点数据	通过利用基于地理位置的服务（LBS）技术，将传统到区县一级定位极限拓展至 5×5km 定位的分辨率。		
24	信息推送模块	根据用户定位或用户关注作物分类推送预警、农事管理提醒	系统可将点位地点的预警及警报信息数据主动推送到客户端中，实现精准推送服务。		
25	天擎数据采集	对业务系统生成的产品信息分类获取	依托天擎数据环境对农业气象服务 app 的数据来源进行改造。		
26	天擎产品上	农情互动上传	对农业气象服务 app 采集的物候、灾		

	传	专家咨询上传	情信息以及生成的数据、产品按照 CIMSS 的要求进行改造并上传共享。
		服务器端对上传内容隔离监控	
		服务器端批量查看	
27	数据、产品、权限管理	设置不同用户权限 设置不同区域用户权限	开发统一的运维管理系统，管理各自的农业气象服务 APP 数据和产品。
28	天气实况	过去 1-7 天天气格点实况显示 1-7 天格点预报显示 过去 1-7 天天气格点实况查询 1-7 天格点预报查询 天气预报文本产品 短期气候预测文本产品 格点气候预测产品 作物发育期显示 农业气象灾害预警产品显示	依据数值格点预报，实现精细化实况要素查询，短期气候预测产品、作物生育期、农业气象灾害预警等的查询。
29	农用天气预报	早稻适宜性预报 晚稻适宜性预报 果树（荔枝）适宜性预报 割胶适宜性预报 瓜菜适宜性预报 早稻低温阴雨灾害监测结果 早稻花期阴雨灾害监测结果 早稻高温灾害监测结果 早稻暴雨灾害监测结果 晚稻暴雨灾害监测结果 台风灾害监测结果 暴雨灾害监测结果 干旱灾害监测结果	依据数值格点预报，实现各地农用天气预报的显示和查询。

30	低温阴雨灾害监测结果	实现生产过程中物候期、灾情信息和
	橡胶炭疽病灾害监测结果	
	橡胶白粉病灾害监测结果	
	橡胶台风灾害监测结果	
	橡胶干旱灾害监测结果	
	瓜菜干旱灾害监测结果	
	瓜菜湿涝灾害监测结果	
	瓜菜低温灾害监测结果	
	蝗虫灾害监测结果	
	其他临时功能(不超过 5 个)	
	早稻低温阴雨预警结果	
	早稻花期阴雨预警结果	
	早稻高温预警结果	
	早稻暴雨预警结果	
	晚稻暴雨预警结果	
	台风预警结果	
	暴雨预警结果	
	干旱预警结果	
	低温阴雨预警结果	
	橡胶炭疽病预警结果	
	橡胶白粉病预警结果	
	橡胶台风预警结果	
	橡胶干旱预警结果	
	瓜菜干旱预警结果	
	瓜菜湿涝预警结果	
	瓜菜低温预警结果	
	蝗虫预警结果	
	农情互动	
	农情调查需求显示	

		<div>作物-物候信息上传（地点、作物，图，文）</div> <div>作物-灾情信息上传（地点、作物，图，文）</div> <div>作物-田间管理信息上传（地点、作物，图，文）</div> <div>服务器端物候信息查询浏览</div> <div>服务器端灾情信息查询浏览</div> <div>服务器端田间管理信息查询浏览</div>	田间作业管理信息的采集、录入、查询浏览等操作。
31	农事预警	农事活动推荐显示	根据用户主栽品种，设置农业气象灾害预警阈值，系统结合天气实况及未来预报实现农业气象灾害预警提醒。
32	专家咨询	<div>农户发表问题</div> <div>专家或其他用户回复</div> <div>浏览他人问题与回复</div>	农业大户发表专家咨询问题；专家收到咨询消息后，即可进行点对点回复，咨询完成后，用户可对专家的反馈进行评分。

3 非功能性要求

3.1 软件易用性

系统设计和建设过程中,要充分考虑与现有业务的关系,做好必要的接口设计,实现本项目建设功能与现有业务平台的有效衔接。为适应不同用户使用要求,维护和操作应简便易懂,操作所见即所得;操作界面风格友好、操作集中,无须频繁界面切;展现层面应采用统一的风格和基调,并且提供统一的操作界面和方式,减少手工作业方式,设计简便、清晰操作流程,提高业务人员工作效率。

3.2 软件稳定性和可靠性

系统需要具有良好的稳定性,在硬件环境可靠性的保证下,能够 7×24 小时稳定可靠运行。系统业务运行时必须具有较高的稳定性和故障后快速恢复的能力。系统可运行时间每年最低不能少于总运行时间的 99%。

本项目中软件系统开发依据《网络安全等级保护安全设计技术要求》中的第三级系统“通用安全计算环境设计技术要求”,同时参照《网络安全等级保护基本要求》等标准要求,对等级保护对象涉及的安全计算环境进行设计,设计内容包括身份鉴别、访问控制、安全审计、入侵防范、数据完整性、可信验证、恶意代码防护、剩余信息保护和个人信息保护等方面。

本项目中软件系统开发满足 GB/T 39786-2021《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》中三级指标要求。在密码应用安全性评估中,需按评估要求对软件进行修改,达到通过密码应用安全性评估要求。

3.3 软件时效性

程序的加载速度和用户操作时,如果响应速度太慢,将影响使用效率。测试时,需要在打开多个文件和频繁操作下对程序响应时间进行测试,程序平均响应时间在 2s 以内,以保证能够正常使用。同时充分利用服务器的计算性能,保证计算资源要求高、大数据量的功能实现快速、高效的运行。

4 软件开发标准

软件开发过程和技术标准须符合《气象业务软件组件化开发指南（2023 版）》【气预函（2023）76 号】、《气象软件工程规范》【气办发（2023）38 号】，遵循组件化、集约化原则，数据由省级气象大数据云平台统一管理，算法以组件化方式融入气象大数据云平台加工流水线，软件模块纳入气象综合业务实时监控系統统一监控，部署在海南省气象内网业务系統区，可无缝对接现有气象业务系統。

5 进度要求

本项目建设周期为签订合同后 6 个月内完成。具体建设周期要求如下：

- 1、签订合同后 4 个月内完成初步开发并部署；
- 2、部署后 1 个月内完成调试、测试并试运行；
- 3、试运行之后 1 个月内，完成项目验收。

6 项目团队要求

中标人针对本项目应组织稳定的、人数在 10 人以上的研发团队，团队由计算机、气象等相关专业的成员组成，具有气象相关项目经验最佳。

在项目验收前，中标人必须指定 2 名以上经验丰富的高级技术人员为本项目提供至少 20 天/月的驻场技术服务，包括系统的设计、开发、部署、测试调试等售后服务、培训服务。

中标人在设计、开发、部署、调试等过程中必须接受采购人的监督。

7 安装调试要求

1、负责本项目范围内应用软件的本地化版本的现场安装部署、集成、测试和调试，保证系统功能、性能要求的实现，提供售后服务。

2、在安装时，要求有完整的安装和配置程序，具有详细的系统安装配置和系统维护说明书、用户使用说明书。

3、在测试时，要求具有完整的应用软件系统测试计划，包括根据用户需求编写的测试方案；在

第三方软件测评中，需按测评要求对软件进行修改，达到通过第三方软件测评要求。

4、中标人负责解决系统建设中全部技术问题。

8 培训要求

1、中标人必须为采购人提供系统使用和管理维护培训，培训形式包括客户现场培训、课堂培训；投标人必须列明相应的培训课程。

2、投标单位应在投标文件中提供详细的培训计划，包括培训对象、培训项目、人数、地点、日程、资料等详细内容，为所有被培训人员提供系统安装配置和系统维护说明书、用户使用说明书和讲义等相关资料。培训时间不少于 5 天，培训人数不少于 10 人。

3、技术培训的内容必须包含软件的日常操作和管理维护，以及基本的故障诊断与排错以及必要软件技术开发与管理培训

4、提供各类培训教材，设计制作完成版本发布所需的各类说明手册、彩页等。

9 验收交付要求

中标人负责提出交付程序和交付日程表，报采购人同意后实施。中标人须分阶段递交相应文档。文档资料包括《软件需求说明书》、《概要设计说明书》、《用户操作手册》、《项目测试报告》、《系统部署与维护手册》、《项目工作报告》、《项目验收报告》等内容。项目完成后，中标人应向采购人提供技术文档印刷本和电子文档拷贝各 2 份(电子文档应包括所有材料)。

中标人提供本项目的软件源代码、安装包、数据集。

中标人根据客户需求办理相应软件著作权。

完成软件的在指定地点部署，并正常运行。

本项目需要提供培训、交付后 3 年内的技术支持和系统运维等售后服务。

10 质保期要求

1. 质保期:为自验收合格之日起计算, 保修期内中标人对应用软件提供 3 年免费质保服务。在保修期内对整个系统免费提供系统的运行维护 BUG 修复及技术服务等服务。

2、在质量保证期内，中标方需提供包括但不限于以下服务内容：

1) 免费提供软件升级服务和技术服务；

2) 为确保本项目系统稳定正常运行，负责对运行中出现软件故障进行处理，查找故障原因并将

系统恢复正常运行；

3) 中标人必须指定 1 名以上 经验丰富的高级技术人员为本项目 提供驻场售后服务保障，服务保障的时间为全体工作日及重大天气过程期间，驻场售后服务保障 技术人员必须是公司正式员工且任职一年以上，费用由中标方承担。

11 售后服务要求

售后服务:内容全面，流程清晰，响应及时，建立合理的技术支持机构、明确技术支持的内容，成立专门的技术支持小组，提供完善周到的技术支持。书面承诺提供质保期内的 7×24 小时电话技术支持和保修服务。在接到甲方的通知后中标方技术人员应在 2 小时内完成应答，12 小时内完成远程登录诊断，48 小时内到达现场并解决故障问题。

热线服务:中标人应提供热线电话或 Email、传真或其它联系途径，随时回答采购人各种技术问题并在 24 小时内提出解决方案。

技术支持:对应用系统的运行、维护提供 7×24×365 的全年实时技术支持和业务值班，定期形成值班文档。

中标人应提供咨询与技术支持，及时将有关软件的操作、故障检测、故障排除方法和新的技术发展通知采购人。

12 知识产权原则

全部及/或任何部分的相关知识产权，包括相关权益，归双方共有。中标人有不可争议的义务确保采购人依据本次采购所获得的知识产权不存在任何瑕疵并且可以不受限制地行使相关权利，包括各项延伸权利。若因此发生任何争议均应当由中标人独自承担全部及/或任何责任,包括但不限于应当承担其自身及采购方为排除任何争议或瑕疵所应当或所需支付的一切相关/或由此引起的费用。

中标人应当保证其有关参与本次采购相关的活动包括履行本次采购的任何行为，以及本次采购活动结束后之后的任何涉及到本次采购的行为，均不会侵犯任何 第三方的知识产权。若因此发生任何争议、侵权、均应当由中标人独自承担全部及/或任何责任，包括但不限于应当承担其自身及采购中

心为排除任何争议及/或赔偿侵权所应当或所需支付的一切相关及/或由此引起的费用。