# 用户需求书

**一、项目概况**

1.名称：海南省气象台海洋气象综合保障二期工程

2.预算：383.9万元人民币。

3.付款方式：按照合同约定的付款方式付款。

4.工期：签订合同之日起14个月内

**二、建设内容**

本系统主要分为以下3个部分：琼州海峡及南海重点岛礁海洋气象监测子系统、琼州海峡及南海重点岛礁海洋气象预报预警子系统、海南台风海洋气象一体化平台，具体建设内容如下：

1. **琼州海峡及南海重点岛礁海洋气象监测子系统**

琼州海峡及南海重点岛礁海洋气象监测子系统,包括琼州海峡通航气象条件监测模块，三沙海域涡旋早期识别和追踪模块，三沙海域海上搜救快速部署实时监测融合分析模块和三沙热带海洋气象野外科学试验基地气象监测分析模块

1. 琼州海峡通航气象条件监测模块，基于雷电监测、气象浮标站、海口港自动站、雷达琼州海峡两岸激光雷达、天气雷达、气象卫星等观测资料，融合国家级大风、强对流、大雾监测产品，构建琼州海峡通航指数，实现对琼州海峡通航气象条件监测，应具备以下功能：

琼州海峡航道能见度产品功能

基于气象参数历史遥感数据集、卫星数据反演热带海雾、琼州海峡西段超高分辨率能见度网格产品和站点观测数据，对国家级海雾监测产品进行细化、订正、融合，制定琼州海峡航道能见度产品，空间分辨率为1km、时间分辨率为1h。

琼州海峡停航数据集功能

通过航运部门获取，琼州海峡历年的停航数据，结合再分析资料、天气雷达、激光雷达、气象卫星、岸基观测、船舶观测等数据，组成琼州海峡停航数据集。

琼州海峡通航指数功能

基于琼州海峡停航数据集，通过统计分析不同气象要素阈值对琼州海峡航运影响大小，构建琼州海峡通航指数。透过琼州海峡通航能见度产品、琼州海峡闪电发生概率以及国家级强对流监测产品中气象要素的变化，提供逐小时更新的琼州海峡通航指数监测产品。

1. 三沙海域涡旋早期识别和追踪模块，基于天基气象观测分系统中气象参数历史遥感数据集和多源卫星遥感观测资料，利用适应卫星遥感图像识别的卷积神经网络算法，建立三沙海域涡旋识别模型功能，实现弱涡旋早期识别、监测（追踪），构建热带海洋低空涡旋早期监测分析业务，应具备以下功能：

构建适应卫星遥感图像识别的卷积神经网络算法功能

根据卫星遥感图像的特点，在经典的卷积神经网络模型算法上，可从激活函数、参数初始化、Dropout这3 个方面进行调整，使模型成为适应卫星遥感图像识别的卷积神经网络模型算法。

也可应用其他人工智能算法构建适应卫星遥感图像识别算法，使三沙海域涡旋早期识别和追踪的效果应优于传统卷积神经网络模型算法结果。

建立基于卷积神经网络算法的三沙海域涡旋识别模型功能

基于适应卫星遥感图像识别的卷积神经网络算法，或其他人工智能算法构建的适应卫星遥感图像识别算法（效果优于传统卷积神经网络模型算法），利用多源卫星遥感观测历史资料组建的三沙海域涡旋为标记的数据样本集，针对三沙海域涡旋发生发展特征，构建三沙海域涡旋识别模型。

三沙海域涡旋追踪识别功能

基于卷积神经网络等人工智能算法的三沙海域涡旋识别模型，利用实时多源卫星遥感观测资料，计算三沙海域中每个网格点涡旋发生情况，生成三沙海域涡旋的识别监测网格产品，空间分辨率为1km、时间分辨率为1h。

1. 根据搜救工作需求，收集影响三沙海域海上搜救的气象要素，凝练影响搜救气象要素的阈值指标，利用包括天基气象观测分系统中气象参数历史遥感数据集的历史资料、再分析资料和实况观测资料等，建立影响三沙海域海上搜救的天气概念模型，设计搜救指数、打捞指数、海上生还指数，制定合理高效的海上搜救气象监测规范，实现对海上搜救的快速部署与实时监测，应具备以下功能：

影响三沙海域海上搜救气象要素功能

与搜救部门、航运部门、海警、渔民等充分交流沟通，收集影响三沙海域海上搜救的气象要素，按影响程度进行排序，并凝练影响搜救气象要素的阈值指标

影响三沙海域海上搜救气象要素功能

基于影响三沙海域海上搜救气象要素，统计分析主要影响搜救的气象要素（主要素，下同）的时空分布特征，研究主要素的发生发展机理、演变特征等，总结主要素的气候学特征，提炼影响主要素发展演变的关键因子

影响三沙海域海上搜救气象要素功能

基于影响主要素发展演变的关键因子，分析不同天气形势配置下主要素的表现形势及特殊性，建立有利、不利海上搜救的天气学概念模型。

南海搜救指数功能

基于海上搜救的天气学概念模型，针对海上搜救、海上打捞、海上生还等搜救场景，制定南海搜救气象指数、南海打捞气象指数、南海生还气象指数等。

海上搜救气象监测规范功能

基于南海搜救指数，设置南海搜救风险等级，根据不同搜救风险等级，设计相应的应急响应机制，包括：气象部门与搜救部门之间的联动、气象部门间的联动、监测人员的调配、监测产品制定和分发等。制定合理高效的海上搜救气象监测规范。

1. 明确基地科考试验、小型无人机试验、大型无人机试验等科学试验所需天气条件，利用空基气象观测分系统中海洋垂直观测资料、海基和岸基气象观测分系统中自动站、浮标站等观测数据、天基气象观测分系统中气象参数历史遥感数据集等资料，建立诊断分析技术和基于随机森林算法的科学试验指数算法，实现三沙热带海洋气象野外科学试验基地气象监测分析功能，应具备以下功能：

科学试验所需天气条件功能

通过拟在或已在三沙热带海洋气象野外科学试验基地开展科学试验的科研院所、团队、机构等交流沟通，根据基地科考试验、小型无人机试验、大型无人机试验等科学试验的特殊性和复杂性，明确开展科学试验所需天气条件。

科学试验所需天气条件诊断分析功能

基于开展科学试验所需天气条件，利用空基气象观测分系统中海洋垂直观测资料、海基和岸基气象观测分系统中自动站、浮标站等观测数据、天基气象观测分系统中气象参数历史遥感数据集等资料，统计分析基地科考试验、小型无人机试验、大型无人机试验所需天气条件的时空分布、发生概率等气候学特征，研究所需天气条件的生消机理、演变特征等，总结影响试验所需天气条件生消演变的关键因子。

科学试验所需天气条件概念模型功能

基于科学试验所需天气条件生消演变的关键因子，分析不同天气形势配置下主要素的表现形势及特殊性，建立基地科考试验、小型无人机试验、大型无人机试验等科学试验所需天气条件概念模型。

科学试验指数功能

基于科学试验所需天气条件概念模型，针对基地科考试验、小型无人机试验、大型无人机试验等不同类型试验情况，制定基地科考试验指数、小型无人机试验指数、大型无人机试验指数等。

建立基于随机森林算法的科学试验指数算法功能

基于基地科考试验指数、小型无人机试验指数、大型无人机试验指数等，利用再分析资料、天气雷达、气象卫星、海岛站观测数据、探空站观测数据等历史数据，以及国家级监测产品历史数据，分别组建基地科考试验指数、小型无人机试验指数、大型无人机试验指数为标记的数据样本集。针对热带地区天气发生发展特征，构建基于随机森林算法的科学试验指数模型，提供实时的科学试验指数产品。

1. **琼州海峡及南海重点岛礁海洋气象预报预警子系统**

琼州海峡及南海重点岛礁海洋气象预报预警主要实现三大功能：面向国家重大战略需求的海洋气象高影响天气预警预报能力建设、面向国家重大战略需求的气象灾害影响风险等级预报能力建设、关键海区预报服务保障功能

1. 面向国家重大战略需求的海洋气象高影响天气预警预报能力建设

关键海区基础信息采集模块获取琼州海峡及南海重点岛礁等海洋及滨海带精细基础地理信息数据，以及与关键海区地理信息相匹配的海洋气象综合观测系统多基气象要素和遥感探空等多源实况观测、数值模式和国家级指导预报资料，为后续客观订正释用与融合的功能模块提供数据基础，应具备以下功能：

1. 基础信息获取功能

基于气象大数据云平台、互联网和部门间联动机制，获取更新琼州海峡及南海重点岛礁等海洋及滨海带精细基础地理信息，采集实时或历史高影响天气事件关键信息，为客观订正释用、预警预报分析提供基础。

1. 数据组织化功能

通过气象大数据云平台和安全网络、实时采集与解析处理与关键海区地理信息相匹配的海洋气象综合观测系统多源各类实况观测、数值模式和国家级指导预报资料，涉及各种不同文件编码格式（报表netCDF/HDF/grib1/grib2等）、不同时空分辨率的国家级指导预报、全球/区域数值模式输出的确定性和集合预报产品，依据要素产品类别（常规要素如气温、云量、降水、风力、风向、能见度；短临天气如雷电、雷雨大风、能见度；卫星观测），结合预报业务需求实现对海洋气象要素的自动化提取，并按照标准化方式对数据进行组织管理并网格初始化。

1. 面向国家重大战略需求的气象灾害影响风险等级预报能力建设

南海热带低压预报、琼州海峡大风预警预报、重点岛礁近海大风预警预报、琼州海峡能见度预警预报、重点岛礁强降水预警预报、重点岛礁近海雷电预警预报、重点岛礁近海强对流预警预报、多时效网格预报背景场融合等客观订正释用与融合功能模块，生成多时效网格预报背景场，为后续气象影响预报提供背景数据，应具备以下模块：

1. 南海热带低压预报模块

南海热带低压历史个例收集功能：收集南海热带低压历史个例的生成时间、地理位置等基本信息。

南海热带低压生成概率预报功能：根据南海热带低压历史个例基本信息，利用集合预报数据计算历史个例的低压中心附近的低空流体旋转诊断参数（Okubo-Weiss parameter，简称OW）、涡度、湿度、温度、大气厚度、最低气压和最大10米风速等变量，统计南海热带低压生成时的物理量阈值作为生成预报综合判别依据，根据集合预报成员数量计算生成概率，结合国家级指导预报择优最终形成南海热带低压生成概率预报。

南海热带低压影响范围预报功能：在南海热带低压生成概率预报的基础上，根据集合成员热带低压路径计算南海热带低压影响范围。

1. 琼州海峡大风预警预报模块

跨省雷达组网及外推功能：拼图组网琼粤两地至少3部雷达回波数据，提供分钟级更新的回波产品外推产品。

琼州海峡大风预警功能：基于海洋气象综合观测系统海基、岸基的雷电、风场实况观测、快速更新的琼粤两地雷达组网回波外推产品、以及应用区域数值模式输出结果并利用随机森林算法（RF）构建预警模型，提供琼州海峡大风短时临近预警产品，预报时效为短临（0-24h），空间分辨率为1km×1km。

琼州海峡大风预报功能：基于频率匹配等方法针对模式风场短期时效预报进行风力分级订正，提供订正后的琼州海峡大风预报格点产品，预报时效为短中期（3/10天），时间分辨率为1小时，空间分辨率为1km×1km。

1. 重点岛礁近海大风预警预报模块

重点岛礁近海大风数据标签功能：收集历史和实时重点岛礁近海大风长时间序列集，建立数据标签集。

重点岛礁近海大风预警功能：基于海洋气象综合观测系统海基、岸基风场实况观测、快速更新的重点岛礁雷达组网回波外推产品、以及应用区域数值模式输出并利用随机森林算法（RF）构建预警模型，提供重点岛礁近海大风短时临近预警，预报时效为短临（0-24h），空间分辨率为1km×1km。

重点岛礁近海大风预报功能：基于梯度下降算法（Gradient Descent），对国家级指导预报、数值模式输出进行订正，提供订正后的重点岛礁近海大风预报格点产品，预报时效为短中期（3/10天），时间分辨率为1小时，空间分辨率为1km×1km。

1. 琼州海峡能见度预警预报模块

琼州海峡低能见度数据标签功能：收集历史和实时琼州海峡低能见度长时间序列集，建立数据标签集。

琼州海峡低能见度预警功能：基于琼州海峡南北两岸激光雷达高时空分辨率观测和卫星反演大雾监测分析产品，根据雾天气阈值监测识别能见度变化，提供短临时效低能见度预警产品，预报时效为短临（0-24h），空间分辨率为1km×1km。

琼州海峡低能见度预报功能：应用2个以上数值模式输出结果基于随机森林算法（RF）构建预报模型，提供短期时效琼州海峡低能见度大雾天气预报格点产品，预报时效为短中期（3/10天），时间分辨率为1小时，空间分辨率为1km×1km。

1. 重点岛礁强降水预警预报模块

重点岛礁强降水数据标签功能：收集历史和实时重点岛礁强降水个例长时间序列集，建立数据标签集。

重点岛礁强降水预警功能：基于快速更新的重点岛礁雷达降水反演外推产品、以及应用快速更新区域数值模式输出构建预警模型，提供短临时效重点岛礁强降水预警产品，预报时效为短临（0-24h），空间分辨率为1km×1km。

重点岛礁强降水预报功能：应用国家级降水预报指导产品和2个以上数值模式输出结果，基于天气分型优化方案、多模式动态权重融合、穷人集合小时概率和最优评分概率阈值等方法构建短期时效重点岛礁强降水预报技术方案，提供重点岛礁强降水预报格点产品，预报时效为短中期（3/10天），时间分辨率为1小时，空间分辨率为1km×1km。

1. 重点岛礁近海雷电预警预报模块

重点岛礁近海雷电数据标签功能：收集历史和实时重点岛礁近海雷电个例长时间序列集，建立数据标签集。

重点岛礁近海雷电预警功能：基于海洋气象综合观测系统多基气象要素和遥感探空等实况观测、快速更新的重点岛礁雷达观测、阈值分析和天气背景统计方法，提供重点岛礁近海雷电预警产品，预报时效为短临（0-24h），空间分辨率为1km×1km。

重点岛礁近海雷电预报功能：应用ECMWF数值模式输出产品，在重点岛礁近海雷电预警指标模型基础上，利用历史雷电日物理量配料法和频率匹配方法，构建重点岛礁近海雷电预报指标模型，提供重点岛礁近海雷电预报产品，预报时效为短期（3天），时间分辨率为1小时，空间分辨率为1km×1km。

1. 重点岛礁近海强对流预警预报模块

重点岛礁近海强对流数据标签功能：收集历史和实时重点岛礁近海强对流个例长时间序列集，建立数据标签集。

重点岛礁近海强对流预警功能：基于海洋气象综合观测系统多基气象要素和遥感探空等实况观测、强对流卫星反演监测产品、快速更新的重点岛礁雷达观测外推、以及应用区域数值模式结果并利用随机森林算法（RF）构建雷暴大风预警模型，提供重点岛礁近海强对流短时临近预警产品，预报时效为短临（0-24h），空间分辨率为1km×1km。

重点岛礁近海强对流预报功能：在国家级台风指导预报、南海热带低压生成预报产品的基础上，利用数值模式输出基于物理量配料法建模构建强对流预报方案，提供重点岛礁近海强对流预报产品，预报时效为短期（3天），时间分辨率为1小时，空间分辨率为1km×1km。

1. 多时效网格预报背景场融合生成模块

基本信息获取功能：基于内部数据接口，通过数据描述信息获取观测和预报数据类型、时间、要素、区域、预报起报时间、预报时效、预报产品等数据基本信息。

数据融合生成功能：基于双线性插值、生成对抗网络（Generative Adversarial Networks，GANs）等机器学习算法，针对不同时空分辨率的网格预报、或离散点资料融合生成时空连续性较好的网格背景场。

数据集约化功能：通过外部接口，将上述融合生成的1/3/6/12/24小时时间分辨率、短临时效（2-24h）及短中期时效（3/10天）、1km空间分辨率的统一网格背景数据集批量接入气象大数据云平台。

1. 关键海区预报服务保障功能：

重点岛礁港口气象条件影响风险预报、南海渔场和岛际交通干线的短临强天气预警、三沙海域海上搜救预报等气象影响预报功能模块，为琼州海峡及南海重点岛礁提供相关气象风险预警预报服务，应具备以下功能：

1. 重点岛礁港口气象条件影响风险预报模块

港口作业条件采集功能：通过部门间联动沟通机制，采集获取历史和准实时港口作业条件、通航停航时间等基本信息，以及网格历史和预报数据集。

港口作业气象条件影响评估功能：基于自然灾害风险评估方法，利用上述信息构建港口作业气象条件影响评估模型。自然灾害风险评估如下式：

其中，表示自然灾害风险，和则为构成自然灾害风险的两个影响维度，别表示致灾因子危险性和承灾体脆弱性。

港口作业气象条件影响预报功能：依据港口作业气象条件影响评估模型，根据网格预报数据，提供港口作业气象条件影响风险等级预报产品。

1. 南海渔场和岛际交通干线的短临强天气预警模块

海上险情信息采集功能：通过部门间联动沟通机制，采集历史和实时的南海渔场和岛际交通干线等海上险情信息，以及网格历史和预报数据集。

南海渔场和岛际交通干线的短临强天气预警功能：基于历史海上险情，基于自然灾害风险评估方法，建立南海渔场和岛际交通干线短临强天气风险等级评估模型。依据该模型，根据网格预报数据，提供港口南海渔场和岛际交通干线的短临强天气风险等级预报产品。

1. 三沙海域海上搜救预报模块

用户需求收集功能：通过部门间联动沟通机制，收集三沙海域遇险条件下用户需求信息，以及网格历史和预报数据集。

三沙海域海上搜救预报功能：利用用户需求信息、多源观测和网格预报数据，基于避险原则提供不同路线、区域的气象要素预报服务

1. 作业监控与后台同步模块

作业监控功能：实现运行脚本的更新、删除和存储；实现任务运行脚本的调度执行；实现任务运行状态监控；实现任务运行异常情况的分析；实现任务运行时异常情况的紧急处理；实现任务运行状态异常的提示；实现对任务运行时所有运行记录文件的集中管理和存储。

后台同步功能：针对数据到达特点，改造线程池，利用经验设置最大线程数量，保证所有轮询任务异步启动，并发执行，超过线程阈值的轮询任务将在线程队列中等待，等到其他轮询任务结束运行后再执行该任务。采用数据库型分布式文件型存储与读取技术，将网格和预报数据统一整理为易存取、易插拔、高效率、高容错、高可靠性的数据环境。

1. **海南台风海洋气象一体化平台**

海南台风海洋气象一体化平台包含：海南省本地精细化地理信息数据接入模块、海南省本地精细化观测数据接入模块、海南省客观预报数据接入模块、用户管理模块、海南省本地多源资料集成显示与报警模块、海洋灾害性天气网格编辑工具箱模块、主客观背景网格化融合模块、决策/专业气象服务产品制作发布模块、海洋灾害性天气个例资料库模块、预报产品检验评估可视化模块和作业监控故障分析模块等11个模块。

1. 海南省本地精细化地理信息数据接入模块

本地地理信息数据录入功能：包括琼州海峡南北两地、海南岛及南海三沙各主要岛屿沿岸港口、海南岛及南海三沙重要岛礁环岛沿岸渔村渔排旅游观光区/近岸旅游观光海域、海上航线、责任海区等精细化地理（点、线、面）信息数据录入。

地理信息数据管理功能：支持各种点、线、面类型地理信息数据增、删、改操作。

1. 海南省本地精细化观测数据接入模块

本地观测数据格式转换功能：支持海洋气象综合观测系统中包含的琼州海峡南北两地、海南岛及南海三沙各主要岛屿自动站、石油平台自动站、气象浮标站、漂流浮标仪、风廓线雷达、微波辐射计、无人机气象探测、自动探空、岸基激光雷达、多普勒雷达等多源观测数据进行格式转换。

观测数据分类监视功能：提供各类观测数据接收情况监视列表

1. 海南省客观预报数据接入模块

客观预报数据格式转换功能：完成海南省精细化智能网格、常规海洋气象要素、客观释用化的海洋灾害性天气要素等数据格式转换，接入海南台风海洋气象一体化平台。

1. 用户管理模块

用户分组管理功能：提供全省不同级别用户分组编辑，用户组内成员增加、修改、删除功能。

用户组权限分配功能：主要根据网格预报产品及各类服务产品的读写需要，对各用户组分配权限，并在操作界面体现差异。

1. 海南省本地多源资料集成显示与报警模块

多源观测信息实时显示功能：实现琼州海峡南北两地、海南岛、南海三沙重点岛礁及其周边海域雷达站、浮标站、海岛站、船舶自动站、卫星观测等气象资料的实时显示，并实现显示界面漫游、缩放、实时自动更新等功能。

灾害性天气智能报警功能：基于海南省气象业务规定及人工机器学习序列得出的灾害性天气单阈值或多阈值组合，提供灾害性天气智能报警阈值设定交互界面，并向值班人员发出报警和突出界面显示。

1. 海洋灾害性天气网格编辑工具箱模块

海南省智能网格预报产品、各种客观释用产品导入功能：导入已经生成的本地智能网格预报产品及自主研发的客观释用产品，并在界面上提供导入产品种类、时间等选项，供预报员在此基础上直接订正。

海洋常规要素、灾害性天气网格编辑功能：通过开发符合本省预报制作人员习惯的点-面联动预报要素编辑样式，实现对责任海区逐小时1公里分辨率0-10天10米平均风、10米阵风风速、海浪、海温、能见度、天况、2米气温、海上强对流等短临和短中期预报时效网格产品的编辑。

1. 主客观背景网格化融合模块

主客观背景网格化融合功能：结合平均风-阵风关联、雨量-云量关联、雨量-湿度关联、雨量-能见度关联、海上强对流（大风）-平均风-阵风关联等要素关联订正算法，实现主观-客观背景场之间的基于边缘降噪和要素影响半径数据平滑融合、要素与关联要素之间的联动订正，输出短临和短中期预报时效的网格化预报预警产品。

1. 决策/专业气象服务产品制作发布模块

决策/专业气象服务产品模板定制功能：根据政府及决策部门服务需要，定制决策服务产品模板，并实现模板编辑修改功能。

决策/专业气象服务产品生成功能：在海洋气象要素主客观订正和网格化融合预报的基础上，实现预报结果智能提取，根据定制模板自动生成服务产品初稿。

决策/专业气象服务产品发布功能：在智能形成的决策/专业气象服务产品初稿基础上，由预报员根据需要订正形成最终服务产品，在本系统提供的发布功能界面中经预设途径自动存储至相应目录或数据库中。

1. 海洋灾害性天气个例资料库模块

海洋灾害性天气个例识别、资料存档功能：根据设定阈值对琼州海峡南北两地、海南岛与三沙重点岛礁及其周边海域的海洋灾害性天气个例过程自动识别，实现观测数据的搜集、整理及入库。

海洋灾害性天气个例查询功能：基于海洋灾害性天气个例资料库，实现多种参数组合配置的海洋气象要素的查询，极值要素的历史排名，历史相似个例的可视化对比。

1. 预报产品检验评估可视化模块

格点预报产品检验评估功能：针对各类预报数据，实现对预报数据进行分段、预报效果评估、数据库读写和调整、趋势评估得分的显示功能。

1. 作业监控故障分析模块

产品生成分发作业流程监控功能：网格化产品的交互编辑、业务化产品的生成、产品的分发等流程进行监控，对未按时间要求分发及分发失败的的作业流程发出提示告警，提示值班预报员及时处理。

1. **“天擎”系统融入**

气象大数据云平台“天擎”提供了产品加工、数据挖掘分析能力，不仅包含了多种气象数据源，还包含气象数据营业和计算平台。本项目所涉及的主要数据应通过“天擎”算法功能实现,其运行环境、运行参数、运行命令等均严格遵照“天擎”的技术规范，确保数据结果的一致性和统一性。本项目应科直接通过安全访问协议对天擎算法进行调用，依照算法类型进行标签划分，按调用次数进行默认排序，以不同数据源访问次数作为默认对象，实现快速天擎算法调用产品文件。其产品均遵循“天擎”的技术规范进行数据注册，提供统一的接口调用方式。

**三、技术支持和维护**

根据信息化的项目招标法规定，投标方应对本系统提供不少于贰年的免费维护服务。维护期间，投标方需提供7\*24小时服务，对我方的服务申请应在半小时之内给以响应，且应4小时内处理完备。若在4小时内仍未能有效解决，投标方须进行详细说明。

本系统建设完成后，投标方需对我方进行免费、及时的系统运行操作培训。