

合同登记编号:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

技 术 开 发 合 同

项目名称: 宁夏气象灾害风险管理系统研发项目

委托人:

(甲方) 宁夏回族自治区气候中心

研究开发人:

(乙方) 北京国遥新天地信息技术股份有限公司

签订地点: 宁夏银川

签订日期: 2024年3月19日

北京技术市场管理办公室





依据《中华人民共和国民法典》规定，合同双方就“宁夏气象灾害风险管理
系统研发项目”的技术开发经协商一致，签订本合同。

一、项目建设背景、目标及内容

1、建设背景

为深入贯彻习近平总书记关于防灾减灾的重要论述和对气象工作的重要指示精神，落实《气象高质量发展纲要（2022—2035年）》，推进气象灾害风险预估业务开展，充分发挥气象服务的先导性，切实减轻气象灾害影响，保障经济社会发展安全。研发宁夏气象灾害风险管理系统，提升包括气象灾害监测识别、影响评估、风险预估、风险预警、在线分析与决策服务产品制作为一体的业务能力；针对政府决策服务需要，通过本地化开发，建立分灾种、分行业（应用场景）、分时效、分应用模式的风险服务产品系列，提高宁夏气象灾害风险预警决策支撑服务能力。

2、建设内容

本项目的建设内容为研发宁夏气象灾害风险管理系统，并融入宁夏“天擎”，对接宁夏“天镜”。系统采用一张图设计模式、WebGIS显示分析技术、数据分析处理技术、可视化建模和三维立体实景模拟等技术，实现多源灾情数据的可视化时空分析；利用灾害模型算法实现对气象灾害风险从发生、发展到结束的全流程可视化展示和气象应急减灾全流程监控管理。包括行业数据应用、模型算法、在线分析与产品制作和运营管理四个功能模块。

（1）行业数据应用模块建设

行业数据应用模块为模型算法核心，为在线分析与产品制作模块提供数据支撑，提供统一的数据服务接口，可提供数据、产品服务。集灾害过程库、重大灾害个例库、灾害风险普查库等多灾种、多源、多尺度的实时、历史灾情一体化数据库，涵盖气象数据、灾情数据、区划数据、农业数据、人口经济数据、基础地理信息数据等。数据主要来源于天擎数据库，同时按照天擎数据库的建设要求，构建特色专题数据库，提高系统的运行效率。

（2）模型算法模块建设

模型算法模块实现模型的统一管理、统一调度及运行监控。根据在线分析与产品制作等其他模块的需求，建立灾情统计分析、灾害过程识别、灾害特征统计

分析、灾害风险预估、灾害影响评估、致灾因子识别、致灾危险性评估、灾害风险评估和区划等模型算法，且能够实现模型算法的分类、新增、修改等功能，其中非交互式算法部署至天擎 DPL 加工流水线并实现业务运行。

（3）在线分析与产品制作模块建设

在线分析与产品制作模块以 GIS 一张图为主线，将气象灾害风险管理相关的业务通过 5 个维度实现融合：第一个灾种维度，即干旱、暴雨、高温、低温、大风、沙尘暴等，可实现灾害扩展；第二个业务功能维度，包括历史灾情查询统计、实时灾害过程识别、实时风险监测预警、实时风险预估、行业影响评估、风险评估、风险区划以及系统支撑的基础信息服务等功能；第三个时间维度，通过时间轴的概念将气候业务序列数据及产品、功能有效整合，如 1961 年以来的暴雨过程、影响天气系统、1961 年以来的逐日降水序列等信息进行统计分析；第四个空间维度，通过 GIS 空间可视化技术，实现不同业务数据、功能、算法结果的有机融合，提供更加精准的业务分析，生成更加丰富的业务产品；第五个业务产品制作维度，通过在线业务产品制作，可实现一张图业务分析任意中间结果以产品形式输出，为业务工作提供支持。

（4）运营管理模块建设

面向系统管理员，包括用户管理、角色管理、组织机构管理、登录日志管理、功能管理模块。系统面向各级用户，采用严格的用户认证制度，支持用户名/密码方式的认证及统一 CA 身份认证登录。根据用户角色分配相应的数据和功能使用权限，通过登录日志管理系统运行和用户操作日志，系统管理员可通过日志管理模块查询日志的相关信息并进行浏览。

详细建设内容和技术要求详见合同附件。

二、研究开发进度要求及售后技术支持要求

1、建设周期

项目的研制要求按软件工程的方法和过程实施，其研制过程主要包括需求分析、概要设计、软件开发、测试与试运行、系统验收阶段，研制周期自合同签订之日起至 2024 年 12 月 31 日；任务各阶段的进度要求如下：

- （1）2024 年 5 月 15 日前完成需求分析与概要设计；
- （2）2024 年 11 月 15 日前完成系统软件研发与专家测试；

(3) 2024 年 12 月 15 日前完成系统试运行；

(4) 2024 年 12 月 31 日前完成项目全部的实施与合同验收评审。

2、技术支持

技术支持服务内容包括但不限于技术支持、缺陷修改、功能完善与优化、性能调优、故障排除、系统培训方面的工作。

乙方需安排技术开发人员驻场开发；在验收材料整理期间，需按照甲方要求另安排专人驻场整理项目材料（需验收前一个月驻场工作）。

3、软件质量保障

乙方保证所提供的软件产品的质量必须符合行业标准，能够满足甲方提出的功能要求和性能指标，乙方需提供完整的测试和试运行情况报告，提交的软件产品需通过甲方或第三方的软件测评。

4、售后服务

项目通过宁夏气象局组织的竣工验收后，乙方需提供为期 1 年的免费质保和维护。在免费质保期间，提供电话咨询和指导、现场支持、应急运维和信息安全等服务。

(1) 电话咨询和指导

甲方根据故障的类别、故障对系统性能和服务的影响，将技术服务请求按照紧迫性分为三个等级：紧急故障服务请求、重大故障服务请求和一般故障服务请求，等级由甲方确定。甲方可通过电话、网络或邮件等形式向乙方通报服务请求，当为紧急故障服务请求时，乙方需承诺 30 分钟的响应时间和 2 小时恢复时间；当为重大故障服务请求时，乙方需承诺 1 小时的响应时间和 3 小时恢复时间；当为一般故障服务请求，乙方需承诺 2 小时的响应时间和 5 小时恢复时间。乙方在接到甲方的故障申告、咨询或技术服务请求后，安排相应的技术支援工程师立即予以电话指导，电话技术指导服务时间为 7 天*24 小时。

(2) 现场支持

乙方在接到甲方的技术支持服务请求后，如果甲方认为电话咨询和指导无法解决系统发生的技术故障，需要进行现场支持的情况下，乙方收到甲方通过电话、网络或邮件等形式提供的故障报告服务请求后，在 24 小时内到达现场，与甲方协商，立即解决问题。对于由于软件缺陷引起的紧急故障，乙方提供临时解决方案，并在 2 天时间内最终解决。

(3) 应急运维服务

在甲方启动四级或更高级别的重大灾害内部应急响应时，根据甲方实际需求，乙方需提供 7 天*24 小时不间断在线或者现场技术支持，直至内部应急响应取消。

(4) 信息安全保障

根据宁夏回族自治区、中国气象局信息安全相关办法要求及宁夏气象局相关规定，加强项目涉及内容的信息安全检查，并配合进行网络信息安全检查及整改工作，及时进行漏洞的修补，包括项目所用的服务器漏洞。

5、 培训

乙方承诺免费对用户方的操作人员等进行技术培训（操作、维护）。培训内容包括但不限于与应用系统相关的平台软件模块、系统功能应用、系统部署与维护管理等。

乙方提供培训计划、培训课程概述、培训目标等内容并提供培训课表、培训手册等资料，并与用户方进行确认。培训时乙方提供相关的中文技术文档和培训资料。

乙方提供贯穿项目全过程的培训服务，针对不同阶段、不同角色、不同需求组织多种形式的培训，使用户能够全面掌握系统功能、特点和必要的运维知识，保障系统长期稳定的运行。

乙方承诺培训次数在 3 次以内，每次培训时间不少于 1 个工作日。培训根据甲方要求，可采取现场或网络的方式进行。

三、 研究开发经费、报酬及其支付或结算方式

1、 费用合计

本项目建设经费全部为技术开发费用，合计为人民币（大写）：壹佰柒拾肆万捌仟元整（¥1, 748, 000.00 元）。

2、 支付方式

本项目的建设费用分三期支付，具体支付时间如下：

(1) 双方合同签订后，乙方提供相应额度的发票，甲方在 30 个工作日内将合同总经费的 30%，即人民币（大写）：伍拾贰万肆仟肆佰元整（¥524, 400.00 元），支付到乙方指定的账号。

(2) 在完成中期评审后，乙方提供相应额度的发票，甲方在 30 个工作日内将合同总经费的 40%，即人民币（大写）：陆拾玖万玖仟贰佰元整（¥699,200.00 元），支付到乙方指定的账号。

(3) 在完成合同约定建设内容并通过甲方验收后，乙方提供相应额度的发票，甲方在 30 个工作日内将剩余合同费用，即人民币（大写）：伍拾贰万肆仟肆佰元整（¥524,400.00 元），支付到乙方指定的账号。

3、履约保证金

(1) 乙方（或中标人）应在合同签订后 15 个工作日内，以信汇、电汇或履约保函形式向甲方提供合同总价 3% 的履约保证金，即人民币伍万贰仟肆佰肆拾元整（¥52,440.00 元）。

(2) 履约保证金应采用以本合同货币表示、用银行保函或不可撤销的信用证的方式提交，由甲方可接受的、在中华人民共和国注册和营业的省、市级别以上银行开出。其格式采用招标文件提供的格式或其他甲方可接受的格式。

(3) 系统验收运行一年后，经乙方申请，甲方在 30 个工作日内向乙方退还履约保证金。

四、履行期限、地点

1、本合同甲、乙双方双方签字盖章之日起生效，双方合同义务全部履行完毕之日终止。

2、合同履行地点在宁夏回族自治区银川市。

五、合同技术成果

本合同的技术成果包括：

(1) 宁夏气象灾害风险管理系统研发项目建设的完成内容包括：经测试、可运行、完整的系统软件，各类文档和应用程序源代码（仅限于本合同建设内容的成果源代码，不包括乙方产品以及第三方产品源代码）。

(2) 乙方按照软件工程技术规范提交以下文档：

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目需求规格说明书》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目概要设计说明书》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目系统测试报告》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目试运行报告》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目培训方案》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目用户使用手册》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目工作总结报告》

《宁夏气象灾害风险管理系统研发项目技术总结报告》

所交付的文档除纸质文档形式以外，还应以电子方式和硬拷贝方式各提供 2 份；此外，乙方需按照宁夏气象局的基本建设项目竣工验收的最新要求，配合甲方完成其他相关文档的编制。

六、技术情报和资料的保密

甲乙双方应在合同有效期内及合同期限结束后对项目研发过程中所涉及的技术研发情况、进度、阶段性成果、最终成果和全部相关资料视为公司秘密和商业秘密予以保密，不得以任何方式向第三方披露。如果双方中的任何一方有意或无意泄密保密资料，承担违约责任；给对方造成损失的，承担赔偿责任，但以下情况的披露除外：

1、披露予第三方时已经是或者非因泄密方的过失而为公众所知的资料。

2、法律要求披露资料，或任何监管机构要求披露资料，或按有管辖权的法庭发出的命令披露资料，但被要求披露的一方，应当事前通知对方任何该等披露或建议披露及合理可行地使双方寻求行政及法律救济的机会以维持对该等资料保密。

3、基于双方书面同意而向第三方所披露的资料和信息。

七、双方的责任和义务

1、甲方的责任和义务：

(1) 甲方安排相关工作人员协助乙方了解具体业务需求，并提出具体的实现和集成要求。

(2) 乙方驻场工作时甲方提供必要的工作场所。

(3) 按照合同要求按时按量付给乙方合作开发费用。

(4) 提供成果安装部署的硬件环境，提供安装部署调试系统的便利。

(5) 需协调配合乙方开展系统的调研工作。

(6) 及时进行需求确认、回复乙方问题、组织验收，在乙方提出书面文件之日起五个工作日内进行答复或确认，否则视为确认。

2、乙方的责任和义务：

- (1) 乙方应按照本合同规定的时间表提交技术成果和提供服务。
- (2) 乙方根据调查结果确定软件详细功能，开发业务应用软件。
- (3) 乙方在应用软件开发过程中，应确保采用具有自主产权的、最新的技术手段。
- (4) 乙方应按合同要求，对甲方派出的技术开发人员进行必要的技术培训，为日后软件的维护工作打好基础。
- (5) 乙方须按合同要求，定期向甲方技术人员提交系统开发进度情况报告。
- (6) 乙方应自备开发项目软件所必须的工作用机，开发环境。
- (7) 乙方按照合同范围内系统内容提供软件的安装文件、软件许可文件、及用户手册。
- (8) 乙方组建固定开发团队，专职本项目开发。
- (9) 乙方安排的人员在工作期间，必须服从甲方的工作规定和安全管理制度，如果乙方工作人员不服从甲方管理，造成严重后果，甲方有权要求乙方进行整改并提出索赔。
- (10) 乙方自行组织搭建开发环境。
- (11) 乙方负责需求分析、概要设计、测试评审，初验、终验等过程中与第三方发生的相关费用。
- (12) 乙方所负有的保密义务应当通知乙方所属人员知悉、签署《保密协议》并遵守。
- (13) 在履行合同过程中，如果乙方发生无法按时向甲方提供文档或服务的情况时，应及时以书面形式将拖延的事实、可能拖延的时间和原因通知甲方。甲方在收到乙方通知后，应尽快对情况进行评价，并确定是否酌情延长时间，延期应由双方认可并以书面的方式确认。

八、知识产权

1、版权、计算机软件等知识产权的使用权和转让权

本合同中开发的应用软件的知识产权和著作权归甲方所有，系统通过验收后，所有文档软件和资料交甲方统一归档管理，乙方不能留存。

本合同生效前已经存在并归属于乙方或第三方知识产权的，仍归乙方或第三方所有。

未经甲方书面允许，乙方不得基于该项目的任何算法、著作权以及专用数据资料等发表论文或其他用途。

2、后续开发、改进的技术成果

(1) 基于本合同研发的技术成果，双方均有后续开发、改进的权利。

(2) 甲方后续开发、改进的技术成果的知识产权归属甲方所有，乙方若要使用，需征得甲方书面同意，未经甲方书面许可，乙方不得擅自使用，也不得提供给第三方。

九、验收和测试

1、验收标准

研究开发所完成的技术成果，提交了本合同第二条中所列技术成果。验收要求根据宁夏回族自治区、中国气象局和宁夏气象局相关要求进行的。

2、验收时间

验收由乙方提出申请，经甲方审核通过后十五个工作日内组织验收，验收通过需出具验收证明，甲方无正当理由逾期组织或完成验收不出具验收证明的，视为验收合格。

十、人员变更

1、为了保障项目的顺利完成，乙方要有一支相对稳定的研发团队，原则上项目经理、核心技术骨干不得随意变更。

2、乙方由于无法控制的原因，必须变更项目经理时，乙方应提供一名具有同等或更高资历的人员替换该职位，并经甲方确认同意。

3、乙方应尽量避免更换技术人员，但由于无法控制的原因，必须变更项目主要技术负责人时，乙方应提供一名具有同等或更高资历的人员替换该职位，并经甲方确认同意。

十一、合同的变更、解除和终止

以维护和兼顾各方的利益和信息系统的最优化为原则，在本项目的基本范围内，甲乙双方均有权在履行本合同的过程中适时地提出变更、扩展、替换或修改本项目的某些部分（包括但不限于增加或减少系统管理范围的调整、技术参数的提高或提升、交付或实施的时间与地点）。为此，双方同意：

1、除本合同另有约定外，经双方协商一致，可以以书面形式变更或解除本

合同。

2、甲方根据实际业务要求对技术文件进行修改。所有的修改要求都应以书面形式提交。乙方形成一份书面的修改备忘录以记录所要求的更改，并列对技术文件条款的任何修改，其内容包括详细的该修改对合同价格、项目交付日期、项目技术参数的影响和变化以及对合同条款的影响等。

3、甲方收到乙方的上述回应后，应在3日内以书面方式通知乙方是否同意和接受乙方的上述回应。如果甲方接受乙方的上述回应，则双方另行对此修改签署予以书面确认，乙方则按修改后的约定履行本合同。

4、如乙方提出项目的部分修改建议，乙方应同时详细阐明该变更对合同价格、项目交付日期、项目技术参数的影响和变化以及对合同条款的影响等。甲方收到乙方的上述修改建议后，应在3日内以书面方式通知乙方是否同意和接受乙方的上述修改建议。如果甲方接受乙方的上述回应，则双方另行对此修改建议签署予以书面方式确认，甲乙双方则按修改后的约定履行本合同。如甲方不同意乙方的上述建议，双方仍按原合同执行。

5、所有的修改应在双方签署书面的修改备忘录时生效。修改备忘录将变更或取代有关的技术文件中或先前的任何修改备忘录中所有不一致的条款。

6、甲、乙双方承担的违约责任不因合同的解除而予以免除。

十二、违约责任

1、除因人力不可抗力因素以外，合同执行期间，甲方需按照合同约定及时支付乙方合同款项。如确有特殊情况，必须提前与乙方沟通并达成一致意见。如无正当理由拖欠合同款项，违约金按照当期款项的每日千分之五承担违约责任。

2、除因不可抗力或取得甲方同意而不收取误期赔偿费之外，开发阶段期间，乙方拖延交付资料、文档、软件及服务，违约金按照当期款项的每日千分之五承担违约责任。

3、乙方研发技术成果不符合合同约定或者本合同目的无法实现的，甲方有权单方解除合同。如本合同继续履行，乙方承担修改、重做的费用，并在双方约定或者甲方指定的期间内完成，并承担由此给甲方造成的经济损失。

4、乙方在研究开发中使用、利用第三方知识产权或者研发成果中使用、利用第三方知识产权的，应当确保经过第三方的授权许可。因侵害第三方知识产权所

引发的纠纷，由乙方自行解决并承担全部法律责任，若因甲方涉及乙方侵害第三方知识产权的法律纠纷，甲方为此所支付的所有费用由乙方承担。

5、如乙方未按合同约定时间提供维护服务，给甲方造成损失，乙方应承担赔偿责任。

十三、通知

甲乙双方因履行本合同或与本合同有关的一切通知都应以书面形式送达对方，受送达方应及时签收。如果由于受送达方的原因不能送达或者受送达方拒绝签收的，送达方可采用特快专递邮寄送达，邮件寄至本合同记载之地址时，即视为送达。甲乙双方联系人如下：

甲方联系人：朱晓炜 联系电话：0951-5031165/13895672042

通信地址：宁夏银川市金凤区新昌西路 71 号

乙方联系人：陈雷 联系电话：18810771120

通信地址：北京市朝阳区安翔北里甲 11 号北京创业大厦 A 座东门 3 层

在本合同有效期内，一方变更联系人或通信地址的，应当以书面形式通知另一方。未书面通知并影响本合同履行或造成损失的，应承担相应的责任。

十四、不可抗力

在合同履行期结束之前，如果发生任何合同签订时双方不可预见、不可避免并不能克服的客观情况，双方协商一致后可决定暂缓履行或终止履行本合同；本合同任何一方因不可抗力不能履行或不能完全履行本合同义务时，应当在不可抗力发生之日起 15 日内书面通知另一方，并在其后 30 天内提供证明不可抗力事件发生及持续的充分证据；如果发生不可抗力，双方应协商，以找到公平的解决办法，并且应尽一切合理努力将不可抗力事件的影响减少到最低；否则，未采取合理努力应就扩大的损失承担相应的赔偿责任。

十五、争议的解决

合同履行或与合同有关的一切争端应通过双方友好协商解决。如无法达成一致，则向甲方所在地人民法院起诉。

十六、其它

1、本合同未尽事宜，双方应按照招标文件中约定的方式解决。经双方协商一致，可以就未尽事宜签订补充协议，补充协议与该合同具有同等法律效力。

2、本合同附件包括中标通知书和技术附件，合同附件也是合同的组成部分。

3、本合同一式捌份，甲方伍份，乙方叁份，具有同等法律效力。

委托方 (甲方)	名称(或姓名)	宁夏回族自治区气候中心	
	法人/委托代理人	朱晓峰 (签章)	
	联系人	李佳瑶 (签章)	
	通信地址	银川市金凤区新昌西路 71 号	
	邮政编码	750002	
	电话	0951-5031165	
	开户银行	中国建设银行银川西城支行	
	帐号	64001120100052503851	
研究开发方 (乙方)	名称(或姓名)	北京国遥新天地信息技术股份有限公司	
	法人/委托代理人	华昊印秋 (签章)	
	联系人	陈雷 (签章)	
	通信地址	北京市朝阳区安翔北里甲 11 号北京创业大厦 A 座东门 3 层	
	邮政编码	100101	
	电话	010-64876655	
	传真	010-64884630	
	开户银行	北京银行健翔支行	
帐号	01091122800120102008039		



李 子 平



宁夏气象灾害风险管理系统研发项目

合同技术附件

2024年3月

目 录

1 项目概述	1
2 建设目标	1
3 建设内容	1
4 功能设计	2
4.1 行业数据应用模块	3
4.1.1 数据采集	4
4.1.2 数据管理	7
4.2 模型算法模块	7
4.2.1 模型管理	8
4.2.2 模型调度	9
4.2.3 模型运行监控	10
4.3 在线分析与产品制作模块	10
4.3.1 灾情查询分析	11
4.3.2 灾害过程监测识别	12
4.3.3 灾害风险监测预警	12
4.3.4 灾害风险预估	13
4.3.5 灾害风险评估	14
4.3.6 行业影响评估	14
4.3.7 灾害风险区划	15
4.3.8 三维立体实景模拟	15
4.3.9 基础信息服务	15
4.4 运营管理模块	16
4.4.1 用户管理	16
4.4.2 角色管理	17
4.4.3 组织机构管理	17
4.4.4 登录日志管理	17
4.4.5 功能管理	18

5 技术路线	18
5.1 总体架构设计	18
5.2 系统开发架构	20
5.3 主要技术路线	20
5.3.1 “一张图”设计模式	20
5.3.2 气象数据自动化处理技术	21
5.3.3 微服务	21
5.3.4 微前端框架	22

1 项目概述

宁夏气象灾害风险管理系统研发项目包括行业数据应用、模型算法、在线分析与产品制作和运营管理四个功能模块。

2 建设目标

研发宁夏气象灾害风险管理系统，提升包括气象灾害监测识别、影响评估、风险预估、风险预警、在线分析与决策服务产品制作为一体的业务能力；针对政府决策服务需要，通过本地化开发，建立分灾种、分行业（应用场景）、分时效、分应用模式的风险服务产品系列，提高宁夏重大气象灾害风险预警决策支撑服务能力。

3 建设内容

本项目的建设内容为研发宁夏气象灾害风险管理系统，并融入宁夏“天擎”，对接宁夏“天境”，建设完成集气象灾害数据集、多源行业数据集和气象灾害风险管理于一体的综合管理系统。通过采用一张图设计模式、WebGIS 显示分析技术、数据分析处理技术、可视化建模和三维立体实景模拟等技术，实现多源灾情数据的可视化时空分析；利用灾害模型算法实现对气象灾害风险从发生、发展到结束的全流程可视化展示和气象应急减灾全流程监控管理。包括行业数据应用、模型算法、在线分析与产品制作和运营管理四个功能模块。

（一）行业数据应用模块建设

行业数据应用模块为模型算法核心，为在线分析与产品制作模块提供数据支撑，提供统一的数据和产品服务接口。集灾害过程库、重大灾害个例库、灾害风险普查库等多灾种、多源、多尺度的实时、历史灾情一体化数据库，涵盖气象数据、灾情数据、区划数据、农业数据、人口经济数据、基础地理信息数据等。数据主要来源于天擎数据库，同时按照天擎数据库的建设要求，构建特色专题数据库，提高系统的运行效率。

（二）模型算法模块建设

模型算法模块实现模型的统一管理、统一调度及运行监控。根据在线分析与产品制作等其他模块的需求，建立灾情统计分析、灾害过程识别、灾害特征统计分析、灾害风险预估、灾害影响评估、致灾因子识别、致灾危险性评估、灾害风险评估和区划等模型算法，且能够实现模型算法的分类、新增、修改等功能，其中非交互式算法部署至天擎 DPL 加工流水线并实现业务运行。

（三）在线分析与产品制作模块建设

在线分析与产品制作模块以 GIS 一张图为主线，将气象灾害风险管理相关的业务通过 5 个维度实现融合：第一个灾种维度，即干旱、暴雨、高温、低温、大风、沙尘暴等，可实现灾害扩展；第二个业务功能维度，包括历史灾情查询统计、实时灾害过程识别、实时风险监测预警、实时风险预估、行业影响评估、风险评估、风险区划以及系统支撑的基础信息服务等功能；第三个时间维度，通过时间轴的概念将气候业务序列数据及产品、功能有效整合，如 1961 年以来的暴雨过程、影响天气系统、1961 年以来的逐日降水序列等信息进行统计分析；第四个空间维度，通过 GIS 空间可视化技术，实现不同业务数据、功能、算法结果的有机融合，提供更加精准的业务分析，生成更加丰富的业务产品；第五个业务产品制作维度，通过在线业务产品制作，可实现一张图业务分析任意中间结果以产品形式输出，为业务工作提供支持。

（四）运营管理模块建设

面向系统管理员，包括用户管理、角色管理、组织机构管理、登录日志管理、功能管理模块。系统面向各级用户，采用严格的用户认证制度，支持用户名/密码方式的认证及统一 CA 身份认证登录。根据用户角色分配相应的数据和功能使用权限，通过登录日志管理系统运行和用户操作日志，系统管理员可通过日志管理模块查询日志的相关信息并进行浏览。

4 功能设计

研发的系统实现干旱、暴雨、高温、低温、大风、沙尘暴等气象灾害的历史灾情查询、实时灾害过程监测识别、实时风险监测预警、实时风险预估和区划、风险评估和区划等。实现多源灾情数据的可视化时空分析，分灾种、分行业（应用场景）、分时效、分应用模式的气象灾害风险从发生、发展到结束的全流程可视化展示和气象应急减灾全流程监控管理，可以为相关管理部门提供即时气象

灾害防御、决策气象服务、专业专项气象服务信息支持。包括行业数据应用、模型算法、在线分析与产品制作、运营管理四个功能模块，系统总体功能设计如下图：

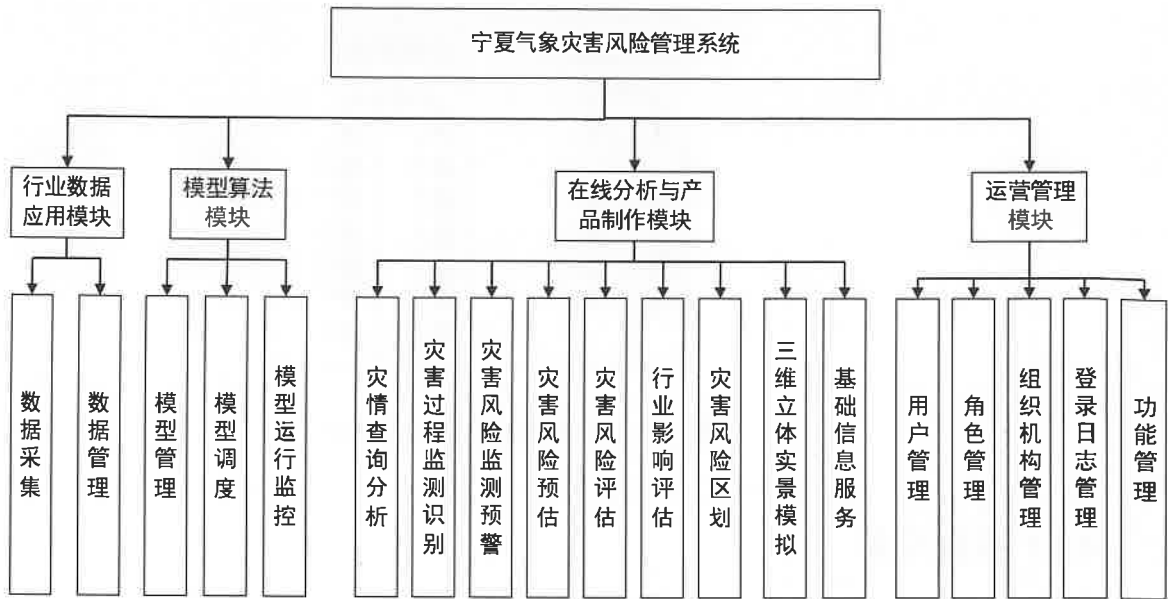


图 4-1 系统总体功能设计

4.1 行业数据应用模块

行业数据应用模块是模型算法模块的核心，为在线分析与产品制作模块提供数据支撑、提供统一的数据和产品服务接口，是气象灾害风险管理体系的基石。本模块涵盖气象数据、灾情数据、区划数据、农业数据、人口经济数据、基础地理信息数据等，通过采集、加工、规范化等一系列流程，形成气象灾害过程专题库、重大气象灾害个例库、气象灾害风险专题库等多灾种、多来源、多尺度的历史、实时、未来为一体的气象灾害风险管理一体化专题库。专题库遵循中国气象局对气象局数据集约化管理的相关要求和规定，按照“天擎”数据管理相关规定进行采集、存储和管理。

本模块分为数据采集和数据管理两个部分：

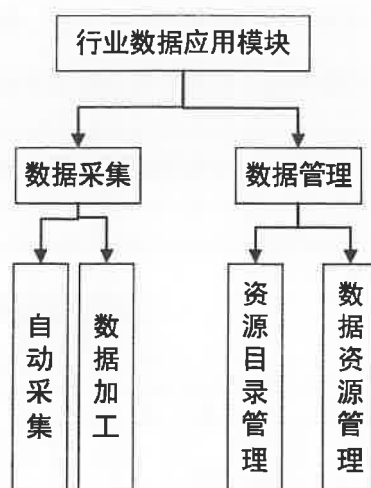


图 4-2 行业数据应用模块功能设计

4.1.1 数据采集

系统中使用的气象观测资料、气候预测模式资料、灾情资料等种类较多、来源分散、更新规则存在差异，本模块使用定时采集任务将分散的数据汇总到系统中，加工成系统统一数据格式，形成专题数据集。

✦ 自动采集

系统使用数据分为两类，一类是较长一段时间不发生改变的数据，例如：人口暴露度、GDP 暴露等，经甲方提供，由技术人员加入到系统专题库中，并提供数据更新功能；一类是逐日、逐月或其他较高频次更新的数据，需要系统采集任务按照采集规则自动从数据接口、FTP、共享目录、其他数据库等来源采集到系统数据集中。

✦ 数据加工

系统提供自动作业流程，对接入系统中的数据进行加工处理，主要包括数据解析、数据订正，解析和订正后的数据格式化存储。

数据解析：将采集到的 CPSv3、CFSv2 数据插值到国家气象站，生成气象灾害风险预估模型可以识别的各要素逐站、逐日/逐月的序列化数据，字段顺序依次为站号、日期、要素，存储载体为 TXT 文件，每个要素单独存储。

数据订正：将 CPSv3、CFSv2 气候模式预测产品插值到站点后，使用预测数据订正模型（偏差订

正)对站点预测数据进行订正,并按照每个要素订正之前存储格式在新的目录下进行存储,存储载体为TXT。

表格 4-1 数据采集处理清单

序号	类别	要素	时间分辨率	数据来源	采集/更新频次	加工方法	存储结果
	CPSv3	最低气温	日	天擎	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	平均气温	日	天擎	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	最高气温	日	天擎	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	经向风	日	天擎	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	纬向风	日	天擎	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	降水量	日	天擎	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv2	最低气温	日	业务内网	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CFSv2	平均气温	日	业务内网	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CFSv2	最高气温	日	业务内网	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CFSv2	经向风	日	业务内网	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CFSv2	纬向风	日	业务内网	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CFSv2	降水量	日	业务内网	日	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	最低气温	月	天擎	月	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	平均气温	月	天擎	月	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	最高气温	月	天擎	月	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	经向风	月	天擎	月	插值到国家站数据订正	序列化文件
	CPSv3	纬向风	月	天擎	月	插值到国家站数据订正	序列化文件

序号	类别	要素	时间分辨率	数据来源	采集/更新频次	加工方法	存储结果
	CPSv3	降水量	月	天擎	月	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	CFSv2	最低气温	月	业务内网	日	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	CFSv2	平均气温	月	业务内网	日	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	CFSv2	最高气温	月	业务内网	日	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	CFSv2	经向风	月	业务内网	日	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	CFSv2	纬向风	月	业务内网	日	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	CFSv2	降水量	月	业务内网	日	插值到国家站 数据订正	序列化文件
	地面观测	平均气温	日	天擎	日	特征值处理	格式化文件
	地面观测	降水量	日	天擎	日	特征值处理	格式化文件
	承灾体	人口暴露度	/	甲方提供	/	均一化	标准化 TIF
	承灾体	GDP 暴露度	/	甲方提供	/	均一化	标准化 TIF
	承灾体	小麦种植面积	/	甲方提供	/	均一化	标准化 TIF
	承灾体	玉米种植面积	/	甲方提供	/	均一化	标准化 TIF
	承灾体	水稻种植面积	/	甲方提供	/	均一化	标准化 TIF
	承灾体	房屋间数	/	甲方提供	/	均一化	标准化 TIF
	灾情	灾情事件	日	灾情直报库	日	灾情类别归类 初报、续报、终 报合并	专题库表
	基础支撑	气象站	/	天擎	/	专题图配置 专题图服务	空间 GIS 库
	基础支撑	行政边界	/	甲方提供	/	专题图配置 专题图服务	空间 GIS 库
	基础支撑	基础底图	/	甲方提供	/	专题图服务	空间 GIS 库

4.1.2 数据管理

对系统中采集加工、模型生产等方式得到的中间结果、产品等数据进行分类和查看。

✦ 资源目录管理

对系统中使用的数据进行分类，构建数据资源目录，通过系统对数据的基本信息进行查看或预览。

✦ 数据资源管理

对专题库中的灾情数据进行查询、修改、新建和删除操作。按照时间、灾害类别条件对专题库中的灾情数据进行检索查询，表格形式展示，可对检索到的记录进行编辑或删除，也可以通过新建记录的形式，手工录入灾情信息。

4.2 模型算法模块

模型算法模块实现模型的统一管理、统一调度及运行监控，主要包括模型管理、模型调度和运行监控。

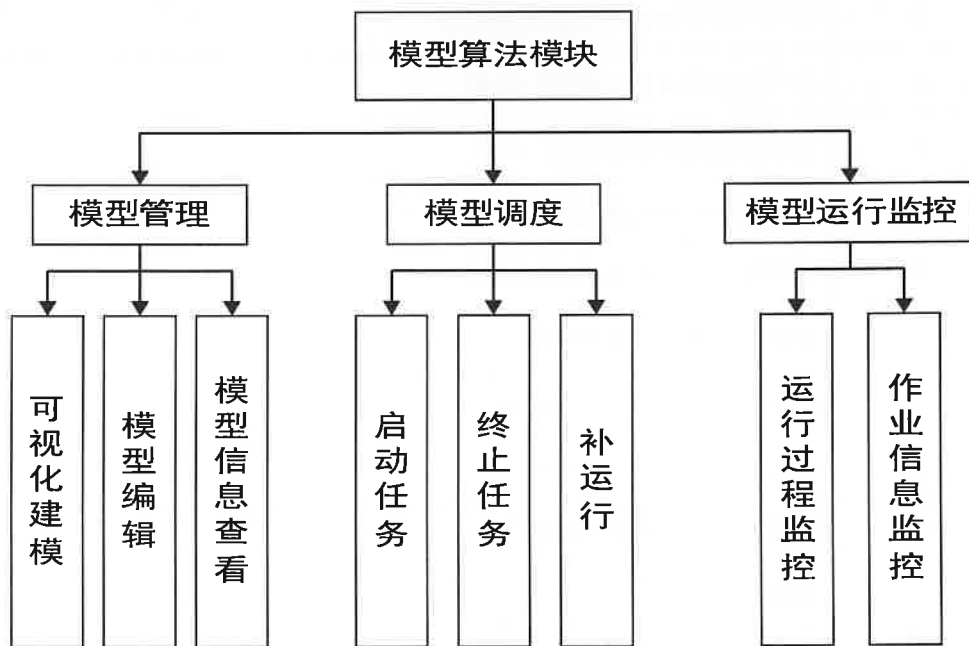


图 4-3 模型算法模块功能组成

4.2.1 模型管理

搭建模型算法执行环境，创建基础模型算法模块，基于可视化建模工具进行模型流程的创建、编辑、保存、调用等相关操作。创建模型时遵循“天擎”相关规范，支持将系统中的模型算法部署到加工流水线。

✚ 可视化建模

通过可视化人机交互界面，将数据获取、气象灾害过程识别、灾害风险评估、灾害影响评估、图形制作等算子根据业务执行流程，使用流程连接线连接到一起，配置相关执行参数，形成新的业务算法模型，对于系统中未预置的模型算法可进行扩展。

本期模型围绕气象灾害风险业务进行建设，主要模型算法包括以下内容：

表格 4-2 主要模型算法清单

序号	模型名称
1	区域气象干旱过程识别模型
2	区域气象干旱过程风险预估模型
3	延伸期气象干旱灾害风险预估模型
4	月气象干旱灾害风险预估模型
5	季节气象干旱灾害风险预估模型
6	年气象干旱灾害风险预估模型
7	区域暴雨过程识别模型
8	区域暴雨过程风险预估模型
9	延伸期暴雨灾害风险预估模型
10	月暴雨灾害风险预估模型
11	季节暴雨灾害风险预估模型
12	年暴雨灾害风险预估模型
13	区域冷空气过程识别模型
14	区域冷空气过程风险预估模型
15	延伸期低温灾害风险预估模型

序号	模型名称
16	月低温灾害风险预估模型
17	季节低温灾害风险预估模型
18	年低温灾害风险预估模型
19	区域高温过程识别模型
20	区域高温过程风险预估模型
21	延伸期高温灾害风险预估模型
22	月高温灾害风险预估模型
23	季节高温灾害风险预估模型
24	年高温灾害风险预估模型
25	行业影响评估模型

✚ 模型编辑

实现对已有模型的在线编辑功能，包括修改模型流程中基础模块的参数、增删模块个数、调整基础模块顺序等。

✚ 模型信息查看

构建模型资源目录树，查看模型基本信息，包括模型名称、流程节点、输入数据信息、输出数据信息、模型实现关键流程介绍等。

4.2.2 模型调度

模型调度功能包括启动任务、终止任务、补运行等功能。

✚ 启动任务

实现模型算法的调度功能，由后台任务调度引擎根据任务执行的时间和周期参数，按规则执行相关任务。

✚ 终止任务

将任务从调度引擎中移除，不再触发相关执行规则。

✦ 补运行

通过人机交互界面手动设置执行参数，人工触发模型算法进行作业。

4.2.3 模型运行监控

模型算法执行过程中记录相关执行信息，包括执行时间、执行步骤、执行结果等，并通过可视化方式进行查询和展示。模型算法执行过程中支持将 DI、EI 信息写入“天镜”，记录模型算法执行信息和状态。

✦ 运行过程监控

支持对模型算法运行过程进行监控，显示每个模型任务的执行状态、运行时间、以及运行结果。

✦ 作业信息监控

对每个任务的作业信息进行监控记录，包括执行时间、执行结果、详细日志等。

4.3 在线分析与产品制作模块

在线分析与产品制作模块以 GIS 一张图为主线，将气象灾害风险管理相关的业务通过 5 个维度实现融合：第一个灾种维度，即干旱、暴雨、高温、低温、大风、沙尘暴等，可实现灾害扩展；第二个业务功能维度，包括历史灾情查询统计、实时灾害过程识别、实时风险监测预警、实时风险预估、行业影响评估、风险评估、风险区划以及系统支撑的基础信息服务等功能；第三个时间维度，通过时间轴的概念将气候业务序列数据及产品、功能有效整合，如 1961 年以来的暴雨过程、影响天气系统、1961 年以来的逐日降水序列等信息进行统计分析；第四个空间维度，通过 GIS 空间可视化技术，实现不同业务数据、功能、算法结果的有机融合，提供更加精准的业务分析，生成更加丰富的业务产品；第五个业务产品制作维度，通过在线业务产品制作，可实现一张图业务分析任意中间结果以产品形式输出，为业务工作提供支持。

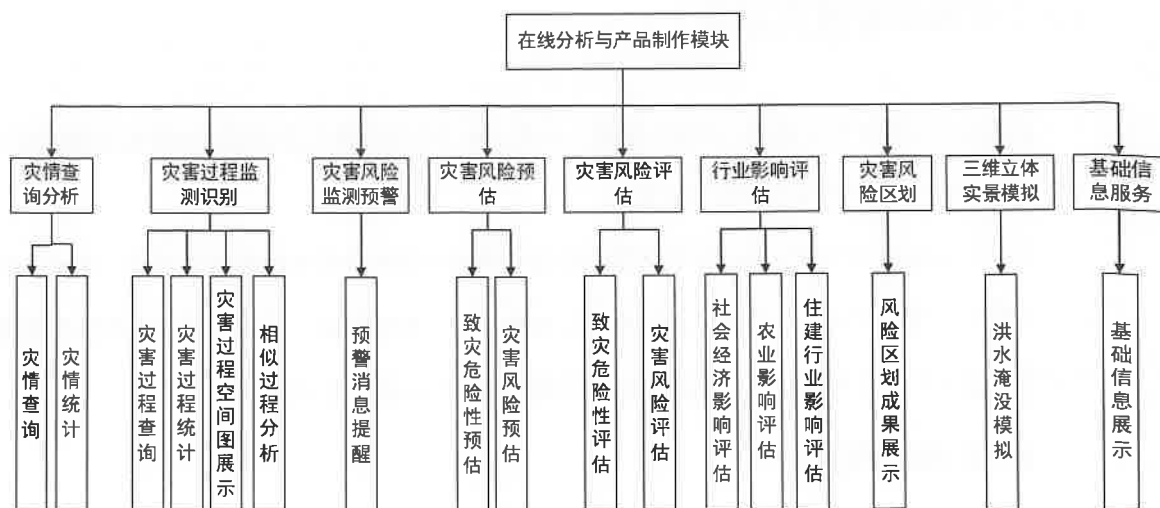


图 4-4 在线分析与产品制作模块功能设计

4.3.1 灾情查询分析

通过时间、地点、灾害类别等相关特征，查询和展示干旱、暴雨、高温、低温等气象灾害的基本信息和空间分布。

✦ 灾情查询

按照不同的筛选条件进行查询。

按照时间查询，通过时间选择框选择开始时间和结束时间，或者使用快速查询按钮“本月以来”、“最近一周”等进行某一个时间段数据的筛选查询。

按照灾害类别查询，通过操作面板选择一种或者多种灾害类别，对特定灾害事件进行筛选。

按照灾害发生行政区域进行查询，通过操作面板选择关注区域，对区域内的灾害事件进行筛选。

时间检索条件、行政区域检索条件和灾害类别检索条件进行组合使用。查询结果通过符号专题图和数据表格进行展示。

✦ 灾情统计

支持以统计图表形式关联显示当前查询灾情统计的详细信息，包括查询结果的灾害类别、所在地区、灾害发生时间、灾情数据等详细信息，以及逐年的直接经济损失、受灾人口、受灾面积统计图，统计图以柱状图和折线图的形式展示。

4.3.2 灾害过程监测识别

系统自动识别干旱、暴雨、高温、低温、大风、沙尘暴等气象灾害过程，分析相关事件特征，结合不同承灾体对事件造成的影响进行评估。

系统中使用到的气象灾害过程识别算法可通过暴露的指标参数进行本地化调整，形成本地模型算法参数库，通过接入本地气象站点数据进行实时计算，根据需要，中间计算指标可作为数据产品存储到专题库中，亦可按照天擎算法库的规范进行数据产品注册和入库。

✦ 灾害过程查询

实现干旱、暴雨、高温、低温、大风、沙尘暴等过程信息查询展示，支持对历史灾害过程信息按灾害类别、时间、空间、综合强度、强度等级、历史排位等信息进行查询。

✦ 灾害过程统计

按照时间、灾害类别、地区等条件统计灾害发生频次、最大强度等信息，以折线图、柱状图等形式进行展现。

✦ 灾害过程空间图展示

结合灾害过程空间特征，将灾害过程发生的位置、强度等信息以空间专题图的形式进行展现。区域灾害过程可将其某项过程指标进行空间插值展示。

✦ 相似过程分析

根据灾害过程的时间、空间、影响范围等信息与历史灾害过程库中的数据进行匹配，筛选相似灾害过程，显示筛选结果的基础过程信息、影响评估等内容，并且根据灾害过程的强度绝对差进行排序。

4.3.3 灾害风险监测预警

结合气象灾害风险预估识别结果，对中等级及以上等级风险进行提醒。

✦ 预警消息提醒

系统监控基于客观化算法识别出的干旱、暴雨、高温、低温灾害过程,通过提示信息形式进行滚动播放。干旱预警消息提醒:提取系统中基于预测数据进行客观化识别到的国家站 MCI 等级信息,每日滚动提醒未来 1 天达到中旱及以上国家站数量。

暴雨预警消息提醒:基于预测数据和暴雨过程识别算法,每日滚动提醒前一天起报数据预测的暴雨过程信息,包括过程开始日期、过程结束日期和综合强度等级。

高温预警消息提醒:基于预测数据和高温过程识别算法,每日滚动提醒前一天起报数据预测的高温过程信息,包括过程开始日期、过程结束日期和影响站数等。

低温预警消息提醒:基于预测数据和冷空气过程识别算法,每日滚动提醒前一天起报数据预测的冷空气过程信息,包括过程开始日期、过程结束日期和过程最低气温等。

4.3.4 灾害风险预估

结合已有的预报、预测数据和风险预估方法,识别和计算干旱、暴雨、高温、低温、大风和沙尘暴灾害延伸期、月、季、年等不同时间尺度内气象灾害的危险性,并结合影响范围内的承灾体进行风险预估。

◆ 致灾危险性预估

基于已有预测数据,筛选、识别致灾因子指标,按照气象灾害致灾危险性模型计算未来一段时间内气象灾害危险性指数,通过预置、人机交互等方式设定危险性等级阈值,评估不同等级下影响范围、人口、GDP 等承灾体信息,生成致灾危险性产品。

干旱灾害危险性预估:基于预测数据计算的 MCI 指数,统计计算时间段内最小 MCI 和平均 MCI 指标,并将两个指标进行相加除以 2,计算结果作为危险性指数。

暴雨灾害危险性预估:基于预测数据和暴雨过程标准,客观化识别的暴雨过程,提取过程中达到暴雨(50mm)的日数、最大日降水量和单站过程平均降水量,按照暴雨过程危险性模型进行暴雨危险性指数计算。

高温灾害危险性预估:基于预测数据和高温过程标准,客观化识别的高温过程,提取过程最高气温最大值、最小值和平均值,按照高温过程危险性模型进行高温危险性指数计算。

低温灾害危险性预估：基于预测数据和冷空气过程标准，客观化识别的冷空气过程，提取过程日最低气温、过程累计降温幅度和过程持续日数指标，按照冷空气过程危险性模型进行低温危险性指数计算。

✚ 灾害风险预估

结合致灾危险性计算结果和不同类别承灾体，按照气象灾害风险预估模型计算气象灾害风险指数，通过预置、人机交互等方式设定风险等级阈值，生成风险预估产品。

4.3.5 灾害风险评估

结合实况观测数据和风险评估算法（具体参考预估），识别和计算干旱、暴雨、高温、低温、大风和沙尘暴灾害延伸期、月、季、年等不同时间尺度内气象灾害的危险性，并结合影响范围内的承灾体进行风险评估。

4.3.6 行业影响评估

根据行业与气象不利条件相关关系，筛选相关气象灾害类别，计算气象灾害危险性或风险等级，结合人口、GDP、房屋、农作物（小麦、玉米、水稻）进行影响评估。本功能非独立功能，需建立在灾害过程监测识别、灾害风险预估、灾害风险评估等功能之后。

✚ 社会经济影响评估

通过客观化识别出区域干旱过程、区域暴雨过程、区域高温过程和区域冷空气过程后，按照过程影响范围，统计分析影响区域内人口和GDP数量，评估可能对社会经济造成的损失。

✚ 农业影响评估

通过客观化识别出区域干旱过程、区域暴雨过程、区域高温过程和区域冷空气过程后，按照过程影响范围，统计影响区域内小麦、玉米和水稻种植面积。

✚ 住建行业影响评估

通过客观化识别出区域干旱过程、区域暴雨过程、区域高温过程和区域冷空气过程后，按照过程影响范围，统计分析影响区域内房屋间数。

4.3.7 灾害风险区划

✚ 风险区划成果展示

接入已有风险区划成果，按照区划特征配置气象灾害风险区划专题图，在系统结合一张图进行区划成果查看，可对专题图进行放大、缩小，生产的区划图件可通过系统进行下载。

4.3.8 三维立体实景模拟

✚ 暴雨多年一遇淹没模拟

构建三维立体场景，将山洪工程多年一遇淹没成果在三维场景中进行展示，对 5 年、20 年、50 年和 100 年成果提供播放功能，模拟多年一遇淹没水深按 5 年、20 年、50 年和 100 年的变化。

4.3.9 基础信息服务

✚ 基础信息展示

提供孕灾环境、承灾体、行业数据、气象站等基础信息服务，可与其他功能模块按照专题图类型进行有条件的叠加展示。

序号	基础信息专题图名称
1	气象站点专题图
2	行政边界专题图
3	数字高程专题图
4	人口分布专题图
5	GDP 分布专题图
6	小麦种植面积专题图
7	玉米种植面积专题图
8	水稻种植面积专题图
9	房屋间数专题图

4.4 运营管理模块

系统面向各级用户，采用严格的用户认证制度，支持用户名/密码方式的认证及统一 CA 身份认证登录。运营管理模块功能包括用户管理、角色管理、组织机构管理、登录日志管理、功能管理等

功能。

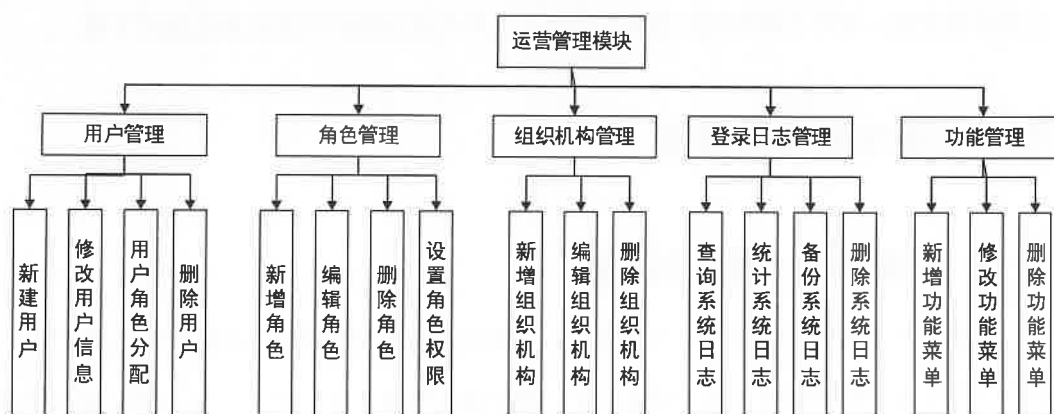


图 4-5 运营管理模块功能设计

4.4.1 用户管理

系统面向多级用户进行严格的认证制度，建立各中心子系统统一的用户认证体系。管理员可对系统用户进行创建、修改、密码重置、权限分配和删除操作。

✚ 新建用户

管理员可通过本功能页面添加新用户，添加信息包括用户显示名称、用户登录名称、用户登录密码、用户单位、联系方式等信息。

✚ 修改用户信息

用户可根据需要，自行修改用户信息，包括用户显示名称、登陆密码、用户单位、联系方式等。用户编辑信息后需系统认证后方可生效。

✚ 用户角色分配

管理员可根据不同用户角色分配相应的数据和功能使用权限。

✚ 删除用户

管理员可删除系统中用户信息。

4.4.2 角色管理

对于不同级别的系统使用权限，管理员设定不同的角色，分配给相应的用户。

✚ 新增角色

管理员创建新的角色，设置角色名称、角色说明等信息。

✚ 编辑角色

管理员对已有角色的名称、权限等进行修改。

✚ 删除角色

管理员按名称删除系统已有角色，对于有用户关联的角色不可删除。

✚ 设置角色权限

管理员给不同的角色分配权限。

4.4.3 组织机构管理

管理员按照系统使用单位创建、修改、删除相应组织机构信息。

✚ 新增组织机构

管理员创建组织机构，包括单位名称、单位说明等信息。

✚ 编辑组织机构

管理员对已有组织机构信息进行修改。

✚ 删除组织机构

管理员对系统已有组织机构进行删除操作。

4.4.4 登录日志管理

管理员对系统运行过程中记录的日志信息进行查询统计和删除操作。

✚ 查询登录日志

管理员按照时间、用户，查询检索用户登录系统相关日志信息，查询结果以表格形式展示。

✚ 统计登录日志

管理员按照用户名称、登录时间等统计分析用户行为、系统使用情况等信息。

✚ 删除登录日志

管理员对指定类型、指定时间段或全部日志进行删除操作。

4.4.5 功能管理

通过人机交互界面配置、修改、删除功能菜单，设置目录结构、功能顺序等信息，实现对功能菜单的可视化管理。

✚ 新增功能菜单

管理员新建功能目录。

✚ 修改功能菜单

管理员修改已有功能的名称、目录位置、目录排序、参数列表等信息。

✚ 删除功能菜单

管理员删除已有功能目录。

5 技术路线

5.1 总体架构设计

系统采用微服务框架，建立面向各级业务部门的气象灾害风险管理业务平台和业务流程，并提供良好的可扩展机制，最大程度上保障系统建成后稳定高效运行和系统未来的可扩展性。

系统总体架构如下图所示：

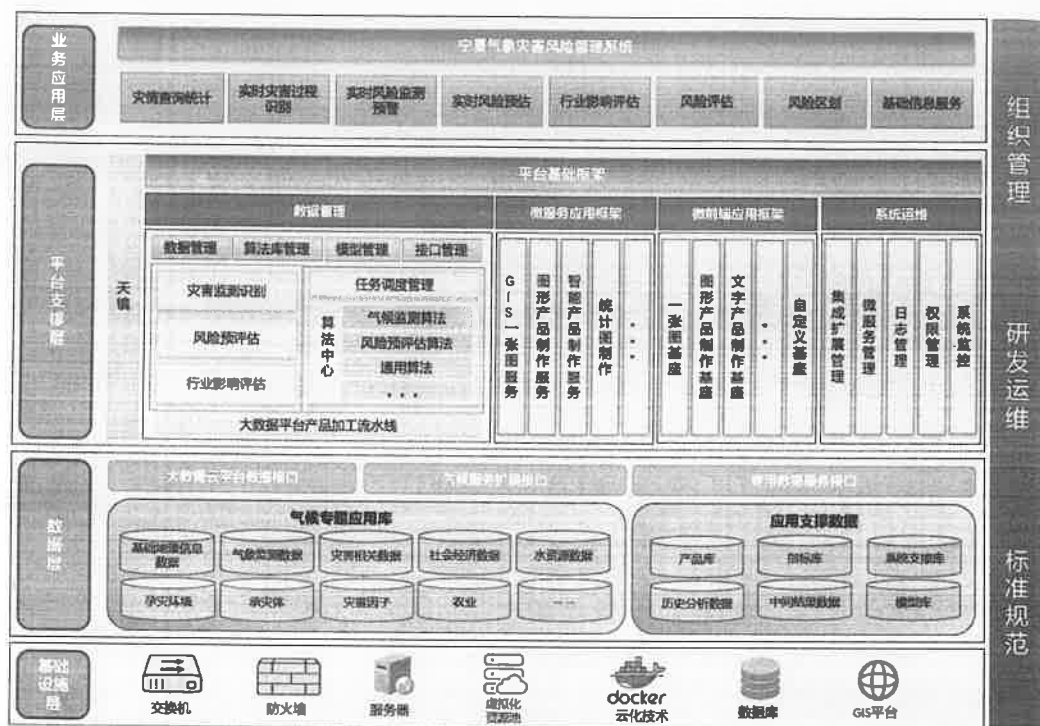


图 5-1 总体架构设计

集成设施层

系统的基础设施层是系统高效、稳定、安全运行的重要保障。根据系统运行的实际需求，系统基础设施包括硬件设施、软件设施和网络设施。

本系统将基于现有的软硬件和网络环境进行部署。

(1) 硬件设施包括：数据库服务器、应用服务器等。

(2) 软件设施包括操作系统、数据库管理系统、GIS 平台软件等。这些基础软件提供系统需要的基础功能。

(3) 网络设施包括防火墙、路由器、交换机等。网络设施是在部署系统局域网以及为增强系统安全所必需的基础设施。

数据层

数据存储层主要存储系统所需要的各类数据，本项目所有采集和基于各类处理所获得的数据和产品等内容，整合构建气象灾害数据集，包括基础地理专题库、气象专题库、致灾因子专题库、历史灾情专题库、承灾体专题库、孕灾环境专题库、区域基础信息专题库等灾害风险管理专题库；同时包括产品库、指标库、模型库、系统支撑库等应用支撑数据，用以支撑系统运行。

平台支撑层

平台支撑层包含气象灾害风险、在线分析与产品制作、运维管理。系统的整体框架均在微服务框架基础上进行建立，系统的运维管理中心提供微服务注册、分发、路由信息等的统一运维和管理。通过模块间的相互组合和调用，可以实现复杂的业务应用逻辑，为业务应用层提供服务。

业务应用层

应用层是在平台支撑层及其提供的统一专题库和数据访问接口的基础上，开发的业务模块，能够满足系统的各项业务需求。

应用层包括历史灾情查询统计、实时灾害过程识别、实时风险监测预警、实时风险预估、行业影响评估、风险评估、风险区划、基础信息服务功能。

系统采用了统一的应用程序开发框架及模块化开发方法，可以根据需要对功能模块进行组合和封装，形成完整的业务应用平台。

5.2 系统开发架构

系统的总体开发框架采用前后端分离的方式，前端采用 VUE+WebGIS，后台主体采用 SpringCloud 微服务框架。

系统后端核心功能总体采用 Java 和 Python 混合开发的方式。Python 主要用于数据采集、加工，模型算法实现等；Java 主要用于整体框架的搭建、业务逻辑处理等。

5.3 主要技术路线

系统用到的关键技术包含“一张图”设计模式、气象数据自动化处理技术、微服务技术和微前端框架。

5.3.1 “一张图”设计模式

采用基于 WebGIS 的一张图技术，进行各类气象数据统一管理、展示、分析和业务化应用。

基于统一的基础地理空间框架，采用“一张图”技术融合多要素、多时次、多区域、多源气象数据和复杂业务流程，通过空间要素关联不同要素整合各类业务需求，为数据可视化展现提供统一的

技术框架。如下图所示：

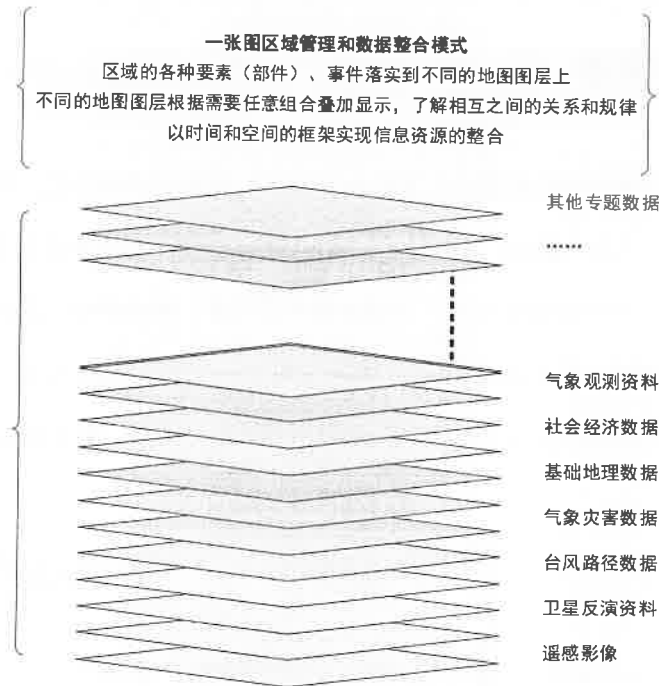


图 5-2 “一张图”应用模式

5.3.2 气象数据自动化处理技术

通过气象数据自动化处理技术实现数据自动化采集，解决需要在服务器后台自动定时运行、消耗较大的计算资源的气象数据解析、处理、分析、入库等任务进行统一管理、调度及监控的需求，需要实时或定时运行的后台任务的集中管理和调度，并方便管理员随时查看采集处理作业执行结果。

通过自动化数据采集处理可以屏蔽不同资料的差异，构建资料统一入库框架，针对具体的资料，提供具体的入库驱动，数据库的访问和资料的获取统一由入库主控程序调度。资料的来源支持本地文件、映射目录、FTP 下载等。

5.3.3 微服务

微服务(Microservice Architecture)的基本思想在于考虑围绕着业务领域组件来创建应用，这些应用可独立地进行开发、管理和加速,在分散的组件中使用微服务云架构和平台，使部署、管理和服务功能交付变得更加简单。

微服务架构的主要作用是将功能分解到离散的各个服务当中，从而降低系统的耦合性，并提供

更加灵活的服务支持。

5.3.4 微前端框架

气象灾害风险管理系统的前端开发技术将采用为前端的架构路线，采用组合式应用路由方案，该方案的核心是“主从”思想，即包括一个基座（MainApp）应用和若干个微（MicroApp）应用，基座应用大多数是一个前端 SPA 项目，主要负责应用注册，路由映射，消息下发等，而微应用是独立前端项目，这些项目不限于采用 React, Vue, Angular 或者 JQuery 开发，每个微应用注册到基座应用中，由基座进行管理，但是如果脱离基座也是可以单独访问，基本的流程如下图所示：

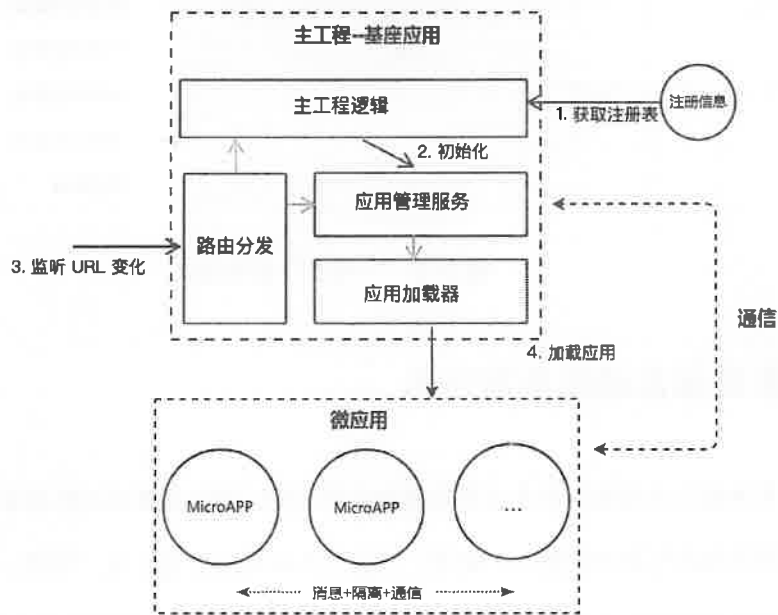


图 5-3 微前端流程