



中信国际招标有限公司  
CITIC International Tendering Co., Ltd.

# 北京市政府采购项目 公开招标文件

项目名称：首都精准天气预报服务和重大活动人工影响天气保障工程-气象应用软件包

项目编号/包号：0733-24161848

采购人：北京市气象局

采购代理机构：中信国际招标有限公司

2024年5月



## 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一章 投标邀请 .....          | 1   |
| 第二章 投标人须知 .....         | 5   |
| 第三章 资格审查 .....          | 22  |
| 第四章 评标程序、评标方法和评标标准..... | 24  |
| 第五章 采购需求 .....          | 34  |
| 第六章 拟签订的合同文本 .....      | 166 |
| 第七章 投标文件格式 .....        | 180 |

## 第一章 投标邀请

### 一、项目基本情况

1.项目编号/包号：0733-24161848

2.项目名称：首都精准天气预报服务和重大活动人工影响天气保障工程-气象应用软件包

3.项目预算金额：9181.5 万元、项目最高限价（如有）：9181.5 万元

4.采购需求：

| 包号 | 标的名称    | 采购包预算金额<br>(万元) | 数量 | 简要技术需求或服务要求  |
|----|---------|-----------------|----|--|
| 01 | 气象应用软件包 | 9181.5          | 1  | 开展气象大数据智能管理平台、高精数值预报支撑系统、精准天气预报预警系统（数字气象台）、精细化多端服务平台（智慧气象服务管家）、重大活动气象保障指挥综合平台、人影智能化融合指挥作业平台建设。详见招标文件《第五章采购需求》。 |

5.合同履行期限：合同签订后 2 个月内完成需求分析和详细设计工作；合同签订后 12 个月内完成项目竣工验收。在业务正式运行之前，提供测试时间不少于 3 个月的压力测试期；本项目自终验合格之日起开始计算，中标人须提供整个项目周期内的免费技术支持，要求中标人提供 5 年免费质保。

6.本项目是否接受联合体投标：是 否。

### 二、申请人的资格要求（须同时满足）

1. 满足《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定；

2. 落实政府采购政策需满足的资格要求：

#### 2.1 中小企业政策

本项目不专门面向中小企业采购和预留采购份额。但执行扶持中小企业的价格扣除政策、支持节能环保等政策，对符合政策要求的小型 and 微型企业报价将给予 10% 的扣除，用扣除后的价格参与评审。

2.2 其它落实政府采购政策的资格要求（如有）：     /     。

3. 本项目的特定资格要求：

3.1 本项目是否接受分支机构参与投标：是；否。

3.2 本项目是否属于政府购买服务：是；否。

3.3 其他特定资格要求：

(1) 参加本次采购活动前三年内，未被信用中国网站（www.creditchina.gov.cn）列入失信被执行人、重大税收违法案件当事人名单；未被列入中国政府采购网（www.ccgp.gov.cn）政府采购严重违法失信行为记录名单、未被财政部门禁止参加政府采购活动（处罚决定规定的时间和地域范围内）。

(2) 单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系的不同供应商，不得参加同一合同项下的政府采购活动。

(3) 为采购项目提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务的供应商及其关联的附属机构，不得再参加该采购项目的其他采购活动。

(4) 本项目不接受分包、转包、进口产品。

### 三、获取招标文件

1. 时间：2024-05-27 至 2024-06-03，每天上午 09:00 至 11:30，下午 13:30 至 17:00（北京时间，法定节假日除外）。

2. 地点：北京市政府采购电子交易平台

3. 方式：供应商持 CA 数字认证证书登录北京市政府采购电子交易平台（<http://zbcg-bjzc.zhongcy.com/bjczj-portal-site/index.html#/home>）获取电子版招标文件。

4. 售价：0 元，本公告包含的招标文件售价总和。

### 四、提交投标文件截止时间、开标时间和地点

2024-06-18 9:30:00（北京时间）

地点：北京市朝阳区东三环中路 59 号楼京城机电大厦 1602 会议室。

### 五、公告期限

自本公告发布之日起 5 个工作日。

### 六、其他补充事宜

1. 本项目需要落实的政府采购政策：政府采购相关政策。

2. 本项目采用半电子化采购方式，请供应商认真学习北京市政府采购电子交易平台发布的相关操作手册，办理 CA 认证证书、进行北京市政府采购电子交易平台注册绑定，并认真核实数字认证证书情况确认是否符合本项目电子化采购流程要求。

CA 认证证书服务热线：010-58511086

技术支持服务热线：010-86483801

### 2.1 办理 CA 认证证书

供应商登录北京市政府采购电子交易平台查阅“用户指南”—“操作指南”—“市场主体 CA 办理操作流程指引”，按照程序要求办理。

### 2.2 注册

供应商登录北京市政府采购电子交易平台“用户指南”—“操作指南”—“市场主体注册入库操作流程指引”进行自助注册绑定。

### 2.3 驱动、客户端下载

供应商登录北京市政府采购电子交易平台“用户指南”—“工具下载”—“招标采购系统文件驱动安装包”下载相关驱动。

供应商登录北京市政府采购电子交易平台“用户指南”—“工具下载”—“投标文件编制工具”下载相关客户端。

### 2.4 获取电子招标文件

供应商持 CA 数字认证证书登录北京市政府采购电子交易平台获取电子招标文件，未在规定期限内通过北京市政府采购电子交易平台获取招标文件的投标无效。

3. 采购代理机构邮箱：zhangjia@biddingcitic.com。

## 七、对本次招标提出询问，请按以下方式联系。

### 1. 采购人信息

名称：北京市气象局

地址：北京市海淀区紫竹院路 44 号

联系方式：崔老师 010-68400881

### 2. 采购代理机构信息

名称：中信国际招标有限公司

地址：北京市朝阳区东三环中路 59 号楼京城机电大厦 1809

联系方式：010-87945198-633、630

### 3. 项目联系方式

项目联系人：刘溪、张佳

电 话：010-87945198-633、630

## 第二章 投标人须知

### 投标人须知资料表

本表是对投标人须知的具体补充和修改，如有矛盾，均以本资料表为准。标记“■”的选项意为适用于本项目，标记“□”的选项意为不适用于本项目。

| 条款号     | 条目         | 内容   |              |              |         |            |
|---------|------------|--|--------------|--------------|---------|------------|
| 2.2     | 项目属性       | 项目属性：<br><input checked="" type="checkbox"/> 服务<br><input type="checkbox"/> 货物   |              |              |         |            |
| 2.3     | 科研仪器设备     | 是否属于科研仪器设备采购项目：<br><input type="checkbox"/> 是<br><input checked="" type="checkbox"/> 否   |              |              |         |            |
| 2.4     | 核心产品       | <input checked="" type="checkbox"/> 关于核心产品本项目 / 包不适用。<br><input type="checkbox"/> 本项目 / 包为单一产品采购项目。<br><input type="checkbox"/> 本项目为非单一产品采购项目，核心产品为： / 。   |              |              |         |            |
| 3.1     | 现场考察       | <input checked="" type="checkbox"/> 不组织<br><input type="checkbox"/> 组织，考察时间： ____； 考察地点： ____。   |              |              |         |            |
|         | 开标前答疑会     | <input checked="" type="checkbox"/> 不召开<br><input type="checkbox"/> 召开，召开时间： ____； 召开地点： ____。   |              |              |         |            |
| 4.1     | 样品         | 投标样品递交：<br><input checked="" type="checkbox"/> 不需要<br><input type="checkbox"/> 需要，具体要求如下：<br>(1) 样品制作的标准和要求： ____；<br>(2) 是否需要随样品提交相关检测报告：<br><input type="checkbox"/> 不需要<br><input type="checkbox"/> 需要<br>(3) 样品递交要求： ____；<br>(4) 未中标人样品退还： ____；<br>(5) 中标人样品保管、封存及退还： ____；<br>(6) 其他要求（如有）： ____。 |              |              |         |            |
| 5.2.5   | 标的所属行业     | 本项目采购标的对应的中小企业划分标准所属行业：  |              |              |         |            |
|         |            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>标的名称</th> <th>中小企业划分标准所属行业</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>气象应用软件包</td> <td>软件和信息技术服务业</td> </tr> </tbody> </table>   | 标的名称         | 中小企业划分标准所属行业 | 气象应用软件包 | 软件和信息技术服务业 |
|         |            | 标的名称   | 中小企业划分标准所属行业 |              |         |            |
| 气象应用软件包 | 软件和信息技术服务业 |  |              |              |         |            |
|         |            |  |              |              |         |            |



| 条款号    | 条目      | 内容  |
|--------|---------|---|
| 11.2   | 投标报价    | <p>投标报价的特殊规定：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>无</p> <p><input type="checkbox"/>有，具体情形：___</p>   |
| 12.1   | 投标保证金   | <p>投标保证金金额：人民币 50 万元</p> <p>投标保证金收受人信息：</p> <p>账户：<u>中信国际招标有限公司</u></p> <p>招标代理机构账号：<u>8110701013102383606</u></p> <p>招标代理机构开户行：<u>中信银行北京三元桥支行</u></p> <p>提交形式：电汇、支票、金融机构或担保机构出具的保函。提交保函的应将保函原件单独密封随投标文件一起递交，扫描件作为投标保证金的凭证纳入到投标文件中。</p> |
| 12.7.2 |         | <p>投标保证金可以不予退还的其他情形：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>无</p> <p><input type="checkbox"/>有，具体情形：</p>   |
| 13.1   | 投标有效期   | 自提交投标文件的截止之日起算 <u>90</u> 日历天  |
| 14.5   | 签字或盖章要求 | <p>投标文件中要求加盖单位章处均应为单位公章。如涉及联合体投标时，投标书、联合体协议需加盖联合体各方公章。</p> <p>投标文件中要求“签字”指签字人亲笔签字或加盖签字人的人名章或手签章。</p>  |
| 14.8   | 投标文件份数  | <p>(1) 投标文件正本<u>1</u>份</p> <p>(2) 投标文件副本<u>4</u>份；</p> <p>(3) 投标文件电子文档<u>1</u>份（U 盘存储介质。带有签字和盖章的完整投标文件的 word 以及扫描件 PDF 版 1 套（含投标分项报价表的 Excel 版本）（电子版文件命名格式为：x 公司_资格证明文件/商务技术文件_x 项目）</p>  |
| 14.9   | 装订方式    | 所有投标文件采用胶装方式左侧装订，不得采用活页夹等可随时拆换的方式装订，不得有零散页。   |
| 15.2   | 封套上写明   | <p>密封包上应标明：</p> <p>(1) 项目名称：</p> <p>(3) 项目编号：</p> <p>(4) 投标人名称：</p> <p>(5) 采购人名称：</p> <p>(6) 采购代理机构：</p> <p>(7) “(招标文件规定的开标日期、时间) 之前不得启封” 的字样</p>   |

| 条款号    | 条目    | 内容   |
|--------|-------|--|
|        |       | <p>投标人应将投标文件密封提交，密封处须加盖投标人公章。</p> <p>存有投标文件电子版的 U 盘装入小信封内随投标文件一同密封提交。</p> <p>未按规定密封的投标文件，采购人或采购代理机构将予拒收。</p>   |
| 22.1   | 确定中标人 | <p>中标候选人并列的，采购人是否委托评标委员会确定中标人：<br/> <input type="checkbox"/>否 <input checked="" type="checkbox"/>是</p> <p>中标候选人并列的，按照以下方式确定中标人：<br/> <input checked="" type="checkbox"/>得分且投标报价均相同的，分别以技术得分、商务得分高者为中标人<br/> <input type="checkbox"/>随机抽取</p> |
| 25.5   | 分包    | <p>本项目的非主体、非关键性工作是否允许分包：<br/> <input checked="" type="checkbox"/>不允许<br/> <input type="checkbox"/>允许，具体要求：<br/>           (1) 可以分包履行的具体内容：___；<br/>           (2) 允许分包的金额或者比例：___；<br/>           (3) 其他要求：___。</p>                          |
| 26.1.1 | 询问    | 询问送达形式：电话垂询  |
| 26.3   | 联系方式  | <p>接收询问和质疑的联系方式<br/>           联系部门：中信国际招标有限公司；<br/>           联系电话：张佳 010-87945198-633；<br/>           通讯地址：北京市朝阳区东三环中路 59 号</p>  |
| 27     | 代理费   | <p>收费对象：<input type="checkbox"/>采购人 <input checked="" type="checkbox"/>中标人</p> <p>收费标准：以中标人的投标报价为计算基数，按照“国家计委关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知”（计价格[2002]1980号）服务类的收费标准，采用差额定率累进计费方式计算；</p> <p>缴纳时间：中标人收到中标通知书 5 个工作日内一次性缴纳。</p>                       |
| 28     | 其他补充  | <p>(1) 本招标文件中“日”、“天”均指自然日，所有时间均为北京时间。</p> <p>(2) 复印件包括影印件和扫描件。副本应是正本签字盖章后的清晰复印件。</p> <p>(3) 本招标文件中的“签章”、“签字”、“签署”指亲笔签字或加盖签字人的签名章或人名章（即印章）。</p> <p>(4) 接受投标文件里涉及到要求加盖公章之处用投标专用章替代的投标行为。凡是用投标专用章替代公章的投标文件须</p>                                 |

| 条款号 | 条目 | 内容   |
|-----|----|--|
|     |    | <p>同时满足以下条件，否则不予认可：</p> <p>① 明确授权：供应商应出具一份加盖公司公章（红色鲜章）的授权书原件，明确“投标专用章”的授权使用范围，授权使用期限。</p> <p>② 效力确认：供应商对于投标专用章对外使用所产生的后果予以确认并承诺承担责任。</p> <p>③ 供样章：留有“公章”和“投标专用章”样章（均为红色鲜章），以供比对。</p> <p>(5) 除非另有特殊说明，若本招标文件中引用了某一品牌、型号或生产供应商名称，均是指参照该品牌、型号或生产供应商的产品或服务。所引用的品牌型号或生产供应商名称不构成对投标人及其投标文件的限制。若采用的技术术语与某一供应商或某一产品使用的术语相同，并非表示指定了该供应商或该产品。投标人可提供同等于或优于招标文件要求的产品和服务。</p> <p>(6) 本招标文件中的“免费”（如有）指投标人不能在投标总价以外另行向采购人收取其他费用。</p> <p>(7) 本招标项目不接受投标人的赠送。投标文件及报价表中不应出现“赠送：字样。</p> <p>(8) 本项目不接受以邮寄、电子邮件、或传真形式递交的投标文件。</p> |

## 投标人须知

### 一、说明

- 1 采购人、采购代理机构、投标人、联合体
  - 1.1 采购人、采购代理机构：指依法进行政府采购的国家机关、事业单位、团体组织，及其委托的采购代理机构。本项目采购人、采购代理机构见第一章《投标邀请》。
  - 1.2 投标人（也称“供应商”、“申请人”）：指向采购人提供货物、工程或者服务的法人、其他组织或者自然人。
  - 1.3 联合体：指两个以上的自然人、法人或者其他组织组成一个联合体，以一个供应商的身份共同参加政府采购。
- 2 资金来源、项目属性、科研仪器设备采购、核心产品
  - 2.1 资金来源为财政性资金和/或本项目采购中无法与财政性资金分割的非财政性资金。
  - 2.2 项目属性见《投标人须知资料表》。
  - 2.3 是否属于科研仪器设备采购见《投标人须知资料表》。
  - 2.4 核心产品见《投标人须知资料表》。
- 3 现场考察、开标前答疑会
  - 3.1 若《投标人须知资料表》中规定了组织现场考察、召开开标前答疑会，则投标人应按要求在规定的的时间和地点参加。
  - 3.2 由于未参加现场考察或开标前答疑会而导致对项目实际情况不了解，影响投标文件编制、投标报价准确性、综合因素响应不全面等问题的，由投标人自行承担不利评审后果。
- 4 样品
  - 4.1 本项目是否要求投标人提供样品，以及样品制作的标准和要求、是否需要随样品提交相关检测报告、样品的递交与退还等要求见《投标人须知资料表》。
  - 4.2 样品的评审方法以及评审标准等内容见第四章《评标方法和评标标准》。
- 5 政府采购政策（包括但不限于下列具体政策要求）
  - 5.1 采购本国货物、工程和服务
    - 5.1.1 政府采购应当采购本国货物、工程和服务。但有《中华人民共和国政

《政府采购法》第十条规定情形的除外。

5.1.2 本项目如接受非本国货物、工程、服务参与投标，则具体要求见第四章《采购需求》。

5.1.3 进口产品指通过中国海关报关验放进入中国境内且产自关境外的产品，包括已经进入中国境内的进口产品。关于进口产品的相关规定依据《政府采购进口产品管理办法》（财库〔2007〕119号文）、《关于政府采购进口产品管理有关问题的通知》（财办库〔2008〕248号文）。

5.2 中小企业、监狱企业及残疾人福利性单位

5.2.1 中小企业定义：

5.2.1.1 中小企业是指在中华人民共和国境内依法设立，依据国务院批准的中小企业划分标准确定的中型企业、小型企业和微型企业，但与大企业的负责人为同一人，或者与大企业存在直接控股、管理关系的除外。符合中小企业划分标准的个体工商户，在政府采购活动中视同中小企业。关于中小企业的相关规定依据《中华人民共和国中小企业促进法》、《关于进一步加大政府采购支持中小企业力度的通知》（财库〔2022〕19号）、《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）、《关于印发中小企业划型标准规定的通知》（工信部联企业〔2011〕300号）。

5.2.1.2 供应商提供的货物、工程或者服务符合下列情形的，享受中小企业扶持政策：

（1）在货物采购项目中，货物由中小企业制造，即货物由中小企业生产且使用该中小企业商号或者注册商标；

（2）在工程采购项目中，工程由中小企业承建，即工程施工单位为中小企业；

（3）在服务采购项目中，服务由中小企业承接，即提供服务的人员为中小企业依照《中华人民共和国劳动合同法》订立劳动合同的从业人员。

5.2.1.3 在货物采购项目中，供应商提供的货物既有中小企业制造货物，也有大型企业制造货物的，不享受中小企业扶持政策。

5.2.1.4 以联合体形式参加政府采购活动，联合体各方均为中小企业的，联合体视同中小企业。其中，联合体各方均为小微企业

的，联合体视同小微企业。

5.2.2 在政府采购活动中，监狱企业视同小型、微型企业，享受预留份额、评审中价格扣除等政府采购促进中小企业发展的政府采购政策。监狱企业定义：是指由司法部认定的为罪犯、戒毒人员提供生产项目和劳动对象，且全部产权属于司法部监狱管理局、戒毒管理局、直属煤矿管理局，各省、自治区、直辖市监狱管理局、戒毒管理局，各地（设区的市）监狱、强制隔离戒毒所、戒毒康复所，以及新疆生产建设兵团监狱管理局、戒毒管理局的企业。

5.2.3 在政府采购活动中，残疾人福利性单位视同小型、微型企业，享受预留份额、评审中价格扣除等促进中小企业发展的政府采购政策。残疾人福利性单位定义：享受政府采购支持政策的残疾人福利性单位应当同时满足以下条件：

5.2.3.1 安置的残疾人占本单位在职职工人数的比例不低于 25%（含 25%），并且安置的残疾人人数不少于 10 人（含 10 人）；

5.2.3.2 依法与安置的每位残疾人签订了一年以上（含一年）的劳动合同或服务协议；

5.2.3.3 为安置的每位残疾人按月足额缴纳了基本养老保险、基本医疗保险、失业保险、工伤保险和生育保险等社会保险费；

5.2.3.4 通过银行等金融机构向安置的每位残疾人，按月支付了不低于单位所在区县适用的经省级人民政府批准的月最低工资标准的工资；

5.2.3.5 提供本单位制造的货物、承担的工程或者服务（以下简称产品），或者提供其他残疾人福利性单位制造的货物（不包括使用非残疾人福利性单位注册商标的货物）；

5.2.3.6 前款所称残疾人是指法定劳动年龄内，持有《中华人民共和国残疾人证》或者《中华人民共和国残疾军人证（1 至 8 级）》的自然人，包括具有劳动条件和劳动意愿的精神残疾人。在职职工人数是指与残疾人福利性单位建立劳动关系并依法签订劳动合同或服务协议的雇员人数。

5.2.4 本项目是否专门面向中小企业预留采购份额见第一章《投标邀请》。



- 5.2.5 采购标的对应的中小企业划分标准所属行业见《投标人须知资料表》。
- 5.2.6 小微企业价格评审优惠的政策调整：见第四章《评标方法和评标标准》。
- 5.3 政府采购节能产品、环境标志产品
- 5.3.1 政府采购节能产品、环境标志产品实施品目清单管理。财政部、发展改革委、生态环境部等部门根据产品节能环保性能、技术水平和市场成熟程度等因素，确定实施政府优先采购和强制采购的产品类别及所依据的相关标准规范，以品目清单的形式发布并适时调整。依据品目清单和认证证书实施政府优先采购和强制采购。
- 5.3.2 采购人拟采购的产品属于品目清单范围的，采购人及其委托的采购代理机构依据国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品、环境标志产品认证证书，对获得证书的产品实施政府优先采购或强制采购。关于政府采购节能产品、环境标志产品的相关规定依据《关于调整优化节能产品、环境标志产品政府采购执行机制的通知》（财库〔2019〕9号）。
- 5.3.3 如本项目采购产品属于实施政府强制采购品目清单范围的节能产品，则投标人所报产品必须获得国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品认证证书，否则**投标无效**；
- 5.3.4 非政府强制采购的节能产品或环境标志产品，依据品目清单和认证证书实施政府优先采购。优先采购的具体规定见第四章《评标方法和评标标准》（如涉及）。
- 5.4 正版软件
- 5.4.1 依据《财政部 国家发展改革委 信息产业部关于印发无线局域网产品政府采购实施意见的通知》（财库〔2005〕366号），采购无线局域网产品和含有无线局域网功能的计算机、通信设备、打印机、复印机、投影仪等产品的，优先采购符合国家无线局域网安全标准（GB 15629.11/1102）并通过国家产品认证的产品。其中，国家有特殊信息安全要求的项目必须采购认证产品，否则**投标无效**。财政部、国家发展改革委、信息产业部根据政府采购改革进展和无线局域网产品技术及市场成熟等情况，从国家指定的认证机构认证的生产厂商和产品型号中确定优先采购的产品，并以“无线局域网认证产品政府采购清单”（以下简称清单）的形式公布。清单中新增认证产品厂商和型号，由财政部、国家发展改革委、信息产业部以文件形式确定、公布并适时调整。

5.4.2 各级政府部门在购置计算机办公设备时，必须采购预装正版操作系统软件的计算机产品，相关规定依据《国家版权局、信息产业部、财政部、国务院机关事务管理局关于政府部门购置计算机办公设备必须采购已预装正版操作系统软件产品的通知》（国权联〔2006〕1号）、《国务院办公厅关于进一步做好政府机关使用正版软件工作的通知》（国办发〔2010〕47号）、《财政部关于进一步做好政府机关使用正版软件工作的通知》（财预〔2010〕536号）。

## 5.5 网络安全专用产品

5.5.1 所投产品属于列入《网络关键设备和网络安全专用产品目录》的网络安全专用产品，应当在国家互联网信息办公室会同工业和信息化部、公安部、国家认证认可监督管理委员会统一公布和更新的符合要求的网络关键设备和网络安全专用产品清单中。

## 5.6 推广使用低挥发性有机化合物（VOCs）

5.6.1 为全面推进本市挥发性有机物（VOCs）治理，贯彻落实挥发性有机物污染治理专项行动有关要求，相关规定依据《北京市财政局北京市生态环境局关于政府采购推广使用低挥发性有机化合物（VOCs）有关事项的通知》（京财采购〔2020〕2381号）。本项目中涉及涂料、胶黏剂、油墨、清洗剂等挥发性有机物产品的，属于强制性标准的，供应商应执行符合本市和国家的VOCs含量限制标准（具体标准见第五章《采购需求》），否则**投标无效**。属于推荐性标准的，优先采购，具体见第四章《评标方法和评标标准》。

## 5.7 采购需求标准

### 5.7.1 商品包装、快递包装政府采购需求标准（试行）

为助力打好污染防治攻坚战，推广使用绿色包装，根据财政部关于印发《商品包装政府采购需求标准（试行）》、《快递包装政府采购需求标准（试行）》的通知（财办库〔2020〕123号），本项目如涉及商品包装和快递包装的，则其具体要求见第五章《采购需求》。

### 5.7.2 绿色数据中心政府采购需求标准（试行）

为加快数据中心绿色转型，根据财政部生态环境部工业和信息化部关于印发《绿色数据中心政府采购需求标准（试行）》的通知（财库〔2023〕7号），本项目如涉及绿色数据中心，则具体要求见第五章《采购需求》。

## 6 投标费用

- 6.1 投标人应自行承担所有与准备和参加投标有关费用，无论投标的结果如何，采购人或采购代理机构在任何情况下均无承担这些费用的义务和责任。

## 二、 招标文件

### 7 招标文件构成

- 7.1 招标文件包括以下部分：

第一章 投标邀请

第二章 投标人须知

第三章 资格审查

第四章 评标程序、评标方法和评标标准

第五章 采购需求

第六章 拟签订的合同文本

第七章 投标文件格式

- 7.2 投标人应认真阅读招标文件的全部内容。投标人应按照招标文件要求提交投标文件并保证所提供的全部资料的真实性，并对招标文件做出实质性响应，否则**投标无效**。

### 8 对招标文件的澄清或修改

- 8.1 采购人或采购代理机构对已发出的招标文件进行必要澄清或者修改的，将在原公告发布媒体上发布更正公告，并以书面形式通知所有获取招标文件的潜在投标人。
- 8.2 上述书面通知，按照获取招标文件的潜在投标人提供的联系方式发出，因提供的信息有误导导致通知延迟或无法通知的，采购人或采购代理机构不承担责任。
- 8.3 澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分，并对所有获取招标文件的潜在投标人具有约束力。澄清或者修改的内容可能影响投标文件编制的，将在投标截止时间至少 15 日前，以书面形式通知所有获取招标文件的潜在投标人；不足 15 日的，将顺延提交投标文件的截止时间和开标时间。

### 三、 投标文件的编制

#### 9 投标范围、投标文件中计量单位的使用及投标语言

- 9.1 本项目如划分采购包，投标人可以对本项目的其中一个采购包进行投标，也可同时对多个采购包进行投标。投标人应当对所投采购包对应第五章《采购需求》所列的全部内容进行投标，不得将一个采购包中的内容拆开投标，否则其对该采购包的投标将被认定为**无效投标**。
- 9.2 除招标文件有特殊要求外，本项目投标所使用的计量单位，应采用中华人民共和国法定计量单位。
- 9.3 除专用术语外，投标文件及来往函电均应使用中文书写。必要时专用术语应附有中文解释。投标人提交的支持资料和已印制的文献可以用外文，但相应内容应附有中文翻译本，在解释投标文件时以中文翻译本为准。未附中文翻译本或翻译本中文内容明显与外文内容不一致的，其不利后果由投标人自行承担。

#### 10 投标文件构成

- 10.1 投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件应由《资格证明文件》、《商务技术文件》两部分构成。具体组成及部分格式要求，见第七章《投标文件格式》。
- 10.2 第四章《评标程序、评标方法和评标标准》中涉及的证明文件。
- 10.3 对照第五章《采购需求》，说明所提供货物和服务已对第五章《采购需求》做出了响应，或申明与第五章《采购需求》的偏差和例外。如第五章《采购需求》中要求提供证明文件的，投标人应当按具体要求提供证明文件。
- 10.4 投标人认为应附的其他材料。

#### 11 投标报价

- 11.1 所有投标均以人民币报价。
- 11.2 投标人的报价应包括为完成本项目所发生的一切费用和税费，招标人将不再支付报价以外的任何费用。投标人的报价应包括但不限于下列内容，《投标人须知资料表》中有特殊规定的，从其规定。
  - 11.2.1 投标货物及标准附件、备品备件、专用工具等的出厂价（包括已在中国国内的进口货物完税后的仓库交货价、展室交货价或货架交货价）和运至最终目的地的运输费和保险费，安装调试、检验、技术服务、培训、质量保证、售后服务、税费等按照招标文件要求完成本项目的全部相关服务费用；

11.2.2 按照招标文件要求完成本项目的全部相关服务费用。

11.3 采购人不得向供应商索要或者接受其给予的赠品、回扣或者与采购无关的其他商品、服务。

11.4 投标人不能提供任何有选择性或可调整的报价，否则其**投标无效**。

## 12 投标保证金

12.1 投标人应按《投标人须知资料表》中规定的金额及要求交纳投标保证金，并作为其投标的一部分。

12.2 交纳投标保证金可采用的形式：政府采购法律法规接受的支票、汇票、本票、网上银行支付或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金形式。

12.3 投标保证金到账（保函提交）截止时间同投标截止时间。以支票、汇票、本票、网上银行支付等形式提交投标保证金的，应在投标截止时间前到账；以金融机构、担保机构出具的保函等形式提交投标保证金的，应在投标截止时间前将原件提交至采购代理机构。由于到账时间晚于投标截止时间的，或者票据错误、印鉴不清等原因导致不能到账的，其**投标无效**。

12.4 投标保证金（保函）有效期同投标有效期。

12.5 联合体投标的，可以由联合体中的一方或者共同提交投标保证金，以一方名义提交投标保证金的，对联合体各方均具有约束力。

12.6 采购人、采购代理机构将及时退还投标人的投标保证金，采用银行保函、担保机构担保函等形式递交的投标保证金，经供应商同意后采购人、采购代理机构可以不再退还，但因投标人自身原因导致无法及时退还的除外：

12.6.1 投标人在投标截止时间前撤回已提交的投标文件的，自收到投标人书面撤回通知之日起 5 个工作日内退还已收取的投标保证金；

12.6.2 中标人的投标保证金，自采购合同签订之日起 5 个工作日内退还中标人；

12.6.3 未中标投标人的投标保证金，自中标通知书发出之日起 5 个工作日内退还未中标人；

12.6.4 终止招标项目已经收取投标保证金的，自终止采购活动后 5 个工作日内退还已收取的投标保证金及其在银行产生的孳息。

12.7 有下列情形之一的，采购人或采购代理机构可以不予退还投标保证金：

12.7.1 投标有效期内投标人撤销投标文件的；

12.7.2 《投标人须知资料表》中规定的其他情形。

### 13 投标有效期

- 13.1 投标文件应在本招标文件《投标人须知资料表》中规定的投标有效期内保持有效，投标有效期少于招标文件规定期限的，其**投标无效**。

### 14 投标文件的编制、签署、盖章

- 14.1 招标文件要求签字的内容（如授权委托书等），按照招标文件要求签字和（或）签章。
- 14.2 招标文件要求盖章的内容，按照招标文件要求盖章。
- 14.3 投标文件应按第七章“投标文件格式”进行编写，如有必要，可以增加附页，作为投标文件的组成部分。投标人可以提出比招标文件要求更有利于采购人的承诺。
- 14.4 投标文件应当对招标文件有关服务期、投标有效期、对招标范围以及采购项目的技术规格、数量、服务标准、验收等实质性内容作出响应。
- 14.5 投标文件正本需打印或用不褪色墨水书写，投标人的法定代表人或经授权的代表须根据招标文件第七章的规定在投标文件中需要签字或盖章的位置签字（或加盖人名章或手签章）或加盖单位公章。授权代表须持有书面的“法定代表人授权书”（标准格式附后），并将其附在投标文件中。签字或盖章其他要求见《投标人须知资料表》。
- 14.6 投标截止时间前，如对投标文件进行了修改，包括对投标文件行间插字、涂改和增删，均应由投标人的法定代表人或经正式授权的代表在修改的每一页上签字。
- 14.7 投标文件的副本可采用正本的复印件。
- 14.8 投标文件正本、副本份数见《投标人须知资料表》。正本和副本的封面上应清楚地标记“正本”或“副本”的字样。当正本与副本或电子版不一致时，以正本为准。
- 14.9 投标文件的正本与副本应分别装订成册，并编制目录，具体装订要求见《投标人须知资料表》规定。

## 四、 投标文件的提交

### 15 投标文件的提交

- 15.1 投标文件应当密封。
- 15.2 投标文件的封套上应标识的其他内容见《投标人须知资料表》。



- 15.3 未按本章要求密封和加写标识的投标文件，采购人不予接收。
  - 15.4 投标人应在招标文件要求提交投标文件的截止时间之前，将投标文件密封送达投标地点。
  - 15.5 投标人递交投标文件的地点：见投标邀请。
  - 15.6 除投标人不足 3 家未开标情形外，投标人所递交的投标文件不予退还。
  - 15.7 逾期送达或者未按照招标文件要求密封的投标文件，采购人、采购代理机构应当拒收。
- 16 投标截止时间
- 16.1 见第一章投标邀请。
- 17 投标文件的修改与撤回
- 17.1 投标截止时间前，投标人可以对所提交的投标文件进行补充、修改或者撤回，并以书面通知采购人或者采购代理机构。
  - 17.2 修改的内容为投标文件的组成部分。修改的投标文件应按照本章规定进行编制、密封、标记和递交，并标明“修改”字样。

## 五、 开标、资格审查及评标

- 18 开标
- 18.1 采购人在投标邀请规定的投标截止时间（开标时间）和地点公开开标，并邀请所有投标人的法定代表人或其委托代理人准时参加。投标人未能到场参加开标的，视同认可开标结果。
  - 18.2 开标时，应当由投标人或者其推选的代表检查投标文件的密封情况；经确认无误后，由采购人或者采购代理机构工作人员当众拆封，宣布投标人名称、投标价格和招标文件规定的需要宣布的其他内容。
  - 18.3 开标过程由采购人或者采购代理机构负责记录，由参加开标的各投标人代表和相关工作人员签字确认后随采购文件一并存档。
  - 18.4 采购人或者采购代理机构应当对开标、评标现场活动进行全程录音录像。
  - 18.5 投标人代表对开标过程和开标记录有疑义，以及认为采购人、采购代理机构相关工作人员有需要回避的情形的，应当场提出询问或者回避申请。采购人、采购代理机构对投标人代表提出的询问或者回避申请应当及时处理。
  - 18.6 除了按照本须知的规定应当拒收的投标文件之外，开标时将不得拒绝任何投标。

18.7 投标人不足 3 家的，不予开标。

## 19 资格审查

19.1 见第三章《资格审查》。

## 20 评标委员会

20.1 评标委员会根据政府采购有关规定和本次招标采购项目的特点进行组建，并负责具体评标事务，独立履行职责。

20.2 评审专家须符合《财政部关于在政府采购活动中查询及使用信用记录有关问题的通知》（财库〔2016〕125 号）的规定。依法自主选定评审专家的，采购人和采购代理机构将查询有关信用记录，对具有行贿、受贿、欺诈等不良信用记录的人员，拒绝其参与政府采购活动。

## 21 评标程序、评标方法和评标标准

21.1 见第四章《评标程序、评标方法和评标标准》。

# 六、 确定中标

## 22 确定中标人

22.1 采购人将在评标报告确定的中标候选人名单中按顺序确定中标人，中标候选人并列的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件规定的方式确定中标人；招标文件未规定的，采取随机抽取的方式确定。采购人是否委托评标委员会直接确定中标人，见《投标人须知资料表》。中标候选人并列的，按照《投标人须知资料表》要求确定成交供应商。

## 23 中标公告与中标通知书

23.1 采购人或采购代理机构自中标人确定之日起 2 个工作日内，在发布采购公告的平台公告中标结果，同时向中标人发出中标通知书，中标公告期限为 1 个工作日。

23.2 中标通知书对采购人和中标供应商均具有法律效力。中标通知书发出后，采购人改变中标结果的，或者中标供应商放弃中标项目的，应当依法承担法律责任。

## 24 废标

24.1 在招标采购中，出现下列情形之一的，应予废标：

24.1.1 符合专业条件的供应商或者对招标文件作实质响应的供应商不足三家的；

- 24.1.2 出现影响采购公正的违法、违规行为的；
- 24.1.3 投标人的报价均超过了采购预算，采购人不能支付的；
- 24.1.4 因重大变故，采购任务取消的。

24.2 废标后，采购人将废标理由通知所有投标人。

## 25 签订合同

- 25.1 中标人、采购人应当自中标通知书发出之日起 30 日内，按照招标文件和中标人投标文件的规定签订书面合同。所签订的合同不得对招标文件确定的事项和中标人投标文件作实质性修改。
- 25.2 中标人拒绝与采购人签订合同的，采购人可以按照评标报告推荐的中标候选人名单排序，确定下一候选人为中标人，也可以重新开展政府采购活动。
- 25.3 联合体中标的，联合体各方应当共同与采购人签订合同，就中标项目向采购人承担连带责任。
- 25.4 政府采购合同不能转包。
- 25.5 采购人允许采用分包方式履行合同的，中标人可以依法在中标后将中标项目的非主体、非关键性工作采取分包方式履行合同。本项目的非主体、非关键性工作是否允许分包，见《投标人须知资料表》。政府采购合同分包履行的，应当在投标文件中载明分包承担主体，分包承担主体应当具备相应资质条件且不得再次分包，否则**投标无效**。中标人就采购项目和分包项目向采购人负责，分包供应商就分包项目承担责任。

## 26 询问与质疑

### 26.1 询问

- 26.1.1 投标人对政府采购活动事项有疑问的，可依法提出询问，并按《投标人须知资料表》载明的形式送达采购人或采购代理机构。
- 26.1.2 采购人或采购代理机构对供应商依法提出的询问，在 3 个工作日内作出答复，但答复的内容不得涉及商业秘密。

### 26.2 质疑

- 26.2.1 投标人认为采购文件、采购过程、中标结果使自己的权益受到损害的，可以在知道或者应知其权益受到损害之日起 7 个工作日内，由投标人派授权代表以书面形式向采购人、采购代理机构提出质疑。采购人、采购代理机构在收到质疑函后 7 个工作日内作出答复。
- 26.2.2 质疑函须使用财政部制定的范本文件。

26.2.3 投标人为自然人的,应当由本人签字;投标人为法人或者其他组织的,应当由法定代表人、主要负责人,或者其授权代表签字或者盖章,并加盖公章。

26.2.4 投标人应在法定质疑期内一次性提出针对同一采购程序环节的质疑,法定质疑期内针对同一采购程序环节再次提出的质疑,采购人、采购代理机构有权不予答复。

26.3 接收询问和质疑的联系部门、联系电话和通讯地址见《投标人须知资料表》。

## 27 代理费

27.1 收费对象、收费标准及缴纳时间见《投标人须知资料表》。由中标人支付的,中标人须一次性向采购代理机构缴纳代理费,投标报价应包含代理费用。

## 第三章 资格审查

### 一、资格审查程序

- 1 开标结束后，采购人或采购代理机构将根据《资格审查要求》中的规定，对投标人进行资格审查，并形成资格审查结果。
- 2 《资格审查要求》中对格式有要求的，除招标文件另有规定外，均为“实质性格式”文件。
- 3 投标人《资格证明文件》有任何一项不符合《资格审查要求》的，资格审查不合格，其**投标无效**。
- 4 资格审查合格的投标人不足3家的，不进行评标。

### 二、资格审查要求

| 序号  | 检查因素                              | 检查内容  | 格式要求        |
|-----|-----------------------------------|---|-------------|
| 1   | 满足《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定及法律法规的其他规定 | 具体规定见第一章《投标邀请》  | /           |
| 1-1 | 营业执照等证明文件                         | 供应商为企业（包括合伙企业）的，应提供有效的“营业执照”；<br>供应商为事业单位的，应提供有效的“事业单位法人证书”；<br>供应商是非企业机构的，应提供有效的“执业许可证”、“登记证书”等证明文件；<br>供应商是个体工商户的，应提供有效的“个体工商户营业执照”；<br>供应商是自然人的，应提供有效的自然人身份证明。 | 提供证明文件的复印件  |
| 1-2 | 供应商资格声明书                          | 提供了符合招标文件要求的《供应商资格声明书》。   | 格式见《投标文件格式》 |
| 2   | 落实政府采购政策需满足的资格要求                  | 具体要求见第一章《投标邀请》  | /           |
| 3   | 本项目的特定资格要求                        | 具体要求见第一章《投标邀请》  | /           |

| 序号  | 检查因素         | 检查内容   | 格式要求   |
|-----|--------------|--|--|
| 3-1 | 是否接受联合体、分支机构 | 不接受联合体参与本项目，不接受分支机构投标  | 格式见第七章《供应商资格声明书》   |
| 3-2 | 政府购买项目       | 本项目不属于政府购买服务项目   | 无需提供证明文件   |
| 3-3 | 其他特定资格要求     | <p>(1) 参加本次采购活动前三年内，未被信用中国网站（<a href="http://www.creditchina.gov.cn">www.creditchina.gov.cn</a>）列入失信被执行人、重大税收违法案件当事人名单；未被列入中国政府采购网（<a href="http://www.ccgp.gov.cn">www.ccgp.gov.cn</a>）政府采购严重违法失信行为记录名单、未被财政部门禁止参加政府采购活动（处罚决定规定的时间和地域范围内）。</p> <p>(2) 单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系的不同供应商，不得参加同一合同项下的政府采购活动。</p> <p>(3) 为采购项目提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务的供应商及其关联的附属机构，不得再参加该采购项目的其他采购活动。</p> <p>(4) 本项目不接受分包、转包、进口产品。</p> | <p>(1) 无须供应商提供，由采购人或采购代理机构查询。</p> <p>(2) (3)</p> <p>(4) 详见《供应商资格声明书》</p> |
| 4   | 投标保证金        | 按照招标文件的要求提交保证金。  | 格式见《投标文件格式》  |



## 第四章 评标程序、评标方法和评标标准

### 一、评标方法

#### 1 投标文件的符合性审查

- 1.1 评标委员会对资格审查合格的投标人的投标文件进行符合性审查，以确定其是否满足招标文件的实质性要求。
- 1.2 评标委员会根据《符合性审查要求》中规定的审查因素和审查内容，对投标人的投标文件是否实质上响应招标文件进行符合性审查，并形成符合性审查评审结果。投标人《商务技术文件》有任何一项不符合《符合性审查要求》要求的，**投标无效**。

#### 符合性审查要求

| 序号 | 审查因素       | 审查内容  |
|----|------------|---|
| 1  | 授权委托书      | 按招标文件要求提供授权委托书；   |
| 2  | 投标完整性      | 未将一个采购包中的内容拆开投标；  |
| 3  | 投标报价       | 投标报价未超过招标文件中规定的项目/采购包预算金额或者项目/采购包最高限价；  |
| 4  | 报价唯一性      | 投标文件未出现可选择性或可调整的报价（招标文件另有规定的除外）；  |
| 5  | 投标有效期      | 投标文件中承诺的投标有效期满足招标文件中载明的投标有效期的；  |
| 6  | 签署、盖章      | 按照招标文件要求签署、盖章的；   |
| 7  | 实质性格式      | 标记为“实质性格式”的文件均按招标文件要求提供；  |
| 8  | 报价的修正（如有）  | 不涉及报价修正，或投标文件报价出现前后不一致时，投标人对修正后的报价予以确认；                                       |
| 9  | ★号条款响应（如有） | 满足招标文件★号条款或招标文件技术指标未超出招标文件《采购需求》中主要技术参数允许偏差的最大范围的；                            |
| 10 | 报价合理性      | 报价合理，或投标人的报价明显低于其他通过符合性审查投标人的报价，有可能影响产品质量或者不能诚信履约的，能够应评标委员会要求在规定时间内证明其报价合理性的； |

|    |        |   |
|----|--------|---|
| 11 | 公平竞争   | 投标人遵循公平竞争的原则，不存在恶意串通，妨碍其他投标人的竞争行为，不存在损害采购人或者其他投标人的合法权益情形的；  |
| 12 | 串通投标   | 不存在《政府采购货物和服务招标投标管理办法》视为投标人串通投标的情形：（一）不同投标人的投标文件由同一单位或者个人编制；（二）不同投标人委托同一单位或者个人办理投标事宜；（三）不同投标人的投标文件载明的项目管理成员或者联系人员为同一人；（四）不同投标人的投标文件异常一致或者投标报价呈规律性差异；（五）不同投标人的投标文件相互混装；（六）不同投标人的投标保证金从同一单位或者个人的账户转出； |
| 13 | 附加条件   | 投标文件未含有采购人不能接受的附加条件的；   |
| 14 | 其他无效情形 | 投标人、投标文件不存在不符合法律、法规和招标文件规定的其他无效情形。  |

## 2 投标文件有关事项的澄清或者说明

- 2.1 评标过程中，评标委员会将以书面形式要求投标人对其投标文件中含义不明确、同类问题表述不一致或者有明显文字和计算错误的内容，作出必要的澄清、说明或者补正。投标人的澄清、说明或者补正应当采用书面形式，并加盖公章，或者由法定代表人或其授权的代表签字。投标人的澄清、说明或者补正不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。澄清文件将作为投标文件内容的一部分。
- 2.2 评标委员会认为投标人的报价明显低于其他通过符合性审查投标人的报价，有可能影响产品质量或者不能诚信履约的，有权要求该投标人在评标现场合理的时间内提供书面说明，必要时提交相关证明材料；若投标人不能证明其报价合理性，评标委员会将其作为**无效投标处理**。
- 2.3 投标报价须包含招标文件全部内容，如分项报价表有缺漏视为已含在其他各项报价中，将不对投标总价进行调整。评标委员会有权要求投标人在评标现场合理的时间内对此进行书面确认，投标人不确认的，视为将一个采购包中的内容拆开投标，其**投标无效**。
- 2.4 投标文件报价出现前后不一致的，按照下列规定修正：
- 2.4.1 招标文件对于报价修正是否另有规定：
- 有，具体规定为：\_\_\_\_\_。
- 无，按下述 2.4.2-2.4.6 项规定修正。
- 2.4.2 投标文件中开标一览表（报价表）内容与投标文件中相应内容不一致的，以开标一览表（报价表）为准；
- 2.4.3 大写金额和小写金额不一致的，以大写金额为准；
- 2.4.4 单价金额小数点或者百分比有明显错位的，以开标一览表的总价为准，并修改单价；
- 2.4.5 总价金额与按单价汇总金额不一致的，以单价金额计算结果为准。
- 2.4.6 同时出现两种以上不一致的，按照前款规定的顺序修正。修正后的报价经投标人书面确认后产生约束力，投标人不确认的，其**投标无效**。
- 2.5 落实政府采购政策的价格调整：只有符合第二章《投标人须知》5.2 条规定情形的，可以享受中小企业扶持政策，用扣除后的价格参加评审；否则，评标时价格不予扣除。
- 2.5.1 对于未预留份额专门面向中小企业采购的采购项目，以及预留份额项目

中的非预留部分采购包，对小微企业报价给予 10% 的扣除，用扣除后的价格参加评审。

- 2.5.2 对于未预留份额专门面向中小企业采购的采购项目，以及预留份额项目中的非预留部分采购包，且接受大中型企业与小微企业组成联合体或者允许大中型企业向一家或者多家小微企业分包的采购项目，对于联合体协议或者分包意向协议约定小微企业的合同份额占到合同总金额 30% 以上的联合体或者大中型企业的报价给予 4% 的扣除，用扣除后的价格参加评审。
- 2.5.3 组成联合体或者接受分包的小微企业与联合体内其他企业、分包企业之间存在直接控股、管理关系的，不享受价格扣除优惠政策。
- 2.5.4 价格扣除比例对小型企业和微型企业同等对待，不作区分。
- 2.5.5 中小企业参加政府采购活动，应当按照招标文件给定的格式出具《中小企业声明函》，否则不得享受相关中小企业扶持政策。
- 2.5.6 监狱企业提供了由省级以上监狱管理局（北京市含教育矫治局）、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件的，视同小微企业。
- 2.5.7 残疾人福利性单位按招标文件要求提供了《残疾人福利性单位声明函》（见附件）的，视同小微企业。
- 2.5.8 若投标人同时属于小型或微型企业、监狱企业、残疾人福利性单位中的两种及以上，将不重复享受小微企业价格扣减的优惠政策。

### 3 投标文件的比较和评价

3.1 评标委员会将按照招标文件中规定的评标方法和标准，对符合性审查合格的投标文件进行商务和技术评估，综合比较与评价；未通过符合性审查的投标文件不得进入比较与评价。

#### 3.2 评标方法和评标标准

3.2.1 本项目采用的评标方法为：

■综合评分法，指投标文件满足招标文件全部实质性要求，且按照评审因素的量化指标评审得分最高的投标人为中标候选人的评标方法，见《评标标准》，招标文件中没有规定的评标标准不得作为评审的依据。

□最低评标价法，指投标文件满足招标文件全部实质性要求，且投标报价最低的投标人为中标候选人的评标方法。

3.2.2 采用最低评标价法时，提供相同品牌产品（单一产品或核心产品品牌相同）的不同投标人参加同一合同项下投标的，以其中通过资格审查、符合性审查且报价最低的参加评标；报价相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照下述方法确定一个参加评标的投标人，其他**投标无效**。

随机抽取

其他方式，具体要求：\_\_\_\_\_

3.2.3 非政府强制采购的节能产品或环境标志产品，依据品目清单和认证证书实施政府优先采购。优先采购的具体规定（如涉及）详见第四章《评标方法和评标标准》二、评标标准。

3.2.4 关于无线局域网认证产品政府采购清单中的产品，优先采购的具体规定（如涉及）    /    。

#### 4 确定中标候选人名单

4.1 采用综合评分法时，提供相同品牌产品（单一产品或核心产品品牌相同）且通过资格审查、符合性审查的不同投标人参加同一合同项下投标的，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资格；评审得分相同的，评标委员会按照下述规定确定一个投标人获得中标人推荐资格，其他同品牌投标人不作为中标候选人。

随机抽取

其他方式，具体要求：分别以技术得分、商务得分高者获得中标人推荐资格

格

4.2 采用综合评分法时，评标结果按评审后得分由高到低顺序排列。得分相同的，按投标报价由低到高顺序排列。得分且投标报价相同的并列。投标文件满足招标文件全部实质性要求，且按照评审因素的量化指标评审得分最高的投标人为排名第一的中标候选人。评分分值计算保留小数点后两位，第三位四舍五入。

4.3 采用最低评标价法时，评标结果按本章 2.4、2.5 调整后的投标报价由低到高顺序排列。投标报价相同的并列。投标文件满足招标文件全部实质性要求且投标报价最低的投标人为排名第一的中标候选人。

4.4 评标委员会要对评分汇总情况进行复核，特别是对排名第一的、报价最低的、投标或响应文件被认定为无效的情形进行重点复核。

4.5 评标委员会将根据各投标人的评标排序，依次推荐本项目（各采购包）的中标候选人，起草并签署评标报告。本项目（各采购包）评标委员会共（各）推荐3

名中标候选人。

## 5 报告违法行为

5.1 评标委员会在评标过程中发现投标人有行贿、提供虚假材料或者串通等违法行为时，有向采购人、采购代理机构或者有关部门报告的职责。



## 二、评标标准

1.本次招标评标采用为综合评分法，即在满足招标文件实质性要求前提下，按照招标文件中规定的评分标准和各项因素进行综合评审后，以评标总得分最高的投标人作为中标供应商。

2.评标时，评标委员会成员按照招标文件规定的评分标准，独立对每个投标人的投标文件进行评价、打分。将评委对投标文件的技术、资质标的评分按算术平均法汇总，计算出每个投标人的技术标评审得分（保留小数点后两位）。价格标得分按法规规定的计算公式直接计算取得。技术标评审得分和价格标得分相加即为投标人的评标总得分。

| 评审因素          |             | 分值 | 评审标准   |
|---------------|-------------|----|--|
| 价格部分<br>(10分) | 报价得分        | 10 | 采用低价优先法计算，公式：投标人得分=评标基准价/评标价×10<br>1、评标基准价：满足招标文件要求，且经过价格扣除后的最低投标价。<br>2、评标价格：经过价格扣除的投标价。  |
| 商务部分<br>(6分)  | 投标人综合能力     | 5  | 投标人具有原始取得的气象/水文/海洋/环境等大数据云平台类或数值模式类或人影作业指挥类或智能网格天气预报或公共气象服务类软件著作权证书或专利的，每个类别提供1个或多个证书的得1分，提供全部5类证书最多得5分，不提供不得分。（以上均以有效证书复印件加盖公章为准）。  |
|               |             | 1  | 投标人参与编写信息化管理或信息资源标准规范的，包含但不限于雷达数据流传输规范或信息化评价指标体系规范等。完全满足的得1分，不满足不得分。（提供由用户单位出具的参与编写的证明文件，须加盖用户单位公章）。   |
| 技术部分<br>(67分) | 项目需求理解      | 3  | 对项目背景和现状的理解透彻，重点、难点、分析全面、完整、对应本项目全部采购需求，得3分；对项目背景和现状理解不全面，重点、难点分析不完整得1分；未提供该部分得0分。   |
|               | 业务流程、功能需求分析 | 4  | 对软件系统各组成部分进行业务流程分析、功能需求拆分，并对各个功能点进行详细功能需求分析，包括系统模块IPO分析，完全覆盖招标文件功能要求，需求分析完整详细合理，达到上述要求得4分；功能需求分析不完整或分析内容未适配本项目采购需求得2分；无功能需求分析或分析不合理得0分。  |
|               | 数据需求分析      | 3  | 提供数据需求分析内容，输入数据分析正确，覆盖全面，数据分析完整详细合理。达到上述全部要求得3分；数据需求分析覆盖不全面或分析内容未适配本项目采购需求得1分；无数据需求分析或分析不合理得0分。  |
|               | 接口需求分析      | 2  | 提供本项目建设系统与相关项目、现有业务系统的关系分析，开展软件系统接口需求分析，完全覆盖招标文件需求，接口需求分析完整详细合理。达到上述全部要求得2分；接口需求分析不完整或分析内容未适配本项目采购需求得1分；无接口需求分析或不合理得0分。  |
|               | 关键技术解决方案    | 4  | 投标人编写的气象大数据智能管理平台关键技术方案，能够充分凝练数据治理、数据资源规划与数据库建设、数据汇集、数据处理、数据存储管理、数据智能分析、数据共享服务的关键技术，为精准气象预报预警、精细城市气象服务、重大活动气象保障指挥等业务系统提供数据支撑。技术解决方案采用先进且可行的技术路线，组件设计符合行业组件化指南相关要求，组件具备的能力说明清晰，具有较强的适应性、可扩展性。面向本项目各项业务融入提供切实可行的融入方案。完全满足得4分，部分满足得2分，不满足不得分。               |
|               | 关键指标要求      | 15 | 第五章采购需求中#号项代表重要指标，每个指标提供已有案例对应的项目合同扫描件（需包含对应关键指标）得1.5分，最多得15分，不提供不得分。  |
|               | 技术方案        | 5  | 针对本项目提供总体设计方案，包括总体架构、技术架构、应用架构、运行架构、数据架构等设计先进可行，接口设计合理完整，部署架构符合业务需求并能够综合考虑各应用系统的定位与相互关系，软件集成方案符合集约化建设要求。<br>本项基础分5分<br>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分5分；<br>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，在基础分上扣2分：<br>① 有一项内容未阐述；<br>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施； |

| 评审因素 | 分值 | 评审标准   |
|------|----|--|
|      |    | <p>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br/>(3) 未提供得 0 分</p>  |
|      | 4  | <p>投标人针对招标文件《三、技术要求》“1 气象大数据智能管理平台”的要求提供技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强。技术方案全面具体，覆盖项目的功能需求，描述清楚、技术方案先进切实可行。<br/>本项基础分 4 分<br/>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 4 分；<br/>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br/>① 有一项内容未阐述；<br/>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br/>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br/>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br/>未提供得 0 分</p>                 |
|      | 5  | <p>投标人针对招标文件《三、技术要求》“2 高精数值预报支撑系统”的要求提供技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强，图文及公式规范。技术方案全面具体，覆盖项目的功能和非功能需求。描述清楚、技术方案先进切实可行。<br/>本项基础分 5 分<br/>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 5 分；<br/>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br/>① 有一项内容未阐述；<br/>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br/>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br/>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br/>未提供得 0 分</p>      |
|      | 5  | <p>投标人针对招标文件《三、技术要求》“3 精准天气预报预警系统（数字气象台）”的要求提供技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强，图文及公式规范。技术方案全面具体，覆盖项目的功能需求。描述清楚、技术方案先进切实可行。<br/>本项基础分 5 分<br/>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 5 分；<br/>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br/>① 有一项内容未阐述；<br/>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br/>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br/>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br/>未提供得 0 分</p>   |
|      | 4  | <p>投标人针对招标文件《三、技术要求》“4 精细化多端服务平台（智慧气象服务管家）”的要求提供技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强，图文及公式规范。技术方案全面具体，覆盖项目的功能需求，描述清楚、技术方案先进切实可行。<br/>本项基础分 4 分<br/>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 4 分；<br/>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br/>① 有一项内容未阐述；<br/>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br/>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br/>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br/>未提供得 0 分</p> |
|      | 4  | <p>投标人针对招标文件《三、技术要求》“5 重大活动气象保障指挥综合平台”的要求提供技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强。技术方案全面具体，覆盖项目的功能需求，描述清楚、技术方案先进切实可行。<br/>本项基础分 4 分<br/>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 4 分；<br/>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br/>① 有一项内容未阐述；</p>  |

| 评审因素             |         | 分值  | 评审标准  |
|------------------|---------|-----|---|
|                  |         |     | ② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br>未提供得 0 分  |
|                  |         | 5   | 投标人针对招标文件《三、技术要求》“6 人影智能化融合指挥作业平台”的要求提供与国省人影一体化业务平台深度融合技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强。技术方案全面具体，覆盖项目的功能和非功能需求，描述清楚、技术方案先进切实可行。<br>本项基础分 5 分<br>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 5 分；<br>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br>① 有一项内容未阐述；<br>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br>未提供得 0 分 |
|                  |         | 4   | 投标人针对招标文件《三、技术要求》“7 信息基础资源管理系统改造”的要求提供技术方案，满足本平台功能定位及项目总体建设要求，内容完整、详实，逻辑性强。技术方案全面具体，覆盖项目的功能需求，描述清楚、技术方案先进切实可行。<br>本项基础分 4 分<br>(1) 技术方案完全满足采购需求得基础分 4 分；<br>(2) 技术方案每有一项内容出现下述任一情况，扣 2 分；<br>① 有一项内容未阐述；<br>② 有一项内容虽然进行了阐述但并未贴合项目需求；<br>③ 有一项阐述的内容未提供具体的建设实施措施；<br>④ 有一项阐述的内容存在不满足招标文件要求的情况。<br>未提供得 0 分                      |
| 实施与服务部分<br>(17分) | 项目团队    | 2   | 项目开发团队具有 40 人（含）以上规模（每个软件系统需保证至少 5-6 人规模），团队人员提供近 3 个月内任一个月所在单位社保证明，加盖公章。具备与业务需求相一致的综合专业技术团队，且不少于 20 人具有软件开发专业背景（软件开发专业背景可提供以下证明材料任意一项均可①人员信息化相关证书②人员毕业证书所示专业与计算机、自动化、气象等相关专业③提供信息化任务书或合同，该人员在任务书项目团队成员中。）<br>以上全部满足得 2 分，不满足得 0 分。材料需加盖投标人公章。  |
|                  |         | 2   | 项目技术负责人（包含在开发团队 40 人中），具有信息系统项目管理师（高级）和 CISP（注册信息安全专业人员）资质；提供资格证书复印件，完全满足得 2 分，否则 0 分。  |
|                  | 项目实施与管理 | 4   | 项目实施管理方案完整，进度计划合理可行，软件开发工作分解与人员安排合理，提出合理的覆盖本项目全过程的评审验收方案，完全满足招标文件要求得 4 分，有一项内容不满足招标文件要求得 1 分，其他情况得 0 分。   |
|                  | 软件质量保证  | 3   | 软件质量保证措施得当，测试方案完备，设定指标具备可操作和可测量性，完全满足招标文件要求得 3 分，有一项内容不满足招标文件要求得 1 分，其他情况得 0 分。   |
|                  | 培训      | 3   | 培训内容符合实际需要，培训人数及课时合理，培训方案详细具体，能按照招标文件的要求进行响应，完全满足招标文件要求得 3 分，有一项内容不满足招标文件要求得 1 分，其他情况得 0 分。   |
|                  | 售后服务    | 3   | 书面承诺维保阶段甲方拥有 10%的软件需求变更权利。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，提供完善周到的本地化服务及技术支持能力。售后服务方案内容全面，流程清晰，响应及时。书面承诺服务响应方面提供质保期内的 7×24 小时电话技术支持和保修，电话支持无法解决的问题必须提供现场技术支持。售后服务方案能按照招标文件的要求进行响应，详细具体，针对性强，与项目实际情况相契合，完全满足招标文件要求得 3 分，有一项内容不满足招标文件要求得 1 分，其他情况得 0 分。  |
| 合计               |         | 100 |   |



## 第五章 采购需求

### 一、项目简介

开展气象大数据智能管理平台建设，通过对来自国省数据共享、多维度立体综合探测系统、重大活动靶向性观测系统、人影专项感知系统、北京政务和行业共享数据等的汇聚、管理、融合、应用，实现统一的数据获取、统一的数据存储管理和服务，为上层的气象业务应用系统提供标准化数据支撑；提升气象数据共享、融合、开发、可视化能力，为政府管理部门和行业提供精准高效个性化的数据服务。支持移动终端、网站、大屏幕等方式的数据可视化和交互式操作。

通过建设高精数值预报支撑系统、精准天气预报预警系统（数字气象台）、精细化多端服务平台（智慧气象服务管家）、重大活动气象保障指挥综合平台、人影智能化融合指挥作业平台 5 个业务应用系统，实现从公里级到百米级网格、从小时级到分钟级更新频次的实况分析和模拟预测能力，实现提前、准确、精细化的天气预报预测预警，提升应对极端、突发、局地天气气候事件服务能力，有效应对极端天气对首都人民生命财产安全造成的不利影响。同时，人影智能化融合指挥作业平台集指挥、感知、分析、预警和综合保障为一体，有效提高人工影响天气作业水平，提升重大活动气象保障水平。各系统依托气象大数据智能管理平台、探测数据以及人影作业数据，实现对首都精准天气预报服务和重大活动人工影响天气保障业务应用的系统支撑。

加强气象数据开放共享，推进信息基础资源管理系统改造，实现气象业务全流程监控、微服务调用链监控、容器监控以及基础资源监控，降低管理人员的运维压力。

### 二、商务要求

#### 1. 服务内容

1) 投标人需承担本项目的建设和实施，包括但不限于以下内容：

a) 系统的设计、开发、调试、数据准备、集成测试、安装部署、培训、试运行、售后服务，安装部署范围为北京市气象局；

b) 系统设计、安装、运维和使用的技术培训。

c) 在整个项目建设及运行周期内在北京市气象局提供现场技术支持与服务及 7\*24 小时热线服务。

d) 售后服务及其它相关阶段的实施、管理和协调等工作。

e) 响应时间/质保时间/维保时间：GPU 平台硬件和软硬结合相关问题，响应时间应在 24 小时内。接到甲方技术服务要求后 2 小时内做出实质性响应，一般问题 4 小时内解决。

维保周期内的软硬件结合方面，维保人员应当提供训练和推理运行的可行方案和性能提高解决方案，保持系统高效运行。

2) 投标人需为本项目成立合理的组织机构，建立健全保障项目整体工作顺利实施的各项管理制度和质量保证体系，安排好足够的高素质人才参加本项目工作。

a) 在组织机构中应明确各岗位的职责、任职资格及成果，确保工程顺利实施。根据软件开发工作的业务性质，应分别配备有项目经理、技术负责人承担本项目工作，项目经理具有相关项目实施和管理经验；主要技术人员至少具相关工作经验，项目核心人员（包括项目经理、技术负责人、系统架构师、数据库设计人员等）要求全职参与该项目。投标人需提供项目组人员名单。

b) 服务于本项目的核心人员及主要人员必须稳定，核心团队规模需达到 8 人以上，且有相关软件设计和开发经验。投标人必须事先提供团队成员名单、简历，招标人有权做出选择。未经招标人书面允许不得调整核心团队人员。不称职的团队成员，招标人有权提出更换。项目需求调研、概要设计、详细设计、开发、集成、部署、测试、验收等阶段以及重大活动保障过程提供驻场服务。

3) 投标人应充分了解项目业务功能要求和相关技术规范，针对软件开发、调试、测试、安装部署、集成、试运行等提出详细的整体技术解决方案。

4) 整个项目实施过程中，投标人应按合同进度和交付要求向业主方提供完善的并经业主方确认的软件和各种工程实施文档等交付物。所有文档应严格按照软件工程管理方法，及时进行修改、补充、确认，并使用版本管理工具进行版本管理。

5) 投标人负责编制并向业主方提交售后服务方案。

6) 在安装实施及售后服务期内如产品出现了影响气象业务应用的严重问题时，投标人应根据业主方的要求及时派遣技术支持人员到用户现场解决。

7) 投标人必须为维护和技术支持所未能解决的软件问题和故障提供正式的软件升级方案，并承担所有费用和责任。

## 2. 软件交付物要求

### (1) 产品交付物（包括但不限于）

| 序号 | 产品名称                        |
|----|-----------------------------|
| 1  | 应用软件安装包                     |
| 2  | 开发调试环境、工程文件及程序说明（含发布版本的源代码） |

### (2) 文档交付物（包括但不限于）



| 工作内容  | 技术文档               | 管理文档          |
|-------|--------------------|---------------|
| 需求分析  | 软件需求规格说明书          | 软件开发计划、需求评审申请 |
| 设计和开发 | 概要设计说明书<br>详细设计说明书 | -             |
| 测试    | 软件测试方案             | -             |
|       | 软件测试报告             |               |
| 初验    | 用户手册、初验报告          | 初验申请          |
|       | 运行维护手册             |               |
|       | 系统部署及配置说明书         |               |
| 试运行   | 试运行方案、试运行报告        | -             |
| 培训    | 培训教程               | -             |
| 终验    | 终验报告、源代码           | 终验申请          |
| 其他    |                    | 项目周（月）报       |
|       |                    | 会议纪要          |

注：本项目文档交付物除需满足上述要求，还应满足中国气象局《气象软件工程规范》（2023版）要求交付文档的规定。

### 3. 培训要求

要求制定详细培训方案，培训方案应包括培训目的、培训课程、培训教材、培训时间地点安排、人次数、培训组织方式等，并提出对学员的基本资格要求。

要求应对业务系统管理员、关键用户和一般用户分别进行系统使用方面的全面培训，其中包括系统组成、功能、用途、具体操作方法等以及其他有必要的相关知识的培训。要求对本项目系统管理员的培训必须进行，使其能熟悉系统体系结构，熟练掌握相关系统软件和应用软件的使用，使其能够分析系统故障、管理系统设备、掌握系统内部和外部接口，具备系统管理和系统功能扩展与系统升级能力。

用户培训为集中式的技术培训，系统各功能模块的应用培训、数据收集、系统测试等均应包含在系统功能培训分项中。投标人负责为所有被培训人员搭建培训所需的环境、并提供培训用文字材料和讲义等相关用品。

提供不少于 8 次的技术培训，保证招标人业务前端人员 80% 以上掌握本平台的全部操作功能，并提供可视化课件和用户操作手册。培训过程产生的成本由供应商自行承担。

由于本项目建设时间的特殊性，在业务正式运行之前，提供测试时间不少于 3 个月的压力测试期，确保各系统运行稳定。

#### 4. 售后技术支持和服务要求

##### (1) 服务期限要求

★本项目自终验合格之日起开始计算，中标人须提供整个项目周期内的免费技术支持。要求中标人提供 5 年免费维保并做出实质性响应（承诺书），其中在 5 年的维保期内，根据不同重大活动的气象保障任务需求，无条件配合采购人对相关软件的功能模块进行调整、优化和需求开发。

##### (2) 服务形式要求

本项目不允许分包和转包。中标人应具有及时、有效、本地化的售后服务和技术支持能力，技术支持方式包括：驻场技术服务、电话技术服务、定期巡查服务、技术升级服务等。

##### (3) 服务范围要求

1) 在所供应产品质保期内，投标人必须提供原厂 7\*24 小时电话技术支持服务（5 分钟响应），通过传真、特快专递、电子邮件和网上技术论坛等形式远程支持（1 个工作日内必须响应），不限次数负责解答招标人在产品使用中遇到的问题，并及时提出解决问题的建议和操作方法。

2) 设立 7\*24 小时技术服务热线，在服务期内免费提供系统的重新安装与调试、所有购置的软件产品或组件的升级、调整与修改完善、系统优化、系统恢复服务、故障处理与应急响应、例行巡检、协助用户建立系统安全管理和系统使用管理制度、为用户提供系统升级的合理建议、对用户进行技术培训等。

3) 在接到甲方通知后，电话响应时间在 5 分钟内，电话支持无法解决的问题必须按照故障响应速度要求提供现场技术支持。要求 1 小时内到达现场，保证到达现场后 2 小时内解决故障，并提供相应的故障报告。

4) 投标文件中应列出项目实施及维护人员的名单和简历，未经招标人书面允许不得调整核心团队成员。对不称职的团队成员，招标人有权提出更换。

5) 投标人必须提供直至项目结束的长期驻场技术服务。

##### (4) ★项目服务团队要求

团队人员的数量要求：团队人员配置总数量最低不得少于 40 人，且应能够满足本项目的实际工作需要。

团队现场驻场人员要求：项目驻场人数不得少于 8 人，且应能够满足本项目的实际现场工作需要。驻场人员的每月驻场时间不得少于 20 日，每日驻场时间不得少于 8 小时；服务期间，如采购人根据工作节点需求增加合理驻场人员及项目团队人员，则投标人应响应

委托人要求。

## 6. 其他

### (1) 知识产权要求

- 1) 采购人对项目实施过程中所产生的所有成果（包括发明、发现及相关技术资料、文档等）享有所有权（永久使用权、复制权和修改权等）。除本项目工作所需外，未经采购人书面同意，中标人不得擅自使用、复制采购人的商标、标志、数据信息、文档及其他资料。
- 2) 中标人应保证其所提供的产品及服务不侵犯第三方的知识产权，否则，由此给采购人造成的一切损失由中标人承担。本项目使用的第三方软件，须在投标文件中明确指出和说明采购人拥有免费使用权（正版）。
- 3) 中标人须保证为采购人提供的软件产品享有合法的使用权，并向采购人提供全部源代码和二次开发权，本项目所开发软件的知识产权归采购人所有。

投标人须在投标文件中对上述知识产权要求进行实质性响应，并提供书面承诺函，加盖投标人公章。

### (2) 保密要求

- 1) 中标人参与项目的所有人员应严格遵守采购人的保密要求签订保密协议，并由中标人担保。
- 2) 中标人对于采购人提供的资料，不得以任何形式向第三方传播。保密期限不受本项目期限的限制，在本项目履行完毕后，保密信息接受方仍应承担保密义务。

投标人须在投标文件中对上述保密要求进行实质性响应，并提供书面承诺函，加盖投标人公章。

### (3) 归档要求

中标人应按照采购人的档案管理规定对文档进行管理，项目所涉及的需求分析、设计开发、联调测试、培训、推广等各阶段工作文档按文档类型、质量、数量、提供方式、提供时间等要求进行整理，经监理方确认后提交采购人归档。

### (4) 项目移交

在项目实施过程中所产生的工作成果属于采购人。中标人在项目验收时，须及时向采购人移交所有成果，不得将该成果用于与采购人无关的项目。

在项目开发过程中，为确保技术的一致性和完整性，中标人须按照产品移交计划分层次、分阶段进行技术成果移交。

### (5) 验收过程要求

- 1) 中标人须全部完成本项目建设内容、通过第三方测试机构测试并完成整改、验收材料准备齐全才能提交验收申请。
- 2) 验收工作由采购人组织实施，中标人项目团队应协助采购人完成各阶段验收工作的准备，包括但不限于：整理完成各类文档（电子、纸质）、准备验收环境、提供各类支撑工具等。
- 3) 中标人应提供电子和纸质两种介质的产出物，并保持版本一致，纸质产出物须经采购人签字认可。
- 4) 中标人提供的各类文档应内容完整、描述清晰，各类方案要求目标明确、工作措施得力、可操作性强。
- 5) 采购人按照本项目技术文档，检验即将交付的平台系统是否满足所需功能及性能指标，同时依据在试运行期间的运行日志，评判系统的稳定性、可靠性以及容错能力等。
- 6) 中标人完成合同规定的建设工作后，向采购人提出项目初验申请，附带《初步验收方案》和《系统测试报告》。由采购人组织初验，并形成《初验评审意见》。初验结束后，中标人解决了初验遗留问题、试运行期间发生的问题，中标人提交终验申请的提示，并提交项目建设工作总结报告和上线运行总结报告等文档，由采购人组织项目终验，并形成《终验评审意见》。

**(6) ★时间进度要求**

- 1) 合同签订后 2 个月内完成需求分析和详细设计工作；
- 2) 合同签订后 12 个月内完成项目竣工验收。

**(7) 等保/集约化评估/业务准入等要求**

中标人无条件配合采购人完成等保/集约化评估/业务准入等相关工作。

### 三、技术要求

#### 1 气象大数据智能管理平台

##### 1.1 系统概述

开展气象大数据智能管理平台建设，通过对来自国省数据共享、多维度立体综合探测系统、重大活动靶向性观测系统、人影专项感知系统、北京政务和行业共享数据等的汇聚、管理、融合、应用，实现统一的数据获取、统一的数据存储管理和服务，为上层的气象业务应用系统提供标准化数据支撑；提升气象数据共享、融合、开发、可视化能力，为政府管理部门和行业提供精准高效个性化的数据服务。支持移动终端、网站、大屏幕等方

式的数据可视化和交互式操作。

“十三五”期间，气象大数据管理平台初步实现了多源气象数据的有效采集、汇聚整合，为有效的数据处理打下基础；建立统一的气象元数据标准和数据安全应用规范；打通数据接口与服务应用对接，提升了现有数据共享交换能力。

“十四五”期间，重点实现气象大数据管理平台以下几大核心能力建设：

1、全面提升数据处理能力。实现气象数据的分布式处理、流式处理；建立智能调度，支持多任务的高并发，对不同类型的任务进行统一的调度和监控，全方面满足气象业务应用对气象数据处理的需求。

2、扩充数据资源体系。建设主题库、专题库、天气个例库、支持 AI 应用的气象数据样本集合，实现多源异构气象数据的统一管理。

3、提供精准高效的数据共享交换服务。实现气象数据与其他行业数据的整合与共享，提升气象数据共享、开发、可视化能力。

4、构建气象数据智能分析服务。深入挖掘气象大数据，构建长时间序列、标注短临天气特征和灾害事件的智能训练数据集，满足气象 AI 应用的数据支撑需求；提供高效、易扩展的数据搜索服务；支持移动终端、网站、大屏幕等方式的数据可视化和交互式操作。

技术要求：

部署网络情况，部署方式，系统架构，基于气象大数据管理平台技术架构建设，面向业务应用系统和用户范围。

非功能性指标：

系统建设过程和建成后，将加强安全防护，按照相关等保要求进行测评，并确保系统在安全通信网络、安全管理等方面不存在风险问题；

数据服务接口：接口平均响应时间低于 1s；

算法：并发调度 100 任务场景下的平均调度延迟低于 1 秒；单个容器创建/启动/销毁响应时间低于 800 毫秒；容器平台接口响应时间低于 500 毫秒；

稳定性：系统有效工作时间要求 $\geq 95\%$ ；

可用性：具备可用性，能满足实际应用需求，便于操作；

扩展性：采用模块化、组件化设计，使系统有良好的可扩充性；

可维护性：可提供相关技术文档、操作说明等；

安全性：保障网络安全、应用安全、数据加密、访问控制、安全审计等。

## 1.2 建设内容

### 1.2.1 数据治理

开展常态化、体系化、标准化、自动化的全面数据治理，可以达到数据质量控制的全面性、可控性、可度量性、可迅速定位，从而提升数据的价值。数据治理主要功能为用户探索和发现数据资产，包括数据标准规范的定义、数据目录、数据质量的管理监控等功能。

数据治理定义如下规范和标准：

1、数据质量检查规范。对汇交和接入的数据分别定义检查规范，对数据完整性、规范性和正确性进行校验，保证数据汇聚质量；

2、元数据采集规范。定义元数据采集内容、类型和长度等，对汇聚数据的元数据信息进行采集，便于后期进行检索、处理等操作；

3、数据库标准。定义关系型数据库和空间数据库的结构、图层、字段类、长度等信息。

#### 1.2.1.1 数据目录管理

数据目录（Data Catalog）是大数据平台的数据资产管理工具，实现对数据资产、元数据进行管理，支持业务逻辑和物理逻辑编目数据，元数据获取、管理、维护，数据的血缘关系、影响分析和全链分析，元数据的版本管理，提供敏感数据标识，数据的生命周期管理等。具体包括：

支持自动扫描，支持自动扫描，以发现和编录本地、大数据和传统数据库以及结构化和非结构化数据类型的资产；

支持全文检索，以关键字支持全文检索，以关键字搜索与物理/业务逻辑数据资产检索；

数据动向追踪（包括层级的血缘关系沿袭）及详细的影响分析；

元数据版本管理、权限申请与审批、收藏与分享；

支持数据资产灵活的标签管理；

支持数据资产敏感数据按不同类别不同等级灵活标定。

#### 1.2.1.2 数据质量管理

数据质量管理是数据画像，问题数据发现、预防、监控与处理的智能化平台。具有如



下功能：

支持用户数据标准制定；

支持定义完整性、有效性、一致性、准确性、唯一性、及时性等 6 种质量维度；

支持定义值域检查、格式检查、重复数据检查、离群值等多种校验规则；

支持数据质量核查与问题数据处理；

支持数据质量问题告警与实时监控。

## 1.2.2 数据资源规划与数据库设计

气象数据资源涵盖气象业务、服务、科研、管理、以及行业社会交换的所有数据，包括国省数据共享、多维度立体综合探测系统、重大活动靶向性观测系统、人影专项感知系统、北京政务和行业共享数据以及气象政务管理的相关信息等。数据资源种类繁多、格式多样、数据量大，当前的数据资源累计约 113 种，数据量达 PB 级，日增量 400GB。到 2025 年，数据资源的总体规模将达到 10PB。

综合考虑数据业务分布、数据全生命周期管理安全以及数据应用时效等需求，设计合理的数据资源分布、分级存储策略等，统筹规划数据资源，按照应用需求进行数据库设计，并在数据存储与管理系统中建设实施。

在数据安全方面，通过对数据进行分级分类，明确各类各级数据对保密性、完整性、可用性等安全要求，明确数据的范围边界和使用方式，以此为基础围绕数据生命周期开展安全保护，通过物理环境、通信网络、系统平台、数据服务应用等各方面的安全控制措施，在数据创建、使用、传输、存储、销毁等各个环节提供安全保护，做到对外部攻击、信息泄漏、篡改、越权和抵赖等威胁的防范。

### 1.2.2.1 数据资源规划

#### (1) 数据资源种类

气象大数据平台汇集完整的基础数据，包括各类气象观测数据，统计加工、融合分析、预报预测、气象服务等各类气象数据产品，以及与气象相关的水利、交通、环境等行业数据；对核心数据进行多维度重新组织，便于应用快速使用和挖掘分析。此外，还汇集了气象政务信息和气象大数据智能管理平台各子系统运行的运行管理信息。

所有的数据资源，按照统一的存储规范进行管理，提供统一接口服务，构成支撑气象应用和服务的“气象数据一张图”，支撑无缝隙、全覆盖、智能化的气象预报业务，以及普惠的气象服务；支持数据分区定位、搜索、切片、探针、分类、聚合、自学习、概率推

理等；提升数据资源挖掘共享和业务应用协同融合能力，满足智慧气象对大数据资源的需求。

## （2）分级存储策略

气象数据的存储，一方面要满足气象应用的数据资源获取及其时效要求，另一方面要保障基础数据和关键产品长期归档安全。

基于气象应用和归档管理对数据存储要求，可对气象数据进行分级存储管理。其中，归档可将完整序列的数据进行离线保存，因此，满足应用的“离线存储”可与“归档存储”进行集约合并，即除在线存储外，对于气象观测资料 and 核心数据产品，还进行完整序列的离线保存。在满足《气象数据存储管理办法（试行）》的基础上，基于应用对在线数据需求的提升，归纳气象数据的分级存储需求，制定分级存储策略。

### 1.2.3 数据汇集系统

数据汇集通过提供统一规范各类业务数据的接入，实现数据抽取、数据校验与错误处理、数据清洗转换及加载等，从而增强数据资源的获取能力和整合能力，畅通数据共享渠道。

“十三五”期间，依托气象大数据管理平台，已经提供了实时数据收集、离线数据收集、文件收集等多种方式，实现了对来自国省数据共享、北京政务和行业共享数据的收集服务，涵盖了观测、预报、服务、预警、数值模式和一些行业数据，初步实现了多源气象数据的有效收集、汇聚整合。

但是，高精数值预报支撑系统、精细化多端气象服务平台对数据源提出了新的要求，比如需要实时从美国国家大气环境预报中心官网下载全球集合预报初始场和预报场数据；需要收集多源气象卫星和全媒体素材等等。现有的数据汇集系统无法满足这类需求，需要扩充。

该系统功能可划分为实时数据收集、离线数据收集、文件收集、元数据收集、全媒体素材汇编、多源卫星数据汇集

说明：实时数据收集、离线数据收集、文件收集、元数据收集进行优化升级；全媒体素材汇编和多源卫星数据汇集为新增功能。

#### 1.2.3.1 全媒体素材汇编功能

采集多种来源、多种场景、多种格式的全媒体素材，包含图文、音视频、H5 等进行统

一管理，实现素材采集上传、直播收录、回传等资源的统一汇聚共享。覆盖各媒体、各产品线的全媒体素材统一资源管理，实现对不同形式的媒体资源进行多维度分类导航、统一展现、智能检索和统计分析。按照内部待编稿库、成品稿库、图片库、音视频库、互联网资源库、第三方资源库等分类进行导航。

### (1) 编辑稿件汇编

主要包括内部待编稿库、成品稿库内的素材，这些素材以编辑的稿件类为主，涵盖各编辑岗位加工制作的稿件素材，对其进行汇编统一管理。

#### ①编辑稿件采集

针对内部待编稿、成品稿、素材、各编辑岗位加工制作的稿件成品进行采集，通过 ftp 或者接口或者 web 上载的方式实现稿件自动化入库。

#### ②编辑稿件分类管理

预先设置稿件分类标准，对不同来源和不同加工程度的稿件进行分类，平台支持对不同来源的稿件进行自动分类、分级、分权限的使用管理，为稿件的高效检索提供基础信息，实现稿件的分类和访问权限控制。

#### ③编辑稿件列表

通过平台实现稿件的检索和在线的列表展示，针对检索结果的列表具有在线的修改和删除功能，支持对内容进行二次修改，能够在线保存和更新稿件库，并保留历史修改版本，方便溯源。

### (2) 音频图片汇编

主要包括图片库、音视频库内的素材，这些素材以制作的音频和图片类为主，涵盖音视频加工制作的产品素材，对其进行汇编统一管理

#### ①音频图片采集

针对内部待图片、待编辑音视频、成品音视频、成品图片、加工图片素材、音视频加工素材进行采集，通过 ftp 或者接口或者 web 上载的方式实现音视频图片自动化入库。

#### ②音频图片分类管理

预先设置音视频和图片分类标准，对不同来源和不同加工程度的音视频图片进行分类，平台支持对不同来源的音视频和图片进行自动分类、分级、分权限的使用管理，为音视频图片的高效检索提供基础信息，实现稿件的分类和访问权限控制。

#### ③音频图片列表

通过平台实现音频图片的检索和在线的列表展示，针对检索结果的列表具有在线的修

改和删除功能，支持对内容进行二次修改，能够在线保存和更新音频图片库，并保留历史修改版本，方便溯源。

### （3）互联网和第三方资源汇编

主要包括互联网资源库、第三方资源库的素材，这些素材以互联网获取或者第三方资源共享来的资源素材为主，对其进行汇编统一管理。

#### ①互联网和第三方资源采集

针对互联网资源素材、第三方资源库的素材进行采集，通过互联网获取或者第三方资源共享得方式，实现互联网和第三方资源的自动化入库。

#### ②互联网和第三方资源分类管理

预先设置互联网和第三方资源分类标准，对不同来源和不同加工程度的互联网和第三方资源进行分类，平台支持对不同来源的互联网和第三方资源进行自动分类、分级、分权限的使用管理，为互联网和第三方资源的高效检索提供基础信息，实现互联网和第三方资源的分类和访问权限控制。

#### ③互联网和第三方资源列表

通过平台实现互联网和第三方资源的检索和在线的列表或者其他多种展示方式，针对检索结果的列表具有在线的修改和删除功能，支持对内容进行二次修改，能够在线保存和更新互联网和第三方资源库，并保留历史修改版本，方便溯源。

## 1.2.3.2 多源卫星数据汇集

### （1）数据自动化采集框架

遥感数据自动化采集框架，基于网络爬虫框架实现遥感数据的自动化采集，此技术由网络请求、Html 解析和数据下载组成，分别基于 HttpCode.Core 类库、HtmlAgilityPack 类库、Wget 应用程序实现。

网络请求负责将满足要求的 Html 页面抓取，同时支持动态和静态 Html 页面的抓取，首先，根据账号控制配置表中的登录方式（Token、用户名密码、Session），模拟登录，从而实现对抓取页面的访问权限，其次，抓取的请求参数采用增量式爬虫的方式，只对新产生的或者已经发生变化的数据网页进行爬行处理，此方式，可有效的减少数据下载量、减少时间和空间上的消耗，从而使网络请求获取具有实时性、高效性的特点。Html 解析负责将抓取的 Html 页面按照既定规则进行解析处理，得到数据产品的下载地址清单。数据下载负责将得到的下载地址逐一的进行数据下载，Wget 应用程序具有支持 Http 协议、支持 Ftp

协议、递归下载、断点续传、超时重新请求、安全验证等特点，可以最大程度地保障数据的自动化采集。

## （2）自动化处理框架

遥感数据自动化处理框架，基于任务 workflow 框架实现数据的自动化生产，此框架支持预定义和自定义的任务生产流程，预定义生产任务是根据数据产品的数据周期生成 Corn 定时表达式，故预定义任务具有周期性、实时性的特点，源于此特点，预定义任务可以在最小时间差内完成对遥感数据产品的自动化生产；当预定义任务生产的数据产品不能满足业务需求时或有个性化产品需求时，可以设置自定义任务中的时间参数、区域参数、数据质量参数创建自定义任务，故自定义任务具有灵活性、个性化的特点。

## （3）多源卫星轨道时空虚拟处理

实现多源卫星接收与处理任务调度过程中卫星星历的时空序列化。对当前散布于各大卫星网络平台的全球主要气象卫星、陆地资源卫星、中国高分卫星的星历数据进行下载、解析、序列化、动态更新、存储入库。时空虚拟化处理包括头文件解析、三维信息提取、矢量化生成、空间渲染等，最终实现卫星位置实时跟踪和历史轨迹回放。

## （4）多源卫星数据接收

实现多源卫星数据的自动化接收，使用爬虫的方式分别从 JAXA 网站、NASA 网站、USGS 网站、Sentinel 网站、nesdis 网站和国家卫星气象中心（NSMC）下载所需要的卫星影像及产品数据，实现数据动态实时批量下载及存档。

## （5）多源卫星数据预处理

实现多源卫星数据的自动化预处理，对多源卫星影像数据进行预处理工作，包括：格式转换、数据裁切、几何校正、辐射定标、通道合成、投影转换、批量镶嵌等工作，经综合预处理步骤后，处理为标准产品数据并进行存档入库。

## （6）多源卫星数据汇聚融合

针对多源气象卫星数据产品，基于剖分网格文件存储架构，采用开放数据立方体（ODC）框架和全球离散网格系统（DGGS），实现影像、栅格及矢量等多源数据统一组织与分布式存储。构建气象卫星业务化运行的时空大数据立方体框架，基于空间位置经纬度编码方法和时空二级索引技术，创建时空检索综合索引码。建立时空索引码与空间位置和时间之间的虚拟映射，避免数据冗余存储与反复汇聚，实现多源卫星数据的快速组织、存储与检索。对多源卫星汇聚融合产品进行数据与元数据集成，借助分布式键值存储的可伸缩

性有效地存储、检索和分析多源卫星数据及产品，从而实现多源卫星数据产品的高效组织和管理，为多源气象产品和科学模型集成运算提供大规模并行生产的数据平台基础。

## 1.2.4 数据处理系统

“十三五”期间，气象大数据管理平台初步实现了多源气象数据的有效采集、汇聚整合，部分基础数据实现了分布式、流式处理；但是依然存在业务系统的数据加工处理任务没有进行集约化管理，导致越来越多的海量数据在局域网中多次被传输并频繁落地，在网络传输和数据检索环节产生巨大开销，造成基础资源浪费、产品生成效率和服务时效低下。

数据处理系统主要任务包括：优化分布式处理和流式处理；建立气象算法库，制定算法开发标准，实现对气象算法的统一管理，并将算法库的主要功能以接口的形式对外发布，供外部系统调用；建立智能调度功能，实现对多种计算框架的支撑及对各加工处理任务的统一调度管理。该系统功能可划分为流式计算、算法库管理、智能调度和分布式处理。

### 1.2.4.1 算法管理功能

实现算法的分类和标签管理、算法的注册、注册、审核、发布部署、更新、废弃、删除等功能；并将算法库的主要功能以接口的形式对外发布，供外部系统调用；同时，制定气象算法开发标准，规范算法分类与命名、算法输入输出、算法安全等内容。

算法应使用“模块化”或“微服务”的思想来设计，每个算法的功能单一。对算法的输入和输出部分进行单独模块设计，当数据层发生变化时，不影响算法的实现。

#### 1、分类和标签管理。

在现有算法体系上，规范新增算法的管理，包括算法分类标准、算法元数据标准、算法命名与参数定义标准、算法输入输出、算法版本管理标准、算法运行环境标准、算法安全标准等。

分为分类管理和标签管理。

算法分类在算法库管理中起到导航作用，同时为算法池存储算法实体的目录策略提供参考和指导。标签则根据业务从资料、要素、空间、时间等不同维度对算法进行标记。

提供算法分类和算法标签的新增、修改、删除、查询。

2、算法注册。对算法基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供将算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三



方依赖库上传至系统平台。

3、算法审核。通过可视化界面对算法审核，支持下载算法上传的相关文件，并进行通过、驳回操作。

4、算法加载。实现算法的加载与部署，供智能调度运行。通过自动获取算法库中相应算法的参数信息，生成加载配置文件。算法加载配置信息主要包括算法的输入输出参数、算法运行所需的计算环境（节点数、CPU 核数、内存大小、操作系统及版本等）等。通过可视化界面支持算法加载、卸载、重新加载等操作。

5、算法更新。包括基本信息更新和算法版本升级。基本信息更新可直接在线进行编辑操作，修改后需重新进行算法审核。当用户对某个算法进行了功能增强或优化时，需进行版本升级，上传新的算法可执行包、源码包以及更新文档。

6、算法废弃。针对版本过低算法，算法已没有实际使用价值等情况，该算法可以设置为废弃状态。算法废弃后不再面向普通用户提供检索、下载、发布部署等功能。

7、算法删除。当确认某算法不在提供服务后，可以申请删除该算法，同时删除该算法相关的元数据信息、算法实体及流水线上关联的加工处理任务，释放计算和存储资源。

8、算法管理接口。实现算法管理功能的开放调用，包括算法注册、算法查询检索、算法审核、算法删除等开放接口。算法注册接口开放算法注册功能，实现算法基本信息和算法参数信息以及算法实体向算法库的上传。算法信息查询接口通过算法 ID 或算法名称查询返回算法基本信息和参数信息。算法分类列表和算法标签列表接口实现对算法分类信息和标签信息的查询检索。算法列表检索接口开放算法查询检索功能，按查询条件返回查询结果，包括满足查询条件的清单列表和对应算法的主要信息。算法删除接口开放算法删除功能，接口根据算法 ID 完成对某个算法及其相关信息的删除。算法审核接口开放算法审核功能，完成对算法的审核、审核意见的录入与算法状态的更改。

#### 1.2.4.2 智能调度功能

实现对多种计算框架的支撑及对各加工处理任务的统一调度管理，包括对任务中各个环节的调度管理（环节的启动、停止、人工触发等），通过可视化的任务管理界面，对不同类型的任务进行统一的管理、调度和监控运维。此外，通过日志查看可以看到环节执行时的日志输出。具体包括：

1、算法的部署。应用 Storm、Spark、Hadoop、Docker 等先进的大数据计算技术，搭建大数据计算框架，实现对流式计算、分布式计算、容器计算、并行计算及普通计算的底层支撑。基于这些底层支撑，实现算法部署。

2、算法的任务定义。定义算法的加工处理任务，即调度执行的策略以及算法间的执行关联关系等。在任务定义页面中可对任务进行新增、修改、删除的操作也可对任务下的环节新增、修改、复制、删除、启动和停止操作。比如，任务运行参数配置、调度信息配置、调度策略分析、算法自动部署、任务控制等。

3、算法的任务管理。对任务中各个环节的调度管理（环节的启动、停止、人工触发等），通过任务管理页面，可以直观的看到任务的各个环节的调度计划以及下次执行时间，同时通过日志查看可以看到环节执行时的日志输出。

4、算法的配置。智能调度支持多租户、支持细粒度的执行资源控制、支持多种依赖配置。

5、调度的监控与报警功能。在调度配置里，设置任务执行成功、失败的邮件、短信通知方式。在调度管理里，对 workflow、算法流，如在期望时间内任务或作业未执行完，会发报警通知用户，同时可以选择超过耗时时对 workflow 任务或作业是否终止。

6、修复历史任务。在跑调度任务时，很有可能由于各种原因，如数据未准备就绪或网络原因等导致的某段时间任务执行失败，此时需要使用调度的修复历史功能，批量重新执行指定时间段内的任务。

## 1.2.5 数据存储管理系统

建立以分布式关系型数据库、分布式表格系统、分布式文件系统、分布式对象系统、空间数据库、NoSQL 等多种技术相结合的高扩展性、高可用性、高安全性和高灵活性的数据存储管理系统，对气象观测数据、气象产品数据、行业和社会数据等进行规范化和高效的同步、存储、备份和归档管理。实现对业务库、元数据库、专题库、主题库、算法库、知识库和共享库的规范建设和智能管理。

根据系统功能划分：数据存储策略管理、数据存储结构管理、数据同步功能、数据备份与恢复、数据清单、数据迁移、数据归档与回取、元数据管理、数据目录管理。

### 1.2.5.1 数据存储策略管理功能

所有的数据资源，按照统一的存储规范进行管理。存储策略管理包括以下功能：

1、资料存储策略概览：以资料树的维度查询、展示、管理各个资料的同步、备份、清除、迁移详情；

2、可以在线对存储策略进行编辑，比如增加、删除、修改、查询等；

3、实现“加工缓存-在线存储-近线存储”间按策略自动迁移和应用驱动回取，实现

全序列数据统一服务。

### 1.2.5.2 数据存储结构管理功能

主要包括：数据清单显示、数据注册、存储字段检索、在线时间检索、一致性检查、和表结构导出。

数据清单展示所有的资料、数据表信息，支持按照资料维度和数据表两种维度进行展示。在数据清单页面上用户可以对资料及数据存储结构、存储策略进行管理操作。

数据注册的主要功能是新增资料进行存储结构的构建。

存储字段检索主要是根据检索条件查看字段信息，支持交互式操作。

在线时间检索实现对资料的在线时间、数据总量、是否发布信息的检索以及在线时间的编辑等。

一致性检查主要是对比数据库与存储元数据中的表是否统一、字段类型及精度是否一致等信息。

表结构导出用于将资料的库表结构导出，支持全部表结构导出和部分表结构导出。

### 1.2.5.3 数据同步功能

配置和管理数据同步信息，实现用于不同存储结构之间的数据同步，包含半/非结构化资料和结构化资料的内部节点同步处理模块，不同存储结构之间的节点内部的数据同步，从内网到 DMZ 区的数据同步。

实现十四五期间气象大数据智能管理平台新增资料数据基于消息和流传输的功能设计，能顺利实现数据汇交等。通过消息队列或者流处理技术来完成数据的传输、解码、存储，通过数据校验机制、安全传输协议、异常处理机制确保数据传输的可靠性和安全性。数据传输过程实现全流程日志监管，记录数据传输的日志，追踪问题和用于监控系统的状态。

此外，十四五期间新增气象观测类数据基于共享文件系统来管理、存储和共享文件，允许多个用户协作编辑和共享文件，同时保持文件版本的一致性和可追溯性。记录文件的每一次变更，允许回滚到任意历史版本，支持多用户同时工作，通过合并变更来避免冲突。允许创建分支，在独立的环境中进行开发和测试，然后再合并回主分支。设置不同的访问权限，控制哪些用户可以修改或查看文件。查看文件的变更历史，包括谁在什么时候进行了哪些修改。

#### 1.2.5.4 数据备份与恢复功能

针对不同的数据存储，提供数据备份和恢复的策略、存储介质选择、备份与恢复的查看等功能，提供多副本备份，提供库级一致性，任意时间点恢复，实现在线全量和冷热备份。

#### 1.2.5.5 数据清单功能

将公众服务和行业服务的气象服务产品进行分类管理并建立索引目录，实现气象服务产品的查询与应用。将气象服务产品按照行业方向进行分类管理，通过树状列表化的管理方式实现各类产品的快速定位、快速选择、快速查询显示。产品覆盖各种媒体和不同服务对象，可服务于数字报刊、杂志、网站、APP、微信、微博等多个渠道，用户可按照媒体、主题、地域进行分类，同时支持在大分类下进行再分类，如按媒体分类后又可按数字报刊、网站、APP、微信、微博等进行再分类，按主题分类后又可按旅游、健康、出行等进行再分类。

数据分类管理：数据分析管理是从“类型分析”、“内容处理”、“检索应用”、“上载下载”等实际业务流程出发，开发工作流调度引擎、资源管理、资源编目、资源检索、系统配置管理、互联接口服务、流程监控、任务管理、下载管理等基础功能模块。这就需要以“后台服务”为支撑，研发策略引擎、内部流程引擎、检索引擎，日志采集引擎，存储管理引擎等底层支撑引擎，提供业务应用模块。为了可以实现对于上传内容的类型、要素、NLP、OCR 等识别形成“知识库”，进而实现自动生成标签，提高采集、审核、分发、下载效率与准确性，就需要研究、开发“AI 人工智能”和“机器学习”的应用技术，这也是整个系统的核心技术应用。入库方面需要开发实现数据、产品、视频、图片上传的功能；工程文件、特殊文件上传的功能；同时为了使“新”、“旧”系统相同互融，也需要对现有系统的数据（图文、视频、音频等媒体资源）进行移植与继承。

数据源管理：为了提高数据源管理的效率与实现智能审核的功能，需要开发智能+AI 多模态处理；语音识别、音效的分析识别、语义分析音频智能处理；数据源资源内容场景识别；数据源质量监测检测等技术。同时为了使用户能得到更好的使用、应用体验，在检索方面需要研究毫秒级的快速智能技术；数据、视频、图片的模糊检索技术；热门数据关键词提示技术；智能快速拆条技术；数据转换等技术。同其它系统接口的需求分析和接口需求。预留同其他数据平台的接口，未来可以实现通过接口进行资料的推送和获取。

数据映射管理：请求服务层是介于表现层框架和业务领域层之间的负责传输信息的层

次。利用 springMVC 控制器（接受用户请求和委托模型进行数据处理），推送给视图展示模型数据。SpringMVC 提供了对 spring 的支持。开发人员只需要完成控制器编写和请求地址的配置。利用 spring 框架的依赖注入实现对业务逻辑类和 DAO 类的实例托管；在事务处理方面，利用 spring 提供的面向切面的事务处理功能，使对数据的事务控制脱离于数据访问接口实现；在对象关系映射方面，利用 spring 对数据库连接池的托管和对数据库支持。开发人员需要完成对数据源的配置，以及对应业务逻辑接口的定义和业务逻辑实现的编写。访问请求处理过程，所有的客户端接入都经过接入网关，保证了系统的一致性和良好的维护性，首先要校验该访问的有效性和合法性，从根本上杜绝了客户端对系统的非法访问请求。在客户端的访问数据接入业务逻辑层后，在调用业务处理逻辑之前，先用过滤器对上传的数据做有效性检验，只有当数据属性满足相应业务要求之后，系统才会将请求传送给设定的业务处理逻辑，以避免因先天数据映射畸形影响系统数据的完整性。

**数据库配置管理：**数据库配置管理是指通过数据资源层来管理保存持久型数据资源，我们使用两种不同的形式来配置管理保存各种不同的持久型数据资源，他们分别是：数据库和文件系统。

我们使用数据库系统来保存系统的业务信息、审核信息以及重要的日志信息。对于数据库的类型，我们可以使用成熟、稳定的关系型数据库。我们使用文件系统来保存系统的日志信息，可以使得用户简单、灵活的操作和管理日志文件。方便程序员快速定位和解决问题。

#### 1.2.5.6 数据迁移功能

提供数据迁移管理，采用多级存储，实现线上数据迁移，整个迁移过程中不停机，服务不受影响，数据组织形式不发生变化。数据迁移完成后自动完成数据的清除，利用数据存储设计的数据存活时间，对数据进行自动定期清除作业。其中对于分布式表格系统采用系统自带的的功能清除功能，分布式文件系统的的功能清除功能根据业务需要定制实现。

#### 1.2.5.7 数据归档与取回功能

提供归档策略制定、归档载体制作、元数据提取与创建、数据归档校验、产品归档、定期转储、辅助数据归档等功能模块和归档回取策略管理。提供了归档数据包含国省共享、多维度立体综合探测系统、重大活动靶向性观测系统、人影专项感知系统、北京政务和行业共享数据的收集的所有数据。提供与交换系统传输的数据归档模块，对于部分采集的数据不通过交换系统直接入存储的数据，提供从存储系统导出文件的归档模块，提供归

档存储系统的归档和回取模块。

#### 1.2.5.8 元数据管理功能

通过定时、手动两种方式同步数据源的元数据信息，同时支持实时采集其他组件的元数据进行统一存储与管理，从而提供数据权限、数据质量管理、数据血缘、数据地图等丰富的全域元数据应用。

#### 1.2.5.9 数据目录管理功能

该模块实现数据治理中提到的数据目录管理功能，支持可视化的操作与配置管理。

### 1.2.6 数据智能分析系统

为了更好发挥气象大数据潜在的价值，充分利用平台的计算资源，满足气象部门对气象大数据处理、挖掘、分析的需求，建立气象数据智能分析子系统。以主流的分布式机器学习框架 TensorFlow、Apache Hadoop 和 Apache Spark 集群为底层支撑搭建可扩展的深度学习集成环境，实现长时间序列、标注了天气特征和灾害事件的智能训练数据集，满足气象 AI 应用的资源需求和数据需求；提供高效、易扩展的数据搜索服务；支持移动终端、网站、大屏幕等方式的数据可视化和交互式操作；通过日志分析实现对气象大数据智能管理平台运行状态进行监测与趋势分析；实现综合管理；利用机器学习、深度学习技术，充分利用长时间序列的地面观测数据和相应的状态数据实现地面数据质量控制。

该子系统功能可划分为日志分析、可视化、综合管理、多行业数据融合分析、服务产品个性化定制、智能质控、智能算法集成、数据预处理、AI 数据样本集定制

#### 1.2.6.1 日志分析功能

日志分析针对每一项监测监控数据进行实时统计分析，结合地图可视化、图形多样化的分析模式提供更加准确的定量定性数量判断和分布分析，将各类监测数据的空间分布、基础属性、监控数据、统计数据等信息直观展示在地图和统计图表中，对监测的总体信息进行可视化解释。

对监测监控资源产生异常预警信息进行预处置分析，可根据监测的实际情况查看以下信息：预警基本信息，监测历史趋势，匹配历史案例，匹配应急方案，周边资源分析等。

根据各监测数据的业务逻辑及预警预测模型，基于大数据技术的研判与智能分析系



统，依托大数据处理及数据仓库和数据挖掘技术，实现预测、评估、展现功能，达到预测的前瞻性和主动性，为运维管理决策提供帮助和支持。

#### 1.2.6.2 可视化功能

可视化提供数据综合展示、查询、统计功能，支持定制组件化方式，对接运行状态等，能够为使用大数据综合专题应用提供良性辅助作用。包括对气象大数据智能管理各子系统运行状态的实时监测与趋势分析、数据接口服务的统计、数据存储资源的实时展示等。

#### 1.2.6.3 综合管理功能

综合管理包括三个部分：任务单的管理，利用信息化手段加强任务管理机制，实现任务下达、流转、审批、报送过程的全流程跟踪，提升气象部门任务办理效率；应急响应管理，利用信息化手段加强应急响应处置流程，实现起草、审批、办结的全流程跟踪；外单位人员来访登记与管理。

#### 1.2.6.4 多行业数据融合分析

将气象与不同行业采集到的数据进行分类和归一化处理，采用数据挖掘算法进行融合分析，准确了解不同行业的气象需求，并有针对性的进行数据分析和产品加工。通过数据挖掘、数据融合、数据分析、热点挖掘、并行计算等大数据分析形成服务热点。

#### 1.3.6.5 智能质控功能

研发建立智能质控系统，对地面观测气象要素、垂直观测数据（微波辐射计、激光测风仪、风廓线雷达、毫米波测云仪等）、气溶胶数据、垂直廓线数据进行数据质控，并生成相应产品，提升气象要素产品观测数据可用性。

包括地面气象要素质控模块、垂直数据质控模块、气溶胶观测数据质控、垂直廓线数据融合等。

##### 1、地面气象要素质控

基于机器学习和深度学习技术，通过边缘计算盒子，将气象自动站观测数据、观测站状态数据、传感器数据、物理协同等，对观测的气温、降水、相对湿度、风等要素进行质量控制评估。

## 2、垂直数据质控

针对微波辐射计、激光测风仪、风廓线雷达、毫米波测云仪、GNSS/MET 水汽等垂直观测设备，建立垂直观测风、温度、湿度、水汽含量等数据质量控制方法。

## 3、气溶胶数据质控

针对拉曼-米激光雷达、微脉冲激光雷达、云高仪、臭氧激光雷达等气溶胶观测设备，建立气溶胶数据质量控制方法。

## 4、多源数据质控

利用多普勒天气雷达和自动气象站点元数据及降水观测资料，通过资料对比分析、质控算法研究，进行降水数据质量评估及分级，提高气象观测站降水数据质量，从观测源头研究降水质量问题，提高降水观测数据的可用性。

## 5、垂直廓线数据融合

针对质控后的数据，结合 L 波段探空数据，开展毫米波测云仪和云高仪云融合、激光测风和风廓线的风场融合、多种激光雷达气溶胶数据融合、微波辐射计和风廓线的虚拟探空数据融合等。

### (1) 功能要求

#### 1、地面气象要素质控模块

建立地面气象要素质控模块。基于机器学习和深度学习技术，通过边缘计算盒子，将气象自动站观测数据、观测站状态数据、传感器数据、物理协同等，对观测的气温、降水、相对湿度、风等要素进行质量控制评估。

(1) 气温评估模块：基于机器学习和深度学习技术，获取气象自动站地面气温观测数据，开展温度数据质量评估。

(2) 降水观测评估模块：基于机器学习和深度学习技术，获取气象自动站地面降水观测数据，开展温度数据质量评估。

(3) 相对湿度评估模块：基于机器学习和深度学习技术，获取气象自动站地面相对湿度观测数据，开展温度数据质量评估。

(4) 大风评估模块。基于机器学习和深度学习技术，获取气象自动站地面大风观测数据，开展温度数据质量评估。

#### 2、垂直数据质控模块

针对微波辐射计、激光测风仪、风廓线雷达、毫米波测云仪、GNSS/MET 水汽等垂

直观测设备，建立垂直观测风、温度、湿度、水汽含量等数据质量控制方法。

数据采集模块：采集微波辐射计、激光测风仪、风廓线雷达、毫米波测云仪、GNSS/MET 水汽等垂直观测设备中的气象要素数据。

数据质控模块：应用相关气象数据质控方法对垂直观测风、温度、湿度、水汽数据进行质控，并生成相应产品。

### 3、气溶胶数据质控模块

获取垂直观测数据产品，对北京市范围内的不同原理（拉曼、微脉冲、云高仪）的气溶胶激光雷达的观测资料实现实时质量控制，并生成后向散射廓线产品、粒子分类。通过雷达信号比等对异常值的识别和消除，进行不同高度订正。

(1) 数据解析模块：对接入的不同型号激光雷达观测数据进行解码处理。通过观测元数据，对实时接入的激光雷达数据进行读取，并将所需的有效观测信息保存为统一格式，便于数据质量控制模块读取。

(2) 数据质量控制模块：主要功能是通过雷达信号比等对异常值的识别和消除，进行不同高度订正。

(3) 数据产品生成模块：主要作用是生成大气气溶胶消光系数、后向散射系数、垂直能见度和粒子相态等多种廓线产品。

### 4、多源数据质控模块

利用多普勒天气雷达和自动气象站点元数据及降水观测资料，通过资料对比分析、质控算法研究，进行降水数据质量评估及分级，提高气象观测站降水数据质量，从观测源头研究降水质量问题，提高降水观测数据的可用性。

### 5、垂直廓线数据融合

获取质控后的垂直观测数据，结合 L 波段探空数据，开展毫米波测云仪和云高仪云融合、激光测风和风廓线的风场融合、多种激光雷达气溶胶数据融合、微波辐射计和风廓线的虚拟探空数据融合。

(1) 云数据融合模块：基于毫米波测云仪和云高仪，开展云底高度和云顶高度相互比对和融合，开展基于毫米波雷达垂直探测数据反演沙尘暴的输送高度和强度信息算法研究。

(2) 风廓线融合模块：基于风廓线仪和测风激光雷达的风垂直廓线数据，通过曲

面拟合等方法实现低空和高空风廓线的融合。

(3) 气溶胶数据融合：基于多种激光雷达气溶胶数据进行融合。

(4) 虚拟探空融合模块：基于风廓线和微波辐射计数据实现虚拟探空数据融合。

## (2) 性能要求

1) 系统稳定性指标：系统有效工作时间要求 $\geq 95\%$ 。

2) 高可用性：系统具有高可用性，并能够满足实际应用需求。

3) 高可移植性：系统具有可在不同编译器及机器之间进行移植的功能。

### 1.2.6.6 智能算法集成

该模块主要是针对智慧气象服务管家的城市运行服务系统产生的所有算法进行集成。城市运行服务系统围绕公众服务和重点行业气象服务需求，综合利用地理信息、大数据、人工智能、移动互联网等技术，对交通运输、供电供暖、城市应急、给水排水、金融保险、旅游等行业服务的算法进行统一研发和集成。包括多模式气象集成、客观产品释用、新能源气象预测、大型活动专项气象预报、天气现象和能见度图像识别、路面状态实况同化和预报、生态健康旅游气象融合算法和智能语音交互和大型活动专项气象预报算法集成等。

集成后的算法需要进行封装成模块，支持耦合或者叠加使用。针对一个专业服务目标，可以具有一个以上的计算模型或方法，通过模型的协同来优化模拟。使用模型集成驱动引擎，统一管理引擎内装载模型，实现对模型参数的管理，并预留新模型接入接口，实现模型的动态添加。支持模型的运行概览，动态修改运行参数，模型调试成功后进行真正运行，控制模型行为，并生成运行日志。

#### (1) 多模式气象集成算法

基于中国气象局（CMA）、欧洲中心（ECMWF）、美国大气环境中心（NCEP）的数值预报模式，利用各数值模式的预报偏差率进行多模式集成预报，使站点预报与数值预报融合，实现了格点站点一体化，最终制作输出北京区域时空分辨率 3 公里，1-3 小时的格点化预报产品。采用高影响天气下不同天气动力学影响的预报准确率动态变化评估方法，利用动态权重集成技术，提高气温、相对湿度、风速、风向、气压预报准确率，为城市运行部门提供精准气象保障。

##### ①多模式气象集成算法管理

规范各种多模式集成气象算法，为气象算法的开发、管理、发布、应用等提供指导，确保气象算法的统一性和标准化，基于算法和加工流水线标准体系，规范算法的设计、开发测试、注册、审核、加载等全生命周期流程，并通过气象算法库管理系统，实现对各类算法升级更新、版本追溯、废弃删除的统一管理。

### ②多模式气象集成算法测试

将本地研究的多模式气象集成算法进行测试整理后，对算法的基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三方依赖库，在算法清单模块可进行检索、下载、升级、授权、加载等基本操作，基于数据环境，选择适合的算法运行操作系统并进行算法运行测试。

### ③多模式气象集成算法制作

基于中国气象局（CMA）、欧洲中心（ECMWF）、美国大气环境中心（NCEP）的数值预报模式，利用分布式存储、并行运算、多语言变成等技术基于各数值模式的预报偏差率进行多模式集成预报，使站点预报与数值预报融合，实现格点站点一体化，最终制作输出北京区域时空分辨率3公里，1-3小时的格点化预报产品，包括气温、相对湿度、风速、风向、气压等要素，制作输出模式预报评价评估、动态偏差订正、最优模式集成、格站点融合等算法方案。

## （2）客观产品释用算法

基于中尺度精细化数值模式，运用动力-统计等释用方法研发精细化网格释用技术，提供预报因子处理、预报因子插值、高分辨地理信息的利用等技术优化方案，提高完善优化释用方案，实现云量、能见度等气象要素客观预报。

### ①客观产品释用算法管理

规范各种客观产品释用算法，为气象算法的开发、管理、发布、应用等提供指导，确保客观产品释用算法的统一性和标准化，基于算法和加工流水线标准体系，规范算法的设计、开发测试、注册、审核、加载等全生命周期流程，并通过气象算法库管理系统，实现对各类算法升级更新、版本追溯、废弃删除的统一管理。

### ②客观产品释用算法测试

将本地研究的客观产品释用算法进行测试整理后，对算法的基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三方依赖库，在算法清单模块可进行检索、下载、升级、

授权、加载等基本操作，基于数据环境，选择适合的算法运行操作系统并进行算法运行测试。

### ③客观产品释用算法制作

基于中尺度精细化数值模式，运用动力-统计等释用方法研发精细化网格释用技术，制作预报因子处理、预报因子插值、高分辨地理信息的利用等算法方案。

## (3) 新能源气象预测模型

功能点 1：风功率预测及动力降尺度。结合测风数据将中心端分发的中尺度数值天气预报数据滚动降尺度为百米、十米分辨率的高分辨率风电场数值风流场、湍流场等图谱，并诊断预报各机位点的风速和超短期发电功率。模型基于中尺度数值预报模拟技术与降尺度技术，采用中尺度模式的预报结果驱动小尺度气象模型，对风电场的地形地貌、局地微气象过程进行精细化解析，计算获得风电场各个机位的风参数变化情况。

功能点 2：融合多源同化数据的光能预测。同化卫星、辐射站等多源数据信息，依靠数值天气预报输出对预报结果进行优化，提供融合卫星、太阳辐射模型预报、辐射观测资料等数据的光资源预测结果，优化光伏电站的总辐射、直接辐射、散射辐射及其发电量的预测准确率。

### ①新能源气象预测模型管理

规范风能、太阳能等新能源气象预测模型，对模型数据、算法、部署、运行等信息进行收集管理，面向不同应用场景进行模型应用。

### ②新能源气象预测模型测试

将本地研究的新能源气象预测模型进行测试整理后，对模型的基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三方依赖库，基于数据接入、数据处理、算法开发等管理功能进行新能源预测模型的训练、部署和服务，利用算法封装支撑新能源气象预测模型的测试运行。

### ③新能源气象预测模型制作

**风功率预测模型及动力降尺度制作：**研究基于测风数据针对中尺度数值天气预报数据的滚动降尺度算法，研究百米、十米分辨率的高分辨率风电场数值风流场、湍流场等图谱生成技术，通过近地层风向、风速垂直切变等局地天气状态表征指数的分析诊断，对不同天气状态条件下的预报误差概率分布进行评估，提出不同天气状态影响下的风电功率预测波动区间分析方法；研究中尺度模型结果动力降尺度技术以及中小尺度模型嵌套技术，精



确考虑风电场微地形影响进行局地微气象精细化分析，计算获得风电场各个机位的风参数；

**融合多源同化数据的光能预测模型制作：**研究卫星、辐射站等多源数据信息同化算法，研究应用卫星遥感资料弥补太阳辐射实测数据技术，依靠数值天气预报输出对预报结果进行优化，制作并输出融合卫星、太阳辐射模型预报、辐射观测资料等数据后的总辐射、直接辐射、散射辐射及其发电量预测结果。

#### (4) 天气现象和能见度图像识别

功能点 1：基于交通摄像头和天脸视频，对图像进行标准化处理。采用最新的卷积神经网络模型，自动提取图像中每种天气现象的特征，通过对同一地点拍摄的晴、阴、雨、雪等种天气进行训练、测试，结合人工观测信息、观测时间、观测地点等对照数据，并得到最终的识别结果。

功能点 2：对比人工观测能见度，采用神经网络算法识别视频能见度。结合自适应神经网络、循环神经网络、卷积神经网络等神经网络技术，结合迁移学习等方法。根据算法的前向或后向传播过程之间构建参数自适应调整模块，根据卷积神经网络训练周期数和训练误差增强参数系数，实现权值更新，有效地提高模型训练的收敛速度和能见度识别正确率。能够基于公路和天脸视频图像样本库进行实验，对算法的收敛性、时间复杂性以及识别正确率进行评价。

##### ①天气现象和能见度图像识别算法管理

研究将人工智能、机器学习算法、图像识别算法、检验和评估算法等纳入统一加工流水线运行调度和管理机制，实现按需分配计算资源和调度运行的监控。建立算法开放平台，实现算法的注册与共享，对天气现象和能见度图像识别的算法进行统一管理

##### ②准确度测试

从天气现象以及能见度图像等各类别、等级样本中各选择可用图像作为实验数据集，建立包含不同场景、光照条件、图像角度和对象形态的多样性数据集，并将各类别天气现象图、各等级能见度图按照不同比例进行随机划分，从而把样本分为训练集、验证集和测试集三部分，根据不同的应用场景选择不同的指标，如常用的评价指标准确率、精确率、召回率以及 F1 值等进行计算和结果分析。

##### ③天气现象和能见度数据采集

利用搭建的数据采集客户端，采集交通摄像头和天脸视频等不同来源获取的基准图像数据集，对采集到的气象原始图片依次进行图像增强、图像去噪、图像分割和图像二值化

处理，得到预处理图像；对预处理图像按照设定天气的天气类别进行类别划分，为预处理图像添加类别标签。

### （5）路面状态实况同化和预报模型

以高精数值预报支撑系统的实况分析产品、自动站、交通站、道路路面状态预报结果等数据为数据源，接入模型的实况融合同化模块后，采用卡曼滤波等同化方案，进行实况融合同化，生成路面状态的实况融合同化产品。将该同化产品替换模型的初始场，同时对接高精数值预报支撑系统，驱动模型进行路面状态预报，生成路面状态的预报产品。产品能够提供道路积雪、结冰、湿滑等状况预报。

#### ①路面状态实况同化和预报模型管理

制定将路面状态实况同化算法、路面状态预报算法、检验和评估算法等纳入统一加工流水线运行调度和管理机制，实现按需分配计算资源和调度运行的监控。建立算法开放平台，实现算法的注册与共享，对多源数据分析、实况同化方案、路面预报方法等算法进行统一管理。

#### ②路面状态实况同化和预报模型测试

将本地研究的路面状态实况和预报模型进行测试整理后，对模型的基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三方依赖库，基于数据接入、数据处理、算法开发等管理功能进行路面状态实况同化和预报模型的训练、部署和服务，利用算法封装支撑路面状态实况同化和预报模型的测试运行以及结果对比分析。

#### ③路面状态实况同化和预报模型制作

利用算法管理和测试功能实现高精数值预报支撑系统的实况分析产品、自动站、交通站、道路路面状态等多源实况数据的同化和融合，生产出路面状态实况产品。基于实况产品作为初始场，通过与高精数值预报支撑系统的对接，驱动模型进行路面状态预报，生成路面状态的预报产品。

### （6）生态健康旅游气象融合算法

使用决策树、多元回归和神经网络方法，将旅游景点的客流量、气象景观最佳观赏时间、人体舒适度、出行便利性、精品旅游指标等综合参数分别建立预测模型，然后通过影响因子权重建立综合预测模型，对接常规气象实况、预报数据和交通旅游等外部门数据，实现生态健康旅游气象融合预测，为综合管理和人民出行安排提供指导。

#### ①生态健康旅游气象融合算法管理

制定将生态健康旅游气象相关决策树、多元回归和神经网络等算法、多因子权重预测模型方法、检验和评估算法等纳入统一加工运行调度和管理机制，实现按需分配计算资源和调度运行的监控。建立算法开放平台，实现算法的注册与共享，对生态健康旅游气象融合算法进行统一管理。

### ②生态健康旅游气象融合算法测试

将本地研究的生态健康旅游融合算法进行测试整理后，对算法的基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三方依赖库，基于数据接入、数据处理、算法开发等管理功能进行生态健康旅游气象融合的训练、部署和服务，利用算法封装支撑生态健康旅游气象融合预测的测试运行以及结果对比分析。

### ③生态健康旅游气象融合算法制作

计算算法管理和测试平台调用决策树、多元回归和神经网络方法等针对旅游景点的客流量、气象景观最佳观赏时间、人体舒适度、出行便利性、精品旅游指标等综合参数分别建立预测模型，然后通过影响因子分析分配权重，最终建立综合预测模型。

## (7) 智能语音交互算法

将实现气象服务语音的花式问答，精准瞄准用户的需求，将最精细或者用户最迫切了解的天气信息以语音问答的方式呈现出来。将时间颗粒度细化，从时间上全方位的覆盖用户需求。同时解析天气关键词，将用户提到的关键词和天气数据进行对应，以针对性回应用户需求，对现有天气各类因子进行分类整理，基本涵盖了用户在天气方面的大部分需求；同时针对一种标签内的不同级别的天气要素进行对应分级处理，给出对应标签的分级结果，比如降水分为强，较强，一般，比较弱，空气质量分为很差，较差，一般等情况。另外要将标签和数据进行匹配，通过逻辑搭建制定不同时间跨度下的匹配规则和组合，最终实现天气单要素类或者要素组合的气象信息提供方案。

最终要将时间、天气要素、站点三个维度进行融合，制定总体规则架构，包括在涉及到要素时的推送逻辑，在涉及到站点时的逻辑，以及组合后的不同逻辑规则，最终实现智能语音中和用户的花式问答。

### ①智能语音交互算法管理

制定智能语音交互相关语音识别、语义识别与提取、在线检索、文字-语音转换等算法纳入统一加工运行调度和管理机制，实现按需分配计算资源和调度运行的监控。建立算法开放平台，实现算法的注册与共享，对智能语音交互算法进行统一管理。

### ②智能语音交互算法测试

对算法的基本信息、输入输出、贡献者信息、参数信息、运行环境、运行命令等相关信息进行定义，同时提供算法源码包、算法执行包、算法说明文档、第三方依赖库，设置不同人员根据不同天气应用场景进行智能语音交互测试实验，并根据实验结果进行算法调整和知识库填充。

### ③智能语音交互算法制作

实现语音识别功能，通过机器学习技术建立语音识别模型，将收集的用户电话语音、语音聊天内容转换为文字信息；实现语义识别与提取功能，建立并训练多元神经网络模型，对收集的用户咨询文字内容进行智能语句切分，识别关键词语，以此为关键字检索问题库，获得用户咨询问题的相关内容，提供在线咨询技术支持检索功能，根据用户语音提出的咨询请求识别结果，查询知识库中对应知识，以文字形式输出咨询检索结果，为咨询用户提供产品检索服务；建立文字语音库，将检索出的咨询回复内容进行文字-语音转换，并通过电话、网络语音聊天等咨询渠道向用户播发。

## (8) 大型活动专项预报算法

针对大型活动高精度、精细化预报需求，建立大型活动专项预报算法，综合考虑地形、建筑等因素影响，对接大型活动现场观测设备，建立十米分辨率的大型活动专项预报算法，使用光学、热力学物理模型，提供体感温度等舒适度指数、不同下垫面温度（水泥、草地、塑料座椅）、湿度等预报产品。

### ①大型活动专项预报算法制作

针对大型活动的高精度特性，采集整理大型活动专用地理信息、设备采集信息、适用的光学、热力学物理模型等，利用算法平台的调度使用形成大型活动专项制作模块，提供体感温度等舒适度指数、不同下垫面温度（水泥、草地、塑料座椅）、湿度等预报产品。

### ②大型活动专项预报算法管理

设定每个大型活动专项预报所需算法组合方案，收集归纳大型活动专用信息和算法包，建立大型活动专项光学、热力学物理模型解决方案，实现按需分配计算资源和调度运行的监控。

## 1.2.6.7 数据预处理功能

按照数据挖掘和气象 AI 应用的需求，基于本工程中建设的气象大数据智能管理平台接口，进行开发应用对接，完成从多源气象数据到满足 AI 应用输入数据要求的预处理过

程。具体的功能包括数据源抽取、数据合并、类型转换、要素组合、缺失值的填充、归一化等功能，形成一套支撑气象 AI 应用的气象数据预处理工具集，并以组件服务的形式提供数据预处理服务。

**数据源抽取。**基于本工程中建设的气象大数据智能管理平台接口，按照具体气象 AI 应用对数据种类，空间范围、时间维度等具体需求，通过读取数据服务接口，将数据抽取出来。

**数据合并。**按照时间维度，将不同种类的数据进行组合，形成时间序列的记录集。

**要素组合。**数据合并后，对于同一个时间维度的记录，抽取用户需要的要素进行组合，形成时间序列的要素集。

**缺失值填充。**数据缺失对气象 AI 应用的过程和结果都有十分严重的影响，因此要实现数据集的缺失总体的判断功能，并按照参数指定的缺失率判断数据是否符合算法的要求；如果不符合，则需要对缺失值进行填充。具体的缺失值填充方法包括：用均值填充、用上下数据进行填充、用插值法填充和用算法拟合进行填充。

**归一化处理。**归一化是一种简化计算的方式，即将有量纲的表达式，经过变换，化为无量纲的表达式，成为标量。通常处理为(-1, 1) 或者 (0, 1)之间的浮点数。

#### 1.2.6.8 AI 数据样本集定制功能

现阶段气象 AI 应用对数据的需求，就是利用大量历史样本数据，寻找各种观测数据与灾害性天气过程的关联关系，建立机器学习模型，实现一些灾害性天气的智能识别和预报。利用机器学习开展人工智能预报，最费时间的不是算法开发过程，而是没有好的规整数据，数据准备的过程极其冗长。训练数据集的数量和质量是关键，高质量的标签数据是核心。建设面向人工智能应用的气象灾害人工智能训练、验证和测试数据集，构建长时间序列、标注短临天气特征和灾害事件的智能训练数据集，实现京津冀范围雷暴、雷暴、大风、短时强降水、冰雹及龙卷等 5 类强对流天气数据集的制作与发布

#### 1.2.6.9 服务产品个性化定制

结合基础产品资源，通过设计产品服务产品配色管理、组件管理、图例管理、分类管理等模块实现公众和行业气象服务产品的智能加工工具集；充分利用互联网+的思想，采用多手段发布接口、结合产品组件及模板等实现产品智能发布，从而实现智慧化气象服务。

### 1.2.6.10 遥感卫星数据分析

#### (1) 多源卫星数据产品生产

##### ①长时间序列卫星大气气候产品重构

完成区域内长时间序列气象卫星大气环境生态参数反演产品的重构和整理,包括大气可降水量 TPW、气溶胶 AOD、臭氧 O<sub>3</sub>、二氧化硫 SO<sub>2</sub>、二氧化氮 NO<sub>2</sub> 等。对数据质量检验,完成数据标准化处理,通过融合多源卫星遥感产品数据,完成生态参数反演产品缺失数据的时间和空间插补构建,建立完整的、时间连续的生态气候数据集,并按照产品周期进行月、季、年合成,生成合成产品,应用于大气气候监测和应用分析。

(1) 完成 MOD/MYD 大气可降水量产品构建,建立空间完整的、时间连续的逐日、500m 空间分辨率大气可降水量 TPW 产品。

(2) 提供气溶胶多源数据融合模型,实现对 MCD19A2 气溶胶 (AOD) 产品、FY3D 气溶胶 (AOD) 产品、FY4A 气溶胶 (AOD) 产品和葵花 8 气溶胶 (AOD) 产品插补重建,实现逐日、1km 分辨率的时空全覆盖气溶胶产品的生产。

(3) 提供臭氧产品多源数据融合算法,利用来自卫星遥感传感器的臭氧数据,实现臭氧数据融合,实现逐日 3km 空间分辨率的臭氧 O<sub>3</sub> 产品生产。

(4) 提供二氧化硫产品多源数据融合算法,利用来自卫星遥感传感器的二氧化硫数据,实现二氧化硫数据融合,实现逐日 3km 空间分辨率的二氧化硫 SO<sub>2</sub> 产品生产。

(4) 提供二氧化氮产品多源数据融合算法,利用来自卫星遥感传感器的二氧化氮数据,实现二氧化氮数据融合,实现逐日 3km 空间分辨率的二氧化氮 NO<sub>2</sub> 产品生产。

提供按照产品周期进行月、季、年平均合成模型,基于时间连续的生态气候数据集,包括大气可降水量 TPW、气溶胶 AOD、臭氧 O<sub>3</sub>、二氧化硫 SO<sub>2</sub>、二氧化氮 NO<sub>2</sub> 等,合成周期性产品,应用于大气气候监测和应用分析。

##### ②长时间序列卫星陆表气候产品重构

完成区域内长时间序列气象卫星热环境产品的重构和整理,根据数据产品时间和空间周期,集成合适的融合算法、均一化算法、插补算法、时空降尺度模型等,生成多尺度全天候陆表数据产品。对数据质量检验,完成数据标准化处理,通过融合多源卫星遥感产品数据,完成陆表气候参数反演产品缺失数据的时间和空间插补构建,建立完整的、时间连续的生态气候数据集,并按照长时间序列产品周期进行月、季、年合成,生成合成产品,应用于气候监测和应用分析。

(1) 提供 LST 产品的降尺度模块,通过在粗分辨率尺度上 (250m) 建立 LST 与影响



因子的关系，并假定该关系具有空间尺度不变性，并将其应用于高分辨率，即利用高分辨率因子（30m/50m）结合建立的关系，即可得到高分辨率 LST，辅以残差校正，至此完成 LST 降尺度。

（2）提供融合 FY4A 的地表温度时空降尺度模型，基于 ESTFARM 方法估算逐小时高空空间分辨率的 LST 产品。

增强型自适应时空融合方法输入数据包括时刻 FY4 LST 地表温度数据、和时刻 FY3D LST 数据、和时刻 FY4A LST 数据，通过降尺度模型，生成高分辨率的时刻的温度产品。

（3）提供近实时 30m 逐小时 LST 时空降尺度算法，集成 DTC 模型参数拟合、LST 线性校正拟合模型和基于滤波的时空集融合模型，实现基于 HRCLDAS、FY3D、FY3E、Landsat 多源 LST 数据的时空融合，生产空间全覆盖的、逐小时 LST 产品。

（4）提供多源热环境产品集成模块，包括城市热场分布 LST、城市热岛强度 UHII、城市热场强度指数 HFII、城市高温强度 LSHT 多源产品的生产与监测。支持 FY3D、FY3E、FY4A、MODIS 等 4 种数据源产品的生产。

提供多源热环境产品重构模块，按照周期、空间分辨率对多源热环境产品进行融合和时间序列重构，生产研究区内逐小时、30m 时空连续的 LST 产品、逐日、30m 时空连续的 LST 产品、逐小时 250m 时空连续的 LST 产品和逐日 250m 时空连续的 LST 产品。以及基于 LST 所生产的其他一系列热环境监测产品。

（5）按照长时间序列产品周期进行月、季、年合成，生成合成产品，应用于气候监测和应用分析。

### ③长时间序列卫星生态气候产品重构

完成区域内长时间序列气象卫星生态气象参数反演产品的收集和整理，包括归一化植被指数 NDVI、增强植被指数 EVI、叶面积指数 LAI、净初级生产力 NPP 数据集、湿度数据集。对数据质量检验，完成数据标准化处理，通过融合多源卫星遥感产品数据，完成生态气候参数反演产品缺失数据的时间和空间插补构建，建立完整的、时间连续的生态气候数据集，并按照产品周期进行月、季、年合成，生成合成产品，应用于生态监测和应用分析。

（1）提供多源归一化植被指数 NDVI 的重构模型，利用来自不同卫星的遥感传感器数据，包括 MODIS、VIIRS、Landsat、Sentinel 等，获取植被红外和红波段的辐射反射率并进行降尺度融合，生产逐日 10m 分辨率的高精度 NDVI 产品，用于区县尺度的生态气候评价监测。

（2）提供多源归一化植被指数 EVI 的重构模型，利用来自不同卫星的遥感传感器数据，包括 MODIS、VIIRS、Landsat、Sentinel 等，获取植被红外和红波段的辐射反射率并

进行降尺度融合，生产逐日 10m 分辨率的高精度 EVI 产品，用于区县尺度的生态气候评价监测。

(3) 发展多源融合算法，将多源 LAI 产品数据进行融合，实现全空间覆盖、时间连续的高质量中分辨率的 LAI 产品生产。

(4) 融合 CASA NPP 估算模型，基于 MODIS 数据实现多时空尺度 NPP 产品估算。

(6) 融合气象站点观测数据，基于机器学习模型，结合大气可降水量及地表参数，构建时空连续的近地表湿度数据反演模型，分别生产 FY3D 和 MODIS 近地表湿度数据集，对估算结果进一步融合和插补重建，实现空间全覆盖、时间连续的近地表湿度数据产品生产。

(7) 按照产品周期进行月、季、年合成，生成合成产品，应用于生态监测和应用分析。

#### ④积雪监测数据产品

集成积雪监测模型算法，基于多源气象卫星遥感产品生成的陆地生态参数产品，在冬季气候条件下，监测积雪覆盖范围、面积和强度，能够对多源遥感数据及积雪初级产品进行综合处理，提供时空全覆盖的积雪监测产品。

(1) 支持研究区内多源遥感卫星数据，FY3D、MODIS 等数据，基于反射率产品监测积雪发生、持续和消亡全过程。集成积雪归一化差值雪指数 (NDSI) 计算，以强调积雪和非积雪区域之间的差异。

NDSI 通常使用以下公式计算：

$$NDSI = (Green + SWIR) / (Green - SWIR)$$

其中，Green 为绿波段的反射率，SWIR 为短波红外波段的反射率。

(2) 支持 MOD10A1 和 MYD10A1 积雪产品融合，逐日无云积雪覆盖产品。结合土地覆盖数据，支持基于土地覆盖类型设定 NDSI 阈值范围，提高积雪监测准确度。

#### ⑤霾监测数据产品

集成霾监测反演算法，基于反射率和辐射亮度数据产品，自动识别和监测霾发生范围、对历史数据进行统计，监测霾发生频次与强度。能够对多源遥感数据及霾初级产品进行综合处理，多源霾监测产品形成多时次的雾霾频次监测。

(2) 目前国内外有多种卫星数据源 L1 级产品可用于霾监测与提取，同时也提供多种数据产品 (L2 或 L3) 可用于霾监测

#### ⑥沙尘监测数据产品

集成沙尘监测反演算法，基于反射率可见光和近红外数据，自动识别和监测沙尘发生

范围、强度和面积。能够对多源遥感数据及沙尘初级产品进行综合处理，多源沙尘监测产品形成多时次的沙尘频次监测。

(1) 支持提取多源卫星 (FY3D/FY3E/MODIS) 波段反射率和发射率数据，分别为中心波长在  $3.9\ \mu\text{m}$ 、 $11.2\ \mu\text{m}$ 、 $10.4\ \mu\text{m}$  和  $12.3\ \mu\text{m}$  附近的波段，设置适用于研究区域的沙尘判识阈值，实现沙尘自动监测。

(2) 支持提取多源沙尘产品发生时间、强度和范围，形成时间上的互补，可完全沙尘全天候监测。支持对长时间序列沙尘产品进行处理，监测沙尘产品发生的频次以及覆盖范围。

### ⑦大雾监测数据产品

集成大雾监测反演算法，基于反射率数据产品自动判读识别大雾发生的范围、强度和面积。能够对多源遥感数据及大雾初级产品进行综合处理，实现多时相大雾监测频次统计。

(1) 提供基于可见光和红外波段的大雾监测模型，集成大雾监测指数。

支持人工图像识别方法、反射率阈值判识和大雾指数阈值判识三种方法，综合确定大雾发生的范围、强度以及频次。

(2) 目前国内外有多种卫星数据源 L1 级产品可用于大雾监测与提取，同时也提供多种数据产品 (L2 或 L3) 可用于大雾监测

### ⑧干旱监测数据产品

集成干旱监测模型算法，基于地表温度产品、植被条件指数产品，监测植被是否受干旱胁迫，并对监测产品进行分级统计，生成干旱监测专题图。

(1) 支持 MODIS 和 VIIRS 的植被干旱监测产品估算与反演，生产植被条件指数 VCI、温度条件指数 TCI 和干旱监测指数 VHI，分别生产逐日 500m 和 1km 的植被干旱产品。

(2) 提供植被干旱产品综合处理模块，支持对 NPP 下的已有植被干旱产品，反演的逐日植被干旱产品进行多源数据融合，从而实现时间连续、空间全覆盖的高精度、高质量的干旱监测产品。

### ⑨火点监测数据产品

集成火点监测模型算法，基于热异常产品，结合地表覆盖类型，提取可能发现火灾区域，并生成火点监测专题图，并对监测产品进行分级统计。

(1) 支持基于多源气象卫星的可见光和热红外波段的阈值范围，确定火点位置。设定亮温阈值，将亮温高于该阈值的区域判定为潜在的火点，并计算火点指数。

(2) 提供火点产品专题制图模块，支持按照火点发生位置、火点强度提取火点边界，并生成专题图。

### ⑩城市干岛数据产品

完成区域内长时间序列 FY3D 近地表湿度产品、MOD/MYD 近地表湿度产品的重构，完成产品缺失数据的时间和空间插补构建。集成城市干岛监测反演模型，系统自动生产城市干岛产品，评估城市干岛变化情况。

### ⑪城市热岛数据产品

支持城市热岛二维和三维监测评估，基于多源卫星生产多尺度、多时效温度产品，包括高精度地表温度产品、近地表温度产品、降尺度的大气廓线等，研发城市热岛三维模型，生产二三维城市热岛产品，监测和评估城市热岛环境时空变化情况。

根据输入的 LST 数据各像元与选取的标准温度（三种方式：图像背景平均有效温度、典型郊区农田像元平均有效温度和郊区环带法）的距平计算热岛强度 UHII，并根据特定的分类模板对 UHII 数据进行分类。

### ⑫城市气候数据产品

基于气象站点观测数据和卫星遥感产品的城市气候监测模型算法，生产城市宜居性、城市下垫面、城市碳排放、城市人为热、浑浊岛、城市通风、高精度地表温度 LST、近地表温度 NST 和大气廓线降尺度等多种产品参数。批量自动生产城市生态参数产品数据集，实现产品自动化、业务化运行。

(1) 集成人体舒适度评价指数、旅游气候适宜度评价指数、气候宜居城镇评价指数和养生气候类型划分指数计算模型，基于气象站点观测数据，生产城市宜居/气候监测评估产品，并将产品入库归档，生成专题图。

(2) 提供城市下垫面分析模型，基于高分辨率卫星影像数据采用人工交互方式提取城市下垫面监测评估参数集，包括反照率、辐射、城市不透水面和城市绿地空间，评估城市下垫面现状以及变化情况。

(3) 提供碳排放模型，利用微光遥感产品，采用自上而下的清单法，构建北京城市碳排放空间分布估算模型，开展城市碳排放监测评估应用分析。

(4) 提供城市人为热模型，利用微光遥感产品（FY3E、VIIRS），采用自上而下的清单法，构建北京城市人为热空间分布估算模型，开展城市人为热监测评估应用分析。

(5) 提供高精度地表温度 LST 反演模块，基于风云三号（FY3C/D/E）热红外数据，结合城市数字表面模型、地表覆盖类型数据以及大气廓线等数据，提供一种考虑城市三维结构的地表温度反演方法，对已有的地表温度反演算法进行改进，从而提高城市地表温度反演精度。

(6) 提供近地表温度 NST 反演模块，基于站点观测气温数据，结合卫星遥感数据，

包括 FY3D/E、MODIS (MOD/MYD) 产品的近地表温度白天与夜间空间产品的反演。

(7) 提供大气温廓线降尺度反演模块，风云大气温廓线产品数据，采用对流层的大气温随着高度增加，气温线性递减的原理推演一套从近地面到 3000 米地面高度，每 50 米高度层的气温数据。结合近地表温度产品，使用空间降尺度 PBIM 方法实现大气温廓线降尺度产品的反演，从而提高大气温廓线产品的空间分辨率。

### **③多源卫星产品区县产品加工处理**

针对大气气候产品、陆表产品、生态气候产品、积雪产品、霾监测产品、沙尘监测产品、大雾监测产品、干旱监测产品、火点监测产品实现可满足区县尺度监测应用分析的各类卫星遥感发布与共享。

### **④多源卫星产品区县应用**

提供区县用户在线数据查询、下载、应用的能力，允许用户通过 Web 完成专业影像分析，通过和 GIS 的分析相结合，也可以对数据产品进行空间分析，能够进一步深化数据产品的应用，提升数据产品的价值。

## **(2) 多源卫星数据产品管理与展示**

### **①多源卫星数据产品管理**

实现海量数据的管理，支持数据总量统计、目录自动构建、产品快速查询检索、产品成果时间序列构建、产品成果地图服务共享发布以及下载、删除等功能。

### **②多源卫星数据实时发布与展示**

实现数据产品实时发布与展示，支持预定义渲染加载、自定义渲染加载、时序动态展示、多源数据叠加分析、数据分析等功能。

## **(3) 性能要求**

CPU 利用率，低于业界警戒值范围 75%。

内存使用率，低于 SWAP 交换空间利用率 70%。

磁盘吞吐量，低于无磁盘故障的情况下，最大读写能力的 70%。

网络吞吐量，低于设备或链路的最大传输能力的 70%。

一般性的数据增加、修改、删除等操作，平均响应时间 $\leq 1$  秒，最长响应时间不超过 3 秒。

一般业务操作的简单查询和统计，平均响应时间 $\leq 3$  秒，最长响应时间 $\leq 5$  秒。

大数据量的查询、统计与复杂的统计汇总，平均响应时间 $\leq 5$  秒，最长响应时间不超过 15 秒。

并发用户数，大于等于 1000。

系统稳定运行时间，7\*24 小时。

故障恢复时间，系统在发生故障时能够在 24 小时内快速恢复到正常运行状态。

数据备份，全备份在 48 小时内完成，增量备份在 4 小时内完成。

能够大容量、高可靠、高可用的存储数据，满足结构化数据和非结构化数据存储的要求。根据业务存储需求，实现 TB/PB 级数据存储。

浏览器兼容性，需兼容 Google、火狐等主流浏览器。

### 1.2.7 数据共享服务系统

大数据智能管理平台为开发人员、业务人员提供多样化的数据服务能力，其中包括但不限于人工智能平台、自助分析平台、可视化平台、数据开放共享平台等，为气象部门内部和外部服务单位用户的数据使用者提供安全、稳定、多方式个性化、定制化、松耦合的数据服务。基于数据缓存和数据消息服务机制，增加用户权限和数据安全监管机制，支持数据共享服务模块化和组件化的应用，开展用户行为分析和数据服务效益评估。

数据服务将提供如下的服务形式：

数据 API。针对现有的数据，能够灵活的对外提供数据 API 服务，保证数据 API 的快速开发和配置，并且能够做到安全，可管理，可配置。

数据库接口。大数据平台提供数据库访问方式；数据库接口支持 ODBC、JDBC 等标准的数据库连接协议，支持标准 SQL 的操作和复杂 SQL 操作。

Web/RESTFUL 接口。支持通过 WebService 形式对外提供数据服务，在大数据平台侧提供数据服务，需求端通过 WebService 发起数据服务请求，通过 WebService 方式返回数据集。

图形化交互接口。通过 JDBC 接口或 Restful API，实现图形化交互接口将数据资源通过数据封装、挖掘分析、可视化开发等处理过程，实现为数据应用、可视化图表、分析报告等图形化数据服务，提供数据共享可视化展示页面，供业务人员进行的用柱状图、饼状图、雷达图、折线图等多种图形化方式进行数据分析。数据资产管理提供完善的元数据管理工具，支持对技术元数据的自动获取、业务元数据的维护；

数据共享服务通过屏蔽底层多样、复杂且高效的存储技术和计算框架，打通数据接口与服务应用对接，提供专有云和政务云统一、标准、丰富的数据访问服务和应用编程接口（API），为上层的气象业务应用系统提供标准化数据支撑；为政府管理部门和行业提供精准高效个性化的数据服务。针对个性化的接口需求，建立接口开放平台，支撑服务接口众



创发展。

系统功能可分为数据接口服务、文件服务、数据目录服务、全媒体资源服务和数据样本集服务。

### 1.2.7.1 数据接口服务

升级建立安全可靠、高并发、低延时的数据统一服务接口，建立微服务框架，支持气象业务实现“云+端”接入的便捷性。包括服务接口通用框架、接口管理、计算分析接口、回存接口、回存接口的管理、接口众创管理、用户和权限控制等功能。

服务接口采用多种数据服务协议满足用户调用需求，比如采用标准的 RESTful 协议，gRPC 通信框架。支持成熟的开源框架比如 ZeroIce、Thrift 等以及气象自定义的通信传输协议。

1、服务接口通用框架。服务接口通用框架必须具有开放性，按照统一的标准规范来构建气象数据接口体系；采用高效数据传输协议和接口网关，实现数据在服务端与应用端的快速交互；实现对服务接口用户行为的全流程跟踪分析，保障数据安全使用。服务接口通用框架应采用基于插件式的开发模式，并集成用户认证、负载路由、流量控制、用户行为记录等微服务模块功能。

2、接口管理。功能主要通过在线的管理界面，提供对接口元数据的查看编辑等操作，实现对接口服务的添加、编辑、发布、检索查询、删除等操作。

3、计算分析接口。主要实现交互应用时的轻量级数据计算和统计功能，包含时序数据的简单统计、格点数据定点插值计算、格点数据转为 GIS 的 Geojson 格式等。

4、回存接口。回存接口是数据服务接口的一个重要组成形式，主要应用于交互产品的回写、部分加工流水线处理后的产品回写、部分业务系统产品回写场景。提供目前常见的三种数据的回写功能，包含站点数据、网格数据和文件产品。站点数据回存接口主要提供站点数据的写入、更新和删除等功能，支持单条记录和批量数据的回写。网格数据回存接口主要提供网格数据的写入、更新和删除功能，包含格点实况、智能网格、数值模式等数据，支持部分范围数据更新或单点数据更新。文件产品回存接口主要提供文件产品的写入、更新和删除功能，支持多个文件和批量文件的回存。

回存接口的管理，包括回存接口的申请、审核、发布。数据的回写必须经过申请，获取相应的存储资源后才能进行。回存接口申请主要参照统一的标准规范设计数据表接口和存储技术等，对回写的数据信息进行描述、对回存需要的存储资源进行申请说明。回存接口审核对回存申请的信息进行审核，核审通过后，通知数据存储管理系统分配相应资源，

然后反馈给回存申请用户，告知回存接口申请生效。

5、接口众创管理。接口众创管理功能对众创接口进行统一管理，包括接口注册、上传、接口测试、接口授权和接口发布。提供接口开发的一些基础功能，包括负载均衡功能、流量控制功能、用户认证功能等一些接口通用的组件，让开发者可以更加专注的进行接口功能逻辑的开发功能，从而减少开发者的工作量。此外，制定统一接口的标准规范，包括接口命名、接口参数、接口返回码以及接口返回格式的标准，开发者可以直接遵循已有的标准进行开发与注册，在标准不能满足开发需求时，开发者可以在现有标准之上进行拓展，同时加入到规范当中。

#### 1.2.7.2 文件服务

文件服务通过数据文件共享的数据服务方式，主要采用 sftp/https/scp 等多协议文件的方式进行数据的交互，比较适合大数据量的交互，通过两个系统之间约定服务器地址、文件命名规则、文件内容格式等，通过上传文件到文件服务器的方式进行交互。

建设气象数据湖，实现对海量异构存储数据的统一管理，提供安全高效的文件服务。

#### 1.2.7.3 数据目录服务

数据目录服务包括：资源分类编码、资源编目、目录管理、目录审批、目录订阅、目录展示等。

#### 1.2.7.4 数据样本集服务

数据样本集服务通过建立长时间序列、标注了短临天气特征和灾害事件的智能训练数据集，以文件服务的方式发布。

#### 1.2.7.5 全媒体资源服务

全媒体资源库具有清晰分类导航的资源共享向业务人员展示个人稿库、图片稿、微信、微博等媒体资源，用户可通过全文检索、取稿、一键获取等工具便捷地获取内外部媒体资源。

通过标准化的数据访问为行业用户提供专业专业化的、精细化、针对性的专业气象服务产品和全媒体资源。实现服务产品的个性化订阅管理：行业用户可以按照需求订阅或者取消订阅公用产品和自己行业所属的产品。

## 2 高精数值预报支撑系统

### 2.1 系统概述

高精数值预报支撑系统拟通过建设集合预报子系统、短期预报子系统、快速更新无缝隙融合与集成预报系统子系统和大气化学子系统，实现针对极端天气发生可提供 3km 对流可分辨尺度、12 小时更新的概率预报，日常天气预报提供 3km 对流可分辨尺度、1 小时更新的确定性预报，百米分辨率、10 分钟更新的常规要素确定性预报和短临概率预报。三个子系统形成高精度无缝隙的网格预报，为北京地区精准天气预报预警系统、城市精细化多端服务系统提供底层信息支撑。化学预报子系统使用短期子系统预报驱动，提供 3-9km 分辨率、0-15 天预报长度的细颗粒物和臭氧预报，实现 CO<sub>2</sub> 浓度模拟和源汇评估功能。四个子系统构成的高精数值预报支撑系统的建设完成，将为精准天气预报预警服务能力、重大活动气象服务保障能力、应对极端天气防范与应对能力的有效提升提供重要的技术支撑。

### 2.2 建设内容

为进一步提升数值模式对重大活动气象服务保障、北京城市安全运行、京津冀协同发展、北京森林防灭火等气象预报服务的支撑能力，并助力北京实现碳达峰目标和碳中和愿景，高精数值预报支撑系统汇集多波段雷达数据、卫星遥感观测数据、高频次气象观测以及北京地区的立体精密监测数据，通过集合预报、短期预报、快速更新无缝隙融合与集成预报子系统、大气化学四个子系统的进一步优化建设，生成极端天气预报预警产品、重大活动气象服务产品、人影服务产品等。项目建设需求包括集合预报子系统的建设（包括驱动场与观测初始化、观测资料同化和集合预报初值扰动生成等共 11 个功能模块）；短期预报子系统的建设（包括多种垂直探测资料同化、物理过程优化以及城市、城区到大涡尺度的气象模拟预报等共 13 个模块），快速更新无缝隙融合与集成预报子系统建设（包括多源数值预报模式融合、云尺度模式全国雷达超级观测快速生成、中尺度模式雷达资料四维变分同化以及 S、C 及 X 波段雷达偏振参量融合算法研发与产品开发等共 21 个模块）；大气化学子系统建设（包括排放源动态更新、气溶胶观测三维变分同化、二氧化碳浓度模拟等共 8 个模块）。

## 2.2.1 功能要求

### 2.2.1.1 集合预报子系统

集合预报子系统可实现京津冀区域的全方位覆盖，提供重点区域、重大保障活动的概率预报产品。设计充足的集合预报成员，以保证对极端天气预报不确定性的充分描述。通过增加集合预报系统的预报频次、预报时效，做到极端天气的提前预警和精细化预报。在集合预报的关键技术设计层面，形成适用于华北地区极端天气特点的集合生成方案，在集合预报产品设计层面，设计高时空分辨率极端天气的概率预报产品，涵盖极端大风、高温、低温等多种气象要素，实现极端天气高时空分辨率集合概率预报预警。

该子系统包含 11 个功能模块：

1. 驱动场初始化模块：集合系统采用来自大数据云平台的全球集合预报作为背景驱动资料，并采用高分辨静态地形资料提供下垫面，对背景场及下垫面资料进行初始化。

2. 多源观测初始化模块：对华北区域多源观测资料进行质量控制和预处理。华北多源观测资料包括常规地面观测、探空，小球测风、飞机报、天气雷达径向风和反射率等资料，用于集合的资料同化。

3. 观测资料同化模块：基于高分辨率集合初始场和多源观测数据集，采用三维变分同化方法对不同观测资料展开同化分析。

4. 集合预报初值扰动生成模块：构建不同集合成员的初值，通过观测扰动形成多组观测用于每个集合成员的同化，且每个成员同化的背景场分别来自不同的全球集合成员降尺度，采用三维变分同化方法对不同集合成员开展资料同化，获得能表征华北地区初值不确定性的高质量初值扰动场。

5. 华北高分辨率数值模式模块：集合采用华北高分辨率数值模式实现每个集合成员的计算，模式中的物理过程、水平分辨率集垂直层数进行优化配置。

6. 集合预报模式扰动模块：针对集合模式物理过程进行扰动以体现模式的不确定性，通过在物理过程计算后的总倾向项上加入随机型强迫来实现模式物理过程扰动。其中包含三个关键参数即相关时间尺度、相关空间尺度及格点标准差，系统可针对此三种关键参数进行优选适配试验，实现集合的模式扰动最佳配置。

7. 集合预报侧边界扰动模块：为保证集合预报发散度，对于区域集合预报而言需要针对侧边界进行扰动，采用动力降尺度方案扰动侧边界，通过数值模式初始化系统对全球集合预报场进行初始化，形成逐 6h 的侧边界条件数据。

8. 集合概率预报解释应用模块：基于 0-48h 集合预报数据集，针对不同应用场景设计集合预报产品，包括邮票图，降水概率图，降水分位数，单站箱线图等常用的集合预报产品。

9. 集合预报检验评估模块：基于集合预报数据集，应用多种概率预报检验方法对集合预报效果进行客观及主观评估。

10. 极端天气预警平台模块：基于 0-48h 集合预报数据集，针对多种气象要素设计极端天气预警平台，提供包括多种极端天气要素预警信息。

11. 全流程监控模块：建立集合数值预报系统运行的全流程监控平台，包括资料获取、预处理、初值构建、模式运行、预报产品释用和极端天气预警产品制作的完整作业流程。通过平台的交互式操作，实现集合各模块的统一运行和显示，并对运行过程进行管理，提高数值预报业务运行维护的效率。

### 2.2.1.2 短期预报子系统

基于先进的数值模式框架建设覆盖全国范围空间分辨率为 3 公里的逐小时循环同化预报系统，实现静止/极轨卫星、全国天气雷达反射率和径向风和地面稠密观测资料的同化。实现模式地面要素预报和降水关键物理过程优化、模式系统基础静态数据、陆面资料同化和数值模式城市冠层等核心技术的建设，提升模式地面要素预报和降水预报性能。进一步通过提高模式水平分辨率，建立并应用高分辨率城市地表和形态数据、城市冠层模式及适用于次公里尺度的边界层参数化方案，实现城市效应可分辨的常规气象场、城市冠层温湿度场的预报和模拟。完成城市微尺度气象模块建设，提供风、温、湿和热舒适度以及大气污染物浓度扩散等模拟预报产品。建设大涡预报功能模块并融合火模式，提高火情预报准确性。

该子系统共包括 12 个功能模块：

1. 多源极轨/静止卫星资料同化模块：基于质量控制处理、偏差订正技术、辐射传输模式接口建设和同化技术的本地化，实现静止卫星葵花卫星 AHI 辐射资料、NOAA-18/19、METOP-B/C 卫星的微波温度传感器 AMSU-A 和微波湿度传感器 MHS，以及 JPSS-NPP 和 NOAA-20 卫星的微波温湿度传感器 ATMS 的辐射资料的同化应用。

2. 多源非常规气象观测资料的同化应用模块：通过开展微波辐射计观测的多级数据解析、质量控制和观测误差估计，实现微波辐射计观测资料的同化。建立大数据云平台的 GNSS/MET 水汽资料检索接口，完成 GNSS/MET 水汽资料向适用于数值模式的可读取资料格式的预处理，开展质量控制功能建设，实现 GNSS/MET 水汽观测资料的同化应用。

3. 公里/次公里尺度物理过程优化模块：发展改进与模式分辨率相匹配物理过程参数化方案，改进模式系统对降水和地面要素的预报准确率。完成积云与微物理方案、气溶胶直接效应应用方案、天气-化学离线耦合系统、中小尺度重力波拖曳方案、风速预报在线订正模型的开发建设。

4. 高分辨率陆面同化系统的耦合模块：通过同化融合地面气象观测站资料、调整优化积雪要素的时空分布特征和参数，构建陆面资料同化系统，实现土壤温湿度的离线耦合。实现京津冀超大城市群在模式预报中的影响作用，开发城市多层冠层模式，以提高模式对城市地区能量平衡和湍流过程的模拟准确率。

5. 基于人工智能技术的模式优化模块：建立基于 AI 的模式优化平台，在预报结果释用、预报集成和物理过程参数化方面赋能整个预报模式。基于 AnEn 和邻域法技术开发站点和格点地面要素快速预报释用功能，基于多源-多循环的降水融合预报技术，完成多个时次累积降水融合、概率预报等产品制作，通过混合物理-机器学习风速预测技术实现地面要素预测性能的优化。

6. 业务系统的全流程监控模块：建设子系统运行的全流程监控平台，实现平台交互式操作、统一运行和显示界面的功能。构建基于 ECFLOW 的面向工作流的管理流程，实现背景场数据、观测数据量的实时监控模块，开发监控信息库，实现业务运行异常情况的诊断分析。

7. 预报数据处理和产品制作模块：针对下游系统数据支撑、上云平台以及预报员实时图片产品需求等不同应用场景，设计多种形式的数据和图形产品。采用绘图软件绘制多种常规和定制化的图形产品，形成快速更新的图片产品供用户使用。同时针对重大活动保障中预报员的需求，形成重点关注区域的特殊专项产品的支撑。基于智能组合订正技术对站点气象要素预报结果进行实时订正，定期对预报结果进行统计检验和评估分析。

8. 主观/客观检验评估系统的升级模块：在日常常规业务检验基础上，面向重大活动保障的复盘和机理预报的需求，建设全时效、多模式的客观检验评估和主观复盘评估。利用多种检验指标对逐小时快速更新循环系统的预报产品进行全时效、多循环的客观检验评估。针对重大活动天气服务和典型天气过程，构建主观检验评估流程，对模式预报进行主观检验评估。实现格点降水场、云量和地表辐射的客观检验功能。

9. 城市尺度气象预报模块：基于模式水平分辨率的提高、城市高分辨率土地利用和城市形态学数据的建立、多物理过程陆面模式、多层城市冠层模式、建筑物能量模式的发展、三维尺度自适应边界层参数化方案的研发，实现城市效应可分辨的常规气象场、城市冠层温湿度场的预报和模拟。



10. 城区微尺度气象诊断模块：建设空间分辨率为 10m 的微尺度气象模块，实现建筑、绿地和水体对小区通风环境和热环境的作用，实现 10 分钟时间内完成计算局部地区高分辨率风场、气温、相对湿度和污染物浓度等实时空间分布的功能。开发风速、空气温度、相对湿度、污染物浓度和热舒适度等三维空间分布产品及其图像显示。

11. 城市微环境人体舒适度预报服务平台：基于人体热平衡生理模型的舒适度算法、建筑物可分辨城市微环境气象数值模式产品，建设城市微环境人体舒适度预报服务平台，为特定城市区域提供人体舒适度气象预报服务产品。

12. 大涡尺度的高分辨率气象场模拟和预报模块：实现不同来源的气象场资料，静态地理信息资料，地表燃料资料及实时火点信息等多源数据的预处理，同时耦合其内部的大涡预报模块火模式部分作为气象初始场和边界条件。开展复杂地形效应下大涡预报模块的性能。

13. 大涡预报模块的山火火情模拟和预报模块：开发适于复杂山地站点气象要素的“智能组合订正技术”模块，提高关键站点的地面常规气象要素（风、温、湿）预报准确性。在大涡预报模块原气象模式部分的基础上，在线双向耦合火热力、动力学物理过程，构建服务北京市范围山火气象服务的高分辨率大涡预报模块山火模式部分。提供气象场及未来山火行为发展情况的预报产品。

### 2.2.1.3 快速更新无缝隙融合与集成预报子系统

快速更新无缝隙融合与集成预报子系统主要以多源观测资料融合和多系统预报集成为核心，耦合短期气象子系统预报，通过高精度降尺度技术、快更技术等，实现北京地区百米分辨率、10 分钟更新的 0-24 小时网格化三维气象要素分析及地面常规要素、降水、降水相态等的客观分析和短临无缝隙预报。系统以 S/C/X 波段雷达数据为基础，围绕雷达数据核心处理算法，实现环北京地区 20 部 S/C/X 波段雷达的质量监控、数据质控、数据融合、雷达产品生成、雷达产品显示功能。

该子系统共包括 21 个功能模块：

1. 多源数值预报模式融合模块：通过对不同尺度的数值预报模式和快速更新无缝隙融合与集成预报子系统的标准数据接口建设、融合权重方案建设，实现多源数值预报背景场数据和外推临近预报的融合。

2. 多源观测资料前处理模块：对获取的地面自动站观测资料、雷达定量降水估测资料以及卫星资料进行快速预处理，实现符合快速更新无缝隙融合与集成预报子系统输入接口的标准化解析数据。

3. 不同气象要素分析和预报模块：通过对不同气象要素设计不同的融合集成预报技术方案，建设完成降水融合分析和预报子模块、降水相态分析和预报子模块、温度分析和预报子模块、风场分析和预报子模块，形成北京地区百米分辨率、10分钟更新的三维气象要素分析及地面温湿风、降水及降水相态等的客观分析和0-24小时无缝隙预报。

4. 不同应用场景建设模块：在分析百米级系统在北京市不同地形、不同下垫面的北京局地气象要素特征的基础上，建设和优化适用于北京市山区和城区“百米级、分钟级”系统。实现极端天气概率产品、任意点精准预报产品和定制服务产品的开发。

5. 实时检验与分析评估模块：对预报值和观测值进行匹配，构建不同气象要素不同的检验指标，分析评估系统生成的高时空分辨率不同要素数据分析和预报产品的性能。

6. 云尺度模式全国雷达超级观测快速生成：超级观测数据是指稀疏格点化的模式同化专用输入数据。通过建设全国多普勒天气雷达超级观测数据的并行快速生成功能，实现对京津冀周边更广泛区域的大气观测资料同化，进而提升本地天气的数值模拟效果。

7. 云尺度模式时间滤波模块：通过对模式积分采取时间维度的数字滤波，提升模式运行稳定性，从而加大时间积分步长，实现模式计算速度的提升。速度提升之后，节省出计算时间，就又能追加更完善的模式参数化功能，提升数值模拟效果。可见，时间滤波有助于产品效果、速度、稳定性的综合提升。

8. 云尺度模式浸入边界地形模块：将云模式现有的离地高度地形方案升级为浸入边界地形方案，增强云模式对复杂地形影响天气变化的物理描述能力，提升云模式对雷暴下山强度变化的数值模拟能力，切合本地强对流天气演变特点。

9. 云尺度模式冰相微物理变分同化伴随模块：通过微物理方案改进和伴随模式调整，提升云尺度模式冰水粒子相互转化过程的数值模拟能力，使深厚湿对流的同化分析结果更接近实况，提升产品在强对流预警中的参考价值。

10. 云尺度模式双偏振雷达参量四维变分同化模块：开发双偏振雷达参量的观测算子及伴随模式，实现对双偏振雷达参量的云模式四维变分同化功能，提升北京X波段双偏振雷达组网资料的价值挖掘，提升同化分析产品的效果。

11. 中尺度模式背景误差协方差融合模块：开发完成预报估计背景误差协方差的接口程序，开发多源背景误差协方差的融合程序，实现气候统计背景误差与集合预报估计背景误差的实时融合，开展批量测试评估。

12. 中尺度模式雷达资料四维变分同化模块：通过搭建雷达同化流程、循环同化调优、业务部署，完成中尺度模式对多波段雷达资料（径向风、反射率因子）的四维变分同化应用。

13. 中尺度模式卫星垂直探测仪资料四维变分同化模块：通过搭建卫星同化流程、循环同化调优，完成业务部署，实现中尺度模式对卫星垂直探测仪资料的四维变分同化应用。

14. 中尺度模式预报误差对观测敏感性监控模块：建立模式预报误差对观测敏感性的业务计算程序，开发实现多源观测敏感性参量的综合报表生成功能。

15. 中尺度模式四维变分同化分析与预报耦合模块：建立中尺度模式四维变分同化分析与降尺度预报的循环耦合流程框架，完成流程各部件的独立解耦，实现业务化。

16. S 波段雷达数据质控模块：主要对 S 波段偏振雷达数据进行非气象回波识别、数据滤波、数据衰减订正、差分传播相移线性规划、差分传播相移率拟合、速度径向退模糊，融化层识别，以及差分传播相移率的系统误差校正。

17. C 波段雷达数据质控模块：主要对 C 波段偏振雷达数据进行非气象回波识别、数据滤波、数据衰减订正、差分传播相移线性规划、差分传播相移率拟合、速度径向退模糊，融化层识别，以及差分传播相移率的系统误差校正。

18. S、C 及 X 波段雷达偏振参量融合算法研发模块：主要实现 S/C/X 波段雷达偏振参量融合、偏振参量反演三维产品融合、偏振参量反演二维产品融合。

19. S、C 及 X 波段雷达融合数据生成模块：主要实现 S/C/X 波段雷达偏振参量三维数据生成、二维数据反演产品生成、三维数据反演产品生成、三维风暴识别产品，三维风暴追踪产品，以及高密度三维格点数据格式转换。

20. S、C 及 X 波段雷达融合数据显示模块：主要实现 S/C/X 波段雷达偏振参量三维单层数据显示、三维数据反演产品单层显示、二维数据反演产品显示、三维显示。

21. S、C 及 X 波段雷达数据监控模块：主要实现 S/C/X 波段雷达实时数据监测，数据解压，数据完整性检测，S/C/X 波段雷达到报率监测、灵敏度分析、数据质量评估。

#### 2.2.1.4 大气化学子系统

大气化学子系统主要以三维空气质量和温室气体模型为核心，耦合短期气象子系统，通过排放源动态更新技术、大气化学资料同化技术和 CO<sub>2</sub> 浓度模拟技术的开发与应用，实现北京及区域大气颗粒物、臭氧等大气污染物的预报和温室气体的实时模拟与评估。

该子系统共包括 8 个功能模块：

1. 排放清单动态更新模块：对污染源排放资料和污染物浓度观测资料进行预处理，动态统计订正主要污染物的排放源数据，并实现更新的清单在业务模式中的实时使用。

2. 卫星遥感排放源反演优化模块：在对卫星遥感资料质控处理的基础上，通过卫星遥感观测与地面排放时空相关性，构建排放源清单反演方法，并基于较新的卫星遥感植被覆盖数据更新自然源排放清单。

3. 气溶胶观测三维变分同化模块：建立分析变量系统和同化框架、建立适用于地面气溶胶观测的观测算子、实现  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  浓度观测资料的同化应用。

4. 臭氧及其他气态污染物同化模块：通过开发对应分析变量、背景误差协方差和观测算子，建立发展臭氧及其他气态污染物的同化模块，确定业务适用的臭氧及其气态污染物的联合同化优化方案。

5. 二氧化碳浓度模拟模块：将植被-光合呼吸模型与化学模式相耦合，实现京津冀地区的大气二氧化碳总浓度的时空分布模拟。

6. 二氧化碳源汇评估模块：通过对关键过程排放数据或背景浓度的输入控制，对于植被光合与呼吸、人为排放、全球背景输送等不同过程的相对贡献进行定量评估。

7. 化学预报实时检验模块：通过开发实现污染物观测实况、模式预报结果的实时显示、实时统计检验和定期检验评估。

8. 基于人工智能与数值模拟相结合的大气污染预报订正模块：通过对化学模式预报数据的简化处理、采用机器学习的技术方法对模式预报结果进行订正，并建立本地业务化应用的流程与预报产品。

## 2.2.2 性能要求

### (1) 集合预报子系统

- a) 集合系统预报范围：至少覆盖京津冀地区，水平分辨率不低于 3km，水平网格点数不少于 500\*400；垂直分层不少于 50 层；集合成员数不少于 21 个
- b) 预报时效：提供 0-2 天逐小时预报产品、每天至少起报 2 次，完成每次预报不超过 2 小时。
- c) 技术指标：包含完整的初值扰动及模式扰动模块，系统具备充分的集合离散度。
- d) 数值模式预报产品：模式层预报数据、标准等压面数据、地面综合图和高空综合图等。

### (2) 短期预报子系统

- a) 逐小时快速循环更新系统预报范围：至少覆盖中国大陆和台湾地区，水平分辨率不低于 3 千米，水平网格点数不少于 1400\*1900，垂直分层不少于 60 层。

- b) 预报时效：18-96 小时（逐小时），完成 24 小时预报不超过 1 小时（北京市气象局高性能计算机环境下）。
- c) 资料同化种类：卫星遥感资料至少包含 5 种传感器资料，GNSS/MET 水汽资料和微波辐射计观测资料利用率不低于 60%。
- d) 数值模式预报产品：模式层预报数据、标准等压面数据、地面综合图和高空综合图等。
- e) 客观检验要素：站点检验中至少包含 2m 温度、10m 风、2m 湿度、降水和高空气象要素。格点客观检验须包含降水场、云量和地表辐射。
- f) 城市尺度气象模式预报范围：至少覆盖北京地区，分辨率不低于 1 千米。
- g) 城市微尺度气象模型的水平分辨率不低于 10 米。
- h) 大涡山火预报模式的水平分辨率不低于 100 米。

### （3）快速更新无缝隙融合与集成预报子系统

a) 雷达产品：要求更新频次不低于 6 分钟，要求包含 S 波段、C 波段和 X 波段雷达，要求具备完善的雷达质控算法；提供 6 分钟频次的 S/C/X 波段雷达数据质控产品、S/C/X 波段雷达数据融合组网产品、S/C/X 波段雷达融合组网显示产品（2D/3D）、S/C/X 波段雷达数据质量监控产品。

b) 四维变分临近预报产品：要求更新频次不低于 10 分钟，要求空间分辨率不低于 3km，其中北京重点区域不低于 1km；提供 6-10 分钟频次的 1km/3km 再分析热、动力分析场资料产品和 1km/3km 再分析热、动力预报场资料产品。

c) 集合四维变分同化预报产品：要求更新频次不低于 12 小时，要求空间分辨率不低于 7.5km，其中北京重点区域不低于 1.5km，要求集合成员数不低于 30 个；提供逐 12 小时频次的华北/环北京地区（7.5km/1.5km 分辨率）32 成员集合四维变分同化（En4D-Var）0-24 小时预报产品。

d) 融合预报产品：要求更新频次不低于 10 分钟，要求空间分辨率不低于 500m，其中北京市区域不低于 100m，要求预报时效不少于 24 小时，要求包含温、湿、风、降水和相态要素；提供逐 10 分钟更新、京津冀 500m 分辨率、北京市 100m 分辨率的温湿风、阵风、降水及降水相态客观分析和 24 小时预报产品，提升大城市精细化监测和短临预报预警水平。

### （4）大气化学子系统

a) 短期空气质量预报：要求可提供 0-4 天预报时长、京津冀及周边地区 3km 水平分辨率、至少包含细颗粒物、臭氧和能见度的逐小时预报产品。

b) 中期空气质量预报：要求可提供 0-15 天预报时长、中国区域 9km 分辨率、至少包含细颗粒物、臭氧和能见度的逐小时预报产品。

c) 建立化学框架下的 CO<sub>2</sub> 模拟技术，可提供京津冀及周边地区不低于 9km 分辨率的 CO<sub>2</sub> 浓度模拟产品。

d) 优选 2-3 种机器学习的技术方法对模式在京津冀重点城市预报的细颗粒物、臭氧和能见度预报产品进行 AI 订正，提升预报准确率。

### 2.2.3 非功能性指标：

稳定性：系统有效工作时间要求 $\geq 95\%$ ；

可用性：具备可用性，能满足实际应用需求，便于操作；

扩展性：采用模块化设计，使系统有良好的可扩充性；

可维护性：可提供相关技术文档、操作说明等；

安全性：保障应用安全、网络安全、数据安全等。

### 2.2.4 软硬件环境要求

部署网络情况，部署方式，系统架构，面向用户范围

硬件网络环境：依托北京市气象局高性能计算机部署该系统，采用高性能计算机的若干台节点服务器支撑系统的高速并行运算。

系统软件环境：并行编译器：Intel-MPI；预装库：NetCDF4.6.1，BJ-ANC。

## 3 精准天气预报预警系统（数字气象台）

### 3.1 基本要求/系统概述

北京市气象局依托十二五期间的“北京气象灾害应急防御服务工程（一期）”与十三五期间的“气象服务能力提升和冬奥会气象服务保障工程”，先后建立了北京市气象台智能化无缝隙格点分析预报系统 iGrAPS 与多维度冬奥预报业务平台，初步构建了北京地区 0-10 天网格化业务体系，产品时空分辨率达到 0-72 小时逐小时、4-10 天逐 3 小时，1 公里分辨率，实现了预报服务由站点预报到覆盖全市的网格预报的跨越，预报要素的种类以及预报的时空分辨率都得到大幅提升，为政府、相关部门及公众能够方便地获取任意关注地点的天气预报信息提供了支持，满足了冬奥气象服务和北京地区的天气预报服务要求。两个平



台作为北京市气象台预报服务的核心系统一直在每日正常运转。同时，北京市气象台通过多年来中国气象局短时临近预报相关项目与山洪地质灾害防治气象保工程项目的支持，建立了北京地区短时临近预报预警一体化平台（VIPS），该平台已经在北京市气象局内业务运行多年，主要功能是短时临近天气的监测、灾害性天气预警信号的制作和发布。北京城市气象研究院充分落实双奥气象科技支撑科研成果的应用，基于高空间分辨率高频更新的数值天气预报系统的预报，针对各预报服务平台的需求，研制和提供了丰富的预报产品，为各平台高质量预报服务提供了科技支撑。与此同时，气候业务不断拓展，先后建立了动力一统计集成的季节气候预测系统、汛期气候预测系统、气候信息交互显示与分析系统、气候模式产品的应用集成系统及月一季节气候模式解释应用平台以及次季节模式及月动力延伸模式预测平台等，主要构建了华北地区针对平均气温、降水的月一季节气候监测、评估和预测业务体系，模式空间分辨率可达 45km，时间尺度上主要针对月、季节尺度，对于未来 11-30 天延伸期尺度初步建立了基于欧洲中心气候模式的智能网格气候预测业务系统。面向政府决策层，为防灾减灾、农业生产等提供了决策依据。

目前，北京市气象局的核心业务系统的精细化网格预报能力还处在初级阶段，尚未能实现多源资料的融合分析，无法对多空间尺度和多维度数据进行综合分析，核心业务系统的智能化程度不足以支撑无缝隙智能预报的业务发展。天气自动监测能力薄弱，重大灾害性天气的有效监测、自动报警和分区预警能力不足；从海量数值预报数据中提取有效信息能力较弱，尚不能支撑预报员有效理解大气的三维结构及其发展演变规律；强对流、降水预报多要素协同技术有待升级优化；分区预警客观化产品支撑不足，仍以依靠预报员手工制作为主；在推进人工智能技术在气象预报的新方法、新技术、新模型发展和应用方面刚刚起步，研发能力和应用能力都待大力扶持和促进。同时，1 公里分辨率的智能网格预报在服务保障中的效益尚未充分发挥。目前具有精细化决策服务能力的智能网格气候体系尚未形成，气候模式网格分辨率较低，新一代气候模式预测产品尚未得到充分应用，尤其在未来 11—30 天延伸期尺度气候预测订正能力不足，预测服务能力薄弱，尚未形成智能的气候预测业务支撑系统。决策服务产品仍以传统文字报告形式为主，传真、邮件仍是主要传输媒介。服务产品数字化、可视化程度低，基于位置的智能网格服务产品没有服务载体和出口。服务产品仍大量依赖于手工制作，产品自动化、智能化程度不高；缺乏更便于用户感知的数字化、可视化服务系统。

### 3.1.1 采购标的需实现的功能或目标

精准天气预报预警系统（数字气象台）是在北京市气象台现有预报预警服务系统基础

上，以数字理念和数字思维为引导，以预报技术智能化、决策支撑系统智慧化、业务流程集约化、决策产品数字化为核心目标，依托大数据、人工智能等新一代信息技术，建设精准天气预报预警系统（数字气象台），实现天气系统的三维可视化增强显示，提升系统对灾害性天气的自动捕捉、自动追踪、自动报警能力；进一步提高北京地区灾害性天气的精细化分区预报预警服务能力，为北京市精准防灾减灾工作提供科技支撑。

### 3.1.2 建设内容

精准天气预报预警系统（数字气象台）主要由定制化数值模式运行子系统、三维数字分析预报预测子系统、人工智能预报业务体系（智慧天气预报）、全流程智能检验子系统、智能数字决策支撑子系统、气象灾害综合风险管理子系统等六个子系统组成。

定制化数值模式运行子系统建设内容分为预报试验定制和显示功能、计算环境编译功能、数据收集处理功能、定制化预报模式运行功能和预报试验后处理功能。建设北京高精数值预报支撑系统的定制化运行子系统，支持预报员自主定制预报运行模态和产品需求参数，支持 PC 端与高性能计算机的实时通信、预报数据智能获取及预处理、预报试验作业流程的自动生成和提交，支持作业提交状态、运行状态、资料同化等应用状态的查询，生成产品向预报展示界面的即时推送等功能。

三维数字分析预报预测子系统包括开展飞机探测试验，实现大气层结靶向精密监测；建设强对流系统三维监测与智能分区预警模块，实现强对流系统三维精密监测分析，实现强对流智能分类识别与自动分区预警；建设 0-10 天人工智能算法库，支撑精细化分区预警建设；建设 11-30 天智能网格预测系统，实现北京地区 5 公里延伸期智能网格客观化预测；建设历史灾害性天气学习库，实现历史个例信息数字化存储和自动化检索，支撑预报员快速学习历史灾害性天气过程；对预报员行为与经验开展数字化挖掘，实现预报员主观预报行为经验的客观数字化转化。建设北京地区众智共商平台，吸收挖掘高校、科研院所、气象公司等社会先进人工智能算法。

人工智能预报业务系统（智慧天气预报）将建设面向业务应用的人工智能预报业务体系。从 AI 模型的组件上看，系统集成了整个从驱动数据到预报产品展示全流程组件，包括 AI 数据集建立、AI 模型训练、AI 模型推理部署一直到 AI 产品业务平台。从预报对象看，系统针对业务预报需求，集成了不同尺度的预报模型，包括 AI 大气形势场预报、AI 降水预报、AI 地面要素预报和 AI 站点强天气判别模型。建成后的该预报体系可以大幅提升对极端天气的监测预警效率，显著增强灾害性天气的精细化预报预警能力，提供更为准确、立体化的决策支持服务。

全流程智能检验子系统围绕数值模式产品、客观算法产品及主观预报产品，改进评估方案，优化检验指标，建立覆盖全要素、全时效的预报质量检验评估体系。以检验评估技术开展预报产品智能推优和自动生成，帮助预报员从海量的数值预报产品和客观预报产品中获取有效信息，提高产品制作发布效率和自动化水平。支撑预报员高效驾驭客观预报产品；支撑预报员贡献率的量化评估；支撑预报技术开发人员优化客观算法；支撑预报管理人员实时监控预报价值链变化。

智能数字决策支撑子系统将为负责城市安全运行保障的相关部门、防汛责任人等各级管理人员提供实时查看风雨实况报警、气象图文决策材料、天气致灾风险预警等气象信息，推动数字气象信息在大城市安全运行决策指挥中的可视化应用。同时针对各类国事活动、体育赛事等大型活动，聚焦重大外交外事活动区、国际会议展区、国际体育文化交流区，提供更具有针对性和有效性的气象服务，拓展个性化、全流程重大活动服务保障新方式。

气象灾害综合风险管理子系统可以实现对于气象灾害全流程的监测、预测、评估。系统生成的产品可以提供给各级应急减灾部门，为政府决策服务提供有力支撑。在遇较大的气象灾害风险事件时，提升政府风险应对能力，有效减轻气象灾害造成的损失。同时该系统可以实时形成最新气象灾害风险评估与风险区划产品，为农业、水利、电力、交通和城市建设等部门在制定发展规划提供气象灾害的不同等级风险区域。

### 3.2 系统功能需求

精准天气预报预警系统（数字气象台）主要由定制化数值模式运行子系统、三维数字分析预报预测子系统、人工智能预报业务体系（智慧天气预报）、全流程智能检验子系统、智能数字决策支撑子系统、气象灾害综合风险管理子系统等六个子系统组成。

定制化数值模式运行子系统将支持预报员从常态化接收使用数值模式产品向关键天气时可驱动模式做针对性诊断预报的工作方式转变，预报员可根据实时天气情况自主启动预报试验，支持预报员更深入地理解和掌握数值预报，拓展数值预报模式支撑预报业务的新方式。全流程智能检验子系统将对全部数值模式、客观算法等客观预报产品，以及预报员主观预报产品进行覆盖全流程、多岗位、全时效的量检验评估，同时将实时检验评估融入天气监测、分析、预报和决策服务等业务全链条，支撑预报员高效驾驭客观预报产品，做出更全面深入分析。

三维数字分析预报预测子系统是在原有预报预警系统上，进行智能化的升级完善，利用数字三维建模技术，将各种观测数据、数值预报数据构建为立体三维结构，同时赋予时间动态变化功能，实现天气系统的三维可视化增强显示，便于预报员更加直观、清晰的掌握大气三维场结构及动态发展变化规律；研发多类机器学习等人工智能算法，升级对各类

观测数据、客观预报数据的天气学诊断分析功能，提升系统对灾害性天气的自动捕捉、自动追踪、自动报警能力；基于多源数据监控分析和网络云平台操作行为监控，应用人工智能行为分析技术，实现预报员主观预报经验的数字化转化应用。

人工智能预报体系（智慧天气预报）在传统数值预报基础上增加人工智能预报手段，全面提高人工智能在首都地区天气预报中的核心技术能力和应用水平。推进预报技术融入数字气象台业务，建立 AI 天气预报业务体系，共同支撑起新时期高要求、高标准的首都气象预报业务体系。

智能数字决策支撑子系统将为负责城市安全运行保障的相关部门、防汛责任人等各级管理人员提供实时查看风雨实况报警、气象图文决策材料、天气致灾风险预警等气象信息，推动数字气象信息在大城市安全运行决策指挥中的可视化应用。同时针对各类国事活动、体育赛事等大型活动，聚焦重大外交外事活动区、国际会议展区、国际体育文化交流区，提供更具有针对性和有效性的气象服务，拓展个性化、全流程重大活动服务保障新方式。

气象灾害综合风险管理子系统可以实现对于气象灾害全流程的监测、预测、评估。系统生成的产品可以提供给各级应急减灾部门，为政府决策服务提供有力支撑。在遇较大的气象灾害风险事件时，提升政府风险应对能力，有效减轻气象灾害造成的损失。同时该系统可以实时形成最新气象灾害风险评估与风险区划产品，为农业、水利、电力、交通和城市建设等部门在制定发展规划提供气象灾害的不同等级风险区域。

### **3.3 定制化数值模式运行子系统**

#### **3.3.1 概述**

##### **3.3.1.1 建设目标**

为了推动预报业务向数字化、精准化的自动智能方向转变，推动首都气象高质量发展，为建设国际一流的和谐宜居之都提供有力气象保障支撑，满足人民群众日益增长的美好生活需要和北京经济社会高质量发展，以数字理念和数字思维为引导，以预报技术智能化、服务系统智慧化、业务流程集约化、服务产品数字化为核心目标，建设定制化数值模式运行子系统。

北京市气象局自主研发的精细化数值预报模式，在以往的重大活动保障中为精准预报提供了有力的支撑，尤其在建党 100 周年保障活动中，首次尝试在关键时间节点根据天气和预报目标定制化启动模式数值运行。为实现预报员可以根据天气变化情况动态定制化启动数值预报运行，实现常态化固定模式的数值模式产品向关键天气的针对性诊断预报产品转变。

### 3.3.1.2 建设内容

定制化数值模式运行子系统建设内容分为预报试验定制和显示功能、计算环境编译功能、数据收集处理功能、定制化预报模式运行功能和预报试验后处理功能。建设北京定制化数值模式运行子系统，支持预报员自主定制预报运行模态和产品需求参数，支持 PC 端与高性能计算机的实时通信、预报数据智能获取及预处理、预报试验作业流程的自动生成和提交，支持作业提交状态、运行状态、资料同化等应用状态的查询，生成产品向预报展示界面的即时推送等功能。

### 3.3.2 功能需求

#### 3.3.2.1 预报试验定制和显示功能

模式运行模态和产品根据需求定制。需具备为预报员自主定制需求参数实现模式运行和产品的形态的定制化，预报试验参数定制，产品定制，试验定制参数提交和当次试验参数查看等功能。

模式运行的信息展示。展示的内容需包括计算资源申请情况，数值预报积分进展情况，同化应用观测资料的类型和数量情况等。

定制产品的综合分析。包括不同定制试验产品的调阅、对比、导出等。

#### 3.3.2.2 计算环境编译功能

建设用户界面和高性能计算机的通信通道，完成预报系统各模块和后处理编译，实现计算资源自动配置、预报试验智能配置等功能。

#### 3.3.2.3 数据收集处理功能

需具备获取预报所需数据的能力，根据预报定制化的需求，实现模式输入数据智能处理、质控、预处理功能等。

#### 3.3.2.4 定制化预报模式运行功能

通过调整和优化短期系统预报流程，设计定制化模式运行的计算环境，存储环境，保障数值预报便捷、高效的运行。包括预报模式定制响应和状态查询。

### 3.3.2.5 预报试验后处理功能

根据气象服务对图片产品的常规需求，建设图片产品库和产品自动生成推送，并支持用户在平台上对试验的结果进行可视化检验。

## 3.4 三维数字分析预报预测子系统

### 3.4.1 概述

精细化分区预警，特别是强对流天气的预警一直是天气预报的重点和难点，与重大活动保障和汛期人民生命财产安全息息相关。充分应用大数据、人工智能、数字孪生等新技术，建设三维数字分析预报预测子系统，深化天气系统的三维结构分析，提升精准分区预报预警能力。

开展飞机探测试验，实现大气层结靶向精密监测；建设强对流系统三维监测与智能分区预警模块，实现强对流系统三维精密监测分析，实现强对流智能分类识别与自动分区预警；建设 0-10 天人工智能算法库，支撑精细化分区预警建设；建设 11-30 天智能网格预测系统，实现北京地区 5 公里延伸期智能网格客观化预测；建设历史灾害性天气学习库，实现历史个例信息数字化存储和自动化检索，支撑预报员快速学习历史灾害性天气过程；对预报员行为与经验开展数字化挖掘，实现预报员主观预报行为经验的客观数字化转化。建设北京地区众智共商平台，吸收挖掘高校、科研院所、气象公司等社会先进人工智能算法。

### 3.4.2 定制化飞机加密探测

基于预报员在助力重大活动气象服务保障、保障北京城市安全运行场景下对大气层结探测加密监测的需求，建立人影飞机气象应急加密观测流程。启动应急飞机观测后，需实现：（1）飞机探测数据收集、（2）飞机探测数据处理、（3）气象要素基本图形显示、（4）时空变化显示、（5）时空对比显和综合图形显示等功能。

### 3.4.3 强对流系统三维监测与智能分区预警

在三维可视化分析平台中，需提供：

（1）可视化交互式操作功能：包括可视化探索工具、可视化交互工具、可视化多视角对比和可视化比例调整；

（2）可视化多视图展示功能；

（3）三维时序动画功能；



- (4) 气象要素综合集成可视化功能：包括常用高程三维地形绘制、自定义标注和注释、高层大气特征可视化、雷达基础物理量三维体绘制、三维风场可视化、温度和湿度分布可视化、雷暴活动可视化、多模式数据对比、历史数据对比、卫星反演探空曲线产品、对流初生产品、降水星应用产品、卫星洋面风产品、沙尘产品；
- (5) 支持报员配置自定义的工作流程功能；
- (6) 可视化结果输出功能；
- (7) 短临业务历史极值报警功能；
- (8) 0-2 小时要素短临预报及实时检验功能：包括 0-2 小时雷达回波外推预报、定量降水估测、0-2 小时定量降水外推预报、回波外推实时检验、QPF 实时检验；
- (9) 快速获取任意点廓线历史时序图功能；
- (10) 基于用户场景的高影响天气预警功能：包括分类用户高影响天气配置管理、高影响天气监测分析提取、用户动态关键预报预警区划定、分类用户预警产品生成、分用户靶向推送；
- (11) 自动叫应系统功能：包括分区实况阈值设定、电话拨号语音服务、告警服务监控留痕；
- (12) 上级指导产品接入和提醒功能；
- (13) 双偏振雷达产品的自动识别功能；
- (14) 基于人工智能的 0-2h 雷达回波外推预报功能。

#### 3.4.4 0-10 天人工智能算法库

为提高智能网格预报准确率和预报产品制作效率，改进温度、降水、风等气象要素的客观预报技术，实现智能客观算法的全流程支撑，以提高 0-10 天网格化气象要素以及极端天气天气预报能力，提高要素预报准确率，为精细化分区预警提供精确的预报数据。

- (1) 气象要素滚动订正：实现多种气象要素根据实况变化的自适应偏差滚动订正。推动主观经验与数值模式系统、客观方法的深度融合。
- (2) 自适应偏差评估：实现降水、温度、风等自适应偏差评估，结合实况和模式预报产品，通过动态融合和多源权重融合预报，实现预报 1km 分辨率逐 10 分钟更新。
- (3) 客观预报产品算法库：建成降水、温度、风等要素预报客观算法库，并提供客观算法的查询浏览；收集各类客观预报产品形成产品库，支持对产品库信息的查询浏览。
- (4) 客观预报产品智能推优：实现不同天气背景及不同场景下的客观预报产品的智能推荐，包括客观预报技术的动态对比、取优推荐、智能协同等功能。

(5) 极端天气的概率预报：通过对数值模式及集合预报产品的客观对比，生成 0-10 天网格化极端性天气的概率预报产品和极端天气影响预报提醒。

### 3.4.5 11-30 天智能网格预测

综合运用多种预报技术方法，基于多个气候数值模式、延伸期尺度气候预测资料建设的 11-30 天智能网格预测模块，制发华北区域 25 公里，北京关键区域 5 公里延伸期智能网格预测产品，主要包括数据预处理和数据库的建立、智能气候预测方法的建立、智能网格气候集成及概率预测、预测效果检验评估及预测产品的制作。

#### 3.4.5.1 数据下载预处理

实现气象台站实况及历史数据、气候模式等预测数据进行下载及预处理，存入数据库。

##### 1、数据下载解析

自动调用延伸期气候模式未来 11-30 天的气候预测数据和气象台站观测数据，编写通用数据解析程序对延伸期气候模式输出的 netCDF 模式的平均气温、最高气温、最低气温、降水、风速等要素和气象台站观测数据进行解析。

##### 2、数据预处理

为了保证数据调用的性能，数据预处理将应用产品数据进行预处理、预加载，包括产品生成、XML 预处理文件的生成、内存缓存库的应用等。

##### 3、数据查询显示

对延伸期时段基本气象要素预测结果进行查询、时间、空间显示。输出格式为文本、图片。

#### 3.4.5.2 气候指数/事件计算查询

##### 1、气候指数计算、查询及可视化

气候指数包括干旱指数、季风指数等的计算。

输出格式为文本、图片。

##### 2、气候事件查询及可视化

形成气候事件的快速查询及不断更新的图片产品供用户使用。输出格式为文本、图片。

### 3.4.5.3 延伸期智能网格气候预测

#### (1) 延伸期要素格点预测

##### 1、延伸期要素格点预测模型

基于延伸期气候模式的 11-30 天气候预测结果，形成更加精细（华北地区 25 公里，北京地区 5 公里）的延伸期尺度网格预测结果。主要气象要素包括平均气温、最高气温、最低气温、降水、风速等。

##### 2、延伸期要素格点预测产品生成显示

基于延伸期要素格点预测模型生成的气候预测格点结果，进行查询显示，定制气候预测产品。输出格式为文本、图片。

##### 3、延伸期要素格点预测订正模型

基于延伸期气候预测模式的气候预测场对延伸期各要素格点预测进行模态投影订正，提高预测结果。

##### 4、延伸期要素格点预测订正产品生成显示

主要实现生成延伸期各要素格点预测结果订正产生的产品。输出模式为文本、图片。

#### (2) 延伸期重要过程站点预测

##### 1、延伸期重要过程站点预测模型

利用观测资料与延伸期气候模式的 11-30 天精细化气候预测结果生成 11-30 天的站点客观预测场。各气象服务站点预测要素主要针对强降温过程、强降水过程及高温过程等重要过程。

##### 2、延伸期重要过程站点预测产品生成显示

实现各个站点重要过程未来 11-30 天任意时段的时间、空间产品。输出模式为文本、图片。

##### 3、延伸期重要过程站点预测订正模型

对气候模式站点的重要过程未来 11-30 天气候预测结果进行系统误差订正，提高站点重要过程的预测效果。

##### 4、延伸期重要过程站点预测订正产品生成显示

通过站点重要过程订正预测产品进行时间、空间的显示。

#### (3) 延伸期尺度的多模式集成预报

##### 1、延伸期尺度的多模式集成预报算法管理

延伸期尺度的多模式集成预报算法管理主要用客观、定量的方法，对各种预报方法做

出的预测结果进行综合。

#### 2、延伸期尺度的多模式集成预报计算

基于中国气象局、欧洲中心、美国大气环境中心的延伸期尺度气候模式的预测结果进行多模式未来 11-30 天延伸期尺度集成预报计算，通过集成技术，实现延伸期尺度多模式集成的确定性预报。

#### 3、延伸期尺度的多模式集成预报产品生成

多模式集成预报产品不同集成算法的预报产品。

#### 4、延伸期尺度的多模式集成预报查询及可视化

对延伸期尺度的多模式集成预报产品进行查询，并以图片或表格形式对预报产品进行可视化显示，方便预报员进行集成预报结果的查询与分析。

### (4) 延伸期尺度的多模式概率预报

#### 1、延伸期尺度的多模式概率预报算法管理

延伸期尺度的多模式概率预报算法管理主要用客观、定量的方法，对各种预报方法概率做出的预测结果进行综合。

#### 2、延伸期尺度的多模式概率预报计算

基于中国气象局、欧洲中心、美国大气环境中心的延伸期尺度气候模式的预测结果，进行多模式未来 11-30 天延伸期尺度概率预报计算，实现延伸期尺度多模式集成的概率预报，提高各气象要素的延伸期预测准确率。

#### 3、延伸期尺度的多模式概率预报产品生成

多模式概率预报产品不同概率集成方法的概率预报产品。

#### 4、延伸期尺度的多模式概率预报查询及可视化

对延伸期尺度的多模式概率预报产品进行查询，并以图片或表格形式对概率预报产品进行可视化显示，方便预报员进行概率预报结果的查询与分析。

### 3.4.5.4 模式检验评估

#### 1、确定性预报的检验评估算法管理

延伸期尺度的多模式确定性预报检验评估算法管理主要对各种确定性预测结果进行综合检验评估。

#### 2、确定性预报的检验评估计算

对确定性预报的检验评估方法结合多模式确定性预报结果，结合观测数据实现检验评

估计算。主要要素包括平均气温、最高气温、最低气温、降水、风速等。

### 3、确定性预报检验评估查询及可视化

对确定性预报检验评估结果进行查询，并进行时间、空间的可视化，方便预报员对模式的确定性预测性能进行多角度了解掌握。

### 4、概率预报的检验评估算法管理

延伸期尺度的多模式概率预报检验评估算法管理主要对各种概率预测结果进行综合检验评估。

### 5、概率预报的检验评估计算

选取国家级气象观测台站，结合延伸期尺度多模式概率预报结果，以观测台站作为检验站点进行检验评估计算。

### 6、概率预报检验评估查询及可视化

对概率预报检验评估结果进行检验评估查询，并进行时间、空间的可视化，方便预报员对模式的概率预测性能进行多角度分析。

### 7、统计预测推荐查询及可视化

对延伸期气候模式的解释应用预测结果推荐最优统计预测结果，并实现统计预测的可视化显示，实现统计预测的最优推荐，使得统计预测更加直观、清晰。

### 8、智能预测推荐查询及可视化

对智能预测结果按照不同检验评估方法评分结果进行查询，并进行可视化显示。

## 3.4.5.5 气候预测产品制作与管理

### 1、气候预测产品制作

开发基于智能网格的指定站点的决策服务产品，增强决策服务产品的时效性和针对性。

### 2、气候预测产品管理

将产品保存至产品库，并对预测图片和数据进行统一管理。

## 3.4.6 历史灾害性天气学习库

需建立历史个例数据库，实现相似历史个例智能推送功能、个例库智能再分析显示功能、灾害天气知识库交互查询功能、个例离线浏览功能等。

### 3.4.7 预报员数字化行为分析

为实现预报员行为与经验的数字化挖掘应用，提升主观工作的数字化水平，建设预报员行为分析模块。

(1) 预报员个人信息库：将预报员对灾害性天气的查阅数据流程、行为习惯、爱好设置等操作记录。

(2) 专家系统库：将主观预报流程和经验转化为专家系统，自动推送年轻预报员桌面借鉴操作学习。

(3) 预报行为分析模型：通过计算机深度学习等技术，对业务人员行为习惯数据进行深度挖掘。

(4) 预报资料智能推送：根据用户对预报平台的行为日志，记录不同数据的使用热度，并在此基础上为不同用户、不同岗位推荐数据。

(5) 预报贡献度评价：开展预报员日常工作量与工作贡献度评价，客观输出评价结果。

(6) 典型灾害天气模型构建：建立北京地区暴雨、大风、冰雹、沙尘暴等多灾种三维概念模型库。

### 3.4.8 社会智能算法比选平台

完善人工智能基础数据集和人工智能算法解决方案的共享机制，对人工智能相关的研发算法建设统一规划，搭建北京地区天气预报众智共商平台，将科研机构、高校及相关研发人员的人工智能预报算法放到实时检验平台比武，支持所有参加队伍实时查询全部检验结果。包括功能如下：

- (1) 多要素预报信息采集；
- (2) 天气预报众智共商：不同气象要素、灾害性天气预报产品展示、对比；
- (3) 实时检验评估；
- (4) 交互式查询。

## 3.5 人工智能预报业务体系（智慧天气预报）

### 3.5.1 概述

需实现的目标：人工智能预报业务系统（智慧天气预报）是北京市气象局为进一步提高预报服务水平，满足日益增长的业务需求，计划依托大数据和人工智能技术，设计建设的面向业务应用的人工智能预报业务体系。从AI模型的组件上看，系统集成了整个从驱动



数据到预报产品展示全流程组件，包括 AI 数据集建立、AI 模型训练、AI 模型推理部署一直到 AI 产品业务平台。从预报对象看，系统针对业务预报需求，集成了不同尺度的预报模型，包括 AI 大气形势场预报、AI 降水预报、AI 地面要素预报和 AI 站点强天气判别模型。建成后的该预报体系可以大幅提升对极端天气的监测预警效率，显著增强灾害性天气的精细化预报预警能力，提供更为准确、立体化的决策支持服务。

人工智能预报业务体系（智慧天气预报）主要建设功能分为 4 个 AI 模型模块和一个业务化平台模块，4 个 AI 模型分均包括训练模块和推理模块。标准的训练模块主要包含数据收集功能、数据转换和调用功能、基础模型、中间模型存储、训练驱动和验证测试模块。标准推理模块基于训练模块得到的最终模型，包含实时数据收集、推理、运行信息展示、初级产品输出和检验等模块。AI 业务化平台包括初级产品处理、图片生成并最终接入数字气象台进行显示。其中 AI 形势场中期预报系统为中期反演降水模型提供数据依赖。AI 地面要素预报模型包括预训练和迁移两个相关的模型。

### 3.5.2 AI 中期天气形势预报系统

中期天气预报通常是指对未来 4 至 10 日天气变化趋势的预报。为实现常态化的 AI 中期天气预报，建设北京 AI 中期天气形势预报系统，该系统支持自主定制预报运行模态和产品需求参数，支持 PC 端与高性能计算机的实时通信、预报数据智能获取及预处理、预报试验作业流程的自动生成和提交，支持作业提交状态、运行状态、资料同化等应用状态的查询，生成产品向预报展示界面的即时推送等功能。中期预报系统将多种地面和高空大气环流变量作为模型的数据通道，使用历史小时再分析数据中进行训练建模，给出未来中期天气形势预测结果。中期预报系统涉及处理大范围时空数据，该模型的全局信息处理能够捕获全局信息和长程依赖关系，有利于处理天气系统中广泛存在的地理区域和相互关联的气象变量。

AI 中期天气形势预报系统包含两大模块，分别为训练模块和推理模块。训练模块中首先要建立多源同化分析资料的快速下载接口，完成全球历史数据的下载存储、格式转换以及快速调用等预处理，对历史数据划分训练集、验证集和测试集，并对数据进行归一化处理和存储。使用已有开源模型并发展 AI 中期天气形势预报相关模型作为北京 AI 中期预报系统的基础模型，并在基础模型之上进行架构调整，基于调整后的模型分别调用历史数据中的训练集、验证集和测试集对模型进行训练、验证和测试。训练完成后，在独立划分的验证集上测试各个 epoch 中间模型的效果。设计不同的评价指标从各个角度评估模型预测的质量。综合各项指标，确定最佳超参数配置，以及对应 epoch 的最佳中间模型。

推理模块中要建立 AI 模型预报输入数据的快速下载接口及预处理模块。开发自动处理程序，将收集的初始场模块进行预处理，得到归一化的数据，再转换为 AI 模型友好的格式存储到指定位置。采用选取的最优模型，以 GFS 或者 EC（HRES）等多源气象初始场驱动推理模型，实现北京及区域气象要素的实时模拟、预报和评估。模型预报结果将转换为经纬度格点资料并输出成 NetCDF 文件格式进行存储，以用于预报结果可视化处理、再加工和预报效果检验评估。基于地面和探空观测资料，定期对 AI 预报结果进行统计检验和评估分析。在月、季、年或指定时段进行综合性统计检验，并对检验结果数据进行智能化归档与报送等，形成评估分析所需数据表与图形产品，为综合评估分析提供支持。

### 3.5.3 AI 降水预报系统

AI 降水预报系统由中期预报场反演降水模型和短临降水模型两部分组成。AI 中期预报场反演降水模型使用 AI 中期天气形势预报模型环流场结果和卫星反演降水产品进行训练。依次训练自编码器（对输入数据进行编码降维），并在自编码器的结果上升维生成降水（以气象要素为驱动生成降水反演）。最终训练后的模型能够根据 AI 中期形势预报模型生成的气象要素预报来诊断降水分布。AI 中期预报场反演降水模型能够作为子模型挂载至 AI 中期形势预报模型提供降水诊断，通过产品输出模块，可以根据需求给预报员实时提供降水预报产品，满足日常业务和重大活动气象保障需求。AI 短临降水模型基于使用区域雷达及其降水反演数据和三维气象数据开展训练建模。最终训练后的模型能够融合当前的雷达观测及相关三维气象数据生成的未来 0-2 小时内的区域精细化降水分布。

AI 降水预报系统主要包含两大内容，即 AI 中期预报场反演降水和 AI 短临降水预报，两大内容均包含训练和推理模块。AI 中期预报场反演降水训练模型采用 AI 中期天气形势预报模型的环流场作为主要输入数据，同时使用高分辨率降水产品作为拟合目标，训练得到由多种气象要素驱动生成降水分布的生成式反演模型。AI 中期预报场反演降水推理模块基于训练完成的 AI 降水反演模型，从已部署的气象大模型获取实时气象要素预报，加工处理为 AI 反演降水模型输入格式，实时生成降水预报产品，满足业务需求。

AI 短临降水模型训练模块首先需要完成京津冀历史雷达资料、三维风场流场和分钟级降水量等资料的收集，并将收集到的数据存储在高性能、可扩展的分布式服务器架构中。模型设计要充分考虑数据的时间序列特征、要素间的非线性关系等因素，能够有效捕捉降水的动态特征。实现训练模型的验证和测试，根据其结果调整模型的训练策略，以获得最优的 AI 短临降水预报模型。此外，为确保训练过程的可追溯性和恢复性，该模块将定期存储模型的中间状态。

AI 短临降水模型推理模块首先包含数据实时收集和预处理功能，数据清洗和转换与训练模块中的方法保持一致，保证训练数据和推理数据的一致性。采用选取的训练得到的最优模型，将实时采集并进行预处理后的数据作为驱动资料，生成北京及周边地区 0-2h 分钟级短临降水定量预报结果。模型预报结果将转换为经纬度格点资料并输出成 nc 文件格式进行存储。建立基于北京地区地面气象要素监测数据的实时检索接口，获取分钟级降水的观测数据，对 AI 短临降水模型的预报性能进行检验和评估。

### 3.5.4 AI 地面要素精准预报系统

地面要素（地面风、温度等）的预报是天气预报的基本内容之一。极端强风、极端高温热浪和寒潮降温是影响首都地区的几种典型灾害性天气。考虑到地面要素受近地层物理过程影响大，AI 地面要素精准预报系统使用预训练模型模拟数值预报模型（物理）。在此基础上迁移学习地面观测数据建立误差修正模型。该系统的模拟模型在训练阶段依次开展训练，在推理阶段给出网格化的地面风速和温度分布。该系统在建模过程中需要和数值预报数据进行交互。

AI 地面要素精准预报系统包含训练模块和推理模块。其中训练模块需要先收集 3 年历史数值预报近地层数据和地面观测，提取数值预报数据形成物理数据集并和地面观测按时间地点对应。基于转换和清洗后的无缝隙数据，根据训练模型框架，设计数据调用接口，允许训练模块方便地按需调用历史数据和进行数据采样。划分训练集、验证集和测试集。模型部分输入变量为同化-预报系统提供的预报数据集，拟合目标为地面要素观测数据，最终形成联合模型。同时设置在线监测指标，在模型训练过程中验证评估性能。建立模型存储模块，将优化迭代过程中的中间模型按时间戳记录下来。采用版本控制和模型注册登记机制，方便查询和管理不同版本的中间模型。所有模型都分别都有自己的中间模型存储机制。在独立的评估数据集上检验模型性能，评估指标为 RMSE 评分。评估后优选出综合效果最佳的中间模型，进行在线服务部署。同时根据评估结果产出优化建议，驱动新一轮的训练优化迭代。

推理模块需要建立自动化程序，从气象大数据智能管理平台和高精数值预报支撑系统实时拉取最新的数据，同时能处理不同来源数据的格式，统一整合到模型输入层。推理模块需要载入训练好的联合模型，对实时异构数据进行推理，生成各类要素的预报场。存储格式需要规范化，带有生成时间等元数据。监控模块需要设计人机交互界面，用图表方式实时监测系统的整体运行状态，实现对数据流量、模型状态、服务器负载等的动态监视，并进行异常报警与管理。同时，还要实现规范化数据存储和定期质量评估。

### 3.5.5 AI 站点强天气自动判别系统

大气活动是三维的，常规上关注地面或某些特定高度层的大气活动规律会导致缺失大气垂直特征的关键信息，恰恰是这些关键信息与极端天气有极其重要的联系。因此依托人工智能技术，开展极端天气的垂直气象特征分析、自动判别以及后期推理，对于北京地区这种超大城市具有重大适用性，也是利用新技术在首都防灾减灾方面的新应用。

以秒级探空数据为基础，融合多种分辨率垂直和地面气象观测资料，进行人工分析及标注并形成高质量的极端天气垂直气象特征结构图，使用 AI 图像识别模型 YOLO V5 提取特征图片中特征对象的几何信息，由预报专家标注个例数据集，基于上述特征和标注数据集构建垂直特征结构分类，使用相似判别模型给出历史相似个例，为未来开展极端天气垂直气象特征的客观识别奠定基础。

AI 站点强天气自动判别系统首先要建立强天气垂直气象特征数据集，收集北京地区秒级探空数据，并进行数据清洗。收集融合多种分辨率垂直气象观测资料、地面观测和 AI 强对流天气人工智能应用天气数据集。得到适用于站点训练、测试和验证的高分辨率垂直观测数据集和对应地面观测极端天气标记。对极端天气垂直气象特征数据集进行分析，提取垂直和地面的气象要素，并分析极端天气对应变量在内的衍生特征等要素；分析北京地区历史上极端天气进行垂直气象特征，对易引起各类极端天气的垂直特征信号进行预报专家的人工标注，建设极端天气垂直特征个例库。

使用上述数据集进行基于人工智能自动分析建模，开展多种极端天气相关的衍生特征分类自动识别和标记，在此基础上依据常年的历史资料开展基于 AI 的垂直特征相似识别。筛选相似度较为靠前的历史垂直特征及天气实况，作为极端天气判断的依据。

### 3.5.6 AI 天气预报业务平台

AI 业务化平台包括初级产品处理、图片生成并最终接入数字气象台进行显示。其中 AI 形势场中期预报系统为中期反演降水模型提供数据依赖。数字气象台业务系统中需要添加功能融入 AI 天气预报结果，实现多种预报结果的集成展示。支持气象部门内部用户的访问。友好的显示平台有助于提高预报结果的使用效率，为政府管理机构提供实时的气象决策支持。

AI 天气预报业务平台包含 AI 模式数据输出后处理模块和快速图片生成模块。AI 模式数据输出后处理模块中需要对从 AI 模型输出的原始网格化预报数据进行统计后处理，主要包括数据转换、变量拉取、站点提取、文件合并等操作。将模型输出的多维张量转换为标

准的 NetCDF 格式，确保与其他气象系统交互的格式一致性。快速图片生成模块用于将网格化的预报数据快速渲染为直观的图像产品。采用并行算法，对多时间多变量同时生成图片。实现图片产品的分类存档与管理，支持历史查询。

在原数字气象台中增加 AI 模式数据输出后处理功能模块，对 AI 模型输出的原始预报数据进行规范化处理，提供标准化的数据服务接口。数字气象台的其他功能模块可以调用该接口获取不同格式的 AI 预报数据，并进行后续处理。同时，AI 模块需要获取数字气象台的数据服务，如观测数据库、业务系统接口等，以进行模型训练、验证和预报驱动。建立统一的气象视觉表达服务模块，支持 AI 预报结果图像的生成和展示。数字气象台的全流程智能检验系统需要针对 AI 预报结果设置检验规则，如定量预报的评分系统等。检验结果与数值预报等结果检验融为一体，并可反馈便于驱动 AI 系统的改进。针对不同使用场景设计个性化的 AI-数值预报组合方案，进行多种预报结果集成优化。显示平台具有 AI 产品用户访问，设置和管理的相关模块，实现访问权限设置，显示设置和其他用户管理设置等。

### 3.5.7 设备选型原则及关键技术指标

AI 平台选型指标：单块 GPU 卡配置显存 $\geq 80\text{GB}$ ，Pytorch 原生支持，FP32 $\geq 19.5$  TFLOPS，且支持 FP16 半精度计算，每台服务器配置 GPU 卡 $\geq 8$  块。每块 GPU 卡配套内存 $\geq 80\text{GB}$ 。CPU 采用 X86 构架且与 GPU 性能匹配。每台服务器互联带宽 $\geq 200\text{G}$ 。

存储选型参数：实际可用容量 $\geq 1\text{PiB}$ ，聚合吞吐率 $\geq 13900\text{MB/s}$ ，IOPS 不低于 863000。

AI 作业调度管理系统：满足 CPU/GPU 调度需求，实现作业高性能、高效率的计算、性能分析、编排与调度，包括资源监控、作业管理、配额管理、计费管理、统计报表等。

## 3.6 全流程智能检验子系统

### 3.6.1 概述

围绕数值模式产品、客观算法产品及主观预报产品，改进评估方案，优化检验指标，建立覆盖全要素、全时效的预报质量检验评估体系。以检验评估技术开展预报产品智能推优和自动生成，帮助预报员从海量的数值预报产品和客观预报产品中获取有效信息，提高产品制作发布效率和自动化水平。支撑预报员高效驾驭客观预报产品；支撑预报员贡献率的量化评估；支撑预报技术开发人员优化客观算法；支撑预报管理人员实时监控预报价值

链变化。

### 3.6.2 常规气象要素检验

建立常规气象要素检验评估流程自动生成功能，实现主客观预报产品的全覆盖检验，以信息化和检验技术逐步减少人工干预，提升基础检验业务的自动化、智能化水平。

模块需实现的功能包括：

多类检验结果自动化显示，丰富常规检验产品的自动化显示方式。增加基于指定过程的对比检验数值模式、客观算法、预报员主观预报的站点、网格点的多要素准确性检验，主客观预报产品性能的实时自动化评估、显示、智能推优，并预报员交互式定制显示等功能。

定制化检验与显示，包括站点检验多屏空间分布、网格检验多屏空间分布、预报实况对比多屏空间分布、稳定性对比检验、检验图产品的显示。

预报性能评估与智能推荐，利用业务常用预报评估方法对主客观预报产品进行自动化评估，实现预报结果的智能推荐及评分展示，包括模式信息挖掘、最优模式评比、多模式智能推荐。

预报结果展示，实现智能推荐结果相关计算后台定制自动化运行，并可将预报数据提交至可视化前端显示。

气象灾害预警信号检验与交互式查询，气象灾害预警信号检验，增加多种预警信号的有效性评价检验。根据预警信号评分规则，实现对暴雨、大风、雷电、冰雹等不同类别的灾害天气预警信号的评分，给出详细的检验评估列表信息和统计结果，并提供列表信息下载功能。

### 3.6.3 天气学分析检验

建设天气学分析检验模块，实现对客观预报产品离散化结论的量化分析。以在数值模式预报的基础上扩大预报员附加值为目标，建设不同模式终端要素、天气系统、物理量场的预报分析比对和客观检验功能，实现最优模式预报的自动推送，为数字化会商提供基础依据。

模块需实现的功能包括：

数值预报气象要素预报量化对比。通过时间、图形设置和区域选择实现降水、温度、风等不同气象要素的同一模式不同时次预报偏差及多种模式同时次预报偏差。



数值预报环流形势场量化对比。针对数值模式环流形势场开展预报量化对比，分别对比同一模式不同时次预报偏差及多种模式同时次预报偏差。

数值预报物理诊断量场量化对比。针对物理诊断量场等开展预报量化对比，分别对比同一模式不同时次预报偏差及多种模式同时次预报偏差。

量化差异综合显示。针对数值模式形势场、物理量场开展预报与实况量化对比，分别对比模式初始场与实况偏差及模式不同时次预报场与实况偏差。

### 3.6.4 相似历史个例自适应匹配

基于北京地区历史个例数据库，应用智能化检索和数据挖掘技术，建立双通道对比检索系统，实现极端天气的自动预警提示。需实现的功能：

建立北京地区历史个例库。收集整理历史个例发生时段，对应的模式资料、实况资料等，存储入库形成北京地区历史个例库。

预报与历史实况环流形势识别。基于对历史个例资料深度学习，根据北京及周边地区关键天气概念模型，对主要影响天气环流形势进行标注，建立本地化训练样本库。采用机器学习方法构建北京地区本地化的环流形势识别算法。

预报与历史实况灾害天气落区识别。基于对历史个例资料深度学习，根据北京及周边地区灾害性天气过程，对灾害落区进行标注，建立本地化训练样本库。采用机器学习方法构建北京地区本地化的灾害落区识别算法。

相似度对比排序。基于深度学习，通过相似度的对比，实现排序功能。

对比分析和展示。灾害性落区预报与历史个例实况量化对比分析展示；同时利用模式天气学检验功能，开展其他环流形势场、物理诊断量场的预报场与历史实况场对比，实现相应的灾害性天气落区的预报订正等功能。

## 3.7 智能数字决策支撑子系统

### 3.7.1 概述

面向决策用户，提升灾害性天气、森林火灾等突发事件的气象保障能力与水平，建设智能数字决策支撑子系统。主要包括三个功能模块：一是建设决策气象知识库，应用知识图谱技术进行循环学习、知识融合、智能推理分析，推动传统预报向影响预报和风险预警转变。二是升级产品智能制作模块，应用人工智能技术开展海量实况、预报资料的耦合分析和处理，快速制作和分发任意网格点、不同时间间隔、具有动态演变显示功能的精细化

实况和预报气象服务产品，提升重大活动、灾害性天气，以及森林火灾等突发事件的定时、定点、定量气象保障能力。三是建设智能决策支撑服务产品数字化显示模块，将气象信息实时融入韧性城市建设保障，为负责城市安全运行保障的相关领导、防汛责任人同步实时查看风雨实况报警、气象图文决策材料、天气致灾风险预警等气象信息，推动数字气象信息在大城市安全运行决策指挥中的可视化应用。四是建设重大活动保障模块，聚焦重大外交外事活动区、国际会议展区、国际体育文化交流区，提供更具有针对性和有效性的气象服务，拓展个性化、全流程重大活动服务保障新方式。

智能数字决策支撑系统中的决策气象服务产品，主要有实时天气监测信息、精细化预报产品、灾害天气预警信息、专题决策服务产品、重大活动保障产品等 5 大类 11 项监测预报预警服务产品，将接入“京智”PC 端、移动端，按照“京智”专题建设规范，面向市领导提供服务。

### 3.7.2 决策支撑服务知识库

应用知识图谱等技术建设决策支撑服务知识库，开展人工智能决策服务场景应用，实现对气象信息进行智能搜索、智能问答和智能报告，提升决策服务效率和智能化水平。

决策支撑服务知识库需包括：

知识库构建模块。支持通用和自定义枝叶结合的方式构建树形编目，通用枝叶面向通用业务、系统、知识，自定义枝叶面向本地化需求；支持全文检索功能（包含对附件的检索），支持内容页目录。

知识库查看模块。支持 PDF、Word 等文档类信息在线预览，支持知识的评论。知识支持编辑过程记录，可查阅历史版本间的区别。

知识库维护管理模块。可以对个人的运维知识进行增删改操作，对他人运维知识只可进行补充增加操作。

智能搜索模块。基于以上相关气象知识库，应用知识图谱技术，对知识库数据进行智能搜索，通过自然语言理解和知识挖掘技术，进行文本解析和知识抽取，挖掘关键气象信息和潜在风险，自动生成不同场景决策服务素材，为重大活动顺利开展、灾害天气防灾减灾、森林防火灭火等提供科学支撑。

智能问答模块。提供在线帮助功能，为用户提供详细的使用文档，图文并茂，便于使用，对各项功能建立完善的在线帮助功能和问题解答功能，并形成问题解答知识库，提供智能搜索功能，自动解答用户的问题。备有联机帮助命令，具有检索和导引功能，能够很方便地查到的主要信息。

### 3.7.3 决策支撑服务产品智能制作

升级服务产品智能制作模块，提升城市防灾减灾决策支撑服务产品自动化制作水平。该模块包括：常规服务产品制作发布、雨情图表制作发布、多源资料融合数智化快报产品、气象灾害风险预估产品制作、产品库及产品管理、产品模板及模板管理突发事件应急服务。

常规服务产品制作发布需实现的功能包括：定制化气象服务产品制作、高影响天气图形产品制作、高影响天气决策产品制作。

雨情图表制作发布需实现的功能是雨情查询统计分析和雨情产品自动分发。

多源资料融合数智化快报产品。通过不同类型高影响天气的服务重点，研发降雨、高温、大风、降雪等高影响天气的数智化快报产品，并设计每类产品决策服务要点自动提取方案，基于决策服务系统实现快报产品智能化生成，实现高效率、智能化的高影响天气实况跟踪服务。

气象灾害风险预估产品制作。基于气象灾害风险普查成果和历史高影响天气典型案例，通过融合气象灾害及其致灾因子、孕灾环境、承灾体等内在机理研究，开展暴雨、高温、大风、暴雪、寒潮等五种高影响天气灾害风险预估技术方法研究，建立北京地区短期气象灾害风险预估子系统，实现风险预估产品制作。需实现的功能包括：暴雨灾害风险预估、高温灾害风险预估、大风灾害风险预估、暴雪灾害风险预估、寒潮灾害风险预估。

产品库及产品管理。所有产品保存至产品库，以列表形式展示。

产品模板及模板管理。允许用户对产品预置模板进行编辑生成新模板，并保存新模板。可设置产品对应的模板，系统按照设置的模板生成对应的产品。所有的模板存至模板库，用户可对模板库进行管理。

突发事件应急服务。基于观测、智能网格预报技术和综合风险预估算法，支持因突发事件需开展及时性、临时性的决策服务，如森林火险、地质灾害等导致的自动气象站实况缺失和临时专项活动保障，提供及时的天气实况和预报。

### 3.7.4 决策支撑服务产品数字化显示

建立智能决策支撑模块，实现数字化预报服务产品的可视化应用，实时向决策者提供卫星、雷达、自动气象站等监测信息、快速更新的预报预警信息，以及图形化、表格化决策服务材料等。

需实现的功能包括：地面观测数据动态显示、地面观测数据图形转换显示、雷达数据二维综合显示、雷达数据三维展示、卫星数据监测显示、灾害天气监测识别报警、灾害天

气报告自动生成、决策服务产品展示、决策产品查询统计下载、用户管理。

### 3.7.5 专项活动定制化决策支撑服务

建立重大活动保障模块，向重大活动决策者提供活动地点或沿线高时空分辨率的气象监测信息，以及定点、定时、定量的天气预报数字化、可视化产品。需实现的功能包括：

服务保障模块。根据重大国事、外交外事活动、会议会展、国际文化交流、重大体育赛事等类别，设计专项活动个性化、全流程气象保障方案，提供关键时间节点气象服务保障信息。

实况监测报警模块。实现对重大活动区域监测报警，支持天安门、国家体育场、怀柔国际会都等关键区域地面和垂直探测实况气象数据的数字化、可视化显示。前侧要素包括雷达拼图和风、降雨、气温等实况的分析场以及超阈值报警提醒。

服务产品发布模块。支持重大活动保障服务产品的推送、查询。支持重大活动天气预报和气象服务专报同步推送，供决策者实时服务产品调阅。基于智能网格预报，实现活动地点或沿线未来 10 天任意时间段、任意时间分辨率、任意气象要素的精细化天气预报智能查询，实现决策用户的气象信息个性化定制。根据不同的产品配置不同的发布方案，指定产品的发布渠道及发布对象，实现分众式产品推送。

高影响天气分级防御报警模块。支持卫星云图、雷达回波等的三维动态演示；以活动地点为中心，根据距离划分重大活动的高影响天气监视区、警戒区、责任区，结合天气发展强度制定影响风险等级，进行分级响应，提供递进式气象服务保障。

## 3.8 气象灾害综合风险管理子系统

### 3.8.1 概述

#### 1. 采购标的需实现的功能或者目标

气象灾害综合风险管理子系统采用云+端部署模式，支持国产信创部署运行环境，数据层面依托大数据云平台，利用微服务、微前端等技术，建设包括风险评估模型算法、气象灾害风险预估和评估、气象灾害风险产品三维可视化。气象灾害风险评估和预估算法中心能够实现模型的统一管理、统一调度及运行监控，为实现灾害过程识别、评估、预估、灾害风险区划等提供算法，且能够实现模型算法的分类、新增、修改等功能。气象灾害风险评估包括历史灾情查询统计、实时灾害过程识别、灾害风险预估、灾害风险预警、灾害风险评估、灾害风险区划等。气象灾害风险预估利用数字气象台的网格化产品（短期、延

伸期)生成风险预估业务产品,具备气象灾害支撑数据录入、气象灾害监测识别、气象灾害影响评估、气象灾害风险预估、气象灾害风险产品制作和评估结果验证等功能,并提供数字网格化的产品。气象灾害风险产品三维可视化应用成熟的三维虚拟引擎技术、结合三维建模、三维渲染技术及灾害天气可视化粒子特效,在构建北京地区(山区和城市)底层三维地形基础上,叠加山区树木、草地、河道沟渠,城市河道水系,城市路网等三维模型,为各气象灾种影响评估演示及模拟反演提供三维基础场景。在空间分布上,通过虚拟技术手段构建了虚拟场空间,将气象数据通过虚拟天气粒子形式分布在空间场,在空间坐标转换算法基础上实现天气粒子与三维地形图一一对应关系,真实还原再现各灾情发生区域三维可视化效果。在虚拟三维引擎中通过渲染技术提升灾区三维场景及灾害天气模型的真实度,在三维建模、天气粒子物理属性配置结合模式算法基础上,实现气象灾害对灾区致灾影响的反演。在三维可视化气象灾害风险产品制作上可加工制作各灾种灾情影响预估、评估的三维模拟产品,以多种产品形式输出,通过开发丰富的终端接口可直接对接主流的终端展示设备,如大屏,移动设备,VR虚拟设备,数字沙盘,全息投影等,为各级业务部门提供防灾减灾决策提供有力产品保障。通过实现不同业务数据、功能、算法结果的有机融合,实现更加精准的灾情分析,生成更加丰富的灾情分析产品。通过气象灾害综合风险管理子系统的建设,建立气象灾害风险评估业务,对北京市气象防灾减灾精准性、时效性提供有力辅助支撑,提升气象防灾减灾服务能力。

系统主要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,并提供精准、丰富的气象灾害风险可视化产品,具有良好的可扩展机制,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。

### 3.8.2. 建设内容

基于中国气象局第三代气候预测模式产品(CMA-CPSv3)、美国国家环境预测中心第二代气候预测系统(CFSv2.0)等数值模式,结合北京市气象灾害综合风险普查致灾调查成果,建立适用于北京的气候预测模式产品订正模型,构建暴雨、干旱、高温、低温、雪灾的气象灾害过程识别模型及灾害风险评估模型,并在此基础上研发建设北京市气象灾害风险管理系统,实现气候预测模式产品订正、气象灾害事件风险预估、气象灾害风险预估产品制作、风险预估模型本地化定制等功能。

#### (1) 数据管理子系统开发

建立北京市气象灾害风险数据库,开发北京市气象灾害风险数据管理子系统,包括灾情信息采集上报、气象灾害数据资料采集、气候预测模式资料采集、数据管理等模块。灾

情信息采集上报包括北京市灾情资料的网络采集、人工填报；气象灾害数据采集模块包括气象灾害支撑数据获取、气象灾害支撑数据处理、气象实时监测数据采集处理；气候预测模式资料采集包括 CPSv3、CFSv2 等气候预测模式的采集与预处理；数据管理模块包括数据流程搭建、数据流程参数配置、数据流程调度、数据存储管理等。

本系统数据库的建设内容包括气象灾害基础数据库、气象防灾减灾数据库和气象灾害隐患数据库。

## (2) 算法管理子系统开发

建立中国气象局第三代气候预测模式产品（CMA-CPSv3）、美国国家环境预测中心第二代气候预测系统（CFSv2.0）等数值模式的订正模型，实现对气候模式中气温、降水等要素的客观化订正。

基于国家气候中心气象灾害客观化风险预估算法，结合北京市气象灾害综合风险普查致灾调查成果，建立北京市气象灾害风客观化险预估模型，开展模型率定。

建立算法管子系统，包括算法搭建、算法配置、算法管理、算法调度、流程监控等功能。

## (3) 在线分析与产品制作子系统开发

在线分析与产品制作子系统确保在统一的空间地理数据基础上，动态识别各类气象灾害高风险区域，并依托系统的可视化功能，形成北京市气象灾害动态风险“一张图”。

模块采用框架式设计、构件式开发方法。系统功能的更新或扩充采用更新微服务的方式来实现。在线分析与产品制作子系统由历史灾情查询统计、实时灾害过程识别、灾害风险预估、灾害风险预警、灾害风险评估、灾害风险区划共 6 个模块组成。其中历史灾情查询统计包括对历史气象灾害信息的查询与地图浏览及历年统计；气象灾害监测识别模块包括灾害过程监测、灾害信息展示、相似过程分析、影响范围分析和过程灾情分析；气象灾害影响评估模块包括气象灾害对各类承灾体的影响评估；气象灾害风险预估模块包括气象灾害危险性预估、气象灾害风险预估和气象灾害对各类承灾体的影响预估；气象灾害风险产品制作模块包括自动化产品制作、人机交互产品制作。

应用成熟的三维虚拟引擎技术、结合三维建模、三维渲染及灾害天气可视化粒子特效等技术将各灾种气象灾害风险预估、灾害影响评估、气象灾害事件反演等制作成生动、更具形象化的三维可视化产品，实现不同业务数据、功能、算法结果的有机融合，实现更加精准的灾情分析，生成更加丰富的灾情分析产品。

气象灾害风险产品三维可视化制作在构建北京地区（山区和城市）三维底层地形基础上，叠加了山区树木、草地、河道沟渠，城市河道水系，城市路网等三维模型。



应用三维虚拟引擎技术，通过对各灾种致灾因子数据加工处理手段提取特征数据，借助粒子特效真实还原再现各灾种致灾因子灾害演变三维可视化效果。

在各灾种灾区三维场景模拟再现上，应用三维建模技术构建了灾情热点区三维全景模拟，在三维引擎中通过渲染技术提升了模型的真实度。在三维建模、天气粒子物理属性配置结合模式算法基础上，实现了气象灾害对灾区致灾事件的反演。比如暴雨对山区河道及城市路网淹没灾情，通过粒子特效及降水粒子物理碰撞属性结合，在三维虚拟引擎中可真实模拟不同降水量对不同三维场景环境淹没影响程度，为防灾减灾提供了表现丰富的参考依据。

在三维可视化气象灾害风险产品制作上，可加工制作各灾种灾情预估、评估及灾情影响预估、评估的三维模拟产品，以多种产品形式输出，通过开发丰富的终端接口可直接对接主流的终端展示设备，如大屏，移动设备，VR 虚拟设备，数字沙盘，全息投影等，为各级业务部门提供防灾减灾决策提供有力产品保障。

### 3.8.3 技术指标要求

参考最新《全国气象灾害综合风险普查技术规范》，研发暴雨、高温、低温、干旱、雪灾等灾种灾害风险评估模型。根据气象业务需要制作暴雨、高温、低温、干旱、雪灾等灾种灾害风险评估图文产品，空间分辨率达到区县级。

各灾种气象灾害风险区划图展示时间小于 2 秒。

系统响应时间 $\leq 3$  秒，并发用户 $\geq 100$ 。

风险预估结果需经过业务验证及调优，基于实况的中高风险区与灾情数据落点匹配率达 60%以上。

### 3.9 性能与安全

非功能性指标：

系统建设过程和建成后，将加强安全防护，按照相关等保要求进行测评，并确保系统在安全通信网络、安全管理等方面不存在风险问题；

数据接口：接口平均响应时间低于 1s；

稳定性：系统有效工作时间要求 $\geq 99\%$ ；

可用性：具备可用性，能满足实际应用需求，便于操作；

扩展性：采用模块化设计，使系统有良好的可扩充性；

业务请求量：并发量 100、日访问量 500、峰值预报预警产品制作和发布关键节点；

可维护性：可提供相关技术文档、操作说明等；

安全性：保障网络安全、应用安全、数据加密、访问控制、安全审计等，符合等保要求。

## 4 精细化多端服务平台（智慧气象服务管家）

### 4.1 系统概述

精细化多端气象服务平台（智慧气象服务管家）是整合北京市气象局现有公共气象服务资源，以“+气象”的融入式服务理念为牵引，以“数据融合、技术融合、系统融合、机制融合”为核心目标，运用大数据、云计算、区块链、人工智能等前沿技术推动气象服务的智慧升级，大幅度提升气象三维实况、影响预报、风险预警、气候可行性评估、环境气象条件评估等数字化气象产品行业融入度和数字化服务能力，实现城市精细化管理的不同区域和不同领域需求精准匹配定制化气象服务、公众出行需求匹配按需推送的个性化气象服务，为智慧气象保障城市精细化管理提供科技支撑，全面保障首都韧性城市安全运行、经济社会发展和人民生命财产安全。

### 4.2 建设内容

精细化多端气象服务平台（智慧气象服务管家）主要由公众气象服务、城市运行服务、气候可行性论证服务、环境气象评估服务四个子系统组成。

公众气象服务子系统对内业务为智能化业务平台建设，对外将搭建智能终端气象服务云平台，构建“云+端”的公众气象服务新发展模式，实现面向公众开展气象服务及相关信息产品过程中的指挥、策化、采集、编辑、发布、评估全业务流程的综合一体化业务体系。

城市运行服务子系统依托气象大数据云平台，建设标准化气象服务接口子系统和场景化气象服务保障子系统，为行业用户提供基于 restful 的标准化气象数据服务、符合 OGC 标准的气象地图服务和气象模块插件式服务，同时根据用户不同场景化气象服务需求，提供基于 PC 端、大屏端和移动端的多端气象服务，打造多元“行业+气象”数字化应用场景，提升城市面对突发、极端气象风险应急服务能力，助力韧性城市建设。

气候可行性论证服务子系统包括国土空间规划气候论证指标计算、重大工程建设气候论证指标计算、重大活动场所精细风环境模拟评估、重大活动场所精细热环境模拟评估、重大活动场所其他要素评估、工程气象参数计算分析、城市排水防涝参数计算分析、重现期气象参数计算分析、设计基准参数计算分析、气候论证结果适用分析、气候论证产

品可视化展示与管理等功能模块。

环境气象评估服务子系统主要包括环境气象数据库模块、环境气象条件分析模块、源解析模拟模块和环境气象评估交互模块。实现北京地区范围内任意点位、区域的细颗粒物及臭氧传输污染物定量化评估，提高第三方评估业务的自动化和智能化水平，满足时效性要求。

## 4.2.1 公众气象服务子系统

### 4.2.1.1 概述

公众气象服务系统作为支撑北京市气象局面向公众开展气象服务及相关信息产品过程中的指挥、策划、采集、编辑、发布、评估全业务流程的综合一体化系统，形成“统一指挥、集约策划、多元采集、集中共享、分类加工、全媒传播、科学评价、资源优化、联通内外、移动办公”的业务新格局。该系统对内建设智能化业务平台，对外将搭建以移动端智能设备为主的气象服务接入能力平台，既“智能终端气象服务云平台”，构建“云+端”的公众气象服务新发展模式。

按照公众气象服务系统的规划要求，将开展业务端和服务端两个部分的业务系统建设。在业务端搭建包含影视、新媒体业务的多媒体智能化业务系统，实现公众气象服务能力的全面提升；在服务端建设智能终端气象服务云平台。

### 4.2.1.2 公众气象服务智能化业务平台

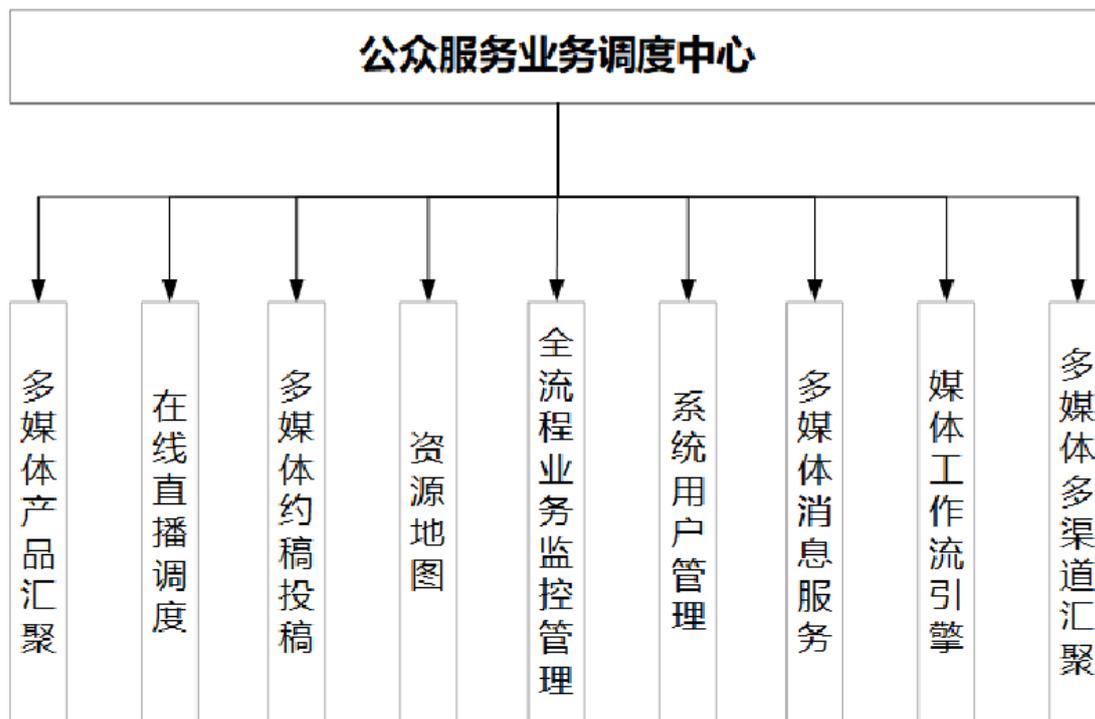
为满足民生气象服务的在线化、便捷化，形成个性化、定制化、可视化的气象服务深度融合，提升公众气象服务智能化业务能力十分必要。通过平台建设，一是实现面向大城市支撑精细化多媒体产品加工应用发布服务，打通多媒体服务的全流程生产加工可视化（影视、专业台、服务中心），实现资源共享共用，平台互联互通；利用多媒体产品智慧生产扁平化、采编协同化及一体化的生产加工流程，实现精细化产品和服务的多种生产、多元传播业务模式，满足信息化“顶层设计、统一标准、统一接口”的要求。二是打造气象服务生态圈支撑能力，建成面向公众提供基本信息服务和具有创新创业支持能力的公众气象服务智能化业务平台，初步形成气象服务生态环境支撑能力。

公众气象服务智能化业务平台功能可分为公众服务业务调度中心、气象大数据分析 with 策划、多媒体内容智能编审功能、AR\VR 科普产品制作、多媒体服务智能发布、公众气象服务质量评价等。气象科普产品不在此次采购范围。依托气象大数据平台的基础资源建设

公众气象服务系统，两者无缝衔接，业务一体，相辅相成。通过气象大数据分析与策划开展集约化业务生产，完备的组织管理流程引擎贯穿整个业务流程，为前端多元发布提供全业务支撑。

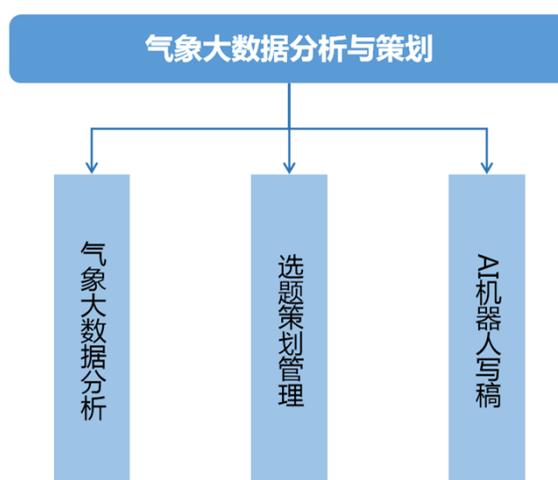
### (1) 公众服务业务调度中心

公众服务业务调度中心共有 9 个功能模块，如下图所示：



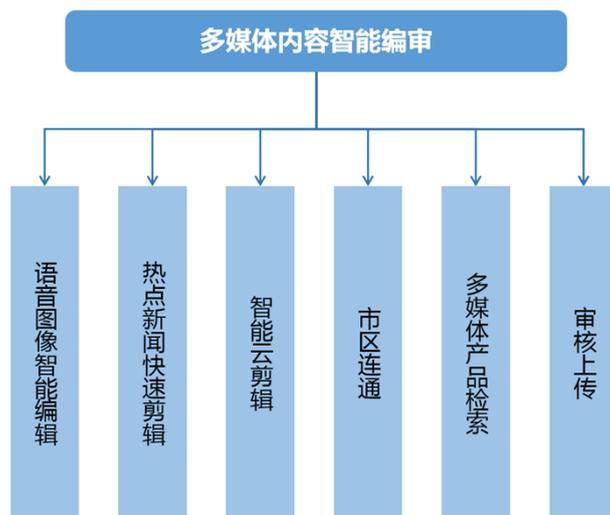
### (2) 气象大数据分析与策划

气象大数据分析与策划分为 3 个功能模块，如下图所示：



### (3) 多媒体内容智能编审功能

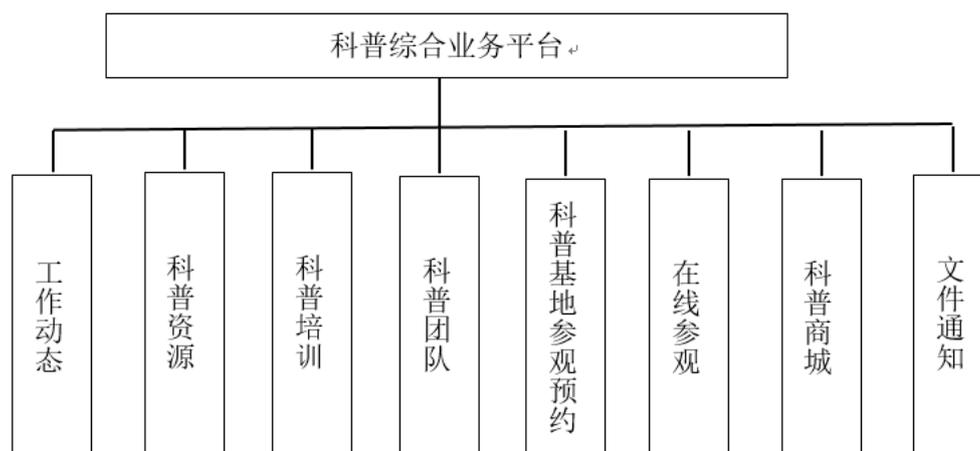
多媒体内容智能编审功能分为 6 个子模块，如下图所示：



#### (4) AR\VR 科普产品制作

AR\VR 科普产品制作包括科普综合业务平台、三维搭建、材质制作、动画设计、特效制作、蓝图控制等 6 个部分。

科普综合业务平台又分为以下几个部分：



#### (5) 气象科普系统

极端灾害性天气深度科普教育系统包括数字沙盘灾害性天气推演系统、沉浸式风暴体验系统、知识互动答题系统。

数字沙盘灾害性天气推演系统基于北京地形、水系、极端天气降水过程数据等信息进行 3D 建模，系统中会对大雾灾害性天气 3D 数字化建模、沙尘暴灾害性天气 3D 数字化建模、水循环 3D 数字化建模、北京区域水系流域 3D 数字化建模、洪涝灾害性天气 3D 数字化建模、泥石流灾害性天气 3D 数字化建模、暴雨灾害性天气 3D 数字化建模、台风灾害性天气 3D 数字化建模、雷电灾害性天气 3D 数字化建模、龙卷风灾害性天气 3D 数字化建模，基本包含了大部分的灾害性天气系统。模型建立后，通过导入基础观测数据，可以对极端灾

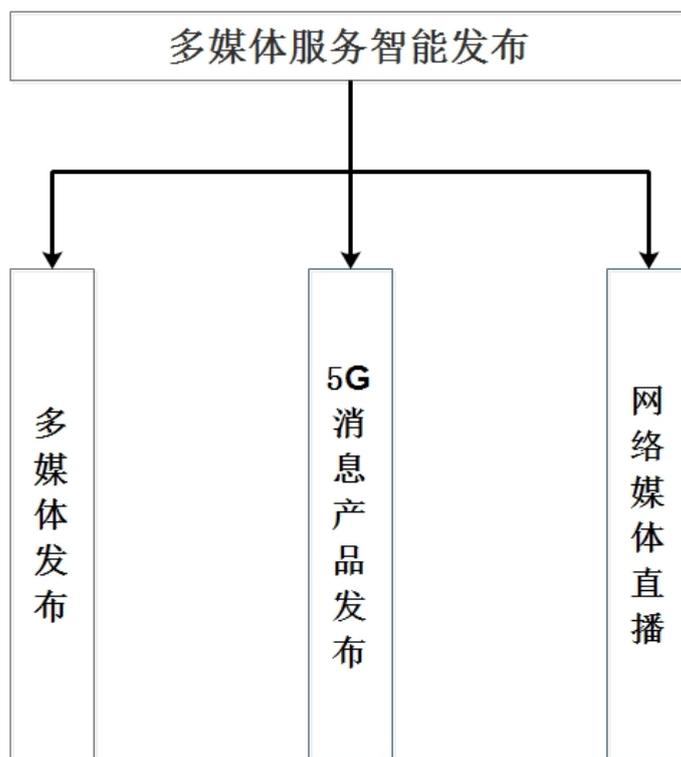
害性天气过程，进行推演，对可能产生的灾害进行重现。也可以通过导入虚拟数据，比如设定不同等级的降水数据，来演示在该种等级下可能产生的气象灾害。

开发沉浸式风暴主题体验系统，通过全息投影技术，声光电虚拟场景的方式，实现对台风等灾害性天气的真实重现，使人有身临其境之感。同时开发一些知识互动答题系统，作为科普教育系统的辅助。

知识互动答题系统，开发设计气象灾害知识题库，答题以闯关游戏的方式呈现，提高系统的互动性，同时系统分类设计历史极端灾害性天气案例，呈现极端天气下的各类气象要素情况，让公众可以查询到自己好奇的、最想知道的极端天气，且系统会对这些极端天气做出分析，提出灾害预警及如何避险的知识，让人们更深入地了解自然灾害。

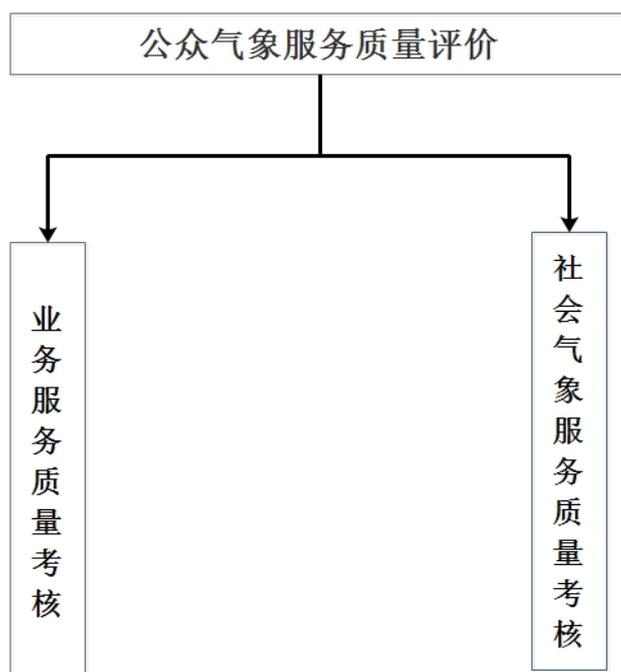
#### (6) 多媒体服务智能发布功能

多媒体服务智能发布分为三个子模块，如下图所示：



#### (7) 公众气象服务质量评价功能

公众气象服务质量评价分为 2 个子功能模块，如下图所示：



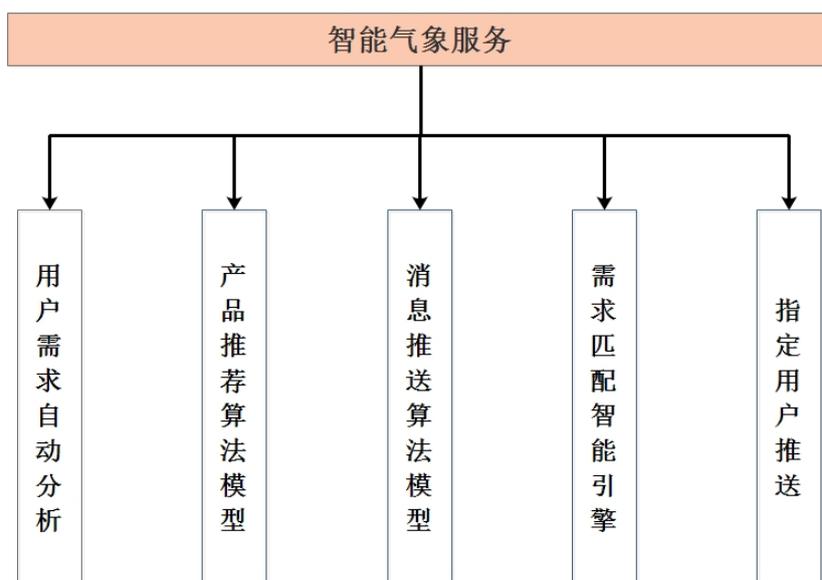
#### 4.2.1.3 智能终端气象服务云平台

目前公众气象服务的制作水平和自动化程度得到了较大提升，但是在面向以移动互联网和人工智能技术为代表的智能手机、车载智能终端、智能穿戴设备、智能家居等多种改变人生活方式的移动智能终端的气象服务接入能力还存在不小的差距。智能终端气象服务云平台是基于移动互联网的智能气象服务终端，以“云+端”为技术框架，实现“云上部署，多端应用”的协调发展模式。充分利用物联网、5G通信和人工智能等新技术，不仅让气象服务实现按需推送，还将根据用户需求提供定制化和个性化的气象服务。

智能终端气象服务云平台由四部分组成，分别为智能气象服务、云上气象服务、移动智能终端和系统管理。主要是构建多种移动智能终端的气象服务接入和供给的技术能力，实现根据用户需求的定制化气象服务功能，满足用户的基于个性化应用场景、需求的智能感知以及精准靶向发布的气象服务需求。

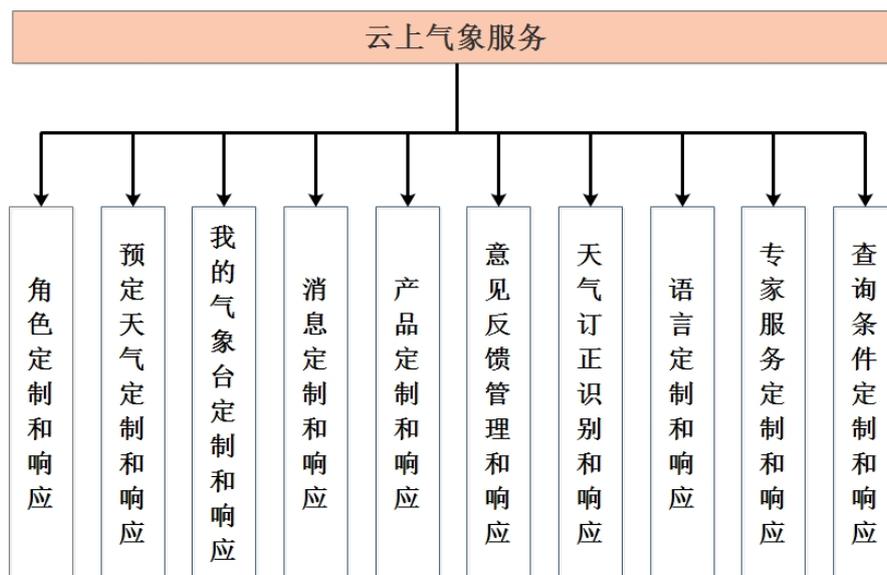
##### (1) 智能气象服务

智能气象服务是支持“智能终端气象服务云平台”开展多种智能终端的核心算法模型，应用大数据、云计算、5G通信和AI技术进行用户画像分析、个性化推荐的实现和按需推送的技术实现。共分为5个关键部分，如下图所示：



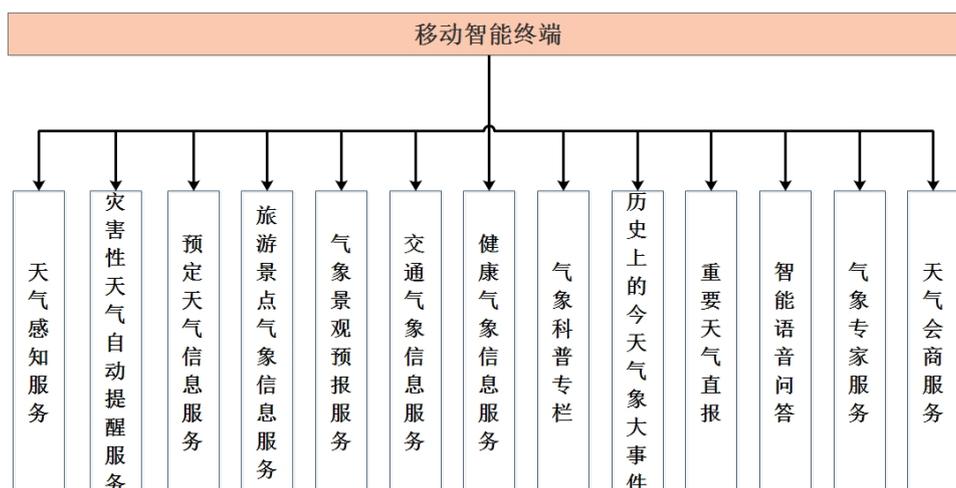
### (2) 云上气象服务

云上气象服务功能是部署在云端的气象服务接入接口，提供不同智能移动终端的气象服务定制和响应。该功能主要由 10 个子功能模块构成，如下图所示：



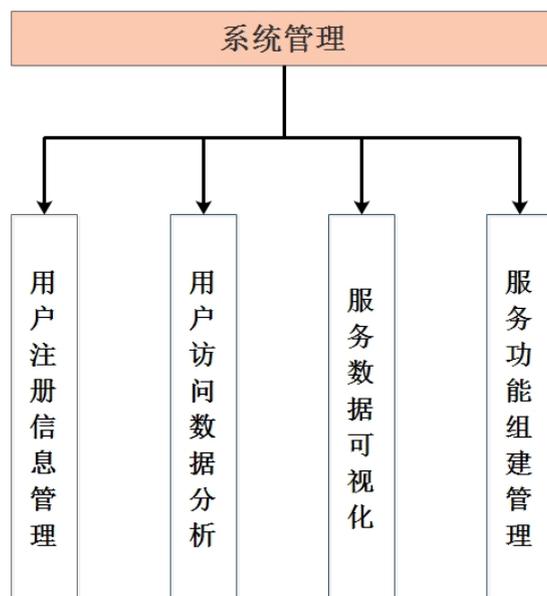
### (3) 移动智能终端

移动智能终端是为智能手机、智能可穿戴设备、车载智能终端、移动智能显示设备、智能家居等多种移动终端提供定制化气象服务，不同的智能终端根据各自的特点接入“云上气象服务”接口，获取所需的服务，再根据智能移动终端特点进行个性化二次开发。移动智能终端将提供多种个性化开发的功能板块供用户自由选择，如下图所示：



#### (4) 系统管理

系统管理是实现整个智能终端气象服务云平台系统的用户数据管理和分析功能，共分为4个子功能模块，如下图所示：



### 4.2.2 城市运行服务子系统

#### 4.2.2.1 概述

北京地区是全国政治中心、文化中心、国际交往中心、科技创新中心，作为能源输入型和交通密集型大城市，城市交通、水务、城管、能源、旅游等城市运行关键行业对气象服务提出极高要求，各行各业基于各自行业特性对于气象服务的关注点和需求程度各异。随着各行业智慧管理能力的提升，对气象服务内容、方式、手段等方面也提出新的需求。因此，针对行业用户，需要深挖行业气象服务需求，提升行业气象服务需求的感知力，基于大数据创新气象服务产品，构建细分场景、智能感知的分行业、分领域、分用户的气象

服务体系。将行业大数据融合应用，实现了气象精准服务和“靶向发布”，为行业用户提供针对性更强，融入性更深的专业气象服务。

城市运行气象服务子系统主要满足城市运行各部门智能管理和科学调度的气象服务需求，依托气象大数据云平台，将十三五行业平台制作的气象产品以数据接口、服务插件和多端场景化气象服务系统等多种方式提供给用户。本系统主要包括两个子系统：标准化气象服务接口子系统和场景化气象服务保障子系统。接口子系统为行业用户提供基于 restful 的标准化气象数据服务、符合 OGC 标准的气象地图服务和气象模块插件式服务。保障分系统满足用户不同场景化气象服务需求，为用户提供基于 PC 端、大屏端和移动端的多端气象服务。

通过系统建设，将气象信息深度融合到城市内涝应急防汛、能源智慧调度和精准预测、电力设备保安全、交通保通畅等各行业不同业务场景保障服务中，打造多元“行业+气象”数字化应用场景，提升城市面对突发、极端气象风险应急服务能力，助力韧性城市建设；通过多端城市运行数字化气象服务平台中气象服务信息的及时互通、精准预警，实现决策部门精准靶向调度和一线作业人员科学应急处置，促进气象赋能城市精细化管理和应急管理体系。

#### 4.2.2.2 标准化气象服务接口

依托全局统一建设的北京气象云平台和大数据管理平台，开发标准化接口，为行业用户提供数据产品服务、气象地图服务和模块化的气象插件调用服务。满足用户对气象产品稳定、安全、标准化、可溯源的需求，提高气象服务效率。

##### （1）数据产品服务

根据用户请求，提供气象数据 API 接口服务，用户可根据需求获取北京地区任意区域内的任意时段的雷达监测产品、智能网格预报接口产品、卫星云图产品、预报预警数据等功能。

##### （2）气象地图服务

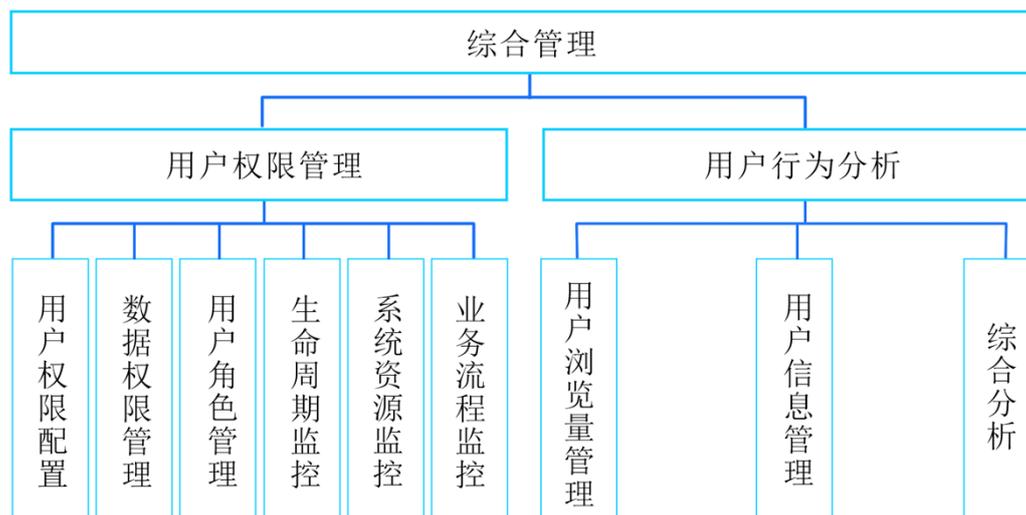
基于 GIS 技术开展气象服务工作，实现气象服务与互联网的融合，将相关行业的地理信息数据与气象数据进行叠加处理，针对不同用户提供精细化专业化的气象服务产品。

##### （3）模块插件式服务

利用计算机网络技术、GIS 技术、大数据技术、人工智能技术等先进的软件开发技术，将网站开发、系统开发、平台建设和气象实况产品、预报产品、预警产品、统计产品

进行融合处理，开发成一组可引用的组件产品，组件都使用同一标准，组件之间任意组合，用户通过请求，可一个或多个组件，结合简单的界面开发就可以形成一套全新的应用平台或系统，不需要进行数据处理和展示模块的开发。

#### (4) 综合管理



对标准化气象服务接口子系统进行管理，包括用户权限管理、系统运行监控和用户行为分析。

#### 4.2.2.3 场景化气象服务保障

统筹利用人工智能、大数据、互联网、移动互联等信息化技术手段，依托北京市气象局大数据云平台，面向行业用户，构建开放的分布式气象服务保障子系统。系统采用微服务架构，围绕着气象服务行业这个业务特点，独立开发多种服务产品模块，在产品模块中使用面向对象的服务构架，使各类服务产品模块化，以实现部署、管理和服务功能交付的简便快捷。

为了实现更加快速开发、部署和管理，系统同时采用 B/S 架构，实现模块化管理，各模块可自由拖拽和复制，快速完成系统和平台的搭建。

系统包括五个模块：天气实况监测、精细化预报预警、行业专项服务、场景化配置和多端适配。根据行业用户不同场景需求，实现系统功能、产品、样式的快速配置，为行业用户提供场景化的气象服务保障系统开发服务。

##### (1) 天气实况监测

提供北京地区国家级地面气象观测站和区域自动气象站监测数据图形和表格多种方式的展示功能，

提供实时雷达监测数据，可直接显示雷达回波拼图。

提供实时卫星云图展示功能。

提供融合格点实况多种展示。

支持系统所有产品的统计查询。

提供行业气象风险点展示

## (2) 精细化预报预警

提供北京地区逐 10 分钟更新未来 6 小时短临预报、逐小时更新未来 24 小时预报、逐 3 小时更新未来 3 天短期预报、未来 10 天逐 3 小时中期预报、未来 15 天逐日延伸期预报展示方式。

建设“危险天气控制面板”，用户根据需求设置提取危险天气数据的原则。用户通过该控制面板，根据此原则和后台的参数设置，可自动提取用户关注区的危险天气数据。

根据行业用户需求，提供分区域、预警类别、预警级别等定制服务，如大风、暴雨、冰雹、高温、寒潮、大雪、大雾、道路结冰等灾害性天气预警服务。

## (3) 行业专项服务

根据行业特点，为各类行业用户提供专项气象服务，包括风险等级预报、重要天气预警、次生灾害预警、天气焦点分析、各种气象指数、专题报告等产品的集约化制作模块，中心开发人员可根据用户的需求，自由选择相关的专项服务模块进行复制或拖拽操作，将行业服务内容整合到用户的业务系统或平台上，减少开发的难度，提高工作效率。

## (4) 场景化配置

后台根据行业用户的属性、行业规则及用户关注点，自动生成个性化和定制化的服务支撑系统或平台，提供风格设计配置等功能。

## (5) 多端适配

基于微服务的模块化的服务支撑系统，利用现代计算机技术、WEBGIS 技术、人工智能技术以及云计算分析技术，能根据用户需求，快速完成 PC 端、大屏端和移动端的业务系统、预警系统、监测系统或平台的搭建和优化。

# 4.2.3 气候可行性论证服务子系统

## 4.2.3.1 概述

城市气候是城市中人类活动影响局地小气候的明显表现，对与气候条件密切相关的规划和建设进行气候适宜性、风险性以及可能对局地气候产生影响的分析、评估活动称为气候可行性论证。近年来，北京市气象局积极对接政府及城市规划、自然资源等部门需求，



形成了集气候评估、多尺度数值模拟、基于 GIS 的通风和热环境计算分析等功能于一体的城市气候环境评估技术，服务于北京城市总体规划、雄安新区规划、北京城市副中心规划以及天安门和奥体等区域的重大活动举办气候分析和评估，有效发挥了气候信息支撑作用。目前还没有针对气候适宜性、气候风险性分析评估所用的系统平台，随着不同尺度国土空间规划和重大工程建设气候评估以及重大活动场所精细气候模拟工作需求量增加，加之要求的精细化程度提高，特别是对气候风险性和气候可行性评估的重要性认识进一步加深，当前主要依靠人工的多源数据处理、人工计算分析和人工出图的工作模式已无法满足业务和服务需求，迫切需建设针对城市气候独有特点的气候可行性论证服务系统，以大幅提升北京市气象局气候可行性论证服务水平及规范性，有效提高业务工作效率和自动化水平，形成流程化、标准化的业务服务新模式。

拟建设的气候可行性论证服务系统主要包括国土空间规划气候论证指标计算、重大工程建设气候论证指标计算、重大活动场所精细风环境模拟评估、重大活动场所精细热环境模拟评估、重大活动场所其他要素评估、工程气象参数计算分析、城市排水防涝参数计算分析、重现期气象参数计算分析、设计基准参数计算分析、气候论证结果适用分析、气候论证产品可视化展示与管理等 11 个功能模块。气候可行性论证服务子系统功能结构图见下图所示，该系统为新建类系统，部署于北京市气象局机房，在北京市气象局业务内网运行，采用云+端部署模式，支持国产信创部署运行环境，数据层面依托大数据云平台。系统建设过程和建成后，将加强安全防护，按照相关等保要求进行等保，并确保系统在安全通信网络、安全管理等方面不存在风险问题。系统建成运行响应时间 $\leq 2$ 秒，并发用户 $\geq 50$ ，同时具备良好的可扩展性，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与可移植性。

#### 4.2.3.2 国土空间规划气候论证指标计算模块

实现不同层级国土空间规划中涉及的局地气候环境影响评价指标的计算与评估结果生成，通过系统建设，满足国土空间规划数据快速加工处理、评估指标客观、流程化计算、图形快速、统一绘制等功能，满足大批量不同分区和不同街区国土空间规划气候可行性论证的业务需求。国土空间规划气候论证指标计算功能包括城镇空间规划气候论证指标计算、生态空间规划气候论证指标计算和农业空间规划气候论证指标计算。

#### 4.2.3.3 重大工程建设气候论证指标计算模块

针对重大工程建设气候可行性论证业务需求，按照重大建筑、公铁路、桥梁、地铁、

水利与电力工程等进行分类，实现不同类别重大工程气候论证指标自动筛选、数据快速处理、方法智能嵌入、指标客观计算、结果快速生成、论证结果科学检验等功能。重大工程建设气候论证指标计算功能包括建筑工程气候论证指标计算、交通工程气候论证指标计算和城市基础设施工程气候论证指标计算。

#### 4.2.3.4 重大活动场所精细风环境模拟评估模块

采用计算流体力学（CFD）技术，考虑建筑外形、建筑布局、街道走向等因素，实现三维建筑模型导入、渐变网格划分、初始条件设置等前处理功能，针对大型活动举办涉及的重点地区（例如天安门、国家体育场等）开展精细化风环境模拟，获得大型活动举办地不同高度、不同位置米量级近地面风场的模拟评估，并绘制相应的不同高度空间分布图和剖面图。重大活动场所精细风环境模拟评估功能包括风环境模拟模型构建、风环境模拟对比分析、风环境精细评估、风环境决策服务等功能。

#### 4.2.3.5 重大活动场所精细热环境模拟评估模块

采用 CFD 技术，考虑建筑外形、建筑布局、街道走向以及下垫面用地类型等因素，实现三维模型及下垫面信息导入、渐变网格划分、初始条件设置等前处理功能，针对大型活动举办涉及的重点地区开展精细化热环境模拟，获得大型活动举办地不同高度、不同位置米量级近地面温度场的模拟结果，并绘制相应的不同高度空间分布图和剖面图。重大活动场所精细热环境模拟评估功能包括热环境模拟模型构建、热环境模拟对比分析、热环境精细评估、热环境决策服务等功能。

#### 4.2.3.6 重大活动场所其他要素评估模块

针对重大活动场所除了开展风环境和热环境精细模拟评估外，还针对其他要素，比如气候舒适度等影响活动顺利举办的其他要素开展精细评估，生成任意时段所关注要素的评估产品。重大活动场所其他要素评估功能主要包括舒适度等要素模拟模型构建、舒适度等要素模拟对比分析、舒适度等要素精细评估和舒适度等气候要素决策服务等功能。

#### 4.2.3.7 工程气象参数计算分析模块

实现与城市气候服务密切相关的供暖通风参数、建筑节能参数、建筑采光日照参数、人体舒适参数、抗风参数等的快速计算、生成、查询与显示。工程气象参数计算分析主要

包括暖通气象参数计算分析、建筑节能气象参数计算分析和抗风参数计算分析等功能。

#### 4.2.3.8 城市排水防涝参数计算模块

用于短历时暴雨雨型相关计算分析，实现与城市气候服务密切相关的降水场次划分、降水强度计算、暴雨公式、雨型分析、年径流量控制率等的快速计算、生成、查询与显示。城市排水防涝参数计算主要包括降水场次划分、降水强度计算、暴雨强度公式编制、雨型分析和年径流量控制率计算等功能。

#### 4.2.3.9 重现期气象参数计算分析模块

利用极值分析方法，如极值 I 型（Gumbel）和 P-III 型分布，实现与城市气候服务密切相关的重现期风速、重现期温度、重现期降水、重现期雪深等的快速计算、生成、查询与显示。重现期气象参数计算分析主要包括重现期风速计算分析、重现期温度计算分析、重现期降水计算分析和重现期雪深雪压计算分析等功能。

#### 4.2.3.10 设计基准参数计算分析模块

实现与城市气候服务密切相关的设计基准风、设计基准气压、设计基准高温、设计基准雪压等的快速计算、生成、查询与显示。设计基准参数计算分析主要包括设计基准高温与低温计算分析、设计基准风计算分析、设计基准雪压计算分析和设计基准气压计算分析等功能。

#### 4.2.3.11 气候论证结果适用分析模块

实现基于所用数据资料、论证对象以及指标与参数计算结果的气候可行性论证适用范围、适用领域以及论证结果的查询和检索功能，保证气候论证结果的客观、真实、有效。气候论证结果适用分析主要包括所用数据资料适用分析、论证对象适用分析和论证指标和参数适用分析等功能。

#### 4.2.3.12 气候论证产品可视化展示与管理模块

基于 Office 组件编程技术、Echart 数据可视化技术、智能文字分析技术等实现上述气候可行性论证服务产品的图形展示、交互处理、服务产品分发和服务产品管理等功能。气候论证产品可视化展示与管理主要包括气候论证服务产品图形展示、气候论证服务产品

交互处理、气候论证服务产品分发和气候论证服务产品管理等功能。

## 4.2.4 环境气象评估服务子系统

### 4.2.4.1 概述

随着京津冀区域大气污染联防联控措施的实施，京津冀地区  $PM_{2.5}$  浓度较 2013 年明显下降，减排取得明显效果。然而，以臭氧为代表的光化学污染物浓度却出现了明显的上升，特别是在夏季。北京市气象局按照市领导要求开展第三方评估业务，并根据中国气象局批复建立第三方评估小组，小组撰写的《北京地区环境气象条件分析》等系列报告上报北京市政府和中國气象局，得到了市委市政府以及中国气象局主要领导的批示和肯定。在第三方独立评估小组在工作中发现，新的评估技术有待进一步研发，新的评估内容也有待增加，评估流程的智能化程度也亟待提高，这在一定程度上影响了独立第三方评估小组的工作。目前现有业务仍无法开展自动化智能化程度较高的区域协同评估，无法对北京地区范围内任意点位、区域或行政区进行细颗粒物和臭氧的气象条件影响评估，尤其是不同地点以及不同时段精细化 and 定量化评估能力仍较为欠缺。智能化、自动化水平较低，部分工作仍依靠人工统计，缺乏系统性的业务系统支撑，评估报告撰写周期较长与决策服务时效需求之间的矛盾不断增大，亟需建设一套高效的业务系统。

拟建设的环境气象评估服务系统主要包括环境气象数据库模块、环境气象条件分析模块、源解析模拟模块和环境气象评估交互模块。实现北京地区范围内任意点位、区域的细颗粒物及臭氧传输污染物定量化评估，提高第三方评估业务的自动化和智能化水平，满足时效性要求。

### 4.2.4.2 环境气象数据库模块

环境气象数据库模块收集多种与环境气象条件评估有关的数据并整理形成数据集，其中包括生态环境部发布的站点、城市空气质量实况数据，China High Air Pollutants (CHAP) 数据集、中国气象局数值模式（GRAPES 模式）历史预报数据、最新的精细化源排放数据、环境气象指数数据集和源解析数据集。上述数据集均为网格化数据，但空间和时间分辨率上存在一定的差异，首先通过一定的算法处理将上述数据集均在统一网格下进行相应的处理得到原始能够用于评估的基础数据集。

#### 4.2.4.3 环境气象分析模块

综合利用多种环境气象相关的气象数据，通过各种常规的计算方法得到气象条件的相关信息，形成包括边界层高度、静稳指数、环境容量和 EMI 等在内的环境气象指数数据集。

通过环境气象指数衍生的气象条件在空气质量变化中的占比贡献程度，综合分析不同时段的大气扩散条件，不同雾霾天气的扩散条件差异，相似雾霾过程的对比分析等功能。

#### 4.2.4.4 源解析模拟模块

利用最新的精细化源排放数据，基于 CMAx 源解析模式运行指定时段的京津冀区域内网格化模拟，通过融合中国历史细颗粒物和臭氧同化资料、GRAPES 数值预报产品、智能网格预报产品等多时间尺度模式预测资料建设的软件业务系统，利用环境气象指数和 CHAP 数据集，形成细颗粒物及臭氧传输污染物定量化评估，以及评估气象条件对细颗粒物和臭氧的影响程度及区域输送分析。

通过定时运行源解析模拟，积累长时间序列的历史源解析数据集，实现历史任意时段北京地区格点间互相输送影响以及各格点的行业贡献定量化分析，最终建成时间精准、空间精准、行业精准的靶向减排评估模块。

#### 4.2.4.5 环境气象评估交互模块

源解析模块的交互功能实现不同时间、不同时段对比的任意点、区域以及不同行业细颗粒物和臭氧的区域输送和行业贡献区别查询和统一可视化。

环境气象数据查询和以图表、地图、折线图等形式的可视化，从不同时段、历史相似时段、多时段、多站点、多区的对比，此外包括多站点（城市）均值、最大值、最小值、百分位值等计算方式。

环境气象指数交互查询及其可视化，能够计算不同时段的不同站点或不同格点的均值、最大值、最小值、百分位值；可视化各类环境气象评估数据。

增加定时任务功能，定时实现环境气象指数模拟、源解析模式模拟，不同数据集的定时入库等功能。根据上述功能提供的结果，提升智能化水平，自动化智能化提供固定时间段（月、季、年、雾霾过程等时间尺度）的气象条件影响占比的分析报告及其网页可视化等内容。

## 4.2.5 性能与安全

非功能性指标：

系统建设过程和建成后，将加强安全防护，按照相关等保要求进行测评，并确保系统在安全通信网络、安全管理等方面不存在风险问题；

数据接口：接口平均响应时间低于 1s；

稳定性：系统有效工作时间要求 $\geq 95\%$ ；

可用性：具备可用性，能满足实际应用需求，便于操作；

扩展性：采用模块化设计，使系统有良好的可扩充性；

可维护性：可提供相关技术文档、操作说明等；

安全性：保障网络安全、应用安全、数据加密、访问控制、安全审计等，符合等保要求。

## 5 重大活动气象保障指挥综合平台

### 5.1 概述

重大活动气象保障指挥综合平台重点实现以下几大核心能力建设：

(1) 全面提升信息集成能力。以实况监测数据、历史数据、数值预报模式产品、气候预测产品、定时定点预报预测产品、专项气象服务产品以及历年重大活动服务方案、历史同期预报检验结果等为基础，通过信息集成技术，在最短时间内为决策者提供最有效的信息，从而提升决策调度指挥能力。

(2) 重点实现多源信息的发布共享。根据各项气象保障任务预定义的时间节点和条件规则，实时展示所有任务执行的情况，具体包括执行数据汇总、应急提醒和查询统计等。

(3) 优化场景定制化服务能力。保障任务类型多样，需要针对性开展重大活动保障工作，不同的保障任务涉及到的重点服务地点和区域也有很大差别，因此，需要优化场景的定制化服务能力。支持一键式配置和管理。

### 5.2 建设内容

重大活动气象保障指挥综合平台由指挥一张图子系统、指挥管理子系统、气象数据可视化支撑子系统、基于 GIS 与位置服务支撑子系统组成。

#### 5.2.1 指挥一张图子系统

以空间分析技术、信息智能关联汇总技术、异构数据整合与共享等技术为支撑，突出



各种信息全面汇聚、快速展现、上传下达、专题研判、指挥调度和辅助决策等支撑能力，建立反应灵敏、协同联动、高效调度、科学决策的指挥一张图。

### 5.2.1.1 基于影响的智能提醒

包括信息集成处理、智能提醒算法、算法评估检验和智能提醒算法 API 接口四个模块。信息集成处理为智能提醒算法提供输入数据，智能提醒算法实现功能主体，算法评估检验提供对算法检验的结果，智能提醒算法 API 接口则将算法封装成服务。支持多场景的同时在线提醒，包括天安门、国家体育场、怀柔国际会都、城市副中心等关键区域。

#### ①信息集成处理

以活动地点为中心，根据距离划分重点服务区，集成基于实况的灾害自动判识产品、基于预报的风险自动判识产品、基于服务的对象自动提取产品、基于气候预测的延伸期产品、基于重大活动的气象影响因子和基于同期过程的预报经验，通过文本提取、图像识别等多种深度学习技术，自动生成基于影响的重点服务关注信息。

#### ②智能提醒算法

通过自动识别信息、发现数据之间的关联和模式等来实时或近实时地处理数据并生成提醒，并自动调整提醒策略。帮助决策者更好地应对各种应急保障任务，提供及时、准确和有意义的提醒和建议。

#### ③算法评估检验

算法评估检验的功能主要体现在对算法的性能和效果进行量化和评估。通过对算法在不同数据集上的表现进行对比和分析，可以检验算法的准确性、效率、鲁棒性和可解释性等方面的表现，从而评估算法的优劣和适用场景。此外，算法评估检验还可以用于验证算法的有效性和可靠性，为算法的改进和优化提供依据

#### ④智能提醒算法 API 接口

参照气象大数据智能管理平台中的接口服务规范，提供标准化的接口，使得不同的算法或数据之间可以进行交互和通信。通过定义清晰的接口规范，算法 API 能够允许开发者调用各种算法或服务，实现数据处理、机器学习模型推理、数据可视化等任务，提高开发效率和数据处理能力。

### 5.2.1.2 现场综合态势感知

#### ①态势数据处理

包括对多源、多态、多维和多时态的气象态势数据进行分析、处理和融合，提取有用

的信息，生成态势图，并基于态势图进行决策支持和辅助。具体来说，态势数据处理通过对各种传感器数据进行采集、格式化、关联和融合等处理，生成实时的态势信息。此外，态势数据处理还提供数据挖掘和预测功能，通过对历史数据的学习和分析，预测活动现场未来气象实况的发展趋势，为指挥决策提供支持。

### ②感知算法集成

通过整合各种感知算法，平台能够实时获取重大活动现场的多维度信息，包括人流、车流、设施状态、安全隐患等。基于这些数据，感知算法可以进行快速分析，为指挥人员提供实时预警和决策支持。此外，感知算法集成还能对历史数据进行分析，预测未来趋势，帮助指挥人员做出前瞻性的安排。这种集成化的感知算法可以提升指挥平台的智能化水平，使活动保障更加高效、精准和安全。此外，支持多场景的同时展现。

### ③感知数据可视化

对活动地点为中心的重点服务区，用“GIS 一张图”实现探测设备分布、气象实况、预报、服务、预警等数据的直观表现，便于掌握重大活动及周边的天气发展态势，提升联动效率。活动地点及其它重要服务区在地图上以三维场景方式显示。具体可视化要素包括：

活动地点及周边观测布局，包括地面和垂直探测设备、应急指挥车等；

活动地点或沿线未来 10 天任意时间段、任意时间分辨率、任意气象要素的精细化天气预报；

指定区域的体感温度、阵风、云量以及综合探空预报；

活动地点及周边历史同时期的气象数据分析结果的显示；

专项活动天气预报、预警和气象服务专报。

支持地图交互式操作，主要包括：地图缩放平移、图层控制、指定区域的查询检索。支持天安门、国家体育场、怀柔国际会都、城市副中心等多场景的切换可视化。支持在地图上显示当前或未来人影飞机作业的路径模拟。

## 5.2.1.3 节目表浏览

根据各项气象保障任务预定义的时间节点和条件规则，自动匹配相关信息，以时间轴或者流程图的方式显示所有任务执行的情况。具体包括：

### ① 节目表编排

直观的展现各项气象保障任务实时状态，展示各类气象数据及专项产品制作、发布、共享的流程信息，人影作业开展的实时情况跟踪；

### ② 节目表管理

对未按时完成任务，标注出任务失败原因，并结合时间节点给出应急处理信息提醒。当保障任务相关事件态势发生改变。

### ③节目表更新

对重大活动期间的预案、保障任务等信息进行统计和查询，提供结果的图形可视化。

## 5.2.1.4 关键信息提醒

### ①关键信息生成模型

关键信息生成模型的主要功能是自动从多源、异构、动态的气象数据中提取关键信息，并以结构化、可视化的方式呈现给指挥人员。这些关键信息包括但不限于实时事件、安全隐患、资源需求等，对于保障活动的顺利进行至关重要。通过运用机器学习、自然语言处理等技术，模型能够自动分析数据，发现异常和趋势，并及时生成预警和调度指令。同时，模型还支持对历史数据的回溯和分析，为指挥人员提供决策依据和经验借鉴。关键信息生成模型的应用能够显著提高指挥效率，减少信息过载和误判的风险，为重大活动的成功保障提供有力支持。

### ②关键信息收集

整合来自不同来源和类型的关键信息，为指挥人员提供全面、准确、实时的信息支持。通过高效的数据采集、处理和融合技术，关键信息集成模块能够将各种信息进行整合，形成统一的信息视图，方便指挥人员快速了解活动现场的态势。关键信息集成模块还应具备强大的信息展示和交互功能，支持多种形式的可视化展示和实时通讯，帮助指挥人员更好地协调和指挥活动保障工作。

### ③关键信息生成模型编排

提供一种灵活的方式来组织和配置关键信息生成模型，以满足不同活动保障的需求。通过模型编排，用户可以根据活动的具体要求和数据特点，定制化地组合和配置模型，实现信息的快速生成、筛选、整合和展示。这种编排方式可以提高模型的复用性和可扩展性，降低维护成本，并支持多种数据源和输出格式，满足不同用户的需求。同时，关键信息生成模型编排还提供可视化的界面和工具，使用户能够直观地设计和调整模型，提高工作效率和准确性。

## 5.2.1.5 智能搜索

基于分布式搜索和分析引擎构建搜索服务，并实现服务的一键部署、按需升配、轻松管理、安全使用等功能，能快速构建与重大活动气象保障服务相关的全量信息的搜索场景。

### ①文本搜索

支持语音输入和文本输入，提供对活动任务、预报、实况、服务、预警、人员情况、设备状态等多源异构数据的智能搜索。支持包括天安门、国家体育场、怀柔国际会都、城市副中心等关键区域的相关信息的搜索。提供一种高效的方式来查找、检索和管理与活动相关的文本信息。通过文本搜索功能，用户可以输入关键词或短语，平台将快速扫描数据库或文本集合，并返回与查询匹配的结果。

### ②搜索引擎优化

通过优化网站的结构和内容，提高网站在搜索引擎中的排名，从而吸引更多的潜在用户和流量。搜索引擎优化包括关键词优化、标题和描述的撰写、网站内容的丰富性、图片和视频的使用等，这些因素都会影响搜索引擎的排名结果。通过搜索引擎优化，重大活动保障指挥平台能够提高曝光度和用户访问量，从而更好地宣传活动、传递重要信息、提升品牌影响力。同时，搜索引擎优化还能提高网站的搜索结果排名，使用户更容易找到平台，提升用户体验。

### ③搜索模型调度

主要是对搜索引擎的搜索模型进行管理和调度，以提高搜索效率和精度。通过搜索模型调度，平台可以灵活地配置和调整搜索模型的参数和策略，以适应不同的搜索需求和场景。例如，针对不同类型的关键字或查询，可以调度不同的搜索模型进行匹配，提高搜索的相关性和准确度。同时，搜索模型调度还支持对搜索结果进行过滤、排序和去重等处理，进一步优化用户体验和提高搜索效果。此外，搜索模型调度还具备对搜索日志的记录和分析功能，帮助平台了解用户搜索行为和需求，为后续的搜索引擎优化提供数据支持。

## 5.2.1.6 多场景的信息动态集成

支持活动地点、天安门、国家体育场、怀柔国际会都、城市副中心等多个场景的信息集成定制化，通过可视化的配置操作，实现气象实况、预报、服务、气候预测、预警、探测设备分布、人影飞机作业飞行路径等信息集成。

### ①多源场景信息收集

参考重大活动服务的场景需求，整合来自不同来源和类型的关键信息，为指挥人员提供全面、准确、实时的信息支持。这些信息可能包括活动现场的实时监控视频、传感器数据、人员位置信息、通讯状态等。

### ②多源场景信息处理

通过高效的数据采集、处理和融合技术，关键信息集成模块能够将各种信息进行整合，

形成统一的信息视图，方便指挥人员快速了解活动现场的态势。关键信息集成模块还应具备强大的信息展示和交互功能，支持多种形式的可视化展示和实时通讯，帮助指挥人员更好地协调和指挥活动保障工作。

### ③信息集成管理

对来自不同来源和类型的信息进行整合、转换和加工，以提供统一、准确和实时的信息支持。信息集成处理包括数据采集、清洗、转换、整合和可视化等多个环节，能够将分散、异构的数据整合到气象大数据智能管理平台上，方便指挥人员快速获取全面、准确的信息。同时，信息集成处理还支持对数据的实时监控、分析和挖掘，能够及时发现异常和趋势，为指挥决策提供科学依据。此外，信息集成处理还支持多种数据格式和传输协议，能够与其他系统和数据库进行集成和交互，实现信息的共享和协同工作。

## 5.2.2 指挥管理子系统

### 5.2.2.1 信息上报

向上级单位或相关部门提供重大活动保障工作的实时信息，以帮助上级单位及时掌握活动进展、协调资源和解决突发问题。通过信息上报，将活动现场的情况、资源使用情况、安全隐患等信息进行整理和归纳，形成准确、全面的报告。这些报告可以包括文字、图片、视频等多种形式，以满足不同上级单位的需求。同时，信息上报还支持实时更新和补充信息，确保上级单位能够及时了解最新情况，做出相应的决策和调度。此外，信息上报还支持对上报信息的审核和管理，确保信息的准确性和可靠性。提供信息上报渠道，接收来源于市区气象局各成员单位的信息，接收到的信息类型包括突发气象灾害和气象预警预报信息。

### 5.2.2.2 值班表管理

主要满足针对重大活动的值班排班要求。系统自动根据值班人员信息、值班岗位信息编排值班表。

工作日排班：定制值班规则，值班计划，实现值班排班的可视化，提高值班排班工作的科学性和效率。

节假日排班：对所有节假日进行管理维护，系统支持在值班表预案页面对其标签展示日历信息。

### 5.2.2.3 应急通讯录

对参重大活动保障的相关单位信息以及成员信息进行维护，可以在应急或者突发事件处置过程中及时查阅、调取相关单位以及领导成员信息，以便随时联动处理。

机构人员维护。实现重大活动保障指挥中心人员信息的维护管理，建立应急公共通讯录、个人通讯录，并提供通讯录名册的快速输出导出。

快速查询。提供人员信息的快速查询功能，结合通信调度系统实现快速人员调度，可快速检索到相关领导和人员。功能包括组织机构管理、人员信息管理和一键通讯等。

### 5.2.2.4 知识库浏览

知识库浏览模块可以展示出近十年重大活动气象服务案例相关信息和灾害性天气过程的相关信息（气候背景、预报服务产品、演练预案、任务单等），以及城市安全运行联动部门的应急方案、调度处置以及各部门共享的相关信息等。

#### ①知识库建立

整理和存储与重大活动保障相关的知识、经验和案例，形成一个结构化、可查询的数据库，以专题库的方式存储在气象大数据智能管理中。这个知识库可以涵盖各种活动类型、保障流程、资源调度等方面的知识，为指挥人员提供全面的参考和指导。通过知识库的建立，指挥平台能够将分散、零散的知识进行系统化整理，方便用户快速查找和获取所需信息。同时，知识库还支持对知识的更新和扩充，以适应不断变化的活动保障需求。此外，知识库还具备权限管理和安全保密功能，确保知识数据的安全性和可靠性。它能够提高指挥人员的工作效率和决策水平，为活动的顺利进行提供有力支持。

#### ②知识库管理

知识库管理的主要功能是确保知识库的完整性和准确性，同时提供高效的知识检索和更新机制。知识库管理包括对知识的收集、分类、存储、维护和更新等环节，以确保知识库的内容与活动保障的实际需求保持一致。此外，知识库管理还支持对知识数据的备份和恢复，以防止数据丢失或损坏。同时，知识库管理还提供权限控制和访问日志功能，以确保知识数据的安全性和保密性。

### 5.2.2.5 文件共享管理

文件共享管理主要提供了一个安全、高效的文件共享和协作环境，方便不同部门和用户之间进行文件的传输、共享和协作。文件共享管理支持各种类型的文件存储和访问，包



括文档、图片、视频等，并提供版本控制和权限管理功能，确保文件的安全性和完整性。同时，文件共享管理还支持多人同时编辑和协同工作，能够实现实时沟通和文件同步更新，提高工作效率和协作效果。此外，文件共享管理还提供文件搜索和筛选功能，方便用户快速查找所需文件，并支持文件评论和标注功能，方便用户进行文件讨论和交流。文件共享管理能够提高文件协作的效率和安全性，为活动的顺利进行提供有力支持。气象数据可视化支撑子系统

#### 5.2.2.6 气象观测数据

观测显示主要包括综合情况、地面情况和高空上的气象要素显示情况观测。

##### ①综合情况：

主要包括高影响、实景监测、周边降水统计、防汛办雨量、过程雨量统计、设备分布图和设备简介情况。

高影响：展示北京高影响天气的区域范围以及具体的高影响天气要素情况。

实景监测：展示某一站点的监测数据信息。

周边降水统计：展示北京周边及京津冀各区县的降水情况，包括最大降水量、平均降水情况和降水出现时间，支持以表格的形式导出功能。

防汛办雨量：用户可自定义查询某一时间范围内的站点周边降水量信息和积水情况，支持表格和 GIS 两种方式进行展示。

过程雨量统计：展示自定义时间范围内的北京各区域站点累积降水统计信息。支持导出功能。

设备分布图：展示北京各个气象观测设备分布情况。

设备简介：介绍各个气象设备的一些功能信息情况。

##### ②地面情况

地面情况信息观测主要展示自动站信息、国家站综合判识信息、土壤信息、道面站信息、雨滴谱、环境、应急指挥车、社会化观测、历史统计降水同期对比信息。

自动站：以表格的形式展示北京各个区域自动站的要素数据信息。

国家站综合判识信息：用户可根据时间检索国家站各个站点的天气要素情况。支持基于 WEBGIS 地图缩放、移动、复位基本地图操作功能，支持叠加显示气象和其他地理数据信息功能。支持单要素、多要素基于 WEBGIS 显示站点天气要素数据。

土壤信息：直至以时序图的形式展示个站点区域在某一时间范围内的土壤湿度、土壤含水量的情况。

道面站信息：展示自动道路观测数据、单站数据显示、到面站分布图、到面站温度填色图。

雨滴谱：展示雨滴谱图，观测层状云降水的分布情况。

环境：展示自定义范围内站点的环境情况信息。

应急指挥车：展示站点附近应急指挥车的分布情况

社会化观测：展示北京地区自定义时间内的社会化观测数据实时查询。

历史统计降水同期对比：展示站点某一时间的累计雨量情况、以及与去年同期累积雨量进行对比、总降水量情况、以及同期降水对比情况信息

### ③高空情况

高空情况观测主要包括雷达、三维雷达系统、国家级闪电、北京三维闪电、探空、云图、GPS、天脸、铁塔、云雷达、风廓线、云高仪、飞机报、微波辐射计和激光测风雷达信息。

雷达：展示雷达产品信息，支持 WebGIS 展示和图片展示

三维雷达系统：展示各站点的三维雷达产品拼图信息。雷达体、剖面 and 等值面。

国家级闪电：展示闪电资料信息包括 ADTD 和大气所闪电定位仪分布情况

北京三维闪电：支持测距功能、支持探测云地闪、云闪、ADTD 闪电，并实现了对云闪的高度定位。

探空：展示站点的探空 TLOG 图和虚拟探空图。

云图：卫星云图 FY4、葵花 8 云图展示，包括红外光、可见光、水汽云图。

GPS:展示北京水汽图、华北区域水汽图、天津水汽图以及展示各站点自定义时间范围内的气象要素时序图。

天脸：支持以图片、视频、表格形式展现各站点天脸信息。

铁塔：展示铁塔资料图片。

云雷达：展示观象台和通州站点的反射率、速度、谱宽、信噪比和液态水含量。

风廓线：展示各个高度风廓线产品组网信息、基数据、廓线图。

云高仪：展示站点云高仪信息。

飞机报：显示飞机飞行高度、飞行时间、风向、风速、温度、飞行轨迹等数据信息。

微波辐射计：展示站点微波辐射计观测到的数据信息。

激光测风雷达：观察观象台和通州的风廓线图。包括组网数据和基数据。同时，页面显示两站对比图和各高度层风图。

### 5.2.2.7 预报产品

展示天气预报信息、环境预报信息、气候预报情况以及支持包括专业台和中央台在内的预报情况信息。

#### ①天气

天气预报信息主要包括主观格点预报、天气公报、周边天气公报、会商提示、未来 240 小时预报、未来 12 小时预报和落区预报预警产品。

#### ②环境预报

环境预报展示空气污染气象条件、环境气象滚动、环境气象快报信息。

#### ③气候预报

展示未来一旬天气、延伸期天气预报、月气候趋势预测、季节气候趋势预测状态。

#### ④专项预报

展示北京地区体感温度预报。

#### ⑤中央台

支持外部链接到中央气象业务内网以及展示中央台发布的短期预报、长期预报天气公告信息情况。

### 5.2.2.8 预警产品

展示实时预警信号和历史统计预警信息情况。

#### ①实时预警信号

支持以地图模式和列表模式展示实时预警信号信息。支持用户以 PDF 形式查看发布的实时预警信息产品。支持下载进行离线观看。

#### ②历史统计预警信号

支持以地图模式和列表模式展示历史预警信号信息。展示自定义范围时间内的历史预警信息情况。支持自定义查询预警情况。支持下载查看功能。

### 5.2.2.9 决策服务产品

展示天气监测与预报情况、环境气象服务、气候监测预测、农业气象服务、生态气象服务、决策气象服务、公众气象服务、人工影响天气情况。

#### ①天气监测与预报情况

以 PDF 形式展示天气监测与预报情况，包括发布的天气情况、天气快报、重要天气报

告、月决策服务关注重点、中办专报、雨雪量实况表、雨雪量实况图和高温图信息。

②环境气象与服务

包括各个气象台发布的 PDF 格式的有关环境质量的短期和中期预报产品。

③气候监测预测

包括各个气象台发布的 PDF 格式的有关气候监测和气候预测产品。

④农业气象服务

包括各个气象台发布的 PDF 格式的有关农业气象和农业监测产品。

⑤生态气象服务

包括各个气象台发布的 PDF 格式的有关生态气象预报产品。

⑥决策气象服务

包括各个气象台发布的 PDF 格式的相关决策周报、专报产品。

⑦公众气象服务

包括各个气象台发布的 PDF 格式的公众气象服务产品。

⑧人工影响天气

包括各个气象台发布的 PDF 格式的有关人工影响天气简报产品。

### 5.2.2.10 数值模式预报产品

支持展示各站点区域的 EC 网格和 GRAPES3KM 的模式预报图。支持展示逐小时累计降水情况、风场情况时序图。

基于电子沙盘实现数值模式预报产品的三维展。

### 5.2.2.11 气候产品

展示常规气候情况、逐日气候、四季入季、资料状态、灾害过程查询、湿润指数查询、区域统计查询和统计说明文档。

①常规气候情况

支持用户自定义时间范围内查询站点的气温、降水、地温、日照、积温、湿度、风速、天气现象日数、指数计算信息、能见度、积雪深度、冻土深度和云量信息。

支持以表格的形式进行展示，以及展示各要素平均统计情况，与往年同期要素对比情况显示。

支持以图形方式展示查询范围内的要素历史排位情况。支持下载功能。

②逐日

支持以表格和走势图的形式展示各站点各气象要素的逐日情况。支持下载功能。

#### ③四季入季

以表格的形式展示各年份各站点的四季入季时间。支持下载功能。

#### ④资料状态

以表格的形式展示各站点资料状态，包括数据是否完整、缺失情况。支持下载功能。

#### ④ 灾害过程查询

以表格的形式展示自定义时间范围内的站点灾害情况，支持下载功能。

#### ⑥湿润指数查询

支持用户自定义年份查询各站点各个月份的湿润指数数据。以表格的形式进行展示。支持下载功能。

### 5.2.2.12 实况融合产品

提供气温、降水、风速、风向、气压等要素的高时空分辨率的产品显示，并能与其他产品基于地图显示，提供任意位置的插值计算。

### 5.2.2.13 统计产品

支持用户进行常规统计和逐日统计查询。展示各气象要素的要素平均统计情况。支持导出 EXCEL 表。

### 5.2.2.14 数据维护

是确保气象数据的准确性、完整性和及时性。这包括对观测数据的检查、校准、修复和更新，以防止数据错误或丢失。此外，数据维护还包括对专题数据库的备份和恢复，以确保数据的可靠性和持久性。通过定期进行数据维护，可以保证气象数据的准确性和可靠性，提供重要的基础数据。

## 5.2.3 基于 GIS 与位置服务支撑子系统

### 5.2.3.1 基于地图的可视化

#### ①地图服务管理

地图服务管理的主要功能是提供对地图服务的整合、调度和监控。将各种地图资源进行统一管理和发布，支持在线地图浏览、查询、编辑和分析等操作，为用户提供方便的地

理信息服务。同时，地图服务管理还支持对地图服务的调度和配置，能够根据用户需求进行地图服务的定制和个性化设置，满足不同用户的需求。此外，地图服务管理还具备对地图服务的监控和日志管理功能，能够实时监测地图服务的运行状态和性能，及时发现和解决故障问题，保证地图服务的稳定性和可靠性。

### ② 气象数据图层管理

气象数据图层管理的主要功能是实现对气象数据的图层化表示、编辑和可视化。通过将气象数据与地图相结合，形成各种气象数据图层，能够为用户提供直观的气象信息展示。同时，气象数据图层管理还支持对图层的编辑和修改，包括图层的添加、删除、修改等操作，以满足用户对气象信息的需求。此外，气象数据图层管理还支持对图层的可视化定制和个性化设置，能够根据用户需求进行图层的定制和展示，提高地理信息服务的针对性和实用性。气象数据图层管理将气象数据与地图相结合，为用户提供直观、准确的气象信息服务

### ③ 地图管理工具

地图管理工具主要功能包括对地图的分层显示和管理，以及地图的基本操作如放大、缩小、平移和漫游等。这些工具能帮助用户更有效地浏览和理解地图信息。同时，地图管理工具还支持鹰眼功能，提供地图的全局概览，帮助用户快速定位和导航。此外，这些工具应该要能实时显示道路交通流信息，帮助分析当前的交通状况。并且，地图上的业务信息会与地图位置保持同步，确保信息的实时性和准确性。

## 5.2.3.2 基于位置的服务

提供京津冀区域范围内基于当前位置和关注区域的数据推送服务功能。

### ① 服务定位

服务定位功能允许用户在地图上直接定位所需的服务点。这些服务点可以包括商店、餐厅、景点等，用户只需在地图上点击或输入关键词，系统便会快速定位到相应的服务点，并显示其详细信息。此外，服务定位功能还支持多语言选择和地图的缩放与移动，使用户能够更加方便地获取所需的信息。通过服务定位功能，为用户提供更加智能化、人性化的地理信息服务，提升用户的使用体验

### ② 产品数据获取

建立自动站、雷达、智能网格预报等资料的空间索引关系，快速获取当前位置、当前位置一定距离内的实况、报警、预警信息，并快速推送到前台。支持按照当前点、一定距离、所在县的范围进行信息选择。



### ③地图数据更新

由于地理信息是动态变化的，因此需要定期更新地图数据以保持其准确性和可靠性。地图数据更新包括对地形、道路、建筑物等各类地理信息的修正和添加，以及对新的地理现象的发现和记录。这一过程通常需要借助先进的遥感技术、卫星定位系统等手段来收集数据，并利用地图系统的分析和处理功能进行数据的整合和更新。地图数据更新为用户提供更加实时、可靠的地理信息服务，从而更好地支持各种应用需求。

## 5.2.3.3 用户管理

### ①用户行为分析

用户行为分析的主要功能是通过对用户平台中的行为进行跟踪、记录和挖掘，以了解用户的需求和偏好，从而优化系统的功能和服务。具体来说，用户行为分析可以对用户的访问路径、停留时间、搜索关键词等信息进行统计和分析，以发现用户的兴趣点和需求点。同时，用户行为分析还可以对用户的行为进行分类和预测，以实现个性化推荐和智能化服务。通过用户行为分析，可以更好地满足用户的需求，提升用户的使用体验和满意度，为系统的优化和发展提供有力的支持。

### ②用户元数据维护

用户元数据维护的主要功能是确保用户数据的准确性、完整性和一致性。具体来说，用户元数据维护包括对用户数据的采集、存储、更新和删除等操作，以及对用户数据的分类、索引和查询等管理功能。通过用户元数据维护，可以保证用户数据的准确性和完整性，提高用户数据的质量和可靠性。同时，用户元数据维护还可以通过对用户数据的分析和挖掘，发现用户的兴趣和行为特征，为个性化服务和精准营销提供支持。总之，用户元数据维护能够提高用户数据的质量和可靠性，为用户提供更好的地理信息服务。

### ③日志管理分析

日志管理分析的主要功能是收集、处理和分析用户在系统中的行为数据，以了解用户的需求和偏好，优化系统的功能和服务。通过对用户行为日志的记录和管理，可以分析用户的访问路径、停留时间、搜索关键词等信息，以发现用户的兴趣点和需求点。同时，用户行为日志管理分析还可以对用户的行为进行分类和预测，以实现个性化推荐和智能化服务。此外，用户行为日志管理分析还可以监测系统的性能和安全状况，及时发现和解决系统故障和安全问题。通过用户行为日志管理分析，可以提高系统的用户体验和可靠性，为系统的优化和发展提供有力的支持。

## 5.2.7 支撑软硬件平台

重大活动气象保障指挥平台基于大数据智能管理平台进行开发和部署的，后端采用容器化方式在大数据智能管理平台提供的容器云上部署，不需要额外的服务器。前端页面需要单独的服务器进行 web 应用部署发布。

## 5.2.8 性能和安全

重大活动气象保障指挥平台的开发要加强 ISO、OGC、W3C 等软件行业通用技术标准和信创技术标准的引用，符合《气象软件工程规范》的要求，符合中国气象局集约化、组件化、模块化的相关要求。平台的信息安全等级达到等保三级，平台的软硬件支撑环境符合安可的要求。

重大活动气象保障指挥平台应具备良好的可扩展性和稳定性，平台可 7×24 小时连续稳定运行。平台的响应时间、最大并发用户数达到甲方的要求，平台的环境适应性能满足软硬件支撑环境升级换代的要求。

# 6 人影智能化融合指挥作业平台

## 6.1 概述

人影智能化融合指挥作业平台在复用华北区域移植的西北人影工程的云水资源分析、作业条件分析、作业反馈等成果的基础上，建设人影作业智能辅助决策系统、人影融合作业指挥监控系统。

利用华北区域工程复用的西北人影工程的云水资源监测分析和预测分析（区域分析、资源分析、中分析等）、作业条件分析（通过作业点上的装备监控系统获的作业方向上的作业条件分析、弹药情况、布点情况等）功能，通过新建本系统提供的作业能力分析（弹药、飞机装备等装备性能分析）、云催化数值模拟系统的运算结果，构建人影作业模型，通过分布式计算输出作业参数和数据，通过利用仿真技术和 3D 显示技术，建立人机交互的作业智能辅助决策系统。

系统主要是基于作业方案，实现作业的指令参数发布、空域申请、场景感知、飞机作业指挥以及地面作业指挥等子系统。指令参数计算发布子系统，实现作业参数和指令的一键式发送。飞机作业指令计算发布主要是根据作业临近预警计算结果，制作生成发布飞机作业方案。空域申请子系统实现空管-人影网络专线、各级人影综合管理终端、作业点综合应用终端接入网络和数据服务器的连接，实现向国家气象局、其他业务系统提供空域数

据服务。场景感知子系统主要实现作业场景的状态、进度等实时感知。飞机作业指挥子系统主要实现是基于二三维一体化 GIS 平台，实现飞机作业全过程作业管控以及实时监控。地面指挥端实现空地信息存储共享发布及一体化平台显示以及地面作业点指令接收情况、作业状态、作业进度等实时指挥。

## 6.2 建设内容

人影智能化融合指挥作业平台包括人影作业智能辅助决策系统和人影融合作业指挥监控系统。

### 6.2.1 人影作业智能辅助决策系统

系统主要是满足人工影响天气“打早、打远”的业务能力要求，实现作业云系的科学评估和精准识别追踪；满足业务流程的信息化智能化建设要求，实现作业指导产品快速制作发布；满足“打准、打足”的作业效益要求，实现作业天气多源全尺度数据的融合可视化分析。主要包括作业能力分析、作业仿真建模 2 个子系统。

#### (1) 作业能力分析

作业能力分析主要是实现作业装备布局分析、作业装备性能分析、作业装备参数分析、作业弹药性能分析、作业弹药库存分析、地面监测装备分析、飞机机载探测装备分析、地面装备安全分析以及飞机安全装备分析等。

##### ①作业装备布局分析

作业装备布局分析主要是基于历史、现在以及未来作业任务及规划，实现作业装备在区域时间和空间布局的统计分析。

##### ②作业装备性能分析

作业装备性能分析主要是基于作业装备的规格指标，实现针对增雨、防雹等不同时空场景的作业装备性能分析、作业结果分析。

##### ③作业装备参数分析

作业装备参数分析主要是基于作业装备的布局以及安全射界要求，实现包括方位角、仰角、指定空域时间的作业弹药量等分析。

##### ④作业弹药性能分析

作业弹药性能分析主要基于作业弹药规格参数，实现作业弹药的性能影响分析。重大活动保障涉及的区域比较广泛，因此需要对全国所有型号的弹药性能进行分析。

##### ⑤作业弹药库存分析

作业弹药库存分析主要基于物联网实时采集结果，实现作业弹药入库、出库、库存等详细信息统计分析。

#### ⑥地面监测装备分析

地面监测装备分析主要实现包括地基云雷达、微雨雷达、气溶胶光学雷达、双偏振雷达等地面探测装备的类型、运行情况、布局及探测能力分析。

#### ⑦飞机监测装备分析

飞机监测装备分析主要实现包括 DMT 等飞机探测装备的类型、运行情况、性能规格及探测能力分析。

#### ⑧地面装备安全分析

地面装备安全分析主要是基于地面探测装备实时监控信息，实现地面装备包括运行状态、维修信息、故障预警等信息统计分析。

#### ⑨飞机装备安全分析

飞机装备安全分析主要是基于飞机探测装备实时监控信息，实现飞机装备包括运行状态、维修信息、故障预警等信息统计分析。

## (2) 作业仿真建模

作业仿真建模子系统是为满足人工影响天气“作业时机、催化剂量”的科学评估，实现作业云系的动力学模拟；满足作业过程的安全保障和预警分析，实现作业过程的仿真和方案推演；满足作业方案的不断优化，实现基于历史数据的仿真模拟参数的调优。具体包括

#### ①仿真模型库构建

模型库主要包括：作业任务库，态势信息库，作业装备实体模型库，航路模型库，气象环境模型库，作业行动模型库，催化剂模型库，评估分析库。

#### ②仿真基础信息管理

仿真基础信息管理主要实现人影作业仿真模拟所需的基础站点信息、作业信息、气象环境信息等收集、处理以及存储管理。

#### ③仿真模型信息管理

仿真模型信息管理主要实现人影作业仿真模拟所需的飞机实体模型、火箭实体模型、高炮实体模型以及烟炉实体模型的等收集、处理以及存储管理。

#### ④地面仿真方案制作

地面仿真方案制作主要将仿真输入、输出数据，根据人工影响天气工作需要，组织生

成人工影响天气作业方案，以便于信息的共享和研究。仿真报告支持图表形式展现，并支持导出、打印，仿真报告支持 word 等文档格式。

#### ⑤飞机仿真方案制作

飞机仿真方案制作主要将仿真输入、输出数据，根据人工影响天气工作需要，组织生成人工影响天气作业方案，以便于信息的共享和研究。仿真报告支持图表形式展现，并支持导出、打印，仿真报告支持 word 等文档格式。

#### ⑥飞机地面联合仿真方案制作

飞机地面联合仿真方案制作主要将仿真输入、输出数据，根据人工影响天气工作需要，组织生成人工影响天气作业方案，以便于信息的共享和研究。仿真报告支持图表形式展现，并支持导出、打印，仿真报告支持 word 等文档格式。

#### ⑦飞机作业仿真模拟

人工影响天气飞机是以飞机为作业平台，根据机上携带的气象任务系统和地面综合气象指挥、预报系统，实时掌握飞机航迹途中的云降水宏观、微观特征等天气信息，感知气象条件，寻找最佳作业时机和航迹，并迅速飞抵到作业目标区进行最佳剂量大范围高强度的催化作业，采用高空、低速、大载重、长航时的飞机实施人工影响天气，可极大的提高人工影响天气的成功率，全面提升作业效率以及带来巨大的总体效益。

#### ⑧火箭作业仿真模拟

人工影响天气火箭是以火箭为作业平台，根据携带的气象任务系统和地面综合气象指挥、预报系统，实时掌握云降水宏观、微观特征等天气信息，感知气象条件，寻找最佳作业时机和发射点、方向、速度，并迅速找到作业目标区进行最佳剂量大范围高强度的催化作业，采用大载重的火箭实施人工影响天气，可极大的提高人工影响天气的成功率，全面提升作业效率以及带来巨大的总体效益。

#### ⑨高炮作业仿真模拟

高炮作业仿真系统主要包含四方面的内容：高炮型号仿真、弹道参数计算、爆炸效果实现、高炮作业过程仿真。

#### ⑩烟炉作业仿真

燃烧炉作业仿真主要包含三个方面：燃烧炉型号仿真、粒子效果实现、燃烧炉作业过程仿真。

#### Q作业仿真任务设定

提供用户对推演系统的输入数据配置，包括对仿真实体模型的参数配置，态势模型、环境模型等的参数配置。该配置方式提供界面输入配置、修改编辑等操作，可进行参数配

置和修改的方式。

### ②作业仿真自动推演

基于离散事件规范（DEVS）的仿真引擎，提供了通用的原子模型、耦合模型。原子模型由 DEVS 规范的标准七元组构成，支持输入/输出事件、模型状态、外部/内部/混合事件响应、时间推进等。原子模型可以通过关联关系（输入/输出事件、外部/内部事件响应）进行连接，形成耦合模型，用于对复杂的实体进行建模。更复杂的耦合模型中包含多个组件模型，每个组件模型既可以是原子模型，也可以是耦合模型。从而对实体形成规范化、层次化、模块化的描述。

### ③作业仿真控制

仿真实验根据仿真引擎自动推演过程中，实验人员可以对仿真实验进行控制，包括开始运行、加速、减速、暂停、步进、终止、回放等。

### ④作业仿真可视化展示

人影基础信息显示模块可直观展示人影作业装备、常规观测站点和特种探测设备的空  
人影基础信息显示模块可直观展示人影作业装备、常规观测站点和特种探测设备的空间分布及详细人影基础信息显示模块可直观展示人影作业装备、常规观测站点和特种探测设备的空间分布及详细信息；天气监测数据显示模块能实时分析展示云图、雷达、探空、地面观测数据及其时空变化过程；人影作业信息显示模块可显示历史、实时人影作业过程展示、作业状态监控、作业设计模拟等；GIS 基本功能模块可进行三维空间测量和地图坐标拾取。所有功能均以三维方式显示，给决策指挥提供更直观的数据信息。

### ⑤作业仿真数据统计分析

提供各类数据统计查询功能，如仿真实验数量按照时间、人员等维度统计。

提供人工影响天气作业数据的专题分析功能，如仿真实验情况，仿真实验中装备的故障情况，实验成功率、仿真预测数据精准度分析等：可以对实际作业情况与仿真实验预测的情况的差距、影响因素等进行分析。

### ⑥作业仿真模型数据分析

模型数据分析主要实现模型数据的采集，提供系统接入、数据文件导入、录入等多种方式的数据采集功能，在仿真系统中操作的数据，系统会自动记录。

### ⑦作业仿真结果分析

系统提供按照一定的评估模型，基于仿真实验数据和实际任务执行数据，对天气保障的效能进行评估。通用的评估与优化算法的运行过程包括：参数设置、求解计算和结果展示等。求解计算过程



### ⑧作业仿真效能评估

人工影响天气保障建模与仿真系统，利用多智能体机制，实现运筹优化中的层级分析算法。

### ⑨作业方案制作发布

作业方案制作发布是基于作业仿真结果，结合作业条件分析结果，实现人影作业过程预报和作业展望（1周）、每日作业潜力预报和作业计划（72-0h）、每日作业条件预报和作业预案（24-0h）、作业条件监测预警和方案设计（3-0h）等指导产品的交互式流程化自动化快速制作发布；实现面向农业干旱、森林火险、空气污染等作业决策服务产品的交互式流程化自动化快速制作发布；实现效果评估产品的交互式流程化自动化快速制作发布；实现面向政府主管部门的人工影响天气作业效益分析评估报告的交互式流程化自动化快速制作发布。

## 6.2.2 人影融合作业指挥监控系统

人影融合作业指挥监控系统主要包括作业方案实时优化、作业指令发布、空域申请跟踪、飞机作业指挥监控、地面作业指挥监控、作业场景感知6个子系统。

### （1）作业方案实时优化

作业方案实时优化主要是基于临近雷达监测等数据，实现作业仿真模拟参数的调整，得出最新的最优的作业方案，用于指挥飞机和地面作业。作业方案实时优化主要包括临近雷达监测、作业仿真参数调整、作业方案优化等内容。

#### ①区域雷达组网监测

基于全国或区域雷达组网数据，实现区域上下游及周边地区天气系统的实时监测。

#### ②常规单站天气雷达监测

基于区域单站雷达数据，实现区域时空精细化天气系统的实时监测和追踪。

#### ③双偏振雷达监测

双偏振雷达可同时获取水平和垂直方向上的回波信号，进而获取目标的散射特性，可以通过获取回波信号的偏振状态，进一步分析目标的形状和粒度，从而识别更多类型的天气现象，如雹、沙尘暴等。还可以通过计算不同方向上的散射系数，进一步计算出降水量的强度和分布情况。这种方法可以大大提高降水量的测量精度，从而有效预测洪水、山体滑坡等自然灾害。

#### ④地基特种雷达监测

基于区域地基云雷达、微雨雷达、激光雷达以及气象溶激光等雷达数据，实现区域天气系统关键指标的实时监测和追踪。

#### ⑤飞机作业仿真参数调整

基于天气系统不同时空尺度的雷达监测实时数据，实现飞机作业仿真模拟参数的调整，并进行作业过程的重新仿真模拟。

#### ⑥火箭作业仿真参数调整

基于天气系统不同时空尺度的雷达监测实时数据，实现火箭作业仿真模拟参数的调整，并进行作业过程的重新仿真模拟。

#### ⑦高炮作业仿真参数调整

基于天气系统不同时空尺度的雷达监测实时数据，实现高炮作业仿真模拟参数的调整，并进行作业过程的重新仿真模拟。

#### ⑧烟炉作业仿真参数调整

基于天气系统不同时空尺度的雷达监测实时数据，实现烟炉作业仿真模拟参数的调整，并进行作业过程的重新仿真模拟。

#### ⑨作业潜力方案优化

基于 CMA-MESO 等模式数据，二、三维作业潜力客观预报产品，以及作业潜力客观预报产品，结合模式预报产品检验、作业力量布局等要素，分析制作 72h 作业计划，主要包括作业目标、时间、区域、作业部位、作业方式等参数，空间精度到市县。

#### ⑩作业预案优化

基于云条件预报和作业效果预估模式 CMA-CPEFS 发布的作业条件客观预报产品，利用作业条件客观预报产品，分析云系宏微观特性、垂直结构、降水机制、单体云移向移速、作业层风向风速等关键要素，开展云系宏微观特性检验，制作发布 48h 作业预案。作业预案包括作业目标、云系类型、区域、时段、作业部位、作业方式、催化剂量等参数，产品时间精度为 6h 间隔、空间精确到作业站点。

#### Ω作业方案优化

基于气象卫星、雷达、探空、降水和人工影响天气飞机等监测资料的监测预警流程和规范，发布并不断升级风云卫星云监测反演产品、云结构及大气环境探空分析产品、雷达人工影响天气监测预警以及飞机实时监测等云降水监测客观产品，滚动制作发布飞机和地面作业方案，不断提升方案设计的科学化和精细化程度。

## (2) 作业指令发布

基于指挥平台和作业点终端系统，实现作业参数和指令的一键式发送。飞机作业指令计算发布主要是根据作业临近预警计算结果，制作生成发布飞机作业方案。根据作业识别预警区域和参数，自动绘制飞行航线。地面作业指令计算发布主要是根据作业防线分类进行作业参数计算和发布。

### ①飞机作业指令制作

同时输入卫星反演产品（有效半径、云顶亮温、云顶温度、云顶高度、光学厚度、液水含量等）、雷达基数据、L波段探空数据、雨量数据；增雨（雪）作业目标区域（卫星产品自动识别的增雨（雪）潜力区域、雷达自动识别的增雨（雪）潜力区域）。实现时间序列分析、动画分析、空间分析、区域统计、综合分析、航线自动识别绘制功能。

### ②飞机作业指令发布

基于指令发布模块，实现飞机作业指令的一键式发送。作业人员根据作业指令，申请空域、调度指挥飞机作业装备进行作业。

### ③飞机作业指令监控

基于指令跟踪模块，实现飞机作业指令的发送状态、接收状态、上报状态的实时监控。

### ④地面作业指令制作

基于回波强度、VIL、回波顶高等，根据选择用弹量模型和参数计算指标体系，采用三维网格遍历、识别、分类、聚合等算法，结合弹药类型等，自动识别计算各个作业点作业类型、作业方位角、仰角、用弹量等作业参数。地面作业指令制作后经指挥人员审核修改确认后，可形成最终指令。

### ⑤地面作业指令发布

基于指令发布模块，实现地面作业指令的一键式发送。作业人员根据作业指令，申请空域、调度指挥地面作业装备进行作业。

### ⑥地面作业指令监控

基于指令跟踪模块，实现地面作业指令的发送状态、接收状态、上报状态的实时监控。

### ⑦作业指令状态告警

作业指令状态告警主要是实现作业指令发送状态、接收状态、确认状态的实时告警。

## (3) 空域申请跟踪

通过空管-人影网络专线与人影综合信息数据处理服务器相连；省级、市级、县级人影综合管理终端通过气象专网进行互连；作业点综合应用固定终端、作业点移动终端、各级

人影综合管理移动终端通过移动数据网络或气象专网与空域申报数据处理服务器连接。数据服务中心与一体化平台等其他系统通过气象内网连接，获取与空域申报相关的数据，并向国家气象局、其他业务系统提供空域数据服务。

#### ①空域实时状况可视化查询

基于 GIS 平台，叠加空域管理格网数据，实现包括二次雷达、ABS 等实时空域信息的总体可视化查询、作业区空域可视化查询、批复空域信息可视化查询等。

#### ②作业区空域状态可视化查询

基于 GIS 平台，结合作业区域空域信息数据，实现包括二次雷达、ABS 等作业区的高亮提醒和实时空域信息的可视化查询。

#### ③批复空域信息可视化查询

基于 GIS 平台，结合作业区域批复空域信息数据，实现包括二次雷达、ABS 等批复作业区的闪烁提醒和实时空域信息的可视化查询。

#### ④空域计划申请填报

基于 GIS 平台，按照用户权限利用空域申报模块，实现作业时间、作业区域、作业类型等信息的填报申请。

#### ⑤空域计划申请提交

基于 GIS 平台和作业终端，实现空域申请按照科室、处室以及空管部门的分级申请提交。

#### ⑥空域批复信息提醒

基于 GIS 平台和作业终端，实现科室、处室以及空管部门空域申请批复信息的实时提醒和查看。

#### ⑦空域流转信息提醒

基于 GIS 平台和作业终端，实现科室、处室以及空管部门空域申请以及批复信息的流转状态提醒和查看。

#### ⑧空域批复区域可视化监控展示

基于 GIS 平台，实现空域批复区域高亮闪烁的可视化显示以及空管状态信息查看。

#### ⑨空域批复时间可视化监控展示

基于 GIS 平台，实现空域批复时间的标注和高亮闪烁显示以及空管状态信息查看。

#### ⑩空域批复使用可视化监控展示

基于 GIS 平台，实现空域批复使用状态的可视化高亮闪烁显示和查询。

当系统收到飞机和地面作业空域批复信息后，系统根据作业方案实时显示空域的使用

状态，如未开始作业，则显示未使用；如已经有飞机或地面作业，则显示使用中；如只进行飞机作业，则显示飞机作业使用中；如只进行地面作业，则显示地面作业使用中。

#### ①空域批复未使用预警

基于 GIS 平台，实现空域批复未使用状态的可视化高亮闪烁显示和预警提示。

#### ②空域批复倒计时预警

基于 GIS 平台和移动终端，实现空域批复飞机倒计时可视化显示以及地面剩余 1 分钟、30 秒、10 秒等预警提示。

#### ③空域超时预警

基于 GIS 平台和移动终端，当空域批复时间倒计时完成后，实现空域超时预警提示。

### (4) 飞机作业指挥监控

飞机作业指挥子系统主要实现是基于二三维一体化 GIS 平台，按照飞机作业仿真模拟参数，实现飞机作业全过程的实时监控和姿态仿真模拟。同时实现包括飞机作业信息采集、飞机作业烟条播撒控制、通信调度指挥、信息存储共享展示等功能模块。具体为机载控制端完成对飞机作业环境的有效监测，并对作业相关数据收集整理，打包发送到地面指挥端，并接收处理地面发送的作业指令。地面指挥端实现空地信息存储共享发布及一体化平台显示。

#### ①作业计划填报

用户可在线填报或导入飞机作业计划，查看人影外场协同终端 APP 端上报的飞机作业计划，并对填报或上报的飞机作业计划进行查询。审核结果将以推送消息形式通知给人影外场协同终端 APP 端。

#### ②作业计划审批

管理用户可基于人影外场协同终端 APP，实现作业计划填报信息的查看和审批。审批结果将以推送消息形式通知给人影外场协同终端 APP 端。

#### ③作业流程管理

作业流程管理主要实现飞机作业从作业前、作业中以及作业后的全流程信息化监控管理。飞机作业涉及到作业人员提出申请、作业管理人员进行审批、审批后作业人员进行作业前的准备并将信息上报，作业中时作业人员需进行宏观记录等填报；作业后作业人员需进行设备的检查和信息上报等。

#### ④实时轨迹模拟

提供飞机作业航迹可视化展示与催化扩散可视化指挥，首先采集飞机作业航迹、飞机

起降机场和备降机场分布信息、其他观测设备分布，形成从飞机起飞到飞机降落的作业航迹可视化展示。

#### ⑤催化扩散模拟

在收到飞机播撒作业指令后，通过催化扩散模型，在北京人影飞机智慧指挥系统场景中以催化剂的起始播撒时间、播撒扩散可视化效果、结束播撒时刻及降雨（雪）三维场景。

#### ⑥影响效果模拟

基于飞行轨迹、播撒扩散以及大气风场等信息，基于粒子模型，实现飞机催化剂播撒扩散的效果以及影响范围模拟。

#### ⑦作业报告模板制作

针对上级单位和政府行业用户所需的飞机作业报告，指定自动化的交互式飞机作业报告模板，实现飞机作业报告的快速制作发布。

#### ⑧飞机作业信息数据分析

基于数据统计分析图表可视化技术，实现飞机作业类型、目的、轨迹、时间、催化时间等实时及历史数据的统计分析。

#### ⑨飞机作业报告制作发布

基于飞机作业报告模板和飞机作业分析数据结果，实现单次或累计飞机作业报告的制作发布。

飞机作业包括包括飞机作业快讯和简报。飞机作业快讯主要是描述飞机作业的目的、时长、用量、探测情况以及任务完成情况。飞机作业简报则主要通过图文结合的形式，描述单次和多次飞机作业的类型、目的、轨迹、影响、评估结果、效益情况以及投入产出比情况。

#### ⑩飞机作业信息实时采集

具体为机载控制端完成对飞机作业环境的有效监测，并对作业相关数据收集整理，打包发送到地面指挥端，并接收处理地面发送的作业指令。地面指挥端实现空地信息存储共享发布及一体化平台显示。作业过程可视化模拟监控主要建设内容包括飞机作业信息采集、飞机作业烟条播撒控制、通信调度指挥、信息存储共享展示等功能模块。

#### ⑪飞机作业烟条播撒控制

基于空地通信，实现空地烟条播撒控制及状态信息同步传输显示。地面指挥系统可在机组人员配合下控制飞机作业烟条播撒状态。

#### ⑫飞机作业空地通讯调度指挥

实现空地短信语音通信及文本方案互传，同时实现接收显示地面指挥端发送的指挥信



息，并可通过编辑文字短信、语音进行信息交流等信息交互。

### ⑬飞机作业信息收集

飞机作业结束后，飞机作业人员可基于飞机作业终端信息上报模块，实现飞机起降时间、累计时间、飞行路径、作业烟条数量、实时轨迹信息的填报，指挥系统根据上报的作业信息，按照指定模板，自动生成本次飞机作业信息。同时，系统可基于机载智能系统实现机载探测数据以及航线气象仪等数据的实时采集、存储和备份。

### ⑭飞机作业产品制作

飞机作业产品主要是根据预设的面向上级单位、政府分管部门以及区域联合用户的模板，根据收集的飞机作业信息，自动制作相关产品，并通过指定渠道进行产品的共享发布。

### ⑮飞机作业信息产品上报

飞机作业信息上报主要是面向上级单位的作业信息上报，系统根据填报的作业信息，按照上级要求的制定模板，快速制作出本次飞机作业信息产品文件，并上报至上级单位。

### ⑯飞机作业历史个例收集

采集飞机作业过程中的飞机起降机场和备降机场分布信息、作业条件（包括雷达监测数据、FY/FY4 卫星云图、天气形势（若有并可接入）、探空监测数据、地面自动站监测数据、影响催化作业区域的空地观测数据（若有并可接入）、飞行航迹、催化扩散过程，实现飞机作业个例的采集与回放；其中重大活动保障过程数据备份还同步所有的聊天及通讯记录。

### ⑰飞机作业个例入库

提供对人影作业个例的录入与入库存储功能，包括作业方案、作业参数、作业效果等。飞机作业基本都作为个例，相关作业信息直接入库。

### ⑱作业个例管理

提供对历史个例的管理功能，包括查询、浏览、编辑、添加、删除等操作，为实时作业方案的设计提供参考。

### ⑲飞机作业历史过程回放

调取已采集存储的飞机作业个例，根据已成功采集入库的作业条件分析、飞机作业指挥过程、飞机催化播撒扩散过程，同时展现机载监测设备监测的 KPR 数据随飞机作业指挥过程的变化情况。

## （5）地面作业指挥监控

地面作业指挥子系统基于二三维一体化 GIS 平台和作业点视频，实现地面作业点指令

接收情况、作业状态、作业进度等实时指挥。同时基于动态仿真模拟技术，根据时间、方位角、仰角、用弹量等参数，实现地面作业过程的动态可视化模拟。

#### ①地面作业装备监控

基于作业点摄像头、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，实现作业装备的实时监控。

#### ②地面作业人员监控

基于作业点摄像头、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，实现作业人员的实时监控。实现人员的位置、操作规范、新增、删除、变更、权限等管理。

#### ③地面作业区域入侵安全预警

基于视频监控预警系统和振动光缆预警系统，实现作业区非法入侵安全事件的识别预警。

#### ④地面作业状态监控

基于作业点视频监控预警系统摄、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，实现地面作业前准备、作业中、作业完成等状态监控。

#### ⑤地面作业操作规范安全预警

基于作业点视频监控预警系统摄、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，实现地面作业点作业前准备、作业中、作业完成等安全操作规范的实时监控。

#### ⑥高炮作业三维监控模拟

基于作业点视频监控预警系统摄、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，结合三维仿真模拟可视化技术和高炮作业方位角及仰角等实时参数，实现高炮作业的三维监控模拟。

#### ⑦火箭作业三维监控模拟

基于作业点视频监控预警系统摄、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，结合三维仿真模拟可视化技术和火箭作业方位角及仰角等实时参数，实现火箭作业的三维监控模拟。

#### ⑧烟炉作业三维监控模拟

基于作业点视频监控预警系统、移动监控音视频通话、单兵摄像头等手段，结合三维仿真模拟可视化技术和烟炉作业扩散等实时参数，实现烟炉作业的三维监控模拟。

#### ⑨地面作业信息收集

基于地面作业终端，按照地面作业信息标准规范，实现地面作业信息的快速收集及存储管理。

#### ⑩地面作业信息模板统计制作上报

基于地面作业指挥系统，按照地面作业信息标准规范，实现地面作业信息的快速制作及上报。

#### ⑪地面作业个例信息管理

基于地面作业指挥系统，根据地面作业信息，实现地面作业包括作业类型、作业点名称、作业目的、作业方位角、作业仰角、作业用弹量、作业前后气象站点、作业前后雷达数据、作业前后卫星云图数据等信息的收集、存储以及管理。

#### ⑫地面作业历史过程回放

基于视频监控、震动提供对历史作业个例库、相关指标参考的管理和地面作业历史过程模拟演练功能，并能够对模拟演练过程参数进行记录与回放。

### (6) 场景感知子系统

场景感知子系统主要是基于作业点视频、音频、震动光缆以及人员上报信息，实现作业场景的状态、进度等实时感知。通过视频 AI 分析的库房门开关状态、人员活动状态、作业装备发射状态感知；通过振动光缆的作业实时状态感知；通过音频识别的作业场景实时感知；通过人员上报信息的作业状态和进度感知。

#### ①作业场景实时视频采集

基于视频流数据解析技术，实现作业点多源视频监控实时数据的采集、解析、存储、分析以及展示。

#### ②天气现象视频 AI 识别分析

基于地面作业点高清网络摄像机，采用视频 AI 分析技术，实现包括高云、低云、卷积云等类型天气现象的智能识别。同时基于雷达、卫星云图等图像 AI 识别技术，实现对流云天气、冰雹天气等极端天气的智能识别分析。

#### ③区域入侵视频 AI 识别分析

基于地面作业点高清网络摄像机，采用视频 AI 分析技术，实现非法入侵 AI 识别分析。

#### ④作业安全视频 AI 识别分析

基于地面作业点高清网络摄像机，采用视频 AI 分析技术，实现作业点作业人员安全规范操作的 AI 识别分析。

#### ⑤作业场景音频实时采集

基于地面作业点高清网络摄像机和语音采集设备，采用声音 AI 识别分析技术，实现作业场景的音频实时采集分析。

### ⑥作业场景炮弹发射识别分析

炮弹发射声音的时域等特征与其他声音不同，可通过声音 AI 智能分析和声音频率、幅度、短时能量等特征参数 AI 分析，实现人影包括作业准备、作业中以及作业结束等地面作业场景的识别。

### ⑦作业场景现场人员语音识别分析

基于语音 AI 分析，实现视频中语音关键词的识别。

通过对作业点视频监控的音频提取分析，识别人员对话、装备搬运、装备启动等声音信息，并形成规范的音频库，为后期音频安全管理提供基础数据支撑。

### ⑧震动光缆信息实时采集

基于物联网技术，实现振动光缆实时监测信息数据的实时采集、处理、存储以及查询。

### ⑨震动光缆异常信息识别分析

基于实时监听的震动光缆信息数据，对异常振动信息数据进行识别分析，判断是否为入侵或者其他干扰因素。

### ⑩震动光缆安全报警

基于实时监听的震动光缆信息数据，通过振动数据来判断是否有人攀爬或翻越网入侵时引起的振动，从而进行入侵报警。

### ⑪现场终端图文音视频信息上报

基于移动终端系统，实现现场作业前准备情况、作业中情况以及作业后整理等场景的图像、视频、音频以及文字信息的上报。

### ⑫现场上报信息识别分析

指挥中心基于现场移动终端上报的图像、视频、音频以及文字等信息，实现现场作业安全、规范等识别分析。

## 6.3 技术指标要求

### 6.3.1 可扩展性要求

本项目要求开发的系统应该具备良好的可扩展能力，提供功能扩展辅助机制、友好的功能扩展开发接口以及详尽的说明文档和范例，用于支持后期系统的扩展。应为新增业务、新增资料的灵活、快速扩充和改造提供方便。能够部署到集群环境工作，支持动态增加集群数量提高响应能力。

### 6.3.2 稳定性要求

系统需要具有良好的稳定性。系统可 7\*24 小时连续、稳定运行；

### 6.3.3 响应时间

- (1) 数据加载响应时间小于 500 毫秒
- (2) 本地数据查询时间 小于 2 秒
- (3) 远程数据查询时间 小于 3 秒
- (4) 小于 1M 数据存储和查询时间 小于 2 秒
- (5) 1000 条数据库查询时间 小于 2 秒

### 6.3.4 并发用户数

最大并发用户数量不小于 500 个

### 6.3.5 编码规范

关键注释率不小于 60%；

### 6.3.6 环境适应性

在运行环境发生一定范围内的改变时，软件可以较好的适应和调整。在计算 设备、网络设备、存储设备等升级换代时，易于直接替换；

### 6.3.7 安全性

满足本工程安全评估要求，软件代码中无高危漏洞。

(1) 需对 URL 输入参数、Web 表单等进行规范性验证和检测，防范 SQL 注入攻击漏洞；

(2) 对系统开发代码进行安全检测，包括代码质量（空指针调用、资源未 释放等）、安全特性（口令管理、不安全随机数等）、错误处理（过多异常捕获、 过多抛出异常）、系统信息泄露等。

## 7 信息基础资源管理系统改造

### 7.1 系统概述

北京市气象局在十三五期间建设完成了统一业务监控系统，对北京气象局气象服务能力提升和冬奥气象服务保障工程项目的软硬件资源进行了监控，实现了气象业务全流程监控、微服务调用链监控、容器监控以及基础资源监控，有效降低了管理人员的运维压力。同时，建设完成了运维管理系统，实现了运维工单的电子化，提升了运维效率。在十四五期间将加强气象数据开放共享，推进信息系统云迁移，提高基于高频大数据精准动态监测预测预警水平。优化完善统一业务监控系统和运维管理系统，新增监控管理手段，提升运维管理水平，建设决策支持能力，为气象信息化建设快速迭代提供决策支持依据。

在十四五期间将加强气象数据开放共享，推进信息系统云迁移，提高基于高频大数据精准动态监测预测预警水平。为了达到以上目标，北京市气象局将逐步建设一套考核机制和数字技术辅助决策手段，实现对数据共享服务、信息系统云迁移以及气象监测预测预警水平监控指标的定义和测量，为气象信息化建设快速迭代提供决策支持依据。

### 7.2 建设内容

#### 7.2.1 统一业务监控系统优化升级

##### 7.2.1.1 业务系统监控模块

###### ①基础资源监视信息采集

基础信息采集利用气象综合业务监控系统现有的监控 Agent 进行数据收集，主要对新建设平台云主机的 CPU、内存、磁盘、网络速率、系统关键进程、相关数据库服务、数据库连接数、数据库表空间等信息进行数据采集，并将采集结果上报到气象综合业务监控系统平台。

###### ②专题监控展示

专题监控展示页面主要分为 3 个层面。底层为基础资源监测与网络监视信息展示，中部为应用监视展示，顶层为数据接口服务情况、关键信息展示等。页面支持各种表格、图形、图标等方式进行数据展示，支持部分图表的数据详情展示。

##### 7.2.1.2 区局考核功能模块

###### 数据统计与查询：



根据区局为单位，统计 13 大类气象资料的到报率和时效。

提供当天及最近 30 天的历史数据查询功能。

支持按照国家考核站和全部站两种方式进行数据统计，满足不同考核需求。

#### **到报率统计：**

对单个区局，支持按 2 分钟、5 分钟、10 分钟的时间间隔统计到报率，确保数据的实时性和准确性。

提供到报率的统计结果展示，便于用户快速了解各区局的到报情况。

#### **到报及时率统计：**

支持按月份统计各区局、各类气象资料的到报及时率，评估各区局的工作表现。

提供到报及时率的统计结果展示，包括各区局、各类资料的统计数据 and 排名。

#### **数据导出功能：**

提供导出统计结果到表格的功能，支持多种表格格式（如 Excel、CSV 等）。

导出的表格应包含完整的统计数据和相关信息，便于用户进行进一步的数据分析和处理。

### **7.2.1.3 气象数据共享服务监控模块**

实现对气象数据共享服务的状态、时效性的监控，包括：

- 为政府机关提供的决策气象服务；
- 为水利、电力、交通、农业、林业等行业提供的行业气象服务；
- 为公众、第三方提供的公众气象服务。

### **7.2.1.4 重保专项服务监控模块**

对重大活动保障气象服务，提供专项气象产品和服务进行监控，包括产品生成、分发的状态和时效性，提高重保专项服务水平。

#### **产品生成监控：**

实时监控重大活动保障气象服务的专项产品生成状态，包括生成时间、生成频率等。

对产品生成异常进行告警和通知，及时提醒相关人员处理。

提供产品生成统计和分析功能，帮助运维人员了解产品生成的整体情况。

#### **产品分发监控：**

监控专项产品的分发状态，包括分发渠道、分发时间、分发成功率等。

对分发异常进行告警和通知，确保产品能够及时、准确地送达用户。

提供产品分发统计和分析功能，帮助运维人员了解产品分发的整体情况。

#### **时效性监控：**

对专项产品的时效性进行监控，确保用户能够及时获取到最新、最准确的气象信息。

对产品更新延迟进行告警和通知，提醒相关人员及时处理。

提供时效性统计和分析功能，帮助运维人员了解产品时效性的整体情况。

### **7.2.1.5 系统部署**

统一业务监控系统模块的部署在统一业务监控系统基础平台上进行。

## **7.2.2 运维管理系统优化升级**

### **7.2.2.1 机房进出管理模块**

**基于流程引擎的机房进出管理：**开发一个基于流程引擎的机房进出管理系统，用于管理人员进出机房和设备进出机房的流程。

**进出申请与审批：**系统应支持机房进出申请的提交和审批，确保机房的访问权限和安全。

**进出记录与监控：**记录所有进出机房的人员和设备信息，并提供实时监控功能，确保机房的安全和高效运行。

### **7.2.2.2 资源申请管理模块**

基于流程引擎，实现对堡垒机、VPN、虚拟机等资源申请的管理，提高运维管理的数字化水平。

## **7.2.3 服务拨测子系统**

服务拨测子系统能够通过模拟真实用户访问的方式，从多个拨测点对指定协议的 Web 应用服务的健康状况和响应时间进行探测，帮助运维人员从应用层面了解业务应用的运行情况。

#### **①服务管理模块**

将气象业务系统中的各个应用单元按照所属业务应用的维度进行划分，并在应用单元下创建需要监测的业务服务，业务服务所支持的协议至少为 HTTP/HTTPS、TCP 和 UDP，并支持建立服务之间的依赖关系。

## ②拨测管理模块

按照业务应用的纬度来创建服务拨测的策略模版，并支持选择相应的业务服务创建基于模版的特定拨测策略。

支持从多地域、多运营商环境下对同一个业务服务执行拨测，以提供更加全面的监测数据。

支持 HTTP/HTTPS、TCP 和 UDP 协议的拨测方式，可灵活设置拨测周期、超时时间和请求正文的内容。

支持对 HTTP/HTTPS 的拨测方式创建变量，并在创建策略时能引用这些变量。

支持根据拨测应用的响应正文中包含或不包含特定的字符串，来判断拨测结果是否正常；对于 HTTP/HTTPS 方式的拨测，还支持根据应用返回的状态码来判断拨测结果是否正常。

支持运维人员根据指定时间内和指定轮询周期内服务拨测的平均响应时间、最大响应时间和可用率指标来设置业务服务监测的告警条件。

## ③健康度统计模块

提供指定时间段内业务应用/应用单元健康度的视图展示，包含业务应用/应用单元的实时数据，各环境下平均时延、业务应用下服务时延 TOP 排行、应用时延趋势图。

支持从业务服务的视角展现每个业务服务在选中时间内的状态、拨测时延、平均时延的变化情况。

## ④权限管理模块

支持功能权限管理和数据权限管理功能，对运维人员进行细粒度授权，每个运维人员只能查看本人管理的服务。

## 7.2.4 日志监控子系统

建立日志监控机制，实现对系统日志的全面采集、分析和告警，提供丰富的日志查询和分析工具，帮助运维人员快速定位问题，增强系统的安全性和稳定性。

日志监控子系统对常见的硬件、软件日志进行采集和解析，实现日志的快速检索和告警。所有的日志资源对象支持从 CMDB 获取。

### 7.2.4.1 日志采集模块

支持对网络设备、存储、操作系统、数据库、中间件日志进行采集，内置常见的采集规则。

采集规则需支持文本采集和协议采集两种方式。其中协议采集需支持 TCP、UDP 两种协

议。

日志采集规则中，需支持过滤器功能，通过字符串或者正则表达式的方式对日志内容进行过滤，可通过配置选择满足过滤条件的日志是否采集。

需支持对多行日志的采集，需支持通过正则表达式的方式对多方日志格式进行划分。

#### **支持多种日志来源：**

网络设备：如交换机、路由器等网络基础设施的日志。

存储设备：如磁盘阵列、磁带库等存储设备的日志。

操作系统：如 Linux、Windows 等操作系统的系统日志。

数据库：如 Oracle、MySQL 等数据库的运行日志。

中间件：如 Web 服务器、消息队列等中间件的日志。

#### **内置常见采集规则：**

提供常见的日志格式解析模板，简化用户配置过程。

支持自定义采集规则，满足特定日志格式的解析需求。

#### **文本采集与协议采集：**

文本采集：支持从文件、目录等文本源中采集日志。

协议采集：支持 TCP、UDP 等网络协议的日志采集，实现远程日志收集。

#### **日志过滤器功能：**

通过字符串或正则表达式的方式，对日志内容进行过滤。

提供配置选项，允许用户选择是否采集满足过滤条件的日志。

#### **多行日志采集与划分：**

支持多行日志的采集，确保不会遗漏任何重要信息。

通过正则表达式的方式，对多行日志进行格式划分，实现日志的有效解析。

### **7.2.4.2 日志解析模块**

需支持通过正则表达式、Grok、Esper、Xml、Json、Csv 等方式进行日志解析。

### **7.2.4.3 日志检索模块**

需支持根据关键字和多条件组合搜索。需支持 lucene 语法查询。

需支持通过搜索条件快速设置告警。

搜索的结果需支持结构化查看和查询上下文功能，其中结构化字段点击后可以自动加入到搜索条件，已实现对同类日志进行快速搜索。

日志全文点击后需支持自动分词，支持对多个词按照条件进行组合搜索。

需支持通过主机视图查看和搜索某一台设备的所有日志。

#### 7.2.4.4 告警策略模块

需支持以下告警方式：

- 通过关键字触发告警

用户可以定义关键字列表，当日志中出现这些关键字时，系统触发告警。

支持正则表达式，以应对复杂的匹配需求。

- 设置一定时间内满足条件的事件数。

用户可以设置一个时间窗口（如 5 分钟、1 小时等）和事件数量阈值。在指定时间窗口内，如果事件数量超过阈值，则触发告警。

- 根据历史一段时间内发生的事件数量作为基线值，进行对比触发告警。

系统自动收集并计算过去一段时间（如一天、一周等）内的事件数量基线值。用户可以设置告警阈值，当当前事件数量超过该阈值时，触发告警。

- 通过设置一定时间内某字段出现的次数触发告警。

用户可以指定一个或多个字段，并设置这些字段在指定时间窗口内出现的次数阈值。

当实际出现次数超过阈值时，系统触发告警。

需支持设置告警的抑制时间，为了避免在短时间内多次触发相同类型的告警，提供告警抑制功能。用户可以设置告警抑制时间，在该时间内，相同类型的告警只触发一次。

### 7.2.5 决策支持子系统

#### 7.2.5.1 容量分析模块

结合气象业务系统的运行情况，梳理容量管理指标，结合监控实时采集性能数据、历史数据、配置管理数据，形成算法建模。基于智能算法平台提供系统容量评估分析，以及单指标容量预测分析等。

### 7.2.5.2 云化能力分析模块

根据云化比率计算公式，实时抓取云上资源数量与物理资源数量，统计业务和资源的云化比率，为综合考核、领导决策提供支撑数据。

### 7.2.5.3 区局观测能力分析模块

定时生成区局观测能力分析报表，对观测数据到报情况、时效情况进行切片分析，按不同维度进行对比分析，支持按到报率、及时率指标排序功能。

### 7.2.5.4 气象数据共享服务能力分析模块

定时生成气象数据共享服务能力报表，对决策气象服务、行业气象服务、公众气象服务的服务情况进行统计分析。

对于 WEB 类型的数据共享服务，支持对访问量、流量、耗时和成功率等指标进行统计。

### 7.2.5.5 决策支持算法引擎

#### ①数据接入

应具备多种类型异构数据源的接入整合能力，支持的数据源类型包括关系数据库，如 MySQL、Oracle、SQL Server、PostgreSQL、Informix、MySQL BinLog、DB2 和 Sybase 等；NoSQL 数据库，如 Elasticsearch、HBase、HDFS 和 MongoDB；Kafka 数据接入；文本导入，如 Excel、CSV、TXT 和 FTP；还应支持通过 API 定制插件的方式与第三方系统集成对接。

数据源接入方式应支持实时增量接入和非实时全量接入，并支持推送及拉取两种模式的数据接入；

应提供以表格及图形化方式定义可视化的数据 ETL 转换能力，对数据进行解析、提取、清洗、替换、分类、归并等处理，实现数据标准化，统一为标准的数据模型；ETL 内置正则抽取、条件过滤、文本替换、行列转换、日期计算、数值计算、文本计算、分组聚合、数据合并、数据关联、数据丰富等算子。

应提供基于数仓理念的数据模型管理，定义数据模型的维度、度量字段；支持定义数据质量检查；并提供存储信息的管理，比如主键、分区等等。

#### ②数据治理

应提供元数据管理功能，对业务数据所涉及各字段进行梳理规范，并构建数据血缘关系，包括数据源元数据、数据模型元数据、数据集元数据。



需提供数据质量管理功能，基于元数据定义数据质量检查规则。基于检查规则生成数据质量报告，并允许定义对不满足条件的数据的处理策略定义，包括纠正、丢弃等。

需提供数据字典管理功能，可以对数据的数据项、数据结构、数据流、数据存储、处理逻辑等进行定义和描述。

### ③数据集市

需支持对主题数据集市的管理功能，包括数据集市的创建、删除、修改，并允许对主题数据集市的构建作业任务进行启停操作。

需支持通过聚合分析方式创建主题数据集市，可以基于可视化界面定义过滤条件、维度分组，时间分段、度量列聚合汇总。

需支持通过流分析方式创建主题数据集市，可以基于数据模型，利用算子自定义数据处理流生成数据集市。

需支持通过即席分析方式创建主题数据集市，可以基于数据模型建立 CUBE 模型，对外提供数据即席查询分析的能力；

需支持通过算法分析方式创建主题数据集市，可以基于数据模型，利用系统提供的算子建立数据挖掘学习模型，对数据进行算法分析；系统提供的元子算法包括特征处理、自然语言处理、分类算法、回归算法、聚类算法。

需支持通过 CEP 规则分析建立主题数据集市，可以基于数据模型，定义 CEP 规则，对数据进行 CEP 规则分析处理，调度，产生数据分析结果，建立数据集市。

### ④数据共享

需提供面向主题数据集市的发布查询、浏览、展现功能，运行用户通过 API 或直接方式存储引擎获取主题数据集市数据。

需提供面向主题数据集市的订阅功能，定时或更新时主动推送数据到订阅端，订阅方式支持 WebHook API、Kafka 以及 Redis 方式。

### ⑤运行管理

需提供大数据处理、分析的作业任务管理调度功能，作业类型涵盖数据平台内的所有作业，包括数据同步作业、数据 ETL 转换作业、聚合汇总处理分析作业、算法挖掘分析作业等等，允许对作业运行进行手工启停、调整运行参数，查看作业运行状态。

需提供数据平台内大数据引擎管理功能，包括存储引擎、计算引擎、分析引擎。

需提供监控服务的自诊断能力，当服务诊断异常时，应能给出问题的处理建议。

### **7.3 技术指标要求**

**安全性：**系统建设过程和建成后，将加强安全防护，按照相关等保要求进行等保测评，并确保系统在安全通信网络、安全管理等方面不存在风险问题。实施等保安全要求，包括网络安全、数据加密、访问控制、安全审计等功能。

**可用性：**确保系统高可用性，通过负载均衡、故障转移等机制减少系统宕机时间。

**扩展性：**系统设计需考虑未来的扩展性，能够支持更多的业务模块和用户增长。

**可维护性：**提供完整的技术文档和操作说明，确保系统的可维护性。

## 四、关键指标要求

| 序号 | 关键指标项 | 平台或系统名称                 | 指标描述  |
|----|-------|-------------------------|---|
| 1  | #     | 高精数值预报支撑系统              | <b>基于人工智能技术的模式优化模块：</b><br>基于 AnEn 和邻域法技术开发站点和格点地面要素快速预报释用功能，基于多源-多循环的降水融合预报技术，完成多个时次累积降水融合、概率预报等产品制作，通过混合物理-机器学习风速预测技术实现地面要素预测性能的优化。   |
| 2  | #     | 高精数值预报支撑系统              | <b>大涡尺度的高分辨率气象场模拟和预报模块：</b><br>实现不同来源的气象场资料，静态地理信息资料，多源数据的预处理，开展复杂地形效应下大涡预报模块的性能。   |
| 3  | #     | 公众气象服务子系统               | <b>气象科普系统：</b><br>极端灾害性天气深度科普教育系统包括数字沙盘灾害性天气推演系统、沉浸式风暴体验系统、知识互动答题系统。  |
| 4  | #     | 信息基础资源管理系统改造            | <b>区局考核功能模块：</b><br>对单个区局，支持按 2 分钟、5 分钟、10 分钟的时间间隔统计到报率，确保数据的实时性和准确性。<br>提供到报率的统计结果展示，便于用户快速了解各区局的到报情况。   |
| 5  | #     | 信息基础资源管理系统改造            | <b>决策支持算法引擎：</b><br>基于元数据定义数据质量检查规则。基于检查规则生成数据质量报告，并允许定义对不满足条件的数据的处理策略定义，包括纠正、丢弃等。  |
| 6  | #     | 精细化多端服务平台<br>(智慧气象服务管家) | <b>多端适配：</b><br>基于微服务的模块化的服务支撑系统，利用现代计算机技术、WEBGIS 技术、人工智能技术以及云计算分析技术，能根据用户需求，快速完成 PC 端、大屏端和移动端的业务系统、预警系统、监测系统或平台的搭建和优化。   |
| 7  | #     | 精细化多端服务平台<br>(智慧气象服务管家) | <b>模块插件式服务：</b><br>利用计算机网络技术、GIS 技术、大数据技术、人工智能技术等先进的软件开发技术，将网站开发、系统开发、平台建设和气象实况产品、预报产品、预警产品、统计产品进行融合处理，开发成一组可引用的组件产品，组件都使用同一标准，组件之间任意组合，用户通过请求，可一个或多个组件，结合简单的界面开发就可以形成一套全新的应用平台或系统，不需要进行数据处理和展示模块的开发。 |
| 8  | #     | 人影智能化融合指挥作业平台           | <b>飞机作业指挥监控：</b><br>实现飞机作业全过程的实时监控，包括飞机作业信息采集、通信调度指挥等。  |

|    |   |                         |   |
|----|---|-------------------------|---|
| 9  | # | 气象大数据智能管理平台             | <p><b>全媒体素材汇编：</b><br/>采集多种来源、多种场景、多种格式的全媒体素材，包含图文、音视频、H5 等进行统一管理，实现素材采集上传、直播收录、回传等资源的统一汇聚共享。覆盖各媒体、各产品线的全媒体素材统一资源管理，实现对不同形式的媒体资源进行多维度分类导航、统一展现、智能检索和统计分析。</p> |
| 10 | # | 精细化多端服务平台<br>(智慧气象服务管家) | <p><b>AR\VR 科普产品制作：</b><br/>AR\VR 科普产品制作包括科普综合业务平台、三维搭建、材质制作、动画设计、特效制作、蓝图控制等 6 个部分。</p>   |



## 第六章 拟签订的合同文本

# 信息系统建设项目合同

项 目 名 称:

委托方（甲方）:

受托方（乙方）:

签订日期:            年    月    日

甲方： \_\_\_\_\_

住所地： \_\_\_\_\_

负责人：

项目联系人：

联系方式：

乙方： \_\_\_\_\_

住所地： \_\_\_\_\_

法定代表人：

项目联系人：

联系方式：

甲方拟实施 XX 项目（以下简称“项目”），通过公开招标方式确定乙方为中标人，现甲乙双方依据《中华人民共和国民法典》等相关规定，本着友好合作、平等互利的原则，经协商一致，特签订本合同，双方共同信守。

## 第一部分 项目与建设费用

### 一、合同名词术语定义

1.“合同”：系指甲乙双方就本项目建设达成并签署的协议，包括所有的附表、附件以及下面指出的构成合同的所有文件。双方同意下列文件作为本合同不可分割的组成部分阅读和理解：

- (1) 本合同正文；
- (2) 本合同附件；
- (3) 本项目中标通知书；
- (4) 中标人投标文件及书面承诺；
- (5) 招标文件及其附件；
- (6) 在合同实施过程中双方共同签署的补充与修正文件。

甲乙双方同意在出现合同理解上的歧义时，按照上述文件次序优先执行。

2.“签约合同价”：系指乙方中标金额；“合同价款”：系指根据本合同约定应由甲方支付给乙方的费用金额。

3.“系统”：系指甲方委托乙方建设的 XXX 系统。

4.“产品”：系指乙方在合同项下负责提供并安装的所有软件、硬件设备，包括合同



项下要求乙方提供的全部备品备件和耗材，以及安装系统所需要的全部安装材料。

5.“服务”：系指任何由乙方按合同项下的要求进行的软件开发、试运行、测试、培训、维护、修理和其他为正常安装和运行本系统提供的必要服务，这些服务可以包括但不限于安装、调试、培训、数据转移、维护和技术支持。

6.“质量保证期”：系指整个项目在通过甲方最终验收之日起的\_\_\_\_年。

7.“里程碑”：乙方在建设过程中完成的阶段性成果。

## 二、合同的内容、范围及要求

### 1.合同内容、范围

具体内容见招标文件

2.系统建设要求按照经甲、乙双方共同确认的技术方案执行。

3.乙方在系统建设过程中应遵循国家、北京市政府以及行业已有的信息化标准与规范。

4.乙方在系统建设过程中应遵循项目制定的相关规范，包括但不限于乙方拟制并经甲方确认的项目章程等。

## 三、工程期限及进度计划

乙方将制定具体保证措施，确保本合同签订后\_\_\_\_个月完成建设项目并初步验收合格，合同签订后\_\_\_\_个月内双方完成项目最终验收。项目建设过程中，乙方需全力配合甲方工期进度要求。

## 四、价款及支付方式

1.本项目签约合同价暂定为人民币\_\_\_\_\_元整（¥ \_\_\_\_\_），最终合同价款以审计结果为准。

2.费用调整：本合同为固定总价合同，合同价款不予调整，除在合同实施过程中因需求变更导致费用调整的，由双方签署需求变更单，根据双方确认的变更单相应增减费用。如无特别约定，减少的费用应在确认后最近一次付款时相应扣减；增加的费用应在该项需求完工经验收合格后支付。

3.付款方式：（根据具体情况调整）

（1）首付款：签订合同之日起 15 个工作日内，乙方向甲方提交总合同金额 10%的履约保函；履约保函提交至甲方后，甲方向乙方支付签约合同价 50%的合同款，计人民币(大写)元整（¥ \_\_\_\_\_）。

（2）进度款：

本项目系统详细设计完成并通过评审后,甲方向乙方支付签约合同价的10%合同款,计人民币(大写)元整(¥\_\_\_\_\_);

本项目初步验收合格并提供初步验收报告后,甲方向乙方支付签约合同价 15%的合同款,计人民币(大写)元整(¥\_\_\_\_\_);

最终验收合格并提供项目最终验收报告后,甲方向乙方支付签约合同价20%的合同款,计人民币(大写)元整(¥\_\_\_\_\_);

(3)尾款:“首都精准天气预报服务和重大活动人工影响天气保障工程”竣工验收结束后,甲乙双方结算合同价款剩余部分。

(4)由于甲方系财政拨款单位,实际价款支付时间以甲方财政拨款到位时间为准。如因财政或有关部门就本项目资金未能及时拨款到位,待本项目资金到位后向乙方付款,而不视为甲方付款违约,甲方亦不承担任何违约责任。但乙方不得拒绝或延期履行义务,否则应按本合同约定承担违约责任。

(5)甲方以银行拨付方式进行支付,支付前乙方须向甲方提供合同复印件、发票和相关证明文件。否则,甲方有权拒绝付款且无需承担任何违约责任,但乙方不得拒绝或延期履行义务,否则应按本合同约定承担违约责任。

## 第二部分 建设安排

### 五、项目变更

1.甲方有权在履行本合同的过程中合理地提出变更、扩展、替换或修改本项目的某些部分的请求,包括增加或减少系统的相应功能、变更交付或安装的时间与地点等。乙方在履行本合同过程中如发现不合理之处,应及时向甲方提出合理化建议。

2.任一方提出项目变更请求时,应将具体变更内容以书面形式提交给对方。其中:

(1)甲方提出项目变更请求时,乙方应在5个工作日内作出该变更的评估报告并提交给甲方。

(2)乙方提出项目变更合理化建议时,应同时提交该变更的评估报告。

前述评估报告内容应包括该变更对合同价格、项目交付日期、系统性能、项目技术参数的影响以及对其他合同条款的影响等。

3.甲方应于收到评估报告之日起5个工作日内书面回复是否接受项目变更。其中:

(1)如双方均同意项目变更,应另行签署工程变更单。

(2)乙方提出的合理化建议甲方不采用的,仍按照本合同原内容履行;甲方提出的变更要求,乙方应当遵守。

## 六、乙方报告义务

1.乙方应于每月 25 日向甲方提供项目月报。

前述月报应包含项目进度或里程碑计划执行情况、已完成的软件开发项目、系统建设项目、有无遇到的困难和障碍、本项目的预期效果、人员配置情况、有无项目变更及变更情况或其它与本项目有关的甲方应该知道或甲方要求知道的情况。

2.如本项目需进行项目变更，乙方应当自发现该情形之日起 5 个工作日内书面告知甲方。

3.乙方应当在 2 个工作日内回复甲方提出的与本项目相关的询问。

## 七、双方责任

### 1.甲方责任

(1) 甲方向乙方提供本项目的有关资料 and 文件，提交文件及资料的名称、份数以及提交日期由双方协商确定。

(2) 甲方为乙方实施提供必要的环境和设备条件。

(3) 在项目实施过程中，甲方应组织相关技术人员参与项目组织管理，并成为管理组成员贯穿于项目实施的过程始末；甲方应指派至少一名具备一定业务素质和能力的人员协助乙方开展需求调研、方案设计与组织实施工作。

(4) 负责协调乙方在本项目办公地点的安装、调试、测试及培训等一系列工作，以及项目建设过程中涉及的与相关单位的沟通、协调工作。

(5) 甲方在人员条件允许情况下应派技术管理人员跟随乙方实施人员一起参与实施，实施过程中接受乙方技术人员的现场指导，了解可能遇到的问题及处理故障的方法。

(6) 甲方严格按照合同规定向乙方支付合同款项。

(7) 乙方向甲方提供的内部资料，甲方应予以保密，甲方承诺，不向任何第三方泄露乙方的商业机密和技术机密。

(8) 甲方应在项目实施完毕后根据合同规定及时组织相关人员对项目进行验收。

### 2.乙方责任

(1) 严格按照项目管理实施的规定组织相关专家、技术人员等以及甲方指定人员成立项目组，负责本项目的具体实施工作。未经甲方书面同意，不得擅自变更上述人员。

(2) 乙方应指派专业人员负责软件开发和包括技术支持、培训在内的其他伴随服务。

(3) 按本项目招标文件中的要求及甲方的实际情况，完成\_\_\_\_\_等工

作。

(4) 乙方应按合同规定时间节点完成工作内容。

(5) 乙方在项目结束时提交相应技术文档及用户手册，并积极配合甲方对本项目进行验收。

(6) 为保证甲方正常使用该系统，乙方同意依照本合同技术支持与售后服务相关条款向甲方提供技术支持与服务。

(7) 乙方向甲方提供的硬件设备质量应符合国家、北京市、行业的相应标准及合同约定。应保证为全新（原装）产品，经正确安装、正常使用运转和保养应具有国家相关技术标准规定的性能。

(8) 乙方提供的软件系统，质量应符合相应国家标准和合同约定，满足甲方需求。

(9) 乙方须接受并配合甲方对信息化系统的质量、进度等方面实施监督和管理。

(10) 乙方保证严格遵守北京市气象局的各项相关制度。

(11) 乙方应主动配合有关部门结果查究的相关工作。

(12) 甲方向乙方提供的内部资料及履行本合同过程中获知的全部信息，乙方应予以保密，乙方承诺，除为履行本合同目的，不向任何第三方泄露甲方的上述信息。

(13) 在项目具体实施的过程当中，乙方承诺严格按照 ISO9000 系列标准，严密组织，认真规划，严格监管，以确保项目高质量按期完成。

(14) 乙方成立专门的项目组，项目组由各专项组组长组成，人员应具有丰富的系统设计、开发和项目管理能力。项目组的负责人在开发及试运行期间稳定不变以保证项目的总体质量。

## 八、交付

1.乙方应当按照合同要求完成里程碑和项目系统交付。

2.乙方应当按照本合同及附件的约定向甲方交付下列内容：

(1) 计算机程序。包括源代码、目标程序、可执行程序。

(2) 文档。包括技术文档、用户指南、操作手册、安装指南和测试报告等。文档提交纸质版 9 份、电子版一份（光盘）。

(3) 项目硬件：\_\_\_\_\_。

前述源代码必须可为熟练的程序员理解和使用，可打印以及被机器阅读或具备其他合理而必要的形式，包括对开发软件的评估、测试或其它技术文件。

3.乙方所提交的里程碑和开发软件应符合如下要求：

- (1) 符合国家有关软件产品方面的规定和软件标准规范；
- (2) 不得包含任何可以自动终止或妨碍系统运作的软件。

4.乙方所提交的项目硬件应符合如下要求：

- (1) 符合有关国家标准、行业标准。如相关标准有不一致的，以其中更严格者为准；
- (2) 满足本合同及相关附件的其它要求。

九、验收标准和方法

1.项目由甲方组织相关人员组成验收小组负责验收工作。

2.验收分为初步验收和最终验收两个阶段，甲方应按如下约定安排验收：

(1)“初步验收”指基础性构架安装完成，各应用软件开发完毕，通过甲方组织的功能、性能测试，并上线试运行后，甲方进行初步验收，初步验收合格后甲方向乙方出具系统“初步验收报告”，初步验收合格后乙方进行系统集成、调试、培训。

(2)“最终验收”指软件安装调试完毕，进行使用培训，培训完毕后进入为期三个月的试用期。系统取得第三方测试报告且试用期满5个工作日内进行项目最终验收，最终验收合格后甲方向乙方出具系统“最终验收报告”，进入系统维护期。

具体测试和验收标准详见招标文件。如双方在系统建设过程中调整项目内容的，应以双方另行签订的书面文件为准。

3.验收（含初步验收和最终验收）合格的，甲方应当出具相应阶段的验收合格文件；验收不合格的，双方应共同调查原因，并按如下约定处理：

(1)如因乙方原因导致验收不合格的，乙方应承担下列责任：在5个工作日内消除造成验收不合格的原因，并承担由此引发的一切费用，给甲方造成损失的，应当赔偿甲方的损失。

(2)如因甲方原因导致验收不合格的，甲方应在5个工作日内消除该原因。

4 甲方应在不合格原因消除后8个工作日内再次进行验收，时间与周期与前一次验收相同。如连续两次因乙方原因导致验收不合格的，视为乙方根本违约。

5.自乙方建设系统上线之日起至最终验收合格之日止，乙方修改各类错误总耗时超过15个工作日的，除应按本合同第二十一第2款承担迟延履行违约责任外，每超过1个工作日的，还应向甲方支付人民币（大写）伍仟元整（¥5000元）违约金。超过30日的，即视为乙方根本违约。

6.甲方未在约定期限内进行验收亦未提出书面异议的，合同期限相应顺延。

## 十、技术支持与售后服务

1.本合同约定质量保证期为自最终验收合格之日起5年。乙方需提供24小时热线电话支持、Email支持和传真支持，对于接到的用户技术咨询。

2.乙方在质保期内提供至少      名服务人员进行7×24小时的实时技术支持。

3.对于项目采购的软件产品、乙方所开发的应用软件在质保期内如有升级版本，乙方免费为甲方更新。软件、硬件在质保期内的维护服务不收取任何额外费用，质保期后的技术支持和年服务费标准双方协商。

4.在质量保证期内，乙方应对所提供软硬件运行中出现的质量问题现场处理。软件运行中出现问题，乙方接到通知后必须在2小时内做出实质性响应，24小时恢复。对于不能通过远程方式解决的问题，4小时内到达用户现场予以解决。若乙方未能按时派员到现场或未能按时限解决问题，甲方有权自行或委托第三方处理，所发生费用由乙方承担，甲方有权按照实际发生费用的1.5倍在尾款中扣除。

5.乙方应制订详细的应急响应策略，并在甲方认为的重要事件中，给予现场技术保障。

6.在质量保证期内，在不增加新的业务功能前提下，如由于甲方对现有业务系统的需求变更，乙方应在甲方要求的时限内给予无条件免费技术支持。

7. 本项目中，若涉及硬件设备，乙方向甲方提供主要设备的合格证和质量证明文件。

8. 质保期间，如未按合同约定修复故障，每超时1天，乙方应向甲方支付违约金5000元。

9. 本项目质保期内乙方需配备充足的备品备件，并承诺其中备机数量不少于总供货量的      。

## 十一、培训

1.乙方承诺按选派有相应专业的实际工作和教学经验的教师和相应的辅导人员来完成对所有硬件产品、随机系统、软件产品、应用集成、开发技术及工具等在内的全部培训，乙方编写并提供教材。

2.对于每次培训的具体内容、深度和时间安排，乙方提出具体培训方案。

3.除培训计划外，在系统运行期间若甲方有培训要求，乙方应根据实际情况而协助甲方完成相关培训。

4.培训的时间、内容、人员、班次等项内容在具体执行过程中甲方可以进行调整，



甲方的培训调整事先提前 5 个工作日通报乙方，以方便乙方安排。

## 十二、其它

为确保项目建设的质量，乙方应配合项目监理、项目管理、总集成、项目审计等单位要求进行项目的实施，保证项目按照合同约定顺利完成。

## 第三部分 知识产权与保密

### 十三、知识产权

1. 在合同履行过程中，基于本项目定制开发部分的知识产权归甲方所有（不包含乙方为开展本项目定制开发所采用到的乙方已有的知识产权及专利部分）。在定制开发软件部分调试完成后整体交付时，乙方应向甲方交付软件开发源代码（不包含乙方已有知识产权及专利部分源代码）。乙方应按照甲方要求履行本项目定制开发部分知识产权的二次开发义务，若甲、乙双方后续各自在本项目定制开发部分知识产权上进行二次开发，二次开发成果的所有权和知识产权归甲方所有。

2. 在本合同生效前已存在的知识产权并不因本合同的签署和履行而转移，双方仍是各自前述知识产权的所有人。

3. 甲方同意不会对乙方原有知识产权自行或授权任何第三方从事以下行为：（1）拆卸、反向工程、反编译、反汇编乙方产品或乙方根据本合同提供的任何物品（合称“物品”）；（2）分离、提取、隔离物品中的组件，或使物品或者物品中的组建处于任何未经乙方书面授权的分析中。

4. 如乙方将乙方代码、数据、关键模型等部署到甲方的机房环境中，为保护乙方的信息安全利益，甲方应当遵守如下安全要求：

- （1）甲方应保障承载乙方服务的基础网络及物理环境安全；
- （2）甲方保证不对乙方的软件程序进行逆向分析、软件破解等尝试分析行为；
- （3）甲方保证不对乙方服务进行完整性破坏的非授权使用。

5.乙方应保证本合同项下的任何部分均免受第三方提出的侵犯其知识产权的索赔或诉讼。

6.如甲方在使用乙方提供的业务系统时，被第三方诉称侵犯了该方知识产权或任何其他权利，乙方应负责处理这一指控，并协助甲方向起诉方提出抗辩，承担全部法律责任，同时赔偿由此给甲方造成的全部损失。

### 十四、保密条款

1.甲方同意使用至少与甲方使用于自身专有资料相同的谨慎与防范措施，对乙方向甲方透露的或甲方在履行本合同义务过程中获悉的乙方任何自有资料或数据，如乙方自有的图纸和软件（包括但不限于设计、报告、软件文件、手册、模型、说明书等）予以保密，但无论如何，谨慎不得低于合理程度。未经乙方书面允许，不得复制、向他人透露或者使用该等资料或数据。这些义务不适用于下述任何资料或数据：在未违反本条的情况下属于或成为公共资料的资料或数据；甲方合法地从第三方获得的资料或数据；甲方独立开发并且未从乙方的资料或数据中获益的资料或数据；甲方委托乙方定制开发部分所涉及到的资料或数据。

2.乙方同意使用至少与乙方使用于自身专有资料相同的谨慎与防范措施，对甲方向乙方透露的或乙方在履行本合同义务过程中获悉的，包含但不限于各类资料、数据等承担保密义务。未经甲方书面允许，不得复制、向他人透露或者使用该等资料或数据。这些义务不适用于下述任何资料或数据：在未违反本条的情况下属于或成为公共资料的资料或数据；乙方合法地从第三方获得的资料或数据；乙方独立开发并且未从甲方的资料或数据中获益的资料或数据。

3.对于甲方自身的特殊保密需求，甲方有义务对因系统开发、维护等的需要而提供给乙方的资料和数据实施合乎规定（该类规定包括但不限于相关的保密法律、法规、规定、通知等）的保密处理措施；同时，乙方有义务遵守和配合执行甲方的保密管理规定与保密措施，并在项目实施完成后，归还甲方提供的非公开的业务资料。

4.乙方同意为实施本项目承担以下保密义务：

(1) 采取内部措施，保证只有为履行本合同的相关内部员工可接触到与本项目相关的信息和资料。

(2) 与涉及本项目的人员签署保密协议，使其履行本合同所约定的保密义务。

(3) 在本项目完成后，按照甲方指令，退回或销毁与本项目相关的资料。

## 第四部分 其他约定

### 十五、不可抗力

由于不可抗力的原因，阻止、限制、延迟或干扰双方履行本合同，则应免除双方因不可抗力所延迟或阻止的部分合同的履行责任，但是，双方应采取合理的措施避免或消除该等造成不履行的原因，并且一旦该等原因被消除，则双方应继续履行原受消除原因影响的条款。不可抗力事件系指合同双方在缔结合同时不能预见的、并且它的发生及其后果是无法避免和无法克服的事件，诸如战争、严重火灾、水灾、洪水、台风、地震

等。

#### 十六、违约合同终止

- 1.一方根本违约。
- 2.合同中约定的其他终止情形。

#### 十七、破产合同终止

如合同一方破产或有证据证明其无清偿能力，另一方可在任何时候以书面形式通知对方，提出终止合同而不给对方补偿。或要求资产保全防止损失扩大。本合同的终止将不影响乙方采取或将要采取的任何行动或补救措施的权力。

#### 十八、合同修改

任何对合同条款的变更或修改均须甲乙双方签订书面补充协议。

#### 十九、适用法律

本合同按中华人民共和国法律解释。

#### 二十、主导语言

甲乙双方所有的来往函电合同以及和合同有关的文件均以中文书写。

#### 二十一、违约金及损失赔偿

1.任何一方违反本合同约定，违约方应按照《中华人民共和国民法典》有关条款的规定承担违约责任。

2.因乙方的原因未按照合同约定的时间节点完成项目内容的，应按日向甲方支付合同签约价 0.5%的违约金，逾期超过 30 日的，甲方有权单方解除本合同，要求乙方支付合同签约价 20%的违约金，同时乙方应全额返还甲方已支付的合同款。

3.乙方未按照合同约定履行义务，经甲方要求整改仍达不到合同约定的，或两次因乙方原因导致验收不合格的，或给甲方造成损失的，甲方有权单方解除本合同，乙方应赔偿由此给甲方造成的全部损失，且甲方有权要求乙方支付合同签约价 20%的违约金。同时乙方应全额返还甲方已支付的合同款。

4. 除本合同约定或法律规定的情形外，任何一方擅自提前解除合同的，均应向守约方支付合同签约价 20%的违约金，给守约方造成其他损失的，违约方亦应承担相应的赔偿责任。

5. 乙方交付成果存在任何与第三方知识产权争议的，乙方除负责解决相关争议、赔偿甲方全部损失外，还应按照本合同签约价的 20%向甲方支付违约金。

6. 任何一方违反本合同约定对方采用诉讼途径维权的，违约方还应赔偿守约方因此

支付的诉讼费、律师费、鉴定费、保全费、保全保险费等维权费用。

## 二十二、解决合同纠纷的方式

1.甲、乙双方在合同履行过程中发生的一切争议，均应通过双方友好协商解决。如果协商无法解决，双方同意诉讼至甲方所在地区具有管辖权的人民法院。

2.诉讼期间，除正在进行诉讼部分外，合同其它部分继续执行。

## 二十三、合同生效及其他

1.本合同正本两份，甲乙双方各执一份；副本\_\_\_份，甲方执 份，乙方执 份。正本副本具有同等法律效力。

2.合同之未尽事宜，双方本着相互信任和谅解的原则，友好协商解决并签订补充协议。

3.本合同包含如下附件：《保密承诺书》。

4.本合同当事人联系方式和联系信息适用于双方往来联系、书面文件送达及争议解决时法律文书送达。因联系方式和联系信息错误，或一方变更送达地址未提前3日通知相对方，导致无法直接送达的，自交邮后第7日视为送达。

5.本合同经合同双方法定代表人或负责人（或授权代表）签名并加盖公章后生效。

（以下无正文）

(本页无正文，为《XX 项目合同书》之签章页)

甲方：

乙方：

(盖章)

(盖章)

负责人：(签字)

法定代表人：(签字)

委托代理人：(签字)

委托代理人：(签字)

地址：

地址：

开户行：

开户行：

帐号：

帐号：

邮编：

邮编：

电话：

电话：

传真：

传真：

年 月 日

年 月 日

## 附件一 保密承诺书

甲方（采购人名称）：

鉴于在 xxxxxxx 项目（项目名称）的合作过程中，我公司已经或将要知悉贵单位所拥有的且标明秘密的参数、技巧等秘密信息，我公司做出以下保密声明，承诺有效地保护贵单位秘密和信息：

1、秘密信息指商业秘密、所有权、秘密技术、所有的分析、记录、研究、原型以及其他与秘密信息相关的文献和材料，其中商业信息包括所有的信息，目前涉及到的数据和工具、将来或计划中的设备、材料、仪器、工艺过程、配方样品、技术、图纸、设计、产量、成本、供应商、客户、关键技术以及贵单位提供给我公司的其他类似资料信息，包括在采购设备中所出现的技术参数等。在可能的合作过程中，贵单位提出的所有服务需求和改进的建议，均属于贵单位专有的技术秘密。

### 2、保密义务

（1）对秘密信息进行保密；

（2）除为履行职责而确有必要知悉秘密信息的相关人员，不向其他任何人披露，也不向任何第三方透露；

（3）及时、妥善地做好资料整理、归档和保密工作。

3、如违反上述承诺，我公司承担相应法律责任。

承诺方全称（盖章）： \_\_\_\_\_

承诺日期： \_\_\_\_\_



## 第七章 投标文件格式

### 投标人编制文件须知

1. 投标人按照本部分的顺序编制投标文件（资格证明文件、商务技术文件），编制中涉及格式资料的，应按照本部分提供的内容和格式（所有表格的格式可扩展）填写提交。
2. 对于招标文件中标记了“实质性格式”文件的，投标人不得改变格式中给定的文字所表达的含义，不得删减格式中的实质性内容，不得自行添加与格式中给定的文字内容相矛盾的内容，不得对应当填写的空格不填写或不实质性响应，否则投标无效。未标记“实质性格式”的文件和招标文件未提供格式的内容，可由投标人自行编写。
3. 按投标文件格式在空格（下划线）处由投标人填写的内容，确实没有需要填写的，可以在空格中用“/”标示，也可以不填（空白）。但招标文件中另有规定的从其规定。
4. 对于招标文件给出的格式文件中如有不适用的可不提供。
5. 全部声明和问题的回答及所附材料必须是真实的、准确的和完整的。

投标文件-资格证明文件封面示例

正/副本

项目名称  
(项目编号:)

(一)

# 资格证明文件

采购人名称:

采购代理机构:

投标人名称:

年 月 日

## 一、 投标人资格声明书（实质性格式）

**投标人资格声明书**致：采购人或采购代理机构

在参与本次项目投标中，我单位承诺：

(一) 满足《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定；

(二) 参加本次采购活动前三年内，在经营活动中没有重大违法记录（重大违法记录指因违法经营受到刑事处罚或者责令停产停业、吊销许可证或者执照、较大数额罚款等行政处罚，不包括因违法经营被禁止在一定期限内参加政府采购活动，但期限已经届满的情形）；

(三) 我单位不存在为采购项目提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务后，再参加该采购项目的其他采购活动的情形（单一来源采购项目除外）；

(四) 我单位不会将本项目分包、转包。

(五) 我方非分支机构投标、非联合体投标；

(六) 我方承诺本项目应标产品为非进口产品；

(七) 与我单位存在“单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系”的其他法人单位信息如下（如有，不论其是否参加同一合同项下的政府采购活动均须填写）：

| 序号  | 单位名称 | 相互关系 |
|-----|------|------|
| 1   |      |      |
| 2   |      |      |
| ... |      |      |

上述声明真实有效，否则我方负全部责任。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

说明：供应商承诺不实的，依据《政府采购法》第七十七条“提供虚假材料谋取中标、成交的”有关规定予以处理。

二、 营业执照等主体资格证明文件复印件

三、 投标保证金

### 保证金缴纳凭证

### 保证金退还信息回执

投标人名称（盖公章）：

开户行：            联系人：

帐号：            联系电话：

汇款金额：            金额大写：

**其中：保证金利息：**（利息计算起止日期为保证金到账日月日至收到本通知书之日），利率为银行同期活期存款利率。（若需要退还利息，则需开具利息金额的地税资金占用发票；若不需要，请填写“放弃”。）

注：若不能提供资金占用发票，利息无法退还。

#### 四、星号条款响应

## 承诺函

致：（采购人或采购代理机构）

在参与本次项目投标中，我单位承诺：

### 1、服务期限要求

本项目自终验合格之日起开始计算，我司承诺提供整个项目周期内的免费技术支持。并提供 5 年免费维保。在 5 年免费维保期内，我司根据不同重大活动的气象保障任务需求，无条件配合采购人对不同软件系统的功能模块进行调整、优化和需求开发。

### 2、项目服务团队要求

我司团队人员配置总数量不少于 40 人，且应能够满足本项目的实际工作需要。我司为本项目提供驻场人数不少于 8 人，且应能够满足本项目的实际现场工作需要。驻场人员的每月驻场时间不得少于 20 日，每日驻场时间不得少于 8 小时。服务期间，如采购人根据工作节点需求增加合理驻场人员及项目团队人员，我司根据委托人要求响应。团队人员配置详见项目团队部分。

### 3、时间进度要求

我司承诺满足时间进度要求，合同签订后 2 个月内完成需求分析和详细设计工作，合同签订后 12 个月内完成项目竣工验收。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

投标文件-商务技术文件封面示例

正/副本

项目名称  
(项目编号:)

(二)

# 商务技术文件

采购人名称:

采购代理机构:

投标人名称:

年 月 日



投标文件应答索引表（装订在商务技术册第一页）

请根据招标文件《第四章 评标程序、评标方法和评标标准》中“二、评标标准”应答，投标文件应答索引表应包含打分表中所有内容。可以根据实际情况增加行或列。

投标文件应答索引表

| 评分内容 | 评分项目 | 应答所在页码 |
|------|------|--------|
|      |      |        |
|      |      |        |
|      |      |        |
|      |      |        |
|      |      |        |
|      |      |        |
|      |      |        |
|      |      |        |

一、 投标书（实质性格式）

## 投标书

致：（采购人或采购代理机构）

我方参加你方就\_\_\_\_\_（项目名称，项目编号/包号）组织的招标活动，并对此项目进行投标。

1. 我方已详细审查全部招标文件，自愿参与投标并承诺如下：

- （1）本投标有效期为自提交投标文件的截止之日起\_\_\_\_个日历日。
- （2）除合同条款及采购需求偏离表列出的偏离外，我方响应招标文件的全部要求。
- （3）我方已提供的全部文件资料是真实、准确的，并对此承担一切法律后果。
- （4）如我方中标，我方将在法律规定的期限内与你方签订合同，按照招标文件要求

提交履约保函，并在合同约定的期限内完成合同规定的全部义务。

2. 其他补充条款（如有）：\_\_\_\_\_。

与本投标有关的一切正式往来信函请寄：

地址\_\_\_\_\_

传真\_\_\_\_\_

电话\_\_\_\_\_

电子函件\_\_\_\_\_

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

二、 授权委托书（实质性格式）

## 授权委托书

本人\_\_\_\_（姓名）系\_\_\_\_（投标人名称）的法定代表人（单位负责人），现委托\_\_\_\_（姓名）为我方代理人。代理人根据授权，以我方名义签署、澄清确认、递交、撤回、修改\_\_\_\_（项目名称）响应文件和处理有关事宜，其法律后果由我方承担。

委托期限：自本授权委托书签署之日起至响应有效期届满之日止。

代理人无转委托权。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

法定代表人（单位负责人）（签字或签章）：\_\_\_\_\_

委托代理人（签字或签章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

附：法定代表人及委托代理人身份证明文件复印件：

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

说明：

1. 若供应商为事业单位或其他组织或分支机构，则法定代表人（单位负责人）处的签署人可为单位负责人。
2. 若投标文件中签字之处均为法定代表人（单位负责人）本人签署，则可不提供本《授权委托书》，但须提供《法定代表人（单位负责人）身份证明》。
3. 供应商为自然人的情形，可不提供本《授权委托书》。
4. 供应商应随本《授权委托书》同时提供法定代表人（单位负责人）及委托代理人的有效的身份证、护照等身份证明文件复印件。提供身份证的，应同时提供身份证双面复印件。

## 附：法定代表人（单位负责人）身份证明

致：（采购人或采购代理机构）

兹证明，

姓名：\_\_\_\_ 性别：\_\_\_\_ 年龄：\_\_\_\_ 职务：\_\_\_\_

系\_\_\_\_\_（投标人名称）的法定代表人（单位负责人）。

附：法定代表人（单位负责人）身份证、护照等身份证明文件复印件：

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

法定代表人（单位负责人）（签字或签章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

三、 开标一览表（实质性格式）

## 开标一览表

项目编号/包号：

项目名称：

| 投标人名称 | 投标报价（人民币元） |    |
|-------|------------|----|
|       | 小写         | 大写 |
|       |            |    |

注：1. 如本项目有分包，应按包分别填写。

2. 此表中，“投标报价”金额应和《投标分项报价表》中的“总价”金额一致。报价保留两位小数，从小数点后第3位开始四舍五入。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

四、 投标分项报价表（实质性格式）**投标分项报价表**

项目编号/包号：

项目名称：

报价单位：人民币元

| 序号    | 分项名称 | 单价（元） | 数量 | 合价（元） |
|-------|------|-------|----|-------|
| 1     |      |       |    |       |
| 2     |      |       |    |       |
| 3     |      |       |    |       |
| 4     |      |       |    |       |
| 5     | ...  |       |    |       |
| 总价（元） |      |       |    |       |

注：1. 如本项目有分包，应按包分别填写。

2. 表中“总价”金额应与《开标一览表》中的“投标报价”金额一致。报价保留两位小数，从小数点后第3位开始四舍五入。

3. 如果不提供分项报价将视为没有实质性响应招标文件。

4. 本表可以增加行，上述各项详细规格（如有）可另页描述。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日



## 五、 中小企业证明文件

说明：

1. 如本项目不专门面向中小企业预留采购份额，资格证明文件部分无需提供《中小企业声明函》；如本项目专门面向中小/小微企业采购，必须提供《中小企业声明函》（实质性格式）。
2. 如本项目预留部分采购项目预算专门面向中小企业采购，要求供应商以联合体形式参加采购活动，且联合体中中小企业承担的部分达到一定比例的，须提供《联合协议》；要求获得采购合同的供应商将采购项目中的一定比例分包给一家或者多家中小企业的，须提供《拟分包情况说明及分包意向协议（类型一）》。
3. 中小企业参加政府采购活动，应当出具《中小企业声明函》或《残疾人福利性单位声明函》或由省级以上监狱管理局、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件，以证明中小企业身份。《中小企业声明函》由参加政府采购活动的投标人出具。联合体投标的，《中小企业声明函》可由牵头人出具。
4. 对于联合体中由中小企业承担的部分，或者分包给中小企业的部分，必须全部由中小企业制造、承建或者承接。供应商应当在声明函“标的名称”部分标明联合体中中小企业承担的具体内容或者中小企业的分包内容。
5. 对于多标的采购项目，投标人应充分、准确地了解所提供货物的制造企业、提供服务的承接企业信息。对相关情况了解不清楚的，不建议填报本声明函。
6. 中小企业的认定：采购服务项目，提供服务的承接企业须全部是中小企业；在货物采购项目中，提供货物的制造商须全部是中小企业，采购清单内的所有设备均应写明制造商和制造商所对应的企业类型，否则不予认定，在货物采购项目中，供应商提供的货物既有中型企业制造，也有小微企业制造的，不享受办法规定的小微企业扶持政策。
7. 按照《关于印发中小企业划型标准规定的通知（工信部联企业〔2011〕300号）》及本项目文件规定的中小企业划分标准所属行业执行。
8. 本项目所属行业为：软件和信息技术服务业。从业人员300人以下或营业收入10000万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员100人及以上，且营业收入1000万元及以上的为中型企业；从业人员10人及以上，且营业收入50万元及以上的为小型企业；从业人员10人以下或营业收入50万元以下的为微型企业。

## 中小企业声明函(工程、服务)

本公司(联合体)郑重声明,根据《政府采购促进中小企业发展管理办法》(财库(2020)46号)的规定,本公司(联合体)参加(单位名称)的(项目名称)采购活动,工程的施工单位全部为符合政策要求的中小企业(或者:服务全部由符合政策要求的中小企业承接)。相关企业(含联合体中的中小企业、签订分包意向协议的中小企业)的具体情况如下:

1. (气象应用软件包),属于(软件和信息技术服务业);承建(承接)企业为(企业名称),从业人员\_\_人,营业收入为\_\_万元,资产总额为\_\_万元<sup>①</sup>,属于(中型企业、小型企业、微型企业);

.....

以上企业,不属于大企业的分支机构,不存在控股股东为大企业的情形,也不存在与大企业的负责人为同一人的情形。

本企业对上述声明内容的真实性负责。如有虚假,将依法承担相应责任。

企业名称(盖章):

日期:

---

① 从业人员、营业收入、资产总额填报上一年度数据,无上一年度数据的新成立企业可不填报。

## 残疾人福利性单位声明函

本单位郑重声明，根据《财政部 民政部 中国残疾人联合会关于促进残疾人就业政府采购政策的通知》（财库〔2017〕141号）的规定，本单位（请进行勾选）：

不属于符合条件的残疾人福利性单位。

属于符合条件的残疾人福利性单位，且本单位参加\_\_\_\_\_单位的\_\_\_\_\_项目采购活动提供本单位制造的货物（由本单位承担工程/提供服务），或者提供其他残疾人福利性单位制造的货物（不包括使用非残疾人福利性单位注册商标的货物）。

本单位对上述声明的真实性负责。如有虚假，将依法承担相应责任。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

六、 合同条款偏离表（实质性格式）

## 合同条款偏离表

项目编号/包号：

项目名称：

| 序号   | 招标文件<br>条目号<br>(页码) | 招标文件要求 | 投标文件内容 | 偏离情况 | 说明 |
|--|---------------------|--------|--------|------|----|
| <b>对本项目合同条款的偏离情况</b> （应进行选择，未选择 <b>投标无效</b> ）：<br><input type="checkbox"/> <b>无偏离</b> （如无偏离，仅选择无偏离即可；无偏离即为对合同条款中的所有要求，均视作供应商已对之理解和响应。）<br><input type="checkbox"/> <b>有偏离</b> （如有偏离，则应在本表中对偏离项逐一系列明，否则 <b>投标无效</b> ；对合同条款中的所有要求，除本表列明的偏离外，均视作供应商已对之理解和响应。） |                     |        |        |      |    |
|  |                     |        |        |      |    |
|  |                     |        |        |      |    |
|  |                     |        |        |      |    |
|  |                     |        |        |      |    |

注：“偏离情况”列应据实填写“正偏离”或“负偏离”。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

七、 采购需求偏离表（实质性格式）**采购需求偏离表**

项目编号/包号：

项目名称：

| 序号    | 招标文件<br>条目号(页<br>码) | 招标文件要求 | 投标响应内容 | 偏离情况 | 证明<br>文件<br>所在<br>页码 |
|-------|---------------------|--------|--------|------|----------------------|
| 1     |                     |        |        |      |                      |
| 2     |                     |        |        |      |                      |
| 3     |                     |        |        |      |                      |
| • • • |                     |        |        |      |                      |

注：

1. 对招标文件中的所有商务、技术要求，除本表所列明的所有偏离外，均视作供应商已对之理解和响应。此表中若无任何文字说明，内容为空白，**投标无效**。
2. “偏离情况”列应据实填写“无偏离”、“正偏离”或“负偏离”。
3. 请根据招标文件第五章《采购需求》中的内容进行应答。未填写的部分将被视为已接受招标文件要求，视为没有偏离，签约时未经采购人同意不得改变。
4. 投标响应内容列可简要描述，在证明文件中详细说明，请注明页码。

投标人名称（加盖公章）：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

八、 中标服务费承诺书（实质性格式）

致：（采购代理机构）

我们在贵公司组织的（项目名称、项目编号） 招标中若获中标，我们保证在发出中标通知书 5 个工作日内，按招标文件的规定，以支票或电汇形式，向贵公司一次性支付应该缴纳的中标服务费用。费用标准按项目招标文件第三章投标人须知规定执行。

中标服务费开票信息如下（请务必正确提供，中标服务费发票将按下表提供信息开具，发票一旦开出，概不退换）：

| 栏 目           | 内 容   |
|---------------|---|
| 开具发票类型        | <input type="checkbox"/> 增值税普通发票 <input type="checkbox"/> 增值税专用发票                                     |
| 公司名称          |   |
| 纳税人识别号        |   |
| 注册地址、电话       | 开专票填写   |
| 基本户开户行及账号     | 开专票填写   |
| 是否为“增值税一般纳税人” | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否   |
| 招标代理服务费交纳方式   | <input type="checkbox"/> 从投标保证金中扣除（推荐）<br><input type="checkbox"/> 收到中标通知书 5 个工作日内一次性缴纳               |
| 代理服务费发票领取方式   | 合同签订后请邮件告知第一章所示采购代理机构邮箱，会为您办理开票等事宜。<br>数电发票将推送至贵司提供的邮箱及手机，请核对好以上开票信息避免错误。<br><b>联系人、手机号、邮箱：</b> _____ |



特此承诺！

投标人全称：（公章） \_\_\_\_\_

承诺日期： \_\_\_\_\_

九、 项目团队

| 序号 | 姓名 | 职务 | 工作年限 | 联系电话 | 电子邮箱 | 办公地址 | 是否驻场 | 软件系统名称 |
|----|----|----|------|------|------|------|------|--------|
|    |    |    |      |      |      |      |      |        |
|    |    |    |      |      |      |      |      |        |
|    |    |    |      |      |      |      |      |        |
|    |    |    |      |      |      |      |      |        |

注：本表为参考格式，可根据需要调整行列。证明材料应以招标文件第四章评分标准的要求为准。

十、 招标文件要求提供或投标人认为应附的其他材料

