

# **榆林（国家级）能源气象 创新示范区建设规划（2025—2030 年）**

2025 年 9 月

## 前 言

能源绿色低碳转型是践行习近平生态文明思想，促进“双碳”目标实现的关键环节。气象对传统化石能源开发利用、非化石能源开发、新型电力系统构建等能源绿色低碳转型影响巨大，气象工作对国家能源绿色低碳转型至关重要。榆林地处陕北黄土高原，是我国重要的传统能源和新能源开发基地，安全高效开发利用能源资源，促进榆林经济绿色低碳发展以及保障国家能源安全，迫切需要做好能源气象服务保障工作。

为全面贯彻习近平总书记关于国家能源安全，碳达峰、碳中和以及来陕考察重要讲话重要指示和对气象工作重要指示精神，深入落实榆林能源革命创新示范区重大战略部署，根据《气象高质量发展纲要（2022—2035年）》（国发〔2022〕11号）、国家发展和改革委员会、国家能源局批复同意的榆林能源革命创新示范区创建方案、《陕西省人民政府 中国气象局共同推进能源气象服务保障战略合作协议》《中国气象局 中共陕西省委员会 陕西省人民政府座谈会备忘录》和省委督办函（陕督函〔2025〕12号）以及《榆林市人民政府 陕西省气象局贯彻落实〈陕西省人民政府 中国气象局共同推进能源气象服务保障战略合作协议〉实施方案》（榆政发〔2024〕13号）有关精神，陕西省气象局、榆林市人民政府组织有关单位编制了《榆林（国家级）能源气象创新示范区建设规划（2025—2030年）》（以下简称《规划》）。

《规划》立足当前榆林能源发展与气象条件的互动现状，结合未来能源战略目标与气象变化趋势，提出了未来五年榆林（国家级）能源气象创新示范区建设的总体思路、发展目标、主要任务和保障措施等，为榆林能源气象业务发展提供了纲领和指南，是榆林能源气象相关工程建设的重要依据，以期系统构建适应新时代需求的能源气象服务体系，为榆林能源高质量发展筑牢气象保障基石，为榆林能源革命创新示范区建设和榆林经济社会发展贡献气象力量。

# 目 录

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 第一章 形势与需求 .....                            | 1  |
| 一、形势要求 .....                               | 1  |
| 二、发展基础 .....                               | 1  |
| 第二章 总体要求 .....                             | 5  |
| 一、指导思想 .....                               | 5  |
| 二、基本原则 .....                               | 5  |
| 三、发展目标 .....                               | 6  |
| 第三章 强化能源气象防灾减灾示范 .....                     | 8  |
| 一、强化气象监测预报预警，支撑能源气象灾害防御 .....              | 8  |
| 二、强化全社会防灾减灾，提高能源防灾减灾抗灾韧性 .....             | 10 |
| 第四章 强化能源气象服务和综合治理示范 .....                  | 12 |
| 一、强化气候资源开发利用，服务清洁能源供应 .....                | 12 |
| 二、做优“双碳”气象服务保障，促进高碳城市绿色低碳转型 ....           | 14 |
| 三、拓展能源气象服务场景，助力榆林能源新质生产力发展 ....            | 16 |
| 四、建立健全能源气象政策标准体系，促进行业统筹治理 .....            | 18 |
| 第五章 强化能源气象科技创新和产业融合示范 .....                | 19 |
| 一、强化能源气象创新发展，支撑榆林多能融合科技创新和能源<br>产业发展 ..... | 19 |
| 二、提高能源气象信息化水平，支撑能源气象业务服务 .....             | 23 |
| 第六章 能源气象创新示范区建设工程 .....                    | 24 |
| 一、能源气象高影响天气监测能力提升 .....                    | 24 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 二、能源气象智慧服务平台建设 .....   | 25 |
| 三、温室气体与碳中和监测系统建设 ..... | 26 |
| 第七章 保障措施 .....         | 27 |
| 一、强化组织领导 .....         | 27 |
| 二、加大资金投入 .....         | 27 |
| 三、加强统筹衔接 .....         | 27 |
| 四、强化监督管理 .....         | 27 |

# 第一章 形势与需求

## 一、形势要求

能源安全事关国家安全，习近平总书记提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略及构建新型能源体系的要求，为气象服务保障国家能源安全和发展提供了根本指引。榆林是国家重要能源基地，习近平总书记在榆林考察时强调要按照绿色低碳发展方向，对标实现碳达峰、碳中和目标任务，立足国情、控制总量、兜住底线，有序减量替代，推进煤炭消费转型升级。榆林（国家级）能源革命创新示范区及高比例可再生能源示范应用城市、国家重要清洁能源供应地、能源技术革命科技创新试验田、绿色低碳转型体制机制创新先行区等创建要求，为能源气象工作提供了广阔的实践平台和创新空间，也对气象服务的精细化、专业化、智能化提出了更高要求。气候变化背景下极端天气气候事件多发频发重发，对能源生产、运输、储存、消费等环节造成严重影响，威胁能源安全。中国气象局高度重视能源气象服务工作，按照“巩固资源评估能力、提升核心技术能力、拓展服务应用领域”的总体思路，加速推进能源气象服务。建设能源气象创新示范区，旨在服务国家能源安全重大战略需求，加强极端天气气候事件监测预警，提升能源气象风险防范和应对能力，为保障国家能源安全提供坚强支撑。

## 二、发展基础

**（一）能源气象服务能力显著提升。**榆林能源革命创新示范区综合气象观测系统完善，已建成由 341 个气象站、4

部天气雷达组成的综合气象观测网，天气雷达距地面 1 公里高度监测覆盖率达 64%。气象预报预警精准化水平进一步提高，构建了从气候预测到天气预报、灾害预警、实况监测的无缝隙预报业务体系，具备 0 到 60 天覆盖榆林的数字化预报预测“一张网”，最高分辨率达百米级、分钟级，气象灾害预警信号精细到乡镇。建立了能源保障气象灾害预警和部分高影响天气预报，成为开展能源气象服务保障的关键基础。面向能源行业的气象防灾减灾服务能力持续提升，建立了针对山洪、地质灾害、中小河流洪水、森林草原火灾等风险预报预警业务流程。建立迎峰度冬（夏）能源保供气象服务业务流程，保障能源安全生产调度和稳定供应。

**（二）能源气象服务体系初步建立。**国省市县探索建立上下协同、左右联动的能源气象服务支撑保障体系，成立能源气象服务工作专班。陕西省气象局与国家能源局西北监管局、陕西省能源局建立能源保供气象服务常态化的互动联动机制。成立陕西省气象标准化技术委员会，开展气象标准提质工程、气象计量强基工程，编制《能源气象标准体系建设指南》。发改、气象、应急等部门成立风能太阳能气象探测行业发展规划统筹协调委员会，联合开展执法检查并加强气象数据安全。开展新能源场站气象标准化建设，“一企一策”定制气象服务需求清单、能力清单、指标清单和产品清单供企业“按需点单”。国省市县气象部门组建了能源气象台，长期选派博士、硕士到一线“蹲苗”锻炼。基于企业全生产流程的气象影响预报、精细化风险预估预警服务和重

点园区、重大项目气候可行性论证、雷电灾害风险评估服务等气象产业势头良好。

**（三）能源气象科技创新稳步推进。**构建科创平台矩阵，市气象局、国网陕西省电力有限公司、榆能集团、华电公司、西安交大等共同筹建能源气象工程技术研究中心。组建能源气象服务创新团队和能源气象服务重点实验室，着重开展多源气象数据应用研究，积极探索人工智能技术在能源气象服务中的应用，围绕新型探测资料融合、气象监测预警、能化气象服务、“双碳”气象服务等研究方向开展研发，获批省部级科研项目4项。开展陕西能化生产高风险气象灾害阈值研究，形成20余类180余个高敏感气象指标。基于自动监测技术和阈值指标叠加应用构建面向园区安全生产气象监测预报服务系统。基于国产数值天气预报模型及人工智能技术，构建面向新能源场站的风光功率预报算法，建立陕西新能源气象服务系统。面向矿山、油田，提出分圈预警，建立矿山、油田气象监测预警系统。针对现代电网安全运行，开展新能源电网覆冰、覆雪气象条件分析和外场试验。

### 三、存在问题

**（一）能源气象服务基础能力有待增强。**现有针对能源生产的气象监测网不够精密，地面观测站网水平站间距11.3公里，天气雷达距地面1公里高度监测覆盖率64%，180米以上高度的风能资源观测点覆盖率仅25%，太阳能辐射站点仅有1站，辐射、垂直观测、温室气体等特种监测设备缺乏，尚存在监测空白，难以满足能源行业精细化生产和安全管理

的需求。能源气象高影响天气的预报精准度不够，高时空分辨率的风、光等关键要素的精细化预报能力不足，影响了能源企业防范措施的有效性。

**（二）能源气象服务专业化水平有待提升。**能源气象服务的顶层设计和整体统筹不足，缺乏覆盖能源全产业链条、贯通上下游环节的系统性服务规划。服务内容与能源企业的实际生产流程和核心痛点契合度不高，未能有效嵌入能源全生命周期管理。此外，服务形式相对单一，多以通用气象信息发布为主，缺乏深度融合能源企业运营决策流程的专业化、场景化、智能化服务产品和平台。服务供给与需求之间的结构性错配，导致难以满足能源行业日益增长的服务需求。

**（三）能源气象领域科技创新能力有待提高。**能源气象服务保障关键技术水平不高，能源气象灾害性天气和高影响天气监测预警的阈值精细程度及相应数据分析技术精准度不足，发电功率预报缺乏本地自主可控的数值预报模式支撑，人工智能预报技术还处于初步探索阶段。科技创新主体自主研发能力、研发团队和人才队伍建设不足。科技创新投入总量和渠道相对匮乏，关键技术的创新研究体系布局系统性不足。气象部门、高校院所、能源企业之间科技联合攻关机制不健全，科技成果缺乏转化路径、转化总量偏少。

## 第二章 总体要求

### 一、指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，以习近平总书记关于能源革命重要论述和对气象工作重要指示精神为根本遵循，聚焦能源高质量发展、高水平安全新战略，坚持需求牵引、创新驱动、央地协同、事企联动，统筹推进能源安全和能源低碳转型气象服务，加快能源气象科技创新，发展能源气象精密监测、精准预报、精细服务，培育能源气象新质生产力，构建保障传统能源和可再生能源全周期、全链条、全场景气象服务体系，建立“气象+能源”“能源+气象”融入式发展模式，加快推进气象科技能力现代化和社会服务现代化，打造能源气象服务高质量发展全国示范，为榆林能源革命创新示范区创建和陕西省能源高质量发展提供关键支撑。

### 二、基本原则

**（一）紧扣需求，服务战略。**围绕国家能源安全、“双碳”战略要求以及榆林能源革命创新示范区建设战略部署，把握需求、突出重点，系统谋划榆林能源气象高质量发展，切实提高气象服务水平，增强气象全方位保障国家能源安全能力。

**（二）科技引领，创新驱动。**突出榆林能源革命创新示范区建设对气象服务需求和能源气象产业发展需要，建立健全“政产学研用”科技创新机制，加强垂直整合推动国家级

先进科技成果落地应用，强化横向融合开展行业科技联合攻关、科技中试和成果转化，形成具备榆林特色的能源气象科技创新应用体系。

**（三）优化布局，协同高效。**加强统筹谋划榆林能源革命创新示范区建设和气象高质量发展布局，推进“气象+”能源供应链和产业链等全链条全场景深度融合。围绕区域能源气象发展共性需求，建立完善区域气象业务协同发展机制，统筹利用各方优势资源，推进气象基础设施共建共享和数据互联互通，促进气象保障的整体性、协同性。

**（四）开放融入，示范带动。**完善部门协调联动体制机制，依托国省市县各级气象部门、高校院所及能源企业力量，开展全方位、宽领域、多层次、高水平交流合作，形成可复制、可推广的技术、经验和创新举措，发挥榆林（国家级）能源气象创新示范区示范带动作用。

### **三、发展目标**

到 2030 年，建成集前沿技术开发、人才集聚培育、科技创新服务、优势产业育成为一体的能源气象创新示范区，基本建成适应需求、技术先进、机制完善的能源气象服务体系，形成能源气象防灾减灾示范、能源气象服务和综合治理示范、能源气象科技创新和产业融合示范，能源气象服务能力和效益显著提升。

# 榆林（国家级）能源气象创新示范区建设规划

## （2025—2030 年）主要指标

| 序号 | 目标     | 主要指标                         | 现状值          | 2030 年目标                    |
|----|--------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 气象监测精密 | 地面观测站网水平站间距                  | 11.3 公里      | 6—7 公里                      |
| 2  |        | 重点园区地面观测站网水平站间距              | —            | 1—3 公里                      |
| 3  |        | 天气雷达距地面 1 公里高度监测覆盖率          | 64%          | 95%                         |
| 4  |        | 重点园区天气雷达距地面 1 公里高度监测覆盖率      | 68.2%        | 100%                        |
| 5  |        | 能源运输重点交通专线交通气象站间距            | —            | 10—20 公里                    |
| 6  |        | 180m 以上高度的风能资源观测点覆盖率         | 25%          | 100%                        |
| 7  |        | 太阳能辐射站点覆盖率                   | —            | 100%                        |
| 8  |        | 气象观测设备行业统筹共享率                | —            | 85%                         |
| 9  | 气象预报精准 | 能源气象基础数字预报准确率                | 晴雨准确率 90%    | 晴雨准确率不低于 90%                |
| 10 |        | 能源气象灾害性和高影响天气预报准确率和提前量       | 45 分钟        | 过程性灾害天气提前 48 小时、强天气提前 50 分钟 |
| 11 |        | 能源气象基础数字预报时空分辨率              | 3 公里<br>1 小时 | <1 公里、<10 分钟                |
| 12 |        | 基于国产数值预报模式的陕西区域能源气象数值预报时空分辨率 | 无国产模式        | 1 公里、1 小时                   |
| 13 |        | 针对能源运输关键路段的恶劣天气交通气象灾害预报预警时效  | 60 分钟        | 90 分钟                       |
| 14 | 气象服务精细 | 服务产品要素完整性                    | —            | 100%                        |
| 15 |        | 服务响应时效                       | —            | 15 分钟内                      |
| 16 |        | 服务产品更新频率                     | 12 小时        | 3 小时                        |
| 17 |        | 服务产品时空匹配度                    | —            | 90%                         |
| 18 |        | 服务关键气象要素准确率（灾害性天气）           | —            | 24 小时准确率不低于 85%             |
| 19 |        | 服务关键气象要素准确率（风预报）             | —            | 24 小时准确率不低于 85%             |
| 20 |        | 服务关键气象要素准确率（辐射预报）            | —            | 24 小时准确率不低于 88%             |
| 21 |        | 服务关键气象要素准确率（风功率短期预报）         | 83%          | 88%                         |
| 22 |        | 服务关键气象要素准确率（光伏功率短期预报）        | 85%          | 90%                         |
| 23 |        | 服务覆盖率                        | —            | 100%                        |
| 24 |        | 服务满意度                        | —            | 95%                         |

### 第三章 强化能源气象防灾减灾示范

#### 一、强化气象监测预报预警，支撑能源气象灾害防御

##### （一）提升能源气象高影响天气精密监测能力

1. 强化高影响天气监测能力。在暴雨、强对流等能源高影响天气易发区建设完善气象观测网，加密建设自动气象观测站网，在国家气象观测站建设下一代智能气象观测站，提高观测数据精度和应急观测能力。完善天气雷达观测，推进榆林 C 波段天气雷达至 S 波段换型，补充建设 X 波段天气雷达和微小型雷达，雷达距地面 1 公里高度监测覆盖率达到 95%，强化暴雨、强对流等能源高影响天气监测能力。强化地基遥感垂直廓线观测，加密大气温度、湿度、风向、风速等垂直廓线观测站网，强化大风等监测能力。

2. 强化重点行业气象灾害综合监测能力。以“一网多能为原则”强化能源气象立体综合监测网建设，优化风能太阳能观测布局，规范测风、辐射观测等业务。面向能源行业需求，多波段天气雷达协同组网，实现榆林能源重点园区气象雷达观测全覆盖。在榆林风能太阳能资源丰富地区，实现国家基本气象站激光测风雷达、太阳辐射观测设备全覆盖，补充建设地基遥感垂直观测系统。在榆林煤电、油气及城市能源枢纽，补充建设雷电监测网，实时监测雷电活动强度和移动路径，提升雷电监测预警能力。强化交通气象观测，在能源运输通道周边加密建设交通气象观测网。

3. 提升多源卫星数据处理应用能力。建立完善卫星遥感应用体系，完善神木卫星地面真实性检验场建设，强化数据

传输和应用支撑，发展多源卫星融合应用技术，建立业务系统。升级“丝路·知天”气象早期预警、农业生态气象服务平台能源相关灾害性天气监测和早期预警功能，推进风云卫星服务“一带一路”能力提升。聚焦防灾减灾、能源安全、生态保护修复等多领域建立高分卫星应用新场景，为各类自然灾害的早期预警、灾害评估和救援决策提供精准的信息支持。利用多源卫星数据开展实时碳监测、碳核查及碳源碳汇动态监测。

**4. 加强探测装备运行保障和计量检定能力。**推进新能源气象监测设备标准化建设，出台新能源气象监测设备建设标准，实现标准化率 80%以上。强化设备全生命周期管理，完善风能太阳能气象装备计量检定工作，建立新能源气象监测设备年检制度，制定完善计量检定标准和规程，规范新能源气象探测装备使用及数据集中质量控制和安全使用。

## **（二）提升能源气象高影响天气预报预警能力**

**5. 构建多源数据融合的能源气象网格实况业务。**有效融合天基、地基、空基等全种类气象精密监测数据，构建覆盖榆林全域及天气系统来向“上游”地区多源数据融合的综合气象网格实况业务，实现分钟级滚动更新。推动综合气象网格实况数据与榆林能源产业相关生产基础设施信息、地理信息、能源产业高影响天气影响阈值等融合，衍生形成能源气象网格实况。

**6. 构建 0—14 天以内多尺度融合的能源气象要素预报业务。**基于快速同化更新、人工智能技术、国产数值预报模式

以及自主研发的客观预报算法等多种技术路线，构建临近、短时、短期、中期等各时间尺度的能源气象要素数字预报，通过技术创新实现各时间尺度预报要素、预报时空的协同咬合，形成“无界面”能源气象要素预报业务，实现 0—3 天内各类能源气象要素预报达到百米级、分钟级，4—14 天内达到 3 公里、逐 15 分钟分辨率。降低风速、辐射预报误差，提高面向新能源企业的发电功率预报准确率。

**7. 构建 15—60 天气象要素和天气过程能源气候预测业务。**应用多种数值模式以及陕西特色气候预测技术，发展能源气象要素气候预测及能源气象高影响天气过程预测业务，为能源重点区域能源开发利用提供气候尺度的气象服务支撑。提高流域降水和水文气象预报能力，面向黄河流域及榆林市内其它重要水电站，构建中短期水文气象预报和气候预测业务，开展水能资源气候预测预估服务。15—60 天内达到 5 公里、逐日分辨率，实现能源气象灾害及高影响天气预警产品秒级制作、直通传递。

**8. 强化基于影响的能源气象灾害预报。**分别研发传统能源和新能源产业气象灾害及高影响天气客观预报阈值体系与算法，开展暴雨、冰雪、沙尘、雷电、大风、森林火险及地质灾害等电力气象灾害风险评估，研发面向重要输电通道的气象灾害风险预警产品，强化针对能源重点区域传统能源、新能源生产全链条及典型场景的预报预警预估服务。

## **二、强化全社会防灾减灾，提高能源防灾减灾抗灾韧性**

### **（一）开展能源企业敏感气象灾害风险普查评估。构建**

能源气象灾害风险普查数据库，研发高精度灾害风险评估和区划图件产品，绘制企业敏感气象灾害分布图，推进普查成果在能源企业气象预报和预警服务中的应用。各有关部门联合开展能源领域气象灾害风险评估，形成能源重点区域电力设施气象灾害风险“一张图”。

**（二）加强针对能源行业的气象灾害风险预警业务建设。**提升能源行业分灾种气象灾害监测预报预警能力，建立暴雨、风机及线路覆冰、光伏板积雪、雷电、森林火险等气象灾害关键指标和阈值标准，构建风险预警模型。强化能源电力设施的雷电监测预警和防雷技术服务。研发面向重点输电通道的森林火险气象灾害风险预警产品。建立气象灾害风险预警业务流程规范，形成涵盖源网荷储全场景的气象灾害风险预警及服务产品体系，开展“一企一策”精细化、差异化、分灾种的气象影响预报和风险预警服务。

**（三）提升能源行业防灾减灾救灾智慧化水平。**完善以气象预警为先导，行业监管部门、能源企业、场站矿区协同的应急响应联动机制，加强重大气象灾害应急演练和培训，全面融入综合防灾减灾救灾指挥调度工作体系。开展递进式气象服务，建立面向能源行业应急责任人的高级别气象灾害预警“叫应”机制。升级突发事件预警信息发布平台，加强高影响天气预警信息靶向发布及“闪信”等技术应用，强化预警指向性和针对性防御提醒。

**（四）强化能源企业生产运输气象防灾减灾能力。**针对煤矿、油气田等厂矿、风能太阳能场站和炼油、煤化工、煤

制油气等能源开发园区生产生活，加强气象灾害防御设施建设和统筹管理，开展气象灾害监测预报预警、风险评估及影响评估服务。开展厂矿临界降水预报服务，构建基于“三水”（天上来水、地面积水、地下排水）的园区精细化防涝防灾系统。针对天然气管道、电网和能源铁路运输、陆路运输，强化能源运输气象防灾减灾能力。

**（五）强化重大活动气象服务保障能力。**做好国际煤炭博览会、中国（西部）氢能大会、世界镁都经济论坛等重大活动气象服务保障。提升递进式、伴随式气象保障服务能力，打造能源相关重大活动气象服务保障与行业协同新范式。

## **第四章 强化能源气象服务和综合治理示范**

### **一、强化气候资源开发利用，服务清洁能源供应**

#### **（一）强化风能太阳能开发气象服务**

**1. 强化风电光伏发电资源普查。**完成榆林风光资源普查，确定理论储量和近远期技术可开发量，编制评估报告，制定开发时序。摸清榆林风能太阳能资源现状底数和未来变化趋势，形成榆林地区 10 年以上 70—300 米高度精细化风资源图谱、风能环境指数图谱和 10 年以上精细化太阳能资源图谱、光伏/光热发电资源图谱，完成风电和地面（屋顶）光伏/光热资源普查报告。发布风能太阳能资源月、季、年度评估产品。

**2. 强化风光发电基地开发规划及气候可行性论证。**融合高分辨率地理信息、土地利用现状、生态环保约束等开发政

策，系统开展榆林市各县域风能太阳能资源可开发潜力定量分析，编制榆林市县域尺度风能太阳能资源精细化开发利用区划。深入分析风能太阳能资源与本地火电资源的时空分布互补性，评估多能协同优化潜力。基于资源开发规划与互补性评估结果，推进能源、气象等部门及企业面向风电场、光伏电站规划选址的气候可行性论证。

**3. 强化新能源发电选址选型气象服务。**针对具体预选场址，开展风能太阳能资源超精细化评估。结合微地形、地表覆盖、局地环流等因子进行资源分布模拟与修正。分析评估预选场址面临的关键气候风险，包括暴雨洪涝、沙尘、冰雹、雷电、极端低温/高温、覆冰等极端天气事件的发生概率、强度及潜在影响。模拟未来气候变化情景，分析预选场址风能太阳能资源的长期（30—50 年）变化趋势及相关气候风险演变，为风电场/风机点位差异化布局设计、风机选型提供定制化气象参数与风险评估服务，为光伏电站规划选址、最佳倾角设计、抗灾能力设计提供精细化气象依据。

## **（二）强化能源运维调度气象服务**

**4. 强化电力设施、电力调度气象服务。**针对榆林地区重要输电线路及电力设施，开展强降水、大风、覆冰、雷电等高影响天气的精细化预报预警服务。面向超高压、高压外送通道规划需求，开展气候可行性论证，评估气象条件对通道安全稳定运行的影响。为老旧及易覆冰输电线路改造工程，提供基于高影响天气风险评估的抗灾等级设计气象依据。构建智能化、场景式、全天候气象保障服务体系，支撑电网应

急指挥和调度决策。开展气象因素影响下的精细化电力负荷预测，强化跨区域电力调度的气象影响评估与预报预警服务。

### **（三）强化能源保供气象服务**

**5.强化能源消费及能源保供气象服务。**开展风光火储一体化多能互补气象服务和可再生能源制氢、储氢、运氢气象服务，为风光制氢产业提供精细化气象要素预报和高影响天气预警服务。强化迎峰度冬（夏）等气象服务，做好天然气保供、电线覆冰、舞动及风机覆冰、光伏板覆雪、无风无光等迎峰度冬气象服务以及高温天气下风光多能互补、电力负荷预报等迎峰度夏气象服务。强化清洁取暖城市建设气象服务。

## **二、做优“双碳”气象服务保障，促进高碳城市绿色低碳转型**

### **（一）强化碳中和监测评估**

**1.建设中国气象局温室气体与碳中和监测评估中心陕西分中心。**推动构建由陕西省发改委、陕西省气象局、榆林市人民政府组成的分中心建设和管理机制。陕西省发改委负责对分中心工作进行指导和给予政策支持，对建设成果开展应用；陕西省气象局负责监测站网建设、技术引进和开发应用、业务平台建设等；榆林市人民政府指导分中心在榆林能源革命创新示范区建设中的服务需求，支持分中心基础设施建设。与中国气象局温室气体及碳中和监测评估中心建立业务指导关系。组建由中国气象局、陕西省气象局、陕西省发改

委及有关高校和科研机构专家组成的技术专家组。积极吸纳有关企业加入陕西分中心建设和发展。

**2.探索碳中和监测评估应用服务。**按照集约化和一站多址、一站多用的设计思路，建设榆林国家气候观象台。与中国气象局温室气体与碳中和监测评估中心协同推进温室气体观测网规划设计和高精度人为碳排放与自然碳交换数据集建设，开展区域高分辨率碳同化反演模型等核心业务能力建设，开展碳排放核算评估气象服务，依托碳排放核算评估开展榆林能源革命创新示范区碳排放、气候环境和生态效应评估。参与制定和实施碳达峰、碳中和相关政策和行动计划，参与碳核算、评估标准等制度体系建设。

## **（二）强化环境气象服务**

**3.开展黄河流域矿区污染治理和生态修复气象服务。**研判空气质量潜势，利用气象、生态、卫星遥感等多元数据，探索开展污染轨迹追踪及成因解析，推进预测预报预警体系建设，进一步提升空气质量预报能力，为大气污染防治提供科学依据。加强人工影响天气基础能力建设，不断提高榆林区域云水资源开发利用能力，全力保障打好荒漠化综合防治和黄河“几字弯”攻坚战。

**4.强化生态环境气象服务和效益评估。**利用气象、生态、卫星遥感等数据，探索开展沙尘轨迹追踪及成因解析，开展环境气象精准智能网格和中长期预报技术研究。开展榆林清洁能源基地气候环境效应评估，开展基地建设前后区域基本气候要素和极端天气事件变化评估，分析基地建设对局地气

候和空气质量、水资源、生态系统等影响评估，评估基地替代传统能源所减少的温室气体排放量以及基地对减缓气候变化的贡献。预估未来不同排放情景下的气候环境效应，开展气候环境协同效益评价。打造生态气象科技小院，开展基于生态系统观测模拟的地表覆盖监测和荒漠化综合防治评估及影响分析，科学评价能源化工基地生态治理成效，形成服务榆林能源革命创新示范区生态保护修复合力。

**5.开展健康气象服务。**依托能源气象要素监测数据，结合 PM2.5、PM10、臭氧等空气污染和花粉浓度、紫外线强度等环境因子，推进建立气象、环境、医疗等领域跨部门数据共享机制，收集呼吸系统、心脑血管、过敏反应等疾病发病率、住院率等数据，分析气象及环境因子与疾病发生的关联性，建立高温中暑风险模型、空气污染诱发哮喘模型、花粉过敏预警模型等健康气象关联模型，明确不同人群的敏感阈值。根据风险等级发布高温健康风险预警、花粉过敏高风险提示等预警信息，明确预警范围、影响人群及防护建议，实现健康气象服务从“被动应对”到“主动预防”的转变，有效降低气象及环境因素对人群健康的危害。

### **三、拓展能源气象服务场景，助力榆林能源新质生产力发展**

#### **（一）强化低空经济能源应用气象服务**

**1.开展低空经济能源气象应用示范。**建设低空气象服务通用平台，推进通用航空和无人航空器气象支撑保障技术应用示范，依托榆阳区、靖边县现有基础打造低空经济气象应

用示范场景。围绕能源设施安全与效率提升，构建覆盖能源基地、风电、光伏及能源输送线路的低空气象监测网，开发“无人机+气象”应急响应模式，利用实时气象数据支撑无人机对输电线路、油气管网、光伏阵列的智能巡检，提升故障定位效率和保障能力。

## **（二）发展能源相关金融气象服务**

**2. 开展电力交易市场气象服务。**针对以新能源交易为主的电力交易市场气象服务需求，研发短期、中长期等不同时间尺度的区域新能源出力预测模型。为发电企业、电网公司、售电公司等提供基础数据以及跨区域电力调度的影响评估和预报预警等服务。

**3. 开展能源气象保险服务。**针对新能源生产、运输、储存环节风险减量，构建涵盖气象、灾情、承灾体、保险赔付等数据的巨灾保险专业数据集，设计研发巨灾保险模型与专题产品，构建“事前+事中+事后”全流程服务，有效支撑灾损的承受理赔、勘察定损等工作。开展新能源消纳、区域用电负荷、风光水多能互补等气象指数产品创新应用、赋能增益，气象、应急、金融保险等部门联合构建面向不同商业险种的全链条气象服务体系。

**4. 开展能源绿色转型服务。**针对风能太阳能等绿色投融资项目，开展气象监测预报预警和风光资源发电量预测等气候灾害风险管理。构建传统能源供需指数与预测产品体系，降低企业因极端天气引发的融资成本波动。推进气象部门、金融机构、电力交易企业联合探索绿色能源电力交易金融风

险对冲机制。强化绿色金融产品气象服务能力，为绿色债券创新升级提供支持。

#### **四、建立健全能源气象政策标准体系，促进行业统筹治理**

##### **（一）健全能源气象标准体系**

**1.加强能源气象标准建设。**贯彻落实《陕西省气象灾害防御条例》《陕西省气候资源保护和利用条例》，加强与省级气象主管机构、行业监管部门、标准化组织和重要能源企业沟通合作，共同推进能源气象标准建设。联合陕西省气象局相关业务技术单位，编制出台能源气象标准体系建设指南，制定面向能源全生命周期的若干具有科学性、先进性和应用性的行业标准、地方标准，充分发挥标准在能源气象服务保障中的基础性、引领性作用。

**2.开展新能源场站气象标准化建设。**将新能源场站的气象仪器纳入气象标准化管理，建立数据质量评估行业标准、地方标准以及新能源场站气象数据管理流程，推动风光电站气象观测设备纳入气象专用技术装备使用许可，相关建设运行统一纳入气象行业管理，提升能源气象观测质量。

##### **（二）健全多方协同发展体制机制**

**3.融入省级重大战略规划。**将能源、气象协同发展纳入省级“十五五”能源发展规划，明确气象要素在能源项目选址、投产后的发电资源预测、防灾减灾、气候生态效应评估等方面的重要作用，充分发挥气象的趋利避害作用，避免低水平重复建设和资源浪费。

**4. 建立跨部门合作机制。**建立“气象+能源”“能源+气象”融入式发展模式，加强能源行业气象相关数据交换与共享。拓宽信息获取渠道，强化气象与行业监管部门、能源企业及场站的沟通协作，确保信息获取及时准确。鼓励有关单位和企业应用国产气象装备和科技成果。

**5. 建立完善多部门协同监管机制。**强化能源气象执法监督，气象部门牵头，会同发改、应急、能源监管等部门建立健全联合执法机制，推动气象探测备案、设备使用、资料汇交等规定落地落实。

**6. 强化培训及科普宣传。**建设能源气象创新示范展，展示各级能源气象创新成果和工作实践。组织开展面向能源企业的培训，加强气象法律法规及相关专业知识普及，增强能源企业气象灾害防御能力和气象数据安全意识，及时消除风险隐患。开展榆林能源革命宣传，加强能源气象相关技术和服务成果的推广应用，提升社会认知度和影响力。

## **第五章 强化能源气象科技创新和产业融合示范**

### **一、强化能源气象创新发展，支撑榆林多能融合科技创新和能源产业发展**

#### **（一）打造“政产学研用”能源气象科技创新平台**

**1. 建设能源气象技术创新中心。**围绕传统能源产业升级、新能源产业、电力产业等对气象安全和气象赋能的科技需求，依托国省市气象部门及能源企业、高校院所等共同建

设能源气象技术创新中心，深化政事企校在能源气象科技创新领域的合作。汇聚国内知名能源气象领域专家，组建跨单位、多领域人员的研发团队，通过联合项目开展技术研发，推动科技成果转化，促进产学研用有效融合。

**2. 建设能源气象台。**围绕能源气象科技创新成果服务保障能源产业发展，将榆林能源气象台打造成为承接国省能源气象科技创新成果在榆林转化应用的特色平台。加强省市气象部门专业人才在榆林能源气象台驻场工作，推动榆林市行业监管部门、科研院所、能源企业与能源气象台建立合作机制，形成特色研究团队。探索创新能源气象效益共享、服务共担的气象服务模式，开展创新技术成果的落地应用和检验。

## **（二）建立能源气象科技创新机制**

**3. 健全能源气象关键技术创新和成果转化机制。**健全政府主导、部门企业共同参与的多渠道能源气象科技研发投入机制，建立“揭榜挂帅”专项支持计划，加大科技研发投入力度。建立能源企业与气象部门服务和产业联盟，推动各方共建新型研发机构，促进人员交流，加速创新链和产业链融合。

## **（三）推动能源气象科技创新和产业融合发展**

**4. “数值预报模式+人工智能”核心能源气象预报技术创新。**引进中国气象局及国内先进人工智能天气预报模型和能源气象模型，开展气象预报预测领域应用，重点突破数值预报模式在气象预报预测、能源产业气象灾害及高影响天气客观预报、新能源发电功率预测等关键技术领域的预报瓶

颈,强化复杂地形下 70—300 米层风能及太阳辐射预报精度,融合本省风光资源观测数据,提升风电/光伏功率预测能力。应用中国气象局“风顺”和国内主流大语言模型,以多能融合示范园区、能源数谷等为平台,开展人工智能在能源气象服务中的应用场景创新。

**5.风光发电功率预报关键技术创新。**开展中国气象局新能源气象预报模型及风能太阳能专业数值预报模式本地化应用。研发分钟至季节尺度的多时空尺度风光要素评估、预报技术和功率预报技术。研制榆林区域新能源关键要素的多模式智能集成预报模型,构建基于高影响天气风光发电出力影响的风光预报和功率预测量化预报模型。

**6.能源气象灾害预报服务技术创新。**针对暴雨、冰雪、沙尘、雷电、大风等煤基能源产业高影响天气,改进多时空尺度气象要素预报预警技术。针对冰冻、覆沙、覆雪、大风等风力、光伏电站高影响天气,构建气象灾害预警模型和风险评估模型。针对电力气象服务,建立电线覆冰、覆冰舞动、雷电、森林火险等风险等级预报技术。

**7.温室气体及碳中和监测分析评估技术创新。**基于天基、地基、空基等多元协同观测资料,结合碳循环模式,开展碳监测及碳通量评估方法和技术研究,构建榆林区域碳源碳汇变化核算方法体系,提高科学监测和准确评估碳排放能力以及减排效果。系统集成高精度温室气体观测网络数据、国家气象观测站数据、气象再分析数据及排放源清单数据等多源数据,构建榆林逐日、10 公里×10 公里的人为碳排放

与自然碳交换数据集，开发区域高分辨率碳同化反演模型，构建自上而下反演大气 CO<sub>2</sub> 源—人为碳的、可业务运行的碳监测同化反演核算系统，开展碳监测评估业务能力、“双碳”决策气象服务能力建设。

**8. CO<sub>2</sub> 捕集、利用与封存效果评估技术创新。**围绕榆林能源革命创新示范区在 CO<sub>2</sub> 捕集、利用与封存技术(CCUS)的创新实践，探索具有中国特色的 CCUS 实施效果评价方法，创新评价我国 CCUS 成效，助力榆林能源革命创新示范区建设，为形成“双碳”中国经验提供案例支撑。

**9. 促进技术创新与能源气象产业融合。**以科技创新驱动能源气象仪器装备升级，强化能源气象仪器装备制造产业发展，支持引导能源气象观测等设备研发、制造，开展矿区气象观测站、新能源场站测风激光雷达等专用设备研发，培育能源气象装备制造产业中试集群，形成“技术攻关—产品制造—场景应用”全链条创新示范。深化气象服务与能源产业融合创新，强化能源气象专业气象服务产业发展，支持气候资源开发、气象信息传播等服务，建立覆盖传统能源、新能源开发全流程的气象服务产品体系。

#### **(四) 强化能源气象人才建设**

**10. 加强人才队伍建设。**通过项目合作和技术交流，加强能源气象科技领军人才和创新团队建设。加大对能源气象科技人才在职称评定、竞聘上岗等方面的支持力度。省市气象局互派干部挂职锻炼，加强能源气象专业技术人才培养。强化人才激励，将气象科技人才纳入榆林市人才培养计划，支

持气象科技人才参评榆林人才工程。完善能源气象创新团队运行机制，培育能源气象骨干人才队伍。落实陕西省委、省政府科技成果转化“三项改革”，将科技成果转化创造的经济效益和社会效益等作为科研人员晋升职称、岗位聘任、绩效考核的重要依据；打造专业化技术转移人才队伍，强化成果转化人才激励。

## **二、提高能源气象信息化水平，支撑能源气象业务服务**

### **（一）深化能源气象大数据场景赋能**

**1. 深化“气象数据要素×”行动。**深化数据要素赋能智慧矿井、数字油气田、智能电网等人工智能气象科技应用场景，探索开发能源气象人工智能应用、新能源发电功率预测等关键高价值、精细化的气象数据产品，推动气象与能源行业深度融合，探索数字电厂、数字园区、智能电网方面的大数据技术应用和关键技术、智能模型等研发，辅助企业生产经营，形成“数据互通—智能分析—场景应用”的能源产业数字化新生态。

### **（二）提升能源气象数据支撑能力**

**2. 建立能源气象数据服务大平台。**依托西安气象大数据应用中心算力资源，升级数据服务能力与算法管理效能，支撑多源气象和能源数据融合分析、实况产品加工及算法模型运算，保障气象和能源数据的高效存取与统一管理。建立榆林能源气象信息安全管理体系，提供标准统一、访问高效的服务接口，支持接口众创和定制化服务，形成覆盖数据采集、处理、分析、应用的智能化服务能力。建立基于信息安全保

障体系的风光气候资源数据采集汇交平台，推进能源电力行业数据汇交共享。研发风光等观测数据精细化质量控制算法及数据产品，开展风电场、光伏电站场站风光数据质量评估。构建电力设施基础数据库以及能源气象专题数据库。

## 第六章 能源气象创新示范区建设工程

### 一、能源气象高影响天气监测能力提升

新增建设多要素地面气象观测站 765 个，地面站网间距达到 6—7 公里，在重点园区新建地面气象观测站 105 个，园区地面站网间距达到 1—3 公里，智能化升级改造国家有人值守气象观测站 12 个。完成榆林 C 波段天气雷达至 S 波段换型，在靖边、清涧、神木、府谷等关键节点布设 5 部 X 波段天气雷达，在定边、靖边、神木、府谷等盲区布设 6 部微小型 X 波段雷达，实现雷达 1 公里覆盖率 95%，重点园区雷达 1 公里覆盖率 100%。建设完善榆阳、绥德 2 套地基遥感垂直观测系统，在府谷、佳县、靖边、横山、米脂、神木、定边 7 个国家基本气象站建设激光测风雷达。在煤化基地、光伏基地、风电场、油气田及城市能源枢纽等重要区域新增建设大气电场仪 20 个，提升雷电监测预警能力。在重点能源运输交通铁路、公路沿线建设交通气象监测站 35 个，重点能源运输沿线交通气象监测站平均间距达 10—20 公里。建设 1 套风云四号静止卫星直收站，提升卫星数据接收和应用能力。建设高标准的计量检定实验室，加强能源气象领域计量检定建设标准，不断提升气象装备计量检定能力，保证

气象监测数据的准确性和一致性。

## 二、能源气象智慧服务平台建设

建设针对新能源生产全链条的气象服务平台，深度融合气象科技与新能源生产需求，构建覆盖“资源评估—选址设计—功率预测—安全防控”全流程的智慧服务体系，核心功能主要包括资源开发支撑、智能预报调控、功率预测服务、场站运营保障、电网风险防控五个方面。资源开发支撑方面基于多源数据生成精细化风光资源产品，支撑风电场/光伏电站规划选址、微观选址及风机选型决策。智能预报调控方面构建自主可控的高时空分辨率数值预报系统（水平分辨率 $\leq 1$ 公里），实现任意场站资源精准预报，支持榆林全域风光火多能互补动态调控。功率预测服务方面提供高精度风光功率预测模块，满足电网调度及场站生产计划制定需求。场站运营保障方面发布风机覆冰、光伏板覆沙/覆雪等高影响天气预警，保障场站安全运行与电网平衡。电网风险防控方面为电力设备气象安全预警模块实时发布输电线路覆冰、导线舞动、山火等灾害风险产品。

建设针对煤化工园区生产的气象监测预报服务系统，实时集成园区及周边多源气象监测数据，动态可视化关键参数并触发温度逆温层、大风、雷电、冰雹等高敏感要素预警；基于三维变分同化技术与人工智能算法，构建分钟级更新、百米级分辨率的0—72小时无缝隙智能预报系统，精准输出逐小时滚动天气预报及排放气体扩散风险预警；创新建立储运（风速/湿度阈值）、气化（逆温层强度）、合成（温度

波动阈值)等生产环节的气象适宜性等级标准,生成危化品装卸安全等级、污染物扩散指数、反应装置运行适宜度等定制化产品,实现生产全流程气象风险闭环管控。

建设赋能能源发展新质生产力的能源金融气象服务系统,包含保险气象灾害风控、生态、能源、金融指数四个部分,多渠道、多平台金融(保险)气象服务信息获取体系,以数字化、平台化和科技化的服务统筹向外输出从风险识别、风险预警到风险分散的“保险+气象”一体化服务模式。针对能源重点期货品种,通过大数据分析和历史行情回溯,构建气象与期货价格的量化模型,为期货市场提供期货标的物气象条件实时监测与精准预报服务。

### 三、温室气体与碳中和监测系统建设

在神木、府谷、绥德、横山新建6套高精度温室气体浓度观测站,4套植被碳水通量观测仪,4套蒸散发观测系统,4套梯度涡度观测系统。

建设榆林温室气体与生态气候运行监测和数据平台,包含数据传输模块、数据处理及质控模块、数据存储管理模块、数据共享服务模块、数据全流程监控及评估模块、站网布局管理模块、设备运行监控评估模块、设备端质控评估模块、温室气体和生态气候产品模块。

建设榆林人为碳排放与自然碳交换及碳源碳汇分析评估数字孪生平台,包含CO<sub>2</sub>浓度温室气体观测网络数据处理与数据查询模块、历史长时间尺度净初级生产力数据计算模块、人为碳排放同化反演及优化模块、逐日10公里×10公

里人为碳排放与自然碳交换数据计算模块、榆林碳源碳汇监测核校数字孪生平台评估展示模块、榆林碳源碳汇监测核校数字孪生平台评估交互模块。

## **第七章 保障措施**

### **一、强化组织领导**

切实加强规划实施的组织领导和统筹协调，健全上下联动、部门协同的工作机制。成立工作专班，及时研究制定气象服务支持能源发展的政策措施，协调解决推进过程中存在的问题，促进资源优化配置和业务优势互补。

### **二、加大资金投入**

会同陕西省气象局积极争取中央和地方项目、资金支持，建立健全稳定增长的财政保障机制，强化财政预算与规划实施的衔接协调，更好地发挥规划战略导向作用，推动能源气象服务高质量发展。

### **三、加强统筹衔接**

加强与国家能源、气象相关政策战略、规划、专项实施方案等的统筹衔接。扩大开放合作，强化各行业部门联动，促进共建共享共用，做到统筹谋划、一体推进。

### **四、强化监督管理**

建立常态化监督反馈机制，加强规划实施情况跟踪分析、督促检查，将规划指标分解到年度开展监督考核。强化工程项目实施的咨询和论证工作，规范相关建设程序，提高规划实施的科学性、规范性、实效性。