

# 2026 年度拟提名陕西省科技进步奖项目公示内容

## 一、项目名称

算网融合智能可信服务关键技术及应用

## 二、提名者及提名意见

提名者：

陕西省知识产权局

提名意见：

随着全国一体化算力网和新型信息基础设施加快建设，算网融合服务面临状态感知不准、异构资源难以协同、服务质量波动及跨域行为难以可信管控等行业共性难题。项目围绕“状态—资源—服务—管控”全流程开展协同攻关，创新提出高保真算网状态数字孪生建模、服务适配的算网资源协同编排、孪生推演的服务质量主动保障和跨域算网动态可信协同管控技术，研制系列系统，形成具有自主知识产权的算网融合智能可信服务技术体系。有效推动了算网服务由静态管理向动态感知、由集中调度向协同编排、由事后处置向主动保障、由单域管控向跨域可信协同转变。相关成果已在网络通信、智慧物联、专用通信和工业互联网安全产品与系统中应用，取得显著经济和社会效益，对推动算网融合技术进步和相关行业数字化转型具有重要作用。成果材料真实、齐全、规范，无知识产权纠纷，完成人及完成单位排序无异议，符合陕西省科学技术进步奖授奖条件，提名该项目为陕西省科学技术进步奖一等奖。

## 三、项目简介

算网融合基础设施是支撑工业互联网、智能制造、车联网、智慧城市等关键领域智能化升级的重要底座，其服务能力直接关系到国家安全和国计民生。传统网络资源管理和服务保障方法难以适应算力分布异构、网络链路动态、服务需求多变、跨域协同复杂等变化，造成了算网状态“看不清、建不准”、算网资源“选不优、组不好”、服务运行“波动大、跑不稳”、跨域协同“管不住、查不清”的被动局面。为此，项目组围绕“算网融合智能可信服务关键技术及应用”，从状态建模、资源编排、质量保障和可信管控四个环节展开研究，构建了智能服务可感知、可调度、可保障、可追溯的技术体系，产生了显著的经济和社会效益。主要创新如下：

1. 算网状态层-高保真算网状态的数字孪生建模技术：率先提出了多维算网孪生建模技术，研制了算网孪生状态感知校准系统，实现了动态异构算网状态的统一刻画、实时同步和动态校准。2. 算网编排层-服务适配的算网资源协同编排技术：率先提出了服务感知的算网资源优选技术，研制了多智能体算网协同编排系统，实现了多样化服务需求下算力与网络资源精准适配。3. 算网服务层-孪生推演的服务质量主动保障技术：率先提出了算网服务质量孪生推演预测技术，研

制了算网服务质量主动保障系统，实现了服务质量非线性演化趋势的精准预测与主动干预。4. 算网管控层-跨域算网动态可信协同管控技术：率先提出了可信状态驱动的算网协同管控技术，研制了算网可信协同管控系统，实现了跨域服务可信准入、协同过程持续约束与操作责任快速追溯。

该项目在算网融合智能可信服务关键技术开发与应用方面取得了多项原创性成果，其理论研究价值及工程应用价值已经通过项目验收意见、同行学术评价、工程应用项目等众多方面得到了充分肯定与认可。该项目授权国家发明专利 32 项发表国际权威期刊会议论文 100 余篇，培养博士研究生 20 人，硕士研究生 75 人。

## 四、客观评价

### 1. 应用成效评价

项目关键技术已在浙江大华技术股份有限公司、电信科学技术第十研究有限公司、大唐移动通信设备有限公司、西安伐木数据信息技术有限公司等单位应用，覆盖智慧物联、网络安防、能源管理与算力集群管理等典型业务场景。应用结果表明，项目形成的高保真算网状态数字孪生建模、服务适配的算网资源协同编排、孪生推演的服务质量主动保障和跨域算网动态可信协同管控等关键技术，能够提升异构算网状态感知、资源组织调度、服务连续保障及跨域可信管控能力。

### 2. 同行学术评价

项目关于高保真算网状态的数字孪生建模技术、服务适配的算网资源协同编排技术、孪生推演的服务质量主动保障技术、跨域算网动态可信协同管控技术的研究成果被国内外众多同行学者专家给予了充分的肯定和高度的评价。

### 3. 项目验收结论

该项目得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、陕西省重点研发计划及科技合作项目等项目资助，具体包括：功能可组合的密文数据关联检索技术研究（国家重点研发计划课题）、云计算中数据位置保障的组合安全理论与协议设计（国家自然科学基金项目）、车联网与穿戴网融合网络的数据可靠性技术研究（国家自然科学基金项目）、支持快速按需组网的自主可信视联网技术研究（陕西省重点研发计划项目）、实时和高保真的边缘网络数字孪生研究（华为公司科技合作项目）等，均已按照合同要求完成全部工作任务，已经过验收专家组质询，通过验收。

### 4. 权威机构检测报告

项目建立了完整的算网孪生多维状态感知与校准体系，提出多维算网孪生建模技术，构建任务、算力、网络与服务状态的实时映射关系，实现端、边、云环境下动态异构算网状态的统一刻画、实时同步与动态校准。研制了算网孪生多维状态感知与校准系统，通过了深圳市一航网络信息技术有限公司的测评。

### 5. 获奖情况

项目立项以来，团队研究成果多次获得省部级及行业科技奖励，如：2023 年陕西省科学技术进步奖二等奖；2022 年中国质量协会质量技术奖二等奖；2019

年陕西省科学技术奖一等奖；2019 年陕西省电子学会科学技术奖技术发明二等奖；2022 年陕西省电子学会科学技术奖自然科学奖一等奖等。

## 五、应用情况

主要应用单位情况表

| 序号 | 单位名称                | 应用的技术          | 应用对象及规模              | 应用起止时间                            | 单位联系人/电话            |
|----|---------------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1  | 浙江大华技术股份有限公司        | 算网融合智能可信服务关键技术 | 视频监控边缘智能分析平台         | 2023 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 1 日   | 王慧<br>/18969076986  |
| 2  | 电信科学技术第十研究所有限公司     | 算网融合智能可信服务关键技术 | 智能网络安全防护产品           | 2023 年 1 月至 2025 年 12 月           | 王一冕<br>/17301097119 |
| 3  | 国家电投集团数字科技有限公司      | 算网融合智能可信服务关键技术 | 云边协同智能服务平台           | 2023 年 5 月 1 日至 2025 年 11 月 30 日  | 陈炜<br>/18918311320  |
| 4  | 大唐移动通信设备有限公司        | 算网融合智能可信服务关键技术 | 自控系统与能源管理系统          | 2023 年 8 月 7 日至 2025 年 12 月 31 日  | 杨莉<br>/18384065033  |
| 5  | 中国联合网络通信有限公司研究院     | 算网融合智能可信服务关键技术 | 算力网络资源协同调度与边缘云智能服务平台 | 2023 年 5 月 1 日至 2025 年 12 月 10 日  | 徐乐西<br>/18601102583 |
| 6  | 浙江齐安信息科技有限公司        | 算网融合智能可信服务关键技术 | 工业互联网监测与安全运维产品       | 2023 年 3 月 1 日至 2025 年 11 月 1 日   | 李华<br>/18058766260  |
| 7  | 西安伐木数据信息技术有限公司      | 算网融合智能可信服务关键技术 | 算力集群管理平台产品           | 2023 年 1 月至 2025 年 12 月           | 张佳锋<br>/18066681010 |
| 8  | 中国电子信息产业集团有限公司第六研究所 | 算网融合智能可信服务关键技术 | 新一代智能服务平台            | 2023 年 6 月 10 日至 2025 年 10 月 10 日 | 张宏斌<br>/13581986623 |

## 六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称                 | 国家（地区） | 授权号              | 授权日期             | 证书编号        | 权利人          | 发明人                           |
|----|--------|--------------------------|--------|------------------|------------------|-------------|--------------|-------------------------------|
| 1  | 发明专利   | 一种基于联邦学习降低无线算力网络能耗的方法及系统 | 中国     | ZL202211234349.2 | 2025 年 08 月 05 日 | 第 8134251 号 | 西北工业大学       | 孙文、张海宾、李宗俊、靳咏雷                |
| 2  | 发明专利   | 基于区块链的分布式可信网络连接方法        | 中国     | ZL201910224547.2 | 2021 年 04 月 06 日 | 第 4346603 号 | 西安电子科技大学     | 商磊、张俊伟、马建峰、卢笛、杨潇涵、李兴华、杨超、姜奇   |
| 3  | 发明专利   | 数据存储的方法、电子设备和计算机可读存储介质   | 中国     | ZL202411249627.0 | 2025 年 01 月 07 日 | 第 7654493 号 | 浙江大华技术股份有限公司 | 王慧、邓志吉、张海宾、郑建鹏、刘明、胡佳慧、王旭燕、吕莉敏 |

|   |      |                                                             |    |                                   |                  |              |                                  |                                      |
|---|------|-------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------|------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 4 | 发明专利 | 基于深度强化学习的超密边缘计算网络移动性管理方法                                    | 中国 | ZL202010373493.9                  | 2023 年 04 月 07 日 | 第 5860214 号  | 西北工业大学                           | 张海宾、孙文、王榕、黄相喆                        |
| 5 | 发明专利 | 无人系统中区域感知的群组密钥协商方法                                          | 中国 | ZL202310680837.4                  | 2025 年 07 月 29 日 | 第 8111130 号  | 西安电子科技大学                         | 张俊伟、马诗雨、马建峰、马卓、李兴华、习宁、李腾、姜奇          |
| 6 | 发明专利 | 一种 5G 信令与用户面数据的关联方法及装置                                      | 中国 | ZL202010991554.8                  | 2022 年 03 月 08 日 | 第 4984024 号  | 电信科学技术第十研究所有限公司，国家计算机网络与信息安全管理中心 | 周婷婷、王涛、怀兴城、王一冕、包秀国、黄亮、魏军峰、董刚、邹学强     |
| 7 | 论文   | Large Generative Model-Enabled Digital Twin for 6G Networks | 中国 | DOI:<br>10.1109/MNET.2024.3520124 | 2025 年 05 月 01 日 | IEEE Network | 西北工业大学                           | Y. Yang, W. Sun, J. He, Y. Fu, L. Xu |

|   |    |                                                                                                                            |    |                                   |                  |                                                      |        |                                                                                   |
|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | 论文 | Lightweight Digital Twin and Federated Learning With Distributed Incentive in Air - Ground 6G Networks                     | 中国 | DOI:<br>10.1109/TNSE.2022.3217923 | 2023 年 05 月 01 日 | IEEE Transactions on Network Science and Engineering | 西北工业大学 | W. Sun,<br>S. Lian,<br>H. Zhang,<br>Y. Zhang                                      |
| 9 | 论文 | Smart Shield: Prevent Aerial Eavesdropping via Cooperative Intelligent Jamming Based on Multi-Agent Reinforcement Learning | 中国 | DOI:<br>10.1109/TMC.2024.3505206  | 2025 年 04 月 01 日 | IEEE Transactions on Mobile Computing                | 西北工业大学 | Q. Wang,<br>S. Tang,<br>W. Sun,<br>Y. Zhang,<br>G. Sun,<br>H. -N. Dai, M. Guizani |

|    |    |                                                                                                |    |                                  |                     |                                                |            |                                                                   |
|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------|
| 10 | 论文 | Accelerating<br>Convergence<br>of Federated<br>Learning in<br>MEC With<br>Dynamic<br>Community | 中国 | DOI:<br>10.1109/TMC.2023.3241770 | 2024 年 02<br>月 01 日 | IEEE<br>Transactions<br>on Mobile<br>Computing | 西北工业大<br>学 | W. Sun,<br>Y. Zhao,<br>W. Ma, B.<br>Guo, L.<br>Xu, T. Q.<br>Duong |
|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------|

## 七、主要完成人情况

| 姓名  | 排名 | 行政职务 | 技术职称   | 工作单位      | 完成单位      | 对本项目贡献                                                                                                                 |
|-----|----|------|--------|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 孙文  | 1  | 院长助理 | 教授     | 西北工业大学    | 西北工业大学    | 科技创新成果 1：高保真算网状态的数字孪生建模技术、科技创新成果 2：服务适配的算网资源协同编排技术、科技创新成果 3：孪生推演的服务质量主动保障技术。负责本项目整体技术推广与应用。在该项目研发工作中投入的工作量占本人工作量的 80%。 |
| 张海宾 | 2  | 副院长  | 教授     | 西安电子科技大学  | 西安电子科技大学  | 科技创新成果 1：高保真算网状态的数字孪生建模技术、科技创新成果 3：孪生推演的服务质量主动保障技术。负责本项目技术推广与应用。在该项目研发工作中投入的工作量占本人工作量的 80%。                            |
| 张俊伟 | 3  | 无    | 教授     | 西安电子科技大学  | 西安电子科技大学  | 科技创新成果 4：跨域算网动态可信协同管控技术。负责本项目技术推广与应用。在该项目研发工作中投入的工作量占本人工作量的 70%。                                                       |
| 王慧  | 4  | 无    | 正高级工程师 | 浙江大华技术股份有 | 浙江大华技术股份有 | 科技创新成果 1：高保真算网状态的                                                                                                      |

|          |   |      |        |                     |                     |                                                                   |
|----------|---|------|--------|---------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------|
|          |   |      |        | 限公司                 | 限公司                 | 数字孪生建模技术。负责本项目技术推广与应用。在该项目研发工作中投入的工作量占本人工作量的 70%。                 |
| 王曲北<br>剑 | 5 | 无    | 副教授    | 西北工业大学              | 西北工业大学              | 科技创新成果 2：服务适配的算网资源协同编排技术。在该项目研发工作中投入的工作量占本人工作量的 60%。              |
| 王一冕      | 6 | 副总经理 | 正高级工程师 | 电信科学技术第十研<br>究所有限公司 | 电信科学技术第十研<br>究所有限公司 | 科技创新成果 2：服务适配的算网资源协同编排技术。负责本项目技术推广与应用。在该项目研发工作中投入的工作量占本人工作量的 50%。 |

## 八、主要完成单位情况及创新推广贡献

| 完成单位         | 排名 | 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献<br>(限 600 字)                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 西北工业大学       | 1  | 西北工业大学作为本项目第一完成单位，负责项目总体技术创新研发、系统集成及成果应用推广。主要贡献体现在：面向算网状态难以精准感知、异构资源难以协同调度、服务质量难以持续保障以及跨域协同行为难以可信管控等问题，完成项目总体技术路线设计、关键技术攻关和研发任务组织，统筹推进算网数字孪生建模、资源协同编排、服务质量主动保障和跨域可信管控等技术研究；组织完成相关系统的集成开发、测试验证和优化完善，形成较为完整的算网融合智能可信服务技术体系；联合各完成单位推动项目成果在移动通信、智慧物联、工业互联网和专用通信等场景中的应用，为项目技术创新、成果转化及行业推广提供了全面支撑。 |
| 西安电子科技大学     | 2  | 西安电子科技大学作为本项目合作完成单位，参与项目关键技术研发、成果验证和推广应用。主要贡献体现在：结合其在网络与信息安全、可信连接和信息系统方面的研究基础，参与算网跨域可信接入、身份互认、授权管控及协同行为审计追溯等技术研究，为解决跨域算网环境下身份难互认、节点难验证、资源调用难管控和关键操作难追溯等问题提供了技术支撑；参与相关技术方案论证、系统测试和成果完善，推动可信连接与安全管控技术同算网状态感知、资源编排和服务保障相融合；依托产学研合作基础，协同开展项目成果的工程验证和推广应用，为提升算网服务的安全性、可信性和跨域协同能力作出了重要贡献。          |
| 浙江大华技术股份有限公司 | 3  | 浙江大华技术股份有限公司作为本项目合作完成单位，重点负责科技创新成果 1 “高保真算网状态的数字孪生建模技术”的研发及项目整体技术的行业应用。主要贡献体现在：结合智慧物联系统终端类型多、边缘节点分散、网络状态动态变化和服务任务复杂等特点，参与多维算网数                                                                                                                                                               |

|                 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |   | 字孪生建模、状态动态映射和孪生偏差校准等技术研发，协助完成算网孪生状态感知与校准系统的方案设计、系统开发、测试验证和应用优化；将项目相关技术应用于智慧物联产品和端、边、云协同业务场景，提升了系统对算力、网络、任务与服务状态的统一感知和动态管理能力；通过实际行业场景验证项目技术的适用性和工程应用价值，为项目成果在智慧城市、智能制造等领域的推广应用发挥了重要作用。                                                                                                                                                 |
| 电信科学技术第十研究所有限公司 | 4 | 电信科学技术第十研究所有限公司作为本项目合作完成单位，重点负责科技创新成果2“服务适配的算网资源协同编排技术”的研发及项目整体技术的行业应用。主要贡献体现在：结合专用通信、软件开发和信息系统集成等业务中算力节点异构、任务需求动态变化及网络链路波动等实际问题，参与服务约束驱动的算网资源优选、任务部署和多节点协同调度等技术研发，协助完成算网资源协同编排系统的方案设计、功能开发、测试验证和工程优化；推动项目相关技术在专用通信和信息系统中的集成应用，增强复杂网络环境下任务与资源的适配能力、算网资源协同组织能力和关键服务保障能力；通过实际业务场景验证项目整体技术的稳定性、适用性和工程化水平，为项目成果在专用通信及相关行业系统中的推广应用提供了重要支撑。 |

## 九、完成人合作关系说明

项目团队围绕算网融合智能可信服务的状态建模、资源编排、质量保障和可信管控等关键环节，通过技术创新、项目研发、知识产权创造和成果应用验证，形成了算网融合智能可信服务关键技术体系。项目团队在长期合作中，形成如下关系：

1. 孙文（排名1）、张海宾（排名2）合作完成发明专利“一种基于联邦学习降低无线算力网络能耗的方法及系统”、“基于深度强化学习的超密边缘计算网络移动性管理方法”，以及合著论文“Lightweight Digital Twin and Federated Learning With Distributed Incentive in Air - Ground 6G Networks”。

2. 孙文（排名1）、张俊伟（排名3）、王一冕（排名6）合作完成中国联通“算力网络资源协同调度与边缘云智能服务”项目。

3. 孙文（排名 1）、王曲北剑（排名 5）合著论文“Smart Shield: Prevent Aerial Eavesdropping via Cooperative Intelligent Jamming Based on Multi-Agent Reinforcement Learning”。

4. 张海宾（排名 2）、王慧（排名 4）合作完成发明专利“数据存储的方法、电子设备和计算机可读存储介质”。