

二、项目简介

项目简介（限1000字）

为提升电网规划落地研究质效，实现规划-设计-技经专业融通发展，支撑强化顶层设计，本项目充分利用大数据、人工智能、三维GIS等前沿技术，以三维数字地球为载体，用高分辨卫星影像覆盖陕西全境，并对陕西省330kV及以上等级的输变电工程进行三维建模，建立陕西省虚拟电网。围绕数据分析和数据价值创造，开展智能规划、方案优化、全景画像等数据应用创新，依据电网规划设计业务流程，通过大数据信息流打通了规划、设计、技经三大专业，构建了规划大数据，提供了三维虚拟电网、规划大数据、现状电网评估、地理信息智能识别、敏感点智能避让、站址路径智能分析、辅助接入方案设计、电气计算分析、方案经济性比选、辅助评审、三维数字化移交等业务的应用，完成了省域输电网全过程智能规划关键技术研究及应用。

本项目实现了电网规划建设各环节信息的广泛收集和精准匹配，打造了图数一体、在线交互、人工智能、高效创新的规划可视化应用平台和含敏感地理信息的规划大数据库，有力的提升了电网规划质量和效率，对于电网规划建设由传统模式向三维可视化和智能化转变具有重要意义。

三、科技创新

科技创新（限5000字）

1. 立项背景

为了深入贯彻国家电网有限公司“能源互联网”发展战略，纵深推进电力大数据建设，电网规划专业在提升精益化管理水平、信息化支撑作用等方面需进一步完善和提高，主要表现在：规划信息来源相对庞杂、多头管理、数据收集耗时较长，缺乏统一的信息获取平台；环境容量日益缩减，规划落地难度加大，对规划的准确性提出了新的要求；工程建设管控方式传统，缺乏全景管控手段。

基于此，公司开展了省域输电网全过程智能规划关键技术研究及应用，充分利用大数据、人工智能、三维GIS等前沿技术，围绕数据分析和数据价值创造，开展智能规划、方案优化、全景画像等数据应用创新，进一步提升规划数据获取效率及规划科学性和准确性，节约工程投资，保障工程本质安全，促进省域电网建设技术水平进一步提升。

2. 科技含量

（1）总体思路

本项目打造的规划大数据，在整合全业务数据中心的的生产、调度、运检等业务数据基础上，创新性的融合了宏观经济、高清地图影像、地理敏感信息、生态环境数据、规划目标网架、负荷预测数据等规划所需各类数据，大大提升了数据共享水平；以大数据为基础进行数据价值挖掘，搭建已投运主网输变电设施1:1三维模型、变电站周围0.2米高清影像和数字地形高程模型，建成了陕西“数字电网”，实现了电网地图可视化和立体全景还原；开发了基于人工智能深度学习的影像智能识别技术，可从高清卫星影像智能识别和提取障碍物、环境敏感点等规划落地敏感信息，从而实现了障碍物和敏感点数据的智能提取；利用敏感数据进行数据建模，开发了变电站智能选址技术和输电线路智能选线技术，实现了指定范围内备选站址的智能计算选择和基于AI神经网络算法的选线策略优化，有效的提高了规划方案的可行性，推动了电网规划项目的顺利落地；支持接入系统方案自动生成、多方案比选报告生成、经济性比较分析、方案三维模拟和评审要点三维展示，形成规划、设计、技经多专业联动，让工作人员不受专业限制全面获取多方面信息，将规划精度提升到预可研水平，提升了规划和评审工作效率。

（2）技术方案与创新成果

主要创新点1：基于AI对高清影像中地理要素的识别和提取研究

居民区和环境敏感区作为重要的基础数据，在电力线选线和变电站选站等电力线规划过程中，起到非常重要的作用。目前通过卫星遥感影像解译来获取基础地理数据是一种快速高效的手段。本项目研究基于深度学习、神经网络等人工智能算法，实现从高分辨率卫星影像上自动提取居民区和环境敏感区域，以解决居民区和环境敏感区的数据来源问题，为选线选站提供数据服务。

研发基于深度学习的遥感影像典型地物识别系统，以更好的为特高压工程输电线设计提供数据服务。利用航空影像、高分卫星影像、无人机影像等多源影像数据，基于深

深度学习技术与方法，开展典型人造地物和自然地类（包括居民区、村庄、河流、水库、坑塘、机场、道路、林地、草地、裸露地）等多种地表覆盖类型的自动识别和提取算法研究，实现对陕西省域的居民区和环境敏感区进行识别和提取，并对识别结果进行发布。

主要创新点2：开展站址方案智能选择研究，实现室内选站智能化

宏观上利用泰森多边形的供给区特征，结合遗传算法、粒子群算法等进行电网中新电站选址的扩展与优化，在宏观选站基础上建立基于大数据的微观选站方案。基于规划大数据，对变电站选址影响因素进行指标体系建立，在一定的区域内利用层次分析法进行区域判断与评价，进一步利用多边形内接矩形匹配算法寻找满足面积要求的候选区；针对分析结果，利用空间多尺度评价模型对选区进行指标统计分析，将涉及的地形起伏、用地约束、交通因素、河流因素、地质因素等指标进行智能综合判断，对候选站址进行综合评价，辅助解决选站难题。

平台创建“变电站智能布点模型”，综合考虑各类影响因素，自动计算出规划年主网变电站的规划选址结果，大大提升了变电站规划的智能化水平。在规划变电站落点位置确定以后，对拟接入的变电站和线路进行分析并给出多个推荐方案，辅助进行方案比选并确定接入方案，提升了规划智能化水平。

主要创新点3：开展AI选线策略自适应选择研究，实现规划路径智能优选

根据电力选线策略，对基于深度学习智能生成的省域范围的海量数据和收集到的多数据源选线影响因子，进行高性能的自动化批量处理，为智能选线提供数据基础；基于多维度多源的海量数据，利用AI领域的启发式搜索方法，统筹考虑多重影响因子和选线策略，生成一条或多条规划路径；基于深度学习方法，对选线策略进行建模，实现在路径优化过程中，全线路统筹考虑，在优化选线过程中尝试根据不同的区域条件自适应匹配不同的选线策略对线路进行优化，进一步提高选线可行性；与此同时，在优化线路时，采用顾及空间关系的矢量压缩算法和交叉跨越纠正算法，对规划路径进行再优化，进一步提升路径的合理性；最后，在规划路径的同时能根据已有起止点，智能的推荐潜在的更优起止点，从而为选出更优的路径提供了更多选择和更大的可能性。

在规划方案基础上，平台以丰富的数据为基础，构建“初步选址选线分析模型”，实现地理信息智能识别、敏感点智能避让、站址路径智能分析，对规划方案中的站址和线路路径进行自动细化和优化，在规划和可研阶段之间创新智能化工作方法，并保证电网规划方案向前期有序过渡。

主要创新点4：电网规划业务全流程控制技术

在统一平台下，研发业务流模型，将规划流程中的关键工作环节有机衔接起来，基于规划大数据实现规划信息流无缝交互和流转，实现从现状电网分析到预测计算，到规划布点决策，到接入系统方案设计，到电气计算，到规划落地（智能选站选线），再到工程直观展示、发布，最后形成前期项目储备库及电网布局规划图，提高工作协同度，将规划向设计深度纵深推进，实现各专业融通发展，建立协同高效的智能规划工作体系。

开展电网规划工作需要的基础数据具有数据量大、种类多、来源多的特点，通过项目研究，围绕数据价值创造，进行规划各环节信息的广泛收集和精准匹配，建立统一、权威的规划大数据，实现现状电网分析、规划边界条件确定“一站式”服务，全面提升电网规划信息的获取及分析能力。

智能电网平台基于已有电力工程路径样本的大数据分析，实现规划数据自动收资、三维场景内可视化网架规划与设施布局及智能评审的全流程闭环管理，打造网上规划、网上设计、网上评审、实时追溯等规划业务一体化线上作业模式。

主要创新点5：开展多维电网一张图研究，实现多图层、多时态主网架展现功能

平台初步构建了多维电网一张图，通过叠加基础地理数据、生态红线、环境敏感区、居民区等多种地表覆盖类型图层以及规划态网架、建设态网架、运行态网架等电网数据，实现多图层、多时态主网架展现功能。

平台融合生态红线、居民区、河流湖泊、道路、房屋、树木、冰区、污区等多种地表覆盖类型图层，并叠加基础地理数据、规划态网架、建设态网架、运行态网架等电网数据，形成多维电网一张图，直观展现多源网架并从中发现问题，为图上作业提供支撑。

（3）实施效果

该成果自运行以来即应用在青海~河南±800千伏特高压直流、宝鸡~西安南~信义II回750千伏输变电工程、陕北~关中第二通道750千伏输变电、西安东750千伏输变电工程等电网工程选址选线、施工建设、数字模拟、项目评审中，以高清影像、地理信息系统和敏感区等大数据为基础，以三维可视化展现和大数据智能分析为技术手段，在全省电网规划中便捷、直观的完成了选址选线和电网规划工作，提高了规划的科学性、准确性，有效推动了工程顺利落地，提升了评审效率，节约了工程建设成本，符合陕西省电网建设的实际情况，且对公司构建生态规划工作体系、提升项目生态效益具有推动作用，可以在类似工程中进行推广。

3. 创新点

主要创新点1：基于AI对高清影像中地理要素的识别和提取研究

证明材料：发明专利：一种基于深度学习的遥感影像居民区自动提取方法（CN110399819A）。

主要创新点2：开展站址方案智能选择研究，实现室内选站智能化

证明材料：发明专利：一种基于多条件约束的变电站自动化选址方法（CN110689187A）；软件著作权：基于大数据的电网设施布局规划系统V1.0（2016SR056762）、陕西电网布局规划移动系统V1.0（2016SR375071）、陕西电网大规划支持平台V1.0（2016SR375066）；中国科学院文献情报中心查新报告。

主要创新点3：开展AI选线策略自适应选择研究，实现规划路径智能优选

证明材料：发明专利：一种基于变分辨率成本表面的分阶段输电线路路径规划方法（201910310776.6）、一种顾及路径失真纠正与交叉跨越纠正的电力选线方法（201910306291.X）；软件著作权：基于大数据的电网设施布局规划系统V1.0（2016SR056762）、陕西电网布局规划移动系统V1.0（2016SR375071）、陕西电网大规划支持平台V1

.0 (2016SR375066)；中国科学院文献情报中心查新报告。

主要创新点4：电网规划业务全流程控制技术

证明材料：发明专利：一种基于电网三维数字地球的三维动画制作及展示方法（ZL20161014793000.9）、一种基于多条件约束的变电站自动化选址方法（CN110689187A）、基于变分辨率成本表面的分阶段输电线路路径规划方法（201910310776.6）、一种顾及路径失真纠正与交叉跨越纠正的电力选线方法（201910306291.X）；软件著作权：基于大数据的电网设施布局规划系统V1.0（2016SR056762）、智能电网三维仿真系统V1.0（2016SR058020）、陕西智能电网大屏展示系统V1.0（2016SR373123），陕西电网布局规划移动系统V1.0（2016SR375071）、陕西电网大规划支持平台V1.0（2016SR375066）、电网数据数字化移交支持平台V1.0（2018SR1036610）、基于BS架构的电网资源管理平台V1.0（2018SR1037742）、电网项目前期跟踪管理系统V1.0（2018SR1037749）；发表论文：三维全景电网平台在电网布局规划评审中的应用、陕西智能电网建设技术支持平台设计与应用；中国科学院文献情报中心查新报告。

主要创新点5：开展多维电网一张图研究，实现多图层、多时态主网架展现功能

证明材料：软件著作权：智能电网三维仿真系统V1.0（2016SR058020）、陕西智能电网大屏展示系统V1.0（2016SR373123）、陕西电网大规划支持平台V1.0（2016SR375066）；中国科学院文献情报中心查新报告。

4. 保密方面

无。

5. 国际比较

相对国内外同类的系统，本系统有以下几方面的特点：

- (1) 构建了多维电网一张图，实现多图层、多时态主网架展现功能；
- (2) 基于大数据，实现了三维场景内可视化网架规划及其智能评审，构建了规划业务一体化线上作业模式；
- (3) 完成了AI选站选线策略自适应匹配及优化，实现了智能选站选线。

相关技术均在国内外公开文献中未见相同报道，处于国际领先水平。

本平台数据涵盖了陕西电网中远期规划成果，是公开报道中国内首个涵盖现状及规划网架的三维虚拟电网，其他类似项目尚未见到类似成果。

数据指标：

1. 卫星影像：2.5米/5米高分辨卫星影像覆盖陕西全境，关中地区及延安大部分地区优于1米。
2. 建模仿真：收集截止2018年底前投运的330kV以上站及线路相关设计资料并建模，构建省域电网工程档案库。
3. 站区航飞：对2018年底前投运的所有330kV以上变电站进行航飞，获取精度优于0.2米高清影像。
4. 电网专题数据：多渠道收集自然保护区、水源地、文物古迹等数环境敏感点专题数据，进行转换、校核、入库，支撑系统进行工程环境评价。
5. 电网业务数据：收集国民经济信息、能源资源信息、电力基础信息、电气参数、电

网工程典型造价库、电网及电源的台账信息和准实时信息、规划成果等。

6. 接口集成：接入全业务数据中心，集成二维GIS、PMS、状态监测、调度等数据，以及集成BPA电气计算等相关软件，支撑智能规划体系建设。

地理信息科技进步奖

四、推广应用情况

1、推广、应用情况及社会评价（限 2000字）

项目成果于2018年6月开始试运行，已得到成功应用，取得了优异的应用成效。考虑将其推广至陕西公司系统所有地市供电公司和有相关业务需求的下级单位，在用户使用过程中不断完善改良功能，积累专业数据；根据市场情况，在电力设计院、电力咨询机构进行推广使用，进一步完善项目功能，扩展项目数据，探索市场化运作模式；在条件成熟的情况下，接受新能源接入、系统外售电公司等电力相关行业的设计咨询类委托。

本项目成果该成果在国网陕西省电力公司自运行以来即应用在青海~河南±800千伏特高压直流、陕北~关中第二通道750千伏输变电、西安南~宝鸡~信义II回750千伏线路、西安东750千伏输变电工程等一大批国家级、省域级电网工程可研前期、施工建设和数字模拟中；在西郊、高工、曲江、中心、武镇等330千伏输变电工程的预可研阶段和规划落地中起到了有力的技术支持。有效节约了人工成本，提高了工作效率，提高了规划的科学性、准确性。另外在全省电网评审工作中将规划设计方案与成果中的现状数据可以快速进行比对，减少局部设计困难地区的现场踏勘，降低了评审成本，提升了评审质量，提高规划设计方案的科学性。另外本成果针对生态资源进行降扰研究，其规划选址选线工作能有效避让环境敏感区域，能够为输电工程进行生态建设提供新的技术支撑，对公司构建生态规划工作体系、提升项目生态效益具有推动作用；同时对公司进一步践行企业社会责任，提升项目生态效益，加强生态保护具有积极意义。