

附件

# 2021年度贵州省科技支撑计划 “煤矿井下5G应用研究及示范”重点项目 申报指南

本指南旨在进一步支撑“贵州省煤炭智能采掘技术榜单”中“基于工业互联网的煤矿智能采掘技术榜单”“110/N00工法煤炭智能采掘技术和装备技术榜单”的信息化建设，运用新一代信息技术实现井下“人机物”互联互通，为最终智能化目标的达成奠定基础。

## 一、基本条件

### （一）5G网络建设要求

所申报项目需开展井下5G网络基础设施建设，覆盖范围不小于一个采区，且采区内所有设备联网率不得低于95%，申报单位需提出建设方案及设备联网清单。单个井下5G基站覆盖半径不低于300m，围绕煤矿开拓、采掘，能够实现快速补网，确保信号可达性满足煤矿使用需求，关键设备实时在网。网络使用寿命不低于3年，稳定性、安全性、抗干扰能力等符合行业标准，成本可控，上行速率不低于700Mbps，下行速率不低于300Mbps。融合煤矿现有工业环网，提出煤矿“人机物”标识解析体系，建成

时间敏感网络，网络关键节点支持边缘计算，研制智能网关，信息处理具备云边协同模式。

## （二）煤矿安全要求

1. 井下5G网络设备及场景应用设备在非工作面区域使用的需具备防爆产品认证或防爆兼本安认证，在工作面使用的设备需具备安标认证。

2. 井下5G网络设备需符合《煤矿5G通信系统安全考核指标（试行）》、《煤矿通信、检测、控制用电工电子产品通用技术条件》、《煤矿安全规程》等的相关要求。

3. 应用于井下机器人、监控、定位等场景的设备应符合对应场景所涉及的相关国家标准和规范的要求。

## 二、资助方式及实施周期

### （一）资助方式

项目经费由三部分构成。

1. 省科技厅科研经费。财政科研资金支持经费不超过 250 万元/项，用于支持开展研发工作。立项后首次拨付 30%，中期检查通过后拨付 70%。

2. 申报单位自筹经费。项目申报单位需匹配不低于申请省科技厅财政科研资金 1.5 倍的自筹资金，并提供自筹资金来源和数额的书面承诺。

3. 省能源局匹配经费。根据《贵州省能源局贵州省财政厅印发关于支持加大煤矿安全生产投入若干政策措施的通知》（黔

能源煤安〔2020〕62号),按照一事一议原则,项目立项后,申报单位可申请不超过250万元/项的财政资金补助。

## (二) 实施周期

所有项目实施周期为立项之日起至2021年12月31日前。

## 三、支持方向

### (一) 井下5G高清语音通话研究及应用示范

研究内容:根据煤矿通讯实际需求场景,研究运用5G和互联网技术实现煤矿专网内部语音通讯以及专网和外网的语音通讯。提出煤矿专用5G网络的可行性、安全性建设方法,搭建煤矿专用5G网络,实现煤矿专用5G网络通讯的语音及流量内部卸载,不产生公网费用;实现煤矿专用5G网络与公网网络的连接与通讯。

基本考核指标:(1)高清语音通话:要求实现井上-井下5G视频通话,井下-井下5G视频通话;(2)在部署MEC场景下,支持井下典型端到端时延不超过20ms;(3)井下5G智能终端:配备井下本安认证的5G智能终端,具备前置及后置双摄像头,支持5G语音通话、视频通话。申报单位可细化技术指标,并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。

### (二) 井下人员精准定位系统研究及应用示范

研究内容:研究基于5G UWB(Ultra Wide Band,超宽带)的井下人员精准定位系统,通过在井下安装定位基站,为人员或设备佩戴定位标签的形式,实现人员精准实时定位,掌握人员在

井下的位置、活动轨迹以及各区域人员分布情况。

基本考核指标：（1）井下5G信号覆盖区域实现井下人员的精准定位；实现井下静态人员定位精度优于0.2m，动态人员定位精度优于0.5m；（2）定位响应时间不大于600ms。建成典型矿山井下高精度三维地图一套，典型煤矿井下人员定位系统、井下人员辅助定位系统软件各1套。申报单位可细化技术指标，并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。

### （三）基于5G传输的高清视频监控和AI图像识别分析系统研究及应用示范

研究内容：在构建5G网络的基础上，研发基于5G的煤矿井下人员、机器和环境等的高清视频监控系统；通过大数据分析方法，研发基于5G的煤矿井下人员、机器和环境等图像识别分析方法，构建基于5G的AI图像识别分析系统。搭建煤矿井下人员、机器和环境等的边缘计算云平台；构建煤矿井下人员、机器和环境等的数字孪生模型及物理空间—信息空间的映射关系及管理；研究基于人工智能的煤矿井下人员、机器和环境等图像识别算法。

基本考核指标：井下实时视频监控的视频分辨率应在4K或优于4K，且能够通过AI识别算法，实现对实时监控图像进行人员（人员的违规行为识别、摔倒检测、行为状态、违章等）、机器（机器设备的状态、告警、异常、故障等、钢丝绳的无损检测）、环境（矿井突水水源识别、矿井水位标尺刻度识别、现场环境的涌水、顶板垮落、火光、烟雾等）的智能图像分析和智能报警功

能，响应时间不大于10ms。申报单位可细化技术指标，并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。

#### （四）井下设备5G无线控制研究及应用示范

研究内容：研究煤矿井下设备、人、环境之间协同机理，基于5G的煤矿井下机械设备的通信能力及远程控制的方法及实现，基于5G的设备、人与环境等的数据传输安全及控制问题。并基于井下5G通信网络，开展地面监控中心对采煤机、掘进机、井下水泵房设备、井下带式输送机的远程控制研究及应用示范。研究基于5G的控制系统中控制软件和控制协议、控制信息传输过程中的设备及信息安全保障方法、基于5G的多元信息感知、采集、融合及传输实现方法、5G工业模组或5G内置工业网关在煤矿井下设备远程无线控制领域的应用、煤矿井下5G实时控制系统通信数据包安全管理方法、煤矿井下5G实时控制系统精确控制方法等。

基本考核指标：（1）实现井下设备与设备间，人与人间，设备与人之间协同工作；（2）在煤矿现有的采煤机、掘进机、井下水泵房设备、井下带式输送机上安装5G传输终端设备，支持内置5G模组或内置5G工业网关，形成成套技术、软件和产品，设备符合煤矿安全要求，功能满足使用需求，可靠性指标明确，完成典型使用环境安标认证，能够通过5G网络进行远程控制；（3）实现实时无线控制系统通信数据包安全管理方法，5G传输终端设备至5G基站平均丢包率达到 $<0.3\%$ ；（4）安全无缝连接的精

确控制方法，实现无死角的安全精准控制；（5）对井下采煤机、掘进机或传输皮带等设备进行加装或改装的内容需符合《煤矿矿用产品安全标志暂行办法》文件要求，地面监控中心操作站控制指令至设备控制端信号传输时延不超过50ms。申报单位可细化技术指标，并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。

### （五）井下5G+机器人巡检

选择以下至少一种机器人开展应用研究，应具备不受网络传输宽带和负载影响的本地存活能力及断网自主寻找信号能力，实现工业智能。

#### 1. 综采工作面巡检机器人

研究内容：基于煤矿井下5G通讯网络，研究综采工作面巡检机器人的自主精确定位导航技术，海量多源异构动态信息的在线采集、实时分析和智能感知技术，探寻综采设备健康状态的监测、评价与预警方法，攻克异构机器人群体安全协作的高可靠智能控制技术，实现井下受限空间、复杂物理环境和复杂地形条件下综采工作面巡检机器人满足安全、可靠、高效和智能化精准作业的迫切需求。提出复杂地形条件和复杂物理环境下的高可靠5G通讯技术应用方法，研究煤矿井下巡检机器人的自主精确定位导航技术，复杂物理环境下巡检机器人的动态高清图像在线采集技术，海量多源异构特征信息的实时分析和智能感知技术，异构机器人群体安全协作的高可靠智能控制技术。

基本考核指标：（1）综采工作面巡检机器人具备自主移动、

定位、多源异构特征信息采集、自主学习、智能分析决策、动态预测预警、人机交互等功能，实现煤壁、片帮、大块煤、有害气体、温度、粉尘、设备状态等监测；（2）实现巡检机器人群的安全、可靠、高效和智能化精准作业；（3）形成成套技术、软件和装备，产品符合煤矿安全要求，可靠性和维修性等指标明确，完成典型使用环境验证；（4）科技产出：申请国家发明专利3项、实用新型专利5项。申报单位可细化技术指标，并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。

## 2. 危险气体巡检机器人

研究内容：基于煤矿井下5G通讯网络，研究危险气体、粉尘和环境温度的智能监测与动态预警技术，机器人自主精确定位导航技术，机器人安全自主行走技术，实现井下受限空间、复杂物理环境和复杂地形条件下无人化安全智能巡检作业。提出复杂地形条件和复杂物理环境下的高可靠5G通讯技术应用方法，研究复杂物理环境下危险气体、粉尘和环境温度的智能监测技术，井下狭长多分支巷道条件下危险气体巡检机器人的自主精准定位导航技术，危险气体巡检机器人的主动避障和自动错车技术。

基本考核指标：（1）危险气体巡检机器人具备自主行走、定位、危险气体和环境温度感知、智能分析决策、动态预测预警和人机交互等功能；（2）实现煤矿井下机器人巡检作业；（3）形成成套技术、软件和装备，产品符合煤矿安全要求，可靠性和维修性等指标明确，完成典型使用环境验证；（4）科技产出：申

请国家发明专利2项、实用新型专利4项。申报单位可细化技术指标，并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。

### 3. 皮带机巡检机器人

研究内容：基于煤矿井下5G通讯网络，研究输煤用皮带机巡检机器人涉及的海量多源异构动态信息的在线智能监测与动态预警技术，机器人自主精确定位导航技术，机器人安全自主行走技术，异构机器人群体高效安全协作技术，实现井下复杂物理环境和复杂地形条件下皮带机无人化安全智能巡检作业。提出复杂地形条件和复杂物理环境下的高可靠5G通讯技术应用方法，研究复杂物理环境下海量多源异构动态信息的在线智能监测技术，井下皮带机巡检机器人的自主精确定位导航技术，皮带机巡检机器人的主动避障和自动错车技术，多机器人高效协作巡检技术。

基本考核指标：（1）危险气体巡检机器人具备自主行走、定位、皮带运行参数监测、环境温度与烟雾感知、煤流监测、动态预测预警和人机交互等功能；（2）实现煤矿井下机器人巡检作业；（3）形成成套技术、软件和装备，产品符合煤矿安全要求，可靠性和维修性等指标明确，完成典型使用环境验证；（4）科技产出：申请国家发明专利3项、实用新型专利6项。申报单位可细化技术指标，并自行提出合理的科技产出指标和经济社会效益指标。