

## 2022 年度湖北省自然科学奖提名公示信息

项目名称、提名者及提名意见、项目简介、代表性论文专著目录、主要完成人（完成单位）

项目名称	5G 移动通信系统高能效机理研究
提名单位	华中科技大学
提名意见	<p>（不超过 600 字，根据项目创造性特点，科学技术水平和应用情况并参照相应奖类条件写明提名理由和结论性意见，并填写提名意见和提名等级。）</p> <p>项目围绕 5G 网络大规模部署所面临的高能耗难题在国家自然科学基金重大项目、国家 863 重点项目等支持下，率先在高能效通信领域重大科学问题上进行深入探索，通过近十年的系统研究，突破了长期困扰学术界的基础性难题，为发展 5G 移动通信系统能效理论体系做出了创造性贡献。其主要贡献包括提出了 5G 超密集蜂窝组网新体制，建立了 5G 高能效网络拓扑优化理论体系，进而形成了 5G 高能效无线接入新机制。上述理论成果不仅获得了国际学术界的广泛认可，如代表作被评选为 IEEE 通信学会领域最佳论文，而且转化为实际产品应用到江西省 180 多个水库监控系统，解决野外水利工程施工安全监测、水雨情监测与组网难题，服务于国家新基建战略发展。</p> <p>提名该项目为 2022 年度湖北省自然科学奖 一 等奖</p>
项目简介	<p>本项目属于信息与通信工程领域。</p> <p>建设以 5G 移动通信系统为核心的新基建是我国实现产业升级的战略需求，然而 5G 网络带来 1000 倍以上的无线流量增长使得全球电信产业陷入“瓦特限制比特”困境，如何解决海量无线流量增长与 5G 移动通信系统能耗受限的突出矛盾，已成为当前 5G 通信系统大规模部署应用的主要挑战，解决上述问题需要从基础理论上破解 5G 移动通信系统能效机理核心难题，国际学术界围绕上述挑战展开了研究但始终缺乏系统的理论体系完整解决核心难题。</p> <p>面向 5G 超密集组网架构、基站拓扑理论以及大容量低延时接入等极具挑战课题，项目组在国家自然科学基金重大项目、国家 863 重点项目等支持下，率先在高能效通信领域重大科学问题上进行深入探索，通过近十年的系统研究，突破了长期困扰学术界的基础性难题，为发展 5G 移动通信系统能效理论体系做出了创造性贡献。主要成果包括：</p> <p>（1）5G 超密集蜂窝组网新体制： 发现了 5G 基站空间分布密度与网络吞吐量和能效之间的饱和效应，打破了近半个世纪蜂窝网吞吐量/能效随基站密度增长的定论，首次揭示了 5G 蜂窝网是一种密度受限无线通信系统，系统阐明了网络体系架构对能效和吞吐量的作用机制，提出了分布式超密集组网体系架构，将新一代蜂窝网能效提升超过 100 倍，被国际电信行业组织（5G Americas）推荐为新一代蜂窝网解决方案，荣获 IEEE 通信学会领域最佳论文。</p> <p>（2）5G 高能效网络拓扑优化理论： 揭示了移动网络信息与能量在空间、时间和频率域的多维多尺度分布本质规律，首次阐明了移动网络能效与基站拓扑分布、业务流、信道约束的交互耦合机理，攻克了网络能效多维非线性解耦优化的根本性难题，提出了移动通信网络能效</p>

	<p>全局协调优化理论体系。美国科学院/加拿大工程院双院士 Boukerche 教授指出代表性论文揭示了移动网络空间、频谱和能效内在作用规律，奠定了无线网络能效优化理论基础。研究成果转化为 OPPO 公司 5G 终端数据传输优化软件，相同能效下可最大提升 5G 手机速率 10 倍。</p> <p>(3) 5G 高效无线接入新机制： 揭示了 5G 物联网应用场景中各种异构终端接入信号的抗干扰价值，建立了超密集组网环境的物联网系统模型，提出了感知邻居状态的随机多址接入机制，比国际上广泛采用的分布式协调方法机制大幅度降低碰撞概率，中国信通院实测系统验证本项目提出的多址接入机制可以提升能效 2 倍，提高吞吐量 1 倍，并降低平均接入时延 1 倍。研究成果依托华中科技大学完成成为国际电信联盟标准提案。</p> <p>依托项目成果构建了 5G 移动通信系统高效理论体系及优化方法，出版国内外专著 5 部，发表 SCI 论文超过 300 篇，其中 ESI 高被引论文 15 篇。5 篇代表作中 3 篇是 ESI 高被引论文（含 1 篇 ESI 热点论文，TOP 0.1%），2 篇国内期刊代表作是发表在 Science China Information Science 和 IEEE China Communications（国内通信领域影响因子排名第 1 和第 2 期刊），5 篇代表作 Web of Science 核心数据库总他引 1144 次，单篇谷歌学术最高引用超过 1113 次，得到全球 68 个国家和地区的 102 位院士和 ACM/IEEE Fellow 正面评价，核心研究成果以无形资产作价 3000 万元人民币投资入股江西水利投资集团公司，开发的技术和产品应用到江西省 180 多个水库监控系统，解决野外水利工程设施安全监测、水雨情监测与组网难题，服务于国家新基建战略发展。第一完成人担任国家绿色通信与网络国际联合研究中心主任，IET 和中国通信学会会士，IEEE 杰出讲师，IEEE 绿色通信国际会议总主席，担任 IEEE Wireless Communications（IF=11，无线通信研究类期刊排名第一）及其他 9 个国际通信领域期刊编委，受邀在 13 个国际会议做绿色通信前沿方向专题报告。</p>					
<p>主要完成人 (完成单位)</p>	<p>葛晓虎（华中科技大学），张武雄（中国科学院上海微系统与信息技术研究所），钟祎（华中科技大学），杨旻（中国科学院上海微系统与信息技术研究所），张靖（华中科技大学）</p>					
<p>序号</p>	<p>论文（专著）名称/刊名/作者</p>	<p>年、卷、页码</p>	<p>发表时间（年月日）</p>	<p>通讯作者（含共同）</p>	<p>第一作者（含共同）</p>	<p>国内作者</p>
<p>1</p>	<p>“5G Ultra-Dense Cellular Networks”, IEEE Wireless Communications, Xiaohu Ge (葛晓虎), S. Tu, G. Mao, C.-X. Wang and T. Han (JCR 一区论文, ESI 高被引论文)</p>	<p>2016, vol. 23, no. 1, pp.72-79</p>	<p>2016-02</p>	<p>韩涛</p>	<p>葛晓虎</p>	<p>涂松, 毛国强, 王承祥, 韩涛</p>
<p>2</p>	<p>“5G wireless backhaul networks: challenges and research advances”, IEEE Network, Xiaohu Ge(葛晓虎), H.</p>	<p>2014, vol. 28, no. 6, pp. 6-11</p>	<p>2014-11</p>	<p>韩涛</p>	<p>葛晓虎</p>	<p>程慧, 韩涛</p>

	Cheng, M. Guizani, Tao Han (JCR 一区论文, ESI 热点论文及高被引论文)					
3	“Heterogeneous Cellular Networks with Spatio-Temporal Traffic: Delay Analysis and Scheduling”, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Y. Zhong (钟祎), T. Q.S. Quek, and Xiaohu Ge (葛晓虎) (JCR 一区论文, ESI 高被引论文)	2017, vol. 35, no. 6, pp. 1373-1386	2017-06	葛晓虎	钟祎	
4	“Neighbor-Aware Multiple Access Protocol for 5G mMTC Applications”, IEEE China Communications, Yang Yang (杨旸), G. Song, W. Zhang, Xiaohu Ge (葛晓虎), C.-X. Wang	2016, vol. 34, no. 4, pp. 80-88	2016-04	杨旸	杨旸	宋冠男, 张武雄, 葛晓虎, 王承祥
5	“5G Green Cellular Networks considering Power Allocation Schemes”, Science China Information Sciences, Xiaohu Ge (葛晓虎), J. Chen, C.-X. Wang, T. John and Jing Zhang (张靖)	2016, vol. 59, no. 2, pp. 1-14	2016-02	张靖	葛晓虎	陈嘉琦, 王承祥