

项目名称	城市空间扩张遥感监测与智能规划关键技术创新及应用
推荐奖种	湖南省科学技术进步奖 二等奖
提名单位	中南大学
单位提名意见	<p>该项目在 9 项国家级及其它项目支持下,针对城市空间扩张遥感监测与智能规划面临的“变化监测难、效应诊断难、情景预测难”三大技术难题,提出了城市空间扩张多维度遥感智能监测技术,建立了一套典型城市病遥感监测与解析技术体系,构建了目标约束下城市空间扩张多情景模拟与预测模型,开展了技术集成示范应用,取得了较好的综合效益,为城市社会经济与生态环境协调发展提供决策支持。</p> <p>项目累计获国家发明专利授权 5 项,获批计算机软件著作权 12 项,发表论文 56 篇。研究成果在湖南、广东、河北等 7 省(直辖市)推广应用,为城市发展监测与智能国土空间规划做出了实质性贡献。近三年新增销售额 4.14 亿、新增利润 8904 万。研究成果获中国地理信息产业协会科技进步奖 2 项、中国测绘地理信息学会科技进步奖 2 项、中国智慧城市优秀应用成果(案例)优秀奖 1 项,团队成员获全国高校 GIS 创新人物奖、全国遥感青年科技创新人才、国家自然科学基金资助等奖励,培养了博士 5 名、硕士 24 名。</p> <p>经审核,该项目推荐材料真实有效,相关栏目符合填写要求,尤其是研究内容、成果与技术应用高度相关。</p>
项目简介	<p>中国经历了世界规模最大、速度最快的城市化过程,极大促进了国家与地区经济发展,但同时也引发了土地资源紧缺、交通拥堵、环境污染等系列城市病问题,严重制约我国“可持续城市和社区”目标的实现,亟待监测城市化过程并实施智能空间规划,为城市社会经济与生态环境协调发展提供决策支持,为新型城镇化与健康城市建设、新一轮国土空间规划编制做出应有贡献。时空高效监测与合理规划城市化进程是保障城市可持续发展的核心和关键,但长期以来面临着“变化监测难、效应诊断难、情景预测难”三大公认难题。同时,作为人与自然交互最为剧烈的空间载体,城市具有独特的时空复杂性,精准、高效监测和预测城市扩张的过程并合理规划更是一项极具挑战性的工作,迫切需要在理论、技术与集成示范方面做出突破性创新。本项目研制了一套城市空间扩张遥感监测与智能规划关键技术,在湖南、广东、河北等地开展了技术集成示范应用,取得了较好的综合效益。主要科技创新如下:</p> <p>(1) 针对“变化监测难”的难题,集中围绕城市边界精准提取与内部功能区精细识别两个具体问题,在充分挖掘城市景观和形态等时空大数据可视化特征的基础上,提出了城市空间扩张多维度遥感智能监测技术,实现了大范围时空连续城市边界的高精准甄别与内部土地利用动态变化的精细感知。</p> <p>(2) 针对“效应诊断难”的难题,围绕大气污染、交通拥堵、城市热岛三类典型城市病,基于多源时空地理数据协同增强建模思路,建立了一套涵盖大气污染时空精细模拟、交通目标自动检测、复合城市热岛效应监测与解析的城市病遥感监测技术体系,实现了城市病的科学、高效、准确诊断。</p> <p>(3) 针对“情景预测难”的难题,从城市土地利用总量控制、空间布局优化、多情景城市病仿真三方面,建立了一套目标约束下城市空间扩张多情景模拟与预测技术体系,为发展顾及城市生态与人居环境的绿色国土空间规划编制与方案比选提供了全新的</p>

	技术支撑，并依托集成示范应用开展了技术验证。																																																							
完成单位	中南大学，长沙理工大学，中山大学，中国测绘科学研究院，广东国地规划科技股份有限公司																																																							
完成人	邹滨，熊鹰，刘小平，张鸿辉，翟亮，陶超，冯微微，罗伟玲，李沈鑫																																																							
推广应用情况、经济效益和社会效益	<p>本项目形成的城市空间扩张监测与智能规划研究成果主要推广应用于解决城市发展过程中的城市空间治理问题，其整体技术由2015年1月开始推广应用，部分技术自2013年1月开始推广应用。自项目技术应用以来，先后在湖南、广东、河北等地47个市县378项城市地理国情监测、国土空间开发与规划项目中得到广泛实践推广，近三年累计新增销售额4.14亿、新增利润8904万。相关成果先后多次获得CCTV13、央广网、新华社、新浪网等媒体的广泛报道，并作为京津冀大气污染治理的重要成果编入中宣部等联合制作的《辉煌中国》栏目。此外，项目团队成员还多次受邀在全国和湖南省国土相关各行业领导与技术骨干培训班授课，介绍项目核心关键技术成果；联合中南大学、中国测绘科学研究院、湖南省国土资源厅成立了“地理国情监测湖南研究中心”，牵头建立了全国首批、湖南省首个地理国情监测硕士点，为测绘、国土、环保、交通等领域的人才培养做出了贡献。</p> <p style="text-align: center;">主要应用单位情况</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>单位名称</th> <th>应用的技术</th> <th>应用的起止时间</th> <th>应用单位联系人/电话</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>广东国地规划科技股份有限公司</td> <td>城市空间扩张遥感监测与智能规划关键技术整体应用</td> <td>2015年1月至今</td> <td>02062356718</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>湖南省建筑设计院有限公司</td> <td>城市空间扩张规划多情景模拟与预测</td> <td>2015年1月至2019年12月</td> <td>15802606158</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>长沙市规划设计院有限责任公司</td> <td>城市空间扩张规划多情景模拟与预测、城市病监测诊断</td> <td>2015年1月至2019年12月</td> <td>15802506497</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>湖南大学设计研究院有限公司</td> <td>城市空间扩张遥感监测、城市空间扩张规划多情景模拟与预测</td> <td>2015年1月至2019年12月</td> <td>13574894618</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>北京世纪千府国际工程设计有限公司湖南分公司</td> <td>城市空间扩张遥感监测、城市空间扩张规划多情景模拟与预测</td> <td>2015年1月至2019年12月</td> <td>13787219761</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>长沙朗慧科技信息技术有限公司</td> <td>城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断</td> <td>2013年1月至今</td> <td>13755020164</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>北京华锐同创系统技术有限公司</td> <td>城市病监测诊断</td> <td>2018年4月至今</td> <td>01064364322</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>湖南省长株潭两型试验区管委会</td> <td>城市空间扩张规划多情景模拟与预测</td> <td>2018年6月</td> <td>13875853389</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>湖南省国土资源信息中心</td> <td>城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断</td> <td>2015年1月-2016年3月</td> <td>19973180718</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>湖南省第一测绘院</td> <td>城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断</td> <td>2017年1月-2017年12月</td> <td>13974509708</td> </tr> </tbody> </table>	序号	单位名称	应用的技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	1	广东国地规划科技股份有限公司	城市空间扩张遥感监测与智能规划关键技术整体应用	2015年1月至今	02062356718	2	湖南省建筑设计院有限公司	城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2015年1月至2019年12月	15802606158	3	长沙市规划设计院有限责任公司	城市空间扩张规划多情景模拟与预测、城市病监测诊断	2015年1月至2019年12月	15802506497	4	湖南大学设计研究院有限公司	城市空间扩张遥感监测、城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2015年1月至2019年12月	13574894618	5	北京世纪千府国际工程设计有限公司湖南分公司	城市空间扩张遥感监测、城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2015年1月至2019年12月	13787219761	6	长沙朗慧科技信息技术有限公司	城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断	2013年1月至今	13755020164	7	北京华锐同创系统技术有限公司	城市病监测诊断	2018年4月至今	01064364322	8	湖南省长株潭两型试验区管委会	城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2018年6月	13875853389	9	湖南省国土资源信息中心	城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断	2015年1月-2016年3月	19973180718	10	湖南省第一测绘院	城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断	2017年1月-2017年12月	13974509708
	序号	单位名称	应用的技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话																																																			
	1	广东国地规划科技股份有限公司	城市空间扩张遥感监测与智能规划关键技术整体应用	2015年1月至今	02062356718																																																			
	2	湖南省建筑设计院有限公司	城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2015年1月至2019年12月	15802606158																																																			
	3	长沙市规划设计院有限责任公司	城市空间扩张规划多情景模拟与预测、城市病监测诊断	2015年1月至2019年12月	15802506497																																																			
	4	湖南大学设计研究院有限公司	城市空间扩张遥感监测、城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2015年1月至2019年12月	13574894618																																																			
	5	北京世纪千府国际工程设计有限公司湖南分公司	城市空间扩张遥感监测、城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2015年1月至2019年12月	13787219761																																																			
	6	长沙朗慧科技信息技术有限公司	城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断	2013年1月至今	13755020164																																																			
	7	北京华锐同创系统技术有限公司	城市病监测诊断	2018年4月至今	01064364322																																																			
	8	湖南省长株潭两型试验区管委会	城市空间扩张规划多情景模拟与预测	2018年6月	13875853389																																																			
	9	湖南省国土资源信息中心	城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断	2015年1月-2016年3月	19973180718																																																			
10	湖南省第一测绘院	城市空间扩张遥感监测、城市病监测诊断	2017年1月-2017年12月	13974509708																																																				

客观评价	<p>1、项目验收意见：长株潭城市扩张与用地变化动态监测</p> <p>原国家测绘地理信息局国土测绘司副司长田海波、湖南省两型委副巡视员宋娟娟等专家认为项目在长株潭城市扩张与用地动态变化省级重要地理国情监测中的应用填补了评估与指导长株潭两型社会建设所需的多项信息数据空白，具有较高的经济社会价值和广泛的应用前景。</p> <p>2、项目验收意见：京津冀一体化发展重要地理国情信息监测</p> <p>国家发展改革委国土开发与地区经济研究所主任欧阳慧等验收专家评价项目在京京津冀一体化发展重要地理国情信息监测项目中的应用可为区域发展提供决策支持，具有很好的应用价值。</p> <p>3、专家评审意见：武汉市地理国情专题性监测</p> <p>中国科学院院士、武汉大学教授龚健雅为组长的专家组评价项目成果科学反映了武汉市综合交通网络现状与发展变化情况，为武汉市经济、城市、民生“三个升级版”建设等工作提供空间信息支撑。</p> <p>4、用户使用意见：廉江市空间规划及航空摄影项目</p> <p>广东省廉江市发展与改革局评价本项目相关技术为空间规划编制提供了良好基础，提高了全市经济社会发展统筹和国土空间资源部署的决策效率。</p> <p>5、专家评审意见：智慧国土空间规划关键技术研究及应用示范</p> <p>由中国地理信息产业协会组织的专家委员会评价智慧国土空间规划关键技术针对现行空间规划难题提出并形成了智慧国土空间规划全流程解决方案，社会经济效益显著，具有重要的示范和推广价值，达到国内领先水平。</p> <p>6、测试报告：国土空间规划监测评估预警管理系统</p> <p>广州广软信息技术服务有限公司对项目成果进行了软件测试，测试结果显示，项目成果可靠性与易用性良好。</p> <p>7、国际同行评价</p> <p>1) 国际欧亚科学院院士、深圳大学校长李清泉教授认为本项目提出的改进的 Harris 算子有助于在遥感影像中快速发现城市居民地。</p> <p>2) 国际人文地理百科全书将 FLUS 软件收录为可获取的土地利用模拟软件之一。</p> <p>3) 德国柏林自由大学 Zhihao Shang 教授指出本项目提出的 GMLUR 等大气污染空间分布模拟模型比传统方法精度更高</p>					
	主要科技创新支撑材料	知识产权目录	1	一种融合多光谱遥感数据和夜间灯光遥感数据的城市边界提取方法	专利	ZL201610113115.0
			2	一种大气污染统计建模变量最优空间尺度选取方法	专利	ZL201710120744.0
			3	一种顾及阴影区域的高分辨率遥感影像车辆检测方法	专利	ZL201510757973.4
			4	未来土地利用模拟系统[简称:FLUS]	软著	2019SR0778269
			5	国土空间规划监测评估预警管理系统 V1.0	软著	2019SR0094332
			6	Spatial variations of PM _{2.5} in Chinese cities for the joint impacts of human activities and natural conditions: A global and local regression perspective	论文	Journal of Cleaner Production DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.08.24
7			Spatiotemporal influences of land use/cover changes on the heat island effect in rapid urbanization area	论文	Frontiers of Earth Science DOI: 10.1007/s11707-018-0747-3	

		8	A hybrid Grey-Markov/LUR model for PM ₁₀ concentration prediction under future urban scenarios	论文	Atmospheric Environment DOI: 10.1016/j.atmosenv.2018.06.014
		9	Analog simulation of urban construction land supply and demand in Chang-Zhu-Tan Urban Agglomeration based on land intensive use	论文	Journal of Geographical Sciences DOI: 10.1007/s11442-019-1663-5
		10	Investigating the differentiated impacts of socioeconomic factors and urban forms on CO ₂ emissions: Empirical evidence from Chinese cities of different developmental levels	论文	Journal of Cleaner Production DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.123
全部完成人排序及贡献	1	<p>姓名：邹滨 排名：1 技术职称：教授 工作单位：中南大学 主要贡献：作为团队带头人负责项目的整体研究方案设计，对团队成员相关研究工作进行指导，推动成果转化和产业化应用。直接指导团队开展城市扩张遥感监测与城市病诊断技术的研发与相关系统开发、应用，同时协调项目其他主要完成单位开展项目整体技术推广应用，对创新点 1.1、1.2、1.3.3 以及 1.4.1 做出原创性贡献。投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 80%。 曾获科技奖励情况：2018 年获第七届全国高校 GIS 创新人物奖（全国 10 名）；2018 年获中国测绘科技进步二等奖（排第 5，《多尺度综合交通网络变化监测》，2018-01-02-21）；2017 年获中国测绘科技进步二等奖（排第 1，《地理国情视角下的城市病监测技术与实践》，2017-01-02-18）；2017 年获中国地理信息科技进步特等奖（排第 19，《国家级重要地理国情监测与分析关键技术和应用》，2017-00-02）；2016 年获国家遥感中心遥感青年科技人才创新资助（全国 20 名）</p>			
	2	<p>姓名：熊鹰 排名：2 技术职称：教授 工作单位：长沙理工大学 主要贡献：参与了“城市热岛效应监测技术”与“城市用地总量供需关系模拟技术”的开发，作为核心人员参与了技术成果在湖南长株潭城市群的推广应用，是创新点 1.3.1 的主要完成人与 1.2.3、1.4.2 的参与完成人，投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 80%。 曾获科技奖励情况：2019 年获长沙市第二十二届社会科学优秀成果一等奖（排第 1，《基于土地集约利用的长株潭城市群建设用地供需仿真模拟研究》，2019-12-02）；2015 年获第二届中国自然资源学会青年科技奖（个人，自资学字【2105】7 号）；2012 年获第十一届社会科学优秀成果奖三等奖（排第 4，《湖南省可持续发展》，2012-08-03）；2012 年获第 14 届湖南省自然科学优秀学术论文三等奖（排第 1，《基于属性理论的长株潭城市群生态系统健康评价》，Z-706-11）</p>			
	3	<p>姓名：刘小平 排名：3 技术职称：教授 工作单位：中山大学 主要贡献：参与了“城市土地利用类型与功能区智能识别技术”、“土地利用模拟技术”及“典型城市病多情景预测技术”的开发。是创新点 1.3.2 的主要完成人与 1.1.2、1.3.3 的参与完成人，投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 70%。 曾获科技奖励情况：2019 年获中国地理信息科技进步二等奖（排第 3，《智慧国土空间规划关键技术研究及应用示范》，2019-02-74）；2013 年获批主持国家优秀青年基金（排第 1，《地理模拟与空间智能》，41322009）；2009 年第十届全国青年地理科技奖（gsc-qnj-1004）</p>			

4	<p>姓名：张鸿辉 排名：4 技术职称：教授级高工 工作单位：广东国地规划科技股份有限公司 主要贡献：参与了“智慧国土空间精准开发模拟与优化系统”等工作，作为核心人员参与了项目整体技术成果广东、湖南、广西等地的推广应用，是创新点 1.4.2 的主要完成人。投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 60%。 曾获科技奖励情况：2019 年获中国地理信息科技进步二等奖（排第 1，《智慧国土空间规划关键技术研究及应用示范》，2019-02-74）；2018 年获中国地理信息科技进步二等奖（排第 3，《面向“多规融合”的智能规划关键技术与应用》，2018-02-111）；2018 年全国优秀测绘工程奖银奖（排第 2，《长沙市“多规合一”信息平台》，2018-03-02-16）；2017 年获中国地理信息科技进步二等奖（排第 2，《基于智慧规划的“多规融合”一体化技术研究及平台开发》，2018-02-041）</p>
5	<p>姓名：翟亮 排名：5 技术职称：研究员 工作单位：中国测绘科学研究院 主要贡献：参与了大气污染地表扬尘源与工矿企业源遥感监测、交通网络变化监测等技术研究及京津冀地区推广应用，是创新点 1.22 与 1.4.1 的参与完成人。投入研究工作量占本人工作量的 60%。 曾获科技奖励情况：2018 年获中国测绘科技进步二等奖（排第 3，《多尺度综合交通网络变化监测》，2018-01-02-21）；2017 年获中国测绘科技进步二等奖（排第 2，《地理国情视角下的城市病监测技术与实践》，2017-01-02-18）；2017 年获中国地理信息科技进步特等奖（排第 4，《国家级重要地理国情监测与分析关键技术和应用》，2017-00-02）；2015 年获国家遥感中心遥感青年科技人才创新资助（全国 30 名）</p>
6	<p>姓名：陶超 排名：6 技术职称：副教授 工作单位：中南大学 主要贡献：参与了“城市边界精准提取技术”、“城市土地利用类型与功能区智能识别技术”与“大区域城市复杂场景交通目标快速精细提取技术”的开发，参与了上述技术在湖南的推广应用。是创新点 1.1.1 的主要完成人与 1.1.2、1.2.2 的参与完成人，投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 60%。 曾获科技奖励情况：2017 年获中国测绘科技进步二等奖（排第 4，《地理国情视角下的城市病监测技术与实践》，2017-01-02-18）；2018 年获湖湘青年英才（科技创新类）</p>
7	<p>姓名：冯微微 排名：7 技术职称：副教授 工作单位：中南大学 主要贡献：参与了“大气污染时空多尺度精细模拟技术”与“城市热岛效应监测技术”的开发，定量解析了城市土地利用变化与大气污染、城市热岛等典型城市病的复杂相互关系，是创新点 1.2.1 与 1.2.3 的参与完成人。投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 60%。 曾获科技奖励情况：无</p>
8	<p>姓名：罗伟玲 排名：8 技术职称：高级工程师 工作单位：广东国地规划科技股份有限公司， 主要贡献：参与了“空间发展方案智能编制”、“国土空间规划分析评价”等工作，作为核心成员参与了上述技术在广东地区的推广应用，是创新点 1.4.2 的参与完成人。投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 50%。</p>

		曾获科技奖励情况： 2019 年获中国地理信息科技进步二等奖（排第 2，《智慧国土空间规划关键技术研究及应用示范》，2019-02-74）
	9	姓名： 李沈鑫 排名： 8 技术职称： 无 工作单位： 中南大学 主要贡献： 参与了“大气污染时空多尺度精细模拟技术”的开发，作为核心成员参与大气污染空间精准治理决策技术在湖南、河北、广东等地的应用推广实施，是创新点 1.2.1 与 1.4.1 的参与完成人，投入在该项目中的研究工作量占本人工作量的 50%。 曾获科技奖励情况： 无
主要完成单位及创新推广贡献	中南大学	<p>中南大学作为项目主要完成单位，负责了项目的整体研究方案设计、研究团队组织协调、研究成果转化、应用、推广等工作。</p> <p>在科技创新方面，中南大学作为主要完成单位负责了“1.1 城市空间扩张遥感监测”、“1.2.1 大气污染时空多尺度精细模拟”等关键技术开发；同时与长沙理工大学合作开展了“1.2.3 城市热岛效应监测”技术开发，参与完成了“1.3.1 城市用地总量供需关系模拟”技术的开发；与中山大学合作开展了“1.3.3 面向城市空间扩张的典型城市病多情景预测”技术开发，参与完成了“1.3.2 土地利用模拟”技术开发；与中国测绘科学研究院合作开展了“1.2.2 城市交通目标精细提取”技术开发。</p> <p>在推广应用方面，中南大学主要负责了城市空间扩张与城市病遥感监测整体解决方案在湖南地区的推广应用，与中国测绘科学研究院合作开展了该项技术在北京、河北等地的推广应用，同时负责集成“城市空间扩张遥感监测与智能规划”整体技术，并与中山大学、广东国地规划科技股份有限公司合作开展了整体技术的推广应用。</p>
	长沙理工大学	<p>长沙理工大学作为项目的主要完成单位，负责了典型城市病监测诊断、城市空间扩张规划多情景模拟与预测相关技术的开发与推广工作。</p> <p>在科技创新方面，作为主要完成单位负责了“1.3.1 城市用地总量供需关系模拟”技术的开发，同时与中南大学合作开展了“1.2.3 城市热岛效应监测”技术开发。</p> <p>在推广应用方面，长沙理工大学负责了城市扩张情景模拟技术在长株潭城市群的推广应用，同时参与了城市空间扩张与城市病遥感监测整体解决方案在湖南地区的推广应用。</p>
	中山大学	<p>中山大学作为项目的主要完成单位，负责了城市空间扩张规划多情景模拟与预测相关技术的开发与应用工作。</p> <p>在科技创新方面，作为主要完成单位负责了“1.3.2 土地利用模拟”技术的开发，同时与中南大学合作开展了“1.3.3 面向城市空间扩张的典型城市病多情景预测”技术开发。</p> <p>在推广应用方面，中山大学与广东国地规划科技股份有限公司合作开展了城市空间智能规划技术在湖南、广东、广西等地的推广应用，同时参与了城市空间扩张与城市病遥感监测整体解决方案在上述地区的推广应用。</p>
	中国测绘科学研究院	<p>中国测绘科学研究院作为项目的参与单位，参与了创新点 1.2 和 1.4 中有关大气污染地表扬尘源与工矿企业源遥感监测、交通网络变化监测等技术研究及其在京津冀地区的推广应用。</p>
	广东国地	<p>广东国地规划科技股份有限公司作为项目的主要完成与应用单位，参与完成了城市空间智能规划相关技术开发，开展了“三区三线”科学划定、土地利用变化多情景模拟与最优方案选择、典型城市病多情景预测仿真、空间发展方案智能编制等技术的产业化应用，同时负责了“城市空间扩张遥感监测与智能规划”整体技术在湖南、广东等地的</p>

	规划科技股份有限公司	推广应用。
完成人合作关系说明	<p>本次报奖项目《城市空间扩张遥感监测与智能规划关键技术创新及应用》完成合作关系说明如下：</p> <p>与中南大学陶超（6）、冯徽徽（7）、李沈鑫（9）的合作：第一完成人与陶超（6）自2013年开始合作开展“城市边界精准提取”技术开发与应用，共同获得专利授权1项，同时合作开展城市空间扩张与城市病遥感监测整体解决方案的应用；第一完成人与冯徽徽（7）自2016年开始合作开展“大气污染时空多尺度精细模拟”与“城市热岛效应监测”的技术开发与应用，共同发表论文1篇；第一完成人与李沈鑫（9）自2015年开始合作开展“大气污染时空多尺度精细模拟”技术开发与应用，共同发表论文1篇。</p> <p>与长沙理工大学熊鹰（2）的合作：第一完成人与熊鹰（2）自2013年开始合作开展“城市热岛效应监测”技术开发，同时合作开展城市空间扩张规划多情景模拟与预测相关应用，共同发表论文1篇。</p> <p>与中山大学刘小平（3）的合作：第一完成人与刘小平（3）自2011年开始合作开展“面向城市空间扩张的典型城市病多情景预测”技术开发与应用，共同发表论文1篇。</p> <p>与中国测绘科学研究院翟亮（5）的合作：第一完成人与翟亮（5）自2013年开始合作开展城市空间扩张与城市病遥感监测整体解决方案的推广应用，共同获得科技奖励3项。</p> <p>与广东国地规划科技股份有限公司张鸿辉（4）、罗伟玲（8）的合作：第三完成人与张鸿辉（4）、罗伟玲（8）自2011年开始合作开展城市空间智能规划关键技术开发与应用，共同获得科技奖励1项。</p>	