

# 大学生创新训练项目申请书

项目编号                     S201910536031                    

项目名称 基于系统动力学的城镇化与生态环境耦合协调  
发展研究—以湖南省为例

项目负责人   郭肖晋   联系电话   18774957416  

所在学院                     数学与统计学院                    

学 号   201664100105   专业班级   数学与应用数学 1601 班  

指导教师                     鲁大庆                    

E - m a i l                     406804656@qq.com                    

申请日期                     2019 年 5 月 4 日                    

起止年月                     2019 年 5 月-2020 年 5 月                    

长沙理工大学

## 填 写 说 明

1、本申请书所列各项内容均须实事求是，认真填写，表达明确严谨，简明扼要

2、申请人可以是个人，也可为创新团队，首页只填负责人。“项目编号”一栏不填。

3、本申请书为大 16 开本（A4），左侧装订成册。可网上下载、自行复印或加页，但格式、内容、大小均须与原件一致。

4、负责人所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送××××大学项目管理办公室。

## 一、 基本情况

项目名称	基于系统动力学的城镇化与生态环境耦合协调发展研究—以湖南省为例						
所属学科	学科一级门:	理学		学科二级类:	统计学类		
申请金额	2 万元		起止年月	2019 年 5 月至 2020 年 5 月			
负责人姓名	郭肖晋	性别	女	民族	汉族	出生年月	1998 年 3 月
学号	201664100105	联系电话	宅: 无 手机: 18774957416				
指导教师	鲁大庆	联系电话	宅: 无 手机: 13873128867				
负责人曾经参与科研的情况	<p>郭肖晋, 项目负责人。学习成绩优异, 2018 学年综合测评专业第一, 曾获“长沙理工大学三好学生标兵”等荣誉称号。平时积极参加复杂网络、系统动力学、城镇化与生态现状研究等讨论班, 为参加并负责实验项目奠定了扎实的专业知识基础。</p> <p>多次参加学科竞赛并获奖: 2018 年获得美国大学生数学建模竞赛国际二等奖, 获得“高教社杯”全国大学生数学建模竞赛国家二等奖, 获得第八届 MathorCup 数学建模竞赛三等奖。2019 年 3 月, 以第三作者于 RCCSE 中文 OA 学术类核心期刊《理论数学》杂志发表论文“基于图论的 RGV 动态调度研究”。已具备较充分的团队合作能力和运用理论知识解决实际问题的能力, 为进一步参与、主持科研项目做好了准备。</p>						
指导教师承担科研课题情况	<p>项目指导老师鲁大庆副教授, 从教 33 年, 具有丰富的教学经验, 曾获得湖南省课堂教学比赛二等奖。</p> <p>鲁老师长期从事泛函微分方程方向科学研究工作。发表《Some sharp inequalities for multilinear integral operators》(Journal of Inequalities and Applications, 445(2013),1-14(刊号:ISSN 0251-4184), SCI 收录)、《Weighted boundedness of multilinear operators associated to singular integral operators with non-smooth kernels》(Journal of Inequalities and Applications, 276(2014),1-18(刊号:ISSN 0251-4184), SCI 收录)等多篇科研论文。</p> <p>鲁老师有十余年指导学生参加全国大学生数学建模竞赛经验, 所指导的参赛学生多次获奖。</p>						

指导教师对本项目的支持情况	<p>1.指导学生在规定时间内填写申报书，引导学生进行资料检索，协助学生制定研究方案和技术路线。</p> <p>2.研究过程中，结合教学及科研方向，向学生传授科学研究思路和方法，并引导学生自主解决遇到的问题。</p> <p>3.认真检查并指导实验数据采集与分析、研究报告及研究论文撰写。</p> <p>4. 定期检查项目进展情况，对研究经费进行监督管理。</p>				
项目组主要成员	姓名	学号	专业班级	所在学院	项目中的分工
	郭肖晋	201664100105	数学与应用数学 1601 班	数学与统计学院	项目负责人。全面负责项目的实施，主要负责模型构建、数据分析、论文撰写等。
	杨帆	201647100223	应用统计学 1602 班	数学与统计学院	主要负责算法设计、数值计算、模型检验及优化等。
	张昊	201647100222	应用统计学 1602 班	数学与统计学院	主要负责数据采集、程序编写、参数调试等。
	蔡雅倩	201753100207	信息与计算科学 1702 班	数学与统计学院	主要负责数据处理、数据分析、论文撰写等。
	邱爽	201853100105	信息与计算科学 1801 班	数学与统计学院	主要负责文献检索、数据处理、撰写研究报告等。

## 二、立项依据（可加页）

### （一）项目简介

伴随着产业结构和城乡一体化的不断发展，湖南省城镇化水平显著提高，但也带来了土地利用粗放、水环境污染、空气污染指数上升等环境问题。如何促进城镇化与生态环境协调发展是身处一带一部区位的湖南省的必答题。

目前，湖南省对于生态保护主抓长江岸线、湘江以及洞庭湖生态环境整治三方面，对城镇化与生态环境的和谐发展考虑欠科学、周密。本项目从系统的角度出发，运用数理方法分析湖南省城镇化与生态环境各因素间的动态关联性，以解决二者间的主要制约矛盾为目标建立系统动力学模型，通过调节参数设置资源优先、经济优先、维持现状和协调发展等不同情景，运行模型模拟不同情景下的发展现状和演变趋势，并对仿真方案进行优化分析，最终甄选出最优发展模式并提出合理建议。

### （二）研究目的

#### 1.研究背景：

习近平总书记对湖南省提出了“一带一部”和“三个着力”的新要求，湖南省委省政府牢记总书记的嘱托，着力构建结构合理、方式优化、区域协调、城乡一体的发展新格局。2017年湖南省城镇化率达到54.62%，增长速度创近十年新高，到2018年底，湖南省贫困发生率由13.43%下降到1.49%。由此可见，湖南省经济发展态势良好，城镇化取得明显进展。

但伴随着经济与城镇化的快速发展，湖南省也面临着人均资源不足、土地利用粗放、水环境污染、空气污染指数上升等问题。2018年4月，习近平总书记在湖南视察时，强调长江经济带发展“共抓大保护、不搞大开发”，勉励湖南“守护好一江碧水”。因此，如何在推进经济发展的同时保护生态环境，已成为当前湖南的工作重点。

2018年11月12日，湖南省委书记杜家毫来我校视察期间强调要充分发挥学科专业优势和特色，更好地服务全省经济社会发展。作为当代大学生的我们，也希望能够把自己的数学专业理论知识运用于实践，为湖南省经济社会发展与生态环境保护贡献出自己的一份力量。

## **2.研究目的：**

城镇化的内涵涉及人口、经济、空间、社会四个层面，生态环境涉及水资源、能源、环境污染三个层面，各因素之间相互影响与制约。本项目从系统的角度出发，旨在通过数理分析内部关联性和系统动力学模型仿真预测等方法，定量衡量各内部要素间的相互影响，同时反映城镇化与生态环境的动态发展进程，最终对仿真方案进行优化分析，甄选出最优发展模式并提出合理建议。

### **（三） 研究内容**

#### **1.城镇化与生态环境耦合协调度分析**

城镇化的内涵涉及人口、经济、空间、社会四个层面。从人口学角度来说城镇化是农村人口不断迁移入城镇集中的过程；从经济学角度来说是第一产业向二三产业结构的转移；从地理学角度来说城镇数量与地域空间面积的扩大；从社会学角度来说生活方式从农村方式向城镇方式的转移。为此，我们将城镇化系统划分为人口、经济、空间、社会四个子系统，将生态环境系统划分为水资源、能源、环境污染三个子系统，进而寻找各子系统间的制约关系。

首先从湖南省统计年鉴及公报中提取 2000-2018 年的已有数据，运用均方差决策法、主成分分析法、TOPSIS 法等数理方法建立指标评价体系，从时间和空间两个维度描述并分析湖南省城镇化和生态环境概况；然后运用皮尔逊相关系数、典型相关分析、灰色关联分析及向量自回归模型等方法分析各子系统间的关联性，进而建立耦合协调度模型，以分析城镇化与生态环境的耦合协调关系，为建立系统动力学模型做准备。

#### **2.结合前期结果建立系统动力学模型**

（1）结合现有研究成果，紧抓湖南省人均资源不足、空气污染指数上升、水环境污染、土地利用粗放等主要矛盾，将系统划分为人口、经济、土地、水资源、能源、环境六个子系统；

（2）运用项目前期各系统关联性研究成果建立相关关系，利用回归分析、方差分析、微分方程等方法构建指标体系和主要方程，建立系统动力学模型，并通过数据分析、假设检验、系统模型调控等方法验证参数合理性。

#### **3.运用模型进行仿真预测并提出合理建议**

针对主要制约矛盾，调节模型参数设置资源优先、经济优先、维持现状和协

调发展等不同情景，运行模型模拟相应情景下湖南省的发展现状和演变趋势，并对仿真方案进行优化分析，最终甄选出最优发展模式并提出合理建议。

#### **（四） 国、内外研究现状和发展动态**

##### **1.城镇化与生态环境概况研究现状**

对于城镇化内涵，国内外学者主要从人口<sup>[2-3]</sup>、经济<sup>[4]</sup>、社会<sup>[5-6]</sup>、地理空间<sup>[7]</sup>及城镇规划<sup>[8]</sup>五个方面研究；对于生态环境内涵，学者们主要从资源利用、环境污染以及生态系统自净能力与承载力<sup>[9-10]</sup>四个方面研究。

当前研究区域大多为生态环境脆弱型城市，不具有普适性，研究方法更偏向于定性理论研究，缺乏定量实证分析。

##### **2.城镇化与生态环境耦合协调关系研究现状**

目前，关于环境可持续发展的研究较多，但将城镇化与生态环境相结合，分析两者耦合协调关系的研究依然有限。对于二者耦合关系的研究方法主要包括：

（1）建立评价指标体系，采用计量经济学模型分析城市化与生态环境的耦合关系<sup>[11-12]</sup>；

（2）建立投入产出模型，通过城镇化与生态环境间的能量投入与价值产出分析两者间的耦合关系，研究区域发展的环境压力<sup>[13]</sup>；

（3）基于系统论思想，建立耦合系统动力学模型分析耦合关系<sup>[1,14-15]</sup>。

总体来说，前两种方法应用简单但无法反映内部机制且不可用于预测，第三种方法可用于预测但技术要求高、不确定性因素较难掌握。

##### **3.区域系统发展模式与政策研究**

目前针对资源约束下的城镇化发展模式研究还较少，且大多是在既有可持续发展模式下的简单综合和归纳，最终以“政策建议”形式体现<sup>[16-18]</sup>，鲜有学者将不同模式的参数量化，采用数学方法选择适宜的城镇化发展模式。

#### **参考文献：**

[1]Forrester J W . Industrial Dynamics[J]. Journal of the Operational Research Society, 1961, 48(10):1037-1041.

[2]陈笑利,陈俊科,余国新,聂春霞.新疆地区人口—经济—土地系统城镇化耦合协调演化研究[J].天津农业科学,2019,25(01):48-52.

[3]王维.长江经济带“人口、土地、经济”城镇化协调发展研究[J].西华师范大学

学报(自然科学版),2018,39(04):429-435.

[4]曹佳蕾,陈自满,裴圆圆.基于熵值法的城市圈城镇化水平的比较——以皖江城市带与太原城市圈为例[J].宿州学院学报,2017,32(09):14-18.

[5] Peilei Fan,Zutao Ouyang,Dinh Duong Nguyen,Thi Thuy Hang Nguyen,Hogeun Park,Jiquan Chen. Urbanization, economic development, environmental and social changes in transitional economies: Vietnam after Doimoi[J]. Landscape and Urban Planning,2018.

[6]蒋永清.中国城市化的实际回顾与展望[J].求索,2001(01):27-30

[7]段进军,殷悦.多维视角下的 城镇化内涵解读[J].苏州大学学报(哲学社会科学报).2014,35(05):38-43.

[8]张思源.城镇化背景下的寒地城市市域绿地系统规划优化策略研究[J].北方建筑,2018(06):31-33.

[9]黄河东,李东.中国城市群城镇化与生态环境耦合协调关系评价[J].江苏农业科学,2018,46(21):268-272.

[10]马海涛,刘海猛,张芳芳.不同尺度空间的城镇化与生态环境关系研究评述[J].世界地理研究,2018,27(05):60-70.

[11]陈永强.湖南省城镇化与生态环境耦合协调发展研究[D].湖南大学,2018.

[12]李静芝.洞庭湖区城镇化进程中的水资源优化利用研究[D].湖南师范大学,2013.

[13]李波,张吉献.中原经济区城镇化与生态环境耦合发展时空差异研究[J].地域研究与开发,2015,34(03):143-147.

[14]李海燕,陈晓红.基于 SD 的城市化与生态环境耦合发展研究——以黑龙江省东部煤电化基地为例[J].生态经济,2014,30(12):109-115.

[15] 宋学锋,刘耀彬.基于 SD 的江苏省城市化与生态环境耦合发展情景分析[J].系统工程理论与实践,2006(03):124-130.

[16]吴威,吴松,陈爽.基于 SD 模型分析的环鄱阳湖地区发展模式探讨[J].湖泊科学,2012,24(02):252-258.

[17] 王真真. 基于系统动力学生态城市建设评价方法研究[D].天津大学,2016.

[18]李华. 基于系统仿真和情景模拟的崇明生态安全评估[D].华东师范大

学,2011.

### (五) 创新点与项目特色

1.对于城镇化与生态环境概况及耦合分析,以往研究大多采用定性分析,精度不高且方法具有局限性。本项目采用定性与定量相结合的方法,充分发挥专业优势,从时间、空间、整体、局部多维度分析,使实验结果更加合理、全面。

2.对于发展模式与政策分析,已有研究大多仅根据评价结果对不同模式优劣性简单对比,鲜有学者将不同模式参数进行量化,本次实验借助数学方法构建子系统和指标体系,建立系统动力学模型进行仿真预测,使模式选择更具科学性和逻辑性。

3.从研究区域看,国内关于城镇化与生态环境耦合关系较多为偏远地区或生态环境极度脆弱地区,本次实验选取城镇化发展迅速的中部经济大省湖南,更具普适性。

4.传统系统动力学模型大多根据理论基础构建,本项目将通过数学方法构建指标和方程,指标构建将更具合理性,分析结果更具科学性。

### (六) 技术路线、拟解决的问题及预期成果

#### 1.技术路线:

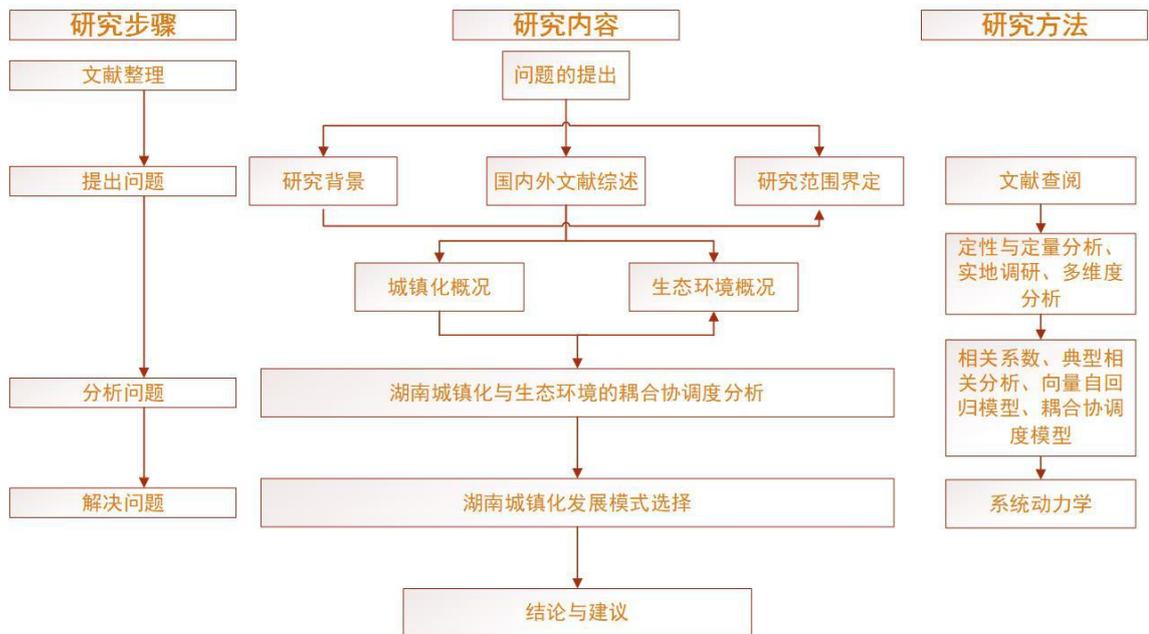


图 1: 项目技术路线流程图

本项目的技术路线流程图如图 1，主要应用软件为：MATLAB、R 语言及 SPSS。

## **2.拟解决的问题：**

(1) 分析湖南省城镇化与生态环境耦合协调关系。

(2) 针对城镇化与生态环境发展中的人均资源不足、土地利用粗放、水环境污染、空气污染指数上升等主要矛盾，寻找其平衡点，以寻求最优发展模式。

## **3.预期成果：**

本项目预期在 1 年内完成，成果主要为研究报告与科研论文。预计发表 1-2 篇研究论文，并撰写中期检查报告和结题报告。

### **(七) 项目研究进度安排**

第一阶段：2019 年上半年度，完成国内外文献研读与数据采集工作。具体目标如下：(1) 了解城镇化与生态环境的最新进展，并对相关研究方法进行分析和测试；(2) 采集湖南省及各地市 2000-2018 年的经济、土地、人口、水资源、能源、环境等数据（数据主要来源于统计年鉴和各类公报）；(3) 对数据进行初步分析，列出详细适宜的研究方案。

第二阶段：2019 年下半年度，完成湖南省城镇化与生态环境概况分析和耦合协调度分析。具体目标为：(1) 结合已有理论，运用数理方法分析数据，完成指标体系构建和结果评价；(2) 运用相关系数、典型相关分析等方法分析各子系统间的动态关联性；(3) 构建耦合协调度模型，从时间和地区两个维度分别计算湖南省耦合度、协调度；(4) 撰写一篇相关论文及中期检查报告书，并完成论文投稿。

第三阶段：2020 年上半年度，构建系统动力学模型仿真预测，选择适宜的发展模式并提出合理建议。具体目标为：(1) 基于以上研究完成指标和方程构建，进行参数检验，以构建系统动力学模型；(2) 完成不同发展模式的预测与优化，根据预测结果甄选出最优发展模式，提出合理建议；(3) 撰写一篇相关论文及结题报告书。

（说明：根据实际工作需要，项目组将适当调整工作进度。）

### **(八) 已有基础**

#### **1. 与本项目有关的研究积累和已取得的成绩**

项目组成员成绩优秀，基础扎实，积极参加学科竞赛，并多次获奖。其中，在美国大学生数学建模竞赛、“高教杯”全国大学生数学建模竞赛、全国大学生“电工杯”数模竞赛中分别取得了国际二等奖、国家二等奖等奖项。项目组成员已完成论文“基于图论的RGV动态调度研究”，目前已被RCCSE中文OA学术期刊类核心期刊《理论数学》杂志接收，为团队继续参加、完成大学生研究性学习和创新性实验项目积累了经验。项目组全体成员目前正在参加复杂网络、深度学习算法、全国城镇化与生态环境等讨论班学习，为本次研究积累了理论基础。

与本研究项目相关，项目组成员已完成研究有：《湖南省空气质量影响因子分析》、《基于主成分分析法的能源概况分析以及概率分布研究》等课题，图2为湖南省城镇化与生态环境因果关系图（仅反映初步关系，后期还需进一步完善）。这些工作为本项目奠定了基础。

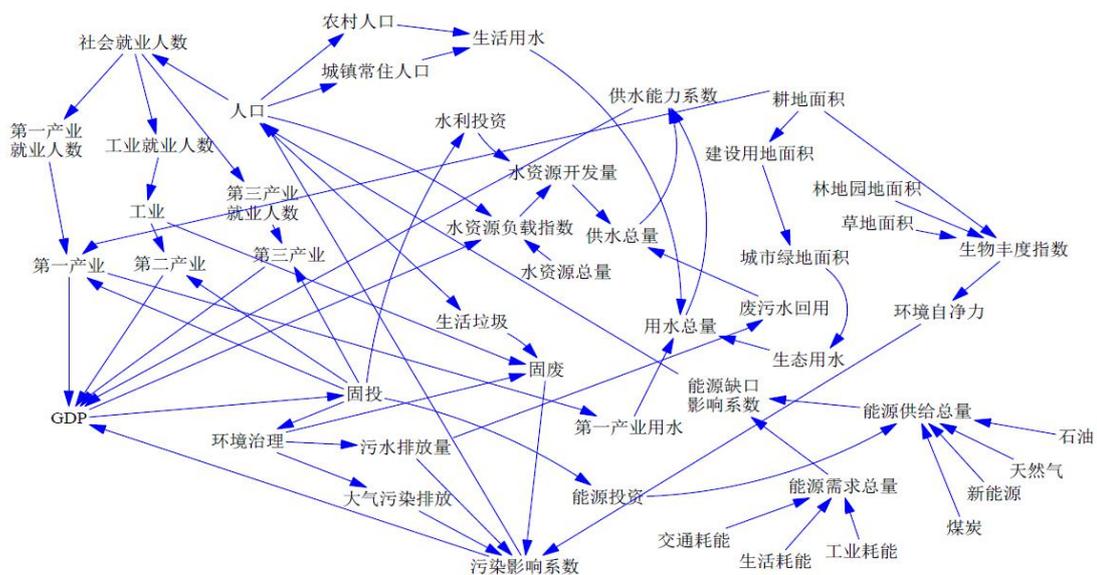


图 2：城镇化与生态环境因果关系图

## 2. 已具备的条件，尚缺少的条件及解决方法

本项目组成员已具备基本的理论基础与科研能力；项目立项为项目开展提供了基本的物质基础；项目所需大部分数据均可从统计年鉴和公报中获得。

对可能面临的部分年份数据缺失的问题，为确保数据准确性，项目组考虑从湖南省统计局等部门获取数据，或采用实地调研或通过统计方法处理缺失值。同时，本项目具体研究方法将根据实验效果进一步调整，尽可能做到最优化。

### 三、经费预算

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划(元)	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	<b>20000 元</b>		<b>12000 元</b>	<b>8000 元</b>
1. 业务费	<b>14000 元</b>		<b>7000 元</b>	<b>7000 元</b>
(1) 计算、分析、测试费				
(2) 能源动力费				
(3) 会议、差旅费	<b>6000 元</b>	参加会议、比赛 等的会务费、参 赛费、培训费等。	<b>4000 元</b>	<b>2000 元</b>
(4) 文献检索费	<b>2000 元</b>	数据、文献收集 费用	<b>1000 元</b>	<b>1000 元</b>
(5) 论文出版费	<b>6000 元</b>	论文版面费	<b>2000 元</b>	<b>4000 元</b>
2. 仪器设备购置费	<b>3000 元</b>	购置 2 个移动硬 盘、5 个大容量 U 盘	<b>3000 元</b>	
3. 实验装置试制费				
4. 材料费	<b>3000 元</b>	打印、复印装订 费, 购买专业图 书费	<b>2000 元</b>	<b>1000 元</b>
学校批准经费	<b>20000 元</b>		<b>12000 元</b>	<b>8000 元</b>

### 四、指导教师意见

该项目研究城镇化与生态环境的耦合协调发展, 具有现实意义。项目组成员学习成绩优秀, 有良好的理论基础, 且多次参加数模竞赛、程序设计大赛等学科竞赛, 具有初步科研能力。项目方法新颖, 研究路线合理。同意该项目实施。

导师(签章):

年 月 日

五、 院系大学生创新创业训练计划专家组意见

专家组组长（签章）：  
年 月 日

六、 学校大学生创新创业训练计划专家组意见

负责人（签章）：  
年 月 日

七、 大学生创新创业训练计划领导小组审批意见

负责人（签章）：  
年 月 日