

85  
项目编号：HNJS-2022-K52

# 河南省住房和城乡建设科学技术计划项目 任 务 书

项 目 名 称	基于乡村碳中和的绿色 MICP 改良生土建筑技术研究
项 目 类 别	科研开发
申 报 单 位	商丘学院
项 目 负 责 人	王百田
项 目 起 止 日 期	2022 年 09 月-2024 年 06 月

河南省住房和城乡建设厅  
二〇二三年二月制

# 填报说明

一、本任务书是省住房和城乡建设厅对我省住房城乡建设科学技术计划项目全程管理的基本文件之一，由项目第一申报单位填写。

二、填写任务书各项内容应实事求是，认真填写，表述准确。项目任务书各部分内容都必须填写，原则上不能有空白。

三、任务书的内容可参照申报书填写，任务书的相关内容原则上应与申报书的内容一致，各项指标不能更改，确需变更的要提出书面申请说明理由并经省住房和城乡建设厅同意后方可变更。

四、本任务书的归口管理部门为省住房和城乡建设厅科技与标准处。

五、本任务书封面中的申报单位是指该项目第一申报单位。

六、本任务书封面中的项目负责人是指该项目第一负责人。

七、项目验收考核指标以量化指标为主，主要包括：标准规范、施工工法、专著、论文、专利成果等。

八、本项目任务书一式4份，分存省住房和城乡建设厅1份，归口管理部门1份，项目申报单位2份。

## 一、项目主要内容（包括项目的立项依据和意义、主要研究内容、关键技术及考核指标）

### （一）依据

1982年1月，中共中央批转《全国农村工作会议纪要》，1982年至1986年，中共中央连续发出5个关于农业的一号文件，新世纪以来，19次发布以“三农”为主题的一号文件。2019年中央1号文件指出要加快补齐农村人居环境和公共服务短板，尤其注重人居环境的改善。2020年中央1号文件指出农村建设重点转向实现乡村产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕，扎实推进美丽宜居乡村建设。2021年中央1号文件明确乡村建设要保留乡村特色风貌，不搞大拆大建。村建设是为农民而建，要因地制宜、稳扎稳打，不刮风搞运动。2022年中央1号文件第二十条明确农业农村要走绿色发展道路，乡村建设为农民而建的要求，启动乡村建设行动实施方案，因地制宜、有力有序推进，立足村庄现有基础开展乡村建设，不盲目拆旧村、建新村，文件还明确要实施“拯救老屋行动”。

国民经济和社会发展十四五规划第24章为实施乡村建设行动，规划把乡村建设摆在社会主义现代化建设的重要位置，要持续改善村容村貌和人居环境，建设美丽宜居乡村，着力开展农村人居环境整治提升行动。2021年12月，中共中央、国务院印发了《农村人居环境整治提升五年行动方案（2021—2025年）》，方案明确，新农村建设坚持立足农村，突出乡土特色。遵循乡村发展规律，体现乡村特点，注重乡土味道，保留乡村风貌，留住田园乡愁。2022年2月国务院发布《“十四五”推进农业农村现代化规划》，第四部分是实施乡村建设行动，建设宜居宜业乡村，第五部分是加强农村生态文明建设，推进农村生产生活方式绿色低碳转型，建设绿色美丽乡村。2022年5月23日中办国办印发《乡村建设行动实施方案》，方案明确树立绿色低碳理念，促进资源集约节约循环利用，推行绿色规划、绿色设计、绿色建设，实现乡村建设与自然生态环境有机融合。

2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布我国将采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和，我国作为碳排放大国，要实现碳达峰、碳中和的目标，乡村的低碳化发展将起到关键作用。

综上所述，十八大以来，中国政府始终关注中国农村的地区的发展，积



极探索农村发展的新模式，着力推进农村人居环境改善，农村建筑注重生态宜居，注重乡土味道，保留乡村风貌，留住田园乡愁，着力推进乡村建设的绿色可持续发展。随着乡村振兴战略的推进，乡村发展高碳排放将加剧，同时亦展现了生态系统碳汇资源与新能源发展的空间资源优势。在 2030 年之前力争实现碳达峰，2060 年实现碳中和，这是中央对我国低碳发展给出的明确目标和时间表，减少广大农村建筑在建造过程中碳排放量成为建筑领域重点关注的内容。在这样的背景下，绿色环保、可重复利用、建造成本低廉、热工性好、具有区域特色的生土房屋非常适合农村低矮建筑，但是传统生土房屋材料性能脆弱、施工不规范、工业化水平低、缺少设计规范严重制约了生土建筑的应用，尤其是生土建筑抗震性能问题最为严重。微生物诱导固化 MICP (Microbially induced carbonate precipitation) 技术主要利用微生物将自然界的化学物质转化为沉淀矿物的方法。矿物析出在地质沉积中广泛存在，但在正常情况下进行得非常缓慢，需要很长的地质演化过程，然而 MICP 技术可以依赖微生物的新陈代谢或代谢产物加速反应，在较短的时间内产生大量的具有胶结性的矿物质，通过 MICP 技术可以实现对传统生土建筑的绿色改良，实现农村建筑的可持续发展。

## (二) 意义

全国至少有 1 亿人仍然居住各类生土建筑中，人口众多、广大农村地区仍存有大量生土建筑。但是，在传统生土建筑一方面面临倒塌损毁，另一方面面临受城镇化影响而遗弃的挑战时，基于传统的再创新与传承发展，就显得格外紧迫。本课题利用微生物诱导固化 (MICP, Microbially induced carbonate precipitation) 技术创新性研究解决改良生土建筑实际应用过程中出现的问题，采用自然界存在土壤微生物，具有独特的环境友好性，能够实现改善生土建筑性能的目的，蕴含巨大生态应用潜质。

在乡村振兴背景战略下，乡村建设将成为国家发展建设的重点目标。在调整农村经济结构，支持农民向中心村和小城镇迁移的过程中，乡村建设开始进入一个空前的发展时期，为满足近 5.56 亿人口的居住问题，大规模的建设将依序展开，生土建筑具备的前述优势是生土建筑前景所在。若 10% 采用生土建筑，生土建筑的市场将满足 5000 万人居住规模，市场前景巨大。

本课题从农业秸秆资源化利用、生土建筑材料 MICP 改良、工业化制造、光储直柔四个方面解决改良生土建筑实际应用过程中出现的关键问题，实现农



村生土建筑全过程碳中和，对提高农村村居工业化水平，改变落后的建筑生产方式具有一定的理论意义。形成的研究报告、科研成果，可以供农村建设主管部门制定政策参考，建设相关企业参考，形成的标准化施工流程可以直接指导施工。

习近平总书记提出的“2030 碳达峰、2060 碳中和”宏伟目标，以此为背景，农村地区建筑通过改变既有建筑改造和升级换代模式，由大拆大建改为维修和改造，大幅度降低工业建材的用量，进而减少农村地区建筑建造过程的碳排放，为农村地区建筑行业实现碳达峰、碳中和的目标提供发展方向和实现路径。

### （三）主要研究内容

#### （1）改良生土建筑应用的基础理论和国内外发展状况

论述改良生土建筑应用概念、特点、应用范围以及其发展方向、国内外发展历程状况等；论述改良生土房屋工业化应用目的和意义。研究战后国内外改良生土房屋住宅作品实例，主要分析美、法、德、埃及等国家发展生土建筑的特点，分析其出现背景、形式特征和相关的设计手法。通过分析乡村振兴战略和生土房屋的联系，阐述改良生土房屋工业化应用的必要性和可行性。

#### （2）基于 MICP 技术生土建筑材料改良研究

深入调查研究生土建筑应用范围，充分利用农业生产中的秸秆废弃物，通过在生土材料中增加环保添加剂，利用农业生产中秸秆废弃物为能源驱动，筛选优势菌种，实现 MICP 改良生土建筑，开发环保耐久建材。对生土料改性、砌块、泥浆、砌体以及墙体方面的试验研究。

#### （3）生土建筑材料工业化制造研究

借鉴德国经验，分发挥本土制造业的优势，以 MICP 技术为基础将建筑物肢解分化成各个部件，由专门的预制构件厂生产，在构件深化设计中增加光储直柔设备，促进农业和建筑业的融合发展。

#### （4）MICP 材料改良生土建筑施工设计关键技术研究

基于对传统土坯房屋存在问题的深度剖析，在理论层面借鉴德国、印度、美国、埃及的土坯技术发展体系，基于 MICP 和光储直柔为当代土坯建筑的发展、应用提供了理论研究支撑。

#### （5）生土建筑碳排放测算模型

探索基于 MICP 和光储直柔技术的改良生土建筑应用整体流程，基于全过

程碳足迹建立生土建筑碳排放测算模型，实现生土建筑的碳中和或碳负。论述改良生土建筑的社会价值，总结其是如何通过互相促进性推动改良生土建筑的应用。

(6) 探究改良生土建筑工业化应用实现的途径。

结合乡村振兴战略和碳排放背景，探究改良生土建筑工业化应用实现的途径。通过技术、经济分析确定 MICP 材料改良生土建筑工业化应用可行性

#### (四) 关键技术

(1) 筛选优势菌种，实现 MICP 改良生土建筑，充分利用农业生产中的秸秆废弃物，开发环保耐久建材。

(2) MICP 材料改良生土建筑施工设计，基于 MICP 固化技术为当代土坯建筑的发展、应用提供了理论研究支撑，以被动式超低能耗建筑技术绿色高性能建材生产技术为依托，开发环保、节能、适用生土建筑结构。。

(3) 技术、经济分析确定 MICP 材料改良生土建筑工业化应用可行性，提出工业化建造生土建筑的理论体系。

(4) 结合乡村振兴战略和碳排放背景，探究改良生土建筑工业化应用实现的途径。

(5) MICP 技术、光储直柔技术、建筑工业化在生土建筑的联合应用问题。

#### (五) 考核指标

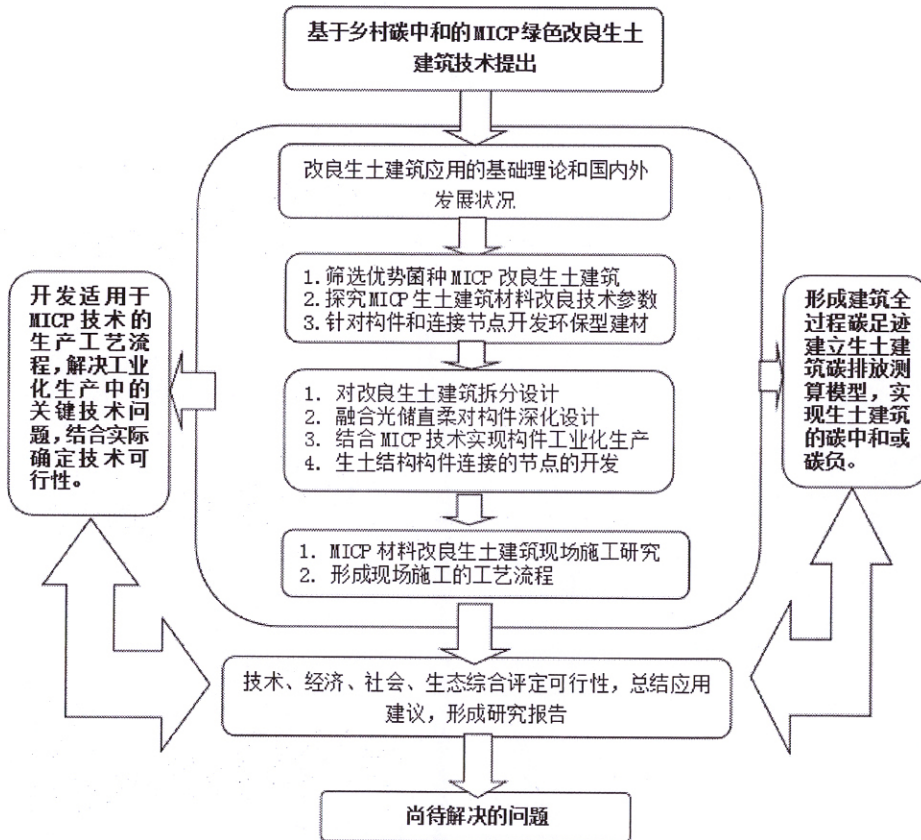
通过 1-2 年的研究，基于研发计划发表学术论文 6 篇，申请专利和软件著作权 10 项，形成研究报告 2 项。



## 二、项目研究的技术路线、阶段目标、进度安排

### (一) 技术路线

本项目主要利用微生物诱导固化 技术创新性研究解决传统生土建筑实际应用过程中出现的问题，从农业秸秆资源化利用、生土建筑材料 MICP 改良、工业化制造、光储直柔等方面解决改良生土建筑实际应用过程中出现的问题。课题技术路线图如下：



### (二) 阶段目标

根据课题来源和相关研究的基本要求，通过调查研究与试验分析计算，以期达到以下目标：

- (1) MICP 固化在生土建筑材料改良研究。通过在生土建筑使用 MICP 固化技术或提出相应技术措施，开发环保耐久建材。
- (2) 创新 MICP 应用模式，拓展 MICP 固化技术在生土建筑上的应用途径。
- (3) 探索生土建筑应用形式，探究技术实现的可行性。
- (4) 结合国家碳中和和乡村振兴战略背景，通过技术、经济分析确定 MICP 固化技术在改良生土建筑工业化应用可行性，开发基于 MICP 和光储直柔的生土预制构件新体系。



(5) 对传统土坯建筑存在问题的深度剖析，提出适应于乡村地区的 MICP 固化技术在生土建筑应用的设计施工建议。

(6) 探索基于 MICP 和光储直柔技术的改良生土建筑应用整体流程，基于全过程碳足迹建立生土建筑碳排放测算模型，实现生土建筑的碳中和或碳负。

### (三) 进度安排

2022 年 9 月—2022 年 12 月：收集资料，查阅国内外相关学科理论进展的有关资料文献，外出考察、参加学术会议，实验材料、方案的准备阶段。

2023 年 1 月—2023 年 4 月：对生土料改性、砌块、泥浆、砌体以及墙体方面的试验研究。土坯砌块、泥浆以及土坯砌体力学性能研究，土坯砌体的本构和土坯房屋的抗震加固措施的研究。

2023 年 5 月—2023 年 7 月：借鉴德国经验，本课题组充分发挥了本土制造业的优势，拟将建筑物肢解分化成各个部件，由专门的预制构件厂生产，施工现场进行各部件的组装。积极探索高效利用农业生产废料，促进农业和建筑业融合发展。改良生土建筑施工设计关键技术研究。

2023 年 7 月——2023 年 9 月：标准化设计、施工流程分析

2023 年 10 月——2024 年 6 月：论证关键技术成果、整理研究成果，撰写研究报告

### 三、项目的工作基础和主要设备条件（包括负责单位、合作单位及其分工情况和主要基础条件）

#### （一）依托单位条件

在硬件方面，依托商丘学院风景园林与建筑学院力学实验室、材料实验室、结构实验室、土工实验室、BIM 实训中心、农村住房设计研究所、结构计算中心。高性能并行计算机、DELL 1400SC 型服务器等高端计算机和虚拟现实开发及显示投影系统、先进的结构与材料工程数值模拟计算软件 ANSYS、ABAQUS、FLAC3D、建筑信息化建模软件等为项目研究提供了良好的条件；以上基础可以满足通过结构试验和数值模拟分析，以上优越的硬件环境和实验条件，为本项目实验的顺利完成提供了必要的保障。

在软件方面，商丘学院始终坚持教学工作的中心地位，制定实施了《商丘学院关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见》等纲领性文件，更新教育教学观念，以提高教学质量为核心，不断深化教育教学改革工作，鼓励全校教师积极投入教学改革研究工作。多年来，打造出以教研促教学的良好氛围，取得了丰厚的改革研究成果，并广泛的应用于教学实践，为提高人才培养质量起到了积极地推动作用。为保障和促进教育教学研究工作的顺利开展，学校先后制定了一系列有关教学研究与教学改革的工作条例和规章制度，完善的管理制度，有效地保证了教育教学研究工作的顺利开展和圆满完成。

在经费保障方面，学校不断加大经费投入力度。校级教改项目每年立项一次，并给与经费资助；对国家级、省级教改项目，除提供 1:1 的配套资金外，对于那些理论和实践意义重大或资金量需求较大的特殊项目，学校会根据情况追加资金投入。

同时，学校还为从事教学研究的人员提供了充足的研究时间和实验条件，提供一定的学术交流平台和科研设备，从制度、经费、时间、条件等多方面全力支持教师开展教学改革研究，保障了所有研究项目的顺利实施。

#### （二）相关研究基础

团队成员专业知识扎实，教改科研成果丰硕，在混凝土建筑、乡村振兴，装配式建筑、结构动力分析、振动噪声、海绵城市、工程可持续发展、高等教育人才培养等领域展开一系列研究，取得一定研究成果。团队先后主持立项 100 余项科研教改项目，其中国家自然科学基金 2 项，河南省教育厅重点科研项目 8 项，河南省新工科教学实践项目 1 项，校级项目 16 项，商丘市社科联



课题 15 项，河南省社科联课题 1 项，河南省民办教育协会课题 4 项，第一作者撰写并发表 100 余篇学术论文，参编 11 本专业教材，申请并授权专利 50 余项，软著 20 项。

负责人是咨询工程师（投资）、国家注册一级结构工程师（副高级）、一级造价工程师、注册建筑师，是南京工业大学博士研究生。工作以来先后主持立项 30 余项科研教改项目，其中市厅级项目 18 项，省级项目 2 项，项目中有河南省高等学校重点科研项目 4 项，河南省高等学校人文社科一般项目 1 项，河南省教育科学十四五规划课题 1 项，河南省新工科实践项目 1 项。撰写并发表 15 篇学术论文，其中外文期刊 5 篇，4 篇被 SCI、EI 收录，主编 5 本专业专著或教材，参编 6 本专业教材，授权专利软著 20 余项，项目中获河南省教学成果二等奖 1 次，厅级成果奖一等奖 4 次。作为核心参与人参与河南省教育厅重点科研项目 2 项，河南省虚拟仿真实验项目 1 项，河南省教改课题 1 项，河南省一流本科专业 1 个，河南一流本科课程 1 个，河南省在线精品课程 1 个。

#### 四、预期成果内容、表达方式、名称及应用前景、效益

##### （一）预期成果

本课题从农业秸秆资源化利用、生土建筑材料 MICP 改良、工业化制造、光储直柔四个个方面解决改良生土建筑实际应用过程中出现的关键问题，实现农村生土建筑全过程碳中和，对提高农村村居工业化水平，改变落后的建筑生产方式具有一定的理论意义。形成的研究报告、科研成果，可以供农村建设主管部门制定政策参考，建设相关企业参考，形成的标准化施工流程可以直接指导施工。

习近平总书记提出的“2030 碳达峰、2060 碳中和”宏伟目标，以此为背景，农村地区建筑通过改变既有建筑改造和升级换代模式，由大拆大建改为维修和改造，大幅度降低工业建材的用量，进而减少农村地区建筑建造过程的碳排放，为农村地区建筑行业实现碳达峰、碳中和的目标提供发展方向和实现路径。具体在研究过程中形成如下成果：

1) 充分利用农业生产中的秸秆废弃物，以 MICP 为基本手段，开发环保耐久改良生土建材。

2) 结合乡村振兴战略和国家双碳大背景，结合农村社会发展实际，以光储直柔技术作为负碳的重要途径实现生土建筑全过程的碳中和或负碳。



3) 从农业秸秆资源化利用、生土建筑材料 MICP 改良、工业化制造、光储直柔四个方面解决改良生土建筑实际应用过程中出现的关键问题，开发环保、节能、适用生土建筑结构。

4) 形成建筑全过程碳足迹建立生土建筑碳排放测算模型

## (二) 成果的名称及表达方式

基于乡村碳中和的绿色 MICP 改良生土建筑技术研究，研究报告、专著  
MICP 固化技术在生土建筑上的应用研究，论文

改良生土建筑优势菌种筛选，论文+专利

MICP 材料改良生土建筑施工设计关键技术，论文+专利

生土建筑工业化体系开发，专利+软件著作权

基于全过程碳足迹的生土建筑碳排放测算模型构建，论文+著作权

光储直柔技术在生土建筑中的应用研究，论文+软件著作权

## (三) 成果应用前景分析

全国至少有 1 亿人仍然居住在各类生土建筑中，人口众多，广大农村地区仍存有大量生土建筑。但是，在传统生土建筑一方面面临倒塌损毁，另一方面面临受城镇化影响而遗弃的挑战时，基于传统的再创新与传承发展，就显得格外紧迫。本课题利用微生物诱导固化技术创新性研究解决改良生土建筑实际应用过程中出现的问题，采用自然界存在土壤微生物，具有独特的环境友好性，能够实现改善生土建筑性能的目的，蕴含巨大生态应用潜质。

在乡村振兴背景战略下，乡村建设将成为国家发展建设的重点目标。在调整农村经济结构，支持农民向中心村和小城镇迁移的过程中，乡村建设开始进入一个空前的发展时期，为满足近 5.56 亿人口的居住问题，大规模的建设将依序展开，生土建筑具备的前述优势是生土建筑前景所在。若 10%采用生土建筑，生土建筑的市场将满足 5000 万人居住规模，市场前景巨大。

### 五、主要研究人员

姓名	性别	出生年月	职务职称	所学专业	现从事专业	所在单位	在本项目中承担的任务
王百田	男	1989.03	分院副院长/ 高级工程师	土木工程	土木工程	商丘学院	负责人, 统筹规划和协调
赵红娟	女	1989.04	副教授	土木工程	土木工程	商丘学院	软件开发
史本林	男	1967.05	教授	土木工程	土木工程	商丘学院	试验论证
杜留杰	男	1982.04	高级工程师	工程结构	工程结构	商丘学院	试验论证
史青菁	女	1988.08	讲师	管理学	管理学	商丘学院	数据处理
彭倩倩	女	1987.04	讲师	工程与技术科学基础学科	工程与技术科学基础学科	商丘学院	数据处理
李奇昱	女	1997.05	助教	土木建筑工程基础学科	土木建筑工程基础学科	商丘学院	数值模拟
张大长	男	1970.05	教授	力学	力学	商丘学院	实验开发
贾玉东	男	1987.09	讲师	经济学	经济学	商丘学院	报告编写
丁牛	男	1987.04	高级工程师	建筑经济学	建筑经济学	商丘学院	开发应用

## 六、任务书签署

甲方：河南省住房和城乡建设厅

单位盖章：



年 月 日

乙方：项目承担单位（包括项目第一申报单位和所有参与单位）

负责人签字：王自田

单位盖章：



2023年02月10日