

陕西省科学技术进步奖提名公示材料

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	基于软硬件一体化协同控制的混凝土 3D 打印关键技术与应用
主要完成人	杨敏、姚晓飞、王振地、黄治炉、陈飞翔、来猛刚、魏凯、张永虹、柏松林、吴庆、梁怡爽、刘声均、王伯林、付夕原、寇阳
主要完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司、中交第二航务工程局有限公司、中国建筑材料科学研究总院有限公司、武汉源锦建材科技有限公司、北京空间智筑技术有限公司
联系人及电话	马楠 13363967527

二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	提名等级	☒ 一等奖 ☐ 二等奖 ☐ 三等奖
提名意见： 面向国内外土木工程数字化、智能化、低碳化转型发展需求，项目以“装备软硬件一体化与材料物相协同控制”为核心，沿混凝土 3D 打印“材料-装备-系统-工艺-数据库-工程应用”的技术链进行创新，取得创新成果、进行广泛应用：研发多类型、多功能 3D 打印水泥基材料体系；开研制多工艺类型、多环境适应的混凝土 3D 打印装备；开发混凝土 3D 打印软硬件一体化控制系统；研究提出多工艺混凝土 3D 打印关键算法并构建关键参数数据库；基于混凝土 3D 打印技术开发创新结构及工程产品并进行全国范围内工程落地实施。项目具有显著的创新性，研发内容全面、先进、实用性强，研究成果聚焦且互相支撑，形成了体系化成果布局，具有显著的产业化优势，推广应用及产业带动前景广阔。 提名该项目为陕西省科学技术进步奖一等奖。 说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。请在相应栏打“√”进行选择。 软科学标准计量科普类项目请勾选“二等奖”或者“三等奖”。			

三、项目简介

在科技强国和双碳战略下，工程建设领域迈向以“机器人”为驱动的工业化、智能化成为必然。以 3D 打印为代表的新型建造技术在全球快速发展。本项目以实现工程结构数字化、智能化、低碳 3D 打印建造为目标，针对混凝土 3D 打印领域的关键共性问题开展攻关，以质量控制为逻辑主轴，以数据流为控制主线，通过装备、软件、数据库、材料、核心算法与控制理论攻关与集成，建立一套以“装备软硬件一体化与材料物相协同控制”为核心的打印建造技术体系，是支撑土木工程混凝土工程结构智能化建造的重要系统性技术创新，主要创新成果包括：

- （1）低碳、多元 3D 打印混凝土材料制备技术；
- （2）多类型、多场景、多尺度的混凝土 3D 打印装备及控制系统；
- （3）软硬件一体化与物相协同控制的混凝土 3D 打印工艺、质量控制成套技术。

项目核心成果经鉴定评价达到国际领先水平，成果形成体系化的知识产权群组，已应用于国内超 50 项工程建设，经济效益过亿，有效推动混凝土 3D 打印智能建造技术的快速发展，支撑相关产业形成，具有显著的设计经济效益，应用发展前景广阔。

四、客观评价

1. 国内外科技查新

项目核心成果“混凝土 3D 打印控制系统”经陕西省科学技术情报研究院（G01）等机构进行查新：“未见明确述及综合查新项目所述技术特点的混凝土 3D 打印控制系统研究”。

项目核心成果“建筑 3D 打印机器人—Pston”经中国科学院程度科技查新咨询中心查新：“未见与本委托项目查新点内容完全相同的文献报道”。

2. 机构成果评价

陕西省勘察设计协会组织专家对项目核心成果进行了鉴定评价。鉴定委员会一致认为：混凝土 3D 打印软硬件一体化智能控制系统达到国际领先水平。

五、应用情况

项目成果已在陕西西安常宁新区、高新区、碑林区多个市政及园林工程中落地实施，在全国包括江苏、浙江、广东、山东、北京、河北、天津、安徽等国内十余个省市自治区开展五十余项工程应用，有效提升工程建造智能化水平，经济和社会效益显著，打造了一批具有显著影响力的工程项目，推广应用前景广阔。

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	用于混凝土 3D 打印工具端的自动进料控制装置	中国	ZL 2019 1 0525658.7	2023 年 09 月 05 日	6295437	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	杨敏；吴庆；姚晓飞；田果；来猛刚；李刚
2	发明专利	一种 3D 打印建筑材料可打印性能的量化装置及其使用方法	中国	ZL 2021 1 1617316.1	2023 年 01 月 31 日	5716371	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	姚晓飞；王伯林；杨敏；吴庆；刘声均；刘世龙；柏松林；梁怡爽
3	发明专利	基于 3D 打印制备建筑结构的设备与方法	中国	ZL 2018 1 1497991.3	2021 年 03 月 16 日	4300414	中国建筑材料科学研究总院	王振地；王玲；赵霞
4	计算机软件著作权	混凝土 3D 打印控制软件[简称：混凝土 3D 打印控制系统]V1.0	中国	2021SR1601613	2021 年 09 月 01 日	8324239	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	杨敏；黄治炉；柏松林；姚晓飞；刘声均；寇阳；吴庆；梁怡爽
5	发明专利	一种高强度超轻质水泥基复合材料及其制备方法	中国	ZL 2018 1 0309415.5	2020 年 11 月 03 日	4067648	中交第二航务工程局有限公司	张国志；张永涛；陈飞翔；黄灿；朱浩；王紫超；周仁忠；项梁；郑建新；苟东亮；陈尚雷；翁方文；刘丹；丁巍；李浩；黎晖
6	发明专利	一种喷射混凝土用无碱粉状速凝剂及其制备方法	中国	ZL 2021 1 0330405.1	2022 年 9 月 9 日	5438419	武汉源锦建材科技有限公司	黄思远；魏凯；陈延胜；白东
7	发明专利	一种月球建筑 3D 打印设备	中国	ZL 2022 1 1031250.2	2024 年 03 月 22 日	6821610	北京空间智筑技术有限公司	张永虹；代广鹏；刘涛；高伟
8	发明专利	面向混凝土 3D 打印的平面路径拟合方法及系统	中国	ZL 2022 1 0064872.9	2022 年 04 月 29 日	5119188	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	杨敏；柏松林；田果；张月荣；梁怡爽；窦艳宁
9	发明专利	面向混凝土 3D 打印	中国	ZL 2022 1 0057516.	2022 年 04 月 29	5121471	中交第一公路	姚晓飞；柏松林；田果；

		的空间路径拟合方法及系统		4	日		勘察设计研究院有限公司	刘声均；吴庆；王伯林；刘世龙
10	发明专利	一种 3D 打印工程参数匹配方法	中国	ZL 2022 1 0124195.5	2023 年 09 月 22 日	6344382	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	王伯林；杨敏；姚晓飞；吴庆；刘世龙；张月荣；刘浩

七、主要完成人情况表

姓 名	杨敏	排 名	1
行政职务	结构智能建造研发中心副主任		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目总负责人，全面负责研究工作，提出总体技术思路、课题研究方向及技术方法，参加了本项目的全部研究。			

姓 名	姚晓飞	排 名	2
行政职务	院副总工程师；结构智能建造研发中心主任		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要负责混凝土 3D 打印智慧生产过程的工艺研发布局和工艺体系建设的总体技术路线把关及部分产业化推广工作。			

姓 名	王振地	排 名	3
行政职务	副院长		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中国建筑材料科学研究总院有限公司		
完成单位	中国建筑材料科学研究总院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，负责项目理论与相关试验任务，参与部分研究与技术推广。			

姓 名	黄治炉	排 名	4
行政职务	副总经理		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要负责数字建模技术研发工作的规划布局及总体技术路线把关，同时承担了相关专利及软件著作权申请的指导工作。			

姓 名	陈飞翔	排 名	5
行政职务	部门执行经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中交第二航务工程局有限公司		
完成单位	中交第二航务工程局有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与混凝土 3D 打印材料的研发以及打印材料配合比设计方法研究以及工程应用测试等工作。			

姓 名	来猛刚	排 名	6
行政职务	结构智能建造研发中心总工		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要负责工程应用技术指导，参与部分研究与工程应用。			

姓 名	魏凯	排 名	7
行政职务	无		
技术职称	高级工程师		
工作单位	中交第二航务工程局有限公司		
完成单位	武汉源锦建材科技有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与混凝土 3D 打印材料的研发以及打印材料配合比设计方法研究以及工程应用测试等工作。			

姓 名	张永虹	排 名	8
行政职务	总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	北京空间智筑技术有限公司		
完成单位	北京空间智筑技术有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与混凝土 3D 打印装备研发以及标准制定等工作。			

姓 名	柏松林	排 名	9
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与项目控制系统部分研究工作，参与试验研究与工程应用示范。			

姓 名	吴庆	排 名	10
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要负责项目硬件设备的研发及智能升级，参与部分研究与成果整理。			

姓 名	梁怡爽	排 名	11
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与项目控制系统部分研究工作，参与部分研究与成果总结。			

姓 名	刘声均	排 名	12
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，参与项目各阶段研究工作，主要负责混凝土 3D 打印材料的研发以及软硬件一体化控制系统的测试验证应用。			

姓 名	王伯林	排 名	13
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与混凝土 3D 打印材料的研发以及打印材料配合比设计方法研究等工作。			

姓 名	付夕原	排 名	14
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与混凝土 3D 打印工艺研发与工程应用，参与部分研究与成果总结。			

姓 名	寇阳	排 名	15
行政职务	副主任（主持工作）		
技术职称	中级经济师		
工作单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	中交第一公路勘察设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 项目主要成员，主要参与混凝土 3D 打印的应用场景开发及产业化推广工作。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	中交第一公路勘察设计研究院有限公司	排名	1
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 项目牵头单位，负责项目研究工作和组织管理，包括整体规划与研究大纲的制定实施、协调管理、理论与试验研究、数据处理、工程应用等工作。			

单位名称	中交第二航务工程局有限公司	排名	2
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为本项目的主要完成单位之一，主要开展 3D 打印喷射混凝土材料研究，开展工程验证及本项目技术成果的推广应用。			

单位名称	中国建筑材料科学研究总院有限公司	排名	3
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为本项目的主要完成单位之一，主要开展 3D 打印混凝土材料研究，牵头相关标准编制，参与混凝土 3D 打印工程验证。			

单位名称	武汉源锦建材科技有限公司	排名	4
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为本项目的主要完成单位之一，参与本项目的材料研发及工程应用等工作。			

单位名称	北京空间智筑技术有限公司	排名	5
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为本项目的主要完成单位之一，参与本项目的装备研发、标准制定等工作，为成果产业化推广提供依据。			

九、完成人合作关系说明

本项目完成人共 15 位，其中杨敏/1、姚晓飞/2、黄治炉/4、来猛刚/6、柏松林/9、吴庆/10、梁怡爽/11、刘声均/12、王伯林/13、付夕原/14、寇阳/15 属于中交第一公路勘察设计研究院有限公司；王振地/3 属于中国建筑材料科学研究总院有限公司；陈飞翔/5 属于中交第二航务工程局有限公司；魏凯/7 属于武汉源锦建材科技有限公司；张永虹/8 属于北京空间智筑技术有限公司。该项目完成人拥有且不限于以下合作关系：

（1）共同知识产权

杨敏/1、柏松林/9、吴庆/10、梁怡爽/11、刘声均/12、王伯林/13 合作完成中国专利《一种 3D 打印建筑材料可打印性能的量化装置及其使用方法》；

杨敏/1、姚晓飞/2、黄治炉/4、柏松林/9、吴庆/10、梁怡爽/11、刘声均/12、寇阳/15 合作完成计算机软件著作权“混凝土 3D 打印控制软件[简称：混凝土 3D 打印控制系统]V1.0”。

（2）项目合作

杨敏/1、姚晓飞/2、王振地/3、黄治炉/4、陈飞翔/5、来猛刚/6、魏凯/7、张永虹/8、柏松林/9、吴庆/10、梁怡爽/11、刘声均/12、王伯林/13、付夕原/14 参与开展项目研究《混凝土 3D 打印材料与设备、系统开发》。

十、完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权	杨敏/1、柏松林/9、 吴庆/10、梁怡爽/ 11、刘声均/12、 王伯林/13	2021.12	2023.01	一种 3D 打印建筑材料可打印性能的量化装置及其使用方法	发明专利证书
2	共同知识产权	杨敏/1、姚晓飞/2、 黄治炉/4、柏松林/ 9、吴庆/10、梁怡爽/ 11、刘声均/12、 寇阳/15	2020.04	2021.09	混凝土 3D 打印控制软件[简称：混凝土 3D 打印控制系统]V1.0	计算机软件著作权登记证书
3	项目合作	杨敏/1、姚晓飞/2、 王振地/3、黄治炉/ 4、陈飞翔/5、来 猛刚/6、魏凯/7、 张永虹/8、柏松林/ 9、吴庆/10、梁怡爽/ 11、刘声均/12、 王伯林/13、付夕原/ 14	2020.04	2023.12	混凝土 3D 打印材料与设备、系统开发	项目验收证书