

# 城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术 与工程应用

## 一、提名单位和提名意见

提名单位：陕西省科学技术厅

提名意见：

该项目属于固废资源化综合利用和绿色建材领域。项目以城市污泥和大宗固废多路径协同制备绿色建材，实现固废的资源化、规模化应用为出发点，针对难处置的城市污泥和大宗固废，创新地开发了污泥预处理技术及多组份固废净化分选技术，为多源固废协同处置提供条件；开发出多种绿色建材产品及其绿色制备关键技术，建立了绿色制备工艺技术集成与产品应用技术。该成果创新性突出、技术指标先进，解决了城市污泥与大宗固废资源化利用过程中的关键技术难题。

项目研究成果已成功应用于陕西西安、富平、宝鸡、新疆、广东、四川、安徽、重庆等地，特别在国家可持续发展议程创新示范区、粤港澳大湾区、“一带一路”和陕西西咸新区得到大量推广和应用，经济与社会效益显著。

项目总体成果达到国际领先水平。项目成果对无废城市、海绵城市建设和工业低碳化技术水平发展具有重大贡献，引领固废资源化产业高质量发展。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖一等奖。

## 二、项目简介

本项目属于固废资源化综合利用和绿色建材领域。

随着新型城镇化和工业化的快速发展，城市固废（污泥、建筑垃圾）与工业固废（煤矸石、尾矿、冶炼废渣等）堆存量和年产量日益增加，对环境和社会造成了严重影响，同时“无废城市”建设试点工作方案的实施，实现其减量化、无害化、资源化处置已迫在眉睫。项目以城市污泥和大宗固废多路径协同制备绿色建材，实现固废的资源化、规模化应用为出发点，围绕国家生态文明建设重大战略、国家可持续发展战略、陕西省固废资源化全产业链高质量发展的要求，针对难处置的城市污泥和大宗固废，开发出城市污泥和大宗固废预处理关键技术、绿色建材及其制备工艺关键技术、建成 1 批绿色制备工艺技术集成与产品应用技术示范，攻克了城市污泥协同大宗固废资源化、规模化消纳的难题，实现产业化推广应用，取得了系列创新性研究成果。主要创新性技术内容包括：（1）创新地开发了污泥预处理技术及多组份固废净化分选技术，为多源固废协同处置提供条件；（2）开发出绿色建材产品及其绿色制备关键技术；（3）建立了绿色制备工艺技术集成与产品应用技术，为工程应用提供技术支撑。

项目研究成果已成功应用于陕西西安、富平、宝鸡、新疆、广东、四川、安徽、重庆等地，推广应用绿色建筑材料生产线 48 条，并建成示范工程 150 余万平方米，特别在国家可持续发展议程创新示范区、粤港澳大湾区、“一带一路”、京津冀地区、关天经济区和陕西西咸新区得到大量推广和应用，经济与社会效益显著。经成果鉴定，项目总体成果达到国际领先水平。项目成果对对无废城市 and 海绵城市建设，工业低碳化技术水平发展具有重大贡献，引领固废资源化产业高

质量发展。

### 三、客观评价

#### 1、专家意见及验收鉴定意见

(1) 中国工程院院士陈勇教授认为：项目采用创新性预处理技术提高污泥脱水能力，攻克了污泥掺量低、环境污染严重等重大技术难题，将污泥含水率有效脱至 40%，使得烧结制品中污泥（含水率 40%）掺量 30%以上，开发城市污泥绿色墙体材料及其绿色制造关键工艺技术，完成绿色制造工艺技术集成示范与产品应用，推动了城市污泥协同大宗固废在墙材行业的资源化利用，具有明显的经济效、社会效益，市场前景广阔。项目研究成果达到国际领先水平。

(2) 2015 年 2 月 15 日，陕西省科技厅组织专家对“烧结保温砌块成套生产工艺与结构应用技术”进行科技成果鉴定，鉴定委员会一致认为：开发出 3 类节能保温新产品、配套专用于干混薄层砂浆新产品、烧结保温砌块薄灰缝施工工艺及薄灰缝厚度控制技术，可实现砌筑灰缝 1~2mm，降低热量损失并节约灰缝原材料 80%以上；建立了烧结保温砌块砌体结构设计和构造技术。研究成果砌块孔型优化技术、薄灰缝厚度控制技术达到国际领先水平。

(3) 2023 年 8 月 26 日，中国建筑材料联合会组织专家对“城市污泥和矿化垃圾制备绿色墙材关键技术研究与应用”进行科技成果鉴定，鉴定委员会一致认为：项目集成创新了“污泥蒸汽破壁-复合絮凝-高效压滤脱水-余热干化”四级深度脱水技术；污泥（含水率 80%）掺量达到 40%以上，开发污泥复合矿化垃圾烧结墙材和污泥基轻质阻

燃纳米复合芯材保温板；项目成果达到国际先进水平。

(4) 2021年7月30日，国家项目牵头单位组织专家，对“十三五”重点研发计划课题“城市污泥和矿化垃圾制备绿色墙材关键技术与示范”(2017YFC0703201)进行综合绩效评价，专家组一致认为：课题开发污泥复合矿化垃圾烧结墙体材料，实现污泥(含水率80%)制备烧结墙材掺量达到40%以上；开发污泥基保温板材，实现污泥(含水率80%)掺量达到50%以上，污泥保温板材导热系数达到 $0.026 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 。该成果已经登记，达到国际领先水平。

(5) 2023年3月18日，中国建筑材料科学研究总院有限公司组织专家，对“十三五”国家重点研发计划课题“村镇地域再生材料制备生态建材关键技术研究”(2018YFD1101001)进行综合绩效评价，专家组一致认为：课题组成功采用不同生产工艺生产河湖淤泥保温建材制品，淤泥掺量达到80%以上。

(6) 2018年5月25日，农业农村部科技教育司组织专家，对项目组完成的国家公益性行业(农业)科研专项“生活污水沼气化处理利用技术及设备研究与示范”(201303101)进行验收，验收专家组一致认为：项目针对我国生活污水资源化利用技术手段缺乏、效率低等问题，从生活污水预处理、厌氧发酵、消化污泥资源化利用3个方面，构建了污泥物理化学预处理、高固体沼气发酵、墙体材料制备与农田安全利用技术体系。

(7) 2015年3月27日，国家科技部、住房和城乡建设部组织专家，对项目组完成的“十二五”国家科技支撑计划“节能烧结类墙

体材料成套应用技术研究（2011BAJ04B01）”进行了课题验收，验收专家委员会一致认为：课题组对烧结保温砌块及墙体热工性能、薄灰缝施工工艺和灰缝厚度控制技术研究，研发了薄灰缝砌筑砂浆；通过烧结保温砌块、砌体、墙体力学性能和抗震性能试验研究，提出了砌块、砌体、墙体设计指标及计算公式，最终建立了烧结保温砌块砌体结构设计方法。

（8）2016年11月29日中国建筑材料集团有限公司组织专家，对项目组完成的“十二五”国家科技支撑计划课题“水泥、墙材、窑炉大气污染治理关键技术与示范（2013BAC13B01）”进行了课题验收，验收专家委员会一致认为：课题组开发了墙材窑炉大气污染物协同处置技术，示范线实测浓度与国家标准相比降低了40%以上。

（9）2015年3月31日住房城乡建设部建筑节能与科技司组织专家，对项目组完成的“十二五”国家科技支撑计划“固体废弃物本地化再生建材利用成套技术（2011BAJ04B05）”进行了课题验收，验收专家委员会一致认为：课题组成功研制出干化污泥消纳率达30%以上的普通污泥轻骨料、干化污泥消纳率达35%以上的污泥超轻骨料。

## 2.本项目曾获科技奖励情况

序号	获奖项目名称	时间	奖项名称	等级	主要获奖人	授奖单位
1	固废综合利用制取再生增强轻骨料关键技术与应用	2021.12	中国建筑材料流通协会建材与家居行业科学技术奖技术转化类	一等奖	权宗刚、浮广明、王科颖等	中国建筑材料流通协会

2	生活污水资源化墙体材料关键技术研究与应用	2018.12	中国建材集团技术进步奖	一等奖	权宗刚、浮广明、郑文衡等	中国建材集团有限公司
3	节能型烧结保温砌块成套生产工艺与应用技术	2017.12	中国建材集团科技进步奖	一等奖	权宗刚、浮广明等	中国建材集团有限公司

#### 四、应用情况

项目研究成果已成功应用于陕西西安、富平、宝鸡、新疆、广东、四川、安徽、重庆等地，推广应用绿色建筑材料生产线 48 条，并建成示范工程 150 余万平方米。

## 五、主要知识产权和标准规范等

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	标准	墙体材料中可浸出有害物质的测定方法	中国	GB/T 39804-2021	2020-10-1	国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会	中国建材检验认证集团西安有限公司, 西安墙体材料研究设计院有限公司等	权宗刚等
2	发明专利	一种利用隧道窑余热干化污泥的方法	中国	ZL201811039209.3	2020-02-08	4925964	西安墙体材料研究设计院有限公司	权宗刚; 梁栋
3	发明专利	一种污泥复合矿化垃圾制备墙体砖材的方法	中国	ZL201811039216.3	2020-10-02	4015196	西安墙体材料研究设计院有限公司	权宗刚; 梁栋
4	发明专利	一种矿化垃圾的分拣方法	中国	ZL201811038700.40	2020-06-26	3857172	西安墙体材料研究设计院有限公司	权宗刚; 梁栋
5	发明专利	一种建筑混合垃圾风力除杂方法	中国	ZL202110324599.4	2022-04-29	5117057	西安墙体材料研究设计院有限公司	权宗刚; 梁栋
6	发明专利	一种利用生活垃圾制备烧结砖的方法	中国	ZL201410554516.0	2016-01-20	1905861	西安墙体材料研究设计院有限公司	权宗刚;
7	标准	砖瓦工业大气污染物排放标准	中国	GB 29620-2013	2013-09-17	环境保护部, 国家质量监督检验检疫总局	西安墙体材料研究设计院	西安墙体材料研究设计院
8	论文	Preparation and Mechanism of SiO <sub>2</sub>	欧洲	10.1080/10584587.202	2022-07-29	Integrated Ferroelectrics,	西安墙体材料研究设计院有限公司	Quan Zonggang; Zhao

		Aerogel Gypsum Based Materials		2. 2072123		2022, 228(1).		Ning 等
9	论文	Evaluation of the flocculation and dewatering performance of dual polymers for treating oil sands tailings	加拿大	10.1002/CJCE. 24031	2021-03-19	The Canadian Journal of Chemical Engineering. Volume 99, Issue . 2021. PP S645-S653	中国科学院合肥物质科学研究院等	LiXiaoxiao; ShenYang; Farinato Raymond S.; SomasundaranPonisseril; Zhang Yuejun
10	论文	花岗岩尾泥与渣土制备轻质陶粒的研究	中国	TU52	2023-10-25	新型建筑材料, 2023, 50(10): 141-144+164.	权宗刚、陈媛媛、赵宁、陈晓鹏等	/

## 六、主要完成人情况

完成人	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
权宗刚	1	总经理	正高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	全面负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用关键技术路线、研究方案的制定。主要承担并完成污泥预处理技术及多组份固废净化分选技术、绿色建材产品绿色制备关键技术和绿色制备工艺技术集成

						与产品应用技术等内容的研究；负责完成成果推广应用。在全部创新点中均作出了创造性贡献。
张超晖	2	董事长	正高级工程师	陕西建材科技集团股份有限公司	陕西建材科技集团股份有限公司	主要负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用关键技术和成果推广应用。主要完成绿色建材产品绿色制备关键技术、绿色制备工艺技术集成与产品应用技术的研究；负责成果的推广应用。
王科颖	3	副主任	正高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用中具体技术路线、研究方案的制订和实施。主要完成污泥预处理技术及多组份固废净化分选技术、绿色建材产品绿色制备关键技术和绿色制备工艺技术集成等内容的研究。
佟立金	4	董事长	高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用关键技术、成果推广应用。主要承担并完成机械窑炉余热复合太阳能多级深度脱水技术、绿色制造工艺技术集成示范与产品应用技术等内容的研究；负责成果的推广应用。
赵宁	5	无	副教授	深圳职业技术大学	深圳职业技术大学	主要负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用中城市污泥和大宗固废预处理关键技术的研究，并进行成果的推广应用。
浮广明	6	主任	正高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用中具体技术路线、研究方案的制订和实施。主要完成污泥预处理技术及多组份固废净化分选技术、绿色建材产品绿色制备关键技术和绿色制备工艺技术集成与产品应用技术等内容的研究。

周 红	7	总经理	高级工程师	陕西建材科技集团股份有限公司	陕西建材科技集团股份有限公司	主要参与完成大宗固废预处理技术、绿色建材产品绿色制备关键技术和绿色制备工艺技术集成等，并负责成果推广应用。
李潇潇	8	副主任	研究员	中国科学院合肥物质科学研究院	中国科学院合肥物质科学研究院	主要负责并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用中污泥多级深度脱水干化技术、污泥基保温材料的制备技术，负责污泥基保温材料的生产及工程应用示范。
时启林	9	副总经理	工程师	陕西建材科技集团股份有限公司	陕西建材科技集团股份有限公司	主要参与完成大宗固废预处理技术、绿色建材产品绿色制备关键技术和绿色制备工艺技术集成等。
李春林	10	总经理	高级工程师	中铁九局集团第三建设有限公司	中铁九局集团第三建设有限公司	主要参与并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用关键技术研究，并负责成果推广应用。
郑文衡	11	总工	正高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要参与完成城市污泥和大宗固废预处理关键技术、绿色建材产品绿色制备关键技术，开发出协同制备原料技术、挤出成型等工艺技术与装备，负责成果的推广应用。
郅 磊	12	副主任	高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要参与完成绿色建材产品绿色制备关键技术、绿色制备工艺技术集成与设计技术和绿色建材产品的研究，并负责成果推广应用。
梁 栋	13	无	高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要参与完成城市污泥和大宗固废预处理关键技术、绿色制备工艺技术集成与设计技术和绿色建材产品的研究。
陈晓鹏	14	总工程师	正高级工程师	中铁九局集团第三建设有限公司	中铁九局集团第三建设有限公司	主要参与并完成城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用关键技术研究，并负责成果推广应用。

陈媛媛	15	主任	正高级工程师	西安墙体材料研究设计院有限公司	西安墙体材料研究设计院有限公司	主要参与完成城市污泥和大宗固废预处理关键技术、绿色制备工艺技术集成与设计技术和绿色建材产品的研究。
-----	----	----	--------	-----------------	-----------------	---

## 七、主要完成单位

单位名称	排名	单位创新推广贡献
西安墙体材料研究设计院有限公司	1	西安墙体材料研究设计院有限公司与陕西建材科技集团股份有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院、中铁九局集团第三建设有限公司和深圳职业技术大学等单位合作，开展城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用，依托国家和陕西省科技项目的实施，制定了确实可行的技术研究方案，有效组织并完成了各项预定研究目标，以城市污泥和大宗固废（建筑垃圾、煤矸石、尾矿、钢渣等）为原料制备绿色建材，提出污泥预处理技术及多组份固废净化分选技术，为多源固废协同处置提供条件；开发绿色建材产品绿色制备关键技术 6 项；集成形成墙体材料、道路材料、固废基轻骨料和保温材料及水泥混合材等 5 类绿色建材产品，产品性能达到现行标准要求，并开发产品应用技术。同时将科研成果成功应用于陕西西安、富平、宝鸡、新疆、广东、四川、安徽、重庆等地，特别在国家可持续发展议程创新示范区、粤港澳大湾区、“一带一路”和陕西西咸新区得到大量推广和应用，经济与社会效益显著。
陕西建材科技集团股份有限公司	2	陕西建材科技集团股份有限公司与西安墙体材料研究设计院有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院、中铁九局集团第三建设有限公司和深圳职业技术大学等单位合作，开展大宗固废制备水泥混合材、绿色制备技术集成应用与成果的推广应用。
中国科学院合肥物质科学研究院	3	中国科学院合肥物质科学研究院与西安墙体材料研究设计院有限公司、陕西建材科技集团股份有限公司、中铁九局集团第三建设有限公司和深圳职业技术大学等单位合作，研发深度脱水污泥为原料制备建筑砌块和保温板材的技术工艺及产业化技术；参与实施污泥基保温材料的产业化与工程应用，在污泥基保温材料产业化和应用推广的过程中提供全面的人才和技术支撑。

中铁九局集团第三建设有限公司	4	中铁九局集团第三建设有限公司与西安墙体材料研究设计院有限公司、陕西建材科技集团股份有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院和深圳职业技术大学等单位合作，开展负责绿色建材产品的推广应用，项目成果中的污泥基轻骨料作为骨料配制轻质混凝土、路面透水砖、透水混凝土路面等在其负责的项目上得到应用。
深圳职业技术大学	5	深圳职业技术大学与西安墙体材料研究设计院有限公司、陕西建材科技集团股份有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院和中铁九局集团第三建设有限公司等单位合作，开展城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用，依托国家和陕西省科技项目的实施，以污泥和大宗固废（建筑垃圾、煤矸石、尾矿、钢渣等）为原料制备绿色建材，同时研究窑炉烟尘多级协同处置技术，并负责技术成果的推广应用。

## 八、完成人合作关系说明

本年度陕西省科学技术奖申报和评审的“城市污泥协同大宗固废多路径制备绿色建材关键技术与工程应用”项目成果，主要完成人权宗刚、张超晖、王科颖、佟立金、赵宁、浮广明、周红、李潇潇、时启林、李春林、郑文衡、郅磊、梁栋、陈晓鹏和陈媛媛共 15 人，完成人为西安墙体材料研究设计院有限公司、陕西建材科技集团股份有限公司、中铁九局集团第三建设有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院和深圳职业技术大学科研团队核心成员。

团队成员长期合作，共同承担完成“十三五”国家重点研发计划项目“城市污泥和矿化垃圾制备绿色墙材关键技术研究”与示范”

(2017YFC0703201)、 “村镇地域再生材料制备生态建材关键技术研究”(2018YFD1101001)、国家公益专项(201303101-5A)、 “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAJ04B01)和(2013BAC13B01-06)、陕西省科技计划项目“城市污泥生产烧结保温空心砌块开发”(2006kz03-G2)等，并完成相关技术成果，发表多篇学术论文、授权多项国家发明专利、制修订 6 项国家标准，为工程推广项目设计提供设计技术指导和技术保障。

人员排序考虑在项目中参加试验、计算分析、理论研究和工程技术应用、关键技术问题解决等的工作量大小、投入精力与时间多少、承担工作的重要性程度及在本项目研究与应用中成果的多少等因素，客观反映本项目成果每个主要完成人的科研工作业绩，经充分协商后一致确定。

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
1	共同获奖	权宗刚/1; 浮广明/6	2014.01	2017.04	2017年陕西省科学技术一等奖
2	共同获奖	权宗刚/1; 王科颖/3; 浮广明/6; 陈媛媛/15	2019.01	2021.05	2021年中国建筑材料流通协会建材与家居行业科学技术一等奖
3	共同获奖	权宗刚/1; 浮广明/6; 郑文衡/11;	2011.01	2016.12	2017年和2018年中国建材集团技术进步奖一等奖
4	共同立项	权宗刚/1; 王科颖/3; 佟立金/4; 赵宁/5; 浮广明/6; 李潇潇/8; 郑文衡/11; 郅磊/12; 梁栋/13; 陈媛媛/15	2006.06	2021.07	国家“十二五”、“十三五”重点研发计划项目;
4	发明专利	权宗刚/1; 梁栋/13;	2018.01	2020.02	一种利用隧道窑余热干化污泥的方法
5	发明专利	权宗刚/1; 梁栋/13;	2018.01	2022.10	一种污泥复合矿化垃圾制备墙体砖材的方法
6	论文合著	权宗刚/1; 赵宁/6;	2020.01	2022.07	Preparation and Mechanism of SiO <sub>2</sub> Aerogel Gypsum Based Materials
7	论文合著	权宗刚/1; 赵宁/6; 陈晓鹏/14; 陈媛媛/15	2022.06	2023.10	花岗岩尾泥与渣土制备轻质陶粒的研究
8	产业合作	权宗刚/1; 张超晖/2; 佟立金/4; 周红 7; 时启林/9; 李春林/10; 郑文衡/11; 陈晓鹏/14	2015.05	2023.05	产业合作