贵州省科学技术奖推荐公示内容

**一、项目名称**

高性能磷石膏装配式墙板制造和施工的技术及产业化应用

**二、推荐专家/单位及推荐等级**

中铁五局集团有限公司，贵州省科学技术进步一、二等奖

**三、项目简介**

项目以工业固废磷石膏高质化、磷石膏装配式墙材高性能化、装配式磷石膏墙板制品标准化等应用为切入点，突破了磷建筑石膏粉品质稳定性调控、新型增强防水双功能外加剂、石膏墙材耐火极限提升、新型磷石膏复合墙体结构、墙板生产系统智能化及集成化、装配式墙板施工工法及标准体系等全链路系列关键技术，研制了性能先进的磷石膏转配送墙材及关键技术设备，开创性建立了我国首个高性能磷石膏装配式墙板制造和施工技术及产业化应用技术体系，首次实现了我国磷石膏装配式墙材生产工艺机械化程度高，产品质量稳定、精度及效率高作业应用。取得如下创新成果：

（1）首次提出陈化、倒库均化技术调控磷建筑石膏粉品质稳定性，为大规模制造高性能磷石膏装配式墙板提供原料保障。采用脱水动力学模型揭示了磷石膏粒度分布对脱出结晶水过程的影响，采用天然石膏、磷石膏、化学石膏为原料，分析了杂质磷、氟、有机物对脱出结晶水过程及脱水产物半水磷石膏物理力学性能的影响规律，为大规模制造高性能磷石膏装配式墙板所用主要原材料磷建筑石膏粉质控指标的提出奠定了理论基础。

（2）首次提出无机掺合料与有机物协同作用，组合形成新型增强防水双功能外加剂。通过揭示石灰改性磷建筑石膏粉，协同有机硅防水剂渗透成膜的作用机理，开展无机掺合料活性激发剂、减水剂、缓凝剂以及无机增强剂等外加剂对磷建筑石膏水化硬化过程的影响及其耦合作用机理，创新组合形成磷石膏新型增强防水双功能外加剂。在掺量较少情况下，保证了磷石膏装配式墙板的各项物理指标达到GB/T 23451-2009《建筑用轻质隔墙条板》标准，每平方米隔墙板磷石膏掺配比达85%。磷石膏墙板应用环境从室内干区突破到厨房洗手间等建筑湿区，制品服役寿命大大提升。与此同时，软化系数的提高降低了墙板的厚度，建筑成本减少30%-40%。

（3）首次提出采用耐火集料提高磷石膏装配式墙板耐火极限，进一步提升磷石膏制品遇火环境下的结构稳定性。通过添加10%铝矾土耐火集料提高石膏墙板的耐火极限，由1-2小时耐火极限提升至4小时，墙板可应用于高耐火分区，降低墙板防火结构设计成本，节省费用20%-30%，优于国内外同类技术，磷石膏装配式墙板可应用于大数据中心与军事营房建设等需防火要求高的特殊建筑当中，极大地拓宽磷石膏墙板应用范围。

（4）首次提出设计钢筋混凝土框架和排布于钢筋混凝土框架内的磷石膏模块，构建出新型磷石膏复合墙体结构。墙体密肋钢筋混凝土梁形成网格状，作为主要受力结构，添加磷石膏胶凝材料，具有保温好、自重轻、耐久性和抗震性能好的特点。墙体通过磷石膏模块降低了自重的同时提升了保温性能及防火性能；通过钢筋混凝土框架则增强了墙体的承重、抗折及抗弯性能，同时，可于墙板内部预制门窗、机电、保温防水等模块，提高墙体预制程度，拓宽磷石膏墙体应用范围至建筑结构外墙。

（5）首次提出磷石膏装配式墙板生产系统智能化及集成化，提高了产品生产效率及成品率。通过优化配料计量，插管拔管、除尘等磷石膏墙板装备线模块系统，实现了从原材料到成品的智能化、装配式模块化生产，提高了产品生产效率及成品率，降低了劳动力成本，改善劳动作业条件。本技术与水泥制品成型周期相比，从24h缩短至40min，且产品成品率达到99%以上，优于国内外同类技术。

（6）首次提出高性能磷石膏装配式墙板施工工法及标准体系，形成了磷石膏墙板标准化施工，保证了施工质量。结合多种施工装置应用，对施工节点及质量控制的关键点制定了标准，完善了磷石膏装配式墙板安装施工工艺，将设备技术、信息化技术、标准化技术进行集成，达到最佳最优效果，同时制定了施工质量保证体系，确保了工程的施工质量，形成了贵州省磷石膏装配式直行、弧形墙板安装，及其抹灰、贴砖装饰施工系列工法，补充完善了行业和地方标准体系，填补了行业空白，形成的省部级工法及施工标准在多个项目成功推广应用。

由王武祥教授级高工等7名专家等组成的鉴定委员会认为：项目立足磷石膏建材施工现场，围绕磷石膏制装配式建材制造及施工关键技术进行攻关，取得了以下创新性成果：阐明了磷石膏成分对强度及凝结时间的影响机理，揭示了现有外加剂对石膏制品形成过程中的影响及其耦合作用，大幅度提高了磷石膏防水、防火性能，提升了磷石膏强度；通过磷石膏材料改性工艺以及混凝土复合结构研究，将磷石膏保温性能及防火性能与钢筋混凝土框架承重、抗折及抗弯性能有机结合，提高了磷石膏墙板强度，耐久性及抗震性能；优化了配料计量系统、插管拔管系统、除尘系统等磷石膏墙板装备线模块，实现了从原材料到成品的智能化高效生产；形成磷石膏墙板施工工法及标准体系，保证磷石膏墙体施工效率，成型墙体受力可靠、传力明确、抗震、耐久性能良好。成果应用于以贵州省地质资料馆暨地质博物馆工程为代表的20余项工业与民用建筑工程，缩短了工期，保证了施工安全，取得了显著的经济社会综合效益。评价委员会一致认为，该成果创新性突出，效益显著，整体达到了国际领先水平。

项目获得授权国家发明专利 9 项、实用新型专利 55项、计算软件著作权2项；发表学术论文 4 篇，其中 EI 检索 3 篇，编制地方标准、团体标准3项，工法6项。

自 2014 年至今，项目成果已于四川、贵州、湖北等地实现量产及规模化应用；以近两年已产生经济效益达11.5亿元。下一步，课题组将充分利用中铁五局建筑工程有限责任公司，贵州蓝图新材料股份有限公司、贵州大学的实验、制造、安装施工基地，进一步提升高性能磷石膏装配式墙材系统规模化集约化应用水平，扩大磷石膏装配式墙材+行业应用的广度和深度，为我国磷石膏高附加值产业化发展提供了强有力的技术支撑。

**四、主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权名称 | 国家  （地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 发明专利 | 防火复合隔墙板 | 中国 | ZL20151 0043320.X | 2016.08.24 | 2209280 | 成都上筑建材有限公司 | 黄彬 郑亮 徐晓东 黄滔 郭骁玥 |
| 发明专利 | 防回音墙板 | 中国 | ZL 2014 1  0246541.2 | 2016.01.20 | 1926716 | 成都上筑建材有限公司 | 黄彬 郑亮 黄滔 徐晓东 |
| 发明专利 | 建筑石膏调凝剂及其制备方法 | 中国 | ZL 2014 1 0166915.X | 2016.03.16 | 1990089 | 成都上筑建材有限公司 | 黄彬 黄涛 庄端文 徐晓东 |
| 发明专利 | 具备高抗震性能的建筑石膏粘结剂 | 中国 | ZL 2014 1  0499971.5 | 2019.06.25 | 3428614 | 成都上筑建材有限公司 | 黄彬 徐晓东 郑亮 黄滔 |
| 发明专利 | 一种建筑石膏缓凝剂、其制备方法及应用 | 中国 | ZL 2014 1  0500421.0 | 2019.09.10 | 3522557 | 成都上筑建材有限公司 | 黄彬 徐晓东 郑亮 |
| 发明专利 | 防水型磷石膏砌块及其制备方法 | 中国 | ZL 2017 1  0036864.2 | 2019.05.14 | 3374618 | 贵州蓝图新材料股份有限公司 | 陈小平 陈洋 杨再祥 严国辉 雷勇 |
| 发明专利 | 疏水防水型石膏墙体材料及其制备方法 | 中国 | ZL 2017 1  0036973.4 | 2019.03.12 | 3287576 | 贵州蓝图新材料股份有限公司 | 陈洋 陈小平 杨再祥 严国辉 雷勇 |
| 发明专利 | 一种磷石膏复合墙体及其预制方法 | 中国 | ZL 2017 1  0260935.7 | 2019.01.22 | 3228266 | 贵州蓝图新材料股份有限公司 | 王涵 周泳波 雷勇 陈小平 贺勇 徐忠垚 |
| 发明专利 | 环保型高强防水卷材自粘胶 | 中国 | ZL 2015 1  0828855.8 | 2018.04.13 | 2884001 | 贵州蓝图新材料股份有限公司 | 杨再祥 陈小平 石文建黄安荣 雷勇 王德军 陈洋 |
| 计算机软件著作权 | 建筑产业化预制构件生产线辊道监控系统软件V1.0 | 中国 | 2018SR388  593 | 2018.05.28 | 软著登字2 117688 | 河北雪龙机械制造有限公司 | 魏彩乔 康会峰 王亚宁王立亚 |
| 计算机软件著作权 | 混凝土预制构件布料机控制系统软件V1.0 | 中国 | 2018SR396  469 | 2018.05.29 | 软著登字2 725564 | 河北雪龙机械制造有限公司 | 魏彩乔 康会峰 王亚宁王立亚 |
| 标准 | 装配式磷石膏隔墙体技术标准 | 中国 | T/CSUS 04  -2020 | 2020.04.03 |  | 贵州蓝图新材料股份有限公司  成都上筑建材有限公司  中国城市科学研究会 | 杨再祥 陈玉发 练 达 陈小平 王 瑜 秦文臻 谢尧吉 周 晨 蒋佑文 周志书 |
| 标准 | 贵州省装配式建筑评价标准 | 中国 | DBJ52/T100-2020 | 2020.10.01 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 周 晨 戴 维 刘洋 |
| 标准 | 磷石膏建材应用统一技术规程 | 中国 | DBJ52T093  -2019 | 2019.09.01 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 陈玉发 杨再祥 |
| 工艺工法 | 改性磷石膏轻质内隔墙板弧形墙安装施工工法 | 中国 | 贵州省住建厅2020年5  月13日发文 | 2020.05.13 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 戴维 申文晓 刘洋 袁军敖凌宇 |
| 工艺工法 | 改性磷石膏轻质内隔墙板直形墙安装施工工法 | 中国 | 黔建建字〔  2019〕349  号文 | 2019.09.05 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 陈静 何政 刘洋 李世毅孙伟 |
| 工艺工法 | 磷石膏基陶瓷砖胶粘剂镶贴瓷砖施工工法 | 中国 | 贵州省住建厅2020年5  月13日发文 | 2021.05.13 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 陈玉发 王敬 练达 罗成 张义华 |
| 工艺工法 | 轻质磷石膏砂浆机械喷涂抹灰施工工法 | 中国 | 黔建建字〔  2019〕349  号文 | 2019.09.05 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 戴维 谢文辉 陈玉发 练达 陈礼贤 |
| 工艺工法 | 轻质磷石膏砂浆人工抹灰施工工法 | 中国 | 黔建建字〔  2019〕349  号文 | 2019.09.05 |  | 中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 陈静 罗成 丁习斌 张严 田东 |
| 专著 | 磷石膏最新装配式建筑墙板技术及产业化 | 中国 | ISBN978-112-25394-4 |  |  | 成都上筑建材有限公司  贵州蓝图新材料股份有限公司  中铁五局集团建筑工程有限责任公司 | 周晨 杨再祥 徐晓东 陈玉发 练达 |
| 论文 | 石膏性质对α型半水石膏性能影响的研究 | 中国 | 非金属矿  文章编号：1000-8098(2013)01-0021-03 | 2013.01 |  |  | 杨林 周杰 张冰 曹建新 |
| 论文 | 流态化热处理对磷石膏杂质及胶凝性能的影响 | 中国 | 建 筑 材 料 学 报  文章编号：１００７－９６２９（２０１９）０３－０４０１－０８ | 2019.06 |  |  | 焦叶宏， 杨 林， 李贺军， 刘 力， 曹建新 |
| 论文 | 不同粒径磷石膏的脱水动力学 | 中国 | 化 工 进 展  文章编号：1000–6613（2018）01–0053–07 | 2017.04 |  |  | 杨萍 杨林 刘力 罗通 曹建新 |
| 论文 | Effect of High-Calcium Fly Ash on Activity Index and Hydration Process  of Phosphorous Slag Powders | 中国 | Materials Science Forum  ISSN: 1662-9752, Vol. 873, pp 105-109 | 2016.06 |  |  | Caiyu LI,Lin YANG，Jianxin CAO ， Qiumei LIU |

**五、主要完成人**

1、陈玉发

2、杨再祥

3、杨林

4、刘洋

5、曹建新

6、罗成

7、王涵

8、黄彬

9、周晨

**六、主要完成单位**

1.中铁五局集团建筑工程有限责任公司

2.贵州蓝图新材料股份有限公司

3.贵州大学

4.成都上筑建材有限公司

5.中铁五局集团有限公司

6.河北雪龙机械制造有限公司

7.贵州天威建材科技有限责任公司