

中国建材联合会

提名 2019 年国家技术发明奖项目公示内容

项目名称	硅藻土选矿及环保功能硅藻土矿物材料制备与应用技术		
提名单位	中国建筑材料联合会		
通讯地址	北京市海淀区三里河路 11 号 (100831)	邮政编码	100831
联系人	罗 宁	联系电话	010-57811082
电子邮箱	jclhkhjb@163.com	传 真	010-57811082
提名单位（专家）意见			
该项目针对我国硅藻土资源储量虽大，但优质硅藻土资源少，高质量硅藻土原料以及环保与健康领域迫切需求的高质量硅藻土功能材料供给不足的现状，在国家科技支撑计划等支持下，通过十多年产学研用联合攻关，首创了低品位硅藻土物理选矿技术以及纳米 TiO_2/硅藻土室内空气净化复合材料、改性复合硅藻土废水处理剂等功能硅藻土矿物材料制备与应用技术，实现了低品位硅藻土高效物理选矿及高效环保健康功能硅藻土矿物材料制备和应用技术的产业化。项目在硅藻土物理选矿方法、工艺以及硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料、硅藻精土改性复合废水处理剂及复合多孔陶粒等环保功能硅藻土矿物材料的可控制备技术基础和材料构效关系、制备工艺、应用基础与应用技术以及产品标准方面有显著创新，共获得相关授权发明专利 22 项，著作权 1 项，制定建材行业标准 1 项，项目技术成果整体达到国际先进水平，其中产业化工艺技术及应用水平居国际领先。 项目整体产业化生产和应用已超过 3 年，取得了显著的经济效益和社会效益；解决了制约我国高端硅藻土矿物功能材料发展的优质硅藻土原料供给不足的问题，填补了我国纳米 TiO_2/硅藻土复合材料产业化生产的空白。对于高值高效开发利用我国低品位硅藻土资源和高质量发展硅藻土矿物功能材料产业、推动硅藻土深加工以及绿色环保功能硅藻土矿物材料的科学发展和技术进步具有重大推动作用。 提名该项目为国家技术发明奖<u>二</u>等奖。			
项目简介			
该项目属于非金属矿选矿及非金属矿深加工材料与应用领域。 我国是探明储量全球第二的硅藻土资源大国，但优质硅藻土资源少，供给不足；大量低品位硅藻土资源没有得到利用，造成资源浪费；同时，我国高质量硅藻土矿物功能材料，特别是高效环保功能硅藻土矿物材料供给不足，不能满足环			

保领域所需。该项目在对低品位硅藻土矿物组成特性以及选矿和环保功能硅藻土矿物材料相关科学问题长期深入研究的基础上,发明了高值高效利用低品位硅藻土矿的物理选矿以及环保功能硅藻土矿物材料制备与应用关键技术,并以此技术发明为支撑进行了工艺技术集成,实现了产业化生产和应用。

成果主要发明点如下:

1、硅藻土矿物理选矿关键技术:发明了与黏土共/伴生的低品位硅藻土矿复合离心力场选矿技术,解决了低品位硅藻土与共伴生黏土矿物的解离分散以及高效分选的两个关键技术问题;实现了硅藻土与黏土的自动和稳定产业化分选;生产的硅藻精土硅藻含量>90%, 二氧化硅含量>90%。

2、硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料制备与应用关键技术: ①发明了高效可持续降解甲醛等有毒害气体的纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料的制备和应用关键技术,并实现了产业化稳定生产;纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料表面负载的纳米 TiO_2 晶型为锐钛矿型,晶粒 10-20nm;具有高效吸附和光催化降解两种功能;②发明了纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料在硅藻泥与硅藻涂料、水性涂料、木制印刷百叶窗帘等室内装饰装修材料中的应用关键技术,应用于硅藻泥,甲醛降解率>85%,净化效果持久性>70%。

3、改性复合硅藻土废水处理剂制备技术:发明了适用于处理成分复杂污水以及重复使用性能好的改性复合硅藻土吸附剂和硅藻精土复合多孔陶瓷微珠及其制备技术,制备出多级孔结构科学匹配的复合硅藻土吸附剂和硅藻精土复合多孔陶瓷微珠,并实现了产业化稳定生产和产品应用。

上述发明首创了低品位硅藻土高效物理选矿及高性能环保功能硅藻土矿物材料制备与应用关键技术,共获得授权发明专利 22 项,实用新型专利 3 项,著作权 1 项;相关内容发表 SCI 论文 20 篇, EI 收录 6 篇, ESI 高倍引 1 篇;出版专著 1 本;制定行业标准(《硅藻土》JC/T414-2016) 1 项;培养博士生 6 人,硕士生 18 人。

该项目成果已在硅藻泥与硅藻涂料、水性涂料、木制印刷百叶窗帘、木地板等室内装饰装修材料行业以及污水处理领域推广应用,近三年,累计新增经济效益 20 多亿元。研究成果不仅具有首创性,而且先进、实用,显著提升了我国硅藻土物理选矿和环保功能硅藻土矿物材料的科技水平,解决了制约我国大量低品位硅藻土高值高效利用和优质硅藻土资源供给不足的难题,保护和节约了硅藻土资源;同时,优化了硅藻土功能矿物材料的产品结构,显著推进了我国硅藻土矿物功能材料产业的技术进步和高质量发展。

客观评价

1、验收意见

2014 年 6 月，受科技部委托，国土资源部组织专家对中国矿业大学（北京）承担的“十二五”国家科技支撑计划项目之“低品位硅藻土资源高效利用与深加工关键技术研究”课题（编号 2011BAB03B07）进行了验收。专家一致认为：课题攻克了低品位硅藻土物理选矿产业发展的关键技术、高性能硅藻土污水处理材料的复配改性技术以及硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料的产业化制备与应用关键技术，并建成投产了年产 12000 吨/年硅藻精土的中低品位硅藻土选矿示范生产线、1000 吨/年纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料示范生产线和 6000 吨/年硅藻土污水处理剂示范生产线；形成了具有自主知识产权、能够支撑低品位硅藻土资源高效利用与深加工产业发展的重大深加工新技术。课题取得的低品位硅藻土资源高效利用与深加工关键技术成果对于我国优势硅藻土资源高效、高值利用具有重大推动作用；成果适用性好，经济效益和社会效益显著，产业化前景好。

2、鉴定结论

（1）2017 年 7 月 11 日，中国建筑材料联合会组织召开了由孙传尧院士为主任、传秀云教授为副主任的专家组对中国矿业大学（北京）、临江市宝健木业有限公司、临江市宝健纳米复合材料科技有限公司、洛阳理工学院、吉林省兰舍硅藻新材料有限公司完成的“硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料制备与应用技术及产业化”项目（该提名项目主要发明点之一）进行了鉴定。专家一致认为：项目探明了硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料结构、表面特性与光催化性能的构效关系及其制备工艺对甲醛等有害气体光催化降解性能的影响规律；发明了低温水解沉淀负载和连续煅烧晶化制备纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料的新方法及新工艺技术，在临江市宝健纳米复合材料科技有限公司建成年产 1000 吨的纳米 TiO_2 /硅藻土复合光催化材料生产线，稳定生产出兼备吸附和光催化功能的复合光催化材料，填补了我国纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料产业化生产的空白；发明了纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料在硅藻泥、木制百叶窗、木地板、乳胶漆等中的应用配方和工艺，开发出具有吸附和净化甲醛的室内装饰装修材料系列产品。成果整体达到了国际先进水平，其中产业化工艺技术及应用水平居国际领先。

（2）2018 年 12 月 21 日，中国建筑材料联合会组织召开了由孙传尧院士为主任、冯安生研究员和传秀云教授为副主任的专家组对中国矿业大学（北京）、临江北峰硅藻土有限公司完成的“低品位硅藻土选矿与深加工应用技术及产业化”项目进行了技术鉴定。鉴定意见认为，该项目（1）发明了低品位硅藻土矿复合离心力场选矿技术，解决了硅藻土与黏土矿物解离分散以及高效分选的技术难题，实现了自动稳定的工业化生产；（2）发明了处理油田废水和城市污水的改性复合硅藻土吸附剂和高强多孔陶瓷微珠制备技术，实现了硅藻土资源的高值化利

用；在临江北峰硅藻土有限公司建成了 12000 吨/年硅藻精土的选矿生产线，6000 吨/年硅藻精土污水处理剂生产线，各生产线已连续稳定运行超过三年；项目成果的开发与应用为低品位、低质量硅藻土的高值化应用提供了技术支撑，对硅藻土产业的科学发展和技术进步具有重要推动作用，经济、社会和环境效益显著，市场前景广阔。该项成果整体达到国际先进水平。

3、检测报告

（1）硅藻精土主要技术指标检测结果

SiO₂ 92.30%； Al₂O₃ 2.08%； Fe₂O₃ 0.39%； 硅藻含量 91.25%。

（2）硅藻泥甲醛净化性能检测结果

甲醛净化效率达到 87.5%， 甲醛净化效果持久性达到 79.8%。

（3）硅藻涂料甲醛净化性能检测结果

甲醛净化效率达到 91.4%， 甲醛净化效果持久性达到 70.3%。

4. 科技查新报告

2018 年 10 月，建筑材料工业技术情报研究所对《硅藻土选矿及环保功能硅藻土矿物材料制备与应用技术》项目进行了国内外相关数据库及互联网信息检索，利用 17 个国外数据库、21 个国内数据库及相关网站，筛选出密切相关文献 44 篇，经比较、分析、鉴别，得出如下结论：在检索范围内，除本项目研究人员的研究成果外，未见有与本课题“硅藻土选矿及环保功能硅藻土矿物材料制备与应用技术”查新点所述技术特征完全相同，特别是达到本课题硅藻土选矿和深加工与应用技术产业化程度的国内外公开文献报道。

5、成果获奖

《硅藻土负载纳米 TiO₂ 复合材料制备与应用技术及产业化》项目技术成果获得中国建筑材料联合会·中国硅酸盐学会 2017 年度“建筑材料科学技术（进步类）一等奖”。

应用情况

硅藻土矿物理选矿发明专利（专利授权号：ZL201110226370.3；名称：一种硅藻土矿的层流离心选矿方法，专利权人：中国矿业大学（北京）、临江北峰硅藻土有限公司）2013 年 10 月在临江北峰硅藻土有限公司转化建成 1.2 万吨/年硅藻精土示范生产线；产品于 2014 年开始应用于硅藻泥、水性涂料、水处理剂、催化剂载体等领域。硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料发明专利“以硅藻土助滤剂为载体的负载型纳米 TiO_2 光催化材料的制备方法”（ZL200910235208.0，专利权人：中国矿业大学（北京））和“纳米二氧化钛/硅藻土复合光催化材料的生产工艺”（ZL200910011609.8，专利权人：王秀宝）2013 年 10 月在临江市宝健纳米复合材料科技有限公司转化建成 1000 吨/年纳米 TiO_2 /硅藻土复合光催化材料示范生产线；发明专利“一种硅藻土负载氮掺杂纳米 TiO_2 光催化材料的制备方法”（ZL201210205768.3，专利权人：中国矿业大学（北京））2015 年在临江市宝健纳米复合材料科技有限公司转化生产。纳米 TiO_2 /硅藻土复合光催化材料应用技术：“一种纳米复合硅藻泥涂料”（ZL201110208043.5，专利权人：吉林省兰舍硅藻新材料有限公司）、“一种纳米复合硅藻泥材料及其施工方法”（ZL201010527098.8，专利权人：吉林省兰舍硅藻新材料有限公司）、“一种可用于甲醛和甲苯气体降解的水性涂料的制备方法”（ZL201310155799.7，专利权人：洛阳理工学院）等发明专利 2013 年开始分别应用于生产硅藻泥和硅藻涂料、水性涂料，“木制印刷百叶窗除甲醛窗帘的制作方法”（ZL200810010419.X，专利权人：王秀宝）、“除甲醛实木地板的生产工艺”（ZL200910011161.5，专利权人：王秀宝）和“除甲醛实木复合地板的生产工艺”（ZL200910011610.0，专利权人：王秀宝）发明专利 2011 年开始应用 TiO_2 /硅藻土复合光催化材料中试产品生产木制印刷百叶窗除甲醛窗帘和除甲醛实木地板和复合实木地板。硅藻精土污水处理剂发明专利“一种处理工业废水的改性复合硅藻土吸附剂及制备方法”（ZL201510671619.X，专利权人：中国矿业大学（北京））和“一种复合天然多孔矿物陶瓷微珠的制备方法”（ZL201510023893.6，专利权人：临江北峰硅藻土有限公司）2013 年 10 月在临江北峰硅藻土有限公司建成年产 6000t 示范生产线，并于 2014 年开始用于工业和生活污水的处理。

序号	应用单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	应用单位联系人/电话
1	临江北峰硅藻土有限公司	硅藻土物理选矿及硅藻精土改性复合吸附剂	年产 1.2 万 t 硅藻精土、0.6 万 t 改性复合废水处理剂和复合多孔陶粒	2012~2018	李金辉 /13843997829
2	临江市宝健木业有限责任公	硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料应用	年产 80 万 m^2 除甲醛木制百叶窗帘和	2008-2018	王秀宝 /1370439665

	司	技术与应用	木地板		7
3	临江市宝健纳米复合材料科技有限公司	硅藻土负载纳米TiO ₂ 复合材料制备技术	年产 1000t 纳米TiO ₂ /硅藻土复合光催化材料	2012~2018	王继波 /15943976666
4	兰舍硅藻新材料有限公司	硅藻精土与纳米TiO ₂ /硅藻土复合光催化材料应用	年产 2 万 t 净化甲醛硅藻泥和硅藻涂料	2011~2018	于春生 /18088663370
5	吉林省绿森林环保科技有限公司	硅藻精土与纳米TiO ₂ /硅藻土复合光催化材料应用	年产 1 万 t 净化甲醛硅藻泥和硅藻涂料	2014~2018	刘辉 /13756487555
6	长沙洛迪环保科技有限公司	纳米 TiO ₂ /硅藻土复合光催化材料应用	年产 8000t 净化甲醛硅藻泥和硅藻涂料	2015~2018	徐正常 /17752862806
7	蓝天豚绿色建筑新材料（湘阴）有限公司	纳米 TiO ₂ /硅藻土复合光催化材料应用	年产 5 万 t 净化甲醛硅藻涂料和硅藻泥	2015~2018	童方啸 /18573176633
8	深圳光天建材有限公司	纳米 TiO ₂ /硅藻土复合光催化材料应用	年产 3000t 净化甲醛硅藻泥和硅藻涂料	2015~2018	李天 /13823573829
9	浙江庆峰环境工程有限公司	硅藻精土改性复合废水处理剂应用	工业废水和生活污水处理	2014~2018	徐礼洪 /13819998619
10	杭州北峰水务发展有限公司	硅藻精土复合多孔陶瓷微珠应用	工业废水和生活污水处理	2015-2018	王云峰 /18957146876
主要知识产权和标准规范等目录					

知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准)具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准 编号)	授权 (标准 发布) 日期	证书 编号 (标准批 准发布 部门)	权利人(标 准起草单 位)	发明人 (标准起 草人)	发明 专利 (标准) 有效 状态
发明 专利	一种用于硅藻土矿的层流离心选矿方法	中国	ZL20111 0226370 .3	2014.0 3.26.	13693 13	中国矿业 大学(北 京)、临江 北峰硅藻 土有限公 司	郑水林、 孙志明、 张开永、 张雁鸣、 李金辉	有效
发明 专利	一种硅藻土负载氮掺杂纳米 TiO ₂ 光催化材料的制备方法	中国	ZL2012 1020576 8.3	2015.1 0.21	18222 17	中国矿业 大学(北 京)	郑水林、 孙志明、 胡志波、	有效
发明 专利	以硅藻土助滤剂为载体的负载型纳米 TiO ₂ 光催化材料的制备方法	中国	ZL2009 1023520 8.0	2012.0 8.15	10221 64	中国矿业 大学(北 京)	郑水林、 王利剑、 傅振彪、 许 辉、张 晓波等	有效
发明 专利	一种处理工业废水的改性复合硅藻土吸附剂及制备方法	中国	ZL2015 1067161 9.X	2018.0 1.02	27611 42	中国矿业 大学(北 京)	郑水林、 孙志明、 吴翠平、	有效
发明 专利	纳米二氧化钛/硅藻土复合光催化材料的生产工艺	中国	ZL2009 1001160 9.8	2012.0 4.18	93513 2	王秀宝	王秀宝	有效
发明 专利	一种复合天然多孔矿物陶瓷微珠的	中国	ZL2015 1002389 3.6	2016.0 8.17	21894 87	临江北峰 硅藻土有 限公司	张雁鸣	有效

	制备方法							
发明专利	一种纳米复合硅藻泥涂料	中国	ZL201110208043.5	2013.06.12	1214923	吉林省兰舍硅藻新材料有限公司	张立功、于春生	有效
发明专利	一种可用于甲醛和甲苯气体降解的水性涂料的制备方法	中国	ZL201310155799.7	2014.06.25	1425164	洛阳理工学院	王利剑、郑水林	有效
发明专利	木制印刷百叶窗除甲醛窗帘的制作方法	中国	ZL200810010419.X	2009.03.25	482294	王秀宝	王秀宝	有效
发明专利	一种纳米复合硅藻泥材料及其施工方法	中国	ZL201010527098.8	2012.08.01	1017016	吉林省兰舍硅藻新材料有限公司	张立功、于春生	有效
主要完成人情况								

姓名	排名	技术职称/ 行政职务	工作单位	完成单位	项目中的贡献
郑水林	1	教授	中国矿业大学（北京）	中国矿业大学（北京）	项目主持人，“主要知识产权证明目录”中前 4 项授权发明专利第一发明人，对该项目硅藻土物理选矿技术和产业化应用以及环保功能硅藻土矿物材料的可控制备基础、制备工艺与产业化及应用关键技术等创新成果做出了突出贡献。
王利剑	2	教授/副院长	洛阳理工学院	洛阳理工学院	项目主要参与人，“主要知识产权证明目录”中第 3 项授权发明专利第二发明人，第 8 项授权发明专利第一发明人，对该项目硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料制备及应用关键技术与产业化等创新成果做出了主要贡献。
孙志明	3	副教授	中国矿业大学（北京）	中国矿业大学（北京）	项目主要参与人，“主要知识产权证明目录”中前 2 项授权发明专利与第 4 项发明专利第 2 发明人，对该项目硅藻土物理选矿技术和产业化以及环保功能硅藻土矿物材料的可控制备技术与产业化应用关键技术等创新成果做出了主要贡献。
王秀宝	4	董事长	临江市宝健木业有限公司	临江市宝健木业有限公司	项目主要参与人，“主要知识产权证明目录”中第 5、9 项授权发明专利第 1 发明人，对该项目硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料生产及应用关键技术和产业化等创新成果做出了主要贡献。
张雁鸣	5	总经理	临江北峰硅藻土有限公司	临江北峰硅藻土有限公司	项目主要参与人，“主要知识产权证明目录”中第 1 项授权发明专利第 4 发明人，第 6 项发明专利第 1 发明人，对该项目硅藻土物理选矿及硅藻土废水处理剂的制备和产业化应用关键技术等创新成果做出了主要贡献。
张立功	6	董事长	兰舍硅藻新材料有限公司	兰舍硅藻新材料有限公司	项目主要参与人，“主要知识产权证明目录”中第 7 项授权发明专利和第 10 项授权发明专利的第 1 发明人。对该项目硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料在硅藻泥和硅藻涂料中的应用关键技术和产业化等创新成果做出了主要贡献。

完成人合作关系说明

“硅藻土选矿及环保功能硅藻土矿物材料制备与应用技术”项目研究成果由中国矿业大学（北京）郑水林、孙志明、洛阳理工学院王利剑、临江市宝健木业有限责任公司王秀宝、临江北峰硅藻土有限公司张雁鸣及吉林省兰舍硅藻新材料有限公司（2018 年 3 月更名为兰舍硅藻新材料有限公司）张立功长期合作，共同完成。

2004 年 1 月中国矿业大学（北京）自选“纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料的制备与光催化性能”研究课题，郑水林是课题负责人，王利剑是主要参加人（当时王利剑在郑水林教授指导下攻读博士学位，论文题目《纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料的制备与光催化性能研究》）；2008 年 1 月郑水林与王秀宝合作在临江市宝健木业有限责任公司开展“纳米 TiO_2 /硅藻土复合光催化材料中试工艺技术研究”，在洛阳理工学院工作的王利剑作为骨干合作完成了中试技术研究。

2011 年中国矿业大学（北京）承担了国家“十二五”科技支撑计划项目（编号 2010BAE00316）之“低品位硅藻土资源高效利用与深加工关键技术研究”课题（编号 2010BAE00316-07）。郑水林教授是该课题总负责人，孙志明作为技术骨干参与完成了硅藻土选矿以及硅藻精土应用技术研究；王利剑作为技术骨干参与完成了该项目纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料示范生产线建设以及复合材料在水性涂料中的应用研究；临江北峰硅藻土有限公司的张雁鸣是该项目硅藻土选矿和硅藻精土废水处理剂示范生产线建设及硅藻精土在水处理剂中应用研究专题的负责人；临江市宝健木业有限责任公司王秀宝是纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料示范生产线建设及复合材料在木制印刷百叶窗帘应用研究专题的负责人；兰舍硅藻新材料有限公司张立功是纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料在硅藻泥和硅藻涂料中应用研究的负责人。

第 1、2、3、4、6 完成人合作完成的《硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料制备与应用技术及产业化》技术成果获得中国建筑材料联合会·中国硅酸盐学会 2017 年度“建筑材料科学技术（进步类）一等奖”。

第 1 完成人郑水林、第 3 完成人孙志明和第 5 完成人张雁鸣共同发明了“一种用于硅藻土矿的层流离心选矿方法”；第 1 完成人郑水林和第 3 完成人孙志明共同发明了“一种硅藻土负载氮掺杂纳米 TiO_2 光催化材料的制备方法”和“一种处理工业废水的改性复合硅藻土吸附剂及制备方法”；第 1 完成人郑水林和第 2 完成人王利剑共同发明了“以硅藻土助滤剂为载体的负载型纳米 TiO_2 光催化材料的制备方法”和“一种可用于甲醛和甲苯气体降解的水性涂料的制备方法”。

第 1 完成人郑水林、第 3 完成人孙志明合作出版专著《纳米 TiO_2 /硅藻土复合环保功能材料》，由科学出版社出版。

第 1、3、5 完成人合作编写了建材行业标准《硅藻土》（JC/T414-2016）。

完成人合作关系情况汇总表					
序号	合作方式	合作者 (本项目排名)	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权	郑水林 (1) 王利剑 (2)	2004~2018	硅藻土负载纳米 TiO_2 复合材料制备与应用技术	附件
2	共同知识产权	郑水林 (1) 孙志明 (3)	2010~2018	硅藻土选矿与硅藻精土深加工应用技术及产业化	附件
3	共同知识产权	郑水林 (1) 孙志明 (3) 张雁鸣 (5)	2010~2018	硅藻土选矿与硅藻精土深加工应用技术及产业化	附件
4	共同承担国家科技支撑项目	郑水林 (1) 王秀宝 (4) 张雁鸣 (5)	2010~2014	低品位硅藻土资源高效利用与深加工关键技术	附件
5	校企合作	郑水林 (1) 张雁鸣 (5)	2010~2018	硅藻土物理选矿中试技术	附件
6	校企合作	郑水林 (1) 王秀宝 (4)	2011~2018	纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料产业化技术	附件
7	校企合作	郑水林 (1) 张立功 (6)	2011~2018	纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料在硅藻泥/涂料中的应用技术与产业化	附件
8	校-校合作	郑水林 (1) 王利剑 (2)	2008~2015	纳米 TiO_2 /硅藻土复合材料在水性涂料中的应用技术	附件
9	合编行业标准	郑水林 (1) 孙志明 (3) 张雁鸣 (5)	2011~2017	《硅藻土》(JC/T414-2016)	附件
10	专著合著	郑水林 (1) 孙志明 (3)	2010~2018	《纳米 TiO_2 /硅藻土复合环保功能材料》	附件