

青岛理工大学

可转化科技成果选编

(2021 版)



科技处（成果转化办公室） 科技发展集团（成果转化中心） 联合印制

2021 年6 月

目 录

一、前 言	1
二、学校简介	2
三、成果选编	4
1. 【土木工程】海洋环境重大基础设施耐久性设计、耐久性监测与评估	4
2. 【土木工程】高陡边坡动力灾变失稳机理与多源信息监测预警方法及防治技术 ..	7
3. 【土木工程】磷酸镁基快速修补材料	13
4. 【土木工程】氧化石墨烯增强超高性能混凝土的开发和应用	14
5. 【土木工程】沉管隧道大型管节脱空缺陷检测关键技术	15
6. 【土木工程】沿海基础设施混凝土耐久性劣化机理及防护关键技术与应用	17
7. 【土木工程】再生混凝土路缘石示范应用	23
8. 【土木工程】再生骨料透水砖示范应用	25
9. 【土木工程】PVC 建筑塑料模板及制备方法	27
10. 【土木工程】新型不锈钢管中管混凝土-钢组合导管架海洋平台结构体系研发与应用	28
11. 【土木工程】新型导管架海洋平台－摇摆新型结构体系研发与应用	30
12. 【土木工程】装配式建筑钢结构技术创新与工程应用	33
13. 【土木工程】绿色装配式再生混凝土与特种涂料	39
14. 【土木工程】边坡位移-应力耦合监测技术及三维可视化滑坡综合预警系统	44
15. 【土木工程】盾构/TBM 施工远程实时监测预警系统及施工风险控制技术	47
16. 【信息技术】矿山开采沉陷环境资源损害可视化评价系统	49
17. 【信息技术】智慧消防安全服务云平台软件	52
18. 【土木工程】功能性喷涂聚脲弹性体材料	55
19. 【土木工程】智能钢木组合体系研发	63
20. 【土木工程】城市建筑云	81
21. 【信息技术】智慧校园、平安校园系统	85
22. 【环境能源】QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术	87
23. 【信息技术】城市建筑云 CIM 平台	93
24. 【机械装备】多能场驱动的荷电雾滴群参数化可控输运关键技术与应用	96

25.	【机械装备】核桃高质高效收获后处理智能农机装备研发及应用示范	100
26.	【机械装备】S 材料隔声特性快速设计项目	103
27.	【机械装备】大面积网点阵列激光加工技术及装备	105
28.	【机械装备】电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印技术与装备	108
29.	【机械装备】基于互联网+的停车场泊位精确引导方法、系统与 APP	113
30.	【机械装备】圆管状物体快速夹紧装置	115
31.	【机械装备】激光强化与修复技术及装备	117
32.	【机械装备】板料渐进成形技术	124
33.	【机械装备】电动汽车动力电池剩余电量 SOC 及健康状态 SOH 精确估计方法	126
34.	【机械装备】海底管道在线三级旋流脱水技术	128
35.	【机械装备】高性能环保型摩擦材料	131
36.	【环境能源】半集中式污水及固体废物综合处理及资源化技术	133
37.	【环境能源】复合铁酶促活性污泥强化污水生物脱氮除磷技术	136
38.	【环境能源】基于数据挖掘的智慧水务平台构建及控制技术	139
39.	【环境能源】一种二参数曲线隧道横断面优化设计方法	141
40.	【环境能源】高毒性有机污染物的便携式荧光监测技术	143
41.	【环境能源】凡纳滨对虾内循环高密度养殖技术	146
42.	【环境能源】黄金冶炼含氰废水处理及金属回收技术	150
43.	【环境能源】常温常压湿法三维电催化 VOCs 氧化降解技术	153
44.	【环境能源】常温常压阴阳极协同电催化氧化-还原脱硝技术	154
45.	【环境能源】大气颗粒物组分在线监测技术	156
46.	【环境能源】地铁废热综合利用技术	159
47.	【环境能源】能源云技术	162
48.	【环境能源】新型海水源热泵区域供热供冷技术	165
49.	【环境能源】新工质高温热泵及应用技术	168
50.	【机械装备】快速蒸气发生器	170
51.	【信息技术】IP 指纹保护技术	175
52.	【信息技术】一种基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法	177
53.	【信息技术】一种颗粒体系动力链的识别方法	179

54.	【信息技术】一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法	181
55.	【信息技术】普通及特殊多环境的人工智能机器视觉识别装置	183
56.	【信息技术】正弦结构光记录全息图装置	185
四、联系方式		187

一、前 言

教育科研是推动教育改革与发展的强大动力，是繁荣教育理论与研究的必要手段，是产生教育知识与观念的重要方式，是学校教育改革与发展的助推器。研究的根本目的在于应用、在于实践，优秀的研究成果必须转化为教育实际才具有真正的意义。

为进一步推动学校科技成果转化工作，在学校领导与专家的大力支持下，青岛理工大学科技处（成果转化办公室）梳理形成了《青岛理工大学科技成果汇编》（2020 版）（以下简称“成果汇编”），现向社会发布。

成果汇编共收录学校工业化生产阶段、小试中试阶段、实验室研发阶段等市场前景广阔的科技成果共计 63 项和高水平产业化专家团队 45 个。我们将根据成果征集情况，不断完善更新。

青岛理工大学诚邀社会各界人士前来洽谈合作，一起为全方位服务于区域经济转型升级，助推新旧动能转换重大工程，助力青岛经济社会发展贡献力量！

二、学校简介

青岛理工大学作为一所以“青岛”命名的多科性理工大学，其前身源自 1931 年青岛礼贤中学土木科，1952 年正式建校后，一直扎根青岛，追随青岛城市发展的脚步成长，并得到了青岛市委、市政府在政策、项目、资金等各方面的大力支持。

青岛理工大学是一所以工为主，理工结合，土木建筑、机械制造、环境能源学科特色鲜明，理、工、经、管、文、法、艺多学科协调发展，科学教育与人文教育相结合的多科性大学。学校是山东省重点建设的应用基础型人才培养特色名校。获批国家地方联合工程中心、省部共建实验室、工程技术研究中心等国家、省部级创新平台 44 个。设有海洋环境混凝土技术创新引智基地（111 计划）、山东省高校蓝色经济区工程建设与安全协同创新中心、山东省高校水污染控制与资源化协同创新中心、山东省高校激光绿色智能制造技术与装备协同创新中心、山东省高校滨海城乡建设工程材料性能提升与绿色建造技术协同创新中心、快速制造国家工程研究中心-青岛示范中心、海尔-理工博士后工作站研发基地、山东省高校大学生创业教育研究基地等。。

学校发挥土木工程、建筑规划、能源环境、机械制造等特色学科的优势，在绿色建筑、新能源、生态文明建设、海洋工程、智能制造和建造等领域打造联合创新共同体。依托我校资源，与青岛市建委联合组建“青岛市城乡建设研究院”。聚焦青岛城市建设，加快创新发展的步伐。与市北区政府共同打造“青岛理工大学建筑科技众创园”，力争打造“可复制、可推广”的建筑科技产业园雏形，主动对接地方经济建设发展。与中国光大国际有限公司共同组

建“光大青岛理工环境技术研究院”，致力建设具有认定资质的检验检测机构，打造环境领域具有国际水平的集技术研发、社会服务为一体的国家级平台。学校构建的“政产学研金服用”的联合创新共同体模式，吸引了高质量的合作资源，推动了协同创新并促进了新技术、新成果的高效转化，作为山东唯一的高校，获 2019 年中国产学研合作创新与促进奖。科技日报、光明网、央广网等知名媒体的广泛关注与报道，被誉为“政产学研用”协同创新技术孵化产业的“青岛理工”模式。

秉承近一个世纪的办学历史和理念，青岛理工大学汇聚英才，逐渐形成土木建筑、环境市政、能源机械、汽车交通、管理经济等优势学科群，涵盖了城乡建设的各个领域。近年来，一批攻关研究成果在 C919 大飞机、太空运载器、三峡工程、青藏铁路、高铁列车、胶州湾跨海大桥、海底隧道、青岛地铁、供排水水质安全和废物资源化等重大工程项目建设中发挥了积极作用，学校在海洋环境混凝土材料、海洋防腐蚀聚脲材料、海水源热泵等方面进行了科技成果产业化，产生较大的经济效益和社会影响力。

三、成果选编

1. 【土木工程】海洋环境重大基础设施耐久性设计、耐久性监测与评估

一、所属领域

土木工程

二、技术或产品名称

海洋环境重大基础设施耐久性设计、耐久性监测与评估

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

2018 年我国混凝土使用方量超过 100 亿方，是海洋工程建设最大宗的建筑材料。但看似无比坚硬的混凝土材料并不像人们想象的那样坚固、耐久。滨海重大基础设施往往过早失效，服役寿命较短，经济损失巨大，严重制约环境保护与经济可持续发展战略的实施。因而，确保并延长海洋环境重大基础设施服役寿命是急需解决的重大战略问题。团队针对现代海洋工程钢筋混凝土结构面临的易开裂、难防护、钢筋锈蚀严重、长期性能难以准确评估等问题，聚焦“海洋环境混凝土结构耐久性基础理论与设计方法”、“绿色长寿命混凝土开发与应用”和“海洋工程耐久性监测与评估”，形成核心技术，研究成果推广应用于青岛胶州湾海底隧道、青岛地铁、青连铁路、青荣城际铁路、台山核电等重大工程。

五、创新点及性能指标

(1) 阐明海洋环境下钢筋混凝土损伤劣化机理，构建了滨海重大工程耐久性设计方法，已成功用于胶州湾海底隧道，青岛地铁，青荣城际铁路，青连铁路的耐久性设计，提高了设计的可靠度和精度。

(2) 提出了绿色高耐久水泥基材料微结构优化与调控方法，实现海洋工程的可持续发展。开发的海工超高性能混凝土抗压强度超过 120MPa，氯离子

扩散系数小于 $2 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ ，断裂能是普通混凝土的 50 倍，钢筋锈蚀率小于 $0.01 \mu\text{m}/\text{年}$ 。开发的绿色衬砌混凝土，水泥用量降低 30%，氯离子扩散系数小于 $4 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ 。开发的超高韧性水泥基材料，极限拉伸应变达到普通混凝土的 400 倍。基于纳米功能材料开发了免蒸养混凝土制品，10 小时即可达到拆模强度，降低装配式预制构件/地铁管片养护能耗 35%。

(3) 创建了海洋工程全寿命周期智慧感知理论与劣化预警方法，为海洋环境下混凝土结构耐久性再设计、性能恢复与提升提供依据。开发了可埋入式高精度固态微环境测试电极。基于电磁学原理，搭建了基于磁通量的钢筋锈蚀场变监测系统，建立了混凝土中电磁场响应时效模型与钢筋锈蚀识别方法。针对目前钢筋混凝土结构被动、离线、静态的监测现状，开发了包括温度传感器、湿度传感器、氯离子-pH 集成探针、钢筋应力、混凝土应变、钢筋锈蚀传感器以及视频报警的混凝土结构全寿命性能智慧感知与劣化预警系统，实现大范围、多目标、多参数、远距离的原位无线监测，智慧感知海洋环境下混凝土材料与结构全寿命性能劣化进程，为实现混凝土结构耐久性再设计、防护与修复提供适时信息支持和科学决策依据。成果用于青岛地铁一号线、十三号线和青连铁路等工程。

六、知识产权情况

- (1) ZL201210534728.3M，一种混凝土碳化测量方法
- (2) ZL201410427538.0,一种混凝土中氢氧化钙含量的测定方法
- (3) ZL201410563772.6，一种盐溶液腐蚀与加载试验装置
- (4) ZL201110300980.3,钢筋保护层厚度定位器及其使用方法、应用
- (6) ZL201410348080X,混凝土结构耐久性多元复合无线监测系统
- (8) ZL201610221941.7,混凝土内部微环境参数原位动态监测系统
- (9) ZL 201410174447.0,一种硅溶胶-有机硅单体渗透结晶型防水材料及其制备方法
- (10) ZL201410174448.5,一种硅溶胶-硅烷乳液渗透结晶型防水材料及其制备方法

七、合作方式

成果转化

八、投资概算及经济效益分析

预计投资 300 万元。

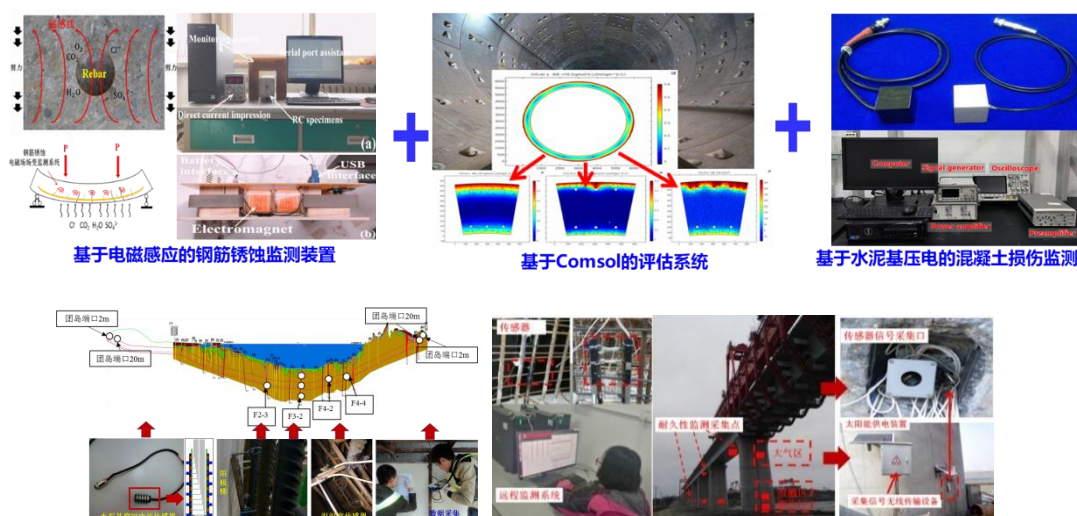
直接经济效益：开发的长寿命地铁管片已产业化，年利润超过 2000 万元。

间接经济效益：滨海环境下传统混凝土工程一般 10-30 年即破坏严重，要维持 100 年使用寿命，修复重建费用惊人，是工程初始造价的 5-25 倍，仅以青岛地铁为例，“十三五”期间，青岛地铁将开通 6 条线，在建轨道交通项目总投资 3495 亿元，如达不到使用寿命，修复重建费用至少 17475 亿元。如果采用团队开发的绿色高耐久混凝土，可确保工程长寿命服役，降低工程全生命周期成本，效果显著。

九、技术或产品的关键词

重大基础设施, 耐久性设计, 耐久性监测, 耐久性评估

十、技术或产品介绍图片



胶州湾海底隧道及青连铁路跨胶州湾大桥耐久性监测系统

2. 【土木工程】高陡边坡动力灾变失稳机理与多源信息监测预警方法及防治技术

一、所属领域

地质灾害监测预报与防治领域

二、技术或产品名称

多源信息综合集成监测预警方法与防治技术

三、技术水平

2017 年 6 月 30 日山东省教育厅主持对该项目成果进行了鉴定。中国科学院院士宋振骐等 7 位知名地质灾害专家对该项成果进行了科学技术鉴定，并给予充分肯定和高度评价，指出“本项目对高陡边坡采动滑坡动态稳定性进行监测预警，提出了反映滑坡灾变机理的失稳判据，为其他类型重大地质灾害的监测预警与防治提供了借鉴。项目成果总体达到国际先进水平，其中采动边坡位移动力耦合及相应判据的监测预警方法达到国际领先水平。”

四、技术简介

本技术项目以高陡边坡位移演化规律与动力灾变失稳机理为依据，运用“系统论”和“控制论”的基本原理，将该类边坡综合动力增载效应与其位移演化灾变机理及预测评价参数作为一个完整的滑坡评价方法体系进行了交叉耦合与集成，依此确定了基于该类滑坡致灾机理的位移动力耦合与多源信息集成的监测预警参数，揭示了边坡岩体渐进破裂过程中的细观损伤与宏观失稳之间的本质联系，确定了其相应稳定性监测预警标准与失稳判据准则，通过大规模科学计算与迭代分析评价边坡的稳定性，建立了多源信息监测和数值模拟相结合的融现代监测技术、信息技术、网络技术和高性能数值计算技术于一体的高陡边坡稳定性分析方法；以此为依据，研究开发了高陡边坡稳定性在线远程监测预警系统，提出了一系列滑坡致滑因子与防治参数的定量测定方法，建立了抗滑桩、挡墙与锚杆综合动力控制方法与成套防治技术，以此为基础提出和创建了“以该类边坡稳定性多源信息集成与评价为基础，以其

主滑动力因素监测与控制为核心的位移动力耦合监测预警方法与关键防治技术”。该成果可极大提高滑坡监测预警的精度与防治效益，而且还可为其他类型重大地质灾害的监测预警与防治提供借鉴。

五、创新点及性能指标

与当今国内外同类监测预警方法与参数比较，本项目所提出的多源信息综合集成监测预警方法与防治技术具有以下特点与创新：

(1) 与传统极限平衡法和稳定性系数的对比

与传统极限平衡法和稳定性系数相比，本项目提出的位移动力耦合预测参数与方法是集物理力学评价模型与时序监测模型特点于一体的位移动力耦合动态评价模型。该模型弥补了传统极限平衡法稳定性系数无法对滑坡稳定性实施动态分析与评价的局限，同时便于运用该参数对滑坡实施动态监测与失稳预警。因此，该位移动力耦合预测参数与方法具有以下基本特点：1) 只需监测滑坡位移和动力两个参数；2) 不需要确定滑移面倾角 θ 等滑移边界参数；3) 不需要测试滑坡体的物理力学参数(c 、 φ 、 γ 、 ω 、 u)；4) 没有建立评价模型的假设条件与限制条件。由于该方法极大减少了建模误差输入参数，将极限平衡法 6 个参数减少至 2 个参数，所以可极大提高滑坡监测预警准确率。如果假设误差输入参数对预测预报结果影响权值相同，与极限平衡法相比，本项目所提出的方法误报错报率可至少降低 66% 以上。

(2) 与位移时序预测法和位移预测参数的对比

与位移时序预测法和位移预测参数相比，本项目提出的滑坡监测预警参数是一种位移与动力耦合预测参数与评价方法，该参数既可反映滑坡的位移变化特点，又能刻画和评价滑坡体的下滑动力变化规律，而且具有稳定统一的位移失稳判据 ($LUSS=1$)，从而弥补了以日本学者 Saito 提出的“斋藤模型”为代表的位移预测参数只能反映和描述滑坡的变形变化规律，而揭示和解释不了引起滑坡变形与失稳的形成机理与力学动因。因此，该类预测参数与方法具有以下基本特点：1) 是一种位移与动力耦合物理机制预测模型；2) 不仅能解释滑坡变形位移过程与规律，而且能解释引起滑坡的形成机理与力学动

因；3）其预测参数有统一失稳判据，即 $LUSS=1$ ，且不因滑坡体的规模、条件等的不同而发生变化；此外，由于位移动力耦合预测模型是一种位移动力物理机制预测模型，所以该方法适用任何动力条件滑坡预测与评价，而“斋腾模型”等位移时序模型是位移数学表观模型，仅适用均质重力蠕滑型滑坡，而据统计其重力蠕滑类滑坡仅占滑坡总数 **10%** 左右，因此，运用本项目方法预测滑坡的数量与范围可提高 **90%** 以上。

（3）与单一评价参数和预测方法对比

对比位移单一参数预测模型，本项目建立的位移多源动力监测预警参数为位移量和位移方向率（或矢量角）以及声发射信号强度、微震动弹模等多源信息和多维度预测参数，其稳定性多源信息参数预测模型对外部环境因素具有较强的抗干扰性和稳定性，其模型的抗干扰性和稳定性可增强至少 **1** 倍以上，其中位移方向性参数值很少受外部动力因素和环境条件变化的影响，因此特别适用于其变形振荡变化的复杂动力条件滑坡的预测预报与监测预警，可减少该类型滑坡 **50%** 的错报与误报率。

（4）与传统滑坡防治方法和技术对比

与传统滑坡防治方法和技术相比，本项目所提出和建立的滑坡综合控制成套技术可运用多源信息综合集成监测结果对滑坡防治方案进行逐渐综合逼近优化，并以此确定针对不同地质条件与稳定性滑坡体的综合优化防治技术与方案。该综合优化防治技术与方案对传统防治方法与技术进行了优化与整合。以复合挡土墙防治技术为例，如复合锚杆附加应力增加至挡土墙自重应力，在不降低复合挡土墙抗滑力条件下，可大大减少挡土墙墙体的重力和占地面积 **50%** 以上；在挡土墙墙体基底面积相同条件下，可极大提高挡土墙抗滑力 **1** 倍，从而提高了复合挡土墙防治技术的效益与安全性。

（5）与国内同类地质灾害预报信息系统对比

与国内同类地质灾害预报信息系统与数据库相比，研发的滑坡预报预警模型及创建的区域滑坡地质灾害风险等级预报方法，依托于地质环境和地质灾害调查数据，本成果地质灾害空间预报比例尺精度大，其精度大于 **1:5** 万；

且获取预报预警数据更及时，达到每预报次/ 2 小时；可实现雨中实时预报，且预测预报精确度和准确率提高到 **93%**以上。

六、知识产权情况

1. ZL201210559634.1+一种利用降雨量测定地质滑坡位移的方法
2. ZL201310041985.8+利用位移监测同时确定抗滑桩桩位和临界深度的方法
3. ZL201310040764.9+利用监测位移方向性参数检测边坡稳定性的方法
4. ZL201310044404.6+一种利用位移监测鉴别边坡失稳致滑因子的方法
5. ZL201310041445.X+一种利用降雨量测定滑坡稳定性的动力监测方法
6. ZL201310398333.X+利用边坡位移监测数据检测和确定滑坡剪出口的方法
7. ZL201310037198.6+利用地下水位与位移实时监测的滑坡预测方法
8. ZL201310073727.8+岩体滑坡的动力监测预警方法
9. ZL201310116609.0+双层滑移边坡抗滑挡墙土压力的确定方法
10. ZL201310153359.8+利用位移监测测定边坡非圆弧滑移面的方法
11. ZL201320415983.6+竖向预应力锚杆重力式复合挡墙
12. ZL201310441588.X+基于监测确定边坡临界排水水位线的方法
13. ZL201320653796.1+悬臂式垂向锚杆复合挡土墙
14. ZL201310500633.4+悬臂式垂向锚杆复合挡土墙及其设计与施工方法
15. ZL201310710812.0+蠕滑型人工边坡稳定性系数与预警判据的确定方法
16. ZL201410014837.1+一种基于库水位和位移监测的库岸边坡稳定性测定方法
17. ZL201410024725.4+确定蠕滑型边坡动态稳定性系数的方法
18. ZL201410101071.0+一种渗流规律研究的方法及实验装置
19. ZL201410351222.8+基于地下水位与位移监测边坡动态稳定性系数测定方法
20. ZL201410351467.0+深基坑土钉加固的监测方法
21. ZL201410821469.1+边坡锚杆加固最优入射倾角的测定方法
22. ZL201410822114.4+深基坑开挖边坡垂直位移矢量角监测参数与预警方法
23. ZL201410787650.5+锚杆束复合抗拔加固设计强度的测定方法
24. ZL201510124292.4+一种矿山突水综合治理方法

25. ZL201510444465.0+一种深基坑预应力锚杆最优锚固长度的测定方法
26. ZL201610055587.5+一种基于正交应变比的土层边坡稳定性测定方法
27. ZL201510790806.X+局部滑移边坡的抗滑桩桩位优化设计方法
28. ZL201610060559.2+一种边坡变宽度条分的下滑推力评价方法
29. ZL201510927149.9+高切坡边坡抗滑治理参数的测定方法
30. ZL201610136980.7+预制桩单桩极限承载力的测定方法
31. ZL201610452581.1+一种建筑垃圾堆载边坡极限堆载量的测定方法
32. ZL201610459227.1+降雨型滑坡临界启动降雨量及失稳预警时间的确定方法
33. ZL201611049588.5+一种边坡挡土墙排水孔的优化设计方法
34. ZL201610964564.6+一种风化岩体边坡预应力锚杆加固长度的优化设计方法
35. ZL201610970611.8+一种预应力锚杆锚固力松弛损失率的测定方法
36. ZL201611145411.5+一种滑坡变形滑移周期显著性参数的测定方法
37. ZL201710707011.7+一种边坡抗滑桩抗滑耐久性的动力测定方法
38. ZL201610709929.0+一种地基极限承载力及容许承载力的载荷试验测定方法

七、合作方式

本技术项目由青岛理工大学贺可强教授团队总负责，联合临沂大学、大连理工大学、重庆大学与青岛地质工程勘察院等单位知名学者、专家共同合作完成。

八、投资概算及经济效益分析

本项目共投资 450 万元。运用该项目所取得的技术成果对金川集团石英石矿、临沂会宝岭铁矿等高陡不稳定矿山边坡矿体进行了有效监测预警与加固，使其矿山边坡达到了安全开采要求，极大地保障了矿区矿体安全开采，由此近三年共新增石英石矿 140.1 万吨、铁矿 81.6 万吨，共取得了 31282.8 万元的经济效益。此外，该项目成果还在山东省减灾防灾与防治中得到了推广运用，优化了山东省滑坡地质灾害监测点，鉴别和发现了青岛崂山区依山建筑滑坡隐患点 307 处，监测预警滑坡 112 处，成功治理滑坡 38 处，由此解除了该滑坡区内 344 户共 1500 人的滑坡灾害风险。该技术成果有效提高

了滑坡监测预警与防治水平，取得了显著的社会、环境及经济效益。

九、技术或产品的关键词

关键词：多源信息、位移动力耦合、监测预警方法、防治技术

十、技术或产品介绍图片

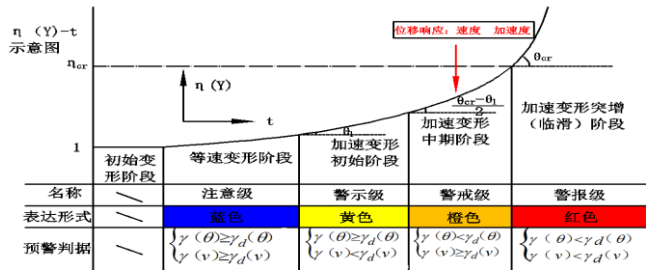


图 1 高陡边坡位移动力耦合预警阶段划分

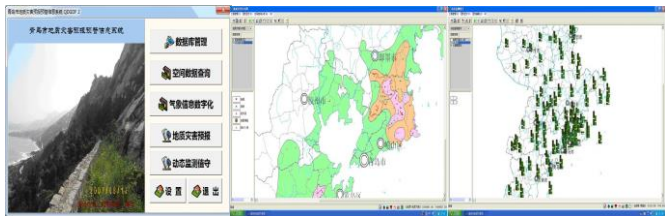


图 2 高陡边坡多源信息综合集成在线远程监测预警系统

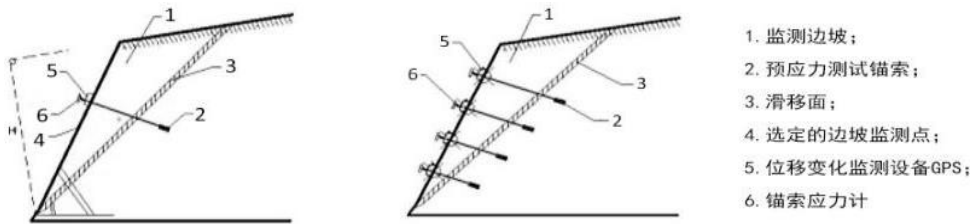


图 3 滑坡几何要素及监测布置模型示意图图 4 滑坡预应力锚索监测剖面示意图

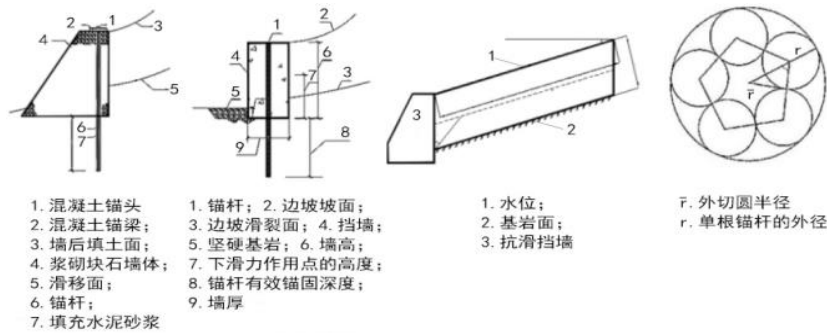


图 5 滑坡重力式锚杆图 6 滑坡悬臂式锚杆图 7 滑坡抗滑挡墙示意图图 8 滑坡锚杆束加固复合挡墙设计图复合挡墙设计图锚固端简图

3. 【土木工程】磷酸镁基快速修补材料

一、所属领域

先进建筑材料

二、技术或产品名称

磷酸镁基快速修补材料

三、技术水平

并跑

四、技术简介

本技术开发了先进的磷酸镁基快速修补材料。通过使用分子模拟技术，联合数学模型的建立，能够指导高耐水性快速修补材料的合成。

五、创新点及性能指标

分子模拟技术与数学模型相结合；3h 强度 $>30\text{MPa}$

六、知识产权情况

无

七、合作方式

与青岛市政合作，应用在桥面或路面的修补工作中。

八、投资概算及经济效益分析

预投资 100 万元。

在青岛市周边完成 1-2 个示范项目，效益 200 万元

九、技术或产品的关键词

磷酸镁，快速修补

十、技术或产品介绍图片



图 1.管片边角部位快速修补



图 2.磷酸镁试块

4. 【土木工程】氧化石墨烯增强超高性能混凝土的开发和应用

一、所属领域

先进建筑材料

二、技术或产品名称

氧化石墨烯增强超高性能混凝土的开发和应用

三、技术水平

并跑

四、技术简介

本技术采用先进的氧化石墨烯分散技术，实现了氧化石墨烯在超高性能混凝土的可控分散，进而制备出超高韧性、超高耐久的水泥基材料。本技术通过从纳微观尺度上对水泥基材料水化产物的改性，克服了传统水泥基材料本质上脆性行为的弊端，产品能够在严苛的服役环境中长期（大于 100 年）保持优异的服役状态。同时，相比于现有的纳米混凝土改性技术，本技术使用的纳米外加剂-氧化石墨烯制备工艺简单，价格优势明显，改善效果更为显著，使该产品具有较大的经济优势。

五、创新点及性能指标

实现了氧化石墨烯在超高性能混凝土的可控分散，从纳微观尺度上对水泥基材料水化产物进行改性。在严苛环境中服役大于 100 年。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

与企业合作并建立稳定的生产线

八、投资概算及经济效益分析

预投资 100 万元。形成完善的产业链，推广产品在工程上使用，经济效益预计达 300 万元。

九、技术或产品的关键词

氧化石墨烯，超高性能混凝土

5. 【土木工程】沉管隧道大型管节脱空缺陷检测关键技术

一、所属领域

土木工程

二、技术或产品名称

沉管隧道大型管节脱空缺陷检测关键技术

三、技术水平

国内领先

四、技术简介

近年来，单层、双层钢壳混凝土沉管隧道技术在“珠港澳跨海通道”、“深中通道”等重大工程中的成功应用进一步提升了我国沉管隧道建设水平。由于钢壳混凝土沉管隧道能够克服钢筋混凝土结构的开裂问题，在满足高水压、大断面、极限净跨大、耐久性强要求下，较好地解决了不均匀沉降问题。但钢壳混凝土沉管隧道有其自身的局限性，其中最为突出的是混凝土难以充填密实钢壳，出现脱空或空洞缺陷问题，为水压下钢板里衬变形失稳破坏的埋下重大安全隐患。因此，亟需一种无损、快速、定量化的脱空缺陷检测技术。

中子源发射出的快中子射线与被测介质的原子核发生碰撞后，会被慢化减速形成热中子在中子源附近形成散射。快中子与物质作用时，其对原子序数大的物质有十分强的穿透能力，但却容易被原子序数小的元素减速和慢化而形成热中子，而由于氢元素原子序数最小，因此快中子在与氢原子多次碰撞后极易变成热中子。热中子同样对除水以外的其他物质的反应截面较小，散射的热中子极易穿过被检测钢管混凝土结构而被探测到。因此，中子检测技术在沉管隧道中钢壳底部的混凝土脱空探查和表征方面有重要的应用价值。

五、创新点及性能指标

(1) 根据中子能够轻易穿透金属并极易被材料内部水分慢化的特点，利用同位素中子源，结合最新发展的中子管技术，发射高通量快中子穿透钢板并与混凝土结构中的水分作用而发生减速、慢化形成热中子，准确探测中子

源附近热中子计数空间分布规律，突破以往原有技术探测距离及空间分辨率的局限，实现对钢管内部更深处混凝土结构中的缺陷现象的准确探查；

(2) 基于大量实验室试验以及蒙特卡洛数值模拟等技术，量化分析钢板厚度、层数及位置，混凝土龄期、组分、含水率及其空间分布对快中子减速、慢化及热中子散射特征的影响规律，建立不同条件下混凝土内部缺陷几何特征与热中子空间计数规律的数学关系；

(3) 应用先进探测器实现对散射热中子空间计数的准确探测，构建不同条件下混凝土内部缺陷几何特征与热中子空间计数规律的数学关系，开发图像算法实现混凝土脱空及缺陷的实时数字化显示技术。

六、知识产权情况

ZL201820423926.5 现场脱空检测系统

ZL201820423395.X 遥控脱空检测器及遥控脱空检测系统

ZL201820423265.6 一种脱空检测仪

ZL201820426882.1 一种脱空检测系统

七、合作方式

校企合作。

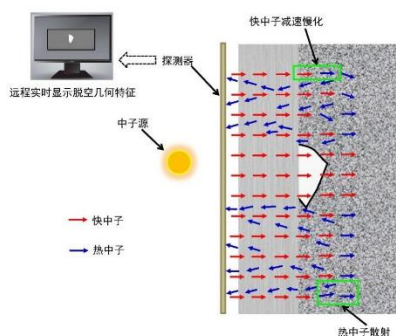
八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

无损检测，混凝土，脱空，中子慢化，中子散射

十、技术或产品介绍图片



混凝土脱空中子检测技术原理示意图

6. 【土木工程】沿海基础设施混凝土耐久性劣化机理及防护关键技术与应用

一、所属领域

土木工程

二、技术或产品名称

沿海基础设施混凝土耐久性劣化机理及防护关键技术与应用

三、技术水平

为满足山东半岛沿海地区混凝土基础设施快速、安全施工，高耐久、长寿命运营，青岛理工大学、中国科学院海洋所、青岛益群地下城开发有限公司、青岛市政集团砼业工程有限公司、中交一航局第二工程有限公司共同承担了“沿海基础设施混凝土耐久性劣化机理及防护关键技术与应用”项目。该项目针对沿海地区基础设施特殊的服役环境条件，提炼海工混凝土面临的主要破坏因素。考虑多因素劣化模型计算与分析，建立了沿海地区基础设施混凝土结构耐久性设计方法。开发了海工高性能混凝土，建立了混凝土耐久性监测与评估体系，实现了在青岛地铁中的应用，保障了地铁工程的经济性、安全性和耐久性。系统研究了凝土表面浸渍/内掺改性的憎水机理，以及开裂状态下混凝土防水机理，提出了混凝土结构防护用渗透型涂料应用技术标准与评价体系，为混凝土表面浸渍和内掺改性防水处理的实际工程应用提供了理论基础和操作规程。研发了用于混凝土冷却塔的长效性涂层体系提出了系统的重防腐涂料评价方法，为混凝土冷却塔的长寿命安全运营提供有力保障。

研究成果总体达到**国内领先水平**，混凝土中水分可视化成像追踪、水分空间分布定量表征、C45 高性能地铁衬砌混凝土开发、应用及其耐久性长期监测等成果达到**国际先进水平**。

四、技术简介

随着我国“一带一路”和“海洋强国”发展战略的推进以及大湾区城市群发展的趋势，海洋平台、海港码头、海底隧道、跨海大桥、沿海城市地铁、人

工岛礁等重大基础设施建设日益增多。沿海地区的特殊环境条件，既有与新建的沿海混凝土基础设施面临巨大的腐蚀破坏风险，深入理解沿海基础设施混凝土的耐久性劣化机理，并保障和提高其长期服役性能是学术和工程界关注的热点问题。

本项目针对沿海混凝土基础设施特殊的服役环境，从混凝土耐久性劣化机理、高性能混凝土制备与工程应用、耐久性监测与评估、混凝土憎水防护与成膜型涂层防护技术等多方面开展了系统研究，主要包括：

(1) 引入先进的中子成像技术，突破混凝土材料的非透明局限，实现了混凝土水分传输的可视化及其动态追踪，揭示了水分与氯离子非同步传输规律；捕捉并揭示了水分侵入裂缝最初始阶段的运动特征，解决了早期侵入难以追踪和量化的难题；研制了荷载-冻融/介质传输耦合测试装置，揭示了荷载-海水-冻融耦合下混凝土损伤机理；提出了沿海地铁衬砌混凝土耐久性设计关键参数。

(2) 采用多元复合技术开发了施工性能良好、耐久性与体积稳定性优异的海工高性能混凝土，解决了衬砌混凝土难施工、易开裂和拱顶空洞问题；实现了海底隧道和地铁施工弃渣的有效利用，节约资源，绿色施工；研制了混凝土耐久性传感器、嵌入式钢筋腐蚀监测系统，实现了对沿海地铁混凝土长期性能的监测与实时评价，成果应用于青岛地铁3号线等工程。

(3) 成功实现了混凝土内部憎水层的可视化定量测定，揭示了混凝土增水作用机理；针对沿海地区海水长期作用，揭示了荷载裂缝对憎水防护性能的影响规律；提出了渗透型憎水材料技术性能指标及其检验和试验方法，成果纳入我国第一部相关行业标准《混凝土结构用渗透型涂料》；成果应用于青岛地铁、青岛董家口港码头、东营广利港区通用码头等工程。

(4) 研发了用于混凝土冷却塔的长效性涂层体系，其中表干区涂层体系具有优异的裂缝追随性能、耐盐雾性能和耐老化性能，主要用于冷却塔底部人字柱及塔筒外壁防护；表湿区涂层体系具有湿固化性能以及优异的耐冲刷和耐介质侵蚀性能，主要用于冷却塔底部淋水梁、柱及塔筒内表面的防护；

提出了系统的重防腐涂料评价方法，成果应用于混凝土冷却塔等工程。

本项目发表学术论文 105 篇，其中 SCI/EI 检索论文 82 篇；取得知识产权 31 项，其中授权发明专利 8 项、实用新型专利 20 项、软件著作权 3 项；参编国家行业标准 1 部，省级标准 2 部；获批省级工法 5 项。成果获青岛市科技进步二等奖 2 项、三等奖 1 项。

研究成果完善了沿海基础设施混凝土耐久性基础理论与腐蚀防护关键技术，已成功应用于青岛地铁、董家口港码头、广利港区码头、电厂冷却塔等沿海重大基础设施工程，有效保障了工程结构的耐久性，为“一带一路”和“海洋强国”、“海洋强省”战略的顺利实施提供重要支撑。

五、创新点及性能指标

5.1 基于中子成像技术的沿海基础设施混凝土复合劣化机理研究

引入先进的中子成像技术，突破混凝土材料的非透明局限，实现了混凝土水分传输的可视化及其动态追踪，揭示了水分与氯离子非同步传输规律；捕捉并揭示了水分侵入裂缝最初始阶段的运动特征，解决了早期侵入难以追踪和量化的难题；研制了荷载-冻融/介质传输耦合测试装置，揭示了荷载-海水-冻融耦合下混凝土损伤机理；提出了沿海地铁衬砌混凝土耐久性设计关键参数。

5.2 海工高性能混凝土开发、应用与性能监测

采用多元复合技术开发了施工性能良好、耐久性与体积稳定性优异的海工高性能混凝土，解决了衬砌混凝土难施工、易开裂和拱顶空洞问题；实现了海底隧道和地铁施工弃渣的有效利用，节约资源，绿色施工；研制了混凝土耐久性传感器、嵌入式钢筋腐蚀监测系统，实现了对沿海地铁混凝土长期性能的监测与实时评价，成果应用于青岛地铁 3 号线等工程。

5.3 渗透型憎水材料表面浸渍与内掺改性混凝土防护技术研究

成功实现了混凝土内部憎水层的可视化定量测定，揭示了混凝土增水作用机理；针对沿海地区海水长期作用，揭示了荷载裂缝对憎水防护性能的影响规律；提出了渗透型憎水材料技术性能指标及其检验和试验方法，成果纳

入我国第一部相关行业标准《混凝土结构用渗透型涂料》；成果应用于青岛地铁、青岛董家口港码头、东营广利港区通用码头等工程。

5.4 成膜型混凝土涂层体系研发与应用关键技术

研发了用于混凝土冷却塔的长效性涂层体系，其中表干区涂层体系具有优异的裂缝追随性能、耐盐雾性能和耐老化性能，主要用于冷却塔底部人字柱及塔筒外壁防护；表湿区涂层体系具有湿固化性能以及优异的耐冲刷和耐介质侵蚀性能，主要用于冷却塔底部淋水梁、柱及塔筒内表面的防护；提出了系统的重防腐涂料评价方法，成果应用于混凝土冷却塔等工程。

六、知识产权情况

表 6.1 知识产权情况

序号	知识产权名称	知识产权类别	发明人	知识产权人	知识产权号
1	一种混凝土表层水分分布的测量方法	发明专利权	范宏；翟乃鑫；张鹏； 阚积鹏	青岛理工大学	ZL201410428165.9
2	一种精密混凝土碳化测量装置	发明专利权	范宏；赵铁军；王鹏 刚；杨亚楠；张鑫	青岛理工大学	ZL201210534723.0
3	原电池腐蚀检测装置	发明专利权	林旭梅；赵铁军；张 鹏；薛亮亮；罗萍萍	青岛理工大学	ZL201610307556.4
4	一种高度和跨度双 可调式平面桁架	发明专利权	范宏；秦雪；金凯； 王昭	青岛理工大学	ZL201410704604.4
5	一种可调节式 V 型 结构的夹持固定装 置	发明专利权	范宏；刘树明；秦雪； 江照	青岛理工大学	ZL201610184292.8
6	一种混凝土冻融循 环模拟加载装置	实用新型专利权	张鹏；王燕茹；耿文 超；赵铁军	青岛理工大学	ZL201520977719.0
7	钢筋混凝土结构 耐久性劣化演变 的监测系统	实用新型专利权	张鹏；耿文超；赵铁 军；李丹	青岛理工大学	ZL201620762971.4
8	一种地铁管片模 具整体盖板	实用新型专利权	陈际洲；徐林康；常 怀洲；郑涛；都志亮	青岛市政空间 开发集团有限 责任公司	ZL201820853724.4
9	带裂缝砂浆水分 传输计算软件	软件著作权	张鹏；刘兆麟；赵铁 军；鲍玖文；王兰芹	青岛理工大学	2018SR657190
10	混凝土水分传输 计算系统	软件著作权	张鹏；刘兆麟；赵铁 军；乔允；戴雨晴	青岛理工大学	2018SR523482

七、合作方式

“沿海基础设施混凝土耐久性劣化机理及防护关键技术与应用”为青岛理工大学、中国科学院海洋研究所、青岛益群地下城开发有限公司、青岛市政集团砼业工程有限公司及中交一航局第二工程有限公司共同研究的项目。团队成员立足沿海混凝土耐久性耐久性难题，响应山东省政府产学研一体化重大举措，协同合作、互补创新，力求在沿海基础设施混凝土耐久性劣化机理及防护关键技术与应用取得重大突破，为保障并提高“沿海基础设施混凝土耐久性”做出有力贡献。

项目组成员依托于“海洋环境混凝土技术”国家创新引智基地（“111”计划）、山东省一流学科以及教育部工程研究中心等平台，基于国家自然科学基金、省自然科学基金、部委计划等项目支持，自 2007 年开展项目合作。项目组成员由 3 名教授、1 名教授级高工、2 名副教授、1 名高级工程师、2 名工程师组成，均为来自于土木工程和材料科学领域不同方向的优秀人才。成员专业技术突出，适应性强，能很好地进行优势互补与资源共享，共同建立了集理论突破、材料研发、防护修复与工程监检测为一体的沿海基础设施混凝土耐久性研究体系。自项目组成立以来，团队成员已合作发表论文 100 余篇、知识产权 30 余项，共同承担多项国家自然科学基金、山东省自然科学基金等科研课题，形成了工作合力，建立了长效合作机制。

八、投资概算及经济效益分析

青岛地铁高性能衬砌混凝土的单方水泥用量仅有 260kg，相比于普通混凝土大幅度减少水泥用量，减少生产水泥向大气排放粉尘、用于地铁的高性能混凝土可减少水泥生产 CO₂ 排放 18 万吨；减少环境污染，社会和环境效益显著。地铁如因耐久性问题而发生严重破坏，拆除重建。除了新建再次投资 32.98 和 125 亿元，还应考虑 3-4 年建设期交通停止所导致的经济损失。因此，项目产生的间接经济效益远超过 158 亿元。

提高青岛地铁混凝土管片、青岛董家口港码头、广利港码头防水性能，显著提高了其耐久性，大幅延长了结构的使用寿命。在工程项目中，如因耐

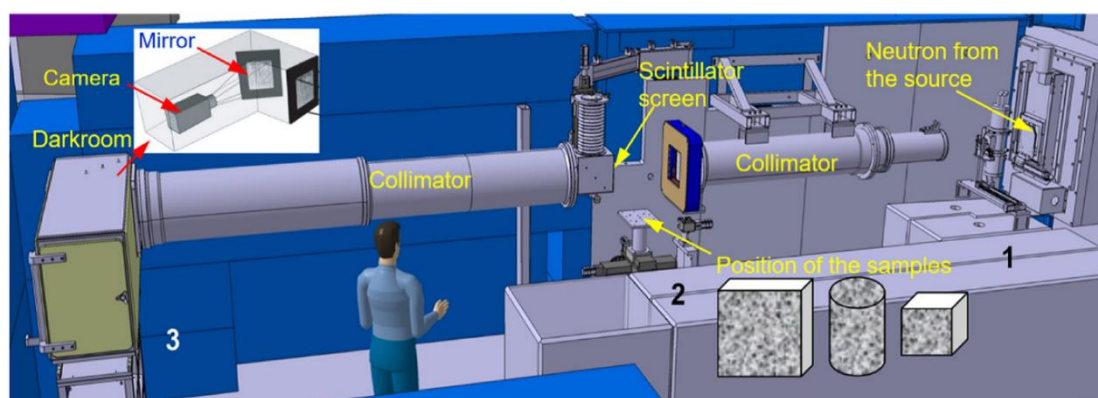
久性问题而发生破坏，修补及重建项目将产生的大量粉尘、二氧化碳排放，经统计，通过防水处理将有效减少混凝土结构破坏。若发生严重破坏，除新建项目而再次投资巨大外，还应考虑 3-4 年建设期交通、海运停止所导致的经济损失，因此，项目产生的间接经济效益显著。

电力工业是国民经济和社会发展的基础产业，它既是促进国民经济发展的生产资料，又是人们生活中不可缺少的生活资料。项目的研究成果主要用于解决火电厂混凝土冷却塔的腐蚀问题，降低冷却塔的停机检修频次，提高冷却塔的运营效率，延长冷却塔的安全运营寿命，为电力行业混凝土冷却塔的长寿命安全运营提供有力保障。

九、技术或产品的关键词

混凝土耐久性、高性能混凝土、混凝土憎水防护、中子成像

十、技术或产品介绍图片



中子成像技术介绍

7. 【土木工程】再生混凝土路缘石示范应用

一、所属领域

土木工程材料

二、技术或产品名称

再生混凝土路缘石

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

再生混凝土路缘石是将废弃混凝土经过破碎、筛分、整形强化处理后，得到粒径范围为 5-31.5mm 的再生粗骨料，用其作为原材料制备的再生混凝土，经浇筑、成型、养护后得到的市政工程部件。

五、创新点及性能指标

通过对再生混凝土路缘石的开发及应用，有效的提高了建筑垃圾资源化利用率，减少建筑垃圾对环境的污染，缓解了天然资源严重短缺，实现了建筑垃圾的资源化高校循环再利用。再生混凝土路缘石外观质量较好，其工作性能、力学性能、吸水率及抗冻性能均满足《混凝土路缘石》(JC/T 899-2016)的相关要求。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

校企合作

八、投资概算及经济效益分析

青岛市政集团砼业工程有限公司拥有先进的再生混凝土生产线，利用本团队开发的再生混凝土路缘石生产技术，生产的再生混凝土路缘石已成功应用于青岛市政工程项目中，并取得了良好的经济效益及施工效果。

九、技术或产品的关键词

再生混凝土、路缘石

十、技术或产品介绍图片



8. 【土木工程】再生骨料透水砖示范应用

一、所属领域

土木工程材料

二、技术或产品名称

再生骨料透水砖

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

透水砖是一种主要应用于城市道路改造、人行步道、广场及小区道路等工程路面材料。再生骨料透水砖作为一种新型路面材料，是使用再生骨料按特殊的颗粒级配及成型工艺制备的透水砖。

五、创新点及性能指标

本团队以再生骨料制备透水砖，可以使建筑垃圾再生骨料用量占产品总质量的 85%以上，实现了建筑垃圾高效利用，取得了良好的经济效益。产品强度等级可满足 MU20、MU25 和 MU30 的要求，透水系数均大于 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，经 35 次冻融循环破坏后强度损失率小于 20%，其抗冻性、耐磨性及防滑性均满足标准要求。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

校企合作

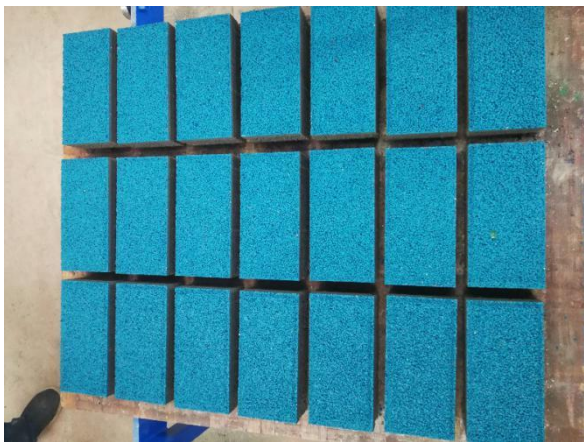
八、投资概算及经济效益分析

青岛城矿建筑废弃物资源化利用有限公司已建立了透水砖生产线，生产了再生骨料透水砖 5 万平方米，产品已应用于中德生态园、黄岛区南岛小镇、前湾港道路绿化环境提升工程、山水新城及红石崖背街小巷等工程，使用效果良好，得到施工单位及甲方的高度认可，具有较强的市场竞争力。

九、技术或产品的关键词

再生骨料、透水砖

十、技术或产品介绍图片



9. 【土木工程】PVC 建筑塑料模板及制备方法

一、所属领域

结构施工

二、技术或产品名称

PVC 建筑塑料模板及制备方法

三、技术水平

国际先进

四、技术简介

本发明提供了一种 PVC 建筑塑料模板及制备方法。建筑塑料模板包括下述原料:聚氯乙烯, 氯化聚乙烯, 钙粉, 滑石粉, 木粉, 三盐基性硫酸铅, 硬脂酸钙, 氧化聚乙烯蜡, PE 蜡, 树脂性氯丁胶, 聚丙烯接枝丙烯酸 J 酯共聚物, 硬脂酸钙, 抗氧化剂, 玻璃纤维, 紫外线吸收剂, 偶氮二甲酰胺, 碳酸氢钠。建筑塑料模板的制备方法:将混料机升温至 90℃,加入钙粉, 木粉, 然后加入氯化聚乙烯, 最后加入各种助剂和填料; 逐渐升温至 140℃,进行混合 10-20min,冷却至 30℃-45℃; 双螺杆挤出机挤出塑化成胶状料; 模压成型机模具中制成即可。

五、创新点及性能指标

本发明提供了一种 PVC 建筑塑料模板及制备方法。

六、知识产权情况

CN 103881258 A+PVC 建筑塑料模板及制备方法

七、合作方式

八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

PVC 模板

10. 【土木工程】新型不锈钢管中管混凝土-钢组合导管架海洋平台结构体系研发与应用

一、所属领域

港口、海岸及近海工程

二、技术或产品名称

新型不锈钢管中管混凝土-钢组合导管架海洋平台结构体系研发与应用

三、技术水平

国际先进水平。

四、技术简介

本项目考虑我国渤海等海域油气资源开发特殊的冰区环境，以及近海大陆架可能遭受海啸、地震等极端荷载，结合我国海洋油气资源开发的实际需求，提出了不锈钢管中管钢管混凝土海洋平台，研究导管架式海洋平台结构安全保障技术，为我国海洋油气资源开发的持续稳步发展提供技术支撑。

研究内容主要包括：不锈钢管中管混凝土轴压力学性能和抗剪强度；为解决不锈钢管中管钢管混凝土组合海洋平台竖直方向上非等径钢管混凝土组合结构桩腿与上部组块下部钢导管之间的连接问题，提出了过渡件节点、隔板加劲肋节点和法兰节点 3 种新型连接节点；最后，针对严寒地区海洋平台受冰激情况，提出一种新型不锈钢管中管钢管混凝土组合海洋平台。

五、创新点及性能指标

(1) 不锈钢管中管混凝土轴压性能呈延性破坏，且比普通钢管中管混凝土试件的延性好，不锈钢管中管钢管混凝土的抗剪强度在进入强化阶段后，其强度要比碳素钢管中管钢管混凝土强度高。

(2) 针对严寒地区海洋平台受冰激情况，提出的新型不锈钢管中管钢管混凝土组合海洋平台，具有抗冰激效果好、耐腐蚀、施工难度低和平台安全性高等突出优势，未来有广阔的发展空间。

与国内外同类技术比较

(1) 目前国内外固定式导管架平台在导管桩上设置抗冰锥形来抵抗冰荷

载的作用，尽管提高了抗倾覆能力，但是冰载荷作用面积大，冰激振动影响仍不容忽视。本项目提出的新型不锈钢管中管钢管混凝土组合海洋平台，可有效缩小海洋平台导管腿直径，从而减小冰力对海洋平台的直接作用，具有较好抗冰激的效果

(2) 与现有的导管架平台相比，本项目所提出的导管架海洋平台还具有耐腐蚀、施工难度低和平台安全性高等优势。

六、知识产权情况

1.ZL 2015108351272.0 自复位导管架海洋平台及其制作方法

2.ZL 201520434117.0 自复位导管架海洋平台

3.ZL 2016207630548 建筑物减震装置

4.ZL 201210256212.7 海洋平台减震系统

七、合作方式

洽谈合作。

八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

不锈钢管中管混凝土-钢组合导管架海洋平台

十、技术或产品介绍图片



11. 【土木工程】新型导管架海洋平台—摇摆新型结构体系 研发与应用

一、所属领域

港口、海岸及近海工程

二、技术或产品名称

新型导管架海洋平台—摇摆新型结构体系研发与应用

三、技术水平

国际领先水平

四、技术简介

海洋资源的开发和利用是 21 世纪各国竞争的焦点。现阶段，我国高度重视海洋资源的开发，将建设海洋强国列入国家整体发展战略。海洋平台是海上石油开发的基础性设施，所处环境十分恶劣，平台在受到外界激励荷载作用下，轻则产生振动及噪声，使设备仪器不能正常使用，影响正常生活；重则会使海洋平台结构失效甚至倒塌。渤海湾和辽东湾位于中纬度季风区，属于典型的大陆性季风气候，冬季冰害严重，导管架式海洋平台在海冰作用下极易发生冰激振动问题。

项目围绕着上述迫切需求与技术瓶颈，在国家自然科学基金项目“极端海冰作用下海洋平台—自复位摇摆新型结构振动破坏机理及设计方法研究”和“基于 PFD-BRB 新型智能减振体系的海洋平台振动控制研究”的支持下，经过 10 年攻关，在国内外率先将摇摆柱运用于海洋平台，提出了导管架海洋平台—摇摆新型结构体系，并通过产业化验证，效果显著。

项目研究内容包括：导管架海洋平台-自复位摇摆结构体系理论研究、海洋平台—摇摆新型结构的弹塑性稳定性分析、自复位摇摆结构构造研究、导管架海洋平台结构-自复位摇摆结构体系在冰荷载下的耗能机理及破坏机理研究、导管架式海洋平台结构-自复位摇摆结构体系冰激试验研究。

五、创新点及性能指标

(1) 借鉴土木结构中的框架-摇摆墙结构和水利工程中的铰接塔概念,创新性地提出了导管架海洋平台-摇摆结构体系。

(2) 揭示了摇摆柱与海洋平台之间的连接杆数量对减振效果的影响规律,并通过新型平台结构六种不同截面形式钢管混凝土摇摆柱抗剪承载力分析和试验,提出了最佳摇摆柱构造形式,

(3) 首次将扇形铅阻尼器应用到导管架海洋平台,通过在新型平台结构中的连接杆和摇摆柱之间安装扇形铅阻尼器,有效地提升了平台结构减振效果。

(4) 提出了导管架海洋平台-摇摆结构体系设计方法,使导管架平台层间位移角趋于一致,避免了平台结构中存在的应力集中问题,实现了充分利用上部结构的弹性应变能和屈服能的目标,因此该新型结构体系具有优良的抗冰、抗震性能。

与国内外同类技术比较

(1) 目前国内外固定式导管架平台在导管桩上设置抗冰锥形来抵抗冰荷载的作用,尽管提高了抗倾覆能力,但是冰激振动影响仍不容忽视。本项目提出的摇摆结构体系可提高系统的耗能能力,有效抑制冰荷载等海洋环境作用引起的振动响应。

(2) 现有的导管架平台存在结构应力集中的问题,本项目所提出的导管架海洋平台-摇摆结构体系,使导管架平台层间位移角趋于一致,可有效避免应力集中问题。

六、知识产权情况

- 1.ZL 201510639829.0 角度可调节扇形铅粘弹性转角阻尼器
- 2.ZL 201510831272.0 自复位导管架海洋平台及其制作方法
- 3.ZL 201120489987.X 摇摆墙结构体系以及采用该体系的海洋平台
- 4.ZL 201620571684.5 用于海洋平台摇摆柱上的浮箱连接器
- 5.ZL 201520434117.0 自复位导管架海洋平台
- 6.ZL 201720245655.4 一种多道防线抗震自复位装配式框架-摇摆墙耗能结构

7.ZL 201420108501.7 基于调谐质量阻尼器和拉索的自复位海洋平台

七、合作方式

洽谈合作。

八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

导管架海洋平台；海洋平台-摇摆柱；摇摆柱；减振；连接杆；扇形铅阻尼器

十、技术或产品介绍图片



12. 【土木工程】装配式建筑钢结构技术创新与工程应用

一、所属领域

土木工程

二、技术或产品名称

装配式建筑钢结构技术创新与工程应用

三、技术水平

近年来我国装配式建筑钢结构得到大力推广和发展，针对广泛应用的装配式钢结构节点与连接设计理论等问题开展了系统研究工作。在国家自然科学基金和国家科技支撑计划等科研项目支撑下，经产、学、研深度融合，研发了新型模块化结构体系及其连接方法、研发了新型节点和连接技术，包括新型抗震连接节点、新型套筒连接装配式节点、转动型摩擦阻尼器等，。针对这些新型结构体系及连接，开展了系统研究工作，提出了静力、地震、长期荷载等作用下的结构分析方法，建立了静力、抗震等设计理论。项目的研究成果创新性强，项目研究成果在国内外超过大量工程中得到应用，取得了显著的经济效益和社会效益，应用前景广阔。

四、技术简介

本团队紧密结合行业重大需求，以国家绿色建筑为导向，历经 20 余年研究所取得的成果，创新了钢结构连接新技术，提出了半刚性连接节点设计新方法、新理论，研发了装配式连接新技术，获发明专利授权 23 项，编制规范、规程 4 部。项目研究成果丰富、系统、创新性突出，取得了良好的经济和社会效益，具有广阔的推广应用前景。

五、创新点及性能指标

研发了新型模块化结构体系及其连接方法模块化，提出套筒连接新方法，引领了我国装配式模块化结构的发展，创建了半刚性结构体系设计方法，提出了半刚性节点设计新理论；研发了钢框架结构抗震连接节点设计理论和方法，揭示了转动摩擦阻尼器减震机理和设计方法。

研究成果被授权发明专利 23 项，出版学术专著 3 部，发表学术论文 200

篇（其中 SCI/EI 期刊论文 60 余篇）。研究成果被国家标准《钢结构设计标准》（GB 50017-2018）、国家行业标准《钢结构模块建筑技术规程》（T/CECS 507-2018）、国家行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》（JGJ 82-2011）、国家行业标准《矩形钢管混凝土节点技术规程》（T/CECS 506-2018）采用，为我国钢结构领域的工程应用提供了重要技术支撑。

六、知识产权情况

序号	类别	专利名称	专利号	时间
1	日本发明专利	組立式鋼管ケーシング鉄筋コンクリート複合ノード及び取付方法	日本特许专利，特许号：6518842	2019
2	美国发明专利	Prefabricated reinforced concrete-filled steel pipe sleeve joint	United States Patent, Patent No.: US10,176,623 B2	2019
3	中国发明专利	基于经验模态分解的结构损伤预警方法	ZL201310502632.3	2016
4	中国发明专利	一种考虑温度影响的土木工程结构损伤预警方法	ZL201310690423.6	2016
5	中国发明专利	模块化钢框架连接装置及其连接方法	ZL201611103154.9	2016
6	中国发明专利	装配式钢管套管钢筋混凝土组合节点及安装方法	ZL201610221815.1	2016
7	中国发明专利	一种装配式巨型钢管柱异型组合节点及安装方法	ZL201610649406.1	2016
8	中国发明专利	装配式摩擦型钢节点	ZL 201610497605.5	2016
9	中国发明专利	一种阻尼力可调型粘滞阻尼箱	ZL 20161096101.1	2016
10	中国发明专利	基于 EMD 分解与 AR 模型残差的结构损伤预警方法	ZL201511008281.6	2017
11	中国发明专利	一种装配式巨型筒中筒圆形钢管柱异型组合结构及安装方法	ZL 201710100620.6	2017
12	中国发明专利	装配式自恢复圆形钢管混凝土组合节点	ZL201711390229.0	2017
13	中国发明专利	双套筒钢管结构梁柱节点及安装方法	ZL 201710730603.0	2017
14	中国发明专利	装配式自恢复钢管混凝土组合节点及安装方法和结构体系	ZL 201711390420.5	2017
15	中国发明专利	具有恢复功能的全装配钢框架结构体系	ZL 201711390228.6	2017
16	中国发明专利	一种海洋漂浮物撞击模拟试验系统	ZL 201710379722.6	2017

17	中国发明专利	一种装配式圆形钢管套管钢管纤维混凝土柱连接节点及安装方法	ZL 201710100604.7	2017
18	中国发明专利	斜外环板组装式十字连接梁柱节点	ZL 201810358950X	2018
19	中国发明专利	环板拼接式中空夹层钢管混凝土组合节点及安装方法	ZL 2018103587307	2018
20	中国发明专利	完全装配式圆形钢骨架混凝土连接节点及安装方法	ZL2018103589514	2018
21	中国发明专利	装配式自恢复耗能型双钢板开缝剪力墙结构	ZL 201810358746.8	2018
22	中国发明专利	完全装配式钢框架节点	ZL201810378979.4	2018
23	中国发明专利	一种角钢加固开裂箱型钢柱角钢长度的确定方法	ZL201610621992.9	2019

七、合作方式

技术开发、委托或转让

八、投资概算及经济效益分析

1、投资概算：

技术开发、委托经费 100 万；技术转让经费 100 万

2、经济效益分析：

(1)政策支持：目前，国家和政府高度重视装配式建筑结构的發展，2016 年《中共中央国务院关于进一步加强的城市规划建设管理工作的若干意见》明确提出大力推广装配式建筑，鼓励建筑企业装配式施工。同时，我国属于多震国家，传统建筑抗震设计采用“硬抗”的途径，是一种消极被动的抗震方法，而消能减震体系将地震输入结构的能量引向特别设置的消能装置加以吸收和耗散，近年来，国家和地方相继出台了多部包含建筑结构消能减震内容的规范及指导意见等，促进消能减震技术的发展应用。

(2)市场需求：当前我国城镇化进程大力推进，建筑市场具有广阔前景。为响应国家政策，装配式钢结构建筑获得高校、院所、建筑企业等在科学研究、技术开发、工程转化、产业创新等方面的大力推广与应用。此外，相较于发达国家，我国钢结构建筑在整体中的占比相对较低，装配式钢结构具有较大市场潜力和广阔前景。同时，消能减震技术逐渐成为减轻地震灾害的重要

手段和新兴技术，在建筑领域逐渐得到推广应用。

(3) 技术优势：本技术研发完成的装配式消能减震钢结构体系，一方面具有良好的机械加工性能，易于拼装，轻质高强，节能环保，具有设计标准化、生产工厂化、施工装配化等显著特点，可以降低生产制作成本，减少施工周期，降低时间成本，节约经费预算，相关研究成果目前在国内外大量工程中得到应用，取得显著的经济效益和社会效益。另一方面，本技术基于旋转摩擦概念，研发出建筑用转动摩擦阻尼器，具有造价低、构造简单、减震明显、性能稳定、易于制造和维护等特点，具有良好品质和经济效益，易于市场推广。综上，本技术项目在较大程度上攻克了国内相关领域产品在设计、生产和技术方面的瓶颈，为实现相关应用领域的升级和产业技术进步发挥着积极推动作用，具有较为广阔的市场应用推广前景。

九、技术或产品的关键词

装配式钢结构；转动摩擦型阻尼器；高性能连接节点技术。

十、技术或产品介绍图片

1.团队获奖



国家科技进步二等奖 山东省科技进步一等奖



山东省高等学校优秀科研成果奖

2.团队部分参编规范、标准，出版专著



标准

专著

3.团队部分授权发明专利



4.团队部分成果转化



成果一 新加坡圣陶沙名胜世界应用



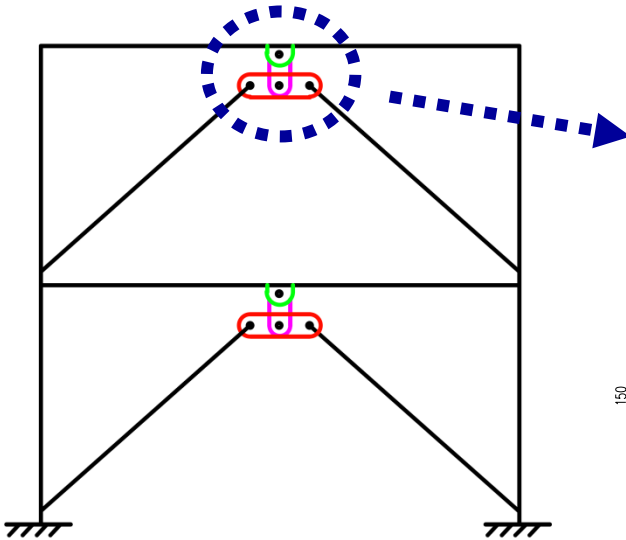
成果二 北京国贸三期应用



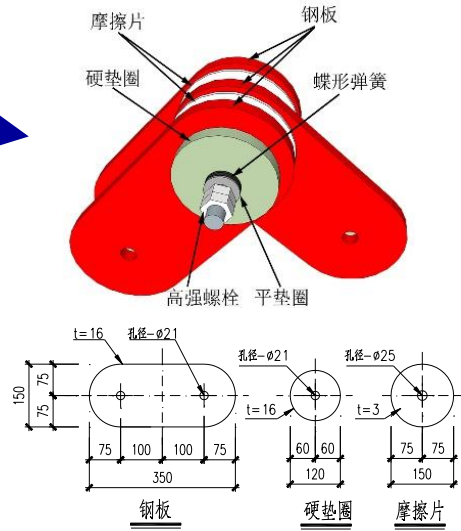
成果三 汶川灾后重建应用



成果四 装配化建筑工程的广泛应用



摩擦阻尼器在钢框架结构中的应用



转动型摩擦阻尼器构造及尺寸



成果六 某高校装配式耗能减震模块化钢结构建筑



成果七 既有住宅装配式钢结构电梯设计方案

13. 【土木工程】绿色装配式再生混凝土与特种涂料

一、所属领域

新材料领域

二、技术或产品名称

超疏水涂料

轻质纳米泡沫混凝土的研发及推广应用

超级涂料—隔热防水防腐耐火涂料

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

绿色建材和建筑节能是国家提出的重要发展理念，因此发展绿色高性能新材料以及建筑结构形式上的优化升级显得尤为重要。基于以往的研究基础，本团队的主攻方向为建筑节能和新型建筑材料领域，比如

1. 轻质纳米泡沫混凝土的研发及推广应用。

泡沫混凝土又名发泡混凝土，它的突出特点就是在混凝土内形成泡沫孔，使混凝土轻质化和保温隔热化，而加气混凝土、泡沫混凝土、其他新型外墙保温材料研究、开发和利用正符合了国家发展循环经济以及节水、节电，符合国家四节一环保和建筑业可持续发展的政策。近年来，轻质泡沫混凝土的研究和应用开发在国内受到了越来越多的重视，国内已经有多家单位开展了泡沫混凝土的研究；发泡剂是生产泡沫混凝土的关键因素，国内发泡剂主要有松香类发泡剂、蛋白类和表面活性剂类，但普遍存在功能偏少，稳定性差，制品强度不高等问题。此外，泡沫制取主要采用机械搅拌方式，受发泡工艺受的条件局限，新制成的泡沫不及时使用，泡沫就要逐渐消失，泡沫不宜储存，对现场大面积的使用造成一定的局限。

基于此，我们自主研发了一种新型的水泥发泡剂，该产品主要基于纳米技术，用特殊的纳米粒子与其他组分反应，并通过与压缩空气混合的物理手段，形成孔径极小，稳定性极佳的泡沫，每一个气泡都具有一层加固外壳，使

整体泡沫在水泥浆中具有优越的稳定性，以保证用其生产的泡沫混凝土具有分布均匀，尺寸极小的气孔，从而具有独特的优异性能。与传统发泡剂生产的泡沫水泥相比，用纳米发泡剂生产的泡沫水泥，在强度相同时，重量更轻，在重量相同时，强度更高；气含量更均匀，并具有更好的隔热能力。与市面发泡剂生产的泡沫混凝土存在的气孔大、不均匀、机械强度低、表面掉粉等问题相比，具有很强的竞争优势。和市场同类产品相比，在相同密度时，强度可增加 2-3 倍，在保持相同强度是时，重量则可相应减轻 40%。响应了国家建筑节能的要求，具有广泛的市场前景和社会效应。该材料已申请国家发明专利 2 项，目前正在受理中。

2.绿色装配式建筑墙板体系的开发及应用

随着我国经济的快速发展，房屋建筑规模扩大、城市化水平加快和人民生活水平的不断提高，建筑已经成为我国能耗的大户；合理利用能源，提高能源利用率，保护生态环境是我国社会发展的根本大计。建筑节能作为我国能源可持续发展的重要组成部分之一，建筑物外墙围护结构节能技术的改进、保温材料的更新，对于社会能耗、建筑能耗的降低具有非常重要的意义。目前我国正在大力推行墙体材料改革与建筑节能，因此发展节能、利废、保温、轻体、隔热等新型材料迫在眉睫并逐渐会成为主要趋势。

近年来国内外相继开发出一系列不同类型的新型墙体材料。如目前全世界的灰砂砖的年使用量已超过 300 亿块；一些新型建筑砌块也快速得到应用。在众多新型建筑墙体材料中，复合板材体系以其优异的工作性能、低廉的造价成为发展最为迅速的一种新型建筑材料。这种板材是由钢丝、水泥砂浆或混凝土和夹芯保温材料复合而成，具有重量轻、强度高、保温效果好等优点。目前国内外常用的夹芯复合板有：美国 CS&M 公司的 W 板、美国 COVINTEC 公司的 TID 板、奥地利 EVG 公司的 3D 板、韩国 SRC 公司的 SRC 板等。

虽然国内已开发出多种复合墙板，但都存在各种各样的问题，如国内现阶段使用的 3D 板与 SRC 板，其主要施工工艺采用钢丝网架聚苯乙烯板抹水泥砂浆的方法，由于仅依靠墙体外的外伸钢筋挑着保温板外的水泥砂浆抹灰

保护层的重量，易发生钢筋变形使抹灰层下坠，使水泥砂浆抹灰层开裂，尤其当保温层较厚是这个问题更突出，水泥砂浆外保护层的开裂将使雨水进入保温层，加速了苯板的光老化和氧老化，使保温层破坏。其他国内常用的保温墙体也存在较多缺点，如常用的外粘苯板保温效果虽然是当前所有保温技术中最好的，但防火性能差，高层建筑保温层的抗风压特别是抵抗负风压的能力差；用于外粘的苯板的胶和塑料胀钉是高分子材料，随着时间的推移将老化变脆，因而耐久年限有限；施工难度大；防水问题难以解决等缺点。同时预制外墙板由于受到体积、重量大，生产和安装精度低，不易运输的弊端，在实际应用中也遇到了瓶颈，难以在市场中占据主导。本项目在自主研发的泡沫混凝土的基础上，开发了一种高效节能、防火防水及隔声等性能突出、保温结构精装一体化、工厂预制生产并可现场快速插接施工的绿色装配式建筑墙板体系，促进建筑节能减排事业的发展。

五、创新点及性能指标

技术优势如下：

- (1) 在相同密度时，我们的纳米泡沫混凝土强度可增加 1-5 倍，在强度相同时，我们的纳米泡沫混凝土重量相应减轻 40%。
- (2) 我们的纳米泡沫混凝土吸水率比市面泡沫混凝土低 6 倍，解决了目前泡沫混凝土行业亟待解决的重要问题。
- (3) 我们的纳米泡沫混凝土含气量是其他同类产品的 3 倍，因而具有更好的隔热隔音效果，性能更加卓越。
- (4) 在相同强度时，我们的纳米泡沫混凝土可以节省水泥 40%。水泥成本的大幅降低使得我们的产品更加低碳环保，且终端产品的综合成本远低于其他产品，在价格上具有极大的竞争优势，且性能还要远优于其他同类产品，因此具有广阔的市场前景。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

股份制

八、投资概算及经济效益分析

由于装配式建筑是将建筑构件、部品以所谓“搭积木”的模式进行拼装建造，构件的运输、吊装、拼接就成为关键的施工步骤，对整个工程的造价、质量影响极大，因此在保证性能的前提下，研发轻量化的建筑构件和部品必将成为极具现实意义的发展方向。泡沫混凝土具有天然的轻质性优势，通过与钢筋网架、硬质面板、钢网模等增强材料复合后制成的复合墙板、楼板、屋面板，不仅具有满足应用要求的力学性能，而且大大降低建筑荷载和吊装成本，具有较好的经济效益，同时复合板材具有自保温效果，可以简化装配式建筑围护结构的保温构造，一举多得。本项目开创性的将泡沫混凝土与装配式建筑结合相结合，开发出泡沫混凝土构件与普通混凝土结构构件结合的混凝土结构装配式房屋，以及泡沫混凝土构件与轻钢屋架结合的钢结构装配式房屋。

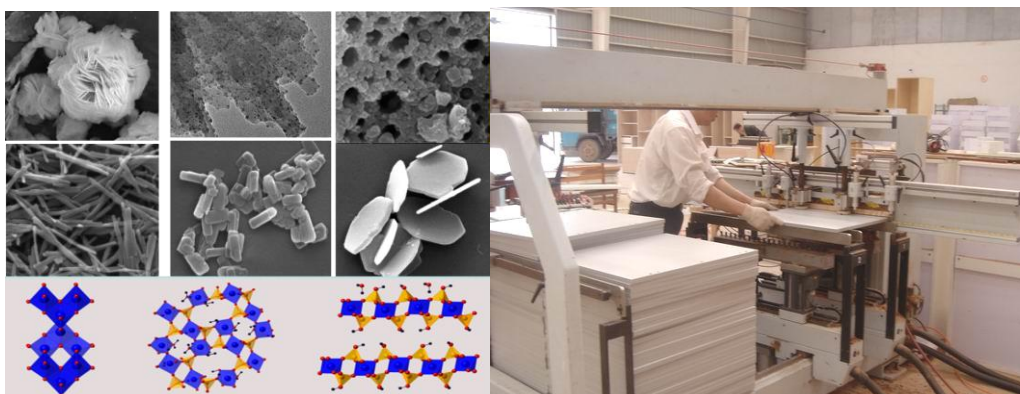
因此该产品的市场应用领域非常广，墙体材料的面积一般是建筑面积的3倍，2018年青岛商品房施工面积为10390.38万平方米以上，折算成墙体面积在35000万平方米左右，以150元/平方米左右的造价计算，潜在的市场产值在500个亿以上。

该项目产值和市场容量的可预期增长可为公司的新型建材平台的上市提供很好的项目支撑。装配式泡沫混凝土墙体可以说是未来墙体材料的一种革命，潜在的市场非常大，创造的工业产值也非常可观，而且作为一种新兴产业，未来可持续增长也是值得期待的，因而说具有非常广阔的市场前景和发展空间。

九、技术或产品的关键词

绿色装配式再生混凝土 特种涂料

十、技术或产品介绍图片



14. 【土木工程】边坡位移-应力耦合监测技术及三维可视化滑坡综合预警系统

一、所属领域

土木工程

二、技术或产品名称

边坡位移-应力耦合监测技术及三维可视化滑坡综合预警系统

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

滑坡灾害是我国乃至世界上占比最大的地质灾害，占地质灾害总数的 75% 左右，滑坡产生的危害已经蔓延到国民经济和人民生活的各个领域。为了减少地质灾害给人们带来的损失，国家加强了对地质灾害的研究以及防治工作。滑坡灾害的监测预警，是地质灾害防治工程的重要环节之一。作为滑坡风险控制的主要手段，与工程治理相比，滑坡监测预警具有成本低、易于实施等特点，受到了普遍重视，已经成为近代新兴的滑坡地质灾害防治课题。王旭春教授领衔的“滑坡与地下空间工程”团队近期在“边坡滑动力监测力学模型”和“恒阻大变形缆索与北斗卫星通信技术”基础上，首创“边坡位移—应力耦合监测技术”，达到国际领先水平，开发了基于遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、北斗卫星通信技术的大数据三维信息化滑坡远程实时监测预警系统——“边坡位移—应力耦合监测技术及三维可视化滑坡综合预警系统（3D Slope Pro SPRM-II 型）”，为边坡监测预警及滑坡治理工程提供了可靠的技术支撑。

研究成果获得国家科技进步二等奖 1 项、国家科技进步提名奖 1 项、山东省科技进步二等奖 1 项、国家安监总局科技进步一等奖 1 项。

五、创新点及性能指标

(1) 修正了国际公认的 Sarma 公式(Sarma, 1979)，研发出“MSARMA 边坡稳定性分析系统”。

(2) 团队负责人王旭春教授在日本九州大学完成的博士学位论文“Study

of Some Key Issues About The 3S Forecast System for Landslide of the Three Gorges Area”成果，被国家采纳，避免了近十亿元的经济损失。

(3) 在“边坡滑动力监测力学模型”和“恒阻大变形缆索与北斗卫星通信技术”基础上，首创“边坡位移-应力耦合监测技术”，达到国际领先水平。

(4) 创立了空间位移-应力耦合预测预报模型及预警模式，开发出基于遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、北斗卫星通信技术的大数据三维信息化滑坡远程实时监测预警系统——“边坡位移-应力耦合监测技术及三维可视化滑坡综合预警系统(3D Slope Pro SPRM- II 型)，建成滑坡大数据预警中心 3 处(北京、山西和青岛)。

(5) 研发了滑动力-位移耦合滑坡综合监测技术和装备，在中煤平朔安太堡露天矿建立了目前最大规模的具有三维空间特性的边坡位移-滑动力融合实验监测网络，采用无线发射和卫星远距离传输技术，构建了滑坡地质灾害远程智能监测系统。

(6) 建立了基于智能优化算法的边坡临界滑动面搜索技术与多重响应面法的滑坡可靠性以及风险量化评价方法，为滑坡治理方案可靠性评估、穿过滑移面监测缆索长度的确定等提供科学依据。

六、知识产权情况

(1) ZL201210497229.1，一种地质滑坡状态监控预警方法

(2) ZL201510478142.3，一种用于软弱松散土体支护的预应力复合杆索锚固装置

(3) ZL201220642592.3，一种用于地质滑坡状态监控的监控桩

(4) 201520587357.4，一种用于预应力复合杆索锚固体系的锚索定位导向装置

七、合作方式

成果转化

八、投资概算及经济效益分析

预计投资 400 万元。

直接经济效益：针对大型高陡边坡工程，经系统优化边坡工程加固设计方案，采用最新研发的边坡岩土体大行程高恒阻缆索监测-加固装置，最大可节约边坡监测-治理投资近千万元。

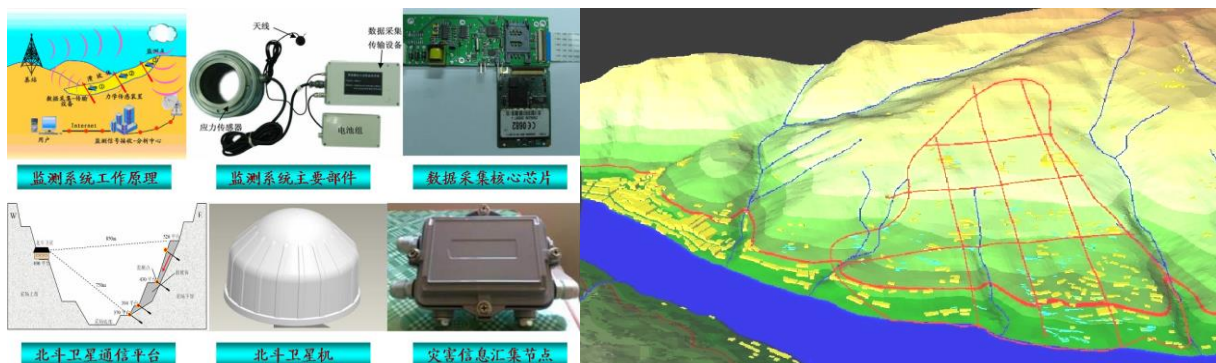
间接经济效益：滑坡灾害一旦发生，可能造成巨大的人员伤亡和财产损

失。团队开发的滑坡远程智能监测系统已产业化，并可实现大型高陡边坡监测预警-加固治理一体化。据不完全统计，已成功避免经济损失达 4.5 亿元，经济效益和社会效益显著。

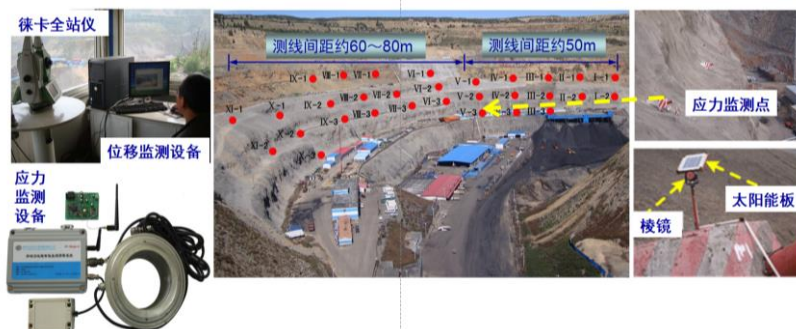
九、技术或产品的关键词

边坡工程，滑坡监测预警系统，位移-应力耦合监测，三维可视化

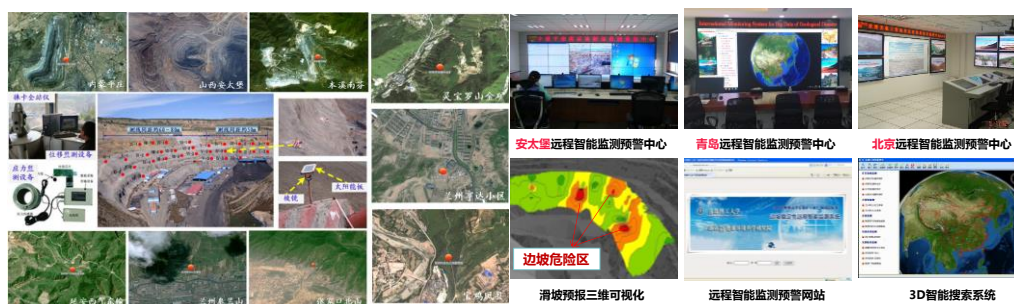
十、技术或产品介绍图片



滑坡地质灾害远程智能监测系统-装备 三维可视化边坡稳定性综合分析 (3D Slope Pro SPRM-II)



滑动力-位移耦合滑坡综合监测装备



滑坡远程智能监测系统-成果应用情况

滑坡远程智能监测预警中心

15. 【土木工程】盾构/TBM 施工远程实时监测预警系统及施工风险控制技术

一、所属领域

城市地下空间工程

二、技术或产品名称

盾构/TBM 施工远程实时监测预警系统及施工风险控制技术

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

面对城市地铁建设的大发展，盾构/TBM 机械掘进方式越来越普遍。盾构/TBM 施工信息化程度高，施工掘进参数数据多而复杂，施工过程中会自动采集施工数据并存储在工控机里，这些数据记录了盾构/TBM 施工过程中各项施工参数的变化情况、违规操作信息以及设备故障等信息，如何充分利用这些宝贵的数据来监控、指导盾构/TBM 的施工，同时监控、判断、分析盾构/TBM 设备运行状态及潜在的故障对于施工管理人员、技术人员、设备维护人员来说有着重要的意义。

因此，以盾构/TBM 掘进为依托，开展盾构/TBM 施工远程实时监测预警系统及施工风险控制研究具有重要意义，可以促进盾构/TBM 施工安全风险技术管理工作的系统化、规范化和信息化，最大限度地规避施工风险，避免人员伤亡和环境损害，降低工程经济和工期损失，为轨道交通工程建设提供安全保障服务；同时，为建设管理单位和施工单位对地铁隧道建设风险管理提供支持，通过盾构/TBM 施工信息管理平台维护与管理，全面掌握各工点的施工安全控制程度，对施工过程实施全面监控和有效控制管理。

五、创新点及性能指标

1、建立了基于水文与工程地质条件、环境条件以及隧道埋深等因素的盾构/TBM 区间隧道组段划分科学依据，为盾构/TBM 施工提供了关键参数控制范围；

2、从地质和力学角度，建立了盾构/TBM 施工环境安全风险控制体系，

研发了盾构/TBM 施工实时监控系统，利用大数据技术进行安全风险监测预警，为施工提供了安全保障。

技术性能：综合管理、施工管理、故障管理、风险源管理、监控数据管理、信息可视化管理以及移动客户端支持（手机客户端软件）等。系统主要实现信息管理、掘进机工作状态监控、掘进机数据分析管理、电子地图管理、视频监控、移动客户端及其它系统（如 OA、ERP、服务云平台等）接口等功能的服务器端和手机客户端的开发。

六、知识产权情况

- (1) ZL201210186861.4，盾构自动导向测量目标靶及测量系统
- (2) ZL201220267718.3，盾构自动导向测量目标靶及测量系统
- (3) 2016SR332488，沈阳盾构施工管理信息平台 V1.0
- (4) 2016SR301962，盾构施工实施监控系统 V1.0

七、合作方式

成果转化

八、投资概算及经济效益分析

预计投资 300 万元。

经济效益：盾构/TBM 施工远程实时监测预警系统的应用能节约大量人工数据采集、分析成本，且可快速、准确掌握盾构/TBM 机械设备的工作性能与工作状态，最大限度规避施工风险，为盾构/TBM 大国重器保驾护航，经济效益和社会效益显著。

九、技术或产品的关键词

盾构/TBM 施工，地铁隧道，远程实时监控，风险控制

十、技术或产品介绍图片



盾构施工全过程实时监控管理系统

16. 【信息技术】矿山开采沉陷环境资源损害可视化评价系统

一、所属领域

矿业工程

二、技术或产品名称

矿山开采沉陷环境资源损害可视化评价系统

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

地下矿物资源（如煤炭）被采出后，开采区域周围岩体原始的应力平衡状态遭到破坏，使得应力重新分布并达到新的平衡，在此过程中，岩体和地表将产生移动和变形，这种现象称为“开采沉陷”。开采沉陷是典型的人类活动所诱发的环境灾害，导致矿区及其周边自然环境的污染和资源的破坏。因地下开采所引起或诱发的矿区建筑物损坏、地表沉陷、地表开裂以及山体滑坡、水资源枯竭等各种地质环境灾害，已经成为危害矿区人们生产和生活的主要灾害来源，给各矿区的经济发展和人民生命财产造成了巨大损失。据不完全统计，我国仅采煤塌陷就以 200 平方千米的速度逐年增加，这对矿区的自然环境构成了严重威胁。因此，开采沉陷区的环境资源损害评价、环境保护及治理问题，直接关系到矿区的经济发展与社会稳定，同时也关系到矿区的可持续发展，是我国各大矿区正面临的严峻的问题。

基于此，多年来，团队广泛运用开采沉陷学、环境经济学、计算机科学、信息技术等学科理论构建了一套科学、合理的开采沉陷区环境资源损害评价理论体系，结合矿区实际，本着灵活性、实用性的原则抽象出评价系统执行体系，并引入三维数据场及地理信息系统(GIS)可视化技术，开发了矿山开采沉陷环境资源损害可视化评价系统，实现了开采沉陷与环境资源损害评价一体化研究。研究成果获得山东省科技进步二等奖 1 项。

五、创新点及性能指标

创新点：

1、指出了国内外大量应用的 A.H.Wilson 煤柱设计公式存在的问题，创建了更为准确严密并适合宽厚条带开采的煤柱设计理论公式。

2、研发出“开采沉陷可视化工程分析设计系统”(MSVEADS (Windows) Version 2.0)，服务于煤矿“三下开采”和特种开采设计。

3、建立了开采沉陷预测与损害量化评价一体化评价体系，并引入三维数据场及 GIS 可视化技术，实现开采沉陷地面主要资源损害 GIS 可视化评价，研发出专业而高效的计算机辅助设计系统——开采沉陷环境资源损害可视化评价系统 (SERDVES (Windows) Version 2008)。

技术性能：

一体化：开采沉陷预测与开采方案设计、环境资源损害评价的一体化；

集成化：多种采法预计及方案设计的集成化、多种绘图处理及工程分析系统的集成化；

可视化：系统操作可视化、计算成果可视化及 GIS 空间可视化；

标准化：系统操作界面标准化、输出成果数据格式标准化。

六、知识产权情况

(1) 2010SR008311，开采沉陷建筑物损害可视化评价系统

(2) 2010SR008312，开采沉陷土地资源损害可视化评价系统

(3) 2010SR008292，开采沉陷铁路损害可视化评价系统

(4) 2010SR008293，开采沉陷公路损害可视化评价系统

(5) 2010SR008291，开采沉陷高压线损害可视化评价系统

(6) 2010SR018118，开采沉陷堤坝损害可视化评价系统

七、合作方式

成果转化

八、投资概算及经济效益分析

预计投资 150 万元。

经济效益：对开采沉陷区环境资源损害进行合理评价，可最大限度降低地面建（构）筑物拆迁成本、土地资源损伤修复成本等巨大经济成本，经济效益和社会效益显著。据不完全统计，研究成果应用于中国煤炭科学研究总院唐山分院、山东兖矿集团、山西潞安矿业(集团)、黑龙江龙煤集团、河北开滦（集团）、辽宁铁法煤业（集团）、辽宁沈阳煤业（集团）等单位后，累计创经

济效益 20 多亿元。

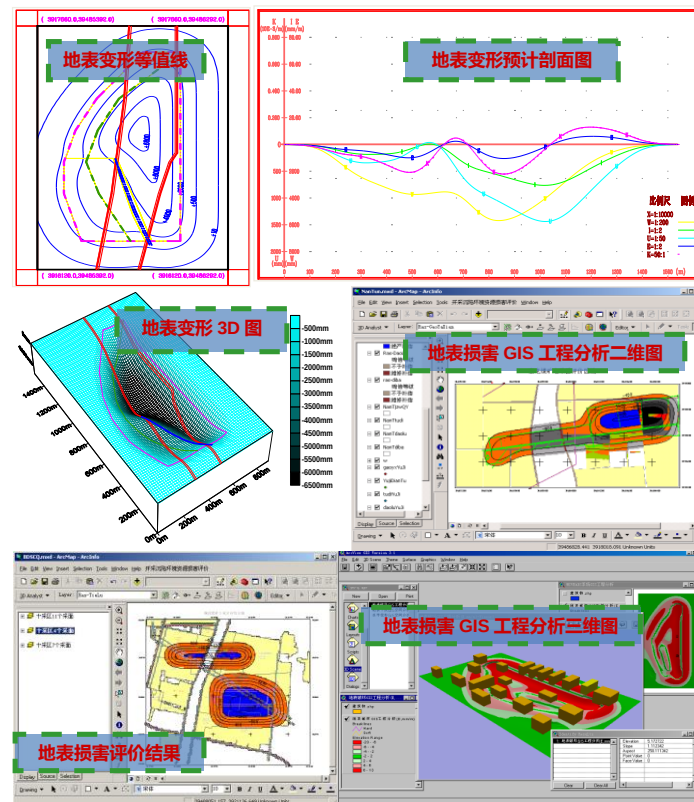
九、技术或产品的关键词

开采沉陷，采动损害，环境资源损害评价，三维数据可视化

十、技术或产品介绍图片



开采沉陷环境资源损害可视化评价系统-操作界面



开采沉陷预计及地表损害结果图形输出

17. 【信息技术】智慧消防安全服务云平台软件

一、所属领域

城市建筑云-智慧消防安防领域

二、技术或产品名称

智慧消防安全服务云平台软件

三、技术水平

智慧消防安全服务云平台在省内处于领先水平，其中 BIM 技术在消防领域的运用领先于全国平均水平。

四、技术简介

智慧消防安全服务云平台软件是依托物联网、云计算、大数据等技术，采集前端感知设备（消防设备或者传感器）的探测信息，通过对消防设施状态信息和日常管理信息综合统计分析，利用强大的计算机软件系统，通过云服务、云计算进行查询、处理、统计、分析，从而实现对联网单位建筑消防设施的全面、远程、集中监控管理，实现对消防系统的动态监控及消防信息共享与应用服务，实现三维可视化技术在消防中的应用，从而提高消防管理的科技化、信息化、智能化，全面提升社会及单位的消防安全管理水平。

“青岛大剧院建筑 BIM 消防应用”项目荣获智能建设领域“优智杯”BIM 组一等奖。

五、创新点及性能指标

创新点：

- 1、平台可以分屏显示监控系统接收的火灾自动报警系统、无线烟感报警系统、智慧用电监测系统、消防水监测系统等推送的异常信息；单位信息；
- 2、平台大屏轮巡显示联网单位重点部位视频信息；
- 3、经大数据分析平台在大屏上将火警信息，现场视频、单位信息等弹窗显示；
- 4、GIS 技术实现联网单位地理位置在大屏实时显示，BIM 技术实现建筑内部消防设施 3D 可视化；

5、报警信息、故障信息及其它异常信息实时记录，可查看历史记录及图表统计；

6、可查看联网单位数目、物联网设备在线率、智慧消防预案统计、火警故障统计等；

7、通过建立 BIM 模型，应用 3D 可视化搭建工具，创建各类消防设施的 3D 仿真场景，并在场景中设计和配置消防管理范围内的建筑和消防设备，实现消防场景可视化、消防设备可视化、消防联动可视化等，高度还原真实世界并可以在指挥大屏展示；同时集成各种消防管理系统，实现消防类信息数据“汇聚、存储、分析、应用”；最终实现预案管理、信息共享、数据查询、辅助作战等功能为一体的信息管理系统。

六、知识产权情况

序号	科技成果名称	科技成果类别	申请专利号	授权专利号
1	同人无线烟感火灾报警系统软件	软件著作权		2019SR0210419
2	同人城市消防远程监控系统软件	软件著作权		2019SR0216208
3	同人智慧用电安全监测系统软件	软件著作权		2019SR0209041
4	同人消防水安全监测系统软件	软件著作权		2019SR0212285
5	同人智慧消防安全服务云平台软件	软件著作权		2019SR0222230
6	同人RFID电子巡更软件	软件著作权		2019SR0216188
7	同人消防学习平台软件	软件著作权		2019SR0212507
8	同人数字预案系统软件	软件著作权		2019SR0212162
9	同人消防安全评估软件	软件著作权		2019SR0210429
10	同人消防物资管理平台软件	软件著作权		2019SR0212499
11	一种无线控制的末端试水测量装置	实用新型	201821416288.0	
12	一种污水处理池加药装置	实用新型	201821416394.9	

七、合作方式

校企合作

八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

智慧消防 消防远程监控 智慧用电 消防水检测 电子巡更 消防云平台

BIM 技术

十、技术或产品介绍图片



智慧消防云平台建设依据

《消防安全责任制实施办法》（国办发[2017]87 号）

《关于全面推进“智慧消防”建设的指导意见》（公消[2017]297 号）

《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 年版）

《城市消防远程监控系统技术规范》（GB50440-2007）

《消防远程监控系统》（GB26875-2011）

《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）

《民用建筑电气设计规范》（JGJ16—2008）

《电气火灾监控系统》（GB14287-2014）

《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB13955-2005）

《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）

《城镇老年人设施规划规范》（GB50437-2007）局部修订条文（2018 年版）

《山东省火灾高危单位消防安全管理规定》（省政府令第 263 号）

18. 【土木工程】功能性喷涂聚脲弹性体材料

一、所属领域

主要从事新型功能材料、高性能防护材料及关键技术、阻尼减振及降噪材料和抗爆抗冲击技术领域的理论研究和实践应用工作。

二、技术或产品名称

团队目前已研制出不同功能性喷涂聚脲弹性体材料以及与之相适应的技术及工艺，现有高性能材料包括：Qtech-202 钢结构超重防腐材料、Qtech-400 高速铁路路基聚脲防护材料、Qtech-401 水利行业超抗冲刷耐磨蚀、Qtech-402 电力行业耐高温重防腐聚脲、Qtech-403 石油石化行业重防腐聚脲、Qtech-404 矿山设备高耐磨聚脲材料、Qtech-405 防静电工业地坪聚脲材料、Qtech-406 弹性防水材料、Qtech-407 聚脲抗菌材料、Qtech-408 慢固化聚脲材料、Qtech-409 装甲底盘防撞击防摩擦聚脲、Qtech-410 种植屋面防根茎穿刺聚脲、Qtech-411 桥梁涂装超长寿命聚脲材料、Qtech-413 城市地铁减振降噪阻尼材料等。

并针对于不同的施工及应用要求，设计并制备各种表面处理系统，包括：Qtech-112 全天候基材处理系统、Qtech-113 新、旧聚脲层间粘合剂、Qtech-114 脂肪族聚氨酯面漆、Qtech-115 丙烯酸聚氨酯面漆。

三、技术水平

率先在国内研制成功“喷涂聚脲弹性体技术”，并主编了世界上第一部聚脲专著《喷涂聚脲弹性体技术》，成为我国聚脲技术的创始人和学术带头人，在国际聚脲界产生了重要影响，团队将喷涂聚脲弹性体技术成功应用于各类防护领域以及轨道交通减振领域，其性能有异，达到世界领先水平。

四、技术简介

在国内首次提出了采用无溶剂、厚涂层的工艺技术路线，将阻尼、吸声、吸波、隔声、密封、防腐、防水等功能赋予新型材料，拓展了传统涂层材料的功能和概念。

五、创新点及性能指标

材料力学强度高、耐磨、耐老化，零 VOC，环保无污染，施工方便。

六、知识产权情况

[1] 黄微波,赵洪祥,胡晓,栾勇. 聚异氰胺酸酯噁唑烷酮/聚氨酯/环氧材料及制备方法: 中国, ZL201510037147.2 [P]. 2015-08-12

[2] 黄微波,冯超,黄海青,吕平,胡晓,马衍轩,万菲,马明亮,卢桂霞. 地铁隧道用喷涂型复合聚氨酯-脲阻尼材料: 中国, ZL201510925143.8 [P]. 2017-11-03

[3] 黄微波,冯超,吕平,胡晓,万菲,马衍轩,马明亮,卢桂霞. 一种用于盾构法地铁隧道的阻尼管片: 中国, ZL201510925191.7 [P]. 2017-11-07

[4] 黄微波,马衍轩,吕平,胡晓,马明亮,冯超,万菲,卢桂霞. 具备良好导电性能的粘弹性阻尼材料及其制备方法: 中国, ZL201510969870.4 [P]. 2017-12-26

[5] 冯超,万菲,黄微波,梁龙强. 聚吡咯@石墨烯导电压敏复合材料及其应用: 中国, 201510809577.1 [P]. 2017-09-26

[6] 冯超,万菲,黄微波,杨阳. 聚苯胺@碳纳米管导电压敏复合材料及其应用: 中国, 201510811855.7 [P]. 2017-09-29

[7] 黄微波,李栋,许圣鸣,冯超,梁龙强,李华阳,常瑞景,张锐. 用于地铁减振降噪的条带界面约束阻尼道床: 中国, ZL201710033136.6 [P]. 2018-02-06

[8] 黄微波,李华阳,黄舰,冯超,杨林,李栋,梁龙强,李向东. 氧化石墨烯改性垫高阻尼减振静音钢轨及其制备方法: 中国, ZL201710033119.2 [P]. 2018-04-10

[9] 黄微波,李栋,丁国雷,冯超,梁龙强,李华阳,许圣鸣,刘天诚. 用于地铁减振降噪的锯齿界面约束阻尼道床及其制备方法: 中国, ZL201710033120.5 [P]. 2018-04-10

[10] 黄微波,李栋,常瑞景,冯超,梁龙强,李华阳,丁国雷,张志超. 用于地铁减振降噪的网格界面约束阻尼道床及其制备方法: 中国, ZL201710046443.8 [P]. 2018-04-10

[11] 黄微波,李华阳,黄舰,冯超,杨林,李栋,梁龙强,李向东. 碳纳米管改性

垫高阻尼减振静音钢轨：中国, ZL201710033145.5 [P]. 2018-05-18

[12] 黄微波,梁龙强,冯超,鞠家辉,丁国雷,许圣鸣,常瑞景. 垫高阻尼减振静音钢板：中国, ZL201710033143.6 [P]. 2018-05-18

[13] 吕平,万菲,黄微波,冯超,马衍轩,马明亮,卢桂霞. 具有良好附着性能的功能防护表面材料及其制备方法：中国, ZL201510969491.5 [P]. 2018-02-06

七、合作方式

产学研结合

八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

喷涂聚脲弹性体、地铁减振、超长寿命防护、抗爆抗冲击

十、技术或产品介绍图片

Qtech-202 钢结构超重防腐材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体, B 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份弹性体材料。Qtech-202 可单独使用或结合其他材料用作钢结构表面防腐涂层、衬里等。Qtech-202 具有卓越的防腐性能, 可形成不同厚度的坚硬涂膜, 并可以应用于处理合适的金属基材。Qtech-202 对潮气和湿度不敏感, 可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快, 立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能, 对金属基材具有良好的附着力。对湿气、温度不敏感, 热稳定性好。100%固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。具有优良的耐高温、耐腐蚀性能。金属基材通过打磨或喷砂 Sa2.5 以上均可达到施工要求。可手工造粒, 获得“麻面”效果, 美观、防反光。

应用范围：Qtech-202 钢结构超重防腐材料具有极快的反应速度, 一次喷涂厚度范围方便可调, 涂层外观均匀、美观, 具有优异的附着力。可广泛应用于钢结构厂房、化工储罐; 还可以应用于油罐、输油管道、输气管道等防腐处理。并可应用于电力或化工行业钢结构设施的内外壁有耐高温、重防腐要求的涂层防护。

Qtech-400 高速铁路路基聚脲防护材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，B 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份弹性体材料。Qtech-400 可单独使用或结合其他材料用作高速铁路混凝土路基或其他基材表面防护涂层、衬里、耐磨层和减震层等。Qtech-400 可形成不同厚度的坚硬涂膜，并可以应用于各种场合以及处理合适的基材。Qtech-400 对潮气和湿度不敏感，可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能，对各类基材均具有良好的附着力。对湿气、温度不敏感、热稳定性好。100% 固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。具有优良的防腐、防滑、防渗和耐磨性能。耐候性好、不粉化、不失色。涂层无接缝，外表光顺。可手工造粒，获得“麻面”效果，美观、防反光。

应用范围：Qtech-400 高速铁路路基聚脲防护材料具有极快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，涂层外观均匀、美观，可广泛应用于高速铁路混凝土路基防护；并可应用于跨海大桥桥墩防护、海底隧道内壁防护、城市地铁防水、高级建筑屋面防水、体育场馆混凝土看台、工厂、舰船甲板、海上钻井平台防腐等领域。

对要求防眩目、消光等场合，可以利用其极快的反应速度，通过喷涂直接获得表面具有均匀颗粒的“麻面”涂层。

Qtech-402 电力行业耐高温重防腐聚脲材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，B 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份弹性体材料。Qtech-402 可单独使用或结合其他材料用作混凝土或其他基材表面防护涂层、衬里、耐高温层和隔热层等。Qtech-402 具有卓越的耐高温与防腐性能，符合电力等烟气脱硫脱硝的设计要求；可在 120℃ 甚至更高温度条件下长期使用，可形成不同厚度的坚硬涂膜，并可以应用于各种场合以及处理合适的基材。Qtech-402 对潮气和湿度不敏感，可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能，对各类基材均具有良好的附着力。对湿气、温度不敏感，热稳定性好。100%

固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。具有优良的耐高温、耐腐蚀性能。耐候性好、不粉化、不失色。涂层无接缝，外表光顺。可手工造粒，获得“麻面”效果，美观、防反光。

应用范围：Qtech-402 电力行业耐高温重防腐聚脲材料具有极快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，涂层外观均匀、美观，可广泛应用于电力行业或冶炼行业脱硫塔、脱硝塔、碳化塔、蒸发塔与中和塔；还可以应用于油罐、输油管道、输气管道等防腐处理。并可应用于电力或冶炼行业混凝土、钢结构设施的内外壁有耐高温、重防腐要求的涂层防护。

Qtech-403 石油石化行业重防腐聚脲材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，R 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份弹性体材料。Qtech-403 可单独使用或结合其他材料用作金属、混凝土或其他基材表面防腐涂层、衬里、耐磨层和耐介质层等。Qtech-403 可形成不同厚度的坚硬涂膜，并可以应用于各种场合以及处理合适的基材。Qtech-403 对潮气和湿度不敏感，可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。对湿气、温度不敏感，热稳定性好。具有优良的酸、碱、盐等耐介质性能。使用温度（-45~150℃），使用温度宽。100%固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。对金属基材及混凝土基材有良好的附着力，长期使用不脱落。优良的物理性能。耐候性好、不粉化、不失色。涂层无接缝，外表光顺。

应用范围：Qtech-403 石油石化行业重防腐聚脲材料具有极快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，可广泛应用于石化、石油、化工等行业的钢制化工设备与混凝土罐体；包括除盐水箱、储罐罐体、储罐围堰、石油、天然气管道等。

Qtech-406 弹性防水材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，B 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份弹性体材料。Qtech-406 可单独使用或结合其他材料用作混凝土或其他基材表面防水涂层、衬里、耐介质层等。Qtech-406 可形成不同厚度的坚硬涂膜，并可以应用于各种场合以及

处理合适的基材。**Qtech-406** 对潮气和湿度不敏感，可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能，对各类基材均具有良好的附着力。对湿气、温度不敏感，热稳定性好。伸长率高，耐冷热交替后不开裂。100%固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。具有优良的防腐、防滑、防渗和耐磨性能。耐候性好、不粉化、不失色。涂层无接缝，防水性能优异。可手工造粒，获得“麻面”效果，美观、防反光。

应用范围：**Qtech-406** 弹性防水材料具有极快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，涂层外观均匀、美观，可广泛应用于高级建筑物屋面防水、工业厂房、冷库隔气层、水库、桥梁、隧道、地下工程以及废水、污水处理池的防水、水族馆、游泳池内衬装饰等领域。

对要求防眩目、消光等场合，可以利用其极快的反应速度，通过喷涂直接获得表面具有均匀颗粒的“麻面”涂层。

Qtech-411 桥梁涂装超长寿命聚脲材料是由青岛沙木国际贸易有限公司自主研发的新型脂肪族聚脲产品，它由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，B 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份脂肪族弹性体材料。**Qtech-411** 可单独使用或结合其他材料用作桥梁混凝土，高档建筑物外墙或其他基材表面装饰涂层、防护衬里、耐磨层等。**Qtech-411** 可形成不同厚度的坚硬涂膜，并可以应用于各种场合以及处理合适的基材。**Qtech-411** 对潮气和湿度不敏感，可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能，对各类基材均具有良好的附着力。对湿气、温度不敏感，热稳定性好。100%固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。具有优良的防腐、防滑、防渗和耐磨性能。耐候性好、颜色稳定、不粉化、不失色。超耐紫外线性能。涂层无接缝，外表光顺。可手工造粒，获得“麻面”效果，美观、防反光。

应用范围：**Qtech-411** 桥梁涂装超长寿命聚脲材料具有极快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，涂层外观均匀、美观，可广泛应用于跨海大桥

主体涂装、高档建筑物外墙装饰、地标性建筑物涂装；也可应用于城市景观、户外钢结构、主题公园、游乐场、舰船涂装等。

Qtech-409 装甲底盘防撞击防摩擦聚脲材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，B 组份由端氨基聚醚、胺类扩链剂和助剂等组成的双组份弹性体材料。Qtech-409 可单独使用或结合其他材料用作军用装甲，冲锋舟；石块与金属、矿物与金属、金属与金属之间防摩擦火花与防撞击涂层、衬里、耐磨层等。Qtech-409 可形成不同厚度的坚硬涂膜，并可以应用于各种场合以及处理合适的基材。Qtech-409 对潮气和湿度不敏感，可在恶劣的环境条件下应用。

性能特点：固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能，对各类基材均具有良好的附着力。具有超高强度、硬度以及高弹性。对湿气、温度不敏感，热稳定性好。100%固含量、无 VOC、无污染、对环境友好。具有优良的防撞击、防摩擦和耐磨性能。耐候性好、不粉化、不失色。涂层无接缝，外表光顺。

应用范围：Qtech-409 装甲底盘防撞击防摩擦聚脲材料具有极快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，涂层外观均匀、美观，可广泛应用于金属件，硬件物体互相撞击，并可以防止冰雹破坏等场合；如装甲车底盘、冲锋舟、护舷、浮标、料仓漏斗、车辆防撞层、混凝土搅拌塔、传送带、大型仓库；还可广泛应用在航空、航天、建筑、军事等领域。

Qtech-413 城市地铁减振降噪阻尼材料是由 A 组份为端 NCO 基团的半预聚体，B 组份由端氨基聚醚、端羟基聚醚，胺类扩链剂和助剂等组成的双组份粘弹性材料。Qtech-413 通过树脂填料与耗能填料协同作用，将振动噪声机械能转化为热能消耗，并具有优异的附着性、柔韧性及抗冲击性能。可单独使用或结合其他材料用作地铁、隧道混凝土表面的阻尼涂层、防撞层和缓冲层等。Qtech-413 可形成不同厚度的柔韧涂膜，并可以应用于各种场合以及处理合适的基材。Qtech-413 应用于城市地铁，能有效的降低噪音、缓冲列车高速行驶对路基的冲击力、降低噪声污染、提高地铁安全性。

性能特点：具有优良的减阻降噪、耐冲击性能。对混凝土基材具有优异

的附着性。具有优异的防水抗渗透性能。固化速度快，立面、顶面连续喷涂不流挂。优良的物理性能，对基材具有优异的附着力。对湿气、温度不敏感、热稳定性好。使用温度（-45~150℃），使用温度宽。涂层无接缝，外表光顺。

应用范围：Qtech-413 城市地铁减振降噪阻尼材料具有较快的反应速度，一次喷涂厚度可达数十毫米，涂层外观均匀、美观，可广泛应用于城市地铁以及隧道减振降噪；并可应用于车辆、船舶、机械、高速铁路隔音带等需要减阻、减振以及降噪场合。

19. 【土木工程】智能钢木组合体系研发

一、所属领域

高端装备制造

二、技术或产品名称

智能钢木组合体系研发

三、技术水平

本项目提出的可恢复新型装配式组合结构体系在建筑设计行业处于领先地位。相对于行业内现有结构体系，本项目将设防水准提高至“中小震不坏、大震可修、罕遇地震不倒”，大大提高结构抗震性能和安全性。围绕此设计目标本团队共提出十九种装配式节点、九种装配式柱、一种装配式耗能型剪力墙，三种装配式结构体系。形成了完善的装配式结构耗能理论体系，在同类竞争中处于国内一流、国际领先地位。为解决传统工业发展过程中的结构体系抗震能力不足、修复难、拆除难、高能耗，低利用的问题，本项目自主研发新型绿色钢木结构、钢结构以及组合结构，申请 PCT 国际发明专利、中国、美国、日本、欧盟等发明专利 60 余项，授权 25 余项，授权率 100%。研发的产品已应用于日本大阪地标性建筑和青岛胶东新机场。采用全装配式安装，无需现场焊接，大大提高现场施工速度与精度，现已实现了巨大的社会效益。

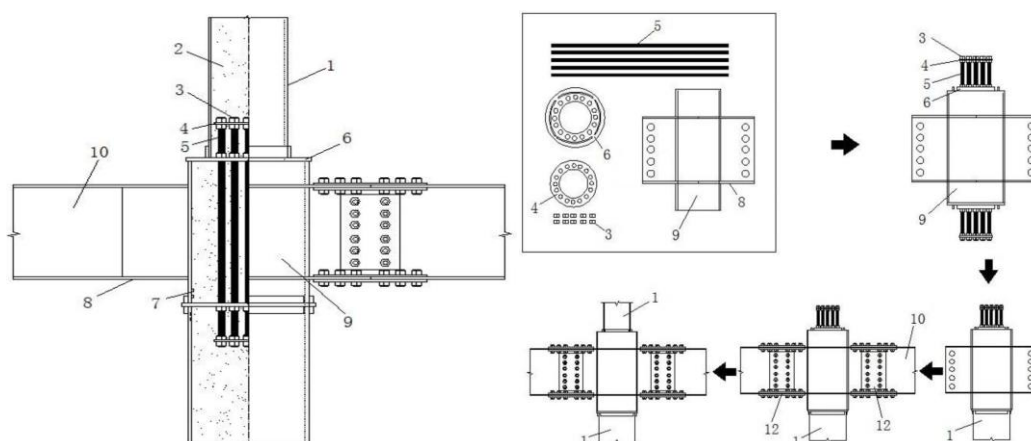
四、技术简介

（一）装配式梁柱节点的研发

装配式钢管套管钢筋混凝土组合节点及安装方法（PCT 国际发明专利、中国、美国、日本发明专利授权）

一种装配式钢管套管钢筋混凝土组合节点，包括高强外包钢管、钢筋约束板、高强钢筋、转换分隔套筒和普通外包钢管。这种节点形式避免了高强外包钢管之间的现场焊接，提高了节点的可靠性；节点上下两侧用转换分隔套筒与上下钢管连接，可以有效地解决钢管混凝土柱变截面困难的难题；整个节点的钢材部位，全部工厂制作，现场装配，现场浇筑混凝土，最大限度地降低了现场施工对质量的影响，施工方便、简洁；采用纤维混凝土，有利于提

高混凝土的抗剪能力，从而增强整个节点的抗剪承载力。



图：装配式钢管套管钢筋混凝土组合节点及安装方法

装配式自恢复圆形钢管混凝土组合节点（PCT 国际发明专利、中国发明专利授权、美国、日本发明专利受理）

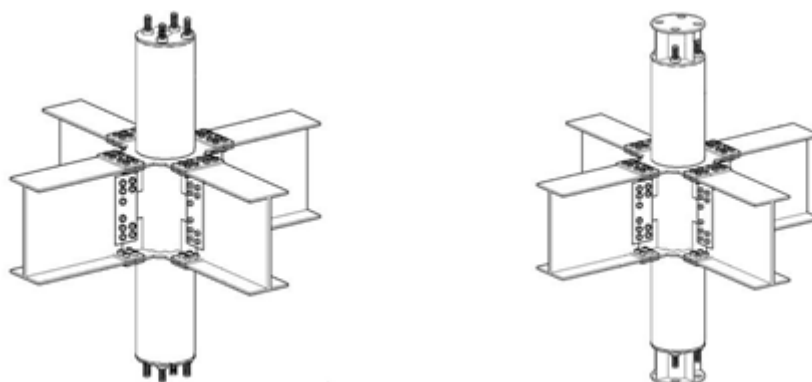


图 1 装配式自恢复圆形钢管混凝土组合节点

自恢复圆形钢管混凝土组合框架节点在小震作用下与普通梁柱固接节点的功能无异，通过节点的设计实现“小震不坏”的抗震设防目标；中震作用下，柱端连接的铸钢内套筒式连接件提供转动刚度，中心插接柱和上、下段钢管柱有分离的趋势，但钢管柱内的混凝土由于高强钢筋群施加的预应力而不会过早的开裂，钢管柱内高强钢筋受拉始终处于弹性状态，震后变形可迅速恢复，继续发挥功能；大震作用下，结构可能出现大变形，但由于结构整体性强不致倒塌，地震过后，任意破坏的构件均可精准拆卸并实现快速更换。

带有颗粒阻尼仓耗能的装配式智能节点及安装方法（PCT 国际发明专利、中国发明专利授权）

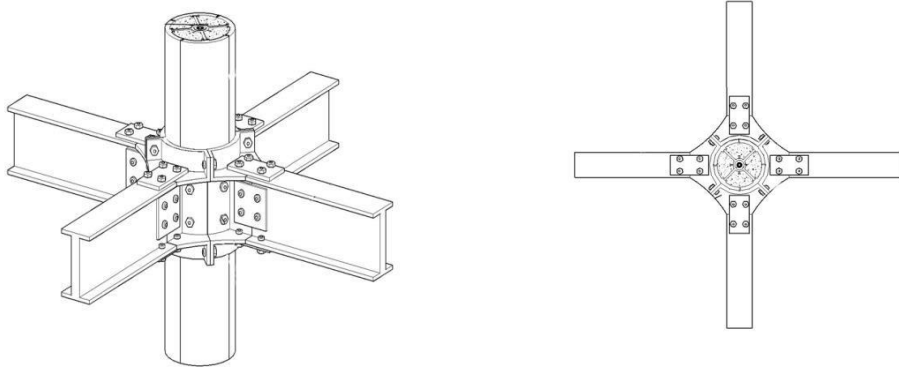


图 2 带有颗粒阻尼仓耗能的装配式智能节点及安装方法

本专利首次将颗粒阻尼仓运用到装配式钢结构节点中，其耗能效果优良，使得节点具有优良的抗震性能。核心钢骨架采用仿生学设计，仿照动物骨骼设计，具有强度高，质量低，节省材料的同时保证了柱子的强度和整个节点的抗震性能。完全避免了现场焊接，全部装配式连接，且构件装配化程度高，运输方便，提高了节点的施工效率；整个节点的组成构件，全部工厂制作，现场装配，现场浇筑混凝土，最大限度地降低了现场施工对质量的影响。

环板拼接式中空夹层钢管混凝土组合节点及安装方法（中国发明专利授权）

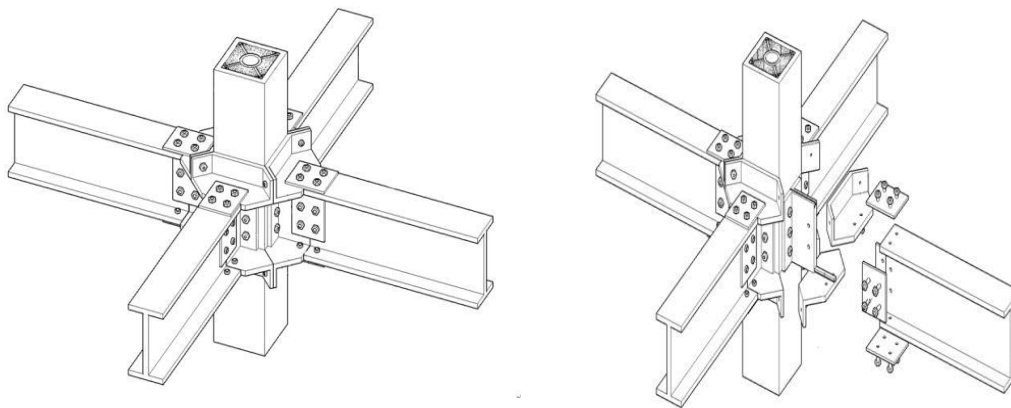


图 3 环板拼接式中空夹层钢管混凝土组合节点及安装方法

环板拼接式中空夹层钢管混凝土组合节点及安装方法，其包括方钢管柱、工字型钢梁以及连接两者的梁柱连接组件，本发明实现了中心钢管柱的位置固定，连接节点采用特有的外环板式拼接连接，实现“强柱弱梁”的设计理念；所有构件的焊接均在工厂加工完成，现场全部通过螺栓连接，实现了完全装配化施工。

斜外环板组装式十字连接梁柱节点（中国发明专利授权）

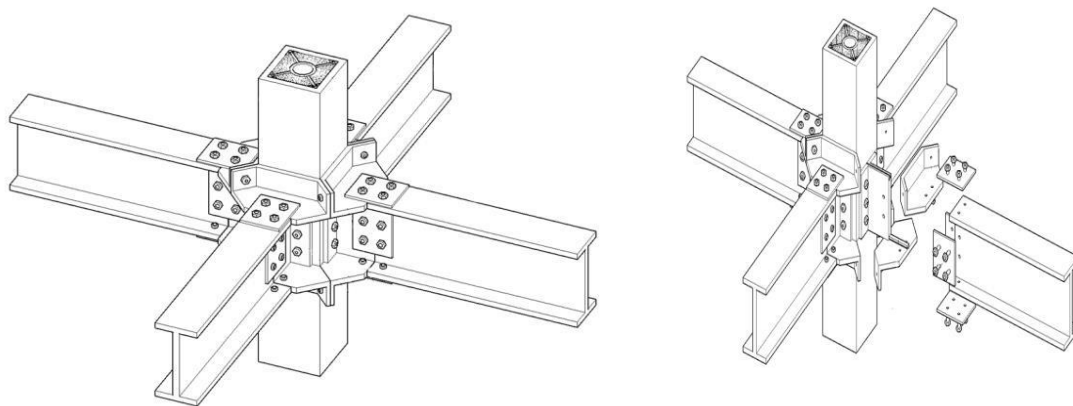


图4 斜外环板组装式十字连接梁柱节点

外环板组装式十字连接梁柱节点，其包括方钢管柱、H型钢梁以及梁柱连接组件。采用斜接板作为标准拼接件，保证外环板整体性的同时保证了节点域的强度，实现了塑性铰外移，斜接板提供了充足的施工空间，安装方便，破坏后可及时更换；所有构件的焊接均在工厂完成，现场全部通过螺栓连接，实现了完全装配化施工，避免现场焊接带来的质量问题，加快施工进度。

完全装配式圆形钢骨架混凝土连接节点（中国发明专利授权）

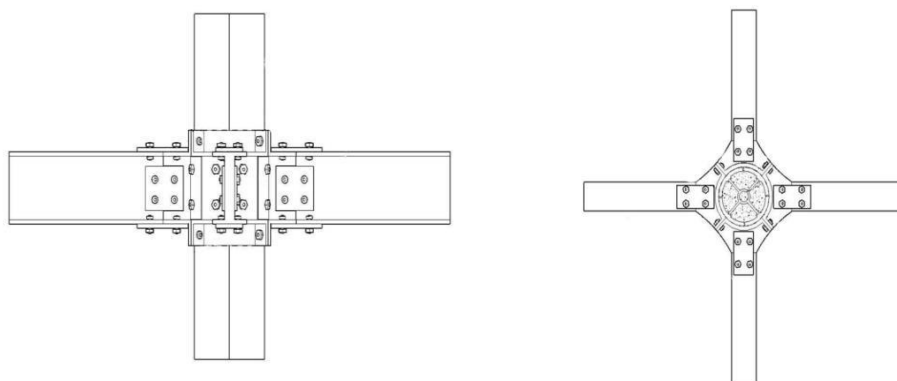


图5 装配式圆形钢骨架混凝土连接节点

完全装配式圆形钢骨架混凝土连接节点，包括外包全装配式钢管柱和全装配式环形梁柱连接总成。节点全部装配式连接，提高了节点的施工效率，解决了焊接存在的应力集中等先天缺陷。构件全部采用工厂制作，现场装配，施工标准化程度高。全装配式灵活性强，具有较大的普适性，可适用于梁数量不同，梁与梁之间角度不同等结构。上下两个外加强环使结构达到强

柱弱梁的效果。

方形 FRP 钢木组合节点及其安装方法（中国发明专利受理）

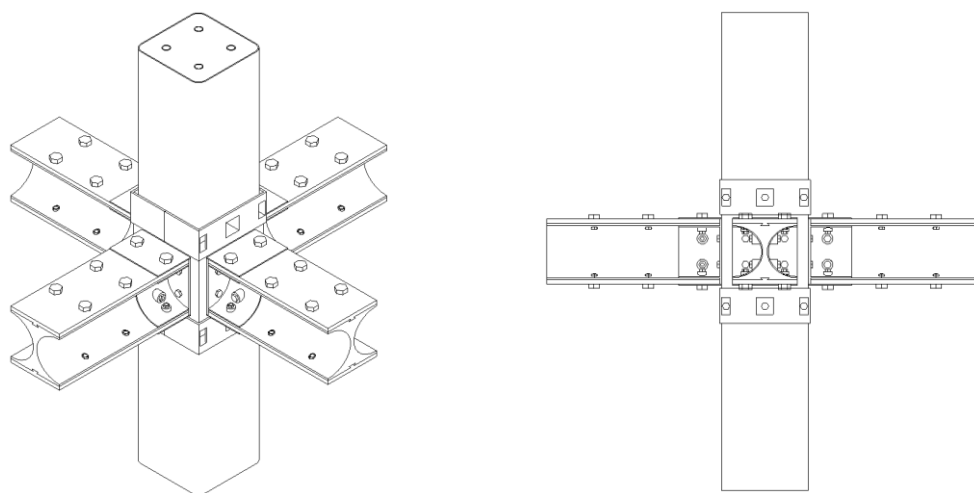


图 6 方形 FRP 钢木组合节点

方形 FRP 钢木组合节点。本专利仅有螺栓开孔，结构整体强度高，完美保证了木质构件抗震性能，强度高性能好，在木结构建筑领域有巨大的发展潜力。所有构件都可在工厂加工批量生产，施工现场仅使用螺栓连接和套筒径向挤压的钢筋机械连接，施工速度快，连接可靠、质量保证高，可实现完全装配式施工。圆套筒钢木组合节点（中国发明专利受理）

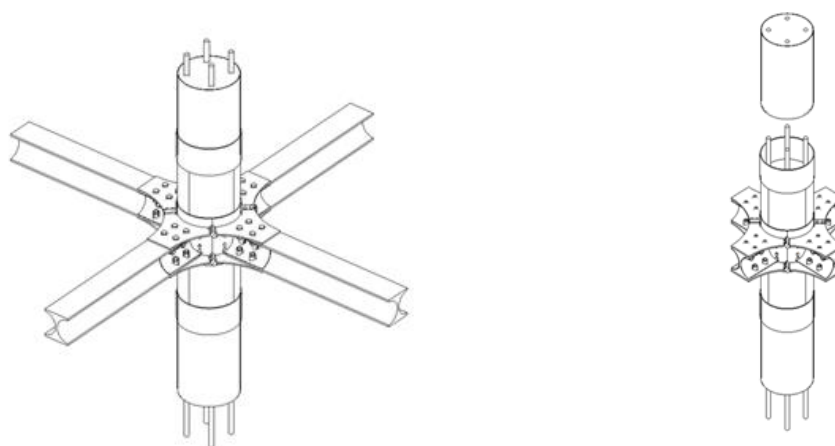


图 7 圆套筒钢木组合节点

圆套筒钢木组合节点。包括木柱、木梁、连接构件。现场施工安装时，仅由螺栓连接和胶粘合，操作简单、安装快速，完全装配式安装，能满足在

有特殊竖向承载的木结构建筑的设计要求，在中高层木建筑中有具有巨大的市场潜力。

拼装楼板式钢木组合节点（中国发明专利受理）

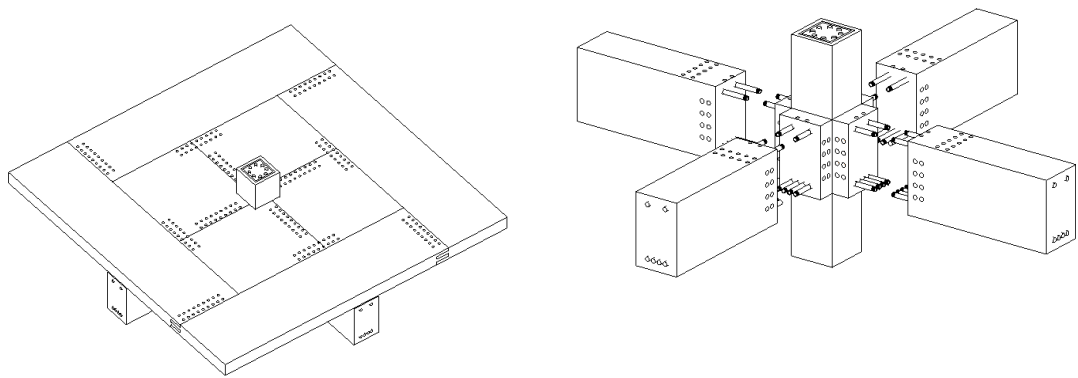


图 8 拼装楼板式钢木组合节点

拼装楼板式钢木组合节点及其组装方法，节点中采用钢木并用的拼接式组合结构，降低节点破坏概率、提高建筑的整体承载力。拼接式节点的设计实现了施工生产化，减少施工周期，避免焊接等施工质量造成的工程问题。

折叠式楼板中柱组合节点及其组装方法（中国发明专利受理）

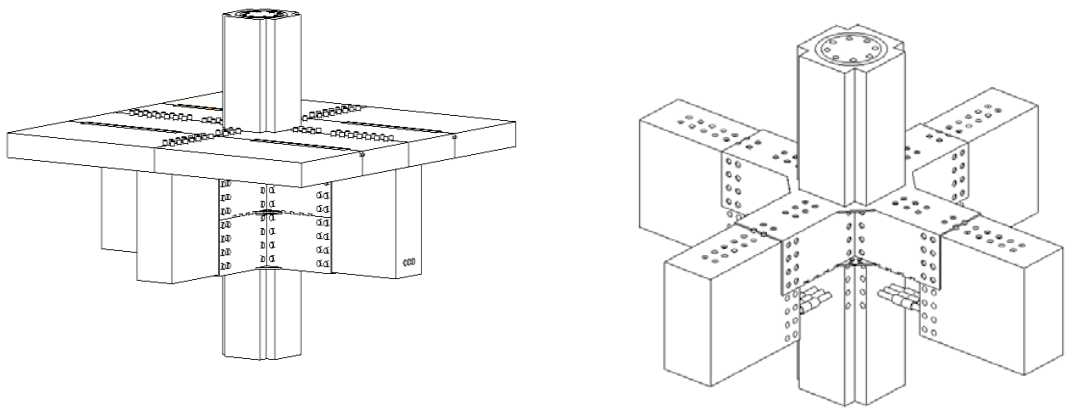


图 9 折叠式楼板中柱组合节点

叠式楼板中柱组合节点及其组装方法，采用钢木并用结构，通过折叠式楼板、装配式柱梁组合节点，保障施工质量，提高施工效率，优化结构的抗震性能。

装配式钢木组合节点（中国发明专利受理）

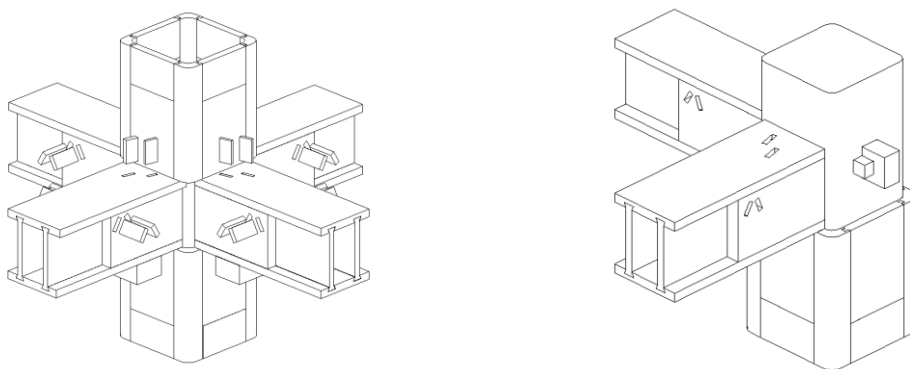


图 10 装配式钢木组合节点

构件可进行工厂预制，构件精度高，现场拼接，施工简便，减少工序，并有效缩短施工周期；且采用的钢木组合结构，提高了不同强度材料的利用率，通过巧妙的连接及配合，使钢木结构的组合协同形成高效合理的结构新形式，提高建筑表现多的丰富多样性。

装配式限位增强钢木磨砂套筒组合节点（中国发明专利受理）

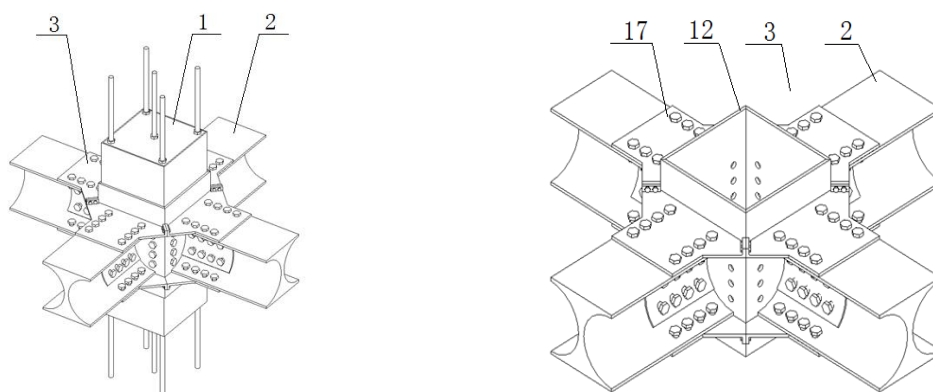


图 11 装配式限位增强钢木磨砂套筒组合节点

其综合利用了钢材、木材和 **FRP** 纤维增强复合材料的优点，实现了组合节点的产品化，装配化，标准化。所有构件均可在工厂预制，再运输至现场进行连接，避免了人工焊接带来的缺陷，有效减少了人工成本，提高效率，缩短工期。

（二）装配式柱的研发

外方内圆钢管双套筒拼接节点及其施工方法

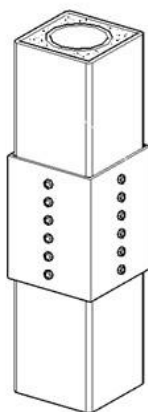


图 12 外方内圆钢管双套筒拼接节点及其施工方法

外方内圆钢管双套筒拼接节点及其施工方法。本发明包括上段方钢管柱、下段方钢管柱，上段圆钢管柱、下段圆钢管柱，本发明解决了现有外方内圆钢管核心筒节点连接方式现场施工操作不便、连接构件设计施工复杂、节点刚度不够，以及目前核心筒节点连接如何采用套筒拼接的问题；解决柱子在竖向荷载过大时螺栓断裂造成结构倒塌的技术问题。

装配式双耗能可恢复圆钢管混凝土组合柱及其安装方法

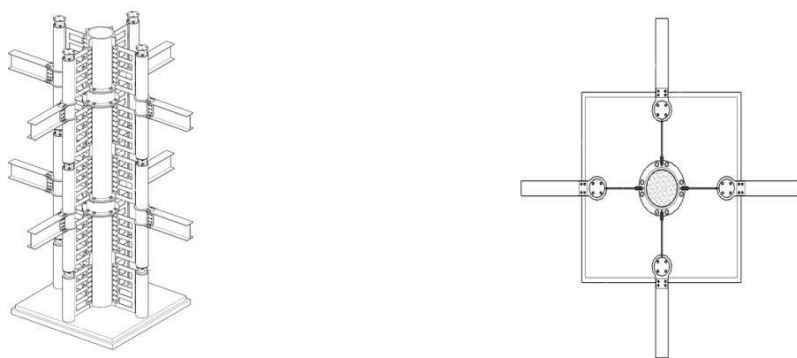


图 13 装配式双耗能可恢复圆钢管混凝土组合柱及其安装方法

装配式双耗能可恢复圆钢管混凝土组合柱及其安装方法。本发明解决现有技术中较大地震作用时，钢管混凝土组合柱整体性不足，组合柱施工空间小，实现双耗能以及提高震后恢复能力的问题。所有构件均可在工厂加工完成，现场全部通过高强螺栓连接，实现了完全装配化施工，可避免现场焊接可能带来的质量问题，并加快施工进度、提高劳动生产率，地震过后，任意

破坏的构件均可精准拆卸并实现快速更换。

装配式双耗能可恢复方钢管混凝土组合柱及其安装方法

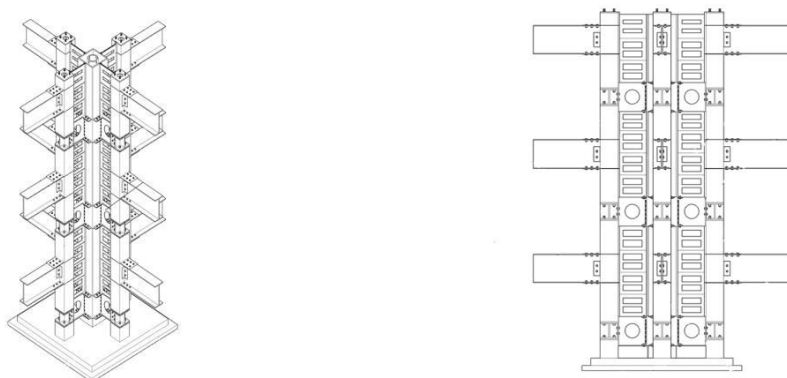


图 14 装配式双耗能可恢复方钢管混凝土组合柱及其安装方法

装配式双耗能可恢复方钢管混凝土组合柱及其安装方法，本发明实现了建筑结构遭受地震作用时的初次耗能，提高结构的抗震性能。首创耗能连接钢板作为组合柱柱间连接构件，提高结构的抗震性能；震后变形可迅速恢复，保证组合柱整体性，使结构继续发挥功能；避免了梁柱节点过大的浪费，充分节省了建筑空间与建筑成本；可以为地震过后结构的修复提供了一个充足的操作空间。

可拼接分割板的多层耗能式钢管混凝土组合柱

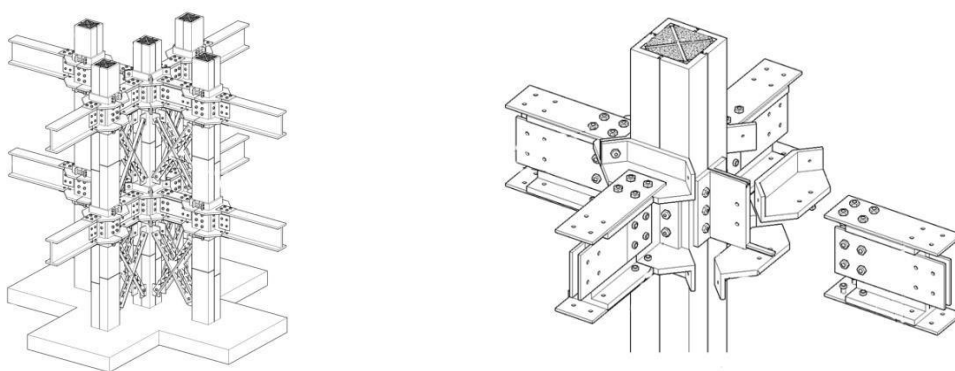


图 15 可拼接分割板的多层耗能式钢管混凝土组合柱

可拼接分割板的多层耗能式钢管混凝土组合柱。本发明解决现有技术中钢管混凝土组合柱装配程度低，无法多层耗能，整体性不足的问题。实现了

施工现场完全装配、地震时多层耗能以及提高震后恢复能力的作用。预留十字叉型孔洞使构件变弱，在地震中首先耗能，有效保护结构的安全；保证了中柱不被地震所破坏，在塑性变形后可恢复到原来位置，达到自恢复的效果。

可复位的形状记忆合金耗能组合柱及安装方法

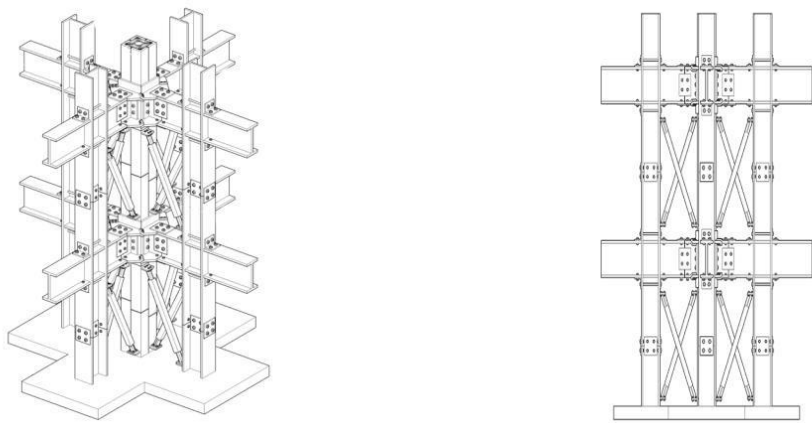


图 16 可复位的形状记忆合金耗能组合柱及安装方法

可复位的形状记忆合金耗能组合柱及安装方法。本发明实现施工现场完全装配、地震时耗能以及提高震后恢复能力的作用。避免了梁柱节点过大的浪费，充分节省了建筑空间与建筑成本；保证了装配方钢管柱不被地震所破坏，在塑性变形后可恢复，达到自恢复的效果。防屈曲支撑是地震作用下的主要耗能部件，可充分耗能有效保护结构的安全。

可主次受力的钢板耗能复合型组合柱及安装方法

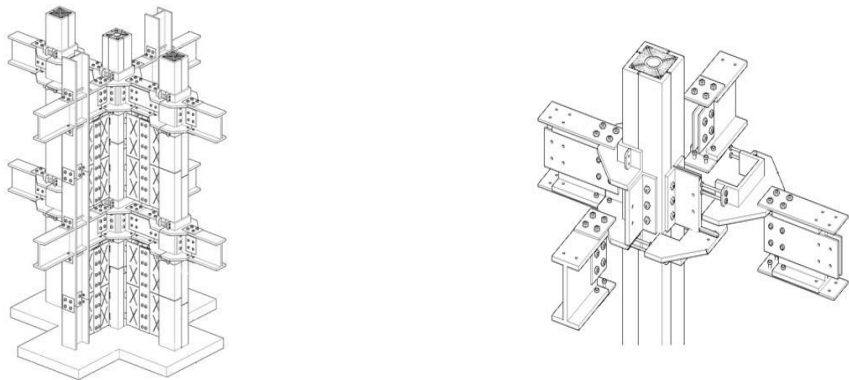


图 17 可主次受力的钢板耗能复合型组合柱及安装方法

可主次受力的钢板耗能复合型组合柱及安装方法。本发明在不同方向上采用不同的柱子，实现了主次受力。解决实现主次受力分步耗能以及提高震后恢复能力的问题。极大程度的减少了组合柱的截面尺寸，使结构布置更加灵活；耗能铰接避免主要承重柱直接遭受地震作用；在保证结构稳定性的同时，极大地方便了施工，提高了建筑的施工速度；实现了承受地震荷载后双耳式连接节点变形的自恢复能力，提高结构的震后自恢复性能。

装配式功能可恢复钢骨架混凝土组合柱

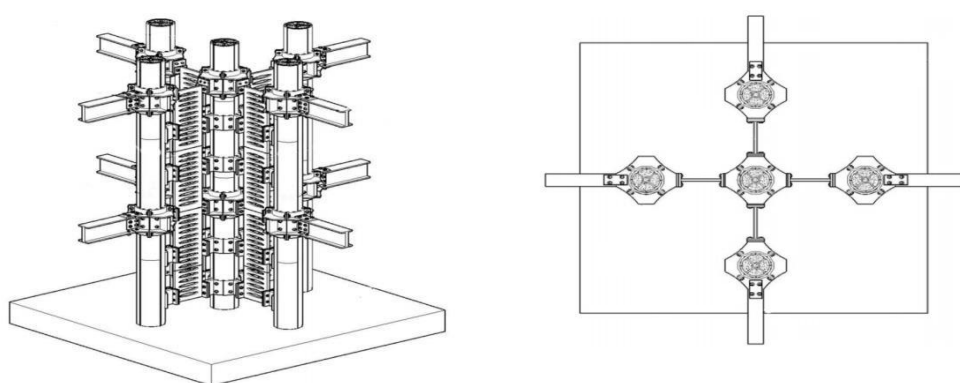


图 18 装配式功能可恢复钢骨架混凝土组合柱

装配式功能可恢复钢骨架混凝土组合柱。全装配式组合柱的所有构件全部工厂生产，现场装配，提高了施工效率；构件体积适中，方便运输和搬运，方便修复更换，构件具有优良的吸能能力且实现了整个组合柱的功能可恢复；均是完全装配式柱，既满足承载力和抗震的需要，还可以降低建造成本；三种类型的弧形脚连接件使得该发明具有很大的普适性和实用性。

（三）装配式自恢复双钢板剪力墙的研发（PCT 国际发明专利、中国发明专利授权、美国、日本发明专利受理）

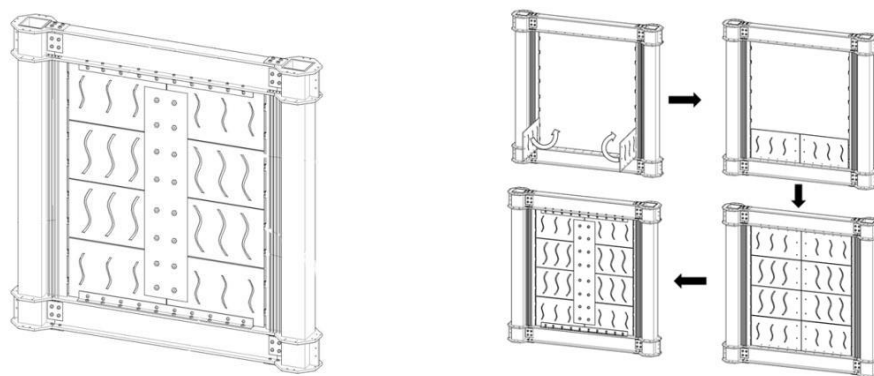


图 19 装配式包括自恢复耗能型双钢板开缝剪力墙结构

装配式自恢复双钢板剪力墙的研发。本发明包括结构钢柱、钢梁和剪力墙组件，实现了完全装配化施工，避免了现场焊接。大震时将塑性变形控制在钢板剪力墙组件部分。震后可自复位，只需更换损坏部分，无需整体更换，降低成本。

实现了钢板剪力墙的完全装配化施工，加快施工进度、提高效率；本发明的钢板剪力墙组件实现“大震不倒”的抗震设防目标；

（四）装配式耗能型结构体系的研究

具有恢复功能的全装配钢框架结构体系

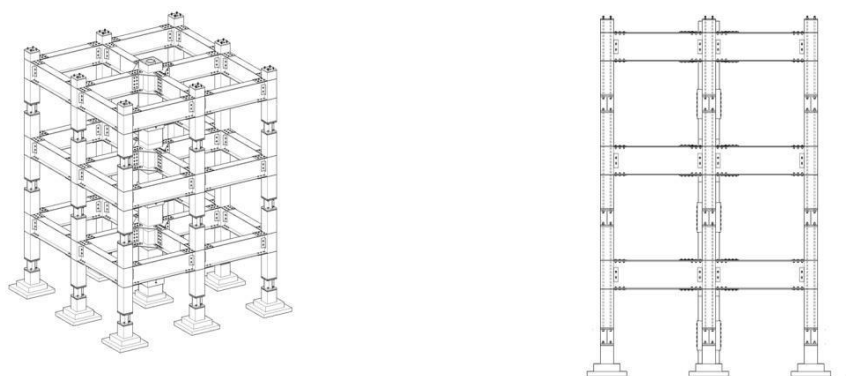


图 20 具有恢复功能的全装配钢框架结构体系

本发明可以实现钢框架结构耗能及震后自恢复，也解决了现有技术中柱间连接以及如何实现全装配式的具有恢复功能的钢框架结构的问题。实现了自恢复型抗震结构体系的一种创新；满足预制装配化钢结构施工工艺需要，该框架结构具有良好的抗震性能。

具有自恢复功能的框架核心筒结构体系

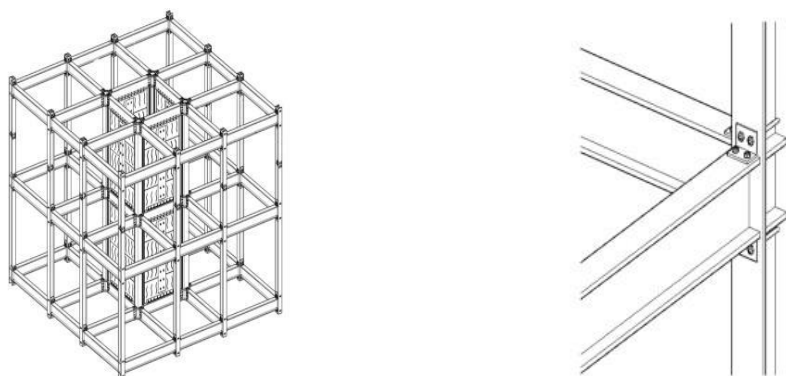


图 21 具有自恢复功能的框架核心筒结构体系

具有自恢复功能的框架核心筒结构体系。本发明体系包括核心筒模块、角部节点模块和端部节点模块。“双重自恢复三重耗能”的结构体系，在震后只需更换耗能构件即可，减少维修时间，减少维修费用，实现了“小震不坏，中震可修，大震不倒”的抗震设防目标；完全装配化施工，避免焊接造成的问题，加快施工速度、提高施工质量。水平力主要由开缝钢板剪力墙承担，从而使主体部分只承担竖向荷载，从而有效减少柱的截面面积。

五、创新点及性能指标

(1)所有结构体按构架体系以及相关构件均为装配式安装；连接方式均为角钢、连接板与螺栓连接以及楔形槽插接形式，采用现场拼接，提高施工质量、施工速度以及结构可修复性。

(2)创新性地采用“强柱支撑，弱柱耗能”的整体屈服机制，抗震性能优越，将抗震设防水准提升至“中小震不坏，大震可修，罕遇地震不倒”。

(3)采用多道抗震防线以耗散结构所受大部分能量，通过后张拉预应力钢绞线及高强对拉螺栓的连接，使耗能结构在地震中耗能以保证主体结构的稳定性。

(4)本项目与传统装配式结构体系相比，进一步提高了结构安全可靠度，突破现浇结构的设计理念，实现了具有更高抗震性能的装配式可恢复新型结构体系。

六、知识产权情况

授权发明专利

US10167623B2(美国)	PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE-FILLED STEEL PIPE SLEEVE JOINT
特许 6518842(日本)	組立式鋼管ケーシング鉄筋コンクリート複合ノード及び取付方法
PCT/CN2018/079531	装配式钢管套管钢筋混凝土组合节点及安装方法
PCT/CN2018/094606	带有颗粒阻尼仓耗能的装配式智能节点及安装方法
PCT/CN2018/094607	装配式自恢复耗能型双钢板开缝剪力墙结构
ZL201610221015.1	装配式钢管套管钢筋混凝土组合节点及安装方法
ZL201711390229.0	装配式自恢复圆形钢管混凝土组合节点
ZL201610497606.5	装配式摩擦性钢节点
ZL201710100504.7	一种装配式圆形钢管套筒纤维混凝土连接节点及安装方法
ZL201610649406.1	一种装配式巨型钢管柱异型节点及安装方法
ZL201710100620.6	一种装配式巨型筒中筒圆形钢管柱异型组合结构及安装方法
ZL201710379722.6	一种海洋漂浮物撞击模拟试验系统
ZL201710730603.0	双套筒钢结构梁柱节点及安装方法
ZL201711390228.6	具有恢复功能的全装配钢框架结构体系
ZL201711390420.5	装配式自恢复钢管混凝土组合节点及安装方法和结构体系
ZL201610976101.1	一种阻尼力可调型粘滞阻尼箱
ZL201810358730.7	环板拼接式中空夹层钢管混凝土组合节点及安装方法
ZL201810358951.4	完全装配式圆形钢骨架混凝土连接节点及安装方法
ZL201810378979.4	完全装配式钢框架节点
ZL201810358950.X	斜外环版组装式十字架连接梁柱节点
ZL201810358564.0	装配式自恢复耗能型框架核心筒结构体系
ZL201810358746.8	装配式自恢复耗能型双钢板开缝剪力墙结构
ZL201720325279.X	一种基于适度屈曲控制的构件损伤控制保险丝装置
ZL201720325279.X	一种装配式耗能型高低梁异型节点
ZL201721799299.7	具有恢复功能的全装配式钢框架结构体系
ZL201720006992.8	一种功能分离型双重子系统协同减震结构体系

七、合作方式

本项目采用专利转让方式进行合作。本团队利用先进的专利技术优势，与行业内的龙头企业合作，将专利技术及相关权限有偿的转让给合作方。获得资金支持开发新产品、提高产品质量、降低产品成本、改善经营管理、提高经济效益，以达到互惠互利的合作方式。以每个专利构件抽取部分专利收益，或直接将专利使用权以一定价格直接转让给合作方。将所得收益作为项目资金，维护团队发展。

本项目通过技术入股方式与投资方进行合作。本团队以专利技术作为“无形资产”进行入股合作。向合股企业进行技术投资，联合研制、开发新产品，共同承担风险，分享效益，并享有按股份比例对合股企业所有权和按股分红的权利。在团队发展中不断进行技术研发更新，提高技术价值。

八、投资概算及经济效益分析

1、投资概算：

本项目前期需获资金 5000 万用于：技术研发，进行对现阶段建筑结构技术研究，以已有的装配式钢结构建筑技术为基础，完善理论体系，构建完整的专利框架；技术人员培训，培养专业的建模工程师、构件加工质量控制人员、现场安装指导工程师，全程把控装配式安装建筑建成质量。

2、经济效益分析：

本项目的研究成果将应用于装配式组合结构体系，为建筑施工提供技术支持，其研究成果能被广泛应用于装配式建筑的相关工作。本项目提出的可恢复新型装配式组合结构体系在建筑设计行业处于领先地位，拥有大量发明专利，形成了完善的装配式结构耗能理论体系，可以带来巨大的经济效益：

(1)节约成本：装配节点的设计实现了施工生产化，减少施工周期，避免焊接等施工质量造成的工程问题，降低工程造价。

(2)提高施工效率：构件可提前预制，简化了施工过程，提高了施工效率。

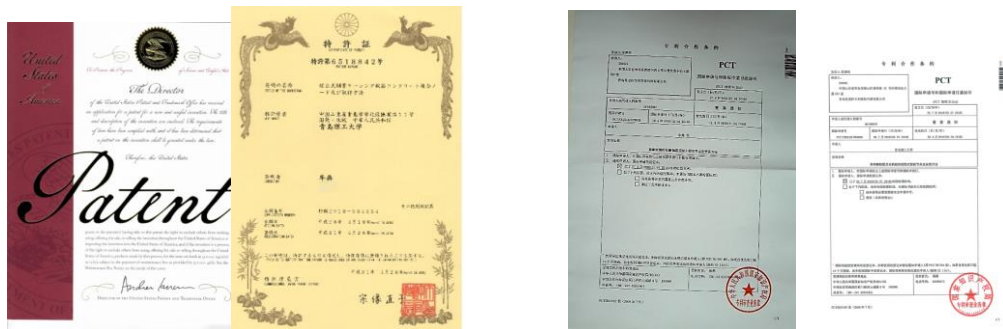
(3)可恢复性：提高了结构这整体承载力，加强了构件的抗震性能，破坏

时的可修复性能，实现了建筑发展的可循环要求。

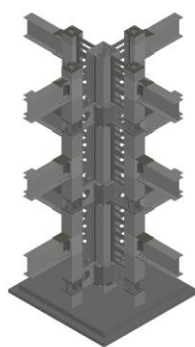
九、技术或产品的关键词

绿色，智能，装配式

十、技术或产品介绍图片

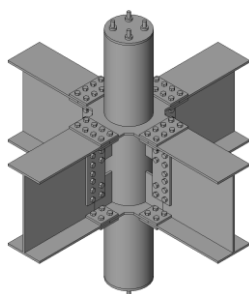


产品图片介绍



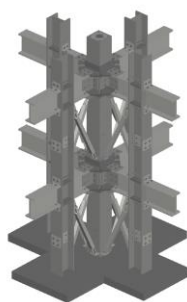
装配式双耗能可恢复方钢管混凝土组合柱

一种装配式双耗能可复位圆钢管混凝土组合柱及其安装方法，属于结构工程技术领域。本发明用以解决现有技术中较大地震作用时，钢管混凝土组合柱整体性不足，组合柱施工空间小，实现双耗能以及提高震后恢复能力的问题。所有构件均可在工厂加工完成，现场全部通过高强螺栓连接，实现了完全装配化施工，可避免现场焊接可能带来的质量问题，并加快施工进度、提高劳动生产率，地震过后，任意破坏的构件均可精准拆卸并实现快速更换。



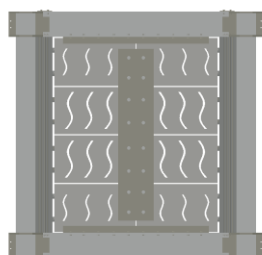
装配式自恢复圆形钢管混凝土组合节点

一种装配式自恢复圆形钢管混凝土组合节点，其包括圆钢管柱和 H 型钢梁，圆钢管柱内贯穿钢筋，圆钢管柱包括上段钢管柱、中心插接柱和下段钢管柱，上段钢管柱与中心插接柱之间通过上套筒连接件连接，中心插接柱与下段钢管柱之间通过下套筒连接件连接；H 型钢梁通过上下两个套筒连接件与圆钢管柱连接。



可拼接分割板的多层耗能式钢管混凝土组合柱

可拼接分割板的多层耗能式钢管混凝土组合柱。本发明包括基础、全装配式方钢管柱、半装配式方钢管柱、H 型连接短梁、H 型钢梁和十字叉耗能连接件，十字叉耗能连接件和 H 型连接短梁将中部的全装配式方钢管柱和四周的半装配式方钢管柱连接在一起形成组合柱，两种柱子均固定在底部的基础上；解决现有技术中钢管混凝土组合柱装配程度低，无法多层耗能，整体性不足的问题。



装配式自恢复耗能型双钢板开缝剪力墙

一种装配式自恢复耗能型双钢板开缝剪力墙结构，其包括钢柱、H型钢梁和剪力墙组件，剪力墙组件包括左右两组开缝墙板，剪力墙组件与H型钢梁的翼缘通过角钢连接；钢柱上下两端均固定有连接环板组件，连接环板组件包括外环板、内环板和短侧板，钢管柱上还固定设置有长侧板，长侧板与开缝墙板通过若干自锁搭扣连接，长侧板两侧均设置有若干预应力钢绞线。

实际应用案例



日本第一高楼——阿倍野



第一代专利-外环板式梁柱节点

外环板式梁柱节点。应用于日本第一高楼——阿倍野的第一代专利-外环板式梁柱节点，可以通过外环板加强环区域刚度和强度，提高梁、柱节点处连接可靠性。改变节点处受力情况，不易发生屈曲，安全可靠。



青岛胶东新机场



新型支撑系统

应用于青岛胶东新机场的第二代产品-新型支撑系统。整个系统的钢材部位，全部工厂制作，现场装配，无需焊接，大大提高现场施工速度与精度，最大限度地降低了现场施工对质量的影响。

20. 【土木工程】城市建筑云

一、所属领域

互联网+城乡建设 CIM 大数据云平台

二、技术或产品名称

城市建筑云

三、技术水平

国家大数据重大项目；中央财政专项资金支持项目。

四、技术简介

城市建筑云（CIM）——是城市建筑物大数据集成管理共享应用平台。服务于城市智能建设、安全运营、智慧管理、产业升级、惠民便民、政务决策推演等。

五、创新点及性能指标

1、创新点：

（1）城市建筑物数据库标准示范园：平台创建的建筑的部品部件族库 BIM 信息，将拉动智能建筑及被动房装配与工业制造，符合国家绿色可持续发展要求，产业需求巨大，由此预计产生年几十亿元的经济效益与社会效益。

（2）城市建筑云大数据应用基地：利用虚拟现实技术（GIS+BIM+VR+AR）建造出多维的可视化的（包括地上与地下空间）两线清晰、有全时空与未来感的精准城乡规划建设数字模型。由此预计产生年几十亿元的经济效益与社会效益。

（3）城市建设产业双创基地；

（4）城建大数据产业联盟（集团公司）：平台为建筑全生命期运营维护、消防管理、应急处置、安全评估、政府决策等提供数据资源与信息服务。由此预计产生年几十亿元的经济效益与社会效益。

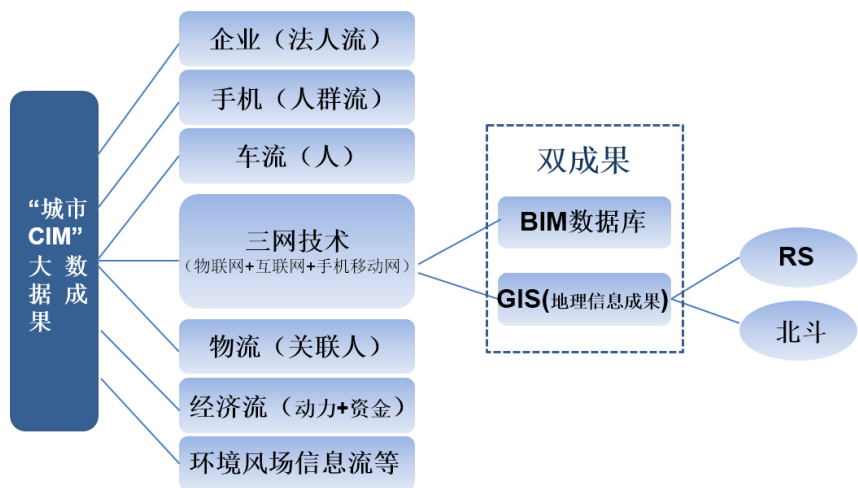
2、应用点及性能指标：

（1）服务经济社会：贯通以建筑全产业链的工业制造与集成装配数据服务信息，由虚拟现实技术拉动大学生就业率提升，提供创新创业平台，从而

带动大数据下的新产业与业态发展。

(2) 服务社会公益：以人为本、面向公众，对建筑的安全度、舒适度、智慧度提供智能的高附加值的惠民服务等；满足新型智慧城市对公共建筑安全应急管理的信息化需求。

(3) 服务政府部门：通过 CIM 大数据库，提供并贯通以项目建设管理为主线的政府十几个部门所需要的数据资源，打破数据资源壁垒，深化数据资源利用，提高公共服务供给效率；完善数据要素流通交易机制，数据共享开发标准与信息安全规范等。



27

六、知识产权情况

201710992560.3 一种城市建筑云平台

七、合作方式

按照国家发改委对大数据重大项目优先支持多单位联合立项的规定，由以下单位联合申报：

- 1、青岛理工大学科技发展总公司（牵头单位）
- 2、青岛高科技园声海电子有限公司
- 3、青岛旅游规划设计院
- 4、中国联通青岛分公司
- 5、泰华智慧产业集团股份有限公司

八、投资概算及经济效益分析

1、投资：合计已完成投资 1750 万元

(1) 青岛理工大学：投入 650 万元购买软硬件，承接 BIM 课题和青岛美术学校体育馆等试点工程，筹建 BIM 联盟；

(2) 声海公司：投入 400 万元完成建筑智能消防 BIM、投入 200 万用于平台研发测试，具有多项 BIM 国家专利软件权，卓越、万象城、青岛中心、胶东机场等一批项目正在融入平台；

(3) 青岛联通公司：提供 IDC 机房网络支持，“建筑工地互联网”系统架构完成；

(4) 青岛旅游规划设计院：投入 500 万元用于一批 BIM 设计；

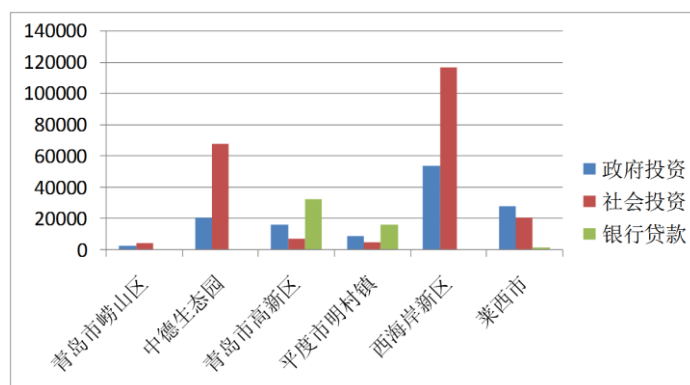
(5) 泰华智慧：参与顶层设计。

2、经济效益分析：

(1) 平台创建的建筑的部品部件族库 BIM 信息，将拉动智能建筑及被动房装配与工业制造，符合国家绿色可持续发展要求，产业需求巨大，由此预计产生年几十亿元的经济效益与社会效益。

(2) 利用虚拟现实技术 (GIS+BIM+VR+AR) 建造出多维的可视化的 (包括地上与地下空间) 两线清晰、有全时空与未来感的精准城乡规划建设数字模型。由此预计产生年几十亿元的经济效益与社会效益。

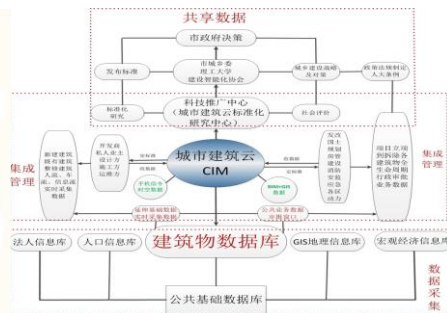
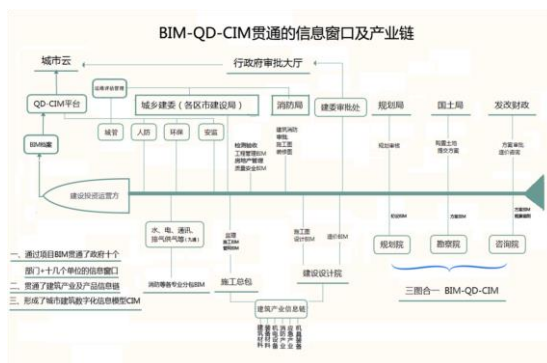
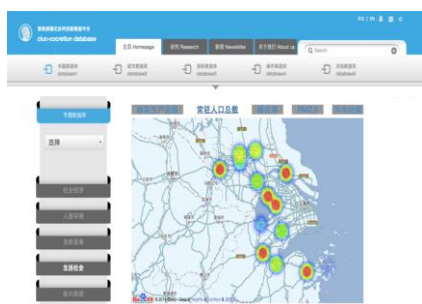
(3) 平台为建筑全生命期运营维护、消防管理、应急处置、安全评估、政府决策等提供数据资源与信息服务。由此预计产生年几十亿元的经济效益与社会效益。



九、技术或产品的关键词

CIUC 智慧协同平台；CityGo 城市推演平台；CDS 城市动力平台；CBDB 城市大数据平台；CIM 城市空间智慧平台；ICP 智慧建造平台。

十、技术或产品介绍图片



城市建筑云架构图

21. 【信息技术】智慧校园、平安校园系统

一、所属领域：计算机信息技术

二、技术或产品名称

智慧迎新系统、事务服务中心网上服务大厅、平安校园系统

三、技术水平

将传统管理系统叠加 BIM、GIS、三维技术、大数据、人工智能等多种技术融合，目前属于前沿技术。

四、技术简介

采用 BIM、GIS、AI、全三维可视化技术、大数据分析等多种技术

五、创新点及性能指标

以 BIM+GIS 搭建起校园三维可视管理平台，搭载人工智能与大数据分析，实现校、教、学相融合的智慧化管理。

六、知识产权情况

鲁 RC-2019-0561 软件产品证书

鲁 RQ-2019-0078 软件企业证书

2019SR0643364 计算机软件著作权登记证书

七、合作方式

自主研发

八、投资概算及经济效益分析

目前已投资约 200 万，三维可视化智慧社区、园区、校区系统能极大提高管理水平和效率，为人民和学生带来更好的生活体验感、幸福感、安全感。目前得到了多方的赞誉，可预计随着智慧系统的不断完善，必将带来可观的经济效益。

九、技术或产品的关键词

智慧校园系统基于“业务独立、数据统一、交叉授权”的设计开发模式，从而确保所有数据能在全校范围内无障碍高速流动，对学校各职能部门的传统平面业务系统进行深度改良，打通了学校各部门的数据孤岛。

智慧迎新系统利用 BIM+GIS+AI 的全三维可视化技术，给新生报到带来全新的体验。智慧安防系统通过人工智能技术，提供人脸识别、人数统计、人体姿态等分析服务，即时上传校园紧急事件，提高校园安全管理反映速度。智慧后勤能源管理系统充分利用交叉学科领域的人工智能和物联网技术，提高设备管理、能耗管理的效率和精准度。智慧体育系统基于运动环境监测、体测数据监测、体育赛事管理等分系统，为学生身心健康发展提供智慧化服务。事务服务中心网上服务大厅系统通过人工智能智能系统协助，优化办事流程，提升服务效率，提高负载能力。科技创新创业系统整合全校师生与优质企业资源，通过技术优势互补，以兴趣和技术为导向，盘活高校科技创新创业市场。智慧就业系统辅以人工智能，提供个性化、精准化就业服务，打通学生就业的“最后一公里”。

十、技术或产品介绍图片



智慧迎新系统



智慧安防系统

智慧后勤系统



智慧体育系统

网上服务大厅系统

科技创新创业平台系统

智慧就业系统

22.【环境能源】QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术

一、所属领域

生态景观工程、风景园林工程

二、技术或产品名称

QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术

三、技术水平

QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术主要用于滨海山地岩石坡面和硬质喷植土地等绿化困难的地带,使其得以恢复自然生态环境保护环境和景观美化为目的的绿化成为可能,能够实现滨海山地岩石边坡较为完美的防护。

QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术应用于滨海山地高陡岩质边坡的绿化治理,它的使用不但降低了施工难度,保证工程的可操作性原则及边坡绿化治理的整体效果,同时解决了滨海山地岩石边坡的浅层防护问题。所以说 QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术应用于滨海山地护坡施工中真正实现了滨海山地边坡防护和绿化两大功能的完美结合。

四、技术简介

此技术的基本方法是在特定配好的客土中添加一定量的混有 QLS 滨海山地承台强化护坡添加剂的水泥,制备成有一定强度的生态强化护坡基质,喷射在滨海山地岩石坡面上,为 QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术。此基质凝固之后有一定的力学强度,不龟裂,不冲刷,不流失。适用于各种岩石边坡护坡绿化,能解决其他方法解决不了的滨海山地山体护坡破坏的问题。添加足够量的水泥,需同时添加“QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂”,必须按照特定的配方,施工时需严格操作,严格控制水泥和 QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂的用量,并执行特定的养护方案。

1.施工工艺

坡面整治——高强度土工网和锚钉的铺设安装——生态强化护坡基质制备——生态强化护坡基质喷植——后期养护管理

2.坡面整治

将滨海山地坡面对施工有碍的一切障碍物清理干净。包括：

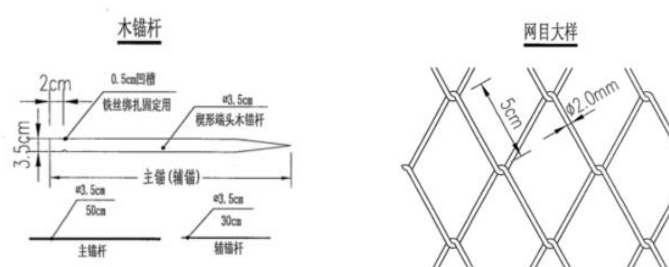
1) 清除植被结合部。清理坡面开口线以上原始边坡的接触面，清理宽度 1.0-1.5m，以铲除原始边坡上植物枝干为准，对地下根茎无必要进行挖除，此部分作为工程与原坡面的过渡即植被结合部；破面修整处理。

2) 对于明显存在危岩的凸出易脱落部位，进行击落，可先用电锤或风镐在凸出部位沿坡面钻出孔洞，然后用锤击落。

3) 对于明显凹进的地段，进行填补，可用风镐将需填补处凿出麻面，其深度不宜小于 1cm，然后用高压风、水将其冲洗干净，最后用 M7.5 砂浆将其填平。

3.高强度生态镀锌土工网和锚钉的铺设安装

采用电锤垂直于坡面钻孔，击入锚钉。锚钉采用 $\phi 10$ 或 $\phi 12$ 螺纹钢，长度 30cm-60cm 锚固，锚钉间距 1m*1m。孔深 20cm-50cm，锚杆外露 10cm。坡体顶部为加强稳定，可用长 60cm 进行加密加长处理。锚钉稍上倾，与坡面夹角 95-100°坡体部分岩石风化严重处，视情况锚钉进行加长，以锚钉击入坡体后稳定为准。



按设计的锚钉规格、入岩深度、间距垂直于坡面配置好锚钉后，铺设加 14# 镀锌勾花铁丝网（网目 5*5cm）。网片从植被结合部顶由上至下铺设，加筋网铺设要张紧，网间上下需进行不小于 5cm 的搭接，但所有网片之间应用 18# 铁丝绑扎牢固，在锚钉接触处也一并用 18# 铁丝与锚钉绑扎牢固。网片距坡面保持 7cm 的距离，否则用垫块支撑。

4.生态强化护坡基质制备

生态强化护坡基质由砂壤土、有机质、水泥、QLS 滨海山地生态强化护坡

添加剂混合而成，各组分材料的选择要求如下：

1) 砂壤土：选择工程所在地原有的地表土壤经风干粉碎过筛而成，要求土壤中砂粒含量不超过 5%，最大粒径应小于 8mm，含水量不超过 20%。混有植物种子。

2) 水泥：采用 P42.5 普通硅酸盐水泥。

3) 有机质：有机质一般采用青啤啤酒糟、醋渣或新鲜有机质（稻壳、秸秆、稻草）的粉碎物，其中新鲜有机质的粉碎物在基材配置前应进行自然发酵处理。

4) QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂：强化添加剂含有团粒剂、城市污泥、保湿剂、驴粪、缓释肥、萤石、特定真菌、PH 酸计（松针土）、珍珠岩、草木灰等。

该添加剂能改善土壤结构,促进的氧的供给，能非常有效的在土壤中产生空气化合，为幼苗根系建立，水份及营养物质渗透吸收起到重要作用；能中和因水泥添加带来的严重碱性，调节基材 PH 值，降低水化热；增加基材空隙率，提高透气性；改变基材变形特性，使其不产生龟裂；提供土壤微生物和有机菌，有利于加速基材的活化；含有缓释肥和保湿剂。

5.生态强化护坡基质喷植

喷植所用设备为一般混凝土喷射机，分基层和表层分别进行。从坡面由上之下进行喷护，先基层后表层，每次喷护单宽 4-6m，高度 3-5 米。喷播由大于 12 立方的空压机送风，采用干式喷浆法施工。

1) 基层喷植：

方法：在喷浆之前再次检查坡面上的浮土、草皮、树根及其它杂物是否清理干净，确认后用水进行坡面喷淋，以促使喷射生态强化护坡基质与基面连接紧密，然后进行试喷试验，以调节水灰比，再进行喷浆施工；基层的喷护厚度为 8-9cm；喷射作业开始时，应先送风、后开机、再给料，喷射结束时应待喷射料喷完后，再关风。

控制措施：基层生态强化护坡基质可一次喷至设计厚度，不需分层喷植；喷射过程中，喷嘴距坡面的距离控制在 0.6m-1.0m 之间，一般应垂直于坡面，最大倾斜角不能超过 10°；喷浆中，喷射头输出压力不能小于 0.1MPa；喷射

采用自上而下的方法进行，先喷凹陷部分，再喷凸出部分；喷射移动可采用“S”形或螺旋形移动前进。

2) 表层喷植

基层施工结束 8h 以内进行表层喷护厚度为 1~2cm；表层喷护之前在坡面上喷一次透水，保证基层和表层的粘结；近距离实施喷播，以保证草籽播撒的均匀性；喷播采用自上而下的方式进行，单块宽度按 4~6m 进行控制。

3) 后期养护管理

后期强制养护非常关键，强制性养护指的是在喷播（栽植）结束后的头两个月日常进行的给植物浇（洒）水工作。具体是在喷播施工结束后两天内，在基材表面加盖无纺布。一是起到保墒、控温的作用，提高植物种子的出芽速度，二是防止植物种子被风吹走和被飞禽啄食，提高植物种子出芽率和成活率。安装喷（浇）灌系统，实行每天的均匀洒水养护。喷（浇）灌系统由蓄水池（如果有现存的水池、水塘、自来水供水管道，可以不建新的蓄水池）、主供水管道、供水支管、摇臂喷头、水龙头和控制阀组成。

强制性养护期间还应注意植物种子的出芽率和出芽均匀度，对局部出芽不齐和没有出芽的坡面要进行补植，当然也包括对栽培植物的成活率监测，及时更换或补种没有成活的苗木。

五、创新点及性能指标

1. 创新点：

QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术对滨海山地边坡有浅层防护作用。首先，生态强化护坡基质能阻止雨水集中进入坡体，所以能防止因雨水进入造成的坡体坍塌灾害。第二，对滨海山地风化坡面的岩石加速风化有防止作用。开挖产生的风化岩石坡面，一旦暴露在外，就会加速风化，生态强化护坡基质可以有效的防止因加速风化造成的坡面伤害。第三，不流失，不垮塌。生态强化护坡基质凝固后强度可达到 0.3 兆帕，能抵抗暴雨的冲刷。QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂及其工程技术采用特定的基质配方和种子配方，可以利用现有的国产设备，生产工艺简单，QLS 滨海山地生态强化护坡添加剂的运用，更能改善基材的理化性质，营造适宜植物生长的基质环境，达到边坡防护与生态修复的双重效果。

2.性能指标：

生态强化护坡基质基层、表层配置表

配比（质量比）	砂壤土	水泥	有机质	QLS 强化添加剂
基材基层	100kg	10kg	5kg	5kg
基材面层	100kg	6.5kg	5kg	5kg

表层植物种子配置表

序号	植物种类	植物种子名称	用量（g/m ² ）	备注
1	乔木种子类	刺槐	14	主品种
2		臭椿	15	主品种
3		火炬树	14	辅助品种
4		栎树	12	辅助品种
5	灌木种子类	多花花木兰	7	主品种
6		小叶胡枝子	3	主品种
7		紫穗槐	12	主品种
8		火棘	10	辅助品种
9	草本种子类	紫花苜蓿	5	冷季型、豆科
10		白三叶	4	豆科
11		中华结缕草	5	草本
12		长蕊石头花	4	草本
13		多花筋骨草	3	草本

六、知识产权情况

专利成果正在申请中。

七、合作方式

以青岛理工大学为本专家团队的法人，与社会力量和相关企业战略合作，以双方共赢为总则。

八、投资概算及经济效益分析

1.投资概算：约 200 万元。

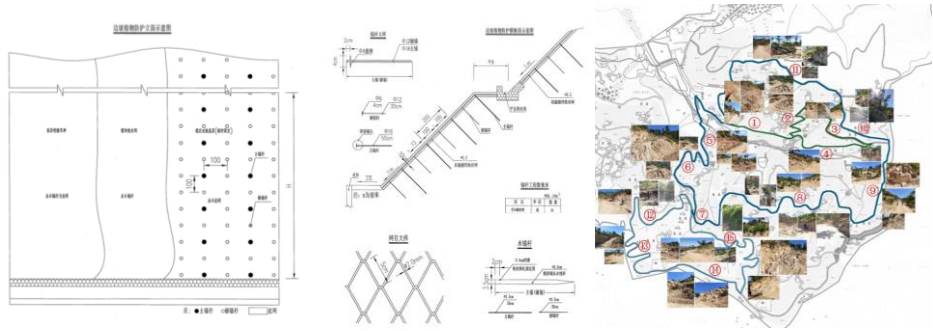
2.经济效益分析：

此项边坡技术已达到国际领先、国际先进 、国内领先、国内先进 、省内领先 、省内先进的水平。具备可以出口创汇、替代进口 、填补国内空白、填补省内空白的市场前景。预计产业化后经济效益，可达到，年增销售收入 500 万元，年增税收 10 万元，年增利润 100 万元，创汇 10 万美元。

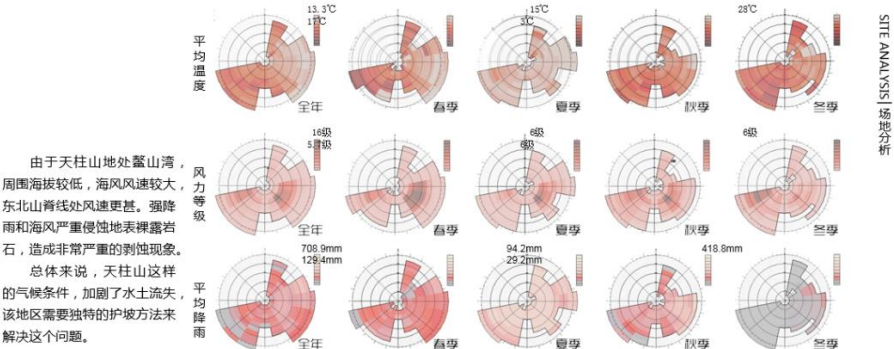
九、技术或产品的关键词

滨海山地、生态强化护坡、添加剂、工程技术

十、技术或产品介绍图片



气候条件分析——汇总分析



岩面类型	岩面绿化料：当地土料
强风化岩面	1.0: 1.5
中风化岩面	1.0: 1.0
微风化岩面	1.0: 0.5

23. 【信息技术】城市建筑云 CIM 平台

一、所属领域

新一代信息技术、数字建筑技术，数字孪生智慧城市技术相融合的技术领域

二、技术或产品名称

城市建筑云 CIM 平台

三、技术水平

专家评定：国内领先

四、技术简介

在传统的城市建筑与建设领域引入大数据、云计算、人工智能、物联网、3M 空间仿真模型等新一代信息、数字、工程技术（简称 3T），用数字城市与新型智慧城市工程方法，构建“时空耦合、地理关联、承载流动、多元异构、图数一体、三维可视”的大数据平台——城市建筑云平台（简称 CBC），是青岛理工大学在 2016 年全国首创。平台集中汇聚了青岛市大型青岛新机场、红岛会展中心、海天 369、大剧院、体育中心等一大批公共建筑信息模型（BIM），以及部分区市的地理信息模型（GIM）、精细化模型（CIM），构建成具有“城市智脑”特征的“城市空间导航罗盘”。在 2018 年的上合峰会消防与安保中发挥了重要作用，也为城市建设、城市治理、城市应急、城市空间利用等提供了三维可视化场景与大数据平台。

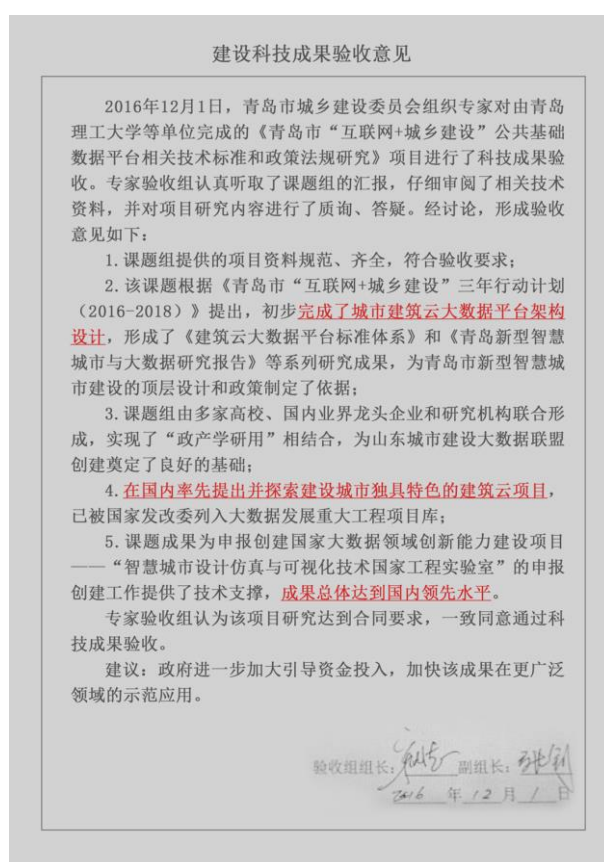
通过 CBC 平台的数据库与“城市智脑”功能，实时记载城市更新数据、老旧住区改造数据，准确掌握“城市空间”及其承载的“热力大数据”，可视化展示、数字化管理、智慧化服务于城市的高品质建设，提升城市可持续发展与城市设计的推演预测能力，同步积累城市建设与管理者的智慧，具有重要的现实意义和深远的战略意义。

为城市建设领域产业链注入新动能，推动建筑产业转型升级，已呈现快速上升势头。目前已与多个城市签订打造“城市建筑云”平台项目。深圳、佛山、上海等城市也在积极打造与“CBC”“类同的“数字孪生城市”平台、城市信息模

型 CIM 平台，服务于城市建设、城市更新、城市治理等，其经济效益、社会效益、生态效益，前景广阔。

通过 CBC 打造城市公共建筑数据资产平台，活化教育建筑资产、医疗建筑资产、枢纽建筑资产、住房保障资产、历史城区资产、老旧工业资产、城市地下资产等，构建数据资产交易区块链与产业链，衍生数字城市、数字经济与智慧城市产业，提升城市红利，作用十分显著。

五、创新点及性能指标



六、知识产权情况

201710164054.5	2017.03.20	一种基于 CBC 仿真的可视化系统
201711403140.3	2017.12.22	一种城市空间北斗网格标识与仿真可视化系统
201810902170.7	2018.08.09	一种基于 BIM 智能装配式节点构造与建造的自动化系统
201520716946.8	2015.09.16	多维 BIM 建筑消防系统
201921528915.4	2019.09.16	一种装配式节点模块及集成建造系统
201910869186.7	2019.09.16	一种转配节点、集成建造系统及集成建造方法

七、合作方式

青岛理工大学科技发展集团与青岛高科技工业园声海电子有限公司协议合作

八、投资概算及经济效益分析

累计投资 3300 万元，产生 1.5 亿的数据资产价值和 300 万经济合同

24. 【机械装备】多能场驱动的荷电雾滴群参数化可控输运关键技术与应用

一、所属领域

磨削与精密加工、智能农机装备

二、技术或产品名称

多能场驱动的荷电雾滴群参数化可控输运关键技术与应用

三、技术水平

国内先进

四、技术简介

针对多能场驱动的荷电雾滴群参数化可控输运关键技术，项目团队揭示了刀具/工件楔形约束空间气流速度场、压力场随工艺参数的变化规律，提出了约束边界几何条件下的射流参数与喷嘴位姿优选方案；在刀具/工件高的相对运动速度边界条件下，建立微液滴冲击工件表面的能量方程和运动学方程，得到了微液滴微观形态与雾滴谱概率密度分布规律。针对准干式微量润滑微液滴飘散飞逸输运不可控的技术难题，发明了多能场驱动的荷电雾滴群可控输运新方法，揭示了纳米流体润滑剂在气流场/电场耦合作用下的荷电雾化机理；研究了荷电微液滴电磁场牵引作用下的运动学规律与热物理特性变化机制；实现了射流的运动轨迹、雾滴粒径及其分布、雾滴与工件界面接触状态参数化可控输运。

五、创新点及性能指标

在国际上首次发明了荷电雾滴群多能场驱动的微量润滑剂高效输运新方法与系列智能装备，实现了射流运动轨迹、雾滴粒径及其分布、雾滴与工件界面接触状态参数化可控输运。揭示了高温高压高速刀具/工件界面微液滴输运渗透机理及热力学作用规律，构建了切削区动态温度场和能量分配比率数学模型，在国内首次发明了纳米流体热物理特性参数、磨削 G 比率、射流雾滴粒径和磨削液“有效流量率”的精确检测测量方法，研发了纳米流体热物

性参数与切削性能表征参数的系列测试系统，填补了零件准干式制造过程特征参数检测的技术空白。针对微量润滑换热能力不足的技术瓶颈，率先在理论上揭示了高压高速射流条件下，固体纳米粒子导热系数与纳米射流换热能力的本质规律、纳米粒子与携带流体介质微/纳界面热交换特性及其影响规律。构建了应用在 9 个行业的 14 种准干式制造工艺体系，能够解决航空航天、轨道交通、模具和汽车等领域难加工材料的准干式高效加工难题。

磨削镍基合金实验表明：与 10~50L/h 切削液用量的浇注式相比，节省切削液用量 90%以上，节省使用成本 75%以上；提高工作效率 30%以上，G 比率提高至 29.15，磨削比能降低至 73.47J/m³；由纳米粒子磨削液传出的热分配比例增加 14-28%；刀具/工件界面摩擦系数降低至 0.3，刀具寿命延长 3 倍以上；Ra 值达到 0.274μm，实现了高表面质量零件绿色制造。

六、知识产权情况

多能场驱动的荷电雾滴群参数化可控输运关键技术与应用：

国际发专利（6 项）：

- | | | |
|---|---|----------------|
| 1 | Controllable nanoparticle jet flow transportation type minimal quantity lubrication grinding equipment under magnetically enhanced electric field | AU 2013401144 |
| 2 | Minimal quantity lubrication grinding device integrating nanofluid electrostatic atomization with electrostatic heat pipe | US 9925638B2 |
| 3 | Nano fluid electrostatic atomization controllable jet minimal quantity Lubrication grinding system | US 9511478B2 |
| 4 | 자성 나노 입자 제트류와 자기력 워크벤치 커플링을 이용한 오일 필름 형성 공정과 장치 | KR 10-1730378 |
| 5 | 연삭 온도 온라인 검출 및 나노유체 상변화 열전달식 연삭장치 | KR 10-1802486 |
| 6 | Supersonic nozzle vortex tube refrigeration and nano-fluid minimal quantity lubrication coupling supply system | SR11201801163R |

中国发明专利（42 项）：

- | | | |
|---|----------------------|-------------------|
| 1 | 一种凸轮滚子式超声波振动纳米流体混合装置 | ZL 201310117588.4 |
| 2 | 固体颗粒磨削液复合加工工艺与装置 | ZL 201210208584.2 |
| 3 | 纳米粒子射流微量润滑磨削三相流供给系统 | ZL 201110221543.2 |
| 4 | 纳米流体导热系数及对流换热系数测量装置 | ZL 201110221334.8 |

5	磨削液有效流量率及动压力的测量装置及方法	ZL 201210084224.6
6	纳米粒子射流微量润滑磨削雾滴粒径的测量方法与装置	ZL 201310430277.3
7	纳米粒子射流条件下工件表面微凸体油膜形成工艺与装置	ZL 201310084438.8
8	纳米磨削工艺及纳米磨削液	ZL 201010004222.2
9	一种纳米流体磨削工艺	ZL 200910207606.1
10	一种纳米粒子高速铣削镍基合金工艺及纳米切削液	ZL 201010162257.9
11	利用砂轮气流场在线检测砂轮磨损的方法和装置	ZL 201110294068.1
12	磁性纳米粒子射流与磁力工作台耦合油膜形成工艺与装置	ZL 201310113419.3
13	砂轮气流场辅助注入磨削液的方法和装置	ZL 201110321143.9
14	纳米流体静电雾化可控射流微量润滑磨削系统	ZL 201310042095.9
15	纳米流体静电雾化与电卡热管集成的微量润滑磨削装置	ZL 201510312119.7
16	多角度二维超声波振动辅助纳米流体微量润滑磨削装置	ZL 201610824325.0
17	纳米流体微量润滑静电雾化可控射流车削系统	ZL 201410445271.8
18	纳米流体微量润滑静电雾化可控射流内冷工艺用系统	ZL 201410445730.2
19	磁增强电场下纳米粒子射流可控输运微量润滑磨削装备	ZL 201310634991.4
20	电卡内冷却砂轮与静电技术耦合的微量润滑磨削设备	ZL 201610049625.6
21	脆硬材料磨削机床	ZL 201010199859.1
22	轴承滚道可控磨削设备及磨削工艺	ZL 201010239254.0
23	一种砂轮磨损及 G 比率的测量装置与方法	ZL 201510287865.5
24	高速铣削微量润滑供液喷嘴结构、分离与回收机构及系统	ZL 201611109567.8
25	一种静电雾化内冷磨头	ZL 201510604803.2
26	一种声发射和测力仪集成的砂轮堵塞检测清洗装置及方法	ZL 201510603700.4
27	膨胀机驱动制冷低温冷却纳米粒子射流微量润滑供给系统	ZL 201611255702.X
28	超音速喷嘴涡流管制冷与纳米流体微量润滑耦合供给系统	ZL 201710005238.7
29	砂轮数控制造装置	ZL 200710193878.1
30	纳米氧化锆陶瓷材料微切工艺及设备	ZL 200910263807.3
31	纳米粒子射流微量润滑磨削表面粗糙度预测方法和装置	ZL 201210490401.0
32	采用钎焊 PCBN 超硬材料钻头的轴向力可控的外科骨钻	ZL201310010852.4
33	采用磨粒钻头的轴向力可控的外科骨钻	ZL201310011010.0

34	采用钎焊麻花钻钻头的轴向力可控的外科骨钻	ZL201310011247.9
35	采用阶梯钻头的轴向力可控的外科骨钻	ZL201310014256.3
36	外科手术颅骨磨削温度在线检测及可控手持式磨削装置	ZL201310030327.9
37	医用外科手术六自由度自动调节机械臂磨削夹持装置	ZL201310277636.6
38	多自由度颅骨外科手术磨削实验平台	ZL201410510448.8
39	一种磨削温度在线检测及纳米流体相变换热式磨削装置	ZL201510218166.5
40	一种冷却与静电雾化成膜的骨外科手术磨削实验装置	ZL201510604889.9
41	低温冷却与纳米粒子射流微量润滑耦合磨削介质供给系统	ZL 201310180218.5
42	纳米粒子射流微量润滑磨削润滑剂供给系统	ZL 201210153801.2

七、合作方式

技术转让或技术入股

八、投资概算及经济效益分析

本项目采用的切削液用量为传统切削液的 5%~10%左右，按 10%估算，项目技术应用于制造业，每年我国可节省切削液 103 万吨（节省购买成本 323~6482 亿元，处理成本 10.2~13.6 亿元）。成果的应用，打破了制造业对润滑液的过分依赖、显著降低了润滑剂用量和使用成本。

九、技术或产品的关键词

静电雾化、微量润滑、精密加工、核桃破壳取仁、智能农机

十、技术或产品介绍图片

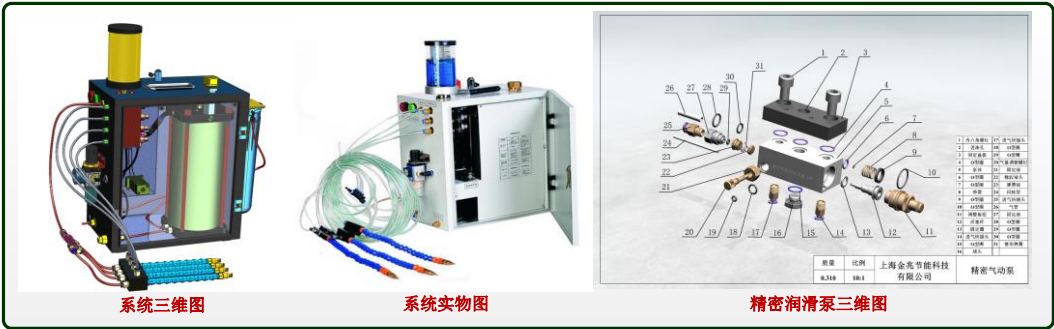


图 1 精

密润滑泵

25. 【机械装备】核桃高质高效收获后处理智能农机装备研发及应用示范

一、所属领域

磨削与精密加工、智能农机装备

二、技术或产品名称

核桃高质高效收获后处理智能农机装备研发及应用示范

三、技术水平

国内先进

四、技术简介

项目组研究了核桃的几何特征和物理参数，并以此为基础对核桃破壳原理及受力过程进行理论分析，设计了多层回转或摆动笼式核桃分级筛，解决了目前分级效率低效果差的瓶颈问题。利用薄壳理论对壳体破裂源分析，利用断裂力学相关理论分析和计算了裂纹扩展的临界力值，设计制作了两种不同原理的核桃自定位预破壳装置，从而降低破壳应力，达到预破碎的目的。对法向集中力与位移关系进行了理论计算，得到了核桃外壳不同位置裂纹产生和破碎时的临界力值，设计制作了三种不同原理的高效高露仁率的核桃破壳装置：柔性带剪切挤压破壳及脱壳系统、对撞式核桃破壳系统、同向双螺旋自分级柔性挤压破壳系统，实现了不同应用场景需求的高效破壳。根据核桃壳与核桃仁的形状不同、比重相差较大，核桃壳受到的风力较大，设计制作了螺旋输送和气力输送叠加的分离装置。基于核桃仁与表面红衣的热膨胀系数的不同，设计了电磁智能加热装置及直线式振动筛传送履带装置，实现了核桃仁表面的仁衣分离及脱落去除。

五、创新点及性能指标

分析了核桃形状特性并得到了核桃样品球度，揭示了核桃输运姿态运动学规律；提出了核桃喂料精准定位、定量新方法，发明了基于螺旋输送和滑块式定位模具机构的 2 种核桃喂入系统关键技术与装备，实现了核桃以一定姿态、一定频率的喂入预破壳系统。有效的提升了核桃预破壳效率、破壳精

准度及核桃仁完整度。依据核桃壳料力学特性及断裂理论，揭示了核桃裂纹生成扩展机理；首次提出了自定位且挤压行程可控的裂纹生成预破碎关键技术，发明了基于同向可调节双钉轮和偏心轮式 V 型块机构的 2 种预破壳装置；减小了核桃正式破壳的破壳应力，从而降低核桃仁在破壳过程中的损伤。依据核桃壳料力学特性及破壳理论，首次提出了柔性低损伤破壳关键技术。发明了柔性带剪切挤压破壳系统、同向双螺旋自分级柔性挤压破壳系统、精准施力对撞式破壳系统。揭示了不同挤压角、不同间距对核桃接触点的影响机理。进行了不同参数对破壳力和露仁率影响的实验研究。

实验结果表明，依靠项目成果，可实现核桃破壳分离自动一体化，脱壳率为 90-95%，核桃仁红衣去除 89%-93%。单台脱壳生产效率为 50-60Kg/小时；核桃仁衣分离生产效率 500-600Kg/小时。

六、知识产权情况

中国发明专利（12 项）

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1 自定位预破壳同向螺旋自分级柔性挤压核桃破壳取仁装置 | ZL 201611045149.7 |
| 2 核桃剪切挤压破壳柔性捶击取仁装备 | ZL 201310634619.3 |
| 3 成型带自动纠偏核桃剪切挤压柔性破壳装置 | ZL 201410379776.9 |
| 4 核桃壳仁窝眼滚筒振动筛风力分离装置 | ZL 201310233529.3 |
| 5 核桃破壳取仁分离装置及其使用方法 | ZL 201610225507.6 |
| 6 带定位输送的核桃破壳装置及其使用方法 | ZL 201610224334.6 |
| 7 自动输送定位的核桃破壳装置及其使用方法 | ZL 201610225509.5 |
| 8 核桃破壳装置及其使用方法 | ZL 201610224356.2 |
| 9 摆动笼式核桃分级筛 | ZL 201410098506.0 |
| 10 回转笼式核桃分级筛 | ZL 201410098688.1 |
| 11 气力与柔性螺旋叶片耦合的核桃壳仁滚筒双向分离装备 | ZL 201310637397.0 |
| 12 核桃剥壳取仁装置 | ZL 201210277037.X |

七、合作方式

技术转让或技术入股

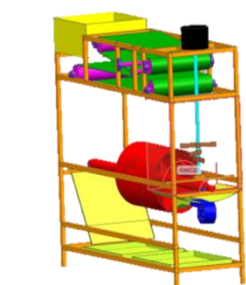
八、投资概算及经济效益分析

本项目采用的切削液用量为传统切削液的 5%~10%左右，按 10%估算，项目技术应用于制造业，每年我国可节省切削液 103 万吨（节省购买成本 323~6482 亿元，处理成本 10.2~13.6 亿元）。成果的应用，打破了制造业对润滑液的过分依赖、显著降低了润滑剂用量和使用成本。

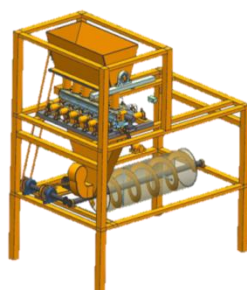
九、技术或产品的关键词

静电雾化、微量润滑、精密加工、核桃破壳取仁、智能农机

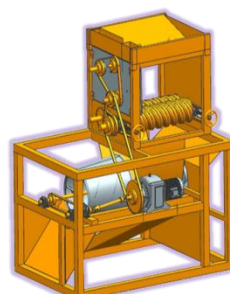
十、技术或产品介绍图片



核桃剪切挤压柔性锤击
绒辊分离剥壳取仁装备



相向对撞式核桃破壳
取仁分离生产线



同向双螺旋自分级柔性核桃
破壳自动化智能装备

核桃柔性破壳取仁装置

26. 【机械装备】S 材料隔声特性快速设计项目

一、所属领域:

家电、声学超材料

二、技术或产品名称:

S 材料隔声特性快速设计项目

三、技术水平:

技术开发/服务

四、技术简介: 根据海尔智能研发技术有限公司提供的声学超材料样件及相关测试数据, 分析声学超材料的隔声机理并通过仿真手段建立超材料模型, 实现隔声峰值快速匹配, 最终搭建出基于声学超材料参数的隔声峰值的设计流程, 实现在 3 个工作日即可匹配出在 100Hz—800Hz 之间相应隔声峰值的超材料单元参数。

五、创新点及性能指标:

在该项目里为海尔集团设计了一套基于 Matlab 及 COMSOL 多物理场有限元分析软件的声学超材料快速设计方案及计算程序。该计算程序可以根据产业线需求, 在极短时间内完成相应的声学超材料设计以针对压缩机噪声特征针对性的设定噪声主要频率段的降噪目标。该项目成功的把海尔以前基于试凑法声学超材料 3 个月设计周期缩短至 3 个工作日以内。满足了海尔家电对声学超材料快速设计方案的要求。通过该设计方案设计的声学超材料在实际应用中实现了压缩机降噪超过 13dB (实测)以及冰箱整机降噪超过 3dB(实测结果)。

1) 声学超材料隔声特性计算仿真模型的隔声峰值频率与上海交通大学制作样件(同款结构 3 种不同尺寸)测试得到的结果, 或声管法测试结果的误差在 $\pm 15\text{Hz}$ 之内。

2) 声学超材料隔声特性计算仿真模型的 10dB 有效隔声宽带计算结果与上海交通大学(同款结构 3 种不同尺寸)测试得到的结果, 或声管法测试

结果的误差在 $\pm 20\text{Hz}$ 之内。

3) 声学超材料隔声特性计算理论模型或经验公式计算出的隔声峰值频率与上海交通大学（同款结构 3 种不同尺寸）测试得到的结果，或声管法进行简单测试验证的误差在 $\pm 30\text{Hz}$ 之内。

4) 声学超材料隔声特性计算理论模型或经验公式计算出的 10dB 有效隔声带宽计算结果与上海交通大学（同款结构 3 种不同尺寸）测试得到的结果，或声管法进行简单测试的误差在 $\pm 40\text{Hz}$ 之内。

5) 声学超材料隔声特性计算仿真模型基于 comsol 软件,并可通过 comsol 调用 matlab 对声学超材料设计参数进行优化,实现声学超材料隔声峰值及有效隔声宽带与目标匹配。

六、知识产权情况:

无

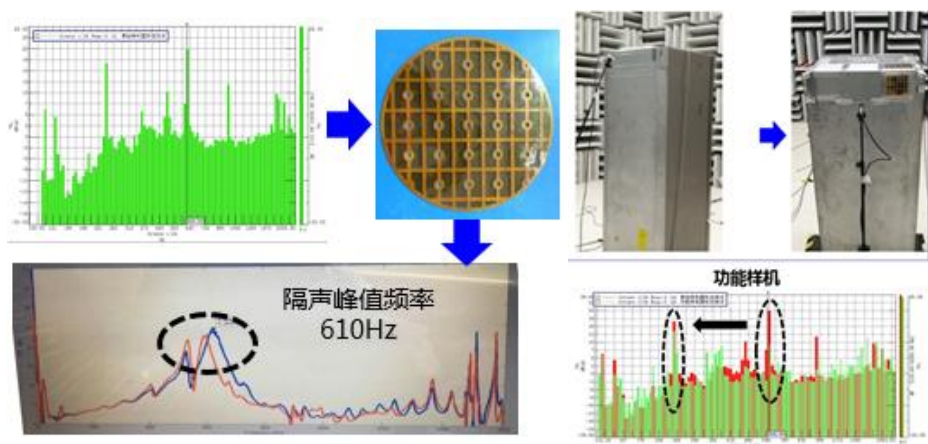
七、合作方式: 校企合作,企业负责提供相关实验数据及仿真模型评估,实验室负责声学超材料隔声机理研究及峰值快速设计仿真。

八、投资概算及经济效益分析: 冰箱减振降噪项目里成功为海尔设计出快速减振降噪方案,以最低的成本减少冰箱整机噪声量将近 4 分贝(实测结果),为企业增加了经济效益

九、技术或产品的关键词

声学超材料

十、技术或产品介绍图片



声学超材料的隔声量测量 冰箱噪声测量 (红色, 使用声学超材料前, 绿色, 使用声学超材料后)

27. 【机械装备】大面积网点阵列激光加工技术及装备

一、所属领域

高端装备

二、技术或产品名称

大面积网点阵列激光加工技术及装备

三、技术水平

国内领先

四、技术简介

利用激光加工技术及装备，在透明材料表面加工特定阵列的大面积网点微结构。

五、创新点及性能指标

- 1) 根据需要设计特定阵列的大面积网点阵列。
- 2) 研发高端激光微细加工装备。
- 3) 制订大面积网点阵列激光微细加工工艺，实现所设计大面积特定网点阵列的激光高效精密自动加工。

六、知识产权情况

知识产权类别	知识产权具体名称	授权号	授权日期
发明专利	导光板激光精密微细加工、清洗和吸取装置	ZL 201611237918.3	2019.01.25
发明专利	微孔激光-高温化学同步复合加工装置及加工方法	ZL 201610038910.8	2019.02.05
发明专利	一种飞秒激光并行加工导光板散射网点的装置和方法	ZL 201611228217.3	2018.05.11
发明专利	导光板激光精密微细加工装置及方法	ZL 201610803315.9	2017.10.27
发明专利	一种飞秒激光加工航空发动机叶片气膜孔的装置及方法	ZL 201610064752.3	2108.05.15
发明专利	一种多通道的水下光学	ZL 201710380981.0	2018.11.27

	成像方法		
发明专利	一种解决侧入式导光板 Hotspot 问题的装置及方法	ZL 201710019257.5	2019.04.23
发明专利	一种可提高镭射导光板效率的加工系统与方法	ZL 201610943522.4	2019.02.19
发明专利	一种用于改善色域及良率的导光板制作方法、导光板及背光模组	ZL 201611186537.7	2019.01.22
计算机软件著作权	激光导光板网点设计软件[简称：激光网点设计 V1.0]	2016SR151528	2016.06.22

七、合作方式

面谈。

八、投资概算及经济效益分析

根据客户需求，研发相应激光加工技术及装备，实现所需材质、大面积、特定阵列微结构的激光高效精密自动加工，单台设备投资 100 万元，经济效益需具体分析。

九、技术或产品的关键词

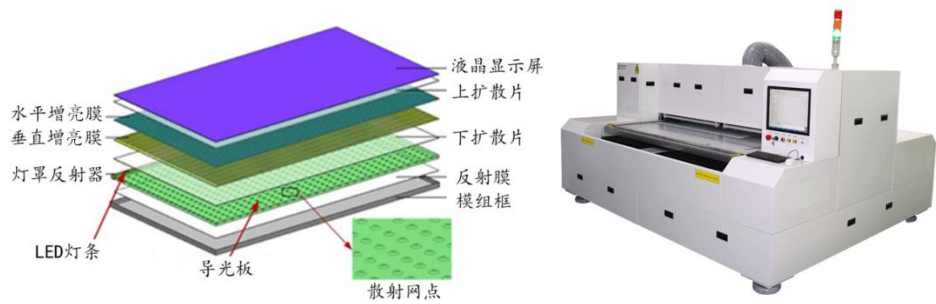
激光加工，网点阵列，激光加工装备

十、技术或产品介绍图片

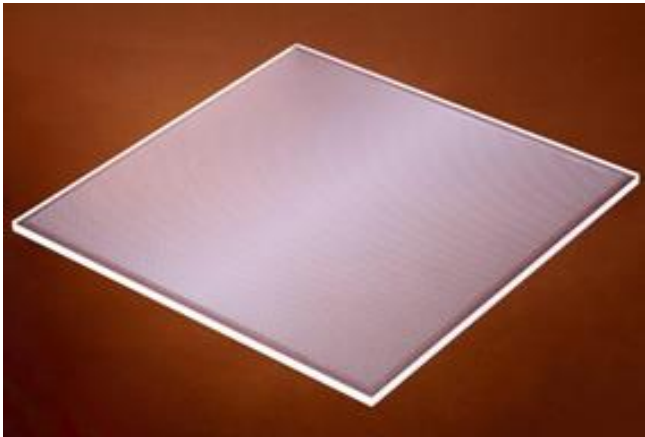
针对本项目国内导光板散射网点加工需求，本项目研发出激光加工技术替代合作单位原先使用的丝网油墨印刷技术，实现导光板散射网点的激光加工，具有加工质量高、工艺过程简单、自动化程度高、柔性大、无需印刷模版制作和存储、环保等优点。

该项目由青岛理工大学孙树峰教授与日本宇都宫大学和青岛国骐光电科技有限公司深入合作，提出导光板散射网点激光高效精密自动加工技术的新方法，尤其是并行分束技术的应用，大大提高了生产效率；设计制造出用于导光板散射网点激光加工的新装备。项目执行期间，获得授权国家发明专利 4 项，实用新型专利 13 项，发表学术论文 12 篇，其中 SCI/EI 论文 5 篇。项目研发的激光加工导光板散射网点技术及设备在青岛国骐光电科技有限公司

实现了生产应用和产业化。新增产值和销售收入均超过 6500 万元，新增税收 312 万元，新增净利润超过 575 万元。



背光源模组示意图 激光加工导光板散射网点的装备



激光加工导光板网点实物图

28. 【机械装备】电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印技术与装备

一、所属领域

增材制造（3D 打印）；智能制造；微纳制造

二、技术或产品名称

电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印机

三、技术水平

原创性技术，国内领先，国际先进。

四、技术简介

电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印机是青岛理工大学山东省增材制造工程技术研究中心研制的具有完全自主知识产权的高端智能制造装备，能够实现在各种硬质基板和柔性基底上高效低成本批量化制造大面积微纳图案和复杂三维微结构，尤其适合超高粘度功能材料高精度三维微结构打印以及大面积宏/微结构跨尺度制造，具有分辨率高、打印材料广泛、工艺简单、成本低、效率高、模块化定制的突出优点。

EM3DP-2A 型微纳 3D 打印机主要应用于 3D 打印电子、透明电极、透明电磁屏蔽、透明电加热、柔性电子、可拉伸电子、纸基电子、OLED、血管支架、组织工程、可穿戴设备、太阳能电池、物联网传感器（RFID）、微光学、微模具、先进材料、微结构、柔性电路板等领域。

本项目的相关的研究成果已经发表在 *Advanced Materials*、*中国科学* 等本领域国内外顶尖期刊，申请和授权发明专利 21 项，获得软件著作权 1 项。研制出国内首台具有完全自主知识产权的工业级微纳尺度 3D 打印机，打破国际垄断。

五、创新点及性能指标

1. 创新点：

微纳 3D 打印技术难度大，门槛高，目前微纳 3D 打印机基本上被德国、美国等少数国家所垄断。针对现有微纳尺度 3D 打印技术的不足和挑战性难题，提出并建立了一种原创性的微纳增材制造技术——电场驱动喷射沉积微纳

3D 打印。它利用自激发静电场和电流体动力学缩颈效应实现锥射流微喷射制造 1D（微液滴或者微熔滴）和 2D（微细线或者纳米纤维）微纳结构成形，并结合电荷诱导自对正多层堆积，实现复杂 3D 微纳结构增材制造。

兼顾打印精度和打印效率，提出三种全新的打印工作模式：微挤出模式；脉冲锥射流模式；连续锥射流模式。根据成形件的具体特征结构要求，打印过程采用相匹配的打印模式，实现大面积宏/微结构跨尺度制造。

基于该成型原理，研制出国内首台具有完全自主知识产权的工业级微纳尺度 3D 打印机，达到国际领先水平，打破国际垄断。

2.技术参数和性能指标:

电场驱动喷射沉积微纳3D打印机MN3DP-2A	
● 技术参数	
项目	技术参数和描述
成形尺寸	200mm×200mm×50mm
最高打印速度（连续喷射模式）	500mm/s
最高打印分辨率（科学研究）	0.5μm
特征尺寸	线宽2-4μm（连续喷射，内径60微米喷嘴） 微液滴0.2fl（按需喷射，内径5微米喷嘴）
喷嘴电压	DC: 0-3kV AC: 0-±2kV（可选）
打印模式	微挤出 脉冲锥射流（微滴） 连续锥射流（微细线）
打印材料	粘度范围: 20-60000mPa·s（溶液、墨水、浆料、熔体、胶体等） 材料种类: 纳米材料，复合材料，热塑性聚合物，生物材料等
打印基底（基板）	硬质基材: 玻璃，硅片，陶瓷等 柔性基材: PET, PEN, PDMS, PI, 纸等
打印喷头	喷头数量: 单喷头，多喷头（可选） 喷嘴类型: 金属喷嘴，玻璃喷嘴 喷嘴尺寸: 60μm-300μm（金属），2μm-3μm（玻璃） 喷头加热温度: ~400°C（可定制） 高精度激光测距仪 主动混合喷头（可选）：复合材料和功能梯度材料
打印平台	真空吸附；加热温度~80°C
视觉模块	打印过程监测 辅助精确定位
运动模块	X轴模组（直线电机）：行程200mm；重复定位精度±1μm Y轴模组（直线电机）：行程200mm；重复定位精度±1μm Z轴模组：行程50mm，重复定位精度±1μm 摆台+旋转（可选）：曲面和3D共形打印
背压	气压 机械（可选）
电源	AC 220V, 50Hz
设备外形尺寸(长×宽×高)	1000mm×800mm×1800mm
设备重量	380kg

六、知识产权情况

1. ZL2017105281768. 一种电场驱动喷射沉积 3D 打印装置及其工作方法.
2. ZL201610781585.4. 一种多材料复合 3D 打印机及其工作方法和应用.
3. ZL201611197075.9. 嵌入式电子产品的 3D 打印方法及 3D 打印机.
4. ZL201510732961.6. 一种单喷头多材料多尺度 3D 打印装置及其工作方法.
5. ZL201410459117.6. 一种基于 4D 打印和纳米压印制造微纳复合结构的方法.
6. 201611197073.X. 一种微纳尺度 3D 打印机及方法.
7. 201810726142.4. 一种集成喷头电场驱动喷射微纳 3D 打印装置及其工作方法.
8. 201711408812.X. 一种高精度电场驱动喷射沉积 3D 打印机及其工作方法.
9. 201811018667.9. 用于共形天线和电路一体化制造的 3D 打印装置及其方法.
10. 201910204502.9. 聚合物基复合材料高分辨 3D 打印装置及其工作方法.

七、合作方式

股权融资，出让 10-15% 的股份。或者结合具体应用，合作开发。

八、投资概算及经济效益分析

项目所需投资金额为 1000 万元，资金将被用于设备研发生产、员工薪资、场地租赁、宣传销售等，未来三年具体使用概算如下表所示。

	2020	2021	2022
研发生产	50	100	200
公司员工	60	80	120
场地租赁	20	20	50
宣传销售	50	60	80
其它	20	40	50
合计	200	300	500

研发生产：包含成熟设备生产以及新产品研发。

公司员工：包含市场销售人员、管理人员、机械工程师、电气工程师、软件工程师、钳工电工、财务等。

场地租赁：包含设备生产厂房以及日常办公。

宣传销售：包含参加展会、网上宣传等。

其它：包含公司日常运营所产生费用。

项目在获得资金支持后，将着力完善团队建设以及装备研发，批量生产工业化设备，并接受特殊行业的定制化服务，未来三年财务预测如下表所示。

	成熟设备数量	成熟设备收入	定制设备数量	定制设备收入	贵重部件制造数量	贵重部件制造收入	打印服务收入	主营收入	主营成本	毛利	净利润
2020	10	1000	5	650	20	40	50	1740	850	890	774.3
2021	40	4000	10	1300	50	100	160	5560	2700	2860	2488.2
2022	80	8000	30	3900	85	170	340	12410	6100	6310	5489.7

电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印设备适用范围较广，代表性的应用主要包括：透明电极、柔性电子以及血管支架等。目前，透明电极市场大部分被 ITO 所占领，但预计未来几年 ITO 市场占有率将会下降至 60%左右，银纳米线、金属网格、银卤化物、纳米银颗粒等将瓜分 ITO 市场份额，2022 年时，将达到数百亿美元；据 IDTechEx 公司预测，到 2020 年，柔性电路板（FPC）的市场规模将增长到 262 亿美元。具相关部门统计，目前全球 FPC 产业年产值约 1000 亿元人民币，国内企业市场占比仅约 10%；心血管支架在我国已经销售 10 年，但近几年每年还是能保持 10%-15%的增长，复合增长率达到 16.5%，远超全球水平。从每百万人口使用率比较，我国每百万人支架使用量为 376 支，美国该数据为 1800 支左右，我国与欧美发达国家还有 6-7 倍的差距。2015 年，我国心血管支架市场大约为 80-100 亿元，若同时考虑每年 10%-15%的使用量增速以及 5%-10%的降价幅度，支架市场的增速大约在 5%-10%。因此，电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印技术和装备的市场前景巨大和广阔。

九、技术或产品的关键词

增材制造；微纳 3D 打印；透明电极；透明导电膜；血管支架、柔性电子；共形天线；RFID 天线；透明电磁屏蔽；透明电加热。

十、技术或产品介绍图片

研制的电场驱动喷射沉积微纳 3D 打印机。



29. 【机械装备】基于互联网+的停车场泊位精确引导方法、系统与 APP

一、所属领域

交通运输工程、智能交通、智能停车

二、技术或产品名称

基于互联网+的停车场泊位精确引导方法、系统与 APP

三、技术水平

达到国内领先水平。

四、技术简介

本产品是基于互联网的停车场泊位精确引导方法、系统与 APP，由停车场室外导航，停车场室内停车位精确引导、反向寻车三大模块构成。基于北斗定位二次开发高德地图进行室外导航，利用超声波探测器-指示灯-地锁一体实现对停车场泊位管理，运用卡尔曼滤波、格拉布斯检验、神经网络算法对 RSSI 的位置指纹识别技术进行改进得到室内 WiFi 精确定位。本产品基于所研究的精确定位方法，对 Android 进行二次开发及应用 MSQL 数据库，开发了“停车位精确引导”APP 应用系统，充分利用智能停车设备，集成实时空余泊位信息，打破信息孤岛，为用户提供车位搜索与推荐，实现车位信息共享，有效提高停车设施的利用率，具有非常重要的应用价值和市场。

五、创新点及性能指标

1、基于室内 WiFi 定位技术提供前往停车场车位的精确路线和实现反向寻车功能。

2、设计超声波探测器-指示灯-地锁一体系统有效控制空余泊位，达到精确车位引导的目的。

3、通过控制已经停车驾驶员的剩余取车时间与即将停车驾驶员的到达时间基本相等来实现，消除重叠时间的浪费提高利用率。

六、知识产权情况

专利名称：一种基于 WiFi 的室内停车位精确引导系统及方法

专利号： ZL 201711212290.6

七、合作方式

专利转让或合作开发、产业化推广

八、投资概算及经济效益分析

伴随互联网技术的发展，互联网+停车作为一种能够消除信息不对称、提高城市静态交通资源利用率的模式受到社会的广泛关注。应用本产品能够给用户带来极大的方便，减少了用户驾驶汽车巡游找停车泊位的时间，减少了汽车碳排放量，减缓城市的交通拥堵，提高停车场泊位利用率，也能够一定程度上减少了由于交通拥堵所造成的交通事故，实现有限停车资源的优化配置。目前国内尚没有此类精确寻找泊位与反向寻车的产品，特别适合市内多层的复杂停车场，本产品投放市场后会具有巨大的市场前景。

九、负责人姓名、手机号码、电子邮箱

负责人：潘福全，15853256339，fuquanpan@yeah.net

九、技术或产品的关键词

互联网+，智能停车，反向寻车，导航

十、技术或产品介绍图片



30. 【机械装备】圆管状物体快速夹紧装置

一、所属领域

机械工程、车辆工程

二、技术或产品名称

圆管状物体快速夹紧装置

三、技术水平

达到国内领先水平。

四、技术简介

圆管状物体夹紧装置是工业生产中重要的一类机械工具，广泛应用于机械类生产中，本发明公开了一种圆管状物体快速夹紧装置，其具有：一个具有内螺纹的块状主件、一个具有外螺纹和内螺纹的螺栓柱、一个仅具有外螺纹的螺栓柱、锁止螺栓、紧固件和一条钢丝，所述具有外螺纹和内螺纹的螺栓柱旋转进入所述块状主件的内螺纹形成的螺纹孔中，通过旋转所述具有外螺纹和内螺纹的螺栓柱可以使钢丝收紧，从而夹紧圆管状物体。相比于目前汽车类机械生产时夹紧圆管状的带状卡箍存在的容易损坏、重复利用次数少、安装与拆卸效率低下、不利于提高单位时间产量等缺陷，本发明具有操作方便、节约加紧时间、耐重复实用性好、不容易损坏等效果。目前国内尚没有此类产品，本产品投放市场后会广泛的前景。

五、创新点及性能指标

夹紧性能好，夹紧管状体的直径范围大，密封性好，经久耐用，具有操作方便、节约夹紧时间、耐重复使用性好、不容易损坏。

六、知识产权情况

专利名称：圆管状物体快速夹紧装置，使用方法及其应用

专利号： ZL 201210102299.2

七、合作方式

专利转让或合作开发、产业化推广

八、投资概算及经济效益分析

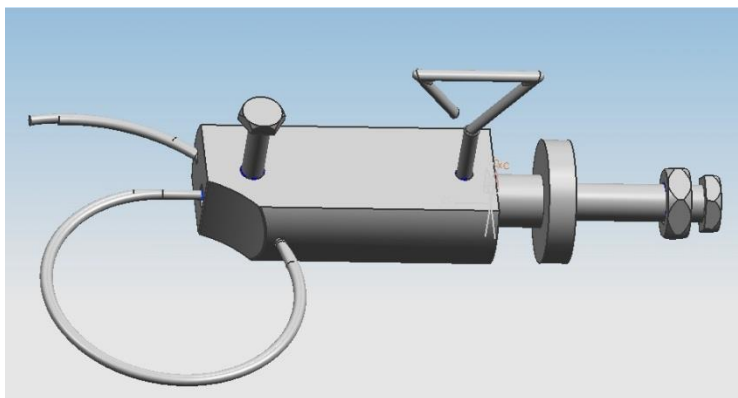
相对于现有技术中的汽车机械生产中使用的带状卡箍夹持圆管状水管的不足，本发明的圆管状提的直径范围大，经久耐用，具有操作方便、节约加紧时间、耐重复实用性好、不容已损坏等效果，不仅提高了使用中的安全性，还为消费者节约花费，该发明专利可以广泛应用到汽车生产企业以及相关机械加工企业，具有很大的市场前景。

对于机械设备或产品生产企业，已具有生产设备，投资小。

九、技术或产品的关键词

圆管状物体、圆管、快速夹紧、夹紧装置

十、技术或产品介绍图片



31. 【机械装备】激光强化与修复技术及装备

一、所属领域

表面工程；激光加工

二、技术或产品名称

电磁-激光复合再制造控性控形技术与装备；

激光淬火/熔凝热处理技术；

激光涂层技术

三、技术水平

国内先进

四、技术简介

激光再制造技术具有绿色环保、质量优异等特性，在材料表面改性领域得到了广泛的研究和推广，逐渐成为高端制造行业中不可缺少的一环。针对熔覆层或涂层内部性能不稳定、组织结构不均匀等问题，结合电场和磁场具有无污染、易控制、成本低等特点，开发一种直流电场和交变磁场耦合辅助激光熔覆的技术，在待熔覆工件周围施加交变磁场的同时，直接对待熔覆工件通入直流电流，让直流电场和交变磁场直接作用于熔池内部，调控熔池内的对流情况，使熔覆层晶粒结构得到一定的改善，在一定程度上提升了熔覆层的物理性能。

本技术实施成本并不高，只需在原激光熔覆过程中通入直流电流，然后外加一个交变磁场，完全可以将设计开发的辅助装置优化放大应用到工业激光再制造过程。本技术和开发的辅助装置可以应用到大部分固定式激光再制造过程，只要稍微修改一下辅助装置，基本上通用零件材料的激光再制造过程都可以应用本技术。

五、创新点及性能指标

(1)研发了一种交变磁场-直流电场耦合调控协同激光熔覆新技术。受脉冲电流、磁场搅拌作用启示，将电流场和电磁场同时直接引入激光熔覆基体形成耦合场。由于电磁感应效应，基体表面除本身电流场和电磁场的作用外，

还会生成直接作用于基体表面的洛伦兹力。通过可控的洛伦兹力振动和搅拌熔池，控制熔覆层中金属流体的对流情况，减少熔覆层中的裂纹、气孔等缺陷，有效地解决激光单一能量场不能解决的裂纹、气孔问题。

(2) 开发了一种自主创新的交变磁场-直流电场耦合调控协同激光熔覆工艺装备。该装备包括通电夹持模块、电磁发生模块、升降移动模块，能实现对不同类型零件的夹持固定，产生多种电磁场耦合场和生成不同种类的洛伦兹力，调节熔覆基体在磁场中的位置并实现对洛伦兹力大小、方向的精确控制。

(3) 研发面向汽车发动机曲轴高质量修复的交变磁场-直流电场耦合调控协同激光熔覆再制造新工艺。针对现有汽车发动机磨损曲轴修复质量不高问题，通过实施交变磁场-直流电场耦合调控协同激光熔覆新技术，获得针对曲轴特定基体材料的最优熔覆工艺参数，建立交变磁场-直流电场耦合调控协同激光再制造工艺规范和技术标准。

本技术能使熔覆层的显微硬度比原来的材料的增加 50%-80%，比其他单一场辅助技术得到的熔覆层显微硬度提高 3%-15%；本技术还能明显提高材料的耐磨性，提高熔覆层质量，延长工件使用寿命。

六、知识产权情况

[1]一种激光熔覆专用低裂纹敏感性高性能 NI 基复合粉末，国家发明专利，专利号 ZL 201410705118.4

[2]一种基于精确定位装置的等分度多工位回转台，国家发明专利，专利号 ZL 201611153499.5

[3]一种基于超声-洛伦兹力复合振动的激光熔覆装置，国家实用新型专利，专利号 ZL 201721453498.2

[4]基于夹持通电加热和旋转电场搅拌的激光熔覆装置，国家实用新型专利，专利号 ZL 201721453516.7

[5]自由配置的通用电、磁复合场激光熔覆辅助装置，国家实用新型专利，专利号 ZL 201721453799.5

七、合作方式

技术转让，技术许可，技术入股

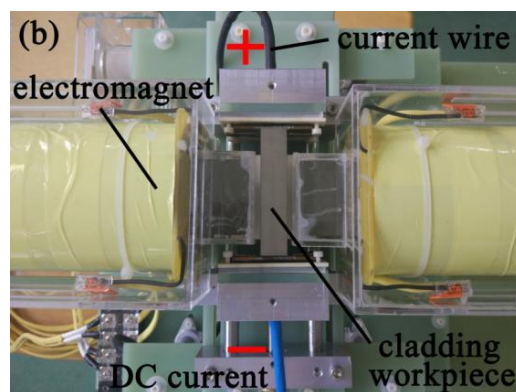
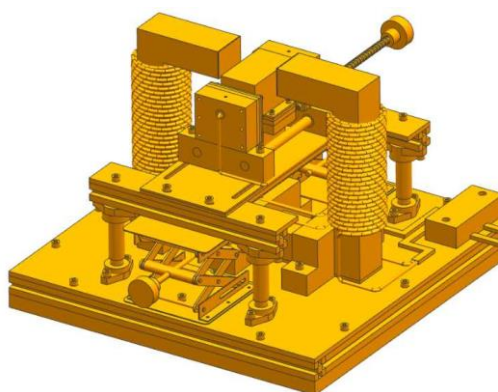
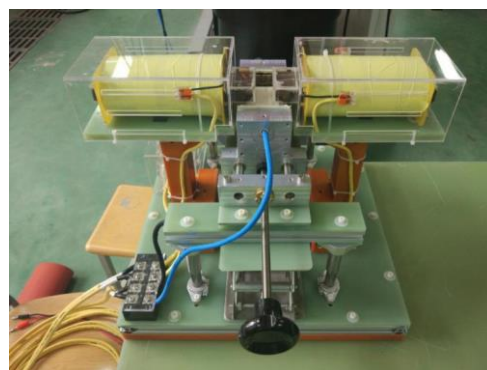
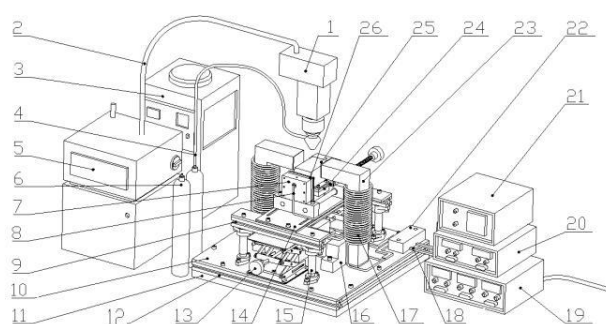
八、投资概算及经济效益分析

经技术应用可产生较大的经济效益和社会效益。

九、技术或产品的关键词

表面损伤；激光；强化；再制造

十、技术或产品介绍图片



1-激光头；2-光纤；3-激光冷却装置；4-导气管；5-激光发生器；6-保护气体装置；7-铝合金螺纹夹持部件；8-电场发生导线；9-顶部支撑架；10-底部支架上端绝缘板；11-底部支架下端绝缘板；12-底部支架；13-小型螺纹升降台；14-工型三层复合式移动绝缘板；15-伸缩导向杆；16-绝缘固定块；17-磁场发生线圈；18-导线；19-交流恒流电源；20-直流恒流电源；21-脉冲恒流电源；22-接线端子；23-凹型一体式铁芯；24-T型基体绝缘底座；25-熔覆基体；26-多层复合式安全通电头

图1 交变磁场-直流电场耦合调控协同激光熔覆工艺装备

33. 【信息技术】数字化智能工厂 AR 辅助软硬件系统

一、所属领域：

数字化智能工厂信息集成、可视化

二、技术或产品名称：

工业机器人 AR 辅助编程系统；工业数据采集及 AR 可视化系统；

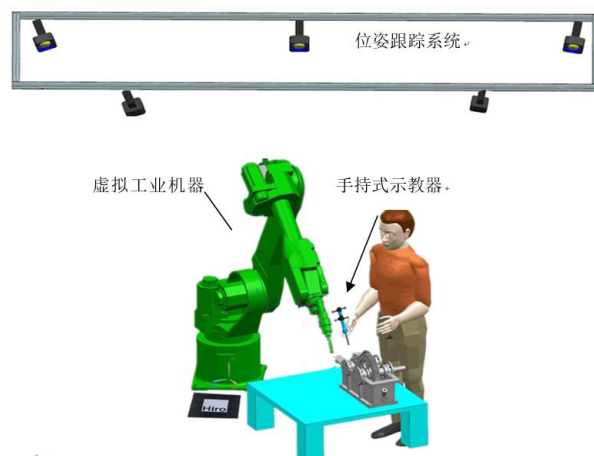
三、技术水平：工业机器人 AR 辅助编程系统达到国内领先水平，工业数据采集及 AR 可视化系统达到国内先进水平；

四、技术简介

（1）工业机器人 AR 辅助编程系统技术简介

工业机器人具有广泛的应用前景，然而工业机器人编程是限制工业机器人在中小企业应用的主要瓶颈之一。在线示教精度低，编程过程繁琐，效率低，同时示教编程必须占用机器人，耽误机器人的使用。离线示教需要专业的技术人才，同时要对工作场景、被加工件高精度的建模，工作场景改变就要重新绘制场景模型，工程量大，效率不高，需要专业的编程技术人员。随着工业生产自动化水平的提高，工作环境也越来越多样化，在个性化定制、小批量生产、柔性生产线新形势下，现有的手动在线示教方式和离线示教方式已经很难满足现代生产的要求，迫切需要研发出具有更高效率、更高交互性的示教编程方式。

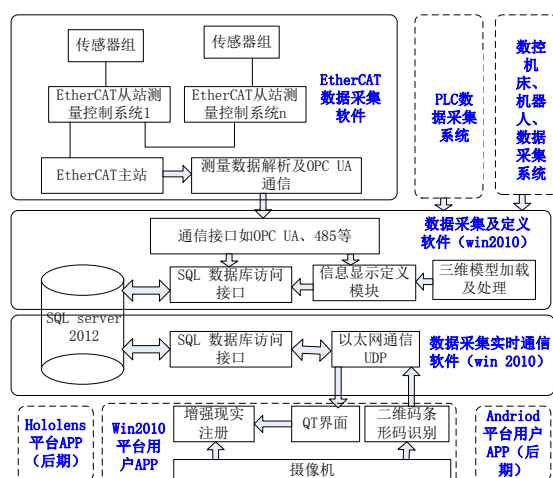
本系统设计了一种增强现实（AR）辅助示教系统，借助 AR 技术实现了虚实融合示教。编程人员手持示教器，通过位姿跟踪系统跟踪手持示教器的位置和姿态，驱动虚拟机器人模型仿真机器人操作。利用 AR 技术将虚拟机器人模型实时叠加在物理环境中，实现视觉上的虚实融合；利用深度图像虚拟成像技术实现虚拟机器人与物理环境的碰撞检测，验证规划路径的可行性。编程系统的基本结构组成如下图所示：



(2) 工业数据采集及 AR 可视化系统

数字化工厂需要大量的显示界面以显示数字信息,当前仪表盘、数码管、LED 显示屏、触摸屏等大量使用。这些以设备为中心仪表显示界面增加了数字化智能工厂集成的复杂度和成本。为了代替仪表盘、数码管、LED 显示屏等传统显示界面,设计了一种增强现实可视化仪表系统。该 AR 可视化仪表系统基于 Windows 和 QT 环境下开发环境,集二维码扫描识别、数据接收分析、数据可视化等功能于一体。系统利用平板电脑扫描并识别二维码信息,利用网络向服务器发送请求,获取对应的数据信息,然后通过虚拟图形仪表界面实时显示数据,并利用 AR 技术将虚拟仪表界面叠加到真实环境中,实现 AR 注册。该 AR 可视化仪表系统改变了过去以设备为中心的仪表界面,实现了以人为中心的界面,具有柔性高、移动性强等优点。

系统基本结构如下图所示。



增强现实数字化显示平台架构图

五、创新点及性能指标

(1) 实现了基于 AR 的工业机器人辅助编程系统，编程路径精度达到 1mm 以内，虚实碰撞检测精度 3mm 以内。

(2) 提出的以人为中心的 AR 可视化仪表系统能够大幅降低系统集成的复杂度。降低成本。能够现实 20 余种常见了工厂显示界面。

(3) 设计了基于 EtherCAT 总线的测控系统系统，能够实现电压、电流、频率、开关信号的测量与控制；通过 EtherCAT 主站和 OPC UA 协议与服务器通信。该技术已在 4 家企业，10 多个产品上应用。

六、知识产权情况

序号	专利号	名称	申请时间	状态
1	201610221717.8	一种集成可穿戴设备的测试系统及其运行方法	2016-04-11	授权
2	201710691832.6	一种机器人示教编程系统及方法	2017-08-14	授权
3	201610148781.8	一种基于可穿戴设备的制造系统及其运行方法	2016-03-16	授权
4	ZL201210258599.X	一种具有智能诱导功能的扳手系统及测量方法和诱导方法	2014-10-08	授权
5	ZL201210117308.5	一种机械设备拆装 3D 在线诱导系统的诱导方法	2014-10-08	授权
6	201810201904.9	基于像素分类的装配体零件识别方法、装置及监测系统	2018-03-12	审查
7	201810195373.7	一种增强现实仪表系统	2018-03-09	审查
8	201710674440.9	一种投影式增强现实装配诱导与监测系统及其实现方法	2017-08-09	审查
9	201810628292.1	一种虚实物体之间碰撞及遮挡检测方法及系统	2018-06-19	审查
10	201810236758.3	一种基于增强现实的远程监测及控制系统	2018-03-21	审查
11	201810019213.7	基于增强现实的机器人在线示教装置、系统、方法、设备	2018-01-09	审查
12	201810721556.8	基于视觉和力觉触觉增强现实的工业人机交互系统及方法	2018-07-04	审查

七、合作方式

专利转让、专利授权使用、技术转让、合作开发。

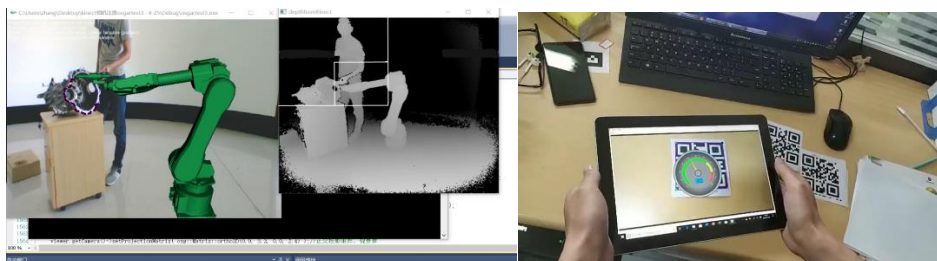
八、投资概算及经济效益分析

计划累计 300 万元，三年内每年投资 100 万元，五年销售收入合计达到 1500 万元；利润 500 万元。

九、技术或产品的关键词

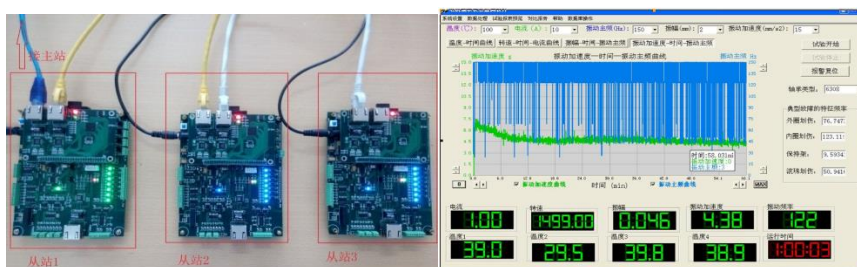
增强现实、数字化工厂、智能工厂、机器人示教、可视化

十、技术或产品介绍图片



工业机器人 AR 示教

工业仪表 AR 可视化系统



基于 EtherCAT 总线的分布式测控系统 EtherCAT 主站及上位机界面

32. 【机械装备】板料渐进成形技术

一、所属领域

材料加工工程

二、技术或产品名称

板料渐进成形技术

三、技术水平

国内先进

四、技术简介

板料渐进成形是无模成形技术，借助工件 CAD 模型能够快速完成板料制件的成形，特别适合新产品开发以及单件或小批量钣金件的生产，可做为冲压企业柔性制造环节，是对传统冲压成形的有利补充。此外，渐进成形还具有花费低、成形力小、板料的成形性能高、适合成形形状复杂且一次冲压难以成形的产品等优点。该成形方法在航空、航天、家电、医疗器械和汽车等制造行业具有广泛的应用前景。

五、创新点及性能指标

1.提出了基于轨迹变换的多向锤击渐进成形和螺旋轨迹渐进成形，可显著提升普通板料渐进成形性能。

2.发展了搅拌摩擦渐进成形温度场计算方法；并提出可行的搅拌摩擦渐进成形数值模拟方法，显著降低数值模拟时间。

3.提出了板料渐进成形极限图的实验方法。

六、知识产权情况

1. 板料渐进成形极限图的测定方法， ZL 201310194175.6

2. 等径螺旋轨迹驱动的板料非连续接触渐进成形方法及制品，
ZL201810380912.4

3. 一种使用混合加工轨迹的渐进成形方法， ZL201710082019.9

4. 一种多向锤击式渐进成形板料破裂的判断方法， ZL 201710081664.9

5. 一种均匀板厚的制品渐进成形方法及该方法获得的制品， ZL 201710069722.6

七、合作方式

技术转让/合作开发

八、投资概算及经济效益分析

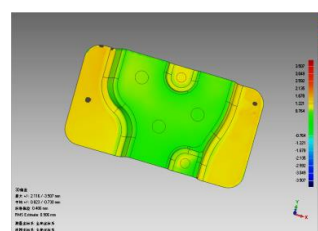
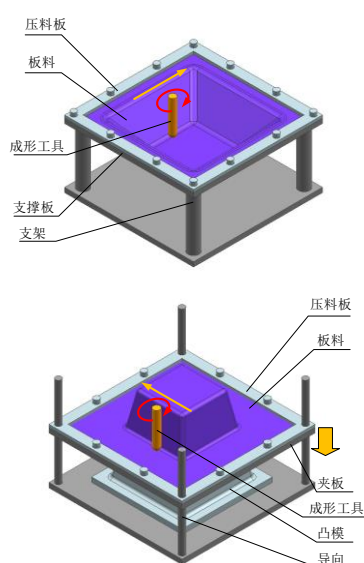
100 万元，主要用于设备购置。

经济效益分析：初步估计可节约新产品试制和小批量生产模具费用 20 万元/年。

九、技术或产品的关键词

渐进成形

十、技术或产品介绍图片



33. 【机械装备】电动汽车动力电池剩余电量 SOC 及健康状态 SOH 精确估计方法

一、所属领域

新能源汽车技术

二、技术或产品名称

电动汽车动力电池剩余电量 SOC 及健康状态 SOH 精确估计方法

三、技术水平

估计精度达到国际先进水平。

四、技术简介

电动汽车动力电池剩余电量和健康状态的准确、实时监测对于车辆的稳定可靠运行至关重要。现有方法无法解决蓄电池时变、衰减特性对估计结果的影响，实时性不理想。。

本技术为专利技术，不需增加任何硬件成本，通过软件精确估计电池组剩余电量 SOC，健康状态 SOH，续航里程，而且能够适应温度、衰减对估计结果的影响，误差 3%以内。

五、创新点及性能指标

本技术提出一种基于模型参数动态辨识的方法，并建立与之相适应的计算软件，以解决现有技术中的监测方法受蓄电池时变非线性特性及噪声等影响而导致监测结果不准确、实时性差等缺点。能够适应温度、衰减对估计结果的影响，误差 3%以内，具有很好的科学意义及实际应用价值。

六、知识产权情况

发明名称	专利号	类别
一种电池剩余电量监测及电池健康状况评估方法	201610152374.4	发明
蓄电池剩余电量监测方法及装置	201210077537.9	发明

七、合作方式

合作形式：技术转让或合作开发。

八、投资概算及经济效益分析

电动汽车动力电池剩余电量的实时在线监测是实际应用中的关键与难点问题之一。本技术通过软件精确估计电池组剩余电量 SOC，健康状态 SOH，续航里程，而且能够适应温度、衰减对估计结果的影响，误差 3% 以内。具有很好的实际应用价值。

九、技术或产品的关键词

电动汽车，电池，SOC，SOH，续航里程

十、技术或产品介绍图片

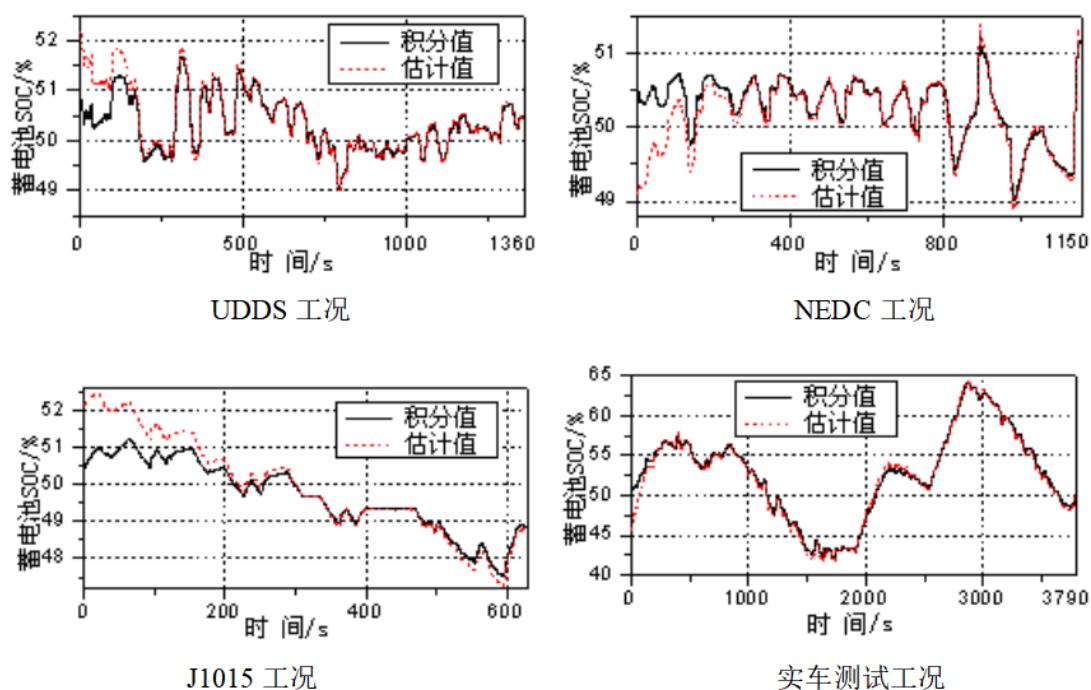


图 各种工况下 SOC 估计值与理论实际值的对比

34. 【机械装备】海底管道在线三级旋流脱水技术

一、所属领域

海洋工程领域含水井流水下直接脱水外输技术及其装置。

二、技术或产品名称

海底管道在线三级旋流脱水技术

三、技术水平

目前应用于海上平台的紧凑型油水分离器通常采用水力旋流和单体旋流管并联技术，以便缩小分离设备所占平台甲板的空间，如美国 FMC Technologies 公司研发的脱水设备，然而目前国内对海上平台的紧凑型脱水技术研究尚处于试验研究阶段。

另外，针对水下生产系统专用的油气水分离设备研究国内外均还处于起步和试验阶段。

四、技术简介

海底管道在线三级旋流脱水装置，应用于水下生产系统含水井流的高效脱水。该脱水装置与水下管汇和海底管道有机结合，实现海底管道在线安装和运行，并依据水下三级旋流脱水系统和设备，实现原油和生产污水一体化处理以及油气水高效分离；第一级脱水器采用柱状单筒构造，依据涡锥场中的离心分离作用实施第一级轴向高速涡流原油脱水处理，第二级脱水器采用管状短三筒构造，依据旋流场实施第二级轴向分层旋流污水快速处理，第三级脱水器采用鼠笼式长筒构造，依据多旋流场实施第三级鼠笼式并联旋流污水深度处理，原油增压器将各级脱水处理后的油液加压至相同高压值后汇集于同一外输海管内一起外输。

五、创新点及性能指标

海底管道在线三级旋流脱水技术的创新点主要为：

1) 将现有的海上平台油气集输和污水处理系统简化为水下海底管道在线油水分离系统，以便有效解决常规处理系统及其相关设施占地面积和重量大等弊端。

2) 无需配置立管和平台管网等输送管道、加热器、增压泵、外输泵、污水处理等设备，同时无需额外配套热站、加热器等热用户设施以及增压泵和外输泵等电用户设备，使得油气集输和污水处理的运行耗能显著下降。

3) 依据水下三级旋流脱水系统和设备与水下管汇和海底管道有机结合，最终实现原油和生产污水一体化处理，达到水下油水高效分离以及提升深水油气田开发效益的目的。

海底管道在线三级旋流脱水技术的性能指标为：

液体处理量 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ，气体处理量 $3000 \text{ Sm}^3/\text{h}$ ，原油含水 $30\sim 95\%$ ，脱水后原油含水小于 2% ，生产污水含油 $200\sim 400 \text{ ppm}$ 时，出水含油 $20\sim 45 \text{ ppm}$ ，生产污水含油 $<200 \text{ ppm}$ 时，出水含油 $<20 \text{ ppm}$ 。

六、知识产权情况

ZL201610988087.7，海底管道在线三级旋流脱水装置

七、合作方式

产学研校企合作方式

八、投资概算及经济效益分析

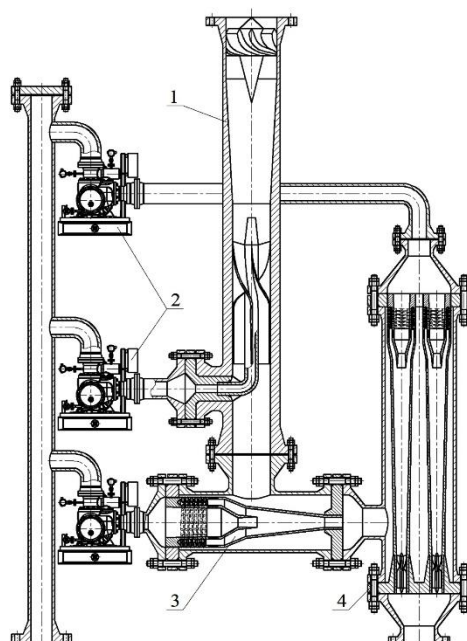
原油高效脱水技术可适应高含水工况，较之常规分离器原油处理能力提高 50% 以上，占地面积减小 50% 以上，合格原油含水率低于 2% ，在简化流程、提高脱水效率、减少设备体积和重量及化学药剂使用方面具备其他技术不可比拟的优势。

生产污水高效处理技术构建了大处理量生产水处理主体设备的完整理论分析和设计方法，不需添加任何化学药剂，经优化后，设备更为紧凑，且较常规气浮处理技术体积减少 30% 以上，生产污水含油 $200\sim 400 \text{ ppm}$ 时，出水含油 $20\sim 45 \text{ ppm}$ ，生产污水含油 $<200 \text{ ppm}$ 时，出水含油 $<20 \text{ ppm}$ ，达到排海要求，实现了国产化的预期目标。

九、技术或产品的关键词

海管在线装置；水下原油脱水；水下污水处理；三级旋流脱水

十、技术或产品介绍图片



35. 【机械装备】高性能环保型摩擦材料

一、所属领域

汽车制动摩擦材料

二、技术或产品名称

高性能环保型摩擦材料

三、技术水平

国内先进水平

四、技术简介

开发的高性能环保型摩擦材料采用木质纤维等混杂纤维，不含铜等金属原材料，采用温压工艺，具有高温衰退小、磨损率低、无噪声等优异性能，各项性能指标远高于 GB5763-2018 要求。适用于各类乘用车盘式制动器，还可推广应用于商用车、地铁车辆等。

五、创新点及性能指标

创新点：1.使用木质纤维和矿物纤维混杂增强；2.配方中不使用铜等金属材料；3.采用温压成型工艺。

性能指标：冲击强度不小于 0.5 J/cm^2 ，摩擦系数 $0.35\sim 0.45$ ，磨损率 $0.1\sim 0.6 \text{ cm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$ 。

六、知识产权情况

专利号：ZL2015108310246

复合摩擦材料、刹车片及刹车片制作方法

七、合作方式

技术转让或技术入股

八、投资概算及经济效益分析

该项目只转让给已具备生产摩擦材料的企业，以对产品进行升级换代，所以，基本不需增加新的投资。经济效益：采用该技术后因压制温度为 120°C ，相比传统 160°C 降低了 25%，节约能源，改善了工人的操作条件。与传统半金

属摩擦材料相比，密度下降约 20~30%，原材料成本下降 30%以上，所以，经济效益显著提升。

九、技术或产品的关键词

摩擦材料，无金属，温压成型

36. 【环境能源】半集中式污水及固体废物综合处理及资源化技术

一、所属领域

资源与环境技术领域

二、技术或产品名称

半集中式污水及固体废物综合处理及资源化技术

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

在中德双边政府合作协议框架——环境能源领域“中德清洁水创新研究项目（Clean Water）”项目支持下,与德国专家合作研究提出了“半集中式污水及固体废物综合处理及资源化技术”,该技术改变了传统的集中式供排水模式的“污染物末端处理”结构与物质流和能量流“直线式”流动模式,从根本上解决了现有水资源重复利用率低和污染物难以资源化难题,该技术成果成功在2014年青岛世界园艺博览会进行示范应用,通过生活污水分质收集、处理,满足再生水的分质回用的同时,实现再生水回用率达90%以上,生活用水节水率达40%以上;通过污水污泥与生活垃圾协同消化处理,在有机废弃物100%无害化处理与利用的同时,实现绿色清洁能源(沼气发电)回收利用。该技术解决了快速发展中城市区域基础设施建设与环境污染问题,引领市政供排水等基础设施的发展方向,实现了“能源消耗最低、污染排放最少、废物综合利用”的最优化。既体现了“循环经济”与“低碳经济”的原则,又与我国当前建设“低碳社会”和“绿色住宅区”的小康社会目标吻合,不仅具有很好的社会效益及环境效益,而且对促进城市可持续发展具有重要的现实意义。

五、创新点及性能指标

1、创新点

遵循“循环经济”与“零排放”的理念,建立区域污水与废弃物综合处理及资源化利用系统,通过污水的分质排放与处理,提高回用水水质,满足污水回用的要求,同时通过对有机固体废物的收集与资源化处理,实现污染物的

零排放和二次能源的合理利用。

2、性能指标

1) 再生水回用率达 90%以上，生活用水节水率达 40%以上；

2) 有机废弃物无害化处理与利用率可达 100%。

六、知识产权情况

ZL 2012 1 0367542.3, 一种厌氧消化污泥热水解和超声波联合预处理方法

ZL 2012 1 0207 351.0, 回用于电厂循环冷却水的中水的处理方法

七、合作方式

技术转让

八、投资概算及经济效益分析

传统集中式供排水和处理系统自 19 世纪在英国开始应用以来，很快成为各国城镇最主要的供排水体制，至今仍占据主要地位。然而，传统的集中式供排水模式属于“污染物末端处理”结构，物质流和能量流均处于“直线式”运动，无法实现水资源重复利用和污染物资源化。其主要局限在于：供水系统统一按饮用要求提供，绝大部分被用于冲厕、地面清洗、绿化等杂用，造成了宝贵水资源的高质低用；污水被统一收集和输送至远离城市的污水处理厂，能耗高；污水虽经净化，但因远离用户而难以有效回用，水资源白白浪费；污水收集管网的一次性投资费用庞大、运行和维护费用过高，不利于环境保护。随着全球经济的快速发展，能源与资源短缺和环境污染等问题日益严重。新的经济增长模式如“低碳经济”开始在一些生产性行业开发成功并应用。同样，在城镇供排水和污染控制领域，国内外工程界与科技人员反思并研发新型供排水与处理模式。其中，基于水的分质供给与污水源分离、分类处理与再生利用、固体废物资源化等新型综合型环保系统正逐渐成为国际上应用的热点和前沿。本技术在城市的一定区域或居住区（社区群）建立水的循环利用和废物综合处理系统，实现水的分质供给与排放、污水处理和再生利用、废物资源化及能源化等目的。也就是说，在一定区域内实现“能源消耗最低、污染排放最少、废物综合利用”的最优化。区域性分质供排水和废物资源化系统理

念体现了“循环经济”与“低碳经济”的原则，与我国当前建设“低碳社会”和“绿色住宅区”的小康社会目标吻合，对于解决中小城镇及城市区域的环境污染问题、充分利用二次资源具有重要的意义。

九、技术或产品的关键词

污水，资源化，能源回收利用

十、技术或产品介绍图片



37. 【环境能源】复合铁酶促活性污泥强化污水生物脱氮除磷技术

一、所属领域

资源与环境技术领域

二、技术或产品名称

复合铁酶促活性污泥强化污水生物脱氮除磷技术

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

复合铁酶促活性污泥强化污水生物脱氮除磷技术从改进生物脱氮除磷活性污泥絮体结构为切入点，采用人工调控技术手段，强化铁离子在电子传递体系中电子传递作用与酶促反应的激活剂作用，提高脱氮除磷微生物的生化反应代谢活性与适应外界环境因素变化的能力，提高生物脱氮除磷效率，解决污水生物脱氮除磷系统存在的固有矛盾与瓶颈问题。

该技术不仅大大提高生化反应系统微生物活性（DHA、ETS 与 SOUR 分别提高 30%左右），而且提高了城市污水脱氮除磷效率与系统运行稳定性，与普通活性污泥生物脱氮除磷系统相比较，其生物脱氮与除磷效率分别可提高 10%、25%左右，特别在解决低温硝化影响问题上具有突破性进展，系统抗低温能力得到明显增强（在反应温度 10℃条件下，系统硝化效率可以保持 70%以上，同时除磷效率达到 90%）。

五、创新点及性能指标

1、创新点

通过向生物处理系统中投加铁盐的形式促使铁介入活性污泥的生化反应过程，促进酶活性的提高，从而提高系统在低温条件下的脱氮除磷效率。

2、性能指标

1) 与普通活性污泥生物脱氮除磷系统相比较，其生物脱氮与除磷效率分别可提高 10%、25%左右；

2) 在反应温度 10℃条件下，系统硝化效率可以保持 70%以上，同时除磷

效率可达到 90%以上。

六、知识产权情况

ZL 2009 1 0013776.6, 一种复合铁酶促活性污泥污水脱氮除磷的方法;

ZL 2011 1 0340637.1, 现场制备投加氢氧化铁提高活性污泥内硝化功能微生物活性的方法;

ZL 2011 1 0340638.6, 一种高活性超微粒氢氧化铁的快速制备装置;

ZL 2011 1 0340639.0, 直接投加 Fe 离子提高活性污泥内硝化功能微生物活性的方法。

七、合作方式

技术转让

八、投资概算及经济效益分析

复合铁酶促活性污泥技术具备脱氮除磷效果稳定、流程简单、操作管理简单、运行成本低等技术特点, 在实际工程应用中表现出较好的实用价值, 不仅可以应用于城市污水及具有相似水质条件的工业废水处理厂的新建工程, 而且适用于传统脱氮除磷工艺污水处理厂的升级改造。是一种符合我国国情的、具有简捷、高效特点的污水生物脱氮除磷新技术。该技术成果的推广应用对于更有效地解决水体氮磷污染问题具有十分重要的价值。

在市场需求方面,《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》提出, 到 2020 年底, 我国将实现城镇污水处理设施全覆盖, 城市污水处理率达到 95%。因此, 污水处理技术市场需求巨大。在技术应用方面, 以 5 万 m³/d 处理规模的城市污水处理厂为例, 采用复合铁酶促活性污泥技术对现有污水处理厂升级改造简便易行、改造工程投资小。升级改造工程项目单位基建投资仅为 10~20 元/吨水, 单位处理成本 0.03~0.05/吨水左右。因此, 在基建投资与日常运行能耗方面将较其它强化脱氮除磷工艺可分别节省 96%~98%和 20%~30%, 即可节省基建投资 2000 余万元。因此, 以目前全国污水处理厂个数量与处理能力为基础进行经济分析, 采用复合铁酶促活性污泥强化污水生物脱氮除磷技术进行技术改造, 其可节约基建投资 785 亿元, 年降低化学

除磷药耗（三氯化铁）85.9 万吨，年节省药耗成本 6087 亿元，并且可少向江河水体排放约 15~30 万吨总氮，1.5~3.1 万吨总磷等污染物质。

未来几年我国将大规模展开水环境建设工作，我国环保产业特别是水污染治理行业将产生跨越式的大发展，同时，随着我国对水环境质量要求的提高，修订后的国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)对氮、磷排放指标提出了更为严格的要求，因此，复合铁酶促活性污泥技术具有广阔的市场前景，复合铁酶促活性污泥技术的推广应用，必将产生巨大的社会、经济与环境效益。

九、技术或产品的关键词

污水，低温，脱氮除磷

38. 【环境能源】基于数据挖掘的智慧水务平台构建及控制技术

一、所属领域

环境科学与工程、数据科学与人工智能

二、技术或产品名称

基于数据挖掘的智慧水务平台构建及控制技术

（包括：水环境虚拟监控平台、水环境大数据分析中心、智慧水务平台构建技术。）

三、技术水平

团队在国内外率先开展了智慧水务基础支撑技术的研究工作，在国外及国内多省份已开展了市场推广，在该领域国际著名期刊发表论文多篇，技术水平处于世界先进水平。

四、技术简介

青岛理工大学研究团队与挪威生命科技大学联合研发的水环境虚拟监测技术解决了制约水处理行业智能化发展的瓶颈问题，可以作为智慧水务建设的基础支撑技术。该技术是基于数据挖掘和机器学习算法开发的工艺监测方法，利用现有仪表网络，对数据进行深度挖掘并构建机器学习算法模型用于实时运算难获取的水质指标，为解决制约实现智能水务管理的瓶颈问题提供了可能性。

青岛理工大学研究团队联合挪威生命科技大学、青岛道斯康环保科技有限公司联合开发的污水处理智能控制系统是智慧水务领域的先驱技术产品，该技术成果利用大数据技术对水处理系统进行实时监测、诊断、预测与控制，可在实现优化工艺运行的基础上降低 20 -50%的物料消耗。

五、创新点及性能指标

（1）用于解决污水处理过程在线监测仪表投资及维护成本高的问题。部分在线水质指标变量监测分析仪（如 COD、总磷）响应时间过长，而其他状态变量则无法实时在线监测，无法满足实时控制的需求。本项目基于数据挖掘算法构建虚拟监测模型用于取代部分难监测变量的仪表硬件，同时将虚拟

监测模型输出变量作为高级控制算法的输入变量，克服制约污水处理厂智能化的主要瓶颈，是本项目的特色与创新之处，同时也对污水处理工艺过程监测控制机制的研究具有普遍的借鉴意义。

(2) 利用大数据分析和人工算法对污水处理智能化运行过程中的异常现象进行模式识别，确保污水处理厂运行过程中的数据和网络安全。

六、知识产权情况

已发表多篇论文，尚未申请专利。

七、合作方式

青岛理工大学联合挪威生命科技大学、青岛道斯康环保科技有限公司进行联合研发，共同开发技术产品。与山东省内大型水务集团联合推广与应用，目前已与山东水发集团就技术产品推广达成协议。

青岛理工大学项目团队将对该技术进行深度研发与完善，拟与山东水发公用事业集团、青岛道斯康环保科技有限公司联合申报国家自然科学基金委与山东省政府联合基金项目，目前已提交指南建议。

八、投资概算及经济效益分析

本项目拟在基础研究领域投入 200-300 万元，在技术产品研发方面需 200-450 万元科研经费的支持。

项目继承成果可在国内外进行推广使用，利用山东水发集团、江苏鹏鹞环保集团等合作伙伴的平台进行前期推广应用，利用跨国企业挪威道斯康公司和青岛道斯康环保科技有限公司在世界其他地区，特别是“一带一路”沿线国家进行推广使用，预计产生经济效益 50 亿元人民币。

九、技术或产品的关键词

虚拟监测设备、智慧水务平台、污水处理智能监控系统

39. 【环境能源】一种二参数曲线隧道横断面优化设计方法

一、所属领域

隧道工程技术领域

二、技术或产品名称

一种二参数曲线隧道横断面优化设计方法

三、技术水平

本发明克服现行隧道断面形状由多段线拼接而成存在的缺点（如涉及独立变量多、优化设计复杂、受力条件有待改进等），提出一种由独立的二参数方程表征的隧道横断面及优化设计方法，设计出连续性、可导性和光滑性好，以及受力条件佳的曲线（内轮廓线）及其导数，以更好地适应异形盾构掘进机施工技术的发展要求。

四、技术简介

本发明属于隧道工程建设设计技术领域，涉及一种二参数曲线隧道横断面优化设计方法，又称为 WU 型二参数曲线隧道横断面优化设计方法，用于设计隧道的横断面形状，其中的横断面形状是由一个独立的二参数曲线方程来表征，该曲线（内轮廓线）及其导数的连续性、可导性、受力条件和光滑性好，是一种适应应力流（扩散）和变形的合理形状，主要用于公路和高速公路隧道、高铁隧道、海底隧道及地铁隧道等的横断面曲线设计和工程建设。

五、创新点及性能指标

本发明具有很好的应用前景，但作为隧道工程领域原创性技术的推广应用涉及多方面因素，难度较大。主要应用于公路和高速公路隧道、高铁隧道、海底隧道及地铁隧道等的横断面曲线设计和工程建设。

六、知识产权情况

专利号 ZL 2017 1 0595942.2，发明专利授权时间：2019.03.19

一种二参数曲线隧道横断面优化设计方法

七、合作方式

隧道与地下空间工程的建设和设计单位等，合作推广应用。

八、投资概算及经济效益分析

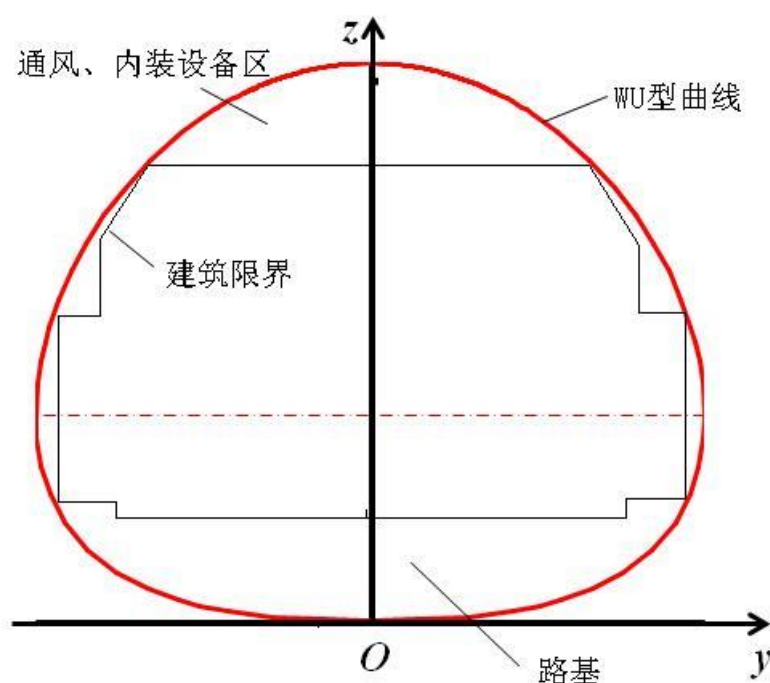
本发明需要结合具体工程的可研设计，开展多学科联合科技攻关，以创造出 WU 型二参数曲线隧道横断面的世界第一。

作为隧道工程领域原创性技术的推广应用涉及多方面因素，难度较大。采用本发明的隧道工程落地，仍需开展多学科联合科技攻关。

九、技术或产品的关键词

隧道横断面；二参数曲线；标准方程；优化设计

十、技术或产品介绍图片



某隧道工程 WU 型二参数曲线横断面优化设计图

40. 【环境能源】高毒性有机污染物的便携式荧光监测技术

一、所属领域

环境科学与工程、仪器分析

二、技术或产品名称

高毒性有机污染物的便携式荧光监测技术

三、技术水平

国内领先

四、技术简介

环境中高毒性有机污染物通过各种途径进入环境水体，对环境、生物体系和人类健康造成危害。目前，对环境水体中苯、苯酚、苯胺、硝基苯、多环芳烃等高毒性有机污染物的测定主要是离线测定方式，处理步骤复杂、检测时间长，易造成采样误差。现有军用便携式快速检测高毒性有机污染物的设备只是半定量分析，且未在环保部门普及。本项目拟开发环境水体中苯、苯酚、苯胺、硝基苯、苯并芘等高毒性有机污染物的便携式监测仪器，以特异性荧光试剂标记不同污染物，用高灵敏荧光检测技术，现场、快速检测痕量高毒性有机污染物。具体来说，采用新型深紫外发光二极管（LED）为光源，充分利用 LED 光源小体积、低功耗、长寿命的优点；基于光电二极管，自主研制低噪音、低漂移的光电放大电路探测；将光机电集成一体化，研制出小型、高灵敏、长寿命原位水中高毒性有机污染物荧光检测仪，并将其在山东省内重点流域示范应用。

五、创新点及性能指标

创新点：（1）高灵敏高选择性荧光试剂，解决环境水体中目标高毒有机污染物的标记难题。（2）便携式高灵敏荧光分析仪，与荧光试剂配合，解决环境水体中目标高毒有机污染物的现场快速定量分析。

性能指标：（1）对目标化合物的方法检出限达到地表水环境质量限值规定的分析要求，在保证分析结果精密度和准确度的前提下，检测线性范围能

满足检测要求；(2) 分析装置能耗、重量和体积适于便携式操作。建立的有机物检测装置可利用锂电池供电，仪器重量不大于 10Kg，能够方便携带和实地测量；(3) 对于苯、苯酚、苯胺、硝基苯仪器检出限在 0.1 $\mu\text{g/L}$ ，检测范围达 0.5~200 $\mu\text{g/L}$ ，对于多环芳烃苯并芘的检出限在 0.03 $\mu\text{g/L}$ ，检测范围达 0.05~20 $\mu\text{g/L}$ ，分析周期小于 5 min。仪器工作环境温度：1~45 $^{\circ}\text{C}$ ，抗电磁干扰（有国标等级），仪器试剂更换周期不低于 6 个月，故障间隔时间不小于 7000 小时。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

青岛理工大学、中国科学院大连化学物理研究所、青岛众瑞智能仪器有限公司合作开发。其中，青岛理工大学为研发项目主要负责单位，负责荧光探针的设计合成，高毒性有机物荧光分析方法研究，仪器设计及整体装配及示范应用等。中国科学院大连化学物理研究所和青岛众瑞智能仪器有限公司为研发项目参与单位，其中，中国科学院大连化学物理研究所负责荧光检测器关键部件研发和调试，青岛众瑞智能仪器有限公司负责仪器小试、中试及产业化等。

八、投资概算及经济效益分析

预计投资 300-500 万元。用于荧光探针的设计合成，高毒性有机物荧光分析方法研究，仪器设计及整体装配及示范应用，荧光检测器关键部件研发和调试，仪器小试、中试产生的相关费用。

原位荧光传感器的高端产品都被国外占据，如加拿大 Aijay 公司、美国 Tuner 公司、美国 HACA 公司、德国 TriOS 公司等。目前国内相关产品主要为中低端产品，与国外产品相比，其灵敏度相对较低，市场竞争力弱。本项目采用国际先进的新型长寿命、深紫外 LED 光源研制出微型化、高灵敏的原位荧光传感器，性能直接瞄准国际最高水平。项目研制成功后将打破国外的技术垄断和领先，在市场上冲击进口产品，拉低进口仪器价格，普惠国内广大

用户。

另外，本项目从一开始设计就针对大规模应用和产业化，结束后将具有很好的市场前景，研究成果首先用于山东省重点流域的示范应用，与青岛市众瑞科学仪器公司合作走向产业化，形成产品，将提高国产荧光传感器的市场竞争力，推动我省精密分析仪器装备行业的经济发展。

九、技术或产品的关键词

有机污染物、便携、荧光、监测、装置

十、技术或产品介绍图片

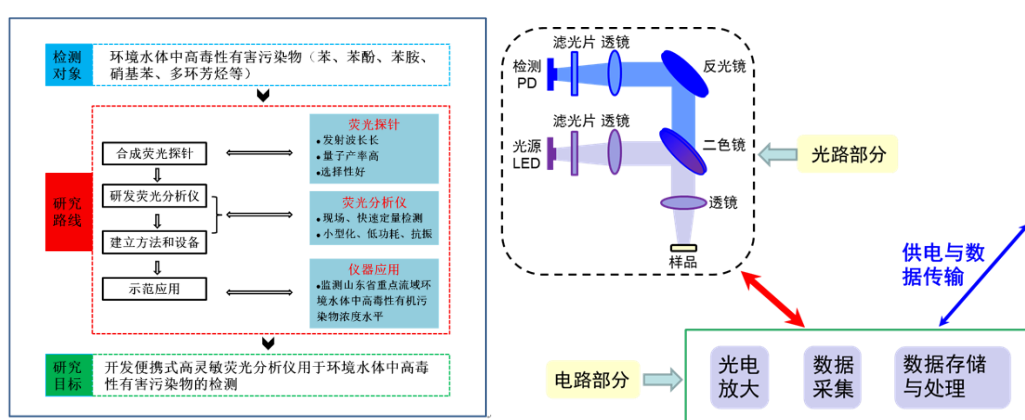


图 1 研究技术流程图

图 2 荧光传感器工作原理图

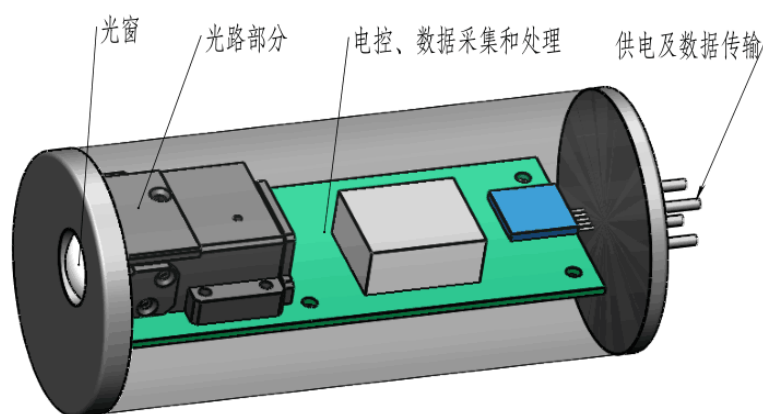


图 3 荧光传感器三维设计图

41. 【环境能源】凡纳滨对虾内循环高密度养殖技术

一、所属领域

水产养殖领域。

二、技术或产品名称

凡纳滨对虾内循环高密度养殖技术及配套产品。

三、技术水平

国内先进水平。

四、技术简介

我国是世界上最大的水产养殖国，养殖年产量居世界各国产量之首，其中对虾养殖面积可达 400 万亩以上。凡纳滨对虾（*Litopenaeus vannamei*），也称南美白对虾，因其含肉率高、肉质鲜美，广受消费者喜爱，为世界三大经济虾种之一，具有生长快、养殖周期短、环境适应范围广、饵料要求低、抗逆性强、品质高、可冰鲜运输、加工性能好等优点，可以采取纯淡水、半咸水、海水多种养殖模式，其产量占世界养殖虾总产量的 70%。1988 年由中国科学院海洋研究所首次引入我国，经历了 30 年发展，已成为国内水产养殖的支柱性产业，年产量最高峰时达 160 多万吨，占全国养殖对虾总产量的 90%，占世界养殖产量 50%，年产值逾 500 亿元。虽然中间经历了病害、市场价格的起伏，但仍是最重要和影响力最大的水产养殖品种之一。

凡纳滨对虾养殖模式经历了土池养殖、高位池养殖、温室大棚养殖和工厂化养殖等发展阶段。随着养殖模式的更新和对虾养殖密度的增加，单位水体饲料投喂量也大大增加，导致养殖水体水质恶化速度加快，对凡纳滨对虾的生长造成不利影响。当前，大部分养殖企业通过大量换水方式进行水质更新，换水的养殖模式不仅水资源浪费严重及污染周围养殖水域，而且有可能引入外来病原，造成对虾疾病暴发，在当前环保高压态势下很难进一步发展。

为解决上述问题，探索出循环水养殖模式（Recirculating aquaculture systems, RAS），能够将系统每天换水量降到 10%，被认为是一种环境友好的水产养殖模式。但 RAS 投资、运营成本及技术要求相对较高，大面积推广难

度较大。生物絮团技术（Biofloc technology, BFT）通过添加有机碳源，调节 C/N 比，提高水中异养细菌数量，利用微生物将水体中的无机氮转化为自身成分，絮体被对虾二次摄食，达到调控水质、促进营养物质循环、降低饲料系数的目的，该技术虽然换水量较小，但是也存在一些缺陷，一是生物絮团通常需要采用添加蔗糖、淀粉、葡萄糖等方法来实现，使养殖成本提高；二是技术操作和管理过程较为复杂，在实际生产中难以稳定控制，可操作性和实用性较差；三是该方法采用投加有机碳源来促进异养细菌生长，对硝化菌群生长不利，如果调控不当，养殖过程中会出现氨和亚硝酸盐大量积累；四是如果利用该方法产生的絮团沉降物质无法及时、合理地处理，也会影响到对虾的生长。

针对上述问题，在充分研究对虾生活习性、养殖池空间布局和养殖池微生物生态的基础上，经过长期探索，在拥有自主知识产权的专利菌剂和生物膜挂膜技术基础上，建立一种高密度内循环对虾养殖技术，将生物滤料内置，从而实现养殖池集对虾养殖和水质净化于一体。具有投入和运行费用低，高密度、产出高，防止外源致病菌侵入，减少对虾发病率等优点。

内循环凡纳滨对虾养殖技术就目前而言，与传统池塘养殖以及新兴的 RAS 和 BFT 养殖模式相比，具有明显优势。

五、创新点及性能指标

（1）采用内循环对虾养殖模式，水质稳定，排水量小，废水可以用于养鱼、建造生态塘等，残饵和粪便可以发酵做有机肥，符合国家政策。

（2）资金投入为每千方水体 30~60 万元，仅为循环水工厂化养殖的 20%~30%，能耗为循环水工厂化养殖的 40%~60%。

（3）养殖全程水质指标控制氨氮 $<0.2\text{mg/L}$ ，亚硝酸盐氮 $<1.0\text{mg/L}$ ，养殖密度为 600~1000 尾/ M^2 ，产出 5.0~7.5kg/ M^3 。

（4）采用人工海水+内循环模式可实现内陆地区凡纳滨对虾淡水高密度养殖。

六、知识产权情况

已授权发明专利：

- 一种活沙制备方法，专利号：ZL 201310060857.8
- 一种活沙制备装置，专利号：ZL 201310060816.9
- 一种水体中氨氮浓度值测定方法，专利号：ZL 201610980294.8

已公开发明专利：

- 一种自循环式对虾养殖系统，申请号：201611119612.8
- 一种自循环式对虾养殖方法，申请号：201611119624.0
- 一种内循环生物膜对虾养殖系统及其使用方法，申请号：201910106284.5
- 一种用于对虾养殖池水质净化的组合式填料箱，申请号：201910106292.X

已授权实用新型专利：

- 一种用于对虾养殖系统的活沙包，专利号：201621338653.1
- 一种用于对虾养殖系统的毛球包，专利号：201621338684.7
- 一种低温硝化细菌培养装置，专利号：201320793195.0
- 一种自循环对虾养殖装置，专利号：201621338655.0
- 一种带有水质净化功能的对虾养殖系统，申请号：201820976224.X
- 一种活沙制备装置，专利号：201320090699.6

七、合作方式

合作开发，技术转让。

八、投资概算及经济效益分析

按 1000 方水体概算，每造虾总成本约 18.2 万元。其中：

建设/改造费用：40 万元，按使用期 10 年计算，每年折合 4.0 万元；每年 4 造虾，每造虾折合 1.0 万元；

虾苗：500 尾/m³，约 1.4 万元；

饲料：饵料系数 1.2，饲料 10000 元/吨，约 12.0 万元；

药剂（包括活性填料、菌剂）：8.0 万元；每造虾合计 2.0 万元

人工：一造虾按 3 个月计算，两人，1.2 万元；

电费：0.6 万元；

对虾收入：按成活率 80%，40 个头、25 元/斤计算，每造对虾收入 $5\text{kg}/\text{m}^3 \times 1000\text{m}^3 \times 50\text{元}/\text{kg} = 25.0$ 万元，则每造虾净利润 6.8 万元，全年净利润约 30 万元。

九、技术或产品的关键词

凡纳滨对虾、内循环、高密度养殖、活性填料、淡水养殖

十、技术或产品介绍图片



42. 【环境能源】黄金冶炼含氰废水处理及金属回收技术

一、所属领域

本技术属于重金属污染废水治理与资源化领域，涉及黄金冶炼过程中所产生含氰废水的处理技术领域，具体涉及一种处理黄金冶炼含氰废水的方法。

二、技术或产品名称

黄金冶炼含氰废水处理及金属回收技术

三、技术水平

针对现有技术的不足，提供一种气泡支撑的有机液膜萃取黄金冶炼含氰废水中金铜以及废水循环利用的方法，目前达国内先进水平。

四、技术简介

该技术从黄金冶炼过程产生的含氰废水中回收极低浓度的金，并脱除含氰废水循环使用过程中积累的铜、锌、铁等金属离子，使得含氰废水能够返回黄金冶炼工艺循环使用。首先，采用气泡支撑有机液膜萃取的方法将含氰废水中的铜、锌、铁、金等金属离子全部萃入有机相。萃余水相经检测达标后，可返回黄金冶炼工艺使用。然后，酸洗萃取后得到的负载有机相，回收锌、铁等离子，并得到含金、铜的负载有机相。反萃所述含金、铜的负载有机相，得到富金、铜水溶液。富金、铜水溶液首先经锌粉置换回收金、铜，然后采用一步酸溶脱除锌粉置换渣中的锌。一步酸溶渣进行二步酸溶回收铜，金最终富集在二步酸溶渣中。该技术可综合回收含氰废水的各种有价金属资源。

五、创新点及性能指标

该技术通过从黄金冶炼过程产生的含氰废水中回收极低浓度的金，并脱除含氰废水循环使用过程中积累的铜、锌、铁等金属离子，使得含氰废水能够返回黄金冶炼工艺循环使用；具体为：

1. 采用气泡支撑有机液膜萃取技术由黄金冶炼含氰废水中回收低浓度的金、铜，回收效率高，其中金回收率为 98%以上，铜回收率 99%以上；成本低于 1 元/m³；实现提取过程中所产生废水的循环利用。

2. 工艺设备简单，易操作，便于控制。

3. 萃取有机相可以循环利用；

4. 处理后水相可以循环利用，解决环保问题，实现资源综合利用和无害化处理。

六、知识产权情况

1.专利号：一种处理黄金冶炼废水的方法（201910585150.6）

七、合作方式

合作方式为技术开发、技术服务等均可。

八、投资概算及经济效益分析

1、投资概算

以每天处理 300 立方黄金冶炼废水为例，土建投资为 80 万元，设备投资为 250 万元，其他投资为 60 万元，总投资概算为 390 万元，具体见表 1.

2、经济效益分析

（1）运行费用分析：

按照日处理 300m³的处理规模计算，耗电费用：0.4 元/m³；工艺中投加的药剂有：硫脲、盐酸、硫酸和锌粉，每天药剂费用：0.3 元/m³；人工费用：20 元/m³；运行费用合计：20.7 元/m³

（2）产品分析：

每立方水含金 0.2g；价格 150 元/g；费用：30.0 元/m³

每立方水产精铜 1.5kg；回收率按照 80%；价格 2 万元/t；费用：24 元/m³

每立方水产硫化锌 2kg；回收率 80%；价格 10 元/kg；费用：16 元/m³

每立方水产品收入：30+24+16=70 元/m³

则，每立方水可收益：70-20.7=49.3 元/m³

九、技术或产品的关键词

关键词：黄金、氰化废水、气泡支撑液膜萃取
十、技术或产品介绍图片



图 1 气泡支撑有机液膜萃取处理黄金冶炼

43.【环境能源】常温常压湿法三维电催化 VOCs 氧化降解技术

一、所属领域

大气污染治理

二、技术或产品名称

VOCs 电催化氧化技术

三、技术水平

达到国际领先水平

四、技术简介

目前 VOCs 处理技术主要是催化燃烧法，但是该技术运行温度较高且催化剂易失活、中毒。本技术依托三维电催化氧化技术实现了湿法常温常压下 VOCs 氧化降解。其主要反应原理为通过设计、制备高效电催化氧化颗粒电极，依据“三传一反”设计高效电催化三维反应装置，实现大量羟基自由基的产生，高效实现 VOCs 的氧化矿化。

五、创新点及性能指标

国内外首次将电化学技术用于 VOCs 处理，制备了高活性电催化氧化颗粒电极，构建了高效电化学三维反应体系，实现了常温常压下湿法降解 VOCs。

六、知识产权情况

一种用于工业废水处理的电催化渗透墙反应装置（201711349388.6）

七、合作方式

入股后者产权转让

八、投资概算及经济效益分析

投资 500 万元，大范围工业化应用可实现 8000 万/年的经济效益。

九、技术或产品的关键词

电催化氧化、VOCs

44. 【环境能源】 常温常压阴阳极协同电催化氧化-还原脱硝技术

一、所属领域

大气污染治理

二、技术或产品名称

电催化烟气脱硝技术

三、技术水平

达到国际领先水平

四、技术简介

NO_x 的危害较大,不仅作为一次污染物对人类和动植物造成危害,还易与大气中的其他污染物发生反应,生成二次污染物等。目前脱硝处理技术主要是选择性催化还原法,但是该技术运行温度较高且催化剂易失活、中毒。本技术依托电催化氧化和电催化还原的耦合作用实现了常温常压下 NO_x 向 N₂ 的转化。其主要反应原理为通过调控阳极膜物理化学性质提升 NO_x 向电极表面的传质,从而利用阳极膜产生的羟基自由基高效实现 NO_x 向硝酸根的氧化转化。此外,通过对阴极材料的功能化设计以及调控电极反应路径实现硝酸根向 N₂ 的转化。

五、创新点及性能指标

国内外首次将电化学技术用于烟气脱硝处理,构建了高效电化学阴阳极催化剂,利用阴阳极功能的耦合实现了常温常压下烟气的绿色、高效脱硝。经过处理 NO_x 的处理效率可达到 95%以上。

六、知识产权情况

一种高效电化学阴阳极耦合烟气脱硝技术(审查阶段)

七、合作方式

入股后者产权转让

八、投资概算及经济效益分析

投资 500 万元,大范围工业化应用可实现 5000 万/年的经济效益。

九、技术或产品的关键词

电催化氧化、电催化还原、烟气脱硝
十、技术或产品介绍图片



45. 【环境能源】大气颗粒物组分在线监测技术

一、所属领域

环境科学与工程、仪器分析

二、技术或产品名称

大气颗粒物组分在线监测技术

三、技术水平

国内领先

四、技术简介

大气污染已经成为当前我国环境面临的最重要问题。可吸入颗粒物（PM10 和 PM2.5）的化学组成和含量直接影响人体健康，同时也是大气颗粒物污染溯源和治理的重要依据。针对现场快速监测大气颗粒物组分装置和技术的瓶颈问题，本技术针对不同粒径颗粒物（PM10 和 PM2.5）中的可溶组分（铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氟离子、重金属等），开展颗粒物在线切割采集、预处理、检测分析的检测装置研究，建立适于现场快速分析的大气颗粒物可溶组分分析装置。为快速、准确、高分辨的分析颗粒物污染水平和组成提供技术支持，为研究、预防和治理大气污染提供装置和技术支撑。

五、创新点及性能指标

创新点：

1. 集成大气颗粒物切割采集、在线萃取和检测装置的研发，为大气颗粒物组分在线快速分析解决缺乏仪器的问题，可实现不同粒径大气颗粒物可溶组分的同时在线分析。

2. 利用研发的大气颗粒物可溶组分在线分析装置，可同时实现不同粒径大气颗粒物组分的高时空分辨率分析，为准确解析大气颗粒物污染溯源、污染防治和环境健康风险提供装置和技术支持。

性能指标：

可开展现场颗粒物组分分析技术研究，建立不同粒径颗粒物（PM10 和 PM2.5）中铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氟离子、重金属等组分的同步

在线分析装置，实现大气细颗粒物中可溶组分的快速分析，单次分析时间小于 10min，装置体积小于 50L，重量小于 30kg，校准后可连续运行时间大于 200h。可验证和示范应用开发装置，获取氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氟离子和重金属等污染组分的高时空分辨的数据，为大气颗粒物污染成因分析、大气污染治理、环境健康风险评估，提供方法支持和装置支撑。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

青岛理工大学、青岛众瑞智能仪器有限公司合作开发。其中，青岛理工大学为研发项目主要负责单位，负责颗粒物采集器接口改造，新型检测装置研发等。青岛众瑞智能仪器有限公司为研发项目参与单位，负责仪器小试、中试及产业化等。

八、投资概算及经济效益分析

预计投资 100-200 万元。用于颗粒物采集器接口改造，新型检测装置研发，仪器小试、中试产生的相关费用。

经济效益分析

a. 截止本课题申请之前，对于大气颗粒物不同粒径多组分的在线分析装置未见报导。

b. 我国大气污染仍然面临严峻的污染形势，大气污染已经成为人们最为关注的环境问题。分析大气颗粒物组分已经成为环境分析研究和环境监测单位的重要工作内容，因此，大气颗粒物在线集成终端分析装置具有巨大的市场需求。

c. 拟开发的集成在线分析装置，可同时实现不同粒径大气颗粒物组分的高时空分辨率分析，缩短检测时间，并降低检测成本，具有较好的产业化前景。

九、技术或产品的关键词

大气颗粒物、便携、成分、监测、装置

十、技术或产品介绍图片

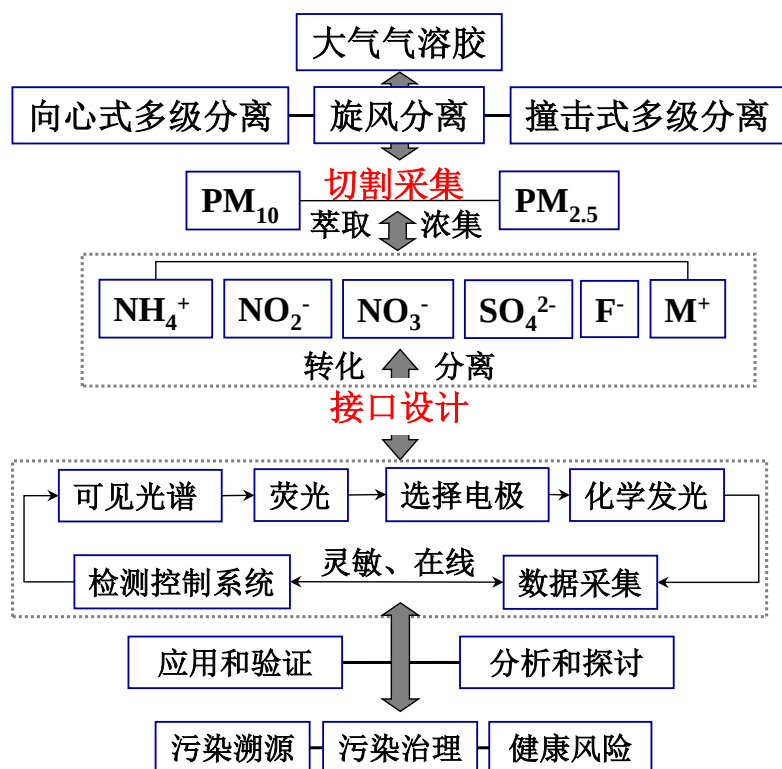


图 1 研发技术流程图

46. 【环境能源】地铁废热综合利用技术

一、所属领域

新能源

二、技术或产品名称

地铁废热综合利用技术

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

随着国民经济持续高速发展，城市化进程同步加快，传统的地面交通已难以满足城市客运需求。地铁因其不占地上空间、运输量大、运行速度快、环保节能、方便舒适、准时等优势，成为解决城市道路交通问题的首选。

地铁在运行过程中会大量产热，来源包括活塞风、列车运行、机车空调、隧道内人员、机电照明、设备产热等。随着地铁运行时间的累计，大量废热被储存于隧道围岩中，导致其温度逐年升高。大量实践表明，该“热堆积”将对地铁系统的正常、安全、高效的运行产生不利影响，因此，对地铁隧道热环境的控制尤为重要。

目前常用的解决方法包括：通风降温法、空调降温法、喷雾法、融冰降温法、喷涂隔热材料降温法等。上述方法中通风降温法与空调降温法需额外消耗大量的能量，存在“热量抵消”；喷雾法与融冰降温法虽然能量消耗较少，但降温效果有限；喷涂隔热材料降温法为被动式降温方法，不能从根本上解决问题。

本团队在充分考虑上述降温方法利弊的基础上，通过岩土工程、隧道工程、暖通工程和生物工程等多学科交叉，创造性的提出了一种以毛细管为前端换热器的地铁隧道环境控制技术。不同于传统的空调技术，该技术将毛细管换热器埋设于地铁围岩中作为前端换热器使用，由于其具有占地面积小，抗弯折，承压高等特点，可方便灵活的与地铁施工相结合。此外，与传统地埋

管换热器相比，本技术采用的毛细管换热器具有单位面积换热量大的特点，可快速的吸收围岩中的废热。将毛细管前端换热器与热泵技术相结合，进而形成地铁源热泵系统，该系统将地铁废热品位提升后，可进一步用于地上建筑的供热。此外，通过合理的配置末端冷热用户，并制定相应系统全年运行策略，可实现地铁围岩全年冷热平衡，进而彻底解决地铁在长期（100 年）运行过程中的“热堆积”问题，实现地铁的可持续高效安全运行。

目前，该技术已应用于青岛地铁灵山卫站示范工程，整个示范工程将于 2018 年 6 月投入运行。该项地铁废热源综合利用技术，“青岛晚报”、“掌上青岛”、“青网”、“青岛理工大学官网”等媒体均有报道。

五、创新点及性能指标

创新点如下：

（1）“技术崭新”。该技术结合岩土工程、隧道工程、暖通工程、生物工程等多学科特点，创造性的将毛细管换热器与热泵技术相结合，将毛细管作为前端换热器埋设于地铁隧道围岩中，利用热泵技术进行隧道围岩温度的控制，进而控制隧道内的热环境，是一项崭新的节能技术，在国际、国内尚属空白。

（2）“变废为宝”。该技术以地铁隧道废热为热源，通过热泵技术提升其品味后用于地上建筑的供热，即解决了地铁隧道“热堆积”问题，又为地铁沿线建筑提供了热量，实现了能量的高效利用，具有显著的节能减排效益。

（3）“安全高效”。由于地铁隧道位于地下恒温层内，其全年温度波动非常小，是天然的稳定的热源，且由于地铁隧道废热的存在，其热品味较传统地热高。该技术将毛细管前端换热器埋设于地铁隧道围岩中，热泵系统源侧蒸发温度相对稳定，显著的提高了系统冬季运行性能。实测显示，系统冬季系统的 COP 值可以达到 4.0 以上。

六、知识产权情况

- 1) ZL 201510168428.1 ，地铁降温同时地面供热的综合热泵系统
- 2) ZL 201310629223.X ，一种应用于地铁隧道中的毛细管土壤源热泵系统

- 3) ZL 201120030355.7 ，一种小型化高精度土壤导热系数现场测试仪
- 4) ZL 201520214786.7 ，一种应用于建筑供暖的热泵加热系统
- 5) ZL 201520206514.2 ，一种用于地铁隧道内毛细管壁面换热器
- 6) ZL 201520202317.3 ，一种利用薄壳换热器的地铁废热回收系统
- 7) ZL 201320782573.5 ，一种采用毛细管前端换热的热泵空调系统

除上述专利外，仍有大量相关专利在申请中，包括 5 项发明专利及 1 项 PCT 国际发明专利（进入三个国家）。

七、合作方式

技术服务

八、投资概算及经济效益分析

以中等规模项目（10 万平方米建筑园区）为例，该系统初投资约为 180 元/m²，供热运行费用约为 18.6 元/m²，供冷运行费用约为 8.5 元/m²。

与传统能源方案——燃气锅炉+冷水机组系统相比，该系统一机两用，能显著的降低设备初投资，动态追加投资回收期为 3-5 年。

九、技术或产品的关键词

新旧动能、地铁、热泵、毛细管前端换热器、节能、供热、供冷

十、技术或产品介绍图片



图 1 毛细管前端换热器基本形式

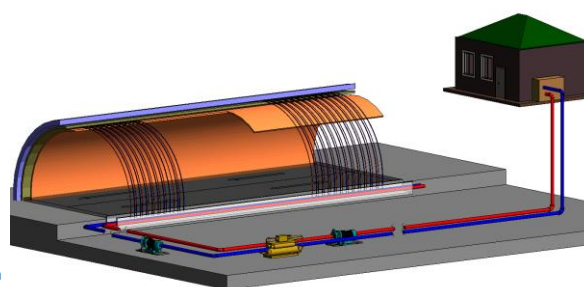


图 2 地铁源热泵基本构成

47. 【环境能源】能源云技术

一、所属领域

新能源

二、技术或产品名称

能源云技术

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

可再生能源，如风能、太阳能、海洋能、地热能等，分布广泛，但大都存在能源密度小、不连续、不稳定、热量开采困难等特点；单一的可再生能源系统的使用可能存在一些缺点，不足以满足社会生产生活用能的需要。多种可再生能源系统相结合，扬长避短。借鉴信息云技术的发展，首次提出“立体新能源云系统”概念。在现实生产生活中，已经出现了一些立体新能源云技术的实际工程应用，可以说是立体新能源云技术的应用雏形。例如低谷电驱动风冷热泵+蓄能的冷热源方案、土壤源热泵+太阳能的供热系统、源侧互联的海水源热泵系统、海水源热泵+污水源热泵复合供热系统等。这些大多是有限的可再生能源系统在实际生产生活中小规模、小区域范围内的使用，如果要将多种可再生能源系统合理地应用于更大的平台，还需要立体新能源云技术的理论支撑。

2017 年在何满潮院士带领下，研究城市级的“能源云”技术通过多能互联，实现五大互补：“时间、地域、能源品种、能源品位、能源价格”。争取最大限度地更经济使用能源，利用可再生能源，并大幅度减少园区一级的总体能源输入，提高整体能源利用率。

本研发团队已与青岛邮轮母港服务管理局签署《青岛邮轮母港邮轮港区“能源云”技术创新研究》协议，完成了能源方案规划，获得中国建筑节能协会区域能源专业委员会 CDEA2018 区域能源科技创新奖。

五、创新点及性能指标

(1) 在能源属性方面，从能源热力属性、信息属性、价值属性上，在能源与信息结合、能源与热力的利用，能源与价值的实现三方面，分析能源内在的特性，其延伸出的信息网、交易网、能源网将会是未来能源发展的重要基础，三网互联，互利互惠，从而实现能源的区域协调、供应的自下而上、三网的多源互补。

(2) 在能源结构方面，本项目从化石能源与可再生能源利用的基础上进行分析，在现有能源互联的案例基础上，对能源的互联优势进行了分析，总结现有能源发展趋势，结合能源互联网，提出能源云技术，建立能源云多源互补结构模型，倡导能源的多能互补、经济节能，从园区层面上减少对外部输入能源的依赖，尽最大可能优先利用园区内多种可再生能源和废热废冷，改善能源结构，做到对可再生能源充分利用。

(3) 能源规划方面，本项目侧重系统的源端选择与运行调节方面，选用粒子群择优模型对系统最优容量进行优化，采用多属性决策模型对系统经济性、环保性、能效性等进行判别；在运行调节方面，采用系统判断调节方式，针对不同时刻、不同负荷下的用户需求做到自动选择，最终在能源规范上使得源端、终端、用户端三者协调统一。

六、知识产权情况

无

七、合作方式

技术开发与服务

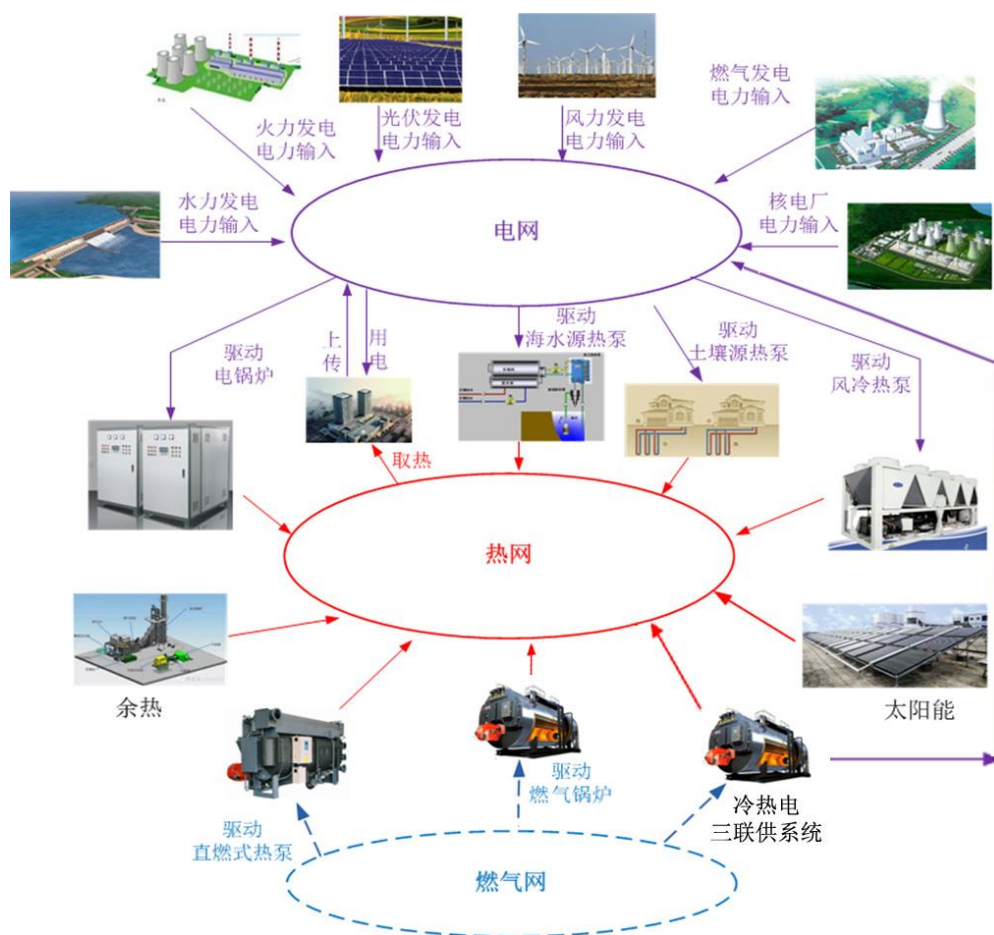
八、投资概算及经济效益分析

投资概算要依据项目规模而定。

九、技术或产品的关键词

能源云，能源属性，能源规划，智能运营策略

十、技术或产品介绍图片



48. 【环境能源】新型海水源热泵区域供热供冷技术

一、所属领域

新能源

二、技术或产品名称

新型海水源热泵区域供热供冷技术

三、技术水平

国际领先

四、技术简介

海水源热泵技术是用海水替换传统冷热源，利用热泵原理，凭借输入少量高品位电能，得到大量热能的一种新型技术，该技术完全满足建筑冷热需求，并且在工作过程中对环境没有污染，工作效率比传统空调系统高。近年来，其在国内外均得到了广泛应用。

本研究团队 2004 年在青岛市发电厂，主持建设了全国首个海水源热泵供热供冷空调系统。2006 年完成青岛奥帆媒体中心海水源热泵空调系统设计。2013 年针对海水对设备的腐蚀以及取水条件限制，开发了以毛细管网为前端换热器的海水源系统，该系统彻底解决了海水腐蚀问题，降低了工程造价。同时该换热器可以埋设于浅滩从而打破了水文地质条件的限制，从根本上解决了海水源热泵的两大关键问题。该系统现已逐渐应用于实际工程并在运行中被证明更为经济高效。研究及项目实践表明，第二代海水源热泵系统在初投资、年总运行维护费用、全寿命周期成本分析等诸多方面，与其他冷热源方案相比，均具有一定优势。本团队于 2018 年 12 月申请获批了青岛市科技惠民项目《海洋低品位热能资源化利用技术研究及应用》课题经费 100 万元整，本课题预期将建立应用第二代海水源热泵系统 5 万平米示范工程一项。

本课题组在青岛沙子口海域建立了第二代海水源系统示范基地，旨在对该系统从设计施工到运行调节进行全过程研究和现场测试。目前相关施工技术规范已经撰写完成。基地的海水源热泵系统为建筑面积1600m²的崂山港龙

湾酒店提供冷、热源。

五、创新点及性能指标

新型海水源热泵系统具有如下创新点：

(1) 彻底解决海水对设备的腐蚀问题。

采用塑料材质换热器，克服了传统金属换热器在有腐蚀性环境中使用寿命短的缺陷，彻底解决海水腐蚀问题，颠覆了传统海水源热泵系统中关键的防腐处理方式，降低工程造价。

(2) 取水适应性强，打破了水文地质条件的限制，拓宽了海水源热泵应用范围

采用主动式换热器代替被动式换热器，无需海水上岸，换热器可以浸没在海水中，也可以埋设在海水浅滩，打破了对取水条件要求严苛的壁垒。采用闭式系统，系统内为媒介循环水，外部源水侧的水质（如盐度、悬沙量、离子浓度、悬浮生物等）均不会影响系统运行。此技术颠覆了传统的海水取水方式，几乎可以适应各种海岸情况，大大提高了海水源热泵的应用范围。

(3) 干地施工，施工方便，可靠性高，工期短。海水与热泵机组不直接接触，因此热泵机组的换热设备无需进行特殊处理，降低了投资成本。

该系统的性能指标冬季系统的 COP 值可以达到 3.5 以上，夏季 EER 可以到达 4.5 以上。

六、知识产权情况

- 1) ZL201120030334.5，用于空调装置的海水源水环热泵装置
- 2) ZL201120030352.3，用于控制养殖池温度恒定的水环热泵装置
- 3) ZL201320782575.4，一种用于海水养殖热回收的毛细管换热系统
- 4) ZL201320782574.X，一种用于海水源热泵的毛细管换热系统
- 5) ZL201320782671.9，一种用于海水养殖的毛细管海水源热泵系统
- 6) ZL201320780509.3，一种闭式毛细管网污水源热泵空调系统

七、合作方式

技术开发与服务

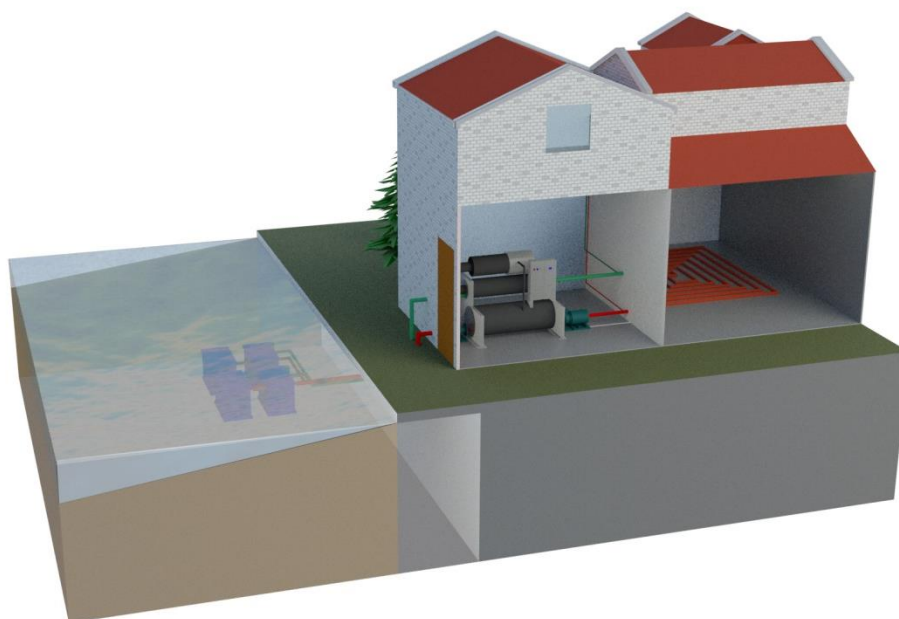
八、投资概算及经济效益分析

投资概算要依据项目规模大小而定，投资回收期一般为 5 年。

九、技术或产品的关键词

海洋热能、海水源热泵、毛细管网箱式换热器、节能

十、技术或产品介绍图片



新型海水源热泵系统基本构成

49. 【环境能源】新工质高温热泵及应用技术

一、所属领域

新能源应用与节能技术

二、技术或产品名称

新工质高温热泵及应用技术

三、技术水平

国际先进

四、技术简介

工业中存在着大量 60°C 以下的余热资源，由于温度较低无法直接应用而被排掉，造成能量浪费，同时带来环境热污染。另一方面，工业生产过程中，大量需要 $60\text{-}150^{\circ}\text{C}$ 之间的热能，为满足工艺和生产需求，该温度区间通常靠工业炉燃烧燃料至 1500°C 以上来提供，造成能源品位浪费。若能利用高温热泵回收低温余热，再次利用加热至所需温度区间，将节约大量高品位能源。而目前广泛采用的热泵机组由于工质和技术的限制，只能利用 25°C 以下的余热和制取 65°C 以下的水，无法满足工业用热和大部分余热回收的需要。本技术提出新型非共沸混合物工质，结合自复叠循环、变组分调节技术，研制出系列新工质高温水源热泵系统，可以适应较广温度范围的工况变化，制取 120°C 以上的温度或蒸汽，可广泛应用于石油化工、纺织印染、钢铁冶金、市政建筑等领域，具有巨大的应用前景和市场潜力。

五、创新点及性能指标

1、 新型非共沸混合工质：环境友好， $\text{ODP}=0$ ，无毒不可燃，融油性良好；当冷凝温度为 100°C 时，冷凝压力为 2.2MPa ，压缩机排气温度为 105°C ，符合高温热泵对排气压力和温度的限制要求， COPh 值处于较高水平。

2、自复叠制冷循环：

单压缩机自复叠循环，采用非共沸混合工质，在汽液分离器中改变液相组分和气相组分，高沸点工质组分占多的液相混合工质节流后作为中间冷却剂冷却低沸点工质，低沸点工质经冷凝后节流进一步降低温度，在蒸发器中

获得较低的蒸发温度。这样可使得循环冷凝温度和蒸发温度具有较大的差距而维持适中的压比。

3、形成系列化专用高温热泵机组

研制原油加热系统、工业干燥系统、建筑供热系统、工业废水污水余热回收系统系列化专用高温热泵，可以适应较广温度范围的工况变化，制取 120℃ 以上的温度或蒸汽。

六、知识产权情况

已申请国家发明专利 5 项

七、合作方式

技术转让或技术入股

八、投资概算及经济效益分析

初期生产 2000 台规模，生产设备 500 万元，检测及实验设备：200 万元，系列化产品研制及应用技术方案：300 万元，流动资金 1000 万元，其他预备金 200 万元，不计厂房建设、土地等费用，投资约 2200 万元。建设期 1 年，达产后产值 1.5 亿元，利税 4500 万元。

九、技术或产品的关键词

高温热泵，非共沸混合工质，自复叠制冷循环，节能减排

十、技术或产品介绍图片



试验样机及测试系统

50. 【机械装备】快速蒸气发生器

一、所属领域

智能仪表、市政、石油、环保设备。

二、技术或产品名称

快速蒸气发生器

三、技术水平

具有一定的创新性,达到国内先进水平。

四、技术简介

基于感应加热和新的 PTC 复合管的智能快速蒸汽发生器,具有热量损失小,无污染,产汽快的特点,弥补了传统燃料蒸汽发生器热量损失多,产汽慢,污染大的缺点,是对传统快速蒸汽发生器加热方式的一种创新。石油行业装备清洗和市政工程油污清洁等领域中,高效,环保,安全的感应加热和新的 PTC 复合管的智能快速蒸汽发生器具有广阔的发展和应用前景。

智能快速蒸汽发生器采用一种新的 PTC 复合管加热技术,PTC 发热材料紧贴在被加热管体表面,电流经过 PTC 材料后会产生热量,热量会迅速通过管壁传导至被加热液体,使液体快速升温。

智能快速蒸汽发生器控制系统的硬件设计中,利用移相电路来控制 IGBT 驱动电路,结合单片机的控制,保证了逆变系统能运行在感性谐振状态,实现了功率的自由调节。在软件系统的分析和设计中,结合硬件设计给出了分模块的软件设计流程和思路,同时将粒子群算法优化模糊 PID 的方法应用在蒸汽温度的控制上,实现了温度的闭环控制。

五、创新点及性能指标

1、创新点

(1) 采用一种新的 PTC 复合管加热技术,PTC 发热材料紧贴在被加热管体表面,电流经过 PTC 材料后会产生热量,热量会迅速通过管壁传导至被加热液体,使液体快速升温。

(2) 智能快速蒸汽发生器包括控制部分和蒸汽发生部分，控制部分由电磁感应主电路部件、单片机控制器、智能温度控制仪组成。述蒸汽发生部分由加热部件、压力传感器和水泵组成，其中加热部件由加热线圈、加热管道和加热系统外壳组成。其中温度传感器和压力传感器通过总线与单片机控制器相连接，单片机控制系统的加热功率、温度、和压力。感应加热系统水电分离，加热时感应线圈缠绕在加热管道上，管道内的水会迅速汽化成水蒸气，并在蒸汽出口处有温度和压力传感器来检测系统的温度与压力信息，并反馈给单片机实现闭环控制。所述加热线圈为紫铜材料，缠绕方式为螺旋缠绕。与现有技术相比，优势是：

①非接触式加热：感应加热线圈不与加热工件直接接触，可以有效避免器件的老化，非接触式加热也可以更方便的对器件进行维修，尤其在蒸汽发生器上可以有效的避免器件的生锈损耗，环保无污染。

②加热效率和速度快：通常电磁感应加热传热管外包裹一层保温棉，保温棉能有效地防止热量的损失，减少了能量的损失，同时电磁感应加热是使加热管自发热，升温效率速度极高。

③温度的可控性好：电磁加热系统断电即停止加热，加热功率便于控制，相比于传统的蒸汽发生器，采用电磁加热的方式可以更容易和精确的控制温度，节省了人力。

(3) 提出了基于粒子群 (PSO) 优化的模糊 PID 蒸汽温度控制算法，实现粒子群优化模糊 PID 控制器设计，实验结果表明经过粒子群优化的模糊 PID 算法可以在保持超调量小的情况下加快系统的响应，使系统更快达到稳态，这对于快速蒸汽发生器的蒸汽温度控制来说有很大的意义。

2、性能指标

智能快速蒸汽发生器工作电压 380V, 加热功率 50kW, 工作压力 0.4MPa, 加热出汽时间 ≤ 90 秒，电热交换效率 $\geq 99\%$ 。智能快速蒸汽发生器具有产生蒸汽速度极快，产汽量大，具有明显的节能效果，智能自动化控制，使用操作简单方便，具有完善的安全保护功能。

六、知识产权情况

该项目授权实用新型专利 1 项，申请实用新型专利 1 项，申请并进入实质审查发明专利 1 项。智能快速蒸汽发生器的智能控制器已被天津市东睿泰合科技有限公司，青岛盛景电子有限公司、青岛微测创新电气有限公司采购并应用。项目相关的内容在中文核心期刊《计算机测量与控制》、《计算机仿真》、《系统仿真学报》发表论文 3 篇，论文《基于粒子群优化算法的蒸汽温度控制研究》被《制造业自动化》期刊录用。

1、201520442715.2 一种高性能快速蒸汽发生器

2、201811484226.8 一种基于感应加热的快速蒸汽发生器

七、合作方式

技术转让。

八、投资概算及经济效益分析

快速蒸汽发生器已经被应用于机械清洗、混凝土养护、设备消毒、医药等各行各业。

天津鸿森机械有限公司使用智能快速蒸汽发生器清洗采油树，可以在很短的时间内将采油树上的油渍彻底清洗干净。广州市浩鑫不锈钢洁净容器有限公司为了提高清洗效率，保证产品良好的安全性能，使用智能快速蒸汽发生器对不锈钢容器进行高温蒸汽清洗，快速清除了不锈钢黄斑、锈斑、水垢、氧化斑等各种陈年斑垢以及各种工业油脂和油污。最重要的是智能快速蒸汽发生器产生的高温蒸汽具有消毒灭菌的功效，在清洗不锈钢设备的同时，对器具进行了消毒灭菌。钢管酸洗一般要求较为严格，酸洗件不得出现过酸洗和欠酸洗的现象。过酸洗这会使钢材表面变得粗糙，形成蜂窝麻面，欠酸洗会使钢材在酸洗后仍有薄锈或氧化铁皮未除去。浙江伦宝金属管业有限公司使用智能快速蒸汽发生器高温蒸汽清洗，合理的控制了酸洗液的温度，及酸洗时长，有效避免了钢管清洗过程中出现过酸洗和欠酸洗的现象，为钢管清洗提供了有力保障。

目前比较流行的混凝土养护方法一般以自然风干法和蒸汽养护法，自然

风干因为温度湿度受环境影响，产品容易开裂，质量得不到保证，蒸汽养护法就是利用蒸汽发生器产生的恒温恒湿的高温蒸汽对混凝土制件进行养护，这样养护成本低，节能环保，而且温度和湿度比较稳定，混凝土制件质量得到了保证。冬季低温情况下混凝土难以凝固成型，凝固周期就会延长，在道路养护中，使用智能快速蒸汽发生器极大的提高了混凝土的养护效率，

安徽金寨乔康药业有限公司，在设备厂房日常的清洁和消毒中使用智能快速蒸汽发生器蒸汽发生器，其杀菌彻底、穿透力强、无毒性残留，不会造成重复污染等优点，已在制药界应用广泛。在医院中，高温蒸汽发生器广泛用于医疗器械的高温消毒。

除此之外，智能快速蒸汽发生器及其演化产品在食品、生物设备行、包装、化工等等各行各业都已经广泛投入使用。

油田钻井平台设备油污的清洗主要依靠高温高压蒸汽，蒸汽可用于清洗石油钻井平台、油罐、油管和一些机械传动件的解冻，150℃的高温高压蒸汽，无须任何清洗剂即可去除顽固的油污和泥垢。

目前油田大多采用锅炉式蒸汽发生系统，罐体庞大，使用蒸汽时需要提前将锅炉内水加热到蒸汽才能使用，热量损失严重、加热速度慢、实时性差。我国在快速蒸汽发生器领域上的发展非常迅速，对加快蒸汽发生器的产汽速度和提升热效率的要求逐日提高。

随着我国经济的发展，环境问题已成为我国社会发展的重中之重。截至2016年底，我国的能源结构中煤炭仍然占有很大的比例，在我国的一些工业蒸汽发生器中仍依赖煤炭等传统燃料，同时其热效率一般为0.6-0.7左右，产生的有害气体会污染环境并容易产生酸雨。燃油蒸汽发生器会占用大量的场地，且无法保证控制精度。电加热蒸汽发生器的出现提高了温度控制精度，替换了以往的传统加热方式，但是电加热蒸汽发生器中的电阻丝直接与水接触，容易造成漏电，结垢等缺点。因此，推广使用清洁能源、高效节能的智能快速蒸汽发生器具有重要的现实意义。

九、技术或产品的关键词

智能化、PTC 复合管、快速蒸气发生器
十、技术或产品介绍图片



51. 【信息技术】IP 指纹保护技术

一、所属领域

集成电路设计

二、技术或产品名称

IP 指纹保护

三、技术水平

具有一定的创新性,达到国内较高水平.

四、技术简介

属于 IP 芯核集成电路的 IP 保护技术领域, 是对 IP 芯核进行数字指纹嵌入和验证的一种指纹方法。包括指纹嵌入部分和指纹验证部分。指纹嵌入部分包括: 首先把版权信息加密后生成数字指纹, IP 设计经过预处理后, 完成数字指纹与网表单元的映射, 将映射的网表单元固定, 运行 EDA 电路划分工具, 完成数字指纹的嵌入。指纹验证部分采用模糊匹配算法与存在版权纠纷的 IP 模块进行比对。该指纹方法效率高、费用低和开销低。

五、创新点及性能指标

本发明属于 IP 芯核集成电路的 IP 保护技术领域, 是对 IP 芯核进行数字指纹嵌入和验证的一种指纹方法。该指纹方法效率高、费用低和开销低。

六、知识产权情况

201410241695.2, 基于分区固定的指纹嵌入方法

七、合作方式

技术转让。

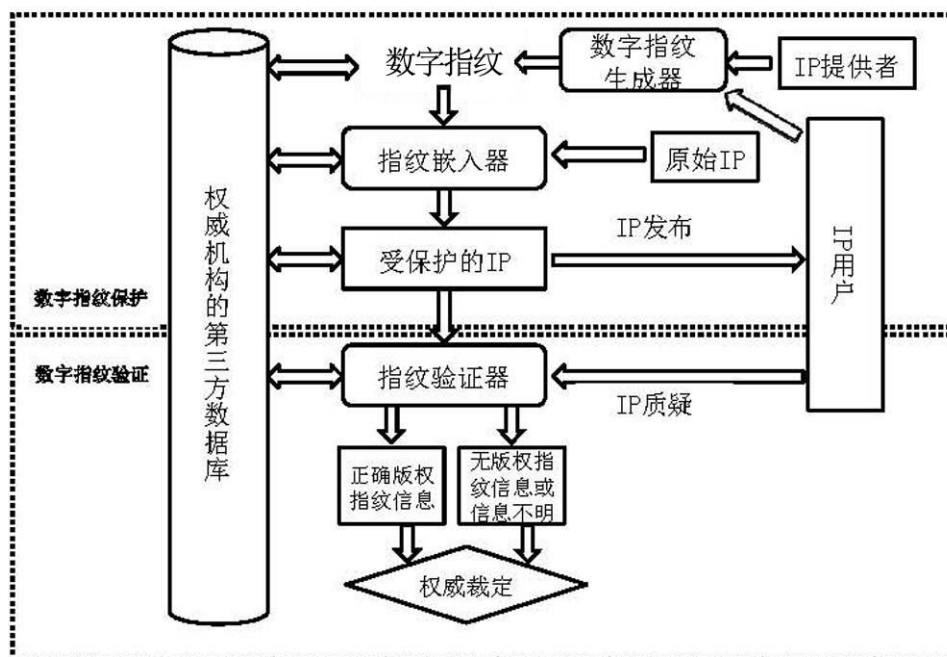
八、投资概算及经济效益分析

市场上规模化企业多为高端企业, 门槛较高, 适合小规模芯片知识产权保护。

九、技术或产品的关键词

集成电路设计、知识产权保护

十、技术或产品介绍图片



52. 【信息技术】一种基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法

一、所属领域

认证领域

二、技术或产品名称

一种基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法

三、技术水平

线射频识别器 RFID(Radio Frequency Identification Devices)是物联网 IoT(Internet of Things)体系的重要组成部分。该系统利用标签、读取器、信息服务器(Electronic Product Code Information Service)等设备按约定协议进行信息交换和通信传输,从而实现对物体的智能识别、隐私定位、安全监控和智慧管理等。

物联网中 RFID 标签存储的丰富数据其硬件防护能力不足易被非法读取,其安全已严重影响了物联网整个体系的健康发展。

四、技术简介

本发明公开了一种基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法,该方法,包括步骤(1): RFID 读取器关联 EPC 信息服务器,并启动 EPC 信息服务器;步骤(2): EPC 信息服务器启动后, EPC 信息服务器向 RFID 读取器等概率发送信息态与诱骗态两种弱相干光;步骤(3): RFID 读取器接收信息态与诱骗态两种弱相干光,并提取密钥;步骤(4): RFID 读取器将密钥发送给 RFID 标签; RFID 标签对标签信息进行加密,并将加密后的标签信息经 RFID 读取器转发至 EPC 信息服务器进行认证;步骤(5): EPC 信息服务器将其内存储的标签信息进行加密,并将加密后的标签信息经 RFID 读取器转发至 RFID 标签进行认证。

五、创新点及性能指标

本发明提供一个基于诱骗态量子随机化密钥的较为完善的 RFID 双向认证的安全机制，具备物理机制、基于密码学的安全协议等安全技术各自优势和特点，较好地解决现 RFID 双向认证无法有效防御包括流量分析攻击、伪装攻击、跟踪攻击、隐藏光子信息的木马攻击等诸多安全威胁的问题，同时，本发明通过量子密钥增强了 RFID 的安全性，利用随机量子密钥生成动态变化的认证信息，实现读取器与标签一次一密双向认证。

六、知识产权情况

CN201610236243.4 + 基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法

七、合作方式

专利独享合作，拥有专利权

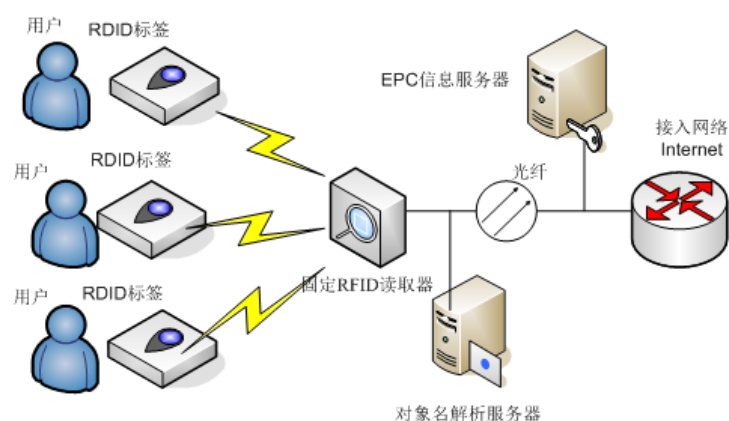
八、投资概算及经济效益分析

无

九、技术或产品的关键词

量子化随机密钥，RFID 认证

十、技术或产品介绍图片



53. 【信息技术】一种颗粒体系动力链的识别方法

一、所属领域

本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种颗粒体系动力链识别的方法，实时计算颗粒力和位移等宏观物理量，实现颗粒体系动力链的识别及提取。

二、技术或产品名称

一种颗粒体系动力链的识别方法

三、技术水平

国内领先

四、技术简介

本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种颗粒体系动力链识别的方法，实时计算颗粒力和位移等宏观物理量，实现颗粒体系动力链的识别及提取。

五、创新点及性能指标

能够对真实实验获得的数字图像进行分析，获得图像对应时刻的接触力大小，并提取出该时刻动力链网络，对时间序列图像进行分析，可以分析动力链网络的发展及演变。

六、知识产权情况

发明专利授权，专利号：ZL201410268526.8，专利名称：一种颗粒体系动力链的识别方法

七、合作方式

技术许可

八、投资概算及经济效益分析

应用该专利实现仪器获软件的研发，有利于快速实现颗粒体系力链及参数的识别与提取，分析颗粒体系力链，研究颗粒体系稳定性分析。计划投资60万。实现计算机软件的研发，生产出一套样机。

九、技术或产品的关键词

颗粒体系，力链，识别，实验

十、技术或产品介绍图片

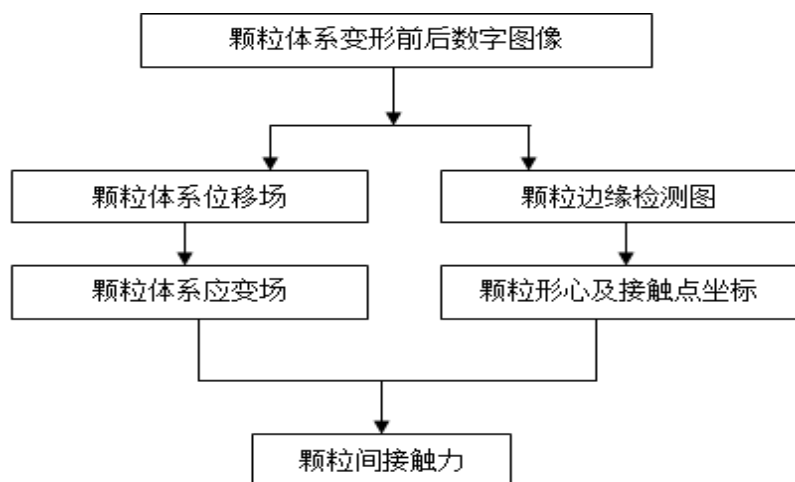


图 1.工作原理流程示意框图

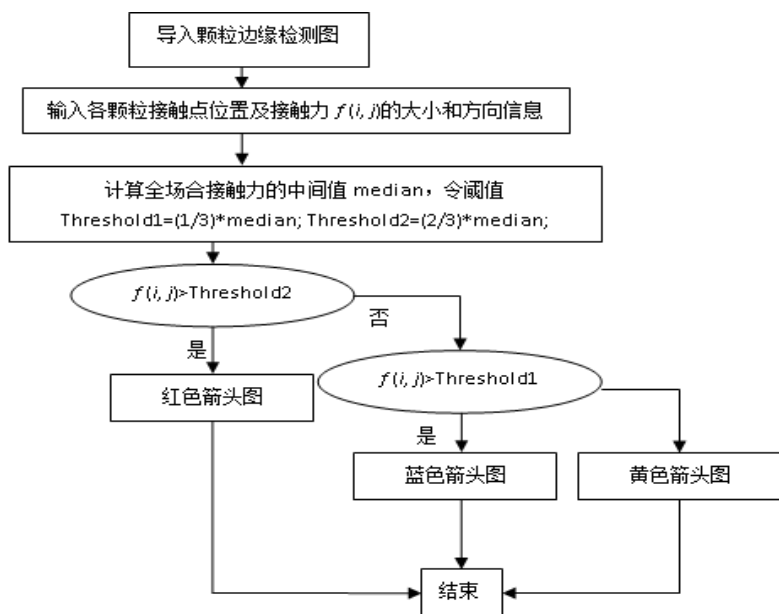


图 2. 力链网络的 matlab 软件流程示意框图

54. 【信息技术】一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法

一、所属领域

本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法，利用 XCT 扫描颗粒体系对扫描得到的图像进行数字体相关运算，获得颗粒的三维位移和应变，计算获得颗粒间接触力。

二、技术或产品名称

一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法

三、技术水平

国内领先

四、技术简介

本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法，将圆球放置于刚性容器中构成三维颗粒体系，利用加载压头对其进行加压并通过 XCT 扫描仪来采集原始序列图像和目标序列图像，利用数字体相关方法对采集的原始序列图像和目标序列图像分析来获得各点的应力，再对目标图像进行图像边缘检测，对颗粒形心进行识别，读取颗粒形心坐标和各颗粒的接触点位置坐标，根据每个颗粒平衡条件建立方程组，求解上述方程组，来获得每个颗粒上所有接触点处的接触力 f_i 的大小以及方向；该方法原理简单，所需设备简单易得，使用方便灵活，测量结果准确，实用性强，应用环境友好，市场前景广阔。

五、创新点及性能指标

能够对真实的三维颗粒体系进行实验，利用 XCT 扫描获得序列图像，基于数字体相关方法颗粒三维位移场和应变场，获取变形信息和接触点位置。利用平衡条件获得颗粒接触点处接触力的大小与方向，并识别出各时刻力链网络，并区分强力链和弱力链。

六、知识产权情况

发明专利授权，专利号：ZL201710117330.2，专利名称：一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法

七、合作方式

技术许可

八、投资概算及经济效益分析

应用该专利实现仪器获软件的研发，有利于快速实现颗粒体系力链及参数的识别与提取，分析三维颗粒体系力链，研究颗粒体系稳定性分析。计划投资 100 万。实现计算软件的研发，生产出一套样机。

九、技术或产品的关键词

颗粒体系，力链，识别，实验

十、技术或产品介绍图片

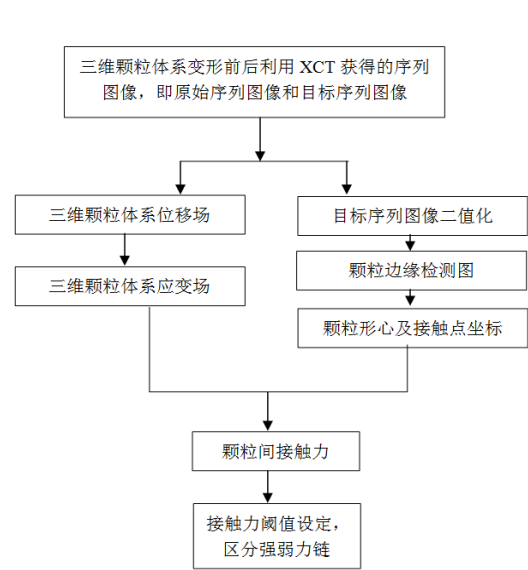


图 1. 工作原理流程示意框图

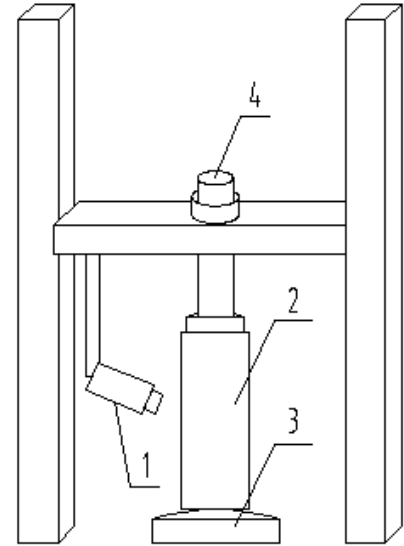


图 2. 实验装置的主体结构原理示意图

55. 【信息技术】普通及特殊多环境的人工智能机器视觉识别装置

一、所属领域

信息监测技术

二、技术或产品名称

普通及特殊多环境的人工智能机器视觉识别装置

三、技术水平

国际上无相关技术

四、技术简介

本实用新型普通及特殊多环境的人工智能机器视觉识别方法及装置具有结合激光测距系统，通过对输出波面的标定，实现从低频到高频，高对比度，像场修正便捷，适合由近及远的大视场范围测量的正弦结构光连续输出，兼顾远近不同距离，不同特征的静态、低速，以及高速运动物体的模式识别的优点。

五、创新点及性能指标

本实用新型的优点：本实用新型针对背景技术中，人工智能机器视觉识别方法图形图像识别算法运算量大，且识别对象特征单一，识别率低；以及使用通用设备，而不适合于超低温、高真空、微重力、超高温、超高压、强腐蚀、强辐射等特殊环境使用等问题。

提出使用占空比精确控制制造的矩形光栅，进行空间分频，结合频谱选择器，同级次频谱合成，利用波片将零频光能量转移到奇数次频谱，提高高空间频率正弦结构光的对比度，结合针对单一波长设计的单色专用镜头，有效降低波像差；分频投影方式，不会出现频率混叠，容易实现滤波算法设计，减少软件运算量，减轻图像处理 CPU 的运算压力；零频光能量的有效利用，提高局部大曲率位置的条纹密度及正弦结构光的对比度，利于获取远距离及大尺寸的清晰图像，提高模式识别率；利用激光测距系统，实现在不同距离位置波像差的实时补偿，有效提高拍摄对象的清晰度，提高识别精度；

六、知识产权情况

专利号:2014207857586.授权号:204421902;普通及特殊多环境的人工智能机器视觉识别装置

七、合作方式

授权生产

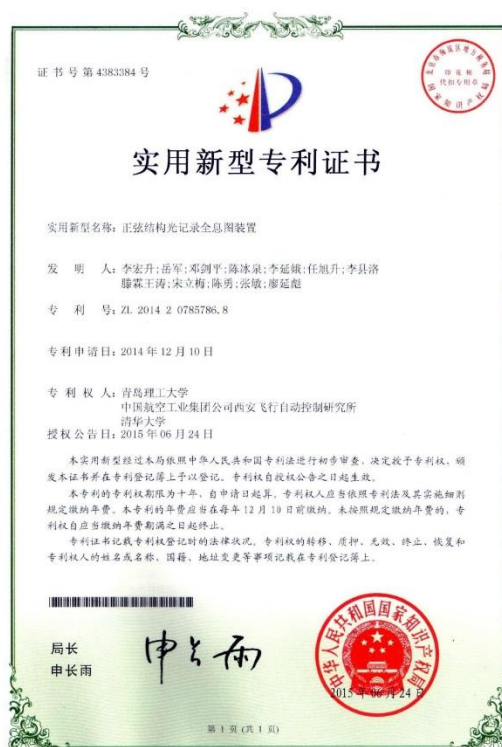
八、投资概算及经济效益分析

一期投资 400 万。研发产品可用于:药品中药片、胶囊的完整性识别;胶瓶饮料、酒类等的液面高度识别;印染行业的图像边缘完整度识别等边缘检测识别领域等;其他如:港口、机场、火车站、进出口物品检测等领域,一般需要人工辅助识别;强辐射、超高温、超高压等特殊领域,比如矿井、核辐射污染区、海底热液区、行星表面等特殊环境,近距离一般需要实时的图像远程播放,并辅助人工控制进行;远距离的行星表面等特殊环境等领域。

九、技术或产品的关键词

结构光 特殊环境 成像 测距

十、技术或产品介绍图片



56. 【信息技术】正弦结构光记录全息图装置

一、所属领域

信息监测技术

二、技术或产品名称

正弦结构光记录全息图装置

三、技术水平

国际上无相关技术

四、技术简介

本实用新型目的在于解决背景技术中：全息图记录必须保证光程差稳定的根本要求，而必须需要隔振平台和安静的空间等苛刻的环境要求等问题，以及大尺寸全息图记录需要的高感光度全息干板等问题，提供一种正弦结构光记录全息图装置。本实用新型属于全息图的记录领域，涉及利用波片、矩形光栅或正弦光栅、滤光片及光学空间滤波器，进行空间分频、合成，产生较高空间频率的二维正弦结构光，结合远心镜头及高速 CCD（全息干板），记录全息图的一种装置。

五、创新点及性能指标

提出利用波片、矩形光栅（正弦光栅）、滤光片及光学空间滤波器，进行空间分频、合成，产生 100 lp/mm 以上空间频率的二维正弦结构光投影，结合远心镜头及高速 CCD（全息干板）记录，记录全息图的一种方法和装置。

通过精确制作矩形光栅的占空比，利用波片将零频光能量转移到奇数次频谱，以及单一波长设计的单色专用镜头，高速振镜等手段；实现从低频到高频，高对比度，像场修正便捷，适合大视场范围的正弦结构光投影输出，配合远心镜头及高速 CCD（全息干板）记录全息图。

矩形光栅也可方便的更换为正弦光栅，使用高速 CCD，方便高速运动目标及高速动态过程的全息图记录及数字化存储。

拍摄全息图的正弦结构光投影装置，均安置在带光学窗口的保护外壳中，固定各器件并防尘、防水。因此，对拍摄环境要求极低，完全避免了光路光程

差变化的影响。只要远心镜头配合的记录系统速度足够快，在普通、干净的空间即可达到拍摄全息图的零失败可能。

六、知识产权情况

专利号:2014207857868.授权号：204422975；正弦结构光记录全息图装置

七、合作方式

授权生产

八、投资概算及经济效益分析

一期投资 400 万。研发产品可用于桥梁、隧道、楼房、山体等震动、滑坡预警等领域。

九、技术或产品的关键词

结构光 全息 振动 检测 监测

十、技术或产品介绍图片



四、联系方式

科技处（成果转化办公室）

路成刚 0532-85071137

科技发展集团（成果转化中心）

陈成意 0532-85071872