

附件 2

**2022 年津南区“揭榜挂帅”科技计划项目
重大技术需求榜单**

目 录

2022 年津南区“揭榜挂帅”科技计划项目重大技术需求榜单汇总表	2
项目一：非侵入式电力负荷监测技术开发	4
项目二：环境敏感区地铁施工环境影响监管与变形控制技术研究	9
项目三：适应盾构选型和施工的关键因素数据库系统开发与应用研究	16
项目四：面向航空航天的大规模装配工程数字孪生关键技术研发	27
项目五：工业机器人状态监测与智能运维关键技术	31
项目六：协作机器人力反馈机械手爪研发及产业化	34
项目七：基于 ROS 的智能移动机器人通用底盘系统开发与产业化	37
项目八：基于 AI 机器视觉的动力电池生产焊接工序中的缺陷检测	41
项目九：具备边缘计算功能的物联网插座的研发	44
项目十：环境隐患预警烟雾探测器的研发	47
项目十一：数字化车间全要素数据采集与控制系统故障识别方法及协同控制技术研究	49
项目十二：超厚不锈钢塔器焊接变形分析及焊缝质量检测技术研究	54
项目十三：全自动气刨清根技术研究	58
项目十四：具有在机检测与数字孪生的六轴联动智能加工中心开发及其应用	61
项目十五：直齿锥齿轮加工关键技术和加工成套装备研发及应用	66
项目十六：超快激光、水喷砂、超高压水、机械打磨四效合一管道环保型表面处理机器人及智能喷涂机器人的开发与应用	69
项目十七：智能机器人喷涂生产线项目	72
项目十八：工厂屋顶光伏发电项目	75
项目十九：传统糕点风味留存与抗氧化	82
项目二十：鲜切蔬菜绿色无公害保鲜技术研发	86

2022 年津南区“揭榜挂帅”科技计划项目重大技术需求榜单汇总表

序号	技术需求名称	技术领域	拟投入金额 (万元)
1	非侵入式电力负荷监测技术开发	大数据及人工智能	200
2	环境敏感区地铁施工环境影响监管与变形控制技术研究	大数据及人工智能	70
3	适应盾构选型和施工的关键因素数据库开发与应用研究	大数据及人工智能	50
4	面向航空航天的大规模装配工程数字孪生关键技术研发	大数据及人工智能	3000
5	工业机器人状态监测与智能运维关键技术	大数据及人工智能	30
6	协作机器人力反馈机械手研发及产业化	大数据及人工智能	6
7	基于 ROS 的智能移动机器人通用底盘系统开发与产业化	大数据及人工智能	30
8	基于 AI 机器视觉的动力电池生产焊接工序中的缺陷检测	大数据及人工智能	200
9	具备边缘计算功能的物联网插座的研发	大数据及人工智能	200
10	环境隐患预警烟雾探测器的研发	大数据及人工智能	200

序号	技术需求名称	技术领域	拟投入金额 (万元)
11	数字化车间全要素数据采集与控制系统故障识别方法及协同控制技术研究	智能制造	320
12	超厚不锈钢塔器焊接变形分析及焊缝质量检测技术研究	智能制造	200
13	全自动气刨清根技术研究	智能制造	150
14	具有在机检测与数字孪生的六轴联动智能加工中心开发及其应用	智能制造	800
15	直齿锥齿轮加工关键技术和成套装备研发及应用	智能制造	1000
16	超快激光、水喷砂、超高压水、机械打磨四效合一管道环保型表面处理机器人及智能喷涂机器人的开发与应用	智能制造	800
17	智能机器人喷涂生产线项目	智能制造	70
18	工厂屋顶光伏发电项目	碳达峰碳中和	2000
19	传统糕点风味留存与抗氧化	碳达峰碳中和	300
20	鲜切蔬菜绿色无公害保鲜技术研发	碳达峰碳中和	400
合计			10026

项目一

非侵入式电力负荷监测技术开发

一、项目目标

全社会用电量快速增长“双碳”指标压力巨大，严重影响工业企业生产及居民日常生活。2022年2月，国家电网公司下发文件将投入巨资推进新型电力负荷管理系统建设工作。坚持“需求响应优先、有序用电保底、节约用电助力”，实现有序用电下的负荷精准控制和常态化的需求侧管理工作，助力“碳达峰、碳中和”目标实现。而实现这一目标需要解决的关键难题是用户侧精准负荷辨识和控制。

项目核心目标是在成本可控、便于安装实施的前提下，开发出能够实现精准负荷辨识的装置以及可迭代升级的算法。拟解决以下关键问题：

1. 精准实现非法用电行为的识别，比如建筑物内的大功率锂电池的充电行为。
2. 以非侵入式的方式精准实现负荷的分类，便于后期用电高峰期的负荷控制和管理。
3. 在对区域用户的负荷进行长期识别和分类后，进行用户画像，为虚拟电厂提供数据和控制支撑。
4. 以最低的成本解决指定区域内的负荷的精准识别和精准控制问题。

5. 精准识别和探测电气火灾隐患，并建立对应预警防控系统。

负荷侧电网的终端装置规模巨大，非侵入式开发思路可在不影响原电网系统的前提下，以最小的投资代价实现高效负荷和精准控制。

二、考核指标

研发非侵入式电力负荷识别技术，基于非侵入式负荷辨识原理，利用物联网和人工智能技术，通过对用电行为的精准实时在线监测，实现电气火灾防控、节能管理和智能化管理等功能，从源头上解决用电安全管理中存在的诸多难题。

1. 技术要求

(1) 要求采用非侵入式安装方式，装置安装于智能电表与入户断路器之间，无需入户安装施工、新装简便、适合大规模推广。

(2) 精准负荷识别，要求实时高频采集用户电流电压功率数据，采用模式识别算法，结合电器开关和设备频响特征，分析电器状态和电器耗电量分布，实现用户用电成分和用电行为分析。

(3) 硬件要求采用高精度电参数传感器，结合高性能信号采集芯片进行采集、运算及实时通信。自带远程切断及重合闸系统。支持远程系统重构、硬件定制功能。

(4) 本地物联网嵌入式软件要求基于高性能硬件架构，可

精准提取负载谐波、相位、功率因子等参数，并实时向云端推送。自带高灵敏度电弧探测算法，实时探测子网内故障电弧。

(5) 云端软件架构要求基于 AI 技术，可进行同类电器特征提取及精准识别；高精度电器工作模式识别；支持大部分主流电器类型，常用场景无需单独学习调参。在叠加及复杂干扰环境下，识别准确率高。电器的接入和移除可以瞬时识别。

2. 交付形式

(1) 模组式的非侵入负荷辨识装置在成本可控的前提下识别率达到或超过国网的企业标准 Q/GDW12181.2-2021《智能物联电能表扩展模组技术规范，第 2 部分：非介入式负荷辨识模组》中的相关规定。

(2) 独立式的非侵入负荷辨识装置识别率等于或高于模组式装置，并可满足国家电网 DLT645/DLT698.45 的载波通讯规约，并支持国家电网下一代 HPLC 通讯方式。

两种负荷辨识装置通过中国电力科学研究院的专项检测并取得报告。

三、实施周期

企业配备技术骨干，全程联合研发，并根据项目研发成果终测结果，匹配投产场地、设备、生产人员和销售人员，考虑到目前疫情对产业上下游的影响，该项目企业计划研发周期在 6 个月。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 10 月

该阶段完成市场调研，对项目的可行性进入深度论证，对未来市场保有量做客观分析。

2. 2022 年 11 月

该阶段根据市场调研结果，分析项目难点，对项目可行性进行论证，搭建研发团队，对现有技术难题进行梳理。

3. 2022 年 12 月

该阶段根据揭榜团队情况安排项目研发实验室，设备及企业相关研发人员联合研发。并对项目可申请知识产品（包括软件著作权、专利）安排申请工作。

4. 2023 年 1 月—2023 年 2 月

该阶段对项目研发成果进行测试。测试通过后，安排市场推广及生产。

五、最终成果形式

1. 研发结果为两种装置（模组式和独立式）的硬件及后台控制和支持系统，产品需要以工业品形态体现，软硬件均需要方便支持后期升级；

2. 产品硬件的设计具备大规模量产条件；

3. 申请专利 2 项，软件著作权 2 项。

六、榜单金额

200 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜团队应科研创新能力突出，研究基础扎实，且能够配合企业研发班底完成项目。相关产品产权及所获得的知识产权归属于发榜方。根据项目完成情况及知识产权授权情况，支付相应的劳务费用。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目二

环境敏感区地铁施工环境影响监管与变形控制技术研究

一、项目目标

随着国内经济不断发展，城市地铁也在日益加速建设，在复杂地质条件下修建地铁车站是目前城市地铁修建的主要难题之一。该需求技术主要针对在湿胀性红黏土上覆、泥砂岩夹页岩等复杂地层及存在岩层缓倾偏压的条件下，超大跨浅埋暗挖车站的拱盖法施工技术。该需求技术涉及的关键技术难点，国内外有部分研究实例，主要包括以下几个方面：一是复杂软弱围岩工程力学性能分析，二是偏压隧道的受力特征及变形控制研究，三是地铁车站拱盖法施工关键技术及工法优化研究。

该需求为解决发榜方承建的某轨道交通某路站施工项目面临的难点。某站为地下二层车站，最大开挖断面高 18.8m，宽 23.24m，属于浅埋超大跨度暗挖车站，采用暗挖冷开+拱盖法施工。车站穿越地层地质整体为砂质泥岩，为 V 级围岩，岩层节理缓倾，存在偏压情况，车站平均拱顶埋深 9.5m，上覆 3 至 5m 的人工填土和湿胀性红黏土，为典型的上软下硬型施工地质条件，且地下水位在拱身以上，施工具有较大的塌方风险。

项目施工面临难点：

1. 红黏土具有高液限、高孔隙比、高饱和度及三氧化二铁含量较低的特点，粒团间连接方式为颗粒连接，在进行基坑开挖排水时，容易带走土体中的细小颗粒造成潜蚀破坏，使土体空洞产生塌方风险。

2. 车站主体处于泥砂岩夹页岩与风化泥岩的复杂地层中，地基承载力较弱，且岩层节理缓倾，会出现偏压现象导致车站主体结构受力不均匀。因此，车站所处的地层稳定性差，地应力条件复杂，是该工程的主要施工难点。

3. 暗挖车站施工周边环境复杂，正上方为机动车道，周边存在大量建构筑物及管线，而上覆软质红黏土施工力学特性极不稳定，容易受到扰动产生较大表面沉降，存在施工安全风险，且注浆浆液控制不当，易对管线造成侵害。在闹市区的施工组织如材料运输、施工机械进场、土石方出渣等问题也是该项目面临的困难。

计划研究内容：

1. 构建型钢预制大拱盖整体结构的精细化有限元模型，考虑拱盖结构断面的跨度和高跨比等几何特征，系统分析大拱盖整体承压状态下拱顶、拱腰及拱脚等关键结构部位的受荷响应、传力机制及拱顶空穴开展机理。

2. 基于传统双侧壁导坑法施工工艺，充分考虑开挖工序，构建典型红土地质条件下大跨度、小高跨比的大拱盖成拱有限元模型，重点开展逐个开挖工序中各拱盖结构部件的受荷特性及失稳

机制研究。

3. 基于大拱盖整体结构自稳性评估模型，通过类比拱顶是否预设锚杆支护体系，分析拱顶设置锚杆支护的沉降机理及差异，并考虑施工中采取锚杆的数量及位置、场地水文及工程地质条件等因素，研究拱顶沉降变形规律及支护锚杆的轴力发展规律，开展拱架水平收敛性优化研究，重点分析红土中拱架与锚杆联合布置下侧推失效机理，及拱脚下沉和侧滑变形机理，并通过变参数模拟分析，论证施工方案的可行性及优化策略。

4. 开展室内红土及泥岩样冻结试验，重点分析试样含水率、粒径级配、渗透性及冻结平均温度等因素对冻结红土试样的无侧限抗压刚度及强度的影响规律，并研究试样冻结和融化后自身的体积变化规律。

5. 考虑预制大拱盖自身结构和周围地质条件等边界，构建上覆红土下卧泥岩层冻结施工缩尺模型，重点研究冻结管布局、冻结剂温度及冻结时间等因素对红土层冻结帷幕厚度、冻结平均温度的影响规律，分析冻结平均温度与冻结后土层强度及刚度关联机制。

6. 基于长短期记忆神经网络模型，采用贝叶斯优化算法，利用现场降水、地表沉降、水平位移等关键监测数据，对车站临近浅基础建筑物的沉陷变形开展开挖施工全过程人工智能预测研究，基于变形控制参数，为施工过程风险进行预警标记，并对越界信息、风险位置及时间进行界定。

针对特殊红土地质条件、大跨度小高跨比拱盖结构及区间下穿河流等施工中面临的关键难点问题，结合施工监测数据，构建城区地下大空间特殊工程地质条件下的安全状态预测模型，提出并优化关键预警阈值；并基于预测模型分析结果，提供特殊工程地质下型钢预制大拱盖施工优化方案，探究并建立红土地质条件下冷冻法防水减沉施工技术，优化拱盖变形敏感区的稳定性控制方案，为特殊工程地质条件下的大跨度小高跨比型钢预制大拱盖施工成套技术积累理论成果与技术经验。具体内容如下：

1. 大跨度小高跨比拱盖整体结构稳定性评估及型钢预制大拱盖施工工序数值模拟及优化研究；
2. 大拱盖拱顶空洞演变机理及预应力锚杆支护控制技术数值模拟研究；
3. 典型红土泥岩地层冻结后的力学特性研究；
4. 上覆红土及拱脚泥岩冻结与预制拱盖联合施工法可行性物理模型试验研究；
5. 红土泥岩暗挖区间下穿河流冻结法施工可行性研究。

二、考核指标

研究内容应符合国家法律法规和相关标准，包括但不限于如下标准：

1. 《城市轨道交通技术规范》（GB50490-2009）；
2. 《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
3. 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）；

4. 《建筑深基坑工程施工安全技术规范》(JGJ311-2013);
5. 《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013);
6. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015);
7. 《地下铁道工程施工质量验收标准》(GB/T50299-2018);
8. 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB50202-2018);
9. 《城市轨道交通工程测量规范》(GB/T50308-2017);
10. 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》
(GB50652-2011);

委托第三方机构召开成果鉴定会,要求研究成果综合水平达“国际先进”水平。其他佐证包括但不限于专利、论文、软件著作权、工法等。

三、实施周期

实施周期自签署合同之日起截至 2024 年 3 月。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 10 月—2023 年 1 月

完成车站周边关键传感器的布设及验证工作,针对车站周边临近浅基础建筑物完成监测布设方案书,并基于典型施工段的监测数据开展机器学习模型的验证建模;完成大跨度小高跨比拱盖整体结构稳定性评估及型钢预制大拱盖施工工序数值模拟及优化研究;基于相关成果完成 1 篇中文核心论文。

2. 2023 年 2 月-2023 年 5 月

完成大拱盖拱顶空洞演变机理及预应力锚杆支护控制技术

数值模拟研究；完成典型红土泥岩地层冻结后的力学特性研究。基于相关研究成果完成 2 篇论文，2 件专利。

3. 2023 年 6 月-2023 年 12 月

完成覆红土及拱脚泥岩冻结与预制拱盖联合施工法可行性物理模型试验研究；完成红土泥岩暗挖区间下穿河流冻结法施工可行性研究。基于相关研究成果完成 2 篇论文，2 件专利。

4. 2024 年 1 月-2024 年 3 月

完成成果总结及专家鉴定。基于相关研究成果完成 2 篇论文，2 件专利，申报省部级工法。

五、最终成果形式

1. 提供项目研究阶段性报告及总结报告。
2. 发表论文 6 篇，要求国家核心及以上期刊。
3. 申请专利 6 件，其中发明专利 4 件。
4. 省部级工法 2 项。

六、榜单金额

70 万元。

七、对揭榜方要求

1. 具有独立法人资格，能独立承担民事责任。
2. 有依法缴纳税收和社会保障资金的良好记录。
3. 具有良好的科研道德和社会诚信，近 3 年内无不良信用记录。
4. 参与揭榜项目所使用技术均需具备国内自主知识产权，且

无权益纠纷风险。

5. 具备较强的研发实力、良好的科研条件和稳定的研发队伍等，具有完成揭榜任务的能力。

6. 项目负责人及团队核心成员具有较高的研究学术水平和创新能力，有投入项目实施的时间、精力保障，团队成员结构合理。

7. 根据揭榜工作任务目标，能够编制攻克关键核心技术的可行性方案，掌握核心技术自主知识产权，成果产权不涉及国内外技术权益风险。

8. 专利权归发榜方所有。其他成果双方共同所有。

9. 国家法律、行政法规规定的其他条件。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目三

适应盾构选型和施工的关键因素数据库系统 开发与应用研究

一、项目目标

地铁盾构施工时，相关的施工数据管理非常分散，大多数数据以纸质文件或分散于多个文件中保存。盾构机在运行过程中，本身会采集自身所有传感器的数据并且保存在设备的工控机上，这些数据非常详细地反映了设备的工作状态，但这部分数据基本没有受到关注。虽然盾构施工技术已基本能够满足国内大多数地层的施工需求，但是仍然有较多待攻克的难题，如上软下硬地层不能完全保证地表沉降塌陷、孤石地层掘进困难、深层承压水地层的土体加固效果不良等。因此需进一步对盾构机本身进行研究改造，盾构施工技术进行突破创新予以解决。

该项目拟采用数据库、人工智能、虚拟现实、网络通信以及计算机软件系统集成技术，与盾构法整个施工流程数据系统相链接，形成一套动态的4D施工可视化的信息管理系统，实现盾构机机型选择、风险技术管理、施工隧道及场景的漫游，整套施工过程的可追溯功能，为地铁隧道施工项目提供科学、有效的管理手段。

影响盾构选型风险因素多，需要科学分析系统研究相关数

据。针对软土、复合、全断面、泥水、大直径盾构适应性研究，重点对刀盘形式、驱动类型、主轴承承载、密封体系、注浆体系、渣土改良和输送体系等方面进行研究，建立适应多种地层应用体系的盾构核心组成结构选型设计数据库及提出适应性盾构施工参数指导，同时依据技术研究成果结论，分析确定风险控制内容，开展风险识别评估定级和风险管理机理分析，研究控制风险的影响因素及规避解决方法，对系统化指导盾构施工具有重要的研究意义。

为不同地质情况盾构选型核心构件配置提供成套成果、技术经验及可视化指导。找出各种工况下盾构施工技术、盾构设备选型优化及影响盾构施工技术控制的重要因素的关键技术内容，通过建立研究盾构核心结构选型数据库、影响盾构施工技术控制的重要因素数据库以及建立盾构掘进风险控制体系，达到在工程施工前根据相应的具体施工特征来为地下隧道工程打造“量身定做”盾构机以及施工过程中最优化确定适应盾构施工参数的目的。

研究成果可填补适应盾构选型和施工的关键因素数据库的技术空白。目前国内外对地震、生物学、机械等方面均已有数据库的建立，虽然 2004 年国际隧协 (ITA) 发表的《隧道工程风险管理指南》推荐了工程风险数据管理以及 2010 年地下工程与隧道中发表的《盾构施工信息管理软件的数据库设计》提出的在盾构施工信息管理软件中采用的数据库技术，但是对盾构核心结构选

型数据库、影响盾构施工技术控制的重要因素数据库、盾构掘进风险控制体系目前还没有系统的科研成果。填补盾构施工领域可视化的空白，进而实现施工与研究总结循环反哺的目标。具体研发内容如下：

1. 研究建立盾构核心组成结构选型设计数据库。通过对完建、在建工程项目资料的整理总结，开展软土、复合、全断面、泥水、大直径盾构适应性研究，重点对刀盘形式、驱动类型、主轴承承载、密封体系、注浆体系、渣土改良和输送体系等方面进行研究，建立适应软土、砂层、砂卵石层、全断面岩层、上软下硬复合地层、富水地层等多种地层应用体系的盾构核心组成结构选型设计数据库。

2. 建立影响盾构施工技术控制的重要因素数据库。以控制地表建筑物沉降、降低地层扰动、提升成型隧道质量、保证隧道线型设计、提高掘进效率为出发点，开展盾构综合施工技术研究。实现科研反馈施工、技术推广应用、过程精细化管控。建立影响盾构施工技术控制的重要因素数据库，做到施工与研究总结循环反哺。

3. 建立盾构掘进风险控制体系。针对盾构操作、复杂地质、涌水涌砂、密封失效、机械故障、地表沉降等风险点风险源，分析确定风险控制内容，开展风险识别评估定级和风险管理机理分析，研究控制风险的影响因素及规避解决方法。通过系列研究，逐步建立盾构掘进风险控制体系。

公司目前已收集整理昆明地铁5号线圆翠五区间（复合式）、南京7号线五晓区间（复合式）、苏州地铁S1线展西花区间（软土）、天津地铁6号线长虹公园~人民医院（软土）、天津机场线（推迟开工）（泥水大盾构）等多个区间的盾构选型资料和盾构推进过程各项参数记录以及地表沉降数据。

为实现盾构设备选型标准化、定制化、高效化，服务经营承揽盾构项目标书编写和盾构上场选型，通过研究不同地质和工况盾构设备选型设计，建立公司盾构核心结构选型数据库。具体要求如下：

1. 建设数据库的原则和目的。盾构机选型数据库是通过对复杂多样的工程地质、水文地质条件、周边环境、需建成隧道的设计要求（如：隧道外径、长度、埋深、转弯半径、坡度、断面尺寸、沿线地形等）、需满足的工期及造价等因素的收集、分析、加工，整合成一个可由人工或自动化装置进行处理筛选最终达到在工程施工前根据相应的特征要求来为地下隧道工程打造“量身定做”盾构机及“精准指导”适应性盾构施工参数的目的。

盾构机选型是盾构法隧道施工安全、环保、优质、经济、快速建成的关键工作之一。不同形式的盾构机所适应的地质范围不同，盾构机选型总的原则是地质适应性第一位，以确保盾构法施工的安全可靠，在安全可靠的情况下再考虑技术的先进性和经济合理性。

（1）建设盾构机选型数据库主要遵循以下原则：

A. 安全可靠。盾构选型以安全可靠为首要条件，确保盾构法施工的安全可靠。

B. 施工适用性。应对不同隧道参数、地质条件、周边环境、施工场地、业主强制性要求等条件有较强的适应性。

C. 设备结构合理性。设备能力与生产能力相匹配，同时具备结构简单、布置人性化、易于操作和维修的特点。

D. 技术先进性。选择经过工程实践验证、可靠性高的先进技术，实现施工过程动态控制，提高设备使用率。

E. 经济合理性。在满足施工安全、质量标准、环境保护要求和工期要求的前提下，其综合施工成本合理。

(2) 建设数据库目的

A. 实现数据集中管理。将完建、在建、待建的数据资料如选型方案、专家论证的意见、工程地质水文情况、设计要求等资料收集整理总结。利用数据库可对数据进行集中控制和管理，并通过数据模型表示各种数据的组织以及数据间的联系。

B. 便于数据共享与完善。数据共享包含所有用户可同时存取数据库中盾构选型的相关资料，也可将在建工程相关盾构选型的内容及时更新，为数据库增加新鲜血液，实现数据库自我完善、丰满的目标。

C. 提供选型依据及指导。通过对不同地质水文情况、施工环境要求对选型的数据不同实现施工盾构机选型相关数据的总结和分析，为后期盾构施工前期选型增加相关依据及支撑，保证选

型的合理性及实用性。

D. 优化设备调配及使用。实时传输公司盾构机的状态，明确自有、租赁盾构机已掘进里程、使用部位、机型、具备功能的状态，优化盾构机调配。提高数据库软件实用性和前沿性。

2. 建设目标

近期目标：前期数据库以“静态的书，动态的图”两种形态体现。对既有盾构选型关键部件进行分解，采用 BIM 等可视化工具对关键结构和部位及相关地层进行建模，初步建立检索功能，实现选型高级搜索和匹配，有具体技术论证和实际数据验证支撑。

远期目标：建设盾构数据库系统，与集团公司地下工程装备工程实验室 TBM 数据库对接，完成互补。

3. 建设方向和内容

A. 依据公司完建、在建盾构施工项目为依托，以已有技术研究成果和过程总结为基础，开展盾构适应性研究。

B. 对不同地层（包括软土、砂层、砂卵石层、全断面岩层、上软下硬复合地层、富水地层）施工过程参数进行收集整理积累。

C. 细化不同种类，不同厂家、型号盾构机的参数及零部件，分析不同盾构机各系统（刀盘系统、驱动系统、密封系统、注浆体系、渣土改良和输送系统等）的设置及功能。

D. 通过对不同型号盾构机的各个系统在不同地质，不同施工环境下的施工过程参数进行系统比对分析，优化盾构机各系统的

参数及零部件的使用。

4. 建设步骤

初始想法是建立矩阵组织结构，横向是不同厂家的不同盾构机，纵向是盾构机各关键系统构件的形式来约束盾构机选型结果。

步骤一：整理既有盾构选型资料。

A. 整理完建的地层，并将所使用的盾构机参数进行收集。将使用盾构机的优缺点，对于该地层下盾构机的某些零部件遇到的大问题整理出来优化完善。

B. 整理各地层掘进记录及沉降监测报告形成 excel 数据。

C. 导出 PLC 掘进数据，主要需要成都地铁盾构、南京地铁四号线锁花区间盾构掘进数据，可请厂家协助。

D. 日常出现突发状况的案例，需要回忆形成文字，收集当时的图像、数据，越详细越好，主要是处理特殊、突发案例所发明使用的工具、工艺、处理的措施。

步骤二：梳理地质参数。

A. 收集相关工程地质、水文地质情况行成对比分析表。

B. 精确的梳理地质参数，如：RQD、抗压强度、天然含水率、承载力特征值、主要成分。

步骤三：提出与地质匹配的盾构选型思路。

步骤四：提出盾构选型考虑的核心结构部件。（以表格形式并附图形式展现，对各系统核心结构部件详细描述）

A. 刀盘开挖系统。超挖刀、开口率、面板形式、刀具数量、布置方式、刀具类型、变形量。

B. 主驱动系统。液压、电机等；额定扭矩、脱困扭矩。

C. 管片拼装系统。真空吸盘、机械抓取。

D. 螺旋机出渣系统。驱动性能、防喷涌装置、耐磨设置、排渣防卡能力。

E. 盾构密封系统。泵的形式、能力、压力。

F. 渣土改良系统。泡沫系统、膨润土、水管路的设置、流量、压力、冲程。

G. 动力系统。

H. 注浆系统。同步浆液的配比稠度、坍塌度的配比、砂浆罐的设置、注浆泵的压力、配置、冲程，浆管位置的设置、二次补浆设备

步骤五：盾构核心结构部件参数、型号、功率等数据。

步骤六：生成树结构，方便查找。

步骤七：建立 BIM 模型。（最好可以通过漫游多方位多角度）

通过 Revit 制作具有代表性的盾构（土压和泥水）数据模型，同时以两个模型异同点去分别制作模型。利用 Fuzor2022 快速制作分解动画充分展示模型的内部细节。在三维观看模型的同时，并附相关详细的介绍。

步骤八：形成总结性盾构选型指导书。

步骤九：建立合理性评价体系，开发高级检索功能。从盾构

适应性选型评价、盾构施工重要因素评价、安全风险管控体系评价三个方面建立合理性评价体系。开发高级检索功能使用该种功能用户无需在检索界面上输入逻辑算符、语种和年代限制等符号，只需在系统提供的"SearchFor"检索对话框中输入检索词，选择所需的布尔逻辑算符、构配件、机型和地质情况等以及相应的限制字段，即可执行检索。

步骤十：建设盾构选型数据库系统。

5. 评价体系

从盾构适应性选型评价、盾构施工重要因素评价、安全风险管控体系评价三个方面建立合理性评价体系，可根据现行规范等成果对筛选的盾构整机进行实用性、经济性评价，最终评价得出综合分数。

二、考核指标

1. 采用文献检索与调研法系统掌握在复杂环境地下工程施工应用、研究的现状，提出目前存在的问题，通过专家论证分析评价体系建设的合理性。

2. 分析、整理、归纳、总结完建盾构施工项目施工经验，研究不同地质盾构施工技术与盾构设备选型设计，建立关键因素数据库，建立评价体系，通过实际运行验证系统的可行性。

3. 通过分析总结盾构施工风险管理，建立盾构掘进风险控制体系，通过专家论证和实际运行验证体系建设的科学性和合理性。

三、实施周期

综合考量公司研发资金投入能力、接产能力、人员保障能力及市场需求度等因素，实施周期确定为 1 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 10 月-2023 年 4 月

(1) 完成指导手册。通过对盾构机选型的原则、依据、主要步骤、主要方法进行阐述，详细介绍不同厂家、不同机型的盾构机，使每台盾构机的各零部件都参数化，通过表格、图片、手册的形式直观的表现出来。

(2) 模型电子书。通过三维建模结合文本对盾构机每个零部件进行信息化管理，通过计算机编程制定规范和约束。

2. 2023 年 4 月-2023 年 10 月

(1) 评价体系的建设和应用。开展软土、复合、全断面、泥水、大直径盾构适应性研究，建立影响盾构选型和盾构施工重要因素评价体系。

(2) 数据库系统的建设和应用印证。基于上述积累和采集的数据，依据评价体系，确定重要因素，建立影响盾构选型和盾构施工的数据库。

(3) 建立盾构施工风险控制体系。依据技术研究成果结论，分开展风险识别评估定级和风险管理机理分析，研究控制风险的影响因素及规避解决方法。

五、最终成果形式

1. 项目研究阶段性报告及总结报告。
2. 形成工法 1 项。
3. 建成盾构选型和施工的关键因素数据库并指导工程施工。
4. 授权专利 6 项。
5. 申请软件著作权 1 项。
6. 在国内外高水平期刊上发表反映该课题研究成果的科技论文 2 篇。

六、榜单金额

50 万元。

七、对揭榜方要求

1. 具有良好的科研道德和社会诚信，三年之内无违背科研诚信要求的行为记录。

2. 团队具有较强的研发实力，有能力完成发榜单提出的任务需求，能提供攻克核心关键技术的可行方案。

3. 揭榜方以国内高校为主，也可是高校与其他有资质有能力的企业组成的联合体。

4. 研究成果归研究各方共同拥有。

5. 项目揭榜方案的研究内容不得少于项目选题要求的研究内容。项目揭榜方案应在揭榜选题要求的预期目标基础上，进一步细化提出具体考核指标。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目四

面向航空航天的大规模装配工程数字孪生关键技术研发

一、项目目标

随着航天武器型号的快速发展，由上千个复合材料零部件集成装配而成的新型结构得到了广泛应用。目前，集成装配过程中自动化程度低、人工依赖程度高，极大制约了武器型号的稳定快速、高精度、生产。基于此，提出了如下三方面研究需求：

1. 基于机器视觉的实物模型高精度提取与虚拟装配技术研究；
2. 数字化集成装配工艺辅助技术研究；
3. 串/并/混联柔性自动化集成装备开发技术研究。

总结为：针对航天武器型号集成装配过程中自动化程度低、人工依赖程度高的问题，开展柔性数字化装配工艺技术研究，突破基于机器视觉的实物模型高精度提取与虚拟装配、数字化集成装配辅助工艺、串/并/混联柔性自动化集成装备开发等关键技术，提升装配自动化水平，降低生产过程中的人工干预和人工决策次数，最终达到数字化装配的目的，为集成装配智能化发展提供有力的技术支撑。

二、考核指标

1. 基于机器视觉的实物模型高精度提取与虚拟装配技术

- (1) 基于机器视觉的复合材料零件实物模型高精度提取；
- (2) 基于复合材料零件结构特征的应力应变与变形规律分析；
- (3) 基于应力校形的实物模型虚拟装配技术开发；
- (4) 虚实联动的复合材料零件自动打磨技术研究。

2. 数字化集成装配工艺辅助技术

- (1) 3D 辅助工艺系统搭建与技术开发；
- (2) 基于增强现实的辅助工艺系统搭建与技术开发；
- (3) 基于混合现实的防差错辅助工艺系统搭建与技术开发；
- (4) 虚实联动的装配过程反馈数字孪生技术研究；
- (5) 装配全生命周期多维数据采集、集成与结构化技术开发。

3. 串/并/混联柔性自动化集成装备开发技术

- (1) 机器人制孔关键技术研究；
- (2) 机器人辅助加工关键技术研究。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 8 月-2023 年 6 月

实现基于机器视觉的复合材料零件实物模型高精度提取、基

于复合材料零件结构特征的应力应变与变形规律分析及基于应力校形的实物模型虚拟装配技术开发；实现 3D 辅助工艺系统搭建与技术开发；完成机器人离线制孔技术研究。

2. 2023 年 6 月-2023 年 12 月

基于虚拟装配生成结果，搭建自动打磨生产平台，自动生成 NC 代码，实现虚实联动的复合材料零件自动打磨；实现基于增强现实的辅助工艺系统搭建与技术开发和基于混合现实的防差错辅助工艺系统搭建与技术开发。

3. 2024 年 1 月-2024 年 8 月

完成虚实联动的装配过程反馈数字孪生技术和装配全生命周期多维数据采集、集成与结构化技术开发；完成机器人辅助型面加工技术研究所有技术于 2024 年底全面落地。

五、最终成果形式

1. 特征提取与虚拟装配且集成应力应变编辑模块的软件 1 套；
2. 虚实联动的自动打磨控制平台 1 套；
3. 3D 辅助工艺系统 1 套；
4. 基于增强现实、混合现实、数字孪生技术的软硬件集成系统 1 套（可穿戴便捷设备、智能 3D 扫描探头、可见光光谱侧头、人工助力电动力矩扳手及采集系统等）；
5. 多维数据全生命周期在线监测系统一套；
6. 数据集成及结构化软件平台 1 套；

7. 机器人离线编程开发系统 1 套；
8. 机器人辅助加工设备 1 套；
9. 柔性数字化装配装备系统 1 整套；
10. 软件开发核心代码 1 整套；
11. 自主设计开发设备图纸 1 整套。

六、榜单金额

3000 万元。

七、对揭榜方要求

至少具有 2 级保密资质，可以承接、保管秘密级的图纸、任务输入等。具备相关技术开发能力、与相关军工单位有相近合作项目并有成熟的技术成果且已落地应用。面向全资国内企业（不面向外资、合资或者境外企业的中国机构）

项目开发期间，产权归需供方共同所有。项目完成后，需对项目涉密内容进行不少于 10 年的保密要求。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目五

工业机器人状态监测与智能运维关键技术

一、项目目标

在高端智能制造装备数字化、网络化、智能化的时代背景下，工业机器人在智能制造生产线中的应用越来越广泛，例如起重、包装、磨削和焊接等。智能产线上的机器人、机械臂的可靠性，对保障企业生产的经济效益具有重要意义。工业机器人系统不仅结构复杂、工作环境恶劣，而且时常处于变工况运行状态（如变速变载），因此，工业机器人维护成本高、难度大、要求高，对生产企业技术人员的运维能力提出了更高要求。因此，针对工业机器人早期故障信号的非平稳、非线性、非高斯和低信噪比的特点，探索一种工业机器人状态监测与智能运维方法，以保障工业机器人安全可靠运行。

面向工业机器人对高可靠性和高安全性的重大实际需求，针对工业机器人工况变化、振动信号信噪比低、成分复杂和微弱，导致早期故障难以有效检测的问题，研究相关熵学习理论和方法，建立多核和深度核函数数学模型及参数设计的一般方法，分析核函数对相关熵、循环相关熵的影响规律，揭示相关熵、循环相关熵的降噪、解耦解调机理，设计故障特征提取流程和方案，建立工业机器人状态监测、早期故障预警和智能运维技术方案，

为工业机器人安全高效运行提供理论和技术支撑，为企业产品提供技术保障。

二、考核指标

1. 工业机器人状态监测与智能运维软件系统应具有工业机器人运行参数（如速度、位置）的状态显示功能；

2. 工业机器人状态监测与智能运维软件系统应能实现对工业机器人关节轴承、齿轮等部件的故障识别能力；

3. 工业机器人状态监测与智能运维软件系统应具有现场监控和远程智能运维功能；

4. 工业机器人状态监测与智能运维软件系统应运行稳定。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 8 月-2022 年 12 月

研究相关熵学习理论和方法。建立多核和深度核函数数学模型及参数设计的一般方法，分析核函数对相关熵、循环相关熵的影响规律，揭示相关熵、循环相关熵的降噪、解耦解调机理，为进一步研究打下良好的基础。

2. 2023 年 1 月-2023 年 8 月

设计故障特征提取流程和方案，建立工业机器人状态监测、早期故障预警和智能运维技术方案，开发工业机器人状态监测与智能运维软件系统。

3. 2023 年 8 月-2024 年 6 月

完善工业机器人状态监测与智能运维软件系统，申请发明专利 4 项、软件著作权 2 项。

4. 2024 年 7 月-2024 年 8 月

完成验收工作。

五、最终成果形式

1. 开发工业机器人状态监测与智能运维软件系统 1 套；
2. 申请发明专利 4 项、软件著作权 2 项。

六、榜单金额

30 万元。

七、对揭榜方要求

希望与具有工业机器人智能运维经验的高等学校、企业、科研院所等进行合作；合作方具有机电设备智能运维研发的经历；希望能与企业建立长期的合作关系。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目六

协作机器人力反馈机械手爪研发及产业化

一、项目目标

机器人与力反馈机械手爪的结合，不仅可以实现柔性抓取，还可以通过对周围外界环境进行自主识别和智能抓取。通过力反馈系统，可以完成不同软硬物体的识别和抓取。

目前，对大多数主从式机器人的操作只能依靠视觉反馈，即操作者只能通过摄像设备观察现场的情况，并依据观察到的现场情况发出操纵指令。然而，在很多应用中，仅仅依靠视觉反馈并不能保证操作者做出最佳的操纵决策。现有的力反馈助手结构复杂、外形尺寸大、零部件多、质量较大，给操作者带来的负重感较强，影响遥操作临场感；力反馈从手功能少，不能像人手那样做出大量的抓取动作，只能实现简单的张合运动。

该需求拟将对仿人主从机械手缺点进行改进，提出一种能够提供力反馈的主从仿人机械手爪，并且能将力反馈误差控制在 1.5N 以内。

该项目需要设计一款具有夹持功能的平行二指机械手爪，要求机械手爪两指开口始终平行，且开口距离不小于 60mm，机械手爪可以进行柔性抓取，可进行力反馈测试，抓取力不小于 3 公斤。

二、考核指标

1. 力反馈误差 $\leq 1.5\text{N}$;
2. 开口距离 $\geq 60\text{mm}$;
3. 抓取力 $\geq 3\text{kg}$ 。

三、实施周期

1 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 8 月-2022 年 10 月

完成平行二指机械手爪机械结构设计、电路设计、检测系统等硬件设计。

2. 2022 年 10 月-2022 年 12 月

完成平行二指机械手爪机械结构、电路、检测系统等硬件搭建。

3. 2023 年 1 月-2023 年 6 月

完成平行二指机械手爪调试，达到项目要求。

4. 2023 年 6 月-2023 年 8 月

完成对机械手包装和验收工作。

五、最终成果形式

开发协作机器人力反馈机械手 1 套。

六、榜单金额

6 万元。

七、对揭榜方要求

希望与具有开设机器人专业经验的职业院校、高校、企业、科研院所等进行合作，合作方项目负责人需具有机器人相关项目研发的经历。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目七

基于 ROS 的智能移动机器人通用底盘系统开发与产业化

一、项目目标

1. 传统移动机器人适应性差，无法实现模块化，应用成本高，无法实现快速重构，并且传统移动机器人无法实现软硬件联调，无法在没有机器人实体的情况下验证上位机输出代码的准确性。

2. 传统移动机器人的 SLAM 算法无法做到集合大型、中型和小型建图算法融合，在大型地图的构建上无法做到精准无漂移的清晰建图。

3. 传统移动机器人移动底盘智能性较差自主规划路径、自主避障、自动回充并且针对不同路况无法做到全面的通过性、适应多种材质地面，只适用于平坦地面的运行。

该项目重点解决以上问题。

二、考核指标

1. 移动机器人高适应性模块化快速重构技术。

移动底盘为机器人的主要运动和承载部分，负责对室内环境进行建图，同时路径规划后到达用户指定位置进行作业，参数如下所示：负载 (Kg) 60kg，移动速度 (m/s) max: 1，工作时常：

静止可运行 20 小时，无负载运行 (0.7m/s) 可运行 11 小时，导航精度 (cm): ± 5 ，通信接口：两种或两种以上通信接口模式，可实现 SLAM 超大建图，能用性：可搭载三种以上工具实现机器人的类型转换，重量(Kg)不少于 50Kg，加速度 max(m/s²): 1m/s²;

2. 基于多传感器融合的移动机器人 SLAM 与自主路径规划技术开发与实现。

驱动机器人底盘运动，让机器人在实际环境中自主建图。机器人在实际环境中进行 slam 导航、自主规划路径、自主避障、自动回充等功能，底盘具有全面的通过性、适应多种材质地面，可以满足将机器人放入未知环境中的未知位置后，机器人一边移动一边逐步描绘出此环境完全的地图，机器人会根据环境的要求，选择大型、中型和小型建图，并且在大型地图的构建上做到精准无漂移的清晰建图，机器人路径规划算法可以不受障碍行进到可进入的每个角落，通过 ROS 系统中的多节点通信机制实现多点定点导航。

3. 基于 TCPSocket 的网络通信模式

通信的数据报文采用标准 json 格式，可以通过 API 的应用单独控制机器人导航功能。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 8 月-2022 年 11 月

完成移动机器人的硬件和软件搭建。

2. 2022 年 12 月-2023 年 3 月

完成移动机器人高适应性模块化快速重构技术突破。移动底盘为机器人的主要运动和承载部分，负责对室内环境进行建图，同时路径规划后到达用户指定位置进行作业，参数如下所示：负载 (Kg) 60kg，移动速度 (m/s) max: 1，工作时常：静止可运行 20 小时，无负载运行(0.7m/s)可运行 11 小时，导航精度(cm): ± 5 ，通信接口：两种或两种以上通信接口模式，可实现 SLAM 超大建图，能用性：可搭载三种以上工具实现机器人的类型转换，重量 (Kg) 不少于 50Kg，加速度 max(m/s²): 1m/s²。

3. 2023 年 3 月-2023 年 5 月

完成基于多传感器融合的移动机器人 SLAM 与自主路径规划技术开发与实现。驱动机器人底盘运动，让机器人在实际环境中自主建图。机器人在实际环境中进行 slam 导航、自主规划路径、自主避障、自动回充等功能，底盘具有全面的通过性、适应多种材质地面，可以满足将机器人放入未知环境中的未知位置后，机器人一边移动一边逐步描绘出此环境完全的地图，机器人会根据环境的要求，选择大型、中型和小型建图，并且在大型地图的构建上做到精准无漂移的清晰建图，机器人路径规划算法可以不受障碍行进到可进入的每个角落，通过 ROS 系统中的多节点通信机制实现多点定点导航。

4. 2024 年 6 月-2024 年 7 月

完成基于 TCPSocket 的网络通信模式。通信的数据报文采用标准 json 格式,可以通过 API 的应用单独控制机器人导航功能。

5. 2024 年 7 月-2024 年 8 月

整理相关文件,完成项目结题等工作。

五、最终成果形式

1. 开发基于 ROS 的智能移动机器人通用底盘系统 1 套。
2. 申请专利 1 项。

六、榜单金额

30 万元。

七、对揭榜方要求

希望与具有开设机器人专业经验的高校、企业、科研院所等进行合作,合作方项目负责人需具有智能机器人相关项目研发的经历。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目八

基于 AI 机器视觉的动力电池生产焊接工序中的缺陷检测

一、项目目标

动力电池作为新能源汽车的“心脏”，近年来在新能源汽车的产业带动下，其行业呈现爆发式增长。2017年至2021年间中国动力电池装机量以43.5%的复合年增长率增长，2021年达到154.5GWh。预计2022年动力电池装机量将达299.9GWh。在动力电池生产过程中，从电芯制造到PACK组装，焊接都是一道非常重要的制造工序，焊接质量决定了动力电池的安全性、可靠性及使用寿命。我国“十四五”规划中，提出未来新能源汽车产业将重点突破高安全动力电池等重要技术。动力电池生产焊接工艺链中存在着大量质检需求（针孔、爆点、连续断焊、炸点、偏光检测），以确保动力电池的安全性及可靠性。但目前行业中，部分电池企业质检环节仍以人工目测为主，因人工主观性强及生理疲劳等因素，会产生质量问题，且不符合现代工业自动化生产需求；部分电池企业使用的传统视觉检测系统因精度受缺陷形态影响，无法实现精准检测，常出现过检及漏检现象，导致大量OK品排出，NG品流出，影响动力电池的质量安全性问题。

该项目旨在研究开发焊接工序中的缺陷检测系统，实现

0.2mm 以上检测精度。

二、考核指标

技术指标：检测精度：0.2mm*0.2mm 以上，检测速度：每分钟检测 24 个锂电池（24×4 条焊缝）以上。

考核指标佐证方法要求：焊接工序中的缺陷检测系统研究开发完成，系统实际运行验证；项目技术总结报告 1 份，授权软件著作权 1 项，实用新型专利 2 项，查新报告 1 项。

三、实施周期

1 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 08 月-2022 年 12 月

完成初步优化模型，要求：完成焊接缺陷检测平台硬件系统设计，确定所用器件品牌及型号，确定拟采用的算法。

2. 2023 年 01 月-2023 年 06 月

缺陷检测系统形成应用，要求：达到技术指标检测精度、速度要求。

3. 2023 年 07 月-2023 年 08 月

完成与发榜方交付验收工作，要求：运行验证，满足技术指标检测精度、速度要求。

五、最终成果形式

成果书面形式：项目技术总结报告 1 份，软件著作权 1 项，实用新型专利 2 项，查新报告 1 项。

成果产品形式：缺陷检测系统形成应用，满足技术指标检测精度、速度要求。

六、榜单金额

200 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜方单位需符合以下要求：具备独立法人资格。项目产生知识产权归发榜方所有。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目九

具备边缘计算功能的物联网插座的研究

一、项目目标

1. 采用 4G 通讯技术, 保证产品自身通讯的稳定性和可靠性, 降低产品的失联率。

2. 可向云端服务器传输电压、电流、功率、温度、漏电、功率因数、电量等电力参数实时值, 误差在 0.5-1 级。

3. 当线路发生过欠压、过载、漏电、过温等隐患时可及时向云端服务器发送报警数据, 包含报警类型、报警实时值、报警门限值等。

4. 对短路和过载 (超过 10A 的 1.1-1.2 倍) 故障应具备良好可靠的断电动作保护。

5. 插座具备搭载一个或多个边缘计算的能力, 可进行如用电设备阻容感型判断、具体负载识别 (如分辨冰箱、空调、热水器、电饭锅等)、电动车充等, 可根据现场环境针对性搭载算法。

二、考核指标

1. 考核依据标准

- (1) 平台侧可接收插座上传的电量参数实时值
- (2) 插座可上传过欠压、过载、漏电、过温等故障信息
- (3) 插座对短路、过载等故障可断电保护
- (4) 可根据需求搭载不同边缘算法

2. 考核佐证方法要求

现场模拟测试，可以与平台联动，对故障隐患有报警提示和动作保护，实现搭载算法功能。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 8 月-2022 年 12 月

完成项目产品的原理设计，具备可行性。

2. 2023 年 1 月-2023 年 10 月

完成样机制作，功能测试正常。

3. 2023 年 11 月-2024 年 8 月

产品调试完成，可正式移交企业投入生产。

五、最终成果形式

软硬件原理图、产品 BOM 表、工艺流程图、测试检测报表、第三方检测报告、专利申请技术文献、最终成品样机。

六、榜单金额

200 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜方应具有资源算力、算法、网络、数据方面研究优势，结合发榜方在智慧电能、智慧燃气等智慧社区方面的已有示范和数据，在云端形成的与多种场景相结合的高可靠性算法，完成多项核心成果转化，实现智慧城市、智慧社区示范提升。知识产权

归发榜方及揭榜方共同所有。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十

环境隐患预警烟雾探测器的研发

一、项目目标

目前市面上常见的烟雾报警器多是独立式或开关量式报警器，报警方式均为传感器输出电压高过内部设置电压，便向外提供一个高或低的电平参数触发报警，该报警方式判断逻辑过于单一，适用范围受限，误报率较高。因此研发一款探测灵敏、抗干扰强，报警准确可靠，安装简单，使用方便的环境隐患预警装置势在必行。该产品能适用于企业、商业、工业等不同环境中，采集现场环境参数上传至云服务平台，结合大数据分析，进行针对性预警报警，保护用户的生命安全，减少了产品的损失也减少了社会财产的损失。

二、考核指标

1. 考核依据标准

(1) 可在平台端以数据显示空气含量变化趋势；

(2) 空气中某种气体含量超标，设备端触发报警，平台端显示超标气体成分。

2. 考核作证方法要求

现场模拟演示，对干扰性气体可判断识别，在平台端有相应实时数据和报警结果显示。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 8 月-2022 年 12 月

完成项目产品的原理设计，具备可行性。

2. 2023 年 1 月-2023 年 10 月

完成样机制作，功能测试正常。

3. 2023 年 11 月-2024 年 8 月

产品调试完成，可正式移交企业投入生产。

五、最终成果形式

软硬件原理图、产品 BOM 表、工艺流程图、测试检测报表、第三方检测报告、专利申请技术文献、最终成品样机。

六、榜单金额

200 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜方应具有资源算力、算法、网络、数据方面研究优势，结合发榜方在智慧电能、智慧燃气等智慧社区方面的已有示范和数据，在云端形成的与多种场景相结合的高可靠性算法，完成多项核心成果转化，实现智慧城市、智慧社区示范提升。知识产权归发榜方及揭榜方所有。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十一

数字化车间全要素数据采集与控制系统故障识别方法及协同控制技术研究

一、项目目标

随着新一代计算机网络、信息技术、数据传感、建模仿真与人工智能的发展，制造业也迎来新的发展契机和突破点。将新一代信息技术应用于制造业，为制造业的数字化转型提供新的动力，实现我国制造业对发达国家先进技术的赶超，是新时代我国由制造大国向制造强国发展的使命所在。而数字化车间的构建需要各个复杂系统相互配合，各种数据相互关联，尤其是提高控制系统的可靠性和精度保持性。

该项目基于数字化车间全要素数据采集，以关键核心设备的控制系统故障识别方法及协同控制技术为研究内容，主要包含以下四个方面的关键技术问题：

1. 远距离数据采集及可视化研究；
2. 大功率移动机器人定位与控制系统研究；
3. 变负载工业机器人机械臂末端抖动抑制方法研究；
4. 车间全要素数据数字孪生与控制系统解决方案。

数字化车间是数字化、网络化技术在生产车间的综合应用，其相关技术是近几年国内外研究的热点。它首先需要针对智能制造系统中移动机器人、工业机器人等核心装备的控制系统进行研

究，保证每个独立设备的稳定、精确、快速运行，涉及新一代网络技术的应用，保证远距离数据采集的精度和可视化，通过数字孪生虚实空间映射机制研究，实现全套智能制造系统的协同控制。

项目中涉及的远距离数据采集及可视化技术，国内目前主要通过无线通信的方式解决，但其传输距离和稳定性还有待进一步提升，近年来，国外已经开始研究通过电力线缆载波的方式进行脉冲信号检测，该方面的研究目前国内尚属起步阶段。项目中涉及的大功率移动机器人定位与控制技术、变负载工业机器人机械臂末端抖动抑制技术，目前国内外都有研究，但研究成果普适性差，依赖于具体的设备和环境条件。项目中涉及的车间全要素数据数字孪生与控制系统解决方案，目前国内外也都有相关研究，但是针对物理世界的全方位实时映射方面仍有较大的差距，导致目前智能化生产线的全生命周期管理还不到位，尤其是预测性维护中模型一致性差和运行大数据应用效率低，从而导致预测性维护精度低、可靠性差。

经过对智能制造相关行业和多家企业进行前期调研，企业对数字化车间全要素数据采集和数字孪生可视化技术方面需求旺盛，尤其在复杂机器人的精确定位运行和控制系统的鲁棒性方面有较大需求。目前，发榜方已经与行业领军企业达成产业化合作意向，客户有较大的市场应用需求，愿意尝试国产化技术，市场风险较小。

发榜方长期从事与工业自动化、智能制造、人工智能相关的产品研发和系统解决方案，针对不同的技术需求，利用企业现有的设备条件和软件开发平台，可以实现相关技术的应用和成果转化。同时需要借助高校、科研院所的人力资源优势和智能化生产线等硬件试验条件，可以实现该项目的研究目标。

该项目旨在实现数字化车间全要素数据采集所需要的系统架构和信号检测方法，实现大功率移动机器人定位与控制以及变负载工业机器人机械臂末端抖动抑制，并通过数字孪生技术进行控制系统故障识别方法及协同控制技术研究，最终形成可推广、可复制的数字化车间和智能制造控制系统解决方案。

二、考核指标

针对该项目中提出的关键问题，需要从以下几个方面展开技术攻关和技术研究，并实现各项技术指标。

1. 完成远距离数据采集系统的双回线检测方法研究。采用低频脉冲检测方法对电力线缆的电缆阻抗和绝缘电阻进行在线检测，低频脉冲频率不超过 3Hz，检测距离不低于 10km。

2. 完成大功率移动机器人轨迹跟踪定位和控制系统的开发研制。移动机器人的载重不低于 10000KG，定位精度不低于 $\pm 10\text{mm}$ 。

3. 完成在变负载工况下，对于串联式工业机器人机械臂的末端抖动抑制方法研究。工业机器人在变负载工况下，其轴向抖动范围变化不超过 $\pm 0.1\text{g}$ ，偏移中心的位移量变化不超过 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

4. 通过数字孪生虚实空间映射机制研究，构建泛信息融合的多物理量智能分析方法，实现跨设备知识迁移的工况自适应预测性维护，使故障预测准确率达到 95%以上。完成不少于 3 项控制系统解决方案的研制。

考核指标的佐证方法采用专家鉴定和实际运行验证的方式完成。

三、实施周期

该项目实施周期为 2 年。项目需求方保证及时的研发资金投入和市场应用转化；项目实施方需要组建专门的研究团队，制定详细的研究计划，以保证项目按时保质完成。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 08 月-2022 年 12 月

完成项目深度对接，对项目中所提出的具体技术指标进行进一步的量化，组建项目团队，制定详尽的项目解决方案，完成技术方案的专家论证。

2. 2023 年 01 月-2023 年 07 月

完成远距离数据采集系统的双回线检测方法研究，以及对应控制系统的样机制作，能够对电力线缆的电缆阻抗和绝缘电阻进行在线检测，并达到相应的技术指标要求。完成不少于 2 项专利的申报。

3. 2023 年 07 月-2024 年 01 月

完成大功率移动机器人轨迹跟踪定位和控制系统的开发和

样机研制。完成在变负载工况下，对于串联式工业机器人机械臂的末端抖动抑制方法研究。完成不少于 3 项专利的申报，完成 1 项机器人标定相关标准草案的撰写。

4. 2024 年 02 月-2024 年 08 月

完成数字孪生虚实空间映射机制研究，实现跨设备知识迁移的工况自适应预测性维护，发表高水平学术论文不少于 3 篇，完成不少于 3 项控制系统解决方案的研制，完成项目产品转化与合同交易。完成项目结项报告的撰写和论证。

五、最终成果形式

所有成果需要围绕该项目的研究内容展开，以实现该项目的各项考核指标为最终目的。项目拟完成样机 2 套，申报专利 5 项，发表高水平学术论文 3 篇，完成相关标准草案 1 项，项目成果技术指标达到国际同类产品水平。

六、榜单金额

320 万元。

七、对揭榜方要求

希望与工程研究能力较强的高校和专家团队，尤其是与应用型高校的科研团队展开合作。团队成员应对数字化工厂与智能装备有较深的技术研究能力，具备工程研究能力与技术开发能力。知识产权归双方共有。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十二

超厚不锈钢塔器焊接变形分析及焊缝质量检测技术研究

一、项目目标

厚度 80mm 以上的不锈钢塔器，属于超厚不锈钢塔器，在实际制造过程中存在很多难题，其中如下难点最为突出，直接影响产品质量和交货进度：

1. 焊接变形。超厚塔器焊缝均采用多层多道焊接技术焊接，焊接量大，在焊接过程中会产生很大的变形和残余应力，这种情况在塔器接管焊缝和设备整体吊装吊耳焊缝尤为突出，一旦形成变形一般无法校正，是无解的质量问题，直接影响产品整体质量和内构件的安装。因此针对产品焊接技术准备过程中充分分析焊接变形趋势及变形量，对焊接质量和实际制造过程有重要的意义。

2. A、B 类焊缝的质量检测方法。根据标准要求，塔器 A、B 类焊缝焊后应做 100%RT 检测，但由于大型塔器外形尺寸限制，无法在探伤室内完成全部焊缝的探伤。通常需要在室外进行分段焊接。由于 RT 检测技术对人体伤害较大，无法在室外进行探伤，因此需要研究室外对于大厚度塔器焊接质量无损检测方法，以解决超厚塔器分段焊缝的探伤检测这一难题。

目标 1：通过焊接过程结构有限元分析，确定焊接变形分布和变形量及残余应力分布，并通过实验验证。制定防变形和控制变形工艺方案，为提高超厚塔器焊接质量提供理论数据，确保产品最终质量。

目标 2：目前厚度小于 80mm 的塔器分段焊缝，室外采用相控阵无损检测技术，执行标准为 NB/T47013.15-2021，但本标准适用范围最大只能 80mm，厚度大于 80mm 的焊缝无法检测。该课题致力于扩大相控阵无损检测技术的测试范围，例如对比试块、模拟试块、操作规程、缺陷分析等方面，辅助以机器学习等现代智能计算和分析方法，最终实现超厚不锈钢塔器 A、B 类焊缝的相控阵无损检测，解决大型超厚塔器分段制造瓶颈难题，最终形成检测标准，为同类项目的无损检测提供检测方法。

二、考核指标

1. 考核项目技术指标：

(1) 通过焊接过程结构有限元分析，确定焊接变形分布和变形量及残余应力分布，制定防变形和控制变形工艺方案，为提高超厚塔器焊接质量提供理论数据，保证筒体圆度不大于筒体内径 D_i 的 1% 且不大于 25mm。

(2) 通过研究，将相控阵无损检测技术的检测范围扩大到 10-110mm，并形成企业标准。

2. 佐证方法：

(1) 工艺方案以产品实际运行效果来验证和检验。

(2) 相控阵超声检测企标以行业专家评审方式佐证。

三、实施周期

1 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 10 月-2023 年 3 月

制定课题研究大纲和实施计划，采购相关仪器仪表。

2. 2023 年 4 月-2023 年 5 月

选择典型产品，并对进行建模应力分析；制作试块、确定检测工艺方案。

3. 2023 年 6 月-2023 年 7 月

结合实际生产经验，完善研究数据；检测工艺方案在实际产品上试测，并与 RT 检测进行对比验证。

4. 2023 年 8 月-2023 年 9 月

总结研究数据，选合适产品当中验证；总结数据，并起草企标；课题总结与结题。

五、最终成果形式

交付防变形工艺方案以及企业标准。

六、榜单金额

200 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜团队科研创新能力突出，研究基础扎实，具有化工设备设计、制造经验，且能够配合企业完成项目。掌握相控阵无损检

测技术。课题进度按季度考核，并形成报告。项目所获得的知识
产权归属于发榜方所有。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十三

全自动气刨清根技术研究

一、项目目标

压力容器属于特种设备，受压焊缝均要求全焊透，且经相应无损探伤合格，对焊接质量要求十分严格。目前中厚壁压力容器，一般采用手工电弧焊或埋弧焊焊接，这种焊接方法为了确保焊缝完全焊透，焊缝根部必须清根处理。焊缝清根处理，目前均采用人工碳弧气刨技术进行清根处理，这种工艺方法灵活方便，设备一次性投入小等优点，但缺点十分突出，具体如下：

1. 生产效率低；
2. 清根质量不高、气刨后砂轮打磨后才能满足焊接要求；
3. 气刨过程中产生大量的粉尘、噪音大、强烈震动，劳动强度极大；
4. 对操作人员技能要求高，招工难，人工费昂贵；
5. 不锈钢类压力容器在碳弧气刨过程中，对工件产生碳污染。

该课题重点研究全自动气刨清根设备及工艺方案，预期达到如下目标：

1. 研发全自动气刨清根专用设备；
2. 实现中厚壁压力容器纵、环焊缝全自动清根处理，降低劳

动强度。

3. 提高生产效率，预计达到 1m/min 的清根速度；
4. 降低粉尘排放，改善工作环境；
5. 对不锈钢容器生产过程中无渗碳，更好的保证产品质量。

二、考核指标

1. 考核项目技术指标

- (1) 研发制造出全自动气刨清根专用设备；
- (2) 研发全自动气刨清根工艺方案，实现中厚壁压力容器纵、环焊缝全自动清根处理，降低劳动强度。
- (3) 提高生产效率，预计达到 1m/min 的清根速度。
- (4) 降低粉尘排放，改善工作环境；
- (5) 对不锈钢容器生产过程中无渗碳，更好的保证产品质量。

2. 考核佐证方法

该课题各项指标主要以产品或试验件当中实际运行效果来验证和检验。

三、实施周期

该课题研究周期 1 年，根据项目实施情况最长延期不超过 2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 10 月-2023 年 3 月

制定设备制造或组装方案，并采购或制作相关零部件。

2. 2023 年 4 月-2023 年 6 月

制作设备或组装设备，并完成初步调试。

3. 2023 年 7 月-2023 年 9 月

完成设备调试，满足试验条件；准备设备调试用试验件，做好设备调试准备。

4. 2023 年 10 月-2023 年 12 月

完成设备调试与试验，验证设备各项功能和指标；根据试验效果进一步完善设备；设备最终调试与验收；课题总结与解题。

五、最终成果形式

通过研究，最终制作出全自动气刨清根样机，并编制制定科学合理工艺方案和参数，满足公司工序智能化需求。

六、榜单金额

150 万元。

七、对揭榜方要求

1. 揭榜团队应科研创新能力突出，研究基础扎实，熟悉压力容器制造工艺，同时有机器人技术开发业绩。

2. 该课题按季度为考核时间，并形成节点完成报告。

3. 项目所获得的知识产权归属于发榜方。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十四

具有在机检测与数字孪生的六轴联动智能加工中心开发及其应用

一、项目目标

六轴联动智能加工中心作为一种专门用于高速高精加工复杂曲面的高档数控加工设备，是国外长期禁运的“卡脖子”技术与产品，关系到国家战略安全，实现六轴联动高端机床核心技术自主可控势在必行。

该智能加工中心主要由智能可重构六轴联动数控系统、数字孪生、在机检测与智能运维、高精度大扭矩 BC 轴力矩转台及高动态性能的床身结构等组成，因此开展六轴联动加工中心的参数调控智能优化、误差综合补偿、智能插补算法及数字孪生与智能运维等技术研究是该项目拟解决的关键问题，具体如下：

1. 解决六轴联动加工中心高速高精智能加工难题

构建六轴联动数控技术总线架构，研究基于参数智能优化与误差综合补偿的高精加工技术等，实现六轴联动加工中心高速高精智能加工。

2. 解决六轴联动加工中心数字孪生体精准建模难题

研究多场耦合数字孪生体建模方法及不同应用场景下孪生体精准拟实映射机制，构建高保真六轴联动加工中心数字孪生

体，仿真优化动力学性能。

3. 解决六轴联动加工中心远程状态监测与智能运维难题

研究故障产生的规律和特点，结合在机检测及智能诊断等技术构建基于物联网的加工中心远程故障诊断系统，实现六轴联动加工中心全生命周期的远程监测、诊断与运维。

二、考核指标

突破六轴联动加工中心多轴控制、孪生体精准建模及在机检测与远程智能维护技术，研发出产品化样机，并进行应用示范。具体技术需求如下：

1. 采用稳定的 C 型动柱式结构，动柱置于在床身之上，动柱横向、纵向及主轴箱沿动柱垂向移动分别为 X 轴、Y 轴、Z 轴方向，直线轴（X 轴、Y 轴、Z 轴）定位精度 $\leq 0.003\text{mm}$ /全行程，重复定位精度 $\leq 0.001\text{mm}$ ，旋转轴（A 轴、B 轴、C 轴）定位精度 $\leq 3''$ ，重复定位精度 $\leq 2''$ ，产品加工精度 $\leq \text{IT}5$ 。

2. BC 转台采用高动态响应直驱转台，转台直径 630mm，其采用高精度力矩电机，零传动间隙，无磨损，配置高精度角编码器，B 轴自身保持扭矩 $\geq 2540\text{Nm}$ ，C 轴自身保持扭矩 $\geq 700\text{Nm}$ ，可完成高刚性连续旋转、任意角度定位。同时配有液压锁紧系统，使得 B 轴保持扭矩 $\geq 4000\text{Nm}$ ，C 轴保持扭矩 $\geq 1400\text{Nm}$ ，B 轴及 C 轴旋转转速 $\geq 80\text{rpm}$ 。

3. 控制系统须用自主可控的智能可重构多通道六轴联动数控系统，具有纳米级插补、RTCP、全齿制弧齿锥齿轮闭环制造包，

满足数字孪生、在机检测等数据接口需求,支持 NURBS 插补、RTCP 控制、倾斜面加工、加减速控制等功能;控制系统分辨率 1nm,最小插补周期 $1\mu\text{s}$,最大支持 8 通道。

4. 工件一次装夹可以完成铣、镗、钻、铰孔、攻丝、滚齿和铣螺纹等加工工艺,特别能实现高速高精加工复杂曲面。

5. 可支持在机检测下的图形化编程与误差控制。

6. 可支持系统基本状态信息监测和多种物理量动态监测及关键机械部件故障诊断。

7. 构建的数字孪生体行为,包括应用场景下与其他应用设备协同调控运维、装备宏观事件预警以及微观动态仿真等行为;虚实空间数据传输间隙小于或等于 20ms。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 09 月-2023 年 02 月

完成六轴联动数控技术总线架构的构建以及基于参数智能优化与误差综合补偿的高精加工等技术的研究,研究报告 1 篇。

2. 2023 年 03 月-2023 年 08 月

完成多场耦合数字孪生体建模方法及孪生体精准拟实映射机制研究,构建高保真六轴联动加工中心数字孪生体,研究报告 1 篇。

3. 2023 年 09 月-2024 年 02 月

结合在机检测及智能诊断等技术构建基于物联网的加工中心远程故障诊断系统，实现六轴联动加工中心全生命周期的远程监测、诊断与运维，完成整机优化，通过加工测试，申报专利 5 项，样机检测报告 1 份，研究报告 1 篇。

4. 2024 年 03 月-2024 年 08 月

支持发榜方通过产品中试及应用示范取得实际效果，申报专利 3 项，软著 3 项，论文 6 篇，结题工作报告及技术报告。

五、最终成果形式

1. 研发出具备高动态性能的床身式结构的高精度大扭矩的六轴联动智能加工中心产品化样机，具有纳米级插补、RTCP、全齿制弧齿锥齿轮闭环制造包，满足数字孪生、在机检测等数据接口需求，支持 NURBS 插补、RTCP 控制、倾斜面加工、加减速控制等功能，并支持需求方通过产品中试及应用示范取得实际效果；

2. 申报专利 8 项、软著 3 项，发表论文 6 篇，样机检测报告 1 份，研究报告 3 篇，撰写工作报告及技术报告并通过结题验收。

六、榜单金额

800 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜方需是长期从事智能可重构数控系统与高档数控机床技术、在线检测与智能维护、数字孪生及物联网等相关技术研发及应用的企业或具有该方面研究成果基础的高校，有较强的科技

研发基础、研发实力和较好的科研条件；

能提供攻克核心关键技术或重大技术的可行性方案，具有项目需求的核心技术与自主知识产权；

承诺项目取得的成果能够形成产品化样机，并能提供全套产品化技术及知识产权给需求方；

承诺项目取得的成果可转化为大规模生产需要的共性技术、关键技术，且只限于与需求方独家合作并支持需求方实现产品化和产业化目标；

项目所有工作须在 2 年内完成，包括关键技术突破、样机制造与知识产权申报，支持需求方通过产品中试及应用示范取得实际效果等。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十五

直齿锥齿轮加工关键技术和加工成套装备 研发及应用

一、项目目标

面向制造业对精密直齿锥齿轮新型加工技术及高端加工装备需求，支持突破现有国内直齿锥齿轮传统加工技术，基于揭榜方现有的 freeform 机床如铣齿机 JCB20 和 JCB32、磨齿机 JCB20MP，开发直齿锥齿轮新型铣、磨加工工艺及全数控直齿锥齿轮加工装备。

为满足市场对直齿锥齿轮加工高精、高效，以及对直齿锥齿轮加工装备全数控、稳定、人机友好、绿色环保等方面的需求，揭榜方需完成以下工作：

1. 揭榜方需基于新的加工理论开发先进的直齿锥齿轮加工工艺，要求该加工工艺可实现直齿锥齿轮鼓形修形、可进行高速干切铣齿并能磨齿；

2. 实现基于该工艺直齿锥齿轮数字化设计（重点实现直齿锥齿轮修形计算）、虚拟制造和虚拟装配、开发直齿锥齿轮多轴联动数控加工算法及数控加工程序编制、突破基于新加工工艺的高速干切刀具设计和制造以及专用工装设计等问题。

二、考核指标

为达到国内领先、接近国际先进水平，需完成以下考核指标：

1. 直齿锥齿轮铣齿稳定精度达到 GB6 级、磨齿稳定精度达到 GB5 级；

2. 直齿锥齿轮加工装备需实现全数控加工、基于新工艺需开发直齿锥齿轮加工多轴联动数控加工软件和人机友好数控加工界面；

3. 拟采用加工工艺需可实现直齿锥齿轮铣、磨加工并可进行鼓形修形；

4. 基于新加工工艺开发的直齿锥齿轮设计制造软件需具有直齿锥齿轮虚拟制造及虚拟装配仿真验证功能。

5. 直齿锥齿轮铣齿加工需实现高速干切加工，需比传统锥齿轮刨齿加工工艺加工效率提高 3 倍。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 9 月-2023 年 7 月

完成关键技术突破：基于新加工工艺鼓形修形相关理论算法实现、虚拟制造和虚拟装配实现，数控加工相关算法突破，完成加工刀具设计。

2. 2023 年 8 月-2024 年 5 月

完成样机制造，基本参数满足要求；完成直齿锥齿轮设计制

造软件开发，完成刀具和工装夹具制造，并完成联调。

3. 2024年6月-2024年8月

实现样机加工应用。

五、最终成果形式

1. 直齿锥齿轮加工主机铣齿机和磨齿机；
2. 直齿锥齿轮数字化设计、制造软件。

六、榜单金额

1000万元。

七、对揭榜方要求

1. 牵头揭榜方应具有多年锥齿轮装备研发、制造的经验。
2. 牵头揭榜方具有完备的科研项目管理制度、研发投入核算体系和研发人员绩效考核奖励制度，研究开发组织管理水平较高；具有明确的创新发展战略和规划。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十六

超快激光、水喷砂、超高压水、机械打磨四效合一管道环保型表面处理机器人及智能喷涂机器人的开发与应用

一、项目目标

该项目以爬管、爬壁机器人为载体，拟搭载不同表面清洗执行机构（超快激光、水喷砂、超高压水、机械打磨）以实现海洋管桩及其他金属构筑物表面的清洗和防腐作业。

二、考核指标

1. 爬管、爬壁机器人或机械装置

一种可以在海洋钢管桩上实现自行走的机械装置（环绕型）和一种可以在储罐表面或船体等平面自行走的爬壁机器人，可以通过更换接头携带不同的表面处理设备，包括水喷砂、超高压水、激光发射器和打磨设备。要求：行走速率可以调控、可以调节尺寸适应不同钢管桩和金属结构外壁。

2. 水喷砂设备

金属表面处理手段 1：水喷砂，表面处理等级达到 Sa2.5 以上，处理效率 $>10\text{m}^2/\text{h}$ ，单枪空气流量 $>10\text{m}^3/\text{h}$ 。

3. 超高压水设备

金属表面处理手段 2：超高压水，可以去除钢管桩或船体的

表面附着物，压力可超过 2000bar，清除效率 $>5\text{m}^2/\text{h}$ ，废水可回收、过滤循环使用。

4. 飞秒激光发射器

金属表面处理手段 3：飞秒激光除涂层与除锈，超 100w 功率飞秒激光发射器，持续稳定供能，可以清除 $>200\ \mu\text{m}$ 厚度的涂层，除锈率 100%。

5. 机械打磨设备

金属表面处理手段 4：机械打磨，表面处理等级达到 St3.0，可 100%除去部分钢管表面的 3CE 防腐层，清除效率 $>5\text{m}^2/\text{h}$ ，低能耗。

6. 环保和防爆要求

该项目的所有设备全部是在储罐、船体、海洋钢管桩自动化作业，不污染环境，满足环保要求，并获得防爆认证。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 08 月-2023 年 04 月

完成模块设计开发。

2. 2023 年 04 月-2023 年 08 月

完成模块加工及独立测试。

3. 2023 年 08 月-2024 年 04 月

完成项目整体测试。

4. 2024 年 04 月-2024 年 08 月
完成项目实地测试。

五、最终成果形式

1. 样品样机各一套；
2. 发明专利一项；
3. 实用新型专利五项；
4. 操作说明/施工工法一项。

六、榜单金额

800 万。

七、对揭榜方要求

具有机械自动化和光学设备开发能力和经验，项目所获得知识产权归发榜方所有。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十七

智能机器人喷涂生产线项目

一、项目目标

发榜方是专业生产阀门的企业，年出口量约 120 万台，出口量占生产总量约 85%。由于发榜方的产品主要为对外出口，面对国际市场竞争力的加剧，国外客户越来越注重产品的外观质量和交付周期。鉴于此发榜方希望通过智能机器人喷涂的方式对产品的外观质量进行提升，同时缩短喷涂/喷漆时间，提高生产效率。

二、考核指标

1. 能实现对发榜方 DN25-DN600 规格的阀门进行流水线操作，尺寸高 1000mm*长 600mm 宽*600mm，重量约 50Kg 以下。
2. 项目方案需合法合规，涉及政府审批的，需揭榜方提供相关技术参数和报告，配合发榜方共同完成审批。
3. 能识别不同种类的阀门并根据订单颜色（颜色种类约 70 余种）要求进行转换。
4. 喷涂后阀门表面涂层厚度控制在 150-350 μm ；喷漆后阀门表面漆膜厚度 60 μm -120 μm 。
5. 智能喷涂生产系统能根据生产计划和喷涂线上的产品进行自主识别，如当天班次的生产计划有 6 种产品，5 种颜色，4 种规格，3 种漆膜厚度的要求，智能喷涂系统能根据生产计划逐

一识别，并按要求完成。

三、实施周期

1 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 9 月-2022 年 10 月

现场考察，现有生产产能统计，拟定智能机器人喷涂生产线喷涂/喷漆产品，提供产品图纸尺寸。

2. 2022 年 10 月-2022 年 11 月

根据数据统计，结合现场布局提供智能机器人喷涂生产线方案。

3. 2022 年 12 月-2023 年 5 月

设备采购，现场施工设备。

4. 2023 年 6 月-2023 年 9 月

试运行以及设备调试。

5. 2023 年 9 月-2023 年 10 月

设备验证验收。

五、最终成果形式

产品样机 1 套。

六、榜单金额

该项目拟定投资额 70 万。

七、对揭榜方要求

1. 在自动化生产方面具有相应的资质和一定的设计施工经

验。

2. 能针对发榜方的要求和现有的厂房进行方案设计和规划。

3. 能对设备进行后期升级改造,并提供长期的维修和保障服务。

4. 项目方案需合法合规,涉及政府审批的,需揭榜方提供相关技术参数和报告的,配合发榜方共同完成审批。

5. 该项目产权应属发榜方所有。

6. 项目签订后,发榜方可按合同提供对应期限内的资金。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十八

工厂屋顶光伏发电项目

一、项目目标

为响应国家“碳达峰、碳中和”战略需要，履行企业社会责任担当，由传统工业生产模式向生态文明绿色发展模式的转变，发榜方拟定投产“工厂屋顶光伏发电项目”，最大限度减少常规能源的消耗，减少温室气体及其它有害气体的排放，实现绿色环保发展。

二、考核指标

1. 工厂房屋顶总面积 40000 m²，屋顶年发电量需求约 4 兆瓦；
2. 项目方案需合法合规，涉及政府审批的，需揭榜方提供相关技术参数和报告，配合发榜方共同完成审批。

3. 验收标准包括但不限于以下标准

GB50016 《建筑设计防火规范》

GB50794 《光伏电站施工规范》

GB50797 《光伏电站设计规范》

GB50026 《工程测量规范》

GB50303 《建筑电气工程施工质量验收规范》

GB50202 《建筑地基基础工程施工及质量验收规范》

GB50203 《砌体工程施工及质量验收规范》

GB50205 《钢结构工程施工及质量验收规范》

GB50207 《屋面工程质量验收规范》

GB50217 《电力工程电缆设计规范》

GB50601 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》

GB50057 《建筑物防雷与设计规范》

GB/T9535 《地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型》

GB/T18911 《地面用薄膜光伏组件设计鉴定和定型》

GB/T19964 《光伏发电站接入电力系统技术规定》

GB/T50796 《光伏发电工程验收规范》

GB/T50319 《建设工程监理规范》

DB33/T2004 《既有建筑屋顶分布式光伏利用评估导则》

DL/T5434 《电力建设工程监理规范》

CECS31:2006 《钢制电缆桥架工程设计规范》

4、资料审查需提供以下表格内容

表 1 分布式光伏发电项目资料审查表

类型	序号	验收资料	380V 及以下并网	10kV 及以上并网	资料要求
必查项 必查项	1	项目验收申请及项目信息一览表	√	√	信息清晰、完整。
	2	项目备案文件	√	√	真实、完整。与项目实际匹配一致。
	3	电力并网验收意见单	√	√	通过电网验收。
	4	并网前单位工程调试报告（记录）	√	√	由建设单位提供，其中光伏并网系统调试检查表中的各个检查应都符合要求。
	5	并网前单位工程验收报告（记录）	√	√	由建设单位提供。包括内部验收专家组及专家组出具的“单位工程验收意见

类型	序号	验收资料	380V 及以下并网	10kV 及以上并网	资料要求
					书”。
	6	房屋（建构筑物）安装光伏后的荷载安全计算书（双梯板屋面和金属屋面）/房屋（建构筑物）安装光伏后的荷载安全说明资料（混凝土屋面）	√	√	安全计算书计算完整；安全说明资料逻辑清晰。最后结论：荷载安全，可安装。
	7	各专业竣工图纸	√	√	应包含以下专业：土建工程（混凝土部分、砌体部分、支架结构图）、安装工程（电气一次、二次图纸、防雷与接地图纸、光伏布置图、给排水图纸）、安全防范工程、消防工程等。
	8	设计单位营业执照及资质证书	√	√	应具备住建部门颁发的《电力行业（新能源发电）设计资质证书》或《工程设计综合甲级资质证书》。
	9	施工单位营业执照、资质证书及竣工报告	√	√	应具备住建部门颁发的《电力工程施工总承包资质证书》或《机电安装工程施工总承包资质证书》以及电监会/能源局颁发的《承装（修饰）电力设施许可证》。
	10	监理单位营业执照、资质证书及项目总结报告和质量评估报告		√	应具备住建部门颁发的《电力工程监理资质证书》、《机电安装工程监理资质证书》、《房屋建筑工程监理资质证书》或《工程监理综合资质证书》。
	11	如采用结构胶粘结地脚螺栓，需提供拉拔试验的正式试验报告	√	√	测试数据应符合设计要求。
	12	运行维护及其安全管理制度	√	√	清晰完整。
	13	运维人员接受培训记录	√	√	需组织过专业人员培训。
	14	接地电阻检测报告	√	√	建设单位提供，符合设计要求。

类型	序号	验收资料	380V 及以下并网	10kV 及以上并网	资料要求
	15	主要设备材料认证证书或质检报告	√	√	由建设单位提供，必须出具以下产品的证书或者报告，并要求产品与现场使用情况必须一致； 1. 组件、逆变器、光伏连接器：需出具由国家认监委认可的认证机构提供的产品认证报告（通常为 CQC、金太阳、TUV、UL、CCC 或领跑者认证报告）； 2. 断路器和电缆：CCC 认证； 3. 光伏专用直流电流：CQC、TUV 或 UL 认证报告； 4. 现场如有汇流箱、变压器、箱变，也应提供有资质的第三方检测机构出具的认证证书或质检报告。
备查项	1	设计交底及变更记录	√	√	建设单位提供。
	2	接入系统方案确认单	√		电网确认受理项目接入系统申请并制定初步接入方案。
	3	接入电网意见函		√	电网同意项目接入电网，双方确认接入方案。
	4	购售电合同	√	√	严格执行审查会签制度，合规合法。
	5	并网调度协议		√	项目公司与电网共同签订。
	6	分项工程质量验收记录及评定资料(含土建及电气)	√	√	完整齐备，施工单位自行检查评定合格，监理验收合格。
	7	分部(子分部)工程质量验收记录及评定资料(含土建及电气)	√	√	完整齐备，监理验收合格
	8	隐蔽工程验收记录(含土建、安装)	√	√	完整齐备，施工单位自行检查，监理单位验收合格
	9	监理质量、安全通知单、周会议记要		√	完整齐备，监理单位提供
	10	项目运行人员专业资质证书	√	√	1、由安监局颁发的特种操作作业证(高压电工证、低压电工证书)； 2、由能源局颁发的电工进网作业许可证：

类型	序号	验收资料	380V 及以下并网	10kV 及以上并网	资料要求
					3、由劳动局颁发的电工职业资格证书（单独持此证不能从事电工工作）
	11	若委托第三方管理，提供项目管理方资料（营业执照，税务登记证、委托代管协议）√			合法注册
	12	组件厂家 10 年功率和 25 年功率衰减质保书	√	√	承诺多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的光电转换效率分别不低于 15.5%和 16%；硅基、铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）及其他薄膜电池组件的光电转换效率分别不低于 11%、11%和 10%；多晶硅、单晶硅和薄膜电池组件自项目投产运行之日起，一年内衰减率分别不高于 2.5%、3%和 5%，之后每年衰减率不高于 0.7%，项目全生命周期内衰减率不高于 20%。
其它项	1	支架拉拔力测试报告	√	√	第三方检测机构提供。
	2	电能质量监测记录或检测报告	√	√	第三方检测机构提供。
	3	逆变器或汇流箱拉弧检测报告	√	√	厂家提供。
	4	电站综合发电效率（PR）测试报告	√	√	第三方检测机构提供。
	5	组件抗 PID 性能检测报告（或采用 PID-free 组件的证明）	√	√	第三方检测机构提供。
	6	抽样组件第三方 EL 测试报告	√	√	第三方检测机构提供。
	7	抽样组件耐老化测试报告	√	√	第三方检测机构提供。
	8	组件回收协议	√	√	组件厂家提供。
	9	关键结构件的第三方检测报告	√	√	第三方检测机构提供。
	10	直流光伏连接器耐	√	√	第三方检测机构提供。

类型	序号	验收资料	380V 及以下并网	10kV 及以上并网	资料要求
		盐雾及耐氨第三方测试报告			

三、实施周期

1 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2022 年 9 月-2022 年 11 月

现场实地考察，确认建设面积，厂房屋顶建设风险评估，出评估报告。

2. 2022 年 12 月-2023 年 6 月

设备采购，现场施工设备。

3. 2032 年 7 月-2023 年 8 月

试运行以及设备调试。

4. 2032 年 9 月-2023 年 10 月

设备验证验收。

五、最终成果形式

屋顶光伏设备一套；发明或实用新型专利 2 项。

六、榜单金额

该项目拟定投资额 2000 万。

七、对揭榜方要求

1. 在光伏发电领域具有相应的资质和一定的设计施工经验。

2. 能针对发榜方的要求和现有的厂房进行方案设计和规划。

3. 能对设备进行后期升级改造, 并提供长期的维修和保障服务。

4. 项目方案需合法合规, 涉及政府审批的, 需揭榜方提供相关技术参数和报告的, 配合发榜方共同完成审批。

5. 该项目可合作共建, 利益分配可商定。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目十九

传统糕点风味留存与抗氧化

一、项目目标

糕点作为一种传统美食，在我国千年历史中早有记载。从大文人苏东坡笔下“小饼如嚼月，中有酥与饴”的风雅小饼，到红楼梦中有滋补美容功效的“糖蒸酥酪”，直至我们如今生活中品种繁多的中西式糕点，这种美食往往香甜可口，形态各异，味美色鲜，给人带来愉悦和享受。

油脂是我国传统糕点制作的主要原料之一，油脂的质量以及糕点制作工艺中油脂的氧化情况也是企业需要重点关注的内容。企业往往为了在原料上降低成本，在产品生产过程中对油脂的氧化程度不进行控制，使糕点终产品出现了酸价、过氧化值超标的质量问题。我国传统糕点有一部分以散装售卖形式销售，在销售期间，产品与空气接触产生酸败，甚至产生一些醛酮类物质，影响人体健康。如麻花、桃酥等传统糕点加工后风味散失和储藏过程中脂质氧化后风味劣变与品质劣变的难题，已严重制约传统糕点产业的发展与推广。

2016年9月实施的《GB7099—2015 食品安全国家标准糕点、面包》替代了沿用十多年的糕点卫生标准，与《GB/T20977—2007 糕点通则》等一系列标准为糕点产品提供质量保障。与此同时，

许多大型糕点企业有着严格的管理制度和体制，保障产品质量最优化，制定与国家标准一样严格的企业内部标准来管理产品质量，为传统糕点质量控制营造良好环境。

该项目研发如麻花、桃酥等传统糕点食品风味留存与抗氧化，提高传统糕点抗氧化，突破植物基抗氧化剂对传统糕点风味过程控制，控制储藏过程脂质氧化，1个月内风味与品质劣变 $<10\%$ 。另外，发榜方拥有全套糕点生产线，为该项目的完成提供必要的硬件保证与支持。

主要目标是针对如麻花、桃酥等传统糕点加工后风味散失和储藏过程中脂质氧化后风味劣变与品质劣变的难题，突破植物基抗氧化剂对传统糕点风味过程控制，控制储藏过程脂质氧化，阐明植物基如维生素E营养剂或药食同源如甘草、石榴皮及其提取物加工过程动力学，协同茶多酚类植物基抗氧化的氧化控制，揭示其对人体淀粉酶等的抑制规律。配合功能性包装设计，实现传统糕点风味与品质优化，为保健型糕点开发奠定基础。

二、考核指标

1. 针对如麻花、桃酥等传统糕点加工后风味散失和储藏过程中脂质氧化后风味劣变与品质劣变的难题，突破植物基抗氧化剂对传统糕点风味过程控制，控制储藏过程脂质氧化，1个月内风味与品质劣变 $<10\%$ ，明确配料最佳使用工艺。

2. 阐明植物基如维生素E营养剂或药食同源如甘草、石榴皮及其提取物加工过程动力学，协同茶多酚类植物基抗氧化的氧化

控制，揭示其对人体淀粉酶等的抑制规律，开发生物基传统糕点如桃酥、麻花等食品配料 1 种。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2023 年 01 月-2023 年 12 月

进行确定详细研究方案和研究路线，制定项目课题工作计划，研发如麻花、桃酥等传统糕点风味散失与氧化关键点控制技术，以及传统糕点加工后风味散失和储藏过程中脂质氧化后风味劣变与品质劣变的各项理化指标测试，以及糕点风味，储藏过程中脂质氧化变化情况，并使糕点 1 个月内风味与品质劣变<10%，明确配料最佳使用工艺。

2. 2024 年 01 月-2024 年 12 月

熟化糕点加工过程中风味散失和脂质氧化的关键技术，集成优化技术指标，建立如麻花、桃酥等传统糕点保鲜与抗氧化新型简约模式，初步完成抗氧化技术集成体系，开展产品中试。

以及阐明植物基如维生素 E 营养剂或药食同源如甘草、石榴皮及其提取物加工过程动力学，协同茶多酚类植物基抗氧化的氧化控制，揭示其对人体淀粉酶等的抑制规律，开发生物基传统糕点如桃酥、麻花等食品配料 1 种。

五、最终成果形式

1. 1 种以上适合如麻花、桃酥等传统糕点油脂抗氧化剂，并

能有效控制传统糕点加工后风味散失和储藏过程中脂质氧化后风味劣变与品质劣变。

2. 开发生物基传统糕点食品配料 1 种。

3. 在国内外重要刊物上发表论文 1 篇或专利 1 项。

六、榜单金额

300 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜方应拥有多名食品加工方向人才，及各种先进的实验仪器设备，并长期食品保鲜技术及机理研究。

八、公开范围

不限制公开范围。

项目二十

鲜切蔬菜绿色无公害保鲜技术研发

一、项目目标

鲜切果蔬又叫预处理或轻度加工果蔬产品，是指以新鲜果蔬为原料，经分级、清洗、整修、去皮、切分、保鲜和包装等一系列处理后，再经过低温运输及冷柜销售的即食即用的果蔬制品。随着社会的快速发展，人们生活节奏的不断加快，消费者对于这类健康、快捷、方便的鲜切果蔬产品的需求量日益增加。并且，为了降低成本、提高效率，大型团餐公司、学校及企业食堂也逐渐用净菜、鲜切蔬菜代替毛菜。在一些大型国际活动和运动赛事时，鲜切果蔬已成为主要的果蔬供应方式。然而，鲜切果蔬在加工、贮藏、运输和销售过程中，由于机械损伤、自身生理代谢、微生物侵染等因素，会造成产品变色、硬度下降、失水及腐败等，从而降低其商品价值，造成经济损失，存在较大的食品安全风险。因此，在商业生产中选择有效的保鲜技术对鲜切果蔬产品的加工及货架期延长有重大意义。

我国的蔬菜种植面积和产量均居世界首位，但每年蔬菜腐烂损失率达 30%至 40%，而发达国家平均损耗率不到 7%，在法国、英国等欧洲国家，鲜切果蔬的消费量占市场总量的 80%以上。目前，国家各地政府提倡大力发展鲜切食品产业，政策支持力度加大。中国农业农村部印发了《全国农产品加工业与农村一二三产

业融合发展规划》，规划中提出的一系列优惠政策，推动了净菜产业发展以及净化技术的变革，为安全净菜加工营造了良好的发展环境，提供了难得的发展机遇，创造了巨大的发展空间。该项目预计通过多技术协同研究，选择安全、高效的保鲜技术，提高鲜切产品色泽品质，推动鲜切果蔬行业快速发展。另外，发榜方拥有全套中央厨房设备、完整预制菜生产线及自己的绿色蔬菜生产基地，为该项目的完成提供必要的硬件保证与支持。

针对鲜切果蔬机械损伤、果实软化、腐败、失色失味等难题，重点突破工业化生产鲜切蔬菜绿色无污染的物理保鲜技术，延长预制菜产品货架期；明确配料最佳使用工艺，制备靶向防软化、防失水、防褐变多功能活性应激保鲜剂，实现预制菜风味与品质劣变控制；开发鲜切果蔬靶向动态贮运功能性包装，实现鲜切果蔬产品风味与品质优化，扩大企业预制菜产品销售辐射面积。

二、考核指标

1. 突破绿色无污染物理手段对鲜切果蔬应激护色保味、防软减伤促愈合过程控制机制，开发可应用于工业化生产的鲜切果蔬物理保鲜手段 1 种。形成技术手册，预制菜产品货架期延长 80% 的证明文件。

2. 基于更健康、廉价的防褐变护色保鲜研发理念，阐明植物基药食同源保鲜剂作用机理，开发具有抑褐增效保鲜剂试样 1 种，实现预制菜风味与品质劣变控制。形成第三方检测报告证明。

3. 根据鲜切果蔬应激保鲜的动态贮运特点，研发鲜切果蔬靶

向动态贮运功能性包装 1 种展示功能性包装实物。

三、实施周期

2 年。

四、“里程碑”考核节点及要求

1. 2023 年 01 月-2023 年 12 月

开展鲜切果蔬应激护色保味、防软减伤促愈合机制研究，及不同物理手段对鲜切果蔬品质的影响；新型绿色无污染物理保鲜方法筛选，获得可应用于工业化生产的鲜切果蔬物理保鲜手段 1 种，完成理化性能、使用技术研究；开展植物基药食同源保鲜剂作用机理研究，抑褐增效功能保鲜剂筛选开发，完成相应应用预实验，委托第三方进行防褐变功能物质鉴定。

2. 2024 年 01 月-2024 年 12 月

完成新型抑褐增效功能保鲜剂的筛选，明确配料最佳使用工艺，获得保鲜剂试样 1 种，实现预制菜风味与品质劣变控制；鲜切果蔬靶向动态贮运功能性包装研发，开展保鲜包装材料的品质调控效果研究，完成功能性包装 1 种。总结经验与成果，申请或授权专利 1 项，撰写技术报告和工作报告各 1 份，高质量按时完成结题验收。

五、最终成果形式

1. 鉴定得到 1 种以上适合鲜切果蔬的护色保鲜剂较优品种。
2. 研发基于天然提取物的防褐变技术与保鲜剂 1 种。
3. 在国内外重要刊物上发表论文 1 篇。

六、榜单金额

400 万元。

七、对揭榜方要求

揭榜方应拥有多名农产品保鲜与加工方向人才，及各种先进的实验仪器设备，并长期从事鲜活农产品贮藏保鲜技术及机理研究。

八、公开范围

不限制公开范围。