

2020 年度佛山市科技创新专项资金 产学研合作项目申报指南

2020 年度佛山市科技创新专项资金产学研合作项目重点支持顺德研究生院双基地教师围绕佛山市或粤港澳大湾区的产业发展需求，针对已有较好基础的研究方向开展创新性研究，重点支持面向行业共性问题的应用基础研究，通过项目研发产生的科研成果应可产业化或具有应用推广价值，促进形成新的产业技术优势或形成新的产业，推动地区产业转型升级等。

一、申报要求

(一) 申请人应为北京科技大学顺德研究生院双基地教师，且须派 2 名以上研究生入驻顺德研究生院以确保项目按计划顺利推进。

(二) 上年度获得专项资金项目资助的项目负责人，本年度不得作为项目负责人申报专项资金项目。

(三) 同一入驻团队原则上仅限申报 1 个专项资金项目。

(四) 优先支持佛山或粤港澳大湾区企业作为合作单位的项目申报，重点支持企业作为合作单位出资配套经费的项目申报。

二、资助额度与实施实施周期

资助额度一般为 20-50 万元，资助年限为 2-3 年。

三、预期成果要求

(一) 鼓励在成果应用、人才培养等面形成多样化成果。

(二) 鼓励通过项目与佛山市或粤港澳大湾区企业建立稳定的产学研合作关系。

四、支持领域和方向

2020 年度佛山市科技创新专项资金产学研合作项目主要支持 4 个领域下的 23 个研究方向,每个研究方向拟择优支持 1 项。

具体研究领域和方向如下:

表 1: 2020 年度佛山市科技创新专项资金产学研合作项目申报指南方向清单

序号	指南方向	备注
(一) 先进制造		
1	基于激光六自由度测量的机器人在线校准技术研究	
2	金属 3D 打印模具设备制造和工艺开发	需联合企业申报
3	基于视觉的工业智能监测与管控	
4	铝合金管材行星轧制关键技术研究	需联合企业申报
5	面向柔性制造的机器人人机协作系统研究与设计	需联合企业申报
6	大数据与知识双驱动的流程工业质量异常诊断技术	
7	零件柔性装配技术研究	
8	模具用高性能低成本铝合金开发应用研究	需联合企业申报
9	高强度 Fe-Cr-Al 耐热不锈钢复杂结构零部件增材制造工艺开发与应用研究	
(二) 材料科学与工程		

1	面向合成气制备的 CO ₂ 还原电催化剂的研发与应用	需联合企业申报
2	新能源汽车行业用有机硅发泡材料研发	需联合企业申报
3	压电驱动型自充电电池的设计及性能研究	
4	三元高镍 NCM 正极材料的表面修饰	
5	新型相变微胶囊功能流体于强化传热系统的关键技术研究	需联合企业申报
6	新能源汽车用高性能软磁复合材料制品及其应用	需联合企业申报
7	基于陶瓷抛光渣的高值利用设计制备高性能轻质外墙保温材料	需联合企业申报
(三) 电子信息		
1	大数据驱动的智能光伏楼宇能量管理技术	
2	5G+移动机器人毫米波环境感知系统研制	
3	雷达遥感图像在城市发展规划监测中的应用	
4	基于可见光传输的物联网能量自持续技术和应用研究	
5	车辆集群管理优化控制研究	
6	基于人工智能的医疗疾病精准智能诊断和病因可视化分析新方法研究	
(四) 新基建		
1	智能基础设施结构健康监测	

(一) 先进制造

1. 基于激光六自由度测量的机器人在线校准技术研究 (申请代码: 201201)

针对机器人位置参数的在线校准, 研究基于高精度测距、二维精密测角和激光跟踪的坐标测量技术, 研究基于单目视觉和图

像识别的姿态测量技术，以及二者相融合的六自由度测量技术，形成激光跟踪测量系统和六自由度标靶，研究机器人位置误差标定预补偿引导在线修正的组合修正方法，实现对机器人位置参数进行现场高精度校准，形成现场工业机器人校准系统平台，为保障装备制造机器人性能和装备制造质量提供测量技术保障。

2.金属 3D 打印模具设备制造和工艺开发(申请代码:201202,需联合企业申报)

以金属模具材料为研究对象，开展针对金属模具材料的金属 3D 打印设备的研发制造、金属模具材料成形工艺开发和综合性能质量的调控研究。在设备研发方面，研发的金属 3D 打印设备应满足以下条件：成形范围达到 $250 \times 250 \text{ mm}^2$ ，成形精度达到 $\pm 50 \text{ }\mu\text{m}$ ，成形腔氧含量控制在 100 ppm 以下，成形基板能实现高温预热，预热最高温度不低于 $350 \text{ }^\circ\text{C}$ ，且铺粉系统和光路系统均匀平稳，除尘过滤系统效率达 99 %等。在工艺开发和性能质量控制方面，通过研究工艺参数对成形质量的影响，获得金属模具材料的 3D 打印成形工艺窗口；通过研究熔池特性和凝固组织特点，获得金属模具材料成形过程中冶金缺陷形成机理；研究后续热处理技术及综合性能评价等关键技术基础；研究成形尺寸精度、表面粗糙度的影响因素及控制方法。最终使得金属 3D 打印直接成形高性能、高质量、具有复杂形状的模具件，为金属 3D 打印直接成形模具件在汽车、家电、精密仪器等领域的应用奠定技术基础。

3.基于视觉的工业智能监测与管控（领域代码：201203）

研究利用最新人工智能技术辅助甚至完全替代用肉眼和人工完成的对工业场景的监测和管控任务。利用目标识别技术实现对人员行为、物体状态的跟踪与判断，如人员入侵，违规操作，物料堆放，运行和库存等。对产品进行质量检测 and 判定，如元器件破损、缺陷和形态异常；利用分类技术，可以对物料或样本进行分级、分类，如产品等级筛选、杂物剔除等；利用语义分割技术，对物体或者场景进行图像像素级的语义分析，如物体边缘、轮廓分析，生产场景分析，复杂纹理、色彩区域分析等。最终产品根据任务复杂程度部署在服务器或者嵌入式平台。要求目标识别类任务准确率 $\geq 99.99\%$ ，语义分割类像素精度 ≤ 3 个像素，分类任务精度 $\approx 100\%$ 。运行速度 10-60 帧/秒，每帧处理速度最快 ≤ 10 m/s，可达到绝大多数闭环控制检测实时性要求。

4.铝合金管材行星轧制关键技术研究（申请代码：201204，需联合企业申报）

以铝合金管材的行星轧制技术为研究对象，综合运用工程实验、数值模拟与理论建模等研究手段，开发铝合金管材的行星轧制工艺技术与工业装备。在充分论证铝合金材料变形特性的基础上，通过对管材行星轧制过程中的金属流动规律、轧件应力分布、轧制负荷以及轧件入料、出料速度的分析研究，得到针对不同铝合金管材的轧制工艺技术参数及其优化轧辊曲线。同时，针对铝合金为代表的低塑性材料行星轧制共性问题，探索开发脉冲电流

辅助的复合能场行星轧制技术与装备。

5.面向柔性制造的机器人人机协作系统研究与设计（申请代码：201205，需联合企业申报）

开发面向柔性制造生产线的机器人人机协作系统，研究人类运动行为建模与预测、机器人运动响应规划、机器人高精度跟踪控制与柔顺力控制，解决人机响应协作问题并提升人机协作系统的安全性、智能性与实用性。具体的研究内容包括：1) 人类行为建模与预测，建立预测精度高、鲁棒性强的人体运动状态预测模型；2) 机器人实时最优轨迹规划；3) 研究机器人高精度跟踪控制器与柔顺力控制器；4) 搭建机器人人机协作系统。

6.大数据与知识双驱动的流程工业质量异常诊断技术（申请代码：201206）

重点解决流程工业全流程质量异常的分布式感知与诊断方法中的关键难题。基于大数据间的关联规则，研究工序间的关联耦合特性，以实现工序级质量异常的更好监测和诊断。同时，针对常规质量异常诊断方法中质量异常溯源与传播路径辨识等问题进行研究，促进全流程质量异常监测与故障诊断方法的实际应用。

7.零件柔性装配技术研究（申请代码：201207）

针对机电产品装配需求，研究孔、轴零件装配过程中零部件之间的接触力、表面质量与接触微变形的关系；研究零部件之间尺寸、形位误差、相互位置及姿态对装配过程的配合影响；研究

不同材料、形状零部件间接触刚度、连接强度等对装配后综合质量的影响；建立多参数作用试验台，对多因素影响进行解耦处理，形成以非接触感知或触觉感知等为反馈信息的主动调整装配技术和被动自适应装配技术；在装置结构上、解耦算法上和控制方法上提供可适应不同零部件柔性装配的技术解决方案。

8. 模具用高性能低成本铝合金开发应用研究（申请代码：201208，需联合企业申报）

开展模具用低成本高性能铝合金开发应用研究。具体研究内容包括：1) 模具铝合金成分设计优化；2) 模具铝合金热加工过程调控；3) 模具铝合金时效析出行为调控及其高强、高导热机理研究；4) 模具铝合金耐热组织特征及其耐热机理研究；5) 模具铝合金制备的原型技术及其工业化推广应用研究。

9. 高强度 Fe-Cr-Al 耐热不锈钢复杂结构零部件增材制造工艺开发与应用研究（申请代码：201209）

针对核电、火电、化工、锅炉等重要工业领域对 Fe-Cr-Al 耐热不锈钢增材制造零部件的潜在重要需求，针对其在高温、高压等条件下的典型应用环境，开展该合金材料复杂零部件增材制造工艺优化研究。主要内容包括：1) 增材制造关键工艺参数与合金显微组织、晶粒尺寸之间的内在联系及调控工艺技术研究；2) 热等静压、固溶、淬火、回火等后处理工艺对合金制品显微组织及力学性能的影响规律及调控工艺技术研究；3) 外场辅助对增材制造成形合金晶粒细化的作用及控制工艺技术研究。

（二）材料科学与工程

1.面向合成气制备的 CO₂ 还原电催化剂的研发与应用（申请代码：201101，需联合企业申报）

制备和调控过渡金属二硫化物 (MX₂) /金属复合催化剂。通过控制 MX₂ 表面沉积金属的成分、含量和尺寸,改善金属基 CO₂ 还原活性位点的催化活性和选择性;在 MX₂ 表面构筑空位缺陷、杂原子位点,调节析氢活性位点的数量和活性;借助先进表征技术,获取不同活性位点的原子排布、电子结构等信息,结合催化性能结果和高通量计算模型,深入探究催化反应机理,指导催化剂的可控制备与精确调控,缩短高性能催化剂研发周期。通过实验与理论计算结合,将催化剂中贵金属比例控制在 10%以内,降低催化剂生产成本,控制合成气的组分比例 (CO/H₂) 在 0-20 范围内可调,满足费托反应、甲酰化等不同化工过程对合成气组分的需求。

2.新能源汽车行业用有机硅发泡材料研发（申请代码：201102，需联合企业申报）

要求研发一种制造效率高、品质好、发泡倍率高,减振效果好或比表面积大、隔热性能优良的发泡材料,解决比重低,泡孔不均匀,永久压缩形变低等关键问题。项目内容包括:1)液体硅橡胶基胶的设计与制备,优化最终实验配方成分、中试以及放大生产验证;2)液体硅橡胶发泡成型工艺的选择与分析研究;3)液体硅橡胶发泡密封圈的样品性能测试和可靠性测试的验证研

究，结合中试、放大生产验证及量产工艺研究方案，最终形成稳定制备工艺。

3. 压电驱动型自充电电池的设计及性能研究（申请代码：201103）

基于压电效应研发一种低成本的柔性自充电电池。该电池可在受到外力作用时，产生压电电压以驱动电池离子进行电化学反应，从而转换机械能为可存储的电化学能。项目指标为：1) 所构建的自充电电池具有良好的柔性或拉伸性能；2) 电池可在 0.1 C 条件下稳定循环 100 次以上，循环后可逆容量不小于 30 mA · h g⁻¹；3) 对电池进行拍打、弯折或者静压 5 分钟后，单个电池最终自充电电压接近 0.5 V；4) 电池可采用串联的方式驱动一定数量的 LED 灯珠、计算器和湿度计工作。项目的实施预期应为自充电电池的研究提供相应的理论和实验依据，并服务于佛山市相关领域的创新需求和经济发展。

4. 三元高镍 NCM 正极材料的表面修饰(申请代码:201104)

针对三元高镍 NCM 正极材料的循环性能差问题，对其进行表面包覆，以提高电池的循环性能。从包覆层的结构、电导率和力学性能出发，筛选出具有石榴石结构的、高离子-电子电导率的混合导体 $\text{Li}_{7+x}\text{La}_3\text{Zr}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_{12}$ (LLZCO) 材料作为包覆层，并通过共沉淀法，在 NCM 颗粒表面包覆一层 LLZCO 材料以提高 NCM 的循环稳定性。主要研究内容包括高镍 NCM 正极颗粒表面修饰层的制备；修饰层的成分、厚度对材料电化学性能的影响；修饰

前后 NCM 正极颗粒微观形貌的表征以及循环过程中正极颗粒的微观形貌变化。

5.新型相变微胶囊功能流体于强化传热系统的关键技术研究（申请代码：201105，需联合企业申报）

为解决高热流密度系统散热冷却难题,以 MPCM-LFTF 为研究对象,基于多尺度结构和介尺度机制,针对相变微胶囊(MPCM)潜热型功能流体(LFTF)于微通道紧凑换热器热输运过程强化传热科学本质展开研究。采用实验与数值模拟等研究手段,对 MPCM-LFTF 界面及固液界面进行定量描述和定向调控,进行热输运完整过程双区间段协同调控的强化传热。基于固液两相流同微通道结构匹配,建立稳定相变流动体系,明晰 MPCM-LFTF 各区间段多尺度流体结构特征,掌握固液两相流多尺度结构产生机理及介尺度结构动态演化特征。揭示固液界面调控对系统强化传热影响机制,建立基于介尺度结构的固液两相流体热输运流动传热综合数学模型,探明不同区间段固液流动传热机制及两区间段间强化传热的协同调控方法,探究 MPCM-LFTF 固液两相流动传热无因次放大参数和放大准则,为新型潜热型流体工质工业应用提供理论基础和技术支撑。

6.新能源汽车用高性能软磁复合材料制品及其应用（申请代码：201106，需联合企业申报）

针对新能源汽车对高性能软磁复合材料的需求,重点突破耐高温绝缘包覆层材料设计、粉体改性技术、批量粉末包覆技术以

及热处理技术，掌握铁基软磁复合材料磁性能调控的原理和关键技术，建立原料粉末、工艺参数与产品磁性能、力学性能和尺寸精度的关联。开发出具有优异的磁性能、耐热性、强度、尺寸精度和使用寿命的高性能铁基软磁复合材料，并能在新能源汽车的直流转换器、定子和转子、车载充电电机或 DC/DC 变换器的磁路元件中得到应用。

7.基于陶瓷抛光渣的高值利用设计制备高性能轻质外墙保温材料（申请代码：201107，需联合企业申报）

为解决陶瓷抛光渣循环利用问题，以抛光渣为原料生产多孔保温材料。针对其工艺过程中烧成温度高、产品耐火性能差等问题，深入探究其化学组成、发泡机理对产品制备工艺、综合性能的影响规律。通过调节原料配方、改进发泡工艺等方式，降低抛光渣轻质多孔保温材料的烧成温度，提升其耐火温度，以期为抛光渣等陶瓷固体废弃物循环利用获得高性能轻质保温建筑材料提供理论指导、共性思路以及稳定的制备工艺。

（三）电子信息

1.大数据驱动的智能光伏楼宇能量管理技术（申请代码：201301）

基于大数据分析技术开展光伏楼宇能量管理技术研究，以优化用电成本、促进光伏消纳、提升舒适性为目标，制定电力负荷的实时调度策略。主要研究包括以下两方面：1) 面向多源异构数据的光伏功率超短期预测方法，融合地基云图与光伏功率数据

建立光伏功率超短期高精度预测模型，包括：基于卷积神经网络的地基云图特征提取方法与多源异构信息融合方法；深度学习模型的结构优化方法。2) 基于深度强化学习的能量管理策略，包括光伏楼宇能量系统的马尔可夫决策过程模型；研究适用于离散-连续混合决策空间的强化学习框架，用于调度连续可控负荷与离散可控负荷；部署并验证相关技术的可行性与先进性。

2.5G+移动机器人毫米波环境感知系统研制（申请代码：201302）

结合 5G 技术和毫米波成像雷达软硬件并应用到机器人智能化领域。开展以下研究：单芯片集成化毫米波雷达和虚拟孔径 4D 成像雷达，集成射频前端、DSP 和 MCU 的 RFCMOS 单芯片毫米波传感器，在减小尺寸的同时扩大检测空间并提高速度分辨率；基于 5G 通讯的 V2X 技术结合毫米波导航，在硬件方面融为一体；将超小型便携自适应波束成形、切换和跟踪的天线模组，智能闭环算法射频模组微型、模块化，实现毫米波雷达天线和 5G 通信天线的复用和高分辨率成像；深度学习实现 3D 目标检测分为基于区域注意力方法和单阶段网络的方法，提取区域特征确定类别，或对象的 3D 边界，与成像目标先验模型相对应的成像系统，最终实现 5G+移动机器人毫米波环境感知系统。

3.雷达遥感图像在城市发展规划监测中的应用（申请代码：201303）

基于极化 SAR 的城市环境动态监测已经逐渐实用化，紧密

结合当前研究现状，针对极化 SAR 城市环境监测和城市发展变化监测问题，开展如下研究：建筑物目标物理散射机制、散射特征提取及分析、城市区域分类、以及基于深度学习的城市发展变化检测等。随着先进遥感技术的快速发展，本研究具有重要的实际应用前景。

4.基于可见光传输的物联网能量自持续技术和应用研究（申请代码：201304）

为实现可见光传输物联网的能量自持续，从能量数据一体化终端设计、能量数据一体化传输方案设计、基于能量数据一体化传输的通信定位算法设计。基于 LED 光源电光转换和硅光电池光电转换特性，给出二者能够相互配合实现能量数据传输的条件，并以此为依据设计满足条件的发送及接收终端。在终端设计的基础上，进一步调整能量数据一体化传输方案，包括发射端采用特定编码使得光信号传输能量更大，以及在接收端如何分离能量及数据信号。针对能量数据一体化传输得到的数据信号，设计既要求满足通信或定位需求又具有较低能耗的合理算法，包括降低算法运行的操作步骤，以及必要的能量优化算法，进而实现物联网的能量自持续。在此基础上搭建基于可见光传输的能量数据一体化传输系统，结合相关协议给出物联网能量自持续的实现案例。

5.车辆集群管理优化控制研究（申请代码：201305）

通过对特定运输场景中的汽车集群管理，如码头、厂区与露天矿山等环境，降低运输车队的运输成本和提高运输效率。研究

内容包括：1) 基于路径信息的传动系统优化控制策略：研究坡道、载重量、运输效率等因素作为约束条件下，传动系统优化控制算法；2) 离散条件约束下车队集群的最优控制算法研究：根据路网信息、车队集群信息、传动系统最优控制目标等因素，研究车队集群的最优控制算法；3) 开展模块化可组装车辆的控制研究：根据运输需求，选取相应的模块化车轴单元，采用快速连接装置构建满足不同需求的运输车辆；4) 研究不同车轴组装下的车辆行驶、制动及稳定性等集成控制系统；5) 智能驾驶的人机交互：根据实时驾驶平台，研究智能车辆中驾驶员与车辆控制系统间的人机交互问题；6) 研究驾驶控制权的任务交接条件、车辆的行为变化，以及人对自主车辆的信任机制等。

6.基于人工智能的医疗疾病精准智能诊断和病因可视化分析新方法研究（申请代码：201306）

以实现医疗疾病的精准智能诊断和病因可视化分析，指导临床治疗以及免疫和疾病本身的深入研究为目标，结合 TCR/BCR 免疫组库测序数据，检验、病理、影像、随访等医疗大数据，研发基于基因算法、进化算法等生物计算、机器学习、深度学习等新一代人工智能技术的医疗疾病数据特征提取可视化和诊断预测方法系统，从而达到疾病预警的目的，并指导健康管理和临床诊疗。针对不少于 2 种的常见疾病，建立完整的疾病数据库（完整性需覆盖诊前、诊中和诊后等各个阶段），形成疾病数据的标准化采集处理方案；研发出 3 种以上国内外文献未见报道的医疗

疾病数据特征提取可视化与诊断预测技术方法；面向建立的常见疾病数据库，建立至少 3 个数据分析模型应用于疾病的智能辅助诊断，辅助决策支持准确率不低于 90%；申请不少于 3 项技术发明专利和软件著作权。

（四）新基建

1.智能基础设施结构健康监测（申请代码：201401）

针对重要建筑、桥梁、地铁、路基、城市边坡的状态感知、施工及运维环境安全决策、健康监测数据挖掘与服役评估等目标开展研究。拟实现设施运行状态的全息感知、精准预测、精确评估、主动管控，最终保障设施的运行安全。主要研究内容包括：
1) 基础设施全息立体感知技术与装备；2) 基于大数据可视化的监测数据挖掘技术；3) 基础设施全生命周期服役状态评估技术；
4) 考虑不确定性耦合的基础设施安全预警技术。