

中兴通讯产学研合作论坛

基金项目详细说明

(2024 年)

说明：本说明仅限中兴通讯产学研合作论坛成员单位及其他特定合作单位内部使用，未经中兴通讯书面同意，不得以任何方式传递给第三方。

目 录

一、无线通信技术	4
2024ZTE01-01 课题名称: 大容量场景低时延高可靠技术研究.....	4
2024ZTE01-02 课题名称: 基于蜂窝网络的通感一体化技术研究.....	4
2024ZTE01-03 课题名称: 基站防伪 GNSS 干扰算法研究.....	5
2024ZTE01-04 课题名称: 大型空间可展开天线机构技术研究.....	6
2024ZTE01-05 课题名称: 多模多频滤波器灵活拓扑结构实现研究.....	7
2024ZTE01-06 课题名称: 功放宽带信号并发技术.....	8
2024ZTE01-07 课题名称: 毫米波器件非线性建模及大功率波束赋形技术研究.....	8
2024ZTE01-08 课题名称: 基于非易失性材料的新型导电桥存储器的研究.....	10
2024ZTE01-09 课题名称: 双入功放 phase tuner 实现技术.....	11
2024ZTE01-10 课题名称: 可配置智能表面辅助的无线能量传输技术研究.....	12
二、网络及光传输技术	13
2024ZTE02-01 课题名称: S 波段光放大器.....	13
2024ZTE02-02 课题名称: LCoS 特性模型与灵活控制算法研究.....	15
2024ZTE02-03 课题名称: 广义 LDPC 算法研究.....	16
2024ZTE02-04 课题名称: 网络流量超分辨率研究.....	17
2024ZTE02-05 课题名称: 数据中心交换机在网计算技术研究.....	19
2024ZTE02-06 课题名称: 光网络传输链路的定界定位技术应用研究.....	19
三、多媒体技术	20
2024ZTE03-01 课题名称: 多任务视觉基模型技术研究.....	20
2024ZTE03-02 课题名称: 基于声纹识别算法的预测性维护和故障诊断技术研究.....	21
2024ZTE03-03 课题名称: 可编辑 Nerf 技术研究.....	22
2024ZTE03-04 课题名称: 散料堆场容积精准测量技术研究.....	23
2024ZTE03-05 课题名称: 轻量化容积视频生成关键技术研究.....	24
四、可靠性技术	25
2024ZTE04-01 课题名称: 液冷工质相容性研究.....	25
2024ZTE04-02 课题名称: 纳米毛细芯超低热阻均温板技术研究.....	27
2024ZTE04-03 课题名称: 焊料合金/焊点形貌对高速高频信号的影响研究.....	28
2024ZTE04-04 课题名称: 单相浸没散热强化技术研究.....	30
2024ZTE04-05 课题名称: 超重散热器芯片抗冲击技术研究.....	31
2024ZTE04-06 课题名称: 中低温高可靠性合金的焊接及焊点长期可靠性研究.....	32
2024ZTE04-07 课题名称: 内容质量检测模型与原型系统.....	33
2024ZTE04-08 课题名称: 基站环境污染颗粒物理化性质分析.....	34
2024ZTE04-09 课题名称: 面向 5G 全连接工厂的端到端网络可靠性评价技术.....	35
五、能源技术	36
2024ZTE05-01 课题名称: 光伏并网逆变器弱电网稳定性研究.....	36
2024ZTE05-02 课题名称: 构网型逆变器关键技术研究.....	37
2024ZTE05-03 课题名称: 储能电池加速老化分析和寿命预测技术.....	37
2024ZTE05-04 课题名称: 光伏组串故障仿真与检测关键技术研究.....	39
2024ZTE05-05 课题名称: 功率变换数字控制优化关键技术研究.....	39

2024ZTE05-06 课题名称: 光伏逆变器拉弧检测算法关键技术研究.....	41
2024ZTE05-07 课题名称: 基于机理的数据中心智能运维关键技术研究.....	42
2024ZTE05-08 课题名称: 大电流负载点电源关键技术.....	43
2024ZTE05-09 课题名称: 高功率密度双输入 AC/DC 电源关键技术.....	44
2024ZTE05-10 课题名称: 锂电池高温性能提升.....	44
2024ZTE05-11 课题名称: 20KW 汽车无线充电功率变换关键技术研究.....	46
六、智能终端技术.....	46
2024ZTE06-01 课题名称: 5G 高增益毫米波天线研究.....	46
2024ZTE06-02 课题名称: RIS 在终端上的应用研究.....	47
2024ZTE06-03 课题名称: 共口径小型化高增益天线研究.....	48
2024ZTE06-04 课题名称: 终端卫星天线研究.....	48
七、集成电路技术.....	49
2024ZTE07-01 课题名称: 射频直采 DAC 可变增益输出器.....	50
2024ZTE07-02 课题名称: 先进封装微纳尺度材料可靠性行为表征技术.....	50
2024ZTE07-03 课题名称: FD-SOI 工艺优化和物理建模技术研究.....	51
八、数字化技术.....	52
2024ZTE08-01 课题名称: 核心网数字孪生场景与建模技术研究.....	52
2024ZTE08-02 课题名称: 3D GIS 引擎及自动建模技术.....	53
2024ZTE08-03 课题名称: 数据和知识驱动的数字孪生网络关键技术研究.....	54
2024ZTE08-04 课题名称: 城市生命线燃气风险评估模型研究.....	56
2024ZTE08-05 课题名称: 基于大模型的“光储直柔”关键技术研究.....	58
2024ZTE08-06 课题名称: 支撑交易架构的供应链算法-双向模拟快速求解.....	59
2024ZTE08-07 课题名称: 智能持续集成技术研究.....	59
九、安全技术.....	60
2024ZTE09-01 课题名称: 电信主机内生可信技术.....	60
2024ZTE09-02 课题名称: 云原生安全通信技术.....	62
2024ZTE09-03 课题名称: 基于内容检测的大模型安全防护.....	64
十、计算存储技术.....	65
2024ZTE10-01 课题名称: 通用 ARM CPU AI 加速.....	65
2024ZTE10-02 课题名称: 大数据流批引擎 Flink 支持向量化加速.....	66
十一、数据库技术.....	67
2024ZTE11-01 课题名称: 嵌入式数据库性能评估工具与故障自诊断技术.....	67
2024ZTE11-02 课题名称: 全密态数据库技术研究.....	68

一、无线通信技术

2024ZTE01-01 课题名称：大容量场景低时延高可靠技术研究

合作内容：

提出满足 0.1ms 时延以及 7 个 9 的传输可靠性技术，解决无线信道和干扰不确定性对传输的影响。对于传输时延，优先考虑不确定业务周期的上行传输时延的满足，对于可靠性，不仅要考虑如何实现 7 个 9 的传输可靠性，还要考虑传输效率，保证大量低时延高可靠用户或大量低时延高可靠业务场景下的传输需求，并给出高效合理的评估方法。

研究方向：

1. 高效的评估方法研究；
2. 空口相关技术研究；
3. 高层相关技术研究。

要求 1：不仅仅是时域资源、频域资源、空域资源、功率域资源、多链路资源的叠加，需要重点考虑如何更为高效的传输，在满足所述低时延高可靠指标前提下，在资源效率或容量上有所突破；

要求 2：研究的技术要具备可标准化性和可实用性；

要求 3：相对于 5G 技术和其他现有技术，要具有开创性，或者，颠覆性。

预期目标：

满足 0.1ms 时延以及 7 个 9 的传输可靠性，同时，在资源效率或容量上有所突破。

指标要求：

1. 0.1ms 时延以及 7 个 9 的传输可靠性；
2. 在满足 0.1ms 时延以及 7 个 9 的传输可靠性约束下的大容量提升。

交付物：

研究报告、仿真报告、仿真代码、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE01-02 课题名称：基于蜂窝网络的通感一体化技术研究

合作内容:

通信感知一体化是 6G 技术与业务的主导趋势之一，但是由于传统通信、感知长期独立发展，需求各异，构建基于蜂窝网络的通感一体化系统也面临诸多技术挑战，本课题拟对如下技术进行重点研究：

1. 基于蜂窝系统的网络化感知波形设计和多点/多频带协同微弱目标探测技术；
2. 基于蜂窝系统通信信号的鲁棒感知技术；
3. 巨量感知数据高效压缩和蜂窝站点间回传技术；
4. 通感一体化组网技术。

预期目标:

提出创新性解决方案，要求方案能充分利用 B5G/6G 网络在帧结构、资源分配、硬件架构、网络部署等方面的特点和优势，在提供通信服务的同时实现无缝、低成本、高精度的感知。

交付物:

技术进展调研简报、研究报告、算法实现代码、专利、论文等。

期望期限:

2025 年 Q4。

2024ZTE01-03 课题名称：基站防伪 GNSS 干扰算法研究

合作内容:

GNSS（GPS/北斗）授时是基站授时的主要方式。基站应用时，可能存在伪 GNSS 干扰，从而影响网络性能。

合作内容为基站防伪 GNSS 干扰算法研究。包括以下两个内容：

1. 伪 GNSS 干扰识别：根据 GNSS 接收机在正常和受伪 GNSS 信号干扰时输出的信号特征，完成伪 GNSS 干扰识别。检测到伪 GNSS 干扰后，也能识别伪 GNSS 信号干扰消失；
2. 定位干扰源位置。可以快速找到干扰源的位置，便于排查和消除干扰信号。

预期目标:

1. 基站侧能识别伪 GNSS 信号，检测到伪 GNSS 干扰后，也能识别伪 GNSS

信号干扰消失；

2. 能够定位伪 GNSS 信号源的位置。

指标要求：

- a. 伪 GNSS 干扰识别准确率 90%以上；
- b. GNSS 干扰源定位准确率 90%以上。

交付物：

方案、算法、专利和论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE01-04 课题名称：大型空间可展开天线机构技术研究

合作内容：

1. 大型空间可展开天线机构方案设计，涉及二维展开方案和展开过程优化设计；

2. 大型空间可展开天线机构原理分析与论证，从理论角度，分析和论证可展开天线机构方案的可行性；

3. 大型空间可展开天线机构运动学和动力学仿真分析与优化，包括收拢状态模态分析、展开过程运动学和动力学仿真分析、展开状态静力学和动力学仿真分析；

4. 展开与锁定铰链拓扑布局和铰链刚度优化设计，使得整体刚度最优；

5. 缩比原理验证模型制作与可展开功能验证。

预期目标：

1. 完成大型空间可展开天线机构方案设计；

2. 完成大型空间可展开天线机构原理分析与论证；

3. 完成大型空间可展开天线机构运动学和动力学仿真分析与优化；

4. 完成展开与锁定铰链拓扑布局和铰链刚度优化设计；

5. 完成缩比原理验证模型制作与可展开功能验证。

指标要求：

空间大型可展开天线机构设计：

1. 展开面积：60 m²~100 m²；

2. 展开时间、收拢尺寸和整体重量满足平台要求；
3. 实现平稳可靠的二维展开；
4. 展开后刚度和平面度满足结构和电气性能要求。

交付物：

方案设计报告、原理分析与论证报告、仿真模型、仿真分析与优化报告、铰链设计报告、原理验证模型、可展开试验报告。

期望期限：

1 年。

2024ZTE01-05 课题名称：多模多频滤波器灵活拓扑结构实现研究

合作内容：

多模多频滤波器技术以单腔的多种谐振模式分别配置实现滤波器的多个工作通带，可实现多频滤波器体积的成倍缩减。然而多模多频滤波技术中灵活拓扑的实现困难、快速仿真的方法暂缺、多频零点的独立构建和独立调控机理研究存在空白，导致现有多模多频滤波器仿真效率低下、抑制水平无法满足基站产品规格要求。本课题旨在解决以上技术壁垒，产出多模多频场景下的多零点实现方案与快速仿真指导，完整释放多模多频滤波技术在基站应用中的小型化潜力。

预期目标：

解决多模多频场景下的多零点构建、独立调控调谐与仿真效率低下问题，产出具具备基站滤波器规格实现能力的多零点解决方案与多模多频滤波器快速仿真指南。

指标要求：

基于多模介质谐振器设计多频滤波器，1.8GHz 频段响应为 10 阶 4 零点，带宽 80MHz，2.1GHz 频段响应为 8 阶 3 零点，带宽 70MHz；零点强度：强零点位置可达到带外 12MHz 内；零点独立性：双频零点调整独立系数小于 0.1（即调整某频段零点移动 1MHz 时另一频段零点移动小于 0.1MHz）。

交付物：

1. 多模多频零点独立构建方案，含方案设计与仿真模型；
2. 多模多频零点独立调控方案，含方案设计/仿真报告/专利布局；
3. 多模多频快速仿真方法，含仿真报告与仿真指导；

4. 多模多频多零点方案，含仿真模型/仿真方法/样机测试/专利布局；
期望期限：
1 年。

2024ZTE01-06 课题名称：功放宽带信号并发技术

合作内容：

宽带功放在实际应用中除了保证各个频段的指标性能外，信号并发时会遇到新的问题，本课题要求对信号并发机理进行研究，给出并发宽带功放指标影响因素以及提升方法，实现宽带功放效率提升。

预期目标：

1. 第一阶段：对宽带并发完成行业调研分析；
2. 第二阶段：基于当前问题完成相关理论过程分析；
3. 第三阶段：给出如 peak 开启等技术点分析以及设计目标；
4. 第四阶段：收益分析验证。

指标要求：

理论结合实际，给出宽带功放并发相关指标影响因素及控制方法，实现宽带功放效率最优。目标双频并发效率相比单频下降 1%以内（视理论研究结果可进行调整）。

交付物：

调研报告、理论分析报告等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE01-07 课题名称：毫米波器件非线性建模及大功率波束赋形技术研究

合作内容：

合作方向为毫米波大功率调幅调相(BF)芯片，内容为：

1. 研究与工艺参数相关联的物理基器件模型，要求在保持甚至提升模型精度的前提下，大幅度地增加非线性表征能力（包含热效应及陷阱效应），非线性模型精度达 80%以上（直流与射频）；

2. 研究神经网络模型，要求在保持甚至提升模型精度的前提下，大幅度地降低用于电路设计的模型开发难度，实现多类型晶体管的通用建模方案；

3. 毫米波芯片异质集成是一种能够极大提升毫米波 BF 芯片输出功率的技术路径，研究毫米波 GaN/GaAs 大功率高效率技术与 Si 基调幅调相技术的结合，实现毫米波 BF 芯片的功率提升。

预期目标：

2024 年挑战目标：

1. 自热效应建模取得突破，模型精度大于 80%；
2. GaN HEMT 神经网络模型建模取得突破，模型精度大于 90%（直流与射频）；
3. 实现 Si 基工艺与 GaN 工艺的异质集成芯片，打通技术路径，其饱和输出功率达到 1W 以上，效率提升 10%以上。

2025 年挑战目标：

1. 陷阱效应建模取得突破，模型精度大于 80%；
2. 建模方法兼容 GaAs HBT，模型精度大于 90%（直流与射频）；
3. 毫米波 BF 芯片饱和功率达到 2W 以上，效率提升 20%以上。

指标要求：

1. 与传统模型相比，增加工艺表征能力，模型精度大于 80%；
2. 与传统模型相比，增加非线性效应表征能力，模型精度大于 90%（直流与射频）；
3. 毫米波 BF 芯片饱和功率达到 2W 以上，相比现有商用 BF 芯片，效率提升 20%以上。

交付物：

第一阶段：

1. 输出本征模型核心方程推导分析及仿真结果；
2. 输出神经网络模型建模方案框架并进行初步论证，评审通过；
3. 异质集成 GaN 工艺确定，仿真实现饱和功率 1W 以上，PAE 达到 25%以上；

第二阶段：

4. 输出自热效应核心方程框架，建模方案报告及仿真验证报告；

5. 输出 GaN HEMT 可仿真神经网络模型及详细建模方案报告，同时输出仿真验证报告，评审通过；

6. 异质集成 Si 基调幅调相功能仿真完成，360 度内实现 6bit 调相控制，34.5dB 范围内实现 6bit 调幅控制；

第三阶段：

7. 输出陷阱应核心方程框架，可仿真模型，建模方案报告及仿真验证报告；

8. 输出 GaAs HBT 可仿真神经网络模型及详细建模方案报告，同时输出仿真验证报告，评审通过；

9. 完成 GaN 工艺与 Si 基工艺的异质集成仿真，其性能指标不能恶化；

10. 完成器件的模型验证，流片以及评估测试，输出器件样品以及技术评估报告。

期望期限：

18 个月。

2024ZTE01-08 课题名称：基于非易失性材料的新型导电桥存储器的研究

合作内容：

导电桥存储器（Conductive Bridge Random Access Memory, CBRAM）是非导电性材料的电阻在外加电场作用下，在高阻态和低阻态之间实现可逆转换为基础的非易失性存储器。作为结构最简单的存储技术，CBRAM 结构看上去像一个三明治，绝缘介质层（阻变层）被夹在两层金属之间，形成由上、下电极和阻变层构成金属-介质层-金属（MIM）三层结构。CBRAM 可以实现十字交叉阵列的结构集成，为 DRAM 和 Flash 的融合提供了一种可行方案。一方面，CBRAM 具有访存速度快，静态功耗低和数据非易失等优良特性，同时微缩性良好，且构造的存储单元尺寸小，故而也可实现高密度的片上存储；另一方面，它与 CMOS 工艺兼容，具备在原位执行计算的能力。当它替换通讯体系中的部分组件时，可以体现低功耗、高性能、高集成度等优势，更加贴合 6G 的应用场景和性能指标。

就目前而言，CBRAM 的产业化仍面临材料、器件、阵列、电路等多个方面的重重挑战。在器件层面，数据保持性、器件耐久性、性能一致性、线性度、电导态数量、功耗、转变速度等需要显著的提升；在阵列层面，漏电流、寄生电阻限

制的阵列规模；在电路层面，大量模数转换电路增大了硬件开销，降低了能效和面积利用率，需要器件与电路的协同开发加以优化。

预期目标：

1. 材料层面：探索新介质材料以满足对能效、速度、耐久性等的要求；优化电极材料，考虑 Cu、W 等电极材料，增强后端兼容性；
2. 器件层面：显著提升耐久性、一致性等可靠性指标，以及面向特定应用场景的核心性能指标；降低寄生表面电压，固化导电细丝路径、形状等；
3. 电路层面：配合器件予以协同研发、优化及迭代。

指标要求：

明确应用场景后具体分析。

交付物：

面向实际应用的新型 CBRAM 器件，以及配套电路。

期望期限：

1 年。

2024ZTE01-09 课题名称：双入功放 phase tuner 实现技术

合作内容：

行业调研，分析适用于 phase tuner 的工艺，给出既定幅相特性设计方法。给定幅相需求，进行硬件电路实现以及效果测试。

预期目标：

- 第一阶段：工艺调研，明确实现采用方案；
- 第二阶段：不同需求电路拟合实现验证；
- 第三阶段：具体需求 phase tuner 电路实现；
- 第四阶段：用于实际功放测试验证。

指标要求：

满足既定幅相特性要求，配合功放实现效率收益。

交付物：

调研报告、方案、验证报告等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE01-10 课题名称：可配置智能表面辅助的无线能量传输技术研究

合作内容：

未来智慧城市中，无线电子设备连接到无线供电通信网络中，不仅需要通信服务，同时需要无线供电服务。可配置智能表面作为一种低功耗、低成本、高增益器件，能够通过独立单元灵活调控电磁波相位的特性，实现波束形成及波束聚焦。因此，需要在无线能量传输场景中，研究如何利用智能反射面的相位可调特点提升无线能量传输效率。

现有工作表明，远场条件下无线能量传输效率较低且需要较大口径的接收天线进行能量收集，而当距离在辐射近场区域时，可以通过近场聚焦波束的设计使能量在近场区的小范围内汇聚进而可以在保证传输效率的同时减小接收口径。而为提升近场传输效率，首先需要明确终端设备处即焦点位置、精确估计近场信道信息，且基于设备位置及信道信息，如何设计科学的超表面相位调控实现精准高效的近场能量聚焦、为设备提供能量传输是一个待解决的难题。

另外，未来场景应用多样，单一固定的聚焦不够适配实际移动场景，因此，需要充分利用位置信息或反馈信息，设计自适应动态可调的 RIS 辅助的无线传能系统，同时实现多设备多点聚焦。

合作方向及主要内容包括以下 5 个方面，

1. RIS 辅助进行感知定位以实现厘米级定位；

近场 RIS 设计之前，首先需要明确焦点的位置。希望通过在 RIS 辅助后进行精确定位，系统实现设备/接收器的位置感知与实时反馈。

2. RIS 辅助实现能量近场波束聚焦的相位设计；

基于反馈机制获知设备定位信息的情况下，仍需估计准确的信道信息或建立准确的信道模型以支撑精准的 RIS 的相位优化设计。因此，需要结合电磁场理论，建立大规模阵列下的电磁场传播模型，合理调节超表面上每个单元的相位，使其电场在焦点处实现同相叠加即波束聚焦，最终提升 RIS 辅助系统的能量传输效率。

3. RIS 辅助多设备无线能量传输的多点聚焦设计；

在多台设备无线供电的需求下，需要根据多个目标设备的位置和不同的能量需求，进行 RIS 单元阵列的相位设计，实现多波束的能量聚焦同时尽可能减小干

扰或能量损耗，将能量有效传输到多个设备满足其需求。

4. 低时延的 RIS 辅助近场无线能量传输的动态聚焦；

在设备移动位置的情况下，需要同样保证设备的输能需求，因此，需要设计完整的系统反馈与执行架构，以及适配的相位优化算法，实现低时延、自适应的动态可调波束聚焦。

5. 近场无线能量传输应满足电磁兼容和电磁控制标准。

无线传能因为涉及到对智能终端的高效充电服务，需要考虑在传能的过程中避免对人体健康产生伤害，在算法上或者其他方面考虑高效传能的同时满足国际和国内有关电磁兼容和电磁控制的标准。

预期目标：

在 RIS 辅助无线能量传输系统下，充分利用设备的定位信息合理优化 RIS 相位，通过 RIS 独立控单元对波束的相位调控，实现近场波束聚焦，提升能量传输效率，进一步地，期望在多设备移动场景下，实现快速响应的动态可调多波束聚焦。

指标要求：

1. 传输距离 1~10m，达到 10%及以上的近场能量传输效率；
2. 支持对终端设备的厘米级定位；
3. 支持对终端设备的低速移动，移动速度低于 3 公里/小时。

交付物：

1. 方案文档、论文、专利等。
2. 无线传能实物展示。

期望期限：

1 年。

二、网络及光传输技术

2024ZTE02-01 课题名称：S 波段光放大器

合作内容：

实现 80 波 800G 即 64T 系统传输容量，工作波段需要由 C+L 扩展到 C+L+S。S 波段光放大器用于 800G 及 800G+高速，大容量传输系统，实现 S 波段光信号放

大。工作波长覆盖 1470nm~1521nm。其难点为宽波段、大输出光功率以及低噪声。本课题涉及 S 波段光放大器增益光纤基质组分研究、S 波段光放大器增益光纤研制和 S 波段光放大器原理样机研制。需要完成 S 波段光放大器增益光纤的设计、制备、测试。给出满足商用指标要求的 S 波段增益光纤设计、制备方案并保障 S 波段增益光纤量产。同时，需要完成 S 波段光放大器原理样机设计和性能指标测试。给出满足商用指标要求的 S 波段光放大器方案并保障 S 波段光放大器模块研发和量产。

预期目标：

1. S 波段增益光纤基质玻璃设计；
2. S 波段增益光纤基质玻璃制备；
3. S 波段增益光纤设计；
4. S 波段增益光纤制备；
5. S 波段光放大器原理样机设计；
6. S 波段光放大器调测；
7. 专利、论文。

指标要求：

主要指标要求如下：

S 波段光 放大器	工作波长范围 (nm)	1470~1521
	增益 (dB)	>20dB
	最大输出光功率 (dBm)	≥23
	NF (dB)	≤6

交付物：

1. 报告：S 波段增益光纤基质玻璃设计方案、S 波段增益光纤基质玻璃制备和测试报告、S 波段增益光纤设计方案、S 波段增益光纤制备和测试报告、S 波段光放大器原理样机设计方案和 S 波段光放大器调试和测试报告；
2. 器件和系统：S 波段增益光纤若干和 S 波段光放大器展示样机；
3. 专利：专利、论文等。

期望期限：

2 年。

2024ZTE02-02 课题名称：LCoS 特性模型与灵活控制算法研究

合作内容：

波长选择开关（WSS）是一种用于光交叉（OXC）系统的关键器件，能够实现任意波长或波长组合在任意端口衰减、切换和阻塞的光器件。LCoS-SLM（以下简称 LCoS）是一种基于液晶技术的空间光调制器，能够实现对光束的强度、相位、偏振等参数的动态调控。在 WSS 应用中，相位型 LCoS 作为核心元件，用于实现波长选择、光束整形、光束导向等功能，LCoS 的准确相位面生成决定 WSS 功能实现及性能指标。

本次产学研课题包括两个层面的研究内容，一是 LCoS 特性模型的准确表征，由于 LCoS 的像素大小有限与边缘场效应的存在，相位面的输入与输出不完全一致。我们希望通过 LCoS 特性模型的准确表征，关于需要生成的 LCoS 相位面，可以提前通过准确预补偿的方式倒推出实际需要的相位面输入，在各 WSS 应用场景下得到与预期相位面功能一致的实验结果。二是 LCoS 的灵活控制算法研究，研究应覆盖两个方面的内容，对应 WSS 的端口切换场景和带宽调节场景。在 WSS 端口切换场景中，相较理想闪耀光栅，本应聚集在一阶的衍射效率由于光栅不理想被分配到高级次。关于这一部分的研究内容，我们希望实现目标端口耦合功率提升，及非目标端口耦合功率降低（即串扰抑制），并在二者优化至存在冲突时说明原因。在 WSS 带宽调节场景中，复色光被近似均匀地色散在 LCoS 的各列像素上，精细进行 LCoS 各列像素的控制等效于处理带宽，但单个通道可用像素数较为有限，一般为 13-16 列 x 540 行像素。因此，带宽调节研究应聚焦在利用有限的像素区域 1) 进行光谱整形以提升 0.5dB 带宽及 3dB 带宽，2) 研究带宽调节超分辨的算法，即并非整数开启列像素，而是对列像素的不同行像素做更精细处理。

在完成上述研究内容后，各种特性、算法的整合同样至关重要，最终的理想结果为对于任意期望输出的 LCoS 相位面，根据特性模型可以倒推出需要输入的相位面。并且，关于端口切换算法与带宽调节算法可自由组合使用而不产生相互冲突。如某些功能算法发生冲突，可阐明原因共同讨论。

预期目标：

完成 LCoS 特性模型及灵活控制算法（含带宽优化及串扰抑制算法）的建立，融合上述内容整合至统一程序框架内，并在 WSS 内完成移植验证。

指标要求：

1. 建立不多于 5 个参数的 LCoS 特性模型，在闪耀光栅相位面加载场景下实现仿真预测与实测+2、+1、0、-1 级衍射效率偏差不高于 $\pm 5\%$ 。指标验证场景：@5-20 光栅周期 && 1548.3nm && 无衰减场景，并说明在 1524.3nm-1572.27nm 波段、0-10dB 衰减量下特性模型精度变化及修正思路；

2. 带宽调节算法方面，相较于无光谱整形算法场景，精细化光谱整形实现 0.5dB 带宽提升量 $\geq 1\text{GHz}$ ，3dB 带宽提升量 $\geq 0.5\text{GHz}$ ；带宽调节实现 $\leq 0.5\text{GHz}$ 的最小光谱操控精度。指标验证场景：@可任选一光栅周期 && 1524.3nm-1572.27nm && 无衰减场景，并说明在 5-20 光栅周期、0-10dB 衰减量下的算法精度变化及修正思路；

3. 端口切换算法方面，相较于基础端口切换算法场景，在+1 阶能量损失不超过 1dB 前提下，+2、0、-1 阶能量抑制能力超过 5dB。指标验证场景：@5-20 光栅周期 && 1548.3nm && 0-10dB 衰减场景，并说明在 1524.3nm-1572.27nm 波长下的算法精度变化及修正思路。

交付物：

1. LCoS特性模型；
2. 带宽优化算法；
3. 串扰抑制算法的相关测试报告、仿真程序源码及技术说明文档；
4. 实现上述研究内容的架构整合，输出整体仿真程序及软件架构描述文档；
5. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE02-03 课题名称：广义 LDPC 算法研究

合作内容：

在目前的相干光通信系统中，DSP 算法带来的性能提升越来越有限，而 FEC 算法仍存在较大的性能提升空间，如广义 LDPC 码，业界研究表明该码型在提升瀑布区性能的同时，可以降低传统 LDPC 码的误码平层，但由于相干光通信系统

中对于 FEC 的各种约束，如高码率、高吞吐量、低功耗等，因此适用于芯片实现的广义 LDPC 码的码字构造至关重要。

课题需要解决的问题包括如下三个方向：

1. 广义 LDPC 的校验矩阵的设计选型；
2. 传统 LDPC 奇偶校验与广义校验的组合设计；
3. 广义码型和 LDPC 码型的混合译码设计。

研究内容包括：

调研广义 LDPC 码校验矩阵的设计方式，不同方案的性能、复杂度等关键指标对比，调研内容包括研究现状，如目前业内已公开发表的论文以及相关专利；

搭建算法仿真平台，调制格式为 QPSK，仿真研究规则 or 非规则校验矩阵的设计，广义码型与广义校验比例的配合选型，广义码型和 LDPC 码型的混合译码设计等，给出各方案的性能仿真结果以及复杂度分析。

预期目标：

对广义 LDPC 码进行算法研究以及仿真验证，净编码增益达到业界公开报导的领先水平。

指标要求：

码长小于 20000 bits，迭代次数在 20 次以内，FEC 开销在 30%以内，净编码增益大于 12.4 dB。

交付物：

1. 调研综述报告；
2. 完整仿真平台以及广义 LDPC 码型设计代码；
3. 广义 LDPC 码算法详细文档，包括算法原理、架构选择、算法步骤、参数影响、方案复杂度对比、仿真结果；
4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE02-04 课题名称：网络流量超分辨率研究

合作内容：

提出一种能够在大规模 IP 网络中广泛使用的低成本网络流量超分辨率方法，能够根据采集到的粗粒度流量数据生成细粒度的流量数据，解决数字孪生网络领域中的细粒度流量信息采集成本过高的问题。

背景：

1. 网络仿真需要大量细粒度的流量数据支持功能验证和性能评估；
2. 数字孪生网络需要实时流量数据作为各类网络服务模型的数据源；
3. 真实网络中细粒度的流量数据获取困难：传统网络设备一般只支持粗粒度的统计信息；全量的流量采集开销过大；流量使用需求复杂多样，按需采集开销过大。

研究内容：

1. 资源对象维度的流量超分辨率：需要研究一种方法，能够根据端口流量信息、拓扑、转发路由表，推知 ip 流级别的流量信息；
2. 时间维度的超分辨率：研究一种方法，能够根据粗时间粒度的流量信息，推知精细时间粒度的流量信息。

预期目标：

研发资源对象维度的流量超分辨率方法和时间维度的超分辨率方法，约束条件如下：

1. 能够在 1.5 万物理网元规模的 IP 网络中实施；
2. 采集信息不能影响现网业务体验和网络转发的性能。

指标要求：

1. 已知端口流量、隧道流量、拓扑、路由，推知 IP 流级别的流量，准确率大于 90%；
2. 已知 5 分钟级流量，推知秒级、毫秒级流量，准确率大于 90%。

交付物：

1. 可运行的原型系统和设计方案；
2. 超分辨率实现算法原理；
3. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE02-05 课题名称：数据中心交换机在网计算技术研究

合作内容：

AI 大模型和云 HPC 正在重塑数据中心网络的流量格局，网络逐渐成为新的性能瓶颈，在网计算技术可以有效实现计算效率的提升以及网络性能的优化，在未来 1-2 年内将成为明确的市场需求。

从技术层面分析，在网计算技术需要 xCCL 集合通信库、DPU 网卡、网络交换机软硬协同设计，跨领域特征明显，是当前学术界和产业界研究的热点，近几年也涌现出一批基于网络可编程芯片实现的优秀成果。公司以自研可编程交换机为基础平台，通过本课题探索具有差异化的在网计算产品解决方案。

预期目标：

1. 完成在网计算整体方案制定，包括主机侧软件、交换机软件以及相应的测试工具和方法。基于公司可编程芯片实现在网计算技术原型，性能相比 TrioML 提升 20%；

2. 通过对 AI 大模型和 HPC 业务趋势的分析，提炼在网计算对芯片的需求并给出设计方案建议。

指标要求：

实现原型样机，在同样的测试集下，相比业界其他类似方案有明显性能提升，初步预期相比 SwitchML 性能提升 2X，相比 TrioML 提升 20%；

原型样机包括主机侧软件，交换机软件以及相应的测试工具和方法。

交付物：

1. 方案设计文档、芯片设计需求文档、原型样机主机侧软件，交换机软件及其测试报告；

2. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE02-06 课题名称：光网络传输链路的定界定位技术应用研究

合作内容：

基站接入包括前传链路和回传链路。前传链路发生故障时，故障定位难度加大，一是由于断链导致的对端设备信息无法获取，二是由于光链路组网（哑）资

源的不可观测，带来运维职责划分不明确。准确的定界定位，可以提升故障排障效率。

通过增加对前传链路（CRAN/DRAN 组网）的可观测数据能力建设、数据特征的挖掘，形成完整的前传链路排障能力，包括但不限于以下内容：

1. 前传链路的故障数据特征提取；
2. 前传链路的故障定界定位；
3. 前传链路的哑资源识别；
4. 前传链路的组网链路还原。

预期目标：

提升前传链路故障排障效率和资源管理。

指标要求：

1. 前（回）传链路故障定界准确率 95%，定位准确率 85%；
2. 前（回）传链路组网还原准确率 95%。

交付物：

软硬件方案，软件算法代码，可集成的硬件原型。

期望期限：

1 年。

三、多媒体技术

2024ZTE03-01 课题名称：多任务视觉基模型技术研究

合作内容：

面向行业场景的视觉任务，通常需要针对特定的环境和检测目标进行定制优化，分派给差异化的视觉模型来负责。传统的做法是为每一个任务都训练一个模型，模型之间的架构、参数不尽相同，不仅导致了大量低效冗余，也限制了任务之间的知识共享和迁移。多任务的视觉基模型旨在统一各种面向单任务的视觉模型，实现多个任务之间网络架构的统一、模型结构的复用和模型参数的共享。通过构建单个统一的视觉模型，同时处理多元异构的视觉任务，而不需要为每个任务单独设计和训练模型，实现网络架构的统一、模型结构的复用和模型参数的共

享，利用不同任务之间的信息共享和互补，提高模型的泛化性，降低模型训练的时间成本，在多任务场景下具有广阔的应用前景。

预期目标：

1. 多任务的视觉基模型旨在统一各种面向单任务的视觉模型，实现多个任务之间网络架构的统一、模型结构的复用和模型参数的共享。大规模训练后的基模型可以通过低成本适配来获得用于单任务的小模型而无需从头重新训练，具有部署友好、节省推理时间和计算资源等优势。

2. 在应用场景方面，视觉基模型应包含大多数常见的视觉任务，包括图像理解任务，如目标检测、实例/语义/全景分割、场景识别和深度估计等任务，也能够囊括 low-level 的图像处理任务，如去噪、去模糊、超分辨率和超级夜景等任务。

指标要求：

1. 在目标检测、实例/语义/全景分割、场景识别和深度估计、low-level 的图像处理任务的公开数据集上同时达到 SOTA 水平；

2. 通过对一个大模型进行多任务学习和模型压缩，生成不同大小、不同功能、不同精度的子模型，在单个任务上进行子模型抽取时将参数量压缩超过 100 倍。

交付物：

技术研究报告、原型系统及算法（协议）源码、专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE03-02 课题名称：基于声纹识别算法的预测性维护和故障诊断技术研究

合作内容：

在工业、水利、电力等场景，存在很多自动化设备，产线空间跨度大、设备分布零散、部分环境恶劣，依靠人工巡检等手段进行设备故障排查，难以进一步降低设备故障率和人力成本。任何一个环节的小问题，都可能引发整个产线停工停产。传统检修方式，存在耗时长、检测成本高、灵活性低等缺点，声纹分析作为非接触式测量方式，具有广阔的应用前景，通过声纹分析，定位故障来源，并通过分析，进行故障诊断。

预期目标:

1. 基于声纹分析的故障源定位算法，进行故障源定位；
2. 基于声纹分析的故障诊断算法，对潜在故障、已知故障进行判别，潜在故障需给出使用寿命预测。

指标要求:

1. 基于声纹分析的故障源定位算法，定位准确率>90%；
2. 基于声纹分析的故障诊断算法，故障判别准确率>90%。

交付物:

技术研究报告、原型系统及算法（协议）源码、专利、论文等。

期望期限:

1 年。

2024ZTE03-03 课题名称：可编辑 Nerf 技术研究

合作内容:

随着信息技术发展，对人、物、场的数字化、3D 化、强交互是未来业务发展的趋势，如何对物理世界进行快速的 3D 化并进行可交互是各方关注的核心问题。

尽管几何体估计对于创建 NeRF 场景至关重要，但最终结果由相当“锁定”的值组成。当然，在 NeRF 中改变纹理值已经取得了一定的进展。不过，NeRF 场景中的实际对象不是可以进行编辑和播放的参数网格。

在这种场景中，在 NeRF 中渲染的对象就本质而言是一尊雕像，或者说一系列的雕像。它们投射在自身和其他对象的阴影是纹理，而不是基于光源的灵活计算。NeRF 内容的可编辑性仅限于拍摄稀疏源照片的摄影师所做的选择。所以，阴影和姿势等参数都是不可编辑。

简单来说，当前基于 NeRF 的方法无法在场景中执行用户控制的形状变形。尽管现有的研究已经提出过根据用户约束修改辐射场的方法，但修改仅限于颜色编辑或对象平移和旋转。NeRF-Editing 则允许用户在场景的隐式表示执行可控的形状变形，并在不重新训练网络的情况下合成编辑场景的新视图图像。

预期目标:

针对采用 RGB 图像采用 Nerf 技术生成的模型，提供允许用户可以进行编辑

场景的算法，能够清除或者增加需要的模型，场景模型不会出现空洞能够通过算法补全删除的模型场景，Nerf 生成的 3D 模型对于 100 平以内的场景采用 3090 及以上显卡重建 45 分钟以内，重建质量达到 35DB 级以上，SSIM 不低于 0.9.

指标要求：

1. RGB 图像（1080P 以上）快速生成 Nerf 3D 模型 100 平以内的场景要求 45 分钟以内 PSNR 不低于 35DB，SSIM 不低于 0.9；
2. 针对 1 可对生成的场景的 3D 模型进行编辑（模型可分离成结构）；
3. 1080PNerf 可编辑至少 3 节点最好支持可编辑 6 节点。

交付物：

算法源码、专利和论文等。

期望期限：

2025 年 Q3。

2024ZTE03-04 课题名称：散料堆场容积精准测量技术研究

合作内容：

传统港口的散货堆场上，散货堆垛一般都存在堆放零散、形状不规则、地面观看有盲区等特点，为了获取堆场内货垛的分布情况、占地、体量等信息，采用人工测量方法耗费人力较多且时间较长，不利于库场的时效性管理。目前港口主要采用计件交接和人工盘库等方式来对货垛进行测量，而这些散货数量庞大，计数困难，且体积又较为膨胀，乘量难度比较大，故港口各个利益主体之间的计量交接以及港口自身的内部运管就成为了困扰港口管理人员的一个难题。再有经验的库场管理人员，对一个千余吨的堆垛，估堆时发生 5%的误差，应该在允许的范围之内，但 5%的误差，就要高达 50 吨。

该课题要求通过 3D 技术实现不规则形状、多孔性和易于流动的大视野场景下的体积测量，重复精度误差和体积测量相对误差达到业界同行业水平，输出详细技术性能测试报告。

预期目标：

1. 完成产学研技术开发，提供测试结果以及技术可行性分析报告。
2. 以实际场景实例化，技术研究落地，达到性能指标要求；
3. 输出详细技术性能测试报告。

指标要求：

1. 重复精度误差 $<0.5\%$ ；
2. 体积测量相对误差 $<2\%$ 。

交付物：

行业研究报告、原型系统及算法（协议）源码、专利、论文等。

期望期限：

2025 年 Q2。

2024ZTE03-05 课题名称：轻量化容积视频生成关键技术研究

合作内容：

随着 XR 技术发展，在 MR 沉浸式协作场景中，可以让身处异地的人以“全息”的形式融合到一个场景中，其中一种方式就是让对象以容积视频的方式进行采集、渲染和交互。

目前很多厂商推出了类似的产品和技术即通过多 RGB 融合的方式进行对象采集，编码，传输，并形成沉浸式交互。

本项目研究基于轻量化设备完成容积视频的实时采集与交互。

预期目标：

采用国产化的 RGB-D 相机进行实时采集，实时渲染构建实时通信系统，相机数量不超过 12 台，实时采集的视频数据流不低于 1080P@25FPS，支持 MR，手机、PAD、裸眼 3DPAD 等支持 AR 显示设备。

指标要求：

1. 采用 4 个 RGB-D 摄像头实现原型系统，帧率达到 25FPS；
2. 采用 12 个 RGB-D 摄像头在 100 平以内实现系统原型，帧率达到 30FPS

以上；

3. 端到端时延不高于 200ms。

交付物：

算法源码、专利、论文等。

期望期限：

2025 年 Q3。

四、可靠性技术

2024ZTE04-01 课题名称：液冷工质相容性研究

合作内容：

研究工质对金属材质或非金属材质相容性的影响。

工质类型：

1. 去离子水；

2. 去离子水+乙二醇（分析用）溶液：25%，55%体积浓度；

3. 去离子水+丙二醇（分析用）溶液：25%，55%体积浓度；

4. 实际选用液冷（冷板式液冷）工质对象，由至少3家药剂厂商（由中兴指定）提供完整的工质（添加药剂的工质成品）或工质药剂（由药剂厂家提供药剂的加入方案，自配工质）；

5. 氟化液（浸没式液冷）：至少验证两家品牌；

6. 合成油（浸没式液冷）：至少验证两家品牌。

冷板式液冷工质（1, 2, 3, 4）接触材质类型，包括但不限于如下材料：

1. 铝合金：6063-T6、6061-T6；

2. 不锈钢：304、316L；

3. 铜合金：C1100、C1020、紫铜 T2-Y2；

4. 铸铁，镀锌钢；

5. 焊料：BCu80PAg；

6. 非金属材料：三元乙丙橡胶、FEP、PTFE、EPDM、氟硅橡胶、PA6、PPS、PPSU、PPR、NR（天然橡胶）。

浸没式液冷工质（5, 6）接触材质类型，包括但不限于如下材料：

1. 铝合金：6061-T6、6063-T6、1100；

2. 不锈钢：304、316L；

3. 铜合金：紫铜 T2-Y2、C1020；

4. 高纯钢（4N95）；

5. 铸铁；

6. 非金属材料：PA6、PPS、PPSU、三元乙丙橡胶、氟硅橡胶、PC、DELTRIN 500P NC010（乙烯基聚甲醛）、450GL30、LCP、PBT、PET、PVC、PP；

7. 常用所有类型电子元器件，建议用中兴提供的实际单板进行试验。

预期目标：

1. 完成冷却液对各材料腐蚀性实验的试验方法、加速腐蚀方法的调研和论证，确定实验流程，给出调研报告、立项报告、开题报告；

2. 完成冷却液对各单一金属材质腐蚀性实验（静态/动态）并推导出腐蚀率与冷却液水质趋势的曲线及函数；依据相应的加速方法进行加速腐蚀试验并推导带加速因子的腐蚀率与冷却液水质的曲线及函数，对加速方法效果及可行性进行分析，依据耐腐蚀能力判断各曲线及函数的准确性；

3. 完成冷却液对多金属材质复合装置（包括焊接区域，不同金属接触的电偶腐蚀区域）的腐蚀性实验（静态/动态）并推导各材质腐蚀率与冷却液水质之间的曲线及函数，依据相应加速方法进行加速腐蚀实验并推导带加速因子的腐蚀率与冷却液水质之间的曲线及函数，并与单一材质耐腐蚀性能进行对比；

4. 完成冷却液对非金属材质的兼容性试验，提供非金属材质体积变化，机械性能变化（拉伸强度，回弹性，硬度等）曲线及函数；

5. 评估冷却液中添加不同药剂时（工质类型 4）对其腐蚀性的影响，并按照此前方法做典型药剂测试，最终得到在添加典型性药剂确保水质处于稳定区间内时相应材质腐蚀速率曲线及函数，冷却液的有效寿命评估；

6. 评估浸没式液冷工质对电子元器件的寿命影响。

指标要求：

1. 金属材质腐蚀速度与冷却液水质变化趋势的数据变化曲线；

2. 非金属材质老化速度与冷却液水质变化趋势的数据变化曲线；

3. 金属材质在冷却液中腐蚀加速试验方法的开发与验证；

4. 非金属材质在冷却液中老化加速试验方法的开发与验证；

5. 浸没式液冷电子元器件寿命评估与验证；

6. 工质正常工作状态下水质的指标要求（冷却液原始指标要求以及需要维护补加药剂的指标要求分界线）。

交付物：

研究报告、试验方法（包括金属的腐蚀以及非金属的老化）、液冷系统工质指标要求、专利、论文等。

期望期限：

18 个月。

2024ZTE04-02 课题名称：纳米毛细芯超低热阻均温板技术研究

合作内容：

芯片功耗、热流密度持续攀升，给散热带来严峻挑战。两相均温板技术是解决高功耗芯片散热难题的关键技术。

当前两相均温板热流密度能力约 $100\text{W}/\text{cm}^2$ ，均温温差约 12°C 。大功耗芯片散热需求两相散热器热流密度能力达到 $130\text{W}/\text{cm}^2$ ，同时均温温差进一步降低到 11°C （均温温差定义：均温板热面最高温度与冷面平均温度的温差）。

当前两相散热器主要采用常规的铜粉、铜网或铜粉/铜网组合等微米尺度毛细芯，性能提升已到达极限。进一步降低散热热阻，就需要突破常规的微米尺度毛细芯技术，开展纳米尺度毛细结构工艺及超低热阻气液两相流技术研究。

研究内容：

1. 纳米毛细芯结构工艺及相变传热机理研究，建立相变传热的经验关系式、数据库、仿真方法等设计准则；
2. 基于纳米毛细芯结构工艺及机理研究，开发超低热阻两相均温板技术研究，达成性能指标；
3. 纳米毛细芯及超低热阻两相均温板工艺成熟度及可靠性评估，保障技术可落地。

预期目标：

1. 完成纳米毛细工艺及相变传热机理研究，建立相变传热的经验关系式；
2. 完成纳米尺度毛细芯结构的超低热阻气液两相流均温板技术开发，达成性能指标；
3. 完成纳米毛细芯及超低热阻两相均温板工艺成熟度及可靠性评估，保障技术可落地。

指标要求：

均温板功耗 $\geq 820\text{W}$ ，热流密度 $\geq 130\text{W}/\text{cm}^2$ ，均温温差 $\leq 11^\circ\text{C}$ 。

交付物：

1. 研究报告：2 篇，纳米毛细芯结构强化传热的原理解析报告；纳米尺度

低热阻汽液两相流均温技术研究报告。

2. 技术方案：2套，纳米毛细芯加工工艺技术方案，纳米尺度低热阻均温板设计技术方案；

3. 样机：2套，纳米尺度毛细芯样机，基于纳米尺度毛细芯结构的均温板样机；

4. 专利、论文等。

期望期限：

1年

2024ZTE04-03 课题名称：焊料合金/焊点形貌对高速高频信号的影响研究

合作内容：

通讯产品高集成、高算力、光电一体化技术趋势导致信号速率、频率越来越高，越来越多的研究表明焊点形貌，焊点合金成分会影响高频、高速信号的传输性能。外部搜索到的某论文中，就对 BGA 不同焊点形貌对 SerDes 信号的影响做了仿真，刷新了焊点形貌影响高速信号的认知。目前主要研究封装元器件焊点形貌对高频、高速信号的影响，以及不同合金焊料对高频、高速信号的影响，以期优化焊接工艺，匹配未来产品性能需求。

元器件封装类型范围：BGA、QFN、连接器（高速连接器，射频插座）、巴伦、隔离器、城堡型模块，具体参数要求如下表。

封装类型	参数类型	参数分解
BGA	引脚中心距	1.0 mm, 0.8 mm
	焊点形状	球形、圆柱形、椭圆形
	空洞分布	面积比 10%, 25%, 40%
QFN	引脚中心距	0.5mm、0.4mm
	焊点形貌	侧面有爬锡，侧面无爬锡
连接器	引脚中心距	0.5mm-0.8mm
	焊点形貌	圆柱形、椭圆形，或爬锡饱满与仅少量爬锡
巴伦	引脚中心距	0.5mm, 0.55mm
	焊点形貌	爬锡饱满，仅少量爬锡
隔离器	引脚中心距	0.5mm, 0.8mm

	焊点形貌	爬锡饱满，仅少量爬锡
城堡型模块	引脚中心距	0.65mm、0.8mm、1mm
	焊点形貌	爬锡饱满，仅少量爬锡

焊料合金种类范围：SAC305（无其他掺杂），SACQ（SAC405+Bi），高可靠性锡膏（多元合金），中温无铅锡膏（锡铟体系），市场已有的锡膏为主。

高速信号指标：信号速率 112G~224G，对比不同场景的信号插损、阻抗。

高频信号指标：信号频率 28~100G Hz，对比不同场景的信号插损、阻抗，以及误码率、增益、驻波、隔离度、寄生参数等。

预期目标：

1. 利用仿真工具分析指定封装元器件焊点形貌对高频、高速信号的影响，以及指定合金焊料对高频、高速信号的影响，识别出高频、高速信号的影响因素；
2. 设计验证试验确定元器件焊点形貌、焊料合金成分与高频、高速信号指标之间的关系；
3. 建立元器件焊点形貌、焊料合金成分与高频、高速信号指标之间关系机理分析方法；
4. 输出至少一种利于工程实现的焊点形貌及焊料合金方案，满足速率 224G 高速信号传输；
5. 输出至少一种利于工程实现的焊点形貌及焊料合金方案，满足高频信号传输。

指标要求：

1. 通过实验验证，仿真结果与实验结果的对比，准确度 $\geq 80\%$ ；
2. 输出至少一种利于工程实现的焊点形貌及焊料合金方案，满足速率 224G 高速信号传输；
3. 焊点一致性保证高频信号传输，工程实现相对可行。

交付物：

1. 项目研究总结报告一份，包括本研究中涉及的元器件焊点形貌、焊料合金成分与高频、高速信号指标之间的关系；
2. 元器件焊点形貌、焊料合金成分与高频、高速信号指标之间关系机理分析方法及研究过程数据；

3. 输出至少一种利于工程实现的焊点形貌及焊料合金方案；
4. 专利、论文等。

期望期限：

10 个月。

2024ZTE04-04 课题名称：单相浸没散热强化技术研究

合作内容：

目前基于通用计算型服务器的卧式单相浸没液冷技术，单相浸没液冷散热能力 $\leq 45\text{W}/\text{cm}^2$ ，当采用高性能 VC 散热器，散热能力仅能达成 $\leq 500\text{W}@70\text{W}/\text{cm}^2$ 左右，均无法满足未来交换机、AI 服务器等高热流密度产品散热需求；

本课题计划完成单相浸没液冷散热强化技术的开发，采用主动强化散热和被动强化散热相结合的技术手段实现浸没液冷散热能力提升，主动强化散热技术包含微泵强化扰流、封闭风机强化绕流、浸没&冷板式复合技术等；被动强化散热技术包括散热器改良、填充导流、冷却液物性优化等。

预期目标：

1. 确定单相浸没液冷散热强化技术方案，并提交调研报告、立项报告、开题报告；
2. 完成单相浸没液冷技术方案，包括散热&节能设计方案、试验台架设计方案；
3. 完成单相浸没液冷散热强化方案样机、试验台架搭建、性能测试验证报告及提交结项报告。

指标要求：

散热能力： $1000\text{W}@130\text{W}/\text{cm}^2$ ；

节能指标（CLF）： ≤ 0.06 。

交付物：

1. 原理研究：1 篇；单相浸没液冷散热强化可行性分析报告；
2. 技术方案：1 套；包括散热&节能方案设计、以及试验台架方案设计；
3. 散热&节能方案：内容包括设备选型、热力计算、建模过程、散热器设计、仿真计算过程等；
4. 试验台架方案：包括器件选型、接口说明、系统功能说明及系统运行流

程说明：

5. 样机：1套单相浸没液冷散热强化装置，包含19英寸板级液冷模拟负载，散热强化装置；

6. 专利、论文等。

期望期限：

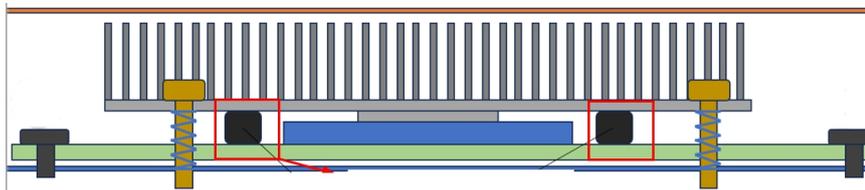
16个月。

2024ZTE04-05 课题名称：超重散热器芯片抗冲击技术研究

合作内容：

问题：随着芯片封装尺寸及功率的不断增大，配套风冷散热器的重量也在不断增加，芯片焊点开裂、芯片裸Die压碎等风险也逐渐剧增，目前无成熟解决方案解决散热器增重需求，故急需寻求大尺寸BGA或LGA芯片匹配超重散热器产品的新技术突破，提高大尺寸芯片配套超重散热器使用场景下的抗冲击能力。

需求：提供一种芯片抗冲击技术解决方案，满足大尺寸BGA或LGA芯片匹配超重散热器跌落冲击可靠性要求；实现冲击可靠性技术的突破。



预期目标：

建立超重散热器芯片抗冲击技术，为大尺寸芯片匹配超重散热器场景提供抗冲击解决方案，满足未来3~5年产品开发需求。

指标要求：

针对超重散热器匹配大尺寸芯片的应用场景，保证产品抗冲击可靠性（满足芯片焊点应变阈值要求）。

交付物：

技术成果、论文、专利、研究报告、技术方案若干。

期望期限：

8个月。

2024ZTE04-06 课题名称：中低温高可靠性合金的焊接及焊点长期可靠性研究

合作内容：

通讯产品高集成、高算力、光电一体化技术趋势导致通讯用芯片尺寸越来越大，从而导致在焊接组装过程中，Warpage 变形严重，难以满足质量要求；行业对节能减排需求压力进一步增加，制造上降低加工组装问题，有待进一步研究中低温高可靠性焊接技术的可行性；当前市面已有的中低温焊料主要针对终端类产品（如 SnBi 体系，可靠性较差），无法满足系统产品的高可靠性需求。

本课题方向是确定中低温焊料合金成分与单板焊点可靠性之间的关系，建立中低温焊料合金可靠性机理分析方法，输出至少一种满足产品可靠性需求的中低温焊料合金方案。

预期目标：

1. 利用 MS 仿真工具结合实验数据筛选出 1 种合适的中低温焊料合金体系；
2. 设计验证试验确定中低温焊料合金成分与单板焊点抗冲击性能和温循寿命之间的关系；
3. 建立中低温焊料合金成分与单板焊点抗冲击性能和温循寿命机理的分析方法；
4. 输出至少一种满足产品可靠性需求的中低温无铅焊料合金方案。

指标要求：

输出至少一种满足产品可靠性需求的中低温无铅焊料合金方案，焊料熔点温度 180~200℃左右；焊接要求：焊点满足 IPC-A-610 标准；可靠性要求：大尺寸 BGA 焊点抗冲击性能满足 JESD22-B111 标准，裸板跌落（1500G，0.5ms，半正弦条件）30 次无贯穿开裂；温循寿命不低于 SAC305。

交付物：

1. 项目研究总结报告一份，包括本研究中涉及的焊料合金成分与单板焊点抗冲击性能和温循寿命关系；
2. 中低温焊料合金成分与单板焊点抗冲击性能和温循寿命机理的分析方法及研究过程数据；
3. 输出至少一种满足产品可靠性需求的中低温无铅焊料合金方案；
4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE04-07 课题名称：内容质量检测模型与原型系统

合作内容：

随着软件系统规模的日益庞大，系统复杂性极具增加，使得软件系统集成面临着诸多挑战，尤其是低质量模块带来的应对成本日益增加。

1. 待集成模块质量不高，可能导致持续集成失败率无法降到预期；
2. 即便通过了持续集成，仅凭“测试通过”这种外在基础质量标准，并不能对软件系统的质量形成全面、准确和可靠的研判。低质量模块的混入，在当前系统规模庞大的背景之下，质量的负面影响会被放大；而试图排错的根因定位也面临着更大的困难和难以估量的成本消耗。

因此，迫切需要通过各种技术手段在构建系统前，对需求、方案和代码等内容本身，进行全面度量和评估，反映出当前大规模软件系统的模块质量，用以支持：（1）对待集成模块进行更加全面的质量评估；（2）在模块质量不佳的时候，及时阻断集成或者合入；（3）为生产环境的排错提供有价值的线索和相关信息。输出的课题原型支持应用到持续集成流水线平台中使用。

预期目标：

在进行大规模软件系统集成前，对需求、方案和代码等内容本身进行全面度量和评估，以反映各模块质量，为管理决策提供决策依据。其原型系统能应用到自动化流水线，便于支持当前研发模式。

指标要求：

1. 一套适应研发特征的模块级质量评估标准，包括质量要素、度量指标和支持质量成熟度评估的度量体系；
2. 一套支持上述模块级别质量度量的技术和方法，包括数据的收集、分析、建模等，用以支持质量评估，对模块质量评估的准确率（例如以生产环境中 3 至 6 个月产生的缺陷数、缺陷密度等指标为依据）超过 85%；
3. 在条件充分的时候（例如，数据丰富），引入大模型/AI 技术支持管理决策或者持续集成流水线上的质量预警，准确率超过 80%。

交付物：

原型系统、研究报告、专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE04-08 课题名称：基站环境污染颗粒物理化性质分析

合作内容：

研究基站环境腐蚀因子理化性质和机理。

1. 环境腐蚀因子理化性质研究，构建环境腐蚀因子数据库；形成以下两个数据库和数据采集分析方法：

a. 大气环境腐蚀因子数据库；

从国内典型城市的数个基站空气中，分不同季节采集和分析典型大气颗粒物、温湿度、腐蚀性气体等造成通讯设备腐蚀的环境因子，重点解析污染颗粒物的粒径、典型形貌、化学成分等理化性质，建立大气环境腐蚀因子数据库；

b. 腐蚀返修单板颗粒物数据库；

从返修单板上，采集和分析颗粒物质量、典型化学成分等理化性质信息，建立腐蚀返修单板颗粒物数据库；

c. 环境样品采集与分析指导方法；

基于以上的采集分析过程，形成环境样品采集与分析方法。

2. 基站环境腐蚀机理技术研究：

基于建立的两个子数据库，总结国内不同城市不同基站导致单板腐蚀的关键环境因素，分析单板腐蚀的环境成因，形成环境腐蚀等级分级策略及可行的应对措施，给出模拟外场基站环境的腐蚀实验方法。

预期目标：

1. 基站环境腐蚀因子理化性质研究，收集的数据用于指导通讯设备防腐蚀设计及环境腐蚀实验设计，形成的采集分析方法用于指导通讯设备环境分析工作；

2. 基站环境腐蚀机理技术研究，需形成基站环境腐蚀等级分级策略及可行的应对措施、给出模拟外场基站环境的腐蚀实验方法。

交付物：

1. 基站环境腐蚀因子数据库；
2. 环境样品采集与分析指导方法；
3. 基站环境污染颗粒物理化性质及腐蚀特征研究报告；
4. 技术培训。

指标要求：

1. 基站环境腐蚀因子数据库，数据呈现需详实与地图可视化：

大气环境腐蚀因子数据库；包含不同季节数个国内典型城市数个基站的温湿度、大气颗粒物浓度，采集的大气颗粒物需呈现典型粒度分布、对应化学组分浓度与形貌，包含北京典型基站的腐蚀性气体 H_2S 、 NO_x 、 SO_2 ；

腐蚀返修单板颗粒物数据库；包含数个国内典型城市单板上颗粒物质量及典型化学组分浓度。

2. 环境样品采集与分析指导方法：该方法用于指导后续通过自身采集，开展通讯设备的环境分析工作；

3. 基站环境污染颗粒物理化性质及腐蚀特征研究报告；

分析数个国内典型城市不同基站大气环境污染特征，总结国内不同城市不同基站导致单板腐蚀的关键环境因素，分析单板腐蚀的环境成因，形成环境腐蚀等级分级策略及可行的应对措施，给出模拟外场的基站环境腐蚀实验策略；

4. 技术培训数次。包含培训环境样品采集分析指导方法、基站环境腐蚀机理等内容。

期望期限：

1 年。

2024ZTE04-09 课题名称：面向 5G 全连接工厂的端到端网络可靠性评价技术

合作内容：

解决 5G 全连接工厂应用场景，端到端网络业务可用性与网络中的节点设备（软件、硬件）、时延保障策略的关系问题，从建模分析和试验角度开展评价。在项目方案阶段，基于建模分析和试验手段评价不同方案的业务可用性和时延可靠性，选择最优的组合方案，以达到可靠性与成本最优。在项目交付后，通过对实际 ToB 网络的度量，验证业务可用性和时延可靠性的真实水平。

如：5G 全连接工厂应用一般来说，组网方案级包含单频组网、双频组网，设备级包含不同设备间的冷备、热备、双活等冗余备份，软硬件基础可靠性层级包含增强、自愈手段，时延可靠性包含时延优化、丢包保障、传输链路优化等。目前认为业务可用性方面建模重点考虑 PLC 业务、AGV 小车移动特征，时延可靠性方面建模重点考虑调度算法、路由路径、队列、时隙等因素，可研讨后确定。

预期目标：

1. 输出 5G 全连接工厂场景网络业务可用性和时延可靠性的建模评价方法、试验验证方案，指导完成 1 套网络的建模分析和试验评价；
2. 输出已交付 5G 全连接工厂网络的度量方案，指导完成 1 套已交付网络的可靠性指标度量。

指标要求：

没有确定性指标要求，只有交付物要求。

交付物：

1. 输出建模与试验评价方案：包含对具体 5G ToB 网络和业务（如智慧工厂控制类业务），在业务可用性和时延可靠性两个层面，做建模分析，和试验验证方案的研究成果、相关模型算法实现代码；
2. 输出可靠性评价方案：包括用于网络评价的可靠性数据采集方案（软硬件告警数据、时延数据等方面），根据实际全连接工厂的业务联合中兴开展案例分析，完成一个案例实践，总结、建立端到端可靠性评价能力，并且给出优化建议；
3. 专利、论文等；
4. 技术培训。

期望期限：

1 年。

五、能源技术

2024ZTE05-01 课题名称：光伏并网逆变器弱电网稳定性研究

合作内容：

弱电工况下控制技术（弱网下高低穿，低频震荡抑制等）：针对 SCR 小于

1.02、2.0 以及 4.0 电网工况能够提出创新谐波抑制算法以及振荡等抑制算法解决弱电网工况稳态和动态性能，满足弱电网情况下电流谐波、并机稳定性、有功功率控制、低电压穿越认证要求；

交付物：

1. 技术研究报告：包括行业技术现状与趋势分析、技术路线论证与设计方
案、仿真报告；
2. 仿真模型、半实物仿真样机、软件源代码；
3. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-02 课题名称：构网型逆变器关键技术研究

合作内容：

1. 对当前构网型逆变器的相关标准进行调研，梳理构网型逆变器的相关具
体功能需求；
2. 对构网型逆变器的已有控制技术进行调研与对比，找到适合构网型逆变
器的控制方案；
3. 基于所选的控制方案，建立构网型逆变器的准确模型，用以指导相关控
制参数设计以及稳定性分析；
4. 在上述基本的控制技术基础上进行延伸，实现更深层次的一些功能，包
括强电网及弱电网下的谐波抑制技术、孤岛保护技术、高电压及低电压穿越技术
等。

交付物：

1. 技术调研报告：包括构网型逆变器行业标准分析、技术现状与路线等；
2. 构网型逆变器仿真模型、半实物仿真样机、软件源代码；
3. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-03 课题名称：储能电池加速老化分析和寿命预测技术

合作内容:

研究储能电池加速老化评估和寿命精准预测技术，具体包括:

储能电池单体、模组在力、热、电、反应等多衰减因素耦合下的衰减机理，多尺度模拟仿真方法；储能电池单体、模组在工况条件下寿命自然衰减的预测模型与模拟仿真；储能电池单体、模组在加速老化条件下的寿命衰减预测模型和模拟仿真；储能磷酸铁锂电池老化的实验室测试、实际工况以及模拟仿真的对比研究。

预期目标:

建立外部条件与电池老化程度量化映射关系，构建以电池材料老化规律推演磷酸铁锂电池特征参量变化规律的理论方法。建立基于电池老化机理与特征参量驱动相结合的电池健康状态预估与故障诊断方法，准确评估电池剩余使用寿命和快速评估新电池的使用寿命。基于对电池寿命衰减机理的理解，提升电池全生命周期运行总体效能。

指标要求:

课题基于储能磷酸铁锂电池系统在常见工况下评估指标，电池容量 50~320Ah，模组 12~32 串组成；充放电倍率 0.2~1C，工作温度 0~60℃。合作方需要精通锂电池的理化特性，所采用的模型可解释性好。

1. 研究高精度电池寿命衰减关键因子的量化评估方法，提供基于电化学耦合算法的寿命预测机理模型与算法代码；实验室工况下的准确率高于 95%，实际工况下的准确率高于 90%；

2. 基于 3 个月的电池单体或电池模块实验室实测寿命数据，实现预测电池系统 15 年以上可靠性衰减图谱；提供 3 个月快速评估新电芯单体使用寿命的机理模型和方法，预测电池 6000 次和 10 年后的寿命误差不大于 5%。

交付物:

1. 技术研究报告：行业技术现状与趋势分析，技术路线选择论证；
2. 过程设计文档：包括但不限于设计方案、设计文档、仿真报告、软件代码等；
3. 测试文档和数据：详细测试数据、测试验证报告、问题解决报告；
4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-04 课题名称：光伏组串故障仿真与检测关键技术研究

合作内容：

基于机理的光伏组串故障仿真与检测技术，在指定辐照度、指定光伏组串表面温度、指定故障严重程度条件下，输出指定类型故障对应的 I-V 扫描曲线，并提供配套光伏组件故障检测算法。

预期目标：

光伏组串故障仿真，能够在指定辐照度、指定光伏组串表面温度、指定故障严重程度条件下，输出指定类型故障对应的 I-V 扫描曲线，且与实际测试得到曲线之间的误差低于限定值。

指标要求：

1. 在指定辐照度、指定光伏组串表面温度、指定故障严重程度背景下输出如下故障类型的 I-V 曲线，与中兴通讯实际测试曲线相吻合、输出曲线与实际扫描曲线之间最大误差不超过 2%：

- a. 遮挡和灰尘
- b. 朝向异常
- c. 热斑
- d. 线缆阻抗偏高和组件内阻异常
- e. PID 衰减、组件衰减
- f. 二极管短路和组件失效

2. 光伏组串故障检测，指标要求：基于光伏组串仿真算法输出 6 大类故障 I-V 曲线，输出故障检测源代码，检测精度不低于 95%。

交付物：

源代码、测试样本集、专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-05 课题名称：功率变换数字控制优化关键技术研究

合作内容:

光伏并网以及构网型逆变器控制环路稳定性对其稳态以及动态性能起到至关重要的作用，因为需要充分评估其稳定性。

预期目标:

1. 通过控制理论及数据驱动 AI 方式，建立控制对象的全数字模型；
2. 结合真实样机数据，实现控制对象全数字模型与实物模型逼近；
3. 结合真实样机数据，实现控制对象半实物仿真模型与实物模型逼近；
4. 根据控制目标设计逆变器控制器，分析适合运用人工智能技术的控制环节，以及使用人工智能技术带来的潜在优势；
5. 验证控制器稳定性，采用环路扫描、实测等手段评估控制器稳定性，满足对应的相角裕度以及幅值裕度及控制要求；
6. 针对 AI 控制器，作为采样失效以及控制环路失效的协同手段，保证控制对象可靠性。

指标要求:

1. 控制对象全数字模型与半实物实物模型逼真度：额定工作点稳态逼真度 1%；额定工作点动态逼真度 3%。逼真度测量值电压、电流；
2. 通过半实物以及实物的环路扫描，相角裕度满足设定要求。

交付物:

1. 分析报告：哪些环节适合使用 AI，使用那种类型 AI，以及使用 AI 带来的竞争的优势；
2. 控制理论及数据驱动 AI 方式控制对象建模方法，全数字模型、半实物模型；
3. 通过真实数据，修正后的模型，以及修正模型逼真度方法、工具；
4. 逆变器控制器，仿真模型、控制器设计方法、工具；
5. 采样失效以及控制环路失效条件下，AI 控制器保障控制对象可靠性设计方法、模型；
6. 详细报告、matlab 仿真文件以及环路扫描 bode 图；
7. 专利、论文等。

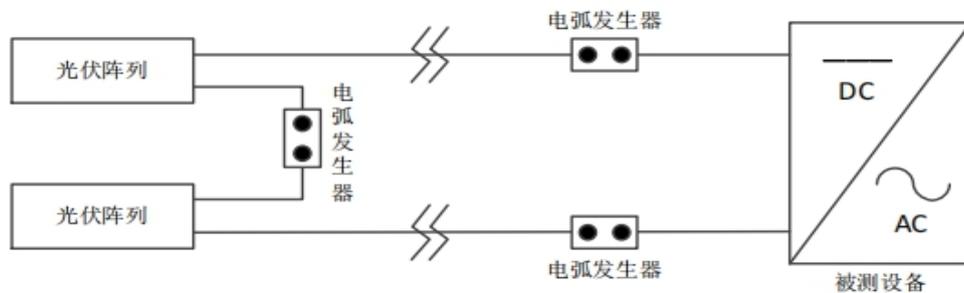
期望期限:

1 年。

2024ZTE05-06 课题名称：光伏逆变器拉弧检测算法关键技术研究

合作内容：

直流电弧是光伏逆变系统中引起火灾的重要原因之一，而且一旦起火，由于光伏组串上的电压非常高，消防员无法救火，只能等待烧完。因此，需要准确、快速的检测到系统中的直流电弧，并迅速关断。直流电弧可以分为串联电弧和并联电弧，当前我们主要关注串联电弧的检测。串联电弧根据发生位置又可分为组件间、输入端、输出端三种，如下图所示。对于三种不同位置产生的电弧，都需要能准确检出。



直流电弧可以等效为一个阻值高频变化的电阻，其宏观的伏安特性曲线与反比例函数相似。目前主流的直流电弧检测方法主要通过采集 PV 输入电流，根据电流信号的高频特征来分辨有无电弧。我们同样对 PV 输入电流进行采样，电流信号通过 CT 采集，然后经过 30k-60kHz 的带通滤波最终送入控制芯片的 ADC 中。

当前直流电弧检测存在以下几个难点：

1. 电弧特征信号的强度与产生电弧的电极材料密切相关，某些电极材料（如铜电极）产生的电弧特征信号较弱，相对难以分辨；
2. 电弧特征信号的强度还与电流大小相关，电流越大，电弧的电阻越小，其高频特征信号的能量与线路中的噪声信号能量之比也越小，因此较难检测；
3. 电弧检测算法需要部署在嵌入式芯片上，STM32 芯片支持常见的神经网络结构。但是，由于芯片算力有限，而且电弧检测有实时性要求，因此无法部署过于复杂的模型。

预期目标：

1. 具备通过鉴衡 CGC/GF 175：2023 L4 等级认证能力，功率等级 50KW；

2. 电弧检测及分断功能的综合等级说明如下：

Level3: 可检测串联电弧，检测距离 $\geq 200\text{m}$ ，电弧能量 300J，分断时间 1S；

Level4: 可检测串联电弧，检测距离 $\geq 300\text{m}$ ，电弧能量 200J，分断时间 0.5S。

指标要求：

1. 有无电弧二分类 AUC 达到 0.95 以上（根据收集的数据训练后测试集测试通过率 95%以上）；

2. 检测算法在 STM32G4 系列芯片上的执行时间不大于 0.3s。

交付物：

1. AI 在拉弧检测应用分析报告。分析：光伏逆变系统直流电弧关键特征；哪些模型适合用于拉弧检测且适合在算力较小的嵌入式系统上执行，不同模型优势劣势对比；

2. 拉弧检测模型、算法源码；

3. 拉弧检测训练数据集、测试数据集、测试结果；

4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-07 课题名称：基于机理的数据中心智能运维关键技术研究

合作内容：

随着智算数据中心的陆续部署，液冷技术及产品将逐步走向市场应用，液冷产品的安全有效运行非常重要，需要对液冷产品的各类设备及相应的性能指标进行预测性维护、节能优化，既需要同时从数据和机理两个角度同时分析、识别、预测液冷产品运行中存在或潜在的异常、故障，并在此基础上探索更加有效的智能化节能优化技术。

预期目标：

1. 液冷数据中心预测性维护技术研究：从液冷数据中心各设备内部运行机理、设备之间的关系、液冷数据分析挖掘等多角度分析、识别液冷关键设备及性能指标的异常、故障，形成有效可执行的预测性维护技术，准确率 90%以上、查全率 85%以上；

2. 液冷数据中心节能优化技术研究：在充分了解液冷数据中心各设备机理及性能指标、实际数据运行规律的基础上，探索研究基于机理的安全可靠液冷节能优化技术，能耗指标 CLF 降低 10%以上。

交付物：

1. 基于机理的液冷数据中心预测性维护算法源代码及方案设计与测试文档；
2. 基于机理的液冷数据中心节能优化算法源代码及方案设计与测试文档；
3. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-08 课题名称：大电流负载点电源关键技术

合作内容：

面向高性能 ASIC 供电的电源尺寸大和供电路径损耗大的问题，研究高效高功率密度高动态响应的功率变换拓扑与控制技术、磁件技术、高集成度高导热大电流的封装技术，研制高功率密度、高动态响应的负载点电源模块，实现低电源分配网络阻抗的垂直供电。

预期目标：

完成高性能 ASIC 负载点供电关键技术研究，完成高功率密度、高动态响应的电源模块样机研制，突破功率密度、转换效率、动态响应等关键指标，形成可持续演进的超大电流 ASIC 供电技术方案。

指标要求：

输入电压 12V（或 54V，或 5V），输出电压 0.75V，输出电流 2000A，负载动态响应 $\pm 5\%$ （电流变化率 1000A/us，电流跳变幅值 500A）；转换效率大于 90%；带宽大于 500kHz；尺寸不大于 8mm*60mm*60mm（含输出电容），电源输入输出采用阵列式无引脚封装。

交付物：

1. 技术路线论证报告 1 份，系统方案 1 份，样机 2 台，测试报告 1 份，研制总结报告 1 份；
2. 专利、论文等。

期望期限：

18 个月。

2024ZTE05-09 课题名称：高功率密度双输入 AC/DC 电源关键技术

合作内容：

双路输入的 AC/DC 电源兼顾了供电可靠性和功率密度，在高性能通信、算力设备中的应用逐渐增多。其中双路输入之间需符合加强绝缘的安规要求。

在现有双路输入 AC/DC 电源中，雷击浪涌防护、EMI 滤波电路、直流母线电容、双路切换控制电路等占据电源尺寸较多，成为双输入 AC/DC 电源进一步提升功率密度的瓶颈。

本项目主要研究内容包括但不限于高效高功率密度的 PFC、DC/DC、双路电源切换开关与控制、EMI 滤波与雷击浪涌防护等。

预期目标：

面向双输入 AC/DC 电源应用需求，完成关键技术研究，实现高效高功率密度的 PFC、DC/DC、双路电源切换、EMI 滤波与浪涌防护等技术突破，研制功率密度超过 $60\text{W}/\text{in}^3$ 且效率不低于 97.5% 的双输入 AC/DC 电源样机。

指标要求：

1. 双输入 AC/DC 电源，输入为双路 AC 额定电压 220Vac（或一路 AC 一路 DC，或双路 DC，其中 DC 额定电为 240V；双路输入之间满足加强绝缘要求），输出 54V dc/60A；

2. 在输出满载条件下，进行双路输入之间切换测试时，输出电压不跌落；

3. 效率峰值 $\geq 97.5\%$ ，功率密度 $\geq 60\text{W}/\text{in}^3$ ；

4. 结构形态：前进线后出线，自带风扇散热；样机尺寸待洽谈阶段细化。

交付物：

1. 技术路线论证报告 1 份，系统方案 1 份，样机 2 台，测试报告 1 分，研制总结报告 1 份；

2. 专利、论文等。

期望期限：

2025 年 Q3。

2024ZTE05-10 课题名称：锂电池高温性能提升

合作内容:

锂电池技术因其能量密度高、长寿命、效率高等特点，在储能领域具有广泛的应用前景和巨大的市场潜力。随着锂电池在户外储能应用领域的不断拓展和应用工况的多样化，对锂离子电池的温度适应性提出了更高的要求。其中高温寿命加速衰减逐渐成为了制约锂离子电池户外应用的显著因素。本项目旨在开发出一种高温长寿命的磷酸铁锂/石墨电芯体系，满足户外储能的高温应用场景，提升产品的高温循环稳定性，从而提高储能电池的电化学性能和安全性能。

主要内容:

针对磷酸铁锂/石墨锂离子电池体系，在高温（ $\geq 45^{\circ}\text{C}$ ）使用条件下实现长寿命循环的目标。主要包括电池体系的开发、明晰电化学反应机理、软包电芯的验证等。

预期目标:

1. 完成现有具备高温长寿命循环的磷酸铁锂/石墨锂离子电池体系的技术调研和论证，给出调研报告、立项报告、开题报告、中期进展报告、项目结题报告；
2. 基于磷酸铁锂/石墨锂离子电池体系进行配方体系开发，明确高温条件电池长寿命循环的机理；
3. 制备高温磷酸铁锂电池软包电芯，电芯技术参数满足技术指标要求；
4. 针对高温磷酸铁锂电池软包研发过程中涉及的关键技术形成不少于一项专利，开发的配方体系成本可控，材料供应链完备，制备工艺具有产业化可行性。

指标要求:

1. 项目指标：完成配方体系开发、明晰机理研究、验证循环寿命等电化学性能；
2. 技术指标： 55°C ，充放电 600 周，容量保持率大于 90%，采用寿命预测技术评估电芯的高温长循环性能；

交付物:

1. 原理/机理研究：高温磷酸铁锂电池技术开发报告；
2. 技术方案：高温磷酸铁锂电池设计方案；
3. 样机： $2\sim 10\text{Ah}$ 软包电芯 5 个；

4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE05-11 课题名称：20KW 汽车无线充电功率变换关键技术研究

合作内容：

本课题属于汽车无线充电技术领域，研究双边 LCC 补偿网络功率控制算法。对轿车和 SUV 两种车型（耦合线圈气隙，线圈耦合系数不一样），在限定对位情况下，实现 20kW 功率稳定输出，接收端输出过压、欠压、过流保护，接收端输出短路等异常情况保护，车载电池加热设备供电和输出端抛负载稳定工作，接收端工作异常时能及时切断发射源，避免故障扩大化，提高系统安全性。

预期目标：

1. 额定功率输出电压范围：DC 650V~915.2V；
2. 额定输出功率 20kW；
3. 工作频率 85.5kHz；
4. 离地间隙：110mm~152mm(轿车)，150mm~195mm(SUV)。

交付物：

1. 技术研究报告：技术路线论证与设计方案的、LCC 补偿网络谐振参数设计、松耦合变压器设计和仿真报告；
2. 仿真模型、软件设计方案、软件架构方案和软件源代码；
3. 实物样机设计验证；
4. 专利、论文等。

期望期限：

6 个月。

六、智能终端技术

2024ZTE06-01 课题名称：5G 高增益毫米波天线研究

合作内容：

由于毫米波空间损耗大、受遮挡严重等，基站覆盖距离小，造成建网成本高。使用高功率毫米波模组虽然能解决覆盖问题，但是成本极高，而且会带来发热问

题，导致终端体积较大。高增益抛物面天线非常适合室外 CPE，提升天线增益意味着所需发功和功耗的降低，但是还存在一些问题，如尺寸、覆盖范围、成本等。

本课题针对各种形式的高增益天线（反射面、超表面等），研究提升现有商用毫米波天线模组的增益并且可波束扫描的方案；进一步实现终端产品可集成应用的小型化。

预期目标：

针对馈源为 1*5 直线相控阵和 4*4 平面相控阵两种情况，研究增强毫米波天线增益且同时能实现波束扫描的小型化方案，且可在实际产品上验证。

指标要求：

1. 针对馈源为 1*5 直线相控阵毫米波模组和 4*4 平面相控阵毫米波模组：天线增益提升大于 15dB，波束扫描范围大于正负 30 度；
2. 针对馈源为 1*5 直线相控阵毫米波模组和 4*4 平面相控阵毫米波模组：天线增益提升大于 10dB，波束扫描范围大于正负 30 度，加上馈源的整体方案厚度小于 20mm。

交付物：

研究报告与设计方案、原理样机与测试报告、专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE06-02 课题名称：RIS 在终端上的应用研究

合作内容：

随着 5G 无线通信的大规模商用以及 6G 无线通信的发展，工作频率不断攀升，频率的升高导致无线覆盖的更大衰减。RIS 其具备独特的物理特性和调控能力，可以突破传统材料的限制。

本课题通过 RIS 在终端上的应用研究，研究增强天线增益的 RIS 设计方案，以应对复杂电磁环境所带来的终端天线电磁性能的衰减，提高天线孔径效率，扩大无线覆盖，增强无线信号等。

预期目标：

围绕 RIS 在 CPE 产品上的应用进行系统性的研究，在终端产品成本、尺寸等约束条件下，结合不同应用场景实现具体的设计方案，包括可行性研究报告和实现方法等。

指标要求：

1. 口径效率大于 50%；
2. 剖面高度小于四分之一波长；
3. 实现水平全向辐射功能。

交付物：

研究报告、仿真模型、天线原型样机、专利和论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE06-03 课题名称：共口径小型化高增益天线研究

合作内容：

5G 终端设备越来越趋于小型化、紧凑化，其尺寸和空间限制给多天线的共存带来了极大挑战。本课题针对共口径小型化高增益天线的各种实现形式开展设计，通过共口径多模天线，共口径可重构天线技术的研究，实现天线空间紧凑小型化和可重构辐射性能提升。

预期目标：

围绕共口径天线技术在 CPE 产品上的应用进行系统性的研究，结合产品不同应用场景输出方案研究报告以及实现方法，减小天线占用面积的同时实现高增益性能。

指标要求：

1. 多模共存口径尺寸缩减 30%；
2. 可重构共口径性能提高 3dB 以上。

交付物：

研究报告、仿真模型、天线原型样机、专利和论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE06-04 课题名称：终端卫星天线研究

合作内容:

本课题对终端手机卫星天线的理论开展研究,结合手机天线分布及用户实际使用需求,研究终端卫星天线的最优设计。研究内容包括:卫星天线为线极化天线,终端卫星天线的增益和波瓣宽度严重影响卫星通话的质量,研究提升卫星天线的增益和波瓣宽度的方法;天线的性能极容易受人体影响,如何降低头手对卫星天线的影响,包含天线效率的降低,极化性能的变化,天线方向图的畸变等;在狭小空间内与其他天线存在着较强的耦合干扰。如何解决多天线间的耦合;卫星天线为线极化天线,在接收圆极化卫星信号时,有极化失配损耗,并且无法抑制多径干扰,研究设计圆极化卫星天线。

预期目标:

对终端卫星天线开展研究与设计,并给出 2-3 种设计形式,形成完整的设计报告;分析卫星天线的辐射环境,针对手机的天线分布设计优化卫星天线;改善头手对卫星天线辐射方向、极化和增益等影响。

指标要求:

1. 针对金属手机,在现有的金属机天线净空下,天线长度要求小于 20mm,天线性能基本能满足要求 ($Tx\ Gain \geq 1.5\text{dBi}$; $Rx\ Gain \geq 2.5\text{dBi}$; 波束宽度 $\geq \pm 30^\circ$) ;
2. 针对塑壳手机,在现有的天线净空 1.5mm 下,天线尺寸要求 20mm*20mm*5mm,天线性能基本能满足要求 ($Tx\ Gain \geq 0\text{dBi}$; $Rx\ Gain \geq 1\text{dBi}$; 波束宽度 $\geq \pm 30^\circ$) ;
3. 针对数据终端,研究小型化低剖面高增益宽带圆极化卫星天线,天线尺寸不大于 40mm*40mm*5mm,天线性能基本能满足要求 ($Tx\ Gain \geq 5\text{dBi}$; $Rx\ Gain \geq 5\text{dBi}$; 波束宽度 $\geq \pm 45^\circ$) ;
4. 天线的仿真与实际调测差异在 20%内。

交付物:

卫星天线研究报告、设计方案、原理样机与测试报告、专利与论文等。

期望期限:

1 年。

七、集成电路技术

2024ZTE07-01 课题名称：射频直采 DAC 可变增益输出器

合作内容：

DAC 可变增益输出器是射频直采 DAC 的输出级，用于将 DAC Core 的输出信号缓冲到输出到片外，同时调整 DAC 的输出摆幅，可以是无源结构也可以是比例放大器结构，也可能是两者的结合，或其它架构。通过 DAC 可变增益输出器，使 DAC 整体增益可调，并获得不同增益条件下稳定的输出的信噪比性能（增益调整，不影响整体信噪比），同时不影响 DAC 整体的带宽，以及有良好的 S22 特性。

预期目标：

通过该项目实现射频直采 DAC 可变增益输出器波及到的关键技术和突破。

指标要求：

1. 增益调节：40dB 调整范围，0.125dB 调整步长；
2. 带宽 大于 10GHz；
3. 全频带内 SFDR>70dbc，NSD<160dbFS/Hz；
4. 输出功率最大>7dbm（单端 50ohm，差分 100 ohm）。

交付物：

1. 文献调研与架构技术路线对比分析报告；
2. 关键架构概要设计与指标拆解分析报告；
3. 详细设计报告、前后仿真报告、工程数据和仿真用例。

期望期限：

1 年。

2024ZTE07-02 课题名称：先进封装微纳尺度材料可靠性行为表征技术

合作内容：

开发封装互连 1-10um 尺度下原位变形、失效观测技术，材料物性表征测试技术方法学，提升先进互连（TSV，HB，uBump 等）可靠性失效机理分析能力。积累观测表征一手数据，建立相关分析预测模型，仿测回归。最终提升微纳尺度互连可靠性设计评价能力，降低设计冗余度。

预期目标：

1. 建立封装互连 1-10um 尺度下原位变形、失效观测技术、材料物性表征测试技术；

2. 收集原始表征测试数据；
3. 建立可靠性分析模型，可有效预测微纳尺度可靠性行为。

指标要求：

建立 1-10um 尺度下原位变形、失效观测技术，材料物性表征测试技术；

交付物：

1. 不同技术优缺点的调研综述报告；
2. 微纳观测、表征技术方案；
3. 测试报告、测试数据；
4. 仿真技术方案、可靠性模型。

期望期限：

18 个月。

2024ZTE07-03 课题名称：FD-SOI 工艺优化和物理建模技术研究

合作内容：

研究 FD-SOI 工艺在射频、汽车电子等方向的应用前景，通过 TCAD 建模等研究工艺平台关键参数是否能满足射频、模拟、车规等项目的需求，输出可用于现有设计流程的 spice model 等关键文档，评估工艺平台整体情况和潜力。

预期目标：

1. 搭建较为精准的 FD-SOI 工艺流程及 TCAD 仿真方案，包括工艺仿真、器件仿真、模型提取；
2. 开发相应的器件模型及附属文件，完成工艺平台指标定制。

指标要求：

1. TCAD 实现精确的工艺仿真、器件仿真、模型提取；
2. 通过流片验证工艺仿真结果，关键参数的仿真误差与实测结果相差 20% 之内；
3. 通过 TCAD 建模输出 spice model，spice model 能够导入现有 EDA 开发流程。

交付物：

1. 准确完整的 FD-SOI 工艺流程模型；
2. 准确的器件模型及附属文件；

3. 相应的工艺、器件、模型的实现、分析、评估、仿真报告。

期望期限：

18 个月。

八、数字化技术

2024ZTE08-01 课题名称：核心网数字孪生场景与建模技术研究

合作内容：

面向 5G 各行各业的成熟应用场景与 6G 空天地海的全域连接需求，未来移动通信网络的规模和容量将持续攀升，势必使得核心网的网络拓扑及部署形态更加复杂多样、网络管理成本与维护难度不断增大。为解决以上问题，本课题拟构建核心网的数字孪生系统：一方面，核心网数字孪生系统将复杂的网络拓扑结构与动态性实现可视化，从而能够直观地分析网络流量变化情况，并帮助定位网络中的性能瓶颈，实现网络性能优化；另一方面，核心网数字孪生系统可帮助运维人员实现故障定位与根因分析并具备故障回放能力，从而帮助运维人员更好地管控网络，并节省大量的智力与人力成本。其次，核心网数字孪生系统可以构建风险预警与评估，如信令风暴的仿真与评估。本课题构建的核心网数字孪生系统需解决以下两大关键挑战：第一，核心网数字孪生系统需要与核心网实体之间进行网络状态同步，同步时间随核心网结构的复杂程度逐渐上升，需要该系统实现快速的状态同步；第二，核心网实体网络的规模庞大、种类多样，核心网数字孪生系统需要适配不同规模的核心网，这要求该系统具有可扩展性，在资源约束下支持更多的核心网节点和交互数据的存储、处理与表示。

预期目标：

实现核心网数字孪生系统，满足多种真实核心网系统的仿真，实现多种应用场景下的核心网实时状态展示与模拟分析，满足行业用户网络设计与规划、网络性能优化、网络故障预警与定位等多样化需求。

指标要求：

1. 支持最基础核心网网元，AMF/SMF/UDM/UPF 的孪生实现；
2. 支持至少两种以上的典型 use case 的建模分析，如信令风暴冲击仿真与评估，故障根因分析与回放；

3. 要有理论与数据支撑孪生保真度大于 90%;
4. 要在资源受限场景下，能仿真至少 200W 用户容量局的核心网节点行为，并且仿真效果要能快速收敛。

交付物:

1. 核心网数字孪生系统介绍与使用说明文档;
2. 核心网数字孪生系统源代码及可执行程序。

期望期限:

2 年。

2024ZTE08-02 课题名称：3D GIS 引擎及自动建模技术

合作内容:

1. 基于 3D 图形引擎的 3D GIS 引擎，构建引擎原型，满足 GIS 的基本协议 WMS, WFS 协议等要求;
2. 支持 3D Tiles 格式和 O S G B 格式互转，对 3D Tiles 数据进行优化，提升加载效率;
3. 基于无人机影像，构建城市级 3D 模型;

交付 1 和 2 或者是交付 3。

预期目标:

1. 基于 3D 图形引擎完成 3D GIS 引擎，支持 WMS, WFS 协议，支持 3DTiles 格式，支持矢量瓦片（可以是自定义格式），支持大范围前端 3D 建模;
2. 支持 3DTiles, OSGB 格式互转，支持城市级 3Dtiles, OGSB 模型性能优化;
3. 基于无人机影像城市级 3D 建模。

交付 1 和 2 或者是交付 3。

指标要求:

1. 基于前端矢量瓦片 3D 自动建模，城市级数据页面加载时间小于 3 秒;
2. 基于 3DTiles, OGSB 城市级 加载时间小于 3S, 操作流畅度高，小于 2 秒;

3. 城市级无人机影像 3D 建模，时间小于 3 天。

交付物:

方案文档、系统源码。

期望期限：

1 年。

2024ZTE08-03 课题名称：数据和知识驱动的数字孪生网络关键技术研究

合作内容：

本课题为网络智能化-自智网络方向，属于融合大数据、AI、通信业务的技术交叉领域，是行业研究热点。通过一系列技术构建而成的数字孪生网络 (DTN)，能够在其中对网络维护和优化的策略进行定量预评估、全局智能寻优及效果白盒可视预呈现，并确保策略下发后效果与预呈现效果的动态一致性，助力实现网络运维运营的自动化、智能化和可管可控化，为现网用户提供更好的通信服务。

系统建模技术是 DTN 构建的关键点和难点，需要兼容不同设备厂家、兼顾准确性和应用成本等因素。我们采用数据+知识融合驱动的方式进行孪生模型构建，并在多个领域形成了众多孪生模型从 0 到 1 的构建，随着研究的逐渐深入，课题面临的挑战也进一步增加，具体表现在如下三方面：

1. 精准通用的网络 KPIs 与业务 KQIs 孪生模型构建技术。

背景解释：网络 KPIs 涵盖了无线网、核心网和承载网三大领域的话单级/用户级/网元级性能指标，用于刻画网络性能。业务 KQIs 包括各类通信业务（网页/视频/游戏等）的时延、速率等指标，用于刻画用户体验。

应用场景：KPIs 与 KQIs 孪生模型是网络性能和用户体验之间的桥梁，模型一方面能够基于质差 KQI，输出与其相关联的 KPI 及相关系数，辅助质差问题的定界定位；另一方面能够基于网络侧 KPI 的变化，输出其对 KQI 的影响，辅助用户体验的优化。

技术挑战：如何基于现网海量话单级/用户级/网元级数据（无人工标注），构建精准一个通用的 KPIs 与 KQIs 多输入多输出模型，自学习 KPIs 与 KQIs 量化的、双向的相关性，用于质差定界定位和用户体验优化？业界当前构建了多个多输入单输出的模型，定性描述 KPI 与 KQI 的关系，模型维护成本高，精度无法达到要求，需要将多个模型整合为一个通用模型，并能精准、定量描述两者的关系。

思路举例（仅供参考，用于对问题进一步阐述）：借助 NLP 领域的自监督学习方式，结合通信网络特征，构建一个 KPI 与 KQI 之间的预训练模型，之后构建若干下游任务，用于质差定界定位的 KQI→KPI 及用户体验优化的 KPI→KQI 场景。

2. 通用的中短期时序预测模型构建技术。

技术挑战：如何基于现网海量数据，结合通信网络特征，构建一个通用的时序预测模型，实现中短期（小时/时刻/分钟级）粒度指标的预测，确保精度和泛化能力不低于现有的各碎片化模型？

最终将众多场景下的碎片化时序预测模型进行整合，降低模型的训练成本和运维成本，提升预测准确性，结合 DTN 相关能力实现预防式运维运营。

3. 全局性与时效性兼顾的智能决策技术。

技术挑战：如何兼顾全局最优性和时效性，进行智能化决策，确保决策结果逼近全局最优，参数下发后用户体验不劣化且有提升，同时参数输出的时延应尽可能低，能够尽快实施？

由于通信网络的复杂性，通过 DTN 编排形成的目标函数普遍不可导或难以进行数学描述，且约束条件多（包括目标/参数/过程值）、参数空间大、应用场景多样，当前的智能决策算法在时效性和全局最优性方面难以兼顾。

预期目标：

1. 精准通用的网络 KPIs 与业务 KQIs 孪生模型构建技术：基于现网数据构建一个多输入多输出的深度学习模型，能够定量描述 KPIs（无线+承载+核心网）与 KQIs 之间的双向关系，并能够用于质差定界定位和用户感知优化等场景。基于现网数据，完成模型的构建、离线训练、在线推演、成效验证和迭代优化工作，明确技术路径的可行性和能力上限，以及技术的演进方向。

2. 通用的中短期时序预测模型构建技术：构建一个通用的时序预测模型，实现中短期（天/时刻/分钟级）网络/业务指标预测，确保精度和泛化能力不低于现有各碎片化模型。基于现网数据，完成模型的构建、离线训练、在线推演、成效验证和迭代优化工作，明确技术路径的可行性和能力上限，以及技术的演进方向。

3. 全局性与时效性兼顾的智能决策技术：目标函数不可导或难以进行数学描述、约束条件多、参数空间大等条件下，实现智能决策算法在时效性（1 分钟

内)和全局最优性的兼顾。明确技术路径的可行性和能力上限,以及技术的演进方向。

指标要求:

1. 精准通用的网络 KPIs 与业务 KQIs 孪生模型构建技术: 一个通用模型+下游任务, 精度 80%以上;
2. 通用的中短期时序预测模型构建技术: 一个通用模型, 精度 90%以上;
3. 全局性与时效性兼顾的智能决策技术: 时延 1 分钟内, 优化效果不低于现有能力;
4. 明确技术路径的工程可行性和能力上限, 以及技术的演进方向。

交付物:

算法文档、工程代码、专利与文章。

期望期限:

1 年。

2024ZTE08-04 课题名称: 城市生命线燃气风险评估模型研究

合作内容:

1. 燃气管道泄漏地下扩散影响分析模型

应用方向:

主要应用于燃气管网泄漏后在地下空间的扩散情况分析。

解决问题:

在扩散理论及实验的基础上, 将各扩散影响因素简化, 建立数学方程式来定量地模拟计算管道燃气泄漏后可燃气体的扩散分布及变化, 提升燃气泄漏后的分析、决策与处置能力。

模型路径(参考):

参照泄漏环境及监测点数据信息预估泄漏源特性, 计算可能泄漏量;

对其进行危害分析、泄漏地下扩散危险源分析、泄漏地下扩散防护目标分析、地下扩散对其他管线影响分析、泄漏地下扩散影响窖井分析、周边监测设备分析;

模拟仿真推演, 对泄漏扩散范围根据泄露速率、地下环境、风向、时间等进行模拟推演, 并进行三维可视化呈现。

实现效果:

通过扩散影响分析可快速掌握在不同覆盖介质中燃气泄漏点影响的范围，便于有针对性的处置。

2. 燃气管道泄漏爆炸预测分析模型

应用方向：

针对燃气管道泄漏发生爆炸影响范围进行模拟预测。

解决问题：

管道燃气发生泄漏后，可燃气在空间内扩散，遇到点火源极易发生爆炸，因此爆炸影响范围的预测关系到疏散范围的大小。管道燃气泄漏爆炸预测分析模型能够给出爆炸影响范围，为规划逃生路线，设置警戒区，制定应急救援方案提供理论依据。

模型路径（参考）：

对于已经确定的燃气泄漏报警，当泄漏气体的浓度一直持续上升时，自送自动生成泄漏预警；

模拟仿真推演，通过泄漏爆炸分析，根据不同的燃气浓度以及对应的应急处置动作（如关闭临近燃气闸门等）支持动态模拟推演可能的爆炸时间、影响范围（重伤半径、轻伤半径）、影响的燃气和其他管线、人员伤亡、建筑受损等，并可结合爆炸影响区域内的危险源、防护目标、管线、窨井等信息在 GIS 地图进行爆炸影响推演，并支持三维动态呈现。

实现效果：

可快速结合当前燃气泄漏情况模拟分析可能发生的爆炸及影响范围及对其他管线等周边造成的影响，便于采取更为科学的处置措施。

预期目标：

开发燃气管道泄漏地下扩散影响分析模型，可参照泄漏环境及监测点数据信息预估泄漏源特性，计算可能泄漏量；对其进行危害分析、泄漏地下扩散危险源分析、泄漏地下扩散防护目标分析、地下扩散对其他管线影响分析、泄漏地下扩散影响窨井分析、周边监测设备分析；并对泄漏扩散范围根据泄露速率、地下环境、风向、时间等进行模拟推演，并进行三维可视化呈现。

开发燃气管道泄漏爆炸预测分析模型，对于已经确定的燃气泄漏报警，当泄漏气体的浓度一直持续上升时，自送自动生成泄漏预警；通过泄漏爆炸分析，根

据不同的燃气浓度以及对应的应急处置动作（如关闭临近燃气闸门等）支持动态模拟推演可能的爆炸时间、影响范围（重伤半径、轻伤半径）、影响的燃气和其他管线、人员伤亡、建筑受损等，并可结合爆炸影响区域内的危险源、防护目标、管线、窰井等信息在 GIS 地图进行爆炸影响推演，并支持三维动态呈现。

指标要求：

两个模型的准确率，达到 75%。

交付物：

技术研究报告、原型系统及算法（协议）源码、论文、专利等。

期望期限：

2025 年 Q2。

2024ZTE08-05 课题名称：基于大模型的“光储直柔”关键技术研究

合作内容：

清洁能源推广和建筑能源效率提升，使得园区的能源柔性化管理成为关键。结合大模型技术应用，为园区建筑提供能源柔性化方案，支持光储直柔数据的需求预测与优化功能。

本课题研究方向和内容包括：

1. 分布式光伏发电、直流用电负载、储能系统的功率是实时变化的，必须对光伏发电系统、储能系统和用电负载运行特性进行研究，通过对建筑光伏发电单元、储能单元、用电负荷单元的运行参数进行采集，开展数据分析，获得各系统的运行特性。

2. 研究各系统的配置运行参数，研究光伏、储能、负荷各单元（照明、空调、暖通等）之间调度控制逻辑，重点研究根据大功率用电负荷的运行特性和用能情况，设计合理的运行调控机制，实现控制策略优化、设备调节效益分析、可调节程度评价。

预期目标：

1. 调研，并梳理出光伏、储能、负荷等各单元的主要技术手段、运行特性；
2. 使用大模型并根据导入的数据语料，依据系统的运行特性，对各类数据进行准确识别，最终实现发电、用电智能预测，用电调度策略优化。

指标要求：

调优算法性能指标和准确性达到业界领先水平。

交付物：

1. 光、储、荷数据研究分析报告 1 份；
2. 光储直柔各系统配置方案、运行调度方案各 1 份；
3. 专利、论文等。

期望期限：

2025 年 Q4。

2024ZTE08-06 课题名称：支撑交易架构的供应链算法-双向模拟快速求解

合作内容：

在合同交付履约场景中，“订单交期承诺日期”是提升客户满意度的关键指标，尤其在双向模拟计算中，各计划业务场景，对实时计算需求量大，本课题计划引入开源求解器，通过算法优化，在双向模拟计算的（小规模数据但调用高频的场景）中形成对商业求解器的平替，支撑业务需求。

预期目标：

合作开发，针对交期承诺等核心场景中的双向模拟计算（该场景后续可能还会存在修订），基于开源求解器，提供业务建模、算法开发，并输出算法求解模块，在双向模拟计算（小规模数据但调用高频的场景）中实现对商业求解器的平替。

指标要求：

在原有算法流程的双向模拟模块（小规模数据但调用高频的场景），算法性能优于或持平已采购的商业求解器，且在关键指标上无损。

交付物：

业务模型、算法求解模块、优化策略，以及相关配套的设计方案、代码和使用指导手册。

期望期限：

1 年。

2024ZTE08-07 课题名称：智能持续集成技术研究

合作内容：

以下业务方向，需要智能化技术的支持：

1. 研发流水线编排优化：通过智能化技术，优化流水线编排，减少无效的执行（含构建和测试），或者按照更有效的顺序执行，减少资源和时间投入，获得更高的持续集成和持续发布效率；

2. 代码检查及修复提效：通过大模型等技术，提升检查的准确性，减少误报，并给出准确的修复建议，从而降低人力的投入，加速问题闭环；

3. 缺陷定位提效：测试用例执行后，能够自动化地定位问题发生的位置，加速问题的修复效率。

预期目标：

在实施的相关的技术后，试点项目在资源用量不变的情况下，流水线总体的执行效率提升，问题闭环速度加快。

指标要求：

1. 支持流水线编排优化；
2. 支持静态代码检查提效，降低误报率，缺陷修复建议生成的采纳率 $\geq 70\%$ ；
3. 支持缺陷自动定位：TOP5 命中率 $\geq 80\%$ ，TOP1 命中率 $\geq 50\%$ 。

交付物：

1. 应用领域中涉及的算法；
2. 穿刺阶段训练的模型以及后续的训练方案；
3. AI 技术应用方案（不含业务方案）；
4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

九、安全技术

2024ZTE09-01 课题名称：电信主机内生可信技术

合作内容：

随着 5G 技术的发展，电信系统面临着新的安全挑战。虚拟化技术的引入使得电信系统的安全边界变得模糊，只依靠传统的边界防护手段（防火墙等）已经不足以应对复杂的外部威胁，电信主机需要具备内生的安全能力以形成纵深的安

防护体系。

电信系统属于半封闭系统，其主机(Linux 系统)上通常只运行确定的业务程序。常见的主机内生安全技术，例如防病毒、HIDS 等，均属于被动防护技术，存在资源占用过多、影响系统可靠性、威胁检测成本过高等方面的问题，因此不适用于电信系统。除此之外，还有一种基于白名单思想的主动防御技术，无需去实时追踪漏洞和病毒威胁，只关注自身可被信任的程序应用(内容, 权限与行为)，即“法无允许即禁止”，通常比被动防御具备更高的安全级别，消耗更少的系统资源。综上，需要研究并设计一种适用于电信主机的基于白名单思想的内生可信技术，以检测和防御攻击行为。此技术需要包含以下能力：

1. 应用白名单能力，例如应用/程序执行前，检查完整性和真实性，只允许可信的应用/程序被执行；
2. 应用访问控制能力，例如限制应用/程序只能访问特定的资源，且不影响本身的业务执行；
3. 应用行为基线能力，例如学习并审计应用/程序的行为基线，检测逾越行为基线的恶意动作。

预期目标：

研究基于白名单的电信内生可信技术，涵盖应用白名单、应用访问控制和应用行为基线能力，输出理论模型和研究报告，并完成原型验证。

指标要求：

白名单功能开启后，CPU(峰值)占用小于 1%和内存占用小于 100M，较传统防病毒方案降低至少 50%。

交付物：

1. 输出电信内生可信技术研究报告，包含以下内容：
 - a. 应用白名单的描述模型和实现方法，包括进程、文件等白名单要素，评估白名单匹配的性能影响；
 - b. 应用访问控制描述模型，评估监测性能影响(例如，一万个进程，十万个文件的环境下)；
 - c. 应用行为基线描述模型，评估模型的有效性、准确率，以及性能影响。

2. 输出应用白名单、应用访问控制和应用行为基线的原型系统；
3. 专利、论文等。

期望期限：

2025 年 Q1。

2024ZTE09-02 课题名称：云原生安全通信技术

合作内容：

云原生计算是国际公认的下一代云计算范式，云原生安全通信为企业云原生转型的关键考虑要素，是未来云网产品方案的核心技术方向。基于原生的设计思想，云原生安全通信借助云平台技术与资源将安全深度内嵌融入原生平台中，并贯穿整个业务通信交互过程以及应用生命周期始末，覆盖微服务安全、服务网络安全、容器平台安全等。通过提供内生、原生、协同的安全免疫能力，构建出弹性、敏捷的云原生一体化安全通信体系。

新型云网容器化架构呈现出自动化快速开发部署模式、微服务和接口指数级增长、防护对象类型丰富多样等新型特点，云网业务的原子化分解使得防护边界愈发模糊，传统边界安全手段防护粒度粗，无法实现海量服务精细化的互访控制，同时效果滞后的防护机制也难以适应云原生场景下极具高效便捷的交付方式、灵活弹性的组网形态以及按需动态的业务模式，无法实现对云内异常流量迅速、及时、准确地高效识别与阻断。

本课题主要研究云原生的安全通信架构和技术方案，实现轻量化、高性能、强安全、自适应的云原生通信内生安全体系，以及云安方案一体化交互，系统性保障云原生场景下持续安全通信，提升云网业融合的攻击免疫能力。

1. 设计与电信云原生紧密结合的安全通信体系与技术方案；

针对电信云未来业务场景和网络架构趋势分析，识别与电信业务功能无关的安全通用特性，将安全通用特性与电信功能解耦，并进行原子化设计，使得电信业务仅专注于自身业务逻辑实现，同时设计电信基础安全功能的微服务化机制，研究服务可信访问、防控策略自动化配置等关键技术。

2. 设计基于云原生的协同防御通信体系与技术方案；

依据未来云原生网络特点识别新架构和新技术带来的安全需求，结合典型应用场景设计安全协同防御通信体系架构，研究电信云之间、电信网和传输网之间、

算网场景下的协同联动防御技术，构建云网业安融合的原生态的、安全持续且连续的一体化交付方案。

3. 设计电信云原生安全通信流程。

基于解耦的原子化安全特性，结合电信云流程（如终端接入、终端移动、业务访问、网络切片等）设计完整的云原生安全通信交互系统流程，构建可灵活重构、内生安全、一致性防护、一体化管理的电信云原生体系。

预期目标：

实现结合电信云原生的安全通信技术框架设计，明确与未来云原生网络（如算网融合）高度融合的安全通信整体架构和方案，解决电信安全特性原子化下的精细高效防护、全系统协同联动防御、基于云原生的电信安全通信交互等关键技术难题，结合典型场景形成云原生安全通信技术方案。

指标要求：

设计电信云原生网络安全通信技术仿真系统，性能需优于边车模式，引入的路由转发开销低于 15%。

交付物：

1. 研究报告，包含：

- a. 识别与对比现有云原生安全技术，分析电信云未来业务场景和网络架构趋势；
- b. 设计电信云原生网络安全通信技术体系，包括安全通信架构、协议算法、安全组件等，研究如下基础关键技术：1) 边车性能优化、多模式（如边车、SDK）并存联防；2) 服务可信访问、防控策略自动化配置、AI 安全智检等。分析约束条件（包括但不限于处理性能、安全性、工程化、动态业务下的系统影响等）；
- c. 研究电信云之间、电信网和传输网之间、算网场景下的协同联动防御框架和技术；
- d. 基于原子化的安全特性，设计终端接入、终端移动、业务访问、网络切片下的云原生安全通信流程；

2. 1 套原型系统，针对上述交付 b 提供方案验证仿真系统，性能需优于边车模式，引入的路由转发开销低于 15%；

3. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE09-03 课题名称：基于内容检测的大模型安全防护

合作内容：

ChatGPT 等大模型应用带来的数据泄漏问题已经引起广泛关注。据统计，在使用 ChatGPT 的员工中大多数会泄露数据，其中 11% 的数据为企业敏感数据。而越来越多的商用办公产品集成了大模型，就意味着将有更多的员工使用大模型，这会加剧企业敏感数据的泄露风险。通过对导入大模型的语料数据进行识别，判断是否会造成敏感数据泄漏。

本课题研究内容包括：大模型场景下需要往大模型中导入大量训练样本，需要对各种类型样本进行准确识别，防范敏感数据泄露。研究的内容主要包括：1. 识别的数据类型（文本格式、图片格式、视频格式）丰富度；2. 识别数据的效率。

预期目标：

1. 目前在大模型自身安全防护领域，主要的技术手段调研梳理；
2. 针对导入大模型的数据语料，对图片、文档、视频等各类文件进行准确识别；
3. 识别效率达到指标要求。

指标要求：

1. 图片、文档、视频等每类不少于 10 种格式；
2. 图片、文档、视频等每类文件的识别性能指标达到业界领先水平。

交付物：

1. 大模型安全防护技术调研报告 1 份；
2. 基于内容检测的大模型安全防护技术方案 1 份；
3. 原型系统 1 套；
4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

十、计算存储技术

2024ZTE10-01 课题名称：通用 ARM CPU AI 加速

合作内容：

随着 5G 智能化需求的日益提升，在网元设备中部署 AI 算法的场景越来越多，然而现有设备大多是采用 ARM 处理器，并且不会配备 AI 芯片，其计算资源有限。目前国内外有较多研究 ARM 加速和模型轻量化部署的工作，研究主要是用于模型的推理，很少有涉及到模型训练加速的工作，使得如强化学习之类依赖于模型训练的算法难以在设备中落地实现。

基于公司芯片架构和现有常用的算法的标准实现，进行训练及推理加速优化。对该研究的要求如下：

1. 对现有常用算法进行算子分析，给出时序预测、分类场景下算法的优化思路；
2. 对典型神经网络结构，如全连接网络，CNN 网络，研究其在 ARM CPU 架构下训练加速；
3. 结合指定 CPU 架构特点，对现有标准算法进行优化，落地实现。

预期目标：

基于公司芯片架构，完成：

1. 基于现有算法的标准实现，输出在时序预测、分类场景的优化方案；
2. 基于全连接及 CNN 神经网络，完成训练加速研究，完成优化算法的代码开发落地。

指标要求：

优化后算法在 ARMv8 指令集架构下部署运行，准确度与业界标准算法下降不超过 2%。在相同数据和硬件条件下，模型训练速度相对于业界标准算法提升 4 倍以上。

交付物：

1. 调研报告和方案详细设计文档；
2. 算法实现源代码；
3. 算法部署使用说明，测试方案和测试报告；
4. 专利、论文等。

期望期限：

1 年。

2024ZTE10-02 课题名称：大数据流批引擎 Flink 支持向量化加速

合作内容：

湖仓一体已成为新一代大数据架构底座，统一 SQL 层是湖仓一体的新范式。在多数据源融合使用场景下，用户不仅需要高效的 ETL 数据处理能力，还需要秒级响应的交互式查询能力。同时期望湖仓一体架构既能囊括传统数仓的能力集又能保持传统数仓的查询性能。为满足用户分析与交互式查询性能要求，可以利用元数据选择性检索策略加速、文件读取转换加速、诱导谓词优化规则、向量化加速等技术实现。提供实时性更高、查询效率更快的整体湖仓一体解决方案迫在眉睫。

1. 研究湖仓一体架构下流批引擎向量化加速技术。基于 Velox、Datafusion 等库，构建适配流批引擎向量化原型系统；

2. 研究湖仓一体架构下查询引擎支持诱导谓词优化技术。构建湖仓表高效的统计信息，将 SQL 谓词转换为应用于连接表的数据诱导谓词，在查询优化期间高效跳过数据，满足用户湖仓一体架构下的查询分析性能要求；

3. 研究湖仓一体架构下的海量元数据扫描加速技术。根据湖仓表元数据指标，基于代价模型算法，能够智能选择单点查询计划与分布式查询计划，用户无感知。

预期目标：

鉴于湖仓一体的数据规模是传统数据库/数据仓库的 10-100 倍，通用相关技术研究为湖仓一体带来更快的查询、分析性能提升。

指标要求：

1. 基于 JVM 的流批引擎的向量化加速原型系统支持 Filter, Project, TableScan, Agg, Join 等算子，基于 TPC-DS 3TB 数据量性能提升 2 倍以上；

2. 在 Join 场景下，基于 3TB 数据量的 TPC-DS、TPC-H 测试模型，利用查询优化器的数据诱导谓词算法能够提升计算性能 2 倍以上；

3. 利用海量元数据扫描加速技术，在单表 Limit、Filter Partition、Filter Value 场景下，元数据查询性能能够提升 6 倍以上。

交付物：

原型系统（含源代码）、专利、论文、研究报告与系统方案等。

期望期限：

1 年。

十一、数据库技术

2024ZTE11-01 课题名称：嵌入式数据库性能评估工具与故障自诊断技术

合作内容：

1. 嵌入式硬件配置和资源大小千差万别，业务人员难以预先准确评估工程硬件配置规格及其成本，需要依赖实际测试后再评估；

2. 嵌入式数据库已在系统网元基站中大量部署，基站总体规模达百万计，面对如此庞大的现网数据库实例，单纯依靠人工 DBA 进行运维显然力不从心，自动化、智能化的运维手段必不可少，特别是故障处理，需要提供可靠的自诊断和自恢复能力。

预期目标：

1. 嵌入式数据库的性能与资源评估工具，基于不同的性能和可靠性目标，推荐相应的 CPU/内存/I/O 硬件配置以及相应的参数设置，准确评估工程硬件配置规格及其成本；

2. 嵌入式数据库故障自诊断与自恢复技术，实现基于规则或 AI 的智能诊断、自动修复数据库故障的方法及工具。

指标要求：

1. 性能与资源评估准确性：基于不同的性能和可靠性目标，推荐相应的 CPU/内存/I/O 组合以及相应的参数设置，基于推荐的参数设置，运行相应的应用负载，获取性能和可靠性指标结果，和应用提出的性能和可靠性目标偏差<10%；

2. 故障自诊断与自恢复技术：实现基于规则或 AI 的智能诊断、自动修复数据库故障功能，无需人工干预。

交付物：

1. 嵌入式数据库自诊断自恢复技术、性能与资源评估工具调研报告、总体方案选型文档；

2. 嵌入式数据库自诊断自恢复技术、性能与资源评估工具的原型系统，其功能和性能满足以上预期目标及指标要求；

3. 嵌入式数据库自诊断自恢复技术、性能与资源评估工具的源代码、测试验证报告以及合同规定的论文、专利。

期望期限：

1 年。

2024ZTE11-02 课题名称：全密态数据库技术研究

合作内容：

全密态数据库研究，主要解决的问题包括：

1. 加密后数据的查询运算及索引问题

设计支持密态数据的 SQL 查询引擎及存储引擎，支持全部数据库语法的各种密态查询及运算；研究基于保序加密、对称密码和哈希函数等构建轻量级密文索引机制，实现面向数据库系统的可搜索加密方法；

2. 性能问题及算法安全性问题

当前使用的密码学算法，例如同态加密等一些算法，虽然能完成数据库密态数据的查询运算功能，但是性能很低；业界使用的性能稍好的某些算法，在密码学中较小众，其安全性有待考证；

3. 结合使用 TEE 硬件的问题

由于目前密码学解决的 SQL 查询运算有限，并存在性能问题，业界目前方案均配合使用 TEE 硬件完成部分功能。这种方式并不是严格意义上的全密态系统，数据在 TEE 中是明文，需要保证用户密钥的安全性、TEE 中明文数据不泄露，管理 REE 与 TEE 的计算资源分配及高效调度等问题。

预期目标：

指标要求：

实现基于 OLTP 关系型数据库的全密态数据库，1) 应用能够透明无感知的使用全密态数据库 2) 实现对密态数据的逻辑计算、数值计算、文本操作 3) 支持高效密文索引，对于有密文索引的列，优化器可自适应选择索引扫描算子 4) 支持结合使用 TEE+REE，可实现计划级的动态自适应协同 5) 满足加密算法及密钥管理要求；研究 OLAP 全密态数据库及非关系型的全密态数据库的方案。

指标要求：

性能与明文状态相比下降不超过 50%，技术指标达到业界领先水平。

交付物：

1. 可运行的全密态数据库，其功能和性能满足以上预期目标及指标要求；
2. 技术选型报告及总体方案文档、详细设计文档；
3. 源代码、测试报告、以及合同规定的论文、专利。

期望期限：

1 年。