

F U J I A N  
T E L E C O M M U N I C A T I O N S  
T E C H N O L O G Y

# 福建通信科技

2022年第4期  
总第154期

FUJIAN  
TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY



闽内资准字K第111号  
内部资料 免费交流



## 2022年东南科技论坛

### ——数据安全与数字经济产业融合发展论坛在榕举行



11月30日，2022年东南科技论坛——数据安全与数字经济产业融合发展论坛顺利举行。本次论坛由福建省科学技术协会、中国通信学会、福建省通信管理局、福建省工业和信息化厅主办，福建省通信学会、福建省互联网协会、中国计算机学会福州分部承办，福建省网络与信息安全行业技术开发基地、福建中信网安信息科技有限公司、福建省电子产品监督检验所、福州市晋安区委人才工作领导小组办公室、福州市

晋安区科学技术协会、福州市仓山区委人才工作领导小组办公室、福州市仓山区科学技术协会协办。

本次数据安全与数字经济产业融合发展论坛作为2022年度东南科技论坛的四大论坛之一，旨在搭建创新性和实践性相结合的高端学术平台，发挥学术对产业的引领作用，深化产学研用协同发展，推动科技创新，解决深层次的问题和难题。

福建省科学技术协会副主席林学理、中国通信学会副理事长兼秘书长张延川、福建省通信管理局副局长白学任、福建省工业和信息化厅副厅长郭学军出席会议并致辞，来自省内相关政府部门、行业协（学）会、高校研究机构、数字经济企业、数据安全领域企业、工业领域企业和通信运营企业等单位的代表100余人来到论坛现场，共同聚焦数据安全行业前瞻议题，深度解读数据安全相关法规政策，深入探讨数据安全与数字经济产业融合发展，助推我省数字经济高质发展。



福建省科学技术协会副主席林学理



中国通信学会副理事长兼秘书长张延川



福建省通信管理局副局长白学任



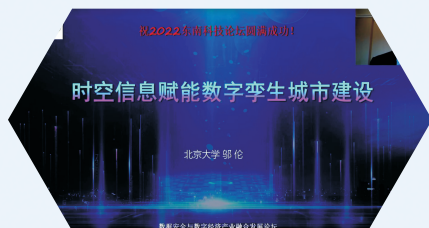
福建省工业和信息化厅副厅长郭学军

论坛上半场，中国工程院院士沈昌祥、国际欧亚科学院院士邬伦、中国科学院高能物理研究所网络安全实验室首席科学家许榕生三位行业资深专家作主旨演讲。

论坛下半场，由福建师范大学计算机与网络空间安全学院院长许力、中信网安信息科技有限公司高级解决方案专家阮浩威做主题演讲。



中国工程院院士沈昌祥作主旨演讲



国际欧亚科学院院士邬伦作主旨演讲



中国科学院高能物理研究所网络安全实验室首席科学家许榕生做主题报告

本次论坛还得到了福建省网络与信息安全产业协会、福建省信息协会、福建省计算机学会、福建省高校教育信息化学会、福建省医学会医学信息学分会、福建省互联网

信息交流协会、福建省互联网金融协会及各媒体直播平台支持。

（省通信学会陈华新供稿）



2022年第4期  
总第154期

1983年创办 2022年12月编印

# 福建通信科技

FUJIAN TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY

## 《福建通信科技》编委会

编委会主任:陈荣民

编委会委员:林晓武

邱宝华

林婷婷

欧胜昶

卢 军

陈星耀

林 宇

黄立勤

苏 嵘

黄荔红

林 祺



## 目 录 CONTENTS

### 专 家 视 点

基于节点重要性的电力调度数据网可靠性预警……………  
……陈 灵 李泽科 余斯航 郭久煜 林碧海 刘延华 (01)

### 热 点 追 踪

光学传感器之控制芯片设计应用于元宇宙虚拟与增强实境  
……………赖文政 张胜良 (09)  
元宇宙, 引爆下一代网络算力革命……………  
……………林 伟 (15)

### 经 验 交 流

互联网数据中心液冷化改造适用技术初步研究报告……………  
……………曹 曦 (21)  
北卡密甲: 基于国密算法的工业互联网数据安全解决方案  
……………翁才杰 林幸华 邱丽灵 阮莉丽 (27)  
数据开放共享安全解决方案……………  
……………高 垠 李剑飞 陈惠源 (31)



# 《福建通信科技》 与时俱进!

主管单位：福建省通信管理局

主办单位：福建省通信学会

福建省互联网协会

福建省信息通信行业协会

福建省邮电规划设计院有限公司

总 编：陈星耀

副总编：赖克中

主 编：林 炜

责任编辑：陈华新 赖蔚萍

编 印：福建省邮电规划设计院有限公司

《福建通信科技》编辑部

通信地址：福州市五四路111号宜发大厦9楼

电子信箱：laiwp@fjpd.com

网 址：www.icfj.cn

电话号码：(0591)87879622

邮政编码：350003

闽内资准字K第111号

( 内部资料 免费交流 )

# 福建通信科技

FUJIAN TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY

## 目 录 CONTENTS

### 史 海 钩 沉

选择通信事业，终身不悔.....  
.....程维平 ( 36 )

### 专 题 讲 座

元宇宙应用场景分析及落地.....欧照杰 ( 39 )

### 闽 台 资 讯

省通信管理局：献礼二十大 | 福建超额提前 完成全年5G建站目标，排名提升3-4位..... ( 50 )  
学 ( 协 ) 会简讯..... ( 54 )  
电信：全球首个5G+VR心血管介入手术教学平台在厦启用.....  
..... ( 58 )  
移动：5G+速 移路领先 5G拓展大国“智”造新空间.....  
..... ( 61 )  
联通：福建联通亮相首届福博会 助力八闽扬帆海外.....  
..... ( 65 )  
会员单位：中邮科持续推进企业技术创新.....  
..... ( 68 )  
台湾：告别“4G价格战”，台湾三大运营商5G时代携手共进  
..... ( 69 )



# 基于节点重要性的电力调度数据网可靠性预警

陈灵 李泽科 余斯航 郭久煜 林碧海 刘延华

**摘要:** 随着电力调度业务的不断发展,电力调度数据网络结构日渐复杂,为确保网络的连通性与服务质量、减少节点失效带来的危害,及时有效的网络可靠性预警具有重要现实意义。首先,提出一种融合拓扑重要度和业务重要度的节点重要性评估方法,利用图注意力网络结合节点特征计算其拓扑重要性,并研究节点承载的业务重要度计算方法,基于模糊层次分析法,确定二者的权重,最后加权得出节点的综合重要度大小。根据评估出的节点重要度计算节点被攻击概率并建立马尔可夫状态转移方程,预测n次攻击后最有可能失效的节点,及时发起报警以便采取防护措施避免网络崩溃。实验结果验证了该评估方法的准确性及预警的可行性,为确保电力调度数据网的可靠性提供重要技术支持。

**关键词:** 电力调度数据网;图注意力网络;重要节点识别;可靠性预警

## 1 引言

电力调度数据网是传输电力调度生产数据的专用网络。随着电力系统的发展,电力调度数据网复杂性日益增长,小部分节点的失效将会导致整个网络的大规模失效,甚至造成网络瘫痪,即发生级联失效<sup>[1,2]</sup>。而在电力调度数据网的基本要求中指明了需要网络具备高可靠性的特点,包括网络中设备本身的可靠性与网络设计的可靠性<sup>[3]</sup>,即当断开某链路时网络不能中断。基于“安全第一、预防为主,确保电网安全”的指导思想<sup>[4]</sup>,从重要节点识别、保护、预警的角度出发,能够大大增强电力调度数据网的可靠性。因此,识别重要节点并加强网络预警十分必要。

对网络中重要节点的识别不仅具有理论意义,而且具有实用价值。越重要的节点对网络的正常运行起到的作用越大,例如,在识别流量网络中的重要节点连接可以防止由拥塞造成的网络瘫痪<sup>[5]</sup>。同理,在电力调度数

据网中,识别并保护重要节点能够保证网络可靠性,确保业务顺利完成。已有网络可靠性的研究中,往往集中于网络可靠性评估方法、薄弱环节发现等内容。在薄弱环节发现中,当重要度越高的节点受到攻击时,对系统的损害程度越大,针对识别出的重要节点进行预警,能够帮助系统更及时准确地采取相应的保护措施。

而当电力调度数据网趋向于复杂网络时,对重要节点的识别也带来了更大的挑战。从逆向思维角度来说,攻击重要度越高的节点对网络的破坏越大,识别重要节点即寻找一个最优的攻击序列来拆解网络。而以尽可能少的节点来瓦解一个复杂的网络,是一个具有计算挑战性的NP困难问题<sup>[6]</sup>。目前,针对网络连通性的重要节点识别方法主要可以分为基于节点统计特征信息<sup>[7,8]</sup>及启发式智能算法寻优<sup>[9-11]</sup>。

在电力网络重要节点识别及预警中,目前已经有电力通信网与配电网两种应用场景。在电力通信网中,一

## 作者简介:

**陈灵:** 硕士,高级工程师,研究方向为电力调度自动化技术及管理、调度数据网,现任职于国网福建省电力有限公司。

**李泽科:** 硕士,硕士研究生,主要研究方向为调度数据网、电力监控系统网络安全。

**余斯航:** 硕士,高级工程师,主要研究方向为调度自动化、网络安全、调度数据网。

**郭久煜:** 硕士,高级工程师,研究方向为调度自动化、网络安全等。

**林碧海:** 硕士生,研究方向为网络可靠性诊断、网络安全等。

**刘延华:** 博士,副教授,主要研究方向为网络系统分析及优化、网络安全。



般将通信网抽象为无权无向的网络拓扑进行相关运算, 谭阳红等<sup>[12]</sup>提出一种改进的逼近理想值排序(TOPSIS, Technique for order preference by similarity to ideal solution)法, 引入相对熵解决传统 TOPSIS 法不能区分正负理想解中垂线节点的问题, 利用灰色关联度衡量欧式距离及曲线边缘耦合度, 使评估结果更加精确。吴润泽等<sup>[13]</sup>采用网络属性值信息熵计算网络拓扑特征及其对节点影响力的整体贡献度, 从连通性和网络效率的角度分析节点故障后对网络拓扑抗毁性和鲁棒性的影响。樊冰等<sup>[14]</sup>提出一种基于多属性决策的电力通信网节点重要性计算方法, 首先根据各节点指标计算指标熵值以及指标之间的肯德尔系数, 确定指标权重, 结合多属性决策方法得到节点指标贴近度, 进而得到各节点的实际重要度。

在配电网场景中, 考虑多个因素的影响, 采用的方法有优化理论、人工鱼群算法、禁忌搜索、灰狼优化算法等<sup>[15]</sup>。针对电网的研究中, 评估电网可靠性的内容较多, 而对于电网运行中的安全预警研究相对较为匮乏<sup>[16]</sup>。研究人员更倾向于研究电网的长期规划<sup>[17]</sup>和实时故障告警<sup>[18]</sup>。

与其他电力网络相比, 电力调度数据网使用 MPLS 标签进行业务的转发, 不同业务重要性并不相同<sup>[19]</sup>。节点承载的业务也将影响到节点的综合性重要度。

综上所述, 传统的基于统计特征的方法往往仅能利用节点众多信息中的一方面, 不能结合具体的场景进行分析; 而基于启发式的智能算法, 在面对大规模网络的识别时, 容易陷入局部最优<sup>[9]</sup>, 计算效率较为低下难以胜任对大型复杂网络的拆解工作, 部分方法受限于具体的网络结构。而针对节点失效情况下的电力网络可靠性预警相关研究较少, 难以准确及时地针对当前网络的状态发出报警。

因此, 本文针对上述问题, 主要研究内容及贡献如下:

(1) 针对电力调度数据网的网络连通性问题, 提出基于图注意力网络的调度数据网重要节点识别方法, 结合调度数据网的特征, 通过小规模标注训练, 可拓展到大型复杂网络, 在输入时结合更多调度数据网的节点信息, 有效缓解启发式智能算法易陷入局部最优的情况。

(2) 基于模糊层次分析法, 提出节点综合重要度评估方法, 通过权衡节点拓扑与业务的重要性程度, 采用加权的方法合理地评估节点的综合重要度。

(3) 针对网络遭到攻击后节点失效的情况, 使用主动探测判断并收集失效节点信息, 结合识别出的重要节点, 建立马尔可夫状态转移矩阵, 模拟遭受  $n$  次攻击后,

最有可能失效的节点, 并及时发起预警, 防止系统的崩溃。

## 2 背景知识

本文通过研究节点重要度对网络可靠性的影响, 使用基于图注意力网络(GAT, Graph attention network)的衡量方法得到节点的拓扑重要度并结合业务概念得出节点综合重要度并以此为依据进行预警。以下针对所使用的节点拓扑重要度特征、GAT 基本机制及可靠性评估指标进行基础技术知识介绍。

### 2.1 节点拓扑特征

电力调度数据网可以抽象为节点较多的复杂网络, 使用无向图进行表示, 能够结合复杂网络理论进行节点拓扑重要性的评估。而节点特征能够在一定程度上体现节点在拓扑中的重要性程度, 以下介绍本算法用到的重要度评估节点特征。

1) 节点度(degree)及其  $\chi^2$  值: 节点度是用来描述网络中与该节点有连接关系的边的数目, 它是度量节点重要程度的基础属性。该属性具有计算简单、能从局部性体现节点的重要程度的特点。一般认为与某节点相连接的边的数目越大, 该节点的重要性排序越靠前。其  $\chi^2$  值计算公式如下:

$$d_{\chi^2}(i) = \frac{(d_i - \bar{d}_G)^2}{\bar{d}_G} \quad (1)$$

式中:  $d_{\chi^2}(i)$  为节点  $i$  度的  $\chi^2$  值,  $d$  为节点  $i$  的度值,  $\bar{d}_G$  为图  $G$  中节点度的平均值。

2) 节点 K-Core 值: K-Core 方法通过递归地移除网络中所有度值小于或等于  $K$  的节点, 得出节点所属的结构层次, 它可以用来描述度分布所不能描述的网络特征, 揭示源于系统的特殊结构性质和层次性质, 属于全局性的节点特征, 节点的 K-Core 示意图如下所示。

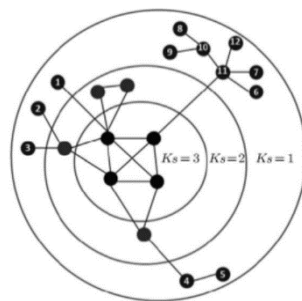


图1 节点 K-Core 值示意图



3) 局部聚集系数 (local clustering coefficient): 聚集系数是图中的点倾向于集聚在一起的程度的一种度量, 局部聚集系数可以测量图中每一个结点附近的集聚程度, 聚类系数越大, 则说明节点的邻居之间联系越紧密, 在图  $G(V, E)$  中, 对于节点  $v_i$ , 通过找出其直接邻居节点集合  $N_i$ , 计算  $N_i$  构成的网络中的边数  $k_i$ , 除以  $N_i$  集合所有可能的边数, 计算公式如下所示:

$$C_i = \frac{2|\{e_{jk}\}|}{k_i(k_i - 1)} : v_j, v_k \in N_i, e_{jk} \in E \quad (2)$$

## 2.2 图注意力网络

图深度学习<sup>[20-21]</sup>技术为特征提取中嵌入拓扑信息提供了新的解决方案, 且在电力系统暂态稳定评估中已有初步应用<sup>[22]</sup>。本文使用图注意力网络, 考虑了节点间的邻接关系, 利用多头注意力机制, 将多个低维节点特征聚合为高维特征, 以此作为重要节点识别的依据。其多头注意力机制如下所示。

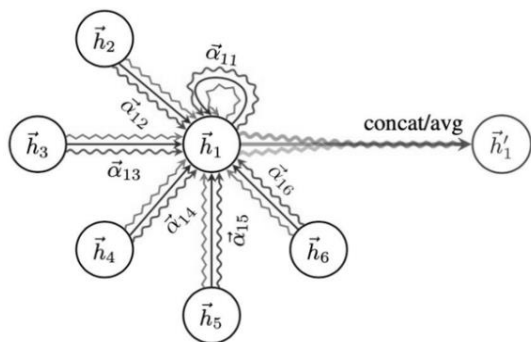


图2 多头注意力层

依靠注意力机制的权重系数和学习参数, GAT<sup>[23]</sup>使用  $k$  组相互独立的单头注意力层, 然后将它们的结果拼接在一起, 提高注意力机制的泛化能力。其中  $\vec{h}_i$  为特征向量,  $\vec{\alpha}_{ij}^k$  为  $k$  组向量权重。

## 2.3 可靠性衡量指标

在电力网络中, 可靠性衡量指标并不统一, 本文拟采用其中两个常用指标进行系统的可靠性衡量。首先, 电力网络往往需要较大的集群才能够正常的工作<sup>[19]</sup>, 因此通常使用最大连通分量所占比例 (即网络连通度) 衡量系统的可靠性, 指标值越接近 1 代表网络可靠性越高。该指标计算公式如下所示。

$$R_G = \frac{LCC(G)}{|N|} \quad (3)$$

式中:  $R_G$  为网络可靠性指标,  $LCC(G)$  为图  $G$  中最大连通分量包含的节点数,  $N$  为图中总节点个数。

其次, 网络的平均网络效率常用于代表整个网络的性能, 以其作为另一指标衡量系统可靠性, 其计算方式如下。

$$NE(G) = \frac{1}{N(N-1)} \times \sum_{\substack{i \neq j \\ i, j \in V}} \frac{1}{d_{ij}} \quad (4)$$

式中,  $NE(G)$  表示网络  $G$  的平均网络效率,  $N$  表示网络  $G$  的节点总数,  $d_{ij}$  表示节点  $i$  与节点  $j$  之间的最短距离, 网络效率越高说明节点通信路径越短, 具有更小的通信时延及更好的通信效果。

## 3 模型框架

本文提出的评估及预警框架如图 3 所示, 首先, 使用 FAHP 计算得到拓扑重要度与业务重要度所占权重; 然后, 输入待评估的拓扑分别计算两种重要性大小, 再通过加权得到最终的节点综合重要度; 最后, 基于所得的节点重要性, 通过识别系统中失效节点, 由预警算法得出当前系统已失效节点的马尔可夫状态转移矩阵, 通过计算  $n$  次攻击后节点失效概率得到最有可能失效的节点以达到预警的作用。

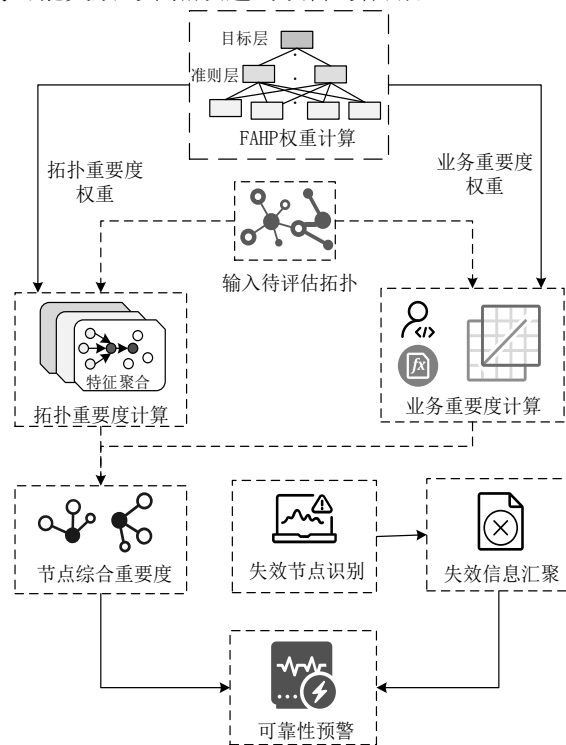


图3 总体技术框架

#### 4 基于 FAHP 的指标权重计算

模糊层次分析法 (FAHP, Fuzzy analytic hierarchy process) 是一种定性分析和定量分析相结合的系统分析方法, 常用于衡量某因素的重要性程度, 本文使用模糊层次分析法确定拓扑重要度与业务重要度权重的步骤如下:

1) 构建模糊矩阵: 两两比较元素间的重要性程度, 使用 0.1-0.9 标度法作出因素间的数量标度。

由于电力调度数据网强调任何设备的断开不能影响网络的连通性<sup>[4]</sup>, 因此, 相较于业务重要度而言, 拓扑重要度要重要得多, 应用模糊一致矩阵的充要条件进行调整后, 本文构建的模糊判断矩阵如下所示。

表 1. 模糊判断矩阵

	业务重要度	拓扑重要度
业务重要度	0.5	0.2
拓扑重要度	0.8	0.5

2) 由模糊一致判断矩阵  $R$ , 使用公式法求元素  $a_1, a_2$  对应的权重值  $w_1, w_2$ 。计算公式如下:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} + \frac{n-1}{2}}{n(n-1)} \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (5)$$

式中,  $a_{ij}$  为模糊判断矩阵元素,  $n$  为矩阵维数。

#### 3) 权重分配

在得到拓扑重要度  $P_n$  以及业务重要度  $S_n$  后, 结合 FAHP 得出的权重值  $w_1, w_2$ , 计算节点综合重要度  $R_n$ ,  $R_n$  越大表示节点越重要, 计算公式如下所示:

$$R_n = w_1 P_n + w_2 S_n \quad (6)$$

#### 5 节点业务重要度计算

在电力调度数据网中传输的电力调度业务种类繁多, 其中具有代表性的业务有电力调度生产实时数据, 防误系统, 继电保护, 水电新能源, 调度计划等。不同电力调度业务对电力调度系统的重要性各不相同, 节点承载的业务数量及种类存在较大差异。研究节点承载业务的重要度, 有利于结合实际场景。为了方便研究, 我们将电力调度业务分为 5 种并参考文献[24]及调度网业务等级[25]赋予各项业务不同的重要度, 如表 2 所示。

表 2 业务分类

业务编号	业务名称	业务重要度
I	电力调度生产实时数据	0.7521
II	防误系统数据	0.3736
III	继电保护数据	0.2003
IV	水电新能源数据	0.1104
V	调度计划	0.0669

为了综合考虑各项因素, 基于业务的节点重要度计算方法如下所示:

$$S_i = \sum_{k=1}^m p_{ik} r_k \quad (7)$$

式中:  $S_i$  表示节点  $i$  实际承担的业务重要度,  $m$  表示网络中承担的电力业务的类别总数;  $p_{ik}$  表示节点  $i$  承载的第  $k$  类业务的运行数量;  $r_k$  表示第  $k$  类电力业务的重要度值。

#### 6 节点拓扑重要度计算

考虑到单一节点特征能够体现该节点对整体拓扑重要性的程度有限, 使用图注意力网络融合多个节点特征形成高维特征, 能够更全面的评估节点的拓扑重要度。本文拓扑重要度计算基本流程如图 4 所示。

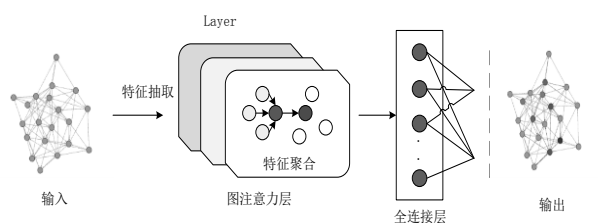


图 4 拓扑重要度计算流程图

首先, 进行图注意力网络的训练, 通过计算抽取拓扑中各节点的节点特征, 包括节点的度、K-Core 值、局部聚集系数; 通过暴力求解小规模网络的最优失效节点子集, 并加以标注作为训练集。使用 GAT 模型进行训练, 使之能够运用于待评估的网络。

随后, 将待评估的拓扑作为输入计算得到图中各



节点的节点特征后送到模型中,进行节点重要性评估并赋给每个节点拓扑重要度值  $P_n$ 。基于 GAT 的节点拓扑重要度计算算法如下所示。

算法 1 基于 GAT 的节点拓扑重要度计算

输入 提取特征后的网络拓扑训练集 train、测试集 test, 可靠性阈值 threshold。

输出 节点的拓扑重要度排序 rank

```

1) for each graph G in train:
2) for k ← 0 to n: // n 为 G 中包含的节点数
3) for set in combination(v, k): // 选取 k 个节点集合
4) 移除 G 在 set 中的节点
5) 计算网络可靠性指标  $R_G$ 
6) if ( $R_G > \text{threshold}$ ):
7) continue
8) else:
9) 统计节点所属最优子集的概率并标注, 得到带标注的训练集 train
10) end for
11) end for
12) end for
13) 根据得到的标注训练集 train 训练 GAT 模型 model
14) for each graph G in test:
15) 计算测试集节点特征 feature
16) 使用 model 进行拓扑重要度预测, 得到节点拓扑重要度  $P_n$  的集合 importance
17) rank = sort(importance)
18) end for

```

## 7 网络可靠性预警

通常情况下, 若以网络连通度为指标进行预警, 当删除一些重要节点时, 存在指标下降速度较慢而在此基础上继续删除节点后指标突然急剧下降的情况, 导致预警时间不及时, 预警效果差。

因此, 本文首先根据数据调度网的特点, 选择在少量的核心设备布置探测节点以覆盖整个网络; 通过这些设备周期性发送探针确定发生故障的大致范围, 并在锁定范围的一个通信检测周期 (15 秒) 内, 连续发送 10 个通信检测帧给所有邻居设备, 若收到某个邻居的确认帧数小于 4, 则认为该设备端口可能失效<sup>[26]</sup>。以此为依据, 若与所有邻居节点存在该现象则认定该设备自身通信故障陷入失效状态。

随后, 根据所求节点综合重要度值, 通过设置网络可靠性阈值, 获取使网络崩溃的最优失效节点子集。

由收集到的节点失效信息, 计算各节点受到攻击的概率, 结合攻击成功概率构建马尔科夫状态矩阵。

网络可靠性预警算法如下所示, 通过设置网络可靠性阈值, 结合当前系统中已经失效节点信息, 预测  $n$  次攻击后节点失效的概率, 并返回预警节点编号。

算法 2 网络可靠性预警计算

输入 拓扑  $G$ , 节点重要度 importance, 失效节点信息 nodes, 可靠性阈值 threshold, 模拟攻击次数  $n$ , 攻击成功概率  $P_{\text{success}}$

输出 预警节点编号  $i$

```

1) for each node  $i$  in importance:
2)  $G$  移除节点  $i$ 
3) 计算网络可靠性指标  $R_G$ 
4) if ( $R_G > \text{threshold}$ )
5) 将节点  $i$  加入失效节点子集 set
6) end if
6) end for
7) 遍历失效节点 nodes 与 set:
8) 计算公式 (8) 得到攻击概率  $P_{\text{attack}}$ 
9) 结合  $P_{\text{success}}$  计算马尔可夫状态转移矩阵  $M$ 
10) 计算  $M^n$ 
11) 在状态行中匹配当前网络所处状态 state_row
12) for each state in state_row:
13) 统计每个节点的失效概率 possible $i$ 
14) end for
15) 得到失效概率最大的节点编号  $i$ 

```

$$P_{\text{attack}}(n) = R_n / \Omega_{\text{total}} \quad (8)$$

其中,  $P_{\text{attack}}(n)$  为节点  $n$  被攻击的概率,  $R_n$  为节点  $n$  的综合重要度值,  $\Omega_{\text{total}}$  为所有识别出的重要节点综合重要度值累加和。

## 8 实验

由电力网络表现出的无标度 (Scale-free, SF) 网络特性<sup>[27]</sup>, 为了验证所提重要节点识别算法的在调度数据网中的适用性, 首先, 在典型数据调度网拓扑上验证其有效性; 然后, 在某地区实际拓扑上验证节点评估的可用性, 并在大型无标度 BA 网络上验证实验的可拓展性及优势。依据评估出的节点重要度, 在节点失效场景下验证预警算法的可行性。

### 8.1 实验设置

当一个节点失效后, 可靠性指标降低得越严重, 说明该节点对整个网络的正常运行越重要。失效节点数越少, 可靠性指标下降越快, 说明评估方法准确性

更高。同理，重要性越高的节点失效后，网络效率损失越大。网络效率损失计算方式为：

$$\varepsilon_{loss} = 1 - \frac{NE}{NE_0} \quad (9)$$

式中， $\varepsilon_{loss}$  表示网络的网络效率损失， $NE$  表示模拟节点失效后的平均网络效率， $NE_0$  表示网络的初始平均网络效率。

将评估得到的节点综合重要度按降序排列，依次移除这些节点模拟失效，观察网络可靠性指标的下降情况及网络效率的损失，并设置实验终止条件为网络可靠性下降到 0.1 以下。电力调度数据网既是电力通信网的子网又符合复杂网络的定义，文献[13]考虑在电力通信网中重要节点的识别，文献[6]侧重于在复杂网络中的识别，因此，实验初步采用文献[13]与文献[6]中的算法作为对比（后文分别标记为 WU、GND 算法），比较在不同网络中的识别效果并针对识别出的重要节点在实际大型电网中进行可靠性预警验证。

### 8.2 小型调度数据网

针对规模较小的网络，使用如下具有 16 个节点，18 条边的典型调度数据网结构为例进行实验。经过评估得到的重要节点，如图中标记所示。其重要度值如表 3 所示。

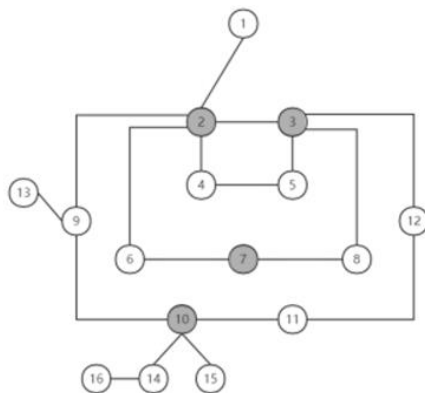


图 5 小型调度数据网拓扑图

由图 5 可知，当删除所有识别出的重要节点时，能够将最大连通分量大小降至 2，此时可靠性指标下降到 0.125。由于 2 号节点与 3 号节点是该接入网中的汇聚节点，由汇聚节点的性质可知，这些节点承载了较多的业务。若这两个节点失效，网络可靠性降低为 0.5。在此基础上，10 号节点相较于其他节点具有更高的重要度。此外，由表 3 可知，在移除单一的重要节点时，网络的可靠性指标并不会显著下降，而若逐一

将他们删除，指标骤降。由此，亦说明了以可靠性指标为预警并不及时准确。

表 3 节点重要度值

设备 id	节点重要度值	失效后可靠性大小
2	0.9417	0.875
3	0.8674	0.5
10	0.7082	0.1875
7	0.6728	0.125

### 8.3 某地区数据调度网

在实际的数据调度网拓扑结构中，网络具有多层次的特点，分为汇聚层与接入层。选取某地区的部分数据调度网为例进行实验，该拓扑包含了 268 个节点及 270 条边，其中，汇聚层节点数为 25，接入层节点数为 243，具体拓扑结构示意图如图 6 所示。

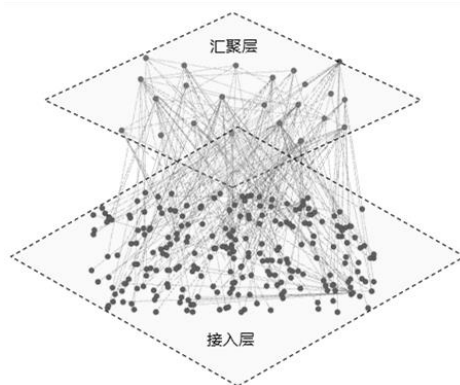


图 6 某地区调度数据网拓扑图

通过仿真生成业务并赋予传输路径上节点该业务重要度后，使用文本算法进行重要节点的识别。在两个指标下的模拟失效过程如图 7、图 8 所示。

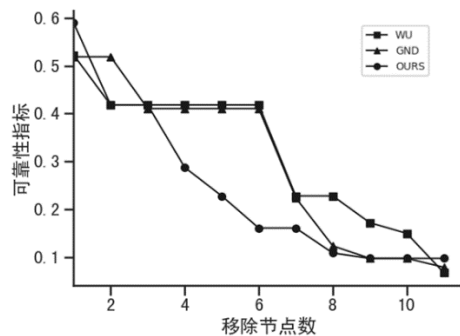


图 7. 某地区调度数据网失效模拟实验（网络可靠性指标）



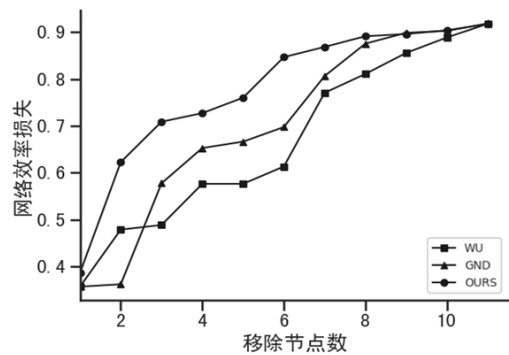


图 8. 某地区调度数据网模拟失效实验  
(网络效率损失)

所得节点重要度值及排名如表 4 所示, 结合模拟失效实验结果可以观察到, 在删除第 4 个重要节点时, 本文所提算法相较于其他两个算法网络可靠性指标下降更快。通过删除 9 个节点, 本文算法与 GND 算法均能够使可靠性指标下降到 0.1, 而同时期 WU 算法的效果较差, 可靠性下降为 0.19。在网络损失指标下, 本文算法表现均好于其他两个算法。由节点重要度表可知, 识别出的重要节点所属层次均为汇聚层与实际意义相符。1 号节点与 4 个汇聚层节点、20 个接入层相连, 业务往来较多拓扑重要性强; 而 141 号节点仅与 10 个接入层节点相连, 业务量较小拓扑重要性低, 均与重要度排名契合。

表 4. 节点重要度值

重要度排名	设备 id	节点重要度值	所属层次
1	1	0.9654	汇聚层
2	103	0.9417	汇聚层
3	98	0.8674	汇聚层
4	152	0.8080	汇聚层
5	23	0.8028	汇聚层
6	184	0.7998	汇聚层
7	189	0.7082	汇聚层
8	28	0.6959	汇聚层
9	141	0.6769	汇聚层
10	173	0.6728	汇聚层

8.4 大型 BA 网络

大量统计数据分析表明, 大规模电力网络表现出明显的小世界特性, 某些局域电力网络表现出无标度 (Scale-free, SF) 网络特性<sup>[27]</sup>。使用无标度网络模型 BA 模型进行实验拓扑的生成以验证算法的可扩展性, 设定实验网络包含节点数为 1000, 通过每次添加 4 条边完成拓扑模拟。受限于网络效率指标的时间复杂度, 实验通过移除 100 个节点进行网络效率损失对比。以下实验对比图为在两个指标下的模拟失效过程。

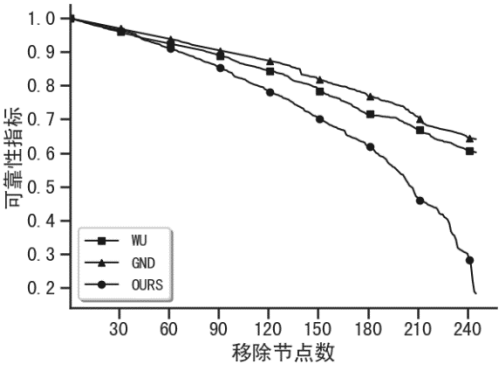


图 9. BA 无标度网络模拟失效实验  
(网络可靠性指标)

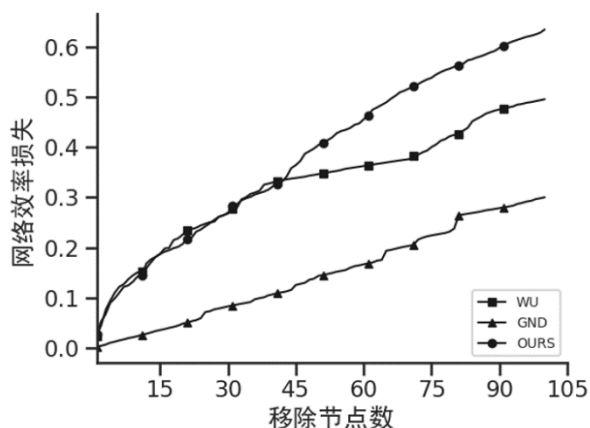


图 10. BA 无标度网络模拟失效实验 (网络效率损失)

由实验结果对比图中可以看出,在删除前 30 个节点时,3 个算法对网络可靠性指标影响较为相近,此时下降趋势较为缓慢。而在 30 个节点后,本文所提算法,可靠性指标下降更为快速,通过移除网络中 240 个节点,能够将可靠性指标下降到 0.3 以下,远远优于同时期 WU 与 GND 算法的表现。并且在网络效率损失中,本文算法也在删除 45 个节点后较大的领先于另外两个算法。

通过与 BA 随机网络的实验结果对比可知,本文算法更适用于拓扑复杂的网络,在针对连边数较多的拓扑数据时,具有更好的表现,能够通过移除少量节点使得指标快速下降。

综上所述,随着节点的失效,网络的可靠性指标不断地下降,网络损失逐渐变大,且不论在哪一类网络中,本文算法都能够有效的降低可靠性指标,验证了评估方法的准确性。并且所提算法综合考虑了节点承载的业务重要度,更贴合实际的应用场景。GAT 模型结合了多个节点低维特征,能够在不同场景下,取得准确的节点拓扑重要性。同时,其计算复杂度只有  $O(N+E)$ ,其中  $N$  是拓扑节点数的大小, $E$  是连边数,可以在线性时间内完成拓扑重要度的评估。

#### 8.5 网络可靠性预警验证

使用欧洲电网数据集 EU-powergrid 构建拓扑进行网络可靠性预警验证实验,该拓扑共包含 1467 个节

点、1817 条连边。

为了达到预警的目标,使用动态度优先选取节点对拓扑进行模拟攻击,假设由主动探测已收集到此时网络失效节点集合为 (418, 52, 169, 44)。在此状态下,模拟遭受  $n$  次攻击,为了计算方便,使每个点受到攻击后失效概率设为 0.5。在上述节点失效后,网络可靠性指标下降为 0.73。根据所设阈值截取的最优子集中共包括 10 个节点,以此构建马尔可夫状态矩阵  $M$  如下所示,矩阵元素  $a_{ij}$  表示从状态  $i$  转移到状态  $j$  的概率。

$$M = \begin{bmatrix} 0.307 & 0.073 & \dots & 0.061 \\ 0 & 0.312 & \dots & 0.065 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

进而由该矩阵预测下一个最有可能被攻击而失效的节点。显然,模拟遭受攻击次数过多有可能导致报警过早、过于频繁,产生误报;模拟遭受攻击次数过少则可能错过最佳预警时间。因此,本文将模拟遭受攻击次数设置为 5,通过计算概率转移矩阵  $M^5$  得到遭受攻击后的各状态概率并与当前状态匹配到当前状态所在状态转移行。统计每个节点的失效概率,得到此时最有可能失效的节点为 128 号节点。通过该算法,能够模拟遭受  $n$  次攻击后节点失效的概率并发出预警,有效的防止系统崩溃,增强系统的整体可靠性。

#### 9 结束语

本文综合考虑节点的物理拓扑特性与承载的逻辑业务对电力调度数据网的影响。通过图注意力网络融合多项节点特征,确定各节点的拓扑重要度;结合网络中所承载的业务信息,通过计算得到业务重要度;在 FAHP 确定二者权重后,综合考量得出节点的综合重要度,能够适用于大型的电力调度数据网,评估更贴合实际应用场景。在此基础上,提出基于马尔可夫状态转移矩阵的网络可靠性预警方法,能够提前预测  $n$  次攻击后的网络状态,判断此时最可能失效的节点。通过实验,验证了算法的准确性及有效性。后续,将考虑基于节点设备可靠性的电力调度数据网优化问题,进一步提高电力调度数据网的鲁棒性。

#### 参考文献 (略)



# 光学传感器之控制芯片设计应用于元宇宙虚拟与增强实境

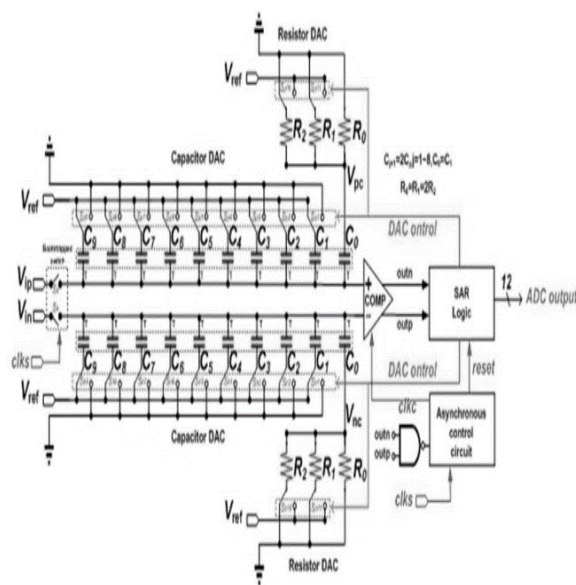
赖文政 张胜良

**摘要:** 本文提出 3D 深度感测相机中的光学传感器内逐次逼近寄存器 (SAR) 模拟数字转换器 (ADC) 与锁相回路 (PLL), 应用于虚拟现实 (VR) 与增强实境 (AR) 技术, 其设计 tsmc0.18-um CMOS 制程中实现于元宇宙应用, 通过应用基于  $V_{cm}$  的开关方法来降低数字模拟转换器 (DAC) 的开关功率, 所提出的具有锁相环设计的 SAR ADC 在 DAC 数组中, 使用更少的电容器, 所提出的锁相回路 (PLL) 具有互补交叉耦合 LC 槽压控振荡器 (VCO) 以及分频器中电流模式逻辑 (CML) 和实际单相时钟 (TSPC) 逻辑的混合设计。

## 一、本文简介

近年来元宇宙 (Metaverse) 议题发酵, 虚拟现实 (VR) 与增强实境 (AR) 技术的关键设计在 3D 深度感测相机中的光学传感器, 本文提出光学传感器中逐次逼近寄存模拟数字转换器 (Successive-approximation ADC) 架构[1]如图二所示, 控制回馈部分, 以锁相回路 (Phase Locked Loop, PLL) 架构为主, 主要由前馈路径中的相位/频率检测器 (Phase Frequency Detector, PFD)、电荷泵 (Charge Pump, CP)、三阶环路滤波器与压控振荡器 (VCO) [2]-[6], 以及前馈路径中的分频器组成反馈路径, 如图二所示, 本文介绍了 12 位 5MS/s 逐次逼近寄存器模拟数字转换器 (Successive-approximation register ADC), 其设计采用 TSMC 0.18-um CMOS 制程实现, 为了减少数字模拟转换器 (DAC) 开关数量与芯片面积, 应用了混合电阻电容 DAC, 为了节省供给电源, 使用了异步控制逻辑来驱动模拟数字转换器, 构建基于前置放大器的比较器电路, 以减少来自动态锁存器设计的反噪声, 在 1.8V 供给电源电压与 5.0MHz 取样率下, 测量结果分别达到 DNL (微分非线性) 的 -0.55/0.72LSB (最低有效位), 与积分非线性 (INL) 的 -0.78/0.92LSB, 以及 10.76 位的有效位 1MHz 输入频率下的位数 (ENOB),

此逐次逼近寄存器 (SAR) 模拟数字转换器 (Analog-to-Digital Converter, ADC) 芯片面积为  $0.83\text{mm}^2$  其功率消耗为  $490\mu\text{W}$ 。

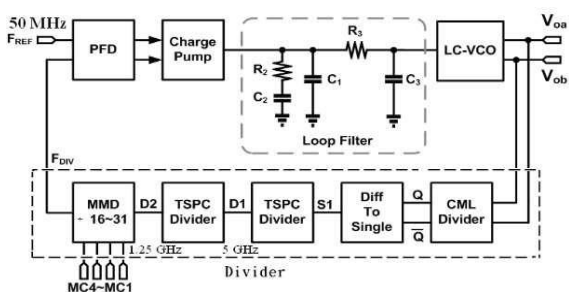


图一: 本文提出的逐次逼近寄存模拟数字转换器 (SAR ADC) 架构。

## 作者简介:

赖文政: 台湾中国无线电协进会常务理事, 国立云林科技大学物理教授。

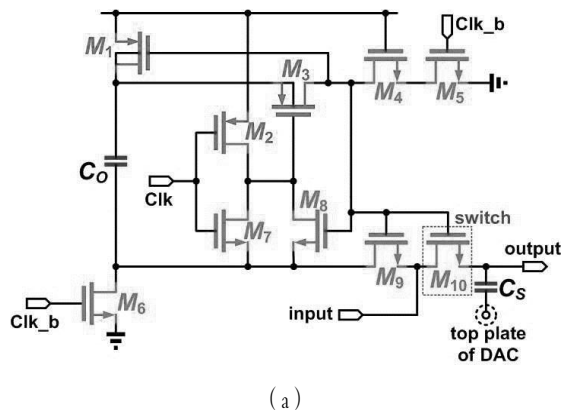
张胜良: 国立台湾科技大学电子工程系教授。



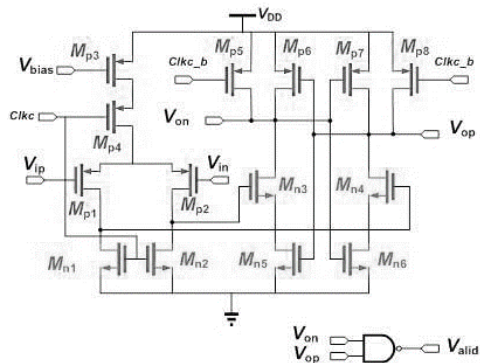
图二：本文提出的锁相回路 (PLL) 架构。

## 二、逐次逼近寄存模拟数字转换器 (SARADC) 之电路实现

本文提出光学传感器中逐次逼近寄存模拟数字转换器 (SARADC) 架构, 其电路设计包含追踪保持电路 (Track and hold circuit, T/H circuit), 如图三 (a) 所示, 且提出图三 (b) 具有前置放大器与锁存器的比较器电路, 图四提出异步 SAR 控制器架构, 使用输出缓存器组设计, 如图五所示。

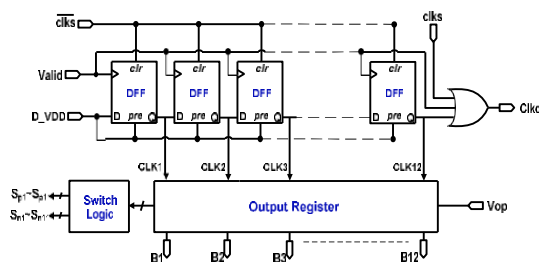


(a)

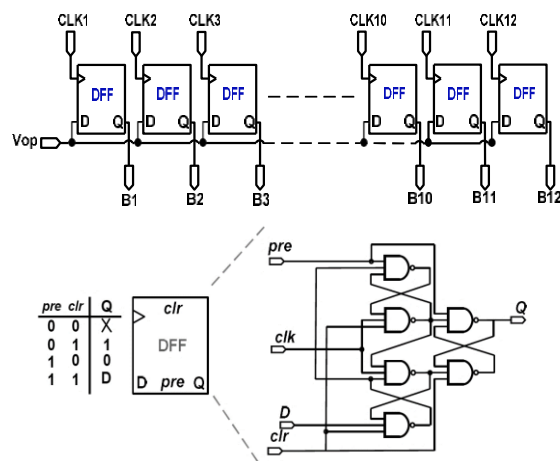


(b)

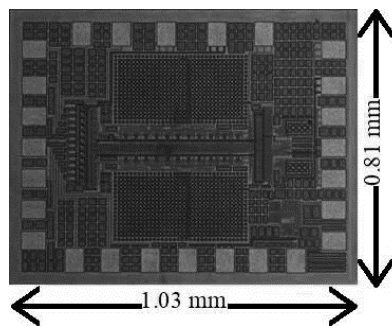
图三：本文提出的 (a) 追踪保持电路 (b) 具有前置放大器与锁存器的比较器电路。



图四：本文提出的异步 SAR 控制器架构。



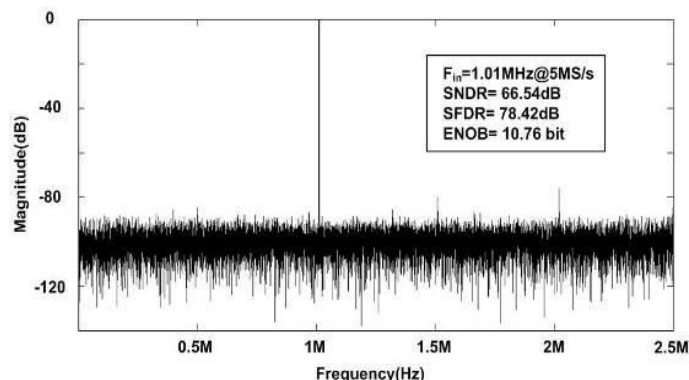
图五：本文提出的输出缓存器组。



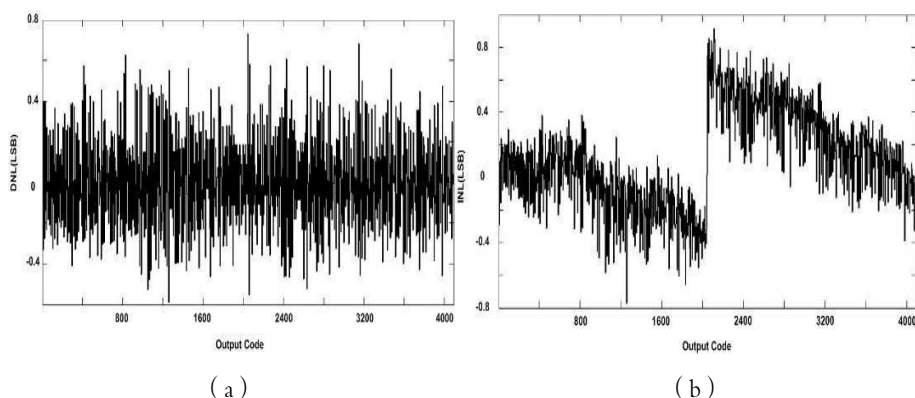
图六：SARADC 集成电路设计与布局图。

集成电路设计与布局总面积为  $1.03 \times 0.81 \text{ mm}^2$ , 其逐次逼近寄存模拟数字转换器 (SAR ADC) 芯片照片如图六所示, 在供给  $1.8 \text{ V}$  电源电压、 $1 \text{ MHz}$  输入频率、 $12 \text{ V}$  峰对值幅度与  $5 \text{ MS/s}$  取样率下, 量测频谱 (Fast Fourier Transform, FFT), 如图七所示, 其模拟数字转换器测量 DNL 与 INL 于图八所示, 它们分别为  $-0.55/0.72 \text{ LSB}$  与  $-0.78/0.92 \text{ LSB}$ , DNL 与 INL 受数字模拟转换器 (DAC) 电容器数组布局的显著影响, 测量的 SNDR 与 SFDR 之  $5 \text{ MS/s}$  取样频率的输入频率与采样频率的关系分别如图九 (a) 与图图九 (b) 所示, 由于转换时间不足, 性

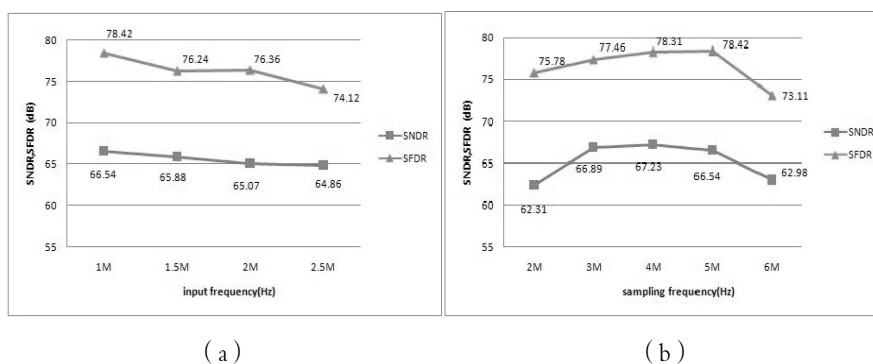
能迅速下降,量测的SNDR与SFDR分别为66.54dB与78.42dB。



图七: 电源 1.8V 与 5MS/s 取样率下, 输入频率为 1MHz 所量测 FFT 频谱图。



图八: 在 1MHz 输入频率、电源 1.8-V 与 5-MS/s 取样率下量测 (a) DNL (b) INL 图。



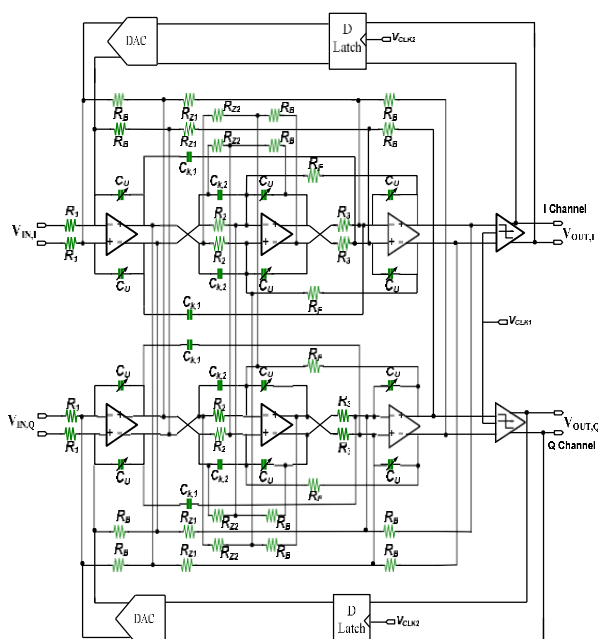
图九: 量测 SNDR 与 SFDR (a) 输入频率 (b) 取样频率。

### 三、锁相回路 (PLL) 之电路实现

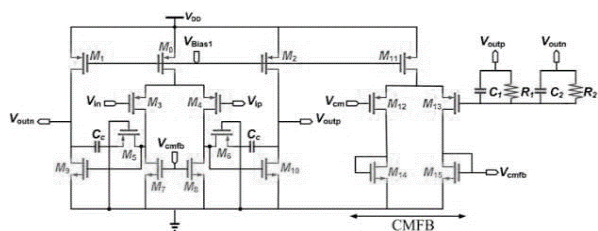
本文提出光学传感器中连续时间正交带通调制器 (Continuous-time bandpass sigma-delta Modulator,  $CT\Sigma\Delta$ ) 中推广了具有积分器链和电容前馈求和 (CICFF) 组织的低通环路滤波器, 图十显示了三阶连续时间正交带通调制器 [7]-[9], 其中运算跨导放大器 (Operational transconductance ampli-

fier, OTA) 与有源频率补偿原理图, 如图十一所示, 其中动态比较器与设置复位 (SR) 锁存器选择降低功耗, 如图十二 (a) 所示, 提升的比较器与提升的 D-latch, 都使用频率频率对齐, 来提升比较器的分配, 与足够的再生时间, 图十二 (b) 中显示的提升的 D-latch, 由于八分之一循环频率环路而延迟, 大大的减小了谐波失真。

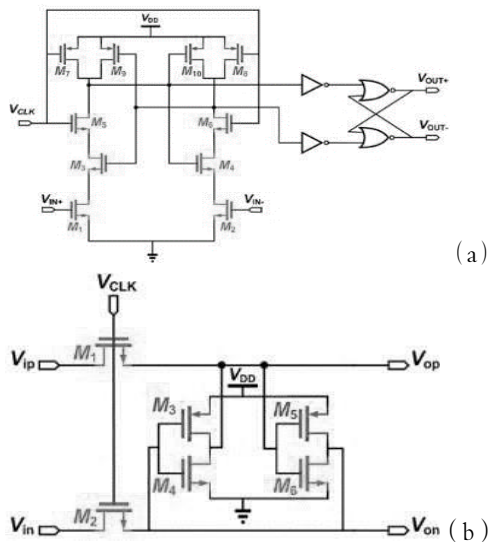
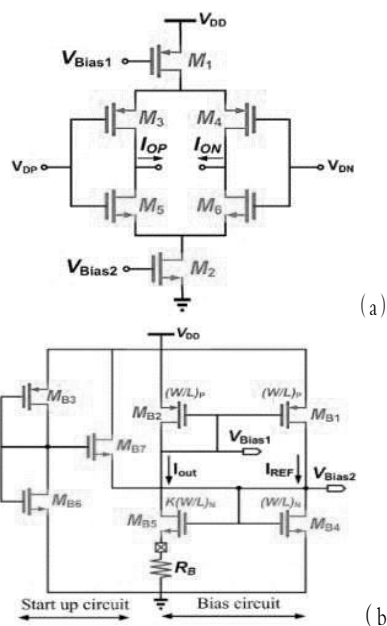
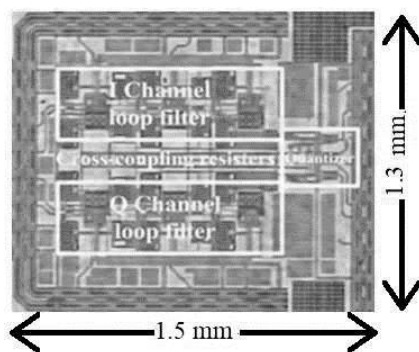




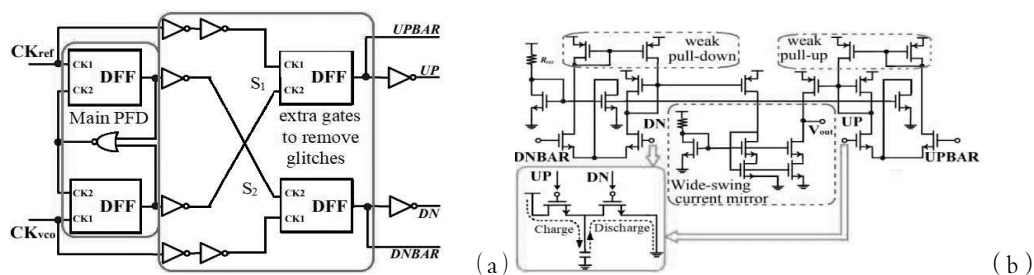
图十：连续时间正交带通调制器。



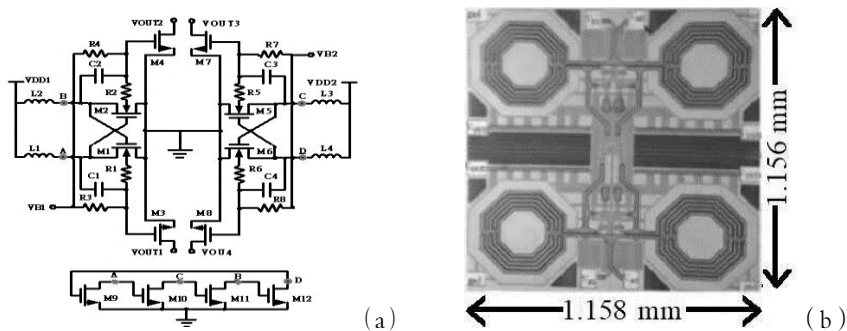
图十一：运算跨导放大器 (OTA) 原理图。

图十二：(a) 具有 SR 锁存器的动态比较器示意图  
(b) D-锁存器示意图。图十三：(a) 数字模拟转换器 (DAC) (b) 具有启动  
元素的偏置。图十四：连续时间正交带通调制器之集成电路设计  
与布局图。

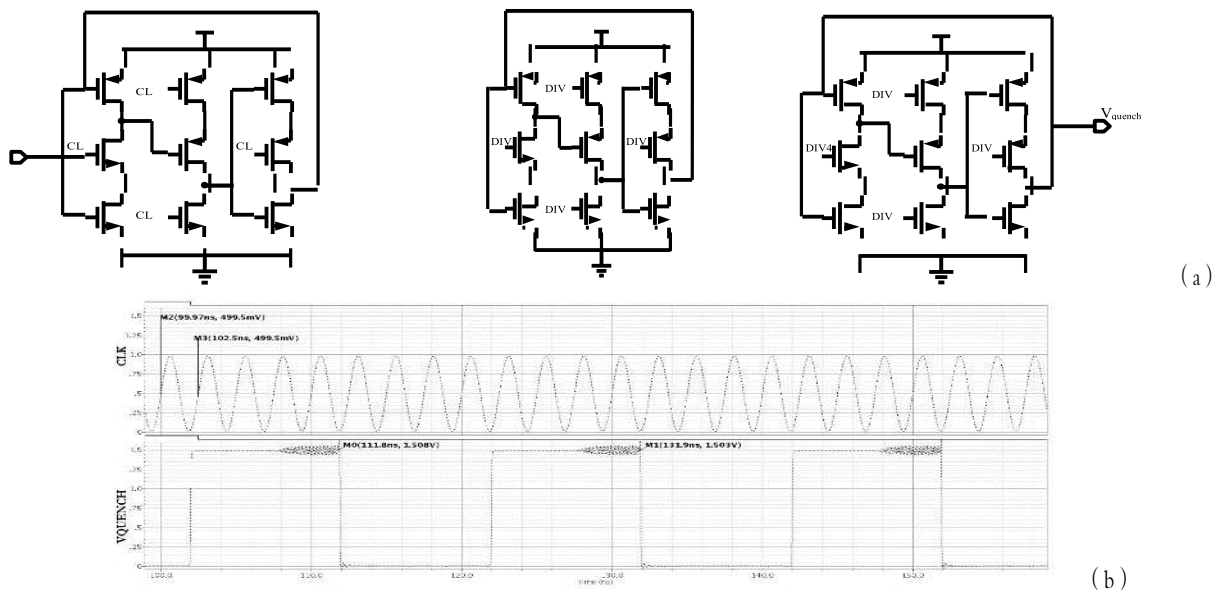
四、压控振荡器 (VCO) 与除频器之电路实现  
本文提出光学传感器中相位频率检测器 (PFD) 电路, 如图十五 (a) 所示, 带通滤波器 [10] 的电荷泵 (charge pump) 电路, 如图十五 (b) 所示, 本设计加入正交压控振荡器 (QVCO) 电路, 该振荡器具有降低的功耗与相位噪声, 如图十六 (a) 所示, 其正交压控振荡器之集成电路设计与布局图, 如图十六 (b) 所示, 在 TSMCC MOS 制程中实现尺寸为  $1.158 \times 1.156 \text{ mm}^2$ , 除频器 [1]~[14] 使用除八 Quench, 如图十七所示。



图十五: (a) 频率检测器 (Phase Frequency Detector) extra gates to remove glitches (b) 带通滤波器的电荷泵 (charge pump) 电路。



图十六: (a) 正交压控振荡器电路设计 (b) 其集成电路设计与布局图。



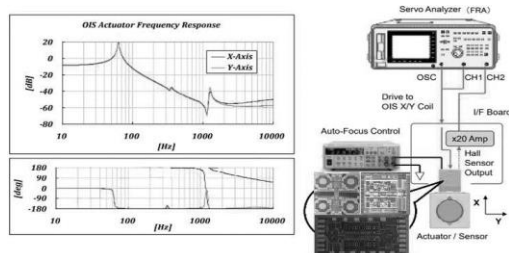
图十七: (a) 在 50MHz 时 TSPC Quench 除 8 除频器 (b) TSPC 除 8 除频器输出 ( $V_{\text{Quench}}$ ) 与输入频率之关系 @ 400MHz。

## 五、量测验证结果

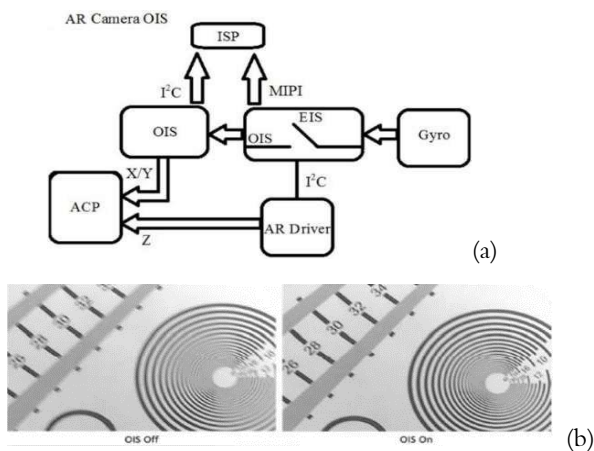
下图十八所示为量测 3D 深度感测相机中的光学传感

器, 导入本文提出芯片设计之逐次逼近寄存器 (SAR) 模拟数字转换器 (ADC) 与锁相回路 (PLL) 集成电路设计,

在光学传感器中光学防手震(OIS)功能分析其交流特性,图十九(a)所示为于虚拟现实(VR)与增强实境(AR)技术,3D深度感测相机中OIS控制器,OIS传感器的性能测量了OIS场景开/关切换,测试环以15MHz振动的符号用于图像采集,如图十九(b)所示,具有摄影机图像传感器的OIS控制器提供,深度感测,以使用3D深度感测相机中的光学传感器,延空量测对象距离与体积,测量距离( $z$ ),如图二十(a)中提到的设备周围的物理对象的深度,使虚拟现实(VR)与增强实境(AR)检测与跟踪,物理表面并覆盖虚拟内容,图二十(b)采用动作跟踪检测装置移动时,在三个维度( $x$ - $y$ - $z$ )上的动作,动作游戏使用该装置作为OIS的控制器,并使用用于增强现实应用程序,实践元宇宙(Metaverse)构建动态游戏,如图二十一所示。



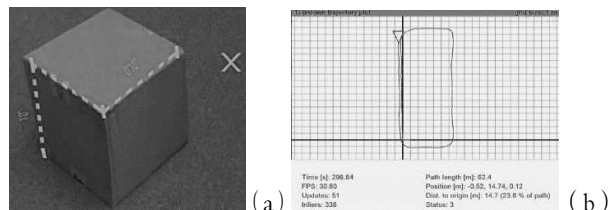
图十八: 量测验证 3D 深度感测相机中的光学传感器。



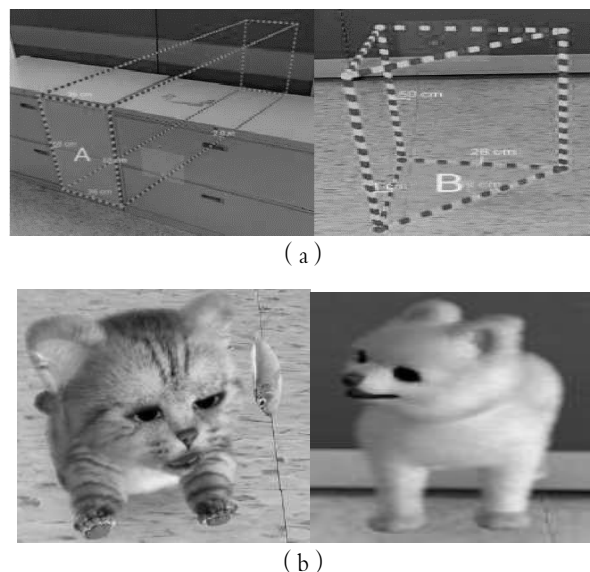
图十九: (a) 用于增强现实(AR)相机的高精度光学防手震(OIS)控制与电子防手震(EIS)(b)

OIS场景开/关切换,测试环在15MHz振动

下,进行图像取集量测。



图二十: (a)  $x$ - $y$ - $z$  测量的增强现实(AR)深度相机(DepthCamera)(b)动作跟踪相机之性能。



图二十一: (a) 三个维度( $x$ - $y$ - $z$ )的量测动作(b)提出的用于虚拟现实和增强现实应用的深度相机设计。

## 六、结论

本文提出了在TSMC0.18 $\mu\text{m}$ CMOS处理中实现,具有逐次逼近寄存器(SAR)模拟数字转换器(ADC)与锁相回路(PLL)集成电路设计现,在光学传感器中OIS控制功能用于影像传感器和增强精度相机以及增强现实(AR)应用的架构与设置,在近距离特征中,增强现实将寻路技术提升为准确、快速的室内定位和厘米级精度的导航,设备能够识别它以前去过的地方以进行区域学习,从深度精度和动作跟踪的角度来看,深度学习的人工智能算法推动的元宇宙(Metaverse)应用非常重要。

# 元宇宙，引爆下一代网络算力革命

林 伟

**摘 要：**随着信息技术的蓬勃发展以及众多互联网科技企业的大力投入，元宇宙的热度急速升温，成为炙手可热的概念与话题。元宇宙应用具有实时交互性强，计算、数字资源需求量大等典型特点，对 IP 网络和算力基础设施提出了极高的挑战。对于低时延高带宽的 IP 网络需求，无法单纯通过网络扩容等硬件升级方案解决；对于多样丰富的算力需求，单点集中式的算力资源增长趋势很难匹配需求的增长趋势。本文结合算力网络的发展阶段，总结分析了 IP 网络和算力体系相关优化问题。在第一阶段，两者仍为独立个体，IP 网络可以通过网络流量分类、网络性能建模、多目标路径规划等技术优化现有网络，加强算力流通。在第二阶段，两个体系通过算网大脑联合编排，在进行算力调度、算力选址等任务时做到端到端优化，将通信、计算、存储等流程统筹考虑。元宇宙应用对网络 and 算力的高需求将会不断激发算力网络的变革与创新，与此同时，算力网络的不断演进也会成为元宇宙在各领域高速发展的技术根基与保障。

**关键词：**元宇宙，算力网络，时延，拥塞，泛在协同，融合统一、一体共生，算网大脑，算力规划

## 1 背景

### 1.1 元宇宙趋势

随着 5G，VR/AR，云计算，AI 等技术的蓬勃发展以及以 Meta（曾用名 Facebook）为代表的头部互联网科技企业的大力投入与宣传，元宇宙在国内外的热度都急速升温，成为炙手可热的概念与话题，粗略估计，2021 年以来，国外游戏平台和我国互联网企业以元宇宙概念获得的融资额分别超过 50 亿美元和 150 亿人民币。另一方面，由于 2020 年新冠疫情的突发及其在全球的大范围蔓延，使得人们对远程办公，远程教育以及新形态社交等领域产生了切实可见的需求，进一步提供了孵化元宇宙应用的土壤，促进了其在各个领域的初步探索。与此同时，数字孪生城市作为我国数字经济发展的载体，对模拟仿真，数据融合渲染，感知和标识以及地理信息建模等技术领域的推动也间接的为元宇宙应用提供了所需的各项技术与基础设施。目前为止，元宇宙虽然仍处于萌芽期，大多数人还尚未感受到元宇宙的存在和应用，但我们不能忽略其近几年来的发展趋

势以及它在未来改变我们学习，生活，工作和娱乐方式的潜力。

### 1.2 元宇宙应用的特点

理想形态的元宇宙是一个包含真实世界方方面面的增强虚拟世界，它几乎可以提供真实世界可以提供的一切元素，但实现这个理想形态需要经历长久充分的探索发展以及多轮技术变革与创新。在当前阶段，元宇宙会首先从社交，游戏，办公，工业，健康，教育等领域有所突破，为用户带来新的体验与价值，为企业盈利，进而创造继续向下一阶段发展的必要条件。

元宇宙应用在各个领域的典型特点是实时交互性强，计算以及数字资源需求量大。作为元宇宙潜在入口的 VR 应用对时延提出了很高的要求，一般均在 20ms 以内，在例如医疗，机器人控制等特殊领域 1~10ms 才可以满足需求；与此同时，20 分钟 360° 8K 分辨率的 VR 视频需要 10TB 的空间存储所需资源，这个数字对于未来的 Advanced/UltimateVR 还会增长 10~100 倍；对于计算资源，当今典型的 3A 游戏

## 作者简介：

林伟，毕业于福建农林大学计算机科学与技术，通信专业高级工程师，长期从事互联网专业、CMNET、算力网络工作，现在在中国移动通信集团福建有限公司任职。



需要 TFLOPS 量级的图像处理能力,对于理想的元宇宙体验,渲染计算和感知交互等方面需要的算力可能还会上升 1~2 个数量级。当存在用户互动时,一个用户产生的高度个性化流量需要被发送到分布于网络各处的其他用户,在到达目标用户前,可能会涉及对流量进行各种计算处理与信息生成,对 CPU, GPU, FPGA 和 NPU 等异构算力资源以及功能单元提出了多样复杂的需求。

### 1.3 元宇宙应用对网络的需求

元宇宙应用的特点决定了它对低时延高带宽的网络连接需求,以及多样性丰富算力的功能需求。在网络连接方面,元宇宙的核心特点就是实时性,因此只有足够低的端到端时延才能保障用户体验。在游戏领域,当前竞技类手机游戏的偶尔卡顿会引起用户的体验下降,在沉浸式的 VR 场景中,无法达到时延要求不仅会使游戏体验下降,还会引起用户生理上的头晕,恶心等不适。对于医疗等特殊场景,后果可能会更加严重。同时,元宇宙应用需要实时获取高度分布的静态和动态内容资源以及交互用户产生的流量,具有高带宽的需求。

在算力方面,随着摩尔定律趋近于极限,单芯片算力接近顶峰,而元宇宙应用对算力的需求增长仍处于起始阶段,单点集中式算力的提升空间面临巨大挑战,同时由于算力需求的多样性,合理利用不同位置的专用计算资源可以达到通过更低成本和功耗完成相同计算任务的效果,因此为了支撑元宇宙应用,网络算力的高效协同与灵活调度是当前学术界的研究方向之一。IP 网络既承载大量内容流量,又承载由调度算力产生的流量,它对用户之间,算力资源之间以及用户与算力资源之间的高效互联是使能元宇宙应用的根基,其与算力资源的融合程度决定了可以支撑的最优用户体验质量上限。

## 2 当前 IP 网络以及算力体系现状

近年来云计算、分布式计算以及边缘计算发展迅速,但 IP 网络的作用仍然主要聚焦于通信,负责连接分布于网络各处的算力资源以及连接算力资源与用户,并没有对通信和计算进行端到端优化的实践。随着元宇宙应用的逐渐普及与应用,其对网络和算力的高需求以及爆炸式增长趋势势必会加速 IP 网络与算力资源两个体系的优化与融合。

随着算力网络的发展,其第一个特点将是在整体呈现立体泛在的云边端(Cloud/Edge/Terminal)三级架构。对交互类 VR 应用来说,游戏场景的渲染

由云平台统一负责处理,再由用户侧精简版头显负责呈现。用户与平台,用户与用户间的交互类,可以由用户侧终端或近端算力资源(比如头显、光猫或 CDN)处理。第二个特点是算网深度结合,算力资源的全局智能调度和优化(网调云、云调网),可有效促进算力的“流动”,例如对 CDN 的资源进行调度时,除了考虑 CDN 内化的云因子(存储、算力)因素外,还需要考虑网因子,确保调度的节点不仅资源最优,网络也是最优。

中国移动算力网络白皮书中对算力网络的最终发展目标提出了“算力泛在,算网共生,智能编排,一体服务”的愿景,对网络与算力体系的融合方向与最终效果进行了讨论,并把算力网络的发展分类三个阶段:泛在协同,融合统一和一体共生。本文聚焦于元宇宙应用的需求特点,结合这三个阶段,总结分析了不同阶段中 IP 网络和算力体系使能元宇宙应用的部分关键优化技术方向。

### 3 技术演进方向

元宇宙的发展以及相应网络和算力体系的演进不是一蹴而就,直接达到理想形态的,而是在变革与创新中互相促进互相配合循序渐进的。本部分主要依照中对算力网络发展阶段的定义,分析各个阶段的关键优化技术方向。

#### 3.1 阶段一:泛在协同

在现有 IP 网络设备,算力基础设施以及拓扑的基础上通过优化配置,优化算法等措施提高网络能力,实现算力资源的高速高效互联。在此阶段,IP 网络和算力体系各自优化,仍为两个独立个体。

##### 3.1.1 网络流量分类

网络中不是所有流量都是有低时延需求的,因此准确识别应用种类及其对应的时延需求对合理分配网络带宽资源,保证网络服务质量保障具有重要意义。当前主流的网络流量分类方法主要有四类,分别是基于端口的分类,基于深度报文检测的分类,基于统计特征的分类以及基于深度学习的分类。元宇宙应用产生的流量种类复杂,可能包含音频,视频,即时通信,计算流,网页浏览以及类似下载的数字资源传输等流量,并且在网络中可能会经过多次信息加工与处理。如何对元宇宙应用产生的复杂多样流量进行准确识别对网络流量分类技术提出了新的挑战。越来越多的应用流量隐藏端口或使用动态端口使得第一种分类方法使用在很大程度上受限。网络中逐渐增加的加密流量使得第二类方法适用范围大

幅缩小。而对于数据驱动的后两种方法,由于元宇宙应用流量的高度复杂性,使用历史数据训练的模型可能很快就无法准确识别网络中的流量类型,需要在线训练或自适应更新,这对分类技术的自动化和智能化提出了更加迫切的需求。

### 3.1.2 网络性能建模

网络性能建模(时延,丢包,抖动)是网络优化的关键技术之一,也是实现元宇宙应用低时延需求的重要工具。由于不同应用的流量特征不同(例如突发度,突发间隔等),即使宏观上设备接口的平均负载率并没有达到很高的程度,微突发引起的瞬时高负载也会引起拥塞甚至丢包,导致路径时延无法达到元宇宙应用的需求。

当前该领域主要包含三大类方法,分别为物理仿真,理论建模以及数据驱动方法。物理仿真通过构建网络拓扑,还原设备内调度与转发流程进行包级别的精细仿真,其特点是准确性高,但耗时很长,对于相对小型的网络,模拟消耗的时间可能会比真实时间慢3~4个数量级(3天模拟5分钟流量),无法为优化算法提供快速反馈。理论建模主要包含网络演算和排队论两大方向:网络演算对时延上界进行估计,即网络最差的情况,提供的时延信息较为局限。排队论理论完备,可解释性强,可预测队列的排队时延分布,但由于其对流量的假设较强,在级联排队领域也暂无实践性较强的模型,在准确率上无法满足当前性能建模的需求。

数据驱动模型是近年来新兴的研究方向,通过收集大量真实流量数据或仿真平台产生的数据,使用深度学习建立流量特征和时延等指标之间的映射,其特点是准确性高,推理速度快,可适应于各种网络拓扑与流量模型,但缺点是数据需求量大,学术界论文中大多使用仿真平台产生数据,为了产生大量数据,模拟的带宽都远小于1Gbps。同时目前多云对带宽的需求大和增幅趋势明显,现有的100G颗粒度的端口能力,不足以满足后续业务快速发展需求,因此要实现算力互联,IP和光网络势必会向高速(400G/800G)演进。于此同时,数据驱动模型也遇到了极大的挑战,未来的研究方向之一就是如何结合理论模型和数据驱动模型,通过引入专家知识以及领域知识来减少数据驱动模型所需的数据量,同时增加可解释性。同时,网络中复杂多样并且时变的流量也对模型的在线学习能力提出了要求。

### 3.1.3 设备以及路径优化

基于准确快速的网络性能建模,可以使能设备级的调度参数调优以及网络级的动态时延选路。当前设备上不仅有单层的QoS调度,还有多层次的HQoS调度,可配参数众多,目前工程上主要基于开环控制,即依据专家经验进行配置,配置后在各种流量情况下所有参数均保持不变,资源利用率不高,存在优化空间。设备级网络性能模型可作为强化学习或智能搜索算法的环境或损失函数,指导算法实时根据输入流量特征,队列配置参数以及队列系统状态等信息进行参数序列调优或最优参数搜索,进而提升单设备的性能指标。

当前在进行路径规划时,一般只考虑链路时延以及宏观的链路利用率,对排队时延的评估粒度较粗,无法满足端到端低时延路径规划的需求。网络级性能模型通过准确计算各种特征的流量在不同路径叠加下的端到端时延指标,使能线性规划等路径规划算法得到考虑动态排队时延的低时延路径。

通过设备级和网络级的配置以及路径优化,提高了现存IP网络的连接能力上限,为时延敏感的元宇宙应用流量提供了低时延路径,加快了算力资源的流动,更高质量的支撑了元宇宙应用。图1简要对所描述技术进行了示意,基于网络级性能建模的路径规划算法以及设备级的闭环控制可以通过保证业务无绕行以及节点无拥塞构造低时延路径,为时延敏感业务提供高质量隧道;与此同时,在低时延路径上,通过设备级的流量分类算法以及相应调度算法,可以对不同等级的时延敏感业务提供相适配的带宽资源,提高资源利用率以及差异性服务能力。具体技术演进表现如下:

1) 实现网络速率灵活匹配(传输能力):现网核心层端口能力已经是100G起步,为满足业务小颗粒度带宽需求,需要切片技术,flexe硬切片主要在大带宽(100G/400G/800G以上)环境下,应用在物理层和数据链路层之间,实现灵活速率匹配(打破现有以太网固定阶梯式的带宽体系,实现GE细粒度带宽资源硬隔离)和时分复用的通道化能力。

2) 加强网络感知能力。提升网络流量,时延,丢包,抖动等指标的全网感知能力。实现全网链路时延采集,通过BGP-LS动态实时上报,构建全网时延地图。呈现时延地图,以业务为中心构建路径多层时延圈,在业务布放前进行预评估,确保网络时延可满足业务诉求。进阶实现秒级自动感知网络的时延和带宽利用率的变化。

3) 提升网络智能调度能力。基于网络感知能力,在网络质量和流量发生变化时,实时计算模块,自动牵引网络的业务路径进行变更。全网部署SRv6Policy技术,推进网络从尽力转发向确定性转发演进。

近年来学者在基于机器学习的智能路由算法研究领域进行了初步的探索,对算法原理进行了验证并取得了一定的进展,虽然距离当前真实环境下部署仍有距离,但随着未来网络的发展以及与算力体系的融合,仍有可能成为支撑元宇宙应用需求的关键技术。

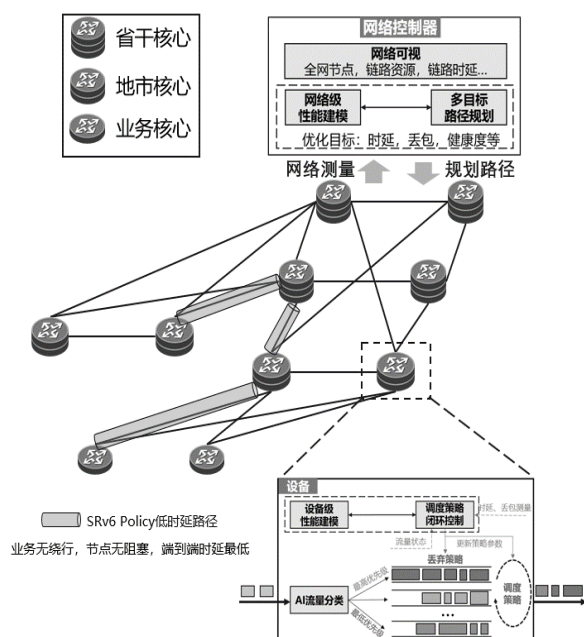


图 1 IP 网络低时延优化技术示意图

### 3.2 阶段二：融合统一

在此阶段,IP 网络和算力体系逐渐融合,在算力调度,网络扩容,新增算力资源时会两者联合优化,从上一个阶段的两者各自优化变为端到端优化,提高理论最优上界。

#### 3.2.1 算力调度与 IP 网络联合优化

元宇宙应用需要大量的算力来处理其复杂多样的功能需求(例如构建符合现实世界的模拟环境)以及丰富的数字资源(例如静态资源或实时采集的传感器数据)来为用户呈现一个沉浸式的富媒体世界,单点集中式的算力资源很难完全满足其多样性的需求;同时,其对分布于网络各处的远距离数字资源的

实时需求以及对大量分散用户的连接更进一步增加了网络中流量的复杂性以及负载率。在第一阶段,IP 网络路径优化的输入是提前选定目的地的流量,即目标算力资源已经由算力体系根据物理距离,算力等因素选定,IP 网络需要做的只是为两者提供高质量的通信。但由于其并未将网络中的流量以及拥塞等动态信息纳入考虑,在算力体系角度来看最优的选择,在网络因素的影响下可能会变为次优解,甚至无法满足需求。另一方面,如何将元宇宙应用产生的实时流数据发送给网络中的大量用户及终端也是一个重要的优化问题,假如算力体系不考虑产生流量对网络的影响,可能会导致产生大量冗余流量和网络拥塞。

如图 2 所示,当客户端同时产生元宇宙应用以及时延不敏感应用的流量时,在只考虑计算资源的情况下,两者均会选择计算资源充足的服务器 1,但由于流量较大,在接口 A 和 B 产生拥塞,节点时延增加,导致路径状态恶化,无法满足元宇宙应用低时延需求。在只考虑网络资源时,通过将所有流量分配到服务器 2 可使全网拥塞程度最低,但由于服务器 2 计算资源紧张,无法满足元宇宙应用计算需求。图 3 通过算网大脑同时考虑网络 and 算力资源,为元宇宙应用流量安排端到端时延符合要求路径以及满足需求的算力资源,与此同时,不损害时延不敏感业务的使用体验。

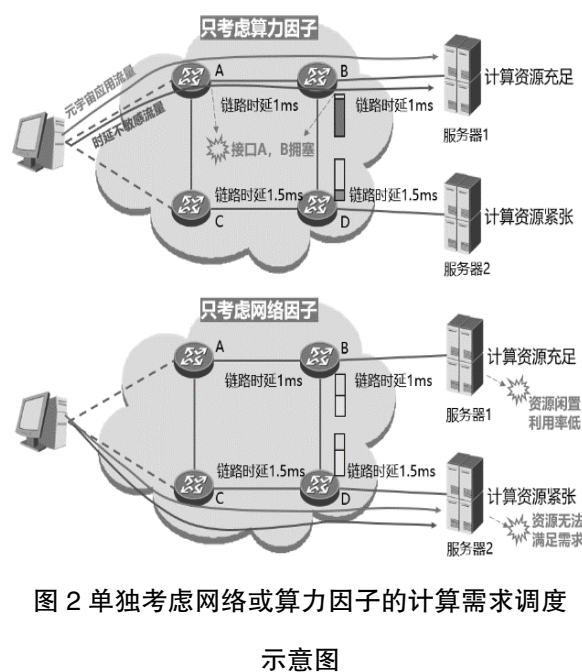


图 2 单独考虑网络或算力因子的计算需求调度示意图

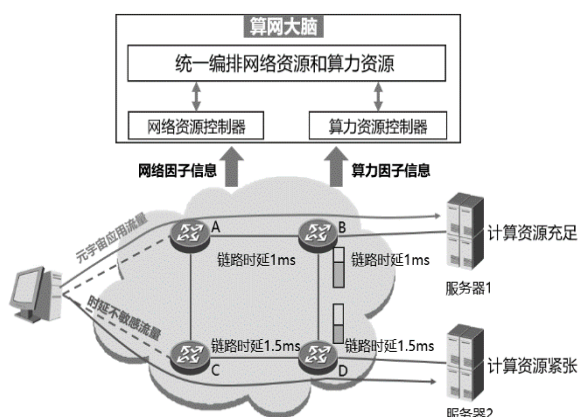


图 3 联合考虑网络和算力因子的计算需求调度示意图

（节点 B、D 右侧矩形图示例代表负载率，红色为高，绿色为低）

更一般的情况，当元宇宙应用产生一个算力需求或数字资源需求时，需要对如下几方面进行决策：从何处获取数字资源，从何处获取算力来执行所需功能，由此产生的相关流量路径优化以及网络中所有节点的流量调度策略和计算资源分配；这些决策问题的求解需要将 IP 网络 and 算力体系联合建模，需要建立“算网大脑”打通算力基础设施以及网络基础设施，智能化统一编排，向上承接各种业务逻辑，向下对接各类资源的管控系统，包含感知、编排、调度等重要功能。

根据元宇宙应用的特点，将元宇宙应用抽象为一个通用模型，称为服务有向无环图（Servicedirectedacycligraph,DAG），它描述了为了产生某种元宇宙体验流量数据，需要哪些原始数据流，这些数据流需要经历哪些计算服务以及在何处汇聚组合。举例来说，如图 4 所示，假如想要为用户生成社交 VR 场景的数据流量，需要的原始数据包括两处摄像头的实时视频数据以及一处场景相关的静态资源，其中视频数据需要进行目标追踪等计算处理，随后与静态资源汇聚，经过渲染处理后生成最终发送给用户的流量。在这个过程中，“算网大脑”需要决策从哪些摄像头获取动态数据，从哪些位置获取静态数据，在哪些位置获取需要的计算服务，分配多少资源，是否可以根据大数据分析以及 AI 算法，对用户活动特点，习惯偏好以及趋势规律进行建模，提前将可能需要的静态资源部署到用户近端的位置。同时，所有相关流量的路径以及网络节点中的调度策略，每个计算节点分配的算力资源也应协同考虑，对计算和通信两个过程进行端到端的优化。需要注意的是，此类应用为优化带来了新的约束，即流量所需的计算服务顺序不能打乱。

随着问题规模的不断增加，IP 网络和算力体系作为独立的个体各自优化的问题复杂度已经很高，如何准确的将两者考虑为一个整体建模，将割裂的算力资源和网络资源融合，动态、端到端的优化系统中的海量参数将会是一个未来研究的难点与重点，是一个交叉网络技术，云计算，运筹学，人工智能，控制论等领域的系统工程问题。

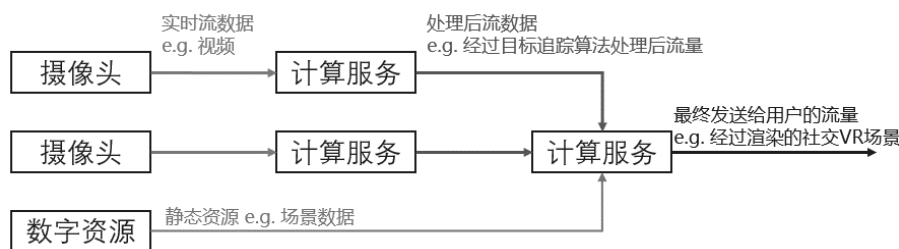


图 4 元宇宙流量有向无环图

### 3.2.2 网络规划与算力选址

为了满足元宇宙应用快速膨胀的流量需求，在融合、优化现有算力和网络基础设施的同时，通过网络规划和选址相关优化算法对基础设施进行升级是提升“算力网络”整体能力及优化上限的关键措施。

IP 网络的网络规划是一个组合优化问题，涉及 IP 层和光纤层的跨层决策，一般的优化目标是在满足带宽需求以及可靠性需求的情况下，尽量降低网络建设费用，求解方法为整数线性规划（IntegerLinearProgramming,ILP），随着网络规模的



增加,需要考虑的故障可能性以及增加链路、节点的可能性迅速增加,导致规划问题的搜索空间巨大,实践上一般需要网络专家通过领域知识以及经验为规划问题增加约束进而减小搜索空间,一般需要多轮迭代。近年来,出现了结合 ILP 与人工智能技术的规划方法,中提出了一个两阶段规划方法,首先通过强化学习生成初始解,再通过 ILP 基于初始解构造约束条件进而对问题进行求解,优度和求解速度可通过一个超参数进行控制和权衡。

数据中心的选址对时延,运营成本,碳排放,能耗等方面均具有重大影响,影响因素复杂,例如 IP 网络,候选区域的水,电,土地费用,当地平均气温,是否接近人口中心。因此此类问题的目标函数一般都包含多个目标以及大量约束,优化问题根据建模可以是线性或者非线性的,中介绍了由线性规划和模拟退火等技术构成的数据中心选址算法。同理,对内容分发网络(CDN)的部署进行优化,可以为用户提供更高质量的服务,尤其是针对占据网络中极大比例的视频类流量,大幅提高内容分发效率,减少网络的带宽成本、降低负载率,同时增强内容的冗余性。对此问题进行了详细的讨论,并提出了一个考虑用户满意度,网络拓扑以及搬迁代价等因素的缓存放置算法以及与之配套的协议。

类似“算网大脑”对网络 and 算力的联合编排,考虑算力需求,算力分布的 IP 网络规划以及将网络流量分布,拥塞等动态信息纳入考虑的算力资源选址

均为多目标优化问题,涉及变量多,搜索空间大,求解复杂。融合领域知识,优化算法以及基于人工智能的组合优化算法会是未来的一个可能研究方向。另一方面,如何整合社会算力资源,通过分布式计算等技术高效利用用户家中闲置算力,优化云边端三级架构中分布最广,距离用户最近的端侧算力也是算力网络研究的重要课题。

### 3.3 阶段三:一体内生

第三阶段的实现需要在前两个阶段的技术创新与落地应用中不断总结实践经验,适应随时代不断变化的通信和算力需求,吸纳并融合各个相关学科的最新技术突破,不断开辟原创技术领域,以系统工程的方法逐步构建一个深度内生的有机整体,既高度适配现有服务需求,又具备可不断演进扩展的灵活性,具有自学习,自升级的能力。中国移动算力网络白皮书中提到的技术方向包含算力路由,在网计算,数字孪生,意图网络,算力并网等方向,核心聚焦在网络基础设施与算力基础设施的深度一体化以及“算网大脑”的高度智能化。在阶段二,用户可能仍需指定所需服务的数值特征,例如时延、算力、存储需求等,随后算网大脑根据需求进行资源编排;在阶段三,用户只需输入其意图或直接进行服务请求,例如运行 VR 游戏,超级算网大脑会根据请求或意图,自动编排可以符合其需求的算网资源为其提供服务。在当前阶段,算力网络理想阶段的网络架构,协议形态,硬件结构等各方面仍是一个开放问题。

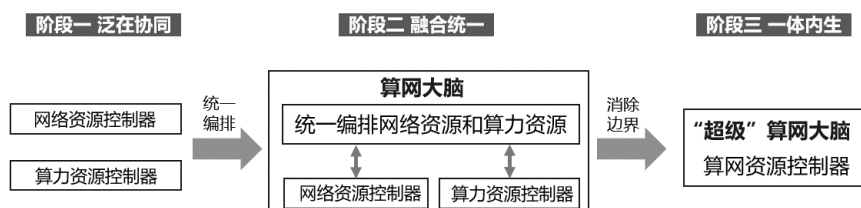


图 5 算力网络控制器的各阶段示意图

## 4 总结

随着元宇宙应用在游戏、社交、教育、办公等领域的逐步探索与推广,VR/AR 设备的逐渐完善,未来对于算力资源和网络资源的需求会具有爆发式的增长。元宇宙应用对网络的低时延大带宽需求无法仅通过网络扩容解决,对算力体系的多样性需求也

无法通过集中式单点算力满足,这两点是 IP 网络以及算力体系进行技术创新与变革,相互融合的巨大推力。本文结合算力网络的发展阶段,着重总结分析了在前两个阶段的优化技术方向,介绍了使能元宇宙应用的关键优化算法能力。

# 互联网数据中心液冷化改造适用技术 初步研究报告

曹 曦

数字化转型加速和算力泛在化的发展，推动着数据中心等信息基础设施快速迭代演进。后摩尔定律时代，处理器通过堆积更多计算单元以实现更高计算性能，随着数据中心功率密度提升，能耗、发热量持续攀升。同时，国家“双碳”战略的实施对于数据中心 PUE(电能利用效率)提出更为严苛的要求，传统数据中心广泛采用的风冷冷却方案已难以满足 IT 设备高效散热需求，信息通信业迫切需要更加节能、集约、高效的冷却解决方案。

为此，省通信管理局组织超聚变、网宿科技、浪潮集团、新华三以及三家基础电信运营企业对数据中心液冷技术趋势、成熟度、适用场景及商用化等情况做了初步研究，为行业推进互联网数据中心液冷化建设，助力信息通信业绿色高质量发展提供参考。

## 一、研究结论

初步研究得出以下三点结论：

1. 冷板式液冷技术成熟度高，是当前商用液冷数据中心主流散热技术，理论上适用于大多数传统服务器，可操作性较强。对于当前的数据中心整体架构及后续维护、日常使用等影响不大，运维模式、机房承重与传统风冷场景基本一致，可解决数据中心服务器设备 80%的散热问题，而对于机柜内的硬盘，电源等其它发热部件依然需要传统风冷方式散热。浸没式液冷技术制冷效率更高，可以获得更优的 PUE 值，具有更广阔的应用前景，已有企业推出商用化改造解决方案并有落地案例，但整体上处于技术发展和商用

化完善阶段。具体实施还需结合现场环境以及量身定制、改造规模等投入产出因素综合权衡决策。

2. 按照机架功率测算，液冷数据中心每千瓦造价要比传统风冷高出约 20-40%。初步测算液冷带来电费节省收益，大约 2.5-4 年液冷数据中心总体投资与风冷数据中心基本持平。

3. 从数据中心类型分析，应用于人工智能、高性能计算（HPC）等高算力需求场景的算力中心或超算中心适合优先采用液冷化技术改造或液冷机柜升级迭代。

## 二、研究报告

液冷是指使用液体取代空气作为冷却介质，为服务器发热部件进行散热的技术。液冷技术的高效制冷效果有效提升了服务器的使用效率和稳定性，同时使数据中心在单位空间可以集成更多的服务器，提高数据中心运算效率，同时因减少/取消风扇而兼具降噪、减少故障点的优势，另外余热利用也可为数据中心创造更多附加的经济价值。

### （一）液冷是高密度 IDC 能耗优化的技术趋势

我省现网互联网数据中心机架规模已达 4.2 万个标准机架（2.5kw/机架），平均实测 PUE 为 1.69，距离国家提出“2025 年新建大型、超大型数据中心 PUE 要低于 1.3”的要求还有一定差距，需要行业通过节能改造、加快市场拓展、升级迭代等多措并举，推动行业绿色低碳化高质量发展。

## 作者简介：

曹 曦：福建省电信公司政企部高级工程师，现借调于福建省通信管理局信息通信发展处工作，福建省数字经济专项资金项目、福建省工信厅工业互联网项目评审专家，福建省信息化标准化技术委员会委员，长期从事我省工业互联网、5G、互联网+等新一代信息技术与制造业融合研究、数字经济重大政策制定、重大项目/课题/规划/方案等的编制、评审和组织实施等工作。

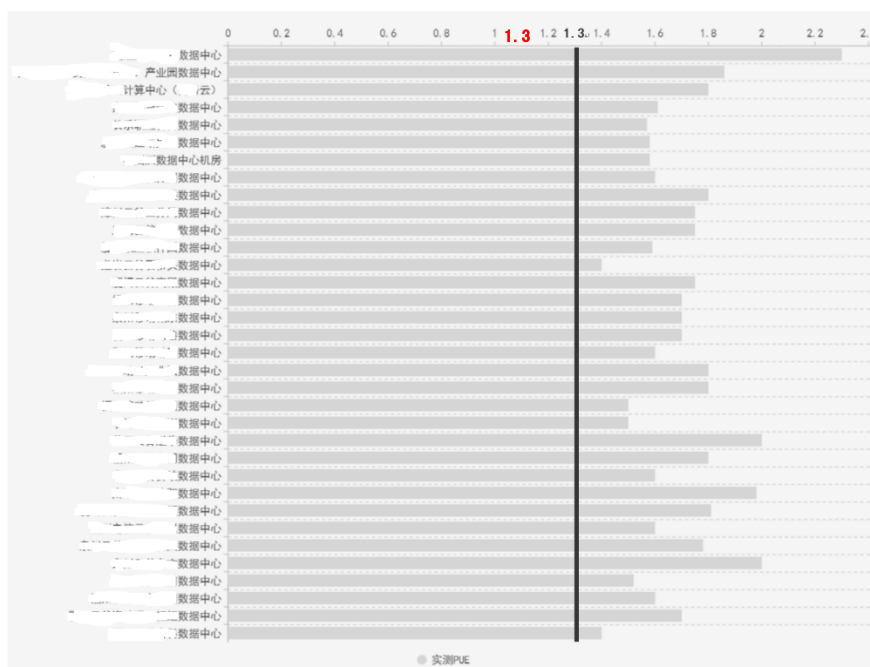


图 1 我省互联网数据中心实测 PUE 值

数据中心是众所周知的行业耗能大户，其中散热能耗占比超 40%。据赛迪研究院统计，43%的能耗是用于数据中心设备散热，与数据中心设备自身能耗 45% 基本持平。根据中国信息通信研究院研究，数据中心电费占数据中心 TCO（整体运营支出）的 60–70%，可见，实现更高效的散热无论是对于数据中心节能降耗、减少 TCO，还是推动数据中心朝着大型化、智能化方向发展都具有重大意义。

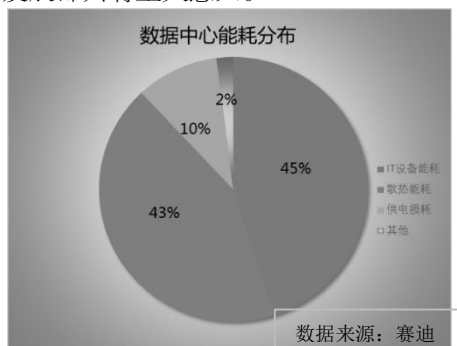


图 2 数据中心能耗分布图

相比传统风冷技术，液冷的优势体现在三个方面：

一是液冷技术的高效制冷效果（液体带走热量是同体积空气的 3000 倍，液体导热能力是空气 25 倍）有效提升了服务器的使用效率、降低故障率，同时使

得数据中心在单位物理空间可以部署更多的服务器，提高数据中心运算效率。

二是液冷技术的应用，替代了传统数据中心的风扇、精密空调等风冷基础设施，相应增加了循环泵及冷却液系统，与传统的空调系统相比噪声更小。

三是液冷技术应用不受海拔、气压等地域影响，可以保持较高的散热效率，保证数据中心在高海拔地区的运行效率和性能，同时余热还可以满足附近居民的供暖、温水供应等需求，为数据中心创造附加经济价值。

因此，液冷替代风冷是高密度数据中心演进不可或缺散热技术。

## （二）数据中心液冷技术

按照冷却液与发热器件的接触方式，行业将液冷技术分为“间接接触型”和“直接接触型”两大类。

### 1、间接接触型液冷技术

冷板式液冷是最典型的间接接触型液冷技术。冷板式液冷系统中，服务器芯片等发热器件不直接接触冷却液，而是通过装配在需要冷却的电子元器件上的冷板（通常是铜、铝等高导热金属构成的封闭腔体）将热量间接传导给封闭在循环管路中的冷却液体，通过冷却液体将热量带走的一种散热方式。

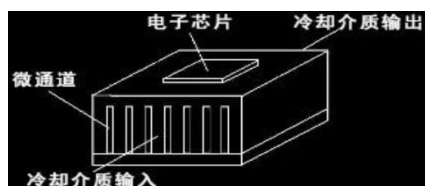


图 3 冷板式液冷散热原理图

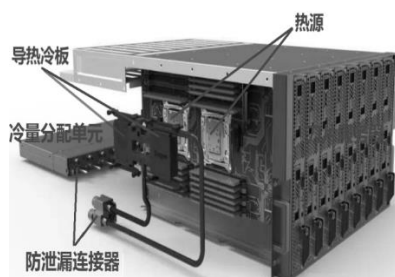


图 4 冷板式液冷技术应用示意图

冷板式液冷数据中心散热系统架构由室外（一次侧）和室内（二次侧）两部分组成，室外冷却塔中的冷却液通过室内冷却液体流量分配单元（CDU）提供冷却液循环动力，经冷却液体流量分配单元（CDU）二次侧输出并与服务器中 CPU、GPU、内存等发热量大的电子元器件导热冷板直接进行热交换，形成的热液经冷却液体流量分配单元（CDU）输出到室外冷却塔进行冷却后再循环。而服务器中的硬盘、电源等其他发热量相对小一些的器件/单元还是得需要通过传统风冷方式散热。

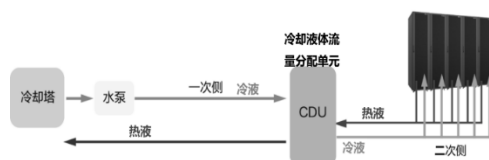


图 5 冷板式数据中心散热系统架构示意图

## 2、直接接触型液冷技术

直接接触型液冷技术是将发热部件直接浸没在不导电的冷却液体中，利用冷却液体蒸发（相变）和液体的循环流动带走热量的一种散热方式。

浸没式液冷是最典型的直接接触型液冷技术，顾名思义就是将服务器浸没在特殊设计（或定制化设计）的箱体 TANK 中。浸没式液冷由于发热部件与冷却液体直接接触，相比冷板式液冷技术，浸没式液冷散热效率更高，噪音更低（完全没有风扇），更加节能。

而根据冷却液体是否存在相态改变，浸没式液冷还可以进一步分为“浸没式单相液冷”和“浸没式相变液冷”两种。

### （1）浸没式单相液冷

在浸没式单相液冷中，冷却液始终保持液体状态，发热部件直接浸没在冷却液中，热量从发热部件直接传导到冷却液中，循环泵将吸收了热量的冷却液（热液）导入热交换单元，在热交换单元中冷却后再循环回到箱体中为发热部件散热，冷却液在循环散热过程中始终维持液态，不发生相变。

浸没式单相液冷技术要求冷却液的沸点较高，以确保冷却液（一般为矿物油、合成油、天然油等氟碳化合物和碳氢化合物）在循环散热过程中始终保持液态，冷却液挥发流失控制相对简单，与 IT 设备的电气兼容性较好，且不需要频繁补充冷却液，还可以比较方便地卸载或更换服务器组件，提高了系统的可维护性。目前市面上商用的浸没式液冷应用案例大部分是采用浸没式单相液冷系统。



图 6 浸没式单相液冷示意图

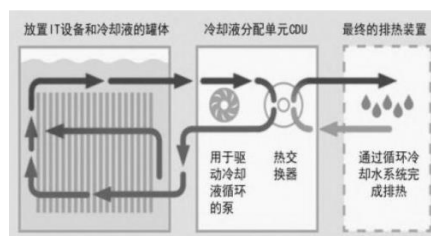


图 7 浸没式单相液冷工作原理示意图



## (2) 浸没式相变液冷

浸没式相变液冷的冷却液在循环散热过程中不断经历从液态到气态再从气态回到液态的相变过程。IT设备完全浸没在充满低沸点冷却液的密闭箱体中，冷却液受热沸腾变为蒸汽，蒸汽上升遇到机箱上部冷凝器而冷凝变为液体，继续回到箱体内部冷却循环。冷凝器外接冷源进行换热，将热量传递到外界散热并反复循环。通过冷却液在机箱内循环和冷凝器内乙二醇水溶液的外循环（双循环系统）实现高效散热，确保服务器运行稳定性。

由于冷却液在循环散热过程中发生了相变，相变液冷传热效率更高，并且无需泵机驱动冷却液体循环，因此浸没式相变液冷相比冷板式液冷和浸没式单相液冷，具有更优的传热效果，可以满足高发热元器件对散热的极端要求，使得服务器可以保持满功率运行，是液冷中最节能、最高效的制冷模式。但是，由于冷却液蒸发为气态过程中会发生蒸汽外溢流失，浸没式相变液冷对于冷却液挥发流失控制更为复杂，所以对服务器箱体的密封性以及箱体的压力有一定的要求，同时还必须考虑相变过程的气压变化，以及系统维护时可能造成维护人员吸入气体的健康风险。另外，冷却液本身易受到污染，需要预处理和污染控制以确保系统的正常运行；浸没式液冷对于服务器板件的维护操作有所改变等等，这些都是浸没式相变液冷技术成熟和商用化进程需要面对的挑战。

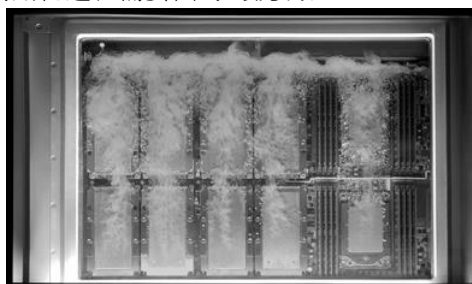


图8 浸没式相变液冷示意图

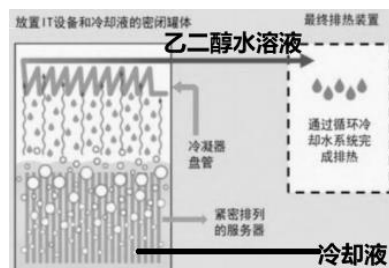
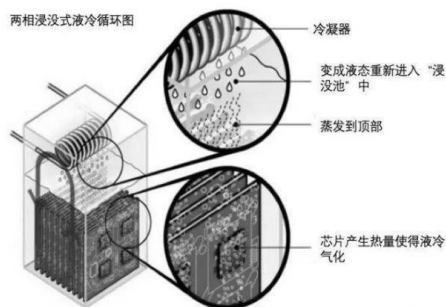


图9 浸没式相变液冷工作原理示意图

## (三) 互联网数据中心液冷化改造建设

### 1、互联网数据中心改造适用技术

#### (1) 技术成熟情况

通过近些年的发展，冷板式液冷技术相比浸没式液冷技术更为成熟、生态比较完善。理论上，冷板式液冷技术对现有服务器芯片组件及附属部件改动量较小，液冷化改造可操作性相对较强。对于当前的数据中心整体架构及后续维护及日常使用等影响不大，运维模式、机房承重与传统风冷场景基本一致，可解决数据中心服务器设备80%的散热问题，而对于机柜内的硬盘，电源等其它发热部件依然需要传统风冷方式散热。

浸没式液冷可以获得更优的PUE值，但目前还处于技术成熟和商业完善阶段，例如浸没式液冷改造对于服务器有一定的要求，服务器箱体需要定制、冷却液价格相对较高且有一定的挥发性，维护需要专用维护辅助设备（机械吊臂或吊车），大多数浸没式液冷服务器机柜对于机房承重提出更高的要求。

#### (2) 市场商用情况

从市场占有率分析，目前冷板式液冷数据中心产品市场上占比较高，互联网巨头以及数据中心设备企业多推出了商用化冷板式液冷服务器，但商用化的浸没式液冷服务器很少，阿里等领先企业多采用企业定制化的浸没式液冷服务器。浸没式液冷是数据中心的跃迁式技术创新，相较于冷板式液冷制冷效率更高，具有高效、高密度、高可用和高可靠等特性，随着浸没式液冷技术的逐渐成熟和生态完善，未来浸没式液冷数据中心基础设施将可能会成为主流。

#### (3) 投资回收情况

液冷数据中心初期建设投资高于传统风冷数据中心，根据企业提供的数据，按照机架功率测算，每千瓦造价要高出约20%—40%。初步测算液冷带来的电费节省收益，大约2.5—4年液冷数据中心总体投资与风冷数据中心基本持平（具体投资测算受机架功率密度

等配置和现场环境等影响存在差异，液冷机柜功率密度越高，单位造价越低）。

将传统风冷服务器改造成浸没式单相液冷服务器的改造需求		
对服务器的要求：	1、不支持机械硬盘，支持SSD和氦气硬盘	必须
服务器改造内容：	电源模块和服务器自带的散热风扇拆除及装配风扇模拟器；	必须
	若存在光模块传输需要更换为AOC有源光缆	必须
	电源、网络线缆建议更换为耐油线缆	必须
	擦除CPU表面的导热硅脂，在CPU与CPU散热器之间增加软金属导热界面材料；	非必须，建议
	清理服务器，一般使用干燥的压缩空气进行吹扫	非必须，建议
	服务器侧边加装挂耳（用于后期维护）	非必须，建议

图 10 传统风冷服务器改造成浸没式单相液冷服务器的改造需求

综上所述，理论上，冷板式液冷技术是当前互联网数据中心液冷化改造适用技术，也有企业推出了浸没式单相液冷商用化改造解决方案和落地应用案例。但在具体改造实施上，由于改造必然涉及设备维保服

务、量化定制等技术实现细节，因此还需要结合现场环境及定制化、规模化等投入产出因素综合权衡决策。数据中心设备企业大都建议采用连同服务器和机柜全新替换方式改造建设传统风冷机柜。

表 1 数据中心主流散热技术比较

	传统风冷	冷板式液冷	浸没式单相液冷	浸没式相变液冷
散热能力	★★	★★★	★★★★	★★★★★
年均 PUE 值	1.5–1.9	1.2–1.3	1.13–1.16	1.08–1.12
噪音	噪音大	风扇减少，少量发热源仍需风冷散热	液冷无噪音	液冷无噪音
承重要求	8–10KN/m <sup>2</sup>	≥12KN/m <sup>2</sup>	≥15KN/m <sup>2</sup>	≥15KN/m <sup>2</sup>
技术成熟性	★★★★★	★★★	★★	★★
改造成本		★★★	★★★★	★★★★★
可维护性	★★★★★	★★★★	★★	★
单机柜高密度支持	小于 10kw， 15kw 以上成本上升	15–100kw	30–100kw	50–100kw+

备注：1.因目前暂无国家或行业规范标准，冷板式液冷、浸没式液冷对于机房承重要求来源于数据中心设备企业的建议值。2.由于不同冷却液密度的差异，使得浸没式液冷机柜对于承重要求差别较大，采用密度小的合成烃类冷却液的浸没式液冷机柜对于承重要求≥10KN/m<sup>2</sup>，而采用密度大的氟化物冷却液的浸没式液冷机柜对于承重要求≥15KN/m<sup>2</sup>。3.1Kg=9.8N(牛顿)。

2、互联网数据中心改造对象

从数据中心类型分析，应用于人工智能、高性能计算（HPC）等高算力需求场景的算力中心或超算中心适合优先采用液冷化技术改造或液冷机柜升级迭代。这是因为算力中心或超算中心主要发热源是承担了大数据量计算或复杂计算的算力型服务器的主芯片

（CPU、GPU）和内存，且对于 CPU、GPU 和内存的性能要求高，功耗和发热量也相对较高，适合部署液冷基础设施实现高效散热以发挥满载性能，同时也有助于进一步提升单机架功率密度实现更高计算性能的输出。

而存储类服务器，通常配置较多硬盘，且对于算

力及性能要求一般,配置的 CPU 一般不需要采用性能和功耗较高的型号,液冷投资收益不高,因此从投资效益角度,存储型服务器和网络设备建议仍采用传统风冷方式部署。

### 3、互联网数据中心液冷化改造建设

以下基于冷板式液冷技术，对互联网数据中心液冷化改造建设做个初步概述：



图 11 冷板式液冷数据中心机房整体架构示意图

### (1) 数据中心机柜的液冷化改造建设

主要工作量在于对原有机柜及服务器的冷板式改造,改造内容是配电、布放管路、冷却液体流量分配单元 CDU 等,并同步配套调试漏液监测、堵塞等监控系统。

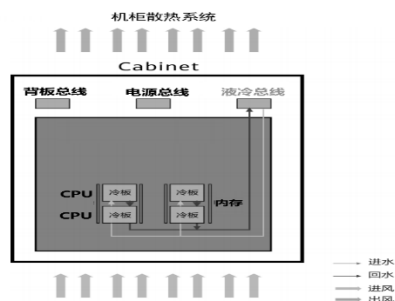


图 12 冷板式数据中心机柜单板示意图

## （2）数据中心机房的液冷化改造建设

数据中心机房液冷化改造的主要工作在于铺设室内外液冷管道、安装冷却液体流量分配单元(CDU)、新建或改造冷却塔等。

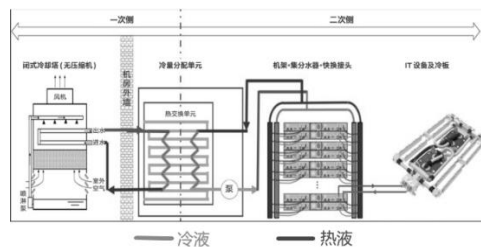


图 13 冷板式数据中心散热系统架构示意图

## 附件 1

### 数据中心设备企业液冷化改造技术支持情况

企业名称	超聚变	浪潮集团	新华三	网宿科技
液冷支持技术	冷板式	冷板式	冷板式	浸没式单相
改造建设方案	对原机柜及服务器定制化冷板式改造，布放管路、CDU 以及机房外的冷却塔、循环泵机等			对风冷服务器的机械硬盘、风扇、光传输模块、电源、线缆以及 CPU、GPU 等发热单元进行改造并放入定制的液冷机柜，改造建设室外冷却塔、循环管路等
已落地案例	华为乌兰察布云数据中心等	华中科大引力中心、厦大嘉庚创新实验室、西安创新港、钱塘江智算中心等	阿里余杭仁和经开区数据中心等	网宿、浙江新华三、浙江云谷、宁夏智慧云、苏州移动、扬州移动、郑州移动等

# 北卡密甲：基于国密算法的工业互联网数据安全解决方案

翁才杰 林幸华 邱丽灵 阮莉丽

**摘 要：**首先介绍基于国密算法的工业互联网数据安全解决方案——北卡密甲面向的客户群体，其次通过分析现有工业互联网数据安全存在的问题，从系统架构、技术难点、功能特色几个方面对北卡密甲进行介绍，并阐述了建设北卡密甲对工业互联网行业的支撑作用，最后介绍了北卡密甲的创新性与先进性。

**关键词：**国密算法；工业互联网；数据安全；北卡密甲

## 1 目标客户群体

政企事业单位、互联网、电信、金融、医疗、工业互联网等行业或大型企业。

## 2 解决方案拟解决的问题

### 2.1 方案综述

数据是国家重要的基础性战略资源，也是企业/机构的宝贵财富，2019 年 7 月，工信部等十部委联合发布了《加强工业互联网安全工作的指导意见》，明确要“强化工业互联网数据安全保护能力”。

数据既是工业互联网的核心要素，也是安全薄弱环节。工业互联网数据分布在大数据平台、用户端、生产终端等多种设施上，设备种类庞杂、位置分散、缺乏安全设计；高端设备、高端 PLC 器件等依赖国外发达国家，重要工业资产和装备制造信息可能被国外非法收集；基于开放与标准化的原因，工业互联网也越来越多地使用公开协议以及标准化的 Windows 或 Unix 技术架构，其安全漏洞使攻击门槛大为降低。因此，工业互联网数据存在被泄露、窃取、伪造，以及被利用来攻击等严重安全风险，对数据安全威胁的

及时感知与防护十分有必要。数据安全已成为工业互联网的主要安全技术瓶颈。

因此，亟需引入以身份为中心的零信任框架，研发基于国密算法的自主可控的数据安全技术，包括身份认证、数据加密、安全传输，基于行为分析实时感知异常的技术，为工业互联网数据安全赋能。

### 2.2 核心价值

北卡密甲是基于国密算法的工业互联网数据安全解决方案，综合采用基于零信任安全的身份认证与鉴别技术、基于国密算法的数据安全传输技术以及工业互联网的安全行为智能分析方法，在接入、传输、管理等数据安全的关键环节构建具有内生性的安全防护能力。北卡密甲通过安全网关对接工业互联网，工业互联网中的设备和用户将利用安全网关进行身份认证和解密，实现工业互联网数据安全传输。

#### 2.2.1 系统架构

北卡密甲通过外置方式（或内嵌 SDK 方式）安全网关以最小代价接入工业互联网，不改变原有网络总体架构。

## 作者简介：

**翁才杰：**毕业于福建工程学院，硕士学位，主要研究方向为网络与信息安全，现为北卡科技有限公司安全研究院算法工程师。

**林幸华：**毕业于福建农林大学，学士学位，现就职于北卡科技有限公司。

**邱丽灵：**毕业于燕山大学里仁学院，学士学位，现就职于北卡科技有限公司。

**阮莉丽：**毕业于福建工程学院，学士学位，现就职于北卡科技有限公司。





图1 北卡密甲结构拓扑图

### 2.2.2 技术难点

#### (1) 算法效率要求高

与消费网络不同,工业互联网中连接的是工控系统,工控系统往往需要进行机床控制指令和关键生产数据的实时传输,对实时性的要求极高,在工控系统中简单集成普通的密码算法会影响系统的功能性,消耗设备的计算能力。

#### (2) 对外置设备的硬件要求高

工业互联网的底层是物联网,工业互联网中数据的采集与传输主要依赖物联网,物联网对设备的体积和功耗有比较高的要求。同时,工业互联网中的硬件设备的运行环境是工业生成环境,这就要求硬件设备要能够在高温、高压、电磁干扰等复杂环境中安全稳定长期运行。

#### (3) 方案兼容性要求高

接入工业互联网的设备形式多样,功能差异很大,有些简单终端设备通常硬件配置不高,仅能支持有限的网络接入方式。而工控系统应用程序和协议最初在设计开发时并未采用认证和加密机制以及其他安全策略来防护系统安全,在工业互联网中有些简单功能的终端也需要承担高安全性要求的业务。但因其自身资源和计算能力有限,无法使用常规的方式进行身份认证,并且进行身份认证还需要兼顾设备接入的效率要求,同时由于工控系统本身具有关键性和敏感性,还需兼顾改造与升级可能导致的未知危险。

### 2.2.3 功能特色

#### (1) 私有化部署

用户可将北卡密甲安全网关部署在自己的环境中,进行嵌入开发与独立运维。

#### (2) 高效集成

用户可直接调用安全网关,无需更改原有系统业务逻辑,可快速为系统增设安全铠甲。

#### (3) 可信认证

基于国密算法的PKI和IBC组合身份认证方法,确保系统与终端身份合法,防止中间人攻击。

#### (4) 两层加密

在通信双方的安全网关之间建立传输层安全通道,在应用层端到端加密,实现数据安全传输。

#### (5) 国密算法

采用私有通信协议与国密算法(SM9、SM3、SM4、ZUC等)。

#### (6) 会话密钥

采用国密算法的密钥协商机制,会话密钥仅由通信双方掌控,“一话一密”防止重放攻击。

#### (7) 多媒体加密

支持文字、文件、图片、音视频流等信息的高效加密,确保数据流安全。

## 2.3 建设价值

### 2.3.1 数据安全是工业互联网的核心技术

工业互联网的架构主要由三大支柱组成:数据、网络、安全。从防护对象的视角看,工业互联网安全架构涉及设备、控制、网络、应用、数据等五类对象,在具体技术层面,都将落实到一个共同的对象,即数据。保护数据,就是在保护工业互联网产业。

### 2.3.2 数据驱动改变工业互联网安全范式

目前国际上公认的,解决网络安全攻防不对称问题的方法之一,就是数据驱动安全。数据既是保护的对象,又是可以用来提供安全防护的工具。在数据驱动思想下,采集设备、网络数据,运用人工智能、大数据分析、基于协议深度解析,以及事件关联分析等技术,可分析工业互联网当前运行状态并研判安全态势,并助力工业互联网安全。

### 2.3.3 数据安全是工业互联网内生性的安全防御

能力

发展内生性的安全防御能力是未来工业互联网安全防护的技术趋势。对数据进行加密和访问控制,是工业互联网重要的内生性安全防御能力之一。数据的访问、传输具有动态性、实时性,是极易出现安全问题的环节。借助数据加密、身份验证、访问控制、完整性验证等机制将有效提升数据流转的安全性,将使得工业互联网数据得到安全高效的利用,并提升工业互联网整体安全性。

本方案通过工业互联网数据安全关键技术保障数据安全访问、传输与使用,响应了工业互联网安全产业的核心诉求,对工业互联网设备安全、网络安全、平台安全等方面也都有着重要积极作用,将与其他工业互联网安全技术,协同支撑工业互联网安全生态体系建设。

### 3 方案的创新性与先进性

#### 3.1 方案的创新性

##### 3.1.1 零信任架构下的工业互联网数据安全保护体系

近年来,网络安全模型正在从基于节点与边界安全的网络中心化模型,转变为基于认证和授权的身份中心化的零信任模型。零信任安全摒弃传统网络安全的防护架构,整合现有成熟技术,不断兼容新技术,根据行业用户业务需求及安全需求、用户所处地理位置等,对用户进行分类分级管理,并根据相关标准规范,对每个组的用户策略进行设置,是一种有效维护行业内部数据安全的新网络架构,但在工业互联网领域的应用尚属于起步阶段。本方案在零信任安全框架下,通过国密算法在工业互联网数据传输中的应用,结合可信身份认证与安全接入、安全行为智能分析,从而实现工业互联网的数据安全保护方案,可望探索工业互联网数据安全新的研究思路。

##### 3.1.2 基于国密算法的工业互联网数据安全保护方案

国密算法是由我国密码管理局颁布,自主研发创新的一套商用数据加密处理系列算法,处于完全指数级计算复杂度,相同安全等级下使用公钥位数少,具有更强的安全性和更高的效率。国家有关机关和监管机构站在国家安全和长远战略的高度,陆续提出推动国密算法应用实施、加强行业安全可控的要求。2019年7月,工信部、教育部等十部委联合发布的《加强工业互联网安全工作的指导意见》中也明确提出,鼓励商用密码在工业互联网数据安全保护工作中的应

用。目前虽然有机构起草了工业互联网信息安全相关的标准,但是国密算法在工业互联网中的应用还比较鲜见。本方案结合在国密算法领域多年的研究经验,研究 PKI 和 IBC 的组合实现工控设备和终端设备鉴别;采用基于椭圆曲线的国密安全密钥交换协议进行密钥协商,通过端到端加密技术确保数据传输安全,并进一步结合国密 SM2 非对称加解密算法,结合信息隐藏技术、信道隐写等方法进行隐蔽安全传输,实现关键信息传输的双重保护。这些技术将进一步拓展国密算法在工业互联网的应用,有效保护工业互联网数据安全。

#### 3.1.3 人工智能技术在工业互联网安全的应用

目前,人工智能技术主流用于网络安全,而对工业互联网安全应用甚少。工业互联网实现了全系统、全产业链和全生命周期的互联互通,而与此同时,互联互通的实现也打破传统工业相对封闭可信的生产环境,导致攻击路径大大增加,数据种类和保护需求多样,数据流动方向和路径复杂。因此,利用人工智能技术发现数据中的通信行为模式,检测异常、预测安全趋势是工业互联网中的先决条件。本方案利用机器学习、模糊推理、证据推理等方法智能分析工业互联网安全行为,构建态势感知系统,有效提高预警准确率,同时动态更新系统可信用用户,这些技术将推动人工智能技术在工业互联网安全的“新战力”。

#### 3.2 方案的先进性

##### 3.2.1 构建基于国密算法的 PKI 和 IBC 组合身份认证方法

基于国密算法的 PKI 和 IBC 组合身份认证方法是零信任安全架构下身份认证和安全接入的关键环节。安全身份认证系统的身份认证与鉴别采用的是国密算法中的非对称密码,将基于 PKI 体系的 SM2 数字证书的强签名,实现跨系统、跨域的身份认证和授权管理;使用基于 IBC 的 SM9 密码算法,利用标识密码系统中每个实体具有一个有意义的、唯一标识的性质,将标识本身作为实体的公钥,使用过程无需预先协商密码或者交换证书,减少传统证书体系中申请和验证环节,降低密钥和系统管理成本。该技术为 PKI 应用到工控系统做了良好铺垫,增强工控系统身份鉴别的安全性,从而实现本方案的身份认证和安全接入。

##### 3.2.2 基于国密算法加密体系实现工业互联网数据传输

本方案采用 SM 系列国密算法,使用 SSL/TLS 技

术建立安全传输通道。通信双方的每一次通信前,通信双方的通过各自的标识信息采用基于标识的国密 SM9 算法的密钥交换协议自行协商产生多因子会话密钥,生成的密钥为参与通信的双方独有,端到端加密确保通信内容不被通信参与者之外的任何人获取。采用 SM3 对通信数据进行完整性验证,采用 SM2 对通信内容进行强签名保障通信数据真实可靠,防止遭受中间人攻击。另外,由安全网关将设备的关键参数和系统控制指令等重要信息使用国密算法加密后,结合信息隐藏技术、信道隐写等方法进行隐蔽安全传输,在保证系统正常信息传递的情况下,实现关键信息传输的双重保护。

### 3.2.3 有效智能分析和挖掘工业互联网安全行为

工业互联网打破传统工业相对封闭可信的生产环境,导致攻击路径大大增加,数据种类和保护需求多样,数据流动方向和路径复杂,因此在多源异构的

大数据环境中如何进行智能分析和挖掘有效信息存在很大挑战。本方案在 Spark 框架下,利用机器学习、模糊推理、智能计算等人工智能技术自动获取特定的特征信息,如目标设备的开放端口、提供服务的状态、协议类型等状态信息。基于获取的特征信息,结合行为分析、数据挖掘技术准确挖掘工控设备、协议等相关的脆弱性信息,如系统网络通信中易危端口开放占比及分布、高危漏洞分布地域及类型占比、易忽视的隐患设备运行状态变换、透明的控制过程种类等。安全态势预测在态势理解的数据分析基础上对相关设备或协议的安全等级、攻击手段变化趋势或来源等作出预测分析,全面自动监测系统的安全风险,从全局角度增强对安全威胁的识别。该技术不仅有助于工业互联网的安全身份认证和安全接入,也将有助于工业互联网网络安全态势管理和风险评估。

## 工信部重耕 900MHz 频段频谱资源

8 为深入贯彻落实党的二十大关于加强网络强国建设和提高人民生活品质的重大决策部署,进一步提升 5G 信号在农村及边远地区的覆盖质量,加大无线电频谱资源对 5G 高质量发展的支撑保障力度,近日工业和信息化部批准中国联通将现用于 2G/3G/4G 系统的 900MHz 频段频率资源重耕用于 5G 系统。

900MHz 频段具有传播损耗低、覆盖范围广、穿透能力强、网络部署成本低等特点,是全球公认的公众移动通信“黄金”频段,也是早期 2G 公众移动通信系统使用的主要频段。此次工业和信息化部批准中国联通使用 900MHz 频段开展 5G 业务,将进一步拓展我国低频段 5G 产业空间、扩大低频段 5G 网络覆盖,有利于农村及边远地

区人民群众进一步享受高质量 5G 服务。

一直以来,工业和信息化部高度重视我国公众移动通信频率资源供给。特别是党的十九大以来,工业和信息化部统筹谋划、多措并举,持续强化 5G 系统频率资源供给侧管理,共许可 792MHz 带宽中低频段频谱资源用于 5G 网络建设,中低频段 5G 频谱资源许可总量位居世界前列,有效保障了 5G 容量和覆盖的需求;为确保 5G 部署不影响同、邻频段现有卫星业务的正常工作,工业和信息化部统筹组织各方,完成近 1.3 万座受影响的卫星地球站等无线电台(站)的干扰协调或技术改造,有力支持了我国 5G 大规模顺利部署。

(来源:通信产业网)

# 数据开放共享安全解决方案

高 垠 李剑飞 陈惠源

**摘 要：**为有效挖掘数据价值的同时保证数据的安全性，本文提出构建数据开放实验室，利用中心化与弱中心化两种模式，以及联邦学习等隐私计算技术，完成数据在提供方本地使用，完成加密联合建模的解决方案。不仅提高数据共享和业务协同能力，同时确保数据不出域、保障数据隐私权，旨在解决数据在受控环境下的价值挖掘问题，在政府监管下，拉通数据供需，规避数据权属界定问题，既实现了数据要素的价值挖掘，又充分地保障了数据安全。

**关键字：**数据共享；业务协同；数据安全

## 1 背景

第四次工业革命以数字化、智能化、网络化为核心，而数据资源作为重要生产要素，蕴藏了巨大的价值，被认为是 21 世纪的“黄金”“石油”。2019 年，党的十九届四中全会首次将数据与土地、劳动力、资本、技术、并列作为重要的生产要素。2020 年，《中共中央国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》和《中共中央国务院关于新时代加快完善社会主义市场经济体制的意见》均强调要培育和发展数据要素市场。2021 年，“十四五”规划《纲要》进一步明确提出，要建立数据资源产权、交易流通、跨境传输和安全保护等基础制度和标准规范，推动数据资源开发利用。

数据要素的特殊属性，要求加强数据资源的开放共享。数据越多价值越大，越分享价值越大，越不同价值越大，越跨行业、区域、国界价值越大。因此，实施数据开放共享，优化治理基础数据库，不断完善数据权属界定、开放共享、交易流通等标准和措施，促使数据资产重复使用、多人共同使用、永久使用，

加快推动各区域、部门间数据共享交换，显得十分必要。

但由于政府、企业各部门间不同系统和业务的闭塞性和阻隔性，数据信息共享困难、数据孤岛问题严重；而通过分布式建模计算整合数据源的方式，在数据的传输和处理方面效率低下；另外随着人工智能技术进一步发展和应用，数据隐私问题日益突出，“数据泄露、数据贩卖”等数据安全事件的频繁发生也给个人、企业、社会带来了巨大影响。就目前而言涉及到数据的隐私保护、数据归属权等难题，在兼顾数据安全和隐私的条件下想要实现数据融通共享，仍处于“不敢”、“不能”、“不愿”状态，在数据合作和融通过程中，广泛面临以下问题：

### （1）数据缺乏安全管控手段

数据融通后，数据拥有者失去了数据的控制权，无法对协同出去的数据的使用进行干预和监控，难以对数据使用的行为进行管控审计，如果不能对数据确权，明确数据的产生者、使用者、管理者及受益者，将无法很好实现数据的精准授权，严重阻碍数据的流

## 作者简介：

**高 垠：**毕业于北京科技大学工商管理系，产品经理，长期从事互联网金融风控策略工作，具有多年的风控策略研究经验，现在福建极推科技有限公司任职。

**李剑飞：**毕业于福州大学通信与电子工程专业，长期从事通信领域和大数据领域的探索、应用与推广等工作，现在福建极推科技有限公司任职。

**陈惠源：**毕业于福建师范大学人力资源管理专业，多年互联网金融科技领域风险策略专家，在互联网数据传输、应用安全等领域有丰富经验。对金融科技如何赋能机构客户和关于国内人工智能风控的未来发展有深度认识，曾拓展多个千万级以上标杆项目，现在福建极推科技有限公司任职。

通以及价值变现。

### (2) 数据安全保护不足

数据在融通过程中, 缺乏安全的计算处理环境, 数据在处理过程中可能被非法窃取, 或者在计算后, 计算结果仍然可能会被泄露, 导致数据的拥有或管理方不放心让自己的数据进入公共域。

### (3) 数据隐私防护不足

由于被共享数据的知情和授权不足, 分享的数据很多是明细的“裸数据”, 具有极大的安全隐患, 数据的拥有者出于隐私考虑, 不愿意共享数据, 因此如何做好隐私防护, 实现数据共享与合作“知情权”、“最小化利用”成为数据合作价值挖掘的必要前提。

### (4) 数据融通合作基础设施不完善

首先, 各方缺乏统一的数据标准, 数据的定义、口径各有不同; 其次, 缺乏高效便捷的数据合作基础设施, 各机构的数据库、数据加工引擎、算法、可视化工具等各不相同, 在合作过程中需要投入巨大资源进行系统改造、对接, 造成数据合作困难、合作周期长。

## 2 解决方案

基于固定安全边界保障数据不出域的原则, 构建数据开放实验室, 打造集数据资源、算力、算法、办公场所等条件可信安全的数据分析及价值挖掘的工具平台, 旨在解决在数据安全的情况下进行数据的受控开放以及数据价值挖掘问题。(架构图如图 1-1)



图 1-1 平台架构图

### (一) 平台架构说明

#### (1) 硬件层

硬件层包括云平台、物理服务器、自主可控的光磁存储介质, 为平台提供数据计算、数据存储等能力; 同时依托于kubernetes容器化管理平台, 实现硬件资源容器编排管理。

#### (2) 底层平台层

底层平台层整合大数据基础平台、数据资源管理

平台、用户中心、fate计算引擎平台, 打通各大平台或软件模块生态流程。大数据基础平台不仅能提供分布式计算、存储能力, 同时也可以提供丰富的技术组件; 数据资源管理平台统一纳管结构化数据, 为模型训练、模型推理、数据处理、数据共享等应用提供数据源; 用户中心提供用户权限管理的能力; fate计算引擎平台能够针对外部不可出域数据, 提供联邦学习计算能力。

#### (3) 数据资源层



利用底层平台层提供的工具，在数据资源层完成数据集成、数据治理、数据清洗，进而建设数据仓库，最终形成数据资源目录，实现数据全域治理和全生命周期管理。

#### (4) 服务层

服务层可提供网关服务、接口服务、代理服务这三大服务。网关服务提供统一鉴权、请求转发等功能；接口服务提供算法资源监控、算法开发服务、联邦训练服务、联邦预测服务等功能；代理服务提供文件代理、API代理等功能。

#### (5) 应用层

应用层具有数据实验室、联邦学习平台等模块，可以针对不同的应用场景提供不同的服务。数据实验室是基于固定安全边界提供数据资源、算力、办公场所等条件的支持易数工场受托服务业务及自身算法孵化的封闭的数据分析及数据挖掘工具；联邦学习平台针对不出域的数据，通过联邦计算的方式，实现数据融通，实现数据可用不可见的安全流通解决方案；运营平台可提供监控系统运维、展示数据资源目录、管控数据资源的开放权限、算法孵化管理等功能。

同时为增强数据的可信度和提升审计监管能力，平台在各环节依托区块链存证能力，实现数据审核、应用的全方位监管；为保障数据安全，平台打造完整安全体系：针对硬件及运维侧，有运维管控及安全交换边界；在数据侧，包括数据库审计、脱敏、终端防泄漏、网络防泄漏能力；面向服务侧，则通过API网关监测、4A统一安全管控保障API安全及权限安全；应用

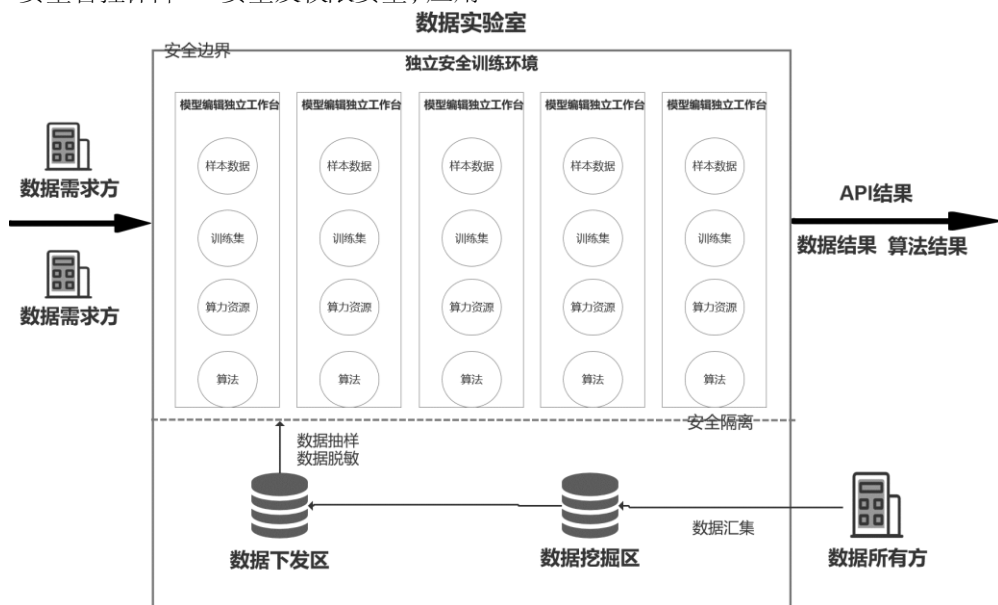
侧则依托应用安全管控对应用安全进行保障。在以上工具基础上构建数据安全治理管控平台形成数据全生命周期安全保障，面向用户提供数据安全可视化及管控能力。

#### (二) 核心能力

其中以“中心化算法孵化”及“弱中心化联邦学习”两种模式为核心，以数据及算力资源统一配置管理为根本，以数据处理、数据分析、模型训练、模型预测等算子研发为基础，以不断完善“算法仓库”为重点，对接自研区块链形成数据生命周期全流程监管，从而有效解决数据融通过程中的数据价值安全挖掘的核心问题。

##### (1) 中心化算法孵化模式

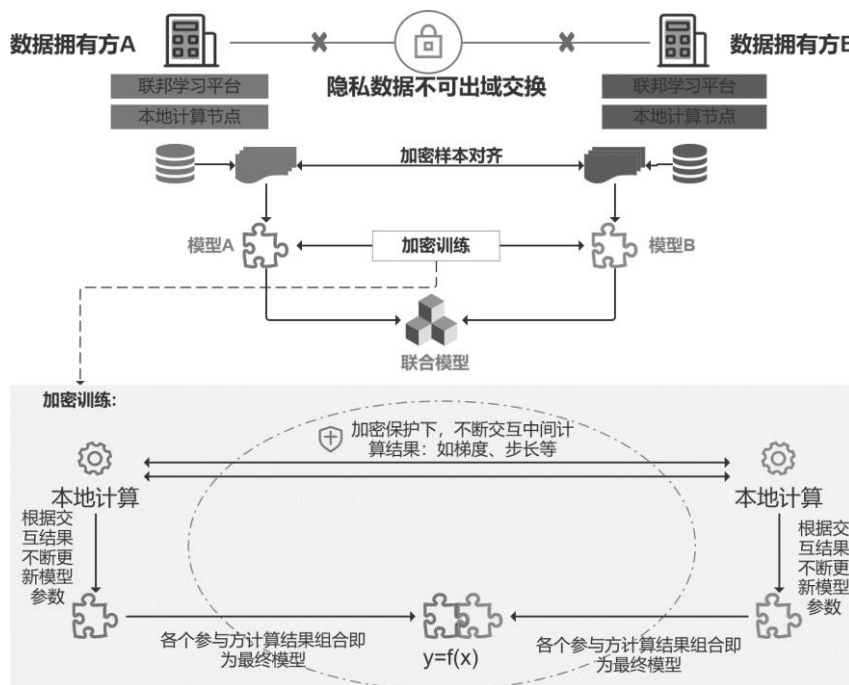
通过封闭的网络环境和固定的物理空间，结合统一的数据资源池、丰富的算力与算法资源，满足用户的数据需求，实现数据的受控开放，并通过区块链技术，实现了数据协同开发过程的全流程存证记录。当数据所有方同意数据使用权释放至平台时可采用该模式进行数据挖掘，通过搭建网络隔离与物理空间隔离的环境结合全方位的数据安全工具充分保障数据安全，通过打造数据资源池与丰富的算力环境，为每位数据需求方提供独立安全的训练环境，数据需求者在平台中进行训练与分析后，将结果通过API方式进行交互，原始数据无法获取，训练结束后该需求方的独立工作台包含申请数据、运行中间结果、算力等自动销毁。如下图：



### (2) 弱中心化联邦学习模式

针对不出域的数据,通过联邦计算的方式,实现数据融通环节通过数据可用不可见技术提供数据可用不可见的安全流通解决方案,释放数据价值,实现产业间高效协同,助力政企数据、企企数据价值的共享与协作。当数据所有方与数据需求方的数据均不可出域,且需要进行联合建模时,可通过平台提供的联邦

学习方式,完成数据在拥有方本地使用,完成加密联合建模,通过在数据拥有方部署本地计算节点,通过加密样本对齐、加密训练等,数据拥有方不交换原始数据,仅在加密保护下交互中间计算结果,通过联合建模方式获取最终模型,不仅提高数据共享和业务协同能力,同时确保数据不出域、保障数据隐私权。如下图:

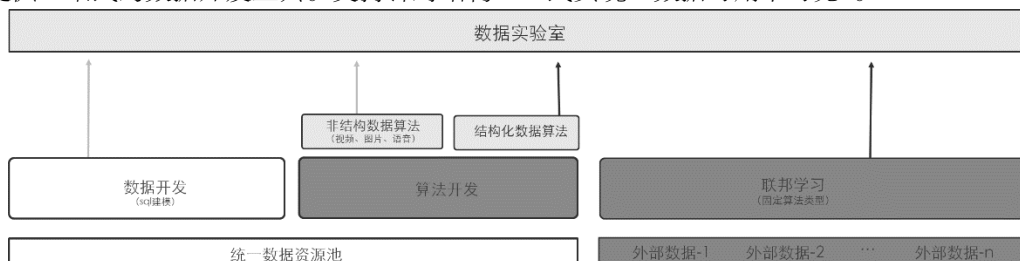


### (三) 方案优势

#### (1) 低代码一站式数据开发工具

数据开放实验室针对作为封闭的数据价值挖掘工具平台,提供一站式的数据开发工具。支持针对结构

化数据的数据分析建模、机器学习算法开发,针对非结构化的(视频、文本、图片)等深度学习的算法开发,同时,针对不出域的数据可以通过联邦计算的方式实现“数据可用不可见”。



数据开放实验室的算法训练工具基于 kubernetes, kubeflow 和 docker 虚拟化技术实现训练环境的自动部署和分布式训练环境,并提供了包括数据下载,在线训练,在线验证,算法镜像封装等一站式工具。

数据开放实验室提供 Jupyter 编辑器支持开发者进行算法编辑,还内置许多联邦学习算子与算法,并提供托拉拽面板进行联邦学习训练,通过一站式、图形化算法训练工具大大降低用户的操作难度。

## （2）全方位安全管控

在数据开放实验室内部系统及底层平台符合“等保三级”的前提下，数据开放实验室还引入了以下安全技术手段：

### a. 网络安全体系优化

在本地政务外网基础上，划分安全域，包括数据汇聚区、数据治理区、数据安全计算区、数据运营区，安全区间配备网络安全隔离设备，如VFW、VIPS、VWAF等，确保区间数据流、指令流严格受控。

### b. 数据全生命周期安全保障

针对数据接入、存储、传输、计算、交换、销毁流程，配备数据安全分类分级、终端数据防泄漏系统、数据存储防泄漏、网络异常行为阻断、数据库防火墙、数据库脱敏加密等系统，保障数据全生命周期安全。

### c. 数据权限控制

以身份为中心，通过帐号管理、认证管理、集中授权、综合审计等软件子系统，实现应用系统及数据资源的最小实体级授权，统一的访问入口维护，运营、运维、技术及数据需求方各类用户角色的操作及生命周期进行管理。

### d. 数据安全计算

针对入驻的产业用户和生态服务商，通过固定网络环境、固定操作空间的数据开放实验室进行封闭的数据开发挖掘，借助联邦学习、多方安全计算等核心计算，实现“数据可用不可见”，流通的只是加工处理过的数据结果而非原始的明细数据。

## （3）隐私计算安全加持

数据开放实验室通过提供联邦学习实现各参与方无需共享或交换各自敏感数据的情况下进行联合建模，支持横向联邦学习、纵向联邦学习常见模式。内置LR、GBDT、DNN等机器学习算法，通过联邦学习进行模型碰撞实现数据隔离：联邦学习的整套机制在合作过程中，数据不会传递到外部，通过同态加密、隐匿计算等为数据实验室不出域的价值碰撞提供了安全加持。

## （4）一体化资源配置

数据开放实验室通过前台、后台的方式实现数据资源、算力资源的统一管控、统一配置。产业用户或者生态服务商通过数据资源、算力资源申请的方式进行任务是申请，数据开放实验室平台运营方可以对其任务进行审核并通过工具进行资源配置，实现了数据

资源和算力资源的整体运营。

## 3 应用经验

### （1）“数据沙箱”工具助力某市产融平台风控服务

需求背景：

►响应国家扶贫政策号召，某市建设“三农”产融平台解决农民“贷款难”问题

►三农业务涉及农宅、农地、农机、种植大户、养殖大户等数据，数据来源农业局、林业局，需要协调数据出域问题，另外也需进行数据治理工作。

解决方案：

当地大数据局协调农业局、林业局数据，以“数据沙箱”形式将数据资源、算力资源、数据开发工具提供给数据开发者，数据开发者完成模型开发后提交政府审批，审批通过后以API形式提供数据服务至数据需求方（产融平台运营方），后续API调用过程、授权信息通过区块链留痕确保后续可追溯，从而实现“数据开发者”、“数据需求方”在不持有数据的前提下使用数据。

### （2）“联邦学习”工具助力某助贷公司实现精准营销

需求背景：

►某市助贷公司需使用不动产、公积金等数据帮助银行对存量客户进行二次营销；

►助贷公司可获取用户手机号、身份证号等信息；

►政府侧担忧不动产、公积金等涉及公民财产数据开放引发数据安全风险及隐私泄露问题。

解决方案：

在大数据局侧和助贷公司使用数据实验室中联邦学习平台，数据分别上传至各自域内节点，助贷公司通过隐匿查询方式获取大数据侧标签化信息，确保数据不出域前提下的联合分析。

## 参考文献：

[1] 周茂雄. 国内外数据安全研究领域前沿动态追踪：基于2013年以来的文献计量分析[J]. 科技管理研究, 2022, 42(12):17-27.

[2] 侯雨桐, 马兆丰, 罗守山. 基于区块链的数据安全共享与受控分发技术研究与实现[J]. 信息安全, 2022, 22(02):55-63.

# 选择通信事业，终身不悔

程维平

这几天福州新冠疫情又趋紧张，好多学校改为上网课。吃过早餐后我督促外孙女打开电视机点击手机“投屏”连上“智慧中小学”，教育部组织的名师授课跃然投射在电视屏幕上。

退休后生活习惯改变了，不用熬夜，也不会晨睡不起，渐渐地越来越早醒了。陪外孙女上会儿网课感觉有点犯困，靠着沙发打盹，突然被一阵手机铃声惊醒了，是房产推销电话，直接挂断再拉黑，此时外孙女的网课也下课了。我也没了睡意就玩起手机，看新闻、在微信里与人聊天。一看核酸已经超时了赶紧再做吧，要不进不了公园。下楼排队、手机扫码、捅喉咙搞定。顺便到对过街刷微信买几块肉包，回家后又看手机银行退休金到账了，部分转短期理财，留些当月生活费。

智能手机给我们的生活带来了极大的便利，这得益于中国通信网络的飞速发展。不由得唏嘘。

## 一、求学市话一班，留校教书及固定电话

上个世纪七十年代，高中毕业后我去了闽侯县农村下乡插队劳动。有一天，忽然接到福建省邮电学校录取通知书。为了向父母亲报告这个好消息(那可是文革后第一次恢复高考)，我从知青点步行到白沙镇邮电局跑了近10公里的路程，耗费两个小时，才发了一封电报(而现在开车只要半小时就能到福州)。

1978年春节过后，进入省邮电学校市话一班。从“接受贫下中农再教育”的广阔天地到“为了实现四个现代化而学习”的课堂，懵懵懂懂地接触了邮电通信方面的知识：磁石式、共电式人工交换电话，步进制、纵横制自动交换电话。这可是我们国

家的电话通信当下的状况啊！当时中国电话普及率不到1%，普通市民要打电话要么花钱去邮电局或公用电话亭，要么溜到单位办公室偷蹭电话。拥有家庭电话的可是国家高级干部嘿！普通市民是不敢想的。当然近水楼台先得月，我们邮电局某些非高级干部也拥有家庭电话，因为“工作需要”。

1980年两年制的市话一班毕业了，同学中大多分配到市、县邮电局，邮电工程公司，有的继续“深造”纵横制电话交换机，有的“研究”准电子电话交换机(用半导体元器件通过布线逻辑控制机电器件实现电话交换)，而我与几个同学留校预备当“电话交换专业”老师。当然，中专毕业学历太嫩，留校的几个同学立即参加邮电大学的函授本科学历考试，继续为实现通信现代化边工作边学习。

当时中国通信网络与通信技术处于非常落后状况，步进制纵横制是中国能够自产的并且成熟地应用于电话局的自动交换机，县市局以下还大量使用人工交换机。本着“摸着石头过河”的精神，福建省邮电管理局走在了全国的前列，率先在福州引进并开通了日本富士通程控电话交换机。

时间来到了1984年，有一天接到通知，相关专业的教师可以去福建省邮电管理局参加考试，全省邮电系统选拔人才送到日本富士通公司培训，为引进的程控电话交换机培训技术人才。这可是当年绝对的热门，有机会学习新技术，出国期间有一笔不菲的外汇生活补贴，回国还可以带回几大件免税进口电器，这在当年可是名利双收，难得的“横财”机会啊！于是大家积极参加考试。当时考试对我来说不是问题，六年制邮电本科函授学到第四年，基

## 作者简介：

**程维平：**男，1956年9月1日出生，高级工程师。1975年6月插队福建省闽侯县白沙公社楼阁大队，1978年2月入学福建省邮电学校市话一班，1980年2月毕业。1980年9月入学南京邮电学院六年制本科函授电话交换专业，1986年7月毕业。1980年2月分配到福建省邮电学校工作，1993年3月调动到福建八闽通信股份有限公司，2001年调动到福建省邮电规划设计院，至2016年退休。

础课与专业基础课刚学完熟悉的很。什么电工电路、半导体电子电路咱沾手就来挺顺利，连最担心的英语听力测试也表现得不错，被选拔上的机率极高。可是么蛾子出现了，我老爸不知何故却反对我此时出国培训，他说出国培训以后会有机会，先把函授本科结业后再说。我老爸曾是国民党政府电报局雇员，解放后转到福州邮电局电报科，继续享受原有的高薪，真要感谢共产党！我党的政策就是好！他当时的工资甚至超过了局长。据说解放前入电报局时是千人选一考进来的，当然我对他的职业眼光是很佩服的。于是没有经验的我听从了老爸的建议，傻呼呼地去找领导表示不去，而我出来时另一位教师进去请求要去，结果领导同时满足了两人的要求。想想我当年的风格就是高！

随着引进的程控电话交换机配套工程建成，福州市开始了向市民放号装机。由于受引进程控交换机放号容量以及市政线路的限制，此时普通市民要装一部电话机还不是那么容易。首先要有邮电局领导的批条，然后还要交一笔不菲的“初装费”。尽管这样，装电话机的需求还是相当大的，甚至出现倒卖电话装机指标的黑市。当时普通市民家庭能装上电话绝对的牛！

在这波装机潮中，福建省邮电学校利用实验室纵横制电话交换机向所有办公室与员工宿舍放号。这是一举两得的好事，既增了话务量让交换机大负荷运行，避免学生做实验时开机不正常，又提高了办公效率，顺便为教职工派了福利。要知道当时的电话初装费要一两千元，这可要花我半年的工资。虽然与市话网连接要人工转接与二次拨号，教工宿舍拨打外线是免费的，但已经非常满足了。教工宿舍在学校围墙内，位于上渡白泉庵非常偏僻，交通极其不便，家里有部电话的感觉真好，时不时打电话与同学朋友聊聊天心情特别愉快，当然外出时与家里通电话是最大的便利。

随着引进程控电话交换机的进程加快，福建省实现了全省县市局电话程控自动化，渐渐地电话装机供需关系发生了逆转。为了挖掘装机潜力，各邮电局发动员工全员营销，此时电话初装费直线下降到了几百元。后来信息产业部宣布取消固定电话初装费，几乎所有的家庭都安装了固定电话，那是后话。

## 二、调入八闽公司，设计院跑市场及移动电话

上世纪九十年代中国引进了无线移动通信。那

时私人拥有“大哥大”是爆发户的象征，普通人是不敢想的，就算送你一部两万多元的“大哥大”，每分钟两元左右的通话费你付得起吗？于是有移动通信需求的人退而求其次，花几千元向邮电局买一部无线移动寻呼机，俗称“BB机”，虽然几千元不是小数目，但没有通话费，收到寻呼信号“BBB”的响声后，找个固定电话按照寻呼机显示的电话号码回拨过去搞定。当时满街都有公用电话(亭)，或人工收费或磁卡自动计费，这其中就有BB机的一份功劳。我使用寻呼机是工作调动到“福建八闽通信股份有限公司”时公司给配备的，作为当时福建邮电通信物资采购供应的主要公司，工作需要经常外出，配备“BB机”确实必要。再后来公司又给配置了数字移动电话。腰间别着BB机，手抓移动电话，一会儿接个移动电话，一会儿BB机响赶紧回个电话，旁人用羡慕的眼光看着你，自己也感觉有点“飘了”。当然主要是工作效率高了许多，要是以往不敢轻易离开办公室，工作时间要守着固定电话，随时接听用户的电话，至此之后就没有这种担心了，随时可以外出办事，随时可以出差。当然单位领导与家中“领导”也能随时找到我。

一个普通人都能感受到移动通信的便利，可想而知市场对移动通信的需求是多么的强烈。移动通信业务快速地发展，当时从中国电信分营出来的中国移动象一匹脱缰的野马狂奔，业务规模迅速地超越经营固定电话业务的中国电信，在香港上市的中国移动股票从一二十港元飙升到最高160港元。

而随着数字移动通信的快速发展，BB机被淘汰了，取而代之的是手机迅速地增长。彼时人们以拥有手机为时尚，不仅老板们白领一族拥有手机，很多蓝领也逐渐地买了手机，装修工人、摆摊的、各种推销员……满大街的人边走边对着手机吼成为当时的一道景观(现在人们大多刷微信)。一天我在路边看到扫马路的环卫工人用手机打电话，我一脸惊讶逢人便说，现在回想起来真可笑。

通信行业快速发展的背后折射出的是中国经济的快速发展，也因此更促进了通信需求的超前发展。移动通信运营商也乘机开疆拓土占地盘，除了自营门店的扩张，还与民间资本搞联营门店。街边店经常出现“中国xx通信”，咋一看以为是通信运营商营业部，有些老百姓进去买手机卡或修理手机与店家产生了纠纷，媒体披露后xx运营商赶紧澄清说是联营店不规范，会督促其规范经营。



拥有手机的人越来越多，运营商又把目光瞄准到学生身上。当时我已经工作调动到福建省邮电规划设计院了，那一年我女儿接到的大学录取通知书中夹有中国移动赠送的一个带号的手机SIM卡，上学前我买了部手机送给她，她高兴了三天。可上学第一天乘坐公交车时手机就被小偷顺走了，周末沮丧地回来，为了安抚她我只好又买了一部。

随着移动通信费的下降，方便随时随地进行通信的优点，使人们纷纷放弃固定电话改用移动电话，专营固定电话的中国电信曾一度陷入运营困境，国家适时放开了限制，让所有通信运营商都能进行全业务经营。现在除机关企事业单位办公室，还有一些热线电话以外，个人家庭固定电话非常少了，智能手机成为主要的通信终端。

手机的智能化促生了缤纷多彩的应用，快速地融入到人们的生活中。在中国以淘宝为代表的购物平台颠覆了人们的购物方式，在家轻松点击手机，你购买的商品就会送上门；以微信为代表的社交应用程序改变了通信方式，实现了点对点，点对多点间的交互通信，人们也不必都要对着手机吼叫，刷微信即可通信。还有各种短视频、自媒体、直播带货等等。

手机不但吸引了年轻人、小孩，连老人也禁不住诱惑。看到大家都有手机，那年我八十多岁的老母亲也有了一部智能手机，经年轻人手把手教后也学会打了电话玩微信。至此我全家每人至少一部手机，我和女儿各有两部手机，或许这就是当下中国家庭拥有手机的情况了吧。

### 三、光荣退休，技术发展与自媒体

2016年我光荣地退休了，辛苦了大半辈现在终于可以好好的玩了。常与朋友一起出去旅游，最令人兴奋的还是开车自驾游，玩伴们在车里嚷嚷的感觉真好。我开车技术不好少开，主要负责导航，打开手机导航软件，大家想去哪就可以导航到哪。到了目的地，用手机拍照、视频，回去编辑存储形成珍贵的资料。

中国移动通信从模拟制式到数字制式，从2G到现在的5G，用户数发展到现在的xx亿户，这些成就固然与中国经济的高速发展分不开，但也与国家通信业的巨大投入，与通信从业人员巨大的奉献分不开。想想我自己也曾是通信行业的从业人员就有点小骄傲。

当然这也得益于中国通信设备制造业的巨大

进步：上个世纪八九十年代，通信设备基本上被国外品牌垄断，通信网从交换机到传输设备到无线基站甚至传输光缆都是进口的，而后与外商合资国内生产但还是洋品牌，造价非常高，这些成本部分转嫁到终端消费者的头上。所以当时向运营商申请固话或移动电话有一笔不菲的“初装费”，而且通信费用非常昂贵。以华为中兴为代表的一众国产设备制造商，中天成飞一众线缆制造商突破技术重围迅速崛起，还有象咱福建省邮电规划设计院这一类通信网络设计建设承包商快速的成长，使得通信网络造价不断下降，让取消“初装费”与降低通信费用成为可能，让我们老百姓享受到了高性价比的通信服务。

通信行业的快速发展也促进了相关制造业的进步。记得前不久，我家通信中断，电信局维修人员上门检修时做了光纤熔接，出于好奇我问，这么小巧的熔接机哪制造的要多少钱？答曰国产一万元左右。这让我惊讶不已，我第一次看见光纤熔接机是上世纪九十年代，当时外商在省邮电管理局演示一款粗大笨重的光纤熔接机，当问到价格时答曰简配30万元人民币，加上所有的配备件50万元人民币，这反差也太大了。

国产通信设备厂商的技术从跟随到追赶再到超越，如今的5G移动通信已经引领世界通信业。但在终端上我们的核心技术还受制于人，关键的芯片技术，落后于先进技术几代，绝大部分手机芯片需要外购。但相信不久的将来一定会赶上世界先进技术，实现高端芯片的中国制造。

手机从键盘式到屏幕式，屏幕从液晶到OLED，功能从普通式到智能式，现在的手机功能非常强大。我们可以用手机上网、微信、购物、支付、导航、手机银行、证券交易、拍照视频、玩游戏等等。众多商家可以应用大数据通过手机向目标客户进行各种推销；物流业可以用手机终端进行流动作业；企业可以利用手机建立起流动办公系统。三年多的疫情下，中国政府通过手机“健康码”很好地管控了疫情的爆发；健康码、核酸采集系统让整个社会安全、高效、有序地运转。手机已经渗透到我们生活的方方面面，成为生活中非常重要的组成部分，同时手机也让我们的生活更丰富更精彩。而手机是强大的通信网络的终端，确切地说是通信让我们的生活更精彩！而我四十四年前投身其中，决不后悔。

# 元宇宙应用场景分析及落地

欧照杰

## 一、元宇宙应用场景核心要素说明概括

2021 年是元宇宙元年, 广义的元宇宙, 覆盖物联网的多场景应用, 包括社会治理、行业应用和消费等领域。

社会治理领域, 主要包括智慧城市、智慧交通、智慧能源、智慧物流、公共卫生、区块链赋能实体经济、供应链金融和数字政府等。

行业应用领域, 包括智慧农业、智慧环保, 智慧文旅, 智慧设计, 云端教育, 智慧制造、智慧能源等方面。

消费领域, 包括智慧家居、智慧健康、职业教育等方面。

元宇宙的应用场景, 包括以下几个核心要素:

虚拟身份: 虚拟形象和虚拟身份是用户进入元宇宙的门票, 捏脸和通用换装系统是元宇宙产品必备要素之一;

沉浸体验: 戴上耳机和目镜, 就可以通过连接进入由计算机模拟的一个三维现实;

开放创作: 允许每个用户进行内容生产和编辑, 用去中心化方式实现持续不断创新;

经济系统: 虚拟货币与现实货币接轨, 由虚拟人在元宇宙的经济系统中做决策;

多元场景: 以游戏为载体, 吸引客户参与社交、教育、职场、娱乐、消费等场景。

算力、游戏引擎和数字创意是数字场景建设的三大要素:

算力 (计算能力), 是数字经济时代的生产力。高并发用户、多模态体验、高渲染精度、建模方式变化等的驱动下, 未来虚拟场景搭建所需算力必然以指数级提升。

游戏引擎, 是数字场景建设的工具箱。丰富的建模、渲染、算法能力、工具和数据能够在平台中不断积累、复用和迭代, 从而推动各个领域数字场景建设的开发效率提升。

内容创意, 是数字场景建设的图纸。PGC 和 UGC 都将贡献大量数字内容创意, 其中 PGC 专业创作者将是数字场景建设不可或缺的力量, UGC 在元宇宙的建设中的重要性也在不断提升, 实现数字场景多元化发展; 创作者可以从现实世界文化以及经典 IP 中汲取灵感, 创造出异彩纷呈的虚拟空间。

本文将讲述元宇宙在金融与投资、能源、职业教育产业等方面的可能应用场景, 一起梳理未来元宇宙的产业化进程。

## 二、金融与投资元宇宙

### 2.1 区块链是元宇宙基石

区块链技术为元宇宙提供了去中心化的清结算平台和价值传递机制, 能够保障元宇宙的价值归属与流转, 从而保障经济系统的稳定、高效, 保障规则的透明和确定性执行。去中心化的虚拟资产能够跨平台、脱离内容本身进行流通, 变得更加“真实”。

具体而言, 区块链 DeFi、NFT 赛道快速迭代, 从早先的币圈与链圈之争进化为逐步链接真实世界, 且通过 DeFi 构筑金融模型, 使更多的人和机构开始接受这种虚拟资产范式: 游戏行业探索出了以用户创作主导, 经济系统为核心的 Roblox 模式, 游戏 UGC 模式广受市场认可; 5G 基站、大规模 IDC 数据中心的落成以及“东数西算”的推进, 在网络数据传输、算力上为元宇宙新时代提供了基础; 新一代 VR 设备实现使用体验广受好评, 销量迎来增长, 显示技术从 3D 向全真演进。

### 2.2 元宇宙的催化剂——DeFi

#### 作者简介:

欧照杰: 福建省邮电规划设计院有限公司咨询师, 学士学位, 毕业于重庆大学通信工程专业。长期从事通信可研、规划、设计工作。

DeFi 对于元宇宙的意义深远, 高效可靠的金融系统能够加速元宇宙的构建。用户对自有链上资产各项金融活动的完全掌控, 所有人的金融操作不受地理、经济水平、信任限制。通过智能合约, 能够自动自主执行, 规避黑箱操作。DeFi 与 NFT 结合能够拓展到元宇宙的内容、知识产权、记录和身份证明、金融文件等, 能够创造了一个能容纳更多样化资产、更复杂交易的透明自主的金融体系, 支持元宇宙文明的构建。

区块链 Blockchain——全球化清结算平台, 构建元宇宙经济体系。区块链技术能为元宇宙提供价值传递的解决方案。区块链技术经历了从单一的去中心化账本应用向着虚拟时空的价值传输层进化, 目前已经实现了一个虚拟世界价值传输的样板。凭借开源的应用生态和创新性的商业模式, 区块链应用快速发展和繁荣, 在全球范围内掀起快速迭代。过去几年加密货币经历了大幅价格波动, 主流社会对区块链技术与 Token 的态度迥异, 但单从创新而言, 智能合约、自动做市商机制、跨链、二层网络等层出不穷。从比特币到以太坊, 再到近期火热的 DeFi 和 NFT, 区块链技术展示了作为跨时空清结算平台的高效性。

以太坊通过智能合约和虚拟机实现了去中心化通用计算, 以太坊开发者可以自由地创建去中心化应用。开发者可以自由地创建、部署合约, 以太坊矿工在挖矿的同时, 需要通过虚拟机执行合约程序, 并由新的数据状态产生新的区块, 其他节点在验证区块链的同时需要验证合约是否正确执行, 从而保证了计算结果的可信。

以太坊中的智能合约是一种预设指令, 总是以预期的方式运行。智能合约概念于 1995 年由 Nick Szabo

首次提出, 智能合约允许在没有第三方的情况下进行可信交易, 这些交易可追踪且不可逆转。以太坊上的智能合约公开透明且可以相互调用, 保障了生态的开放透明, 通过开源实现信任。但如果程序漏洞被黑客先发现使用, 也会造成资产上的损失。

简言之, 以太坊通过搭载智能合约, 将 A 与 B 之间的某种约定以 “If-else” 的表述写入程序中, 并让全网见证这一约定, 到期自动执行, 避免了传统意义上中心化见证、保等行为带来的额外摩擦成本。当前, 以太坊的生态热度不断提高。近日平均每日新增部署 250 个合约, 日均 16 万次合约调用, 并且保持着增长趋势。而基于区块链智能合约的去中心化应用 Dapp, 主要集中于金融、游戏、博彩、社交领域, 用户数量与资产量在稳步增长。Dapp 通过链上智能合约实现了关键逻辑的去中心化执行, 从而某些解决场景的信任问题, 如金融应用中的信用传递、游戏应用中的关键数值等。与传统网络应用不同, Dapp 无需注册, 使用去中心化的地址即可确定用户信息。

DeFi(去中心化金融 Decentralized Finance)是最为活跃的 Dapp, 通过智能合约代替金融契约, 提供了一系列去中心化的金融应用。用户可以通过 DeFi 实现虚拟资产的相关金融操作, 运用 DeFi 对虚拟资产进行资本配置、风险和时间维度上的重新配置。DeFi 通过将金融契约程序化, 在区块链上复现了一套金融系统。DeFi 上的应用可以粗略分为稳定币、借贷、交易所、衍生品、基金管理、彩票、支付、保险。现实中很多 DeFi 的功能远超上述九类, 主要源于其可以向 “乐高积木” 一样互相组合, 又被称为 Money Lego。

### 纵观DeFi ——基于区块链技术形成的DeFi行业

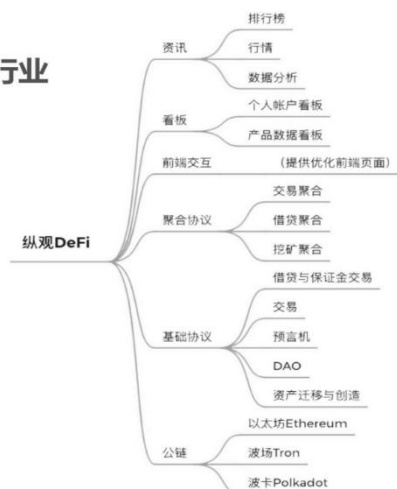
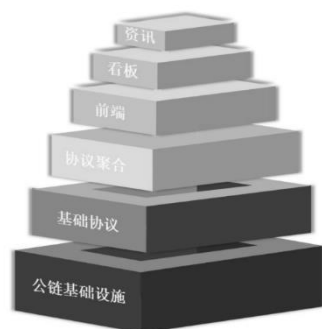


图 1: 基于区块链技术形成的 DeFi 行业

DeFi 高效、透明、无门槛且可以自由组合,这些特点使得 DeFi 生态快速发展和繁荣,被更多用户所接受使用。任何用户都可以访问并使用 DeFi Fabian Schär 发表在美联储圣路易斯联储官网的研究报告认为:“DeFi 可以提高金融基础设施的效率、透明度和可及性。此外,该系统的可组合性允许任何人将多个应用程序和协议组合起来,从而创建新的、令人兴奋的服务。”

传统金融系统大多基于信任,并依赖中心化的机构,但 DeFi 用智能合约取代了其中一些信任要求。这些合同可以承担托管人、托管代理和 CCP 的角色。例如,如果双方希望以代币的形式交换数字资产,则不需要 CCP 的抵押,相反,这两个交易可以进行原子性的结算,这意味着两个转移都将被执行,或都不会被执行。这大大降低了交易对手的信用风险,并使金融交易更加高效。更低的信任要求可能会带来额外的好处,即减少监管压力和对第三方审计的需求。几乎在金融基础设施的每个领域都有可能实现类似的效率提升。

DeFi 应用程序是透明的。所有交易都是公开可见的,智能合约代码可以在链上进行分析。可观察性和确定性执行至少在理论上达到了前所未有的透明度,默认情况下,任何人都可以使用 DeFi 协议。因此,DeFi 有可能创建一个真正开放、无障碍的金融系统。这尤其表现在基础设施的要求相对较低,以及由于不需要身份认证带来的歧视风险几乎不存在这两点上。例如,如果监管要求对安全代币进行访问限制,这种限制可以在代币合约中实现,而不会影响结算层的完整性和去中心化特性。

DeFi 协议经常被比作乐高积木。共享结算层允许这些协议和应用程序相互连接。链上的基金协议可以利用去中心化的交易协议,或者通过借贷协议实现杠杆。任意两个或多个部分都可以被整合、分解或重构,以创建全新的东西。任何以前创建的东西都可以被个人或智能合约使用。这种灵活性使得金融工程的可能性不断扩大,并引起了前所未有的兴趣。

### 2.3 虚拟物品资产化——NFT

NFT 的出现,实现了虚拟物品的资产化。NFT 是非同质化代币,是一种非同质化资产,不可分割且独一无二。非同质化资产的特点在于不能进行分割,且并不是完全相同的,恰恰现实世界和虚拟世界中的大部分资产都是非同质化的。NFT 能够映射虚拟物品,成为虚拟物品的交易实体,从而使虚拟物品资产化。

可以把任意的数据内容通过链接进行链上映射,使 NFT 成为数据内容的资产性“实体”,从而实现数据内容的价值流转。通过映射数字资产,从此装备、装饰、土地产权都有了可交易的实体。

NFT 的出现将改变虚拟创作的商业模式,虚拟商品从服务变成交易实体。在传统模式下,像游戏装备和游戏皮肤,其本质是一种服务而非资产,他们既不限,生产成本也趋干零。运营者通常将游戏物品作为服务内容销售给用户而非资产,创作平台也是如此,用户使用他人的作品时需要支付指定的费用。NFT 的存在改变了传统虚拟商品交易模式,用户创作者可以直接通过生产虚拟商品,交易虚拟商品,就如同在现实世界的生产一般。NFT 可以脱离游戏平台,用户之间也可以自由交易相关 NFT 资产

NFT 可以成为元宇宙权利的实体化,如同实体钥匙一般。程序能够通过识别 NFT 来确认用户的权限,NFT 也能够成为了信息世界确权的令牌。这将实现虚拟世界权利的去中心化转移,无需第三方登记机构就可以进行虚拟产权的交易。NFT 提供解决思路本质上是提供了一种数据化的“钥匙”,可以方便地进行转移和行权,且一系列相应权限可以存在于中心化服务或中心化数据库之外,大大增强了数据资产交易、流转的效率,且流转过程完全不需要第三方参与地块的限定空间内进行开发、改造、布置和出租。系统并没有把用户的权限信息

记录在服务器中,而是记录着相应的 NFT 权限信息。CryptoVoxels 中的地块 NFT 可以看作是一种高级形态的地契,它的流转执行并不需要中间登记机构,拥有权和改造权限通过链上通证进行转移,拥有该 NFT 的用户直接可以获得相应权限。元宇宙中权益 NFT 资产化能够促进权益的流转和交易。这种特点可以让元宇宙中的任何权利轻松实现金融化,如访问权、查看权、审批权、建设权等,方便这些权利的流转、租用和交易。NFT 虚拟资产交易从今年年初热度开始急速上升目前月均交易额在 3 亿美元左右。用户创作的虚拟作品 NFT 总市值在快速增长。

### 2.4 元宇宙投资模式

区块链项目已经打造了一套元宇宙价值传输的简易样板。用户创作的 NFT 虚拟资产,可共用一系列基础设施,在项目间传递、联动。并且依靠 DeFi 金融系统,实现虚拟世界的普惠金融:用户可以低成本地以虚拟资产进行抵押借贷,进行分割和证券化。Decentraland 是第一个基于以太坊 NFT 进行价值流转

的虚拟空间应用。用户可以进行创建和体验，并从内容和应用程序中获得收益。该平台的主要功能之一是能够在其虚拟现实情景中购买土地，并开展建设。



图 2: Decentraland 界面显示

Decentraland 内的地块由不可替代的 NFT 代币 LAND 表示,这些代币跟踪以大坊区块链上的所有权。在 Decentraland 中拥有 LAND 类似,用户能够在 Decentraland 中使用 LAND 来构建三维空间 and 应用程序。在区块链世界中,不同项目的虚拟资产可以脱离项目进行交易。Decentraland 中的游戏资产和地块不仅可以在项目内部平台进行交易,也可以在其它平台交易。OpenSea 成立于 2017 年,是第一个 NFT 综合交易平台,也是目前交易量最大的 NFT 综合交易平台。OpenSea 目前有超过 10 万登记用户,超过 1500 万件 NFT 商品,总交易额超过 3.5 亿美元。和传统的虚拟资产交易平台不同的是,OpenSea 并不限制资产的项目来源,无论是 Crvptovoxels 中的土地、Axieinfinity 中的装备,只要是区块链上的 NFT 资产,都可以通过进行上架交易。OnenSea 也可以非常方便地发行自己的数字资产,平台可将用户上传的图片、视频、3D 模型进行存储和 NFT 化。

NFT 技术极大程度地方便了虚拟资产在不同项目间的联动。Cryptovoxels 是一个基于以太坊 NFT 技术的虚拟空间项目,其优势在于易于展示、对终端机能要求低,能够方便地向他人展览自己的虚拟物品和建筑。用户可在空间中进行自由的创造展示,项目采用了和《我的世界》类似的方块搭建方法,任何人都可以轻松地建设这个世界。

Cryptovoxels 受到了加密艺术家们的青睐,通过打造画廊,用户可以直接购买展示的 NFT 作品。每一名加密艺术家都希望自己的作品能够得到更好的展示机会,CV 中的建筑都是非常直观的,用户可以在一个小时之内构建一个简单的展馆,把自己的 NFT 艺术品放置其中,这同时也是一个简单的艺术品交易所。

随着越来越多的艺术家入驻 CV,将带来越来越

多的买家,新的流动性源源不断地产生。随着更多用户的加入,发生社交联系,又会诞生一系列全新业态随着加密资产价格连创新高,在财富效应的驱使下,很多新用户开始学习并熟练去中心化的应用规则,甚至将自己创作的虚拟作品在链上实现资产化,大量使用 DeFi 应用,接受区块链技术作为价值承载和传输的工具。用户也开始追求加密资产的线上应用场景,数字艺术与虚拟世界成为最好的对象。从今年一月份开始,数字资产 NFT 的交易额再快速爆发,数字艺术、虚拟创作 NFT 的数量也在快速增加。

Roblox 在沙盒游戏的基础上,打造了稳定的经济系统。这使得创作者能够通过虚拟创作,获得现实中的收益,沙盒游戏开始迈向 UGC 平台。在经济激励下,用户的创作被激发,目前平台已有超过 1800 万个游戏体验。这种以玩家创作头主导,带来了沉浸式体验和社交场景,已经看到了元宇宙的雏形。Roblox 因此被称为元宇宙第一股,是第一个将“Metaverse”概念写进招股说明书的公司。

Roblox 创立于 2004 年,其核心为游戏平台 Roblox,提供面向用户的客户端、面向开发者的 Roblox Studio 工具集,以及 Roblox 云服务,使玩家和开发者尽情在虚拟世界中创作,游玩、竞技、社交。2019 年,Roblox 的社区玩家 MAU 过亿,累计有千万名创作者使用过 Roblox 提供的工具来开发游戏,并在一年内市值想升了整整 10 倍。



图 3: ROBLOX 界面显示

### 2.5 元宇宙投资策略

虚拟资产与虚拟身份用户在传统互联网平台中的虚拟资产和虚拟身份存在以下问题,这些问题阻碍了元宇宙的到来与发展。(1)传统互联网虚拟资产的解释权往往在平台机构,其资产属性并不明确。(2)虚拟世界的经济系统完全依赖运营者的运营水平,难以做



到自发调整平衡。(3)用户的身份信息以及衍生的相关数据被完全掌握在平台机构手中,缺乏隐私。而区块链能通过去中心化的权益记录,保障了用户的虚拟资产权益不被单一机构所掌控。这种权益记录方式使得虚拟资产近似于物理世界得真实资产,用户可以随意地处置、流通、交易,不受中心化机构的限制。区块链发展成熟的 DeFi 生态,能够为元宇宙提供一整套高效的金融系统。从虚拟资产的抵押借贷、证券化、保险等各个方面,为用户提供低成本、低门槛、高效率的金融服务。用户的虚拟资产如同现实资产一般,享受到金融服务,从而进一步强化了虚拟物品的资产属性。通过虚拟产权的稳定和三富的金融生态,元宇宙经济系统将具备如现实世界中的调节功能,用户的劳动创作的虚拟价值将会由市场决定。传统的虚拟资产难以跨平台流通,区块链可以降低虚拟资产在多个平台流动的难度。传统的游戏资产在内的虚拟资产是记录在运营机构的数据库内,虚拟资产的跨平台转移涉及需要多方数据互信,成本高且难以实现。通过 NFT 记录虚拟资产的归属信息,并在区块链去中心化网络中以点对点的方式进行交易 NFT,本质上是因为这些项目采用了区块链平台进行资产的清结算,减少了信任风险,提高了清算效率。

区块链技术让用户控制自己的身份数据的实现终于找到了技术突破口。W30 提出了基于区块链的分布式数字身份 DID 的概念,分布式数字身份具有以下:1)安全性:身份所有者身份信息不被无意泄露,身份可以由身份持有者持久保存身份信息提供可符合最小披露原则;2)身份自主可控:用户可以自主管理身份。而非依赖可信第三方;身份所有者可以控制其身份数据的分享。3)身份的可移植性:身份所有者能够在任何他们需要的地方使用其身份数据,而不需依赖特定的身份服务提供商。目前在包括瑞士楚格市在内的多处组织,正尝试开展落地区块链分布式数字身份。基于分布式数字身份,社交网络应用的作用是提供服务而无法进行社交数据的垄断。人与人之间的网络社交链接发生在数据层面,而非应用层面,这种模式下也能够有效地促进新的社交应用地诞生,以适应元宇宙复杂多样地社交场景。

投资策略:互联网的下一站,布局“BAND”赛道,关注模式创新与平台资源整合虽然当下离实现元宇宙的愿景尚有距离,但趋势已起,元宇宙或是下一轮科技创新的“集大成者”,成为互联网的下一站。元宇宙

BAND(区块链、游戏、通信、显示技术)各个技术赛道标的的投资机会。同时强调元宇宙商业模式尤其是内容平台商业模式的发展创新,以及各个赛道间的资源整合。Roblox 的市值不断突破新高,表明着元宇宙的概念和 Roblox 的商业模式广受市场追捧。元宇宙未来主要面向 C 端,游戏作为主要的展现方式,游戏平台 and 游戏开发公司是元宇宙发展。随着游戏内容的不断丰富与提升,云游戏商业模式将迎来新的发展,对于低延迟、大带宽接入网络的需求提升,5G 的渗透率有望进一步提升。同时元宇宙的沉浸式体验离不开虚拟现实技术,VR 赛道值得关注。

### 三、能源元宇宙

#### 3.1 概要

能源数字经济正进入高速发展阶段,混合现实、区块链、人工智能、云计算、大数据、物联网、5G/6G 等先进信息技术快速融入能源互联网的“源网荷储”全环节。元宇宙进一步打开了能源互联网连接的大门,成为未来能源互联网发展的新方向,是能源数字经济发展的下一个形态,其技术突破和模式创新将带动能源革命的实体经济与数字经济深度融合,推动能源数字经济走向新的发展阶段。

当前,能源供需不平衡等问题突出,能源电力行业亟需全面提高劳动生产率、资本产出率和全要素生产率。融合物联网、区块链技术等技术的元宇宙能有效触达能源基础设施,推动智能电网数据要素的可信透明流通和全流程留痕使用,从而促进能源系统各类资源和要素以更便捷的方式向更有效益的领域流动,扭转能源行业发展模式、提升行业全要素生产率。能源系统运行管理走向高度智能化、精确化和标准化,加速各环节互联互动,为各行业进一步变革提供更有力的动力之源。

元宇宙可涵盖能源系统的底层架构、推动互联互通和应用层创新,促进电力用户、设备等之间的交互形式,用户可更方便参与互动体验,电力巡检、设备维护将产生颠覆性的革命,保障能源生态系统的资源可视化、数据安全化。元宇宙将推动形成“全环节、全贯通、全覆盖、全生态、全场景”的能源开放服务体系,进一步推动能源互联网应用平台建设和生态价值的体现,为“构建以新能源为主体的新型电力系统”提供技术支撑。

未来的智能电网形态如图 4 所示。



图 4: 智能电网形态示意图

### 3.2 元宇宙与新型电力系统

构建以新能源为主体的新型电力系统是今后 10 年或 20 年的重点工作,电力市场、能源市场将逐步建立,分布式能源、虚拟电厂、储能等多种市场元素将推动能源生产和供电模式的多元化,区块链技术必将广泛应用。由于元宇宙融合云计算、区块链、物联网、智能交互等前沿技术,将会促进信息通信技术与能源技术的深度融合,促进新型电力系统加速技术创新。

新型电力系统是一个复杂、大型的信息物理系统，是一个智慧能源系统，面临的问题和挑战更为复杂，如何达到虚拟与现实的结合，如何让虚拟为现实服务，将是我们需要研究的科学问题。例如与电网仿真分析、高速计算融合，搭建虚拟世界的新型电力系统，解决电力系统的复杂性，保障新型电力系统安全稳定运行是我们近期研究和示范验证的重点。

随着新型电力系统建设的推进,面向新能源的源网荷储协同互动将更加灵活,电网与微电网协同控制将更加便捷。元宇宙将助力传统电力系统向高度数字化、清洁化、智慧化的电力系统方向演进,提升电网统筹调度各级电网、分布式微网以及服务源网协调、荷网互动的能力。

### 3.3 元宇宙在能源互联网中的典型应用场景初探

### (1) 沉浸式电力设备巡检、运维与故障处理

沉浸式电力设备巡检、运维与故障处理主要利用电力工作人员智能前端设备,基于准确位置定位和元宇宙相关技术,动态显示生产系统回传的图像和后台结果,完成高性能的人机交互,根据指令引导现场工作人员进行操作,熟悉后操作后可以达到深度沉浸式效果。

在电力企业现场故障抢修、巡视等工作领域,以电力工作人员佩戴智能可穿戴设备为主,通过图像识别和混合现实技术,快速正确的指引设备位置,并且直观、快速的从云端业务大数据获取到现场设备的属性及参数,能直观的看到设备内部结构、历史运行数据,通过智能可穿戴设备的光学显示器将多种辅助信息叠加在现实世界之上并显示给用户。

基于混合现实(MR:Mix Reality)技术在沉浸式工作中的应用,以标准的数据协议接入需要展示的电网数据,再通过智能可穿戴设备直观的三维界面对虚拟设备进行操控。MR 可提升用户体验及视觉冲击,实现电网设备的展示、查询、漫游等操作,使用户完全沉浸于三维虚拟场景,并且跟场景中的虚拟设备进行互动,达到现实世界所无法完成的辅助作用。

沉浸式工作在电力系统中的未来应用,将集中在变电站、地下管网、线路设计施工、故障定位等电网工作中实现更直观、更全面的工作支撑。图 5 是变电站智能巡检示意图。

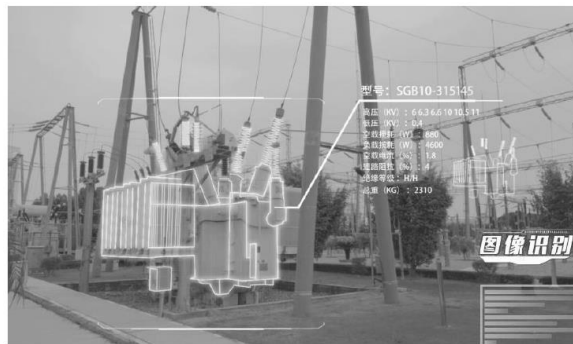


图 5: 变电站智能巡检眼镜中的混合现实内容

## (2) 元宇宙典型技术场景设计

围绕数字配网、数字营业厅和绿电交易、能源工业云网及 C 端等领域,深化元宇宙相关技术的场景应用,元宇宙的探索将加速传统电力系统向高度数字化、清洁化、智慧化的方向演进。

### (A) 全景仿真数字化配网

全景仿真数字化配网主要基于数字孪生、人工智能等技术,通过全景仿真电网架构、线路和元器件等方式,实现虚拟场景下新型配电网系统的规划推演、方案模拟和预案验证,从而反馈指导物理电网的优化运行和资源配置。

基于实际配网系统构建配网元宇宙,将新型配网系统复杂能量信息耦合运行关系分解成可解析、可模拟、可计算的数学关系,实现配网的真实镜像,建立全景仿真的元件、网架、规模、模型和场景。基于配网元宇宙开展能源规划方案评估、集群调度方案验证、保护策略校验以及源网荷储互动实验模拟等,挖掘配网的服务潜力,加速配网调度控制及优化。未来,随着分布式新能源的加速发展和并网,在不影响配网安全可靠运行的前提下,配网元宇宙将实现分布式新能源的“无条件”接入和消纳。

### (B) 沉浸式数字营业厅

沉浸式数字营业厅基于区块链、VR/AR、虚拟数字人等元宇宙相关技术,通过高价值、高粘性的内容设计,实现沉浸式客户陪伴、业务办理无感体验等一系列现场体验。

利用 3D 立体全景模型搭建数字化营业厅,打造带有“电力”“绿色”等属性的客户专属陪伴服务,加强客户互动,实现报装报修、电力交费、智慧家居控制等场景互动,为电力用户提供全方位智慧化用能服务。基于客户数字账号实现业务办理无感体验,并可添加虚拟产品,将纸质、平面化的使用说明书等变成高沉浸感、强 TOT 联接的数字孪生售后服务,同时将消费者评价、意见反馈建成基于智能协议的数字资产。围绕用能场景、产业链场景,搭建“数字化展厅”“数字化直播间”,为发电企业、多元负荷用户等提供专属化、线上化产品服务介绍与体验。

多样化、高粘性的沉浸式数字化营业厅服务极大的丰富电网业务覆盖范围和场景,大幅拉近与客户的距离,深度体验智能电网、智慧电力的优质服务。

### (C) 全息能源工业云网

全息能源工业云网基于数字仿真、混合现实等元宇宙相关技术,实现产品设计、研发、生产制造、物

流运输及运维的全流程仿真、维修及管理。

在研发设计环节,用虚实共生的可视化方式模拟验证设计、规划和优化产品全生命周期的制造过程,解决产品试制周期长、制造工艺不稳定等问题。

在生产制造环节,通过高度联网化的智能制造系统,实现高沉浸感、全实时数据仿真的生产制造管理,推动设计和制造的高效协同。

在物流运输环节,利用平台连接供需两端的优势,将基于消费数据的产品设计和闲置的共享工厂有效连接,并利用区块链智能合约将产品高效配置到客户手中,实现物流高效衔接和流转。

在运维环节,利用数字仿真、VR/AR 等技术提供设备跟踪、远程运维、施工现场管理、虚拟培训等服务,保障技术人员可以在任何位置启用共享设备体验,一线设备巡检人员可以更为精准的掌握设备原理、状态参数和运行状态。

全息能源工业云网将进一步贯通能源工业业务链,通过技术革新,降低设计研发至运行维护全环节的试验验证、优化调度以及时间等一系列成本,提高能源工业云网服务效率。

围绕数字配网、数字电力营业厅和绿电交易、能源工业云网及 C 端等领域,深化元宇宙相关技术的场景应用,典型设计场景如图 6 所示。

## (3) 能源元宇宙

能源互联网从本质上看是一种多方参与、多域业务并存的分布式能源网络环境,随着我国对能源互联网投入的不断加大、政府法规的持续支撑,能源互联网建设的加速度也越来越大。由于能源互联网和区块链均具有开放、智能和共享的特点,因此在能源互联网中引入区块链是十分可行的。在能源互联网中,利用区块链技术承载能量流、信息流获取的状态信息与数据,并结合智能合约参与管理调控环节,提高整体网络的正反馈能力,引入区块链可从不同维度支撑能源互联网的建设。

区块链技术为能源互联网提供技术支撑,能源互联网为区块链技术提供应用场景与市场。与传统电网相比,区块链技术的主要优势体现在安全、透明和高效等方面,同时能源互联网存在供需分散、系统扁平化和交易开放等特征。因此,基于区块链的优势以及能源互联网的特征,可将能源互联网与区块链进行结合,利用区块链技术对分布式综合能源管理系统间能量流、数据流和价值流的对等共享与管理贯通,进而实现能源区块链融合发展,为区块链在能源互联网的

发展提供理论基础和应用指导。能源区块链架构如图 7 所示。

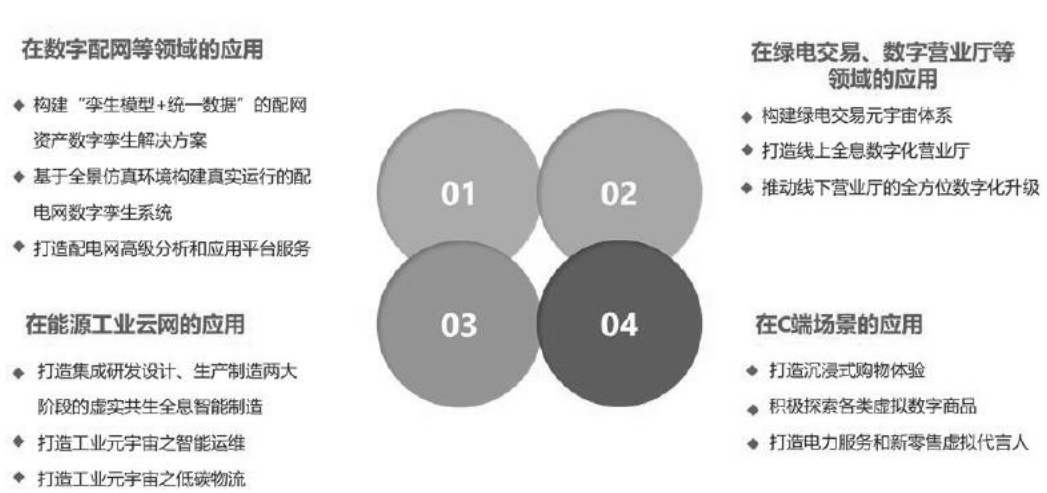


图 6：智能电网典型场景设计



图 7：能源区块链架构

近年来绿电快速发展，消纳压力日益增长，市场化交易是促进绿电消纳的重要手段，由于绿电特殊的环境价值和完成消纳量指标等政策要求，需要在电力

交易过程中明确区分，但缺乏公开透明的交易体系、权威的绿电消纳证明技术、安全高效的绿电交易平台。区块链具有多点共识、防篡改、可溯源等技术特征，

与上述业务痛点高度契合。国家电网研发了基于区块链的绿电交易平台，如图 5 所示。该平台以科技创新推动绿色能源发展为出发点，结合我国现阶段绿色能源发展所面临的各项挑战，开展基于区块链的绿电溯源、交易体系及关键技术研究，构建促进绿色能源消

纳的市场机制，搭建公开透明、高效可信的绿电交易平台，该平台 2018 年已经投入应用，近 3 年来又有了进一步的发展，引导和激励了市场主体积极消纳绿色能源，助力了我国清洁低碳发展。



图 8：基于区块链的绿电交易平台

#### 四、职业教育元宇宙

上世纪 80 年代，计算机辅助教育进入人们的视野。我国计算机辅助教育起步较晚，1978 年才提出计算机辅助教育的研究项目，之后，北京师范大学和华东师范大学成立现代教育技术研究所。在计算机辅助教育阶段，大量的 CAT(Computer Assisted Instruction) 课件被应用到实际教学当中。上世纪末本世纪初，互联网的普及为基于网络的线上教育提供了基础条件。近二十年来，网络教育蓬勃发展，尤其是 2020 年至今的新冠肺炎疫情，网络教育更是发挥了巨大的作用。2021 年，元宇宙概念爆发。元宇宙是人类利用媒介技术根据物理世界而创造的数字虚拟世界，其使用的基本技术有虚拟现实、人工智能、网络、区块链、视觉沉浸技术等。在元宇宙的虚拟世界中，人们可以进行社交、娱乐、学习、购买虚拟商品等。元宇宙为教育提供了一种全新的突破性的教育环境和工具。元宇宙的最突出优势是能够为教师和学习者提供一种沉浸式

的教学互动场域，满足师生在物理世界和虚拟世界的教与学需求。虽然原来的 CAI 课件也希望最大程度仿真和模拟实际的物理世界，但受限于技术水平和能力，这些 CAI 课件的仿真和模拟现实世界的程度较低，不能像元宇宙一样为学生提供身临其境的教育场域，而元宇宙将为教育带来许多深远的影响。

现代教育的目标和职能是不仅要培养领导与管理人才，也要培养大量有文化的劳动者和不同种类的专业人才。职业教育是教育的重要组成部分，在国家经济和社会发展中占有举足轻重的作用。2014 年，国务院颁发了关于加快发展现代职业教育的决定，提出要培养培训大批中高级技能型人才。职业教育的教学内容是实践技能教学为主，贴近经济界、企业界的实际需求，与普通高等教育和中小学教育显著不同。职业教育的教学设备、教学模式、教学手段均有自己的特点和要求，元宇宙为职业教育提供了新的方式、手段和许多新的可能。





图9：“推动元宇宙背景下职业教育领域数字化资源建设”为主题的“职业教育主题论坛”召开

职业教育元宇宙就是元宇宙在职业教育领域的应用。元宇宙是个新生事物，如何在职业教育中用好元宇宙？元宇宙能够为职业教育带来哪些变化呢？

#### 4.1 虚拟教学设备将弥补职业教育的办学短板

实践技能教学需要配套的教学设备，没有教学设备学生无法实训操作。法国有一句谚语：“在打铁中才能成为铁匠”，简单的知识传授不能够让学生真正掌握技能和知识，所以实践技能型教学必须有“打铁”所需要的炼铁炉、铁锤等必须的工具。职业院校需要购买和配备相应教学设备才能培养合格的产业工人。比如：培养汽车修理工人的职业院校，就需要购买一定数量的汽车发动机、变速箱等汽车部件；培养制造业工人的职业院校，就需要购买主流的数字机床。这些实际的教学设备往往价格昂贵，有的设备占地面积较大，对学校的场地环境要求很高，有的设备升级变化也较快，这就对办学的职业院校提出了较高要求。对于不发达地区和经费紧张的职业院校，这些设备的投入往往成为办学的阻碍。

元宇宙让数字化虚拟教学设备进入职业教学。高仿真的数字化虚拟设备能够全面模拟物理设备，让学生通过使用虚拟教学设备进行实训操作，掌握所学的技能和知识。数字化虚拟教学设备能够解决现有物理教学设备的投入高、运行维护复杂以及不能实时升级到最新技术等方面的缺陷，所以在职业教育中，广泛使用数字化虚拟教学设备开展实训操作，在我国具有广阔的市场前景和实际价值。目前，在航空航天、军事等领域，高仿真数字化虚拟装备在训练中应用较多；在一般的民用行业，数字化虚拟设备的逼真度、普及化和专业性还有待提高。

#### 4.2 数字智能教师实现全时伴读的个性化教育

教师对教育教学具有至关重要的作用。2018年中共中央国务院印发《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》，提出“全面提高职业院校教师质量，建设一支高素质双师型的教师队伍”。从我国目前职业院校现实情况看，高素质的“双师型”教师仍然比较欠缺。利用元宇宙、人工智能等技术，打造数字智能教师能一定程度解决教师欠缺的问题。

目前，元宇宙数字人已经在电视节目中作主持人，能够成为智能客服机器人回答客户提出的问题，所以打造针对职业院校特定专业特定课程的数字智能教师在技术已经成为可能。数字智能教师参与教学过程中，能够为学生提供7\*24小时的全时教育服务，随时解答学生提出的问题，并能够针对每个学生提供个性化教育，这将从一定程度缓解职业院校师资短缺的问题，让学生随时感受到“教师”的关怀和教育，让教育无处不在、无处不在。

#### 4.3 NFT 为学生提供学习成果积累和不同体验的学习奖励

元宇宙作为一个数字虚拟世界，有了“货币”和流通之后，这个数字虚拟世界才将更有活力。利用区块链技术实现的NFT(Non-Fungible Token的简称，意为非同质化代币)就是虚拟世界的“货币”。NFT能够为数字虚拟世界每个虚拟物品进行类似货币定价一样标记定价，万物皆可NFT。

利用NFT技术，我们可以记录学生的学习成果、学习成长经历、所获得的技能与证书等，也可以将NFT标记的虚拟物品奖励给优秀学生，为学生提供一种不同体验的学习激励。在未来，如果数字虚拟世界和现实物理世界无缝融通之后，NFT在现实物理世界具有价值后，那么NFT学习奖励将对学生更加有吸引力。

#### 4.4 沉浸式互动教学环境让深度学习更容易发生

在职业教育元宇宙中，将为教师、学生、管理者等相关主体创建数字身份。为客观对象创建相应的虚拟数字对象，形成虚拟世界的教学场所，教师和学生可以在虚拟的教学场所进行互动教学。从教育学的角度看，元宇宙的赋能教育的突出优势是能够为师生创设一种能够平行于现实教学环境的虚拟的沉浸式的教学互动场域。这种虚拟的沉浸式的教学互动场域，突破了物理世界的局限，使教师和学生可以不受客观物理世界的限制进行教学。元宇宙实现了“虚”“实”的完美结合，将重塑教育学习环境，让深度学习更容易发生。



图 10: VR 智慧教室沉浸式教学体验

利用元宇宙技术,我们可以开发有针对性的基于元宇宙的职业教育课程的教学环境,并将高水平教师的教学内容知识图谱化和人工智能化,让师生可以在超现实的环境中进行沉浸式的互动教学,就像“黑客帝国”“头号玩家”等电影中描述的一样,师生可以通过佩戴人机接口设备,在虚拟数字世界中学习、生活、交友,这样就不需要购买昂贵的物理教学设备。元宇宙的技术设备主要包括:人机接口设备、网络、计算机等,利用元宇宙开发的职业教育课程的虚拟教学环境是一个软硬件结合的集成环境,为师生提供数字化沉浸式的教学互动环境,学生能全身心沉浸在这个有吸引力的教学场景中深度学习。

#### 4.5 高仿真的游戏式教学更好的激发学生的学习兴趣

许多人感叹“如果工作和学习也能像打游戏一样该多好!”,许多学生都很喜欢打游戏。职业教育元宇宙可以实现游戏化教育,在创设的虚拟化教育场域中,设置知识通关游戏,让学生在学习知识的过程中,挑战自我,给学习者一种参与感和成就感,将枯燥的学习变得鲜活、生动和有趣。

在职业教育元宇宙中采用游戏化教育教学方式将具有重要的价值。游戏中的及时反馈系统以及带给学习者的参与感、成就感系统能够有效促使学习者在学习过程中达到心流状态:游戏美学通过丰富的多媒体与简明的设计,可以刺激学习者兴奋性和注意力,激发学生的学习兴趣:游戏化所构建的安全试错环境使得学习者能够在不断的尝试中提升认知技能。兴趣是最好的老师,所以将教育过程游戏化,寓知识和技能教育于游戏通关中,将能有效激发学习者的学习兴

趣,让学习变得更加鲜活、更加有吸引力,教学效果将倍增。

#### 4.6 元宇宙有利于促进职业教育优质资源共享与教育公平

我们国家的职业教育长久受到社会各方面歧视,导致过去很多年的职业教育发展存在诸多问题。比如:职业院校在资金投入方面存在明显短板、家长也认可不愿意孩子就读职业院校。中国职业技术教育原副会长、深圳职业技术学院创校校长俞仲文说,“虽然国家提倡两类教育要均衡发展,但在十年前搞职业教育百所示范校,却只投入 20 个亿,还不及一个 211 院校的投入”,在一些欠发达地区,职业教育办学经费更加不足,这就直接导致师资缺失、办学条件跟不上、办学设施欠缺,进而导致职业教育质量无法满足产业需要,无法培养出高素质的技能型人才。

职业教育元宇宙本质上讲还是数字技术的应用,数字技术的一个特点就是几乎可以零成本复制,所以职业教育元宇宙能够有效解决优质资源不足,实现优质教育资源共享,有助于解决教育公平问题。

#### 4.7 职业教育元宇宙促进“线上线下”教育的融合

“元宇宙”就是利用媒介技术展现出的虚拟世界,其本质就是发达的虚拟世界;不同的媒介技术从不同的维度刻画现实世界,向人们展示不同层面的虚拟世界。职业教育元宇宙将在线上的虚拟教育场域下开展教学,这个虚拟教育场域是现实物理世界的高度仿真。传统的职业教育主要是在校园开展线下教育。和用职业教育元宇宙,就可以实现“线上线下”教育的融合。比如学生可以在线上学习职业技能 and 知识,并进行仿真练习和操作:在初步掌握后,学生就可以在实际的物理教学环境中实训操作。这种“线上线下”结合的教育方式,能够减少物理教学设备的损耗,尤其是对于具有一定危险性实训操作,职业教育元宇宙更加能发挥其巨大的作用。

认知学习理论认为人类获取信息的过程是感知、注意、记忆、理解、问题解决的信息交换过程。职业教育元宇宙能够让学习者在高度逼真的虚拟世界进行认知学习,元宇宙也必将对职业教育产生深远的影响。

# 闽台资讯

## 献礼二十大 | 福建超额提前

### 完成全年 5G 建站目标，排名提升 3-4 位

今年以来，福建省委省政府将“新建5G基站2万个”纳入2022年为民办实事项目，省通信管理局组织基础电信企业和铁塔公司加速推进5G基站建设。1-9月，福建全省累计完成5G网络建设总投资达40.3亿元，新增建设5G基站达2.1万个，提前超额完成省委省政府下达的全年目标任务，实现所有乡镇区域和68%行政村的5G网络覆盖，以实际行动和优异成绩迎接党的二十大胜利召开。

在福建省通信管理局的指导下，各基础电信企业和铁塔公司发挥新型基础设施建设排头兵的作用，从4月份5G基站建设落后序时进度，到9月底提前3个月完成全年建站目标，5G基站建设跑出了“加速度”。全省累计建成5G基站7.1万个，建站规模居全国第11位，较上年末提升3位。每万人拥有5G基站数达16.9个，高于全国平均1.2个，居全国第8位，较上年末提升4位。

福建省通信管理局创新思路，多举措破解建设难题。一是政策引领一举破解“肠梗阻”。联合省发改委向省政府报请提出推动公共资源开放、降低用电成本、加强设施保护、加大示范应用等八项建议措施，着力建设好“数字福建”发展底座。由省重点办发文支持5G网络建设，推动实现全省1199个重点项目开展5G建设需求对接，占项目总数的92%，一举破解5G发展的“肠梗阻”。二是部门协同打造政策“工具箱”。挨个梳理5G“三难两高”等各类清单问题，协同省政府督查室、发改委、重点办、各地市政府和电力公司等单位，推动跨部门精准搭建5G场租、供电、建设等政策服务“直通车”。牵头梳理福建关于5G的支持政

策“工具箱”，积极争取国家资源倾斜和政策支持。三是因地制宜推动5G“加速度”。创新投资计划形式，通过分批下达年度5G投资计划的方式，明确对政策支持较好地市予以适度投资倾斜，推动地市形成“你超我赶”的良好氛围。同时，主动上门协调争取5G配套支持政策，推动厦门市财政配套3680万元支持千兆城市建设；推动三明市政府连续出台4份支持文件……为5G基站建设按下“冲刺键”。

（省通信管理局 吴锦芬）

## 福建省加快推进标识解析体系建设应用

### 力争 2025 年底解析累计注册量达 60 亿个

近日，福建省通信管理局联合工信厅印发《关于加快工业互联网标识解析体系建设与规模应用的通知》（以下简称《通知》），提出到2025年底，建成层次分明、功能完善、覆盖全省的工业互联网标识解析体系，完善福厦泉综合型二级节点，围绕重点行业建设一批行业型二级节点，推进建设若干标识解析递归节点，实现每个设区市节点全覆盖；加快标识解析在各地、各行业规模应用，力争工业互联网标识解析累计注册量达60亿个、日均解析量达500万次、接入企业数超4000家；深化标识解析与区块链、大数据等技术融合创新，形成领先的标识解析产业体系和创新服务体系。

《通知》提出，省通信管理局、省工信厅将成立联合工作机制，推进完成做优标识解析体系建设、做深标识规模应用推广、做强标识解析产业支撑、做好标识解析安全保障四项重点任务。具体包括：建设标识解析二级节点、布局标识解析递归节点、构建基于标识解析的区块链基础设施；深化行业应用、拓宽应用领域、加强融合创新；发挥福州、厦门软件产业优势，

加快标识解析核心软硬件产业化,培育熟悉工业企业需求的本地化标识解析服务供应商,研发标识解析相关配套软硬件载体和读写设备;落实工业互联网标识解析建设和运营机构主体责任,建立健全监督管理、风险评估、数据保护、信息共享、信息通报、应急处置等安全管理制度,加快构建工业互联网标识解析服务安全管理体系。

(省通信管理局 吴锦芬)

### 福建省第四届光传输暨首届应急通信职业技能竞赛圆满收官

为贯彻落实党中央、国务院对加强新时代高技能人才队伍建设的要求,助力打造人才荟萃的东南高地,10月9-11日,由福建省通信管理局、省人力资源和社会保障厅、省总工会联合举办的福建省第四届光传输暨首届应急通信职业技能竞赛决赛在福州成功举行。

福建省第四届光传输暨首届应急通信职业技能竞赛是省内一类职业技能大赛,前后酝酿近一年时间。本次竞赛主要演练应对自然灾害、重大活动和重大突发事件的应急通信保障能力,围绕“5G+应急通信”,以理论+现场实操、团体赛+个人赛的方式展开,现场模拟有关受灾场景下恢复信号覆盖的能力、确保重要通信不全阻的保障目标。其中,理论考核内容包括国家应急管理规章制度、应急救援基础知识、通信原理及操作技能、野外生存技能等;实操考核内容在往年“跨河布缆及光纤抢通”“应急无线抢通”等项目的基础上,增加“使命必达‘奔赴抢险一线’”环节,并首次引进应急通信保障内容和开通便携卫星站项目,以更贴近实战的方式,全方位考察应急保障队伍的技术创新、应对、处置等综合能力,展现应急保障队伍海陆空通信抢通能力。

竞赛自9月份启动以来,吸引了诸多选手参赛,其中16支队伍80名选手在前期的比武较量中崭露锋芒、进入决赛。经过激烈角逐,5支代表队和15名选手脱颖而出,其中电信一队获得团体一等奖,福建通服一队、福建铁通一队获得团体二等奖,电信二队、福建通服二队获得团体三等奖;黄铭达等15人获得个人奖。决赛前2名选手将获评“福建省技能选手”称号,相关获奖团队或选手还有机会参评“工人先锋号”“福建省金牌工人”等荣誉称号。

省通信管理局党组书记、局长黄子河在致辞中指出,信息通信行业是国民经济的基础性、战略性、先

导性产业,并用“三个尤为迫切”阐述了建设高技能通信技术人才队伍的重要性。黄子河表示,锻造技能型工匠型人才方阵需要一定周期,必须长远规划,久久为功。此次竞赛体现了福建信息通信应急队伍敢打硬仗、能打胜仗的精神风貌,希望各企业发挥竞赛的激励引导作用,为广大技术工人成长成才和创新创造搭建更多平台、提供更广舞台,让各类人才“近者悦、远者来”;希望各参赛选手以赛促学、以赛促练、以赛促用,勤学苦练、深入钻研,勇于创新、敢为人先,不断提高技术技能水平,在实现福建信息通信业高质量发展、促进福建经济社会发展中大显身手、建功立业,以实际行动迎接党的二十大胜利召开。

本次竞赛得到了中移铁通有限公司福建分公司、中兴通讯股份有限公司福建分公司的大力支持。竞赛还首次推出图片直播,吸引了超11000人线上同步关注。

(省通信管理局 吴锦芬)

### 福建省电信用户委员会召开第七届委员代表会议

12月1日,福建省电信用户委员会召开第七届委员代表会议。省通信管理局党组书记、局长黄子河出席会议并讲话,党组成员、副局长、电信用户委员会主席白学任作第六届电信用户委员会工作报告,信息通信管理处处长、电信用户委员会秘书长张国旗主持会议。

会议通报了第六届电信用户委员会工作情况,通过了新一届委员会主席、副主席、顾问、秘书长、副秘书长人选,并结合新形势下电信服务工作面临的热点、难点问题,对下一届电信用户委员会的工作提出了意见和建议。

黄子河介绍了福建省信息通信业在创新性开展信息通信行业生态建设工作上取得的积极成效,对电信用户委员会多年来的工作表示充分肯定,并对第七届电信用户委员会的工作提出了三点希望:一是关注行业,融入发展。发挥自身人才、专业、技术等优势,积极参与我省信息通信业生态建设,为我省信息通信业高质量发展建言献策。二是高效履职,反映民生。牢固树立以人民为中心的发展思想,充分发挥政府、企业、用户之间的桥梁纽带作用,切实维护用户合法权益。三是创新监督,强化建设。全面总结第六届委员会成功经验,创新监督工作新思路,建立日常监督工作机制,督促企业加强行风建设,改进服务质量,积极探索一条适合电信用户委员会的发展之路。

白学任表示,第七届电信用户委员会将坚持以党的二十大精神为指引,切实增强自身建设,不断提高参政议政能力和服务支撑水平,扎实做好各项工作,努力开创信息通信行业新局面。

福建电信、福建移动、福建联通、福建中广电移动四家企业分别介绍了各自的电信服务开展情况,表示将积极配合委员会的各项工作,持续提高全省信息通信行业电信服务质量和水平。

(省通信管理局 吴锦芬)

### 福建 8 个项目上榜工信部 2022 年移动物联网应用典型案例征集活动入库案例名单

按照《工业和信息化部办公厅关于组织开展2022年移动物联网应用典型案例征集活动的通知》(工信厅通信函〔2022〕224号)有关要求,经企业自主申报、地方择优推荐、专家评估审查等,工信部确定了100个拟纳入案例库的应用案例,福建共8个项目上榜。

包括由福建省通信管理局推荐的福建移动在智能工厂领域的宁德时代5G智慧工厂、在智能穿戴领域的国家电网总部数字化安全管控智能终端项目,泉州电信在智慧消防领域的物联网智慧消防应用系统,厦门纳龙健康科技股份有限公司在智慧医疗领域的远程心电智能诊断及服务平台(心电一张网)的应用,福建汇川物联网技术科技股份有限公司在多网协同领域的工程项目全过程可视化数字监管综合解决方案。

由厦门市通信管理局推荐的厦门斯坦道科学仪器股份有限公司在智慧农业领域的基于5G的数字化水产养殖智能管理系统、厦门云知芯智能科技有限公司在智能家居领域的面向智慧人居生活空间的AIoT创新平台构建及应用、厦门移动在多网协同领域的厦门远海集装箱码头基于5G的智能码头全业务场景应用。

(省通信管理局 吴锦芬)

### 福建省通信管理局党组召开会议

#### 传达学习贯彻党的二十大精神

近日,福建省通信管理局党组书记、局长黄子河主持召开党组(扩大)会议,传达学习党的二十大精神,并研究初步贯彻落实措施。

会议强调,全省信息通信行业要把学习宣传贯彻党的二十大精神作为当前和今后一个时期的首要政治任务,把学习宣传贯彻党的二十大精神与常态化长效

化开展党史学习教育紧密结合起来,与贯彻落实习近平总书记来闽考察关于“四个更大”的重要要求紧密结合起来,切实把二十大精神内化于心、外化于行。

会议要求,要对标对表党的二十大部署要求,以“推动高质量发展”为主题,以“加快建设制造强国、网络强国和数字中国”为目标,以“行业生态建设”为抓手,创新深化信息通信事业重点工作发展新思路,全面实施福建信息通信业“十四五”发展规划,更好体现党的二十大战略安排,更好落实工信部和省委省政府的工作要求,积极服务构建新发展格局。

会议强调,要坚持为民办实事,做优做强信息通信业。要推动新基建赋能,深入推进“5G+工业互联网”融合发展;要加快新监管转型步伐,着力提高电信服务质量;要完善网信安全保障体系,着力强化网络和数据安全管理;要积极防范化解重大风险,强化行业安全生产管理,全力以赴支撑疫情防控工作。

会议强调,要推进全面从严治党的纵深发展,深入贯彻落实新时代党的组织路线,锲而不舍落实中央八项规定精神,培养信息通信领域领军型人才、工匠型人才等,不断塑造发展新动能新优势。

(省通信管理局 吴锦芬)

### 聚焦电信业务考核及电信服务

#### 凝聚福建信息通信业团结奋斗力量

11月23日、24日和30日,福建省通信管理局党组书记、局长黄子河带队,聚焦企业发展的业务考核与群众关注的电信服务问题,分别实地调研福建移动、联通、电信,推动各基础电信企业深化行业生态建设共识。

“覆巢之下,安有完卵?行业生态建设是全行业的共同意愿,目的是推动全行业高质量发展。一年来,我们取得了可喜的成绩,但深层次的矛盾和问题依然复杂尖锐”。每走进一家企业,黄子河都要求各企业按照集团公司签署的《携号转网服务行业自律公约》精神,开展有序竞争,避免行业“内卷”,严禁申诉率排名和携号转网指标考核及变相考核等,积极为区县基层企业发展“松绑减负”,积极为人民群众营造良好的通信环境,以公众市场的平稳有序推动企业转型升级,以企业的转型升级带动行业高质量发展。

在福建移动,调研组一行走进中移在线服务有限公司福建分公司,实地慰问一线外呼人员,了解关于5G视频服务、家宽服务、福建健康码服务热线等运营

情况,并指出“移动公司在信息通信业发展中举足轻重,要以提高行业价值为导向,承担更大责任,为行业生态建设作出更大贡献”。在福建联通,一行人走进福建联通数字化创新体验中心,了解数字党建以及数字制造、数字助残、数字乡村等方面的应用成果,并要求“更好发挥联通的独特作用,多提可行思路,推动三家基础电信企业更多合作,为联通争取更大的发展空间”。在福建电信,一行人走进电信10000号客户服务中心福州分中心,了解关于一站式、集约化的客户服务模式,并强调“要传承百年电信红色基因,以‘功成不必在我’的胸怀和‘功成必定有我’的担当,更多谋划‘打基础、利长远’的行业实事好事”。

黄子河指出,党的二十大报告强调“团结奋斗”,要牢牢把握团结奋斗的时代要求,同心同德,踔厉奋发,埋头苦干,以福建信息通信行业生态建设为抓手,奋力谱写高质量发展新篇章。一要坚持自信自立。深刻认识我省信息通信业发展矛盾的普遍性与特殊性,深刻认识内因是事物变化的根据,外因是事物变化的条件,坚定自信一定可以逐步推动解决福建信息通信行业高质量发展的主要矛盾问题。二要坚持守正创新。立足通信行业,充分尊重市场规律,鼓励合作、鼓励有序竞争,探索行业创新性发展新路径。三要坚持问题导向和系统观念。影响行业高质量发展的复杂多样,我们不能回避矛盾和问题,但是解决问题也不可能一招见效,要统筹兼顾,多管齐下,多方发力。四要坚持胸怀天下。我们立足福建,同时要深刻洞悉全国乃至全球信息通信业发展趋势,来思考谋划我省信息通信行业发展新路径,不断塑造发展新动能新优势。

福建移动、联通、电信党委书记、总经理栾晓维、周立松、向兵及有关部门负责人,福建省通信管理局信息通信管理处、信息通信发展处、办公室(人事处)负责人及有关同志参加。

(省通信管理局 吴锦芬)

## 同心抗疫 共克时艰

### 福建信息通信业聚力打赢疫情防控歼灭战

近日,福州市通报疫情防控已取得阶段性成果,城区学校陆续恢复线下教学……一个个好消息传来,按下慢行键的福州加速回归正轨的脚步。

回首这场从10月22日开始的战“疫”,福建省信息通信人全程在线守护。

### 数据先行 跑出精准防控“加速度”

本轮疫情以来,福建省通信管理局组建疫情防控专班主动靠前,充分发挥大数据支撑疫情防控作用,让数据“跑”起来,助力精准防控“加速度”。作为福建省“三公(工)一大”融合协同机制的重要一环,疫情防控专班昼夜开展大数据排查分析工作,争分夺秒推送涉疫风险信息,强化对重点地市流调溯源工作的支撑指导,采取7x24小时轮班制协同省公安厅、省卫健委等相关部门提高数据流转核查速度,为精准开展疫情防控提供快速、准确、高效的动态数据支撑。

### 全力以赴 守护抗疫通信“生命线”

福建省通信管理局立即启动通信保障应急预案,组织各基础电信企业迅速进入“战时”状态,强化7x24小时网络监测,第一时间协调处置疫情防控中的通信保障需求,为省市防疫指挥部、定点医院、集中隔离点、核酸检测点、防疫卡点等重点区域提供优质通信保障。截至目前,核酸检测相关业务系统、防疫相关互联网专线运行正常,各基础电信运营商承载系统、专线带宽容量均满足抗疫业务需求。截至14日0时,全省信息通信业累计派出保障人员4.21万人次,保障车辆1.33万辆次,油机7264台次,应急通信装备1187台次,发送防疫公益短信5.35亿条次。

### 数智赋能 打出智慧战疫“组合拳”

福建信息通信业充分发挥信息化优势,推出多项数智防疫产品赋能“科技战疫”。数智哨兵、智能门磁等数字产品的组合应用,助力把好疫情防控第一道关口,有效提高了前线防疫工作效率和精准性;云视讯、云广播、AI语音外呼等助力普及防疫知识、发布防疫动态和宣布防疫工作要求,以智慧促治理,为高效抗疫筑起智慧防线。

### 肩扛责任 奏响为民服务“暖心曲”

疫情当前,福建信息通信业的一大批党员、团员、青年干部迅速成立“党员突击队”“青年突击队”等志愿者服务队,助力人员流调、核酸检测登记、物资配送等疫情防控服务工作,并为配送员设立了“防疫充电站”,提供食品、饮品等补给包。全省各基础电信运营企业在加强防疫保障工作的同时,陆续在营业厅推出“线下+线上”双渠道服务,使用视频、语音等方式为居家群众办理业务。此外,各企业还充分利用营业厅LED走字及宣传电视、发送公益短信等方式,在群众间广泛开展疫情防控宣传,营造浓厚的疫情防控社会氛围。

(省通信管理局 吴锦芬)



### “我为群众办实事——福建省信息通信行业协会 继续开展“党建引领 爱心助学”活动

党建引领有温度 爱心助学暖人心。福建省信息通信行业协会新一届理事会于国庆节前夕联合福建省邮电学校继续开展“党建引领 爱心助学”活动，走访慰问福建省邮电学校品学兼优家庭困难的学生，让他们真切感受到党和社会各界的关爱。

福建省信息通信行业协会黄惠彬秘书长代表协会与福建省邮电学校苏嵘副校长及学校关工委领导等一行驱车至盖山、闽候学生家中，给他们送上慰问助学金和慰问品。活动邀请福建省教育系统关工委陈晃副主任莅临指导。

在学生家中，各位领导详细询问同学在学习上暂时存在的困难并表示党和政府一定会关注关爱他们，勉励同学要奋发图强，励志成才，在今后的学习和生活中立信于心、刻苦学习，从一点一滴、一言一行做起，努力成为一个懂感恩知上进的人，练就本领立足社会回报社会。

福建省信息通信行业协会将继续联合更多会员单位、社会力量资助助学，用责任担当努力解决孩子们生活上的暂时困难，让更多的学子通过教育改变命运，让孩子们学有所成，成为新时代中国特色社会主义的建设者。

（省信息通信行业协会 张兴丽）

### 福建省信息通信行业协会召开专委会负责人座谈会

近日，福建省信息通信行业协会召开专委会负责人座谈会，协会杨锦炎会长、陈锦华副会长、黄惠彬秘书长及法制专委会、建设专委会、网络运营和增值专委会、中小企业摄影专委会负责人参加了会议。会议由陈锦华副会长主持。

会上，各专委会介绍了2022年开展的主要工作及取得的成效，交流了2023年工作思路。今年虽然受疫情影响等因素影响，各专委会仍按年初制定的工作计划开展了许多工作，取得一定成效。各专委会负责人都表示，2023年将根据政策变化，有序开展各项活动。

杨锦炎会长介绍了协会近期开展的主要工作，对各专委会2022年开展的工作表示肯定，对2023年的工作思路表示赞同。他在讲话中指出，党的二十大报告中多处提到信息通信业，明确指出要加快建设网络强国、数字中国，加快发展数字经济，促进数字经济和

实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群，为我们做好各项工作指明了前进方向、提供了根本遵循。

杨锦炎会长从以下几方面提出专委会2023年工作思路：一要提高政治站位，做好二十大精神宣贯；二要融入发展大局，推动转型创新；三要激发创新思维，整合行业力量；四要健全献智平台，发挥人才优势；五要满足会员需求，开展特色活动；六要完善工作机制，提升服务成效；七要推动跨界融合，服务数字经济发展。

会议最后对各专委会2023年工作做了具体部署。

（省信息通信行业协会 张兴丽）

### 福建省信息通信行业协会组织开展党史学习教育活动

福建省信息通信行业协会杨锦炎会长带领支部全体党员至建宁县开展了为期2天的“勿忘历史，重温红色（通信）革命先辈伟业”的党史学习教育活动。活动邀请建宁县委党校讲师全程讲解。

走进中央苏区反“围剿”纪念馆，解说员对中央苏区在国民党的五次围剿中的艰苦、勇敢反围剿行动做了全面、生动地介绍。建宁县是原21个中央苏区县之一，是红军第一次反围剿后的筹粮之地，第二次反围剿的完胜之地，第三次反围剿的决策之地，第四次反围剿的指挥中心，第五次反围剿的重要战场。

在中央苏区反“围剿”陈列馆，一幅幅生动的画面，一件件珍藏的文物，一本本泛黄的历史资料真实地再现了战火纷飞的革命岁月。全体党员在一件件革命物品和一个个革命故事中接受红色精神的洗礼，感受着革命道路探索中艰难曲折的进程。

“红军颂”这座大型铜雕群刻画着红军将士110多人，群雕气势恢宏、栩栩如生，艺术地再现了中央苏区反“围剿”那一段波澜壮阔的历史。瞻仰着这座巨型群雕，再次感受到了红军将士前赴后继，浴血奋战，顽强拼搏战争场面，深刻体会到红军千军万马“横扫千军如卷席”的气势和冒着敌人炮火勇敢向前的革命精神。

在红一方面军总部无线电台旧址—青云阁，通过聆听解说员生动精彩的讲解，观看丰富的实物收藏、珍贵的历史照片、详实的文献资料，深刻体会到中国红色通信事业发展道路的曲折和艰难，在中国共产党的领导下，在艰苦卓绝的革命年代，中国红色通信从

“半部电台”开始逐渐成长壮大，为中国革命的胜利作出了巨大贡献。

杨锦炎会长作为福建通信发展的亲历者，亲自为大家讲述福建通信业发展的奋斗历程，并鼓励全体党员，作为通信人，我们要时刻坚持党建引领，不忘初心，从党的信息通信发展历程中重温初心使命，赓续红色血脉，传承优良传统，汲取奋进力量，为我国信息通信事业不断发展壮大贡献力量。

(省信息通信行业协会 张兴丽)

### 福建省信息通信行业协会组织召开第四季度省级政企市场沟通协调会

近日，由福建省信息通信行业协会组织的福建省信息通信行业第四季度省级政企市场沟通协调会在福建移动公司召开，福建电信杨洋副总经理、福建移动尹壮志副总经理、福建联通杨璋副总经理、福建广电移动杨健珊副总经理以及福建电信、福建移动、福建联通、福建广电移动政企部领导及相关人员参加了会议。会议由福建省信息通信行业协会陈锦华副会长主持，协会杨锦炎会长参加会议。会议邀请福建省通信管理局张国旗处长等到会指导。

本次会议主要围绕如何更好地贯彻党的二十大精神，通过建立沟通机制、规范政企市场、共同推进重点行业重大项目发展，实现我省信息通信行业高质量发展，为福建社会经济发展发挥更大作用。

与会人员踊跃发言交流，为我省信息通信行业生态建设积极建言献策，并就进一步规范市场，积极参与数字经济建设达成共识。大家一致表示，要继续坚持长效沟通机制，协同配合，取长补短，合作共赢，提升运营商在产业链中的地位，共同维护行业价值，为“数字福建”建设再立新功。

张国旗处长在讲话中指出，行业生态的健康发展是我们共同的愿景，要充分利用协会搭建的平台，严格遵守行业自律公约，要将省级政企市场沟通机制延伸到各地市，加强对地市政企市场的指导，严把工作落实关。

杨锦炎会长在讲话中指出，信息通信在国民经济发展中作用关键，我们要创新服务，不断满足社会发展进步新需求。同时要营造良好的行业发展生态，加强行业自律，完善沟通机制，及时有效的解决行业发展中遇到的困难和问题。一是要以新的发展理念为引领，推进行业高质量的发展。二要健全行业竞合规则，

着力优化发展环境。三要着力提升软实力，培育行业价值。四要强化员工的教育培训，提升队伍综合素质。

(省信息通信行业协会 张兴丽)

### 福建省信息通信行业协会召开弘扬“晋江经验”，促进民营经济高质量发展座谈会

今年是“晋江经验”提出20周年。晋江的改革发展，是中国改革开放40年光辉历程的一个缩影，写下了精彩纷呈的时代篇章，学习和弘扬“晋江经验”，是我们在新起点上继续推进改革开放事业的重要一课。

为深入学习贯彻习近平总书记关于民营经济发展的重要论述，为民营经济营造更好发展环境，引导民营企业进一步激发创新创业创造活力，9月15日，福建省信息通信行业协会组织召开弘扬“晋江经验”促进民营经济高质量发展座谈会，会议由陈锦华副会长主持，杨锦炎会长、杨永和副会长、黄惠彬秘书长参加了会议，会议邀请福建省通信管理局信息通信发展处陈建华主任参加。

福建省鸿官通信工程有限公司作为“晋江经验”的亲历者和见证者，分享了公司发展历程和对“晋江经验”的感悟。

接着与会企业代表畅所欲言，就如何传承弘扬“晋江经验”，继续发扬爱拼敢赢的精神，破解民营经济发展面临的困难和问题发表了意见和看法。杨锦炎会长认真听取发言，并不时与大家互动交流。

陈建华主任表示，省通信管理局有关部门会从以下三个方面做好监管支撑：一是提质增效，加强行业职业技能提升考核体系建设，做好服务支撑；二是加强行业监管，减少劣币驱逐良币的行为；三是加强信用体系建设，促进行业高质量发展。

杨锦炎会长在讲话中指出，“晋江经验”是习总书记留给福建的宝贵思想财富、精神财富和实践成果。民营企业家是“晋江经验”的参与者、见证者、实践者、受益者，民营经济是福建发展的特色所在，优势所在、活力所在。我们要继续传承弘扬、创新发展“晋江经验”，进一步激活创新活力，推动新时代我省民营经济发展再上新台阶，以实际行动迎接党的二十大胜利召开。他对民营企业下一步发展提出四点希望：

一要继续强化创新驱动。创新是引领发展的第一动力，要探索新路子。

二要做大做强实体经济。实体经济是一个国家经济的立身之本，也是财富创造的根本源头，是国家强

盛的重要支柱。

三要激活民营经济发展活力。要弘扬“敢冒风险、爱拼会赢、合群团结、豪爽义气、恋祖爱乡、回馈桑梓”的闽商精神。

四要着力营造良好营商环境。企业是市场经济的微观主体，企业好则经济好，企业强则经济强。要依法保护好民营企业的合法权益；要全面落实好纾困惠企的政策；要落实建设全国统一大市场的要求；要构建好亲清政商关系。

（省信息通信行业协会 张兴丽）

### 杨锦炎会长走访福州市台胞投资企业协会

近日，省信息通信行业协会杨锦炎会长、杨永和副会长、黄惠彬秘书长一行走访了福州市台胞投资企业协会（以下简称福州市台协），与福州市台胞投资企业协会会长蒋佩琪等亲切交流。

杨锦炎会长一行参观了福州市台协新办公场所，了解福州市台协的发展历程。

座谈会上，蒋佩琪会长介绍了福州市台协在日常运作、组织架构、主要服务平台等方面的情况。她介绍到，刚刚落地的全国台企联产业工作委员会数字经济融合发展推进办公室是全国台企联首次在北京总部之外设立功能办公室，为共同推动福州数字经济产业发展壮大，推动两岸数字经济融合发展，提供支撑。会议还听取了福州市台协多位专家对数字福建发展和信息化建设方面的看法。

杨锦炎会长在讲话中谈到，福建作为“台胞台企登陆的第一家园”，全省各地相继出台系列惠台政策助力台企发展，要充分利用政策优势在数字经济方面有所作为，明确近期目标，做出成绩，突显全国台企联产业工作委员会数字经济融合发展推进办公室落地福建的正确决策。他对福州市台协下一步工作提出四点建议：

一是找准切入点，从乡村振兴、康养、文旅等领域探索新路子，做出品牌。

二是智力的支撑，目前福建民企仅靠自身能力转型升级困难，福州台协可以发挥在闽台籍师资的智力优势，从专业角度进行指导，助力民企突破困境。

三是组建团队，创建数字经济融合发展推进办公室架构，完善人力、物力、技术等配套机制，为工作开展提供保障。

四是加大宣传，积极探索两协会在深化闽台交流

方面合作项目，通过举办活动，邀请政府部门、运营商等参加，提高知名度。

最后，双方就如何助力数字福建建设、联合举办活动等方面进行了初步探讨。双方都表示，今后将进一步加强工作联系，通过协会桥梁纽带作用，发挥凝聚力、影响力、号召力，秉持“两岸一家亲”理念，为全力服务台商台企、加强两岸沟通联系、深化两岸数字经济融合发展而不懈努力。

（省信息通信行业协会 张兴丽）

### 2022年福建省互联网综合实力前50家企业榜单发布

12月29日，福建省互联网协会发布2022年福建省互联网综合实力前50家企业、福建省互联网最具成长型企业、福建省互联网最具创新型企业、福建省互联网数据安全服务能力前5家企业等榜单280（文末附榜单）以及《2022年福建省互联网企业综合实力研究报告》。

报告显示，2022年福建省互联网综合实力前50家企业在实现企业自身的业务能力、创新能力、发展潜力等综合实力多维度快速发展的同时，也积极承担社会责任，作为我省互联网企业的中流砥柱，是我省数字经济高质量发展的重要引擎。2022年福建省互联网综合实力前50家企业呈现五大发展特点：一、前50家企业的2021年互联网业务收入高达536.2亿元，规模实力较前一年大幅扩张，头部集中效应显著；二、前50家企业的2021年营业利润总额达58.6亿元，但是在成本支出上涨等综合因素的影响下，盈利能力略有收缩，两极分化现状凸显；三、前50家企业的2021年研发投入合计达56.4亿元，研发强度进一步提升，创新资源持续聚集，技术突破竞相涌现；四、前50家企业的业态愈加多元化应用场景均衡覆盖，四成企业深耕衍生态；五、前50家企业在拉动经济增长、稳就业促就业、社会公益等方面积极履行社会责任，推动全行业健康有序发展。

2022年是福建省互联网协会开展福建省互联网企业综合实力研究工作的第六个年头，多年来这项工作获得了业界、政府部门以及媒体的广泛关注和认可。本年度的研究工作，在原有评价体系的基础上，完善了多方面的复合指标评价体系，改善了数据处理算法，进一步提高了研究工作的公正性、客观性和准确性。同时为积极响应国家倡导和发展数据安全产业的号召，

支撑政府培育细分领域优质企业标杆，今年特别新增了对数据安全企业服务能力的研究评价项目。不仅展示了我省互联网企业风采，还体现了我省互联网行业发展的新变化、新趋势。

2022年福建省互联网综合实力前50家企业

排名	企业名称
1	厦门吉比特网络技术股份有限公司
2	四三九九网络股份有限公司
3	美图公司
4	福建网龙计算机网络信息技术有限公司
5	厦门市美亚柏科信息股份有限公司
6	家乡互动（厦门）网络科技有限公司
7	厦门点触科技股份有限公司
8	易联众信息技术股份有限公司
9	福建福昕软件开发股份有限公司
10	福州来玩互娱网络科技有限公司
11	南威软件股份有限公司
12	福建好运联联信息科技有限公司
13	厦门泡游网络科技有限公司
14	厦门真有趣信息科技有限公司
15	福建游龙共创网络技术有限公司
16	福州掌中云科技有限公司
17	福建博思软件股份有限公司
18	厦门鑫点击网络集团股份有限公司
19	厦门美柚股份有限公司
20	厦门青瓷数码技术有限公司
21	厦门梦加网络科技有限公司
22	厦门极致互动网络技术有限公司
23	新中冠智能科技股份有限公司
24	厦门众联世纪科技有限公司
25	厦门神州鹰软件科技有限公司
26	厦门快快网络科技有限公司
27	福建大道成物流科技有限公司
28	厦门延趣网络科技有限公司
29	福建健康之路信息技术有限公司
30	福建畅玩网络有限公司
31	福建未来无线信息技术有限公司
32	富春科技股份有限公司
33	厦门石头城信息服务有限公司
34	厦门万翔网络商务有限公司
35	厦门集微科技有限公司
36	厦门市中资源网络服务有限公司
37	福建中信网安信息科技有限公司
38	福建冻品在线网络科技有限公司
39	厦门建研家科技有限公司
40	中国移动咪咕动漫有限公司
41	厦门云知芯智能科技有限公司
42	雨果网（厦门）跨境电商有限公司
43	福州佳软软件技术有限公司
44	厦门三五互联科技股份有限公司
45	厦门靠谱云股份有限公司

2022年福建省互联网最具成长型企业

排名	企业名称
1	厦门建研家科技有限公司
2	福州来玩互娱网络科技有限公司
3	厦门延趣网络科技有限公司
4	雨果网（厦门）跨境电商有限公司
5	福建健康之路信息技术有限公司

2022年福建省互联网最具创新型企业

排名	企业名称
1	飞鱼科技国际有限公司
2	厦门稿定股份有限公司
3	厦门勇仕网络技术股份有限公司
4	美图公司
5	厦门真有趣信息科技有限公司

2022年福建省互联网数据安全服务前5家企业

排名	企业名称
1	南威软件股份有限公司
2	福建未来无线信息技术有限公司
3	福建中信网安信息科技有限公司
4	福建省海峡信息技术有限公司
5	北卡科技有限公司

（省互联网协会 陈晓清）

### 福建省通信学会简讯

1、11月26日陈星耀秘书长代表学会参加了福建省学会研究会第十届第一次会员代表大会。

2、为深入学习贯彻党的二十大精神，深刻领悟党的二十大的重要思想、重要观点、重大战略、重大举措，引导全体党员坚定拥护“两个确立”、坚决做到“两个维护”，推动学会党建提档升级，助力全省数字经济高质量发展，学会派出党员积极参加由中共福建省委组织部于11月23-25日在宁德举办的全省互联网行业“学二十大精神、强党建促发展”专题培训班。

3、根据省科协的要求，我会推荐福州大学林丽群博士(副教授)参加11月23日福建省教育电视台播出的“乡约科普”节目，就“元宇宙在互联网产业发展的应用”及“元宇宙到底如何改变人类工作和生活”等方

面内容进行专业讲授,带着观众认识“元宇宙”,视频相关内容经我学会审稿通过。

4、参加12月11日在成都召开的中国通信学会第九届全国会员代表大会第二次会议暨九届二次理事会,及2022中国信息通信大会开幕式暨院士主旨报告会。

5、参加12月1日在省通信管理局召开的福建省电信用户委员会第七次会议,陈华新代表省通信学会当选第七届电信用户委员会副秘书长。

(省通信学会 陈华新)

### 全球首个 5G+VR 心血管介入手术教学平台在厦启用

全球首个5G+VR 心血管介入手术教学平台日前在厦落地启用。这是中国电信股份有限公司厦门分公司(以下简称“厦门电信”)与厦门大学附属心血管病医院(以下简称“厦心医院”)等强强联手,将5G网络技术、VR 视频技术、云计算技术等一体化整合,通过收集手术现场高清视频、传输无时延视频数据,全面打造医务人员全方位、沉浸式、现场感的手术实时教学体验。

据了解,该平台充分将5G、VR 与现代手术室深度融合,利用在手术室上方悬挂的专业级 VR 摄像头,能对8路8K 视频实时拼接,生成 VR 视频,实现对手术室360度实时拍摄。同时,手术室内还安装一个固定摄像头,作为特写机位将手术细节放大、切换。每个机位的图像借助高速率、低时延的5G 网络技术支持,无卡顿、无时延地呈现在手术教学平台上。

手术室外的医生、专家学者甚至无需佩戴 VR 眼镜,就可以通过手机或平板等多种方式体验观摩,只要将手机向任意角度旋转,便可以清晰地观察到手术室里的每个细节,也可以将屏幕放大缩小,大到整体手术环境,小到每个角色的动作细节,都清晰逼真,尽收眼底。如果想要更沉浸式的体验,戴上 VR 眼镜,更如亲临手术现场。

早在2019年,厦门电信已助力厦心医院首批建成开通150个5G 室分,打造全省首家5G 全覆盖医院。在推动远程会诊、远程 B 超、5G 云胶片、5G 配送及消毒机器人等智慧医疗项目实施的同时,5G 技术还助力心血管病医院与医疗急救中心深度融合,大幅提升心血管危重患者院前急救数据互联互通,让“救心路”提速。

此次5G+VR 心血管介入手术教学平台的打造,

更是一大创举,提升了更多心血管介入医生的成长速度,更扩大了先进医疗技术的可及性,让先进通信技术加速畅通生命通道。

(福建电信 新闻中心)

### 晋江电信打造纺织数字化转型样板

福建永固集团是一家集纺织制造、纺织科技开发于一体的综合性企业,近日,中国电信福建晋江分公司在为永固集团打造5G 定制网的基础上,进一步推进5G 智慧园区二期数字化车间建设,有效提升企业智能制造水平。

晋江电信依托5G 定制网,为永固集团实施 MES 管理系统上云迁移,通过将织机 MES 系统迁移到天翼云主机上,解决客户因接入数采机数量过多导致的 MES 系统本地服务器配置跟不上等问题,帮助企业提高工作效率。晋江电信将物联网综合管理平台与光伏厂家平台对接,采集光伏发电量;在污水处理系统进出口安装智能水表,实现对污水处理量和排放量的实时监测,助力企业节能减排。

在生产管理方面,晋江电信首创5G 云电脑 MES 生产数字看板,实现天翼云电脑在车间生产管理上的应用。在此基础上,该公司构建机修管理系统,自动将维修单派发至机修人员处,并提醒机修人员及时反馈设备维修情况,形成闭环管理,提升效率;将织轴、设备、生产订单相互关联,实现对织轴的状态、位置、保养等环节的管理和追踪,助力企业实现内部织轴管理自动化。

(福建电信 新闻中心)

### 福建泉港电信打造云课堂助力教学智能化

随着教育信息化的快速发展,学校每年都会增配不少电脑设备,但主要还是以 PC 为主。PC 数量的不断增加,带来的是维护成本的持续上升,应用兼容性问题故障频发。为提升校园教学智能化水平,福建泉州泉港电信以云服务为切入口,联合泉港职业中专建设校园云课堂,提供可定制化的教学方案,实现云端智能教学体验。

据悉,云课堂采用层次化设计,包括云主机、学生机、教师机3个部分,通过桌面虚拟化系统、云教室管理平台、云教室教学系统等,构建全新的教学模式。其中,云主机是针对电子教室场景定制的软硬件一体化设备,部署云主机的教室可通过数据中心,安装云

校园集中管理服务器进行统一监控管理。学生桌面以虚拟机方式托管在云端,教师可利用云教室教学系统,根据实际需求定制适合自己教学环境的桌面系统,通过高清显示协议,将桌面的图像输送到学生机上显示出来,既保证了学生机桌面的统一,又保证了师生间的教学互动,提高课堂效率。相比传统PC,云课堂主系统镜像采用集中管理模式,远程维护各个教室桌面,只需一次更新,即可将全部应用更新到客户端镜像上,更新部署效率提高90%以上。同时,云课堂相比传统PC,更加节能减排、降低噪音,大幅降低长期运行成本,助力实现校园绿色化,创造最大管理价值。

(福建电信 新闻中心)

### 厦门电信“三强化”推动主题教育见行见效

福建厦门电信坚持推进党史学习教育常态化、长效化,通过开展形式多样的主题教育,凝聚建功新时代的强大正能量。

强化理想信念,培育守正思想。厦门电信通过召开专题学习研讨会等形式开展企业文化大讨论活动,引导广大党员干部、团员青年以及群众深入学习习近平总书记关于国有企业改革发展和党的建设的重要论述;紧密结合企业发展战略,不断增强敢于担当、积极作为、干事创业的精气神,不断提高员工思想觉悟、筑牢理想信念根基。

强化载体建设,推进文化赋能。通过开展主题宣传教育,厦门电信积极开展员工思想动态调查,举办交流座谈会,邀请党员干部与党员、团员青年及群众面对面,征集员工意见建议,进一步畅通沟通渠道,推进文化赋能、共聚发展合力。

强化组织推动,引导文化实践。厦门电信持续推进“七项促融合”举措,推动党建工作向新兴业务领域和基层一线纵深拓展;开展青年创业大赛,引领各部门青年干部员工积极投身企业转型、创新、发展各项工作中;组建各类党员先锋队、青年突击队、志愿服务队等攻克难题,推动企业高质量发展。

(福建电信 新闻中心)

### 泉州电信推动主题实践活动做深做实

自2022年以来,中国电信福建泉州分公司党委围绕“投身主航道,转型当先锋”主题,聚焦发展所需、基层所盼、市场需求,组织各党(总)支部充分发挥党组织战斗堡垒和党员先锋模范作用,通过“三个三”

推动主题实践活动做深做实,激发全体员工奋进的精气神,推进党支部战斗堡垒和党员先锋模范作用显性化。

激活“三力”,凝聚发展动能。一是加强组织聚合合力。该公司各党(总)支部围绕活动主题,累计开展集中学习63次、专题研讨56次,通过先锋队活动、晾晒承诺等方式,开展主题党日活动46次,发挥仪式作用,激发基层支部干事创业的积极性和创造性。二是党员带头提效力。各党(总)支部组建党团突击队40支,全力支撑配合主航道工作。如安溪电信分公司党支部组织党团员突击队深入一线,以现场阵地营销+千兆小区品鉴体验+入户检测服务升级的销售模式推进智慧社区扎根活动。三是用心服务增活力。本部24个党支部分别与12个县区分公司开展结对帮扶,发挥资源和专业优势加强服务支撑,开展服务支撑159次,收集建议和意见89条,解决基层问题69个。

聚焦“三化”,解决“急难愁盼”。一是以倒三角支撑精简流程。如机关第三党支部着力开展为一线减负工作,今年累计收集一线人员当前亟待解决的难点问题及建议共72条,市公司相关部门均已协调答复解决,并将对调研问题统一建档管理,加强闭环评价管理。二是以高标准配套排忧解难。如网络中心第五党支部到联系点德化电信分公司开展产品培训,组织党团员下沉一线开展装维跟班支撑工作,积极优化电商用户及高带宽套餐网络服务感知。三是以特殊化举措助力发展。如机关第一党支部积极总结各县区主航道发展动态信息,加强先进经验复制推广。如网络第二党支部开展移动网络客户感知与网络质量提升大会战,如今,泉州4G高负荷/低速率压降比、4G/5G协同覆盖率、移动网络数据类栅格闭环率均在全省领先。

把握“三度”,推动落地落实。一是指导监督有力度。如机关第四党支部在鲤城电信分公司开展高质量发展监督试点工作。二是典型培育有高度。公司党委组织表彰泉州电信“两优一先”先进典型265个、抗疫先进集体和个人92个,在此基础上选树了4个“福建公司示范党支部”和集团、省公司“两优一先”先进典型22个。三是宣传推介有广度。结合企业重点工作和疫情防控开展专题宣传报道,如“投身主航道,转型当先锋”“党旗飘扬,抗疫有我”优秀党建案例展播等专题,共刊发党群简报24期。

(福建电信 新闻中心)



### 莆田电信坚持“三个导向”推进警示教育入脑入心

今年以来,中国电信福建莆田分公司通过坚持责任导向、目标导向、问题导向,扎实开展酒驾醉驾和网信安全等警示教育,确保全员100%覆盖。

坚持责任导向,在贯通联动协同上形成合力。公司党委通过会议引导各单位充分认清警示教育的重要意义,落实教育监督责任,为推动警示教育进基层和班组注入动力。制定下发落实方案,细化责任分工,明确各项工作完成时间节点、任务要求和开展形式,如与各支部“三会一课”、各部门学习计划、纪委廉洁宣讲共同推进,结合开展现场监督检查,督促各基层单位抓好警示教育具体落实举措,推动警示教育活动落实落细。截至8月底,共开展酒驾醉驾和网信安全警示教育宣讲113场次,参加人员1905人次。

坚持目标导向,在深化警示教育上聚焦聚力。督促各党支部在完成好规定动作的基础上,自主开展特色鲜明的宣传宣讲活动,把典型案例的危害和教训讲清讲透,确保传导到位、全员覆盖。如邀请福建省律师事务所律师、市公安局刑侦支队警官举办题为“预防网络诈骗和‘法在身边’”的专题讲座活动,通过生动的讲授和鲜活的案例以案说法、以案示警,讲座结合线上线下形式覆盖员工超600人次。

坚持问题导向,在完善防控机制上精准发力。督促各党支部针对公务车辆驾驶员、有饮酒习惯的员工、接待应酬多的员工等重点人群加大监管力度,形成直管领导定期约谈提醒重点人群机制,防微杜渐;督促各基层单位加强考勤管理,建立健全员工考勤台账,动态掌握异常请假等情况;推进家企联防,公司纪委向员工及家属发送《向“酒驾醉驾”说不——致员工及家属的一封信》,细数酒驾醉驾对员工个人和家庭的危害,邀请员工家属一起做好日常监督提醒,形成单位和家庭的联防联控机制。截至目前,共开展酒驾醉驾重点人群提醒80余人次,网信安全警示教育重点人员提醒200余人次。2021年至今,“向酒驾醉驾说不”承诺书累计签订达1814人次,完成全员签订。

(福建电信 新闻中心)

### 福建连江电信打造海上智慧防疫网络

近期,在福建省福州市连江县,中国电信连江分公司为全县沿海3000余艘渔船安装定位终端,实现船舶动态监管全流程的“可视、可管、可控”,解决近海渔船的海上防疫管理难题,构筑海上智慧防疫网络。

连江电信搭建了海上防疫监管服务平台,该平台

包含海上防疫业务系统、海上防疫移动端应用、海上防疫一张图三个模块,可以实时跟踪获取船舶定位信息,设置渔船、船员的可航行区域、危险区域与禁行区域,自动识别危险区域并报警,生成渔船轨迹报表,实现“船舶信息、历史轨迹、动态运营、渔船分析、渔民服务”的多重管理,助力政府对近海船舶的监管。同时,连江电信还为全县渔船安装定位终端,实现对所有船舶位置的跟踪监控。平台还提供了线上防疫信息填报等功能,来往船只、人员可在返港前通过终端进行防疫信息填报,为政府解决了海上防疫管理难题。

(福建电信 新闻中心)

### 泉州电信加强杆路作业安全管理

为有效防范遏制维护人员高处坠落事故的发生,中国电信福建泉州分公司结合实际,多渠道、多方位加强杆路作业安全管理,提升各级维护人员安全作业意识和能力。

强化安全生产教育。泉州电信接入维护中心、无线维护事业部、技发管线项目部、县区分公司线路中心组织现场维护人员进行安全生产操作规范学习和培训,建立常态化、持续性再教育制度。

严格落实持证上岗制度。对管线维护现场人员的持证情况进行重新审核,并动态建立台账,做好跟踪、监督和检查。

加强现场安全作业保障。切实加强施工现场安全风险的查勘,谨防漏电、断线、倒杆危险,小心钢绞线锈蚀、电杆老化硬度不够等。

开展杆路隐患排查整治。要求责任部门严格按照标准,认真开展杆线隐患排查整治专项活动,确保治理效果;加强逾龄老化杆线的更新改造,特别是老化断裂的电杆、年久锈蚀的钢绞线等涉及人身安全的设施,做到发现一处整改一处,不留后患;对逾龄老化杆线建立隐患台账进行闭环管理,持续跟踪。

建立安全作业长效机制。落实常态化检查制度,采取“四不两直”和责任部门联合检查等方式进行检查督查;加强检查维护单位个人安全防护用品配置及现场施工穿戴情况,确保安全防护用品配备足够到位。

(福建电信 新闻中心)

### 5G+速 移路领先 5G 拓展大国“智”造新空间

依托中国移动5G网络,宁德时代工厂内数以百计的AGV智能小车实现全流程自动化作业。

5G的价值有多大?时间正在给出答案。

商用三年来,5G已不仅仅是那一张“速度更快”的网,在更多领域,转动的5G“魔方”正在展现出非凡的实力:

全国性的5G专网,正打破空间束缚,释放跨地域的极限制造能力。

算力加持,不仅提升效率,还能轻松应对复杂工艺流程。

超高速全量视频流配上AI系统,企业铆足劲头开启高效质检。

.....

在5G赋能的大潮中,作为国际新能源动力电池行业巨头,宁德时代主动拥抱5G,不仅实现了多厂区的业务互通,更借势数智化升级,高效释放了“极限制造”的潜力与价值。

5G商用三周年,繁花已展、气象万千。中国移动持续推动网络成长壮大,驱动算力初试锋芒,助力产业数字化转型,拓展了大国“智”造高质量发展新空间。

连点成线、织线成面打造“巨轮级”企业专网

三年来,5G网络不断升级,它不仅是张面向大众的“通用网络”,还是一张面向高端制造的“专用网络”。专用,有更专业的属性。如今,这个“专网”已能根据制造业的跨区域属性,跨出“省界”,把“智造”真正地连成一片。

这张网横跨福建、江苏、广东等6省9市、宁德时代8大基地43个厂区,总覆盖面积超500万平方米,是全国面积最大的企业5G专网;

这张网采用2.6GHz+4.9GHz双频组网,兼具覆盖能力与网络性能,在国内首次规模商用5G UPF(5G风筝方案),是实现了最高安全等级的5G专网;

这张网也是中国移动5G专网平台的首次跨区域使用,实现了企业5G专网的全面监管共维。

中国移动采用“1个全国中心+6个省属地专属运维”的全网一体运维模式,为宁德时代提供售后专属运维保障服务。在福建宁德成立“宁德时代全国售后服务中心”,设立“4001870593”全国服务热线,以宁德时代业务质量为导向,实现“一点响应、全网协同”,确保宁德时代5G专网在全国范围内的高质量售后服务。

借助这张“巨轮级”5G企业专网,宁德时代构建了以5G为基础的工业互联网架构,依托其大带宽、低时延、广连接的技术优势,解决了企业“极限制造”的业务痛点。

AI、AR高效上阵打造智慧工厂里的“全能技工”

如果说三年前的“5G+视觉控制”是初级工业智能化应用,那如今以“5G+算力+工业控制”为代表的产业升级型应用,则涉及核心生产环节。它的精度更佳、效率更高,正成为产业数字化的风口应用。

走进宁德时代湖东工厂,5G技术赋能的自动化生产场景随处可见——

5G为工厂安上“千里眼”。中央智慧工艺感知控制系统+增强现实专家系统,能轻松应对复杂工艺流程。中央智慧工艺感知控制系统将车间内所有与涂布机相关的设备及仪器连接在一起,配合AI技术进行自动管理,利用5G低时延特性实现涂布参数实时调整,能够解决品质管控难、人工操作复杂等问题;增强现实系统利用AR眼镜5G双频组网和超级上行技术提供的Gbps级峰值网络速率,将生产操作现场与指挥后台的前后端信息实时交互,指导者可以远程控制,协助进行智能辅助检修、智能培训、远程指导等操作,提升现场的工作效率。

5G实现质量检测高效“值守”。超高速运动全量视频流AI质量检测+JIT(准时制)物流,能有效匹配极快的生产速度。面对超高速视频流带来的瞬时大数据,5G+超高速运动全量视频流AI质量检测系统高效“值守”,实现无延迟采集和传输,将数据准确传递至AI服务器并反馈结果,有效解决了前工序由于瑕疵微小、基材反光角度差异、设备转速极高导致的缺陷不易识别这一难题,从而避免因检测延长生产时间。智能物流调度系统可实现物流终端控制及商品入库存储、搬运、分拣等作业全流程自动化,通过同时接入近千台5G AGV设备,配合5G低时延高同步特性和先进的智能导航技术,工厂已实现电芯自动上线、模组自动转运、线边物料循环配送等自动运输场景,配送精准度和库存周转率有效提升。

5G打造节能减排“新标尺”。大数据实时采集能耗信息,人工智能算法进行节能规划,工厂“聪明的大脑”不断寻找最高效的节能解决方案。“5G+AR”的应用大幅减少了公司人员出差乘坐公共交通工具的次数,每年约1000人次减少出行可降低碳排放2566吨。5G+移动终端平台覆盖设备点检、保养维修登记、电子工艺文件查看等业务场景,“云上数字工厂”使移动化办公需求得到充分满足。如今,宁德时代工厂已全面停止现场纸质单据使用,取消2141项纸档表单,预计每年节约用纸量相当于少砍伐7516棵成年大树。

(福建移动 杨潇)

### 福建移动“5G+智慧矿山”落脚长征出发地

在红军长征出发地福建省宁化县湖村镇，一列无人驾驶满载矿石的电机车在运输线上平稳行驶……这是宁化行洛坑钨矿工作现场的一幕。近日，中国移动福建公司联合宁化行洛坑钨矿有限公司打造东南地区首个“5G+智慧矿山”应用项目。矿山装备的“无人化”“智能化”助力智慧矿山更加安全高效。

据了解，宁化行洛坑钨矿既是目前福建省境内最大的钨矿，也是我国为数不多可露天开采的钨矿山。但是露天矿环境中，矿山石坠落易引起开采人员伤亡，多层重叠采空区经常出现塌方、滑坡、瓦斯爆炸等安全事故。同时，操作人员长期在严寒、酷暑、粉尘等恶劣环境中工作，高强度连续作业让身体健康受到较大影响。

结合矿区实际，福建移动将5G技术应用在无人矿山领域，基于5G网络对原有智能采矿设备进行升级改造，通过中国移动“5G+多网络融合技术”在矿山无人驾驶、挖掘机远程操控、钻机远程操控、智能调度系统等方面进行装备智能化升级，全面实现矿山装载、运输、调度、管理全作业链智能化，让矿山痛点最多的应用场景率先实现突破。随着一系列设备的落地，一线操作人员的工作环境和劳动强度得到明显改善，更重要的是矿山装备的“无人化”“智能化”从根本上消除了安全生产隐患。

据悉，“5G+智慧矿山”项目的牙轮钻机可实现远程遥控行走，具备钻孔位置辅助定位、单孔自主钻孔等功能，有效提高了特殊环境下的安全生产效率；无人驾驶矿用卡车，由GPS控制中心无线指令和3D激光雷达导引装置，根据路径规划及避障算法自动转向、换挡、避障、精准停靠、自动翻斗卸料，使得矿卡能在无人操作的情况下，实现复杂的装载、运输和卸载的循环自动运行。

未来，福建移动将把宁化行洛坑钨矿打造成集智能化装备研发、生产、销售、技术服务于一体的全国级5G无人绿色智能矿山项目，引领矿山经济走上数智化发展的新征程。

(福建移动 杨潇)

### 三都海上营业厅：渔排上奏响乡村振兴“四部曲”

随着党的二十大的召开，八闽大地澎湃着激情，山海闽东跳跃着进取的音符。

在风光秀美的福建三都澳海域，蓝色的浮球随波起伏，彩色的新型塑胶渔排连片，翱翔的鹭鸟欢乐嬉

戏。在这座海上浮城的西面，一座亮丽的渔排上国旗迎风飘扬，那就是第四代中国移动海上营业厅。

10月16日，海上营业厅的营业员陈巧玲早早守在直播画面前。作为一名中国共产党党员，她怀着十分激动的心情等待着收看党的二十大的开幕盛况。

2004年，19岁的陈巧玲怀揣梦想来到中国移动三都海上营业厅，和同事一起服务着渔排上的近万名渔民和水产养殖户。这里物资缺乏、条件艰苦，由于海上人员作业时间特殊，陈巧玲必须24小时待在海上，以保障客户“足不出海”就能享受中国移动的便捷服务。移动人的责任和使命，让陈巧玲始终把客户装在心里，做那片蔚蓝色海洋里最美的“浪花”，6000多个日夜的孤独坚守，是她无悔青春的最好见证。

18年来，海上营业厅始终伫立海中，由最初的小舢板、浮球木屋升级为如今以环保材料为主体的新型营业厅，增加了家庭体验区、数字业务体验区、海上直播间等，紧跟时代为广大海域群众提供优质的服务。

如今的三都澳已经成为全国首个5G智慧海洋样板区，实现了50公里海域5G全覆盖，海域网络速率提升70%、容量提升两倍。

海上营业厅也逐步实现了从简单服务向深层次、全方位服务的转变，如今的它承载了更多职责与使命。

凭借5G精品网，福建移动在三都澳渔排上打造了“智慧渔排”，在海上营业厅搭建起海上社区直播间，三都澳海上牧场信息化项目也在如火如荼地建设中。

今年6月，搭载在海上营业厅的福建省宁德市蕉城区法院5G+三都海上巡回法庭开始“营业”。它创新运用VR技术，通过VR眼镜让远在海岛上的群众沉浸式体验诉讼服务。同时，法庭结合人脸识别、大数据、人工智能等技术，实现远程庭审无时延、外出办案实时指挥、移动办公办案等，全面推动诉讼服务提质增效。

9月下旬，宁德市银行业保险业消费者权益保护服务中心海上工作站海上营业厅揭牌成立。它基于海上营业厅已有的5G网络，搭建起海上金融纠纷“咨询+投诉+调解”与陆地连接的桥梁。通过空中“云调处”，实现专属服务“一对一”、数据挖掘“一网通”、民生服务“一站式”、精准画像“一体化”等综合金融服务的提质增效，消除了以往金融服务的“空白点”。

如今，承载着几代闽东人开发海洋、经略海洋梦想的三都澳越发欣欣向荣，渔民的养殖水产生意遍及海内外，而移动通信技术和服务则为三都澳的风起帆张、蜕变升级添上了浓墨重彩的一笔。

一人一厅一片海，相依相伴，见证着这片海域通

信的变化。通过优质移动通信服务打破“信息孤岛”，成为中国移动为群众办好事的闪亮窗口，让数万海域群众通信畅达。

作为亲历了中国移动“1G 空白、2G 跟随、3G 突破、4G 并跑、5G 引领”的通信“老兵”，聆听习近平总书记的报告后，陈巧玲难掩激动之情，她表示：“新征程上，作为移动人中的一员，我将继续坚守一方海域，无畏波涛、用心服务，让海上营业厅成为渔村与世界连接的一扇窗。”

海上营业厅虽小，舞台却很大，责任也很大。福建移动以海上营业厅为基点，围绕网络建设、数智服务、产业振兴以及为群众办好事，奏响乡村振兴“三部曲”，推动三都澳实现“从信息孤岛到优良渔港再到发展新区”的崛起。山海之间，一首交响曲正在谱写，豪迈唱响乡村振兴“最强音”。

（福建移动 杨潇）

### 福建移动助力打造 5G+全场景电影节新体验

11月10日至12日，2022年中国金鸡百花电影节在福建厦门举行。福建移动为本届电影节提供高速和可靠的5G网络保障，助力打造5G+全场景电影节，为出席嘉宾及场内外观众带来全新体验。

中国移动咪咕作为2022年中国金鸡百花电影节暨第35届中国电影金鸡奖全程战略合作伙伴、官方指定5G元宇宙技术平台（5G+AR 独家）、视频彩铃唯一指定合作伙伴、官方指定5G FUN 映厅、衍生品合作伙伴、官方指定咖啡合作品牌，以“文化+科技”创新5G+全场景电影节体验。

这是中国移动咪咕与金鸡百花电影节第四次“牵手”。2022年中国金鸡百花电影节期间，广大用户可以通过5G视频彩铃设置电影节心仪内容为专属视频彩铃。此外，中国移动5G FUN 映厅能够将电视屏转化为电影屏，打造家庭数字院线，在金鸡百花电影节期间为用户提供更多观影渠道。在此基础上，福建移动还为厦门用户提供了11.11元可享100GB通用流量等优惠活动。咪咕视频会员搜索“金鸡”，即可在APP上观赏历届获奖影片。中国移动以咪咕视频、视频彩铃、移动高清组成的5G+视频“铁三角”，持续为用户带来5G+电影元宇宙沉浸式创新体验。

福建移动还与咪咕公司、厦门市思明区人民政府、厦门文广传媒集团等单位共同承办官方主论坛活动——5G数智新时代元宇宙发展论坛暨第四届中国影视数字制作工业发展论坛，以高峰论坛结合影视制作科技展览的形式，邀请高精尖人才共同探索电影元宇宙

发展。

针对电影节开幕式、提名者表彰仪式、红毯仪式、颁奖典礼暨闭幕式4场重大活动，以及论坛、展映等90场配套系列活动通信保障任务，福建移动立足“更精、更快、更优”，累计出动保障人员120多人次、保障车辆20多辆次，通过重要线路查勘盯防、重点场馆扩容补强等网络优化措施，为本届电影节提供高速和可靠的5G网络保障，室外通过2.6G+4.9G+700M打造多频多层NR网络，主场馆内通过2.6G 160M载波聚合实现大带宽、高速率，为用户提供高质量、感知好的5G网络，为电影节提供优质高效、全面安全的通信服务，圆满完成通信保障任务。同时，福建移动安排专员根据广电等部门开播时间，通过“专线+5G CPE”实施双重保障，确保现场高速上网及直播等优质网络使用需求，助力金鸡奖颁奖系列活动顺利进行，第一时间为大众呈现一场全新的5G娱乐盛宴。

（福建移动 杨潇）

### 福建移动助力农企养殖智能化

近日，在福建省三明市明顺牧场，“智慧养猪”上线了。为助力乡村产业数智化发展，福建移动基于5G智慧农牧解决方案，自研乡村振兴管理平台，为明顺牧场打造了“5G+智慧牧场”，实现养殖一站式管理。

据了解，福建省三明市明顺农牧开发有限公司是一家以畜牧业为主，集良种繁育、种猪和商品猪养殖批销等于一体的加工带动型企业，在栏生猪有3万头。生猪养殖场面临的重大问题就是生物安全防控。福建移动针对实际痛点，利用5G、物联网、AI视频图像分析等技术，建设数字化驾驶舱平台，部署环控能耗监管系统、生物安全防控系统、能耗监测系统等，实现猪场全方位“无人监控”，将明顺牧场打造成智能化、数字化、数据化智慧牧场，实现非洲猪瘟疫情时期的非现场管理。

据悉，福建移动搭建的环控、能耗监测系统，可监测厂内温度、湿度、二氧化碳指数以及用电、用水、喂料等情况，工作人员只需用手机下载“智慧牧场”APP，猪场内的整体能耗、环境和猪的健康管理相关数据在手机上一览无余，远程养殖大大提高了养殖效率，并且为产品质量安全溯源提供重要依据，全面提升了牧场的预警监测能力和事后追溯能力。同时，还可借助智慧耳标和工服管理识别监控，对生猪实时状态和人员违规入场工作情况第一时间掌握。

“5G+智慧牧场”借助信息化技术，有效解决猪场

生物安全、环境、能耗等问题，加强了生猪的疫病防控。不仅如此，也大大降低了生猪养殖的人工成本，以前传统养殖管理1万头猪需要15个工人，现在减少至10个工人，出栏生猪每头纯利润比传统人工养殖高10%。

（福建移动 杨潇）

### 泉州市人民政府与福建移动签署战略合作协议

近日，福建泉州市人民政府与中国移动福建公司在泉州签订战略合作框架协议，共同推进“数字泉州”建设。福建省委常委、泉州市委书记刘建洋，泉州市人民政府市长蔡战胜，中国移动福建公司总经理栾晓维，中移物联网有限公司总经理俞承志，泉州市人民政府副市长苏耿聪等出席签字仪式。泉州市人民政府副市长汪志红、中国移动福建公司副总经理张莉代表双方签署协议。

根据协议，中国移动福建公司未来5年将在泉州投入约200亿元，加速建设“数字泉州”。泉州市人民政府将中国移动福建公司作为重要合作伙伴，为其在泉州发展提供良好发展环境，支持在泉州落地项目建设，支持参与智慧城市、数字政府、工业互联网等领域的数字化工程。中国移动福建公司将加大对泉州的资源倾斜力度，充分发挥自身优势，积极在泉州部署5G网络、千兆宽带，加速“算力网络”建设，发挥技术优势赋能泉州产业数字化、数字产业化，推动组建“5G+大数据”联合创新实验室，助力泉州经济社会高质量发展。双方重点在5G网络建设、边缘计算中心、工业互联网、区块链、网络信息安全、新型智慧城市、产业园数字化等领域开展深度合作。合作期间，双方将建立多层次沟通机制，及时研究解决合作中存在的问题，共同推进战略合作协议落实。

活动当天，泉州市人民政府、泉州市洛江区人民政府同时与中移物联网有限公司签订“数字泉州”战略合作框架协议和“数字洛江”合作协议，共同加速物联网产业在泉州的落地发展。

（福建移动 杨潇）

### 中国移动福建公司深化改革三年行动 推动企业高质量发展

国企改革三年行动启动以来，中国移动福建公司精心谋划、扎实推进，闯新路、勇攀登，将推动落实国企改革三年行动作为激发发展活力、打造竞争软实力的重要契机，坚持党建引领、坚持市场化导向、坚

持激发内生活力，将改革任务与公司战略重点、学习教育、考核监督等机制相衔接，牵引各责任单位高质量完成改革目标任务。

#### 深化党建引领

##### 全面提升企业治理效能

中国移动福建公司深入贯彻“两个一以贯之”，牢记央企姓“党”这一根本政治属性，围绕重点任务、关键环节发力攻坚。

首先是认真落实首要任务，健全长效机制。统筹推进“固化学习机制、建立协同机制、完善评估机制”三项工作，将落实“第一议题”制度情况纳入“双优”领导班子考评和“六好”党支部考核，并将“第一议题”落实举措拉单列表明任务清单，嵌入OA系统实现闭环，确保件件有着落、事事有回音。

深化党建引领，还要坚持党的领导融入治理，增强企业定力与活力。落实党建进章程，把加强党的领导和完善公司治理统一起来，确保党委在“把方向、管大局、促落实”方面的领导作用有效发挥；完善前置清单事项，将“落实上级部署、制定公司战略、重大经营决策、投资计划”等16项内容纳入前置清单进行管理；固化党委前置议事程序，确保党委领导作用有效发挥，更加强化“保落实”作用。

通过不断优化举措，公司党业融合走上了快车道。在“党建和创”方面，紧扣“拓规模、提质量”两个重点，建立集团内首家和创智慧馆，构建“近邻党建”新模式，实现了“党建和创”拓量提质。在“和格行动”方面，重点发挥网格自有党员、党建指导员和党员网格长三个作用，细化指导员工作责任清单，促进“和格行动”实现升级提效。在党建产品创新方面，在全集团内成功打造首个“5G+AR”党史馆，以“党建TV”机顶盒为承载平台，开展全媒体党史知识竞赛。

中国移动福建公司统一思想、丰富方法，全面加强党的建设，进一步激发了内生活力，将党的领导优势转化为企业竞争优势和发展优势，也取得了连续四年在集团党建考评获评“优秀”的成绩。

#### 聚焦主责主业

##### 加快新型信息服务能力布局

面对新发展阶段，中国移动福建公司以更高的政治站位、更强的责任担当、更大的工作力度，努力成为“数字福建建设主力军”。

首先是全面发力“两个新型”建设发展。系统打造以5G、算力网络、智慧中台为重点的新型信息基础设施，创新构建“连接+算力+能力”新型信息服务体系。到2022年底5G网络将实现福建乡镇以上区域100%连续覆盖、60%行政村覆盖，全省“2+9+X”数据中心

累计投产机架将达3万个,封装中台“能力服务”超100个,并广泛应用于社会治理、企业管理各领域。基于“两个新型”,主动开展前瞻业务布局,激发数字消费活力、助力数字经济发展,联合华为、海康、小米等29家产业链伙伴和62家社会渠道,加速5G终端换机、千兆宽带升级和八大领域智能新产品研发推广。

全面融入福建“四大经济”发展大局。充分发挥网信领域骨干央企的战略支撑作用,以科技创新为动力,全力服务与融入福建“数字经济、海洋经济、绿色经济、文旅经济”发展大局。在数字经济方面,发挥公司链长影响力、带动力,联手星网锐捷、新大陆研发更多万兆光猫、路由器、云视讯终端、AI防疫等产品。在海洋经济方面,联合研究院编制发布《5G智慧海洋网络白皮书》,在三都澳成功打造全国首个5G海域网络样板区,围绕“善政、惠民、兴业”,形成海上执法、渔船监管、海上风电等八大标杆场景。在绿色经济方面,推动5G“上山入海”、“进厂入车间”,打造涉农产品全产业链“数字云平台”、产品溯源系统、直播带货平台,加快5G+能耗管理在南平铝业、美岭水泥、福州华电等工业企业落地。在文旅经济方面,立足福建省内丰富的红色教育资源,打造并上线“十大红色教育研学精品路线”,利用5G+VR/AR建设19个线上5G和创馆,累计制作红色教育内容上千小时。

健全产品创新机制,深化区域管战建协同。联合智家中心、研究院、铁通、在线、福诺等专业公司,成立了7个产品专班拓展“养老、乡村、社区、商铺、海洋、文旅”等新赛道,推进区域市场形成管战建合力,成为公司保持可持续发展、高质量发展的关键。产品专班采取项目经理负责制,签订里程碑责任书;在拓展上积极创新商业模式,打造“硬件+平台+连接+权益+服务”一体化解决方案,强化端到端闭环协同的工作流程;采取评优激励、物质激励双维引导,激发团队更大活力与创新力。

在加快数智转型,融入百业、助力百业的过程中,自身也保持高质量发展的良好势头,连续三年在集团内经营业绩考评获评“A级”。

### 深化组织机制改革

### 激发基层单元内生活力

中国移动福建公司进一步拓宽改革思路,以改革的纵深推进释放“乘数效应”,助力企业高质量发展。

打造省级集中运营支撑中心。正确处理集中运营与属地生产的关系,形成“集中属地相互促进”之势,通过集中运营赋能网格一线。基于中台理念聚合规范标准、组织、流程等元素,打造省级集中运营支撑中

心,覆盖市场、政企全量业务,实现业务甩单、投诉处理、报障跟踪等事务性工作的省级集中化运营,确保网格人员70%以上精力投入生产。

做深两级调度指挥系统。围绕“指标、场景、动作、要素”实施全覆盖调度,提升调度信息化水平,实现由“指标通报”向“销售指引”转变,提升实时干预和敏捷作战能力。

选强培优网格队伍。健全人员选拔、赋能、激励机制,建立三级网格调度体系,落实党建指导员制度,构建“支部—网格—团员”的党团管理模式,提升网格战斗力,全省95%的网格实现收入正增长,各项业务产能也实现显著提升。

截至到目前,中国移动福建公司改革三年行动主体任务圆满收官,改革红利不断释放,企业内生动力全面增强,发展活力勃发,创新能力澎湃,企业在高质量发展之路上行稳致远。

(福建移动 杨潇)

## 福建联通亮相首届福博会 助力八闽扬帆海外

12月29日,首届福品博览会在福州海峡国际会展中心盛大开幕。福建联通携手福建省商务厅共同举办“全球享福品,数智共联通”分论坛暨联通国际业务推介会,聚焦出海新生态,发布境内外一体综合信息解决方案,赋能千行百业数字化转型扬帆海外。

首届福品博览会旨在助力福建企业开拓国内外市场、拓展销售渠道,进一步促进“福品”“福文化”走出福建、走向全球。作为本届福博会重要活动之一,联通国际业务推介会邀请各级政府、经贸行业、在闽企业等多领域嘉宾百余名,着力聚焦“福品享全球,数智共联通”主题,推动千行百业数字化转型,数智赋能福品销全球。

福建联通副总经理张毅表示,福建联通依托中国联通在国际业务方面“一点对接,全球服务”的能力,发挥中国联通(福建)工业互联网研究院能力优势,整合大联接、大计算、大数据、大应用、大安全产品优势,为企业提供“全球一站式信息通信管家服务”,打造安全、可靠、高效的综合信息解决方案,为助推企业数字化转型,培育省内出海企业、外资企业、外贸企业的经贸往来新动能贡献联通力量。

中国联通国际有限公司董事长兼总裁孟树森通过视频介绍了中国联通丰富的全球资源、先进的数字化技术、优质的服务能力,表示将携手各方为福商全球化发展服务、为福企的全球化发展赋能,共同把握数字经济带来的新机遇。



无论是闽企出海、还是外企入闽，信息通信服务必不可少。如何让闽企顺畅、高效扬帆海外，如何让外资企业放心、省心来闽发展，福建联通重磅发布的全球一站式信息通信管家服务，能够为出海企业、入闽企业多个行业，提供多样化数字解决方案，成为本次推介会的最大亮点。

全球一站式信息通信管家服务将为出海闽企及其员工提供“全球计划”，为入闽外企及其员工提供“八闽计划”，两个“计划”内含云联网、政企精品网、云视频等数十种智能化产品，拥有量身定制、专业安全、拎包入住三大特点，能够根据客户的不同需求、不同场景、不同行业性质，来搭配和组合成多样化的解决方案，为顾客提供全方位的产品定制服务，实现数智赋能千行百业。

活动现场，福建联通还与贵州白山云科技股份有限公司、厦门靠谱云股份有限公司进行合作伙伴签约，共创国际化发展新生态。

(福建联通 柯研)

### 福建联通获福建省企业法治工作先进单位、领军人物两项荣誉

近日，福建省企业法律工作者协会表彰了一批在全面依法治企工作中做出积极贡献的先进集体及个人，中国联合网络通信有限公司福建省分公司（简称“福建联通”）获得“2020—2021年度福建省企业法治工作先进单位”荣誉称号，公司副总法律顾问单煦获得“2020—2021年度福建省企业法治工作领军人物”荣誉称号。

作为通信信息技术领域的国家队、主力军、排头兵，近年来，福建联通在公司党委的坚强领导下，深入贯彻全面依法治国战略部署，全面落实国资委法治央企建设要求，以党建为引领，加强组织保障、优化机制体制、塑造法治合规文化、探索数字化转型，走出了一条具有福建特色的法治央企之路。2020年被福建省企业法律工作者协会评为“2016—2019年福建省法治工作先进单位”，2021年被中国联通评选为“2016—2020年中国联通法治宣传教育先进单位”。

福建联通法治工作将继续贯彻新发展理念，持续践行“四个文化”，主动践行央企担当，开拓思维布新局，加快推进全面依法治企，提高公司依法治企效能，筑牢公司高质量发展的法治根基，为推进福建法治建设，贡献联通力量。

(福建联通 柯研)

### 福建联通精准研判警企协作捣毁多个“猫池”电诈窝点

当前电信网络诈骗案件仍处于高发态势，犯罪手段不断升级，为深入贯彻习近平总书记重要指示精神，全面落实党的二十大重要指示精神，福建联通强化责任意识，履行央企担当，坚决打好“反诈人民战争”。2022年11月期间，福建联通协助南平、厦门、三明、泉州多地反诈中心成功捣毁“猫池”电诈窝点共计10个，其中南平7个，厦门、三明、泉州各1个，破获VOIP设备7套，固话号卡数百张，抓获犯罪嫌疑人共18人。

集群插卡式无线设备（俗称猫池）做为境外诈骗团伙实施诈骗的主要工具，工信部开展全行业“打猫”专项行动，就是要协助公安斩断诈骗团伙的“爪牙”，有效压降诈骗案件。

近期，福建省内“猫池”电诈窝点由GOIP设备和简易“土炮”设备，转变为固话、宽带和VOIP设备组网，诈骗分子在境外通过控制软件实施跨境诈骗。在发生多起固话诈骗案件后，福建联通立即展开特征分析，发现涉案固话入网和装机存在办理固话+宽带组合业务、外省证件低龄入网、安装多部固话及宽带线路、要求变更装机地址、装机地址为破旧民房或不具备办公条件的房间等多个特征。

福建联通省市反诈专班人员及时将相关案例特征发布在公司内部营销群，要求一线业务发展人员和装维人员增强反诈意识，对存在异常入网和装机行为的号码第一时间上报各地市信安人员，并积极整合线索上报公安。仅11月份就向公安提供异常线索近百条，各市分公司也与当地反诈中心建立了快速协同联动机制，成功帮助公安捣毁多个涉“猫”窝点。

下一步，福建联通将深入开展《中华人民共和国反电信网络诈骗法》学习，强化系统观念，注重源头治理、综合治理，加强预防性法律制度建设，在法治保障的前提下持续坚决有力地打击遏制电信网络诈骗活动。

(福建联通 柯研)

### 福建联通科学技术协会正式成立窗体顶端

12月13日，福建联通召开科学技术协会成立大会暨福建联通科学技术协会第一次代表大会，正式成立科学技术协会，成为福建省通信行业第一家成立企业科协的单位。中国联通科协秘书长、科技创新部总经理马红兵通过视频致辞，福建联通党委书记、总经理周立松出席成立大会，福建联通党委副书记、副总经

理杨曄与福建省科协党组成员、副主席史斌共同为福建联通科协揭牌。

近年来,福建联通坚决贯彻落实习近平总书记关于科技创新的重要论述,以国家队、主力军、排头兵使命担当,持续加大研发投入,建设雄厚科研力量,构建了“两院、两云、一基地、五大技术实验室”创新能力体系,深度融入和服务福建数字经济建设。周立松表示,福建联通科协将坚定不移强化创新驱动发展,在数字技术融合创新上实现新突破,为实现高水平科技自立自强贡献联通方案。一是强化政治引领,引导广大科技工作者捍卫“两个确立”,增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”。二是服务高质量发展,引导广大科技工作者坚持“四个面向”,牢记科技自立自强使命,勇于攻坚克难,突破“数字政府、工业互联网、网络安全”领域关键核心技术;要打造科普品牌,助力全民科学素质提升,更好的融入和服务福建新发展格局。三是激发组织活力,着力激发各类人才创新活力,打造创新人才高地,举荐、宣传优秀科技工作者,为科技工作者成长和发展创造有利条件,以实际行动为新时代建设科技强国、网络强国、数字中国作出新的更大贡献。

(福建联通 柯研)

### 福建联通入选 2022 福建服务业企业 100 强

近日,在2022福建企业100强发布大会上,福建省企业与企业家协会等单位联合发布了2022福建企业100强榜单,以及制造业企业100强、服务业企业100强、战略性新兴产业企业100强榜单。福建联通及其成立的联通(福建)产业互联网有限公司分别入选2022福建服务业企业100强和2022福建战略性新兴产业100强。

评选由福建省企业与企业家协会、福建省广播电视集团和福建社会科学院联合开展,依照中国企业联合会研究发布“中国企业500强”的做法,以2021年企业营业收入为基本标准,综合参考企业的其他经营指标作出的百强排序。

2022年以来,福建联通切实发挥国家队、主力军、排头兵的作用,聚力数字、海洋、绿色、文旅四大经济,围绕“大联接、大计算、大数据、大应用、大安全”五大主责主业,大力推动以5G、新型数据中心为代表的数字信息基础设施,构建以中国联通(福建)工业互联网研究院、东南研究院、中国联通网络安全(福建)基地为龙头的“两院、两云、一基地、五大实验室”创新能力体系,不断提升自主创新能力,持续

锻造企业核心竞争力,助力千行百业数字化转型,实现跨域式发展。

(福建联通 柯研)

### 福建联通与京东科技、智慧足迹签订战略合作协议

近日,福建联通与京东科技和智慧足迹正式签订战略合作协议,福建联通党委书记、总经理周立松,京东集团副总裁、京东科技生态负责人王楠,智慧足迹数据科技有限公司总经理李振军、京东科技数字城市群湘赣闽大区总经理林建江出席签约仪式,福建联通党委委员、副总经理张毅,京东科技数字城市群生态运营部负责人王昕,智慧足迹数据科技有限公司SVP文武代表三方签约。

根据战略合作协议,三方将建立开放、共赢的数字生态合作伙伴关系,实现优势互补、资源共享,聚焦数字经济、数字政府、智慧城市等领域展开全面合作。

京东科技、智慧足迹一行还参观了福建联通数字化创新体验中心。

(福建联通 柯研)

### 数字赋能富民兴村产业——莆田联通 5G 技术为常太镇枇杷穿上“数智新衣”

在风光秀丽的莆田常太,澄净的莒溪犹如一面镜子倒映着青山,空气清新的像是被洗过一般,如同夏夜里荷叶的薄荷味。今天,我们就顺着这条缓缓溪流,走进莆田联通的乡村振兴故事。

今年,在新战略的引领下,莆田联通荔城区分公司成功签约了莆田市城厢区常太镇溪南村智慧果园5G智能系统服务项目。该系统通过5G技术、数字化手段,解决果园管理、安全防范等问题,它的启用意味着常太镇首个“5G智慧果园”顺利建成,5G技术为其枇杷种植穿上“数智新衣”,有力的促进了地方乡村振兴。

常太镇素有“中国枇杷第一乡”的美誉,此次项目的签约建设,为常太镇搭建了5G智慧果园现代科技农业示范基地,使常太镇的枇杷获得更优更健康的生长环境,全面打造绿色健康的区块链枇杷。

据悉,此次莆田联通主要为常太镇提供智慧果园5G智能系统五大服务功能:一是物联网采集系统,可

采集大气温度、湿度、日照强度、风速、降雨量、大气压力、蒸发量等实时采集；土壤信息包括土壤温度、水分、PH值和土壤EC值四类参数的实时采集。二是水肥一体化系统，通过水肥一体化系统的建设，提高科学管理效率，达到节水、节肥、省电的目的，同时提高生产效率，减少劳动强度，降低人力成本。三是可视化视频直播系统，用户通过小程序可实现果场现场的视频直播展示，实时查看枇杷树生长状况，掌握枇杷树生长过程及环境变化。四是果树认养系统，认养采取“线上认养、线下代管、果品直邮、云端体验”的模式，付费享有枇杷树一年果实的“收成权”。五是区块链枇杷溯源系统，利用区块链技术，对商品实现从源头的信息采集记录、原料来源追溯、生产过程、加工环节、检验批次、物流周转，到第三方质检的全程可追溯。

(福建联通 柯研)

### 中邮科持续推进企业技术创新

中邮科公司作为一家高新技术企业，一直致力于科技创新，把科技创新作为推动企业发展的第一动力。2022年共获得终端安全检测与监测体系化方法、一种WEB表单自定义字段的实现方法与系统、一种虚幻引擎中利用原生安卓技术实现语音交互的方法、一种光传输网光路纤芯利用的最优路由寻优方法、一种基于FreeSWITCH的云呼叫中心平台等发明专利授权8项，一种基于蜂窝物联网的通信基站直流电源控制系统、一种空耦型多频5G NR TDD制式信号拉远系统等实用新型专利授权5项。体现了中邮科公司强大的创新能力和研发实力。

今后，中邮科公司将持续加大创新力度，加大研发投入，用科技创新引领企业实现高质量发展。

(中邮科 陈昊)

### 中邮科荣获福州市创新发展优秀企业荣誉称号

2022年福州市评选出一批科技含量高、质量效益佳、带动能力强、发展前景好的优秀企业，他们积极推进创新驱动发展战略，聚力创新求突破，聚焦转型促提升，在结构优化调整、新旧动能转换、统筹协调发展等方面取得明显成效，为全方位推进经济社会高质量发展作出了贡献。中邮科公司作为一家高新技术企业，福州市工业龙头企业顺利当选。

今后，中邮科公司将以此荣获福州市创新发展优秀企业荣誉称号为契机，持续推动科技创新，朝着

高起点、高质量、高目标快速发展。

(中邮科 陈昊)

### 福建省邮电学校举行5G+通信技术产业学院智慧实验教学中心建设方案论证会

近日，福建省邮电学校举行5G+通信技术产业学院智慧实验教学中心建设方案论证会，邀请福建省职教中心副主任游金水、福建省电教馆职教部主任赖文昭、福建省电信公司通信专家王向东担任专家组成员，学校党委书记、校长徐锡光，党委副书记、纪委书记吴锦华，党委委员、副校长苏嵘，副校长陈霓出席会议，相关部门负责人参加，会议由党委书记、校长徐锡光主持。

党委书记、校长徐锡光首先代表学校对各位专家的莅临指导表示欢迎和感谢，简要介绍了5G+通信技术产业学院智慧实验教学中心建设项目前期调研和准备工作情况，希望专家们把脉点睛，提出宝贵意见，帮助学校更进一步完善建设方案。

会上，通信技术、计算机、经济管理3个专业教学部，网络中心、学生与保卫科等相关部门的分项目负责人就分项目的建设方案做了总体介绍，主要从建设目标、前期调研、建设内容、实施条件、实现功能、预算明细等方面进行了详细汇报。专家组通过查阅资料、听取汇报、质询研讨等环节，对各项目建设的可操作性、预期成效、技术需求、经费预算等方面逐一进行点评，认为各项目总体能体现各部门的建设需求，目标明确，调研充分，技术方案可行，需求分析基本清楚，预算基本合理。同时给出如下改进意见和建议：一是项目的建设要与学校建设的总体规划相协调，要有长远的需求分析以及远期规划，以满足后期的扩展需求；二是从学校层面加强顶层设计，考虑整体架构及各项目间的交叉性，减少重复建设，减少后期管理和运维的成本；三是建议部分项目进一步完善技术方案，调整经费预算，补充必要的详细实施方案，要在项目建设实用性、系统性、先进性方面进行深度优化。随后与会人员就专家组建议及项目建设困惑难点问题进行了热烈讨论和交流，专家组就学校建设方案的细节问题进行认真指导。

与会领导、专家纷纷为学校建设方案实施建言献策，并提出了中肯的意见和建议。

(省邮电学校 吕天宇)

### 福建省邮电学校荣获 2022 年福建省级职业教育教学成果奖二等奖

11月,福建省教育厅公布2022年省级教学成果奖获奖成果的通知,福建省邮电学校的教学成果《以“产教融合”为主线,现代通信技术应用专业人才培养模式的十年探索与实践》获得福建省职业教育教学成果评奖二等奖。

据悉,福建省教学成果奖每两年评选一次,代表着我省当前职业教育教学创新探索的最高水平。此次获奖,不仅是一项荣誉,更是对福建省邮电学校10年通信技术应用人才培养模式教学探索与实践的充分肯定。学校将以此为契机,再接再厉,进一步加强探索实践,让“产教融合”人才培养模式在更大范围扎根。

(省邮电学校 吕天宇)

### 福建省邮电学校荣获 2023 年福建省属中职学校职业技能选拔赛多个奖项

2023年福建省属中职学校职业技能选拔赛“会计业务处理”项目(个人赛)于2022年11月19日在福建经济学校举行,共有10所中职院校41名选手参加。由经济管理专业教学部任敬怡、蔡鸿老师指导的五位选手(20会计2班陈诗娜、黄昕睿,20会计1班滕孝一,20金融陈颖、金雅玲)分别代表福建省邮电学校参加了本次选拔赛。经过紧张激烈的角逐,福建省邮电学校选手脱颖而出,分别获得3个一等奖和2个二等奖(个人排名第一、第二、第四、第五、第九名),其中2名选手顺利晋级省赛。

2023年福建省职业院校技能大赛省属中等职业学校技能选拔赛沙盘模拟企业经营赛项于2022年11月30日在福建省邮电学校隆重举行。由经济管理专业教学部蔡鸿、任敬怡老师指导的四位选手:蔡章宇、王伟俊、陈煜堃、秦吉波代表学校参加了本次选拔赛。经过近7个小时紧张激烈的角逐,福建省邮电学校选手脱颖而出,获得第一名!这是福建省邮电学校连续七年获得该项目第一名。该赛项的领队会于11月29日顺利举行。福建省邮电学校作为本次赛项的承办方,从赛前筹备、线上领队会、到参赛队伍报到、正式比赛等各环节,全程严格按照疫情防控要求进行。比赛中流程规范、组织有序、服务到位,充分体现了学校师生及比赛工作人员严谨、周到、负责的工作态度和良好的精神风貌。本次比赛,充分展示了福建省邮电学校学生的职业技能水平,通过以赛促教,以赛促学,体现了学校良好的办学水平、彰显“岗课赛证”教学改

革的良好成效,积极推动了学校“双高”专业项目建设。

(省邮电学校 吕天宇)

### 告别“4G 价格战”,台湾三大运营商 5G 时代携手共进

台湾省电信业三大电信运营商中华电信、大哥大、远传电信,今年已经走出4G时代价格战的低谷,前9月均取得了业绩良性增长。

其中,中华电信 EBITDA(税息折旧及摊销前利润,反映公司的盈利能力)达到654.4亿新台币,同比增长4.7%;大哥大 EBITDA256.9亿新台币,同比增长3.5%;远传电信 EBITDA229.08亿新台币,同比增速达到9.5%。

台湾三大运营商经历了噩梦般的4G时代后,5G时代再度携手共进。

据台湾电信主管机关 NCC 统计,在2014年,台湾移动通信行业 ARPU 达到1088新台币的顶峰。随后4G时代到来,三家新运营商进场,带来了频谱拍卖的天价,带来了价格战,使得三大运营商苦不堪言,ARPU 从2014年一路跌到2021年第二季度才终于止住。

进入5G时代后,5G 频谱拍卖再度创出天价。忍无可忍的三大运营商终于出手,将三家新运营商收编,瓜分了频谱资源和客户资源。台湾电信业再度回到三大运营商时代。

4G时代,台湾电信业499元新台币不限量套餐横行,使得三大运营商的盈利能力长期低迷。不过,没有小运营商的“捣乱”,三大运营商恢复了某种默契,不会再疯狂杀价。目前,台湾主流5G套餐月资费稳定在1399元新台币的高水准。三大运营商的份额,也都在33.33%上下波动(完成收购后的可比数字)。

当然了,台湾省3000万移动通信用户,慢慢也会接受更加“合理”的5G资费。预计到今年底,台湾5G渗透率将达到30%。

(来源:C114通信网)

### 中国台湾正式通过芯片条例修正草案 最高抵减50%税额

中国台湾行政部门正式通过《产业创新条例》第10之2条、第72条修正草案,针对技术创新且居国际供应链关键地位的公司,投资前瞻创新研发及先进制程设备适用新的租税优惠。

中国台湾经济部门表示,此次修法针对技术创新,

且居国际供应链关键地位的公司,提供前瞻创新研发支出25%抵减当年度应纳税利事业所得税额,并可以将购置用于先进制程的全新机器或设备支出5%抵减当年度应纳税利事业所得税额,且该机器或设备支出不设金额上限,二者合计的抵减总额不得超过当年度应纳税利事业所得税额50%。

在有效税率部分,中国台湾经济部门表示,为兼顾租税优惠及缴纳合理税负的政策目的,参考经济合作暨发展组织(OECD)全球企业最低税负制的税率15%制定。

此前有知情人士表示,这次按照目前草案,台积电、联发科、瑞昱、联咏等规模的公司都有机会适用。台经院产经数据库总监刘佩真表示,租税优惠、留才、材料设备本土化等三方面,“每一个都很重要”,都关乎到中国台湾半导体产业的中长期发展。其中,新租税措施实施短期内就可以见到成效;人才培育应以中长期规划为主;材料设备方面长期才会见效,这部分得赶快开始推动。

(来源:网易新闻)

### 台湾 2022Q3 芯片产值创新高 十大芯片公司业绩陷低谷

根据台湾半导体产业协会的统计,今年第三季度,台湾省芯片产值达到1.2435万亿新台币,刷新季度历史记录,主要是晶圆代工和先进封装产值带动。

更准确的说,主要是台积电同比大增40%的卓越业绩带动。台湾第三季度芯片产业陷入了“寒冬”:多家晶圆代工厂产能利用率下降,十大芯片设计公司第三季度营收环比下降13%。

不仅如此,对于第四季度,也很难看到好转,芯片设计龙头联发科预计第四季度营收继续环比下降16%~24%。市场对于明年能否恢复,仍然存保守态度,原因是全球经济大环境的恶化。

台湾半导体产业协会预计,到第四季度,台湾芯片产值将撑不住了,环比下降13.1%,为1.0805万亿新台币,全年增长率同比下调自15.6%,低于原先预计的19.7%,但仍然是非常出色的成绩。

(来源:同花顺)

### 在《芯片法案》推动下,四家中国台湾企业将在美国投资 455 亿美元

据报道,美国半导体产业协会(SIA)编制了一份从

2020年春季《芯片法案》出台到颁布后几个月期间宣布的半导体相关投资项目清单,显示已进行的投资总额达2000亿美元横跨美国16个州,将直接增加4万个工作岗位。

在宣布未来10年投资美国的40多家企业中,台积电、环球晶、李长荣化学工业(LCY Chemical)和长春集团(Chang Chun Group)均来自中国台湾。他们将在亚利桑那州和德克萨斯州投资455亿美元,创造6200多个就业岗位。

SIA还引用了2021年SIA-牛津经济研究院的一份报告,称半导体行业每雇佣一名美国工人,美国整体经济就会增加5.7个工作岗位。

该报告发现,半导体行业在美国49个州直接雇佣了超过27.7万名员工,从事高薪的研发、设计和制造工作,并支持了160万个额外的美国就业岗位。其还预计,由于新的半导体制造设施或晶圆厂将建成,一项500亿美元的联邦投资计划将在2021年至2026年期间,为美国平均每年创造18.5万个临时工作岗位,并为美国经济增加246亿美元。

(来源:爱集微)

### 台湾打响宽带价格战 中华电信千兆宽带月租降至 160 元

台湾省移动通信领域主要是中华电信、远传电信、大哥大三家竞争,不过在固网宽带领域,则是中华电信一家独大,多家有线电视运营商参与竞争。

今年以来,在中华电信带头下,台湾固网宽带运营商在“双十一”期间打响价格战。其中,中华电信针对120M、300M、600M、千兆宽带新用户的优惠套餐,最低折扣达5.7折,分别降价至399、499、599、699新台币,其中千兆宽带月租699新台币(约合人民币160元)创下新低。

多家有线运营商也将千兆宽带价格杀到699、799新台币,叠加收视费,可为用户提供相当优惠的价格。例如台湾宽频,收视费加500M宽带,月租降至1212新台币。台数科则将千兆宽带降至888新台币,相比起来缺乏竞争力。

据统计,台湾宽带用户截止2022年9月已经突破649万户,相比2020年3月提升67万户。

(来源:C114通信网)



## 2022年元宇宙产业发展技术讲座报道

由福建省通信管理局主办、福建省通信学会承办的“元宇宙产业发展技术讲座”于10月19日上午在省通信管理局十三层大会议室成功举办。省通信学会秘书长陈星耀主持会议，讲座特别邀请了福州大学李建微博士、咪咕动漫有限公司副总经理王乐、福建网龙网络公司美术总监葛岩三位专家莅临现场作专题讲座。省通信管理局黄子河局长、白学任副局长、省互联网协会林法祥理事长、省通信学会陈荣民理事长，以及省通信管理局全体干部、信息通信界相关企业的有关人员近80人参加了讲座。



福州大学李建微博士演讲

咪咕动漫有限公司  
副总经理王乐演讲

福建网龙网络公司  
美术总监葛岩演讲

通过举办本次讲座，使参会人员元宇宙的概念、发展探索、行业应用、解决方案等方面的一系列内容有了更进一步的了解，为推动我省元宇宙产业的应用创新和产业发展起到一定的推波助澜的作用，受到大家的一致好评。

（省通信学会陈华新供稿）

## 第三届“华安星杯”网络与数据安全优秀解决方案征集活动圆满结束



在福建省科学技术协会、福建省通信管理局的指导下，第三届“华安星杯”网络与数据安全优秀解决方案征集活动圆满结束。本次活动由福建省通信学会、福建省互联网协会、福建省网络与信息安全产业协会、福建省信息信息学分会、福建省计算机学会、福建省高校教育信息化学会、福建省医学会医学信息学分会、福建省互联网信息交流协会、福建省互联网金融协会共同主办，福建中信网安信息科技有限公司等单位承办，于2022年7月1日启动，历时近两个月，并得到了福建省内企事业单位、省内高校（含高职）、医疗机构等单位的积极响应和踊跃参与。

由省内网络安全领域6位专家组成的专家组，在对征集作品的创新点、方案的规范性、研究的先进性、结论的可信度以及推广示范应用价值等方面进行深入细致评审之后，最终评选出12篇优秀解决方案。

本次征集活动作为2022年数据安全与数字经济产业融合发展论坛的重要组成部分，旨在促进网络与数据安全关键技术及产品的示范应用，助力专业数据安全人才培养，推动数据安全与数字经济产业融合发展，筑牢国家安全屏障。

（省互联网协会陈晓清供稿）



## 福建省通信学会荣获省级学会综合能力 评价四星级学会称号



为深化学会治理结构和治理方式改革，全面推进学会高质量发展，根据2021年8月31日《福建省科学技术协会关于做好2021年度省级学会综合能力评价工作的通知》要求，本学会积极参与，学会领导高度重视、亲自部署，安排专人负责从基础数据、内部治理、工作绩效和社会评价等方面做了大量的收集整理工作。历经近一年的评价审查，经过学会全体人员的共同努力，省通信学会以名列前茅的总分获得省级学会综合能力评价四星级学会称号。

（省通信学会陈华新供稿）

## 2022福建省通信学会科学技术奖获奖项目的通报



根据《福建省通信学会科学技术奖管理办法》（闽通信学会〔2021〕11号）及《关于组织2022年度福建省通信学会科学技术奖申报工作的通知》（闽通信学会〔2022〕06号）文件精神，学会认真组织2022福建省通信学会科学技术奖评审工作，经由福建省通信学会科学技术奖评委会评审、学会网站公示，现将获得2022福建省通信学会科学技术奖的项目通报如下：

### 2022年福建省通信学会科学技术奖拟授奖项目表

序号	申报科学技术奖项目名称	主要完成单位	主要完成人	推荐科技奖等级
1	北斗卫星物联网终端及云平台关键技术开发与应用	福州大学、福建福大北斗通信科技有限公司、福州福大信捷天线技术有限公司	陈志强、许志猛、金之章、袁家德、陈平平、杨华伟、林志坚、林仁杰、戴诗恒	一等奖
2	工业数字化新基建的融合与创新应用	中国电信股份有限公司福建分公司、中电福富信息科技有限公司、中国电信股份有限公司上海研究院	郑翔、陈钧、郑静、黄震奇、陈加松、张德智、金嘉亮	二等奖
3	大数据关键技术、生态构建及应用体系（示范）	中国移动通信集团福建有限公司	杨想民、罗卫鸿、陈峰、陈俊杰、万伟雄、郑银云、陈志安、蔡鸿祥、李锐盛	二等奖
4	基于跨运营商大数据智能协同的5G驻留问题研究与优化	中国联合网络通信有限公司福州市分公司	郑海波、陈峰、李张静、王哲坤、陈海、许绍松、连慧、卢春生、洪林梦涵	二等奖
5	5G端网协同智能优化工具研究与实现	中国联合网络通信有限公司福州市分公司	陈峰、李张静、陈海、连慧、卢春生、舒仲杰、严燕燕、洪林梦涵	二等奖
6	电力物联网5G网络切片多业务承载技术及应用	中国移动通信集团福建有限公司、国网福建省电力有限公司信息通信分公司	孙柏宁、魏颖强、黄庆荣、王晨、张东磊、李源源、郭进	三等奖
7	基于5G+北斗的智慧综合管理服务示范应用	中国电信股份有限公司福建分公司、福信富通科技股份有限公司	林卓哲、吴银兰、傅宁琪、张林、余炯超、陈明鑫	三等奖
8	无线自智网络关键技术创新与应用	中国移动通信集团福建有限公司	徐健、林瀚宇、瞿俊、王希、杨家珠、林凤城、缪国生	三等奖
9	一种数字化居家养老产品技术方案	中国移动通信集团福建有限公司、中国移动智慧家庭运营中心、福建福源移动通信技术公司	王威、陈建江、吴董、李峰、孙阳、魏凯、徐起	三等奖
10	赋能IDC网络建设之规划设计及研发项目	福建省邮电规划设计院有限公司	于宝郡、吴剑锋、张春茂、欧照杰、陈鑫、陈理、许坚	三等奖
11	数字道路设备运营管理系统	中邮科通信技术股份有限公司	陈书照、吴先利、周暖青、黄正锋、朱国来、张剑超、叶建威	三等奖
12	无人机巡河智能目标检测解决方案	中国联合网络通信有限公司泉州市分公司	王启文、王金淮、董帝娘、黄炳塔、杜丕加、吴晶晶、许绍松	三等奖