

# 通信信息工程的传输与接入网技术

文 ◆ 浙江嘉康电子股份有限公司 丁超超

## 引言

现阶段，随着移动互联网、物联网等新兴技术的涌现和兴起，通信技术的应用需求也进一步增长，通信信息工程焕发出前所未有的生机与活力。传输与接入网技术作为通信网络中不可缺少的重要组成部分，承担着非常重要的数据传输和接入网络的重要任务，是实现当前网络高效运行的重要基础。在当前信息化社会环境下，有必要就当前通信信息工程的传输与接入网技术进行分析，进一步明确这些技术现状与发展趋势，以揭示其在现代通信中发挥的关键作用，为相关领域的研究工作提供借鉴。

## 1 传输与接入网技术概述

通信信息工程是综合通信技术、信息技术等相关技术的综合性工程，主要涉及信息的获取、传输、处理和储存，应用范围包括网络工程、计算机科学等多个方面。通信信息工程旨在通过工程技术手段的应用，实现对信息的高效传输和处理，包括但不限于网络设计与管理、信号处理等方面，主要研究领域包括网络技术（如局域网、广域网和互联网的架构、协议等）、通信理论（如信号传播、信道容量、信息论等基础理论）、数据通信（如数据交换、数据加密等）。通信信息工程在多个领域均有广泛应用，如电信服务行业、物联网行业等<sup>[1]</sup>。

通信信息工程的传输与接入网技术是实现数据有效传输和用户接入的重要组成部分，传输技术负责将信号从发送端传输至接收端，根据其传输介质的不同，将其分为有线传输和无线传输。传输过程涉及信号的调制（数据信号转换为适合传输的形式）与解调（将接收到的信号还原为原始数据）以及信源编码（消除冗余信息减少数据量）和信道编码（提高数据的可靠性）。接入网技术负责将用户终端与核心网络进行联系，根据接入网架构的不同，又分为点对点接入和共享接入两种形式。随着目前通信需求的持续增长，接入网技术也需要不断升级，以满足多种接入方式和多种业务类型的需求，如光纤接入、无线接入等。

## 2 通信信息工程的传输技术

### 2.1 传输系统结构

通信信息工程传输系统主要由发送端、传输介质、接收端和管理系

统组成。发送端主要负责发起信息传输，生成要传输的信息信号，通过调制器和编码器处理后，利用发射机将信号发送给接收端。传输介质负责为信号传输提供载体，信号经由传输介质传递到接收端后，接收端通过解调器和解码器对信号进行处理，根据使用需要对所接收到的数据进行储存或使用。

传输技术架构通常可以将其分为不同层级，不同层级所承担的功能也不相同。物理层负责数据的实际传输，主要涉及对信号物理层面上的处理，以确保信号的正确传输。数据链路层则主要进行地址识别和流量控制，用以负责节点间的数据传输。网络层则负责数据包在网络中的转发，确保数据从源节点达到目标节点。应用层则为用户提供具体的通信服务，如网页浏览、电子邮件等。

【作者简介】丁超超（1990—），男，浙江湖州人，本科，中级工程师，研究方向：通信。

## 2.2 主要传输技术

### 2.2.1 ATM 网络传输技术

ATM 网络传输技术是面向连接的一种高效网络传输技术，主要用于数据、语音以及视频等多种形式的信息交换，因此在宽带网络领域中有着极为广泛的应用。ATM 网络传输技术又被称为异步传输模式，其早期设计目标主要是满足在同一网络上不同类型数据流的传输需求，采用固定长度的信元进行数据封装和传输，大小为 53 字节，头部信息为 5 字节，负载信息为 48 字节。由于 ATM 单元的固定性，使其在网络传输中能够快速进行转发和处理信息，有助于控制网络设备的缓存延迟，能够更好地满足即时应用的需求。同时，ATM 支持多种服务类型，包括固定比特率、可变比特率等，能够适应不同应用场景的需要，尤其是对于网络传输时效性较强的场景中，如语音通话、视频会议等，优势更为突出<sup>[2]</sup>。

ATM 网络传输技术由于采用了异步时分复用技术和统计复用技术，使其能够根据业务类型的不同，对信元进行分配，也使其对带宽的利用率较高。在同一物理链路上，该技术能够支持多个不同的类型的数据流，如语音、视频等。面对不同的通信流量，它能有效对带宽进行分配，保证数据传输的有效性。因此，在不需要大容量数据传输时，部分线路可以空闲以提高宽带利用率。此外，ATM 网络是面向连接的传输技术，其需要建立虚拟连接，通过识别码来对数据的传输路径进行定义，促使数据能准确从源端向目的端进行传输，保证数据传输的可靠与稳定。ATM 网络传输技术被广泛应用在电信网络、

视频会议以及流媒体等领域中。

### 2.2.2 WDM 网络传输技术

WDM 网络传输技术即波分复用技术是一种先进的光纤通信技术，基于一根光纤来传输不同波长的光信号，以实现数据传输。WDM 网络传输技术主要是利用不同波长的光信号互不干扰的特性，将不同波长的光信号整合在同一根光纤中，每个波长均携带独立的数据流，在终端通过设备的分离和组合，实现数据的复用和解复用效果。因此，WDM 网络传输技术对光纤的带宽利用率较高，数据传输能力也比较强。除上述优势外，WDM 网络传输技术还具备灵活性和可扩展的特性，可以根据实际需求增加或减少波长，使网络传输变得更为灵活且高效<sup>[3]</sup>。

WDM 网络传输技术主要分为两大类。一类是密集波分复用技术，该技术在光纤中所承载的波长较为密集，根据实际需求可达几十个到几百个波长，波长间隔较小，通常在 0.8 ~ 1.5nm 之间，适用于大容量的数据传输需求，在海底光缆等场景中的应用较为常见。另一类是粗波分复用技术，又被称为波分多路复用，其承载的波长数量相对较少，通常不超过 18 个，波长间隔也比较大，适用于短距离的网络传输需求，如多个小型网络连接等。

WDM 网络传输技术应用中，通常需要使用波分复用器，将不同波长的光信号汇聚在一起（即复用），为光信号的传输提供条件。光信号到达终端后，同样需要波分复用器来将光信号分开，即解复用，实现对不同波长信号所承载信息的解读。光信号在传播过程中会出现能量衰减的问题，因此需要通过光放大器进行补偿，解决信号强度不足的问题。

### 2.2.3 SDH 网络传输技术

SDH 网络传输技术是一种应用较为广泛的标准化数字传输技术，在电信网领域中的应用较为普遍，其为数据传输提供了统一的传输框架，能够支持多种数据格式的传输，在多种业务场景中均有应用。SDH 网络传输技术的关键在于其采用了同步时钟，可以促使数据在设备间传输时，在时间层面上保持一致，这意味着可以在网络中高效进行时分复用，有助于提高系统的稳定性和可靠性。

STM 作为 SDH 网络传输的基本单位，与 ATM 类似，均由头部和负载信息组成，头部包含同步信息和控制信息，负载信息则携带用户数据。SDH 能够传输各种类型的信号，并能够对不同封装格式进行兼容，使其在多业务承载方面的优势较为突出，加之该技术光接口标准的统一性以及采用了电路交换等技术，使 SDH 为数据传输提供了较为可靠的保障。相较于早期的 PDH 传输标准，SDH 采用同步传输，能够更好地满足现代网络对带宽及效率的需求，在电信运营商、企业网络等领域中的应用较为常见<sup>[4]</sup>。

## 3 通信信息工程的接入网技术

### 3.1 接入网架构

接入网指的是将用户与核心网络建立连接，实现数据传输、信号转化等一系列功能。接入网通常位于通信网络的边缘位置，但也是最接近用户的部分，负责最终用户的接入服务，承担着桥梁作用。接入网的物

理架构通常根据其传输介质和接入方式的不同而有所差异，常见的有光纤接入、电缆接入以及无线接入等方式。接入网的拓扑结构根据节点连接方式的不同，可以将其分为总线型、星型、环型、树型等结构形式，其在应用中各有优缺点，需要根据实际需求进行应用。

### 3.2 主要接入网技术

#### 3.2.1 LMDS 接入网技术

LMDS 接入网技术是一种无线型的接入网技术，通过在特定频段上采用无线电波与用户终端进行通信，提供网络接入服务。LMDS 全称为 Local Multipoint Distribution Service，即本地多点分布服务，通常在固定区域设置基站的方式，构建广泛覆盖的无线网络，实现地面基站与用户终端之间无线链路的“最后一公里”接入。LMDS 系统的核心在于多点设置的基站，通过分散性布局，分别负责覆盖不同的服务区域，这些基站通过光纤与核心网络进行连接，为用户提供网络服务。LMDS 的优势在于其采用了高频段进行网络传输，这意味着可以提供更大的带宽，能够更好地满足高速数据的传输需求。但需要注意的是，由于其频段较高，使得其覆盖范围也比较有限，因此需要合理对基站位置进行部署，以实现更大范围的覆盖<sup>[5]</sup>。

LMDS 与用户之间通常采用多点连接的方式进行通信，这种方式由于直连用户的原因，使其往往能够容纳较多的用户数量，并实现较低的延迟，适合应用于实时应用方面，如视频通话、在线游戏等，更好地满足用户需求。同时，LMDS 的部署成本较低，适合在城市、乡村等多种环境中使用，尤其是传统有线网络难以覆盖的区域，可利用 LMDS 提供网络接入，使 LMDS 接入网技术的应用范围更加广泛，在面对城市人口密度较高区域的庞大互联网需求的情况下，更是表现出明显的优势作用。

#### 3.2.2 ADSL 接入网技术

ADSL 接入网技术是一种基于传统电话线接入网络的一种技术，在家庭用网络以及小型企业用网络场景中较为常见。ADSL 接入网技术为非对称式接入，其不对称的特性主要表现在其下载速率与上传速率的不一致，下载速率高于上传速率，而绝大多数用户在使用互联网的情况下，下载数据量大于上传量，比较符合绝大多数用户对网络的使用需求。ADSL 将电话线的频谱进行巧妙划分，低频部分依旧为传统的语音通话功能进行保留，而高频部分则可用于进行数据传输，如此一来用户在通话的同时，也可享受互联网接入服务。同时，ADSL 部署成本较低，依靠原有的电话线缆即可实现网络接入，使其在家庭和办公场景中的应用极为常见。

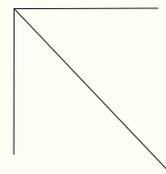
ADSL 技术采用多载波调制技术，将数据分为多个子信道，在多个频率范围上进行传输，有助于提高传输的效率和抗干扰能力，而高速接入则使 ADSL 可以提供更快的下载和上传速度，满足用户浏览网页、观看视频等多种需求。ADSL 技术在部署中，需要在用户端配置相关交换机来进行信号调制，以便于将高速数据进行转换，促使其使用电话线进行通信，为用户提供网络接入服务。尽管 ADSL 的优势较为明显，但在实际应用中也存在一定的挑战。

## 结语

在通信信息工程中，传输与接入网技术是实现高效、稳定信息交换的关键所在。随着现代社会对高速、可靠网络需求的持续增加，对传输与接入网技术的应用提出了新的要求。同时，传输与接入网技术的发展为网络接入和数据传输提供了条件，为各类场景提供了更为可靠的网络使用条件。未来，随着传输与通信技术的持续发展，其将在信息化社会环境中发挥更为重要的作用。<sup>[6]</sup>

## 引用

- [1] 刘增玲.通信信息工程传输技术与接入网技术在提升传输效率中的应用[J].无线互联科技,2023,20(7):94-96.
- [2] 张建强.通信信息工程的传输与接入网技术分析[J].电子世界,2021(20):4-5.
- [3] 于杨.通信信息工程传输与接入网技术研究[J].中国新通信,2021,23(5):1-2.
- [4] 袁晓明.试论通信信息工程的传输技术与接入网技术[J].现代盐化工,2021,48(1):183-184.
- [5] 雷介洪.通信信息工程的传输与接入网技术研究[J].数字通信世界,2020(10):42+27.



# 基于物联感知的智慧城市三维导航系统设计

文 ◆ 深圳市智慧城市通信有限公司

洪伟杰 郑建峰

中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司 黄传伟

## 引言

在当今城市化进程加速发展的背景下，智慧城市作为未来城市发展的高级形态，改变着人们的生活方式。作为智慧城市的重要组成部分，三维导航系统成为提升城市管理与居民生活质量的关键工具。该系统通过集成先进的三维建模等技术，实现了城市空间信息的三维可视化展示，能够在复杂的城市环境中为用户提供实时的导航服务。引入三维导航系统，不仅丰富了传统导航手段，还在路径规划等多个领域展现出巨大潜力。三维导航系统可帮助人们快速找到目的地，有效缓解城市交通拥堵问题，为城市管理者提供空间数据支持。此外，在灾害发生时，它能迅速定位受困人员与关键设施，提升应急响应效率。众多学者对此开展了研究，赖金富等<sup>[1]</sup>通过北斗三号卫星导航系统，实现了车辆的实时监控和调度，提高了交通效率，减少了交通事故。但在某些偏远地区，信号覆盖仍不够稳定。段楚峰等<sup>[2]</sup>根据用户的需求和场景，提供了三维导航定位服务，支持大规模并发访问和数据

处理能力，以满足实时导航的需求。该方法在智慧城市中，涉及大量敏感数据的采集、传输和处理，存在数据泄露和隐私泄露的风险。针对上述方法的不足，以基于物联感知的智慧城市三维导航系统设计为测试对象，结合实际情况进行研究。

## 1 三维导航系统硬件设计

在三维导航系统硬件设计中，选用 FPGA 作为主控芯片，FPGA 拥有超过 30 万片逻辑单元和 I/O 资源，能够确保强大的处理能力与多样的接口支持。系统结合高速双通道模数转换器 ADC 模块，支持 12 位、190MSPS 采样率，电压输入范围为“ $\pm 1V$ ”。FPGA 固件设计如图 1 所示。

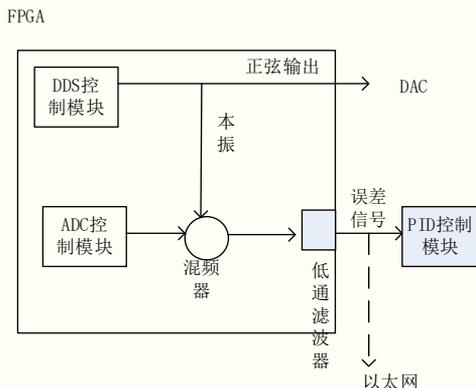


图 1 FPGA 固件设计

固件编程采用 Veog HDL，配置函数发生器与混频器。设计 PID 控制器，支持串口通信，并在千兆以太网模块测试网，而上位机软件灵活配置控制参数。三维导航中，DDS 通过 DAC 输出正弦调制信号作为本振源，含相位累加器、移相器与 ROM 波形库。混频时，调节反馈与本振差频，实现信号同步稳定，相位控制。

## 2 三维导航系统软件设计

### 2.1 物联感知的地下空间管理

智慧城市中，地下空间管理迈向智能化，物联网感知技术打造高效

【作者简介】洪伟杰（1987—），男，广东陆丰人，本科，研究方向：智慧城市、融合通信、物联感知、网络安全等。

【通讯作者】黄传伟（1981—），男，湖北武汉人，硕士研究生，研究方向：物联网、网络通信等。

网络，感知地下环境与设施状态，提效显著。部署温度传感器和智能终端于管廊、停车场、地铁、排水网等关键区，实时监测，汇聚海量数据，洞悉结构、环境、设备等参数，优化管理。地下空间对应的物联感知传感器如表 1 所示。

表 1 地下空间对应的物联感知传感器

监管内容	设备名称	安装位置
火灾隐患	烟雾传感器	主通道、设备机房
	温度传感器	
	CO 浓度传感器	
水灾隐患	水位计	设备机房、集水井，墙装
	温度传感器	
空气环境隐患	湿度仪	吸顶或墙装
	易燃易爆气体监测仪	
	有毒有害气体监测仪	
	氧含量监测仪	
	CO <sub>2</sub> 浓度传感器	
	静力水平仪	
地质灾害隐患	水位计	墙装
	裂缝计	
	位移报警器	
	水压传感器	
设备隐患	电压传感器	消防水泵、设备机房、中央空调各出风口
	空调温度传感器	

通过大数据平台融合多源数据，构建地下空间精准运行画像。通过数据分析模型，系统能够自动标记风险点，预警安全隐患。当物联感知体系即时响应风险时，预警信号快传至安全管理中心。依据预警信息，迅速实施运维保障，确保地下空间安全稳定。

### 2.2 三维语义地图构建

在智慧城市复杂场景下，建立高精度三维语义地图。利用 RGB 相机捕捉环境的彩色信息，根据彩色图像分析相机的运动轨迹，利用深度信息对同一 RGB 图像进行语义分割，提取场景中的语义信息，公式为式 (1)。

$$PA = \frac{TN}{TN + TP + FN} \quad (1)$$

式 (1) 中，TN 为真负例，TP 为假正例，FN 为假负例。系统通过空间点云分割，设定每个点的空间坐标为 (x,y,z)，将其与原始图像相同大小的语义分割，其中像素被分配了类别标签。调整相机的校准姿态将语义分割图的每个像素标签与三维点云的对应点关联，并将图像坐标转换为三维空间中的坐标。将三维点云图与语义信息融合，使语义标签映射到三维空间的对应位置，生成语义信息的三维点云图，公式为式 (2)。

$$F(p, s) = C\sqrt{sx + np} \quad (2)$$

式 (2) 中，C 为融合后的点云，s 为语义标签，p 为点数。系统对语义分割结果进行分析，在三维地图中创建或更新物体表示，不仅提升

了地图的精确度，还增强了地图的实用性。同时，在智慧城市 Net 网络的设计中，采用带有权重的 softmax 损失函数进行训练，以优化不同语义分支的性能，公式为式 (3)。

$$L = -\sum \lambda \frac{1}{x_i y_i} \sum \log \frac{e}{N} \quad (3)$$

式 (3) 中，λ 为分支损失权重，N 为类别数，e 为分支。

### 2.3 导航路径规划

在智慧城市空间规划过程中，根据包含丰富语义信息的三维地图对城市管理进行科学合理规划。运用 GIS 技术对城市道路网络进行分析，利用三维 GIS 平台对采集到的规划现场地理数据信息进行预处理，生成道路网络三维场景。在三维 GIS 平台中对道路网络场景坐标系进行定义。考虑采集的 GIS 数据格式存在差异，因此将原始数据统一为 JPG 格式。将图像坐标转换到事先建立的道路网络场景对应的三维坐标系中，其转换公式为式 (4)。

$$\begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} dB \\ dS \\ dE \end{bmatrix} + r\Delta w \quad (4)$$

式 (4) 中，d 为相距，

为原始图像像素坐标，H 为实际标高，r 为大地坐标，Δw 为图像坐标系对应偏差。通过转换，将原始现场地形图像信息映射到三维坐标系中，根据深度信息建立两个邻接图之间的关系。采用有向图的方式表示道路网络三维场景图的结构，每个场景图的边都从源图像指向目标图像，两个相邻图像的边使用两个节点连接，利用有向图存储道路网络三维场景结构，以此构建一个结构完整

的道路网络三维场景。利用加权矩阵对道路网络三维场景进行栅格化，以支持基于三维 GIS 的道路网络路径全景智能规划。在栅格化过程中，每个栅格具有相同的规格。采用量化评分法对每个栅格的道路网络建设成本进行评估，评估公式为式（5）。

$$Fn = \sum_{k=1} wk \cdot mk \quad (5)$$

式（5）中， $wk$  为每个栅格中不同地域类型对应的架设成本权重。山地对应的权重值为 1.2，丘陵为 1.1，平原为 1，荒漠为 0.9，耕地为 0.8，湖泊为 0.7。 $k$  代表地域类型， $mk$  为栅格中每个元素对应的成本因子。通过上述公式计算每个栅格对应的假设成本评分。

### 3 测试与分析

#### 3.1 测试准备

本次实验中，三维导航模型的遥感底图加载采用 URL 方式，以加载离线地图。在完成卫星影像获取后，将导出为 TMS 格式的瓦片数据。为确保在三维场景中不出现空白影像，在下载时对遥感影像的范围进行扩大，以保证场景的连通性。为了能在本地环境中访问和使用这些数据，配置 Tomcat 服务器，作为 Web 服务来提供这些数据的访问接口。在三维地图引擎中，使用 URL 接口来加载这些 TMS 格式的数据。当三维导航系统根据起终点生成路径后，用户可根据这条路径进行漫游操作。

#### 3.2 Cesium 漫游

根据设定的漫游速度，系统可选择进行飞行漫游或贴地漫游。允许用户以一定的速度和高度在空中沿着路径飞行，或让用户感觉像是沿着地面行驶，更加贴近

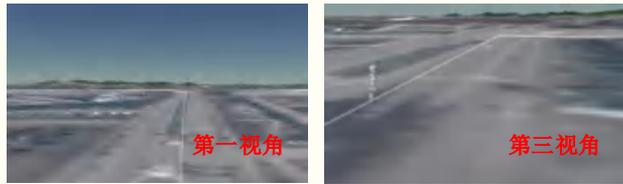


图 2 贴地漫游中视角图

实际路况。为用户提供了不同视角和体验，满足了不同场景下的导航需求。贴地漫游中视角图如图 2 所示。

同时，通过 GIS 数据采集或地图数字化获得研究区域的道路矢量数据，确保道路数据具有连续性，没有断裂或未连接的部分。利用 ArcGIS 中的网络分析工具对网络数据集进行测试。

#### 3.3 结果分析

在 ArcGIS 中加载道路网络数据，以某道路为例，将算法规划的路线在平面图上进行可视化，为进一步展示优化效果，将获得全区域的疏散路径规划后的路线及疏散用时结果，路径规划结果如表 2 所示。

表 2 路径规划结果

起点序号	路线	疏散用时 /s
1	2 → 1 → 74 → 73	72
2	1 → 74 → 73	70
3	8 → 9 → 74 → 73	65
4	7 → 8 → 89 → 74 → 73	62
5	9 → 74 → 73	60
6	10 → 74 → 73	56
7	21 → 15 → 10 → 74 → 73	54
8	23 → 20 → 15 → 12 → 10 → 74 → 73	50
9	25 → 20 → 161 → 9 → 74 → 73	41
10	74 → 73	38

由表 2 结果可知，通过路线规划使不同区域的严重拥挤现象得到缓解，疏散时间均控制在 80s 之内，显著改善了道路分布的合理性，避免关键路线上的人流过度集中，从而消除因拥挤而导致的时间浪费和潜在风险，提高了整体效率，为公共安全提供坚实的保障。

### 结语

本次研究从三维导航系统入手，深入分析物联感知的有关问题，分析基于物联感知的智慧城市三维导航系统设计。基于 GIS 技术构建城市的三维模型，并实现对城市运行状态的直观展示。结合实时交通信息、路况预测等数据，为用户提供最优路径规划和实时导航等服务。

### 引用

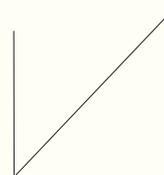
[1] 赖金富,史俊波,胡翮,等.北斗三号卫星导航系统在非洲地区控制测量的应用研究[J].测绘通报,2023(9):25-29+45.  
 [2] 段楚峰,张昊楠,匡翠林,等.海上三维拖缆导航定位数据处理系统设计及实现[J].石油物探,2023,62(1):80-86+129.

# 电力监控系统网络安全加固技术探讨

文◆大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂 贾鹏宇

## 引言

电力事业稳步发展的过程中，我国逐步建立了较为完善的电力监控系统，此类系统不仅能进行电力调度，还能实时监控电力系统、设备设施的运行状态，以实现风险分析和智能预警。现阶段电力监控系统虽广受关注，但系统运行过程中面临的网络安全问题较大。例如，缺乏必要的网络安全加固，系统易出现病毒入侵等事故，造成较大的损失。为了发挥电力监控系统的功能优势，有关人员应采取一系列网络安全加固技术措施。同时，未来的电力监控系统设计与运行中，相关人员应不断创新网络安全加固技术。



## 1 电力监控系统面临的网络安全风险

### 1.1 人员风险

虽然电力监控系统具有自动化功能，但是此系统的很多运营、维护等工作都需要由专业人员负责。因此，岗位人员应具有极强的网络安全意识，在操作等方面遵循网络安全标准。一些电力监控系统的网络风险因人员问题导致，主要表现在运维人员缺乏网络安全意识、缺乏专业的网络安全培训、操作错误、长期不修改密码等<sup>[1]</sup>。

### 1.2 勒索病毒、蠕虫和木马

时代发展的过程中，电力系统集成了多种现代化技术，如移动互联网、云计算、物联网等，大幅增强了系统功能，系统具有更高的自动化水平。虽然电力监控系统的功能优势越发明显，尤其表现在电力调度、风险识别与预警等方面，但是电力监控系统也面临勒索病毒、蠕虫和木马的威胁。相对而言，勒索病毒、蠕虫与木马的隐匿性强，一旦未在早期发现并尽早隔离或者查杀，将无法保障系统数据的安全性，严重时甚至会导致系统瘫痪，造成重大的经济与社会损失。

### 1.3 系统性风险

电力监控系统的构成复杂，电力监控系统内部网络为“两大区”“四小区”<sup>[2]</sup>，这一构成特点决定了在设计、运维过程中应做好网络安全防护，以提高系统的网络安全水平。目前，电力监控系统的系统性风险较为常见，主要表现在以下3个方面。首先，盲目应用各种新型技术，却未进行风险评估、分析与防控。其次，采取的网络安全防护与监测手段

较为单一和落后。最后，未理清已有安全防护技术之间的关系，存在简单叠加现象。

## 2 电力监控系统的网络安全加固措施

### 2.1 注重网络隔离、过滤与认证

为提高电力监控系统的网络安全，在设计系统时可合理利用网络隔离、过滤与认证技术。第一，设置专用网络。通过专用网络，将该网络与其他网络分离开来，为电力监控系统创造安全的网络条件。利用此方式时，应在网络边界布设多重防护装置，以抵御外来攻击。第二，实现交互隔离。电力事业现代化发展的过程中，人们对电力监控系统的

【作者简介】贾鹏宇（1989—），男，甘肃成县人，本科，中级工程师，研究方向：电力系统自动化、网络信息。

功能提出了一系列新要求。在设计电力监控系统时，应利用交互隔离方式来预防网络风险。对于远程管理方面，应及时关闭工程师站远程管理服务。第三，采用防火墙技术。防火墙相当于为电力监控系统设置了一层防护网，可实现内网与外网的隔离，对阻止异常访问等具有重要意义。但在设计防火墙时，应考虑电力监控系统的结构特点和网络流向等，选择高度匹配的防火墙类型。第四，利用安全外壳协议加强认证。在该协议下，系统可自动控制相应的连接参数，启动网络保护机制。同时，通过控制公钥访问，可对主机设置可信验证，增强系统的安全性。第五，关闭非必要的网络服务，清理系统中的各种配置文件，并修改这些文件的属性。

### 2.2 构建权限分级管控体系

电力监控系统在投入使用后，多个主体均可登录系统进行相应的操作。因此，为提高系统的安全性，应做好权限管理，构建完善的权限分级管控体系。第一，利用SELinux防范恶意代码、越权访问。SELinux的安全校验功能强大，可自动识别用户权限，分析用户行为，在有需要的情况下控制用户的访问路径。一旦电力监控系统的主机开启Enforcing运行模式，即使面临异常的网络攻击，系统也能自动识别、预警<sup>[3]</sup>。第二，科学设置文件权限，对于每一类型的文件，都应清晰规定

访问主体和方式。第三，分离权限，在系统中应建立账户体系，设定权限分离账户，权限分离账户如表1所示。第四，清除无关账户。有关人员在日常的工作中应定期清理系统中的无关账户。

### 2.3 SSL技术与IPSec技术

电力监控系统中应用SSL技术可增强系统的安全性。SSL协议利用传输层传输数据，并由应用层实现传输保护。结合此方式的防护原理，通过为系统配备SSL客户端与服务器，能改变系统数据的传输路径。实际上，SSL客户端能在浏览器上认证服务器的相关访问，而SSL服务器可在WEC服务器上认证客户端的身份。一旦认证未通过，系统将自动发送认证结果。通过SSL，可实现数据的加密传输，保障数据的保密性，经MAC提高数据完整性和准确度，最后利用数字证书来验证发送、接收方的身份。

IPSec中应用了AH和ESP协议，在这些协议的支持下，数据和系统的安全性更有保障。结合当前情况，IPSec能提供多样化的安全服务。例如，通过身份认证识别和控制异常访问；在通信前利用IKE协商SA，经公钥签名验证访问者的身份<sup>[4]</sup>。

### 2.4 变电站网络安全监测设备的信息接入

为增强电力监控系统的网络安全识别与防护能力，相关人员应结合既定目标和系统架构，增强安全监测设备的信息接入能力，以保障各种安全监测设备可自动采集、识别异常信息，发挥其检测与防护作用。一般而言，网络安全监测设备主要采集变电站主机设备、网络设备以及安防设备的数据，其在整合数据后还能进行标准化处理，依据处理结果与标准数据的对比情况，分析变电站各种设备是否存在网络安全风险。在收集主机设备信息时，包含变电站的所有主机，如后台监控系统主机、故障录波器主机以及保护信息子站主机等。为顺利开展各项业务，并保持每种设备、系统的稳定运行，相关人员应合理利用设备供应商提供的仿真程序，自动捕获操作系统的安全信息，并通过TCP/IP协议，将这些信息传输至电力监控系统的安全监测模块，由该模块处理这些信息，从中识别安全风险。在收集网络设备信息方面，重点在于获取站控层和间隔层交换机的数据。依据SNMP协议，电力监控系统的网络安全监测设备能够自动收集交换机中的安全信息。一旦交换机检测到潜在的安全威胁，将自动处理并触发警报，随后通过SNMP TRAP协议将警报信息发送给网络安全监测设备，由该设备执行安全防护程序，启动网络保护动作。对于安防设备的信息采集，主要关注变电站内的正反向隔离装置、防火墙、入侵检测系统、防病毒系统以及纵向加密设备等<sup>[5]</sup>。在此过程中，采集的数据会以SYSLOG日志格式被发送至网络安全监测设备，以便进行安全分析、风险评估。一旦识别到其中的异常信息，即可

表1 权限分离账户

账户	ges	sys001	cms007	root
功能	业务操作员	系统管理员	业务管理员	超级管理员
备注	原始账户，更新业务文件	配置、管理操作系统	执行更新，不具备系统管理权限	禁止直接使用

进一步分析所存在的网络安全风险，及时采取解决措施。

### 2.5 系统网络及电力二次安防设备加固

对系统本身和电力二次安防设备进行网络安全加固，对提高电力监控系统安全性的意义重大。具体工作中应改变网络物理和逻辑环境，如专业人员应升级软硬件设备设施，调整网络安全工作策略，评估系统所覆盖区域的网络特征。以电力监控系统的软硬件设施升级为例，技术人员应密切关注计算机领域的发展趋势，了解最新的软硬件设备设施，并考虑电力监控系统中的软件、硬件类型等，增加或更新网络架构、安防设备。同时，应在电力监控系统的网络边界部位采取安全防护措施。例如，设计入侵防御系统，并在系统内的管理信息大区、生产控制区域中安装新型的网络安全态势感知装置，使系统运行过程中，入侵防御系统、网络安全态势感知装置能有效配合，共同识别系统中的网络安全风险，阻止异常访问。通过优化软件设计、调整工作策略，能够增强系统的安全性。但在利用这些方法时，应结合系统中的软件类型和运行特点，分析软件系统运行过程中面临的网络安全威胁，采取源头性防控措施。在调整工作策略方面，应考虑原有策略的有效性，增加新策略，如个别业务通道采取加密传输方法或者置顶黑名单、封堵高危端口等。

### 2.6 数据库及中间件加固

电力监控系统运行过程中将自动产生大量的数据，这些数据被存储于专门的数据库中。按照网络信息系统建设要求，数据库、中间件为不可或缺的部分。中间件在操作系统与应用软件之间，以底层操作系统基础服务为核心，可共享网络信息资源与服务，在有需要的情况下灵活应用。当然，中间件的作用不止如此，还能为上层提供对应的应用、数据等服务。数据库为电力监控系统中的重要部分，在系统运行期间提供安全存储、维护、定义等服务。目前，MySQL、SQLSever、Oracle 等数据库广受关注，应用范围广、效果佳。电力监控系统运行在中间件以上，而中间件与数据库之间存在紧密联系。为保障系统的网络安全性，应进行数据库与中间件的加固处理。为达到预期目标，可从服务、口令、账号与权限等方面进行。例如，应根据电力监控系统中数据库、中间件的构成和运行情况，设置更为复杂的密码、删除无关用户、细化管理权限。

### 2.7 主机操作系统加固

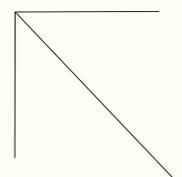
网络系统中主机操作系统作为一大子系统，其一般在软件和硬件之间。若主机操作系统的安全性不足，将增大电力监控系统的网络风险。面对主机操作系统的网络安全威胁，可采取的方法相对较多，如身份识别、安全审计、资源控制、访问控制、入侵检测等。但每种方法都有各自的特点和适用条件，有关人员在具体工作中应科学利用这些方法。例如，在身份识别方面，应严格管理账户与口令，通过禁用默认账号、密码验证等检验用户的身份；在安全审计方面，以主机操作系统的日志审查为依托，可通过审查用户的日志情况来进行安全检查与评估；在访问控制方面，应在用户登录系统并进行操作的一系列过程中，记录、审查用户的访问记录，关注其访问内容、路径等。

## 结语

网络安全关乎电力监控系统的运行效率。为在当前条件下提高电力监控系统的运行水平，应将网络安全加固放在关键位置，结合系统的网络安全威胁，采取源头性、多样性的加固方式，提高系统的网络安全水平。未来的电力监控系统设计、运维中，应继续采取先进的网络安全加固技术。

## 引用

- [1] 郑维佳. 电力监控系统中的网络安全监测优化策略分析[J]. 电子技术, 2023,52(12):316-317.
- [2] 苏生平, 刘禹彤. 电力监控系统网络安全架构技术研究[J]. 信息技术, 2023(11):179-183+190.
- [3] 傅水祥. 华光潭水电厂电力监控系统网络安全防护建设研究[J]. 水电站机电技术, 2023,46(10):42-44.
- [4] 张浩, 温永亮, 孙长春, 等. 电力监控系统网络安全主动防御研究[J]. 电气传动自动化, 2023,45(4):65-68.
- [5] 卢志远. 电力监控系统网络安全态势感知平台的建设研究[J]. 网络安全和信息化, 2023(7):42-44.



# 大数据背景下集团性 能源企业网络安全防护策略研究

文 ◆ 陕西榆林能源集团有限公司

李 涛

究矿能源集团股份有限公司信息化中心 杜月浩

## 引言

随着大数据技术的迅猛发展，集团性能源企业在数字化转型过程中面临着日益复杂的网络安全挑战。大数据作为当今时代的核心驱动力，通过深度分析海量数据，为企业带来了智能化的决策支持。在存储与计算技术的不断发展以及移动终端的日益普及的背景下，大数据技术正逐步渗透到能源产业等多个关键领域。然而，大数据的广泛应用也伴随着数据泄露、隐私侵犯等网络安全风险的增加。因此，本文旨在深入探讨大数据环境下集团性能源企业的网络安全挑战与防护策略，从网络安全防护理论框架、关键技术、数据安全治理、防护体系以及实战演练与应急响应等多个维度出发，为企业提供全面、系统的网络安全解决方案，助力企业在数字化转型的道路上稳健前行。

## 1 大数据背景下集团性能源企业网络安全的挑战

大数据时代对集团性能源企业网络安全产生了深远影响。大

数据技术的广泛应用使得电力企业能够采集、存储与分析前所未有的数据规模，从而提升企业运行效能与管理水平。然而，这也对信息安全提出了新的挑战。首先，随着数据量的急剧增加，传统的安全防护手段难以应对，海量数据不仅增加了数据保护的难度，也使得攻击者可以利用大数据技术进行精准攻击，窃取敏感信息，破坏系统安全。其次，大数据汇集了大量的用户信息，使得用户隐私泄露风险大大增加。如果这些数据未被妥善处理，网络犯罪分子可以通过大数据分析预测用户的行为和状态，从而侵犯公民隐私。此外，内部和外部威胁交织，包括技术漏洞和管理缺陷，使得数据安全防护面临更大的挑战。同时，网络攻击手段不断升级，数据安全运维的难度也越来越大。因此，集团性能源企业需加强顶层设计，完善数据安全保护的规章制度，并建立有效的安全治理体系和防控方案，以应对这些挑战。

## 2 网络安全防护理论框架

### 2.1 网络安全防护的理论基础

网络安全防护以信息安全为核心思想，广泛涵盖密码学、访问控制、入侵检测、风险评估等多个领域。其目标在于通过综合运用多样化的技术手段与管理措施，确保网络与数据免受非法访问、破坏、泄露等潜在威胁。该理论基于三大关键环节，即预防、检测和响应。通过实施预防措施来降低安全风险，利用监控与检测机制及时发现安全隐患，并在安全事件发生时迅速响应，及时调整和优化防护策略。此外，网络安全防护理论还强调动态适应性和可持续性，要求根据科技发展和环境变化，灵活调整和优化防护方法与手段。

### 2.2 网络安全防护策略的构建原则

构建网络安全防护策略时，应遵循以下核心原则，以确保信息系统的安全性、信息的完整性和可用性。这些原则包括采取层次式的防御策略，通过多重防护层实现纵深防御；实施定期的安全性评估与监测机制，及时发现并有效应对潜在的安全威胁；加强员工的安全意识教育

【作者简介】李涛（1984—），男，陕西佳县人，本科，高级工程师，研究方向：集团型企业信息化及网信安全。

与技能培训，从内部提升整体安全水平；严格遵循合规性和行业最佳实践，确保所采取的网络安全措施符合相关法律法规及行业标准要求。这些原则相互支撑、共同作用，形成了一个既全面又动态、适应性强的网络安全防护框架，为集团性能源企业等关键领域提供了坚实可靠的网络安全保障<sup>[1]</sup>。

### 3 大数据环境下的网络安全关键技术

在大数据环境下，网络安全关键技术的发展呈现出多元化和复杂化的特点，为集团性能源企业的安全防护提供了新思路 and 工具。其中，大数据分析技术占据核心地位，涵盖数据采集、预处理、存储管理、分析挖掘、可视化呈现等多个环节。利用这一技术，企业能够结合威胁情报和攻击事件信息，深入挖掘大数据资源，从而更有效地处理大规模危险信息的收集、存储、聚合与集成工作。这一过程不仅有助于企业深入洞察信息安全形势，还能使其灵活应对各种新兴、复杂且不断变化的威胁。在此基础上，区块链技术凭借其去中心化、去信任、共同维护，以及数据库可靠性的特点，为数据安全提供了有力保障。它可以保证数据不受伪造，并为数据流动提供可追溯的途径，极大地增强了数据的真实性和安全性。同时，跨网络跨领域的信息交互技术也发挥着重要作用，其利用信息加密、可信计算、身份认证等先进技术，实现了多源异构海量数据在不同地域、领域和部门间的安全共享与交换。此外，数据使用安全技术也是不可或缺的一环，它通过对数据内容进行监控保护、隐私保护以及用户的身份验证等措施，利用数据隐藏、过滤或屏蔽等手段，确保数据在各个环节中的安全无忧，为集团性能源企业在大数据时代的网络安全防护提供了坚实的技术支撑。

## 4 数据安全治理

### 4.1 数据的分类、分级和安全管理

数据分类、分级和安全管理是保障数据安全与合规的重要手段。它涉及根据数据的敏感性、重要性和商业价值等对数据进行细致分类，并依据分类结果对数据进行分级管理，实现差异化安全管控。这包括实施恰当的存取控制、加密、备份和监控策略，以防止资料被非法存取、泄漏、破坏或损坏。通过这种精细化的管理方法，组织能够更有效识别和降低数据相关的风险，确保关键信息资产的安全，并满足法律法规和行业标准的要求<sup>[2,3]</sup>。

### 4.2 数据全生命周期管理

数据全生命周期管理是一种全面的数据管理策略，涵盖数据从产生到最终销毁的每一个环节。此策略确保数据在整个生命周期中保持完整性、可用性和安全性，涉及数据创建、存储、处理、共享、归档和销毁等各个阶段的监控和控制。其核心目标通常包括提高效率、降低成本、保障安全、实现综合管理及提供便捷访问。通过这一策略的有效实施，企业可以优化数据存储成本和性能，降低存储开支，提高数据可用性，并满足合规性要求。此外，良好的 DLM 流程有助于企业精心组织和整理数据资源，从而助力实现流程中的关键目标，如数据安全性和可用性。

### 4.3 数据共享机制与安全保护措施

数据共享与访问控制策略是确保数据在组织内外安全、高效流通的关键<sup>[4]</sup>。为了实现数据的有效共享，同时防止未经授权的访问和潜在的数据泄露风险，组织需制定明确的共享原则和访问权限管理机制。首先，根据数据的分类和分级结果，确定哪些数据可以共享、与谁共享以及共享的方式和范围。其次，实施严格的访问控制策略，包括基于角色的访问控制（RBAC）、基于属性的访问控制（ABAC）或最小权限原则（PLP），确保只有经过授权的用户或系统能够访问特定数据。此外，利用身份认证、多因素认证以及定期的访问审查和审计机制，进一步增强访问控制的有效性。通过这些策略，组织不仅促进了数据的高效利用，还确保了数据在共享过程中的安全性和合规性，有效平衡了数据开放与保护之间的关系。

## 5 网络安全防护体系

### 5.1 集团性能源企业的网络安全防护体系架构

集团性能源企业的网络安全防护体系架构是一个多层次、全方位的综合防御系统，旨在全面抵御各类网络安全威胁。这一架构严格遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证、综合防护”的原则，将企业内部基于计算机和网络技术的业务系统划分为生产控制大区和管理信息大区。其中，生产控制大区又进一步细分为控制区（即安全区 I）和非控制区（即安全区 II）。各区域都加强了网络、主机、物理环境及数据的安全防护措施，并辅

以完善的管理制度、专业的组织人员、系统的建设规划以及高效的运维管理支撑，共同构建起强大的安全防护屏障<sup>[5]</sup>。

### 5.2 实现网络安全的纵深防御策略

信息安全防护要求建立多层次、全方位的一体化的信息安全防护体系<sup>[6]</sup>。这一体系以“纵深防御”为核心理念，贯穿于人、技术和运营这三大核心要素之中，具体而言，体系聚焦于四大关键领域，即保护信息与基础设施、保护地域边界、保护计算环境、支撑基础设施。通过这些措施，纵深防御体系能够显著增加攻击者攻陷 IT 系统的难度，有效确保应用和数据资产的安全，从而实现高效预防、及时检测和快速处理网络安全事件的目标。

## 6 实战演练与应急响应

### 6.1 网络安全攻防演练方案

网络安全攻防演练方案是一种模拟真实网络攻防环境的实践活动，通过构建贴近实际的网络威胁场景，让参与者在受控环境中进行攻击和防御操作。该方案首先需深入剖析企业网络架构，识别潜在的安全漏洞和脆弱点，并据此设计相应的攻击路径和防

御策略。演习期间，攻击者将试图利用这些弱点进行入侵尝试，而防卫组则需要对此进行监控，确认威胁并做出响应，从而保证系统及数据的安全。攻击与防御演习旨在检查并改进安全团队的实际操作技能，并对其进行优化，增强企业整体应对信息安全事故的反应与复原能力。通过此类模拟演练，企业可以更清晰地认识自身的安全状况，及时找到并修补安全漏洞，全面提升整个信息系统的安全防护水平。

### 6.2 构建网络安全事件应急响应机制

构建网络安全事件应急响应机制是一个系统化的过程，涉及多个层面的协调和准备工作。该机制需要获取系统的进程、账号、服务端口、重要文件特征等关键数据，以便对安全事故进行比较和分析。预备阶段还包括应急响应工具包，并为维修人员提供安装、配置强化和自检的指导程序。

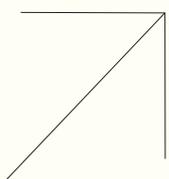
对于突发事件的快速有效处置，关键在于将事故造成的危害降到最低。这要求迅速制定应急计划，对事故进行确认、评估和分类。突发事件的应对过程常遵循 PDCERF 方法，即准备、检测、抑制、根除、恢复和跟踪。

## 结语

大数据环境下集团性能源企业的网络安全防护是一项复杂而艰巨的任务。本文通过对大数据环境下网络安全的挑战进行深入分析，探讨了构建了基于理论基础、关键技术、数据管理、防护体系和应急响应的全方位防护策略。为了确保网络安全，集团性能源企业从技术、管理、法规等多个维度出发，形成综合性的防护体系。未来，随着技术的不断进步和威胁态势的演变，集团性能源企业应持续加强网络安全建设，提升对新兴威胁的识别与防御能力，确保企业信息资产的安全与稳定。同时，积极适应行业变化，遵循最佳实践，为能源行业的可持续发展提供坚实的网络安全保障。■

## 引用

- [1] 董之光,帅训波,冯梅.复杂环境下能源企业内网综合防护体系研究[J].信息安全研究,2023,9(4):390-396.
- [2] 张娜.工业控制网络安全风险及防护策略[J].安全、健康和环境,2020,20(1):39-43.
- [3] 王军兵.新能源化工企业工业控制网络安全防护解决方案设计[J].信息安全研究,2019,5(8):722-727.
- [4] 李伯恺.智慧能源下的电力企业网络安全技术体系建设[J].现代信息科技,2021,5(19):108-110,116.
- [5] 李瑞.制革企业集成自动化系统网络安全防护体系研究[J].中国皮革,2023,52(7):27-30.
- [6] 王拥军,李建清.浅谈企业网络安全防护体系的建设[J].信息安全与通信保密,2021,9(12):86-88,91.



# “双碳”背景下的 BP 神经网络节能降损方法

文◆汕尾市节能中心 林光育

## 引言

双碳目标即碳达峰与碳中和，对全球环境与经济可持续发展具有里程碑式的意义。在此背景下，中国电力行业将迎来绿色、低碳、高质量发展的新形势。随着经济的快速发展和人们生活水平的显著提高，电力作为现代生活与工业的命脉，其需求呈现出爆发式增长。目前，配电网面临着能源结构转型、能源利用效率提升、碳减排目标等新的挑战，高效电力利用与节能降损技术的探索，成为电力行业亟须攻克的核心议题。电力配电线路中的能量损耗不仅与供电企业的经济效益和社会责任息息相关，还反映了电力企业的运营质量和管理水平。因此，深入剖析并创新配电线路的节能降损策略，对于优化电力资源分配、提升系统整体效率，不仅具有深远的学术价值，更在保障电网安全、促进社会经济绿色可持续发展中扮演着不可或缺的角色。

## 1 研究背景

目前，国内外许多学者已经就配电网节能降损展开相应的研究。Seyed-Ehsan Razavi 等人针对近几十年来不同类型的分布式发电技术进行了全面回顾，并研究了电网中 DG 对安全发电和节能降损的贡献及其存在时出现的新挑战<sup>[1]</sup>。温培科等人为提高 10kV 配电变压器运行效能以及节能性，针对电能损耗问题展开分析，提出了加强三相负荷平衡性、合理配置自动调压器、做好变压器负荷分配工作、在变压器安装无功补偿设备以及采用多元化节能降损方法 5 点建议。根据 10kV 配电变压器运行特性与需求，全面实现节能降损，减少运行期间的电能损耗，以期能够为今后配电变压器的长期运行与应用提供参考<sup>[2]</sup>。Papon Ngamprasert 提出了一种基于功率损耗协同潮流算法的解决太阳能发电厂并入配电系统问题的方法，以降低配电系统的功率损耗<sup>[3]</sup>。本文将反向传播神经网络技术和差分进化算法结合并应用于电网的节能降损，该方法为配电网的节能降损提供了智能化、精准化的解决途径，在“双碳”目标的推动下具有广阔的应用前景。

## 2 节能降损研究

### 2.1 节能降损方法研究

电网节能降损是电力系统优化和可持续发展的重要一环。传统的节能降损方法强化电能计量管理，严控窃电与偷电行为，虽然能在短期内以经济高效的方式实现节能减损，提升经济效益，但这种方法面临技术局限、安全性不足、系统不完善和管理体系薄弱等挑战。

从技术方面进行节能降损方法研究，可分为两方面，即硬件技术创新和算法优化。在硬件创新方面，首先，可通过研究超导技术，利用超导材料的零电阻特性，降低输电损耗。其次，使用柔性直流输电技术以提高输电效率，减少电能损耗。最后，开发更低损耗的变压器、导线和智能化程度更高的测量仪器。在算法优化方面，可通过各类优化算法对电力网络进行更好的资源配置优化和维修处理。

从管理方面，节能降损方法可概括为以下 3 点。（1）线损监测、分析与治理。建立完善的线损监测系统，定期对电网线损进行监测和分析，找出损耗较大的环节和区域，采取针对性的措施开展线损专项重点治理。（2）优化电网运行方式。合理配置负荷，避免电网过载或欠载，提高设备

【作者简介】林光育（1973—），男，广东陆丰人，本科，工程师，研究方向：节能低碳、新能源等。

利用率。优化电压调整，提高电压水平，降低线路电流，减少线损。(3) 加强电网维护，推广节能技术。定期巡视检查，及时发现并处理设备故障，减少因设备故障引起的能量损失，推广并鼓励用户采用高效的节能设备。

从政策方面，可通过财政补贴、税收优惠等政策，鼓励企业和居民采用节能技术。此外，还可加强对电网企业的监管，督促其落实节能措施。

### 2.2 线路损耗分析

节能降损的关键策略之一是负荷预测与补偿以优化负荷调整，负荷预测与补偿属于从技术方面进行节能降损。

假设某区域日常运维需要的电流大小为  $I$ ，该区域的线路电阻为  $R$ ，当区域内面临用电高峰，高峰期的时长为  $t$ ，此时的线路损耗计算公式为式 (1)。

$$W_{loss} = 3I^2 R t \quad (1)$$

现需在此区域内运行一台大功率设备，设备正常运行所需要的电流为  $I_e$ 。受区域内用电高峰的干扰，线路电流变为  $I_c$ ，仅考虑该设备在高峰期内运行时的线路损耗，其计算公式为式 (2)。

$$W_{ecloss} = 3I_c^2 R t \quad (2)$$

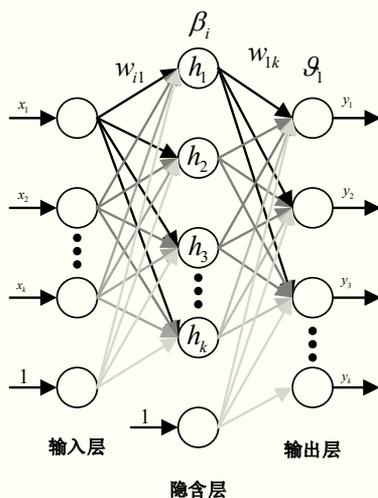


图1 BPNN 模型

若将设备设置于该区域，且需要在用电高峰期运行，此时该区域需要的电流大小将从  $I$  变为  $I_{max}$ ，则该时期线路损耗计算公式为式 (3)。

$$W_{ealoss} = 3I_{max}^2 R t \quad (3)$$

在电路损耗、用电高峰时长不变的情况下，此时线路损耗与原来相比，增加的量的计算公式为式 (4)。

$$\Delta W_{loss} = W_{ealoss} - W_{ecloss} = 3Rt(I_{max}^2 - I^2) \quad (4)$$

由此可见，当用电高峰时运行设备，会增加当前电路的电流大小，而增加的负荷会导致损耗的增加。若设备能够避开用电高峰运行，降低当前区域内电流大小，则会降低线路损耗，实现节能降损。

## 3 基于 Adapt-BPNN 的节能降损方法研究

### 3.1 反向传播神经网络

反向传播神经网络 (Back Propagation Neural Network, BPNN) 是一种多层前馈神经网络，其通过反向传播算法进行训练，广泛应用于机器学习和深度学习领域。BPNN 的训练过程包括前向传播和误差反向传播两个主要阶段。在前向传播中，输入数据通过网络的层进行处理，并产生输出；在误差反向传播中，网络根据输出与实际目标之间的差异调整网络权重，以减少误差。BPNN 能够学习和模拟复杂的非线性关系，适用于函数逼近、模式识别、分类等多种任务。电网负荷数据具有非线性、不确定性和复杂性等特点，常规的预测方法难以准确预测，而 BPNN 能够通过输入的历史数据，发掘其潜在规律，进而实现准确的数据预测。

### 3.2 差分进化算法

差分进化算法 (Differential Evolution Algorithm, DEA) 是一种基于种群的全局优化算法，通过调整变异因子和交叉概率来增强搜索能力和提高收敛速度。

### 3.3 基于 ABPNN 的节能降损方法研究

虽然 BPNN 凭借其强大的性能，能够学习和模拟复杂的非线性关系，受到广泛的关注，但由于算法自身的局限性，很容易陷入局部最优解，引起局部收敛、低收敛或不收敛问题，为了缓解 BPNN 陷入局部最优的问题，本文将 DE 算法与 BPNN 算法进行结合，跳出局部最优的局限，提高找到全局最优解的概率。使用 DE 算法对 BPNN 的全局最优连接权重和阈值进行初步搜索，通过 DE 获得的最终最佳个体作为 BPNN 的初始连接权重和阈值，以避免随机生成的权重与阈值使 BPNN 在开始时便陷入局部最优解。

首先，建立 BPNN 模型 (见图 1)。

隐含层和输出层神经元传递函数分别采用  $\text{tansig}$  和  $\text{logsig}$  函数。隐含层和输出层的输出表达式为式 (5) 和式 (6)。

$$h_k = f\left(\sum_{i=1}^n w_{i1} x_i + \beta_i\right) \quad (5)$$

$$y_k = f\left(\sum_{k=1}^n w_{1k} h_k + \theta_1\right) \quad (6)$$

式 (5) 和式 (6) 中， $\beta_i$  为隐含层神经元的偏置值， $w_{i1}$  输入—隐含层权重， $w_{1k}$  为隐含—输出层权重。

其次，利用结合 DE 算法和 BPNN 的 ABPNN 算法进行预测，ABPNN 算法流程图如图 2 所示。

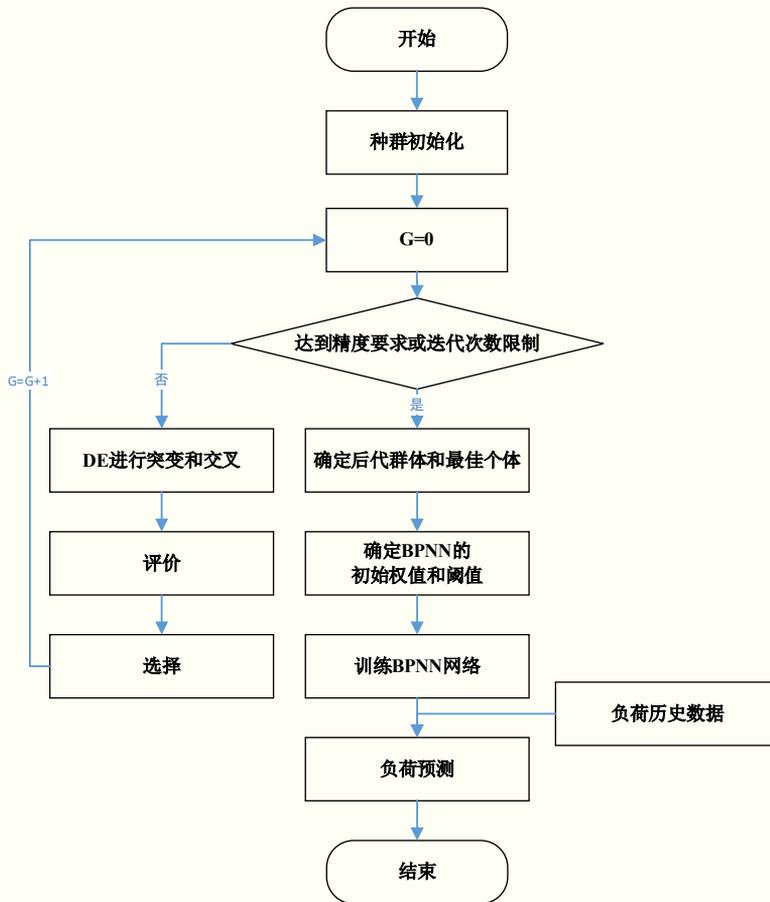


图 2 ABPNN 算法流程图

DE-BPNN 的实现过程如下。

(1) 初始化。将所有的参数进行初始化，包括种群大小  $N$ 、突变因子  $F$ 、交叉因子  $CR$ 、计数器  $G$  等。初始种群的建立可表示为式 (7)。

$$x_{ij} = g_{min} + rand \times (g_{max} - g_{min}) \quad (7)$$

式 (7) 中， $x_{ij}$  为初始种群， $[g_{min}, g_{max}]$  为基因值的范围。

(2) 当满足精度要求或迭代次数上限时，输出种群，否则进行突变和交叉操作以获取更好的种群。交叉和突变计算方法可表示为式 (8) 和式 (9)。

$$v_i^{G+1} = x_{c_1}^G + F(x_{c_2}^G - x_{c_3}^G) \quad (8)$$

$$u_{ij}^{G+1} = \begin{cases} v_{ij}^{G+1}, & r(j) \leq CR \\ x_{ij}^G, & \text{其他} \end{cases} \quad (9)$$

式 (8) 和式 (9) 中， $c_1$ 、 $c_2$  和  $c_3$  是变量编号， $r(x)$  用于生成  $[0,1]$  之间等距离的随机数， $j$  为个体的第  $j$  个基因。 $F$  和  $CR$  的取值范围是  $[0,1]$ 。重复此步骤以获得后代种群。

(3) 评价与选择。下一代的选择方法可表示为式 (10)、(11)。

$$x_i^{G+1} = \begin{cases} u_i^{G+1}, & f(u_i^{G+1}) < f(x_i^G) \\ x_i^G, & \text{其他} \end{cases} \quad (10)$$

$$f(u_i^{G+1}) = f(x_i^G + F \cdot (x_{c_1} - x_{c_2}) + F \cdot (x_{c_3} - x_{c_4})) \quad (11)$$

(4) 计数器  $G$  自增并进行比较。使  $G=G+1$ ，返回步骤 2 进行比较。

(5) 将基于 DE 优化得到的最优个体作为 BPNN 的初始权值和阈值，对网络进行训练，获得最适合的网络。

(6) 使用经过训练的网络，结合历史负荷数据进行负荷预测。

### 结语

本文提出了一种基于 BP 神经网络和差分进化算法的配电网节能降损优化方法，该方法通过差分算法优化 BP 神经网络，跳出局部最优解的陷阱，提高找到全局最优解的概率，有效提高了配电网的运行效率，具有较强的鲁棒性和适应性，为配电网的智能化运维和节约绿色可持续发展提供了新的技术支撑。

### 引用

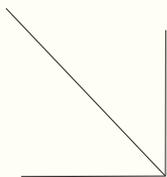
[1] Razavi S E, Rahimi E, Javadi M S, et al. Impact of Distributed Generation on Protection and Voltage Regulation of Distribution Systems: A review[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019, 105(5): 157-167.

[2] 温培科, 王湘涛. 10kV 配电变压器的电能损耗及节能降损措施研究[J]. 电气技术与经济, 2024(3): 245-246+249.

[3] Ngamprasert P, Wannakarn P, Rugthaicharoencheep N. Enhance Power Loss in Distribution System Synergy Photovoltaic Power Plant[C]// International Conference on Power, Energy and Innovations. 2020.

# 电力系统中 WAPI 无线通信技术运用分析

文◆南方电网储能股份有限公司西部检修试验分公司 刘立同 郑海彬 郑方航 邓 豪



## 引言

WAPI 无线通信技术作为一种安全、可靠的无线局域网安全协议，在电力系统发、输、变、配、用环节中得到了合理灵活部署，有效保障了电能生产过程测量、调节、控制、保护、通信和调度等环节的无线通信以及信息安全。本文通过对 WAPI 无线通信技术定义、原理以及鉴别方式的简要分析，设计电力系统 WAPI 无线局域网组网方案和安全网络模型，探究 WAPI 无线通信技术在抵御电力系统网络攻击以及智能电网终端通信等运用场景，为未来 WAPI 无线通信技术在电力系统中的应用提供参考方向。

## 1 WAPI 无线通信技术

### 1.1 定义

WAPI (Wireless LAN Authentication and Privacy Infrastructure) 即无线局域网鉴别和保密基础结构，是一种安全协议，也是强化无线局域网安全性的安全强制标准，相较于 WiFi 的单向加密认证，WAPI 采用双向的数字认证方式，可保障信息传输的安全性。WAPI 与蓝牙、GPRS 等协议类似，是无线传输协议中的一种，是基于中国网络情况的一种传输协议标准，也是我国目前在计算机无线网络领域落实的网络协议标准。目前，WAPI 已经由国际标准化组织正式批准发布，且为其配备了独有的以太网类型字段，是我国互联网领域首个且唯一获得批准的网络协议。

### 1.2 原理

WAPI 无线通信技术是以解决协议安全问题为目标，通过多方论证，比对不同应用模式对网络协议的要求所出台的一种无线网络标准。WAPI 在工作中，借助系统移动终端、AP 和 AS 鉴别服务器完成数字认证发放。系统中，移动端主要负责给接入设备发放公钥证书，用作接入设备的数字身份凭证；AP 上装有 AS 鉴别服务器，当移动终端有设备登录，与无线接入点 AP 连接时，必须通过访问网络身份认证，且根据身份认证结果，判断设备是否有权接入，具体工作流程如下。(1) 认证激活。当移动终端上有设备接入请求时，AP 向移动终端发送认证流程。(2) 接入认证请求。由移动终端将设备接入请求发送至 AP，等待认证请求接入时间。(3) 认证请求到达后，AS 发出认证识别，利用密钥对比接入设备签名构成证书认证报文。(4) 等待认证证书认证响应。AS 接收认证请求后，验证设备接入签名以及数字认证报文的合法性，待至认证验证完毕后，将 AP 证书、认证结果、认证接入时间构成的证书认证响应报文统一返回至 AP。(5) 设备接收认证结果。验证设备私钥是否是报文的合法持有者，如果认证成功，设备成功接入；如认证失败，则解除设备登录<sup>[1]</sup>。

### 1.3 鉴别方式

WAPI 负责对接入用户以及设备进行身份认证识别和数据信息加密处理。在系统中，WAPI 对用户以及设备进行身份鉴别，主要依靠公用密钥技术实现 SAT 和 AP 之间的相互身份认证鉴别。WAPI 鉴别最为基

【作者简介】刘立同 (2000—)，男，贵州兴义人，本科，信息通信工程师，研究方向：通信工程。

本的单元是鉴别服务单元，其是具有可信度以及权威性的第三方，可在身份鉴别过程中分析接入设备或用户数字证书的合法性，且整个鉴别过程主要通过生成、颁发、吊销以及更新数字证书的方式，完成对接入用户以及设备的身份鉴别。在同一服务范围内，STA 和 AP 实现数字证书的双向鉴别。WAPI 鉴别主要提供的是一种服务，是系统与设备双方相互认证的一种服务，身份鉴别是保证接入设备安全性的主要形式，能够实现设备接入期间的身份认证，保证数据信息传输的安全性和机密性，实现数据保护，其将一种简单的形式化的分析方法应用于身份认证和分析中，实现安全接入控制。

## 2 WAPI 无线通信技术在电力系统中的运用场景

### 2.1 建设电力系统无线 WAPI 局域网

电力系统无线 WAPI 局域网由核心层和接入层组成。核心层包括 AC、AS 和网关；接入层包括 AP 和无线终端。WAPI 网络采用“AC+Fit AP”架构组网，无线终端接入采用“数字证书+MAC 地址”的双因子鉴别机制，由 AS 对 AC/AP 和无线终端进行鉴别，各级 AS 开启证书鉴别漫游功能，实现 WAPI 电力无线专网跨域跨区漫游认证。

### 2.2 构建 WAPI 安全网络模型

基于 WAPI 安全网络安全协议，按照数据信息加密要求，构建新型网络安全框架，完成密码设计和解密工作。

(1) 设计安全网络框架，根据数据信息加密要求，以现有局域网和安全网络空间为准则，考虑网络环境数据加密的需要，利用算术编码和密钥设计安全网络。在安全网络协议下，完成密钥映射。在该协议下，用户密钥具有一个阈值，当登录移动终端后，在局域网环境下，以阈值作为接入门槛，当阈值被触发后，启动数据传输保护措施。

(2) 保证数据信息传输安全。以数字签名形式加密数据信息。考虑数据加密要求，在设计 WAPI 安全网络时，改变原始数据编码与带宽空间，利用算术编码和密钥设计安全网络。按照电力系统参数，得到数据信息传输分布联合协议。统计信息传输密钥信息加密序列，得到信息传输抗攻击认证协议阐述以及信息传输加密的时间特征分量。同时，按照信息传输标识位，求解信息加密。在信息认证协议下，为保证数据密钥的安全防御时延，确定信息传输防御强度，进而得到信息加密私钥，以保证信息传输编码加密的完整性。

(3) 解密设计，完成填充操作后，恢复原始明文，去除填充操作，并在加密明文块中确定一个最长的填充长度，根据明文的填充长度，移除填充字节，还原密码数据信息<sup>[2]</sup>。

### 2.3 抵御电力系统网络攻击

防御网络攻击关键在于编码数据信息，按照信息加密要求，以局域网和网络安全协议为架构，生成密钥加密文本，从中选择可抵御其他密文攻击的网络架构，以此获得网络密钥，进而生成为密文文本。

(1) 采用公钥替换方法，将信息传输副本替换为电力通信传输网络抗攻击密钥，按照数据信息加密算法，得到数据的超混沌密钥，进而确定信息传输的防御系数，完成安全密钥设计。在上述网络协议下，利用

AES 对称加密算法设计安全密钥。确定数字认证字节，随机生成 192 位 AES 密钥，对应明文长度为 AWS 密钥的整数倍，经填充操作后，每个数据块记为 I，利用 AES 加密算法，对 I 进行加密操作。

(2) 考虑到信息传输加密密钥字节具有随机性，在系统中输入加密安全参数后，得到对称密钥，重置信息传输加密密钥。并根据电力系统 WAPI 网络提供防御攻击的认证输出协议，解密加密数据。一般情况下，密钥防御加密主要借助混沌同态映射以及椭圆线性加密控制方法，通过对密钥的解密，获得信息认证信息。其间，按照信息传输加密的概率分布特征，在密钥控制协议下，得到密钥分组检测结果，以此对抗电子攻击。

(3) 为保证密钥的加密性，在设计 WAPI 安全网络时，注重动态更新密码。每个密钥更新周期开始后，随机生成更为强壮的密钥，形成伪随机数，根据数据传输需要确定密钥长度。保持信息数据加密的随机模式，对信息传输进行安全防御设计，在信息传输双线性映射后，基于密文的不可区分性，得到无线安全防御信息加密模型，结合信息传输加密字段，得到信息安全认证，以实现信息传输安全防御<sup>[3]</sup>。

### 2.4 形成智能电网终端通信模式

利用 WAPI 认证技术可形成智能电网终端通信模式，增加信息传输节点的安全性和隐私性。

在主干综合数据网中，下设省级综合数据网，AP 对接交换机，完成数据信息安全认证和鉴别，发放安全认证证书。在四面边界

防火墙下,安装交换机,分别接入 AP、AS 和 AC,为信息通信传输奠定基础。

依据 WAPI 认证原理,结合电力系统省级综合数据网,以 AP 交换机作为数据信息传输鉴别的主要渠道,构建智能电网终端通信模式。

(1) 以 AP 对接交换机为主要信息传输节点,完成 AP 对接交换机与 SAT 之间的信息认证。第一,由 AP 向 SAT 发送密钥协商请求,在 SAT 接收到请求后,对 AP 发出请求反应,进行密钥确认,生成单播加密密钥。第二, SAT 接收到密钥请求后,连接信息传输通道,并开始与 AP 进行协商,双方互相传递密钥协商信息以及密钥信息,由 SAT 散播密钥信息,以此生成密钥协商协议。第三,在非安全加密体系下,从数据信息传输终端随机选择一个传输端口,设定密钥加密信息,按照常规密钥长度 128 位,得到密钥加密明文,切断密钥加密节点,为后续信息传输端口加密奠定基础。

(2) 通信双方应持有合法的认证证书,以 AP 交换机为主要端口,分别接入 AP、AS 和 AC,建立智能无线端口,按照 AP、AS 和 AC 接入点,发放对应认证安全证书,进而通过安全信息甄别以及安全认证结果反馈。第一,

AP、AS 和 AC 端口之间对接期间,有四面边界防火墙作为 AP 与 AS、AC 防护层。当 AS、AC 端口与 AP 建立加密协议后,形成安全互连,可保证信息在端口处的安全传输。按照 AP 通信流程,为实现加密信息的快速通信,对信息发出连接申请,将数据信息发送给 AP,AP 反馈给 AS、AC 端口反馈信息,再转发给主系统端。第二,在整个信息传输过程中,如符合通信端口连接条件,则生成加密信息认证数据,并将认证信息发送给 AP,由 SAT 确认,建立互联程序。第三,建立移动端与鉴别服务器连接认证密钥,利用信息与端口连接节点的关联性,保证信息传输的安全性。在 WAPI 安全网络协议下,完成 SAT 与 AP 的双向认证。在 SAT 与 AP 认证过程中,生成双向认证密钥,对数据传输端口进行加密保护。

(3) 在信息连接范围内,以信息传输固定量,在有限的传输时间范围内,指定加密信息传输数据量。按照 WAPI 网络协议,加密在通信通道传输时长不超过 1s,而且为保证加密信息进行稳定传输,在通信通道传输期间形成了公开参数,通过对公密钥即可得到加密信息。在通信通道连接范围内,经测试信息最大传输速度可达到 3000Mbps,而且在两个 AP 中,可实时监控信息传输情况,记录加密信息在通信端口的相关数据,观察信息传输结果。

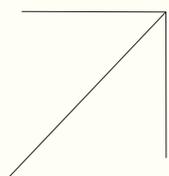
基于安全协议连接智能终端通信,设置信息传输端口认证密钥,以此保证传输端口的加密性。信息在传输端口完成信息映射,待到达终端后,利用对称加密算法对信息进行解密。

## 结语

WAPI 无线通信技术在电力系统中的应用,以其独特的安全性能、灵活的组网方式以及高度的兼容性,为电力系统的无线通信提供了强有力的支持。通过建设电力系统无线 WAPI 局域网,实现了数据传输的安全性和稳定性,满足了电力系统对高可靠性无线通信的需求。同时,WAPI 安全网络模型的构建,有效提升了电力系统的安全防护能力,防止了网络攻击和非法接入的风险。此外,WAPI 无线通信技术还促进了智能电网的发展,支持多种智能终端设备的接入,实现了对电力设备的远程监控和控制,提高了电力系统的运行效率和智能化水平。其高度的可扩展性,使 WAPI 技术能够与现有的电力系统设备无缝对接,降低了系统的升级和维护成本。因此,WAPI 无线通信技术在电力系统中的应用,不仅提升了电力系统的安全性和稳定性,还推动了智能电网的发展,为电力系统的未来发展注入了新的动力。■

## 引用

- [1] 邹钟璐,李一琳.基于WAPI无线认证技术的电力攻击防御方法研究[J].微型电脑应用,2023,39(4):113-115+130.
- [2] 范子涛,祁欣学,李媛,等.基于WAPI协议标准的无线网络在乌鲁木齐供电公司电力系统中的应用[J].中国新通信,2021,23(21):70-71.
- [3] 李俊宇,邱桂尧,朱志俊,等.电力系统信息化中WAPI安全网络设计[J].科技与创新,2024(13):101-103+106.



# 国产远程三维可视化技术 在石油勘探开发研究云中的应用

文◆中海油研究总院有限责任公司 刘锐 王茹 常莉 游涌 杨蕴琦

## 引言

石油工业作为技术密集型产业，整个业务链条需要应用上百款软件协同工作。面对低油价的常态、日益加剧的跨界竞争、复杂新技术不断革新等问题，整个行业开始探索数字化转型以及向智慧化发展，而云平台则是石油行业迈向数字化和智能化的第一步。

云平台整合研究工作所需的各类专业软件、计算资源和数据资源，建立统一资源池，实现资源授权分配和共享使用。云平台的应用模式通常为研究用户应用远程三维可视化工具通过网络访问云端服务器，多个用户可共享计算资源使用专业软件进行工作。

石油勘探开发业务的专业软件大多使用三维可视化技术将油气勘探、开发过程中的复杂数据和信息转化为三维图像，因此远程三维可视化工具要具备三维图形的显示渲染能力以及低带宽网络的应用能力，保障远程科研工作的软件流畅应用。当前国内私有云平台应用的远程三维可视化工具大多为国外商用产品，如亚马逊 NICE DCV、VMWare Horizon、Citrix 等。其中，Citrix 已确定退出中国市场，而随着国际形势的变化，其他远程三维可视化工具在国内市场的前景也有很大的不确定性。

当前，云平台已成为国内各油田单位重要的工作平台，最核心的远程三维可视化技术被国外公司掌控，已成为云平台持续发展乃至存续的最大风险。因此，研发自主可控的远程三维可视化工具，摆脱对国外技术的依赖已迫在眉睫。

## 1 国产远程三维可视化工具的设计和研发

### 1.1 远程三维可视化工具技术指标设计

国产远程三维可视化工具对标国外成熟产品，并且应满足石油勘探开发业务专业软件远程可视化部署和应用的基本需求。勘探开发业务研究的专业软件众多，软件部署和运行环境多样，应充分考虑操作系统、资源类型和 GPU 渲染等方面。

(1) 石油勘探业务的大型软件通常以 Linux 系统为主，而开发、工程等业务的专业软件则以 Windows 系统为主。因此，可视化工具应同时

支持 Linux 和 Windows 等主流操作系统。

(2) 在运行环境方面，Windows 软件大多为单机运算，为实现资源高效共享管理，通常通过虚拟化为 Windows 系统的专业软件提供运行环境。地震资料处理和数值模拟等业务因作业计算量巨大，需要多台 Linux 服务器并行计算，为发挥服务器资源的最大性能，通常在服务器上直接部署操作系统和专业软件。因此，可视化工具应同时支持物理机和虚拟化环境的部署应用。

(3) 当前绝大多数的石油行业专业软件具有三维图像显示功能，所以可视化工具必须支持 Linux 和 Windows 系统的物理 GPU 和 vGPU 的三维图像渲染，实现软件三维图像的正常显示<sup>[1]</sup>。

在软件应用环境方面，应考虑电脑客户端的架构配置和兼容性、软件的显示要求和网络等因素。

(1) 在当前国产化的浪潮下，各油气企业在推进办公和科研环境的国产化替代工作，为适配国产自主架构的客户终端，可视化工具应当同时支持 X86 和 ARM 计算机主流架构。

【作者简介】刘锐（1987—），男，山东寿光人，硕士，工程师，研究方向：油气专业软件运行环境建设应用和资源集约化管理。

(2) 在操作系统兼容性方面, 可视化工具的客户端程序应同时支持 Windows、国产银河麒麟等操作系统。同时, 为保障对更多国产操作系统的兼容应用, 可视化工具应提供浏览器 (H5) 的应用模式, 实现对各种操作系统的无缝兼容。

(3) 勘探开发业务的专业软件应对复杂图像进行显示和分析, 至少需要在 1080P 的分辨率下进行图像显示。随着显示设备的升级, 4K 分辨率的图像显示也将变成主流。因此, 可视化工具必须支持最高 4K 分辨率的图像输出显示, 并能够根据客户端显示设备的配置实现分辨率自适应。

(4) 在云平台的软件远程应用模式下, 研究人员会在办公场所、会议室、机房等不同场景, 以及不同网络环境和带宽条件下使用远程工具, 因此图像编解码协议和交互算法的效率是决定研究人员是否流畅工作的重要因素。远程三维可视化工具应具备低带宽网络环境下的图像高质量显示和流畅交互能力, 实现在 50Mb 带宽下对 1080P 分辨率图像的低延迟操作。

### 1.2 远程三维可视化工具研发实现

根据技术指标, 研发远程三维可视化工具, 应综合考虑建立电脑客户端与软件服务器之间的通信连接以及采用合适的编码协议实现服务端软件图像的高效传输。因此, 应以一个合适的技术框架作为研发基础, 并且该技术框架应满足上述对服务端操作系统兼容、电脑客户端架构兼容以及 GPU 渲染支持等技术要求。

在对多个技术框架进行对比分析后, 选择开源的 WebRTC 技

术作为三维可视化工具的研发基础。

WebRTC 是一种实时通信技术, 应用于软件服务器和电脑客户端之间, 在不借助中间媒介的情况下, 通过浏览器等方式建立点对点的通信连接, 利用 UDP 传输协议实现视频流以及其他数据的低延迟实时传输<sup>[2]</sup>。应用 WebRTC API 接口可灵活定制和扩展实时通信内容, 实现视频实时、键盘和鼠标响应等交互数据实时传输。综上所述, WebRTC 技术符合国产化需求下三维可视化工具的技术特性。

远程三维可视化工具研发主要考虑以下 3 个方面。

(1) 建立软件服务器和电脑客户端之间的连接。

(2) 软件服务器采集图像, 并将图像数据发送至电脑客户端进行图像还原显示。

(3) 电脑客户端采集键盘鼠标的操作事件, 发送至软件服务器实现交互操作。

针对以上 3 个方面, 国产远程三维可视化工具架构图如图 1 所示。

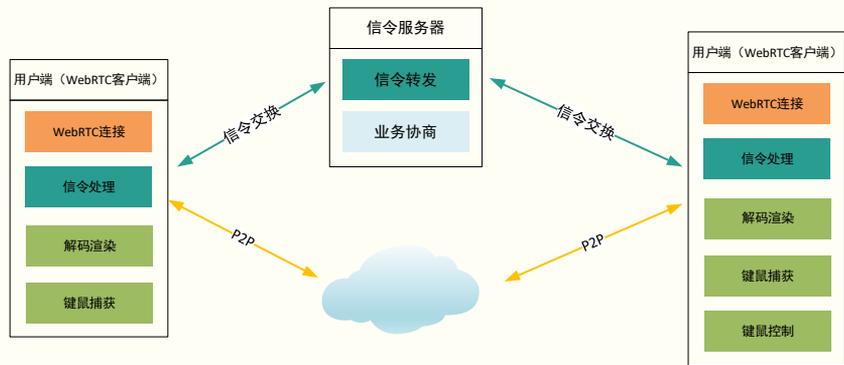


图 1 国产远程三维可视化工具架构图

图 1 中, 可视化工具包含信令服务器、WebRTC 服务端和 WebRTC 客户端 3 个部分。

#### 1.2.1 信令服务器

WebRTC 技术提供了数据传输的功能, 但它并不处理信令, 无法建立起软件服务器和电脑客户端之间的连接, 因此需要搭建信令服务器来建立两端之间的连接<sup>[3]</sup>。

在三维可视化工具中, 信令服务器负责建立软件服务器和电脑客户端之间的连接, 并实现可视化桌面连接的管理。

#### 1.2.2 WebRTC 服务端

WebRTC 服务端部署运行在软件服务器上, 其主要作用是调用软件服务器操作系统的 API 实现对桌面 (含软件) 图像的捕获, 然后对图像进行编码传输。此外, 服务端接收电脑客户端的键鼠操作信息, 并调用软件服务器操作系统 API 来实现键鼠操作的远程响应。

将研究数据转换为图像进行显示分析和操作是勘探开发业务专业软件的核心内容。勘探开发软件的图像显示具有图像内容复杂、色彩丰富、高分辨率显示等特点, 因此服务端采集和处理图像的编码器应能做到图像实时采集和无损还原。

由于 WebRTC 是视频传输技术框架, 因此应选择合适的高性能视频流编码, 以实现软件图像的远程传输。

当前主流的视频流编码主要有 AV1、H.264、H.265 等。其中，H.264 是一种块导向的视频压缩标准，能够实现高效的视频压缩，具有较好的性能，但其编码效率相对较低，因此对网络带宽需求较高，适用于视频会议、流媒体直播等应用场景，应用 H.264 需要向 MPEGLA 专利联盟支付授权费。H.265 是继 H.264 之后新的视频编码标准，具备更高视频流压缩效率，满足 4K 等高分辨率视频传输，在同画质下相比 H.264 可节省 30% 的网络带宽，但使用时同样需要支付授权费。AV1 则是新一代开源视频编码标准，基于 VP10 编码技术，在保持高质量画质的同时比 H.265 提高 20% 以上的视频流压缩效率。

综上所述，AV1 编码为开源模式，且在高质量高分辨的视频传输方面相比其他编码有更高的压缩效率和更低的网络带宽需求，可满足勘探开发专业软件复杂图像的高效传输和高质量还原显示。同时 AV1 编码通过灵活的参数设置，可对码率和图像质量、编码速度和复杂度、帧结构和帧率等多组参数做灵活定制，在不同网络环境下通过配置关键参数，达到平衡网络延迟、带宽和画质的目的，在网络质量较差的环境中也可满足勘探开发业务的研究人员带来较好的远程软件应用的操作体验。

视频流编码器是图像传输的关键，服务端操作系统图像采集则为编码器提供图像数据，WebRTC 在底层会调用操作系统的接口来实现软件服务器桌面图像的捕获。由于勘探开发专业软件众多，应适配 Windows 和 Linux 操作系统，针对两种操作系统，应通过不同的系统接口实现软件图像捕获。

Windows 操作系统采用 DXGI 接口方式来实现桌面图像的捕获，为实现软件的三维图像采集，需要软件服务器配备一块性能较优的物理图形显卡或 vGPU。

Linux 操作系统采用 Xlib 接口方式来实现桌面图像的捕获，需要软件服务器使用 X11 标准的桌面会话系统，配备独立图形显卡支持 3D 渲染图像的采集。

通过图像采集接口和编码器可将软件服务器的桌面（软件）图像发送给电脑客户端，但要实现对专业软件的远程操作，还需要接收来自电脑客户端的键盘和鼠标指令。

软件服务器通过 WebRTC 接收来自电脑客户端的键鼠指令数据后，首先调用数据解析模块进行数据解析，分辨出键盘操作、鼠标像素位置与操作两类指令。其次，将还原出的操作指令分别由服务端的鼠标指令处理模块和键盘指令处理模块进行执行。最后，将软件服务器的执行结果图像再次进行采集和编码，回传至电脑客户进行显示输出。

### 1.2.3 WebRTC 客户端

WebRTC 客户端部署在计算机客户端上，接收服务端采集的桌面图像数据，解码还原远程桌面图像，同时监听用户键鼠操作时间，将键鼠操作信息传输到服务端执行远程控制。

由于计算机客户端国产化适配的要求，满足跨平台应用，客户端须具备客户端程序和浏览器两种应用方式，因此客户端程序的研发采用两套技术方案。

客户端程序模式采用“WebRTC+QT”方案。QT 提供丰富的跨平台

支持，可在 X86 和 ARM 架构的各种操作系统上运行，因此可满足 Windows 和银河麒麟等国产操作系统的兼容要求。

HTML5 浏览器模式采用“WebRTC+HTML5”方案，WebRTC 是由 Web 浏览器原生支持的实时通信技术，因此无需额外的插件或软件，即可通过浏览器在各种架构的客户端和操作系统上远程应用专业软件。

计算机客户端接收软件服务端传输的图像数据，在本机进行图像渲染还原显示。客户端程序采用硬件加速的方式实现高效的图像渲染还原，并且程序会根据电脑客户端的硬件自动配置选择图像还原方式。硬件加速的方式有以下两种。

第一，如果计算机客户端未配备独立显卡，那么采用图像 CPU 渲染直接绘制还原。将捕获到的桌面图像数据直接绘制到屏幕上。但该技术对复杂和高分辨率图像的处理性能较弱，且会消耗大量 CPU 资源，因此更适合地震资料处理和工程设计这类图像颜色单一、内容简单、分辨率要求不高的专业软件。

第二，如果计算机配备独立显卡，那么采用 GPU 硬件加速图像绘制还原，使用 OpenGL 利用显卡硬件加速功能来进行图像渲染。通过将图像数据传输到 GPU 并利用 GPU 的并行计算能力进行渲染，可以获得更高的渲染性能和更流畅的操作体验。GPU 加速可满足勘探构造解释和开发建模数模业务中对图像色彩丰富、内容复杂、分辨率要求高的显示要求。

要实现对远端软件服务器的软件应用操作，就必须实现计算机客户端键鼠操作的采集，并将

数据由客户端程序封装成标准的传输报文，通过 WebRTC 建立的端到端的数据通道发送至软件服务器。

计算机客户端鼠标指令采集包括位置采集、样式采集、动作采集 3 个部分。位置采集指对当前屏幕画面鼠标指针所在像素位置进行采集；样式采集指对当前鼠标的展现样式进行采集，包括基本指针、光标输出、窗口拖移等各种样式；动作采集指对当前鼠标执行的动作进行采集，包括左键单击、左键双击、右键单击、位置移动等各种操作。

计算机客户端键盘事件采集是对当前键盘按键键码和按键动作进行采集和指令传输。

## 2 国产远程三维可视化工具的应用效果分析

基于以上设计，通过对 Web RTC 的集成研发，完成了可适配国产电脑客户端、满足勘探开发各类专业软件远程应用的三维可视化工具。

LandMark 和 Petrel 是石油行业勘探开发业务最有代表性的重要研究软件，其数据加载量大、软件图像色彩显示丰富，具有三维图像显示功能、人机交互操作复杂等特点，以这两款软件验证可视化工具的图像显示质量、操作流畅度、GPU 兼容性等方面的能力，可论证可视化工具的在石油勘探开发业务研究中的实用性。

### 2.1 图像质量测试验证

图像无损还原输出是三维可视化工具的基本要求，勘探开发软件应用时图像复杂、色彩丰富，如果不能保障图像显示质量，那么可视化工具将无法应用于科研工作。

将 1080P 分辨率、24 位色深的软件图像用 DCV 和国产三维可视化工具同时以 30 帧的速率输出进行显示对比分析。经对比，DCV 和国产三维可视化工具在软件服务器端都采用 YUV420P 像素格式进行编码采集，在电脑客户端都采用 RGB 像素格式进行图像渲染还原。两种可视化工具在二、三维图像的动态和静态显示质量处于同一水平，都实现了图像无损还原，达到了基本的软件应用需求，国产远程三维可视化工具

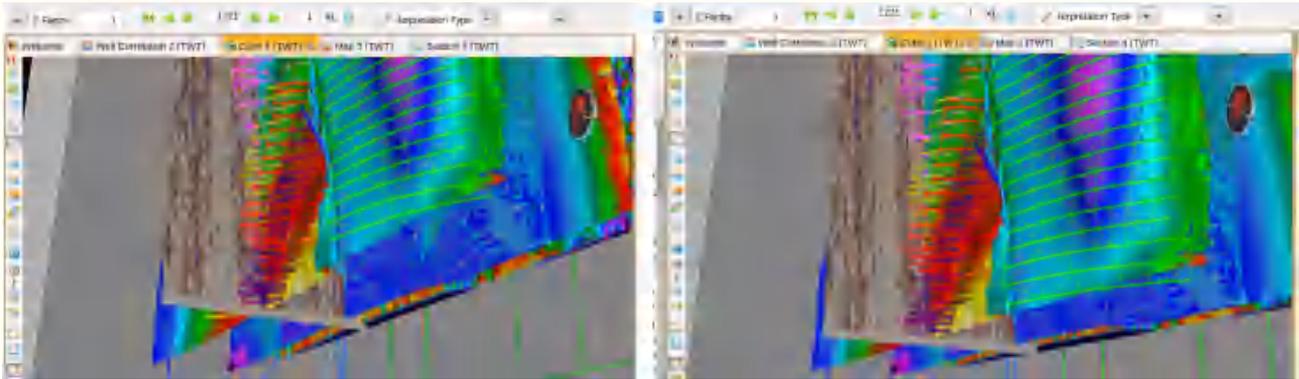


图 2 国产远程三维可视化工具（左）与 DCV（右）三维图像显示对比

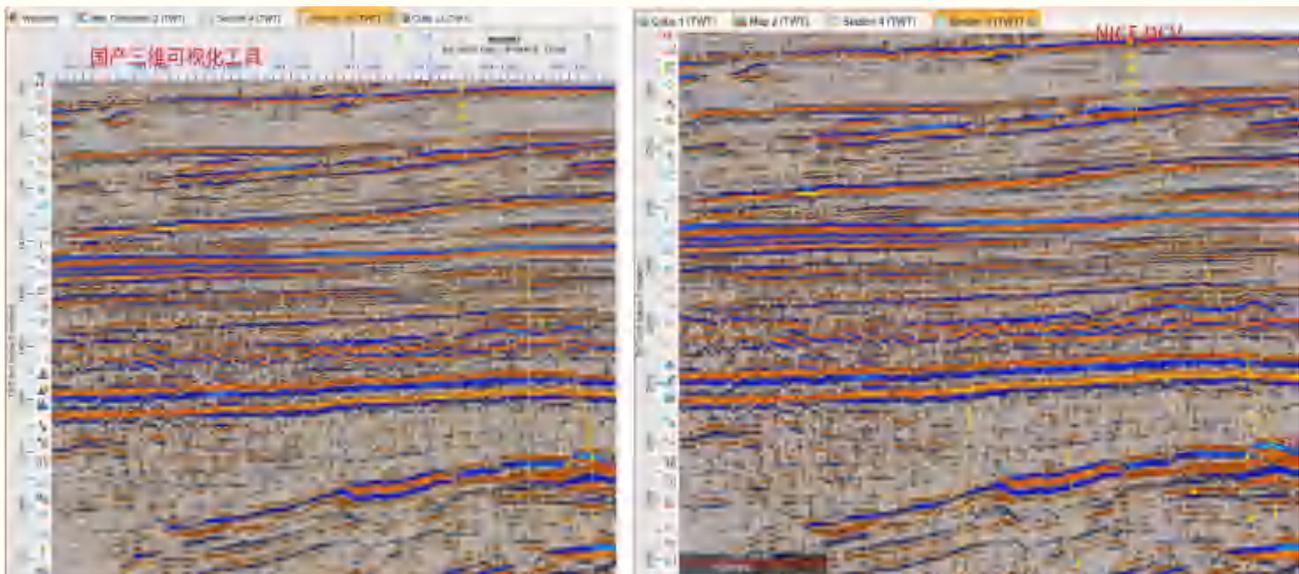


图 3 国产远程三维可视化工具与 DCV 二维图像显示对比

(左)与DCV(右)三维图像显示对比如图2所示,国产远程三维可视化工具与DCV二维图像显示对比如图3所示。

### 2.2 低带宽网络下软件操作流畅度

远程三维可视化工具依靠网络传输压缩图像数据,图像的分辨率和图像复杂程度决定可视化工具应用时对网络带宽的需求。勘探开发业务软件应用时常用分辨率为1080P,应保障在低带宽网络下对高分辨率复杂图像的流畅操作。

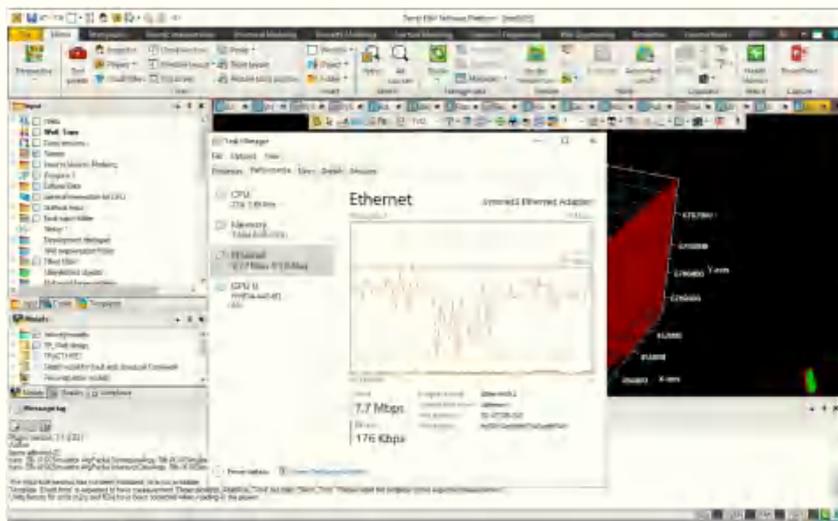


图4 国产远程三维可视化工具三维图像操作时网络带宽占用

应用Petrel软件对Horizon和国产三维可视化工具进行流畅应用测试。Horizon可视化工具,在1080P分辨率的桌面尺寸下,操作三维图像占用带宽约7~30Mb,图像传输帧率达36帧。国产三维可视化工具在1080P分辨率的桌面尺寸下,操作相同的三维图像占用带宽约7~11Mb,图像传输帧率达32帧,国产远程三维可视化工具三维图像操作时网络带宽占用如图4所示。

经对比,DCV和国产三维可视化工具都达到了30帧的流畅应用水平,且国产三维可视化工具所需带宽更低,满足低带宽网络下的专业软件流畅应用的需求。

### 2.3 GPU资源调用

勘探开发业务多数专业软件具有图像三维可视化的功能,需要调用软件服务器的GPU资源对图像进行渲染。如果三维可视化工具不支持软件服务器调用GPU,那么大多软件的重要功能将无法使用。经测试,在LandMark软件加载数据渲染三维图像时,可正常调用GPU资源,三维可视化工具软件应用无兼容性问题,国产远程三维可视化工具三维图像渲染GPU调用如图5所示。

综上所述,国产远程三维可视化工具具有画质无损还原、低带宽网络流畅应用的能力且无软件兼容性问题,满足勘探开发业务专业软件的远程可视化应用,具备推广应用的条件。

## 结语

基于WebRTC开源技术框架研发的国产远程三维可视化工具已具备在石油行业工业化的应用能力,满足在国内油气行业局域网和广域网环境下的专业软件远程可视化应用的要求,实现了油气行业云平台核心技术的自主可控。随着国产化替代的大力推进,国产远程三维可视化工具将在国内各行业得到广泛应用。<sup>[8]</sup>

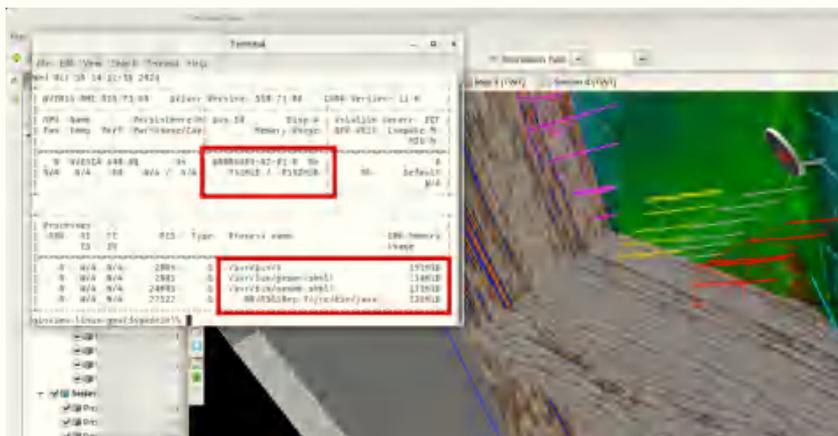


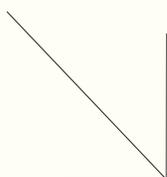
图5 国产远程三维可视化工具三维图像渲染 GPU 调用

## 引用

[1] 李超.webrtc音视频实时互动技术:原理、实战与源码分析[M].北京:机械工业出版社,2021.  
 [2] 李智.基于WebRTC的浏览器实时音视频通信技术研究[J].电脑编程技巧与维护,2024(6):135-138.  
 [3] 万帅,霍俊彦,马彦卓,等.新一代通用视频编码标准H.266/VVC:现状与发展[J].西安交通大学学报,2024,58(4):1-17.

# 计算机应用中网络信息安全问题及解决对策

文 ◆ 中核秦山同位素有限公司 沈裕祥



## 引言

随着信息时代的深入发展，计算机应用极大丰富了人们的工作、学习和生活方式，但其“双刃剑”特性也日益凸显。网络安全问题频发，个人隐私泄露、计算机病毒肆虐等挑战接踵而至，对公众安全构成严重威胁。电信诈骗案件激增，尤其是交友诈骗成为重灾区，面对这一严峻形势，亟须加强对网络信息安全的研究与投入，不断完善保护机制，以有效防范信息泄露，确保网络空间的安全与清朗。

## 1 计算机应用中网络信息安全的价值

在数字化时代，计算机应用

已渗透到社会经济的每一个角落，成为推动社会进步与发展的重要力量。而网络信息安全不仅关乎个人隐私保护、企业商业机密维护，还直接影响国家安全和社会稳定。

首先，网络信息安全构筑了个人隐私的铜墙铁壁，成为不可或缺的坚固防线。在互联网日益普及的今天，个人数据如身份信息、交易明细、通讯记录等在网络空间内频繁穿梭，其安全性直接关系个人隐私的完整与尊严。一旦这些敏感信息被不法分子非法窃取或滥用，个人隐私权将遭受严重践踏，进而诱发财产损失与名誉毁损的连锁反应。因此，强化网络信息安全防护是捍卫个人隐私权益、营造安全网络环境的关键所在。

其次，对于企业而言，网络信息安全是维系业务连续性与强化市场竞争力的核心要素。企业运营深深植根于庞大的数据与信息体系之中，客户资料、商业蓝图、技术专利等核心资产均在其中。一旦这些宝贵的信息遭遇网络攻击或泄露，不仅将直接引发经济损失，还会动摇企业的市场信誉与地位，对其长远发展构成严峻挑战。因此，构建坚实的网络信息安全防线对于保障企业稳健运营与提升综合竞争力具有不可估量的价值<sup>[1]</sup>。

最后，从国家视角审视，网络信息安全已跃升为国家安全体系的关键支柱。随着网络空间演变为国际竞争的新前沿，网络攻击、信息窃取、网络间谍等安全挑战层出不穷，形势愈发严峻。因此，守护网络信息安全是捍卫国家主权独立、确保国家安全稳定、促进国家发展繁荣的必然之举，其战略意义不言而喻。

## 2 计算机应用中网络信息安全存在的问题

### 2.1 程序隐忧，计算机程序自身缺陷

在网络安全的诸多议题中，程序隐忧即计算机程序自身的缺陷，成为不可忽视的重要方面。互联网的普及与开放特性，使计算机应用广泛且深入，但同时也伴随着信息失真的风险，对维护绿色、稳定的网络环境构成了挑战。TCP/IP 协议作为互联网通信的基石，其公开性和共享性在促进信息交流的同时成为黑客攻击的切入点，使整个网络环境面临着前所未有的安全隐患。计算机系统的复杂性更是加剧了这一问题，无论

【作者简介】沈裕祥（1978—），男，浙江兰溪人，本科，高级工程师，研究方向：工业计算机信息安全。

是 CPU、内存还是外部设备的微小故障或是安防系统的漏洞，都会成为黑客入侵的突破口，导致信息泄露或系统崩溃的严重后果。更不容忽视的是，由于程序编写过程中的疏漏或人为失误，即便是在经过严格测试的程序中，也往往隐藏着未知的漏洞，这些漏洞一旦被恶意利用，就会引发网络安全事件<sup>[2]</sup>。

### 2.2 黑客威胁，计算机系统安全防线受袭

黑客威胁作为计算机系统安全领域的一枚定时炸弹，其存在给计算机系统构成重大安全挑战。在科技日新月异的今天，黑客们的攻击手段正以前所未有的速度更新换代，变得愈发复杂且难以预测。黑客凭借深厚的 IT 技术造诣，在网络世界中化身为“隐形的刺客”，悄无声息地穿梭于各个系统之间，精准锁定并利用潜在的薄弱环节攻击网络。黑客威胁不仅限于通过精心设计的恶意程序实施破坏性攻击，从而实现对目标系统的全面掌控，肆意窃取或篡改用户的隐私与敏感数据，还擅长运用非破坏性的手段，如发动服务炸弹攻击，对系统造成干扰，使其无法正常运行，进而在网络空间中掀起一片混乱。这种双重威胁的存在，无疑对计算机系统的安全防线提出了更为严峻的要求。

### 2.3 操作失当，病毒入侵的意外诱因

中国互联网络信息中心最新发布的报告深刻揭示了我国互联网发展的双刃剑效应。一方面，庞大的网民规模作为数字经济的强大驱动力，促进了网络技术的革新与应用。另一方面，庞大的用户基础在无形中放大了网络信息安全所面临的挑战。由于缺乏专业的安全防护知识与意识，广大网民在享受网络便利的同时，也极易成为病毒攻击的目标。这些病毒以高度的隐蔽性，悄无声息地潜入计算机系统，不仅破坏系统稳定性，还肆意窃取用户隐私与敏感数据，给个人和社会带来不可估量的损失。统计数据显示，病毒样本与感染事件的数量正以前所未有的速度增长，木马病毒与蠕虫病毒更是其中的重灾区，而后门、灰色软件、感染型病毒等多种威胁也层出不穷，加之频繁发生的漏洞攻击，共同构成了当前复杂多变的网络安全环境，使网络安全形势愈发严峻。

## 3 计算机应用中网络信息安全问题的解决对策

### 3.1 筑牢防线，积极部署防火墙技术

积极部署并合理配置防火墙技术是维护计算机内部网络与信息安全的必要举措。计算机防火墙作为融合了先进软件与硬件技术的综合系统，犹如一道坚不可摧的屏障，屹立于网络世界的边界，精准划分了内部网络与外部世界的界限。不仅承担着数据流通的守门人角色，还通过集成检测、过滤、代理和地址转换等多种先进技术，构建起一道全方位、多层次的防御体系，有效抵御来自四面八方的恶意入侵与数据窃取行为。随着技术的不断进步，防火墙技术日益成熟，其中过滤型与转换型防火墙因其高效性与实用性而备受青睐。过滤型防火墙以其敏锐的洞察力，能够智能识别并隔离那些潜藏着风险的软件与网站，通过深入分析数据包的内容与属性，精准剔除潜在携带恶意代码的数据，确保只有安全、合规的信息才能进入内部网络。而转换型防火墙则以其独特的地址转换技术，巧妙地将内部网络的真实 IP 地址隐藏起来，使黑客难以

直接定位与攻击，从而大幅降低了被非法入侵的风险。然而，值得注意的是，防火墙的效能并非完全取决于其技术本身的先进性，用户的操作与管理同样至关重要。若用户因疏忽大意或缺乏安全意识而随意更改防火墙设置，如降低防护等级、盲目信任未知来源的信息等，都会为病毒与黑客留下可乘之机，导致整个计算机网络系统面临严重的安全威胁。因此，加强用户的安全教育与培训，引导其正确、合理地使用与管理防火墙，是确保防火墙能够充分发挥其保护作用、维护计算机网络环境安全与稳定的关键所在<sup>[3]</sup>。

### 3.2 强化防护，加强杀毒软件的有效应用

为了有效抵御日益复杂的网络威胁，应强化计算机安全防护，特别是加强杀毒软件的有效应用已成为维护网络信息安全不可或缺的一环。随着技术的飞速发展，用户在使用计算机时，若缺乏足够的防范意识，轻易点击未知链接或下载不明软件，会导致病毒趁虚而入，对系统造成不可逆的损害。因此，为计算机安装并持续维护一款优质的杀毒软件，成为保障信息安全的首要任务。这些专业软件通过实时监测、智能分析、高效拦截等机制，有效抵御病毒、木马、恶意软件的入侵，降低系统感染风险，保护用户数据的安全与隐私。然而，面对病毒技术的不断演进和变种，杀毒软件必须保持同步更新，采用更加先进的检测与拦截策略，确保防护能力的持续有效。在实际应用中，杀毒软件与防火墙的协同工作，更是构建了一个坚不可摧的网络安全防护网。两者相

互配合，形成内外兼修的双重保护，有效阻止外部攻击，并监控内部异常行为，确保计算机系统的稳定运行<sup>[4]</sup>。当面对由未知病毒引发的网络拥堵问题时，企业的IT团队迅速行动，通过防火墙在网关层面阻断病毒下载渠道，有效遏制了病毒的进一步传播。同时，深入排查，清除被感染的主机中的病毒下载器，并全面升级杀毒软件和系统补丁，重启计算机以恢复网络正常运行，不仅保障了企业网络的畅通无阻，还进一步巩固了企业的信息安全防线。在市场上，金山毒霸、360电脑管家、瑞星等知名品牌的杀毒软件，凭借其专业的技术实力、丰富的病毒库资源以及完善的售后服务体系，赢得了广大用户的信赖与好评，不仅提供了高效的病毒查杀功能，还融入了系统优化、隐私保护、网络安全教育等多方面的服务，为用户打造了一个全方位、立体化的安全防护体系。

### 3.3 保障数据安全，重视并应用信息加密技术

保障数据安全是维护个人隐私、企业运营乃至国家安全不可

或缺的一环。信息加密技术作为数据安全防护的基石，其重要性日益凸显。首先，通过先进的加密算法，能够确保数据在传输和存储过程中的机密性、完整性和可用性，有效抵御来自各方的潜在威胁<sup>[5]</sup>。其次，提升公众的信息安全意识同样关键。面对纷繁复杂的网络环境，计算机用户应自觉抵制不明链接和软件的诱惑。再次，安装并定期更新优质杀毒软件成为保护计算机免受恶意软件侵扰的直接手段。通过实时监控、病毒扫描、主动防御等机制，构建起一道坚实的防护网，有效降低系统感染病毒的风险。同时，随着病毒技术的不断演进，杀毒软件厂商应紧跟时代步伐，不断优化算法，提升识别与拦截能力，确保防护体系始终保持高效与前沿。最后，构建多层次的防护体系尤为重要，应将杀毒软件与计算机防火墙深度融合，形成内外兼修的双重防护。防火墙作为网络边界的安全屏障，能够控制进出计算机的数据流，阻止未经授权的访问。而杀毒软件则专注于内部环境的净化，两者相辅相成，共同为计算机网络信息安全保驾护航。

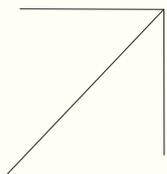
以某企业为例，当员工在日常工作中遭遇网络访问速度骤降甚至瘫痪的问题时，企业迅速响应，通过专业网络管理员的介入，利用综合安全防护体系进行诊断与应对。通过检查防火墙日志、运行杀毒软件深度扫描，成功定位并清除了潜在的病毒威胁，恢复了网络环境的健康与稳定。这一案例充分展示了在信息化时代，构建全面、高效的网络安全防护体系对于企业正常运营的重要性<sup>[6]</sup>。

## 结语

在日新月异的网络信息技术浪潮中，网络信息安全问题日益凸显，其复杂性与多样性对国家安全和社会稳定构成了严峻挑战。为此，相关部门应加大信息安全管理与控制力度，积极采用防火墙技术、强化杀毒软件应用，并高度重视信息加密技术，以构建全方位、高效能的网络信息安全防护网。通过这些举措，显著提升系统抗风险能力，确保数据与隐私的坚不可摧，为公众打造一个绿色、健康、稳定的网络环境，进而为国家、企业和个人信息安全提供坚实保障，携手共促社会和谐与持续繁荣。<sup>[8]</sup>

## 引用

- [1] 鲁华伟.基于计算机网络信息安全中数据加密技术的研究[J].信息系统工程, 2024(8):132-135.
- [2] 陈蕾.大数据时代计算机网络信息安全研究[J].产业创新研究,2024(15):85-87.
- [3] 朱晓文,李凌霄.计算机网络信息安全中虚拟专用网络技术的应用[J].中国多媒体与网络教学学报(下旬刊),2024(7):40-42.
- [4] 陈英.计算机网络中的信息安全问题分析[J].电子技术,2024,53(7):75-77.
- [5] 王莉红.基于网络信息安全技术管理的计算机应用研究[J].电子元器件与信息技术,2022,6(2):243-245.
- [6] 邹佳彬.基于网络信息安全技术管理的计算机应用[J].网络安全技术与应用, 2022(2):175-177.



# 基于用户偏好挖掘的企业电子商务营销决策辅助模型

文◆广东轻工职业技术大学 张丽琼

## 引言

用户偏好作为连接消费者与企业产品的桥梁，其深度挖掘与分析对于制定科学合理的营销策略至关重要<sup>[1]</sup>。因此，构建基于用户偏好挖掘的企业电子商务营销决策辅助模型不仅能够提升企业市场响应速度，优化资源配置，还能增强用户体验，促进用户忠诚度与满意度的双重提升。现有营销手段往往难以精准捕捉个体消费者的细微差异和动态变化，而大数据、人工智能、机器学习等先进技术的应用，使企业能从海量数据中挖掘用户偏好<sup>[2]</sup>。这些技术能够深入分析用户多维度数据，揭示用户的潜在需求和偏好趋势，为精准营销提供强有力的数据支持。

本研究旨在探索并构建基于用户偏好挖掘的电子商务营销决策辅助模型。该模型能够集成多源数据，运用先进的算法对用户偏好进行深度学习与预测，进而为企业营销策略的制定提供科学依据。

## 1 基于用户偏好挖掘的营销数据仓库构建

为实现对企业电子商务营销决策的辅助，需构建一个数据仓库，以支持基于用户偏好的电子商务营销活动。其目标在于提高营销效率、提升用户满意度和增加销售额。数据将广泛来源于电子商务平台、社交媒体等多种渠道。同时，需明确分析的重点内容，如用户行为、购买历史、商品信息等。

在数据存储方面，选择关系型数据库 MySQL 作为技术支撑，以支持复杂查询和事务处理。数据处理则依托 Apache Spark 工具，实现数据的高效运算与处理。此外，将应用数据挖掘算法协同过滤对用户偏好进行深入挖掘和分析。用户偏好可以表示如下公式。

$$S_i = (t_1, w_1), (t_2, w_2), L, (t_n, w_n) \quad (1)$$

式(1)中， $t_j$ 表示用户偏好的某个方面； $w_j$ 表示该方面的权重。针对用户偏好，通过计算相似度实现，采用余弦相似度计算的方法，其公式如式(2)所示。

$$\text{sim}(u_i, u_j) = \frac{\sum_{k=1}^n \omega_{ik} \cdot \omega_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n \omega_{ik}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^n \omega_{jk}^2}} \quad (2)$$

式(2)中， $\text{sim}(u_i, u_j)$ 表示用户  $u_i$  和  $u_j$  的偏好相似度； $\omega_{ik}$  和  $\omega_{jk}$  表示用户  $u_i$  和  $u_j$  在第  $k$  上偏好特征的权重。协同过滤推荐算法基于用户相似度进行推荐。其表达式如下。

$$\text{Rec}(u_i) = \text{Top-}N(\{s_j | \text{sim}(u_i, u_j) > \text{threshold}, j \neq i\}) \quad (3)$$

式(3)中， $\text{Rec}(u_i)$ 表示用户  $u_i$  推荐的商品集合； $\text{Top-}N$ 表示选取相似度最高的前  $N$  个用户喜欢的商品作为推荐结果； $\text{threshold}$ 表示设定的相似度阈值。Apriori 算法通过多次扫描事务数据库，逐步生成频繁项集，并基于频繁项集生成关联规则。具体步骤如下。

生成频繁项集。设定最小支持度阈值，通过扫描事务数据库，找出所有满足支持度阈值的项集作为频繁项集。支持度计算公式如式(4)所示。

$$\text{support}(X) = \frac{\text{count}(X)}{\text{count}(\text{all\_transactions})} \quad (4)$$

式(4)中， $X$ 表示某个项集； $\text{count}(X)$ 表示包含  $X$  的事务数量； $\text{count}(\text{all\_transactions})$ 表示事务数据库中的总事务数量。

生成关联规则。对于每个频繁项集，计算其所有可能的非空真子集作为前项，剩余部分作为

【作者简介】张丽琼(1978—)，女，广东潮州人，本科，电子商务讲师，研究方向：大数据及人工智能。

后项，计算置信度，并筛选出满足最小置信度阈值的关联规则。置信度计算公式如式（5）所示。

$$fidence(X \rightarrow Y) = \frac{\sup port(X \cup Y)}{\sup port(X)} \quad (5)$$

式（5）中， $X \rightarrow Y$ 表示关联规则； $X \cup Y$ 表示前项和后项的并集。通过遵循上述构建步骤并应用相关数学公式，企业可以构建基于用户偏好挖掘的电子商务营销数据仓库，为精准营销提供有力支持。

## 2 营销数据聚类分析与决策辅助

在电子商务营销中，聚类分析可以用于识别用户群体、商品类别等，为精准营销提供有力支持。首先确定营销数据聚类的目标函数，即最小化每个点到其所属聚类中心的距离平方和，表达式如下。

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad (6)$$

式（6）中， $C_i$ 表示第*i*个聚类； $\mu_i$ 表示第*i*个聚类中心； $x$ 表示聚类中的点。每次迭代中，根据当前聚类中的点计算新的聚类中心，表达式如下。

$$\mu_i = \frac{1}{|C_i|} \sum_{x \in C_i} x \quad (7)$$

利用轮廓系数评估聚类效果，其计算公式如下。

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (8)$$

式（8）中， $S(i)$ 表示轮廓系数； $a(i)$ 表示点*i*到其所属聚类内其他点的平均距离； $b(i)$ 表示点*i*到其他聚类中心的平均距离的最小值。

基于聚类分析的结果，可以设计决策辅助运行机制支持电子商务营销决策。通过聚类分析识别出不同的用户群体，根据用户

群体的特征和偏好，设计个性化的推荐算法和营销策略，以提高用户满意度和购买转化率。通过对比不同用户群体在营销活动中的表现，评估营销效果，并调整营销策略以优化营销效果。生成包含用户群体特征、营销效果评估等信息的决策支持报告，为业务人员提供直观的决策依据。

## 3 模型性能测试

### 3.1 性能测试环境

为全面评估基于用户偏好挖掘的企业电子商务营销决策辅助模型在实际应用中的性能表现，需要构建专业的测试环境。以下是根据前文描述设计的性能测试环境配置。

网络环境。采用内部以太网架构，确保数据传输的稳定性和高效性；服务器连接速率为100Mbps，确保服务器能够高速处理数据请求；客户端连接速率为10/100Mbps自适应，灵活适配不同客户端设备的网络条件。测试环境的软硬件配置表如表1所示。

表1 测试环境软硬件配置表

配置项	参数值
硬件配置	应用服务器 CPU: 8核, 内存: 32GB, 硬盘: SSD 1TB
	数据库服务器 CPU: 4核, 内存: 16GB, 硬盘: SAS 2TB, RAID 5
	测试负载机 CPU: 4核, 内存: 8GB, 硬盘: HDD 1TB
软件配置	服务端程序 编程语言: Java, 框架: Spring Boot
	客户端程序 编程语言: JavaScript, 框架: React

以上配置设计旨在提供一个全面、高效的测试环境，以准确评估基于用户偏好挖掘的企业电子商务营销决策辅助模型在实际应用中的性能表现。根据上述配置构建的模型性能测试环境结构图如图1所示。

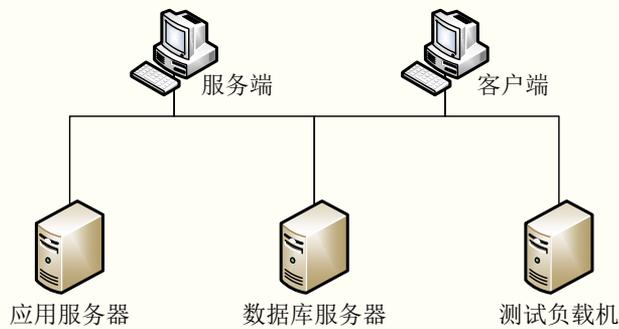


图1 性能测试环境结构图

在图1所示的测试环境中，对上述提出的决策辅助模型应用性能进行严格检验。

### 3.2 测试数据集

在性能测试中，选用的数据集来源于某电力企业营销系统、客户信息以及业扩数据库，这些数据被精心抽取并整合到数据仓库中以供分析使用。数据集主要分为两大类，一是客户固有特征，如个人客户的性别、年龄等，企业客户的类型、规模等；二是电力销售记录，包括用电时段、电量、电价等。客户分析的数据基本信息记录表如表2所示。

表 2 客户分析的数据基本信息记录表

户特征 (字段)	取值范畴	均值
电量消费量	60 ~ 1,530,000 度	7,223.6 度
购电频次	1 ~ 67 次	6.21 次
客户分类	居民用户、商业客户、工业用户、市政单位、其他类别	—
所属行业	农业、小型工业、小型煤矿、建筑业、交通运输、居民服务、教育行业、政府部门、商业领域、其他行业	—
用电性质	居民照明用电、商业用电、农业用电、大型扬水用电、大宗工业用电、非普通工业用电、其他类别	—
电压层级	200V、400V、5KV、10KV、35KV、110KV	—
供电机构	全局范围内 16 个供电服务站点	—

表 3 聚类分析运行结果

客户特征 (字段)	聚类 C1	聚类 C7	聚类 C11
电量消耗区间 (度)	60 ~ 1,496	766 ~ 86,359	4,798 ~ 1,530,000
购电次数范围 (次)	1 ~ 14	1 ~ 35	12 ~ 39
客户类型划分	居民用户	全类别	{工业, 商业, 其他}
所属行业集合	{农业, 居民服务}	{多数行业}	{建筑, 交通, 商业, 其他}
用电类型组合	{多种居民及商业用电}	{广泛用电类型}	{非居民照明, 大宗及非普工业}
电压等级集合	{低电压等级}	{多数电压等级}	{全电压等级覆盖}
供电单位情况	全覆盖	全覆盖	全覆盖

针对上述测试数据,应用本文提出的模型对该企业电子商务营销决策进行辅助。

### 3.3 测试结果

在此基础上,对测试数据集进行聚类分析,并记录运行结果(见表3)。

根据表3的聚类分析结果,可评估用户偏好挖掘的企业电子商务营销决策辅助模型的性能。聚类C1显示低电量消耗,主要为居民用户;C7电量消耗区间适中,涵盖多行业用户,包括中小企业;C11电量消耗区间极大,涵盖几千度至数百万度的用电量,主要为大型工业和商业客户,验证了模型识别高能耗客户的准确性。同时,电压层级聚类结果显示,聚类C1主要集中在低电压等级,C11则覆盖所有电压等级,表明模型能识别不同客户的电压需求差异。这些结果体现了模型在聚类分析方面的有效性和准确性。

综上所述,基于用户偏好挖掘的企业电子商务营销决策辅助模型在聚类分析方面表现出一定的性能,能够根据客户用电量、购电频次、所属行业、用电性质以及电压层级等特征进行有效区分。这些聚类结果为企业制定针对性的营销策略提供了有力支持,有助于提升营销效率和客户满意度。

## 结语

本研究通过挖掘与分析用户行为数据,构建了一个能精准把握市场动态和消费者需求的模型。该模型不仅能辅助企业制定、执行营销策

略,还实现了营销活动的个性化、精准化与高效化。通过理论探讨与实证分析,验证了模型的可行性和有效性,展现其在提升企业竞争力、优化用户体验、促进可持续发展等方面的巨大潜力。然而,鉴于用户偏好复杂多变,未来研究需探索更先进算法与技术,以应对数据隐私保护、算法偏见等挑战,进一步提升模型精准度与泛化能力。<sup>[8]</sup>

## 引用

- [1] 王璟璟.互联网时代下数据驱动市场营销决策研究[J].商场现代化,2024(22):59-61.
- [2] 范若璐,姚宇辰.决策树模型在电信运营商存量用户精准营销中的应用与实践[J].中国电信业,2024(9):36-39.

# 铁路仓储智能管理信息化研究

文◆国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 张 歆

## 引言

中国作为铁路领域的集大成者，据统计，截至2023年，我国高速铁路总里程已经超过16万公里，约为全球高速铁路总里程的65%。铁路覆盖了全国99%的20万人口以上城市，高铁覆盖了全国96%的50万人口以上城市。在当前铁路发展背景下，要想保证铁路配件仓储满足铁路运转需求，应以组织协调管理模式为主，配合智能信息技术升级，以便为仓储管理的高效运作提供技术支撑。

## 1 铁路仓储智能管理信息化阻力

中国铁路的迅速扩张，为铁路配件带来发展机遇的同时，也对铁路配件生产、供应和仓储提出了严格的要求，铁路配件仓储需要适应暴增的工作量，借助信息化手段处理配件仓储量大、仓储需求多、仓储成本高、仓储难度大等问题<sup>[1]</sup>。

### 1.1 仓储量大

铁路配件数量庞大，以复兴号为例，该列车配件多达55万个，随着铁路线路的不断完善，铁路配件数量暴涨，现有配件仓储基本处于满负荷存储状态。据调查显示，普通铁路集团铁路车辆配件品种总量约为4000余种，年消

耗量超过30件的配件品种约为1900余种，约为库存60%左右。铁路配件仓储库存进一步扩大，如果启用数字化仓储管理模式，铁路配件会出现库存周转困难的情况。当前，铁路配件仓储亟须解决配件仓储量大问题，以保证铁路列车运行顺畅，以免无法处理机车汰换配件的问题。

### 1.2 需求多样

铁路机车配件种类多样，对于仓储要求不同，如长期不损耗配件与短期损耗配件对于是否设置仓储库具有不同要求，因此，为应对不同配件的仓储要求，应提供相应的仓储条件。但就当前铁路配件仓储情况来看，配件损耗与库存极为不匹配。以某铁路集团配件仓储管理为例，据统计，机车常用配件损耗品种约1900种，而实际发生损耗配件总数为5100种，这表示至少3500种配件损耗与库存无法匹配，铁路仓储无法进行动态调整<sup>[2]</sup>。随着配件种类进一步增多，时常出现汰换配件的情况，配件库存周转率非常低，部分配件成为滞销品。面对复杂的配件仓储要求，仓储库存无法及时处理，铁路配件仓储信息化建设难度较高。

### 1.3 仓储难度大

铁路机车配件种类不同，更换频次也不同，部分配件一月更换一次，而部分配件则需要几年才更换一次。鉴于部分配件不需要经常更换维修，汰换配件不会储备很多，甚至一些配件没有进行仓储。复杂的铁路配件仓储情况，会导致铁路配件仓储类型多样化。因部分配件储备不足，会出现配件供应不及时的情况。以铁路集团某车列为例，该车列转向架系统中动车轮对配备数量17件/列，年度消耗量2件；托车轮对配备数量17件/列，年度消耗量4件；动车转向架总成配备数量33件/列，年度消耗量52件。根据上述配件更换情况，集团应与生产商进行协调，做好配件更换调配，但因部分配件生产周期达半年以上，极易出现供应不及时问题，整体配件仓储难度较大。

### 1.4 综合成本高

铁路部分配件精细化程度要求高，很多配件需要进口采购，整体维护和维修成本较高。调查显示，现阶段铁路集团机车配件总库存达2亿元，配件仓储每年占用资金约1400亿元，而我国铁路集团目前已上线铁路车辆线路约在90%左右，也就意味着还有10%并未上线，而一辆机车总价约为1.7亿人民币，以当前配件库存来看，完成所有车辆配件

【作者简介】张歆（1989—），男，辽宁沈阳人，本科，工程师，研究方向：铁路生产物资智能仓储。

仓储还需 2200 多万元，整体配件仓储成本较高。再加上配件种类和数量不断增加，一些集成化程度高的配件被抢占仓储空间，一旦发生损坏，维修成本、运输成本等综合成本不断提高。而且机车配件多采取订单式生产模式，不设置常规配件库存，一些配件制作周期长达半年，配件的生产成本也相应提高。

## 2 铁路仓储智能管理信息化要求

铁路仓储智能管理信息化要求以标准化管理为准绳，以信息化建设为手段，实现对配件各个仓储环节的灵活性以及安全性管理，健全仓储智能管理系统信息化建设机制，保证仓储智能管理系统功能齐全，满足配件周转要求。

### 2.1 标准化管理

现代铁路配件仓储管理，不仅是配件库存问题，还在于配合机车运行做好配件周转，尤其是偶发性损耗配件、短期损耗配件，应设置临时性仓储系统，在标准化前提下，保证配件仓储消息的传递，提高配件仓储管理的有效性。仓储系统各个环节的信息互补，保证系统管理更为完善，尤其在配件周转期间，通过对配件生产、运输以及调配等信息的整合与分析，完成配件信息的针对性推送。因此，在铁路配件信息管理期间，在标准化管理要求下，整合各类配件种类和数量，根据机车运行要求，将仓储环节串联在一起，保证配件仓储管理的一体性。在接收配件调度指令后，系统自动接收、查询、保存配件信息，根据机车配件需要，形成标准化的流水线，解决仓储过程中标准不统一问题。

### 2.2 信息化管理

配件库存信息化管理要求，无需特别条件，仅需在配件运输期间，与机车运行相匹配，按照机车更换配件需要，调整配件调度时间和线路<sup>[3]</sup>。在仓储智能管理信息化要求下，铁路仓储系统应根据智慧机务需要，确定机车配件是否准时运送至机车所在位置。根据不同种类配件，如长期损耗配件、短期损耗配件、偶发性损耗配件，应用仓储管理系统，建立多样化的综合性仓储基地，利用周边资源，依托现有配件运输网络，加快配件在仓储环节的流转速度。同时，为保证仓储系统各个环节信息传输的流畅性，为配件生产、运输、调度提供帮助，以现代化标准，完成配件周转和存放，实时掌握货物运输状态。

### 2.3 灵活性管理

仓储灵活性管理要求根据智慧机务需求做出配件运输调整和优化，按照不同类型配件保证仓储管理的灵活性。（1）确定配件运输走向、需求量以及对接机车车号，根据机车运行图需要布局规划仓储管理方案，保证仓储管理与配件运输的适配性。（2）确认配件采购订单、配件验收、登记入库以及分类存放，并进行严格记录，对应配件存放量，规范配件入库程序，同时确保配件出库的数量与入库记录相同。（3）配件入库后定期盘点。不同种类配件更换周期不同，应根据配件仓储计划，制定盘点方案。坚持定期盘点原则，确保配件入库的合理性和灵活性。（4）配件调度计划影响配件在仓储的存放时长，按照配送路线和配送方式，随时配合机车配件更换，做好仓储调整，以降低配件仓储成本。

### 2.4 安全性管理

安全性仓储是铁路仓储最为基本的要求。健全铁路仓储机制，配合配件调配能够保证配件的供应性。基于当前配件库存布局，完善配件安全性管理制度和要求，可预防配件仓储存在问题。铁路仓储期间，按照配件调度需要，建立统一化的物资仓储管理系统，做好入库、出库以及配送计划和时间安排。同时，对配件调度进行数据信息采集，配件调度与智慧机务对应会产生实时数据信息，将其作为铁路仓储依据可为后续仓储决策提供思路。此外，在配件仓储期间，引入自动化设备和技术，减少人工参与，根据系统指示完成生产、运输、库存和调度安排，提高配件运输安全性和效率。

## 3 铁路仓储智能管理信息化路径

铁路仓储智能管理信息化路径，要求在调度配件期间完成配件信息对接，引入一级库和智能仓库，保证整体配件仓储的信息化程度，提高配件仓储的安全性、稳定性和隐私性。

### 3.1 建设一级库

一级库主要处理铁路机车日常配件维修和更换而设，其在系统中是独立的一个模块。在该模块中，记录了日常必换配件和汰换配件。一般而言，配件仓库建立在机务段附近，并单独设立一级仓库模块与系统对接，系统主要对日常机车配件维修和调度信息进行监控和记录（见图 1）。一级库中，系统记录在数据库的常见配件有螺栓螺母、螺纹接头、螺钉等常规配件，阀类、雨刷器、连接器等短期维修更换配件，以及空压机等关键配件。为

保证日常运行机车配件更换的便捷性和及时性，系统前期统计了日常智慧机务频次和配件需求数量，以满足机车配件更换高频率的需要。

### 3.2 软件控制

软件控制用于连接主系统和配件仓储库存信息。首先，软件具备基础功能。自动接收配件调配信息，配合 WMS 系统完成配件周转，在各台系统设备联动运行的条件下，保证配件信息在每台设备中传递，实现配件信息在系统内部联通。其次，形成模组化的信息交互模式。系统根据配件管理需要，在感知配件入仓后，自动设立常温低尘环境和恒温环境以满足不同类型配件的仓储条件。再次，在系统中安装环境可视化、配件运储数字化等模块，用以配合大型配件，如转向架排障器、齿轮箱、车钩总成等配件的调配和仓储。最后，由仓储系统对配件调度库下达指令。根据配件调度任务设置优先级，根据仓储系统指令完成配件调度运输任务，配合配件调度需要完成出入库管理，对配件进行日常监督。

### 3.3 信息对接

信息对接为配件仓储智能管理信息化提供支持。现代铁路仓储智能管理信息化建设与信息在系统中传输的流畅度具有密切联系。因此，在构建信息化仓储管理系统期间，组建配件 ERP 信息化小组。

首先，仓储系统接入各个铁路集团物资仓储信息平台，构建 ERP 信息小组，形成铁路配件供应链，全方位监控配件生产、装

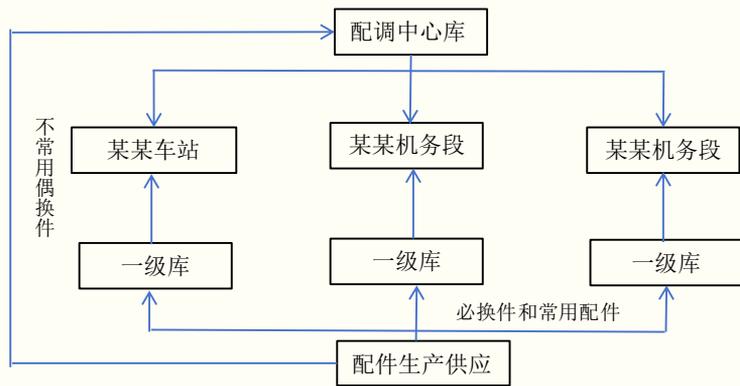


图1 一级库建设

车、交货、库存以及计划等信息情况，各铁路集团共享物资以及配件使用情况。其次，采集、挖掘、整合各供应商生产、在途、交付等信息，保证配件生产商情况与各个铁路集团无缝衔接，做好配件信息共享。按照配件库存总量，实现对所有配件条码进行信息管理。最后，配件调度会产生各类信息，在此过程中仓储系统与配件 ERP 信息化小组完成数据信息对接，将配件总量、出入库记录以及盘点信息上传智慧机务系统，实现对配件仓储数据的信息化管理，为实时追踪配件仓储状态和位置提供信息参考，提高配件仓储管理效率。

### 3.4 智能仓库

智能仓库是铁路仓储的基本要求，在铁路仓储智能管理要求下，为保证配件仓储的空间利用效率，实现信息化管理。建设立体智能仓库，满足不同种类配件的仓储、调度要求。铁路机车数量激增，对配件仓储要求较高，建设立体仓库可实时配合智慧机务检修要求，从就近仓储中调拨配件，提高配件调度运输的效率。

## 结语

铁路仓储是铁路运输系统的关键环节，仓储智能管理信息化建设必须得到落实，引入云计算、人工智能、机器人等新兴技术和新兴设备，完成信息化铁路配件仓储作业，保证实时追踪配件仓储、调度情况。同时，铁路系统加大对仓储智能化和信息化的建设力度，构建一级仓库、智能仓库，完成仓储信息对接，保证铁路配件仓储信息化建设取得良好成果。

## 引用

- [1] 赵海红.关于铁路物资供应管理高质量发展战略的思考[J].铁路采购与物流, 2023,18(4):42-43.
- [2] 李丹丹.长江经济带铁水联运物流经营模式研究[D].北京:中国铁道科学研究院,2022.
- [3] 张立雄.铁路信号产品仓储智能管理信息化建设分析[J].中国高科技,2021(22):150-151.

# 业扩报装流程中 客户需求与电网规划的协调机制探讨

文◆国网淮安供电公司 朱娟 于劲松 王从举

## 引言

作为电力企业运营中的关键环节，业扩报装直接决定了客户用电需求能否被迅速响应。随着电力行业的持续进步，用户对于供电服务质量提出了更高标准。如何在有效满足消费者期望的同时，保证电网布局既科学又经济，已经成为该领域内亟待解决的问题。本文旨在从理论上探索一种机制，即如何在业扩报装过程中更好地协调客户需求与电网规划之间的关系，以期为企业提供有价值的见解。

## 1 业扩报装的主要内容

### 1.1 新装用电与增加用电的定义

新装用电指的是用户初次向电力供应商请求建立长期供电服务的过程。此过程涵盖了客户与电网的初次连接，并依据其实际电力需求来配置相应的供电设施。与此相对的是增容申请，即现有用户基于已经确立的服务关系，因业务增长等原因需要额外增加电力供应量时提出的需求。无论是初次申请还是后续增容，电力公司都应根据当前电网的状态，设计出既能保障安全性和可靠性又能兼顾经济效益的供电方案<sup>[1]</sup>。

### 1.2 申请新装用电和增加用电的程序

在申请新的电力安装或增加用电量时，用户应向电力供应商提供一系列关键信息，以保证供电计划既准确又可行。这些必要的文件通常涵盖用电位置的具体详情、电能使用的详尽说明、用电类型的划分以及所有相关电气设备的完整列表。收到申请后，电力公司应在规定时间内完成初步审查，并基于现有电网状况制定出初步的供电方案。电力供应方需与申请人开展充分交流与协商，以便敲定最终版的供电策略。在此期间，电力公司必须确保其提出的供电建议不仅遵循国家现行的相关法律法规，还能切实满足用户的实际用电需求。通过执行严格而有序的过程，电力服务提供商能够有效促进新装或增容项目的顺利完成，从而为用户提供持续稳定且可靠的能源支持。

## 2 重要用户供受电设施的接入设计

### 2.1 供受电设施接入设计原则

在规划关键用户供电设施接入方案的过程中，必须遵守一系列设计

准则，以保障方案既科学又实际可行。首先，应考量安全性。应确保无论处于何种运行状态，电力供应系统都能稳定且无故障地运作。其次，在保证安全与可靠的基础上，应注重经济效率，力求将建设和运营成本降至最低，从而实现资源的有效利用。再次，为了简化日常管理和维护工作，并有效控制相关开支，设计方案应充分考虑操作便捷性以及快速响应故障的能力。此外，必须充分考虑设施与周围环境之间的和谐共存关系，确保供电和受电基础设施的建设与运营不会对邻近区域产生负面影响。最后，设计方案应保障用户电力供应的稳定性和电压标准符合要求，避免将新的变压器接入已经满载或接近满载状态下的线路中，以防因过载而导致服务中断及设备故障。遵循上述原则进行全面考量后，能够制定出一套既满足安全可靠需求又具备经济效益的供电系统接入策略<sup>[2]</sup>。

### 2.2 重要用户供电电源的确定

为确保供电的可靠性和安全性，重要用户的电源配置应依据其负荷等级进行科学规划。对于特别重要的电力用户而言，建议采用三路独立电源供应方案，其

【作者简介】朱娟（1980—），女，江苏连云港人，本科，高级工程师，研究方向：电网规划设计。

中至少两路应来源于不同的变电站。这样的设计保证了即使在任意两路电源出现故障的情况下，第三路也能独立运作，从而维持电力供应的连续性和稳定性。而对于一级重要的电力客户，则推荐使用双路电源供给策略，这两条线路同样需要从不同变电站引出。一旦某一路电源发生问题，另一路即可立即接管，满足客户的用电需求。

对于次级关键电力用户，推荐采用双回路供电方案，即使这两条线路来源于同一变电站的不同母线段，也能显著增强供电系统的稳定性和适应能力。针对临时性质的重要用电单位，在环境条件许可的前提下，应通过架设临时线路等手段来实现至少两条独立电源路径的供电模式，以此保证供电服务的及时响应和灵活性。此外，关于备用电源切换的时间控制与具体操作方法必须严格遵循客户可接受的最大断电时长标准，确保在转换过程中不会对用户的正常用电造成干扰。通过精心设计并合理配置供电系统，能够大幅度提高关键用户群体享受连续、安全电力供应的概率<sup>[3]</sup>。

### 3 客户需求与电网规划的协调机制

#### 3.1 供电方案的制定

在规划供电策略时，电力供应商必须全面考量多种要素，以保障方案既科学又实用。首先，深入了解客户的具体用电要求，包括用电类型、负荷需求以及相关设备的信息，确保所设计的供电计划能够精准对接用户的实际需要。其次，电网当前的状态是制定合理供电计划不可或缺的一部分，因此对电网的负载分布、

线路传输能力以及变电站布局等因素进行全面评估显得尤为重要，目的是让供电方案与现有电网条件达到最佳契合度。再次，在规划供电方案时，必须充分考虑国家的相关政策与规定。为了确保方案符合法律法规的要求，电力公司应严格遵守国家的电力政策、安全规范以及环境保护标准。供电方案应详细说明电源的确切位置、电压等级的选择依据、供电模式的确立过程以及线路铺设的具体路径等内容，以保障方案的安全可靠、经济高效、合理可行且易于管理。通过全面考量上述因素，电力公司能够制定出既满足用户需求又符合电网实际情况的有效供电策略。

#### 3.2 供电方案的有效期

供电方案的有效期定义为从正式通知客户之日起至其支付相应的供电贴费并启动受电工程项目之间的期限。该期限的设计意图在于保证方案的时效性与实施可能性。对于高压供电计划，有效期一般设定为一年；对于低压供电计划，则通常为三个月。这样的时间安排充分考虑到了电网状况的不断演变以及用户的实际需求，确保了在特定的时间框架内，供电方案依然具备可执行性。

若客户未能在供电方案的有效期限内支付相应的供电贴费并启动受电工程项目，则该供电方案将被自动取消。此规定的核心目的在于避免因供电方案长期处于未激活状态而导致的资源浪费，从而促进电网资源更加合理与高效地分配。通过设定一个明确的时间框架，电力公司能够更有效地监控供电项目的进展状况，保障各项供电工作的有序开展<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 供电方案的审批与调整

供电方案的审核与调整过程对于保证其科学合理及可操作性至关重要。一旦完成初步设计，相关电力公司应将此方案递交给相应的管理部门进行审查。在此阶段，评审部门需综合考量该方案的安全保障水平、经济效益、技术合理性以及是否遵循现行国家政策法规等方面。只有当方案顺利通过了所有必要的检查后，才能被正式批准并进入执行阶段。

在执行供电方案时，若电网状况出现变动或客户的具体需求有所改变，电力供应方应及时调整其供电策略。此过程中，需重新考量电网负荷分布、线路容量及变电站设置等关键因素，以确保修订后的供电计划依旧遵循安全性、经济性、合理性以及易于管理的基本原则。通过适当的审查与调整程序，电力公司能够保障供电方案的科学合理性和实际可操作性，从而更好地服务于客户的现实需要。

#### 3.4 供电方案的实施与监督

供电方案的有效落实及其监管机制是保障该方案成功实施的核心要素。在方案进入实际操作阶段之前，电力供应单位应详细规划执行步骤，清晰界定各阶段的责任分配和时间表，以促进整个供电项目的顺利推进。在执行过程中，相关企业应对工程进度、施工质量以及安全措施等多个方面进行严格监控，确保所有活动均能符合既定方案的要求<sup>[5]</sup>。

此外，电力供应方还应构建一个全面的监管体系，定期审查和评估供电项目，以便迅速识别并处理在执行过程中遇到的各种问题。通过有效实施与监管，保障供电计划得以顺利推进，进而提升供电项目的品质与运作效率，更好地服务于用户的电力需求。

## 4 业扩报装流程的优化

### 4.1 简化报装手续

为了提高业扩报装过程的效率，电力公司应实施一系列措施来简化申请流程并缩短处理时间。首先，通过集中化管理模式，可以将分散的资源和服务整合起来，消除不必要的步骤，从而达到最优资源配置的目的。其次，应进行详尽的分析与改进，以保证每一步都能高效运行，减少无谓的等待和处理时间。最后，科技进步在简化报装过程中起到了关键作用。例如，采用自动化系统和信息平台能够实现客户资料快速录入、自动审批以及即时反馈，显著减少了传统手工操作所需时间和错误率。

在执行过程中，电力公司应建立一套标准化的操作流程，以确保每一环节都能按照统一规范进行。通过这种方式，能够有效减少人为错误的发生，进而提高工作效率与精确度。此外，业务流程的规范化也是简化申请安装手续的关键方法之一。规范化的流程不仅有利于增强内部管理的透明度和可控性，同时还能向用户提供更加稳定可靠的服务体验。借助上述措施，电力公司可以大幅提高新用户接入以及安装服务的整体效能，为顾客带来更为便捷高效的服务体验。

### 4.2 提高服务质量和效率

电力公司在提高服务质量和效率的过程中，应遵循“一口对外、便捷高效、三不指定、办事公开”的指导方针。首先，“一口对外”是指企业应设置一个统一的服务平台，专门负责接收并处理所有客户的业务请求，避免用户因需访问多个不同部门而感到困扰，进而显著提升整体服务效率。其次，“便捷高效”是指提倡通过对现有流程进行简化，去除冗余步骤和等待时间，确保顾客能够以最快的速度获取到所需的支持和服务。再次，“三不指定”指的是电力公司在提供服务过程中，不会为用户指定特定的设计单位、施工团队或设备材料供应商。旨在保障消费者能够自由选择服务商，进而激发市场活力，提升整体服务水平。最后，《办事公开》政策还要求相关企业必须向公众透明地展示其业务处理流程、费用标准以及服务质量承诺等信息，以接受社会各界的监督，从而增强顾客对公司的信任度与满意度。

### 4.3 加强客户沟通与反馈机制

在业扩报装过程中，增强与客户的交流以及反馈机制对于提高服务质量和工作效率至关重要。首先，构建一个多元化的沟通平台，涵盖热线电话、网络客服以及社交平台等途径，以确保客户方便快捷地获得所需信息并提供反馈。借助这些渠道，不仅能让客户及时掌握业务扩展进度，还能让他们就遇到的问题或建议进行咨询。同时，电力供应方也能快速做出回应和处理，有效减少了由于信息传递不畅所引发的误会和不满情绪。

其次，电力公司应定期执行客户满意度调研，以获取用户对于业务扩展和安装服务的看法与提议。借助科学化的调查手段和数据分析技术，全面掌握顾客的具体需求及其期望值，明确服务流程中潜在的缺陷，并据此制定出有效的改进策略。例如，通过对用户反馈信息的深入分析，相关企业可以识别出某一环节存在处理周期过长或手续过于复杂的问题，进而采取针对性措施进行优化与简化。

最后，电力公司应完善一套全面的顾客意见反馈处理体系，以保证所有反馈均能获得迅速、公平且高效的响应。该体系应涵盖清晰的操作流程、职责分配以及时间限制等要素，从而确保每一条反馈都能得到妥善解决。通过这种方式，不仅能够快速识别并修正服务过程中存在的问题，还能够加深用户对于服务质量的信任度与满意度，最终实现服务水平整体提升。

## 结语

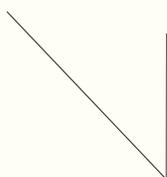
在业扩报装的过程中，客户的具体需求与电网规划之间的有效协调对于提升供电企业的服务质量以及运营效率至关重要。通过设计合理的供电计划并优化申请流程，企业不仅能够更好地响应客户需求，还保证了电网布局的科学性和经济效益。展望未来，随着电力市场的持续演进，相关企业有必要进一步研究和完善这一协调机制，以实现更高效的服务供给。

## 引用

- [1] 霍康健.基于ESIA优化原则的电力营销业扩报装流程的优化管理[J].中国设备工程,2024(16):244-246.
- [2] 吕昌,浅析业扩报装流程规范化管理[J].农村电工,2024,32(8):12.
- [3] 刘宏阳.基于深度学习的电力系统业扩报装全过程监控系统研究[J].电气技术与经济,2024(7):4-6.
- [4] 马润.供电企业高压客户业扩报装流程的优化研究[J].现代企业文化,2024(19):20-22.
- [5] 洪义桓.RPA技术在业扩报装流程管理中的应用分析[J].大众用电,2024,39(6):19-20.

# 智能电网背景下供电服务公司经营策略分析

文 ◆ 昌都市泛在能源科技有限公司 陈建华



## 引言

随着智能电网技术的不断成熟与普及，供电服务行业正经历着深刻变革。智能电网以其高效、灵活、可靠的特点，为供电服务公司带来了前所未有的发展机遇。然而，面对复杂多变的市场环境和日益激烈的竞争态势，供电服务公司必须制定科学合理的经营策略，以适应智能电网背景下的新要求。本文将从多个角度深入分析供电服务公司在智能电网背景下的经营策略，以期为企业提供有益的参考。

## 1 智能电网背景下供电服务公司的市场环境分析

### 1.1 智能电网技术的发展趋势与影响

智能电网技术正呈现出蓬勃

发展之势。从发展趋势来看，首先是电网的高度智能化。通过先进的传感器技术，电网的各个节点能够实现实时数据采集，无论是输电线路的温度、湿度，还是变压器等设备的运行参数，都能精确获取，使电网的运行状态近乎透明，为故障预警和快速修复提供了可能。其次，电力系统的双向互动性增强。在智能电网中，用户不再仅仅是电力的使用者，其安装的智能电表等设备能与电网进行信息交互。用户可以根据实时电价调整用电习惯，而电网也能根据用户侧的反馈优化电力分配，实现削峰填谷。

这种发展趋势对供电服务公司影响深远。一方面，其促使供电服务公司必须提升自身的技术水平，以适应复杂的智能电网运维需求。例如，培养专业的技术人员解读和分析海量的电网数据。另一方面，改变了供电服务模式。传统的单向供电服务已无法满足需求，供电服务公司需要建立起与用户双向沟通的渠道，为用户提供更具针对性的用电建议和服务套餐，提高用户满意度的同时，也能优化电网的整体运行效率。此外，智能电网技术的发展也使供电服务公司在拓展分布式能源接入、智能家居供电服务等新领域有了更多机遇，可实现业务的多元化发展。

### 1.2 供电服务行业的竞争格局与机遇

在智能电网背景下，供电服务行业的竞争格局正经历着深刻变化。传统供电服务公司之间的竞争愈发激烈，不再局限于简单的供电价格和供电可靠性的竞争。随着智能电网技术的普及，服务质量和创新性成为新的竞争焦点。大型供电服务公司凭借雄厚的资金和技术实力，在智能电网建设方面往往更具优势，能够大规模铺设智能电网设备，实现电网的快速升级改造。例如，一些跨国能源集团可以在其覆盖区域内率先实现智能电表的全面普及，为用户提供实时电量查询和在线缴费等便捷服务。而小型供电服务公司则在灵活性上寻求突破，其更注重特定区域或特定用户群体的精细化服务<sup>[1]</sup>。例如，一些地区的小型供电企业针对当地特色产业园区，定制专属的供电服务方案，满足园区内企业对电力稳定性和个性化用电的需求。

此外，新的机遇不断涌现。随着分布式能源的快速发展，如屋顶太阳能、小型风力发电等，供电服务公司可以开展分布式能源接入与管理业务。为这些分布式能源生产者提供并网、电量计量和余电上网等一站式服务，拓展业务边界。同时，智能电网带来的能源管理需求增长，促

【作者简介】陈建华（1990—），男，青海西宁人，本科，工程师，研究方向：智能电网背景下供电服务公司经营策略分析。

使供电服务公司向能源咨询、节能服务等领域进军。通过为用户提供能源效率评估和节能方案设计，实现从单纯供电向综合能源服务提供商的转型，开拓新的盈利增长点。

### 1.3 政策法规对供电服务公司的影响

政策法规在智能电网背景下对供电服务公司有着至关重要的影响。政府对于能源转型和可持续发展的重视，推动了一系列有利于智能电网建设和供电服务优化的政策出台。在环保政策方面，对清洁能源接入和使用的鼓励，促使供电服务公司积极配合智能电网中的分布式能源接入。例如，出台可再生能源配额制度，要求供电服务公司必须从可再生能源中获取一定比例的电量供应。同时，供电服务公司需要调整电网规划和运营策略，加大对分布式能源接入技术的研究和应用。例如，改进电网的控制和保护系统，以适应分布式能源间歇性、波动性的特点，确保电网的安全稳定运行。

此外，能源监管政策日益严格。监管部门对供电质量、电价透明度等方面的要求不断提高。供电服务公司必须加强内部管理，确保供电的稳定性和可靠性。对于供电中断等情况，应建立更完善的应急响应机制和补偿机制<sup>[2]</sup>。同时，在电价制定方面，应依据成本和市场情况，更加科学合理地定价，并接受监管部门的监督，促使供电服务公司优化成本结构，提高运营效率，避免不合理的成本转嫁给用户。

## 2 智能电网技术在供电服务公司中的应用

### 2.1 智能电网提升供电效率与可靠性

智能电网技术为供电服务公司带来了显著的效率与可靠性提升。一方面，通过先进的传感器网络，电网的实时监测得以实现。传感器广泛分布于输电线路、变电站等关键部位，精确捕捉设备的运行参数和潜在故障隐患。一旦发现异常，迅速定位，发出警报，并采取处理措施，减少停电时间，缩小影响范围。另一方面，智能电网的自动化控制功能优化了电力分配。例如，在用电高峰时期，智能系统依据预设算法自动调整电压、调配电力资源，避免过载情况，保障电网稳定运行。分布式能源资源在智能电网的协调下能够更好地融入供电体系，不仅提高了本地能源的利用率，还减轻了主电网的负担，进一步增强了供电的可靠性，确保电力能够持续、稳定地输送至用户端。

### 2.2 智能电网优化客户服务体验

智能电网在优化客户服务体验方面发挥着关键作用。供电服务公司借助智能电表，为用户提供清晰、实时的用电信息，使用户能够便捷地了解用电情况，并根据用电情况合理调整用电习惯，实现节能降耗。

智能电网搭建了供电服务公司与客户之间的互动平台。通过移动应用程序或其他通信渠道<sup>[3]</sup>，客户能够轻松地与供电公司沟通。无论是咨询用电问题、报告故障，还是获取停电通知，都能快速完成。供电服务公司也能根据客户反馈及时响应，使客户感受到贴心、高效的服务，增强客户对供电服务的满意度和忠诚度。

### 2.3 智能电网促进能源互联网建设

智能电网作为能源互联网建设的核心驱动力，为供电服务公司开辟

了广阔的发展前景，实现了电力系统与其他能源系统的深度融合，将电力、热力、燃气等多种能源形式有机连接。在能源互联网中，智能电网通过先进的通信技术和控制系统，以实现能源的双向流动和优化配置。供电服务公司利用这一优势，拓展业务范围，如参与综合能源管理。协调不同能源之间的转换和分配，为用户提供一站式的能源解决方案，满足用户多样化的能源需求。

智能电网支持分布式能源和储能设备的广泛接入，形成了一个复杂而高效的能源网络。供电服务公司在其中扮演着关键角色，负责管理和调度分布式资源，促进能源的就地消纳和余能共享，推动能源互联网朝着更加智能、高效、可持续发展的方向发展，为构建新型能源体系奠定坚实基础。

## 3 供电服务公司在智能电网背景下的经营策略

### 3.1 创新驱动，提升技术实力

在智能电网的大环境下，技术创新是供电服务公司保持竞争力的关键。供电服务公司应积极投入研发资源，聚焦智能电网核心技术的突破。例如，加大对智能传感器技术的研究，研发出更精准、更耐用且成本更低的传感器，以便更全面地收集电网运行数据，为后续的运维和优化提供依据。

供电服务公司应注重电力系统的数字化转型。利用大数据分析 and 人工智能算法，对电网运行数据进行深度挖掘。通过复杂的模型，提前预测电网故障<sup>[4]</sup>，实现从传统的故障后修复向故障前预防的转变。这种预防性维护策略不仅能大幅减少停电次数，还

能降低维修成本。

供电服务公司应积极探索新技术在供电服务中的应用模式。例如，区块链技术可用于电力交易的安全记录和结算，确保分布式能源交易的透明性和公正性。而在电网控制方面，引入先进的自动化控制技术，有利于实现电网的自主调节和优化运行，提高供电效率和质量。

### 3.2 市场导向，优化资源配置

供电服务公司应以市场需求为导向，精准配置资源。在电力市场日益多元化的今天，供电服务公司应深入分析不同用户群体的用电需求特点。对于工业用户，重点保障电力供应的稳定性和高质量。因此，应在用户所在区域加强电网基础设施建设和维护，配备冗余的供电设备和快速的故障恢复机制。对于居民用户和商业用户，应注重用电成本和便捷性。供电服务公司可以推出多样化的电价套餐，如分时电价、阶梯电价等，引导用户合理用电。同时，加大对智能电表和线上服务平台的推广，方便用户查询电费、缴费和获取用电建议。

此外，在分布式能源市场，应优化资源配置以适应新的能源

格局。积极参与分布式能源项目的规划和建设，合理布局分布式能源接入点和储能设施。

### 3.3 合作共赢，构建生态体系

一方面，在智能电网时代应积极构建合作生态体系。首先，加强与设备制造商的合作。与智能电表、传感器、变压器等设备制造商建立长期稳定的伙伴关系，共同研发和改进设备，确保供电服务公司及时获取最新、最优质的设备，同时，设备制造商也能根据供电服务公司的实际需求优化产品设计，提高产品对智能电网环境的适应性。

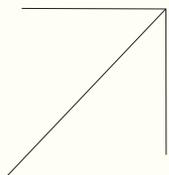
另一方面，与科技企业合作是拓展业务的重要途径。与大数据分析公司、人工智能研发企业合作，借助其先进的技术和算法提升电网数据处理能力和智能化水平。例如，通过与专业的数据分析公司合作，供电服务公司可以更好地分析用户用电行为，为用户提供更精准的个性化服务。与其他能源供应商和能源服务公司开展合作。在能源互联网的发展趋势下，与燃气公司、热力公司等其他能源供应商实现能源互补和协同运营<sup>[5]</sup>。例如，在综合能源服务项目中，与其他能源供应商共同为用户提供一站式的能源解决方案，提高能源利用效率和用户满意度。同时，与能源服务公司合作开展节能改造、能源托管等业务，拓展业务领域，实现合作共赢，共同推动智能电网背景下能源行业的发展<sup>[6]</sup>。

## 结语

智能电网背景下，供电服务公司面临着前所未有的机遇与挑战。通过深入分析市场环境、应用智能电网技术并制定相应的经营策略，供电服务公司可以有效提升自身的竞争力和可持续发展能力。未来，随着智能电网技术的不断进步和应用深化，供电服务公司将继续在能源转型和市场竞争中发挥重要作用。本文的研究为供电服务公司在智能电网背景下的发展提供了有益的启示和参考。<sup>[5]</sup>

## 引用

- [1] 段佳明.智能电网环境下电力优质服务效能研究[J].电气技术与经济,2024(5):237-239.
- [2] 王琼梅,曹春霞,叶帅.当好高质量发展排头兵 打造智能电网新高地[N].云南日报,2022-11-10(007).
- [3] 周迎.智能电网环境下青山湖供电公司营销服务策略研究[D].南昌:南昌大学,2022.
- [4] 顾志伟,杨威.泛在电力物联网在地级供电企业的建设思考[J].中国电力企业管理,2019(10):70-71.
- [5] 王大鹏,王颂,李硕.在高质量发展中实现稳中求进[N].国家电网报,2018-07-23(001).
- [6] 佚名.国家电网动真格:成立供电公司,打造国际一流绿色智能电网[J].新能源经贸观察,2017(5):59-60.



# 数字政府

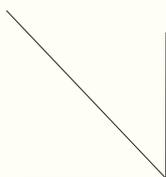
Digital Government

加强数字政府建设是建设网络强国、数字中国的基础性和先导性工程，是推进国家治理体系和治理能力现代化的重要举措。改革开放以来，我国政府信息化建设实现了从起步阶段到快速发展的跨越，数字政府建设的技术基础日益雄厚。进入 21 世纪以来，党和国家高度重视数字政府建设，先后出台了一系列相关政策文件，包括《国家信息化领导小组关于我国电子政务建设指导意见》《国家电子政务总体框架》《关于加快推进全国一体化在线政务服务平台建设的指导意见》《关于加强数字政府建设的指导意见》《数字中国建设整体布局规划》等。这些政策文件为全方位推进我国数字政府高质量建设提供了政策保障和实践指引。

数字政府高质量建设协同推进了数字经济、数字社会、数字生态以及数字公民的体系化发展，有效引导了地方政务服务改革。实践表明，全方位推进数字政府建设，有利于促进经济社会的可持续发展和转型升级。一方面，数字技术可以显著提升政府服务经济社会的能力，为企业创新发展、社会文明进步以及全民安全有序等方面提供智慧化支持；另一方面，数字技术高效应用的价值将在未来产业发展、人才培养、乡村振兴以及智慧城市建设中全面显现。

# 厦门数字口岸建设研究

文◆中国（福建）自由贸易试验区厦门片区管理委员会信息化服务中心 王李强



## 引言

厦门以港立市、因港而兴，港口是厦门市经济社会发展的战略资源和重要支撑。厦门港是国家综合运输体系的重要枢纽、集装箱干线港、邮轮始发港，是厦门东南国际航运中心的主要载体和海峡两岸交流的重要口岸，是厦门市、漳州市产业布局和经济发展的主要依托，是试点示范港和 8 个国际船舶登记船籍港之一。厦门港连续五年集装箱吞吐量超过 1000 万标箱，2021 年超越比利时安特卫普港，排名位居世界第十三。当前，厦门港发展正由规模扩张向功能提升、创新

驱动的高质量发展转变。厦门自贸片区管委会协同厦门海关，坚持问题导向、需求导向，加强跨部门协作，强化集成创新，以对外服务和海关监管智慧化水平全面提升，服务厦门港口高质量发展为目标，建设集大数据、人工智能等新技术融合赋能为基础的数字口岸。

## 1 厦门数字口岸建设背景

中国（厦门）国际贸易“单一窗口”平台于 2015 年 4 月 21 日厦门自贸片区成立之际同步上线，是厦门自贸片区首批创新试验项目和国内首批上线的地方“单一窗口”之一。平台由厦门市政府主导建立，厦门自贸片区管委会组织实施，厦门市口岸办、海关、边检、海事、发改、商务、工信、财政、交通、港口、税务、外管、金融等 15 个单位共建，为企业提供通关“一站式”服务。历经 9 年建设，已成为厦门口岸不可或缺的公共服务平台，数字自贸区建设的主要载体和技术支撑，打造厦门口岸优质营商环境的重要抓手。本次数字口岸建设，是依托中国（厦门）国际贸易“单一窗口”平台进行建设。具体的建设背景包含以下 3 个方面。

一是原有的以支持外贸经济发展为主的信息化建设，需尽快全面提升，以适应“以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”的要求。

二是厦门经济总量偏小、规模能级不高、产业结构不优，为促进厦门自由港特征经济特区建设，应打造配套的监管平台，以增强口岸辐射能力，扩大商贸辐射区域，促进总部经济体系形成，优化厦门经济结构。

三是厦门口岸资源空间紧张，已然成为制约发展的突出短板。可依托现代信息技术，调整监管设施布局，推进内外贸一体化，构建国内国际双循环重要枢纽，实现土地资源的集约化利用。搭建一个融合各方信息资源、智能高效运作的数字化管理平台，有利于完善海港、空港集疏运体系，促进流通和生产对接融合、商品和服务互动融合，实现港口物流现代化。

【作者简介】王李强（1984—），男，福建厦门人，硕士学位，高级工程师，研究方向：口岸信息化建设和管理。

## 2 厦门数字口岸建设原则

一是精准对接业务改革发展。综合运用智能化装备和新兴技术，将海关监管要求无缝融入物流、信息流运行，通过大数据分析，自动分类分流，低风险快速通关，高风险精准监管，去繁就简，压缩作业环节，减少对贸易的影响。

二是坚持体系架构安全标准。遵循海关科技发展规划，基于现行业务系统架构，按照总署标准规范和信息系统整合要求，采用安全稳定的技术架构产品，涉及海关内网部分的软件应支持与信创终端兼容，建设与在用署级项目充分兼容的平台。

三是坚持统筹海关、地方优势资源。集约调配海关、地方优势资源，整合口岸部门、码头、邮局、机场货站、航司等节点数据，建设海关监管大数据资源池，构建运作高效、反应灵敏、处置精准、多方协同的监管体系。

四是坚持整体规划稳步实施。打造与现代物流相适应，具有良好扩展性的数字化平台，为改革提供多样化、快速化响应，支持新业务开展、新技术应用。平台根据改革进程，分步骤、分阶段实施。

## 3 厦门数字口岸建设目标

以打造“数字口岸”“数字自贸”“更有效率海关”为出发点，全面整合厦门口岸信息化项目和数据资源，构建统一、智能、高效的“数字口岸、数字监管”平台。以数字治理监管推动厦门口岸数字化建设；以数字监管推动主动监管、顺势监管、开放监管，探索分级分类管理，有效管控风险；加强口岸单位合作，建立与现代贸易相适应，反应灵敏、处置精准、服务优质、多方协同的口岸治理新机制；驱动工作规则标准化，推动管理智慧化、响应企业需求多样化，提升服务效率，优化我市口岸营商环境，提升贸易便利化水平。

### (1) 多维采集，精准分析，提供决策支持

综合运用口岸物流数据、海关内外部数据，从地方、海关两个视角构建多维度的数字驾驶舱，全面反映外贸走势、区域通关时效和业务态势，为外贸形势研判提供支持。

### (2) 创新手段、顺势智能，提升港区作业效能

加强与港区码头数据共享，实现海关监管、企业预约、码头作业等信息的高效流转；实现关港联动，减少码头吊柜频次，为码头优化查验场所布局、提高港区资源利用效率创造条件。

### (3) 合作共建，资源共享，全面实现协同管理

面向服务“国内外双循环”体系需求，深化与港务、交通、安监、海事、疾控、边检等各单位合作，横向整合数据资源，实现管理协同，形成监管合力。

### (4) 优化布局，顺畅动线，激发自贸新动能

依托数字监管，调整监管场所设施布局，优化口岸功能区划，畅通物流动线，盘活土地资源，释放自贸区发展新动能。

### (5) 打通壁垒，一站办事，提供网购式服务

整合口岸数据资源，为进出口货主企业、船司/船代、货代、报关

行、车队、堆场/仓储、外综服平台等市场主体营造数字化协同环境。优化地方“单一窗口”移动端应用，提供报关、物流、跨境、综保等一站式服务，自动提示待办事项、推送业务办理状态。

(6) 整合系统，优化功能，提高海关监管效率

为关员提供“一平台一界面”集约化作业入口，减少关员多系统交叉作业，提升工作效率。综合应用机器人、人工智能等新技术，实现海关对监管场所、人、货和运输工具等有效监管，支持智能转运、联运中转、直装直提等新业务的开展。

## 4 厦门数字口岸建设任务

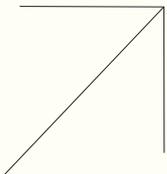
数字口岸以“数字生态+顺势监管”为主要特征，从服务企业、服务地方经济、辅助领导决策、提升执法效能、强化口岸协同等多个维度进行规划设计，建设“一舱三平台”和配套硬件资源，建立口岸规范体系以及后续可扩展口岸其他相关业务。

“一舱”指数字驾驶舱（含有地方政府端、海关端），综合运用数字化的全景监测、智能分析等手段，绘制厦门口岸数字化图谱，构建数字化监控指挥体系，实现口岸数据资源“一个图”、业务监测“一张网”、指挥调度“一盘棋”，为地方政府、海关领导决策提供支持。

“三平台”指协同合作子平台、辅助监管子平台和对外服务子平台。第一，协同合作子平台建设。对接港区、堆场、货代、报关行、船代/船司、车队、仓储等市场主体，联通口岸各单位、各系统，全面整合口岸数据资源，积极推动口岸数字化共建共

用，实现公共数据开放共享。赋能口岸作业数字化转型升级，推动口岸治理流程再造和模式优化，切实维护公共卫生安全、产品质量安全、国门生物安全。第二，辅助监管子平台建设，精准对接海关业务改革，以标准化、流程化、便利化、智能化为导向，力求打破海关内部信息壁垒，为一线关员提供“一平台，一界面”集约化作业场景以及“应用全融合”“业务全覆盖”和“过程全监管”的执法辅助支撑，为畅通港区物流，优化口岸功能布局，盘活土地资源，为释放自贸发展新动能创造条件。第三，对外服务子平台依托厦门国际贸易“单一窗口”，强化服务资源整合，面向企业和个人用户，提供统一认证、通关、物流等各类服务，推动口岸服务数字化、网络化、智能化，营造开放、健康、安全的数字生态环境，助力数字服务贸易创新发展。

配套硬件资源建设，主要是指厦门数字口岸平台建设需对基础设施进行扩容涉及的相关服务器、存储、交换机等的建设、部署工作。



## 5 厦门数字口岸建设对策

在推进数字口岸建设中，应加强项目管理，建立工作机制，确保规划内容顺利落地，具体对策有以下5个方面。

一要成立工作专班，加强组织协调。数字口岸建设涉及面广，包括海关、码头、货站、堆场、拼箱仓库、货主、货代、报关行、船公司等各类角色，牵头单位应具有强大的组织协调能力。成立工作专班，建立工作机制，定期召开工作专班会议，将有利于推动协调解决项目实施中的问题。

二要坚持整体规划，稳步推进实施。按照厦门国际贸易“单一窗口”和“十四五”规划，整体规划数字口岸建设，打造与现代物流相适应，具有良好扩展性的数字化平台，为改革提供多样化、快速化响应，支持新业务开展、新技术应用。平台根据改革进程，分步骤、分阶段实施。

三要精准对接业务，促进改革发展。综合运用智能化装备和新兴技术，将海关监管要求无缝融入物流、信息流运行，通过大数据分析，自动分类分流，低风险快速通关，高风险精准监管，去繁就简，压缩作业环节，减少对贸易的影响。

四要建立安全体系，确保稳定运行。遵循海关科技发展规划，基于现行业务系统架构，按照总署标准规范和信息系统整合要求，采用安全稳定的技术架构产品，涉及海关内网部分的软件需支持与信创终端兼容，建设与在用署级项目充分兼容的平台。

五要加大培训宣传，拓展应用成效。采用“边建设、边试点、边宣传”的方式，在系统建设中，对于成熟的功能，即展开试点工作，加强对海关、企业进行培训，不断深化系统应用，通过优化操作流程、提升用户体验，使系统更加贴近实际工作需求。同时，在中央媒体、省市媒体上进行宣传，扩大企业知晓率，加大功能覆盖面。通过系统的后台统计功能，及时监测开发功能的使用率，进一步加强业务绩效监督。

## 结语

厦门数字口岸建设在厦门港的蓬勃发展背景下应运而生，意义深远且任务艰巨。通过明确的建设原则、清晰的建设目标、多维度的建设任务以及切实可行的建设对策，厦门正稳步迈向数字口岸新时代。这一建设不仅将有效整合口岸信息化资源，提升海关监管效率与服务质量，还将促进厦门口岸各单位协同合作，优化营商环境，激发自贸新动能。在未来的发展进程中，随着项目的持续推进与不断完善，厦门数字口岸必将成为推动厦门经济高质量发展、助力厦门在国际贸易舞台上绽放光彩的强大引擎，为构建国内国际双循环相互促进的新发展格局注入源源不断的活力与动力，也为其他地区的口岸数字化建设提供极具价值的借鉴范例。<sup>[5]</sup>

# 广东省政务自助服务体系的实践探索

## ——以“粤智助”政府服务自助机建设为例

文◆胜通和科技有限公司 殷亚增  
广东省电信规划设计院有限公司 马航 柯超华

### 引言

构建“粤智助”政务自助服务体系是广东深入践行以人民为中心发展思想，加快政务服务向基层延伸，完善泛在普惠政务服务体系短板、助推基层治理体系和治理能力现代化、助力乡村振兴的重要举措，也是广东数字政府政银合作的示范性成果。从建设过程、核心举措、创新特色和收获成果等维度，对以“粤智助”政府服务自助机为核心的政务自助服务体系建设经验进行系统性总结，为全国其他省市落实“政务服务向基层延伸”的政策部署提供启发。

### 1 研究背景

基层治理是国家治理的基础，也是人民群众感知公共服务效能和温度的“神经末梢”。2021年2月，习近平总书记在贵州省调研时指出，“基层强则国家强，基层安则天下安，必须抓好基层治理现代化这项基础性工作”<sup>[1]</sup>。推进政务服务向基层延伸是推进实现公共服务均等化、助推基层治理体系和治理能力现代化的“关键一招”。同年4月，中共中央、国务院联合出台的《中共中央国务院关于加强基层治理体系和治理能力现代化建设的意见》指出，“加快全国一体化政务服务平台建设，推动各地政务服务平台向乡镇（街道）延伸，建设开发智慧社区信息系统和简便应用软件，提高基层治理数字化智能化水平，提升政策宣传、民情沟通、便民服务效能，让数据多跑路、群众少跑腿。充分考虑老年人习惯，推行适老化和无障碍信息服务，保留必要的线下办事服务渠道”<sup>[2]</sup>。2022年1月，国务院办公厅印发的《“十四五”城乡社区服务体系建设规划》进一步明确提出，“加快部署政务通用自助服务一体机，完善村（社区）政务自助便民服务网络布局。充分依托已有设施，鼓励多方参与建设开发智慧社区信息系统和简便应用软件，增加政务服务事项网上受理、办理数量和种类。充分考虑老年人、残疾人习惯和特点，推动互联网应用适老化及无障碍改造”<sup>[3]</sup>。

广东积极响应党中央、国务院有关基层治理战略部署，结合本地区实际，紧扣服务基层地区数字弱势群体产品定位，打造全新“粤系列”品牌拳头产品——“粤智助”政府服务自助机（简称“粤智助”），并在全国率先实现省域行政村、镇街全覆盖，有力补齐农村地区政务服务短板。各地也结合实际积极发展政务服务自助终端业务，形成了一定规模，并取得了初步成效，如新疆的“新智助”、河南的“就近办”，但缺少如“粤智助”这般规模化、体系化、典型化的建设成果。“粤智助”建设项目历时近6年，省级财政投入近1.7亿元，并于2022年、2023年连续两年被列入广东省十件民生实事，具有较为突出的代表性。目前，学术界对于政务服务研究成果颇丰，但关于政务服务自助终端的专门性研究较少，主要散落在对地方政务服务中心改革的研究中，而将政务服务自助终端纳入政务服务体系的实践性研究则更是少之又少<sup>[4]</sup>。

【作者简介】殷亚增（1990—），男，湖北黄石人，硕士研究生，工程师，研究方向：数字政府建设。

【通讯作者】马航（1992—），男，陕西西安人，硕士研究生，工程师，研究方向：数字政府建设。

## 2 核心概念辨析

### 2.1 政务服务自助终端与政务服务自助机

自助终端这一事物最先起源于银行业和电信行业，最初应用于银行业的 ATM 机。2017 年以来，随着我国数字中国、数字政府等数字化发展战略的相继提出与实施部署，自助终端因其多功能性、便捷性、智能化等特点逐渐被广泛应用于政务服务领域，衍生出“政务服务自助终端”概念。“政务服务自助终端”简称“政务服务自助终端”<sup>[5]</sup>，中国政府首次正式将其确定为面向公众政务办理渠道的政策文件是 2016 年 12 月国务院办公厅印发的《“互联网+政务服务”技术体系建设指南》（简称《建设指南》）。《建设指南》指出，对于自然人和法人申办的政务服务事项，可“通过网上大厅、办事窗口、移动客户端（移动 App）、自助终端（自助服务一体机）、呼叫热线等多种形式，结合第三方平台”<sup>[6]</sup>一站式提供。《建设指南》虽未将“政务服务自助终端”作为专业术语直接提出，但根据描述场景可知两者意思并无二致。后续各地在推进政务自助终端应用推广过程中，广东省沿用了《建设指南》中“一体机”的表述，在项目建设探索摸索期时将“政务服务自助终端”称为“政务服务一体机（简称‘政务一体机’<sup>[7]</sup>）”，后于 2021 年底在时任项目主政领导建议下更名为“政府服务自助机”，并指出，“政府服务比政务服务范围更广，政府服务可以包括群众有诉求、政府回应提供的各种服务。”

### 2.2 政府服务自助机与“粤智助”

“粤智助”全称“粤智助”政

府服务自助机，取“智慧政务、助力民生”之意。内涵上，“粤智助”是由广东省政府统筹建设，统一向群众提供政府部门行政权力服务和公共服务的综合自助系统，包括自助终端、自助机平台（包括前端服务平台和后端管理平台，简称“服务平台”和“管理平台”）和服务事项，其自助终端包括政府服务自助机和商业服务自助机两类。外延上，“粤智助”一是中国最大政务自助服务平台，部署范围广、设备数量大、服务群众多，名列全国第一；二是广东省数字政府改革建设“12345+N”工作业务体系中“N 个系列标志性成果”之一，是加快政务服务向基层延伸、补齐农村地区政务服务短板、完善泛在普惠政务服务体系、助力乡村振兴的重要平台；三是广东省基层群众身边的政府服务站，是“粤系列”产品中唯一线下便民服务渠道，有力补足了政府服务渠道贴近基层和弱势群体不足的短板；四是广东省数字政府政银合作重要典范成果之一，为全国其他省市政务自助服务体系建设提供参考范式。因此，政府服务自助机等同于政务服务自助终端，由上可知，“粤智助”是一个系统性概念，既囊括前者又有扩展延伸，表现为“粤智助”自助终端除了政府服务自助机外，还包含接入自助机平台的商业服务自助机（目前接入的该类自助机类型为“商业银行智慧柜员机”，也称“智慧柜员机”），政府服务自助机还分增强型和非增强型两类。

### 2.3 “粤智助”与广东省政务自助服务体系

“政务自助服务体系”一词因其在实践中较难构建，在学术界鲜少提及和研究，作为全国智慧政务建设的排头兵、先行地、实验区的广东省成为该体系真正全面的谋划者与践行者。2021 年 6 月印发的《广东省数字政府改革建设“十四五”规划》提出，“以‘粤省事’‘粤商通’‘粤省心’等‘粤系列’平台为核心，促进线上、线下各类政府和社会服务渠道深度融合，构建‘一网、一地、一窗、一次、一机、一码、一号’的便捷泛在的政务服务体系”。由此可知，“一机”（即“政务服务一体机”）为广东省政务自助服务体系的理念雏形，该理念为“广东全省各地均可通过一台自助终端无差别办理各级政务服务”。然而，政务服务在省域范围内实现“一机办理”并形成运行体系并无相关经验可借鉴，在具体建设模式与实施路径上均需“摸着石头过河”，“粤智助”政府服务自助机建设过程就是这样一个过程，涵盖建设模式与机制建立、自助设备投放、信息化平台搭建、服务内容上线、规则制度构建等体系化要素。2023 年 11 月颁布的《广东省政务服务数字化条例》（简称“《条例》”）更是以地方性法规高度确立了“粤智助”政务自助服务体系作为广东省政务自助服务体系合法性地位，该《条例》指出，“本条例所称的全省一体化政务服务平台包括广东政务服务网、省有关部门线上业务办理系统、省政务服务数据管理机构统筹建设的‘粤系列’等移动政务服务平台和政务服务自助终端以及政务服务中心、便民服务中心和便民服务站”。

## 3 建设背景与历程

### 3.1 建设背景

贯彻落实党中央、国务院关于数字中国、数字政府决策部署和加快推进“互联网+政务服务”有关要求，为解决群众和企业“办事难、办

事慢、办事繁”问题，促进政府职能转变，提升政府治理体系和治理能力现代化水平，建设人民满意的服务型政府，营造良好营商环境，广东省委、省政府于2017年底在全国率先部署开展数字政府改革建设，相继推出了服务群众的“粤省事”、服务企业的“粤商通”和服务公职人员的“粤政易”等移动应用产品，方便群众、企业使用手机办事。虽然面向不同主要群体的线上政府服务平台体系已基本构建成型，但政府服务在地域覆盖性、渠道均衡性、群体普惠性等方面的不平衡、不充分现象依然显著，距离形成“一网通办、就近能办、泛在普惠”政务服务新格局还存在较大差距，广东农村地区政务服务存在明显短板。

2018年6月，国务院办公厅印发的《进一步深化“互联网+政务服务”推进政务服务“一网、一门、一次”改革实施方案的通知》明确提出，“推动基于互联网、自助终端、移动终端的政务服务入口全面向基层延伸，打造基层‘一站式’综合便民服务平台，进一步提高基层响应群众诉求和为民服务的能力，推动实现‘最多跑一次’省市县乡村全覆盖”。广东积极响应党中央、国务院有关政策要求，为了加快推动政务服务向基层延伸，补齐农村地区政务服务短板，构建泛在普惠的政务服务体系，助推基层治理体系和治理能力现代化，助力乡村振兴，在全国率先做出全省政务自助服务终端整合与向基层延伸的工作部署。2018年10月，广东省“数字政府”改革建设工作领导小组召开工作会议明确提出，“集中力量实施三大攻坚计划，整合现有门类繁多、内容单一的自助服务终端，加快实现所有综合民生服务可在一体机自助终端办理”。2020年，广东省政府提出，“为了补齐农村地区政府服务的短板，推动政务服务向基层延伸，决定在全省所有行政村和镇街部署政务服务一体机”。

广东省政务服务数据管理局（简称“省政数局”）在省政府大力支持下，积极创新，以“整体政府”理念破解以往“一个部门一类机、一项服务一种机”难题，整合各级政府部门服务，打造形成新的“粤系列”品牌——“粤智助”政府服务自助机，并联合广东省农村信用社联合社（简称“省农信联社”）、交通银行股份有限公司广东省分行（简称“交行广东省分行”）在全省所有行政村和镇街（含产业园区）投放“粤智助”设备，同时联合全省各大商业银行网点的智慧柜员机接入政务服务，方便城镇居民就近自助办事。

### 3.2 建设历程

“粤智助”建设项目是在数字政府改革建设背景下开展的大型基础民生保障项目，由广东省政数局负责建设全省统一的政务自助服务平台，整合各地分散建设的自助终端，推动政务民生服务上线“粤智助”，为全省群众提供“一站式”自助服务。项目从2019年至今历时近6年，在建设思路经历了从“仅依靠财政资金购买、投放设备”到“接入政府利旧设备及银行智慧柜员机”再到“利用商业银行资本购买、投放设备”转变，转换思路与时任项目主政领导对全省政务服务区域供需情况和政银合作客观形势研判息息相关，具体情况如下。

2019年4月，建成并发布“粤智助”服务平台1.0版本，并由省政数局申请省级财政资金以“以租代购”方式引进35台政府服务自助机设备，在广州、韶关、肇庆、清远4个地市试点投放。2020年12月，建成并发

布“粤智助”服务平台2.0版本，并在建设银行股份有限公司广东省分行带动下，省内各大国有银行纷纷与省政数局开展“百项政务服务进网点”活动，将该平台服务输出至全省1.76万台银行网点智慧柜员机。2021年1月，建成并发布“粤智助”服务平台3.0版本，并由省政数局再次以2019年方式引进323台政府服务自助机设备，并以“基层减负便民试点”名义在省内部分欠发达地市政务服务中心及数字政府先进示范区投放。

2021年2月，省政数局与六大国有银行（中、农、工、建、邮储、农信）签署战略合作协议，同年10月省农信联社主动担当，提出和省政数局共同开展“粤智助”覆盖全省行政村工作，并于2022年4月完成该项任务。2022年9月，建设并发布“粤智助”服务平台4.0版本，在省农信联社引荐下，并由交行广东省分行主动提出和省政数局共同开展“粤智助”覆盖全省镇街（含产业园区）工作，在全省涉农镇街投放可以办理户政、交管和出入境三大公安业务的增强型“粤智助”设备，并于同年12月底前完成该项任务。自此，“粤智助”建设项目形成了由银行出资采购设备，政府统筹平台建设和设备运行管理，携手推进“政务+金融”服务向基层延伸的政银合作模式。

## 4 主要做法、创新亮点和建设成效

### 4.1 主要做法

4.1.1 整合渠道，深化政银合作，实现自助机在全省镇街、行政村全覆盖

广东省依托省一体化政务

服务平台和政务大数据中心，积极创新，大力推广“粤智助”政务服务自助机在全省基层地区应用。一方面，将各级政府部门原来投放的门类繁多、内容单一的政务服务自助终端和广东省内部分商业银行智慧柜员机整合为“粤智助”政府服务自助机，为基层群众提供“自助式”政府服务和金融业务。另一方面，采用政银合作模式，通过成立推进乡村政务服务联合工作组等方式与省内农商银行和交通银行合作推进“粤智助”的建设工作。其中，省农信联社组织全省农商银行采购2万多台非增强型“粤智助”设备投放到全省农村党群服务中心，交行广东省分行采购1300多台增强型“粤智助”设备投放到全省所有镇街和产业园区，支持就地办理公安等高频业务。

#### 4.1.2 集约建设，丰富服务，全面提升基层服务效能

广东省依托广东省数字政府一体化政务服务平台和云网基础能力统筹建设，实现“粤智助”平台与政务服务网、“粤省事”以及“粤省心”等平台融合，并对接全国一体化政务服务平台以及电子证照等业务系统，打通各级部门业务数据，统一办事流程，实现政务服务“自助办”和“跨市通办”，群众可在任意一台自助机办理省内其他城市的政府服务事项，有力推动政务自助服务由分散管理向集约协同转变。一是实现政务自助服务从“多机办理”向“一机通办”转变，为群众提供公安、人社、医保、税务等部门的“一站式”自助服务，解决群众“办事来回跑、进多扇门、多终端操作”的难题。二是实现基层政务服务从各自为战向协同联动

转变，以“粤智助”大平台赋能各部门政务服务向基层下沉，全面建成泛在可及、公平普惠的政务服务体系。广东省税务局率先将34项自助办税服务上线“粤智助”，让农民在家门口即可办税缴费。截至2024年9月，“粤智助”服务平台已上线667项服务，群众通过自助机可在线办理低保补助、农机购置补贴、老年人优待证、高龄老人津贴和特困人员救助等事项，可打印身份证复印件、户口簿复印件、出生医学证明和结婚证等证件材料，可查询社保医保明细、法律服务机构和异地定点医院等信息。同时，还提供党史知识和生活百科以及中小学课程。根据群众提出的需求，还上线了远程医疗服务和农产品销售服务，远程医疗服务为基层群众提供省、市、县三级三甲医院预约挂号、网上看病和检验报告打印等服务，大幅便利了基层群众看病就医需求；农产品销售服务可以帮助农村自助销售自家的农产品，拓宽农村致富渠道。

#### 4.1.3 急民所需，优化办事体验，着力消弭城乡数字鸿沟

广东省坚持传统服务方式与智能化服务创新并行，积极推进政务服务适老化改造，特别关注老年人等特殊群体需求，降低数字化办事门槛。目前，“粤智助”提供刷身份证、亮粤省事码、机器刷脸、手机微信扫码4种身份认证方式，群众选择其中一种方式即可轻松办事。不断优化办事体验，提供全流程视频帮助和分步视频帮助，上线“我的”个人中心，单独显示群众个人信息、电子证照和办过的服务事项。专门上线“老人版”办事页面，助力老年群众便捷使用，让他们敢于“触网”。

#### 4.1.4 协同联动，强化日常管理，有效支撑自助服务高效运行

广东省坚持服务与管理协同发力，建立健全“粤智助”日常管理体系，确保自助服务高效运行。一是主动担当、双管齐下构筑协同管理工作机制。省政数局牵头组织全省政数部门、镇政府和村委会，联合省农信联社组织的全省农商银行、交通银行广东省分行组织的全省交通银行，加强“粤智助”日常运行管理。二是平台赋能、五级联动做实日常工作。通过建设全省统一的“粤智助”管理平台、建立“粤智助”全省统一管理群，极大提升内部协同管理效能。三是敢为人先、创新推出“乡村振兴特派员”。省农信联社创新组建乡村振兴特派员队伍，由全省各地农商银行向全省行政村派驻1.74万名乡村振兴特派员，协助村委会做好具体管理工作，在乡村和边远山区迅速取得应用效果。四是规范管理、率先构建“粤智助”运行管理规制体系。广东省编制《广东省数字政府“粤智助”政府服务自助机管理办法（试行）》以及年度工作要点，并在终端接入、服务融合、安全管理、运维运营等方面建立6项标准规范，实现全省“粤智助”政府服务自助机统一管理。

#### 4.1.5 压实责任，注重宣传推广，打响基层政务新品牌

广东省坚持大力开展全方位培训宣传，通过印发“粤智助”平台服务事项操作教程和宣传内容，统一宣传推广口径，各地市在基层持续开展管理员操作培训、邀请群众线下体验、制作宣传短视频、微信公众号宣传和农村大喇叭广播等形式多样的推广活动，让“粤智助”品牌在农村家喻户晓、会用爱用。其中，在宣传形式上大胆创新，通过“视+听+说”结合让“粤智助”宣传工作深入人心，如将南方网粤语音视频品牌栏目“大声公”与“粤智助”宣传业务相结合，通过模拟“老广”街

坊“大声公”喊话场景，以俚语俗语编排粤语口诀，让“粤智助”宣传更加本土化、接地气，一经推出反响热烈。以此为契机，广东南方网“大声公”为“粤智助”制作了多期宣传音频，通过各地大喇叭广播进行音频宣传，通过自助机待机画面以及移动端平台宣传自助机最新功能。此外，还主动邀请中央电视台、《人民日报》、《光明日报》、新华社等中央媒体对“粤智助”多次进行报道。

## 4.2 创新亮点

### 4.2.1 思路创新

针对当前政务服务领域存在的“政务服务渠道基层延伸不够、基层政务服务适老化建设不足”等痛点问题，广东省将“粤智助”定位为“群众身边的政府服务站”。一是坚持“整体政府”。整合全省各级政府部门的服务，充分利用全省各级政府部门的政务数据，群众办事无需关心是哪一个单位提供的服务。二是坚持“人民至上”。“粤智助”坚持以人民为中心，以群众满意为主要目标，从方便群众使用的角度，追求群众“看得懂、会使用、爱使用”。三是以身份认证代替传统账号。“粤智助”没有账户概念，只要通过身份认证即可办事。四是全面彻底实现“跨市通办”。在统一标准和同一平台的前提下，轻松实现异地通办。

### 4.2.2 体制机制创新

广东省以“粤智助”建设为“抓手”，在项目实践中探索出了具有广东特色的基层智慧治理体制机制做法。一是构建五级联动管理机制，实现基层自助服务建设“一管到底”。“粤智助”构建了自上而下、职责清晰、权责分明的管理体系，明确建设和管理的主管单位为省政数局，共管单位为各地市、县（区）政数局和镇政府，日常管理单位是村委会，协管单位是省农信联社、各地农商银行以及交行广东省分行。省政数局统一负责硬件运维、“粤智助”服务和管理平台运维工作，提供设备耗材。二是建立“乡村振兴特派员”管理制度，助力乡村基层服务做细做实。由省农信联社组织各地农商银行派出的乡村振兴特派员，既协助村委会开展“粤智助”日常管理和宣传推广工作，又为农户精准提供贷款和支付结算等金融服务，助力乡村产业振兴。

## 4.3 建设成效

“粤智助”政务自助服务体系是广东省数字政府政银合作的示范标杆，为全国兄弟省市落实“政务服务向基层延伸”的政策部署提供了典型“广东样本”，已成为广东省各级政务服务中心和线上政务服务平台的强有力补充，有效补齐农村和偏远山区政务服务短板，为推动广东全省公共服务均等化、普惠化，助力基层治理体系和治理能力现代化和服务乡村振兴提供了有力支撑，主要体现在以下两个方面。

第一，通过政银合作模式实现“政府财政资金节省、合作银行业务增长”双赢局面。广东省通过政银合作解决政务服务自助终端的设备来源，大幅节省财政资金。按照市场价每台设备11万元计算，全省约2万个行政村和1300个镇街所需资金达23.4亿元。全省农商银行和交行广东省分行通过定制设备，实际共投入约2.6亿元。两家银行的支持，为广东省财政节省了23.4亿元财政资金。合作银行通过政银合作实现市场规模扩大、核心业务增长。例如，截至2023年底，广东省农村信用

社联合社联合全省农商银行以实际设备投资额约1.8亿元，撬动广东农村地区贷款签约用款户数为221.67万户，贷款授信金额达4230亿元。

第二，通过“粤智助”实现“村村通政务、人人得实惠”目标。广东省通过广泛深入、互惠共赢的政银合作模式织牢了一张具有粤氏特色的基层政务自助服务网，在全国范围内率先实现政务服务自助终端省域行政村、镇街全覆盖。截至2024年9月，累计安装部署“粤智助”设备21788台，其中行政村（含居委会）2046台，镇街（含产业园区）1328台，行政村以及镇街部署完成率100%，设备日常在线率超90%。“粤智助”业务总量破1.3亿笔（其中乡村业务量超1.08亿笔，镇街业务量超0.22亿笔），服务广东农村地区达1.08亿次，全省人均办理量约1.02笔/人（由业务总量除以2023年广东省人口总数计算得来），全省农村人口人均办理量约3.46笔/人（由乡村业务量除以2023年广东省乡村地区人口总数计算得来）。“粤智助”服务群众总人数破0.23亿人，服务60岁以上老年人数达730万人。广东全省约每6个群众就有1位使用过“粤智助”办事，每10个办事群众中就有3个60岁以上老年群众。群众对在“粤智助”办事满意度极高，2023年全年“粤智助”服务平台共收到4778118条评价，其中，评价为满意和非常满意有4703728条，占比98.68%。

## 5 启示与展望

“粤智助”政府服务自助机是广东省委、省政府深入开展党

史学习教育和“我为群众办实事”实践活动，助推基层治理体系和治理能力现代化，助力乡村振兴的重要载体，是广东省构建泛在普惠政务服务体系的最后一块拼图。其建设理念、模式、路径、规模、成效在全中国乃至全球范围内的政务服务发展历史上绝无仅有，在推进政务自助服务体系的建设上，可提供如下启示供各地参考借鉴。

第一，要重点找准政银合作模式与实现路径、实现合作共赢。“粤智助”政务自助服务体系政银合作模式成功关键在于画好合作双方利益同心圆、树立并落实互惠共赢理念。广东充分利用商业银行和社会资本解决“粤智助”建设项目核心问题——覆盖全省基层地区政务自助终端资金来源问题，并利用其成熟的基层服务体系，推进服务资源整合和线上线下融合，深化公共数据开发利用，着力推动群众办事就近办、自助办、随时办，实现广东政务服务高质量发展，同时支持金融机构开展服务创新，用政务数据为金融行业赋能，实现政务服务和金融业务共赢。

第二，要因地制宜找准“服务受众”，补足政务信息化建设或政府数字化转型短板。“粤智助”服务平台在设计、研发之初就紧紧围绕农村不会使用电脑和智能手机的老年人以及因生活困难用不起电脑和智能手机的群众需求展开，重点解决这批数字弱势群体享受数字政府改革建设成果问题，体现在“产品设计”“事项上线”“宣传推广”等方面重点突出适老化和无障碍建设。

第三，要以“高位推动+人民至上+匠人匠心”理念全面推进政务自助服务体系的建设。广东以自上而下方式推动全省政务自助终端建设由分散模式向集约模式转变，通过主动申报将“粤智助”建设项目列入省十件民生实事、以省“数字政府”改革建设工作领导小组及其办公室名义印发工作文件、与合作银行成立联合工作组等方式推动项目建设。在产品打磨过程中，时任项目主政领导事事站在人民群众角度考虑问题，从信息化平台版面风格到政务服务事项名称乃至标点符号，均会以“农村群众会不会使用、看不看得懂”作为“工作做得好不好、到不到位”的衡量标尺。此外，广东还通过构建“粤智助”服务平台试用体验员机制、项目周度例会督办机制等方式推进项目精细化管理，切实做到“事事有回应、件件有闭环”。

## 结语

“粤智助”政府服务自助机建设项目是广东以政务自助终端为载体，通过整体政府理念推进数字政府改革建设一次勇敢尝试，已取得初步成效。当前项目已从“探索摸索期”“成长迭代期”进入到了“运营运维期”，未来除了可以在“设备布局动态化布设调整”“操作界面多元化改造提升”“服务事项精细化上线运营”等方面进一步优化项目建设外，如何以当前及后续优化建设成果为依托，真正实现全省政务自助终端在计算机软件层面的“大整合”“大一统”，成为后续项目主政者、生态建设者们的思考方向。

## 引用

- [1] 新华网. 瞭望·治国理政纪事 | 基层治理强基固本[EB/OL]. (2022-04-02). <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1728963120784207672&wfr=spider&for=pc>.
- [2] 中共中央国务院关于加强基层治理体系和治理能力现代化建设的意见[EB/OL]. (2021-04-18). [https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content\\_5627681.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5627681.htm).
- [3] 国务院办公厅关于印发“十四五”城乡社区服务体系建设规划的通知[EB/OL]. (2022-01-21). <https://xxgk.mca.gov.cn:8445/gdnps/pc/content.jsp?id=116816&mtype=>.
- [4] 诸冰璐, 贾佩颖, 贾义猛. 以自助终端实现跨省通办: 优化政务服务的新探索——以京津冀政务服务协同创新模式为例[J]. 秘书, 2022, (3): 50-60.
- [5] 宋才华, 陈春梅, 邓乾. 论政务自助终端实现供电收费业务的系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2018, (5): 97-100.
- [6] 国务院办公厅关于印发“互联网+政务服务”技术体系建设指南的通知[EB/OL]. (2017-01-12). [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/12/content\\_5159174.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/12/content_5159174.htm).
- [7] 毕青苗, 徐现祥. 数字政府如何提高政府效率——来自政务一体机的证据[J]. 经济学报, 2024, 11(3): 243-274.

# 端侧 AI 技术及公安应用研究

文◆中国人民公安大学网络信息中心 韩 华  
河北省保定市公安局 安伟姣  
河北省秦皇岛市公安局 孙伟东  
中国人民公安大学信息网络安全学院 徐宏发

## 1 研究背景

2022年11月30日,OpenAI公司发布ChatGPT大语言模型(LLM),人工智能一跃成为信息科技领域的研究热点之一,成为赋能千行百业高质量发展的新质生产力代表之一。随着AI技术研究和应用赋能的不断深入,AI技术也逐渐朝着云端做强做大、端侧做专做精的方向发展,特别是在隐私需求强烈的私域大模型、垂直大模型等研究应用也逐步开展,并在智能手机、XR设备、自动驾驶汽车、笔记本电脑等端侧(也有称为边缘计算设备)逐步开展应用尝试<sup>[1]</sup>。端侧AI技术(Edge AI)成为人工智能研究应用的重要发展方向。

## 2 端侧 AI 技术的概念辨析

人工智能技术相关概念大量涌现,目前常见的有垂直大模型、私域大模型、单机大模型、本地大模型、AI PC、单警AI系统等。

### 2.1 AI 和大模型

大语言模型是一种基于深度学习技术的大型预训练神经网络模型,深度学习指的是深度神经网络模型,是人工智能的分支“机器学习”下的一种算法模型。但是,ChatGPT一经问世,就以超强语音对话能力席卷全球,能够直接解决人工智能领域的其他问题,因此ChatGPT使用的大模型技术成为当前人工智能的代称。

### 2.2 端侧 AI 和云侧 AI

端侧AI是指模型服务不部署在云端,而是直接存储在终端内部的芯片中,利用芯片算力生成结果。这样的大模型服务不需要联网,数据也不需要被上传到云端<sup>[2]</sup>。云侧AI是指在云端运行人工智能算法和模型的技术,终端设备仅通过网络连接云侧,作为AI技术输入输出的设备。端侧AI和云侧AI主要区别是数据最终处理的位置是云端还是本地<sup>[3]</sup>。

### 2.3 相关概念辨析

垂直大模型是指针对特定行业或领域定制的大型人工智能模型,也称为私域大模型。与通用大模型相比,垂直大模型(或私域大模型)更加

专注于特定的任务和数据集,在特定领域内能够提供更加精确和专业的结果<sup>[4]</sup>。

本地大模型指的是在私有服务器或本地计算设备上部署和运行的人工智能大模型。单机大模型是指能够在单台计算机或设备(即单个计算节点)上运行和处理的大型模型<sup>[5]</sup>。AI PC(人工智能个人电脑)是一种集成了人工智能技术和高性能计算能力的个人电脑系统。这种电脑通常配备有高性能的中央处理器(CPU)、图形处理器(GPU)和专用的AI加速器(如TPU、NPU)以及大量的内存和高速存储,并且能够运行复杂的AI算法和应用程序。单警AI系统是指为单个警察设计的人工智能系统,这些系统通常集成在便携式设备或穿戴设备中,以辅助警察在作业场景中执行任务<sup>[6]</sup>。

端侧AI技术强调的是部署位置,是在终端设备上运行的AI相关功能和算法,范围较广泛,如手机上的图像识别、语音助手等。垂直大模型、私域大模型强调的是面向特定行业或者领域,但是

【作者简介】韩华(1977—),男,河北唐县人,硕士,高级工程师,研究方向:人工智能、无人机遥感、量子科技、公安信息化。

部署体系不排除通过公有云、混合云、私有云或者本地化。本地大模型强调部署于本地，不排除在本地网络环境中的私有服务器中或者私有云上，重点在于模型的规模较大，且在本地进行存储和运算，通常需要较高的本地计算资源和存储容量。单机大模型强调部署的硬件环境是单一的计算机，不联网也可运行。AI PC 强调是一个系统化的 AI 产品，是集成了 AI 技术的个人电脑产品，包含多种 AI 功能和应用，其重点在于为个人用户提供 AI 相关的服务和体验，是端侧 AI 技术的具体产品形式。单警 AI 系统强调了用户特点是单个警察，系统专门为单人设计，可携带至各种复杂环境中运行，特别是偏远地区、环境恶劣场所。

总的来说，这些名词反映了 AI 技术在不同的应用场景和硬件环境下的适应性和发展。随着技术的进步，它们之间的界限会变得更加模糊。在本文研究中所指端侧 AI 技术，体现在本地或端侧设备上运行 AI 算法，强调数据处理的本地化。与通用大模型、云侧 AI 技术等区别为是否必

须联网运行。

### 2.4 端侧 AI 技术优势

端侧 AI 技术相比于云端 AI 技术应用，具备“断网独立运行”的特点，具有以下特殊优势。

一是无 API 审查环节。端侧 AI 技术允许应用程序直接在设备上运行，无需通过 API 与云端服务进行通信，避免审查、排队等待等环节。减少对第三方服务的依赖，降低由于 API 审查或限制导致的风险，加快了系统响应速度。二是隐私不泄密。数据在本地处理，不上传到云端，增强了对敏感、隐私信息的保护。敏感信息如个人照片、语音记录或健康数据等可以安全地存储在用户设备上，避免数据泄露给未授权的第三方。在本地处理数据可以减少数据在传输过程中被截获的风险，避免传输链路泄密。三是避免云端延迟。消除了与云端通信的延迟，减少了数据在网络中的传输时间，提供了更快的响应速度。对于需要实时反馈的应用场景（如自动驾驶、增强现实等）至关重要，可以避免因网络延迟导致的问题。四是离线可用性。AI 技术允许应用程序在没有网络连接的情况下运行，对于网络覆盖不足或不稳定的地区尤为重要，特别是在偏远地区或网络信号不佳的地下、山区等环境中，离线可用性发挥了关键作用。五是自主迭代和部署。更新和部署端侧 AI 模型可以更加自主和灵活，不需要等待云端服务的更新周期。六是本地智慧可传承。模型可以根据用户行为进行个性化学习，并在本地保存学习结果。这种“智慧”可以随着时间积累并不断优化，为用户提供更加个性化的体验。

## 3 端侧 AI 技术生态

从技术应用可行性的角度看，端侧 AI 技术生态日渐丰富，能够逐步满足日益增长的各类业务场景的需求。

### 3.1 端侧 AI 技术硬件生态

随着芯片制造工艺的不断提升，NPU（神经网络处理器）、DSP（数字信号处理器）、FPGA（现场可编程门阵列）等硬件加速器的不断出现，移动设备、嵌入式设备等端侧设备的计算能力得到大幅提升，在端侧运

表 1 当前几家公司的端侧 AI 芯片

厂家芯片产品	说明
英伟达：Jetson Nano/Xavier NX /AGX Orin	实现复杂的 AI 推理和边缘计算；适用于自动驾驶车辆、机器人、医疗成像设备；提供 CUDA-X AI 软件栈，支持 TensorFlow、PyTorch 等框架
AMD:Ryzen Embedded series	嵌入式系统和工业 PC，支持从图像处理到 AI 推理的各种应用；提供 ROCm 软件平台，帮助开发者利用 GPU 进行机器学习和深度学习
高通：Snapdragon Neural Processing Unit	移动设备上的实时图像识别、语音识别、情境感知应用；支持多种 AI 框架，包括 TensorFlow、PyTorch 和 ONNX
联发科：MediaTek Dimensity series	用于中高端智能手机，支持多摄像头处理、增强现实和 AI 语音助手等功能；提供 NeuroPilot 框架，方便开发者实现 AI 算法的快速部署
三星：Exynos series	三星的高端智能手机和平板电脑，支持图像识别、语音处理和增强现实；Samsung Neural Network Software Development Kit (NNSDK)，帮助开发者优化 AI 应用
华为：Ascend 310	用于智能安防、智慧城市、自动驾驶；提供 MindSpore 框架以及 ModelArts 等开发工具
谷歌：Edge TPU	实现加速机器学习推理任务，尤其是基于 TensorFlow 的模型；用于智能家居设备、工业自动化、物联网 (IoT) 传感器、安防摄像头等；支持 TensorFlow Lite 框架，提供 Edge TPU 工具包
苹果：Neural Engine	用于加速机器学习任务，如图像处理、语音识别；支持 iPhone、iPad、Mac 等苹果设备上的 AI 应用；提供 Core ML 框架，允许开发者轻松集成机器学习模型
英特尔：Movidius Myriad X VPU	实现复杂的 AI 推理和边缘计算；用于自动驾驶车辆、机器人、医疗成像设备；提供 CUDA-X AI 软件栈，支持 TensorFlow、PyTorch 等框架。

行大型 AI 模型的硬件基础日渐成熟。

当前，联发科、英伟达、高通、苹果、华为、谷歌等公司均在端侧 AI 芯片设计制造方面加大了投入，并陆续推出了成熟的产品<sup>[7]</sup>。当前几家公司的端侧 AI 芯片如表 1 所示。

除此之外，爱芯元智 AX650N、时擎科技 AT 系列、星宸科技 SC520P-AI、亿智电子 SA/SH/SV 三大系列、苹芯科技 PIMCHIP-S300 存算一体 AI 芯片、国科微 GK7205V500 系列、炬芯科技 ATS 系列、肇观电子 N1 系列 SoC 芯、地平线征程系列芯片、寒武纪边缘智能芯片等厂家和硬件，为端侧 AI 技术发展奠定了良好的硬件基础。

### 3.2 端侧 AI 技术软件生态

端侧 AI 技术开发应用的软件生态日渐成熟。一是采用模型压缩、剪枝、量化、知识蒸馏等算法优化技术，减少了端侧模型的复杂性和大小，使模型成功“瘦身”，日渐微型化，能够在端侧设备上运行。二是目前已有多个软件框架和解决方案为基于端侧的开发和应用提供了易于使用的工具和库。三是许多公司和研究机构开放了预训练模型，使端侧设备用户能够利用这些模型进行快速部署而无需从头开始训练。四是开源的公共数据集，如 COCO、ImageNet、MNIST 等，促进了算法的标准化测试和比较，加速了技术迭代升级。

例如，Google 推出了 TensorFlow Lite，一个用于移动设备和嵌入式设备的轻量级解决方案，其支持多种模型优化技术，并提供了在端侧设备上部署模型的工具。Apple 的 CoreML 框架允许开发者将机器学习模型集成到 iOS、iPadOS 和 macOS 应用程序中，其提供了模型转换工具和 API，以优化模型在端侧设备上的运行。Intel 公司的 OpenVINO 工具包优化了视觉处理任务在 Intel 硬件上的性能，支持从云端到边缘的无缝部署。当前部分端侧 AI 技术 LLM 清单如表 2 所示。

### 3.3 端侧 AI 技术产品生态

随着支持端侧 AI 的软硬件技术日渐成熟，端侧 AI 产品也逐渐投入市场，如智能手机<sup>[8]</sup>、音箱、摄像头、AI PC<sup>[9]</sup>、穿戴设备、家居设备等，凸显了端侧 AI 技术保护用户隐私的独特优势。某些智能汽车等更复杂

的终端设备也采用了端侧 AI 技术，实现了对路面情况的毫秒级判断和处理，进一步体现出端侧 AI 技术的本地快速处置的独特优势。

此外，各种完备的端侧 AI 产品解决方案也促进了各类产品落地。以微软提出的“Copilot+PC”方案为例，其核心功能是“Recall”，其能够记录并存储用户在设备上的所有操作，并通过搜索功能快速找到曾经查看过的内容。这个功能利用设备的先进处理能力，每隔几秒截取当前屏幕的快照，并将其加密存储在硬盘中。用户可以通过时间轴或关键词搜索这些快照，以便迅速定位和检索所需信息。这种端侧处理不上云的特性，保障了用户隐私和数据安全<sup>[10]</sup>。同时，微软这套设备搭载了高通 Snapdragon X Elite 处理器，并且内置了全新的神经处理单元（NPU），算力达到 40+ TOPS。这种强大的硬件支持使“Copilot+PC”能够运行复杂的 AI 模型，并提供全天候的电池续航。不仅提升了设备的性能，还提高了用户的移动性和工作效率。总之，通过集成先进的端侧 AI 技术和强

表 2 当前部分端侧 AI 技术 LLM 清单

大模型（框架）名称	应用环境及相关说明
华为推出：AI in HarmonyOS	内置在 HarmonyOS 4 系统底层
微软 AI 团队推出：Phi-3 Mini	参数规模 3.8 亿，能在智能手机上运行
2023 年 7 月由 Meta 和微软合作推出：Llama 2	支持在智能手机、PC、AR/VR 设备等多种端侧设备上运行，主要面向高通骁龙平台和未来的联发科旗舰 SoC
Facebook（现 Meta）推出：LLaMA	应用于社交、虚拟现实
Facebook（现为 Meta）推出：Caffe2 和 PyTorch	Caffe2 发布于 2017 年 4 月 19 日，目前已并入 PyTorch，适用于研究
2017 年 11 月 14 日，谷歌推出：TensorFlow Lite	专注于移动和嵌入式设备的轻量化版本，支持模型的低延迟推理，优化内存占用和运行速度，Android 和 iOS 平台
2023 年 5 月谷歌推出：PaLM 2 轻量版 Gecko	能够在旗舰手机上离线运行，适用于移动环境，主要针对 Android 系统和 Google 自家设备
2023 年阿里推出：Qwen	支持量化后的模型部署到手机等端侧设备，以实现高效的本地化运行，面向智能手机和笔记本电脑等个人设备
苹果推出：OpenELM	参数量从 2.7 亿到 30 亿不等，专为端侧 AI 设计，采用层级缩放策略优化准确率
苹果推出：Core ML	支持人脸追踪、检测等多种任务，集成于多个苹果产品中
2024 年，MLC-LLM 研究团队推出：MLC-LLM	提出了基于 MLC-LLM 的统一 LLM 引擎，支持跨服务器和本地部署，引入了结构化生成
2024 年 2 月，面壁智能推出：MiniCPM	MiniCPM-V 2.0 是一款多模态模型，能够处理包括文本、图像在内的多种类型的数据

表 3 当前的端侧 AI 产品

产品名称	产品特点
华为 Pura 70、Mate30 Pro,P40 Pro 智能手机, MateBook Pro 平板电脑	端侧大模型支持、智能语音助手、本地视频分析、人脸识别等
联想 ThinkPad X1 Carbon AI 电脑	内置 CPU+GPU+NPU 三大 AI 引擎, 提供高达 10TOPS 的超强算力支持 AI 加速的办公任务, 如图片和视频编辑
苹果 iPad Pro 平板电脑、Apple Watch Series 6、iPhone 12 Pro Max 苹果手表、HomePod (Nest 音箱) 等	支持实时字幕生成、看图查询等 AI 功能 可能具备健康监测、运动记录等相关的 AI 功能 Siri 语音助手、健康监测、智能家居控制等 心脏健康监测, 坠落检测, Siri 语音助手, 智能相机模式 谷歌: Nest Mini, Google Nest Hub 音箱
Pixel 8a 手机	提供智能交互功能; 支持 Audio Magic Eraser、Best Take 等 AI 拍照和视频功能 Google Assistant 语音助手、智能家居控制
小米: 15 系列 MiAI 手机、Mi Smart Camera 智能摄像头、Mi 11 Ultra 智能音箱等	小爱同学语音助手、本地视频分析、人脸识别、智能家居控制等 语音控制, 本地视频分析, 人脸识别, 智能摄影
三星: Bixby 手机, Neo QLED 8K QN900D 电视	集成了 Bixby 语音助手, 提供智能交互功能; AI 增强摄影, Bixby 语音助手, 智能降噪
OPPO: Find X7 系列智能手机	AI 智能助手、智能图像处理、人脸识别等
VIVO: X100 Pro 智能手机	AI 智能助手、智能图像处理、人脸识别等
亚马逊: Echo Dot (4th Gen) 智能音箱, Echo Show 10 (3rd Gen) 智能显示屏	语音控制家居设备, Alexa 语音助手, 视频通话
荣耀: Magic6 手机	智慧成片、图库语义搜索、一拖日程等

大的硬件支持, 显著提升了用户体验和生产效率。这些设备不仅具备高性能和隐私保护的特点, 还通过配套的开发工具和生态系统, 为用户提供了丰富而多样的应用场景。当前的端侧 AI 产品如表 3 所示。

总之, 随着端侧技术所需硬件、软件算法、软件框架、软件模型、公共数据集、软件工具的不断丰富、提升和优化, 技术生态持续开放共享, 技术厂商和研究机构不断跟进, 端侧 AI 技术日渐成熟, 成为某些场景 AI 转型的可行且必然之选择。

#### 4 端侧 AI 技术的应用场景分析

##### 4.1 国防公安等安全领域

在国防公安等安全领域, 为了避免关键信息泄露, 数据需要在本地处理, 这时采用端侧 AI 技术和装备更为稳妥。例如, 在无人机、无人车辆等装备上装备端侧 AI, 具备实时图像识别、语音识别、自然语言处理、目标识别、环境感知和自主导航等能力, 用于执行边境巡逻、侦查监

控、风险处置等任务, 同时确保敏感数据在本地处理, 避免通过云端传输带来泄露风险。

##### 4.2 驻外单位等涉外领域

在国际交流和跨国经营中, 保护国家机密和企业商业秘密至关重要。在外交场合, 端侧 AI 翻译设备可无网络连接即可实时翻译, 能够保护对话内容的私密性。端侧 AI 还可以进行本地市场分析和风险评估, 确保信息在本地处理, 以减少跨境数据传输, 降低被监听或攻击的风险。

##### 4.3 教育科技领域中的敏感部门

一些涉及前沿科技研究或特定敏感内容、涉密内容的教育教学活动和科研项目研究, 不便于使用公网的 AI 技术环境, 需要端侧 AI 技术环境。例如, 在高校的特定实验室中, 端侧 AI 可用于敏感数据的本地分析和处理, 防止重要科研成果在未发表前被窃取。高校的某些内部或者涉密课程, 其知识图谱的构建、教育教学知识的生产加工, 必然需要在封闭的端侧 AI 环境中开展。

##### 4.4 其他涉及隐私和敏感数据的领域

包括医疗健康、商业金融、智能制造、社会服务等各企事业单位, 在采用 AI 技术对内部赋能时, 对数据安全的要求非常高, “数据不出门、安全有保障”是最低要求, 因此无法采用云侧 AI 技术, 而端侧 AI 技术则更加适用。

#### 5 端侧 AI 技术在公安系统的应用

通过以上分析可知, 端侧 AI 技术在公安系统中需求迫切。在 LLM 发布之前, 公安系统在端侧 AI 技术应用方面就具有丰富的场景。下面按照 PC、手机、其他设备, 介绍端侧 AI 技术在公安系统中的应用。

##### 5.1 基于 PC 终端的端侧 AI 技术应用

根据目前开源的各类资源, 选择两种技术路线, 实现端侧 AI 能力。一种是网页形式访问, 可采用“ollama+Docker+open-webui”为主要技术路线,

安装环境是 Windows 10 操作系统（必须是 Windows 1019044 以上）。另一种是程序形式访问，可采用“AnythingLLM+ollama”为主要技术路线。运行环境也可以是 Windows 10 操作系统。两种形式各有细微的区别。

#### 5.1.1 基于 WebUI 访问的 PC 端侧 AI 模型测试

在 Windows 环境中运行，其中大模型管理工具普遍采用 Ollama，但其目前仅支持 cmd 中交互，无法保留会话历史，选择切换不同 LLM 也不方便，因此采用了图形界面进行操作，因 Open WebUI 为 Web 界面访问，可以上传本地文件用于分析，并保存对话记录，所以选择用作 Web 界面访问大模型。而 Open WebUI 能够在容器 Docker 中运行，这样可以免去很多环境依赖安装的问题，因此采用 Docker 方式来运行。特别需要说明的是，应通过 ollama 下载多个大模型文件，并根据需要选择不同的大模型文件，以实现不同的任务。

正式使用时，只要在 prompt 中，输入 #，即可选择针对哪个文件进行问答。通过测试（采用 Qwen:7B 大模型）发现，能够在图文混排的 241260 字中，比较快速地找到需要的结果。结果存在一定幻觉，在人工验证后进行了修复。

#### 5.1.2 基于 Anything LLM 访问的 PC 端侧 AI 模型测试

安装完成后，可离线开展配置，LLM Preference 设置为 ollama 中的 Qwen:7B，其中 Ollama Base URL 设置为 http://127.0.0.1:11434。Text-to-speech Support 设置为 System Native；Transcription Model、Embedding Preferences、Vector Database 都设置为默认值即可。

通过测试（采用 Qwen:7B 大模型）发现，能够在图文混排的 241260 字中，比较快速地找到需要的结果。结果存在一定幻觉，在人工验证后进行了修复，相较于 WebUI 的结果，错误率偏高，学习能力较差，执行速度较慢。

由此对比可以看出，智能执行结果不仅与 LLM 本身有关，还与采用的软件框架以及相关嵌入引擎、向量数据库有关。

#### 5.1.3 基于原生 AI 的 PC 端应用

随着原生端侧 AI 技术的兴起，即 PC 出厂时就具备多项 AI 能力（包含离线 AI 能力和在线 AI 能力），AI PC 的通用智能能力必将得到全方位提升。多家 PC 巨头入场布局 AI PC。因为成本普遍较高，所以市场推广还需一定时间。

### 5.2 基于手机终端的端侧 AI 技术应用

目前，AI 手机<sup>[11]</sup>概念刚刚兴起。公安机关可以在现有智能手机基础上，在移动警务终端上提升端侧 AI 能力，面向公安应用场景，提供特别 AI 服务。比较成熟的方式是通过 MLC-LLM 模型部署框架，管理部署适合端侧使用的 AI 大模型，并实现离线和断网环境下的使用。该应用支持运行多种英文大型语言模型，包括 Llama2 7B、Mistral 7B、RedPajama 3B、Google Gemma 2B 和 Microsoft PHI 2B 等。

#### 5.2.1 基于 MiniCPM 的手机端 AI 模型测试

MLC-MiniCPM 框架和面壁 MiniCPM 大模型，实现照片目标识别、照片文字识别、语音识别（多国语言识别）和翻译等多种 AI 功能，能大幅提高公安机关在侦查破案、案卷处理、日常涉外警情处理等方面的

工作效率。

以上这些应用需要特定的硬件支持，如 NPU 或 GPU 加速，所以需要检查个人手机是否符合这些软硬件环境的要求。在前期测试的基础上，下一步尝试在移动警务终端上安装部署有关端侧 AI 技术产品，从而提升移动警务终端在偏远地区等网络信号差的特殊场所的应用。

在未对测试用例 MiniCPM 2.0 进行微调、专业知识更新的前提下，在华为手机 CPM-DEMO 平台上运行 MiniCPM 2.0 的效果与 Kimi 应用效果对比发现，端侧 AI 的优势是“断网可用”，劣势是“通识力差”。未来，随着端侧 AI 技术的发展，会有越来越多类似于电脑上的应用软件，可提供更好的服务。

#### 5.2.2 基于模拟器的手机端 AI 应用

通过 Android 终端模拟器 Termux 和模型框架 ollama，在手机上模拟实现 Linux 环境，从而部署如 phi3、llama3 等支持端侧离线运行的大模型。

#### 5.2.3 基于原生 AI 的手机产品

与 AI PC 一样，随着原生端侧 AI 技术的兴起，即手机出厂时就具备多项 AI 能力（包含离线 AI 能力和在线 AI 能力），AI 手机的整体智能水平得到全方位提升。

荣耀于 2024 年 6 月发布的原生于手机系统中的深伪识别技术，用于识别视频中的假脸，产生良好的电信反诈效果。该技术能够自主识别用户视频通话中的画面要素。若手机在双方视频通话过程中，检测到视频中存在 AI 换脸的情况，手机就会弹窗提示用户对方疑似 AI 换脸假冒身份。该技术是在联网通信场景中的应

用，将搭载在新一代折叠旗舰荣耀 Magic V3 上。这种技术将为个人加强反电诈防范能力提供重要的技术支持，也将帮助公安机关开展反电诈宣传、预防、处置等多方面提供有益帮助。

### 5.3 基于其他终端的端侧 AI 技术应用

公安机关在巡逻现场或事故现场，需要快速识别人员或车辆身份，通过智能摄像头和移动警务终端，自动检测和识别图像中的对象，如车牌、人脸等。在遇有语言沟通障碍、秘密侦查等场景中，通过端侧 AI 翻译设备实现即时翻译服务记录，特别是在无网络环境中。在单警 AI 系统中，可以集成多种传感器和 AI 处理能力，实现实时分析战场或执法现场信息，提高决策速度和目标的准确性。

## 6 端侧 AI 技术局限性及解决展望

端侧 AI 技术相较于云端 AI 技术，在应用中存在一定局限性。

一是端侧算力存力低。端侧 AI 技术所用硬件设备，如智能手机、物联网设备，受限于硬件规格，其算力和存储能力通常远低于云端设备（特别是云端集群），限制了处理复杂计算任务的能力。针对气象、海洋、生物科研等领域通常需要处理海量复杂的数据和进行大规模的模拟计算，端侧设备的算力和存力难以满足这类高要求，而云端 AI 仍具有明显优势。未来，随着量子计算机等先进技术和应用，这些问题有望得以解决。

二是端侧 AI 技术，使用者的开发要求比较高。现有端侧 AI 产品成熟度相对较低，使用者在甄别合适的产品、进行配置、测

试和应用时需要具备较高的技术能力。随着技术发展和产品丰富成熟，这一问题有望改善，但因多种客观因素，仍限制了成熟 AI PC 等产品的广泛应用。短期内，技术和制度门槛仍然是端侧 AI 推广应用的障碍。

此外，两种 AI 技术存在的共同的局限性表现在 3 个方面。

一是都存在幻觉。经测试发现，即使仅从提供的材料中提取信息用于 Q/A 对话，端侧 AI 模型也存在一定幻觉，这一点与云端大模型相似。虽然其可以在本地进行训练和调整，以适应特定用户的需求和使用习惯，提供更加精准的服务，但是由于处理过程在本地完成，所以更容易产生错误分析和结果溯源。

二是 AI 数据的安全保密问题。虽然端侧能更好地保护本地数据隐私，但在本地设备上存储和处理数据也面临传统的物理安全威胁（云端也存在物理安全风险），如设备丢失或被窃、本地数据加密不足、软件漏洞等，需要在本地网络安全防护方面加强技术防范。

三是人工智能面临法律道德问题。包括端侧 AI 在内的 AI 技术应用，在法律和伦理层面存在制度盲区，如数据的所有权、使用权和责任归属等问题，需要相关机构积极关注并加快推进有关法治规范建设。例如，北京市大兴区成立了数据合规港，在这方面做出了大胆尝试和制度创新。

## 结语

端侧 AI 技术具有明显的隐私保护优势，且随着技术的发展，其局限性将逐步得到解决，从而能够更好地应用于公安等领域。同时，需要公安机关密切关注端侧技术的发展，积极引进端侧 AI 技术，赋能公安实战，成为公安机关新质战斗力的重要技术支撑。<sup>[8]</sup>

## 引用

- [1] 蔡睿,葛军,孙哲,等.AI预训练大模型发展综述[J/OL].小型微型计算机系统,2024(5):1-12.
- [2] 崔爽.未来大模型:更多能更轻量更亲民[N].科技日报,2024-04-25(6).
- [3] 张志强,李华.端侧AI与云侧AI的对比分析及应用场景探讨[J].计算机应用研究,2022,39(S1):1-5.
- [4] 王伟,赵强.垂直大模型与私域大模型在特定行业的应用研究[J].计算机科学与应用,2022,12(10):2345-2352.
- [5] 刘涛,张伟.单机大模型与本地大模型的技术比较与分析[J].人工智能与计算,2021,3(4):56-63.
- [6] 赵雷,王晓刚.单兵AI系统在军事与警务领域的应用探索[J].军事通信技术,2023,40(1):78-84.
- [7] 倪雨晴.联发科猛攻AI端侧AI芯片大角逐[N].21世纪经济报道,2024-05-10(12).
- [8] 卢梦琪.智能手机加速向端侧AI进化[N].中国电子报,2024-07-05(5).
- [9] 《股市动态分析》研究部.掘金AIPC产业链[J].股市动态分析,2024(11):9-11.
- [10] 孙晶,胡丹丹.AIPC是否预示“个人智算”即将涌现[N].新华每日电讯,2024-07-08(5).
- [11] 匡继雄.人工智能手机需求进入爆发期多家公司披露布局进展[N].证券时报,2024-06-19(A06).

# 项目组合管理和敏捷管理 在保障房智能化建设的应用探索

文 ◆ 厦门市住房保障中心 陈小壮

## 引言

随着时代的发展，保障房的智能化水平在运营中的重要性日益凸显。然而，其建设面临着复杂度提升和本地化要求日趋严峻的挑战。智能化建设不仅需要从整体层面进行精心设计和有效管理，还需要充分考虑每个保障房项目的独特性，实施因地制宜的管理策略。为规范保障房管理，提高管理效率，本文聚焦于保障房智能化建设，深入探讨如何在总体管理和分项管理之间实现组合优化。通过对相关案例的分析和理论研究，提出一套系统的方法和策略，旨在为保障房智能化建设的高效、可持续发展提供理论支持和实践指导，以满足居民日益增长的对高品质居住环境的需求，同时推动保障房领域管理模式的创新与升级。

## 1 背景

在过去的几十年中，中国已经实施了多个房屋保障计划，如分配住房、商品住房、限价房、公租房等。保障房种类多样化导致保障房的管理是一项非常复杂的工程，需要有明确的目标、不断优化的组织制度以及灵活的管理方式。

在组织机构层面，保障房的开发商管理、运营企业管理、运维物业管理以及其他相关组织机构相互协作，共同影响着保障房项目的推进和成效。

人员管理方面，从申请人及其家属到访客、维护人员和管理人员等，涉及众多角色，他们的需求和情况各异，管理工作复杂而繁琐。

保障房维护管理包含了水、电、气、网的供应保障，病、虫、害的防治以及绿化和公共设施的维护等，这些工作直接关系到居民的生活质量和居住环境。

保障房运营管理中的信息管理和申请条件管理等对于保障资源的公平分配和有效利用至关重要。

然而，传统的管理模式在面对广泛复杂的管理内容时，逐渐显露出诸多弊端。管理效率低下、信息不畅通、响应不及时等问题日益突出，

严重影响了保障房管理的效果和质量。

在此背景下，项目组合管理和敏捷管理的理念和方法为保障房智能化建设带来了新的思路和解决方案。通过项目组合管理，可以对保障房相关的众多项目进行系统规划、资源优化和风险控制，确保各个项目相互协调，共同服务于保障房管理的总体目标。敏捷管理则能够帮助应对保障房管理中的不确定性和变化，快速响应需求，提高管理的灵活性和适应性，从而更好地满足居民的需求，提升保障房管理的水平和质量。

## 2 保障房管理的难点

(1) 管理内容复杂。包含房屋和设备设施管理、环境卫生管理、绿化养护管理、秩序维护管理、客户服务管理以及各类档案管理等，且每个小区的管理内容也各有差异，导致无法用统一的规范来管理不同的保障房项目。

(2) 动态监管挑战。家庭经济状况随时间而变化，应及时发现不再符合保障条件的家庭并进

【作者简介】陈小壮（1987—），男，福建厦门人，本科，中级工程师，研究方向：建筑智能化研究和保障房智能化工程建设管理。

行清退，操作难度较大。随着时间的推移，家庭成员的就业情况会发生改变，收入水平会上升或下降，财产状况也会出现增减。因此，及时且正确获取有效的信息是保障房项目的一项重要挑战。

(3) 居民构成多样。保障房社区的居民来自不同背景，管理和需求多样，增加了社区管理的复杂性。从年龄层次来看，保障房社区中既有老年人，对医疗保健和养老服务有较高需求，又有年轻人，他们往往更关注就业机会和职业发展，对教育培训和社交活动有更多期待，同时还有年幼的儿童，需要优质的教育资源和安全的成长环境。在如此复杂的居民构成体系中，如何让居民的满意度提升是保障房项目管理的重点目标。

基于以上问题，单一的管理模式已经无法满足庞大复杂且动态变化的管理工程，需要有一种创新的管理模式来管理保障房项目。本文提出项目组合管理和敏捷管理在保障房智能化建设的应用探索，充分考虑管理内容复杂、

动态监管挑战和居民构成多样性的特点，深入探讨保障房管理的特点，构建适用于此管理模式的高效工作流程。

### 3 创新管理思路

根据保障房管理的特点，融入项目组合管理和敏捷项目管理的模式，先用组合管理的方式确定一个能够满足保障房管理战略目标，再基于保障房管理内容的复杂性拆分成多个小项目进行敏捷项目管理，拥抱不确定性和变化，快速响应需求，提高管理的灵活性和适应性，完成战略目标，从而更好地满足居民的需求，提升保障房管理的水平和质量。

(1) 项目组合管理。项目组合管理可以在多个项目之间合理分配有限的资源，避免资源的浪费和过度集中，提高资源的利用效率。项目组合管理主要包含以下 6 个方面的内容，确定一个能够满足保障房管理的战略目标、可行的项目组合；平衡项目组合间的资源；监控各项目计划的执行情况；分析项目组合绩效以及改进方法；基于组织的项目执行能力，评估项目组合的风险与机会；为实现项目目标提供决策。

(2) 敏捷项目管理。敏捷方法是一种基于迭代和增量开发的项目管理方法，其核心理念是在项目周期内不断进行需求和规范的变化和调整<sup>[1]</sup>。敏捷项目管理强调灵活性、适应性和团队协作，以快速响应变化和交付价值。敏捷项目管理包括迭代推进、客户参与、强调团队协作、拥抱变化、持续交付 5 个核心特点。

项目组合管理和敏捷管理模型图如图 1 所示。

保障房的组合管理如下。第一，明确战略目标。确定保障房管理的长期和短期战略目标，如提高保障房的供应数量和质量、优化保障房的分配公平性、降低保障房的运营成本等。第二，项目组合定义。识别与保障房管理相关的所有潜在项目，包括新建保障房项目、现有保障房的维修和翻新项目、保障房分配系统的优化项目、保障房社区服务提升项目等。第三，项目评估与选择。对每个潜在项目进行深入分析，包括技术



图 1 项目组合管理和敏捷管理模型图

可行性、社会影响、法律合规性等。根据评估结果，选择符合组织战略性资源能力的项目纳入项目组合。

保障房的敏捷管理方法如下。第一，在保障房管理方面，首先应确定目标，确定目标后才能对保障房进行有效的管理。例如，针对信息核实困难问题设定一个目标，每个月对入住的居民信息（包含但不限于个人信息、家庭状况、收入情况等）进行更新，保障信息的动态鲜活。同时对在更新过程中遇到的问题进行记录，成为下一个迭代周期的目标。

第二，建立完善的管理规则。将保障房小区按楼栋或按楼门划分责任进行管理，也可按问题进行分类管理。例如，维修管理类、安全管理类、信息核实类问题，将一个大的管理项目分解成小模块或一个片区来进行管理，细化管理职责。加大信息化的应用，建立强大的保障房管理信息系统，实现申请、审核、分配、使用等环节的信息化管理。利用数据分析工具，对保障房的使用情况、保障对象的动态变化等进行实时监测和分析，及时发现潜在问题，减轻基层工作负担。建立居民满意度调查制度，根据反馈意见不断改进管理服务，建立多渠道用户建议收集入口。

第三，执行管理规定。根据制定的管理规则，严格按照管理规则执行，在维护过程中发现问题及时根据管理规则上报给相关责任人。例如，按制度规定开展保障房小区的巡查工作，及时发现并处理多起违规使用保障房的情况，定期维护小区动态数据等。

第四，建立监督和评估机制。在一个迭代周期内，对保障房管理工作的执行情况进行监督检查，并对管理成效进行评估，在管理中发现及时整改。例如，制度改进问题、流程优化问题等都可以在评估过程中进行提出。

第五，持续改进和优化管理。对监督和评估过程中收集和分析大量的数据，如保障房的入住率、周转率、维修频率和成本、居民投诉数据等，以识别潜在的问题和趋势。根据社会经济发展变化、住房需求的转变以及管理中出现的问题，及时调整和完善保障房相关政策。引入新的技术手段，如物联网技术用于房屋设备的远程监控和管理，提高维护效率。利用大数据和人工智能进行需求预测、资源分配优化等。

#### 4 案例论证过程

本文提出根据保障房管理的特点，融入项目组合管理和敏捷项目管理的模式。厦门住房和建设局积极探索保障房管理方式，以信息化、智能化为依托，建设保障房社区安防管理平台，管理平台利用项目组合的方式归属在信息管理类的项目集下，达到“1+1 > 2”的效果。其中，社区安防管理平台通过敏捷开发的方式进行管理。用小步快跑、快速迭代的方式通过 AI 智能技术识别出数百条预警数据，有效支撑了物业社区管理工作的顺利开展，寓管理于服务之中，在服务中体现管理，实现了数据全融合、状态全可视、业务全可管、事件全可控。通过研究和分

析让社区更加和谐有序、服务更有温度，不断增强居民获得感、幸福感和安全感，推动社区治理水平提升。

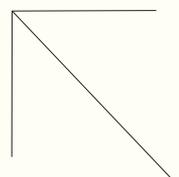
#### 结语

随着科技的持续进步和社会需求的不断变化，项目组合管理和敏捷管理在保障房智能化建设领域的应用前景广阔且令人期待。

项目组合管理和敏捷管理的融合将更加深入和成熟。通过不断实践和经验积累，建立更加完善的管理框架和流程，提高管理的效率和灵活性，更好地应对保障房智能化建设中的各种挑战和变化。加持物联网的更精准的能源管理系统、融合人工智能的安防监控技术以及更加智能便捷的社区服务平台。这些技术的发展将为保障房智能化建设提供更强大的支持，以有效整合各种技术资源，确保其在保障房项目中的合理应用和协同发展。■

#### 引用

[1] 王蔚松.敏捷项目管理在中小企业数字化转型项目进度管理中的应用论文[M].北京:北京邮电大学,2023.



# 数据驱动的城市精细化治理研究与实践

## ——以深圳市坪山区为例

文 ◆ 深圳市坪山区政务服务和数据管理局 周伟奇 徐魏婷 刘洋  
北京智信遥感地理信息技术有限公司 刘广  
深圳市聚龙智慧城市研究院 吕令广

### 引言

本文从空间数据视角出发，探讨其与民生诉求应用场景的链接机制，旨在通过数据融合分析提升民生诉求处理效率，同时借助诉求业务信息反向更新空间底板数据，实现数据驱动下的城市精细化治理。这一研究不仅具有理论价值，更为我国城市治理实践提供了有益借鉴，助力构建智慧、宜居、可持续的城市环境。

### 1 研究背景

随着数字科技的迅速发展，信息化、数字化对国家发展的战略价值得到深刻认识，明确提出利用信息化手段推进国家治理体系和治理能力现代化的目标。党的十九届四中、五中全会具体部署了加速数字政府建设的任务。在此背景下，《国务院关于加强数字政府建设的指导意见》颁发，旨在探索数字化治理模式，全面提升社会治理效能<sup>[1]</sup>。

城市作为人民生活的核心空间，其治理工作举足轻重。城市治理涉及政府机构、私营部门、非政府组织、社区以及市民等多

元主体，他们紧密合作，共同参与城市资源的组织、管理、决策与监督。健全的监督与评估体系监控城市事务、政府决策以及公共服务执行情况，实现动态调整，是提升治理效能的关键。

随着中国城市化进程的加速，城市治理成为学术界与实践领域的热点。智能化技术如“互联网+”、大数据、人工智能等在城市治理中的应用显著推动了治理手段的创新与效能的提升。国家相关政策明确提出发挥数据要素的乘数效应，为经济社会发展注入新动力。

在城市治理领域，数据融通为公共卫生、交通管理、公共安全、生态环境、基层治理以及体育赛事等领域提供了有力支持，实现了态势的实时感知、风险智能研判以及协同处置。国家发展改革委、国家数据局等部门联合发布的《关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型的指导意见》指出，城市数字化转型应以数据为驱动，贯穿城市建设管理全过程，提升城市整体性、系统性和协同性。数据驱动的城市精细化治理已成为必然趋势。空间数据作为数字中国框架的时空基底，其价值的释放对城市治理至关重要。城市治理本质上是空间治理，空间数据与业务数据的深度融合，能够支撑资源在时间、空间和供需上的精准匹配与模拟推演<sup>[2]</sup>。城市政务热线系统作为城市治理的纽带，提供了全面、及时、准确的信息，反映了城市治理问题和公众需求<sup>[3]</sup>。

### 2 数据驱动的城市精细化治理逻辑

#### 2.1 城市精细化治理的新理论

传统城市治理依据管理维度划分治理单元，宏观覆盖全面，但微观层面常遇权力模糊、职责不清、责任推诿等问题，导致治理单元边界模糊、重叠交叉，呈现碎片化，影响治理效能。大数据驱动模式以数据为核心，精准界定治理单元边界，通过数据运算将人、事、物、组织等纳入治理范畴，形成网络互联效应，实现微观精准治理与宏观群体治理的结合<sup>[4]</sup>。

#### 2.2 城市精细化治理的新技术

时空信息凭其独特功能，在数字治理中扮演关键角色，跨越壁垒，

【作者简介】周伟奇（1976—），男，湖南娄底人，本科，副高级工程师，研究方向：智慧城市。

促成协同治理，实现资源精准配置。新型测绘地理空间实体技术将微观个体编织成动态互联网络，例如，城市公园地理实体不仅含物理属性，还联结社区活动、交通等多维度信息，为城市管理提供全面精准洞察，极大提升治理效能。

### 2.3 数据驱动城市精细化治理的总体架构

城市精细化治理面临复杂需求，政府正积极构建适配的平台工具体系。政务大数据平台强化数据共享与开放，实景三维时空大数据与CIM（城市信息模型）平台提供统一时空基准，支撑数字孪生可视化，城市物联感知和视频资源平台汇聚实时城市运行数据，共同构成城市数字底座，初步满足单一业务需求。

然而，随着智慧城市与数字孪生城市建设深化，治理业务愈发复杂，对多源数据融合提出更高要求。现有平台在数据处理与融合上存在短板，如大数据平台主要聚焦在结构化的政务数据上，对空间数据和非结构化数据的处理能力不足<sup>[5]</sup>。因此，推动平台融合互通，构建统一数字空间，实现“一网通管”，成为提升治理水平的迫切需求。

数字空间底座通过多源数据融合分析，一方面可以主动预警，驱动事务空间的业务平台对隐患进行处理排查，实现未诉先办。另一方面可以进行问题根因分析，辅助管理者制定措施，优化实体空间。此外，通过数据的融合治理，可以让业务数据回流到底座平台，驱动平台实体数据动态

更新，数据驱动的城市精细化治理技术框架如图1所示。

综上所述，城市数字空间的构建和数据融合贯通，将极大推动实体城市的精细化治理，助力解决各类城市问题，优化城市整体环境和服务水平。

## 3 数据驱动的城市精细化治理实践——以深圳市坪山区为例

### 3.1 坪山区城市治理现状与需求分析

#### 3.1.1 坪山区城市治理现状

深圳市坪山区作为全国首批智慧城市建设的先行者，历经数年探索与实践，已形成独具坪山特色的新型智慧城市发展路径。其核心成就包括成功构建大数据平台、视频资源共享平台以及时

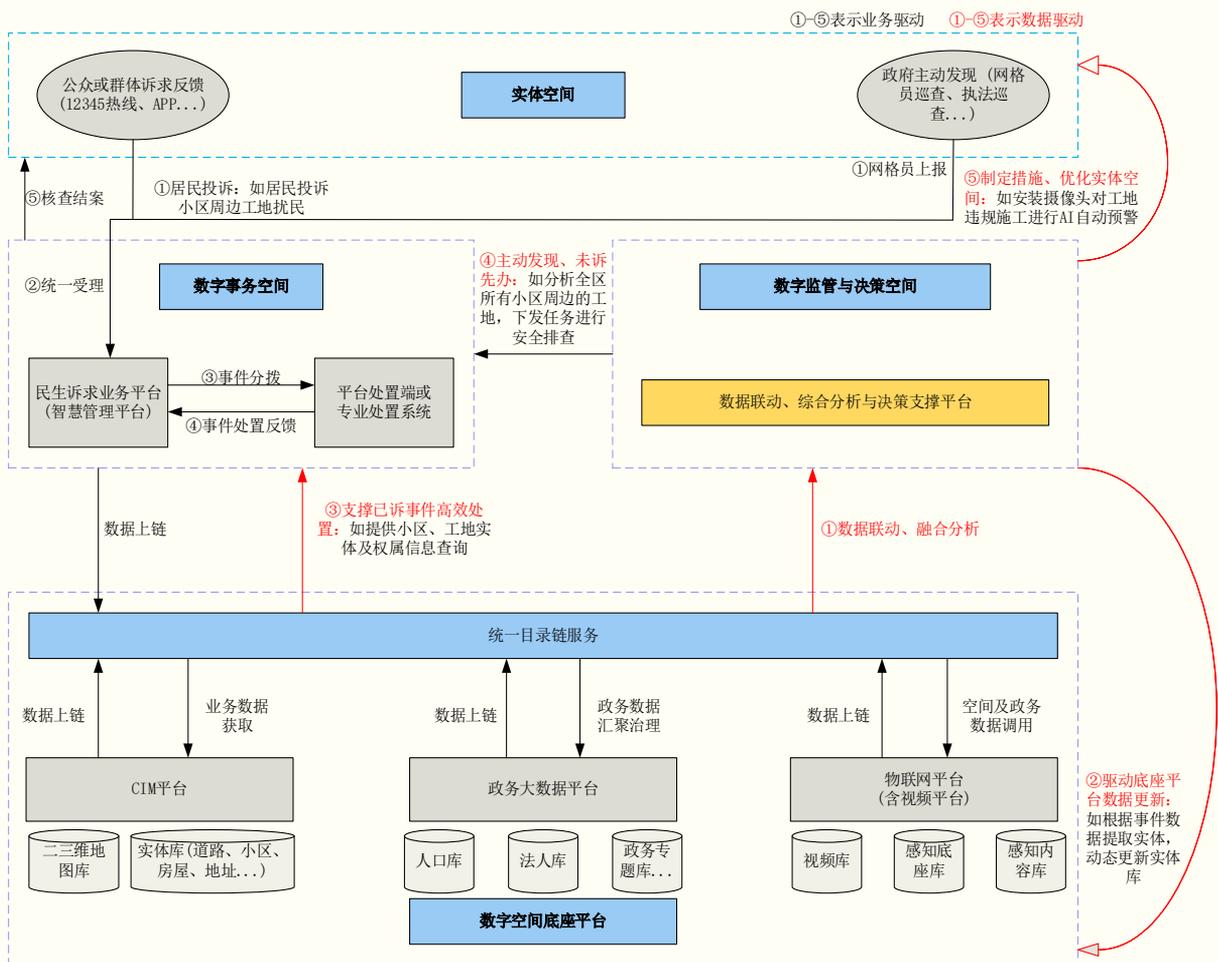


图1 数据驱动的城市精细化治理技术框架

空信息云平台。大数据平台整合了来自 20 家市直机构与 37 个区内单位的超 13 亿条业务数据，显著提升了信息资源共享利用效率，实现了政务数据的统筹管理。视频资源智慧管理平台则接入了超过 10000 条视频，有效促进了视频资源的共享与整合，为重大活动和应急响应提供了坚实的视频支持。该区已从“接诉即办”的民生诉求处理模式，逐步升级为城区运行“一网统管”的综合管理体系，为坪山区治理体系和治理能力现代化的实现奠定了坚实基础。

### 3.1.2 问题和需求分析

在坪山区智慧城市建设中，尽管时空信息云平台与大数据平台建设已取得初步成果，但仍面临诸多挑战。现代城市的快速更新、业务数据回流机制的不断完善和民众需求的增长，在进一步推进民生诉求改革过程中，还存在诸多不足与新的挑战。

首先，被诉对象空间位置不准确、权属信息不明晰成为制约处理效率的关键因素。时空信息云平台数据更新周期长，依赖测绘普查的定期更新，难以满足数据的现实性需求。新建道路、小区等未及时纳入平台，导致诉求事件地理位置标识存在误差。业务人员需通过繁琐的人工方式识别被诉对象并判断权属，工作量大且易出错，影响事件分拨与处置效率。因此，数字化、实体化、语义化处理被诉对象，精准定位权属，成为提升处理效率的关键。

其次，多平台间数据融合贯通问题亟待解决。业务人员需获取多维度信息辅助疑难案卷分配，但大数据平台、时空信息云平台、物联网平台等存在数据壁

垒，影响信息流通与事件快速响应。构建统一数据接口与标准，实现多平台无缝对接与数据融合，成为提升处理效率的重要一环。

再者，民生诉求事件的时空格局与演变规律不明朗，制约源头治理实施。为深入理解诉求时空分布特征，应从时空数据赋能角度出发，整合多源数据，通过热点分析、时间序列分析等方法揭示诉求分布与演变趋势，为决策者和公众提供数据支持。

最后，时空信息云平台数据动态更新面临挑战。事件数据中蕴含丰富的实体语义信息，是平台数据更新的重要来源。如何利用新技术智能提取海量事件语义数据，驱动平台实体底板库动态更新，成为研究重点。

针对上述挑战，坪山区于 2023 年启动数字孪生 CIM 平台（时空信息云平台的升级版）实体底板建设，以“实体+民生诉求应用联动”为试点，探索多平台数据融合贯通新路径，旨在提升民生诉求处理效率与质量，推动城市精细化治理水平全面提升，为智慧城市深入发展奠定坚实基础。

## 3.2 坪山区数据驱动的城市精细化治理实践

### 3.2.1 建设思路

构建全区城市实体底板数据，实现被诉对象“底数清、权属明”。以空间数据实体化为纽带，通过多平台数据融合贯通，探寻数据背后隐藏的规律，做到诉求问题主动发现、负一秒预警，为民生诉求工作提质增效，打造“技术引擎+数据引擎”双引擎驱动的城市精细化治理新模式。数字孪生实体底板助力民生诉求精细化治理改革建设思路如图 2 所示。

### 3.2.2 建设路径与应用成效

(1) 构建全要素实体底板库。构建全区实体底板库，旨在将小区、道路、房屋等城市管理要素转化为结构化、对象化的计算机可理解数据，并融合多维管理语义信息，如物业、管养单位等，实现对象的数字化、实体化以及语义化表达，确保民生诉求对象的清晰界定与权属明确。该库涵盖十大类、56 小类，包含 304322 个实体对象，且每个实体均配备“数字身份编码”。

(2) 研发实体融合引擎，打造“智能分拨”模式。实体融合引擎是对实体管理和服务功能的封装，以 API 形式对外提供，具备五大核心能力，无缝集成于民生诉求业务系统，促进事件精准分配与高效处理。五



图 2 数字孪生实体底板助力民生诉求精细化治理改革建设思路

大核心能力分别为在线构建能力、对象化查询能力、按需组装能力、业务数据融合能力和图谱分析能力。基于全区实体底板与融合能力，构建被诉对象实体库，实现诉求事件与被诉对象的精准匹配，从“人工识别”转向“智能匹配”，以小区投诉为例，新模式能精准定位事件位置，展现实体空间范围与管理属性，加速事件分拨至具体责任人，为基层减负增效。

(3) 实体事件时空分析，打造“未诉先办”模式。依托全区实体底板与时空分析能力，深入挖掘民生诉求事件数据的空间特征与演变规律，旨在实现“发现一事，解决一类”，推动“未诉先办”模式构建。以噪声扰民为例，居民投诉往往局限于噪声发生地，部门间信息不畅则导致处理效率低下。坪山区运用实体时空分析，结合一事多诉语义关系，按时间维度分析噪声扰民事件变化趋势，并展示关联信息，实现空间与业务相关性对比分析，主动发现问题、预警趋势。占道经营亦是常见被诉事件，通过空间分布分析可识别热点区域、路段和门店，时间分布则揭示其日、周、月乃至小时的规律，为城市精准治理提供坚实数据支撑。

(4) 驱动底座平台实体底板动态更新。现代城市更新迅速，时空基础数据更新周期难以满足精细化治理需求。坪山区实践中，基于通用大语言模型（LLM）与地理实体领域知识库，构建了地理实体智能识别模型，自动抽取事件背后的实体信息，驱动平台实体底板库动态更新，形成数据闭环。工作重点一是实体语义提取更新，利用大模型技术提取地址、小区等实体信息，与现有实体比对后，对缺失实体进行数据采集、核查、构建及入库更新；二是实体在线反馈更新，民生诉求业务系统中用户可反馈缺失、位置错误或属性不全的实体，提交平台核实更新。自2024年3月上线以来，该应用已动态更新地址5604个、院落实体97个、房屋实体176个、道路实体14个，有效推动了平台实体底板库的分类动态更新。

## 4 数据驱动的城市治理创新

### 4.1 利用空间实体技术实现城市治理单元的数字化

传统GIS技术在描述复杂城市空间对象时存在局限，导致刻画不全、不准、不精。本研究创新性地采用空间实体技术，对实体对象进行数字空间精准映射与“数字身份编码”（业务+空间），实现治理单元数字化、实体化、语义化。通过地理知识图谱关系可视化展示实体间联系，挖掘数据价值，驱动城市精细化治理，提升治理效能。

### 4.2 基于实体实现城市治理多源数据融合贯通与挖掘分析

将城市道路、水系、植被等治理单元实体化，并运用实体协同编码技术，实现城市治理多源数据跨层级、跨系统、跨部门的融合，涵盖人口、法人、社会经济、不动产以及行业数据，融合空间与业务、结构化与非结构化数据（含文本、图像等）。基于此，通过时空关联计算与分析，支撑规律挖掘、风险预测与辅助决策，推动城市治理创新。

### 4.3 打造“实体+应用”的城市精细化治理新模式

对于民生诉求领域，探索数字孪生实体支撑事件快速受理、精准分拨、高效处置、规律分析、业务数据回流更新的闭环应用，打造“实体+应用”的城市治理新模式。此模式已在坪山推广至其他应用场景，如固定资产管理、产业空间分析和财政预算审批中。

## 结语

数据驱动的城市精细化治理正破解治理碎片化难题，通过大数据应用细化治理单元，明确治理主体。但此过程受限于治理对象的数据化能力。挖掘数据价值已成为新型治理体系的核心，要求治理与数据深度融合，以行为识别驱动决策。新型智慧城市的建设需要坚实的城市数字空间底座以及多平台数据融合与共享。坪山区利用数字孪生技术，推动民生诉求精细化治理改革，构建了数据驱动的城市精细化治理模型。未来，坪山区将拓展至更多治理领域，推动多级协同治理，构建新生态。然而，数据治理质量与效率、数据建模与智能分析、数据资产化等方面仍面临挑战，应持续探索和完善政策法规、技术标准与软件工具，确保数据驱动城市治理的可持续发展与效能提升。<sup>[5]</sup>

## 引用

- [1] 国务院. 国务院关于加强数字政府建设的指导意见[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(19):12-20.
- [2] 李春生. 数据驱动城市治理变革的多重逻辑[J]. 天津行政学院学报, 2021, 23(6):14-20.
- [3] 赵金旭, 王宁, 孟天广. 链接市民与城市: 超大城市治理中的热线问政与政府回应——基于北京市12345政务热线大数据分析[J]. 电子政务, 2021(2):2-14.
- [4] 孟天广, 黄种滨, 张小劲. 政务热线驱动的超大城市社会治理创新——以北京市“接诉即办”改革为例[J]. 公共管理学报, 2021, 18(2):1-12+164.
- [5] 周飞飞. 北京市: 规划“管家”服务城市精细化治理[J]. 资源导刊, 2024(17):54-55.