我国加速发展算力产业

文◆本刊记者　语　迟

信息技术飞速发展，我们已经身处数字时代。

在党和政府的领导下，激活数据要素潜能，推进网络强国建设，利用数字技术促进和完善生产、生活、治理方式，实现数字化转型。我们正大步走在发展数字经济，迈向共同富裕的路上。在大家广议的数字经济、数字政府、数字社会背后，是数据、算力、算法等数字生产力的协同支持与进化。

2024 年 3 月，国家数据局局长刘烈宏日前在《求是》杂志发表署名文章时表示，数字经济时代，算力是新质生产力，算力网是促进全国范围内各类算力大规模调度运营的数字基础设施，构建全国一体化算力网、推动算力基础设施化是国家现代化的重要标志之一。

未来算力与人力、物力、财力一样，将成为中国经济竞争力的主要指标。

一、算力是数字社会的新型基础设施建设

2018 年 12 月 19 日至 21 日，中央经济工作会议重新定义了基础设施建设，把 5G、人工智能、工业互联网、物联网定义为 " 新型基础设施建设 "。随后 " 加强新一代信息基础设施建设 " 被列入 2019 年政府工作报告。

2020 年 5 月 22 日，《2020 年国务院政府工作报告》提出，重点支持 " 两新一重 "（新型基础设施建设，新型城镇化建设，交通、水利等重大工程建设）建设。

所谓新型基础设施建设，主要包括 5G 基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网七大领域，涉及诸多产业链，是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展的需要，提供数字转型、产业升级、融合创新等服务的基础设施体系。

新型基础设施可以概括为三种，一是信息基础设施，二是融合基础设施，三是创新基础设施，就以数据中心、云计算中心为基础的算力来说，这是一种基于新一代信息技术演化生成的信息基础设施。

二、国家加大政策引导

2021 年，中央部委联合下发《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》《新型数据中心发展三年行动计划 (2021–2023 年)》等一系列文件，指导推动全国数据中心的建设。

《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》统筹围绕国家重大区域发展战略，根据能源结构、产业布局、市场发展、气候环境等，在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝，以及贵州、内蒙古、甘肃、宁夏等地布局建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，发展数据中心集群，引导数据中心集约化、规模化、绿色化发展。国家枢纽节点之间进一步打通网络传输通道，加快实施“东数西算”工程，提升跨区域算力调度水平。

2022 年 1 月 15 日，习近平总书记在《不断做强做优做大我国数字经济》一文中提出要“建设全国一体化数据中心体系”。

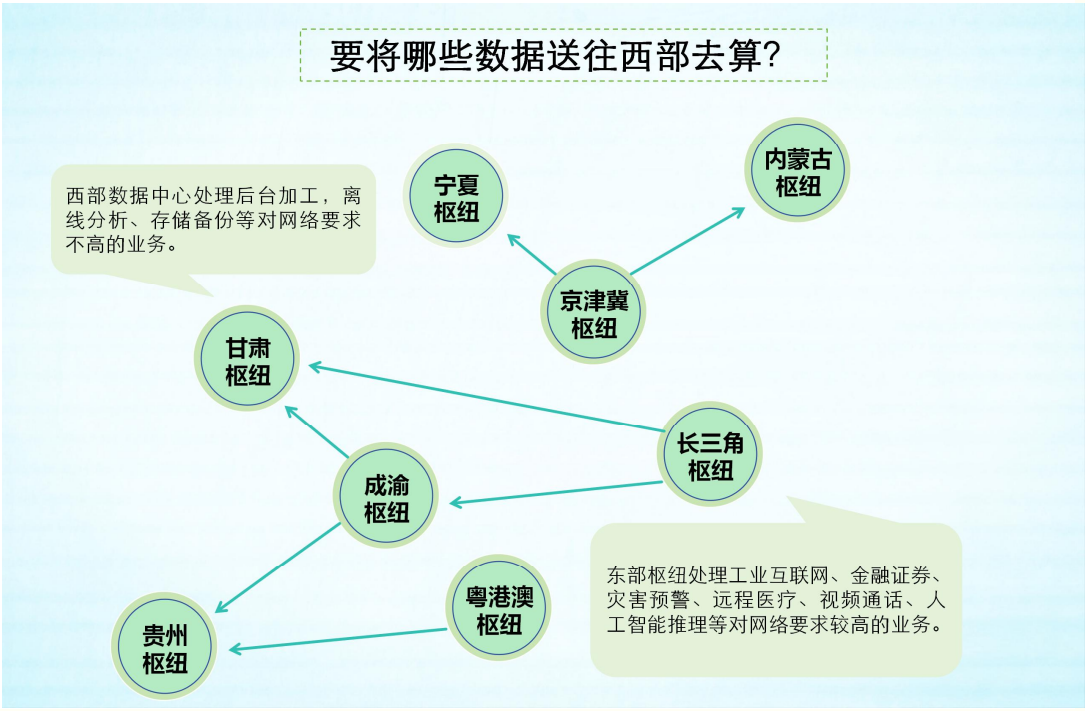
2023 年，中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，明确夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”。系统优化算力基础设施布局，促进东西部算力高效互补和协同联动，引导通用数据中心、超算中心、智能计算中心、边缘数据中心等合理梯次布局。整体提升应用基础设施水平，加强传统基础设施数字化、智能化改造。

2023 年 10 月 8 日，工业和信息化部、中央网信办、教育部、国家卫生健康委、中国人民银行、国务院国资委等六部门联合印发《算力基础设施高质量发展行动计划》，提出到 2025 年，算力规模超过 300EFLOPS，智能算力占比达到 35%，东西部算力平衡协调发展。

三、“东数西算”带动算力产业大发展

在政策引导和市场需求的双重驱动下，我国算力基础设施不断完善，算力总规模持续增长。工信部数据显示，截至 2023 年 6 月底，全国在用数据中心机架总规模超过 760 万标准机架，算力总规模达到 197 EFlops，位居世界第二，算力总规模近五年年均增速近 30%。以生成式人工智能为代表的人工智能应用、以科学计算为代表的超算应用、以边缘计算为代表物联网应用等，广泛深入到政务、工业、交通、医疗等多个领域，为各行各业数字化转型提供了有力支撑，也对算力网支撑能力的需求与日俱增。

2022 年 2 月，国家发改委等四部门印发通知，同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等 8 地启动国家算力枢纽节点建设，并规划了 10



个国家数据中心集群，标志着“东数西算”工程正式启动。目前八个枢纽节点2023年新开工的数据中心项目近70个，其中，西部新增数据中心的建设规模超过60万机架。

2024年3月14日，随着中国电信东数西算国家枢纽庆阳算力中心1000台GPU服务器稳定运行，全国一体化算力网络甘肃枢纽节点庆阳数据中心集群算力规模突破5000P，达到5300P。

截至目前，长三角一体化示范区数据中心集群取得全面建设。这个位于江苏吴江的全国一体化算力网络国家枢纽节点计划今年5月开始启用部分算力大楼。此外，经过近2年的建设，芜湖集群起步区数据中心项目17个、设计装机规模64万架、投资额约2588亿元；已投产数据中心项目6个、在建未投产项目6个、待建项目5个。

2023年，宁夏建成全国首个万卡智算基地，算力质效指数全国第四、西部第一，数字经济占GDP比重为35%以上。中卫集群互联网出口带宽达到18T，实现中卫到北京的单向时延8~10毫秒以内，到上海的单向时延15毫秒以内。

内蒙古数据中心服务器在运行已达到260万台，和林格尔新区数据中心标准机架达到22万架，服务器装机能力达到150万台，通用算力总规模达到1000P；推动建设11个超算项目，超级算力规模达到195P。

此外，截至2023年底，张家口市投入运营的数据中心为27个、标准机柜33万架、服务器153万台，算力规模达到7600P；截至2023年7月，四川全省算力规模约为10EFlops，其中智能算力占比约为10%，主要分布在成都及周边地区；2023年，重庆全市算力规模超过1000P；目前，贵州总算力规模增长28.8倍，智算规模占比超过八成，贵州全省在建及投运数据中心39个，大型以上数据中心22个。

具体来看，京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝四个节点，立足服务重大区域发展战略实施的需求，进一步统筹好城市内部和周边区域的数据中心布局。贵州、内蒙古、甘肃、宁夏四个节点，在清洁能源供给方面具有天然的优势，适宜建设绿色算力基地，通 过积极承接东部地区中高时延业务，推动东部人工智能模型训练推理、机器学习、视频渲染、离线分析、存储备份等业务有序转移，并承担本地实时性数据处理，形成全国算力发展“一盘棋”。

四、算力服务统一大市场亟需建成

网络的互联互通成就了全球互联网和数字经济的高速发展，而算力互联互通是形成统一算力服务大市场和人工智能变革时代做强做优做大数字经济的关键路径。尽管我国算力网取得了显著的进步，但我国算力网领域存在诸多挑战，如算力资源分布不均、技术创新不足、产业链条协同不够紧密等，其供给能力仍不能满足各行业日益增长的数字化转型需求。

中国信息通信研究院院长余晓晖在今年全国两会期间接受采访时表示，我国算力基础设施建设已达到世界领先水平，算力总规模位居世界第二。然而标准化普惠化算力服务统一大市场尚未形成，存在算力供给紧张而同时部分算力未能有效利用的矛盾，算力新质生产力作用未充分释放，存在需要进一步思考和解决的问题。

他分析说，这些问题主要集中在三个方面：如何在多元化算力供给的状况下统合形成标准化、可调度的算力服务；如何在算力资源和需求区域差异突出的情况下实现全国资源优化配置和算力高效服务；如何将算力并网调度的局域化探索扩展为构建全国统一大市场。

例如，我国东部经济发达地区算力供不应求，但区域内算力资源供给能力和增长潜力有限。西部地区具有大规模算力设施发展的资源禀赋优势，但本地需求不足，资源利用率不高。

甘肃庆阳：将陇东粮仓变成“中国算谷”

文◆仝　仁

甘肃庆阳，习称陇东，是甘肃唯一的革命老区，也是中华民族早期农耕文明发祥地之一。如今，这个曾享有陇东粮仓美誉的地方，正在加速崛起，致力于成为“中国算谷”。

2021 年 12 月 20 日，国家发改委等四部委批复同意启动全国一体化算力网络国家枢纽（甘肃·庆阳）节点和庆阳数据中心集群建设，为京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域提供算力支撑。

两年多时间里，庆阳“破冰试水”聚要素、“数起云涌”扩算力，携手数字技术的头部企业，全力打造“东数西算”数据融合创新示范区、红色数据资源集聚示范区和人工智能产业基地。

近日，随着中国电信“东数西算”国家枢纽庆阳算力中心 1000 台 GPU 服务器稳定运行，全国一体化算力网络（甘肃·庆阳）枢纽节点庆阳数据中心集群算力规模达到 5300P。这意味着该枢纽的运算能力大幅提高。

按照目前的理论，10P 相当于 5000 台高性能电脑算力，100P 相当于每秒 10 亿亿次计算速度。算力规模突破 5000P，意味着上万台“超级大脑”同时运转，可以支撑 AI(人工智能) 超级应用的模型训练及推理，自动驾驶、城市大脑、智慧医疗、智慧交通、网络安全、智能数字设计与建造、语音识别、自然语言处理等应用场景将被轻松驾驭。

目前，中国电信、中国移动、云创公司 3 个数据中心投用，机架数量累计达到 1.5 万架，平均上架率超过 80%。当地还吸引集聚了甘肃燧弘、憨猴科技、金山云等智算中心落地，中国移动、中国电信、中国联通、浙江众合今年全面启动建设，规模将超过 20 万机架。

今年 4 月，庆阳市、郑州市、哈密市启动合作——郑州作为算力消费和中转分发地，庆阳作为绿色算力供给地，哈密作为算力辅助供给地且与庆阳互为备份，共建城市算力网实验场。随后，与贵阳、深圳、郑州等地大数据交易机构在共享算力、数据、应用等大市场协同合作，探索构建数据算力领域的“西部陆海新通道”。

由此，一个以国家枢纽节点（甘肃·庆阳）数据中心集群算力供给（算力供给站）为支撑、郑州高新区数字经济产业集群算力需求（算力需求消纳站）为中继、服务全国主要城市的“东数西算”新格局悄然开局。

据入驻企业憨猴科技负责人介绍，憨猴人工智能算力云，提供万卡集群的高性能算力服务，通过算力调度平台针对模型开发和训练场

景，整合算法、算力、数据，构建一体化平台。这个平台不仅提供强大的 AI 资源管理服务，还为高效的算法开发和训练提供支持，帮助企业建好 AI 平台、管好 AI 资源、用好 AI 服务。该平台采用的 RoCE/IB 高速网络解决方案，这是一种高效、低成本的网络解决方案，特别适用于需要高性能数据传输和通信的场景。 目前，憨猴人工智能算办云已经完成了千卡集群建设，成功消纳了 6 亿算力需求。在 2025 年中旬之前，将实现万卡集群的建设目标，为产业链链主企业提供更加高效、稳定、智能的算力支持。

憨猴人工智能算力云将对区域经济发展做出如下贡献：

促进产业升级。为区域企业提供强大的计算资源，帮助它们在 AI 模型开发和训练方面取得突破。这不仅提升了企业的技术水平，还推动了区域内相关产业的升级，形成了高附加值的产业链。

提升企业竞争力。区域企业能够更高效地开发和部署 AI 模型，从而缩短产品上市时间，提升市场竞争力，吸引更多投资和合作机会。

创造就业机会。高性能算力服务和 AI 技术的应用需要大量专业人才，促进了区域内高素质人才的培养和引进。同时，项目为当地提供了更多的就业机会，带动了区域就业率的提升。

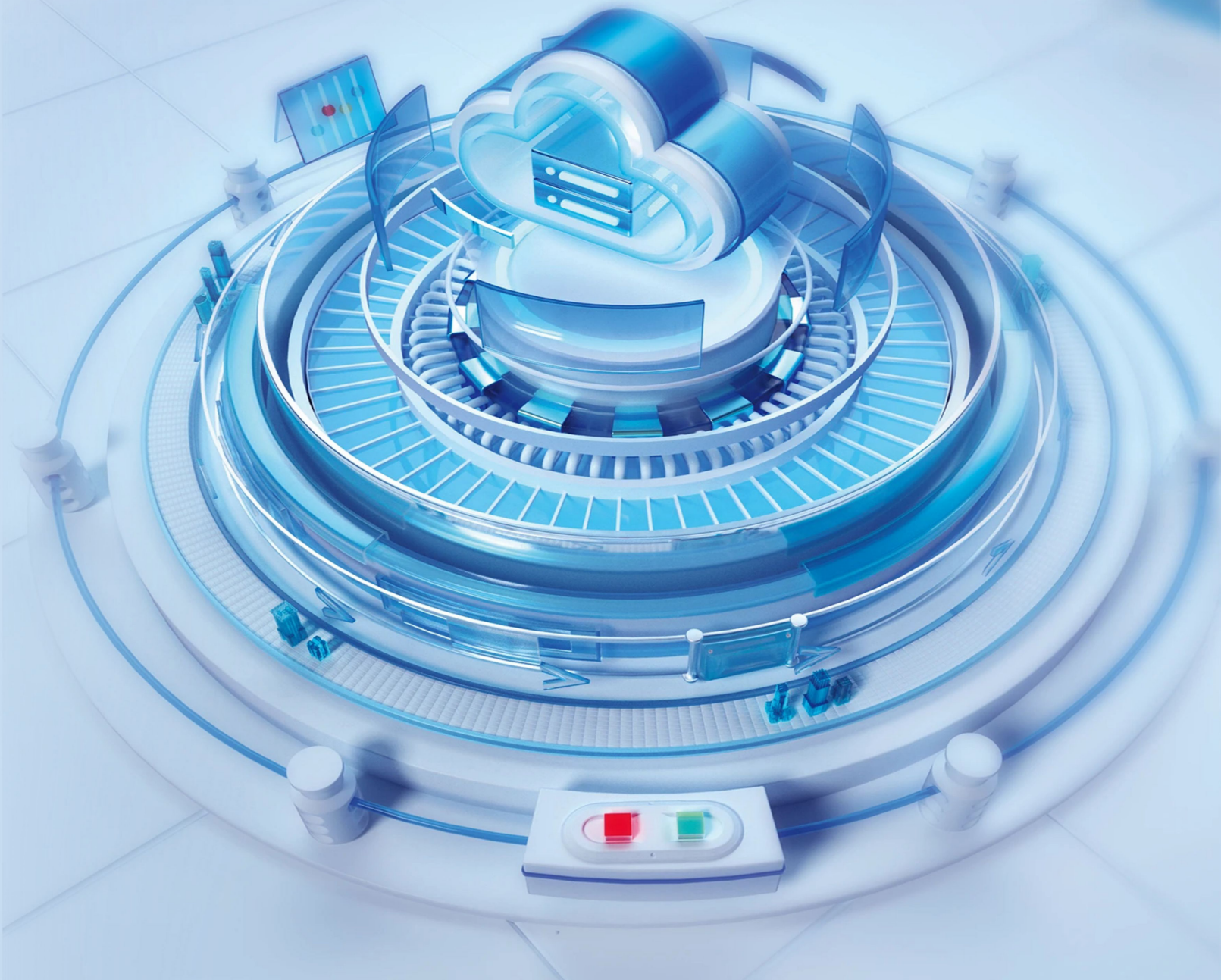
推动本地科技自主创新。智算集群在稳定性、高效能、易用性和高算力利用率方面具有先进性，可以帮助区域企业在关键技术上更加自主可控，减少对进口技术的依赖，增强了区域的科技自主创新能力。

科技创新

Technical Innovation

习近平总书记在党的二十大报告中强调，完善科技创新体系。坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，加快实现高水平科技自立自强。以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战。

科技已经成为当今世界发展的核心驱动力，它深刻地影响了人类生活的各个方面，促进了社会进步和经济繁荣。我们身处一个数字化、智能化、信息化的时代，科技已经深入到我们生产生活的方方面面，成为人类生存和发展的必需品。中国高度重视科技创新工作，坚持把创新作为引领发展的第一动力。它不仅可以帮助人们更高效地完成工作任务，更重要的是，它正在推动全球范围内的创新、跨界合作和知识分享，为人类未来的发展探索出一条光明的道路。



科技创新
Technical Innovation

基于 OCR 识别的民生档案数字化管理研究

文◆海南省疾病预防控制中心　陈　丽　任　颖

引言

OCR（Optical Character Recognition，光学字符识别）属于一种高效的文字输入方式，亦可称之为文字识别。OCR 技术的运用过程通常涉及将纸张上的文字、图像信息转化为计算机能识别的格式[1]。在档案工作“存量数字化、增量电子化”的要求下，研究 OCR 识别在民生档案数字化管理中的应用，设计基于 OCR 识别的档案数字化管理方案，有助于解决纸质档案在扫描、识别、分类等环节容易出错且耗费大量人力的问题，提升民生服务效率，推动信息化建设再上新台阶。

1 OCR 识别的工作原理

OCR 的主要原理是利用光学字符识别技术将图像中的文本转换成计算机可检索、编辑的格式，以提高数据输入及处理的速度和效率[2]。硬件部分主要包括扫描仪、摄像机、光源、光学器件、图像处理器等。扫描仪、摄像机捕捉原始图像，光源为图像提供清晰的照明，光学器件则负责将图像中的文字映射到图像处理器上。而图像处理器则负责处理图像，以供后续识别。在捕捉到原始图像后，会对图像进行预处理，以提高图像质量，便于后续识别。首先，通过灰度处理、二值化处理、噪声去除等消除噪声、去除干扰。其次，进行文字检测和定位。应用边缘检测算法、霍夫变换算法等，分析图像中的字符大小、形状、布局等文字特征，确定文字区域的位置和大小，以便准确检测定位文字区域。再次，进行字符识别。此为 OCR 识别的核心部分，利用深度学习算法，进行大量训练数据，以训练出准确识别各种字符的模型，再识别和分类每个字符。最后，将识别出的文本转换成可检索、编辑的 TXT、XML、PDF 等格式[3]。

2 OCR 识别在民生档案数字化管理中的应用

2.1 提取档案内容

OCR 在民生档案数字化管理中的应用主要表现在快速检索、内容数字化和自动化归档 3 个方面。OCR 技术在档案内容提取中极具应用前景，在图书馆、博物馆、档案馆、历史档案、法律文档识别、企事业档案管理、家庭档案管理等领域广泛应用，利用 OCR 技术将大量民生档案资料转化为数字格式，为国民生活、工作、文化传承提供了宝贵的资源和更加便捷的服务。运用 OCR 技术，可快速搜索档案中的特定信息，提高档案管理效率和保存安全性，延长档案寿命。

2.2 制作电子档案

电子档案现已成为政府部门、学校、医院、服务企业等民生机构的重要数据来源。OCR 技术作为制作电子档案的关键技术，通过将纸质文档中的文字转化为电子文档，有效提升了文档管理效率。首先，收集需要转化为电子档案的纸质文档，确保文档清晰、完整。其次，根据实际需求，确定需要转换的文档范围及类型，如文本、表格等。为确保 OCR 软件正常工作，应配置高分辨率屏幕、高速硬盘等计算机硬件。再次，

【作者简介】陈丽（1977—），女，海南海口人，本科，档案副研究馆员，研究方向：档案管理、档案文献编撰等。

将处理后的图像导入软件中开始识别，观察自动识别结果，如识别有误，则手动修正，确保结果准确、可靠。最后，对于数据庞大的文档，为提高工作效率，可采用批量转换的方式，校核完成后将电子档案导出保存即可。

2.3 建立 OCR 文本数据库

在民生档案数字化管理中，建立文本数据库对纸质档案中的文字进行自动识别（OCR）处理非常重要。应选择合适的 OCR 技术，如 Tesseract、ABBYY FineReader 等，具体可根据需求以及预算进行选择，且所选 OCR 技术应兼容各种字体、字号和行距。建立文本数据库的关键步骤是收集数据。在收集过程中，应确保数据多样性，包括纸质文档、扫描图片和其他电子文件等，以实现全面的训练与测试。完成数据收集后，进行 OCR 处理，即将纸质文档和扫描图片中的文字转换为计算机可读的格式。随后选择 MySQL、MongoDB 等合适的数据库管理系统，用于存储和管理文本数据。为确保数据安全，还应定期备份数据库、加密数据库和限制访问权限，防止数据未经授权而被篡改。

3 基于 OCR 识别的民生档案数字化管理方案设计

首先，提高传统载体档案的数字化率。积极推动各级单位在档案管理中采用扫描和 OCR 识别等数字技术，实现对纸质档案的数字化管理，使其转化为可检索、复制的数字形式[5]。并在云端或服务器中存储这些数字化档案，方便利用。其次，机器学习、人工智能等先进技术推动档案信息自动化处理，极大地提高了档案管理效率。在新增档案中，应确保其以电子化的形式归档，不仅有利于档案管理员在多个系统中共享和使用档案信息，提高档案的利用效率，还有利于保护珍贵档案资源，降低物理磨损或丢失的风险。基于 OCR 识别的民生档案数字化管理具体方案架构如表 1 所示。

表 1 基于 OCR 识别的民生档案数字化管理方案架构

应用层	上层业务				
	档案服务	专项档案	档案智库	档案展览	……
平台层	民生档案管理数字化系统				
	档案接收	档案管理		档案分析	个人中心
	档案收集	分类	编号	档案检索	权限管理
	档案著录	编目	关联关系管理	档案统计	我的借阅
	目录管理	档案借阅	档案销毁	档案业务可视化	我的审核
	档案归档	档案编研	档案审核	档案热词	
		档案发布	档案鉴定		
算法层	文档预处理算法		文字识别算法		文本理解算法
	矫正切边、扭曲；去除阴影；锐化增强；去除印章		印刷体识别；手写体识别；中文繁简识别；英文识别；小语种识别；文档识别；印章识别；文档还原；表格识别		实体识别；关系抽取；标签识别
模型层	OCR 大模型		NLP 大模型		
	VIMER-StrucText		ERNIE-Layout		
	VIMER-MaskOCR		ERNIE-mmLayout		

3.1 应用层

应用层为上层业务，主要包含以下板块。

（1）档案服务。为用户提供各种档案服务，如在线查询、档案借阅、档案复制等。本方案将使用 OCR 技术识别档案图片中的文字，并将其转化为可编辑的电子文本，以便用户获取档案信息。（2）专项档案。根据不同领域和主题，建立专项档案库，如教育、医疗、人事、财务等。这些档案库将提供详细的档案信息，方便用户查找、使用。（3）档案智库。建立档案智库，为用户提供各种研究资料及数据。（4）档案展览。应用 OCR 技术快速准确地识别和整理展览所需的档案资料，定期举办档案展览。

3.2 平台层

平台层是本方案的核心，即民生档案管理数字化系统，由档案接收、档案管理、档案分析、个人中心 4 个子模块构成，负责接收、管理、分析和展示各种档案信息。

档案接收模块负责接收和整理纸质档案、照片档案、音频档案等各种形式的档案，利用 OCR 技术将这些档案识别并转化为数字化形式，以供后续管理。档案接收模块又包括以下内容。（1）档案收集。 OCR 技术自动识别并导入各类纸质档案，提高档案收集效率。（2）档案著录。对导入的档案进行规范化著录，建立档案目录，以便后续管理。（3）目录管理。对档案目录进行分类管理，便于查找、使用。（4）档案归档。将档案按照规定程序归档至数字化档案管理系统，实现档案集中管理。

档案管理模块负责管理数字

化档案，具体包括以下内容。（1）分类。根据档案类型和属性，将其分类存储在相应目录下。（2）编目。对档案进行标签、描述和关键词提取，便于检索、利用。（3）档案借阅。提供档案借阅申请、审批流程，实现档案共享利用。（4）档案编研。对档案进行深度挖掘和整理，形成有价值的编研成果。（5）编号。为每份档案分配唯一的编号，便于识别和管理。（6）关联。建立档案间的关联关系，便于用户通过关键词或主题查找相关档案。（7）关系管理。对档案之间的关系进行规范化管理，形成关系网络。（8）档案销毁。对超过保存期限或无利用价值的档案进行销毁，节省存储空间并防止信息泄露。（9）档案审核。对新增或修改的档案进行审核，确保档案信息的准确性和完整性。（10）档案鉴定。定期对档案进行鉴定，分别界定长期保存、归档数字化及销毁范围。

档案分析模块提供多形式的档案检索和分析功能，具体包括以下内容。（1）档案检索。提供关键词检索、主题检索、时间检索等多种检索方式，方便用户查找所需档案。（2）档案统计。统计分析各类档案的数量、利用情况等，为决策提供数据支持。（3）档案业务可视化。通过图表、数据可视化等方式，展示档案管理业务的整体情况。（4）档案热词。分析用户在检索过程中常用的关键词，了解用户感兴趣的档案主题类型。

个人中心模块提供用户个人账户管理和权限管理功能，同时提供用户借阅记录和审核记录等功能，方便用户查询和管理档案信息。

3.3 算法层

算法层包括文档预处理算法、文字识别算法和文本理解算法。

（1）文档预处理算法。利用图像处理技术，对档案图像进行切边校正，使其符合预期的尺寸和形状。利用图像修复技术，校正因纸张变形等原因导致的扭曲。利用图像分析技术，去除档案图像中的阴影部分。通过增强图像的对比度和清晰度，提高文字识别精度。采用自动化算法去除档案图像中的印章，以免干扰文字识别。（2）文字识别算法。利用机器学习算法，自动识别印刷体文字。采用先进的神经网络模型，识别手写体文字。采用多模型算法识别中国汉字的复杂性和多样性，自动识别常见的英文字符。利用现有语种模型识别其他语种。采用特定算法识别和还原含表格的档案文件。（3）文本理解算法。自动识别文本中的实体，如人名、地名、机构名等。通过分析文本中的关系，如时间、地点、人物等关系，获取更丰富的信息。为档案文件提供标签和分类，便于后续数据分析和利用。

3.4 模型层

模型层由 OCR 大模型和 NLP 大模型构成。其中，OCR 大模型包括 VIMER-StrucText 模型、VIMER-MaskOCR 模型。VIMER-StrucText 模型用于识别结构化数据，可准确识别档案标题、时间、地点、事件等信息，为后续的数据挖掘提供支持。VIMER-MaskOCR 模型可识别档案图像中特定区域的文字，便于档案的分类整理和检索。NLP 大模型包括 ERNIE-Layout、ERNIE-mmLayout 等模型，可对数字化档案进行智能分类、摘要生成和关键词提取。ERNIE-Layout 模型通过分析档案的布局和格式，对档案内容进行初步分类，并生成摘要。ERNIE-mmLayout 模型可整体分析多页档案，提取关键信息，提高档案摘要生成效率。

结语

档案数字化管理是信息化时代的必然趋势，研究基于 OCR 识别的数字化管理具有重要的现实意义。应用 OCR 技术有利于实现民生档案信息的快速识别、智能分类和高效利用，提高档案管理的效率和水平，为民生幸福提供更加优质的技术支持。

引用

[1] 蔡军,陈欣欣.OCR技术在城建档案文件级著录信息自动获取与校核中的应用[J].兰台世界,2022(6):95-97+107.

[2] 刘妍.大数据背景下OCR全文检索对档案著录带来的机遇与挑战研究[J].档案天地,2023(8):37-40.

[3] 郑慧,刘思含.人工智能与档案开发利用:应用、愿景与进路[J].山西档案,2022(5):5-10+28.

[4] 胡欧哲,张欣.基于OCR技术的高校财务档案安全管理系统研究[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2023,45(1):160-164.

[5] 毛海帆,李鹏达,傅培超,等.基于数据挖掘技术构建辅助档案开放鉴定模型[J].中国档案,2022(12):29-31.

综合视景在直升机头盔显示系统上的应用

文◆中国直升机设计研究所　冯笑宇

引言

随着航空领域技术的迅速发展，直升机作为一种多用途和高机动性的空中装备，在现代战场航空领域中扮演着越来越重要的角色。直升机具有垂直起降和悬停能力，能够在复杂地形和恶劣天气条件下执行各种任务，包括侦察、攻击、救援、运输等。然而，直升机飞行员实现在复杂的飞行环境中做出快速而准确的决策时面临着诸多挑战[1]。因此，提高飞行员的态势感知能力，成为提升直升机执行任务能力的关键。直升机的飞行安全和任务执行效率依赖于先进的航电系统，其中头盔显示系统（Helmet-Mounted Display，HMD）是实现飞行员快速获取作战信息和环境数据的关键设备。综合视景技术（Synthetic Vision System，SVS）为飞行员提供了不受气象和光学限制的视觉环境，能够显著提高飞行员的态势感知和操作决策能力。

1 概论

直升机低空飞行过程中飞行员对外部视觉环境依赖较大，当出现不良目视环境时，面临巨大的安全隐患。旋翼飞机自身引起的不良目视环境包括Brownout（灰视）和Whiteout（白视），旋翼飞机在沙尘、雪地上起飞、悬停或着陆时，由于旋翼旋转激起风沙和雪而导致的不良目视环境。气象上的不良目视环境包括烟雾、风沙、夜晚等（见图1）[2]。直升机在不良目视环境下飞行是一项极具挑战的任务。

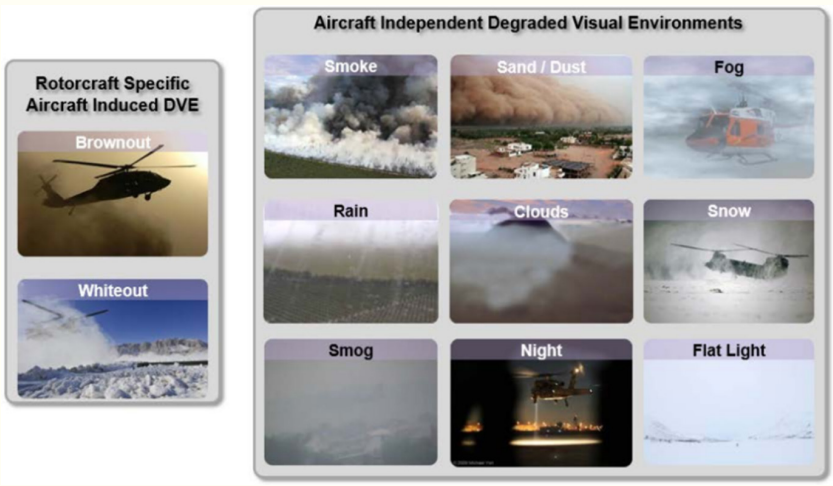


图1 不良目视环境分类

现有的头盔显示系统是一种基于光学投影技术的可穿戴设备[3]。然而，现有的头盔显示系统只能显示部分必要的飞行数据和导航信息，无法提供全面的地形数据。导致飞行员不能全面了解周围环境，难以对直升机飞行路径上的威胁障碍进行有效识别和规避，任务执行率较低[4]。

为了解决上述问题，综合视景技术与头盔显示系统相结合变得尤为重要。该技术通过将多源信息融合，能够实时在飞行员视野中呈现出三维地理信息，提供全面和精准的飞行指导与辅助，因此综合视景技术的发展为创建下一代头盔显示系统提供了新的方向[5]。

2 发展现状

2.1 综合视景技术发展

综合视景技术起源于上世

【作者简介】冯笑宇（1992—），男，江西乐平人，硕士研究生，工程师，研究方向：航电系统、导航等。

纪，经过数十年的发展，目前美国、欧洲、以色列等国家和地区在这项技术上都有显著的进展。美国在 2005 年开展了对综合视景相关技术的研究和试验，并陆续开展了相关项目和产品研制，并在阿帕奇武装直升机等平台上应用验证 [6]。德国研制的 Sferion 综合视景系统和以色列研制的 BrightNite 综合视景系统 [7]，均与头盔显示系统互联，有效提升了直升机不良目视下的环境感知和威胁规避提示能力 [8]。

此外，国外机载数字地图的发展在数据处理解析和流程管理、地图数据保障体系和设备通用化等方面开展了大量研究和应用，拥有完善的地图数据源处理、解析、流程管理能力，完善的地图数据保障体系 [9]。

2.2 头盔显示系统的发展

综合头盔显示系统产品起源于近距格斗的头盔瞄准具 [10]，其中头盔瞄准具典型产品有“苏 –27”头盔瞄准具，仅显示“十字 + 光环”组合的瞄准符号 [11,12]，第二代增加了可显示飞行、攻击符号的小视场单目头盔显示器 [13]。以“阿帕奇 AH–64”装备的综合头盔显示瞄准系统（IHADSS）（见图 2）为代表，能够显示飞行、瞄准字符信息和增强视景图像，单目显示视场 40° × 30°，显示分辨率不小于 1024 × 768 像素。

图 2 综合头盔显示瞄准系统（IHADSS）

第三代可叠加机载传感器图像提供给飞行员态势感知信息的双目头盔显示器 [14,15]，典型产品有为科曼奇直升机研制的综合头盔显示瞄准系统（HIDSS），可显示飞行、瞄准字符信息和增强视景图像。双目显示视场 52° × 30°，显示分辨率不小于 1280 × 1024 像素 [16]。第四代为基于综合视景的超大视场的双目头盔显示器，以 Elbit 公司针对阿帕奇研发的新一代 JedEye 头盔显示系统为代表 [17]（见图 3），双目视场 80° × 40°，显示分辨率为 2250 × 1200 像素，该系统能够根据综合视景系统处理后的数据生成三维虚拟符号，显示叠加机载光电传感器图像的增强视景，显示叠加地理信息的合成视景，显示综合视景，具备支撑路径导航、地形与障碍感知、引导着陆等能力 [18,19]。

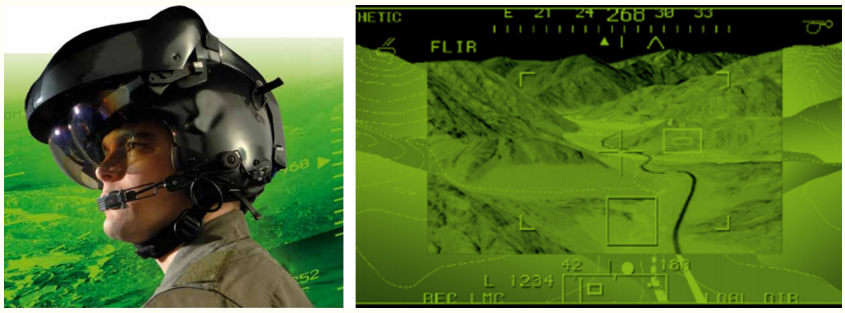


图 3 JedEye 头盔显示器

从直升机头盔显示器的装备状态和技术特点来看，直升机头盔显示器主要向双目超大视场、高分辨率的轻型头盔方向发展，应用方面从简单的瞄准符号显示向增强视景显示、合成视景显示、综合视景显示发展 [20]。

3 综合视景在头盔显示系统中应用

头盔显示器由头盔显示组件、传感器组件和电子箱组件组成。综合视景模块以软件或者板卡形式集成在电子箱组件内，使新一代的头盔显示系统能够实时呈现三维地理信息。

3.1 工作原理

综合视景处理模块通过总线与机载设备交互，获取载机信息，并对地理信息进行处理，然后叠加机载低空障碍探测规避信息，融合光电图像，生成综合视景画面，输出到头盔显示组件中显示，以直观的方式为飞行员提供外部环境和威胁信息，实现三维可视化导航。

3.2 综合视景模块设计

3.2.1 硬件组成

综合视景处理模块硬件一般由图形处理单元、数据处理单元、视频处理单元、接口单元、电源模块等模块组成。采用分层架构设计，包括数据服务层、业务服务层、应用服务层。其中，应用服务层包括地理信息处理、综合视景生成等功能。业务服务层包括视频管理服务、显示渲染服务、导航数据服务，为上层应用服务提供业务处理支撑。数据服务层包括地理信息数据存储、数据解析、数据管理，为上层软件提供数据支撑服务。综合视景模块核心为应用服务层的地理信息处理和综合视景生成功能。

3.2.2 **地理信息处理**

地理信息处理模块主要完成地理信息存储和服务以及基础地理信息的增量更新功能。通过综合视景处理系统提供的大容量数据存储卡，实现机载格式的二维矢量数据、影像数据和高程数据以及实景重建数据存储。通过导航信息和显示控制指令为综合视景生成模块提供地理信息数据服务。将地面信息站处理后的待更新三维高程数据（DEM）、矢量地图（DLG）等基础地理信息数据加载至大容量存储卡，对存储卡内待更新区域基础地理信息的图幅号，查找需要更新区域的图幅号，将相对应图符的基础地理信息数据进行更新替换，实现基础地理信息的增量更新。

3.2.3 **综合视景生成**

综合视景生成包括外部交联系统信息处理、综合视景处理和可视化引导画面生成 3 部分。综合视景生成模块接收导航系统、低空障碍探测规避系统、通信系统、机载光电等信息，解析处理后分发给相关的服务组件。接收导航系统产生的位置、高度、姿态、速度等飞行信息，并进行海拔高度、气压高度、无线电高度的融合处理以及升降速度的滤波处理。接收机载传感器探测地形和障碍物信息，并与三维数字地图的地形和障碍物信息进行关联和确认，将融合后的障碍物信息发送给相关的应用软件。接收头盔系统的姿态信息，并将综合视景视频及状态信息发送至头盔系统显示。

综合视景生成模块以二维矢量地图数据、影像数据、三维地形数据、地名数据及导航数据等为基础数据源，实现二维 / 三维数字地图生成。并通过与机载传感器数据交互获取导航信息、低空障碍物探测信息、光电图像目标信息等，实现三维数字地图与低空障碍探测规避系统数据和光电图像数据的匹配融合。

根据显示控制命令、导航信息和多源传感器数据匹配融合信息，生成辅助导航或者着陆引导画面，送头盔显示器上进行显示。依据航路规划、地理信息、导航定位、障碍物探测等数据，生成飞行管道及飞行指引符号，并结合实时航向、姿态、速度、高度等符号，生成辅助导航画面信息。依据着陆点、地理信息、导航定位、障碍物探测等数据，构建虚拟着陆场，并结合实时航向、姿态、速度、高度等符号，生成虚拟着陆场信息。依据不同任务及视景模式对显示画面进行调度，生成逻辑控制指令，实现画面切换。

4 综合视景在头盔上显示画面

通过试验室模拟仿真，得到直升机起飞前、巡航飞行阶段、低空任务飞行阶段和着陆阶段的综合视景画面。

4.1 **起飞前画面**

飞行员通过综合视景处理系统的航路预览功能在数字地图画面上查看飞行区域和路径。在目视条件良好的情况下，飞行员选择目视飞行进行直升机的起飞操作。在不良目视条件的起飞过程中，飞行员根据综合视景处理系统提供包括虚拟着陆场、关键飞行参数和三维地形网格的综合视景画面完成直升机的安全和高效

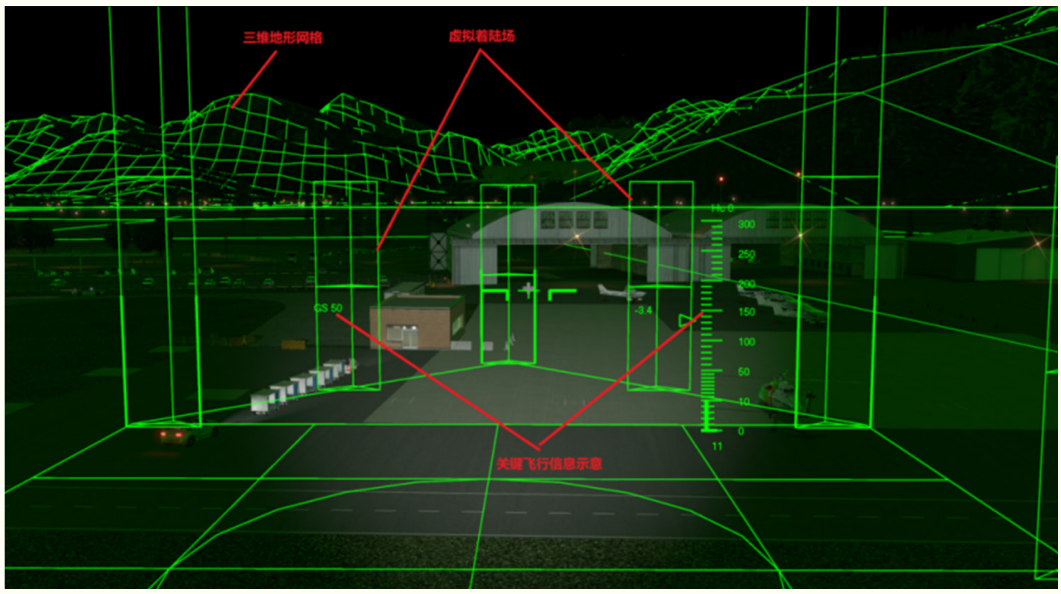


图 4 起飞阶段头盔画面

起飞，起飞阶段头盔画面如图 4 所示。

4.2 巡航飞行阶段画面

综合视景系统在头盔显示器上显示关键飞行参数、飞行导引符号、飞行管道等信息，提高飞行引导可视化能力，巡航飞行阶段头盔画面如图 5 所示。

4.3 低空任务飞行阶段画面

在良好的目视条件下，头盔显示系统提供透视模式，在头盔显示器上叠加关键飞行参数、障碍物信息，提供必要的飞行信息。同时，提供地形和障碍物威胁告警和规避提示，提高低空可视化导航的能力，保障飞行安全。在不良目视情况下，头盔显示系统提供基于光电图像、地理信息、雷达探测信息综合生成综合视景画面，叠加飞行管道、飞行指引、威胁告警、关键飞行参数等信息，在头盔显示器进行显示。头盔显示低空飞行引导示意图如图 6 所示。

4.4 着陆阶段画面

头盔显示系统根据载机的导航信息、三维数字地图、光电图像等信息以及地面规划的着陆场，实现包括三维着陆场信息的综合视景画面，叠加关键飞行参数，在头盔显示器进行视景显示。辅助飞行员完成不良目视条件下安全着陆，着陆阶段示意图如图 7 所示。

结语

综合视景技术的发展为直升机头盔显示系统的应用带来了新的机遇

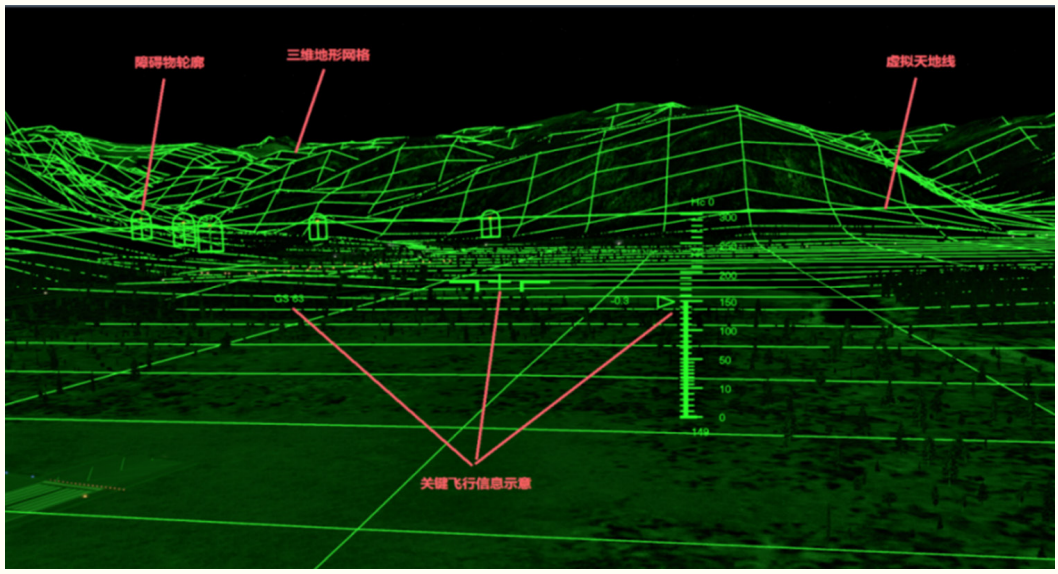


图 5 巡航飞行阶段头盔画面

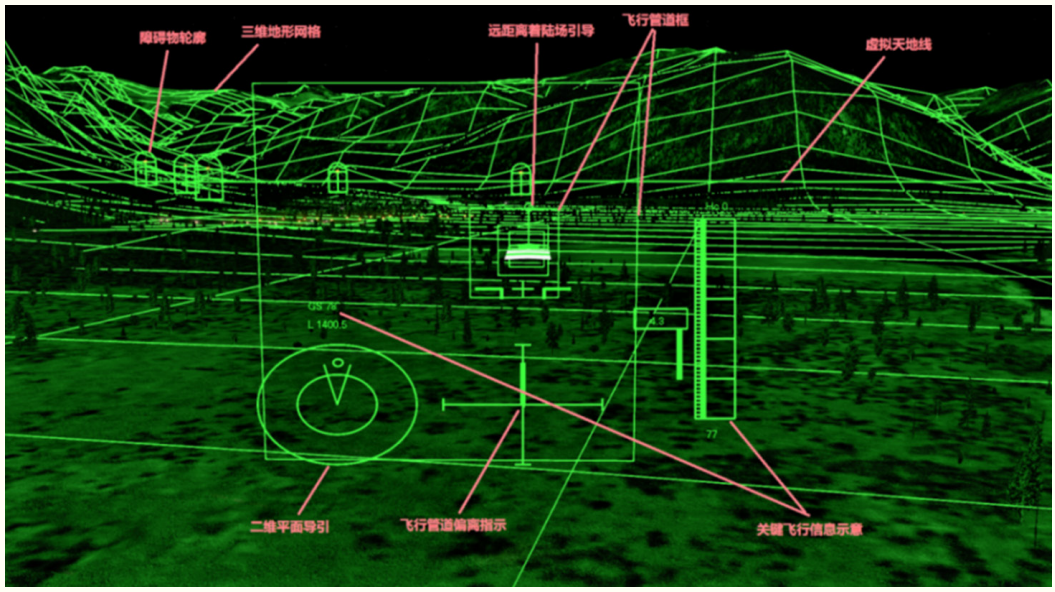


图 6 头盔显示低空飞行引导示意图

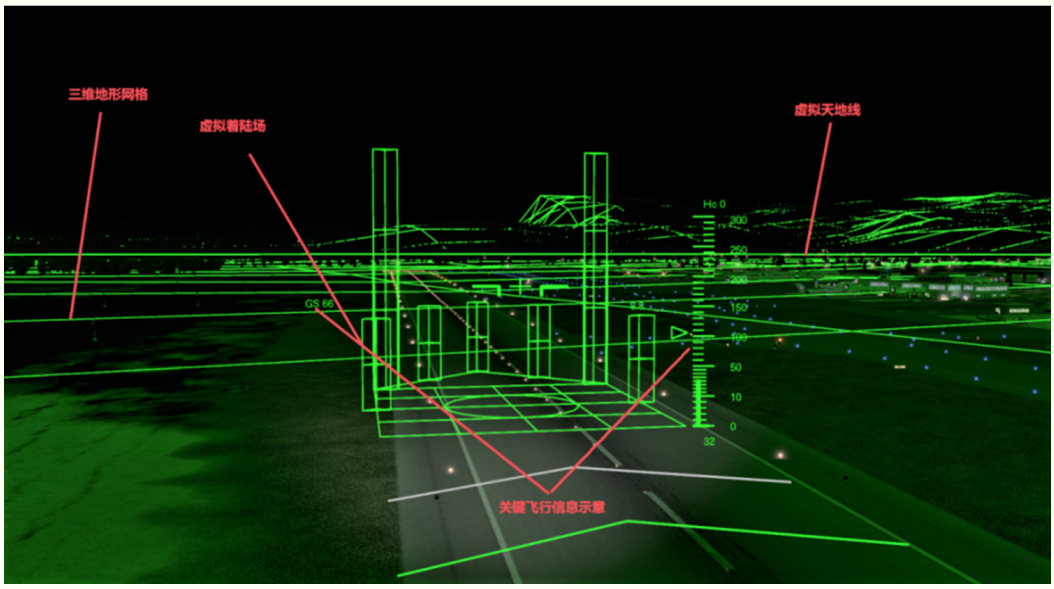


图 7 着陆阶段示意图

和挑战。随着技术的进一步完善和应用场景扩大，综合视景技术有望在航空领域发挥更加重要的作用，未来综合视景技术将不断完善和创新，为飞行员提供更精准、更全面的环境感知支持，进一步提升飞行安全性和任务执行效率。

引用

[1] 闫占军.机载光波导平视显示技术研究[D].北京:中国科学院大学(中国科学院重庆绿色智能技术研究院),2020.

[2] 李聪聪.三维复杂环境协同感知与可视化[D].西安:西安电子科技大学,2020.

[3] 姜博文.无人直升机飞行控制实时仿真技术研究[D].南京:南京航空航天大学,2020.

[4] 张超.退化视觉环境三维复杂场景感知及其可视化技术[D].西安:西安电子科技大学,2019.

[5] 刘泽群.无人直升机飞行控制及视景仿真实现[D].南昌:南昌航空大学,2019.

[6] 李进.某型直升机飞行训练模拟器总体方案研究[D].南京:南京航空航天大学,2019.

[7] 冯聪.无人机集群编队交互式仿真平台的设计与实现[D].天津:天津大学,2018.

[8] 范浩硕.动态三维场景异源传感器融合感知[D].西安:西安电子科技大学,2018.

[9] 陈伟斌.增强半虚拟现实飞行座舱中的目标跟踪定位技术研究[D].南京:南京航空航天大学,2018.

[10] 叶亚洲.动态三维复杂场景感知及其增强合成视景技术[D].西安:西安电子科技大学,2018.

[11] 朱卓,李季波,马承启.机载红外夜视技术及其发展趋势[J].真空电子技术,2023(6):90-95.

[12] 诸葛卉.头盔显示瞄准系统现状与展望[J].军事文摘,2022(13):40-45.

[13] 徐胜,汪洋,白乐荣.基于仿真的直升机训练效能综述[J].直升机技术,2020(3):58-62.

[14] 王旭峰.基于智能化需求的机载座舱显示控制标准研究[J].航空标准化与质量,2020(2):3-7+39.

[15] 黄文莉.国外军用飞行模拟器的产业进展[J].集成电路应用,2020,37(3):28-30.

[16] 程岳,李亚晖,韩伟,等.机载飞行视景系统技术研究[J].航空计算技术,2020,50(1):130-134.

[17] 淦元柳,吴一超,李富栋.国外武装直升机机载光电技术现状及发展趋势[J].舰船电子工程,2014,34(3):12-15+29.

[18]《军事飞行训练国际交流会议·2012》综述[J].教练机,2012(4):3-36.

[19] 自动化技术、计算机技术[J].中国无线电电子学文摘,2010,26(5):165-245.

[20] 刘红漫,郭涛.具有夜视功能的头盔显示器[J].红外与激光工程,2007(S2):583-588.

国产化 OA 办公系统在超融合虚拟化环境下的实践与应用研究

文◆天津市中西医结合医院（天津市南开医院） 孔 琳 李 恒 刘 顺

引言

国产化 OA 办公系统作为提升医院内部管理效率、推动信息化建设的关键手段，其重要性日益凸显。传统的 OA 办公系统部署在物理硬件服务器上，受限于硬件设备的性能、扩展性以及安全性等问题，难以满足医院日益增长的业务需求。超融合虚拟化技术作为一种新兴的技术架构，通过整合计算、存储、网络等资源，实现了资源的池化管理和动态调整，不仅能够提高资源的利用率和灵活性，还能够降低运维成本和风险。因此，将 OA 办公系统部署在国产化服务器硬件化环境下，依托超融合虚拟技术，解决传统 OA 系统存在的问题，进一步提升医院的信息化水平。同时，在 OA 系统的发展过程中，用户同样面临着终端安全高效访问 OA 系统的问题，国产化信创终端虚拟桌面通过数据不落地和身份认证登录等技术手段，有效实现终端用户随时随地安全访问 OA 办公系统。

1 国产化改造目标选择

为了响应国家信息化发展战略，根据天津市卫健委最新针对医疗行业信息化信创建设指导文件相关要求，应优先选择医疗行业办公终端开展国产化相关研究活动，避免造成对院内现有核心业务系统的影响，因此选择院内 OA 办公系统以及办公终端作为医院国产化改造的第一步，也是在医院信息国产化建设过程中的重要里程碑。将 OA 办公系统部署在国产化服务器上，依托超融合技术架构，通过整合计算、存储、网络等资源实现资源池化管理和动态调整，提升资源利用率和灵活性，同时降低运维成本和风险，并结合国产化虚拟桌面终端实现用户数据不落地，随时随地安全访问 OA 办公系统。

2 国产化 OA 办公系统的特点

2.1 高度集成化

国产化 OA 办公系统是高度集成化的设计，通过统一的工作平台，员工可以方便地进行任务分配、工作沟通、文档共享等操作，实现一体化办公管理。这种高度集成化的设计不仅提高了工作效率，还减少了信息孤岛现象，使医院内部的各项管理工作更加协调、高效。

2.2 安全可靠

国产化 OA 办公系统在安全可靠性方面表现突出，系统采用先进的安全技术，如数据加密、访问控制、安全审计等，确保医院信息的安全性和完整性。系统还具备强大的权限管理功能，对用户的访问权限进行精细化控制，防止信息泄露和非法访问。系统定期对重要数据进行备份，并在发生故障时快速恢复数据，确保医院业务的连续性和稳定性 [1]。

2.3 易用性强

国产化 OA 办公系统采用简洁的操作界面和友好的交互设计，使用户能够轻松上手并快速掌握使用方法。系统提供了丰富的在线帮助和文档支持，帮助用户解决在使用过程中遇到的问题。系统根据用户的反馈和需求，不断进行功能改进和性能优化，提升用户的使用体验 [2] 和工作效率。

3 国产化软硬件技术路线的研究方向

（1）服务器选择调研物理服务器、虚拟化集群服务器和超融合架构

【作者简介】孔琳（1978—），女，天津人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：信息化建设、信息安全、智慧医疗等。

服务器。

（2）硬件服务器 CPU 芯片调研主流芯片架构鲲鹏 ARM 和海光 C86 CPU。

（3）国产化操作系统调研银河麒麟和统信。

（4）国产化数据库调研人大金仓、达梦、南大通用等品牌。

（5）国产中间件调研东方通、宝兰德等品牌。

（6）国产化桌面终端调研国产化硬件台式机、虚拟桌面云。

基于不同架构的软硬件组合技术路线，研究不同路线下的国产化系统性能承载分析，业务访问使用分析、终端外设兼容适配性分析以及系统安全性保障分析等。

4 OA 办公系统改造国产化过程中面临的挑战

4.1 性能瓶颈挑战

国产化 OA 办公系统，如果采用传统服务器，那么应考虑单台服务器性能参数，一旦并发访问高峰时无法快速调节计算资源供给，就会存在单点故障隐患。如果采用传统虚拟化技术，那么应将物理资源抽象成虚拟资源供多个应用共享，否则将导致在高峰时段，系统资源竞争激烈，响应时间延长，用户体验下降，同时 I/O 性能问题也影响 OA 系统正常运行，文件上传下载、在线协作等功能因网络带宽不足或存储性能瓶颈均受到限制，从而影响工作效率。

4.2 安全性与隔离性挑战

OA 办公系统在国产化改造过程中安全性和隔离性面临严峻挑战，传统虚拟化技术虽然提高了资源的利用率和灵活性，但也带来了安全风险。由于多个应用共享同一套虚拟资源，一旦某个应用受到攻击或感染病毒，其他应用也会受到波及。另外，虚拟化环境中的安全隔离措施存在漏洞，导致敏感数据泄露或被非法访问 [3]。在虚拟化环境下，确保国产化 OA 办公系统的数据安全以及实现不同应用之间的有效隔离是国产化 OA 办公系统需要解决的关键问题。

4.3 兼容性与稳定性挑战

国产化 OA 办公系统改造中面临兼容性与稳定性方面的问题。传统虚拟化技术涉及多个组件和国产化软件的集成，包括国产化芯片、国产化操作系统、国产化数据库与国产化中间件等。这些组件的兼容性问题导致国产化 OA 系统在部署和运行过程中出现不稳定的情况，如系统崩溃、功能异常等，严重将导致医院业务中断和损失。

5 OA 办公系统国产化改造过程中采用超融合虚拟化环境下的实践与应用

5.1 确保服务器硬件符合 OA 系统要求

OA 系统选择适合的处理器至关重要，多核心、高主频的处理器可以提高系统的整体性能。国产化改造过程中，首要关注点在系统兼容和适配使用方面。例如，海光 C86 系列服务器处理器，具有较强的计算能力和可靠兼容性 [4]。超融合的内存 ECC 机制，能够提高系统的容错性，减少因内存错误导致的系统崩溃风险。选择高性能和大容量的固态硬盘和数据硬盘组合，通过较快的读写速度和较低的故障率提高系统的响应速度和数据可靠性。利用分布式存储技术提高数据冗余和容错能力，保障数据安全。采用超融合底层架构提高 OA 系统整体业务高可靠的承载能力，满足数据交互高读写率和数据安全高保障性。

5.2 创建虚拟机部署 OA 系统

通过合理的资源分配和性能调优，确保 OA 系统在超融合环境中运行稳定、高效。在选择超融合底层架构时，应考虑其性能、稳定性、管理功能以及与硬件的兼容性等因素。针对 OA 系统的特点和需求，选择功能全面、性能优越的超融合架构软件是确保系统正常运行的基础。利用超融合管理软件对资源进行动态调整，根据实际负载情况对资源进行重新分配，有利于提高系统的灵活性和利用率。使用国产化硬件辅助超融合技术提高虚拟机的性能和稳定性；配置虚拟机的高级参数如内存页调度、网络带宽控制等，优化虚拟机的性能表现；合理规划虚拟机的部署位置，避免资源争用和性能瓶颈。

5.3 设置访问权限控制

医院办公终端进行国产化虚拟桌面改造过程中，结合零信任技术能力，通过访问权限控制，限制只有经过身份验证的用户才能访问虚拟桌面，防止未经授权的用户进入系统。设定复杂的密码策略、使用双因素身份认证等方式提高用户的身份验证安全性。通过集成轻量级目录访问协议或活动目录等身份验证服务实现统一的用户管理和认证机制，简化管理流程。分配不同的权限级别，确保不同用户只能访问其工作需要的内容，避免数据泄露和错误操作。及时更新和删除权限，以保持系统的安全性和隐私性。

5.4 加密传输数据

利用加密数据传输，防止敏

感信息在网络中被窃取、篡改或窥视，确保数据的机密性和完整性得到保护[5]。采用虚拟桌面技术，配置安全通道使用SSL/TLS等加密协议保护数据传输，防止窃听者获取敏感信息。对于敏感数据和隐私信息，在传输过程中进行端到端加密，数据在源端加密后直接传输到目的端，在传输过程中即使被截获，也无法被破解，最大程度保护数据安全性。

5.5 划分网络区域实现数据隔离

合理的网络分段和VLAN配置，能够将不同网络设备和业务流量隔离开来，降低了横向攻击和数据泄露的风险。采用网络分段的方式将整个网络划分为多个逻辑区域，每个区域之间相互隔离[6]。通过超融合虚拟化平台中的虚拟网络安全组件如虚拟防火墙、虚拟路由器、虚拟交换机等进行流量控制和访问限制，确保不同网络段之间不能直接通信，保护敏感数据和系统资源不受其他业务干扰。

5.6 广泛终端兼容办公

医院办公终端可以按需采用PC、笔记本、PAD、智能手机等终端设备访问属于自身的办公桌面，实现医院内外随时随地办公。同时，虚拟桌面云可以实现终端迁移功能，终端用户在多个终端间任意切换，不会影响原先的桌面操作行为，真正做到桌面随身行，满足医院未来移动医疗、智慧医疗的办公需求[7]。

5.7 定期对网络进行安全漏洞扫描和风险评估

通过漏洞扫描和风险评估，快速识别和定位OA办公系统中存在的安全隐患和风险，提前防范潜在的安全威胁。通过风险评估识别并评估各类潜在的网络安全风险，如识别存在的身份认证漏洞、数据传输风险、应用程序漏洞等[8]。

5.8 实施自动化任务和流程提高运维效率

通过自动化管理工具和技术，减少手工操作，简化管理流程，提升工作效率和准确性。利用超融合技术和桌面虚拟化技术中自动化工具如脚本、配置管理平台等实现对系统配置、部署和维护的自动化，通过编写脚本的方式，自动执行日常维护任务，定期备份数据、清理日志、更新软件补丁等，避免人工干预和输入错误，提高系统稳定性和安全性。

5.9 实时监控和警报系统

通过监控系统的运行状态和性能指标，对系统的各项指标进行实时监控和收集，包括CPU利用率、内存消耗、网络流量、存储容量等关键性能数据。及时发现系统资源紧张、性能异常等问题，并追踪问题根源，尽早予以处理，防止问题扩大造成更严重的后果[9]。

结语

OA办公系统在超融合虚拟化环境下进行国产化改造的实践与应用是一个充满挑战和机遇的领域，本文深入探讨了整合国产化OA办公系统与超融合虚拟化技术方面的举措，然而仍存在一些问题和挑战，需要进一步解决和突破。未来应继续深入开展研究工作，不断完善OA办公系统与超融合虚拟化技术在国产化改造中的融合方案，推动其在医院中广泛应用，提升办公效率和数据安全水平。

引用

[1] 陈健,史扬.OA办公系统在企业信息化管理中的应用研究[J].安徽科技,2022(10):49-51.

[2] 杨泉.计算机技术在信息化办公系统中的应用[J].集成电路应用,2022,39(9):132-133.

[3] 郅友成.基于工作流引擎的办公全自动化系统建立与应用[J].电脑编程技巧与维护,2022(8):26-28.

[4] 苗青.新型OA智慧办公系统的开发与应用[J].工业控制计算机,2022,35(6):153-155.

[5] 马岩.办公OA系统移动化应用的实现路径[J].企业改革与管理,2021(15):88-89.

[6] 高亚萍.办公OA系统现状及移动化应用的实现探讨[J].科技风,2021(19):102-103.

[7] 中国医疗信创建设偏好报告(2022).[EB/OL].(2022-12-30)[2024-04-10].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1753591712093341564&wfr=spider&for=pc.

[8] 李昕.解读医疗信创发展现状与机遇.[EB/OL].(2022-11-29)[2024-04-10].http://stock.hexun.com/2022-11-29/207332558.html.

[9] 医疗为什么要信创.[EB/OL].(2023-02-03)[2024-04-10] .https://baijiahao.baidu.com/s?id=1756788202991116353&wfr=spider&for=pc.

基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式研究 *

文◆洛阳市第三人民医院　孙　新　杨　梅　王　鹏

引言

我国老年人面临不同程度的视觉健康问题，眼健康已成为国民健康的重要一环。特别是基层医疗单位不具备眼科医疗能力，且传统眼视光设备昂贵、眼科医生短缺，亟需采用眼疾筛查的方式，实现早发现、早预防。基于此，针对基层医疗单位眼科医疗水平不高的现实问题，结合乡村老年眼疾病发病率高的实际情况，提出了基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式，该模式能够有效实现多级医疗系统互补和医疗资源有效利用，有利于改善基层眼科医疗资源紧缺的问题，助力老年眼健康分级诊疗体系建设。

1 我国老年眼健康诊疗现状

目前，我国面临着眼科医疗资源与供给严重不足、配置极不均衡的局面。在人力资源方面，我国眼科医生数量为 3 万余人，视光师 2 万余人，服务于 13 亿多人口，平均每名医师 / 视光师服务人群超过 4 万。在资源配置方面，眼科医生和眼科医疗服务集中于三级大型医院和小而精的私立眼科医院，但与消费者最接近的社区卫生服务中心、诊所、乡镇卫生院基本不具备眼科医疗能力，尤其是乡村留守老人一旦罹患白内障、眼底血管病变、青光眼等疾病，在最近的乡镇卫生院、诊所等更是无医可看，致使乡村 50 岁及以上人口中眼科疾病发病率一直居高不下 [1,2]。2015 年《国务院办公厅关于推进分级诊疗制度建设的指导意见》发布，第一次从顶层设计的角度对分级诊疗制度做了规定，明确了分级诊疗制度构建的相关制度建设。然而，我国老年眼健康的需求基数大，基层医院眼科医生匮乏，急需运用智能移动终端开展眼疾筛查，并由上级医院进行诊疗指导并进行预约转诊，实现多级医疗系统互补、医疗资源有效利用，有利于改善基层眼科医疗资源紧缺的问题。

2 智能移动终端在分诊医疗中的应用

中国医疗数字化发展至今已有 20 余年，目前已步入以全院级临床系统和区域协同为主的全面建设阶段，分级诊疗是近中期最为直接的行业成长动力之一 [3]。整体上，国内多数医疗机构已打下信息化基础，但水平仍处于较为初级的阶段，在以电子病历为核心的全院临床系统升级完善后，重心将逐步转向区域医疗、DRGS 等更为高级的应用，远期则向更为广泛的大健康产业拓展，成长空间广阔且正在逐步打开。5G 作为新一代移动通信技术，是未来新一代信息基础设施的重要组成部分，目前在远程诊断、远程监护等应用场景中都有较为成熟的落地案例。例如，利用远程门诊、“5G+”以及信息化技术，打造眼科掌上医疗体系，为每一名患者提供高品质、高效率、全方位、全链条式眼健康服务；“5G+VR”虚拟现实技术运用于眼与视觉的医疗教学和培训、疾病诊断与治疗、慢性病筛查、远程医疗等场景，提高了医疗健康服务能力；移动便携式裂隙灯运用 5G 高速率、低延时的特性，医生学习曲线低缓、成本低，弥补了传统的眼科建设模式的缺陷 [4,5]。

*【基金项目】2022 年河南省医学科技攻关计划联合共建项目“基于智能移动终端构建老年眼健康分级诊疗模式解决方案”（LHGJ20220964）

【作者简介】孙新（1986—），女，河南商丘人，硕士研究生，工程师，研究方向：数据挖掘与数据治理。

3 基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式

3.1 基本思路

基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式主要采用便携式移动视力检查设备以及“眼疾筛查工具 +5G 手机 + 携机 App”作为数据采集入口，利用 5G 网络上传数据中心，整合眼健康档案、动态监控和大数据进行眼健康个性化管理，由医院后台眼科医生服务支持团队对疑难病症进行分级诊疗，通过人工智能分析个体眼视光特征及眼视光风险预测，制定个性化干预及诊疗方案，通过 5G 手机 App 或微信公众号等进行数据输出。例如，患者需要转诊上级医院，可通过服务平台直接进行上级医院的精准预约。该模式以“新技术、高质量、低成本、广适用”的数字化图像采集管理精准管理诊疗系统为核心，帮助眼科疾病患者实现多级医疗系统互补、医疗资源有效利用，推动老年眼健康分级诊疗体系的建设，以老年眼疾发病率高的白内障为先行 [6]，诊断手段安全可靠，治疗效果好，设备成本低，能够有效实现远程诊断，精准制定预防及诊疗方案，实现上下级医疗资源有效融合。

3.2 网络架构

构建区域眼科互联网远程诊疗和会诊平台是实现基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式的前提，实现覆盖各级医疗机构，开展远程医疗、远程会诊等内容，同时面向社区卫生服务中心和街道、乡镇卫生院等一二级基层医疗机构，设立基层眼科远程问诊点，实现实时会诊、转诊一体化 [7]。平台硬件包括适配各品牌 5G 手机的便携式裂隙灯、眼底镜，关键软件包括辅助诊疗 App、数据中心服务平台、眼健康小程序、视光大数据智能分析软件等。区域眼科互联网远程诊疗和会诊平台网络拓扑结构如图 1 所示。

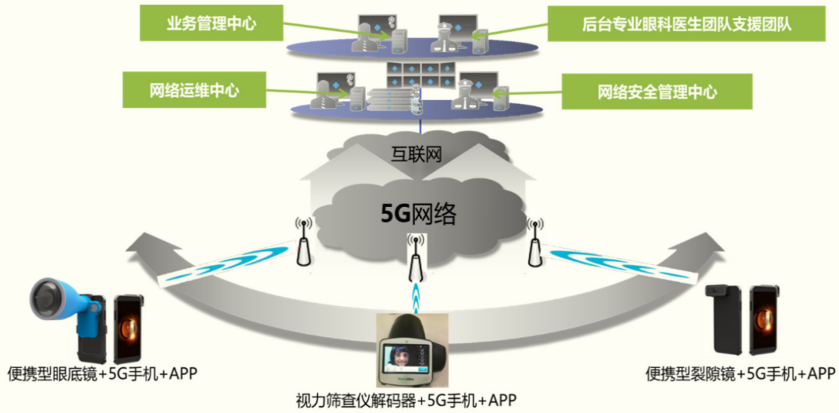


图 1 区域眼科互联网远程诊疗和会诊平台网络拓扑结构

3.3 业务流程

建设全流程整合、高效率筛查系统是实现基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式的基础，包括便携式硬件设备以及数据采集、管理、统计软件和数据中心，完成对不同受众的数据分析服务和干预治疗指导。基层医生使用“乡村眼疾筛查”辅助诊疗系统 App，拍摄被筛查者的眼疾照片或视频，通过 5G 网络上传到上级医院数据中心，提交专业眼科医生进行诊断，并给出治疗方案，实现对疑难病症的分级诊疗，有助于加快建设分级诊疗体系与推广远程医疗，保证患者就医权益。通过分级诊疗，患者可以与主治医生直接对接，提高患者的就医速度和效率，节省费用，防止因病返贫。同时也为基层眼科医务工作者提供学习交流和服务能力提升的平台。基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗

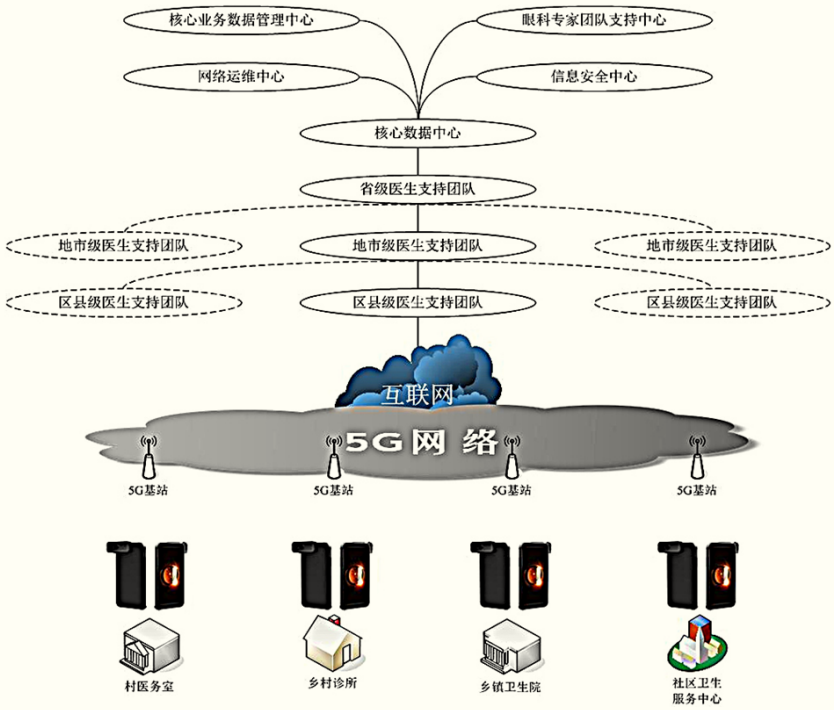


图 2 基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式

模式如图 2 所示。

眼疾筛查诊疗范围包含两类。一是裂隙灯诊断眼科疾病，如眼睑病、泪器病、眼表疾病、结膜病、角膜病、巩膜病、晶状体病、青光眼、眼眶病、葡萄膜疾病、眼外伤。二是眼底镜诊断眼科疾病，如视网膜病、视路疾病、青光眼、葡萄膜疾病、全身疾病（糖尿病视网膜病变筛查）等。

筛查范围先以眼前节疾病为主，当前范围主要是发病率高的常见病如白内障和角膜疾病。下一步扩大眼科筛查疾病的范围，覆盖眼底视网膜疾病的筛查，主要是糖尿病视网膜病变、高血压眼底病变等。通过 AI 识别筛查解决方案，对糖网、青光眼等严重危害身体健康的疾病实现早发现、早预防，患者及时提交专家读片，精准诊疗，降低疾病后期大幅增加的医保费用和个人支出。

4 老年眼健康分级诊疗工作重点

4.1 组建眼科学数据中心

应用新一代移动通信技术，建设便于管理、安全规范、合理共享的眼科学数据中心，实现眼科学数据集中存放、集中管理、分类管理和分级管理，避免意外丢失、秘密泄露和危害国家安全等事件发生。通过科学数据管理信息平台，分权限、分类别、分阶段和分级别管理眼科学数据，构建有序共享、无偿共享和有偿共享相结合的共享模式，为老年眼健康诊疗提供数据支撑，具体建设内容包括 3 个方面。一是眼科学数据中心管理平台，通过平台规范数据生产、存储和利用，建立眼科学数据分级安全管理和合理有序的审批共享机制，使眼科学数据管理符合国家标准。通过平台管理形成眼科学数据资产，通过对外数据共享、数据查询和数据分析等手段，探索眼科学数据有偿服务模式，实现眼科学数据价值和产值等利益最大化。二是眼科学临床数据中心管理平台，主要以患者为中心对临床业务数据进行集中管理，建立统一、规范的信息化临床眼科数据管理中心，更好为治疗老年眼病提供数据支撑。三是眼科学数据中心管理模式，不断完善眼科学数据中心管理平台的网络安全管理制度及管理流程，增强安全技术措施，建立完整的网络安全防御技术体系。建立眼科学数据应急管理和容灾备份机制，加强数据全生命周期管理。

4.2 协助乡村医生开展眼病筛查

结合当前“5G+”以及互联网医疗在眼科疾病领域的应用、创新，推进乡村留守老人白内障、眼底血管病变、青光眼等眼部疾病筛查，建立“乡村眼病筛查”辅助诊疗系统，为乡村居民提供眼病早期筛查诊疗服务。分级组建眼科医生支持团队，帮助乡村眼科疾病患者实现就近诊疗、分级诊治，助力“绿色乡村”和“健康乡村”建设，实现医院发展和社会责任的“双赢”。具体工作包括以下 4 个方面，一是应用“便携裂隙灯 / 台式裂隙灯＋ 5G 手机＋ App”组建乡村医生眼病筛查系统。二是乡村医生使用“乡村眼病筛查”辅助诊疗系统，拍摄被筛查者的眼部疾病照片或视频，上传至数据中心，由专业眼科医生进行诊断，并给出治疗方案。三是由权威眼科专家牵头，组建后台医疗支持服务团队，实现疑难眼病的远程会诊、分级诊疗。四是通过实现分级诊疗，乡村患者与平台团队医生直接对接，提升乡村患者的就医速度和效率，节省医疗费用，完善就医模式，防止因病返贫。

结语

基于智能移动终端的老年眼健康分级诊疗模式以互联网为载体，以低成本的便携硬件设备结合高技术含量的软件，实现远程诊断，精准制定预防及诊疗方案，为每一名患者提供高品质、高效率、全方位、全链条式眼健康服务。

引用

[1] 国家重点研发计划(主动健康和老龄化科技应对重点专项2020YFC2008200)项目组 年龄相关视功能和眼健康管理白皮书[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2022,24(1):1-9.

[2] 李林.洛阳市老年人群盲与中、重度视力损伤患病率及影响因素分析[J].实用预防医学,2021,28(2):203-205.

[3] 谢宇,于亚敏,佘瑞芳,等.我国分级诊疗发展历程及政策演变研究[J].中国医院管理,2017,37(3):24-27.

[4] 王晓坤,徐爱军.“互联网+”背景下分级诊疗研究热点分析[J].中国农村卫生事业管理,2022,42(2):100-105.

[5] 徐玲.借助便携式裂隙灯的一种远程筛查平台对社区白内障筛查的应用研究[J].实用防盲技术,2021,16(3):121-123.

[6] 王丽雯.大连长海县广鹿岛镇65岁及以上老年人群眼病筛查分析[J].中国医学创新,2022,19(2):86-90.

[7] 徐灵敏.新生儿疾病早期识别与分级诊疗[J].中国临床医生杂志,2022,50(3): 253-256.

电子病历设计与应用
——以厦门市仙岳医院为例

文◆厦门市仙岳医院信息部　林海祥

引言

2009 年 4 月，中共中央、国务院印发了《中共中央 国务院关于深化医药卫生体制改革的意见》[1]（中发 [2009]6 号），首次提到“以医院管理和电子病历为重点，推进医院信息化建设”。2021 年 6 月，国务院办公厅印发《国务院办公厅关于推动公立医院高质量发展的意见》[2]（国办发〔2021〕18 号），要求“推进电子病历、智慧服务、智慧管理‘三位一体’的智慧医院建设和医院信息标准化建设”。在这期间，电子病历的发展经历了满足快速书写需求、满足质量控制需要、满足功能规范要求、响应国家评级要求、响应高质量医院发展需要等阶段，电子病历的发展从粗放到精细，系统应用水平也逐渐提高。

以厦门市仙岳医院（以下简称仙岳医院）为例，仙岳医院电子病历建设始于 2008 年，随着应用深入以及电子病历系统在全院信息系统中重要性的增强，暴露出统一标准不规范[3]、安全性低[3]、无法满足专科特殊业务需求[4]、难以做到数据统计分析[5]等问题。根据高质量医院发展需要，结合仙岳医院精神专科特点，该院重新建设精神专科电子病历，并应用于临床。

1 设计方法和目标

总结业内和仙岳医院电子病历使用过程中的问题和需求，如业务协同、应用集成、专科化、无纸化、标准化、数据集成、数据利用等，设计了精神专科电子病历系统，主要体系包括临床一体化设计、以数据为中心的病历设计、专科数据集设计、全院病历无纸化设计和六级质控体系设计。以达到提升业务部门和管理部门的满意度、提高医院运转效率的目的。

2 关键环节和技术描述

2.1 临床一体化

门诊与住院、医疗与护理、临床与治疗、临床与手麻、临床与辅助、临床与管理、PC 与移动、线上与线下一体化设计，有助于提高业务协同效率和医疗安全。（1）医嘱与病历。完善诊疗计划即生成完整医嘱清单，医嘱执行完毕即产生对应病程记录及治疗记录。（2）医疗与护理。医嘱下达即产生护理计划，如血糖监测、体征监测，医嘱下达后即产生完整的监测计划。（3）医疗与治疗。医嘱下达即产生执行计划，如下达物理治疗、中医治疗即产生相应治疗方案和疗程。（4）临床与辅助。医嘱下达即生成检查申请，医嘱下达即可进行检查预约，病历同步最新检查结果，无需追问报告结果，无需复制粘贴报告数据。

2.2 以数据为中心

早期的电子病历系统主要解决书写速度和排版问题，难以满足病历数据上传、统计和科研需要。电子病历不应是文档化电子病历[6]，而是以“数据”为中心的病历结构化存储以及基于病历“数据”的应用。

仙岳医院专科电子病历以“数据”为中心，以“数据元”为录入单元，结构化程度和数据质量更高，所有录入数据均可质控。具体设计思路如下。

【作者简介】林海祥（1983—），男，福建厦门人，硕士研究生，副主任工程师，研究方向：医学信息。

2.2.1 病历输入

全结构化录入和文本描述相结合，结构化自动生成文本描述，保证数据质量，不影响病历内容描述，不仅提高了录入效率，还保证了病历数据的结构化和标准化。

2.2.2 病历存储

数据元离散存储，其中数据元信息包括时间、事件、记录、名称、代码、值、类型、单位以及来源系统、科室、人员。数据元离散存储能够满足数据共享、质控、上传、统计以及科研需要。

2.2.3 病历输出

在病例输出工作中，采用“数据元 + 标准打印模板 = 电子病历文档”模式，操作人员只需要关注数据信息，无需关注排版问题，依靠系统自动生成符合规范的病历文档。

2.3 专科数据集

国家卫生健康委先后印发了《电子病历基本构架与数据标准（试行）》《电子病历应用管理规范（试行）》等指导性文件和方案，推动了医院电子病历标准化的发展[7]。在精神专科方向，仙岳医院对标准数据进行扩展，以满足业务需要和专病队列[8]等科研需要。

2.3.1 入院记录数据集

临床实验中，病史不能体现疾病演变及诊疗过程[3]。其中，有医务人员填写过于简单的原因，更主要是系统设计不合理，无法平衡数据集完整性和用户体验之间矛盾的因素。仙岳医院电子病历系统支持对入院记录现病史结构化录入多条检查记录、治疗经过和院前用药记录并能自动生成描述文本。既往史支持对常见疾病（高血压、糖尿病、冠心病、肝炎、肺结核）等结构化录入和标注年限、服药、控制效果、备注等信息，并支持结构化录入多条手术史、输血史和外伤史记录并能自动生成描述文本。家族史支持结构化录入三代以内家族成员的疾病史。

2.3.2 专科评估数据集

通过评估精神患者的临床、心理、社会学和生物学危险因素，对诊断和治疗有较好的指导意义[9–10]。例如，焦虑、兴奋、激越、紧张、易激惹、破坏攻击行为、愤怒、敌意、言语速度和数量、言语思维障碍、思维联想加快、躯体化表现等。根据专科需要，仙岳医院电子病历系统设计开发了一系列专科评估工具。专科评估结果可用于临床上风险预警、评估计划、护理计划、诊疗计划等。专科评估数据集更是专病研究的重要依据来源，包括 Young 躁狂评定量表、阴性症状量表、阳性症状量表、简明精神病评定量表、汉密尔顿焦虑、汉密尔顿抑郁、社会功能缺陷筛选、临床总体印象、药物副作用、药源性锥体外系症状评价、攻击风险因素评估、自杀风险因素评估表、外显攻击行为量表、患者出走 (擅自离院) 风险、Barthel 指数评定量表、住院患者跌倒 / 坠床评估表、Norton 压力性损伤风险因素评估表、患者噎食风险评估、Barthe 指数评定量表、护士用住院病人观察量表（NOSIE）、精神活性物质危险因素评估表、精神病监护记录、抗精神病药物监测记录、行为观察记录、康复治疗评估。

2.3.3 专科治疗数据集

对于精神患者，除了药物治疗以外，仙岳医院还开展一系列专科治疗，包括 MECT 治疗、物理治疗、中医物理治疗、行为治疗、心理治疗、音乐治疗、作业治疗、有氧训练、职业训练、松弛治疗。

临床医生下达治疗医嘱的同时发送治疗申请，系统根据医嘱和申请单生成执行计划，治疗科室根据执行计划生成排班任务，治疗师根据各类治疗的特点和要求，记录治疗参数、治疗结果、效果评估，最后临床医生汇总多次治疗执行记录，生成疗程记录。

2.4 无纸化

无纸化一方面是临床、医技、治疗等数据生产科室不再打印纸质文档，另一方面是病案室不再存储纸质文书。主要过程如下。

2.4.1 构建数据中心

数据中心存储全院病历数据，包括数据字典、部分业务系统原始数据集、满足《电子病历基本架构与数据标准（试行）》的标准数据集、满足《医院信息互联互通标准化成熟度测评方案（2020 年版）》的共享文档、各类病历 PDF 文档。

2.4.2 历史纸质病案处理

对于历史纸质病案，包括信息系统实施前的手写病历，先在系统中以患者身份信息建档，然后再逐页翻拍存入数据中心。

2.4.3 PDF 文档提交及校验

所有病历文书审核后，全部生成一份 PDF 文档提交数据中心。患者出院后，系统自动检查 PDF 文档的完整性，并提示医务人员进行人工检查。

2.4.4 可信签名

患者或家属均使用签字板签名，借助 CA 实现可信签名，实时生成数字签名、时间戳等签名信息。同时，医护人员使用 CA 签名取代手写签名。

2.4.5 按需打印给患者

归档病案资料水印防伪能够防止信息泄露，保证患者信息安全。患者所需资料按需申请打印或下载，有助于提高工作效率。

2.4.6 数据安全

根据国家法律法规要求，对于住院病历，保管时间不得少于30年；对于门诊病历，保管时间不得少于15年。医院无纸化的最大风险是病历电子文档的安全性，因此仙岳医院采用三级存储机制保证数据安全。（1）部署于运营商云端的关系型数据库，存储原始数据集。利用数据集和模板，可重新生成PDF文档，满足主从备份需要。（2）部署于运营商云端的文档数据库，存储PDF文档，运营商实现机房异地备份。（3）部署于医院内的蓝光存储机柜，定期备份PDF文档。

2.5 六级质控体系

2.5.1 病历提醒

按照病历书写规范时限要求，提前提醒医生按时完成相关病历。

2.5.2 病历提交

系统主要根据《住院病案首页数据填写质量规范》《医院质量监测系统（HQMS）》《全国三级公立医院绩效考核病案首页采集系统》《电子病历系统应用水平分级评价管理办法》和《电子病历系统应用水平分级评价标准》等规范要求，对当前病历内容进行质控。

2.5.3 出院提交

主要检查患者的病历完整性、病历上相关者电子签名等信息，保证提交给质控的病历内容和签名的完整有效。

2.5.4 科室质控

科室质控医师和质控护师分别对医疗病历和护理病历进行人工审阅，形成电子病历质控评分表。

2.5.5 质控科质控

分为运行病历质控和归档病历质控，采用质控专题或者抽查的方式对临床病历进行质控，发现问题发送质控整改通知并进行预扣分，临床相关责任人接收到整改通知后进行整改。

2.5.6 病案室质控

按照病案归档要求和病案编码规范要求对病历进行质控，发现问题退回到临床进行整改。

结语

分析精神专科电子病历应用需求，设计和应用精神专科电子病历系统，包括临床一体化设计、以数据为中心的病历设计、专科数据集设计、全院病历无纸化设计、六级质控体系设计等。厦门市仙岳医院专科电子病历地实施应用，在满足病历质量的同时，在数据快速引用、各类信息批量操作、“零打印”无纸化等功能方面，减少了医护人员的工作量，提升了医护人员的满意度。专科数据集和以数据为中心的病历设计，满足了病历质控、统计分析、科研分析、数据上传（医保、HQMS、NCIS）的管理需求。总体而言，专科电子病历系统的应用提升了业务部门和管理部门的满意度，提高了医院的运转效率，进一步响应了国家发展高质量医院的要求。

引用

[1] 中华人民共和国中央人民政府.中共中央国务院关于深化医药卫生体制改革的意见(中发[2009] 6号)[EB/OL].(2009-04-06)[2024-04-11].https://www.gov.cn/jrzg/2009-04/06/content_1278721.htm.

[2] 国务院办公厅.国务院办公厅关于推动公立医院高质量发展的意见国办发〔2021〕18号[EB/OL].(2021-06-04)[2024-04-11].http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-06/04/content_5615473.htm.

[3] 高文慧,徐梦.电子病历建设现状分析与思考[C]//中国中医药信息研究会.第五届中国中医药信息大会——大数据标准化与智慧中医药论文集,2018:3.

[4] 牛宇翔,赵传超,张光亮,等.专科电子病历及其集成方式探讨[J].中国数字医学,2021,16(9):26-29.

[5] 李恒.医院信息化管理中的电子病历的应用研究[J].数字化用户,2018,24(41):128.

[6] 张迪.电子病历数据应用现状分析及思考[J].数字技术与应用,2021,39(1):44-46.

[7] 张国伟.医院专科电子病历系统建设[J].信息与电脑(理论版),2015(19):128-130.

[8] 朱京京,尹瑞华,葛琛阳,等.基于医院信息化构建结肠癌专病队列方法学探索[J].中国医院统计,2021,28 (5):467-471.

[9] 任志斌,马永春,金卫东,等.抑郁发作患者精神病理学调查[J].精神医学杂志,2010,23(2):130-131.

[10] 及晓,潘轶竹,朱辉,等.精神科急诊患者的自杀危险因素分析[J].首都医科大学学报,2021,42(6):1033-1040.

大数据背景下网络安全态势感知的技术要点分析

文◆河南省肿瘤医院　李素伟

引言

随着互联网技术的深入普及，网络安全问题得到人们的高度关注。现阶段，网络安全技术的协同与管理仍存在很大弊端，无法实现安全数据的有效整合，降低了网络安全维护的效能。网络安全态势感知的出现解决了这一问题，弥补了传统单一网络安全技术存在的不足。网络安全态势感知能够对网络安全软硬件设备采集的信息进行整合，通过数据挖掘深入分析网络运行环境的安全态势，即对威胁网络安全状态的各个要素进行分析计算，根据已有的数据信息进行自我推理和完善，并以此为基础预测潜在的网络安全风险，制定针对性防护措施，保证网络运行安全。基于此，本文在分析传统网络安全防护不足的基础上，探讨网络安全态势感知关键技术，以期能够提高网络安全性，降低网络运行风险。

1 传统网络安全防护的不足

现阶段，网络安全防护体系主要由安全运维模型、线性防御模型以及立体防御模型构成，这种防护体系只能被动防护，对于黑客及病毒攻击只能做到后知后防，无法主动防护。此外，传统网络安全防护体系无法通过软件提高防护能力，只能进行硬件更新，但硬件更新不仅成本较高，还无法进行无限扩充。硬件更新过程中，由于攻击特征库的容量有限，在加入新攻击特征时，应删除不必要的攻击特征，应对层出不穷的网络攻击手段。弊端在于删除不必要攻击特征后，无法对被删除攻击特征进行准确识别，进而产生风险漏洞。

2 网络安全态势感知概念及其任务

2.1 网络安全态势感知概念

态势感知的应用最早起源于航空领域，随着科学技术的进一步发展，该技术逐渐在网络安全防护领域得到普及。态势感知是指在某特定情况下，综合多方面条件获取并预估环境等因素。网络安全态势感知则是指在特定网络环境下，通过收集、分析包括网络状态、恶意攻击等在内的各种数据信息，以此为基础预测潜在的安全风险。主要内容分为两个方面。

第一，安全预警。通过网络监测设备收集网络事件、网络流量等网络数据，并对这些数据进行全方位动态分析，对潜在的安全威胁进行判断，并进行安全预警。

第二，风险预测。整理、分析网络近段时间所有的运行数据，通过数据挖掘生成网络安全趋势图，以此预测网络系统出现的安全风险，并制定针对性防护措施。

2.2 网络安全态势感知的职责

网络系统运行过程中，安全态势感知的职责具体体现为 4 个方面。（1）态势观察。观察当前网络环境，通过搜集到的网络信息，判断安全威胁的攻击来源与攻击方式。（2）影响感知。预估网络安全影响，主要进行脆弱性分析，即影响评价、损害评价等。（3）数据采集。采集、分析网络原始安全数据，识别和预测潜在的网络安全威胁，并在此基础上提出网络安全优化措施，强化情报共享能力，提高网络安全防御能力。（4）态势预测。预估网络黑客采用的攻击手段等。

3 大数据背景下网络安全态势感知关键技术

3.1 数据融合技术

网络安全态势感知过程中，

【作者简介】李素伟（1979—），女，河南濮阳人，本科，网络工程师，研究方向：医院信息化建设与管理。

为确保系统运作有效性，应确保数据真实且完整。由于网络数据内容复杂，规模庞大，应对数据进行整合处理，通过数据采集、数据清洗、数据分析、数据关联等措施，保证数据具有可用性。除此之外，对网络数据进行分组以及结构化处理，有助于提高数据分析的有效性、可行性，以此提高数据可视化的精准性[1]。

数据整合主要包括数据采集、数据清洗、数据关联、数据存储 4 个方面的内容，数据整合流程如图 1 所示。

作为数据处理的关键环节，数据清洗在网络安全态势感知中发挥着至关重要的作用。通过数据清洗，在去除数据噪声的同时，能够筛选掉重复及冗余的数据，提高数据的精准度[2]。在数据清洗过程中，根据实际需求对数据进行校准、调补，有利于提高数据的完整性和精准性。网络安全数据清洗流程如图 2 所示。

3.2 危险评估技术

基于网络安全态势感知的网络危险评估，分析采集的网络日志、网络事件以及网络流量等信息，对潜在的安全威胁进行检测评估。需要注意的是，网络危险评估应从多渠道进行数据源地收集，保证数据源的全面性、完整性，避免因数据源过于单一影响网络安全评估结果。

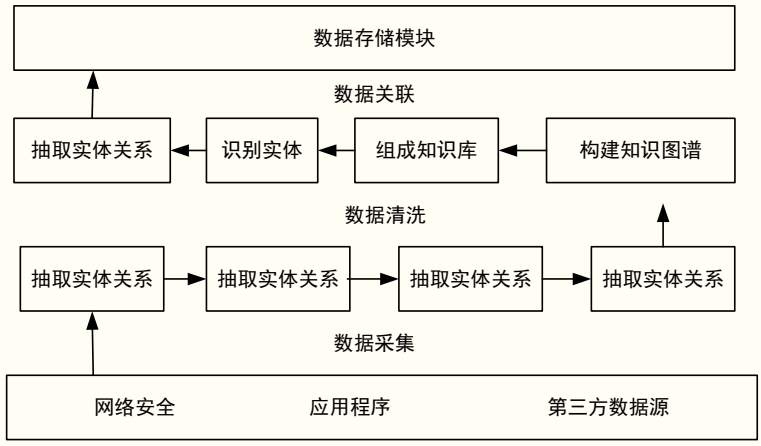


图 1 数据整合流程

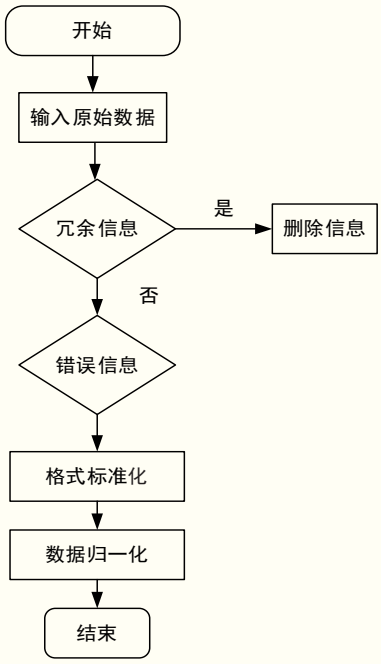


图 2 网络安全数据清洗流程

基于上述评估需求，本次研究依托 Sim Hash 算法，在现有网络危险评估模型的基础上进行优化改进，具体内容如下[3]。

（1）增加网络拓扑结构。连接各硬件设备，提高数据的互通性与安全防护的协同性。

（2）增加节点服务信息。通过节点服务确定节点权重。

（3）增加日志信息。通过多渠道数据搜集，在危险评估模型中加入网络历史运行记录、网络安全数据等信息，并通过六元组对所有日志数据进行表述。1）id_l 主要作用于日志数据的身份表述；2）id_{st} 主要作用于日志数据产生节点表述；3）id_{dt} 主要作用于日志数据目标节点表述；4）$time_l$ 主要作用于日志数据生成时间表述；5）type 主要作用于日志数据类型表述；6）$info_l$ 主要作用于日志数据内容表述。

（4）增加漏洞信息。通过态势感知分析网络安全漏洞，以此确定安全风险发生率，并通过四元组对所有漏洞数据进行表述。

（5）增加攻击信息。通过态势感知确定攻击源，并通过六元组对所有攻击信息进行表述。1）ida 主要作用在于攻击数据身份表述；2）dt 主要作用在于攻击目的节点表述；3）idv 主要作用在于攻击成功率表述；4）timea 主要作用在于攻击数据产生时间表述；5）infoa 主要作用在于攻击信息内容表述；6）st 主要作用在于攻击起始节点表述。

（6）增加节点安全态势。对网络节点的安全状态进行量化。

（7）增加模块安全态势。对网络模块的安全状态进行量化。

（8）增加网络安全态势。对整个网络系统的安全状态进行量化。

在上述内容的基础上，本次研究基于 Sim Hash 进行网络安全评估模型的构建，网络安全评估模型如图 3 所示。

3.3 态势预测技术

传统网络安全态势检测过程中，主要依托检测设备对网络运行数据进行动态监测，以此评估网络安全状态。虽然操作便捷、成本较低，但缺点在于数据检测精准度不足，无法保证网络运行安全。大数据时代背

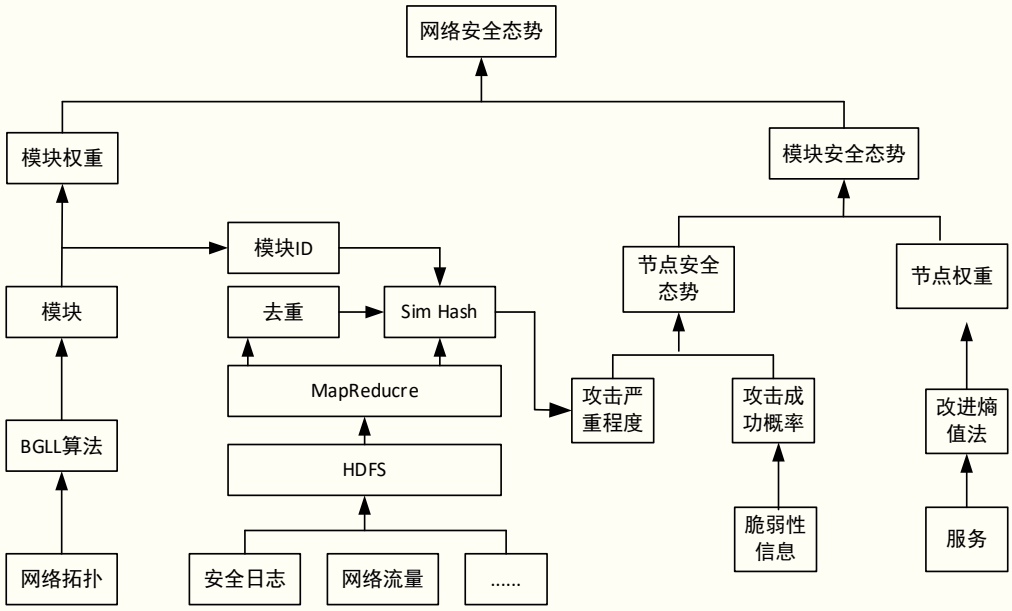


图 3 网络安全评估模型

景下，网络安全态势感知为计算能力以及存储能力提出了新的挑战和要求。在此基础上，本次研究从两方面着手，对网络安全态势进行预测。首先，提前确定提取特征，并统一网络数据格式，进一步提高网络安全数据采集的全面性、完整性，再借助 Bloom Filter 筛选、删除网络安全数据库中的重复内容。其次，借助 AML 模型，根据现有网络安全数据，对接下来一段时间内出现的网络安全风险进行预测，构建预测攻击图，以此实现对网络攻击概率及攻击路径的有效预测。在此基础上，根据网络攻击预测结果，进一步评估网络安全态势。

3.4 可视化技术

基于大数据的网络安全态势感知技术中的可视化技术，实现数据信息模型可视化。可视化技术能够实现数据模型的深入解读，以此提高数据的精准性、直观性，为后续网络安全态势感知奠定基础。数据信息可视化主要分为 3 个环节，具体如下。

（1）数据整合。网络安全态势感知过程中，为确保系统运作有效性，应确保数据真实且完整。由于网络数据内容复杂，规模庞大，应对数据进行整合处理，通过数据采集、数据清洗、数据分析、数据关联等措施，保证数据具有可用性。除此之外，通过对网络数据分组以及结构化处理，提高数据分析的有效性、可行性，提高数据可视化的精准性。

（2）数据分析。通过数据分析，实现对庞大安全数据量的有效分析、挖掘及处理，以此获取准确、全面的安全状态信息，预测安全事件的发展走向，进而为网络安全保护提供参考。

（3）数据呈现。将完成分析处理的数据通过可视化方式进行展示，使用户更加清晰、直观地了解数据内容，并以此进行决策。通常情况下，数据呈现应立足于实际业务需求，并针对网络安全态势感知痛点问题进行改进，构建功能健全、交互畅通、运行稳定的安全态势感知可视化系统。

结语

大数据时代背景下，传统的网络安全预测已经无法满足当前发展的需要，本文深入分析了传统网络安全防护存在的不足之处，并结合网络安全态势感知的具体职责，探讨了数据整合、数据可视化、危险评估以及态势预测等网络安全态势感知关键技术，提高网络安全性，降低网络运行风险。

引用

[1] 李泽慧,徐沛东,邬阳,等.基于大数据的网络安全态势感知平台应用研究[J].计算机应用与软件,2023,40(7):337-341.

[2] 谢凯,代康.基于决策树的联级网络安全态势感知系统设计[J].现代电子技术,2022,45(17):74-78.

[3] 谷洪彬,郑黎明,魏孔鹏.基于机器学习的网络安全态势感知关键技术研究与应用[J].电脑与信息技术,2022,30(1):40-42,49.

Web 应用防火墙（WAF）技术演进与发展趋势

文◆贵州师范大学 大数据与计算机科学学院 **龙安康 罗 云**

引言

当前，Web 应用已成为企业、政府乃至个人日常活动的重要载体，其安全性将会直接影响一个国家数字经济的稳定与繁荣。WAF 作为一种专门针对 Web 攻击的关键防御手段，自其诞生以来，始终处于网络安全防护技术发展的前沿。然而，面对日益复杂的网络威胁环境、快速演进的技术架构以及相关法律法规的完善，WAF 技术面临着前所未有的挑战与变革需求。本文系统性地探讨 WAF 技术的演进历程及其未来发展趋势，有助于增加对保障 Web 应用的安全性、提升整体网络防御水平的理解，并为政企在数字化旅程保驾护航。

1 历史回顾

WAF 的发展历程反映了网络安全领域对 OSI 应用层防护的需求增加与技术创新。传统的网络防火墙主要在 OSI 网络层与传输层进行安全防护，对于 HTTP 等应用层协议的内容包无法进行识别。因此 WAF 填补了传统防火墙在应用层防护方面的空白。

1.1 初始探索与市场兴起

2004 年，国外一些安全厂商提出了 Web 应用防火墙，但当时很多企业用户对此认识比较模糊 [1]。这一提议的背后，是企业对传统防火墙在应用层防御局限性的认识。鉴于此，企业界逐渐意识到亟需更有效的解决方案应对应用层的威胁。美国梭子鱼网络公司正是在这种背景下，为了弥补市场空白，提出了针对 HTTP 流量进行细致分析的方案。该方案通过深入检测 HTTP 请求内容，精细分析并对危险请求进行拦截，有效抵御 SQL 注入、跨站脚本（XSS）等应用层攻击。这一阶段，WAF 市场初步形成，产品形态多为硬件设备或软件插件，主要服务于大型企业与特定行业用户。

1.2 功能扩展与标准化进程

随着 Web 应用复杂性的不断增加以及 WAF 向大众的普及，WAF 不再是企业及相关行业的专属。传统的系统内置 WAF 已无法满足用户需求，WAF 开始集成更多安全功能，如 CC 攻击防护、内容审查、访问控制等。2006 年，Web 应用安全联盟发布《Web 应用防火墙评价标准》，对于 Web 应用防火墙的研发起到了指导作用 [2]。这一阶段 WAF 逐步从单一防护工具转变为综合安全平台，形成了协同防御体系，增强了对复杂威胁场景的适应能力。

1.3 云化转型与 AI 赋能

云计算自 2006 年被谷歌公司正式提出后，推动了 WAF 向云服务模式地转变。云计算具有的按需自动取用、资源利用率高、业务承载能力强、弹性敏捷、扩展性好等优势迅速获得市场青睐 [3]。此外，随着 DevOps 与微服务架构的广泛应用，WAF 开始与 CI/CD 流程深度融合，实现自动化部署与持续防护。学者徐军 [4] 强调，云 WAF 不仅简化了部

【作者简介】龙安康（2001—），男，贵州三穗人，本科，研究方向：Web 安全。
【通讯作者】罗云（1985—），男，四川资中人，硕士研究生，讲师，研究方向：物联网应用。

署流程，还添置了一系列超越传统 WAF 范畴的防护与性能加速特性，囊括了强大的 DDOS 攻击抵御机制以及集成 CDN（内容分发网络），以实现全球范围内的内容加速分发，全方位提升了网络安全的防护度与用户体验的流畅度。

近年来，人工智能技术发展迅猛，在 WAF 领域的应用日益广泛，如利用数据挖掘与分析技术识别攻击威胁特征，主动发现网络中是否存在攻击威胁 [5]。学者朱思猛、杜瑞颖等人 [6] 设计了基于 RNN 的 Web 应用防火墙自动加固方案，使 AI 赋能的 WAF 拦截率达到 90% 以上且误报率为 0，标志着防护技术从规则驱动向数据驱动的重大转变，显著降低了误报率，提高了威胁响应效率。

2 技术原理与功能演进

WAF 的技术原理与功能演进反映了在应对日益复杂 Web 威胁环境中的持续创新与适应性提升。从最初基于规则的静态防护，到如今融合人工智能的动态防御体系，WAF 在技术原理与功能上实现了跨越式的演进进程。

2.1 基于规则的静态防护

正则表达式匹配属于模式匹配，能在给定的字符串中匹配出符合特定规则的字串，由于正则表达式能灵活地对字符串进行处理，所以基于规则策略的静态防护对已经发现的攻击手段有较好的保护作用 [7]。规则策略可以分为白名单和黑名单，前者表示跳过检测，后者表示阻止请求或响应 [8]。黑名单用来防御已知的恶意行为，黑名单中的规则是被认为可疑的 URL 地址、HTTP 头信息、请求参数或其他危险特征，当 WAF 检测到黑名单中的任何元素发起请求时，都会阻止这些请求到达服务器执行。与黑名单相反，白名单只允许规则中的元素通过。这两种模式相结合提供了更为精细的访问控制，且较易实现，但也存在误报率较高的问题，难以应对未知威胁。规则的更新需要依赖于安全团队手动操作或定期补丁，响应速度有限，存在滞后性。

2.2 动态分析与行为建模

为应对规则依赖的局限性，WAF 开始引入动态分析与行为建模技术。张恬 [9] 提出了一种特异性配置的 WAF，根据需要防护的 Web 应用合理有效地配置所需的防护。以 Web 应用本身业务作为切入点，通过合法通信，采集数据样本，变成适应自身业务系统的规则库，更有针对性。通过监测请求特征、会话行为、用户代理信息等，WAF 能够识别异常流量模式，提升对未知威胁的检测能力。动态分析使 WAF 能够根据攻击者行为动态调整防护策略，提高了防护的灵活性与准确性。

2.3 人工智能（AI）驱动与云防护

得益于硬件计算能力的不断增强，AI 技术尤其是深度学习、机器学习在 WAF 中的应用成为重要趋势 [10]。传统的防御手段因其仅能甄别特定的网络入侵行为，无法智能化、动态化地应对复杂的网络入侵行为，已经难以满足当下需求 [11]。学者丁顺莺 [5] 采用一种先进的模式识别算法，该算法基于深度置信网络（Deep Belief Network，DBN）模型，有效提升了识别能力。AI 技术赋能了 WAF 的威胁识别能力，降低了误报率，实现了自适应防护策略的生成与优化。

2008 年，趋势科技首次提出了云安全概念。将域名的 DNS 解析权交给安全商或通过 CNAME 方式解析到安全商，即可无需安装 WAF 软件，使用 CDN（Content Delivery Network）的方式。Web 访问流量经过安全商的清洗后再回源至源主机，避免直接暴露源服务器 IP 至公网。云 WAF 利用黑客攻击样本库和漏洞记录，动态更新防御策略。云厂商同时架设数千台防护设备和骨干网络、安全替身、攻击可追溯性等前沿技术，根据流量需求自动扩展，有效地帮助用户抵御了 DDOS 攻击。然而，这种方式导致用户信息暂存或保存在云服务提供商的服务器中，引发用户对数据隐私泄露的担忧。尽管大多数厂商都有严格的隐私政策和安全措施，用户仍需深入了解数据的具体存储位置及其保护机制，以确保信息的最高安全标准。

3 性能效率改进

WAF 的效率直接影响到网络服务的质量和安全，所以性能与效率改进是其技术演进的重要组成部分，旨在确保高效、低延迟的网络流量处理，同时不影响 Web 应用程序的正常运行。从算法优化到云原生架构地采用，WAF 在提升性能与效率方面取得了显著进展。

3.1 软件优化与并行计算

随着软件定义安全（SDS）理念的兴起，WAF 开始转向软件优化以提高性能。多线程处理、负载均衡、缓存技术的应用以及对复杂规则集的并行计算，显著提升了 WAF 的处理效率。因此，

软件优化不仅降低了硬件成本，还赋予了 WAF 更高的可扩展性和灵活性。

3.2 云原生架构与容器化部署

云技术的普及推动了 WAF 向云原生架构的演进。容器化部署、微服务架构的应用，使 WAF 能够快速弹性伸缩，按需分配资源，以应对瞬时高流量冲击。云 WAF 方案在防护引流拓扑上设计了 SDN 牵引流量和策略下发分离，实现了 WAF 的并发防护调用，解决了传统方案防护吞吐量低的问题[12]。云原生 WAF 不仅让性能得到了提升，还简化了运维管理，实现了与云环境的深度融合。

3.3 缓存策略与智能调度

新一代 WAF 采用了精细化缓存策略与智能调度机制，如基于风险评分的请求优先级划分、热点内容缓存等，进一步降低了处理负担，提高了整体吞吐量，优化了 WAF 资源利用率，确保了在大规模攻击场景下的稳定服务。AI 技术在 WAF 中的应用不仅提升了威胁检测能力，还有助于性能优化。AI 通过学习流量模式，预测高峰时段，提前动态调整资源分配，减少响应时间。此外，AI 辅助的性能优化有助于实现 WAF 的自适应服务质量和高效能运行。

结语

本文深入探讨了 WAF 软件的发展历程，从基于规则匹配的静态防御到如今基于 AI 的动态防御以及从独立到云原生服务、单一功能到综合平台的演进。WAF 通过云化部署、容器化服务，成功融入现代云环境，提供弹性伸缩、细粒度防护和自动化运维能力，以满足微服务架构的安全需求。

未来，AI 技术将在 WAF 中起到主导作用，不断提升威胁检测与响应的智能化程度，助力精准策略生成、自动漏洞管理等高级功能，实现防护效能的整体提升。WAF 将更加注重隐私保护与合规性，集成更多隐私增强技术，提供更精细的隐私控制选项，助力企业构建合规、可信的 Web 应用服务体系。因此，企业与研发机构应加大投入，研发适应云原生环境、深度融合 AI 技术、高度集成隐私保护功能的新一代 WAF 产品，以提升产品的核心竞争力与市场适应性。安全商则应积极采用先进的 WAF 解决方案，结合自身业务特点与安全需求，实施定制化的防护策略，并加强安全人员培训，以提升应对新兴威胁与复杂攻击的能力。政策制定者应密切关注 WAF 技术发展对法规遵从与隐私保护的影响，适时修订相关法律法规与标准，引导和支持企业采用合规、高效的 WAF 产品与服务，共同营造安全、健康的网络空间。

引用

[1] Web应用防火墙来势汹汹[J].电力信息化,2009,7(7):19.

[2] 王言伟.基于Nginx的Web应用防火墙的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2018.

[3] 陈颖,王普.云计算网络安全管理路径优化[J].湖南邮电职业技术学院学报,2024,23(1):69-72.

[4] 何军.基于云计算的Web防御系统研究[J].网络安全技术与应用,2017(3):81-82.

[5] 丁顺莺.基于深度学习的大数据网络安全防御模式研究[J].信息与电脑(理论版),2018(17):194-195.

[6] 朱思猛,杜瑞颖,陈晶,等.基于循环神经网络的Web应用防火墙加固方案[J].计算机工程,2022,48(11):120-126.

[7] 王言伟.基于Nginx的Web应用防火墙的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2018.

[8] 熊琅钰.基于Nginx的高性能WAF的设计与实现[D].南京:东南大学,2022.

[9] 张恬.Web应用防火墙在高校网络安全中的应用[J].无线互联科技,2022,19(9):116-118.

[10] 徐恩庆,张琳琳,吴佳兴.人工智能赋能政府采购转型升级[J].中国招标,2023(12):15-17+29.

[11] 周路明,郑明才.基于深度学习的网络入侵防御技术研究[J].微型电脑应用,2020,36(11):93-97.

[12] 何丹,张悦.高性能公有云WAF安全方案[J].计算机系统应用,2020,29(4):144-149.

大语言模型背景下中国特色对外话语体系建设与传播

文◆天津仁爱学院　穆　浩　付禹田

引言

近年来，中国特色大国对外话语体系构建在学界成为新的研究热点，主要研究兴趣集中在话语构建、跨文化传播、翻译策略等，旨在通过研究提升我国在全球范围内的话语影响力。胡开宝、李婵（2018）的研究指出，一般而言，一个国家的外交话语能否在国际上进行有效传播并获取国际话语权，除了国家实力和国家意识形态或语言文化传统因素外，外交话语传播方式地选用也直接影响外交话语的传播效应[1]。阮静指出（2017），文化传播背景下讲好中国故事应遵循指向性原则、普遍性原则、差异性原则、进取性原则、适用性原则和合作性原则[2]。指向性原则指针对不同国家和地区对中国秉持的不同态度，精心设计并用心讲好不同的中国故事。普遍性原则指把中国故事进一步讲全面、讲深入、讲透彻。差异性原则强调中国媒体应用国际化的方式，用西方人可理解和接受的话语体系解释中国。进取性原则是指积极实施文化传播战略，在传播各种文化产品的过程中讲好中国故事[3]。王永贵、王景宇（2023）在新时代加强对外话语体系建设的多重进路中分析，作为由概念、范畴和理论等构成的逻辑体系，对外话语体系首先蕴含着“说什么”的话语意蕴，集中反映了一定的思想观念、文化追求和价值理念。因此，内容系统的彻底性从根本上决定了对外话语体系的生命力，直接影响对外话语体系的最终效果。“所谓彻底，就是抓住事物的根本。”在新的历史方位下，对外话语体系的构建应当在理论内核、文化根基和学理支撑上下功夫，持续增强对外话语体系的理论引领力、文化感召力和学术阐释力。

武俊宏、赵阳、宗成庆（2023）在研究中指出大语言模型（Large Language Model, LLM）通常指参数量为百亿级甚至更大规模的神经网络组成的语言模型，它采用监督学习方式，利用大量未标注数据训练而成。目前研究表明，大语言模型有望成为解决各种任务的通用基础模型，是实现通用人工智能的希望之路。

本文试从构建和传播具有中国特色的对外话语体系的具体策略出发，从传统文化的融合与传播、马克思主义哲学的应用、外交话语的研究、故事化传播及现代文明的融合与创新等方面，结合大语言模型（LLMs）快速发展的时代背景，针对目前对外传播存在的原创性概念不多、国际化表述较少、缺乏对内形成统一认识等问题，指出我国对外话语体系构建过程中应遵循时代发展特征，将具有中国特色的文化资源通过大语言模型等先进技术，在语言处理、翻译、内容生成等方面的优势，以多样化的形式向世界讲中国故事，向世界传播中国声音，打造融通中外的新概念、新范畴、新表述的话语体系。

1 中国传统文化的融合与传播

传统文化在对外话语体系的构建过程中扮演着重要角色，对传统文化元素的深入挖掘和创新性展示具有重要作用。一方面，在中国话语的传播过程中展示其独特性，增强其吸引力；另一方面，有助于国际社会对中国文化的理解和认同。中国传统文化历史悠久、内涵丰富，囊括哲学思

【作者简介】穆浩（1991—），男，天津人，硕士，助教，研究方向：批评话语研究。

想、社会伦理、文学艺术、节庆习俗等多个维度，在对外传播中国传统文化的过程中要注重体系化。

1.1 哲学思想的智慧

在对外传播的过程中，传统哲学中的关键概念的定义应特别关注。在此基础之上，尝试构建一套与国际社会普遍价值观相契合的价值体系，从而产生更好的传播效果。

（1）儒家思想。儒家哲学强调仁礼中和之道，始终秉持仁爱、礼义的思想风范。表现为在国际交往中我国遵循对话和谐，尊重各国间的差异与多样性，追求合作共赢。近年来，设立孔子学院、鲁班工坊等机构，标志着中国在传播传统文化、促进国际间文化交流达到新的高度。

（2）道家思想。道家哲学的核心是“道法自然”，强调顺应自然，保持内心平和。在对外话语中转化为对环境保护和可持续发展的倡导以及在国际关系中推崇自然和谐与平衡。

1.2 文学艺术的传承与创新

在翻译实践中，对领导人讲话中所引用诗词的外译作为一个典型翻译情境值得关注。领导人对诗词的引用，不仅体现了中国文化底蕴之深厚，还是语言艺术与外交智慧的结合；不仅传承了中国丰富的文化遗产，还有助于塑造中国作为一个历史悠久、文化深厚的国家的国际形象。

在外交语境中，诗词常常含有丰富的象征意义和隐喻，通过诗句传递的深层信息往往能够传达复杂的外交立场和情感。将古典诗词与当代国际事务结合，创新性地解读诗词中的思想和哲理，使其与现代情境相契合，展示中国传统文化的时代价值。

1.3 社会伦理与价值观的传播

中国传统文化中强调的家庭和谐、尊老爱幼等社会伦理在对外话语体系地构建中体现为我国对国际局势稳定、社会和谐的不懈追求。中国传统社会伦理的研究成果可以在全球范围内寻得共鸣与普适性。孝道、仁爱、廉洁、忠诚这些传统伦理观念与普世价值观的相互契合成为构建新时代和谐国际关系的理论基础。有效广泛地传播和推广富有中国特色的价值观体系，将极大程度上决定在国际话语权竞争中我国的国际影响力。

1.4 传统知识、传统节日与技艺

传统医学、农业技术、手工艺作为我国传统文化的瑰宝，日益受到国际社会的关注，成为我国传统文化传播的重要窗口。传统节日、传统习俗向世界展示了中国文化的多样性与丰富性。传统节日的文化根源、传说故事往往蕴含着深刻的教育意义。传统节日的庆典和相关活动如一座桥梁，联通了国际社会与中国传统文化，向世界展示了中国传统文化的源远流长，为中国对外展示自身作为文化强国、塑造良好国际形象创造了机会。此外，民间习俗中蕴含的智慧，如阴阳五行、风水等，也是中国传统文化的一部分，可以用于增加对外话语的多样性和趣味性。

2 马克思主义哲学的应用

马克思主义作为中国社会主义建设的理论基础，为分析和解释社会发展、经济结构和国际关系提供了一套完整的方法论。首先，应对马克思主义的经典理论进行现代化解读，特别是其对社会发展、经济结构和阶级关系的分析。包括对资本主义的批判、社会主义建设的理论指导以及对历史唯物主义的现代应用。这些理论对于理解当代国际政治经济格局，尤其是全球化、经济不平等和国际劳工问题等具有重要意义。

在对外话语中，利用马克思主义理论阐述中国的发展道路、社会变革和对全球问题的立场，特别是在经济全球化、社会公正和国际合作等方面。

3 外交话语的研究

（1）清朝时期的外交话语，如朝贡体系和礼仪外交，体现了中国历史上国际交往方式和对外关系的特点。这些历史经验可以被用来指导和丰富现代国际交流和外交实践。清朝外交话语中对国家主权和领土完整的重视以及对外力干涉的抵抗方面，为当代中国在处理国际争端和维护国家利益时提供了重要的历史经验。

（2）新中国的外交话语。和平共处五项原则（相互尊重领土完整和主权、互不侵犯、互不干涉内政、平等互利、和平共处）作为中国外交政策的基石，影响着我国对外话语体系的构建。对和平共处五项原则历史背景、理论基础、不同历史时期的实践与发展研究，对于构建一个基于相互尊重、平等的新时代全球秩序有着重要的现实意义。在处理国际事务、维护世界和平、促进共同发展等国际议题中，我国外交家在不同历史时期面对国际纷争与复杂的政治环境，所展现的政治魅力与智慧是构建当代中国对外话语体系的重要研究内容。

（3）外交家的话语体系。 作为国家代表，外交家个人语言风格对

中国外交亦产生了深远影响，他们大多有着鲜明的个性，其中往往又有着谦逊、坚定、务实的共性，在国际交往中展现出敏锐的洞察力和高超的谈判技巧。在中国政策的对外传播与国际交流中，外交话语作为中国对外话语体系的有机组成部分需要更多的理论成果，以应对如气候、国际合作、网络安全等领域的新挑战与新机遇。

4 故事化传播

叙事对象的多样性是指将中国传统、现代和全球形象融入故事叙述，创建多维度的中国形象。例如，通过古代传说、历史故事、现代发展案例以及中国在全球治理中的贡献，形成一个立体的叙事框架。西方记者报道中国也具有特定角度。除了偶尔报道大熊猫的憨态可掬，他们的眼光大多聚焦于中国政治的“负面新闻”、持不同意见者的活动以及西藏、香港和台湾地区，报道叙述的主线经常是对“异见者”的人性化、故事化的描述，暗线则是来自权威部门的“高压”。看上去通篇不使用带褒贬色彩的形容词，也引述正反双方的表态，但在严实的包裹下，到处可见左右观众认知的措辞。为解决西方混淆视听乱编故事的行为，应结合大语言模型的分析能力，深入挖掘和分析中国的历史文化、社会发展和国际形象，通过故事化的方式，将复杂的政治经济问题转化为更易于公众理解和共鸣的叙事，有效提升中国对外话语的传播效果和影响力。同时，大语言模型可以协助分析国际受众对于不同类型故事的接受度和反响，以便精准地调整传播策略，使中国故事更加生动和有影响力。

4.1 经典故事

历史与美学资源的利用是指挖掘丰富的历史和文化资源，在古代文学作品、历史事件、传统艺术中寻找灵感，构建中华传统文化故事库。传统故事的精髓在于其通过或正面或反面的典型人物，给予人们道德伦理的教育，如“孟母三迁”，通过精彩的故事情节，强调智慧和策略的重要性。传统故事不仅担负着文化传承的责任，还对整个社会风貌产生影响，是中华文化不可或缺的瑰宝。利用新型传播手段与符合时代的叙事技巧，使传统故事更加符合现代受众的审美，有利于展示中国传统文化的独特美学价值。

4.2 发展故事

现代化成就展示是指聚焦中国的现代化进程，如脱贫攻坚、城市化发展、科技创新等，讲述这些反映了中国快速发展和社会变革发展的故事，总结和分享中国的发展经验，为其他发展中国家提供启示。

4.3 开放故事

讲述中国在全球治理中的角色和贡献，强调中国在推动多边主义、国际合作和全球发展中发挥的积极作用，展示中国在国际事务中的开放态度与合作精神，指出中国方案在应对新形势下的国际问题中做出的贡献。

5 现代文明的融合与创新

现代科技与新媒介正在成为中国特色对外话语传播的引爆点与增长点，互联网、社交媒体、短视频平台以及其他的数字技术的快速发展使中国声音、中国故事走向更遥远的地方和更广泛的人群中。在讨论环境保护、科技创新、经济发展等现代议题时，中国可以展示其作为负责任大国的形象，强调其在全球治理、可持续发展和科技进步中的角色和贡献。

结语

通过有效的话语体系，增强中国在国际社会中的话语权，使中国的立场、观点和价值观得到更广泛的理解和认可。通过精心构建的话语体系，形成更加积极、全面的国际形象，改善和优化国际社会对中国的认知。将中国文化、历史和现代成就通过多样化的方式传播到世界各地，提升中国文化的全球影响力。同时，利用大语言模型等先进技术，创新语言处理、翻译、内容生成等方面的应用，提高话语传播的效率和效果。结合理论研究和实际应用，推动话语体系建设方法论的创新和发展。预期目标有助于建立有效的反馈机制，根据国际反应持续优化话语体系，确保其适应性和时效性。培养具有国际视野和专业能力的人才，构建高效团队，以国际传播带动外语学科发展新趋向。

引用

[1] 胡开宝,李婵.国内外外交话语研究:问题与展望[J].外语教学,2018,39(6):7-12.

[2] 阮静.汉语国际教育与迈向国际化的汉语教材出版[J].云南师范大学学报(对外汉语教学与研究版),2017,15(5):87-92.

[3] 王永贵,王景宇.新时代加强对外话语体系建设的多重进路[J].马克思主义与现实,2023(3):17-24.

数字尧山景区三维全景沉浸式体验研究与探索

文◆郑州科技学院　牛庆丽　姚　刚　周春丽

引言

随着河南省文化和旅游厅开展的“行走河南·读懂中国”品牌塑造实施方案地落地，河南省作为历史文化大省，自身的IP形象和深厚的历史文化底蕴通过品牌战略已把河南的独特魅力展现在了大众面前。随着河南省人民政府门户网站联合省文化和旅游厅、省文物局推出年度日历，带领广大网友一起寻找河南打卡地，共同感受河南的独特魅力活动，使河南的旅游业火出了新高度。尧山作为河南省国家5A级旅游景区凭借“十佳风景名胜区、十佳旅游好去处、国家级自然保护区、国家重点风景名胜区、首批国家生态旅游示范区、国家级文化旅游服务标准化示范区”等称号也逐渐火了起来。本文借助三维数字化技术对景区进行宣传，为尧山文化传播提供了新的途径，让用户在三维数字化的场景中了解尧山文化，并对河南尧山景区的文化底蕴建设和宣传有着重要的意义。

1 数字化尧山建设的意义

尧山风景名胜区坐落在河南省平顶山市鲁山县西部，尧山凭借独特的山峰和风景旖旎的自然风光成为人们向往的旅游胜地。随着互联网的快速发展，游客通过一部电子设备就能欣赏景区美景，领略大好河山。然而，互联网往往是以二维的方式将图片和视频等信息传递给游客，无法让游客真切地感受景区魅力。因此，制作尧山全景虚沉浸式全景旅游，从全方位展示尧山景区，让游客身临其境地在三维空间中感受尧山之美，既缩短景区与游客间的距离，又能让游客在数字化全景旅游中深切地感受到尧山文化。

2 沉浸式全景旅游的设计与实现

尧山全景沉浸式旅游使用第一人称视角进行景点漫游，游客可通过场景交互完成沉浸式景区旅游体验。

2.1 沉浸体验景区的方式

（1）场景自主漫游。充分展示三维旅游实时交互的特性，游客通过手势操纵场景完成视角切换和场景移动，增加沉浸式旅游时游客的自主漫游的趣味性。由于尧山景区面积大，场景内模型较多，如果游客想要自己探索或近距离观察景点模型时，那么可以选择场景自主漫游模式，自主漫游就像自己沉浸在现实世界中一样，通过自主与场景交互，随意在场景里走动，根据自己的喜好，通过小地图切换到自己喜欢的景点，选择适合自己的旅游路线[1]。

（2）场景自动漫游。自动漫游功能可以让游客释放双手，无需交互设备操控，由景区场景自动为游客推荐最佳旅游路线，让游客沉浸在景区中。

2.2 沉浸式场景交互设计

（1）场景互动。适当的场景交互可以提高用户的漫游体验，本文结合尧山场景三维模型，添加点击和碰撞事件，使用户在漫游过程中也能通过这些交互了解景点文化，增长景区文化知识。场景交互切换如图1所示。

（2）背景音乐及音乐控制。通过背景音乐与景点相结合的方式，加快游客漫游的沉浸感，感受景点氛围。由于游客对旅游音乐声音大小有不同的要求，因此增加了音乐控制功能，包括对音乐的开关和音量的大小调节功能。

（3）文字介绍。文字介绍是通过视觉传达的方式将信息传递给游

【作者简介】牛庆丽（1982—），女，河南林州人，硕士，副教授，研究方向：虚拟现实技术。
【通讯作者】姚刚（1980—），男，江苏徐州人，硕士研究生，讲师，研究方向：计算机科学与技术。

图 1 场景交互切换

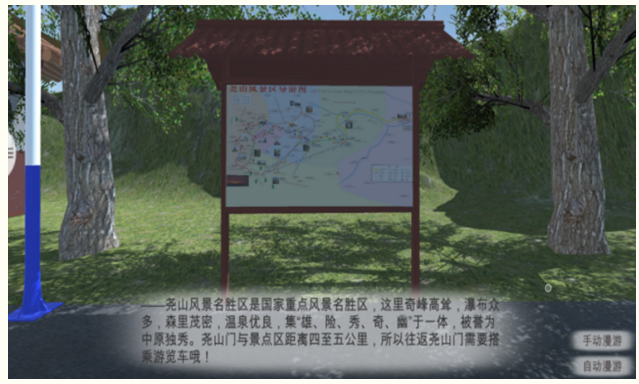


图 2 文字介绍

客，使游客在沉浸式场景漫游过程中，更好地了解景点的文化背景与历史内涵 [2]。文字介绍如图 2 所示。

（4）语音解说。语音解说是通过播放声音的形式让游客在沉浸式旅游过程中了解景点文化内涵，通常语音与文字相配合，将景点内文旅内涵和景点知识点传递给游客。

（5）小地图。因景点场景较大，游客在进行场景自主漫游时不清楚自己所处的景点，通过在景区旅游中增加小地图作为游客位置的参考工具，让游客实时观察自己所在景区的位置，了解景区的建筑特色以及下一步的位置走向。

3 沉浸式旅游的开发流程

3.1 总体设计

实现沉浸式尧山旅游，应完成尧山景区的图形采集、三维建模、纹理贴图、设计交互和系统发布的相关过程，具体设计流程如图 3 所示。

（1）信息采集和处理。主要包括尧山照片地拍摄、收集以及后期 PS 对图片的调整和处理工作，改善了图片角度不正、图片色彩不均等问题。

（2）制作景区三维模型和贴图。比照所采集的二维图片进行三维建模，建模完成后利用处理好的细节图片对模型进行纹理贴图。

（3）全景场景制作。将制作好的模型进行整合，导出为 FBX 格式的文件。将 FBX 文件导入 Unity 3D 并适当调整模型大小，修改材质球参数等。在场景中调整包括场景切换、音乐设置、文字介绍和其他交互功能的实现。并在场景中添加特效，如粒子特效、光影特效和天空盒等 [3]。

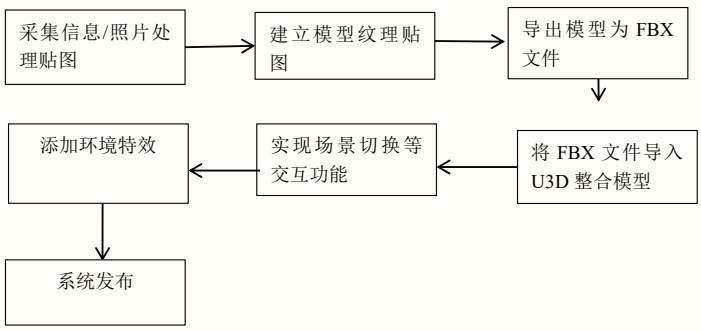


图 3 尧山全景旅游开发流程

（4）三维场景系统发布与渲染。将设置好的尧山景区三维场景进行渲染并发布，制作 PC 端和手机移动端应用程序进行调试，发布二维码供游客下载，在景区游览中导航使用。

3.2 标志性建筑模型制作

（1）尧山门。尧山门是通往尧山各景点的必经之门，是一座简化了的五门六柱牌坊式建筑。尧山门高 12m，宽 19m，利用该数据参数在 3Dmax 中作为尧山门三维建模的依据。由于尧山门的造型大多形状规则，底座、柱子和横梁等在制作时大多采用长方体或圆柱体进行三维建模，并使用修改器进行细微的调整。尧山门的匾额则利用长方体和样条线实现，上檐、雀替和抱鼓石使用样条线绘制，在制作上檐时绘制半边轮廓，进入顶点层级，对顶点进行平滑处理，通过镜像复制得到另一边，这样操作可以使样条线左右对称。将两个样条线附加起来，点击“连接”按钮将左右两条样条线封闭，然后添加壳修改器，增加至合适厚度。雀替与上檐的制作相似，将具有厚度的雀替执行插入和倒角命令，因为雀替模型不规则，所以在进行插入操作时会出现多个点，选中多个点，通过塌陷命令完成

标志性的模型设计，尧山门模型制作如图 4 所示。

（2）通天门和元华宫模型制作。通天门是典型的牌坊式建筑，由底座、石柱、大梁和匾额等部件构成。通天门的重点在屋顶，在设计通天门的雀替时采用二维样条线工具绘制外部轮廓及镂空部分，并添加壳修改器产生厚度。平板枋和匾额等利用规则的长方体和切角长方体制作。柱子及柱础使用圆柱工具，将柱础转换为可编辑多边形进行适当调整，做出圆滑的效果。其他的部件如斜脊、斗拱等都是使用样条线进行绘制。

元华宫分为上下两层，元华宫由基台、台阶、石护栏及金殿建筑组成，基台结构大致相同。金殿建筑的制作步骤与通天门相似，斗拱、斜脊和走兽等都是使用样条线绘制，为了提高制作效率，可创建一个平面，为平面赋予采集的走兽贴图，比照贴图绘制轮廓，绘制完成后适当调整点的平滑，用壳修改器增加立体效果。

4 三维模型与贴图制作规范

在模型制作前必须对模型的制作要求进行规范，以达到高质量的建模管理，保证建模过程有序进行，模型制作有以下要求。

（1）确定模型定位标准，避免模型所处位置高低不平、方向不同。（2）建模过程中采用“看不见的部分不建、看不见的面删除”的方法，减少模型的面数，加快系统的运行速度。（3）模型在超出一定高度时需要结构变现，反之不用表现出来。（4）模型命名需使用英文，命名不能重复，要符合规范，避免使用中文或非法字符。（5）遇到相似或要

图 4 尧山门模型制作

进行统一调整的模型时，尽量复制或实例操作，复制的模型基本不消耗资源，提高工作效率 [4]。

通过制作好的三维场景，将场景在 3Dmax 进行 UV 展开，并将 PS 中制作好的贴图赋予材质球，通过多维子材质和 UVW 展开修改器，将三维模型与图片进行贴合，使编辑 UVW 面板的移动缩放功能将模型与贴图匹配。

5 系统测试与发布

通过 Unity 3D 将 3Dmax 中的场景以 FBX 文件进行渲染和打包输出，制作出基于 PC 机的网页 Web 版本和支持 IOS 和 Android 等多种平台的 App 版本。

结语

本文介绍了尧山全景虚拟旅游系统的关键技术与实现过程，其中包括了使用 3Dmax 软件对尧山三维模型的构建，采用 PS 软件对采集的图片贴图，采用 Unity 3D 软件实现沉浸式场景漫游和用户自由交互功能等。经过手机端测试，系统的运行情况良好，界面友好美观，利用计算机技术与虚拟现实技术相结合，完成了尧山全景虚拟沉浸式旅游，为河南文旅的宣传和景区的文化内涵展示提供了渠道。

引用

[1] 刘民.三维虚拟旅游系统的研究与实现[D].广州:华南理工大学,2017.

[2] 郑诚惠.基于实景三维技术标准的智慧旅游数字化平台研究[J].大众标准化,2024(1):155-157.

[3] Akhtar Nadeem,Khan Nohman,Mahroof Khan Muhammad,et al. Post-COVID 19 Tourism:Will Digital Tourism Replace Mass Tourism?[J]. Sustainability,2021,13(10)167-169.

[4] 蔡翊.基于Unity3d的金丝峡地质公园虚拟旅游系统的研究与实现[D].西安:西安科技大学,2012.

潮汐拥堵条件下的连续交叉口自适应控制策略研究

文◆蚌埠市公安局交通警察支队；城市交通管理集成与优化技术公安部重点实验室　王天利
安徽科力信息产业有限责任公司；城市交通管理集成与优化技术公安部重点实验室　宋志洪　陈家旭　苟启文

引言

随着城市化进程的不断加快，经济发展的迫切需求逐步刺激着交通需求量的不断增长，跨境交通及跨区域交通逐步成为交通的主要组成，也为城市交通管理带来新的挑战。特别是在贯穿各区、城市与城市之间的主干道上，稳定增长的交通流，对区域内的交通需求组成产生巨大的影响，给面临跨境跨区的城市主干道通行造成巨大通行压力。因此，跨境跨区的主干道交通组织特征分析、交通需求调配成为现阶段交通管理面临的重大课题。

1 场景出行特征分析

贯穿跨境与跨区的城市主干道是城市交通的主要命脉，对于交通组织与交通需求分配有着严格的要求，直接影响着城市安全和经济发展。跨境与跨区城市主干道交通出行特征主要包含以下 5 个方面。

（1）城市大型主干道，相交道路存在较多的主干道与比较重要的次干道。（2）有明显的潮汐特征，在主干道和重要次干道相交时，呈现拥堵态势，且关联路口通行效率易受通行环境和秩序的影响，造成范围拥堵。（3）不同区域交织段产生因管理步调不一致导致的意外拥堵或其他突发事件。（4）城市采用绿波控制的方式无法解决相交主干道和重要次干道拥堵问题，导致局部区域交通失衡，给管理者日常交通管理增加新的难度。（5）主干道受城市规划用地的影响，进出口数量不匹配，车道数量和属性设置难以与实际的通行需求相匹配。

2 场景交叉口信号控制策略

跨境和跨区域城市主干道一般长度较长，有的甚至贯穿整座城市，因此，在整个主干道通行上具有关键节点和一般区域两种处理对象。在管理策略上，一般将受潮汐影响的重点交叉口特别是连续交叉口作为独立对象进行处理，以交叉口作为分段节点，相交道路上流量较少的多个交叉口且中间连续，一般采用绿波控制的方式，保障交叉口连成区域的通行效率[1,2]。

对于高峰期潮汐拥堵条件下的连续交叉口，信号控制策略主要分为以下 3 种。

（1）对于比较规律的交通组成，调查交通需求构成特征，形成对应的定周期信号控制策略，根据交通需求的不同，划分时段，根据时段启用对应的定周期信号控制策略，保障路口通行顺畅。

（2）对于不规律的交通组成，兼顾主干道和相交道路的总体排队情况，即使 4 个方向都出现拥堵，也不会造成明显溢出的情况下，一般采用全感应控制方式，保障排队车辆及时清空。

（3）在主干道和相交道路组成的区域，建设感知设备，采集实时交通需求组成，采用自适应控制的方式，实时清空拥堵区域的交通流，防止造成溢出风险，达到提高区域通行效率的目的。

3 潮汐拥堵条件下的连续交叉口自适应控制策略

现阶段市场上推广和应用的自适应控制，由于检测手段和控制层级的原因，存在天然的劣势，主要涵盖以下 5 个方面。

【作者简介】王天利（1965—），男，安徽蚌埠人，本科，高级工程师，研究方向：城市道路交通管理与优化。

（1）断面检测需要车子开动的情况下运行，导致数据滞后，需求输入存在检测误差。（2）实时感应控制需求考虑不全面，配时优化存在滞后与误差。（3）传统自适应使用历史数据，方案以选择式和周期绿信比优化为主，缺乏结构性变化。（4）获得趋近实际的需求，需要更精细的模型和更高的算力，依赖中心系统。（5）对动态变化且突发的通行需求，检测滞后、处理不及时。

基于以上因素考虑，传统自适应控制不能用于解决问题出现的场景难题。为了应对交通需求 / 供给的结构性变化，需要感知更加全面、响应更加及时，方案随需求灵活多变，响应各类常态或突发事件的智能控制解决方案。

自适应控制是依赖路口渠化、灯组和检测器配置，自主设计放行方案，并根据实时交通状态决定放行阶段的功能模块，并可对路口渠化、灯组和检测器配置解析生成的控制通道（相位）进行各项参数配置，实现多种交通场景及需求的控制功能。自适应控制逻辑图如图 1 所示。

第一是实时感知。通过区域检测器实时感知区域交通量和交通状态变化，避免统计数据应用的滞后性，提升为拟合实际发展趋势带来的检测和算力成本。

第二是信号设计。根据路口渠化和灯组配置，自主生成控制相位和可执行的阶段方案，不依赖常规相位方案。可执行方案具备动态放行特征，具有 NEMA 控制体系的双环放行特征，为路口的每个对向提供 4 种可执行的放行阶序，通过配置进一步约束实际放行的阶序和阶段、晚起早断等，满足特定的交通场景。

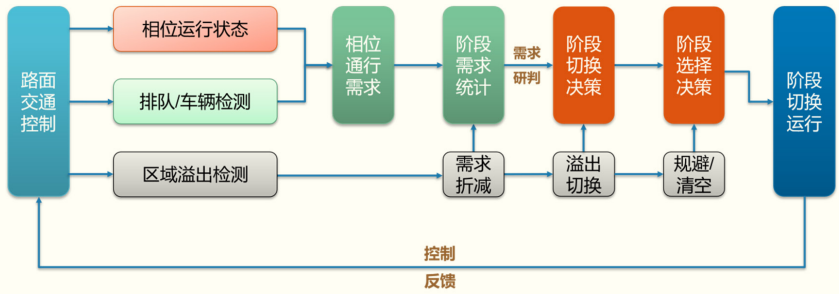


图 1 自适应控制逻辑图

第三是需求控制。依据检测器数据输入和灯组放行时间计算相位需求，在路口控制过程中根据路口所有控制相位产生的需求进行阶段切换决策，实现阶序、阶段和放行时间的动态优化，提升信号控制对需求的响应能力。

第四是事件响应。发现并响应路口排队溢出、出口溢出、路口死锁等影响路口通行生态的常态或异常事件，模拟交警管制效果。支持路口排队溢出响应控制，通过单口全放、人行 / 非机动车限制等控制手段，增加排队溢出进口的通行能力，实现排队清空和秩序重整；支持路口出口溢出响应控制，通过阶序调整、最小绿放行、全红清空等多级控制手段，降低路口溢出死锁风险；异常事件响应会影响路口通行效率，但可以防止秩序性的恶化；区域性的自适应控制可实现管控范围的结构性优化[3]。

第五是安全机制保障。基于检测故障的安全处理机制，在关键检测设备故障后降级至备选方案运行，提高“路口检测—控制系统”的鲁棒性[4]。基于滤波算法降低实时检测数据的波动性，识别通道数据接入异常，结合检测设备的故障主动上报形成信号控制的数据安全防御机制；多级检测和降级策略配置，支持各类检测和应用条件下的路口常态化运行，兼顾控制效果和运行稳定性。

图 2 蚌埠市两个路口交通路网示意图

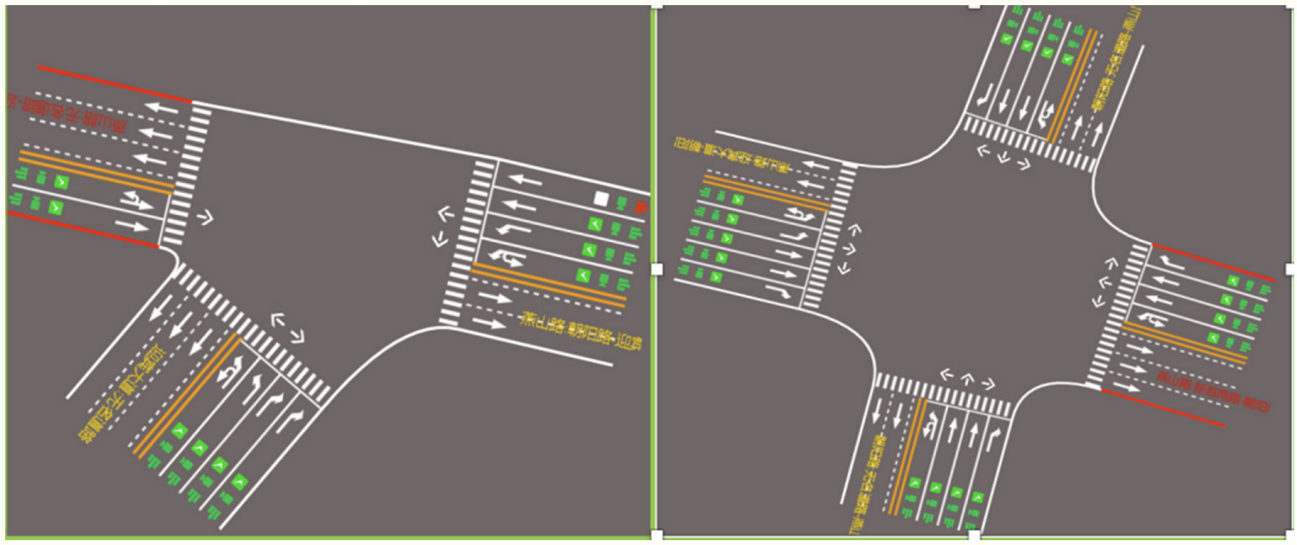


图 3 两个路口渠化示意图

4 案例分析

以安徽省蚌埠市燕山路与迎宾大道、朝阳路两个路口为例，蚌埠市两个路口交通路网示意图如图 2 所示。论证跨区域主干道潮汐拥堵条件下的关键节点区域自适应控制的应用效果。两个临近路口承担了 3 条干道交通流的汇聚与转发，具有特殊的交通特征。早晚高峰期间呈现出较为明显的潮汐拥堵特征，路口通行效率易受脆弱的通行环境和秩序影响，造成范围拥堵；平峰期间衔接迎宾大道、朝阳路东西两侧的绿波线路，但受道路条件、渠化现状和车流通行特征限制，难以形成连续绿波，且短时车辆情况不规律。

迎宾大道贯通蚌埠的城市资源，吸附优势产业，是蚌埠的城市贵脉。其连通主城区、产业园区、仁和集高速入口，沿途的工业园区企业和出城便利性吸引了大量有出行需求的车辆。早高峰形成由北向南、从朝阳路至迎宾大道先右转再左转的潮汐车流，晚高峰由南向北、先右转后左转的潮汐车流。路口间距离短，仅有 383m，排队空间有限，极易导致排队溢出。

燕山路与迎宾大道中，东进口 2 直 2 左，西进口 2 直，南进口 2 左 2 右，两个路口渠化示意图如图 3 所示。早高峰期间，东进口以左转迎宾大道方向车流为主排队较长，且不具备东西方向的协调控制条件。燕山路与朝阳路，西进口 2 直 2 左，西进口 2 直 2 左 1 右，北进口 2 直 1 左 1 右。晚高峰期间，燕山路 [迎宾大道→朝阳路] 左转的通行能力压力较大，直行排队过长且和左转车道相互干扰。

采用“边 + 端”的前端路口智能控制解决方案，依据路侧交通流检测输入，计算路口实时交通需求，实现方案放行自适应和阶段放行的延长 / 缩短。通过控制单元 / 相位实现底层和上层的桥接，通过相位及检测器配置实现各类交通应用场景的构建，并通过方案校验保证复杂参数配置的合理性。通过方案自主生成和实时交通状态（灯组状态、检测器状态），解析实现路口交通流的自适应控制。通过一定的措施，取得了良好的效果。

结语

探索贯穿城市主干道关键拥堵节点区域信号控制策略优化，基于事件响应的自适应控制策略，应对主线潮汐拥堵和相交重要道路的不规律拥堵，为中小城市交通需求量较大的主相交和主次相交信号控制优化提供解决方案。同时，对于区域多个路口存在严重交通拥堵溢出以及人机非混行较为密集的区域，应进一步深入探索，探索其存在的未知可能性。

引用

[1] 杨洁,过秀成.城市交叉口群交通动态协调控制方法[M].南京:东南大学出版社,2013.

[2] 彭敏,单铮,于泉,等.基于博弈的交通信号配时优化[J].公路,2019(8):268-273.

[3] 陈家旭,赵永进,宋志洪.基于路口相位方案优化设计的城市道路交通信号迭代学习控制方法研究[J].工程科技Ⅱ辑;信息科技,2021,42(1):86-91.

[4] 闫飞,田福礼,史忠科.城市道路交叉口信号的鲁棒迭代学习控制[J].中国公路学报,2016(1):120-127.

一种基于硬件虚拟化地面测控安全防护技术

文◆无锡航天江南数据系统科技有限公司 朱兆国 尹 山 王晶晶
京济通信科技（无锡）有限公司 蔡天蓉

引言

为解决传统地面测控密码设备数量众多、各星密码服务独立配置隔离性差、星座测控密码资源管理能力弱等问题，采用硬件虚拟化以及虚拟测控服务能力轻量级封装和编排技术，虚拟测控服务以云化应用方式运行于独立、安全隔离的虚拟密码机，调用独立的硬件虚拟化 VF 虚拟密码功能单元实现测控业务机密性、完整性保护，达到服务云化应用、硬件级隔离和星座测控密码资源独立配置管理的能力。

基于此，本文提出一种基于硬件虚拟化地面测控安全防护技术，在成熟的云平台基础上，利用硬件级虚拟化[1]、测控密码服务能力的轻量级封装和编排技术，解决传统地面测控密码设备数量众多、各星密码服务独立配置隔离性差、星座测控密码资源管理能力弱等问题，为卫星通信网络大规模卫星测控安全提供技术支撑。

1 国内外研究现状

1.1 地面测控安全现状

卫星测控信息安全属于专用领域，基本无国外的研究信息。目前，在国内卫星测控信息安全领域，2020 年前以多合一设备形式实现地面测控星地链路数据安全防护，即一台设备实现几颗卫星的测控数据加解密处理。2021 年开始，国内提出百合一设备，即一台设备实现上百颗卫星的测控数据加解密处理。实现机制主要存在以下问题。

（1）未采用虚拟化技术，在同一硬件和操作系统内，软件直接调度实现多个任务的加解密处理。（2）设备所承载的所有卫星的服务、服务运行资源和密码资源未做相互隔离。（3）以软件动态库或专用算法卡形式提供密码运算服务，未做算法运算隔离。

1.2 硬件虚拟化技术现状

硬件虚拟化最早是 20 世纪 70 年代 IBM 首先提出并使用，到 21 世纪初随着计算机技术和数据中心的飞速发展，Intel 和 AMD 分别推出了 Intel-VT 和 AMD-V 技术，为虚拟化提供了额外的硬件支持。

硬件虚拟化是一种对计算机或操作系统的虚拟。在硬件虚拟化层面，现代虚拟化技术通常是全虚拟和半虚拟的混合体。常见的虚拟化技术如 VMWare、Xen 和 KVM，能够同时支持全虚拟化和半虚拟化。硬件虚拟化方式提供的虚拟机，独立运行着一个完整的操作系统，在同一台物理宿主机上存在大量相同或者相似的进程和内存页，导致较大的性能损耗。因此，硬件虚拟化也被称为重量级虚拟化，在同一宿主机上能够同时运行的虚拟机数量有限。

硬件物理平台本身提供了对特殊指令的截获和重定向支持。支持虚拟化的硬件，是一些基于硬件实现软件虚拟化技术[2]的关键。在基于硬件实现软件虚拟化的技术中，硬件是实现虚拟化的基础，硬件（主要是 CPU）会为虚拟化软件提供支持，实现硬件资源的虚拟化。

目前，硬件虚拟化技术广泛应用于数据中心、云平台等大数据处理高并发应用场景，在金融、电信、政务、电子商务等行业得到广泛推广。

2 测控安全防护需求分析

卫星通信网络建设面向集约化、智能化、自动化的发展要求，考虑

作者简介：朱兆国（1979—），男，山东泰安人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：信息安全。

到未来不同轨道卫星频繁发射的特点，所有卫星发射和在轨运行工作，对于测控将产生巨大的需求，将存在各种难以预测的风险和威胁，也将对传统的测控方法、组织模式以及测控资源建设和分配产生巨大冲击，催生诸如一体化测控、基于云技术的测控等一系列新的测控技术。

基于硬件虚拟化的地面测控加密技术，在成熟的云平台基础上，利用硬件级虚拟化、测控密码服务能力的轻量级封装和编排技术，解决传统地面测控密码设备数量众多、各星密码服务独立配置隔离性差、星座测控密码资源管理能力弱等问题，为卫星通信网络大规模卫星测控安全提供技术支撑。

3 基于硬件虚拟化地面测控安全防护设计

地面测控安全防护基于硬件虚拟化技术，采用“硬件虚拟化平台 + 硬件虚拟化 PCIe 密码卡”构建一套完整的虚拟测控平台。

硬件虚拟化平台机采用一套完整的硬件虚拟化技术，实现 CPU、内存和存储资源、网卡等硬件级虚拟化，实现虚拟机之间 CPU、内存和存储资源、网卡的完全隔离、密码算力资源的完全隔离以及网络资源的完全隔离，进一步实现硬件级隔离和操作系统级隔离，最终实现每个虚拟机完全隔离，虚拟机进程间互不干扰。

硬件虚拟化 PCIe 密码卡虚拟化成多个虚拟功能 VF，每个虚拟功能 VF 具备独立的 I/O 通道资源和独立虚拟密码运算资源，可实现多个通道算法密码部件的独立、并发算法运算处理，且每个通道的通信带宽和算法运算资源不会发生被抢占的情况。

虚拟测控服务运行于硬件虚拟化平台虚拟化出的虚拟密码机中，采用不同的服务 IP 地址、服务域名或服务端口，采用不同的安全通道对外提供测控安全服务，通过硬件虚拟化通道访问密码卡的 VF 虚拟功能实现密码运算。

4 虚拟化测控安全防护实现

4.1 虚拟化测控安全防护平台系统架构

虚拟化测控安全防护平台（以下简称“虚拟测控平台”）采用硬件虚拟化技术实现完整的硬件环境硬件级虚拟化，虚拟出的每个虚拟机具备独占的 CPU、内存和存储、网络等资源，并具备完整的操作系统，虚拟机之间 CPU、内存和存储、网络等资源和操作系统等完全隔离，实现硬件级隔离和操作系统级隔离，虚拟机进程间互不干扰 [3]。同时，采用的硬件虚拟化密码卡亦采用硬件级虚拟化技术，单卡可支持虚拟化“1 个 PF+31 个密码运算 VF 虚拟功能”，每个 PF 和 VF 具备约 100Mbps 算法运算服务能力。

虚拟测控平台硬件采用“双路 20 核处理器（32 线程）+3 张硬件虚拟化密码卡”，部署 31 个虚拟机、3 个 PF 和 93 个 VF，每个虚拟机分别绑定 3 张国产硬件虚拟化密码卡的 1 个 VF，如此，每台虚拟测控平台具备 1 个宿主机、31 个虚拟测控密码机，每个虚拟测控密码机拥有 3 个 VF。

单颗卫星的测控数据加解密总性能要求一般不大于 1Mbps，每个 VF 密码算法能力不小于 100Mbps，远高于 6 颗卫星的测控加解密性能总和。因此，每个虚拟测控密码机具备 3 个 VF、部署 6 颗卫星的虚拟测控安全防护服务时，在满足测控加解密性能的前提下，可实现 VF 通道的冗余，在提高可用度的同时，具备很高的可靠性。

由上所述，单台虚拟测控平台可支持 186 颗卫星的测控加解密服务。

4.2 硬件虚拟化 PCIe 密码卡实现

硬件虚拟化 PCIe 密码卡划分为 3 个层次，即接口协议层、虚拟硬件层和硬件资源层，主要设计实现如下。

（1）接口协议层。接口协议层是密码卡与宿主机系统进行通信的部分，其中 PCIe 协议、SR-IOV 协议直接负责加密卡和主机的数据通信，SR-IOV 协议层能够将底层硬件抽象成不同的设备，并对上层的数据包进行解析和转发。功能接口层根据数据包的相关信息，将数据进行处理和转发。（2）虚拟硬件层。在 SR-IOV 协议下，硬件被抽象成 PF 和 VF，均具备相关的密码功能。一个密码卡的基本功能模块主要包括密钥管理模块（生成、存储、销毁等）、SM2/SM3/SM4 等国密算法。PF 和 VF 均具备这几个功能模块，同时 PF 中的设备管理单元对 VF 进行配置和管理。（3）密码运算。具有对称密码运算、公钥密码运算以及密码杂凑运算等密码运算功能，其中对称密码运算采用国密 SM4 算法 [4]，公钥密码运算采用 SM2 公钥密码算法 [5]，密码杂凑运算采用 SM3 密码杂凑算法 [6]。

4.3 虚拟测控服务实现

虚拟测控服务采用模块化设计，运行于虚拟测控平台虚拟

化出的虚拟测控密码机内部，经由业务网络实现测控业务数据与外部进行交互，采用服务接口形式和专用测控服务协议对外提供测控服务。此外，经由在线管理 / 同步网络，实现虚拟测控服务与管理系统之间的设备 / 状态管理、在线密码管理等消息 / 指令的交互，实现虚拟测控服务间现主备状态、任务状态同步消息的数据交互。

虚拟测控平台为了拥有更好的操作性、可用度，虚拟测控服务应具备云化应用、迁移和切换等功能。通过管理系统，可将虚拟测控服务在线下发并部署至虚拟测控密码机，实现云化应用[7]。

管理系统将虚拟测控密码机作为独立的密码机和虚拟测控密码服务进行设备管理，每个 VSM 都具备两对设备身份 ECC 密钥对，分别为设备签名密钥对和设备加密密钥对。当进行虚拟测控服务迁移时，管理系统通知源和目的虚拟测控密码机，由源和目的虚拟测控密码机之间建立安全通道，将源虚拟测控密码机虚拟测控服务、密钥、任务配置和任务状态等迁移到目的虚拟测控密码机，实现虚拟测控服务的迁移。

虚拟测控服务切换主要为虚拟测控密码机之间虚拟测控服务地切换，包括自动切换和人工切换。首先，自动切换时，按照启动运行时间判决主备，时间早的为主份，时间晚的为备份，当不同虚拟测控服务在同一时间段启动运行时，通过 SN 标识判决主备，SN 数值小的虚拟测控服务自动作为主份，SN 数值大的作为备份。其次，人工切换时，通过管理系统工人判决某一虚拟测控服务为主份，当前虚拟测控服务为备份且需成为主份时，此虚拟测控服务收到密码管理系统的指令后，按照指令内容切换至主份状态，并通过主备份通告消息告知其余的虚拟测控服务均切换为备份状态，实现虚拟测控服务切换。

5 虚拟化测控安全防护验证

按照实现的虚拟测控平台，每台虚拟测控平台具备 1 个宿主机、31 个虚拟测控密码机，每个虚拟测控密码机拥有 3 个 VF，共部署 186 个虚拟测控服务。从测控业务加解密、虚拟测控服务迁移 / 切换以及单台设备支持虚拟测控服务数量等方面进行测试验证。

（1）测控业务加解密验证。虚拟测控平台收到遥控帧加密请求后，对任务的虚拟测控服务进行遥控加密处理，并正确响应遥控密文。收到遥控帧加密或遥测帧解密请求后，对应任务的虚拟测控服务进行遥测解密处理，并正确响应遥测明文。（2）虚拟测控服务迁移 / 切换。管理系统向虚拟测控平台发起虚拟测控服务迁移流程，源虚拟测控密码机将指定的虚拟测控服务迁移至目的虚拟测控机，通过管理系统发起流程到结束的网络抓包完成流程可见，虚拟测控服务迁移时间约 196ms。（3）单台设备支持虚拟测控服务数量。单台虚拟测控平台部署 31 个虚拟化测控密码机，每个虚拟密码机部署 6 颗卫星虚拟测控服务，具备 186 颗卫星虚拟测控服务能力。

结语

基于硬件虚拟化的地面测控加密技术，在成熟的云平台基础上，利用硬件级虚拟化、测控密码服务能力的轻量级封装和编排技术，解决传统地面测控密码设备数量众多、各星座密码服务独立配置隔离性差、星座测控密码资源管理能力弱等问题，为卫星通信网络大规模卫星测控安全提供技术支撑。

引用

[1] 于淼,戚正伟.NewBluePill深入理解硬件虚拟机[M].北京:清华大学出版社,2011:167.

[2] 王春海.虚拟化技术指南[M].北京:机械工业出版社,2017.

[3] 国家密码局.GM/T 0104-2021云服务器密码机技术规范[Z].2021.

[4] 全国信息安全标准化委员会.GB/T 32907-2016SM4分组密码算法[Z].2016.

[5] 全国信息安全标准化委员会.GB/T 32918-2016信息安全技术SM2椭圆曲线公钥密码算法[Z].2016.

[6] 全国信息安全标准化委员会.GB/T 32905-2016 SM3密码杂凑算法[Z].2016.

[7] 全国信息安全标准化委员会.GB/T 35293-2017信息技术云计算虚拟机管理通用要求[Z].2017.

精准导医下的多元化外联消息统一管理平台建设实践

文◆厦门大学附属中山医院　王　琰　严　武

引言

为解决医院精准导医过程中面临的多元化消息交互问题，构建了消息统一管理平台。运用软件工程学的需求分析与系统设计方法，整合了包括微信、支付宝以及院内 App 在内的多种接口，实现了规范化的消息交互。不仅满足了个性化的服务需求，还确保了消息的可查询、可追踪和可分析，有效解决了传统推送方式单一和业务消息孤立的问题。对提升医疗服务的整体支持能力具有显著的推广价值，有助于改善患者体验，提高医疗服务质量。

1 医院信息系统现状

随着医疗业务的多元化、协作化发展以及“互联网 + 医疗健康”模式的普及，医院信息系统与外部环境的数据交互需求日益凸显，大量患者就诊过程的实时信息需要从医院内网安全、准确、及时地发送至外网相关平台或系统。基于微信、支付宝、院内 App、互联网 App 和短信平台等多业务场景、多推送形式的数据接口数量不断增长，为数字化导医应用带来了极大的便利[1]。

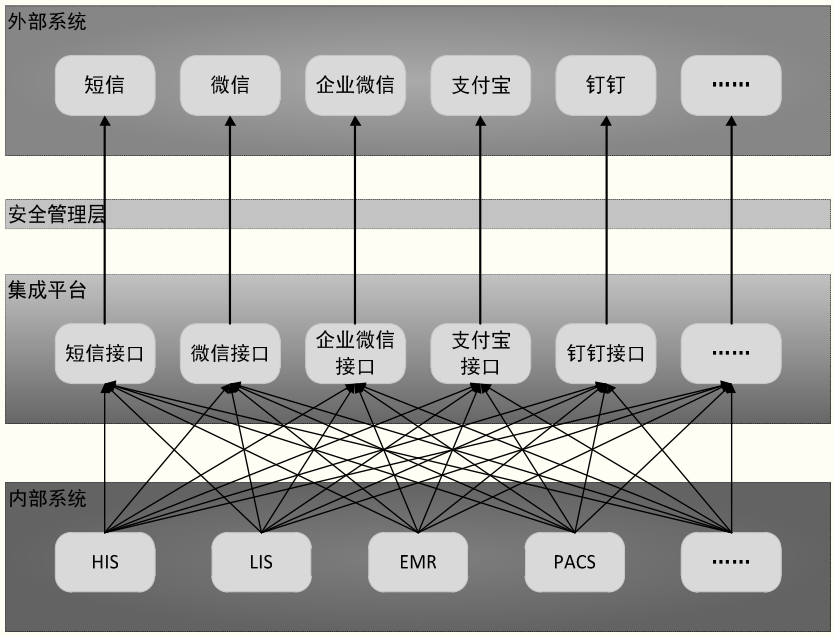


图 1 建设前消息框架

目前，大部分医院在处理内网与外网间的数据交换时，主要采取系统对接系统的分散式解决方案，即针对每一种特定的外联需求，单独开发接口或定制软

【作者简介】王琰（1983—），女，河南新乡人，本科，高级工程师，研究方向：医疗信息化软件。
【通讯作者】严武（1974—），男，福建龙岩人，本科，高级统计师，研究方向：医学统计。

件，实现与对应外网系统的点对点数据传输，系统间耦合度高，系统整体稳定性和安全性难以预测和控制，代码复用性较差[2]。建设前消息框架如图 1 所示。

这种模式在一定程度上满足了医院对外交流的基本需求，但随着医疗数据交换频次和复杂性的提升，其局限性与问题也日益显现。系统冗余与资源浪费、数据一致性与完整性难以保障、信息安全性风险增大、业务扩展困难与响应滞后等问题一直困扰着医院。

鉴于此，建设消息统一管理平台，所有推送渠道由消息管理平台统一对接，医院各信息系统只需要对接消息管理平台即可，屏蔽各家渠道服务商消息推送的具体细节[3]，实现一站式消息订阅和多业务点对点的消息推送服务[4]。同时，实现各类数据的集中接入、处理、分发与监控，成为当前医疗信息化进程中的迫切需求。

2 建设目标

以减少系统冗余和资源浪费、确保数据一致性和完整性、提升信息安全、及时响应扩展需求为目标，消息统一管理平台从原有的多个消息系统中剥离出核心模块，将医院业务端与消息服务端应用接口进行标准化处理[5]，构建起安全、可靠、高效的消息处理平台。平台致力于打破消息推送渠道之间的壁垒，整合医院对外多样化的消息渠道（包括微信公众号、小程序、App、短信等），提供统一的消息推送服务，确保院内外系统的无缝对接，确保各类消息能在合适的时间、利用合适的渠道准确传递给目标用户。实现一站式的消息管控、异常处理、报表统计监控服务。建设后消息框架如图 2 所示。

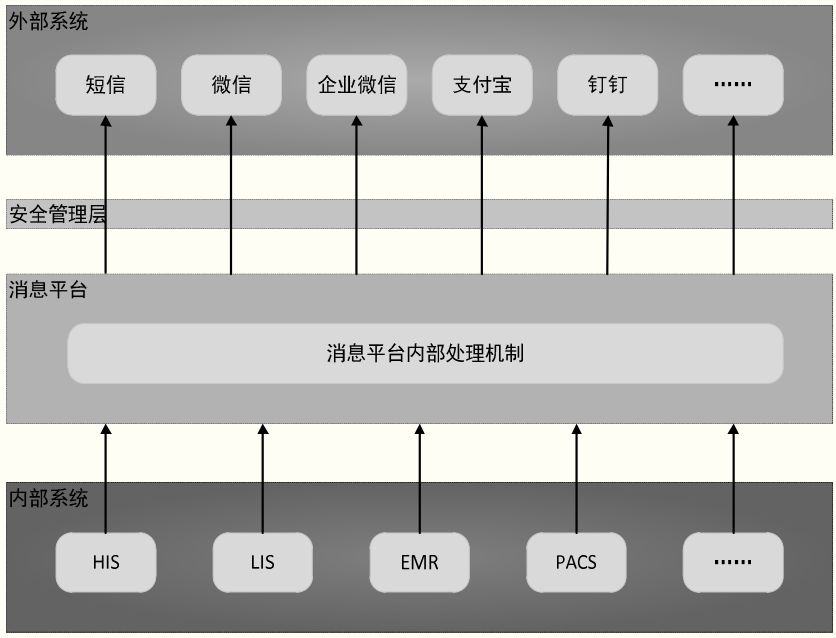


图 2 建设后消息框架

3 建设内容

基于以上建设目标，构建消息统一管理平台主要由接入管理、路由策略、消息推送、消息补发、安全管理 5 个关键模块构成。

3.1 接入管理

接入管理模块包括业务系统管理和统一消息接口服务两部分，不仅负责医院信息系统的接入与认证，还构建了稳定、高效、易用的统一消息接口服务，连接各类医院信息系统与消息统一管理平台，确保信息在医院内部流通顺畅。

3.1.1 业务系统管理

业务系统管理功能，通过对医院信息系统接入审批、分配相应密钥、授权对应消息渠道和消息类型以及监管消息交互，提供从申请到运行的全生命周期管理支持，确保消息统一管理平台的安全、有序和高效运作。

3.1.2 统一消息接口服务

制定标准化的接入协议与接口规范，设计高效可用、可扩展的统一消息接口服务架构，提供标准消息接口，支持渠道以插件的方式，快速、无缝扩展，确保各类信息系统和互联网应用（App、微信公众号、小程序等）顺利接入平台。

3.2 路由策略

作为消息统一管理平台的核心组件，消息路由策略模块旨在通过智能、灵活的规则设定，确保各类医疗信息准确、高效地从内网传输至外网对应系统。

3.2.1 消息队列

平台提供丰富的队列属性配置选项，实现个性化配置，满足不同的

应用场景。支持普通队列、延迟队列、优先级队列等多种模式，支持多个生产者和消费者并发访问同一个队列，无须特殊设置即可自由调整。

3.2.2 **配置策略**

平台支持预先配置消息路由策略的功能，例如，消息内容配置，包含文字消息、图文消息、外链消息、微信公众号模板消息推送等；发送方式配置，包含自动发送、定时发送、手动编辑发送等消息策略配置；消息模板配置，预先设置消息模板，实现快速发送，包括发送时间、发送频率等。

同时，路由策略也可以进行动态配置。包括根据业务场景需要或者消息的可达率等因素，修改消息推送策略；根据用户所在业务场景、业务可选推送渠道，选择消息推送渠道；支持根据推送请求端的指定，选择信息推送渠道。

3.3 消息推送

消息服务总线为各种医院信息系统消息生产者提供统一的消息接口服务，实现消息推送。通过已设置的消息模板、发送时间、发送频率、发送渠道等实现快速推送，也可以根据消息的轻重等级自动匹配消息推送方式，提供同步消息、异步消息、通知消息等多种信息传输机制。

3.3.1 **实时推送**

平台支持消息的即时发送与送达状态跟踪，确保信息传递的时效性；支持多线程处理机制，同时响应多个应用或服务对消息传输的调用请求。

3.3.2 **消息订阅**

平台支持大规模批量推送与针对特定用户的个性化推送，满足不同场景下的导医需求；支持消息消费方自主进行消息订阅；支持消息定时订阅功能，例如，通过消息服务总线每天定时推送健康咨询及提醒等消息。

3.4 消息补发

为应对网络不稳定、系统故障等可能导致消息丢失的情况，平台支持从消息的产生到消费的轨迹回溯，记录每一笔消息的传输过程。通过每条消息唯一的主键查询消息的发送时间以及消息送达状态，对因网络等异常原因导致丢失的消息进行补发，确保医疗数据的完整性和一致性。

3.5 安全管理

业务系统通过平台分发的密钥和数据加密规则，请求统一的消息接口服务，发送各类型消息，平台对消息生命周期进行全链路追踪。

4 建设效果

构建医院多元化外联消息统一管理平台，通过接入管理、路由策略、消息推送、消息补发、安全管理等关键技术与功能模块的综合运用，解决现有系统对接模式的痛点，提升内外网信息交互的效率、安全性和可控性，为医院数字化转型与医疗服务升级提供强有力的技术支撑。具体成效如下。

（1）消息管理的标准化与统一化。消除消息管理的混乱局面，实现对多种互联网应用的统一管理与精准推送。

（2）导医服务的精准化与个性化。基于患者特性的路由策略与个性化推送，提升导医服务的精准度与用户体验。

（3）数据安全与隐私保护的有效提升。通过严格的安全管理模块，确保医疗信息在传输、存储、使用过程中的安全性，保护患者隐私。

截至到目前，已接入的业务系统含 HIS、预约、检验、检查等 11 个业务系统，近半年来通过消息统一管理平台的交互消息量达 980.94 万条。

结语

未来，随着医疗信息化的进一步深化，医院多元化外联消息统一管理平台将在智慧医疗、远程诊疗、科研协作等领域发挥更为重要的作用。

引用

[1] 李刚,王耀炜,魏瑜帅,等.医院数字化导医应用中统一消息交互平台的设计与实现[J].中国数字医学,2021,16(8):50-53.

[2] 贾末,孙震,徐金建,等.基于消息机制的医院集成平台可靠性保障[J].中国卫生信息管理杂志,2016,13(5):491-494.

[3] 付林,李烜,潘天昊,等.医院消息中心建设实践[J].中国卫生信息管理杂志,2024,21(1):105-110.

[4] 李雪松,唐亮,王靖,等.智慧统一消息平台研究[J].现代信息科技,2020,4(21):123-126.

[5] 王耀炜,冯彬,王培法,等.多业务场景信息收发平台构建[J].解放军医院管理杂志,2020,27(11):1022-1025.

钢铁企业基于零信任网络安全体系的搭建与应用

文◆唐山钢铁集团有限公司　张宝玉　孙　博

引言

随着钢铁企业智能制造建设的不断深入，企业园区网络的规模和覆盖范围不断扩大，给企业发展带来新机遇的同时，也为企业的网络安全工作带来了巨大的挑战。移动互联网、工业互联网、云技术、大数据等信息技术的广泛应用，使网络安全边界变得更加模糊，网络安全形势日益严峻。新型病毒、木马和网络攻击方式层出不穷，传统网络安全防御方式失效，无法保障企业IT资源的安全。移动办公的普遍应用是因为传统的网络访问控制策略难以执行。移动互联网的普遍使用，使企业面临的内部和外部网络安全威胁同样严峻，由于内部网络限制较少，网络威胁更容易横向扩散。因此，传统的基于边界防御的网络安全架构已经不能满足网络安全管理的需要，基于零信任的架构成为解决传统网络安全架构问题的有效方法。本文结合实践，介绍了一种在不同网络区域采取适用网络安全技术搭建基于零信任网络安全系统的方法。

1 零信任的概述

2010年，著名研究机构Forrester首席分析师约翰·金德瓦格（John Kindervag）首次提出了零信任安全的概念[1]，即所有的网络流量和网络访问都是不可信的，任何的访问请求都需要进行安全验证和授权。零信任概念的提出是对传统的基于安全域划分、安全域隔离为基础的网络安全防御理念的颠覆[2]。

在传统的网络安全体系中，防御的重点在于网络边界和来自外部的网络威胁，而对园区内部网络的用户和访问则认为是安全的，限制较少，这已经不再适合现有日益复杂的网络安全形式。基于零信任的安全概念认为对网络资源的访问始终是“不可信的”，不默认任何访问安全，不对任何访问进行默认授权，需要持续验证网络访问的安全性。

零信任架构的目标是保护企业的每一个资源，而不是保护内部网络的安全边界[3]。零信任的网络安全体系遵循零信任的理念进行设计，具有全面用户安全认证、最小化访问授权以及动态网络威胁监测和反馈等特点。零信任的网络安全体系可以对访问主体实现未授权资源的隐身，缓解或解决网络安全威胁、风险和漏洞等问题。因此，零信任的网络安全体系能缓解或解决传统网络安全架构所面临的问题，进而保护企业IT资源的安全。

2 零信任安全体系的组成和应用

根据企业网络数据通讯需求，搭建基于零信任的网络安全体系，不能仅依靠单一的设备或系统实现，需要根据不同应用场景的特点，采取

【作者简介】张宝玉（1975—），男，河北唐山人，硕士研究生，正高级工程师，研究方向：信息系统集成、网络安全。
【通讯作者】孙博（1985—），男，河北唐山人，本科，高级工程师，研究方向：冶金自动化。

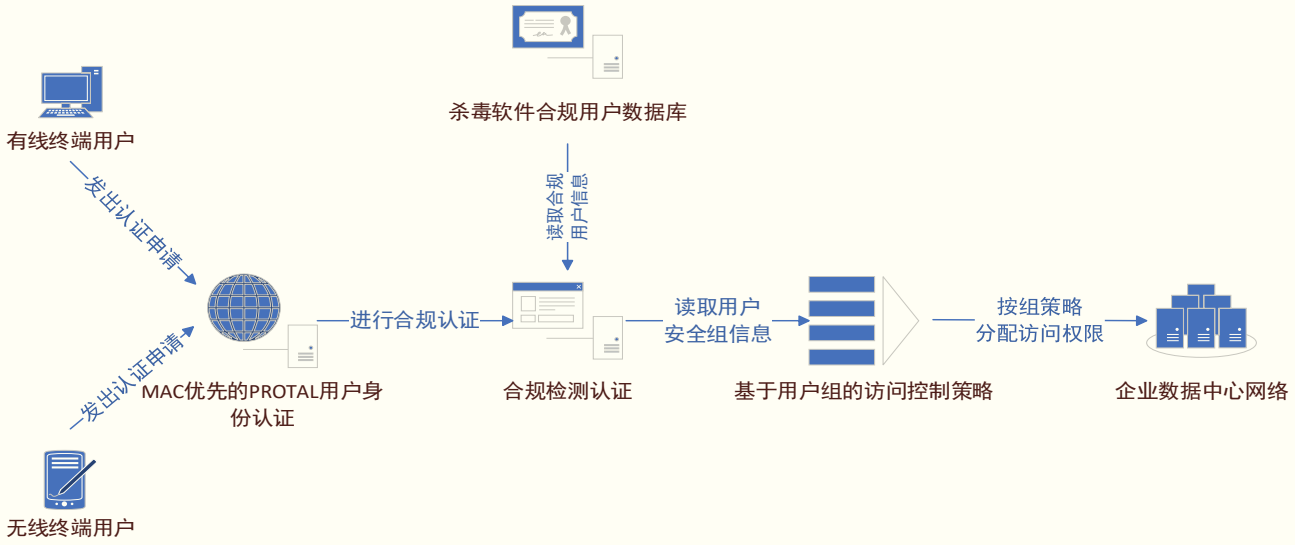


图 1 基于零信任的园区网络用户准入控制逻辑图

适用的网络安全技术才能实现。

2.1 园区网用户零信任安全管理系统

企业园区网用户无疑是企业最庞大和复杂的网络用户团体，需要采用既全面又高效的零信任管理模式。通过实践验证，应用了包含身份认证、合规监测和访问授权三合一的验证模式。

基于零信任的园区网络用户准入控制逻辑图如图 1 所示。

需要特别说明，在用户访问控制授权环节应采用基于组策略的访问控制方式，以满足移动办公和动态授权控制的需要。同时，访问授权的方式基于白名单，即没有明确的访问需要默认为不予授权访问。

2.2 外部接入用户零信任安全管理子系统

随着互联网的发展，企业外部职工、客户和合作伙伴等通过互联网访问内网的需要在不断增加。保障外部用户安全接入内部网络工作是企业网络安全管理中的重要一环，推荐使用“VPN+ 堡垒主机”的安全管理模式。VPN 实现身份认证、加密通讯、内网资源定义和授权访问等功能。堡垒主机实现代理登录、资源授权、行为记录和审计，避免外部终端与内部资源之间数据交换，避免包含内部资源的账号和密码泄漏，同时对外部用户的访问行为进行记录、保存，保持可追溯性。

2.3 子分公司及互联网接入零信任安全管理子系统

大型钢铁企业中，“一业多地”的生产模式已经成为常态，子分公司之间以及与总部之间的数据通讯需要在所难免，采用基于白名单的七层防火墙管控模式，按照需要在防火墙上建立基于应用的访问白名单。开启网络威胁监测和漏洞防护功能，阻断一切非必要的网络通讯，形成零信任的子分公司网络安全管理子系统。

互联网接入历来是安全防护的重点，除了外网防火墙外，对外发布的应用系统因部署 Web 应用防火墙，形成安全访问基线，拒绝一切非基线访问行为。同时，在互联网出口部署安全沙箱系统，用于迷惑黑客和捕获网络攻击行为。

2.4 工业控制网络零信任管理子系统

随着智能制造的不断深入，钢铁企业产线自动化、网络化和智能化水平不断提高。同时，各产线工业控制网络横向通讯需求和管理网络的纵向通讯需求日益增加。基于零信任网络安全理念，需要在各产线工业控制网络之间和工业控制网络与管理网络之间增加基于白名单的防火墙，采用能够识别和支持工业网络通讯协议的工业防火墙，根据需要开通指定应用的网络访问白名单，禁止一切非必要网络通讯，保护工业控制网络的安全性。

2.5 数据中心主机及应用软件零信任管理子系统

数据中心主机及应用软件系统是安全防护的重点部位。基于零信任的网络安全理念，需要结合应用系统的特点制定相应的安全机制，主要安全措施包括系统的高可用措施（双机热备，负载均衡等）、系统和数据的备份恢复机制、系统的代码审计、漏洞扫描、渗透测试、邮件审计机制

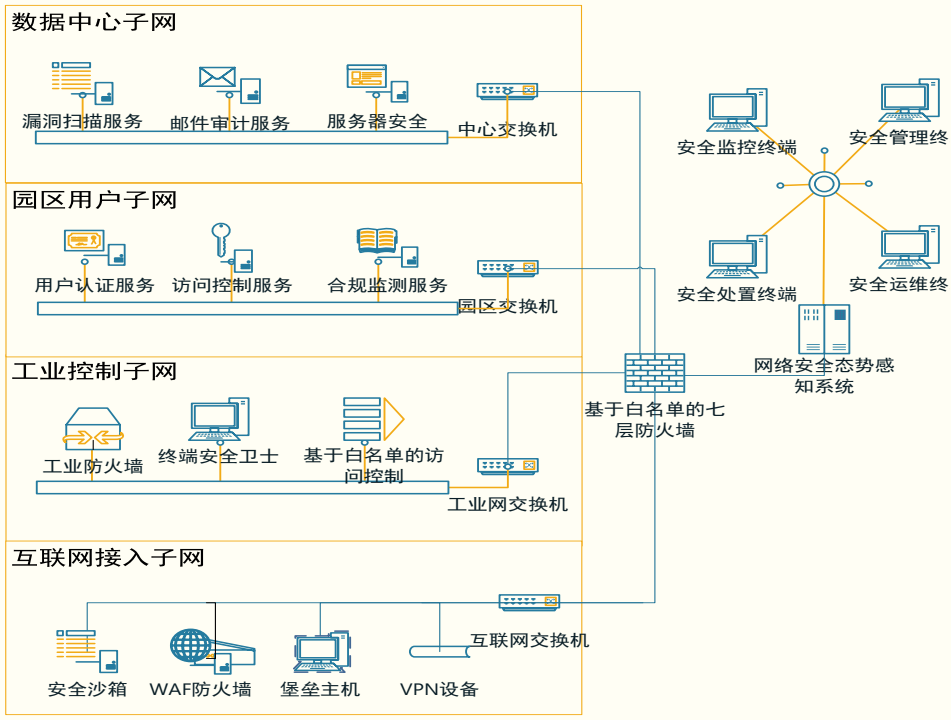


图 2 各区域基于零信任的安全技术应用示意图

等，保证业务的连续性和系统、数据的安全性，采取主动的安全措施保护系统安全。

2.6 态势感知、流量分析主动检验修正安全策略

基于零信任的安全控制策略的有效性和合理性需要通过实践进行检验。在外网出口、网络核心、数据中心、工业网核心、子分公司专线等关键部位部署网络安全态势感知系统和网络全流量分析系统。态势感知系统可用于存在威胁的外部网络攻击和内部网络威胁行为的分析和判断，修正现行的网络安全策略，关闭或修正存在威胁的网络访问。网络全流量分析系统可对网络带宽占用情况和网络通讯质量进行分析，发现网络通讯中的瓶颈和不合理的通讯带宽占用，保障高质量的网络通讯。

结语

针对不同的网络区域，基于零信任安全理念应采取不同的安全技术，各区域基于零信任的安全技术应用示意图如图 2 所示。各种技术的综合应用，旨在不同网络区域形成零信任的安全网络体系，全面识别和保护网络应用和用户，限制非法访问和应用，防范已知和未知的网络威胁，保护网络资源。

传统网络安全架构假设企业内部网络可信，注重在网络安全边界进行防御。这种信任增加了安全风险，使得传统网络安全架构难以有效防御新型网络攻击。基于零信任的网络安全的理念，有效缓解或解决了传统网络安全架构存在的问题，已经成为网络安全领域的重要发展趋势。

引用

[1] 算网融合产业及标准推进委员会.零信任技术和产业发展(2022年)[R/OL].(2022-12-15)[2023-1-15]:http://www.ccnis.org.cn/Assets/file/whtiepaper/lingxinrjscyfz.pdf.

[2] 余海,郭庆,房利国.零信任体系技术研究[J].通信技术,2020,20(8):2027-2028.

[3] SIMPSON W R,FOLTZ K E.Maintaining Zero Trust with Federation[J].International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering,2021,11(5):17-32.

基于医院信息系统的巡诊信息系统的设计与实现

文◆武警北京市总队医院　张　宇　刘　丹　游海鸿

引言

部队医院作为隶属于军队的医疗机构，除了日常面向地方与部队人员的基本医疗工作外，还要担负战时的战伤救治，平时的卫勤战备以及定期的部队巡诊工作。作为一项制度性、经常性的工作，组织院内医药护技人员下基层部队巡诊，为基层官兵问医送药，是一项贯穿于医院全年工作的重要任务[1]。

为了解决部队基层单位的就医问题，通过信息化手段，开发一套适合体系医院巡诊工作的信息系统，实现巡诊工作的信息化、巡诊流程的合理化。巡诊前充分沟通与合理安排，医生通过查询相关医疗数据，结合基层实际情况给出建议，保障部门根据医生建议进行巡诊备物、备药。所有流程中的信息及时数据化，提高巡诊工作的有效性和合理性，优化物资准备工作，减少巡诊物资浪费，更好地实现为兵服务。

1 系统分析

1.1 需求分析

目前，医院派遣参与巡诊的主要人员是医生和药师，医生的主要任务是问诊，药师则根据医生的医嘱发放相应药品，这些工作都是医疗小组到达执勤点后开始进行。由于事前缺乏沟通，导致巡诊时备药不充分或者备药无用。此外，作为医疗管理部门，每次组织巡诊的相关工作资料都是以文件形式进行存储，不利于事后调阅与查询[2]。

基于上述弊端，结合巡诊实际工作流程，依托医院现有的 HIS 系统，开发一套针对巡诊工作的巡诊信息系统，巡诊信息系统工作流程如图 1 所示，通过信息系统有效解决问题，总体思路如下。

（1）每年的巡诊任务是由医疗管理部门在年初统一制定，因此医管部门可在年初将制定好的巡诊安排录入巡诊信息系统，包括巡诊执勤点和巡诊时间等。（2）由于各个执勤点所处位置不同，地理与气候环境也大相径庭。参与巡诊的医生应定期与被巡诊的执勤点进行沟通，随时了解执勤点士兵的身体状况，并通过巡诊信息系统，查询士兵近期入院的门诊信息、住院信息和年度体检信息。（3）综合上述信息，医生在当次巡诊安排中录入自己的建议，如需要携带的相关医疗器械和药品。（4）药师通过系统查询，根据医生给出的建议进行备药。

1.2 功能分析

根据需求分析，巡诊信息系统需要具备如下功能，巡诊信息系统主要功能如图 2 所示。

（1）作为巡诊工作的统筹安排部门，医疗管理部门应在巡诊系统中建立巡诊单位信息和执勤点信息。由于执勤点隶属于各单位，且一个执勤单位管辖多个执勤点。因此，需要将单位和执勤点进行关联。（2）在单位和执勤点信息建立完毕后，需要为人员在医院 HIS 系统中建档，建档目的是确保所有人员在医院 HIS 系统中存在信息。建档后，巡诊医生使用巡诊信息系统通过查询的方式检索 HIS 中的人员信息，保存到巡诊信息系统中，完成人员建档。人员建档后，应将人员信息与执勤点信息进行关联，方便后续调取与查询。（3）人员信息档案建立完毕后，巡诊医生可通过人员信息系统调取人员在院内门诊、住院等信息，包括处方、检查、化验、医嘱等内容，不必再单独查询 HIS 和 LIS 系统。（4）巡诊系统可在人员信息档案建立完毕的基础上，由巡诊医生录入

【作者简介】张宇（1980—），男，北京人，本科，工程师，研究方向：医院信息化。
【通讯作者】刘丹（1985—），女，河南濮阳人，硕士研究生，药师，研究方向：药理学。

人员历年体检信息，并通过人员ID查询已录入的体检信息。将体检结果录入巡诊系统，使医生通过巡诊信息系统查阅人员体检结果，从而不必再单独查询体检系统，简化查询步骤。（5）在单位信息、执勤点信息和人员信息录入完毕后，医疗管理部门通过系统进行巡诊安排录入。医管部门、巡诊医生和相关保障人员通过系统查询巡诊安排。（6）巡诊医生在医管部门录入巡诊安排后，可查询巡诊安排，并给出当次巡诊建议。同时，还可为执勤点上人员单独提出医疗建议。

2 系统设计

2.1 流程设计[3]

根据功能分析，系统流程具体如下。（1）单位维护，维护各执勤点所属单位。内容包括单位代码，且单位代码不能重复；单位名称，即单位详细地址；单位联系人和联系人电话。系统操作流程应确保单位代码和单位名称的唯一性。（2）执勤点维护，并将执勤点与所属单位相关联。内容主要包括制定执勤点代码，且执勤点代码唯一不重复；执勤点名称；对接医生与对接医生电话；执勤点环境特征。执勤点信息维护完毕后，应与单位信息进行关联，以确保每个执勤点都有对应的所属单位。（3）人员信息维护。巡诊时由巡诊医生收取执勤点人员保障卡，使用保障卡通过医院HIS系统为执勤点人员建档，建档后使用巡诊信息系统通过ID号提取相关人员医疗信息，与人员所属执勤点关联后存入巡诊信息系统。（4）体检信息录入。由于目前医院的体检系统独立于HIS系统，无法提取结果，

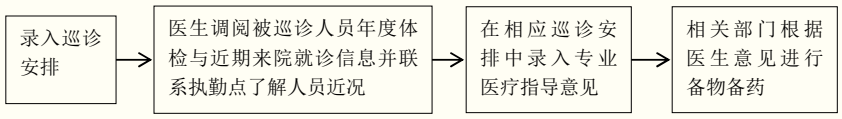


图1 巡诊信息系统工作流程

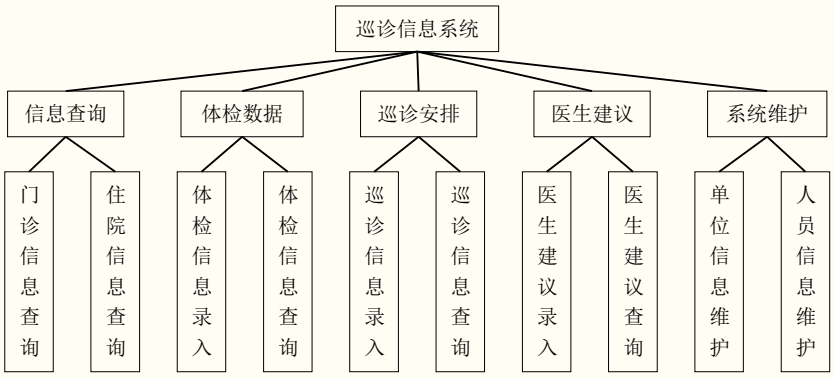


图2 巡诊信息系统主要功能

故只能通过手工方式逐条录入体检结果。通过ID号提取人员信息，然后对照体检报告逐项录入年度体检结果。（5）查询人员在院就诊记录及相关信息，包括门诊与住院信息。巡诊系统中人员ID是通过提取HIS系统中人员信息取得的数据，故人员ID与该人员在医院就诊的ID号一致。（6）巡诊安排，由医疗管理部门通过系统，录入年度巡诊计划安排，并根据实际工作需要，支持随时修改和作废巡诊安排，但不应设置删除功能，从而确保巡诊信息不因误操作被删除。（7）医生建议。在巡诊安排的基础上，医生通过整合相关信息，给出当次巡诊的建议并录入系统。（8）巡诊查询。巡诊开始前，巡诊相关人员登录系统查询巡诊安排和医生建议，并以此为依据准备巡诊器材和药品。（9）巡诊结束后，医管部门登录系统，进一步完善巡诊信息。

2.2 功能设计

2.2.1 系统维护模块

系统维护模块包括“单位信息维护”“执勤点维护”和“人员维护”。

（1）单位信息包括字段“单位代码”“单位名称”“地址”“联系人”“电话”“输入码”。单位信息通过“单位维护”窗口录入，保存到数据表“单位字典”（XZ_UNITS_DICT）。该表主键为“单位代码”，确保“单位代码”的唯一性。“输入码”由系统根据单位名称自动生成8位拼音码。作为必要信息，该数据表中“单位代码”“单位名称”和“输入码”3个字段应设置成非空。

（2）执勤点信息包括字段“执勤点代码”“执勤点名称”“对接医生”“医生电话”“输入码”“环境特征”和“对应单位代码”。执勤点信息通过“执勤点维护”窗口录入，保存到数据表“执勤点字典”（XZ_STATION_DICT）。该表主键为“执勤点代码”，该表中的“对应单位代码”与“单位字典”中的“单位代码”内容一致，所以应将“单位字典”中的“单位代码”设置为“执勤点字典”的外键。作为必要数据，该表中“执勤点代码”“执勤点名称”和“输入码”应设置为非空字段。

（3）人员信息通过ID号从HIS系统中查询提取，然后存入数据表

“人员信息”（XZ_PATIENT），该表包括“人员 ID”“姓名”“性别”“出生年月”“身份证”“执勤点代码”“调离标志”。主键为“人员 ID”。人员信息保存后，还应与执勤点信息进行对照，将人员所在执勤点的“执勤点代码”写入人员信息表中。“调离标志”用来标识人员彻底离岗，如不再担负执勤任务或者退役。该表中“人员 ID”“姓名”应设置为非空。

2.2.2 **信息查询模块**

信息查询模块用于查询人员在医院内产生的医疗信息，包括“门诊信息查询”和“住院信息查询”两个部分。

（1）门诊信息查询。通过检索“人员信息”（XZ_PATIENT）中的“人员 ID”，与 HIS 系统中数据表“门诊主记录”（CLINIC_MASTER）中的“PATIENT_ID”相关联，找到人员门诊挂号信息，通过挂号信息进一步提取人员就诊的诊断信息、处置、检查、检验、处方等详细信息。采用一张新数据表（XZ_PATIENT），将人员与执勤点进行关联，在进行人员医疗信息检索时，就不必完全依赖“人员 ID”。只要通过检索执勤点，提取该执勤点上所有人员，然后采用单击或勾选的方式选中人员信息，系统自动通过选中人员所对应的 ID 在 HIS 系统中进行检索，简化了使用者的查询方式。（2）住院信息查询。与门诊信息查询类似，住院查询关联的是 HIS 系统中“住院主记录”（PAT_VISIT）。关联后，查询人员住院期间的医嘱、处方、检验等信息。

2.2.3 **体检数据模块**

体检数据模块包括体检数据录入和体检数据查询两个功能。

（1）体检信息录入。由于体检信息仅供巡诊参考，故无须详细记录所有体检细目结果，只按照体检大项记录即可，如某一大项中存在阳性标识，录入具体阳性体征即可。另外，体检工作一般按年度展开，体检年度应根据体检日期由系统自动生成，确保体检年度的准确性和与体检日期的一致性。创建数据表“体检信息”（XZ_TJ），包含字段“年度”“日期”“人员 ID”“一般情况”“临检”“生化”“免疫”“碳 13 呼气试验”“内科”“外科”“骨科”“皮肤科”“耳鼻喉科”“眼科”“口腔科”“放射科”“超声科”“心电图”和“心理检测”。每个项目可选择阴性、阳性或者未查，如果选择阳性，则必须填入阳性体征。（2）体检结果查询，可根据年度、单位、执勤点和姓名中的一个或者几个条件组合查询人员的体检信息，确保查询的灵活性。

2.2.4 **巡诊安排与医生建议模块**

巡诊安排的目的一是为了记录巡诊任务，二是为了医生为巡诊提出建议提供数据基础。

（1）巡诊安排。在巡诊安排窗口，医疗管理部门录入巡诊时间和巡诊执勤点，点击保存后，信息存入数据表“巡诊安排”（XZ_ARRANGEMENT），该数据表包括“巡诊日期”“检查站代码”和“巡诊建议”，其中“巡诊建议”留给巡诊医生填写。医生在巡诊前调取巡诊安排，填入本次巡诊相关建议，保存后填入本次巡诊记录中的“巡诊建议”。（2）医生建议。不同于“巡诊建议”，“医生建议”不是为巡诊任务提出建议，而是为巡诊中执勤点上每个人提出相关建议。由于每个人的身体状况有所不同，巡诊建议并不能涵盖每个人的具体情况，应根据个人健康状况提出具体医疗建议。在此引入一张新数据表“巡诊记录”（XZ_DOCUMENT），包括“日期”“检查站名称”“单位名称”“巡诊建议”“人员 ID”“姓名”“性别”“出生年月”“身份证”“医生建议”。此表在巡诊安排时自动生成对应数据，确保时间、执勤点与巡诊安排数据一致。最后在表中加入“医生建议”，医生在医生建议模块中录入对执勤点上每个人员的医疗建议，存入此表。

结语

巡诊信息系统是在医院经常性医疗保障工作中，根据业务需求，提出的通过信息化手段，提升保障能力，优化工作流程，改进服务质量的新探索。信息化在该领域的应用是一种全新的尝试。就目前的应用情况和使用需求来看，基本能满足巡诊工作的合理有效开展。

引用

[1] 李敏,孙沛琳,陈格璐,等.武警某部基层心理巡诊工作新模式[J].解放军医院管理杂志,2021,28(11):1010-1011+1015.

[2] 王尔润,王兴武,陈玉顺,等.队属医院巡诊组织方式探讨[J].中国实用医药,2007(31):148-149.

[3] 肖永平,刘钧玉,王铎霖,等.巡诊及医疗帮扶用药全流程管理系统的设计与应用[J].中国医疗设备,2022,37(10):101-104+133.

数据驱动下的高校智慧图书馆建设与服务创新
——以中国政法大学图书馆为例

文◆中国政法大学　张严心

引言

随着信息技术的突飞猛进，数字化、网络化、智能化等新技术的广泛应用，为图书馆的服务带来了重大变革。高校图书馆作为学术资源的核心聚集地，也在积极拥抱这些变化，不断创新服务模式，以满足广大师生日益增长的学术需求。然而，在这一过程中，高校图书馆仍面临着诸多挑战，如信息资源整合与优化、服务质量提升以及数字化转型推进等。为了应对这些挑战，数据驱动作为一种新兴的方法和思维方式，为图书馆提供了全新的视角和解决方案。本文从数据驱动的角度出发，探讨高校智慧图书馆的建设和服务创新，介绍数据驱动的概念和特点，分析高校智慧图书馆发展的新契机以及面对的新挑战。以中国政法大学图书馆为例，探讨数据驱动在高校图书馆中的应用，包括数据分析、数据挖掘、数据可视化等。最后提出相应的建议，包括建立完善的数据管理体系、加强数据分析和挖掘能力、推进数字化转型等。

1 数据驱动的概念和特点

数据驱动是一种以数据为基础的决策和行动方式，它通过数据分析和挖掘技术，从数据中发现问题、分析问题、解决问题[1]。数据驱动的特点主要包括以下 4 个方面。

（1）以数据为基础。数据驱动的决策和行动都是基于数据的分析和挖掘结果，而不是主观臆断或经验判断。数据驱动的决策和行动可以减少主观性和偏见，提高决策的准确性和可信度。（2）注重数据分析和挖掘。数据驱动需要通过数据分析和挖掘技术，从数据中发现问题、分析问题、解决问题。数据分析和挖掘可以帮助高校更好地理解学生需求、优化教学和管理等方面的决策。（3）强调数据可视化。数据驱动需要将数据分析和挖掘的结果以可视化的方式呈现出来，便于人们理解和使用。数据可视化可以通过图表、报表、动态图等方式呈现数据，让数据更加生动、直观。（4）持续改进和优化。数据驱动需要不断地收集、分析和挖掘数据，不断改进、优化服务质量和用户体验。持续改进和优化可以帮助高校更好地适应学生需求、提升教学和管理水平。

2 高效智慧图书馆发展的新契机

随着信息技术的快速发展和数字化时代的到来，高校图书馆面临着新的发展机遇和挑战。传统的图书馆服务模式已经无法满足用户的需求，数据驱动的智慧图书馆建设和服务创新成为了高校图书馆发展的新契机[2]。

2.1 数字化技术的广泛应用

随着数字化技术的广泛应用，高校图书馆将传统的纸质图书转化为数字资源，通过数字化手段提供更加便捷的借阅和检索服务。数字化资源的建设和管理，使用户随时随地访问图书馆的资源，提高了服务的效率和便利性。

2.2 数据分析与智能化服务

高校图书馆拥有海量的图书、期刊和学术资源，通过数据分析和挖掘，了解用户的需求和阅读行为。利用用户的借阅记录、阅读偏好等数据，为用户提供个性化的推荐服务，提高用户满意度和使用体验。

2.3 虚拟现实技术的应用

虚拟现实技术的发展为高校图书馆提供了全新的服务方式。通过虚

【作者简介】张严心（1991—），女，北京人，硕士研究生，馆员，研究方向：图书资料。

拟现实技术，打造沉浸式的阅读环境，为用户提供更加生动、真实的阅读体验。用户通过虚拟现实技术参观全球各大图书馆、阅读室，与其他读者进行交流和讨论，拓展阅读的边界。

2.4 社交媒体与互动平台

借助社交媒体和互动平台与用户进行互动和交流。通过微信公众号、微博等社交媒体平台以及图书馆发布最新的图书资讯、活动通知等，与用户进行互动和沟通。此外，建立在线阅读社区，为用户提供在线讨论、读书分享等交流平台。

2.5 学科服务与学术支持

高校图书馆通过数据驱动的方式，提供更加精准的学科服务和学术支持。分析学科研究的热点和趋势，购买相关的学术资源，为教师和研究人员提供全面、深入的学术支持。

3 高校图书馆的现状和面临的挑战

3.1 文献资源建设方面

随着媒介发展的不断进步，高校图书馆在文献资源建设方面面临诸多挑战[3]。（1）文献资源类型和数量。高校图书馆需要不断优化纸质图书和电子图书的采购策略，兼顾高校读者纸质阅读和数字阅读的需求。然而，由于经费等限制，目前一些高校图书馆在文献资源的类型和数量上存在一定不足，无法满足读者的多样化需求。（2）文献资源质量。高校图书馆需要确保所提供的文献资源的质量和可靠性。包括确保所采购的图书和期刊具有较高的学术水平和权威性以及电子资源的版权和合法性。（3）读者阅读习惯。随着电子资源的普及和应用，高校图书馆需要提供更便捷和多样化的电子资源获取方式。中国政法大学图书馆于 2023 年 5 月面向全校师生发放调查问卷，结果表明，大多数读者更喜欢或习惯传统的阅读方式，但有比例更高的读者喜欢电子图书的易携带和易获取的特点，有 35.22% 的读者表示两种阅读方式都可以。喜欢电子图书的读者中，学生读者人数最多达 63.7%，说明年轻读者更易接受新的阅读方式。然而，一些图书馆在电子资源获取方面还存在诸多问题，如访问速度慢、授权限制等，影响了读者的使用体验。

3.2 服务质量提升有待加强

高校图书馆的服务质量是评估其综合实力和影响力的重要指标。然而，目前一些高校图书馆在服务质量方面还有待提升。（1）服务态度不够热情。图书馆工作人员在服务过程中缺乏主动性和耐心，影响了读者的体验和满意度。（2）服务效率不高。图书馆在服务效率方面存在一定的问题，如借书、还书、查询等流程繁琐，耗费读者较多的时间和精力。（3）服务内容不够丰富。高校图书馆需要提供更丰富和多样化的服务内容，如学术研讨会、读书推荐、学术写作指导等，难以满足读者的综合需求。

3.3 数字化转型进展缓慢

（1）数字化资源建设不足。虽然已经建设了一些数字化资源，但数量和质量还不够充分和高水平，无法满足读者的多样化需求。（2）数字化服务不够完善。图书馆在数字化服务方面没有形成系统化的服务模式和机制，无法提供个性化和定制化的服务。（3）数字化管理不规范。高校图书馆在数字化管理方面存在一些问题，如数字化资源采购和管理不规范、数字化服务监督和评估不科学等，与缺乏相关的管理经验和专业人才有关。

4 数据驱动在高校图书馆中的发展方式趋势

4.1 数据分析

数据分析可以帮助图书馆了解用户的借阅习惯、阅读偏好、使用时间等，更好地满足用户需求。例如，通过分析借阅数据，了解受用户欢迎的书籍种类等。数据分析可以帮助图书馆进行预测和规划，如预测某本书的借阅量、预测用户需求等，更好地为用户提供服务。

中国政法大学把图书馆数据作为核心资产，以“读者为本位”，有效采集和管理借阅系统数据，并对图书馆向全校师生发放的调查问卷予以科学分析和评价，了解不同类型读者在不同场景下对纸质、电子图书使用和习惯需求，为优化馆藏文献资源结构、制定与实施纸质和电子图书采购策略提供参考，使馆藏文献资源更好地服务学校人才培养和学科发展。

4.2 数据挖掘

数据挖掘可以帮助图书馆发现用户的阅读偏好、借阅规律等信息，为用户提供个性化服务。例如，挖掘用户借阅数据，了解用户的阅读偏好、借阅规律等，为用户推荐符合兴趣的书籍。

“数字化”“信息化”的发展趋势必将是“智能化”，人工智能目前在各高校图书馆应用得如火如荼。例如，中国政法大学图

书馆引进智能机器人，成为图书馆的人工助理，协助馆员为用户提供信息和咨询服务。智能设备在提高服务质量的同时，为图书馆搜集了宝贵的数据资源，通过数据技术和职能系统，处理海量用户数据，并对用户行为进行智能化、精准化分析，挖掘用户行为隐含的其他价值，将信息组织为“知识”。借助挖掘手段揭开隐藏在数据背后的信息价值，为创新服务内容、提升服务实效、衔接师生科研创造条件。

4.3 数据可视化

数据可视化是将数据以图形、图表等形式展示出来，以便更好地理解和分析数据的过程。数据可视化不仅可以帮助图书馆更好地了解用户需求、馆藏情况等信息，还可以帮助图书馆进行数据展示和宣传。

中国政法大学图书馆的借阅系统、门禁系统、座位管理系统以及研究间管理系统等为图书馆提供了借阅、入馆以及空间利用的统计数据，数据均来源于各系统的关系数据库。依托大数据管理技术架构和商业通用数据分析平台开展的多源数据管理和分析应用实践，发现高校图书馆利用数据管理与分析系统能够对来自不同数据源的各类数据进行采集、处理与分析。中国政法大学图书馆每年为各学院定制读者利用率报告，通过系统生成的可视化分析结果，直观地反映出各学院读者各学科文献借阅、到馆、空间利用等情况，为图书馆资源、服务及管理决策提供数据支撑。

5 建议

5.1 建立完善的数据管理体系

高校图书馆应建立完善的数据管理体系，确保数据的准确性和完整性。（1）数据采集。制定明确的数据采集策略和流程，确保数据的来源和获取方式可靠、合法。通过与出版社、数据库提供商等合作方式，获取高质量的数据资源。（2）数据存储。建立安全可靠的数据存储系统，包括数据库、云存储等，确保数据的安全性和可访问性。同时，制定数据备份和恢复策略，应对数据丢失或损坏的情况。（3）数据处理。建立数据处理的规范和流程，包括数据清洗、数据整理、数据标准化等。（4）数据分析。加强数据分析能力，培养专业的数据分析人才，采用先进的数据分析技术和工具，发现数据中的规律和趋势，为决策提供科学依据。例如，采用统计分析、数据挖掘、机器学习等方法进行数据分析。

5.2 加强数据分析和挖掘能力

（1）培养专业人才。培养专业的数据分析和挖掘人才，包括数据分析师、数据工程师等。通过组织培训、开展项目实践等方式，提升员工的数据分析和挖掘能力。（2）采用先进技术和工具。引进并采用先进的数据分析和挖掘技术与工具，如数据可视化工具、数据挖掘软件等，更好地分析和挖掘数据，发现其中的价值和潜力。（3）开展合作与交流。与其他机构或学校进行合作与交流，共享数据分析和挖掘的经验和资源。参加相关的学术会议、研讨会等，了解最新的数据分析和挖掘技术与方法。

5.3 推进数字化转型

（1）数字化资源建设。加大对数字化资源的建设和采购力度，包括电子图书、学术期刊、数据库等。同时，确保数字化资源的质量和版权合法性。（2）数字化服务创新。创新数字化服务，包括提供在线借阅、远程访问、数字化参考咨询等。通过建设数字化平台、开发移动应用等方式，提供更便捷和个性化的服务。（3）数字化管理。建立健全数字化管理机制和流程，包括数字化资源的采购和管理、数字化服务的监督和评估等。制定相关的政策和规范，确保数字化转型顺利进行。

结语

高校图书馆的数字化转型是一项长期而艰巨的任务，需要不断探索和实践。通过建立完善的数据管理体系、加强数据分析和挖掘能力等措施，推动高校图书馆的数字化转型取得更加显著的成效，为师生提供更加优质、高效的服务。

引用

[1] 刘文博,赵文娟,李志强.数据驱动下的高校图书馆智能服务创新探析[J].图书馆论坛,2017(5):37-41.

[2] 马晓娜,张亚芳.数据驱动下高校图书馆服务创新研究[J].现代图书情报技术,2019,35(2):1-9.

[3] 肖宁,邓志刚,王力.数据驱动下高校图书馆智慧化服务研究[J].图书情报工作,2018(11):97-102.