

# 基于多模态数据融合的智慧侦查 创新应用研究

■ 唐德权 刘绪崇

**摘要** 在“专业+机制+大数据”新型警务运行模式下，智慧侦查工作的内涵、方式、程度都发生了深刻变化，尤其是海量多模态数据无法被有效分析、精准建模、指导实战等问题，迫切需要推进智慧侦查工作与多模态数据的深度融合。针对多模态数据应用的采、存、用、管等难点问题，提出了多模态数据的智能采集、融合存储、实战应用、共享和安全管理等四个关键技术框架，并对每个环节需要解决的问题与重点任务进行介绍。该框架以数据融合跨网汇聚平台为基础，以数据融合存储平台为关键，以实战应用平台为支撑，以数据共享和安全管理平台为保证，有效融合、存储、应用和管理多模态数据，形成一套多模态数据融合的智慧侦查应用体系，并转化为现实战斗力的应用示范，解决了智慧侦查中多模态数据应用的难题。

**关键词** 智慧侦查 多模态数据 深度融合 体系框架

大数据正在世界范围内掀起一场变革的浪潮，互联网已进入大数据、云服务时代。信息警务、移动警务、可视警务正在成为警务发展新的前进方向，警务工作信息化的内涵、方式、程度都发生了深刻变化。迫切需要推进公安警务工作与大数据的深度融合。在信息技术迅速发展的背景下，多模态数据

融合作为大数据应用一种新兴的研究方向，已经在多个领域展现出了巨大的潜力和应用价值。多模态数据融合在智慧侦查中应用，是现代信息技术与侦查活动相结合的新模式，对于提高侦查工作的效率和准确性具有重要意义。

**作者：**唐德权，湖南警察学院信息技术（网监）系副教授；

刘绪崇，湖南警察学院信息技术（网监）系教授

**基金项目：**本文系 2024 年湖南省重大科技公关项目“基于警用操作系统的边端集成智能系统研制与示范应用”（项目编号：2024AQ2010）；2022 年湖南警察学院高层次人才科研启动专项基金资助项目“异构多源公安数据融合社会安全风险治理研究”（项目编号：2022KYQD03）研究成果。

## 一、多模态数据在智慧侦查中应用

### (一) 多模态数据在智慧侦查中应用难点

在智慧侦查领域，多模态数据融合的应用为复杂案件的解决提供了新的视角和方法。探索如何有效整合不同来源和形式的数据，例如视频监控、文本报告、现场照片、音频录音等，以丰富侦查活动的信息源，提高案件分析的准确性和效率。然而，在处理和来自不同结构的数据时，侦查领域也面临制约多模态数据应用的普遍难点，具体有以下四个方面。

1. 数据采集：数据来源广泛且具有不同的模态，视觉（图像、视频）、听觉（音频）、文本（聊天记录、文档）等多模态数据增加了数据采集的复杂性，导致后续预处理困难。

2. 数据存储：当前结构化、半结构化、

非结构化警务数据急剧上升，大数据计算、存储设备带来计算能力的压力，且带来数据如何有效可靠存储、高性能存储、低成本存储的问题。

3. 数据应用：数据来源广泛、无序、零散且不能直接关联为信息碎片，侦查机关需要从海量数据中筛选出与案件相关的信息，这需要对数据进行深度整合与处理。

4. 数据管理：在公安机关内部，不同部门、不同警种之间可能存在数据孤岛现象，导致数据无法有效整合和共享，跨部门协作困难。

综上所述，当前智慧侦查领域在利用大数据进行侦查活动时，制约大数据应用的关键技术主要是数据采集、数据存储、数据应用、数据管理等。为了克服这些难题，需要采取一系列措施和科学技术，加强数据共享模式构建、完善数据安全保护机制、推动公安机关之间的协作与配合以及提高侦查人

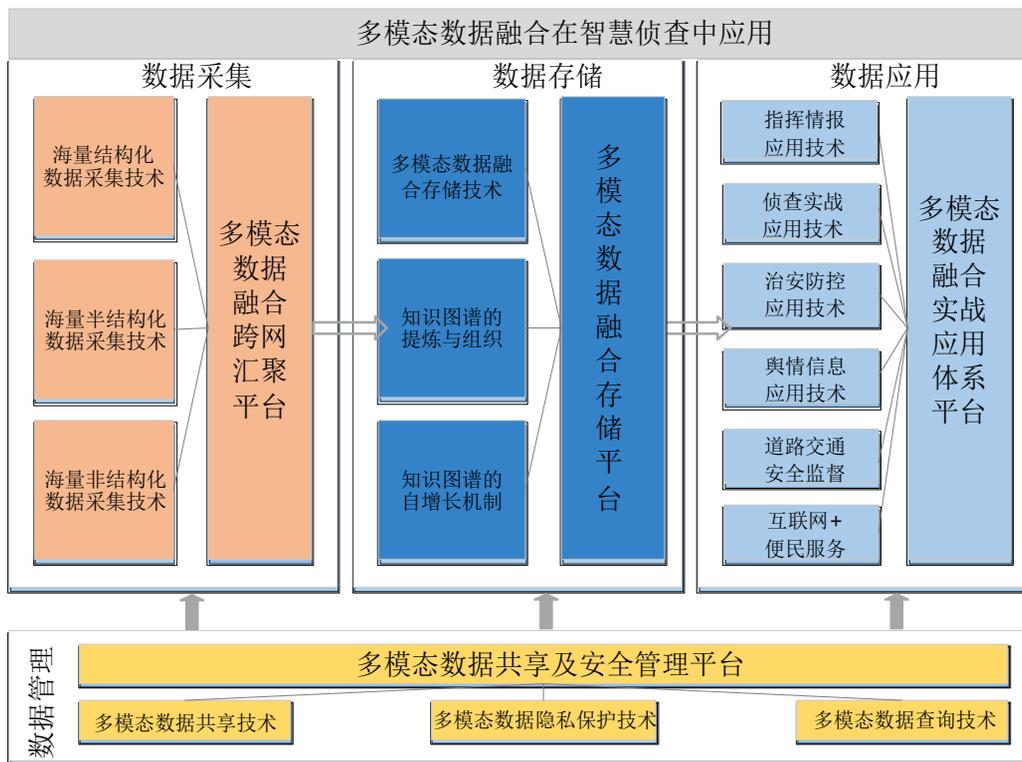


图 1 多模态数据融合关键技术框架

员对大数据的认识和应用能力等。

## （二）多模态数据融合关键技术框架

本文针对智慧侦查大规模多模态数据面临无法被有效分析、精准建模、指导实战等问题，提出了多模态数据融合在智慧侦查中应用的关键技术框架（见图1）。关键技术框架突破了多模态数据应用的采、存、用、管4个方面瓶颈，并实现符合实战要求的多模态数据应用示范，形成多模态数据深度应用的创新技术。

一是针对“警务大数据采集”构建一个多模态数据融合跨网汇聚平台。对于分布于公安网、政务网、互联网、移动专网等的跨网结构化数据，采用海量结构化数据跨网异构采集技术；对于视频专网、公安内网、卡口、安防门禁等的非结构化视频、图片数据，采用海量非结构化数据智能采集技术；对于企业、互联网及社会数据等半结构数据，采用海量网络半结构化数据智能采集技术。

二是针对“警务大数据存储”构建一个多模态数据融合存储平台。对于数据重复存储、数据访问性可靠性较低，数据存储成本较高等问题，采用警务大数据超融合数据存储技术；对于缺乏警务大数据知识图谱实际情况，利用多维度数字化表征、特征提取和语义分析等手段；对于知识图谱动态更新、自我完善，通过深度剖析图谱的架构，实现知识图谱的自生长。

三是针对“警务大数据应用”构建一个多模态数据融合实战应用及示范平台，并具体实现信息分析、侦查实战、治安防控、舆情监控、道路交通安全监督管理、互联网+便民服务应用示范。

四是针对“警务大数据管理”构建一个多模态数据共享和安全管理平台。对于当前警务数据存储量巨大、数据的保密性高、数

据类型多元化、共享程度不高等问题，采用异构数据关联技术、两层元数据结合本体的数据共享技术来实现警务大数据的高度共享。构造数据多维隐私保护和匿名化技术来对警务大数据的隐私安全进行保护。

## 二、相关知识和研究现状

多模态数据是指可以通过人类或机器的多种感官渠道获取的信息集合，这些渠道包括但不限于视觉、听觉、触觉、嗅觉等。多模态数据融合（Multimodal Data Fusion）是指将来自不同来源或模态的数据进行整合，提取更丰富、更全面信息过程，包括数据清洗、标准化、同步等步骤，以确保不同模态的数据在融合前具有可比性。在智慧侦查领域，多模态数据融合应用为复杂案件解决提供了新的视角和方法，更为精准犯罪预测、证据分析和案件解决提供依据。

随着大数据、云计算、人工智能等技术的快速发展，多模态数据融合技术的应用逐渐受到重视。闫佳和等主要探讨了多源异构数据融合的关键技术，包括模式匹配、实体对齐、冲突解决、关系推演和实体融合等。这些技术是数据融合流程中的重要支撑，对于处理不同格式、形态的数据具有重要意义。闫子熙等专门研究了多模态数据治理，包括多模态数据融合的一般处理流程，包括单模态数据表示、多模态数据表示和深度学习模型融合等步骤，这些内容为智慧侦查中多模态数据融合的应用提供了具体的方法论。耿亮等提出了一种基于多模态数据融合的大数据模型构建方法，如何使用卷积神经网络（CNN）和长短时记忆网络（LSTM）等深度学习方法进行特征提取和数据融合。石磊、张鹤、皇甫娟等人分别从不同的角度

探讨了多模态数据融合的应用,如智能风险防控、知识服务和智慧图书馆等,为多模态数据融合方法和算法在智慧侦查领域创新应用具有借鉴意义。Lahat D 等综述了多模态数据融合的方法、挑战和前景,从数据级别和模型设计两个角度进行了深入的探讨。

综上所述,目前研究主要通过整合来自不同数据源和模态的信息(如文本、图像、视频、音频等),致力于探索如何利用多模态数据融合技术提高工作效率、精准度和智能化水平。因此,多模态数据融合技术在智慧侦查系统的构建与优化,尤其在犯罪预测与预防中的创新应用,不仅能够提高侦查工作的效率和准确性,还能促进相关技术的发展,对提升整个社会的安全保障水平具有重要意义。

### 三、数据智能采集

目前公安各类信息系统通过大规模、实时采集,掌握常住人口、暂住人口、案件、

特种行业、车辆、轨迹等多种社会信息;同时依托于视频监控、平安城市的建设,海量的视频、卡口、人像等结构化、非结构化、半结构化数据急速膨胀,公安数据采集面临多源、海量、异构、跨网等问题。本文基于多模态数据智能采集关键技术,解决公安数据汇聚难、汇聚慢、汇聚质量低等核心采集问题,构建一个多源异构跨网数据融合平台(见图 2)。

#### (一) 跨网结构化数据传输

##### 1. 数据实时性与完整性保障

跨网结构化数据传输首先需要确保数据的实时性和完整性。在警务工作中,数据的时效性至关重要,因为及时的信息和线索往往能够决定案件侦破的效率。跨网数据传输技术通过优化传输协议和算法,确保数据能够在不同网络之间快速、准确地传输,从而减少数据延迟和丢失的风险。

##### 2. 数据安全与隐私保护

由于警务数据涉及个人隐私和公共安全,因此在跨网传输过程中必须严格保障数

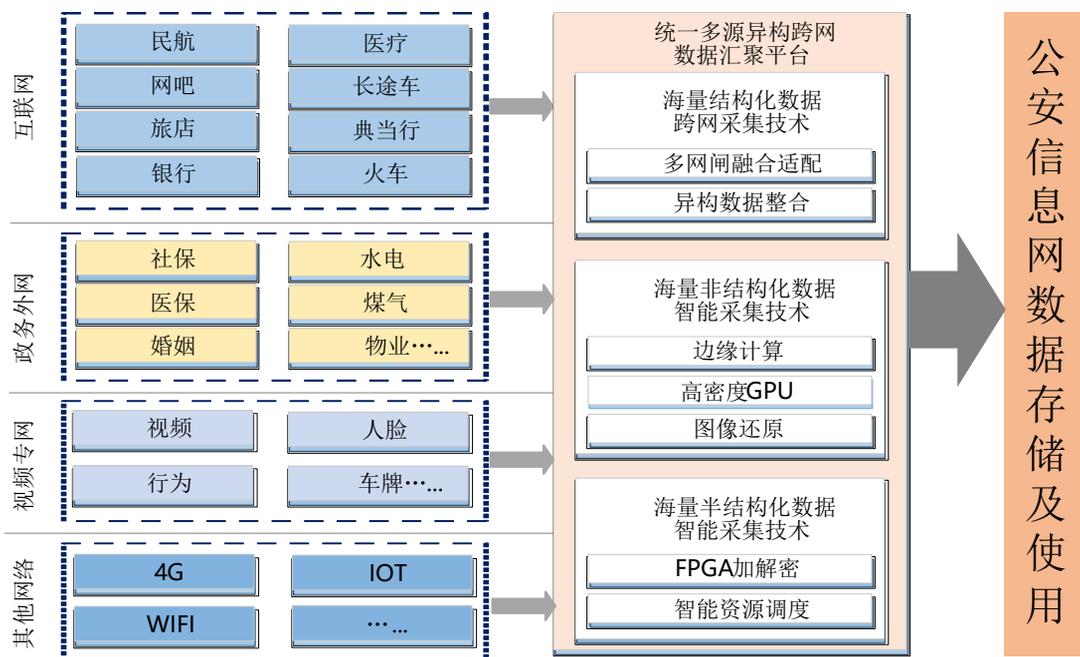


图 2 多模态数据智能采集关键技术

据的安全性。跨网结构化数据传输通过采用加密技术、身份验证机制和数据访问控制等措施，确保数据在传输过程中不被窃取、篡改或滥用。同时，数据传输过程中的日志记录和监控也能够及时发现并处置潜在的安全威胁。

### 3. 数据格式与标准的统一

跨网结构化数据传输需要解决不同网络、不同系统之间数据格式和标准不统一的问题。通过制定统一的数据传输协议和标准，可以实现不同数据源之间的无缝对接和数据交换。这有助于打破信息孤岛，促进警务数据的共享和整合，提高数据利用效率。

## (二) 半结构化数据处理

### 1. 数据格式统一与标准化

半结构化数据，如JSON、XML等，具有结构灵活但格式不统一的特点。在警务大数据采集中，这种格式的不统一会导致数据难以整合和分析。通过半结构化数据处理，可以将这些不同格式的数据转化为统一的数据格式，从而实现数据的标准化和规范化。

### 2. 信息提取与结构化表示

半结构化数据中包含了大量的有用信息，但这些信息通常是以非结构化的形式存在的，如文本描述、嵌套结构等。通过半结构化数据处理，可以利用自然语言处理、

文本挖掘等技术，对这些信息进行提取和结构化表示。这有助于将非结构化的数据转化为结构化的数据，方便后续的数据分析和应用。

### 3. 数据质量与准确性提升

半结构化数据中可能存在数据冗余、错误或不一致等问题。通过半结构化数据处理，可以对数据进行清洗、去重、转换等操作，以提高数据的质量和准确性。这有助于减少数据分析中的噪声和干扰，提高分析结果的可靠性和准确性。

## (三) 非结构化数据建模

### 1. 数据统一表达与理解

非结构化数据，如文本、图像、视频等，具有形式多样、内容丰富、结构复杂等特点，这给数据分析和应用带来了很大挑战。通过非结构化数据建模，可以构建数据特征模型，抽取典型的特征映射到特征空间，实现非结构化数据的统一表达。这有助于消除数据格式和结构的差异，使得不同来源、不同格式的非结构化数据能够在同一平台上进行统一处理和分析。

### 2. 数据高效处理与分析

非结构化数据建模还能够提高数据处理的效率和分析的准确性。通过构建数据模型，可以实现对非结构化数据的快速索引、检索和分类，提高数据处理的效率。同时，

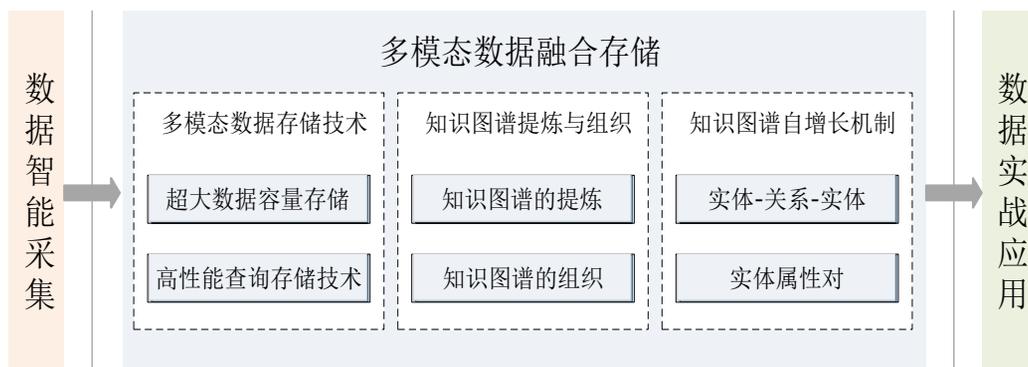


图3 多模态数据融合存储关键技术

利用机器学习算法和深度学习模型，可以自动识别并提取数据中的关键信息，进行更深层次的数据挖掘和分析。这有助于发现数据中的隐藏规律和模式，为警务决策提供科学依据。

### 3. 数据质量提升与整合

非结构化数据建模过程中，往往需要对数据进行清洗、转换和格式化处理，以确保数据的一致性和可比性。这有助于提升数据质量，减少数据冗余和错误。同时，通过数据建模，还可以将不同来源、不同格式的非结构化数据进行整合，构建全面的数据视图。这有助于打破信息孤岛，促进警务数据的共享和整合，提高数据利用效率。

## 四、数据融合存储

数据的存储是承载大数据采集、分析、管理、应用的载体，并贯穿于数据的整个生命周期过程。当前警务大数据普遍使用分布式文件系统（HDFS）将数据进行统一存储。为解决设备规模、数据规模带来的系列问题，本文基于多模态数据融合，提出警务大数据超融合存储、超大规模数据量存储及高效率搜索能力的关键技术（见图3）。

### （一）多模态数据存储技术

当前大数据领域分析场景需求各异而导致的存储冗余，不同的数据分析场景由专用的大数据组件实现，以及大数据的三副本存储机制，导致数据的膨胀比较高，重复数据较多，为了节省成本，希望一份数据支持多种使用场景，减少数据孤岛和冗余，通过数据共享产生更大价值。拟采用超融合数据存储技术，通过哈希、数据表转换等方式，实现一份数据文件支持多种公安研判分析场景及大数据组件，如重点查询、全表扫描、

关联查询、全文检索、机器学习，避免数据以专题应用的方式重复存储，在保证数据访问性能、可靠性的同时，降低数据的整体存储成本。

### （二）知识图谱的提炼与组织

利用多维度的数字化表征、特征提取和语义分析等手段，提炼警务知识组织模式和规则，构建多层次警务知识图谱。在警务业务专家的指导下，将警务推理思维模型、知识图谱与警务研判模型相结合，基于深度学习技术挖掘其内在关联、协同机制，并结合专家人工审核进行持续改进，实现知识图谱提炼与组织。

### （三）知识图谱的自增长机制

知识图谱自生长可分为两种主要方式，分别是实体-关系-实体类自生长和实体-属性类自生长。警务领域的知识图谱自生长机制的构建，需要基于警务本体化知识图谱核心骨架。通过深度剖析已有本体化图谱的架构并基于局部位置敏感相似性算法抽象训练图谱构建及生长规则模型。从异构碎片化大数据中，基于自然语言处理、实体关系抽取等算法挖掘出潜在或新的实体-关系-实体三元组，及实体-属性对，通过词相似性算法以匹配知识图谱的候选连接点，再通过与候选连接点局部规则模型相比对并做交叉验证，以决定是否将新连接加入。

## 五、数据实战应用

公安信息化的研究与建设始终以支撑一线作战为根本原则，以满足需求为目标导向。根据近年来国内外反恐形势严峻、省内社会矛盾尖锐、互联网加速消息传播、社区警力不足等实际问题，明确了警务大数据实战应用围绕着警情、刑侦、社区、舆情四个

方面进行研究，通过优化的应用体系模式、高效的数据计算能力和先进的公安行业算法，最大限度地发挥有限警力资源，持续维护社会稳定、人民安康（见图4）。

（一）深挖警情应用示范

作为整个公安机关的大脑，面对数据海量、异构化和应用需求多样化、复杂化带来的挑战，要建设综合性的信息应用平台，具备强大的分析研判、预警预测能力，给领导决策和公安各项工作提供准确、全面、及时的信息支撑服务。通过结合运用大数据技术、机器学习技术、人工智能技术，以及社会学、心理学等学科理论，建立多学科、多技术融合的综合信息研判分析系统。通过对海量的多模态、多格式、多类型的数据进行综合分析挖掘，开展宏观态势分析、异常情况分析、重大事件分析、重点团体发展趋势分析、人员亲密度分析等工作，在大数据总体架构支撑下建立通用性、专题性、综合性等多类型的数据研判模型，实现对信息的深度挖掘，对重大案事件的密切监控和及时预

警，切实提高预知预测预警能力。

（二）侦查实战应用示范

当前犯罪活动总体仍活跃多发，犯罪形势严峻复杂，传统犯罪与新型犯罪并存，动态化、隐蔽化、网络化、跨区域特征日益突出。虽然犯罪的要素或片段如犯罪时间、犯罪空间、犯罪行为、犯罪工具等，都不会被直接且完整无缺的记录和储存，但是大量的犯罪信息总是被不同系统从不同的侧面记录和存储，依托大数据技术开展综合信息侦查研判平台建设，实现提取和分析处理多结构多源数据，从海量的、杂乱无章的数据中抽取大量与犯罪相关的数据和信息，并将数据、信息点、片段串联起来，还原主要、关键的犯罪要素或片段，拼接描绘出犯罪过程，拼出一幅清晰完整的犯罪图画，从而为侦查办案提供准确的依据，直接指导案件的侦破。

（三）治安防控应用示范

随着当前社会矛盾的复杂性、敏感性、关联性进一步增强，社会心态更趋复杂，极

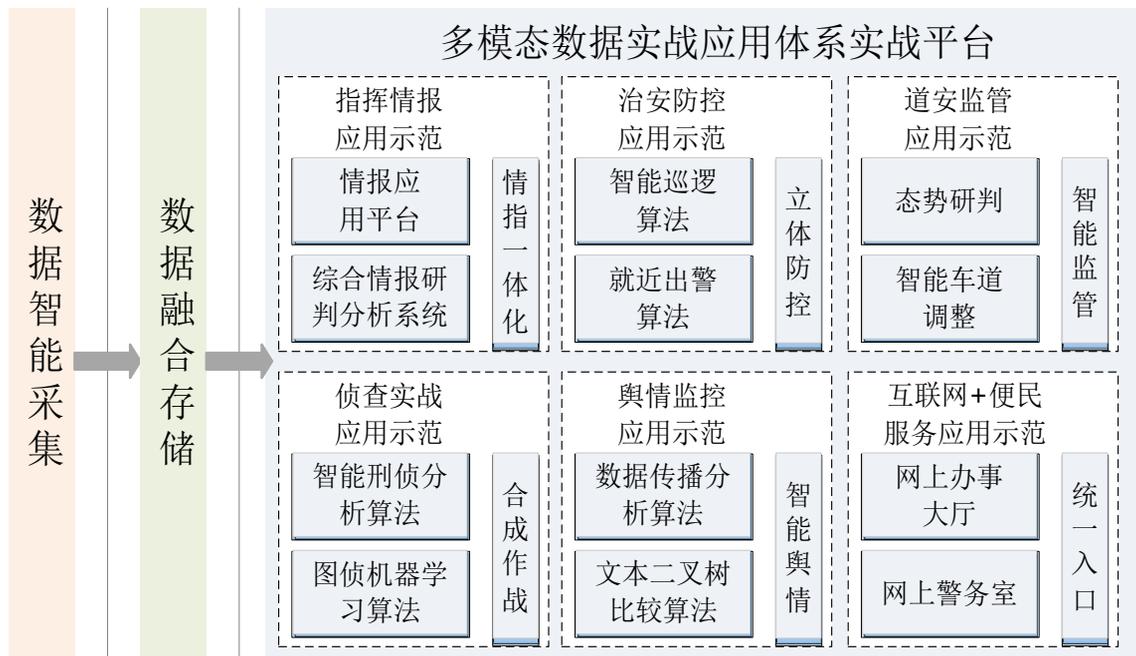


图4 多模态数据融合实战应用体系

易引发重大治安问题，大规模群体性事件和突发性案件频繁出现，公安机关急需构建立体覆盖、安全可靠、高度共享、深度挖掘的立体化治安防控体系。当前，公安机关正在开展以物联网等感知防控为目标的数据智能采集系统，面对前端感知设备的多样性和巨量化，需要建设能够兼容多种设备类型、数据格式、系统建构的综合性数据收集和归集平台，实现多模态、高通量的人员、车辆、案事件信息采集和识别，并能以图文并茂、智能统计的方式将重要的信息进行展示。为了应对新时代背景下的实际治安防控工作需求，需要分类整合各类业务信息系统，深化各治安管理部门的基础信息化建设，促进业务融合和数据整合，改进传统的治安防控技术措施和手段，集中整合网上网下各种监控手段和信息资源，强化重点线索、重点网上应用的实时动态管控，运用大数据技术，建立功能完善、信息丰富、分析智能、协同高效的信息支撑系统。

#### （四）舆情监控应用示范

要获得海量的高质量数据信息，就要积极拓展舆情信息收集的渠道和来源，使得更加完善化、多元化。要增强对异源及异构数据类型的处理能力，特别是对非结构化数据，如图片、视频、语音等数据，进一步加强语义分析能力建设，对舆情发展进行有效而且准确的预测。灵活运用机器学习和人工智能技术，对已有的舆情分析算法模型进行训练和自学习，以大数据库充当信息母体，以小型专题性数据库为支撑，通过构建结构算法和评价指标体系，将基于多模态数据分析技术的舆情监测分析算法结构化。充分发挥数据的价值，基于数据传播算法实现舆情的传播路径及传播源头识别，从根源快速消除舆情的负面影响；基于文本的二叉树比较

算法，识别虚假信息，降低人工审核的长时间重复劳动，提高舆情的自动化监测能力。

#### （五）道路交通安全监督管理应用示范

提升监管力度，降低重特大交通事故发生。提升重点客货运企业安全监管能力，实现对企业车辆、驾驶人的管理，根据企业的具体情况采取不同的监管措施。提升重点道路交通态势研判能力，实现实时车速预测、路况预测结果评估、监控报警、任务调度、准确率监控、模糊查询、实时路况展现等功能，为全省道路交通动态监测、研判分析、应急指挥、监管考核等提供支撑。通过 3D 显示技术，提升业务可视化效果。运用大数据分析技术，对经常堵车、车型缓慢的道路和区域进行建模分析，通过车辆分流、分段通行、智能车道调整等方式、方法提高道路通畅度，并对市政道路建设、区域功能规划提出具体的建设性意见和建议，提高城市通畅度、降低拥堵度，减少新建道路的改造、升级费用，降低民众出行时间和费用成本；对经常发生事故的路段进行建模研判分析，发现问题发生的根源性问题，通过设立警示标志、指示牌，进行限速、限行，提醒和督促道路建设和规划部门对事故路段进行改造等措施，降低事故发生率，从而节约大量的社会成本。

#### （六）互联网+便民服务应用示范

积极践行国务院开展的“互联网+政务服务”战略，整合治安、出入境、消防、交警、网安、禁毒、法制、信访、督察、监管等部门警种网上办事服务的统一入口，开展跨多网络、多平台、多系统的综合性湖南公安服务平台建设，推进“网上公安局”“网上办事大厅”“网上警务室”、微警务等便民服务、政务公开等互联网应用，以及多业务部门行政管理业务的网上办理工作。创新基于移动

互联网的公共服务模式，开展公安移动互联网应用建设，实现便民服务的多样化、在线化和便捷化。通过大数据和精准模型分析，进一步优化和再造便民服务的网上申请、受理、审查、决定、送达等流程，研发辅助性的事务决策型模型算法，对整个办理周期进行有效协助和监督，从而有效的缩短办理时限，大幅提高办事效率，降低民众办事成本，民众再也不需要舟车劳顿，大部分事项将实现一站式一次性办结，部分事项甚至可以完全实现网上办理。充分运用云计算、大数据等技术对公安服务数据进行综合分析，全面把握、及时回应群众需求，适时调整服务方式、内容和形式，争取多提供智能化、个性化的主动服务，以满足民众不断发展变化的新需求。实现各部门警种、各层级服务数据资源大整合、高共享、深应用，实现与省政府网上办事大厅无缝对接，跨网段、跨平台、跨系统的数据同步和业务协同。

## 六、数据共享及安全管理

数据的安全管理和共享是警务大数据采、存、用的根基，并贯穿于数据的整个生命周期过程。当前公安数据具有海量、异

构、非确定性、高隐私性等特点，用传统的数据资源整合方式管理大数据平台，存在着陈旧的技术手段与先进的技术框架严重不匹配的问题，无法有效对大数据平台中的数据进行管理，缺少对大数据的隐私保护和快速查询能力，不能有效地将数据进行服务化共享。基于多模态数据融合的数据共享与安全管理关键技术，提供超融合数据的隐私保护、快速查询、共享能力（见图5）。

### （一）多模态数据隐私保护技术

公安信息化的发展带来多种新型的应用，也导致了数据的爆炸性增长，大数据技术的出现提供了海量信息存储、处理、分发能力，也带来了新的安全挑战。当多模态数据融合存储，数据物理控制权的缺失这一本质问题的存在，使得数据隐私问题更加严峻，大数据中的数据隐私问题也将阻碍警务大数据的发展和应用。为了解决这个问题，通常采用数据加密技术和匿名化技术来保证警务大数据的隐私安全。一方面拟构造一种数据多维隐私保护的数据加密格式，以低微合理的开销，起到同时保护数据内容。另一方面，大数据的大规模性、多样性等特点使得传统的针对单一数据制定相应的匿名策略缺乏伸缩性和并行化。

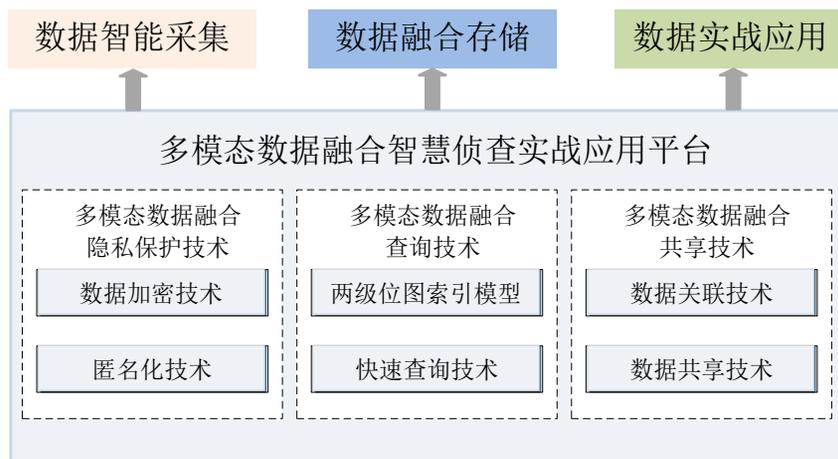


图5 多模态数据共享与安全管理关键技术

## (二) 多模态数据快速查询

为了存储海量、异构的数据,超融合数据平台通常采用分布式的存储系统。然而,传统的分布式存储系统只提供简单的基于主键的快速查询,因缺乏必要的索引等机制,无法对海量数据进行快速的查询。因此,为满足多模态数据融合下的多样化查询需求,提高数据查询处理的效率,采用两级位图索引模型和快速查询技术。一方面,对于多模态数据中的某些属性(如标签、类别等),具有低基数特性,使用位图索引来加速查询。另一方面,面对海量多模态数据,智能融合存储提供大数据即席查询的超快速响应,提供简单易懂的 SQL 接口来查询和分析数据。

## (三) 多模态数据共享技术

多模态数据的来源和形态呈多样性、复杂性、异构性和海量性等特点,仅仅增加存储空间的方法已不能完全解决多模态数据的共享问题。主要从异构数据关联、数据共享两个方面来分析智慧侦查数据共享技术。一方面,对多模态警务数据中的存在形式,从数据属性信息、数据内容、数据行为轨迹和结构关系挖掘数据关联关系,构建数据特征向量,在此基础上,建立异构关联模型。另一方面,针对多源、多类、异构数据难以同时共享的问题,设计两层元数据结合本体的数据共享技术实现多模态数据共享。

多模态数据融合在社会安全领域得到广泛应用,随着以信息主导警务战略的推进,全国各级社会安全部门快速积累并不断增长的信息数据已成为继警力资源、装备资

源之后的新一类核心战略资源,基本形成了智慧警务应用系统。然而,在智慧侦查建设中也存在一些亟待解决的问题,如:部门间系统存在异构性和孤立性,异构数据如何指导警务实现知识化作战、积累的大数据资源如何更好服务社会等。智慧侦查迫切需要运用新思路、新方法和新技术,特别是运用云计算和大数据等先进技术和理念,应对数据资源海量化、结构复杂化带来的挑战。本文提出了多模态数据融合在智慧侦查中应用的关键技术,深入挖掘这些海量异构跨网警务数据的内在价值,解决智慧侦查中数据应用的采、存、用、管 4 个方面难点,并转化为现实战斗力的应用示范,在更高更深层次服务保障智慧侦查领域社会安全工作。

## 参考文献:

- [1] 闫佳和、李红辉、马英等. 多源异构数据融合关键技术与政务大数据治理体系[J]. 计算机科学. 2024. 2
- [2] 闫子熙、郭靖威、王雨婷. 多模态数据治理研究[J]. 广播电视信息. 2023. 12
- [3] 耿亮. 基于多模态数据融合的城中村社会治理大数据模型构建与算法创新[J]. 信息与电脑(理论版). 2023. 19
- [4] 石磊、马自行、祁子豪等. 基于大数据多模融合的智能风险防控系统[J]. 电子技术与软件工程. 2021. 21
- [5] 张鹤、黄倩. 多模态信息融合的知识服务[J]. 中国科技资源导刊. 2016. 6
- [6] 皇甫娟. 面向知识服务的智慧图书馆多模态数据资源知识融合模式[J]. 图书情报导刊. 2023. 4
- [7] Lahat D, Adali T, Jutten C. Multimodal data fusion: an overview of methods, challenges, and prospects[J]. Proceedings of the IEEE. 2015. 9
- [8] CHEN Q, ZHANG Z. Research on Data Lake Architecture of Multi-source Heterogeneous Data Governance[J]. Journal of Information. 2022. 5
- [9] YU H, LIANG Z T, YAN Y C. Research progress in multi-source and multi-modal data fusion and integration[J]. Intelligence Theory and Practice. 2020. 11. 2023. 4

责任编辑 徐闻彬