

# 基于跨境医疗数据整合的粤港澳大湾区社区医院智慧慢性病管理系统的构建与优化

徐劲飞 蓝炜 梁宝滢 任怡霖

- (1. 珠海复旦创新研究院双碳创新中心, 广东珠海, 519000;
2. 庆应义塾大学, 神奈川县横滨市, 日本, 223-8526;
3. 暨南大学珠海校区, 广东珠海, 519070)

**摘要:** 粤港澳大湾区医疗卫生一体化进程中, 港澳居民跨境就医需求持续增长, 但受限于三地制度势差与法域壁垒, 基层社区医院在慢性病管理上面临数据孤岛化、标准碎片化及协同治理缺失等深层困境。对此, 本研究融合慢性病管理模型 (CCM) 与跨境数据治理理论, 探索基于跨境医疗数据整合的智慧慢性病管理系统的构建与优化路径。以“医疗数据空间”技术架构为底座构建可信数据流通机制, 创新性地设计跨境患者主索引与多维字典动态映射规则, 实现了多源异构 HIS 数据的同质化清洗与合规流转, 完成了从碎片化诊疗记录到标准化跨境健康档案的逻辑重构。针对系统实施中的挑战, 进一步提出涵盖治理协同、数据流通、技术架构与服务创新的“四层协同”优化策略。研究表明, 该系统的构建与优化有效破解了健康画像割裂与重复医疗难题, 显著提升了跨域慢性病管理的连续性与精准性, 为大湾区乃至同类跨制度区域的基层医疗数字化转型与一体化建设提供了可借鉴的“湾区范本”。

**关键词:** 跨境医疗数据; 智慧慢性病管理; 粤港澳大湾区; 社区医院; 数据治理

## Construction and Optimization of a Smart Chronic Disease Management System for Community Hospitals in the Guangdong - Hong Kong - Macao Greater Bay Area Based on Cross-Border Medical Data Integration

Jinfei Xu<sup>1</sup> Wei Lan<sup>2</sup> Baoying Liang<sup>1</sup> Yilin Ren<sup>3</sup>

- (1. Center of Carbon Science and Technology Innovation, Zhuhai Fudan Innovation Research Institute, 519000, Zhuhai, Guangdong Province, China;
2. Embodied Media Laboratory, Graduate School of Media Design, Keio University, Hiyoshi Campus, Yokohama, Kanagawa, 223-8526, Japan;

**【作者简介】** 徐劲飞, 男, 双碳创新中心, 珠海复旦创新研究院; 蓝炜, 女, Embodied Media Laboratory, 庆应义塾大学; 梁宝滢, 女, 双碳创新中心, 珠海复旦创新研究院; 任怡霖, 女, 暨南大学珠海校区

3\*.Zhuhai Research Center for Women and Children's Sports Culture, College of Sports, Jinan University  
Zhuhai Campus, 519070, Zhuhai, Guangdong Province, China)

**Abstract:**In the process of healthcare integration in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area, the demand for cross-border medical services among Hong Kong and Macao residents has continued to grow. However, constrained by institutional disparities and jurisdictional barriers among the three regions, primary community hospitals face profound challenges in chronic disease management, including data silos, fragmented standards, and the absence of collaborative governance. In response, this study integrates the Chronic Care Model (CCM) with cross-border data governance theory to explore the construction and optimization pathways of a smart chronic disease management system based on cross-border medical data integration. Using the technical architecture of a “medical data space” as the foundation, the study establishes a trusted mechanism for data circulation and innovatively designs a cross-border patient master index together with dynamic multidimensional dictionary mapping rules. This enables the homogeneous cleansing and compliant circulation of multi-source heterogeneous HIS data, thereby achieving a logical reconstruction from fragmented diagnostic and treatment records to standardized cross-border health records. To address challenges arising during system implementation, the study further proposes a “four-layer synergy” optimization strategy encompassing governance coordination, data circulation, technical architecture, and service innovation. The findings indicate that the construction and optimization of this system effectively resolve the problems of fragmented health profiling and duplicate medical services, significantly enhancing the continuity and precision of cross-regional chronic disease management. The study thus provides a replicable “Greater Bay Area model” for the digital transformation and integrated development of primary healthcare in the Greater Bay Area and other regions characterized by cross-institutional systems.

**Keywords:** cross-border medical data; smart chronic disease management; Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area; community hospitals; data governance

近年来，随着粤港澳大湾区建设的深入推进，国家相继出台《粤港澳大湾区发展规划纲要》（2019年）<sup>[1]</sup>、《横琴粤澳深度合作区建设总体方案》（2021年）<sup>[2]</sup>及《前海深港现代服务业合作区全面深化改革开放方案》（2021年）<sup>[3]</sup>等系列政策文件，明确将医疗卫生服务融通与“健康湾区”建设列为大湾区优质生活圈建设的重要支撑。与此同时，随着港澳居民在内地跨境居住、工作与养老日趋普遍，其慢性病管理需求急剧增长。国家卫生健康委员

会数据显示，我国慢性病患者已逾 4 亿人，高血压、糖尿病、慢性阻塞性肺疾病等慢性病已成为影响居民健康的主要疾病负担。港澳居民群体受年龄结构、生活方式等因素影响，慢性病患者率同样不容忽视。慢性病具有病程长、病情复杂、需持续监测与动态管理的特点，对医疗服务的连续性、协调性和可及性提出极高要求<sup>[4]</sup>，而传统社区医院慢性病管理模式在跨境服务场景下的局限性日益凸显。

横琴、前海、南沙等自贸片区社区医院作为服务港澳居民的重要基层卫生机构，其慢性病管理服务面临三重深层困境：其一，各地医疗机构信息系统底层架构、编码标准及法律约束各异，导致患者跨境健康档案碎片化、诊疗信息无法互认互通，形成严峻的“数据孤岛”困局<sup>[5]</sup>；其二，粤港澳三地在医保支付制度、诊断编码体系（内地 ICD-10、香港 ICD-9-CM）、药品目录及电子病历格式等方面标准不一，业务衔接严重割裂<sup>[6]</sup>；其三，三地在数据保护领域分别适用不同法律规范——内地《个人信息保护法》（2021 年）<sup>[7]</sup>、香港《个人资料（隐私）条例》及澳门《个人资料保护法》各有侧重，跨境医疗数据的合规流动面临多重法律不确定性，加之跨部门协同治理机制缺失，“不敢传、不能传、不知如何传”的僵局制约了系统整体效能<sup>[8]</sup>。上述问题相互叠加，致使现有社区医院 HIS 系统难以满足港澳居民跨境慢性病管理的实际需求，智慧化转型迫在眉睫。

为此，本文聚焦横琴、前海、南沙三地自贸区社区医院，以跨境医疗数据整合为切入点，提出基于慢性病管理模型（CCM）、技术接受模型（TAM）与跨境数据治理理论的“四层协同”分析框架，系统梳理三地实践模式的差异与不足，深度剖析系统实施面临的核心挑战，并从治理层、数据层、技术层、服务层四个维度提出可操作的系统优化路径。本研究旨在为粤港澳大湾区跨境慢性病管理智慧化转型提供理论依据与实践参考，为推动大湾区医疗卫生一体化、提升跨境居民健康福祉贡献具有可复制性的“湾区范本”。

## 一、跨境智慧慢性病管理面临的核心问题

### 1. 跨境医疗数据孤岛化：从“多院区”到“多法域”的复杂性升级

随着粤港澳大湾区深度融合，港澳居民跨境就医需求激增，但由于三地分属不同法域、医疗体系差异显著，社区医院 HIS 系统间的“信息孤岛”现象比传统多院区隔离更为严重且复杂。与医院内部多院区财务数据孤岛主要源于系统逻辑不同，跨境医疗数据孤岛化的成

因更为多维：各地医疗机构的信息系统逻辑、底层架构、存储协议、编码标准及法律约束各异，成为构建“健康湾区”的核心症结之一<sup>[9,10]</sup>。

具体而言，内地社区医院采用的 HIS 系统多基于国内标准（如 GB/T 15286 医疗信息系统基本功能规范），而香港医疗机构遵循 HL7 国际标准，澳门则采用自有的医疗信息标准体系。这种多元化的技术标准导致数据在跨境流动时面临严重的互操作性障碍。跨境医疗数据孤岛化的具体表现为三个方面的深层困境：

其一，健康画像碎片化与连续性中断。港澳居民在内地社区医院的就医记录与其在港澳的既往病史、用药史、过敏史等关键信息无法实现逻辑关联和实时同步。患者在横琴社区医院就诊时，医生无法调取其在澳门医疗机构的历史诊疗记录；患者在前海社区医院的检查结果也难以回传至香港的医疗系统。这导致慢性病管理的连续性严重受阻，患者需要重复进行已在其他地区完成的检查检验，既浪费医疗资源，又延误诊疗时机。特别是对于高血压、糖尿病等需要长期监测的慢性病患者，缺乏完整的跨境健康档案直接影响医生对病情演变趋势的判断，使得个体化的慢性病管理方案难以制定和实施。

其二，临床决策失明与医疗安全隐患。基层医护人员因无法实时调取患者的跨境电子病历、检查检验结果、用药记录，难以进行精准的药物相互作用检查、重复用药预警和长期病情趋势评估。例如，患者在澳门已使用某种降压药，但在内地社区医院医生不知情的情况下又开具了相同或相似作用机制的药物，导致药物过量或不良反应。这类医疗安全事件不仅影响诊疗质量，还可能引发医疗纠纷和法律风险。研究表明，缺乏完整病历信息导致的医疗错误率可增加 15%-30%<sup>[11]</sup>，这对于需要精准用药的慢性病患者群体而言，风险尤为突出。

其三，资源协同受阻与重复医疗。社区医院与港澳医疗机构间缺乏统一的数据共享接口和互操作标准，导致重复检查、重复开药现象频发。港澳患者在内地社区医院进行的血液检查、影像检查等无法被港澳医疗机构识别和利用，患者返回港澳后需要重新进行相同检查。这不仅浪费医疗资源，增加患者医疗负担，还延长了诊疗周期，降低了医疗效率。据估算，跨境重复检查导致的医疗资源浪费占总医疗支出的 10%-15%<sup>[12]</sup>，这一数字在港澳常住人口密集的自贸区社区医院中更为突出。

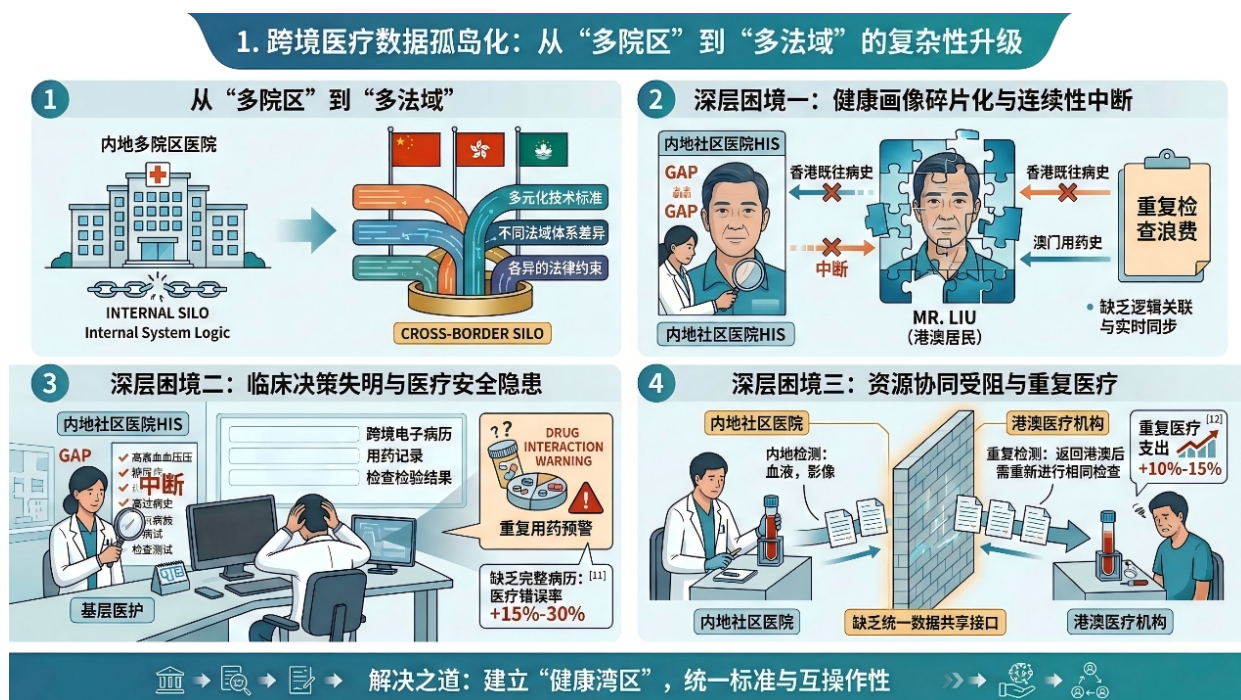


图 1 核心问题——跨境医疗数据孤岛化示意图

## 2. 医疗标准与支付衔接不统一：制度差异导致的业务逻辑割裂

粤港澳三地在医疗术语、诊断编码、药品目录、检查检验项目标准及医保结算规则上存在显著差异，导致慢性病管理的业务逻辑在跨境场景下发生严重割裂。这一问题的复杂性远超传统多院区的“核算方式不统一”，因为它涉及三个不同的法律体系、医疗体系和社会保障体系的协调。

首先，**诊断编码与医学术语的语义互操作性差**是跨境慢性病管理的首要障碍。同一慢性病在三地的临床诊疗路径、编码标准、用药指南存在显著差异。例如，内地采用 ICD-10 编码体系，香港采用 ICD-9-CM 编码，澳门则采用自有编码体系。对于“高血压”这一常见慢性病，三地的诊断分类标准不同：内地按血压水平分为 1 级、2 级、3 级高血压，香港则按是否伴有靶器官损害分类，澳门又有其独特的分类方式<sup>[13]</sup>。这导致 HIS 系统在合并跨境数据时需要进行复杂的人工映射与数据清洗，不仅工作量巨大，而且容易产生语义歧义和数据失真。标准混乱化问题突出，严重影响数据质量和可比性，使得跨境慢性病管理的数据分析和决策支持功能大打折扣。医护人员在进行跨境患者的诊疗决策时，往往因为编码标准的差异而无法准确理解患者的既往诊断信息，增加了临床决策的不确定性。

其次，**医保支付制度鸿沟与费用结算困境**是制约港澳居民在内地社区医院就医的关键因素。港澳居民在内地社区医院的就医费用如何结算是一个长期未解决的难题。澳门居民

持有的医保卡在内地社区医院无法直接使用，香港居民的医疗券也不被内地医疗机构认可。跨境医疗费用报销的规则、流程、信息系统对接均未建立。具体而言，港澳患者在内地就医后需要自行垫付医疗费用，然后返回港澳后向医保部门申报报销，这一过程耗时长、手续复杂、报销比例不确定。智慧慢性病管理 HIS 系统中的费用结算模块因此难以发挥效用，患者需要在多个系统间切换进行费用处理，严重制约用户使用意愿。这一现象直接影响了系统的实际应用效果，使得即使系统功能完善，也难以获得用户的广泛采纳。

再次，**药品目录与用药指导的衔接障碍**严重影响了跨境患者的用药连续性。“港澳药械通”政策虽然在宏观层面提出了药品互认的方向，但在社区医院端的具体落地仍存在多重障碍。港澳患者在内地社区医院的用药是否能与港澳药品目录对接。内地医保目录中的某些药品在港澳可能不被认可，反之亦然。例如，某些在内地医保目录中的常用降压药在香港可能因为价格或疗效评估原因未被纳入，导致患者在港澳无法继续使用在内地开具的处方。用药依从性管理难以纳入统一的 HIS 流程，导致跨境患者的慢性病用药管理存在盲区。患者可能因为药品不互认而自行停药或更换药物，增加了慢性病控制失败的风险。这对于需要长期规律用药的高血压、糖尿病等慢性病患者而言，可能导致严重的健康后果。

最后，**检查检验结果互认的技术与制度障碍**进一步加剧了跨境医疗的碎片化。不同地区的检查检验项目编码、参考值范围、质量标准存在差异。例如，血糖检测的参考值范围在三地可能不同，某项检查在内地社区医院的检测方法与港澳医疗机构采用的方法可能不同，导致结果的可比性和互认度低。这使得港澳患者在内地进行的检查检验结果在返回港澳后需要重新验证或重复检查，既浪费资源又延误诊疗。特别是对于需要定期监测的慢性病患者，这种重复检查不仅增加了患者的经济负担，还可能因为检查延迟而影响病情的及时发现和干预。

通过建设一体化智慧平台实现业务逻辑、科目体系、结算流程的标准化，消除因基础规则不同导致的系统性混乱，是降低跨境医疗风险、提升管理效能的必要手段。这要求不仅在技术层面进行系统集成，更需要在制度层面推动三地医疗标准的协调与互认，建立统一的编码映射机制、医保结算规则和药品检验标准体系。

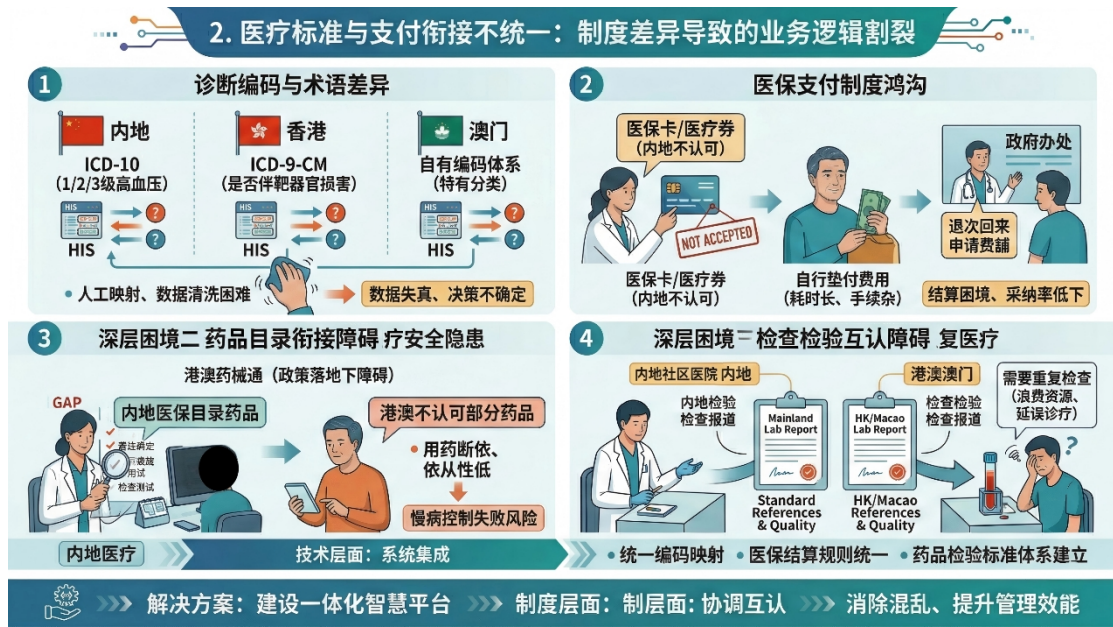


图 2 核心问题二——医疗标准与支付衔接不统一示意图

### 3. 跨境协同治理规范不足：从“业务规范”到“多层次治理”的深化

智慧慢性病管理 HIS 系统集成物联网采集、AI 预警、跨域转诊等复杂功能，但由于缺乏统一的跨境数据治理标准、严格的接口规范、明确的合规路径和有效的多部门协同机制，数据传输的完整性、安全性与合规性得不到保证<sup>[14]</sup>。这一问题的复杂性远超传统医院“业务规范不足”，因为它涉及跨法域、跨部门、跨机构的多层次治理挑战。

首先，跨法域数据合规性风险与法律不确定性构成了系统运行的首要障碍。在缺乏“负面清单”指引的情况下，敏感医疗数据（如患者隐私、遗传信息、精神健康记录）的跨境流动极易触发法律合规红线。内地《个人信息保护法》（2021 年生效）、香港《个人资料（隐私）条例》（1995 年生效）、澳门《个人资料保护法》（2005 年生效）的要求存在显著差异<sup>[7]</sup>。例如，内地法律要求数据出境前需进行安全评估，香港法律强调个人资料的知情同意原则，澳门法律则对数据处理的目的限制更为严格。这些差异导致“不敢传、不能传、不知如何传”的僵局，严重制约系统的跨境数据交换功能。医疗机构面临的法律风险包括：数据泄露导致的隐私侵权诉讼、违反数据保护法规的行政处罚、患者信息被不当使用的民事赔偿等。医疗机构在缺乏明确法律指引的情况下，往往采取保守态度，宁可放弃跨境数据共享也不愿承担法律风险，这直接影响了系统的跨境服务功能。

其次，用户信任危机与系统采纳率低下严重制约了系统的实际应用效果。由于缺乏透

明的隐私保护规则、统一的跨境身份认证体系和明确的数据使用承诺，港澳居民对内地社区医院智慧系统的采纳意愿受限。患者担心个人健康数据被不当使用或泄露，特别是对于涉及隐私的健康信息（如精神疾病、性病等）更是顾虑重重。这种信任缺失直接导致系统利用率低下，患者宁愿选择传统的就医方式也不愿使用智慧系统，影响系统的实际应用效果和投资回报率。信任的缺失不仅源于技术层面的安全隐患，更源于制度层面的不透明和法律保障的不足。

再次，跨部门协同治理机制缺失与管理失控导致了系统运行的混乱。跨境协同流转缺乏日清日结机制和统一的数据质量标准。慢性病管理涉及卫健、医保、民政、街道、社区等多部门，在跨境场景下，更涉及内地政府与港澳特区政府部门、内地医院与港澳医疗机构之间的协调。目前缺乏常态化、高效率的跨境协同治理平台，导致问题出现时沟通成本高、解决周期长。业务数据不规范易引发医疗纠纷、医保欺诈等系统性风险，影响财务数据的可信度和医疗安全。同一时间段内对相同患者数据的查询可能产生多个不一致结果，形成“乱账”现象。例如，患者在内地社区医院的就医记录与港澳医疗机构的记录不一致，导致医保部门无法准确判断患者的医疗费用是否重复报销。这种数据不一致现象不仅影响了医疗质量评估，还可能导致医保基金的浪费和欺诈风险的增加。

最后，数据质量管理与标准规范缺失严重影响了数据的可用性和分析价值。由于缺乏统一的数据质量标准和质量管理机制，跨境流动的医疗数据存在准确性、完整性、一致性问题。例如，患者基本信息在不同系统中的记录不一致（如姓名拼音、身份证号等），导致数据匹配困难；诊疗数据的录入标准不统一，同一诊断在不同医院的编码方式不同；检查检验数据的单位和参考值范围不一致等。这些数据质量问题严重影响了数据的可用性和分析价值，使得基于数据的临床决策支持和健康管理效果大打折扣。特别是对于需要进行纵向健康趋势分析的慢性病管理而言，数据质量问题直接影响了风险预测模型的准确性和个性化干预方案的有效性。

如何统一跨境医疗主数据标准，建立基于“数据空间”技术的合规流动机制，并辅助建立跨域、跨部门、跨法域的协同治理规范，是当前智慧慢性病管理系统研发的重中之重。这要求在技术、制度、管理等多个层面进行系统性的创新和完善，形成从政策设计、法律保障、技术支撑到管理实施的完整治理体系。

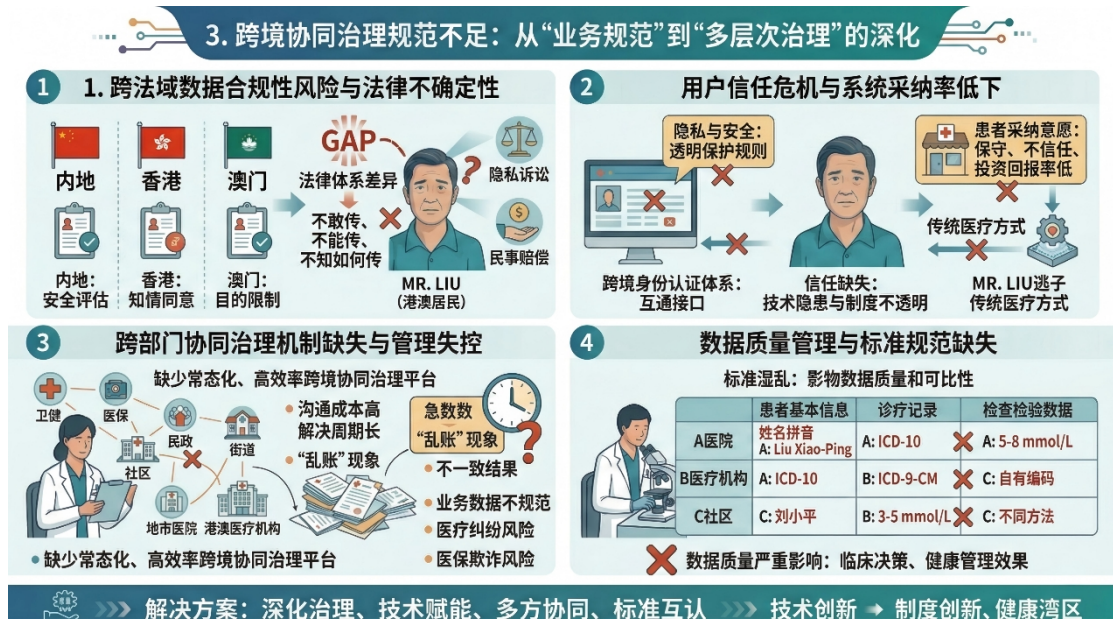


图 3 核心问题三——跨境协同治理规范不足示意图

## 二、智慧慢性病管理 HIS 系统的架构设计与实现方案

### 1. 系统实现方法与技术框架

面向港澳居民的智慧慢性病管理 HIS 系统需要在传统 HIS 基础上进行深度扩展和优化，以适应跨境、跨制度、跨法域的复杂应用场景。系统主要采用 Java 开发工具，基于 SpringBoot 的技术框架，在逻辑上采用 B/S 模式结构，架构上采用微服务体系部署<sup>[5,15]</sup>。业务处理通过多线程并发技术提高运行效率，确保系统的高性能和高可用性。核心数据库采用 Oracle 数据库，依托 MybatisPlus 框架进行数据持久化处理。整套系统依托医疗专网进行部署，确保数据传输的安全性和隐私保护<sup>[16]</sup>。

系统的关键创新在于建立了“数据不出域、使用权受控、过程可追溯”的跨境数据流通机制。通过对各地社区医院 HIS 数据进行汇聚、清洗和标准化处理，保证了 HIS 原始数据和慢性病管理数据的独立性，同时通过建立独立的跨境医疗数据仓库，实现了各地社区医院数据的互联互通和安全共享。系统采用了国际数据空间（IDS）标准的数据空间技术架构，通过数据加密、访问控制、智能脱敏等技术手段，在保护患者隐私的前提下，支持跨境医疗数据的合规流动<sup>[8]</sup>。

### 2. 系统架构与功能模块设计

系统规划 7 个主要功能模块，包括基础数据管理模块、数据汇聚模块、数据质量核对

模块、跨境数据交换模块、慢性病管理模块、智能决策支持模块和统计报表模块，形成一个完整的、层次化的系统架构（见图4所示）。



图4 智慧慢性病管理HIS系统的架构设计示意图

**(1) 基础数据配置模块。**基础数据管理主要包括各社区医院数据源配置、各HIS系统患者信息字典配置、诊断编码字典配置、药品编码字典配置、检查检验项目字典配置、跨境身份认证配置和数据跨境流动规则配置。数据源配置明确指定并连接系统需要采集数据的各个社区医院的业务源头，确保系统能够准确识别并从各个独立运营的医院获取原始业务数据，为后续处理提供基础。

字典配置方面，系统采用了动态映射技术，将来自不同社区医院、不同HIS系统的、表述可能各异的患者身份信息、诊断编码、药品编码、检查检验项目等，动态转换并归集到统一的、预先定义好的标准编码体系中。特别地，系统内置了ICD-10与ICD-9-CM、澳门编码体系的双向映射引擎，支持多种诊断编码的自动转换和语义对齐。同时，系统建立了“港澳药械通”政策框架下的药品目录映射机制，实现内地医保目录、香港药品目录、澳门药品目录之间的动态关联和互认。

**(2) 数据汇聚模块。**数据汇聚是整个数据处理流程的起点，其核心任务是从分散的、异构的、跨法域的数据源头中，稳定、高效、安全地获取所需的医疗业务数据。系统预设

了严格的定时任务调度机制，自动触发数据采集程序，该程序会精准定位并提取前一天（T-1 日）产生的关键业务数据，包括患者基本信息、诊疗记录、检查检验结果、用药记录、随访数据等。这种基于时间窗口的增量获取方式，既保证了数据的时效性，又有效减轻了对生产 HIS 系统的实时压力。

为应对多医院环境下的大规模并发数据采集需求，系统采用了多线程技术，该技术允许多个数据采集任务并行执行，同时从不同社区医院的 HIS 系统中提取数据，这显著提升了整体数据汇聚的效率，缩短了数据获取的总时长。为了最大程度保障数据的完整性和准确性，系统为每个定时任务内置了强大的自检和容错功能。任务执行完毕后，自动检查其完成状态和获取的数据量是否符合预期，一旦检测到任务执行失败，系统会自动对失败的部分立即进行第 2 次操作，以应对临时性故障。如果重试后仍失败，系统会记录详细的错误日志，并触发告警通知运维人员介入处理，为后续处理流程提供了可靠的数据基础。

**（3）数据质量核对模块。**数据质量核对模块是确保跨境医疗数据真实、准确、完整的关键环节，它扮演着“智能审计员”的角色。该模块的核心功能在于对从各地 HIS 系统汇聚并经过清洗的业务数据进行自动化、多维度校验，并实时监控数据质量。一旦发现数据不完整、数值异常、编码不规范、跨境映射失败或数据一致性问题等情况，系统会立即通过消息推送、邮件或系统内告警等方式，通知指定的医疗和数据管理人员。

对于患者基本信息、诊断编码等已规整、无需复杂清洗的数据，系统自动执行核验：确保每日采集的关键数据记录条数与各地 HIS 系统当日总数一致，同时验证其汇总数据与 HIS 系统已验证的日结报表相匹配。对于跨境患者身份识别这类复杂数据，数据质量核对模块执行更为严格的多层次、分步骤校验与处理流程。首先核对患者身份的准确性，采用多维度匹配算法（包括姓名、身份证号、出生日期、性别等），识别同一患者在不同医院系统中的重复记录；其次检查数据的规范性，确保诊断编码、药品编码、检查检验项目编码等符合统一标准；最后进行跨境数据一致性校验，对比同一患者在内地和港澳医疗机构的就医记录，识别潜在的重复就医、重复用药或医保欺诈风险。

**（4）跨境数据交换模块。**跨境数据交换模块是实现港澳居民跨境慢性病管理的核心枢纽，负责在遵守三地法律法规的前提下，实现医疗数据的安全、高效、可信跨境流动。该模块基于国际数据空间（IDS）标准，采用了“数据可用不可见”的技术方案。

具体而言，系统建立了一个虚拟的“医疗数据空间”，患者的原始医疗数据始终存储在源端社区医院的本地数据库中，不出域、不转移。当港澳医疗机构或其他授权机构需要访问患者数据时，通过加密连接和标准接口，在“数据空间”内进行授权计算和交换，只有计算结果或脱敏后的数据被传输，原始数据始终受到保护。系统采用了多层次的安全机制：数据传输层采用 TLS 加密协议；访问控制层实现了基于角色的细粒度权限管理；数据脱敏层支持多种脱敏算法（包括掩码、加密、聚合等）；合规路径选择层根据数据类型和使用目的，自动选择符合三地法规要求的数据流动路径。

**（5）慢性病管理模块。**慢性病管理模块是系统的业务核心，实现了对慢性病患者的连续、协同、个性化健康管理。该模块包括患者健康档案管理、慢性病诊断与分类、用药管理、检查检验管理、随访管理、远程监测、健康干预等功能。

患者健康档案管理功能建立了统一的、跨境的患者电子健康档案，整合了患者在内地和港澳医疗机构的诊疗信息、用药史、过敏史、家族史等关键信息，为医护人员提供了完整的患者健康画像。慢性病诊断与分类功能支持多种诊断编码体系的转换和互认，医护人员可以在统一的界面中查看患者的诊断信息，系统自动进行编码转换和标准化处理。用药管理功能集成了药物相互作用检查、重复用药预警、用药依从性监测等功能，特别是支持“港澳药械通”政策框架下的跨境用药指导，帮助患者在港澳继续使用在内地开具的处方。

检查检验管理功能实现了检查检验结果的互认和共享，系统内置了参考值范围的自动转换算法，支持不同地区检查检验结果的可比性评估。随访管理功能支持医护人员对患者进行定期随访，系统可以根据患者的病情和治疗方案，自动生成个性化的随访计划和提醒。远程监测功能支持与可穿戴设备的集成，患者可以通过智能手环、血压计、血糖仪等设备进行居家监测，数据自动上传至系统。健康干预功能基于患者的健康数据和风险评估结果，为患者提供个性化的健康宣教、生活方式指导和用药提醒。

**（6）智能决策支持模块。**智能决策支持模块利用大数据和人工智能技术，为医护人员和患者提供科学的决策支持。该模块包括慢性病风险预测模型、个性化干预方案推荐、临床指南决策支持、用药智能审核等功能。慢性病风险预测模型基于患者的历史数据和临床特征，采用机器学习算法（如随机森林、梯度提升等）预测患者的疾病进展风险和并发症风险，帮助医护人员进行早期干预。个性化干预方案推荐功能根据患者的具体情况，推荐

最适合的治疗方案、用药方案和生活方式干预，提高了慢性病管理的针对性和有效性。临床指南决策支持功能集成了国内外最新的慢性病管理指南，支持多地指南的对比和融合，为医护人员提供了循证医学的决策支持。用药智能审核功能检查患者的用药方案是否符合指南要求，是否存在药物相互作用、禁忌症等问题，特别是支持跨境用药的安全性评估。

**(7) 统计报表模块。**统计报表模块分为统计和报表两部分。统计功能主要为业务数据统计，包括患者基本情况统计、慢性病患者分布统计、用药情况统计、检查检验情况统计、随访完成情况统计、远程监测数据统计等。报表功能主要为医疗和管理报表，主要包括慢性病患者管理月报表、用药统计月报表、检查检验统计月报表、医疗质量评估报表、跨境就医统计报表等。本模块还提供了智能数据分析功能，支持医护人员按多维度（如患者年龄、性别、病种、地区等）进行数据抓取和对比分析。系统采用了可配置化报表模板，确保新增功能模块的即插即用兼容性，最大限度避免了对现有核心数据结构、已有数据和现有接口的破坏性修改，保障了系统的长期可维护性和可演进性。

### 3. 网络架构与数据安全设计

在充分调研各社区医院日常业务流程、应用场景、HIS 系统访问量等因素后，本系统采用了“错峰采集+集中部署+分布式处理”的混合架构。每日凌晨 1:00-4:00（HIS 业务低谷期）启动定时任务，同时添加任务自校验功能，对失败的任务进行第 2 次操作。为避免资源过载，数据库存储和业务数据处理操作分属不同的服务器，避免了 I/O 争用和性能瓶颈。系统数据库采用了容灾备份的机制，每日同步完成后增量备份数据，降低了数据丢失风险。特别地，考虑到跨境医疗数据的敏感性，系统在港澳地区建立了数据备份中心，确保患者数据在三地均有备份，提高了系统的容灾能力和数据安全性。

整套系统部署在医疗专网，服务器部署在各社区医院的本地数据中心，各分医院通过 VPN 隧道与中央数据中心进行连接。防火墙采用双向白名单策略，严格控制数据流向和访问权限。系统实现了基于国家密码标准的数据加密，采用 SM4 算法对敏感数据进行加密存储，采用 SM2 算法进行数字签名和身份认证。每日凌晨由数据汇聚模块获取各社区医院 HIS 系统数据，并存储到加密的数据库中。当日由医疗和数据管理相关人员通过相应功能对数据进行质量核对、标准化处理和跨境交换。系统记录了所有数据操作的审计日志，包括数据访问、修改、导出等操作，支持事后追溯和合规审计。

系统还建立了完善的身份认证和权限管理机制。采用了基于 OAuth 2.0 的统一身份认证，支持与港澳医疗机构的身份互认。实现了基于角色的细粒度权限管理，不同角色的用户只能访问其权限范围内的数据和功能。特别地，系统支持跨境患者的身份认证，港澳居民可以使用港澳身份证件进行身份验证，系统自动进行身份映射和关联。

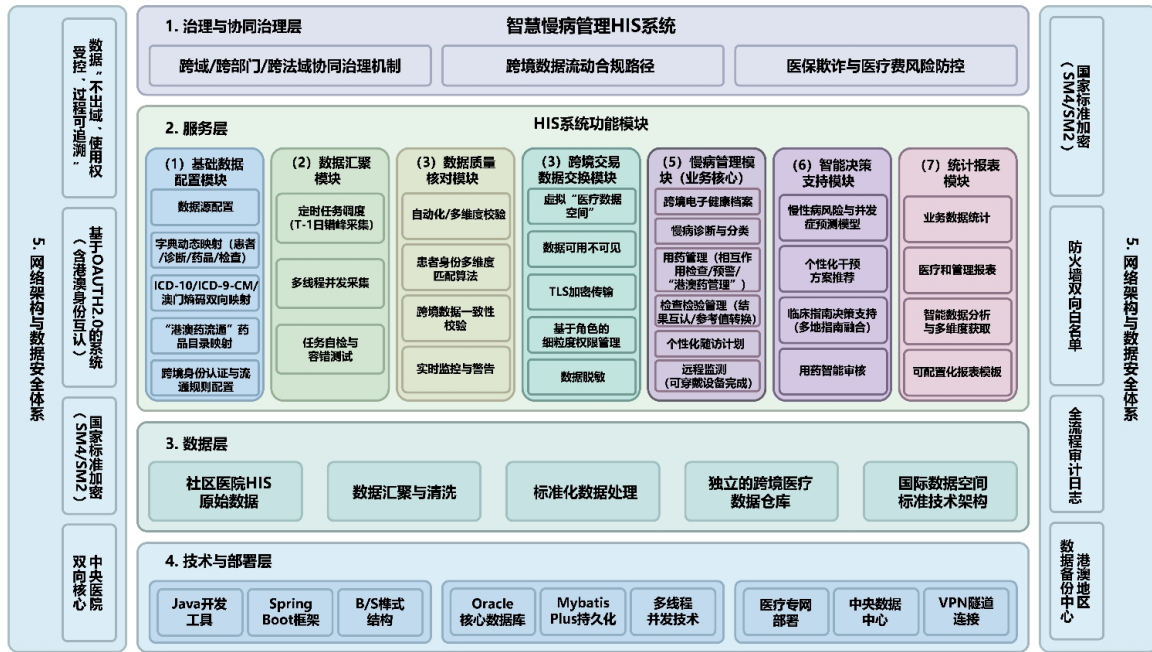


图5 智慧慢性病管理HIS系统结构设计图

### 三、跨境智慧慢性病管理系统的实施应用效果

#### 1. 解决跨境医疗数据标准化问题

通过系统性、强制性的标准化建设，从根本上消除了以往因法律体系、医疗标准、编码规则差异导致的“数据孤岛”和“数据烟囱”问题。所有社区医院产生的医疗数据，其源头的定义和分类、计量和记录规则完全一致，实现了跨法域、跨制度的数据同质化管理。

具体而言，系统通过建立统一的患者身份识别体系，解决了港澳居民在不同医疗机构间的身份映射问题。采用多维度匹配算法（姓名、身份证号、出生日期、性别等），系统能够准确识别同一患者在内地和港澳医疗机构中的重复记录，建立了唯一的患者主索引（Master Patient Index, MPI）。这使得患者在横琴、前海、南沙社区医院的就医记录能够自动关联，形成统一的跨境患者视图。在诊断编码标准化方面，系统内置了 ICD-10、ICD-9-CM 和澳门编码体系的双向映射引擎。对于高血压、糖尿病等常见慢性病，系统能够自动将不

同编码体系的诊断信息进行转换和对齐，确保医护人员在查看患者诊断信息时获得的是标准化、可比较的数据。这种编码映射不仅提高了数据的可比性，更重要的是为临床决策提供了准确的基础。在药品编码和医保目录对接方面，系统建立了“港澳药械通”政策框架下的药品目录映射机制。内地医保目录、香港药品目录、澳门药品目录之间实现了动态关联和互认。当医护人员为港澳患者开具处方时，系统能够自动检查该药品是否在患者所在地的医保目录中，并提供替代方案建议，确保患者在跨境流动时能够继续获得有效的用药指导。在检查检验项目标准化方面，系统建立了参考值范围的自动转换算法。不同地区的检查检验项目虽然编码和检测方法可能不同，但系统能够识别其临床等价性，并将结果进行标准化处理。例如，血糖检测结果可以自动转换为统一的单位和参考范围，使得港澳患者在内地进行的检查检验结果能够被港澳医疗机构直接识别和利用。

这确保了各级医疗机构在汇总患者数据、进行跨境比较分析、实施统一的慢性病管理评估以及支撑临床决策时，所依赖的底层医疗数据具有高度的同质性、可比性和可靠性，真正实现了“数出一门、口径一致”的目标，为数据驱动的精细化、智慧化慢性病管理奠定了坚实基础。

## 2. 实现了跨境慢性病管理效率的飞跃式提升

将原本分散在各社区医院或需医护人员手动介入的核心慢性病管理操作节点，集中迁移至智慧慢性病管理 HIS 系统中进行自动化或半自动化处理，系统通过内置的“业务—医疗”映射规则引擎，实时将校验通过的标准化医疗数据自动转换为符合统一口径的患者健康档案和慢性病管理记录，实现慢性病管理流程集约化。

在患者健康档案管理方面，系统直接从各地社区医院 HIS 系统获取标准化的患者诊疗事件数据，通过自动化规则进行数据融合和整合，避免了传统模式下因系统间接口不稳定、数据格式不统一、手工取数逻辑错误等导致的延误和错误。港澳患者在内地社区医院的就医记录能够实时同步至其跨境健康档案中，医护人员无需进行任何手工操作就能获得患者的完整健康画像。在随访管理方面，系统根据患者的慢性病类型、病情严重程度和治疗方案，自动生成个性化的随访计划。医护人员无需手动计算随访周期和内容，系统会自动提醒医护人员进行相应的随访，并根据患者的回复自动更新随访记录。这种自动化的随访管理大幅提高了随访的及时性和完整性，在用药管理方面，系统集成了药物相互作用检查、重复用药预警等功能。当医护人员为患者开具新的处方时，系统会自动检查该药物是否与患者既往用药存在相互作用，是否存在重复用药的情况，是否符合患者的禁忌症。这种自

自动化的用药审核避免了因医护人员疏忽导致的用药错误，大幅提高了用药安全性。在检查检验管理方面，系统能够自动识别患者已完成的检查检验项目，避免重复检查。当患者在不同地区的医疗机构进行检查检验时，系统会自动检查该项目是否已在其他地区完成，如果已完成且结果仍在有效期内，系统会提醒医护人员无需重复检查。这种自动化的重复检查预防机制能够显著降低患者的医疗负担和医疗费用。在远程监测数据处理方面，系统能够自动接收来自可穿戴设备的患者健康数据（如血压、血糖、心率等），进行实时的数据质量检查和异常预警。当患者的监测数据出现异常时，系统会自动通知医护人员，医护人员可以及时进行干预。这种自动化的远程监测大幅提高了慢性病管理的及时性和有效性。

系统不仅优化了慢性病管理内部流程，更通过规则前置、数据自动转换和集中处理，将效率提升贯穿于从患者就医到健康管理的全价值链，实现了速度与质量的双重飞跃。

### 3. 降低跨境医疗管理失控风险

本系统通过嵌入多重控制机制和强化过程可追溯性，在医疗数据录入或生成环节，深度嵌入了预设的数据校验规则，有效辅助各地社区医院 HIS 系统输出符合跨境慢性病管理要求的、规范化的医疗数据，从根本上杜绝了因源头数据错误导致的后续管理混乱。

在数据质量控制方面，系统建立了多层次的数据校验机制。首先，在数据采集阶段，系统对每条数据进行实时校验，检查数据的完整性、准确性和规范性。对于不符合规范的数据，系统会立即标记并通知相关人员进行修正，确保进入系统的数据都是高质量的。其次，在数据整合阶段，系统进行跨源数据的一致性校验，检查同一患者在不同医疗机构的数据是否存在矛盾或冲突。对于发现的数据不一致，系统会自动进行对账和调整，确保患者数据的一致性。在跨境数据合规性控制方面，系统建立了基于“负面清单”的数据流动规则。系统内置了三地数据保护法律的要求，对于不同类型的医疗数据，系统会自动判断其是否可以跨境流动，以及应该采用何种流动方式。对于敏感数据（如遗传信息、精神健康记录等），系统会自动进行脱敏处理，确保数据的跨境流动符合法律要求。在医保欺诈风险防控方面，系统建立了智能风险识别模型。系统能够自动识别潜在的医保欺诈行为，如重复就医、重复用药、过度医疗等。当系统识别到风险行为时，会自动标记并通知医保部门进行核查。这种主动的风险防控机制大幅降低了医保欺诈的发生率。

同时，系统强制保留所有医疗操作和数据处理环节的原始数据快照，在系统内构建了

一条清晰、完整、不可篡改的审计线索。每一条患者数据的来源、修改历史、使用情况都被完整记录，支持事后的追溯和审计。这种完整的审计线索直接满足了医疗监管部门对于数据真实性、操作可追溯性的核心要求。具体而言，系统记录了以下关键信息：数据的来源医疗机构、数据的采集时间、数据的修改历史（包括修改前后的值、修改人、修改时间）、数据的访问记录（包括访问人、访问时间、访问目的）、数据的使用情况（包括用于何种临床决策、是否被用于跨境传输等）。这些审计日志被存储在独立的审计数据库中，采用加密和备份机制进行保护，确保其完整性和不可篡改性。该系统将风险管控从被动的事后补救，转变为主动的事前预防和事中控制，并通过强大的可追溯性构建了坚实的审计防御体系，为组织的稳健运营和持续合规提供了强有力的技术保障。

#### 4. 提升港澳居民跨境慢性病管理的连续性和协调性

系统的实施显著改善了港澳居民在跨境慢性病管理中的服务体验和健康结果。通过建立统一的跨境患者健康档案，港澳居民在内地社区医院的就医记录能够实时同步至其港澳医疗机构的记录中，形成完整的跨境健康画像。这使得医护人员能够全面了解患者的病情演变趋势，制定更加科学的慢性病管理方案。

在用药连续性方面，系统通过“港澳药械通”政策框架下的药品目录映射机制，确保港澳患者在内地开具的处方能够在港澳继续使用。患者无需因为地域变化而更换药物，大幅提高了用药依从性。在检查检验结果互认方面，系统通过参考值范围的自动转换算法，使得港澳患者在内地进行的检查检验结果能够被港澳医疗机构直接识别和利用。患者无需重复进行相同的检查，既节省了医疗费用，又避免了因检查延迟导致的诊疗延误。在跨域转诊协调方面，系统建立了自动化的转诊流程。当患者需要从社区医院转诊至上级医疗机构时，系统能够自动生成转诊单，并将患者的完整健康档案和诊疗记录自动传输至接收医疗机构。接收医疗机构能够快速了解患者的病情，制定相应的诊疗方案，大幅缩短了转诊的处理时间。

#### 5. 促进跨境医疗数据的安全共享与价值挖掘

系统通过“数据可用不可见”的技术方案，在保护患者隐私的前提下，实现了医疗数据的安全跨境流动。患者的原始医疗数据始终存储在源端社区医院的本地数据库中，不出域、不转移。当港澳医疗机构或其他授权机构需要访问患者数据时，系统通过加密连接和标准接口，在“数据空间”内进行授权计算和交换，只有计算结果或脱敏后的数据被传输。这种技术方案既保护了患者的隐私，又实现了数据的有效利用。港澳医疗机构能够获得所需的患者信息，进行相应的临床决策，而患者的原始敏感数据始终受到保护。在数据价值挖掘

方面，系统通过大数据分析和人工智能技术，从跨境医疗数据中挖掘出有价值的信息。例如，系统能够识别出港澳居民在内地社区医院的常见慢性病类型、用药特点、管理效果等，为医疗政策制定者提供了重要的参考信息。系统还能够识别出不同地区的慢性病管理差异，为医疗资源的优化配置提供了数据支撑。

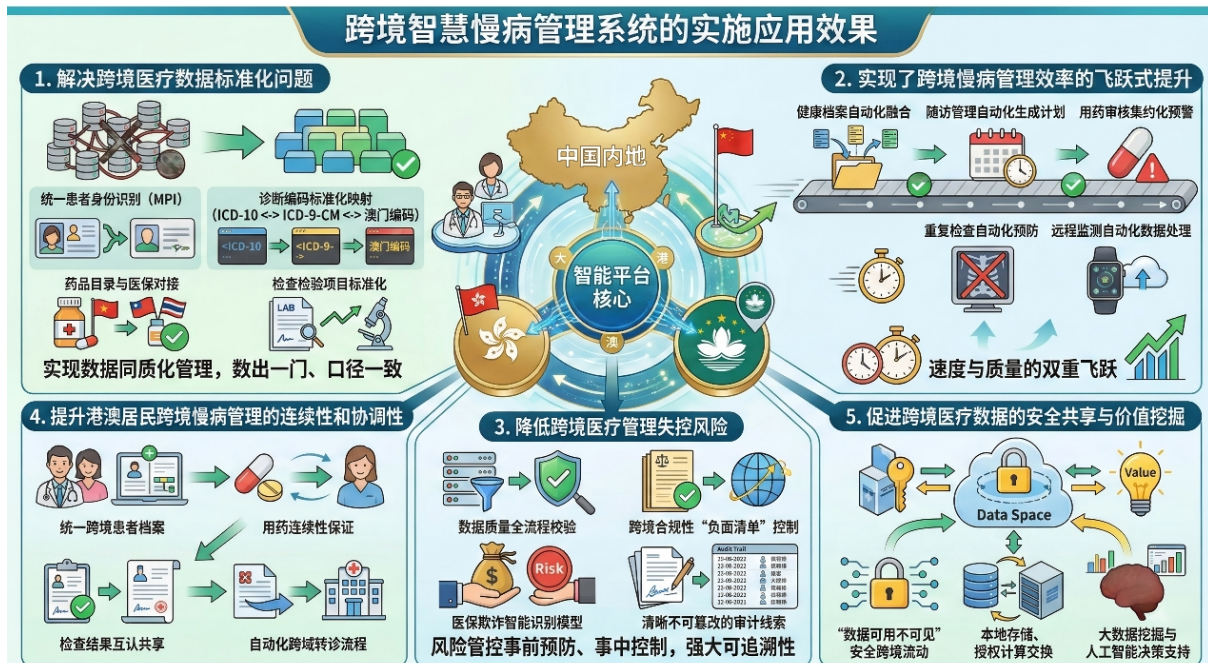


图 6 跨境智慧慢性病管理系统的实施应用效果示意图

## 四、结语

通过打造“规则互认、数据互通、服务互融”的三位一体跨境协同机制，本研究成功构建了“数据同源、合规可控、决策精准”的粤港澳大湾区自贸区社区医院智慧慢性病管理新模式。该系统以“医疗数据空间”架构与多维映射规则引擎为核心驱动力，彻底终结了传统跨法域就医导致的数据碎片化、业务割裂化、监管失控化三大顽疾。本系统的成功实践，不仅是对基层医疗信息系统的技术重构，更为跨制度区域的医疗一体化转型提供了三大普适性实施路径：

**一是制度与数据双向标准化先行。** 跨越法域鸿沟的前提是语言的统一。系统通过推动粤港澳三地诊断编码（ICD-10 与 ICD-9-CM）、检查检验字典、药品目录（依托“港澳药械通”）的强制映射与底层统一，并确立基于“负面清单”的合规指引，奠定了跨域多源异构数据深度融合的信任与规则基石。

**二是数据空间集约化突破。** 打破信息孤岛需兼顾安全与效率。本研究基于国际数据空间（IDS）标准建立跨境医疗数据交换协同中枢，无缝集成各社区医院与港澳医疗系统的数

据接口。通过“数据可用不可见”的创新机制，实现了“异构诊疗数据→标准化跨境健康档案”的自动转换与集约化处理，有效化解了隐私保护与数据共享的矛盾。

**三是全生命周期智能化赋能。** 系统的最终价值在于临床效能的提升。基于 AI 规则引擎的自动病情校验、跨域重复用药预警、医保欺诈风险拦截及个性化随访生成，极大释放了基层医护人员在繁琐数据比对与手工录入中的精力，使其专业能力能够全面向高价值的临床干预与精准健康管理领域转移。

未来，随着“四层协同”模式（治理、数据、技术、服务）的深化应用与自贸区制度的不断创新，横琴、前海、南沙等多地医疗机构将逐步构建起实时、透明、智能的大湾区“健康神经中枢”。这不仅能全面实现跨境慢性病“精准管理”的基础目标，更将通过高质量的数据驱动医疗资源的最优配置，将前沿的信息技术与数据治理能力真正转化为琴澳、深港、穗港居民的健康福祉，为我国乃至全球跨制度区域的医疗卫生协同发展贡献极具参考价值的“湾区范本”。

### 【参考文献】

- [1] 中共中央 国务院. 粤港澳大湾区发展规划纲要[EB/OL]. (2019-02-18)[2024-10-20]. [https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content\\_5366593.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content_5366593.htm).
- [2] 中共中央 国务院. 横琴粤澳深度合作区建设总体方案[EB/OL]. (2021-09-05)[2024-10-20]. [https://www.gov.cn/zhengce/2021-09/05/content\\_5635547.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2021-09/05/content_5635547.htm).
- [3] 中共中央 国务院. 全面深化前海深港现代服务业合作区改革开放方案[EB/OL]. (2021-09-06)[2024-10-20]. [https://www.gov.cn/zhengce/2021-09/06/content\\_5635932.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2021-09/06/content_5635932.htm).
- [4] Wagner E H, Austin B T, Davis C, et al. Improving Chronic Illness Care: Translating Evidence into Action[J]. Health Affairs, 2001, 20(6): 64-78.
- [5] 向海平,林晓东,毛云鹏,等.信息标准化在智慧医疗中的应用与研究[J].标准科学,2026,(02):101-107.
- [6] 李雪杰,盛玉娇.全科医学在社区公共卫生服务中的重要作用[J].中华灾害救援医学,2024,11(11):1322-1326.DOI:10.13919/j.issn.2095-6274.J202404011.
- [7] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国个人信息保护法[EB/OL]. (2021-08-20)[2024-10-20]. <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202108/e70f9e6b56c34ab8b0a1ea208ee8d8a8.shtml>.
- [8] 孙南翔.跨境数据流动规制的模式差异、协调路径与中国方案[J].法治社会,2024,(03):105-115.DOI:10.19350/j.cnki.fzsh.2024.03.008.
- [9] 欧阳平,杨艾菱,李文源,等.粤港澳大湾区健康管理高质量发展的思考[J].中华健康管理学杂志,2023,(01):55-57. DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20220427-00310.
- [10] 谭震,朱艺,肖革,等.我国健康管理体的发展现状及未来展望[J].中国社会医学杂志.2022,39(3). DOI :10.3969/j.issn.1673-5625.2022.03.002.
- [11] 曾可,王玉,朱卫国.信息技术相关医疗不良事件[J].协和医学杂志,2020,11(02):196-201.
- [12] 姚强,张晓丹,焦月芳,等.我国过度医疗的主要表征、生成机制及治理策略分析[J].中国卫生政策研究,2025,18(07):61-69.
- [13] 世界卫生组织. ICD-10 国际疾病分类（第十版）[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
- [14] 田地,高明,王祺,等.数据治理的国际经验及对我国完善征信数据跨境管理的启示[J].征信,2021,39(11): 1-7.
- [15] 曹磊,刘强,李慧霞,等.基于人工智能和大数据架构的医疗数据质量管理体系建设与实践[J].中国卫生信息管理杂志,2025,22(05):686-694.
- [16] 莫敏,匡宇扬,朱庆华,等.在线问诊信息用户采纳意愿的影响因素研究[J].现代情报,2022,42(06):57-68.