

英特尔&慧影医疗
医学影像数据全生命周期管理平台
白皮书

2022年05月

目 录

1	医学影像大数据发展背景	1
2	医学影像大数据现状	1
2.1	信息化建设现状	1
2.2	科研现状	2
2.3	临床应用现状	2
2.4	数据运用现状	2
3	解决方案	3
3.1	解决方案概述	3
3.2	技术架构	5
3.2.1	数据集成	6
3.2.2	数据研发	6
3.2.3	数据体系	6
3.2.4	数据资产	7
3.2.5	数据服务	7
3.3	应用架构	7
3.3.1	临床智能诊断场景	7
3.3.2	医院科研服务场景	10
3.3.3	临床数据集成场景	13
3.4	部署架构	16
3.4.1	应用场景特点	16
3.4.2	部署架构	18
4	产品特色功能	22
4.1	应用支撑平台	22
4.2	数据中心平台	22
4.3	数据质量平台	23
4.4	大数据标注平台	23
4.5	数据服务平台	24

4.6	大数据科研平台	24
4.7	人工智能 AI 平台	25
4.7.1	CT 骨密度辅助筛查	25
4.7.2	B 型主动脉夹层	26
4.7.3	CT 肺结节辅助诊断	27
4.7.4	CT 肺炎辅助诊断	28
4.7.5	CT 肋骨骨折辅助筛查	28
4.7.6	DR 肺结核辅助筛查	29
4.7.7	DR 四肢骨折辅助筛查	30
4.8	患者 360 影像中心	30
4.9	BI 可视化设计平台	31
4.9.1	数据资产分布可视化分析	32
4.9.2	智能质控可视化分析	33
4.9.3	检查业务运行分析	33
4.9.4	设备运行情况可视化分析	34
4.9.5	患者就诊数据可视化分析	34
4.10	培训考试平台	35
5	平台技术特点	37
5.1	多维可扩展技术架构	37
5.2	医学影像文件生命周期存储技术	37
5.3	异构数据源数据汇聚技术	38
5.4	数据空间管理技术	39
5.5	数据手动与自动路由技术	40
5.6	医学影像数据 API 技术	40
5.7	医学影像人工智能集成技术	41
5.8	BI 大屏设计与可视化技术	41
5.9	数据应用集成技术	42
6	平台与 PACS 关系	42
7	客户案例	43

7.1	大型三甲（综合）医院典型案例.....	43
7.1.1	项目概况.....	43
7.1.2	项目成果.....	44
7.2	中小型医院典型案例.....	44
7.2.1	项目概况.....	44
7.2.2	项目成果.....	45
8	总结.....	45

1 医学影像大数据发展背景

自 2020 年 3 月以来，国家层面多次提出加快新型基础设施建设的要求，在医疗卫生领域的新基建涵盖了医疗设备、5G、互联网、大数据、人工智能等方面的新型技术的融合推进和产业化升级。可以预见的是，未来的医疗卫生行业生态体系将会趋向于区域化、一体化、智能化、中台化发展。

从“健康中国 2030 规划纲要”到十四五规划，智慧医疗产业政策体系趋于完善。2020 年，国家卫生健康委统计信息中心正式印发《医院信息互联互通标准化成熟度测评方案（2020 年版）》。该方案依据医院信息系统的互联互通建设明确了由低到高的 7 个等级，旨在推动医疗卫生服务与管理系统的标准化建设，促进电子健康档案等医疗数据在区域、医疗机构之间的信息交换、整合和共享，实现业务协同。

近年来，从中共中央、国务院到各部委，陆续出台了大量医疗卫生领域的相关政策，强调了信息化、人工智能、大数据等新一代信息技术对医疗产业的重要支撑作用。围绕医学影像的人工智能、大数据等全生命周期管理平台是未来行业发展的重要方向之一。其重要性体现于：第一，可为临床提供数据分析，为医生对业务的精准决策提供支撑；第二，可为设备厂商提供算法模型，使得影像设备更为智能化；第三，能够提供影像智能分析及服务；第四，为医药研发企业提供药效分析；第五，为临床科研做数据支撑。总体而言，基于医学影像的人工智能和大数据技术的开发，有望为医学影像的发展带来变革式影响。

2 医学影像大数据现状

2.1 信息化建设现状

随着医院业务量的增加，PACS 系统管理影像数据由 TB 级别跨向 PB 级别。影像数据量的指数级增长，给 PACS 系统查询检索带来负担，势必导致系统反馈速度的下降，因此，传统的数据存储技术无法满足大数据时代的业务需求。

在传统烟囱式的 IT 建设方式下，医院独立采购或自荐的各种信息系统，基本实现了“业务数据化”，但与此同时在内部形成了诸多的数据孤岛。不同存

储系统之间的数据难以统一治理，数据迁移工作繁重。难以将积累的大量影像数据用于如 AI 辅助诊疗、影像数据分析与影像智能诊断等科研活动，由此使得数据价值难以充分发挥。

2.2 科研现状

从 2012 年开始，随着深度卷积神经网络的兴起、大数据的累积和计算能力的大幅提升，国内外研究机构纷纷利用深度学习技术投入医学影像研究，使计算机辅助诊断系统结构更为简化，诊断更为精确，相应的在不同领域也取得了初步成果。

医学影像是一种无创、简便易行的临床检查手段。临床医师通过对图像的评价知晓肿瘤是否进展、有无转移、病灶位置等信息。但临床医师对图像感兴趣的主观感性认识往往是粗糙、光滑的，缺少严格准确的标准。影像组学分析需要大量数学和统计学基础，大多数医生不具备相关专业知识；影像组学分析需要专业的图像显示，病变勾画工具，大多数医生没有顺手的工具。

2.3 临床应用现状

虽然人工智能的研究呈爆发趋势，但目前仍处于“弱人工智能”阶段，仅能在特定领域做出决策、预测或分类。在医学影像中的应用场景有人体结构、病灶区的分割，疾病的早期诊断，解剖结构、病灶区的检测，提供疾病提示和辅助诊断等功能。当前智能医学影像大多数处于临床试用阶段，掌握资本和技术的人工智能企业与拥有大量医疗数据的医疗机构合作进行开发和试用，不断进行产品优化和升级。

2.4 数据运用现状

医院信息化建设多年，较为常见的依然是传统的烟囱式建设方式，放射科、超声科、内镜科、口腔均有 PACS 系统，病理科有自己的系统，心电图室的系统也是独立的，这导致数据分散在各个应用系统中，数据的获取流程繁杂，无法实现数据在各科室间的互联互通，从而无法通过统一窗口实现各影像系统的查询调阅。

各个系统数据各自独立存放，没有形成统一的数据资源，也没有中枢桥梁能够对业务数据进行收集与存储管理，并为应用提供标准化加工与服务的平台，因此，建立统一的归档和存储管理体系至关重要。

3 解决方案

3.1 解决方案概述

建设医学影像人工智能科研及临床全周期协调创新平台已势在必行。通过对海量、来源分散、格式多样的影像数据进行采集、存储、深度学习和开发，从中发现新知识、创造新价值、提升新能力，再反哺健康医疗服务产业，为健康医疗服务的提升提供有价值的依据，使医疗机构运营更高效、服务更精准，解决医生缺口大误诊率高的问题。同时医学影像人工智能科研及临床全周期协同创新平台的实现，将改变科研机构 and 临床医学工作者的学习和工作模式，可提升相关领域工作者的专业技能与综合素质，培养更多本领域内的复合型人才，这将有利于我国医学影像精准医疗人工智能事业的发展，跟上国际发达国家的人工智能+医疗大数据+科研+临床协同创新发展的步伐。

汇医慧影利用云计算、移动互联网、人工智能等技术手段，以点带面，按照标准统一采集、存储影像数据，通过数据聚合、处理、分析和应用，实现了影像数据的“聚、通、用”，赋能智能医疗。

1、解决垂直系统的问题，实现系统间数据互联互通，提高数据使用效率

整合院内现有的检查、报告、影像数据，具备采集科室其他类型业务数据的能力。解决用户大规模的应用系统集成问题，通过平台化的思想将数据汇聚、传递、业务协同等工作进行标准化，采用统一接入技术、统一管理、统一监控、统一安全的平台化运作模式，彻底消除“数据孤岛”，实现各种系统的互联互通和数据共享，提高数据使用效率。

2、充分挖掘医疗数据潜在价值，为领导决策提供数据基础支持

通过数据中台建设，让分散在各个业务系统的数据汇聚形成数据资产，彻底做到让数据底数清、情况明；依托数据资产，围绕领导核心关注的问题，搭

建分析指标体系，进行深入分析，形成可视化的领导驾驶舱，让领导决策更加直观、客观、精准、有效。

3、解决存储扩展与访问效率瓶颈，满足上层数据应用统一快速数据访问

传统 NAS 存储随文件增长，访问时延急剧上升。采用私有云存储(分布式对象存储)，可为医学影像文件提供 EB 级高可靠、易扩展的分布式存储，使医学影像数据存储适应微服务同比扩容，数据全量在线。

4、以数据为驱动，全面提升医院管理水平

围绕“以数据应用为导向”的原则，通过信息化手段智能管理各科室人员情况，实时监控工作、耗材、设备等流转运行情况，直观了解科室收支情况，为医院及科室调整内部工作流程，管理规范及制度等提供先进科学的技术手段，让数据服务于业务，全面助力医院及科室提升管理水平及运行效率。

5、提供可视化、自主化数据服务开发能力，满足异构系统的数据服务定制需求

支持数据服务可视化、自主化敏捷开发，数据服务开发、审核、发布全流程管理。规范性数据服务直接访问 DICOMweb 数据网关，定制化要求高的走数据服务开发。

6、提供集中、低成本、高可靠的医学影像数据资产管理

构建统一医学影像数据模型、元数据中心，通过资产分析、应用、优化、运营四方面看清数据资产、降低数据管理成本、追踪数据价值，避免数据资产分散存储。基于纠删码容忍集群多台服务器设备级别故障，相比 HDFS 等三副本存储要节约存储成本。

7、单套存储系统能够满足生产应用存储、大数据分析平台、数据管理

医学影像文件存储在分布式对象存储，可直接用于分析，无需先将数据转移到 HDFS，可实现数据在 Spark、Hadoop 和云存储的无缝互操作。单套存储系统满足生产应用存储、大数据分析平台、数据管理，减少数据搬迁，统一进行运维和管理。性能随容量线性扩展，相比 HDFS 或其他文件系统性能和扩展能力要更强。

8、临床诊断辅助的支撑应用

依托影像数据中台，根据医院业务发展需求，可部署人工智能辅助诊断、科研平台、影像云平台等应用模块，充分发挥数据价值，助力医疗机构建设更精准的诊疗体系，加快数字化转型。检查结果互认可使得智能影像服务辅助医生诊断，缓解漏诊误诊问题，提高诊断效率，弥补优质医疗资源供应缺口。

9、影像科研应用助力科研成果产出

医学影像大数据科研平台的建设可促进医院重点学科的科研工作开展：针对大量的医学影像数据、临床数据，采用基于深度学习、影像组学和大数据分析技术，构建医疗精准诊断模型，有利于提高医学工作者诊疗效率与准确度，减少误诊率，减轻医学工作者工作量；医学影像大数据科研平台软件研发及多中心临床验证能够快速提升医院的学术地位及学术影响力，同时将为研究成果转化奠定基础，最终实现科研成果的产业化落地。

3.2 技术架构

面对数据量指数级增长，传统信息化系统的存储和运算模式已经不足以应对当前的数据量和数据复杂程度，为解决这个问题，汇医慧影医学影像数据全生命周期管理平台的技术路线采用全分布式架构，即分布式计算+分布式存储+分布式缓存+分布式消息队列。

通过数据采集服务，对接医院所有影像数据，包括 PACS 系统、病理系统、心电图系统等各个业务系统，实现医院影像数据的集中管理、统一调阅，满足医院影像数据互联互通的需求；通过数据中台的微服务支撑中间件、数据研发模块建立数据体系和数据资产，把数据资产变为数据服务能力；通过应用服务，把数据服务转化成标准化输出，服务于医院科研服务平台和 AI 智能辅助诊断平台以及第三方集成平台，如下图。



3.2.1 数据集成

数据集成是数据中台数据接入的入口。数据中台本身几乎不产生数据，所有数据来自于业务系统、日志、文件、网络等，这些数据分散在不同的网络环境和存储平台中，难以利用，很难产生业务价值。数据集成是数据中台必须提供的核心工具，把各种异构网络、异构数据源的数据方便地采集到数据中台中进行集中存储，为后续加工建模做准备。数据集成方式一般有数据库同步、埋点、消息队列等；从集成的失效性来分，有离线/批量集成和实时/流式集成。

3.2.2 数据研发

数据集成模块集成到中台的数据按数据的原始状态堆砌在一起，未经过处理，这样的数据业务很难使用。数据研发是一套数据加工以及加工过程管控的工具，有经验的数据开发、算法建模人员利用数据加工模块提供功能，可快速把数据加工成对业务有价值的形式，提供给业务使用。数据研发模块主要面向开发人员、分析人员，提供离线、实时、算法开发工具，以及任务的管理、代码发布、运维、监控、告警灯等一系列方便快捷的集成工具。

3.2.3 数据体系

大数据时代，数据量大，增长快，业务对数据的依赖也越来越高，必须考虑数据的一致性和可复用性，垂直的、烟囱式的数据和数据服务的建设方式注定不能长久存在。通过数据集成、研发模块，中台已具备传统数据仓库平台的基本能力，可进行数据的集成及各种数据研发，构建医疗机构的数据体系。

3.2.4 数据资产

通过数据体系建立起来的数据资产是技术导向的，业务人员较难理解。数据资产管理是以业务人员更易理解的方式，把数据资产根据权限和安全管控展现给全员，数据资产以空间形式对数据进行隔离管理，满足不同业务应用场景，以一种更直观的方式展现医疗机构的数据资产，提升医疗机构数据意识。

3.2.5 数据服务

利用数据集成、数据研发建设医疗机构的数据资产，利用数据资产管理展现医疗机构的数据资产，但尚未发挥出数据的价值。数据服务就是把数据变为一种服务能力，通过数据服务让数据参与到业务，通过人工智能、云计算等方法与科研院所和医院协同进行医学影像精准诊断的科研及临床研究，实现将原有的影像临床数据转化成高价值的科研数据，为科研院所和医疗机构提供自动化的医学影像数据分析和挖掘技术平台，辅助科研机构、医院和临床医生高效管理及使用挖掘数据价值，提升科研院所和临床机构的科研能力，提升针对医学影像产品的产学研医转化能力；用 AI 技术把优质医生资源无限复制，让有限的资源能够更加合理的分布，让分级诊疗更具备可操作性。

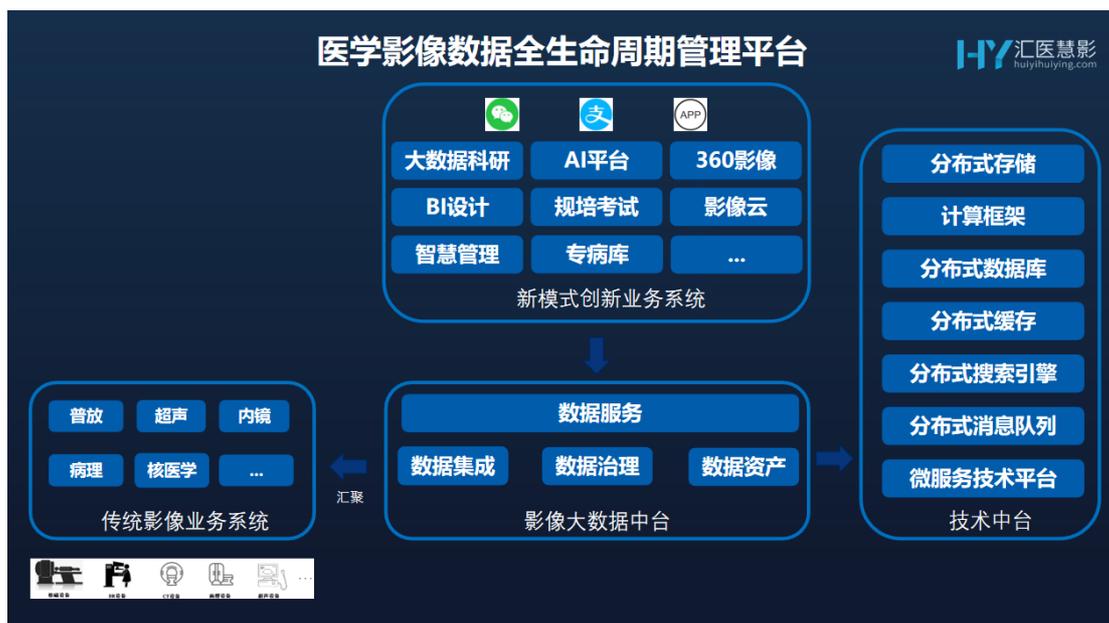
3.3 应用架构

医学影像数据全生命周期管理平台通过影像数据中台基于统一标准的高质量数据，面向前台应用服务提供多模式的数据服务，赋能应用平台，包括智能诊断（骨折、骨密度、肺结节等）、科研服务（放射组学平台、深度学习平台等）等应用平台。

3.3.1 临床智能诊断场景

为解决影像诊断工作中的速度不够快、精度不够高、人才不够多等“痛点”问题，在智慧医院 3.0 时代，汇医慧影开发出全新的 AI 影像辅助诊断应用将重构人机交互方式，实现从信息化到智能化的转变。该平台上的多病种人工智能辅助诊断产品，覆盖胸部、全身骨折、大血管等部位，为医院提供完整的临床智能诊断应用。

3.3.1.1 平台架构



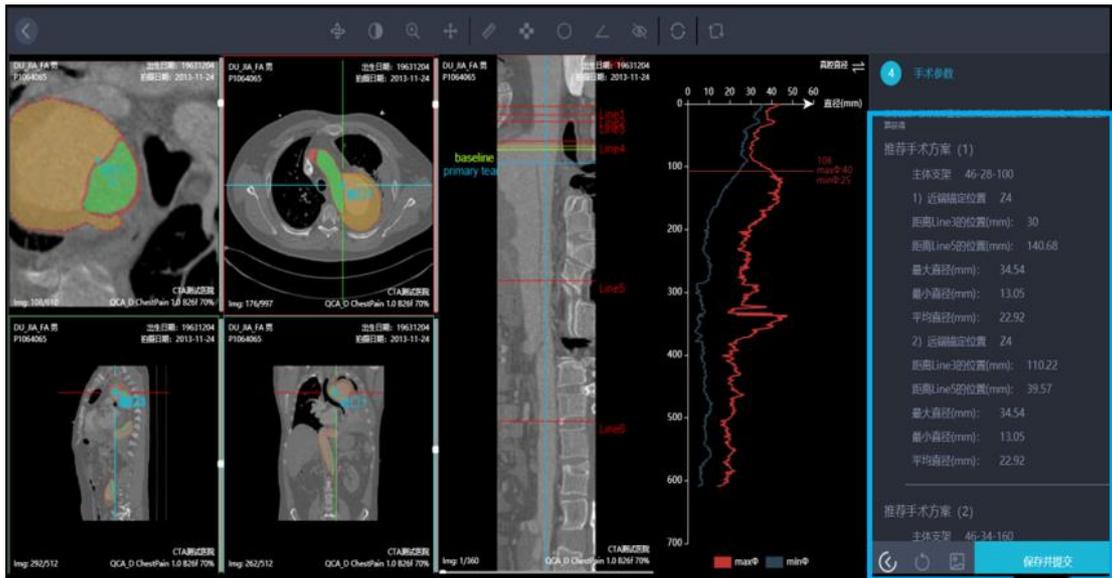
3.3.1.2 核心功能

1、CT 肋骨骨折辅助诊断系统



基于胸部 CT 影像，通过 AI 算法直观观测骨质受损情况，智能检测多种类型骨折迹象，自动标注疑似骨折处，多角度多层次清晰直观显示骨折，可快速检测多发急性肋骨骨折。

2、AORTIST[®]下主动脉人工智能精准诊疗系统



AORTIST[®]主动脉人工智能精准诊疗系统是全球首创的基于人工智能技术的主动脉疾病精准诊疗系统，针对B型主动脉夹层和腹主动脉瘤实现了血管全自动分割、解剖参数精准测呈、血管支架自动选择和手术方案自动生成。

3、骨密度 CT 影像辅助检测系统



骨密度 CT 影像辅助检测系统作为国内首例 CT 人工智能骨密度检测软件，基千高质的 CT 胸部平扫影像数据，通过卷积神经网络模仿人眼视觉神经系统在影像中对目标物体进行检测，实现快速分割脊柱各椎体形态，自动计算椎体骨密度值，根据中国定量 CT 骨质疏松诊断指南给出结论，辅助临床进行骨质疏松疾病的诊断。

3.3.1.3 业务价值

1、辅助医生诊断，减少漏诊误诊问题

医疗数据中有超过 90%的数据来自于医学影像，但对医学影像的诊断依赖于人工主观分析。人工分析只能凭借经验去判断，容易发生误判。利用图像识别技术，通过大量学习医学影像，人工智能辅助诊断产品可辅助医生进行病灶区域定位，有效减少漏诊误诊问题。

2、提高诊断效率，弥补医疗资源供应缺口

据统计，我国每千人平均医生拥有量仅为 2.1 人，医生资源缺口问题较为严重。在影像科尤为严重。这同样意味着放射科医师在未来处理影像数据的压力会越来越大，甚至远超负荷。

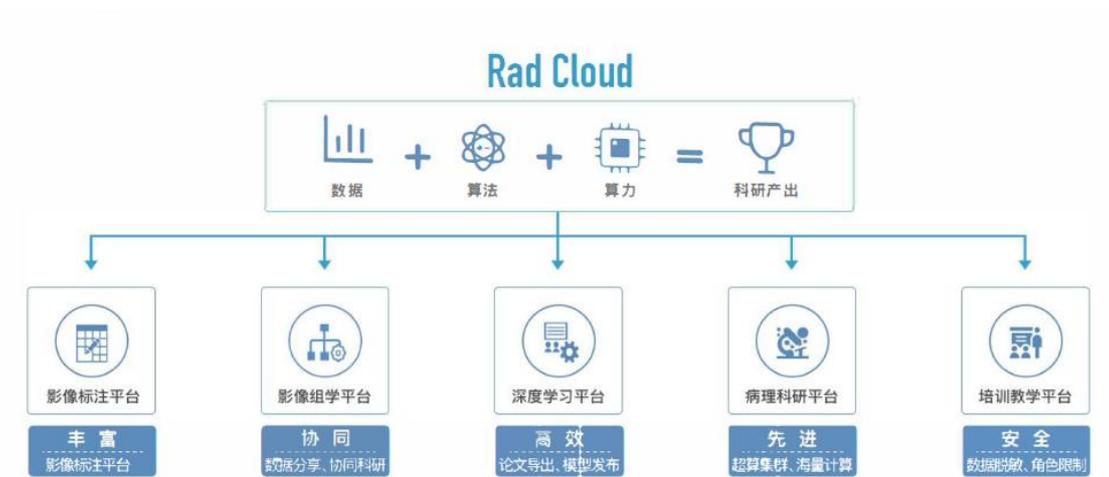
3、人工智能应用突破最先体现在医学影像辅助诊断

影像技术的飞速发展和影像设备在医院的普及使用，使得影像诊断逐步成为临床决策的核心依据。随着人工智能技术的发展，近年来计算机对图像的识别率有了显著的提升，使得使用人工智能技术图像辅助阅片成为了可能。由于医学影像数量大、数字化程度高以及商业价值清晰等特点，医疗人工智能技术将率先在医学影像辅助诊断环节做出突破。

3.3.2 医院科研服务场景

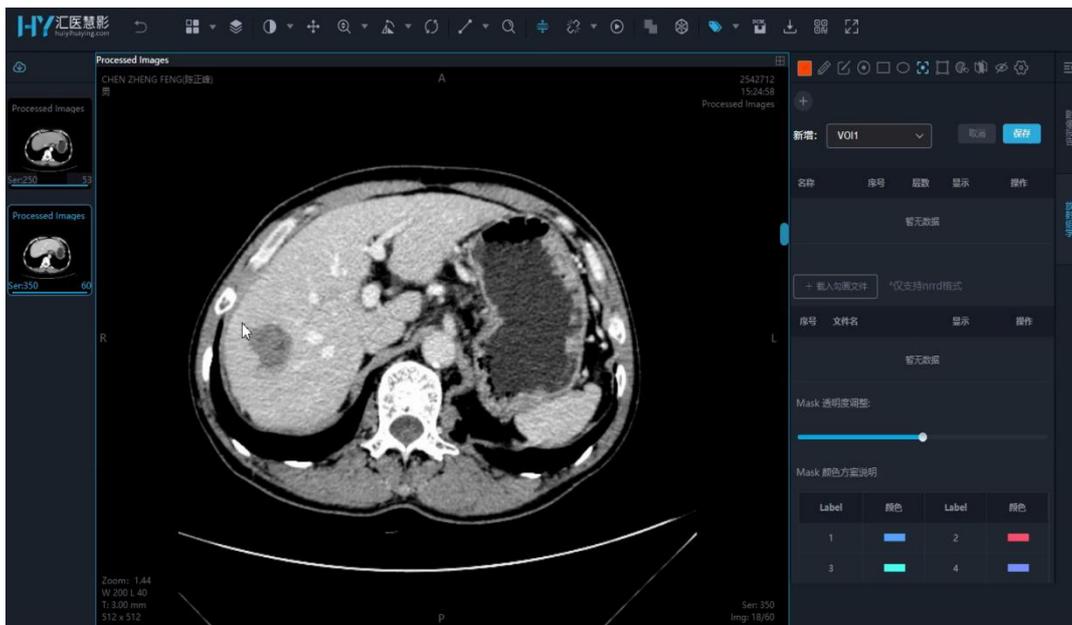
科研平台以影像数据为驱动，融合放射组学、深度学习分析方法和人工智能技术，将影像数据、病理数据、检查报告、临床信息等数据进行融合管理，通过自动化的分析和挖掘，辅助医生完成高价值的科研工作，激活数据价值，提升医院科研能力，输出高水平科研成果。科研平台支持基于放射、超声、病理、核医学及临床数据的多科室影像临床融合的科研课题，实现覆盖全院、多科室、单科室、个人课题等多种场景研究的一站式医疗大数据研究解决方案。

3.3.2.1 平台架构



数据+算法+算力=科研产出

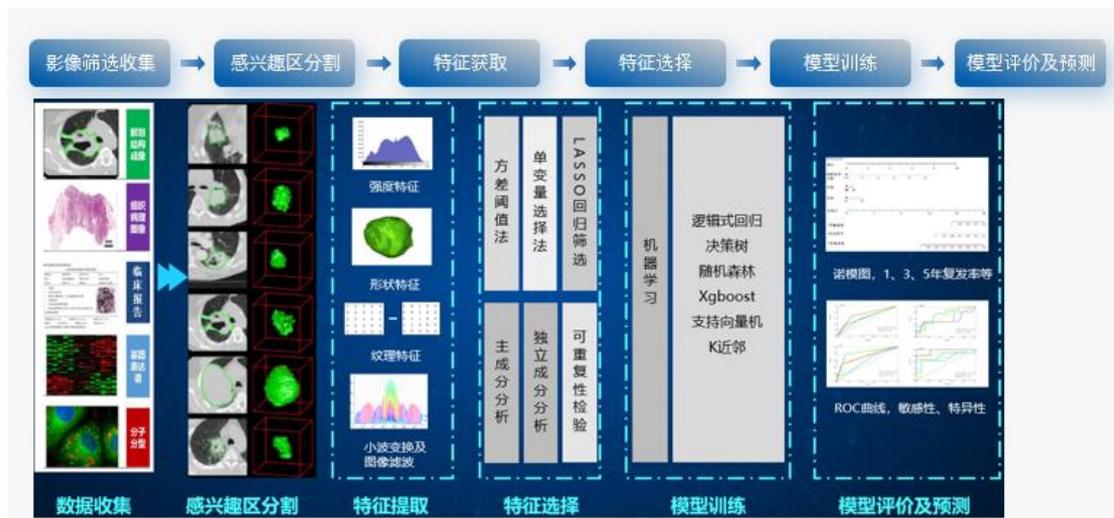
3.3.2.2 核心功能



1、 影像管理平台（个性化处理数据需求）

图像多种标注：半自动标注；自适应拟合标注：贴近目标区域勾画矩形；自动拟合到病灶边界；插值标注·中间未勾画层自动填充；套索标注·增加描点后，自动贴合病灶边缘；满足多种审核需求：单 / 双 / 多盲标注和审核。

2、 影像组学平台—边界操作生成报告



影像组学分析主要包含数据收集、感兴趣区域分割、特征提取、特征选择、模型训练和模型评价等功能。

3、 深度学习平台—优化数据提升价值



深度学习平台提供病灶检测、病灶分割、病灶分类及影像分类多个科研应用模块。

3.3.2.3 业务价值

1、数据共享

构建人工智能科研平台。对医院临床业务数据、医学影像数据持续进行数据汇聚、融合、挖掘、分析和展现，对患者全方位医疗数据进行管理，为临床

科研等提供有力的数据支持，也为完善的公共医疗服务应用提供数据支撑，实现医疗数据资源全面汇总、有效利用、以及资源共享。

2、促进医院学科建设，提升医疗水平

科研思路源于临床，科研成果的转化又应用于临床、服务于临床，从而实现科研与医疗工作整体水平提升的良性循环。大数据科研平台对全院学科进行综合化布局，使全院学科形成合力，促进综合优势的形成。通过大数据分析方方法，充分挖掘医院的医学影像信息，开展临床科研工作，围绕重点学科形成特色学科群，可进一步巩固医院传统优势学科的临床诊治和学术领先地位，培育形成一批新的特色和优势学科，促进医院整体学科的稳定、快速发展。

3、为医院自主进行科研成果转化提供支撑

医疗数据符合典型大数据特征：海量的数据规模、快速的数据流转和动态变化、多样的数据类型和巨大的数据价值。然而，散乱分布的医疗数据给查找和调阅带来诸多困难，从而限制了大数据价值的挖掘和应用。如何让医疗数据为医学研究、个性化治疗、疾病预测和疗效评估、临床决策支持和重大医疗卫生风险评估带来新的应用价值？医疗数据集中管理和后结构化势在必行。通过人工智能科研平台的部署与应用，为医院科研工作提供快速出成果的大数据分析平台，使医生不再受业务外如统计学、计算机等专业技能的限制。通过科研平台的利用，医院的多科室可分工协作，联合进行疾病科学研究，快速输出科研成果，快速形成影响力。通过科研形成临床知识库体系，使医院各科室都有机会自主研发智能软件，形成产学研一体化生态的关键基础。

3.3.3 临床数据集成场景

医疗信息集成服务基于临床数据中心高效、便捷的患者临床信息全息视图，以患者为中心集成显示全部就诊记录、病历信息、病史、影像、心电等检查和实验室检验结果，医护人员通过权限分配即可调阅所需的全部患者信息，并可与各类应用终端进行集成和互动，用于临床数据浏览。

3.3.3.1 患者 360 检查

医院所有的检查记录均可在患者 360 检查中进行查询检索，检索条件包括患者姓名、患者手机号和患者主索引，即通过查询条件进行患者唯一性定位。

通过查询检索得到的信息是患者的检查登记资料，该患者的所有检查信息需通过“360° 检查”获取。

序号	主要引	患者姓名	手机号	年龄	性别	身份证号	社保卡号	更新时间	操作
1	PET10962	演示4-PET-CT	13011081280	63	男			2021-11-17 18:41:31	360°检查
2	P1013791	演示5-PET	13011081280	32	女			2021-11-17 18:41:31	360°检查
3	21-006350	演示4-DXA	13011081280	32	女			2021-11-17 18:41:31	360°检查
4	P00200994	演示7-DX手部	13011081280	62	男			2021-11-17 18:41:31	360°检查
5	238074	演示2-超声MR	15101179692	32	女			2021-11-17 18:41:31	360°检查
6	0003055943	演示1-泌尿超声	13011081280	32	女			2021-11-17 18:41:31	360°检查
7	MR_70530786	演示5-MR颈椎	13011081280	48	女			2021-11-17 18:41:31	360°检查
8	T366938	CTA-注册演示	15101179692	59	其他			2021-11-17 18:41:31	360°检查
9	60957872	演示9-CTA Head	13011081280	62	男			2021-11-17 18:41:31	360°检查
10	*	演示1-超声结节AI	13011081280	60	男			2021-11-17 18:41:31	360°检查

3.3.3.2 患者 360 影像

患者 360 影像中展示该患者在医院做的所有影像检查记录，并可按时间、检查类型和送诊科室进行分类显示。针对每一条检查记录，系统提供影像报告内容浏览、患者详情查阅和患者影像阅片功能。

按时间	按类型	按科室
全部	3	
2021-04-28	1	
2021-04-29	2	

类型: DX	申请科室: 外科	详细
检查项目: HAND	检查时间: 2021-04-29 08:22:20	阅片
报告: 影像表现 右手第3掌骨远端骨折不连续，断端对位，对线尚可，余右手、右腕关节骨结构尚整，骨皮质连续，骨髓腔未见异常低密度影，周围软组织未见异常。 诊断结果: 右手第3掌骨远端骨折。		
类型: DX	申请科室: 外科	详细
检查项目: HAND	检查时间: 2021-04-29 08:22:20	阅片
影像表现: - 诊断结果: -		
类型: MG	申请科室: 外科	详细
检查项目: BREAST	检查时间: 2021-04-28 11:39:46	阅片
影像表现: -		

3.3.3.3 患者报告详情

患者报告详情分为五个维度，检查信息、报告信息、患者信息、电子病历、医嘱信息。

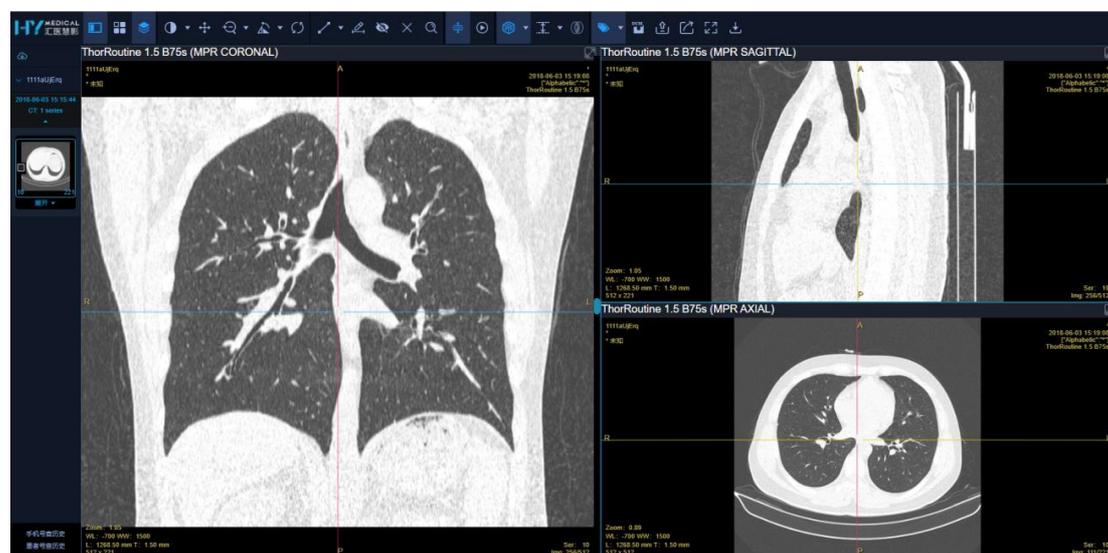
其中，检查信息对应患者检查的申请单信息，主要包含临床体征、患者病史、医嘱信息、病历信息、临床诊断等内容；报告信息对应患者本次检查的检查结果信息，主要包含影像表现、诊断结果、报告医生、审核医生、审核时间

等内容；患者信息对应患者的基本资料、病历信息、医嘱信息，主要包含患者电子病历、医嘱、姓名、性别、年龄、主索引、手机号等。

演示7-DX手部 61岁							
检查编号	LDX201707210246	检查类型	DX	部位分类	-	检查部位	HAND
检查项目	HAND	申请科室	外科	申请医生	-	检查设备	-
登记时间	-	预约时间	2021-4-29 08:22:20	到检时间	2021-4-29 08:22:20	检查完成时间	2021-04-29 08:22:20
临床体征	-						
患者病史	-						
临床诊断	-						
备注说明	-						
报告信息							
影像表现	右手第5掌骨远段骨折不连续，断端对位，对线尚可，余右手、右腕关节骨质结构完整，骨皮质连续，骨髓腔未见异常充盈影，周围软组织未见异常。						
诊断结果	右手第5掌骨远段骨折。						
报告医生	韩**	报告时间	2018-09-29 08:22:20	审核医生	魏晓刚(ALT)	审核时间	2018-09-29 08:22:20
阴性性	阴性	报告科室	影像一科	报告状态	已通过	打印次数	-
患者信息							
患者姓名	演示7-DX手部	性别	男	生日	1961-01-01	检查年龄	61岁
患者编号	P00200994	住院编号	-	床号	-	建档编号	-

3.3.3.4 患者影像浏览

患者影像浏览提供基于浏览器的专业影像浏览工具，除了实现基本的基于原始DICOM影像的调整窗宽窗位、缩放、测量等功能外，同时提供MRP、MIP、3D等高级三维后处理功能。



3.4 部署架构

3.4.1 应用场景特点

3.4.1.1 环境要求（空间、噪声、外设等）

通过前置服务器对接影像系统，数据采集服务，对接医院所有影像数据，包括 PACS 系统、病理系统、心电图系统等各个业务系统，实现医院影像数据的集中管理、统一调阅，满足医院影像数据的互联互通需求。服务器集中院内部署，多维可扩展技术架构，可进行弹性扩展，前后端分离应用，BS 架构，实现多平台的单点登录。

3.4.1.2 计算性能需求（精度、时效、延迟等）

保证平台的高可用，在整体设计上的可用性需要达到 99.95% 以上。并且能够根据应用负载进行弹性扩容，在任意一台机器故障时或流量波动等情况下都能做到不中断对外服务。在性能方面，用户进行在线实时查询业务操作，实现秒级搜索（查询时间低于 5 秒）；常规存储调阅 CT 图像一般 100 张/s，基于并行存储系统调阅 CT 图像可达到 500 张/s。

CT 图像	平均调阅时间 (CPFS)
296 张图像，共 149MB	0.59s
636 张图像，共 385MB	1.10s
910 张图像，共 468MB	1.79s
5673 张图像，共 2.8GB	10.59s

业务高峰时 500 多台工作站并发调阅，调阅性能依然稳定，由此可提高医生诊断效率，提升患者就医体验，困扰医院的 PACS 影像存储性能瓶颈问题由此迎刃而解。

3.4.1.3 存储性能（I/O 性能、存储空间等）

分布式存储进一步对 PACS 影像存储进行针对性优化，存储读写 IOPS 高达百万，能达到 600 例检查每小时的入库吞吐，日检查量可达到 720G 的入库标准；分布式存储采用基于 NoSQL 技术的分布式元数据管理，可管理文件数量达到 100 亿规模，完全可存储大型医疗机构 6 年以上的 PACS 影像文件；采用

MongoDB 分布式文档类型数据库，实现高扩展性，高可用，自动负载均衡；平滑在线扩容能力，使按需扩容成为可能。存储硬件的升级换代，只需要将新节点上线、旧节点下线、数据自动迁移就能实现。

分布式存储采用可扩展的系统结构，利用多台存储服务器分担存储负荷，利用位置服务器定位存储信息，不但解决了传统集中式存储系统中单存储服务器的瓶颈问题，还提高了系统的可靠性、可用性和扩展性。

3.4.1.4 网络性能要求

复用医院的现有网络，推荐网络带宽达到千兆或者更高。

3.4.1.5 外部系统集成要求

首先完成数据采集对接影像设备或者 PACS 系统，遵循 DICOM、HL7、IHE 等标准提供标准数据服务，与标准化系统无缝对接、快速互联互通；通过中台服务开发功能模块，实现数据权限范围内的自定义接口开发，注册成功的接口，可直接提供给智能应用进行使用。

3.4.2 部署架构

3.4.2.1 大型三甲（综合）医院部署架构介绍

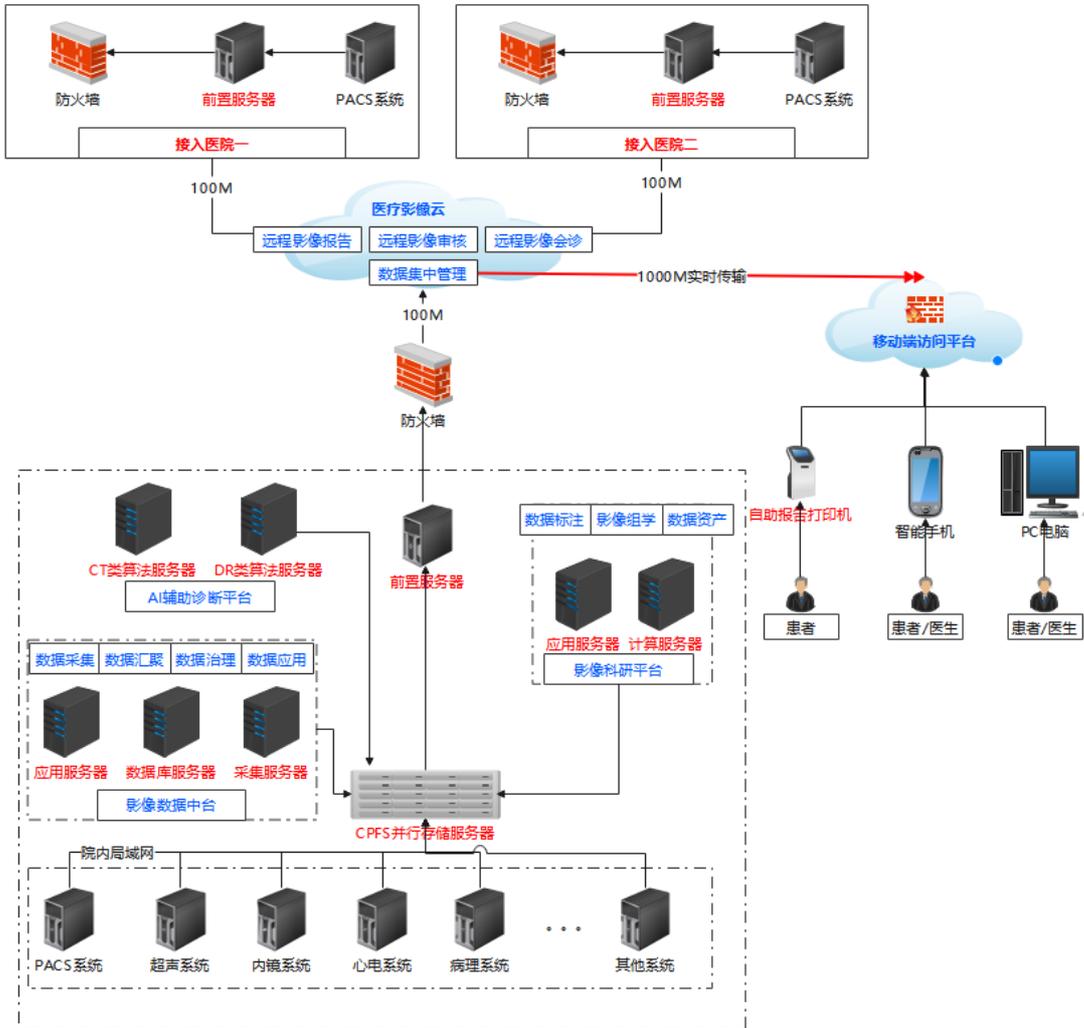


图 影像全周期产品私有云部署架构

依托院内机房环境和网络资源，建设医院影像数据中台，部署分布式 NoSQL 数据库、并行文件存储系统、微服务支撑中间件、数据采集服务和应用服务。

部署时，应用服务器与数据采集服务器分离。将应用服务器新增一个远程调用数据库服务器的连接，有效的缓解应用服务器负载的压力。院内影像数据通过前置服务器进行采集，将数据传到部署在院内影像数据中台上，建立数据空间时设置数据空间开放的标准服务接口、归属、数据权限、唯一标识，数据集成服务会根据请求信息自动将数据发送到匹配的数据空间，这些数据路由到大数据科研平台、临床智能辅助诊断平台、影像云平台。

硬件清单配置要求:

序号	硬件名称	配置	数量
1	应用服务器	CPU: Intel(R) Xeon(R) Gold 6248R (24核 48 线程/主频 3.0GHz/睿频 4.0GHz) x 2 内存: DDR4 32G x 8 固态硬盘: 960G (RAID1) x 2 外形: 2U 机架式 操作系统: CentOS 8.2	≧3
2	数据库服务器	CPU: Intel Xeon Silver 4215R (8核 16 线程/主频 3.2GHz/睿频 4.0GHz) x 2 内存: DDR4 16G x 8 固态硬盘: 2TB (RAID1) x 2 外形: 2U 机架式 操作系统: CentOS 8.2	≧3
3	采集服务器	CPU: Intel Xeon W-2265 (12核 24 线程/主频 3.5GHz/睿频 4.6GHz) x 1 内存: DDR4 32G x 2 固态硬盘: 4T	≧3
3	CPFS 并行存储服务器	CPU: Intel Xeon Silver 4214 (12核 24/主频 2.2GHz/睿频 3.2GHz) x 2 内存: DDR4 16G x 8 硬盘: 2.5" SATA SSD 480G x 2, U.2 2T x 2, 3.5" SATA HDD 8T x 12, LSI SAS 3108 x 1 网络: 千兆双口 x 1, 25G 双口 x 1	≧4
4	科研计算服务器	CPU: Intel Xeon Silver 4215R(8核 16 线程/主频 3.2GHz/睿频 4.0GHz) x 2 内存: DDR4 16G x 8 固态硬盘: 960GB(RAID1) x 2 GPU卡: Tesla T4 x 8 外形: 4U 机架式	≧2
5	AI 算法服务器 (DR 类)	CPU: Intel(R) Core(TM) i9-11900KB(8核 16 线程/主频 3.3GHz 睿频 4.9GHz) x 1 内存: DDR4 32G x 2 固态硬盘: 1T 机械硬盘: 4T GPU: NVIDIA 1080TI x 4	≧1
6	AI 算法服务器 NUC (CT 类)	CPU: Intel(R) Core(TM) i9-11900KB(8核 16 线程/主频 3.3GHz 睿频 4.9GHz) x 1 固态硬盘: 1T x 1 内存: DDR4 32G x 2 GPU: 1080TI 11G x 1	≧1

3.4.2.2 中小型医院部署架构介绍

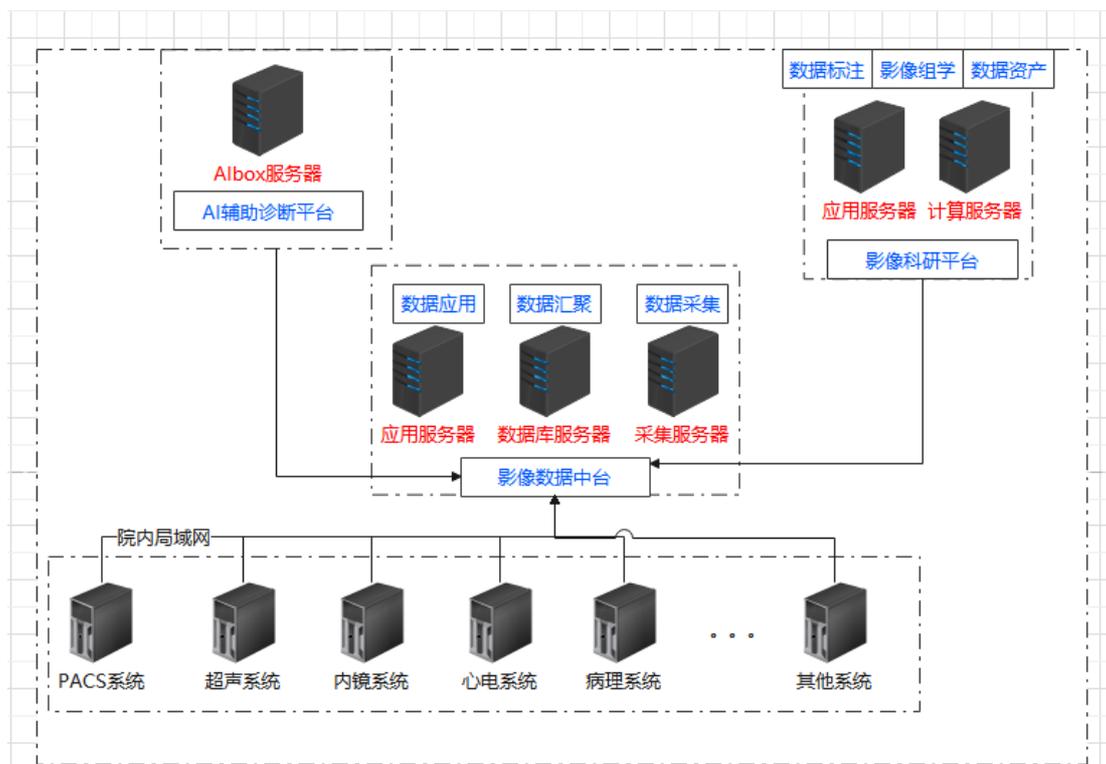


图 院内影像数据中台部署架构

依托院内机房环境和网络资源，建设医院影像数据中台，部署分布式 NoSQL 数据库、并行文件存储系统、微服务支撑中间件、数据采集服务和应用服务。

通过数据采集服务，对接医院所有影像数据，包括 PACS 系统、病理系统、心电图系统等各个业务系统，实现医院影像数据的集中管理、统一调阅，满足医院影像数据互联互通的需求。通过数据中台将数据路由至科研平台和智能辅助诊断平台使用。

硬件清单配置要求：

序号	硬件名称	配置	数量
1	应用服务器	CPU: Intel(R) Xeon(R) Gold 6248R (24核 48 线程/主频 3.0GHz/睿频 4.0GHz) x 2 内存: DDR4 32G x 8 固态硬盘: 960G (RAID1) x 2 外形: 2U 机架式 操作系统: CentOS 8.2	≥ 1

2	数据库服务器	CPU: Intel Xeon Silver 4215R (8核16线程/主频3.2GHz/睿频4.0GHz) x 2 内存: DDR4 16G x 8 固态硬盘: 2TB (RAID1) x 2 外形: 2U 机架式 操作系统: CentOS 8.2	≥1
3	采集服务器	CPU: Intel Xeon W-2265 (12核24线程/主频3.5GHz/睿频4.6GHz) x 1 内存: DDR4 32G x 2 固态硬盘: 4T	≥1
3	科研平台	CPU: Intel 酷睿 i9 10900X (10核20线程/主频3.7GHz/睿频4.5GHz) x 1 内存: DDR4 16G x 4 固态硬盘: 1T 机械硬盘: 4T 显卡: TITAN RTX * 1 外形: 塔式	≥2
4	AI 一体机	CPU: Intel 酷睿 i9 10900X (10核20线程/主频3.7GHz/睿频4.5GHz) x 1 内存: DDR4 16G x 4 固态硬盘: 1T 机械硬盘: 4T 外形: 塔式	≥1

4 产品特色功能

汇医慧影医学影像数据全生命周期管理平台，以数据中台为基石，医学影像数据为养分，数据服务为管道，结合汇医慧影在医学影像领域深耕多年的宝贵经验，发挥专业优势，深入了解客户业务场景和痛点，自主研发建立了一站式、高效协同、数字化、智能化多款应用，以满足临床、诊断、科研、教学、决策、运行管理等丰富的业务场景。



4.1 应用支撑平台

应用支撑平台为基于数据中台建设的所有应用提供统一的应用开发框架、基础功能支撑，以提高工作效率，提升系统稳定性、可扩展性。

应用支撑平台提供单点登录功能，实现用户一次登录、任意访问基于中台建设的应用平台；减少用户可能面临多平台忘记密码的问题，提升用户访问效率和操作体验。

平台提供统一的组织机构管理、用户权限认证、产品管理、数据字典管理功能，一方面提升数据质量，提高管理效率；同时，也避免了基于数据中台在进行应用创新过程中基础模块的重复建设问题，可快速响应客户需求。

4.2 数据中心平台

该平台重点以医学影像数据为基础，主要涵盖检查、报告、影像等相关数据，可实现单帧 DICOM、多帧 DICOM、JPG、视频等多源异构数据采集、存储。

特有的数据空间的数据管理方式，满足科室、科研、专病库、教学、临床调阅等不同的应用场景，不同空间数据具备严格的隔离机制。

通过空间数据路由的方式，实现不同数据空间的数据传输，满足一份影像文件在不同应用场景的复用，避免影像文件重复造成的成本上升。

影像文件的路由功能，可满足不同应用或不同数据空间之间影像文件数据的路由，用户可根据需要有针对性的按需要选用影像文件进行复制、存储。

针对医院对不同时期影像数据的调用频率不同，平台提供完善的生命周期管理功能；通过该功能客户可以灵活配置数据迁移、删除等机制，将数据按离线、近线、在线等存储类型进行精细化存储管理。既满足高频数据快速访问的需求，也可以有针对性的降低低频访问数据存储成本。

该平台具有数据权限精细化、任务高效自动化、海量数据检索快速全面化、功能应用灵活便捷化的特点，除了满足丰富的数据应用场景，面对不同的客户也具备良好的通用性。

4.3 数据质量平台

数据质量平台定位于医疗机构自主可控的针对多源异构影像数据进行质量监控和数据治理，主要实现对数据的及时性、规范性、完整性、准确性、稳定性等方面的监控及治理。

用户可自定义数据质量规则以建立数据稽核标准规范，通过质量任务、质量报告等模块实现对数据的在线核查，有的放矢做数据清洗、替换、补全等。

该平台意在满足机构需要实现整合影像数据分散、统一数据标准，保障数据质量的需要，也为基于数据形成敏捷开发服务、数据智能服务，建立数据全局视图的提供数据质量基础，便于进行大数据挖掘、分析、科研等。

4.4 大数据标注平台

影像大数据平台建设目的是将数据有效、良性循环利用起来，发挥数据价值，赋能业务创新。影像数据标注是 AI 医学影像、科研大数据分析过程中将影像数据充分利用起来的至关重要一环。

大数据标注平台以标注医学影像数据为出发点，为用户提供管理中心、数据集管理、数据治理等模块。用户可使用手动、半自动、自动等近 20 余种标注

工具对影像数据进行病灶勾画，勾画完成后用户可自定义病灶标签。同时，该平台具备多盲标注、多盲审核功能，满足不同用户在丰富应用场景下的使用。

4.5 数据服务平台

基于数据中心平台中的空间数据资产，用户可通过该平台快速开发接口服务，通过服务激活整个数据中台，让数据反哺业务，加速医院、客户数字化、智能化应用创新。在应用创新过程中，创建的接口服务将沉淀为公共的接口资源，可在未来为其他应用进行复用，大幅提升应用开发效率。

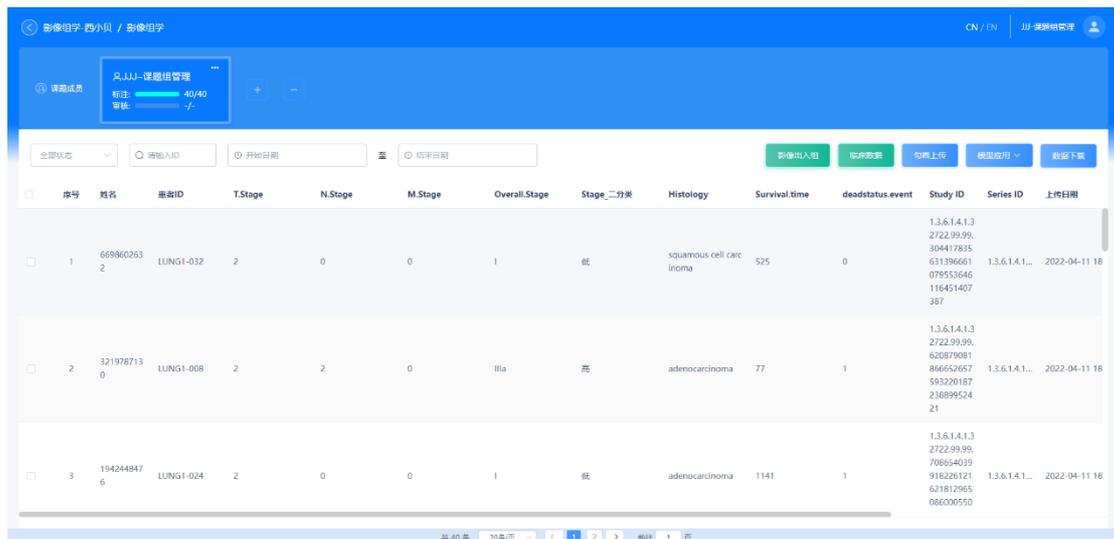
用户可在平台中进行注册、调试、运行接口服务，注册成功的接口可进行发布，由信息管理员进行审核；审核通过后，发布成功可被应用进行调用。

基于数据中心、数据质量、数据服务平台，汇医慧影自主研发多款智能应用，覆盖科研、诊断、临床调阅、培训考试、智慧化运行分析等场景。

4.6 大数据科研平台

大数据、放射组学分析方法，将影像数据、检查报告、临床信息等数据进行管理、分析科研平台以医学影像大数据为驱动、结合临床数据，利用人工智能、挖掘，辅助医生高效完成科研分析工作。

大数据科研平台与数据中心的空间数据实现互联互通，医生通过数据中台提供的路由模块将需要数据按规则、自动化路由至科研课题组空间；课题组支持个人、合作研究双重模式，数据治理人员在数据集中对数据进行集中管理。



序号	姓名	癌症ID	T.Stage	N.Stage	M.Stage	Overall.Stage	Stage_二分类	Histology	Survival.time	deadstatus.event	Study ID	Series ID	上传日期
1	669860263	LUNG1-032	2	0	0	I	低	squamous cell carc inoma	525	0	1.3.6.1.4.1.3 2722.99.99. 304417835 611386661 079553646 116451407 387	1.3.6.1.4.1... 2022-04-11 18	
2	321978713	LUNG1-008	2	2	0	IIa	高	adenocarcinoma	77	1	1.3.6.1.4.1.3 2722.99.99. 620879081 866652657 583220187 238899524 21	1.3.6.1.4.1... 2022-04-11 18	
3	194244847	LUNG1-024	2	0	0	I	低	adenocarcinoma	1141	1	1.3.6.1.4.1.3 2722.99.99. 708654039 918226121 631812865 086090550	1.3.6.1.4.1... 2022-04-11 18	

在科研平台-课题组-数据治理模块，医生可自主进行手动、半自动或自动标注，通过多盲审核等机制，构建标准数据集。

建立标准数据集后，平台提供放射组学或者深度学习帮助医生进行数据分析。放射组学可用于开发预测和预后模型，以达到个性化诊断目的。通过数据选择、数据分组、数据分析降维及机器学习等步骤完成组学分析任务。

深度学习可以进行病灶检测、病灶分类、影像分类、病灶分类任务，挖掘影像数据，最终目标是获得预测或预测模型。

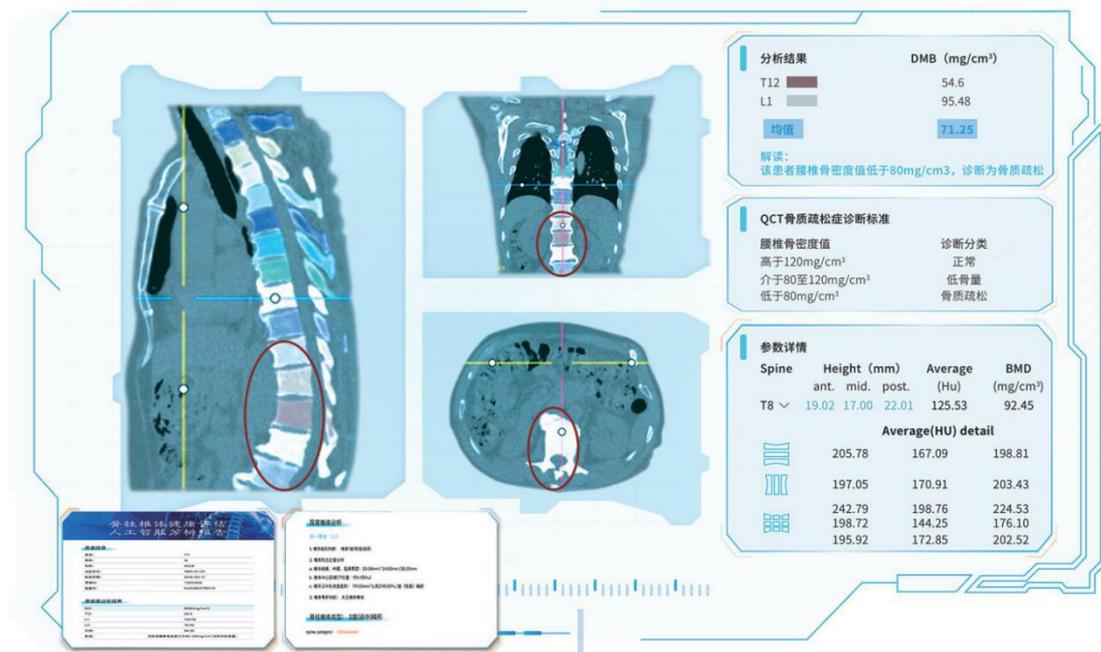
科研平台可覆盖多器官、多病种，帮助临床医生进行智能分型分级诊断、智能疗效评估、智能预测生存和预后。产品具有界面友好，功能丰富的特点，大大简化了科研流程，让数据赋能医疗科研。

4.7 人工智能 AI 平台

基于影像大数据、AI 技术，汇医慧影研发多款人工智能 AI 产品，为医生提供基于深度学习的智能辅助诊断平台，该平台可深度融合至医生工作流程中，辅助医生完成影像诊断，减少误诊、漏诊率，提高医生工作效率。该平台涵盖的 AI 产品如下：

4.7.1 CT 骨密度辅助筛查

该软件基于高质的 CT 胸部平扫影像数据，通过卷积神经网络模仿人眼视觉神经系统在影像中对目标物体的检测方法，把计算机“训练”成对 CT 影像的脊柱区域特征值极度敏感的神经元集合的感知系统，通过对 CT 影像中的脊柱区域进行处理、分析和计算，实现第一胸椎至第二腰椎的分割，通过对第十二胸椎至第二腰椎（T12、L1、L2）骨密度值的检测得出 BMD 均值，辅助临床医生进行骨质疏松、低骨量等问题的诊断。根据中国定量 CT（QCT）骨质疏松症诊断指南(2018)给出结论，并可一键生成自动化生成可视化、结构化分析报告。



4.7.2 B 型主动脉夹层

B 型主动脉夹层是指未累及升主动脉的夹层，病死率高，精准的 TEVAR 或 EVAR 治疗均十分依赖影像参数的精确测量。因此，主动脉自动分割、破口位置精准识别、并实现支架近端锚定区位置与锚定区直径测量等功能，对外科手术计划的快速实施、开展十分有利，也是当下血管外科等相关临床科室的迫切需求。



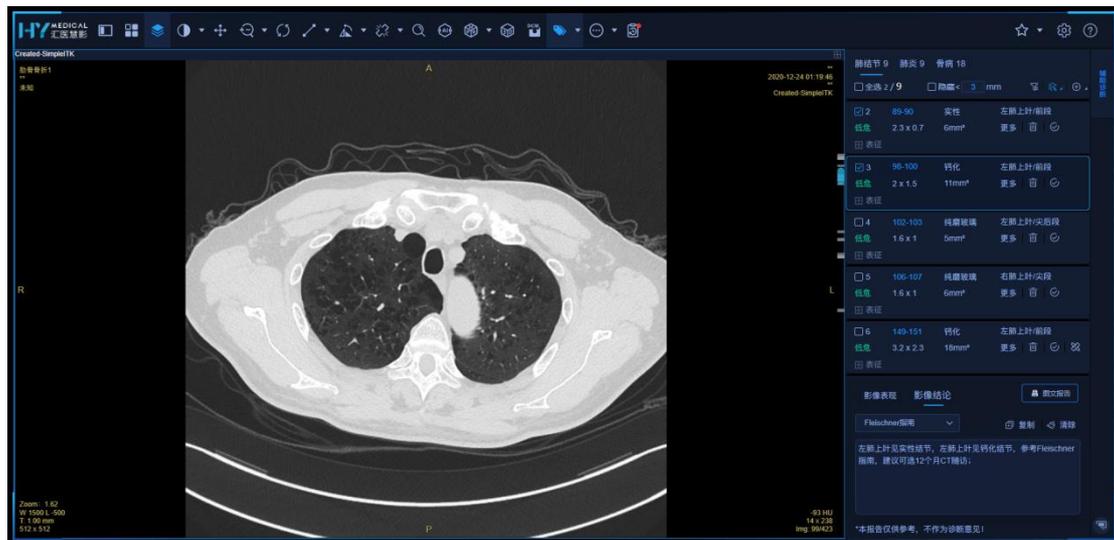
该平台适用于开展 B 型主动脉夹层手术的各级医院血管外科等科室。产品使用流程涵盖：影像采集、影像解析入库、应用服务及辅助诊断四大步骤。

基于高质的 CTA 影像数据，通过卷积神经网络模仿人眼视觉神经系统在影像中对目标物体的识别方法，把计算机“训练”成对 CTA 影像中的真假腔和破口位置特征值极度敏感的神经元集合的感知诊断系统，通过对 CTA 影像进行处理、分析和计算，实现真假腔和破口位置的识别，推荐近端支架锚定位置和锚定区最大动脉直径，辅助临床医生对 B 型主动脉夹层患者进行手术规划。

4.7.3 CT 肺结节辅助诊断

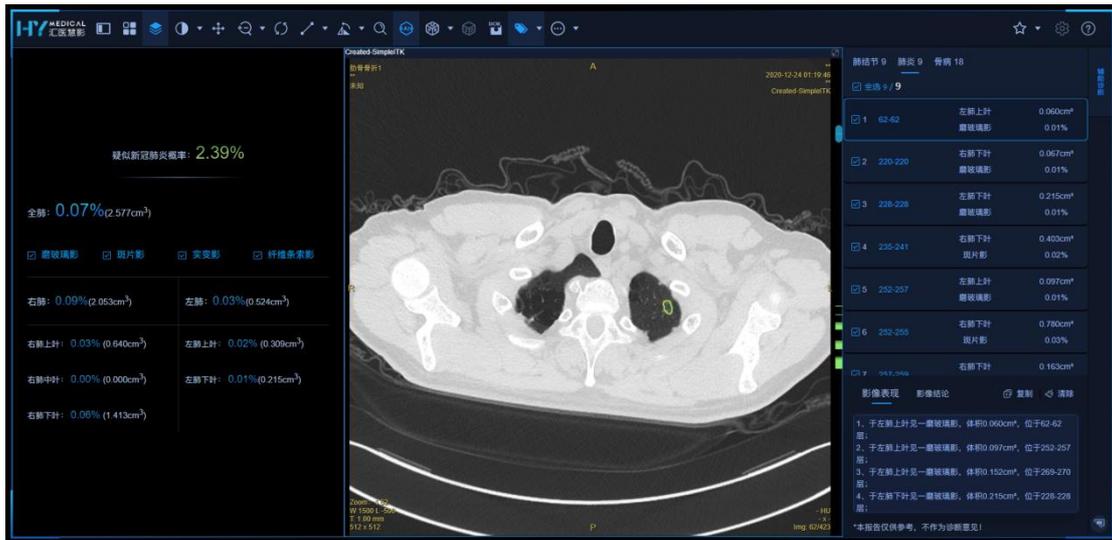
该软件系统基于海量高质的 CT 肺部影像数据，通过深度学习的最新的模型，模仿人眼视觉神经系统在影像中对目标物体的识别方法，把计算机“训练”成对肺部影像中肺结节的图像特征值极度敏感的神经元集合的感知诊断系统，通过对影像数据进行计算、分析，从而辅助医生完成在胸部影像中筛查可疑病灶的繁重机械式的工作，进而减少漏诊误诊的发生率。

该系统可通过设备、PACS 或慧影数据中台获取采集 CT 影像数据，并快速进行病灶分析，通过可视化的页面为医生提供结节自动检测、结节自动测量、结节性质分类、良恶性诊断、结节导航、结构化报告和随访建议等全面结节诊断功能，并给出风险级别；同时内置 NCCN、Fleischner、LUNG-RADS、ACCP、肺结节亚洲共识、中国专家共识等肺结节诊断指南，系统可根据指南及病灶信息自动生成智能报告。



4.7.4 CT 肺炎辅助诊断

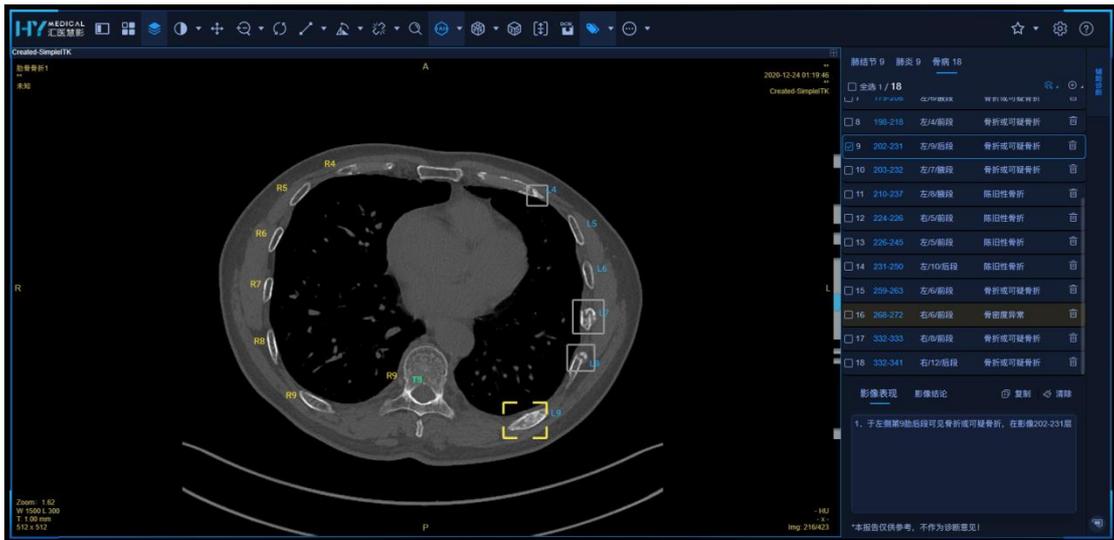
该平台可实现批量、全自动对 CT 影像进行诊断，在影像列表中给出新冠筛查结果。在阅片页面中，系统将疑似病灶进行精准分割，提供如病灶类型、体积、层数等详细信息。针对分割出的疑似病灶区，提供多种量化指标进行定量分析，主要包括：最大截面信息测量、肺占比、病灶区精准定位（层数以及所在肺叶）、病灶类型分析。同时，提供一键报告功能，医生将需要的病灶进行勾选后自动生成报告内容进行使用，大幅减少医生工作量。



4.7.5 CT 肋骨骨折辅助筛查

CT 诊断肋骨骨折相较于平片具有较大优势，尤其是三维重建 CT，可明确一些隐匿性的肋骨骨折。但 CT 影像相较于平片存在影像数量多，诊断耗时的缺点，汇医慧影自主研发 CT 肋骨骨折辅助筛查平台，辅助医生快速准确识别肋骨骨折，提高医生诊断效率。

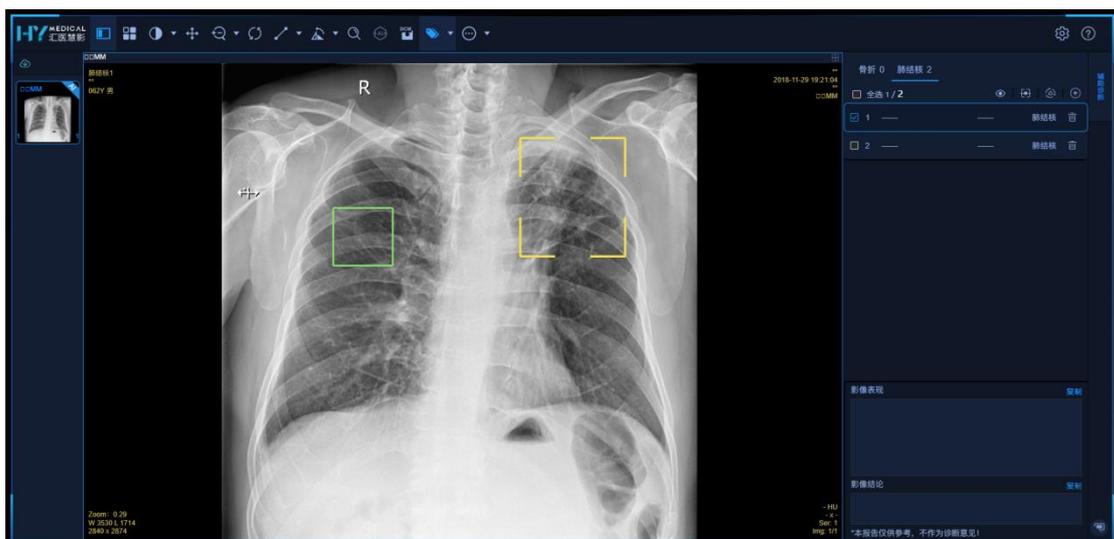
该系统支持分割、检测并显示出肋骨区域及位置，在 MPR 模式下三维显示肋骨区域及位置；提供陈旧性骨折、骨密度异常、骨折等多种分类结果供医生参考，帮助医生快速发现隐匿性骨折，同时提供一键生成肋骨骨折结构化报告的功能。



4.7.6 DR 肺结核辅助筛查

肺结核是我国法定的传染病，传染性强，我国对于肺结核的诊治扶持力度极大，有免费的治疗政策。在我国推动分级诊疗政策下，将 DR 肺结核辅助筛查平台赋能到基层医疗卫生机构，可以快速完成肺结核筛查工作，提升基层诊疗水平。

DR 肺结核人工智能辅助诊断平台可获取、显示、处理和分析标准 DICOM 格式的胸部 X 射线影像，并进行病灶分析，在影像阅片页面为医生标注出病灶所在层及位置，从而提示医生该区域是肺结核诊断关注的重点。医生可使用系统自动生成的报告结论完成报告书写工作。



4.7.7 DR 四肢骨折辅助筛查

骨折每年发患者数不少于 500 万人次，属于高发疾病之一，具有很大市场容量。骨折类疾病急诊和夜诊占比较高，对影像学诊断时效性要求较高。它需要大多数医院具有相应的诊疗能力。其次，由于存在隐匿性骨折等情况，骨折类疾病诊断会存在漏诊情况出现。据相关数据统计，X 线平片骨折的漏诊率为 15%，特别是多关节较多的四肢骨部位检查。漏诊会延误治疗时间，影响愈后及功能恢复。

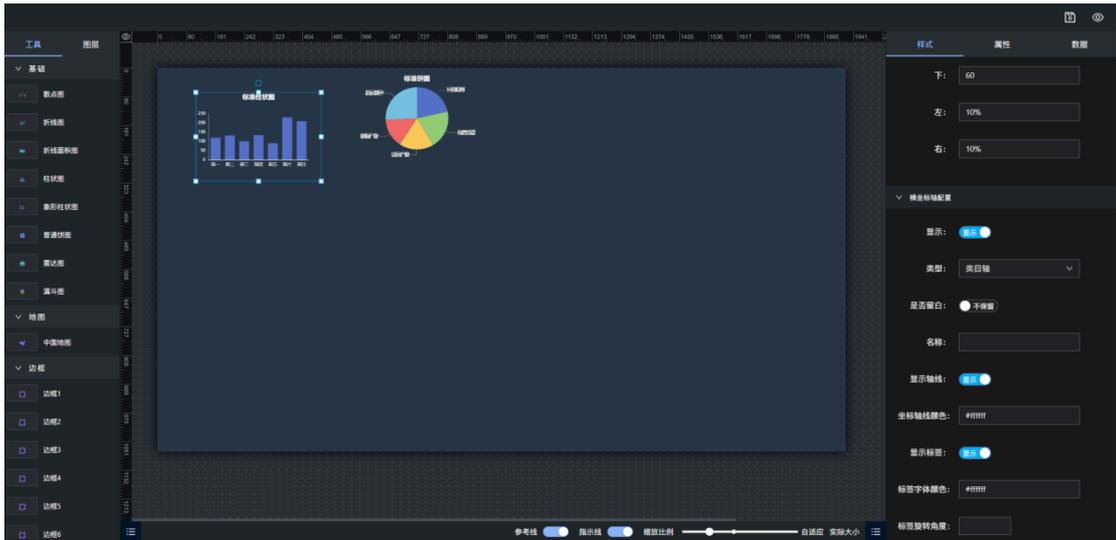
汇医慧影自主研发的 DR 骨折辅助筛查系统，通过建立基于深度学习算法的目标物体检测模型，快速检测四肢长骨、手骨、腕骨、足骨等多个部位的 DR 影像中是否有骨折的影像征状，并给出骨折的具体部位及骨折类型。



4.8 患者 360 影像中心

医院业务多元化，医学影像领域涉及放射、核磁、超声、病理、心电等多科室的多源异构数据，各类型数据往往独立存储在各自的业务系统中，形成数据孤岛，导致数据共享及互联互通异常困难，无法满足电子病历、互联互通更高的评级要求。

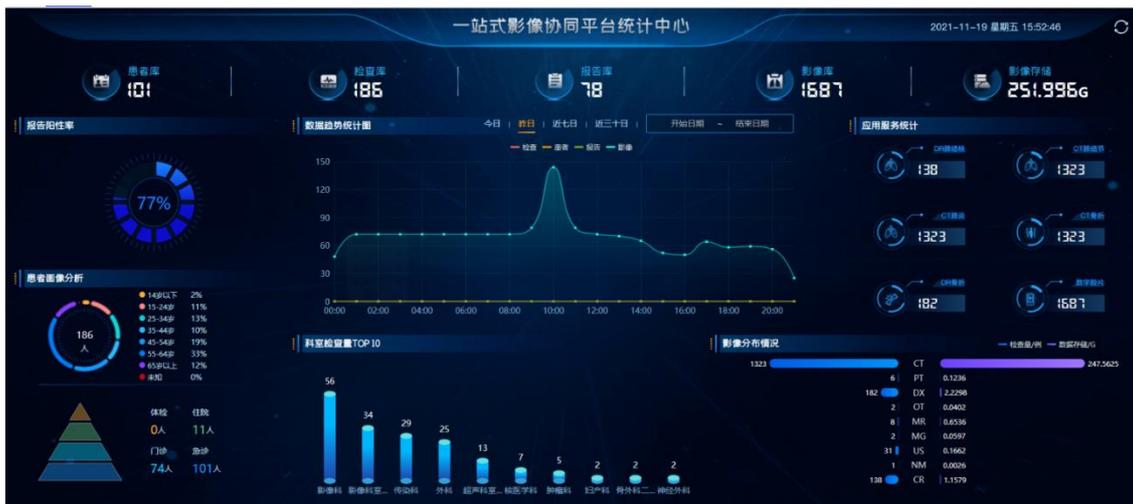
基于数据中台数据资产，建设患者 360 影像中心，根据患者院内索引、身份证号、社保卡号等信息，建立患者在该平台的唯一索引，形成患者全生命周期的影像报告数据，方便临床等科室随时调阅患者历史多模态影像。同时，该



将数据中台的数据资产进行深度分析、挖掘，客户可在 BI 可视化设计平台中灵活设计个性化图表，实现对业务流程、人、财、物等的全面监控，如质控、患者满意度、设备运行、工作质量及效率分析、阴阳性、疾病分布情况等场景，高效满足领导层获取大数据的需求，直观感受业务及数据情况，协助领导层进行快速、客观的决策。

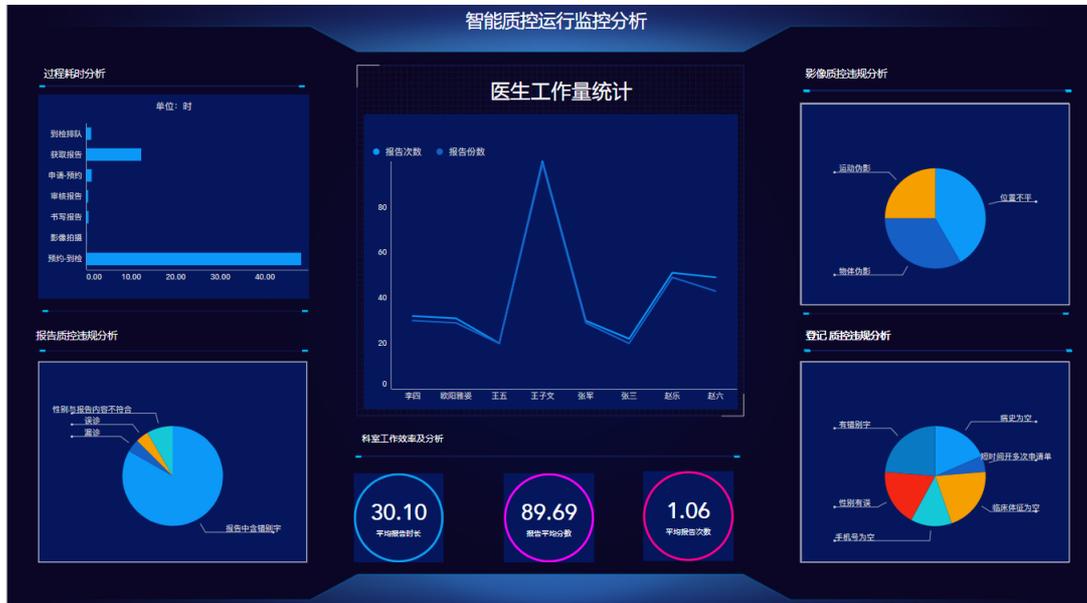
4.9.1 数据资产分布可视化分析

通过 BI 分析平台，结合数据资产，自定义设计数据中台数据资产情况，便于客户及时掌握数据情况。



4.9.2 智能质控可视化分析

基于质控结果，支持全方位的质控统计，主要涵盖如医生工作量、每个阶段耗时、各阶段违规操作次数统计、以及科室平均效率及分数等，辅助科室管理人员有针对性的改善工作流程、管理制度等。



4.9.3 检查业务运行分析

下图为基于中台数据，在BI设计平台设计的影像检查业务运行情况的可视化页面：



4.9.4 设备运行情况可视化分析

下图为基于中台、设备运行监控等数据为科室提供的设备运行情况的可视化监控大屏：



4.9.5 患者就诊数据可视化分析

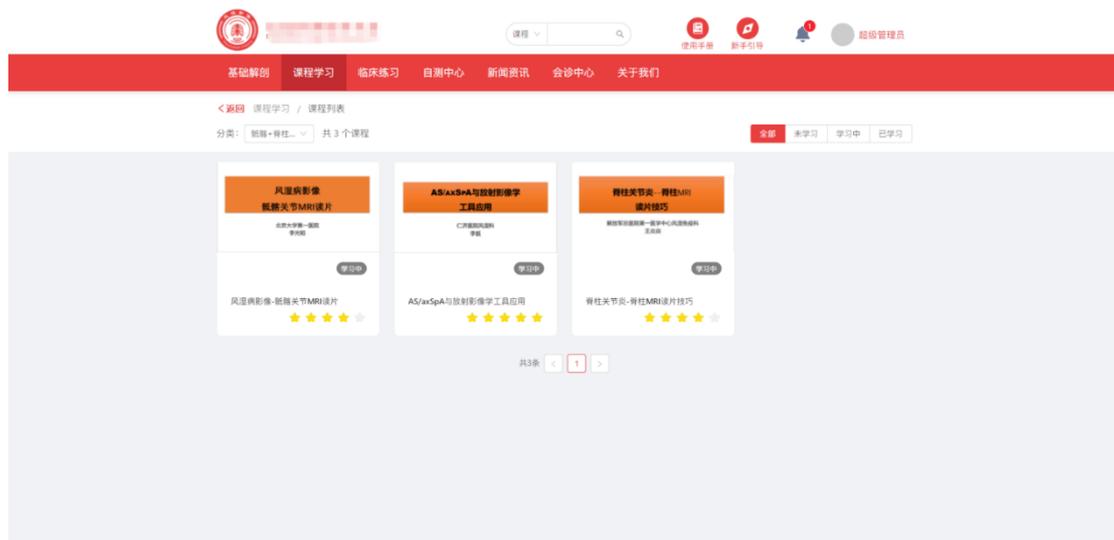
基于中台患者行为监控数据资产，及模型规则等，对患者就诊轨迹的数据可视化图标：



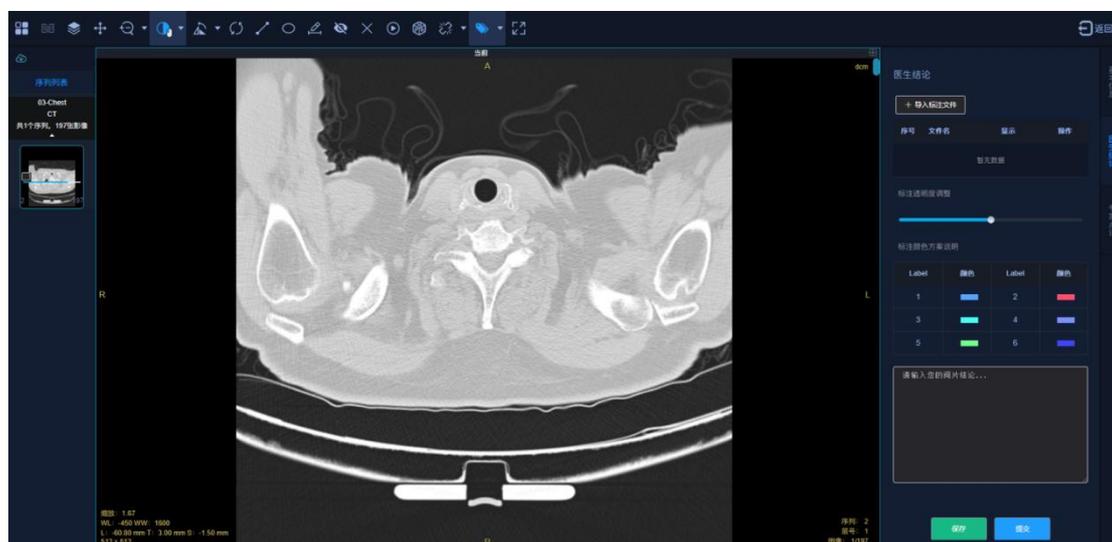
4.10 培训考试平台

以数据中心数据资产为基础，将疑难杂症及常见病等各类型影像、报告数据汇聚，形成高价值的培训资源池。通过课程学习中心、临床练习中心、能力自测中心、考试中心四大中心，建立起学、练、考一体化培训考试平台，让医护人员完成影像相关理论知识学习、临床读片练习、能力自评、日常考核等，有针对性提升自身专业能力。

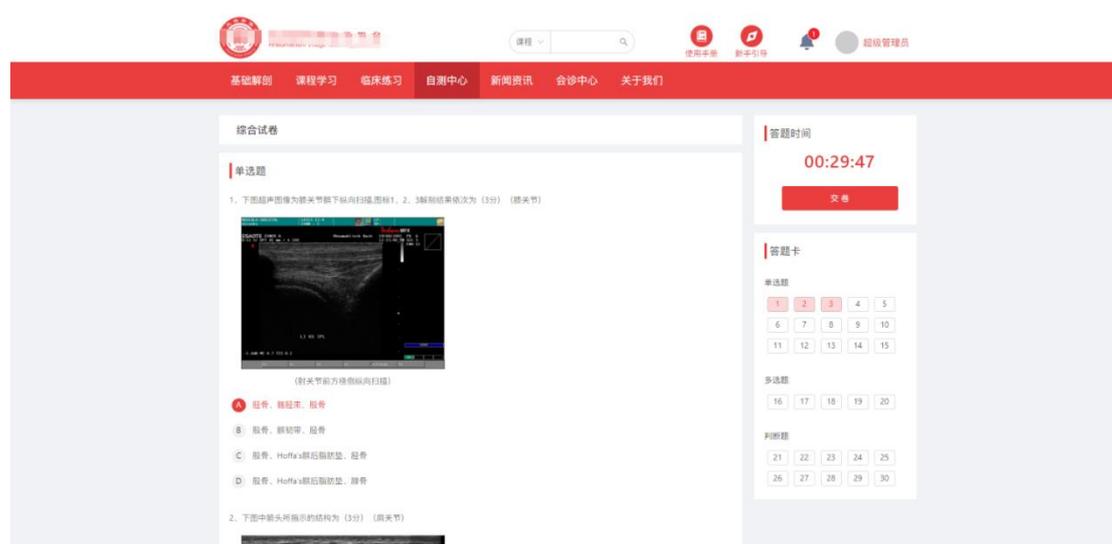
课程学习中心支持学习课程精细化分类、学习资料发布及资料调阅，其中影像培训数据可直接选取培训数据空间数据，培训人员可通过完成基本理论，工作流程，临床知识等进行学习。



临床练习中心主要功能为自行上传 DICOM、JPG 格式的影像，填写患者的基本信息和病例情况，进行在线阅片勾画病灶和填写阅片结论。并设立教师与学生机制，通过提交结论和勾画内容，让教师对学生的内容进行点评。



能力自测及考试中心，医生可以随机抽取试卷进行考试，考试结束后，系统将自动实时计算考试分数，以此来完成能力自测。通过考试中心，可满足对于医生的日常培训考核及能力考核。



5 平台技术特点

5.1 多维可扩展技术架构

传统信息化系统通常采用单体应用架构，依赖物理服务器、单机企业级数据库和传统文件系统，整体设计未采用分布式架构设计导致无法通过分布式部署方式线性扩展。传统信息化系统的计算能力受限于物理服务器整体性能以及传统文件系统和数据库的 I/O 性能，由于在软件设计上使用单体架构，按照 AKF 扩展立方体（Scalability Cube）方法论，只能增加应用部署机器数量结合负载均衡进行水平扩容，无法实现按业务功能模块垂直扩容，更无法实现按请求、用户信息分割。即使是水平扩展，同样会受限于传统文件存储架构的 I/O 性能。

医学影像数据全生命周期管理平台在技术选型上采用全分布式架构，分布式 NoSQL 集群、分布式对象存储、分布式缓存数据库、分布式消息队列等中间件全分布式架构。融合分布式微服务架构和容器化弹性计算，能够根据接入的设备、系统数量和业务量按需部署实例，并可无限弹性扩展。

医学影像数据全生命周期管理平台的技术架构具备多维可扩展特点：

1、X 轴扩展（水平扩展）：容器化集群与服务水平复制、弹性伸缩、动态路由与负载均衡。

2、Y 轴扩展（垂直扩展）：分布式微服务架构，服务级别分割、故障隔离，服务分库，命令与查询分离、多级缓存。

3、Z 轴扩展：面向查找分割用户、请求、数据值不同的服务实例；数据库分片存储，每个分片进行 X 轴水平扩展冗余；文件按生命周期可配置化存储策略。

5.2 医学影像文件生命周期存储技术

考虑医院数据量的激增，医学影像数据中心的建设必须支持分级存储结构，即在线、近线、离线，并提倡应用生命周期管理，根据不同数据的不同生命阶段，采用不同的存储策略和存储介质。

传统 NAS 存储随文件增长，访问时延急剧上升。随着对象存储、云存储产品等分布式存储系统的成熟和广泛应用，采用分布式对象存储，可为医学影像文件提供 EB 级高可靠、易扩展的分布式存储，使医学影像数据存储适应微服务同比扩容，数据全量在线。越来越多的医院采用分布式存储系统，取消离线存储而只保留在线和近线两级，也能解决数据量不断激增的动态扩容问题，实现影像数据全在线，极大方便了医学影像数据的利用和管理。

医学影像数据全生命周期管理平台的存储管理系统具有以下技术特点：

1、支持主流存储系统，包括本地文件系统、网络文件系统（如 NFS）、阿里云 OSS、华为云 OBS、MinIO 对象存储、S3 对象存储系统、阿里云分布式存储系统 CPFS、焱融 YRCloudFile 等，提供 SPI 按需扩展新的存储系统。

2、支持数据空间级的分级存储结构，即对于不同数据空间可设置不同的分级存储结构和存储系统。

3、支持根据不同数据的不同生命阶段，迁移至更合适的存储系统。如 CT 影像短期存储至高性能存储，超过 N 天未访问的文件转储低频介质存储。

4、支持基于最小存储阈值、存储层级和可用状态，自动选择可用存储系统。

5.3 异构数据源数据汇聚技术

医学影像数据中的 DICOM 文件汇聚，需要将非 DICOM 格式转换成标准 DICOM 格式进行存储，方便系统间数据交换。汇聚的主要技术有：

1、提供 DICOM C-STORE SCP 服务接收设备或 PACS 推送的影像数据。

2、数据库视图扫描+DICOM C-GET/C-MOVE SCU 服务，定时扫描数据库表或视图获取 DICOM STUDY 查询字段后发起 DICOM 请求 PACS 获取影像数据。

3、数据库视图扫描+共享文件复制。

4、共享目录监听、扫描，文件复制。

5、HL7、WebService 等协议接收影像 URL 地址，下载文件。

医学影像数据中的结构化文本数据汇聚，可采用传统的 ETL 技术架构，通过批量同步和增量同步方式抽取数据、转换源数据模型到目标模型、转换数据装载到数据库。或者采用大数据领域成熟的 ELT 技术架构，先将源数据库数据存储到数据仓库形成贴源数据层，再利用分布式计算引擎完成复杂的数据清洗等计算逻辑转换成需要的数据模型，能够应对大数据场景。

医学影像数据全生命周期管理平台的异构数据源数据汇聚,以路由规则引擎为核心,提供 EIP 标准化集成语言,内置 300+集成组件,主要包括各类数据库、本地和远程文件系统、消息队列、WebService、HTTP、DICOM、HL7 等,支持被动接收、主动轮训、事件监听、专用协议等模式抽取数据,实现整库迁移、批量同步、增量同步,通过领域集成脚本语言或 XML 配置,可以灵活配置数据集成流程。在影像文件的汇聚方面,支持主要的 DICOM C-STORE SCP 服务、数据库视图扫描+DICOM C-GET/C-MOVE SCP 服务、数据库视图扫描+共享文件复制、共享目录监听、扫描与文件复制、自定义协议下载等集成技术;结构化文本数据汇聚,支持离线批量同步(基于查询的 CDC),适用于一次性同步历史数据记录,和定时同步新增和修改数据记录(依赖表记录最后修改时间字段),支持实时数据同步(基于日志的 CDC),适用于实时同步新增、修改、删除数据记录。

5.4 数据空间管理技术

全院医学影像储存是医学影像数据全生命周期管理平台的基本能力,可集成院内超声、放射、心电、病理等所有医技系统、PACS 系统或设备,实现影像、视频、报告等医疗信息统一管理,并以精确、安全、标准的格式存储。

来源不同数据源的医学影像数据,存在按院区、科室区分权限管理数据的需求。同时,越来越多的创新系统需要对接数据中心使用医学影像数据,包括各种病种人工智能辅助诊断系统、云胶片、影像云、科研系统、教学规培系统,常规使用数据拷贝的方式,也突显存储成本过高和数据监管困难的问题。

医学影像数据全生命周期管理平台的数据空间管理技术,以类似文件夹、存储桶(Bucket)的“数据空间”,作为存储医学影像文件和检查、报告等结构化数据的存放“容器”。每个数据空间独立数据服务端口、权限控制、存储系统、生命周期,并能实现数据空间按路由规则分发,使数据在流程监管和系统监控下流转。数据空间在不同的数据应用系统的视角,又可成为某医生收藏病例、某病种专病库、某科研或临床试验用数据集、某 AI 产品专用数据空间等,满足数据中心化管理的同时实现数据应用系统差异化数据隔离使用需求。

5.5 数据手动与自动路由技术

医学影像数据的使用按时效性要求分为一次性批量获取和实时转发。科研场景对数据的需求通常是一次性批量挑选符合条件的数据，下载存储到光盘、硬盘，信息化程度高的直接转发至科研系统。已经融入医院业务流程的系统，如人工智能辅助诊断类系统，通常需要与设备或 PACS 对接，实现数据按设置的转发条件低延时转发至人工智能辅助诊断类系统。

医学影像数据全生命周期管理平台上的数据应用，通过关联查询生成引擎，将用户自定义的查询规则转换成优化后的查询语句，具备专业能力的用户可以直接定义查询语句，从而能够精准获得需要的数据。可通过检索报告影像所见的关键词收集关联的检查、报告和影像数据。

对应一次性批量获取和实时转发有两种功能：手动路由和自动路由。手动路由是定义数据匹配规则查询指定数据模型，挑选需要的数据和关联数据发送到指定的数据应用网络节点或数据空间。自动路由定时或实时触发，可以将符合匹配规则的数据自动转发配置的数据应用网络节点或数据空间。

5.6 医学影像数据 API 技术

数据 API（数据服务）是数据中心建设的最后一公里，是数据从治理到服务用户、服务新系统的核心能力，也是数据发挥使用价值的最有效方法。

医学影像数据服务，相比基于数据源的查询访问服务，具有成熟的行业标准，包括 DICOM、DICOMweb、HL7、FHIR、XDS、XDS-I，能够实现系统之间无缝交换信息。医学影像数据全生命周期管理平台在实现医学影像数据按虚拟数据空间隔离储存的同时，实现了对接虚拟数据空间的最新行业标准数据服务，并可以按需控制虚拟数据空间的开放接口能力。

除了最新行业标准数据服务，平台支持数据服务可视化、自主化敏捷开发，定制数据服务开发、审核、发布全流程管理，面向 API 调用者的应用管理，基于业务应用的视角对 API 进行集中式的查看和调用，支持权限控制和流量控制。定制数据服务有效扩展了行业标准数据服务的能力，具备脚本化编程支持能力，方便发布面向不同数据使用需求的接口，做到数据服务无限扩展，

最终形成数据 API 市场，支撑人工智能辅助诊断、科研、影像质控、临床试验、教学、随访以及大数据分析等。

5.7 医学影像人工智能集成技术

医学影像人工智能系统目前在医院流行的集成方案是影像设备在影像拍摄完成后发送 PACS 系统的同时也发送给 AI 系统，AI 系统存储影像并进行 AI 计算，为医生提供网页调阅影像和输出 AI 结果。这种设备直接推送数据至 AI 系统的方案避开传统 PACS 转发 AI 系统的性能瓶颈和时效性差等问题。但由于 AI 系统的存储空间无法无限扩展问题，只能通过定期删除数据释放存储空间，无法调阅患者历史影像和对应的 AI 结果；其他方案是直接将 AI 结果回传至 PACS，在 PACS 工作站调阅 AI 结果，此方案优点是降低集成难度，缺点是通过 PACS 能展现的功能有限，很多 AI 功能只能访问原厂的用户界面。

医学影像数据全生命周期管理平台基于分布式微服务架构，可直接实时转发影像数据至 AI 系统，支持接收 AI 回传结果。同时通过数据空间和数据 API，解决了 AI 系统影像统一管理，简化随访、相似病例等高级功能的实现。

5.8 BI 大屏设计与可视化技术

BI 通常是数据中心建设的必备应用，不同人群对数据查询、分析和探索的需求，相比成熟、独立的 BI 产品，医学影像数据全生命周期平台下的数据可视化系统，作为可独立部署使用的系统，也可以作为数据中台的数据应用，与数据中台的数据服务联动实现数据源接入，并建立了一套标准化的数据可视化开放体系。标准化和开放性体现在以下方面：

1、流程标准化：从数据服务到可视化，建立受管控的数据可视化应用开发、发布和使用的标准化流程。

2、插件标准化：在图表层提供标准化可插拔扩展接口或 SDK 规范，支持新增图表插件定义图表渲染、属性配置面板，支持图表插件版本管理实现多版本并存、兼容。

3、交互标准化：支持权限可控的标准化交互能力，如筛选、钻取、联动、跳转、弹窗、分享等。

5.9 数据应用集成技术

为实现医院信息系统的互联互通，需解决统一组织机构和用户信息管理、单点登录、信息系统集成的问题。融合数据中台建设的医学影像数据全生命周期管理平台，需支持数据应用的集成能力，为数据应用直接提供或间接提供必要的组织机构管理、用户管理、角色管理、产品管理、菜单管理、权限管理和单点登录等基础功能。

医学影像数据全生命周期管理平台下的协同平台系统，基于微前端技术，使得基于不同技术栈的 web 系统能够统一集成至协同平台系统，为用户提供一站式的系统访问，并实现各系统之间的单点登录。协同平台通过灵活配置产品和产品下的菜单列表，支持将其它系统的访问地址以菜单的形式对接到协同平台，支持窗内显示和独立外链窗口显示。数据应用在数据服务系统上注册、发布接口，其他数据应用的开发者在系统上申请数据服务，审批通过后在数据应用中集成数据服务 SDK 实现数据服务应用。

6 平台与 PACS 关系

1、PACS 存所有数据，中台存储作为备份存储，使用分布式存储、对象存储、云存储或现有备份存储系统，支撑 360 影像调阅、AI、云胶片、影像云、科研。

2、PACS 存所有数据，中台存储短期数据或根据接入的创新数据应用需求汇聚数据，支撑 360 影像调阅、AI 等，中台没有的数据在需要用的时候或按策略从 PACS 提取。

3、PACS 存短期数据，中台作为 VNA 存储所有数据，支撑 360 影像调阅、AI、科研，支持 PACS 从中台通过 DICOM 协议提取历史影像。

4、存在多套科室级 PACS、分散存储，中台作为影像集成平台汇聚存储检查、报告等结构化数据，使用 XDS-I 服务存储清单索引，需要图像文件时直接将图像提取请求转向 PACS。

7 客户案例

7.1 大型三甲（综合）医院典型案例

7.1.1 项目概况

山东大学第二医院



山东大学第二医院是全国第一家通过新版等级评审标准的三甲医院，也是山东省医疗系统的突出贡献单位，承担济南市周边 870 万人口的救治任务。在医院的数字化建设过程中，迫切需要标准的、统一的影像数据中台，实现影像数据全生命周期管理。



项目架构图

7.1.2 项目成果

汇医慧影为山大二院建设基于影像数据中台赋能多应用场景的数字影像中心，平台基于分布式存储架构，利用云计算、移动互联网、人工智能等技术手段，以医疗数据中心为依托设计应用服务平台总体规划，以及以科研、医疗、管理和教学、公共胶务提供服务的平台。

为山大二院建立由数据平台、服务平台和应用群三部分组成的全院级影像数据中台。其中，第一阶段和医院 PACS 系统、影像设备对接，采集患者影像数据，第二阶段通过服务平台实现业务流程的再造与优化，根据院内原有系统制定业务流程，方便应用融入，第三阶段通过应用群的扩展，在业务流程中融入智能诊断、科研服务等功能，加快院内影像系统的智能化、移动化建设，从而实现影像数据的“聚、通、用”，助力山大二院智慧医院建设。

7.2 中小型医院典型案例

7.2.1 项目概况

沙县总医院智能云平台

沙县总医院是医改示范医院，下辖 12 个基层分院、延伸 128 个卫生所。沙县总医院面对如此繁多的下级医院和众多百姓，在分级诊疗和患者服务方面作出表率，用数字智能胶片代替传统胶片，改善不易携带、无法传输等问题，用人工智能辅助诊断提升筛查效率、提高准确率。



2021 年 3 月 23 日，习主席来到沙县总医院考察图片来源 新华网



7.2.2 项目成果

为提高沙县总医院医学影像便民服务能力和解决医学影像长期储存备份的问题，汇医慧影为沙县总医院提供数字智能胶片服务和人工智能辅助诊断服务，提高影像医生阅片效率，降低误诊漏诊率，提供量化信息，实现精准诊断，同时为患者提供便利的院外移动访问影像检查和报告信息的服务，患者做影像检查后，通过智能手机和平板电脑等移动终端通过医院公众号、短信上的电子链接等方式就能直接浏览或下载影像图像，提高了影像资料的保存时间，“数字智能胶片”同时包含了各类检查报告、关键影像和全部 DICOM 影像，所呈现的影像信息是完整的。使用“数字智能胶片”后，影像资料可以同步上传到网络，接诊医生可以在诊室直接通过显示器查看影像图像，就诊流程加快。

8 总结

汇医慧影以“让医疗数据用起来”为研发理念，在保障信息安全基础上建设新一代人工智能驱动的影像数据中台，实现影像数据的全生命周期管理。通过对海量医疗数据的采集、存储、计算、加工、融合，形成高效可靠的数据资产体系和数据服务能力，实现医疗数据资产化，资产服务化，让医院管理运营精细化、信息手段智能化，以助力医院实现高质量发展目标。面向大中型医院体量，汇医慧影数据全生命周期解决方案给出对应的技术建议，运用英特尔的 CPU 算力支持，提供稳定、快速、全面的数据生命周期管理，覆盖数据采集、数据治理、科研转化多个流程，让 AI 深入临床，助力科研。