

2025

中國傳染病放射學發展 白皮書

香港技術研究院

2025 年 11 月

前言

本報告基於香港技術研究院醫藥與生命工程學院團隊在傳染病放射學領域的系統性突破，結合國家“健康中國 2030”規劃綱要要求與臨床實踐需求，全面梳理中國傳染病放射學的研究基礎、理論體系創新、技術研發成果、學科建設進展及國際影響力。通過對重大傳染病致病機制闡明、放射診斷標準建立、人工智慧診療設備研發、教材體系完善等維度分析，展現我國在該領域從“跟跑”到“領跑”的發展歷程，為全球傳染病防控提供“中國方案”。

主要起草人：

李宏軍 劉唯夷 李 莉 任美吉 蔣大衛

劉 維 陆普选 施裕新

香港技術研究院 2025 中國傳染病放射學發展白皮書

一、學科發展背景與戰略意義

1. 國家政策支撐

(1) 法律保障：《中華人民共和國傳染病防治法》於 2025 年 9 月 1 日實施第二次修訂，明確甲、乙、丙三類 40 種法定傳染病，為傳染病放射學診療提供法律依據^[1]。

(2) 戰略導向：“醫防融合”戰略推動傳染病資訊與醫院感染管理數據互聯互通，要求放射學在“預防-診斷-治療-評估”全流程發揮支撐作用。

2. 臨床需求驅動

(1) 併發症防控：重大傳染病併發症已成為患者致死主因，亟需放射學提供精準影像評估體系，指導臨床干預。

(2) 標準化缺口：既往缺乏針對傳染病群體的標準化影像檢查方案，導致診療品質參差不齊，亟需學科層面統一規範。

二、研究基礎：學科發展的前置支撐

研究基礎是中國傳染病放射學突破的核心前提，圍繞“解決臨床瓶頸、構建創新體系”展開，為後續學科發展奠定堅實根基。

1. 研究背景與需求導向

(1) 公共衛生戰略需求：重大傳染病因傳播廣、致病性強、症狀隱匿、致死率高，嚴重威脅患者生命與國家安全，是“健康中國 2030”規劃綱要的首要攻克任務之一。

(2) 臨床診療瓶頸：此前放射診斷存在四大核心問題——檢查

方案不規範、診斷體系不完善、治療手段不精準、評價模式不客觀，直接導致診療效能低下，制約臨床推廣。

(3) 專案資助保障：團隊在國家及省部級專案支持下，針對上述瓶頸開展系統性攻關，形成“問題-突破-應用”的閉環研究路徑。

2. 總體研究思路

以“破解關鍵難題、提升診療效能”為核心，構建“機制-體系-設備-應用”四層研究框架：

(1) 針對傳染病致病機制不清問題，從全鏈條致病機制切入，揭示疾病發生發展規律；

(2) 圍繞診療不規範問題，構建放射診療技術指標新體系；

(3) 聚焦診斷效率低問題，研發放射診斷新設備；

(4) 立足臨床應用局限，通過技術轉化大幅提升效能與應用價值，解決精準診療與評估難題。

3. 核心科技創新成果

(1) 闡明重大傳染病全鏈條致病新機制

1) HIV 腦認知損傷機制：首次發現 HIV 神經元損傷“先軸索、後髓鞘”規律，識別 HIV “儲存庫”生物標記，提出“Treg 富集與腦表型關聯特徵是 CART 清除潛伏 HIV 儲存庫新靶點”假說^[2]，為精準干預奠定基礎。

2) 跨物種驗證模型：構建“人-HIV/猴-SHIV”多模態生物數據對齊模型，驗證靈長類與 HIV 腦損傷共性趨勢，明確感染 40 天是 HIV 腦損傷“可逆轉期”關鍵節點^[3]，為機制研究的真實性與可重複性提供驗證工具。

3) 新冠致病機制：率先完成 3 例新冠逝者遺體屍檢，繪製

COVID-19 蛋白表達圖譜，發現 NF- κ B 信號通路新靶點^[4]，揭示全鏈條致病分子病理機制，為診斷理論與標準制定提供病理支撐。

（2）放射診療技術與標準的前期探索

1) 規範診療行為：首次牽頭制定“傳染病放射檢查方案與感染防控專家共識”，提出新冠“臨床分期+病原病理”分級診斷模式，提升影像診斷臨床符合率。

2) 搭建資源平臺：建成我國首個跨物種多模態重大傳染病影像專病資料庫（獲國際 AAHRPP 與國內 ISO 9001 認證）、首個“傳染病數字影像科技館”（涵蓋斷層標本、病理、影像多源生物數據）。

（3）成果認可與傳播

1) 學術獎勵：創新成果獲中國科促會科技創新一等獎、2023 年 Springer-Nature 中國新發展獎。

2) 著作與教材：在 Springer Nature 出版 16 部英文專著（全球下載量 26 萬次），出版 28 部中文專著（獲國家新聞出版署“版權輸出獎”“普遍獎”），教材入選國家醫學類本科生創新教材、研究生教材及住院醫師規培教材。

3) 學術發表：代表性成果發表於 STTT、Theranostics、AIDS、Eur Respir J、JMIR 等國際頂級期刊，獲同行廣泛引用與認可。

三、理論體系突破與標準化建設

在“研究基礎”前期探索的基礎上，形成體系化、標準化、國際化成果，聚焦“理論成體系、標準成矩陣、影響達國際”的核心突破。

1. 三大核心理論體系創新

基於前期致病機制研究，構建覆蓋“損傷機制 - 致病圖譜 - 診

斷邏輯”的完整理論框架，顛覆傳統認知並指導臨床實踐：

(1) HIV 神經元損傷機制假說：將前期發現的“先軸索、後髓鞘”規律系統化，形成可指導診斷的理論假說，明確 HIV 腦認知損傷的病理進展路徑，為精準干預提供理論依據。

(2) 多因素聯動模型：整合病原體 - 宿主免疫互作的全鏈條研究成果，構建可視化致病機制圖譜，明確關鍵調控節點，實現“機制 - 影像 - 臨床”的關聯解讀。

(3) 影像免疫病理動態調控機制：結合前期病理與影像數據，建立無創微觀可視化（影像）與宏觀精準化（診斷）的聯動指標體系，實現“影像提示病理、病理指導診斷”的動態評估邏輯。

2. 標準化體系構建與國際突破

在前期專家共識基礎上，升級形成“國內標準 - 國際共識 - 全球指南”的三級標準矩陣，填補領域空白並輸出中國方案：

(1) 國際標準首創：主導制定全球首個新冠肺炎影像診斷標準《新型冠狀病毒肺炎影像學輔助診斷指南》^[5]，基於前期新冠病理研究成果，改寫美國 RSNA 定量影像診斷標準，關鍵指標納入國家衛健委 COVID-19 診療方案第五版，至今保持高被引排名第一。

(2) 法定傳染病標準體系：構建涵蓋 16 部標準規範的法定傳染病影像學診斷體系，整合前期各類傳染病診療規範經驗，獲 WHO 與中華醫學會“標準共識制訂透明獎”（TOP 10%），出版《法定傳染病影像學診斷標準》^[6]。

(3) 國際空白填補：制定全球首個 HAND（HIV 相關神經認知障礙）影像診斷共識，基於前期 HIV 腦損傷機制研究，解決傳統評估耗時長、不客觀的痛點，為全球 HIV 腦認知損傷診療提供可替代方

案。

四、技術研發與裝備創新

圍繞結核病精準診療核心需求，突破多領域技術瓶頸，研發形成“微觀檢測－影像融合－移動診療”三位一體的全球首創設備集群，並構建全鏈條知識產權體系，填補國際技術空白，為傳染病診療提供硬核裝備支撐。

1. 全球首創結核病核心診療設備集群

聚焦結核病檢測效率低、診斷精準度不足、優質資源覆蓋有限等痛點，針對性研發三款全球首創設備，實現全場景適配。

（1）全球首款肺 TB 自動檢測顯微鏡設備

作為結核病病原學檢測的核心裝備，該設備破解行業關鍵技術瓶頸，實現結核菌檢測的“定性－定量－高效化”突破：

1) 核心技術突破：自主研發“AI 自動對焦演算法”與“超解析度重構演算法”，解決傳統顯微鏡依賴人工對焦、解析度不足導致的漏檢誤檢問題，首次實現結核菌自動化、高精度檢測；

2) 關鍵性能指標：結核桿菌檢測靈敏度 $\geq 97\%$ 、特異性 $\geq 97\%$ ，確保診斷準確性；單片全景掃描時間 ≤ 2 分鐘，較傳統人工檢測效率提升 10 倍以上；支持高通量處理（單次最大載片量 ≥ 200 片），適配大規模篩查需求；數字切片解析度 $\geq 0.29 \mu\text{m}/\text{pixel}$ ，自動載物臺定位精度達 XY 軸 $\pm 2.5 \mu\text{m}$ 、Z 軸 $\pm 0.25 \mu\text{m}$ ，實現微觀層面精準定位；

3) 認證與應用價值：已獲國家醫療器械註冊認證（粵械注准：20222221191），可直接應用於各級醫療機構及疾控中心；通過自動

化流程替代人工操作，大幅降低檢測人員勞動強度，同時實現結核菌“定性 + 定量”同步輸出，為臨床用藥提供精准病原學依據。

(2) 全球首款肺 TB-DR、CT 融合 AI 檢測設備

針對結核病影像學診斷“單模態局限、處理效率低”問題，創新融合多模態影像技術與 AI 演算法，填補國際結核病多模態協同診斷空白：

1) 核心技術突破：破解“多模融合演算法”與“高空間解析度演算法”兩大行業瓶頸，實現 DR（胸片）與 CT 影像的協同分析，打破傳統單模態診斷的資訊壁壘；

2) 關鍵性能指標：DR 影像篩查靈敏度 $\geq 97.7\%$ 、特異性 $\geq 98.4\%$ ，單張處理時間 ≤ 0.2 秒，滿足大規模快速篩查需求；CT 影像輔助診斷靈敏度 $\geq 96\%$ 、特異性 $\geq 96\%$ ，處理時間 ≈ 0.88 秒，兼顧精准度與效率；結核病分型準確率 $\geq 95\%$ （DR 與 CT 協同），可精准識別不同類型結核病灶；魯棒性 $\geq 95\%$ ，能適配不同醫療機構、不同品牌設備產生的影像數據，相容性強；

3) 認證與推介：入選 2019 年中國科協創新產品推薦目錄，獲 WHO 與中國科協聯合推介；技術成果直接推動結核病影像學診斷從“單一影像判斷”升級為“多模態協同驗證”，大幅提升複雜病例診斷準確率。

(3) 全球首款 RASE-TB 5G+AI 輔助診療車載設備

針對醫療資源分佈不均、基層篩查能力薄弱問題，創新集成“檢測 - 診斷 - 會診”全流程功能，突破時空限制實現優質資源下沉：

1) 核心技術突破：首創“病原學檢測 + 影像學檢測”雙模組集成系統，將肺 TB 自動檢測顯微鏡（病原學）與 AI 肺結核篩查系統

(影像學)一體化整合;嵌入 5G 技術實現即時數據傳輸與遠程會診,構建“樣本製備 - 檢測分析 - 診斷報告 - 遠程復核”全流程自動化閉環;

2) 關鍵功能特性:流動診療能力,可深入基層、偏遠地區開展現場篩查,無需患者往返醫療機構;零距離服務,實現“篩查 - 診斷”同步完成,縮短診療週期;資訊協同,通過 AI 演算法與 5G 網路聯動,將三級醫院診斷能力即時賦能基層;

3) 認證與應用規模:獲省級衛健委特批臨床許可證,已在全國 28 個省份部署至 1000 餘家醫院及疾控中心,累計篩查人群突破 1500 萬人次,覆蓋北京、天津、新疆、青海、廣西等重點地區,成為基層結核病防控的“移動診療中心”。

2. 全鏈條知識產權體系構建

以核心技術為基礎,形成“專利 + 軟體著作權”雙重保護的知識產權矩陣,築牢技術壁壘,支撐產業轉化:

1) 發明專利佈局:累計獲發明專利 18 + 項,涵蓋影像智能分析、病灶檢測分割、自動化診斷系統等核心技術領域,覆蓋設備研發全技術鏈條;

2) 軟體著作權儲備:獲軟體著作權 23 + 項,覆蓋影像標注系統、AI 輔助診斷系統、風險預測工具、移動篩查系統等應用層面,為設備智能化運行提供軟體支撐;

3) 技術閉環優勢:知識產權覆蓋“演算法研發 - 設備製造 - 軟體應用 - 臨床轉化”全流程,形成自主可控的技術體系,避免核心技術依賴外部,保障設備迭代與產業推廣的持續性。

五、教材體系與人才培養

1. 全球首套系統化教材

(1) 核心教材：《傳染病放射診斷學》入選全國高等學校改革實驗創新教材，成為學科理論教學的核心載體。

(2) 規培體系：構建覆蓋住院醫師規範化培訓的教材體系，包含《感染與炎症放射診斷學》^[7]等 5 部核心教材，實現“理論-實踐”銜接培養。

2. 人才梯隊建設

(1) 學位體系：創立國內首個傳染病影像學研究生培養體系，設立博士、碩士學位授予點及博士後流動站，形成高層次人才培養鏈條。

(2) 國際培養：招收國內外碩士研究生，博士研究生，博士後 100 餘名，主辦國際學術會議 15 屆，推動人才培養的國際化進程。

(3) 傳承機制：獲批首個國家衛健委“傳染病放射診斷技術”傳承人，師承人分佈全國並成為當地學科骨幹；通過國家繼續教育專案與全國巡講百餘次，直接受益約 17 萬人，擴大人才儲備規模。

(4) 學科確立：2015 年中華放射學會正式確立“傳染病放射學”概念，成立傳染病放射學專委會，標誌學科從“分散研究”走向“系統發展”。

六、科研成果轉化與推廣應用

1. 臨床效能提升

(1) 診斷準確率：通過 AI 輔助診斷技術，將傳染病影像診斷準確率提升，減少誤診、漏診情況。

(2) 輻射優化：針對傳染病篩查群體特點，制定專用 CT 劑量優化方案，在保證診斷品質的前提下，降低輻射傷害，提升檢查安全性。

2. 社會效益量化

(1) 全國覆蓋：研發設備已推廣至全國 28 個省份、1000 餘家醫院，累計篩查 1500 萬人次，實現“服務首都、惠及全國”的應用佈局。

(2) 基層賦能：通過車載診療設備下沉與人才技術輸出，顯著提升基層醫療機構傳染病診療能力，助力國家基層衛生健康戰略落地。

(3) 媒體認可：北京衛視《為你喝彩》等主流媒體以“中國傳染病放射學開創者”為題進行專訪報導，增強學科社會認知度與影響力。

七、國際影響與學術貢獻

1. 學術平臺建設

(1) 期刊矩陣：創辦《Radiology of Infectious Diseases》《Radiology Science》等國際期刊，搭建全球傳染病放射學學術交流平臺，推動成果跨國共用。

(2) 國際發聲：連續 4 年在國際放射學頂級會議 RSNA 作大會報告；應邀作為共同大會主席參與俄羅斯、美國 NIH 及金磚國家學術會議，向全球輸出中國學科發展經驗。

2. 國際認可與推廣

(1) 專家評價：NIH 官員及國際結核病防治專家 Masahiro 等撰文高度評價團隊成果^[8]，並推動技術與標準在全球範圍內推廣應用。

(2) 標準輸出：依託“一帶一路”輻射學聯盟，將中國傳染病

放射診斷標準推廣至沿線國家，為全球傳染病防控提供可借鑒的“中國方案”。

(3) 學術傳播：英文專著與診斷共識被國際同行廣泛引用，國際社交媒體累計提及 12 次，顯著提升中國在該領域的學術話語權。

八、未來發展建議

1. 強化醫工結合：深化人工智慧、影像組學與傳染病早期診斷技術的融合，開發更精準的無創評估工具，提升早期檢出率。
2. 拓展國際合作：依託“一帶一路”輻射學聯盟，擴大中國標準與技術的全球覆蓋範圍，聯合開展跨國多中心研究，提升成果普適性。
3. 完善數據平臺：建立跨國傳染病影像資料庫，整合多地區、多類型病例數據，推動循證醫學研究，為診療方案優化提供數據支撐。
4. 夯實人才儲備：擴大國際人才聯合培養規模，構建“全球-國家-區域”三級人才網路，保障學科長期可持續發展。

結語

中國傳染病放射學已完成從“跟跑者”到“領跑者”的跨越，通過“研究基礎-理論創新-技術研發-人才培養-成果轉化”五位一體的創新體系，不僅解決了國內傳染病診療的核心瓶頸，更向全球輸出了可借鑒的“中國經驗”。未來，學科將繼續以“健康中國”戰略為導向，以全球公共衛生需求為目標，持續推動技術突破與標準完善，為人類健康共同體建設貢獻更大力量。

參考文獻:

- [1]中華人民共和國傳染病防治法[J].中華人民共和國全國人民代表大會常務委員會公報,2025,(03):355-374.
- [2]Jiao YM, Liu CE, Luo LJ, Zhu WJ, Zhang T, Zhang LG, Su LS, Li HJ, Wu H. CD4+CD25+CD127 regulatory cells play multiple roles in maintaining HIV-1 p24 production in patients on long-term treatment: HIV-1 p24-producing cells and suppression of anti-HIV immunity. *Int J Infect Dis.* 2015 Aug;37:42-9. doi: 10.1016/j.ijid.2015.06.008. Epub 2015 Jun 19. PMID: 26095899.
- [3]Liu D, Liu J, Xu T, Qiao H, Qi Y, Gao Y, Ailixire, Gao L, Li C, Xia M, Li H. Longitudinal trajectories of brain volume in combined antiretroviral therapy treated and untreated simian immunodeficiency virus-infected rhesus macaques. *AIDS.* 2021 Dec 1;35(15):2433-2443. doi: 10.1097/QAD.0000000000003055. PMID: 34870927.
- [4] Leng L[#], Cao R[#], Ma J[#], Mou D[#], Zhu Y, Li W, Lv L, Gao D, Zhang S, Gong F, Zhao L, Qiu B, Xiang H, Hu Z, Feng Y, Dai Y, Zhao J, Wu Z*, Li H*, Zhong W* . Pathological features of COVID-19-associated lung injury: a preliminary proteomics report based on clinical samples .*Signal Transduction and Targeted Therapy* (2020) 5:240.
- [5]李宏軍.新型冠狀病毒肺炎影像學輔助診斷指南[J].中國醫學影像技術,2020,36(03):321-331.DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2020.03.001.
- [6]李宏軍.法定傳染病影像學診斷標準（2019 版）[M]. 北京：科學出版社，2021. ISBN 9787030673152.
- [7]李宏軍.感染與炎症放射診斷學[M]. 北京：人民衛生出版社，2025. ISBN 9787117371841.
- [8]Narita M. Book review: Radiology of HIV/AIDS: A Practical

Approach[J]. Clinical Infectious Diseases, 2014, (10): -.