

新冠疫情在武漢爆發初期，多位科學家公布疫情預測模型，但大部分都與實現有較大偏差。香港城市大學副校長、研究生院院長呂堅教授，利用原創數據模型追蹤新冠肺炎病例，並精準預測出中國、韓國、澳洲等國的疫情走勢。與經典公共衛生和病毒傳播模型不同，作為有着「跨界」交叉研究背景的材料科學領域專家，呂堅將其預測材料裂紋的研究經驗與預測新冠疫情研究結合起來，其模型考慮到政府干預與公眾反應因素，能在10天至2周前對疫情做出可靠預測。研究顯示，政府強力干預和公眾盡力配合在疫情防控上有巨大優勢，這也充分體現在武漢和紐約疫情走勢中。

港城大學者創數據模型預測多國病例走勢

跨學科狙擊精準捕疫蹤

呂堅簡歷

香港城市大學（研究及科技）副校長及研究生院院長、機械工程學院講座教授，先進結構材料研究中心主任，香港工程科學院院士，法國國家技術科學院院士。

• 生於1961年，祖籍江蘇常州，自幼在北京生活和學習

• 1978年，考入北京大學化學系，後獲國家獎學金公派赴法國貢比涅技術大學留學，1986年獲得博士學位

• 1986年-2004年，先後擔任擔任法國機械工業技術中心實驗室主任、法國特魯瓦技術大學機械系統工程系教授及系主任，法國教育部與法國國家科學中心機械系統與並行工程實驗室主任

• 2005年，歸國出任香港理工大學機械工程系系主任兼講座教授

• 2010年9月至2013年11月，出任香港城市大學科學與工程學院院長及機械工程系講座教授

• 2013年至今擔任香港城市大學研究及科技副校長，兼任研究生院院長

模型公式解構

$$N(Dn) \text{ total} = N(Dn-1) \text{ total} \times (Rn-1 - Rc) \times Dn$$

- 是到第n天的感染病例總數
- 是第n天之前的病例增長率
- 是當地每日病例增加率下降係數
- 是從第一個模擬日起的第n天

Rc係數「三大變數」

政府干預有效性 公眾意識和響應 醫療系統效率

- Rc反映疫情受控程度，是動態的變化的，其數值越大說明病例增長下降速度越快，防控形勢越好；
- 當每日總增量小於3%時，表示這一波疫情進入收尾階段。

大公報記者 劉凝哲

呂堅是法國國家技術科學院（NATF）院士，中國工程院「光華獎」得主，他的研究方向涉及納米材料與先進材料的製備和力學性能，實驗力學，材料表面工程和仿真模擬等。呂堅還是生物醫學科學系講座教授，從事納米材料在生物物質等領域的應用。這樣「跨界」交叉的研究背景，令他在設計新冠病毒模型時，有着與傳統的流行病預測不同的視角。

聚焦快速增長期

呂堅的預測方法起源於對武漢仔細觀察。武漢封城一周後，他跟蹤發現，對新冠肺炎疫情的預測遠遠比傳統模型要複雜得多。新冠疫情的控制主要是確診病例增長速度的下降過程。過程中，採取的措施（如封城）、隔離制度執行的嚴謹程度、民族習慣以及民眾回應的積極程度、醫護系統的韌性都有關係。傳統的傳染病模型主要基於病毒在沒有保護的環境中傳播能力進行預測，同時引入了一些與減速障礙相關的假設，但卻沒能很好預測疫情在武漢的走向。

「我之前的研究主要是如何讓飛機、汽車、核電站的壽命優化。」呂堅說，預測材料裂紋會如何擴展其實跟預測疫情發展有些類似，疫情防控需要預測的是社會醫療體系何時會癱瘓，會對病毒沒有阻力、任意擴散。

呂堅開始自己動手設計數據預測模型，他選取的研究對象都是決定實施社交距離、隔離可疑病例和關閉國境等多項措施的國家。他的研究發現，在任何一個特定的國家，疫情通常開始緩慢，隨後是一個快速增長的不穩定時期。這一不穩定時期的長短取決於各國初期防務和控制措施的執行情況以及政府干預的迅速程度。剛開始，呂堅只是將預測結果發送給親朋好友，後來發現其模型的預測精準度十分高，便從2月8日起，每日在個人網站上更新最新預測數據。呂堅當時判斷，中國疫情可在2月15日-22日之間停止大規模增長。他的數據模型同樣準確預測了韓國疫情的發展與受控。3月中旬，研究再次顯示疫情在美國出現失控風險，他預計美國的病例很快將會超過100萬例。

港疫控優於新加坡

在嚴格的封城措施及要求佩戴口罩等規定上，東西方國家有很大爭議。呂堅認為，上述措施與疫情發展和傳播關係密切，這是影響武漢與紐約兩座城市疫情不同走勢的因素之一。此外，香港與新加坡都是國際化開放型都市，很多防控措施亦大體相同，區別在於新加坡早期並不提倡戴口罩，而香港社會則嚴格遵守戴口罩規定，目前看來，香港疫情控制優於新加坡。

對於香港的疫情防控，呂堅認為，目前為止香港做得都非常不錯，這與2003年非典疫情給香港人民記憶留下的烙印有關。第一階段，特區政府及早關閉學校，要求佩戴口罩，同時港人也積極配合，疫情防控非常成功。第二階段，大批小留學生或外出旅遊港人的管理不夠嚴格，造成一定反覆。不過，從千人確診率看香港在國際都市中做得已是比較成功。他認為，亞洲目前需要擔心的是新加坡和日本的疫情發展。新加坡疫情的增長速度開始進入爆發期，而日本的檢測率長期較低，疫情也許比呈現的嚴峻很多。

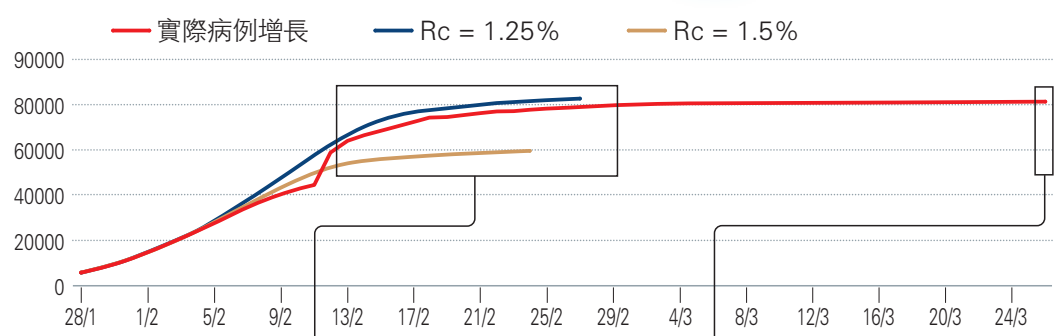


▲香港城市大學副校長、研究生院院長呂堅教授

中國新冠疫情模型推演



▲河北廊坊市安次區一家餐廳，服務員為客人分餐



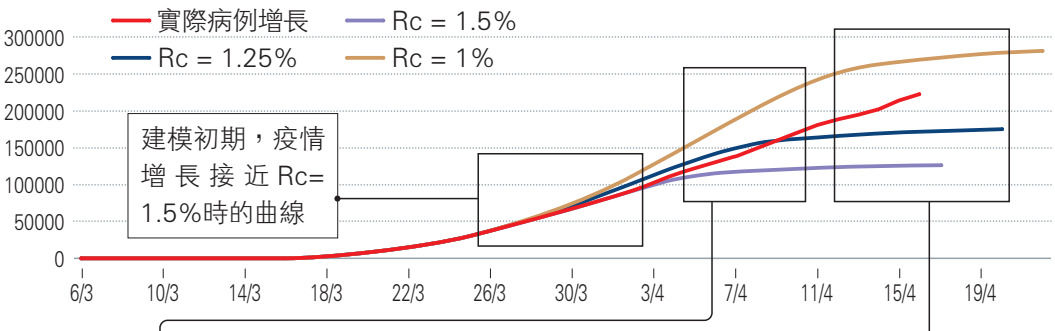
2月中下旬起，疫情增長逐漸穩定在Rc=1.25%時的曲線 → 在武漢封城、全國各地採取嚴格的社區防控措施、有效的醫療資源調配和公眾全力配合之下，疫情防控進入受控狀態

在Rc=1.25%的條件下，投射出3月27日的確診總數為82764的預測值 → 預測結果接近實際錄得的總感染數81285

紐約州新冠疫情模型推演



▲紐約州迅速成為全美乃至全球的新冠肺炎疫情「震中」



4月初，疫情增長由Rc=1.5%逐步接近Rc=1.25%時的曲線 → 防控形勢愈發嚴峻，考慮升級控制措施及加強公眾防疫意識尤為重要

4月中旬，疫情增長由Rc=1.25%逐步接近Rc=1%時的曲線 → 防控形勢進一步惡化，根據數據投射結果，若不進行任何政府干預防控，全美恐怕會有100萬人感染

實際個案分析

未來爆發「震中」或是發展中國家

對於美國新冠疫情的發展，呂堅認為，美國確診人數已超86萬（4月24日），雖然近期疫情已有所緩和，逐漸步入整體可控階段，但距離頂峰仍有距離。他認為，目前從確診病例數量上看最嚴重的地區仍是歐洲，全球多個大城市呈現出多「震中」的連鎖反應，現在需要關注的新熱點是莫斯科和新加坡，未來的爆發點有更大機會會轉移到發展中國家。

疫情走勢繫於六大因素

通過對全球20多個國家、進行70天的疫情數據追蹤和預測，呂堅認為，進行更多的檢測、全面的隔離制度是疫情控制的方向，大多數國家和地區的疫情在封城一周後都會開始緩解。「這些政策是在疫苗和特效藥出現之前非常重要的，也是唯一可以阻斷新冠病毒發展的方法。」

呂堅認為，新冠疫情正改變着全球的經濟社會生

活現狀，未來的關鍵是控制好六個方面問題，包括：精準預測研判疫情走勢；佩戴口罩、社交距離、注射疫苗等嚴格預防措施；快速準確的進行病毒、抗體的檢測；盡快研發出有效的藥物以及平衡好封鎖措施與經濟發展之間的關係。處理好上述問題的國家，將更快、更好走出疫情帶來的困境。



▲在美國紐約市，工作人員在超市內新冠抗體檢測點採樣

兩地科研成果豐 建言「綠碼」加強版

面對新冠疫情，內地與香港的科學界產出不少成果。呂堅表示，目前兩地科學家已經合作完成一批高水平的論文，未來相信也會更多合作，令中國在新冠病毒領域的研究繼續深入。

在現實防控策略的層面，呂堅早在2月中旬即向內地有關方面建言。中國是一個開放的國家，完全消滅輸入病例是不可能的。目前，空中通道已被嚴格管控，地面入境渠道的防控也在加強。他建議，對現時的綠碼進行改良和加強，進一步提高復工率和安全生產環境。

目前各地復工潮中，綠碼往往「一刀切」。呂堅建議將綠碼進一步細分，例如連續14天沒有出現情況的是綠色A類地區（1平方公里到2.25平方公里），前一周沒有發生疫情的是藍色B類地區，14天以內發現過確診病人的是黃

色C類地區，從武漢或湖北等爆發地區來的是紅色D類地區。各地區的人員都有不同顏色的綠碼，與手機號碼和身份信息綁定，分類制定不同的防控措施方案，這樣就能解決中國大部分地區的人員流動問題。



▲昆明市一所中學要求回校上課的學生出示安全綠碼等文件