

4. 貨幣及金融狀況

香港銀行同業拆息與倫敦銀行同業拆息的負息差在2022年上半年擴闊導致套息活動增加，加上本地股票市場表現疲弱，令港元於回顧期內走弱。雖然5月至8月期間弱方兌換保證被觸發31次及香港銀行同業拆息有所上升，但香港的貨幣環境依然寬鬆。整體而言，港元外匯及貨幣市場交易繼續暢順有序。展望未來，包括美國貨幣政策正常化步伐、疫情發展以及持續的地緣政治緊張局勢在內的多方面不明朗因素，可能會加劇資金流波動。然而，香港擁有充足的外匯儲備及健全的銀行體系，有能力抵禦資金流出而不致影響貨幣及金融穩定。

4.1 匯率及資金流

香港銀行同業拆息與倫敦銀行同業拆息的負息差在今年上半年擴闊，導致套息活動增加，加上本地股票市場表現疲弱，令港元自4月底以來走弱。回顧期內，港元兌美元在7.814至7.850區間內徘徊（圖4.1），弱方兌換保證被觸發31次。自5月11日（美國時間）首次觸發弱方兌換保證後，金管局按照聯繫匯率制度（聯匯制度）的設計，應銀行要求，合共買入2,131億港元（截至8月底）。因此，銀行體系的總結餘從2月底的3,376億港元減少至8月底的1,250億港元（圖4.2）。

圖 4.1
港元匯率

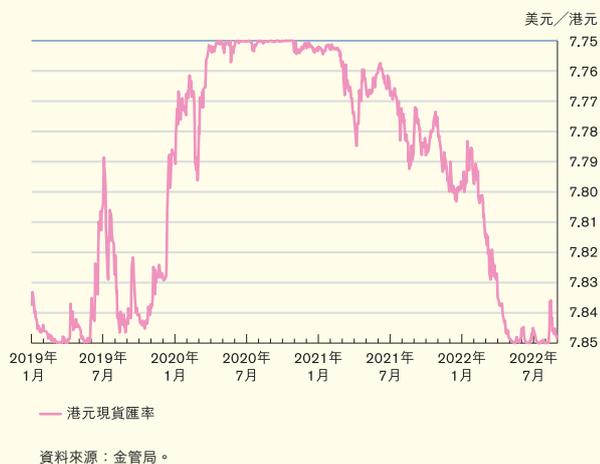
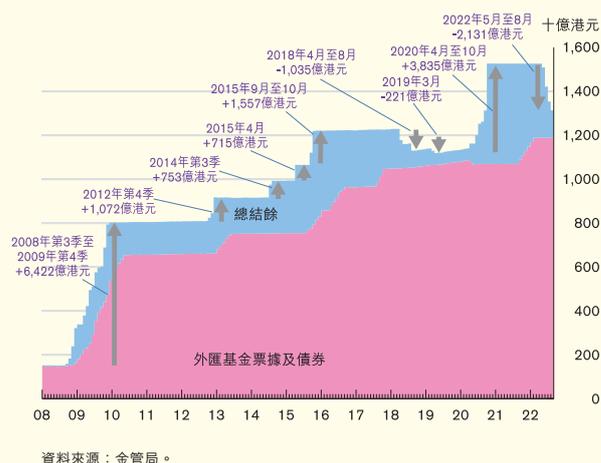


圖 4.2
總結餘及外匯基金票據及債券



回顧期內，港元名義有效匯率指數大致跟隨美元走勢轉強（圖4.3）。港元實質有效匯率指數大致跟隨港元名義有效匯率指數的走勢。

圖 4.3
名義及實質有效匯率



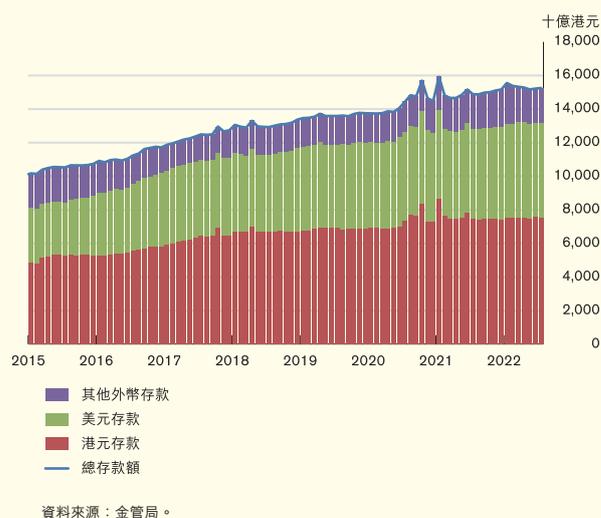
展望未來，包括美國貨幣政策正常化步伐、疫情發展以及持續的地緣政治緊張局勢在內的多方面的不明朗因素，可能會加劇資金流波動。隨着美元拆息高於港元拆息的差距拉闊，市場出現更多套息交易。根據聯匯制度的設計及運作，隨着弱方兌換保證被觸發，資金流出港元體系，利率自動調節機制會發揮作用。港元拆息會逐步上升，抵銷套息交易的誘因並減慢資金從港元市場流出，最終令港元穩定在7.75至7.85的兌換保證範圍內。事實上，金管局多年來在金融及銀行體系建立了強大的緩衝和抗震能力。香港外匯儲備充裕，金管局絕對有能力及決心，繼續維持聯匯制度，以及香港的貨幣及金融穩定。

4.2 貨幣環境及利率

儘管弱方兌換保證被觸發，金管局因應銀行要求而購入港元，香港的貨幣環境在回顧期內仍保持寬鬆，港元貨幣基礎在2022年8月底為19,303億港元，仍處於可觀水平。

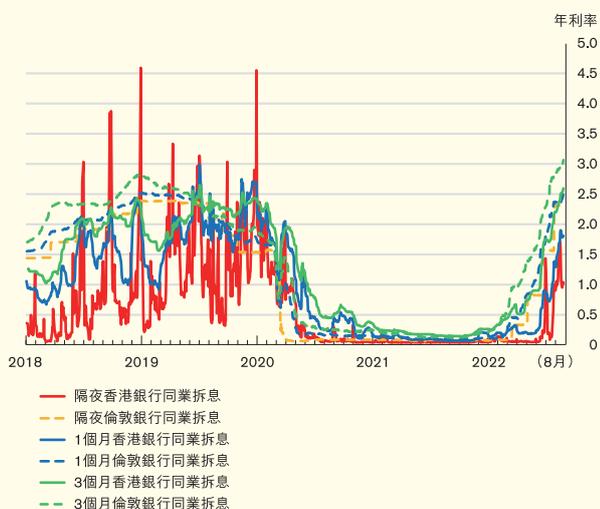
2022年首七個月，認可機構的存款總額溫和增長0.6%，其中港元存款增長1.6%，外幣存款則微跌0.3%（圖4.4）。須注意的是，由於貨幣統計數字或會受到各種短期因素（例如季節性與公開招股相關資金需求，以及營商與投資相關活動）影響而出現波動，因此適宜觀察較長期趨勢。

圖 4.4
按貨幣劃分的認可機構存款



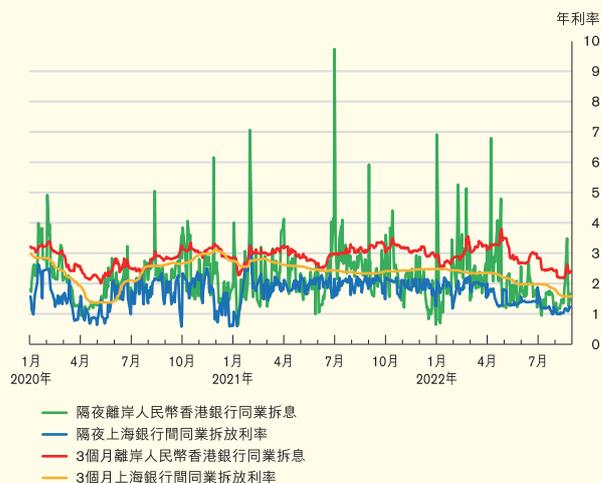
整體而言，香港的銀行同業市場交易繼續暢順有序。在美國持續加息的背景下，香港銀行同業拆息上升，其與倫敦銀行同業拆息的負息差在較近期收窄（圖4.5）。新造按揭的平均貸款利率由2022年1月的1.56%上升至2022年7月的2.31%，主要反映香港銀行同業拆息上升。在9月份美聯儲上調其政策利率後，部分銀行將其最優惠貸款利率上調12.5個基點，為2018年以來首次上調。部分銀行近月亦提高以香港銀行同業拆息為基礎的新批按揭利率上限。

圖 4.5
港元與美元銀行同業拆息



資料來源：CEIC及金管局。

圖 4.6
隔夜及 3 個月離岸人民幣香港銀行同業拆息定價



資料來源：CEIC。

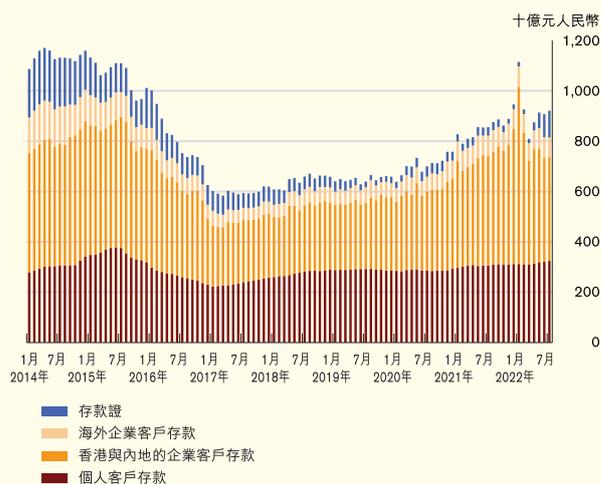
展望未來，由於預期美聯儲將會繼續以急促的步伐推進貨幣政策正常化，根據聯匯制度的設計和預期運作，金管局或會應銀行要求而購入更多港元，而總結餘可能會進一步下跌。雖然港元銀行同業拆息走勢一般會跟隨美元利率走勢，但香港銀行同業拆息追上美元利率的速度和幅度，仍取決於本地市場對港元資金的供求情況。至於銀行的商業利率，銀行將根據自身的資金成本結構和其他相關考慮，決定是否調整利率、調整利率的時機以及調整的幅度。

離岸人民幣銀行業務

回顧期內，離岸人民幣同業市場的流動性狀況繼續保持穩定。²⁴ 雖然隔夜離岸人民幣香港銀行同業拆息因偶爾的外匯結算資金需求，以及季節性流動性需求而出現短暫波動，但大多數時間維持在4%以下（圖4.6）。另一方面，3個月離岸人民幣香港銀行同業拆息相對保持穩定，並在整個回顧期內徘徊在3%附近。

於回顧期內，香港的離岸人民幣資金池整固。今年截至7月底，人民幣客戶存款及存款證餘額減少2.6%至9,199億元人民幣（圖4.7及表4.A）。主要受企業資金流向所帶動，人民幣客戶存款下跌12.2%。另一方面，隨着人民幣存款證發行額增加，存款證餘額增加494.0%。

圖 4.7
香港的人民幣存款及存款證



資料來源：金管局。

²⁴ 離岸及在岸人民幣匯率的變化見第2.2章。

表 4.A
離岸人民幣銀行業務統計

	2021年12月	2022年7月
人民幣存款及存款證(十億元人民幣)	944.7	919.9
其中：		
人民幣存款(十億元人民幣)	926.8	813.7
人民幣存款佔存款總額(%)	7.5	6.2
人民幣存款證(十億元人民幣)	17.9	106.2
未償還人民幣貸款(十億元人民幣)	163.6	172.5
參與香港人民幣結算平台的銀行數目	212	211
應付海外銀行的金額(十億元人民幣)	102.9	117.4
應收海外銀行的金額(十億元人民幣)	100.4	130.0
	2022年1月至7月	
香港人民幣貿易結算(十億元人民幣)	5,090.0	
其中：		
由內地匯入至香港(十億元人民幣)	1,705.9	
由香港匯出至內地(十億元人民幣)	2,913.8	
香港人民幣即時支付結算系統的交易額 (期內每日平均數額；十億元人民幣)	1,669.5	

資料來源：金管局。

儘管人民幣資金池整固，但離岸人民幣銀行業務的其他方面仍繼續增長。2022年首七個月人民幣貸款餘額增長5.4%。香港的人民幣貿易結算亦繼續增長。2022年首七個月，本港銀行處理的交易額達50,900億元人民幣(圖4.8)，較去年同期的40,200億元人民幣增長26.6%。香港的人民幣資金池繼續支持大量人民幣支付及融資交易。2022年首七個月，人民幣即時支付結算系統的平均每日成交量維持於16,695億元人民幣的高水平，而2021年同期為15,312億元人民幣。

圖 4.8
人民幣貿易結算匯款



資料來源：金管局。

展望未來，金管局與中國人民銀行簽訂的優化貨幣互換協議，以及金管局的優化人民幣流動資金安排，將進一步支持和深化香港的人民幣資金池。同時，與內地持續加強的互聯互通機制(包括最近公布的互換通和南北雙向的滬港通、深港通、債券通和跨境理財通)，以及計劃把債務工具中央結算系統(CMU)現代化以發展為亞洲主要的國際中央證券託管平台(ICSD)，將為境外投資者提供便捷及安全的渠道，通過兩地基礎設施機構的連接，進行人民幣資產交易。透過這些措施，香港已準備就緒，把握內地資本賬持續開放以及「一帶一路」和「粵港澳大灣區」倡議下區域經濟金融合作的深化所帶來的機遇。

資產市場

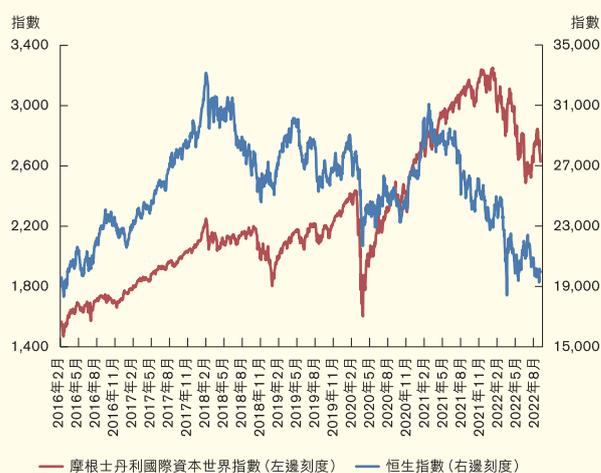
在疫情持續、美國前置式貨幣緊縮政策，以及全球經濟受到俄烏衝突影響的情況下，本港股市跟隨全球股市下跌，並於2022年3月下跌至六年低位，且在整個回顧期內持續波動。儘管市況波動，但香港的港元及離岸人民幣債券市場在2022年上半年繼續擴張。由於物業市場氣氛隨着利率上升而轉趨審慎，住宅物業市場在第2季回穩後，於近期有所回軟。

4.3 股市

隨着全球股票市場下跌，本港股市於2022年3月大幅下跌，並於3月15日跌至18,415點的六年低位（圖4.9）。在疫情持續、美國前置式貨幣緊縮政策，以及全球經濟受到俄烏衝突影響的情況下，主要及本地股市在整個回顧期內持續波動。標普500指數及恒生指數的期權引伸波幅均上升至高於過去10年的平均水平（圖4.10）。反映投資者對沖股市下跌風險意願的偏斜指數攀升，並於2022年4月達到近期高位，其後有所回落。²⁵

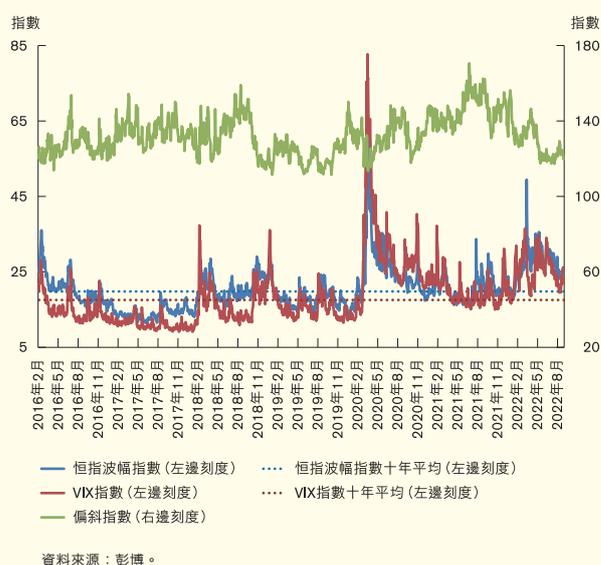
整體而言，恒生指數由2022年2月底至8月底下跌12.1%，同期摩根士丹利國際資本世界指數則錄得11.8%的跌幅。

圖4.9
恒生指數及摩根士丹利國際資本世界指數



資料來源：彭博。

圖4.10
恒生指數及標普500指數的期權引伸波幅，以及偏斜指數

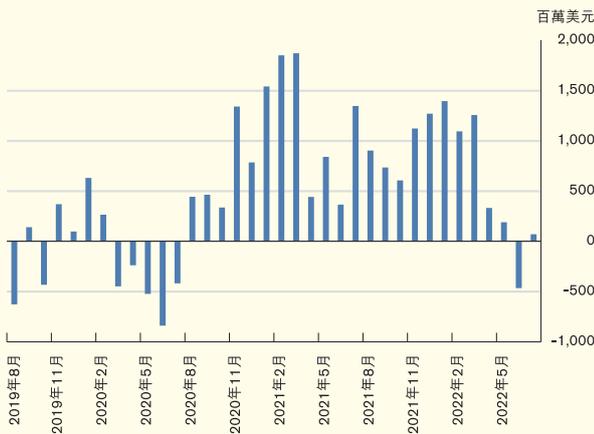


資料來源：彭博。

²⁵ 偏斜指數由芝加哥期權交易所根據標普500價外期權的價格計算。指數值為100，表示30日期間發生異常負回報的概率微不足道。隨着偏斜指數升至100以上時，標普500指數回報分布的左尾權重增加，表明發生異常負回報的概率變得更加顯著。詳情請參閱 <https://www.cboe.com/products/vix-index-volatility/volatility-indicators/skew>。

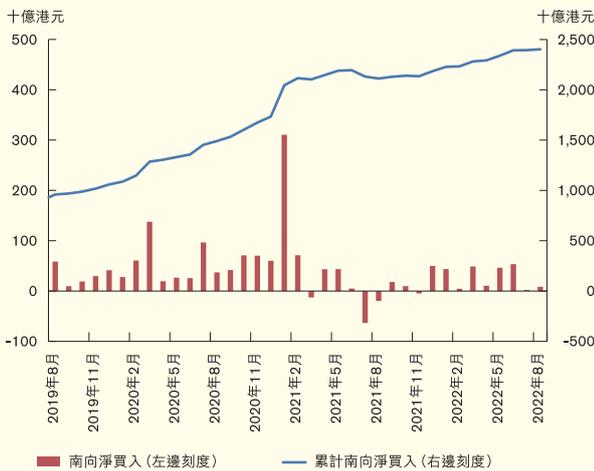
隨着港股市場波動，股票市場基金的資金淨流入亦有所放緩（圖 4.11），2022 年 2 月至 7 月的資金淨流入總額為 24.697 億美元。與此同時，經港股通南向的買盤相對保持穩定，在 2022 年 2 月底至 8 月底期間錄得 1,696 億港元的淨流入。於回顧期內，淨買入資金額累計增加 7.6% 至 24,026 億港元（圖 4.12）。

圖 4.11
股票市場基金在香港的淨流量



資料來源：EPFR Global。

圖 4.12
透過港股通南向的淨買入



註：南向淨買入金額指滬港通及深港通相關淨買入額的總和。
資料來源：CEIC 及金管局職員估計數字。

地緣政治及全球宏觀經濟環境的不明朗因素亦令全球一級市場活動放緩。在香港，2022 年上半年透過新股上市籌集的資金較 2021 年上半年減少 90.7%，主要受 2021 年上半年新股認購活躍的高基數效應所影響（圖 4.13）。然而，尋求在香港上市的需求並沒有減少，截至 2022 年 6 月底，香港交易所正在處理共 189 宗公司上市申請。

圖 4.13
香港的首次公開招股市場

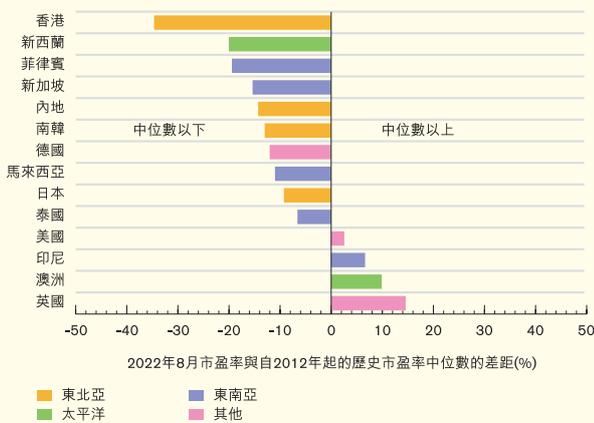


資料來源：香港交易所。

本地股市前景受到外圍環境的不利因素所影響。地緣政治緊張局勢持續，對全球經濟增長放緩和通脹壓力的擔憂，以及主要央行收緊貨幣政策，均可能影響企業盈利的長期前景。美元在 2022 年 7 月達到 20 年高位後持續走強，可能會進一步加重擁有大量美元債務的企業的償債負擔。本地方面，香港疫情的不確定性仍是未來的一個風險因素。

從正面的角度分析，內地貨幣和財政政策對其經濟的支持，以及合資格交易所買賣基金 (ETF) 由 2022 年 7 月 4 日起納入互聯互通計劃，均可能改善香港股市的市場情緒。與歷史水平和主要股票市場相比，現時香港股市的經週期性調整市盈率均較低，港股較低的估值某程度上或有助減輕未來不利因素的影響（圖 4.14）。

圖 4.14
亞太區及其他主要市場經週期性調整市盈率



4.4 債券市場

在債券收益率急升的情況下，港元債券市場在2022年上半年溫和增長。美國在通脹壓力下加息，令10年期美國國債收益率在2022年6月14日創下11年的新高。在通脹壓力持續但同時憂慮美國經濟增長放緩的情況下，美國國債收益率繼續在近期高位徘徊。跟隨10年期美國國債收益率的走勢，港元10年期政府債券的收益率在2022年6月15日升至3.34%的歷史高位，其後持續波動（圖4.15）。

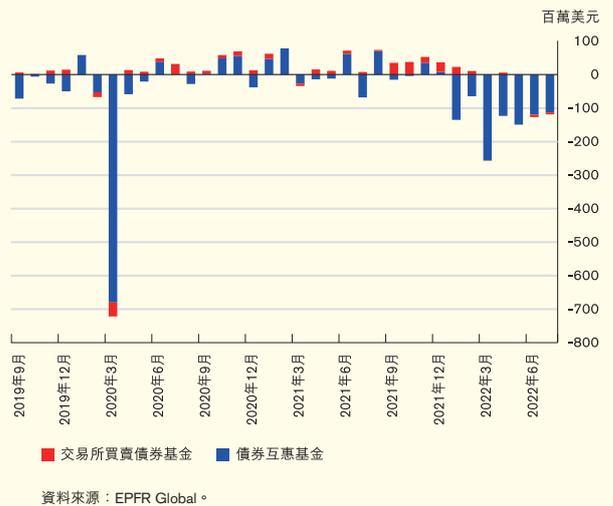
圖 4.15
10年期香港政府債券與美國國庫債券的收益率



註：在機構債券發行計劃下，10年期香港政府債券收益率的每日數字由2010年1月11日開始提供。
資料來源：彭博及金管局。

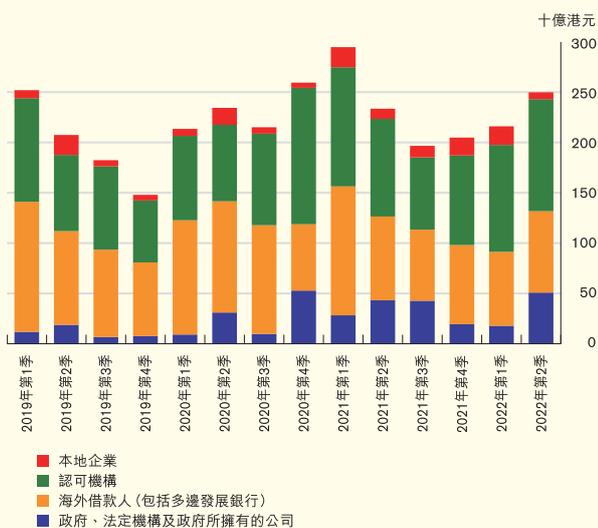
隨着債券收益率上升，香港錄得債券資金淨流出。在2022年2月至7月期間，香港錄得8.253億美元的債券資金淨流出（圖4.16），由債券互惠基金資金淨流出所帶動。

圖 4.16
交易所買賣債券基金及債券互惠基金在香港的淨流量



2022年上半年，港元債券總發行量較上年同期上升8.4%至23,526億港元，主要由外匯基金票據及債券發行量上升14.9%所帶動。就非外匯基金票據及債券而言，政府及法定機構債券發行量在上半年維持相對穩定，包括香港政府於2022年5月18日發行的首批200億港元綠色零售債券，其總數為687億港元（圖4.17）。與去年同期相比，認可機構及本地公司發行的港元債券亦維持穩定，而海外借款人的發行量在2022年上半年則顯著減少。

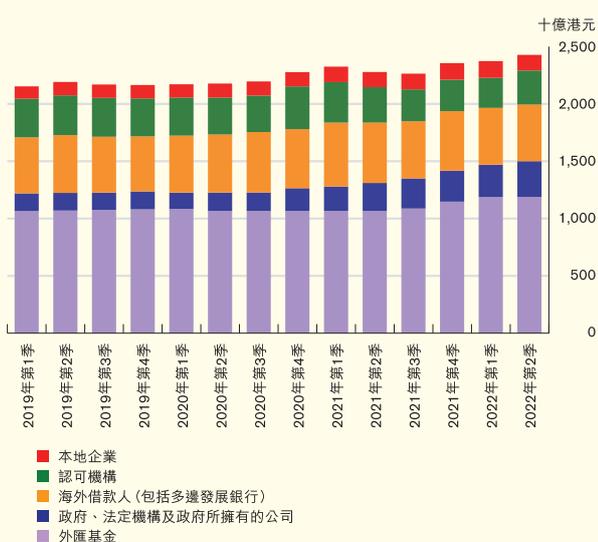
圖 4.17
新發行的非外匯基金票據及債券的港元債券



資料來源：金管局職員根據彭博、債務工具中央結算系統、Dealogic及路透社數據估算的數字。

截至2022年6月底，未償還港元債券金額按年增長6.5%至24,286億港元（圖4.18）。該金額相當於港元M3的29.5%或銀行業以港元計值資產的24.1%。其中政府部門非外匯基金票據及債券的未償還金額按年上升27.9%至3,112億港元，而外匯基金票據及債券的未償還金額則增長11.4%至11,904億港元。

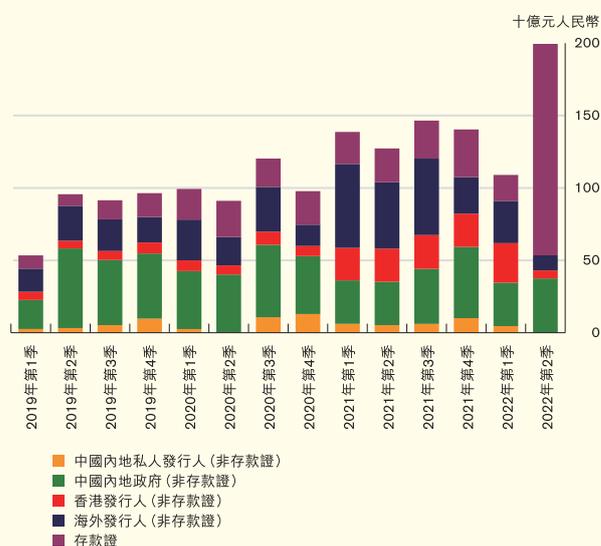
圖 4.18
未償還港元債券（按發行人劃分）



資料來源：金管局職員根據彭博、債務工具中央結算系統、Dealogic及路透社數據估算的數字。

香港離岸人民幣債券市場在2022年上半年繼續擴張。2022年上半年債券新發行量按年上升16.4%至3,095億元人民幣（圖4.19）。增長主要是因為2022年第2季存款證發行量較2021年第2季上升五倍至1,460億元人民幣。存款證發行量的增加抵銷了私營發行人非存款證發行量在同一季度顯著放緩的影響。同時，2022年上半年內地政府的非存款證發行量按年增長12.5%至675億元人民幣。

圖 4.19
在香港新發行的離岸人民幣債券量



資料來源：金管局職員根據彭博、債務工具中央結算系統、Dealogic及路透社數據估算的數字。

因此，截至2022年6月底，離岸人民幣債券的未償還總額錄得29.4%的按年增幅，至7,928億元人民幣（圖4.20）。

圖4.20
香港的未償還離岸人民幣債券



展望未來，香港的債券市場將面對多項挑戰。主要央行大幅加息以及對全球經濟增長放緩的擔憂，可能會使企業在舉債時更為謹慎。同時，儘管內地貨幣和財政政策對其經濟的支持有助改善市場氣氛，但內地經濟面臨下行壓力、離岸人民幣匯率波動，以及債券違約率上升的風險持續，均可能為離岸人民幣債券市場的前景帶來不明朗因素。

於回顧期內，政府推出政策措施促進香港債券市場的發展。其中，財政司司長在《2022至23財政年度政府財政預算案》中宣布把債務工具中央結算系統(CMU)發展成為亞洲主要的國際中央證券託管平台。有關發展包括金管局旨在提升CMU的系統及服務的三年優化計劃，將有助加強香港作為債券中心的地位。²⁶

²⁶ 有關詳情，請參閱《匯思》文章：2022年6月13日的「推動CMU發展 提升IFC地位」及2022年7月4日的「香港離岸人民幣業務再添新動力」。

此外，政府最近成功推出首批綠色零售債券，令香港的綠色金融產品更為多元化，鞏固香港作為首要綠色金融樞紐的地位。香港債券市場蓬勃發展，將有助維持香港作為國際金融中心的領先地位。

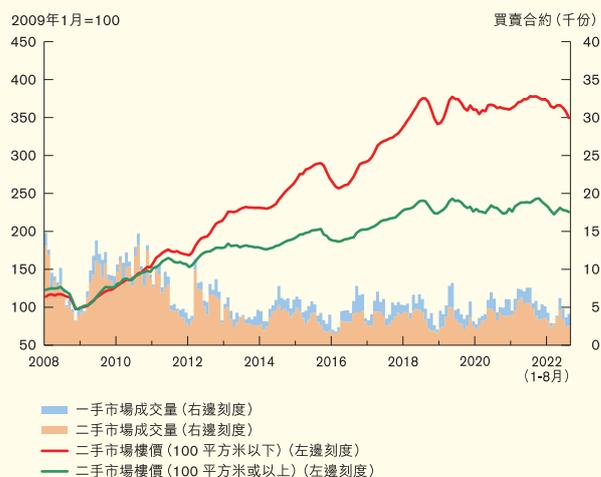
4.5 物業市場

住宅物業市場

住宅物業市場繼第1季放緩後，於第2季回穩。隨着本地第五波疫情緩和，參觀單位（俗稱睇樓）和交投活動在市場氣氛改善及積壓需求獲得釋放下均有所回升。地產發展商亦恢復推售新項目，並以具競爭力的定價策略促銷。因此，每月平均成交量從第1季3,352宗的低位上升至第2季的4,975宗（圖4.21）。最近，市場氣氛隨着加息憂慮而轉趨審慎，住宅每月平均成交量於7月和8月回落至3,904宗。

二手市場樓價繼第1季下跌3.2%後，於第2季輕微回升0.2%。按面積劃分，大型單位（實用面積100平方米或以上）的價格回升速度較中小型單位（實用面積小於100平方米）為快，部分反映本地家庭升級換樓的需求（圖4.21）。最近的市場資料顯示，住宅價格在7月和8月再度回落。

圖4.21
住宅物業價格及成交量



置業負擔能力在上半年雖然有所改善，但仍然偏緊。與去年第4季比較，今年第2季的樓價與收入比率稍微回落至18.8，仍屬偏高水平，而1997年的峰值約為15。收入槓桿比率亦回落至87.9，惟仍遠高於其長期平均值（圖4.22）。²⁷ 另一方面，住宅租金在5月至8月反覆回升1.4%，結束截至4月為止連續七個月約4%的跌勢（圖4.23）。²⁸ 住宅租金收益率於7月維持在2.0–2.5%的低位。

圖4.22
置業負擔能力指標



資料來源：差餉物業估價署、政府統計處及金管局職員估計數字。

圖4.23
住宅物業租金指數



資料來源：差餉物業估價署。

²⁷ 樓價與收入比率指一般50平方米單位的平均價格與私人住宅住戶家庭入息中位數的比率。另一方面，收入槓桿比率指一般50平方米單位（以20年期、七成按揭成數計算）的按揭供款與私人住宅住戶家庭入息中位數的比率。收入槓桿比率有別於借款人實際供款與入息比率，後者須符合金管局審慎監管措施設定的上限要求。

²⁸ 市場資料顯示，租賃市場部分受到內地學生的需求所支持。

隨着一個月香港銀行同業拆息上升，本地按揭利率自6月起攀升，令借款人的供款負擔有所增加（另見第4.2節）。為應對較高的流動資金成本，部分銀行在近月亦上調了以香港銀行同業拆息為基礎的按揭計劃（俗稱H按）的鎖息上限，並於9月上調最優惠利率。市民在作出置業、按揭或其他相關決定時，應審慎評估及管理相關風險。²⁹ 然而，金管局自2009年以來推行的宏觀審慎措施有助抑制家庭槓桿水平以及加強銀行對按揭貸款的風險管理，從而提高家庭及銀行抵禦潛在的利率或樓市衝擊的能力。2022年7月的新造按揭成數為56%，仍低於首次採取相關措施之前64%的水平。供款與入息比率亦維持在約37%的低水平，而借款人須通過壓力測試，以確保他們有能力承擔因利率上升而引致的額外供款。³⁰ 此外，超過一半的私人住宅物業於2021年底並無任何未償還按揭。³¹ 在按揭利率面對上升壓力下，專題3探討如何以機器學習的技術，預測住宅按揭貸款的信貸質素惡化情況。

住宅物業市場前景受到如前面幾章所述的眾多不明朗因素及風險所影響。其中，本地疫情拖延，加上按揭利率上升，可能會抑制置業需求，而市場對環球經濟前景的憂慮以及美國加息步伐的不確定性將繼續拖累樓市氣氛。長遠而言，住宅市場的前景將取決於房屋供求缺口。政府預計未來幾年私人住宅供應量仍會維持在高位。³²

²⁹ 金管局亦已提醒置業人士在利用建築期付款方式購買一手樓花時，應留意樓價或利率調整的風險。尤其是這些買家在其後安排按揭時，物業的估值可能會較為保守，或買家在利率上升的情況下未必能通過壓力測試。

³⁰ 考慮到目前的利率環境和按息走勢，以及按息過往的長期平均水平，金管局認為適宜將物業按揭貸款利率壓力測試要求由300基點下調至200基點，並於2022年9月23日即時生效。此水平已經足夠確保銀行按揭業務風險得到妥善管理。詳情請參閱金管局於2022年9月23日發出的「物業按揭貸款」新聞稿。

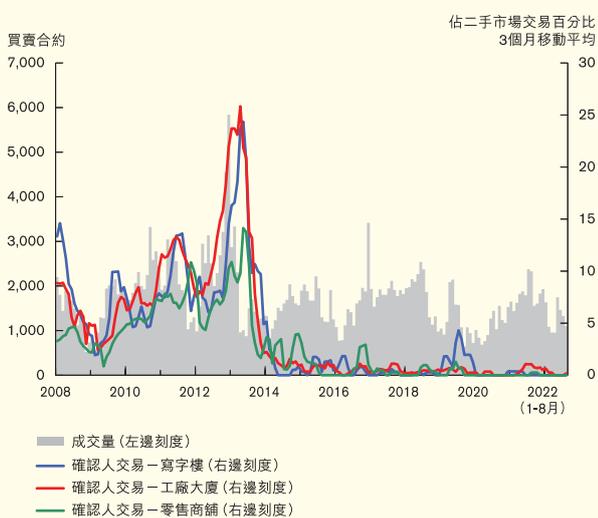
³¹ 請參閱2022年3月的《金管局貨幣及金融穩定情況半年度報告》中「專題4：利用成交大數據監察香港非銀行機構提供的住宅按揭貸款」。2021年人口普查統計數據亦顯示，66%的自置居所住戶並無按揭。

³² 房屋局於2022年6月底估計，未來三至四年一手私人住宅單位總供應量將維持在98,000個的高位。為加快土地房屋供應，政府亦已於2022年7月成立「土地及房屋供應統籌組」及「公營房屋項目行動工作組」，以精簡發展程序及釋放土地的發展潛力。

非住宅物業市場

在本地第五波疫情及相關限制措施下，非住宅物業市場於上半年出現調整。期內每月平均成交量下跌至約1,300宗，投機活動亦維持淡靜（圖4.24）。零售商舖的售價在艱難的營商環境下再次回軟，而寫字樓和分層工廠大廈的售價則反覆橫行（圖4.25）。租賃市場方面，商業樓宇的租金維持疲軟（圖4.26）。非住宅物業的整體租金收益率在7月份維持在2.5–2.9%的低位。

圖4.24
非住宅物業成交量



資料來源：土地註冊處、中原地產代理有限公司。

圖4.25
非住宅物業售價指數



註：由於沒有充足的成交資料作分析，故未能編製2022年3月的寫字樓售價指數。
資料來源：差餉物業估價署。

圖4.26
非住宅物業租金指數



非住宅物業市場的前景在短期內仍然充滿挑戰。例如，政府發放消費券應有助刺激本地消費，從而為零售物業提供一定支持，惟入境旅遊停滯將繼續拖累其前景。由於空置率高企及未來數年新供應增加，辦公室的租金及資本價值亦可能繼續受壓。

專題3 利用數據科學評估銀行的按揭信貸風險

引言

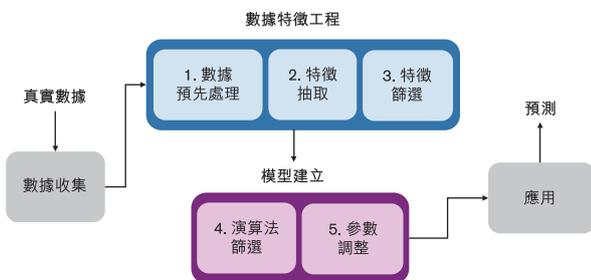
在香港，住宅按揭貸款對銀行及借款人而言，均屬於重要的貸款類別。截至2022年6月，其佔在香港使用的貸款及本地家庭債務分別達24%及70%。儘管金管局自2009年起實施數輪宏觀審慎措施後，住宅按揭拖欠比率一直處於約0.01%至0.05%的極低水平，但監管機構仍必須密切監察住宅按揭貸款的信貸風險，特別是考慮到按揭利率在美聯儲積極加息的情況下所面對的上升壓力。在此背景下，本專題探討運用機器學習技術預測住宅按揭貸款的信貸惡化情況，以促進風險監控。

數據及方法

金管局於2019年4月啟動「細緻數據匯報計劃」(Granular Data Reporting programme, 簡稱GDR計劃)，參與的認可機構須每月向金管局匯報交易層面的住宅按揭貸款數據。GDR計劃分階段推出，所有金管局的住宅按揭調查涵蓋的認可機構，均自2020年7月開始匯報所有未償還住宅按揭貸款的交易層面紀錄。³³ 截至2022年5月，GDR數據集包含超過598,000筆未償還的住宅按揭貸款，涉及約678,000個借款人。此數據集非常詳細，每筆所匯報的住宅按揭貸款均涵蓋約200個獨特的數據欄。

我們探討運用機器學習技術，以GDR數據集建立模型，以助預測住宅按揭貸款的技術性拖欠情況，而技術性拖欠的貸款為那些通過利用GDR數據集所匯報的資料識別出來的逾期超過90天的貸款。³⁴ 值得注意的是，GDR數據集目前並未包含任何延遲償還本金措施的資料，因此利用GDR數據集所識別出來的技術性拖欠貸款可能包括已享用認可機構在新冠病毒疫情期間為協助緩解借款人現金流壓力而提供的延遲償還本金措施的住宅按揭貸款。³⁵ 要建立優質的機器學習模型，研究員需要在圖B3.1概述的典型機器學習流程的每個步驟作出有根據的決定。³⁶ 特別是由於沒有單一的機器學習演算法能夠在不同種類的數據中均能發揮最好的效果，而且某些演算法的表現極為倚賴超參數的調節，因此研究員通常都會在應用機器學習技術時遇到從廣泛的演算法中作出選擇及調整模型超參數的挑戰。³⁷ 為應對這些挑戰，本專題採用了最先進的自動化機器學習(AutoML)方法，此方法會把演算法選擇和超參數調整的過程自動化。視乎工具的選擇，常見的AutoML流程涉及三個階段的自動化

圖 B3.1
典型的機器學習流程



資料來源：Elishawi et al. (2019)。

³³ 在GDR計劃和住宅按揭調查涵蓋的認可機構的住宅按揭貸款約佔銀行業所有住宅按揭貸款的99%。

³⁴ 我們通過「欠款日數」數據欄來識別出現技術性拖欠的住宅按揭貸款。對於欠缺「欠款日數」數據欄資料的住宅按揭貸款，我們使用其「期初未償還金額」及「期末未償還金額」來推斷該筆貸款是否已連續三個月逾期。

³⁵ 有關延遲償還本金措施的詳情，請參閱金管局於2020年4月3日發布的新聞稿《金管局與銀行業合力抗疫支持經濟》(<https://www.hkma.gov.hk/chi/news-and-media/press-releases/2020/04/20200403-4/>)。

³⁶ Elishawi R, Maher M, Sakr S (2019). "Automated Machine Learning: State-of-the-art and Open Challenges", *arXiv.org*, 1906.02287.

³⁷ Feurer, M., Klein, A., Eggenberger, K., Springenberg, J., Blum, M., & Hutter, F. (2015). "Efficient and robust automated machine learning", In *Advances in neural information processing systems* (pp. 2962-2970).

(如圖 B3.2 所示)，每個階段會進行重複優化，以獲取最佳效果。^{38 及 39}

圖 B3.2
常見的自動化機器學習流程



資料來源：Truong et al. (2019)。

在數據輸入項方面，我們使用 2020 年 7 月至 2022 年 5 月期間所匯報的 GDR 數據。與其他大數據一樣，GDR 數據（尤其是在計劃初期所匯報的數據）的數據質量並非完美。在數據處理方面，我們並沒有完全依賴 AutoML，而是利用我們在住宅按揭貸款及 GDR 數據集的領域知識進行部分數據特徵工程。首先，我們會剔除部分數據欄，而這些被剔除的數據欄於大部分住宅按揭貸款交易均資料不全或無法作出合理的推算。第二，我們將不同但相關的數據欄中所匯報的不完整資料合併，以推算缺失的資料或建立新的變量。完成上述的數據處理步驟後，我們餘下 37 個變量，當中包含與貸款特徵、借款人及按揭物業相關的資料。我們亦加入若干宏觀經濟指標作為交易層面數據的補充資料。我們的預測模型所用的解釋變量載列於表 B3.1。

表 B3.1
預測模型中的解釋變量

分類	數據欄／變量
借款人資料	初始供款與入息比率、就業狀況、固定收入比例*、與香港的聯繫*、個人／企業借款人*、婚姻狀況、大型企業指標、借款人和擔保人數量*、每月總收入*、出生年份
GDR	批核依據、期末未償還金額、二按指標、衡平法按揭指標、利率上限：參考利率、利率類別、初始貸款金額（港元等值）、最新更新的按揭成數、初始按揭成數、按揭保險計劃指標*、抵押品數量*、其他抵押品、還款頻率、參考利率、貸款剩餘年期、員工貸款指標、初始貸款年期、擔保*、其他抵押品*、融資類別、按揭現金回贈
物業特徵	車位、抵押價值、用途、抵押物業的初始價值、貸款初始日的出租狀況、實用面積、建築物類型
住屋市場指標	中原城市領先指數、中原經紀人指數、中原估值指數、私人住宅落成量、美聯 35 房地產交易、房地產市場情緒指數、差餉物業估價署住宅物業價格、差餉物業估價署住宅物業租金、利嘉閣參觀單位預約宗數、私人住宅銷售成交宗數
宏觀經濟及金融指標	一個月香港銀行同業拆息、實際按揭利率、恒生指數、香港經濟政策不確定性指數、恒指波幅指數、通脹率、家庭收入中位數、採購經理指數、最優惠利率、零售額及零售量、港股成交額、失業率

註：標註*的數據欄是通過將不同但相關的數據欄中所匯報的資料合併而建立的。

為了進行監督式機器學習演算法，我們根據每筆住宅按揭貸款交易在匯報日的三個月後有否出現拖欠情況而編配一個「拖欠」或「健康」的標籤。在確認出所有技術上屬於拖欠的住宅按揭貸款後，我們從 GDR 數據集隨機提取部分健康貸款作為樣本。所提取的健康貸款數目是屬於技術性拖欠的住宅按揭貸款的四倍。此抽樣過程旨在解決「拖欠」及「健康」兩個類別的貸款之間的失衡情況，以確保我們的模型能夠掌握拖欠貸款的特點。總體而言，我們的數據樣本包含了 56,212 個獨特的住宅按揭貸款，並在整個採樣期擁有約 847,000 個記錄。為確保受訓模型能夠有效地應用到之前未遇過的數據上，我們把該等交易樣本分為兩個組別，其中 80% 的獨特住宅按揭貸款用作培訓組別，其餘則用作測試組別。

³⁸ Truong, A., Walters, A., Goodsitt, J., Hines, K., Bruss, C. B., Farivar, R. (2019). "Towards Automated Machine Learning: Evaluation and Comparison of AutoML Approaches and Tools", *arXiv.org*, 1908.05557.

³⁹ AutoML 工具的例子包括 DataRobot、H2O AutoML、AutoKeras、Auto-Weka、Azure ML 及 Auto-sklearn。

當數據準備就緒，我們便開始進行 AutoML 流程，當中，一系列的預設演算法配合不同的超參數會被應用到培訓組別的數據去訓練出超過 100 款模型。⁴⁰ 而測試數據會自動地被用作評估各培訓模型的表現。透過金管局開發的內部數據科學實驗室的運算能力，整個 AutoML 流程可在約 600 分鐘內完成。

實證結果

我們會使用運算所得出的不同評估指標，比較所有受訓模型的表現。鑑於受訓模型的目標是處理一個二元分類問題（即預測住宅按揭貸款在三個月後會否出現拖欠），因此一個稱為「area under the curve of receiver operating characteristic」（又名「AUC」）的評估指標可用作選擇最佳模型。表 B3.2 展示了各模型類別中利用 AUC 作評估而選出的最佳受訓模型。如上表所示，最佳的模型是其中一個堆疊集成模型，其 AUC 為 0.9388。根據文獻基準，該模型可視為表現優秀。⁴¹

所選定的模型可用於適時了解認可機構的住宅按揭貸款的信貸風險趨勢。圖 B3.3 將模型預測，與利用 GDR 數據確認出的技術性拖欠貸款的實際數字進行比較。如該圖所示所選定的模型在預測三個月後出現技術性拖欠的貸款總數方面表現相當良好。在第五波新冠病毒疫情令經濟惡化及按揭利率面對着上升壓力的情況下，所選定的模型預測出現技術性拖欠的貸款或有所增加，但仍會處於較低水平。

⁴⁰ 在整個 AutoML 流程中，100 個基礎模型透過使用五倍的交叉驗證和多款機器學習演算法進行培訓，當中包括分佈式隨機森林、廣義線性模型、梯度提升機器、XGBoost 梯度提升機器和深度神經網絡。此外，亦有利用 100 款基礎模型訓練出的幾款堆疊集成模型。

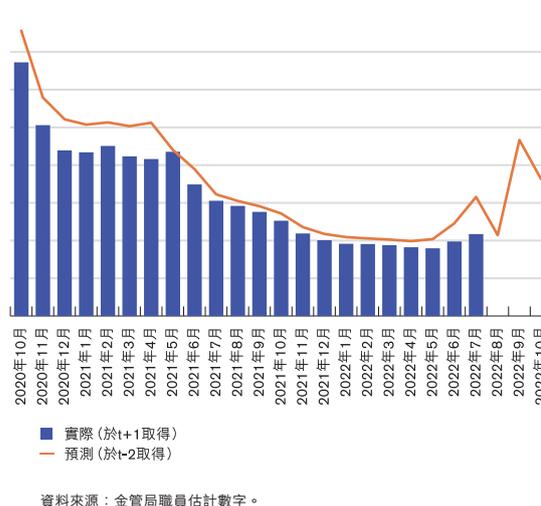
⁴¹ 理論上，完美的模型的 AUC 為 1。文獻指出，AUC 達 0.9 和 0.8 的模型，可以分別被界定為優秀和良好的模型。詳情請參閱 Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., Sturdivant, R. X. (2013). *Applied Logistic Regression* 398. John Wiley & Sons. °

表 B3.2
各類別最佳受訓模型的主要評估指標

模型類別	AUC	精準召回 AUC
深度神經網絡	0.8980	0.5785
分佈式隨機森林	0.9116	0.7123
梯度提升機器	0.9322	0.7563
廣義線性模型	0.8184	0.4182
堆疊集成模型 1	0.9388	0.7837
堆疊集成模型 2	0.9373	0.7697
XGBoost 梯度提升機器	0.9325	0.7587

資料來源：金管局職員估計數字。

圖 B3.3
模型預測與技術性拖欠實際數字的比較

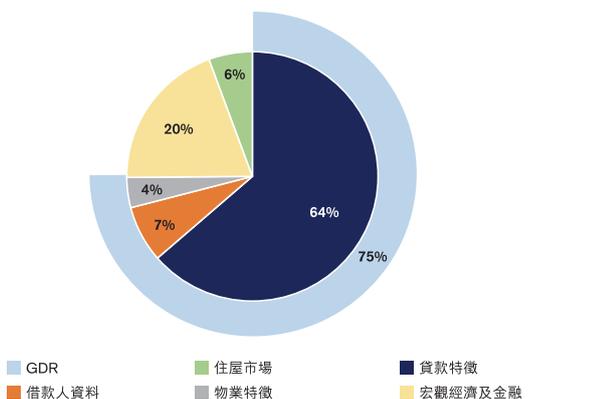


我們亦嘗試通過「逆向工程」來識別對我們模型預測影響最大的因素。我們所選定的模型指出，預測技術性拖欠所用的資料當中，有 75% 是來自 GDR 數據集（圖 B3.4）。在所有 GDR 變量中，與貸款特徵相關的變量（例如按揭成數、年期及未償還金額）被視為重要的影響因素。我們所選定的模型強調的其他有影響性的 GDR 變量包括供款與入息比率和借款人的就業和收入資料。在宏觀經濟及金融數據方面，實際按揭利率是最重要的影響因素。我們的研究結果與英倫銀行在 2019 年進行的類似研究一致。⁴² 此外，我們的研究強調按揭成數及供款與入息比率是影響貸款拖欠

⁴² Bracke, P., Datta, A., Jungm C., Sen, S. (2019). "Machine Learning Explainability in Finance: an Application to Default Risk Analysis", *Bank of England Staff Working Paper No. 816*.

狀況的部分主要原因，因此我們的研究結果確認金管局的宏觀審慎措施可以透過設定這些比率的限制來控制相關的信貸風險。

圖 B3.4
輸入變量的重要性 (按類別劃分)



註：

1. 變量的重要性是利用變量剔出損失來衡量，而變量剔出損失是指當某變量從模型剔出時所導致的模型表現損失；剔出損失越大，則表示該變量越重要。

2. 由於四捨五入，數字相加後未必等於100%。

資料來源：金管局職員估計數字。

結論

總括而言，本專題嘗試利用 AutoML 技術開發一套工具以協助進行認可機構的住宅按揭貸款組合的風險監察。具體而言，我們所訓練的模型能夠預測三個月後的住宅按揭貸款拖欠情況。通過「逆向工程」，我們也發現，GDR 數據為預測住宅按揭貸款的技術性拖欠提供了寶貴資訊，當中，貸款特徵是最重要的資訊類別。

儘管我們的受訓模型表現良好，但值得注意的是，我們的實驗性模型亦有其局限。具體而言，鑑於 GDR 數據集所涵蓋的時期較短及數據質量不完善，我們的模型可能無法掌握不同經濟周期的結構性變化及所有重要的貢獻因素。儘管如此，使用 AutoML 技術使我們可以隨着 GDR 數據質素和覆蓋時期的改善而輕易地改良模型，經改良後的模型可被用作一個輔助工具，並為住宅按揭貸款信貸惡化提供預警信號。