

數碼 港元

Web3.0

構建香港新金融

郎咸平 著

德林新經濟研究院 出品

序

作為德林新經濟研究院的開篇白皮書，郎咸平教授和我不約而同地選擇了 Web3.0 這一研究課題。很多認識我的朋友可能會對此有些疑問，主要原因是本人曾於 2022 年 4 月 6 日發表了一篇題為《加密貨幣：是貨幣還是泡沫？》的長文。文中不僅闡述了加密貨幣的科技泡沫化，而且也總結出加密貨幣無法替代傳統意義的信用貨幣的結論。可怎麼不到 18 個月的時間，德林和我的觀點突然轉向了？

在此我想澄清兩點：首先，我說的加密貨幣的科技泡沫確實在 2022 年 4 月美聯儲開始進入快速加息軌道後就破滅了，市值也在最多時跌去了 70%；其次，關於貨幣屬性，我的觀點在傳統經濟環境下適用，但是我當時的認知範疇卻也受此局限。我要求自己以及每一位德林人能擁有批判性思維（Critical Thinking），堅持不斷地挑戰自己的確認偏誤（Confirmation Bias），並能逐步改善自身的認知缺失（Cognitive Bias）。我在總結歷史規律的同時，也在不斷地學習讓我「不舒服」的新生事物、新式概念、新興科技及產業，而對區塊鏈技術下的加密貨幣的不斷深入學習則引領我進入了一個

全新的認知範疇。所以，18個月後的今天，我才能更謙虛地向郎教授請教關於 Web3.0 的諸多疑問。

確實，在經歷了過去一年的加密貨幣市場泡沫的破滅，以及隨之而來層出不窮的幣圈亂象（包括 LUNA 穩定幣崩盤和 FTX 交易所倒閉），似乎 Web3.0 的光環已褪去了幾乎所有的亮澤。但也正因為如此，郎教授和我反而覺得以區塊鏈技術為基礎的加密貨幣目前才真正進入破繭而出的發展階段。隨着去中心化的加密貨幣的不斷成熟，元宇宙的虛擬生態環境與現實中心化監督管理的有機結合，才能真正讓 Web3.0 行業最終得到健康長久的發展。

在這樣的共同認知下，作為有 23 年金融從業經驗，並且已經對區塊鏈技術、加密貨幣、NFT 以及元宇宙有一定研究的我，向郎教授提出了以下三個問題並希望能在這本書中找到答案。

1. 比特幣沒有任何有效的估值體系，它的價格到底是如何被市場界定的？

2. 在目前的全球資產類別裡，股市大約佔 110 萬億美元，債券佔 133 萬億美元，房地產大約佔 250 萬億美元，黃金佔 14 萬億美元，加密貨幣市值卻從最高點的 3 萬億美元跌落至目前僅 1.1 萬億美元。加密貨幣泡沫已然破滅，需要多久才能恢復，有無可能將來成為主流資產配置的一部分？

3. 2022 年 10 月香港特區政府正式對外宣佈要成為全球

Web3.0 中心，但 Web3.0 是基於去中心化而產生的，這是否與政府中心化主導相矛盾？

我相信眾多和我有相同背景的專業人士或多或少都有這方面的疑問，而這本書無疑用了全新的角度為我們解答了這三個問題，並在此基礎上描述和展望了令人無比興奮的前景，提出了對未來的實操建議。

再次回到我曾於 2022 年 4 月對加密貨幣的總結：「我相信，未來加密貨幣會成為投資資產類別的一部分，區塊鏈技術的最終應用也可能會顛覆整個生產效率，元宇宙或許是未來生活的一部分。但是當泡沫來臨時，我們不要用對未來的無知去挑戰歷史過程中的經驗教訓。」今天的我，可以自信地為本書寫序並將結語改成：「我相信，未來加密貨幣一定會形成與黃金一樣的規模甚至超越其規模的資產類別；區塊鏈技術的最終應用也將得到充分釋放從而顛覆整個生產效率；元宇宙必將成為我們生活的一部分。讓我們迎接泡沫的來臨與破滅，擁抱屬於我們的共同歷史經驗教訓和未來充滿不確定性的美好！」

陳寧迪

德林新經濟研究院院董會主席

2023 年 9 月 17 日於矽谷

在可預見的未來，全球金融市場再無創新，而能夠實現跨區塊鏈交易的數碼港元將是全球金融市場最後一個創新。

前言

摘要：我認為：「在可預見的未來，全球金融市場再無創新，而能夠實現跨區塊鏈交易的數碼港元將是全球金融市場最後一個創新。」我從 2014 年開始反對加密貨幣，是因為在沒有監管的狀態下，比特幣已經淪為暗網、黑市、洗錢等地下經濟的交易中介，形形色色的交易平台充滿了欺詐、操縱、壟斷等不法行為。既然加密貨幣有這麼負面的影響，我們為甚麼還需要關注它呢？因為根據我們數理統計量化分析的結果發現，以比特幣為主導的加密貨幣具有三大優勢：第一，比股票市場波動更大，風險溢價更高；第二，超過黃金的避險特性；第三，具備抗通脹功能。比特幣是唯一一個具有三大特性的金融資產，所以我們必須關注它。根據個人研究結果，我發現只有嚴格監管加密貨幣的 6+1 技術產業鏈，才能根除加密貨幣的負面特性，從而替投資人創造財富。而香港的 Web3.0 的出現就是開始嚴格監管 6+1 技術產業鏈的第一步，所以我們必須關注 Web3.0 的發展。

基於本書的研究，我認為，如果香港實現了 6+1 技術產業鏈的塑造，將造就一個以數碼港元為標誌的新香港。我們有理由期待新香港時代的快速到來！

Web3.0 技術可以分為兩個方面：一是區塊鏈技術，也叫分佈式分類賬技術；二是元宇宙技術，也叫沉浸式虛擬世界。區塊鏈技術的誕生離不開比特幣，它們是一對「孿生兄弟」。所以，在我們具體分析香港特區政府推出的 Web3.0 之前，我們必須了解以比特幣為首的加密（虛擬）貨幣的金融屬性，這樣才能了解推出 Web3.0 的必要性。

由於整個學術界和業界對虛擬貨幣金融屬性的研究基本一片空白，因此我們將對香港特區政府指定可交易的兩大虛擬貨幣之一的比特幣作出一系列的量化分析。由於我們的量化分析用了相當艱深的統計分析方法，因此，除非讀者有着非常專業的統計或者數理統計的學術背景，否則我們建議讀者跳過第一章，直接進入第二章開始閱讀。

在第一章裡，我們分兩個階段進行量化分析。第一個階段，我們在透過 ARMA^[1] 和 GARCH^[2] 量化模型比較比特幣和標普 500 的價格波動之後，得出如下結論。

1. 比特幣市場的漲跌幅「尖峰厚尾」特點比股票的漲跌幅更加

[1] 自回歸滑動平均模型，研究時間序列的重要方法，由自回歸模型與移動平均模型為基礎「混合」構成。

[2] 專門針對金融數據量體定做的回歸模型。GARCH 對誤差的方差進行了進一步的建模，特別適用於波動性的分析和預測。

明顯，極端漲跌幅更常見。

2. 和股票市場相比，比特幣市場的波動率更大，「異方差」和波動聚集性更明顯，大漲大跌行情出現的情況更多。

3. 和股票市場相比，比特幣市場的「負面效應」要弱一些，主要原因是上市至今，比特幣單邊上漲的行情較多，很多投資者還沒有經歷過大跌行情。

4. 比特幣市場遠非「有效市場」，既不是「弱有效市場」，更談不上「強有效市場」。換句話說，比特幣市場比股票市場更加波動，更難預測。

這些結果都指向同一個結論——比特幣市場相對於股票市場而言，市場成熟度更低，有效性更差，其波動幅度仍遠大於股票市場。但是，市場對比特幣的高風險也給出了相應的高溢價。具體來講，比特幣的日度、週度和月度的風險溢價是標普的 5.8 倍、9.6 倍和 15.6 倍。我想用一句最通俗的話將兩者作個對比：**今天的比特幣就是 100 年前的美股，30 年前的 A 股**——100 年前的美國，經歷了 1919 年至 1921 年的美股崩盤、1929 年的大蕭條、1942 年的珍珠港事件等多次股災。其中最慘烈的大蕭條時期，美股股指跌幅高達 89.19%，道指最低點只有 42。而 30 年前的 A 股，也經歷了多次牛熊轉換，其中最典型的是 1992 年的取消漲跌停板制度引

發股市暴漲，一天之內上漲 105%。但是緊接着就是 1992 年 8 月 10 日證監會下發《關於進一步規範和加強證券市場管理工作的通知》，要求嚴格控制新股發行數量和價格，打擊非法證券活動等。這導致股市又大幅下跌，滬指從 1429 點下跌到 386 點，跌幅高達 73%。

第二個階段，我們通過格蘭傑因果檢驗 (Granger Causality Test) 比較比特幣和美元、黃金之間的因果關係之後發現，比特幣還具備股票所不具備的避險功能。我們的研究顯示，黃金之所以成為避險貨幣就是因為美元、黃金走勢相反，但是碰到危機時，美元、黃金就會同漲或者同跌。比特幣具有與黃金一樣的避險屬性，我們的量化研究結果顯示，美元、比特幣走勢也是相反的，如果碰到危機，美元、比特幣就會一起漲，但是我們沒有發現危機之下美元、比特幣一起跌的特性。因此，比特幣的避險特性和黃金相比顯得更簡單、更乾淨。此外，我們的量化分析顯示，黃金、比特幣全程走勢相同，這個發現確定了比特幣具備如同黃金一樣的避險特性，這是股票所不具備的。我們想用一句通俗的話來形容比特幣的避險特性：**毫無疑問，比特幣已經超越了黃金，成為新一代的避險貨幣。**最後，我們嘗試檢驗比特幣有沒有抗通貨膨脹特性。美聯儲從 2020 年 3 月 15 日開始的兩年內瘋狂「放水」，資產總額從 4.2 萬

億美元暴漲到 8.9 萬億美元，兩年超發貨幣超過美聯儲歷史發鈔總額。這麼大的貨幣超發一定導致嚴重的通貨膨脹預期，我們正好通過這個機會檢測一下比特幣是否具有抗通貨膨脹特性。我們發現美聯儲資產和比特幣的相關係數竟然高達 0.83，遠遠超過美聯儲資產和美元 0.57 的相關係數。這個結果挖掘出了**比特幣的另外一個特性，那就是抗通貨膨脹**。各位讀者可以想像到嗎？一個前所未有的新金融工具——虛擬貨幣——即將從蠶蛹中破繭而出完成華麗轉變成為蝴蝶。這隻蝴蝶具備了 100 年前的美股、30 年前的 A 股的瘋狂特性，將超越黃金成為新一代的避險貨幣，甚至具備抗通貨膨脹的特性。其必然結果就是不可預測的蝴蝶效應——蝴蝶翅膀輕輕一拍，蝴蝶效應結果難料。這也是為甚麼我們花費了大量的時間和精力去研究香港特區政府所主導的 Web3.0 能不能構建一個完整的 6+1 技術產業鏈——因為只有完整的 6+1 技術產業鏈才能有效監管這隻美麗的蝴蝶。

本書第二章概括性地描述了 Web3.0 領域 6+1 技術產業鏈的由來，並從技術產業鏈的角度詳細分析香港特區政府介入後給 Web3.0 產業鏈帶來的巨變。從產業鏈的角度，我們更容易看出香港特區政府在背後作出的努力，從而更清晰地知道為甚麼新加坡的「去中心化金融中心」以失敗告終。因為新加坡沒有選擇解決區

塊鏈面臨的諸多問題，而是非常短視地選擇了以鄰為壑。最後我還分析了香港相比於日本的優勢——香港作為一個城市經濟體，船小好掉頭，而日本的試錯空間小。香港一旦試驗出 Web3.0 的可行模式，內地有大量的資本會過來給予支持，同時內地也有巨大的市場為香港 Web3.0 技術找到用武之地。這都是香港的獨特優勢。

在第三章到第九章中，我分門別類地講了 6+1 產業鏈，以及香港是如何改造這條產業鏈的。其區塊鏈的 6 大相關技術被香港成功改造後，終於能夠成為元宇宙的技術基礎，進而為 Web3.0 在香港的實現鋪平了道路。

第三章講區塊鏈技術，這是 Web 3.0 的技術基礎。區塊鏈技術是在 2008 年 11 月和比特幣同時誕生的，二者像孿生兄弟一樣。毫無疑問，這個技術非常有價值。但是如果我們不能把區塊鏈技術和它的貨幣屬性相剝離，那麼它只能淪為炒作的工具。香港特區政府明確提出，Web3.0 要取得成功，必須服務實體經濟，不能脫離現實世界。這個基調非常重要，是香港避免淪為炒幣中心最重要的保證。

第四章講區塊鏈技術目前的應用，也就是虛擬幣。現在市面上有上萬種虛擬幣，當然其中絕大部分是「從空到空」的傳銷幣、空氣幣。就連最大的虛擬幣交易所幣安也只是交易其中的 388 種。

香港特區政府目前審核通過了兩家虛擬資產交易所，且只可以交易三種虛擬幣，目的也是保護投資者。

第五章講穩定幣。穩定幣是虛擬貨幣換成法定貨幣的中介，是虛擬幣的「聖杯」。但是穩定幣崩盤時有發生，即便沒有崩盤，也通常不具備足額現金儲備，隱藏着巨大的風險。香港特區政府研發的數碼港元直接具備穩定幣的功能，將來推出後可能是全球唯一的主權穩定幣！

第六章講聯盟鏈。我認為聯盟鏈是區塊鏈技術向現實世界妥協的必然，是未來的趨勢。因為如果沒有聯盟鏈，區塊鏈技術就無法和現實世界產生聯繫。聯盟鏈存在的價值是利用中心化的地位為線下資產上鏈做信用背書，確保上鏈資產的可信度。香港特區政府的數碼港元就是以聯盟的形式研發的，未來大概率會以聯盟鏈的形式推出。到時候，數碼港元將成為虛擬世界最堅實的底層資產。

第七章講交易所，交易所是去中心化的區塊鏈世界的中心單位，從這個角度也可以說明，一定程度的中心化是不可避免的。但是，沒有監管的交易所充滿了欺詐、合謀，甚至毫無規則可言的斷網、強制平倉等，叢林法則成了區塊鏈世界唯一的通行證。香港特區政府介入後，所有交易所都要獲得批准才可以運行，必須達到監管要求，比如交易所 98% 的資產必須存放在線下冷錢包，交易

所必須具備反洗錢能力，等等。這為將來虛擬資產擴大交易打下了堅實基礎。目前香港特區政府批准了兩家交易所，加密貨幣正式合法化。

第八章講政府監管。目前世界各國對虛擬幣都是以事後監管為主，只有中國香港特區政府（以及日本政府）通過嚴格的法條進行事前監管，防患於未然。

有了這 6 個部分的規範和監管後，區塊鏈技術才可能被納入規範的軌道，解決空轉問題。只有這樣，區塊鏈技術才能成為元宇宙最堅實的經濟基礎。第九章對元宇宙進行了描述和展望。

郎咸平

德林新經濟研究院執行院長

2023 年 9 月 14 日於香港

目錄

CONTENTS

01 比特幣價格的量化分析 / 1

1.1 比特幣和標準普爾 500 指數的對比 / 2

金融時間序列的典型特徵 / 5

比特幣漲跌幅的尖峰厚尾 / 7

比特幣的異方差和波動聚集性 / 9

比特幣漲跌的負面效應 / 14

比特幣行情的自相關性 / 18

比特幣市場的有效性 / 22

比特幣市場的發展 / 26

1.2 比特幣和黃金、美元以及日元的量化對比 / 29

1.3 比特幣和美元、黃金以及美聯儲資產的圖形對比 / 35

1.4 比特幣價格具備巨大韌性 / 40

美元指數和黃金價格 / 41

比特幣和美元指數 / 43

比特幣和黃金價格 / 44

02 香港 Web3.0 的 6+1 產業鏈 / 47

2.1 香港特區政府介入前的 6 和 1 技術產業鏈 / 48

2.2 香港特區政府介入後的 6+1 技術產業鏈 / 50

2.3 新加坡輸在了「以鄰為壑」 / 53

2.4 日本是香港最大的競爭對手 / 55

03 香港剝離區塊鏈貨幣屬性 / 59

3.1 甚麼是區塊鏈？ / 60

3.2 區塊鏈有甚麼價值？ / 64

用數學方式解決信任問題 / 66

區塊鏈的前景 / 68

3.3 對區塊鏈技術的常見誤區 / 69

區塊鏈萬能論 / 69

區塊鏈無用論 / 71

美國聯邦調查局已經破解了比特幣？ / 73

哈希算法萬無一失嗎？ / 74

區塊鏈能做到完全匿名嗎？ / 75

3.4 區塊鏈涅槃重生 / 76

04 香港把虛擬幣引入正途 / 79

4.1 虛擬幣亂象 / 80

4.2 香港把虛擬幣引入正途 / 85

4.3 未來比特幣還能投資嗎？ / 90

比特幣在暗網的作用無可取代 / 92

比特幣的洗錢功能得到全球地下產業認可 / 95

05 讓數碼港元具備穩定幣功能 / 97

5.1 甚麼是穩定幣？ / 98

穩定幣的定義與作用 / 98

穩定幣的類型 / 99

5.2 穩定幣並不穩定 / 102

法定貨幣抵押型穩定幣也有風險 / 102

曾經的第三大穩定幣——LUNA 幣崩盤 / 107

5.3 美國——讓穩定幣和美元掛鉤 / 110

5.4 香港——直接提供在區塊鏈上運行的穩定幣 / 114

5.5 呼籲數碼港元成為穩定幣 / 116

06 用數碼港元支撐香港聯盟鏈 / 119

6.1 傳統區塊鏈的問題 / 120

6.2 聯盟鏈的價值 / 121

甚麼是聯盟鏈？ / 121

通過聯盟鏈才能讓資產上鏈 / 124

聯盟鏈的優勢 / 126

6.3 未來的趨勢是聯盟鏈 / 127

6.4 香港特區政府的創舉 / 131

傳統穩定幣面臨的問題 / 134

數碼港元的優勢 / 135

房地產代幣化已有先例 / 136

07 香港嚴格監管交易所 / 139

7.1 去中心化世界裡的中心化機構——交易所 / 140

比特幣挖礦活動總量超 50% 被巨頭控制 / 140

92% 的比特幣現貨都在幣安進行 / 141

比特幣世界的「貧富差距」巨大 / 142

7.2 FTX 危機震驚幣圈 / 144

7.3 絕對自由導致多數人的暴政 / 145

強制接管計劃 / 146

不論漲跌，散戶都在虧損 / 147

7.4 香港 Web 3.0 把一切納入合法軌道 / 150

08 香港從事後監管升級到事前防範 / 157

8.1 全球交易所「爆雷」不斷 / 158

8.2 香港：全面監管，未雨綢繆 / 160

用戶實名，從底層開始管理 / 161

推行數碼港元，保證虛擬資產交易媒介的穩定 / 161

展望未來 / 163

09 元宇宙——Web3.0 的終極形態 / 165

9.1 區塊鏈成為元宇宙的經濟基礎 / 166

元宇宙是一個沒有爭議的未來產業 / 166

探索元宇宙的需求源於人類的真實慾望 / 168

開創元宇宙源於資本的增值衝動 / 169

未來已來 / 170

香港的元宇宙和元宇宙的香港 / 171

9.2 進入元宇宙的三大難題基本解決 / 172

顯示硬件 / 172

人機交互 / 174

算力革命 / 177

9.3 元宇宙技術的現實意義 / 178

製造業變革 / 178

遊戲、教育變革 / 180

一個充滿想像力的未來 / 181

The background is a dark blue field filled with glowing white and light blue lines that resemble a complex circuit board or data network. Scattered throughout are small circles and dots, some of which are connected by thin lines. In the center, there is a faint, semi-transparent globe. Overlaid on the scene are various data visualization elements: a line graph with a red peak on the left, a bar chart with several vertical bars of varying heights, and a circular gauge or dial with the number '5' repeated several times. The overall aesthetic is futuristic and data-driven.

01

比特幣價格的
量化分析

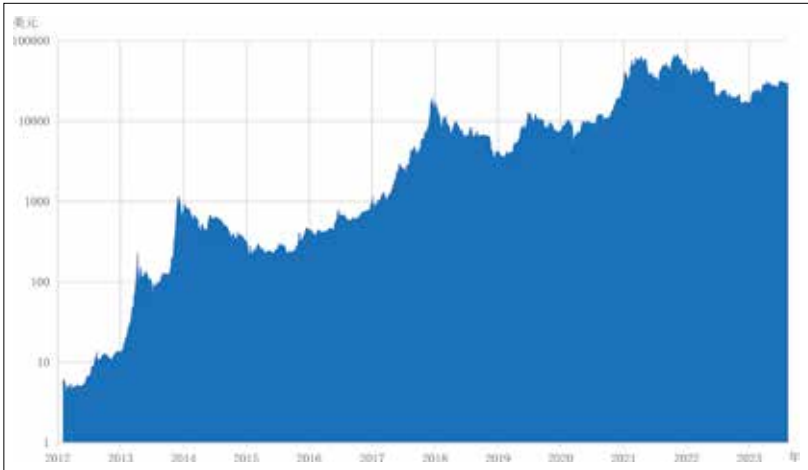
2023年10月23日，美國聯邦上訴法院正式裁定，灰度投資公司 (Grayscale Investments, LLC) 成功贏得美國證券交易委員會 (SEC) 拒絕其申請現貨比特幣 ETF 的訴訟。這一消息推動比特幣價格 1 天之內上漲了 13.8%，最高突破 35000 美元。貝萊德 (Black Rock, BLK) 的 iShares 比特幣 ETF 已經在清算公司 DTCC 的網站上掛牌。除了貝萊德，富達 (Fidelity)、方舟投資 (ARK Invest)、景順 (Invesco) 等主要金融機構也提交了比特幣 ETF 的申請。因此，比特幣已經成為一個全新的，我們都不可能忽視的金融工具，我們必須對其特性作出量化分析。

1.1 比特幣和標準普爾 500 指數的對比

2012 年至今，比特幣價格的走勢整體是震蕩向上的，其間波動很大，如圖 1.1.1 所示。2012—2014 年，比特幣價格迅速從幾美元漲到近千美元；2017—2018 年，又迅速從幾百美元上漲到上萬

美元；2021 年，曾突破 6 萬美元，但是後來迅速跌穿 2 萬美元，目前在 3 萬美元上下。

我們對比特幣的日漲跌幅數據做了一個簡單的描述性統計，方便起見，我們加入了美國標普 500 股票指數作為參照對比，見表 1.1.1。



數據來源：investing.com 網站，時間從 2012 年 2 月 2 日至 2023 年 8 月 11 日。^[1]

圖 1.1.1 比特幣價格走勢（美元週線，指數坐標）

[1] 比特幣是 7×24 小時連續不間斷交易的。本書使用的比特幣行情數據中的開盤價和收盤價，是格林尼治時間每天的 0 點時刻數據，每日開盤價和上一日收盤價相同。漲跌幅數據由收盤價數據衍生計算得出。

表 1.1.1 比特幣和標普 500 指數漲跌幅 (%) 的簡單統計描述

	日度		週度		月度	
	比特幣	標普 500	比特幣	標普 500	比特幣	標普 500
最小值	-38.18	-11.98	-41.49	-14.98	-37.29	-12.51
25% 分位	-1.33	-0.38	-4.09	-0.8	-7.56	-1.11
中位數	0.09	0.06	0.93	0.36	2.83	1.72
均值	0.29	0.05	2.12	0.23	11.48	0.97
75% 分位	1.84	0.55	7.28	1.43	23.02	3.42
最大值	36.15	9.38	93.48	12.1	461.25	12.68
樣本數	4204	2899	600	600	137	137

數據來源：investing.com 網站，時間從 2012 年 2 月 2 日至 2023 年 8 月 11 日。

由於長期波動上漲，比特幣日漲跌幅均值為 0.29%，其週度和月度漲跌幅則更為可觀，高達 2.12% 和 11.48%。相比較而言，股市的漲跌幅度較比特幣溫和得多，相差 5—10 倍之多。這證明最近 10 年來比特幣的總體漲幅大幅高於股票市場。

風險溢價是資產預期收益率超過無風險回報率的投資回報。資產的風險溢價是對投資者的一種補償形式，它代表向投資者支付以容忍給定投資中相對於無風險資產的額外風險。用公式表述為：

$$\text{市場風險溢價} = \text{預期回報率} - \text{無風險利率}$$

我們再對比一下比特幣和標普的風險溢價。如表 1.1.1 所示，比特幣日度漲跌幅的均值為 0.29%，標普為 0.05%，我們以均值

代表預期回報率，而日無風險利率等於 0，則比特幣的日度風險溢價是標普的 5.8 倍。同理，過度的無風險利率接近 0，所以比特幣過度的風險溢價是標普的 9.6 倍。但是月度的無風險利率就不能夠假設為 0 了。舉例來說，3% 年化無風險利率（例如一年期國債收益率），折算為月度無風險利率則是 3% 除以 12，等於 0.25%。所以， $(11.48-0.25)$ 除以 $(0.97-0.25)$ 等於 15.6，表示比特幣月度風險溢價是標普的 15.6 倍。和標普相比，市場對比特幣的高風險給出了相應的高溢價。具體來講，比特幣的日度、過度和月度的風險溢價分別是標普的 5.8 倍、9.6 倍和 15.6 倍。

金融時間序列的典型特徵

金融時間序列，主要是指世界各國各交易所推出的各種交易品種的交易數據，主要包括價格數據及其衍生數據。由於金融產品的交易數據都是真實不虛的交易記錄，不像經濟數據是經由抽樣調查推測得出的「偽」數據，而且金融數據結構完好、保存完整，所以非常適合用來做研究分析。目前關於金融時間序列的研究非常興盛，已經細分出幾個金融專業學科，比如計量經濟學、金融計量

學，以及統計學中的幾個時間序列相關的分支。

經過研究，人們發現金融時間序列一般具備幾個典型的特徵：

1. 尖峰厚尾：相比於標準正態分佈，金融時間序列具有更厚的尾部和更高的峰度。這表明極端事件在金融時間序列中比在正態分佈中更為常見。

2. 異方差和波動聚集性：金融時間序列的方差隨着時間變化而變化，即異方差性。這就是說，金融時間序列的波動時大時小，有時波動大，有時又比較平穩。從較長時間觀察，人們發現金融時間序列的波動常常是聚集的，即傾向於一段時間內波動較小，而另一段時間內波動較大，很少出現劇烈波動和走勢平穩在短時間內相互夾雜的情況。

3. 負面效應：金融時間序列的波動對正面信息和負面信息的反應不同，通常負面消息（利空消息）引起的市場反應相對較大，而正面消息（利多消息）對市場的影響則相對較小。

金融市場上大量交易的股票、債券、外匯、商品及其指數、基金等的走勢（漲跌幅）序列，作為典型的金融時間序列，經過研究分析驗證，都滿足這些典型的特徵。

那麼，比特幣從創造到推出交易至今，是否也和這些普通的金融序列一樣，具備這幾項典型的特徵呢？我們來一一進行驗證。

比特幣漲跌幅的尖峰厚尾

從表 1.1.1 中可以看出，比特幣每天的漲跌幅平均值是小幅正數，而且波動也比標普 500 指數（圖 1.1.2）要大很多。我們用直方圖把比特幣每日漲跌幅的分佈直觀地展示出來，並添加上均值和方差都相同的理論標準正態分佈的分佈曲線作參考，如圖 1.1.3 所示。

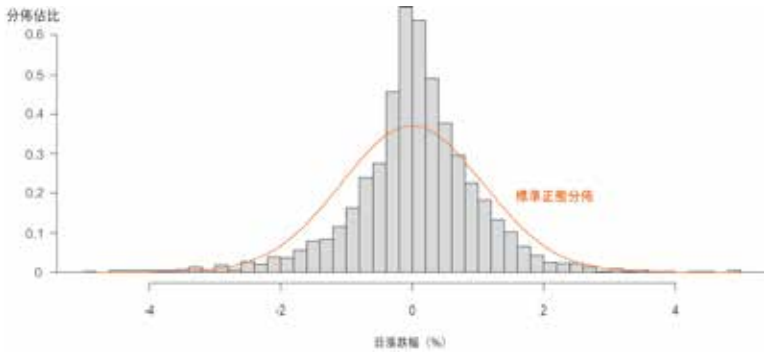


圖 1.1.2 標普 500 指數日漲跌幅分佈直方圖

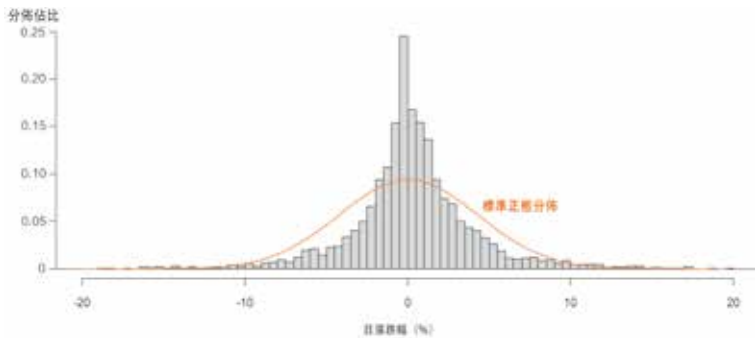


圖 1.1.3 比特幣日漲跌幅分佈直方圖

從圖中可以清晰地看出，比特幣日漲跌幅數據的分佈和標準正態分佈之間存在比較明顯的差異，其「尖峰厚尾」的特點非常明顯——在 0 附近的分佈更加集中，顯得波峰更尖，而在兩側尾部則明顯比標準正態分佈更多。

在統計學中，「峰度」是表徵概率密度分佈曲線在平均值處峰值高低的特徵數。峰度的計算方法是將數據分佈的四階中心矩除以標準差的四次方，即：

$$\text{峰度} = (X - \mu)^4 / \sigma^4$$

其中， X 是樣本值， μ 是樣本的均值， σ 是樣本的標準差。

峰度越大，說明其分佈越陡，更加「尖峰厚尾」。正態分佈的峰度值是常數，等於 3。以正態分佈為基準，峰度 > 3 ，說明分佈更陡峭，兩端異常值較多；峰度 < 3 ，說明分佈比較平均，且兩端沒有異常值。作為參考，均勻分佈的峰度為 1.8。

表 1.1.2 顯示不論比特幣還是標普 500 指數，其漲跌幅數據的峰度都明顯高過正態分佈，具備顯著的「尖峰厚尾」的特點。

表 1.1.2 比特幣和標普 500 指數漲跌幅的峰度

峰度	正態分佈	比特幣漲跌幅	標普 500 漲跌幅
日度	3	12.83	18.11
週度	3	10.51	10.03
月度	3	61.16	3.83

比特幣的異方差和波動聚集性

我們可以根據比特幣的每日漲跌幅數據，滾動計算出每天的歷史波動率數據。具體就是，我們以每 30 天為一個窗口，計算這 30 天內漲跌幅的波動率，將其視為窗口內最後一天的波動率。然後這樣一天一天地向後滾動窗口，計算出所有日期的波動率數據，見表 1.1.3。

表 1.1.3 比特幣和標普 500 指數波動率 (%) 的簡單統計

	最小值	25% 分位	50% 分位	均值	75% 分位	最大值
比特幣	0.78	2.40	3.32	3.69	4.53	14.48
標普 500	0.22	0.56	0.75	0.91	1.10	6.12

從統計來看，比特幣的 30 天滾動波動率平均值在 3.69%，但是波動率變動很大，最小的時候低於 1%，最大的時候超過 10%。

而標普 500 的波動率則小很多，均值 0.91%，在 1% 以下，而且歷史上大部分時候都在 2% 以下。很明顯，比特幣的波動率是隨時變動的，而且波動比較大，遠超標普 500 指數的波動率。

我們將比特幣和標普 500 的滾動波動率畫在圖 1.1.4、圖 1.1.5 上。從圖 1.1.4 中可以清晰地看到，比特幣的波動率是隨時間變動的，也就是說比特幣的漲跌幅序列是異方差的，而且具有波動聚集性，波動率較大的時候集中在少數幾個時段。例如，波動率超過 8% 的情況只出現在圖中方框標出的少數幾個時段，這就是波動聚集性。圖 1.1.5 顯示的標普 500 的情況類似。但是股市的波動幅度遠沒有比特幣大。我們看到比特幣的波動率大致在 1%—6%，而標普 500 的波動率基本上在 2% 以下，最近 10 年的最大波動率僅為 6% 左右，大幅低於比特幣最大 14% 左右的波動率。

在統計學上，時間序列的異方差問題可以用 GARCH 模型來進行建模擬合。GARCH 模型（廣義自回歸條件異方差模型，Generalized Autor-Regressive Conditional Heteroskedasticity Model）由恩格爾（Robert Engle）在 1982 年提出^[1]，專門針對金融市場中的波動聚集性現象。

[1] 參見恩格爾 1982 年於《計量經濟學》雜誌（第 50 卷，第 987—1008 頁）發表的文章《英國通脹數據方差估計中的自回歸條件異方差問題》。



圖 1.1.4 比特幣 30 日滾動波動率

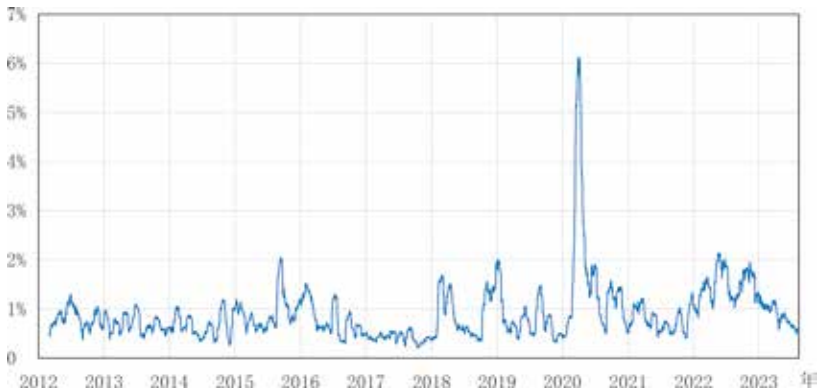


圖 1.1.5 標普 500 指數 30 日滾動波動率

GARCH 模型是針對金融序列的波動率，模型的被解釋變量是每一期模型殘差的波動率。它是一個條件異方差模型，假設誤差項的方差是過去誤差項的函數。具體來說，GARCH (p, q) 模型的方差函數如下：

$$\sigma_t^2 = \omega + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + a_p \varepsilon_{t-p}^2 + b_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + b_q \sigma_{t-q}^2$$

其中， ω 是常數項， a_i 和 b_i 是模型參數， ε_i 是隨機誤差項， σ_i^2 是條件方差， p 和 q 是正整數，分別代表了模型的階數。針對確定模型的階數 p 和 q ，常用的方法是用遞增法不斷增加階數，直至新增加的階數不再顯著為止。

GARCH 模型可以看作是針對波動率方差的 ARMA 模型，它使用歷史若干期的波動率來預測解釋當前一期的波動率，認為波動率具有自相關性，自相關性在外則表現為波動聚集現象。

針對比特幣的日度波動率走勢，通過統計方法分析建模，我們可以擬合出如下的 GARCH (1, 1) 模型：

$$\sigma_t^2 = 0.000085 + 0.145\varepsilon_{t-1}^2 + 0.815\sigma_{t-1}^2$$

然後我們增加 p 、 q 的階數，可以擬合出如下的 GARCH (2, 2) 模型：

$$\sigma_t^2 = 0.00002 + 0.16\varepsilon_{t-1}^2 + 0.15\varepsilon_{t-2}^2 + 0.6\sigma_{t-2}^2$$

我們再增加 p 、 q 的階數，可以擬合出如下的 GARCH (3, 3) 模型：

$$\sigma_t^2 = 0.00002 + 0.23\varepsilon_{t-1}^2 + 0.04\varepsilon_{t-3}^2 + 0.38\sigma_{t-1}^2 + 0.05\sigma_{t-2}^2 + 0.23\sigma_{t-3}^2$$

其中標紅的係數是統計不顯著的。

我們再增加 p 、 q 的階數，可以擬合出如下的 GARCH (4, 4)

模型：

$$\sigma_t^2 = 0.00002 + 0.16\varepsilon_{t-1}^2 + 0.014\varepsilon_{t-2}^2 + 0.0016\varepsilon_{t-3}^2 + 0.1\varepsilon_{t-4}^2 + 0.39\sigma_{t-1}^2 + 0.18\sigma_{t-2}^2 + 0.08\sigma_{t-4}^2$$

通過上述 4 個模型綜合考慮回歸係數的量級大小和顯著性，只有一階的係數持續維持顯著，所以我們認為 GARCH (1, 1) 模型就可以很好地體現數據的關係。這樣，我們就可以通過 GARCH (1, 1) 模型，用上一期的波動率數據去預測下一期的波動率。

新一天的漲跌幅出來之後，由於我們已經事先預測到這一天的波動率，所以我們用新一天的漲跌幅除以我們事先預測到的波動率，就得到了新一天的「歸一化漲跌幅」，而這個歸一化漲跌幅就應該是沒有異方差的常規恆定方差的序列了。我們可以通過這一方法就 GARCH 模型對波動率預測的有效性進行驗證。

我們對去除 GARCH 模型預測波動率後的歸一化漲跌幅計算同樣的 30 天滾動波動率，如圖 1.1.6 所示。很明顯，經過 GARCH 預測波動率歸一化之後的漲跌幅數據基本不再有異方差的特點，其波動率長期穩定在 1 附近，大致在 0.5—1.5 變動。這說明 GARCH 模型對於異方差問題的估算是非常有效的。

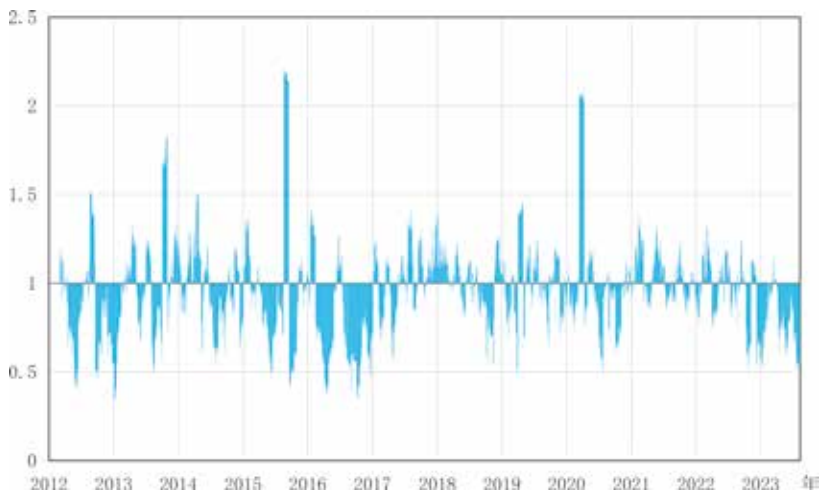


圖 1.1.6 GARCH 歸一化後漲跌幅的 30 天滾動波動率

比特幣漲跌的負面效應

從前面比特幣漲跌幅的分佈統計，我們看到比特幣的漲跌幅並不符合正態分佈，它存在尖峰厚尾的問題。此外，我們從漲跌幅的直方圖分佈中可以看出，比特幣分佈左右相對比較對稱，偏度似乎並不算很大。

在統計學中，「偏度」的算式為：

$$\text{偏度} = (\bar{X} - \mu)^3 / \sigma^3$$

其中 μ 是樣本的均值， σ 是樣本的標準差。所有對稱型分佈的偏度都為 0，偏度 > 0 說明右側尾部樣本較多，對應比特幣則是大漲的情況比較多；偏度 < 0 說明左側尾部樣本較多，對應比特幣則是大跌的情況比較多。

我們計算比特幣和標普 500 指數的樣本偏度（見表 1.1.4），發現標普 500 的偏度是負數，而且在不同時間維度下比較穩定，說明股市下跌的情況多一些。標普 500 的左側尾部（大跌的部分）情況多於右側尾部，說明總體上大跌的情況比大漲的情況要多，這也正好驗證了標普 500 的負面效應。

表 1.1.4 比特幣和標普 500 指數漲跌幅的偏度

	日度		週度		月度	
	比特幣	標普 500	比特幣	標普 500	比特幣	標普 500
偏度	0.05	-0.51	1.25	-0.65	6.60	-0.47

但是對於比特幣來說，其漲跌幅的偏度在各種時間維度下都是正數，這和標普 500 的情況完全相反。這可以說明比特幣沒有負面效應嗎？

實際上，我們回看比特幣的歷史走勢圖，可以發現其在 2014 年之前基本上是單邊上漲行情，價格從幾美元迅速漲到上千美元，這段時間內的下跌時段是非常少的。但這樣的行情不可能是比