

逢甲大學學生報告 ePaper

新冠肺炎對美國股市之影響

The Impact of the COVID-19 on the U.S. Stock Market

作者：陳致維、李振維、陳俐穎、侯偉凱、游淳卉、陳韋豪、王嘉麟

系級：統計學系四年級甲班

學號：D0680476、D0680387、D0875797、D0636225、D0680535、

D0636137、D0668359

開課老師：陳婉淑 教授

課程名稱：統計專題(一)

開課系所：統計學系

開課學年：109 學年度 第 1 學期

中文摘要

本研究探討美國股票受到新冠肺炎疫情影響的程度，我們選用了標普 500 股價指數與 7 個各別股(迪士尼、蘋果、波音、可口可樂、西南航空、亞馬遜和 Blink 電動車充電站)來作數據分析，以這些股票來推測觀光業、航空業、民生業、科技業所受到衝擊。第一部份根據最近十年的日時間序列(2010 年 1 月到 2020 年 9 月)，討論了每個股票的最佳變異數異質性模型(GARCH, GJR-GARCH and E-GARCH)以及三種誤差分配，以捕捉波動群聚性和不對稱的財務時間序列特徵，來推測未來的波動趨勢。第二部份為目標股票的市場模型，以獲得 Beta 估計值。以標準差來觀察選取的股票，亞馬遜是最穩定的。本文發現到新冠肺炎對科技業的影響相對較小，而對航空業的影響則相對嚴重，我們使用 GARCH 模型為基底創造市場模型，並以新冠肺炎大流行期間選定股票的 Beta 值與標普 500 指數相比，我們得出蘋果與 Blink 充電站的波動性更高，利潤也更高，即 Beta 值大於 1 且夏普值為正。

關鍵字：美國股票、新冠肺炎、變異數異質性模型(GARCH)、不對稱變異數異質性模型(GJR-GARCH、E-GARCH)、風險係數(Beta)

Abstract

This research explores how U.S. stocks have been seriously impacted by the COVID-19 pandemic. We select the S&P 500 stock index and seven individual equities (Disney, Apple, Boeing, Coca-Cola, Southwest Airlines, Amazon, and Blink Charging) for data analysis and to examine the epidemic's influence on tourism, aviation, people's livelihood, and technology industries. The first part discusses the best fitted GARCH-type model for each stock based on the recent decade of a daily time series (January 2010 to September 2020) and then considers the GARCH model and asymmetric GARCH models with three error distributions to capture volatility clustering and asymmetric characteristics. The second part looks at the market models for the target stocks in order to obtain beta estimates. Findings show that Amazon is the most stable in terms of standard deviation among the selected stocks, and that the impact of the epidemic on the technology industry is relatively small, while the impact on the aviation industry is more serious. We fit the market models with GARCH specification to obtain the betas for selected stocks during the COVID-19 pandemic. Compared to the S&P index, we conclude that Apple and Blink Charging have higher profit, but with higher volatilities - i.e., the beta is greater than 1 with a positive Sharpe ratio.

Keyword : U.S. stocks , COVID-19 、 GARCH 、 GJR-GARCH 、 E-GARCH 、 Beta

目次

圖目錄.....	4
表目錄.....	5
第一章、緒論.....	6
第一節、股票的長期表現.....	6
第二節、股票在疫情期間表現.....	7
第二章、研究方法.....	9
第一節、ARCH Test.....	10
第二節、Jarque-Bera Test.....	10
第三節、Ljung-Box Test.....	11
第四節、變異數異質性模型.....	12
1、GARCH 模型.....	12
2、GJR-GARCH 模型.....	13
3、E-GARCH 模型.....	13
第五節、Joint Test.....	14
第六節、Beta 值應用與計算.....	14
第三章、實證分析.....	16
第一節、樣本描述.....	16
第二節、變異數異質性模型的參數估計.....	20
第四章、變異數異質性模型最終模型.....	21
第五章、市場模型分析.....	24
第一節、樣本描述.....	24
第二節、市場模型參數估計.....	25
第六章、市場模型最終模型.....	27
第七章、2020 年報酬率波動圖.....	29
第八章、結論.....	31
第九章、參考文獻.....	33

圖目錄

圖 1、偏態係數與超額峰度.....	17
圖 2、標普 500 指數、迪士尼、可口可樂與西南航空日報酬波動圖..	18
圖 3、波音、蘋果、亞馬遜與 Blink 電動車充電站日報酬波動圖.....	19
圖 4、迪士尼、蘋果、Blink 電動車充電站和波音的預測波動圖.....	29
圖 5、可口可樂、亞馬遜和西南航空的預測波動圖.....	29



表目錄

表 1、標普 500 指數與個股的摘要統計量.....	17
表 2、標普 500 指數與個股的參數估計.....	20
表 3、標普 500 指數與个股殘差檢定.....	21
表 4、2020 年個股的摘要統計量.....	24
表 5、2020 年個股的參數估計.....	25
表 6、2020 年個股的殘差檢定.....	26
表 7、2020 年個股的平均報酬、標準差、Beta 值與 Sharpe 值.....	26



第一章、緒論

美國各項產業長年居於世界龍頭，對於大多數投資人來說美國股市為重要的投資依據，2019 年美國 GDP 為世界第一，佔全球總體經濟 53%，因此美國企業可以說幾乎與全世界接軌，例如：GOOGLE、亞馬遜、波音等。如今美國股票的上漲或下跌更是可以直接影響其他國家的股票市場，因此吸引許多外國企業在美國股市上市上櫃，使得美股在各國都是投資人所看重和全球經濟的重要指標。

本研究探討的有兩部分，第一部分為考慮美國個股長期表現，目的是為了瞭解所選取的個股在選擇時間內的發展，並利用這段時間的資料推演出變異數異質性模型再利用此模型推測標普 500 指數與個股在未來的發展，這部分的時間選擇為 2010 年 1 月到 2020 年 9 月 16 日，第二部分為考量疫情對於股票的影響，根據資料顯示 2020 年股票的前 2 季受到疫情影響是非常嚴重的，因此我們選取了 2020 年 1 月到 2020 年 10 月 31 日短短 10 個月的日報酬資料，並引進風險係數 (Beta) 來判斷其波動與市場波動的幅度差異，並利用 Beta 值與變異數異質性模型合併產生的市場模型來推斷出各股票在未來的發展。

第一節、股票的長期表現

為了瞭解美股的表現以及其未來的發展性，我們選取 1 個股價指數(標普 500 股價指數)與 7 個個股(迪士尼、蘋果、波音、可口可樂、西南航空、亞馬遜和 Blink 電動車充電站)來分析，標普 500 指數為美國 4 個重要指數的其中之一，它可以用來顯示美國經濟的興衰，而選取的股票中我們以迪士尼來表示觀光業、波音與西南航空表示航空業、可口可樂表示民生業，Blink 電動車充電站表示科技業、蘋果和亞馬遜根據資料顯示這兩支股票為標普 500 指數內加權指數最重的前 10 名之 2，因此我們也列入討論，我們將使用變異數異質性模型來描述財務時間序列模型的特徵。首先，我們判斷出各個股票與指數都具有 ARCH(變異數異質性)的特徵，所以我們考慮了幾個數異質性模型如：GARCH 模型。Bollerslev (1986) 提出的 GARCH 模型，模擬市場報酬存在波動性情形，通常金融市場的風險存在

有不對稱性；也就是當價格下跌時，波動較大；反之當價格上揚時，波動相對較小，這就是所謂的槓桿效應(當報酬增加一單位時，人並不會急著加入市場，而是繼續觀望，但當報酬減少一單位時，人們會因為害怕損失而快速脫離市場。)其檢驗方法為觀察殘差的 Joint Test 是否顯著，顯著則代表市場上存在不對稱性，若存在槓桿效應則利用 Glosten, Jaganathan and Runkle (1993)建構一個不對稱模型，我們稱之為 GJR-GARCH 模型或 Nelson (1991)提出的指數 GARCH (E-GARCH) 模型來描述市場報酬存在槓桿效應情形，因此本研究除了考慮 GARCH 模型以外也考慮 GJR-GARCH 和 E-GARCH 模型，並配適以下三種誤差分配：1.常態分配 2.標準化 t 分配 3.標準化 skew t 分配，進而利用選取的最佳模型，推算出個股與指數在未來的發展。

第二節、股票在疫情期間表現

2019 年 12 月 1 日，新冠肺炎的爆發，疫情的影響範圍快速地從中國延伸至世界各地，逐漸形成一場全球性的大災難，造成全球人民的健康受到極大威脅，使得人們被迫分離，不得群聚。在經濟方面，由於各國的政策，人們無法自由的進出各國，重創了觀光、航空業等產業。除此之外，隨著新冠肺炎感染和死亡人數的增加，各國失業率攀升、市場萎縮、城市封城，人民沒有多餘資金投注在股票市場導致全球各大股市崩塌。為此政府開始祭出不同的政策，試圖挽回一絕不振的市場。

2020 年 1 月 21 日美國西雅圖發現首位確診案例，從首位確診至 2020 年 10 月 31 日累積感染人數已經來到 9,439,191 人，由於美國政府對疫情的忽視導致在尚未大規模擴散時及時應對，感染者及死亡人數快速攀升，使得投資人對市場的前景並不看好，美國股價迅速下跌；但也因為美國股市有熔斷機制保護，(熔斷是指當股票價格在短時間內下降了 7%，股市會暫停交易 15 分鐘)，2020 年 3 月美國股市兩週內共熔斷 4 次。在發生一連串的影響後，為了避免人潮聚集，相互感染，紐約證卷交易所宣布於 2020 年 3 月 23 日關閉交易大廳且全面改用電子交易

系統，直到 5 月 26 日才又重啟場內交易。

現今美國感染案例仍遞增不減，美股市場更是動盪不安，為了了解疫情期間的股票市場是否適合投資，我們對 2020 年的各個股票的日報酬做分析，先判斷是否存在變異數異質性，若存在變異數異質性將使用變異數異質性模型，再搭配以標普 500 指數做根基算出各個股票的 Beta 值，合成為一個新的市場模型；並將 Beta 值與平均報酬、標準差和 Sharpe 值一起討論。Beta 值用以度量一項資產系統風險的指標，是資本資產定價模型(CAPM)參數之一，由 Sharpe (1984) and Linter(1965)提出，此模型用以分析股票中的預期報酬與市場風險(β 值)。當 Beta 絕對值等於 1 時，表示投資標的價格與市場一起波動；當 Beta 絕對值小於 1 時，表示投資標的價格波動比市場還低；當 Beta 絕對值大於 1 時，表示投資標的價格波動比市場更波動。此外若股票的標準差很大，代表著市場的報酬波動很大，但單論波動的大小並不能判斷其股票是否獲利，因此我們必須同時考慮平均報酬；當平均報酬為正表示在選取得時間內其股票是賺錢的；相反的平均報酬為負則表示在選取得時間內其股票是虧錢的，另外我們也可以透過 Sharpe 值來觀察股票是否獲利，因為 Sharpe 值的計算方式為平均報酬除上標準差，所以當 Sharpe 值越高(平均報酬高或是標準差低)，就代表基金的報酬率越高，越適合投資。

本研究結果顯示亞馬遜、蘋果和 Blink 電動車充電站在疫情期間的平均報酬為正；相反的波音以及西南航空在疫情期間平均報酬為負，我們推斷疫情對於科技產業的影響是相對比較小的而對航空業的影響較為嚴重。此外若想在疫情期間投資，依照我們的分析可以選擇亞馬遜公司的股票來做投資，此股可以穩穩的獲利；亦可以選擇風險係數較高的蘋果或 Blink 電動車充電站來投資，雖然風險較高，但獲利相較於亞馬遜是比較多的。

第二章、研究方法

對於財務時間序列，資產報酬的分配具有厚尾現象(heavy tail)。為了驗證這部分推論，我們需要用以下方式確認。一開始我們先將研究會使用到的 R 軟體套件下載下來，分別是：quantmod(Ryan and Ulrich 2020), fBasics(Wuertz, Setz and Chalabi 2020), FinTS(Graves 2019) and rugarch(Ghalanos 2020)。為了取得 yahoo finance 中的標普 500 指數、迪士尼(DIS)、蘋果(APPL)、波音(BA)、可口可樂(KO)、西南航空(LUV)、亞馬遜(AMZN)和 Blink 電動車充電站(BLNK)各股的日報酬資料我們使用 R 軟體中的套件“quantmod”。為了使變異數異質性模型更加準確不會因為選取時段較短而影響數值，日報酬資料起訖時間為 2010 年 1 月 3 日至 2020 年 9 月 16 日(Blink 電動車充電站因為公司創立時間為 2009 年，因此選 2011 年 1 月 1 日為起始日)，計算出標普 500 指數與 7 家個股的摘要統計量並畫出日報酬的時間序列圖，以平均報酬與標準差觀察，得到了 Blink 電動車充電站波動幅度大但絲毫沒獲利甚至虧損，除了亞馬遜與 Blink 電動車充電站以外都是左尾分佈；緊接著為了要檢驗 7 間公司的日報酬資料是否具有變異數異質性、常態性以及獨立性，將依序使用以下套件，分別為：“FinTS”的變異數異質性檢定、“fBasics”的常態性檢定以及“fBasics”的獨立性檢定；分別的作用為：判斷日報酬資料存在變異數異質性與否、日報酬資料是否為常態性、日報酬資料是否相關；若資料存在變異數異質性則可以發展為變異數異質性模型。再檢驗完日報酬資料的變異數異質性、常態性、獨立性後要對樣本配適合適誤差分配(常態分配、標準化 t 分配和標準化 skew t 分配)以及其變異數異質性模型(GARCH、GJR-GARCH and GARCH)。最後為了寫出 2020 年的市場模型，必須對 2020 年的資料再做變異數異質性分析、常態性檢定和獨立性檢定，及以標普 500 指數為基底算出的 Beta 值，若資料存在變異數異質性即可以發展為變異數異質性模型，再加上 Beta 值就可以發展為 2020 年股票的市場模型。

第一節、ARCH Test

對於金融時間序列，波動往往有以下四種特徵：1.存在波動群聚現象 (Volatility Clustering)，波動群聚現象的意思為大波動會跟隨著大波動，而波動會跟隨著小波動。2.波動率以連續時間變化，極少發生跳躍。3.波動率為一平穩時間序列。4.資產報酬的分配具有厚尾現象(heavy tail)。

如果一段時間序列的標準差是不一致性的，稱此序列為變異數異質性。在要使用 GARCH 模型之前，必須先判斷該資料是否具有為變異數異質性，也就是資料是否有 ARCH effect。本研究，利用 Engle(1982)提出 Lagrange multiplier (LM) 來確認資料變異數是否為異質性，模型內涵：

首先定義殘差序列的期望方程式為 $a_t = r_t - \mu_t$ ，則殘差平方序列 a_t 被用來檢定條件變異數異質性上，即所謂的 ARCH effect。

(μ_t 有可能具有平均數項(ϕ_0)和 ARCH 項(ϕ_1)，也可能只是平均數。)

其迴歸方程式如下：

$$\alpha_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p a_{t-p}^2 + \varepsilon_t$$

此處 ε_t 為誤差項；p 為滯後其數

其假設為：

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_t.$$

$$H_a : \text{至少有一個 } \alpha_j \neq 0, j=1, \dots, t.$$

第二節、Jarque-Bera Test

在第二章第一節中有提到金融時間序列資料會存在所謂的厚尾現象，其檢驗方法為 Jarque-Bera Test(常態檢定)。

Jarque and Bera (1980) 提出檢驗資料是否具有服從常態分配的偏度與峰度的檢定，其假設如下：

$$H_0 : \text{Normality (S = 0, K = 3)}.$$

$$H_a : \text{Non-normality}.$$

其中 S 為資料的偏態係數 (skewness)， K 為資料的峰度 (kurtosis)。

資料為常態分配時， $S = 0$ ， $K = 3$ ，其檢定統計量為：

$$JB = \frac{S^2}{6/T} + \frac{(K-3)^2}{24/T},$$

其中 T 為觀測數，如果樣本數據來自具有常態分布的總體， JB 統計量近似服從 $X^2_{(n)}$ ，因此該統計量可以用於檢驗數據是否服從常態分布。 JB 統計量的定義表明，任何對此（偏度為 0，峰度為 3）的偏離都會使得 JB 統計量增加，資料則越不服從常態分配統計量增加，資料則越不服從常態分配，而超額峰度算法為：峰度-3，若超額峰度大於 0，表示資料為高狹峰；若超額峰度小於 0，表示資料為低闊峰。

第三節、Ljung-Box Test

Ljung-Box Test 是對隨機性的檢驗，或者說是對時間序列是否存在滯後相關的一種統計檢驗。

對於滯後相關的檢驗，我們常常採用的方法還包括計算 ACF(樣本自相關函數)和 PACF(部分自相關函數)並觀察其圖像，但是無論是 ACF 還是 PACF 都僅僅考慮是否存在某一特定滯後階數的相關。Ljung-Box 檢驗則是基於一系列滯後階數，判斷序列總體的相關性或者說隨機性是否存在。

Ljung-Box 檢驗可以定義為：

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0.$$

$$H_a : \text{at least one } \rho_i \neq 0, i = 1 \dots k.$$

檢定統計量：

$$Q(K) = n(n+2) \sum_{i=1}^k \frac{\hat{\rho}_i^2}{n-i}$$

其中 n 是樣本大小， $\hat{\rho}_i^2$ 是滯後 i 處的樣本自相關。

Ljung-Box Test 可以檢查殘差間是否為自相關，也可以檢定資料是否有變異數異質性。

第四節、變異數異質性模型

1、GARCH 模型

Bollerslev(1986) 提出 GARCH 模型(Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)稱自我迴歸條件異質變異數模型，其修正原本 ARCH 的線性遞延結構，並加入條件變異的影響效果，使模型更具解釋力，進一步延伸出專門用於金融數據的迴歸模型。Bollerslev, Chou, and Kroner (1992)宣稱，GARCH(1,1)足以分析大部分的金融數據資料，故本文以 GARCH(1,1)模型為例討論。

GARCH 模型不僅能提高解釋能力，也是一個非常適合投資者在做投資前，進行預測和波動分析的工具，將投資者的決策誤差降到最低。GARCH(1,1)模型可以表示為：

$$r_t = \mu_t + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} D(0,1),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

此處 μ_t 有可能具有平均數項(ϕ_0)和 AR(1)項(ϕ_1)，也可能只是平均數 μ 。

為了確保 σ_t^2 為正值，需限制參數為非負數，其條件如下：

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1,$$

σ_t^2 為模型的條件變異數、 σ_t 為獨立之隨機變數， σ_t 和 ε_t 互相獨立， ε_t 獨立且服從任一分佈。

$r_t = \mu_t + a_t$ 稱為條件均值方程式， $\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$ 稱為條件變異數方程式，兩個方程說明了在一段時間內，條件變異所有的變化與特徵。

GARCH(1,1)模型中，在所有參數為非負數的限制，當期之條件變異數，易受前期誤差項和變異數影響，如果前期發生變動，則當期也會跟著發生變動，和財務實證研究的波動聚集有相同的特性，藉此可透過觀察收益率的波動情形來反應預測股市價格之變化。當市場的股市受負面衝擊導致價格下跌時，報酬率之條件變異數變大，會增加股價和報酬率的波動程度，反之，股票價格上漲時，減少兩

者的波動程度。

GARCH 模型，同時可呈現資料的峰態，它具有厚尾與高狹峰分佈的特徵，許多研究證明，報酬率的分佈不僅存在高峽峰與厚尾的特徵，報酬率的殘差對報酬率呈現非對稱性現象。利用 GARCH(1,1)模型進行預測分析，能降低預測時的誤差亦能提高模型的解釋能力。

2、GJR-GARCH 模型

Glosten, Jaganathan, and Runkle(1993)年提出的 GJR-GARCH 模型。其為一種不對稱的財務時間序列模型，此模型使用指標函數反應市場的槓桿效應，並模擬了 ARCH 過程中的不對稱性，GJR-GARCH(1,1)模型的參數估計式如下：

$$r_t = \mu_t + a_t,$$

此處 μ_t 有可能具有平均數項(ϕ_0)和 AR(1)項(ϕ_1)，也可能只是平均數 μ 。

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} D(0,1),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \gamma_1 I_{t-1} a_{t-1}^2 + \beta_1 \ln \sigma_{t-1}^2,$$

$$I_{t-1} = \begin{cases} 1, & \text{if } a_{t-1} < 0 \\ 0, & \text{if } a_{t-1} \geq 0 \end{cases},$$

變異數為正和平穩的條件：

$$\omega > 0, 0 < \alpha_1, \beta_1 < 0, \alpha_1 + \gamma_1 > 0, \alpha_1 + \beta_1 + 0.5\gamma_1 < 1。$$

$$\text{當 } a_{t-1} < 0, \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2;$$

$$\text{當 } a_{t-1} \geq 0, \sigma_t^2 = \omega + (\alpha_1 + \gamma_1) a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, \text{ 此模型會製造波動的不對稱性。}$$

3、E-GARCH 模型

Nelson (1991)提出了 E-GARCH，條件方差取決於殘差值的大小而不取決於殘差的符號。資產波動性和資產收益率是負相關的。即當投資標的價格上漲時，收益率為正，波動性下降；當投資標的價格下降時，收益率為負，波動性上升。實際上，一些經驗表明，波動性較高的那段時期經常與投資標的市場的下跌緊密相關，而波動性較低的那段時期經常與投資標的市場的上漲緊密相關。

E-GARCH 建立了條件方差是殘差的不對稱函數的模型，它允許正和負的滯

後值對波動性存在不同的影響。對數形式允許負的殘差，但條件方差本身不能是負的。

$$r_t = \mu_t + a_t,$$

此處 μ_t 有可能具有平均數項(ϕ_0)和 AR(1)項(ϕ_1)，也可能只是平均數 μ 。

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} D(0,1),$$

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \gamma_1 |\varepsilon_{t-1}| + \beta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2),$$

當 $\varepsilon_{t-1} < 0$, 若 $\alpha_1 < 0$, $\ln \sigma_t^2$ 遞增；

當 $\varepsilon_{t-1} \geq 0$, 若 $\alpha_1 < 0$, $\ln \sigma_t^2$ 遞減，此模型會製造波動的不對稱性。

第五節、Joint Test

本次報告使用 Engle and Ng(1993)提出的 Joint Test，在使用 GARCH 模型時，如果 Joint Test 檢查結果為顯著就需要考慮不對稱模型 GJR-GARCH 與 E-GARCH 模型之前要先判斷資料是否存在不對稱性的問題，本研究使用的分析方法為 Joint Test，其估計式為：

$$\hat{\mu}_t^2 = \phi_0 + \phi_1 S_{t-1}^- + \phi_2 S_{t-1}^- \mu_{t-1} + \phi_3 S_{t-1}^- \mu_{t-1} + \nu_t,$$

$$S_{t-1}^- = \begin{cases} 1, & \text{if } \mu_{t-1} < 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$S_{t-1}^+ = 1 - S_{t-1}^-,$$

μ_t 是 iid 的誤差項，假設檢定為：

$$H_0 : \phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = 0.$$

$$H_a : \text{at least one } \phi_i \neq 0, i = 1 \dots k.$$

第六節、Beta 值應用與計算

Beta 值是用以度量一項資產系統性風險的指標，是資本資產定價模型(CAPM)的參數之一。資本資產定價模型(Capital Asset Pricing Model)由 Sharpe (1964) and Linter (1965)提出，此模型用以分析證券中的預期報酬率與市場風險(β 值)。當市場均衡時，證券的預期報酬率與市場風險會呈線性正相關。此模型假設投資人在投資股票時已作好完全多角化投資以分散其風險(非系統性風險)，此時無法分散

的風險(系統系風險)才會是投資人所關注的。而 Beta 為計算一段特定時間內，個別資產報酬受到市場風險(系統風險)影響幅度，即將 Beta 以迴歸的方法來計算，可以得到以下 3 種結果(Beta 絕對值)：

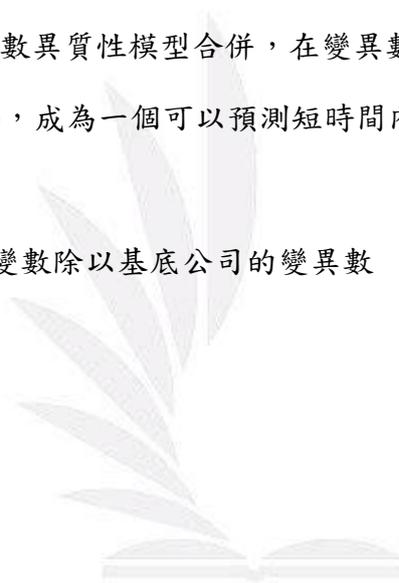
1. Beta 絕對值等於 1 表示投資標的價格與市場一起變動。
2. Beta 絕對值大於 1 表示投資標的價格比總體市場更波動。
3. Beta 絕對值小於 1 表示投資標的價格波動比市場還低。

而要判斷股票是否獲利可以將其報酬的平均數與 Beta 值放在一起觀察，若平均報酬為正且 Beta 值為正，則代表此股票是有獲利的，值得投資；但若平均報酬為負而 Beta 值為正，則代表此股票是虧損的，應該盡早離開市場，放棄投資。

Beta 值亦可以與變異數異質性模型合併，在變異數異質性模型中加入 Beta 值乘上市場的回報率(R_{MT})，成為一個可以預測短時間內報酬走向的市場模型。

Beta 值計算公式：

選定公司與基底公司的共變數除以基底公司的變異數



第三章、實證分析

第一節、樣本描述

本研究資料數據來自 yahoo Finance 資料庫，我們透過 R 的軟體套件“quantmod”下載，以美國標普 500 現貨股價指數與 7 個個股，分別為：波音(BA)、迪士尼(DIS)、亞馬遜(AMZN)、西南航空(LUV)、蘋果公司(AAPL)、Blink 充電站(BLNK)及可口可樂(KO)之每日收盤價格為資料。利用美國標普 500 現貨股價指數與其他公司做對比分析，觀察其報酬的波動變化。資料起迄時間為 2010 年 1 月 1 日至 2020 年 9 月 16 日，而 Blink 充電站因為創立時間的關係，選用了創立 3 年後的時間(2011 年)當作起始時間。



表 1、標普 500 指數與個股的摘要統計量

	標普 500	迪士尼	蘋果	波音	可口可樂	西南航空	亞馬遜	Blink
	(GSPC)	(DIS)	(AAPL)	(BA)	(KO)	(LUV)	(AMZN)	(BLNK)
μ	0.0408	0.0575	0.1063	0.0492	0.0368	0.0507	0.1173	-0.2143
σ	1.1075	1.5268	1.7711	2.2019	1.1036	2.0422	1.9871	8.3763
min	-12.7652	-13.9085	-13.7708	-27.2444	-10.1728	-16.3807	-13.5325	-100.3409
Q1	-0.3412	-0.6175	-0.6947	-0.8259	-0.4517	-0.9481	-0.8305	-3.8966
median	0.0663	0.0693	0.0997	0.0875	0.0493	0.0818	0.1109	0
Q3	0.5248	0.7761	1.0292	0.9664	0.5695	1.0576	1.1572	3.0772
max	8.9683	13.4639	11.3157	21.7677	6.2783	13.4917	14.6225	100.4203
S	-0.8703	-0.2273	-0.3392	-0.7861	-0.8788	-0.4125	0.1191	0.4682
K	16.6782	11.6966	6.7491	28.8365	10.7783	7.4506	6.5671	22.3997
ARCH-test	1069.8	588.47	320.14	1003.5	807.64	532.42	48.392	42.807
(P-value)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)
JB-test	31607.532	15403.233	5162.2526	93736.8282	13407.1511	6318.0229	4855.9754	51215.8465
(P-value)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)
LB(1)	65.386	19.999	6.136	13.275	4.6372	1.6436	2.0441	24.219
(P-value)	(<0.0001)	(<0.0001)	(0.0726)	(0.0003)	(0.0313)	(0.1198)	(0.1528)	(<0.0001)
LB ² (5)	2259.7	997.75	438.9	1990.5	1605.6	841.25	48.103	43.335
(P-value)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)	(<0.0001)

* S 為偏態係數，K 為超額峰度，LB(1)為對前一天資料做獨立性檢定，LB²(5)為對前一周資料做獨立性檢定

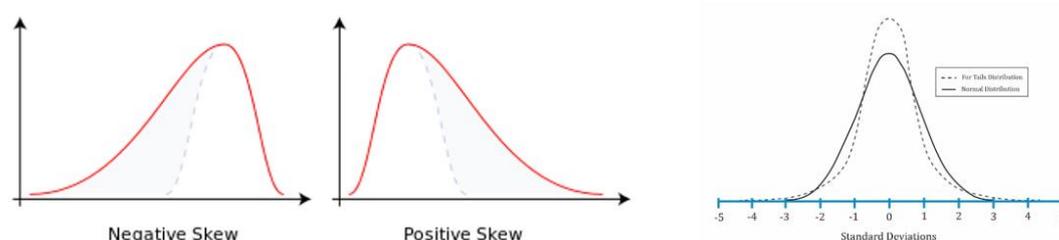


圖 1、偏態係數與超額峰度

起訖時間為 2010 年 1 月 1 日至 2020 年 9 月 16 日，而 Blink 電動車充電站則因為創立時間為 2009 年，導致 2010 年報酬的波動幅度很大，於是將 2010 年報酬資料剔除，選用 2011 年 1 月 1 日做為資料起始日。表 1 中含有平均數(μ)、標準差(σ)、最小值(min)、第一四分位數(Q1)、中位數(median)、第三四分位數(Q3)、最大值(max)、偏態係數(S)、超額峰度(K)以及變異數同質性檢定、常態性檢定、

獨立性檢定的檢定統計量。偏態係數為判斷資料分布情形的指數，若偏態係數為負，表示資料聚集在右半邊，資料則呈現左尾分布(如圖 1 左表示)。若偏態係數為正，表示資料聚集在左半邊，資料呈現右尾分布(如圖 1 右表示)。而超額峰度則是判斷資料是否為厚尾(長尾)分布的依據(圖 2)，若超額峰度大於 0 就表示資料是厚尾分布。

觀察表 1 中的資料我們可以知道，在所有股票中除了 Blink 電動車充電站，其餘的平均報酬都為正，可以說在選定的期間內 Blink 電動車充電站以外的股票都是獲利的，再來觀察所有股票的最大及最小值，可以發現迪士尼與 Blink 電動車充電站的最大值與最小值的絕對值是相近的，我們推測這兩張股票並不存在所謂的市場槓桿效應，再來觀察偏態係數後我們知道，亞馬遜與 Blink 股票的偏態係數為正，為右尾分佈，其餘為左尾分佈，最後我們觀察了 4 個檢定，首先是變異數異質性檢定(Arch test and $LB^2(5)$)，標普 500 指數與個股的 p-value 皆小於 0.05，檢定結果為有變異數異質性，再來觀察常態性檢定(JB-test)，全部的 p-value 也都小於 0.05，表示不為常態。

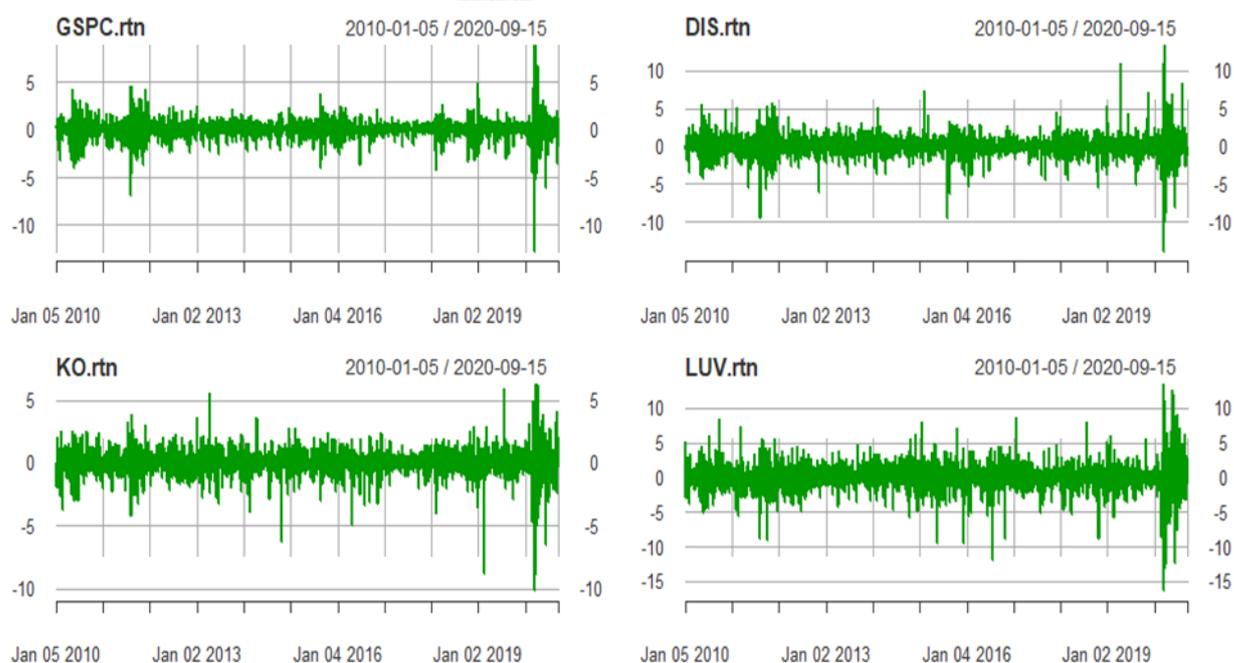


圖 2、標普 500 指數、迪士尼、可口可樂與西南航空日報酬波動圖

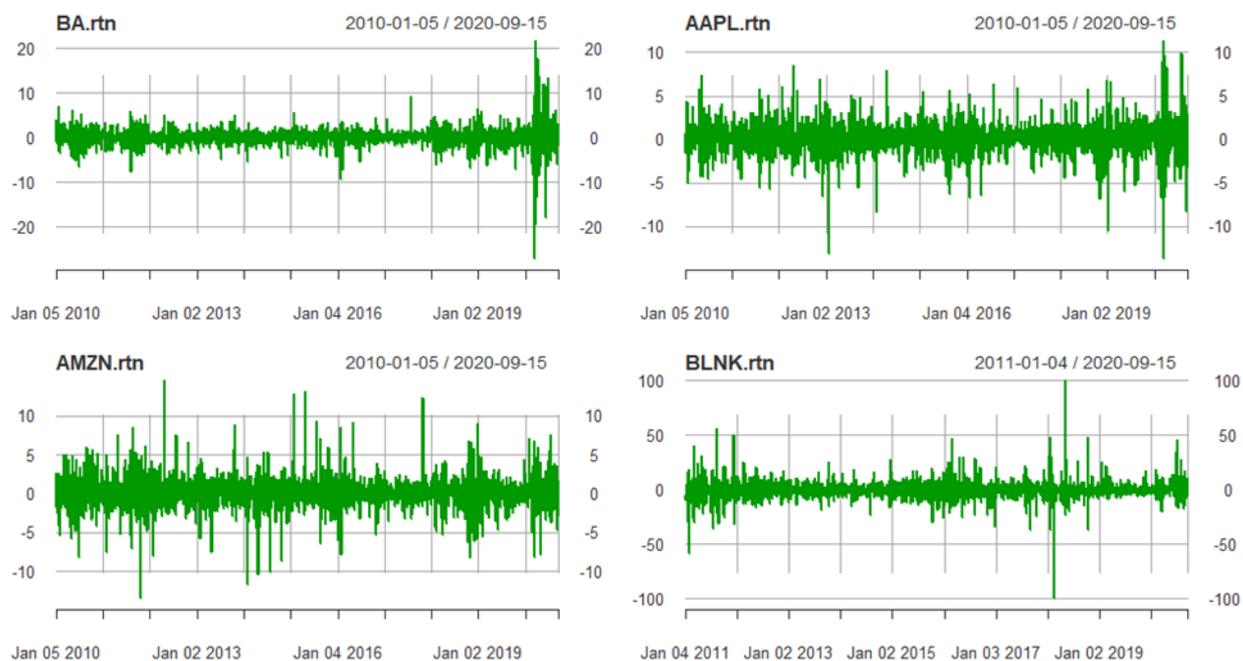


圖 3、波音、蘋果、亞馬遜與 Blink 電動車充電站日報酬波動圖

在觀察圖 2 與圖 3 後，我們可以發現到四件事，1. 波動具有群聚性，意思是大波動會跟隨大波動；小波動會跟隨小波動。2. 資料的波動沒有規律性，可以說存在著變異數異質性的問題。3. 除了亞馬遜以外，其餘股票與標普 500 指數在 2020 之後的波動都比之前更波動，可以猜測是遭受的疫情的影響。4. Blink 電動車充電站在 2018 年的波動非常劇烈，再查閱資料後發現，因為在 2018 年時 Blink 電動車充電站與亞馬遜旗下的一間公司合作，在當時 Blink 電動車充電站的股價最高漲了 300%。

第二節、變異數異質性模型的參數估計

表 2、標普 500 指數與個股的參數估計

	標普 500 (GSPC)	迪士尼 (DIS)	蘋果 (AAPL)	波音 (BA)	可口可樂 (KO)	西南航空 (LUV)	亞馬遜 (AMZN)	Blink (BLNK)
模型	EGARCH(1,1)	GARCH(1,1)	GJRGARCH(1,1)	GARCH(1,1)	GARCH(1,1)	GJRGARCH(1,1)	GARCH(1,1)	GARCH(1,1)
分配	$st_{(v,\eta)}^*$	$t_{(v)}^*$	$st_{(v,\eta)}^*$	$t_{(v)}^*$	$st_{(v,\eta)}^*$	N(0,1)	$t_{(v)}^*$	$t_{(v)}^*$
μ	0.0377 (0.0020)	0.0778 (<0.0001)	NA (NA)	0.1079 (<0.0001)	NA (NA)	0.0677 (0.0409)	NA (NA)	-0.4142 (<0.0001)
ϕ_1	-0.0621 (0.0012)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	-0.1683 (NA)
ω	-0.0137 (0.0190)	0.0564 (0.0540)	0.1966 (<0.0001)	0.0765 (0.0001)	0.0412 (0.0031)	0.1242 (0.0025)	0.2151 (0.0014)	7.2443 (<0.0001)
α_1	-0.1915 (<0.0001)	0.0877 (0.0115)	0.0325 (0.0261)	0.1012 (<0.0001)	0.0897 (<0.0001)	0.0235 (0.0728)	0.1089 (0.0075)	0.2994 (<0.0001)
β_1	0.9617 (<0.0001)	0.8879 (<0.0001)	0.8236 (<0.0001)	0.8785 (<0.0001)	0.8765 (<0.0001)	0.9039 (<0.0001)	0.8449 (<0.0001)	0.6607 (<0.0001)
γ_1	0.1981 (<0.0001)	NA (NA)	0.2068 (<0.0001)	NA (NA)	NA (NA)	0.0758 (<0.0001)	NA (NA)	NA (NA)
ν	5.6265	4.4314	4.5515	4.8324	4.8483	NA	4.0359	3.2676
η	0.8468	NA	0.9275	NA	0.9799	NA	NA	NA

* N(0,1)為常態分配， $t_{(v)}^*$ 標準化 t 分配， $st_{(v,\eta)}^*$ 標準化 skew t 分配

表 2 為配適完對應的模型和誤差分配後所得到的參數估計表， μ 代表的為平均數， ϕ_1 代表的為 AR 項，目的在觀察市場是否有效率，市場有效率的意思為昨天的報酬不會影響到今天的報酬，結果為標普 500 指數與 Blink 充電站的市場為沒效率，其餘股票的市場則為有效率， ω 為截距項， α_1 為前一期報酬的參數， β_1 為前一期資料變異數的參數， γ_1 為模擬市場槓桿效應產生的參數， ν 為標準化 t 分配或標準化 skew t 分配的自由度， η 為標準化 skew t 分配的偏態係數。

表 3、標普 500 指數與個股殘差檢定

	標普 500 (GSPC)	迪士尼 (DIS)	蘋果 (AAPL)	波音 (BA)	可口可樂 (KO)	西南航空 (LUV)	亞馬遜 (AMZN)	Blink (BLNK)
LB(1)	0.4792	0.2338	0.0783	0.0493	0.2590	0.5621	0.6887	0.1833
LB(2)	0.9630	0.3749	0.1150	0.0779	0.3449	0.6117	0.8445	0.1698
LB(5)	0.8756	0.2596	0.1399	0.2126	0.5025	0.7798	0.7389	0.5148
LB ² (1)	0.0560	0.8268	0.5066	0.6016	0.7590	0.1396	0.7328	0.8316
LB ² (5)	0.1096	0.9792	0.8002	0.9614	0.9437	0.3522	0.8794	0.9723
LB ² (9)	0.2084	0.9888	0.8980	0.9582	0.9781	0.4947	0.9393	0.9972
Joint test	0.1511	0.5392	0.6020	0.8791	0.5862	0.1592	0.9162	0.2285
ARCH(3)	0.8502	0.7571	0.6800	0.6539	0.9799	0.3821	0.4275	0.6291
ARCH(5)	0.2888	0.8450	0.5659	0.9577	0.7477	0.4830	0.8320	0.8891
ARCH(7)	0.4455	0.9118	0.7478	0.9298	0.8613	0.6111	0.8970	0.9758

表 3 為殘差的獨立性檢定、變異數同質性檢定以及槓桿效應的 p-value，由上表我們可以得知所有檢定的結果其 p-value 值都大於 0.05，由此可知殘差之間互相獨立，並且變異數同質性，然後沒有槓桿效應的問題。

第四章、變異數異質性模型最終模型

1、標普 500 指數(GSPC)

$$r_t = \mu_t + \phi_1 r_{t-1} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*_{(v,\eta)},$$

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \gamma_1 |\varepsilon_{t-1}| + \beta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2),$$

$$(\hat{\mu}_t = 0.0377, \hat{\phi}_1 = -0.0621, \hat{\omega} = -0.0137, \hat{\alpha}_1 = -0.1915, \hat{\beta}_1 = 0.9617, \hat{\gamma}_1 = 0.1981, \hat{v} = 5.6265)$$

2、迪士尼公司(DIS)

$$r_t = \mu_t + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*(\nu),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = 0.0778, \hat{\omega} = 0.0564, \hat{\alpha}_1 = 0.0877, \hat{\beta}_1 = 0.8879, \hat{\nu} = 4.4314)$$

3、蘋果公司(AAPL)

$$r_t = a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*(\nu, \eta),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \gamma_1 I_{t-1} a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 < \alpha_1, \beta_1 < 0, \alpha_1 + \gamma_1 > 0, \alpha_1 + \beta_1 + 0.5\gamma_1 < 1.$$

$$(\hat{\omega} = 0.1966, \hat{\alpha}_1 = 0.0032, \hat{\beta}_1 = 0.8236, \hat{\gamma}_1 = 0.2068, \hat{\nu} = 4.5515, \hat{\eta} = 0.9275)$$

4、波音公司(BA)

$$r_t = \mu_t + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*(\nu),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = 0.1079, \hat{\omega} = 0.0765, \hat{\alpha}_1 = 0.1012, \hat{\beta}_1 = 0.8785, \hat{\nu} = 4.8324)$$

5、可口可樂(KO)

$$r_t = a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*(\nu, \eta),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\omega} = 0.0412, \hat{\alpha}_1 = 0.0897, \hat{\beta}_1 = 0.8765, \hat{\nu} = 4.4735, \hat{\eta} = 0.9222)$$

6、西南航空公司(LUV)

$$r_t = \mu_t + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim N(0, I),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \gamma_1 I_{t-1} a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 < \alpha_1, \beta_1 < 0, \alpha_1 + \gamma_1 > 0, \alpha_1 + \beta_1 + 0.5\gamma_1 < 1 \circ$$

$$(\hat{\mu}_t = 0.0677, \hat{\omega} = 0.1242, \hat{\alpha}_1 = 0.0235, \hat{\beta}_1 = 0.9039, \hat{\gamma}_1 = 0.0758)$$

7、亞馬遜公司(AMZN)

$$r_t = a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*_{(\nu)},$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\omega} = 0.2151, \hat{\alpha}_1 = 0.1089, \hat{\beta}_1 = 0.8449, \hat{\nu} = 4.0357)$$

8、Blink 電動車充電站(BLNK)

$$r_t = \mu_t + \phi_1 r_{t-1} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*_{(\nu)},$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = -0.4142, \hat{\phi}_1 = -0.1683, \hat{\omega} = 7.2443, \hat{\alpha}_1 = 0.2994, \hat{\beta}_1 = 0.6607, \hat{\nu} = 3.2676)$$

第五章、市場模型分析

第一節、樣本描述

表 4、2020 年個股的摘要統計量

	標普 500 (GSPC)	迪士尼 (DIS)	蘋果 (AAPL)	波音 (BA)	可口可樂 (KO)	西南航空 (LUV)	亞馬遜 (AMZN)	Blink (BLNK)
μ	0.0018	-0.0956	0.184	-0.3955	-0.0518	-0.1541	0.2237	0.6726
σ	2.3681	3.0475	3.1326	5.848	2.3277	4.1707	2.5235	8.5515
min	-12.7652	-13.9085	-13.7708	-27.2444	-10.1728	-16.3807	-8.2535	-20.6207
Q1	-0.7823	-1.2557	-1.2117	-2.8538	-0.8224	-2.2068	-1.2244	-3.8778
median	0.2722	-0.1922	0.1653	-0.2865	0.0288	-0.1066	0.4145	-0.3024
Q3	1	1.336	1.8626	1.7106	0.9352	1.9614	1.5003	4.1992
max	8.9683	13.4639	11.3158	21.7677	6.2783	13.4917	7.6308	46.4306
S	-0.7534	-0.0988	-0.2866	-0.2778	-0.6919	-0.2376	-0.0498	1.2625
K	6.8832	4.7781	3.2481	4.7365	2.9644	2.1815	0.9448	5.1012
ARCH-test (P-value)	84.103 (<0.0001)	57.074 (<0.0001)	43.839 (<0.0001)	64.83 (<0.0001)	91.684 (<0.0001)	44.43 (<0.0001)	25.96 (0.0109)	32.571 (0.0011)
JB-test (P-value)	446.2191 (<0.0001)	206.3962 (<0.0001)	98.6075 (<0.0001)	205.2391 (<0.0001)	96.8853 (<0.0001)	45.5642 (<0.0001)	8.5365 (0.0140)	291.2739 (<0.0001)
LB(1) (P-value)	27.651 (<0.0001)	10.713 (0.0011)	17.404 (<0.0001)	2.3759 (0.1232)	1.179 (0.2776)	0.4073 (0.5234)	6.9683 (0.0083)	0.0476 (0.8274)
LB ² (5) (P-value)	171.13 (<0.0001)	101.77 (<0.0001)	69.763 (<0.0001)	114.51 (<0.0001)	185.98 (<0.0001)	63.512 (<0.0001)	31.589 (<0.0001)	45.809 (<0.0001)

*S 為偏態係數，K 為超額峰度，LB(1)為對前一天資料做獨立性檢定，LB²(5)為對前一周資料做獨立性檢定

資料起訖時間為 2020 年 1 月至 2020 年 10 月，表格 4 與表格 1 相同都含有平均數(μ)、標準差(σ)、最小值(min)、第一四分位數(Q1)、中位數(median)、第三四分位數(Q3)、最大值(max)、偏態係數(S)、超額峰度(K)以及變異數同質性檢定、常態性檢定、獨立性檢定的檢定統計量。觀察表 4 中的平均數(μ)可以發現迪士尼(DIS)、波音(BA)、可口可樂(KO)與西南航空(LUV)在疫情期間的平均日報酬是虧損的，在觀察了極大與極小值之後，發現迪士尼的極值的絕對值差異不大，推斷其可能不存在市場的槓桿效應。偏態係數除了 Blink 電動車充電站都小

於 0 表示股票的報酬圖形資料都聚集在右邊，屬於左尾分布，而 Blink 電動車充電站的偏態係數大於 0 表示為右尾分布，超額峰度皆大於 0 表示皆為厚尾分配。再來觀察表中的四個檢定，首先是變異數異質性檢定(Arch test and LB²(5))，個股的 p-value 皆小於 0.05，檢定結果為有變異數異質性，再來觀察常態性檢定(JB-test)，全部的 p-value 也都小於 0.05，表示不為常態。

第二節、市場模型參數估計

表 5、2020 年個股的參數估計

公司	DIS	AAPL	BA	KO	LUV	AMZN	BLNK
模型	GARCH(1,1)						
分配	$t_{(v)}^*$	$st_{(v,\eta)}^*$	$st_{(v,\eta)}^*$	$st_{(v,\eta)}^*$	$t_{(v)}^*$	$t_{(v)}^*$	$st_{(v,\eta)}^*$
μ	-0.2466 (0.0016)	0.2017 (0.0684)	-0.1851 (0.3270)	-0.0292 (0.6927)	-0.0851 (0.6033)	0.0360 (0.7517)	0.5971 (0.1942)
β	1.0821	1.0810	1.4197	0.8455	1.0328	0.7432	1.1522
ϕ_1	-0.2405 (0.0009)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)	NA (NA)
ω	0.5376 (0.0832)	0.0201 (0.8738)	0.7163 (0.2446)	0.1953 (0.1575)	0.2222 (0.3712)	0.0941 (0.6197)	12.1351 (0.2010)
α_1	0.2489 (0.0819)	0.0288 (0.4118)	0.2927 (0.0141)	0.1937 (0.0405)	0.1574 (0.0081)	0.0107 (0.8323)	0.4654 (0.0691)
β_1	0.6444 (<0.0001)	0.9702 (<0.0001)	0.7063 (<0.0001)	0.6932 (<0.0001)	0.8416 (<0.0001)	0.9883 (<0.0001)	0.5115 (<0.0140)
ν	3.7080	4.3341	5.2804	8.1096	5.7036	2.4897	1.42106
η	NA	1.1749	1.1727	0.9749	NA	NA	3.27664

* N(0,1)為常態分配， $t_{(v)}^*$ 標準化 t 分配， $st_{(v,\eta)}^*$ 標準化 skew t 分配

表格 5 與表格 2 相同為配適完對應的模型和誤差分配後所得到的參數估計表， μ 代表的為平均數， ϕ_1 代表的為 AR 項， ω 為截距項， α_1 為前一期報酬的參數， β_1 為前一期資料變異數的參數， ν 為標準化 t 分配或標準化 skew t 分配的自由度， η 為標準化 skew t 分配的偏態係數。

表 6、2020 年個股的殘差檢定

	迪士尼 (DIS)	蘋果 (AAPL)	波音 (BA)	可口可樂 (KO)	西南航空 (LUV)	亞馬遜 (AMZN)	Blink (BLNK)
LB(1)	0.6207	0.2689	0.5196	0.3683	0.7232	0.7828	0.0711
LB(2)	0.9840	0.3057	0.7322	0.4135	0.7375	0.6987	0.1182
LB(5)	0.9332	0.5290	0.7372	0.4602	0.6528	0.6670	0.1991
LB ² (1)	0.7554	0.9544	0.8811	0.6831	0.7721	0.4342	0.3861
LB ² (5)	0.9827	0.9915	0.9565	0.6797	0.7380	0.8528	0.5506
LB ² (9)	0.9988	0.9642	0.9632	0.8191	0.7244	0.9490	0.6371
Joint test	0.2737	0.7389	0.7570	0.4114	0.6046	0.3008	0.3433
ARCH(3)	0.8403	0.6998	0.7978	0.5150	0.8578	0.4265	0.5113
ARCH(5)	0.9145	0.9647	0.8179	0.4383	0.5177	0.8429	0.5925
ARCH(7)	0.9847	0.8069	0.8721	0.6225	0.5759	0.9228	0.6489

表格 6 為殘差的獨立性檢定、變異數同質性檢定以及槓桿效應的 p-value，由上表我們可以得知所有檢定的結果其 p-value 值都大於 0.05，由此可知殘差的間互相獨立，並且變異數同質性，然後沒有槓桿效應的問題。

表 7、2020 年個股的平均報酬、標準差、Beta 值與 Sharpe 值

	標普 500 (S&P500)	迪士尼 (DIS)	蘋果 (AAPL)	波音 (BA)	可口可樂 (KO)	西南航空 (LUV)	亞馬遜 (AMZN)	Blink (BLNK)
μ	0.0018	-0.0956	0.184	-0.3955	-0.0518	-0.1541	0.2237	0.6726
σ	2.3681	3.0475	3.1326	5.848	2.3277	4.1707	2.5235	8.5515
β	NA	1.0821	1.0810	1.4197	0.8455	1.0328	0.7432	1.1522
Sharpe	NA	-0.0314	0.0587	-0.0676	-0.0223	-0.0369	0.0886	0.0786

表格 7 為 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 10 月 31 日的日報酬資料的平均報酬 (μ)、標準差(σ)、Beta 值(β)與 Sharpe 值可以看出股票報酬情況，其中平均報酬 為正代表其股票有獲利，標準差越大代表資料波動越大越不穩定，Beta 值大於 1 表示波動比市場波動更波動；Beta 值等於 1 表示波動與市場波動一致；Beta 值小於 1 表示波動比市場波動更小，最後是 Sharpe 值，當 Sharpe 值越

大即代表獲利越多，綜合以上觀點可以得到結論：蘋果(AAPL)、亞馬遜(AMZN)和 Blink(BLNK)是有獲利的；相反的迪士尼(DIS)、波音(BA)可口可樂(KO)和西南航空(LUV)是有虧損的。

第六章、市場模型最終模型

1、迪士尼公司(DIS)

$$r_t = \mu_t + \phi_1 r_{t-1} + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*(\nu),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = -0.2466, \hat{\phi}_1 = -0.2405, \hat{\omega} = 0.5376, \hat{\alpha}_1 = 0.2489, \hat{\beta}_1 = 0.6443, \hat{\nu} = 3.0708, \hat{\beta} = 1.0821)$$

2、蘋果公司(AAPL)

$$r_t = \mu_t + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*(\nu, \eta),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = -0.2017, \hat{\omega} = 0.0201, \hat{\alpha}_1 = 0.0288, \hat{\beta}_1 = 0.9702, \hat{\nu} = 4.3341, \hat{\eta} = 1.1749, \hat{\beta} = 1.0810)$$

3、波音公司(BA)

$$r_t = \mu_t + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*(\nu, \eta),$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = -0.1851, \hat{\omega} = 0.7162, \hat{\alpha}_1 = 0.2927, \hat{\beta}_1 = 0.7063, \hat{\nu} = 5.2804, \hat{\eta} = 1.1727, \hat{\beta} = 1.4197)$$

4、可口可樂(KO)

$$r_t = \mu_t + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*_{(\nu, \eta)},$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = -0.0292, \hat{\omega} = 0.1952, \hat{\alpha}_1 = 0.1937, \hat{\beta}_1 = 0.6932, \hat{\nu} = 8.1096, \hat{\eta} = 0.9749, \hat{\beta} = 0.8455)$$

5、西南航空公司(LUV)

$$r_t = \mu_t + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*_{(\nu)},$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = -0.0851, \hat{\omega} = 0.2222, \hat{\alpha}_1 = 0.1574, \hat{\beta}_1 = 0.8416, \hat{\nu} = 5.7036, \hat{\beta} = 1.0328)$$

6、亞馬遜公司(AMZN)

$$r_t = \mu_t + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} t^*_{(\nu)},$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = 0.0360, \hat{\omega} = 0.0941, \hat{\alpha}_1 = 0.0107, \hat{\beta}_1 = 0.9883, \hat{\nu} = 2.4897, \hat{\beta} = 0.7432)$$

7、Blink 電動車充電站(BLNK)

$$r_t = \mu_t + \beta^* r_{MT} + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \varepsilon_t \stackrel{iid}{\sim} st^*_{(\nu, \eta)},$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

$$\omega > 0, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, \alpha_1 + \beta_1 < 1$$

$$(\hat{\mu}_t = 0.5971, \hat{\omega} = 12.1351, \hat{\alpha}_1 = 0.4654, \hat{\beta}_1 = 0.5115, \hat{\nu} = 1.4211, \hat{\eta} = 3.2766, \hat{\beta} = 1.1522)$$

第七章、2020 年報酬率波動圖

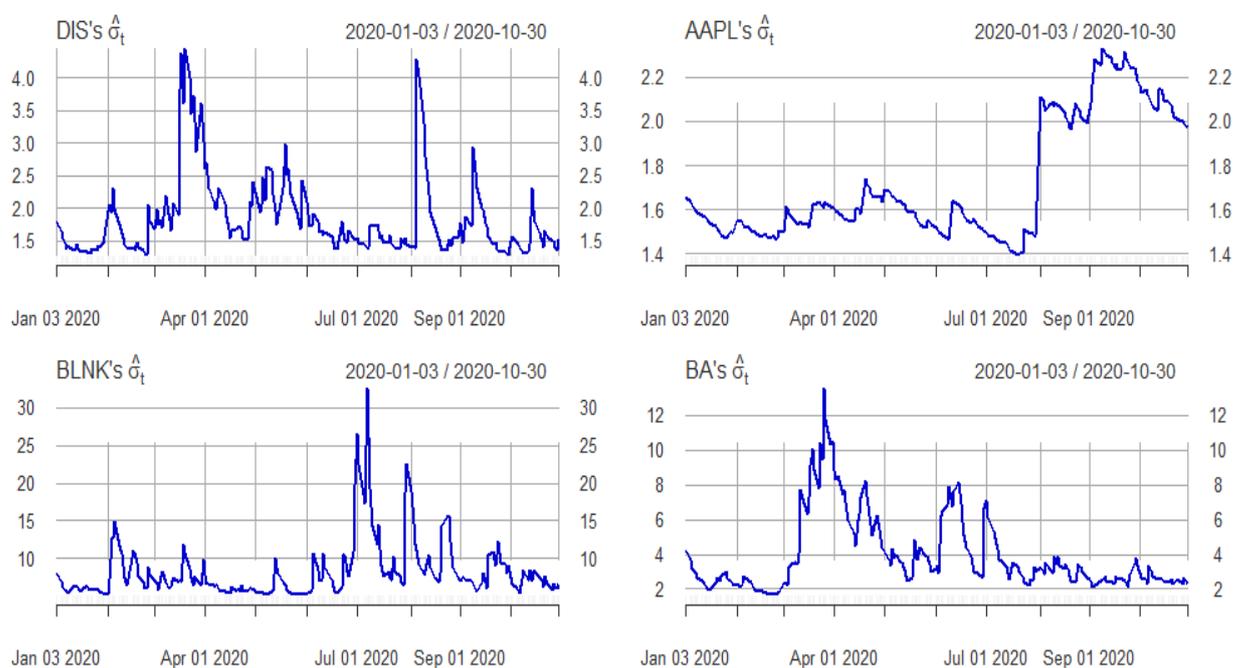


圖 4、迪士尼、蘋果、Blink 電動車充電站和波音的預測波動圖

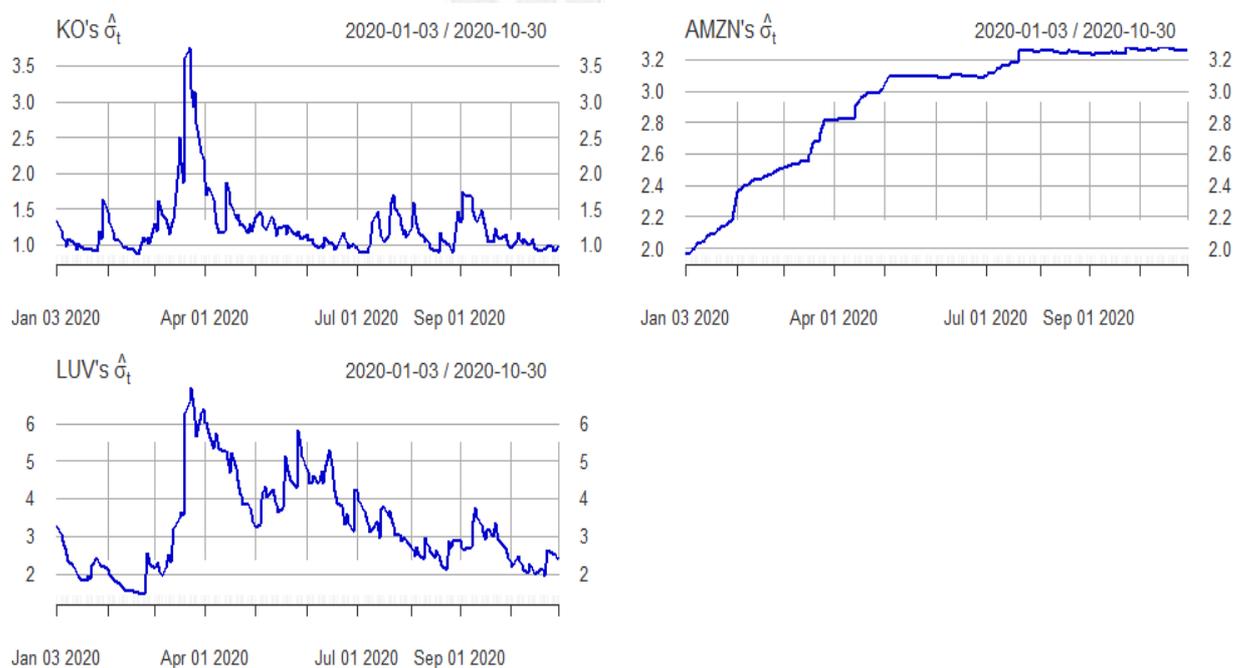


圖 5、可口可樂、亞馬遜和西南航空的預測波動圖

圖 4 與圖 5 為運用產生出來的模型再代入 2020 年資料形成的預測波動圖，可以發現 Blink 電動車充電站的報酬波動幅度是非常大的，而亞馬遜的報酬波動是非常小的，可以說亞馬遜是被疫情衝擊最小的股票，再搭配表 7 得到的結論，蘋果(APPL)、亞馬遜(AMZN)、電動汽車充電站(BLNK)三支股票是有獲利的，其中獲利最穩定的是亞馬遜(AMZN)，其平均報酬(μ)為正代表此股在選定的時間範圍內是有所獲利的；報酬的標準差(σ)小，表示波動小，但需要配合平均報酬才能決定獲利與否；絕對值 Beta 值(β)小於 1 代表股票價格的波動比市場低；最後我們看到 Sharpe 值，Sharpe 值很大加上表示波動的標準差(σ)與 Beta 值(β)低，代表此股正在穩定成長當中，則可以推斷網路購物可能比較不會受到疫情的影響，甚至人們因為無法出門而選擇利用網路購物；相反的航空業中的波音(BA)以及西南航空(LUV)，其平均報酬(μ)表示此股在選定的時間範圍內是有所虧損的；報酬的標準差(σ)大，表示波動大，但波動大不代表是件壞事，因為也可能是某段時期漲很多而造成的；絕對值 Beta 值(β)大於 1 代表股票價格的波動比市場高；最後我們看到 Sharpe 值，Sharpe 值小加上表示波動的標準差(σ)與 Beta 值(β)高，代表此股有下滑趨勢，因此可以推斷航空業也許因為疫情的影響使得各國人民無法自由進出入他國，因此造成股票的下滑。

第八章、結論

本研究選用了 1 個指數(標普 500 股價指數)與 7 個個股(迪士尼、蘋果、波音、可口可樂、西南航空、亞馬遜和 Blink 電動車充電站)在 2010 年 1 月到 2020 年 9 月 16 日的日報酬資料來做分析(Blink 電動車充電站因為公司創立時間為 2009 年，因此選 2011 年 1 月 1 日為起始日)，在探討了此時間內的資料後我們得到以下結論。

(一) Blink 電動車充電站雖然其波動幅度很大，但他是唯一在指定時間內沒獲利的股票。推斷是因為當時電動機車尚未普及化，才導致獲利較低。

(二) 觀察了標普 500 指數與各股在 2020 年的波動幅度，除了亞馬遜的波動幅度與之前大致相同外，其餘的波動幅度都比前幾年波動大，可以說疫情確實的影響到了美國股市，其中波音公司的波動幅度最為誇張，因此推斷疫情對航空業的影響最深。

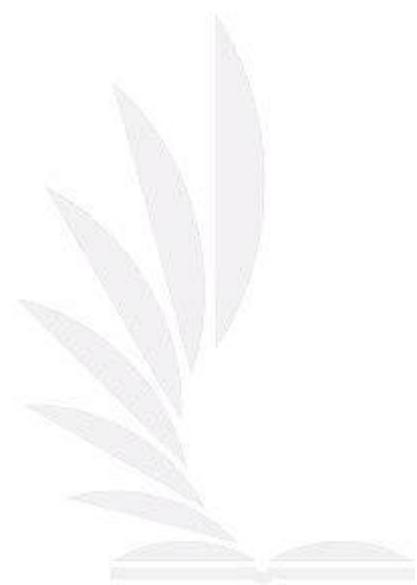
再來針對疫情期間股票的日報酬資料進行探討後，我們得到了以下結論。

(一) 亞馬遜、蘋果和 Blink 電動車充電站在疫情期間的平均報酬為正，我們推斷疫情對於科技產業的影響是相對比較小的。Blink 電動車充電站雖然在長時間的平均報酬為負，但單看 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 10 月 31 日期間內日報酬資料卻是正的，也許是環保意識的興起以及政府的補助，例如臺灣各縣市政府對於購買電動車有補貼金額、美國聯邦及各州政府提出稅金抵免、停車獎勵等辦法(參見 Hami 書城 2020)，以至於電動機車的產業與日俱增。

(二) 若想在疫情期間投資，依照我們的分析可以選擇亞馬遜公司的股票來做投資，此股可以穩穩的獲利；亦可以選擇風險係數較高的蘋果或 Blink 電動車充電站來投資，雖然風險較高，但獲利相較於亞馬遜是比較多的。

在這次的報告中，忽略了 Blink 電動車充電站在 2018 年時的跟亞馬遜公司的合作造成股價暴漲 300%的影響，若能移除 2018 年的資料，相信由長時間資料產生的變異數異質性模型可以更準確的推測未來的發展，而在探討疫情對於個股的影

響時，我們所選取的股價種類有限，若能多選取幾類不同產業，相信可以更精確地看出疫情對於各個產業鏈的影響強度。



第九章、參考文獻

一、英文文獻

- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, **31**, 307- 327.
- Bollerslev, T., Chou, R.Y., and Kroner, K.F. (1992). ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence. *Journal of Econometrics*, **52**, 5-59.
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, **50**, 987-1008.
- Engle, R.F., Ng, V.K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *The journal of finance*, **48**, 1749-1778.
- Ghalanos, A. (2020). rugarch: Univariate GARCH models. R package version 1.4-4.
- Glosten, L.R., Jagannathan, R., and Runkle, D.E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, **48**, 1779-1801.
- Graves, S. (2019). FinTS: Companion to Tsay (2005). Analysis of Financial Time Series. R package version 0.4-6. <https://CRAN.R-project.org/package=FinTS>
- Jarque, C.M. and Bera, A.K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, **6**, 255– 259.
- Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, **47**, 13-37.
- Ljung, G.M. and Box, G.E.P. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, **66**, 67-72.
- Nelson, D.B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrica*, **59**, 347-370.
- Ryan, J.A. and Ulrich, J.M. (2020). quantmod: Quantitative Financial Modelling Framework. R package version 0.4.18. <https://CRAN.R-project.org/package=quantmod>
- Ryan, J.A. and Ulrich, J.M. (2020). xts: eXtensible Time Series. R package version 0.12.1. <https://CRAN.R-project.org/package=xts>
- Sharpe, W.F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditionals of Risk. *Journal of Finance*, **19**, 425-442.

Wuertz, D., Setz, T., and Chalabi, Y. (2020). fBasics: Rmetrics - Markets and Basic Statistics. R package version 3042.89.1. <https://CRAN.R-project.org/package=fBasics>

二、網路文獻

Hami 書城 (2020/10/10) Hami 美國政府支持，電動車規模持續過大
<https://reurl.cc/k0DEdd>

