

《詩經》六元音系統格局下的 數理統計分析 ——以「歌、月、元」三部為觀察對象

丘彥遂*

摘要

李方桂在〈上古音研究〉提出一個嚴格的假設：上古同一韻部的字一定只有一種元音。自此以後，莫不奉為圭臬，只要是從事上古音研究的學者，其主張基本上都是一部一元音。然而鄭張尚芳《上古音系》卻認為，上古漢語應是六元音系統，其中「歌月元」三分、「宵藥」三分、「談盍」三分、「侵緝」三分；「脂質真」二分、「微物文」二分、「幽覺」二分等。

鄭張尚芳的六元音系統是否能經得起文獻語料的檢驗？倘若它能滿足古代韻語的押韻行為，解釋性強，那麼就應該予以重視。有鑑於此，本文擬使用數理統計法，針對鄭張尚芳六元音系統的三分韻部進行統計，並以t分布假設檢定判斷三分韻部是否合理。考慮到篇幅問題，本文暫以「歌、月、元」三部為觀察對象。

關鍵詞：數理統計、六元音系統、t檢定、歌部三分

2025.07.30 收稿，2025.11.07 修訂稿收件，2025.12.29 通過刊登。

* 國立中興大學中國文學系副教授

一、前言

自從李方桂在〈上古音研究〉(1971: 27)提出一個嚴格的假設：「上古同一韻部的字一定只有一種主要元音。」後世學者，莫不奉為圭臬，例如王力(1985)、陳新雄(1999)、龔煌城(2002)、丁邦新(2008)等，只要是從事上古音研究的學者，其主張基本上都是「一部一元音」。

然而鄭張尚芳卻有不同的意見，他在《上古音系》(2003: 168)認為，上古漢語應是六元音系統，其中「歌、月、元」三分、「宵、藥」三分、「談、盍」三分、「侵、緝」三分；「脂、質、真」二分、「微、物、文」二分、「幽、覺」三分等。鄭張尚芳的操作，是否對原有的韻部進行任意的切割？其實並不是。鄭張尚芳主要針對元音系統和韻母的組合重新排列，認為收舌、收唇和收喉的各部，應與六元音結合，當中有不少空格，按照閉元音和開元音的分布進行調整，於是得出一個全新的、完整的系統。

乍看之下，鄭張尚芳的「一部多元音」又走向高本漢(Karlgren 1940)、董同龢(1968)的老舊路線，實則兩者的主張有著本質上的區別。正如楊濬豪(2022: 38-39)所說：

新構上古音系統認為傳統的韻部，除了收喉各部之外，其他傳統韻部的元音都可以再進一步細分，此又稱「一部多元音說」，其將傳統韻部構擬多個元音的理由與高本漢、董同龢區分「等位」有所不同。

高本漢、董同龢的做法是利用元音的開口度去解釋中古的分等問題，所以一個韻部會出現多個元音；而鄭張尚芳(2003: 49)的六元音系統則是接受了雅洪托夫的「圓唇元音說」，並以元音的長短作為中古非三等與三等的來源。另外，鄭張尚芳所主張的一部多元音，細分之後，各部重新命名，例如「歌、月、元」三部，細分之後，重新命名為：歌部(歌₁)、地部(歌₂)、戈部(歌₃)；曷部(月₁)、滅部(月₂)、脫部(月₃)；寒部(元₁)、仙部(元₂)、算部(元₃)，因此仍然是一部一元音格局。

現在的問題是，鄭張尙芳的六元音系統，是否能經得起文獻語料的檢驗？如果六元音系統只是一個理想，與古代韻語的押韻情況不符，單純只是爲了填滿系統中空格的人爲操作，那麼這個系統就沒有多大的價值。反之，倘若它能滿足古代韻語的押韻行爲，解釋性強，那麼就應該重新考慮六元音系統的地位。

要如何驗證六元音系統的可靠性？其實不難，只需利用數理統計法，針對細分之後的韻部，觀察它們的押韻行爲是否仍有合韻情形？指數是否超過標準？仍有合韻的韻部，若以 t 分布假設驗定進檢核，是否達到合併的門檻？¹

有鑑於此，本文擬使用數理統計法，針對鄭張尙芳六元音系統的細分韻部進行《詩經》用韻的統計。由於李方桂（1971：31）的四元音系統只有：a、i、u、ə，並沒有 e、o，而「歌部三分」之後，六元音系統就多了 e、o，因此本文僅針對「歌、月、元」的三分進行統計，並以 t 分布假設檢定判斷細分韻部之間是否真如鄭張尙芳所說，上古漢語是六元音系統的格局，或仍以傳統韻部的劃分爲優？

二、數理統計的運用

數理統計分析是利用數學和統計學理論來分析數據、推斷結論並進行決策的科學。它結合了數學模型和統計方法，從樣本數據中推斷整體特徵，並評估當中的不確定性，讓使用者可以進一步判斷原假設是否成立。

（一）概率計算

既然鄭張尙芳主張：歌部分出歌₁、歌₂、歌₃；月部分出月₁、月₂、月₃；元部分出元₁、元₂、元₃。三分之後的韻部，主要元音原則上已經不一樣，鄭張尙芳把它們的主要元音分別構擬爲：*a、*e、*o，用以區分三者的不同；

¹ 美國學者白一平（William H. Baxter）在其“Old Chinese *-u and *-iw in the *Shi-jing*”（1986）一文中最先引入卡方檢定論證上古幽部可以再分。其最終成果呈現在 *A Handbook of Old Chinese Phonology*（1992），也是六元音系統。惟卡方檢定的操作較為複雜難懂，因此本文使用朱曉農（1989）、麥耘（1999）調整的 t 分布假設檢定。

然而擬音畢竟是主觀的呈現而非客觀的證據，想要知道 1 部、2 部、3 部是否具有獨立性？可以使用客觀的數理統計分析。

朱曉農（1989：229）在這方面提供了以下公式：

$$I(ab) = \frac{R(ab)}{P(ab)} \times 100 \rightarrow 100$$

這一公式計算的是韻離合指數，即兩韻實際相押比值與理論上相押概率之比，從而判斷彼此的「韻基」² 是否相同。操作步驟如下：

以歌部爲例，首先找出《詩經》中的「韻次」³，例如〈召南·羔羊〉（總 018）首章：

羔羊之皮（歌₁），素絲五紞（歌₁）；退食自公，委蛇委蛇（歌₁）。

以上共有三個韻腳，彼此相鄰押韻一次爲 1 韻次，但「紞」不僅和「皮」押韻，同時和「蛇」押韻，因此必須以兩倍計算。從韻腳字的角度來看，「皮」和「蛇」只有一次的押韻行爲，而「紞」則有兩次，加起來共 4「字次」⁴。即「皮、紞、蛇」的韻次是 2，但字次則是 4。由此可知，一個字次等於兩個韻次：⁵

$$Z=2Y$$

又如〈召南·江有汜〉（總 022）三章：

江有沱（歌₁），之子歸，不我過（歌₃）。不我過（歌₃），其嘯也歌（歌₁）。

² 指兩韻的主要元音和韻尾相同，可以合併為一韻。

³ 同一韻段中，相鄰的兩韻腳相押即為韻次，標記為 Y。

⁴ 一個韻腳每押一次，即為一個字次，標記為 Z。

⁵ 詳見朱曉農（1989：227-228）的設計。

歌部三分之後，「沱、歌」為歌₁部，「過、過」為歌₃部。這時的計算方式是：「沱（歌₁）過（歌₃）」相押 1 字次、「過（歌₃）過（歌₃）」自身相押 2 字次、「過（歌₃）歌（歌₁）」相押 1 字次。統計結果是：歌₁和歌₃的接觸共 2 字次，歌₃自身接觸共 2 字次，歌₃和歌₁的接觸也是 2 次。假如歌₁和歌₃不分：

沱（歌）、過（歌）、過（歌）、歌（歌）。

那麼兩者的次數就是：3×2=6，同樣是 6 次字。這也就是為什麼自身接觸的次數要以兩倍計算的原因。

收集到所有字次之後，接著就是計算韻離合指數。傳統韻部的研究多依賴韻腳歸納法，而朱曉農所引入的概率模型的計算，涉及韻部獨立性假設與組合機率，屬方法論上的突破。⁶ 韻離合指數的求得是使用兩韻之間實際相押的比例 (R(ab))，除以兩韻之間的平均概率 (P(ab))，由於採用的是百分比，因此會乘以 100%，得到的指數理論上會落在 100 上下。

在求得韻離合指數 I(ab) 之前，需先求得 R(ab) 和 P(ab) 的指數。R(ab) 的公式是：

$$R(ab) = \frac{2Y_{ab}}{Z_{aa} + Z_{bb} + Z_{ab}}$$

由於 Z=2Y，這個公式可以簡化為：

$$R(ab) = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa} + Y_{bb} + Y_{ab}}$$

⁶ 此公式本質是統計比值的運用，將實際押韻次數 (R(ab)) 與理論押韻機率 (P(ab)) 對比。類似方法在西方語言學早有先例，例如詞彙統計學中的詞頻分佈與語料庫分析，或方言親緣度計算 (利用共享特徵比例推測語言關係) 等等。但直接應用於「押韻行為量化」的案例，在朱曉農之前的聲韻學領域實屬罕見。

無論原式還是簡式，計算出來的結果是一樣的。而 $P(ab)$ 公式則是：

$$P(ab) = \frac{2Z_a Z_b}{(Z_a + Z_b)(Z_a + Z_b - 1)}$$

按照兩兩一組進行統計，就能得出各自的韻離合指數。此時，只要指數達到 90 就視爲韻基相同，而 50（含）以上但未達 90（ $50 \leq I < 90$ ）時，則必須進行 t 分布假設檢定，以進一步確定是否相同。

（二）假設檢定與成果評估

要判斷兩個韻是否具有相同的韻基，應以兩韻之間的接觸爲基準，並排除其他韻的干擾；換言之，韻離合指數的計算，不會同時統計超過兩個韻以上的接觸。例如〈魏風·伐檀〉（總 112）首章的用韻：

檀（元₁）、干（元₁）、漣（元₂）、塵（元₁）、貍（元₃）、餐（元₁）。

按照傳統的看法，以韻段爲主，則「檀、干、漣、塵、貍、餐」都入元部。然而數理統計的操作則是把元₁、元₂、元₃的韻字接觸分開處理：元₁元₂一組共 2 字次，元₂元₃一組共 0 字次，元₁元₃一組共 2 字次，三組的接觸次數分開統計，才能看清楚彼此之間的親疏關係。

當計算出韻離合指數之後，如果是大數據，呈現的是常態分布，就能看出兩韻是否合併；但「歌、月、元」再三分之後，屬小數據，缺常態分布，因此必須針對介於 50 到 89 的指數進行假設檢定，以進一步確認兩韻是否達到合併的標準。

進行假設檢定的目的是希望從已知的小數據去判斷未知的結果，先提出假設，再看它的可信度高不高？如果達到標準，表示原有的假設可以被接受。關於 t 分布假設檢定的操作，麥耘（1999）、魏鴻鈞（2015）、丘彥遂（2020）等曾有說明，簡言之，先以韻段爲單位，列出兩韻在同一個韻段中的韻次，一組數據爲一個有效樣本，數量盡可能在 30 組以內，因爲 t 檢定是針對小數據進行

檢驗的方法。⁷ 凡是通過檢定的指數，一律標示「T」(True)；未通過檢定的指數，則在旁邊標示「F」(False)。例如歌₁與歌₂互相押韻的「標準韻段」⁸總共有以下五組：

1. 尾(微₁)、燬(歌₁)⁹、燬(歌₁)、邇(歌₂)。(〈周南·汝墳〉總010)
2. 羅(歌₁)、為(歌₁)、罹(歌₂)、叱(歌₁)。(〈王風·兔爰〉總070)
3. 縞(歌₂)、儀(歌₁)、嘉(歌₁)、何(歌₁)。(〈豳風·東山〉總156)
4. 地(歌₁)、裼(錫)、瓦(歌₁)、儀(歌₁)、議(歌₁)、罹(歌₂)。(〈小雅·斯干〉總189)
5. 罹(歌₂)、何(歌₁)、何(歌₁)。(〈小雅·小弁〉總197)

從以上可以計算出，歌₁與歌₁接觸的韻次是：1+1+2+2+1=7，歌₂與歌₂接觸的韻次是：0，歌₁與歌₂接觸的韻次是：1+2+1+1+1=6。由於只有五組，因此使用t分布假設檢定，觀察統計結果是否在預估的95%裡面(即可信度高達95%)，如果是，表示歌₁與歌₂可以合併，兩者不能分；否則應當承認兩者韻基不同，可以分立為兩部。(詳細計算見下文第三節)

t分布假設檢定使用了兩個原理：一是「小概率原理」；一是「對立假設原理」。前者將概率很小的事件視為不可能發生，如果通過檢定，則表示有相當高的可信度可以被接受。後者先提出虛無假設 $H_0: \mu = \mu_0$ ，經過檢定後若結果不成立，則表示原假設必須被拒絕，也就是必須否定 $\mu = \mu_0$ 的小概率事件，否則必須接受 $\mu = \mu_0$ 的假設。

⁷ 倘若數據達到30組或以上，則趨近於常態分布，應改用z檢定針對總體平均數進行檢定。正如簡冠丞(2024:13)所說：在樣本數有限的狀態下，無法使用z檢定，如果在樣本數量過少的情況下進行z檢定，則有可能造成過大的誤差，導致實驗結果的解讀失真。

⁸ 標準韻段指的是：一、盡量避免出現一組內互押韻次為0的情況；二、盡量避免兩個獨用韻次都是0的情況。倘若樣本數偏低時，則考慮使用非標準韻段；但非標準韻段數不得多於標準韻段數，否則容易失真。

⁹ 「燬」，王力(1980)入微部，鄭張尚芳(2003)改入歌部。

有別於傳統的百分比計算，數理統計提供了一個分韻判準，讓人可以更清楚地看出每個韻的分野。使用數理統計分析，並非要與傳統的操作對立，反之，兩者可以相輔相成，當傳統的操作無法提供明確的界限時，數理統計可以計算出兩韻的概率，給出一個明確的標準。而當統計結果快接近而未達到標準時，還可以使用虛無假設進行檢定，用以判斷兩韻是否合併或再分。

必須指出，數理統計法在處理出現頻率較低的韻時，風險會變大，臨界值會升高，得出的結果就有可能失真。本文的應對策略是，在標準韻段偏低時，適當地加入非標準韻段，但避免非標準韻段多於標準韻段的局面。如此，則能使數據趨向穩定，從而得出相對可靠的結果。

(三) 語料選取

由於鄭張尚芳未有「詩經韻譜」面世，因此只能採取便宜的方式，以王力《詩經韻讀》(1980)的分韻為準，然後再把「歌、月、元」三部，按照鄭張尚芳《上古音系·古音字表》細分為「歌₁、歌₂、歌₃」；「月₁、月₂、月₃」；「元₁、元₂、元₃」。為討論方便，暫不采用新的部名。

王力《詩經韻讀》共收 5378 個韻腳，其中歌部 205 個、月部 190 個、元部 287 個。在六元音的格局下，各部所佔的比例重新分配如下：

表 1 歌月元三分用韻次數表

韻部 細分	歌	月	元
1 部	184 (89.7%)	99 (52.1%)	176 (61.3%)
2 部	10 (4.9%)	40 (21.1%)	64 (22.3%)
3 部	11 (5.4%)	51 (26.8%)	47 (16.4%)
總數	205 (100%)	190 (100%)	287 (100%)

上表顯示，歌₁、月₁、元₁的次數最高，即使各自分出歌₂歌₃、月₂月₃和元₂元₃，歌₁、月₁、元₁所佔的比例仍然超過 50%。這一現象代表什麼？

是 2 部、3 部的韻字本來就比較少？還是尚有 2 部、3 部的字未完全分出？又或是 2 部、3 部原本就不應該分？這是值得思考的問題。¹⁰

以上韻腳的選取，除了正常的押韻，還包括特殊的押韻，主要是交韻（交叉押韻）。例如〈鄭風·蓍兮〉（總 085）：

蓍〔鐸〕、蓍〔鐸〕、吹（歌₃）、伯〔鐸〕、和（歌₃）。

「蓍、蓍、鐸」與「吹、和」分別押韻，但是彼此的韻腳交錯進行，形成特殊的押韻方式。又如〈大雅·生民之什·卷阿〉（總 252）首章：

阿〔歌₁〕、南（侵₂）、歌〔歌₁〕、音（侵₁）。

「阿」與「歌」隔著「南」押韻，「南」與「音」隔著「歌」押韻，也是交韻的形式。在選取語料時，無論是前交韻或後交韻，都必須收入一併計算。傳統以韻段為主，以上兩個韻段，歌₃歌₃押韻 1 次，歌₁歌₁押韻 1 次；但數理統計以字次為主，以上前交韻的歌₃歌₃共 2 字次，而後交韻的歌₁歌₁共 2 字次。相較之下，數理統計會更精密。以下將進一步使用數理統計法分析歌、月、元三分是否合理。

三、歌部三分的數理統計分析

由於歌₁、歌₂、歌₃是從同一個韻部分出，因此並不需要計算三者之間的輻離合指數，只需統計韻離合指數即可。因為輻離合指數是用以判斷兩韻在當時是否可以合韻（亦即例外押韻），歌₁、歌₂、歌₃原本就屬於同一個歌部，因此即便指數達到合輻標準，也不意外。關鍵還在韻離合指數，因為它是用來判斷兩韻之間是否達到韻基相同的標準（亦即主要元音和韻尾都相同）。

¹⁰ 推測是用字多寡的問題。以歌部為例，歌₁用字超過 5 次者有：「何 23、多 11、儀 11、為 10、嘉 10、宜 9、阿 7、歌 6……」而歌₂僅有「離」達到 5 次；歌₃甚至只有「靡」達到 3 次。可見用字多寡左右了各細部所佔的百分比。

經過計算，歌₁、歌₂、歌₃的韻離合指數如下：

表 2 歌部三分韻離合指數表

韻部 字次	歌 ₁	歌 ₂	歌 ₃
歌 ₁ (240)	212	75F	69F
歌 ₂ (14)	9	0	0
歌 ₃ (15)	9		4
脂 ₁	2	5	
微 ₁	3		
微 ₂			1
元 ₁	3		
元 ₃			1
錫	2		

說明：

- 一、黑底為自身的字次，以兩倍計算，例如歌₁的自身字次是：212 (106×2)。
- 二、左邊欄位是各韻的總字次，例如歌₁的總字次是：240 (212+9+9+2+3+3+2)。
- 三、粗體為韻離合指數，例如歌₁歌₂的韻離合指數是 75。
- 四、英文字母 T 或 F 是 t 檢定的結果，通過為 T，未通過為 F。

歌₁、歌₂、歌₃的自身字次以兩倍計算，分別是：212、0、4，並以黑底呈現。三者各自的總字次分別是：240、14、15。另有少數字次是與脂、微、元等韻接觸，由於不是觀察重點，因此暫時予以排除。韻離合指數的公式是： $I(ab) = \frac{R(ab)}{P(ab)} \times 100 \rightarrow 100$ 。只要指數 ≥ 90 ，就認定是韻基相同；而指數 ≥ 50 但 ≤ 89 者，則進行 t 分布假設檢定。凡通過檢定者，在旁邊標示 T (True)，未通過檢定者，則標示 F (False)。以下是歌₁歌₂的計算：

$$\text{首先取得 } R(ab) \text{ 與 } P(ab) \text{ 的值：} R(ab) = \frac{2Y_{\text{歌}_1\text{歌}_2}}{Z_{\text{歌}_1\text{歌}_1} + Z_{\text{歌}_2\text{歌}_2} + Z_{\text{歌}_1\text{歌}_2}} = 0.0783 ;$$

$$\text{而 } P(ab) = \frac{2Z_{\text{歌}_1}Z_{\text{歌}_2}}{(Z_{\text{歌}_1} + Z_{\text{歌}_2})(Z_{\text{歌}_1} + Z_{\text{歌}_2} - 1)} = 0.1046。 \text{然後用公式計算出歌}_1\text{歌}_2\text{的韻}$$

離合指數：

$$I(ab) = \frac{0.0783}{0.1046} \times 100 \rightarrow 75$$

由於指數落在 75 區間，超過 50 而未達 90，因此必須進行 t 分布假設檢定。

首先，整理出歌₁歌₂的所有標準韻段：

表 3 歌₁歌₂互押韻段表

序號	Y 歌 ₁ 歌 ₁	Y 歌 ₂ 歌 ₂	Y 歌 ₁ 歌 ₂
1	1	0	1
2	1	0	2
3	2	0	1
4	2	0	1
5	1	0	1
總計	7	0	6

其次，從以上數據中，逐一計算每一組韻段的 R(歌₁歌₂)，也就是歌₁歌₂互押韻次對歌₁、歌₂獨用與互押韻次之和的比例：

$$xi = \frac{Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_2 i}}{Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_1 i} + Y_{\text{歌}_2 \text{歌}_2 i} + Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_2 i}}$$

然後得到 5 個樣本：

$$Xi : 0.5, 0.6667, 0.3333, 0.3333, 0.5$$

根據這 5 個樣本，求出它們的樣本均值，由於樣本數 n=5，所以樣本均值是：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = 0.4667$$

接著求出樣本的修正方差：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.0156$$

然後計算統計量，由於 $\mu_0 = P(ab) = 0.1046$ ，所以是：

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{S^2/n}} = 6.4918$$

本文設定的檢驗水平（顯著性水平） α ，也就是「小概率」，取通常使用的 0.05，即 0.5%，然後進行雙側檢驗，從「t 分布臨界值表」（t 分布雙側分位數表）查索臨界值，由於自由度是 $n-1=4$ ，查得 $t_{0.05}(3)=2.776$ 。最後計算所得 $|t| = 6.4918 > 2.776$ ，已經超出臨界值，因此判定歌₁、歌₂ 韻基相同的假設不成立，並在 75 旁邊加上 F。

接下來是歌₁ 與歌₃ 之間的統計：

歌₁ 歌₃ 的 $R(ab)$ 與 $P(ab)$ 的值分別是： $R(ab) = \frac{2Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_3}}{Z_{\text{歌}_1 \text{歌}_1} + Z_{\text{歌}_3 \text{歌}_3} + Z_{\text{歌}_1 \text{歌}_3}} = 0.0769$ ；而 $P(ab) = \frac{2Z_{\text{歌}_1} Z_{\text{歌}_3}}{(Z_{\text{歌}_1} + Z_{\text{歌}_3})(Z_{\text{歌}_1} + Z_{\text{歌}_3} - 1)} = 0.1112$ 。接著利用公式，計算出

歌₁ 歌₃ 的韻離合指數：

$$I(ab) = \frac{0.0769}{0.1112} \times 100 \rightarrow 69$$

由於指數落在 69 區間，超過 50 而未達 90，因此必須進行 t 分布假設檢定。

首先，整理出歌₁ 歌₃ 的所有標準韻段：

表 4 歌₁歌₃互押韻段表

序號	Y _{歌₁歌₁}	Y _{歌₃歌₃}	Y _{歌₁歌₃}
1	0	1	2
2	1	0	1
總計	1	1	3

其次，從以上數據中，逐一計算每一組韻段的 R(歌₁歌₃)，也就是歌₁歌₃互押韻次對歌₁、歌₃獨用與互押韻次之和的比例：

$$xi = \frac{Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_3 i}}{Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_1 i} + Y_{\text{歌}_3 \text{歌}_3 i} + Y_{\text{歌}_1 \text{歌}_3 i}}$$

然後得到 2 個樣本：

$$Xi : 0.6667, 0.5$$

根據這 2 個樣本，求出它們的樣本均值，由於樣本數 $n = 2$ ，所以樣本均值是：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = 0.5833$$

接著求出樣本的修正方差：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 = 0.0069$$

然後計算統計量，由於 $\mu_0 = P(ab) = 0.1112$ ，所以是：

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{S^2/n}} = 8.013$$

本文設定的檢驗水平（顯著性水平） α ，也就是「小概率」，取通常使用的 0.05，即 0.5%，然後進行雙側檢驗，從「t 分布臨界值表」（t 分布雙側分位數表）查索臨界值，由於自由度是 $n-1=1$ ，查得 $t_{0.05(1)}=12.706$ 。最後計算所得 $|t| = 8.013 < 12.706$ ，落在信賴區間，因此可以判定歌₁、歌₂ 二韻韻基相同的假設成立。然而必須指出，歌₁ 歌₃ 的樣本數只有 2，在自由度是 1 的情況之下，臨界值由 $t_{0.05(2)}=4.303$ 直接上升至 $t_{0.05(1)}=12.706$ ，因此可信度不高。這時可考慮增加韻段數，以排除樣本數過少的波動。

歌₁ 歌₃ 的韻段共有 6 個，由於標準韻段只有 2 個，因此只能增加 2 個非標準韻段：

表 5 歌₁ 歌₃ 所有互押韻段表

序號	Y 歌 ₁ 歌 ₁	Y 歌 ₃ 歌 ₃	Y 歌 ₁ 歌 ₃
1	0	1	2
2	1	0	1
3	0	0	3
4	0	0	1
總計	1	1	7

在均值是 0.7917、方差是 0.0517 的情況之下重新計算，由於樣本數是 4，自由度是 $n-1=3$ ，查得 $t_{0.05(3)}= 3.182$ 。最後計算所得 $|t| = 5.9859 > 3.182$ ，並未落在信賴區間，因此判定歌₁、歌₃ 韻基相同的假設不成立，並在 69 旁邊加上 F。

至於歌₂ 歌₃ 的指數，由於兩者並未接觸，因此是 0，即可以直接判定歌₂、歌₃ 的韻基並不相同。

四、月部三分的數理統計分析

月部的操作與歌部相似。由於月₁、月₂、月₃ 也是從同一個韻部分出，因此並不需要計算三者之間的輻離合指數，只需統計韻離合指數即可。經過計算，月₁、月₂、月₃ 的相關數據如下：

表 6 月部三分韻離合指數表

韻部 \ 字次	月 ₁	月 ₂	月 ₃
月 ₁ (136)	92	87T	40
月 ₂ (54)	28	10	44
月 ₃ (57)	13	6	36
質 ₁	1	6	
質 ₂	1	1	
物 ₁		2	
物 ₂			1
物 ₃			1
脂 ₂		1	
元 ₁	1		

月₁、月₂、月₃ 自身的字次分別是：92、10、36，三者自身的總字次分別是：136、54、57。另有少數字次是與質、物、脂等韻接觸，由於不是觀察重點，因此暫時予以排除。接下來使用韻離合指數的公式： $I(ab) = \frac{R(ab)}{P(ab)} \times 100 \rightarrow 100$ 進行計算：

首先取得 R(ab) 與 P(ab) 的值： $R(ab) = \frac{2Y_{月_1月_2}}{Z_{月_1月_1} + Z_{月_2月_2} + Z_{月_1月_2}} = 0.3544$ ；
 而 $P(ab) = \frac{2Z_{月_1}Z_{月_2}}{(Z_{月_1} + Z_{月_2})(Z_{月_1} + Z_{月_2} - 1)} = 0.409$ 。所以，月₁月₂ 的韻離合指數是：

$$I(ab) = \frac{0.3544}{0.409} \times 100 \rightarrow 87$$

由於指數落在 87 區間，超過 50 而未達 90，因此必須進行 t 分布假設檢定。

首先，整理出月₁月₂ 的所有標準韻段：

表 7 月₁月₂互押韻段表

序號	Y _{月₁月₁}	Y _{月₂月₂}	Y _{月₁月₂}	序號	Y _{月₁月₁}	Y _{月₂月₂}	Y _{月₁月₂}
1	2	0	2	8	2	0	2
2	0	1	1	9	2	0	1
3	1	0	1	10	1	0	1
4	1	0	2	11	4	1	1
5	0	1	1	12	3	0	4
6	1	0	1	總計	18	3	18
7	1	0	1				

其次，從以上數據中，逐一計算每一組韻段的 $R(\text{月}_1\text{月}_2)$ ，也就是月₁月₂互押韻次對月₁、月₂獨用與互押韻次之和的比例：

$$xi = \frac{Y_{\text{月}_1\text{月}_2i}}{Y_{\text{月}_1\text{月}_1i} + Y_{\text{月}_2\text{月}_2i} + Y_{\text{月}_1\text{月}_2i}}$$

然後得到 12 個樣本：

$$Xi : 0.5, 0.5, 0.5, 0.6667, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.3333, 0.5, 0.1667, 0.5714$$

根據這 12 個樣本，求出它們的樣本均值，由於樣本數 $n = 12$ ，所以樣本均值是：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = 0.4782$$

接著求出樣本的修正方差：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 = 0.0138$$

然後計算統計量，由於 $\mu_0 = P(ab) = 0.409$ ，所以是：

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{S^2/n}} = 2.0364$$

本文設定的檢驗水平（顯著性水平） α ，也就是「小概率」，取通常使用的 0.05，即 0.5%，然後進行雙側檢驗，從「t 分布臨界值表」（t 分布雙側分位數表）查索臨界值，由於自由度是 $n-1=11$ ，查得 $t_{0.05}(11)=2.201$ 。最後計算所得 $|t| = 2.0364 < 2.201$ ，並未超出臨界值，因此判定月₁、月₂ 二韻韻基相同的假設成立，並在 87 旁邊加上 T。

至於月₁月₃ 的韻離合指數，以及月₂月₃ 的韻離合指數，均未達標，分別只有：40 和 44，因此無需使用 t 分布假設檢定，即可判定兩組韻的韻基並不相同。

接下來必須思考的是，為何月₁月₂ 的韻基相同，而月₁月₃、月₂月₃ 的韻基卻不相同？是否在資料分組後缺正態分佈檢驗，導致 t 檢定變得不大可靠？

五、元部三分的數理統計分析

最後是元部的計算。由於元₁、元₂、元₃ 也是從同一個韻部分出，因此亦不需要計算三者之間的輻離合指數，只需統計韻離合指數即可。經過計算，元₁、元₂、元₃ 的相關數據如下：

表 8 元部三分韻離合指數表

韻部 \ 字次	元 ₁	元 ₂	元 ₃
元 ₁ (233)	152	84F	74F
元 ₂ (86)	44	26	37
元 ₃ (67)	31	6	28
文 ₁		2	

文 ₂	1		1
眞 ₁	1	6	
歌 ₁	3		
歌 ₂		1	
歌 ₃			1
耕		1	
陽	1		

元₁、元₂、元₃ 自身的字次分別是：152、26、28，三者自身的總字次分別是：233、86、67。另有少數字次是與文、眞、歌等韻接觸，由於不是觀察重點，因此暫時予以排除。接下來韻離合指數的公式： $I(ab) = \frac{R(ab)}{P(ab)} \times 100 \rightarrow 100$ 進行計算：

首先取得元₁、元₂ 的 R(ab) 與 P(ab) 的值： $R(ab) = \frac{2Y_{元_1元_2}}{Z_{元_1元_1} + Z_{元_2元_2} + Z_{元_1元_2}} = 0.3308$ ；而 $P(ab) = \frac{2Z_{元_1}Z_{元_2}}{(Z_{元_1} + Z_{元_2})(Z_{元_1} + Z_{元_2} - 1)}$ 。所以，元₁ 元₂ 的韻離合指數是：

$$I(ab) = \frac{0.3308}{0.3951} \times 100 \rightarrow 84$$

由於指數落在 84 區間，超過 50 而未達 90，因此必須進行 t 分布假設檢定。

首先，整理出元₁ 元₂ 的所有標準韻段：

表 9 元₁ 元₂ 互押韻段表

序號	Y _{元₁元₁}	Y _{元₂元₂}	Y _{元₁元₂}	序號	Y _{元₁元₁}	Y _{元₂元₂}	Y _{元₁元₂}
1	2	0	1	10	2	0	2
2	1	0	1	11	1	1	1
3	2	0	2	12	1	0	1
4	0	2	1	13	2	1	1
5	0	1	1	14	1	0	1

6	2	0	2	15	3	0	2
7	2	0	2	16	1	0	1
8	2	0	2	17	0	1	5
9	2	0	2	總計	24	6	28

其次，從以上數據中，逐一計算每一組韻段的 $R(\text{元}_1 \text{元}_2)$ ，也就是元₁元₂互押韻次對元₁、元₂獨用與互押韻次之和的比例：

$$xi = \frac{Y_{\text{元}_1 \text{元}_2 i}}{Y_{\text{元}_1 \text{元}_1 i} + Y_{\text{元}_2 \text{元}_2 i} + Y_{\text{元}_1 \text{元}_2 i}}$$

然後得到 17 個樣本：

Xi : 0.3333, 0.5, 0.5, 0.3333, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5,
0.3333, 0.5, 0.25, 0.5, 0.4, 0.5, 0.8333

根據這 17 個樣本，求出它們的樣本均值，由於樣本數 $n = 17$ ，所以樣本均值是：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = 0.4696$$

接著求出樣本的修正方差：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 = 0.0148$$

然後計算統計量，由於 $\mu_0 = P(\text{ab}) = 0.3951$ ，所以是：

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{S^2/n}} = 2.5282$$

本文設定的檢驗水平（顯著性水平） α ，也就是「小概率」，取通常使用的 0.05，即 0.5%，然後進行雙側檢驗，從「t 分布臨界值表」（t 分布雙側分位數表）查索臨界值，由於自由度是 $n-1=16$ ，查得 $t_{0.05}(16)=2.571$ 。最後計算所得 $|t| = 2.5282 > 2.12$ ，已經超出臨界值，因此判定元₁、元₂ 二韻基相同的假設不成立，並在 84 旁邊加上 F。

接下來是元₁ 與元₃ 之間的統計：

元₁ 元₃ 的 R(ab) 與 P(ab) 的值分別是：
$$R(ab) = \frac{2Y_{元_1元_3}}{Z_{元_1元_1} + Z_{元_3元_3} + Z_{元_1元_3}} = 0.2562$$
；而
$$P(ab) = \frac{2Z_{元_1元_3}}{(Z_{元_1} + Z_{元_3})(Z_{元_1} + Z_{元_3} - 1)} = 0.3481$$
。所以，元₁ 元₃ 的韻離合

指數是：

$$I(ab) = \frac{0.2562}{0.3481} \times 100 \rightarrow 74$$

由於指數落在 74 區間，超過 50 而未達 90，因此必須進行 t 分布假設檢定。

首先，整理出元₁ 元₃ 的所有標準韻段：

表 10 元₁ 元₃ 互押韻段表

序號	Y _{元₁元₁}	Y _{元₃元₃}	Y _{元₁元₃}
1	1	0	2
2	1	1	2
3	2	0	1
4	0	3	2
5	1	0	2
6	2	0	2
7	2	0	2
8	3	0	2
9	1	0	1
總計	13	4	16

其次，從以上數據中，逐一計算每一組韻段的 $R(\text{元}_1 \text{元}_3)$ ，也就是元₁元₃互押韻次對元₁、元₃獨用與互押韻次之和的比例：

$$xi = \frac{Y_{\text{元}_1 \text{元}_3 i}}{Y_{\text{元}_1 \text{元}_1 i} + Y_{\text{元}_3 \text{元}_3 i} + Y_{\text{元}_1 \text{元}_3 i}}$$

然後得到 9 個樣本：

$$Xi : 0.6667, 0.5, 0.3333, 0.4, 0.6667, 0.5, 0.5, 0.4, 0.5$$

根據這 9 個樣本，求出它們的樣本均值，由於樣本數 $n=9$ ，所以樣本均值是：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = 0.4963$$

接著求出樣本的修正方差：

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 = 0.0115$$

然後計算統計量，由於 $\mu_0 = P(\text{ab}) = 0.3481$ ，所以是：

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{S^2/n}} = 4.1524$$

本文設定的檢驗水平（顯著性水平） α ，也就是「小概率」，取通常使用的 0.05，即 0.5%，然後進行雙側檢驗，從「t 分布臨界值表」（t 分布雙側分位數表）查索臨界值，由於自由度是 $n-1=8$ ，查得 $t_{0.05}(8)=2.093$ 。最後計算所得 $|t| = 4.1524 > 2.093$ ，並未落在信賴區間，因此判定元₂、元₃韻基相同的假設不成立，並在 74 旁邊加上 F。

六、結語

數理統計分析是一個重要的工具，可以幫助我們從數據中提取有意義的信息，然後進行推斷與預測。本文正是基於這一點，使用數理統計分析，判斷鄭張尚芳的六元音系統是否合理；換言之，「歌、月、元」三分之後，是否得到上古文獻語料的支持？

本文使用數理統計分析之後發現，「歌、月、元」三分之後，基本上都符合期待，即「歌₁歌₂、歌₁歌₃、歌₂歌₃」；「月₁月₃、月₂月₃」；「元₁元₂、元₁元₃、元₂元₃」，各組的韻離合指數都未達到標準，因此判斷三分之後的韻部，各自獨立（主要元音有別）。然而月₁月₂是唯一例外，韻離合指數達到87，最後通過t分布假設檢定，等於月₁與月₂的韻基相同，可以合併，兩者不具獨立地位。¹¹這一點對鄭張系統而言卻是不利的。

為何三分之後，月₁月₂的韻離合指數最終還能過關？揆其原因，本文認為有三：一、使用王力的韻例去研究鄭張尚芳的系統，存在一定的風險。二、鄭張系統的月部另外分出祭部，本文只討論月部三分，並未細分出祭部（若再細分祭部，是否會有不同的結果？）。¹²三、鄭張尚芳用以建構六元音系統的材料過於龐雜，已超出單項語料能解釋的極限。¹³無論如何，使用鄭張系統的學者，有義務去檢討個中問題，好讓六元音系統變得更加完善。

¹¹ 詳見附錄的「合韻譜」和「韻讀譜」。「合韻譜」呈現的是，在月₁和月₂接觸的韻段中，無論月₁或月₂，都可以出現在韻段的前面、後面甚至中間。「韻讀譜」呈現的是，主要元音o和e實現了自由押韻，這在詩歌押韻中是不和諧的。

¹² 鄭張尚芳的系統只分歌、月、元，而祭是在月的下位（月部去聲），因此本文才沒有對祭部作另外的處理。

¹³ 楊濬豪（2014：51-52）就曾指出，鄭張先生研究上古音的根據，可分為內部材料與外部材料兩大類。內部材料有：（一）古文字本身的諧聲、轉注。（二）古文獻中文字本身的通假、異讀、讀若、直音、異文、聲訓等。（三）《詩經》、《楚辭》等古詩詞韻文叶韻的歸部。（四）中古《切韻》音系與古韻部、諧聲系統間的對應關係。（五）現代漢語方言中的古音遺留層的探索。外部證據有：（一）有古文字的親屬語：藏文、緬文、泰文中的同源詞。（二）非漢語文獻中的譯音與借詞：梵文和中亞古語的譯音。（三）含有上古漢語對音層次的朝鮮文、日文、越南文。可見鄭張尚芳的研究，並不以單項材料為限。

附錄一 月₁ (曷部) 與月₂ (減部) 合韻譜

一、國風

(三) 邶風

19. (總 044) 二子乘舟
逝(月₂)、害(月₁)。

(五) 衛風

3. (總 057) 碩人
活(月₃)、濺(月₁)、發(月₁)、揭(月₁)、擊(月₂)、竭(月₁)。

(九) 魏風

5. (總 111) 十畝之間
外(月₁)、泄(月₂)、逝(月₂)。

(十) 唐風

1. (總 114) 蟋蟀
逝(月₂)、邁(月₁)、外(月₁)、蹶(月₃)。

(十二) 陳風

2. (總 137) 東門之粉
逝(月₂)、邁(月₁)。

(十五) 豳風

1. (總 154) 七月
發(月₁)、烈(月₂)、褐(月₁)、歲(月₁)。

二、小雅

(一) 鹿鳴之什

7. (總 167) 采薇
烈(月₂)、渴(月₁)。

(三) 鴻雁之什

2. (總 182) 庭燎
艾(月₁)、晰(月₂)、噦(月₁)。

(四) 節南山之什

2. (總 192) 正月
結(質₁)、厲(月₁)、滅(月₂)、威(月₂)。

(五) 谷風之什

2. (總 202) 蓼莪
烈(月₂)、發(月₁)、害(月₁)。
3. (總 203) 大東
舌(月₂)、揭(月₁)。
4. (總 204) 四月
烈(月₂)、發(月₁)、害(月₁)。

(六) 甫田之什

8. (總 218) 車牽
牽(月₁)、逝(月₂)、渴(月₁)、括(月₃)。

(七) 魚藻之什

4. (總 224) 菀柳
渴(月₁)、瘵(月₂)、邁(月₁)。

三、大雅

(二) 生民之什

9. (總 253) 民勞

惕(月₁)、泄(月₂)、厲(月₁)、敗(月₁)、大(月₁)。

(三) 蕩之什

1. (總 255) 蕩

揭(月₁)、害(月₁)、撥(月₁)、世(月₂)。

6. (總 260) 烝民

舌(月₂)、外(月₁)、發(月₁)。

10. (總 264) 瞻卬

惠(質₁)、厲(月₁)、瘵(月₂)。疾(質₁)、屈(物₁)¹⁴。

六、商頌

4. (總 304) 長發

撥(月₁)、達(月₁)、達(月₁)、越(月₁)、發(月₁)、烈(月₂)、截(月₂)。
旆(月₃)、鉞(月₁)、烈(月₂)、曷(月₁)、檠(月₁)、達(月₁)、截(月₂)、
伐(月₁)、桀(月₁)。

¹⁴ 王力入月部，鄭張尚芳入物₁部。

附錄二 月₁ (曷部) 與月₂ (減部) 韻讀譜

一、國風

(三) 邶風

19. (總 044) 二子乘舟

二子乘舟，汎汎其逝 (filjeds)。

願言思子，不瑕有害 (ga:ds)。(月₂月₁合韻)

(五) 衛風

3. (總 057) 碩人

河水洋洋，北流活活 (go:d)。

施罝濊濊 (q^hwa:d)，

鱣鮪發發 (pad)。

葭葦揭揭 (k^hrad)，

庶姜孽孽 (ŋred)，

庶士有暵 (k^hrad)。(月₃月₁月₂合韻)

(九) 魏風

5. (總 111) 十畝之間

十畝之外 (ŋ^wa:ds) 兮，

桑者泄泄 (sled) 兮，

行與子逝 (filjeds) 兮。(月₁月₂合韻)

(十) 唐風

1. (總 114) 蟋蟀

蟋蟀在堂，歲聿其逝 (filjeds)。

今我不樂，日月其邁 (mra:ds)。

無已大康，職思其外 (ŋ^wa:ds)。

好樂無荒，良士蹶蹶 (krods)。(月 2 月 1 月 3 合韻)

(十二) 陳風

2. (總 137) 東門之枌

穀旦于逝 (filjeds)，

越以騫邁 (mra:ds)。(月 2 月 1 合韻)

(十五) 豳風

1. (總 154) 七月

一之日鶩發 (pad)，

二之日栗烈 (red)。

無衣無褐 (ga:d)，

何以卒歲 (sq^hwad)？(月 1 月 2 合韻)

二、小雅

(一) 鹿鳴之什

7. (總 167) 采薇

憂心烈烈 (red)，

載飢載渴 (k^ha:d)。(月 2 月 1 合韻)

(三) 鴻雁之什

2. (總 182) 庭燎

夜如何其？夜未艾 (ŋads)！

庭燎晰晰 (ʔljed)，

君子至止，鸞聲噦噦 (q^wrad)。(月 1 月 2 合韻)

(四) 節南山之什

2. (總 192) 正月

心之憂矣，如或結 (ki:d) 之。

今茲之正，胡然厲 (m·rads) 矣？

燎之方揚，寧或滅 (med) 之？

赫赫宗周，褒姒威 (hmed) 之。(質₁月₁月₂合韻)

(五) 谷風之什

2. (總 202) 蓼莪

南山烈烈 (red)，

飄風發發 (pad)。

民莫不穀，我獨何害 (ga:ds)？(月₂月₁合韻)

3. (總 203) 大東

維南有箕，載翕其舌 (fi:bljed)。

維北有斗，西柄之揭 (ked/k^hrad)¹⁵。(月₂月₁合韻)

4. (總 204) 四月

冬日烈烈 (red)，

飄風發發 (pad)。

民莫不穀，我獨何害 (ga:ds)。(月₂月₁合韻)

(六) 甫田之什

8. (總 218) 車牽

間關車之牽 (gra:d) 兮，

思饜季女逝 (fi:ljeds) 兮。

匪飢匪渴 (k^ha:d)，

德音來括 (ko:d)。(月₁月₂月₃合韻)

¹⁵ 「揭」字的擬音，鄭張尚芳〈古音字表〉(2003:349-350)收有六個，其中屬於月₁的有五個：ked、k^hrad、grad、kad、gad，這裡只取其中兩個作為代表。

(七) 魚藻之什

4. (總 224) 菀柳

有菀者柳，不尚愒 (k^hrads) 焉。

上帝甚蹈，無自瘵 (?sre:ds) 焉。

俾予靖之，後予邁 (mra:ds) 焉。(月₁月₂合韻)

三、大雅

(二) 生民之什

9. (總 253) 民勞

民亦勞止，汔可小愒 (k^hrads)。

惠此中國，俾民憂泄 (sled)。

無縱詭隨，以謹醜厲 (m·rads)。

式遏寇虐，無俾正敗 (pra:ds)。

戎雖小子，而式弘大 (da:ds)。(月₁月₂合韻)

(三) 蕩之什

1. (總 255) 蕩

人亦有言，顛沛之揭 (k^hrad)。

枝葉未有害 (ga:ds)，

本實先撥 (pa:d)。

殷鑒不遠，在夏后之世 (hljeps)。(月₁月₂合韻)

6. (總 260) 烝民

出納王命，王之喉舌 (fibljed)。

賦政于外 (ŋ^wa:ds)，

四方爰發 (pad)。(月₂月₁合韻)

10. (總 264) 瞻印

瞻印昊天，則不我惠 (g^wi:ds)。

孔填不寧，降此大厲 (m·rads)。

邦靡有定，士民其瘵 (?sre:ds)。

蠹賊蠹疾 (zid)，

靡有夷屆 (krur:ds)。(質₁月₁月₂物₁合韻)

六、商頌

4. (總 304) 長發

玄王桓撥 (pa:d)，

受小國是達 (da:d)，

受大國是達 (da:d)。

率履不越 (g^wad)，

遂視既發 (pad)。

相土烈烈 (red)，

海外有截 (ze:d)。(月₁月₂合韻)

武王載旆 (bo:bs)，

有虔秉鉞 (g^wad)。

如火烈烈 (red)，

則莫我敢曷 (ga:d)。

苞有三蘖 (ŋa:d)，

莫遂莫達 (da:d)。

九有有截 (ze:d)，

韋顧既伐 (bad)，

昆吾夏桀 (grad)。(月₃月₁月₂合韻)

引用文獻

- 丁邦新，2008，《中國語言學論文集》，北京：中華書局。
- 王力，1980，《詩經韻讀》，上海：上海古籍出版社。又收入氏著《王力別集·詩經韻讀》，2004年。
- 王力，1985，《漢語語音史》，北京：中國社會科學出版社。
- 丘彥遂，2020，《南北朝詩歌韻轍研究》（二冊），臺北：萬卷樓圖書股份有限公司。
- 朱曉農，1989，《北宋中原韻轍考——一項數理統計研究》，北京：語文出版社。又收入氏著《音韻研究》（北京：商務印書館，2006年），頁188-300。
- 李方桂，1971，〈上古音研究〉，《清華學報》新9.1/2：1-61。又出版於1998年（3刷），北京：商務印書館。
- 陳新雄，1999，《古音研究》，臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- 麥耘，1999，〈隋代押韻材料的數理分析〉，《語言研究》1999.2：112-128。
- 楊濬豪，2014，《鄭張尚芳上古音系統研究》，臺中：國立中興大學中國文學系碩士論文。
- 楊濬豪，2022，〈重新驗證新構上古音系統的一部多元音說——以安大簡《詩經》為主要探討對象〉，《人文中國學報》35：37-78。
- 董同龢，1968，《漢語音韻學》，臺北：文史哲出版社。
- 鄭張尚芳，2003，《上古音系》，上海：上海教育出版社。
- 簡冠丞，2024，《安徽大學藏戰國楚簡（一）中詩經韻部的數理統計分析》，臺中：國立中興大學中國文學系碩士論文。
- 魏鴻鈞，2015，《周秦至隋詩歌韻類研究》，臺北：臺北市立大學中國語文學系博士論文。
- 龔煌城，2002，《漢藏語研究論文集》，臺北：中央研究院語言學研究所籌備處。
- Baxter, William H. 1986. "Old Chinese *-u and *-iw in the *Shi-jing*." *Contributions to Sino-Tibetan Studies* (Cornell Linguistic Contributions 5), ed. by John McCoy & Timothy Light, 258-282, Leiden: E.J. Brill. (中譯本：白一平，馮蒸譯，

- 1997, 〈漢語上古音的 *-u 和 *-iw 在《詩經》中的反映〉, 收入馮蒸《漢語音韻學論文集》(北京: 首都師範大學出版社), 頁 687-714。)
- Baxter, William H. 1992. *A Handbook of Old Chinese Phonology*. Berlin: Mouton de Gruyter. (中譯本: 白一平, 龔群虎等譯, 2020, 《漢語上古音手冊》, 上海: 上海教育出版社。)
- Karlgren, B. 1940. *Grammata Serica* (Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquities 12). (Republished in 1957, *Grammata Serica Recensa*, Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquities 29.) (中譯本: 高本漢, 潘悟雲等編譯, 1997, 《漢文典》(修訂本), 上海: 上海辭書出版社。)

國立中興大學中國文學系

nsuey@dragon.nchu.edu.tw

Statistical Analysis of the Six-Vowel System in *Shijing*: An Observation of the Three Divisions: “ge”, “yue”, and “yuan”

Hew, Yuen-suey*

Abstract

Li Fang-Kuei (李方桂) proposed a strict hypothesis in “Studies on Archaic Chinese Phonology”: Words in the same archaic rhyme group must have only one vowel. Since then, this view has been regarded as a standard, and scholars engaged in the study of archaic phonetics have generally adhered to the principle of one vowel per rhyme group. However, Zhengzhang Shangfang (鄭張尚芳) argues in *Old Chinese Phonology* that archaic Chinese should consist of a six-vowel system, with three divisions for “ge 歌”, “yue 月”, and “yuan 元”; “xiao 宵” and “yao 藥”; “tan 談” and “he 盍”; “qin 侵” and “qi 緝”; as well as two divisions for “zhi 脂”, “zhi 質”, and “zhen 真”; “wei 微”, “wu 物”, and “wen 文”; “you 幽” and “jue 覺”.

Can Zhengzhang Shangfang’s six-vowel system withstand scrutiny from textual evidence? If it can account for the rhyming behavior of archaic verses and provide strong explanatory power, it deserves due attention. In light of this, this paper aims to employ statistical methods to analyze the three divisions of Zhengzhang Shangfang’s six-vowel system and use t-distribution hypothesis testing to assess the reasonableness of these divisions. Considering the length of the paper, this study will temporarily focus on the three divisions of “ge 歌”, “yue 月”, and “yuan 元”.

Keywords: statistical methods, six-vowel system, t-test, three divisions of the “ge” group

* Associate Professor, Department of Chinese Literature, National Chung Hsin University

