

# 元音三維聲學空間與維漢韻母匹配\*

杜兆金<sup>1,2</sup> 陳保亞<sup>1</sup>

北京大學<sup>1</sup>

石河子大學<sup>2</sup>

本文基於前人研究嘗試構建漢語、維吾爾語元音三維聲學空間，並對漢維元音三維空間距離進行量化處理；在此基礎上觀察漢語、維吾爾語接觸中韻母匹配過程及規則。研究發現，語言接觸中元音三維空間距離大小對韻母匹配具有制約作用，即維漢韻腹元音的匹配往往選擇三維空間距離最小的元音參與匹配，可稱之為空間距離原則 (SDP)；空間距離原則和類型調整原則 (TAP) 是語言接觸中的兩個重要原則，具體適用中 TAP 原則先於 SDP 原則。

關鍵詞：漢維語言接觸，元音三維空間距離，韻母匹配

## 1. 引言

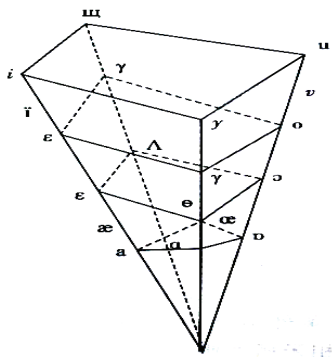
隨著元音研究視角從生理轉向聲學，許多學者在利用共振峰參數製作聲學元音圖方面進行了嘗試和探索。Joos (1948) 提出以 F1 為舌位的高低維，F2 為舌位的前後維繪製聲學元音圖；為使聲學圖上元音的距離與聽感距離更接近，Fant (1959) 利用轉換公式將頻率值轉換為美值 (M)，並以 M1、M2 作為坐標軸繪製聲學元音圖；Ladefoged (1975) 則以 F1 為縱坐標（線性標度），F2-F1 為橫坐標（對數標度）來繪製聲學元音圖。在此基礎上，國內外很多學者對元音聲學空間展開深入系統的研究，並取得了一系列重要的成果。如鮑懷翹 (1984)、吳宗濟 (1986)、曹劍芬 (1990)、Zee (2001)、石鋒 (2002)、石鋒等 (2010)、時秀娟 (2006, 2007) 等。這些研究大多建立在二維聲學空間基礎上。

---

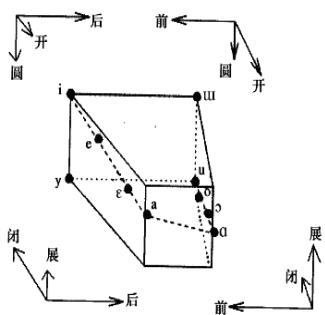
\* 本文研究得到以下基金資助：國家社科基金青年項目（批准編號：11CYY058，主持人：杜兆金）；教育部人文社科基金青年項目（編號：09XJC740005，主持人：杜兆金）；北京大學中國語言學研究中心教育部基地重大項目（編號：11JJD740004，主持人：陳保亞）。本文曾經在“語言接觸與語言比較國際論壇”（2012 年 1 月，上海）宣讀過。承蒙《語言暨語言學》各位編輯及本文評審員提出寶貴修改意見和建議，謹致謝忱。文中論點如有任何錯誤，概由作者負責。

也有不少學者在構建元音三維空間方面進行積極探索。前蘇聯學者麥爾尼科夫在其論文〈蒙古語的元音系統和阿爾泰假說〉(見陳偉 2011:93-108)中提到 1965-1968 年間發表的幾篇文章,<sup>1</sup> 制定了元音系統的立體幾何模式,並用於烏拉爾-阿爾泰語的各種具體問題的研究,認為各元音的立體幾何距離,反映元音發音-音響的對立程度。麥爾尼科夫的元音基本錐形圖如〈圖 1〉所示。<sup>2</sup> 可見,早在 1965 年麥爾尼科夫就具有了構建元音三維空間的思想,不過其元音基本錐形圖並非基於元音共振峰的聲學元音三維空間。

Ladefoged (1967) 提出,除高低維、前後維外,再增一個圓唇維來構建三維聲學元音圖,把舌位圖構建為一個立體的元音三維聲學空間圖,如〈圖 2〉所示。



〈圖 1〉元音基本錐形圖(麥爾尼科夫 2011:97)



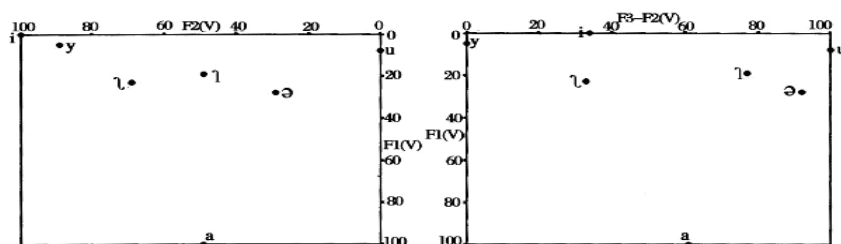
〈圖 2〉三維元音空間圖(Ladefoged 1967)

<sup>1</sup> 這幾篇文章的名稱及出版情況,麥爾尼科夫在〈蒙〉文腳註中詳細列出(見陳偉 2011:96),其中比較重要的兩篇是:(1)〈語言系統的靜力和動力特性分析的物理曲線空間中的立體幾何模式〉,蘇聯國家原子能利用委員會,庫爾恰托夫原子能研究所, No 797, 1965;(2)〈改進國際音標的“三角形”以反映元音的音響對立〉,載《語言學雜誌》,語言學與通訊研究 21.6:540, 1968, 柏林。

<sup>2</sup> 圖中縱坐標相當於元音的高低,正面是前列元音,背面是後列元音,左側面是非圓唇元音,右側面為圓唇元音。

國內外其他學者，如 Schwartz et al. (2007)、石鋒等 (2010)、王萍等 (2010)，亦在元音的三維空間研究方面進行了積極的探索。吳宗濟、林茂燦 (1989:90) 在討論聲學元音圖的巴爾克 (bark) 標度問題時，提到 Summerfield 等人曾建議使用  $F1-F0$ 、 $F3-F2$ 、 $F2-F1$  分別為  $x$ 、 $y$ 、 $z$  軸構建三維立體元音圖，並稱之為“元音聽覺空間三維模型”。

王萍等 (2010) 以北京話、廣州話、上海話以及英語和日語為研究對象，分別以  $F1$ 、 $F2$ 、 $F3-F2$  為三個維度， $V$  值標度，<sup>3</sup> 把這些語言或方言中的一級元音放到三維空間進行考察。<sup>4</sup> 具體分析和比較中，王萍等 (2010) 把元音的三維空間的立體聲位圖拆解為二維空間平面圖（如〈圖 3〉所示），據以全面觀察元音位置關係。



〈圖 3〉北京話元音  $F1/F2$  (V) 平面圖和  $F1/F3-F2$  (V) 平面圖（王萍等 2010）

以  $i$  和  $y$  為例，在  $F1/F2$  平面， $i$  處於左上角頂點位置， $y$  處在  $i$  的右下方；而在  $F1/F3-F2$  平面圖中， $y$  跑到了整個圖形最左邊的邊緣位置， $i$  則處在平面圖的中央位置。王萍等 (2010) 的重要價值在於，將各元音的位置關係分別放在三維空間的各個平面中來考察，相對單純的二維空間而言，能更系統、完整地觀察各元音的相對位置關係。

儘管當前元音的二維、三維聲學空間研究已取得豐碩成果，但仍存在進一步拓展的研究空間。如何更形象展示元音三維聲學空間模型？元音立體空間距離如何量化？元音立體空間距離語言學上的價值還有哪些？對這些問題學界至今尚缺乏深入系統的研究。尤為重要的是，前人及時賢研究元音聲學空間，關注的往往是一個語言系統中元音的空間分布，不同語言系統中的元音能否構建在一個元音空間中，以觀察不同語言系統的元音空間位置關係並計算其距離？對此尚無學者

<sup>3</sup> 該文利用相關公式，先把元音共振峰的赫茲值轉換為巴爾克值，再把巴爾克值轉換為  $V$  值。

<sup>4</sup> 王萍等 (2010) 認為：“圓唇和捲舌兩種發音都同樣會使  $F3$  降低，但它們對於  $F2$  的作用卻各有不同。具體來說，圓唇作用使  $F2$  降低，捲舌作用使  $F2$  升高，從而跟  $F3$  彼此接近”。鑒於  $F3$  不能單獨地區分圓唇元音和捲舌元音，王萍等 (2010) 所做的元音三維聲學空間，第三維選擇  $F3-F2$  來標度。

進行專門研究。本文在前人研究基礎上，嘗試把漢語、維吾爾語元音構建在一個三維聲學空間中，並通過分析、比較漢維相關元音空間距離大小，進而研究漢維接觸中韻母的匹配規則及匹配過程。

## 2. 漢語、維吾爾語元音三維空間距離

### 2.1 漢語、維吾爾語元音共振峰的獲取

元音音質與元音共振峰密切相關，構建漢語、維吾爾語元音三維聲學空間，需要首先分別提取漢語、維吾爾語元音的共振峰數值。根據王洪君 (2008) 研究，漢語普通話單字音韻母有 35 個，其中單韻母有 6 個，分別是 i、u、y、a、ə、i，<sup>5</sup> 認為這些韻母是有區別性的、本源性的音段，並總結了音段 ə 在語流中的各種音值表現及其條件 (pp.50-51)。這樣，再加上 a、i 韻母的變體，漢語普通話中共有 17 個元音變體：i、u、y、ɤ、o、e、ɛ、ʌ、ʊ、ə、i(ə)、a、ɑ、A、æ、ɿ、ɿ。

2010 年 7-8 月，袁家宏先生在北京大學語音實驗室錄製了一些漢語母語者說普通話的錄音材料（未發表）。本文從中選取 5 男 5 女，利用 praat 軟件分別提取各發音人元音的 F1、F2、F3 數據。本文提取每個元音的共振峰時，首先將選定的各發音人的音節進行切分，選取元音共振峰穩定段提取 F1、F2、F3 數值，並分別取其平均值作為該發音人元音的 F1、F2、F3 數值。<sup>6</sup> 然後再將各發音人元音的 F1、F2、F3 分別取平均值，作為該元音的 F1、F2、F3 值，<sup>7</sup> 見〈附錄 1〉。石鋒 (2002) 把北京話中能在單韻母中出現的元音叫一級元音，包括：i、u、y、ɤ、a、ɿ、ɿ。為方便下文討論，本文把 7 個一級元音（石鋒 2002）的共振峰數據也提取出來，見〈附錄 2〉。

<sup>5</sup> 因考慮到聲韻配合關係的不同，王洪君 (2008) 沒有將 ɿ、ɿ 歸併進 i 韻母，而是單立 i 韻母。

<sup>6</sup> 為避免元音前聲母類型對元音音值的影響，本文在提取單元音時，選取零聲母單元音音節，如移 (i)、無 (u)、雨 (y)、鵝 (ɤ) 等。本源性元音的同一取值在具體的組合環境中，其共振峰值會存在細微的差別，[æ] 在 ian 和 yan 中的具體音值，從共振峰數值（均值）來看，二者的 F1、F3 基本相同，差別表現在 F2 上（後者比前者小約 200Hz）。在測量中可忽略這種細微差別，選擇其中一個來提取 [æ] 的共振峰數值（本文選擇 ian，如“變”）。提取漢語元音共振峰所選用的漢字，包括：移、無、雨、鵝、波、八、根、剛、呆、夜、自、之、動、杯、更、彬、變。

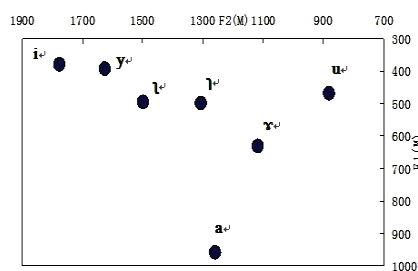
<sup>7</sup> 為方便研究，本文忽略了各發音人發音上的人際差異，直接將得到的各發音人元音三個共振峰值分別取均值。事實上，也可以在獲得各發音人元音共振峰數值後，就開始對每個發音人的元音共振峰數值進行美值轉換、歸一化處理等工作，然後再取其平均值。這時得到的每個元音共振峰不再是赫茲值，而是歸一化後的值。增加人際間的元音共振峰歸一化這道工作程序，後文中維漢語言元音的歸一化值及維漢元音間空間距離絕對數值必然會有所改變，但維漢元音間距離的相對大小關係不會有大的變化，故不會從根本上影響到本文研究結論。

維吾爾語有 8 個元音，程試 (1983)、張洋 (2009) 記爲：i、y、ω、e、ø、o、ε、a，其中 i、y、ω 爲次高元音；也有學者，如阿孜古麗·阿布力米提 (2006)，基於方便識記考慮把維吾爾語元音記爲：i、y、u、e、ø、o、ε、a。爲方便漢語、維吾爾語元音的對比，本文主要採用阿孜古麗·阿布力米提 (2006) 元音標記方式，<sup>8</sup> 觀察未受語音組合條件影響的維吾爾語 8 個基本元音的音值。爲獲得維吾爾語 8 個元音的共振峰數據，我們請一些維吾爾族發音人朗讀維吾爾語元音並錄音。<sup>9</sup> 發音合作人共 11 人 (5 男 6 女)，均爲石河子大學維族預科班一年級學生，年齡在 19-22 歲之間，大多從小學三年級就學習漢語，但在日常交際中很少使用漢語，故漢語水準始終停留在相對較低的水準。提取維吾爾語元音共振峰的方法和提取漢語元音的提取方法一樣。維吾爾語 8 個元音的共振峰值見〈附錄 3〉。

Fant (1959) 在研究元音的聲學空間時，將元音共振峰頻率值轉換爲美值 (M)，目的是使聲學元音圖上各元音的距離與聽覺距離更接近；Lindblom (1986) 在利用歐幾里得距離公式計算元音二維聲學空間距離時，用的也是美值 (M) 這一感知參數。基於同樣考慮，本文也以美值來計算元音三維空間距離。把漢語、維吾爾語元音的頻率值 (f) 轉換爲美值 (M)，本文採用 Fant (1959) 的轉換方法。轉換公式見 (1)。

$$(1) M = \frac{1000 \log(1 + f/1000)}{\log 2}$$

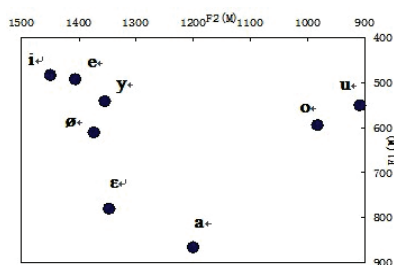
根據元音的共振峰赫茲值轉換來的美值，可畫出漢語一級元音和維吾爾語基本元音在 F1/F2 (M) 平面的散點圖，如〈圖 4〉、〈圖 5〉所示。



〈圖 4〉漢語一級元音 F1/F2 (M) 平面圖

<sup>8</sup> 維吾爾語 8 個基本元音中，u、o、a 三個是後元音，其餘 5 個是前元音。本文所說的維語元音 a，如無特別說明，均指後元音 a。

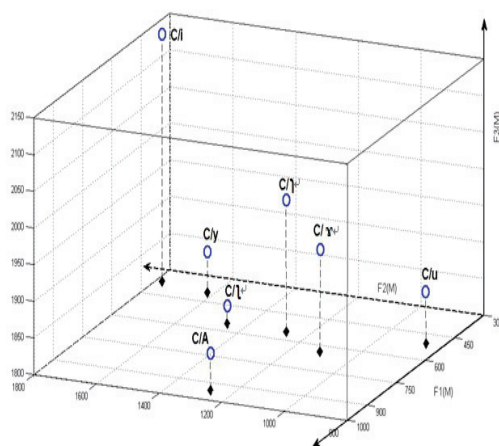
<sup>9</sup> 本文提取維吾爾語元音共振峰時，使用維族發音人單發 8 個基本元音的錄音材料。調查中請 11 位維族發音人朗讀維語字母表上的 8 個基本元音並錄音。同時對比和參考了維族發音人朗讀以下“輔音+元音”的錄音材料：bu (他)、de (說)、ba (有)、bi、be、my、to、mø。



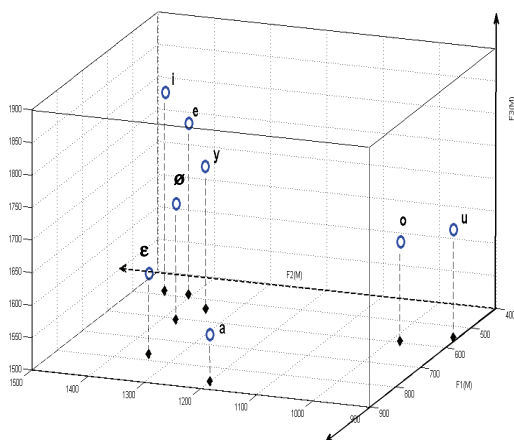
〈圖 5〉維吾爾語元音 F1/F2 (M) 平面圖

通過比較可以看出，漢語一級元音基本處於 F1/F2 (M) 平面圖上半部，維吾爾語元音則大多處於 F1/F2 (M) 平面圖左半部，但從絕對數值來看，維吾爾語元音 F1、F2 維度的音域比漢語元音窄。可見，通過這種二維聲學空間的對比，維吾爾語元音和漢語元音的位置關係大致還是比較清楚的。

由於一個元音音質與 F1、F2、F3、F4、F5 值均有關，從理論上來說，若要計算兩個語言的元音之間距離，需要把各個元音放在一個五維立體空間中來考察。鑒於元音的 F1、F2、F3 值已經能表現元音音質的主要信息，為研究方便，本文僅選取元音的 F1、F2、F3 共振峰數值，以此構建元音的三維聲學空間。作圖時使用數學分析軟件 Matlab 7.6，分別以 F1、F2、F3 作為三維元音圖的三個維度，美值標度。根據漢語一級元音和維吾爾語各元音的共振峰美值，分別做出漢語普通話一級元音三維聲學空間圖（如〈圖 6〉）和維吾爾語單元音三維聲學空間圖（如〈圖 7〉）。其中空心圓代表各元音在三維聲學空間的位置；實心菱形代表各元音在 F1/F2 (M) 二維平面中的投影。



〈圖 6〉漢語一級元音三維聲學空間圖



〈圖 7〉維語單元音三維聲學空間圖

在元音三維聲學空間圖中，各元音體現為三維坐標系中位置不同的點，因此歐幾里得距離公式適用於元音間距離的計算。任意兩元音二維、三維聲學空間距離計算公式，見 (2)。

$$(2) \quad D_{xy \text{ 二維}} = \sqrt{[M_1(x) - M_1(y)]^2 + [M_2(x) - M_2(y)]^2}$$

$$D_{xy \text{ 三維}} = \sqrt{[M_1(x) - M_1(y)]^2 + [M_2(x) - M_2(y)]^2 + [M_3(x) - M_3(y)]^2}$$

（其中 x、y 是語言中任意兩個元音， $M_1(x)$  代表元音 x 第一共振峰數值的美值， $M_2(y)$  代表元音 y 第二共振峰數值的美值，其他依此類推。）

以漢語一級元音 i 和 y 為例。元音 i 的  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  分別為 379.83、1777.2、2138.6，元音 y 的為 392.9、1624.09、1854.28。將 i、y 的三個共振峰數值分別代入上述公式，則可得到漢語元音 i、y 之間二維、三維空間距離。見 (3)。

$$(3) \quad D_{iy \text{ 二維}} = \sqrt{(379.83 - 392.9)^2 + (1777.2 - 1624.09)^2} = 153.67$$

$$D_{iy \text{ 三維}} = \sqrt{(379.83 - 392.9)^2 + (1777.2 - 1624.09)^2 + (2138.6 - 1854.28)^2} = 323.19$$

同理，我們可以計算出漢語普通話一級元音之間或維吾爾語各元音之間的二維或三維空間距離。漢語一級元音的 F1/F2 (M) 平面二維距離和三維空間距離計算結果，如〈表 1〉所示（其中“/”前的為二維距離，“/”後的為三維空間距離）。

〈表 1〉漢語一級元音的 F1/F2(M) 平面二維距離和三維空間距離比較

元音		D 二維/D 三維	元音		D 二維/D 三維	元音		D 二維/D 三維
i	u	900.91 / 942.61	y	ə	560.78 / 557	ə	a	360.7 / 370
i	a	778.56 / 828.47	a	ɿ	523.5 / 525.52	u	ə	285.5 / 259.55
u	y	747.27 / 747.3	i	ɿ	487.21 / 516.58	y	ɿ	336.54 / 354.89
i	ə	707 / 734.93	a	ɿ	463.96 / 477.18	ɿ	ɿ	192.03 / 248.37
y	a	675.4 / 675.4	i	ɿ	302.94 / 447.38	i	y	153.67 / 323.19
u	a	621.32 / 621.35	u	ɿ	425.36 / 438.26	ə	ɿ	229.69 / 231.52
u	ɿ	616.76 / 618.94	ə	ɿ	404.22 / 424.13	y	ɿ	163.01 / 169.08

通過〈表 1〉可以看出，漢語一級元音之間三維聲學距離與其在 F1/F2 (M) 平面二維距離的大小排列基本一致，但也體現出細微的差別。二維平面中的元音，實際上只是這個立體空間中的各元音在該二維平面中的投影，因此二維空間中元音的距離，並不能相對準確反映元音立體空間的真實距離，有時甚至相去甚遠。如漢語的 i 和 y，二者二維空間距離 (153.67) 和三維距離 (323.19) 差別就非常 大，從漢語元音三維聲學空間 (〈圖 6〉) 中，也能看出這種顯著性差別。這也說明有必要把各元音放在三維聲學空間中來觀察元音間空間距離，以相對準確地說明元音立體空間距離和聽感距離。

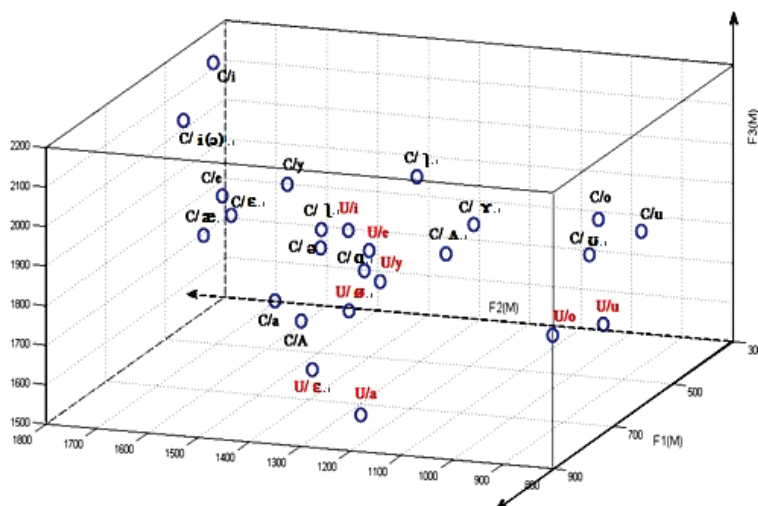
## 2.2 漢、維元音共振峰的歸一化及元音空間距離計算

前述構建元音三維聲學空間及計算元音三維空間距離，只考慮了同一語言系統中的元音。若據此計算和比較不同語言系統中的元音三維聲學空間距離和聽覺距離，則會遇到困難。以漢語元音 y 與維吾爾語的 y、i 的關係為例。根據前述元音三維距離計算公式，可計算出漢語 y 和維吾爾語元音 y、i 的距離分別為 337.3、203.26，即維語 i 與漢語普通話 y 的距離比維語 y 和漢語普通話 y 的距離要小。調查中發現，維吾爾語母語者說漢語時會以 y 來匹配漢語普通話的 y，而絕不會以 i 來匹配漢語普通話的 y，即玉  $yu \neq$  意  $yi$ 。可見，直接基於維吾爾語和漢語元音共振峰絕對值來計算維、漢元音間的三維空間距離，違反了母語者的語感及直覺，不能近似地反映人們的聽覺距離。

而利用元音三維聲學圖，有助於我們理解元音三維空間距離與母語者的直覺或聽覺距離產生的這種偏差。根據〈附錄 1〉、〈附錄 3〉中相關美值數據，我們



把漢語 17 個元音變體和維吾爾語元音構建在同一個三維聲學空間中，如下圖所示。<sup>10</sup>



〈圖 8〉維、漢單元音共振峰歸一化前三維聲學空間圖

可以發現，維吾爾語元音和漢語元音在三維聲學空間中的表現有很大不同。就元音 F2 來看，維吾爾語元音 F2 值總體上相對較小，使得其元音空間和漢語普通話相比，整體相對向右緊縮。維吾爾語和漢語普通話元音三維空間的這種差異，使得我們不能機械地根據共振峰數值來計算和比較元音的空間距離。究其原因在於，不同語言的元音三維聲學空間各自是一個自足的系統，由於不同語言群體具有不同的發音習慣、生理特點等，不同語言系統的元音聲學空間可能存在顯著的差異。

語言接觸中，母語者在說第二語言時是把本族語元音立體空間作為一個整體，去匹配另一個語言的元音立體空間。但語言接觸中的這種元音（或元音空間）的匹配並非是絕對的，而是一種相對意義上的匹配。因此，為觀察維吾爾語和漢語元音之間的相對空間距離關係，需要對元音進行相對化或歸一化處理。

對測量到的語音進行歸一化處理，是進行人際比較和跨語言比較的必要前提。自 20 世紀 60 年代以來，已經出現很多種歸一化的處理方法。本文採用“頻域分數轉換法” (Earle 1975, Takefuta 1975, Rose 1982, Ladd et al. 1985)，其計算公式見 (4)（轉引自朱曉農 2004）。

<sup>10</sup> 圖中“C”代表漢語，“U”代表維吾爾語，如“C/i”代表漢語元音 i，“U/a”代表維語元音 a，下同。

$$(4) \quad V_i = \frac{X_i - X_L}{X_H - X_L}$$

(其中  $V_i$  是歸一化值,  $X_H$ 、 $X_L$  分別是確定頻域上限和下限的值。)

爲使元音空間距離更能反映元音間感知聽覺距離, 本文選擇對美值進行歸一化。同一種語言中, 歸一化公式見 (5)。<sup>11</sup>

$$(5) \quad V_1(i) = \frac{M_1(i) - M_1 \min}{M_2 \max - M_2 \min} \times 100$$

$$V_2(i) = \frac{M_2(i) - M_2 \min}{M_2 \max - M_2 \min} \times 100$$

$$V_3(i) = \frac{M_3(i) - M_3 \min}{M_2 \max - M_2 \min} \times 100$$

(其中  $i$  爲任意元音,  $M_1(i)$  代表元音  $i$  的  $F1$  的美值,  $M_2(i)$  代表元音  $i$  的  $F2$  的美值,  $M_2 \max$  代表所有元音  $F2$  的美值最大值,  $M_2 \min$  代表其美值最小值, 依此類推。)

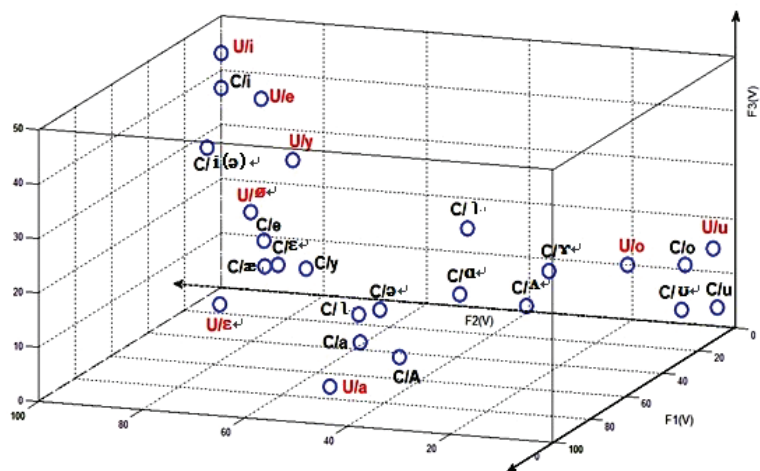
以漢語元音  $u$  的  $M_1$  歸一化爲例, 在本文所用漢語語料中,  $M_1(u)=469.59\text{Mel}$ ,  $M_1 \min=379.83\text{Mel}$ ,  $M_2 \max=1777.2\text{Mel}$ ,  $M_2 \min=880.77\text{Mel}$ , 根據公式可計算出漢語  $u$  的  $M_1$  歸一化值。見 (6)。

$$(6) \quad V_1(u) = \frac{469.59 - 379.83}{1777.2 - 880.77} \times 100 = \frac{89.76}{896.43} \times 100 = 10.01$$

同理, 可以把維吾爾語和漢語中所有元音的  $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$  歸一化比值  $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$  分別計算出來。計算結果見〈附錄 4〉。

根據維吾爾語、漢語元音共振峰美值歸一化後的比值, 利用數學分析軟件 Matlab 7.6, 分別以  $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$  作爲三維元音圖的三個維度, 將維、漢元音構建於一個三維聲學空間中。如下圖所示:

<sup>11</sup> 對同一語言中的元音歸一化時, 應統一考慮元音的三個共振峰值或其轉換的美值, 而不採取對  $F1$ 、 $F2$ 、 $F3$  頻率值或其轉換的美值分別歸一化的做法。本文以  $M2$  最大值、最小值的差值作爲公式相對恆定的分母來計算, 是考慮到其差值相對較大, 在計算中也可以以  $M1$  (或  $M3$ ) 最大值、最小值的差值作爲分母來計算。爲方便觀察, 本文把歸一化最終結果乘以 100。



〈圖 9〉漢、維元音共振峰歸一化後的三維聲學空間圖

在這個維吾爾語、漢語元音三維聲學空間中，維、漢元音都體現為三維坐標系中位置不同的點，因此將漢語、維吾爾語元音共振峰歸一化後的數值代入前述距離公式，就能分別計算出漢語、維吾爾語元音間的二維、三維空間距離。計算結果見〈附錄 5〉、〈附錄 6〉。

經歸一化處理後的維語元音和漢語元音，構建在一個三維聲學空間中，為維漢元音的對比研究提供了必要的前提和基礎。漢維接觸中的一個可觀察事實是，韻母匹配的結果是維漢語言間產生了系統性的語音對應。我們需要進一步追問的是，元音三維空間距離對維漢接觸中的韻母匹配有無影響？比較維吾爾語、漢語元音間的三維空間距離，能否有助於揭示維漢韻母匹配的過程和機制？

### 3. 維漢韻母匹配與元音空間距離原則

### 3.1 維漢基本元音及音節構成比較

維吾爾語有 8 個基本元音：a、i、u、y、e、ø、o、ε，其中 i、y、e、ø、ε 是前元音，u、a、o 是後元音。漢語普通話中有 7 個一級元音：a、i、u、y、ɤ、ɿ、ʊ。維語中有而漢語一級元音中沒有的是 e、ø、ε，漢語中有而維語中沒有的是 ɤ、ɿ、ʊ。儘管維語漢語中 i、y、u、a 的讀音相近，但仍存在細微的差別。如漢語元音 i 是前、高元音，維語 i 則是前、次高元音；漢語 u 是後、高元音，維語 u 是後、次高元音。〈附錄 7〉是維語、漢語舌面元音在舌位、唇形方面的異同比較。

維吾爾語和漢語的元音在各自音系中存在音位變體。張洋 (1983) 對漢語、維吾爾語元音進行了對比，詳細討論了漢維元音的變體的異同；王洪君 (2008:50-51) 認為漢語普通話單字音韻母有 35 個，並詳細歸納了漢語普通話 ə (本文記為 ʁ) 的變體及其分布。根據學者們的研究，本文將維、漢元音音位變體的構成及分布情況整理列出 (參見〈附錄 8〉、〈附錄 9〉)。維漢接觸中，這些音位變體會有不同的表現。Best (1995) 提出知覺同化模型 (Perceptual Assimilation Model)，認為聽音者在聽非母語的對立音素時，會將第二語言中對立的音同化到母語中兩個不同的音位，也可能同化到同一個音位中。陳保亞 (1996:30) 研究指出，目的語言的每一個音都必須在母語中受到匹配，這樣目的語言有而母語沒有的音就必須在相似匹配中以一對多的方式被歸併。從維漢元音變體及分布來看，維吾爾語元音及變體總體數量比漢語少。維漢韻母匹配中，維族人常常會以自己的音位 (或變體) 對漢語音位變體重新整合、歸併，從而使匹配後的維族漢語元音格局帶有很強的母語音系的特點。例如維語中 i 與小舌輔音相拼或後面是 ŋ 時發 ʁ，高莉琴 (1997) 觀察到有些維族人把“釘 [tiŋ]”發成“燈 [dʁŋ]”；維族漢語中 i、u、y 在清輔音聲母後清化為 i̇、u̇、ẏ，這些是維族人說漢語時受母語元音音位變體的影響造成的。

維吾爾語元音和輔音組合具有一定的規律，但維漢韻母匹配有時可突破維吾爾語元輔音組合的限制。張洋 (1983, 2009) 討論了現代維語中元音和輔音組合的部分規律。見 (7)。

(7) 現代維語中元音和輔音組合的部分規律

- a. 輔音 b、p、d、t、g、k、ʃ、ʒ、s、z、l、m、n 可出現在所有元音之前。
- b. 舌根音 ɣ、ŋ，小舌音 q，不能與前圓唇元音 ø、y 組合。
- c. 舌根音 ŋ 不能出現在圓唇元音 u、ø、y 之前。
- d. 唇齒擦音 f、v 一般不能出現在圓唇元音 o、u、ø、y 之前。

很明顯，第 (a) 條規律對維漢韻母匹配不會產生影響。漢語中只有與 tɕ、tɕ<sup>h</sup>、ɕ 相拼的撮口呼韻母 y、ye，才會匹配產生前圓唇元音 y、ø，而維語是用舌葉音 ɕ、tʃ、ʃ 來匹配漢語聲母 tɕ、tɕ<sup>h</sup>、ɕ 的，故上述第 (b) 條組合規律也不會影響維漢韻母匹配。漢語普通話中舌根音 ŋ 一般不會出現在聲母位置，第 (c) 條也不影響維漢韻母匹配。第 (d) 條中，唇齒擦音 f、v 和 ø、y 的組合限制對維漢韻母匹配無影響，原因與第 (b) 條同；維語以 o 來匹配漢語的二合元音 au，但漢語中聲母 f

不能和 **au** 組合，故 \***fo** 不會出現在維族漢語中；**u** 的情況則不同：漢語聲母 **f** 可以和 **o**、**u** 組合（如佛 [fo]、服 [fu]），儘管現代維語中不允許出現“**fu**”這樣的元輔音組合，但維族人以 **u** 來匹配漢語的單元音 **u** 和 **o**，如服 [fu]–[fu]（前者為漢語，後者為維族漢語，下同），這樣維族漢語中就出現了 **fu** 這個音節。可見，維漢韻母匹配突破了維語中唇齒擦音 **f** 和 **u** 不能組合的限制。

維語和漢語在音節結構類型方面存在差異。維語是多音節語言，既有單音節詞，如 **qol**（手），也有兩個或兩個以上音節構成的詞，如 **sinil**（妹妹）、**ɕamaet**（公共）。漢語是單音節語言，即“1 個字·1 個音節·1 個概念”（徐通鏞 1997:128）。維族人說漢語時總是用母語中的單音節來匹配漢語的音節。漢語的音節類型有七種：**V**、**CV**、**VC**、**CVC**、**CVV**、**CVVV**、**CVVC**（**C** 代表輔音，**V** 代表元音）。維吾爾語固有詞基本的音節類型有六種：**V**、**CV**、**VC**、**CVC**、**VCC**、**CVCC**。另外，為正確拼寫漢語、俄語借詞，現代維語又增加了五種音節類型：**CCV**、**CCVC**、**CCVCC**、**CVV**、**CVVC**（阿孜古麗·阿布力米提 2006）。通過維語、漢語音節類型比較（見〈附錄 10〉）可以看出，維吾爾語固有詞音節結構裡可以出現輔音叢“**CC**”，但不可以出現元音叢“**VV**”，而漢語音節結構裡不僅可以出現“**VV**”，也可以出現三個元音相連“**VVV**”，但不可以出現輔音叢“**CC**”。從維漢基本音節類型對應的整體看，可分為三大類：**A** 類：維吾爾語和漢語都有的音節類型，包括〈附錄 10〉中的 (1)~(4)；**B** 類：維吾爾語中沒有而漢語中有的音節，包括 (5)、(6)、(7)，這類音節類型的最大特點是有兩個或三個元音相連；**C** 類：維吾爾語中有而漢語中沒有的音節，包括 (8)、(9)。

維漢音節結構的差異對維漢接觸中韻母匹配會產生重要影響，對此已有不少學者注意到。高莉琴 (1996, 1997) 指出，由於語系的不同，維吾爾族人說漢語時總是按維吾爾語的語音系統識別漢語，並再現漢語的語音，即按母語的音節結構對漢語複合元音韻母進行改造，如刪除韻頭和韻尾，或將 **i** 輔音化等。徐思益 (2000) 研究認為，凡漢語以 [i]、[u]、[y] 開頭構成的複元音韻母，維吾爾族人說漢語一律丟掉 [i]、[u]、[y]；凡以 [i]、[u] 收尾的複元音韻母，維吾爾族人說漢語一般把 [i]、[u] 輔音化變成 [j]、[v]。學者們不僅總結漢維韻母匹配特點，而且還嘗試做出理論解釋。如高莉琴 (1997, 2000) 從漢語複合韻母的動程曲線的差異，探究維吾爾人對漢語普通話複合韻母進行改造的規律。

時賢及前輩學者在維漢接觸中韻母匹配方面做出了卓越的工作，其研究成果對我們認識維漢語言接觸具有非常重要價值。然而，維漢接觸中韻母匹配的具體過程和機制，學界尚缺乏系統深入的探討。不少學者都注意到維漢韻母匹配中漢語複合韻母的韻頭和韻尾刪除或輔音化現象，但到底是傾向於刪除，還是傾向於

輔音化？學者們對此還沒有達成共識，並且也沒有給出韻頭和韻尾刪除或輔音化的具體條件。

另外，維吾爾族人會以維語  $\epsilon$  來匹配漢語韻母 [ai]，如買 [mai]–[me]。漢語韻母 ai 在匹配中韻尾刪除或輔音化後，維族人為什麼會以母語中的  $\epsilon$ ，而不用 a 或其他元音來匹配漢語的韻腹元音 a？對此學者們也沒有繼續追問。上述這些方面研究的不足，為本文通過漢維元音三維空間距離來揭示漢維韻母匹配的過程和規律，提供了進一步拓展的空間。

### 3.2 維漢韻母匹配中的語音對應

為仔細觀察維吾爾語、漢語接觸中韻母匹配的對應規則，本文調查了 18 位維吾爾族發音人，請他們朗讀漢語字（詞）並錄音。在這 18 位發音人中，米吉提（音）的發音和漢語普通話語音的距離最大，受母語影響也最深，基本尚處於韻母的匹配階段；而其他發音人則受母語的影響逐漸減少，開始或已經進入回歸階段。本文通過整理和分析米吉提及其他發音人語音材料，整理出維漢韻母匹配的對應規則表和聲母匹配對應規則表，<sup>12</sup> 見〈附錄 11〉和〈附錄 12〉。<sup>13</sup>

考察維漢韻母匹配實例發現，對於維、漢語都有的音節類型（即 A 類），維族人說漢語時會直接以母語中相應的音節結構來匹配漢語的音節結構。例如：歌 [kɤ]–[go]、難 [nan]–[nan]；漢語中不允許有輔音叢，因此前面所說的 C 類，即維吾爾語中的“VCC”、“CVCC”這兩個音節類型會在維漢接觸中“匹配落空”（陳保亞 1996），即它們不會出現在維族漢語中。

維族漢語韻母匹配中最顯著的變化是漢語中的複合韻母經匹配變成了單韻母。前輩學者觀察到的維族人說漢語時韻頭、韻尾的刪除或輔音化等現象，大多發生在漢語有而維吾爾語中沒有的 B 類音節類型。維語音節中不允許出現元音叢 VV 或 VVV，在匹配漢語韻母時必然要對漢語複合元音韻母進行改造。改造的方式通常是把漢語音節中的某些元音刪除或輔音化，使漢語複合元音韻母變成單元音韻母，並以母語固有的音節類型 (CV) 來匹配漢語音節，如買 [mai]–[me]、配

<sup>12</sup> 聲調匹配方面，發音人米吉提基本上以 13 調值匹配漢語普通話的四個聲調調值。因本文沒有涉及聲調匹配和韻母匹配的關係問題，為節省篇幅，本文沒有給出聲調匹配規則表，並且聲母、韻母匹配實例中也省略了聲調標號。

<sup>13</sup> 維吾爾語輔音 p、t、k、q 是送氣清塞音，tʃ 是送氣清塞擦音。維吾爾語中送氣特徵不是區別特徵（維語 b 和 p 的區分靠的是清濁的對立），故學者們往往不標注送氣符號。本文在記錄維語上述輔音時也沒標送氣符號。需注意的是，漢語的 p、t、k 和維語的 p、t、k 不同，前者為不送氣清塞音，後者為送氣清塞音。

[p<sup>h</sup>ei]–[pi]。此外，維族人在讀漢語複合元音韻母時，有時還會使用源自俄語借詞的音節類型 CCV 或 CCVC，例如表 [piau]–[bjo]、象 [ɕiaŋ]–[ʃjan] 等。這說明，音節中不允許出現元音叢 VV 或 VVV 是維吾爾語固有詞的一個很突出的特點，為保持這一母語特點，甚至會放棄使用本族語固有詞音節類型。

語言接觸中的語音干擾問題，早就引起學者們的普遍關注。Meillet (1925)、Bloomfield (1933) 開始啓用阿斯科里 (G. Ascoli 1870) 的底層理論來討論接觸中的干擾問題。Jakobson (1938[1962])、Weinreich (1953)、Thomason & Kaufman (1988)、Thomason (2001) 也都談到了語言接觸的底層干擾，尤其是語音干擾現象。Weinreich 指出，當雙語者把第二語言的一個音位等同於母語中某個音位，並以自己母語音位規則產出時，就會出現語音干擾，例如儘管 Romansh 語的 [ɛ] 和 Schwyzertütsch 語的 [æ] 發音不同，但 Romansh 母語者會將 Schwyzertütsch 語中的 [læ.ba] (to live) 發成 [lɛ.bə] (Weinreich 1953:14-19)。

陳保亞 (1996) 提出接觸語言間可相互干擾，可統稱為母語干擾，底層干擾只是母語干擾的特殊情況；基於音值的相似，雙語者會以母語的音位來匹配第二語言的音位，如傣族人學漢語時會把漢語西南官話的黑 [xə<sup>31</sup>] 讀成 [xɿ<sup>31</sup>]。高莉琴 (1996, 1997)、徐思益等 (1997)、徐思益 (2000) 等尤其重視維族人說漢語複合元音韻母時韻頭、韻尾刪除或輔音化的特點，同時也注意到刪除韻腹而保留韻尾的情況，如配 [p<sup>h</sup>ei]–[pi]。高莉琴 (2000) 嘗試通過考察漢語韻母的動程予以解釋，認為漢語韻母 [ei] 動程較之 [ai] 的動程短，起音還沒有展開舌位已經滑到了 [i] 的位置，而 [i] 又是高元音，所以聽感上不是韻腹 [e]，而是韻尾 [i]。但即使這種複合元音動程的解釋能夠成立，它也同樣能解釋其他非例外的韻母匹配，如加 [tɕia]–[ɕa]。漢語韻母動程的視角，仍然沒有從根本上解釋維漢韻母匹配中刪除韻腹元音現象。

我們認為維漢二合複元音韻母匹配中元音脫落現象，除受母語干擾外，更主要的還與元音的標記性 (markedness) 有關。在語言學界，標記性概念最早是布拉格學派的 Trubetzkoy (1939) 和 Jakobson (1941[1968]) 提出，後來 Greenberg (1963[1966], 1966)、Eckman (1977, 2008)、Gundel et al. (1986)、Comrie (1989)、Battistella (1990)、Croft (1990, 1996, 2003)、沈家煊 (1997) 等學者對標記性理論進行了進一步發展與闡釋。在有無標記性的判定標準上，Greenberg (1963[1966])、Gundel et al. (1986)、Croft (1990, 2003) 均強調了分布潛能 (distributional potential) 標準，即在某一語言內部使用頻率高或世界語言中分布廣泛的項目是無標記的，否則是有標記的。

本文以分布標準來觀察元音的標記性。Crothers (1978:105) 通過對 206 種語

言樣本的統計，歸納出常見元音系統類型及其在語言中的分布情況（見〈附錄 13〉）。觀察發現，表中所列 173 種語言樣本都有元音 i、a、u，而元音 ε、o、e、ə 則只分布在部分語言中（分別佔 81.8%、23.1%、14.5% 和 12.1%）。根據分布標準，i、a、u 是無標記元音，而元音 ε、o、e、ə 相對 i、a、u 來說是有標記的。Li (2008) 收集了世界各主要語系的 621 種語言和方言樣本，分析基本元音音位總量和元音音系類型的分布。〈表 2〉是我們依據該文提供的語料，對基本元音在世界各語系 621 種語言（方言）分布的統計情況。

〈表 2〉基本元音在世界各語系 621 種語言（方言）中的分布

元音	a	i	u	o	e	ε	ə	y
語言數量	613	615	561	471	458	209	195	135
百分比 (%)	98.71	99.03	90.34	75.85	73.75	33.66	31.40	21.74

從統計結果看，a、i、u 三個元音在 621 種語言中的分布比重遠高於其他元音，o、e 的分布則次之，世界語言中最常見五元音音系類型往往也是由 a、i、u、o、e 構成。ε、ə 的分布再次之，而 y 的分布比重則最小。依據分布標準，a、i、u 的標記程度最低，o、e、ε、ə 的標記程度次之，y 的標記程度最高。y 的標記程度非常高，還可以從其他學者的相關研究中找到佐證。Eckman (1977) 提出“標記差異假說” (Markedness Differential Hypothesis, MDH) 認為，語言習得中無標記的先習得，有標記的後習得。石鋒、溫寶瑩 (2007) 對普通話兒童 7 個一級元音習得順序的研究結果顯示，在 7 個一級元音中，y 是普通話兒童最後習得的元音。這說明，相對 i、a、u、ε、e、ə、o 來說，元音 y 的標記程度是最高的。

儘管 i、a、u 在世界語言中分布最廣，但其標記程度也並非完全相同。Jakobson (1941[1968]) 研究認為，兒童元音習得的順序是：a > i > u，即在通常情況下，兒童最先習得的元音是寬元音 a，然後是寬元音和窄元音的對立 a – i 和 a – u，並且這種習得順序是不可逆的 (not reversible)。可見 a 的標記程度比 i、u 還要低。基於以上分析，我們認為元音 i、a、u、ε、e、ə、o、y 的標記程度，至少存在如 (8) 所示的等級 (> 表示左邊元音的標記程度大於右邊元音，逗號表示相關元音間標記程度等級關係尚不確定或無需再細分等級)。

(8) 元音 i、a、u、ε、e、ə、o、y 標記程度等級

$$y > ə, \epsilon, e, o > u, i > a$$



Jakobson (1941[1968:61]) 研究指出，兒童最後掌握的音位，往往是失語症者最先喪失的音位。而維漢韻母匹配中複韻母的元音刪除現象，與失語症者喪失音位的情況非常相似：韻母匹配中刪除的往往是標記程度等級高、難於習得的元音，如配 [p<sup>h</sup>ei]–[pi]、豆 [təu]–[du]、秀 [ɕiəu]–[ʃju] 等。基於維吾爾語和漢語韻母的匹配材料，並結合前人研究，我們總結出維漢韻母匹配的幾條匹配規則。見 (9)。

(9) 維漢韻母匹配的幾條規則

R1：刪除複韻母中標記程度高的元音

R2：韻頭或韻尾 i、u、y 分別輔音化爲 j、v、ɥ<sup>14</sup>

R3：零聲母音節中，韻頭 i、u、y 分別輔音化爲 j、w、ɥ

這三條規則，本文統稱爲語言接觸中的類型調整原則 (Type-adjustment principle，簡稱 TAP)。類型調整原則與前文所討論的元音標記性、母語干擾均有關。維漢韻母匹配中，各類韻母的匹配並非全部使用到 TAP 的這三條規則。一般而言，複元音韻母 (包括二合、三合元音複韻母) 的匹配使用 R1 或 R2，若 R1 和 R2 都使用，則先使用 R1，再使用 R2；鼻音韻母只使用 TAP 原則中的 R2；而 R3 則只適用於零聲母音節。

類型調整原則能夠說明維漢韻母匹配中維族漢語對漢語複合元音韻母的改造。但仍有一些問題類型調整原則無法解決。例如，單韻母匹配中維族人爲什麼會以 o 匹配漢語的 ɤ (如歌 [kɤ]–[go])、以 u 匹配漢語的 o (如膜 [mo]–[mu])？漢語複韻母 ai 在刪除標記程度高的元音 i 後，維族人爲什麼以母語的 ε 而不用 a，來匹配漢語的韻腹元音 a？這就涉及到漢維韻母匹配中單元音的匹配問題。

通過對比漢維相關元音之間的三維空間距離，我們發現維族人總是選定與受配漢語元音三維空間距離最小的元音參與匹配。如維語 8 個基本元音中元音 o 和漢語元音 ɤ 的三維空間距離最小 (14.7)，維語 u 和漢語 o 的距離也最小 (11.6)。維族人以母語的 ε 而不用 a，來匹配漢語的韻腹 a (如買 [mai]–[mɛ])，這主要也是受到維語 ε 和漢語 a 之間三維距離大小的制約。也就是說，漢語、維吾爾語韻母匹配除了受類型調整原則 (TAP) 制約外，還受相關元音的三維聲學空間距離大小的制約，即，

R4：選擇維語元音中與受配漢語元音三維空間距離最小的元音參與匹配

<sup>14</sup> i、u 組合時，則把 i 輔音化爲 j，而 u 保持不變。

本文稱之為語言接觸中韻母匹配的空間距離原則（Spatial distance principle，簡稱 SDP）。維漢接觸中，單元音韻母、複元音韻母、鼻音韻母以及零聲母音節中元音的匹配，都會用到 R4。下文我們將看到，維漢韻母匹配中一般會優先適用 TAP 原則中的一條或幾條規則，在此基礎上再適用 SDP 原則。

### 3.3 維漢韻母匹配過程及其制約因素

#### 3.3.1 非零聲母音節中韻母的匹配過程

漢語普通話韻母分為三類：單韻母、複韻母和鼻音韻母。維漢韻母匹配中，同類的韻母具有相對一致的行為表現，即同類的韻母在維漢匹配中適用相同的匹配規則。

單韻母的匹配。對於漢語非零聲母單元音韻母音節 (CV)，維族人說漢語時會直接以母語固有詞的 CV 音節類型來匹配，無需使用類型學調整原則 (TAP)，元音匹配時直接單獨適用規則 R4，即維漢單元音韻母匹配只受空間距離原則 (SDP) 的制約。如維吾爾族人在讀漢語的“膜 [mo]”時，選擇本族語中與漢語元音 o 三維空間距離最小的 u（二者的三維空間距離為 11.6），來匹配漢語“膜 [mo]”的元音 o。單韻母匹配情況如〈表 3〉所示（帶“\*”號的兩個舌尖元音匹配是例外，原因留待下文解釋）。

〈表 3〉維吾爾語、漢語單韻母的匹配

漢語	維語	詞例	漢語	維族漢語	漢語	維語	詞例	漢語	維族漢語
i	i	息	çi	ʃi	o	u	膜	mo	mu
u	u	服	fu	fu	A	a	發	fA	fa
y	y	徐	ɕy	ʃy	*ɿ	i	字	tsɿ	zi
ɤ	o	歌	kɤ	go	*ʅ	i	詩	ʃɿ	ʃi

陳保亞 (1996) 提出了語言接觸的等值匹配、相似匹配等概念。我們所說的等值只是大致的說法，實際上語言之間由於民族發音習慣等因素制約，絕對的等值是不存在的。如維吾爾語和漢語普通話都有元音 i，但從前文所作出的維吾爾語、漢語元音三維聲學空間圖及維漢語元音間空間距離計算來看，維吾爾語的 i 和漢語普通話的 i 還是存在差別（二者三維空間距離為 6.36）。當然，如果考慮其空間距離很小，也可忽略之而視其為“等值”。等值匹配實際上是相似匹配的一種特殊情況。

維漢單韻母匹配基本是受相關元音間三維空間距離大小的制約，而不是二維距離。維吾爾語以  $y$  匹配漢語的  $y$ ，就二維距離計算結果看，維吾爾語元音中與漢語元音  $y$  距離最小的是  $e$  (8.75)，不是  $y$  (9.04)；而維語元音  $y$  和漢語元音  $y$  的三維空間距離是最小的 (23.66)。維漢韻母匹配結果顯示，維語總是選擇母語中與受配元音三維空間距離最小的元音參與匹配。當然，三維空間距離對維漢韻母匹配的考察只是漢維元音音值的語音學對比角度，維語元音  $y$  和漢語元音  $y$  匹配情況，還需要結合維語、漢語的音系結構的比較。維語中  $y$  有個音位變體  $y̥$  (即  $y$  的清化音)。當漢語  $y$  自成音節時，維漢韻母匹配中往往有清化現象；若維語以清輔音匹配  $y$  的聲母，也存在清化現象，如徐  $[cy]$ – $[ʃy]$  等；維語以非清輔音匹配其聲母，則不會發生清化。這些匹配的不同情況是由漢語、維語音系特點共同決定的。但僅就維漢元音音值匹配來看，維漢元音間三維空間距離無疑比二維距離具有更大的解釋力。

複元音韻母的匹配。漢語複韻母包括二合元音複韻母和三合元音複韻母。

二合複韻母的匹配，依次適用規則 R1、R4，即首先刪除二合複韻母中標記程度高的元音 (R1)，其次根據元音三維空間距離大小決定施配的主元音 (R4)。以漢語  $y\epsilon$  的匹配為例。在元音標記程度等級 “ $y > \alpha, \epsilon, e, o > u, i > a$ ” 中， $y$  處在  $\epsilon$  的左邊，即  $y$  的標記程度高， $\epsilon$  的標記程度低。匹配時首先使用 R1，刪除標記程度相對較高的  $y$ ，剩下  $\epsilon$ ；然後再使用 R4，選擇維語中與  $\epsilon$  三維空間距離最小的  $\emptyset$  (三維距離為 12.46) 來匹配。二合複韻母的匹配如〈表 4〉所示。

〈表 4〉漢語二合元音複韻母匹配

元音	R1	R4	匹配結果	三維空間距離	二維空間距離
iA	→ A	→ a	iA → a	$D_{U/aC/A}=13.8$	$D_{U/aC/A}=12.81$
*ai	→ a	→ ε	ai → ε	$D_{U/\epsilon C/a}=28.7$	$D_{U/\epsilon C/a}=28.36$
ei	→ i	→ i	ei → i	$D_{U/iC/i}=6.36$	$D_{U/iC/i}=0.00$
*iε	→ i	→ e	iε → e	$D_{U/eC/i}=8.56$	$D_{U/eC/i}=8.48$
ua	→ a	→ a	ua → a	$D_{U/aC/a}=29.18$	$D_{U/aC/a}=24.78$
*au	→ a	→ o	au → o	$D_{U/oC/a}=40.83$	$D_{U/oC/a}=40.83$
əu	→ u	→ u	əu → u	$D_{U/uC/u}=11.64$	$D_{U/uC/u}=2.29$
*uo	→ u	→ o	uo → o	$D_{U/oC/u}=19.45$	$D_{U/oC/u}=17.21$
yε	→ ε	→ ∅	yε → ∅	$D_{U/\emptyset C/\epsilon}=12.46$	$D_{U/\emptyset C/\epsilon}=9.66$

表中帶“\*”號的二合複韻母，使用規則 R1 時與其他韻母一致，但在使用 R4 選擇施配的主元音時存在一些差異。如韻母 ai 選擇的是三維距離相對較小的  $\epsilon$  (a 和  $\epsilon$  三維空間距離為 28.7)，而沒有選擇三維距離最小的 a (三維距離為 14.35)。出現這種不合規律的現象是受 ai 後一個元音 i 的脫落影響造成的，下文還會具體解釋。儘管如此，這也沒有破壞維漢韻母匹配中的 SDP 原則，即維漢韻母匹配中根據元音三維空間距離大小決定施配的主元音。

三合複韻母的處理與二合複韻母類似，區別在於首先要將三合元音韻母分為“韻頭（記為 M）”、“韻腹韻尾（記為 NE）”兩部分，即“韻頭+二合複韻母”的形式。“韻腹韻尾 (NE)”的匹配跟二合複韻母的匹配一樣，先適用規則 R1，然後適用規則 R4 選擇施配的主元音。NE 匹配的結果再和前面的韻頭 (M) 結合，繼而適用規則 R2。以 iəu 的匹配為例。首先 iəu 分為 i 和 əu 兩部分，əu 的匹配結果為 u (見〈表 4〉)，韻頭 i 與 u 結合為 iu，再使用規則 R2，匹配結果為 ju。三合元音複韻母匹配過程如〈表 5〉所示。其中，R1、R2 的使用屬於類型調整原則 (TAP)，R4 的使用屬於空間距離原則 (SDP)，而且從匹配過程和結果看，TAP 原則先於 SDP 原則。

〈表 5〉漢語三合元音複韻母匹配<sup>15</sup>

韻母	分為 M+NE	R1 (NE)	R4 (NE)	R2 (M+NE)	匹配結果
*iau	→ i + <u>au</u>	→ i + <u>a</u>	→ i + o	→ jo	iau → jo
iəu	→ i + <u>əu</u>	→ i + <u>u</u>	→ i + u	→ ju	iəu → ju
*uai	→ u + <u>ai</u>	→ u + <u>a</u>	→ u + $\epsilon$	→ v $\epsilon$	uai → v $\epsilon$
uei	→ u + <u>ei</u>	→ u + <u>i</u>	→ u + i	→ uj	uei → uj

另外，從維吾爾語匹配漢語複韻母的實際看，儘管所涉及的相關元音之間的三維空間距離和二維距離存在差異，但元音間相對的距離關係還是比較一致的。例如就韻母 iA 的匹配來說，跟漢語元音 A 三維距離最小的是 a (13.8)，次一級小的是  $\epsilon$  (40.1)，維吾爾語元音中跟漢語元音 A 二維距離最小的也是 a (12.81)，次一級小的也是  $\epsilon$  (39.82)。

鼻音韻母的匹配。維吾爾語中有鼻輔音 n、ŋ，可以充當收音，如“[men]（我）”、“[keŋ]（寬闊的）”。漢語鼻韻母韻尾 n、ŋ，在維漢匹配中予以保留，鼻音韻母的匹配僅使用規則 R2，即把韻頭或韻尾 i、u、y 分別輔音化為 j、

<sup>15</sup> 表中 R1 (NE) 表示在 NE 部分適用規則 R1；R2 (M+NE) 則表示在 M+NE 部分適用規則 R2。

υ、ʏ (TAP 原則)，主元音的匹配則根據維吾爾語和漢語相關元音的三維空間距離大小選擇施配元音 (SDP 原則)，匹配過程如〈表 6〉所示。對照漢語、維吾爾語元音空間距離表和〈表 6〉中使用規則 R4 的情況，可知維漢鼻韻母匹配也受 TAP 原則和 SDP 原則共同制約，且 TAP 的適用先於 SDP。

〈表 6〉漢語普通話鼻韻母的匹配過程

鼻韻母	R2	R4	匹配結果	三維距離	二維距離
an	→ an	→ an	an → an	$D_{U/aC/a}=14.35$	$D_{U/aC/a}=13.23$
ən	→ ən	→ ɛn	ən → ɛn	$D_{U/ɛC/ə}=33.43$	$D_{U/ɛC/ə}=33.13$
iæn	→ jæn	→ jɛn	iæn → jɛn	$D_{U/ɛC/æ}=12.14$	$D_{U/ɛC/æ}=10.94$
in	→ in	→ in	in → in	$D_{U/iC/i}=6.36$	$D_{U/iC/i}=0.00$
uan	→ ʊan	→ ʊan	uan → ʊan	$D_{U/aC/a}=14.35$	$D_{U/aC/a}=13.23$
uən	→ ʊən	→ ʊɛn	uən → ʊɛn	$D_{U/ɛC/ə}=33.43$	$D_{U/ɛC/ə}=33.13$
yæn	→ ʏæn	→ ʏɛn	yæn → ʏɛn	$D_{U/ɛC/æ}=12.14$	$D_{U/ɛC/æ}=10.94$
yən	→ ʏən	→ ʏɛn	yən → ʏɛn	$D_{U/ɛC/ə}=33.43$	$D_{U/ɛC/ə}=33.13$
aŋ	→ aŋ	→ aŋ	aŋ → aŋ	$D_{U/aC/a}=29.18$	$D_{U/aC/a}=24.78$
ʌŋ	→ ʌŋ	→ oŋ	ʌŋ → oŋ	$D_{U/oC/ʌ}=21.11$	$D_{U/oC/ʌ}=20.34$
iaŋ	→ jaŋ	→ jaŋ	iaŋ → jaŋ	$D_{U/aC/a}=29.18$	$D_{U/aC/a}=24.78$
iŋ	→ iŋ	→ iŋ	iŋ → iŋ	$D_{U/iC/i}=6.36$	$D_{U/iC/i}=0.00$
uaŋ	→ ʊaŋ	→ ʊaŋ	uaŋ → ʊaŋ	$D_{U/aC/a}=29.18$	$D_{U/aC/a}=24.78$
uʌŋ	→ ʊʌŋ	→ ʊoŋ	uʌŋ → ʊoŋ	$D_{U/oC/ʌ}=21.11$	$D_{U/oC/ʌ}=20.34$
yʊŋ	→ ʏʊŋ	→ ʏoŋ	yʊŋ → ʏoŋ	$D_{U/oC/ʊ}=16.85$	$D_{U/oC/ʊ}=15.91$

鼻韻母中 ən、uən、yən 的匹配需要特別說明。維語元音中與漢語 ə 三維空間距離最小的元音是 ø (28.49)，維語元音 ɛ 與漢語 ə 三維空間距離稍大 (33.43)，但維語卻是以 ɛ 來匹配漢語的 ə。新疆漢語方言中存在前鼻音韻尾 n 和後鼻音韻尾 ŋ 相混的現象，受其影響，維族人在說漢語時也經常會出現鼻韻尾 n、ŋ 相混。而維語中舌根音 ŋ 不能出現在圓唇元音 ø 之前，因此維族人不用 ø，而是用三維空間距離稍高一點的 ɛ 來匹配鼻韻母 ən、uən、yən 中的 ə。可見，儘管類似維族漢語“fu”音節的出現突破了維語元輔音組合限制，但維語元輔音組合規律仍對維漢韻母匹配造成潛在的影響。另外，從漢維元音二維空間距離計算結果看，維語中，除 ø 外，和漢語元音 ə 二維距離最小的元音不是 ɛ (33.13)，而是 y (31.44)。

這說明維漢鼻音韻母的匹配中，主元音的匹配是根據維漢相關元音的三維距離大小，而不是根據維漢相關元音的二維距離大小，來選擇施配元音的。

### 3.3.2 零聲母音節中韻母匹配過程

漢語普通話存在零聲母音節，而上述單韻母、複韻母、鼻韻母若處於零聲母音節，漢維韻母匹配過程和結果則會有顯著的不同。一般來說，開口呼零聲母音節韻母與非零聲母音節韻母在匹配中行爲表現一致，即開口呼零聲母音節按單韻母、複韻母、鼻韻母的匹配方式參與匹配。如 A（啊）、ɤ（鵝）、ai（愛）、an（安）等零聲母音節，匹配時分別按非零聲母音節中 A、ɤ、ai、an 的匹配過程來匹配。如啊 [A]-[a]、愛 [ai]-[ɛ]。

非開口呼（包括合口呼、齊齒呼、撮口呼）零聲母音節韻母，需要首先使用規則 R3，即將零聲母音節韻母的韻頭 i、u、y 分別輔音化爲 j、w、ɥ，並做零聲母音節的聲母（TAP 原則），然後韻頭後面的部分遵循相應的非零聲母音節的單韻母、複韻母、鼻韻母的匹配過程參與匹配。以漢語三合複韻母 uei 爲例。當 uei 處於零聲母音節中（如維 [uei]）時，匹配時首先使用規則 R3 把韻頭 u 輔音化爲 w，並做零聲母音節的聲母；韻頭後面的 ei 匹配遵循非零聲母音節中二合複韻母匹配過程（見〈表 4〉）。uei 完整匹配過程爲：uei（維）→ wei → wi → vi。<sup>16</sup> 比較非零聲母音節“水 [suei]”韻母匹配過程：uei（水）→ ui → uj。可見，二者的匹配過程和結果均不相同。

### 3.4 聲母類型、元音脫落對韻母匹配的影響

如前所述，維漢韻母匹配在一定程度上能突破維語元輔音組合的限制（如服 [fu]-[fu]），但維語聲母類型對維漢韻母匹配結果會產生影響。維漢韻母匹配中存在著多對一的匹配，如維吾爾語用 o、ɛ 兩個元音來匹配漢語的 ɤ，即漢語中相同的音，在匹配後的維族漢語中變成了不同的音。這種現象似乎違反了匹配的規則性（陳保亞 1996）。但這種多對一的匹配是有條件的：舌根音後的 ɤ，維族人用 o 匹配，非舌根音後的 ɤ，維族人用 ɛ 匹配。高莉琴 (1997) 也觀察到了這種條件式匹配現象：維吾爾族人用 [o]、[ɛ] 代替漢語的 [ɤ]，並揭示出這種替代的條件：用 [o] 代替漢語舌根音後面的 [ɤ]，如喝水 [xɤ]-[χo]、科長 [k<sup>h</sup>ɤ]-[ko]；用 [ɛ] 代替漢

<sup>16</sup> 最後一步 w → v 的變化，是合口呼零聲母音節聲母 w 唇齒化爲 v 的結果，與此處所討論問題無關。

語非舌根音後面的 [ɣ]，如這個 [tʂɣ]–[ɕɛ]、設備 [ʂɣ]–[ʃɛ]。而本文觀察到的是 o、ɛ 匹配漢語的 ɣ，<sup>17</sup> 匹配條件表面上看和高莉琴 (1997) 總結的相同，但其匹配還是受空間距離原則 (SDP) 的制約。維語用後元音系列中與 [ɣ] 三維空間距離最小的 [o] (二者三維空間距離為 14.7)，來匹配漢語中舌根音後面的 [ɣ]；用前元音系列中與 [ɣ] 三維空間距離最小的 [ɛ] (二者三維空間距離為 60.1)，來匹配漢語中非舌根音後面的 [ɣ]。

張洋 (1983)、高莉琴 (1997) 等學者，均討論到維吾爾語單元音 i、u、y 在自成音節、處在清輔音前或其前有清輔音聲母時，出現清化現象，記為  $\dot{i}$ 、 $\dot{u}$ 、 $\dot{y}$ 。維語的這個特點也影響到維族人說漢語。見 (10)。

(10) 維語 i、u、y 清化現象對維族人說漢語的影響

- a. 單元音 i、u、y 自成音節時，維漢韻母匹配中往往有清化現象，如“椅 [i]–[ji]”、“五 [u]–[wu]” (本文附錄維漢韻母匹配表中省略了“清化”標記)。
- b. 漢語單元音韻母 i、u、y，二合元音韻母 ei、əu，若維語以清輔音匹配其聲母，存在 i、u、y 清化現象，如“息 [ɕi]–[ɕi̇]”、“徐 [ɕy]–[ɕẏ]”、“配 [p<sup>h</sup>ei]–[pi̇]”等；若維語以非清輔音匹配其聲母，則不會發生清化，如“豆 [təu]–[du]”。

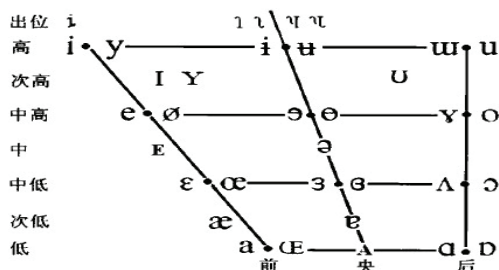
可見，維漢韻母匹配中出現 i、u、y 清化現象，與受配漢語音節的聲母清濁與否沒有必然聯繫，是維語自身特點對維漢韻母匹配的干擾。干擾的結果會造成多對一的匹配，但這種多對一的匹配以維族漢語中與之組合的聲母類型為條件。如漢語元音 i 根據維族漢語中聲母條件分成兩類：清輔音後的清化音  $\dot{i}$  和非清輔音後的 i。維漢韻母匹配中 i、u、y 清化現象，是受與之組合的清聲母影響而產生的帶有維語特點的發音習慣，並沒有從根本上影響空間距離原則。這些發生清化的音，在維語中不具有區別詞義的作用，只是 i、u、y 各自的音位變體。維漢韻母匹配中出現的這些清化音，也不具有區別詞義的作用，同樣也是維族漢語中 i、u、y 各自的音位變體。

維漢韻母匹配中大多數是以音值相似為基礎的一對多匹配，條件式的多對一的匹配大多數是以音位變體的形式出現。像維語 o、ɛ 匹配漢語 ɣ 那樣，匹配後

<sup>17</sup> 高莉琴 (1997) 也曾指出維吾爾族人讀漢語單韻母 [ɣ] 組成的詞時，有用 [ɛ] 代替 [ɣ] 的現象，如沼澤 [tʂɣ]–[zeɪ]、街道 [tɕiɣ]–[ɕɛ]。

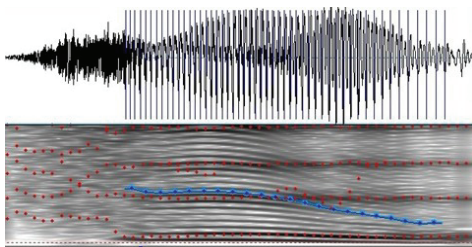
能形成音位  $o$ 、 $e$  對立<sup>18</sup> 的條件式多對一匹配很少（維漢韻母匹配中出現最多的是一對多式的匹配，即維語一個音匹配漢語的兩個或兩個以上的音）。這說明，維語聲母類型儘管可對維漢韻母匹配造成影響，但不是特別明顯。

漢語普通話舌尖元音  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  的匹配很特殊。維漢韻母匹配中，維語用元音  $[i]$  匹配漢語普通話的  $[i]$ 、 $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$ （見〈表 3〉）。很明顯維語  $[i]$  匹配漢語  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  不受空間距離原則 (SDP) 的制約（漢語  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  與維語  $[i]$  的空間距離並非最小，分別為 60.04、54.76）。本文認為，出現這種例外現象的原因，與漢語普通話中舌尖元音  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  本身的性質有關。朱曉農 (2008) 所給出的元音舌位圖中，將  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  歸入“出位”元音，如〈圖 10〉所示：

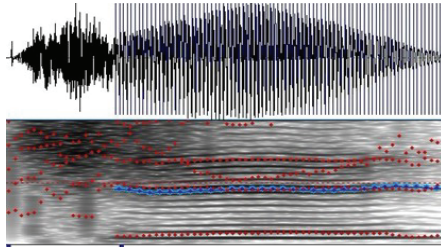


〈圖 10〉元音舌位圖（引自朱曉農 2008）

舌尖元音  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  是瑞典漢學家高本漢 (1940:197-199) 提議設定的，符號借自瑞典方言音標。朱曉農 (2008) 研究指出，前元音舌尖化可以是直接從  $[i]$  變為  $[ɿ]$ ，但更可能是經過擦音化元音  $[j]$  這個階段。我們認為，漢語普通話中的  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$  的音值很大程度上受聲母的影響，從而其自身音值上帶有了塞音、擦音等輔音性特質。比較  $[ɿ]$ 、 $[ʅ]$ 、 $[i]$ 、 $[y]$  的語圖：<sup>19</sup>



〈圖 11〉 $[ɿ]$  的語圖（例字：自）

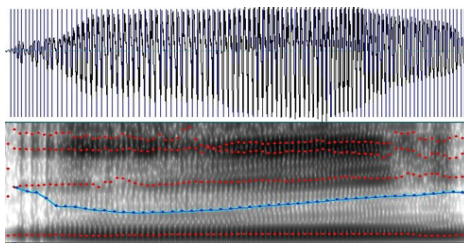


〈圖 12〉 $[ʅ]$  的語圖（例字：之）

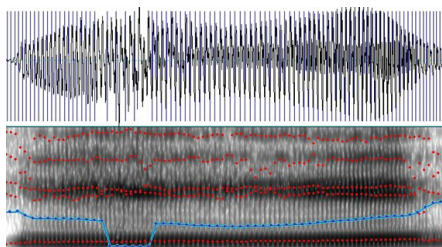
<sup>18</sup> 維族漢語中， $o$ 、 $e$  是兩個不同的音位，如  $[ʃo]$ （說）和  $[ʃe]$ （舌）。

<sup>19</sup> 這四張語圖取自本文所使用的漢語普通話語料中的同一個漢語母語者發音。





〈圖 13〉[i] 的語圖（例字：移）



〈圖 14〉[y] 的語圖（例字：雨）

可見，受與其組合的聲母影響，漢語中舌尖單元音 [ɿ]、[ʅ] 具有了部分輔音性特質。而本文所說的韻母匹配中的空間距離原則主要是處理元音匹配的原則，這就在一定程度上解釋了這兩個舌尖元音不符合 SDP 原則的原因。換句話說，維漢接觸中這些“出位”元音的匹配有其特殊的規律，不受空間距離原則 (SDP) 的制約。語言接觸中類似 [ɿ]、[ʅ] 等“出位”元音的匹配問題，尚有待深入研究。

維漢韻母匹配中，相鄰的兩個元音中後一元音脫落，會對前一元音匹配造成影響，如 ai、au、ie、uo 的匹配；而前一元音的脫落，對後一元音匹配影響不明顯，如 iA、ua、ye、ei、əu 的匹配。比較〈表 7〉和〈表 8〉：

〈表 7〉韻母匹配中後一元音脫落及元音匹配

元音	脫落元音及其特徵	元音脫落對前一元音的影響	R4	匹配結果
ai	i（高、前）	高、前向度匹配	a → ε	ai → ε
au	u（高、後）	高、後向度匹配	a → o	au → o
ie	ε（低）	低向度匹配	i → e	ie → e
uo	o（低）	低向度匹配	u → o	uo → o

〈表 8〉韻母匹配中前一元音脫落及元音匹配

元音	脫落元音及其特徵	元音脫落對後一元音的影響	R4	匹配結果
iA	i（高、前）	無	A → a	iA → a
ua	u（高、後）	無	a → a	ua → a
ye	y（高、前）	無	ε → ø	ye → ø
ei	e（低）	無	i → i	ei → i
əu	ə（低）	無	u → u	əu → u

以漢語 *ie* 的匹配為例，匹配時根據 R1 刪除 *ie* 中標記程度高的 *ɛ* 後，剩下 *i*，按理說接下來維語應該用與之空間距離最小的元音 *i* 來匹配漢語的 *i*（維語 *i* 和漢語 *i* 三維距離為 6.36），實際是用空間距離相對大一點的 *e* 來匹配（維語 *e* 和漢語 *i* 三維距離為 8.56）。產生這種結果的原因在於，*ie* 中的 *ɛ* 脫落對前一元音 *i* 選擇施配元音有影響，即相對 *i* 來說 *ɛ* 的“低”特徵影響 *i* 的匹配，使其在“低”向度選擇空間距離最小的施配元音。

這個特點通過比較韻母 *əu*、*uo* 的匹配會更加明顯。維漢韻母匹配中，*əu* 和 *uo* 首先丟失標記程度高的元音 *ə* 或 *o* (R1)，都只剩下 *u*。但匹配最終結果卻是，前者保持 *u* 不變，後者由於受後面元音脫落的影響，最終不是以維語的 *u* 而是以 *o* 來匹配 *u*。查維漢元音距離表可知，維語中除 *u* 外，*o* 與漢語 *u* 的空間距離是最小的 (19.45)。從這裡可以看出，維漢韻母匹配中，TAP 原則和 SDP 原則協同發揮作用，但使用次序仍然是 TAP 原則先於 SDP 原則。

維漢韻母匹配中，維語、漢語的音系特點，如聲母類型、音位變體構成、元輔音（或聲母韻母）組合規律以及漢語韻母元音的脫落等，均對維漢韻母匹配造成一定的制約，這些都是可觀察的事實。這些制約因素有時會以多對一式匹配的條件而存在，如維族漢語中 *i*、*u*、*y* 的清化以清輔音聲母為條件，用 *o* 和 *ɛ* 來匹配漢語元音 *ɤ*，則以舌根音和非舌根音聲母為條件等。從維漢韻母匹配材料看，大量存在的是一對多式的匹配，即維語音位對漢語音位的整合與歸併。這種整合與歸併既涉及到音位問題，也必然會涉及元音音值問題。這說明，研究維漢韻母匹配既需要維語、漢語音系特點的對比，也需要維漢元音間音值的比較。只有把音系對比和語音對比結合起來，才能相對較全面地觀察維漢韻母匹配的過程及規律。也正是在這個意義上，我們認為空間距離原則是維漢韻母匹配中客觀存在的，並得到相對較多可觀察實例支持的一條基本原則。

## 4. 結語

在獲取實驗數據的基礎上，本文分別構建漢語元音、維吾爾元音的三維聲學空間，對元音三維空間距離進行量化，並從維漢韻母匹配的角度論證了構建三維聲學空間的必要性。從語言比較和維漢接觸中的韻母匹配看，元音三維距離比二維距離價值要大，維漢韻母匹配主要根據相關元音三維聲學空間距離的大小來選擇施配的主元音。

漢語和維吾爾語類型學特點上的差異，使得維漢韻母匹配中出現大量的維語音節結構對漢語音節改造的現象。類型調整原則 (TAP) 是類型差異顯著的兩種語

言接觸中存在的一條重要原則。但維吾爾語和漢語接觸中也存在很多韻母匹配現象（尤其是主元音匹配），還有待於探索和補充 TAP 之外的原則才可合理解釋。本文通過構建元音三維聲學空間，不僅能更直觀地顯示同一語言中的元音或不同語言中元音的空間位置關係及元音空間距離，據以觀察語言系統中元音的聽感對立程度，<sup>20</sup> 尤為重要的是，通過計算不同語言系統中的元音三維空間距離，還為研究維漢韻母匹配過程提供了相對有效的分析手段，即元音空間距離原則 (SDP)。這在很大程度上論證了構建元音三維空間的必要性，以及元音三維空間距離在語言接觸中的重要價值。

TAP 和 SDP 是語言接觸中制約韻母匹配過程的兩個重要原則，二者對語言接觸過程均產生重要的制約和影響。前文總結的四條維漢匹配規則中，R1~R3 是 TAP 原則的表現，R4 是 SDP 原則的表現。從維漢韻母匹配的大量事實材料及規則的使用狀況可以看出，TAP 原則和 SDP 原則在韻母匹配中存在適用層級的差別，即漢維韻母匹配中，TAP 原則往往先於 SDP 原則而適用。

<sup>20</sup> 關於元音三維空間距離與元音聽感距離（或元音相似程度）的對應關係問題，限於篇幅本文沒有進一步展開，將另文專門研究。但不管元音三維空間距離與元音聽感距離（或元音相似程度）是否存在對應關係，對本文的研究結論不會造成根本的影響。

## 附錄

〈附錄 1〉漢語 17 個元音變體的共振峰頻率值及相應美值

元音	F1(Hz)	F2(Hz)	F3(Hz)	M1(Mel)	M2(Mel)	M3(Mel)
C/i	301.19	2427.6	3403.35	379.83	1777.2	2138.60
C/u	384.72	841.36	2633.51	469.59	880.77	1861.36
C/y	313.03	2082.48	2615.69	392.9	1624.09	1854.28
C/ɤ	548.55	1167.94	2831.23	630.91	1116.32	1937.80
C/o	508.57	856.12	2883.1	593.18	892.29	1957.20
C/e	541.23	2064.33	2861.64	624.08	1615.57	1949.21
C/ɛ	566.41	1996.91	2776.59	647.47	1583.47	1917.08
C/Λ	611.07	1197.93	2711.09	688.02	1136.15	1891.84
C/ɔ	556.98	843.83	2714.53	638.75	882.7	1893.18
C/ə	574.65	1644.08	2626.01	655.03	1402.77	1858.38
C/i(ə)	438.2	2364.95	3203.06	524.27	1750.59	2071.44
C/a	859.3	1552.99	2627.66	894.76	1352.19	1859.04
C/A	947.69	1394.93	2618.51	961.76	1259.99	1855.39
C/ɑ	842.37	1271.47	2857	881.56	1183.62	1947.48
C/æ	725.57	1941.6	2851.46	787.07	1556.6	1945.40
C/ɿ	414.2	1470.91	2909.28	499.99	1305.04	1966.90
C/ɿ	409.31	1822.56	2504.95	494.99	1497.00	1809.39

〈附錄 2〉漢語普通話中一級元音音值的共振峰頻率值及相應美值

一級元音	F1	F2	F3	M1	M2	M3
C/i	301.19	2427.6	3403.35	379.83	1777.2	2138.6
C/u	384.72	841.36	2633.51	469.59	880.77	1861.36
C/y	313.03	2082.48	2615.7	392.9	1624.09	1854.28
C/ɤ	548.55	1167.94	2831.23	630.91	1116.32	1937.80
C/a	947.69	1394.93	2618.51	961.76	1259.99	1855.39
C/ɿ	414.2	1470.91	2909.28	499.99	1305.04	1966.91
C/ɿ	409.31	1822.56	2504.95	494.99	1497.004	1809.39

〈附錄3〉維吾爾語元音共振峰頻率值及相應美值

元音	F1	F2	F3	M1	M2	M3
U/a	823.62	1295.13	1975.46	866.81	1198.58	1573.11
U/ε	719.18	1540.67	2088.08	781.72	1345.21	1626.71
U/y	455.06	1554.68	2291.24	541.08	1353.14	1718.63
U/e	407.31	1646.01	2400.64	492.94	1403.82	1765.81
U/i	398.93	1730.11	2497.84	484.32	1448.96	1806.46
U/u	465.01	875.61	2174.07	550.91	907.36	1666.33
U/o	510.39	974.59	2146.27	594.92	981.56	1653.64
U/ø	529.19	1588.86	2205.96	612.76	1372.32	1680.76

〈附錄4〉維、漢元音共振峰歸一化後的數值

元音	V1	V2	V3	元音	V1	V2	V3
C/i	0	100	36.72	C/a	55.97	33.79	15.40
C/u	10.01	0	5.8	C/æ	45.43	75.39	15.17
C/y	1.46	82.92	5.01	C/ɥ	13.4	47.33	17.57
C/ɤ	28.01	26.28	14.33	C/ɯ	12.85	68.74	0
C/o	23.8	1.29	16.49	U/a	70.62	53.77	0
C/e	27.25	81.97	15.6	U/ε	54.91	80.84	9.9
C/ε	29.86	78.39	12.01	U/y	10.48	82.31	26.87
C/Λ	34.38	28.49	9.2	U/e	1.59	91.67	35.58
C/ʊ	28.88	0.22	9.35	U/i	0	100	43.09
C/ə	30.7	58.23	5.47	U/u	12.3	0	17.21
C/i(ə)	16.11	97.03	29.23	U/o	20.42	13.7	14.87
C/a	57.44	52.59	5.54	U/ø	23.72	85.85	19.88
C/Λ	64.92	42.3	5.13				

〈附錄5〉維、漢元音二維距離計算結果

	U/a	U/ε	U/y	U/e	U/i	U/u	U/o	U/ø
C/i	84.41	58.16	20.56	8.48	0.00	100.75	88.68	27.62
C/u	81.02	92.47	82.31	92.06	100.50	2.29	17.21	86.94
C/y	75.05	53.49	9.04	8.75	17.14	83.63	71.77	22.45
C/ɤ	50.71	60.83	58.71	70.53	78.86	30.62	14.69	59.72
C/o	70.33	85.42	82.11	93.07	101.54	11.57	12.86	84.56
C/e	51.73	27.68	16.77	27.43	32.67	83.32	68.61	5.25

C/ε	47.62	25.17	19.77	31.23	36.86	80.33	65.38	9.66
C/Λ	44.19	56.23	58.89	71.18	79.35	36.04	20.34	58.34
C/u	67.90	84.72	84.13	95.44	103.88	16.58	15.91	85.79
C/ə	40.17	33.13	31.44	44.34	51.84	61.07	45.70	28.49
C/i(ə)	69.59	42.04	15.76	15.48	16.38	97.10	83.44	13.52
C/a	13.23	28.36	55.57	68.17	74.48	69.31	53.69	47.36
C/Λ	12.81	39.82	67.56	80.30	86.86	67.51	52.90	59.95
C/ɑ	24.78	47.06	66.51	79.42	86.70	55.22	40.83	61.24
C/æ	33.20	10.94	35.63	46.77	51.67	82.35	66.57	24.10
C/ɣ	57.58	53.35	35.10	45.89	54.35	47.34	34.35	39.88
C/ɮ	59.68	43.77	13.78	25.55	33.80	68.74	55.56	20.27

〈附錄 6〉維、漢元音三維聲學空間距離計算結果

	U/a	U/ε	U/y	U/e	U/i	U/u	U/o	U/ø
C/i	92.05	64.05	22.8	8.56	6.36	102.63	91.34	32.35
C/u	81.23	92.57	84.96	96.75	107.2	11.64	19.45	88.07
C/y	75.22	53.72	23.66	31.8	41.76	84.51	72.45	26.93
C/ɤ	52.7	60.1	60.03	73.66	83.95	30.75	14.7	59.98
C/o	72.24	85.68	82.76	95.01	104.97	11.6	12.97	84.63
C/e	54.04	28.27	20.21	33.93	42.7	83.34	68.62	6.77
C/ε	49.12	25.27	24.73	39.12	48.21	80.5	65.44	12.46
C/Λ	45.14	56.24	61.48	75.91	86.28	36.93	21.11	59.31
C/u	68.54	84.73	85.94	98.98	109.22	18.36	16.85	86.43
C/ə	40.54	33.43	38.04	53.59	64.05	62.19	46.66	31.93
C/i(ə)	75.48	46.28	15.94	16.73	21.46	97.85	84.67	16.44
C/a	14.35	28.7	59.53	74.49	83.41	70.29	54.5	49.49
C/Λ	13.8	40.10	70.97	85.87	94.78	68.59	53.79	61.74
C/ɑ	29.18	47.39	67.49	81.94	91.01	55.25	40.83	61.41
C/æ	36.5	12.14	37.5	51.02	58.72	82.38	66.57	24.56
C/ɣ	60.2	53.9	36.31	49.29	60.04	47.34	34.46	39.94
C/ɮ	59.69	44.88	30.19	43.79	54.76	70.87	57.52	28.39

〈附錄 7〉維吾爾語、漢語舌面元音比較<sup>21</sup>

	音位	高	次高	半高	半低	次低	低	前	後	央	圓唇	不圓唇
漢語	i	√						√				√
維語	i		√					√				√
漢語	u	√							√		√	
維語	u		√						√		√	
漢語	y	√						√			√	
維語	y		√					√			√	
漢語	ɤ			√					√			√
維語	o			√					√		√	
漢語	a						√			√		√
維語	a						√		√			√

〈附錄 8〉維吾爾語元音變體構成及其分布

音位	音位變體	出現條件	例詞
i	ɪ	一般情況下	[aɪle] 家庭
	i	與 ɬ、tʃ、ʃ、j 相拼時	[tʃi] 牙齒
	ɤ	與小舌輔音相拼或後面是 ŋ	[qɤz] 姑娘
	ɪ̥	後面是清輔音時清化	[ɪ̥tʃi] 工人
u	ʊ	一般情況下	[qom] 沙子
	u	與半元音 [v] 相拼	[vuɖʊt] 身體
	u̥	後面是清輔音時	[ʊssol] 舞蹈
y	ɥ	一般情況下	[gɥl] 花
	y	與舌葉音 ɬ、tʃ、ʃ、ʒ 相拼時	[tʃy] 夢
	y̥	後面有清輔音時清化	[ytʃeɪ] 腸子
e	ɛ	與小舌輔音相拼	[χɛlɪ] 相當
	e	與小舌輔音以外輔音相拼	[erɪq] 水渠
ø	ø	一般情況下	[søkyʃ] 拆
	œ	與 g、k 相拼	[gœʃ] 肉
o	o	一般情況下	[jɔl] 路
	ɔ	與小舌音相鄰	[ɔq] 子彈
ɛ	ɛ	一般情況下	[ɛl] 國家
	æ	與小舌音相鄰	[χæɪlq] 人民

<sup>21</sup> “√” 代表有該項特徵。

a	a	與 g、k 相拼或後面緊跟 n 時	[gɪgant] 巨人
	A	單獨成音節時	[Aɪlɛ] 家庭
	ɑ	與小舌音相鄰	[qɑr] 雪

〈附錄 9〉漢語元音變體構成及其分布

音位	音位變體	出現條件	例詞
i	i	一般情況下	[li] 裡
	ɿ	與 ts、ts <sup>h</sup> 、s 相拼	[ts <sup>h</sup> ɿ] 詞
	ʅ	與 tʂ、tʂ <sup>h</sup> 、ʂ 相拼	[ʂʅ] 詩
u	u	一般情況下	[ʂu] 書
	w	做零聲母音節韻頭	[wu] 五
y	y	一般情況下	[ɕy] 徐
	ɥ	做零聲母音節韻頭	[ɥɛ] 約
a	a	i、n 之前	[an] 安
	A	單獨做韻母	[nA] 拿
	ɑ	u、ŋ 之前；u 之後	[lau] 老
	æ	i 和 n、y 和 n 之間	[liæn] 連
ə	ɤ	不在 p、p <sup>h</sup> 、m、f 之後並單獨做韻母	[kɤ] 哥
	o	p、p <sup>h</sup> 、m、f 之後單獨做韻母	[p <sup>h</sup> o] 婆
	e	_i；u_i	[p <sup>h</sup> ei] 配
	ɛ	韻頭為 i、y 的二合元音韻母	[tɕiɛ] 姐
	ʌ	_ŋ；零聲母音節的 u_ŋ	[nʌŋ] 能
	ʊ	y_ŋ；非零聲母音節的 u_ŋ	[tuʊŋ] 動
	i	i_n	[piin] 斌
	ə	_u；i_u；_n；u_n；y_n；i_ŋ；_r	[niəu] 牛

〈附錄 10〉維語固有詞音節和漢語音節結構類型比較

	維吾爾語	維吾爾語詞例	漢語	漢語詞例
(1)	V	u 他；a 它	V	ɤ 俄
(2)	CV	bu 這	CV	tɕ <sup>h</sup> i 其
(3)	VC	at 馬；ot 火	VC	an 安
(4)	CVC	qol 手；baʃ 頭	CVC	lan 蘭
(5)			CVV	lau 老



(6)			CVVV	ɕiau 小
(7)			CVVC	kuan 關
(8)	VCC	ejt 說		
(9)	CVCC	qorq 害怕		

〈附錄 11〉維吾爾語和漢語的韻母匹配對應表

漢語	維語	詞例	漢語	維族漢語	漢語	維語	詞例	漢語	維族漢語
A	a	發	fA	fa	uei	uj	水	ɕuei	ɕuj
ɤ	o	歌	kɤ	go	uən	ʋen	純	tɕ <sup>h</sup> uən	tɕʋen
ɤ	ɛ	舌	ʂɤ	ʃɛ	uaŋ	ʋaŋ	雙	ɕuaŋ	ɕʋaŋ
i	i	息	ɕi	ɕi	uoŋ	ʋoŋ	工	kuoŋ	guoŋ
u	u	服	fu	fu	yɛ	ø	決	tɕyɛ	ɕø
y	y	徐	ɕy	ɕy	yæn	ʋen	拳	tɕ <sup>h</sup> yæn	tɕʋen
o	u	膜	mo	mu	yən	ʋen	均	tɕyən	ɕʋen
ɭ	i	字	tsɭ	zi	i	ji	椅	i	ji
ɭ	i	詩	ʂɭ	ɕi	iA	ja	牙	iA	ja
ai	ɛ	買	mai	me	iau	jo	要	iau	jo
ei	i	配	p <sup>h</sup> ei	pi	iəu	ju	優	iəu	ju
au	o	鬧	nau	no	iæn	jen	眼	iæn	jen
əu	u	豆	təu	du	iaŋ	jaŋ	養	iaŋ	jaŋ
an	an	難	nan	nan	iŋ	jiŋ	迎	iŋ	jiŋ
ən	ɛn	人	zən	rɛn	u	wu	五	u	wu
aŋ	aŋ	廠	tɕ <sup>h</sup> aŋ	tɕaŋ	ua	wa	娃	ua	wa
ʌŋ	oŋ	承	tɕ <sup>h</sup> ʌŋ	tɕoŋ	uo	wu	我	uo	wu
iA	a	加	tɕiA	ɕa	uai	wɛ	外	uai	wɛ
iɛ	e	街	tɕiɛ	ɕɛ	uei	wi	維	uei	wi
iæn	jen	件	tɕiæn	ɕjen	uan	wan	萬	uan	wan
iau	jo	表	piəu	bjo	uən	wen	文	uən	wen
iəu	ju	秀	ɕiəu	ɕju	uaŋ	waŋ	王	uaŋ	waŋ
iaŋ	jaŋ	象	ɕiaŋ	ɕjaŋ	uʌŋ	won	翁	uʌŋ	won
iŋ	iŋ	平	p <sup>h</sup> iŋ	piŋ	y	ɕy	魚	y	ɕy
yon	ʋon	兄	ɕyon	ɕʋon	yɛ	ʋø	約	yɛ	ʋø
ua	a	花	xua	ɕa	yæn	ʋen	原	yæn	ʋen
uo	o	說	ɕuo	ɕo	yən	ʋen	暈	yən	ʋen
uan	ʋan	船	tɕ <sup>h</sup> uan	tɕʋan	yon	ʋon	泳	yon	ʋon
uai	ʋɛ	壞	xuai	ɕʋɛ					

〈附錄 12〉維吾爾語和漢語的聲母匹配對應表

漢語	維語	詞例	漢語	維族漢語	漢語	維語	詞例	漢語	維族漢語
p	b	表	piau	bjo	tɕ	ɕ	街	tɕiɛ	ɕɛ
p <sup>h</sup>	p	盆	p <sup>h</sup> ən	pən	tɕ <sup>h</sup>	ɕ	廠	tɕ <sup>h</sup> aŋ	tɕaŋ
m	m	米	mi	mi	tɕ <sup>h</sup>	ɕ	拳	tɕ <sup>h</sup> yæn	tɕ <sup>h</sup> yen
f	f	粉	fən	fən	ʃ	ɕ	手	ʃəu	ʃu
t	d	豆	təu	du	ɕ	ɕ	徐	ɕy	ɕy
t <sup>h</sup>	t	圖	t <sup>h</sup> u	tu	ʒ	r	然	ʒan	ran
n	n	鬧	nau	no	k	g	工	kuoŋ	guoŋ
l	l	輪	luən	luən	k <sup>h</sup>	k	開	k <sup>h</sup> ai	kɛ
ts	z	擇	tsɤ	zɛ	x	ɣ	歡	xuan	ɣuən
ts <sup>h</sup>	s	菜	ts <sup>h</sup> ai	sɛ	ø	j	遊	iəu	ju
s	s	思	sɿ	si		w	五	u	wu
tɕ	ɕ	職	tɕɿ	ɕi		ɥ	魚	y	ɥy

〈附錄 13〉Common Vowel Systems Types (引自 Lindblom 1986:16)

Number of vowels in system	Frequency of occurrence in corpus	Vowel qualities (normalized)
3	23	i a u
4	13	i ɛ a u
	9	i i a u
5	55	i ɛ a u ɔ
	5	i ɛ i a o
6	29	i ɛ i a u ɔ
	7	i ɛ ɛ u o ɔ
7	14	i ɛ i ɔ a u o
	11	i ɛ ɛ a u o ɔ
9	7	i ɛ ɛ i ɔ a u o ɔ

## 引用文獻

- Abulimiti, Arzugul (阿孜古麗·阿布力米提). 2006. *Weiwueryu Jichu Jiaocheng* 維吾爾語基礎教程 [*A Basic Course of the Uyghur Language*]. Beijing: Minzu University of China Press.
- Ascoli, Graziadio Isaia. 1870. *Corsi di Glottologia: Lezioni di Fonologia Comparata*. Turin & Florence: Ermanno Loescher.
- Bao, Huaiqiao (鮑懷翹). 1984. Putonghua danyuanyin fenlei de shengli jieshi 普通話單元音分類的生理解釋 [Physiological explanations for the classification of Chinese single vowels]. *Zhongguo Yuwen* 中國語文 [*Studies of the Chinese Language*] 1984.2:117-127.
- Battistella, Edwin L. 1990. *Markedness: The Evaluative Superstructure of Language*. Albany: State University of New York Press.
- Best, Catherine T. 1995. A direct realist view of cross-language speech perceptions. *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-Language Research*, ed. by Winifred Strange, 171-204. Baltimore: York Press.
- Bloomfield, Leonard. 1933. *Language*. New York: H. Holt and Company.
- Cao, Jianfen (曹劍芬). 1990. *Xiandai Yuyin Jichu Zhishi* 現代語音基礎知識 [*Preliminaries on Modern Phonetics*]. Beijing: People's Education Press.
- Chen, Baoya (陳保亞). 1996. *Lun Yuyan Jiechu yu Yuyan Lianmeng* 論語言接觸與語言聯盟 [*On Language Contact and Linguistic Union*]. Beijing: Language and Culture Press.
- Chen, Baoya (陳保亞). 2009. *Dangdai Yuyanxue* 當代語言學 [*Contemporary Linguistics*]. Beijing: Higher Education Press.
- Chen, Wei (陳偉). (ed.) 2011. *A'ertai Yuyanxue Yiwenji* 阿爾泰語言學譯文集 [*Translated Papers on Altaic Linguistics*]. Beijing: Social Sciences Academic Press.
- Cheng, Shi (程試). 1983. Yinwei lilun yu Weiwueryu yinwei xitong yanjiu 音位理論與維吾爾語音位系統研究 [Phonemic theory and the phonemic analysis of Uyghur]. *Xinjiang Daxue Xuebao* 新疆大學學報 [*Journal of Xinjiang University*] 1983.1:95-110.
- Comrie, Bernard. 1989. *Language Universals and Linguistic Typology: Syntax and Morphology* (2<sup>nd</sup> edition). Chicago: University of Chicago Press.
- Croft, William. 1990. *Typology and Universals*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Croft, William. 1996. 'Markedness' and 'universals': from the Prague school to typology. *Multiple Perspectives on the Historical Dimensions of Language*, ed. by Kurt R. Jankowsky, 15-21. Münster: Nodus.

- Croft, William. 2003. *Typology and Universals* (2<sup>nd</sup> edition). Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Crothers, John. 1978. Typology and universals of vowel systems. *Universals of Human Language*, Vol. 2: *Phonology*, ed. by Joseph H. Greenberg, Charles A. Ferguson & Edith A. Moravcsik, 93-152. Stanford: Stanford University Press.
- Earle, Michael Allen. 1975. *An Acoustic Phonetic Study of Northern Vietnamese Tones*. Santa Barbara: Speech Communications Research Laboratory.
- Eckman, Fred R. 1977. Markedness and the contrastive analysis hypothesis. *Language Learning* 27.2:315-330.
- Eckman, Fred R. 2008. Typological markedness and second language phonology. *Phonology and Second Language Acquisition*, ed. by Jette G. Hansen Edwards & Mary L. Zampini, 95-115. Amsterdam & Philadelphia: John Benjamins.
- Fant, Gunnar. 1959. *Acoustic Analysis and Synthesis of Speech with Applications to Swedish*. Stockholm: Ericsson.
- Gao, Liqin (高莉琴). 1996. Jiu ju Wulumuqi de Weiwuerren shuo Hanyu de tedian 久居烏魯木齊的維吾爾人說漢語的特點 [The characteristics of Chinese spoken by Uyghur settlers in Urumqi]. *Yuyan yu Fanyi* 語言與翻譯 [*Language and Translation*] 1996.1:3-12.
- Gao, Liqin (高莉琴). 1997. Weiwuerzuren shuo Hanyu de yuyin tedian: yuyin diaocha fenxi zong baogao 維吾爾族人說漢語的語音特點：語音調查分析總報告 [The phonetic characteristics of Chinese spoken by Uyghur people: a report of investigation into phonetics]. *Yuyan de Jiechu yu Yingxiang* 語言的接觸與影響 [*Language Contact and Mutual Influence*], ed. by Siyi Xu et al., 28-72. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House.
- Gao, Liqin (高莉琴). 2000. Hanyu zuowei di'er yuyan xuexi de yuyin yanjiu 漢語作為第二語言學習的語音研究 [A phonetic study of Chinese as a second language]. *Yuyan yu Fanyi* 語言與翻譯 [*Language and Translation*] 2000.2:55-60.
- Greenberg, Joseph H. 1963[1966]. Some universals of grammar with particular reference to the order of meaningful elements. *Universals of Language*, ed. by Joseph H. Greenberg, 73-113. Cambridge: MIT Press.
- Greenberg, Joseph H. 1966. *Language Universals: With Special Reference to Feature Hierarchies*. The Hague: Mouton.
- Gundel, Jeanette K., Kathleen Houlihan, and Gerald A. Sanders. 1986. Markedness distribution in phonology and syntax. *Markedness*, ed. by Fred R. Eckman, Edith A. Moravcsik & Jessica R. Wirth, 107-138. New York: Plenum Press.
- Jakobson, Roman. 1938[1962]. Sur la théorie des affinités phonologiques entre les langues. *Selected Writing*, Vol. 1: *Phonological Studies*, 234-246. The Hague: Mouton.

- Jakobson, Roman. 1941[1968]. *Child Language, Aphasia, and Phonological Universals*. The Hague: Mouton.
- Joos, Martin. 1948. Acoustic phonetics. *Language* 24.2 (supplement):1-136.
- Karlgren, Bernhard (高本漢). 1940. *Zhongguo Yinyunxue Yanjiu* 中國音韻學研究 [*Études sur la phonologie chinoise*], translated by Yuen Ren Chao, Changpei Luo & Fang-kuei Li. Shanghai: The Commercial Press.
- Ladd, D. Robert, Kim E. A. Silverman, Frank Tolkmitt, Günther Bergmann, and Klaus R. Scherer. 1985. Evidence for the independent function of intonation contour type, voice quality, and F0 range in signaling speaker affect. *Journal of Acoustical Society of America* 78.2:435-444.
- Ladefoged, Peter. 1967. *Three Areas of Experimental Phonetics*. London: Oxford University Press.
- Ladefoged, Peter. 1975. *A Course in Phonetics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Li, Hui. 2008. Diversity analyses on the basic vowel qualities among the human languages. *Communication on Contemporary Anthropology* 2:42-51.
- Lindblom, Björn. 1986. Phonetic universals in vowel systems. *Experimental Phonology*, ed. by John J. Ohala & Jeri J. Jaeger, 13-44. Orlando: Academic Press.
- Mai'ernikefu (麥爾尼科夫). 2011. Mengguyu de yuanyin xitong he A'ertai jiashuo 蒙古語的元音系統和阿爾泰假說 [The vowel system of Mongolian and the Altaic hypothesis], translated by Wei Chen et al. *A'ertai Yuyanxue Yiwenji* 阿爾泰語言學譯文集 [*Translated Papers on Altaic Linguistics*], ed. by Wei Chen, 93-108. Beijing: Social Sciences Academic Press.
- Meillet, Antoine. 1925. *La méthode comparative en linguistique historique*. Paris: H. Champion.
- Rose, Phil. 1982. Acoustic characteristics of the Shanghai-Zhenhai syllable types. *Tonation*, ed. by David Bradley, 1-53. Pacific Linguistics A-62. Canberra: The Australian National University.
- Schwartz, Jean-Luc, Louis-Jean Boë, and Christian Abry. 2007. Linking Dispersion-Focalization Theory and the maximum utilization of the available distinctive features principle in a Perception-for-Action-Control Theory. *Experimental Approaches to Phonology*, ed. by Maria-Josep Solé, Patrice Speeter Beddor & Manjari Ohala, 104-124. Oxford & New York: Oxford University Press.
- Shen, Jiaxuan (沈家煊). 1997. Leixingxue zhong de biaoji moshi 類型學中的標記模式 [Patterns of markers in typology]. *Waiyu Jiaoxue yu Yanjiu* 外語教學與研究 [*Foreign Language Teaching and Research*] 1997.1:1-10.
- Shi, Feng (石鋒). 2002. Beijinghua de yuanyin geju 北京話的元音格局 [The vowel pattern of Beijing Mandarin]. *Nankai Yuyan Xuekan* 南開語言學刊 [*Nankai Linguistics*] 2002.1:30-36.

- Shi, Feng (石鋒), and Baoying Wen (溫寶瑩). 2007. Hanyu Putonghua ertong de yuanyin fazhan 漢語普通話兒童的元音發展 [Vowel development of Mandarin-speaking children]. *Zhongguo Yuwen* 中國語文 [*Studies of the Chinese Language*] 2007.5:444-454.
- Shi, Feng (石鋒), Qibin Ran (冉啟斌), and Ping Wang (王萍). 2010. Lun yuyin geju 論語音格局 [On sound patterns]. *Nankai Yuyan Xuekan* 南開語言學刊 [*Nankai Linguistics*] 2010.1:1-14.
- Shi, Xiujuan (時秀娟). 2006. Hanyu fangyan yuanyin geju de xitongxing biaoqian 漢語方言元音格局的系統性表現 [A systematic representation of the vowel patterns of Chinese dialects]. *Fangyan* 方言 [*Dialect*] 2006.4:323-331.
- Shi, Xiujuan (時秀娟). 2007. Xiandai Hanyu fangyan yuanyin geju de leixing fenxi 現代漢語方言元音格局的類型分析 [Categorization of vowel patterns in Modern Chinese dialects]. *Nankai Yuyan Xuekan* 南開語言學刊 [*Nankai Linguistics*] 2007.1:70-78.
- Takefuta, Yukio. 1975. Method of acoustic analysis of intonation. *Measurement Procedures in Speech, Hearing, and Language*, ed. by Sadanand Singh, 363-378. Baltimore: University Park Press.
- Thomason, Sarah Grey. 2001. *Language Contact*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Thomason, Sarah Grey, and Terrence Kaufman. 1988. *Language Contact, Creolization, and Genetic Linguistics*. Berkeley: University of California Press.
- Trubetzkoy, Nikolai. 1939. *Principles of Phonology*. Paris: Klincksieck.
- Wang, Hongjun (王洪君). 2008. *Hanyu Fei Xianxing Yinxixue* 漢語非線性音系學 [*Non-linear Phonology of Chinese*] (Revised edition). Beijing: Peking University Press.
- Wang, Ping (王萍), Xianming Bei (貝先明), and Feng Shi (石鋒). 2010. Yuanyin de sanwei kongjian 元音的三維空間 [Towards a three dimensional space study of vowels]. *Dangdai Yuyanxue* 當代語言學 [*Contemporary Linguistics*] 2010.3:241-251.
- Weinreich, Uriel. 1953. *Language in Contact: Findings and Problems*. The Hague: Mouton.
- Wu, Zongji (吳宗濟). (ed.) 1986. *Hanyu Putonghua Danyinjie Yutuce* 漢語普通話單音節語圖冊 [*The Spectrographic Album of Mono-syllables of Standard Chinese*]. Beijing: China Social Science Press.
- Wu, Zongji (吳宗濟), and Maocan Lin (林茂燦). 1989. *Shiyan Yuyinxue Gaiyao* 實驗語音學概要 [*Preliminaries on Experimental Phonetics*]. Beijing: Higher Education Press.
- Xu, Siyi (徐思益). 2000. Shi lun yuyan de minzu bianti 試論語言的民族變體 [Variety of Chinese language employed by national minorities in Xinjiang], Part 1. *Yuyan yu Fanyi* 語言與翻譯 [*Language and Translation*] 2000.4:5-10.

- Xu, Siyi (徐思益) et al. 1997. *Yuyan de Jiechu yu Yingxiang* 語言的接觸與影響 [Language Contact and Mutual Influence]. Urumuqi: Xinjiang People's Publishing House.
- Xu, Tongqiang (徐通鏘). 1997. *Yuyan Lun: Yuyixing Yuyan de Jiegou Yuanli he Yanjiu Fangfa* 語言論：語義型語言的結構原理和研究方法 [On Language: Structures and Research Methodology of Semantic-Based Languages]. Changchun: Northeast Normal University Press.
- Zee, Eric. 2001. The phonetic value of the vowels, diphthongs, and triphthongs in Beijing Mandarins. *Di Wu Jie Xiandai Yuyinxue Guoji Yantaohui Lunwenji* 第五屆現代語音學國際研討會論文集 [Proceedings of the 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Phonetics], ed. by Lianhong Cai, Tongchun Zhou & Jianhua Tao, 54-60. Beijing: Tsinghua University Press.
- Zhang, Yang (張洋). 1983. Weiwueryu yinwei poxi 維吾爾語音位剖析 [Studies on Uyghur phonemes]. *Xinjiang Daxue Xuebao* 新疆大學學報 [Journal of Xinjiang University] 1983.4:133-139.
- Zhang, Yang (張洋). 1998. Han-Weiwueryu yuanyin duibi 漢、維吾爾語元音對比 [A contrastive study of Chinese and Uyghur vowels]. *Zhongyang Minzu Daxue Xuebao* 中央民族大學學報 [Journal of Minzu University of China] 1998.6:80-86.
- Zhang, Yang (張洋). 2009. *Xinjiang Hanyu Fangyan yu Weiwueryu Bijiao Yanjiu* 新疆漢語方言與維吾爾語比較研究 [A Contrastive Study of Xinjiang Chinese Dialects and Uyghur]. Urumuqi: Xinjiang People's Publishing House.
- Zhu, Xiaonong (朱曉農). 2004. Jipin guiyihua: ruhe chuli shengdiao de sui'ji chayi? 基頻歸一化：如何處理聲調的隨機差異？[F0 normalization: How to deal with between-speaker tonal variations?]. *Yuyan Kexue* 語言科學 [Linguistic Sciences] 2004.2:3-19.
- Zhu, Xiaonong (朱曉農). 2008. Shuo yuanyin 說元音 [On vowel]. *Yuyan Kexue* 語言科學 [Linguistic Sciences] 2008.5:459-482.

[Received 9 February 2011; revised 1 January 2012; accepted 24 April 2012]

Zhaojin Du  
Center for Chinese Linguistics PKU  
Department of Chinese Language and Literature  
Peking University  
5 Yiheyuan Road  
Haidian District, Beijing 100871, China  
dzjlt@pku.edu.cn

杜兆金·陳保亞

Baoya Chen  
Center for Chinese Linguistics PKU  
Department of Chinese Language and Literature  
Peking University  
5 Yiheyuan Road  
Haidian District, Beijing 100871, China  
cbyhf@pku.edu.cn



## Three-dimensional Vowel Distance and Final Match in Uyghur-Chinese Contact

Zhaojin Du<sup>1,2</sup> and Baoya Chen<sup>1</sup>

*Peking University<sup>1</sup>*

*Shihezi University<sup>2</sup>*

This article, based on previous studies on acoustic vowel spaces, allocates vowels of Chinese and Uyghur in one three-dimensional acoustic space and quantizes their spatial distances. The process and rules of Chinese-Uyghur finals' matching are explored. It is found that the matching of finals in language contact is restricted by the acoustic spatial distances among related vowels, that is, the vowel pairs, which have the shortest spatial distances among Chinese and Uyghur vowels, are matched primarily. This is referred to as the "Spatial distance principle (SDP)". SDP is an important principle, acting together with "Type-adjustment principle (TAP)" in language contact, though TAP applies before SDP.

Key words: Uyghur-Chinese language contact, vowel dimensional distance, final matching