

泰國留學生漢語語音習得的研究

石柳

教育博士學位論文

香港教育大學

2021 年 9 月



The Education University
of Hong Kong Library

For private study or research only.
Not for publication or further reproduction.

A Study on Chinese Pronunciation Acquisition by Thai Students

by

SHI LIU

A Thesis Submitted to

The Education University of Hong Kong

in Partial Fulfillment of the Requirement for

the Degree of Doctor of Education

September 2021



The Education University
of Hong Kong Library

For private study or research only.
Not for publication or further reproduction.

原創聲明

本人石柳在此聲明，本人是論文唯一作者，除致謝中註明的內容外，本論文中的材料均為本人原創作品。本人謹再聲明，本人在撰寫論文時遵守了大學關於學術誠信、版權和剽竊的政策和規定，並且沒有提交本論文中的任何材料以獲得該大學或其他大學的學位。

Statement of Originality

I, SHI LIU, hereby declare that I am the sole author of the thesis and the material presented in this thesis is my original work except those indicated in the acknowledgement. I further declare that I have followed the University' policies and regulations on Academic Honesty, Copyright and Plagiarism in writing the thesis and no material in this thesis has been submitted for a degree in this or other universities.

摘要

本研究以泰國留學生漢語聲、韻、調的習得為研究重點，有針對性地設計了三項實驗考察泰國留學生漢語語音習得的重、難點問題。(1)不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗，從聲學分析的角度對比了不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調的情況。結果表明，語境不同，泰國留學生產出漢語聲調的結果不同；音高和時長是影響泰國留學生產出漢語聲調的兩項重要參數；(2)泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨與產出實驗，從正確率、影響因素、錯誤類型等層面綜合討論了感知聽辨和產出的關係問題。結果表明，韻腹共振峰(純元音和鼻化元音部分)、韻腹韻尾持續時間是影響泰國留學生產出漢語鼻音韻母的重要參數；感知聽辨正確率與產出正確率有顯著的正相關關係，影響感知聽辨正確率的因素部分同步；(3)泰國留學生漢語平翹舌音的感知聽辨與產出實驗，綜合討論了感知聽辨正確率和產出正確率的關係問題。結果表明，泰國留學生感知辨別和產出平-翹組合詞的能力相對較差(c-ch、c-sh 組正確率最低)；感知聽辨正確率和產出正確率呈正相關關係，但顯著性一般。上述三項實驗能夠從語圖輔助漢語教學、感知和產出對泰國留學生漢語語音的關係影響層面，為線上、線下漢語語音的教與學提供適當參考。

關鍵字：泰國留學生 漢語聲調 鼻音韻母 平翹舌音聲母 感知與產出

Abstract

This thesis investigated the production and perception of Chinese as a second language (L2) by Thai learners through experimental studies. Three experiments were conducted, focusing on Chinese tones, finals, and initials, respectively: (1) A production experiment was carried out on the Chinese tones in different contexts by Thai learners, with corresponding data from native Chinese speakers as a reference. The results of the acoustic analyses show that different contexts influence the tone production by Thai learners, and the parameters of pitch and duration show variations across different contexts. (2) The production and perception of Chinese nasal finals (-n VS -ng) by Thai learners and native Chinese speakers were investigated, with discussions on accuracies, influencing factors, and error patterns. The results show that the parameters of formants (F1 and F2) of vowel nucleus, the duration ratio of vowel nucleus and coda are important factors on Thai learners' production. There are significant positive correlations between the perception and the production data, which indicate the interactions between speech perception and speech production. (3) The production and perception of Chinese retroflex initials (zh, ch, sh) versus alveolar sibilant initials (z, c, s) by Thai learners were studied. A set of disyllabic words composed of these initials are selected as stimuli. The results show that Thai learners find the c-ch and c-sh combinations are the most difficult for them in both production and perception. Speech production and perception also shows a positive correlation in this experiment.

The above three experiments can provide accurate quantitative evidence to investigate speech production and perception of Chinese as a second language by Thai learners. With referential data from native Chinese speakers, the deviations of Thai learners are clearly shown and the follow-up strategies to improve their L2 Chinese acquisition can be proposed.

Keywords: Thai learners, Chinese tones, Nasal finals, Retroflex versus alveolar sibilant initials,

Perception and production



致謝聲明

四年的時光看似很長，其實很短。二十幾載的求學生涯，終將以論文的完成而結束。一路跌跌撞撞，許多不易。曾經的那些過往，像一盞盞路燈，照亮我前進的方向。

2018 年 9 月 2 日，我的科研生涯從這一天起正式拉開序幕。我與張凌老師在她的辦公室裡碰撞出無數次思維的火花。她鼓勵我不斷嘗試，用不同的方法探索 L2 漢語語音相關的論題，也教會了我什麼是嚴謹與科學。

2019 年 2 月 20 日，是值得銘記的一天。張凌老師與我都收到了來自劍橋大學的會議邀請函。在準備簽證的過程中，我意外懷孕了。一度和先生商量，不想因為肚子裡的娃斷送了我的學術生涯。懷著懊悔、難過、傷心等種種複雜的心情，我還是向老師匯報了這個突發事件。“你的心情我都理解，你經歷的也是我曾經經歷過的，我會盡我最大的努力幫助你...” 老師的話就像一顆顆定心丸，每每產生自我懷疑時，這些話就在腦海中盤旋。是老師，給了我繼續完成學業的勇氣和希望！

2020 年 1 月 2 日，毛明明(大名：毛明欽)呱呱墜地。2020 年 5 月，我終於完成了博士論文的開題報告寫作，並進行了開題匯報。在此感謝我的導師張凌博士，是您在我迷茫時撥開重重迷霧，指點迷津！同時感謝參加博士論文開題的梁源博士(主席)、周立老師(副導師)，您們提出的意見與建議讓我獲益匪淺！

2020 年 6 月，我開始收集泰國留學生 L2 漢語語音習得的數據。受到新冠肺炎疫情的影響，鄭州大學的泰國留學生全部遣返泰國，且歸來日期未知。當我費盡九牛二虎之力找尋泰國留學生被試卻四處碰壁時，張凌老師似乎一眼看穿了我的心事，隨即聯繫了

王聰老師(教大中國語言學係老師)、暨南大學張倩老師(張凌老師的師妹)幫助我尋找合適的泰國留學生被試。淚點本就低的我，又一次被感動的熱淚盈眶。終於，在張凌老師、王聰老師、張倩老師及泰國留學生的幫助下，我完成了博士論文的數據收集工作。在此感謝張凌老師、王聰老師、張倩老師以及所有泰國留學生被試，雪中送炭之情永遠難忘。

2021 年 7 月，我終於完成了畢業論文的寫作。張凌老師、周立老師不厭其煩地幫助我找尋論文中的“坑”，並多次召開視頻會議對我的畢業論文提出意見與建議。再次感謝張凌老師、周立老師！

感謝命運讓我在 2018 年的那個夏末秋初遇到了蘇雅雯、葉麗靜、吳喆、王嬋娟、李沫彥、梁振楠、任濤。我迷茫、焦慮時，你們是我的傾訴對象；我動力十足、充滿自信時，是你們提醒我切勿得意忘形。全班打邊爐，和蘇雅雯背著大袋子去採購食物，去葉麗靜家蹭住，去吳喆家以“討論”為幌子大聊特聊...你們是我科研路上的開心果與助燃劑，心情不好時，約出來聊聊，很快就會豁然開朗；實驗遇到困難時，都會幫著我開拓思路。有了你們的陪伴，科研之路並不孤單。謝謝你們，我親愛的同學！

家人是我的鎧甲，也是我的軟肋。感謝爸爸媽媽撫養我長大，謝謝你們為我提供了有愛、輕鬆的家庭氛圍，更謝謝你們無條件支持我的任何決定！我和先生就像並排生長的兩株木棉，互相扶持卻又平等獨立。每每想要偷懶時，是你促我振奮，催我前行；每每遇到困難時，是你鼓勵我、安慰我；每每由於家事擾亂心緒時，你總是為我掃平一切障礙，讓我安心讀書。感謝你，一如既往地愛我、愛家。我挑燈夜戰時，你變身廚師，為我端茶熱飯；我開會時，你變身育兒嫂，承擔了所有帶娃重任；我面試時，你又變身司機，

帶我穿梭於鄭州的各所高校。工作日，先生總是分身乏術，帶娃任務就落在了兩位媽媽身上。謝謝我的兩位媽媽，你們甘心犧牲自己的晚年生活照料我的兒子毛明明，這份恩情，無以回報。謝謝毛明明，為我帶來諸多歡樂。每每看到你，媽媽都會情不自禁嘴角上揚。你活潑可愛，最愛的人永遠是媽媽。是你，給了我完成學業的動力和決心，是你讓我們時時刻刻充滿希望與動力！最後，謝謝從未停止奮鬥的自己。

再次對我的導師張凌博士、副導師周立先生、梁源老師、王聰老師、張倩老師、參加本研究的所有被試、博士同學以及我的家人致以最誠摯的謝意！謝謝你們！

石 柳



目錄

第一章 緒論	1
第一節 研究的背景	1
一、問題的提出	1
二、研究目的	1
第二節 理論基礎	2
一、對比分析理論	3
二、感知同化模型及其最新觀點	4
三、言語學習模型及其最新觀點	4
四、協同發音	5
第三節 文獻綜述	6
一、聲調	6
二、漢語、泰語的鼻音韻母	16
三、漢語、泰語的擦音與塞擦音	21
第四節 研究假設	25
一、假設：語境會影響泰國留學生漢語聲調的產出	25
二、假設：泰國留學生感知和產出漢語前後鼻音韻母存在正相關關係	26
三、假設：泰國留學生感知和產出四組平翹舌音組合詞存在正相關關係	27
第二章 不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗	28

第一節 研究方法	28
一、研究對象	28
二、實驗材料設計	30
三、實驗程序和錄音設置	31
四、數據分析	32
第二節 結果討論	35
一、對漢語聲調產出結果的統計學分析	35
二、不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的模式概述	39
三、相同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調模式的討論	41
四、不同語境下泰國留學生產出漢語聲調類型的特點與共性	45
五、討論	51
六、結論	55
第三章 泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知和產出實驗	57
第一節 漢語前後鼻音韻母的感知實驗	58
一、研究方法	58
二、結果與討論	64
第二節 漢語前後鼻音韻母的產出實驗	69
一、研究方法	69
二、結果與討論	77

第三節 感知和產出的關係問題	98
一、感知正確率與產出正確率的關係	99
二、影響前後鼻音韻母感知與產出的因素	100
三、討論	101
第四章 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出實驗	105
第一節 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知實驗	106
一、研究方法	106
二、結果與討論	109
第二節 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的產出實驗	117
一、研究方法	117
二、結果與討論	120
第三節 泰國留學生感知和產出漢語平翹舌音組合詞的關係	130
一、感知聽辨正確率和產出正確率的關係	130
二、影響漢語平翹舌音組合詞感知與產出的因素	132
三、結果與討論	132
第五章 討論	137
第一節 感知與產出的關係	137
第二節 聲學分析的教學應用	140
第三節 教學啟示	142

第六章 結論	147
第一節 不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗結果及討論	147
第二節 泰國留學生漢語前後鼻音韻母感知與產出實驗的結果與討論	150
第三節 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞感知與產出實驗的結果與討論	152
第四節 研究侷限	155
第五節 進一步研究	156
參考文獻	158
附錄	176
附錄一 不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗材料	176
附錄二 泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的假詞	177
附錄三 108 個平翹舌音組合詞	178
附錄四 泰國留學生漢平翹舌音組合詞的錯誤類型表	180

縮寫表

Alpha=阿爾法係數值

BOPPPS=以 Bridge , Objective , Pre-Assessment , Participation , Post-Assessment , Summary
為模式的教學模型

CV=輔音、元音組成的語音結構

CVN=輔音、元音、鼻音韻尾組成的語音結構

df =自由度

$Est.$ =估計值

f_0 =Fundamental frequency , 基頻

f_{ST} =半音

f_{STi} =音高 i 點的半音值

F_1 =第一共振峰

F_2 =第二共振峰

F_3 =第三共振峰

HSK=漢語水平考試

IPA= International Phonetic Alphabet , 國際音標

L2=Second Language , 第二語言

m =某一參與者樣本中所有音高點的平均值

M =平均值

MS =均方

n =樣本數量

PAM=perceptual assimilation model，感知同化模型

PAM-L2=第二語言語音學習的感知同化模型

r =皮爾遜積矩相關係數的估計值

SC=Standard Chinese students，漢語母語學生

SD =標準差

SE =標準誤差

SLM=speech learning model，言語學習模型

SLM-r=修正後的言語學習模型

Thai=Thai students，泰國留學生

T1~T5=Tone1~Tone5

t =檢驗中的樣本 t 值

V=只有元音的語音結構

VC=元音、輔音組成的語音結構

VCV=輔音、元音、輔音韻尾組成的語音結構

VN=元音、鼻音韻尾組成的語音結構

z =標準分數

z_i =第 i 點的 Z 分數



列表清單

表 1 泰語、漢語聲調的相似度及對應關係	14
表 2 泰語、漢語鼻音韻母的韻腹、韻尾比較	19
表 3 漢語、泰語的擦音與塞擦音比較	23
表 4 泰國留學生、漢語母語學生在不同因素的差異	36
表 5 語境、聲調對發音持續時間的影響	37
表 6 語境、聲調對基頻對影響	37
表 7 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調的異同	49
表 8 漢語前後鼻音韻母的目標詞表	61
表 9 泰國留學生、漢語母語學生在感知評價結果的差異	65
表 10 漢語前後鼻音韻母感知評價結果的邏輯回歸分析	66
表 11 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母的可靠性分析	76
表 12 泰國留學生、漢語母語學生在產出評價結果的差異	93
表 13 漢語前後鼻音韻母產出評價結果的邏輯回歸分析	94
表 14 幾項主要因素交互作用對產出評價結果的影響	95
表 15 泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錯誤類型	96
表 16 漢語前後鼻音韻母感知正確率與產出正確率的關係	99
表 17 漢語平翹舌音感知結果的邏輯回歸分析	110
表 18 泰國留學生、漢語母語學生產出平翹舌音組合詞的可靠性分析	119

表 19 漢語平翹舌音組合詞產出評價結果的邏輯回歸分析	121
表 20 感知與產出漢語平翹舌音組合詞正確率的關係	131
表 21 泰國留學生感知與產出漢語平翹舌音組合詞的範疇	154

圖形清單

圖 1 基於五度標記法的標準漢語聲調圖	8
圖 2 漢語聲調的語音現實圖	8
圖 3 標準泰語聲調圖	10
圖 4 年輕泰語母語者產出泰語聲調的輪廓圖	11
圖 5 泰語聲調調位圖	13
圖 6 漢語聲調調位圖	13
圖 7 泰國留學生、漢語母語學生不同語境下漢語聲調的平均時長	38
圖 8 泰國留學生、漢語母語學生不同語境下漢語聲調的平均基頻值	38
圖 9 不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出的漢語聲調輪廓	40
圖 10 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語單字調的輪廓	41
圖 11 目標字句末語境下泰國留學生、漢語母語學生的漢語聲調輪廓	42
圖 12 目標字句中語境下泰國留學生、漢語母語學生的漢語聲調輪廓	43
圖 13 目標字句首語境下泰國留學生、漢語母語學生的漢語聲調輪廓	44
圖 14 泰國留學生和漢語母語學生的感知正確率	65
圖 15 目標字韻腹的感知正確率	67
圖 16 使用 Praat 標注目標字韻腹、韻尾及非目標字韻母	74
圖 17 泰國留學生產出漢語鼻音韻腹 a/a/、e/ə/、i/i/的發音位置圖	78
圖 18 漢語母語學生產出漢語鼻音韻腹 a/a/、e/ə/、i/i/的發音位置圖	79

圖 19 泰國留學生產出/an/和/aŋ/的共振峰模式圖	87
圖 20 泰國留學生產出/ən/和/eŋ/的共振峰模式圖	88
圖 21 泰國留學生產出/in/和/iŋ/的共振峰模式圖	88
圖 22 漢語母語學生產出/an/和/aŋ/的共振峰模式圖	89
圖 23 漢語母語學生產出/ən/和/eŋ/的共振峰模式圖	90
圖 24 漢語母語學生產出/in/和/iŋ/的共振峰模式圖	90
圖 25 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的時長圖	91
圖 26 泰國留學生、漢語母語學生的產出結果比較	93
圖 27 泰國留學生、漢語母語學生感知和產出的正確率	100
圖 28 泰國留學生、漢語母語學生感知漢語平翹舌音組合詞的差異	111
圖 29 泰國留學生、漢語母語學生感知四組平翹舌音組合詞的正確率	111
圖 30 泰國留學生感知平-平組合詞的平均正確率	112
圖 31 泰國留學生感知平-翹組合詞的平均正確率	113
圖 32 泰國留學生感知翹-平組合詞的平均正確率	113
圖 33 泰國留學生感知翹-翹組合詞的平均正確率	114
圖 34 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語平翹舌音組合詞的差異	121
圖 35 泰國留學生、漢語母語學生產出四組平翹舌音組合詞的正確率	122
圖 36 泰國留學生產出平-平組合詞的組間正確率	123
圖 37 泰國留學生產出平-翹組合詞的組間正確率	123

圖 38 泰國留學生產出翹-平組合詞的組間正確率	124
圖 39 泰國留學生產出翹-翹組合詞的組間正確率	124
圖 40 泰國留學生感知和產出四組平翹舌音組合詞的正確率走勢圖	131

第一章 緒論

第一節 研究的背景

一、問題的提出

漢語語音是泰國留學生漢語第二語言(以下簡稱為 L2)研究的焦點問題。研究者圍繞泰國留學生 L2 漢語語音習得的聲、韻、調展開廣泛討論。雖然不乏優秀科研成果的湧現,但以語境、組合詞為考察目標的研究並非主流。本研究在尊重已有研究成果的同時,選取泰國留學生習得漢語聲、韻、調的重難點問題作為研究的出發點,圍繞感知同化模型、言語學習模型等理論,綜合討論泰國留學生漢語聲調、前後鼻音韻母和平翹舌音的習得問題,期待為線上、線下的漢語語音教學提供有效參考。

二、研究目的

本研究分別設計了不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗、泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨與產出實驗、泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知聽辨與產出實驗,試組別、圖考察語境、目標字位置、順向/逆向協同發音等因素是否會影響泰國留學生漢語語音的習得,以及感知與產出是否存在關係、存在何種關係等問題。以下,將詳述三項實驗的研究目的。

漢語聲調在語流影響下會產生各種複雜的變化(林茂燦和顏景助, 1994; 李雅, 盧穎超和許小穎, 2011)。那麼留學生習得 L2 漢語時,產出的漢語聲調是否也會受到不同語境的影響而發生變化呢? 漢語聲調的產出實驗重點討論不同語境下泰國留學生產出漢

語聲調的情況，嘗試證明泰國留學生產出 L2 漢語聲調與漢語母語學生產出漢語聲調均會受到語境的影響。研究目標是通過聲學數據分析的方法，討論泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的錯誤問題，為對泰漢語教師提供教學參考。

L2 習得領域，從未停止對感知和產出關係問題的探討。但是以泰國留學生為研究對象，將研究目標聚焦於感知與產出關係、圍繞語音習得重難點問題的研究頗為少見。泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母、平翹舌音聲母的實驗，試著從感知聽辨漢語前後鼻音韻母、平翹舌音聲母以及產出漢語前後鼻音韻母、平翹舌音聲母的角度討論泰國留學生的感知聽辨正確率、產出正確率以及錯誤問題，目的是討論感知和產出是否存在關係、以及感知和產出結果的影響因素。在泰國留學生感知和產出漢語前後鼻音韻母的實驗裡，我們將使用聽感、聲學分析兩種方式探討泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的情況，結合產出結果，綜合討論感知聽辨和產出的關係問題。雖然我們也會分別從感知聽辨和產出的角度綜合討論泰國留學生習得漢語平翹舌音組合詞的情況，但產出實驗的部分會採取可懂度成績的判斷方法對泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞的情況做綜合討論，暫不涉及聲學分析。最後，結合感知實驗部分、產出實驗部分的結果，綜合討論感知和產出的關係問題。

第二節 理論基礎

由於本研究三項實驗的側重點不同(不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗，從產出的角度對比泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調與漢語母語學生的差異；泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨與產出實驗、泰國留學生漢語平翹舌音聲母的感知

聽辨與產出實驗，分別從感知、產出、感知與產出關係角度討論了泰國留學生習得漢語韻母、聲母的重難點問題)，所以我們會選擇合適的 L2 語音習得理論作為上述三項實驗的理論框架，並結合實驗結果進行綜合討論。

一、對比分析理論

對比分析是將兩種語言展開共時比較，以揭示兩種語言相同、相似與相異的一種語言分析方法(劉珣, 2000)。19 世紀，歐洲的語言學家就開始使用對比分析的方法比較和描述外語，這是對比分析理論的起源。20 世紀 50 年代，語言學家開始系統地研究錯誤。Lado(1957)在英語和西班牙語的對比分析研究中，提出了對比分析假設(Contrastive Analysis Hypothesis, CAH)，認為研究者可以系統地將學生學習的語言(二語)和母語進行結構化比較，用以預測和描述學生在 L2 學習中的難點及產生的錯誤，這便是對比分析理論。對比分析理論闡明了 L2 學習者習得 L2 的難易是以分析母語、目的語的相似、相異決定的——母語和目的語相似的部分容易掌握，母語裡沒有但是目的語裡有的部分難以掌握(Munro & Bohn, 2007)，那麼母語和目的語之間的差異就會被認為是 L2 習得的障礙和阻礙(James, 1980)。從 L2 語音習得的角度來看，對比分析理論不足以解釋 L2 學習者漢語語音與標準語之間的差異問題。部分研究者似乎也意識到對比分析理論在 L2 語音習得的確存在局限性，所以更多的是將對比分析理論作為實證研究的一部分——以此為起點，重點討論 L2 語音習得的其他問題(梅麗, 2009; 羅思娜, 2013; 史靜兒, 2013)。實驗一，也會以對比分析理論作為研究的基礎，使用聲學分析的方法，從客觀的角度對比泰國留學生、漢語母語學生產出 L2 漢語聲調的情況。

二、感知同化模型及其最新觀點

感知同化模型(perceptual assimilation model, 下稱 PAM)是基於感知的直接現實提出的，描述了 L2 學習者依靠自身的母語經驗，把 L2 語音感知的結果同化至相似母語範疇的現象(Best, 1995)，以討論發音態勢為研究的基礎(褚靜、竇煥新和寧錦州, 2019)：L2 學習者在辨別 L2 語音時，可以對比母語語音與 L2 語音，明確母語和 L2 語音的異同，從而定義非母語語音，即發音部位、發音方式在母語和 L2 的差異。

在 PAM 的基礎上，Best & Tyler 提出了 PAM-L2(L2 語音學習的感知同化模型)，繼續預測和解釋 L2 語音習得的發展過程與最終結果(Best & Tyler, 2007)。PAM-L2 延續了 PAM 對發音態勢的討論，認為發音態勢的差異會對音系重構的進程產生影響。較 PAM 先進的是，PAM-L2 的關注範圍更廣，不僅涉及 L2 學習者學習 L2 的最初階段，還涉及 L2 學習者的高級雙語階段；同時闡明了 L2 學習者會在母語的基礎上，對 L2 語音的音系進行重構(re-phonologize)；證明了 L2 學習是促進音系重構的重要因素。

三、言語學習模型及其最新觀點

言語學習模型(speech learning model, 下稱 SLM)討論的核心問題是 L2 語音產出的最終結果——認為 L2 學習者的語音感知和語音產出關係密切，L2 學習者語音產出的準確性受到語音感知準確性的制約 (Flege, 1995; 2005)：L2 學習者感知 L2 語音時，會自動對比 L1 和 L2 音系，並把兩種音系分為相同、相似和相異三個層次：當母語音系與 L2 音系處於相異的層面時，L2 學習者會建立新的語言範疇；當 L1 音系與 L2 音系處於

相同或相似層面時，L2 學習者則會將 L2 音系同化到 L1 音系(Flege, 1995; 2005)。當然，SLM 也關注 L2 學習者的年齡問題，認為 L2 學習者學習 L2 的起始年齡會影響 L2 語音的學習結果。

修正後的 SLM 模型(即 SLM-r)，重點解釋了語音片段在整個生命週期內是如何被習得的。與 SLM 相比，SLM-r 討論的重點仍然是感知與產出，只是 SLM-r 在 SLM 的基礎上提出了音段產出和感知具有同步性——至少是部分同步(Flege & Bohn, 2021)；同時重點討論了 L2 學習者語音範疇的形成，認為所有年齡段的 L2 學習者都擁有與母語兒童一樣的語音習得能力，包括建立嶄新語音類別的能力(Flege & Bohn, 2021)，但重點取決於是否具有充足的語音輸入。SLM-r 也對學習過程和機制展開討論：L1 習得的機制、過程仍然可運用於 L2 習得，只是並不能保證 L1 和 L2 學習的結果——至於是否形成新的 L2 範疇，取決於 L2 學習開始時的 L2 學習者對 L1 類別精確程度的區分、L2 與 L1 語音差異的區分、以及 L2 學習者接受到 L2 信號的數量與質量(Flege & Bohn, 2021)。在本研究裡，我們將重點關注 SLM-r 提到的“部分同步原則”。同時，將結合實驗二、實驗三的研究結果與 SLM-r 進行綜合討論。

四、協同發音

日常交際時，音段從來都不是靜止的、分離的，音段與音段之間會產生影響——發音器官在運動時，聲道形狀會受到不止一個音段的影響(Tatham & Morton, 2006)，這就是協同發音(coarticulation)。在音段方面最明顯的表現是共振峰的過渡變化(陳尚霞, 1997)。根據協同發音對相鄰音段影響的方向不同，協同發音又分為順向(carryover)協同

發音和逆向(anticipatory)協同發音(曹劍芬, 1990; 王曉清, 2015)。以音節/ni/為例, 輔音/n/會對元音/i/產生順向協同發音的影響, 元音/i/會受到輔音/n/的影響出現元音鼻化現象; 鼻音韻母/an/, 鼻音韻尾/n/會對元音/a/產生逆向協同發音的影響, 元音/a/受到鼻音韻尾/n/的影響, 具有鼻化的特徵。

從 CV 結構到 VCV 結構再到 VN 結構, 研究者先後對不同漢語語音結構的協同發音現象進行了討論。漢語鼻音韻母的協同發音研究以吳宗濟和林茂燦(1989)漢語零聲母鼻音韻母的協同發音為經典, 他們認為鼻音韻母會受到元音韻腹順向協同發音作用、鼻音韻尾逆向協同發音作用的雙重影響, 而鼻音韻尾的時長以及韻腹、韻尾的時長比值均與鼻音韻腹純元音部分的舌位高低有關。

協同發音研究的最新進展, 是從感知和產出的角度綜合討論感知信號、發音動態和協同發音密切相關(Flego & Forrest, 2021), 也就是說, 感知與產出均會受到協同發音的影響(Beddor, 1999)。回顧現有協同發音的研究可知, 從 L2 漢語語音習得的角度討論協同發音對感知聽辨、產出的影響暫時是研究空白。所以我們嘗試從協同發音的角度, 討論泰國留學生感知聽辨、產出漢語前後鼻音韻母的情況。

第三節 文獻綜述

一、聲調

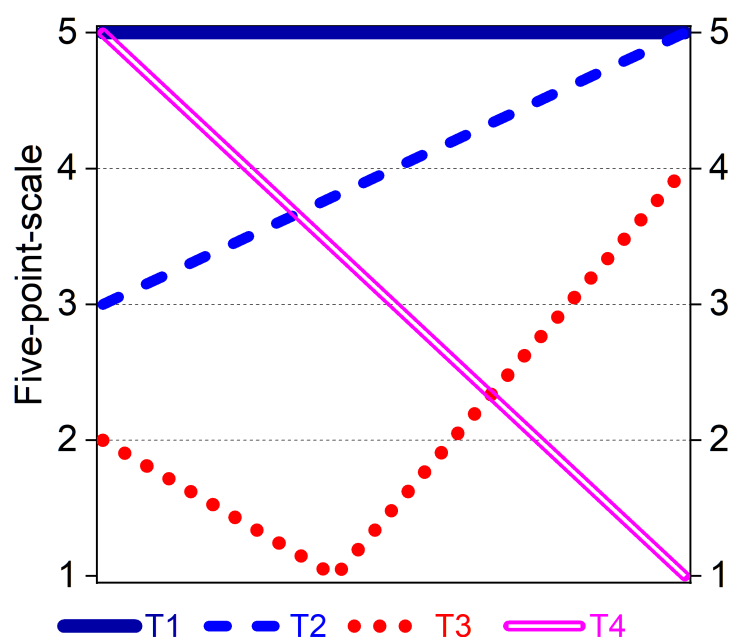
聲調具有區別意義的作用。漢語、泰語亦是如此。雖然漢語、泰語同為聲調語言(Pike, 1964), 但泰國留學生習得漢語聲調時, 仍存在較大的困難(吉娜和簡啟賢, 2004)。即便

作為級別較高的 L2 漢語學習者，某些泰國留學生產出的漢語聲調也會與漢語母語者存在差異，這是造成泰國漢語學習者“泰腔”的重要線索。以下，將回顧並對比漢語聲調、泰語聲調，重點關注泰國留學生產出漢語聲調的相關研究。

（一）**漢語聲調**。漢語有陰平、陽平、上聲、去聲四個聲調。Chao (1930) 提出了一種使用五度豎標標記相對音高的方法，即五度標記法。這條豎標可以定義漢語四個聲調的音高、輪廓和調域，並顯示在刻度條的左側。這條刻度尺被平均分為了五個刻度，最低音高點定位為 1，最高音高點定位為 5，中間平均分佈的音高點為 2、3、4。講漢語時，四個聲調在最低音高點 1 到最高音高點 5 的調域範圍內波動，這便是廣義上的調域，也被稱作漢語聲調的音域。漢語四個聲調在左右豎標的對應位置就是漢語聲調的調值，第一聲 55、第二聲 35、第三聲 214、第四聲 51。張凌(2021)重申了漢語四個聲調的音域：“從音高特徵來說，T1 是一個高平調；T2 是一個上升調；T3 是一個先從較低處下降到最低，再上升的曲折調；T4 是一個高降調”（張凌, 2021，頁 32）。

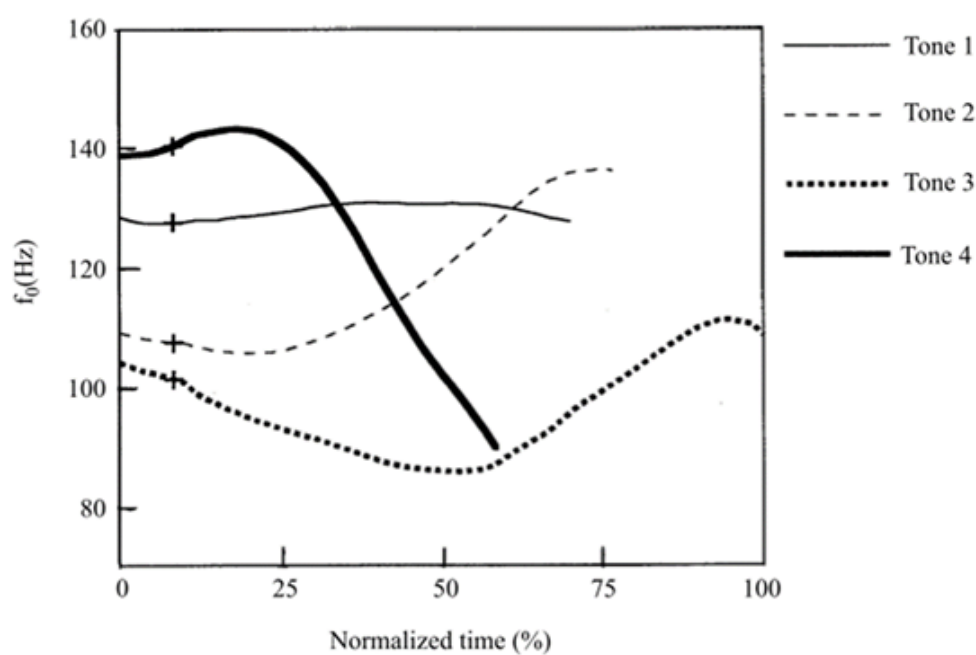
圖 1 是基於五度標記法的標準漢語聲調圖。我們對四個漢語標準聲調進行了歸一化處理，於是得到了具有聲學意義的漢語聲調圖，這幅圖與五度標記法歸納的漢語四個聲調對應，調值、調域對等。該圖不僅能觀測到漢語聲調的輪廓、調值和調域，還能從聲學的角度觀測到 f_0 和規範化時間兩項參數。其中豎軸代表 f_0 ，橫軸代表規範化時間。雖然圖 1 可以看作是漢語聲調的規範化表徵，但似乎缺少一定的實際意義——也就是說，五度標記法展示的是理想狀態下的漢語聲調，實際交際中的漢語聲調反而會更加複雜。即便是理論調值相同的音高，在日常交際中的 f_0 也不一定相同。

圖 1 基於五度標記法的標準漢語聲調圖



該圖來自於 “Acoustic analysis of Chinese tone production by thai-speaking learners of L2 Chinese”, by Zhang, L. and Shi. L., 2020, *Journal of Second Language Studies*, 3(2), p.183.

圖 2 漢語聲調的語音現實圖



圖來自於 “Contextual tonal variations in mandarin”, by Xu, Y., 1997, *Journal of Phonetics*, 25(1), p.67.

如圖 2 所示，Xu(1997)整理了 8 位標準普通話男性單字調發音的聲學數據，繪製成漢語聲調的語音現實圖。對比圖 1、圖 2，漢語聲調的理想化狀態和實際漢語聲調的走勢大致相同，而細節卻存在多處差異。例如，圖 1 忽略了聲調持續時間的誤差，圖 2 則能夠展現出不同的聲調時長：T3 最長，其次是 T2、T1，最後是 T4。其中，T4 發音持續時間最短，只有 T3 的 60%。對比圖 1 和圖 2 的音高參數，標準漢語聲調處於更理想化的狀態：現實發音難以達到如圖 1 中 T1、T2 的結束點、T4 的起點高度；實際漢語發音與圖 1 中 T1、T2 的結束點、T4 的起點接近——漢語陰平調的實際發音比五度標記法中的陰平調低，並且在結束點的位置也比漢語陽平調結束點的位置低，而去聲調的實際發音起點反而比陰平調的起點高。

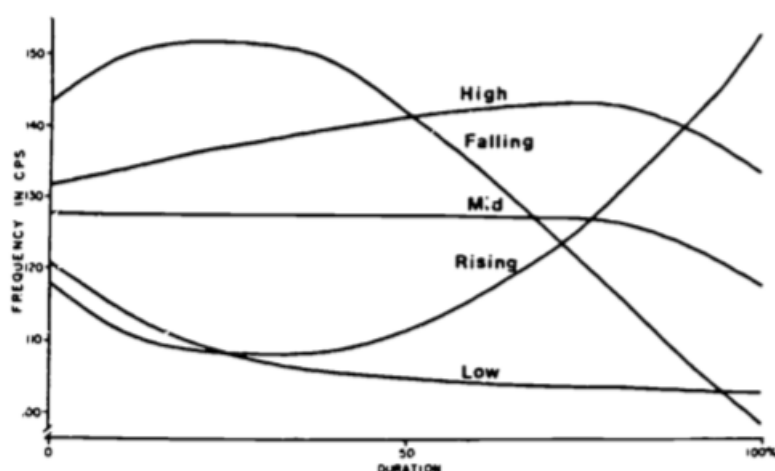
上述分析表明，五度標記法很難為聲調的判斷提供參考，而 Xu(1997) 繪製的漢語聲調現實圖可以為聲調判斷提供現實依據；使用聲學數據分析的方法討論留學生產出漢語聲調的情況，是捕捉細節性錯誤、對比產出聲調差異的有效途徑。在我們的研究裡，也將使用上述方法，測量泰國留學生產出漢語聲調的聲學數據，考察泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調音高和發音持續時間這兩項重要參數。

Chao (1933) 認為語調可以調節字調的調域，並指出單字調在不同語境下，調域會出現整體上移、下降、加寬和縮窄四種變化。Zhang (2019) 總結了漢語 T3 在不同語境下的變調現象：當 T3 聲調在單字或者目標字句末位置時，上聲調的輪廓先下降後上升，按照五度標記法，調值記為 214；如果 T3 聲調所在音節後跟其他音節，則 T3 變化為調值為 35 的高升調，發音、調型、調值均與漢語聲調 T2 類似。上述研究為聲調的音高實

現受到語調調節及相鄰聲調的影響提供了充足的數據支撐(王韞佳、丁多永和東孝拓, 2015), 但是在不同語境下, T1、T2、T4 是否也會發生變化? Zhang (2021) 通過聲學分析的實驗, 證實了香港人在不同語境下產出漢語聲調情況也不同。而在國別化的 L2 漢語語音研究裡, 暫時還未有研究者圍繞語流是對聲調的影響展開討論。上述文獻的回顧表明, 用單字調定義漢語聲調是不全面的, 語流對漢語聲調的影響更應該受到關注。

(二) 泰語聲調。從共時的角度來看, 泰語第一調是中調, 調值是[33], 第二調是低調, 調值是[22], 第三調是降調, 調值是[552], 第四調是高調, 調值是[35], 第五調是升調, 調值是[24](朱曉農、林晴和趴差桺, 2015)。在這五個聲調中, 降調、中調和低調都有輕微的落調輪廓, 音高由高到低的順序是降調>中調>低調; 高調和升調呈曲線趨勢, 開始輕度下降, 結束時略有上升。泰語聲調的有趣之處在於, 中、高、低輔音自帶聲調, 當中、高低輔音與長元音、短元音相拼時, 聲調也會發生變化(宋寶賢, 2013)。

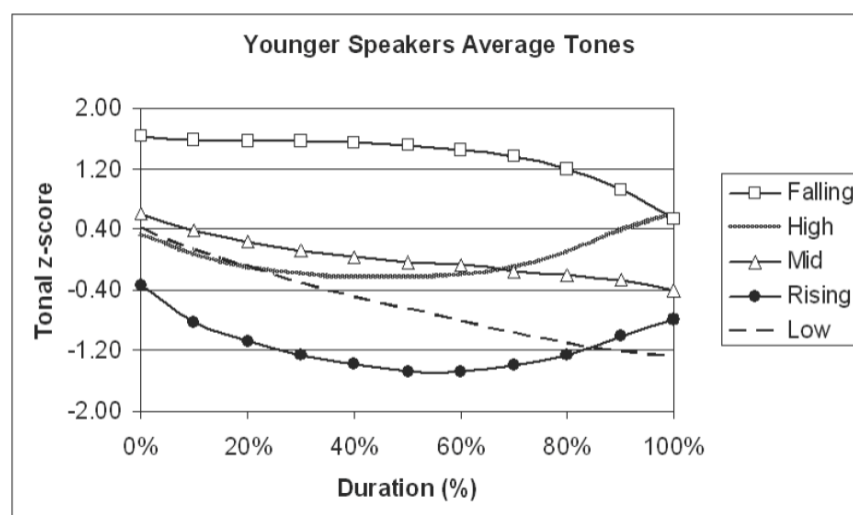
圖 3 標準泰語聲調圖



該圖來自於 “Static and dynamic acoustic cues in distinctive tones”, by Abramson, A. S., 1978, *Language and Speech*, 21(4), p.321.

如圖 4 所示，是年輕泰語母語者產出的泰語聲調輪廓圖。對比單字調語境下的泰語聲調圖(如圖 3 所示)，可以發現一些顯著不同。圖 3 的泰語 T1 是中調，前半段平穩後半段呈現顯著的下降趨勢，而受到語流影響的泰語中調則呈現持續下降的趨勢(如圖 4 所示)；泰語 T2 是低調，當目標字是單字時，前半段下降趨勢明顯，後半段逐漸趨於平緩；但受到語流的影響，低調持續下降；泰語 T3 是降調，目標字單字調先升後降，在到達最高點後緩慢下降到最低點，當目標字位於句中時，不僅觀測不到先升後降的趨勢，且終點位置的音高也遠遠高於單字調的音高；泰語 T4 是高調，單字調和目標字句中語境的聲調呈現相反趨勢——單字調緩慢上升，而後持續下降，受到語流影響，高調先降後升；泰語第五調單字調和目標字句中語調有相同趨勢，都是先降後升，只是單字調結尾處更高，受到語流影響的第五調更低。

圖 4 年輕泰語母語者產出泰語聲調的輪廓圖



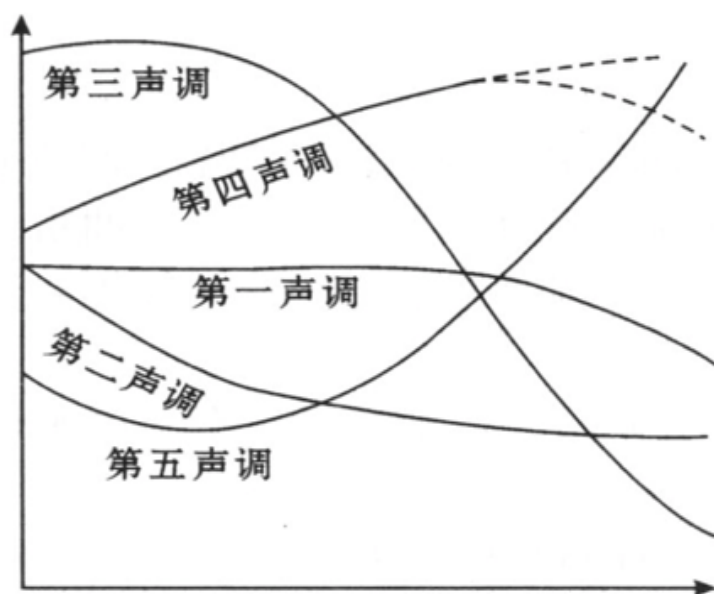
該圖來自於 “Bangkok Thai Tones Revisited”, by Thepboriruk, K., 2010, *Journal of the Southeast Asian Linguistics Society*, 3(1), p.94.

上述泰語單字調、目標字句中的泰語聲調能夠為本研究中不同語境下泰語聲調的產出提供參考，尤其是能夠從對比分析的角度解釋泰國留學生產出漢語聲調錯誤的根本原因。有關泰語單字調、目標字句中語境的泰語聲調與泰國留學生產出漢語單字調、目標字句中語境下產出泰語聲調的對比，將在第二章中詳細闡述。

研究者對泰語聲調的研究也經歷了從口耳之式到使用聲學分析方法的過渡。如圖 3 所示，是使用聲學軟件繪製的標準泰語聲調圖(Abramson, 1978)。泰語五個聲調的調型都由基頻 f_0 決定的： f_0 的起點、終點決定了泰語五個聲調的起點和終點， f_0 在統一時間內的變化決定了泰語聲調的調型。也有一些研究者把泰語標準聲調放在五度豎標裡進行描述，詳細觀測聲調的走向與調值、調域(Teeranon & Rungrojsuwan, 2009)。上述研究的確能為泰語聲調的研究提供適當參考，但具有一定的局限性：該研究僅考察泰語單字調的聽感問題，未考慮聲學現實。Thepboriruk (2010) 重點關注不同泰語母語者在不同語境下產出泰語聲調的情況，並且從聲學分析的角度討論了語境對泰語聲調的影響，具有一定的現實意義。還有研究者從聲學分析的角度對比了成年泰語母語者、未成年泰語母語者產出泰語聲調的情況，認為未成年泰語母語者產出泰語聲調與成年泰語母語者存在顯著差異，尤其是 f_0 ；導致差異的重要聲學參數是泰語聲調輪廓、音域以及發音的持續時間(Burroni et al., 2021)。

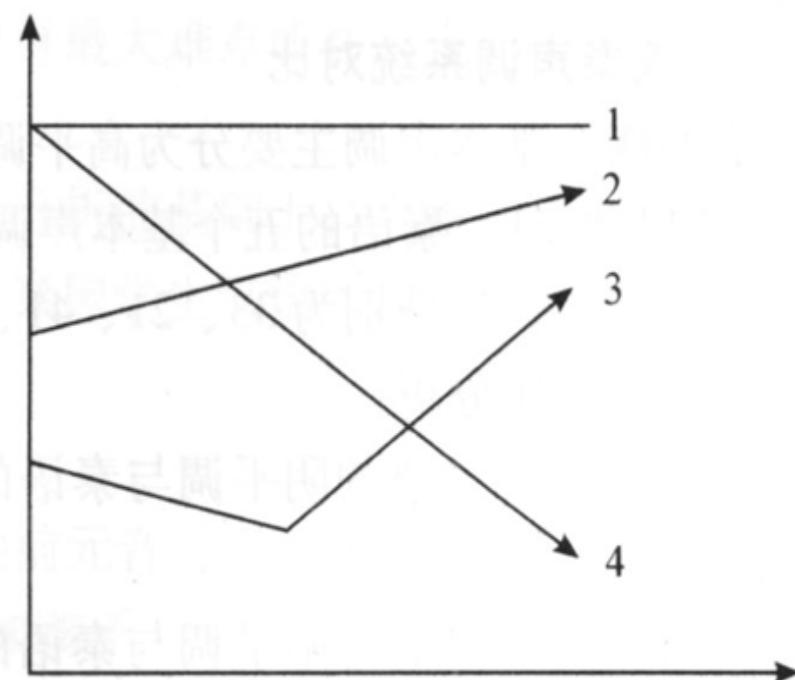
(三) 漢語、泰語聲調的對比。陳晨和李秋楊(2008)對比了漢語、泰語聲調的異同。如圖 5、圖 6 所示，分別是泰語聲調調位圖、漢語聲調調位圖。

圖 5 泰語聲調調位圖



該圖來自於泰語三百句 (頁 92), 傅增有, 1996, 北京大學出版社。

圖 6 漢語聲調調位圖



該圖來自於現代漢語教程 (頁 54), 邢公畹和馬慶株, 1994, 南開大學出版社。

從調形上看，泰語 T1 與漢語 T1 皆為平調，但泰語 T1 是低平調，漢語 T1 是高平調；泰語 T2 與漢語 T3 的前半段接近，只是泰語 T3 在發音重點處的音域更高；泰語 T3 與漢語 T4 調型接近，都是高降調；泰語 T4 與漢語 T2 調型接近；泰語 T5 的調型與漢語 T3 調型接近，但音域範圍明顯不同。蔡整瑩和曹文(2002)、杜艷麗和劉宗艷(2017)也參考和引用了傅增有的泰語聲調圖，以部分泰語作為示例，從母語負遷移的角度闡述了造成泰國留學生 L2 漢語語音錯誤的原因。

表 1 泰語、漢語聲調的相似度及對應關係

泰語聲調	漢語聲調	相似度
泰語 T1	無	
泰語 T2	漢語 T3	距離非常小，相似度高(3.083)
泰語 T3	漢語 T1	聲學距離相差較小，音高接近(3.413)
泰語 T4	漢語 T2	相似度極高(1.818)
泰語 T5	漢語 T3	漢語 T3 的後半段與與泰語 T5 接近，相似度高(3.063)

該表來自於“漢語和泰語聲調相似度研究”，羅思娜，2019，*雲南師範大學學報 (對外漢語教學與研究版)*，11(4)，頁 82。

如表 1 所示，羅思娜(2013)對泰國漢語學習者的漢語、泰語聲調數據進行了距離測算，得出了漢語 T2 對應泰語 T4、漢語 T3 對應泰語 T5、漢語 T4 對應泰語 T3、漢語 T3 對應泰語 T2、漢語 T1 對應泰語 T3 的結論。從某種程度上講，羅思娜(2013)對漢語、泰語聲調音高相似度的研究為本研究討論泰國留學生不同語境下產出的漢語聲調提供了有效參考。但局限性在於，僅僅討論了漢語、泰語的單字聲調對應關係，不同語境下漢語、泰語聲調的對應情況暫不在其研究範圍之內。

傅增有(1996)繪製的標準泰語聲調輪廓圖常常用於對比泰語和目的語的參考。蔡整瑩和曹文(2002)、杜艷麗和劉宗艷(2017)參考和引用了傅增有的泰語聲調圖，闡述了造成泰國留學生 L2 漢語語音錯誤的原因。當然，上述研究將泰語聲調的音系表徵與漢語聲調的實際聲學分析進行比較，似乎是不合時宜的——音系表徵與聲學分析二者屬於不同的範疇，很難比較；反而應當以泰語聲調的聲學分析為基礎，討論泰語聲調和漢語聲調的差異。不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗，將會對比 Thepboriruk(2010)的泰語聲調圖、目標字句中語境下泰國留學生產出的漢語聲調圖，試圖從母語的角度討論目標字句中語境下泰國留學生產出漢語聲調與漢語母語學生對差異。

（四）泰國留學生漢語聲調習得的回顧。現有泰國留學生漢語聲調模式的產出研究大多以印象式描寫為主，缺乏數據支撐(李紅印, 1995；毛麗, 2007；呂軍偉和馬謹安, 2017)。例如，李紅印運用傳統的印象式敘述法，描寫了泰國留學生漢語聲調模式的產出錯誤。泰國留學生漢語聲調習得的研究得出了相似的結論：陰平調不夠高，陽平調發音拖沓、終點較低，上聲拐點不足，去聲過長(李紅印, 1995)。隨著研究的深入，印象式的描寫法逐漸跟不上現有 L2 語音研究的步伐，開始進入轉型：從對音段的描寫敘述，過渡到使用聲學分析的方法討論漢語學習者產出漢語聲調的模式與錯誤(周小兵和王功平, 2010)。蔡整瑩和曹文(2002)通過簡單的發音實驗收集泰國留學生漢語聲調和輔音的發音數據，分析泰國留學生的漢語發音錯誤。隨著研究的不斷深入，被試的研究規模也在逐步擴大——從單一研究對象漸漸擴展為五名、十名。例如王豔和張鵬(2013)的研究選擇了 6 名泰國留學生，杜艷麗和劉宗艷(2017)則邀請了 4 名泰國留學生。研究

對象數量的增加可以增強研究的說服力，卻也能放大一些研究缺陷。比如發音材料設計不嚴謹，研究者未嚴格控制變量(即目標字輔音、元音並未完全一致)，未考慮最小音對等因素，都可能會導致不同元音內在音高的干擾(Ohala & Eukel, 1978)。

泰國漢語學習者會將漢語聲調與泰語聲調相似的部分納入泰語聲調範疇，習得較快，習得結果較好；漢語聲調與泰語聲調相異的部分則會列入新的聲調範疇，習得難度較大。

在日常交際時，語句相比單字會承載更多的信息，聲調的產出也會受到語流的影響發生變化(張凌, 2021)。而現有研究甚少考慮語境對目標字聲調的影響。所以我們設計了不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗，嘗試運用聲學分析的方法，分析不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的錯誤模式。該研究的首要目標是對比相同語境、不同語境下泰國留學生和漢語母語學生產出漢語的聲調輪廓、音高及時長，試圖從對比分析的角度討論泰國留學生漢語聲調產出錯誤的主要原因。

二、漢語、泰語的鼻音韻母

以下，將重點回顧漢語鼻音韻母、泰語鼻音韻母等內容，圍繞泰國留學生習得漢語鼻音韻母的情況展開討論，期待為本研究中泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母的研究提供適當參考。

(一) 漢語鼻音韻母。一般情況下，音段結構的最小單位是音位(segmental phonemes)，即元音和輔音(何善芬, 1989)。已知的音節有三種基本類型：V、CV、VC，都可以擴展成不同的音節結構(張清芳, 2005)。由於漢語鼻音韻母是由元音(韻腹)和鼻音(韻尾)組合而成，所以可以在(C)V(C)的音節構成上繼續拓展鼻音韻母的音節結構(馬納

塔, 2020)。 $/n/$ 、 $/ŋ/$ 兩種鼻音韻尾與單元音結合成為八種不帶介音的鼻音韻母(分別是 $/an/$ 、 $/aŋ/$ 、 $/ən/$ 、 $/əŋ/$ 、 $/in/$ 、 $/iŋ/$ 、 $/uŋ/$ 、 $/yŋ/$)用 VN 表示；與二合元音結合組成另外八種鼻音韻母(分別是 $/ian/$ 、 $/iaŋ/$ 、 $/uən/$ 、 $/uəŋ/$ 、 $/uan/$ 、 $/uaŋ/$ 、 $/yüŋ/$ 、 $/yaŋ/$)，用 VVN 表示(林茂燦和顏景助, 1994)。根據鼻音韻尾 $/n/$ 、 $/ŋ/$ 屬性的不同，漢語鼻音韻母分為前鼻音韻母和後鼻音韻母(鄭齊兒, 2013)，前鼻音韻母有 $/an/$ 、 $/ən/$ 、 $/in/$ 、 $/ian/$ 、 $/uən/$ 、 $/uan/$ ，後鼻音韻母有 $/aŋ/$ 、 $/əŋ/$ 、 $/iŋ/$ 、 $/uŋ/$ 、 $/yŋ/$ 、 $/uəŋ/$ 、 $/uaŋ/$ 、 $/yüŋ/$ 、 $/yaŋ/$ 。

在漢語語音系統中，鼻音韻母大約占有所有音節總數的 42%，有 502 個(石鋒, 2002)。其中，292 個音節因為 $/n/$ 和 $/ŋ/$ 的對立而造成意義上的不同，大約占鼻韻母音節總數的 60%(李豔萍、曹冲和解焱陸, 2017)。當然，鼻音韻尾 $/n/$ 和 $/ŋ/$ 的相似性，也會給某些漢語方言區居民造成困擾，導致音節末尾的鼻音差別經常難以辨認(吳菲, 2016)。研究者通過實驗證實，漢語前後鼻音韻腹可以提供分辨鼻音韻母的位置線索(張勁松和王祖燕, 2017)——韻腹時長的差異以及韻腹純元音部分是被試根據聽感判斷前後鼻音的依據；而前後鼻音韻腹的聲學差異還會影響被試產出發音的正確率(王韞佳, 2002)。當然，韻腹、韻尾發音時長的差異可以為判斷前後鼻音韻母的發音方式提供線索(汪航, 2012)。

在前後鼻音韻母的研究中，已有不少研究者從協同發音的角度證實了漢語前後鼻音韻尾、前後鼻音韻腹均會受到協同發音的影響(鄭齊兒, 2013)。林茂燦和顏景助(1994)考察了漢語鼻韻母的協同發音，結果顯示鼻音韻尾的發音時長會受到鼻元音順同化作用的影響。Mou (2006)、Li(2008)都證實了鼻音韻腹 $/a/$ 的發音位置並非固定，而是會隨著鼻音韻尾的屬性前後移動，形成漢語前鼻音韻母 $/an/$ 和後鼻音韻母 $/aŋ/$ 的差異。只是

Li(2008)用漢語音節的等時性解釋了被試是如何利用鼻音韻母發音的位置補足時長上的限制的。上述有關鼻音協同發音的討論，一方面可以為泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母提供判斷依據，另一方面也可以從目的語的角度解釋泰國留學生感知聽辨和產出錯誤的原因。

(二) 泰語鼻音韻母。泰語裡，共有 16 個單元音能和鼻音韻尾組合形成鼻音韻母：*/a/*、*/i/*、*/ə/*、*/ɛ/*、*/u/*、*/o/*、*/ɔ/*、*/ɯ/*、*/ə/*、*/a:/*、*/i:/*、*/ə:/*、*/ɛ:/*、*/u:/*、*/o:/*、*/ɯ:/*(蔡榮男, 2007)，其中只有元音*/ɯ/*不能與韻尾*/ŋ/*組合，*/ɛ:/*不能和韻尾*/m/*組合，其他元音都可以分別和泰語三個鼻音韻尾*/m/*、*/n/*、*/ŋ/*組合。上述分析表明，長元音和短元音都能和鼻音韻尾組合成為新的鼻音韻母。雖然廣大研究者對“泰語長元音、短元音存在發音持續時間的對立”持肯定態度(Onsuwan, 2005；Potisuk, 2010)，但在中、泰教科書和文獻資料裡暫時還未有研究證實泰語長元音要發多長、短元音要發多短(Jia & Keasuwan, 2021)。

泰語短元音所在的鼻音韻母組合比泰語長元音所在的鼻音韻母組合多(Onsuwan, 2005)。這一結論將為我們討論泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母的錯誤問題提供線索，有助於從泰語鼻音韻母的協同發音、遷移等角度分析感知聽辨和產出錯誤的原因。在泰語鼻音韻母的研究裡，研究者也廣泛討論了協同發音作用對感知聽辨和產出泰語鼻音的影響。Beddor(1999)的實驗不僅證實了協同發音會影響感知聽辨和產出，也表明了感知聽辨和產出所受到的協同發音影響存在一致性和同步性，進一步證明了感

知聽辨和產出存在關係。也就是說在實驗材料相同的情況下，泰語母語者感知聽辨泰語鼻音韻母、產出泰語鼻音韻母均會受到協同發音影響，並且存在高度的一致性。

(三) 泰語、漢語鼻音韻母的對比。與漢語前後鼻音韻母的組合規律相似，泰語的鼻音韻母也是由元音和鼻音韻尾組合而成(Potisuk, 2010)。但並不是所有的元音都可以和鼻音韻尾組合形成新的鼻音韻母。在漢語和泰語裡，/n/既是聲母也是鼻音韻尾，/ŋ/只能作為鼻音韻尾，並且單元音/a/、/i/、/ə/都可以作為泰語和漢語鼻音韻母的韻腹部分(表 2 是泰語、漢語鼻音韻腹、韻尾的比較)。

表 2 泰語、漢語鼻音韻母的韻腹、韻尾比較

	泰語	漢語
韻腹	/a/、/i/、/ə/、/ɛ/、/u/、/o/、/ɔ/、 /ʊ/、/ə/、/a:/、/i:/、/ə:/、/ɛ:/、/u:/、 /o:/、/ʊ:/ (包括長元音和短元音)	/a/、/i/、/o/、/u/、/ə/
韻尾	/n/、/ŋ/、/m/	/n/、/ŋ/

呂軍偉和何雨婷(2019)認為，漢語、泰語韻母的差異主要集中於舌位前後、高低、圓唇以及是否有長、短元音的對立，即主要區分在於鼻音韻腹。陳晨和李秋楊(2008)系統地對比了漢語、泰語的聲調、聲母及韻母系統。在對比泰語、漢語韻母的部分，也只是對比了泰語、漢語的單韻母，並未涉及鼻韻母。何山燕(2010)認為鼻韻母/in/、/aŋ/、/iŋ/、/uŋ/是漢語、泰語裡都存在的鼻音韻母。

縱觀現有泰語、漢語語音系統的比較研究，研究者們無一例外地認為漢語、泰語鼻音韻母的差異在於元音韻腹的長、短元音以及鼻音韻尾——泰語有/n/、/ŋ/、/m/三個鼻

音韻尾，漢語有且僅有/n/、/ŋ/兩個鼻音韻尾(石備知, 2019；何山燕, 2010；陳晨和李秋楊, 2008)。

(四) 泰國留學生漢語鼻音韻母習得的回顧。以泰國留學生、漢語前後鼻音韻母等為關鍵字，對中國知網、google scholar、Cambridge Core 等數十個數據庫展開全方位搜索，與泰國留學生漢語語音習得有關的文章共計 172 篇，內容涉及泰國留學生漢語前後鼻音韻母習得的文章有 17 篇，以前後鼻音韻母的感知與產出為研究主題的文章有 0 篇。以上數據表明，泰國留學生漢語前後鼻音韻母的習得似乎並不是研究者關注的重點問題。在數量有限的研究裡，研究者大多以對比分析的印象式描寫為主要研究方法，認為現有泰國留學生漢語前後鼻音韻母產出的問題是容易把漢語前鼻音韻母發稱後鼻音韻母(廖湧舜, 2012)。曹青(2013)設計聽寫實驗，考察了泰國學生漢語語音的掌握情況。結果表明，泰國學生掌握漢語前後鼻音韻母的情況較好，聽寫錯誤率較低，是聽覺錯誤造成了聽寫錯誤。根據曹青的研究可知，泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母存在一定的聯繫。

由上述回顧可知，泰國留學生漢語前後鼻音韻母的習得並非研究者關注的重點問題。而我們在實際交際中卻發現了泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母時的顯著錯誤。現有研究與實際交際中產出結果的不均衡觸發了我們的研究靈感，於是我們設計了簡單的預實驗從聲學分析的角度討論泰國留學生是否可以正確產出漢語前後鼻音韻母 in 和 ing。實驗結果符合我們的預期，泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的確存在諸多細小的錯誤。然而在現有泰國留學生漢語前後鼻音韻母習得的研究裡，幾乎還沒有研究者從聲

學分析的角度、感知角度對泰國留學生漢語前後鼻音韻母的習得展開討論。所以我們設計了泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨與產出實驗，它可以很好地填補現有泰國留學生漢語前後鼻音韻母習得研究的空白，從感知和產出的角度綜合討論漢語前後鼻音韻母的習得問題。

三、漢語、泰語的擦音與塞擦音

國際音標¹按照發音方法的不同將輔音分為塞音、塞擦音、擦音、鼻音、顫音、閃音、邊音和邊擦音。塞擦音 *z*、*c*、*zh*、*ch* 和擦音 *s*、*sh*，在漢語裡也被稱作平舌音和翹舌音。對於大部分留學生而言，漢語平翹舌音是難點也是重點(陳晨和李秋楊, 2008)。考慮到漢語平舌音 *z*、*c*、*s* 和翹舌音 *zh*、*ch*、*sh* 在發音部位上存在對應關係，泰國留學生漢語平翹舌音的感知聽辨和產出實驗將以平舌音 *z*、*c*、*s* 和翹舌音 *zh*、*ch*、*sh* 的組合詞為研究切入點考察泰國留學生感知聽辨和產出漢語平翹舌音組合詞的情況。本節，將分別介紹漢語的平舌音和翹舌音、以及與泰語相對應的擦音、塞擦音，回顧泰國留學生習得漢語平翹舌音(擦音和塞擦音)的研究。

(一) 漢語擦音與塞擦音。漢語有一組擦音 *f/f*、*s/s*、*sh/ʃ*、*r/ʒ*、*x/ç*、*h/x* 和一組塞擦音 *z/ts*、*c/tsʰ*、*zh/tʂ*、*ch/tʂʰ*、*j/tɕ*、*q/tɕʰ*。齊士鈴和張家駿(1982)通過實驗

¹ International Phonetic Alphabet, 簡稱 IPA。是 1886 年成立於英國倫敦的國際語音學會為了記錄和研究人類語言的語音而制訂的一套記音符號，一共有一百多個符號用來記錄不同語言的語音(International Phonetic Association & International Phonetic Association Staff, 1999)。

證實了送氣塞擦音開口度大、音長短的結論，並認為不送氣塞音音長最短，送氣塞擦音音長最長。Svantesson (1986)使用實驗語音學的方法對漢語擦音、塞擦音進行了聲學分析，初步構建擦音格局。時長(duration)與頻譜能量分佈是漢語擦音與塞擦音的兩項重要聲學參數。溫寶瑩，石鋒和冉啟斌(2009)測量了塞擦音閉塞段和摩擦段的時長，摩擦段的時長顯然比閉塞段的時長長。Mitani (2006)在語圖上觀察到摩擦時長(frication duration)與波形到起始斜率(onset slope)是區分塞擦音和擦音的主要線索。上述研究表明，漢語擦音與塞擦音最主要的區別是發音是否存在閉塞段。當然，了解擦音、塞擦音的聲學參數，有助於從實驗語音學的角度釐清擦音與塞擦音的聲學差異，也有助於在感知聽辨實驗中分析泰國留學生感知聽辨錯誤發生的主要原因。

(二) 泰語擦音與塞擦音。在回顧 L2 學習者習得漢語擦音、塞擦音的問題之前，我們需要先回顧泰語的擦音與塞擦音。泰語裡有一組擦音和塞擦音。其中， t 和 t^h 、 t^h 、 t^h 是塞擦音， t 、 t^h 、 t^h 是擦音。塞擦音 t 、 t^h 、 t^h 書寫不同，發音相同，擦音 t 、 t^h 、 t^h 書寫不同，發音相同。這也是泰語、漢語擦音與塞擦音的主要區別：泰語裡，擦音與塞擦音一個音位可以對應多個輔音字母；漢語裡，擦音與塞擦音一個音位只能對照一個輔音字母(潘德鼎, 2011)。陳晨和李秋楊(2008)以 IPA 為工具，對比了泰語和漢語的輔音系統，認為漢語塞擦音 z/ts 對應泰語塞擦音 $\text{t}/\text{ts}/$ ，漢語塞擦音 c/ts^h 對應泰語塞擦音 $\text{t}^h/\text{ts}^h/$ ，漢語擦音 s/s 對應泰語擦音 $\text{t}/\text{s}/$ 。上述研究表明，泰語裡不存在與漢語擦音 sh 、塞擦音 zh 、 ch 相對應的音。

泰語擦音與塞擦音一對多的特性，讓泰國留學生在感知辨別與產出漢語平翹舌音時總是容易出現錯誤(梅麗, 2011)，而泰國留學生感知聽辨、產出漢語擦音 s、sh 和塞擦音 z、c、zh、ch 時，最主要的錯誤是容易混淆發音部位。梅麗(2011)泰國留學生感知和產出漢語擦音、塞擦音的研究，是該領域唯一一篇同時涉及感知與產出的文獻。儘管她的研究僅僅從正確率的角度、感知聽辨順序和產出順序的角度討論了感知和產出的關係問題，但對泰國留學生感知聽辨與產出漢語平翹舌音的實驗仍然具有極大的參考價值。

(三) 漢語、泰語擦音、塞擦音的對比。泰語的輔音總是以一對多的形式出現，有多重書寫形式，但是只對應一個音位。而漢語的輔音則往往是一對一的，一個符號對應一個音位。在泰語裡，所有的輔音都有高、中、低的分類：จ/ts/在泰語裡是中輔音，ก、ข、ค/ts^h/在泰語裡是高輔音；ช、ส、ศ/s/即可以作為中輔音也可以作為低輔音。上述有關高、中、低輔音低分類，是泰語裡有漢語裡沒有的。

表 3 漢語、泰語的擦音與塞擦音比較

	漢語	泰語
舌尖前不送氣清塞擦音	z/ts/	จ/ts/
舌尖前送氣清塞擦音	c/ts ^h /	ก、ข、ค/ts ^h /
舌尖前清擦音	s/s/	ช、ส、ศ/s/
舌尖後不送氣清塞擦音	zh/tʂ/	
舌尖後送氣清塞擦音	ch/tʂ ^h /	
舌尖後清擦音	sh/ʃ/	

表 3 是漢語、泰語擦音與塞擦音的對比。泰語裡有與漢語相對應的輔音音位：/ts/、/ts^h/、/s/，卻沒有與漢語翹舌音音位/tʂ/、/tʂ^h/、/ʃ/相對應的音位。從發音方式上看，泰語、

漢語擦音、塞擦音都有送氣、不送氣的對立；從發音部位上看，泰語、的塞擦音、擦音只有舌尖前音沒有舌尖後音(石備知, 2019)。

(四) 泰國留學生漢語擦音、塞擦音習得的回顧。早先，在泰國留學生漢語輔音習得的領域，與擦音、塞擦音有關的研究總是包羅在泰國留學生習得漢語輔音的研究裡。一些研究者圍繞泰國留學生產出漢語輔音的錯誤展開討論，認為 $z/ts/$ 、 $zh/tʂ/$ 、 $c/ts^h/$ 、 $ch/tʂ^h/$ 、 $s/s/$ 和 $sh/ʃ/$ 是泰國漢語學習者習得漢語輔音的重點和難點(李紅印, 1995；蔡整瑩和曹文, 2002；梅麗, 2011)。

隨著研究的不斷推進，現有研究不再侷限於語音的產出，而是從感知、產出的角度，有針對性地討論漢語擦音、塞擦音的習得(梅麗, 2009；史靜兒, 2013；曾麗紅, 2018)。梅麗(2011)考察了泰國留學生漢語擦音、塞擦音和泰語擦音、塞擦音的知覺同化與範疇區分，認為 $c/ts^h/$ 、 $ch/tʂ^h/$ 是泰國留學生最容易區分的音， $s/s/$ 和 $sh/ʃ/$ 是泰國留學生難以區分的音。鄭蘇梅(2019)從泰國漢語學習者習得 $ch/tʂ^h/$ 和 $sh/ʃ/$ 的錯誤頻次作為研究的切入點，討論了輸入、輸出對泰國學生漢語水平的影響。曾麗紅(2018)設計語音產出實驗，對比漢語、泰語塞擦音和擦音的相同和相異，認為泰國留學生習得塞擦音的重難點較多，擦音的問題主要集中於舌尖中音。

現有泰國留學生漢語擦音、塞擦音的習得研究較漢語聲調習得、漢語前後鼻音韻母的習得研究先進，已有不少研究同時從感知、產出綜合討論泰國留學生習得漢語擦音、塞擦音。只是這些研究的實驗材料基本以單字為主，很少涉及詞語。所以，在泰國留學生擦音與塞擦音的實驗裡(平舌音與翹舌音)，我們分別設計了平平組合詞、平翹組合詞、

翹平組合詞、翹翹組合詞，從感知和產出的角度討論影響感知、產出結果的影響因素，及泰國留學生感知和產出漢語擦音、塞擦音是否存在關係、影響因素是否同步等問題。

第四節 研究假設

通過對泰國留學生漢語語音習得的回顧，我們認為現有研究的確存在一些局限。比如，很少有研究者考慮語流對泰國留學生產出漢語聲調的影響；從感知與產出的角度討論漢語前後鼻音韻母、平翹舌音組合詞的習得是現有泰國留學生漢語語音習得研究的空白。以下，我們將圍繞泰國留學生漢語語音習得的重難點提出研究假設。

一、假設：語境會影響泰國留學生漢語聲調的產出

根據現有文獻的記載，漢語聲調在語流的影響下會產生各種複雜的變化(林茂燦和顏景助, 1994)，泰語聲調也是如此(Thepboriruk, 2010)。那麼泰國留學生在不同語境下產出的漢語聲調，是否也會受到語流的影響而發生變化呢？根據我們對現有泰國留學生漢語聲調習得研究的回顧，蔡整瑩和曹文(2002)、王豔和張鵬(2013)、易斌、吳永明和阿麗達(2012)、杜豔麗和劉宗豔(2017)等先後討論了泰國留學生產出漢語單字調的情況，並得出了近乎一致的結論：陰平接近，陽平拖沓，上聲拐點不明顯，去聲高且長。換言之，現有泰國留學生漢語聲調習得關注的是單字調，並未考慮語境對漢語聲調的影響。上述分析引發了我們的思考：語境不同，泰國留學生產出的漢語聲調相同還是不同？如果我們邀請泰國留學生作為實驗組成員，漢語母語學生作為對照組成員，這兩組被試在不同語境下的聲調產出結果是否存在差異？影響泰國留學生漢語聲調產出結果的主要因素

有哪些？這些因素是如何影響被試的聲調產出的？圍繞上述研究問題，我們提出如下假設：語境不同，泰國留學生產出的漢語聲調也不同，泰國留學生產出漢語單字調的結果與現有研究的結論一致。

二、假設：泰國留學生感知和產出漢語前後鼻音韻母存在正相關關係

SLM 核心觀點是感知與產出關係密切(Flege, 1995; Flege & Bohn, 2021)，升級後的 SLM-r 提出了感知與產出存在部分同步的概念(Nagle & Baese-Berk, 2021)。根據上述理論，有研究者證實了感知與產出的確存在某種邏輯關係(Melnik-Leroy, 2021; 梅麗, 2009; 鄧丹, 2018)，更有研究者設計實驗跟蹤考察了被試在聽辨和朗讀時，感知和產出的關係是正相關的(Rallo & Romero, 2012; Jia et al. 2006)。而在泰國留學生漢語語音的習得領域，似乎很少有研究者重點關注感知與產出的關係問題。

圍繞 SLM 和 SLM-r，我們根據現有研究對感知和產出關係問題的普遍結果展開思考：泰國留學生感知和產出漢語前後鼻音韻母是否存在關係？影響泰國留學生感知和產出的因素是否相同？感知和產出是否存在關係？存在什麼樣的關係？在上述研究問題的引導下，我們提出如下假設：感知與產出存在正相關的關係，影響感知的因素與影響產出的因素相同。本研究的第三章將從感知和產出的角度，解決泰國留學生和漢語母語學生在感知、產出上的差異、以及影響感知和產出正確率的決定性因素等問題，驗證上述假設是否正確。

三、假設：泰國留學生感知和產出四組平翹舌音組合詞存在正相關關係

感知和產出的關係問題是近年來 L2 語音習得領域的焦點問題。SLM-r 在 SLM 的基礎上修正了感知和產出關係的問題，重點討論了感知與產出的部分同步原則(Flege & Bohn, 2021)，這些研究者還通過實驗證實了感知與產出存在正相關的關係(鄧丹, 2018；Jia et al. 2006)。在泰國留學生漢語語音習得的領域，研究者始終未對感知和產出的關係問題展開討論。雖然一些研究者有針對性地討論了泰國留學生習得漢語輔音的重難點問題，並得出了近乎一致的結論——z/ts/、zh/tʂ/、c/tsʰ/、ch/tʂʰ/、s/s/和 sh/ʃ/ (李紅印, 1995；蔡整瑩和曹文, 2002；梅麗, 2011)，但是討論內容幾乎與感知和產出的關係問題無關。於是，我們嘗試以泰國留學生習得漢語平翹舌音組合詞為研究方向，討論感知和產出的關係問題：泰國留學生在辨認和朗讀相同組合規律的平翹舌音組合詞時，感知和產出結果是否存在關係？存在什麼樣的關係？影響泰國留學生感知和產出的因素是否相同？

圍繞上述研究問題，我們提出如下假設：泰國留學生在感知和產出漢語平翹舌音組合詞時，感知與產出存在正相關的關係。本研究第四章將以泰國留學生、漢語母語學生為研究對象，從感知和產出漢語平翹舌音組合詞的角度，討論感知與產出的關係問題。

第二章 不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗

在實際發音中，單字調會受到語調多層級的影響(王安紅, 2006)。也就是說，在實際交際中，語流會影響目標字或目標詞的聲調發音(王建華, 2020)。在 L2 漢語聲調的習得研究中，研究者從未停止對留學生漢語聲調習得的探討。但現有研究似乎容易忽略語流對聲調的影響，傾向於考察留學生習得漢語單字調的情況，這在泰國留學生 L2 漢語聲調習得的研究中表現地更為明顯。在此背景下，將目標字置於承載句，考察泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的情況，似乎可以彌補現有泰國留學生 L2 漢語聲調產出研究的空白。於是我們設計了泰國留學生在不同句際語境下的漢語聲調產出實驗，主要考察泰國留學生在目標字句首、目標字句中、目標字句末三種語境，以及目標字單字情況下產出漢語聲調的錯誤。

第一節 研究方法

一、研究對象

本著科學與研究的原則，本實驗分別邀請了十二名母語為泰語、漢語為 L2 的泰國留學生作為實驗組成員²，邀請了十二名漢語母語的播音主持專業的中國大學生作為對照組成員³。為了盡量避免年齡、性別、語言背景等因素對實驗結果的影響(Li et al., 2006)，

² 作為實驗組的 12 名泰國留學生被試均來自泰國中部地區，講標準泰語。

³ 作為對照組的 12 名漢語母語學生均來自我國北方地區，且均參加過普通話水平測試。

我們在邀請實驗組、對照組參加測試之前，先向目標被試派發語言背景調查問卷⁴，而後根據收回的調查問卷盡量控制實驗組、對照組的性別、年齡和語言背景在同一水平：實驗組由 6 名泰國女生、6 名泰國男生組成，年齡區間是 19-28 歲，HSK⁵成績在中高級水平，抵達我國並開始學習漢語的時間誤差在一年以內，每週的漢語課程在 4-6 節之間；對照組由 6 名漢語母語女生、6 名漢語母語男生組成，他們是播音主持專業的大學生，年齡區間是 19-28 歲，均出生且成長自中國的北方地區，普通話水平測試⁶成績在一級乙等以上。實驗組和對照組兩組參與者語言、心理、精神均正常，沒有語言障礙、精神障礙、心理障礙等的相關報告。

⁴ 語言背景的調查問卷設計，參考 Li, et al. (2006)。

⁵ HSK 是“漢語水平考試”的縮寫，是一項評估母語非漢語者(包括外國人、華僑、華裔和少數民族考生)的漢語水平而設立的一項國際漢語能力標準化考試。HSK 分為六個等級，一級為初級水平，六級為高級水平。

⁶ 普通話水平測試是由中華人民共和國教育部制定的一項官方普通話口語測試，主要面向以漢語為母語的人。該測試分為三級六等，即一、二、三級，每個級別再分出甲乙兩個等次；一級甲等為最高(國家和省級廣播電視節目主持人必須達到的等級，正確率為 97%或以上)，三級乙等為最低。一級乙等的正確率在 92%-96.99%之間，即總失分率在 8%以內。通過一級乙等考試的人可以被視為標準漢語母語的人。

二、實驗材料設計

實驗材料節選自張凌、石柳《普通話語音測試問卷》(Zhang & Shi, 2020)，以最小對立體(minimal pairs)⁷作為實驗材料的設計理念。如下所示，將三組不同的目標音節與四個漢語聲調排列組合，得到了 4 個音節/組*3 組=12 個目標音節：

- (1) “fū” 組: 夫 fū (丈夫) 扶 fú (用手支撐) 腐 fǔ (腐爛變質) 父 fù (父親)
- (2) “yī” 組: 医 yī (醫生) 姨 yí (母親的姐妹) 椅 yǐ (椅子) 意 yì (意思，願望)
- (3) “fēn” 組: 分 fēn (區分) 墳 fén (墳墓、墓穴) 粉 fěn (麵粉) 奮 fèn (鼓起勁兒，振作)

為了更全面地考察泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的情況，這 12 個目標音節不僅會單獨存在以考察單字調的產出情況，還需要分別被置於句末、句中、句首三種不同語境，成為三組帶有目標字的目標句。以其中一個目標音節“醫”為例，我們分別得到了單字“醫”、“醫位於句首”、“醫位於句中”、“醫位於句末”的四種情況。具體示例如下：

1. 目標單字：“醫”
2. 目標字“醫”位於句末：這張圖畫的是醫。
3. 目標字“醫”位於句中：這張是醫字的圖畫。
4. 目標字“醫”位於句首：醫字的圖畫是這一張。

⁷相對的一組字或者一組詞，音位、聲調、時位等只有一處不同而造成的意義上的區別。這組字或者這組詞就是最小對立(Maye & Gerken, 2000)。

其他 11 組目標字也分別按照單字調、目標字位於句末、目標字位於句中、目標字位於句首四種不同語境進行整理，總共得到了 12 個目標字，36 個目標句。這 4 種不同語境的 12 個目標字、36 個目標句組成了“不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗材料”(參見附錄一)。實驗開始時，實驗組、對照組被試需要按照題號大聲朗讀試卷上的內容，並全程使用專業錄音設備進行錄音。

三、實驗程序和錄音設置

不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗包含一項內容，即朗讀測試。為保證被試朗讀內容的有效性、收回錄音的安全性，每一位被試都被要求每個目標詞、目標句讀兩遍(只是我們在進行數據分析時，會盡量選取最清晰的一遍錄音進行數據分析)。但由於時間的關係，該實驗暫時未設置重複實驗以討論泰國留學生在不同語境下的聲調產出，所以我們必須承認這是一個侷限。實驗開始時，被試被要求用正常語速大聲朗讀語音測試卷上的內容。測試過程中，如果被試有意識地察覺到自己的發音錯誤，可以自我糾正。如果被試並未察覺到自己的發音錯誤，實驗人員則不允許提醒、打斷被試。實驗全程，實驗人員僅需要安靜地坐在一旁使用錄音設備記錄實驗全程即可。

實驗全程使用 Marantz PMD620 專業手持數字錄音設備和 Sennheiser e845-s 麥克風進行錄音。麥克風設置在單聲道，採樣率為 44100Hz；分辨率為 16，每一位被試結束實驗之後，實驗人員都需要單獨保存該段錄音，後續轉存至電腦，並以 wav 的格式保存。

四、數據分析

實驗結束後，需要對錄音進行處理。第一個步驟是使用 Audacity 軟件進行數據剪切，於是我們得到了 $2*12*12*4$ 個音段⁸。而後，需要分別按照國別(泰國或中國)、實驗編號(按照參加實驗的先後順序)、題號，對 1152 個音段命名。比如，泰國留學生陳 XX 是實驗組成員，是第三個參加實驗的，所以陳 XX 第 5 題的編號就是 Th0305ma1；對照組學生王 XX，是第六個參加實驗的，那麼第 12 題的編號是 Ch0612yi2...以此類推。完成錄音的剪切與命名工作後，便進入下一個環節——聲學數據的測量。我們以 Praat⁹作為測量工具，對每位被試提交對錄音材料進行聲調的標註。必須說明的是，在進行數據測量時，為了從整體上比較對照組、實驗組的產出數據，我們討論的是兩組被試的均值。

(一) 聲調的聲學參數。於聲調而言，音高和持續時間是研究者廣泛測量和討論的兩個重要參數(Xu, 1997)。在測量聲調之前，我們首先要明確音高(pitch)和持續時間(duration)的概念。音高是指聲音震動的頻率，是一種感知屬性，允許聲音在頻率相關的範圍內從低到高排列(Klapuri & Davy, 2006)。頻率決定音高，二者存在正相關的關係(Boyer et al., 2006；林燾和王理嘉, 2013)；頻率高，音高也高，頻率低，音高也低。基頻(f_0)是物理術語。與音高相比，基頻是客觀的、定量的，容易測量和觀察的(Boersma & Weenink, 2018)。所以使用聲學測量的方法分析聲調，往往需要測量基頻 f_0 。

⁸ 這裏的 $2*12*12*4$ 個音段是指，2 組被試*12 名被試*12 個音段*4 個不同語境，共剪切出 1152 個音段。

⁹ Praat(全稱 doing phonetics by computer)是一種對數字化語音信號進行語音分析、語音合成的計算機軟件。是目前最容易上手、使用受眾最廣的實驗語音學分析軟件之一。設計者是 Paul Boersma & David Weenink(2018)，來自阿姆斯特丹大學語音科學研究所。

持續時間也是一項重要的聲學參數。該參數的測量依然借助聲學分析軟件 Praat 進行，除此之外還要計算實驗組、對照組在不同語境下產出漢語聲調的平均持續時間(時間單位：毫秒/ms)。

(二)聲學測量。在聲調的研究中，相對音高(relative pitch)的概念被廣泛提及，使用比較的方法可以確定目標音高的變化形式與幅度，從而確立相對音高(黃伯榮, 2007)。本研究使用 Praat 軟件對 f_0 進行聲學測量。為簡化 Praat 的測量過程，我們在聲學數據測量時選擇了“0FormantPro.praat”作為研究的測量工具，“0FormantPro.praat”可以同時自動收集共振峰和時長的聲學數據 (Xu, 2013)。對於每個目標音節，我們將按照總體持續時間的 10%分段測量 f_0 的值(單位 Hz)。在此之前，我們要確保用於測量聲調的腳本¹⁰能夠正確運行。之後會把剪切好的錄音導入 Praat 軟件介面，根據語圖上顯示的藍色脈衝對照聲調走勢圖截取不同語境下被試的聲調範圍，並在聲調圖裡對截取的聲調進行標注。兩組被試的聲調數據將會自動保存至文檔，通過電腦的“複製-粘貼”功能將數據導入 Excel 表格中進行轉換。值得注意的是，在 Praat 自動追蹤音高的過程中，有可能會出現追蹤偏差——即藍色脈衝不完整或錯誤的現象。為了保證截取的藍色脈衝能夠完整顯示目標聲調，我們需要補充藍色脈衝。具體操作方法是按照波峰-波谷的規律補充藍色脈衝：同時按住鍵盤上的 control 鍵和 P 鍵，藍色脈衝就會一條一條被補齊而 Praat 追蹤錯誤的藍色脈衝，需要同時按住 control 鍵、alt 鍵和 P 鍵刪除不需要的藍色脈衝，並進行添加即可。

¹⁰ 即 script，一項編程命令，是使用 Praat 測量聲學數據時必須要使用的腳本命令。

在確定相對音高之前，需要對數據進行歸一化處理，將基頻轉化為 Z-Score¹¹。Z-Score 可以有效避免不同被試音高差異對數據結果的影響，是將數據進行歸一化處理的有效方法。通常情況下，測量基頻、使用 Z-Score 對數據進行歸一化處理、繪圖，是聲調聲學分析必不可少的步驟。當完成 f_0 數據的收集後，我們會根據以下公式將 f_0 的原始數據轉化為所需要的數據，即半音(簡稱 ST，是 f_0 對數尺度的轉換)。轉換公式(朱曉農，2005)如下所示：

$$f_{ST} = \frac{12}{\log_{10} 2} \log_{10} \frac{f_{Hz}}{100} .$$

由於不同說話人的音域不同(尤其是男性和女性的音色具有顯著差異)，為了規範個體差異，我們還會將半音音高進一步轉化為 Z 分數(Jassem, 1971; Rose, 1987; 朱曉農, 2005)。換算公式為：

$$z_i = \frac{f_{STi} - m}{s},$$

z_i 代表第 i 點的 Z 分數， f_{STi} 表示音高 i 點的半音值， m 表示某一參與者樣本中(包括單字、組合句子中的目標字的所有音高點)所有音高點的平均值， s 表示標準差。實際上，Z 分數根據不同參與者的不同音域的相對高度定位目標音高點(這是一種相對音高，使個體的絕對聲域差異正常化)。經過歸一化處理之後，我們可以對每個目標音節

¹¹ Z-Score 也稱作標準分數(standard score)，是一種將數據標準化的方法。Z-Score 反應了某一個體在空間中的相對分布，通過 Z-Score 的計算，不同個體的絕對音高變化被統一歸類處理(朱曉農，2005)。

的每個持續時間點(0%、10%、20%...90%、100%)進行進一步計算(如 Z 分數中的平均音高值)。

對於聲調持續時間的轉換，尤其是目標字位於不同語境的句子，默認每組最長聲調的平均持續時間為 100%，其餘聲調平均持續時間的百分比作為歸一化時間。所有的音高轉換(從 f_0 到 Z 分數)和平均值計算都使用 Microsoft Excel 進行。最後，Z-score 和持續時間的最終平均值會導出到軟件 OriginPro¹² (版本 2018b)繪製聲調圖。其中，以歸一化時間為 x 軸，平均 Z-score 為 y 軸。

第二節 結果討論

一、對漢語聲調產出結果的統計學分析

如前文所述，我們通過 Praat 軟件測量了泰國留學生、漢語母語學生的發音持續時間和音高兩項聲學參數，並通過 OriginPro 繪製了兩組學生在不同語境下產出的漢語聲調圖(如圖 9 所示)。在對不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調的情況展開討論之前，我們需要首先明確泰國留學生、漢語母語學生是否會影響聲調的產出結果，同時討論影響產出結果的主要因素。於是我們使用 R¹³軟件，lme4、lmer¹⁴軟件包構建廣義線性回歸模型(glm)與混合效應模型。其中發音時長、基頻是因變量，組別(泰國留學生、漢語母語學生)、語境(目標字單字、目標字句中、目標字句末、目標字句首)、聲調

¹² OriginPro 是由 OriginLab 公司開發的科學繪圖、數據分析軟件，支持各種 2D、3D 圖形的繪製。

¹³ R 是由 JJ Allaire 公司開發的用於數據處理、統計分析和繪圖的軟件。

¹⁴ 這兩個軟件包是由 Bates et al. (2015)開發的，適用於混合效應線性模型的數據處理軟件程序。

類型(T1、T2、T3、T4)是自變量。我們使用邏輯斯蒂回歸的方法討論組別在發音持續時間、基頻、聲調、語境之間是否存在差異，以及組別是否會影響上述因素。表 4 顯示了泰國留學生、漢語母語學生兩個組別在發音持續時間上存在差異，且組別這一因素會對發音持續時間產生影響($p=0.023^*$)；該模型還顯示，泰國留學生、漢語母語學生不會對基頻、語境、聲調類型產生影響。

表 4 泰國留學生、漢語母語學生在不同因素的差異

	Estimate	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.141	0.010	14.659	<0.001***
發音持續時間	-0.014	0.0061	-2.291	0.023*
基頻	-0.017	0.0345	-0.497	0.619
語境	0.000	0.065	0.000	1.000
聲調類型	1.18E-15	6.46E-02	0	1

注： *Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$$p<0.05^*, p<0.01^{**}, p<0.001^{***}$$

而後，我們將發音持續時間、基頻作為要解釋的變量，將組別作為隨機效應，將語境、聲調類型作為固定效應，構建混合效應的線性回歸模型，討論上述因素是否會影響發音持續時間與基頻，以及上述因素是否會對持續時間、基頻產生交互影響。必須說明的是，我們選擇以“目標字單字”語境、T4 作為參考水平。混合效應的線性回歸分析結果如表 5、表 6 所示，首先語境與發音持續時間有非常顯著的關係，會對發音持續時間產生影響，並且不同語境之間存在顯著性差異($p<0.001^{***}$)；聲調類型與發音持續時間呈現顯著關係，會對發音持續時間產生影響，且不同聲調類型之間存在顯著性差異(p

=0.005**); 語境和聲調對發音持續時間不存在交互作用。其次, 語境、聲調類型均不會影響被試產出的基頻值, 語境和聲調類型對基頻值也不存在交互作用的影響(表 6)。

表 5 語境、聲調對發音持續時間的影響

	<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.209	0.017	182.272	12.052	<0.001***
語境	-0.027	0.006	382	-4.342	<0.001***
聲調	-0.017	0.006	382	-2.826	0.005**
Interaction 語境:聲調	0.003	0.002	382	1.533	0.126

注: *Est.*=估計值; *SE*=標準誤差; *t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

表 6 語境、聲調對基頻對影響

	<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	176.034	18.773	382	9.377	<0.001***
語境	7.316	6.855	382	1.067	0.287
聲調	4.026	6.855	382	0.587	0.557
Interaction 語境:聲調	-1.02	2.503	382	-0.408	0.684

注: *Est.*=估計值; *SE*=標準誤差; *t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

結合上述分析可知, 發音持續時間、音高的影響因素不同。組別、語境、聲調類型會影響發音持續時間, 音高只受組別的影響。如圖 7、圖 8 所示, 我們分別繪製了泰國留學生、漢語母語學生在不同語境、不同聲調類型下的發音持續時間與基頻的柱狀圖。為方便觀察, 我們將發音持續時間的單位毫秒(ms)換算成秒(s)。由圖 7 可以觀察到泰國留學生、漢語母語學生在不同語境下的差異。整體上看, 兩組被試產出的漢語聲調發音

持續時間的確存在差異：泰國留學生產出漢語聲調的持續時間大部分都比漢語母語學生產出漢語聲調的時間長，只有在產出漢語單字調的 T2、T3，漢語目標字句末的 T2、T3 時，漢語母語學生的發音持續時間長於泰國留學生。

圖 7 泰國留學生、漢語母語學生不同語境下漢語聲調的平均時長

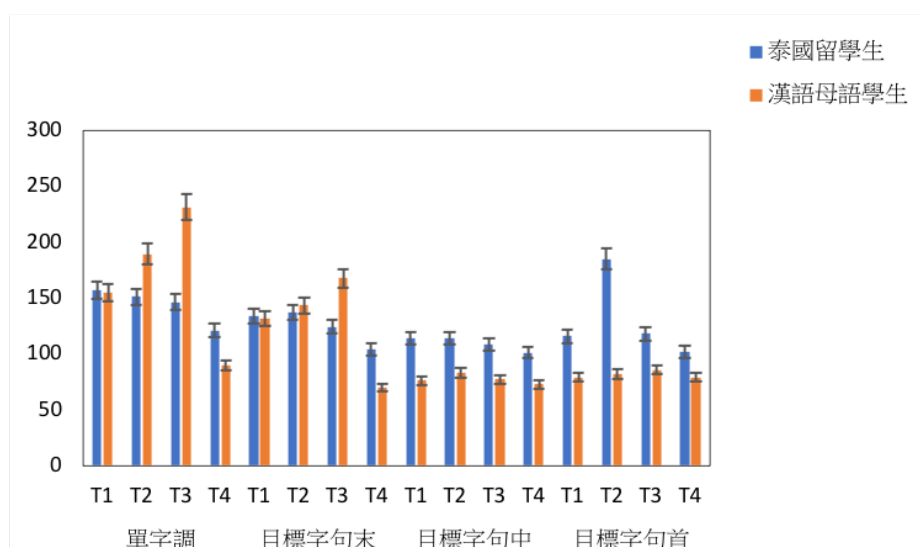


圖 8 泰國留學生、漢語母語學生不同語境下漢語聲調的平均基頻值

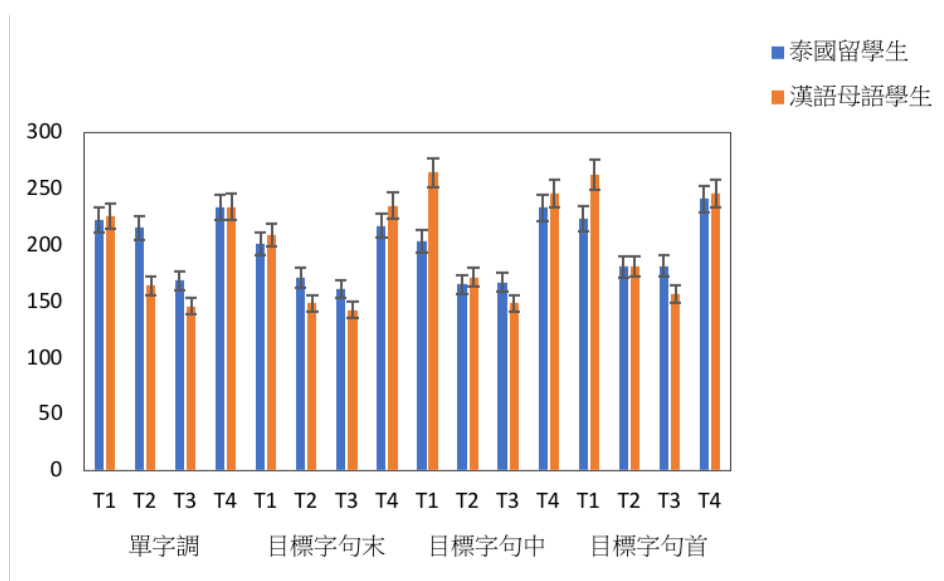


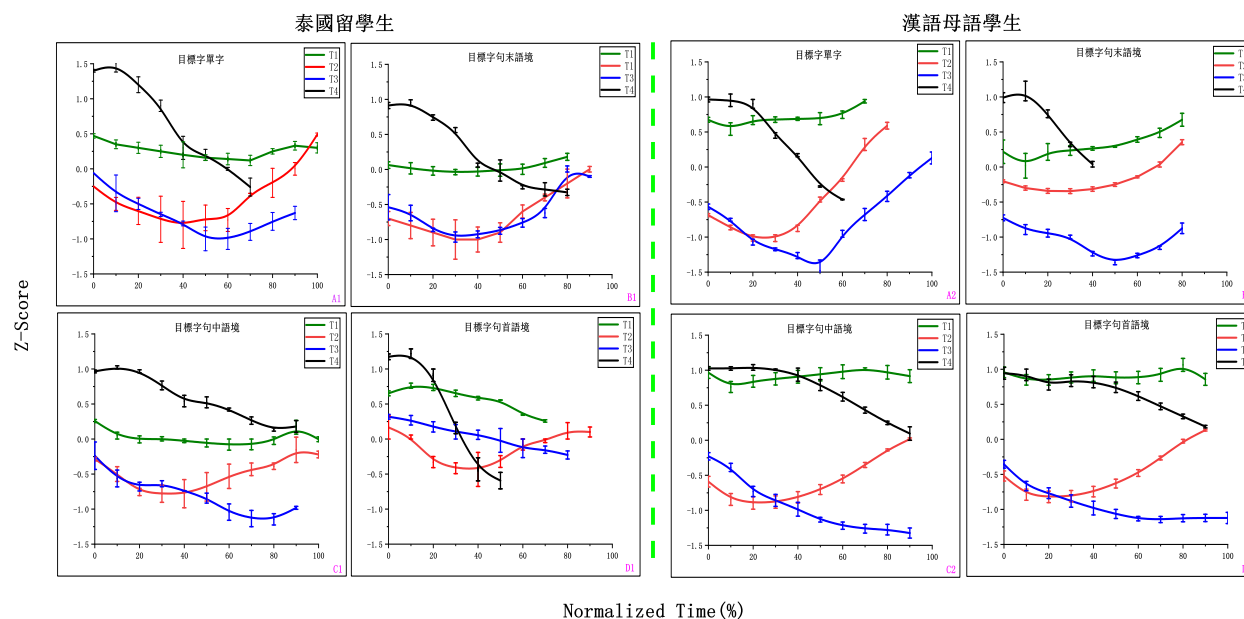
圖 8 是泰國留學生、漢語母語學生在不同語境下、不同聲調時產出的漢語聲調基頻值。泰國留學生在產出目標字句末 T1、T4，目標字句中 T1、T2、T4，目標字句首 T1、T4 時，基頻值均低於漢語母語學生；其他情況下泰國留學生產出的漢語聲調基頻值均高於漢語母語學生。

上述分析表明，受到組別的影響，泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調的持續時間存在較大差異，且分別表明了泰國留學生、漢語母語學生的漢語水平與他們的語言背景相符；不同語境、不同聲調類型是影響聲調持續時間的重要因素，音高反而不會受到語境、聲調類型的影響，只與組別有關。當然，這只是從統計學角度對不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出的漢語聲調做出的初步判斷，根據現有錄音，我們分別繪製了不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調的語圖，嘗試驗證統計分析結果。

二、不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的模式概述

圖 9 分別顯示了實驗組(數據來自 L2 漢語的泰國學生)和對照組(漢語母語學生)在目標字單字(A1 和 A2)、目標字句末(B1 和 B2)、目標字句中(C1 和 C2)、目標字句首(D2 和 D2)語境下產出漢語聲調的情況。這些圖可以看作是實驗組和對照組產出漢語聲調模式和聲調輪廓的概括。為了更加清晰地顯示每一個聲調的音高輪廓，在使用 OriginPro 軟件繪製漢語聲調圖時，我們調整了所有圖表中 Z-score 範圍，使之在-1.65~1.55 之間。

圖 9 不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出的漢語聲調輪廓

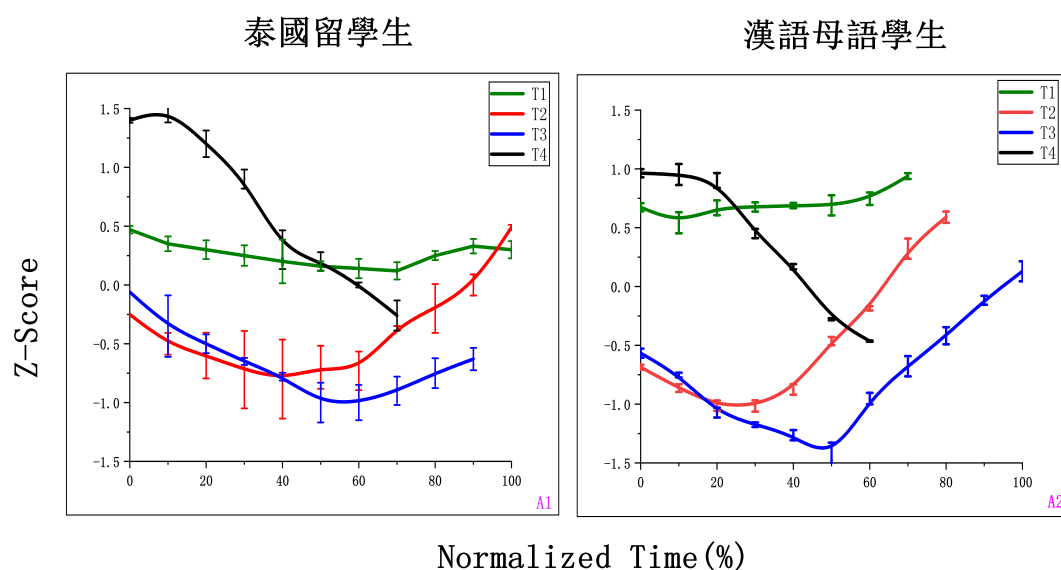


整體上看，泰國留學生在不同語境下產出的漢語聲調輪廓基本正確。但是對比漢語母語學生產出的漢語聲調可以發現一些規律：發音持續時間因組別不同、語境不同、聲調類型不同而存在差異；泰國留學生、不同語境、相同聲調時，聲調的音高差異不大，相同語境的不同組別(泰國留學生組、漢語母語學生組)反而會存在音高差異。上述分析驗證了廣義線性回歸模型、混合效應線性回歸模型的結果，從聲調語圖的角度闡明了前文統計分析的正確性。不可否認的是，泰國留學生產出的漢語聲調相比漢語母語學生仍然存在很多細小的錯誤：作為漢語中高級水平的泰國留學生，雖然已經基本掌握了漢語四個聲調的發音方法，但從細節上看，尤其是音域、發音持續時間，都與標準漢語聲調的發音存在些許差異。以下，將分別對比相同語境、不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出的漢語聲調模式與聲調輪廓，圍繞音高、持續時間這兩個重要的聲學參數進行重點探討。

三、相同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調模式的討論

本節將對比實驗組、對照組在同一語境下的數據，以便更加直觀地討論兩個組別在相同語境下產出漢語聲調的具體差異。圖 10、圖 11、圖 12、圖 13 分別顯示了泰國留學生、漢語母語學生在目標字單字、目標字句末、目標字句中、目標字句首不同語境下產出的漢語聲調情況。整體上看，泰國留學生產出的漢語聲調相比漢語母語學生產出的漢語聲調音域更高，聲調起點也更高，但是整體音域範圍卻較窄。

圖 10 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語單字調的輪廓



由圖 10 可知，泰國留學生與漢語標準漢語學生產出的漢語聲調相比，有異也有同：

- (1) 泰國留學生產出 T1(漢語第一聲調，即 Tone 1，用 T1 表示)和漢語母語學生產出 T1 的整體輪廓相似；泰國留學生產出 T1 的發音持續時間比漢語母語學生產出 T1 的發音持續時間長；
- (2) 泰國留學生產出 T2(漢語第二聲調，即 Tone 2，用 T2 表示)的持續時間

仍然比漢語母語學生產出 T2 的持續時間長；(3)漢語聲調 T3(漢語第三聲調，即 Tone 3，用 T3 表示)如漢語母語學生產出漢語聲調的輪廓圖所示，應當是先下降、後上升；而泰國留學生產出的 T3，雖然前半段是音域範圍內的下降曲線，但後半段的上升曲線非常短；且 T3 的終點也顯著低於漢語母語學生產出 T3 的終點；從持續時間這一參數來看，泰國留學生產出 T3 的持續時間明顯短於漢語母語學生產出 T3 的持續時間 ($285\text{ms} < 462\text{ms}$)；(4)泰國留學生產出 T4(漢語第四聲調，即 Tone 4，用 T4 表示)的起點高於漢語母語學生，且持續時間更長($234\text{ms} > 179\text{ms}$)。

圖 11 目標字句末語境下泰國留學生、漢語母語學生的漢語聲調輪廓

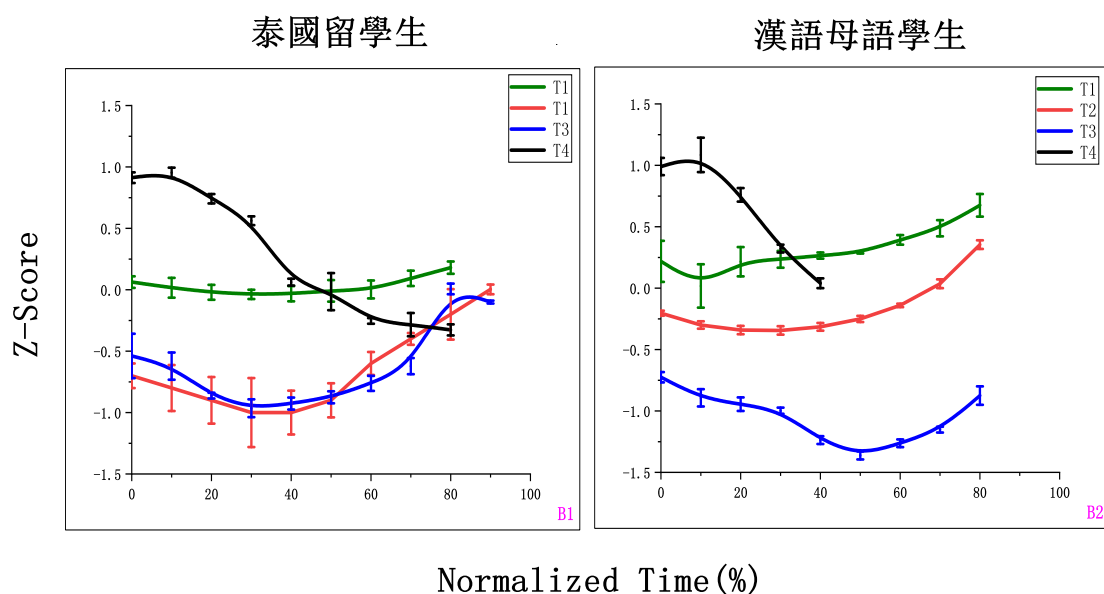


圖 11 展示了實驗組、對照組在目標字句末語境下產出漢語四個聲調的情況。與漢語母語學生相比，泰國留學生在目標字句末語境下產出的漢語聲調具有以下特點：(1)泰國留學生、漢語母語學生產出 T1 的聲調輪廓、發音持續時間、音域基本類似；(2)泰國留學生產出 T2 的幅度比漢語母語學生產出 T2 的幅度更明顯且起點更低，但發音重點

位置接近；T2 的發音持續時間相對漢語母語學生長；(3)泰國留學生產出 T3 的整體輪廓較漢語母語學生產出 T3 的整體輪廓曲折，且音域整體也較高，泰國留學生產出 T3 的持續時間比漢語母語學生長；(4)泰國學生產出 T4 的曲線較漢語母語學生產出 T4 的曲線在下降時的坡度更緩，持續時間明顯長於漢語母語學生 T4 的持續時間(199ms<139ms)。

圖 12 目標字句中語境下泰國留學生、漢語母語學生的漢語聲調輪廓

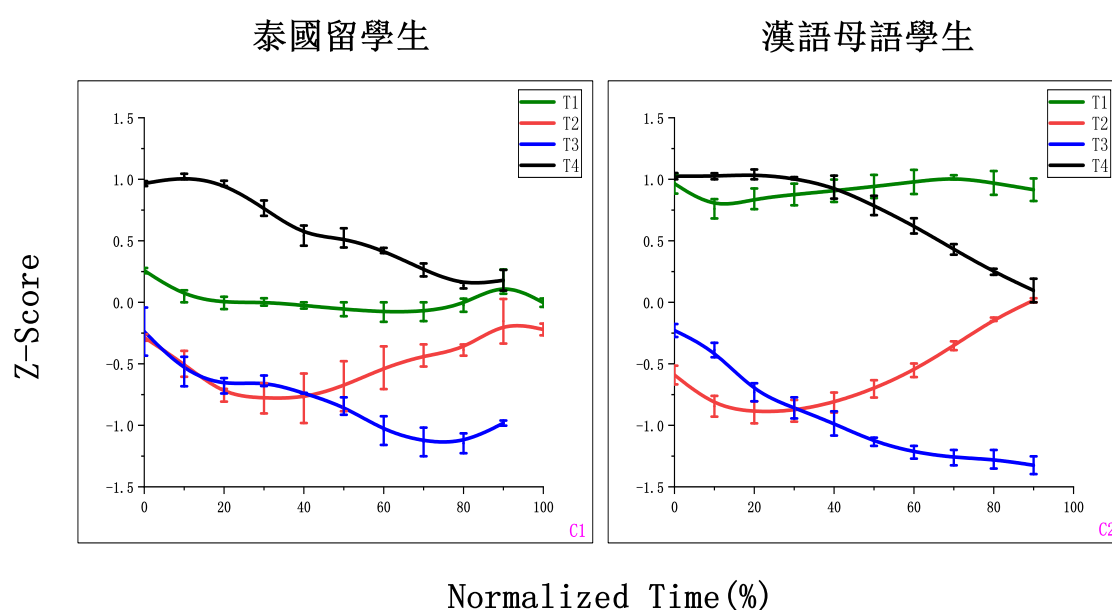
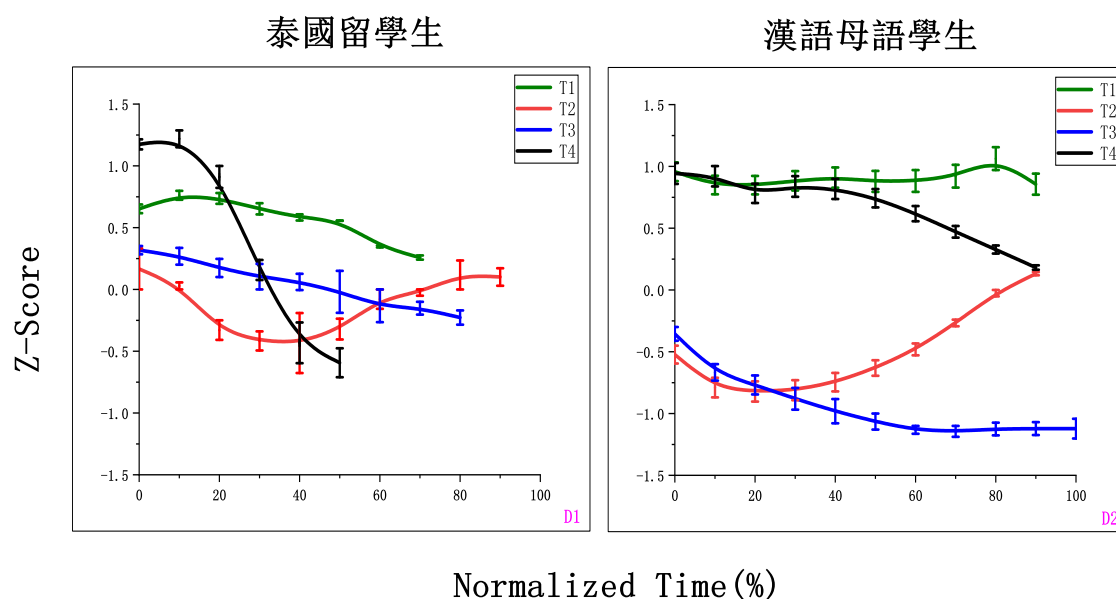


圖 12 顯示了泰國留學生、漢語母語學生在目標字位於句中語境下產出漢語聲調的情況。泰國留學生產出漢語聲調的模式有如下特點：(1)T1 的音域比漢語母語學生產出 T1 的音域低很多，且持續時間長；(2)泰國留學生產出 T2 的音域相比漢語母語學生產出 T2 的音域稍微低一些，發音終點接近；發音持續時間卻比漢語母語學生產出 T2 的發音持續時間長；(3)泰國留學生產出 T3 的起點相比漢語母語學生產出 T3 的起點高一些，且持續時間長(198ms>154ms)；(4)泰國留學生產出 T4 的輪廓與漢語母語學生產出

T4 的輪廓相似，起始點、終點也與漢語母語學生產出 T4 的起始點、終點接近，只是持續時間較漢語母語學生產出 T4 的持續時間長($192\text{ms}>151\text{ms}$)。

圖 13 目標字句首語境下泰國留學生、漢語母語學生的漢語聲調輪廓



如圖 13 所示，在目標字句首的語境下，泰國留學生產出漢語四個聲調的模式具備熱下特點：(1)泰國留學生產出 T1 的平均起點較低、整體音域範圍也較低，且 T1 的整體持續時間比漢語母語學生產出 T1 的持續時間稍短($158\text{ms}<140\text{ms}$)；(2)泰國留學生產出 T2 的整體音域範圍相比漢語母語學生產出 T2 的音域範圍較窄、較高，且持續時間短($163\text{ms}<375\text{ms}$)；(3)泰國留學生產出 T3 的音域比漢語母語學生產出 T3 的整體音域高，起點、終點也比漢語母語學生產出 T3 的起點、終點高，且持續時間長($244\text{ms}>171\text{ms}$)；(4)泰國留學生產出 T4 曲線的下降幅度相比漢語母語學生產出 T4 曲線的下降幅度更大，T4 的整體持續時間也相對較長($206\text{ms}>157\text{ms}$)。

通過對比泰國留學生、漢語母語學生在不同語境下產出漢語聲調的情況可知，泰國留學生、漢語母語學生在不同語境下產出的漢語聲調模式不同。單字調的準確與否當然可以作為判斷泰國留學生漢語聲調發音是否準確的證據，但不是唯一證據。換言之，對泰國留學生產出漢語聲調的討論，僅僅關注單字調是不夠的，而更應當考慮不同語境。

四、不同語境下泰國留學生產出漢語聲調類型的特點與共性

圖 9 是泰國留學生、漢語母語學生在不同語境下產出漢語四個聲調的可視化聲調走勢圖。本節，將圍繞音高、輪廓、持續時間等重要參數討論不同語境下泰國留學生、漢語母語學生產出漢語四個聲調的具體情況。如圖 9 所示，A1 和 B1 是泰國留學生在目標字單字、目標字句末語境下產出漢語四個聲調的情況，A2 和 B2 是漢語母語學生在目標字單字、目標字句末語境下產出漢語四個聲調的情況；C1 和 D1 是泰國留學生在目標字句中、目標字句首語境下產出漢語四個聲調的情況，C2 和 D2 是漢語母語學生在目標字句中、目標字句首語境下產出漢語四個聲調的情況。對比 A1 和 B1、A2 和 B2，在目標字單字、目標字位於句末的語境下，泰國留學生產出 T1 的音高和持續時間總是比漢語母語學生的發音持續時間長，但產出 T1 的音域比漢語母語學生產出的音域低。對比 C1 和 D1、C2 和 D2，在目標字句中、目標字句首語境下，泰國留學生產出 T1 與漢語母語學生存在較大差異：(1)泰國留學生產出 T1 的音域明顯比標準漢語母語學生產出 T1 的音域低；(2)泰國留學生產出 T1 的持續時間也明顯比漢語母語學生產出 T1 的持續時間長。

接下來對比泰國留學生、漢語母語學生在不同語境下產出 T2 的情況。(1)如圖 9 的 B1、B2 所示，在目標字句末語境下，泰國留學生產出 T2 的上升幅度比漢語母語學生產出 T2 的上升幅度更小、坡度更緩，但持續時間更長；(2)如圖 9 的 C1、D1、C2、D2 所示，在目標字句中語境下，泰國留學生產出的 T2 音域與漢語母語學生產出 T2 的音域接近，只是發音時長比漢語母語學生產出 T2 的發音時長長；在目標字句首語境下，泰國留學生產出 T2 的音域更高，發音持續時間接近。

不同語境下，泰國留學生產出 T3 的情況更加複雜。所以在描述泰國留學生產出 T3 之前，需要先了解標準漢語 T3 的變調情況。張凌(2019)總結了漢語聲調 T3 的三種變調現象，其中兩種變調情況如下：當目標字單字調、目標字位於句末語境下，T3 的輪廓先下降後上升，調值記為 214；如果 T3 所在的音節後面仍有其他音節(如目標字句首、目標字句中語境)，且後接音節的聲調為 T1 或 T2 或 T4 時，T3 只有前半段，無後半段，且調值為 21。我們先來觀察漢語母語學生在不同語境下產出 T3 的情況。如圖 9 的 A2、B2 所示，漢語母語學生在目標字單字、目標字句末語境下產出的 T3 是先下降後上升，並且存在拐點的；如圖 9 中 C2、D2 所示，漢語母語學生在目標字句中、目標字句首語境下，T3 的聲調輪廓只有下降部分，沒有後半段的上升部分；不同語境下漢語 T3 聲調的變化結果在本研究中得到驗證(Zhang, 2019)。

在目標字句中、目標字句首語境下(如圖 9 的 C1、D1 所示)，泰國留學生產出 T3 的輪廓與漢語母語學生在目標字句中、目標字句首語境下(如圖 9 的 C2、D2 所示)產出 T3 的輪廓類似，均表現為半上聲——即調值為 21 的降調；泰國留學生在目標字句中、目

標字句首語境下，產出 T3 的音域和持續時間是較大的困難：相比漢語母語學生在以上兩種語境下產出 T3，泰國留學生產出 T3 的音域更高，且持續時間更長。如圖 9 的 A1，泰國留學生產出漢語單字調時，T3 的後半部分有輕微的上升；如圖 9 的 B1 所示，泰國留學生在目標字句末語境下產出 T3 的情況與漢語母語學生產出 T3 類似，都是降升調，但是泰國留學生產出 T3 的後半部分與漢語母語學生存在些許差異：上升幅度更大，結尾峰值也相對較高——這表明泰國留學生已經良好掌握了目標字句末語境的漢語 T3，從調形上看，泰國留學生產出的漢語 T3 似乎比漢語母語學生產出的漢語 T3 更準確。如 C1、D1 所示，在目標字位於句中、目標字位於句首的兩種語境下，泰國留學生產出 T3 的輪廓與漢語母語者相似，在聲調圖上均顯示為 T3 的前半段；但是音域和發音持續時間卻與漢語母語學生存在較大差異；在目標字單字、目標字位於句末語境下，泰國留學生產出 T3 的問題總是出現在後半段上升段：T3 後半段不能上升到足夠高度，也不能達到實際 T3 聲調結尾部分的頂值。由以上分析可知，泰國留學生在不同語境下產出 T3 的情況相當複雜，仍然需要加強目標字句中、目標字句首語境下漢語 T3 的練習。

不同語境下，泰國留學生產出 T4 和漢語母語學生產出 T4 的主要差異是音域和發音持續時間。首先比對五度標記法中描述的 T4 和本研究中對照組學生在不同語境下產出 T4 的輪廓和調域。五度標記法裡，明確規定了 T4 聲調的調值是 51，並定義漢語 T4 是一個從音域最高點急遽下降到最低點的聲調(Chao, 1930)。如圖 9 中 A2、B2、C2、D2，漢語母語學生在目標字單字、目標字句末、目標字句中、目標字句首語境下，產出 T4 的調值、調域、持續時間都與趙元任先生總結的漢語 T4 略有不同：整體上看，不同

語境下漢語母語學生產出 T4 的最低點並沒有達到音域最低點的位置，而是止於音域的中部。也就是說，T4 的實際調值不是 51，而是 53。這與 Xu(1997)通過聲學實驗測量得到的漢語 T4 發音現實接近，反而與五度標記法裡規定的標準漢語 T4 的輪廓、音域存在顯著差異。對於漢語母語學生而言，T4 是所有漢語聲調裡時長最短的聲調，且持續時間總是小於 180ms。而泰國留學生在不同語境下產出的 T4(如圖 9 的 A1、B1、C1、D1 所示)雖然也是泰國留學生產出所有漢語聲調時長最短的聲調，但整體持續時間卻總是比漢語母語學生產出 T4 的時長更長，甚至超過 180ms。

對比圖 9 的 A1、B1 和 A2、B2，在目標字單字、目標字句末語境下，泰國留學生產出 T4 的起點比漢語母語學生產出 T4 的起點稍高，但是泰國留學生產出 T4 聲調的終點卻低於漢語母語學生產出 T4 的終點；就 T4 的音域範圍而言，泰國留學生產出漢語 T4 比漢語母語者產出的 T4 更接近標準 T4。綜上所述，泰國留學生產出 T4 的最大問題是，發音持續時間過長。根據以上分析，我們分別從音域、音高輪廓、聲調持續時間這三個參數總結了泰國留學生和漢語母語學生產出漢語聲調的異同，詳見表 7。結合圖 9、表 7，泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的情況不同，音域範圍、聲調持續時間這兩項重要的參數都會對泰國留學生產出漢語聲調有影響。

表 7 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語聲調的異同

音域				
	單字	句末目標字	句中目標字	句首目標字
T1	低	相似	低	低
T2	相似	低	低	高
T3	高	高	低	高
T4	高	低	高	高
音高輪廓				
	單字	句末目標字	句中目標字	句首目標字
T1	相似	相似	相似	降調
T2	相似	稍低	降-升調	相似
T3	後半段上升段過低	較漢語母語者更標準	相似	下降幅度更明顯
T4	下降坡度更陡	下降坡度更緩	相似	坡度更陡
持續時間				
	單字	句末目標字	句中目標字	句首目標字
T1	較長	相似	較長	較短
T2	較長	稍長	較長	相似
T3	較短	較長	較長	較短
T4	較長	較長	較長	較短

當然，在探索泰國留學生產出漢語聲調錯誤的主要原因時，泰語對泰國留學生產出漢語聲調的跨語言影響也應當被重視。Thepboriruk(2010)對不同年齡段的泰語母語者進行了泰語聲調的社會學調查，考察泰語母語者在句中語境產出泰語聲調的情況。其中 18-24 歲的年輕組泰語母語者與本實驗裡實驗組泰國留學生被試的年齡區間接近，因此我們對比了年輕泰語母語者產出泰語的聲調圖(圖 4)和目標字句中語境泰國留學生產出漢語的聲調圖(圖 9 的 C1)，討論泰語 L1 對 L2 漢語的影響。值得一提的是，以上兩組人員在實驗中的任務也比較接近——都是考察目標字句中語境下泰語母語者產出聲調的情況。

對比圖 4 和圖 9 的 C1 可知，泰語第一聲與漢語第一聲的調形接近；泰語第二聲與漢語第三聲調形的前半部分接近；泰語第三聲與漢語第四聲調形相同、調值也接近；泰語第五聲的前半段和漢語第二聲對應。在泰語五個聲調中，只有泰語第四聲與漢語四個聲調不存在對應關係。從泰語、漢語聲調的對應情況可知，本實驗裡的泰國留學生更傾向於使用部分泰語聲調代替部分漢語聲調。受到泰語母語的影響，泰國學生產出漢語聲調 T1 比漢語母語學生低很多。泰語 T5 先稍微下降而後緩慢上升；漢語聲調 T2 則是上升調。所以泰國學生用泰語 T5 代替漢語 T2，會產生較大偏差。在目標字句中語境下，當泰國學生使用泰語 T2 代替漢語聲調 T3 時，與張凌(2019)描述的 T3 變調現象相符，因此被認為 T3 的產出不存在或存在極小錯誤，這種錯誤可以被忽略；在目標字單字、目標字句末語境下，漢語聲調 T3 的發音理論上應當是呈現完整聲調調值的，但是當泰國留學生在產出漢語聲調 T3 時，與漢語標準聲調 T3 的發音存在較大偏差：目標字單字語境下，泰國留學生產出漢語 T3 僅展現出前半段的下降調，缺少拐點和後半段的上升；目標字位於句末語境下，泰國留學生產出漢語 T3 的拐點、後半段的上升段也未達到標準位置；泰國學生產出漢語聲調 T4 時，由於泰語下降調與漢語聲調 T4 調值完全一樣且調形類似，所以可以很好地產出 T4。以上分析表明，泰國留學生容易將泰語聲調自動帶入漢語聲調的習得中去，並盡量在習得漢語聲調時尋找泰語聲調和漢語聲調的對應關係——泰語中平調對應漢語 T1，泰語上升調對應漢語 T2，泰語低平調對應漢語 T3，泰語下降調對應漢語 T4，只有泰語高平調無法在漢語中找到與之對應的聲調。聲調替代的出現，是泰國留學生在產出 L2 漢語聲調時，母語遷移現象的體現。從語際角

度看，泰國留學生更喜歡用泰語的中平調代替漢語 T1，這是造成泰國留學生 T1 音域比標準漢語母語學生 T1 音域低的主要原因。泰語上升調在後半段範圍內是下降的輪廓，這與漢語 T2 的上升輪廓存在較大差異。但是由於泰語上升調和漢語 T2 前半段輪廓接近的緣故，泰國留學生還是更喜歡用泰語上升調代替漢語 T2。而泰國留學生產出漢語 T3 時，在目標字句中語境下，用泰語低平調代替漢語 T3 被認為正確。但在目標字單字、目標字句末語境下用泰語低平調代替 T3 則被認為是不正確的，這與漢語母語學生產出 T3 存在很大偏差——在目標字單字、目標字句末語境下，T3 應當是前半段下降，後半段上升的聲調，並且存在拐點，且調值是 214。對比圖 4 和圖 9 的 C1，泰語下降調的確與漢語 T4 存在對應關係，所以泰國留學生可以很好地產出漢語 T4。

五、討論

基於上述研究結果，本節將從 L2 習得的角度對泰國留學生在不同語境下產出的漢語聲調展開進一步討論，並提出 L2 漢語教學的启示，希望對泰國留學生漢語聲調的習得與教學提供有效參考。

對比泰語聲調和漢語聲調，可以幫助預測泰國留學生學習漢語聲調時遇到的困難 (Lado, 1957)。如圖 4 所示，泰語的五個聲調上升、下降相對平緩：其中有三個輕微下降的聲調，分別是下降調、中平調、低平調，還有兩個輕微彎曲且在後半段上升的聲調——高平調和上升調，不存在突然上升或突然下降的聲調。而漢語母語者產出的標準漢語聲調與泰語聲調的明顯區別是，漢語的 T2、T3 和 T4 都有突然上升和突然下降的部分 (如圖 9 的 A2、B2、C2、D2)。所以將泰語聲調和漢語聲調進行對比，可以用於解釋泰

國留學生產出漢語聲調錯誤的原因——泰國留學生習慣把泰語聲調發音平緩的特徵帶入到漢語聲調中去，這與漢語聲調抑揚頓挫的特徵具有明顯不同，於是會進一步影響了泰國留學生產出 L2 漢語聲調。如圖 9 中 C1 所示，當目標字位於句中時，泰國留學生產出漢語 T2 與漢語母語學生產出 T2 存在較大差距——泰國留學生產出 T2 的輪廓更緩，漢語母語學生產出 T2 的輪廓整體坡度較大。值得注意的是，在目標字句中語境下，雖然漢語聲調 T3 的前半段下降段有突然下降的趨勢且後半段上升段的上升趨勢也很明顯，T4 整體也是具有突然下降的趨勢的，但泰國留學生產出漢語 T3 和 T4 的主要錯誤並非 T3 和 T4 的突然上升或突然下降，而是音高和持續時間。這是由於泰國留學生能夠在泰語裡找到與漢語 T3、T4 的對應聲調——泰語低平調對應漢語 T3，泰語下降調對應漢語 T4。參考前文泰語、漢語對應聲調的討論，泰語下降調的調值和漢語 T4 的調值一致，泰國留學生產出漢語 T4 時除了在發音持續時間上存在偏差外，音高、音域基本都與漢語母語學生產出 T4 相似。在目標字句末語境下，我們不僅對比了泰國留學生、漢語母語學生產出漢語四個聲調的音高、音域及發音持續時間，還構建了混合效應的線性回歸模型討論了泰國留學生產出 T2、T3 的差異及組別與 T3 的關係問題。

對比泰國留學生、漢語母語學生在目標字句中語境下產出的漢語聲調圖可知，泰國留學生產出的 T1、T2、T3、T4 存在多處細微差異。比如，泰國留學生產出 T1 比漢語母語學生產出的 T1 低很多，並且發音持續時間也長很多；泰國留學生產出 T2 與漢語母語學生產出 T2 的起點接近、終點，且整體發音持續時間也更長；泰國留學生產出 T3 與泰國留學生產出 T3 接近、重點也接近，只是發音持續時間更長；泰國留學生產出漢

語 T4 的坡度更緩，且持續時間相對更長。當然，從調型上看，泰國留學生產出漢語四個聲調的調型與標準漢語母語學生產出的漢語四個聲調調型接近。以上分析表明，泰國學生產出的漢語聲調與標準漢語母語者產出的漢語聲調存在不小差異。繼續對比圖 12 泰國留學生在目標字句中情況下產出漢語的聲調圖和圖 4 年輕泰語使用者的泰語聲調輪廓圖。泰國留學生在產出漢語聲調時，的確會使用泰語母語聲調代替漢語聲調，但並不是完全使用所有泰語母語聲調代替漢語聲調的。綜合以上分析可知，泰國留學生產出的四個漢語聲調既有泰語聲調發音平緩、發音持續時間長的特點，又與漢語聲調的調型接近，且獨立於泰語聲調系統和漢語聲調系統，所以泰國留學生產出漢語聲調的模式與中介語理論相符，產出漢語聲調的可視化語圖也進一步表明了中介語對泰國學生漢語聲調的產出有重要影響。

從音高的角度來看，泰語的五個聲調裡有三個聲調(分別是高平調、中平調、低平調)位於整體音域空間範圍的中間部分，而在泰語音域空間的上部，有且只有降調一個聲調(Buroni et al., 2021)。所以泰國留學生經常會使用泰語降調代替漢語 T4。當然，對比分析的方法很難解釋泰國留學生為什麼在產出 T2 時使用泰語的上升調替代漢語 T2，而不是用泰語的高平調代替漢語 T2——或許是由於在泰語的高平調裡，也有與漢語 T2 更加相似的結尾點的緣故。也或許是由於泰國留學生認為發音起點的相似性比發音終點的相似性更重要。這便是之後我們要進一步討論的內容。

如文獻綜述所述，現有泰國留學生 L2 漢語聲調的研究正在擺脫口耳之式研究法的束縛，逐漸向量化分析過渡，使用相關聲學軟件對泰國留學生產出的漢語聲調進行討論，

並基本得出了相似的結論，認為泰國留學生產出漢語聲調的錯誤主要是陰平調不夠高，陽平調發音拖沓、終點較低，上聲調拐點不足，去聲調過長(毛麗, 2007；易斌、吳永明和阿麗達, 2012；姚春林和丁涵, 2013；呂軍偉和馬謹安, 2017)。而本研究通過討論不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的情況，得出了“不同語境下泰國留學生產出的漢語聲調錯誤也不同，需要具體情況具體分析、影響泰國留學生產出漢語聲調錯誤的主要參數是音高和聲調持續時間”的結論。對比現有泰國留學生漢語聲調的產出結果與本研究的研究結論，的確存在一些不同。原因如下：現有研究的關注點是單字調，本研究不僅考察了單字調的產出，還考察了泰國留學生在不同語境下產出的漢語聲調，實驗結果相比現有研究結論更全面；現有研究的研究結果是建立在印象式描寫的基礎上的，而我們的則更加客觀，從聲學分析的角度綜合考察不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出問題。換言之，本研究進一步發展了現有泰國留學生產出漢語聲調的習得，相比現有研究更加豐富、多樣化，研究結論更具說服力。

如圖 9 所示，中高級漢語水平的泰國留學生產出 T1、T4 的整體輪廓與漢語母語學生產出 T1、T4 相似，但語境不同持續時間也不同；T2 輪廓與漢語母語學生相似，但是持續時間比漢語母語學生產出的 T2 短一些；T3 雖然有拐點但拐點不明顯，後半段上升段顯然沒有到達應到的終點位置，整體持續時間也比漢語母語學生短很多。所以目標字單字語境下泰國留學生產出漢語聲調的特點是陰平接近，陽平拖沓，上聲拐點不明顯且後半段上升段未達到規定位置，去聲高且長。對比現有泰國留學生產出的漢語聲調與不同語境下泰國留學生產出的漢語聲調可知，現有研究中陽平調、上聲調的實驗結果與不

同語境下泰國留學生產出的陽平調、上聲調結果接近，反而是陰平調、陽平調存在差異：

不同語境下泰國留學生產出漢語陰平調時，聲調輪廓、音高、發音的持續時間基本達到標準水準，而現有研究則認為泰國留學生產出漢語陰平調的音域並未達到標準高度(石林和溫寶瑩, 2012)；不同語境下泰國留學生產出漢語去聲調時，不僅與標準漢語去聲調存在時長差異，整體音高還比標準漢語陽平調高，但現有研究的研究結果僅僅指向了泰國留學生 T4 發音的時長問題。綜上所述，當目標字是單字時，泰國留學生產出漢語聲調的結果與現有研究結論存在差異。

未來，我們也設計感知實驗，討論泰國留學生漢語聲調的感知，嘗試探索感知和產出是如何影響泰國留學生漢語聲調習得的。當然，本實驗的重點仍然是討論泰國留學生 L2 漢語聲調的產出，我們更希望廣大對泰漢語教師能夠把本實驗的研究成果綜合運用於漢語聲調的教學：比如調整聲調的教學順序，設計不同語境的漢語聲調產出練習、遵循由易到難的教學原則(王功平、周小兵和李愛軍, 2009)等等。

六、結論

本實驗通過對泰國留學生(實驗組)、漢語母語學生(對照組)在不同語境下(即目標字單字、目標字位於句首、目標字位於句中、目標字位於句末四種語境)產出漢語聲調的觀察，探討了影響產出漢語聲調的主要因素及不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的錯誤。實驗結果表明，不同語境、不同聲調類型是影響泰國留學生聲調持續時間的主要因素；泰國學生在目標字單字、目標字句首、目標字句中、目標字句末四種語境下，產出的聲調輪廓與漢語母語學生產出的聲調輪廓接近，但音高、發音的持續時間都與漢語母

語學生存在差異。如圖 9 所示，在不同語境下，泰國留學生產出漢語聲調 T4 的持續時間相對漢語母語學生產出 T4 的持續時間顯然過長；漢語母語學生產出的 T4 則表現出不同的變化。

從教學角度而言，對泰漢語教師在設計課堂、課後漢語聲調的發音練習時，需要注意不同語境對泰國留學生漢語聲調產出的影響；在泰國學生使用漢語進行表達、溝通、交流交際時，對泰漢語教師應當努力幫助他們控制音高和節奏使漢語聲調更接近漢語母語者。在課堂教學中，對泰漢語教師還可以利用本研究的結論調整漢語聲調的教學順序，由易到難進行教學；我們也希望廣大對泰漢語教師能夠參考本研究聲學分析的方法，在課堂上實現對外漢語語音的可視化教學，幫助改進泰國學生的漢語發音問題。在本研究的第五章，我們將詳細闡述可視化聲調圖在線上、線下教學的運用，期待為漢語聲調教學提供適當參考。

第三章 泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知和產出實驗

感知與產出的關係是近年來 L2 漢語語音習得研究的熱點論題。諸多研究者以留學生感知漢語語音、產出漢語語音為研究的出發點，討論 L2 漢語語音感知和產出是否存在關係等問題。但是，對於感知與產出是否存在關係、存在什麼樣的關係、如何描述這種關係等問題，研究者眾說紛紜。尤其在泰國留學生 L2 漢語語音習得的研究裡，綜合討論感知和產出的關係問題幾乎是研究空白。基於上述研究背景，我們首先設計了預實驗(泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出實驗)，嘗試討論 8 名泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母是否存在產出錯誤。從預實驗的結果來看，8 名泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的發音持續時間(前鼻音 in/in/和後鼻音 ing/iŋ/、前鼻音 an/an/和後鼻 ang/aŋ/、前鼻音 en/ən/和後鼻音 eng/əŋ/)明顯長於漢語母語學生(對照組)產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的發音持續時間，聽感與漢語母語學生存在較大差異，因此有繼續深入討論的必要性。於是我們設計了漢語前後鼻音韻母的感知聽辨¹⁵和產出實驗¹⁶，試圖考察泰國留學生感知辨別和產出三組存在整齊對應關係的漢語前後鼻音(漢語前鼻音 in/in/和後鼻音 ing/iŋ/、前鼻音 an/an/和後鼻 ang/aŋ/、前鼻音 en/ən/和後鼻音 eng/əŋ/)，並嘗試討論感知與產出是否存在關係、存在什麼樣的關係等一系列問題。

¹⁵ 感知實驗包含一項測試內容，即通過聽感判斷聽到的錄音是否正確。

¹⁶ 產出實驗包含一項測試內容，即朗讀測試。

第一節 漢語前後鼻音韻母的感知實驗

考慮到新冠肺炎疫情的影響，泰國留學生暫時無法返回中國。所以我們不得不以網絡為媒介，借助 google form、問卷星等工具，採用線上的方式收集實驗數據。當然，從線下到線上並非無奈之舉，而是基於目前環境的大勢所趨。一方面，我們希望線上收集數據的方法能為目前形勢下的 L2 漢語語音研究提供適當參考；另一方面，期待從感知和產出關係的角度對泰國留學生漢語前後鼻音韻母的習得展開更深層次的討論。

一、研究方法

（一）研究對象。我們分別邀請了 20 名泰國留學生、20 名漢語母語學生參加漢語前後鼻音韻母的感知聽辨實驗。泰國留學生是實驗組成員，皆為女性，年齡分布區間在 20-30 歲。他們的母語是泰語，L2 為漢語，HSK 水平在中高級以上(HSK 水平測試成績從四級到六級不等)，在中國學習漢語的時間從 1 年到 4 年不等。漢語母語學生是對照組成員，性別、年齡分布區間都與實驗組保持一致，他們都是來自我國北方地區的播音主持專業學生，參加過漢語普通話測試，並且普通話水平在一級甲等或以上。

（二）實驗材料設計。泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨實驗是測試泰國留學生通過聽感判斷漢語前後鼻音韻母的測試。我們以範疇化感知(Categorical

Perception, CP)¹⁷的區分實驗(Discrimination Task)¹⁸作為實驗材料的載體，考察泰國留學生能否根據聽感判斷漢語前後鼻音韻母。

如前文所述，漢語語音系統有 16 個鼻音韻母，分別是：/an/、/ən/、/in/、/yn/、/aŋ/、/əŋ/、/iŋ/、/uŋ/、/ian/、/uan/、/uən/、/yan/、/iaŋ/、/uaŋ/、/uəŋ/、/yuŋ/。為了方便比較，我們從中篩選出鼻音韻尾前僅有一個元音且存在整齊對應關係的三組鼻音韻母/an/和/aŋ/、/ən/和/əŋ/、/in/和/iŋ/(曹冲和張勁松, 2019)作為實驗材料的設計藍本¹⁹。在介紹實驗材料的設計理念之前，我們需要再次明確漢語前後鼻音韻母的感知聽辨和產出實驗研究目的：先考察泰國留學生感知聽辨漢語前後鼻音韻母的正确率、影響因素，而後考察產出漢語前後鼻音韻母的正确率、錯誤類型及影響因素，最後整理實驗結果，綜合討論感知聽辨和產出在正确率、影響因素等層面是否存在關係。為了能更加科學地對感知聽辨和產出的數據展開討論，感知聽辨和產出的實驗材料需要以相同目標字或目標詞為載體。

¹⁷ 範疇感知源於人類對連續物理屬性的非連續性感知，指的是“語音刺激的連續統被感知為離散的、數量有限的範疇，是語音感知的重要模式”(王士元和彭剛, 2007)。

¹⁸ 要求被試根據錄音刺激選出四個選項中與錄音刺激相符的一項。在實驗過程中，錄音刺激是隨機播放的，目的是該種作法不容易受到心裡及物理的影響。

¹⁹ 選擇/an/和/aŋ/、/ən/和/əŋ/、/in/和/iŋ/三組鼻音意義在於：1. 這三組鼻音存在整齊的對應關係，並且是所有鼻音韻母中，鼻音韻尾前只有一個元音的鼻韻母；2. 三組鼻音韻母的韻腹具有相同的書寫形式，可以有效排除拼音的干擾。

於是我們設計了 36 個目標詞(假詞)²⁰，用以考察泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母的情況。以下，將首先介紹泰國留學生漢語前後鼻音韻母感知聽辨實驗的材料設計部分。

考慮到現有 L2 漢語前後鼻音韻母的習得總是以單音節為考察目標，所以我們以漢語前後鼻音韻母為研究的出發點，設計雙音節組合詞，考察目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置、非目標字韻母對感知聽辨漢語前後鼻音韻母正確率的影響。目標詞由目標字和非目標字組成。在目標字韻母的設計部分，我們首先控制目標字聲母、聲調保持一致，其次控制非目標字聲母、韻母、聲調盡量保持一致，並充分考慮目標字、非目標字聲韻調的配合情況。考慮到非目標字韻母有可能對目標字韻腹產生逆同化(*regressive assimilation*)²¹的影響，為了便於控制，以及盡量減少非目標字的冗雜對實驗結果帶來的干擾，所以非目標字韻腹設計為單元音；其次，由於泰國留學生漢語前後鼻音韻母的實驗存在連續性(包含感知聽辨實驗、產出實驗，後續還會考察感知聽辨和語音產出的關係問題)，所以感知聽辨實驗、產出實驗的材料設計部分，設計理念、設計思路、目標詞的組合、順序等均保持一致，只是會根據感知、產出需求的不同進行調整。

²⁰ 現有留學生的感知研究多數以目標字為載體，很少有以目標詞作為實驗材料的研究。加之，已有研究表明，非目標字有可能對目標字產生逆同化作用的影響，為了證實非目標字是否對目標字韻腹具有逆同化作用，所以我們以目標詞作為實驗材料的設計藍本。

²¹ 同化分為順同化(*progressive assimilation*)、逆同化(*regressive assimilation*)和相互同化(*mutual assimilation*)。逆同化的表現形式是後一個音影響前一個音，從而使前一個音產生變化(郭振生, 1986)。

表 8 漢語前後鼻音韻母的目標詞表

		聲母	韻母	目標字位置-前字					
目 標 字	孿	p	in	孿梯	孿凸		孿榻		
	坪	p	ing	坪梯	坪凸		坪榻		
	蟠	p	an	蟠梯	蟠凸		蟠榻		
	螃	p	ang	螃梯	螃凸		螃榻		
	盆	p	en	盆梯	盆凸		盆榻		
	鵬	p	eng	鵬梯	鵬凸		鵬榻		
		聲母	韻母	目標字位置-後字					
非目 標字	梯	t	i	梯孿	梯坪	梯蟠	梯螃	梯盆	梯鵬
	凸	t	u	凸孿	凸坪	凸蟠	凸螃	凸盆	凸鵬
	榻	t	a	榻孿	榻坪	榻蟠	榻螃	榻盆	榻鵬

根據上述設計理念，目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置(目標字位於雙音節詞的前字或後字)、相鄰音節韻母這四項控制因素是否與感知聽辨正確率存在顯著性關係也是本研究的測試目的之一。我們以 36 個名詞假詞²²作為實驗材料。如表 8 所示，這份實驗材料的具體要求如下：(1)目標字聲母 b、p、t 三個輔音分別與前鼻音 in、an、en、後鼻音 ing、ang、eng 相拼，聲調為第二聲，且必須符合漢語語音系統的聲韻調配合規律；於是得到 6 個目標字：孿—坪、蟠—螃、盆—鵬；(2)目前並無研究證明，非目標字聲調對目標字的發音會產生逆同化影響，因此非目標字聲調暫時不作為非目標字設計的首要考慮因素。加之，由於目標字很容易受到相鄰音節韻母協同發音逆同化的影響，相鄰音節聲母對目標字的影響很小甚至可以忽略不計，所以在考慮漢語語音系統聲韻調搭配規律、非目標字韻母每一組保持相同、所有詞組符合名詞假詞條件的同時，非目標字聲調可以保持不同。於是得到了 3 個非目標字：梯、榻、凸(非目標字由輔音 t 與元音 i、

²² 假詞指“雖然有聲音和意義，卻不能將其看做詞”(楊寶忠, 2005)。

a、u 分別相拼，聲調為第一聲或第二聲)；(3)考慮到目標字的位置因素，我們分別調換目標字與非目標字的位置。如表 8 所示，我們把目標字和非目標字進行排列組合，於是得到 36 個假詞。值得注意的是，為了保證數據對比的可靠性及準確性，泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨實驗和產出實驗將使用同一份實驗材料，只是實驗方法、實驗環節等細節不同罷了。

泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知實驗材料包括文本和錄音兩個部分。為了便於線上數據收集工作的順利開展，材料的文本部分以 Google form、問卷星²³為載體。首先，將設計好的實驗材料輸入 Google form 和問卷星，並設置正確答案與干擾項。問卷分為兩部分，第一部分是個人信息，考察泰國留學生的母語背景、L2 背景等情況。線上實驗全部設置為必答題，題型以單選、多選為主、填空為輔(個人資料、語言背景部分設置有多選和填空，感知聽辨部分全部是單選題)，留學生及對照組成員需要根據個人情況如實填寫；第二部分聽辨實驗的每一題都是必答，題目類型全部為單選題，以“你聽到的是”為問題。每一題的答案都有四個選項，包含一個正確項、三個干擾項。其次，聽力材料的錄製。我們邀請了一名漢語母語、普通話水平測試成績為一級乙等的發音人錄製語音材料。發音人口齒清楚，採用一般語速朗讀 36 個目標詞。當發音人完成語音材料的錄製後，還需要使用 Audacity 對錄音進行技術處理。首先要做的是剪切音段。按照

²³ 泰國留學生漢語前後鼻音的感知聽辨實驗設置了實驗組(泰國留學生)、對照組(標準漢語學生)。由於我國境內瀏覽器的限制，漢語母語學生無法打開 google 頁面，而泰國留學生更習慣使用 google 進行操作，所以感知聽辨實驗的文本材料分別上載至 google form 和問卷星。

實驗文本材料，需要把整段錄音剪切為 36 個目標詞語錄音，所以我們一共得到 36 個實驗刺激。而後，我們將製作好的 3 秒空白幀逐一插入 36 個語音刺激中，並將整理好的音檔倒出放在 Google drive 文件夾和百度網盤文件夾裡。在實驗開始時，實驗組需要打開 Google form 的連接，對照組需要打開百度網盤的連結，下載聽力材料，一邊聽一邊選擇聽到的內容。

（三）實驗程序。考慮到新冠肺炎疫情期間，多數科研工作不得不從線下轉移到線上，我們也是在摸索中前行，所以有必要簡單介紹實驗程序，以期為特殊環境下的科研工作提供適當參考。首先，借助微信軟件，我們建立了泰國留學生漢語語音測試群，邀請 20 名泰國留學生進入該群，以便隨時溝通與解決測試時遇到的突發狀況。而後，將編輯好的漢語前後鼻音韻母的感知實驗說明(以下簡稱：實驗說明)²⁴發送至微信群，並規定問卷提交的截止日期。對照組的實驗程序相對比較簡單，通過微信或郵箱發送實驗說明即可。由於距離和空間的問題，我們無法要求所有學生在同一時間內同時參加實驗，所以實驗組、對照組被試將根據自己的時間靈活參與實驗，只是務必在截止日期前提交問卷。實驗開始前，兩組被試需要先根據實驗說明裡的連結下載錄音材料、打開問卷。測試過程中，被試需要先填寫姓名、編號及語言背景等相關信息，然後播放錄音，選擇聽到的內容。當然，實驗組、對照組成員務必按照實驗說明的操作逐一進行，只能

²⁴ “實驗說明”包含實驗錄音材料的下載連結、線上問卷連結與注意事項等內容，需要跟兩組被試表明在實驗開始之前，務必仔細閱讀此份實驗說明。

按正常速度播放、順序播放，不可回放、不可重複播放、不可跳題。測試完成後，被試需要在指定時間內提交問卷。

（四）數據分析。圍繞上述研究問題，本實驗將主要討論泰國留學生、漢語母語學生感知聽辨漢語前後鼻音韻母的差異以及感知聽辨正確率與目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置和非目標字韻母四項控制因素是否存在關係。在數據分析之前，需要在明確記分規則的同時量化測試結果。具體記分規則如下：感知聽辨實驗中的每一題都有三個干擾項，一個正確項。如果被試選擇了正確答案，記 1 分；如果錯選了其他干擾答案，記 0 分。與此同時，我們也分別量化了組別、目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置、相鄰音節韻母幾項因素，一方面考察被試聽辨漢語前後鼻音韻母正確率的情況，另一方面為討論感知聽辨和產出是否存在關係做準備。我們以 R 軟件作為實驗的測量工具，使用混合效應邏輯回歸(mixed effects logistic regression) 的模型分析感知的結果。

二、結果與討論

（一）感知漢語前後鼻音韻母的結果分析。目標字韻腹(/a/、/i/、/ə/)、目標字韻尾(/n/、/ŋ/)、目標字位置(前、後)、非目標字韻母(/i/、/a/、/u/)以及組別(泰國留學生組、漢語母語學生組)五項因素均有可能會影響感知聽辨的結果。

首先，我們用邏輯斯蒂回歸的方法討論泰國留學生、漢語母語學生在感知漢語前後鼻音韻母時是否存在差異。如表 9 所示，組別會影響漢語前後鼻音韻母的感知評價結果，且泰國留學生、漢語母語學生組間存在顯著差異($p<0.001^{***}$)。而後，我們整理了泰國留學生、漢語母語學生的感知數據結果，繪製了泰國留學生、漢語母語學生的感知

正確率圖(圖 14)。該圖表明，泰國留學生、漢語母語學生在漢語前後鼻音韻母的感知正確率存在顯著差異，泰國留學生感知漢語前後鼻音韻母的正确率明顯低於漢語母語學生(78.11%<94.86)；漢語母語學生相比泰國留學生，更容易準確感知漢語前後鼻音韻母。這一結果符合漢語母語學生對照組的身份，也符合泰國留學生中高級漢語水平的特徵。

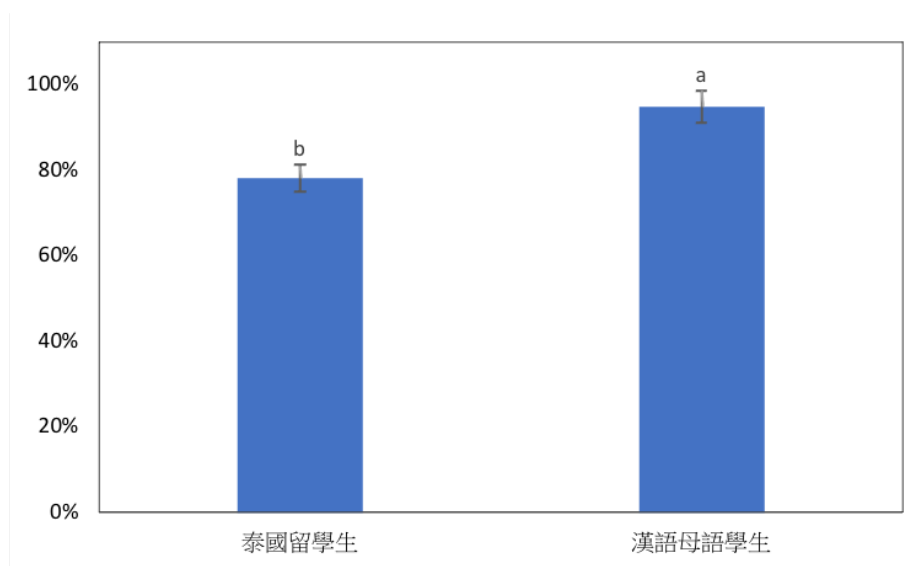
表 9 泰國留學生、漢語母語學生在感知評價結果的差異

	Estimate	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.685	0.026	26.065	<0.001***
組別	0.132	0.017	7.942	<0.001***

注： *Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

圖 14 泰國留學生和漢語母語學生的感知正確率



而後，我們將感知評價的結果作為因變量，將組別(泰國留學生、漢語母語學生)、目標字韻腹(/a/、/ə/、/i/)、目標字韻尾(/n/、/ŋ/)、目標字位置(前、後)、非目標字韻母(/i/、

/a/、/u/)作為自變量，構建混合效應的邏輯回歸模型，討論上述因素是否會影響漢語前後鼻音韻母的感知結果，以及上述因素是否會對感知評價的結果產生交互影響。我們將非目標字韻母作為隨機效應，將組別、目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置作為固定效應。同時，我們將目標字韻腹“/ə/”、目標字韻尾“/ŋ/”、目標字位置“前”與組別“漢語母語學生”作為參考水平。如表 10 所示，感知漢語前後鼻音韻母的評價結果與組別($p=0.009^{**}$)、目標字韻腹($p=0.000^{***}$)兩項因素密切相關，且目標字韻腹因素與漢語前後鼻音韻母的感知結果存在非常顯著的關係，同時組別因素中泰國留學生、漢語母語學生存在顯著差異，目標字韻腹/a/、/ə/、/i/也存在顯著差異；目標字韻腹、組別兩項因素存在相對顯著的交互作用($p=0.047^{*}$)，即漢語前後鼻音韻母的感知評價結果不僅會分別受到組別、目標字韻腹的影響，還會受到上述兩項因素交叉作用的影響。

表 10 漢語前後鼻音韻母感知評價結果的邏輯回歸分析

	<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.389	0.222	1440	1.752	0.080
組別	0.453	0.214	1440	2.952	0.009**
目標字韻腹	0.983	0.263	1440	3.735	0.000***
Interaction 韻腹:組別	0.2	0.105	1440	1.991	0.047*

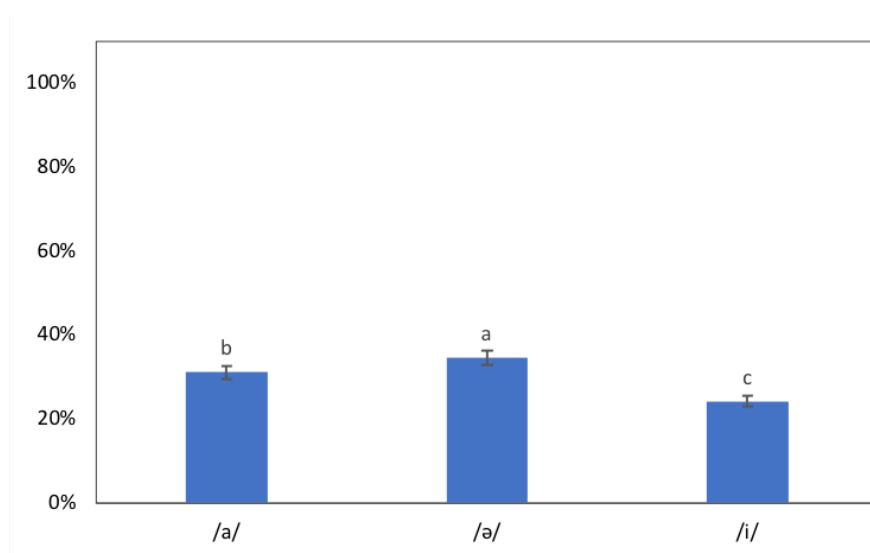
注：*Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*df*=自由度；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p<0.05^{*}$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

由於先前我們已經對泰國留學生、漢語母語學生影響下的感知正確率做出討論，接下來繼續討論受到目標字韻腹因素影響的漢語前後鼻音的正確率。如圖 15 所示，是目標字韻腹的感知評價正確率圖。該圖表明，兩組被試更容易準確識別目標字韻腹是/ə/

的目標詞(34.62%)，其次是目標字韻腹/a/的目標詞(31.16%)，最不容易識別目標字韻腹/i/的目標詞(24.23%)，目標字韻腹/a/、/ə/、/i/差異顯著。

圖 15 目標字韻腹的感知正確率



(二) 討論。我們將從兩個角度對感知聽辨的結果展開討論。首先，泰國留學生和漢語母語學生組別的差異。根據對照組設置的目的(作為參照，與實驗組結果進行綜合比對，探究組別間的差異)，漢語母語學生感知漢語前後鼻音韻母的正確率高於泰國留學生感知漢語前後鼻音韻母的正確率高才能表明對照組存在的意義。從上一節對感知聽辨正確率的統計學分析結果來看，對照組(漢語母語學生)的確是具有價值的：泰國留學生組、漢語母語學生組組別之間差異顯著，漢語母語學生組的感知正確率高於泰國留學生組的感知聽辨正確率，並且兩組被試均會對感知聽辨結果產生影響。

其次，從 PAM 以及協同發音的角度討論韻腹、韻尾是如何共同影響泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨結果的。在漢語、泰語本體的研究裡，已經有研究者通過實

驗證實了漢語母語者、泰語母語者在感知前後鼻音韻母時會受到協同發音的影響(曹冲和張勁松, 2019; Beddor, 1999)。漢語前後鼻音韻母的感知實驗裡，我們以協同發音作為實驗材料的設計理念，分別考慮了順向協同發音(目標字韻腹可能會對韻尾產生影響)、逆向協同發音(目標字韻尾可能會對韻腹產生影響)對感知聽辨正確率的影響。那麼根據邏輯回歸分析的結果，僅有目標字韻腹因素會影響漢語前後鼻音韻母的感知結果，目標字韻尾反而不會影響兩組被試對漢語前後鼻音韻母的感知判斷。上述分析與現有漢語鼻音韻母的研究裡，對韻腹定位作用對論斷不謀而合 (Li, 2008; 王祖燕、罗熙靖和張勁松, 2015; 張勁松和王祖燕, 2017)，這進一步表明韻腹在辨別漢語前後鼻音韻母時的重要性。

由前文對漢語、泰語鼻音韻母的回顧可知，兩種語言的語音系統均存在以韻腹/a/、/ə/、/i/和韻尾/n/和/ŋ/組合的前後鼻音韻母(Potisuk, 2010)。PAM指出，L2 學習者可以很好地區分目的語與母語存在顯著性差異的音段，卻難以區分被合併、同化到同一個母語範疇的音段(Best, 1995; 鄧丹和鄧亞玲, 2020)，對於泰國留學生而言，漢語鼻音韻母與泰語鼻音韻母的相似之處反而是他們難以區分的部分。而泰語中特有的長、短元音，是泰語和漢語鼻音韻母差異最大的地方，因此根據PAM，長、短元音是泰國留學生容易區分的部分，韻尾則是泰國留學生不容易區分的部分。上述分析可以作為泰國留學生感知漢語前後鼻音韻母結果的證據——韻腹對感知漢語前後鼻音韻母正確率的影響顯著($p=0.000***$)。

第二節 漢語前後鼻音韻母的產出實驗

在前後鼻音韻母的感知聽辨實驗裡，我們重點討論了組別、目標字韻腹、目標字韻尾等對泰國留學生感知聽辨正確率的影響。本節我們將圍繞泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的聲學分析、影響產出正確率的因素等展開綜合討論。

一、研究方法

以下，將從研究對象、實驗材料、實驗程序、數據的收集、結果與討論等介紹泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出實驗。考慮到之後我們會繼續討論感知和產出的關係問題，所以在被試選擇、實驗材料設計等方面，我們盡量與感知聽辨漢語前後鼻音韻母的實驗保持統一。

（一）研究對象。我們邀請了參與感知實驗的 20 名泰國留學生、20 名漢語母語學生作為泰國留學生漢語前後鼻音韻母產出實驗的被試。他們都是女生，年齡範圍在 20-30 歲。實驗組的學生母語為泰語，L2 是漢語，且 HSK 水平在中高級以上，在我國學習漢語的時間是 1-4 年不等。對照組是 20 名母語為普通話的我國北方人，普通話測試成績均在一級乙等或以上。值得說明的是，之所以沒有選擇出生地是我國南方的被試並非地域歧視，而是由於部分南方人受到南方方言的影響，的確很難區分普通話前後鼻音韻母(黃倩、彭文波和顏家妮和, 2018)。在實驗開始之前，經過再三確認，必須確保實驗組、對照組被試在語言、心理、精神等方面是正常的，沒有語言障礙、精神障礙、心理障礙等的相關報告。

我們使用聲學分析和聽感判斷兩種方法對產出漢語前後鼻音韻母的實驗進行數據分析。對聽感判斷部分的分析，我們邀請了兩名漢語母語者作為產出實驗的評審。他們需要根據聽感對泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錄音進行正誤判斷，並需要額外標註產出錯誤對類型。其中一名評審是感知實驗中參與實驗錄音材料錄製的漢語母語者，另一名是播音主持專業的高校老師。她們都是我國北方人，普通話水平測試成績均在一級乙等以上，且從事漢語語音教學與研究工作多年，具有敏銳的聽感。

（二）實驗材料設計。泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出實驗所用實驗材料與泰國留學生漢語前後鼻音韻母感知聽辨實驗的實驗材料基本保持一致：無論是設計理念還是設計思路，這兩份實驗材料都盡量保持相同，區別在於呈現的方法不同：語音產出實驗中的實驗材料是 pdf 形式的問卷，以《漢語前後鼻音韻母測試卷》命名(詳見附錄)；感知聽辨實驗的實驗材料是放在 google form 中，以調查問卷的形式呈現；語音產出實驗材料的排列順序是正序，即“梯嬪-梯坪-梯蟠-梯螃-梯盆-梯鵬”；語音感知實驗材料的排列順序是隨機打亂順序；語音產出實驗中，被試需要朗讀試卷上的內容並全程錄音，語音感知實驗中，被試只需要一邊聽一邊判斷正誤。

（三）實驗程序。實驗開始之前，我們會將編輯好的實驗說明(包含試卷下載鏈接、錄音上傳鏈接及實驗注意事項等內容)發送至微信群，並提醒各位同學需要在截止日期到來之前將錄音上傳到 google form 或百度網盤。值得注意的是，被試需要提前下載《漢語前後鼻音韻母測試卷》，並根據指示在相對安靜的環境中按照題號的順序朗讀試題，並全程錄音。實驗完成後，被試需要對該段錄音命名，錄音的名稱務必與感知聽

辨實驗中填寫的名字或編號相同，而後打開指定連結將錄音上傳至 google form 或百度網盤。為保證錄音材料的安全性，我們要求實驗組、對照組被試每個詞語讀兩遍。只是考慮到時間因素，我們並未設置重複實驗，並且在進行數據分析時只選了每位被試每個詞語的其中一遍錄音——原則上我們總是會選取錄音的第一遍作為數據分析的對象，但不排除某些被試在朗讀時會遇到特殊情況，導致第一遍錄音出現失誤或雜音。當遇到這種情況時，通常選第二遍錄音進行數據分析。

（四）數據分析。泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出實驗數據分析分為兩部分，一部分是借助聲學分析軟件 Praat (Boersma & Weenink, 2018)對泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錄音進行分析，並綜合討論韻腹、韻尾共振峰、發音持續時間這兩項重要參數；另一部分是以前後鼻音韻母產出的結果為出發點，邀請評審評判正誤，使用混合效應線性分析的方法討論泰國留學生、漢語母語學生的差異、影響產出正確率的因素等問題。當然，在介紹如何使用聲學測量、聽感判斷的方法對泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的數據進行分析之前，我們首先需要明確共振峰和發音持續時間兩項聲學參數。

1. 聲學參數。在使用 Praat 對目標字韻腹、目標字韻尾及非目標字韻母進行聲學測量之前，需要明確共振峰(formant)的概念。在聲譜圖中，聲音是高低起伏的包羅曲線，曲線的巔峰位置就是共振峰(吳宗濟和林茂燦, 1989)。在實驗語音學範疇，共振峰用來定義元音(朱曉農, 2007)，這是研究者在聲學元音實驗中廣泛使用的測量參數。於鼻音韻母

而言，純元音部分的共振峰與鼻化元音部分²⁵的共振峰是區別前鼻音韻尾/n/和後鼻音韻尾/ŋ/的重要依據(林茂燦和顏景助，1994；王祖燕、羅熙靖和張勁松, 2015)，所以前後鼻音韻腹共振峰純的元音部分和鼻化元音部分都非常重要。為了便於觀察，我們在語音分析時暫時把鼻化元音的部分與純元音部分劃分在一起，共同觀察共振峰的情況。當然，也有不少研究會以鼻流計為研究工具測量前後鼻音韻腹的鼻化元音程度，但由於鼻化元音並非本研究的焦點問題，所以本實驗暫不做討論。與舌位高低、前後及唇形圓展相比，共振峰是科學的、客觀的，是便於量化和觀察的(朱曉農, 2007)。第一共振峰(F₁)、第二共振峰(F₂)、第三共振峰(F₃)決定了鼻音韻腹的音色。考慮到 F₁ 和舌位高低、F₂ 和舌位前後存在對應的關係(Joos, 1948)，F₁ 值越高，舌位越低，F₂ 值越高，舌位越前(鄭齊兒, 2013)，所以本研究將使用 Praat 軟件測量被試錄音中前後鼻音韻腹以及非目標字韻母的共振峰 F₁、F₂。雖然從語圖可以非常直觀地觀測到鼻音韻腹 F₁、F₂ 的帶寬，但多數研究者還是會參考鼻音韻腹的共振峰、韻腹韻尾時長這兩項參數對漢語前後鼻音鼻音韻母展開討論(林茂燦和顏景助, 1994；鄭齊兒, 2013；時秀娟、張婧偉和石鋒, 2019)。持續時間(duration)主要用於測量鼻音韻母的韻腹、韻尾時長，英皮塔亞的實驗證實了發音持續時間是判斷泰語長、短元音的重要聲學參數(Roengpitya, 1999)。那麼通過對泰國留學生產出漢語鼻音韻母中韻腹、韻尾時長的測量，可以進一步幫助我們判斷泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的發音方式是否正確(Li, 2008)。隨著研究的不斷深入，研究者逐漸從

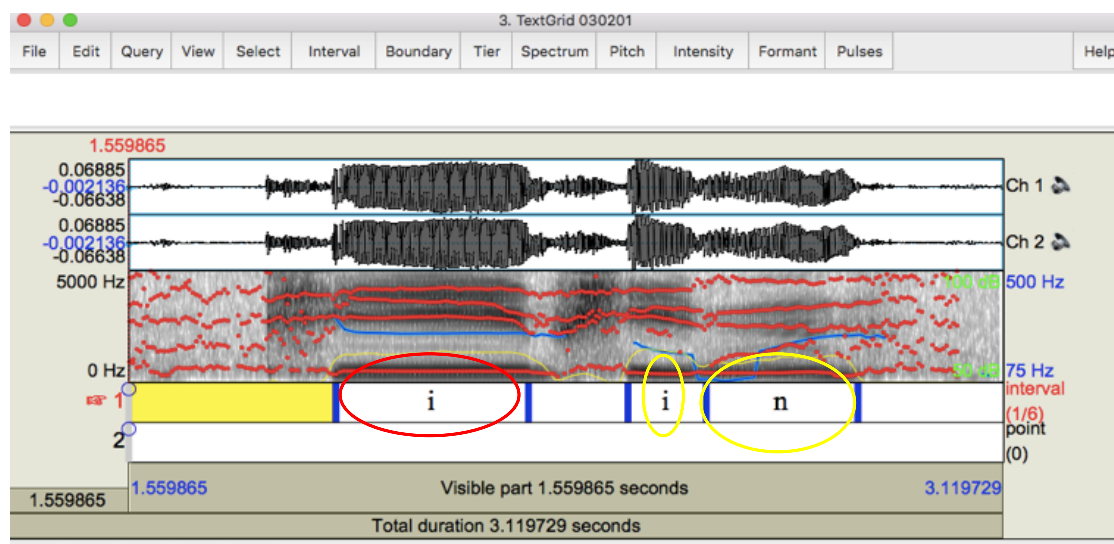
²⁵ 指從元音韻腹過渡到鼻音韻尾的部分。在元音聲譜中表現為額外的譜峰和低谷，這便是元音的鼻化(方強和李愛軍，2003)。

討論前後鼻音韻腹、韻尾的發音時長轉移到討論鼻化元音和純元音的發音時長差異（吳宗濟和林茂燦, 1989；林茂燦和顏景助, 1994；鄭齊兒, 2013）。上述研究為泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母實驗提供了數據的分析思路，我們不僅測量了漢語前後鼻音韻腹的純元音部分、鼻音韻尾部分，還測量了鼻音韻腹的鼻化元音部分（對鼻化元音的觀察，主要參考發音時長的語圖）。期待通過對比泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音鼻化元音部分的發音時長，判斷泰國留學生是否能正確把握漢語前後鼻音純元音部分、鼻化元音部分和韻尾時長。

2. 聲學測量。在進行聲學測量之前，首先需要使用 Audacity 軟件對 20 名泰國留學生、20 名漢語母語學生的錄音材料進行剪切。我們把每一位被試的錄音材料剪切成 36 段（根據《漢語語音前後鼻音韻母測試卷》中 36 個假詞的排列順序進行剪切），以國別+被試編號+題號命名。比如，夏 XX 是泰國留學生，她是實驗組第三個提交錄音的，題號數字是從 01 到 36。所以錄音第一題的編號是 Th0301，第二題的編號是 Th0302...以此類推；龐 X 是漢語母語學生，她是對照組第六個提交錄音的，所以她第一題的編號為 Ch0601，第二題的編號為 Ch0602...以此類推。當完成了數據剪切工作後，就可以使用 Praat 在語圖上進行標注。如前文所述，共振峰和韻腹韻尾時長是測量前後鼻音韻母的兩項重要參數。所以在使用 Praat 收集漢語前後鼻音韻母的數據時，韻腹和韻尾的數據都需要被收集。為了提升數據分析的效率，我們以修改後的 ProsodyPro(Xu, 2013) 作為實驗材料的測量工具。由於本研究的重點是考察泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錯誤，故鼻化元音部分稍有涉及，但不做重點討論。

如實驗材料設計部分所述，非目標字韻腹的作用是定位元音三角形的三個點，便於之後把目標字韻腹放在元音三角形裡進行觀察。因此當我們對前後鼻音韻母進行聲學測量時，目標字韻腹、目標字韻尾、非目標字韻母都是非常重要的測量對象。考慮到實驗組、對照組數據數量之大，如果分別使用 Praat 測量韻腹共振峰和韻尾時長未免耗費時間過多。為了簡化 Praat 的測量過程，我們在聲學數據測量時選擇了“0FormantPro.praat”作為研究的測量工具，“0FormantPro.praat”可以同時自動收集共振峰和時長的聲學數據 (Xu, 2013)，所以只需要在測量時依次標注非目標字韻母、目標字韻腹、目標字韻尾即可(如圖 16 所示)。值得注意的是，在測量韻腹韻尾時長時，鼻化元音部分的時長也應當被測量，純元音部分、鼻化元音部分、韻尾部分的時長數據都會通過語圖呈現。

圖 16 使用 Praat 標注目標字韻腹、韻尾及非目標字韻母



3. **聽感判斷**。為了進一步考察目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置、非目標字韻母這四項因素是否會影響泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出正確率，我們邀請了

2 名評審從聽感的角度評判泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的情況(兩名評審的詳細信息詳見“研究對象”一節)。雖然我們從未對這兩名評審的專業度有所懷疑，但考慮到聽感評判的主觀性，所以需要對 2 名評審的判斷結果進行信度分析(scorer reliability)²⁶。

兩名評審的評判工作安排如下：評審 A 需要評判所有泰國留學生的錄音，並打分；評審 B 需要對隨機抽取的錄音進行評判並打分，這部分隨機抽取的錄音大約佔所有錄音總數的 25%。當實驗組學生完成了鼻音韻母的產出實驗後，我們會對錄音進行整理，將壓縮好的語音材料及測試卷發送給二位評審，他們就可以對泰國留學生產出的錄音進行評判。在發送壓縮包時，我們也會將具體的評判標準一併發送給兩位評審。具體評判標準如下(部分)：

- (1) 從聽感的角度分析，如果泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的發音符合漢語發音標準，則判斷為正確；
- (2) 若泰國留學生產出前後鼻音韻母的發音與漢語標準發音存在偏差(比如把 an 讀成了 en，把 ang 讀成了 an 等)，則判斷為錯誤；
- (3) 若泰國留學生產出前後鼻音韻母時，由於開口度、舌位導致的韻腹與標準普通話存在聽感上的偏差，則判斷為錯誤；
- (4) 若僅有開口度不夠或舌位過高等單一的問題，且聽感上與目標字韻腹基本一致，則判斷為正確；

²⁶ 信度分析是指測試數據是否具有可靠性的測試(張虎和田茂峰, 2007)，在本研究中是指多個評分者給同一批答卷評分的一致性程度。

(5) 若聲調、聲母發音出現錯誤，而鼻音韻母發音標準或如前文所述所述稍有偏差，且聽感上與標準普通話基本一致，則依然判定為正確；

(6) 韻尾時長較難把握，所以評審只需要判斷韻腹、韻尾時長的大致比例即可。

由於評判的主要目的是考察泰國留學生產出漢語前後鼻音的發音是否準確，所以在判斷的過程中，只需要考慮目標字所在鼻音韻母是否正確就可以了，即便輔音、聲調的發音與標準普通話存在偏差，只要鼻音韻母發音準確，依然判定為正確。當兩位評審完成泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出評判工作後，我們將使用可信度分析的方法檢測兩位評審在評判相同部分的題目時，是否具有可信度。結果如表 11 所示，兩位評審評判相同錄音的部分， α 係數值是 0.905，表明泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出評判結果具有較高的內在一致性，即評分具有良好的可信度。而後，我們以評審 A 的評判結果為準，計算泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的平均正確率，在 SPSS 軟件中分析影響泰國留學生前後鼻音韻母產出的四個因素(目標字韻腹、目標字韻腹、目標字位置和非目標字韻腹)與產出正確率是否存在顯著性關係。

表 11 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母的可靠性分析

	Alpha
評審 A 產出結果	0.905
評審 B 產出結果	

注：Alpha=阿爾法係數值。

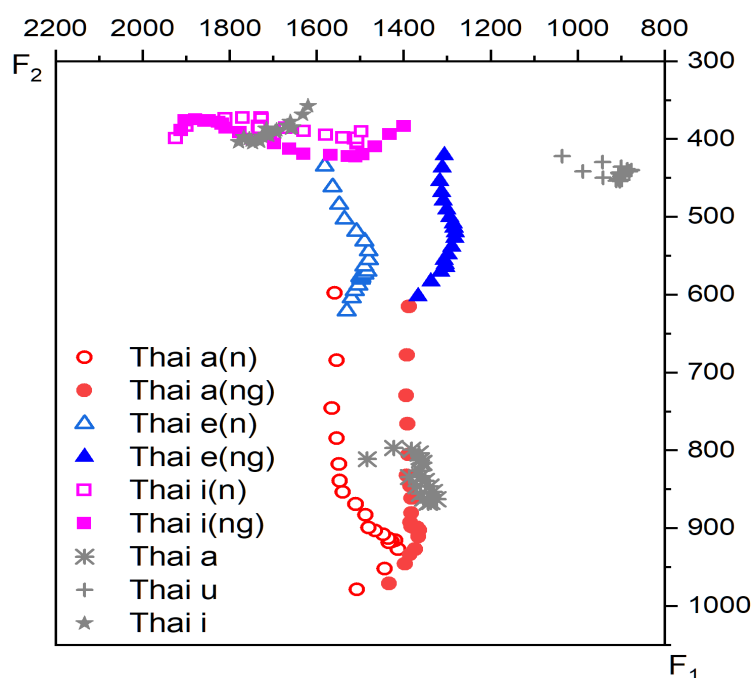
二、結果與討論

本節將從聲學數據分析、產出正確率的影響因素這兩部分進行綜合討論。在聲學分析部分，我們將以聲學元音圖、共振峰曲線圖的方式呈現數據結果，並綜合討論鼻音韻腹、鼻音韻尾的產出情況，從細節上對泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹的舌位、開口度、唇形，韻腹韻尾發音的時長比值等展開分析；而對產出正確率和目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置、非目標字韻母這四項控制因素是否存在關係的討論，一方面用於考察泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的正确率和四項因素是否存在關係，另一方面為接下來討論泰國留學生前後鼻音韻母感知與產出的關係問題做準備。考慮到泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母 *an/an/*、*ang/aŋ/*、*en/ən/*、*eng/əŋ/*、*in/in/*、*ing/iŋ* 數量較多，為了更加清晰地觀察到泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的情況，所以在聲學元音圖(圖 17、圖 18)暫未添加標準誤差線。

(一) 產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的聲學分析。實驗語音學範疇，研究者驗證了共振峰和舌位、開口度的關係： F_1 值低，舌位高， F_1 值高，舌位低； F_2 值高，舌位靠前， F_2 值低，舌位靠後(Joos, 1948；張凌, 2010；鄭齊兒, 2013；談婷, 2018)。Delattre(1951)還認為 F_1 值和開口度有關， F_1 值越大，開口度越大； F_2 值和唇形的圓展有關，圓唇作用可以使 F_2 降低一些(石鋒, 2002)。發漢語元音時的口腔活動表明，舌位高，開口度小，舌位低，開口度大；舌位和開口度呈負相關的關係(吳宗濟和林茂燦, 1989)。還有學者通過實驗表明(Delattre, 1951；House & Stevens, 1956)，元音鼻化的表現是 F_1 開始降低並且會出現反共振峰。在泰國留學生前後鼻音韻母的聲學分析中，通過測量目標

字韻腹的 F_1 值和 F_2 值，可以預測泰國留學生發前後鼻音韻腹舌位、開口度的情況。目標字韻腹 F_1 值、 F_2 值的起點、終點及變化過程、是否出現反共振峰，都是本實驗將要重點討論的聲學參數。

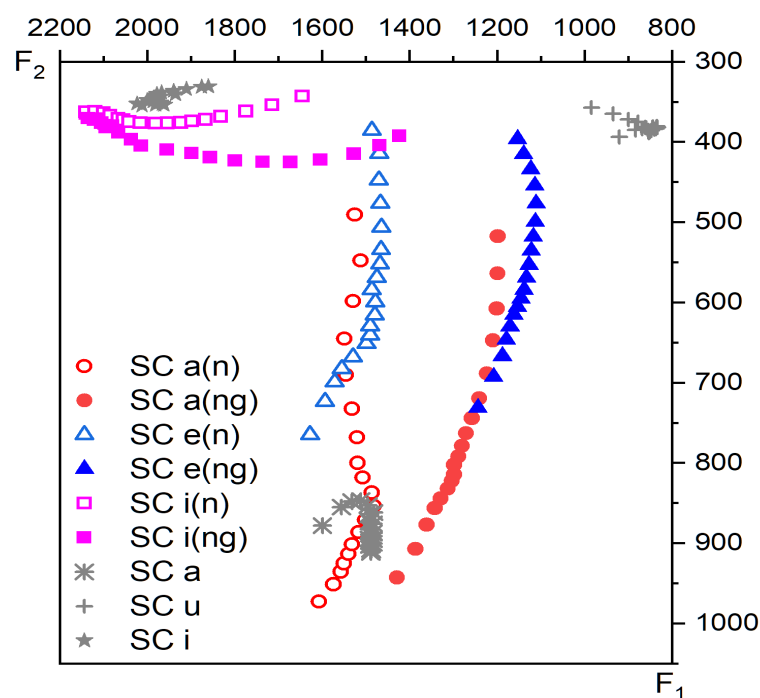
圖 17 泰國留學生產出漢語鼻音韻腹 $a/a/$ 、 $e/ə/$ 、 $i/i/$ 的發音位置圖



為了進一步觀察泰國留學生、漢語母語學生的音域範圍和目標字韻腹 $a/a/$ 、 $e/ə/$ 、 $i/i/$ 在聲學元音圖上的變化趨勢，我們以 Thai 組(圖中用 Thai Students 表示泰國留學生組，縮寫為 Thai)、SC 組(用 Standard Chinese Students 表示漢語母語學生組，縮寫為 SC)產出的非目標字韻母 $i/$ 、 $a/$ 、 $u/$ 為元音三角形的三個定位點，分別繪製 Thai 組、SC 組的聲學元音圖。如圖 17、圖 18 所示，我們把 F_1 的共振峰頻率值(Hz)作為 y 軸，把 F_2 的共振峰頻率值(Hz)作為 x 軸。其中 F_1 、 F_2 兩個維度都是線性坐標。以下，將從舌位、開口度的角度對比 Thai 組和 SC 組的聲學元音圖、前後鼻音韻腹 $a/a/$ 、 $e/ə/$ 、 $i/i/$ 在元音三

角形裡的發音軌跡及起點、終點的相對位置，綜合討論泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹的錯誤問題。

圖 18 漢語母語學生產出漢語鼻音韻腹 a/a/、e/ə/、i/i/的發音位置圖



1. 泰國留學生和漢語母語學生元音格局範圍的比較。對比圖 17、圖 18，

Thai 組產出漢語前後鼻音韻腹的元音三角形與 SC 組產出漢語鼻音韻腹的元音三角形均接近倒三角形。從發音的起點位置來看，Thai 組前後鼻音韻腹/i/、/a/、/u/的頂點位置和 SC 組漢語前後鼻音韻腹/i/、/a/、/u/的頂點位置存在較高的一致性：/i/是前、高元音，在三個頂點中保持最前、最高的位置；/a/的舌位是/i/、/a/、/u/中最低的，且位於定位點/i/(舌位最前)和/u/(舌位最靠後)正中央的位置；/u/的位置比/i/稍低，舌位最靠後。對比 Thai 組、SC 組漢語前後鼻音韻腹的整體元音格局範圍，Thai 組的元音格局範圍比 SC 組的元音格局範圍小。對比 SC 組、Thai 組元音三角形定位點/i/的發音動程，Thai 組的 F₁ 值整體

都比 SC 組的 F_1 值高， F_2 值比 SC 組的 F_2 值低。也就是說，Thai 組元音三角形定位點 /i/ 的發音起點、終點舌位相對 SC 組元音三角形定位點 /i/ 的舌位低且靠後。對比 Thai 組和 SC 組元音三角形定位點 /u/ 的發音軌跡，Thai 組從起點到終點的 F_1 值、 F_2 值都比 SC 組高，即 Thai 組元音三角形定位點 /u/ 的舌位整體上看比 SC 組元音三角形定位點 /u/ 的舌位低且靠前。從發音動程來看，Thai 組的 F_1 值、 F_2 值都比 SC 組低，Thai 組元音三角形定位點 /a/ 的舌位整體比 SC 組元音三角形定位點 /a/ 的舌位更高、更靠後。整體上看，Thai 組音域比 SC 組低且靠後，Thai 組元音三角形的高低維度、前後維度均比 SC 組更窄。

2. 同組別內產出漢語前後鼻音韻腹的發音位置比較。圖 17 是泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹 /a/、/ə/、/i/ 的發音位置圖。Thai 組學生產出漢語前鼻音韻腹 /i/ 和後鼻音韻腹 /i/ 時，具有相似的發音軌跡，起點處 F_1 、 F_2 值接近，終點處 F_1 值、 F_2 值差異較大：前鼻音韻腹 /i/ 終點處 F_1 值小於後鼻音韻腹 /i/ 終點處 F_1 值，後鼻音韻腹 /i/ 終點處 F_2 值大於後鼻音韻腹 /i/ 終點處 F_2 值。Thai 組學生產出漢語前後鼻音韻腹 /a/ 時，前鼻音韻腹 /a/ 的發音軌跡也與後鼻音韻腹 /a/ 的發音軌跡相似，前鼻音韻腹 /a/ 發音起點、終點處的 F_1 值也與後鼻音韻腹 /a/ 發音起點、終點處的 F_1 值非常接近，差異在於前鼻音韻腹 /a/ 發音起點、終點處 F_2 的值始終高於後鼻音韻腹 /a/ 發音起點、終點處 F_2 的值。Thai 組學生產出漢語前後鼻音韻腹 /ə/ 時，發音軌跡相似，前鼻音韻腹 /ə/ 起點處 F_1 、 F_2 的值比後鼻音韻腹 /ə/ 起點處 F_1 、 F_2 的值都要高。以上分析表明，泰國學生在產出前後鼻音韻腹 /i/ 時，差異較小，產出前後鼻音韻腹 /a/ 時，起始點的舌位、唇形都保持一致，發音過程中

舌頭均經歷了由低到高滑動、由前到後再到前的過程，只是在發音過程中舌頭滑動的方向、滑動的位置根據前後鼻音的不同而產生差異。泰國留學生產出前後鼻音韻腹/ə/時，前鼻音韻腹/ə/起點處的舌位低於後鼻音韻腹起點處的舌位，且舌位更靠前；發音過程中，前後鼻音韻腹/ə/始終存在舌位前後的差異。

圖 18 是漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹/a/、/ə/、/i/的發音位置圖。SC 組學生產出漢語前鼻音韻腹和後鼻音韻腹/i/的發音動程具有相似的軌跡，且起點處 F_1 、 F_2 的值非常接近，只是終點處 F_1 、 F_2 值差異很大：前鼻音韻腹/i/終點處 F_1 值低於後鼻音韻腹/i/終點處 F_1 的值，前鼻音韻腹終點處 F_2 值高於後鼻音韻腹/i/終點處 F_2 的值。SC 組學生產出前鼻音韻腹/a/和後鼻音韻腹/a/的發音軌跡相似，只是前鼻音韻腹/a/的發音軌跡變化幅度比後鼻音韻腹/a/的變化幅度大；前鼻音韻腹/a/起點處 F_1 、 F_2 值均高於後鼻音韻腹/a/起點處 F_1 、 F_2 的值，終點處前鼻音韻腹/a/的 F_1 值低於後鼻音韻腹/a/的 F_1 值， F_2 值高於後鼻音韻腹/a/的 F_2 值。SC 組學生產出前鼻音韻腹/ə/的發音軌跡與後鼻音韻腹/ə/的發音軌跡相似，且起點處 F_1 、 F_2 的值均高於後鼻音韻腹/ə/起點處 F_1 、 F_2 的值；前鼻音韻腹/ə/終點處 F_1 的值低於後鼻音韻腹終點處 F_1 的值， F_2 的值高於後鼻音韻腹/ə/終點處 F_2 的值。

由以上分析可知，漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹/i/時，起點的舌位、唇形保持一致，發音過程中前鼻音韻腹/i/始終保持較高舌位且開口度較小，後鼻音韻腹/i/則保持較低舌位且開口度相對較大；發音終點處前鼻音韻腹/i/的舌位比後鼻音韻腹/i/的舌位置更靠前、舌位更高、且開口度更大。漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹/a/時，前鼻

音韻腹/a/的舌位相對後鼻音韻腹/a/的舌位更低、更靠前，且開口度更大；發音過程中，前鼻音韻腹/a/的舌位始終比後鼻音韻腹/a/的舌位更靠前，並持續到發音的終點。

3. 不同組別產出前後鼻音韻腹的舌位、開口度位置及變化過程比較。

對比 Thai 組和 SC 組產出前後鼻音的發音過程可知，泰國留學生在產出漢語前後鼻音韻腹/i/的過程時，應當如 SC 組產出漢語前後鼻音韻腹/i/的發音過程所示，有所區分(尤其是區別前鼻音韻腹、後鼻音韻腹的舌頭滑動過程、開口度大小)；但 Thai 組產出漢語前後鼻音韻腹/i/終點處 F1、F2 的值以及發音過程在語圖上差異很小——這與 SC 組產出漢語前後鼻音韻腹/i/終點處 F1、F2 的值明顯不同。上述分析結果進一步表明，Thai 組產出漢語前後鼻音韻腹/i/的錯誤原因是受到了鼻音韻腹/i/的發音過程中舌頭滑動的高低、前後，以及韻腹/i/發音終點處的舌位、開口度影響。

受到鼻音韻尾逆同化作用的影響，Thai 組、SC 組產出漢語前後鼻音韻腹/a/發音過程的後半部分均顯示了鼻化元音的穩定段。只是 Thai 組學生相對容易在純元音部分的發音出現錯誤，造成鼻化元音穩定段的定位偏差。整體上看，Thai 組前後鼻音韻腹/a/的發音過程相似，舌位前後滑動的過程稍有差異，舌位高低滑動的過程、開口度差距不大；SC 組後鼻音韻腹/a/的發音從舌頭在口腔中的起始位置到滑動過程，都存在明顯差異；Thai 組產出前後鼻音韻腹/a/的前後維度、高低維度也明顯比 SC 組產出前後鼻音韻腹/a/的前後維度、高低維度窄。以上結果進一步表明，泰國留學生產出前後鼻音韻腹/a/時，本應當在舌位前後、舌位高低、開口度大小有所區分，但是由於對口腔內部尤其是舌頭的控制能力有限，難以正確把握舌頭移動的位置及節奏。因此產出前後鼻音韻腹/a/的純

元音部分時，容易出現錯誤。值得注意的是，純元音部分的錯誤是進一步造成鼻化元音穩定段定位偏差的主要原因。

對比 Thai 組和 SC 組，Thai 組學生產出韻腹/ə/時，從後向前滑動的幅度過大、速度過快。對比 Thai 組、SC 組聲學元音圖中韻腹/ə/的相對位置，Thai 組產出前後鼻音韻腹/ə/的發音起點、發音終點處的舌位前後、舌位高低以及開口度大小都和 SC 組存在差異。整體上看，Thai 組產出前後鼻音韻腹/ə/的高低維度、前後維度也都窄於 SC 組。由以上分析可知，泰國留學生產出前後鼻音韻腹/ə/時，發音起點的舌位本應當是更低的，舌頭前後滑動的過程本應當是緩慢的，但由於無法正確把握舌位升降及難以控制舌頭前後滑動的速度，所以產出前後鼻音韻腹/ə/時容易出現錯誤。

上述分析比較了泰國留學生、漢語母語學生產出目標字韻腹/i/、/a/、/ə/的發音位置及發音過程。當泰國留學生產出目標字韻腹/i/、/a/、/ə/時，舌位的高低、前後維度都比漢語母語學生產出目標字韻腹的舌位高低、前後維度更窄，並且過程相對曲折，發音起點、終點以及發音過程都與漢語母語學生存在不小差距。

4. 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹的差異分析。

前鼻音韻腹/i/的發音變化動程來看，Thai 組有波峰，SC 組有波谷：Thai 組學生產出前鼻音韻腹/i/的 F₁ 值是先升後降，到達最低點後稍有上升；F₂ 值持續下降，舌位逐漸靠後，且先低後高之後稍有下降，開口度由大變小；漢語母語學生的 F₁ 值是先降後升再稍稍下降，座標軸對應的 F₂ 值持續下降，舌位由高到低再稍有升高、且逐漸靠後，開口度逐漸變大；Thai 組學生韻腹/i/起點處 F₁ 值比 SC 組學生韻腹/i/起點處 F₁ 值高，Thai

組學生韻腹/i/起點處 F_2 值比 SC 組學生韻腹/i/起點處 F_2 值低。說明 Thai 組學生產出/in/時，韻腹/i/在口腔中的相對位置比 SC 組前後鼻音韻腹/i/在口腔中的相對位置更低、更靠後，開口度更大。也就是說，當泰國留學生發前鼻音/in/時，韻腹/i/的主要錯誤是舌頭滑動的高低位置及整個發音過程中韻腹/i/的舌位；Thai 組後鼻音韻腹/i/的發音過程也和 SC 組後鼻音韻腹/i/的發音過程存在很大差異。後鼻音韻腹/i/的發音軌跡本應該是平滑曲線，而 Thai 組後鼻音/i/的發音過程卻出現了波峰、波谷——Thai 組和 SC 組的 F_2 值都從高到低變化，Thai 組的 F_1 值從低到高再到低再到高，出現一個波峰、一個波谷的規律曲線；而 SC 組的 F_1 值從高到低再到高，變化幅度不大。顯然，Thai 組的起點位置、終點位置相對 SC 組的起點位置、終點位置靠後。從發音部位來看，Thai 組產出後鼻音韻腹/i/的變化過程是舌位逐漸靠後，舌頭從高緩慢降低再升高再降低，開口度從小到大再到小最後再變大；SC 組產出後鼻音韻腹/i/的變化過程是舌位逐漸靠後，舌頭從低逐漸升高再緩慢下降(這一變化過程並不明顯)，開口度逐漸從小變大再變小。所以整體舌位靠後、難以正確把握舌頭在口腔中的升降是泰國留學生發後鼻音韻腹/i/的主要錯誤原因。

發前鼻音/an/時，Thai 組學生/a/起點處 F_1 值、 F_2 值與 SC 組學生/a/起點處 F_1 值、 F_2 值相似。但發音的變化過程、終點位置 F_1 值、 F_2 值，差距不小。Thai 組產出/a/的動態過程出現明顯波谷，坡度較陡，SC 組雖然也出現波谷，但相對平緩。從口腔內部變化的過程來看，Thai 組和 SC 組舌頭持續升高，從前到後再到前，開口度持續變小。對比韻腹/a/發音終點處的 F_1 值、 F_2 值，Thai 組 F_1 值、 F_2 值均高於 SC 組 F_1 值、 F_2 值。也就

是說，Thai 組在前鼻音韻腹/a/終點處的舌位更低、更靠前。根據以上分析，泰國留學生前鼻音韻腹/a/的發音錯誤是由於沒有把握好舌頭升降和從前向後滑動的節奏。Thai 組和 SC 組在後鼻音韻腹/a/起點、終點及變化過程都存在差異：Thai 組/a/起點處 F_1 值、 F_2 值均高於 SC 組 F_1 值、 F_2 值，Thai 組/a/終點處 F_1 值、 F_2 至也都高於 SC 組 F_1 值、 F_2 值。這說明 Thai 組學生產出後鼻音韻腹/a/時，舌位始終較低、且較為靠前，開口度始終較大。從韻腹/a/變化的過程來看，Thai 組 F_1 值越來越低， F_2 值經歷了從高到低後逐漸趨於平緩的過程，並出現波谷。SC 組的 F_1 值越來越低， F_2 值逐漸變低，過程十分緩慢。從發音部位的角度分析，Thai 組學生發後鼻音韻腹/a/時舌位持續升高，且經歷了舌頭緩慢靠後、開口度持續變小的過程。SC 組學生發後鼻音韻腹/a/時舌位依然持續升高，舌頭由前到後並逐漸保持相對靠前的位置，開口度持續變小。整體上看，Thai 組學生發後鼻音韻腹/a/時，舌頭移動的軌跡本應該如 SC 組發音軌跡描述的那樣緩緩滑動，並逐漸過渡到鼻化元音部分，為發後鼻音韻腹/ŋ/做準備，但 Thai 組出現反共振峰的位置相對 SC 組出現反共振峰的位置較早，舌頭在主元音部分的前後位置滑動非常快，鼻化元音部分的發音時長無意識地被延長。由此可知，泰國留學生後鼻音韻腹/a/的錯誤原因，一方面是沒有把握好舌頭前後滑動的節奏，另一方面是難以準確控制舌位的高低。

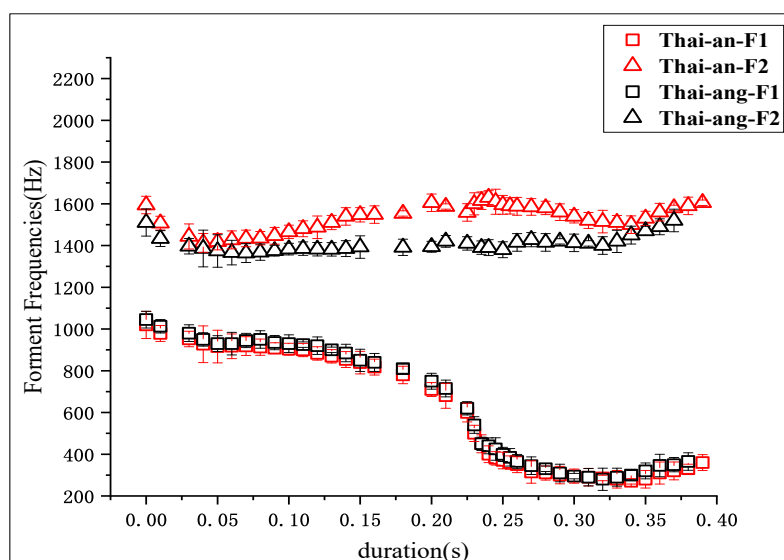
Thai 組前鼻音韻腹/ə/的軌跡和 SC 組前鼻音韻腹/ə/的軌跡有很大差異。Thai 組/ə/起始舌位比 SC 組高，Thai 組的發音過程曲折，有波峰，且發音結束點的舌位比 SC 組更低、更靠前。SC 組的發音過程是平滑下降的曲線，舌頭在口腔中從低到高變化。Thai 組發前鼻音韻腹/ə/時，舌頭本應該緩慢地從較低位置滑動到較高位置，但是泰國留學生

滑動速度過快，且舌頭過於靠後。對比 Thai 組和 SC 組/ə/起點、終點處 F_1 、 F_2 的值可知，Thai 組/ə/起點處的 F_1 值、 F_2 值都低於 SC 組/ə/起點處 F_1 值、 F_2 值；終點處 F_1 值、 F_2 值都高於 SC 組 F_1 值、 F_2 值。由以上分析可知，泰國留學生前鼻音韻腹/ə/的錯誤原因是，難以把控舌頭高低升降的速度和前後滑動的幅度。Thai 組和 SC 組產出後鼻音韻腹/ə/時，整個發音過程存在差異。Thai 組在/ə/起點的 F_1 值、 F_2 值都比 SC 組起點處 F_1 值、 F_2 值低，但是終點處 F_1 值、 F_2 值卻比 SC 組終點處 F_1 值、 F_2 值高。也就是說 Thai 組在產出後鼻音韻腹/ə/時，舌位比 SC 組起點的舌位高且靠前，Thai 組在發音終點的舌位比 SC 組舌位低且靠後；Thai 組整體發音過程相對曲折，且存在波谷，鼻化元音部分出現反共振峰的位置相比 SC 組出線反共振峰的位置高，整體發音過程相對集中；SC 組的發音過程是平滑曲線，發音過程緩慢而平穩。Thai 組在發後鼻音韻腹/ə/時，舌頭本應該從較低較前的位置緩慢滑動到較高、較後的位置，但是 Thai 組在發音起點時的舌位低且靠前——當舌頭向較高、較後位置滑動時，速度過快、幅度過大，故出現波谷；純元音向鼻化元音過渡時，舌頭也是快速地從較低、較後的位置滑動到較高、較前的位置。泰國留學生產出後鼻音韻腹/ə/的錯誤原因，是由於沒能很好地控制舌頭滑動速度、難以把握舌頭升降的高低變化。

（二）前後鼻音韻腹、韻尾的時長分析。鼻音韻尾的發音持續時間也是考量前後鼻音韻母發音是否準確的一項重要參數(王祖燕、羅熙靖和張勁松, 2015)。如圖 19、圖 20、圖 21、圖 22、圖 23、圖 24 所示，分別是泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母/an/和/aŋ/、/ən/和/əŋ/、/in/和/iŋ/的韻腹(包括純元音部分和鼻化元音部

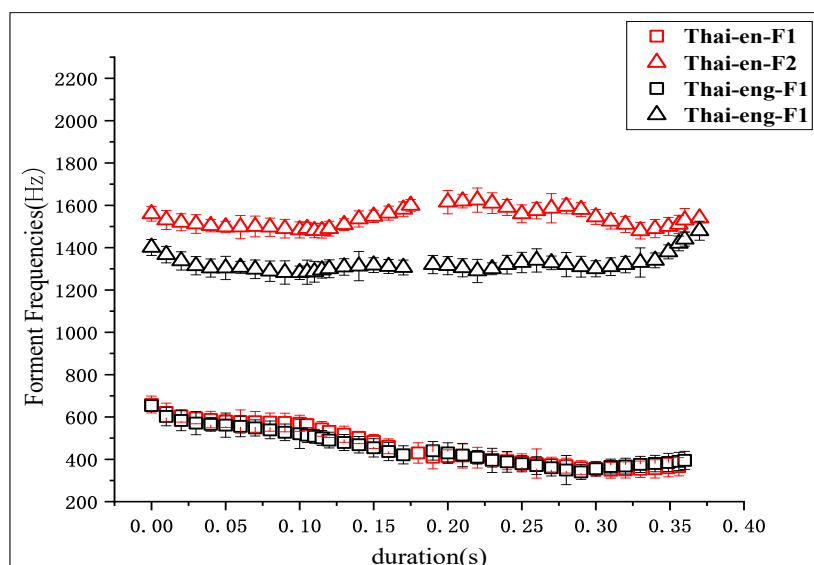
分)、韻尾時長。橫軸是經過歸一化處理後的時間座標，單位是 s；縱軸是共振峰頻率，單位是 Hz。每幅圖裡，都有四條曲線，位置較低的兩條曲線代表不同時間點的前鼻音、後鼻音 F₁ 值，位置較高的兩條曲線代表不同時間點的前鼻音、後鼻音 F₂ 值。每條曲線都有一處空隙較大的間隔，間隔前的部分代表韻腹發音時長，間隔後的部分代表韻尾發音時長。每條曲線在韻腹發音時長的後半部分會有一處相對明顯的波動(突然上升或突然下降)或間隔，這部分是過渡段，代表從純元音過渡到鼻化元音(林茂燦和顏景助, 1994)。從整體上看，泰國留學生在韻腹的純元音部分、鼻化元音部分的發音時長並未表現出明顯區分，而漢語母語學生在則存在明顯的界線。

圖 19 泰國留學生產出/an/和/aŋ/的共振峰模式圖



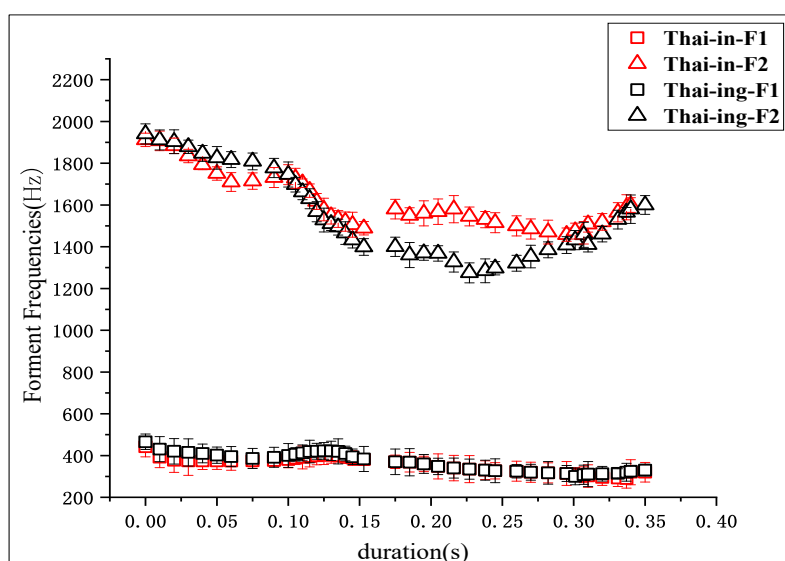
如圖 19 所示，泰國留學生產出前鼻音/an/的持續時間比後鼻音/aŋ/的持續時間長；前鼻音韻腹/a/、前鼻音韻尾/n/的持續時間也分別比後鼻音韻腹/a/、後鼻音韻尾/ŋ/的持續時間長，Thai 組學生產出鼻音韻腹純元音部分和鼻化元音部分的時長界線不明顯。

圖 20 泰國留學生產出/ən/和/əŋ/的共振峰模式圖



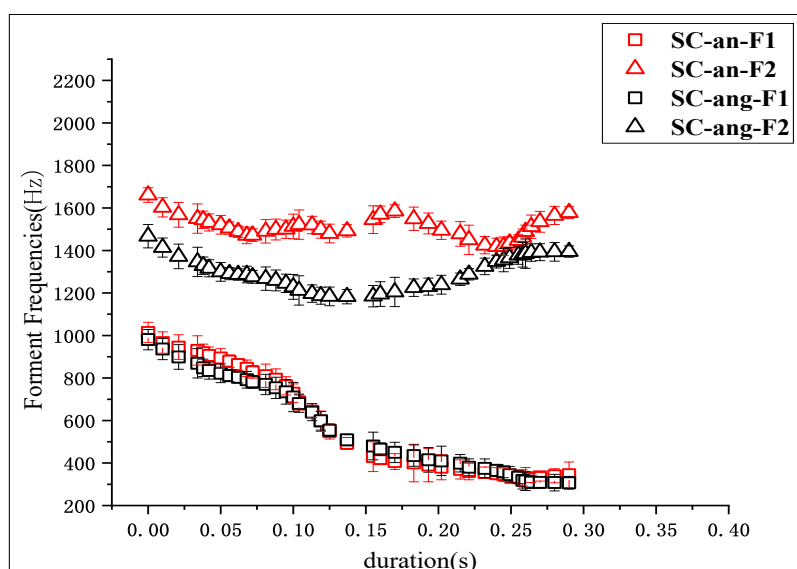
如圖 20 所示，泰國留學生產出前鼻音/ən/和後鼻音/əŋ/的持續時間大致相等，前鼻音韻腹/ə/的持續時間比後鼻音韻腹/ə/的持續時間稍短，前鼻音韻尾/n/的持續時間比後鼻音韻尾/ŋ/的持續時間稍長；產出鼻音韻腹/ə/的時間都比鼻音韻尾/n/和/ŋ/的時間短。

圖 21 泰國留學生產出/in/和/iŋ/的共振峰模式圖



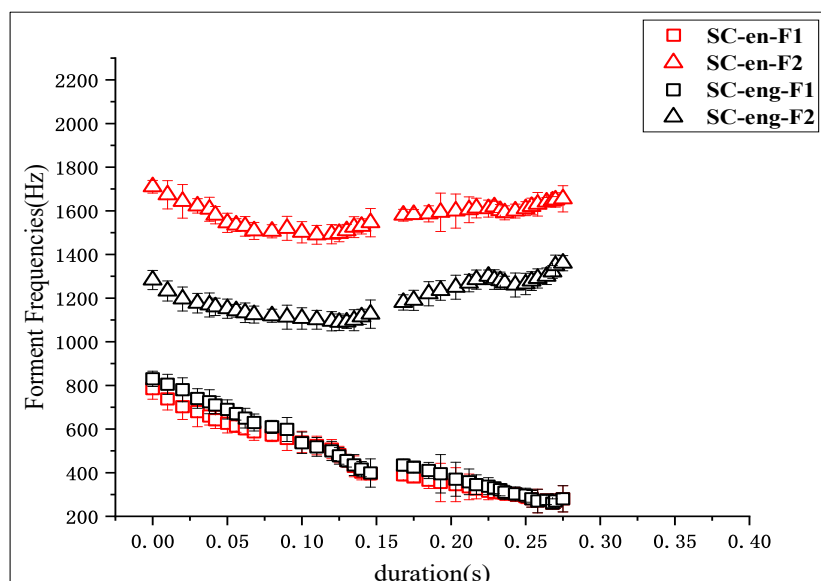
如圖 21 所示，泰國留學生產出前鼻音/in/和後鼻音/ɨŋ/的時間大致相等，而前鼻音韻腹/i/的持續時間卻明顯比前鼻音韻腹/n/的持續時間短，後鼻音韻腹/i/、韻尾/ŋ/的發音音時長規律也是如此；泰國留學生發前鼻音韻腹/i/的時間只是稍微比發後鼻音韻腹/i/的時間短一點點而已，前鼻音韻尾/n/的發音時間稍微比後鼻音韻尾/ŋ/長一點點。

圖 22 漢語母語學生產出/an/和/aŋ/的共振峰模式圖



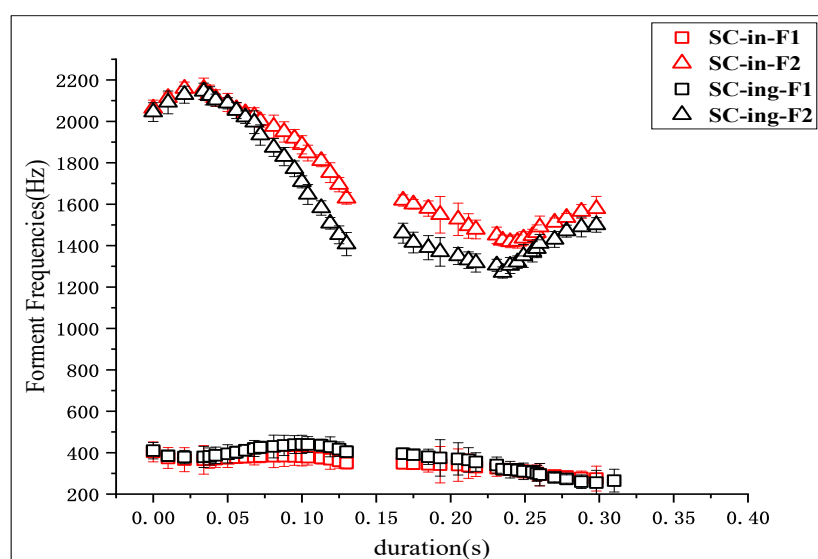
如圖 22 所示，SC 組純元音部分和鼻化元音部分界線清晰，且前鼻音/an/的鼻化元音發音時長比後鼻音/aŋ/的鼻化元音發音時長更長、韻尾持續時間更短，前鼻音韻腹/a/、前鼻音韻尾/n/的持續時間分別比後鼻音韻腹/a/、後鼻音韻尾/ŋ/的持續時間短。

圖 23 漢語母語學生產出/ən/和/ɐŋ/的共振峰模式圖



如圖 23 所示，SC 組學生產出鼻音韻母/ən/和/ɐŋ/的時間大致相等，鼻音韻腹/ə/的持續時間大致相等、前鼻音韻尾/n/的持續時間稍稍短於後鼻音韻尾/ŋ/的持續時間；產出鼻音韻腹/ə/的時間比鼻音韻尾/n/和/ŋ/的時間長。

圖 24 漢語母語學生產出/in/和/iŋ/的共振峰模式圖



如圖 24 所示，漢語母語組學生產出前鼻音/in/的時間比後鼻音/ɪŋ/的時間稍短一點，前鼻音韻腹/i/的持續時間和前鼻音韻尾/n/的持續時間大致相等，後鼻音韻腹/i/的持續時間比後鼻音韻尾/ŋ/的持續時間稍短；前鼻音韻腹/i/的時長稍稍比後鼻音韻腹/i/的時長長，前鼻音韻尾/n/的時長比後鼻音韻尾/ŋ/的時長短。

上述六幅共振峰模式圖雖然能夠清晰地觀察到 Thai 組、SC 組韻腹、韻尾發音時長，但卻難以清楚地觀測到 Thai 組和 SC 組韻腹、韻尾時長的具體差異。於是我們繪製了 Thai 組、SC 組韻腹韻尾時長柱狀圖，對比 Thai 組、SC 組韻腹、韻尾的具體發音時長。為了便於觀察，我們把單位秒(s)換算成毫秒(ms)，並作為縱軸呈現在柱狀圖中。

圖 25 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的時長圖

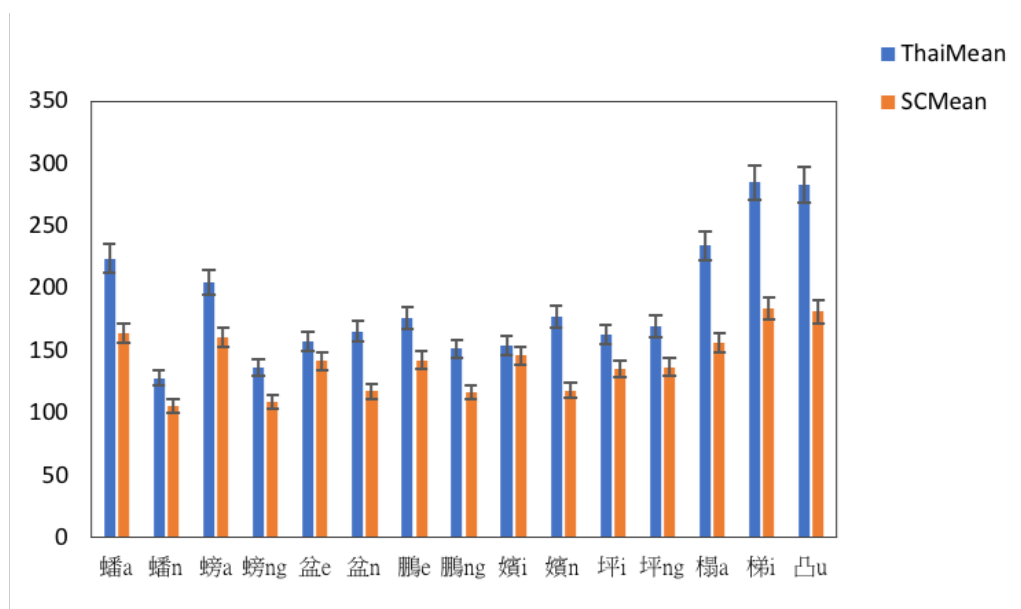


圖 25 是泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹、韻尾的發音時長圖。

整體上看，Thai 組產出目標字韻腹的時長均長於 SC 組目標字韻腹的時長，Thai 組產出

目標字韻尾的持續時間也都比 SC 組目標字韻尾的持續時間長。所以 Thai 組產出/an/和/aŋ/、/ən/和/əŋ/、/in/和/iŋ/的持續時間均長於 SC 組產出/an/和/aŋ/、/ən/和/əŋ/、/in/和/iŋ/的持續時間。當然，這一結果可以用來解釋泰國留學生產出漢語鼻音韻母發音拖沓的主要原因。我們總結了漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母的發音規律：

韻腹時長>韻尾時長

前鼻音韻腹時長=後鼻音韻腹時長

前鼻音韻尾時長<後鼻音韻尾時長

前鼻音韻母整體發音時長<後鼻音韻母整體發音時長

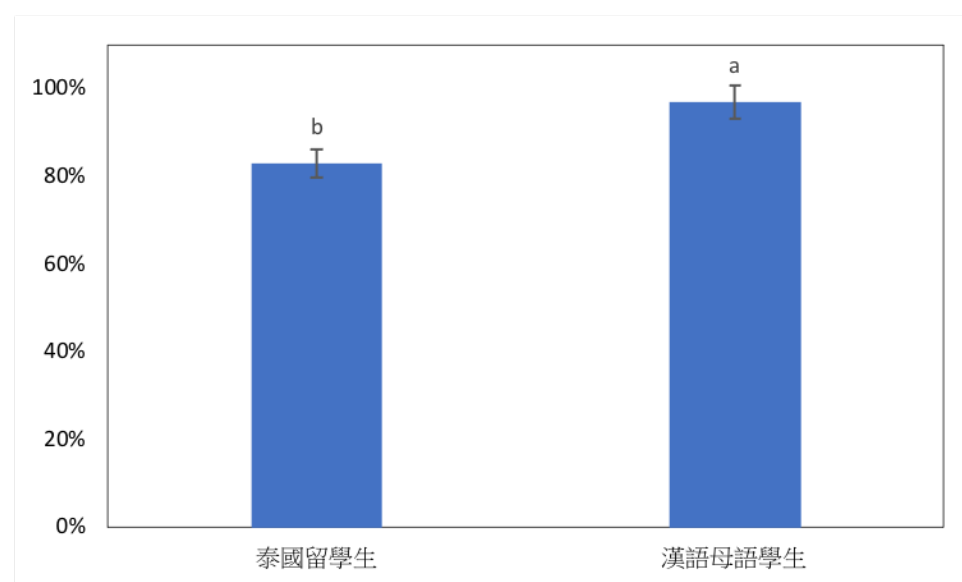
根據 SC 組產出漢語前後鼻音韻母韻腹、韻尾的時長規律，Thai 組在產出/an/、aŋ/、/əŋ/的發音時長與 SC 組一致，即韻腹時長>韻尾時長；但是產出/ən/、/in/和/iŋ/時，韻腹發音持續時間反而比韻尾發音的持續時間短。Thai 組產出前後鼻音韻母時，前鼻音韻腹/a/的時長比後鼻音韻腹/a/的時長長，前鼻音韻腹/ə/的時長短於後鼻音韻腹/ə/的時長；前鼻音韻腹/i/的時長也短於後鼻音韻腹/i/的時長，這與 SC 組前鼻音韻腹時長等於後鼻音韻腹時長的規律不符。Thai 組產出前鼻音/an/和後鼻音/aŋ/的韻尾時長與“SC 組前鼻音韻尾時長小於後鼻音韻尾時長”規律一致，但是在產出前鼻音/ən/和後鼻音/əŋ/時，前鼻音韻尾明顯比後鼻音韻尾時長長；產出前鼻音/in/和後鼻音/iŋ/時，前鼻音韻尾也長於後鼻音韻尾時長。值得注意的是，在對前後鼻音韻尾進行聲學測量時，我們規定了鼻化元音部分歸於純元音韻腹的分析原則。因此，在分析韻腹、韻尾持續時間時，韻腹比韻尾長反而是比較正常的情況。

(三) 漢語前後鼻音韻母產出評價的結果分析。如前文所述，我們還邀請了兩名專業評審對泰國留學生、漢語母語學生的產出結果進行評判。本節，我們將綜合討論泰國留學生與漢語母語學生之間的差異、以及影響產出評價結果的主要因素。

表 12 泰國留學生、漢語母語學生在產出評價結果的差異

	Estimate	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.718	0.022	32.364	<0.001***
組別	0.133	0.014	9.502	<0.001***

圖 26 泰國留學生、漢語母語學生的產出結果比較



我們選擇使用邏輯斯蒂回歸的方法分析泰國留學生與漢語母語學生之間是否存在差異。表 12 顯示泰國留學生、漢語母語學生在產出評價結果上存在顯著差異，組別是影響產出評價結果的主要因素($p < 0.001^{***}$)。圖 26 則進一步表明泰國留學生、漢語母語學生在產出正確率的差異：漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母的結果明顯優於泰國留學生(97%>83%)，並且漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母的正确率接近 100%，符合

其對照組身份；泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的正確率也符合其漢語中高級水平的標準。

我們將產出評價的結果作為因變量，將組別(泰國留學生、漢語母語學生)、目標字韻腹(/a/、/i/、/ə/)、目標字韻尾(/n/、/ŋ/)、目標字位置(前、後)、非目標字韻母(/i/、/a/、/u/)作為自變量，繼續使用 *r* 軟件構建混合效應的邏輯回歸模型，討論五項因素是否會影響產出評價的結果，以及上述五項因素是否會對產出評價結果產生交互影響。而後將非目標字韻母因素作為隨機效應，將組別、目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置四項因素作為固定效應，構建邏輯回歸模型(如表 13、表 14 所示)。同時，我們將產出結果的“正確”項、目標字韻腹“/ə/”項、目標字韻尾“/ŋ/”項、目標字位置“前”項與組別“漢語母語學生”項作為參考水平。漢語前後鼻音韻母的產出結果表明(表 13)，組別($p=0.008^{**}$)、目標字韻腹($p=0.000^{**}$)、目標字韻尾($p=0.000^{**}$)均會影響漢語前後鼻音的產出結果，其中，目標字韻腹、目標字韻尾對產出評價結果的影響更為顯著。

表 13 漢語前後鼻音韻母產出評價結果的邏輯回歸分析

	<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.803	0.569	1440	50.051	<0.001***
組別	0.953	0.359	1440	2.641	0.008**
目標字韻腹	0.983	0.263	1440	3.735	0.000***
目標字韻尾	1.3	0.359	1440	3.614	0.000***
目標字位置	0.6222	0.359	1440	1.73	0.083

注：*Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*df*=自由度；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p<0.05^{*}$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

表 14 幾項主要因素交互作用對產出評價結果的影響

<i>Interaction</i>	<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
韻腹:韻尾	-0.808	0.167	1440	-4.854	<0.001***
韻腹:組別	-0.492	0.167	1440	-2.953	0.003**
韻尾:組別	-0.661	0.228	1440	-2.906	0.004**
目標字位置:目標字韻腹: 目標字韻母	0.325	0.105	1440	3.086	0.002**
目標字韻腹:目標字韻尾: 組別	0.4	0.105	1440	3.798	0.000***
目標字位置:目標字韻腹: 目標字韻尾:組別	-0.158	0.067	1440	-2.377	0.0176*

注： *Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*df*=自由度；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

如表 14 所示，目標字韻腹與目標字韻尾兩項因素之間($p < 0.001^{***}$)，目標字韻腹與組別兩項因素之間($p = 0.003^{**}$)，目標字韻尾與組別兩項因素之間($p = 0.004^{**}$)，以及目標字韻腹、目標字韻尾與目標字前後三項因素之間($p = 0.002^{**}$)，目標字韻腹、目標字韻尾、組別三項因素之間($p = 0.000^{***}$)，目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置、組別四項因素之間($p = 0.0176^*$)均存在顯著的交互作用，在上述幾項因素對交互作用下，漢語前後鼻音韻母產出結果均會受到影響，只是受到目標字韻腹、目標字韻尾、組別之間的交叉作用的影响更顯著。

(四) 泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錯誤類型。如前文所述，在評審評判泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母時，需要根據聽感標出錯誤

類型。漢語母語學生作為對照組，產出正確率很高，並且產出錯誤以“失誤”²⁷為主，所以本實驗不做詳細討論。我們整理了泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錯誤類型（詳見表 15），共包含 5 種錯誤類型。韻腹錯誤複雜，韻尾錯誤單一。韻腹錯誤裡，有一些錯誤是非常明顯的音位錯誤，比如泰國留學生會把韻腹/a/發成韻腹/ə/，把韻腹/ə/發成韻腹/o/、把韻腹/ə/發成韻腹/a/；也容易出現相對模糊的錯誤，比如把/a/發成了介於/ə/和/a/之間的音，把/ə/發成了介於/ə/和/a/之間的音。

表 15 泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的錯誤類型

		錯誤類型	錯誤原因
韻腹	/a/	介於/ə/和/a/之間的音	接近於發/ə/和/a/的舌位，口唇太鬆弛
		/ə/	開口度不夠，舌位太高、太前
	/ə/	介於/ə/和/a/之間的音	位降低，開口度過大
		/o/	唇形圓展不分，舌位過低、過於靠後
韻尾	/n/	/a/	開口度過大，舌位靠前、過高
		/ŋ/	拖沓，前後不分
	/ŋ/	/n/	韻尾過短，前後不分

從聽感評判的角度來看，泰國留學生對韻腹/i/的發音掌握良好，並未出現錯誤；但是根據聲學分析的結果，泰國留學生產出韻腹/i/時，整體舌位靠後，這表明泰國留學生較難正確把握舌頭在口腔中的高低升降。由此看來，聽感判斷和聲學分析似乎存在衝突。但其實聽感判斷只能大致判斷發音的正確率及錯誤類型，很難捕捉細微的語音偏差。聽感判斷與聲學分析的結合，不僅可以判斷出正確率、錯誤類型，還可以從細節上分析泰國留學生的發音與標準漢語母語學生的發音差距。例如，對韻腹/a/和韻腹/ə/的聽感判斷

²⁷ 失誤是偶發性的，無規律的；錯誤是多發的，有規律的(魯健驥, 1992)。

結果與聲學分析進一步表明，泰國留學生在產出韻腹/a/和/ə/時，不僅存在音位錯誤，其發音與標準漢語母語學生相比，還存在許多細微的發音偏差。那麼在韻尾錯誤裡，主要錯誤類型是把/n/發成/ŋ/、把/ŋ/發成/n/。

以上分析進一步表明，聽感評判更適合於判斷語音的整體面貌是否正確以及韻腹、韻尾是否存在音位錯誤，雖然也可以評判標準語音的細微差異，但是只能作為參考，還是要以聲學分析作為主要評判方式與標準。

(五) 討論。由圖 17、圖 18 可知，F1、F2 的值與舌位、唇形密切相關，泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母時，很容易出現對舌位把握不准、唇形圓展混淆及舌頭在口腔中移動的速度等問題。從聽感判斷的角度來看，組別(漢語母語學生)、目標字韻腹(韻腹/ə/)均會影響產出正確率。鼻音韻尾/n/和/ŋ/是泰語裡有、漢語裡也有的音。雖然在泰語裡也能找到與漢語相對應的元音/i/、/a/、/ə/，但在泰語裡，/i/、/a/、/ə/是短元音，/i:/、/a:/、/ə:/是長元音(蔡榮男, 2007)。所以當泰國留學生在習得漢語鼻音時，容易將泰語鼻音韻尾的發音規律運用在漢語鼻音韻尾的發音，於是發漢語前後鼻音韻母時發音拖沓；而漢語不存在長短元音韻腹的差異，於泰國留學生來講是難點也是重點，且容易出現發音錯誤。回顧泰國留學生產出漢語前後鼻音的錯誤，韻腹偏誤複雜，韻尾偏誤單一；韻腹錯誤很少出現音位錯誤，反而以細節性的“偏差”為主，韻尾錯誤則是音位錯誤，即混淆前鼻音韻尾/n/和後鼻音韻尾/ŋ/。如圖 17、圖 18 所示，泰國留學生產出韻腹/ə/時，與漢語母語學生最主要的差異是發音過程中舌頭滑動的方向。那麼當泰國留學生產出目標字韻腹/a/和/i/時，發音起點舌位、發音終點舌位以及發音過程中舌頭運動的方向均與

漢語母語學生存在很大差異，所以產出正確率相對韻腹是/a/的前後鼻音韻母低。上述觀察可以用於解釋為何泰國留學生產出目標字韻腹/a/的正確率是組間最高的原因。

在泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻母的共振峰模式圖裡(圖 19、圖 20、圖 21、圖 22、圖 23、圖 24)，我們可以觀察到泰國留學生、漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻腹時，會受到鼻音韻尾的影響，發生逆向協同發音的現象(即鼻音韻腹被鼻化)，但是泰國留學生的鼻化段反而不如漢語母語學生產出的鼻化段明顯。吳宗濟和林茂燦(1989)認為，在韻腹、韻尾均會受到協同發音的影響，並且鼻音韻尾的時長以及韻腹、韻尾的時長比值均與鼻音韻腹純元音部分的舌位高低有關(吳宗濟和林茂燦, 1989)。如圖 17 所示，泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹/a/的 F1 值高，舌位低(Joos, 1948)；對應圖 19、圖 20、圖 21，韻腹/a/的發音時長就長，韻腹/i/的發音時長最短。

第三節 感知和產出的關係問題

二語語音習得領域，從未停止對語音感知和產出關係的討論。研究者認為，感知與產出的關係遠比想像的還要複雜(Bell-Berti et al, 1979)。Borden et al. (1983) 通過實驗表明，感知正確和產出正確二者存在關聯。Flege (1993, 1999) 設計了不同的實驗，認為感知和產出存在一定程度的相關 (modest correlation)。那麼根據 Baese-Berk & Samuel (2016)，學習者在學習不同語言技能時，都會存在不同的差異，所以在泰國留學生習得漢語前後鼻音韻母的實驗裡，感知與產出的關係也應當是不同以往的、具有獨立特徵的嗎？帶著這一疑問，我們以感知實驗、產出實驗的結果作為基礎，嘗試討論感知與產出的關係問題。

一、感知正確率與產出正確率的關係

我們使用斯皮爾曼相關性分析(Spearman Correlation)的方法對泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知聽辨正確率、產出正確率展開討論。考慮到感知和產出關係的探討建立在評判產出結果的基礎上(Flege et al., 1999)，所以這裏我們討論的兩項數據分別是來自泰國留學生感知聽辨漢語前後鼻音韻母的正确率、泰國留學生漢語前後鼻音韻母的產出評價正確率。在感知聽辨實驗裡，為避免相似語音帶來的干擾，感知聽辨實驗題目的排列順序是亂序的。而產出實驗的測試材料則是按照韻腹/i/、/ə/和/a/的順序排列。所以在分析感知聽辨正確率、產出正確率的關係之前，我們調整了感知正確率、產出正確率的順序，使兩組變量的數據排列順序一致。

表 16 漢語前後鼻音韻母感知正確率與產出正確率的關係

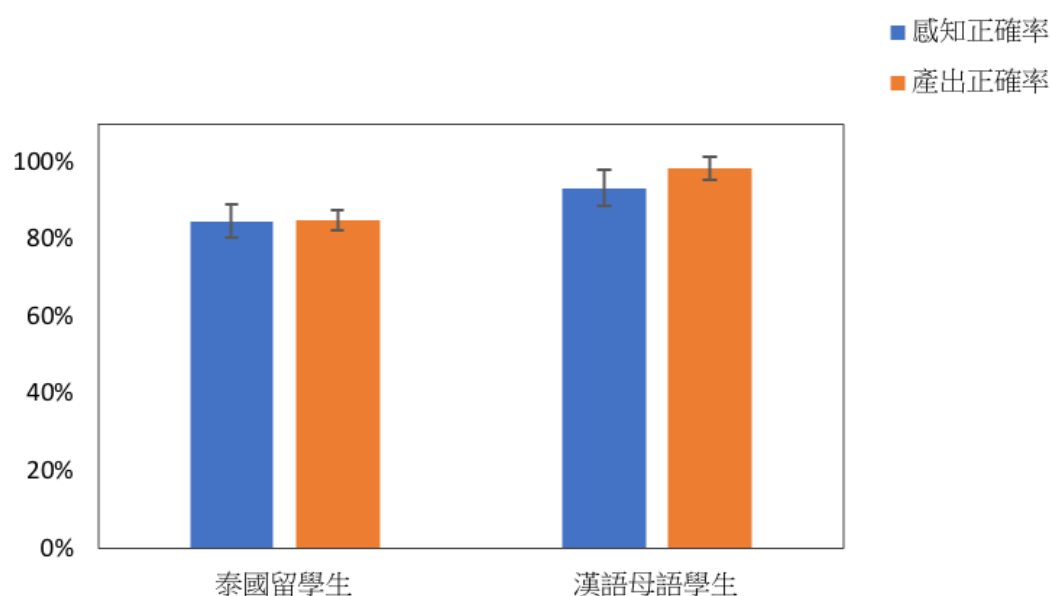
	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
感知	72	0.755**	0.000
產出			

注： n =樣本數量； r =皮爾遜積矩相關係數的估計值。

斯皮爾曼相關性的分析結果如表 16 所示，泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知正確率和產出正確率存在顯著性關係($r=0.755^{**}$, $n=72$, $p=0.000<0.05$)，並且呈現顯著的正相關關係。也就是說，感知聽辨正確率高，產出的正確率也高；感知聽辨正確率低，產出正確率也低。這一結論與驗證了我們的研究假設——感知與產出的確存在關係，且存在顯著的正相關關係，並且與 Flege et al. (1999)的研究結論相符。而後我們又繼續比較

了泰國留學生、漢語母語學生的感知正確率、產出正確率，結果如圖 27 所示，泰國留學生感知正確率與產出正確率差異很小，幾乎持平(感知正確率是 84.80%，產出正確率是 85.15%)。

圖 27 泰國留學生、漢語母語學生感知和產出的正確率



二、影響前後鼻音韻母感知與產出的因素

SLM 表明，產出準確性受到感知準確性的制約(Flege, 1995)。但是從前文我們對漢語前後鼻音韻母的感知結果、產出評價結果的影響因素分析可知，影響感知的因素與影響產出的因素有部分重合：組別、目標字韻腹會影響感知結果，而組別、目標字韻腹、目標字韻尾都是影響產出結果的主要因素；組別、目標字韻腹的交互作用不僅會影響感知結果，還會影響產出結果。這與 SLM-r 提到的“感知與產出存在部分同步”的討論一致(Nagle & Baese-Berk, 2021)。

三、討論

在開始討論之前，我們首先需要再次明確泰國留學的語言學習背景。這與是否能使用 SLM、SLM-r 解釋感知與產出的關係問題存在很大關聯。如前文所述，在實驗開始之前我們分別對被試的語言背景進行了詢問，簡單記錄後篩選出漢語學習年齡、語言輸入質量相當的泰國留學生被試參加實驗。實驗組成員(泰國留學生)在未抵達中國以前均未系統學習過漢語(少數泰國留學生在未抵達中國之前聽過、說過一些簡單的漢語詞句，比如“你好”、“謝謝”等)、被試均來自同一所學校、同一個學院，學習漢語課程的時間、內容基本一致。當然，被試的個體差異是我們必須要考慮到因素(比如學習動機、在校時的交際範圍、交際對象是否中國人還是泰國人、看電視時選普通話節目還是漢語節目等)，只是人並非機器，所以暫不能控制個體差異完全保持一致，只能最大限度保證泰國留學生被試具有近似的語言背景。那麼根據 SLM-r，上述提到的與 L2 輸入有關的語言背景問題會影響泰國留學生漢語語音的習得。只是在本研究中，我們暫時難以判斷泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母時，是否已經形成了新的語音類別。這或許會在之後的長期跟蹤研究中展開深入討論。

L2 學習者感知聽辨、產出 L2 語音與母語和目的語的關聯度相關(Flege et al., 1997)，感知與產出均會受到協同發音的影響(Beddor, 1999)，泰國留學生感知與產出漢語前後鼻音韻母也是如此。PAM 提及的感知同化模式決定泰國留學生在感知漢語前後鼻音韻母時會與母語進行對比，與母語相異的部分容易被感知，與母語相似的部分反而相對不容易被感知(Strange, 2007)。泰語大部分單元音都存在發音長、短的對立，漢語則沒有

長、短元音之分。比如/a:/和/a/，/i:/和/i/，/ə:/和/ə/。所以對於泰國留學生來講，感知與產出泰語長、短元音並不是什麼難題(Burroni et al., 2021)。反而是當泰國留學生感知同一音位但是不存在發音時間長、發音時間短的對立時，相同音位的相似性，與發音持續時間的相異性，容易出現感知辨認錯誤——這是由於漢語音節的等時性造成的。根據泰語鼻音韻母的時長組合規律可知，泰語鼻音韻腹是長元音，鼻音韻尾也不會由於受到長元音時長的影響而縮短；韻腹是短元音，鼻音韻尾則會更長(Roengpitya, 1999)；這與漢語音節等時長的原則相異(Li, 2008; Zhang, 2019)。所以泰國留學生感知漢語前後鼻音韻母時，會率先選擇與泰語鼻音韻母時長組合規律不同的選項，這部分應當是容易被感知的。混合效應邏輯回歸的結果顯示，影響感知結果的重要因素是韻腹。所以當泰國留學生難以辨認韻腹的發音時長時，對韻尾發音時長乃至整個音節的判斷也容易受到影響，發生感知錯誤。

由產出實驗的結果可知，當泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母時，韻腹錯誤多為細小錯誤，但非常複雜；韻尾錯誤多為音位錯誤，相對單一。這一結果表明，泰國留學生幾乎已經基本掌握了漢語鼻音韻腹的音位，所以發音錯誤以“偏”為主，“誤”為輔；混合效應的線性回歸分析指出，韻腹是影響產出結果的重要因素。所以泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母，最關鍵的部分是韻腹。有關韻腹音位的細小偏差以及韻腹的發音持續時間，都會間接影響韻尾的發音。考慮到泰語長、短元音的發音規律，當泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母時，會將泰語中的一些發音規律帶入到漢語發音中去(尤其是韻腹的長、短元音發音時長)，所以當他們在發漢語前後鼻音韻母時，對韻腹/a/和/i/的韻腹

發音過長(如圖 19 所示)，產生發音錯誤。上述分析可以進一步解釋為何泰國留學生感知和產出的影響因素僅存在部分同步。

根據 Rallo & Romero (2012)對感知與產出相關性影響因素的討論結果，我們可以認為正是由於本研究中泰國留學生被試的 L2 漢語學習背景較好、學習質量較高，所以整體感知正確率與產出正確率的相關係數也高($r=0.755$)。從影響感知正確率與產出正確率的因素來看，感知結果受到目標字韻腹、目標字韻尾的影響，產出結果受到目標字韻腹的影響，即影響產出的因素在某種程度上與影響感知的因素相同——目標字韻腹因素，且韻腹/a/都是影響感知與產出最重要的因素；但感知還會受到韻尾因素的影響。這與 SLM-r 感知與產出應當在某些部分相互反應的結論一致(Nagle & Baese-Berk, 2021)。

本研究的研究結論可以廣泛應用於線上的對泰漢語語音的教學。於對泰漢語教師而言，一方面要把感知放在與產出同等重要的地位，對比泰語鼻音、漢語鼻音，引入語圖、錄音等多媒體教學，有的放矢地設計課堂環節、調整教學順序；另一方面可以有針對性地設計課堂、課後的感知聽辨和產出練習，幫助泰國留學生提升感知聽辨和產出漢語鼻音韻母的能力；於泰國留學生而言，首先要明確感知和產出同等重要的概念；其次在訓練感知聽辨的能力時，需要明確漢語鼻音韻腹鼻化元音部分以及鼻音韻尾的發音時長、純元音部分的舌位、開口度大小；最後，在進行發音訓練時，需要著重關注舌頭的滑動方向、滑動速度以及韻腹、韻尾時長。

綜合上述討論，我們認為泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知與產出是存在關係的，並且在某種層面上看具有同步性及正相關關係。但由於我們的研究僅僅從感知與產出的

關係及影響因素兩方面對其展開討論，因此仍然不能妄下定論，只能認為感知與產出具有一定的關係，且這種關係是錯綜複雜的。當然，泰國留學生 L2 漢語語音的輸入對感知與產出的相關性係數存在一定的影響。雖然本研究暫時還未對個體差異中的某些變量與感知產出的關係問題展開討論，但這將是我們未來的研究方向之一，會將個體差異作為後續研究的重點考慮因素，考察個體差異中的某些變量是否會影響感知與產出的關係。

第四章 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出實驗

感知和產出直接影響聽者是否理解講者的言語表達。Denes & Pinson (1993)認為說話者產出語音信號、聽者感知語音信號的過程週而復始，形成言語鏈 (Speech Chain)。言語鏈強調了感知和產出具有同等重要的地位，二者缺一不可。隨著研究的深入，研究者通過設計不同的語音實驗考察感知和產出的關係問題(Baese-Berk, 2019)。Flege et al. (1999) 以 SLM 作為研究的理論基礎，討論義大利母語者產出和感知英語元音的情況。結果表明，感知聽辨正確率和產出正確率存在顯著的正相關關係；王韞佳 (2002) 邀請日本漢語學習者作為研究對象，通過不同層次的感知和產出數據分析，認為感知和產出是錯綜複雜的。在泰國留學生漢語語音習得領域，暫未有研究者從感知和產出的關係層面對泰國留學生漢語語音習得問題展開討論。考慮到日常交際中泰國留學生總是容易把漢語平舌音 z、c、s 的音發成翹舌音 zh、ch、sh，或是混淆 z、c、s 和 zh、ch、sh；在泰國留學生漢語擦音、塞擦音的習得領域，已經有研究證實了泰國留學生產出漢語平舌音、翹舌音是重點也是難點 (李紅印, 1995；蔡整瑩和曹文, 2002；梁曉麗和關英偉, 2011；梅麗, 2011)，但僅有小部分研究者關注於擦音、塞擦音的感知和產出問題——梅麗(2009)有關擦音、塞擦音習得的研究是該領域的經典。

綜合上述因素，我們以泰國留學生作為研究對象，從感知和產出的角度討論泰國留學生漢語平翹舌音的習得。作為一項實證研究，需要同時具備控制因素和變量，才有可能從科學、客觀的角度明確感知和產出之間的關係問題(梅麗, 2009)。本研究控制研究對

象(邀請年齡範圍、性別一致，語言背景接近的泰國留學生作為研究對象)，設計漢語平翹舌音的感知聽辨實驗、產出實驗，嘗試在相同環境下(安靜的空房間)收集泰國留學生、漢語母語學生感知和產出漢語平翹舌音的數據，考察感知與產出是否存在一致性、相關性等問題，期待為泰國留學生漢語平翹舌音的習得提供適當參考。

第一節 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知實驗

泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知實驗包含一項聽力測試，主要目的是考察泰國留學生能否正確聽辨 $z/ts/$ 、 $zh/tʂ/$ 、 $c/tsʰ/$ 、 $ch/tʂʰ/$ 、 $s/s/$ 和 $sh/ʃ/$ 為聲母的平翹舌音組合詞，以及感知聽辨的正確率問題。以下，將從研究對象、實驗材料設計、實驗程序、結果與分析、討論五個部分對泰國留學生漢語平翹舌音的感知實驗進行詳細介紹。

一、研究方法

(一) 研究對象。泰國留學生漢語平翹舌音的感知聽辨實驗分別邀請了 19 名泰國留學生作為實驗組成員、10 名漢語母語學生作為對照組成員²⁸。為排除某些因素對實驗結果的影響，被試的性別、年齡、語言背景、語言水平等都是需要考慮的。經過初步篩選，這 29 名被試需符合女性、年齡區間在 20-30 歲的共同條件；除此之外，實驗組、對照組被試的語言背景也需要分別符合下列條件：實驗組成員需符合泰語為母語、

²⁸ 為保證實驗結果更具可信度，我們一方面設置了對照組和實驗組，另一方面保證兩個組別基本條件(如性別、年齡區間等)一致。當然，在這裡需要解釋一下實驗組、對照組成員人數不均等的理由：首先，參考以往文獻，對照組人員數量 10 人已經相對較多，滿足基本條件；其次，受到新冠肺炎疫情的影響，有一名實驗組同學由於特殊原因放棄實驗。因此，實驗組成員只有 19 名泰國留學生參與實驗。

L2 是漢語、來中國學習漢語之前只接觸過簡單且基礎的漢語，且 HSK 水平²⁹在中高級或以上的條件；而對照組成員除了在性別、年齡區間與實驗組成員保持一致以外，還需要符合出生於我國北方(並非地域歧視，只是從客觀的角度來看，我國北方居民的普通話水平的確高於我國南方地區居民的普通話水平)、均參加過漢語普通話水平測試，且成績在一級乙等或以上的語言背景。測試開始前，兩組被試均被要求回答一些相關問題 (Li et al., 2006)，確保嚴格控制兩組被試的語言背景。

(二) 實驗材料設計。泰國留學生漢語平翹舌音的感知聽辨實驗是考察泰國留學生依靠聽感對平翹舌音組合詞的判斷情況。我們以範疇化感知(Categorical Perception, CP)的經典研究范式——區分任務(Discrimination Task)³⁰作為實驗材料的載體，用以考察泰國留學生感知辨別不同平翹舌音音位的情況。實驗材料分為文字版、錄音版兩份，以《108 個平翹舌音組合詞表(以下簡稱“詞表”)》作為泰國留學生漢語平翹舌音感知聽辨實驗材料的設計藍本。這份詞表來自宋浩妍(2019)測試香港大學生感知聽辨和產出漢語平翹舌音情況的實驗材料，以 z/ts/、zh/tʂ/、c/tsʰ/、ch/tʂʰ/、s/s/和 sh/ʂ/為考察對象，設計了 108 個平翹舌音組合詞。如附錄三所示，這 108 個平翹舌音組合詞按照平舌音+翹舌音、平舌音+平舌音、翹舌音+翹舌音、翹舌音+平舌音的組合規律分為四組，每組組合詞又包含 9 種不同情況。在這 9 種不同情況裡，每組又包含 3 個不同的詞語。

²⁹ 這裡所說的 HSK 是指普通話水平測試，HSK 成績是指泰國留學生經 HSK 考試後得到的 HSK 成績，實驗組的泰國留學生在我國留學期間，都參加過 HSK，且成績在 4 級-6 級，是漢語的中高級水平。

³⁰ 區分任務在本實驗裡是指，泰國留學生對聽到的錄音刺激進行判斷，答案的選項有且僅有正確和錯誤兩項。

按照上述分類方法，平舌音+翹舌音組合詞、平舌音+平舌音組合詞、翹舌音+翹舌音組合詞和翹舌音+平舌音組合詞，每組都包含 27 個平翹舌音組合詞語。於是我們得到了 108 個目標詞(詞表詳見附錄三)。如附錄三所示，每個目標詞都會有三種平翹組合的錯誤形式，所以三個錯誤讀音和一個正確讀音組合在一起，共有 108×4 個音節。這 432 個音節就是 432 個語音刺激，是泰國留學生區分平翹舌音組合詞是否正確的基礎。例如，實在[shí zài]可以有實在[sí zài]、實在[shí zhài]、實在[sí zhài]三種錯誤讀音，尊重[zūn zhòng]可以有尊重[zūn zòng]、尊重[zhūn zòng]、尊重[zhūn zhòng]三種錯誤讀音。而後，區分實驗的測試材料會上載至 google form 和問卷星，以判斷正誤的方式出現在線上問卷中。

錄音是感知聽辨實驗的載體。為減少漢語方言帶來的干擾，我們邀請了一名普通話水平測試成績在一級乙等以上、從事漢語語音相關工作多年的漢語母語者錄製感知聽辨實驗的錄音材料。這位發音人需要根據文字材料清晰而大聲地朗讀 108×4 個音節，全程使用專業錄音設備錄音。錄製完成後，使用 Audacity 軟件對這段錄音材料進行剪切，於是得到了 108×4 個語音刺激。經反覆測試，3 秒是最適合被試的反應時間，於是在每個刺激之後均插入 3 秒空白幀。為了避免被試參加實驗時受到相鄰的、接近的語音刺激干擾， 108×4 個音節的排列順序是隨機亂序的，但要保證文字材料和錄音材料必須一一對應。最後，我們會將線上問卷的鏈接和錄音下載的鏈接分別發給實驗組、對照組被試，供其下載。

(三) 實驗程序。通過簡單測試，大部分實驗組的泰國留學生雖然可以打開問卷星的連結，但是沒有百度網盤帳號，所以沒辦法提取音頻；而大部分對照組的漢語母語學生由於地域的限制，無法打開 google form 和 google drive。基於此種狀況，我們決定分開收集泰國留學生和漢語母語學生的實驗數據。泰國留學生在 google drive 下載音頻，在 google form 上進行測試；漢語母語學生在百度網盤上下載音頻，在問卷星上進行測試。

為便於溝通，我們建立了微信討論組，邀請所有被試加入，並將編輯好的《實驗說明(包含操作細節、注意事項等內容)》發送至微信群。被試可以根據空閒時間決定參加感知聽辨實驗的時間，只是務必在截止日期前提交問卷。實驗開始時，被試需要在 google drive 或百度網盤下載音頻，打開 google form 或問卷星的連結，根據聽到的內容選擇主觀正確的答案。實驗結束後，被試提交試卷。值得說明的是，我們在數據分析時，討論的是兩組數據的平均值，而非每一位被試的產出數據。只是由於時間關係，暫時不做詳細討論。未來，這也是我們的研究方向之一。

二、結果與討論

(一) 感知四組漢語平翹舌音組合詞的結果分析。如前文所述，漢語平翹舌音組合詞的感知實驗採用範疇化感知的區分作為實驗材料的載體(432 個語音刺激)。這 432 個語音刺激來自 108 個平翹舌音組合詞，每個目標詞都會包含三個錯誤音節(干擾項)、一個正確音節(正確項)，泰國留學生實驗組、漢語母語學生對照組均被要求在指定時間內一邊聽錄音一邊選出他們認為正確的選項。數據分析的對象便是兩組被試對

432 道題的感知聽辨結果。為了進一步明確泰國留學生與漢語母語學生在感知四組漢語平翹舌音組合詞時是否存在差異以及平-平、平-翹、翹-平的組別分類是否會影響泰國留學生的感知結果，我們構建了邏輯回歸模型對上述數據進行分析。其中，感知結果是因變量，組別、四組平翹舌音組合詞是自變量。考慮到自變量較少且非常重要，同時上述兩項自變量本身不具備隨機的特徵，故暫不使用混合效應的方法構建模型，而是選擇使用邏輯斯蒂回歸的方法分析。

表 17 漢語平翹舌音感知結果的邏輯回歸分析

	<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
(intercept)	0.150	0.0272	5.514	<0.001***
組別	0.405	0.019	2.218	<0.001***
組合詞	-0.012	0.010	-1.172	0.214
Interaction 組別:組合詞	0.007	0.007	1.049	0.294

注： *Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

如表 17 所示，組別(泰國留學生、漢語母語學生)與感知結果呈現顯著性關係($p<0.001^{***}$)，且泰國留學生與漢語母語學生對感知結果存在顯著差異；四組平翹舌音組合詞反而不會對感知結果產生影響，且四組平翹舌音組合詞之間不存在顯著性差異($p=0.214^{***}$)；組別與四組平翹舌音組合詞的交互作用不會對感知結果產生影響。根據上述分析，我們整理了泰國留學生、漢語母語學生的感知結果數據，圖 28 可以進一步表明泰國留學生、漢語母語學生在感知結果存在顯著差異：泰國留學生感知漢語平翹舌音組合詞的正確率低於漢語母語學生感知正確率($64.8\%<96.7\%$)，漢語母語學生的感知

正確率接近 100% 水平。這進一步表明漢語母語學生作為對照組的意義，也再次證明了泰國留學生的漢語水平的確在中高級以上。

圖 28 泰國留學生、漢語母語學生感知漢語平翹舌音組合詞的差異

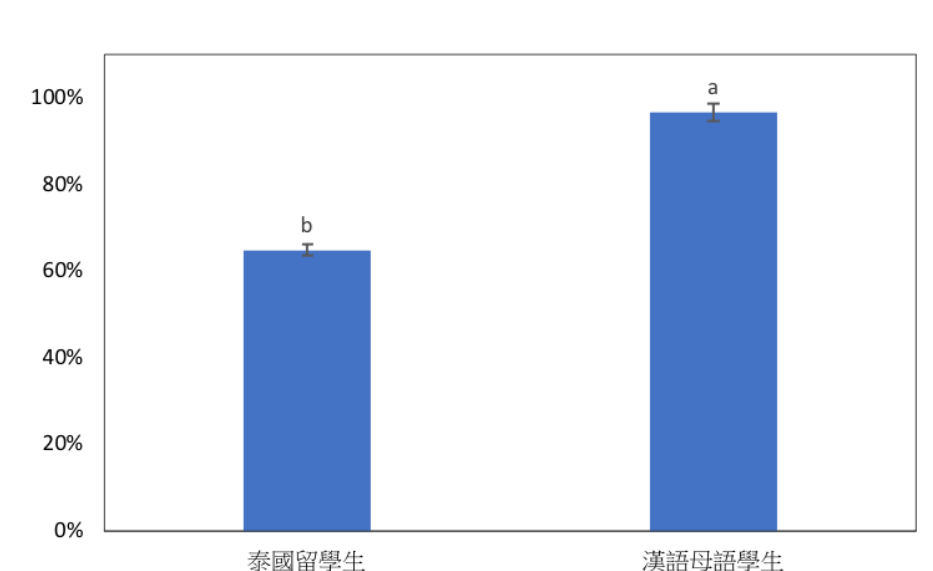


圖 29 泰國留學生、漢語母語學生感知四組平翹舌音組合詞的正確率

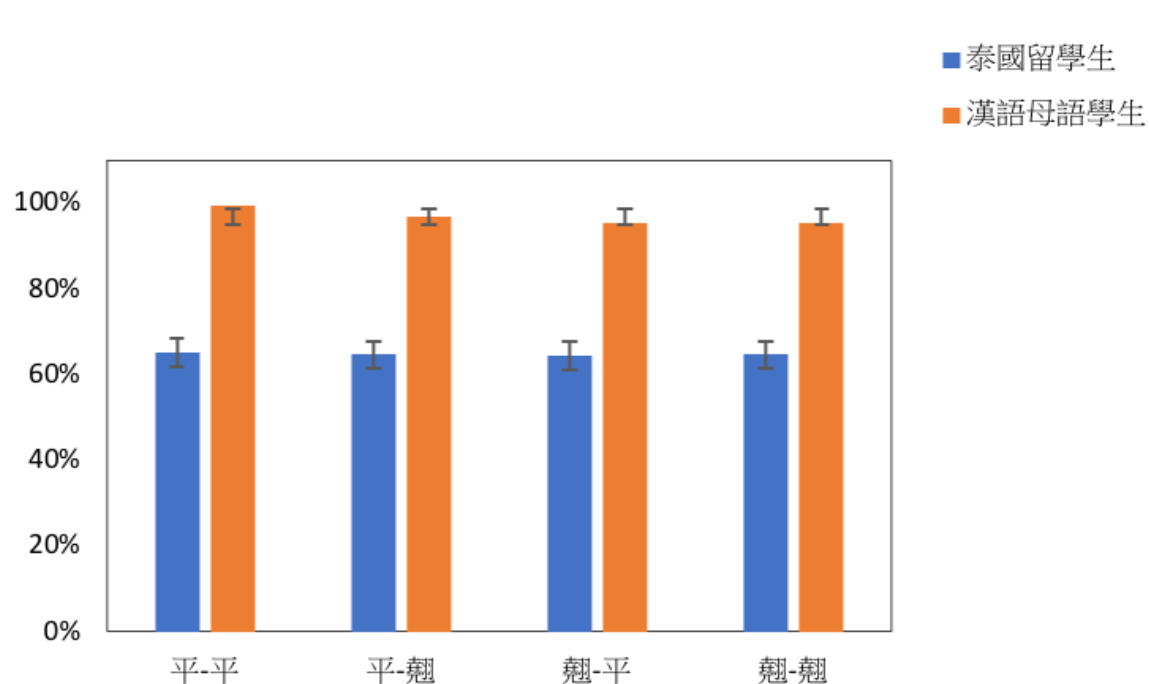


圖 29 是泰國留學生、漢語母語學生感知四組平翹舌音組合詞的正確率圖。整體上看，泰國留學生感知四組平翹舌音組合詞的正確率差異非常小(平平組合詞 65.26%，平翹組合詞 64.54%，翹平組合詞 64.65%，翹翹組合詞 64.62%)，漢語母語學生感知四組平翹舌音組合詞的結果也是如此(平平組合詞 99.25%，平翹組合詞 96.83%，翹平組合詞 95.52%，翹翹組合詞 95.20%)。通過對兩組數據的進行橫向比較可以發現，泰國留學生感知平平組合詞的正確率是組間最高，感知平翹組合詞的正確率是組間最低，漢語母語學生感知平平組合詞的正確率也是組間最高。該圖進一步支持了邏輯回歸分析的結果：四組平翹舌音組合詞之間不存在顯著差異。

為了繼續明確泰國留學生究竟更容易感知到哪些平翹舌音，我們繼續對泰國留學生感知四組平翹舌音組合詞的正確率進行更細緻的討論。如前文實驗設計所述，按照平舌音、翹舌音的排列組合規律，四組平翹舌音組合詞又分別由 9 個小組組成(詳見“實驗設計”一節)。

圖 30 泰國留學生感知平-平組合詞的平均正確率

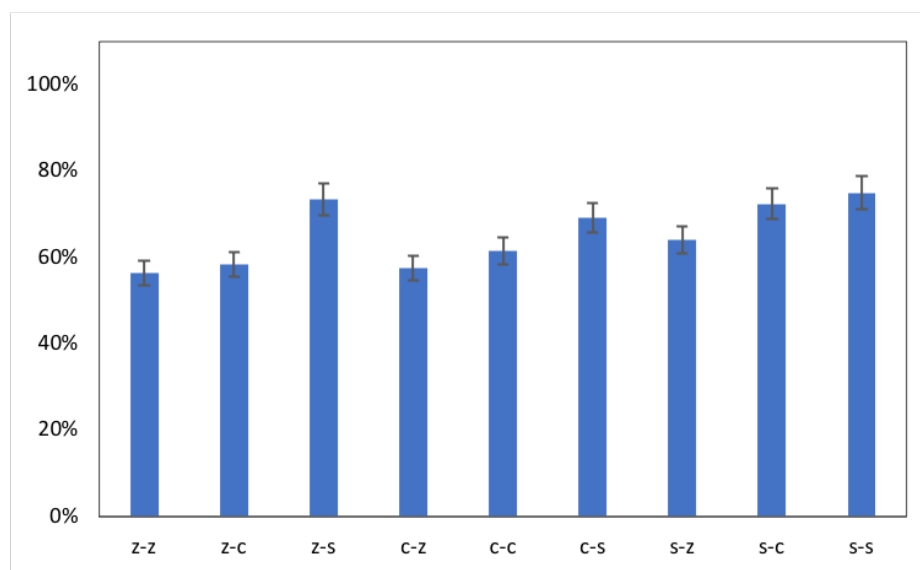


圖 31 泰國留學生感知平-翹組合詞的平均正確率

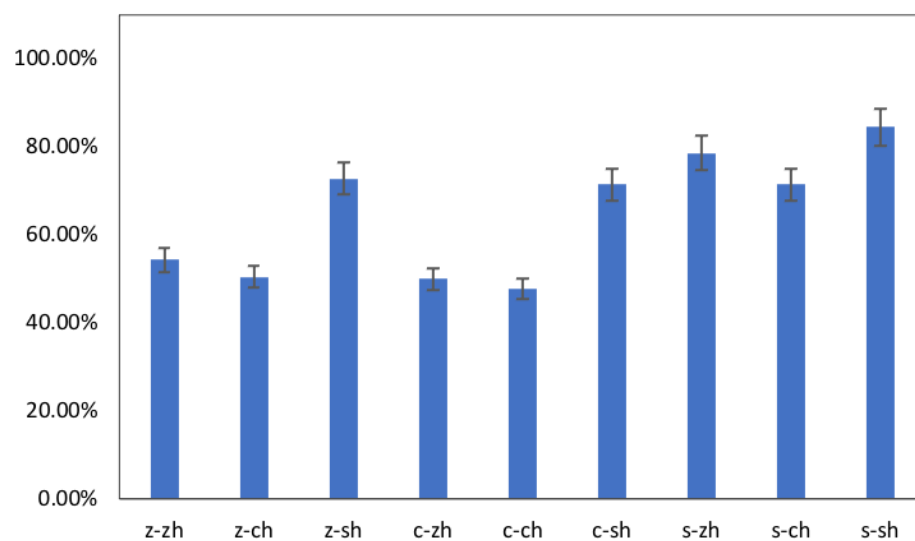


圖 32 泰國留學生感知翹-平組合詞的平均正確率

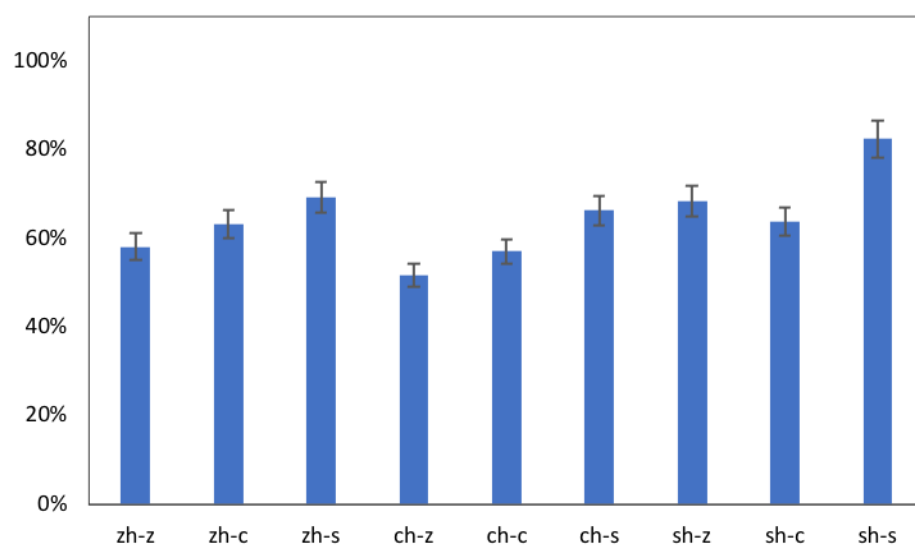
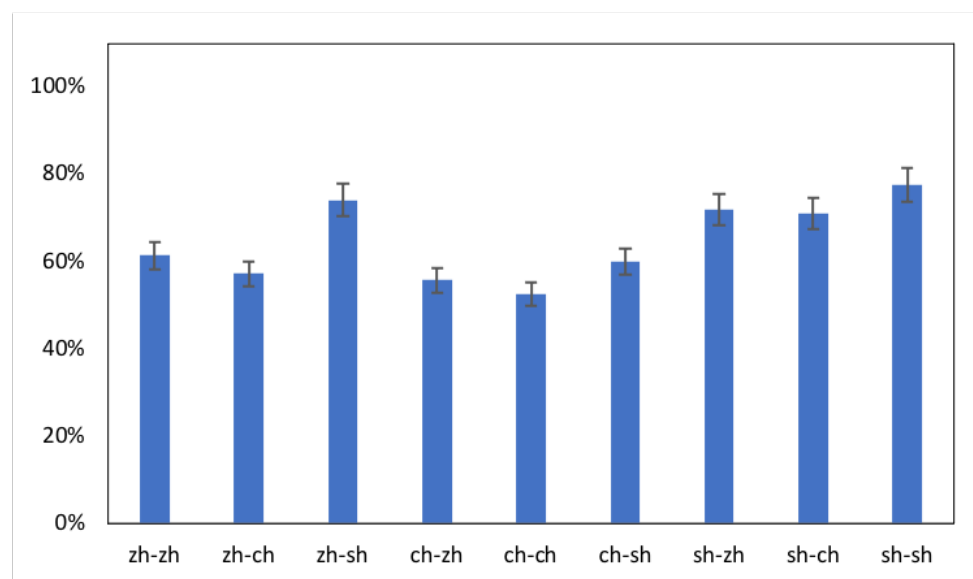


圖 33 泰國留學生感知翹-翹組合詞的平均正確率



如圖 30 所示，泰國留學生感知 s-s 組合詞和 z-s 組合詞時，正確率均相對較高，其正確率分別是 74.95%、73.42%；感知 z-z 組合詞的正確率是組間最低，只有 56.36%。

圖 31 是泰國留學生感知平-翹組合詞的平均正確率。其中，s-sh 組合詞的正確率最高，c-ch 組、c-zh 組、z-ch 組、z-zh 組組合詞的正確率相對較低，c-ch 組合詞的正確率最低 (47.78%)。如圖 32 所示，泰國留學生感知 sh-s 組合詞的正確率是組間最高(82.46%)，ch-z 組合詞的感知正確率是組間最低(51.75%)。圖 33 顯示了泰國留學生感知翹-翹組合詞的平均正確率。其中，sh-sh 組合詞是最容易被感知的部分(77.63%)；ch-ch 組合詞是最難正確感知的部分(52.63%)。整體上看，泰國留學生在辨別平舌音 s 與翹舌音 sh 的組合詞、辨別 s 和其他平翹舌音的組合詞、辨別 sh 和其他平翹舌音的組合詞時，感知聽辨的正確率都相對較高；以平舌音 s 和翹舌音 sh 排列組合的詞語正確率最高；辨別 z、c、zh、ch 組合詞的正確率相對較低。也就是說，平舌音 s 和翹舌音 sh 是泰國留學生容易辨別的部分，相對不容易出現判斷錯誤。

對照 IPA 和漢語拼音字母表³¹，平舌音 z、c、s 分別對應音位/ts/、/tsh/、/s/，翹舌音 zh、ch、sh 分別對應音位/tʂ/、/tʂʰ/、/ʂ/；其中 z/ts/、c/tsh/和 zh/tʂ/、ch/tʂʰ/是塞擦音，s/s/和 sh/ʂ/是擦音。結合上述研究結果，泰國留學生在感知辨別漢語前後鼻音組合詞時，對擦音的辨別能力較好，判斷塞擦音的能力較弱。那麼造成泰國留學生感知辨別塞擦音錯誤的原因是難以準確判斷塞擦音的爆破位置還是難以辨別發音部位？我們將在本研究的後半部分展開討論。

根據以上分析，我們總結了泰國留學生感知辨別不同組別漢語平翹舌音組合詞的規律：(1)整體上看，在感知辨認漢語平翹舌音組合詞時，平-平組是最不容易出現判斷錯誤的，也是泰國留學生相對容易掌握的部分；(2)在平-翹組裡，s-sh 組合詞的正確率最高；在翹-平組裡，sh-s 組合詞的正確率最高；在平-平組裡，s-s 的正確率最高；在翹-翹組裡，sh-sh 的正確率最高。所以平舌音 s 和翹舌 sh 的組合詞是平-翹組、翹-平組、平-平組、翹-翹組裡感知辨別正確率最高的部分，也是所有平翹舌音裡最不容易出現辨認錯誤的部分，更是泰國留學生掌握最好的部分。(3)平舌音 z、c 和翹舌音 zh、ch 進行排列組合時，泰國留學生對目標詞的辨認容易出錯，表明泰國留學生感知辨認 z、c、zh、ch 的能力相對較弱，容易出現感知辨認錯誤。

³¹ 漢語拼音的作用，是為漢語注音(吳積才和程家樞, 1981)。《漢語拼音方案》是經中國文字改革委員會提出，由中國人民政治協商會議全國委員會和各地方協商委員會討論，由國務院組織漢語拼音方案審訂委員會加以審核修訂，於 1957 年 11 月 1 日國務院全體會議第 60 詞會議通過。方案採用國際通用的拉丁字母，採用音素化的音節結構拼寫普通話的一種方案。

(二)討論。布拉格學派的區別特徵理論(Distinctive feature theory)指出“音位分析的最小單位是區別性特徵，而並非音位”(張家駿, 2006, 頁 193)。諸多漢語語言學家根據區別特徵理論總結了漢語語音的區別性特徵(吳宗濟, 1980；朱曉農, 1983；王功平和劉瑜, 2016)，認為漢語輔音的區別性特徵是連續(continuant)和阻斷(interrupted)、送氣(aspirated)和不送氣(unaspirated)、集聚(compact)和發散(diffuse)(張家駿, 2006)。

當泰國留學生感知辨別漢語四組平、翹組合詞時，z、c、zh、ch 組合詞是相對容易出錯的部分，s、sh 組合詞反而相對容易辨認。根據漢語平翹舌音的區別性特徵，這是由於泰國留學生混淆了舌尖前、後輔音——聚集和發散(王功平和劉瑜, 2016)，把舌尖前音辨認為舌尖後音、把舌尖後音辨認為舌尖前音的緣故。只是本實驗僅從感知聽辨的角度證實了“泰國留學生輔音習得的問題集中於舌尖前音 z、c 和舌尖後音 zh、ch”的結論(蔡整瑩和曹文, 2002, 頁 89)，認為泰國留學生感知聽辨平舌音 z、c 和翹舌音 zh、ch 的組合詞存在難度，感知聽辨正確率較低，辨別舌尖前音 z、c 和舌尖後音 zh、ch 組合詞的能力相對較弱。

如文獻綜述所述，在擦音和塞擦音裡，泰語有與漢語相對應的音，t͡s/對應 z/ts/、t͡ʃ/、t͡ʂ/、t͡ʂʰ/對應 c/tsʰ/、t͡ʃ/、t͡ʂ/、t͡ʂʰ/s/對應/s/，t͡ʂ/t͡ʂʰ/、ch/t͡ʂʰ/、sh/ʃ/是漢語裡有、泰語裡沒有音(潘德鼎, 2011)。泰國留學生感知聽辨平翹舌音組合詞的實驗旨在測試泰國留學生能否清晰辨認平-平組合詞、平-翹組合詞、翹-平組合詞和翹-翹組合詞，而根據泰國留學生感知漢語平翹舌音組合詞的結果可知，泰國留學生感知平-平組合詞的正確率是組間最高，但整體上看，四組平翹舌音組合詞的組間差異不大。那麼對於泰國留學生而言，

平舌音是漢語裡有、泰語裡也有的音，翹舌音則是漢語裡有、泰語裡沒有的音。泰國留學生容易感知到母語泰語裡有的音，說明他們在感知 L2 漢語時，會把母語裡的一些感知技巧帶入到感知 L2 漢語中去，而對於相異的翹舌音部分，則試圖建立新的語音範疇。當然，值得說明的是，四組平翹舌音組合詞的正確率差異較小，表明泰國留學生感知四組平翹舌音組合詞的結果接近，只是相對更容易掌握平平組合詞。

第二節 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的產出實驗

泰國留學生漢語平翹舌音的產出實驗也採用線上的方式收集數據。由於之後會綜合討論泰國留學生感知聽辨、產出平翹舌音的關係問題，為了保證數據的可靠性、準確性，我們邀請了感知聽辨實驗的同一批被試參與產出實驗，並邀請評審評判泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞的發音正誤。以下，將從研究對象、實驗材料、實驗程序、結果與討論四個方面對泰國留學生漢語平翹舌音的產出展開討論。

一、研究方法

（一）研究對象。感知聽辨實驗、產出實驗的初衷，是為後續討論感知聽辨和產出是否存在關係、存在何種關係。為了保證研究的準確性與科學性，感知聽辨實驗、產出實驗應當控制研究對象為同一批被試。所以 19 名泰國留學生被試、10 名漢語母語學生被試在完成漢語平翹舌音的感知聽辨實驗後，依然需要以線上的方式完成泰國留學生漢語平翹舌音的產出實驗。

(二) 實驗材料。實驗材料的設計部分，我們還是以《108 個漢語平翹舌音組合詞表(以下簡稱“詞表”)》為設計藍本，稍作改動後作為產出實驗的測試材料，考察泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞的正誤。與泰國留學生感知辨別漢語平翹舌音組合詞的實驗材料不同，這份詞表是按照平-翹、翹-平、平-平、翹翹的順序排列。而後，詞表將被上載至 google drive、百度網盤，供兩組被試下載。

(三) 實驗程序。在微信群組裡與實驗組、對照組被試進行簡單溝通之後，我們會將實驗說明發送至微信群。產出實驗的參加時間也是自由靈活的，每位被試根據自己的空閒時間安排參加實驗的時間，確保在截止日期前傳回錄音即可。實驗開始之前，兩組被需要從 google drive 或百度網盤下載詞表，並確保手機的錄音功能可以使用；實驗開始時，被試需要按照題號順序，在自然狀態下使用正常語速大聲朗讀詞表中的平翹舌音組合詞，並全程錄音。按照要求，被試在開始朗讀時，每個詞語被要求讀兩遍。但我們不得不承認，未設置重複實驗是本實驗的局限性所在。

同時，被試還被要求在一間安靜的房間參與實驗以保證錄音的有效性。實驗結束後，被試需要對錄音重新命名，名稱與感知聽辨實驗中填寫的編號或姓名保持一致。最後，實驗組成員將錄音傳回 google drive，對照組成員將錄音放在百度網盤。

(四) 數據分析。泰國留學生漢語平翹舌音的產出實驗邀請兩名播音主持專業、普通話水平測試成績在一級乙等以上、從事播音主持工作及漢語語音研究工作多年的專業人士作為評審，評判泰國留學生、漢語母語學生漢語平翹舌音組合詞的發音正誤。考慮到還需要對評審 A 和評審 B 的評判結果進行信度測量，所以我們要求評審 A 對所有

被試的平翹舌音產出錄音進行評判，而評審 B 只需要對 25%的隨機題目進行判斷即可。

在傳送錄音材料時，也需要將評判標準一同發送給兩位評審。评分的測量標準以可懂度成績(Speech Intelligibility)³²作為判斷指標。具體評判標準如下：若泰國留學生、漢語母語學生的錄音存在聲調錯誤、韻母錯誤、介音錯誤，但是平翹舌音發音正確，則判定為正確，記為 1 分；若聲調正確、韻母正確，平翹舌音發生錯誤，則判定為錯誤，記為 0 分；若聲調正確，平翹舌音正確，韻母錯誤，則判定為正確，記為 1 分；若平翹舌音組合詞首字聲母正確，末字聲母錯誤，則需要記下錯誤類型，並記為 0 分；若平翹舌音組合詞首字聲母錯誤，末字聲母錯誤，需要記下錯誤類型，並記為 0 分。

表 18 泰國留學生、漢語母語學生產出平翹舌音組合詞的可靠性分析

	Alpha
評審 A 產出結果	0.898
評審 B 產出結果	

注：Alpha=阿爾法係數值。

待兩位評審完成評判工作後，我們會對兩位評審評判相同題目的部分(即 25%的隨機題目)進行一致性檢驗，結果如表 18 所示，Alpha=0.898，說明兩位評審的評判結果具有較高的內在一致性，評分具有良好的可信度。因此評判結果可以用於統計泰國留學生、漢語母語學生產出平翹舌音的正確率和錯誤情況。

³² 也被稱為語言清晰度，是指聽者根據聽感判斷語音正誤，並計算得分的評判方法(潘曄和王書鑫，1979)。

二、結果與討論

(一) 產出四組漢語平翹舌音組合詞的結果分析。根據二位評審對泰國留學生、漢語母語學生的評判結果，我們對已收集到的數據重新進行整理，考察組別(泰國留學生、漢語母語學生)、四組組合詞(平-平組、平-翹組、翹-平組、翹-翹組)對漢語平翹舌音組合詞的產出結果是否存在影響。組別、四組組合詞是自變量，產出評價的結果是因變量。與平翹舌音組合詞的感知實驗相似，自變量僅有兩項且與隨機變量的特徵不符，故選擇使用邏輯斯蒂回歸的方法討論該組數據。

結果如表 19 所示，組別是影響四組平翹舌音組合詞產出評價的主要因素，且組別之間存在顯著差異($p<0.001^{***}$)。四組平翹舌音組合詞的組合規律不會影響產出評價的結果，且組間差異不顯著($p=0.128$)。組別與四組平翹舌音組合詞的交互作用不會對產出評價的結果產生影響。根據上述分析，我們重新整理了泰國留學生、漢語母語學生產出評價結果的數據，如圖 34、圖 35 所示。圖 34 顯示了泰國留學生、漢語母語學生在產出評價結果的顯著差異：泰國留學生的產出平翹舌音組合詞的正確率明顯低於漢語母語學生的產出正確率($67.11\%<99.20\%$)，漢語母語學生的感知正確率接近 100%水平。如若把 60%作為及格率，那麼漢語母語學生、泰國留學生的產出結果均與他們的漢語能力相符——泰國留學生的漢語水平在中高級，漢語母語學生是普通話水平在一級乙等以上。圖 35 顯示了泰國留學生、漢語母語學生產出四組平翹舌音組合詞的正確率。整體上看，泰國留學生產出四組平翹舌音組合詞的正確率差異較小(平平組合詞 70.35%，平翹組合詞 64.45%，翹平組合詞 66.36%，翹翹組合詞 67.28%)，漢語母語學生產出四組平翹舌

音組合詞的結果也是如此(平平組合詞 99.98%，平翹組合詞 98.95%，翹平組合詞 99.47%，翹翹組合詞 98.40%)。通過對兩組數據的橫向比較可以發現，泰國留學生產出平平組合詞的正確率是組間最高，漢語母語學生產出平平組合詞的正確率也是組間最高。該圖進一步支持了邏輯回歸分析的結果：四組平翹舌音組合詞對產出評價的結果沒有影響，且四組組合詞之間不存在顯著差異。

表 19 漢語平翹舌音組合詞產出評價結果的邏輯回歸分析

		<i>Est.</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
	(intercept)	0.417	0.050	8.304	<0.001***
	組別	0.294	0.035	8.343	<0.001***
	四組組合詞	-0.028	0.018	-1.521	0.128
Interaction	組別:組合詞	0.012	0.0129	0.912	0.362

注： *Est.*=估計值；*SE*=標準誤差；*t*=檢驗中的樣本 *t* 值。

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

圖 34 泰國留學生、漢語母語學生產出漢語平翹舌音組合詞的差異

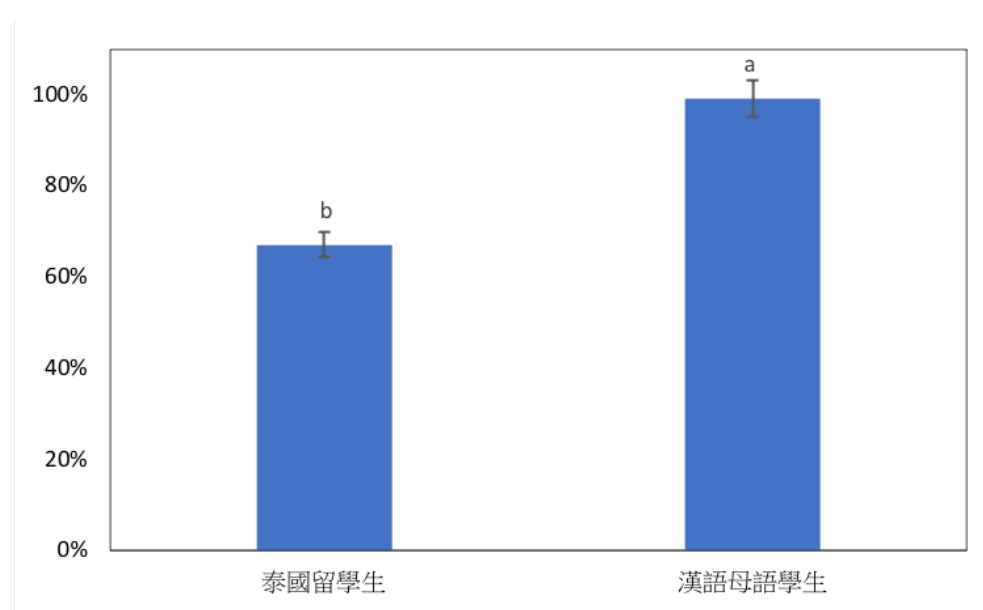
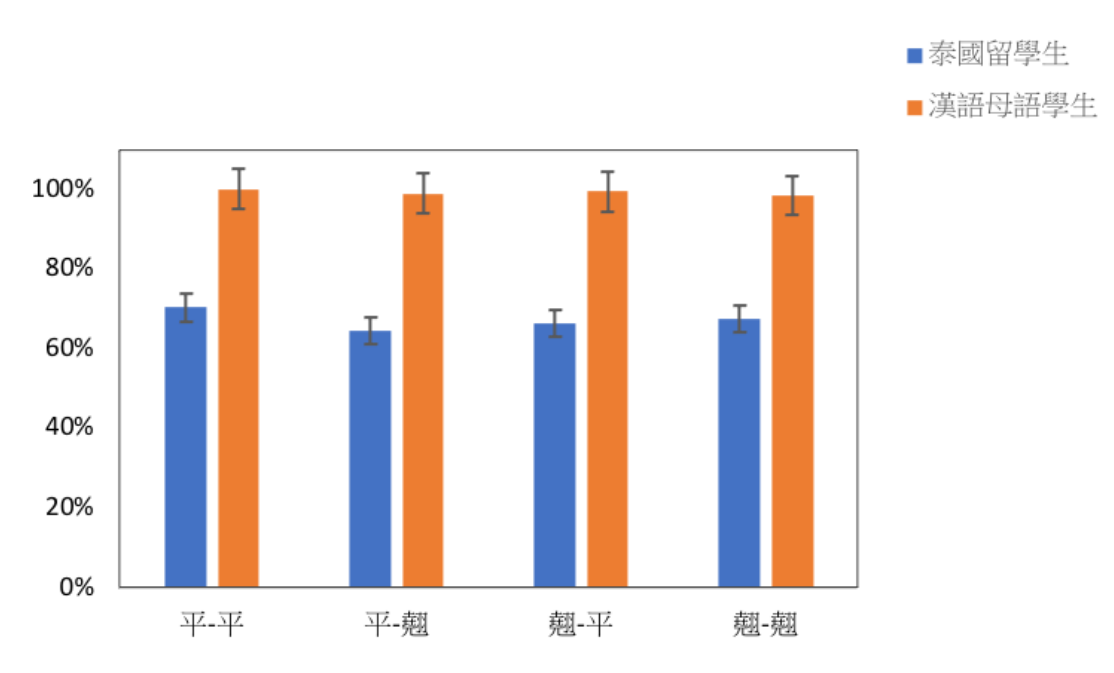


圖 35 泰國留學生、漢語母語學生產出四組平翹舌音組合詞的正確率



上述分析表明，被試組別是影響產出四組平翹舌音組合詞正確率的關鍵因素，泰國留學生、漢語母語學生在產出正確率的結果存在顯著差異，但是平-平組合詞、平-翹組合詞、翹-平組合詞和翹-翹組合詞均不會對產出正確率造成影響，且四組組合詞的平均正確率不存在顯著差異。由於漢語母語學生是對照組，其產出正確率接近 100%，故接下來只討論泰國留學生在音位上的產出結果及產出錯誤問題。

（二）泰國留學生產出四組平翹舌音組合詞的錯誤模式。與感知聽辨實驗一樣，產出實驗也將四組平翹舌音組合詞繼續進行詳細劃分，即每組組合詞均分別由 9 組 *z*、*c*、*zh*、*ch*、*s*、*sh* 組合詞構成。如圖 36、圖 37、圖 38、圖 39 所示，平舌音 *s*、翹舌音 *sh* 的組合詞正確率是組間最高(*s-s* 組合詞的正確率是 89.47%；*s-sh* 組合詞的正確率是 82.46%；*sh-s* 組合詞的正確率是 82.56%；*sh-sh* 組合詞的正確率是 80.70%)。所

以平舌音 s 和翹舌音 sh 的組合詞是泰國留學生最容易掌握的部分，而平舌音 z、c 和翹舌音 zh、ch，反而是泰國留學生相對較難掌握的部分。

圖 36 泰國留學生產出平-平組合詞的組間正確率

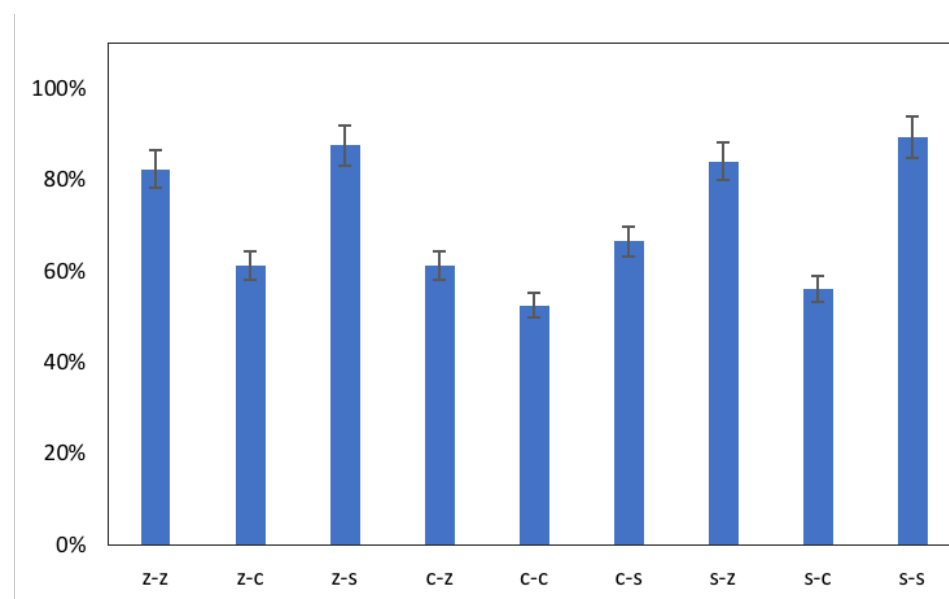


圖 37 泰國留學生產出平-翹組合詞的組間正確率

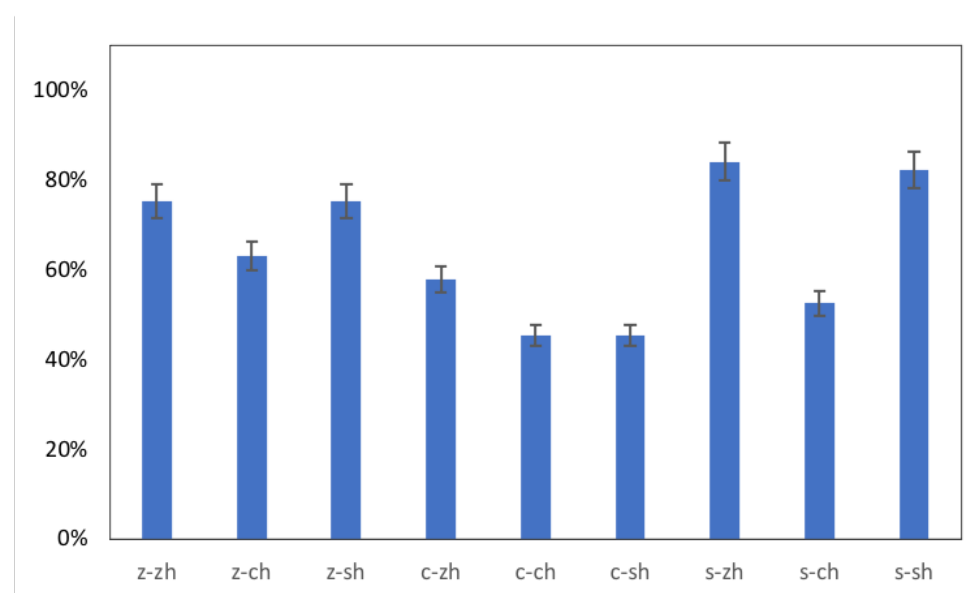


圖 38 泰國留學生產出翹-平組合詞的組間正確率

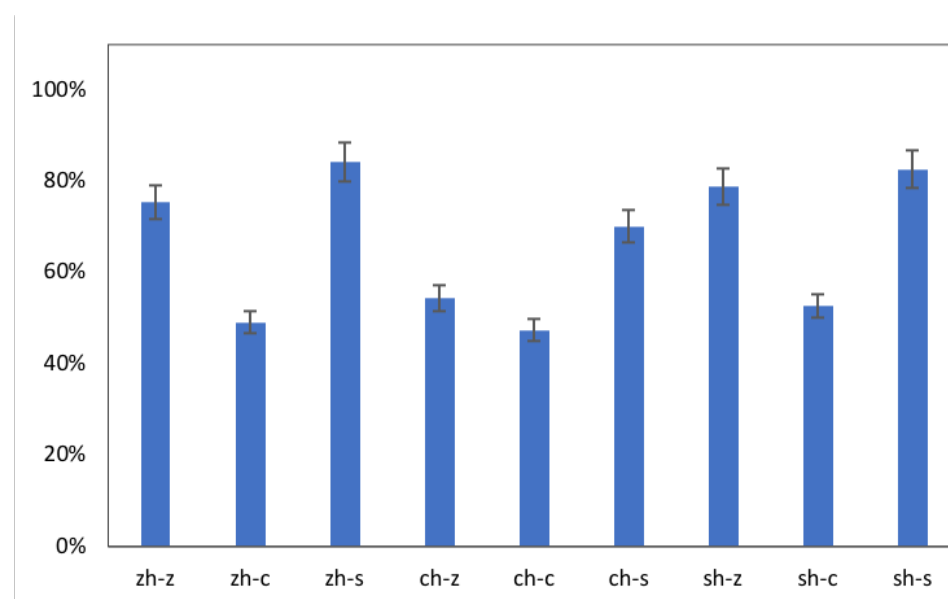
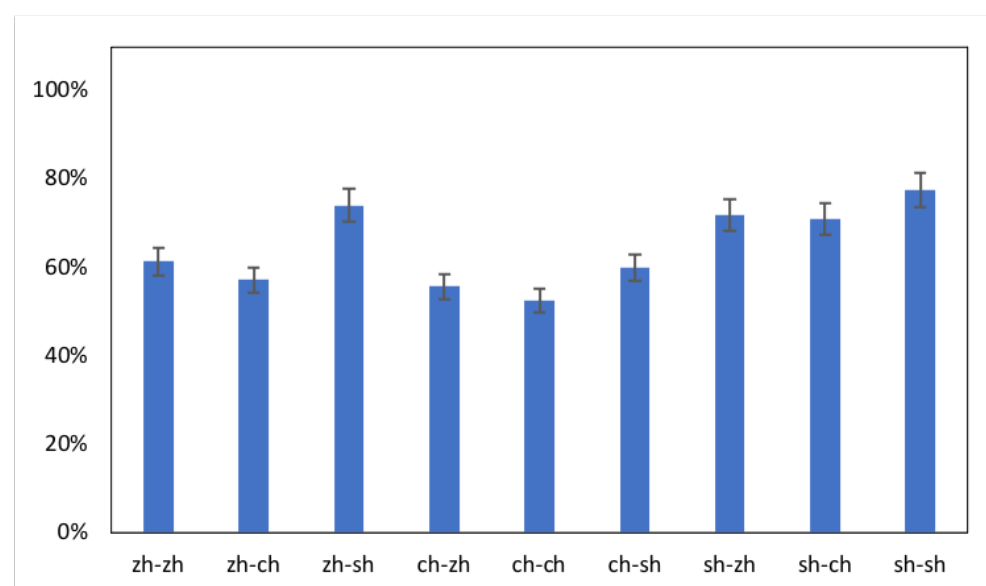


圖 39 泰國留學生產出翹-翹組合詞的組間正確率



圍繞上述初步結論，我們又根據兩位評審的評判結果整理了泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞的錯誤類型。由於表格過於冗雜，所以我們將《泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的錯誤類型表》置於附錄。由附錄四可知，當泰國留學生產出平-翹組合詞時，c-

zh 組、c-ch 組、c-sh 組的錯誤類型最為繁雜，錯誤數量也比其他平-翹組合詞更多；當泰國留學生產出翹-平組合詞時，ch-c 組、sh-c 組的錯誤類型相對其他翹-平組合詞更多，總體錯誤數量也更多；當泰國留學生產出平-平組合詞時，c-z 組合詞、c-c 組合詞、c-s 組合詞的錯誤類型和數量比其他平-平組合詞的錯誤類型和數量多；當泰國留學生產出翹-翹組合詞時，ch-ch 組合詞、sh-ch 組合詞的錯誤類型、錯誤數量都比其他翹-翹組合詞多。所以我們按照錯誤種類的頻次進行排序：泰國留學生產出平-翹組合詞時，錯誤的頻次最高；產出翹-平組合詞時，錯誤的頻次次高；再次是翹-翹組合詞；產出錯誤頻次最低的是平-平組合詞。錯誤種類頻次越高，代表產出錯誤的情況複雜，意味著泰國留學生在產出某種平翹舌音組合詞容易遇到困難。以下，試圖從發音部位、發音方法、送氣不送氣等角度，對泰國留學生產出平翹舌音組合詞的錯誤類型展開討論。

在平-翹舌音組合詞裡，(1)泰國留學生產出 z-zh 組合詞的錯誤頻次在平-翹組合詞中的錯誤頻次中比例不大，錯誤主要集中於 z-z、zh-zh、zh-z。也就是說，泰國留學生容易混淆 z 和 zh 的發音部位，把 z 發成 zh，把 zh 發成 z；並且首字平舌音部分相對末字翹舌音部分更容易發生錯誤；(2)泰國留學生產出 z-ch 組合詞的錯誤種類有 6 種。其中，混淆發音部位的錯誤是將 z-ch 的組合詞發成 z-c、zh-c、z-zh、zh-c 的組合詞，混淆擦音、塞擦音發音方法的錯誤是將 z-ch 組合詞發成了 z-sh，發音部位、發音方法都出現問題的錯誤是將 z-ch 所在組合詞發成了 zh-sh 的組合詞；(3)泰國留學生產出 z-sh 組合詞時，容易混淆發音部位、發音方法從而產生發音錯誤。例如，把 z-sh 組合詞發成 z-s、zh-s、zh-sh，都是由於混淆了舌尖位置造成的錯誤；把 z-sh 組合詞發成 z-ch 組合詞，

則是沒有掌握目標詞後字翹舌音 **sh** 的發音方法，把塞擦音發成了擦音；而 **zh-ch** 的錯誤則是由於發前字時混淆了舌頭在口腔中的位置，發後字時混淆了 **sh** 和 **ch** 的發音方法。(4)泰國留學生發 **c-zh** 組合詞時，錯誤種類相對較多。錯誤 **ch-zh**、**ch-z**、**c-z** 是由於泰國留學生在發音時無法準確把握舌尖在口腔中的位置造成的，錯誤 **s-zh** 是由於難以準確掌握目標詞末字聲母 **zh** 的發音方法導致的。而泰國留學生把 **c-zh** 組合詞發成 **sh-z**、**sh-zh**、**s-zh**、**s-z**、**s-ch** 和 **c-ch**、**s-zh** 組合詞，不僅僅是混淆了發音時舌尖在口腔中的位置，還混淆了塞擦音和擦音的發音方法。(5)泰國留學生產出 **c-ch** 組合詞的錯誤也相對較多，共有 11 種錯誤類型。由於難以準確把握發音時舌尖前、後的位置，混淆了平舌音 **c** 和翹舌音 **ch**，因此容易把 **c-ch** 組合詞發成 **c-c**、**ch-c**、**ch-ch** 組合詞；(6)產出 **c-sh** 組合詞時，發音方法的錯誤是把 **c-sh** 組合詞發成了 **c-ch** 組合詞；發音部位的錯誤是把 **c-sh** 組合詞發成了 **ch-sh**、**c-s** 組合詞；而發音部位、發音方法的錯誤是 **ch-ch**、**s-sh**、**s-ch**、**sh-ch**、**sh-sh**、**ch-s**、**sh-s**、**x-s/s/**、**sh-s** 組合詞；對於錯誤 **x-s** 組而言，不是混淆了舌尖位置前後的問題，而是在發音時把舌尖前音發成了舌面音。(7)**s-zh** 組合詞的發音錯誤類型是 **c-zh**、**s-z**、**sh-zh** 和 **sh-z**。把 **s-zh** 組合詞發成 **s-z**、**sh-zh**、**sh-z** 組合詞，是泰國留學生沒有正確掌握發音部位的緣故；把 **s-zh** 組合詞發成 **c-zh** 組合詞，是泰國留學生混淆了氣流受阻於不受阻的緣故。(8)**s-ch** 組平翹舌音組合詞的發音錯誤類型集中於 **s-sh**、**s-c**、**sh-ch**。(9)**s-sh** 組平翹舌音組合詞的發音錯誤與 **z-zh** 組平翹舌音組合詞的發音錯誤相似，不涉及發音方法的錯誤，所有錯誤都是由於泰國留學生難以正確把握舌頭在口腔中的位置。

在翹-平組合詞裡，(1)zh-z 組僅有 zh、zh、z-z、z-zh 三種錯誤類型，zh-s 組僅有 z-s、zh-sh 兩種錯誤類型，並且上述兩組翹-平組合詞的總體錯誤數量也相對較低，錯誤以混淆舌尖前、舌尖後的發音位置為主；(2)zh-c 組有 6 種錯誤，不僅存在難以把握舌尖前、後的位置問題，還存在難以正確判斷發音時氣流是否受阻的問題。(3)ch-z 組、ch-c 組、ch-s 組是以翹舌音 ch 和其他平舌音組合成詞語的平翹舌音組別。ch-s 組是錯誤種類最少的組合詞，僅有兩項錯誤類型，把末字輔音 s 發成 sh 的錯誤是由於混淆了擦音 s 和 sh 在發音時舌尖的前後位置，把首字輔音 ch 發成 sh 是由於混淆了擦音、塞擦音氣流是否受阻的問題；雖然 ch-c 組、ch-z 組錯誤種類繁多，但是錯誤出現的原因也與 ch-s 組一致，都是發音部位、發音方法的問題。

平-平組是泰國留學生產出所有組合詞裡發音錯誤種類、錯誤數量最少的組合詞。即便如此，當泰國留學生產出平-平組合詞時，也容易出現難以正確把握舌尖前後位置、氣流是否受阻的情況。翹-翹組合詞的錯誤類型以翹-翹為主，平-翹、翹-平為輔，平-平錯誤相對更少。該組錯誤種類最多的組別是 ch-ch 組和 sh-ch 組，錯誤種類最少的組別是 zh-zh 組和 sh-zh 組。但無論錯誤種類多或少，泰國留學生產出翹-翹組合詞的錯誤原因都是由於混淆舌尖前後位置、難以分辨發音時氣流是否受阻。

根據上述對平翹舌音組合詞的錯誤類型分析，我們總結了泰國留學生產出平翹舌音組合詞的特點：錯誤類型複雜多樣，錯誤原因都是由於容易混淆了發音時舌頭位置的前後以及難以區分氣流受阻與不受阻；錯誤呈現典型的不對稱性。比如泰國留學生產出 c-zh 組平翹漢語組合詞的錯誤類型和產出 ch-z 組平翹舌音組合詞的錯誤類型不同，錯誤

數量不同，錯誤種類也不同；錯誤數量與泰國留學生產出平翹舌音的正確率有關，錯誤數量多，正確率低；錯誤數量少，正確率高；錯誤不均衡性。發音部位的錯誤數量比發音方法的錯誤數量多，這進一步說明舌頭在口腔中的位置是泰國留學生產出漢語平翹舌音時最容易出現錯誤的地方，也是泰國留學生容易混淆漢語平翹舌音的最主要原因；翹舌音的錯誤多於平舌音錯誤，表明平舌音是泰國留學生容易習得的部分，翹舌音則具有一定的難度；塞擦音的錯誤類型、錯誤數量多於擦音的錯誤類型、錯誤數量，說明從發音方法的角度來看，發音時氣流在口腔中不受阻的狀態更加容易掌握，當遇到塞擦音時，泰國留學生便會不自覺地混淆氣流在口腔中受阻、不受阻的狀態，表明其雖然掌握了基本的發音方法，但未能完全區分氣流在口腔中是否受阻的情況；按照發音錯誤類型的多少排序，平-翹組>翹-平組>翹-翹組>平-平組。也就是說，當泰國留學生產出平-平組合詞時，錯誤數量最少，最不容易產生錯誤；當泰國留學生產出平-翹組合詞時，錯誤數量最多，最容易產生錯誤。

（三）討論。Jakobson & Halle (1955) 指出了聚集/發散特徵在聲學上的表現，即較窄頻帶內能量相對集中(相比分散性特徵而言)，同時伴有總體能量的提高。雖然產出實驗僅從語音判斷的角度討論了泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞的結果，但仍然可以從音位的角度討論泰國留學生產出平翹舌音組合詞是否具有區別性特徵。

如前文所述，漢語輔音 *z* 對應泰語輔音 *จ*，漢語輔音 *c* 對應泰語輔音 *ฉ*、*ช*、*ฉ*，漢語輔音 *s* 對應泰語輔音 *ซ*、*ส*、*ส*，*zh*、*ch*、*sh* 是漢語裡有泰語裡沒有的音(潘德鼎, 2011)。所以根據現有 L2 習得的某些理論，對於泰國留學生來講，他們似乎更容易掌握泰語裡

有的音，即 *z*、*c*、*s*，而難以掌握以翹舌音 *zh*、*ch*、*sh* 為輔音的音節。但是，由我們對泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的產出結果可知，泰國留學生反而更容易習得漢語平舌音 *s* 與翹舌音 *sh* 的組合詞，平舌音 *z*、*c* 和翹舌音 *zh*、*ch* 的組合詞反而容易出錯。這一結果進一步表明雖然 L2 語音習得是 L2 語言習得的一部分，但語音的規律不一定會遵循語言習得規律——尤其是語言遷移理論(language transfer)，更加應當重點考慮語言遷移的適用範圍。

摩擦與不摩擦、送氣與不送氣、舌尖前或舌尖後是區分漢語輔音的重要因素(張家駿, 2005; 2006)。我們按照上述輔音的區別性特徵，對 *z*、*c*、*s* 和 *zh*、*ch*、*sh* 進行了描述：*z* 是舌尖前不送氣清塞擦音；*c* 是舌尖前送氣清塞擦音；*s* 是舌尖前送氣清擦音；*zh* 是舌尖後不送氣清塞擦音；*ch* 是舌尖後送氣清塞擦音；*sh* 是舌尖後送氣清擦音。所以 *z* 和 *zh* 的區別是舌尖前後位置，*z* 和 *c* 的區別是送氣與不送氣；*z* 和 *s* 的區別是舌尖前後位置、送氣與不送氣、摩擦與不摩擦(是塞擦音還是擦音)；*c* 和 *ch* 的區別是舌尖前後位置，*c* 和 *s* 的區別是舌尖前後位置、摩擦與不摩擦；*s* 和 *sh* 的區別是舌尖前後位置。結合泰國留學生四組平翹舌音組合詞的產出結果與錯誤類型來看(參見圖 34、圖 35、圖 36、圖 37 與附錄四)，泰國留學生其實只是容易混淆舌尖前和舌尖後、塞音和塞擦音、送氣與不送氣、摩擦與不摩擦這幾項區別性特徵，尤其是在區分具有相似部分的音時，極其容易發生語音產出的錯誤，比如容易混淆 *z* 和 *c*、*z* 和 *zh*、*c* 和 *ch*；而混淆 *z* 和 *c*、*z* 和 *zh*、*c* 和 *ch* 的重點是混淆了漢語輔音的兩項區別性特徵：舌尖前後位置、送氣與不送氣、摩擦與不摩擦。

第三節 泰國留學生感知和產出漢語平翹舌音組合詞的關係

漢語輔音的習得領域，研究者從未停止對感知和產出關係的探討。只是在國別化的感知與產出研究中，以泰國留學生習得漢語平翹舌音的感知和產出作為研究方向的成果非常少見，西班牙留學生、印尼留學生、韓國留學生、日本留學生是塞音與塞擦音習得的主要研究對象(鄧丹和鄧亞玲, 2020; 林亦高和王功平, 2005; 鄧丹, 2018; 王韞佳, 2002)。圍繞我們在第一章中提出的假設，本節將重點討論泰國留學生感知和產出漢語平翹舌音組合詞是否存在關係等問題。

一、感知聽辨正確率和產出正確率的關係

漢語平翹舌音組合詞的感知實驗分析了兩組被試對 108*4 個錄音刺激的辨別情況。而漢語平翹舌音的產出實驗則是邀請評審判斷了兩組被試朗讀 108 個平翹舌音組合詞的正確與否。為了保證兩組數據的統一性，我們分別計算了泰國留學生感知與產出漢語平翹舌音組合詞的正確率，並使用斯皮爾曼相關係數分析的方法分析感知漢語平翹舌音組合詞與產出漢語平翹舌音組合詞是否存在相關性。分析的結果如表 20 所示，感知聽辨與產出存正相關關係($p=0.000$, $r=0.402^{**}$)，但顯著性一般。如圖 40 所示，顯示了泰國留學生感知聽辨、產出不同平-翹、翹-平、平-平、翹-翹組合詞的平均正確率曲線。整體上看，泰國留學生感知漢語平翹舌音組合詞正確率的折線整體趨勢與泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞正確率趨勢同步，只是感知正確率曲線的幅度不如產出正確率的幅度

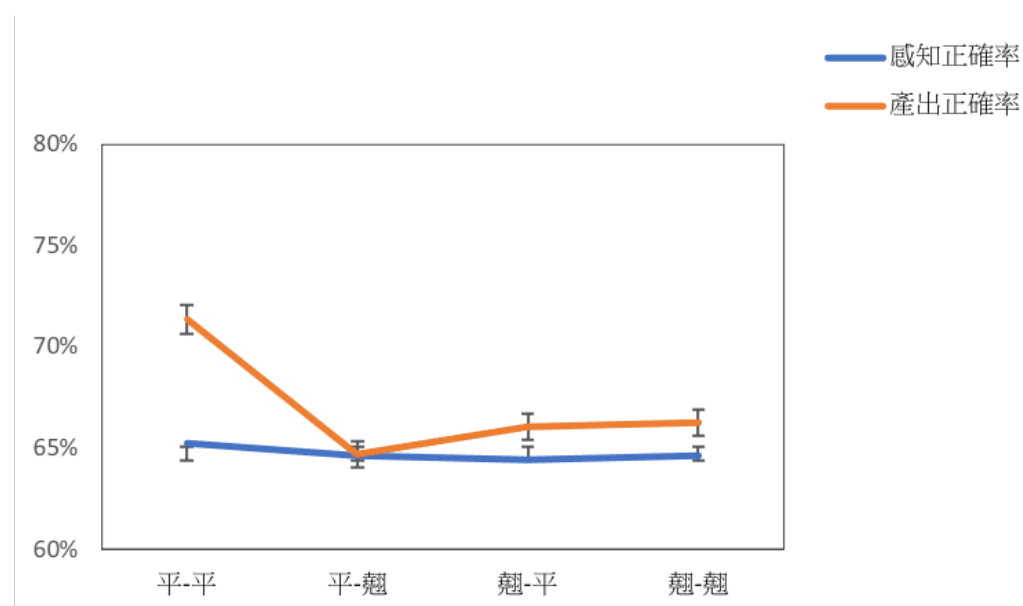
明顯。這或許可以用於解釋為何感知聽辨正確率與產出正確率存在顯著的關係，但是顯著性不高的原因。

表 20 感知與產出漢語平翹舌音組合詞正確率的關係

	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
感知	108	0.402**	0.000
產出			

注：*n*=樣本數量；*r*=皮爾遜積矩相關係數的估計值。

圖 40 泰國留學生感知和產出四組平翹舌音組合詞的正確率走勢圖



對比每組組合詞的正確率可知，泰國留學生產出漢語平-翹組、翹-平組、平-平組、翹-翹組組合詞的平均正確率明顯高於感知聽辨漢語平翹舌音四組組合詞的平均正確率，尤其是在感知聽辨和產出平-平組合詞時，產出正確率更是高於感知聽辨正確率很多。產出漢語平翹舌音的曲線從整體上看內部差異較大，感知聽辨漢語平翹舌音的曲線整體差異較小，每組的正確率均在 65% 左右。感知聽辨正確率曲線和產出正確率曲線的相似

之處在於，平-平組合詞的正確率總是最高，其他組別的正确率總是相對較低。泰國留學生在感知與產出平-翹組合詞時，正確率非常接近，感知與產出平-平組合詞時，差異最大。

二、影響漢語平翹舌音組合詞感知與產出的因素

在漢語平翹舌音組合詞的感知實驗、產出實驗裡，我們分別建立了邏輯回歸模型討論影響感知結果與產出評價結果的因素。組別會對平翹舌音組合詞的感知結果產生影響($p < 0.001^{***}$)，也會對平翹舌音組合詞的產出評價結果產生影響($p < 0.001^{***}$)，四組平翹舌音的組合規律反而不會影響感知結果、產出評價結果；組別與四組組合詞之間的交叉作用也不會對感知結果、產出評價的結果產生影響。上述分析表明，影響感知結果、產出評價結果的因素一致，存在同步性。

三、結果與討論

泰國留學生感知聽辨和產出四組平翹舌音組合詞的實驗結果顯示，(1)泰國留學生感知聽辨 z 、 c 、 zh 、 ch 組合詞的正確率相比 s 、 sh 組合詞的正確率低，感知聽辨 z 、 c 、 zh 、 ch 組合詞的能力比感知辨別 s 、 sh 組合詞的能力弱；平-平組合詞是泰國留學生最容易辨認的部分，正確率最高；(2)泰國留學生產出 z 、 c 、 zh 、 ch 組合詞的正確率比 s 、 sh 組合詞或 s 、 sh 和其他平翹舌音組合詞的正確率低；產出錯誤類型以發音部位、發音方法錯誤為主，但發音部位的錯誤類型比發音方法的錯誤類型多；泰國留學生對平-平組合詞掌握的最好，產出平-平組合詞的正確率最高；(3)泰國留學生感知聽辨和產出漢

語平翹舌音組合詞時，感知聽辨正確率和產出正確率存在顯著的正相關關係，但感知聽辨錯誤類型和產出錯誤類型不同步。

SLM 指出 L2 學習者在感知 L2 時，與母語相同或相似的音段會被認為是母語語音的範疇，所以 L2 學習者感知聽辨相似或相同音段的能力較好；與母語不同的音段不會被 L2 學習者歸類為母語語音範疇，但在產出陌生音段的情況卻比相似音段好(Flege & Eefting, 1987；Flege et al., 1999)。根據 SLM 的預測，漢語平舌音 z、c、s 能夠在泰語中找到與之對應的音位，當泰國留學生感知辨別漢語平翹舌音時，可以將其納入泰語輔音範疇，所以應當能夠正確區分平舌音 z、c、s 的組合詞。SLM 還強調了感知再某種程度上可以影響產出(Flege, 1995)。從本研究的結果來看，泰國留學生、漢語母語學生感知漢語平翹舌音組合詞與產出漢語平翹舌音組合詞是互相影響的，二者正相關。SLM 指出，L2 學習者感知 L2 音段時，會自動對比 L1 音段，相異的部分會形成新的範疇，相同、相似的部分則會被同化於 L1 音段中去(Flege, 1995)。對於泰國留學生而言，zh、ch、sh 都是漢語裡有而泰語裡沒有的音，z、c、s 是漢語、泰語裡都存在的音。按照 SLM，漢語平舌音 z、c、s 應當會被泰國留學生同化到泰語的語音範疇，即相同或相似的音段容易掌握。本研究的結論(泰國留學生感知平-平組合詞的正確率更高)似乎可以印證 SLM 提到的 L2 學習者會將 L2 音段同化到 L1 音段中的原則。當然，由於我們的研究試圖考察泰國留學生對四組平翹舌音組合詞的感知能力，所以四組平翹舌音組合詞裡有 3 組包含平舌音(平-平組合詞、平-翹組合詞、翹-平組合詞)，有三組包含翹舌音(平-翹組合詞、翹-平組合詞、翹-翹組合詞)。當泰國留學生感知上述四組平翹舌音組合詞時，

如若錯誤感知翹舌音的部分，對該語音刺激的判斷也是錯誤的。所以，我們僅能明確泰國留學生感知辨別平-平組合詞(z、c、s)的能力比平-翹組合詞(z-zh、z-ch、z-sh、c-zh、c-ch、c-sh、s-zh、s-ch、s-sh)、翹-平組合詞(zh-z、zh-c、zh-s、ch-z、ch-c、ch-s、sh-z、sh-c、sh-s)、翹-翹組合詞(zh-zh、zh-ch、zh-sh、ch-zh、ch-ch、ch-sh、sh-zh、sh-ch、sh-sh)。至於泰國留學生是否在感知辨別 zh、ch、sh 時形成新的範疇，我們將在 5.2 節展開討論。

修正後的 SLM-r 提出了感知與產出存在某些層面上的同步(Flege & Bohn, 2021)。我們的研究可以從兩方面支持該論斷。首先是影響感知結果、產出評價結果的因素同步。其次是感知正確率與產出正確率的趨勢大體相同 (如圖 40 所示)，但存在細微差異：泰國留學生感知聽辨平-平組合詞的正確率與產出平-平組合詞的正確率在組間具有相同趨勢(即泰國留學生感知與產出平-平組合詞的正確率均是組間最高)，並且感知 s、sh 組合詞(包括 s-s 組合詞、s-sh 組合詞與 sh-s 組合詞)的正確率與產出 s、sh 組合詞的正確率具有同步性；但是感知正確率與產出正確率在平平組合詞時差異較大，在平翹組合詞時幾乎沒有差異。

SLM-r 也關注個體差異問題——即 L2 學習者 L2 學習的起始時間、精確程度、L2 的輸入量均會對對 L2 習得結果的影響 (Flege & Bohn, 2021)。從泰國留學生感知聽辨四組漢語平翹舌音組合詞的結果來看，泰國留學生感知與產出的結果與中高級漢語水平(中級為主，高級為輔)相符。本實驗中邀請的泰國留學生被試 L2 學習起始時間接近(到達中國之後)、漢語語音輸入量接近(同一批漢語教師教授漢語課，漢語普通話是教學語

言，每週 6-8 節漢語課程)。但漢語學習動機、課下交際使用的語言與娛樂休閒時選擇的語言等均不同。所以，本研究被試的語言背景存在個體差異。由於每位被試都是獨立的個體，他們有靈活使用語言的自由，所以我們只能保證泰國留學生被試的語言背景盡量相似(尤其是漢語輸入的量、與漢語學習開始的時間等)。當然，之後我們會以漢語語音的輸入量、漢語學習的精確程度等作為考量泰國留學生漢語語音習得的衡量因素，設計感知聽辨與產出實驗，重點討論感知與產出的關係問題。所以對於本研究而言，不同泰國留學生被試的個體差異問題的確是本研究的局限性所在。

本研究的研究結果從某些層面上驗證了我們提出的研究假設——感知和產出正確率存在正相關的關係，並且從感知和產出的角度證實、補充了蔡整瑩和曹文“泰國留學生輔音習得的問題集中於舌尖前音 *z*、*c* 和舌尖後音 *zh*、*ch*”的結論(蔡整瑩和曹文, 2002, 頁 89)——感知聽辨和產出 *z*、*c*、*zh*、*ch* 組合詞的正確率均相對較低，感知和產出 *s*、*sh* 組合詞的正確率相對較高；同時也表明了泰國留學生已經初步建立了擦音的習得範疇，塞擦音的範疇還未建立。上述分析可以應用於對泰漢語平翹舌音教學。根據平翹舌音習得的難以程度調整教學順序，先教容易習得的平舌音 *s* 和翹舌音 *sh*，再教相對具有習得難度的平舌音 *z*、*c* 和翹舌音 *zh*、*ch*；在教學過程中根據塞擦音發音部位、發音方法、送氣不送氣三個區分範疇進行類比，能夠幫助泰國留學生有效習得漢語平翹舌音。總之，本研究的結論一方面可以支持鄧丹“感知和產出發展不是完全同步”的結論(鄧丹, 2018, 頁 123)，也與王韞佳“感知和產出存在錯綜複雜的關係”結論相符(王韞佳, 2002, 頁 58)。至於泰國留學生感知聽辨漢語平翹舌音組合詞和產出平翹舌音組合詞的

先後順序是否如 Flege 所述，感知先於產出(Flege, 1993)？我們將會在之後的研究重點討論。



第五章 討論

第一節 感知與產出的關係

近年來 L2 語音習得的研究重點是感知與產出的關係論題。現有研究已經基本證實了感知與產出的確存在關係，但是感知是如何影響產出、感知與產出究竟是何種關係仍未得出明確答案。本研究在文獻綜述部分，綜合回顧了 PAM、PAM-L2、SLM、SLM-r。在實驗裡，我們以這些理論作為研究的理論框架，分別結合實驗結果展開討論。根據泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知與產出實驗、泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出實驗的結果，均表明感知準確性受到產出準確性的制約，即感知準確性和感知準確性存在正相關的關係。儘管上述研究結果可能暫時不會幫助推進感知與產出的相關理論建設，但卻可以證實感知與產出在某種程度上相關(Nagle,& Baese-Berk, 2021; Flege & Bohn, 2021)。

本研究中泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知與產出實驗(實驗二)、泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出實驗(實驗三)均包含一項感知實驗、一項產出實驗，最後通過斯皮爾曼相關性分析的方法討論感知結果與產出結果的關係問題。證實了感知與產出的確存在部分同步，即感知可以反應某些產出的結果，產出又可以反應某些感知的情况(Flege & Bohn, 2021)。只是實驗二、實驗三目前並未設計連續型實驗討論泰國留學生在何時開始辨認漢語與泰語的差異，以及並未從差異的角度討論促進漢語語音類型的形成問題。雖然上述兩項實驗的結果都明確顯示了感知與產出存在關係，但兩項實驗中

顯示出的關係強度並不一致。當然，我們必須承認，有關研究對象的個體差異並非本研究討論的重點。所以在收集上述兩項實驗數據時，為保證準確性，我們在實驗開始之前控制了泰國留學生被試的 L2 漢語輸入在近似水平(包括每週的漢語學習時長、課堂交際語言、HSK 成績、抵達中國的時間等)。所以本研究暫不能從個體差異的角度解釋 SLM-r 提到的 L2 語言輸入對習得結果的影響。在未來，我們仍然會設計泰國留學生漢語語音的感知與產出研究，並嘗試邀請語言背景存在較大差異(包括學習時間、學習地點、每週學習時長等因素)的泰國留學生被試參與實驗，重點考察漢語輸入、語言背景對習得結果的影響。

雖然泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知與產出實驗、泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出兩個實驗的研究結果均表明感知與產出存在某種程度的相關，但是從感知正確率的角度來看二者的相關係數相差較大，即泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知正確率與產出正確率相關係數非常高，二者存在非常顯著的正相關關係；泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知正確率與產出正確率雖然也存在正相關的關係，但感知正確率與產出正確率的相關係數卻不高。L2 語音習得領域，也有一些研究證實了不同實驗、或者同一實驗但由於時間差造成的個體差異對感知和產出關係的影響(Rallo & Romero, 2012; Jia et al., 2006)。以下，將分別討論漢語前後鼻音韻母的感知與產出結果、漢語平翹舌音組合詞的感知與產出結果。

在漢語前後鼻音韻母的感知實驗部分，泰國留學生感知辨別漢語前後鼻音韻母的結果會受到韻腹、韻尾的影響，產出漢語前後鼻音韻母的結果受到韻腹的影響。那麼從泰

語、漢語音段的異同來看，鼻音韻腹、韻尾的發音時長是泰國留學生感知、產出漢語前後鼻音韻母的關鍵因素——韻腹、韻尾的時長是泰國留學生感知目標詞正確與否的關鍵因素，而產出漢語前後鼻音韻母時，發音時間趨向泰語化，韻腹、韻尾的發音持續時間被拉長，會出現感知和產出的錯誤。韻腹提供發音位置的線索，韻尾起到判斷發音方式的作用(Beddor, 1999；Li, 2008；王祖燕等, 2015；張勁松等, 2013)。泰國留學生感知與產出漢語前後鼻音韻母時均會受到協同發音的影響。能否正確感知漢語前後鼻音韻腹、韻尾的發音時長，在產出漢語前後鼻音韻母時能否正確把握舌頭在口腔中滑動的速度、方向及發音時長，才是影響泰國留學生感知與產出的關鍵因素。

按照我們對泰國留學生漢語平翹舌音組合詞感知與產出實驗的設計思路，布拉格學派的區別特徵理論(張家駿, 2006；樂建珊和吳文紅, 2012)用於討論感知與產出是否受到區別特徵的影響，平翹舌音組合詞首字輔音、末字輔音用於討論順向協同發音與逆向協同發音。所以從感知聽辨漢語平翹舌音組合詞的語音刺激來看，每一個目標詞都包含一個正確的語音刺激和三個錯誤的語音刺激。這三個錯誤的語音刺激都是按照同化的思路設計的(包括順同化和逆同化)，一方面考察泰國留學生是判斷平翹舌音組合詞的正確率，另一方面考察泰國留學生對錯誤錄音刺激的判斷情況。感知聽辨漢語平翹舌音組合詞的結果表明，泰國留學生對正確錄音刺激的判斷好於錯誤錄音刺激的判斷，辨別正確錄音刺激的正確率高於辨別錯誤錄音刺激的正確率；當泰國留學生判斷非標準的錄音刺激時，對逆同化影響下的錄音刺激正確率高於順同化影響下的錄音刺激。其次，在泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞的實驗裡，如附錄四所示，受到逆同化影響的發音偏誤頻次相

比受到順同化影響的偏誤頻次低。也就是說，泰國留學生產出漢語平翹舌音組合詞也會受到協同發音作用的影響，並且受到順同化的影響更大。

值的說明的是，上述提到的前後鼻音韻母、平翹舌音組合詞的感知與產出實驗裡，產出實驗部分均有用到可懂度成績(Baese-Berk & Samuel, 2016)的方法，邀請專家根據聽感判斷評判泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母、平翹舌音組合詞的結果。聲學分析的方法雖然可以展現語音的精確程度，以及語音和語音之間的細微差異(比如實驗組和對照組發音的差異)，但語音產出的本質與重點是聽者能否聽懂產出的語音。所以在漢語前後鼻音韻母的感知與產出實驗裡，我們結合了聲學分析與聽感判斷兩種方法考察泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的情況；在漢語平翹舌音組合詞的感知與產出實驗裡，我們從感知結果與評審判斷的產出結果綜合討論感知與產出的關係問題。

綜合上述討論，僅從本研究的這兩項實驗結果來看，感知與產出的確存在關係，且這種關係似乎並非“錯綜複雜”(王韞佳, 2002)：感知正確率與產出正確率呈現正相關的關係，但二者間的關係強度因實驗內容不同而不同；漢語前後鼻音韻母的感知與產出實驗、漢語平翹舌音的感知與產出實驗也分別從不同角度驗證了 SLM-r 理論提到的“感知與產出具有同步性，至少是部分同步”的原則(Flege & Bohn, 2021)。

第二節 聲學分析的教學應用

聲學分析作為實驗語音學的必備研究法，如今被廣泛應用於 L2 語音習得的研究。與印象式的描寫研究法不同，聲學分析的研究總能夠為研究提供充足的數據支撐，並且可以用於漢語語音的輔助教學(丁紅衛, 2021)。以不同語境下泰國留學生產出漢語聲調

的實驗、泰國留學生感知聽辨和產出漢語前後鼻音韻母的實驗為例，我們使用了聲學分析軟件 **Praat** 分析了泰國留學生漢語聲調、漢語前後鼻音韻母的偏誤。通過對比語圖，可以清晰觀測到泰國留學生產出漢語聲調在音域、輪廓、時長的偏誤，也可以觀測到泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母在語圖上的變化規律、起點與終點位置以及發音持續時間。相比口耳之式的研究方法，聲學分析反而可以捕捉到微小的語音偏誤，找尋被試與標準漢語發音的差異。

對 L2 漢語的留學生而言，並不需要系統地學習和使用相關語音分析軟件，只需要看得懂語圖，懂得語音分析軟件的基本操作(如錄音、暫停等)即可。於漢語教師而言，則應具備靈活運用聲學分析軟件、繪製語圖、流利講解語圖的能力。所以在課堂之上以及課餘，引入語圖和聲學分析軟件 **Praat**，是幫助泰國留學生提升漢語語音學習興趣、明確自身發音偏誤、提升漢語語音學習效率的有效途徑。

語圖形象、直觀，我們能夠從語圖上觀測到被試與標準發音的細微差異。把語圖引入線上漢語課堂，可以幫助留學生快速尋找自身的發音特點以及與標準漢語的差異。當然，錄音作為聲學分析的一部分，更應當與語圖一同引入線上漢語課堂。聽覺和視覺的結合，可以幫助提升留學生識別語音的能力，鞏固記憶，逐漸擺脫泰腔泰調。其次，語音分析軟件 **Praat** 的輔助教學，可以在錄音的基礎上幫助留學生獲得反饋(丁紅衛, 2021)。例如，每位留學生都可以使用錄音軟件錄音，以音檔的形式傳送給老師，老師通過數據分析以語圖的形式將同學們的發音呈現於漢語課堂。在線上課堂引入聲學分析軟件 **Praat** 對簡單操作方法，不僅有助於提升泰國留學生對漢語語音學習的熱情，還能幫助

泰國留學生提升漢語語音的發音能力。未來，如何在線上課堂靈活使用聲學分析的方法講解漢語語音、引入課堂練習，是對泰漢語教師應當首要思考的教學對策。

第三節 教學啟示

在新冠肺炎疫情的大背景下，借助網絡媒介的線上漢語教學成為主流。但教學模式、理念和教學方法的改變，讓對外漢語教師和留學生一時間難以適從。尤其是線上課堂的漢語語音教學，於對外漢語教師和留學生而言都是一種挑戰。如何幫助泰國留學生克服線上漢語語音習得的困難？如何幫助對泰漢語教師調整教學思路？如何有效提出現有國別化教材的改進思路？以下，將從三項實驗的結果出發，提出符合線上漢語語音教學的對策、幫助留學生更好習得漢語語音的操練方法和具有國別化意義的教材設計思路。

聽，是感知、接受語音信號的過程，說，是產出、釋放語音信號的過程。Denes & Pinson (1993)認為聽和說具有同等重要的地位，二者在語音的傳遞中，都扮演者非常重要的角色。在 L2 語音教學的領域，已經有研究者證實了增加感知訓練的比重，可以提升 L2 語音的產出質量(Bradlow et al., 1997; Baese-Berk et al., 2020)。但無論是傳統的線下漢語語音課堂還是如今的線上漢語語音課堂，漢語教師總是會忽略感知在漢語學習中的重要地位。根據本研究中泰國留學生漢語前後鼻音的感知聽辨和產出實驗、平翹舌音的感知聽辨和產出實驗，泰國留學生在感知聽辨漢語前後鼻音與平翹舌音時，感知聽辨的正確率的和產出正確率都存在顯著的正相關關係，感知聽辨與產出互相影響。所以對泰漢語教師有必要重視感知和產出對泰國留學生漢語語音習得的影響。

加拿大教師技能培訓機構——ISW 創建了 BOPPPS 教學模型³³，強調以學生為中心，“針對教學目標的達成構建了完整的教學過程和理論框架”(曹丹平和印興耀, 2016, 頁 197)。從 BOPPPS 教學模型的課堂設計環節來看，線上漢語語音課堂引入 BOPPPS 教學模型，有助於平衡感知和產出的比重：比如，課前佈置前測任務，讓學生感知辨別漢語、泰語語音的異同；課堂上靈活使用泰語語音、漢語語音的示例，通過語圖對比漢語、泰語語音的異同，講解前測任務的答案；在教學任務完成後，再次引入聽和說的練習，師生互動，進行討論；課後佈置感知聽辨(聽錄音選擇)和產出任務(讀出試卷的內容)，並指定提交時間，由教師進行評判，並繪製語圖下節課待用。教師通過對比課前、課後感知聽辨和產出任務的結果，可以觀測到線上漢語課堂是否具備有效性，也可以通過任務結果分析、總結泰國留學生的聽辨偏誤、發音偏誤，以便調整後續的教學順序、制定行之有效的教學計畫，幫助泰國留學生進一步提升漢語語音的習得能力。

不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗是從產出的角度分析了泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的情況，泰國留學生漢語鼻音韻母的感知聽辨和產出實驗、泰國留學生漢語平翹舌音的感知聽辨和產出實驗是從感知聽辨、產出、感知與產出的

³³ BOOPPPS 教學模型由加拿大教師技能培訓 ISW(Instructional Skills Workshop)創建，包含導入(Bridge)、目標(Objective)、前測(Pre-Assessment)、參與式學習(Participation)、後測(Post-Assessment)、以及總結(Summary)(Chen Jie, 2019)。

關係角度，分別討論了泰國留學生漢語鼻音韻母、平翹舌音的習得。三項實驗異中有同，都能夠為線上對泰漢語語音教學提供適當參考：

1. 線上漢語聲調教學、韻母教學、聲母教學，都可以通過比對可視化語圖、對比漢語、泰語的語音示例，詳細解釋泰國留學生漢語聲調、韻母、聲母的產出偏誤，有助於詳細解釋“錯在哪兒”、“為什麼錯”等問題。聲畫結合的教學方法，有助於幫助泰國留學生強化記憶，減少發音偏誤，建立正確的漢語語音意識。
2. 雖然上述三項實驗對難度等級的討論僅僅參考了正確率因素，暫時未涉及漢語語音的教學順序，但是我們依然可以將此作為參考，根據泰國留學生的發音特徵，調整教學順序與教學的重難點，按照從易到難、從相似到相異³⁴的教學順序進行教學。
3. 如前文所述，感知和產出在語音傳遞的過程中同等重要。課堂上短暫的語音輸入和語音輸出，不足以幫助泰國留學生建立正確的語音意識，所以增加課堂練習環節聽力辨別和漢語發音的比重，課後佈置聽力和發音任務，教師及時反饋任務結果，才是有效幫助泰國留學生提升感知能力和產出能力的有效方法。
4. 考慮到線上漢語語音教學的局限性，幫助學生建立自主學習意識很有必要。在線上課堂上引入聲學分析軟件 Praat，引導學生課下自主探索 Praat，學習語音導入、語音分析、觀察語圖等內容，不僅能夠提升泰國留學生的漢語學習興趣，還可以

³⁴泰國留學生總是容易習得泰語和漢語相似的部分，難以習得泰語和漢語相異的部分。所以先教容易習得的語音，再教難以習得的語音。

進一步強化留學生對漢語聲調、聲母、韻母發音規則的記憶，有效避免漢語語音偏誤。

“教材來自教學第一線，也最先運用於教學第一線，直接受課堂教學和學習活動的檢驗，這就使它有可能比較及時地總結、反應出教學活動的實施情況和由此產生的新構想，成為探索新教學法的突破口並反過來促進對教學大綱和教學理論的進一步研究” (劉珣, 1994, 頁 58)。母語和目的語的語音、語法、詞彙等都存在差別，任何一套教材都難以完全適用於所有漢語學習者(王躍峰和劉香君, 2011)。基於上述原因，國別化的漢語教材應運而生。以泰國人作為使用對象的教材《泰國人學漢語》³⁵是一部真正具有國別化意義的漢語教材(王躍峰和劉香君, 2011)：教材中的語音部分，都是盡量先以泰語、漢語相似的音作為教材編寫的藍本，並從感知聽辨訓練、發音訓練的角度對泰國漢語學習者在學習漢語時的聲母、韻母及聲調進行強化訓練，大量使用泰國本土化的詞語。但是這套教材的局限性在於，未突出泰國漢語學習者學習漢語時的重點和難點問題，且幾乎不存在將目標字、詞置於不同語境的練習。加上該套教材雖然有紙製版、電子版兩個版本，卻卻沒有與之配套、輔助練習的手機應用程式 app。如果能將本研究的研究結果應用於手機程式的開發，或許會為國別化的漢語教材設計提供適當參考。

³⁵ 《泰國人學漢語》是由徐霄鷹和周小兵(2006)共同編寫的。是典型的國別化漢語教材。這套教材共有四冊，每冊由《課本》和《練習》兩部分組成。

首先，聲調教學部分可以從語境作為切入點，設計不同語境下的聲調練習，幫助泰國漢語學習者克服語境對聲調的干擾；其次，綜合考慮感知和產出的關係問題，在收集應用程式的練習環節平衡感知聽辨題型和發音題型，鞏固漢語語音；最後，以泰國留學生習得漢語語音的重難點問題為藍本，將字、詞、句的聽辨和發音練習融入課本及手機應用程式 app，幫助強化泰國留學生感知聽辨和產出 L2 漢語語音。

第六章 結論

第一節 不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗結果及討論

不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗從統計學的角度設計了混合效應的線性模型分析組別、語境對產出漢語聲調的基頻值、發音持續時間的影響。結果表明，組別(泰國留學生、漢語母語學生)是影響漢語聲調發音持續時間的主要因素($p=0.023^{**}$)，語境($p<0.001^{***}$)、不同聲調類型($p\leq 0.005^{**}$)也會影響聲調的發音持續時間，而基頻值則不會受到上述因素的影響，並且發音持續時間與基頻值均不會受到上述因素交叉作用的影響。而後，我們通過通過對比相同語境漢、泰學生產出聲調、不同語境下漢、泰學生產出漢語聲調的語圖，證實了泰國留學生產出漢語聲調的發音持續時間的確會受到語境的影響(語境不同，發音持續時間也不同)。實驗結果支持了現有泰國留學生有關漢語單字調的結論——陰平調不夠高，陽平調發音拖沓、終點較低，上聲拐點不足，去聲過長(李紅印, 1995；毛麗, 2007；易斌、吳永明和阿麗達, 2012；姚春林和丁涵, 2013；呂軍偉和馬謹安, 2017)；且綜合比對了泰國留學生不同語境下的研究結果與現有漢語聲調位於句中、泰語聲調位於句中的研究結果，認為語境不同，產出漢語聲調的情況也不同，從聲學分析的角度看，音高、持續時間是影響泰國留學生產出漢語聲調正確與否的兩項重要參數。

不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗結果驗證了原假設，即受到語境的影響，泰國留學生產出目標字句中、目標字句首、目標字句末的漢語聲調均不同；泰國留學生

產出漢語單字調的結果與現有研究的結論保持一致。如表 7 所示，我們分別從音域、音高輪廓和持續時間三重緯度，總結、對比了泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調以及單字調的情況。當泰國留學生產出漢語 T1 時，目標字句末語境下音域、音高輪廓和發音的持續時間都與漢語母語學生接近，在單字、目標字句中、目標字句首語境下產出的音域相對漢語母語學生較低；音高輪廓和發音持續時間因語境的不同也與漢語母語學生存在不同的差異；當泰國留學生產出漢語 T2 時，單字調的音域、音高輪廓與漢語母語學生接近，在不同語境下，與漢語母語學生產出的 T2 也存在差異；泰國留學生產出 T3 的情況相對複雜，尤其是音高輪廓方面，最容易在後半段的上升段出現發音錯誤；當然，當目標字句末語境下產出的漢語聲調，反而比漢語母語學生產出的漢語聲調更標準，但從聽感講，這種發音反而有些奇怪。這與泰國留學生在產出 T3 時的過度泛化 (overgeneralization) 有關。

整體上看，泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的音域不僅存在差異，且與目標字單字的漢語聲調也存在差異。其次，從音高輪廓的角度來看，泰國留學生在不同語境下以及目標字單字情況下產出的 T1 與漢語母語學生產出的 T1 差距不大，泰國留學生在目標字句中、目標字句末語境下產出的 T4 與漢語母語學生產出的 T4 接近，泰國留學生在目標字句末、單字調情況下產出的 T4 與漢語母語學生產出的 T4 存在不小差距；泰國留學生產出目標字單字 T4 下降坡度更陡，但目標字句末語境下產出的 T4 下降程度則更明顯；如前文所述，目標字句中語境下產出漢語 T3 的情況符合目標字句中漢語 T3 聲調的定論，即目標字句中語境下產出的 T3 與標準母語者句中產出的 T3 幾乎保持

一致，單字調反而相比句中語境更容易出現偏誤(Zhang, 2019)；當目標字句末語境下、句首語境下泰國留學生產出 T3 時存在後半段上升段的，只是目標字句末語境下 T3 的上升段並未上升到應有高度，目標字句首語境下 T3 的後半段問題不大，前半段容易出現更大幅度的下降；但目標字單字情況下產出的 T3 是幾乎不存在後半段上升段的。綜合上述分析，泰國留學生在不同語境下、目標字單字情況下產出的漢語聲調差異明顯，偏誤多且複雜；產出漢語 T3、T4 的單字調對於泰國留學生而言難度更大，但是產出 T1、T2 時，泰國留學生產出漢語單字調的情況反而優於不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的情況。

上述討論不僅可以應用於對泰漢語學生漢語聲調的教學，還可以指導泰國留學生學習 L2 漢語聲調的校正練習。在對泰漢語教學層面，對泰漢語教師應當積極調整漢語單字調的教學順序，從易到難進行教學；還應當考慮不同語境對泰國留學生產出漢語聲調的影響，引導泰國留學生積極參與目標字句中、目標字句首、目標字句末語境的漢語聲調產出訓練。基於新冠肺炎疫情的大背景，將上述建議應用於線上漢語聲調教學的確存在難度。但我們可以拓寬課堂設計的思路，結合線上教學與線下練習的方式，把課堂上未完成的練習遷移到課下，設置課餘的自由對話練習環節或者以上繳音頻作業的方式幫助泰國留學生練習漢語聲調。其次，在課堂教學環節或者反饋泰國留學生產出漢語聲調的錄音時，依然可以將本實驗的研究結論作為參考。目標字位於句中、目標字位於句首語境下，泰國學生應當可以相對準確地產出漢語 T3(上述兩種語境下，泰國學生產出漢語聲調 T3 與標準漢語 T3 一致)，那麼在進行課堂練習設計時，可以適當減少目標字 T3

在句中、句首語境下的設計；目標字單字、目標字位於句末語境下，泰國留學生產出漢語 T3 可能存在問題(上述兩種語境下，泰國留學生產出漢語聲調 T3 與標準漢語 T3 差異很大)，那麼就在課堂練習環節加大目標字 T3 在單字、句末語境的比重。

第二節 泰國留學生漢語前後鼻音韻母感知與產出實驗的結果與討論

泰國留學生漢語前後鼻音韻母的感知與產出實驗分別設計了感知實驗、產出實驗，圍繞 PAM、SLM 及 SLM-r，從感知與產出關係的角度綜合討論了泰國留學生漢語前後鼻音韻母的習得。從實驗結果來看，影響感知的因素與影響產出的因素有部分不同，即影響感知的因素包括在影響產出的因素之內(影響感知的因素是韻腹/ə/、韻腹/i/和韻尾/ŋ/；影響產出的因素有且僅有韻腹/ə/)。從感知實驗的結果來看，組別($p=0.009^{**}$)、目標字韻腹($p<0.001^{***}$)因素對感知結果存在顯著影響，且組別、目標字韻腹的交互作用($p=0.047^{*}$)也會對感知結果產生影響；產出實驗的結果表明，組別($p=0.008^{**}$)、目標字韻腹($p=0.000^{***}$)、目標字韻尾($p=0.000^{***}$)均會對感知結果存在顯著影響，且目標字韻腹與目標字韻尾($p<0.000^{***}$)、目標字韻腹與組別($p=0.003^{**}$)、目標字韻尾與組別($p=0.003^{**}$)、目標字位置、目標字韻腹與目標字韻尾($p=0.002^{**}$)、目標字韻腹、目標字韻尾與組別($p=0.000^{***}$)、目標字韻腹、目標字韻尾、目標字位置與組別($p=0.017^{*}$)的交互作用也會對產出結果產生影響。從聲學分析的角度看，共振峰和發音時長是泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的兩項主要參數，泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母受到舌頭滑動的方向、舌位、開口度以及韻腹韻尾發音持續時間的影響。

斯皮爾曼相關係數的分析結果顯示，泰國留學生感知和產出音段的確存在一部分同步(Flege & Bohn, 2021)，即感知正確、和產出正確率存在顯著的正相關關係($p=0.000***$, $r=0.755**$)，但是影響感知感知正確率與產出正確率的因素是包含與被包含的——感知結果受到韻腹、韻尾的影響，產出結果僅受韻腹的影響。

本實驗的結果支持了前文部分假設：泰國留學生感知和產出漢語前後鼻音韻母存在正相關的關係——感知正確率高，感知正確率也高；也反對了之前提出的“影響感知的因素與影響產出的因素一致”假設。本研究的感知實驗結果支持了 Li(2008)的論斷——韻腹在判斷前後鼻音韻母時的重要意義，但是未對找到“韻尾定位作用”的關鍵證據；產出實驗的結果反而比感知實驗的結果更豐富：一方面顯示了韻腹、韻尾會共同作用與產出的結果，另一方面表明舌位、開口度在發音時的重要意義。

文獻綜述回顧了漢語、泰語的鼻音。兩組語言中，鼻音韻母裡韻腹的差異最為明顯：泰語有長、短元音可以充當韻腹，漢語則不分長、短元音。如圖 15 所示，當韻腹是/ə/時，泰國留學生的產出正確率更高；當韻腹是/a/時，泰國留學生最容易發生產出錯誤。結合對產出評價結果對邏輯回歸分析與圖 15，韻腹依然是影響產出的重要因素。當韻腹是/ə/的前後鼻音韻母時，泰國留學生的產出結果最好；當韻腹是/i/時，產出結果最差，當韻腹是/a/時，產出結果位於二者之間。結合聲學分析的結果，泰國留學生產出漢語前後鼻音韻腹的偏誤多而複雜，並且以細微錯誤為主，音位錯誤非常少見；而韻尾偏誤則以音位錯誤為主。所以泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母時，韻腹會影響產出結果，尤其是當韻腹是/ə/時；韻尾的問題是由於受到了發音持續時間的影響(圖 21)——泰國留學

生產出前後鼻音韻尾的發音持續時間均比漢語母語學生產出漢語前後鼻音韻尾的發音持續時間長。

上述分析表明，泰國留學生感知與產出漢語前後鼻音韻母的因素有相同的部分，且影響感知結果的因素比影響產出結果的因素多——泰國留學生感知的結果受到韻腹、韻尾的雙重影響，產出結果只受到韻腹的影響，但是感知正確率與產出正確率幾乎持平(如圖 3.12 所示)；感知與產出部分同步。

第三節 泰國留學生漢語平翹舌音組合詞感知與產出實驗的結果與討論

泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出實驗重點關注泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知與產出，分別討論了泰國留學生漢語平翹舌音組合詞的感知結果與產出結果，並綜合感知與產出討論了二者的關係問題。該實驗的結果支持了原假設“感知與產出正確率存在正相關的關係”(詳見“研究假設”一節)；實驗組(泰國留學生)與對照組(漢語母語學生)組別不同，感知與產出漢語平翹舌音組合詞的差異很大($p < 0.001^{***}$)；泰國留學生感知與產出幾乎保持同步：影響感知結果、產出評價結果的因素相同(感知結果受到組別因素的影響，產出評價結果也受到組別因素的影響)；平-平組合詞是泰國留學生最容易感知的部分，並且產出的結果四組平翹舌音組合詞裡；從音位角度來講，泰國留學生對 s、sh 組合詞的掌握情況較好，感知與產出 z、c、zh、ch 組合詞的能力相對較弱；感知與產出的結果存在正相關的關係。

為了進一步明確與驗證感知與產出的範疇是否存在相關性，我們試圖討論感知聽辨和產出的範疇是否同步。鄧丹(2018)在分析韓國漢語學習者感知聽辨和產出舌冠塞擦音、

擦音時，定義了漢語學習者是否習得了 L2 漢語塞擦音和擦音的範疇：正確率 90%或以上，代表 L2 學習者已經成功習得了該音段；正確率高於 70%，L2 學習者基本能夠建立音段的感知範疇。我們以此為參考，將四組平翹舌組合詞裡每一小組的組合作為一個範疇³⁶。總結對比了感知聽辨、產出漢語平翹舌音組合詞的習得範疇，如表 20 所示。其中，“+”代表範疇已基本形成，“—”代表範疇不穩定，暫未形成。

由表 21 可知，泰國留學生已建立的感知範疇與已建立的產出範疇不同步。當泰國留學生感知聽辨和產出平-平組合詞、翹-翹組合詞時，相似範疇內感知辨別音段的能力比產出弱；在感知聽辨和產出平-翹組合詞時，感知辨別相似範疇音段的能力比產出稍好，基本建立的感知範疇有 5 個，而產出範疇只有 4 個；在感知聽辨翹-平組合詞時，雖然感知辨別相似範疇音段與產出相似範疇音段的能力相當，但仍然存在不同步性。上述對感知、產出的範疇也可以作為泰國留學生感知與產出僅存在部分同步的證據(Flege & Bohn, 2021)。

³⁶ 以平-平組合詞為例，z-z 是一個範疇，z-c 是一個範疇。所以平-平組合詞共有 9 個範疇，平-翹組合詞、翹-平組合詞、翹-翹組合詞各有 9 個範疇。

表 21 泰國留學生感知與產出漢語平翹舌音組合詞的範疇

範疇									
	Z-Z	Z-C	Z-S	C-Z	C-C	C-S	S-Z	S-C	S-S
感知	—	—	+	—	—	—	—	+	+
產出	+	—	+	—	—	—	+	—	+

範疇									
	z-zh	z-ch	z-sh	c-zh	c-ch	c-sh	s-zh	s-ch	s-sh
感知	—	—	+	—	—	+	+	+	+
產出	+	—	+	—	—	—	+	—	+

範疇									
	zh-z	zh-c	zh-s	ch-z	ch-c	ch-s	sh-z	sh-c	sh-s
感知	—	—	—	—	—	—	—	—	+
產出	+	—	+	—	—	+	+	—	+

範疇									
	zh-zh	zh-ch	zh-sh	ch-zh	ch-ch	ch-sh	sh-zh	sh-ch	sh-sh
感知	—	—	+	—	—	—	+	+	+
產出	+	—	+	—	—	—	+	—	+

從教學角度來看，本實驗可以為對泰漢語教師提供適當的教學啟發：泰國留學生更容易習得擦音，塞擦音是重點和難點反而沒那麼容易習得。漢語語音課堂，可以調整擦音、塞擦音的教學順序，由易到難進行教學；也可以適當引入漢語平翹舌音組合詞的聽辨和發音訓練，有助於提升泰國留學生漢語語音的習得能力。

第四節 研究侷限

本研究嘗試填補現有泰國留學生漢語語音習得的研究空白。但不可否認的是，仍然存在一些侷限性。

本研究三個實驗的實驗組成員漢語母語水平均在中高級水平，我們暫未選取漢語水平初級的泰國留學生參與實驗。雖然我們期待設計連續型實驗綜合討論同一批泰國留學生在漢語水平初級、中級、高級時的漢語語音習得情況，但受到新冠肺炎疫情的影響，連續型實驗的確存在較大困難(時間跨度較大、將耗費巨大精力對初級漢語水平的泰國留學生講解測試規則、解釋實驗的考察方式等)。所以經過再三斟酌，我們還是決定邀請中高級漢語水平的泰國留學生參與我們的研究。當然，待新冠肺炎疫情得到進一步控制、泰國留學生可以返回我國上課後，我們會重點考慮泰國留學生的漢語背景(學習時間、漢語輸入量、首次學習漢語的時間等)、漢語水平(初級、中級、高級)對習得結果的影響等因素，設計一系列連續型實驗，縱向考察初級、中級、高級漢語水平的泰國留學生習得漢語語音的情況。

其次，還未細化泰國留學生被試的個體差異。擴大研究範圍與研究質量可以幫助提出有利於感知與產出研究的新方法(Sakai & Moorman, 2018)。泰國留學生感知與產出漢語語音的研究也是如此。如 SLM-r 所述，L2 學習者 L2 語音的輸入量、學習起始時間、學習地點、老師等都會影響 L2 學習者的 L2 習得結果(Flege & Bohn, 2021)。雖然本研究在正式邀請三項實驗的被試參加實驗之前，分別對被試的語言背景進行詢問，嘗試控制泰國留學生被試在漢語學習地點、開始學習漢語的時間、每週學習漢語的頻次及時間等

盡量一致，但每位被試都是獨立的個體，他們有選擇選擇每週上幾次漢語課、課下使用語言的權利，所以我們允許這些差異的存在。顯然，我們更應當在未來的研究裡擴大研究範圍與研究質量，對漢語輸入量展開進一步討論——比如每週漢語課的總體時長、課下花費在漢語上的時間、以及動機等因素，是否會對本研究討論的三項實驗結果產生影響，被試個體差異是否會影響感知與產出在某種層面的同步等問題。

最後，三項實驗在形式上缺乏對稱性，即實驗二、實驗三均設計了感知實驗、產出實驗，均從感知與產出關係的角度綜合討論了泰國留學生習得漢語前後鼻音韻母、平翹舌音組合詞的情況，但是實驗一僅僅從產出的角度討論了泰國留學生在不同語境下產出漢語聲調的情況，並未涉及感知(受到疫情的影響，部分泰國留學生匆忙中著急返回泰國，造成未收集到泰國留學生聲調感知的實驗數據)。故三項實驗從整體上看呈現出“缺陷美”的特徵。那麼未來，在疫情好轉之後，我們也會重新邀請泰國留學生被試參加不同語境下泰國留學生感知聽辨和產出漢語聲調的實驗，從感知與產出關係的角度重新討論語境對泰國留學生習得漢語聲調的影響。

第五節 進一步研究

未來，我們將會以本研究的三項實驗作為研究基礎，一方面設計不同語境下泰國留學生漢語聲調的感知實驗，另一方面以樣本的個體差異是否會影響 L2 漢語語音的習得結果為重點論題，仍圍繞漢語聲調、前後鼻音韻母、平翹舌音聲母展開討論。

目前 L2 習得的研究趨勢是從感知與產出關係的角度討論 L2 語音的習得，修正後的 SLM-r 著重強調了 L2 學習者的 L2 學習結果取決於 L1 與 L2 區分的精確程度以及 L2

學習者接受 L2 信號的數量和質量(Flege & Bohn, 2021)。所以我們計畫設計不同語境下泰國留學生漢語聲調的感知實驗，結合本研究中不同語境下泰國留學生漢語聲調的產出實驗結果，綜合討論泰國留學生漢語聲調的習得問題。至於漢語前後鼻音韻母、平翹舌音組合詞的感知與產出，我們將在擴大研究樣本的同時，邀請不同漢語水平的泰國留學生參與實驗，以個體差異作為主要討論的因素，綜合考察漢語水平、漢語輸入量、學習地點、學習起始時間等是否會影響泰國留學生感知和產出漢語前後鼻音韻母、平翹舌音組合詞；同時嘗試尋找感知先於產出(Flege et al., 1997)或感知與產出保持同步(Flege & Bohn, 2021)的證據。

聲學分析、感知與產出的關係問題作為目前 L2 漢語語音習得研究的主流，將會引起持續的關注。接下來，我們會結合目前的研究方法與上述有關研究趨勢的方向性建議，結合聲學分析與知覺的範疇化實驗，進一步深入討論泰國留學生感知和產出相同音段時為何僅存在部分同步(圍繞 SLM-r)。

參考文獻

- Abramson, A. S. (1978). Static and dynamic acoustic cues in distinctive tones. *Language and Speech*, 21(4), 319-325. <https://doi.org/10.1177%2F002383097802100406>
- Baese-Berk, M. M. (2019). Interactions between speech perception and production during learning of novel phonemic categories. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81, 981-1005. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01725-4>
- Baese-Berk, M. M., McLaughlin, D. J., & McGowan, K. B. (2020). Perception of non-native speech. *Language and Linguistics Compass*, 14(7), e12375. <https://doi.org/10.1111/lnc3.12375>
- Baese-Berk, M. M., & Samuel, A. G. (2016). Listeners beware: Speech production may be bad for learning speech sounds. *Journal of Memory and Language*, 89, 23-36. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2015.10.008>
- Beddor, P. S., & Krakow, R. A. (1999). Perception of coarticulatory nasalization by speakers of English and Thai: Evidence for partial compensation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(5), 2868-2887. <https://doi.org/10.1121/1.428111>
- Bell-Berti, F., Raphael, L. J., Pisoni, D. B., & Sawusch, J. R. (1979). Some relationships between speech production and perception. *Phonetica*, 36(6), 373-383. <https://doi.10.1159/000259974>

- Best, C. T. (1995). Learning to perceive the sound pattern of English. *Advances in Infancy Research*, 9(1), 217-219. <https://bit.ly/3JFUvBD>
- Best, Catherine T., & Michael D. Tyler. (2007). Nonnative and second-language speech. In B. Ocke-Schwen & J.M. Myrray(Eds.), *Language experience in second language speech learning: In honor of James Emil Flege*(pp. 13-34). John Benjamins Publishing.
<https://bit.ly/3mYRSBg>
- Boersma, P., & Weenink, D. (Ed.) (2018). Praat: Doing phonetics by computer. version 6.0.
37. <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- Borden, G., Gerber, A., & Milsark, G. (1983). Production and perception of the/r/-/l/ contrast in Korean adults learning English. *Language Learning*, 33(4), 499-526.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-1770.1983.tb00946.x>
- Burroni, F., Panpraneet, P., & Onsuwan, C. (2021). Characterizing Developmental Trajectories in L1 Production of Bangkok Thai Tones. In D. Dionne, L.A. Vidal Covas (Eds), *Proceedings of the 45th annual Boston University Conference on Language Development* (pp.94-107). Cascadilla Press.
- Bradlow, A. R., Pisoni, D. B., Akahane-Yamada, R., & Tohkura, Y. I. (1997). Training Japanese listeners to identify English/r/and/l/: Some effects of perceptual learning on speech production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(4), 2299-2310. <https://doi.10.1121/1.418276>

Chao, Y. (1930). A system of tone letters. *Le Maître Phonétique*, 45, 24-27.

<https://bit.ly/3F3l2Wc>

Chao, Y. R. (1933). Tone and intonation in Chinese. *Bulletin of the Institute of History and Philology*, 4, 121-134. <https://bit.ly/3pVpXEf>

Chen, J. (2019). Proceedings of the 2019 Eighth International Conference on Educational Innovation through Technology [Conference], IEEE, Biloxi, MS, USA.

<http://doi.org/10.1109/EITT.2019.00028>

Delattre, P. (1951). The physiological interpretation of sound spectrograms. *Pmla*, 66(5), 864-875. <https://doi.org/10.2307/459542>

Denes, P. B., & Pinson, E. (1993). *The speech Chain*. Macmillan press.

<https://bit.ly/3ESFqZP>

Flege, J. E. (1993). Production and perception of a novel, second-language phonetic contrast. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 93(3), 1589-1608.

<https://doi.org/10.1121/1.406818>

Flege, J. E. (1995). Second language speech learning: Theory, findings, and problems. *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-Language Research*, 92,

233-277. <https://doi.org/09.1275236X.9780.9127>

Flege, J. E. (2005). *ISCA Workshop on Plasticity in Speech Perception*. [Conference]. ISCA 2005, London, UK. <https://bit.ly/3JKMOKi>

- Flege, J. E., Bohn, O., & Jang, S. (1997). Effects of experience on non-native speakers' production and perception of English vowels. *Journal of Phonetics*, 25(4), 437-470. <https://doi.org/10.1006/jpho.1997.0052>
- Flege, J. E., & Bohn, O. S. (2021). The revised speech learning model (SLM-r). In Ratree Wayland (Eds.), *second language speech learning: Theoretical and empirical progress* (pp. 3-83). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108886901.002>
- Flege, J. E., & Eefting, W. (1987). Production and perception of English stops by native Spanish speakers. *Journal of Phonetics*, 15(1), 67-83. <https://bit.ly/31sIq1x>
- Flege, J. E., MacKay, I. R., & Meador, D. (1999). Native Italian speakers' perception and production of English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(5), 2973-2987. <https://doi.org/10.1121/1.428116>
- Flego, S., & Forrest, J. (2021). Leveraging the temporal dynamics of anticipatory vowel-to-vowel coarticulation in linguistic prediction: A statistical modeling approach. *Journal of Phonetics*, 88, 101093. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2021.101093>
- Herrera-Boyer, P., Klapuri, A., & Davy, M. (2006). Automatic classification of pitched musical instrument sounds. In A. Klapuri, & M. Davy (Eds), *Signal processing methods for music transcription* (pp. 163-200). Springer. <https://bit.ly/3mY7HrR>
- House, A. S., & Stevens, K. N. (1956). Analog studies of the nasalization of vowels. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 21(2), 218-232. <https://doi.org/10.1044/jshd.2102.218>

International Phonetic Association, & International Phonetic Association Staff. (Ed.) (1999).

Handbook of the international phonetic association: A guide to the use of

the international phonetic alphabet. <https://bit.ly/3mU16yA>

James, C. (1980). *Contrastive Analysis*. Routledge Press.

https://doi.org/10.22236/JER_Vol4Issue1pp35-43

Jakobson, R., Fant, G. M., & Halle, M. (1955). *Preliminaries to speech analysis: The*

Distinctive feature and their correlates. MIT Press. <https://bit.ly/333dIfC>

Jassem, W. (1971). Pitch and compass of the speaking voice. *Journal of the International*

Phonetic Association, 1(2), 59-68. <https://doi.org/10.1017/S0025100300000256>

Jia, G., Strange, W., Collado, J., & Guan, Q. (2006). Perception and production of English

vowels by Mandarin speakers: Age-related differences vary with amount of L2

exposure. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119, 1118–1130.

<https://doi.org/10.1121/1.2151806>

Jia, M., & KEASUWAN, C. (2021). A study on the pronunciation teaching of "/a/" for

Chinese Thai learners. *Journal of Chinese Language and Culture, Huachiew*

Chalermprakiet University, 8(1), 197-206. <https://bit.ly/3FZ6k3J>

Joos, M. (1948). Acoustic phonetics. In J. Martin (Eds), *Linguistic Society of*

America (pp. 5-136). MIT press. <https://bit.ly/3qRfRDC>

Lado, R. (1957). *Linguistics across cultures: Applied linguistics for language teachers*.

University of Michigan press. <http://doi.org/10.1111/j.1473-4192.2007.00149.x>

Li, P., Sepanski, S., & Zhao, X. (2006). Language history questionnaire: A web-based

interface for bilingual research. *Behavior research methods*, 38(2), 202-210.

<http://doi.10.3758/bf03192770>

Li, Y. (2008). *The 2008 Annual Conference of the Canadian Linguistic Association*.

[Conference]. 2008CLA, Vancouver, BC, Canada. <https://bit.ly/3sTCVUS>

Maye, J., & Gerken, L. (2000). *The 24th annual Boston university conference on language*

development. Boston University, Boston, BOS, USA.

<http://doi=10.1.1.188.5940&rep=rep1&type=pdf>

Melnik-Leroy, G. A., Turnbull, R., & Peperkamp, S. (2021). On the relationship between

perception and production of L2 sounds: Evidence from Anglophones' processing of the

French/u/-/y/contrast. *Second Language Research*, 00(0), 1-25.

<https://doi.org/10.1177%2F0267658320988061>

Mitani, S., Kitama, T., & Sato, Y. (2006). Voiceless affricate/fricative distinction by frication

duration and amplitude rise slope. *The Journal of the Acoustical Society of America*,

120(3), 1600-1607. <https://doi.org/10.1121/1.2221390>

- Mou, X. (2006). *Nasal Codas in Standard Chinese: A Study in the Framework of the Distinctive Feature Theory*. [Unpublished doctoral dissertation]. Harvard-MIT Health Sciences and Technology.
- Munro, M. J., & Bohn, O. S. (2007). The study of second language speech. In Bohn, O.S., & Murray J. Munro (Eds.), *Language experience in second language speech learning*, (pp. 3-11). John Benjamins Publishing Company. <https://doi.org/10.1075/llt.17>
- Nagle, C. L., & Baese-Berk, M. M. (2021). Advancing the state of the art in L2 speech perception-production research: Revisiting theoretical assumptions and methodological practices. *Studies in Second Language Acquisition*, (1), 1-26.
<https://doi.org/10.1017/S0272263121000371>
- Ohala, J. J., & Eukel, B. W. (1978). Explaining the intrinsic pitch of vowels. In R. Channon, L. Shockey (Eds.), *Report of the phonology laboratory*, (pp. 118-125). Dordrecht: Foris Press. <http://doi.org/10.1121/1.2003351>
- Onsuwan, C. (2005). *Temporal relations between consonants and vowels in Thai syllables*. [Doctoral dissertation, University of Michigan]. ProQuest dissertations publishing.
<https://bit.ly/32IDiXL>
- Pike, K. L. (1964). *Tone Languages: A Technique for Determining the Number and Type of Pitch Contrasts in a Language, with Studies in Tonemic Substitution and Fusion*. University of Michigan press. <http://doi.10.2307//1156506>

Potisuk, S. (2010). *2010 The ASSTA Conference* [Conference]. SST 2010, Melbourne, MEL, Australia. <https://bit.ly/3q4hHlv>

Rallo Fabra, L., & Romero, J. (2012). Native Catalan learners' perception and production of English vowels. *Journal of Phonetics*, *40*, 491–508.
<https://doi.org/10.1016/j.wocn.2012.01.001>

Roengpitya, R. (1999). The 14th *International Congress of Phonetics Schence*. [Conference]. International Phonetic Association, San Francisco, CA, United States.
<https://bit.ly/3FWHeLL>

Rose, P. (1987). Considerations in the normalization of the fundamental frequency of linguistic tone. *Speech Communication*, *6*(4), 343-352. [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(87\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0167-6393(87)90009-4)

Sakai, M., & Moorman, C. (2018). Can perception training improve the production of second language phonemes? A meta-analytic review of 25 years of perception training research. *Applied Psycholinguistics*, *39*(1), 187-224.
Doi:10.1017/S0142716417000418

Strange, W. (2007). Cross-language phonetic similarity of vowels: Theoretical and methodological issues. In B. Ocke-Schwen & J.M. Myrray(Eds.), *Language experience in second language speech learning: In honor of James Emil Flege*(pp. 35-55). John Benjamins Publishing. <https://doi.org/10.1075/llt.17.08str>

- Svantesson, J. O. (1986). Acoustic analysis of Chinese fricatives and affricates. *Journal of Chinese Linguistics*, 14(1), 53-70. <https://bit.ly/3mYG5Tj>
- Tatham, M., & Morton, K. (2006). *Speech production and perception*. Edinburgh University Press. <https://doi.org/10.1515/9783110172782.2.19.1778>
- Teeranon, P., & Rungrojsuwan, R. (2009). Change in the standard Thai high tone: An acoustic study. *MANUSYA: Journal of Humanities*, 3, 4-44.
<http://dx.doi.org/10.1163/26659077-01203003>
- Thepboriruk, K. (2010). Bangkok Thai Tones Revisited. *Journal of the Southeast Asian Linguistics Society*, 3(1), 86-105. <https://bit.ly/336GPyV>
- Xu, Y. (1997). Contextual tonal variations in mandarin. *Journal of Phonetics*, 25(1), 61-83.
<https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0034>
- Xu, Y. (2013). ProsodyPro—A Tool for Largescale Systematic Prosody Analysis. In *Proceedings of Tools and Resources for the Analysis of Speech Prosody*, UCL Discovery, 1(1), 7-10. <https://bit.ly/3pUTwWo>
- Zhang, L. (2019). Tone features of Chinese and teaching methods for second language learners. *International Journal of Chinese Language Education*, 5, 45-66.
<https://bit.ly/3F0C2fw>

Zhang, L., & Shi, L. (2020). Acoustic analysis of Chinese tone production by thai-speaking learners of L2 Chinese. *Journal of Second Language Studies*, 3(2), 180-204.

<https://doi.org/10.1075/jsls.19035.zha>

蔡榮男 (2007)：泰語元音格局分析，《南開語言學刊》，1，頁 46-52。

<https://a.3durl.cn/Td32py>

蔡整瑩和曹文(2002)：泰國學生漢語語音偏誤分析，《世界漢語教學》，2，頁 86-92。

<http://doi.org/10.3969/j.issn.1002-5804.2002.02.011>

曹冲和張勁松(2019)：鼻韻母元音對漢語普通話鼻韻母感知的影響，《語言教學與研究》，3，頁 103-112。<https://doi.org/10.3969/j.issn.0257-9448.2019.03.011>

曹丹平和印興耀(2016)：加拿大 BOPPPS 教學模式及其對高等教育改革教育的啟示，

《實驗室研究與探索》，35(2)，頁 163-172。[http://doi.org/10.3969/j.issn.1006-](http://doi.org/10.3969/j.issn.1006-7167.2016.02.047)

[7167.2016.02.047](http://doi.org/10.3969/j.issn.1006-7167.2016.02.047)

曹劍芬(1990)：協同發音和時域調節，《當代語言學》，4，頁 48。

曹青(2013)：《從漢泰語言語音系統對比看泰國學生漢語語音習得偏誤》，西安外國語大學碩士論文，已出版。

陳晨和李秋楊(2008)：語音偏誤標記與語音對比——談泰國學生語音習得問題，《雲南師範大學學報：對外漢語教學與研究版》，6(2)，頁 82-87。

<http://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1306.2008.02.020>

陳尚霞(1997)：普通話音段協同發音研究，《中國語文》，5，頁 345-350。

<https://a.3durl.cn/nKLrpx>

褚靜、竇煥新(2019)：二語習得言語感知模型建構研究，《渤海大學學報 (哲學社會科學版)》，1，頁 124-128。 <http://k8i.cn/lrWE8>

鄧丹(2018)：韓國學習者對漢語舌冠塞擦音和擦音的產出與感知研究，《世界漢語教學》，32(1)，頁 110-125。 <http://doi.org/10.13724/j.cnki.ctiw.2018.01.01>

鄧丹和鄧亞玲(2020)：西班牙學習者對漢語塞音等產出與感知研究，《國際漢語教學研究》，2，頁 65-73。 <http://k8i.cn/RPVs3>

丁紅衛(2021)：智能型計算機輔助外語語音教學的現狀與趨勢，《中國外語》，1，頁 26-32。 <http://doi.org/0.13564/j.cnki.issn.1672-9382.2021.03.008>

杜豔麗和劉宗豔(2017)：泰國來華留學生漢語學習初級階段單字調偏誤實驗研究，《賀州學院學報》，33(2)，頁 53-59。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1673-8861.2017.02.012>

方強和李愛軍(2003)：普通話鼻化元音的研究，《第六屆全國現代語音學學術會議論文集》，頁 44-48。

傅增有(1996)：《泰語三百句》，北京，北京大學出版社。

高名凱和石安石(1979)：《語言學概論》，香港，中華書局。

郭振生(1986)：漢語歷史音變過程中的同化現象，《河南大學學報: 社會科學版》，5，頁 111-114。 <http://doi.org/10.15991/j.cnki.411028.1986.05.024>

何善芬(1989)：英語超音段音位及其辨義功能，《外國語》，6，頁 66-69。

何山燕(2010)：從對比分析角度淺析對泰漢語語音教學策略，《梧州學院學報》，

(04)，頁 90-94。 <http://doi.org/WZFX.0.2010-04-020>

黃伯榮(主編)(2007)：《現代漢語 (增訂六版) 上冊》，北京，高等教育出版社。

吉娜和簡啟賢(2004)：泰國學生初學漢語的偏誤分析，《雲南師範大學學報: 對外漢語

教學與研究版》，2(3)，頁 46-49。 [http://doi.org/10.3969/j.issn.1672-](http://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1306.2004.03.010)

[1306.2004.03.010](http://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1306.2004.03.010)

李紅印(1995)：泰國學生漢語學習的偏誤，《世界漢語教學》，2，頁 66-71。

李雅、盧穎超和許小穎(2011)：連續語流中韻律層級和調型組合對重音感知的影響，

《清華大學學報 (自然科學版)》，51(9)，頁 1239-1243。 <http://k8i.cn/wfRla>

李豔萍、曹冲和解焱陸和(2017)：日本學生漢語普通話鼻音韻母知覺訓練初探，《第

十四届全国人机语音通讯学术会议论文集》。 <https://bit.ly/32V6LgW>

梁曉麗和關英偉(2011)：泰國留學生三組普通話輔音的實驗研究，《四川教育學院學

報》，27(4)，頁 90-95。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1000-5757.2011.04.090>

廖涌舜(2012)：《零起点泰国漢語學習者元音習得偏誤分析及其教學對策》，上海外

國語大學碩士論文，已出版。

林茂燦和顏景助(1994)：普通話帶鼻尾零聲母音節中的協同發音，《應用聲學》，

13(2)，頁 12-20。 <http://doi.org/10.11684/j.issn.1000-310X.1994.01.003>

林燾和王理嘉(1995)：《語音學教程》，北京，北京大學出版社。

劉珣(1994)：新一代對外漢語教材的展望——再談漢語教材的編寫原則，《世界漢語教學》，1，頁 58-67。

劉珣(2000)：《對外漢語教育學引論》，北京，北京語言文化大學出版社。

魯健驥 (1992)：偏誤分析與對外漢語教學，《語言文字應用》，1，頁 69-73。

<http://k8i.cn/LLuyS>

樂建珊和吳文紅(2012)：布拉格學派的區別特徵理論與中國傳統音韻學，《南昌教育學院學報》，2，頁 33-34。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1008-6757.2012.02.021>

羅思娜(2013)：漢語和泰語聲調相似度研究，《雲南師範大學學報（對外漢語教學與研究版）》，11(4)，頁 1-9。 <http://k8i.cn/jsWlW>

呂軍偉和何雨婷(2019)：漢、泰語語音接觸與習得研究：現狀、關係與問題，《江西科技師範大學學報》，04，頁 25-34。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1007-3558.2019.04.005>

呂軍偉和馬謹安(2017)：泰國紅統府學生漢語語音偏誤現象及難度等級探析，《齊齊哈爾大學學報：哲學社會科學版》，04，頁 144-146。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1008-2638.2017.04.039>

馬納塔(2020)：《泰國大學生漢語韻母習得偏誤分析及教學對策》，華東師範大學碩士論文，已出版。

毛麗(2007)：聲調偏誤與對外漢語聲調教學研究綜述，《湖南第一師範學報》，7(2)，頁 119-122。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1674-831X.2007.02045>

梅麗(2009)：《泰國學習者知覺與產出普通話塞擦音/擦音的實驗研究》，北京語言大學博士論文，已出版。

梅麗(2011)：泰國學習者漢語塞擦音的知覺同化與區分，《世界漢語教學》，2，頁 276-288。 <http://k8i.cn/znjkm>

潘德鼎(2011)：《泰語教程：第一冊》，北京，北京大學出版社。

潘曄和王書鑫(1983)：言語辨別測驗的多重選擇法實驗，《心理學報》，4，頁 402。

齊士鈴和張家駿(1982)：漢語普通話輔音音長分析，《聲學學報》，7(1), 8-13。

石備知(2019)：漢泰語音對比研究，《文化創新比較研究》，20，頁 69-71。

<http://doi.org/WCBJ.0.2019-20-037>

石鋒(2002)：北京話的元音格局，《南開語言學刊》，1，頁 30-36。

石林和溫寶瑩瑩(2012)：“洋腔洋調”初探——美國學生漢語語調習得，《南開語言學刊》，(1)，頁 42-49。 <https://bit.ly/3mYzetc>

史靜兒(2013)：漢語和泰語輔音聲母音長對比——兼談泰語“塞擦音”性質問題，《雲南師範大學學報（對外漢語教學與研究版）》，1，頁 1-12。

<http://doi.org/10.16802/j.cnki.ynsddw.2013.01.015>

時秀娟、張婧偉和石鋒(2019)：影響普通話鼻音韻尾的幾種因素——語音實驗的證據，《中國語文》，5，頁 578-589。 <http://k8i.cn/taVto>

宋寶賢(2013)：《漢語與泰語的語音對比及學習策略》，蘇州大學碩士論文，已出版。

宋浩妍(2019)：《香港大學生在聽說普通話不同平翹舌音組合詞的研究與分析》，香港教育大學本科論文，未出版。

談婷(2018)：《中級水平泰國留學生漢語二級元音習得實驗研究》，廣西大學碩士論文，已出版。

王安紅(2006)：漢語聲調特徵教學探討，《語言教學與研究》，3，頁 70-75。

<https://bit.ly/3HBDQgD>

汪航(2012)：《日本留學生對漢語普通話鼻音韻母的感知》，北京語言大學博士論文，已出版。

王功平和劉瑜(2016)：印尼留學生普通話舌尖前/後塞擦輔音感知偏誤機制，《語言教學與研究》，5，頁 30-39。<https://bit.ly/3HzsMkj>

王功平、周小兵和李愛軍(2009)：留學生普通話雙音節輕聲音高偏誤實驗，《語言文字應用》，4，頁 113-121。<http://k8i.cn/97nE0>

王建華(2002)：關於語境的構成與分類，《語言文字應用》，3，頁 2-9。

<http://doi.org/10.3969/j.issn.1003-5397.2002.03.001>

王晓清(2015)：《鼻音的協同發音研究》，上海師範大學碩士論文，已出版。

王豔和張鵬(2013)：泰國學生漢語聲調習得偏誤聲學實驗分析，《普洱學院學報》，29(1)，頁 109-115。<http://doi.org/10.3969/j.issn.1008-8059.2013.01.025>

王躍峰和劉香君(2011)：區域化對外漢語教材編寫之我見——以《泰國人學漢語》為

例，《賀州學院學報》，27(3)，頁 50-52。 [http://doi.org/10.3969/j.issn.1673-](http://doi.org/10.3969/j.issn.1673-8861.2011.03.015)

[8861.2011.03.015](http://doi.org/10.3969/j.issn.1673-8861.2011.03.015)

王韞佳(2002)：日本學習者感知和產生普通話鼻音韻母的實驗研究，《世界漢語教

學》，2，頁 47-60。 <https://bit.ly/3FRwzJf>

王韞佳、丁多永和東孝拓(2015)：不同語調條件下的聲調音高實現，《聲學學報》，

40(6)，頁 902-913。 <https://bit.ly/34d4KwW>

王祖燕、羅熙靖和張勁松(2015)：普通話及日語含鼻音尾音節的時長研究，《第十三

屆全國人機語音通訊學術會議論文集》。

溫寶瑩、冉啟斌和石鋒(2009)：德國學生習得漢語塞音聲母的初步分析，《雲南師範

大學學報》：對外漢語教學與研究版》，4，頁 54-61。 <https://bit.ly/3F1dT8t>

吳菲(2016)：漢語第一、二語言學習者鼻音感知過程實驗研究，《語言科學》，

15(3)，頁 268-279。 <http://doi.org/10.7509/j.linsci.201504.029632>

吳積才和程家樞(1981)：《現代漢語》，雲南，雲南人民出版社。

吳宗濟(1980)：試論普通話語音的“區別特徵”及其相護關係，《中國語文》，02，

頁 42-49。

吳宗濟和林茂燦(1989)：《實驗語音學概要》，北京，北京高等教育出版社。

邢公畹和馬慶株(1992)：《現代漢語教程》，天津，南开大學出版社。

徐霄鷹和周小兵(2006)：《泰國人學漢語》，北京，北京大學出版社。

楊寶忠(2005)：“假詞”略說，《中國語文》，4，頁 355-361。

姚春林和丁涵(2013)：在華泰國留學生漢語普通話語音習得研究新趨勢，《河北聯合大學學報：社會科學版》，13(5)，頁 117-119。 <https://bit.ly/3sV5l0J>

易斌、吳永明和阿麗達(2012)：泰國學習者漢語單字調習得過程及特點的實驗研究，《語言教學與研究》，6，頁 21-29。 <http://k8i.cn/IoMMg>

張虎和田茂峰(2007)：信度分析在調查問卷設計中的應用，《統計與決策》，21，頁 25-27。 <http://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6487.2007.21.010>

張家錄(2005)：漢語普通話區別特徵系統，《聲學學報》，30(6)，頁 506-514。

張家駿(2006)：漢語普通話區別特徵系統樹狀圖，《聲學學報》，31(3)，頁 193-198。
<https://bit.ly/3mY0RCH>

張勁松、王祖燕(2017)：元音部分對中日被試漢語普通話鼻韻母知覺的影響，《清華大學學報(自然科學版)》，57(2)，頁 164-169。
<http://doi.org/10.16511/j.cnki.qhdxxb.2017.22.009>

張凌(2021)：香港人學習普通話的聲調偏誤之聲學分析，《中國語文通訊》，100(1)，頁 31-39。 [https://doi.org/10.29499/crci.202101_100\(1\).0003](https://doi.org/10.29499/crci.202101_100(1).0003)

張凌(2010)：廣州話長短元音的語音實驗新探，《方言》，2，頁 134-144。
<https://bit.ly/3zvubW7>

張清芳 (2005)：漢語單音節詞彙產生中音韻編碼的單元，《心理科學》，28(2)，頁 374-378。 <https://bit.ly/3zs5fim>

曾麗紅(2018)：《漢泰擦音, 塞擦音對比實驗研究》，暨南大學碩士論文，已出版。

鄭靜宜(2008)：不同言語速度下國語韻律的計時等時性，《中國心理學》，50(1)，頁

471-488。 <http://doi.org/10.6129/CJP.2008.5001.01>

鄭齊兒(2013)：比較日本學生與華語為母語者發華語帶鼻音韻母之聲學研究，《華語

文教學研究》，10(2)，頁 39-62。 <https://bit.ly/32RfssD>

鄭蘇梅(2019)：《頻次對泰國留學生 sh/ch 語音糾錯效果的微變化研究》，暨南大學碩

士論文，已出版。

周小兵和王功平(2010)：近三十年漢語作為二語的語音習得研究述評，《漢語學

習》，1，頁 88-95。 <http://doi.org/80610x/201001/32915484>

朱曉農(1983)：讀《試論普通話語音的“區別特徵”及其相護關係》，《語言研

究》，2(6)，頁 249-254。

朱曉農(2005)：《上海聲調實驗錄》，上海，上海教育出版社。

朱曉農(2007)：說鼻音，《語言研究》，27(3)，頁 1-13。 <https://bit.ly/3ePnJji>

朱曉農、林晴和馮差樞 (2015)：泰語聲調的類型和順時針鏈移，《民族語文》，4，

頁 3-18。 <https://bit.ly/3HzrnKz>

附錄

附錄一 不同語境下泰國留學生產出漢語聲調的實驗材料

1. 夫 這張圖畫的是“夫”。這張是“夫”字的圖畫。“夫”字的圖畫是這一張。
2. 扶 這張圖畫的是“扶”。這張是“扶”字的圖畫。“扶”字的圖畫是這一張。
3. 腐 這張圖畫的是“腐”。這張是“腐”字的圖畫。“腐”字的圖畫是這一張。
4. 父 這張圖畫的是“父”。這張是“父”字的圖畫。“父”字的圖畫是這一張。
5. 醫 這張圖畫的是“醫”。這張是“醫”字的圖畫。“醫”字的圖畫是這一張。
6. 姨 這張圖畫的是“姨”。這張是“姨”字的圖畫。“姨”字的圖畫是這一張。
7. 椅 這張圖畫的是“椅”。這張是“椅”字的圖畫。“椅”字的圖畫是這一張。
8. 意 這張圖畫的是“意”。這張是“意”字的圖畫。“意”字的圖畫是這一張。
9. 分 這張圖畫的是“分”。這張是“分”字的圖畫。“分”字的圖畫是這一張。
10. 墳 這張圖畫的是“墳”。這張是“墳”字的圖畫。“墳”字的圖畫是這一張。
11. 粉 這張圖畫的是“粉”。這張是“粉”字的圖畫。“粉”字的圖畫是這一張。
12. 奮 這張圖畫的是“奮”。這張是“奮”字的圖畫。“奮”字的圖畫是這一張。

附錄二 泰國留學生產出漢語前後鼻音韻母的假詞

梯嬪 梯坪 梯蟠 梯螃 梯盆 梯鵬

凸嬪 凸坪 凸蟠 凸螃 凸盆 凸鵬

榻嬪 榻坪 榻蟠 榻螃 榻盆 榻鵬

嬪梯 坪梯 蟠梯 螃梯 盆梯 鵬梯

嬪凸 坪凸 蟠凸 螃凸 盆凸 鵬凸

嬪榻 坪榻 蟠榻 螃榻 盆榻 鵬榻

附錄三 108 個平翹舌音組合詞

- | | | | |
|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 1. 尊重(zūn zhòng) | 2. 組織(zǔ zhī) | 3. 資助(zī zhù) | 4. 贊成(zàn chéng) |
| 5. 嘴唇(zuǐ chún) | 6. 早晨(zǎo chén) | 7. 字數(zì shù) | 8. 姿勢(zī shì) |
| 9. 再生(zài sheng) | 10. 挫折(cuò zhé) | 11. 慘重(cǎn zhòng) | 12. 財政(cái zhèng) |
| 13. 操場(cāo chǎng) | 14. 擦車(cā chē) | 15. 錯處(cuò chù) | 16. 慈善(cí shàn) |
| 17. 從事(cóng shì) | 18. 措施(cuò shī) | 19. 死者(sǐ zhě) | 20. 三周(sān zhōu) |
| 21. 素質(sù zhì) | 22. 掃除(sǎo chú) | 23. 塞車(sāi chē) | 24. 色差(sè chà) |
| 25. 縮水(suō shuǐ) | 26. 隨時(suí shí) | 27. 算術(suàn shù) | 28. 正宗(zhèng zōng) |
| 29. 職責(zhí zé) | 30. 種族(zhǒng zú) | 31. 這次(zhè cì) | 32. 招財(zhāo cái) |
| 33. 註冊(zhù cè) | 34. 周歲(zhōu suì) | 35. 炸死(zhà sǐ) | 36. 住宿(zhù sù) |
| 37. 插座(chā zuò) | 38. 創造(chuàng zào) | 39. 超載(chāo zài) | 40. 炒菜(chǎo cài) |
| 41. 衝刺(chōng cì) | 42. 純粹(chún cuì) | 43. 車速(chē sù) | 44. 拆散(chāi sàn) |
| 45. 出色(chū sè) | 46. 梳子(shū zi) | 47. 實在(shí zài) | 48. 睡姿(shuì zī) |
| 49. 蔬菜(shū cài) | 50. 雙層(shuāng céng) | 51. 順從(shùn cóng) | 52. 生死(shēng sǐ) |
| 53. 上司(shàng sī) | 54. 受損(shòu sǔn) | 55. 自尊(zì zūn) | 56. 祖宗(zǔ zōng) |
| 57. 藏族(zàng zú) | 58. 紫菜(zǐ cài) | 59. 早餐(zǎo cān) | 60. 雜草(zá cǎo) |
| 61. 走私(zǒu sī) | 62. 棕色(zōng sè) | 63. 自私(zì sī) | 64. 存在(cún zài) |
| 65. 詞組(cí zǔ) | 66. 操作(cāo zuò) | 67. 草叢(cǎo cóng) | 68. 猜測(cāi cè) |
| 69. 層次(céng cì) | 70. 廁所(cè suǒ) | 71. 彩色(cǎi sè) | 72. 滄桑(cāng sāng) |
| 73. 嫂子(sǎo zi) | 74. 喪葬(sāng zàng) | 75. 塑造(sù zào) | 76. 色彩(sè cǎi) |
| 77. 三餐(sān cān) | 78. 素材(sù cái) | 79. 瑣碎(suǒ suì) | 80. 搜索(sōu suǒ) |
| 81. 四歲(sì suì) | 82. 制止(zhì zhǐ) | 83. 真正(zhēn zhèng) | 84. 長者(zhǎng zhě) |
| 85. 支持(zhī chí) | 86. 專長(zhuān cháng) | 87. 主廚(zhǔ chú) | 88. 知識(zhī shí) |
| 89. 準時(zhǔn shí) | 90. 炸傷(zhà shāng) | 91. 車站(chē zhàn) | 92. 純真(chún zhēn) |
| 93. 垂直(chuí zhí) | 94. 拆穿(chāi chuān) | 95. 抽查(chōu chá) | 96. 長城(cháng chéng) |

- 97.闡述(chǎn shù) 98.長壽(cháng shòu) 99.成熟(chéng shú) 100.沙洲(shā zhōu)
101.深圳(shēn zhèn) 102.設置(shè zhì) 103.生產(shēng chǎn) 104.水池(shuǐ chí)
105.順暢(shùn chàng) 106.山上(shān shàng) 107.手術(shǒu shù) 108.碩士(shuò shì)



附錄四 泰國留學生漢平翹舌音組合詞的錯誤類型表

一．平翹組合詞

組別	偏誤類型	偏誤 種類	偏誤位置
z-zh	z-z ; zh-zh ; zh-z	3	末；首；首末
z-ch	z-c ; z-sh ; zh-sh ; zh-c ; z-zh; zh-c	6	末；首末
z-sh	z-s ; z-ch ; zh-s; zh-ch; zh-sh	5	末；首末；首
c-zh	ch-zh; sh-z; sh-zh; s-zh; ch-z; s-z; s-ch; c-z; s-zh; c-ch; s-zh	11	首末；首；末
c-ch	c-sh; c-c; sh-sh; sh-c; s-sh; s-c; ch-sh; sh- c; s-ch; ch-ch; sh-ch	11	末；首末；首
c-sh	c-ch; ch-sh; ch-ch; s-sh; s-ch; sh-ch; sh-sh; ch-s; sh-s; x-s; sh-s; c-s	12	首；首末
s-zh	c-zh; s-z; sh-zh; sh-z	7	首；末；首末
s-ch	s-sh; s-c; sh-ch	3	末；首
s-sh	sh-sh; sh-s; s-s	3	首；首末；末

二．翹平組合詞

組別	偏誤類型	偏誤 種類	偏誤位置
zh-z	zh-zh; z-z; z-zh	3	末；首；首末
zh-c	z-s; z-sh; z-ch; z-c; zh-sh; zh-s	6	首末；首；末
zh-s	z-s; zh-sh	2	首；末
ch-z	zh-z; sh-z; ch-zh; c-z; c-sh; sh-sh	6	首；末；首末
ch-c	c-c; c-sh; sh-c; sh-sh; sh-s; ch-sh; ch-z; ch-s; ch-ch	9	首；首末；末
ch-s	ch-sh; sh-s	2	末；首
sh-z	ch-z; x-z; s-z; sh-zh; s-zh	10	首；末；首末
sh-c	s-sh; s-c; s-s; s-ch; ch-sh; ch-s; ch-c; sh-ch; sh-x; sh-sh; ch-ch; ch-x	7	首；末；首末
sh-s	s-s; s-c; ch-s; sh-c; sh-ch; sh-sh	6	首；首末；末

三・平平組合詞

組別	偏誤類型	偏誤種類	偏誤位置
平平組合詞	z-z zh-z; z-zh	2	首; 末
	z-c z-sh; z-ch; zh-sh; zh-ch; zh-c; z-zh	6	首; 末; 首末
	z-s zh-s	1	首
	c-z s-zh; sh-z; sh-zh; sh-j; s-z; ch-z	6	首; 末; 首末
	c-c sh-c; sh-sh; sh-ch; c-sh; c-s; c-ch; sh-s; ch-sh; ch-s; ch-ch; s-s	11	首; 末; 首末
	c-s c-sh; sh-sh; ch-s; s-s; sh-c; sh-s	6	首; 末; 首末
	s-z s-zh; sh-zh; sh-z	3	首; 末; 首末
	s-c sh-sh; s-sh; s-ch; sh-ch	4	首末; 末
	s-s sh-s; sh-sh	2	首; 首末

四・翹翹組合詞

組別	偏誤類型	偏誤種類	偏誤位置
翹翹組合詞	zh-zh zh-z; z-; z-zh	3	首; 末; 首末
	zh-ch z-c; z-ch; z-sh; z-s; zh-sh	5	首; 末; 首末
	zh-sh z-sh; z-ch; zh-ch; z-s	4	首; 末; 首末
	ch-zh z-zh; c-z; sh-z; sh-zh; c-zh	5	首; 首末
	ch-ch ch-sh; ch-s; sh-sh; sh-ch; sh-c; c-ch; c-sh; c-c	8	首; 末; 首末
	ch-sh ch-ch; ch-s; sh-ch; sh-sh	4	末; 首
	sh-zh ch-z; s-z; s-zh	3	首末; 首
	sh-ch s-sh; s-ch; sh-sh; ch-ch; ch-c; ch-sh; s-c; sh-c	8	首; 末; 首末
	sh-sh s-sh; s-ch; s-s; sh-s; ch-sh; ch-s	6	首; 末; 首末