粵語歌協音問題研究中的數學

黃志華
自由撰稿人

一、小小引言

粵語歌曲的協音問題，即口頭說的「啱音」問題，研究起來是可以形成一項專門的學問，當中，是需要用到一些數學方法和數學概念。本文以「粵語歌協音問題研究中的數學」為題，正是希望在這方面介紹一下。

二、粵語歌的「平仄」：〇二四三

粵語歌曲很講究字音音高和樂音的密切配合，以求唱出來的時候每個字都能聽得清清楚楚，不會因錯配而聽成別的字音以至誤會是別的意思。在此需求下，首先要弄清楚粵語字音在音高上應分多少個層級。理論上發現，雖說粵語有九聲之多，可是按音高來分，分四個層級便已夠：

最高音字：陰平聲、陰上聲、陰入聲
高音字：陰去聲、陽上聲、中入聲
低音字：陽去聲、陽入聲
最低音字：陽平聲

為了方便使用，人們常以「〇」（陽平聲）代表最低音字，以「二」（陽去聲）代表低音字，以「四」（陰去聲）代表高音字，以「三」（陰去聲）代表最高音字。於是我們既可以用「〇二四三」去填曲調，試驗怎樣填協音效果較佳，也可以把某篇歌詞化成「〇二四三」，考察和學習詞人使用了哪些協音技巧。故此，「〇二四三」可謂粵語歌的「平仄」。在學術討論中，這四個字音音高代表，稱作「類音階」，即有音階的性質，又不完全與音階的功能相等。

三、先解決最簡單的情況，從而得出研究的基石

華羅庚在《數學歸納法》這本普及數學著述中說：「把一個比較複雜的問題，『退』成最簡單最原始的問題，把這個最簡單的問題想通了、想透了，然後再用數學歸納法來一個飛躍上升，於是問題也就迎刃而解了。」

粵語歌協音問題的研究，也是需要懂得「退」成最簡單最原始的問題。這樣，便會發現，單獨一個樂音，沒有前後對照，是配填甚麼字音都無可無不可的。要對照出協音與否，至少須有兩個樂音一前一後的響起，這時要配怎樣的字音便不能不講究了。下面的圖 1 是筆者總結歸納出來的「相鄰二字與音程的最自然結合表」：

	○	二	四	三
○	同度	上行 大二度 大三度	上行 純四度	上行 純五度 及以上
二	下行 大二度 大三度	同度	上行 小二度 小三度	上行 純四度
四	下行 純四度	下行 小二度 小三度	同度	上行 大二度 大三度
三	下行 純五度 及以上	下行 純四度	下行 大二度 大三度	同度

圖 1　相鄰二字與音程的最自然結合表

為了方便進一步的研究，筆者引入「自然音距」、「自然內音距」、「自然外音距」等概念，把圖 1 的那個表轉化一番，因而得出下面的圖 2「自然音距表」，但其實就具體的內容而言，這兩個圖表是一樣的，只是在意的東西不同而已。圖 1 的表在意的是兩個相鄰字音與甚麼樣的音程結合，聽起來最自然諧協；圖 2 的表卻在意相鄰字音在音高上最自然的距離是多少（使用樂理上的半音為量度單位）。

有了圖 1 和圖 2，可說是把兩個相鄰字音跟兩個相鄰樂音的結合情況完全弄通了、弄透了。比方說，單就兩個字音配兩個樂音，原來已經有某種情況是相鄰字音的自然音距所「覆蓋」不來的，那是當音程是含六個半音的時候！這個看圖 2 就立刻可以看出來！

自然音距表				
	相鄰類音階	自然音距（單位為半音）		
		自然內音距	自然外音距	
平移	○○	0		
	二二			
	四四			
	三三			
級進	二四	1	3	
	四二			
	○二	2	4	
	四三			
	二○			
	三四			
跳進	○四	5		跳一級
	二三			
	四○			
	三二			
	○三	≥ 7		跳兩級
	三○			

圖 2　自然音距表

四、引入「真值」和「近似值」的概念

研究粵語歌的協音問題，其中涉及到怎樣刻劃協音程度？這情況下，引入數學裏的「真值」和「近似值」的概念便很有必要，有了這些概念，才可以較客觀地考察各種字音與樂音配合的諧協程度。

以上文剛提及的含六個半音的音程為例子。從樂理中可知，增四度和減五度都恰是含六個半音的音程。在人們熟悉的七聲音階之中，fa ti 或 ti fa 便都是增四度。由於沒有一對相鄰字音的自然音距恰好是六個半音的，故此，我們可說對於這種音程是沒有「真值」可填的（或稱「真值」填法），我們只能夠以「○四」或「○三」作為它的「近似值」（或稱「近似值」填法），從上述兩個圖表可知，「○四」須把自然音距伸展一個半音，才有六個半音；「○三」則須把自然音距（可省略地認為是相當於七個半音）壓縮一個半音，才是六個半音。這當中，是還涉及到另一概念：音程差距。比如說，「○四」與六個半音的音程差距是 +1，「○三」與六個半音的音程差距是 –1。

有了「真值」、「近似值」和「音程差距」等概念的引入，較客觀地考察各種字音與樂音配合的諧協程度便變得可行。

一般人也許會大感意外的是，即使只是三個音階的排列，便已存在很多情況是沒有「真值」填法的，只有「近似值」填法。極其常見的三個音階排列 do re mi 就是好例子。較遺憾的是，目前沒有一個好辦法去快速證明所給出的一組音階排列沒有「真值」填法，只能夠直接試着去推演，只要過程中發現推到某一對相鄰音階得不出「真值」填法，就相當於整組音階排列是沒有「真值」填法的。以 do re mi 為例，一開始的兩個音 do re 是有「真值」填法，可填「〇二」或「四三」，但接着的 re mi，re 音已是限定了須填「二」或「三」，但不管是填「二二」、「二四」、「三三」，都不會是 re mi 的「真值」填法，只屬「近似值」填法，由此可以推知 do re mi 是沒有「真值」填法。

在實踐中，do re mi 的常用「近似值」填法有六種，圖 3 是這些「近似值」填法的音程差距分析。

	音程		音程			
do	大二度	re	大二度	mi		
	自然音距		自然音距		與目標旋律音程差距（單位為半音）	
四	2	三	0	三	0	+2
四	0	四	2	三	+2	0
二	1 或 3	四	2	三	±1	0
〇	2	二	1 或 3	四	0	±1
〇	2	二	0	二	0	+2
〇	0	〇	2	二	+2	0

圖 3　do re mi 六種常用「近似值」填法的音程差距分析

圖 3 內把「二四三」用弧圈圈着，表示它是六個「近似值」填法中近似程度最好的 —— 雖然「〇二四」的音程差距亦與之旗鼓相當，但粵語歌的一種良好協音感覺是句末最好填得諧協些，即「句頭寬，句尾嚴」，而就「〇二四」與「二四三」而言，只有後者能滿足這個要求。

這處還得解釋一下，為何 do re 填「〇〇」或 re mi 填「三三」，音程差距都是 +2，因為都是向上方微調兩個半音，如果是向下方微調，便會是負數。此外，圖中亦見到有某處的音程差距是 ±1，這是由於「二四」的自然

音距有兩個，可以是一個半音，可以是三個半音，就含兩個半音的大二度音程而言，「二四」是須伸展或壓縮一個半音才能與它完全配合，所以音程差距是 ±1。

純從數學觀點看，如果某一個音階排列有「真值」填法，那即是說當使用音程差距方法來分析，結果是音程差距乃處處為 0 個半音。反之，對於某一個音階排列的「近似值」填法，則必然存在某處的音程差距是並非 0 個半音的。下面就這兩種情況各給一個實例：

《鳳陽花鼓》

音階排列	la		la		so		mi		so		la		la		so		mi
類音階填法	三		三		四		二		四		三		三		四		二
音程差距		0		0		0		0		0		0		0		0	

以上一例，因為音程差距處處為 0，所以是「真值填法」。

音階排列	fa		mi		re		fa
類音階填法	四		二		○		四
音程差距		0		0		–2	

以上一例，因為最後一對相鄰音階所填的類音階「○四」，本身的自然音距是五個半音，要壓縮兩個半音才能跟 re fa 這個含三個半音的小三度音程完全配合。故此音程差距是負二。亦即這一例的填法只屬「近似值」填法。

認識到當音程差距「處處為 0」乃是「真值」填法，而只要有一處非 0，便只是「近似值」填法，這可以幫助我們去糾正一些不妥當的直覺。一般人都認為，音樂的節拍或是歌詞的句逗，會影響樂音與字音結合的協音效果。然而由於「真值」填法的音程差距「處處為 0」，根本是不會受音樂的節拍或是歌詞的句逗影響的，因為既然是「處處為 0」，即使受上述因素影響而在某一對相鄰音階處有斷開的感覺，斷開的兩截音階排列，「處處為 0」的性質並沒有改變。容易推想得到，有某處的音程差距乃非 0 的「近似值」填法，如果受音樂節拍或是歌詞的句逗影響而斷開了，並且斷開的恰是音程差距非 0 之處，這時斷開的兩截音階排列有可能都會變成「真值」填法。

把「真值」、「近似值」引入粵語歌協音問題的研究後，可有力地說明一項事實。一般人會覺得，填粵語歌詞是可以整首填到非常「啱音」的，用上

文的數學方式來表達，就是可以填到整首歌的音程差距「處處為 0」，但事實上那是不大可能的，因為實際上會存在很多音階排列是沒有「真值」填法的，整首歌曲之中，幾乎必然有一兩個地方是沒有「真值」填法的，除非是作曲家去刻意創作一首曲調，使之從頭到尾都有「真值」可填。

五、徹底闡明重要的協音技巧

粵語歌曲填詞上的協音技巧其實不多，最常用的有兩項，一種喚作「一逗一宇宙」，一種喚作「同向原理」。接下來就直接用上一節介紹過的概念來講解一下這兩種技巧，而一旦用到這兩種技巧，就意味是屬於以「近似值」填法。

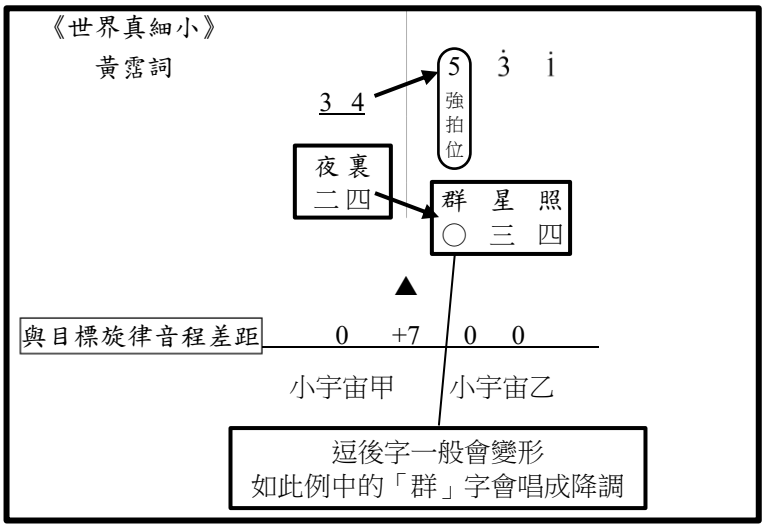

圖 4　「一逗一宇宙」技巧效果闡釋圖

圖 4 展示的便是一次「一逗一宇宙」技巧的運用，其片段取自歌曲《世界真細小》。大家都會注意到，fa so 這對相鄰樂音，填的文字是「裏群」(類音階是「四〇」)，按理這是協音效果很差的填法，因為樂音是向上方走，字音是向下方走，音程差距算起來是 +7，但由於「裏」字處於拍位最弱的地方，「群」字處於拍位最強的地方，在這拍位弱強變化之時，「裏」「群」之間彷彿有斷開的感覺，亦由於這斷開的感覺，那達到 +7 的音程差距便彷彿不存在。圖中的三角形是顯示「逗位」之所在，表示在這個位置上的音程差距是彷彿消失了的。

音程差距彷彿消失，是這種技巧效果甚是神奇之處。但這不會是毫無代價的。如圖 4 最下方所說，「逗後字」的字音是會變形的。

圖 5 所示的歌曲片段，便是使用了「同向原理」這種協音技巧的，它一般是借用「三」音高字有三個半音的微調幅度。圖中可見兩個不同形態的箭頭，樂譜上方那個是高處滑下的，提示我們那堆樂音是從高處向低處走；類音階上方的箭頭則是橫向平移的，提示我們那七個字音的音高完全相同，都是「三」那一級的音高。審視這兩個箭頭的形態，當然不能算是逆向，可視作同向，所以稱這種填法為「同向原理」的借用。

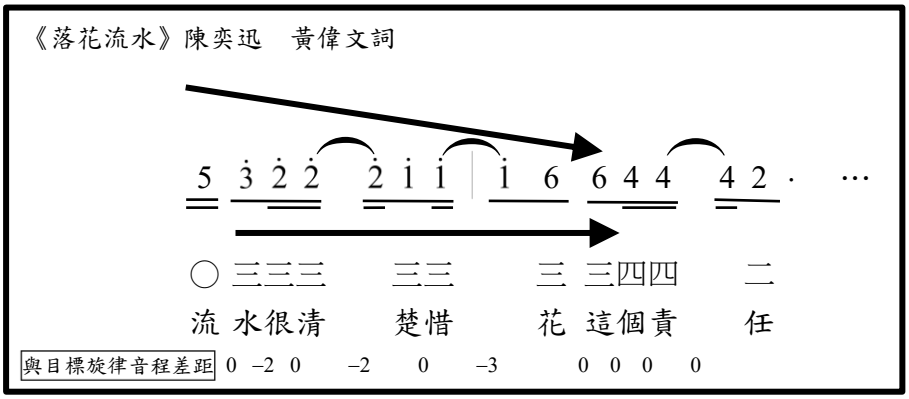

圖 5　「同向原理」技巧效果闡釋圖

用音程差距來分析一下，亦如圖中所見，是只有三處地方的音程差距屬非 0 的，其中兩處是 –2，一處是 –3。就「三」音高字來說，這些差距是完全可以接受的。所以當我們聽歌者唱這句歌詞：「流水很清楚惜花這個責任」，是覺得很協音的。值得一提的是，那三處地方的音程差距的總和，是 –7，正是樂音從高音 mi 往下走到 la 音的總跨度：漸次地下行了七個半音。

在完結本節之前，且附上一首簡單的兒歌《數字歌》的音程差距分析。這首兒歌相信大家都很熟悉，而且唱來不會感到有哪處不協音，覺得要是作音程差距分析，會是「處處為 0」。但從圖 6 可見，是頗有些地方有非 0 的音程差距哩！

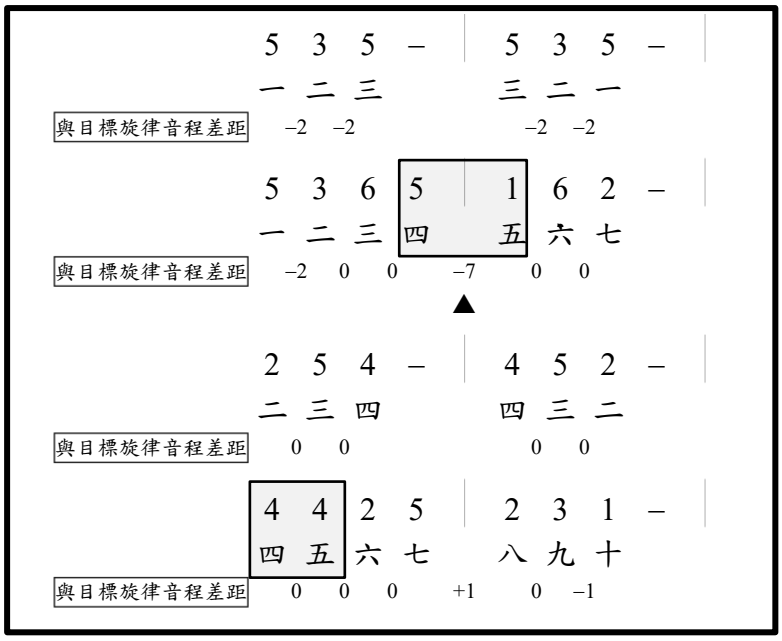

圖 6　兒歌《數字歌》的音程差距分析

六、兩種重要頻率

運用類音階去研究粵語歌的協音問題，其中一個研究的方向是頻率上的規律，當中較重要的頻率有兩種：一種是各個類音階的用量，一種是類音階跳進次數的多寡。

重溫第二節，我們知道，「三」音高字是包含三種粵語聲調的字，即包括陰平聲、陰上聲和陰入聲；「四」音高字包含陰去聲、陽上聲和中入聲三種聲調。可見粵語的兩種高音字已佔去九個聲調中的六種。「二」音高字僅包含陽去聲和陽入聲兩種聲調；「〇」音高字則只有一個「支持者」：陽平聲。這比率似乎粗略，可是當我們真的去統計一下某些依據旋律填出來的粵語歌詞，每闋歌詞的四種類音階的用量，不少都有相類的形態。

據筆者統計過百多首填出來的粵語歌詞，過半數的歌詞的類音階用量的比例，都屬如下的形態：

〇＜二＜四＜三

即是說在一闋歌詞之中，往往是「〇」音高字使用得最少，「三」音高字使用得最多（按：一般非入樂的文本，形態並非這樣）。有時「〇」音高字是會使用得非常少的，比如許冠傑主唱的《半斤八兩》，全詞逾二百字，但「〇」音高字只使用了六個！這六個「〇」音高字乃是「頭」、「腸」、「唔」、「嚟」、「錢」和「奴」。

重溫圖 2 的自然音距表，十六種相鄰類音階的排列，屬跳進的佔六種，由此可估計相鄰類音階的跳進頻率，在一篇文字之中約是八分之三，這實在也很接近現實情況的，而在古典詩歌之中，這種跳進頻率還會大得多！然而，依旋律填出來的粵語歌詞，相鄰音階的跳進頻率卻小得多，那是往往不及八分之三的一半，即約是十六分之三，而且很多時候比十六分之三還小些。為甚麼會有這種現象？主要原因是歌曲的旋律，其音階的進行一般都以四度以內的小跳、級進以至平移為主，四度及以上的大跳音程不會用得很多，因此，填出來的粵語歌詞，跳進頻率亦不會大。

筆者會合稱這兩種頻率現象為粵語歌詞的「雙少」:「〇」音高字用量少，相鄰類音階跳進的次數亦見少。可以說，粵語歌詞難填，「雙少」乃是一大原因。

七、結語

以上用了近五千字，總算濃縮地介紹了粵語歌協音問題研究之中所涉及的數學概念或方法。但限於篇幅，很多地方都沒法細說。讀者如感興趣，可參閱拙著《文字聲律與粵語歌創作》(2020，懿津出版企劃公司)，亦可參考筆者網上專欄《小小律話》中的文章，它的目錄頁面的網址如下：

https://bit.ly/2Xxzbaq

筆者相信，引入「真值」、「近似值」以及使用音程差距的分析方法，是使協音問題研究不須停留在憑主觀感覺判斷的境地內，從而可以走進較客觀地以數據分析協音程度的領域之中。事實上，當我們能夠用數據客觀分析，便見到很多「近似值」填法的近似程度是幾可「亂真」的，假如單憑感覺判斷，便易把「近似值」填法當「真值」，如果還由此來立論並推論些甚麼，顯而易見，那是將會產生謬誤。

此外，在實踐中，某些「真值」填法未必是最合適的填法，反而及不上「近似值」填法那樣有效果。比如某「真值」填法缺少最高音字，卻須填在高音區，感覺上便頗有異樣。

作者電郵：mou_wa_jai@yahoo.com.hk