

也談溫差對簫笛頻率的影響

陳正生

周林生同志《簫笛的溫差與音差》⁽¹⁾一文，所談的是簫笛製作中的一個很實際的問題。對這個問題，筆者想談點自己的補充看法。由於周林生同志是向趙松庭先生學習的，且又涉及到《橫笛頻率計算與應用》⁽²⁾（以下簡稱《應用》）一文，為此擬借此機會對趙先生的文章談點淺陋的意見。

趙先生對笛藝貢獻卓著，無論是演奏還是理論研究。趙先生《應用》一文，將竹笛的製作同音樂聲學研究結合起來，對後人的研究無疑有深刻的啓迪。但是筆者認為，趙先生《應用》一文中的頻率公式尚欠完善。公式的欠完善，不僅表現在公式不夠簡化，更表現在對橫笛頻率公式中的物理量未能做更精確的檢驗。也許有人認為，簡與繁本質上並無多少差別。筆者卻認為：表達得繁瑣，並不說明認識的深刻，而表達簡潔，也不意味認識的膚淺；牛頓的三定律，表達是多麼簡潔，而認識又是何等深刻！

趙先生《應用》一文中的物理量，其末端校正量選用 $0.6R$ 就未必恰當⁽³⁾，而其管端校

正量 “ $(b+1.7r)\frac{R^2}{r^2}$ ”，表述了管壁厚薄、管徑和吹孔大小對頻率的影響，當然是正確的。

但是這個物理量是否切合實際呢？遺憾的是，筆者無儀器設備進行檢測。雖然如此，我們從趙先生運用該公式計算出的結果來看，卻又反證了該公式的欠完善。查制笛的資料，D 調笛的吹孔至第二孔長 24.41cm，吹孔至第三孔長 23.16cm，二孔間距 1.25cm，可音孔的平均直徑竟有 1cm，因此二、三孔的間隔僅有 0.25cm⁽⁴⁾！再查 G 調笛的第二、三兩孔的間隔，僅有 0.15cm，更不必說小 C 調笛第二、三兩孔的間隔為 0.08cm 了。兩孔那麼接近，幾無間隔，卻不說竹子纖維疏鬆無法製作，恐怕演奏者也無法按孔。資料的難以切合實際，也正反證了公式的欠嚴密。另外，當竹笛的吹口端內徑一定以後，趙先生認為尾端越細音越高，因此，管子也應該增長。這一認識也正好把事情弄顛倒了；因為吹孔端一定以後，末端越細，音越低，管子應該相對縮短。

要討論溫差為什麼會造成笛簫的音差，以及溫差同笛簫音差之間的關係，有必要從分析笛簫頻率公式入手。

管樂器有開管與閉管之分，開管樂器同閉管樂器的波長是不同的。開管樂器有以邊棱音為振源的笛類樂器，如笛（包括長笛）、簫、尺八、簫；有簧哨樂器，如雙簧管、大管、薩克斯管和中國的嗩吶；有唇簧樂器（杯口樂器），如各種號。繆天瑞先生在《律學》一書中說，“開管發生基音時氣柱振動的狀態，中心點為結點，兩端為腹點”⁽⁵⁾，只能指開管樂器中的笛類樂器，簧哨和杯口樂器的波形不當若此。

開管的笛類樂器既然兩端為波腹，中間為波節，因此氣柱長 (l) 為二分之波長 (λ)，即：

$$l = \frac{\lambda}{2}。$$

由於笛管的頻率 (f) 同聲波速度 (C) 成正比，同波長成反比，由此可得基本公式：

$$f = \frac{C}{\lambda} = \frac{C}{2l}。$$

由於聲波速度 C ，等於攝氏零度時的聲波速度 ($C_0 = 331.29$ 米/秒) 同攝氏某度時所增

度速 ($\alpha t^0 = 0.61 \text{米/秒} \times t^0$) 之和；氣柱長 (l) 為有效管長 (L) 同管口校正量 (Δ) 之和。而作為開管的筒音基頻，其管口校正量 (Δ)，又為管端校正量 (δ_1) 同末端校正量 (δ_2) 之和，

$$\text{因此， } f = \frac{C}{2l} \text{ 又可衍化成以下公式： } f = \frac{C_t}{2(L+\Delta)} = \frac{C_0 + \alpha t}{2(L + \delta_1 + \delta_2)}。$$

從以上公式所表述的可以看出，簫笛的頻率 (f) 可測，管長 L 可量，而在攝氏某度時的聲音速度 C_t 就難驗證，而對於某一具體的笛管來說，其管口校正量 Δ 也同樣難求。不然何以在科技相當發達的今天，人們對管口校正量的認識會十分模糊呢？另外就聲速而言，如今人們引用的都是自由空間的速度，笛管中的速度是否該有所改動，我們是否應該做點檢驗呢？我們若求得笛管內準確的聲速以後，豈不即可求出同一支笛在兩種溫度下的音差：

$$\lg \frac{C_1}{C_2} \times \frac{1200}{\lg 2} = (\lg C_1 - \lg C_2) \times 3986.314 \text{ 音分}$$

當外界氣溫過低時，由於人的體溫高於外界氣溫，因此吹奏一段時間以後，笛管內的溫度即會升高，因此頻率也就隨著升高。趙先生找出了求笛管中溫度的辦法。筆者用笛（大 G 調笛和曲笛）、簫（琴簫和內徑為 1.6—1.9 公分的洞簫）和尺八作過實際檢測，證明在同一氣溫下，笛管內的溫度比簫管高，而笛管中靠膜孔下的一段又比音孔部分高。趙先生那

$(\frac{36 - \text{气温}}{3} + \text{气温})$ 的公式，看來只能適用於音孔部分，至於膜孔部分的溫度，筆者根據

測量可以歸結卻為 $(\frac{36 - \text{气温}}{2} + \text{气温})$ 。根據常識可知，吹奏時笛管內的氣柱是整體振動的，那麼這振動著的兩段不盡相同的溫度又該如何協調？若有設備進行仔細的研究，不僅實際，恐怕還該是很有趣的。

的，那麼這振動著的兩段不盡相同的溫度又該如何協調？若有設備進行仔細的研究，不僅實際，恐怕還該是很有趣的。

注：

- (1) 見《樂器》1989 年第 4 期。
- (2) 見浙江人民出版社 1985 年版《笛藝春秋》。
- (3) 拙文《瑞利的末端校正難適用於中國簫笛》（刊《星海音樂學院學報》1986 年第 1 期）。
- (4) 請參閱《笛藝春秋》第 74 頁。
- (5) 請參閱《笛藝春秋》第 80、86 頁。
- (6) 見繆天瑞著、人民音樂出版社 1983 年版《律學》第 9 頁。

刊《樂器》1990 年第 3 期（2000）

[※針對本文發表您的意見※](#)

[回到管弦絲竹](#)

【吹鼓吹小站 <http://suona.com>】本站任何內容請勿任意轉載節錄，相關聲明請看首頁之轉貼須知。謝謝！