

音學

學 音

著 祈 光 王

海 上

行 印 局 書 智 啓

1 9 2 9

民國十八年七月付印  
民國十八年九月出版

——二〇〇〇本

音 學

每冊實洋一元

著 者 王 光 祈

發 行 者 啓 智 書 局

上海棋盤街交通路口八十六號

印 刷 者 啓 智 印 務 公 司

上海貝勒路潤安里十九號

代 售 處 全 國 各 大 書 坊



版 權  
所 有

# 音學

## 自序

我們研究音樂之法。約有兩種。一係從美術方面着眼。如講求音樂作品美惡之類是也。一係從科學方面下手。如討論聲音成立原因之類是也。

惟『音樂作品』是含有『民族性』的。換言之。各民族之生活習慣，思想信仰，既各有不同。其所表現於音樂之中者，亦復因而互異。甲民族之樂，乙民族不必能懂。乙民族之樂，丙民族亦未必能懂。此所以今日吾國萬事皆欲歐化。而獨對於西洋音樂，却始終是不敢承教。反之。討論聲音成立原因之『音學』。則却是含有『國際性』的。換言之。我們若從物理上，生理上，及心理上，去研究聲音成立傳播之道，却是毫無民族界限爲梗的。只要彼此所用的科學方法不錯。則其結論未有不同的。

西洋近代因科學發達之故。所以音樂方面亦大受其賜。譬如他們因爲『物理學』研究得好。所以他們的樂器製造，舞台建築。皆有相當的進步。因爲他們『生理學』研究得好。所以關於歌喉之訓練，亦較中國伶人爲合理。因爲他們『心理學』研究得好。所以對於音之協和關係，皆常有深切之講求。至於吾國今日學術，處處皆落人後。實已無可諱言。故有志之士。無不競言西洋科學。只可惜所競言者，尙多囿於『應用科學』一途。而對於一切學術所基之『純粹科學』，則習之者反寥寥。譬如現在柏林大學之物理一科，爲世界冠。而中國人在此專習該科者則殊不多覩。此亦吾國學術界不思樹本之一證也。

中華民國十五年三月十七日王光祈序於柏林 Stegitz, Adolfstr, 12。

著者附白。在著者前此各種著作中。凡關於發音之討論，如有顯與本書不合者。請以本書爲準。因本書所採各種學說，較爲新出且精審故也。

# 音學

— 目次 —

自序

上編 從物理上觀察

- (一) 音之發生由於顫動
- (二) 動程顫動數，顫動期
- (三) 音之高低與強弱
- (四) 發音之物質
- (五) 彈力之種類
- (六) 由各種彈力所發之音
- (七) 音波與空氣

目 錄

- (八) 直線音波之動狀
- (九) 曲線音波之動狀
- (十) 音波傳遞之試驗
- (十一) 音波傳遞之速度
- (十二) 空氣音傳速度，音波長度，顫動數三者之關係
- (十三) 音波之反射作用
- (十四) 回聲與餘響
- (十五) 建築物與音波反射作用之關係
- (十六) 音波反射之特別研究
- (十七) 音波之交叉
- (十八) 音波交叉之實驗
- (十九) 曲線音波之構成
- (二十) 曲線複音波之構成

- (二十一) 曲線立音波之動狀
- (二十二) 直線立音波之動狀
- (二十三) 同聲相應
- (二十四) 響板作用
- (二十五) 音之高低與絲絃各種關係
- (二十六) 音程大小與絲絃長短
- (二十七) 絃上之部分顫動
- (二十八) 高音
- (二十九) 絃上分音之毀滅
- (三十) 絃上之直線立音波
- (三十一) 方條發音之理
- (三十二) 彈簧發音之理
- (三十三) 風管發音之理

(三十四)橫笛發音之理

(三十五)洋簫發音之理

(三十六)洋鎖喇及低音大笛發音之理

(三十七)洋號角洋喇叭伸縮喇叭發音之理

(三十八)鼓上發音之理

(三十九)鐘上發音之理

(四十)提琴琵琶發音之理

(四十一)管絃樂器之顫動數計算法

## 中編 從生理上觀察

(四十二)喉頭之組織

(四十三)聲帶活動時之各種形狀

(四十四)男女聲音高度之天然界限

(四十五)歌音之高低強弱

(四十六) 胸聲與頭聲

(四十七) 母音

(四十八) 耳之構造

(四十九) 聽之原理

(五十) 聽之能力

(五十一) 音之高湧

(五十二) 連合音

## 下編 從心理上觀察

(五十三) 音色

(五十四) 混合音色

(五十五) 協和音階與不協和音階

(五十六) 心理上之純音

(五十七) 音之親屬關係

# 音學

王光祈

## 上編 從物理上觀察

### (一) 音之發生由於顫動

音之發生，係由於一種物質的顫動。此種物質，無論其爲固體的，液體的，或氣體

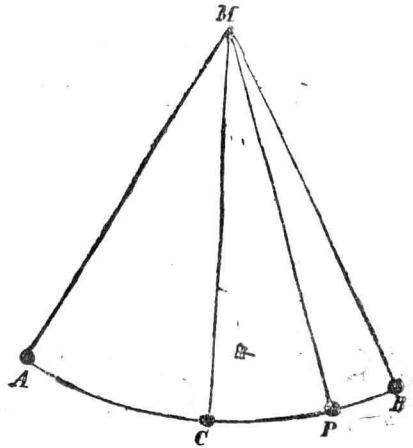
的，皆可。其顫動之原因，係由於該項物質偶爲一種外力所掀動。但既動之後，該項物質又欲由動狀依然回到他的原來靜態。於是擺來擺去，以求靜止。因爲這種擺來擺去的原故。所以發出聲音。

這種擺來擺去的狀況。頗與我們壁鐘之內，那個墜子左右搖擺一樣。現在我們且舉一例如下。

假如我們在室內天花板之下。懸上一根繩子。繩端下垂。並在端頭，繫上一個鉛

錘。因而這根繩子筆直下垂，一點不動。現在我們用手將鉛錘向右一拉。隨即將手放開。於是那個鉛錘初到右邊『極點』Endlage之時。受『惰性律』Trägheitsgesetzes的支配。一時略呈靜態。但是後因『重力作用』Schwerkraft發生之故。鉛錘遂不得不逐漸下墜。『重力作用』愈來愈大。所以鉛錘下墜之速度，亦愈來愈大。到了原來『靜點』Ruhelage（按即當初鉛錘尚未擺動時所在之點）之時。其速度Bewegungsgeschwindigkeit亦恰是漲至『最大』Maximum之際。因為『速度正值』最大之際。要他臨崖勒馬。實是狠不容易。所以那個鉛錘一直經過原來『靜點』。毫不停留。跑到左邊去了。當他正向左邊上升時。『重力作用』又把他拚命的往下拖。他既受了這種牽掣。所以不能任性上升。待至升到左邊『極點』時。（其高度與當時右邊之高度相等。）始略爲休息。又重新往下墜去。如是者左右往來若干次。一直等到他的『動力』Bewegungsenergie受種種『自然阻礙』Natürlicher Widerstand最後精疲力盡。始歸原來『靜點』。不復再動了。現在我們且繪一圖如下。

一 圖 附



圖中，M 是天花板下懸繩之處。C 是鉛錘最初未動時所在之『靜點』。MC 那根直線是代表繩子。A 與 B 兩點是那個鉛錘向左右兩邊擺動時所達到之『極點』。

(二) 動程顫動數顫動期

上列附圖一。從 C 到 B，稱爲『動程』Schwingungswerte (或稱爲 Amplitude)。從 C 到 A 亦然。至於『動程』大小，我們可以任意爲之。譬如我們當初手拖鉛錘時，僅僅拖到 P 點而止亦可。或竟超過 B 點，亦無不可。

凡鉛錘從 B 跑到 A，復從 A 回到 B 一次，統稱爲顫動一次。(係照德國學者計

算法。)將一秒鐘內之顫動次數，合計起來，是爲『顫動數』Schwingungszahl，但法國學者計算顫動次數，係以由B到A爲一次，由A到B又爲一次，因此之故。我們稱呼法國計算法爲『單顫動』Vibrations simples (簡寫則爲V. S.) 德國計算法爲『複顫動』Vibrations doubles (簡寫則爲V. d.) 換言之，法國『顫動數』常較德國大一倍。譬如a音之『顫動數』在法國則稱爲870，在德國則稱爲435。

每完成一次顫動所需要之期間，稱之爲『顫動期』Schwingungsdauer『顫動期』與『顫動數』成反比例。換言之，鉛錘擺動愈慢，則每一次顫動所需要之『顫動期』愈久，因而每秒鐘內所成就之『顫動數』亦愈少。反之，鉛錘擺動愈快，則每一次顫動所需要之『顫動期』愈短，因而每秒鐘內所成就之『顫動數』亦愈多。

### (二) 音之高低與強弱

音之高低，係以『顫動數』多寡爲轉移。換言之，每秒鐘內顫動次數愈多者，則其音愈高。反之，顫動次數愈少者，則其音愈低。大約通常能聽之音，其最高者爲每秒

鐘內複顫動二萬次左右。其最低者爲十六次左右。

音之強弱，係以『動程』大小爲轉移。換言之，『動程』愈大者，則其音愈強。『動程』愈小者，則其音愈弱。譬如上列附圖一由C到B之『動程』大於由C到P之『動程』。因而前者之音強而後者之音弱。

本來『動程』大小與『顫動期』有關。因而與『顫動數』亦有關。換言之，『動程』愈大時，則每次顫動所需之『顫動期』愈久。因而每秒鐘內所得之『顫動數』亦愈少。反之，『動程』愈小時，則每次顫動所需之『顫動期』愈短。因而每秒鐘內所得之『顫動數』亦愈多。但在『音學』之上所用『動程』類皆極小。卽或偶有增減。對於『顫動數』方面，亦無十分重要影響。因此之故。通常計算『顫動數』時。往往不管『動程』大小如何。

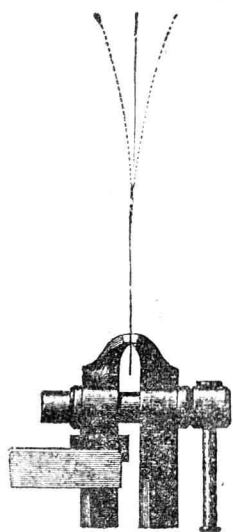
#### (四) 發音之物質

上面所舉繩錘擺動之例。最足以『形容』發音原理。但其功效亦只限於『形

容』二字而已。因爲上面所舉繩錘擺動之例。發音甚低。非我們尋常人耳朵所能聽出。假如我們要使繩錘擺動之音升高。以便耳朵能夠聽出。則事實上非將繩錘長度減至半個『公分』(Centimeter) (西洋一個公分等於中國三分二厘四毫) 不可。但是這樣一來。所發之音雖已升高。足使耳朵能聽。而音之強度則仍嫌太弱。不能充分聽出。故繩錘擺動之例。只足以拿來『形容』音之顫動原理。却不能拿來實地『試驗』音之顫動。假如我們要實地試驗音之顫動。還須另尋他種物質。

(甲)我們用銅竿一根。其形細而且將長。其下部緊緊插入鐵座之中。使之豎立不動。更於竿之尖端。嵌置銅丸一枚。然後用手再將銅丸向右一掀。於是銅丸立刻擺動。左右往來不已。其式如下。

附圖二



此種擺動之所以成立。誠然仍是一種『力』的作用。但不是『重力』Schwerkraft（如前面所舉繩錘擺動之例。）而是『彈力』Elasticität。關於『彈力』之說明。將於下面第（五）節內詳之。此處姑且不論。

當我們初將銅丸向右掀去之時。那根筆直銅竿。不免隨之向右彎曲幾許。但是竿子內部之『彈力』。要想依然回復他原來那種筆直形狀。於是拚命跑回原來『靜點』Ruhelage。而且愈跑愈快。當其跑到『靜點』之時。跑的『速度』。亦正是達到最大之際。因此之故。停勒不住。一直跑到左邊去了。但是現在『彈力』又復大顯神通。緊緊把他（銅丸）拖住。所以當他向左邊擺去時。其『速度』乃不得不愈來愈慢。待到跑至左邊『極點』Endlage之際。稍爲停頓。又復退回。如是者左右往來若干次。一直到了他的『動力』既竭。復歸原來筆直形狀。然後才心安意得。

這種銅竿試驗。確是很簡單。而且竿子形狀。無論其爲圓的。或是方的。均無不可。只是有一件事要注意。即竿子愈長。則其顫動之跡。愈顯而易見。但是由此所發之音。