

演講廳中座位優劣問題

何 鶴 壽

一、前 言

嘗聞某電影院聲音嘈雜，畫面模糊，而某電影院則聲、光均極清晰，其原因何在？即在同一電影院內，其聲、光清晰與否？亦因位置不同而各異，前後排票價不同，兩旁座位沒有中間部份受人歡迎，蓋有其原因也。本文擬從多方面分析演講廳中，聲源不同，能量分佈及頻率之差異，分別討論聲音之清晰條件，以便了解此廳中座位優劣之原因，讓讀者對發聲體之不同，而作適當的選擇。

二、一 般 理 論

物體因振動而發聲，乃為基本要件，不過何以某振動體，見其振動而未聞其聲，蓋由頻率（振動數）多少以決定其結果也。一般而言，每秒振動數在 15 次至 20000 次者，即可聽聞，振動數少於前者，是為聲下振動，其聲壓輕微，(acoustic pressure)，人耳無法檢定有無振動存在；若振動數超過後者，是為超音振動，則聲壓過強，使耳膜難於適應，甚至有疼痛感覺。關於頻率之影響擬待後再予分析。

振動體——聲源，若為點源 (point source) 最為理想，因其能量可從半徑方向發射，不過點源乃屬理想，實際聲源殊難趨於一點，普通多在聲源外加一障礙物，讓聲波在障礙物中經過某些部份而發出振動，此聲源形式即由障礙物而加控制。聲源以通過狹縫 (single slit) 及圓孔 (circular aperture) 為常見。在未討論聲源障物之影響前，先介紹一般波動之干涉 (Interference) 效果。

設有具相同頻率，相同振幅，相同速率但有相差 (phase difference) 為 ϕ 之二波列，在空間之 p 點相遇，則

$$y_1 = y_0 \sin \omega t \quad (1) \text{ 及}$$

$$y_2 = y_0 \sin(\omega t + \phi) \quad (2)$$

其中 y_0 為振幅 (amplitude)， $\omega (=2\pi f)$ 為角頻率 (angular frequency)， f 為每秒振動數 (frequency)， t 代表任何時刻， ϕ 為相差， y_1 及 y_2 為位移 (displacement)。

設此二波列於 p 點重疊後，新波形之位移為 $y = y_1 + y_2$ 。應用三角恆等式之關係可得

$$y = y_1 + y_2 = 2y_0 \cos \frac{\phi}{2} \sin \left(\omega t + \frac{\phi}{2} \right) * (1) \quad (3)$$

從 (3) 式知此新波形之頻率不變，而振幅變為 $2y_0 \cos \frac{\phi}{2}$ ，如果 ϕ 很小（與 180° 比較）或者

爲 0，則新振幅爲 $y_m = 2y_0$ 。若令 $\beta = \frac{\phi}{2}$ ， $y_0 = 2y_0 \cos \beta = y_m \cos \beta$ ，則 (3) 式可再寫爲

$$y = y_0 \sin(\omega t + \beta) \quad (4)$$

設 $\phi = 0$ ， $\therefore y = 2y_0 \sin \omega t = y_m \sin \omega t$ ，是爲最大條件 (Max)。若 $\phi = \pi$ ， $\therefore y = 0$ ，是爲最小條件 (min)。此即二波列，具有相同之 y_0 及 f ，而相遇於空間一點，若此二波之相差爲 0，效果相加，波形擴大爲原來之 2 倍；反之若 $\phi = \pi$ ，即相當於波長之一半，則效果相消。

按強度 (Intensity) 定義， I 與振幅平方成正比， $I_0 \propto y_0^2$ ，故新波形與原波形 (單獨一波) 強度之比爲

$$\frac{I_0}{I_0} = \frac{y_0^2}{y_0^2} = \left(\frac{2y_0 \cos \beta}{y_0}\right)^2 = 4 \cos^2 \beta \quad \text{即}$$

$$I_0 = 4I_0 \cos^2 \beta = I_m \cos^2 \beta \quad (5)$$

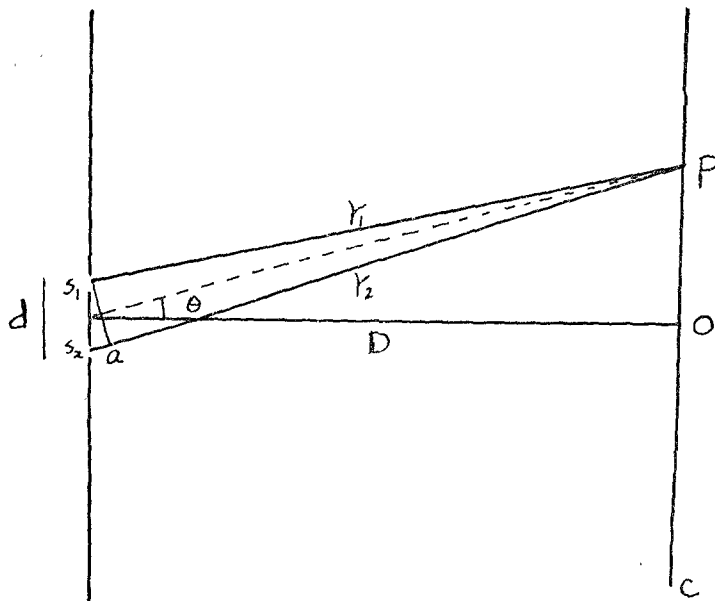
其中 $I_m = 4I_0$ ，若 $\phi = 0$ ， $\beta = \frac{\phi}{2} = 0$ ，即 $I_0 = 4I_0$ ，如 $\phi = \pi$ ， $I_0 = 0$ 。此表示二波列相遇於空間一點，若相差爲零，則單位時間，單位面積上之能量爲單獨一波之 4 倍，反之相差爲 $\phi = \pi$ ，則能量最小。

如圖一 s_1 及 s_2 代表二波源， d 爲 s_1 及 s_2 間之距離，二波源發出之波，經空間而在幕上之 P 點相遇，顯然 s_2 所經之路程大於 s_1 所經之路程，茲以 P 點爲圓心， Ps_1 爲半徑畫圓，相交 Ps_2 於 a 點，令 s_2s_1a 角爲 θ ，則 $\triangle s_2s_1a$ 中 $\sin \theta = \frac{s_2a}{d}$ 即

$$d \sin \theta = s_2a = \delta \quad (6)$$

令 $\delta = s_2a = m\lambda$ ， λ 爲波長， $m = 0, 1, 2, \dots$ 任何整數則 (6) 式變爲

$$d \sin \theta = m\lambda^{*(2)} \quad (7) \quad (\text{Max})$$



圖一

若 $\delta = (m + \frac{1}{2})\lambda$, $m = 0, 1, 2 \dots$ 任何整數則 (6) 式變為

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad (8) \quad (\text{min})$$

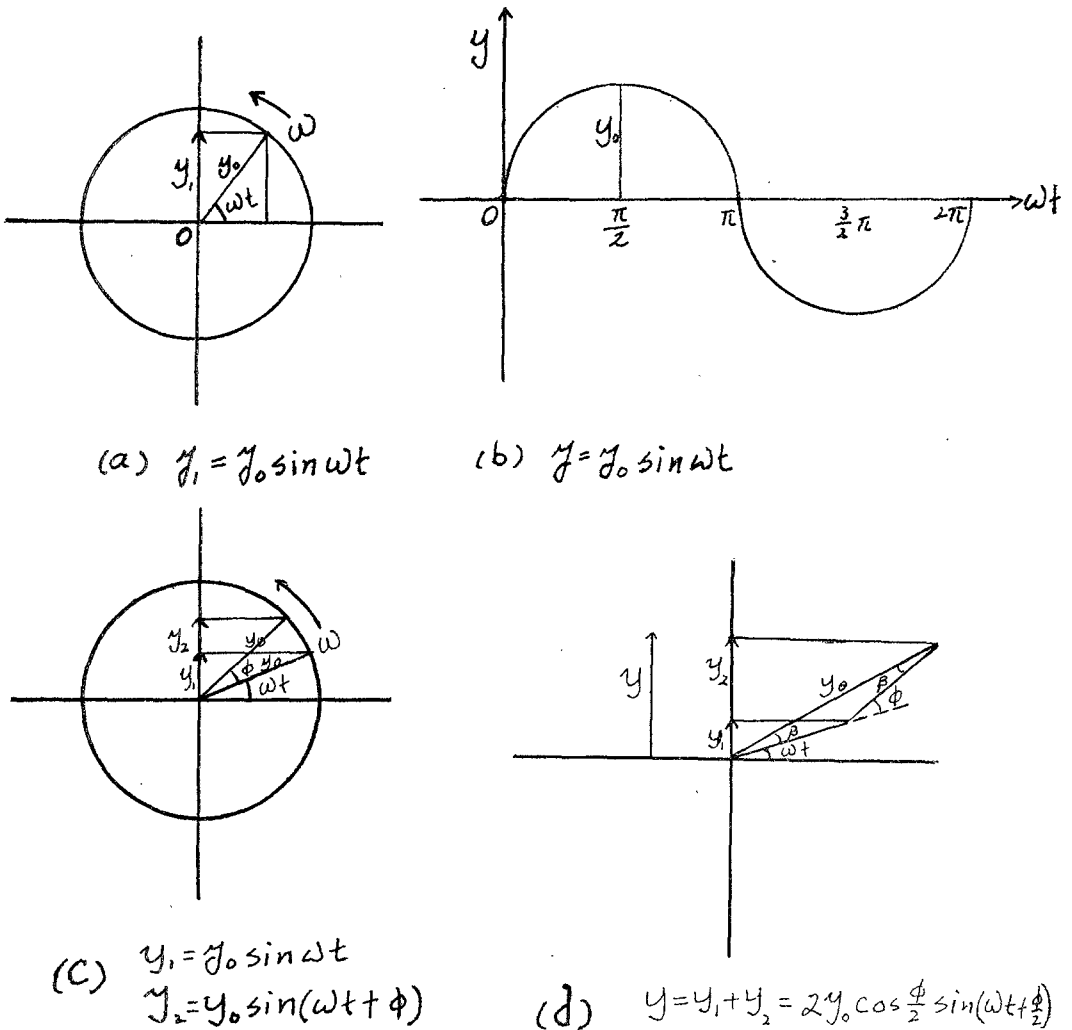
s_1 及 s_2 之波如相遇於 0 點, 即 $\delta = 0$, 為中央最大, 其最大最小分佈以 0 點為對稱。

圖二代表波形圖解:

(a) $y_1 = y_0 \sin \omega t$, y_1 因 ωt 值而變, ωt 一定 y_1 亦一定。

(b) $y = y_0 \sin \omega t$, $\omega t = 0$, $y = 0$; $\omega t = 2\pi$, $y = 0$, 曲線因時間而變, 以後週而復始, 即為正弦曲線之波。

(c) $y_1 = y_0 \sin \omega t$ 及 $y_2 = y_0 \sin(\omega t + \phi)$



圖二

代表二波列有相同之振幅, 相同頻率, 但有不同之相差, 其值為 ϕ 。所以同時間之位移亦不相同。

(d) 二波列相遇於一點，其重疊後之效果為

$$y = y_1 + y_2 = 2y_0 \cos \frac{\phi}{2} \sin(\omega t + \frac{\phi}{2})$$

其中 $\phi = \beta + \beta$, $\therefore \beta = \frac{\phi}{2}$ 。

從圖一知路程差 $s_2 a = \lambda$ 時，相當於圖二 (c) 中 $\phi = 2\pi$, $s_2 a = \frac{\lambda}{2}$ ，相當於 $\phi = \pi$ ，故

相差 $\frac{\phi}{2\pi} = \frac{\text{路程差}}{\lambda}$ ，即 $\frac{\phi}{2\pi} = \frac{\delta}{\lambda}$ ，或者

$$\beta = \frac{\phi}{2} = \frac{\pi}{\lambda} \delta = \frac{\pi}{\lambda} d \sin \theta \quad (9)$$

如果 $\beta = m\pi$, $m=0, 1, 2, \dots$ 從 (9) 式得 $\frac{\pi}{\lambda} d \sin \theta = m\pi$ 即 $d \sin \theta = m\lambda$ ，強度最大，與

(7) 式結果相同，如果 $\beta = (m + \frac{1}{2})\pi$ ，從 (9) 式得 $d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$ ，強度最小，與

(8) 式結果相同。

三、聲源種類——聲源不同能量分佈各異

(a) 縫形源，或曰矩形源 (single slit)：

將一平片，使成狹長形之縫，長向垂直紙面，縫之寬度為 b ，一平面波，波長為 λ ，由左向右進行，碰及此平片，只狹縫附近之波允許通過，其餘為平面所阻，茲討論平片右面能量之分佈情形。

如圖三，縫形聲源各點發出之波均相遇於圓弧上，(如 $R \rightarrow \infty$ 圓弧可當作直線，與幕面相重)，圓心即為狹縫之中點，當所有縫上各點之波，抵達圓弧之中點 O 時，路程均相等，相差亦相同，強度必為最大。茲推求弧上其他各點強度最大最小之條件。將狹縫寬度分為二等分，則每等分之縫寬為 $\frac{b}{2}$ ，設縫最上端至 p 點之路程為 r_1 ，狹縫中心至 p 點之路程為 r_2 ，

r_2 與軸之交角為 θ ，其路程差為 $r_1 - r_2 = \delta$ ，則在小三角形中 $\frac{b}{2} \sin \theta = \delta$ ，如 $\delta = \frac{\lambda}{2}$ (或謂

反相 $\phi = \pi$)，則效果對消，推廣之最上端下面某處之波，與中點下面相當部份之波抵達 p 點

時均對消，則 $\frac{b}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$ 即

$$b \sin \theta = \lambda \quad (10) \text{ 強度最小}$$

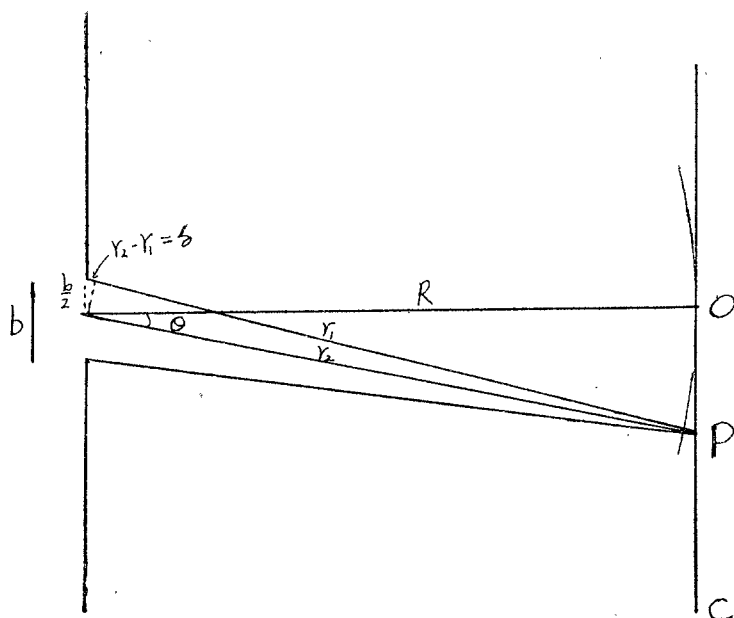
同理若將狹縫分為四等分，每一等分之縫寬為 $\frac{b}{4}$ ，路程差仍是 $\frac{\lambda}{2}$ ，則 $\frac{b}{4} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$ ，

或 $b \sin \theta = 2\lambda$ ，亦為最小。其普遍方程式為

$$b \sin \theta = m\lambda \quad (11) \quad m=1, 2, 3, \dots \text{均為最小條件，當 } m=0 \text{ 時，是為中}$$

央最大，第一最小即為中央部份之邊界。如 $b = \lambda$ ，則 $\sin \theta = \frac{\lambda}{b} = 1$ ， $\theta = \frac{\pi}{2}$ ，即表示右方半

圓均屬強度最大範圍內，若 $\lambda > b$ ， θ 無定值，若 $b \gg \lambda$ ， θ 很小，(在光波情況幾為直線進



圖三

行)。如將狹縫分為三等分，每等分縫寬為 $\frac{b}{3}$ ，路程差仍為 $\frac{\lambda}{2}$ ，則三等分中有二等分效果對消，仍剩一等分之能量故

$$\frac{b}{3} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}, \text{ 即 } b \sin \theta = \frac{3}{2} \lambda = \left(1 + \frac{1}{2}\right) \lambda \quad (12) \text{ 是爲第一次級最大,}$$

普通方程式爲

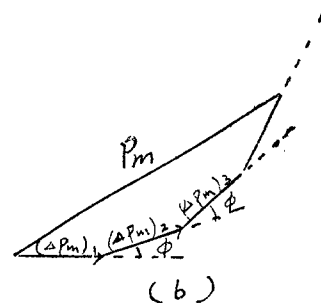
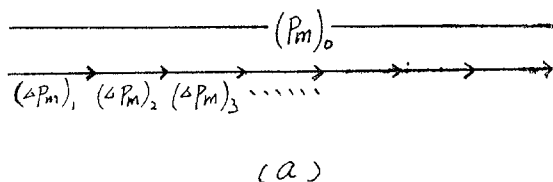
$$b \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda \quad (13) \text{ } m=1, 2, 3, \dots \text{ 均爲最大強度, 惟 } m \text{ 增大時強度}$$

將迅速變小。

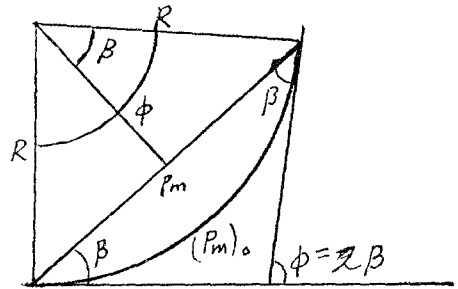
設有多個波均相遇於圖三之 0 點，如用聲壓 (acoustic pressure) 或壓幅 (pressure amplitude) 表示其向量，每一向量爲 $(\Delta p_m)_1, (\Delta p_m)_2, \dots$ 因爲相差爲 0，總向量爲各分向量之和，即

$$P_m = (P_m)_0 = (\Delta P_m)_1 + (\Delta P_m)_2 + \dots \quad (14)$$

如圖四 (a) 表示，若每一波間均有相差 ϕ ，則多個波離開 0 點相遇時，則總向量如圖四 (b) 所示。如此種代表聲源之數目很多，聲壓量很小，一波跟隨一波，則 $(P_m)_0 = (\Delta P_m)_1 + (\Delta P_m)_2 + \dots$ 趨近光



滑曲線為圓弧之一部份，而直線部份 P_m 乃為代表聲壓總和 ϕ 為相差， $\beta = \frac{\phi}{2}$ ，如圖四 (c) 表示。



(c)
圖四

從圖四 (c) 中 $\sin \frac{\phi}{2} = \frac{P_m/2}{R}$,
 $\therefore 2R \sin \frac{\phi}{2} = P_m$ (15)

如用弧度表示， $\frac{\phi}{2} = \frac{(P_m)_0/2}{R}$,

$\therefore 2R = \frac{(P_m)_0}{\frac{\phi}{2}}$ ，代入 (15) 式得

$$\frac{(P_m)_0}{2} \sin \frac{\phi}{2} = P_m \quad \therefore P_m = (P_m)_0 \frac{\sin \frac{\phi}{2}}{\frac{\phi}{2}} = (P_m)_0 \frac{\sin \beta}{\beta} \quad * (3) \quad (16)$$

(16) 式為繞射花樣 (diffraction pattern) 之基本方程式。

由 $\frac{\text{相差}}{2\pi} = \frac{\text{路程差}}{\lambda}$ 之結果得

$$\beta = \frac{\phi}{2} = \frac{\pi}{\lambda} \delta = \frac{\pi}{\lambda} b \sin \theta \quad (17)$$

從 (16) 式知 P_m 因 β 改變而變，在圖五 (a) 中虛線曲線，即表示 P_m 與 β 之關係。顯然可見其最大值在水平軸上下，當 $P_m = 0$ ，則為最小。

設 $\beta \rightarrow 0$ ，即 $\phi \rightarrow 0$ ，

$P_m = (P_m)_0 \frac{\sin \beta}{\beta} = (P_m)_0$ 為中央最大部份，如 $\beta = m\pi$ ，代入 (17) 式中，得

$\frac{\pi}{\lambda} b \sin \phi = m\pi$ ， $\therefore b \sin \theta = m\lambda$ ， $m=1$ 時為第一最小，與 (10) 式相同。由於 m 值增加，

兩相鄰最小之間必有一最大，欲求 P_m 為最大最小時之 β 值，必先將 (16) 式對 β 微分而令為 0 即得

$$\beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \tan \beta。$$

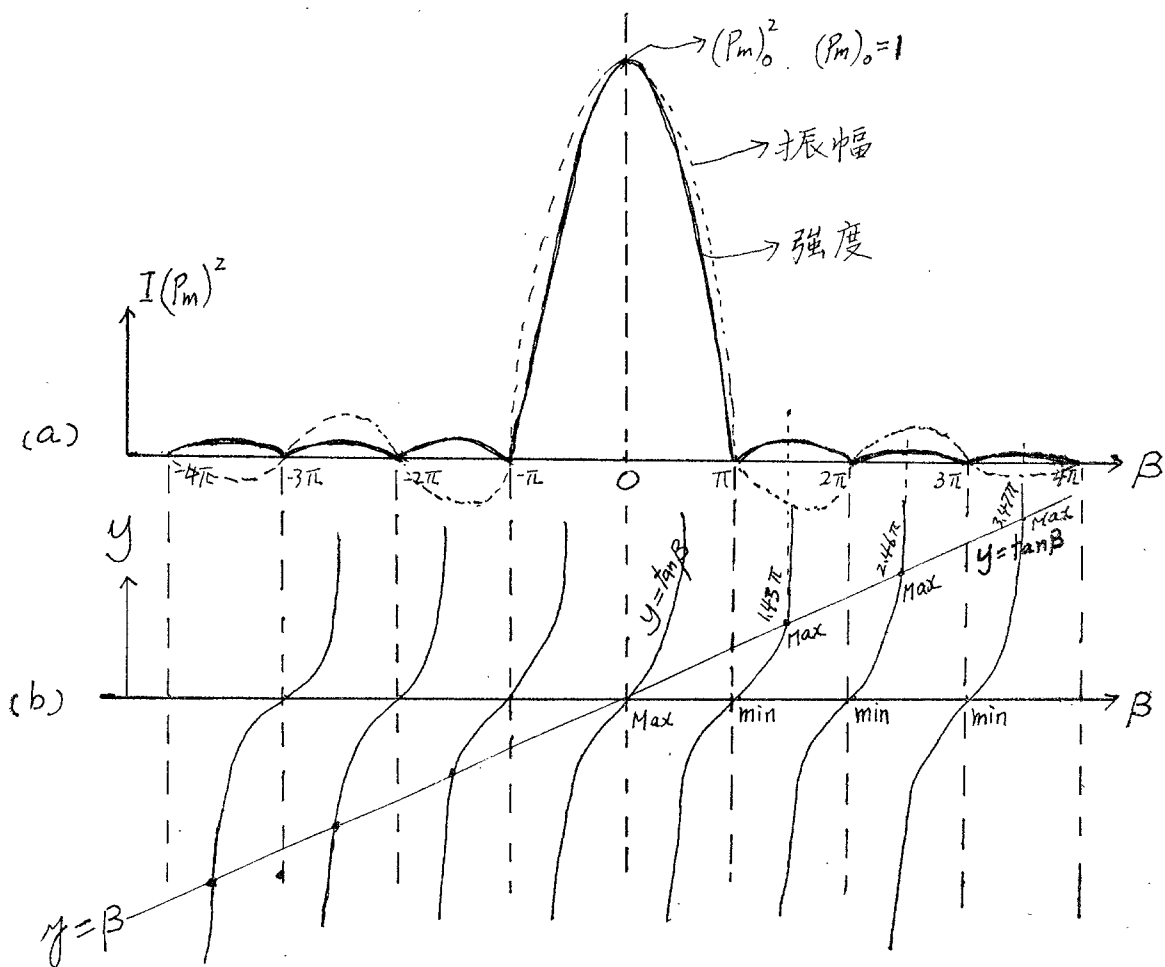
如圖五 (b) $y = \beta$ ，與 $y = \tan \beta$ 相交之點均為最大條件。圖五 (a) 虛線曲線當 $\beta \rightarrow 0$ ， $\frac{\sin \beta}{\beta} \rightarrow 1$ $\therefore P_m = (P_m)_0$ (Max)

$$\beta = 2\pi, P_m = (P_m)_0 \frac{\sin 2\pi}{2\pi} = 0 \quad (\text{min})$$

P_m 最大部份分佈在 $0 \rightarrow \pm\pi$ 之間。

如將 (16) 式平方得

$$P_m^2 = (P_m)_0^2 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 * (4) \quad (18)$$



圖五

依照强度方程式： $I = \frac{P_m^2}{2\rho c}$ ， P_m 為壓振幅， ρ 為空氣之平均密度， c 為聲波速度，意即强度

與振幅成正比，亦即 P_m^2 大者强度亦大。圖五 (a) 中實線曲線即表示强度曲線， $\beta = 0$

$\therefore P_m^2 = (P_m)_0^2$ ，即為中央强度最大，以 I_c 及 I_1 分別代表中央及第一次級最大之强度則

$$I_c = 20I_1, \text{ 同理以 } I_2$$

代表第二次級最大之强度則 $I_c = 60I_2$

$\beta = (m + \frac{1}{2})\pi$ ， $m = 1, 2, 3, \dots$ 均為次級最大，至於 $\beta = m\pi$ ， $m = 1, 2, 3, \dots$ 則為最小。

$$\text{因 } P_m^2 = (P_m)_0^2 \left(\frac{\sin m\pi}{m\pi} \right)^2 = 0。$$

無論壓幅或强度所示之曲線，均對稱於垂直軸，實曲線最大值均為正值，在水平軸之上，因 (18) 式中包含 $\left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2$ 之故。虛曲線則正負相間，能量亦大部份集中於 $0 \rightarrow \pm\pi$ 之間。

(b) 圓孔源 (circular aperture):

從 (17) 式 $\beta = \frac{\pi}{\lambda} b \sin \theta$, 如 $\beta = m\pi$, $\therefore \sin \theta = m \frac{\lambda}{b}$, $m=1, 2, 3, \dots$, 此為縫形源之最小條件。如果聲源通過圓孔, 則類似上式之結果, 可改寫為

$$\sin \theta = m' \frac{\lambda}{D} \quad (19)$$

其中 D 為圓孔之直徑, 尋求此問題之答案, 比縫形源困難得多, 經 Airy, Verdet 諸人研究並用 Bessel functions 求得 m' 不能為整數, 而應為 $m'=1.22, 2.23, 3.24, \dots$ 均符合最小條件。其中央最大部份 (central maximum) 之強度與其次級最大 (secondary maxima) 之比, 遠較縫源者為大。如果 $\lambda \gg D$, 非常趨近於球形, 其張角 θ 與 λ 成正比, 與 D 成反比, 若 $D \gg \lambda$, 則能量差不多與圓孔同大之截面發射, 張角 θ 變得很小, 右表乃圓孔源及縫形源強度最大最小之比較表:

	圓 孔 源		縫 形 源	
	m'	I_{max}	m	I_{max}
中 央 最 大	0	1	0	1
1 st 最 小	1.22		1	
1 st 次 級 最 大	1.635	0.0175	1.43	0.047
2 nd 最 小	2.23		2	
2 nd 次 級 最 大	2.679	0.0041	2.459	0.0165
3 rd 最 小	3.24		3	
3 rd 次 級 最 大	3.699	0.0016	3.471	0.0083
4 th 最 小	4.241		4	
4 th 次 級 最 大	4.71	0.00078	4.477	0.0050

從右表知縫形源最大值很接近於兩最小值之中間, 即 $1.43 \rightarrow 1.5, 2.459 \rightarrow 2.5, \dots$ 而最小值則等距離。圓孔源則最大最小, 其間隔均不相等。

圓孔源 $I_c : I_1 = 1 : 0.0175$, $I_c \doteq 60 I_1$, $I_c : I_2 = 1 : 0.0041$, $I_c \doteq 250 I_2$, 可知圓孔源之能量比縫形源之能量更集中於中央部份。

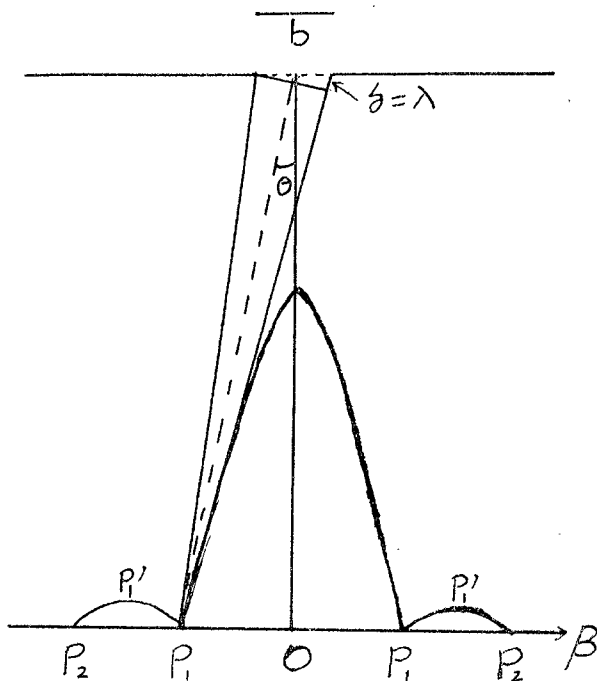
四、頻 率 之 影 響

一位演說者, 演唱者或樂器演奏者, 多位於大庭廣眾之前, 當然希望其所說所唱及其演奏音樂為每一聽眾所了解 (聽得最清楚), 但每一聽眾均佔有不同位置, 更由於所在位置接受聲源強度之不同, 而所聽效果自不一致。換言之, 其清楚與否? 純由位置因素為決定之重要條件, 圓孔源較縫形源之能量更集中於中央部份, 前已述及, 致許多聲源均趨近於圓形, 如號角, 鑼鼓, 收音機之放大器等均為圓形。從 $\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ 中, 考慮 $D=6$ 吋, $f=2000$ 次/秒, 則 $\lambda = \frac{1100}{2000} = \frac{1}{2}$ ft, 故 $\sin \theta = 1$, $\theta = \pm \frac{\pi}{2}$, 差不多聲源前面半圓內, 均為極佳位置範圍。惟因分佈範圍較廣, 其一定位置上之能量則相對減少。若 D 保持不變, 而聲源之頻率增加 *⁽⁵⁾, λ 變小, 聽眾仍在原來之某一位置, 可能因 θ 變小而難於聽聞, 反之 f 變小, λ 變大, 張角 θ 變大, 不但原在張角內之聽眾可以聽聞, 即在張角外之聽眾亦可聽聞了! 張角小時, 此範圍內之能量却因之相對增加。男聲頻率通常低於女聲, 所以某一位置, 可以清楚聽聞低頻率之發聲, 未必能聽高頻率之發聲, 如欲聽高頻率發聲, 簡易有效辦法, 即將原位置向發聲前面之中央部份移動。

若同源兼發聲與發光，則因聲波波長比光波大，而聲頻却比光頻小，基於上述理由，則靠近張角兩旁之位置，能聽清發聲未必能清楚看見發光。

五、聲源位置及方向與聽眾位置

聽眾位置與頻率關係，已如上述，如聲源位置與方向有所變更，則聽眾位置應同時改變，始能收到最佳效果。當聲源面向聽眾發聲，則座位安排應在圖六中從 O 點向兩邊延擴至 P_1 ，圖中 O 點即中央最大部份， P_1, P_2 即為第一第二最小， P_1', P_2' 代表次級第一第二最大。 O 點強度約為 P_1 之20倍，所以 O 處座位應較 P_1' 處為優。至 P_1, P_2 等點因強度為零應為走道。若聲源為圓孔源；則 O 處強度為 P_1' 處之60倍，則雖在同一位置，却因聲源改變，而優劣立現。若聲源趨於左邊(以聽眾左右為準)，斜向右邊發聲，則最佳位置改在右前方，反之若聲源趨於右邊斜向左邊發聲，最佳位置應在左前方。如聲源只左右移動，仍向正前方發聲，則佳位亦僅左右移動，聲源背向聽眾，則原有座位均非佳位，所以演唱者最忌背向觀眾。



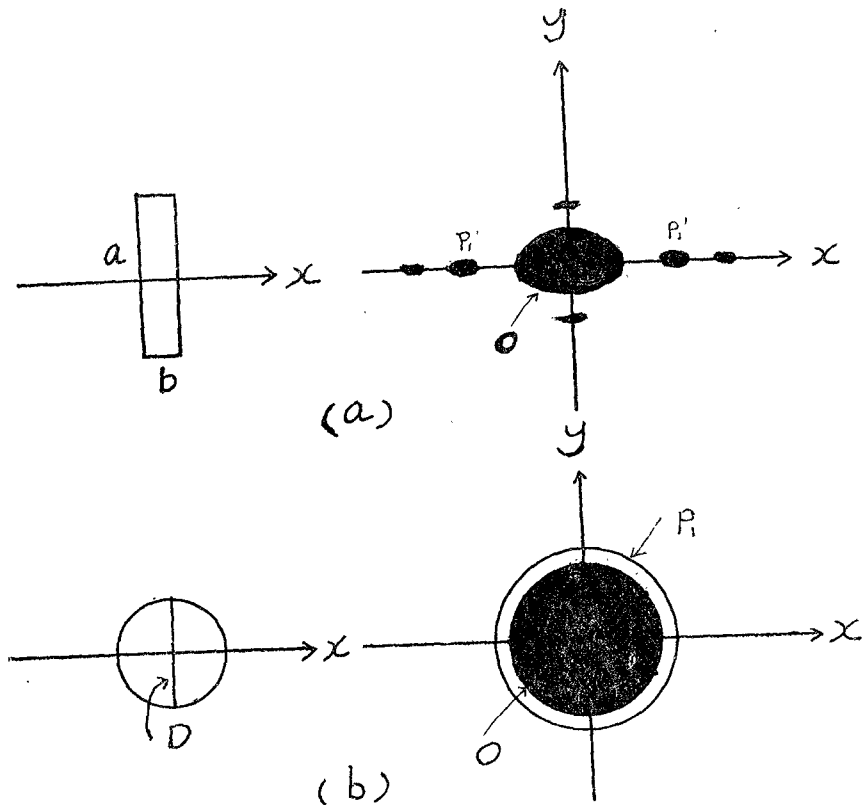
圖六

如狹縫之寬寬為 b (x 方向)，長度為 a (y 方向)，應用 $b \sin \theta = \lambda$ ，第一最小之條件， $\theta_b = \sin^{-1} \frac{\lambda}{b}$ ，同理 $\theta_a = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a}$ ，通常 $a > b$ ， $\therefore \theta_b > \theta_a$ ，所以張角 θ 之立體投影乃為圖七

(a) 所示，優良座位仍應設置中央，尤於水平方向為然， y 方向則因 θ_a 小之故，不能向兩旁增加太多。若為圓孔源則第一最小之張角為 $\theta_n = \sin^{-1} 1.22 \frac{\lambda}{D}$ ，其立體投影為圖七 (b) 所示，因為是圓形，若空間够大，則中央部份座位 x 及 y 方向均可向兩旁擴展，如以立體條件而論，則由圓形源發聲，樓上座位亦比縫形源為佳。

六、結 論

(a) 不論何種聲源 (或光源)，在能量⁽⁶⁾較多之處設置座位，是為基本條件，故最佳座位必在強度最大之處，至於最小部份，是無理由設置座位的，圓形孔源中央強度最大為第一次級最大之60倍，縫形源中央強度為第一次級最大之20倍，座位設在中央部份最具優良條件。第一次級最大位置強度似嫌不够，所以與中央部份比較，其優良條件則遜色多了！就同以中央部分而論，若可自由選擇，則顯取圓形源。



圖七

(b) 從 $\sin \theta = \frac{\lambda}{b}$, (縫形源) 及 $\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, (圓孔源), 勿論源屬何種, λ 大者其張角亦大, 座位雖靠近張角邊緣, 仍具優良條件, 不過座位應由前而後, 逐漸向兩旁擴展, 如在前面, 雖靠近中央, 若在張角之外, 仍不足取。

(c) 在縫形源中若 $\frac{\lambda}{b} = 1$, 或圓孔源中 $1.22 \frac{\lambda}{D} = 1$, 則張角 θ 為 $\pm \frac{\pi}{2}$, 換言之, 源之前面半圓內均具優良條件, 無次級最大出現, 強度平均分佈, 設置座位最為理想, 惟因分佈範圍較大, 而單位面積單位時間之能量則減少, 是其缺點。同時圓孔源中如 $\frac{\lambda}{D} = 0.8$, 即可得 $1.22 \frac{\lambda}{D} \approx 1$, 較易獲得上述條件, 不像縫形源中必 $b = \lambda$ 才有此條件也。若 $\frac{\lambda}{b}$ 及 $1.22 \frac{\lambda}{D}$ 之值均小於 1, 就說 0.6 吧, 則 $\theta = 37^\circ$ 聲源前將產生第一次級最大, 第二次級最大等於中央最大之兩旁, 愈近邊緣, 能量迅速減少。如能將 b 及 D 變小, 使 $\frac{\lambda}{b}$, $1.22 \frac{\lambda}{D}$ 變大, 以增加張角 θ , 則兩旁能量亦可因之增加。

(d) 頻率大者波長短, ($C = f\lambda$), 頻小者波長長, 其影響與 (b) 項相同。以圓孔源而論 $\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 設 $D = 1$ 呎, $\lambda = 0.1$ 呎, $f = 10000$ 次/秒, $\theta = 7^\circ$, 若 $f = 13000$ 次/秒,

$\lambda=0.8$ 呎 $\theta=90^\circ$, 即頻率大於 10000 次/秒者能量將集中於中央附近, 頻率小於 1300 次/秒者能量即平均分佈於聲源前面半圓內。

七、參 攷 書 籍

- * (1) Physics Parts I and II by David Halliday & Robert Resnick. 1966, p. 479 & p. 1078.
- * (2) University Physics by F. W. Sears & M. W. Zemansky. 1964, p. 899.
- * (3) An Introduction to Acoustics by Robert H. Randall. 1951, p. 78.
- * (4) Fundamentals of Optics by Jenkins & White. 1957, p. 291.
- * (5) Vibration and sound by Philip M. Morse. 1948, p. 229.
- * (6) Fundamentals of Acoustics by L. E. Kinsler & A. R. Frey. 1950, p. 167.

THE PREFERABLE SEATS IN AN AUDITORIUM

Ho Hoh-shou

In a spacious auditorium there is generally some distance from one section of seats to another. The audience would feel that the degree of clarity of voice reaching the seats in one section is very different from that in another, and would want to know how to select the seats to suit themselves. When they do know this, they would also like to understand why some are more preferable to others. To explain the reason why, this article will discuss in great detail the following factors that may separately or jointly bear on the subject matter: the difference of sound source and sound quality, the variation of the distribution of single slits, apertures, and energy caused by sound intensity, the difference of radian effected by the change in wave length and frequency, the position of the sound producer, and the direction the producer is facing. With this knowledge in mind, the audience would know in various circumstances where the preferable seats are and where the undesirable ones stand, and make their choice accordingly.

演講廳中座位優劣問題

何 鶴 壽

在寬大的演講廳中, 這一區和另一區間的座位通常是有若干距離的, 聽衆會覺得, 這區座位上聽到聲音的清晰程度和另一區的很不一致, 總想知道如何選擇較好的座位, 知道後又會追問是什麼原因。下列因素會個別或共同影響各區座位聲音清晰程度, 本文擬作詳細的討論: 聲源發聲條件之不同, 縫形源、圓孔源, 能量分佈之各異, 聲強度的差別, 波長和頻率變化以致中心張角改變, 以及聲源發聲位置與方向。聽衆具有這種智識後, 當可在不同情況下認識優劣座位之所在, 而自行選擇了。