

聲東擊西

設計者：台北科技大學 房漢彬老師

古代劉邦利用聲東擊西的伎倆，說服項羽讓他順利回到漢中就任漢中王，以積極儲備實力，和項羽爭奪天下霸權...；而今我們運用科學原理，來玩「聲東擊西」的趣味遊戲，看誰可奪得本項活動的冠軍頭銜喔！

一、目的

利用一股空氣的氣流，由其前進、反射和聚焦的現象，製作一個創意的射擊器，用其氣流吹熄蠟燭，藉以了解一股氣流的特性，同時結合聲砲的設計體驗材料和結構對系統功能的影響，以達成將理論和實務相互結合的情境，也可以提昇學生解決問題和創意思考及團隊合作的能力。

二、原理

- 聲波是一種波動現象。
- 聲波具有反射的性質，並遵守波的反射定律。
- 聲波反射的強度與反射面材料及性質有關。
- 聲波射入凹面反射面，會有聚焦的現象。
- 利用「聲砲」吹出的氣流可以吹熄蠟燭，而一股氣流的前進與反射等性質與聲波的雷同。

三、競賽方式

活動一 直射聲砲

■ 使用材料

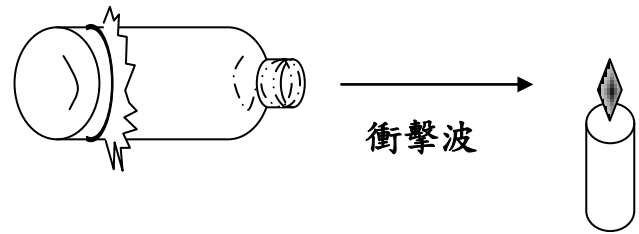
大會提供：保特瓶、橡皮筋、氣球，現場製作兩門聲砲，與活動二共用。

自備：兩門聲砲（製作參考方法可見附錄），與活動二共用。

■ 競賽說明

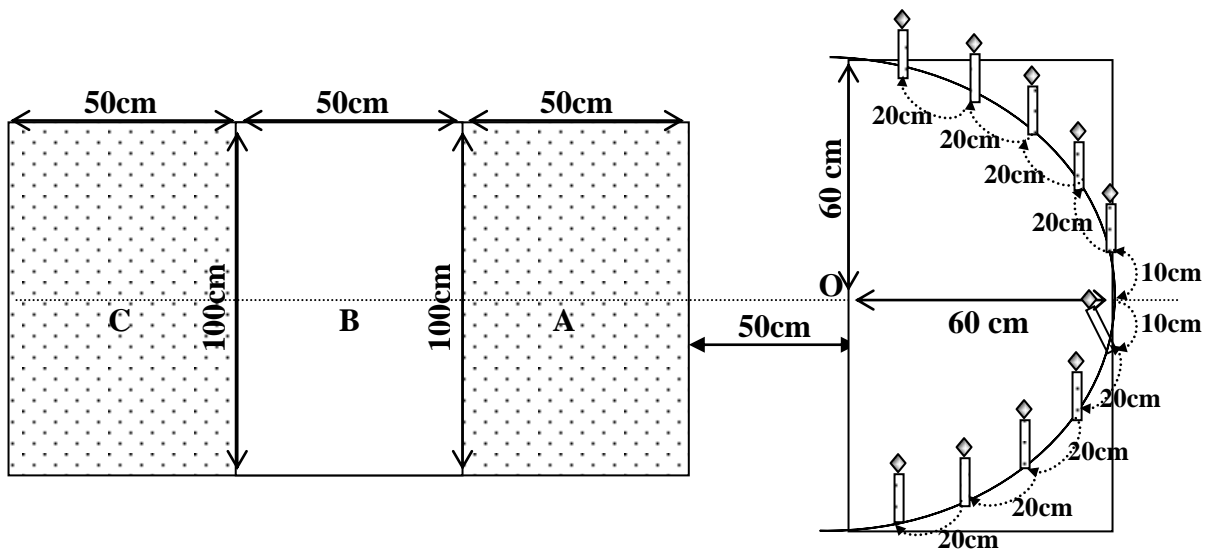
(一) 裝置說明：

每隊共需四門聲砲，兩門為利用大會提供的材料現場設計與製作，另兩門聲砲為賽前製作完成帶至現場，經裁判檢定合格後才可使用。詳細製作說明與參考圖，請見附錄圖3-3。



(二) 場地說明：

1. 活動一競賽場地，如圖3-1。分為「射擊區」與「燭火區」。
2. 射擊區：共分為A、B、C三區，每區均為長100cm、寬50cm的長方形，且三區的中軸線均穿過燭火區圓弧蠟燭的中心點O。A射擊區的前沿線距離O點為50cm。
3. 燭火區：蠟燭共10支，其排列如圖3-1，以O點為圓心，半徑為60cm的圓弧線上均勻排列，兩支蠟燭間距為20公分。



【圖 3-1 活動一 直射聲砲場地圖】

(三) 競賽說明：

1. 競賽重點：在有限的時間內，比比看在直線距離上，誰可以最遠的距離、最短的時間，射熄最多的蠟燭數。

2. 各隊時間：每隊四人，兩人一組，每組1分鐘，每隊共兩分鐘進行競賽。

3. 競賽程序與規定：

(1) 每隊使用四門聲砲，兩門必須為利用大會提供的材料，現場30分鐘內設計與製作，另兩門聲砲為賽前製作完成帶至現場，經裁判檢定合格後才可使用。

(2) 每隊四人，每人各持一門不同的聲砲參加競賽評分。參賽者可自行選擇射擊區的加權計點ABC三區之中的任一區射擊，唯選定區域後不得更換。

(3) 各隊中兩人為一小組，分為甲、乙兩組，同一組的兩名隊員必須選擇同一射擊區。

(4) 各隊每組共有1分鐘可進行射擊評分，在有限的時間內得點分數與射熄燭火數及射擊距離有關。

(5) 瞄準和射擊過程中，射手必須在所選定的區域範圍內不可越線射擊，且噴口的最前端不可超過所選射擊區域範圍的前沿界線，否則不予計分。

4. 得點標準：

(1) 每隊活動一得點成績 $X = (M1 \times P1 + T1) + (M2 \times P2 + T2)$

(2) M1為甲組射熄的蠟燭數，P1為甲組射擊區的加權計點。

(3) M2為乙組射熄的蠟燭數，P2為乙組射擊區的加權計點。

(4) P1與P2的加權計點方式為：A區每射熄燭火一支得1點，B區每支2點，C區每支3點；注意，選定區域開始射擊後，即不得更換射擊區。

(5) T1與T2為各組如果在1分鐘內提早射熄全部10支蠟燭的加權點數，其加點方式如下：

① 40秒(含)內完成，加五點。

② 40.01~50.00秒(含)內完成，加3點。

③ 50.01 ~ 59.00秒 (含) 內完成 , 加1點。

(6) 例如 : 某隊甲組二人在B區 ($P_1 = 2$) 射熄6支蠟燭 ($M_1 = 6$), 共花了60秒時間 ($T_1 = 0$);

另二人乙組在A區 ($P_2 = 1$) 射熄10支 ($M_2 = 10$), 共花了45.0秒時間 ($T_2 = 3$); 則活

動一總點數 $X = (M_1 \times P_1 + T_1) + (M_2 \times P_2 + T_2) = (6 \times 2 + 0) + (10 \times 1 + 3) = 25$

(點)

活動二 反射聲砲

■ 使用材料

大會提供：保特瓶、橡皮筋、氣球，現場製作兩門聲砲，與活動一共用。

自備：兩門或四門聲砲（製作參考方法可見附錄）。

■ 競賽說明

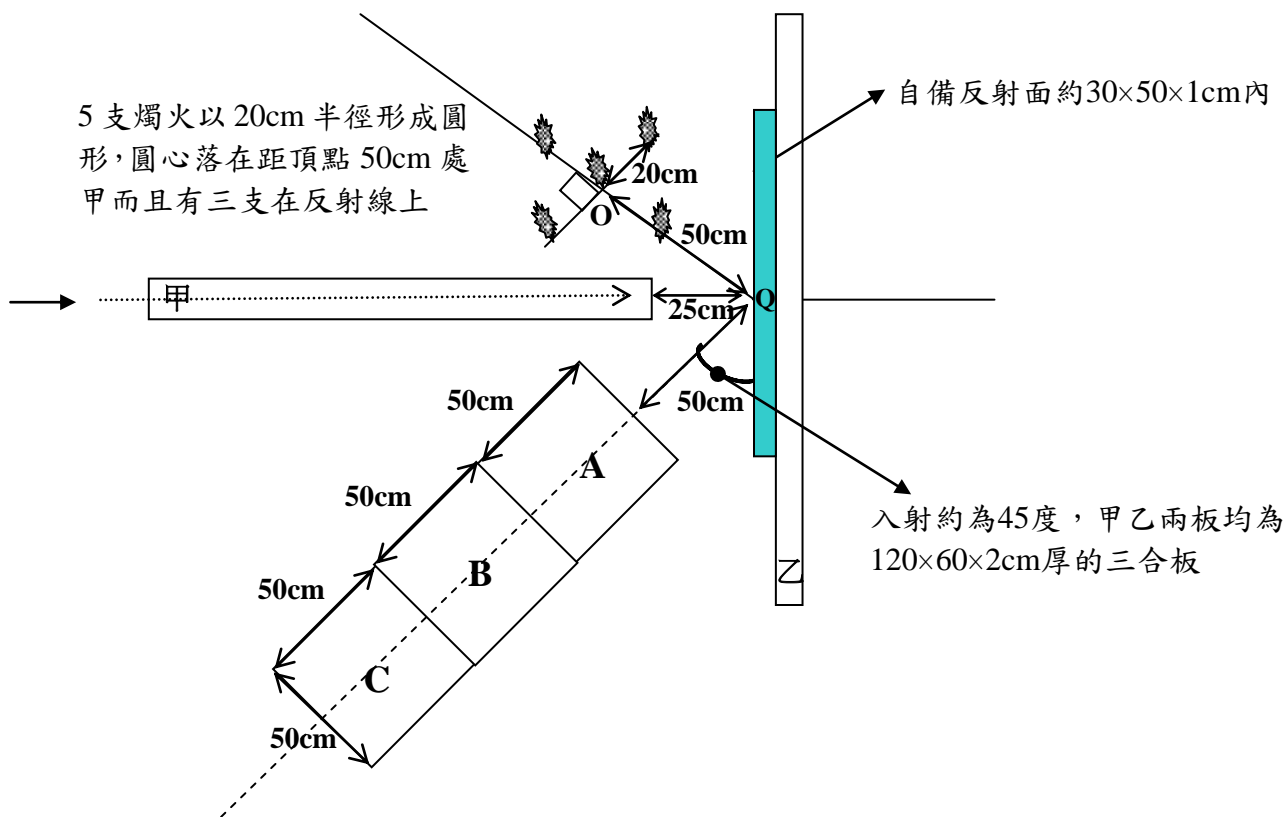
(一) 裝置說明：

每隊使用四門聲砲，可兩門為利用大會提供的材料現場30分鐘內設計與製作及兩門聲砲為賽前製作完成帶至現場（經裁判檢定合格後使用）；或也可以四門均為賽前製作完成帶至現場（經裁判檢定合格後使用）。

(二) 場地說明：

1. 活動二競賽場地，如圖3-2，分為「射擊區」與「燭火區」。
2. 射擊區：共分為A、B、C三區，每區均為長50cm、寬50cm的正方形，且三區的中軸線必須穿過45度的入射線方向上。A射擊區的前沿線距離反射頂點Q為50cm。
3. 燭火區：蠟燭共5支，其排列如圖3-2，以20cm為半徑成同心圓分布，圓心O距離反射頂點Q為50cm，其中3支蠟燭必須放在射擊區另一側的45度反射線上。
4. 用2塊大小約為158 * 50 * 0.7cm 的三合板及固定座，分別做為隔離板甲及聲波反射面乙。

5. 用2張會議桌將反射面及隔離板成T型架高如圖3-2，兩板之間距離25cm



【圖3-2 反射聲砲競賽場地規格】

(三) 競賽說明：

1. 競賽重點：在有限時間內，比比看利用反射面，誰可以在最遠的距離、最短的時間內射熄全部的蠟燭。
2. 各隊時間：每人30秒，各隊四人共兩分鐘。
3. 競賽程序與規定：
 - (1) 每隊使用四門聲砲，均需經裁判檢定合格後才可使用。
 - (2) 每隊四人，每人各持一門不同的聲砲參加競賽評分。參賽者可自行選擇射擊區的加權

計點ABC三區之中的任一區射擊，唯選定區域後不得更換。

- (3) 4人輪流射擊，每人一次，可自己選擇A、B、C三區，每人計時30秒，共5支燭火，每人射熄燭火支數乘以區域計點，4人點數加總即為活動二的得分。
- (4) 瞄準和射擊過程中噴口的最前端不可超過區域範圍的前沿界線，否則不予計分。
- (5) 射擊者須在所選定的區域範圍內不可越線射擊。

4. 得點標準：

- (1) 每隊活動二得點成績 $Y = (N_1 \times Q_1 + S_1) + (N_2 \times Q_2 + S_2) + (N_3 \times Q_3 + S_3) + (N_4 \times Q_4 + S_4)$
- (2) N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 分別為第一、二、三、四位隊員射熄的蠟燭數。
- (3) Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 分別為第一、二、三、四位隊員射擊區的加權計點；加點方式如下：
 - ① 在A區每射熄燭火一支得1點。
 - ② 在B區每射熄燭火一支得2點。
 - ③ 在C區每射熄燭火一支得3點。
- (4) S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 分別為第一、二、三、四位隊員如果在30秒內提早射熄全部5支蠟燭的加權點數，其加點方式如下：
 - ① 20.00秒內（含）完成，加4點。
 - ② 20.01~29.00秒內（含）完成，加2點。
- (5) 注意，選定區域開始射擊後，即不得更換射擊區。

活動三 創意聲砲設計

自製創意聲砲的材料、形式不限，但大小須在長42cm×寬30cm×高25cm以內（一般裝A3影印紙的紙箱大小），而且不得有危險物品或材料，評審項目分：功能、結構和創新設計三項。

一、功能競賽評分 30%

以活動一為競賽評分項目，共十支燭火每射熄一支計三分，限時一分鐘內完成。

二、結構設計 30%

評審內容包括：皮膜結構、握把結構、發射結構、噴口結構、整體簡易性及牢靠性。

三、創新設計 40%

評審內容包括：原理創新、造型創新、材料創新或其他創意設計。

四、器材

■ 大會提供各隊：

品名	規格	數量	備註
寶特瓶	約600cc容量，直徑約6~8cm、高約22~24cm	2 個	
橡皮筋	直徑約5公分	20 條	
汽球	長約8cm 寬約4cm	6 個	

備註：大會提供的材料其材質可能與各隊平時練習略有不同，請同學賽前多多嘗試各種品牌，以

便於可臨場應變與調整。

■ 自備材料：

品名	規格	數量	備註
皮膜	任何具延展性的薄膜均可。例如：汽球膜、塑膠手套膜、鼓膜。	不限	若在活動中有聲炮損壞，可自行多準備幾個皮膜當場更換維修，但仍在競賽時間內。
黏著劑	例如：膠帶或雙面膠。	不限	用於使膜附著於保特瓶上。
握把	自己依寶特瓶大小設計	不限	
反射面	1. 尺寸：限長50cm×寬30cm×厚1cm以內。 2. 材質不限，以平面為原則。	不限	也可直接採用現場的三合板面當反射面。
剪切工具	如：剪刀、切刀	不限	大會不提供電源

五、時間

製作時間：各隊30分鐘（含2分鐘講解時間）

競賽時間：18隊，共40分鐘。

六、評分方式：

1. 活動一：兩分鐘內，每隊兩組各完成一分鐘的射擊，得活動一得點，依六等第計分法與其他隊伍排序後，得活動一成績X。
2. 活動二：兩分鐘內，每隊四人完成每回30秒的射擊，得活動二得點，依六等第計分法與其他隊伍排序後，得活動二成績Y。
3. 「聲東擊西」單項競賽總成績 $Z = X + Y$ ，再依六等第計分法計算，決定各隊本項活動最後的得分成績。
4. 單項競賽優勝獎，僅取一隊。依總成績六等第計分排名順序為第一名者獲獎，如有同分，則以活動一成績高者為優勝。
5. 活動三：得點最高者，獲頒創意獎。此項評分獨立計算，不列入大會總成績。
6. 大會總成績排名，請見「大會活動規章」。

七、給參賽者的建議：

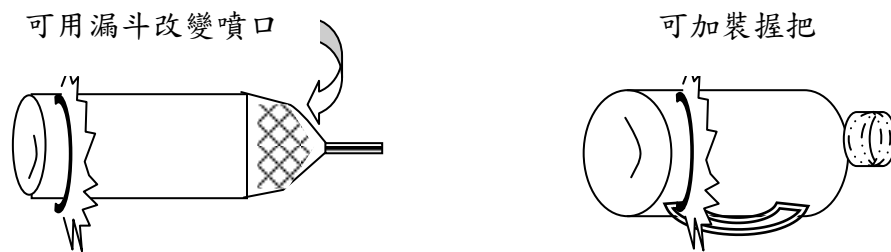
1. 四門聲砲（兩門現場製作、兩門賽前製作）共同使用於活動一與活動二，因此建議製作時多注意其牢靠性並事先計劃分配使用原則，於競賽評分中不得另外製作新的聲砲，但可進行局部維修。
2. 另外，參賽者應將現場微量通風均視為控制變因的一項因素，賽前應多自行研究與練習。

八、給評審的建議：

1. 場地佈置首重安全、公平、簡便，且不違背活動精神為原則，以期降低不必要的爭執。
2. 請選擇較無風的地點為競賽場，如場地風大將致燭火熄滅時，請加裝擋風板。
3. 燭火底座及放置位置宜事先在競賽評分桌面上畫好（以圓圈位置擺好）以示公平，燭火（含底座）宜事先多準備幾個以便隨時更換。

4. 每位評審，可配置一支瓦斯點火器以利隨時點火。
5. 燭火高度約小於10cm時，應立即更換過新的一支以示公平。
6. 活動一：放置燭火的桌面大小約為60×180cm長方形桌。
7. 活動二：
 - (1) 反射桌面上必須預留空間給參賽者放置自備反射面，並注意其穩定度。
 - (2) 隔離板桌面可同時做為5支燭火的擺放桌面，但注意不宜超過ABC射擊區。

九、附錄：聲砲結構設計參考



【圖 3-3 聲砲之基本結構參考設計】

主要包含項目及製作參考建議：

1. 主體：以空的塑膠寶特瓶為主，可切割或挖孔。大會現場提供兩個約600c.c的空保特瓶，自製聲砲整體結構大小（包含所有部分）限在長42cm×寬30cm×高25cm以內。
2. 皮膜部分：可用汽球膜、塑膠手套膜、鼓膜等等，請注意強度、韌性、彈性及現場簡易進行維修的可行性。
3. 發射裝置：可用螺絲墊圈、小木球等等，提醒注意牢靠性。
4. 噴口結構：可用原子筆套管頭（如圖3-3）或漏斗、瓶口等等，也可直接用瓶口當噴口。
5. 握把部分：可用各種把手，如門把或直接用手拿。
6. 自製聲砲的部分：主體一律用塑膠保特瓶為材料製作，不限品牌，大小則限在長42cm×寬30cm×高25cm以內（一般裝A3影印紙的紙箱大小），禁止填充任何物品。