

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081513

拍出旋律-自製號笛管樂器研究

學校名稱：彰化縣伸港鄉伸仁國民小學

作者： 小五 周柏勳 小五 張雅婷 小五 張博皓 小五 曾于靖	指導老師： 吳守仁 陳盈佑
---	---------------------

關鍵詞：管子 號笛

拍出旋律~自製號笛管樂器研究

壹、摘要

爲了研究號笛，我們針對管子端口做拍打，發現：

1. 拍打後手仍密合和拍打後手馬上放開，發出的聲音高低差異性頗大。
2. 短管子下，管內徑大小會影響聲音高低，而較長管子時，管內徑大小對頻率影響不明顯。
3. 溫度會影響聲音高低。
4. 拍打物會影響聲音結果。
5. 管子長度影響聲音高低頗大。
6. 比較同長度的彎、直管，管子長時音調高低大致一致；但管子短時，差異會較大。
7. 音調高低大致與管長倒數成線性關係，做號笛時可以用低溫下的頻率、管長的關係方程式求得初步管長，再以紙圈套貼管口補長不夠的管子長來調整出我們要的頻率高低。

貳、研究動機

在自然與生活科技課中，我們上過「自製樂器」單元，當時老師要我們自製一種樂器。很多同學多用吸管或罐子裝水來做樂器，但音都不是很準，這也是我們在自製樂器時最頭痛而難以解決的問題，因此我們請教老師。正好老師問我們誰有意願做科展，我們幾個便自告奮勇參加了，經過資料的蒐查與討論，我們決定來研究「大型的排笛」，也就是拍打管端的「號笛」。

參、研究目的

- 一、哪些因素會影響直管子的聲音高低
- 二、加轉接頭對管子的聲音高低有影響嗎
- 三、怎樣用管子自製管樂器—「號笛」

肆、研究設備及器材

- 一、測量聲音：電腦、錄音麥克風、Audacity 軟體、分貝計、塑膠水管、白鐵管、鍍鋅鋼管
- 二、工具：切斷機、墊子、尺、游標卡尺、溫溼度計、計算機、excel

伍、研究過程或方法

一、資料研讀與分析

聲音是大自然奇妙的現象，風聲、雨聲、人聲、音樂聲……，大自然中有太多太多的聲音了！雖然聲音無所不在，但我們還是不是很了解它，尤其我們對於管樂器它產生聲音的高低變化仍不是很清楚，所以我們找了一些資料來研讀[二]、[三]、[四]，彙整重點如下：

(一) 聲音的產生

1. 聲音的產生是因爲物體振動的關係。
2. 物體振動會產生一種波，具有能量，可以藉由空氣或其他物質向外傳送出去。
3. 聲音來自物體的振動，每秒鐘振動的次數就叫做「頻率」。每秒鐘振動一次，稱爲 1 赫茲 (1Hz)。

(二) 聲音的三要素—響度、音調、音品

- 1.聲音的強弱稱為「響度」，通常以「分貝」(dB)來表示響度的大小。
- 2.聲波振幅愈大，表示聲波的能量越高，則響度愈大，可以用「噪音計」來測分貝值。
- 3.聲音的高低稱為「音調」，由發音體的振動頻率決定，頻率愈高則音調愈高。
- 4.聲音的獨特性稱為「音品」，又稱「音色」。不同的發音體產生不同的波形，而形成不同的音品。

(三) 認識管樂器

1.管樂器又稱為氣鳴樂器，以空氣柱的振動發聲。

以「吹瓶子」為例子，以嘴吹瓶口會發出聲音（見圖一）。陳玉珊等人的自製排笛的研究[三]有做過吹瓶子的實驗，而廖品蘭與賴育光的水中號手—菱角樂器[四]，以菱角發聲也是利用同樣的道理。



圖一 吹瓶子

2.改變空氣柱的長、短、粗、細可發出各種不同音調的聲音。

一般管樂器如：伸縮喇叭、小號、直笛等（見圖二），都是改變空氣柱來達到改變音調的目的。伸縮喇叭是利用拉長縮短的方式來改變空氣柱的長短；小號是利用按鈕活塞來改變管子長度；而直笛則是利用孔的開閉來改變管的長度，進而影響聲音的高低。



圖二 伸縮喇叭、小號、直笛

以「直笛」為例子，吹直笛時，洞全按，管內空氣柱長，空氣較不容易振動，所以聲音低；洞全放，管內空氣柱短，空氣較易振動，所以聲音高（見圖三）。



圖三 直笛高低音

二、Audacity 軟體頻率擷取正確性確認

進行此項研究我們需要能夠量測音調高低（頻率）的儀器，我們學校沒有此類的儀器，所以我們必須找到其他替代品來進行我們的研究，在網路免費軟體中，我們找到 Audacity 軟體，它可以顯示出聲音的頻率高低，我們決定使用它來量測聲音頻率。

可是我們也懷疑，Audacity 軟體測的數值真的正確嗎？因為我們也沒有頻率產生器來做確認，週遭最方便の確認物品就是樂器，我們詢問過音樂老師，音樂老師說鋼琴一陣子就可能要調音，音會跑掉，電子琴的音更不準，而在我們學校中，音磚的音階會比較準，所以我們決定敲擊音磚並且用 Audacity 軟體來分析音階的頻率。

我們在音樂教室找到一些音磚（見圖四），並且對照我們在書[一]中找到的音階頻率數據表，敲擊音磚後錄音分析來確認 Audacity 軟體的正確性。經實驗結果如下：

音階 唱名	C4	D4	E4	F4	G4	A4	B4	C5	D5	E5	F5	G5	A5	B5
音階 音名	Do	Re	Me	Fa	So	La	Si	Do	Re	Me	Fa	So	La	Si
標準 頻率	261.6	293.7	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9	523.3	587.3	659.3	698.5	784.0	880.0	987.8
測得 頻率	268	299	336	355	396	447	499	531	590	661	702	788	886	990
誤差 率	2.4%	1.8%	1.9%	1.6%	1.0%	1.5%	1.0%	1.5%	0.5%	0.3%	0.5%	0.5%	0.7%	0.2%

由上表可知誤差皆在 3%內，尤其是在較高頻的音階中，誤差更在 1%內，所以以 Audacity 軟體來分析聲音的頻率應是可行的。



圖四 確認 Audacity 軟體正確性用的音磚

三、哪些因素會影響直管子的聲音高低

(一) 管子選取定

因為我們要自製號笛管樂器，一般都是拍打管端讓空氣進入管子裡面來發出聲音，而不是用敲打管子的壁面來發出聲音的，所以我們先拿一些圓管來試，發現太大的管子不太好拍打管端面來產生聲音；而較細的管子拍打管端面聲音很小，很難聽到聲音。所以我們初步決定：實驗用的管徑不宜太大或太小，管徑以不超過手掌大小為宜。



圖五 起初試採用的管子

(二) 拍打力量大小的影響

我們使用長度是約 30 公分的白鐵管、鍍鋅管及塑膠管來做研究，使用手掌用不同力量來拍打管端，拍打完後手密合不立刻放開，錄音麥克風及分貝計距離另一管端約 5 公分來記錄量測實驗數值，拍打之後記錄其結果如下：

管子種類	音量（分貝）	頻率（Hz）
白鐵管（內徑 3.0 公分） 長度 30.1cm	90.2	279
	94.3	279
	99.8	279
鍍鋅鋼管（內徑 4.4 公分） 長度 30.1cm	92.7	276
	97.8	276
	103.4	277
塑膠水管（內徑 1.6 公分） 長度 30.5cm	85.3※	276
	93.2	277
	98.7	277

【評語】 081513 拍出旋律-自製號笛管樂器研究

1. 以紙筒伸縮調整管長，頗具創意。
2. 雙彎管之有效長度可能比直管長，以致音高普遍偏低，作品中並無清楚交待，現場學生亦表示不清楚，實屬可惜。
3. 建議研究內容能有系統化，將會更佳。
4. 結果中數據所呈現的意涵，並不能任意以所謂「差不多」就乎略不計。