

華碩智慧台灣系列活動

2010 清華與華碩原住民雲端科展：「飛鼠部落」生態文化與科學智慧

「口簧恆久遠，支支永流傳」

研究報告



- 參展團隊名稱：古魯部落
- 參展團隊成員：潘郁心、方笙、潘俊宇
- 團隊指導教師：拉罕羅幸、黃怡樺、谷穆德·阿督普

研究進度部落格 <http://blog.abomusic.com.tw/lubug/>

關鍵詞：單銅簧口簧琴、音頻、音色、壓模技術、太魯閣族

摘 要

本研究是從八年級上學期自然與生活科技領域第三章「波動與聲音」的單元出發，從聲音的兩個要素（音調、音色）來探討太魯閣族傳統單銅簧口簧琴中，銅片的材質、長度、厚度及彈片頭尾寬度比等變因，對其聲音所產生的不同與變化。

本研究採比較分析研究設計，試圖以不同材質、長度、厚度、簧片頭尾寬度比做為變項，進行簧片之音調、音色之分析比較，研究結果如下：

- 一、不同材質之簧片所產生的音色明顯的不同。
- 二、簧片長度的確會影響音調，但對音色影響不大。
- 三、簧片厚度的確會影響音調，但對音色稍具影響。
- 四、頭尾寬比率確實會影響音調，但對音色之影響仍待研究。
- 五、大部份訪問者對於本研究所研發之創新製法之口簧琴(塑膠製琴台)接受度頗高，並認為對於口簧琴文化之傳承有很大的幫助。

本研究設計有單銅簧口簧琴製作課程，原本以為結構看似簡單的口簧琴應該很容易製作，但是事實上在老師協助我們才得以花了將近五個小時才將口簧琴製作完成。在製作的過程中，我們發現到製作口簧琴既困難又耗時，又很容易失敗，所以我們試圖以壓模的技術來解決製作琴台的問題，雖然我們成功了，但是我們又發現另一個量產化後所衍生的原住民智慧財產權、註冊商標、商業利益等問題急待解決。

壹、緒論

一、研究動機與目的

(一)、動機

口簧琴是世界普遍存在且歷史悠久的樂器，其中台灣原住民太魯閣族的口簧琴文化更是世界獨有的，特別是它的型制是世界上獨一無二的，身為太魯閣族的我們為此感到光榮。但是口簧琴的製作很困難，成功率不高，再加上不容易吹奏，這也是導致口簧琴文化的沒落之一，因此，我們希望透過這次的研究能讓口簧琴能更為普及，最終能順利流傳下去。

(二)、目的

- 1、學習製作傳統式單銅簧口簧琴，傳承太魯閣族口簧琴的文化。
- 2、從口簧琴銅片的材質、長度、厚度及彈片頭尾寬度比等變因，找出與聲音變化之關係。
- 3、嘗試研發新式膠台銅簧口簧琴，減低口簧琴製作之難度，增加普及率進而協助口簧琴文化之傳承與發展。

二、研究範圍

(一)、文化研究

- 1、太魯閣族單銅簧口簧琴文化研究。
- 2、太魯閣族單銅簧口簧琴的製作學習。

(二)、科學研究

- 1、太魯閣族單銅簧口簧琴銅片聲音的音色及頻率分析
- 2、比較傳統口簧琴及改良式口簧琴聲音的音色比較。

三、研究問題

- (一)、同規格不同材質的銅片對簧片的音色、頻率之影響。
- (二)、同規格同材質但不同長度的銅片對簧片的音色、頻率之影響。
- (三)、同規格同材質但不同厚度的銅片對簧片的音色、頻率之影響。
- (四)、同材質但不同頭尾寬比的銅片對簧片的音色、頻率之影響。
- (五)、人們對於塑膠製琴台之單銅簧口簧琴的樂音接受度。

貳、文獻整理

一、太魯閣族的口簧琴

(一)、太魯閣族

依據維基百科：「太魯閣族（德魯固; Taroko、Truku）原居住於南投縣仁愛鄉靜觀部落，十七世紀跨越中央山脈遷移至現在的花蓮縣北部一帶，目前人口約二萬餘人。日治時期日本文化人類學者依據語言、風俗、文化特徵，而將其歸類於泰雅族的賽德克亞族之一群（另兩群為 Tuda、Tkdaya）。經過了時代的變遷，在當代族群成員自我主觀的認同意識下，逐漸發展出要求成為獨立族群的「正名太魯閣族運動」，並在 2004 年 1 月 14 日獲得中華民國政府的官方承認，成為第 12 個臺灣原住民族。」

雖然我們不了解什麼正名不正名的運動，但是 Truku（太魯閣族）對我們而言是一個非常親切且習慣的稱呼。

(二)、口簧琴

口簧琴，又稱口簧、口弦、嘴琴，是一種古老的民間樂器，廣泛使用於亞洲(特別是東南亞、南亞以及北亞)、大洋洲以及歐洲，非洲與美洲的紀錄則相對少很多。口簧琴的樂器主體是一個一端固定於框式琴臺上，另一端可自由振動的簧片，樂器演奏者將琴臺置於雙唇之間，以撥動簧片或拉扯一根繫附於琴臺上細繩的方式，使簧片振動發聲，並以演奏者的口腔共鳴產生樂音。

記得在研究時，拉罕老師特別為我們上了一個有關口簧琴的課程，我們不只了解太魯閣族的口簧琴，也知道原來除了我們太魯閣族之外，其它各大原住民族也有口簧琴，甚至就連國外也有口簧琴，樣式還更多、更豐富呢！

由世界口簧琴比較表（表一）可以知道，台灣的地理位置居東南亞與歐美大陸之間，而口簧琴的材質似乎採居中的組合，也就是以金屬與竹子的合體所製作而成，這個非常有趣，因為台灣原住民的口簧琴在音樂地理上是非常特別且具有指標性。

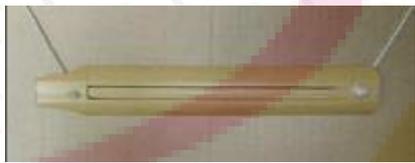
表一、世界口簧琴比較表

口簧琴			
常被發現的地理位置	歐美澳洲	東南亞、南亞	台灣
材質組成	全金屬	全竹、全木製	竹竹、金屬
演奏方式	彈撥	彈撥	繩拉

(三)、太魯閣族的口簧琴

雖然世界上有許許多多各式各樣的口簧琴，我們研究團隊認為就屬我們太魯閣族的口簧琴最特別，因為我們祖先把口簧琴發展到一至五簧，我們查遍很多的資料，都找不到其它族群或其它國家有類似的口簧琴，所以我們太魯閣族的口簧琴真的是世界上最有特色的口簧琴。

表二、太魯閣族常見口簧琴一覽表

口簧琴款式	口簧琴名稱	說明
	Lubu Qoqow (單竹簧口簧琴)	演奏的節奏很快，然後用口當共鳴及口的開閉來控制其音的高低。
	Burux, Lubu Kingal (單銅簧口簧琴)	「burux」是「單」之意，「kingal」是「一」之意。這口琴通常是用在男女戀愛時所演奏，其節奏比較慢。
	Lubu Dha (雙銅簧口簧琴)	「dha」是「二」之意，二簧以上的口琴皆用金屬簧，而且演奏起來就越來越困難，特別是四、五簧，左手須不斷翻轉簧片。二簧口琴不像單簧口琴必須用口之開閉大小來控制音階之高低，而是二個簧片早已設定了音高，即 So、La 二個音。這口琴也是在男女戀愛時所演奏。

	Lubu Tru (三銅簧口簧琴)	依據哈尤牧師訪談內容，三簧口簧琴在太魯閣族不常見。
	Lubu Spat (四銅簧口簧琴)	「spat」是「四」之意。四簧口簧琴是最為普遍的。 就左圖而言，由上而上的音樂為 Re , Mi , Sol , La 。
	Lubu Lima (五銅簧口簧琴)	「Lima」是五之意，其構造與四簧口簧琴很像，只是多加一簧，吹出之音樂更有變化且吹奏起來很困難。

(四)、太魯閣族單銅簧口簧琴的製作

1、太魯閣族單銅簧口簧琴製作的材料（表三）



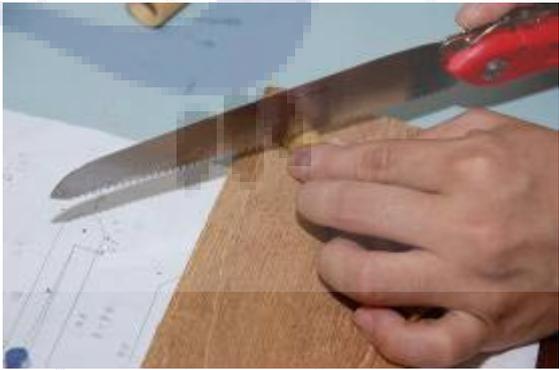
材料名稱	材料用途
桂竹	琴台主體
銅片	銅簧片
棉繩	拉奏繩
紅毛線	裝飾用

2、太魯閣族單銅簧口簧琴製作的工具（表四）



工具名稱	工具用途
鋸子	鋸短竹管
小獵刀	剖半竹管
美工刀	細雕琴台
半圓口雕刻刀	挖除竹肉
剪刀	剪銅片用
挫刀	磨銅簧片
鉗子	拉直銅簧片
鑽子	鑽繩孔
一字起子	燒銅簧片孔用

3、太魯閣族單銅簧口簧琴製作的步驟（表五）

序號	步驟名稱	製作照片
1	取竹管	

2	畫記切割線	
3	挖除竹肉	
4	削製簧片孔	
5	畫記簧片綁孔位置	

6	削製簧片基座	
7	燒製簧片綁孔	
8	製作簧片	
9	將簧片綁至琴台	

10	鑽繩孔	
11	綁繩	

二、聲音物理學

從八年級上學期自然與生活科技領域第三章「波動與聲音」中得知，聲音是由物體快速振動而產生的。物體快速振動空氣產生波動(疏密波)再傳到人類的耳膜，耳也跟著振動，最後再傳至大腦而感覺聲音。

我們的生活中充斥著各種不同的聲音，每種聲音都有其獨特性，人們也藉此來分辨聲音。聲音形成三要素為音調、音色及響度，因研究時間有限及技術的限制，我們的研究不討論響度，僅僅對針對音調及音色來探討。

(一)、音調

聲音有各種不同高低的音階，而音調的高低與物體的振動頻率有關，頻率越高，音調也越高。

音名	中央 C	D	E	F	G	A	B	高音 C
唱名	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
頻率(赫)	262	294	330	349	392	440	494	524

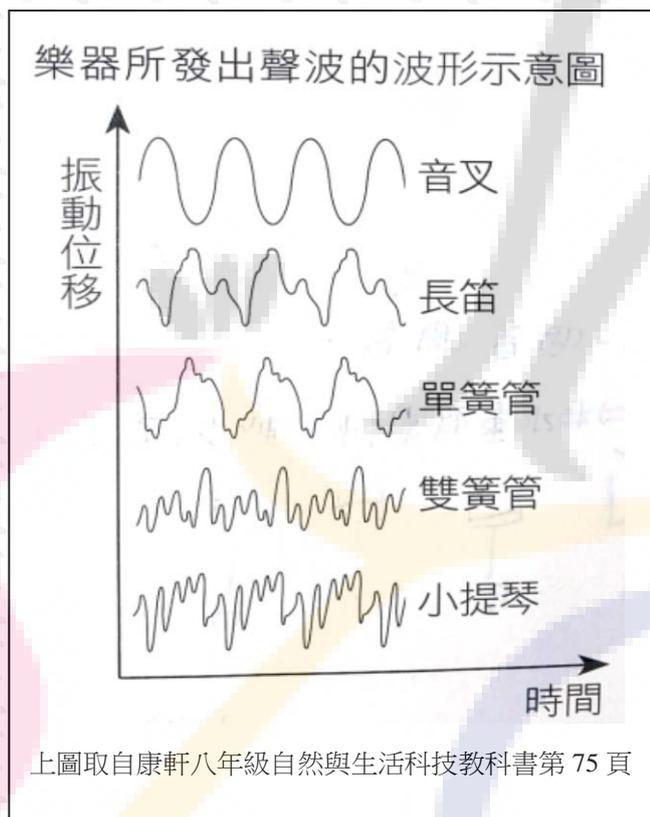
*上表取自康軒八年級自然與生活科技教科書第 71 頁

在我們的研究裡以銅片長度、厚度及頭尾寬比來比較音調的差異。

(二)、音色

人們有聽聲辨物或辨人的能力，是因為每種發音體有特別的聲音，這種獨特的發音特色就稱為音色。而音色與波形是有關係的。

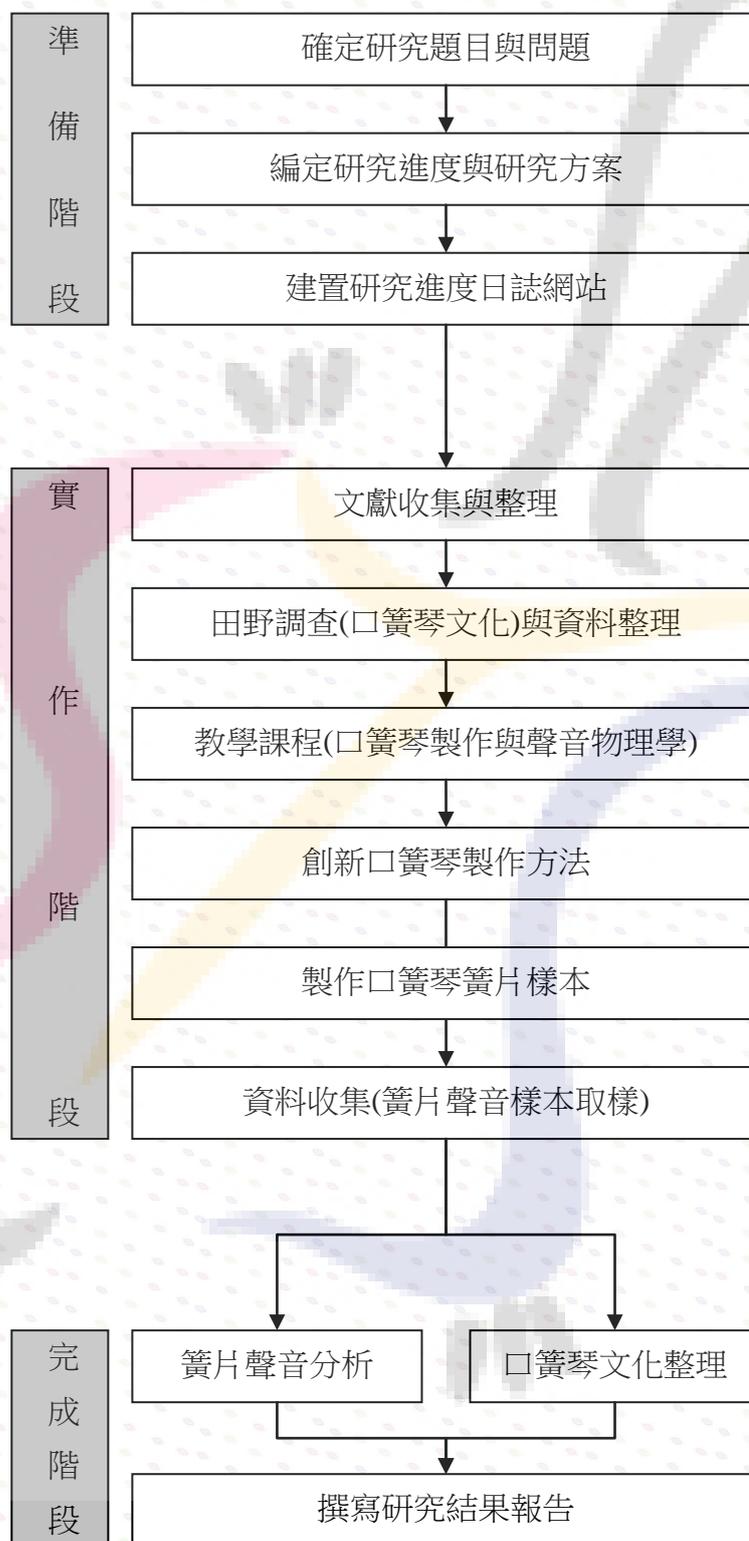
在我們的研究裡以不同材質的銅片針對其長度、厚度及頭尾寬比來比較音色的差異。



〔圖一〕聲波波形示意圖

參、研究方法

一、研究流程



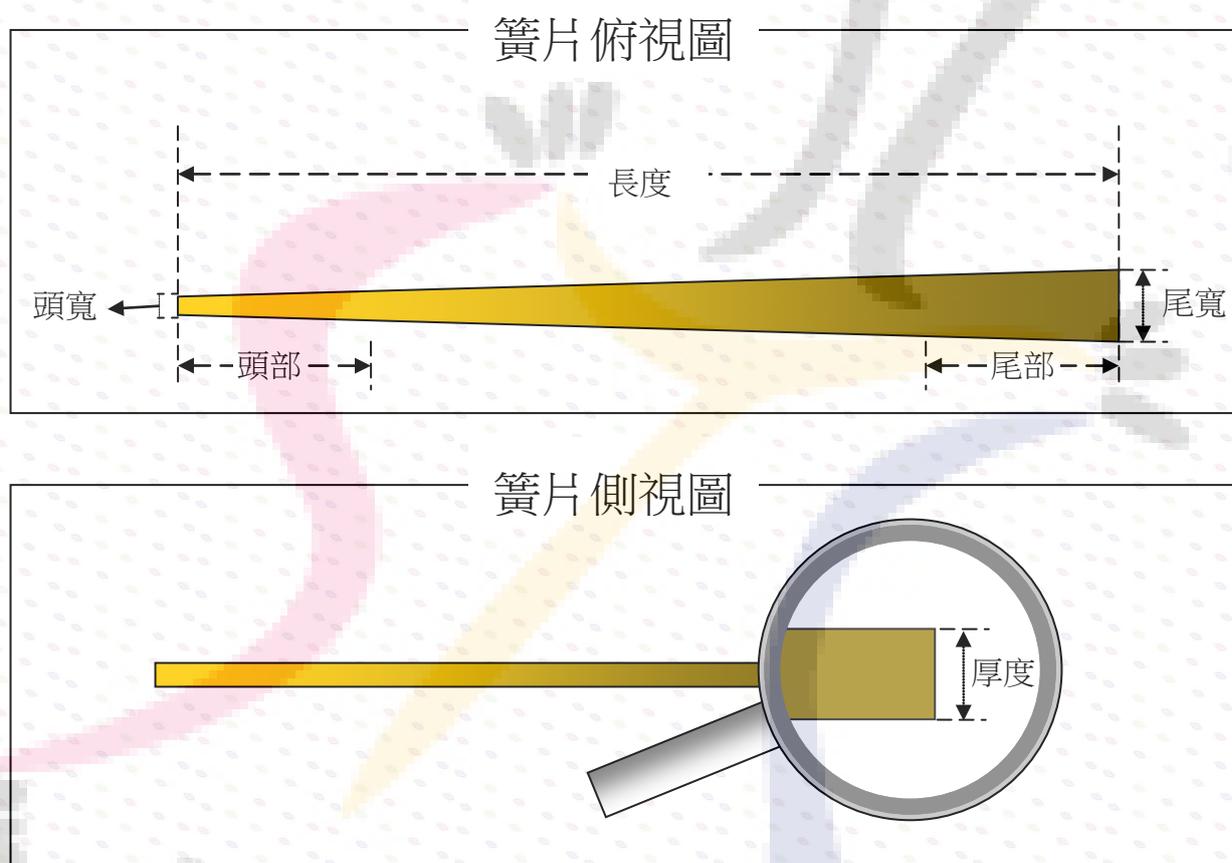
〔圖二〕研究流程圖

二、研究設計、對象與方法

(一)、研究設計

本研究採比較分析設計，針對口簧琴簧片進行多組樣本製作，收集每個簧片樣本的材質、長度、厚度、簧片尾寬度、簧片頭尾寬比、音調(頻率)及音色(波形)等資料，最後再分類進行比較分析的工作。本研究長度、寬度及厚度使用單位為 mm，頻率為 Hz，波形以圖呈現。

以下針對簧片各部位說明。



〔圖三〕簧片俯視、側視圖

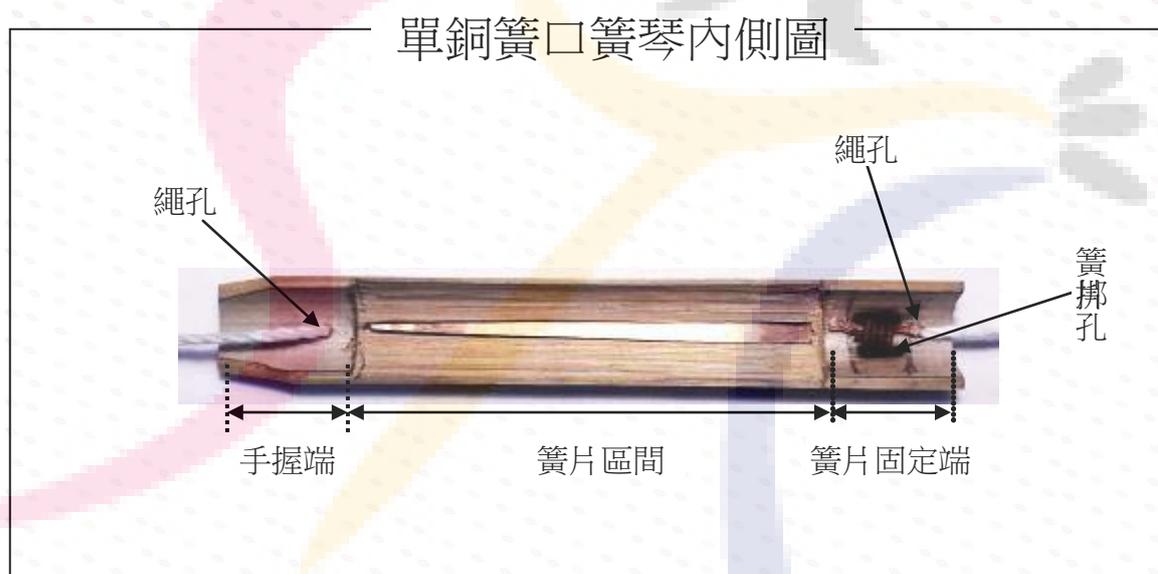
(二)、研究對象

本研究對象為台灣原住民太魯閣族單銅簧口簧琴，以其簧片之頻率及波形做實驗分析與比較。另外也會針對太魯閣族常見的口簧琴做文化之資料整理。



〔圖四〕簧片樣本圖

以下介紹單銅簧口簧琴各部位名稱。



〔圖五〕單銅簧口簧琴外側、內側圖

(三)、研究方法

1、文獻整理

透過圖書及網際網路的方式，取得有關口簧琴的資料，做為我們認識口簧琴的媒介。

2、田野調查

透過田野調查的方式，訪問部落長老、專家學者，加深了解口簧琴的文化意涵，更希望找出創新口簧琴製法的可能性。

3、簧片聲音取樣

口簧琴需藉由口腔作為共鳴才可將聲音擴大，但是透過口腔吹奏口簧琴時，會因為不容易控制口腔大小而造成取樣的不準確性，所以我們將簧片取出，以尖嘴鉗固定簧片並緊靠麥克風，〔圖六〕簧片聲音取樣示意圖用手彈動簧片，此時麥克會收錄簧片的聲音，電腦軟體即時呈現簧片的頻率與波形。



〔圖六〕簧片聲音取樣示意圖

三、研究工具

(一)、田野採集工具

- 1、單眼數位相機：Nikon D50 + AF-S Nikkor18~200mm 鏡頭。
- 2、數位攝影機：以 Ricoh GX200 數位相機之攝影功能取代。

(二)、聲音分析工具

1、取樣工具

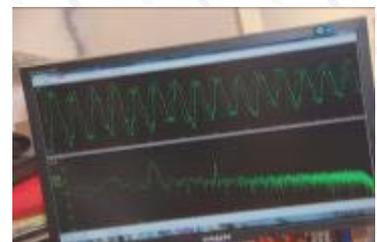
- (1)、麥克風(收音用)。
- (2)、尖嘴鉗(固定樣本用)。
- (3)、精密電子卡尺。



〔圖七〕以卡尺精密測量
(準確值達 0.01mm)

2、分析工具

- (1)、硬體：個人電腦(HP xw6400 workstation)。
- (2)、軟體：
 - Microsoft Windows 7(作業系統)。
 - WaveSpectra v1.40E(頻譜分析)。
 - Microsoft Office 2003(文書工具)。
 - PicPick(擷圖工具)。
 - 威力導演 8(影片剪輯)。



〔圖八〕頻譜分析軟體

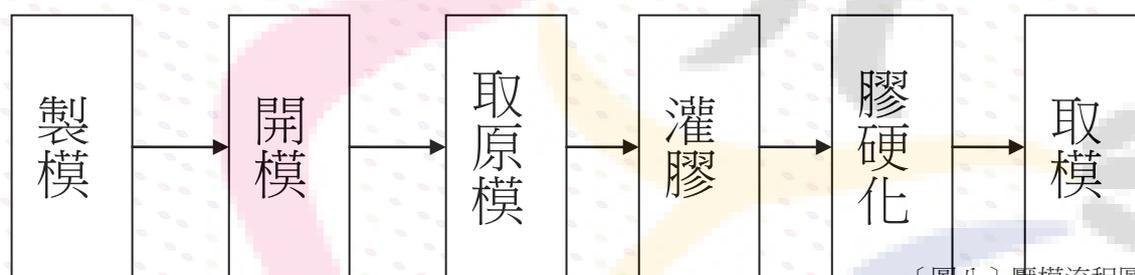
(三)、創新單銅簧口簧琴製法

從製作單銅簧口簧琴的過程中，我們發現製作口簧琴是一件非常困難又費時的事，因為在製作過程中必須要保持專注力，只要一粗心就很容易失敗，

難怪口簧琴到目前為止無法廣為流傳。我們認為這麼好的樂器應該好好推廣，因此我們試著以不同的方法來製作口簧琴，在田野調查的過程中，我們訪問到吉嵐老師，吉嵐老師是我們這次研究的貴人，因為他，我們才可以進行我們的創新想法，而這個方法就是壓模技術。

口簧琴台在傳統上是以桂竹製作而成，要將一片原始的桂竹削製成口簧琴台是一件耗時又容易失敗的事情，因此我們透過壓模的方法以人工樹脂(poly)製作出口簧琴台，再將製作好的簧片固定於其上而完成創新製法的單銅簧口簧琴。以此種做法同樣可以製作出二簧、三簧(泰雅族)、四簧、五簧甚至多簧的口簧琴。

經實作證明，以壓模技術製作口簧琴台可以節省至少 1 至 2 個小時的工作時間，而且成功率很高。以下簡要說明壓模技術的流程。



〔圖八〕壓模流程圖

四、研究限制

- (一)、各類材質簧片取得不易，本研究僅以黃銅及磷銅做為研究樣本。
- (二)、因研究經費不足，無法使用高效能的收音器材，故收音品質有限。
- (三)、簧片皆為手工製作，因此無法製作出規格相同的樣本進行分析比較，故所得樣本資料僅為近似值。
- (四)、研究時間不足，無法做更多的分析比較。

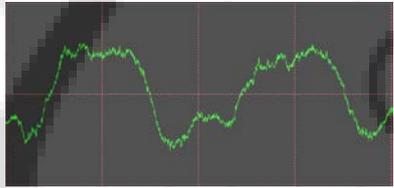
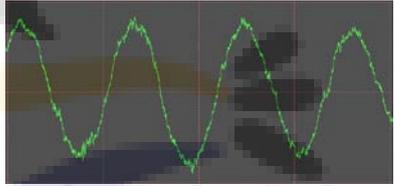
肆、實驗結果與討論

一、同規格不同材質的簧片之音色分析

(一)、數據分析

太魯閣族口簧琴常見之金屬簧片為黃銅、紅銅及磷銅，因未取得紅銅我們僅以黃銅及磷銅做分析比較。

表七、黃銅、磷銅簧片之音色分析

銅片類別	長度(mm)	厚度(mm)	簧片尾寬度(mm)	音色(波形)
磷銅	81.47	0.30	3.43	
黃銅	81.28	0.40	3.74	

(二)、數據討論

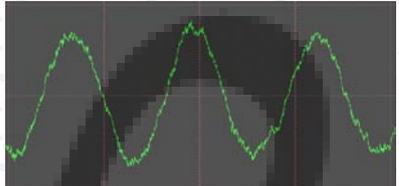
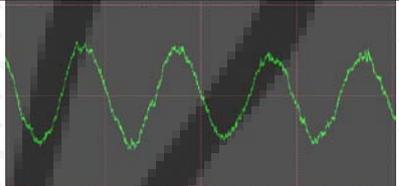
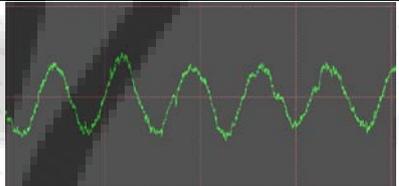
由表七可知，磷銅波形的簧片在波峰上顯得較不規則，而黃銅就顯得規律些。所以不同材質之簧片所產生的波形很明顯的不同，在音色表現上亦不同，經實際聆聽，確實可以分辨。

二、同規格同材質但不同長度的簧片之音調、音色分析

(一)、數據分析

本段研究以黃銅做為實驗比較對象，我們取三組不同長度的簧片，分別為 80mm、70mm 及 60mm，這三組簧片的厚度及簧片尾寬度皆為 0.4mm 及 3.74mm，分析比較如表八所示。

表八、黃銅簧片之音調、音色分析

樣本編號	長度 (mm)	厚度 (mm)	簧片尾寬度 (mm)	音調(頻率) (Hz)	音色(波形)
1	80.00	0.40	3.74	75.0	
2	70.00	0.40	3.74	107.7	
3	60.00	0.40	3.74	140.0	

(二)、數據討論

由表八可知，長 80mm 的簧片，頻率為 75Hz；長 70mm 的簧片，頻率為 107.7Hz；長 60mm 的簧片，頻率為 140Hz。簧片長度愈短，頻率愈高，所以簧片的長度的確會影響音調。

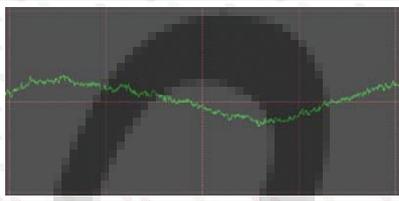
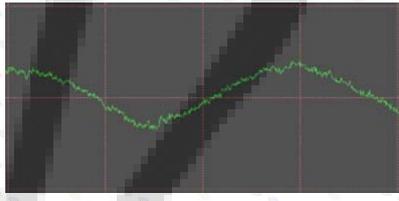
由波形來看，長度愈長，波與波之間愈疏散，長度愈短，波與波愈密集，但從波形來看，似乎沒有影響音色，因為不同長度簧片的波形呈現一致狀，因此音色大致相同，經實際聆聽，的確很難分辨。

三、同規格同材質但不同厚度的簧片之音調、音色分析

(一)、數據分析

此次以磷銅做為實驗對象，我們只有兩種不同厚度的銅片，因此實驗樣本僅兩組，兩組簧片長度都是 70mm，簧片尾寬度都是 3.33mm，但厚度則分成 0.3mm 及 0.4mm 兩組，分析比較如表九所示。

表九、磷銅簧片之音調、音色分析

樣本編號	長度 (mm)	厚度 (mm)	簧片尾寬度 (mm)	音調(頻率) (Hz)	音色(波形)
1	70.00	0.30	3.33	53.8	
2	70.00	0.40	3.33	64.6	

(二)、數據討論

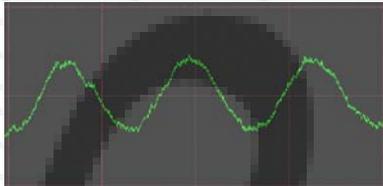
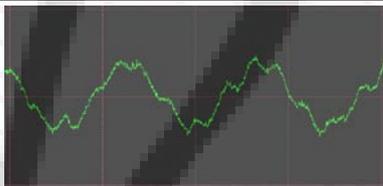
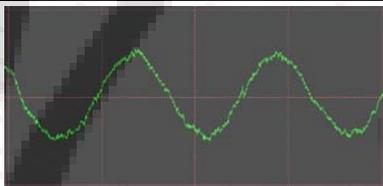
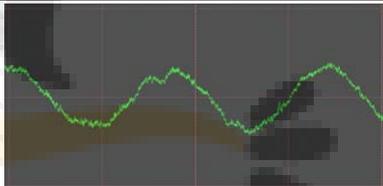
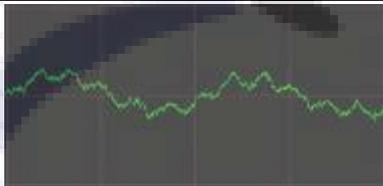
由表九可知，厚度 0.3mm 的磷銅簧片頻率為 53.8Hz，厚度 0.4mm 的則為 64.6Hz。簧片厚度愈厚，頻率愈高，所以厚度確實會影響頻率大小。另外在波形方面，波形明顯不同，但波峰及波谷沒有呈現出不規則的樣子。

四、同材質但不同頭尾寬比的簧片之音調、音色分析

(一)、數據分析

此次以磷銅做為實驗對象，在長度、厚度相同的情形下，我們製作了五種的頭尾寬度不同的簧片，再以頭部寬度對尾部寬度進行比率試算，進而分別進行實驗分析，分析比較如表十所示。

表十、磷銅簧片之音調、音色分析

樣本編號	長度 (mm)	厚度 (mm)	頭寬度 (mm)	尾寬度 (mm)	頭尾寬比率	音調(頻率) (Hz)	音色(波形)
1	60.00	0.30	0.26	2.77	0.0939	75.4	
2	60.00	0.30	0.65	2.32	0.2802	64.6	
3	60.00	0.30	0.71	2.37	0.2996	64.1	
4	60.00	0.30	1.01	2.34	0.4316	53.8	
5	60.00	0.30	1.7	1.72	0.9884	43.1	

(二)、數據討論

由表十可知，樣本 1 比率為 0.0939，頻率為 75.4Hz；樣本 2 比率為 0.2802，頻率為 64.6Hz；樣本 3 比率為 0.2996，頻率為 64.1Hz；樣本 4 比率為 0.4316，頻率為 53.8Hz；樣本 5 比率為 0.9884，頻率為 43.1Hz。頭尾寬比率愈大，頻率愈低，所以頭尾寬比率確實會影響音調。

在音色部份，由上表各樣本波形來看，樣本 2 與樣本 5 明顯與其它三組樣本不同，原因為何，待後續研究探討。

五、創新製作之單銅簧口簧琴(塑膠製琴台)的樂音接受度

本研究以壓模技術複製口簧琴琴台，有效減少製作口簧琴的時間，並提高成功率。壓模材料以保力膠做為主原料，待其硬化後，外表看起來就像真的

口簧琴一樣，只是它是透明的，經過老師的協助，我們終於完成製作世界第一支塑膠製琴台的口簧琴。

為了讓調查人們對於這種新式的口簧琴的接受度，我們特別請家人及朋友接受我們的調查，調查人數總計有 20 人，計有 17 個人接受度高，3 人接受度不高。絕大部份受訪者對於這種新式的口簧琴的外觀皆感到好奇，聆聽過聲音後，因為與傳統式相似，所以接受度高。看過創新製法口簧琴的他們都希望我們能送他們一支。在調查的過程中，有一些人提出一些意見供我們參考。

(一)、健康問題：

因為新式口簧琴是由化學塑膠原料做成，使用起來不知道會不會影響人的健康。

(二)、量產問題：

透過壓模技術，可以大量製造，直接促進口簧琴的推廣工作，但是如何保護太魯閣族祖先的智慧財產與創新的製作方法，而不至於淪落為觀光區裡賤價買賣的商品，甚至利益為少數人所有，這是一個量產前必須重視的問題。

伍、結論

一、同規格不同材質的簧片，其音色有明顯的差異

本研究僅以黃銅及磷銅做為不同材質，依據研究結果發現，不同材質之銅片確實會產生不同的音色。根據第一伸銅科技股份有限公司的銅合金片表(如附件一)，我們發現到銅的合金種類非常多，例如含錫黃銅類、高導銅合金類、高性能銅合金類、CORSON 合金類、磷青銅合金類、洋白鋼合金類等，因廠商商品收益的因素，故樣本取得不易。然而此次研究樣本數太少，如果樣本數多一些，即可建立簧片音色資料庫供口簧琴後續的推廣工作。

二、同規格同材質的簧片，其長度確實會影響音調及音色

經本研究實驗得知，簧片的長度愈長，其音調(頻率)愈低，反之長度愈短，音調愈高，因此我們可由長度來決定簧片的音高。簧片的長度愈長，其波形愈疏散，反之長度愈短，波形愈密集。雖若如此，不管長度多寡，我們仍可以發現波形頗呈一致性，這或許是我們可以在不同音高的簧片中去分辨簧片是否為同一材質的原因。

三、同規格同材質的簧片，其厚度確實會影響音調及音色

經本研究實驗得知，簧片的厚度愈厚，其音調(頻率)愈高，反之厚度愈薄，音調愈低，因此我們也可以從厚度來決定簧片的音高。從波形圖來看，雖有明顯不同，但波線沒有呈現出不規則的樣子，因此音色聽起來差異也不大。太魯閣族單銅簧口簧琴是由經由繩子拉扯而使簧片振動產生聲音，厚度愈厚的簧片較不易振動，因此簧片厚度太厚較不適合做為簧片，簧片太薄，聲音又過於偏軟，也不適合做為簧片，因研究時間之限制無法針對厚度進行更深入的比較，這個部份就等待後續研究了。

四、同材質的簧片，其頭尾寬比確實會影響音調及音色

簧片頭尾寬比是我們這次研究中無意發現影響簧片聲音的因素。經實驗得知，頭尾寬比率愈大，頻率愈低，反之頭尾寬比率愈小，頻率愈高，因

此頭尾寬比率也可做為調整簧片音調的要素之一。就波形來看，頭尾寬比率確實會造成音色的差異，但也許樣本數不足，所以目前尚未找出其規則性，有關這個部份待後續研究找出其因。

五、創新製法之單銅簧口簧琴(塑膠製琴台)的樂音接受度頗高

經調查發現，創新製法之口簧琴的接受度頗高，20位受訪者中有17位對此創新製法之口簧琴深感興趣，因為它的聲音與傳統式的差異性不大，而且材質特殊，頗受大家喜愛。至於吹奏時的技巧與難易度與傳統式沒什麼差別，因此以此做為推廣口簧琴是不錯的選擇。

六、口簧琴量產後衍生的問題

我們試圖以壓模的技術來解決製作琴台的問題，雖然我們成功了，但是我們又發現另一個量產化後所衍生的問題。經老師的解說我們才知道，原住民的文化是具有商業的產值，但原住民往往不懂這方面的知識，所以常常最大的受益者都不是原住民本身，而是圖利的商人。現在我們研發了可量產口簧琴的新製法，我們既高興又怕受傷害，高興的是可以大量推廣口簧琴，使口簧琴文化可以延續下去；害怕是如果不好好的做好保護措施，我想我們老祖先的智慧財產權會被有心的商人拿去註冊商標，最後整個口簧琴商業利益的受益者又不會落在我們太魯閣族人的身上。因此這個問題真的很需要各界的人士給予協助。

參考文獻

書籍類

1. 康軒文教事業，2009，國中八年級自然與生活科技教科書，第 53-87 頁。
2. 拉罕羅幸，2009，線上傳統樂器製作工坊之學習成效研究—以台灣原住民太魯閣族口簧琴製作教學為例，第 15-31 頁。
3. 哈尤尤道，2006，賽德克族本土化禮拜與音樂—以太魯閣中會為例，第 88-95 頁

網路類

1. 「太魯閣族的口簧琴」數位學習網站 (<http://e-learning.abomusic.com.tw/lubug>)
2. 傳統樂器網路工坊 (<http://e-learning.abomusic.com.tw/wtiw>)
3. 維基百科 (<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/聲音>)
4. 維基百科 (<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/太魯閣族>)

附件一

第一伸銅科技股份有限公司 銅合金片表 (1)

合金種類	丹銅及黃銅合金								含錫黃銅		
	C2100	C2200	C2300	C2400	C260S	C2600	C2680	C2801	C4250	C425M	
化學成份(%)	銅94.0-96.0 鉛餘量	銅89.0-91.0 鉛餘量	銅84.0-86.0 鉛餘量	銅78.5-81.5 鉛餘量	銅70.5-73.5 鉛餘量	銅68.5-71.5 鉛餘量	銅64.0-68.0 鉛餘量	銅59.0-62.0 鉛餘量	銅87-90, 錫1.5-3.0 鉛餘量	銅86-88 錫2.5-4.0 鉛餘量	
比重 (gm/cm ³)	8.86	8.80	8.75	8.67	8.53	8.53	8.50	8.39	8.78	8.78	
熱膨脹係數 (10 ⁻⁶ /°C)	18.1	18.4	18.7	19.1	19.9	19.9	20.3	20.8	18.5	18.5	
熱傳導係數 (Cal/cm ² /cm/sec/°C)	0.56	0.45	0.38	0.33	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.25	
導電率 (%IACS, 20°C)	≥56	≥44	≥37	≥32	≥25	≥25	≥24	≥23	≥26	≥24	
抗張強度 (N/mm ²)	標準值	≥205	≥225	≥245	≥255	≥295	≥295	≥295	≥320	295-380	295-380
	1/4H	250-305	275-335	295-365	295-375	330-415	330-415	330-440	350-440	340-405	340-405
	1/2H	270-345	295-365	310-385	320-405	370-440	370-440	370-440	410-490	390-475	390-475
	3/4H	--	--	--	--	410-470	410-470	410-470	--	430-510	430-510
	H	≥280	≥320	≥340	≥375	430-510	430-510	430-510	≥450	480-565	480-565
	EH	--	--	--	--	510-610	510-610	510-610	--	525-605	525-605
	SH	--	--	--	--	565-630	565-630	565-630	--	580-650	580-650
	ESH	--	--	--	--	610-725	610-725	610-725	--	≥635	≥635
伸長率 (%)	標準值	≥33	≥35	≥40	≥44	≥45	≥45	≥35	≥35	≥40	
	1/4H	≥23	≥25	≥28	≥30	≥40	≥40	≥25	≥25	≥30	
	1/2H	≥18	≥20	≥23	≥25	≥30	≥30	≥30	≥15	≥20	
	3/4H	--	--	--	--	≥20	≥20	≥20	--	≥10	
	H	--	--	--	--	≥14	≥14	≥14	--	≥5	
	EH	--	--	--	--	≥8	≥8	≥8	--	--	
	SH	--	--	--	--	≥5	≥5	≥5	--	--	
	ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
硬度 (Hv)	標準值	≤65	≤70	≤70	≤80	≤90	≤90	≤90	--	50-100	50-100
	1/4H	65-80	70-95	70-95	75-105	90-105	90-105	90-105	85-105	80-130	80-130
	1/2H	80-100	95-120	95-120	100-130	105-130	105-130	105-130	105-130	110-160	110-160
	3/4H	--	--	--	--	130-145	130-145	130-145	--	120-170	120-170
	H	≥100	≥120	≥120	≥125	145-160	145-160	145-160	≥130	140-180	140-180
	EH	--	--	--	--	160-175	160-175	160-175	--	150-190	150-190
	SH	--	--	--	--	175-190	175-190	175-190	--	165-205	165-205
	ESH	--	--	--	--	190-210	190-210	190-210	--	≥180	≥180
軟化溫度(°C)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
彈性係數 (KN/mm ²)	118	118	118	110	110	110	103	103	112	112	

第一伸銅科技股份有限公司 銅合金片表 (2)

合金種類	高導銅合金						高性能銅合金				CORSON 合金			
	C1040	C1070	OFE (C1010)	ETP (C1100)	C1100P	C1201	C1221	C151	C19210	C194	C1441	C7025	C7026	
化學成份(%)	銅>99.99 錫≤0.005 鉛≤0.001 鉍≤0.025-0.035	銅>99.99 錫≤0.0003 鉛≤0.001 鉍≤0.065	銅>99.99 錫≤0.0003 鉛≤0.001 鉍≤0.005	銅>99.90 錫≤0.0045	銅>99.90 錫≤0.0045	銅>99.90 錫≤0.004-0.015	銅>99.50 錫≤0.015-0.04	銅>99.82 錫≤0.05-0.15	銅>99.6 錫≤0.16-0.15 鉍≤0.025-0.04	銅>97 錫2.1-2.6 鉍0.15-0.15 鉛≤0.2	銅>98 錫0.10-0.30 鉍0.005-0.024	銅>98 錫2.2-4.2 鉍0.25-1.20 鉛0.025-0.30	銅>98 錫1.0-3.0 鉍0.05-0.30	
比重 (gm/cm ³)	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.83	8.90	8.82	8.9	
熱膨脹係數 (10 ⁻⁶ /°C)	17.0	17.0	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.6	17.7	17.3	18.0	
熱傳導係數 (Cal/cm ² /cm/sec/°C)	0.927	0.927	0.934	0.935	0.934	0.87	0.81	0.86	0.83	0.625	0.81	0.4	0.37	
導電率 (%IACS, 20°C)	≥99	≥99	≥101	≥100	≥99	≥95	≥80	≥90	≥85	≥60	≥85	≥40	≥40	
抗張強度 (N/mm ²)	標準值	195-255	195-255	≥195	≥195	≥195	≥195	--	255-335	310-380	195-245	620-755	590-655	
	1/4H	215-275	215-275	215-255	215-255	215-255	215-275	245-315	275-355	--	215-295	--	--	
	1/2H	245-315	245-315	255-315	255-315	255-315	255-315	290-355	295-375	365-435	255-335	655-825	675-745	
	3/4H	--	--	--	--	--	--	320-385	--	--	--	685-860	725-795	
	H	275-345	275-345	≥290	≥290	≥290	≥290	360-435	330-415	410-485	315-395	795-900	755-835	
	EH	≥310	≥310	--	--	--	--	400-435	≥370	460-505	≥320	--	--	
	SH	--	--	--	--	--	--	440-490	--	480-525	--	--	--	
	ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	500-550	--	--	--	
伸長率 (%)	標準值	≥35	≥35	≥35	≥35	≥35	≥35	--	≥30	≥25	≥35	≥10	≥25	
	1/4H	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥13	≥20	--	≥25	--	--	
	1/2H	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15	≥6	≥10	≥5	≥15	≥7	≥7	
	3/4H	--	--	--	--	--	--	≥5	--	--	--	≥5	≥5	
	H	≥4	≥4	≥5	≥5	≥5	≥5	≥4	≥5	≥7	≥5	≥1	≥1	
	EH	≥2	≥2	--	--	--	--	≥3	--	--	--	--	--	
	SH	--	--	--	--	--	--	≥2	--	--	--	--	--	
	ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
硬度 (Hv)	標準值	≤55	≤55	≤60	≤60	≤60	50-65	50-65	--	≤90	90-100	≤70	180-210	170-200
	1/4H	55-75	55-75	55-100	60-80	60-80	60-90	60-90	--	90-115	--	65-100	--	
	1/2H	75-90	75-90	75-120	80-100	80-100	85-105	85-105	100-115	100-125	110-130	80-110	200-230	190-220
	3/4H	--	--	--	--	--	--	--	105-120	--	--	--	220-250	210-240
	H	90-105	90-105	80	100-130	100-130	≥100	≥100	115-135	110-135	125-145	95-125	240-270	230-260
	EH	≥100	≥100	--	--	--	--	--	120-135	≥115	135-150	≥110	--	--
	SH	--	--	--	--	--	--	--	130-150	--	140-155	--	--	--
	ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	≥145	--	--	--
軟化溫度(°C)	--	360°C	200°C	--	--	--	--	500°C	450°C	1/2H SH 700-390	390°C	--	--	
彈性係數 (KN/mm ²)	118	118	118	118	118	118	118	118	118	121	118	132	130	

第一伸銅科技股份有限公司 銅合金片表 (3)

合金種類	磷青銅合金							洋白銅合金				
	C5050	C50715	C5111	C5102	C5191	C5210	C5240	C7451	C7541	C7521	C7701	
化學成份(%)	銅餘量, 鉛0.6-1.7 錳0.004-0.01	銅餘量, 鉛1.7-2.3 錳0.025-0.04 鎳0.05-0.15	銅餘量, 鉛3.5-4.5 錳0.11-0.13	銅餘量, 錳4.5-5.5 錳0.09-0.11	銅餘量, 鉛5.5-7.0 錳0.11-0.13	銅餘量, 鉛7.0-9.0 錳0.15-0.17	銅餘量, 鉛9.0-11.0 錳0.15-0.17	銅63.5-66.5 鎳9.0-11.0 錳≤0.5 鉍餘量	銅60-64 鎳12.5-15.5 錳≤0.5 鉍餘量	銅62.0-66.0 鎳16.5-19.5 錳≤0.5 鉍餘量	銅54.0-58.0 鎳16.5-19.5 錳≤0.5 鉍餘量	
比重 (gm/cm ³)	8.89	8.9	8.86	8.86	8.83	8.80	8.78	8.7	8.7	8.73	8.70	
熱膨脹係數 (10 ⁻⁶ /°C)	17.8	17.6	17.8	17.8	18	18.2	18.4	16.4	16.2	16.2	16.7	
熱傳導係數 (Cal/cm ² /cm/sec/°C)	0.49	0.36	0.20	0.17	0.16	0.15	0.12	0.089	0.09	0.08	0.09	
導電率 (%ACS, 20°C)	≥45	≥35	≥20	≥20	≥13	≥12	≥10	≥9	≥7	≥6	≥5.5	
抗拉強度 (N/mm ²)	標準值	≥245	--	≥295	≥300	310-395	--	--	320-395	≥355	≥370	--
	1/4H	--	--	345-440	370-470	395-490	--	--	395-425	--	370-450	--
	1/2H	360-425	390-540	410-510	470-570	490-590	470-610	510-630	425-470	410-540	430-510	540-655
	3/4H	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	390-470	540-620	490-590	570-670	525-670	585-710	630-745	450-530	≥490	510-590	630-735
	EH	440-510	≥590	≥570	≥615	≥670	635-735	745-840	--	--	≥570	705-805
	ESH	≥490	--	--	--	--	≥725	805-900	--	--	--	760-860
ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
伸長率 (%)	標準值	≥25	--	≥38	≥40	≥42	--	--	≥20	≥20	≥20	--
	1/4H	--	--	≥25	≥28	≥35	--	--	≥10	--	≥10	--
	1/2H	≥15	≥10	≥12	≥15	≥20	≥27	≥32	≥5	≥5	≥5	≥8
	3/4H	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	≥5	≥5	≥7	≥7	≥10	≥20	≥13	--	≥3	≥3	≥4
	EH	≥2	--	≥3	≥4	≥5	≥11	≥7	--	--	--	--
	ESH	--	--	--	--	--	≥9	≥4	--	--	--	--
ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
硬度 (Hv)	標準值	≤110	--	--	--	90-110	--	--	≤100	≤110	≤110	--
	1/4H	--	--	100-130	90-130	110-140	--	--	100-120	--	110-140	--
	1/2H	105-135	140-170	130-150	130-170	140-170	170-190	190-210	120-140	110-150	130-160	140-200
	3/4H	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	H	125-155	170-200	150-170	170-190	170-200	190-210	200-230	140-160	≥135	150-180	175-220
	EH	135-165	≥180	≥170	≥190	≥200	210-230	220-260	--	--	≥180	195-240
	ESH	≥155	--	--	--	--	230-250	250-290	--	--	--	210-250
ESH	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
軟化溫度(°C)												
彈性係數 (KN/mm ²)	118	120	109	107	109	109	109	121	121	125	127	