實 務

盤式錄音帶檔案整理修護及數位化作業概述

Introduction to the Conservation and Digitization of Open Reel Audiotapes

郭姿妙 Kuo, Tzu-Miao
國家發展委員會檔案管理局檔案典藏組副研究員
Associate Researcher, Archives Preservation Division, National Archives Administration, National Development Council

壹、前言

磁性錄音帶（Magnetic Audiotape），通稱錄音帶，是一種以磁性原理進行聲音記錄之媒體（Society American Archivists [SAA], 2019），該檔案型式及規格多樣，其中以盤式錄音帶（Open Reel Audiotape, Reel-to-Reel Audiotape，以下簡稱盤帶）為目前國家發展委員會檔案管理局（以下簡稱檔案局）典藏數量最多的錄音帶類國家檔案。而盤帶本身材質特殊，主要由醋酸及聚酯等複合性結構組成，受臺灣氣候高溫高溼影響，容易發霉，嚴重時甚至會引發材質本身劣化崩解，導致磁粉脫落，儲存於內的聲音也將不復存在。另一方面，播放盤帶時，必須搭配規格相符之盤式錄音機（以下簡稱盤機），始能聽取其中的聲音，單憑瀏覽原件外觀是無法得知其中內容。但隨著時間推移，這些盤機不僅面臨自然毀損的淘汰，提高取得的難度，甚至相關零件多已停產，廠商或專業人員已不再提供維護服務，使得維修保養更為棘手。為使珍貴原件能永續保存及提供大眾利用，錄音帶類檔案保存複製作業實刻不容緩，有鑑於此，本文分述說明盤帶之磁帶材質、規格尺寸、整理修護及數位化作業等，期能提供各界參考。

貳、國家檔案典藏情形

檔案局管有之國家檔案，依媒體型式區分為紙質類、攝影類、錄影音帶類、電子媒體類及其他（印信及銜牌）等，而錄影音帶類檔案之檔案典藏長度截至西元（以下同）2022 年 3 月 31 日止，計 662.455 公尺，占國家檔案總典藏量 2.7%，僅次於紙質類檔案量，居非紙質類檔案量之第一位（如圖 1；檔案局，2022）。

目前檔案局典藏之盤帶，來自國民大會、外交部、國防部、國防部後備司令部、國防部軍法局及臺灣省諮議會等移轉機關，共計 8,352 捲（如表 1），內容多屬紀錄性質，例如：會議、活動、訪談及偵訊等發言或對話。

參、磁帶材質及盤帶規格

為妥適保存盤帶，應先瞭解該類檔案材質及其可能發生的劣化特徵，以辨識及釐清檔案原件

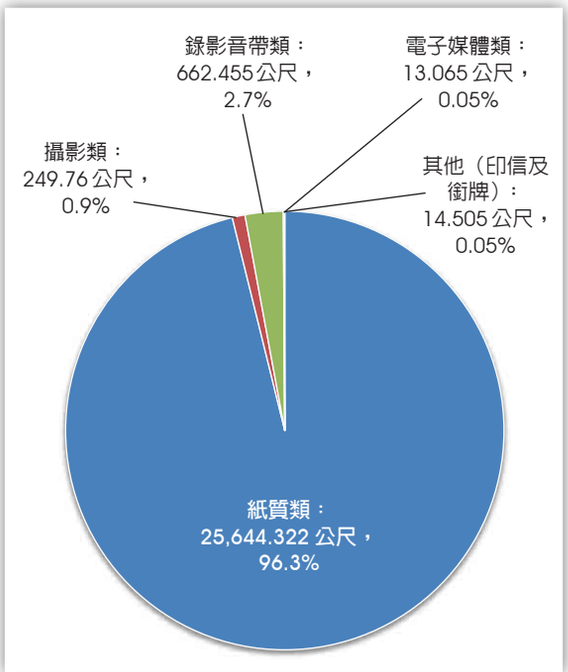


圖 1　國家檔案媒體型式數量分布情形

資料來源：檔案局（2022）

表 1　錄音帶類國家檔案數量統計表

媒體型式	全宗	規格（英吋）	數量（捲）
盤式錄音帶	國民大會	5	20
		7	4,088
	外交部	5	1
	國防部	5	1
		7	8
	國防部後備司令部	5	1
		7	1
	國防部軍法局	5	1
	臺灣省諮議會	5	558
		7	3,673
總計			8,352

資料來源：作者彙整

保存狀況，並就尺寸大小及總長度等規格進行清查與記錄，始利後續相關設備、保存環境、資源經費、整理修護及數位化作業程序及工作進度等規劃。因此，以下將先介紹磁帶材質及盤帶規格。

一、磁帶材質

盤帶的磁帶本身非常薄，總厚薄度約 7-30 微米（micrometer，簡稱 micron，單位符號 μm）（National Archives, 2019），而人類的頭髮約 70-80 微米，在如此微薄的空間範圍裡，其材質組成結構可分為：上塗層、基底層及背塗層（如圖 2）。各層主要功能及組成介紹如下。

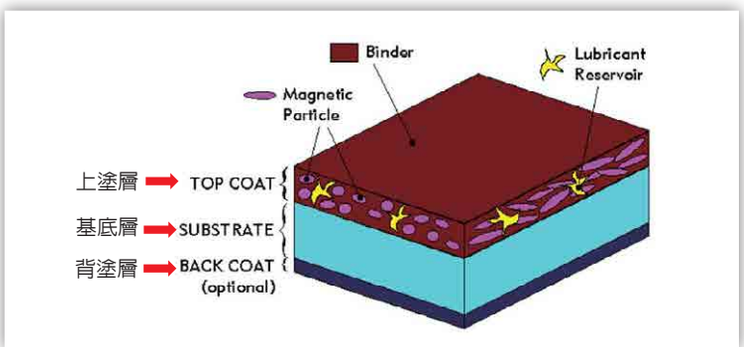


圖 2　盤帶的磁帶材質結構面

資料來源：Van Bogart（1995）

（一）上塗層（Top Coat）

上塗層又稱磁性層，主要包括下列 3 種組成成分：

1. 磁粒子（magnetic particle）

磁粒子主要功能為記錄聲音，而盤帶常用的磁粒子是氧化鐵（Fe_2O_3）及二氧化鉻（CrO_2），各家廠牌因材料技術演進，所使用的成分因年代而有不同。例如：BASF 公司於 1983 年前主要使用二氧化鉻，之後則全部改用氧化鐵（Casey, 2007）。

2. 黏合劑（binder）

黏合劑主要功能是將磁粒子固定黏附於上塗層中，並使磁帶表面光滑，達到減少摩擦之功用，進而在播放時讓磁帶能更順暢地被設備帶動，除可降低磁帶磨損外，也提高盤帶使用次數（Van Bogart, 1995）。黏合劑的主要成分，初期採用醋酸酯（Acetate），而 1960 年代末則改用聚胺基甲酸乙酯（Polyester Urethane）（International Association of Sound and Audiovisual Archives [IASA], 2019a），但依目前觀察發現 1950 年後期至 1960 年生產的大部分盤帶，並沒有因醋酸酯黏合劑而發生嚴重劣化問題，反而是 1970 年至 1980 年的盤帶，磁性層較不穩定（IASA, 2019b），受聚酯黏合劑劣化影響，播放盤帶時，常有磁粉掉落，這些掉落的磁粉會堆積黏在盤帶及盤機零件上，造成阻塞，導致聲音播放不正常而變得尖銳，而該劣化現象即為「黏化症候群（Sticky Shed Syndrome，以下簡稱黏化症）」（如圖 3；IASA, 2019c）。

黏化症成因為黏合劑聚合物從空氣中吸收水氣，相對溼度愈高水氣吸收愈多，促使聚酯聚胺基甲酸乙酯的黏合劑體系（Polyester Polyurethane-based Binder System）中聚酯鍵（Polyester Linkages）被水分子切斷，而產生所謂水解反應，導致磁帶發黏、脫落；再者，這些磁粉殘屑有可能在播放過程中，造成盤機磁頭零件毀損，使播放聲音不正常，或沾黏到同一捲盤帶的其他磁帶段落上，使得盤帶難以被捲動（Van Bogart, 1995）。雖然，這種水解劣化可通過低溫烘烤（bake tape）（如圖 4）、脫水（dehydrate tape）或是利用低濕（接近 0% RH）乾燥方式改善，但皆屬暫時性，水解劣化無法一勞永逸解決，即使透過任何方法也無法使其回復至原來的狀況，因此，當發現盤帶有黏化症情形時，建議應儘快將其數位化並保存於良好的儲存環境，以免繼續惡化（IASA, 2019d）。

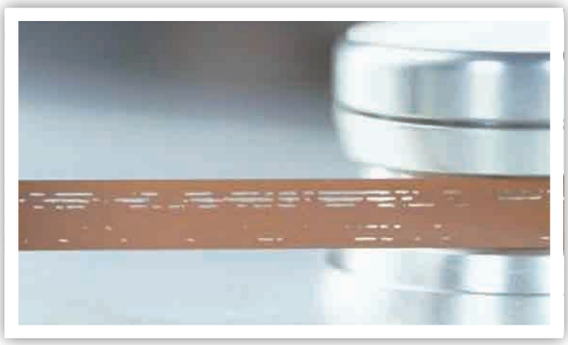


圖 3　患有黏化症候群之盤帶

資料來源：Wallaszkovits（2014）



圖 4　低溫烘烤黏化症盤帶

資料來源：Ryan（2019）

3. 潤滑劑（lubricant reservoir，又稱 lubricant）

成分為脂肪酸（Fatty Acids）與酯（Esters），主要功能是減少播放時磁帶與設備磁頭之間的磨擦，而上塗層就像海綿一樣，潤滑劑會經由其孔隙滲出，協助盤帶順利播放，進而降低損壞（IASA, 2019b）。

（二）基底層

基底層所用之材質成分，隨時代進步而有所不同，例如：紙、醋酸纖維素、聚氯乙烯及聚酯等，在檔案局管有之國家檔案以醋酸纖維素及聚酯最為常見。

1. 醋酸纖維素（Cellulose Acetate，以下簡稱醋酸）

又稱乙酸纖維素，被廣泛用於各種多媒體檔案載體，該材質最早出現於 1932 年，由德國電氣製造公司 AEG（Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft）向德國工程師 Pfleumer 購買專利權後，與專門生產化學相關產品的 IGF 公司（IG Farben）合作，並於 1934 年生產第一批 50,000 公尺的盤帶予 AEG 公司，1935 年 AEG 公司成功開發的第一臺盤式錄音機（如圖 5）問世（BASF, 2019），隨後醋酸盤帶也正式生產，直至 1954 年停產。

在美國，約於 1948 年由 3M 公司（Minnesota Mining and Manufacturing Company）生產第 1 捲 Scotch 111 系列的醋酸盤帶（如圖 6），直至 1972 年至 1973 年間停止生產（Casey, 2007）。

醋酸材質相較於紙質堅固，但若長期處於潮濕環境，易造成乙醯化反應（deacetylation），即為「乙酸綜合症」（Vinegar Syndrome，以下簡稱醋酸症）（如圖 7），這是屬於一種自催化反應，一旦

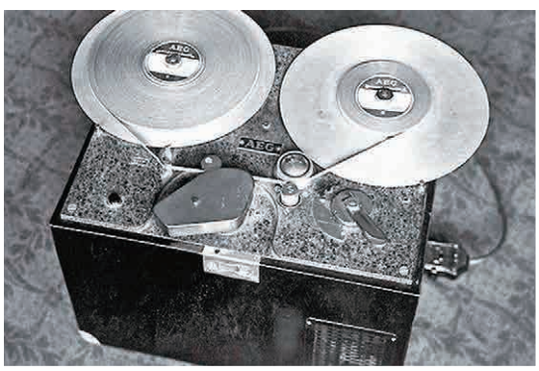


圖 5　AEG 公司開發的第一臺盤式錄音機

資料來源：BASF（2019）



圖 6　3M Scotch 111 系列盤帶紙盒

資料來源：作者拍攝



圖 7　患有乙酸綜合症之盤帶

資料來源：Wallaszkovits（2014）

發生該化學反應，就無法停止或逆轉，且隨著時間推移，乙酸持續供應能量並不斷增加，對衰變過程產生了加速作用。因此，當用來承載磁性層的基底薄膜－帶基開始釋放酸性，表示該結構已產生劣變，若持續反應，帶基便將開始收縮，但由於磁性層不會收縮，因而產生落差，導致整個磁帶變形，當變形愈大，則將影響磁性層逐漸分離或磁粒子脫落（Brylawski, Lerman, Pike, & Smith, 2015）。除了帶基收縮之外，醋酸症也會造成上塗層與基底層中間黏合劑裡的塑化劑分解（plasticiser，又稱 plasticizer loss），而使帶基脆化（IASA, 2019b）。

此外，若盤帶長時間存放至溫溼度控制不當的保存環境中，也會導致磁帶變形（如圖 8；Hess, 2008）。所以，基於上述兩種常見的劣化問題，廠商致力研發較為穩定的材料－塑膠類帶基。

2. 聚酯（Polyester）

1953 年 3M 推出 Scotch 102 系列聚酯盤帶，並廣泛應用於各種影音及電腦資料載體，一直延用至今。該類材質本身不易受機械播放拉力及濕度的影響而斷裂或崩解，也不易產生靜電（Casey, 2007）。

上述醋酸及聚酯盤帶，外觀相似，不易區別，因此，可透過以下兩種方式辨識。

1. 盤帶外盒：盤帶外盒上除註記品牌及系列型號外，通常會註明材質資訊，例如：如圖 9 所示，此捲盤帶為聚酯塗層。
2. 原件透光性（translucence）：醋酸盤帶非常特殊，具透光性，因此，可利用光線直射盤帶，以檢測它是否透光（如圖 10），若不透光，則表示這捲盤帶是聚酯。



圖 8　磁帶變形

資料來源：Hess（2008）

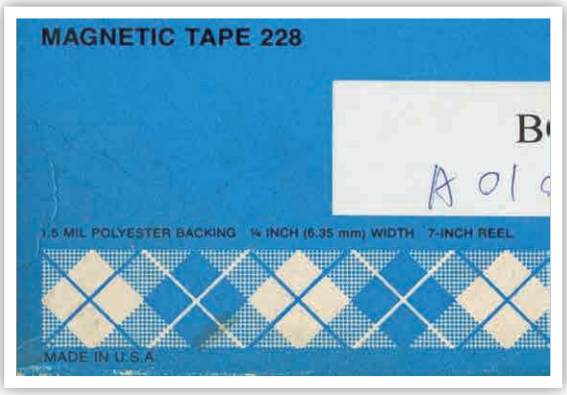


圖 9　聚酯盤帶外盒

資料來源：作者拍攝

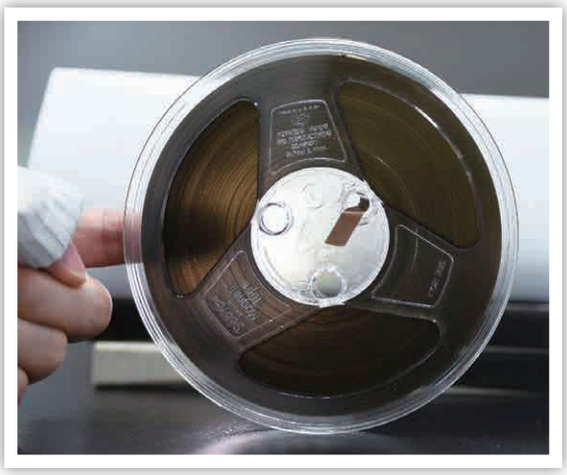


圖 10　5 英吋醋酸盤帶

資料來源：作者拍攝

（三）背塗層（Back Coat）

背塗層主要成分為碳，其功能除加固支撐外，更能減少摩擦力及靜電，但因為這些功能在上塗層及基底層也有，因此，部分盤帶材質組成結構中並沒有背塗層。

二、盤帶規格

一般而言，盤帶規格涵蓋尺寸與可錄時間，前者主要以盤帶大小及其磁帶寬度等資訊來描述說明盤帶尺寸規格，例如：1 捲 5 吋大且 1/4 英吋寬的盤帶，而後者是以磁帶總長度及錄音設備轉速來計量其可錄音的時間。

（一）帶盤大小

以帶盤直徑來計量（如圖 11），帶盤是用於裝載盤帶磁帶之容具，單位通常為英吋（inch，簡稱 in），常見的大小為：3 英吋、5 英吋、7 英吋、10.5 英吋、14 英吋。

（二）寬度

係指盤帶的磁帶寬度，單位通常為英吋，常見寬度為：1/4 英吋、1/2 英吋、1 英吋、2 英吋，每種磁帶寬度的製造年代略有不同，且磁帶寬度愈寬，可記錄的聲音訊號愈多，但 1/4 英吋卻是最常用的尺寸，因此，從開始至停產，廠商都一直持續生產此種規格的盤帶（如表 2）。

表 2　盤帶的磁帶寬度生產年代表

寬度（英吋）	生產年代
1/4	1935 ～ 1980 年
1/2	1950 年初～ 1980 年
1	1950 年中～ 1980 年
2	1950 年末～ 1980 年

資料來源：Preservation Self-Assessment Program（2019）



圖 11　10.5 英吋鋁製帶盤（左）、7 英吋塑膠帶盤（右）

資料來源：作者拍攝

（三）可錄音時間

盤帶的可錄音時間與其磁帶總長度及錄音轉速有關，錄音轉速指錄音帶錄製或播放時設備捲動的速度，其計量單位為「英吋／秒」（inches per second，簡稱 ips），意指每秒通過磁頭的磁帶長度，ips 值愈高表示轉速愈快，每秒經過的磁帶面愈大，在錄製時所記錄的訊號愈多，音質亦愈好，例如：錄製盤帶一般常用的轉速為 3.75 至 7.5 ips，高規格專業錄音則為 15 ips 以上（American Institute for Conservation of Art and Historic Works , 2019），因此，若 1 捲 1/4 英吋寬且 5 吋大的盤帶，其總長度為 1,800 英呎，並以 7.5 ips 錄音，單面的可錄時間為 45 分鐘（如表 3）。

肆、整理修護作業

為長期保存檔案原件及後續數位化作業，建議應由專業人員進行整理作業及修護作業，並將各項作業情形完整記錄。以下分別介紹盤帶之整理及修護作業。

表 3　1/4 英吋盤帶錄音時間對照表

盤帶大小（英吋）	磁帶總長度（英呎）	轉速（ips）				
		1.875	3.75	7.5	15	30
		單面錄音時間（分）				
5	600	60	30	15	7.5	3.75
	900	90	45	22.5	11.25	5.625
	1,200	120	60	30	15	7.5
	1,800	180	90	45	22.5	11.25
7	1,200	120	60	30	15	7.5
	1,800	180	90	45	22.5	11.25
	2,400	240	120	60	30	15
	3,600	360	180	90	45	22.5
10.5	2,500	240	120	60	30	15
	3,600	360	180	90	45	22.5
	4,800	480	240	120	60	30
	7,200	720	360	180	90	45

資料來源：Ranger（2014）

一、整理作業

本階段作業主要以檢視實體保存狀況及測試盤帶聲音為主，其工作內容說明如下。

（一）檢視實體保存狀況

首先，檢視檔案原件實體外觀，除辨識其尺寸規格外，盤帶的外盒、帶盤及磁帶等也逐一進行檢視，且將各項結果記錄並拍照，而檢視工作重點包括：

1. 是否有外盒容具？
2. 外盒及帶盤是否為原廠容具？兩者廠牌型號是否一致？是否有破損、髒汙或發霉等劣化情形？
3. 是否有接引導帶？是否有斷帶、發霉、彎曲變形、磁帶脫落、沾黏、黏化症或醋酸症等劣化情形？

（二）測試盤帶聲音

藉由專用盤機，檢測盤帶聲音內容、錄音轉速、聲軌類型及內容狀況等，而測試工作重點包括：

1. 是否有聲音？
2. 錄音轉速為何？
3. 是單音軌、雙音軌或四音軌？
4. 聲音是否有尖銳聲、雜音、音量過大或過小等情形？

二、修護作業

依據整理作業紀錄，針對常見的問題，進行各項修護作業說明如下。

（一）除汙

先以軟刷、吹塵工具、不掉絮超細纖維布或棉棒，針對汙損處，進行乾式清潔，並注意擦拭

力度，若盤帶外盒或帶盤上，黏貼該捲盤帶備註資訊之標籤，清潔時也應避開。

（二）除黴

當遇若盤帶發霉時，需先觀察發霉狀況，倘若黴菌仍具有活性，應先置放於乾燥或是低溼度環境，使黴菌停止生長後再進行除黴作業。除黴時，工作人員應先穿戴好防護裝備，再以專用吸塵器、不掉絮超細纖維布或棉棒，將黴屑清除，因黴屑細小，須仔細反覆檢查是否有殘屑。另須注意勿使用吹塵工具或軟刷，以避免黴屑飛散。

（三）斷帶

若遇盤帶的磁帶斷裂時，可利用專用膠帶進行接合，而該項工作應注意：

1. 依磁帶寬度選用合適之專用切割墊工具及接帶膠帶。
2. 接合時，應先分辨磁帶的亮面（shiny side 或 lighter side）和霧面（duller side 或 darker side）（如圖 12），亮面為基底層或背塗層，霧面為上塗層（磁性層），兩端斷裂處於接合時應一致，亦即亮面接亮面，霧面接霧面，此外，播放盤帶時，盤機磁頭是與磁帶的霧面接觸，為避免膠帶刮傷磁頭或是劣化殘膠沾黏在上面，造成零件損壞而無法讀取，因此，將接合膠帶黏於磁帶的亮面。
3. 若磁帶兩端斷裂處為不平整，應視情況裁剪後再行接合，以免露出的膠帶沾黏至他處，且若接帶處接合不平整，有可能導致黏合力不足，而造成二次斷裂。

（四）移除受損

若遇盤帶因捲曲變形受損（如圖 13），而無法在盤機上正常捲動播放時，可視情況先移除受損部分後再進行接合處理。

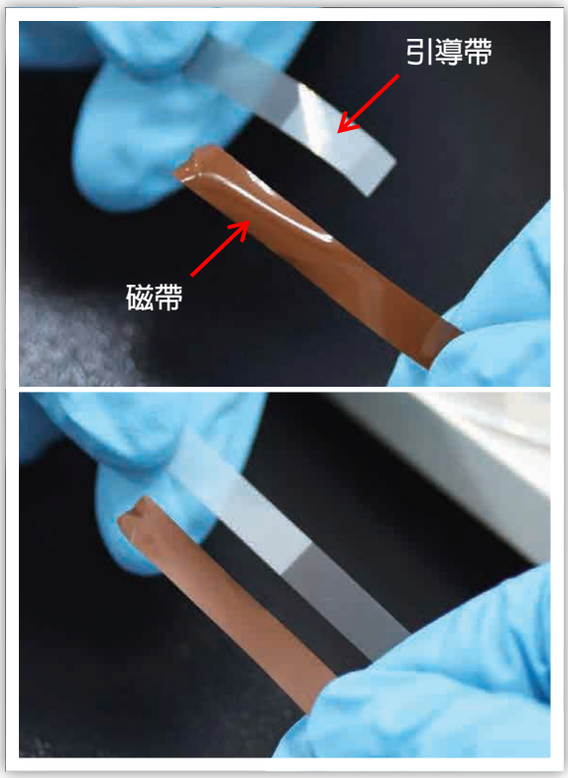


圖 12　磁帶及引導帶亮面（上）、磁帶及引導帶霧面（下）

資料來源：作者拍攝

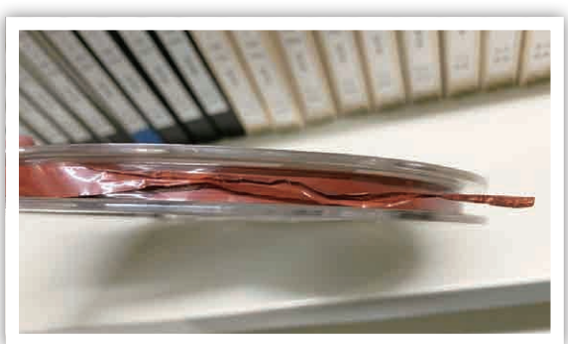


圖 13　受損磁帶

資料來源：作者拍攝

（五）更換容具

為長期保存考量，若為汙損或破裂嚴重的容具（如圖 14），應進行置換，建議選用化性穩定的塑膠盒，或可隔絕電磁干擾及去酸之紙質保護盒。

（六）添加引導帶

一般而言，為保護盤帶，會在盤帶的磁帶前端添加專用引導帶，一方面使灰塵或其他有害物質，不會直接接觸到磁帶，另一方面，避免在播放時，盤機因設備剛啟動，其拉力不平均而扯壞磁帶，因此，建議於每捲盤帶的磁帶前後端添加 1.5 至 2 公尺引導帶（如圖 15），引導帶接帶作業同（三）「斷帶」之接帶作業。

伍、數位化作業

盤帶數位化作業藉由專用盤機與數位轉製設備，同時搭配專業應用軟體，將盤帶的聲音內容擷取錄製並轉換為數位格式，儲存備份於其他載體，因而此作業流程可分為：前置準備、連動測試、訊號擷取轉換、成果檢核及儲存備份等，並將分述說明如下。

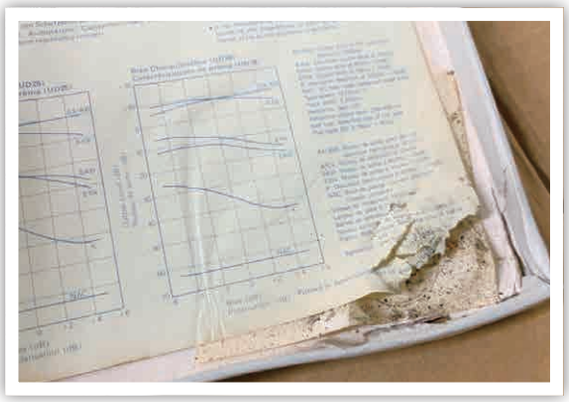


圖 14　受損外盒

資料來源：作者拍攝



圖 15　添加引導帶作業

資料來源：作者拍攝

一、前置準備

盤帶數位化作業所使用的硬體設備及應用軟體，包括：專用盤機、數位化工作站及聲音錄製編輯軟體等，以盤機之規格最為複雜，為避免機器不適用之情形發生，進行數位化作業前，須先確認其硬體規格與盤帶原件之合用性，以下說明盤機規格注意重點。

（一）盤帶尺寸限制

每臺盤機可裝載的盤帶大小有一定的範圍限制，因而在準備盤機前，應先釐清待數位化之盤帶原件尺寸規格，例如：圖 16 的 OTARI MX-



圖 16　OTARI MX-5050 盤式錄音機

資料來源：作者拍攝

5050 盤式錄音機，機身寬度約為 45 公分，而盤機播放盤帶是以自左邊捲出、右邊捲收，且兩邊需同時運作的方式，故因機身限制，這臺盤機是無法支援播放 10.5 英吋（36 公分）以上的盤帶。

（二）播放及錄音轉速

盤帶的聲音內容源於盤機錄音的成果，因而盤帶的錄音轉速與盤機的播放轉速習習相關，兩者的轉速須一致，聽到的聲音才會正常，常見的轉速分為：1.875 ips、3.75 ips、7.5 ips、15 ips 及 30 ips，但每臺盤機所支援的轉速不一，例如：圖 16 的 OTARI MX-5050，所提供的轉速僅有 3.75 ips、7.5 ips、15 ips。

（三）磁頭及聲軌規格

盤機上的磁頭規格因盤帶的磁帶寬度而有所差異（如圖 17），且可錄製的聲軌和聲道也不同，以常見的 1/4 英吋寬為例，該磁頭可細分：全聲軌（full track）磁頭、2 聲道 / 2 聲軌（2 channel / 2 track）磁頭、2 聲道 / 4 聲軌（2 channel / 4 track）磁頭、4 聲道 / 4 聲軌（4 channel / 4 track）磁頭及 2 聲道 / 8 聲軌（2 channel / 8 track）磁頭等 5 種類型。

因此，為了解盤帶的磁帶聲軌，可利用磁性檢視器進行檢視（如圖 18），以選擇適用之盤機磁頭類型。

二、連動測試

盤帶數位化作業所使用的硬體設備及應用軟體各有不同，因此，作業前須將所用的軟硬體互相連動，並測試各功能是否能正常運行。

三、訊號擷取轉換

透過數位化工作站及聲音錄製編輯軟體，擷取錄製播放中的盤帶聲音，並同時將其轉換成數位格式，而在此作業過程中，播放與擷取兩者應是以 1：1 速度進行，建議不要為了節省時間而將速度調快，以確保作業過程之穩定性。

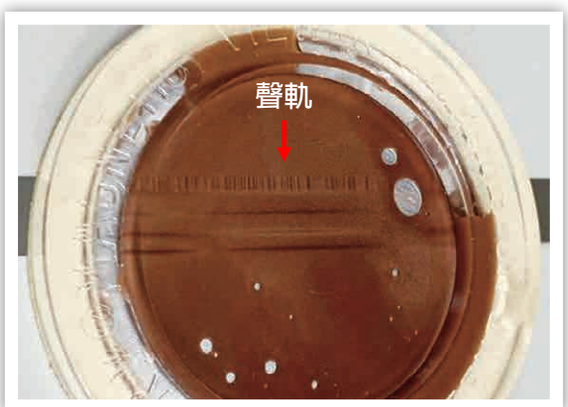


圖 18　1/4 英吋寬盤帶之 1/4 聲軌

資料來源：作者拍攝

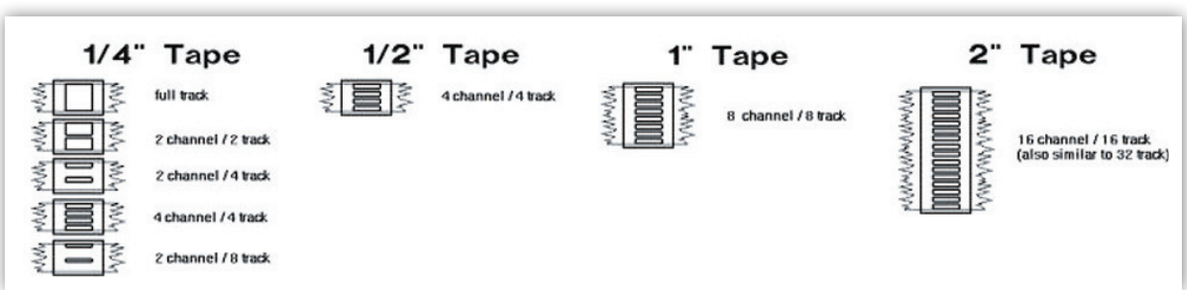


圖 17　盤機磁頭類型

資料來源：Harvey（2019）

四、成果檢核

作業完成後，為確保數位檔及聲音內容之正確性並管控品質，因而數位成果應逐一進行檢核，檢核要點包括：

（一）是否有聲音？

（二）聲音速度是否正確？聲音是否清晰？音量是否適中？

（三）聲音內容是否與盤帶原件上所註記之內容相符？

（四）是否有因雜音過大而導致主要聲音聽不清楚？

（五）檔位檔格式是否符合規定？

（六）數位檔是否能正常播放至結束？

五、儲存備份

數位化作業完成後，將其數位成果放至儲存載體，如外接硬碟或儲存系統，予以保存，另為分散儲存載體損壞或遺失風險，建議規劃儲存數份副本，並採異地存放方式。

陸、結語

錄音帶是 1950 至 1990 年代人類用以記錄重要事件及錄製音樂常用的媒體，這些原件保存了過往珍貴的歷史記憶，是現今窺探當時情境的重要關鍵，由於臺灣氣候多變，盤帶保存為一大難題，考量其內含聲音資產的獨特性，為免檔案消逝，除儘速將原件移至保存條件較好的環境下存放外，同時亦需藉由數位化作業將類比聲音轉製成數位檔，以減少原件使用頻率，降低原件因多次播放而損壞之機率。

2019 年聯合國教科文組織（UNESCO）的全民信息計畫（Information for All Programme, IFAP）與國際影音典藏協會（International Association of Sound and Audiovisual Archives）聯合發起「磁性媒體警報計畫（Magnetic Tape Alert Project）」（IASA, 2019e），呼籲全球典藏機構重視磁性媒體之保存，並應立即進行數位化作業，以確保珍貴記憶能被保留。檔案局身為全球典藏機構之一員，自不能置身事外，未來仍將持續進行磁性媒體檔案整理修護及數位化作業，以妥善保存國家珍貴資產。

參考文獻

國家發展委員會檔案管理局（2022）。國家檔案典藏新訊第 49 期。檢自 https://www.archives.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1468 (Apr. 11, 2022)

American Institute for Conservation of Art and Historic Works (2019). Analog Audio Tape. Retrieved from http://www.conservation-wiki.com/wiki/Analog_Audio_Tape (May 12, 2020)

BASF (2019). History. Retrieved from https://www.basf.com/tw/zh/who-we-are/history/1925-1944.html (Nov. 5, 2020)

Brylawski, S., Lerman, M., Pike, R., & Smith, K. (2015). *ARSC Guide to Audio Preservation*. Virginia: Council on Library and Information Resources. Retrieved from https://clir.wordpress.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/pub164.pdf (Mar. 2, 2020)

Casey, M. (2007). The Field Audio Collection Evaluation Tool. Retrieved from: http://www.dlib.indiana.edu/projects/sounddirections/facet/facet_formats.pdf (Mar. 2, 2020)

Harvey, M. (2019). Sound for the Theatre. Retrieved from: https://www.d.umn.edu/~mharvey/th1551reeltoreelcassetteda.html (Nov. 30, 2020)

Hess, R. L. (2008). Tape Degradation Factors and Challenges in Predicting Tape Life. *ARSC Journal, 39*(2), 240-274. Retrieved from https://www.richardhess.com/tape/history/HESS_Tape_Degradation_ARSC_Journal_39-2.pdf (Nov. 30, 2020)

International Association of Sound and Audiovisual Archives (2019a). Reproduction of Analogue Magnetic Tapes. Retrieved from https://www.iasa-web.org/tc04/magnetic-tapes-introduction (Nov. 1, 2020)

International Association of Sound and Audiovisual Archives (2019b). Components of magnetic tapes and their stability. Retrieved from: https://www.iasa-web.org/tc05/22111-components-magnetic-tapes-and-their-stability (Nov. 1, 2020)

International Association of Sound and Audiovisual Archives (2019c). The so-called Sticky Tape or Sticky Shed Syndrome (SSS). Retrieved from https://www.iasa-web.org/tc05/22112-so-called-sticky-tape-or-sticky-shed-syndrome-sss (Nov. 1, 2020)

International Association of Sound and Audiovisual Archives (2019d). Cleaning and Carrier Restoration. Retrieved from: https://www.iasa-web.org/tc04/magnetic-tapes-cleaning-and-carrier-restoration (Nov. 1, 2020)

International Association of Sound and Audiovisual Archives (2019e). Magnetic Tape Alert Project. Retrieved from https://www.iasa-web.org/magnetic-tape-alert-project (Nov. 1, 2020)

National Archives (2019). Audio Guidance: Important Characteristics of Audio Formats. Retrieved from https://www.archives.gov/preservation/formats/audio-important-characteristics.html (Mar. 13, 2020)

Preservation Self-Assessment Program (2019). Audiotape. Retrieved from https://psap.library.illinois.edu/collection-id-guide/audiotape (Nov. 11, 2020)

Ranger, J. (2014). Open Reel Audio Duration Calculator. Retrieved from https://www.weareavp.com/open-reel-audio-duration-calculator/ (Nov. 11, 2020)

Ryan (2019). How to Save Your Old Reel-to-reel Tape by Baking It. Retrieved from http://www.adsrecording.com/blog/2019/3/13/sticky-shed-syndrome-or-how-to-bake-your-old-reel-to-reel-tape (Nov. 11, 2020)

Society American Archivists (2019). Magnetic Tape. Retrieved from https://www2.archivists.org/glossary/terms/m/magnetic-tape (Oct. 11, 2020)

Van Bogart, J. W. C. (1995). *Magnetic Tape Storage and Handling: A Guide for Libraries and Archives*. Washington, D.C.: Commission on Preservation and Access and the National Media Laboratory. Retrieved from https://www.clir.org/pubs/reports/pub54/ (Mar. 13, 2020)

Wallaszkovits, M. (2014). *Signal Retrieval from Analogue Magnetic Tape*. Unpublished manuscript, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Austria.