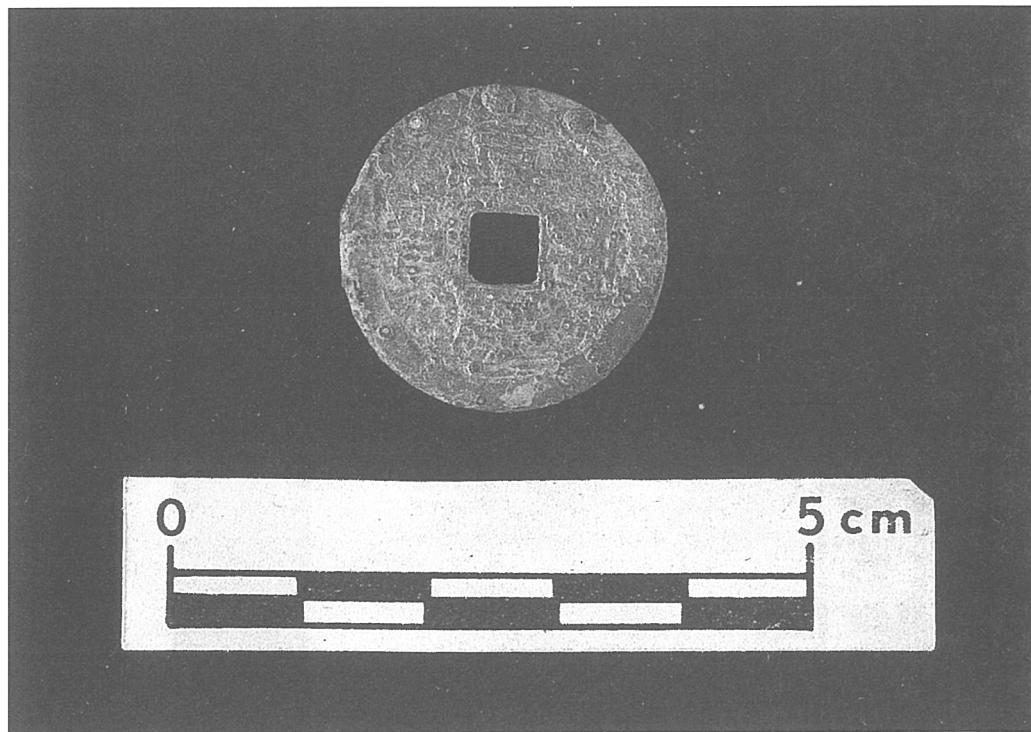


# X-射線照相技術 在考古學研究上的應用



淡水測候所遺址出土的清代銅幣一枚。

李匡悌 蘇春華  
(中央研究院歷史語言研究所)

## 一、前言

民國八十七年八月至翌年二月間，李匡悌接受委託進行淡水河北側沿河快速道路文化遺址試掘補充調查計劃。<sup>①</sup>當時在淡水測候所遺址的出土標本裡，發現錢幣九枚；在紅毛城遺址亦發現一枚。一般而言，錢幣可依其鑄造和使用的時間和地區，做為說明考古遺址相關的文化內涵和所屬年代的參考。尤其是針對一遺址的遺留堆積中沒有出現能測定年代的材料來說，更屬珍貴。但是，該批錢幣卻因惡劣的保存環境，導致銅幣嚴重腐蝕，絕大部份無法用肉眼或顯微鏡辨識。這種情況下，最有效的方式便是利用X-射線的照相技術來取得任何曾經鑄在錢幣表面上的紋樣，以便進行比對判認。

本文的目的，一方面希望能介紹這種照相技術在考古學上的應用；另方面則是，試圖進一步地說明和解釋淡水測候所遺址和紅毛城遺址出土錢幣的內容，以及這些錢幣在遺址遺留物質文化上的意義。

## 二、X-射線透視原理與照相設備

出土的考古材料是古代文化、藝術和歷史的實物見證，因此在進行研究和鑑別時，一般不允許對文物採用破壞性的手段。「X射線照相術」即是在不傷害被照物體的本質下，檢測出物體內部的結構情況，所以在工業非破壞檢驗的應用上，早占一席之地。<sup>②</sup>且因其犀利與便捷，近世更被廣用於古物的透視觀察上。<sup>③</sup>

西元1895年德國科學家倫琴發現了一種穿透力很強的射線，當時他將這種不知名的射線稱為X射線。X射線透視原理是以具有高穿透性的X射線來照射檢測物，由於檢測物種類、厚度、密度或內部缺陷形式的不同，因此對於射線透射或吸收的程度會有差異，可利用底片上的感光強弱程度，經暗房顯像作業顯示出明暗對比後，而判讀出材料之內部構造。密度高、厚度大的材料能吸收較多的放射線，使底片感光較少而呈現較白的區域，密度低、厚度小的材料則反是。

X射線照相設備以X光機為主，其核心為X光管。管腔內抽真空，一端是鎢絲陰極，用來產生電子經聚焦杯形成電子束。然後用高壓電場使電子束加速到高速，再以

<sup>①</sup> 李匡悌，〈淡水河北側沿河快速道路文化遺址試掘補充調查報告〉，交通部台灣區國道新建工程局，1999年。

<sup>②</sup> 陳永增、鄧惠源，《非破壞檢測》，台北市：全華科技圖書公司，1999年。

<sup>③</sup> J. Lang & A. Middleton, *Radiography of Cultural Material*, Butterworth-Heinemann, 1997.

很高的能量向鎢靶撞去，使電子束因減速而釋放能量，於是就產生了X光。中央研究院歷史語言研究所文物維護實驗室所用X光機，為比利時ICM公司出品之SITE-X D3006攜帶型X光機，最高管電壓為300 kVp，最大管電流為6 mA。

X射線照相用底片是由一層薄的塑膠片為基礎，然後在塑膠片的兩面依序塗上膠層、乳化層及保護層等。當X射線照射在底片上的乳化層時，層內的溴化銀粒子會立即產生特殊的變化，再經顯像作用後，這些感光的銀粒子便產生黑色的影像。感光較多的部份，呈現暗黑色；而感光較少的部份，顯現淡灰色。射線底片選擇的因素包含顆粒、速率及對比等三項，它們相互關聯。第一類底片顆粒極細，故速率慢而對比高，餘類推。常見底片的分類，如表一所示。本室採用Kodak工業用M型底片，即屬於第一類，與Agfa-D4型同級。

底片通常放於底片套中以避免在照相前即發生曝光，並藉以保護底片免受損傷。本室採用塑膠製摺疊式的底片套，具撓性，適於曲面試件之用。當X射線照射入底片時，通常僅約1%以下的能量為底片所吸收，其餘無效的能量為使其受底片吸收利用，則必須採用增感屏。本室採用鉛箔增感屏，可增強穿過底片乳化層之感光效果外，尚可提高黑度、增加光差，且可濾掉部份散亂射線而呈現清晰的影像。底片黑度以D表示，係指底片暗黑的程度。若底片黑度太小，則光差不佳，而黑度太大時則甚難判讀，通常以2.0左右為宜。至於射源與底片間的距離則以FFD表示，通常定於70公分左右可得較佳效果。

底片沖洗用藥劑主要包含顯影劑、停影劑及定影劑等三種，一般工業用X光底片在室溫時顯影約5分鐘、停影約1分鐘、定影約7分鐘。本室採用Kodak製造之顯影劑及定影劑，依其說明書加以配製，而停影劑使用清水即可。

X射線曝光量以輻射強度與曝光時間的乘積表示，通常以mA-min為單位。本室所購X光機針對Agfa-D7型的底片，在各種管電壓下，不同厚度鋼材所需曝光量不同，明載於使用手冊。如果檢測物為其他材料，則須將其厚度乘上等值因子，如表二所示，即得相當於鋼材之等值厚度。通常對於較薄之銅材使用之管電壓在150 kV左右，故等值因子應為1.6。至於不同類型底片所需曝光量之換算，則參見表三。

淡水地區出土的銅幣幣體極薄，乘上銅材之等值因子1.6之後尚不到3 mm，若選用最低之管電壓140 kV，則曝光量應為2 mA-min。因本室所用底片與Agfa-D4型同級，根據表三曝光量須再乘上3.3得6.6 mA-min。通常輻射強度固定於4 mA，由此推算出曝光時間應為1.65 min。因此現將管電壓固定於140 kV，曝光時間則分別設為1.5 min和2.0 min。

### 三、出土銅幣之X-射線影像分析

表四記錄的是，淡水地區紅毛城遺址和測候所遺址出土銅幣的相關資料，包括出土地點、位置、保存狀況、影像辨識和鑄造年代。十三件樣本歸屬十枚銅幣。一枚(#013)由紅毛城遺址出土，其餘九枚來自淡水測候所遺址。編號001, 004, 和006的三枚銅幣因腐蝕極為嚴重，雖透過X-射線拍攝，仍無法從影像上辨識出任何幣面紋樣。編號005, 007, 和009三件的保存狀況雖亦不良，但錢幣正面仍可以肉眼判認出鑄造皇帝的名號。共計四枚是透過X-射線拍攝後，所辨認的。

整體而言，依照鑄造年代的早晚，分別是順治通寶(A.D.1644-1661)一枚（由#010, #011和#012三件樣本拼成），乾隆通寶(A.D.1736-1795)二枚（#007和#013），嘉慶通寶(A.D.1796-1820)二枚（#002和#003拼成一枚，#009），道光通寶(A.D.1821-1850)一枚(#005)和太平通寶(A.D.1851-1864)一枚。<sup>④</sup>從歷史發展的角度來看，這幾枚銅幣貫穿了清代開朝以降到末葉太平天國洪秀全自擁為王整整兩個世紀之久。如此一來，究竟這些銅幣透露著什麼樣的訊息？與伴隨的地層及其他物質遺留間的關係又是如何？

基本上，這些銅幣印證了十七世紀中葉至十九世紀中葉，淡水（滬尾）地區與外地人文經濟活動上相互往來的事實，同時也說明了台灣與中國大陸之間的密切關係。但是針對遺址地層的堆疊關係，則無法如對號入座般地將出土銅幣的年代訂為該地層堆積形成時間。根據發掘時現象觀察和採集得的考古材料分析，文化物質遺留中，除了大量建屋所用的石材外，相當豐富且多樣性的青花瓷片、硬陶容器殘件、磨石、石槌、紡錘、大型石質秤錘半成品、玉手鐲殘段和外地岩相才有的燧石等；此外，生態遺留如蜆、牡蠣、狗下顎殘件和羊齒等，充分地顯示著屬於一般生活起居的現象和家屋構築。所以，如果以地層學理論基礎，按地層深度來銓釋堆積時間先後的次序關係的話，便就發生問題。因為最晚近的一枚「太平通寶」是壓在離地表110公分的深度，而時代最早的一枚「順治通寶」卻是發現在離地表60公分的堆積中。這麼一來，大約80公分厚的文化層堆積必須謹慎地就不同時段的活動事件來劃分，例如不同時期的生活面(living floor)。

再就紅毛城遺址出土的銅幣來論，從地表至50公分深度的堆積中，文化物質遺留的時間性跨越著四、五千年的量度；一件風化得極為嚴重但看似大坌坑口緣、橙色夾砂方格印紋陶、青花瓷片、硬陶及貝殼遺留等都伴隨著銅幣出現。與其說是長時間疊壓的結果，不如說是晚近活動的擾亂或外來棄土堆積所造成的現象。

<sup>④</sup> 丁福保，《歷代古錢圖說》，陝西旅遊出版社，1993年。

## 四、結語

隨著科學技術的日益精密，考古學研究愈能在有限的材料中，解決和驗證較深入的考古問題。然而無可否認的，許多屬於人類文化行為的現象包含著太多複雜和不易理解的變數，並非單純地藉由所謂的現代科技，就能釐清。更何況不同的觀察角度，相異的研究手法，經常會產生意見相左的理論。事實上，這種現象對台灣考古學的研究發展並不令人感到遺憾。因為至少能擺脫長久以來專注於找尋遺址，描述器物和文化層序先後次序的堆疊與修正，而將研究的焦點拓及探討古代人類適應生態環境的過程或聚落型態、生業模式等問題。本文即是一例。

表一 常用底片分類表

	第一類			第二類	第三類	第四類
	A	B	C			
Agfa	D2	D4	D5	D7	D10	D6
Kodak	R	M	T	AA		
Du Pont	45	55	65	70	75	

表二 各種材料之等值因子

	管電壓 (kV)						
	50	100	150	220	400	1000	2000
鎂	0.60	0.60	0.05	0.08			
鋁	1.00	1.00	0.12	0.18			
鈦		8.00	0.63	0.71	0.71	0.90	0.90
鋼鐵		12.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
銅		18.00	1.60	1.40			
鋅			1.40	1.30	1.30	1.10	1.00
黃銅			1.40	1.30	1.30	1.20	1.20
鉛			14.00	12.00		5.00	2.50

表三 Agfa各級底片換算表

由 到	D2	D4	D5	D7
D2	1.00	0.25	0.14	0.08
D4	4.00	1.00	0.55	0.30
D5	7.30	1.80	1.00	0.56
D7	13.20	3.30	1.80	1.00

表四 出土銅幣相關資料記錄表

編號	遺址	坑號層位	保存狀況	影像辨識	年代
001	THS	P1L7	幣體圓形，方孔置中，幣面腐蝕嚴重	無法辨識	?
002	THS	P1L8a	幣體殘斷，與編號003同一幣體	嘉慶通寶	AD 1796-1820
003	THS	P1L8a	幣體殘斷，與編號002同一幣體	嘉慶通寶	AD 1796-1820
004	THS	P1L8a	幣體殘缺，存1/3肉眼無法辨識	無法辨識	?
005	THS	P1L8a	幣體完整，幣面正面肉眼可辨識，背面腐蝕嚴重	道光通寶	AD 1821-1850
006	THS	P1L9d	幣體完整，幣面正背面腐蝕嚴重，肉眼無法辨識	無法辨識	?
007	THS	P1L10c	幣體完整，幣面正面肉眼可辨識，背面腐蝕嚴重	乾隆通寶	AD 1736-1795
008	THS	P1L11c	幣體殘缺1/3，只存2/3，幣面腐蝕嚴重，肉眼無法辨識	太平通寶	AD 1851-1864
009	THS	P1L6	幣體完整，幣面正面肉眼可辨識，背面腐蝕辨識困難	嘉慶通寶	AD 1796-1820
010	THS	P1L6	幣面腐蝕嚴重，肉眼無法辨識	順治通寶	AD 1644-1661
011	THS	P1L6	幣面腐蝕嚴重，肉眼無法辨識，與編號010同一幣體	順治通寶	AD 1644-1661
012	THS	P1L6	幣面腐蝕嚴重，肉眼無法辨識，與編號010同一幣體	順治通寶	AD 1644-1661
013	HMT	P1L1	幣體完整，幣體厚，幣面腐蝕嚴重，肉眼無法辨識	乾隆通寶	AD 1736-1795