

科學圖書大庫

凹版與特殊印刷

編譯者 劉顯聲

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

0158

T5813

12

凹版與特殊印刷

編譯者 劉顯聲



徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十三年十月二十五日初版

凹版與特殊印刷

基本定價 2.20

編譯者 劉顯聲 日本東京帝國大學研究院研究

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 783686
發行所 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 光達印製廠有限公司 台北市羅斯福路五段166號

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再遂承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鐸氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分為：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分為譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當為該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，旋即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

編譯序言

凹版技術，由來已久，遠較谷登堡之鉛字活版猶早一二世紀，在義大利、佛羅倫斯地方，即流行一種“黑金細工”Niello技術，從而衍變，進展至今，遂成高度之凹版印刷。由其直接凹版、腐蝕凹版印行之紙幣證券，準確程度，已不讓微米（Micron），精美絕倫，堪稱毫釐不爽矣。最近德國稱照相凹版為“Tiefdruck”，意即“凹版印刷”；其所以如此稱呼者，蓋視其與平版、凸版鼎足而三，自有其高踞印刷技術中之獨立地位也。邇來由於各國間競相引進，致力研究，其實用範圍，正逐日擴大之中。

輒近因包裝技術之急遽發達，並將凹版、平版之技術，善加利用，甚且非金屬版等，即將呼之欲出。尤其照相凹版包裝食品技術之進展，更為令人矚目。尚有陶器印刷、馬口鐵印刷，皆盛行於世。再則在印刷技術中，應用電子科學，自動套印，或用機械雕刻代替昔日之腐蝕而以電子製版，皆有足稱者。他如供作建材之木紋紙與印刷電路等，已使照相凹版，更臻於實用之途。

凡此種種，在在引人關心，惟求諸坊間，則又罕覩此類專書。由於印刷知識，鑽之彌堅，國人研究熱忱，方興未艾，自不容久懸闕如，徐氏基金會有鑒及此，乃囑余就日本鎌田彌壽治、伊東亮次監修之印刷製版技術講座第四卷，去蕪存菁，以凹版及特殊印刷為主，適量增補，編譯成書。惟以倉卒應命，雖曾殫精竭慮，費盡推敲，但因拙於才智，限於資料，深恐譯筆含混，有失信達，編排零亂，反成蛇足，固惴惴然未嘗自安也。幸望海內賢達，有以教之。

本書所用之參考文獻，有伊東亮次等所著之印刷技術一般，鎌田彌壽治、伊東亮次監修之印刷製版技術講座第三卷，鎌田彌壽治著之寫真技術講座第六卷，日本印刷年鑑VOL. 15，史梅岑著之中國印刷發達史，印刷綜論，林其昌著之電鍍製版、電子設備在美術印刷上之應用，國立台灣藝術專科學校印刷雜誌社之各期印刷雜誌，楊暉著之照相製版與平版印刷的原理和實用，以及沈燕潛、羅福林諸位碩彥之大作等。其間或直接引用，或啓發印證

，助益良多，併此銘謝。

甲寅清明

劉顯聲脫稿於碧潭容園

中華民國六十三年四月五日

目 錄

編譯序言

第一章 雕刻凹版..... 1

1.1 概說..... 1

- A. 概要 B. 沿革 C. 凹版在中國 D. 凹版之特徵
- E. 直刻法和腐蝕法 F. 雕刻機械 G. 凹版之複製版
- H. 凹版印刷物之種類

1.2 直刻凹印法..... 21

- A. 源流 B. 版材 C. 雕刻刀 D. 雕刻方法

1.3 腐蝕..... 23

- A. 源流 B. 概說 C. 材料和器具 D. 技法

1.4 乾點式凹版..... 27

- A. 源流 B. 概說 C. 技法

1.5 人造網點法凹版..... 28

- A. 源流 B. 概說 C. 技法

1.6 撒粉式凹版..... 30

- A. 源流 B. 概說 C. 技法

1.7 凹版油墨..... 32

- A. 概說 B. 凹版油墨之檢定

1.8 凹印用紙..... 36

第二章 凹版印刷..... 38

- A. 應用手搖印刷機之印刷 B. 應用凹版速印機之印刷
- C. 凹版輪轉印刷機 D. 德納羅與奇奧利兩種凹版輪轉印刷機之比較

第三章 照相凹版 (影寫版)	49
3.1 照相凹版	49
A. 概說 B. 照相凹版之發達史 C. 製版概要	
D. 照相凹版之照相作業 E. 照相凹版之製版作業	
F. 照相凹版之印刷作業	
3.2 彩色照相凹版	86
A. 概說 B. 原稿 C. 掩色 D. 修正 E. 二色之複製	
F. 版之套合 G. 網屏的角度 H. 腐蝕	
I. 校正 J. 印刷	
3.3 特殊照相凹版	96
A. 概說 B. Hard dot Gravure 法 C. Daltgen Process	
D. 幅合型 (Converttype) 法 E. 網點照相凹版	
F. Uniprint process G. 雕刻照相凹版	
H. Alco process I. 其他 J. 靜電照相凹版印刷	
K. 電子刻版機	
3.4 溶液之回收	110
A. 概說 B. 活性碳 C. 溶劑蒸氣之毒性 D. 溶劑回收裝置	
E. 溶劑回收之經濟利益	
3.5 照相凹版印刷之將來	117
A. 品質水準之提高與安定化之方向 B. 今後製版之方向	
C. 與翻印平版 (off set) 之競爭 D. 今後印刷之方向	
第四章 特殊印刷	122
4.1 珂羅版	122
A. 概要 B. 製版準備 C. 晒印、晒裏等 D. 印刷	
E. 餘錄	
4.2 金屬印刷	134
A. 馬口鐵印刷 B. 軟管印刷 C. 金屬箔印刷	
4.3 薄膜印刷	142
A. 乙烯基印刷 B. 玻璃紙印刷 C. 聚乙烯印刷	
4.4 顏料印染	147
A. 顏料印染 B. 布地印刷之發展	

4.5	孔版印刷.....	156
A.	謄寫版	B. 絹印
4.6	碳酸印刷.....	172
A.	凹版式碳酸印刷	B. 活動式碳酸印刷
C.	用紙之選擇	D. 碳酸油墨
4.7	貼紙移印印刷.....	177
A.	貼紙移印印刷	B. 陶器印刷
		C. 滑動移印
4.8	浮出印刷.....	179
4.9	金粉印刷.....	181
4.10	苯胺印刷.....	182
4.11	印刷電路.....	185
4.12	可供加熱殺菌的蒸煮包裝袋.....	189
A.	食品包裝之目的	B. 繁殖條件
		C. 阻止繁殖方法
D.	由包裝材料分類	E. 具體方法
4.13	磁性印刷技術及其相關事項.....	195
A.	概說	B. 磁性印刷之技術知識
		C. 使用之磁性體
D.	今後的方向	

第一章 雕刻凹版 (Copper-plate engraving)

1.1 概 說

A. 概 要 印刷版式有三，曰：凸版、平版、凹版是也。（附圖 1.1.1），而凸版之中，由技術觀點分別之，又可分為雕刻凹版與照相凹版二種。

照相凹版，乃在其製版方面，利用了照相的技巧，近年以來，無論製版方法，印刷機械，皆有長足的進展，故已普遍的被利用為大量印刷的生產方式。反之，利用手工的，或機械的雕刻製版，則總稱之為雕刻凹版。

雕刻凹版，乃發源於十四、五世紀之古老技法，在藝術上的評價頗高，於其昌盛時代，以銅版畫見重一時。但因固於成見，其後竟無法在大量生產方面，展露才華，僅靠少數技能之士；衣鉢相傳，維持其技法於不墜，時至今日，亦僅在特殊的印刷上，偶可一見。

此類雕刻凹版，雖有各種技法，而其主要者，則用於藝術方面，亦即創作版畫之技巧。現在工業方面所用者，僅有以雕刻刀直接雕刻之直刻法，和利用腐蝕之蝕刻法而已。

以工業印刷為目的，使用之雕刻凹版，究竟用於何處呢？則不外乎以紙幣、郵票、印花為主，而以股票、債券等有價證券之類為輔。與一般之商業印刷，迥異其趣。

B. 沿 革 茲將凹版，尤其是以雕刻凹版為中心之沿革，大略列記於下：



圖 1.1.1

公元1430年〔德國〕已製出最初之雕刻凹版。但年代清晰，毫無疑問之最古的雕刻銅版面，則為1446年所作之（基督答刑圖），現保存於柏林。

公元1460年前後〔義大利〕貴重金屬細工師費尼格拉（Maso Finiguera），由黑金（neillo）細工工藝中，開創新境地，着想於雕刻凹版面之印刷

公元1480年〔德國〕始創乾點（dry point）凹版。

公元1532年〔德國〕格拉夫（Graf），致力於腐蝕方法。

公元1590—1611年〔日本〕在耶穌修業所，傳習銅版面之雕刻與印刷技術。

公元1606年〔荷蘭〕由連布蘭特（H. Van R. Rembrandt.），開拓腐蝕的新途徑。

公元1611年〔德國〕吉根（L. Van Siegen）發明人造網點法（Mezzotint）凹版。

公元1720年〔美國〕法人克利斯特法·路布倫（J. K. Blon），使人工3色人造網點（Mezzotint）凹版，臻於實用之途。

公元1768年〔義大利〕路普倫斯（J. B. Le Prince）發明撒粉法（Aquatint）凹版。

公元1783年〔日本〕司馬江漢依照荷蘭洋書中所載腐蝕法，製出雕刻凹版畫。其後永田善吉並想出鋼線機和硫磺銅腐蝕液之製法。

公元1806年〔法國〕路·巴婁亞（Le Paroi）創製銅凹版。

公元1808年〔北美〕巴金斯（J. Perkins）完成銅凹版之研究。

公元1838年〔俄國〕賈可比（Jacobi）教授及英人約旦利用電流，由雕刻銅版，製出複製版。

公元1852年〔英國〕塔兒波特（W. H. F. Talbot）發明應用照相之凹版，為凹版界開拓新境界。

公元1868—69〔日本〕松田敦朝奉命將太政官會計局的金票和1869年民部省通商局的楮幣，以及匯兌用三井組之兌換證券等，付諸銅版的雕刻印版。

公元1874年〔日本〕大藏省紙幣主持人得能良介建議云：以各種紙幣，委託海外印刷，甚為危險，應由海外購置機器，延聘技術人員，在其國內紙幣廠自行印製。

公元1875年〔日本〕義大利人銅版雕刻家愛德華·喬索涅到日，徹底的盡傳其銅版雕刻技術。

公元1879年〔日本〕印刷局自美購入彩紋雕刻機，遂得真實的實施紙幣

證券類之彩紋的雕刻。

公元1895年〔日本〕印刷局研究美式的鋼版過版法，獲致成功。

公元1902年〔日本〕印刷局購入上墨及其他一切印刷均由機器操作之蒸氣凹版快速印刷機。

公元1933年〔日本〕印刷局設計試作凹版輪轉印刷機，用以取代凹版快速印刷機，其版面則使用鍍銘之過版黃銅版。

C. 凹版在中國 我國最初之凹版，乃公元1888年，導源於學自日本之王肇鉉氏，其所著之“銅刻小記”描述雕刻銅版之法甚詳。後於1905年上海商務印書館、江海關印刷所等，相繼聘請日人和田彌太郎及三品福三郎等傳習凹版雕刻製版技術。1908年清朝北京財政部印刷局又聘美人海禮氏（L. J. Hatch）教授鋼版雕刻，過版及凹版印刷技術，並採用頗為新穎之萬能雕刻機及四角四平枱凹印大電機，以奠定我國凹印之基礎。嗣國人沈達吉於1911年在日就學於日人細貝為太郎。其後中華書局雖曾自德購入輪轉凹版印刷機，在香港從事鈔券之印製。適因抗戰軍興、財力、物力、技術方面，多受困擾，遷台後，幸經主持機構，力爭上游，經長時間之籌備，終於六十一年雙十國慶，發行新式大券，其印刷之高雅，品質之精密，頗博好評。

雕刻凹版乃自金屬裝飾的雕刻演變而成之銅版印刷，其後因改良印版，又有鋼版印刷，此二種雖版材不同，而印刷方法則毫無二致。

零星印件，自可以雕刻或腐蝕之銅版，直接印刷；但稍多則須用軟鋼淬火製成；大量印製又必須先製母版（Master Plate）經擦錫，拼鐸，電鍍製成銅質印版（Working Plate）鍍銘上版。

電動手壓機（Die Stamping Press）能自動滾墨指墨，零星小件，多樂用之。他如凹印手搖機（Hand Plate Press）、凹印小電機（Power Plate Press）俱須人工滾墨指墨，且須溼紙墊白呢襯，手續煩瑣。新式之凹印大電機（Automatic Plate Press）可裝四塊平行印版，輪流移動，並有自動滾墨指墨設施，僅須用人力揭起烘乾即可。

往日凹版印刷紙張，因須溼潤，故多有不規則的伸縮現象，而今日鋼版已可改為乾印，其法為將版面敲平，並將印紋改淺，用較有長絲之油墨，再加重其壓力，各種條件，互相配合，乃能得心應手也。

D. 凹版之特徵 凹版之畫線部常較非畫線凹入，僅在此溝狀之部分注入油墨，其附着於非畫線部之油墨，則必須揩掉，然後再覆以印刷用紙，加以強壓，進行印刷。其印刷物雖然多少有些差異，而其畫線則凸出於紙面之上

。亦即凹版可使畫線的寬窄和深度同時變化，而使其附着於紙張的油墨層的厚度，隨之變化，因之可以表現出其特有的濃淡情調，其厚重的印刷效果，遠非其他任何版式所能及。

E. 直刻法和蝕刻法 雕刻技法之最具代表性者，厥惟直刻法和蝕刻法。如將兩者的特徵，加以比較，直刻凹版因係在磨光的金屬面上，用銳利的雕刻刀所刻出者，故其畫線有銳利堅挺之感；而蝕刻法乃以藥物腐蝕所成，故其畫線有柔和幽雅之感。再則直刻法為僅用雕刻刀刻出之凹陷線條，比較費時費事，而蝕刻法則輕鬆容易，並且雅趣橫生。吾人稱蝕刻法為腐蝕法，英文則為 Etching。

印刷證券原版之製作，多併用直刻法與蝕刻法，此外亦間用機械雕刻，以完成一塊版面。

直刻法和乾點法人造網點法 (Mezzotint)，都是用雕刻刀或雕刻針將畫像直接刻於版材面上，故可稱之為物理的製版法；反之，蝕刻法之 Etching 和 (撒粉法) Aquatint 等，則係應用藥物製出凹畫線條，故可稱之為化學的製版法。

F. 雕刻機械 銀行紙幣公司股票等凹版原版上所雕之肖像、風景、蔓草花樣、文字等等，乃併用手工的技巧刻製一部分，並配合地紋、帶狀彩紋、彩紋等幾何學之花紋 (Lathe work)，組成鬼斧神工，精巧複雜之傑構。前者大多為直刻 (刀刻) 和蝕刻 (針雕)，雙管齊下；而後者則為利用特殊的雕刻機械所完成者。兩者的複製，仿造均極困難，在防止偽造的基本手段上，特富價值。以下試就雕刻用機械，加以概略申述。

a. 伸縮繪圖器 (Pantograph) 將圖案家繪成之底稿用照相放大四倍，製成彩紋底稿，然後將其形狀畫到膠紙上，再用氧化鐵紅粉轉寫於鋅板上，經過雕刻，製成模型版。將此模型版用伸縮繪圖器縮小至四分之一，刻於銅版之上，製成原版。

伸縮繪圖器乃應用幾何學上相似形的原理，為一比較簡單的雕刻機械，用途頗廣，既可放大原圖，又能縮小圖面，其倍率且可隨意更換。只要使機上的探針，在原圖或模型板上，照樣描摹，則連結於機腕他端的鑽石針，即可在銅版上刻出放大或縮小的花紋。此時塗布於銅版面上之防蝕層，因受傷害，即顯露出其金屬裸面，經過腐蝕作用，蝕刻出凹陷線條，遂成凹版。(參照 1.1.2 圖)。

b. 平行線雕刻機 (Ruling machine) 亦俗稱劃線機，乃可在原板上劃出細密的平行線條之機械。在堅牢的平台上，設有兩根平行的軌道，在橫跨其上的橫棒上，裝以附有鑽石尖端的雕刻針。此一整個橫棒，可在軌道上自由滑動，因之其雕刻針能在固定於平台上之銅版表面，前後滑行，而劃出所要的平行線條，其線條之間隔，可以自由調節到 $1/100\text{ mm}$ 。並且針端所刻之精度，也有精細的調節裝置。利用此種機械亦可刻出波形的平行線。至於銅版表面的用意研磨，耐酸層的塗布，並在其上劃線腐蝕，以製成凹陷線條之經過，與其他之機械情形，並無二致。

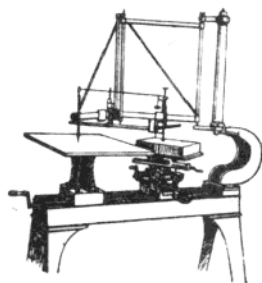


圖 1.1.2 伸縮繪圖器。

c. 浮雕雕刻機 (Relief engraving machine) 此處所謂之浮雕，係指用於證券類之地紋的一部分上，藉以提高防止偽造之效果者。乃將浮雕的感覺，借在平面上所畫平行線的疏密，利用印刷的技巧而加以表現之方法。(參照圖 1.1.3)。

此種機械乃將浮雕成的立體原型，固定於機械的原型台上，以描寫針在其上引劃平行線，並排的掃描下去，此針的動作雖是順原型的凹凸，上下移動，但同一動作傳於他端之雕刻針時，此一雕刻針即比例其上下的動作，變換成橫向的振動，因之在固定的銅板上，可以雕刻出浮雕的花樣。(參照 1.1.4 圖)



圖 1.1.3 浮彫。

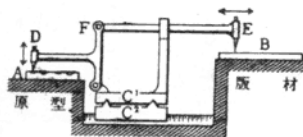


圖 1.1.4 浮彫雕刻機之原理。

d. 彩紋雕刻機 (Geomevical lathe, cycloidal engine, guilloché machine) 彩紋 (Lathe work, scroll work, rosette) 乃組合波線、弧線等等曲線而成之幾何學的花樣，對於防止紙幣，有價證券類之偽造，常高踞圖案之主要部分。

彩紋通常皆為花形，有由黑線組成之黑彩紋，反之，亦有由白線組成之白彩紋。(參照圖 1.1.5) 其彩紋單位呈帶狀延伸者，謂之帶狀彩紋，應用於證券圖案之輪廓上。

因為描畫此等彩紋，需要高度的正確性，雕刻時，一台精度極高，具有複雜機能之彩紋雕刻機，實不可缺。所以機價非常昂貴，非但具有此種設備之處所有限，即能自由的操縱此機之技術人才，亦極有限。

彩紋雕刻機，因其性能用途，而有種種之形式。除用以專司雕刻彩紋者外，尚有用以雕刻帶彩紋及地紋之 Cycloidal engine。更有萬能雕刻機，

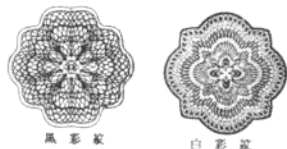


圖 1.1.5 彩紋。

不單能刻彩紋，且可用一台機械刻出帶狀彩紋、地紋、浮雕等等雕刻。

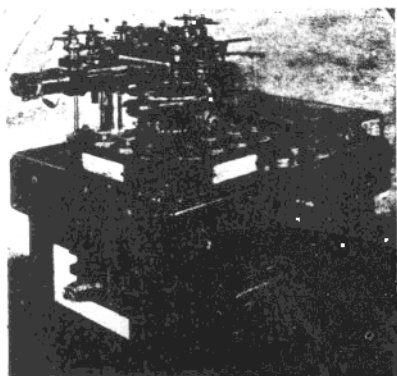


圖 1.1.6 彩紋彫刻機。

其構造的概略，為將塗有耐酸膜之雕刻版材，銅板或銅板，置於固定的迴轉台上，此台乃由具有大小種種直徑和齒數的齒輪所組成，能夠變換迴轉的速度和方向，並且也可變更其迴轉台前後左右之水平移動。在版材的上面，使由鑽石、寶石，或鋼鐵製成之尖端銳利的雕刻針，保持垂直，用以劃傷版材的耐酸膜，而畫出彩紋。再則利用最近進步的機械，亦可用淬火的鋼針，在軟鋼版上直接的雕刻彩紋。(參

照圖 1.1.6)

e. 萬能雕刻機 (Guilloche machine Model A 111 "Supra") 此機能製成高等直接鋼版雕刻，且在圖案的變化及圖案的組合方面，已達兼顧實際應用與純理論思考的最優形態。且機械操作簡易，並附有電子控制裝置，故為萬能敏銳，定可滿足每項創作之工具。(參照圖 1.1.7)

此機之各種動作和機件如下：

① 圓形和橢圓形的運行動作 (A circular and oval movement) 乃位於機械的中心，主要為供圖形和橢圓形「波狀飾帶」(Guillache) 雕刻之用。(參照圖 1.1.8) 它能個別的互相啮合或不相啮合。一種裝在旋轉動作上的聯合滑動支架，可使工作枱遵循一個長方形或矩形的兩個對等位置上作精密的調整。工作枱且附有圓形尺表，可選定由 0 度至 360 度之任何一個角度，俾能刻出圓形線條。

② 徑度運行動作 (The longitudinal movement) 可於圓形和橢圓形運行動作停頓時，與模板及「變形和波紋偏心盤」(Deformation and waveeccentric) 共同操作，用以製作線條和各種線條的網狀組織 (Networks)，諸如雕刻花邊 (Borders) 等所需要者。(參照圖 1.1.9) 當圓形和橢圓形運行動作開始并和徑度運行動作共同操作時，即可製成螺旋線 (Spirals)。

③ 兩個獨立的基本形狀偏心盤 (Two independent basic shape eccentrics) 這兩個偏心盤 (參閱圖 1.1.10) 係用以決定波狀飾帶的基本形狀。藉著變更偏心距離及其旋轉速度，可使基本形狀，有許多變化。一種可以調節的傳動機械，可使基本調幅加強或減弱，來適合所雕波狀飾帶的尺寸。因此二基本形狀偏心盤，係各自獨立，故可藉其各別的不同定位程度和組合，增益其形狀之變化。

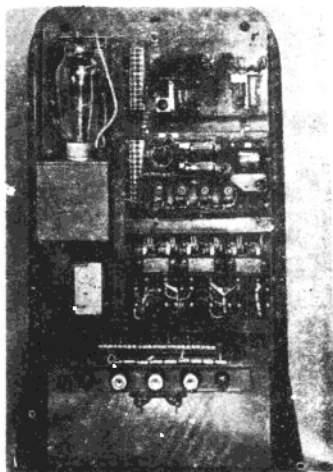


圖 1.1.7