

工學小叢書

照 相 乳 膠

余 小 宋 編

商 務 印 書 館 發 行

工學小叢書

照 相 乳 膠

余 小 宋 編

商 務 印 書 館 發 行

序

照相術自 1840 年英人福克斯塔爾波脫(Fox Talbot)發現顯影法以來，進步甚速，不但已由藝術的研究，逐漸發展，入於科學的範圍內，且在科學的領域內，佔一重要地位。現代照相上所用的器械，如暗箱，鏡頭，濾光器等，所用的感光材料，如乾片，膠片，軟片等，以及顯影和定影的方法，固然無一不根據化學和物理的原理。再就照相的本身而言，以前僅供藝術上的賞鑒；現今在應用方面，有許多科學藉着牠的助力而有長足的進步。如顯微鏡照相，紅外線照相，照相測量，X 光照相，分光鏡照相，皆是最顯著的例子。

近來我國照相事業，亦極發達。在通商大埠營業固多，而稍具雛形的市鎮，亦有照相館的設立。除此之外，業餘研究者，亦日漸加多。試觀海關報告：民國二十三年份進口攝影器計值國幣 1,152,627 元；乾片軟片計值國幣 3,428,711 元；電影片計值國幣 1,640,034 元；未列名照相材料計值國幣 404,272 元；合計值國幣 6,625,644 元。民國二十四年份進口攝影器計

值國幣 681,411 元；乾片軟片計值國幣 2,899,137 元；電影片計值國幣 1,412,833 元；未列名照相材料計值國幣 415,883 元；合計國幣 5,409,264 元。這種數字，很足驚人；而一察其用途，不外供照相營業者及業餘研究者之消耗。但此兩種人研究之目的，皆在藝術，以此作科學研究者，殊不多見。故科學的照相法輸入我國，雖已有數十年之久；不但攝影器不能仿製，即供給攝影器所消耗的照相材料，亦不能調製。長此以往，漏卮之數，必有增無已。

一般攝影家，因能在市上購得乾片，膠片，軟片捲，已認為滿意，故對於乳膠之調製，不感覺興趣。雖有一部份人擬從事乳膠之調製，但所具之希望太奢，在着手之初，即希圖製成與市上感光速度相同之感光片。此種觀念，亦屬錯誤。調製照相乳膠純係光化學的研究，在調製時可使其發生變化之因子甚多，關於設備，及所用之原料，在在均有關係，稍有疏忽，則所得結果，乃大相逕庭。故非實際從事試驗，由試驗積有經驗，雖依照他人的方法，如法泡製，亦不能得有滿意之結果。但在另一方面言，正因其能發生變化之因子甚多，愈可引起研究者的興趣，而從事探討。

本書先述調製乳膠的設備，及所用材料的性質，繼述乳膠

混合法，及各種感光片與印像紙乳膠的配合法。對於切細，洗滌，乾燥，塗片所用之機械，亦予以相當說明。最後搜羅各種乳膠調製法。在取材方面，係大宗製造與小量試驗並重，以便於研究者之試驗。

研究乳膠書籍中所載之方法，僅可視為引導；由試驗所得之經驗，始可認為真知識。但試驗時必須精密而具有毅力，始終不懈，然後始有成功之望。

因在乳膠調製時，能使其發生變化之原因甚多，不但混合之成分及其性質與分量上不同，能使其結果發生差異；其他如溫度，時間，及操作手續上，在在均足使乳膠發生影響。故在試驗遇有認為不能滿意之時，須一再行之，以推知其原因。本書中所載之各種乳膠配合法，其成分，分量，所用溫度，及操作手續，均詳細說明。就模倣他人成法而言，可謂不能稍有變更。若就研究的態度而言，則不妨略加變遷。因能具有此種研究精神，始能獲得種種新發現。但試驗時每次祇能變更一個條件，否則不易推知其因果關係。

本書各乳膠配合法中，均載明所用各物之分量，對於硝酸銀中加入之氨水，則僅註明為適當量。按氨水初加入硝酸銀中，則生灰色氧化銀之沉澱。待氨水加入漸多，則此種沉澱溶

解成爲透明之溶液；若遇量太多，亦易使乳膠發生模糊；所謂適當量，即指氨水加入硝酸銀溶液中，恰達其成爲透明溶液時之量。雖未標明一定之數量，在化學作用上亦有一定之標準，並非漫無限制。

調製乳膠時最重要之設備爲暗室，通常顯影定影之暗室，尙不能認爲合宜。因調製乳膠須絕對清潔，如暗室內有顯影劑與定影劑所染之污垢，及塵埃，均足使所製之乳膠發生影響，對於此點，從事研究者亟宜注意。

編者認爲研究照相的目的，應由藝術的研究而趨於科學的研究。極低限度對於感光材料，如乾片，膠片，軟片等消耗用品，國內能自行製造，而不仰給於外人。故近年以來，稍稍從事於此種研究，一方面閱讀關於製造照相材料的書籍，一方面作小規模的試驗。在二十四年的春季，編就本書的前五篇，旋因事中輟，本年春季始將後數篇完成。乳膠之研究，本極深奧，而從事試驗在設備上尤爲煩瑣。編者學識淺陋，參照中西文書籍編就此書，錯誤在所不免。敬祈海內學者，不吝賜教，俾有改正之機會，則不勝感激之至。

中華民國二十六年四月余小宋序於眞如法醫研究所

目 錄

第一章	調製照相乳膠之設備	1
第二章	調製照相乳膠之原料	11
第三章	乳膠之調製	24
第四章	底片乳膠之配合法	43
第五章	特種乳膠之調製法	82
第六章	印像紙乳膠	101
第七章	棉膠乳膠	113
第八章	乳膠之切細與洗滌	127
第九章	塗製感光片前之預備	136
第十章	乾片之塗製	147
第十一章	膠片及軟片捲之塗製	156
第十二章	乳膠塗布後之乾燥	167
第十三章	各種乳膠配合法	174
附錄		218

照 相 乳 膠

第一章 調製照相乳膠之設備

調製照相乳膠(photographic emulsion)，係光化學工業(photochemical industry)，爲工業中最繁難者之一。其乳膠調製室(emulsion room)等設備，是否適當，關係尤爲重要。茲於詳述各種調製方法之先，撮舉其應注意之點，以備從事此種製造者之參考。

先就混合室(mixing room)而論，其地面應以水泥混合砂石而築成者爲最佳。雖室內備有充分之水，不易發生火患；但在設備之時，亦不能不慮及此層也。室之中央宜有水溝，兩側地面略向中央之水溝傾斜，有水傾潑於地上，則能順地面盡入於水溝中而流出。全室內之地面上，應鋪以有方孔之格板，架於橫木上，離地面約二英寸。此種有方孔之格板，每塊之長不能逾六英尺至八英尺，寬不得逾三英尺至四英尺。使其大小

重量，適爲一人之力所能移動，則在掃除之際，可以移靠於牆壁上或堆置一邊。

室內之牆壁及天花板，應以細膩之石灰塼平，俟其乾透後，用白油髹塗三層。如此處理，可免牆壁與天花板因水氣凝結而受損毀。在大混合槽 (mixing tanks) 之上，覆以風斗，設一排氣裝置，如化學實驗室中之避烟櫥 (fume cupboard)。使所發生之氨氣 (ammonia fumes)，及其他氣體，能由此排出，以免在乳膠浸漬時被吸收，或爲人所呼吸。

大混合槽係用以放置混合罐 (mixing crocks)，以能容三個混合罐或六個混合罐爲最適當。此種長方形之槽，用柏木 (cypress wood) 製造，較之用金屬製造者，更爲相宜。其容量大小依混合罐之大小而定，總以各混合罐置於槽中，其周圍能有三英寸之空間，使混合罐在槽中能旋轉自如爲當。混合槽之深度，則與混合罐相同可也。

每一混合槽之底部裝置排水管，附以開關活瓣（俗稱龍頭），管徑約須一英寸或一英寸半大小，以便於放空其中之水。在槽之上部則裝置供給冷水之水管，其管徑約須一英寸，亦附以開關活瓣。在槽底部之內側，裝有導管圈以通蒸氣於槽內。此種導管宜以銅製，直徑約一英寸半。在二英尺寬之槽內，至

少須有導管圈六道。

若調製所需時間較長，須經過八小時以至十小時，在混合槽內宜有溫熱調整器 (thermo regulator)。使蒸氣之供給，能自由增減，以調節溫度。

設無蒸氣加熱之設備，以煤氣爲熱源，則大混合槽須以銅製，將煤氣管裝置於槽下。但用煤氣爲熱源不能如用蒸氣之適當。且銅製之槽，易於傳熱，在其前部及邊緣，須加木板護之，使操作者不致與槽接觸而感燙。煤氣燈頭所發之光，亦須完全遮蔽，不能使其照及室內。

無論混合室中所用之熱源爲蒸氣或煤氣，混合槽內之底部，均應裝置有方格之木架。混合罐置於架上，可免其與蒸氣管或用煤氣之金屬混合槽底部相接觸，致有某一部份受熱過高，不能均勻之弊。每一混合槽上側近邊緣之部，應有一洩水孔，接以導管，其管徑約爲二英寸，使其槽中之水，達一定之高度，能自由排洩。混合槽之高度，以工作者便於操作爲宜，不能超過常人腰部以上。

更有兩點，雖不甚重要，亦與從事於此種工作者有益，茲述之於下。在混合槽靠牆之一端或裏側，置一木板構成之架，寬約三英寸，架面略向靠牆之一側傾斜，以便於放置溫度計及

手燈筒等應用之物。用於槽上之電燈，其透鏡之內側，應粘一二層有色之厚紙，或在透鏡之外側，塗以無光化性之膠質 (non-actinic gelatine)，使其所發出者為安全光。並置一開關，可隨時開閉。

其他一事，則係所用之溫度計須備銀質之保護筒，如第一圖，則應用上較為便利。在兼用為攪拌器之時，更可免常有破裂之虞。據美國維爾 (E. J. Wall) 云，渠按下述方法，用銀質所製之溫度計保護筒，在二十年中僅破損溫度計二支。且二次均係偶然墮於地上所跌毀，並非操作時破裂於混合罐中者。此種溫度計保護筒之構造，如第一圖。AB 係其全長，為 28 厘米；筒徑為 1.25 厘米；所用銀質厚約 1.2 毫米 (mm)。A 至 C 之長為 4 厘米；C 至 D 之長為 16 厘米；D 至 B 之長為 8 厘米。在 D 至 B 之間，有孔三列，每列三孔，其每孔之直徑為 3 毫米。溫度計置於保護筒內時，使其下端之泡部適在有孔處。再

第 一 圖



用木塞加於筒之兩端，使溫度計在筒內固定，不致任意搖動。在筒之上端有一銅環，直徑約 2 厘米，不用時可掛於釘上。在

筒身之一側，有挖空之部份，成爲長 16 厘米，寬 10 毫米之長縫。由此縫中，可窺見溫度計中水銀柱升降之度數。

混合乳膠所用之溫度計，其構造須與醫用溫度計(clinical thermometer)相似。置於高溫度中時，其管內之水銀柱上升。離開高溫度後，水銀柱由中部分爲兩截，自中部分截處下降；但水銀柱上端所達之最高點，並不移動。故用此種溫度計測混合罐中乳膠之溫度，雖自混合罐中取出觀察度數，其水銀柱仍能保持原來溫度之記錄，不致下降。他種溫度計則須置於混合罐之乳膠中，觀察所測之溫度，始能正確，殊不便利。蓋一離開所測之物體，其中之水銀柱即下降也。

用酒精代替水銀所製之溫度計，亦甚合用。設於其中加甲苯胺藍(toluidin blue)或綠色染料，則在安全燈之紅光下視之爲黑色，於觀察度數時，甚覺方便。

關於混合室內之普通照度(illumination)亦須注意。用間接光照射，即可認爲滿足。通常白光電燈雖爲應有之裝置，但須設備有鑰之開關，由負責任之人掌管，以免無意中偶然有人開燈。此種燈係爲清潔之目的而設，在混合室中最好選定每星期六之早晨舉行此種清潔工作。先將調製乳膠之各種工作停止，乃開室內之電燈。地面上所鋪有方孔之格板，可提起靠

於牆壁上，用接於自來水管上之皮帶沖洗之。各混合槽完全放空後，內部先以硬刷刷之，再用水沖洗。則以前調製乳膠所留之污垢，可完全去盡。更用自來水管上皮帶沖洗地面，使洗刷之水盡由水溝中流出。混合室中須有充分熱水與冷水之供給，故在牆內有冷水管與熱水管之裝置，由牆中引出，設龍頭於混合槽之一側。熱水管之露於外面者，須設法掩護，以免人體與之接觸。

混合室內之走道，宜在室之一側，且須成直線不可彎曲，或有阻礙之物在走道中。在暗室中更不可有門檻或台坡，致行走時感覺不便。

在暗室中工作，用手搬移物件，多感不便。須備有三輪之矮木箱或木盒，在混合罐移至冷卻室 (chilling room)，或由冷卻室移至沖洗室時，均可置於三輪之矮木箱或木盒中搬運。

衡量室 (weighing room) 亦為重要設備之一，衡量所用者均為天平。調製所用之原料，膠及其他化學藥品，在混合之前均須秤準重量。衡量室與混合室各自分開，較為相宜，但在二者之間宜有不漏光之遮物窗洞，其大小以能容一個混合罐或二個混合罐為標準。有此設備，則衡量者秤取所需之膠及化學藥品裝入混合罐中，置於遮物之窗洞內，以一種記號通知混

合室內之工人來取，而搬移至混合槽中，可減少搬運之勞，在工作上不少便利。

衡量室中不能用白色光，但可用燦爛之橙色光，因人目感橙色光往來於黑暗之混合室中，尚不致有若何困難也。

多數製造乳膠工廠在衡量室中常備有一種用為記錄之卡片。由衡量人開始記錄各種乳膠製造所經過之情形。以下兩種即其實例，係歐美製造乳膠工廠所用之格式。茲譯之，並將原文並列，俾讀者遇有此種記錄時，能明瞭其內容。

(一)

Batch	Date	Emulsion	Mix	Chill	Refrig	Test	Remarks
數量	日期	乳膠種類	混合時間	冷卻時間	冷藏時間	試驗結果	備註
1340	2/2/20	Neg A	11 A	3 P	4 P	OK	Store
		(A 號底片乳膠)	上午十一時	下午三時	下午四時	正確	儲藏

(二)

Batch	Date	Emulsion	Ag	Br	I	Gel	NH	Mix	Refrig	Wash	Remarks
數量	日期	乳膠種類	銀	溴	碘	膠	氨	混合時間	冷藏時間	沖洗時間	備註
1800	2/2/20	Tr.	500	400	5	875	100	10 A	IP	3/2—4	Standard
		(透明乳膠)						上午十時	下午一時		合標準

在第二種記錄卡片中所載尤為詳盡，將製造乳膠所經過

之各種情形完全載入，甚爲明瞭。有製造時所用各種原料之量，及其總量；並有混合與冷藏所經過之時間，雖常人不能盡行明瞭其中所記載之情形，實可供從事製造乳膠時之參考。第一種記錄卡片中所載者，則爲其大概情形。除稔悉 A 號底片乳膠之配合法者，不能知其所用各種材料之多寡也。

製造乳膠之工廠中，除第一種記錄卡片外，在乳膠塗片室，沖洗室，及貯藏庫中，均另有各種記錄，詳載所製乳膠之總量，沖洗之時數，水之溫度，及所用玻璃之尺寸與數量。且在裁片室與包裝室中，裁爲各種尺寸不同之底片及包裝時，亦均有記錄。詳載所消耗之材料，製成之乾片，及廢棄之數量各爲若干。有上述各種記錄，不但可明瞭製造時之情形，且與成本之計算關係至爲重要。從事此種事業者，不可不特予注意也。

在前述第一種表之記錄中試驗結果 (Test) 項下所載 OK 二字母，係正確 (all correct) 之義。當乳膠製成切細，在沖洗室沖洗，並乾燥後，取少量之乳膠溶之，先敷塗成二三塊乾片，其大小約爲 $8\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ 。於次日按 Hurter 與 Driffield 兩氏標準法試驗。經此種試驗所應記錄之事項，爲是否合於標準感光速度 (standard speed)、反差度 (gamma infinity) 及陰翳 (fog) 等情形。若由此種情形決定所製之乳膠，實係正確。乃交

由塗片室中，以供製造乾片之用。

塗片室中亦另有一種記錄，所記載者為各次所收乳膠之重量、日期及製成乾片之數量，其式如下：——

號 數	總 量	塗片日期	製成片數
1310	40,000克	2/6/20	20,946
1311			
1312			

塗片室中所製成之乾片，其大小尚不合各種攝影之用，乃交由裁片室按所需要之尺寸，分別裁割。裁片室中所應記錄者為原來之片數，所裁成各種尺寸乾片之數目，及廢棄之數目，其式如下：——

原來之片數	日期	裁成之乾片	廢棄之乾片	廢棄原因	貯藏日期
20946	2/6/20	120(打)8×10	10/12(打)8×10	乳膠太薄	2/9/20
		300(打)1/1	2(打)1/1	或有污點	
		600(打)d/h			
		300(打)4/4	3(打)4/4		

在以上記錄之第三行與第四行中 8×10，係表示乾片之長寬為 8 英寸 × 10 英寸之乾片；1/1 為長寬 6½ 英寸 × 8½ 英寸之乾片。d/h 為雙開 (double halves) 或 6½ 英寸 × 9½ 英寸

之乾片。 $4/4$ 爲全大之乾片。由此種乾片，可裁 $1/4$ 乾片 ($3\frac{1}{4}$ 英寸 $\times$ $4\frac{1}{4}$ 英寸乾片) 十六張。

儲藏庫中所應記錄者，爲由包裝室中交到之數目、種類及日期。並其發去通知單之時期與號數。其式如下：——

塗片數量	通知日期	通知號數	收到數量	日 期	儲存總數
20946	2/9/20	2701	6羅 8×10	3/10/20	20羅

以上所列各種表式，均係製造乳膠工廠必須之記錄。由此種記錄不但可明瞭出品之性質、數量及調製之經過，且便於統計。

我國照相材料工業極爲幼稚，尙無大規模之工廠從事製造。故本章所述各種設備及所用之表式，均係採自外國乳膠工廠。從事此種事業者，可按實際情形酌予變更，以期合於實用，勿爲一定形式所拘泥。