

學影攝



作者的話

印刷術爲中國古老的偉大發明，然而攝影術却爲西方近代的重要發明。兩者均對文化、藝術之廣爲流傳與發揚有莫大的貢獻。前者早期著重於文字版之大量快速複製，後者則將圖景作忠實的影像記錄進而大量複印。

攝影術發明後使印刷技術日益精進，尤其以彩色印刷爲最。莫不以攝影所得之底片，當做印刷原稿，以行分色過網製版印刷。故攝影所得原稿的優劣與否，關係著印刷物的品質。而成爲印刷前急欲解決的問題。

本書定名爲「攝影學」即針對此目標，認爲印刷科系學生所學之攝影，其目的乃是爲了拍攝最佳的「印刷原稿」以提高印刷品質水準。蓋原稿爲印刷的第一個要素。攝影包含了「藝術與科學」實屬應用藝術之一。本書係以學習印刷及其相關科系學生研習攝影爲目的而編著的。全書以淺顯平易的文字來解釋與探討攝影原理及種種現象的發生與修正的方法，並附圖佐證說明之，務求簡明詳實，從第一章之攝影發展史起便可了解到攝影與印刷的淵源，直到攝影作品的品質要求和控制，可謂深入淺出。

本書完稿後，蒙林啟昌教授熱心予以指導，並特允作者引用林教授之珍貴資料，使第一章之攝影發展史得以順利編著完成，以及林芙美老師的指導與史梅岑教授之指導，及劉涓助教之協助，而使本書得以順利付梓出版，特此致謝。編者才疏學淺，疏漏錯誤之處，祈請諸先進不吝賜教。

攝影實在易學難精，且永無止境，作者任教國立藝專美印科，深知若想編著好一本適合美術印刷科系學生用的「攝影學」實在不易。鑽研攝影尤如煎熬中藥，時間愈久愈見成效，絕不會像泡速食麵一樣，可立即獲得成效。

有關市面上沿用已久的色彩名稱，在筆者編著本書時，政府尚未公佈統一，而本書談及彩色攝影時亦強調此種錯誤沿用已久的原因，爲慎重起見，有關色彩名詞之介紹，均採用林書堯教授編「色彩學概要」爲範本，並附注色彩波長。有關「印刷與攝影術語」則採用美術印刷叢書之用語爲依據。

感謝諸位師長、友人之支持、協助，更祈求各位先進、學者專家，惠予賜教，只求他日再版能予修正，則感激不盡。

廖敏華 於台北 74年5月2日

目 錄

第一章 攝影發展史

1.1	照相術的源流·····	1
1.2	尼布司照相術的前奏·····	2
1.3	照相術的誕生·····	2
1.4	世界最早的人像攝影照相館及瞬間照相·····	4
1.5	塔波紙照相術·····	7
1.6	照相機的發明·····	8
1.7	John Herschel 的重要發明·····	9
1.8	以玻璃為照相感光材料的片基·····	10
1.9	濕板照相術的發明·····	11
1.10	珂羅酊乾板·····	14
1.11	珂羅酊乳劑法·····	16
1.12	白明膠乾板的發明與進展·····	17
1.13	顯影液的改進·····	19
1.14	Metol 與 Hydroquinon 的簡史·····	22
1.15	感光軟片·····	24
1.16	軟片專用相機的開發·····	25
1.17.1	銀鹽陽圖法·····	26
1.17.2	重鉻酸鹽印相紙·····	26
1.17.3	鐵鹽印相法·····	27
1.17.4	偶氮印相法·····	28
1.18	感光色素的發明及其發展·····	29
1.19	明光（減感）顯影法的發明·····	34
1.20	感度測定·····	36
1.21	Eastman kodak 公司的發展年史·····	42

[註]	45
-------------	----

第 二 章 底片及露光的控制

2.1	底片的構造 (黑白負片)	50
2.2	曲線的斜率	52
2.3	露光	54
2.4	光之變化與特性曲線之關係	57
2.5	珈瑪值	61
2.6	反差	67
2.7	反差指數	67
2.8	柯達 TRI-X Pan 專業底片	68
2.9	互換律失效	77
2.10	分段試驗	72

第 三 章 光

3.1	光的特性	73
3.2	電磁光譜	74
3.3	反射	76
3.4	選擇性的反射	78
3.5	選擇性的透射	78
3.6	光量的計算	78
3.7	光線	80
3.8	折射作用	84
3.9	焦距	88
3.10	影像的形成	89
3.11	鏡頭的數學公式	92

第 四 章 鏡頭的收差

4.1	球面收差	93
------------	------------	----

4.2	色收差·····	94
4.3	慧星收差·····	96
4.4	非點收差·····	96
4.5	畸變收差·····	97
4.6	像面彎曲·····	99
4.7	畫像暈映·····	99
4.8	鏡頭收差之修正·····	100
4.9	收差與光圈之關係·····	105
4.10	反射·····	105
4.11	鏡頭的塗佈·····	106
4.12	眩耀及假影·····	106
4.13	繞射·····	107

第 五 章 照相機的種類

5.1	概說·····	109
5.2	測距器·····	110
5.3	雙眼反射式照相機·····	111
5.4	單眼反射式照相機·····	112
5.5	攝角與標準鏡頭·····	115
5.6	焦點指示器·····	115
5.7	對焦輔助器·····	116

第 六 章 照相機之調整與應用

6.1	概說·····	121
6.2	快門速度起源於希臘階梯遊戲·····	123
6.3	f 一值·····	125
6.4	露光值·····	128
6.5	E V 值之計算法·····	129
6.6	鏡頭的攝角與焦距·····	130

II

6.7	景深.....	133
6.8	景深指示刻度表.....	135
6.9	實際景深的考慮.....	136
6.10	焦點深度.....	140
6.11	光圈與景深.....	140
第 七 章	放大率與特殊鏡頭	
7.1	概說.....	144
7.2	特殊鏡頭.....	145
7.3	特寫鏡頭.....	147
7.4	近接攝影.....	149
7.5	露光修正.....	152
7.6	望遠鏡頭與長焦點鏡頭.....	153
7.7	望遠加倍鏡.....	154
7.8	廣角鏡頭.....	155
第 八 章	透 視	
8.1	概說.....	157
8.2	視線之誤差.....	158
8.3	不同焦距鏡頭的透視.....	158
8.4	遠景控制鏡頭.....	162
第 九 章	測 光	
9.1	平方反比定律.....	164
9.2	光圈數值的效力.....	165
9.3	底片平面之照明.....	167
9.4	暈映畫像.....	168
9.5	耀光與幻影的產生原因及防止辦法.....	169
9.6	臨界角.....	171

9.7	測光系統之感光器材材料·····	172
9.8	各種感光材料之比較·····	173
9.9	測光錶·····	174
9.10	景物的平均亮度·····	176
9.11	底片的感度·····	177
9.12	曝光指示·····	179
9.13	曝光方程式的係數·····	181
9.14	負片感度的等級·····	182
9.15	安全係數·····	184
9.16	入射光與反射光的測光比較·····	185
9.17	測光錶的使用法·····	186

第 十 章 快門裝置

10.1	快門種類·····	187
10.2	焦點面快門·····	188
10.3	動體與畫像的變形·····	191
10.4	幕速與幕隙的關係·····	193
10.5	鏡頭快門與焦點面快門之比較·····	194
10.6	快門性能的要求·····	195
10.7	快門與閃光燈的同步作用·····	196
10.8	焦點面快門與電子閃光燈·····	196
10.9	同步接點與閃光燈泡的曝光·····	198
10.10	曝光係數·····	199
10.11	鏡頭快門之效率·····	200
10.12	焦點面快門之效率·····	202
10.13	人工光的曝光·····	205
10.14	反射板·····	206
10.15	曝光係數之應用·····	206
10.16	電子閃光燈·····	208

第十一章 色彩視覺

11.1	色彩接收過程	210
11.2	光譜色	211
11.3	物體色	211
11.4	非天譜色的視覺	213
11.5	夜間視覺	214
11.6	大氣層對陽光的影響	215
11.7	發光體的色彩	215
11.8	色溫度	216
11.9	色彩的合成	218

第十二章 濾色鏡

12.1	波格爾定律	224
12.2	中性濾色鏡	224
12.3	濾色鏡依使用目的上的分類	225
12.4	材質上的分類	226
12.5	濾色鏡的曝光倍數	226
12.6	黑白濾色鏡的應用	227
12.7	黃色系濾色鏡	228
12.8	黃綠色系濾色鏡	228
12.9	橙色系濾色鏡	228
12.10	赤色系濾色鏡	228
12.11	青色系濾色鏡 (B)	229
12.12	偏光濾色鏡	229
12.13	色彩的加色法與減色法	231
12.14	反轉過程	232

第十三章 彩色攝影

13.1	概說.....	236
13.2	彩色底片的構造.....	236
13.3	彩色底片的色再現.....	236
13.4	掩色.....	238
13.5	掩色片在色調修正上的應用.....	239
13.6	彩色負片的濃度.....	241
13.7	彩色平衡.....	243
13.8	彩色正片的顯影.....	244
13.9	色溫度變換用濾色鏡.....	246
13.10	彩色底片之發色劑.....	248
13.11	彩色印像（放大）.....	249
13.12	彩色正片.....	251
13.13	正片的曝光.....	

第十四章 攝影化學

14.1	概說.....	252
14.2	顯影的原理.....	255
14.3	顯影液.....	255
14.4	化學性能分析.....	255
14.5	MQ 與 P Q 顯影液.....	258
14.6	影響顯影的各種因素及結果.....	261
14.7	定影的原理.....	262
14.8	減薄液.....	263
14.9	加厚液.....	270

第十五章 黑白相紙

15.1	概說.....	273
15.2	若依其感光度分類有下列幾種.....	273
15.3	相紙的顯影與濃度及構造.....	274

15.4	黑白相紙的感光速度.....	277
-------------	----------------	-----

15.5	曝光對階調再現的重要性.....	278
-------------	------------------	-----

參考書目

第一章 攝影發展史

1.1. 照相術的源流

在中世紀時，已發現人的皮膚在強光下晒久了即會變色，白色的角銀礦（氯化銀）石受日光照射後便會變為灰黑色之事，因此，光會對某些物質產生化學作用之事，在古代，即有大致的瞭解，但利用此一事實以行物體形狀的描寫則為近世之事。

公元一七二七年，德國人 Johann Heinrich Schulze 發表“硝酸銀與白堊之混合物對光線的作用”之論文。論文內容為在硝酸銀與白堊之混合物中加水，作成白色泥狀物，放入透明玻璃瓶中，在瓶外放以黑色紙剪成的文字圖案，以此露光，則瓶內便生此黑紙之圖案文字。

此一事實表示，因光的化學作用，而現出畫像，故德人以 Schulze 為照相術的始祖，可算是第一位從事光化學作用的科學研究。

利用光的化學作用，以行形狀描寫的第一人為英國的湯瑪斯·威其渥得（Thomas Wedgwood 註一），在一八〇二年發表了“玻璃板上作繪畫複照的方法”及“依光化學作用以形成畫像的方法說明”的論文。



圖 1 Heinrich Schulze



圖 2 T. Wedgwood

內容爲在白紙或白色的鞣皮上吸收硝酸銀，在暗處晾乾者，對光顯示了敏銳的感度，若在直射日光下露光，只要 2—3 分鐘即黑化，以間接光露光後，數小時可黑化。但在紅光下便不起作用。

後來其弟子達威（Humphery Davy），使紙先吸收硝酸銀液，乾後再浸入稀鹽酸中，在紙上形成氯化銀層作爲感光紙，雖可形成感光影像，但不能定影，可算是現代照相術的發明者。

1.2. 尼布司照相術的前奏

一七二七年亨利其·薛爾咨（Heinrich Schulze）（註二）的實驗後，再過八七年，於一八一四年，有法國人 Josef Nicephore Niepce（註三）作感光性土瀝青的照相術研究。

一七九六年，德國的 A. Senefelder（註四）發明了石印術，尼布司爲了製石印術的製版，想以照相法來取代手工製版法。其使用的材料爲感光性土瀝青溶於松節油或薰衣草油中，塗在石版上，再以晒版原稿用强光作長時間露光（如太陽光 10 小時），則可得影像，然後溶以薰衣草油或松節油顯影可得影像。

後形成此一照相畫像，再用稀硝酸或三氯化鐵溶液腐蝕，可得凹版或凸版，此種照相製版法命名爲 Heliography，（註五）故爲照相製版法的始祖。

1.3. 照相術的誕生

比尼布司晚二二年，在法國有位 Louis Jacques Mande Daguerre，此人因向巴黎的透鏡商買透鏡而認識，因研究目標相同，進而共同研究。

終於在一八三九年一月七日在法國議會報告其研究成果，稱爲銀版照相法（Daguerreotype）（註六）。

製作方法大要：準備一銀板（或鍍銀之銅板亦可），表面以朴炭仔細研磨使表面成爲鏡光面，面向下蒸以碘的蒸氣，使生淡黃色的碘化銀薄膜而成爲感光層。

用如〔圖 4〕的自製照相機，將自然物體經由透鏡投射在檢影板上，對光後在此板之位置放以上述之銀板，作 30—50 分的露光，次用如〔圖 5〕

汞現影箱顯影之，故他被認為是真正的照相術發明者。

但此板若放在日光中，銀板上未作用的碘化銀仍會起作用，故用食鹽來定影，但因效果不良，後來才改用今日所廣用之次亞硫酸鈉。

以上為銀版照相術的大要。本法之照片為反像，一只照得一張，不能如今日，用底片對相紙露光來沖洗相片，但其照相效果比目前之紙相片為精美如〔圖6〕。

影像之反像，後來達蓋爾（Daguerre）發明稜鏡加上透鏡後可改正成正像。

他所完成的銀板照相法，為集衆人發明成果之大成。



圖3 尼布司 (Hicéphore Niepce)

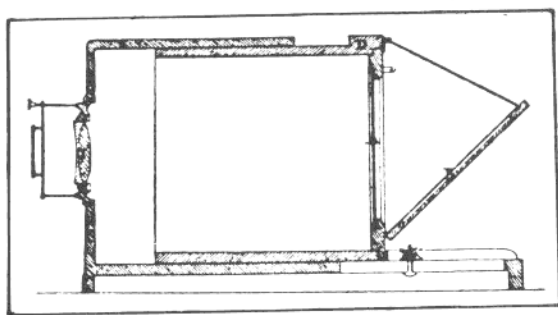


圖4 達蓋爾氏最初所使用之照相機

- 照相機械、透鏡——500年前有意大利之玻塔學者及畫家達文西發明。
- 利用碘蒸氣形成感光層——為尼布司

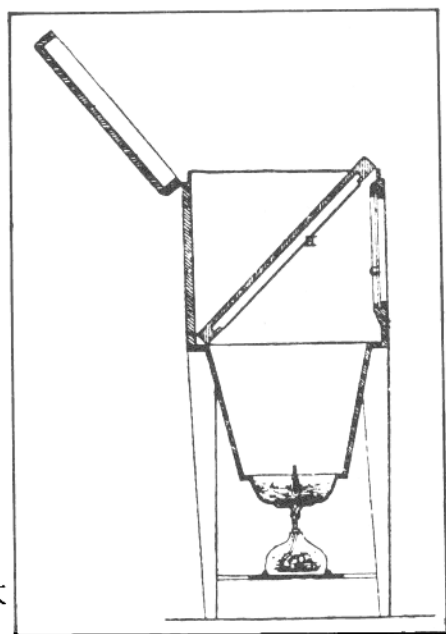


圖5 汞顯影箱

所試驗。

- 用次亞硫酸鈉定影——爲1939年赫瑟爾（註九）所發現。
- 活用顯影之事實，形成完善的影像——爲達蓋爾民。

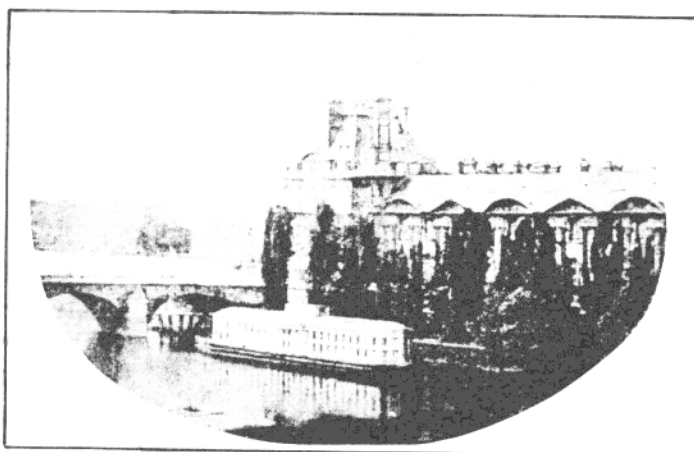


圖 6 發明者達蓋爾本身所拍攝之銀板照相例

故若無尼布司的前奏，就無達蓋爾的成功。

當他發表其研究成功時，爲56歲，因此一發明，得政府6,000法郎（當時的2,400圓）的年金，並得勳章一座。

發明不久，即以非常快的速度流行於全世界，達蓋爾自製照相機出售給使用人而得巨額的利益。在巴黎近郊的馬爾奴河邊的Bry退休，逝世時爲64歲。

後來Niepce也有功，也由法國政府發年金4,000法郎給其子，以紀念他致力照相術的功勞。

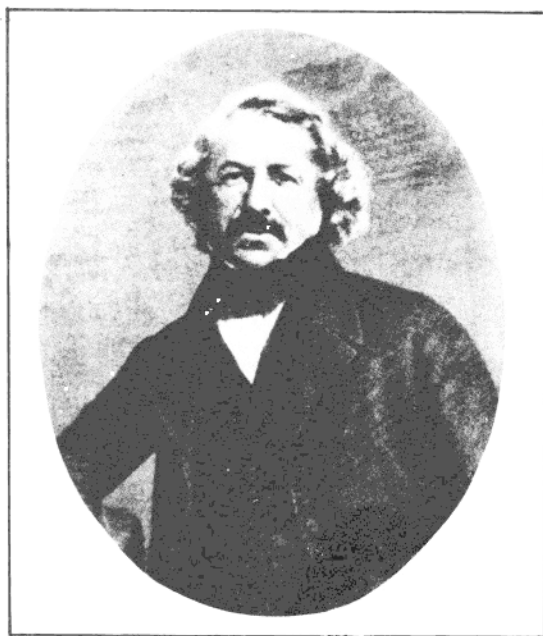


圖 7 達蓋爾氏

1.4. 世界最早的人像攝影、照相館、及瞬間照相

達蓋爾氏剛發明照相術時，不能拍攝動體，因碘化銀的感度低，所用的透鏡亮度也不理想，只限於風景、建築物等靜物之拍攝，人像未列入對象之中。

但人們追求人像攝影，在美國尤為熱衷，於1839年秋天，美國紐約的 John W. Draper 教授首先完成人像攝影。

本法為在人臉上塗白粉，在戶外陽光下作30分鐘之長時間的露光，為採用達蓋爾式的人像攝影之始。

Draper 博士後與 S. Morse 教授合作，在1840年4月於紐約大學的屋頂上開銀板照相攝影場，門庭若市，一小片要美金5元，仍有不少人排隊來照相。

至1840年，美國費城的 Cornelius 是正式採用銀板照相法的照相館，為世界最初的營業性照相館了。

故 Draper 為世界最初的人像攝影者。

當時 Cornelius 的收費為5美元一片，露光時間需5分鐘。〔圖8〕為在1840年正式拍攝成功的人像攝影作品。

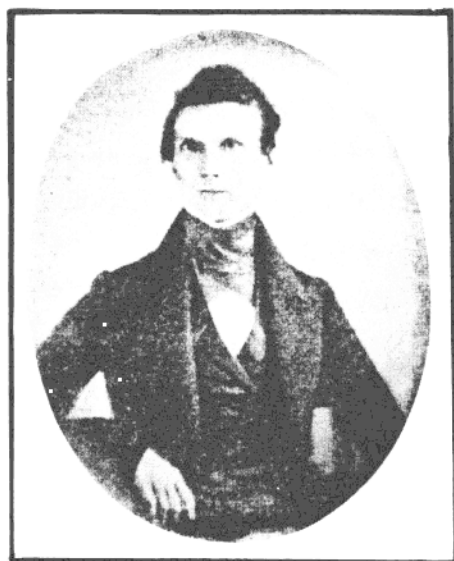


圖8 Cornelius 所攝之照片

為了求人像攝影之方便化，英國的 J.F. Goddard, 奧國的 Franz Kratochvila、Natterer 等人，他們發現若將感光劑改為碘化銀與溴化銀之混合體或碘化銀與氯化銀之混合體時，感度可大為上升。

此外奧國之天才數學家 Petzval 教授發現，改進透鏡；增加其亮度，可大為縮短露光時間，貢獻至大。

蓋達爾氏是採用巴黎的 Chevalier 單體透鏡，此種透鏡不但暗；而且採用最大光圈時還會產生影像鮮銳度的損失。

Petzval 教授經由複雜的數學研究，開發了二種照相透鏡：

(1) Petzval 人像用透鏡。

(2) Drtho scope 風景用快速透鏡。

(1) 比 Chevalier 鏡頭亮 16 倍。

(2) 比(1)少許暗些但有廣角效果，適宜於風景及建築物之拍攝。

此二種鏡頭後來均由奧國之 Voigtlander 公司製造。(1)用硬質皇冕玻璃與燧石玻璃，其亮度為 $F: 3.6$ 。

隨著透鏡變亮之改進外，銀板照相板也漸採用碘溴化銀或碘氯化銀照相板，而使感度大為增加。透鏡與感光物質，兩種相乘效果，使銀板照相的人像攝影變為可能，在強光下只須 15 — 30 秒

即可拍攝它成，此時為距蓋達爾氏的相術發表會後約 2 年的事，進步驚人。

英國 J.F. Goddard 的研究，於 1840 年發表在 Literary Gazette 上(12 月 12 日)。

Franz Kratochwila 的研究，於 1841 年 1 月 19 日發表在 Wiener 新聞上，其研究內容為碘溴化銀感度比碘化銀感度大 5 倍，用 Petzval 鏡頭在陰天室內時只須 8 秒即可照相。

Natterer 兄弟，在 1840 — 41 年間，用碘、溴、氯三鹵元素行銀板照相之感度上升的研究，使用 Petzval 鏡頭時，露光只須 2 — 3 秒即可完成照相，成果於 1841 年發表在 Dingler polytech Journ 上。

[圖10] 為 Natterer 兄弟在 1841 年夏天所拍攝之騎馬隊伍的進行。此圖為露光不及 1 秒所拍攝成的街頭動景。為世界最早的瞬間攝影照片了。



圖 9 Josef Petzval

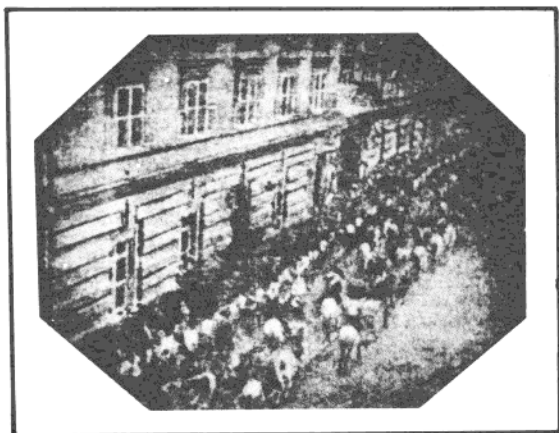


圖 10 最早的瞬間照相

只以 2 年的時間就有此一好成果其發展可謂一日千里！此後，再經過 117 年於 1956 年，伊斯曼、柯達公司（Eastman Kodak）發表了 ASA 200 的 tri-x 底片，Ilford 公司發表了 P.H.S. 等高感度底片，也就不足驚奇了。

1.5. 塔波紙照相術

當尼布司及蓋達爾等人在法國致力於照相術的開發時，有一英人，福克斯塔波，發明感光紙照相術，而成為本法的元祖。（註八）

尼布司生於 1765 年，蓋達爾生於 1787 年，塔波生於 1800 年。

塔波出身於劍橋大學，為數學兼物理學家，33 歲時成為英國皇家學會的會員，看到蓋達爾的發表後，受到激勵而在 1841 年 6 月 10 日於英國皇家學會，發表了 Calotype（美畫之意），又稱為 talbotype。

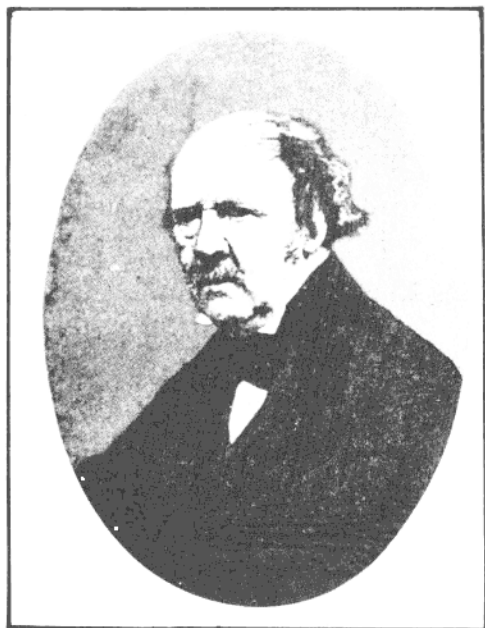


圖 11 福克斯·塔波 (Fox Talbot)

其方法為，先在適當紙塗以硝酸銀水液。在暗處乾之，再浸入碘化鉀水液中，則在紙上生碘化銀，但因附有碘化銀多量，感度低，但放久了也不易生變化，遂以此代乾板、銀板行紙照相。

用硝酸銀和醋酸、淡食子酸的混合水液浸之，在暗處乾之，如此一來此紙之感光力大增，在少許光下即生變化，可以此紙放在相機中照相。資料記錄為在夏天陽光下，用 F:15 的鏡頭曝光 1 分鐘可以感光。

顯影用硝酸銀、醋酸、沒食子酸的混合液，將該液含於毛刷，刷拭已露光的紙面。

定影為用溴化鉀液，上述的新法為將用還原劑將潛影還原，完成世界最早紙質負片。