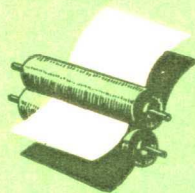


印刷技術知識講話(一)

平印印刷的基本原理 及平印版的起讞

張蔭余 王昌后 編著

輕工業出版社



內 容 介 紹

本書是印刷技術講話之一，介紹了平印印刷的物理化學基本原理及平印印版的起轉原因和克服方法。它詳細地解釋了平印印版圖影區域與非圖影區域的形成和鞏固印版質量的原則。這是從根本上去理解印刷原理，從而有效地解決許多實際技術上的問題。本書可供印刷工人及技術人員作參考用。

印刷技術知識講話（一）

平印印刷的基本原理及平印印版的起轉

張蔭余 王昌后編著

*

輕工業出版社出版

（北京市廠安門內白廠路）

北京市書刊出版登記證出字第059號

北京市印刷一廠印刷

新華書店發行

*

787×1092公厘，1/32開，27,000字

1958年9月第1版

1958年9月北京第1次印刷

印 數：1—5,000 定 價：（10）0.22元

統一書號：15042·305



印刷技術知識講話（一）

平印印刷的基本原理及平印 印版的起讞

張蔭余 王昌后編著

輕工業出版社

1958年•北京

編 者 的 話

解放以來，在黨和政府的正確領導下，隨着文化事業的發展，我國印刷工業有着飛躍的進步。為了適應印刷工業的發展，印刷工作人員就必須進一步提高理論與實踐相結合的技術知識水平。

印刷工業中平印印刷是一種比較先進而又複雜的印刷方法，它涉及到許多關於物理化學和機械等各方面的原理，而這些基本原理對於一個印刷工作者來說應當徹底了解才能掌握生產過程中所發生的困難問題。

作者曾在北京市勞動人民文化宮舉办的“科普講座”為印刷工人們進行了講授。為了使這些技術知識得到更進一步的普及，特將這些講稿加以整理和補充編成一套有關平印印刷的“技術講話”，分成九冊陸續出版。

這一套“技術講話”將包括以下幾個專題：（1）平印印刷的基本原理及平印印版的起讞；（2）膠印機的操作法；（3）膠印機的軋筒；（4）水斗溶液；（5）膠印機發生的弊病；（6）膠印用橡皮布與膠軋；（7）膠印印刷用的鋅版；（8）pH 值和密度的意義及應用；（9）多層金屬版。

在編寫過程中作者根據近年來世界各國平印印刷方面的重要理論，結合實際經驗，用淺顯文字加以敘述，使之通俗易懂以便廣大工人所理解。

作者自揣棉薄，本講話的內容和文字表達方面可能存在許多缺點，還請讀者予以批評指正。

目 录

一、引言	4
二、基本原理	5
(一)石印印刷术原理	5
(二)金属印版的制版原理	11
三、制版过程	13
(一)石印制版过程	13
(二)金属印版的制作过程	16
四、关于平印印版的起磷问题	18
(一)起磷的类别	19
(二)起磷的过程	20
(三)起磷的因素及其克服办法	26
五、结语	34

一、引 言

平印印刷术的發展过程——从發明那天起一直到今天——已經有 150 多年了。150 年虽然是一段不短的时期，但人們真正从事于研究这门工艺并使之在理論上得到完整，这一段 时间确实不能算太長。平印印刷的科学技术理論实际上是屬於物理化学的范畴的。自从 1930~1932 年起，科学家们才开始运用物理化学的观点來說明平印印刷制版过程的一切現象。这是对平印印刷术进行較全面的研究工作的一个开端。今天我們已經認識到用科学研究的結果來說明平印印刷的一切現象在本質上对于改进平印制版工艺过程，是很重要而且有决定性意义的。

总起来說：研究平印印刷术的基础实际上就是研究固体物質表面和液体物質表面之間所發生的現象，以及液体与固体之間的表面作用。这种現象的研究，是属于物理化学范围内的。

我們大多数从事于平印印刷的工作人員，往往把平印印刷联系到脂肪和水相抗拒的原理上来，因此过去有人把这种印刷术也叫做化学印刷，事实上水和油相排斥的作用，是一种物理現象。因此平印印刷最主要的过程还是屬於物理性能的范围，但这种过程也密切地关連着化学的过程。

现在如果想將平印印刷术上的一切現象——从制版一直到机器上印刷为止，——都加以叙述，并把有关物理化学原理都联系起来談确有一定的困难的，因为关系到这方面的現象实在太复杂了，必須首先將那些基本原理解釋清楚以后，才能徹底理解整个平印印刷过程中的一切現象。

二、基本 原 理

平印印刷术是以石版印刷术为起源。为了便于講解金屬印版在同一平面上能構成圖影区域和 非圖影区域,就必須 首先簡要地介紹一下石印印刷术的一般性原理。

(一)石印印刷术原理

平印印版(無論石版,鋅、鋁或多層金屬版)的特 征是 要在同一版面上,同时分出印刷的圖影区域和不要印刷的空白区域。石印印刷术原理,可以分成以下几方面來講:

1. 物理原理

(1)在正常情况下水和油是相互排斥的。一开始 我們 曾經說过,平印印刷是根据脂肪和水相抗拒的原理來进行的,严格說來这种講法只有一半是对的,因为水和油相互排斥的 原理是有条件的;在一定条件下,脂肪与水一方面是相互对抗,而另一方面是相互吸引的。在正常情况下,一塊研磨合格的干淨石版表面对油脂和水都同样有感应。一旦版面某一区域为 油脂所佔有則水就很难再侵佔到該区域内去,反之,如果水先佔領,則油脂也不可能再夺取这一地点了。这就是平印印刷構成 圖影与 非圖影区域的基本原理——水和油脂是不相調和的。水分子和油分子相互排斥而不相吸引是一个自然規律,其原因可能是由于水分子与水分子間的表面張力不能被油分子所突破,因此兩者不能相混。从日常生活中我們曾經看到一种現象,当水点滴到油紙或油布上时,水滴会形成一个水珠而不象普通把水擦到潔淨的玻璃版上时水会自然地散布成一層薄膜,水滴形成水珠的現象是由于表面張力所造成的——这就說明了水和油是不調和的。水

油相排斥又可能是由于油的比重較水輕，所以油經常浮于表面，形成油珠，兩者不能均勻地相混合。

可是一旦情况有所改变或条件有了变化，如通过机械力的攪拌或將水搅动，水就能搅入到油里面去，或者如水的酸性增大，油就有可能突破水面混入到水溶液中去。增加压力也能使水和油混合一起；另外还有一种情况也能使油混到水里去：在水溶液中加潤湿剂即可降低表面張力使兩者相混合。

物理上把这种油水相混合的現象叫做乳化。关于这一点我們將在以后鐫版一节內詳細加以解釋。

(2)圖影的形成是由以下三种性質不同的力作用后而構成的：

甲、吸收作用；

乙、毛細管吸引作用；

丙、吸附作用。

这些力的产生是由于液体表面与固体表面之間作用后所产生的。总之这三种作用也是構成石版圖影区域的基本因素，其中当然要以吸附作用为主。

甲、吸收作用——普通手工制版(暫時不討論通过用照相制版法所制成的印版)往往是用描版墨汁或用翻稿油墨来制成圖影的。这些油墨都含有脂肪酸。石版吸收脂肪酸，正像藍墨水被粉笔所吸收一样，又如水被海棉所吸收一样，因为描版墨汁是液体的，石版是固体的，所以兩者之間就产生了吸收作用，通过吸收作用所产生的力即可使脂肪酸吸入石版之內。

乙、由于石版表面是富有毛細孔的，因此在其吸收脂肪酸的同时，又产生了毛細管吸引作用，使脂肪酸更进一步深入到石版毛細孔中。这两种力的作用所以能使圖影基础巩固，可用存放过久的，留有圖影的石版来举例說明。在重新研磨这种陈旧的石印

石时就可以發現以下的一种情况，油墨痕跡停留于版面愈久，吸收作用与毛細管作用則愈大，結果往往發現原稿印跡不能完全根除。

究竟什么叫做毛細管作用呢？只有借助于玻璃管吸水現象来解釋，如以一組粗細不等的兩端开口的玻璃管插入水中，那么管内的水沿着玻璃管壁上升，管越細上升的越高，管内水面成弯月形。这就是一种毛細管作用(如圖 1 所示)。毛細管作用在自然界中十分普遍，例如灯芯的吸油，吸墨紙的吸墨水等都是毛細管

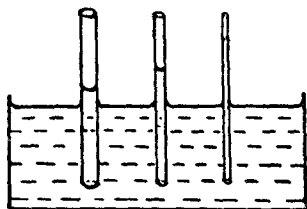


圖 1 毛細管作用圖

作用。

毛細管作用在平印印刷过程中也可以見到。如潤湿水輥的絨套，其所以能吸收水份是依靠毛細管的吸引力。印到紙面上的油墨所以能干燥，紙張纖維的毛細管吸引力也是其中因素之一。

丙、吸附可以說是粘附的一种特殊情况，当一种物質被粘住或者說附着在另一物体表面时就是由于吸附作用所引起的。产生吸附，可以說是电磁場力的作用。換句話說，这种作用所产生的力在本質上是帶电的。自然界的規律是陰陽相吸引的，正电与負电相吸引。

既然吸附是电磁場力的作用，如果吸附物体表面帶有負电，它必定会吸引帶正电的物質顆粒并使其牢固地保持在該物質的表面。关于吸附的理論我們將在鐫版一节中加以深入探討，而这里只能把吸附看成是固体表面吸引它周圍其它物質(液体如描版墨汁或气体如空气)，結果改变了固体表面原有的性質。但無論如何，这种作用决不会屬於化学方面的，例如玻璃擦干净后暴露于空气中，隔了一定的時間后，空气便吸附到玻璃的表面。我

們都知道空气与玻璃决不会起任何化学变化的，然而玻璃表面确实牢牢地附着有一層非常薄的空气膜。

我們决不能把吸附与吸收混为一談，在兩者之間是存在着一定的区别的。凡某一物体的一層薄膜吸附到另一种物体的表面就叫作吸附作用；但是当一個物体被另一个物体吸入的时候，就叫做吸收作用。如水被氯化鈣或甘油所吸收；油墨內的調墨油（俗称凡立水）在一定程度上也会被紙張所吸收。

具体到我們石印方面來說石版表面对某些物質具有一种特殊的吸引力，这些物質大都是油类——包括植物油和动物油。自然界所發現的油脂都含有脂肪并且往往是各种不同脂肪分子的混合物。任何脂肪性物体都含有一定成份的游离脂肪酸，圖影的形成并不是指脂肪而是指其中所含的游离脂肪酸而言。普通油墨中含有5~10%的游离脂肪酸。

脂肪酸的化学分子式比較复杂，但化学上还有一个簡写的方法。为了便于說明吸附力对印版的作用起見，今將它略作介紹。游离脂肪酸的簡写化学分子式是 $R-COOH$ ，其中 $(-COOH)$ 是个羧基团，任何一种有机酸都含有 $-COOH$ ， R 代表許多炭和氢的原子。当游离脂肪酸 $(R-COOH)$ 与版面相接触时，其羧基团 $(COOH)$ 的一头便定向（朝着）版面并被吸附在版面上；而另一端原子量較高的“ R ”基团便伸向空气中起到排水并吸收脂肪性物体的作用。由于吸附的結果，版面就形成了大約有一兩個分子厚的薄膜。假如拿石版來說就可以用下頁的圖解来表示。

（3）关于阿拉伯树膠的除感性作用，我們在前面已經講过，水和油脂相排斥是有条件的，在正常印刷制版过程中，石版表面一旦建立了圖影以后空白区域則为水所湿润。按理講，印版就可以借助于水和油脂不相調和的自然規律进行無限止的印刷了。可是，实际情况并不如此，因为如前所述用石版来印刷必須

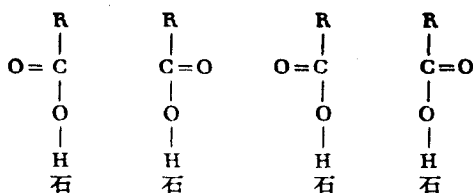


圖 2 羧基被石版表面所吸附

經常擦水和滾墨，這種機械磨擦力是足以破壞水與油脂之間的平衡狀態，結果空白區域的水就排斥不了油墨從而引起“髒版”的弊病，或者圖影區域的油脂不能抗拒水分的侵入，結果圖影的個別地區被水所佔領，引起了“瞎版”的弊病。關於這方面的理論我們以後將在髒版一節內再加以充實。

天然出產的石印石，本身是富有毛細孔而且通過毛細管的作用能把水份吸入毛細孔中，使版面的空白區域，很容易為水所潤濕；但是，即使石版表面已飽含水份，如果不用阿拉伯樹膠對空白區域進行處理，它還會有沾上油墨的可能，這是什麼道理呢？

因為阿拉伯樹膠是阿拉伯酸與阿拉伯酸鈣，阿拉伯酸鉀、阿拉伯酸鎂的鹽的混合物。阿拉伯酸也是一種有機酸，它的分子式是 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ 。由於“ n ”代表一個大數字，所以阿拉伯樹膠是一種高分子化合物，普通可把它寫成為 $x \cdot \text{COOH}$ ；其中“ x ”代表許多由碳、氫、氧原子所組成的另一種基團，總起來說，阿拉伯樹膠是屬於非結晶體的碳氫化合物一類，其化學分子式可以用下列簡寫分子式表示即：有機酸 $x \cdot \text{COOH}$ 及 $x \cdot \text{COOK}$ 、 $(x\text{COO})_2 \text{Ca}$ 和 $(x \cdot \text{COO})_2 \text{Mg}$ 的鹽的混合物。阿拉伯樹膠也像脂肪酸一樣，它所含的羧基團 COOH 的一方能牢固地附着在石版面上，而另一方“ x ”基團則伸向空中起吸水排油作用。

由此可見，圖影區域和空白區域實際上是分別由脂肪酸附

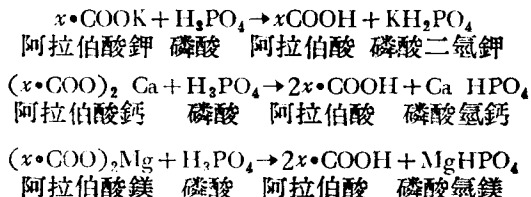
着膜和阿拉伯树膠附着膜所形成的，印版只不过是这种物体的基層而已。阿拉伯树膠一旦与版面接触就会引起吸水排油的作用；这种作用我們把它叫做除感应作用（那就是說它对于脂肪的感应作用、亲近作用、或吸引作用被消除了）。

在实际制版过程中，如果將阿拉伯树膠溶液擦到石印石上，那么它的低層分子（即靠近石版表面的膠分子）很稳固的会吸附在其表面上，倘若用水加以潤湿則膠分子会很好地吸收水份，并順着横豎方向膨胀。按照这一特性它就会具有稳定的保持水份和排斥油墨的性能了。假如在石版上塗以一層厚膠層，那么就会形成一層很紧密的阿拉伯树膠層，从而能起到保护印版的作用，使空气中所含的各种化合物不能渗透膠膜再与石印石起化学反应，例如二氧化氮等。

2. 化学原理：利用化学方法处理石版面的作用有二：巩固吸水層和稳定吸墨層。

（1）平印制版过程中的关键之一是如何巩固吸水層。經驗丰富的工人，一定知道單在石版非圖影区域擦純阿拉伯树膠并不能保持該区域始終吸水而不被油脂所侵佔。事实上我們曾經看到印版在机器上發生髒版現象，同时我們也習慣地用“葯膠”（即阿拉伯树膠和一种酸的混合溶液）擦版，解决了版面起髒的弊病。究竟为什么酸性膠溶液能去髒呢？擦膠动作本身是一种机械磨擦力，通过磨擦，髒点上的浮墨被擦去，而吸附在版面或砂眼內的脂肪酸薄膜遇酸后即被突破，使酸与版面相接触并形成了能溶于水的金屬鹽，而附着于金屬鹽上的污物也就随着金屬鹽一起被擦干净。酸不單單是与版面起化学作用，而且会使阿拉伯树膠內的 $-COOH$ 羧基团增加，如前所說阿拉伯树膠是由 $xCOOH$ 、 $y \cdot COOK$ 、 $(y \cdot COO)_2 Mg$ 和 $(y \cdot COO)_2 Ca$ 的鹽的混合而成的，一旦把酸，例如磷酸加入到阿拉伯树膠內，就可能产生下列

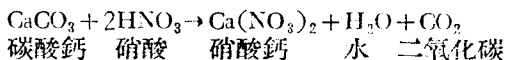
的反应:



版面依靠阿拉伯树膠起吸水排油作用,但在实际上阿拉伯树膠本身又依靠阿拉伯酸($x \cdot \text{COOH}$)的羧基团 COOH 附着于版面,因此羧基团便更加能使較多的阿拉伯树膠膜牢固地被版面所吸附了。总之,游离阿拉伯酸的羧基团就是促使酸化了的阿拉伯树膠附着于版面的唯一因素。

單純阿拉伯树膠而不加以酸化的溶液,其吸附性能是不好的,因为它缺乏羧基团。

(2)平印制版过程中的关键之二是如何稳定吸墨層。为了增强圖影区域应有的性能,經常采用1%~3%的稀硝酸溶液将整个版面进行輕微的腐蚀。石版是一种大理石,其化学分子式是 CaCO_3 (碳酸鈣),而硝酸分子式則是 HNO_3 ,兩者相接触后立即起腐蚀作用,版面呈現微細泡沫。其反应过程可用下列化学方程式表示之:



石面經腐蚀后,成为細粒状态,使毛細孔更为扩大,一方面便于膠液的深入和儲藏;另一方面又便于圖影区域油墨層的稳固。这都是由于化学处理后所获得的效果。

(二)金屬印版的制版原理

以上我們已詳細地討論了石印印刷术的基本原理。这些理

論對石印是適用的，其中大部份原理對平印金屬版也同樣是符合的。

總起來說：金屬印版的原理又可簡略地分為下列几方面來講：

1. 物理原理

(1) 在正常情況下水和油脂相互排斥的自然規律，也就是水和油不相調和的原理。

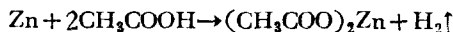
(2) 鋅、鋁以及其它金屬版都是依靠吸附作用來構成圖影區域的，其基本原理與石印術相同，這裡不再重複。至於吸收及毛細管作用，則在金屬版上是不存在的。雖然金屬版面往往研磨成粗糙的砂眼企圖模仿石版的毛細孔組織，但是本質上砂眼并不能起到石版毛細孔所能起到的一切作用，因此我們只能說金屬版面圖影的構成完全是由於脂肪酸被吸附到版面而實現的。

(3) 阿拉伯樹膠的除感應作用，前面已講過。

2. 化學原理

在金屬印版上用化學方法處理版面的作用有三：

(1) 去除砂眼內所含的淤泥。過去人們對版面用酸處理的目的性認識的不夠清楚。往往認為酸處理可以去除版面油膩。但，近代研究證明用酸去油膩只能去除區域極小，膜層極薄的油跡，厚的油層往往十分抗酸，不易滲透。普通在金屬版上用酸的目的是為了去除潛藏在版面砂眼內的淤泥。石版需要用硝酸來除盡毛孔上的硝酸鈣，但鋅版表面往往有氧化物存在，所以去除鋅版表面的一切淤泥或由磨版所造成的附在表面很牢固的淤泥和氧化物則必須用醋酸或鹽酸等溶液處理，其反應方程式如下：



(2) 使版面產生一層吸附膜這一點與石印原理相同。

(3) 增大印版的總的表面面積。正如以前所說的那樣倘若

孔揭开,为此則必須进行所謂感应处理。在这一处理过程中,我們往往采用明矾溶液来去除硝酸鈣的薄膜。由于明矾溶液帶有一定酸性,它对石印石的作用正如一般弱酸一样,它能溶解硝酸鈣和部分碳酸鈣,其化学反应結果則生成硫酸鈣 CaSO_4 氢氧化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 并放出 CO_2 气体,以及能溶解于水的鉀鹽。氢氧化鋁和鉀鹽是呈碱性的,因此經感应处理后的石版表面上形成一層弱碱性薄膜而且它是不能用水洗掉的。但形成这种薄膜的确切情况至今尚不能完全理解。

要在石版上建立圖影可通过直接描墨的方法或間接翻版的途徑。

石印墨和轉写墨內都含有高分子的脂肪酸。所以能和碳酸鈣化合,生成很难溶解的皂化物,从而使印刷油墨能够紧密地牢附在石印石上,这是由于形成于石印石上的脂肪酸鈣鹽所造成的。脂肪酸能够成为平印印刷圖影的基础是由于脂肪酸的化学分子式是長鏈形的,在其兩端帶有不同極性的原子团 $-\text{CH}_3$ 和 $-\text{COOH}$ 。例如,油酸也是脂肪酸的一种,其化学分子式是: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7(\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 。根据理論化学的原理,我們知道 $-\text{CH}_3$ 是排水性基团而 $-\text{COOH}$ 是亲水性基团。

油脂和水相排斥是在这样一种情况下發生的:当脂肪酸的 CH_3 基团朝向外則水受到排斥,結果水分子会自由地处在脂肪酸之上,呈游离状态。在这种情况下,水和脂肪酸实际上是处于兩個平面。但在盖有一層水薄膜的石版,金屬版玻璃等表面,由于脂肪酸的 COOH 是亲水性的,因此在脂肪酸 COOH 一端与水之間产生强有力的吸引力結果而有吸附的定向。产生吸引力的水和脂肪酸是处于同一平面的。該層水膜实际上是呈弱碱性的。在普通的情况下干燥的石印石上同样地也盖有一層帶有弱碱性的薄膜。处在石版表面的脂肪酸其 $-\text{COOH}$ 一端固定在碱性膜

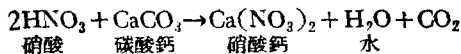
上,而 $-CH_3$ 基团则处于外面朝上。这样在石版的表面便形成了能够接受油墨的薄膜了,而它的低层(即紧靠石版石的)部分就定向吸附于石版表面的碱性薄膜上。

图影部分形成后,还必须建立起非图影部分,换句话说石版表面还有必要形成一层吸水膜,以便保持一定的水份。为了达到这个目的,可将石印石用阿拉伯树胶处理(即俗称擦胶)。

如前所说,阿拉伯树胶的组成,主要是阿拉伯酸盐如钙、钾、镁盐的混合物,它的化学性能起初是呈中性或微酸性。虽然阿拉伯树胶及其盐化合物的化学组成至今还不十分明确,但按推理,其分子式可能是长链形式的。如果将它的水溶液擦到石版上,则它的低层分子会很稳固的吸附在表面。如果用水润湿,则胶分子的小链就会很好的吸收水份,而形成膨胀状态。按照这一特性,我们就利用它来稳定水份和排斥油墨。

下一步工作的目的是巩固吸墨层和吸水层,为了巩固吸水层,就必须进行腐蚀,而其中所用腐蚀液是硝酸和阿拉伯树胶,稀了的硝酸会引起如下的反应过程:

(1)硝酸使碳酸钙分解,经过化学反应后生成硝酸钙,沉淀于石版表面,形成一层很难溶解于水的薄膜,盖住石印石毛细孔,其化学反应:



(2)在阿拉伯树胶内的阿拉伯酸作用下,其长链形分子很稳固的附着在硝酸钙薄膜上。

为了巩固吸墨层的吸油性能,在滚墨之前用地氈青溶液(即汽油、松节油与地氈青的混合物)擦版。在这一过程中虽然部分油墨被汽油等溶剂所溶解而最低层的脂肪酸分子确仍坚固地和石版表面相结合,而被溶解的油墨只不过是多余的脂肪酸分子和