

# 平版印刷工艺原理

方振亚 编



上海印刷学校



# 前 言

本教材初版于1963年,当时全书共分九章,主要阐述平版印刷过程的物理、化学变化,对于工艺过程中水份、油墨的平衡及其各自对固体的选择性吸附;墨层传布时断裂、分离的力学规律;掌握材料性质,准确复制印迹;胶印压力的分析;水斗溶液的作用和化学反应;提高印版耐印率;图画套印准确;印迹干燥和光泽;印迹色泽变化等。

这次根据学校教材编写大纲要求和中专教学的需要,从理论分析方面适当加深,重新进行编写。由于胶印工艺过程中一方面新材料、新技术、新设备不断涌现,但其工艺技术尚未发生根本性变革。故原来的章节基本不变,内容作了一些增删。增加了关于“质量控制数据化的展望”一章。

在编写过程中,得到京、沪等地有关科研单位、工厂和个人的大力支持,谨此致谢。

本教材主要参考文献有:ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА(苏)印刷生产工艺学,乳状液理论与实践(美、贝歌尔著),高分子物理(天津大学编),油漆结构学与施工(天津航院、天津油漆厂合编),以及其它论文、期刊等。

限于水平、书中的错误不当之处,盼批评指正,以利修订提高。

方邦亚

1980.6

*Kuo Chang yu*

# 目 录

<b>绪 论</b> .....	1
<b>第一章 油、水不相混溶</b> .....	9
第一节 油、水不相混溶的原因和推论 .....	10
第二节 印刷过程水量和墨量的平衡 .....	26
第三节 油墨乳化的类型 .....	30
第四节 乳化剂及引起乳化的因素 .....	38
第五节 乳化与胶印的关系 .....	46
第六节 油墨乳化的测定 .....	48
第七节 水量消耗和决定用水量的条件 .....	50
第八节 控制版面的用水量 .....	52
<b>第二章 液、固选择性吸附</b> .....	54
第一节 吸附和吸附的选择性 .....	54
第二节 橡皮布的润湿性质和改变 .....	65
第三节 印版表面的亲水性和亲油性 .....	70
第四节 墨辊的润湿性质和改变 .....	75
第五节 水辊的吸水性和输水 .....	81
第六节 胶体涂层干燥前后的润湿性质 .....	83
第七节 油墨对固体表面吸附力的改变 .....	84
<b>第三章 油墨传布和印迹的正确复制</b> .....	87
第一节 油墨的转移和形成印迹的基本条件 .....	88
第二节 关于分离功和分离功率 .....	91

DN03/09

第三节	油墨粘度、流动性与印迹复制的关系	97
第四节	印刷过程中油墨粘度、流动性的变化	104
第五节	墨层厚度与印迹复制的关系	109
第六节	纸张性质与印迹复制的关系	114
第七节	墨层中间断裂与叠印	115
<b>第四章</b>	<b>滚筒滚压与摩擦</b>	<b>121</b>
第一节	胶印压力的基本概念	124
第二节	理想压力	130
第三节	压力作用下橡皮布的形变特性	138
第四节	压力作用下衬垫物的压缩形变	153
第五节	压力的分布与测定	158
第六节	滚筒的线速度和速差	166
第七节	滚筒软硬衬垫的分析	192
第八节	滚筒滚压中的摩擦力及其分配和转化	197
第九节	关于摩擦的归纳	204
<b>第五章</b>	<b>水斗溶液的使用</b>	<b>208</b>
第一节	印刷过程印版空白部分的巩固	208
第二节	原液配方的选择	209
第三节	电解质的作用	213
第四节	电解质在印版表面的化学反应	217
第五节	预涂版和多层金属版的化学反应	225
第六节	水斗溶液的 pH 值	227
第七节	水斗溶液浓度的掌握	231
第八节	亲水胶体的使用	235
<b>第六章</b>	<b>印版耐印率</b>	<b>240</b>
第一节	表面摩擦是印版损坏的主要因素	241

第二节	版面墨层厚度与印版耐印率的关系·····	244
第三节	版面干涸起脏的原因·····	247
第四节	要正确鉴别印版质量·····	251
第五节	提高印版耐印率的途径·····	252
<b>第七章</b>	<b>色、光理论在胶印的应用</b> ·····	<b>255</b>
第一节	色彩的基本知识·····	255
第二节	色、光理论在胶印的应用·····	269
第三节	色彩的对比与调和·····	274
第四节	色彩鲜艳的条件·····	281
第五节	印迹色彩的变化·····	285
<b>第八章</b>	<b>套印准确</b> ·····	<b>289</b>
第一节	印版拉伸形变和图形的变化·····	291
第二节	滚筒衬垫增减与图纹宽度的关系·····	300
第三节	橡皮布形变与图形变化·····	308
第四节	纸张剥离张力与形变·····	313
第五节	咬牙交接和咬力对形变的影响·····	317
第六节	纸张伸缩与套印准确的关系·····	322
第七节	纸张的调湿处理·····	332
第八节	车间温湿度的控制·····	340
<b>第九章</b>	<b>印迹干燥和光泽</b> ·····	<b>348</b>
第一节	印迹干燥的基本形式·····	348
第二节	印迹干燥的化学反应·····	357
第三节	影响印迹干燥的因素·····	364
第四节	印迹干燥的控制·····	372
第五节	印迹干燥不适时的危害·····	374
第六节	印迹光泽和影响光泽的因素·····	375

<b>第十章 胶印质量控制数据化的展望</b> .....	381
<b>第一节 用信号条控制印刷质量</b> .....	381
<b>第二节 常用的密度测量</b> .....	395
<b>第三节 用刻度放大镜测量网点扩大值</b> .....	414

## 绪 论

平版印刷是利用水和油不相混溶的自然规律，并在同一平面印版上构成图纹及空白部份，对版面既供水又供墨，通过图纹部份有选择地吸油抗水、而空白部份则吸水抗油来进行印刷的，不但机器是高速轮转相滚压的，而且增加了一个包有橡皮布的中间滚筒，间接地将印版滚筒表面的印迹转印到带在压印滚筒表面的印张上，所以又名“胶印”。它具有产品质量好、印品范围广、生产效率高、材料消耗低等优点，特别是发展彩色印刷方面、有着广阔的前途，印制大面积的彩色印件更为合适，不但能在各种纸张、纸版表面上印出结实柔和的印迹，甚至在金属或其他材料上都可以进行印刷。在我国社会主义革命和建设、丰富人民文化生活、满足经济生活需要等方面发挥着重要的作用。

由于世界科学技术的飞跃发展，印刷工业引用了科学技术领域的许多新成果，如电子分色机、电子照排机、自动照相机、自动拼版机、高速卷筒纸胶印机、电子遥控的单张纸胶印机等等新设备，预制版和多层金属版等等新版材、树脂型快固着及紫外线干燥油墨、气垫橡皮布、各种新型的纸张等等新材料在平印中的应用，促使它以很快的速度发展。尤其是胶印机的自动化程度越来越高，并向高速、大型、多色、双面印发展。因此制版、印刷速度更快，产品质量更好，劳动生产率更高，生产成本更低。

卷筒纸多色高速轮转胶印机能够装有用快速制成的印版,以每秒高达7~10米的印速将双面多色图纹一次印竣,并实现印、装联动,为胶印的大发展和大量采用平印术印书、印报、印画册杂志创造了有利条件,印品的范围更广了。

长期以来,印刷曾被认为是凭经验来从事生产的,产品质量的控制和鉴别都是凭经验目测。反射和透射密度仪的使用,加上多种测试条、信号条的配合,不久的将来有可能实现质量控制的数据化、规范化,用科学的检测手段代替落后的“经验估计”,促进产品质量的提高。

由于平版印刷的基本原理是建立在近代科学成就的基础上引用了许多最新的科技成果,这就对印刷工人和技术人员提出尽快掌握基础理论和专业技术知识的要求。《平版印刷工艺原理》就是根据印刷过程油水相斥、平面印版、选择性吸附、间接压印、网点成色、多色套叠等等胶印特有的基本规律作为系统,环绕提高质量以及印刷技术发展的实际,研究印刷过程的主要理、化现象。胶印生产过程复杂多变,也是一门相当复杂的科学,技术理论的研究还很贫乏,还有许多规律有待认识及掌握,新设备、新材料的引用更对工艺提出了许多新的课题,必须迅速适应。实践证明,我们能够有效地进行生产,为人民生产各种精美的艺术复制品和文化生活用品,就是掌握了规律的结果。相反,往往生产过程中出现了各种问题,久久不能解决,即使解决了也不知其“所以然”,无法防止同样问题的再产生。或者同一原因引起的不同问题,(由于表现形态不同,就不能正确地识别),就是没有掌握事物的客观规律的结果。

要改造自然,使各种自然规律为生产需要所利用,就必须充分认识自然规律。根据物质运动的客观规律,加上主观能



动作用,运用这些规律、改进生产工艺,因此认识生产规律有着十分重要的意义。

按照辩证唯物论的观点看来,矛盾存在于一切客观事物的过程之中,矛盾贯串于一切过程的始终,并引起了事物的运动和发展。在生产过程同样也存在各种各样的矛盾,这就要求我们认识矛盾的共性、个性,绝对、相对的道理,自觉运用矛盾对立统一的法则。近代许多科学技术的发明和发展,有许多是受自然界的自然规律启发起源,模拟生物的习性逐步创造起来的,诸如飞机航空、潜水艇潜海……等等。又如动物习性中,有许多是利用水、油相斥规律达到入水不沾湿的生存目的,早在古老的历史年代就由我们的祖先加以模拟并用于生产和生活。平印能在平面印版上印刷,也是这种发明创造的继续,水和油同时作用于版面,它们是互相排斥着的矛盾的两个方面,同一切事物一样,矛盾的斗争贯串于过程的始终,在胶印印刷过程的始终,水和油的矛盾和斗争无所不在,但是在一定条件下,矛盾着的东西能够统一起来、又能够相互转化。必须按照矛盾对立统一的规律,分析和掌握水和油的关系,在动态平衡中达到矛盾对立统一,在最有利于生产的前提下,达到它们之间的平衡关系。而且胶印使用的水不是单纯的“水”,所使用的油也不是单纯的“油”,它们中间包含可变性很大的许多因素,再加上环境气候、机械压力等等条件都会起作用,水和油不相混溶也不是绝对的,有许多条件影响平衡,情况是复杂的,必须随时了解和控制变化了的条件,适应变化了的情况,达到新的平衡。所以生产中能否掌握矛盾对立统一的法则,在复杂的条件下,求得有利于生产的平衡是十分重要的,能够迅速、稳定、持久地保持平衡,就是反映技术水平的一个

主要方面、也是提高产品质量的重要保证。对立统一的法则同样适用于胶印中的许多重要环节。

事物总是一分为二的，胶印所特有的平面印版、油水相斥、间接压印、网点成色等等优点，相辅相成地促进了胶印的发展，但是也正是这些特点，使工艺过程造成许许多多的麻烦和困难。譬如：胶印过程需要用“水”，但水的存在，却引起了许多害处，这是许多印刷工人都感到麻烦的。有许多人曾经为此而苦思冥想，寻找“干胶印”的途径，但是至今尚未实现这个目标。在目前来说，还得与“水”打交道，从现实情况着眼，应该发挥它有利于生产方面的作用，而限制它对生产的害处。又例如：目前胶印还少不了“印刷压力”。特别是包绕在滚筒上的橡皮布，它给胶印带来极大方便，但同时也造成许多问题。有压力就避免不了弹性体的形变，从而必然发生不能消除的速差和摩擦，而摩擦却是胶印过程的“大敌”，诸如网点“走样”，印版磨损……，引起了许多需要研究的难题，同样也需要提倡“理想压力”和“最少速差”，其他又如油墨印刷适性的调节，辅助材料的使用，水斗溶液中电解质、胶体的配比，墨层厚度的掌握……等等都是如此，工艺过程的严格要求，就是利用它有利的一面，克服它有害的一面，达到符合“理想”的平衡。

印刷技术发展又提出许多新的课题，譬如印刷速度的提高，这是发展的必然趋向之一，但是伴随而来的是分离功率的相应提高，就得大幅度的降低油墨的粘度，而这必将发生一系列问题。机器发展到多色套印，效率成倍增长，但是在几分之一秒甚至几十分之一秒的时间内要完成多色套叠、而湿色套叠又不能保证油墨充分的传递。而且印刷面的任一质点，各次、各色组间不能是丝毫的不重合。总之，课题很多，范围很

广、难度很大。必须坚持用一分为二的辩证观点分析研究技术理论问题。

应该强调,生产过程是一个整体,不应该将各种条件孤立地看待,要注意它们之间的内在联系。各种理化现象可能同时在印刷过程中发生作用。同时某一条件又同时在各个环节中发生着直接的或间接的影响。

特别是在原材料多变的情况下,往往生产正常与不正常,产品质量优与劣,决定于几个条件的共同影响,必须研究印刷过程中存在的多种矛盾的相互内在联系:

$$x=f(u.w.y.z)$$

式中:  $x$ ——观察到的现象

$f$ ——决定现象的主要矛盾

$u.w.y.z$ ——决定现象的次要矛盾。

这就要求全力找出它的主要矛盾,问题就迎刃而解了。为了在复杂的生产过程中迅速及时地找到主要矛盾和矛盾的主要方面,必须系统地研究每一理化因素的本质、特征及其对生产的影响,同时经常、广泛地收集每一理化因素所特有的现象,并从现象中推理,得出正确的结论,才能对症下药或有效地预防问题的产生。有时情况复杂、不能及时作出正确判断时,可以估计可能影响的因素,“分步澄清”之,逐个地摒弃无关的因素,最后找到矛盾的主要方面。应该看到,印刷工业只是加工工业,生产过程也无法对材料性质作根本的改变。譬如:纸张质量差,在压印中发生“掉毛”“脱粉”,很明显主要矛盾是纸张的坚牢度不够,它经受不了油墨分离功对纸面的拉拔,但是我们无法改变这个主要原因,那么从次要原因方面着眼,在允许范围内增大油墨流动性、降低粘度,或者降低机器

速度以减少分离功，也还是相对合理的。然而这种情形也不是固定的。假使印制精细的艺术复制品，对网点要保持严格的清晰度，这就不允许增大油墨的流动性，而必须掉换质量合格的纸张。

特别是生产过程中常有：

1. 相反的现象是由于同一原因造成。
2. 相反的原因有近似的现象。
3. 某一主要原因在其他条件改变的情况下，会出现多种多样的现象。

推论之，有时不得已的情况下，还可以利用不正常的条件，满足正常生产的需要。

所以必须通晓生产过程的基本规律，了解它们之间的内在联系，透过现象看本质，才能灵活地运用规律进行生产、发展生产。

“一切真知都是从直接经验发源的。”实践是认识的源泉，只有在生产实践中，又能获得对于生产大量的感性认识。积累大量的感性材料，是十分有用和必要的。但是又不可能单凭感觉和表面现象，了解生产过程中的物理的和化学的复杂变化。必须掌握事物的本质和规律，把感性认识提高到理性认识，实践、认识、再实践、再认识，循环往复以至无穷。必须强调“理论联系实际”的重要性，因为人们对于客观规律的认识，总是由片面到全面、逐渐深化，从感性认识能动地发展到理性认识，又从理性认识而能动地地指导实践。

印刷工业目前所采用的技术已涉及非常广泛的领域，印刷已经把与之有关的各种科技成果应用到本行业中来了。这种单纯地引进其他科学领域的技术来加强自己的情况，反过

来却阻碍着本行业独立的基础理论的建设。它与纺织、陶瓷等轻纺工业相似，确立基础理论比较晚。

解放以前，在帝国主义侵略和反动派统治的黑暗年代里，我国印刷工人和整个工人阶级一样，政治、经济和文化上都受到残酷的剥削和压迫，在生产中无法了解它的变化规律。生产过程中存在着许多不科学、不合理的现象。应该解决的问题，不能及时解决，可以预防的故障，没有及时预防。尽管印刷工人通过自己的劳动实践，发挥聪明才智，积累了相当丰富的经验，但是不可避免地存在着“知其然不知其所以然”的落后状况。

解放以后，人民对印刷工业提出了更高的质量和数量上的要求，党和国家提供了进行印刷技术研究的条件。印刷工业和其他工业一样，在党和国家的关怀下，得到了很大的发展，在技术理论建设上也有了良好的开端，但是由于“四人帮”的干扰和破坏，这方面也遭到巨大的损失，拉大了与世界先进水平的差距。党中央号召我们要尽快地改变我国印刷技术落后面貌。实现社会主义工业、农业、国防、科学技术现代化建设，当然也包括印刷工业的现代化。近几年来，新技术、新设备、新材料、新工艺不断出现，紧迫地要求我们尽快熟悉它，许多新的科学技术理论要尽快地掌握它。这就促使我们在学习先进东西的同时，迅速地整理各方面的技术经验，把经验上升为理论，然后以理论指导实践，又在新的实践基础上检验和发展理论。建立比较完整的印刷技术理论，是实现印刷技术现代化的一个方面。

胶印具有工艺性较强的特点，对于中等技术人才来说，既要实践中获得比较丰富的感性知识，又要认真钻研理论，学

习理性知识、从书本中汲取间接的经验,并能联系生产实践思考运用。这就要求既有比较扎实的技术理论基础,并具有分析和解决生产实践问题的能力,今后能够有效地掌握生产规律和进行技术理论的研究。

要获得感性知识,就必须树立为革命勤奋学习的思想,苦干实干,在劳动生产中多实践。虚心好问多向有经验的老工人求教。细心深入地观察、收集各种表象,因为掌握多种表象有助于规律的分析。并且经常思考,搞懂产生各种表象的“所以然”,不论正常情况与不正常情况都要问一问“为什么?”特别是了解它们之间的内在联系。为此目的,还要重视实验和试测,在实验时要保持其他条件不变,而只改变其中之一。

## 第一章 油、水不相混溶

油和水不相混溶是自然界常见的自然规律，胶印运用了这一规律达到平面印刷的目的，所以，油、水不相混溶规律也是胶印的主要规律，胶印之所以能够在平面印版上进行印刷，乃是建立在图纹部份能吸油抗水、空白部份能吸水抗油，水、油互不混溶的基础上的，所以胶印和其他印刷术不同。其他印刷术印刷产品时、只要耗用油墨，而胶印除了用墨以外，还必须同时用“水”，才能进行印刷。没有“水”就谈不上印制图纹，只能印“满版实地”的印迹，水少了不能保证印迹的正确复制，水多了也会影响印迹的正确复制，甚至有许多害处。从当前现实意义和将来发展的可能来说，有很多问题需要研究探讨，水、油为什么不相混溶？是否绝对不相混溶？不相混溶规律有没有副作用？水、油之间的斥力怎样求得平衡？影响这种平衡关系的有那些因素？乳化现象在胶印中是否存在？乳化对生产有什么影响？怎样控制乳化值？……总之认识、运用水和油不相混溶规律中的利弊、有效地控制之，使之达到生产需要的“平衡”、并且由此推想到其它具有密切关联的问题和展望，有许多学问有待于我们学习。

油和水不相混溶、是它们关系的一个主要形式，是必须肯定的。但是还有不是绝对不相混溶的一面。例如：印刷面在高速的相互滚压过程中传递水或油墨，由于机械压力在二相系统中起作用，墨膜表面并不是绝对无水，水膜表面也并不是

绝对无墨。当然传布水份的水辊表面、或者印刷面的空白部份沾积了油墨，这都能直观地看到。至于水在墨膜表面的沾留，只要仔细观察，也是可以察觉的；水份的增减，直接影响墨色深淡、就是水膜在墨辊表面存在的结果。一般试用不包绒布的水辊，尽管表面堆积了很厚的墨层，还是能够担负输水的功能。有的工厂甚至试验过利用墨辊传水，…等等。都足以说明水、油相斥只是相对的。而且油墨乳化也是客观存在，还有相对地有限混和的另一个方面。

## 第一节 油、水不相混溶的原因和推论

为了清楚地了解胶印之所以能构成平面印刷的原理，应从探讨油、水不相混溶的原因开始，它可以运用物质分子的极性理论来加以阐明。

### 一、极性分子和非极性分子

在任何物质的分子中，构成分子的原子可由不同类型的化学键结合起来；离子键、金属键和共价键，这三大类型化学键都是原子间比较强的相互作用，形成不同类型的分子。可以根据它的分子结构而区分为极性的或非极性的。离子是带电荷的原子，它们是形成离子型化合物的基本颗粒，从离子具有的三个重要特征：离子的电荷，离子的电子构型和离子半径可知，当两个原子电负性相差很大时，可以认为生成的电子对完全转移到电负性大的原子上，形成了离子键。因此从键的极性来看，离子键是最强的极性键。由离子键构成的分子是极性分子。



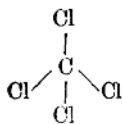
由共价键结合的分子可能区分下列两种不同性质:

在单质中,同种原子形成共价键,原子双方吸引电子的本领(即电负性)相同,共用电子对均匀地出现在两个原子之间,由两个原子核正电荷所形成的正电荷重心和分子中负电荷重心恰好重合。这种键叫做非极性共价键,由它结合成的分子是非极性分子。

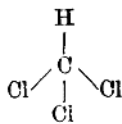
在复杂的多原子分子中,不同原子间形成共价键,由于不同原子吸引电子的本领(电荷性)不一样,使共同电子对向电荷性大的原子一方靠近,也就是,偏向电负性大的原子一方有较大的电子云密度分布。这时对成键的两个原子来说,电荷分布是不对称的,键的正电荷与负电荷重心不重合,这样形成的键有极性,叫做极性共价键,那么这样键结合成的分子也只能是极性分子,或者叫偶极分子。

反之,如果分子中电荷分布均匀,正电荷重心和负电荷重心相重合,则是非极性分子。

可举简单的气态物质说明之,例如  $\text{CCl}_4$  分子中, 4 个共价键都是极性键,但是这个分子具有对称的结构, 4 个键的极性相互抵消,因而它是非极性分子。如果是  $\text{CHCl}_3$  分子由于结构不对称却是极性分子。



非极性分子



极性分子

偶极分子极性的强弱,通常是以偶极矩 ( $M$ ) 来衡量。即分子的偶极矩是偶极长度 ( $l$ ) 和极上电荷 ( $e$ ) 的乘积: