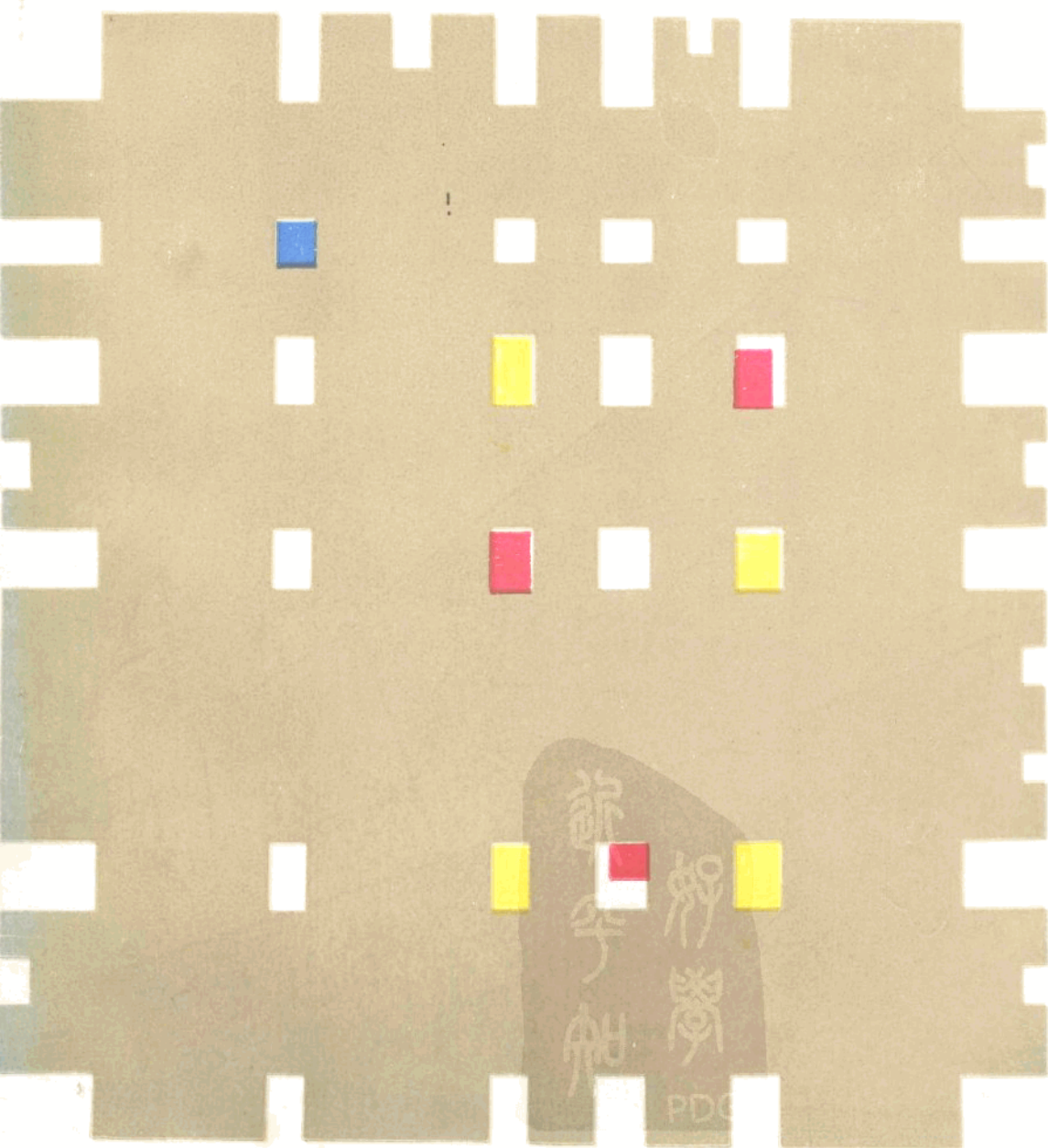


冯瑞乾 编著

平版印刷工艺

北京印刷学院函授部

3



目 录

第五章 印刷压力

第一节 印刷压力的基本概念	(1)
1. 印刷压力的表示方法	(2)
2. 油墨转移率和印刷压力的关系	(5)
第二节 影响印刷压力的主要因素	(6)
1. 滚筒包衬对印刷压力的影响	(7)
2. 印刷面的不平度和印刷速度对印刷压力的影响	(10)
第三节 滚筒包衬的确定	(11)
1. 胶印滚筒的筒径配置理论	(11)
2. 滚筒包衬标准的确定	(13)
3. 印刷图文与滚筒衬垫改变的关系	(15)
4. 印刷压力的测定	(17)
第四节 橡皮布的性能和变形	(19)
1. 橡胶的弹性	(20)
2. 橡胶的粘弹性	(21)
3. 橡皮布的变形及其对胶印质量的影响	(23)
复习思考题	(25)

第六章 油墨的传递和转移

第一节 胶印中的油墨传递	(27)
1. 墨辊间的墨层分离	(28)
2. 墨辊上的墨膜分布规律	(29)
第二节 胶印中的油墨叠印	(31)
1. 单色胶印机的油墨叠印	(31)
2. 四色胶印机的油墨叠印	(32)
3. 油墨叠印率	(34)
第三节 胶印中的纸张掉毛现象	(36)
1. 纸张掉毛的原因	(36)
2. 纸张的湿掉毛与堆墨	(39)
3. 减少纸张掉毛的方法	(41)
第四节 背面沾脏和油墨的脱落现象	(43)
1. 油墨固着不良与背面沾脏	(43)
2. 油墨干燥不良与油墨的脱落	(43)
第五节 套印不准	(44)
1. 定位标记和纸张的定位	(45)

2. 与纸张伸缩无关的套印不准.....	(46)
3. 由于纸张的伸缩引起的套印不准.....	(48)
第六节 图象形状的异常变化和非图象部分的污染.....	(51)
1. 图象形状的异常变化.....	(52)
2. 非图象部分的污染.....	(53)
复习思考题.....	(54)
第七章 胶印印刷质量的控制	
第一节 胶印印刷质量控制的主要参数.....	(55)
1. 墨层厚度的控制.....	(55)
2. 网点扩大值.....	(57)
3. 印刷反差.....	(58)
第二节 控制印刷质量的方法.....	(58)
1. 控制印刷质量的信号条.....	(58)
2. 印刷质量自动控制装置.....	(61)
复习思考题.....	(62)

第五章 印刷压力

内 容 提 要

胶印过程中油墨的转移，必须在一定的印刷压力的作用下进行，这个印刷压力的形成，主要是借助于橡皮滚筒上的橡皮布和衬垫的压缩变形。按照胶印工艺的要求，印刷压力要调整到适当的大小，才能保证印刷的正常进行。

本章先介绍印刷压力的表示方法；继而讲述胶印中油墨转移与印刷压力间的关系，并在此基础上，给出印刷工作压力的概念；再次介绍影响印刷压力的各种因素，特别介绍了滚筒包衬的确定及其变形测定的方法；最后分析橡皮布的性能、变形对印刷压力的影响。

基 本 要 求

1. 了解印刷压力的一般表示方法，明确胶印滚筒接触压力和接触线宽度的关系。
2. 在了解油墨转移率和印刷压力关系的基础上，理解印刷工作压力的概念及其在胶印中的重要性；明确影响印刷工作压力的主要因素，能够依据给定的印刷条件确定适宜的印刷压力。
3. 掌握印刷压力与滚筒衬垫组成间的关系，并会合理地选用衬垫；能够在实际印刷过程中，用适量增减衬垫厚度的方法，提高图文的套印精度。
4. 了解橡皮布的性能、变形对图文长短、网点扩大的影响，能够正确地使用橡皮布。

第一节 印刷压力的基本概念

胶印印刷是把印版图文上的油墨先转移到橡皮布上，然后再从橡皮布转移到纸张或其它承印物的表面上。在油墨的两次转移过程中，印版图文表面和橡皮布表面之间、橡皮布表面和承印物表面间，都必须保证有极小的距离，使其间的油墨质点与这些表面有充分的接触，致使分子力发挥作用，这样才能完成油墨的转移。为此，必须使印版滚筒表面和橡皮滚筒表面相互挤压，橡皮滚筒表面和压印滚筒表面相互挤压；这两种相互挤压的力即是胶印印刷中的印刷压力，前者叫印版压力，简称版压，后者叫压印压力，简称印压。如果假定橡皮滚筒的轴是固定的，为了得到版印和印压，就必须分别在印版滚筒和压印滚筒的轴上施力，强制地改变各轴间的距离，压缩各滚筒间弹性材料的尺寸。显然，施加在印版滚筒轴上和压印滚筒轴上的力，在数值上分别等于版压和印压。

印刷压力直接影响着油墨转移，自然也明显地影响着胶印印刷的印刷质量。如果印刷压力偏小（版压偏小，印压偏小，或者两者同时偏小），各印刷面不能充分接触，油墨和印刷面间分子作用力很小，油墨转移便不理想，印刷的印刷品墨色浅淡，朦胧，甚至图文残缺不全；如果印刷压力偏大，油墨可能被挤到图文以外的空白处，转移到承印物上，会使印刷品墨色浓重不清，网点严重扩大，甚至糊版；如果印刷压力不稳定，忽高忽低，油墨转移便时而过量，时而不足，印刷品的调子再现和色彩再现均无法达到理想的境界，图文色调不准。

印刷压力对设备的影响也很重要，印刷压力过大或者印刷压力不稳，可能加剧印版的磨损，降低印版的耐印率；或使印刷机运转工况恶化，减短印刷机的寿命。

根据胶印工艺的要求，选择适宜的印刷压力，并保持其在印刷过程中的稳定性，这对胶印印刷是十分重要的。

1. 印刷压力的表示方法

上面提到的印刷压力，无论是印版压力还是压印压力，指的都是各个接触面上所承受的总的压力，它们在数值上分别等于加在印版滚筒轴承和压印滚筒轴承上总的压力，单位通常用公斤（kg）来表示。

但是，油墨转移是与各滚筒表面单位长度或单位面积上所承受的压力有关的，所以，通常说到印刷压力，指的都是比压，即单位长度或单位面积上所承受的压力，前者叫线压，用 P_L 表示，单位常用 kg/cm ；后者叫面压（即压强），用 p 表示，单位常用 kg/cm^2 。

对胶印机来说，为保证滚筒之间（印版滚筒和橡皮滚筒之间、压印滚筒和橡皮滚筒之间）充分接触，接触部位一定要有压力，这个压力由接触产生，所以叫做接触压力。接触的部位，严格地说，是个形状因压力大小而变化的面。大致说来，这个接触面的形状是滚筒两条靠得很近的母线之间一个带状面积。如果这个带状面积的宽度很小，即两条母线靠得非常近，便可近似地认为两滚筒的接触是线接触，接触部位即是滚筒上的某一条母线。

如果能够粗略地认为滚筒间的接触是线接触，因为胶印机上沿接触线压力的分布大致上是均匀的，所以，胶印机的线压力可以用作用在轴承上的总压力除以接触线有效长度（即沿母线的接触长度）来表示。如，作用在印版滚筒轴承上的总压力是 $P_{\text{印}}$ （kg），印版滚筒和橡皮滚筒的有效接触长度是 $L_{\text{版—橡}}$ （cm），则胶印机的印版线压力为 $P_L = P_{\text{印}} / L_{\text{版—橡}}$

为了更精确地表示接触部位的压力情况，把滚筒的接触看成是线接触显然是不够的，而必须把滚筒的接触看成是面接触。如果能够测出加在轴承上的总压力和接触面积，两者之比即表示了接触面上压力的平均分布情况，叫做平均压强，用 P_a 表示。胶印机接触面上压强的分布是不均匀的，参看图5—1，沿带状接触面长度，即沿滚筒母线，压强的分布还可以近似地认为是均匀的；沿带状接触面宽度，压强的分布变化就很大。所以要准确地表示接触面上的压强分布，至少要给出沿接触宽度面的压强分布，即给出接触面宽度上任意一点的压强 P_x ，单单给出整个接触面上的平均压强 P_a 是不够的。顺便指出，压强沿接触面宽度的分布，大致上是左右对称的，压强在接触面宽度的中点，往往达到最大值，叫最高压强，用 P_{max} 表示。

把滚筒接触如实地看成是面接触，用压强表示接触面上各点的压力情况，自然是准确而科学的。但实际上，测定接触面上各点的压强是有困难的。即使认为沿接触面长度压强均等，测定沿接触面宽度各点的压强也需特殊的测定装置，对于圆压圆的胶印机困难就更大。

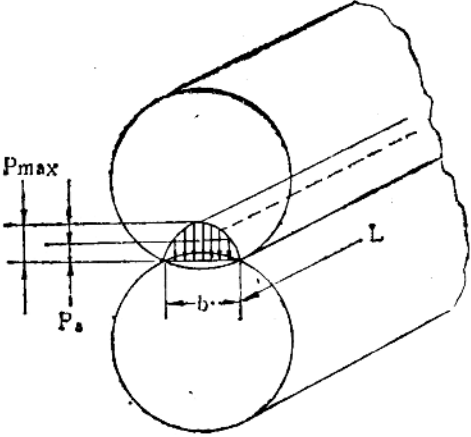


图5—1 滚筒接触面上的压力分布

因此，在生产实际中，尤其是在印刷过程中调节印刷压力的时候，很少应用压强这一概念。目前，滚筒接触面压强分布的研究，还没有应用到生产实际当中。

生产实际中，印刷压力的控制，是通过调节滚筒间中心距的大小和改变滚筒衬垫的厚度来实现的。滚筒中心距的大小必须调节到正确的位置，在这种情况下，增减滚筒衬垫的厚度，便可使印刷压力相应地增大或减小了。

在调节滚筒中心距、增减滚筒衬垫厚度改变印刷压力的过程中，滚筒间的所有衬垫物，甚至包括滚筒本身，变形量都必然有相应的改变。这里所谓“所有的衬垫物”，是夹在滚筒间的印版、橡皮布、纸张或其它承印物，以及各处的衬垫。所谓“滚筒本身”，则仅指除所有包复物的金属的印版滚筒、橡皮滚筒、压印滚筒的筒体。由于滚筒筒体的变形很小，相比之下可忽略，所以，可用滚筒间所有衬垫物的变形总量来间接地表示相应的印刷压力。又因为滚筒所有的衬垫物总是处于压缩状态，所以，进而可用滚筒间所有衬垫物的压缩总量来间接地表示相应的印刷压力。这是印刷工艺中特有的印刷压力的表示方法，通常叫滚筒间的压缩量，用 λ 表示，单位常用 mm。

如图 5-2 所示的胶印机， λ 值就有两个：一个是印版滚筒和橡皮滚筒间的压缩量，用 $\lambda_{\text{版-橡}}$ 表示；另一个是压印滚筒和橡皮滚筒间的压缩量，用 $\lambda_{\text{橡-压}}$ 表示，分别表示相应的滚筒接触部位的压

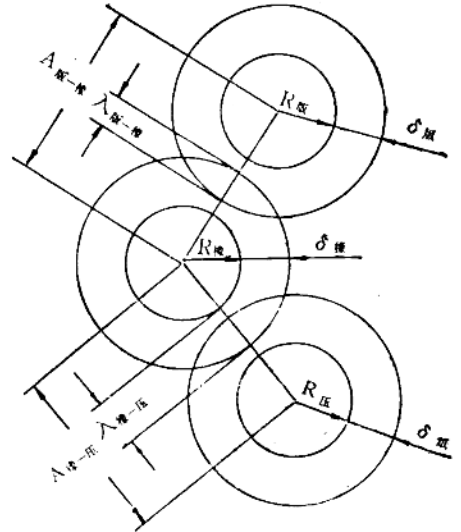


图 5-2 压缩量表示印刷压力

按照 λ 的定义， $\lambda_{\text{版-橡}}$ 和 $\lambda_{\text{橡-压}}$ 可按下式计算：

$$\lambda_{\text{版-橡}} = R_{\text{版}} + \delta_{\text{版}} + R_{\text{橡}} + \delta_{\text{橡}} - A_{\text{版-橡}} \quad (5-1.a)$$

$\lambda_{\text{橡-压}} = R_{\text{压}} + \delta_{\text{纸}} + R_{\text{橡}} + \delta_{\text{橡}} - A_{\text{橡-压}} \quad (5-1.b)$ 式中， $R_{\text{版}}$ 、 $R_{\text{橡}}$ 、 $R_{\text{压}}$ ——分别是印版滚筒、橡皮滚筒、压印滚筒的筒体半径。

$\delta_{\text{版}}$ 、 $\delta_{\text{橡}}$ 、 $\delta_{\text{纸}}$ ——分别是印版及其衬垫、橡皮布及其衬垫、印刷纸张或其它承印物的厚度，

$A_{\text{版-橡}}$ 、 $A_{\text{橡-压}}$ ——分别是印版滚筒与橡皮滚筒之间、压印滚筒与橡皮滚筒之间的实际中心距。

式 (5-1) 中，若把印版滚筒、橡皮滚筒、压印滚筒的筒体以及印版看成是刚性的，忽略它们的变形，则可能有压缩变形的只有包复在橡皮滚筒上的橡皮布、各处的衬垫和夹在压印滚筒与橡皮滚筒之间的印刷纸张或其他承印物了。这些弹性材料在压力作用下的变形是十分明显的；也正是这些弹性材料的明显变形，才保证了滚筒表面充分接触，所以，这样形成的压力叫接触压力，是弹性材料表面挤压时所特有的。

由于橡皮布的弹性比纸张或其它承印物的弹性大得多，所以在接触压力的作用下，橡皮布的压缩量也比印刷纸张的压缩量大得多。衬垫的弹性虽与纸张的弹性不相上下，但常用衬垫要比纸张厚得多，所以在接触压力的作用下，衬垫的压缩量总比纸张的压缩量大得多。总之，印刷纸张或其它承印物在接触压力作用下产生的压缩量，要比同样条件下橡皮布或衬垫所产生的压缩量小得多。若相比之下忽略纸张的压缩量，则可以认为 $\lambda_{\text{版-橡}}$ 和 $\lambda_{\text{橡-压}}$ 都是

由橡皮布和衬垫的压缩量组成的。换言之，在计算或测定 $\lambda_{\text{版-橡}}$ 或 $\lambda_{\text{橡-压}}$ 时，只考虑橡皮布和衬垫的压缩量就足够准确了。这里所说的衬垫，即包括橡皮滚筒上的衬垫，也包括印版滚筒上的衬垫。

总之，若把胶印机印版滚筒、橡皮滚筒、压印滚筒的筒体看成是刚性的，且不计印刷纸张或其它承印物的压缩量，则两滚筒接触时的压缩量可以认为是由包复在橡皮滚筒上的橡皮布与相应的滚筒衬垫的变形所产生的。

在印刷过程中，常把最大压缩量叫做滚筒接触压力，而把 $\lambda_{\text{版-橡}}$ 和 $\lambda_{\text{橡-压}}$ 就叫做版压和印压。 $\lambda_{\text{版-橡}}$ 和 $\lambda_{\text{橡-压}}$ 虽然都是由橡皮布和衬垫的变形构成的，但在一般情况下它们并不相等，这是显而易见的。

式(5-1)中滚筒间的中心距 $A_{\text{版-橡}}$ 和 $A_{\text{橡-压}}$ 都是经调节后的固定数值。调节滚筒中心距的目的，就是确定滚筒的正确运转位置，以保证滚筒间有适宜的压力。胶印机的印版滚筒、橡皮滚筒和压印滚筒，是靠齿轮传动的，如图5-3所示。压印滚筒带动橡皮滚筒，橡皮滚筒再带动印版滚筒。

调节滚筒中心距，必须保证达到滚筒齿轮在节园相切这一要求，否则印刷机的运转会失去平稳。对于3滚筒齿轮节园半径均相等的滚筒系统，印版滚筒和橡皮滚筒间的中心距、压印滚筒和橡皮滚筒间的中心距，都等于2倍的节园半径，即节园的直径。即是说，调节到位的上述滚筒中心距，都应等于滚筒齿轮的节园直径。

除了上述的线压力 PL 、压强 P 、压缩量 λ 之外，还有一个常用的表征印刷压力的物理量，就是压印区的宽度，用 b 表示，常用单位是 mm 。

前面已经说明过，在外力的作用下，滚筒表面的接触部位一般呈狭长的矩形平面，叫做压印区，这个矩形的压印区的长度即是滚筒母

线上的有效接触长度，在印刷压力足够大时，是不会改变的。但压印区宽度却随着印刷压力的增大而加宽。因此，压印区的宽度便间接地表征了印刷压力的大小。

对于3滚筒齿轮节园半径均相等（用 R 表示其节园半径）的滚筒系统，压缩量 λ 和压印区宽度 b 间有下式表示的关系。

$$\lambda = \frac{b^2}{4R} \quad (5-2 \cdot a)$$

也可写成

$$b = 2\sqrt{R\lambda} \quad (5-2 \cdot b)$$

式中 R 为滚筒的节园半径。(5-2)式也表明了， b 和 λ 同样可以用来表示印刷压力。

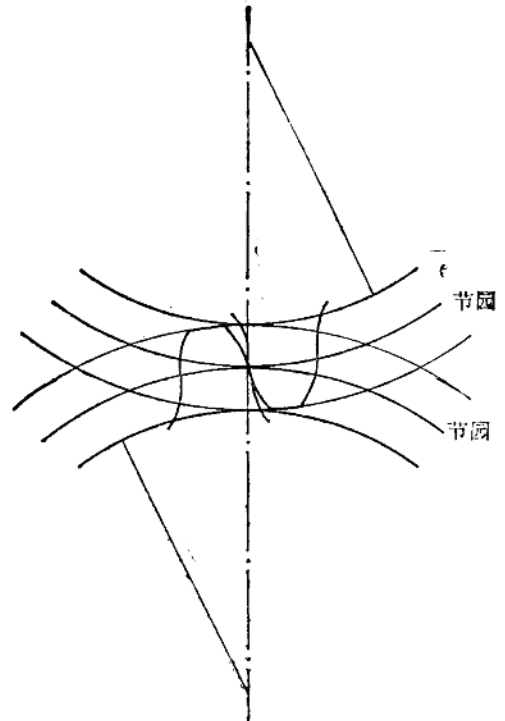


图5-3 齿轮的接触传动

综上所述，表示印刷压力的常用物理量有4个，即线压力 P_L 、压强 P 、滚筒间压缩量 λ 和压印区的宽度 b 。在进行印刷压力的理论研究中，多采用 P_L 和 P ；在生产实际中控制印刷压力时，常采用 λ ；在校准印刷压力的均匀性时，常采用 b 。

2. 油墨转移率和印刷压力的关系

若供给印版单位面积的油墨量是 x (g/m²)，经印刷后转移到纸张单位面积上的油墨量是 y (g/m²)，则油墨转移率 f 定义为

$$f = \frac{y}{x} \times 100\% \tag{5-3}$$

当印版供墨量保持不变时，油墨转移率越高，说明从印版转移到纸张上的油墨量越多，得到的印刷品墨层浓厚、颜色深沉。可见，油墨转移率是衡量印刷过程中油墨转移程度的物理量。

前面已经提到，油墨转移直接受到印刷压力的影响，或者说，保持一定的印刷压力就是为了使油墨能顺利地完成了从印版到纸张的转移。图5-4是根据实验结果，绘制的油墨转移

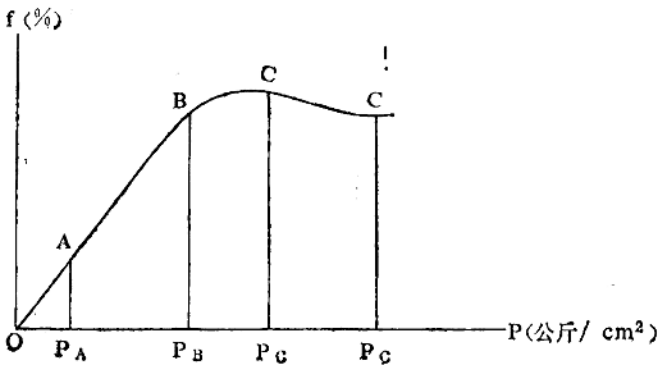


图5-4 油墨转移率和印刷压力的关系

局部空白)发生。这是墨量不足段，是不能进行正常印刷的。墨量不足段所对应的印刷压力的上限是 P_A ；当印刷压力达到 P_A 时，油墨转移率也相应地达到某一定值，印刷能够进行，但从油墨转移的角度要求，还不理想，因为理想的情况应当是尽可能地提高油墨转移率。曲线上的OA段是墨量不足段。

当印刷压力超过 P_A 之后，油墨转移率几乎与印刷压力成比例的增长，即 f 与 p 成线性关系，而且增长的速率也很快。这种 f 随 p 而线性增加的关系直到 $f-p$ 曲线上的B点结束，B点所对应的印刷压力用 P_B 表示。AB段叫墨量按比例转移段。在AB段，墨量的变化对于印刷压力的变化很敏感，印刷压力的很小改变便会引起墨量较大的变化；印刷压力的不稳会造成墨量的不均。而印版、衬垫、橡皮布、纸张等的厚度不均匀都可能导致印刷压力失去稳定，印出的成品墨层厚薄不均、颜色浓淡互异，批量印刷品的印刷质量得不到保证。所以，不能选择AB段所对应的印刷压力，即从 P_A 到 P_B 间的印刷压力，进行印刷。

当印刷压力达到 P_B 时，油墨转移率达到了较大值。此后压力再有增加，油墨转移率也基本上保持不变，这种趋势一直保持到印刷压力达到 P_C 值为止。即是说，在BC段，即使印刷压力在 P_B 到 P_C 之间有些变化，油墨转移率也几乎不变，油墨转移率具有很好的稳定性。

率和印刷压力的关系曲线，印刷压力是用压强来表示的。

这条 $f-p$ 曲线可以明显地分为以下几段。

当压力很小时，印刷面不能充分接触，油墨和纸张间的分子作用力很小，只有少量的油墨可能转移到纸面上来，油墨转移率很低，勉强进行印刷，得到的印刷品也是墨色极其浅淡，且时有“空虚现象”（即应着墨处出现

在 P_B 到 P_C 的印刷压力范围内,印出的印刷品自然是墨层厚度均匀、颜色浓淡一致,足以保证批量印刷品的印刷质量。 BC 段是墨量适宜段; P_B 是墨量适宜段的最小印刷压力或称必需压力, P_C 是墨量适宜段的最大压力,或称临界压力。

当印刷压力超过 P_C 之后,由于印刷压力过大,印版图文上的墨量开始向空白部分铺展,油墨转移率开始下降,印出的印刷品网点扩大严重、图文明显失真。所以,超过 P_C 的印刷压力是不适宜印刷的。

从以上对 $f-x$ 曲线的分析,可以得到如下的结论:印刷压力的大小对于油墨从印版上转移到纸张上的程度是有很大的影响的;当印刷压力不足时,油墨的转移不充分,不适宜印刷;当印刷压力过量时,由于印版上的油墨向图文以外的空白部分铺展,油墨转移率非但得不到提高,而且还带来了印刷上的其它弊病,同样不宜印刷;只有在适当的印刷压力范围内,即 P_B 到 P_C 之间的印刷范围内,才能印出墨层厚实、图象清晰、调子和色彩再现性良好的印刷成品。即是说, P_B (必需压力)到 P_C (临界压力)之间的印刷压力范围,对于油墨转移来说,是理想的印刷压力段;这个印刷压力范围叫做印刷机的工作压力范围,印刷机的工作压力应当选择在这个范围之内。

图5-4的实验曲线,是使印版上的油墨在印刷压力的作用下,直接转移到纸张表面上得到的。胶印印刷是一种间接印刷,油墨要经过两次转移,才能固着在纸面上,即油墨先要从印版转移到橡皮布上,而后再从橡皮布转移到纸张上。如果 $P_{版-橡}$ 与 $P_{压-橡}$ 相等,即印版滚筒与橡皮滚筒间的印刷压力等于压印滚筒与橡皮滚筒间的印刷压力,在正常的印刷状况下,从印版到橡皮布的油墨转移率约为50%,从橡皮布到纸张的油墨转移率约为76%,因此,从印版到纸张的油墨转移率约为38%,这个数值略低于直接印刷的油墨转移率。但是,油墨转移与印刷压力的关系,间接印刷与直接印刷是类同的,即是说,对胶印印刷来说, $f-x$ 关系曲线也和图5-4的曲线相似。所以,胶印印刷的工作压力范围也应选择在必需压力 P_B 和临界压力 P_C 之间,不过 P_B 和 P_C 和实际取值略有变化。

第二节 影响印刷压力的主要因素

胶印机在工作压力范围内印刷,才能获得质量合格的印刷品,因此,确定印刷工作压力就成了印刷工艺过程中一个十分重要的环节。

目前,大多数印刷厂家都是凭经验调节和确定印刷的工作压力,即一面观察印刷品的墨色、网点还原情况、图象清晰程度等,一面调节印刷压力,直到印刷压力达到要求时,才把此时的印刷压力定为印刷的工作压力。胶印机的工作压力,除了胶印机本身的性能之外,还和印刷过程中使用的纸张、油墨等有关。所以,胶印机的工作压力不是一成不变的,要根据实际的印刷条件进行调节。

在调节胶印机工作压力的过程中,应当充分了解影响印刷压力的各种因素,其中主要的有印版、橡皮布、衬垫、纸张的材料性质、各个印刷面的表面状况、采用的印刷速度的大小、印刷的图文形式,以及使用的油墨的性能等等。这些因素对印刷压力的影响很复杂,而且这些因素相互间还有影响。所以,分析各种因素对印刷压力的影响很重要,也很困难。

通常,胶印机都是有标准的印刷压力和压力的可调范围,在生产实际中,再考虑各种因素对印刷压力的影响,根据具体的印刷条件,对印刷压力进行适当的调节。

1. 滚筒包衬对印刷压力的影响

胶印机的橡皮滚筒，因在金属的筒体上包复着橡皮布而得名。在橡皮布和筒体之间还衬有用纸张、纸板、塑料薄膜、毛织品等材料制成的衬垫，橡皮布和衬垫一起组成了胶印机橡皮滚筒的包衬。胶印机的印版滚筒的筒体和印版之间也衬有衬垫，这个衬垫有时也叫做印版滚筒的包衬。胶印机的压印滚筒没有包衬。

前面讲过，在胶印印刷过程中，印版滚筒和橡皮滚筒间的接触压力，是印版滚筒包衬（即衬垫）的压缩变形和橡皮滚筒包衬（即衬垫加橡皮布）的压缩变形形成的；压印滚筒和橡皮滚筒间的接触压力，如忽略纸张的压缩变形，则是由橡皮滚筒包衬的压缩变形形成的。可见，滚筒包衬是印刷压力的基本来源，对印刷压力的影响也是很大的。

下面介绍包衬的功能、材料、性能及其对印刷压力的影响。

胶印印刷中使用的印版、橡皮布、印刷纸张，表面都有微观的不平度。为了提高油墨转移率，就应使印版表面和橡皮布表面、橡皮布表面和印刷纸张表面充分接触。为使这两对表面能够充分的接触，方便的办法就是扩大接触表层的变形。加衬弹性衬垫就能够扩大这种变形，克服因印刷面粗糙而引起的表面接触不良现象。因此，衬垫的功用有两个：一是利用衬垫的弹性变形产生胶印机滚筒的接触压力；二是弥补印版、橡皮布、印刷纸张因制造的精度误差或因有的表面粗糙度所造成的印刷品的图象不清、印迹不实等缺陷。这两方面的功用，实质上都是利用了衬垫材料因具有良好弹性而产生的明显的弹性变形，是相辅相成的。如果在胶印机滚筒的金属筒体上不包复衬垫，油墨不能转移，印刷也无法进行。采用橡皮布和弹性衬垫，可以说是胶印印刷的又一特点。

胶印印刷使用的衬垫材料，主要有衬垫用纸、塑料薄膜（其中包括聚碳酸酯、聚丙烯、三醋酸纤维素聚酯等薄膜）、精纺毛织品（常用的有毛毡、哗叽、华达呢等）、橡皮布等。衬垫用纸和塑料薄膜一般作为底衬，垫在印版下，或者和橡皮布一起组合成弹性模量较高的橡皮滚筒包衬。精纺毛织品则用来和橡皮布一起组合成弹性模量较低的橡皮滚筒包衬。

用作包衬的材料（衬垫用纸、塑料薄膜、精纺毛织品、橡皮布等）都是粘弹性材料。它们的变形，都包括敏弹性变形、滞弹性变形和塑性变形。这和纸张的变形情况类似（参看第二章第一节）。

图5—5是包衬材料的变形特性曲线。图中纵坐标是材料的相对变形 ϵ ，横坐标是卸载后经历的时间 t ， ϵ 随 t 的变化如图中曲线所示。如果包衬材料在某个载荷（压力）的作用下，有了一定的相对变形，达到了曲线的A点，卸载（消除压力）

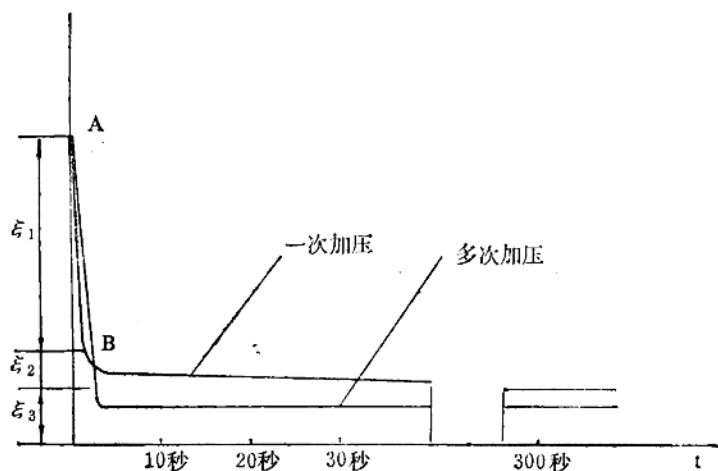


图5—5 包衬材料的变形特性曲线

后,包衬材料的相对变形将随时间逐渐减小,即包衬材料有逐渐恢复到它原来的形状的趋势。这种恢复趋势一开始非常迅速,在很短的时间内, ϵ 随 t 成线性下降一个很大的数值 ϵ_1 而达到曲线上的B点。这个能够迅速恢复的弹性变形 ϵ_1 ,即是敏弹性变形。从曲线上的B点开始,包衬材料恢复原来形状的趋势明显减慢了,经历了一个相当长的时间,包衬材料的相对变形才下降一很小的数值 ϵ_2 。这个缓慢恢复的弹性变形 ϵ_2 ,即是滞弹性变形。滞弹性变形随着时间的延续,总是可以消除的,尽管这个过程相当迟缓。到达曲线上的C点以后,包衬材料恢复原状的趋势消失了,剩下来的变形 ϵ_3 在相当长的时间内都不能消除,而成为“永久性”变形, ϵ_3 即是塑性变形。

包衬材料在一次加载——卸载过程结束时,便留下了“永久性”的塑性变形。继续对有了塑性变形的包衬材料重复加载——卸载,包衬材料的变形特性曲线,与图5—5所示的曲线便有所不同。其变化表现为,滞弹性变形逐渐消失,而塑性变形趋于“基本”稳定。所谓“塑性变形趋于基本稳定,指的是多次重复地加载——卸载,包衬材料的塑性变形的增量很小很小,但并没完全消失。成千上万次的印刷,相当于对包衬材料进行成千上万次的加载——卸载,包衬材料的极小的塑性变形增量,积累起来也可能变得相当大,致使包衬(特别是衬垫)失去弹性而报废。所以,胶印所选用的包衬材料,应当在经过大量的印刷后,仍然具有良好的敏弹性变形。选择包衬用纸、塑料薄膜、精纺毛织品、橡皮布做包衬材料,就是因为这些材料具有良好的敏弹性。

胶印机橡皮滚筒的包衬包括橡皮布和弹性衬垫,两者的变形都很大;对印刷压力的影响也很大。下面着重介绍橡皮滚筒的包衬及其对印刷压力的影响。

普通橡皮布是由耐油性良好的表面橡胶层、棉布骨架和弹性胶层组成的,图5—6是普通橡皮布的结构示意图。普通橡皮布的厚度有1.65mm、1.8mm、1.9mm等数种。将橡皮布和各种衬垫材料组合在一起,按其弹性模量的大小,分为软性包衬、中性包衬和硬性包衬,如表5—1所示:

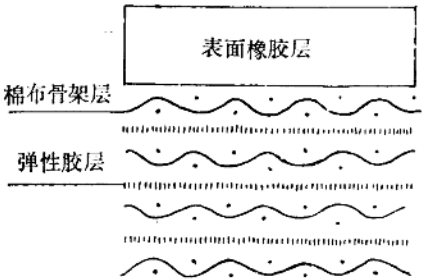


图5—6 普通橡皮布结构

表5—1 包 衬 的 种 类			
包 衬 种 类	组 成	弹性模量E(kg/cm ²)	厚 度(mm)
软 性 包 衬	橡皮布+毛毡衬垫	约31	4以上
中 性 包 衬	橡皮布+橡皮衬垫	约52	3—3.5
硬 性 包 衬	橡皮布+纸衬垫	约110	2以下

图5—7是同样厚度的软性包衬和硬性包衬的印刷压力和包衬压缩量的关系曲线。从曲线上可以看到,对于同样的印刷压力 P_B ,硬性包衬只有0.1mm的压缩量,软性包衬却有0.2mm的压缩量,后者是前者的两倍。此外,若包衬压缩量有了同样的微小变化 $\Delta\lambda$,硬性包衬的压力变化 $\Delta P_{硬}$ 要比软性包衬的压力变化 $\Delta P_{软}$ 大, $\Delta P_{硬} > \Delta P_{软}$,说明硬性包衬要比软性包衬对印刷压力的变化更为敏感。所以在使用硬性包衬时,对于包衬材料的平整度、印

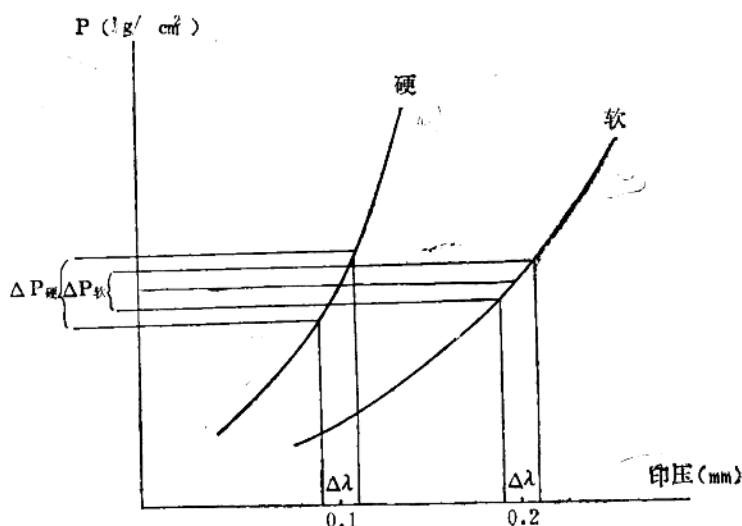


图 5—7 滚筒接触压力和压力

刷机部件的制造精度都有很高的要求，若达不到这些要求，则可能因印刷压力的不均匀而出现杠状的墨痕，即所谓“墨杠”。

前面讲过，包衬压缩量可以用来表征滚筒接触压力的大小。那是同一种包衬来说的。如果在滚筒轴承上施加同样的压力，而改变滚筒的包衬，如分别用硬性包衬和软性包衬，则可得

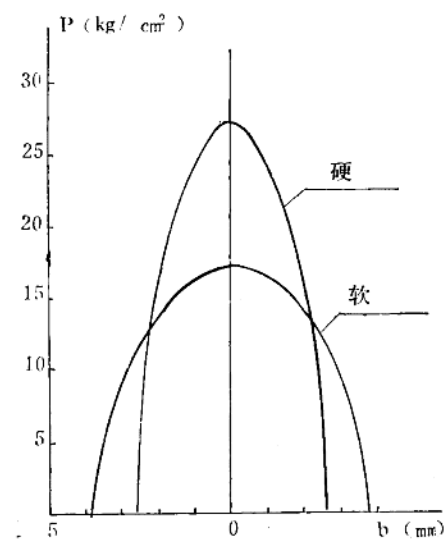


图 5—8 压印线宽度和压力

到如图 5—8 所示的印刷压力 p 在压印区宽度 b 上的分布曲线。从分布曲线上可以看到，硬性包衬的印刷压力高、压印线窄，软性包衬的印刷压力低、压印线宽；而且，硬性包衬的印刷压力在压印宽度上的分布曲线陡峻，软性包衬的印刷压力在压印宽度上的分布曲线平缓。前面讲过印刷的压力对油墨转移的影响，可以得到这样的结论：硬性包衬比软性包衬网点再现性好。

从包衬性能分析，也可以得到同样的结论。软性包衬的弹性模量小，压缩变形量和压印区宽度都比较大，印版、橡皮布网点上的油墨稍被挤压，网点周围就变得不那么清晰，印刷品网点质量不够理想，网点再现性较差。硬性包衬的弹性模量大，压缩变形量和压印区宽度都比较小，刚好弥补了软性包衬的缺陷，网点再现性较好。

但是软性包衬又具有弹性好，印刷中不易出现“墨杠”的优点。所以，软性包衬常用在印刷精度要求不高，但印刷面磨损较为严重的胶印印刷中。如果胶印机印刷中容易出现“墨杠”，使用软性包衬可以减缓“墨杠”出现的程度。对于丝络粗糙和压凸纹的纸张，用软性包衬，印刷效果也可得到一定程度的改善。

硬性包衬的弹性较差，压缩变形量较小，压印线也较窄，因而印刷的网点光洁，图象清

晰，适合于印刷网点线数高的印刷品。但硬性包衬用于印刷容易出现“墨杠”，所以必须用在精度高的胶印机上。

中性包衬的性能介于硬性包衬和软性包衬之间，又可细分作中性偏硬包衬和中性偏软包衬。中性包衬往往兼备硬性包衬和软性包衬的优点，因而适应性较强，用途较广，是目前胶印机上普遍采用的包衬形式。使用中性包衬，网点再现性较好，对于胶印机精度、纸张性能的要求也不过分苛刻。

硬性包衬和软性包衬的橡皮布弹性衰减情况也不相同，从中可以看到，硬性包衬比软性包衬更适于印刷。

橡皮布在反复多次承受滚筒接触压力的过程中，逐渐地不能恢复到原来的厚度，这是由于橡皮布逐渐地失去弹性造成的。这种现象叫做弹性衰减现象。在印刷过程中，由于橡皮布的弹性衰减，随着印刷数量的增多，印刷压力便有所下降。由弹性衰减引起的印刷压力下降在印刷一定数量印张后（约1万张），便基本上稳定下来。

经验表明，经大量印刷而稳定下来的印刷压力值，要比刚开始印刷时的印刷压力值低，软性包衬约低20—30%，中性包衬约低10—15%，硬性包衬约低5—10%。可见，硬性包衬因弹性衰减导致的压力下降要比软性包衬小得多。所以，硬性包衬有保持印刷压力的特性。

橡皮布因弹性衰减引起的印刷压力下降现象，在更换新包衬后最初的印刷阶段表现最为明显。在此阶段内，印刷压力很快地下降到压力稳定值，印刷压力有明显的下降。因此，在正式印刷之前，应设法使印刷机的压力稳定下来，在印刷压力下降的过程中进行印刷，印刷品的质量是得不到保证的。具体的做法有两个，一是先让印刷机运转半小时到1小时，然后检查印刷压力下降的情况，并对包衬做相应的调整；二是在印刷前把印刷压力略微提高，使印刷一定数量的印刷品后，压力虽然下降，但仍维持在胶印工作压力的范围之内，这样也可以得到质量稳定的印刷品。

2. 印刷面的不平度和印刷速度对印刷压力的影响

胶印印刷的油墨转移，是在印版、橡皮布、纸张（或其它承印物）表面进行的。印版、橡皮布、衬垫、印刷纸张，厚度因制造误差不可能绝对的均匀一致，即有一定的偏差。所有的印刷面也不可能绝对的平整，即有一定程度的凹凸不平。如印版的表面有砂目，纸张表面因纤维交织形成孔隙而有一定的粗糙度，等等。包衬和印刷纸张的厚度不均匀和印刷面的不平，都会造成对理论尺寸的偏差量，如果用 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 …… δ_n 表示印版、橡皮布、衬垫、纸张等因素因其厚度不均和表面不平所引起的偏差量，为了使印版和橡皮布、橡皮布和纸张充分地接触，滚筒包衬的压缩量 λ 必须不小于所有这些偏差量的总和，即

$$\lambda \geq \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (5-4)$$

可见，偏差量的总和越大，必需的包衬压缩量越大，因而印刷压力也必须相应地增加。

胶印印刷的产品种类很多，有报纸书刊，也有包装装潢品，印刷用纸很不相同，印刷用纸的表面状况也有很大的差别，因而印刷中所需要的印刷压力也各不相同。表5—2所列的纸张平滑度和印刷压力的数据，是在单张纸胶印机上，将印版滚筒和橡皮滚筒间的线压力固定为5 kg/cm，以4000转/小时的印刷速度，用不同平滑度的纸张进行印刷，在获得质量最佳的印刷品时，测得的压印滚筒与橡皮滚筒的线压力。

表 5—2 纸张平滑度与印刷压力

纸张种类	平滑度(秒)	线压力(kg/cm)
超光铜版纸	2472	4.4
铜版纸	518	7.8
胶版纸	51	11.1
非涂料纸	17	12.2

有更大的印刷压力。

近年来,胶印印刷中的印刷速度越来越高。使用高速胶印机,不仅印刷速度高,而且可以使用较小直径的滚筒,提高了滚筒的利用系数。因此,使用高速胶印机,不仅印刷面的接触时间短,而且压印线窄。硬性包衬可以提供较大的印刷压力和较窄的压印线,所以,在高速胶印机上,一般使用的是硬性衬垫。

在确定胶印印刷的工作压力时,除了要考虑包衬的特性、印刷面的不平度、印刷速度之外,还要考虑到印版表面的结构和图文特点。例如,阳图晒制的重氮感光树脂PS版,印版表面砂目细腻,图文略微高出版面,属于平凸型的印版;和用阳图晒制的平凹版相比,就要用较小的印刷压力印刷。又如,高网线图文的印版,单位面积内的网点数目多,网点扩大稍有过量,便会发生网点并级、层次损失的现象;和低网线图文印版相比,也要用较小的印刷压力印刷。

以上所述,仅仅是对印刷压力有显著影响的部分因素。生产实际中,还有许多因素对印刷压力有所影响;哪些因素的影响更加重要还要看具体的印刷条件,诸如印刷工艺过程,印刷材料,印刷机种类,等等。

第三节 滚筒包衬的确定

所谓滚筒包衬的确定,就是在印版滚筒、橡皮滚筒的筒体上,按要求缠卷一定厚度的衬垫材料,以调节滚筒间的间隙,使滚筒齿轮在齿轮节圆相切的位置上啮合,从而在滚筒表面间产生印刷工艺上所需要的印刷压力。

滚筒包衬的确定方法有两种,即同径滚筒配置法和异径滚筒配置法。目前应用广泛的是异径滚筒配置法。

胶印的印版,在没装到印版滚筒上之前,一般是平板状的。胶印印版装置到印版滚筒上,就被弯成圆筒状的了。印版的弯曲变形使得印版表面上的图文稍许有了些伸长。纸张是包复在印刷滚筒上,是在弯曲状态下成为接受油墨的印张,再展平时图文就会稍许变短,上述印版图文的伸长和印刷品图文的变短,也可以通过微量地调整衬垫的厚度予以弥补和消除,这也属于滚筒包衬确定的工作范畴。

1. 胶印滚筒的筒径配置理论

确定滚筒包衬的方法,取决于胶印滚筒筒径的配置情况。所谓“胶印滚筒筒径的配置”,指的就是在一组印版滚筒、橡皮滚筒、压印滚筒中,3个滚筒的直径各应取多大。这里所说

的滚筒直径，指的是包括包衬在内的滚筒的直径。

最早的筒径配置理论认为，印版滚筒、橡皮滚筒、压印滚筒，3 滚筒的直径必须相等，这就是同径配置理论。如不考虑筒径在印刷过程中的变化，印版上的图文经两次转印，只要 3 滚筒直径相等，就一定能如实地再现于印刷品上，这就是同径配置理论的依据。

然而，印刷过程中，滚筒直径的变化是不可避免的。最明显的（也是最先被认识和考虑到的）滚筒直径变化，是橡皮滚筒因挤压凹陷而造成的直径缩小。为了补偿橡皮滚筒直径在印刷过程中的缩小，最简单的办法即是增大橡皮滚筒的设计筒径。这实质上已属于 3 滚筒不同直径（异径）的配置了。

上述增大橡皮滚筒筒径的异径配置，和 3 滚筒直径相等的同径配置一样，都不能达到预期的目的，即在滚筒齿轮两两啮合的条件下，每对滚筒（印版滚筒和橡皮滚筒、橡皮滚筒和压印滚筒）均处于无滑移的滚压状态。

30年代，出现了另一种异径配置理论，不是增大橡皮滚筒的直径，而是缩小橡皮滚筒的直径，使橡皮滚筒的直径小于印版滚筒和压印滚筒的直径。这种异径配置理论，效果很好，在滚筒齿轮两两啮合的条件下，每对滚筒基本上都处于无滑移的滚压状态。目前，一般所说的异径配置理论指的就是这种筒径配置理论。

导致这种异径配置理论出现的，是1936年美国米勒公司的一项实验研究。这项实验是将半径为 R 的胶辊着上油墨，使胶辊在不施压力不致打滑的状态下，在平滑的试验台面上转动，量得胶辊转动1圈，试验台面墨痕的长度为 $2\pi R$ ，如图5—9—(A)所示；然后，给胶辊施加一定的压力，重复上面的试验过程，试验台面墨痕的长度为 $2\pi R'$ ，如图5—9—(B)所示。实验

表明， $R' > R$ ，即是说，对胶辊施加压力要比对胶辊不施压力，半径有了增量 $\Delta R = R' - R$ 。

胶辊半径因压力而出现增量的现象可做这样的解释：橡胶属于不可压缩的弹性体（所谓“不可压缩”是指在外力作用下，物体的体积不变），胶辊受到挤压时，便在挤压处邻近部位出现隆起的凸包，凸包的顶点到胶辊园心的距离，大致等于胶辊的转动半径 R' ，自然大于不施压力的胶辊转动半径 R 了。

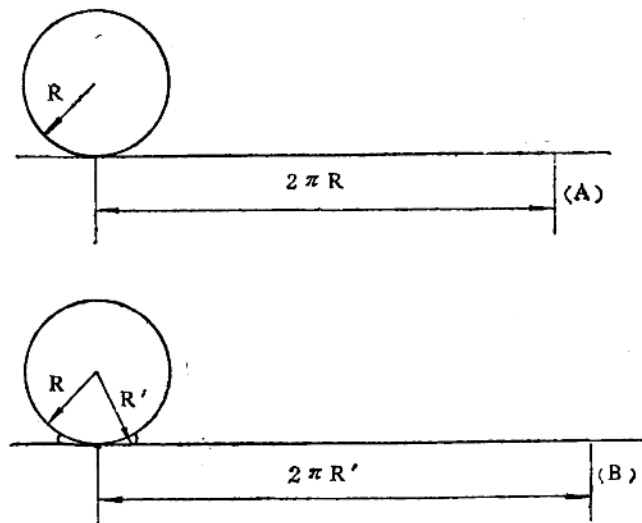


图5—9 弹性体的园周长

到了60年代，美国人米勒的一项实验，进一步证实了上述结果。米勒用两个等径的园筒，一个是刚性的，另一个包有橡皮布，是弹性的。使这两个园筒在不同的压力下接触，驱动弹性园筒，带动刚性园筒，测出它们的转速。结果发现，随动园筒的转速变化率随压力的增加而增加，如图5—10中上面的曲线。即是说，随动园筒随压力的升高而越转越快，因此，在保持驱动园筒转速不变的前提下，驱动园筒的实际转动半径一定越来越大。这与前面介绍的试验，结果是一致的。如果改变驱动园筒所包复的橡皮布的厚度，分别使用0.19mm和0.17mm的橡皮布，则可发现，驱

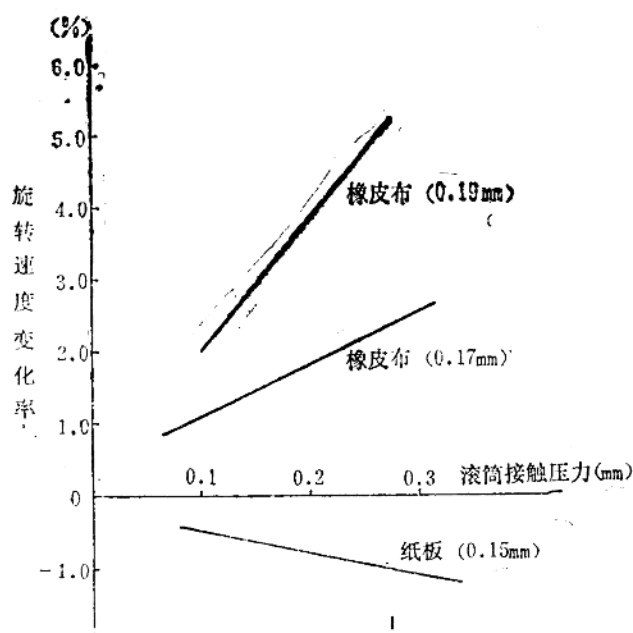


图 5-10 旋转速度变化率

皮滚筒的半径小于印版滚筒、压印滚筒的半径——这就是滚筒的异径配置理论。

2. 滚筒包衬标准的确定

按照一定的滚筒筒径配置理论，滚筒的衬垫应有标准的尺寸，这是正确地包裹滚筒包衬的依据，通常在胶印机的使用说明书中都有记载。

为了说明确定滚筒包衬标准的方法，先介绍一下胶印机印刷部分的结构。

图 5-11 是胶印机印刷部分（滚筒系统）的结构示意图。滚筒系统由印版滚筒、橡皮滚筒和压印滚筒组成，各部分的术语如图 5-11 所示。

滚筒齿轮是滚筒系统的传动部件，正确的齿轮啮合，应在节圆相切的位置。

滚枕的作用是保证印版滚筒齿轮和橡皮滚筒齿轮在节圆的位置相切；因

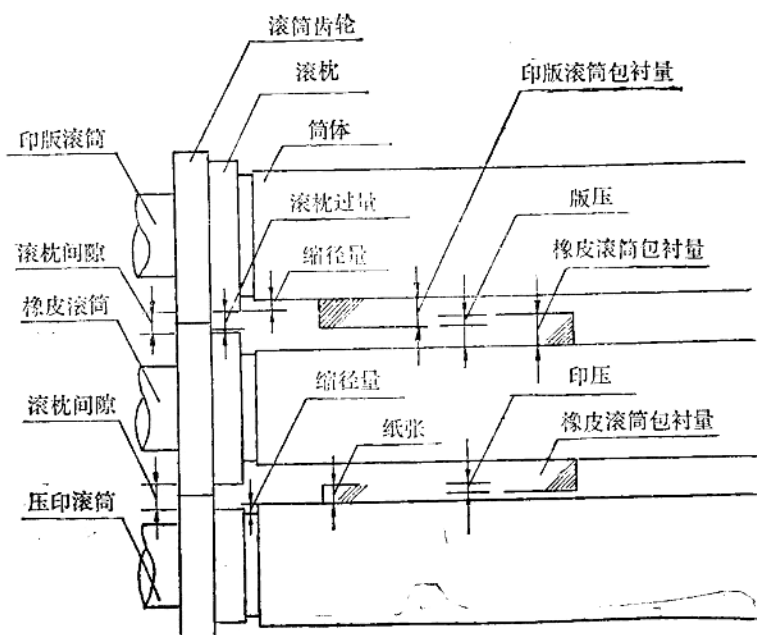


图 5-11 滚筒各部分的名称

动圆筒的橡皮布越厚，随动圆筒的速度变化率越高。原因是橡皮布越厚，被挤压隆起的凸包越高，即驱动圆筒的实际转动半径越大。如果驱动圆筒包复的不是橡皮布，而是纸板，情况就不大一样了。纸板受压后，很快失去弹性，致使纸板本身被压瘪，驱动圆筒的实际转动半径相应地变小了，随动圆筒的旋转速度变化率也越来越小，如图 5-10 下方的曲线。

上述实验中，驱动弹性圆筒相当于印刷机上的橡皮滚筒，随动的刚性滚筒相当于印刷机上的印版滚筒或压印滚筒，实验表明，为了得到橡皮滚筒和印版滚筒、压印滚筒间的无滑移的滚压状态，应使橡

此滚枕的直径应等于滚筒齿轮的节圆直径，或者小于滚筒齿轮的节圆直径。滚枕与滚枕之间的间隙，叫滚枕间隙。包好包衬的滚筒，表面要稍高于滚枕表面，这样才能形成接触压力；这个高出滚枕的量，叫滚枕过量。印版滚筒和橡皮滚筒的筒体直径比滚枕直径小，压印滚筒的筒体直径比滚枕直径大；滚筒筒体直径与滚枕直径之差，叫滚筒缩径量，印版滚筒和橡皮滚筒的缩径量是负的，而压印滚筒的缩径量是正的。

滚筒的包衬量、衬垫量与上述各量间的关系如下：

滚枕过量 = 滚筒包衬量 - 滚筒缩径量，

包衬完成后的滚筒直径 = 滚枕直径 + 2 × 滚枕过量，

印版滚筒的衬垫量（即印版下的衬垫量） = 印版滚筒的包衬量 - 印版的厚度，

橡皮滚筒的衬垫量（即橡皮布下的衬垫量） = 橡皮滚筒的包衬量 - 橡皮布的厚度。

由此得到用包衬压缩量表示的印版压力 $\lambda_{版-橡}$ 和印压压力 $\lambda_{压-橡}$ 分别为：

$\lambda_{版-橡}$ = 印版滚筒的滚枕过量 + 橡皮滚筒的滚枕过量 - 印版滚筒和橡皮滚筒间的滚枕间隙。

$\lambda_{压-橡}$ = 橡皮滚筒的滚枕过量 + 压印滚筒的滚枕过量 + 纸厚 - 橡皮滚筒和压印滚筒间的滚枕间隙。

图 5—12 的滚筒包衬示例、表 5—3 的滚筒包衬数据，都是按滚筒异径配置法得到的。

表 5—3 中，包衬完成后的压印滚筒直径为 270.20mm，这是考虑到印刷纸张的厚度是 0.10mm 而得到的。

可以看到，包衬完成后，橡皮滚筒的直径要比印版滚筒和压印滚筒的直径小。

表 5—4 所列的包衬完成后的滚筒直径尺寸，也符合滚筒的异径配置法。

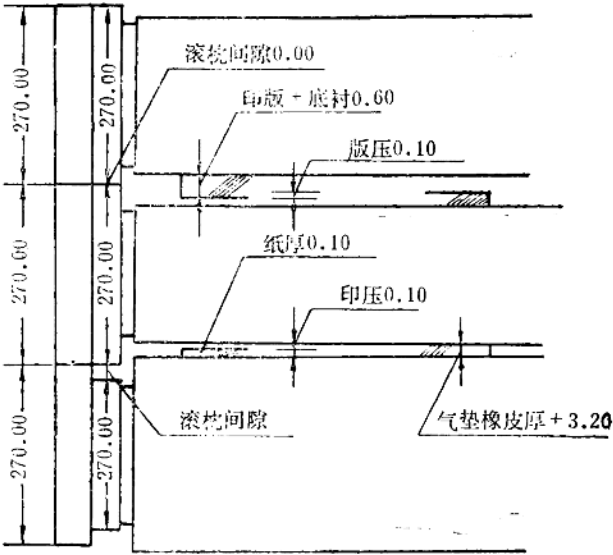


图 5—12 滚筒包衬示例

表 5—3 海德堡胶印机的滚筒尺寸（单位mm）

滚筒名称	滚筒齿轮节圆直径	滚枕直径	滚枕过量	包衬完成后的滚筒直径	滚筒的缩径量	滚筒的包衬量	滚筒的包衬材料	滚枕间隙	滚筒的接触压力
印版滚筒	270.00	270.00	0.10	270.20	-0.50	0.60	印版厚+衬垫厚=0.60	0.00 (滚枕接触)	0.10
橡皮滚筒	270.00	270.00	0.00	270.00	-3.20	3.20	气垫橡皮布厚+衬垫厚=1.65+1.55=3.20	0.35	0.10
压印滚筒	270.00	269.30	0.35	270.20	+0.35	0	0		