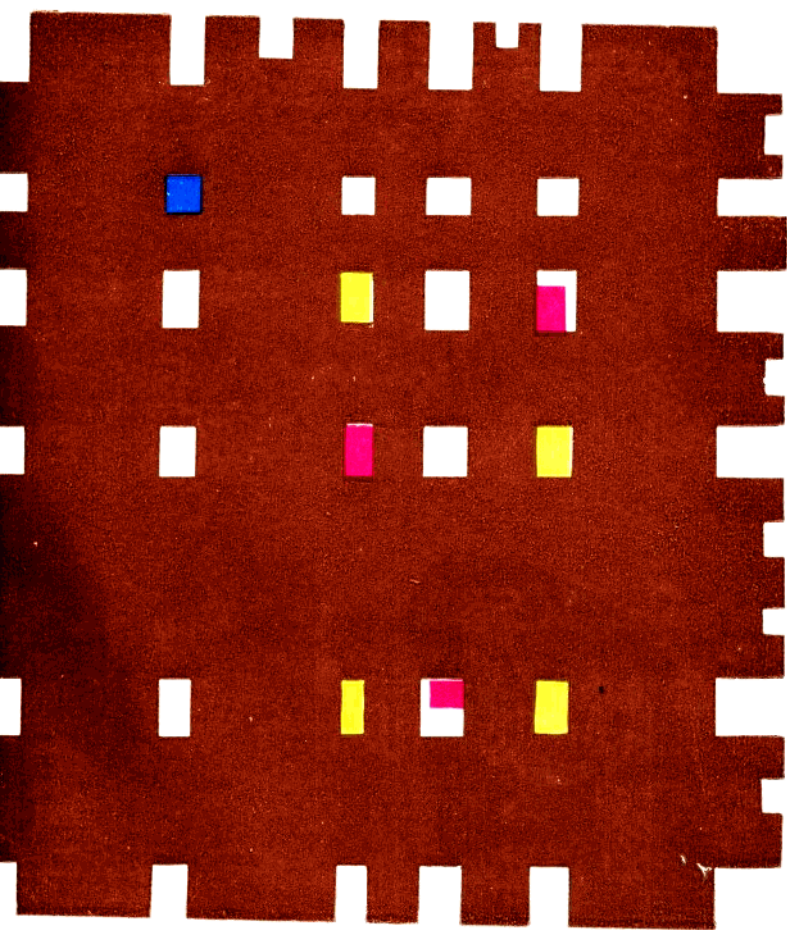


王怀祥 程康美 杨晓明 编著

平版制版设备

北京印刷学院函授部

2



平 版 制 版 设 备

第二分册

田怀祥 程康英 杨晓明编著

北 京 印 刷 学 院 函 授 部

一九八七年

平版制版设备
第二分册

*

北京印刷学院函授部出版发行
(保定市富昌印刷厂印刷)

开本: 787×1092毫米1/16·印张: $6\frac{7}{8}$ ·字数: 160,000

内部函授教材

未经允许 不准翻印

目 录

第四章 制版照相机

第一节 制版照相机概述.....	(1)
第二节 制版镜头.....	(5)
第三节 制版照相机的组成部分.....	(11)
第四节 制版照相光源.....	(22)
第五节 自动控制系统.....	(31)

习题 (四)

第五章 电子分色机

第一节 电子分色机的基本原理.....	(40)
第二节 电子分色机的彩色计算机系统.....	(49)
第三节 比例缩放系统与网点的生成.....	(76)
第四节 电子分色机的机械结构.....	(89)

习题 (五)

第六章 电子制版系统

第一节 电子制版系统概述.....	(94)
第二节 电子整页拼版系统.....	(96)
第三节 直接制版系统.....	(102)

习题 (六)

第四章 制版照相机

第一节 制版照相机概述

一、印刷工艺对制版照相机的要求

印刷的整个工艺过程，就是将原稿复制成印刷品，首先就必须制作印版，而印版的制作则应用了照相制版技术。照相制版就是用照相的方法将原稿拍摄在感光底片上，再将感光底片晒到涂有感光胶膜的金属板上，经过腐蚀处理后制成可供印刷使用的印版。所以，制版是印刷的前奏，而照相又是制版的前奏。通过照相对原稿进行复制，经过分色照相或者加网照相，然后再修版、拼版、拷贝、晒版和打样各道工序来完成制作印版的过程。印版的质量很大程度上取决于感光底片的复制质量，所以，照相的质量直接影响到印刷品的优劣，对于整个印刷工艺过程起到了关键的作用。为了完成照相工艺，需要专门的设备，这种设备就是制版照相机。

照相制版工艺是目前印刷厂里常用的一种制版工艺，其工艺特点是在同一时刻整体地复制原稿，也就是原稿的各个部分可同时地再现在感光材料上，整体地再现原稿是照相制版工艺与电子制版工艺的主要区别。照相制版工艺由于印版、技术条件和复制要求的不同，采用的工艺方法是不同的，对于制版照相机的要求也是不同的。

平版照相制版工艺经历了从湿片到软片的发展过程。为了使用平版将连续调的原稿复制成印刷品，在照相制版时就必须进行加网操作，将连续调图象变成网点图象。由于加网方法的不同，平版照相制版工艺主要可以分为直接加网照相制版和间接加网照相制版两种工艺方法。直接加网照相制版工艺是在照相过程中同时完成分色和加网的工艺方法，从连续调原稿通过蒙片直接得到网点阴图底片，然后拷贝成阳图底片，经晒版后得到印版。所以这是一种效率很高的照相制版工艺，也是目前普遍采用的一种先进的照相制版工艺。但是，这种工艺对制版照相机也提出了更高的要求。首先，在直接加网制版照相时，光源的光线要通过原稿、蒙片、滤色片、镜头、网屏才能到达感光底片上，一般微弱的光亮是不能够使感光底片形成清晰的网点的，而采用强光源又必然会发出大量的热量，使原稿变形或损坏，所以，制版照相机上必须配备放热量少的分色用的优良强光源。其次，要通过同时分色和加网把原稿复制得接近要求，就必须在制版照相时通过曝光既控制色调的变化，又控制网点的变化，这需要进行多次不同方式的曝光才能达到要求，所以，制版照相机就应该配备自动曝光控制系统来满足这些工艺要求，使操作简单和方便。间接加网照相制版工艺在制版照相时只完成分色的操作，把分色所得的连续调阴图底片通过拷贝加网或照相加网得到网点阳图底片，然后再制作印版。所以，间接加网照相制版与直接加网照相制版相比，对制版光源的要求就要低一些，曝光也比较容易控制。由于平版印刷的幅面一般较大，有对开的，也有全张的。所以对于制版照相机的拍摄幅面就要求比较大，由此带来的有关制版照相机的刚度、光源、精度等一系列要求都必须能够得到满足。

二、制版照相机的结构型式:

制版照相机与一般常用的照相机是完全不同的,不但在外形结构上不同,而且在实际用途上也是不同的。制版照相机外形的显著特点是体积较大,并配备有光源和网屏等特殊的附件。制版照相机的用途是将已经拍摄好的照片或画稿复制成底片,并完成分色或加网的功能。

制版照相机是照相制版工艺所不可缺少的设备。在印刷工业中常用的制版照相机,主要有卧式、吊式和立式三种类型的普通制版照相机。另外,还有专用制版照相和全自动制版照相机等类型。

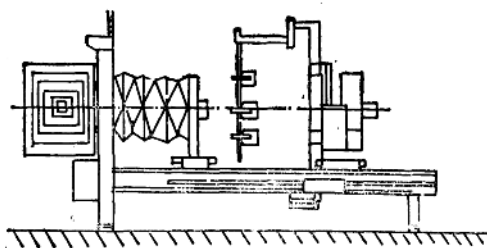


图4-1 卧式制版照相机

是目前印刷厂中广泛采用的一种制版照相机,其缩放倍率一般在0.2~5的范围之内。通常配置原大的制版镜头,对于一般的透射原稿和反射原稿的照相都可满足要求,也适合于各种制版照相工艺。卧式制版照相机一般规格是八开、四开、对开的照相机,就是制版照相机所适用的最大感光片的幅面是八开或是四开的,最大不超过六开,这是因为最大感光片的幅面

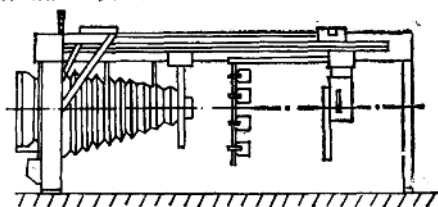


图4-2 吊式制版照相机

越大,原稿架的幅面也越大,在机架底座所安装的原稿架上放置原稿就很不方便。为此,必须选用吊式制版照相机,这是与卧式制版照相机具有相同的照相光学系统且结构类似的一种制版照相机的类型,只是将机架安装在上面而将原稿架和镜头架悬挂起来,使它们能够在机架的导轨上前后移动,如图4-2所示。在这种类型的制版照相机上,操作人员可以到机架的下面在原稿架上放置原稿,所以特别适合于大幅面的原稿,而且操作方便,适用于规格是对开和全张的制版照相机。但是,由于吊式制版照相机的机架只有两端支承,而且机架的尺寸又较长,所以,机架的刚度稍差,其精度也不如卧式制版照相机,而且占地面积较大。这种类型的制版照相机的缩放倍率一般在0.1~5的范围之间,通常配置原大或缩小的制版镜头,比较适合于反射原稿的缩小制版照相,对于放大倍率较大的透射原稿的制版照相,也适合在吊式制版照相机上采用间接加网制版照相工艺来复制。一般只有在大型印刷厂里才安装这种类型的制版照相机。

立式制版照相机可分为立式T型与立式垂直两种类型的制版照相机。立式T型制版照相机的机架为T型结构，通过反射镜或直角棱镜而使光路垂直偏转，如图4—3所示。这种类型的制版照相机的主要优点是占地面积较小，原稿的更换十分方便，但是由于缩放倍率的范围过大，则会使制版照相机高度过高以及使感光片架的移动距离过长，从而给操作人员带来不便，所以这种制版照相机的缩放能力有限，其缩放倍率一般在0.3~2的范围之内。立式T型制版照相机比较适合于原稿更换频繁且缩放倍率不大的制版照相，又由于必须具备反象装置而特别适合于小幅面的凸版制版照相。这种制版照相机的原稿架是悬臂梁的结构，而且光路经过垂直转折，所以很难保证较高的精度，一般情况下比卧式或吊式制版照相机稍差一些。这种制版照相机多适合于中小印刷厂使用。立式垂直制版照相机的机架与地面垂直。原稿架、镜头架和感光片架与机架垂直而与地面平行，如图4—4所示，光线是由最下面的原稿通过镜头垂直到达感光片上的。由于固定的感光片架的高度不宜超过工人的操作位置，所以整个机器的高度一般在1.5米左右，其缩放能力是有限的，比较适合于黑白线条稿和文字稿的照相。这种制版照相机的优点是结构紧凑而占地面积最小，在暗室中单人操作就可完成整个照相过程，最适合于小型印刷厂的需要。

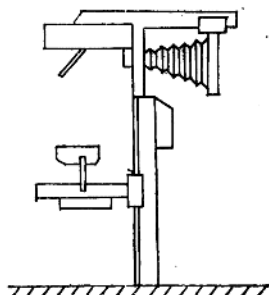


图4—3 立式T型制版照相机

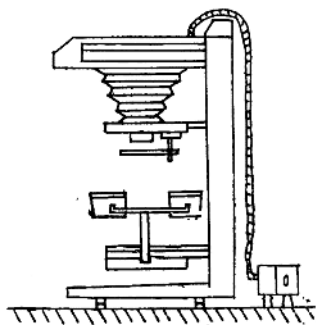


图4—4 立式垂直制版照相机

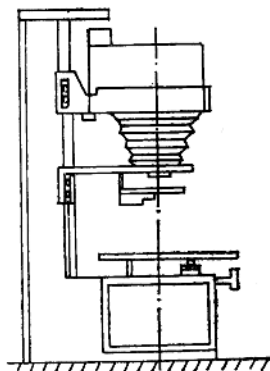


图4—5 立式放大制版照相机

如果将立式垂直制版照相机的原稿架安装在机架的上方，而将感光片架放在机架的下方，则整个制版照相机的高度就可加长。但是，这样的结构只适合于将光源放在原稿架的上方，这种制版照相机就只能对于透射稿进行照相复制了，另外再配置短焦距大视场角的放大制版镜头，就特别适合于小型透射原稿的高倍率放大照相，这种专用的制版照相机就是立式放大制版照相机，如图4—5所示。这种制版照相机特别适合于直接加网照相制版工艺，其缩放倍率的范围在0.4~20之间，并采用高效强光源，所以工作效率较高；充分表现出专用性的特点。目前，随着直接加网照相制版工艺的广泛应用，这种类型的制版照相机的应用也很广泛。但

是，立式放大制版照相机最大的缺点是不能适应高精度的分色制版照相的要求，在分色照相时需要使用蒙版来校正颜色或层次，操作时就要时而把原稿和蒙版重合，时而把原稿和蒙版分开，这样反复进行各种曝光，这在全黑的暗室中进行操作是比较困难的，而且这种制版照相机原稿架采用插入式的结构，其复位精度不高，在5~6倍的放大照相时还可以，若是当进行10倍以上的放大照相时，在原稿架的装卸过程中虽然使用定位销，但还是很难保证各个分色底片的几何尺寸完全相同的准确度，而在卧式、吊式或立式T型制版照相机上就不存在这个问题了。另外，这种类型的制版照相机的原稿架、镜头架以及灯具架都是悬臂梁的结构，也影响到它的精度。

卷片式制版照相机是采用制版胶卷作为感光片的一种专用制版照相机的类型。在自动对焦装置完成对焦以后，感光软片从制版胶卷上被切断而到达成像位置，曝光完成之后落到一个暗盒里，以便将暗盒拿到暗室去对感光软片进行显影和定影。目前，卷片制版照相机已经能够直接与自动显影机联接起来使用。这样曝光完成后的感光软片就可自动显影、定影和干燥了。这就是全自动制版照相机，可以自动完成全部制版照相工序，具有很高的效率。虽然全自动制版照相机的机构比较复杂，制造成本也较高，技术还不十分完善，但是很有发展前途，如果与自动拼版装置联合，是完全可以与电子分色机相抗衡的。

各种类型的制版照相机都有各自的适用范围和相适应的照相制版工艺，也都有各自的优点和不足之处，在确定制版照相机的类型时，必须根据制版照相工艺的要求和使用的条件，根据原稿的类型和幅面的大小，根据缩放倍率的范围，综合考虑制版照相机的通用性和专用性、自动化的程度，以及不同的结构形式等一系列问题，以求选择一种最合适的制版照相机的类型。

三、制版照相机的历史与发展趋势

制版照相机的专门化至今已有近一百年的历史了。大约在1885年左右，美国人莫斯(Morse)发明了制版照相机，当时是木结构的制版照相机，由于它太占地方和稳定性较差而逐渐被淘汰了。1914年，德国的沃纳(Werner)工厂生产了第一台带金属防震支架的制版照相机。1928年，德国克林姆氏(Klimsch)公司生产了第一台全金属的制版照相机，并于1932年推出了第一台装有自动对焦装置的制版照相机。随着科学技术的发展，照相制版工艺对制版照相机的要求越来越高，以致必须在专门的工厂里生产现代化的光学、机械和电子相结合的制版照相机，并有专业工程师进行制版照相机的设计，其设计原理具有科学的基础。

制版照相机经历了独占市场的黄金时代以后，在近十年来电子分色机的冲击下，正向着更高的阶段发展。正如不会因为有了汽车而废弃自行车一样，电子分色机与制版照相机也各有用武之地，并且两者还可以配套使用。在电子分色机的竞争面前，制版照相机广泛地应用新技术，在提高精度与制造质量的基础上，自动化程度越来越高，操作越来越标准化、程序化、简单化，从而使制版照相质量的可靠性、稳定性和生产效率大大提高。目前，制版照相机的发展趋势主要有以下三个方面：

- 1、普遍采用以微处理器为基础的程序控制。这使制版照相机的全部功能基本实现了自动控制，包括按缩放倍率自动对焦、自动换镜头和改变光圈、自动换滤色片和确定曝光时间。为了适应不同的原稿，分别编制了多种曝光程序，而且有数字显示供检查。为了实现标准化操作，制版照相机上联接了专用密度计或测量头，可迅速取得原稿密度数据输入微处理

机，自动选定曝光程序。制版照相机与程序控制系统的联接方式有两种，一种是设置在制版照相机内部，另一种是组成一个独立的系统而以接口方式可与多种制版照相机相联。

2、在感光材料与自动显影机发展的基础上，制版照相机趋于明室化操作。由于明室感光软片和强光源的发展，可望实现制版照相机的明室操作。有些制版照相机与自动显影机相联组成流水线。可减少暗房操作，提高效率。

3、在制版镜头发展的基础上，制版照相机趋于小型化。由于短焦距广角制版镜头的发展，在近距离进行大尺寸的照相也不致产生照相质量的下降。由于制版镜头的小型化，在制版照相机上就可以把几个制版镜头安装在可旋转的圆盘或可移动的导轨上，根据原稿缩放倍率的不同，程序控制自动转换。这些都为制版照相机的小型化创造了条件，使制版照相机占地面积更小，结构更紧凑，操作更方便。

第二节 制版镜头

一、制版镜头的基本参数：

制版照相机上的制版镜头，是用来使感光软片上获得原稿影像的光学系统。制版镜头的基本参数由于照相制版工艺要求的不同而异，是根据在制版照相工艺过程中，对于复制原稿的规格、图象的放大或缩小倍率的不同要求，对于各种象差校正的要求以及镜头镜片所选择的光学玻璃的不同而决定的。制版镜头的基本参数主要有象场角、焦距和相对孔径。

1、制版镜头的象场角：

制版镜头的象场角表现了制版镜头对于原稿的清晰成象范围大小的性能。当物距为无限远的物体所发出的光线经过镜头后，在焦平面上成象。如图4—6所示。如果是理想的光学系统，则这个象平面的面积是没有限制的。但是，实际的镜头由于象差的存在和校正得不完全，只能在有限的面积中形成清晰的象，这个象平面上直径为 ϕ 的清晰的最大圆面积称为象场。由镜头象方主点象场边缘所张的角度称为象场角，如图4—7所示的 2ω 角。由镜头的物方主点向物平面所张的角度称为视场角，它表示了镜头对于原稿能够清晰成象的范围，视场角与象场角是完全相等的。制版照相机对于成象面不仅要求完全清晰，而且要求照度均匀。随着成象面积的增大，象差和成象面照度的不均匀现象就会随之增强。只有在象场范围之内，才能得到清晰的影像，因此，感光材料的最大幅面不能超过象场周围的内接矩形。也就是感光材料的对角线不能超过象场的直径。由图中的几何关系可知，象场直径 ϕ 与镜头焦距 f' 和象场角 2ω 的关系是：

$$\phi = 2f' \operatorname{tg} \omega$$

但是，在制版照相机过程中，物距不可能是无限远的。那么原稿只有在制版镜头的象场角内所成的影像才能是清晰的，如图4—8所示，则象场

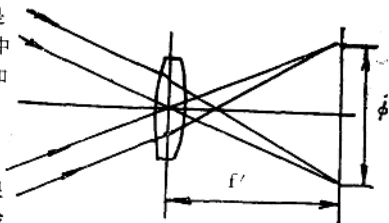


图4—6 无限远物体的成象光路

直径 ϕ 与象距 l' 和象场角 2ω 的关系是:

$$\phi = 2l' \operatorname{tg} \omega$$

设物距是 l , 则由制版镜头成象的物象关系式:

$$\frac{1}{f'} - \frac{1}{f} = \frac{1}{f'}$$

可得:

$$\xi' - (1 - l') = \eta'$$

即: $l' = f' (1 - \frac{l'}{f'})$

将制版照相的放大率 $m = -\frac{l'}{l}$ 代入上式, 得:

$$I' = f' (1 + m)$$

由此可得:

$$\phi = 2f' (1 + m) \operatorname{tg} \omega$$

设感光片的边长分别为a和b, 则象场直径 ϕ 为:

$$\phi = \sqrt{a^2 + b^2}$$

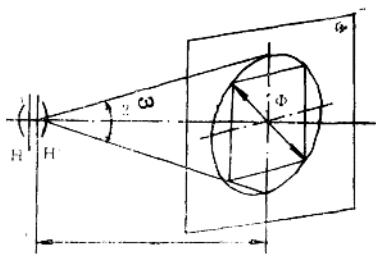


图4—7 制版镜头的象场角

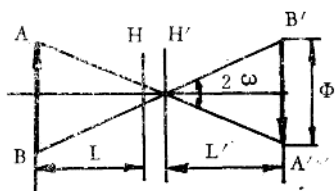


图4—8 原稿在镜头象场角内的成像光路

由此可见，制版照相的感光片尺寸决定于制版照相的缩放倍率以及镜头的焦距和象场角的大小。由于制版镜头的设计不同，焦距相同的镜头，象场角不一定相同，但是一般的制版镜头的象场角在 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 左右。由于镜头的焦距越长，其象场角就越小，如图4—9所示。所以近年来随着光学技术的发展，制版镜头的象场角逐渐增大，从而使得拍摄相同幅面原稿的制版镜头的焦距也缩短了。

2、制版镜头的焦距:

制版镜头的焦距表现了制版镜头成像的大小和效率的性能。焦距是镜头焦点到主点的距离。镜头的焦距对于照相的缩放倍率和曝光时间,以及原稿和感光片的允许尺寸都有很大的影响。长焦距的镜头,可减少成像面的边缘光照度的损失,使整个感光片上的光照度较均匀;而短焦距的镜头,则可增大拍摄倍率和缩短照相的曝光时间。因此,为了提高制版照相的清晰度和效率,制版镜头要尽可能地选择最和缩放倍率的变化范围的允许条件之内,能够述种种因素,才能合理地选择制版镜头的焦距。

对于每一个制版镜头,其象场角 2ω 与焦距 f' 都是确定的。则可得到象场直径 ϕ 与缩放倍率 m 的关系式为:

$$\phi = 2f' (1+m) \operatorname{tg}(\alpha)$$

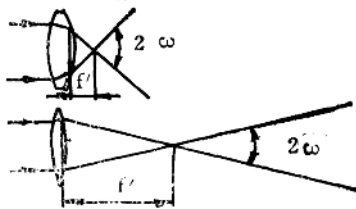


图4—9 镜头的焦距与象场角的关系

的清晰度和效率,制版镜头要尽可能地选择最短的焦距,但一定要保证在所要求的拍摄尺寸和缩放倍率的变化范围的允许条件之内,能够顺利地完成制版照相过程。只有综合考虑了上述种种因素,才能合理地选择制版镜头的焦距,这可以根据图表来进行选择。

对于每一个制版镜头,其象场角 2ω 与焦距 f' 都是确定的。则可得到象场直径 ϕ 与缩放倍率 m 的关系式为:

分别以 ϕ 和 m 为直角坐标系的坐标, 则可到制版镜头的 $\phi-m$ 图线。如图 4—10 所示的虚线为当 m 变化时各种焦距的飞跃 (Apo—Feiyue) 制版镜头的所允许的 ϕ 值, 其中制版镜头的焦距是系列化的标准值。

在制版照相机上, 感光片的尺寸是按照一定的缩放倍率与原稿的尺寸成比例的, 并且其对角线是小于或等于制版镜头的象场直径的。设原稿的对角线为 D , 对应的感光片的对角线为 ϕ 。则 ϕ 与 m 的关系式为:

$$\phi = Dm.$$

制版照相机上的允许最大原稿尺寸和最大感光片尺寸都是按照一定的规格生产的, 如表 4—1 所列。

表 4—1 制版照相机的有关数据 (mm)

规 格	全 张	对 开	四 开	八 开
最大原稿尺寸	1060×1400	1000×1300	700×1060	650×1000
最大感光片尺寸	880×1230	615×880	500×600	300×450
D_{max}	1756	1640	1270	1193
ϕ_{max}	1512	1074	781	541

由于感光片对角线的尺寸等于原稿对角线的最大尺寸与缩放倍率的乘积, 故对于一定规格的制版照相机, D_{max} 值是确定的, ϕ 随着 m 的增大而增大, 但不能超过最大的感光片对角线的尺寸 ϕ_{max} 这些要求的临界图线在图 5—10 上用实线划出。在选择制版镜头时, 要求镜头的象场 ϕ 大于最大感光片的对角线 ϕ_{max} , 所以, 只要选用实线所围面积以外的最短焦

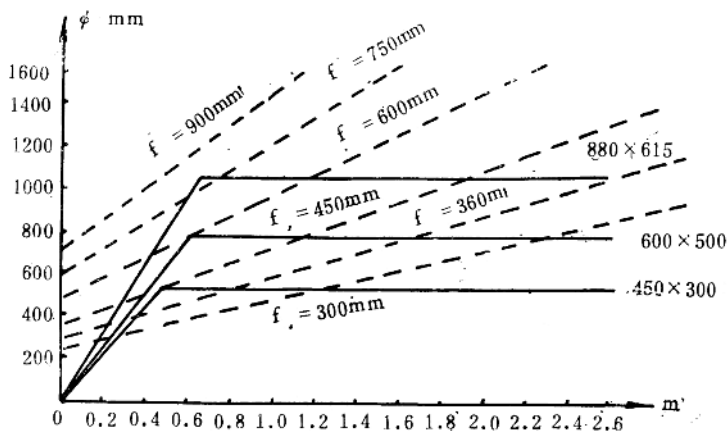


图4—10 制版镜头的 $\phi-m$ 图线

距的镜头，即可满足制版照相的要求。另外，为了满足较大缩放倍率的变化范围的要求并达到选用最短焦距的镜头，有时一个制版照相机上要配备几个不同焦距的镜头。例如，对于四开制版照相机，要满足拍摄倍率从0.3到2.5的要求，从图4—10中可知，当拍摄倍率从0.3到1.2时，可选择 f 为600毫米的制版镜头；当拍摄倍率从1.2到1.8时，可选择 f 为450毫米的制版镜头；当拍摄倍率从1.8到2.5时，可选择 f 为360毫米的制版镜头。从图4—10中也可得到镜头焦距与制版照相机规格的关系如表4—2所示。

表4—2

制版照相机的规格与镜头焦距的关系

制版镜头的焦距 (mm)	制版照相机的规格	
900—1200	全	张
750—900	对	开
450—600	四	开
360—450	八	开

3、制版镜头的相对孔径：

制版镜头的相对孔径表现了制版镜头的透光能力大小的性能。制版镜头通过光束的直径是有限的。这个能够透过光线部分的直径叫做孔径。原稿成象的照度不仅决定于原稿本身的密度以及光源的亮度。而且决定于制版镜头的孔径及焦距的大小。孔径越大则成象照度越大。而焦距越长则成象的照度越小，因为对于一定孔径的制版镜头，焦距长则成象大，光线也分散了。所以，将制版镜头的孔径与焦距之比来度量其透光能力的大小，这个比值叫做相对孔径。设制版镜头的孔径为 D ，焦距为 f' ，则相对孔径 ε 为：

$$\varepsilon = \frac{D}{f'}$$

制版镜头中装置了光圈，使得镜头的孔径能够随意缩小或扩大，制版镜头的相对孔径也就成为可变数。但是制版镜头的最大孔径是不能改变的，也就是镜头的最大相对孔径是确定的。制版镜头的最大相对孔径一般为1:9，通常在习惯上将这种制版镜头称为相对孔径为1:9的镜头。随着光学技术的发展。目前有的制版镜头的最大相对孔径增大到1:5.6，这样就可以在制版照相时缩短曝光时间。提高感光片上成象的清晰度。但是，相对孔径越大则象差越明显，所以优良的镜头就是要在相对孔径较大的情况下，也能得到较清晰的图象。

制版镜头的象场角、焦距和相对孔径是它的三个最基本的参数。制版镜头由于结构和制造精度的限制，象差仍然不可能完全消除，只有在镜头的相对孔径和象场角有一定限制的条件下，才能得到近似理想的成象。提高制版镜头的这三个性能也就成为镜头的光学设计的基本要求。但是，现代制版镜头的设计与制造的主要困难就是不可能同时提高镜头的这三个基本性能，因为提高其中的某一个性能，就必须降低其它的性能。苏联的光学专家沃洛索夫(ВОЛОСОВ)提出了这三种性能之间的相互关系的经验公式：

$$\varepsilon \sqrt{\frac{f}{100}} \operatorname{tg} \omega = C_m$$

其中 C_m 为常数, 对于性能优良的制版镜头其 C_m 值约为0.15~0.20左右。由于制版镜头的相对孔径、象场角和焦距是相互制约的, 所以。如果 C_m 过大, 则镜头象差的校正就不会是比较完善的。表4—3列出了几种制版镜头的基本参数。

表4—3 几种制版镜头的基本参数

型 号	制 造 厂 家	f' (mm)	2ω	ε	C_m
展 光 牌	天津市照相机制造厂	450	45°	1:10	0.09
飞 跃 牌	福州照相机厂	450	56°	1:10	0.11
APo—Nikkor	日本光学工业公司	450	45°	1:5.6	0.16
APo—Tessar	西德 C. Zeiss	450	50°	1:9	0.11
APo—Ronar	西德公司 Rodenstock	450	46°	1:9	0.10

二、制版镜头的结构类型:

制版照相机中最重要的光学部件是制版镜头。印刷工业中使用制版镜头进行分色和加网照相, 制成多种颜色的印版、套色印刷各种彩色的图片等。这样就要求制版镜头能够真实地再现原稿, 并且有非常清晰的分辨率, 彩色复制不失真, 图形复制不变形, 而且能够对原稿进行放大或缩小。利用任何单透镜都可以使被拍摄物体获得光学象, 但是单透镜很难适应制版照相的要求, 因为它存在着各种象差, 形成的图象模糊而不清晰。因此, 制版镜头通常由采用特种光学玻璃制造的多片透镜所组成, 并合理选择各个单透镜的凹凸度和玻璃的成分, 以设计出将象差校正到最小限度的制版镜头。使用这样的制版镜头, 才能在制版照相时获得清晰的图象, 满足制版工艺的要求。由此就决定了制版镜头的设计应比一般摄影镜头的要求严格得多。必须使光学成像没有象差和色差, 这种按照制版照相要求矫正了各种象差和高级色差的比较完善的制版镜头称为复消色差镜头 (Apochromat), 简记Apo。

制版镜头的内部结构如图4—11所示。包括组成制版镜头的透镜和控制通光口径的光圈两个部分。制版镜头的结构型式主要有对称和非对称型两种。对称型镜头由四块或六块透镜, 分成两组相同的透镜组对称组合而成, 中间是光圈; 非对称型镜头一般由四块透镜组合而成, 光圈前后的透镜组并不对称, 透镜有胶合的, 也有分离的。制版镜头经历了一个从非对称型到对称型的发展过程, 非对称型中比较完善的制版镜头是德国蔡司 (Zeiss) 厂的天塞 (Apo—Tessar) 镜头, 如图4—12所示。这种镜头使用了很长时间, 在当时的照相制版工艺条件下深受广大印刷厂的欢迎, 它的结构是中间负透镜采用特殊玻璃, 使得二级光谱比一般照相镜头小, 各种象差对一倍原大拍摄位置进行矫正。二级光谱是光学系统对两种波长的光消色差后, 其余波长的焦点而不与其相重合所产生的偏离的色差量。制版镜头由于照相分色工艺的要求, 必须对三种颜色的光消色差, 就是要对二级光谱进行校

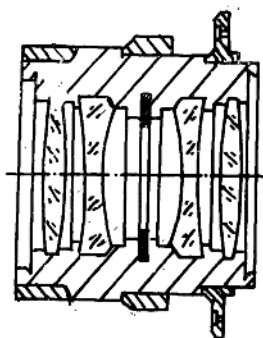


图4—11 制版镜头内部结构图

正。随着照相制版工艺的发展,不断对制版镜头提出了更高的要求。发现Apo—Tessar制版镜头的二级光谱校正得并不十分令人满意,而且由于结构上是非对称型的。当用于放大或缩小时,其象差的变化,尤其是象形畸变和倍率色差的变化较大,妨碍使用倍率的扩大。这样,非对称型镜头就被对称型镜头取代了,如德国的杰明尼尔(Apo—Germinare)镜头和日本的尼柯(Apo—Nikkor)镜头,如图4—13和图4—14所示。这种镜头的二级光谱得到了进一步的校正,提高了使用倍率,单色象差也较非对称型镜头为好。我国福州照相机厂生产的飞跃(Apo—Feiyue)制版镜头,也选用了对称型的结构。近年来,随着照相制版技术不断发展的要求和透镜研磨工艺的进展,以及各种新型光学材料的出现,设计制版镜头有尽量减少透镜镜片、选用优质材料的倾向,并且已研究使用电子计算机来控制透镜的研磨,对矫正象差特别有利的非球面透镜将会大量应用,优质的制版镜头会不断地出现。

在制版照相工艺过程中,由于复制的原稿规格以及图象放大或缩小倍率对于制版镜头的不同要求,制版镜头按照版的光学特性可以分为原大制版镜头、放大制版镜头和缩小制版镜头三种类型。随着光学技术的进展,制版镜头的适应性逐渐改进。但是,只有在满足镜头设计要求的条件下使用,镜头的各种象差才可能达到设计所预定的平衡而变得最小。

原大制版镜头,是按原大照相时能形成清晰的成象而设计的复消色差镜头。相对孔径一般是1:9或1:10,视场角一般为45°左右。这种镜头在原大照相的时候,对于象差的校正达到了最好的效果。由于这种类型的制版镜头属于对称结构,所以,不但在进行原大照相时能够得到最佳的清晰效果,而且在放大或缩小的一定倍率范围内也能够获得合格的复制图象。因此,这种制版镜头的应用范围比较广泛。但是当照相的放大倍率超过三倍时,其成象的清晰度会受到影响;当放大倍率达到五倍时,其成象的清晰度受到明显的影响并产生虚晕,虽然是复消色差镜头,但由于放大倍率的增大,使靠近紫外线区域的色光出现色差,故黄版分色底片的清晰度变差。

放大制版镜头(Enlarge Lens),记作EL—Apo。这种镜头是专门为小型原稿进行高倍率放大照相而设计的,使得进行一些特定放大倍率的照相时质量最好,对于一般的制版照相也达到较好的效果。近年来,由于照相技术和感光软片的发展,以及直接加网照相制版工艺的普及,小型的彩色原稿不断增多。这些原稿都要求进行放大照相。由于曝光时间较长而影响成象的清晰度。在这种情况下,长焦距和小孔径的原大制版镜头就不能适应了。当照相的放大倍率超过三倍时,只有选用短焦距和大视场角的镜头,并增大相对孔径,才能把原稿的阶调层次拍摄清楚,达到制版照相的要求。复消色差的放大制版镜头就是为了这个目的而

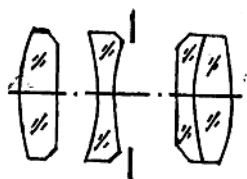


图4—12 非对称型天塞镜头结构图

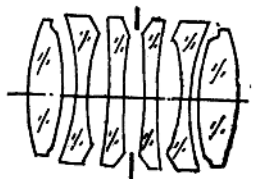


图4—13 杰明尼尔镜头结构

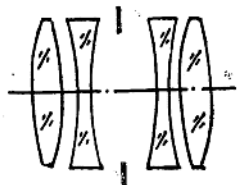


图4—13 尼柯镜头结构图

设计的。这种类型镜头的最大相对孔径为 $1:5.6$, 视场角为 55° 左右, 所以照相的曝光时间较短, 成象的清晰度好原稿放大至10倍时成象仍然清晰。放大制版镜头一般配备在立式放大制版照相机上使用, 也可以用于卧式制版照相机上。

缩小制版镜头是专门对进行图象缩小的照相而设计的。这种镜头一般焦距较长, 而相对孔径较小, 通常为 $1:11$ 或 $1:12$ 。由于这种类型的制版镜头视场角较小, 一般在 37° 左右。所以配备在大型的吊式制版照相机上使用。虽然这种镜头在放大时成象的清晰度较差, 但是由于这种镜头对于反差适度的原稿的缩小照相表现出极高的分辨率, 所以, 当缩小 $5 \sim 8$ 倍时, 仍能保持成象良好的清晰度。

第三节 制版照相机的组成部分

制版照相机与一般的通用机器有许多不同之处, 它是兼备了机械和仪器两者特点的一类设备。制版照相机的主要组成部分有机架、原稿架、镜头架、感光片架, 还配备有制版镜头、制版光源、滤色片、网屏等配件。

一、制版照相机的机架:

制版照相机的机架是固定制版照相机的其它各个组成部分的基础。制版照相机的机架是

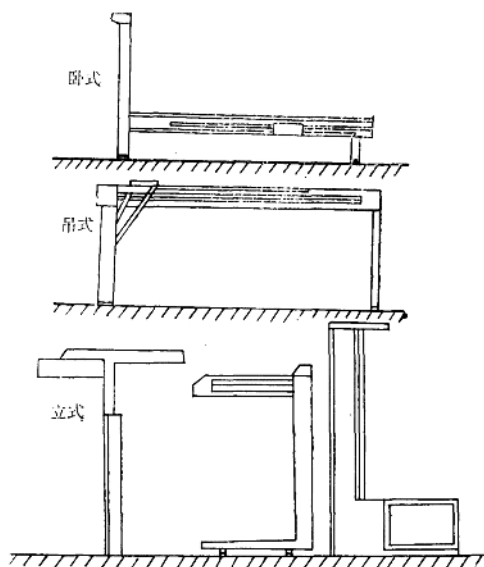


图4—15 各种制版照相机的机架外形图

由大梁、暗箱和支承联接而成的组合体，如图4—15所示是各种类型的制版照相机机架的外形结构图。对于吊式、卧式和立式放大制版照相机，其机架的长度尺寸就是根据机架的结构形式适当增大制版照相机的总长度而确定的，而对于立式T型制版照相机，其机架的高和宽的尺寸则是适当增大最大物距和最大象距而确定的。

制版照相机机架的大梁有整体铸造的结构形式，也有用槽钢和钢板焊接而成的结构形式。整体铸造的机架大梁经过时效处理，其刚度和稳定性能都较好，但是由于重量较大，只适用于卧式制版照相机上，其它类型的制版照相机的机架大梁均采用槽钢和钢板焊接而成的结构。由于机架大梁的两侧是约束原稿架、镜头架或感光片架运动的导轨，所以，机架大梁的结构和刚度直接影响到制版照相机的精度。制版照相机的机架大梁的一端固定在暗箱上，另一端的支承部带有减振装置。在制版照相机的机架大梁上，一般还有传动螺杆托架和伸缩暗腔支承等附属装置。

制版照相机机架的暗箱部分是用来支持对焦玻璃板、感光片架等零件和部件的，暗箱内部装着玻璃网屏架及其调节机构，并在暗箱顶部或下部装有电机、变速装置和电磁离合器等传动系统的部件。

二、制版照相机的传动装置：

在制版照相机上，原稿架和镜头架或感光片架是两个主要的运动部件，在制版照相过程中，根据缩放倍率的大小需要作前后的移动。所以，要把电机的转动变为这两个部件的直线运动，必须将多种机构组合起来，构成一个机械传动系统，才能完成制版照相机的运动要求。为了实现原稿架、镜头架或者感光片架的运动，首先应进行减速和变速，然后再选择合适的传动机构将回转运动转变为直线运动。对于具有自动对焦功能的制版照相机，就是要根据自动对焦的原理，将原稿架的传动系统与镜头架或感光片架的传动系统适当地联接起来，构成一个特定的机械传动系统，以实现预定的运动。当然，制版照相机传动系统的作用不仅是实现减速以及运动形式的转变，使两个运动部件能够完成预定的运动，同时还要把电机输出的功率和扭矩传递到运动部件上去，使它们能够在运动过程中克服摩擦阻力而到达预定的位置。由此可见，制版照相机传动系统如图4—16所示

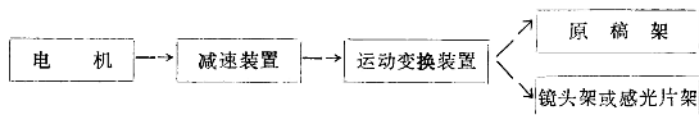


图4—16 制版照相机的传动系统框图

目前，国内所制造生产的制版照相机上，一般选用速比为1:2的双速电机，高速为1200 r.p.m, 低速为600r.p.m, 可以根据原稿架和镜头架的移动距离适当选择传动速度, 既可使用高速传动工作效率又可使用低速传动减少冲击，是比较理想的选择方案。

制版照相机传动系统的减速装置一般选择蜗杆传动、皮带传动和链传动的组合机构，对于具有自动对焦功能的制版照相机，还选择齿轮传动机构。

常用的将回转运动转变为直线运动的传动机构有连杆机构、凸轮机构、螺旋机构和齿轮齿条机构。虽然在装备有杠杆式自动对焦装置的制版照相机上选用连杆机构，在装有双曲线

丝杠式自动对焦装置的制版照相机上选用凸轮机构，但是由于制版照相机的运动部件的行程较大，而且要求低速移动和精确平稳地传动，所以一般只选用螺旋机构，而很少采用其它的机构。因为连杆机构和凸轮机构不可能得到很大的行程，齿轮齿条机构的传动精度及平稳性也不如螺旋机构，而螺旋机构具有很大的减速比和较高的制造精度，传动精确平稳，所以选用螺旋机构作为制版照相机传动系统中的运动转变机构是十分合适的。制版照相机上使用的螺旋机构，其螺杆采用标准的梯形螺纹，螺杆的直径一般在20~60毫米之间，螺杆的行程要根据制版照相机的规格和类型来选择。对于与制版照相机的规格相适应的制版镜头的焦距 f' ，以及制版照相机所允许的缩放倍率的范围 $m_2 \sim m_1$ ，其物距的允许范围为 $l_1 \sim l_2$ ，象距的允许范围为 $l_2' \sim l_1'$ ，则带动原稿架移动的螺杆最小行程为：

$$\begin{aligned} l_2 - l_1 &= f' \left(1 + \frac{1}{m_2} \right) - f' \left(1 + \frac{1}{m_1} \right) \\ &= f' \left(\frac{1}{m_2} - \frac{1}{m_1} \right) \end{aligned}$$

带动镜头架或感光片架移动的螺杆最小行程为：

$$\begin{aligned} l_1' - l_2' &= \\ &= f' (1 + m_1) - f' (1 + m_2) \\ &= f (m_1 - m_2) \end{aligned}$$

当然，实际应用的螺杆的行程要大于最小行程的。这个传动螺旋机构的螺杆通常采用右旋螺纹，螺母采用对开螺母的结构型式。

在有的制版照相机上还采用钢带传动机构或者齿形带传动机构来作为将回转运动转变为直线运动的传动机构，就是将原稿架和镜头架固定在钢带或齿形带上，随着带轮的转动，钢带或齿形带就作直线移动，从而也使原稿架和镜头架一起作直线移动。

三、原稿架的类型与调节机构：

原稿架是制版照相机的主要部件之一，是专门用于固定原稿的。原稿架是由夹稿架和支承架两个部分组合而成的。

制版照相机原稿架的夹稿架是为了使原稿保持平整和固定原稿的位置，根据原稿类型的不同和原稿夹持方式的不同而选择不同的类型。夹稿架主要有玻璃压置式夹稿架、真空吸气式夹稿架和框架式夹稿架三种类型。玻璃压置式夹稿架是应用最广泛的一种夹稿架，既可放置反射稿又可放置透射稿。在这种夹稿上放置反射稿时，用一块透明玻璃板将原稿紧压在另一块磨砂玻璃板上，在这个玻璃板上有一个黑色的弹性衬垫，这个弹性衬垫是由纸张、呢绒或一块海绵状的橡皮组合而成的。当放置透射稿时，只要抽掉弹性衬垫就可以了。但是由于透射稿的周围透过的光线在照相机上产生漫反射而进入镜头影响成像质量，并且两块大玻璃板之间很难保证平整紧贴，所以这种夹稿架一般很少用于夹持透射稿。另外，玻璃压置式夹稿架只能适用于不需要特别平整的小尺寸原稿，对于尺寸较大的反射原稿，弹性衬垫向玻璃板的压缩反力变得很大，因而需要较厚的玻璃板。真空吸气式夹稿架是一种比较完善的夹稿架，其结构如图4—17所示。这种夹稿架只适用于夹持反射稿，将原稿放置在透明玻璃板和橡皮衬垫之间，借助于真空泵，使夹稿架内的气压小于大气压。利用大气的压力压住橡皮衬垫和玻璃板，