

彩色电影染印法

黄明智 缪进康 章 鉴 编著



388

中国电影出版社

内 容 说 明

本书由主文和两篇研究报告组成。主文包括：染印法简史、工艺技术及成色原理、模片制作和染印过程的工艺与原理、画面质量与染印弊病、无银空白片与无银声带，以及展望。内容以讲原理为主，介绍工艺为辅，并记录历史事实和反映一定的科研成果。

所附的关于染印法染料及回洗水配制的这两篇研究报告，对于今后进一步开展染印法的科研工作有一定的参考价值。

彩 色 电 影 染 印 法

黄明智 缪进康 章鑑编著

*

中 国 电 影 出 版 社 出 版

北京印刷一厂印刷 新华书店发行

*

开本：787×1092毫米^{1/32} 印张：4 $\frac{3}{4}$ 插页：1 字数：70,000

1981年11月第1版北京第1次印刷 印数：1—2,600册

统一书号：15061·173 定价：0.60元

序 言

随着人民文化生活的日益提高,彩色电影已经越来越普及,这就必然会促进和发展彩色胶片的洗印加工技术。多层、染印、银漂和一步摄影是目前流行的四大彩色片加工方法。在我国,人们对多层彩色加工法是比较熟悉的;同时许多有关摄影、洗印的科技书中,也以介绍多层彩色法为主,而以其它彩色法为辅。

近年来,染印法在我国获得了迅速发展。通过自力更生地进行试验研究,并结合引进国外先进技术作为借鉴,目前我国已建立起拥有世界先进水平的、实力雄厚的联合染印生产线,每年可以生产3000万米以上的染印法彩色片,而且画面质量大大地超过了大量生产的多层彩色片。

由于染印彩色片在我国电影工业中的重要性越来越显著,而且多年来我国在染印法研究和生产中积累了一些数据与经验,需要作出总结以便进一步提高,这就促使我们产生了为普及染印法知识做些工作的愿望。1978年,我们曾为从事染印法工作的同志们编写过《电影染印法工艺手册》,书中虽有一定篇幅介绍染印法的基本知识,但是十分肤浅。同年底,我们又为电影技术刊物写过题为“电影染印法工艺基础”的文章,但由于篇幅有限,不可能比较全面而系统地介绍染印法。在这两项工作的基础上,产生了专为介绍染印法写本小册子的思想。我们

的这一想法得到了电影科研所马守清、金驾东、刘新等同志的支持和鼓励；写作过程中在技术上又得到了他们的指导。作者在此特向他们致以深切的谢意。

本书由主文和两篇研究报告组成。

主文有七个部分：染印法简史、染印法工艺技术及成色原理、模片制作工艺及原理、染印工艺过程及原理、画面质量与染印弊病、无银空白片和无银声带，以及展望。内容以讲原理为主，介绍工艺为辅，并记录历史事实和反映一定的科研成果。

“关于染印法染料的工艺要求”和“回洗水配制法的改进”这两篇文章，是通过学习和借鉴国外的先进技术，结合国内具体情况开展科研，并在改进染印法染料和回洗水配制方法上取得积极成果的基础上写出的总结，对今后如何进一步开展染印法的科研工作有一定的参考价值。

本书可供初学电影技术的学生、从事感光材料、洗印加工、染印法研究和生产的有关人员阅读、参考。

因水平所限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者指正。

黄明智 缪进康 章 镒

一九八〇年八月于北京

目 录

序言.....	(1)
---------	-------

彩色电影染印法.....	黄明智 缪进康 章 镒 (1)
--------------	-------------------

一 染印法简史.....	(3)
--------------	-------

二 染印法工艺技术的种类及成色原理.....	(11)
------------------------	--------

三 模片制作原理及工艺.....	(18)
------------------	--------

(一) 坚膜显影法	(20)
-----------------	--------

1. 片基面曝光	(22)
----------------	--------

2. 湿法光学印片(光学液体印片).....	(23)
------------------------	--------

3. 间歇印片机与连续印片过程	(24)
-----------------------	--------

4. 闪烁曝光	(25)
---------------	--------

5. 坚膜显影液	(29)
----------------	--------

6. 坚膜显影洗片化学	(31)
-------------------	--------

7. 坚膜显影机理	(35)
-----------------	--------

8. 影响工艺过程的因素	(39)
--------------------	--------

(二) 平版模片法	(40)
-----------------	--------

(三) 坚膜漂白法	(48)
-----------------	--------

四 染印工艺过程及原理.....	(51)
------------------	--------

(一) 空白片接受层	(51)
------------------	--------

(二) 染料	(57)
--------------	--------

(三) 浮雕染色及染料转移	(60)
(四) 回洗调色技术及其化学	(63)
(五) 联合染印生产线	(67)
(六) 影响染印过程的因素及工艺控制	(73)
五 画面质量与染印弊病	(79)
六 无银空白片和无银声带	(84)
七 展望	(87)

关于染印法染料的工艺要求..... 黄明智 缪进康 (93)

回洗水配制法的改进..... 黄明智 缪进康 (117)

彩色电影染印法

一 染印法简史

电影染印法是通过照相方法制作模片——浮雕，然后采用三色套版印刷方式生产彩色影片的一种方法。

染印法工艺技术是本世纪三十年代研制成功的，但人们至今仍对它表现出极大的兴趣。这是因为：

1. 染印彩色片具有彩色鲜艳、饱和、层次丰富和质感性强等特点。

2. 彩色影象保存性好。例如放置了数十年的拷贝至今仍未褪色，放映效果还和当年一样。

3. 染印法使用的胶片结构比较简单，比多层彩色片容易制作。

4. 浮雕制作工艺简短，便于控制；冲洗用的药品便宜、易得，不需使用昂贵的彩色显影剂及其它助剂；加工过程所排出的三废少。

5. 染印工艺流程很适合搞自动流水线，可以高速、大量地生产染印彩色片。浮雕模片的使用寿命很长，可以连续叠印数百个拷贝而不致损坏。因此，染印法在技术上和经济上具有很高的价值，特别是大量制作拷贝时，这一优点更为突出，染印彩色片的成本可以降低到比多层彩色片低 30%~40%。

6. 染印彩色片采用了银质声带，还音质量好。

回顾染印法的发展简史，不得不首先提到特艺色公司

(Technicolor Motion Picture Corporation), 因为它是染印工艺技术的发明者和垄断者。特艺色公司成立于 1915 年,1919

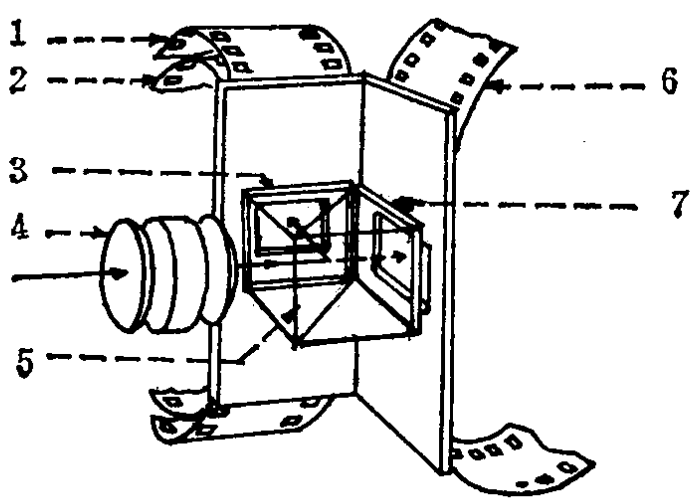


图 1-1 分光摄影系统
1. 带蓝光吸收层的感蓝黑白底片 2. 接受红光影象的全色黑白底片 3. 能透过蓝、红光的品红滤色镜 4. 镜头组 5. 镀有金膜的棱镜面 6. 接受绿光影象的全色黑白底片 7. 只能透过绿光的绿滤色镜

年开始研究用减色法制作彩色片, 1923 年完成水洗浮雕的研究工作, 1928 年完成染印工艺的研究工作, 1932 年制成第一架特艺色过程专用的三条片分光摄影机。使用这种摄影机可以将景物通过棱镜分光, 分成红、绿、蓝三个分色象, 同时拍摄在三条黑白底片上(图 1-1), 然后用这三条底片去印制

浮雕。这样, 就奠定了染印法技术的三个组成部分: 分光摄影、浮雕制作和三色染料染印转移。1933 年, 染印法正式试验成功, 第一部染印彩色动画片《森林的早晨》问世, 特艺色公司因此而获得美国科技协会的技术奖。1935 年, 又用染印法制作了第一部故事片《虚荣的市场》, 再次显示出染印彩色的优越性。于是特艺色公司从此进入大发展时期, 并在伦敦、巴黎以及意大利等地设立了分公司。三十年代至五十年代可以说是染印法的全盛时期, 染印彩色片独霸影坛。从 1936 年至 1951 年, 好莱坞与伦敦特艺色公司先后出售了 30 亿英尺的染印法拷贝影片。1951~1958 年出售量竟达 40 亿 5 千万英尺之多。现在看到的许多彩色优美的影片, 如《出水芙蓉》、《红菱艳》、《丽日春晓》等, 都

是当年用染印法制作的拷贝。

从三十年代至四十年代，特艺色公司用分光拍摄分色底片和用盲色浮雕大量拷贝的染印法影片，在彩色还原、层次表现，以及声带质量方面，都已达到了相当高的水平。但随着电影艺术的不断发展和新技术的采用，促使染印法工艺也在不断地进行革新。

四十年代初，多层彩色片进入了影坛。1942年伊斯曼-柯达公司生产出 Kodachrome 彩色反转片，特艺色公司便开始用这种胶片和普通摄影机来拍摄部分外景。这虽然为第一个技术革新打下了基础，但染印画面质量远远不如分光摄影机拍摄的好。1950年秋，伊斯曼彩底问世，胶片质量一再改进。从1953年起，特艺色公司大量采用伊斯曼彩底和普通摄影机来拍摄故事片。1954年前后，完成了由伊斯曼彩底通过分色翻正-翻底印制盲色浮雕的工艺，使染印出来的拷贝质量基本上和用三条片分光拍摄的相接近。1965年，体积笨重和使用不便的三条片分光摄影机终于被淘汰而送入美国国立博物馆。

1952年以后，出现了许多如宽银幕、宽胶片和小型轻便的16毫米、8毫米等新型影片，特艺色公司通过使用各种压缩变形、还原等镜头，直接从这些原底来制作染印法拷贝。为适应宽银幕型的影片，不得不进一步提高染印画面的清晰度和清洁度。于是，特艺色公司与柯达公司合作，共同研制分区浮雕片，以便直接从彩色原底来印制浮雕。从1957年起，采用了液体光学印片，在印片工序中运用闪烁曝光技术来调节画面反差和改善细部层次。此外，对空白片的乳剂特性也作了改进。在这一时期，报道关于媒染剂的专刊大量出现，于是为带媒染涂层的空白片的研制提供了有利的条件。经过三年多（1956～

1958) 的努力, 问题基本上得到解决。这样, 使特艺色公司生产的染印法拷贝, 在竞争日趋明显的多层彩色片面前, 不仅能以其彩色鲜艳、明透, 以及音质好等优势压倒多层片, 而且在画面清晰度上也并不逊色。

1960 年, 特艺色公司采用了程序控制印片, 实现了印片过程的自动化, 并用电子配光机来分析和调整画面的彩色。这样不仅提高了画面质量和工作效率, 而且也稳定了工艺。同年, 还制作了一部无银普鲁士蓝声带的染印法拷贝, 为染印法生产无银彩色片作了尝试。在以后几年中又进一步对染料进行改进, 合成出在结构、性能、色光等方面都能满足染印要求的染料。

在六十年代中期完成的另一项重大工艺革新, 是组成了高速自动化联合染印生产线, 使染印法名符其实地发展成为能高效优质地生产彩色影片的现代化方法。

进入七十年代后, 染印法技术的发展便和电视结合起来了。特艺色公司设有视频电子部(Vitronics), 能将磁性录象带上的节目转为染印法拷贝, 或将彩色片转录在磁带上。

可是, 由于电视与电影的竞争, 多层彩色片与染印彩色片的竞争, 以及在资本主义社会出现的要求题材新颖而不需要大量拷贝的情况, 竞争者往往以出片快的手段来争夺观众和加速资金的周转。这样, 染印法的优越性就不易发挥, 因为染印法在大量拷贝以前, 先要制作浮雕, 前期制作时间较长; 另外, 染印法在技术上和经济上的最佳效果也只有在大量拷贝情况下才能最大程度地表现出来。显然是考虑到面临的实际情况, 特艺色公司才于 1974 年前后, 首先停止了好莱坞的 8 条生产线, 而把染印法生产集中到伦敦特艺色公司。到了 1978 年, 伦敦特艺色公司的生产线也停止了运转。于是, 这一盛极半个世纪、

技术水平已高度发展的电影染印法，由于社会制度所决定，却又通过自己的发明者——特艺色公司之手被埋葬了。

电影染印法虽然在西方资本主义国家已经衰落，但在拷贝需求量大的一些国家里仍然蓬勃地发展着。

苏联为发展染印法投入了大量的人力和物力，他们于1935年就在列宁格勒成立了实验室，开始研究。虽然当时美国已掌握了染印法工艺的全部技术，生产了染印法影片，但由于技术上高度的保密，无法获得有关的技术资料，而一切都得自行摸索。1940年，试验获得初步成功，制作出了染印法影片，但战争使全部成果化为乌有。战后的1944年，在莫斯科电影制片厂又重新成立了实验室，并组织研究队伍再次研究染印法。1953年，坚膜漂白工艺研究成功，染印出可供发行的卡通片。在以后几年中则致力于改进和提高。1958年生产了380万米染印拷贝，1959年产量增至500万米，1962年达1200万米。《舞蹈世界》和《“蓝色珊瑚”号的船长》等都是当时用染印法制作的彩色故事片。进入七十年代后，研制成了分区浮雕片和带媒染涂层的空白片。另外，还完成了坚膜显影工艺的研究，染印工艺也渐趋完善，并组成了自动流水生产线。1973年前后，列宁格勒电影洗印厂的染印车间和喀山古比雪夫化工厂的彩色片洗印部门，每年都能生产出35毫米染印法拷贝2500万米和8毫米拷贝近800万米，而成本比多层片平均低15~18%，画面质量与多层片大量拷贝相当。1974年，在莫斯科开始兴建第一个年产4000万米的染印工厂，染印机的生产效率为4000米/小时，全部声、画制作及检验都在一条自动流水线上完成。

总体说来，苏联染印法的技术水平与特艺色工艺相比还有一定差距，但值得借鉴的是，苏联按照自己的拷贝发行量大这

一具体国情，多年来一直坚持从事染印法的研究工作，特别是在染印法理论方面作了大量的基础研究，发表了一系列有关染印法物理-化学过程及其规律性的文章，进而在理论研究的基础上建立了自己的染印法胶片、染料、工艺和设备体系，组成了生产能力为4000米/小时的自动流水生产线，使苏联的染印法成为具有自己特点的独立体系。

基于染印法适合我国国情，自1958年起，中国电影科学技术研究所便成立了染印组，开始研究染印法。1962年，拿进口的苏联胶片、国产的染印机和染料，用坚膜漂白法制出了浮雕，叠印和发行了三部短片《一棵大白菜》、《一根丝腰带》和《三朵小红花》的染印法拷贝，其画面清晰度、清洁度和彩色还原等都不够理想，工艺也不稳定，许多关键性的技术问题均未被充分认识。另外，由于染印机大齿轮的质量不过关，出现了齿牙塌陷的现象。1963年，试制成功第一个不锈钢整体大齿轮，使叠印性能大为改进。1965年，坚膜漂白工艺染印法试验成功，准备由北京电影洗印厂负责搞扩大的中间试验，但因文化大革命而停顿。

1968年又重新组织队伍，动员了全国一百多个单位，上千人参加会战，继续搞染印法的提高工作，研究工艺更为简单合理、加工质量更好的浮雕制作工艺——坚膜显影法。与此同时，对染印法用的胶片、染料，以及染印工艺本身也都开展了一系列的研究工作，经过六年多的努力，终于突破难关，取得了成效。

在机械设备方面，通过不断改进，制成了性能良好、叠印准确度高的新“东风”染印机。它能以1000米/小时以上的速度进行运转，这便为染印法试验创造了条件，并为生产染印法拷

贝打下了基础。

在浮雕制作方面，研制成了碳黑阻光颜料分区浮雕片，还研究了闪烁曝光技术问题，认识到闪光是调节浮雕画面反差和改进层次的关键，并通过技术革新，把国产“井冈山”连续印片机改装成浮雕闪光机，为闪烁曝光技术的付诸实施解决了关键设备。由于掌握了闪光技术和采用湿法光学印片，加上坚膜显影配方的改进，终于解决了坚膜显影浮雕历来在清晰度、层次、颗粒结构，以及工艺稳定性等方面所存在的一系列难题，从而加工出了可供染印法彩色片大量拷贝用的浮雕。

在染印技术方面，通过剖析和试制，合成了结构、性能、色光都和国外染料颇为一致的染印法染料，改善了彩色还原效果。研制成功的带媒染涂层的空白片，克服了叠印时染料的横向扩散和浮雕高密度部分染料转移不完全的弊病，从而大大减少染料影象在转移过程中的损失，提高了染印画面的清晰度与明透度。值得提出的是，现已定型生产的保定 1341 空白片中所使用的媒染剂——N,N，二乙基苄基甲壳素季铵盐（简称甲壳素季铵盐）是文献上从来没有报道过的化合物，系我国首先合成的新型媒染剂。这种媒染剂不仅成本低廉、合成工艺简单、没有三废污染、原料完全立足国内，而且具有媒染性能良好、清晰度高、不影响照相乳剂的感光性能等优点。我国染印法投入试生产以来，至今已用这种空白片生产和发行了约二千万米的染印拷贝。

回洗化学和回洗调色技术的研究与应用，不仅能使染印画面的彩色质量保持一致，还大大提高了拷贝的成品率。

此外，通过在染印机上大量而系统的叠印，不仅检验了浮雕的寿命，而且使试验人员熟练地掌握了叠印技术，搞清了染

印过程中各工艺参数对叠印效果的影响，进而得到了一整套控制工艺过程的方法，使染印法由试验规模转为投入成批生产具备了条件。

1975年，坚膜显影染印法试验成功，在国产染印机上用全部国产的胶片和染料染印出了高质量的染印彩色拷贝《中国广州杂技团访问新西兰》、《中国广州杂技团访问澳大利亚》、《菲律宾马科斯总统夫人访华》。这三部影片无论在画面的清晰度、清洁度或是彩色还原等方面，都已达到了相当高的水平。同年5月21日，人民日报头版以“我国自力更生制成染印法彩色片”为题，宣布我国染印法试制成功。从此，染印法影片便开始成批生产。1976~1977年共生产和发行了六百多万里染印彩色片，质量大大超过大量拷贝的多层彩色片，为我国电影技术填补了空白。

为了借鉴外国先进技术，使我国染印法能更快地发展，并进入世界先进行列，我国在自力更生地进行试验的同时，也考虑了引进特艺色工艺技术。此项工程于1978年12月试车完毕并正式投产。这套具有世界先进水平的联合染印生产线可以6000米/小时的高速进行运转。按设计标准，每年可生产3000万里染印法彩色影片，大大地提高了我国染印法的生产能力。

综上所述，鉴于染印法在我国电影洗印事业中的特殊地位和作用，加强对特艺色染印工艺各单元的基础研究，无疑是染印法科研中的一大课题，通过对这些问题的研究，可以进一步改进和提高国产胶片与染料的质量，使我国的染印法技术有更新的发展。

二 染印法工艺技术的 种类及成色原理

用染印法制作彩色影片的工艺过程主要有以下几个步骤：

通过不同的分光途径，用蓝、绿、红三原色光，将彩色影象分色印制在三条分色模片上，洗出浮雕后，用减色法染料染成相应的补色——黄、品红、青，再在染印机上通过准确定位，按品红、青、黄的次序，把染色影象从浮雕模片上同步地叠印在一条已印制好声带的空白片接受层上，即可获得彩色影片拷贝。浮雕模片在转移染料后，通过清洗可以再次染色、转移染料，重复使用。

实现染印工艺技术的方法不尽相同，主要有四种：分光摄影-盲色模片法、黑白分色 翻正翻底-盲色模片法、彩色原底-分区模片法和彩色反转翻底-分区模片法。前三种技术在我国先后都曾作过研究，但真正获得工业规模使用的是第三种方法。本文将以此为重点，通过分析其中一些技术问题来介绍电影染印法工艺。

1. 分光摄影-盲色模片法

这是染印工艺最早使用的方法。在分光摄影机中，经过棱镜和滤色镜一次拍成三条黑白分色原底，由此印出三条分色模片，染色后把染料转移到空白片上，即得染印法影片拷贝。