

## 主导项目：色彩管理技术应用之数码打样

### 任务一：了解色彩管理是什么

色彩是一种光刺激作用于人眼的视觉特性，光的辐射能和物体的反射是属于物理学范畴的，大脑和眼睛却是生理学和心理学研究的内容。因此，对色彩进行定量的描述和控制是一个重要而又艰难的工作。此外，对于彩色复制技术而言，正如每个人对色彩的感觉各有不同，每一台设备依靠不同的方法去处理色彩，这种技术方法限制了设备可以处理的色彩范围，从而造成了彩色复制工艺中彩色复制效果的不一致性。因此，为了保证良好的复制品的色彩质量，彩色复制工艺中采用了色彩管理技术。

#### 第一节 色彩管理的产生与发展

色彩管理技术经过两个阶段的发展。早在二十世纪七、八十年代彩色桌面印前系统（Color Electronic Prepress Systems/ CEPS）出现之初，色彩管理的概念已经被采用了，被称为传统色彩管理系统。当时的彩色桌面印前系统虽然具有编辑图文、排版和色彩控制等功能，但每个印前系统互相之间不能兼容，对色彩的表达也没有统一的标准。如果一个文件在不同的复制系统中输出，将产生不同的彩色效果。为了对这种情况进行控制，而产生了传统色彩管理系统，见图 2-1 所示。

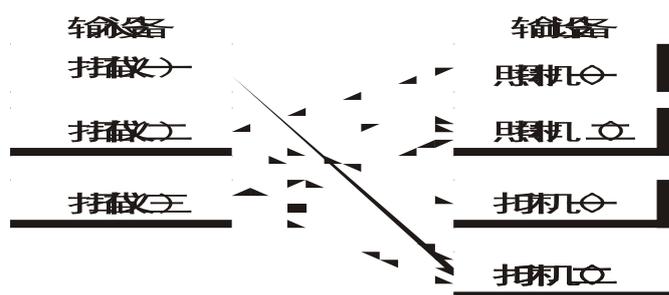


图 2-1 传统色彩管理系统的工作方式

传统色彩管理系统中，由于每种设备使用不同的结构，为了执行色彩匹配功能，用户需要为每台设备创建一个特定环境并不断地改变作业状态。因为没有

通用的色彩管理结构，每个用户都必须配合硬件供货商，在输入设备和输出设备之间不断调整。传统色彩管理的方法比较复杂，因此并未被普遍采用。



图 2-2 现代色彩管理系统工作方式

一九九三年由几个大电脑及电子影像发展商组成了国际色彩联盟 (International Color Consortium/ICC),就解决新产品之间色彩管理兼容性的问题,制定了统一的色彩管理标准与色彩转换标准,任何输入或输出设备支持这种标准,则设备间便可做准确的色彩转换,从而实现彩色复制中的色彩控制,即现代色彩管理系统。

现代色彩管理系统的工作方式如图 2 - 2 所示。此方式下扫描仪、显示器、打印机等设备通过设备特征文件 (Profile) 接受不同的颜色信号并决定如何处理颜色,通过色彩转换模块 (CMM) 对颜色计算之后,把它们显示或打印输出。

## 第二节 ICC 国际色彩联盟

现代色彩管理技术主要是根据国际色彩联盟 ICC 这个组织所提的工业标准来建立的;所谓“ICC 国际色彩联盟”是由 Adobe Systems Inc.、Agfa、Apple Computer、Eastman Kodak Company、FOGRA (Honorary)、Microsoft Corporation、Silicon Graphics Inc.、Sun Microsystems、Taligent Inc 等成员厂商于 1993 年所创建的色彩技术联盟组织,其主要是针对目前所使用的所有图像文件格式进行整合,并在此标准下定义各种复制色彩设备的特性以支持各媒体设备间的色彩特征文件 (ICC Profile) 的建立,也就是将输入设备 (input device)、显示设备 (display device)、打印输出设备及印刷设备 (output device) 经过特性化 (Device Characterization) 的标准程序处理后,产生所谓的色彩特征文件;并通过嵌入图像图形文件的形式,将不同设备的色彩特征文件通过不同的设备色彩空间转换模式 (Rendering Intent) 计算,并附加在图像文件中,达到管理色彩的目的。

ICC 国际色彩联盟成立的宗旨为创造一种开放式的色彩管理标准。ICC 国际色彩联盟于 1993 年推出了设备特征文件 1.0 版本。1994 年，根据生产应用的实际情况对设备特征文件的格式进行改进，推出了 2.0 版本的设备特征文件格式。至 2001 年，ICC 组织推出了第四版的设备特征文件标准，此版本对特征文件格式进行了大量的规范，保证了文件格式的通用性，如今各供应商与应用程序所使用的设备特征文件都采用了此版本。

ICC 国际色彩联盟为色彩管理技术的发展做出了巨大贡献，其建立了设备色彩特征文件的标准格式，成为色彩管理技术中设备特征文件的标准格式，它能跨平台、跨系统，使用该文件可作为不同设备之间色彩转换的依据、标准，使得色彩能一致地表现在不同的设备上；其次，ICC 国际色彩联盟确定了以 CIE 色度系统中的 1931 CIEXYZ 与 CIEL\*a\*b\* 为色彩管理技术的色彩连结空间（PCS），借助此色彩空间，作为设备色彩空间转换的中间色彩空间，从而模拟另一个已知设备的色彩信息。

目前，色彩管理技术中 ICC 的标准规范已得到广泛使用，并被指定纳入许多国际及印刷业界标准，ICC 国际色彩联盟组织本身也已经发展为拥有 70 余个成员的国际组织，并正式通过 ISO 15076 认证成为国际标准组织。

如今，ICC 国际色彩联盟为了进一步推广与发展色彩管理技术，在其组织下设立了多个专项机构，以开发研究并制订不同领域的色彩管理技术规范与标准。其中下设机构有，建筑工作组（ARCHITECTURE WORKING GROUP），通讯工作组（COMMUNICATIONS WORKING GROUP）、数字电影图片工作组（DIGITAL MOTION PICTURE WORKING GROUP）、数字影像工作组（DIGITAL PHOTOGRAPHY WORKING GROUP）、印刷专业工作组（GRAPHIC ARTS SPECIAL INTEREST WORKING GROUP）、ICC 特征文件评估工作组（ICC PROFILE ASSESSMENT WORKING GROUP）、ICC 指导委员会（ICC STEERING COMMITTEE）、打样认证工作组（PROOF CERTIFICATION WORKING GROUP）、规范编审工作组（SPECIFICATION EDITING WORKING GROUP）、工作流程工作组（WORKFLOW WORKING GROUP）。

### 第三节 色彩管理技术的基本工作原理

色彩管理是一个对色彩信息进行正确解释和处理的应用技术。在整个图像复制的工艺流程中，色彩管理系统保证了图像在色彩失真最小的前提下把色彩数据从一个设备色彩空间转换到另一个设备色彩空间。

在整个彩色复制工艺流程中，人们所涉及到的设备都具有各自独特地表现色彩能力与方式，即不同的设备色彩模式与色域范围，色彩管理的主要目的就是实现不同设备间色彩模式的转换，以保证同一图像色彩从输入、显示、输出中所表现的颜色尽可能匹配，最终达到原稿与复制品的色彩一致。建立色彩管理系统让使用者在不同的设备上进行色彩匹配，使用户可以预见色彩在某些特殊的设备上复制的效果，以达到精确地复制色彩，实现彩色复制的所见即所得。

任何印刷设备和彩色显示器都不能够复制所有人眼可以感觉的色彩范围。不同系统的色域可以重叠，但是并不完全重合匹配。因此，通过计算机处理之后的彩色图像往往将在不同的设备上传递，最后再进行输出，而在色彩被传递的过程中，由于所使用的设备的不同，往往也会造成一定的变化。其中一个最常见的问题就是从显示器传递到不同打印机的过程，色彩转换往往会出现一定的误差。



图 2-3 色彩管理技术的基本工作原理

例如，如图 2-3 所示需要对某红色进行印刷复制，并同时希望它能通过网站在各地浏览显示出来。这种颜色通过输入设备正确地获取了，但通过胶印设备印刷后出现了变化，并且也在网络上浏览时也无法正确地得到显示。在这种情况下，为了使此红色在不同的设备上呈现出相同的效果，必须在输出前根据输出设备（印刷机或显示器）进行转换，并与原稿图像的颜色相匹配，这时就需要用到色彩管理系统的知识与技术。

为了保证色彩效果的一致，色彩管理系统以即定的标准为依据，精确检测、定义从输入到输出影响色彩变化各环节因素的色彩特性描述文件，称为色彩特征文件，取得相关呈现的色彩特征的数据，通过独立于作业系统之外的标准色彩空间，即图中所示的 Lab 色彩空间，进行分析运算，产生准确地色彩输出信息，即不同的输出设备产生的色彩混合比值将完全不同，从而整体解决各环节因素所造成的一系列偏色问题。

色彩管理系统的工作过程通过所谓的“3C”进行控制，即设备校正（Calibration）、特征化（Characterization）和色彩转换（Conversion），其代表了色彩管理技术实施的三个重要环节。

### 一、设备校正

设备校正也称为设备最佳化，即使工作设备处于正常与最佳的工作状态的手段与方法。正如，使用测量仪器时，必须校正以确保测量结果的准确，使用设备前也需要通过一系列的调整，使设备达到最佳状态，以确保工作的顺利与准确。

许多设备都可以被校正，也就是把设备返回到一个已知的行为标准。有些设备可以自我校正，例如扫描仪；而其他设备在被要求稳定的表现之前，则需要手动校正。对于色彩管理而言也是如此，色彩复制技术中所使用的设备如果不能正常而稳定的工作，则会使色彩复制的结果无法预知与控制，因此进行色彩管理技术的第一个首要工作，就是对相应的设备进行校正。

当一个设备稳定工作后，只要应用的媒介和外部环境不变，这个设备的工作状态就能够被始终保持一致。对于那些没有校正并且表现不稳定的设备来说，可能每次使用的时候都需要重新做校正。

设备校正达到哪一个水平，设备校正对用户有什么效果，将会产生什么影响？很少有用户会认真思考。事实上，部分企业采用色彩管理，主要希望节省成本，

在减除工序与耗损后，有一个更大的降价空间。然而，如果企业采用色彩管理并希望有一个更稳定的色彩控制机制，来提高产品质量，则设备校正就需要认真对待，严格地控制。

## 二、设备特征化

色彩管理系统工作的核心之一为建立设备特征文件。设备特征文件为色彩管理系统提供将某一设备的色彩数据转换到设备无关的色彩模式中所要的必要信息。

设备特征文件是基于颜色光谱数据而得到的设备色彩特性信息，它作为一种标准，可通过不同的设备所附带的电子文件来描述和翻译不同厂商生产的彩色设备的能力。其原理在于，不同色彩模式的转换时基于一个中间色彩模式 CIE Lab 数值作为参考。如利用某显示器显示某颜色时，R 为 110，G 为 60，B 为 50，其相对的 CIE Lab 值为 L 为 40，a 为 15，b 为 20，需要打印输出时，色彩管理系统将基于输出设备打印机的特征文件换算出打印设备的 CMYK 数值，当转用印刷设备时，相同的显示颜色便要用另一组的 CMYK 数值产生相同输出颜色的效果。同样地在扫描仪上所产生的色彩在显示器上显示时，其 RGB 的数值也要变成另一组数值才可以得到相同的色彩，如图 2-3 所示。

设备特征文件的创建通过分光光度计对所选的一组标准色块的物理测量，以及相应的软件的计算而产生。这些色块通过测量被创建成一个电子文件，然后通过专业软件计算一个将设备色度值（如 RGB 或 CMYK）转换成 CIE Lab 色彩值的数学描述。正确制作设备特征文件的过程就是精确地将所有的 RGB 或 CMYK 色彩值转换成 CIE Lab 色彩值的过程。

简单来说：色彩管理系统根据输入设备的特征化文件，将数据文件转移到特征文件的色彩空间，再根据输出设备（显示器、打印机）的特征文件，把数据文件的色彩信息转移到输出设备的色彩空间，从而保证工作流程中色彩还原的一致性。

ICC.I:1998-09 规范中将彩色设备分成三大类：输入、显示、输出设备。对每一种设备，都有一个算法模式会执行色彩转换过程。这些数学模型根据内存需要，执行过程和图像质量的不同要求，提供相应的色彩复制质量。因此，作为设备特征化的结果，特征文件也按设备的类型分为输出设备特征文件、显示设备特征文

件与输出设备特征文件。

此外，设备特征文件中都会为相应的设备指定一个色彩连结空间（PCS）。色彩管理标准中规定 PCS 通过 CIEXYZ 空间或 CIELab 空间来定义。所有的经过校正的设备通过色彩测量仪器读取设备色彩信息，并将结果储存于特征文件中，设备的色彩特征文件建立了设备间 RGB 或 CMYK 颜色与 PCS 之间的对应关系。

色彩管理系统，通过彩色设备色彩模式（RGB 或 CMYK）和 PCS 之间的联系为该设备建立设备特征文件，从而实现了对色彩的开放性管理，使得色彩传递不依赖于彩色设备。设备特征文件包含从设备色彩向 PCS 转化的数据，还包括从 PCS 到设备色彩空间转换的数据。

### 三、色彩转换

色彩管理的第三个核心上色转换模块（CMM）。CMM 是用于解释设备特征文件，并依据特征文件所描述的设备色彩特征进行不同设备的彩色数据转换。各种设备都有自己的色彩模式，设备的色彩模式是与设备相关的。在实际工作中各种设备之间要进行数据交换，因此色彩要在各个设备的色彩模式之间转换。

色彩转换的一个基本原则是，同一个颜色在不同的设备上保证仍然是同一个颜色。为达到此目的就要有一个与设备无关的颜色系统来衡量在各设备上的颜色。任何一个与设备相关的色彩空间都可以在此色彩空间中表示。如果不同的与设备相关的颜色都能对应到此设备无关的色彩空间的同一点，那么它们之间的转换就一定是准确的。在整个过程中，不同的设备具有不同的色彩模式，这个色彩模式由该设备的特征文件来描述，设备的特征文件中记录了该设备色彩模式与此不同彩色复制系统之间的转换关系。在进行色彩转换时，彩色数据通过设备特征文件先转换为 PCS 的色度值，再根据需要转换成其他设备的色彩值日。

无论是操作系统还是专业的色彩管理软件都提供相应的 CMM。由于各设备间的色域各有不同，因此不可能在各设备间有完美的色彩搭配，CMM 执行色域搭配，选择最理想的色彩。CMM 把资料从一种设备色彩通过独立色彩空间的传递，转换成另一种设备色彩。例如，如果想要在打样机或者显示屏上仿真印刷的效果，就可运用软件将屏幕色彩数据、打样机色彩数据、印刷机色彩数据等信息下载到 CMM 内，进行比较并将色彩转换的信息送回屏幕。

CMM 模块的转换作用是间接的。如果某个图像处理软件或者 RIP 需要进行图像颜色的转换，那么软件就调用 CMM 模块，并把图像数据与相应的特征文件传送过去。然后，CMM 模块执行转换功能并将转换后的数据再传递回软件。

常见的一些 CMM 有：

#### 1) Adobe CMM

Adobe CMM 是 Adobe 产品 Photoshop、Illustrator、Acrobat、InDesign 等特有的色彩管理模块，在这些软件的弹出式菜单中，显示为“Built-In”引擎，即内建的引擎。Adobe 开发 CMM 的目的是为了保证其产品颜色处理的一致性。

#### 2) Agfa CMM

Agfa 专用的设备特征文件为 Color Tags，其曾用于 FotoTune 软件、FotoLook 扫描仪驱动程序、Chromapress RIP 及其它 Agfa 应用程序。Agfa 的 CMM 被设计成能维持扫描图像和彩色分色的灰平衡。Agfa CMM 支持可变的、即时计算得到的 GCR（灰色成分替代）。它也支持 Pantone Hexchrome 六色分色。方正公司推出的色彩管理系统中的 CMM 模块即采用了此模块。

#### 3) Heidelberg CMM 与 Apple CMM

Heidelberg CMM 的基本颜色技术是由 Rudolph Hell 公司开发的，后来 Hell 与 Linotype 公司合并成立 Linotype-Hell 公司，后又于 1997 年被整合进入 Heidelberg 集团。Hell 在 DRUPA 1972 上首次引入了可商业应用的电子彩色分色机 DC300。DC300 使用一台模拟计算机，该计算机可由控制面板上的旋钮和刻度来控制 RGB 到 CMYK 的转换。后续的型号使用数字彩色计算机（插在电分机箱内成排的专用电路板）。计算机技术的进步使 Hell 彩色计算机可以放入一个 ASIC（Application-Specific Integrated Circuit）集成电路中，一直与 Linotype-Hell 电分机一起使用到 1992 年。随着苹果计算机的发展，以及其不断强大的 RISC 计算机芯片，Hell 彩色计算机可以被编写成为一个软件核心，就是 Linocolor CTU（color transform unit），即苹果操作系统的功能扩展程序，通过此核心软件实现苹果计算机的色彩转换计算。

除此外，Apple 公司在 ColorSync 中还包含两个 CMM，Agfa 和 Kodak，但以 Heidelberg 的 CMM 作为缺省设定。用户可以在 ColorSync 控制面板中选择自己偏爱的 CMM，也可以选择“自动（Automatic）”让 ColorSync 选择设备特性

文件中指定的 CMM。例如：由 Heidelberg PrintOpen 产生的设备特性文件就选择 Heidelberg 的 CMM，由 Agfa 的 ColorTune 产生的设备特性文件就选择 Agfa 的 CMM。其它一些大公司，如网屏公司所推出的色彩管理系统也采用这些 CMM 模块。

#### 4) Kodak CMM

Kodak 的色彩匹配方法开发开始于 80 年代初期的 Eikonix 公司，Kodak 在 1985 年购买了这家公司。Eikonix 是第一家采用设备独立的方法实现色彩管理的公司。在 90 年代初期，Kodak 开始同 Adobe, Apple, Sun, SGI, Agfa 和 Microsoft 就设备特征化数据通用格式的定义问题进行讨论。Kodak 定义了 CMM 中说明矩阵和查找表数据的结构。这些定义成为 ICC 规范，也意味着定义了 ICC 兼容的 CMM。

不同的 CMM 模块在进行颜色转换时的速度与精确度是不一样的。有时，在同一台计算机上可装入几个 CMM 模块。针对这种情况，必须特别注意选择哪一个 CMM 模块来进行颜色的转换。

## 任务二 如何利用色彩管理实现数码打样

### 第一节 喷墨打印机设备原理

#### （一）喷墨打印机

喷墨打印是一种非接触式打印技术，墨水从喷嘴中射出后形成墨滴，直接喷射到记录介质特定的位置上形成图像。

喷墨打印机的喷墨技术可分为连续喷墨和随机喷墨两种。

##### 1. 连续喷墨

墨水在压力作用下连续喷射，充电电极根据打印信号控制墨滴的带电量，并选择性地使墨滴形成带电或不带电的情况；偏转电极作用墨滴，影响墨滴的飞行方向，使一部分墨滴到达回收装置并再利用，而另一部分则飞到纸上形成图文。如图 3-21 所示连续喷墨式打印机的结构与工作原理。这种打印机的结构复杂，但打印速度快。

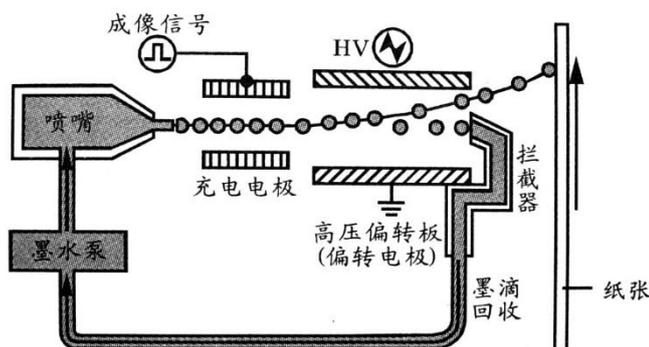


图 1-3 连续喷墨

##### 2. 随机喷墨

随机喷墨为墨滴只有在需要打印时才喷出来，也称按需喷墨。该种打印机结构简单、成本低、工作效率高。目前喷墨打印机通常采用随机喷墨的打印原理，主要应用的随机喷墨技术有热喷墨和压电喷墨两种。

热喷墨也称气泡喷墨，该类型打印机的核心部件是打印头，其包含加热元件、墨水容器和喷嘴。工作时，容器内的墨水在加热元件作用下局部气化（蒸发）形成气泡，使墨水体积增加，对墨水产生压力，此压力传递到喷墨口，使特定数量的墨水从喷嘴中喷出。

压电式喷墨打印机的喷墨头利用晶体的压电效应,采用薄膜压电振荡器产生高频振荡,激发墨水自喷嘴向外喷射。当压电元件接受到点阵打印脉冲时,压缩墨水盒壁,将墨水挤压出墨水盒,通过墨水管道再由喷嘴喷射到纸张上形成图文。

## 第二节：数码打样基本知识

一般来说,出版商或其他客户只有在得到印刷厂提供的打样样张,签字确认后,印刷厂才正式开始印刷客户所需的印刷品。在这个过程中,印刷厂或打样公司根据制版公司提供的软片或电子文件,制作印刷样品的过程称为打样。客户对印刷样品的版式设计、印刷质量进行检查并签字确认样品可以作为印刷的根据。这个过程称为签样。

在印刷生产流程中,打样质量的控制非常重要。合理控制打样质量,使打样稿正确反映印刷品的最终情况,能够有效减少印刷流程中各环节的磨损,提高效率、稳定产品质量。

数码打样采用与数字印刷类似的技术,其着眼点在于检查数字作业流程的结果在实际印刷时是如何表现的,其结果将最终为以后的印刷工作提供技术依据。由于这一特点,对数码打样的要求关键是数字打样的结果与实际印刷品的差距。通过多年的努力,在色彩管理系统的参与下,数码打样结果与传统胶印打样的结果已越来越接近。

### 一、工作原理

数码打样的工作原理与传统打样和印刷的工作原理不同(如图 4-19 所示)。数码打样是以数字出版印刷系统为基础,利用同一页面图文信息(RIP 数据)由计算机及其相关设备与软件来再现彩色图文信息印刷后的效果。



图 4-19 数码打样原理

数码打样既不同于传统打样机圆压平的印刷方式，又不同于印刷机圆压圆的印刷方式，而是以印刷品颜色的呈色范围和与印刷内容相同的 **RIP** 数据为基础，采用数字打样设备来再现印刷色彩，并能根据用户的实际印刷状况来制作样张。

目前数码打样系统由数码打样输出设备和数码打样控制软件两个部分构成。其中数码打样输出设备是指任何能以数字方式输出的彩色打印机，如彩色喷墨打印机、彩色激光打印机、彩色热升华打印机、彩色热蜡打印机等，但目前能满足出版印刷要求的打印速度、幅面、加网方式和产品质量的多为大幅面彩色喷墨打印机。数码打样软件则包括 **RIP**、彩色管理软件、拼大版、控制数据管理和输入输出接口转换等几大部分，主要完成图文的数字加网、页面拼合与拆分、油墨色域与打印墨水色域的匹配、不同印刷方式与工艺的数据保存、各种设备间数据的交换等。

数码打样是以一种廉价的色彩表达模式，去仿真印刷设备的实际色彩表达，能够节约时间成本及物资成本。理论上这是在进行输出设备间的色彩空间转换，只要使用的数码打样设备，其色域大于印刷色域，就可以通过软件控制，模拟平印、凹印、凸印、丝印、柔印等多种印刷输出设备的色彩效果。

## 二、工作方法

色彩控制能力是衡量一个数码打样系统的关键。如何正确控制数码打样使其输出印刷油墨能表现的色彩是十分重要的，以下将对数码打样的具体实施进行详细介绍，并通过介绍了解数码打样的工作方法。

### 1. 选择或制作参考特征文件

数码打样的关键之处就是输出能够模拟印刷输出效果的样张，为以后的印刷工作提供依据。因此进行数码打样的第一个步骤就是选择或制作一个与印刷机特性相对应的参考特征文件。一些数码打样软件为用户提供了一些常用的印刷标准特征文件，用户可以从中进行选择；如果用户所采用的印刷设备状态不是标准的，含有许多不稳定的因素，则用户也可通过色彩管理系统制作自己专用的参考特征文件。

制作参考特征文件时，需要一个含有标准色彩信息的电子色表文件，用传统打样或印刷的方法输出此色表，得到一个标准的色表印刷品；然后利用分光光度计和专用软件测试与计算，最终获得一个反映印刷工艺颜色特征的特征文件，即参考特征文件（Reference profile）。具体方法详见本书第三部分。

数字打样技术的核心之一就是建立准确的参考特征文件，而准确的参考特征文件的获得是建立在对整个制版印刷工艺流程中的设备、材料、操作进行规范化的管理基础上的，规范化管理是否真正有效，可以通过数字打样技术来检验。

### 2. 彩色打印机的线性化

普通彩色喷墨打印机的线性都有问题，其表现为大于 90% 的暗色无法区分阶调的变化而出现并级现象，而且各打印原色的线性也不相同。如果用这样的打印机输出的标准色表而制作样张输出设备的特征文件，则会使输出设备的特征文件反映的设备特性产生误差。

针对上述情况，数码打样系统提供了打印机线性化功能。在打样前打印机先输出一组色块，通过仪器测量的方式，确定样张输出设备输出的最大总墨量、各打印原色的最大墨量、以及各打印原色的线性校正曲线。具体方法详见本书第三部分。

### 3. 制作纸张色彩特征文件

彩色喷墨设备所用的墨和纸品种繁多，其呈色特性各有不同，更换材料会导致色彩发生变化。纸张特征文件的制作与参考特征文件的制作相似。同样，使用

标准色表文件，通过数码打样软件和彩色打印机，打印出一张 IT8 文件的数码打样样品。通过分光光度计和专用软件进行测试和计算，最终获得一个反映彩色打印机和打印纸张特性的特征文件（paper profile）。具体方法详见本书第三部分打印机特征化的内容。

#### 4. 打样输出

将这印刷参考特征文件与打印纸张特征文件置入数码打样软件相应的区域完成打样色彩管理设置后，就可打印出与胶印印刷品十分接近的样张。注意，数码打样软件进行打样输出时，对打样的作业的处理方式类似 RIP 的方式，因此在打印前首先需要通过对作业的解释，其次再进行打印输出。

### 三、数码打样的技术问题

#### 1. 打样机校正（线性化）功能

数码打样软件内含一个色彩管理控制部分，因此它不仅可进行打样输出，同时还可以配合测量仪器对输出设备进行初步的校准处理。打样设备只有被校准后，在最佳条件下输出的色块才能制作准确的设备特征文件，保证打样色彩再现与印刷再现的一致。因此，对于不同的数码打样系统，其首要的技术问题就是准确地设备校正。

#### 2. 色彩调校功能

数码打样系统工作中，对色彩的控制能力需要十分准确，因此除了通过设备特征文件，结合打样软件的转换计算进行色彩控制外，通常还会使用一些色彩调校的强化功能，如一些线性控制功能等，通过调节各通道墨量的变化，达到进一步地色彩控制。同时，打样系统也需要支持专色，即印刷品中所使用的专色，可以借助于打样系统中的色彩转换控制，而精确地把色彩模拟复制出来。

#### 3. 定义热文件夹功能

数码打样软件可以定义多达 30 个的热文件夹，这些热文件夹内可以包含预设的输出条件、ICC 特征文件以及其它操作条件。用户只需把已 RIP 的文件放入热文件夹内，打样过程的步骤就会自动执行。这种方式可以简化打样操作的难度，提高打样输出的工作效率。

#### 4. 远程打样技术

远程打样是印刷厂通过 ISDN 或高速的 T-1 线路直接把文件输出到客户处的彩色打样机上写成打样输出。如今对技术敏锐的印刷和印前厂商已经建立了 Internet FTP (File Transfer Protocol 文件传输协议) 站点。这些站点建立在印刷厂的 Internet 服务器上,可以让已经与 Internet 连接的客户把自己的文件上传到印刷厂的 FTP 服务器上,印刷厂完成了印前制作后,再把文件拷贝回服务器,客户可以从服务器下载完成了的文件,并在自己的彩色打样机上输出。

成功的远程打样需要三个基本条件:第一是从 A 点到 B 点,传输文件的方法;第二是可靠稳定的打样系统;第三是在远程网站上控制校准和预测色彩精确度的方法。

#### 四、成熟的数码打样系统

##### 1. EFI 数码打样系统

EFI 打样软件结合喷墨打印机和激光打印机成为一个可以满足广大数字流程需求的数码打样系统。EFI 软件的前身为 Bestcolor 软件,其创始人 Stefan 博士是德国 Fogra 学院新技术开发组的负责人。1994 年,全球出版界中操作系统应用软件的领导在 Fogra 学院的倡导下制定了色彩管理标准 ICC。这一标准使任何一家公司的特征文件在所有的计算机系统下的应用程序都得以兼容,从此 ICC 色彩转换技术被引入了打样领域。Bestcolor 正是在这种环境下诞生的,它的开发小组的成员参与了 ICC 标准的建立,掌握着核心技术。

EFI 数码打样软件运行在多种计算机操作平台上,具有强大的扩展功能,在 Mac、PC 和 UNIX 上的作业均可通过网络以多种连接形式在打印机上打印,而且可以一边 RIP,一边打印。它的专色处理、拼大版、预显打印结果和单色打印功能都很有用。

EFI 打样软件提供了许多标准的样张,其中除一些常用的印刷控制条外,还包含 ISO 12642 / ANSI IT 8.7 / 3 的标准色表。该标准色表中含有几百个色块,包括印刷原色的四色、三色、两色的不同组合,其中许多色块都有黑色参与,可方便地从中得到每一个色版的印刷参数,以及一个较准确的分色参数。应用这些标准色样建立的输出设备特征文件可代表一定的印刷水准。

为了更好地与海德堡的制版系统作良好地连接,EFI 打样软件可以直接打印海德堡的 Delta List 数据,为海德堡的用户提供了一种近似完美的工艺流程。有

三种方法可以让 EFI 打印 Delta-RIP 的数据，一种是直接制版系统，无软片打样；另一种是出软片以前，用数字式打样来检查错误；第三种是出软片的同时打样；以上的三种方法都可使用。除了支持海德堡的数据格式，EFI 打样软件还支持所有的通用文件格式，包括混合或分色的 PS、EPS、PDF、TIFF、TIFF-IT、1-Bit TIF (RIP 后的数据文件形式) 等格式。

## 2. Serendipity Software 数码打样系统

BlackMagic 是 Serendipity Software 的最新数码打样系统。该数码打样系统首先采用了将传统色彩控制理论与现代 ICC 色彩匹配理论相融合的色彩管理与匹配控制技术，摆脱了其它数码打样系统对高精度色彩数据采集仪器的高度依赖，减少印刷样张和打印样张色彩匹配的逐次逼近过程。

目前的数码打样系统大都采用 ICC 色彩管理来实现色彩匹配，其色彩匹配的准确实现则完全依赖于高精度色彩数据采集设备——分光光度计，色彩匹配必须采用逐次逼近方式，通过若干次的匹配实验后才能达到生产精度的要求。而且由于 ICC 与传统色彩控制不同，在生产基准设置过程调整中，用户必须依靠有较高的专业理论水平和丰富实践经验的系统工程师，才能准确控制，技术难度大且不易掌握。

针对上述问题，BlackMagic 采用了将传统工艺的优秀色彩控制理论与技术和先进的 ICC 色彩管理理论相融合的技术设计思想，实现了真网点打样，使用户能充分发挥已有的技术特长和设备。BlackMagic 可以用一个用户已普遍使用的密度计来实现精确的色彩控制与管理，并准确匹配用户提出的各种不同印刷方式、印刷条件、印刷材料的色彩，能够适应多个质量与技术层面用户的要求。

BlackMagic 采用了基于 Internet 网络化技术结构，全面支持出版印刷领域 PC/Mac 操作系统的文件数据格式、打印设备和输出格式，并可同时支持多台网络打印机，具备幅面自动适配、远程打样的功能，因此可用于出版印刷、设计广告、影像制作等领域。

## 3. 网屏数码打样系统

LabProof 软件是网屏公司的数码打样软件，被称为一个 DDCP (Direct Digital Color Proof) 的软件。它的作用是把已由 RIP 处理好的 1-bit TIFF 数据和 CMYK TIFF 数据在大幅面的喷墨打印机上输出彩色样张。这样，由于实现了基于 ICC

特征文件的色彩匹配，当印前作业输出到照排机或直接制版机之前，就能够通过这些彩色样张精确地预知最终印刷成品的效果了。

由于 LabProof 能够自动地打印外置 RIP 提供的 TIFF 文件，而不需要它自己的 RIP，因 RIP 的差异而导致的错误就不会发生。同时，可以根据预设置的输出条件、特征文件以及其他操作条件，定义多个作业队列。操作时，只需把由 RIP 处理好的文件放入队列中，打样过程的步骤就会自动执行。

LabProof 软件通过打印驱动程序能够从苹果机向 EPSON Stylus 9000 或 7000 打印出样张，或者用 HP——1050C 喷墨打印机进行打样。其打样最高可达 600X600dpi 的分辨率。同时，由于 LabProof 基于网屏公司的色彩管理系统 LabFit 所建立的高精确的 ICC 特征化文件进行色彩匹配，因此它能制作出与最终印刷品极其相似的打样样张。

1-Bit TIFF 文件对于处理大量高分辨率的数据是非常有效的。当进行打样时，可以用一种与 175lpi 加网线数等值的模拟网点。在对 CMYK 模式的 TIFF 文件打样时，使用的是误差扩散算法。

#### 4. 方正数码打样系统

北大方正作为电子出版系统的领导者，一直致力于为出版业用户提供最优秀的设计、制作、输出及流程管理软件。在 1999 年底，北大方正首先推出了基于方正世纪 RIP 的数码打样插件，解决了国内用户数码打样的迫切需求，到目前为止在国内装机数量已经超过 300 套，广泛应用于彩色印刷厂、输出中心、出版社、设计公司、制版公司、制卡和彩色报纸行业。

北大方正数码打样系统中采用 Kodak 公司的 ColorFlow 软件进行 ICC 特征文件的生成，因此在颜色匹配中也采用了 Kodak 的色彩转换模块进行工作。方正数码打样系统中关键的颜色匹配工作通过方正世纪 RIP 来实现，可保证颜色的一致性，并能与多种输出设备兼容，输出各种幅面的打样稿。

方正数码打样可以与 EPSON 10000、EPSON 10000CF、EPSON 9500、EPSON 9000、EPSON 7500、EPSON 7000、EPSON 5500 及 HP 5000CP、HP1050C 等所有设备配合使用。其主要功能有，高质量网点再现全真彩色；黑色保留功能保持数字打样灰平衡；兼容苹果、PC 各种设计排版软件及方正软件；高速打印、快速预显；颜色微调功能方便进行校色；自动拼页打印、节省时间及耗材；支持单

色、双色打样；支持预分文件、专色打印、自动打印；支持并口、USB、网卡、1394 等种打印方式。

#### 5. O.R.I.S 数码打样系统

O.R.I.S 数码打样系统保持了德国产品的一贯风格，简洁明了、功能强大实用。O.R.I.S Color Tuner 是对数码打样进行颜色调整的工具。它不但具备各色版的阶调调整工具，更有专色校色的功能。在数码打样中，排除纸张因素外，数码打样使用的墨水与传统打样使用的油墨的色相存在很大的区别。因此经常出现当调整过某种颜色的阶调层次曲线后，仍然无法纠正某些偏色的情况。这时往往需要使用专色校色功能。在数码打样的软件中该功能，对精确控制各种颜色的细微再现起到了很好的作用。

此外，O.R.I.S Color Tuner 中使用了逐次逼近的方法，根据测量的 ICC 特征文件，再次输出色彩参考文件。测量后，可以重新生成更接近打样稿的特性文件。反复几次，可以得到非常令人满意的结果。在没有任何颜色调整的情况下，仅使用第一次测量的特性文件输出，数码打样模拟传统打样的效果还是存在了一定偏差。通过上述方法，可以很快达到了用户要求的色彩色结果。

#### 6. GMG 打样系统

德国 GMG 公司成立于 1984 年，总部位于德国斯图加特附近的杜宾根。1990 年公司推出了控制喷墨打印机的数码打样软件，当时是建立在控制赛天使公司的 IRIS 喷墨打印机基础上的。如今此系统已经支持其它的输出设备，如克里奥、爱普生、惠普、佳能、富士、武腾、罗兰等公司的部分产品。迄今为止，GMG 凭借在图像处理及色彩管理等技术方面的强大优势，迅速获得了印刷业的认可。

通过十多年来的努力，GMG 打样系统以解决用户生产中色彩问题为目标，推出了许多色彩管理的产品，产品现已贯穿了整个印刷工艺流程，在各环节中帮助用户完成色彩的再现和传递工作。

GMG 打样系统包括 ColorProof、DotProof、FlexoProof 等系列打样软件。其中 ColorProof 用于图像色彩的高端打样软件，打印机校准使得打印机校准输出装置非常稳定，特别适用于 CTF 工作流程，同时支持所有现行的专色系统，并采用“四维色彩转换引擎”实现色彩转换，保证多种输出设备得到最好的质量。DotProof 支持 1Bit 文件格式，涵盖 ColorProof 的所有功能，实现精确的色彩再

现和网点增益的自动计算，以及高达 200 线的网点打样，可直接加载 CTF/CTP 的补偿曲线与自动检查网点、网线信息。FlexoProof 能够模拟印刷纤维瓦楞纸的底纹，将印刷的套印问题在打样中完全模拟出来，可集成于多种不同的工作流程中，特别是可与柔印和包装印刷工作流程完美结合（BARCO、ArtWork 等）。

### 7. Approval 打样系统

Kodak 公司所提供的打样系统。此打样系统不仅在硬件与材料方面进行了大量的革新，并对软件也进行了大量的改进。该打样系统可让用户准确地获得复制的颜色，不仅能够进行印刷打样还可进行较复杂的包装打样。

Approval 是网点打样系统中广泛应用的一种打样系统。该打样系统采用与胶片印刷输出相同原理的加网技术，可准确地反映与印刷线数相对应的印刷网点扩大情况。该打样系统还可让用户准确地输入印前的参数，更换一种新的材料时，用户可以通过校正系统对打印密度进行调节，从而保证打样质量的稳定。

该打样系统较适用于包装领域的打样，其提供了精确的专色转换算法，可支持各种各样的不同的承印材料与各种专色的输出。专色输出时，该系统可通过软件进行色彩的转换计算，最终将任一专色按照 Pantone 涂料纸的计算公式进行转换。该系统采用除传统四色外的两个新的原色——绿色与橙色，从而使该打样系统的色域较其它系统的色域大。因此其不仅可模拟出传统四色印刷品的效果，还能模拟 Pantone 六色的印刷复制效果。同时，该打样系统也能用于双色调，多色调与多色印刷品的打样，其输出的样张与印刷品效果一致。

同时该打样系统可在几乎所有承印材料上进行打样，从而避免打样样张由于采用的承印材料的不同而造成打样的误差。同时用户也可采用普通印刷纸张来代替专用的打样纸张从而大节约打样费用。

## 第三节 数码打样实践

### **基本原理与要求：**

通过本实验，使学生了解进一步了解制作打印输出特性文件的基本原理与方法，而且了解色彩管理的基本原理，了解特性文件的应用，掌握实施数码打样的技能。

### **实验仪器：**

- (1) 计算机
- (2) 数码打样流程软件：EFI ColorProof；
- (3) 分光光度计：X-Rite 公司的 EyeOne pro；
- (4) 喷墨打印机：Epson STYLUS PRO 9880

根据其喷墨方式的不同，可以分为热泡式喷墨打印机及压电式喷墨打印机两种，在此，介绍 Epson 打印机应用的压电式喷墨技术。

压电式喷墨技术是将许多小的压电陶瓷放置到喷墨打印机的打印头喷嘴附近，利用它在电压作用下会发生形变的原理，适时地把电压加到它的上面。压电陶瓷随之产生伸缩使喷嘴中的墨汁喷出，在输出介质表面形成图案。因为打印头的结构合理，通过控制电压来有效调节墨滴的大小和使用方式，从而获得较高的打印精度和打印效果。

- (5) 标版：IT8.7/3 或 ECI2002

### 实验步骤：

数码打样机在进行校正之前，首先应清洗墨头，保证在后面喷墨输出的过程中不会出现断线等划痕，清洗墨头的步骤如下：

1. 打开“控制面板”，找到“打印机和传真”，使用鼠标右击打样机图标，选择“打印首选项”，会弹出打印头清洗功能菜单，如下图



2. 选择“应用工具”下的“打印头清洗”功能，即可进行墨头的清洗，清洗完毕，可以进行打印，看打印图标有无断线，如没有，则可进行线性化，否则，

重新清洗打印头。

### (一) 建立工作流程

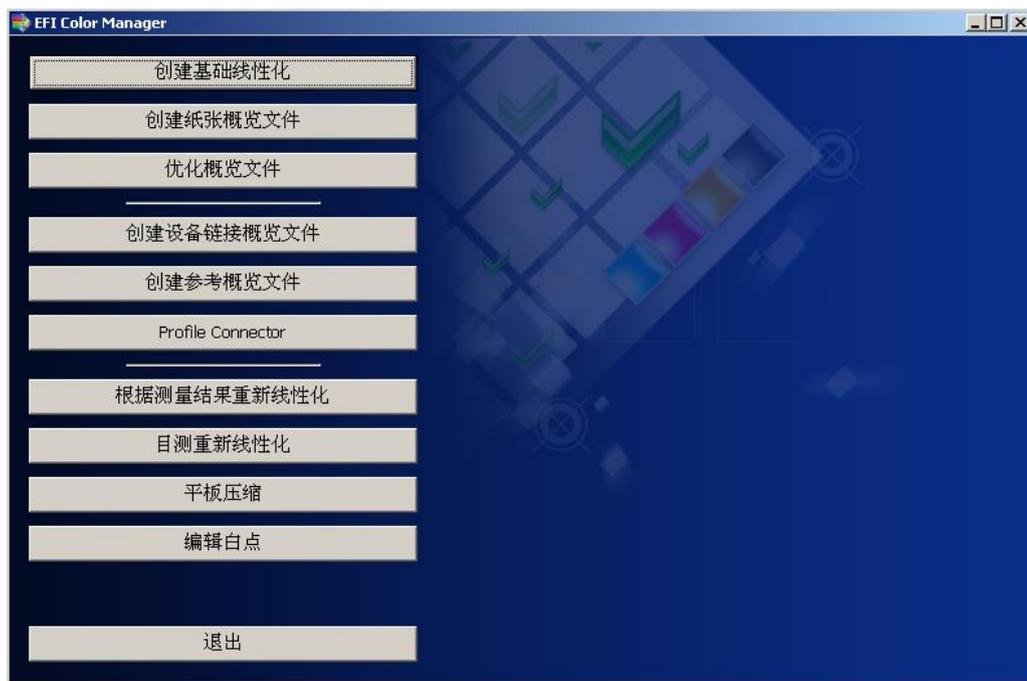
1. 保证 Linearization 工作流程畅通,即箭头显示为绿色且用户、Linearization 工作流程、打印机用黑线连接起来。如图所示



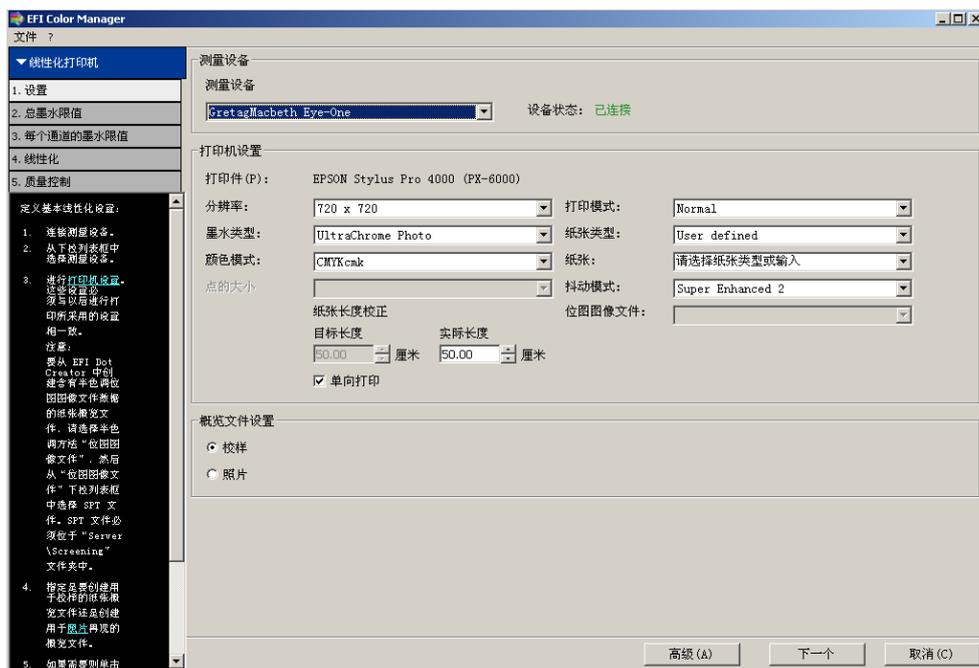
2. Linearization流程、输出设备的参数设置。线性化过程的参数设置主要是打印机的设置,如打印机的设备型号、设备名称、连接端口、打印介质质量等。点击主界面中“输出设备”栏下的“Linearization device”,界面右边的属性栏变为输出设备的属性栏,在对应标签下完成属性设置。

### 任务一 创建基础线性化

1. 点击color manager功能按钮,跳出color manager界面窗口,如图



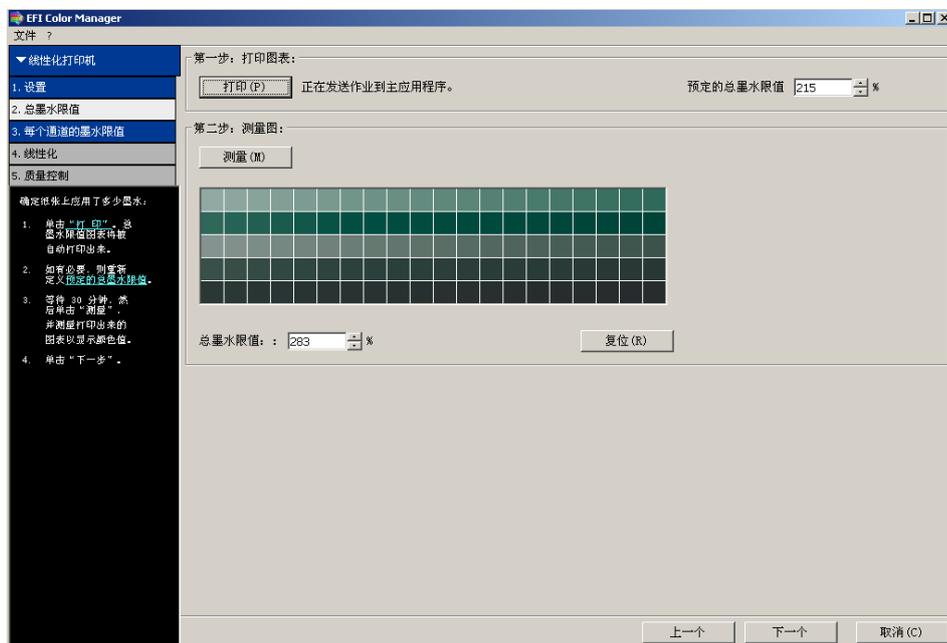
2. 点击“基础线性化”按钮，进入打印机线性化工作窗口，如图



在此窗口，需要进行一系列的参数设置，包括选择测量设备，设置分辨率、打印模式、墨水类型、颜色模式、纸张名称（可以自己定义纸张名称，以后便于查找）、抖动模式等，完成后点下一个，进入下一步，此处设置的参数即为建立的工作流程的参数。

3. 首先为“最大墨量打印”项，打开时，系统默认值是400，经验值是300左右。按系统默认值400 的最大墨量打印图表，如果发现打在纸张上的墨水堆

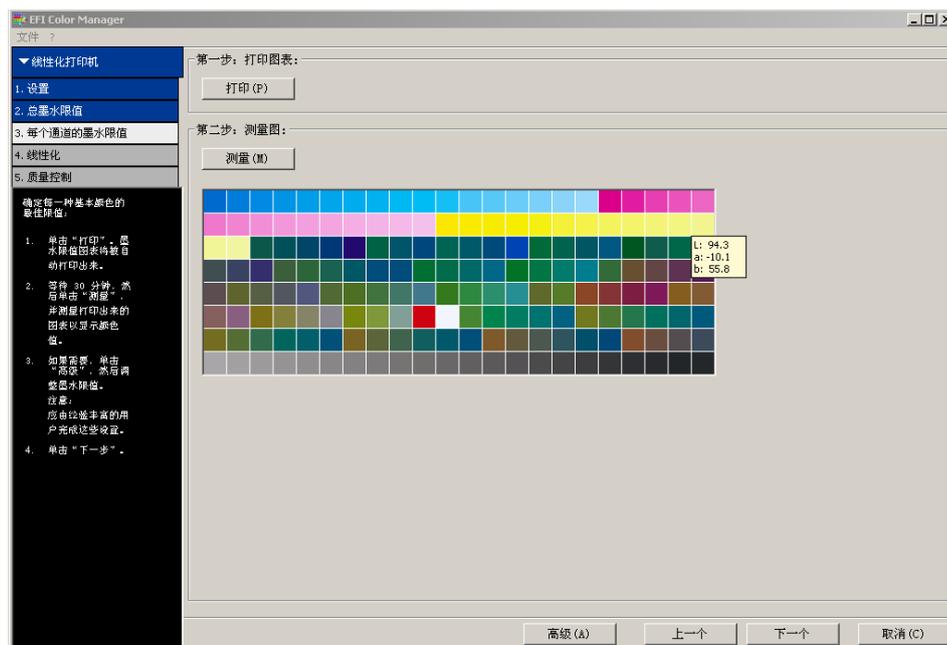
积，观察黑色最饱和且无墨水堆积情况的色块，将色块下的数值如284作为预定的总墨水限量，再打印色表。打印完了后，观察打印效果，如果无墨水堆积情况，则等纸张上的墨彻底干了再点击测量，测量完毕，如图



注意，此处软件会自动生成总墨水限量，也可以手动更改；色表内容随连接设备的不同而有所变化。完成后点“下一个”。

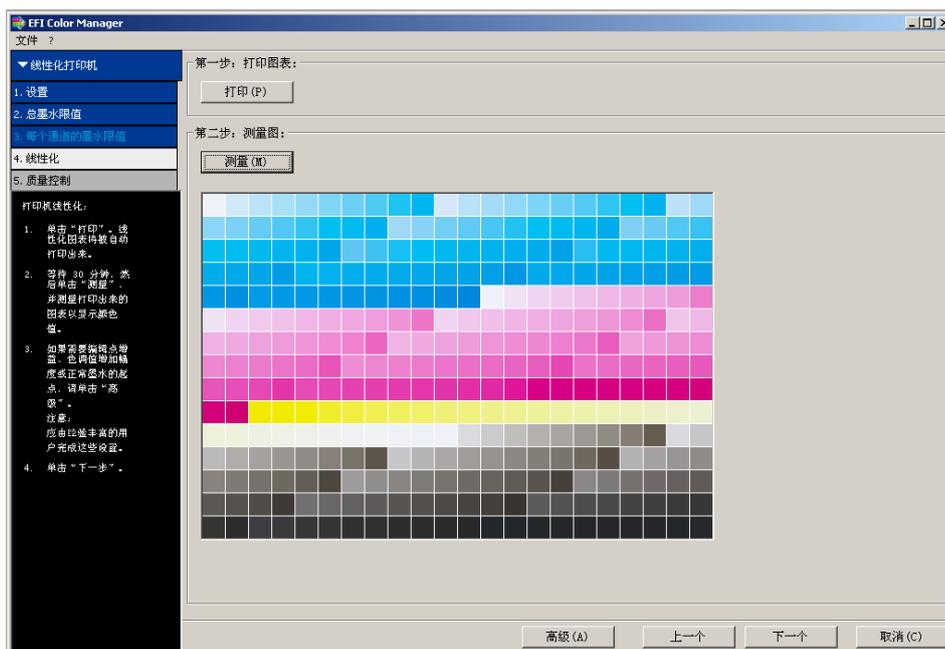
#### 4. 每个通道的墨水限值

同理，打印并测量色表，软件自动计算每个通道的墨量，如图



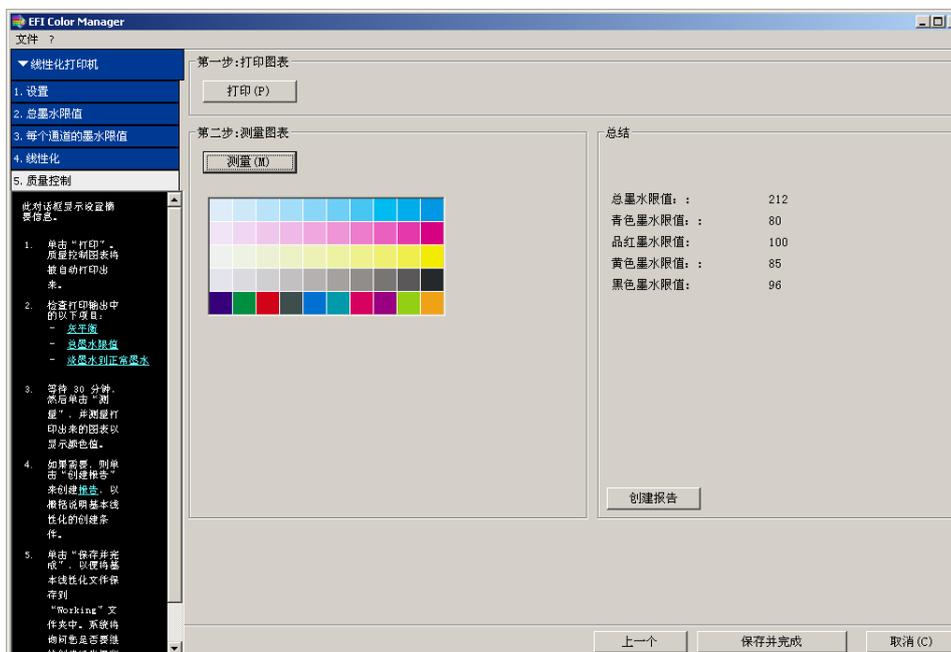
#### 5. 基本线性表的打印并测量

步骤同上，打印并测量色表，然后点击“下一步”进入质量控制项。如图



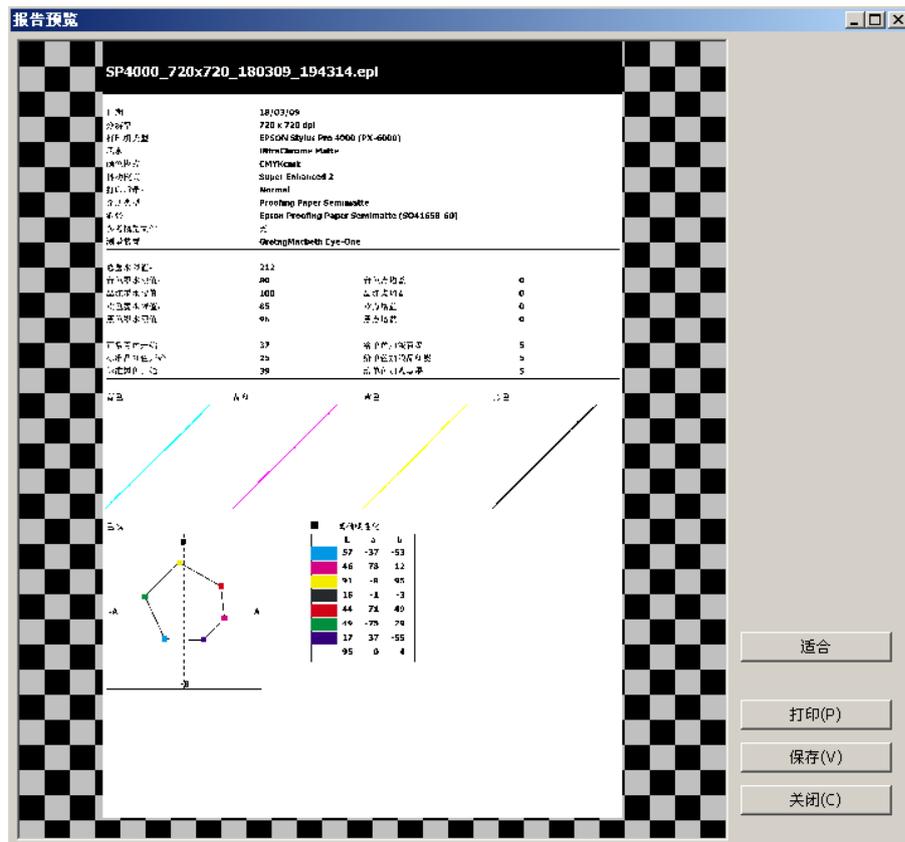
## 6. 质量控制色表打印并测量

本色表打印出来有两部分。除了5条质量控制色表外，下面的渐变色块部分用于目测观察颜色的连续性。如有跳级的现象出现，应该返回到每通道墨量这一项重新打印测量。质量控制界面如图，打印测量完质量控制色表，可以创建一个报告，本报告记录了一些基本线性的信息，可以将其保存。



报告如下图。点击“保存并完成”按钮，保存制作完毕的基本线性文件 (\*.ep1)，它的默认路径在C:\Program Files\EFI\EFI Colorproof XF

### 3.0\Client\Working。

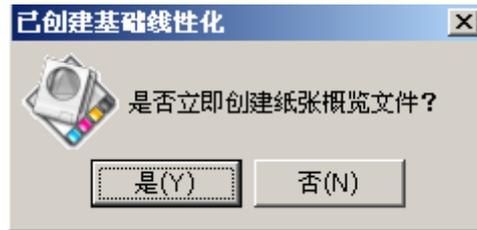


至此，打印机的基础线性化完成，但对打印机做校正是有一定的有效期的。一旦更换了纸张与墨水等耗材或人为对打印机做了调整，其打印结果都可能出现变化，此时需要对打印设备重新进行校正。

#### 任务二 制作纸张Profile

打印机特征化是进行色彩管理的一个十分重要的环节。其基本过程是使用标准色表文件如IT8.7/3或ECI2002等，通过数码打样软件和彩色打印机，打印出一张标准色标文件的数码打样样品。通过分光光度计和专用软件进行测试和计算，最终获得一个反映彩色打印机和打印纸张特性的特征文件（paper profile）。

1.在上步报告保存后，会弹出下图对话框，选择“是”，进入创建纸张概览文件的对话框，在该对话框中，可选择连接的测量设备，用于生成特性文件的图标类型等。

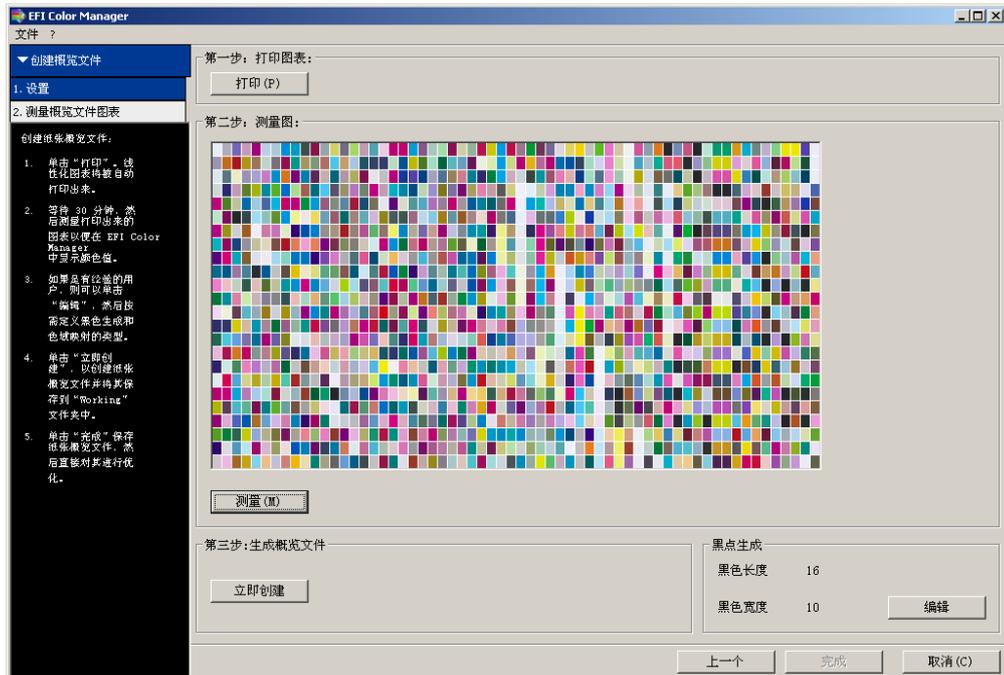


在图表类型这一选项中，可选使用IT8图表或使用ECI图表，建议使用ECI图表，因为ECI图表的色块比较丰富，有利于提高特性文件的准确性



## 2. 测量概览文件图表

此过程分三步完成，如下图。第一步，打印标准色标文件样张。点击打印，输出标准色标文件样张。待样张彻底干燥后，点击第二步中的“测量”按钮，联机测量。第三步，点击生成概览文件框中的“立即创建”按钮，创建打印介质的概览文件（.icc），它的默认保存路径在 C:\Program Files\EFI\EFI Colorproof XF 3.0\Client\Working。注意，点击此对话框右下角的“编辑”按钮，可以对黑点生成进行编辑，一般情况不做变动。

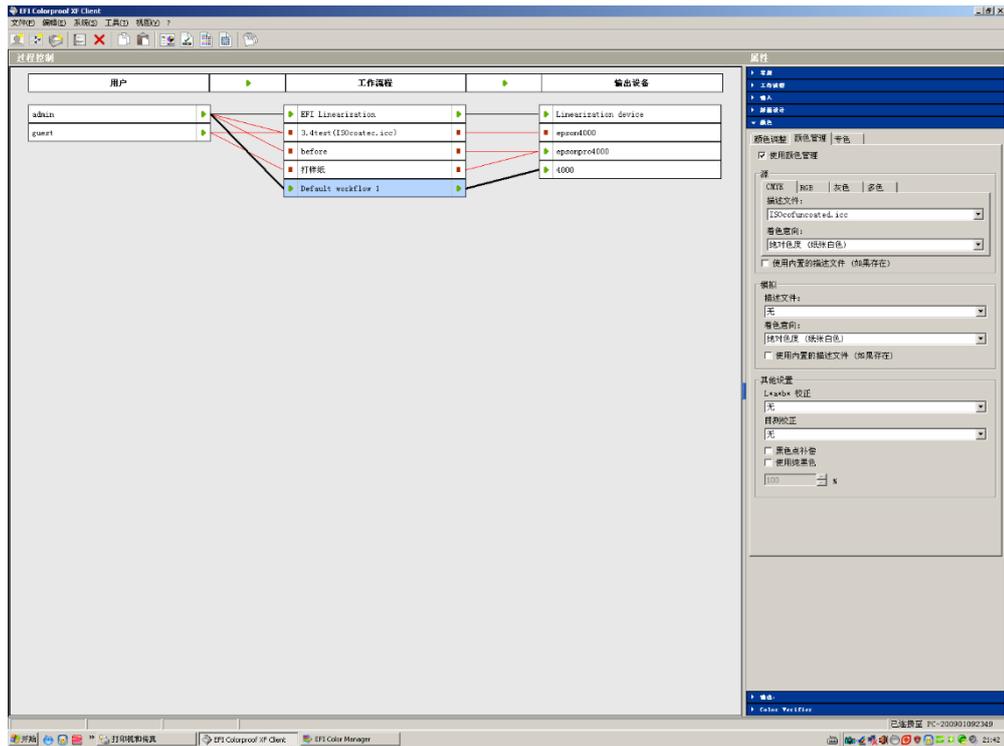


生成概览文件需要一段时间，生成过程中会有进度显示，待概览文件创建完成后，点击面板中的“完成”按钮，打印介质的概览文件创建完成。

### 任务三 调用纸张Profile、参考Profile，构成仿真打样流程进行色彩打样输出

打印机线性化及打印机的特性文件创建完成后，为了实现数码样张与印刷样张的匹配，需在数码打样工作流程中进行设置，让数码打样效果模拟印刷输出设备的色彩效果。

1. 在工作流程面板中，点击需要设置的工作流程，右边的属性栏变为工作流程属性栏，如图



2. 选择“颜色”属性。在颜色属性栏中，选择“颜色管理”标签，在此标签面板中，勾选“使用颜色管理”复选框。

(1) “源”将选择印刷概览文件，即“源”处的 CMYK 调用印刷目标 ICC 曲线。“着色意向”则根据需要选择。

注意：描述文件列表中若没有我们需要的描述文件，我们则应该将我们备份好的描述文件放入固定的文件夹（EFI—EFI Colorproof XF 3.0—Server—Profiles—Reference），稍微等待一会后方可以在此处选择。

着色意图有五个选项，分别是绝对色度转换、相对色度转换、直观、直观-绝对及饱和度。由于印刷机与打印设备有不同的颜色空间，与当一种设备空间映射到另一种设备空间时，如果图像上的某些颜色超出了目标设备的色域范围，这四个选项分别代表了四种不同的颜色转换方案。

- 绝对色度：通过绝对色度转换意图得到的图像与目标稿的 DE 色差值最小。因此，在转换时，要考虑到目标稿的白点。例如，为新闻纸印刷的一张图片打样，打样用纸却是特种打样纸，由于种纸的颜色有差异，为了得到色差值最小的效果，必须考虑到纸张白点。这个选项在数码打样中是经常用到也是非常重要的。

- 相对色度：相对色度转换的本质与绝对色度转换是极其相似的，除了目标色样与源色样的白点需要匹配之外。如果按上述为新闻纸印刷的一张图片打样，采用的是相对色度转换，转换的结果与绝对色度转换是极其近似的，但是没有模拟新闻纸的白点而直接是打样纸的白点。

- 饱和：当用打印机输出一幅画或艺术品，需要尽可能的保留最大饱和度，是不是与原稿一致相对来说没那么重要。这种转换意图在日常使用的最少。

- 直观：直观转换意图是综合考虑纸张、层次、颜色特征等，从而得到从感知上与原稿最接近的图像。该着色意向最适合打印照片图像，因为这时获得尽可能大的颜色空间比颜色精确的打印结果更为重要。因此，建议不要用于输出颜色精确的校样。

- 直观-绝对：此着色意向由 EFI 开发。它在阴影区域中的图像定义方面将着色意向“直观”的优点与着色意向“绝对色度”的颜色精确度和纸张白色度模拟结合在一起。此着色意向特别适合需要将大的源颜色空间 (RGB) 转换为较小目标颜色空间 (CMYK) 的摄影师。

使用内置的源概览文件选项。选中此复选框可以启用面向对象的颜色管理，即在由不同图像组成的打印作业中，每个图像都将使用内置的概览文件进行自动处理。没有内置概览文件的任何图像都将使用 EFI XF中所选的概览文件进行处理。

(2) 模拟概览文件。模拟概览文件可以模拟特定印刷机上的输出。一般情况下，此列表文件的选择与“源”中的选择一致，或者选择“无”。

(3) 点击主面板中的“保存”工具，工作流程中色彩管理设置完成。

## 七、注意事项

1. 打印机在第一次打印前进行打印头的清洗，以免在打印时发生断线等现象

2. 打印机的纸张要上到合适的位置，否则点击打印时，会出现不打印的现象；选择是单张纸打印还是卷筒纸打印，这可在打印机的“Menu”菜单中进行选择

3. 如果需要点击了多个打印任务，需要取消时，可在“控制面板”——“打印机和传真”中，选择所使用打印机，双击，出现所有打印任务，选择需要取消

的，取消即可

4. 如果在使用过程中，更换了纸张或墨水等，则需要重新进行基础线性化及纸张概览文件生成，此时，可在工作流程中下新建一个流程，并命名，否则新建的工作流程将覆盖原有的流程

5. 使用 EyeOne Pro 进行测量时，滑动要均匀，否则会报需要重新测量色块

6. 使用 EyeOne Pro 进行测量时，最好使用仪器包中带的垫板，如果没有垫板，则需将白纸垫在测量样张的下面，以保证测量的准确性

7. 每次测量打印出色块。要保证墨干燥后再测量，因为墨水中的溶剂需要时间来挥发，并且墨水中的色料也需要时间来与纸张上的涂料发生反应。同时，也可以不划伤及污染测量样张

8. 实验完成后，将得到的报告及 ICC 文件交给实习教师

9. 爱护实验设备，实验完成后，将设备整理好交实习教师