

传真通信原理

南京邮电学院 编

*chuanzhen tongxin
yuanli*

上册

传真通信原理

上册

南京邮电学院编

人民邮电出版社

内 容 提 要

《传真通信原理》分上、下两册，上册讲解了传真通信的特点、主要技术参数、图象分解的光学基础、光电变换原理、信号调制、扫描方法、记录方法、同步同相、传真通信的通路以及传真复制质量的评定等内容。

下册主要介绍传真信号的频带压缩、数字化传真等内容。

本书可作为大专院校有关专业的教学参考书，也可供从事传真通信工作的工程技术人员参考使用。

传 真 通 信 原 理

上 册

南 京 邮 电 学 院 编

•

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北 京 东 长 安 街 27 号

河 北 省 邮 电 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

各 地 新 华 书 店 经 售

•

开本：787×1092 1/32 1979年10月第 一 版

印张：8 页数：128 1979年10月河北第一次印刷

字数：182千字 印数：1—12,500册

统一书号：15045·总2332—有5134

定价：0.83 元

前 言

我国通信事业的发展,为传真通信的应用创造了条件,由于目前我国传真通信还处于发展阶段,距离邮电通信现代化的要求差距还很大,这就更加促使我们尽快地掌握新技术,为加速实现邮电通信现代化作出贡献。

现将我院电报通信专业使用的《传真通信原理》讲义,经过修改整理出版,供高等院校有关专业师生和从事传真通信工作的工程技术人员参考使用。

本书的内容,首先概述了传真通信的特点和主要技术参数;从应用的观点出发,讲述了图象分解的光学基础和光电变换原理;结合实际阐述了传真机的各个主要环节,如扫描、信号调制、记录、同步和同相,并对有关的器件、电路及装置作了分析;最后,对传真通信的通路及传真复制质量的评定等问题也进行了讨论。

在编写过程中,有关单位的同志们给予热情支持,介绍经验,提供资料,在此表示衷心感谢。

由于我们经验不足,水平有限,书中还存在不少缺点,欢迎读者批评指正。

南京邮电学院

1979年1月

目 录

第一章 概 述	(1)
1.1 传真通信的基本原理.....	(1)
1.2 传真通信的特点.....	(3)
1.3 传真的分类及其应用.....	(4)
第二章 传真机的主要参数	(7)
2.1 扫描点尺寸.....	(7)
2.2 扫描线长度 L	(8)
2.3 扫描行距 P	(9)
2.4 扫描线密度 F	(9)
2.5 扫描速率.....	(10)
2.6 合作系数 M	(10)
2.7 传真信号的频带宽度.....	(12)
2.8 图象的传送时间 T	(13)
第三章 光学技术概要和光学系统	(14)
3.1 光的特性.....	(14)
3.2 纸面的反射.....	(18)
3.3 人眼的视度曲线.....	(19)
3.4 人眼的分辨力.....	(20)
3.5 人眼的感觉规律.....	(23)
3.6 透镜.....	(25)
3.7 象差.....	(26)

3.8	传真机的光学系统	(28)
3.9	光源	(33)
3.10	在光学扫描系统设计中应注意的问题	(36)
3.11	光学系统设计中应注意的问题	(36)
第四章	光电变换器件和光电变换	(38)
4.1	光电变换器件	(38)
4.2	光电变换	(54)
第五章	传真信号的调制与解调	(70)
5.1	调幅	(70)
5.2	检波	(77)
5.3	自动电平调节	(78)
5.4	调频	(84)
5.5	鉴频	(93)
第六章	扫描方法	(106)
6.1	机械扫描	(107)
6.2	电子——机械扫描	(123)
第七章	记录方法	(132)
7.1	机电记录法	(132)
7.2	烧灼记录法	(134)
7.3	电解记录法 (电化记录法)	(137)
7.4	照相记录法	(139)
7.5	电子照相记录法	(145)
7.6	静电记录法	(150)
7.7	墨水喷射记录法	(154)
第八章	传真通信的同步和同相	(156)
8.1	传真通信的同步	(156)
8.2	传真通信的同步方法	(159)

8.3	传真通信的同相.....	(166)
8.4	传真通信的同相方法.....	(171)
第九章	传真通信的通路.....	(184)
9.1	概述.....	(184)
9.2	传真信号在有线通路上的传输.....	(186)
9.3	边带不对称的传输方法.....	(190)
9.4	传真线路联接设备.....	(201)
9.5	通路中传真信号的畸变.....	(211)
9.6	传真信号在无线通路上的传输.....	(215)
第十章	传真通信质量的评定.....	(219)
10.1	对于细点、细线复制质量的评定.....	(219)
10.2	对于色调重现质量的评定.....	(225)
附录	通路中传真信号的畸变.....	(237)

第一章 概 述

传真通信可以准确地原样地传送文件、报纸、相片、图表等，比较适合我国文字和多民族的特点。逐步创造条件，发展传真通信，可以与现有的电报通信相辅相成，更好地加速实现邮电通信现代化。

1.1 传真通信的基本原理

要将一张图象（文件或报纸、信函、相片、图表等）完整无缺地传送到对方，首先需要进行图象分解，将发送的图象分解成很多很多的微小单元（象元或象素、象点），并依照一定的顺序将这些单元转变成电信号，电信号的幅度与所发送的单元亮度成比例，经放大调制等处理后，通过有线或无线通路传送到接收端。在接收端将接收到的电信号加以放大和解调处理，再转变成相应亮度的微小单元，同时把这些微小的亮度单元依照与发送端同样的顺序合成图象。

将图象分解成很多微小单元的过程或相反的合成过程称为扫描。使图象上微小单元的亮度变成相应的电信号或相反过程称为光电转换。

图象的扫描（图象的分解或合成）和光电转换的方法很多，图1.1所示为其中的一种。

在发方，将发送的图片卷在传真发送机的滚筒上，从激励灯发出的光经聚光透镜聚焦在滚筒上形成一个小光点（从中形

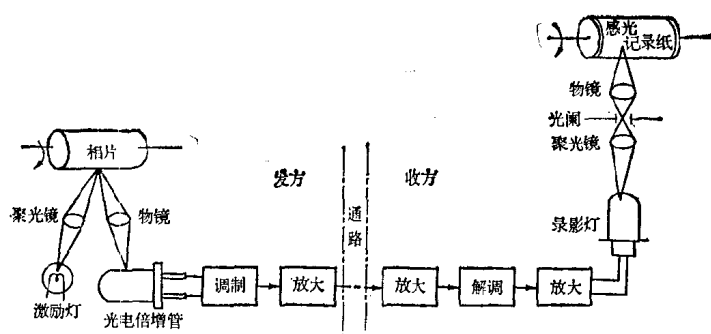


图 1.1 传真通信原理示意图

成扫描单元，起分解图象的作用），滚筒一面旋转一面沿轴向移动，则光点在图象上作螺旋状扫描。当光点扫描到白色部分时，从图象上反射回来的光较强；遇到黑色部分时，反射光较弱。反射光经过透镜到达光电变换器件（如光电倍增管、光敏二极管等），使传来的强弱不同的光信号转变成相应的电信号（黑信号反射光弱，输出电流小；白信号反射光强，输出电流大）。由于光点在图象上的扫描运动，发送机发出一系列的电信号，再经过放大与调制，成为适合于通路传输频带内的电信号。

在收方，将感光记录纸卷在传真接收机的滚筒上，输入的电信号经放大、解调后加到辉光管（又称录影灯）上，辉光管所发出光的强弱随着通过它的电流大小而变化，电流大时发出的光强，电流小时发出的光弱。由辉光管发出的光，经透镜、光阑在记录纸上形成一个小光点，由于接收滚筒的旋转和光学系统的横移，光点在记录纸上作螺旋状扫描而组合成与原发送图象相似的复制图象。

显然，为了保证接收图象与发送图象的一致，必须使收发双方的扫描速度和扫描单元的相对位置保持相同，这由同步同

相设备来完成。

传真机是由下面一些基本部件组成的：

一、发送部分

1. 光学系统：用以形成扫描点。
2. 扫描设备：使光点在发送图象上从左到右，从上到下地进行扫描，将要发送的图象分解成很多的微小单元。
3. 光电变换器件：将图象上反射回来的光束转变成电信号。
4. 调制器、放大器等电子设备：将光电变换器件输出的微弱信号调制到通路传输频谱，并放大到所需电平，经通路传送到接收端。
5. 同步同相设备：保证发送扫描点与接收记录点作同步同相的运动。

二、接收部分

1. 放大、解调等电子设备：接收由发方送来的电信号，进行放大，并通过解调器获取所需的图象信号。
2. 记录设备：将图象信号转变成记录纸上相应亮度的微小单元。
3. 扫描设备：使记录点沿记录纸表面作有规律的运动，将一系列不同亮度的微小单元组合成图象。
4. 同步同相设备：其功用与发送部分相同。

1.2 传真通信的特点

从传送书面消息的作用来说，传真和电报的作用相似。但

是，利用编码方式进行通信的电报只能传送消息的内容，不能传送消息的形式。而编码电报无法处理的消息（如照片、图纸、表格、特殊的符号等），采用传真通信则可以很方便地实现。所以传真通信扩大了传送消息的范围。作为文字通信，它还特别适用于非拼音文字的国家。鉴于我国文字的特点，逐步发展传真通信就有着更加特殊的意义。

在传真通信中，图象的每个字或符号都是由许多象元组成的，失落个别电信号并不会影响对整个字或符号的识别，而在编码电报通信中，单位信号的较大畸变或丢失就会产生变字，造成差错，因此传真通信的可靠性比编码电报高。

但是，事物都是一分为二的，和编码电报相比较，传真通信也存在一些问题。目前传真机的通路利用率较低，如在一个话路上开16路编码电报，以每路每小时传送2000个汉字计算，则每小时单方向能传送32000字；但在同样的话路中，用传真机传送一张有效面积为 $165\text{mm} \times 250\text{mm}$ 的文件以6分钟来计算的话，除去对相和操作等时间外，每小时约传8张，每小时仅能传送四号铅字8000个左右。通常传真计费还比电报高，不利于全面普及。此外，对于电报来说，转报已不成问题，但目前传真的接转问题尚未完全解决，当需要大量接转传真通信时，会遇到一定的困难。

1.3 传真的分类及其应用

传真机种类比较多，分类方法各有不同。按传送黑白或多种色调分，可分为真迹传真机、相片传真机和彩色传真机；按占用的电话电路数分，可分为单路传真机、多路传真机（十二路传真机、六十路传真机等）；如按传真机的某些特殊用途

分，又可分为用户传真机、报纸传真机、气象传真机、信函传真机等等。

这几种传真机的主要特点和用途是：

一、相片传真

用于传送有色调的相片、图片。主要供新闻通讯社传送新闻照片，例如：各地的记者向通讯社传送采访的相片；通讯社向各地报社传送新闻图片；通讯社利用无线广播向全国或全世界发送新闻图片。

二、真迹传真（又称文件传真或黑白传真）

传送文件及手写文字，也可传送图表、资料等，接收下来的图象通常只有黑白两种色调。

利用频分制的一个电话通路进行传输的真迹传真机叫单路真迹传真机，传送一页16开纸大小的文件约需六分钟。在频分制的基群、超群通路上传输的真迹传真机分别叫做十二路传真机和六十路传真机，传送一页16开纸大小的文件需时分别为二十几秒钟和四秒钟左右。

三、报纸传真

传送整版的报纸，使边远地区的报社能及时收到中央报纸的样张，以便就地制版、印刷、发行传真版报纸，这样，边远地区的人民便可看到当天的中央报纸，比用飞机运送纸型，发行航空版报纸更为迅速方便。

四、气象传真

专门用来发送、接收气象图。对于气象、军事、航空、航

海、渔业等方面具有重要的作用。气象传真大多数利用无线广播来发送，或利用气象卫星来发送云图。

五、用户传真

利用国内现有的市内电话线路和长途电话通路（占用一个话路）在任意两用户之间进行传真通信。

六、信函传真

具有自动拆、封装置，用于传送邮政信函。

七、彩色传真

用于传送彩色图象、彩色报纸等。

此外，传真在其他方面的应用也将不断扩大。例如，它已被应用在测绘、制图、制版、印刷等部门，它还可以纳入现代的数据通信网和电子计算机交换系统中。

除按用途分类有上述几种外，单路真迹传真还可按照传送一张图象所需时间的长短来分类：

一类传真机：传送一页 $210\text{mm} \times 297\text{mm}$ 大小的图象需时 6 分钟左右。

二类传真机：传送一页 $210\text{mm} \times 297\text{mm}$ 大小的图象需时 3 分钟左右。

三类传真机：传送一页 $210\text{mm} \times 297\text{mm}$ 大小的图象需时 1 分钟左右。

第二章 传真机的主要参数

传真机的程式很多。不同用途的传真机各有其不同的技术参数。这些参数可以确定传真机的性能，还可确定该机与其它型号传真机之间的互通性。在设计和制造传真机时必须慎重地确定这些参数的数据。

2.1 扫描点尺寸

扫描点的大小决定于图片的性质和对复制图象的要求。很明显，扫描点越小，所复制出的图象越与原图象近似。从图 2.1(a) 可以看出，圆形扫描点的直径 d_n 越小时，反射到光电管内的光通量随时间的相对变化越能准确地反映图象元点本身的变化。例如该图所示的三种情况： $d_n = d_{min}$ （这里 d_{min} 为图象上最小元点的长和高）、 $d_n = \frac{1}{2} d_{min}$ 和 $d_n \rightarrow 0$ 时就有所不同。显然后者优于前者。但是由于 d_n 的减小，图象的发送时间必然

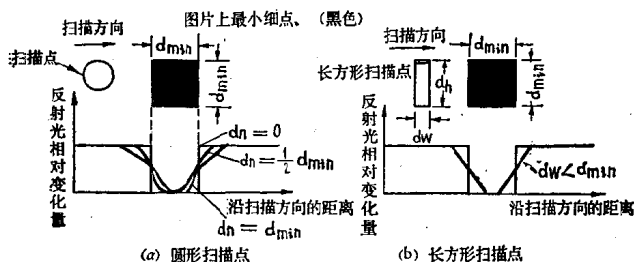


图 2.1 扫描点的形状和尺寸

增加；又因为 d_n 的减小，反射到光电管内的光通量必然较弱，致使光电管输出极为微弱，这就导致干扰影响的增加；更因为人眼睛的觉察能力有限，不可能觉察出很小的元点。因此适当地选择扫描点的尺寸和形状是十分重要的。理论和运用上指出 d_n 和 d_{min} 的最佳比值可由下列不等式确定。

$$0.92 \leq \frac{d_n}{d_{min}} \leq 1.$$

圆形扫描点可以用简单的光学方法得到，但这样的形状并不是完善的，因为在这种情况下，当扫描点直径较大时很容易在复制图象上出现一条条线。采用长方形扫描光点可以克服上述缺点，如图2.1(b)所示。扫描点的高度 d_n 由 d_{min} 决定，而宽度 d_w 则越小越好。但考虑到由于扫描点面积减小而带来的干扰对传真信号的影响，一般 d_w 取在0.07~0.1毫米范围之内。根据不同性质的图象可以选择不同尺寸的扫描点，一般手抄和打字文件 d_{min} 在0.2~0.25毫米之间。例如在采用圆形扫描点时，我国单路真迹传真机的 d_n 取为0.23毫米；而对于照片图象，似乎 d_n （或 d_h ）应极小，但由于人眼视觉的局限性，一般取0.1毫米就足够了。

2.2 扫描线长度L

扫描点沿主扫描方向扫描一行的距离称为扫描线长度（扫描行长度），单位为毫米。

在滚筒扫描器中，扫描线长度等于滚筒的圆周。在圆弧扫描器中，扫描线长度等于两相邻扫描头之间的弧长。平面扫描器的扫描长度或等于扫描头（圆直变换扫描器）的有效宽度；或等于扫描点扫描一行的长度。

在滚筒式扫描器中，夹具（压条）占有一定的宽度，使扫

描线不能全部被利用。此外,考虑到对相误差,可利用的扫描线长度又要有所减少。因此,有效的扫描线长度等于扫描线全长减去损失长度。以我国常用文件的尺寸($GB148-59$, B_4 幅面尺寸为 $186mm \times 263mm$)为标准,扫描线有效长度定为 $165mm$ 。国际建议以A4尺寸为标准(幅面尺寸为 $210mm \times 297mm$),扫描线有效长度不得小于 $193mm$ 。

平面扫描器由于输纸时有可能左右偏移,扫描线全长应稍大于纸宽。

2.3 扫描行距P

扫描行距是相邻两扫描线对应边的距离,单位为毫米。扫描行距愈小,图象被分解的象元数目就愈多,收信端所复制的图象复本就愈精细,愈清晰,也就是分辨力愈高。

2.4 扫描线密度F

扫描线密度是扫描行距的倒数,其单位为线/毫米。普通真迹传真机的扫描线密度约为4线/毫米左右,相片传真机约为5线/毫米左右,质量较高的传真机可达8线/毫米,一般的报纸传真机在10线/毫米左右,而高质量的报纸传真机提高到24线/毫米和36线/毫米。

扫描线密度有时也用来表明传真机的分辨力,但分辨力还受扫描点的大小和形状、通频带宽度的限制、通路失真和接收的记录变换等因素的影响,因而严格来说,传真机的分辨力不等于传真机的扫描线密度,通常近似等于扫描线密度。

2.5 扫描速率

扫描点在单位时间内扫过的距离叫作扫描点的线速率，可由下式确定：

$$v_x = \frac{L \cdot N}{60} \text{ 毫米/秒} \quad (2-1)$$

式中 L ——扫描线全长（或扫描行的长度）；

N ——滚筒扫描时是滚筒转速（转/分）；

平面扫描时是每分钟扫描的行数（行/分）。

扫描速率也可以每分钟扫描行数（扫描行速）表示之。在滚筒式扫描的传真机中，就是滚筒的每分钟转数。常见的扫描行速有60、90、120、180、360等。

此外，还可以单位时间所发送的面积（面速率）来表示扫描速率，则由下式确定：

$$S = L \cdot P \cdot N \text{ 毫米}^2/\text{分}。 \quad (2-2)$$

式中 P ——扫描行距。

2.6 合作系数M

在实际工作中，常发生不同程式传真机的互通问题。例如两传真机的滚筒长度相同，但直径不一， $D_2 = \frac{1}{2} D_1$ ，而其它参数均相同，则收方图象的长度和原图相同，但宽度变为原图的一半，产生了畸变，如图2.2。若其它参数均相同，而 $l_2 = \frac{1}{2} l_1$ ，则收方图象的宽度和原图相同，但长度变为原图的一半。

要使复制图象没有畸变，必须满足 $\pi D_1 / l_1 = \pi D_2 / l_2$ 的条件。