

医用X射线胶片 应用技术

中华放射学会技术组 合编
天津感光胶片厂

医用X射线胶片应用技术

中华放射学会技术组 编
天津感光胶片厂

天津第一中学印刷厂印刷

前 言

随着我国医疗卫生事业的迅速发展，X线照相技术获得很快推广和普及，据初步统计，目前全国已有各种X射线相机五万余台，每年使用大量X光胶片，广大X线照相技术人员在长期工作实践中通过勤奋学习，努力钻研，积累了丰富的技术经验，同时也迫切希望进一步学习提高有关X线照相的基础知识和专业技术，以便更好地掌握这门比较复杂的科学技术，向医务人员及时提供高质量的X线照片，为正确诊断提供必要的信息。正是为了适应这种要求，我们编写了这本书。

银盐见光变黑形成字体现象，最早记载于一七二七年，法国达盖尔于一八三九年用碘化银板拍摄影像被公认为现代照相术的创始人。德国的伦琴于一八九五年发现了X线，使X线照相很快于一八九六年应用于医学科学，当时采用的照相干版，根据记载，拍摄手的X线照相需要曝光一个多小时。而现代X线照相时间缩短了近万倍，影像质量也远非昔日可比，这是近百年来感光化学技术进展的成果，目前在全世界范围内，X线胶片的生产技术和科学研究尚在向纵深发展。

X线照相属于照相技术的范畴。照相的定义是：用光或其它幅射能在感光材料上制作影像的艺术或技术过程，（美国百科全书1955年版）。X线照相所用的设备，材料，拍摄对象，影像的评价，等等尽管有其特殊性，但其照相过程理论是共同的。因此，作为X线照相技师，必须明瞭感光化学过程的基本原理，包括潜影形成，照相化学感光测定，影像评价等理论基础。

天津感光胶片厂，在大量研究工作基础上从一九五八年首先在全国开始生产医用X光胶片，目前是全国生产X光胶片产量最大的工厂。多年来，我们在从事医用X光胶片的研究和与广大X线照相技术界进行技术交流的经验中体会到：学习和交流“X线胶片应用技术”既有利于研究改进X光胶片的生产技术和质量，也有利于广大X线照相技术人员提高技术水平。

X线照相技师的任务是向临床医师提供诊断信息完整的X线照片，其工作始于胶片，终于胶片。

X线照片的信息容量固然决定于胶片本身的特性，但是，全面地掌握胶片的特性，科学地运用X线照相设备、技术和冲洗加工系统，是获取尽可能丰富的影像信息，诊断价值高的X线照片的关键。

基于上述考虑，我们邀请了我国X线照相技术界的部分专家，技师，编写了这一本“X线胶片应用技术”，他们根据本部门多年从事X线照相技术工作的经验，分别选了X线胶片应用技术的有关专题。内容深入浅出，切合实际。我们希望此书可作为全国广大X线照相技术人员的参考。由于编者水平所限，错误之处，希望广大读者指正。

此书之编写过程中，曾蒙中华放射学会常务委员北京医学院第一附属医院，放射科范蕊主任的多方指导，特此表示深切感谢。

编 者
一九八二年

目 录

射线摄影的影像的评价·····中国科学院感光所	任新民 (1)
国产通用型医用X线胶片的结构、性能和应用技术··天津感光胶片厂	杨焕章 (5)
充分发挥X线胶片的最佳性能·····北京市同仁医院	燕树林 (15)
选择恰当的曝光条件·····北京市同仁医院	燕树林 (20)
如何提高国产X线胶片的投照质量·····中国人民解放军总医院放射科	徐 欣 (25)
X线胶片与增感屏的正确使用·····武汉医学院第一附属医院	曾祥阶 (27)
X线增感屏·····上海市静安区医院	曹厚德 (31)
使用国产胶片, 照好小儿胸片的体会·····北京儿童医院放射科	邓书华 (43)
国产X线胶片在口腔内投照时的包装经验·····北京医学院口腔系	朱宣鹏 (45)
X线胶片暗室冲洗技术的几点经验··中国医学科学院心血疾病研究所	郝子健 (47)
显影液选择、配制和使用中的注意事项····北京医院放射科	杨业纯 杨淑明 (53)
X线胶片的最后水洗·····天津市结核病院	尹保全 (57)
国产X线胶片简易测试和使用方法·····	
浙江医科大学附属一院放射科	费登珊 柴春华 周进琪 (65)
影响X线照片质量原因·····北京医学院第一附属医院放射科	(70)
X线影像弊病产生的原因及其消除方法·····	
中国医学科学院心血管病研究所	郝子健 (72)
胸部X线影像与胶片感光性能的关系·····天津市结核病院	尹保全 (82)
应用胶片自动冲洗技术应注意的几个问题·····北京友谊医院	贾绍田 (85)
灰雾及其控制·····北京朝阳医院放射科	杜萃文 (87)
关于医用X线胶片感光测定国际标准的探讨····天津感光胶片厂技术研究室	(93)
附录: 国内外医用X光胶片显影、定影配方集····天津感光胶片厂	张文茵整理 (103)

射线摄影的影像评价

中国科学院感光化学研究所 任新民

感光材料是一种记录、贮存和传输信息的媒介，也是一种光子计数器和光信号的检测器。从信息论的角度我们可以把感光材料看作是一种信息通道。输入这个信道的是“光学影像”，它是能量的二维分布 $E(x, y)$ ，输出的是“照相影像”，它是光密度的二维分布 $D(x, y)$ （图1）。

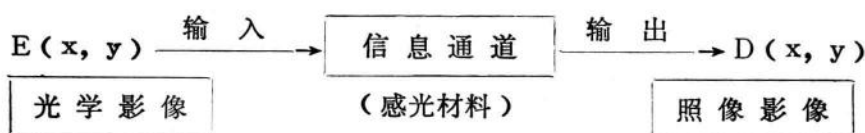
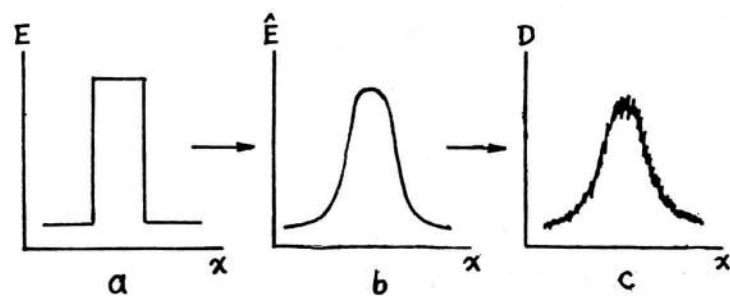


图1 感光材料做为信息通道

输入的信号通过信道会产生畸变并引进噪声（图2）。



a: 信号

b: 畸变后的信号

c: 畸变 + 噪声

图2 信号在信道中的变化

这是使影像失真的两个主要因素。卤化银感光材料是由随机分布在明胶中的卤化银微晶组成的，引起信号畸变的主要原因是光在乳剂层中的散射，也叫做光渗，通常用线渗函数来表征这种效应。线渗函数的富立叶变换就是我们常用的调制传递函数(MTF)。噪声就是粒度，它是由显影银颗粒的随机分布而引起的光密度的涨落，通常可以用均方根(RMS)颗粒度或维纳频谱(WS)来表征。

当感光材料被用做光学信号的检测器时，检测能力的好坏往往可以近似地用信噪比（SNR）来表征。通常认为要在一个有噪声的背景中把信号检测出来，信噪比不能低于5，否则信号就会被噪声淹没（图3和图4）。

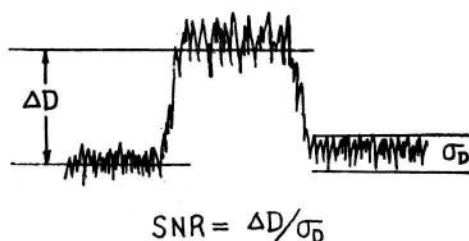
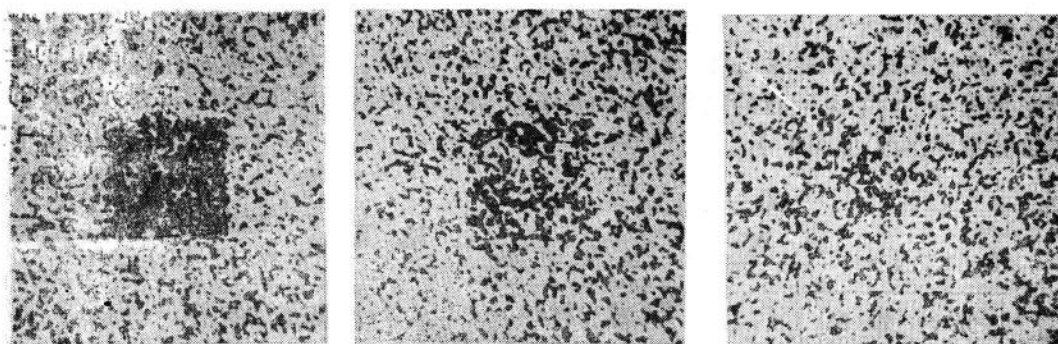


图3 信号和噪声



a, SNR = 42:1 b, SNR = 17:1 c, SNR = 6.2:1

图4 具有不同信噪比的图版

对于大面积信号：
$$SNR = \frac{\hat{\gamma}}{\sigma_D}$$

其中 $\hat{\gamma}$ 为特性曲线在某一密度值时的斜率， σ_D 为该密度值的粒度。对于细部信号，

$$SNR = \frac{\hat{\gamma} MTF}{\sqrt{WS}}$$

从上面的式子可以看出，SNR只考虑了输出的照像影像的质量，却没有全面考虑信道的输入输出关系。表征信道效率的函数叫做检测量子效率（DQE），

$$\begin{aligned} DQE &= \frac{(SNR)^2_{出}}{(SNR)^2_{入}} \\ &= \frac{(\log_{10} e)^2 \hat{\gamma}^2}{A \sigma_D^2} \cdot \frac{1}{E} \end{aligned}$$

其中 $(SNR)_{出}$ 和 $(SNR)_{入}$ 分别表示输出和输入信噪比，A为测定粒度时所用的扫描孔面积，E为曝光量。从这个式子可以看出：

1. 理想的检测器 $DQE = 1$ ，即输出信噪比等于输入信噪比，系统不再引进噪声。根据实验测定，卤化银感光材料在用光线曝光时 DQE 约为0.01，而用X—射线或电子束直接曝光时 DQE 接近1。

2. DQE 与卤化银材料的感光度($1/E$)成正比，与粒度(σ_D)的平方成反比。因此，要获得最大的检测量子效率就需要在感光度与粒度之间寻找最佳妥协方案。换句话说如果不适当地提高感光度反而会使检测效率降低。

SNR 和 DQE 都是曝光量的函数，从图5可以看出，无论是最大 SNR 或最大 DQE 值都在特性曲线的趾部。

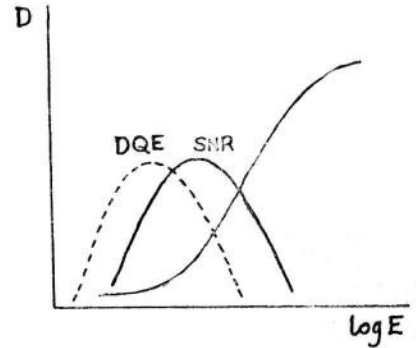


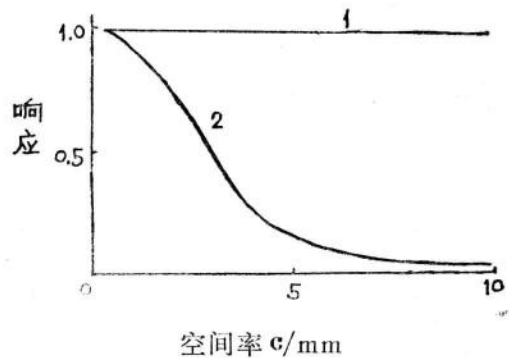
图5 SNR 和 DQE 与曝光量的关系

在用X—光摄影做病变检查和无损探伤时，我们可以说是用X—光摄影系统进行弱信号的检测。因为早期病变一般具有两个特点，一是病变部位很小（在探伤中就是所谓“微缺陷”），二是病变组织和好组织在透过X—射线方面差别甚微，这就给一些疾病的早期诊断带来了困难。

研究射线摄影的影像评价至少有两个任务：一是客观地、定量地评价成像体系（主要是X光胶片、增感屏和屏片组合）的成像质量，也就是定量地测定它们的MTF、 WS 、 SNR 和 DQE ，以及各种因素对它们的影响；一是为各种射线摄影寻求优化方案，提高成像体系的性能和效率。

在射线摄影中，曝光的光源通常是X—射线和 γ —射线。它们对卤化银乳剂的作用与光线很不相同。在光线曝光时，通常卤化银微晶要吸收多个光子（四个以上）才能形成可显的潜影（多击机理）。在高能辐射曝光时，通常是二次电子使卤化银生成潜影，所以每一个高能光子至少可以使一个卤化银微晶成为可显的（单击机理）。由于高能辐射曝光具有这一特点，所以通常不出现互易律失效，而且在一定范围内曝光量和密度的关系是线性的。如果在曝光中使用荧光增感屏，则情况更为复杂。荧光物质吸收X—光子后产生荧光，而感光材料接受的是荧光物质发出的具有一定波长的光。

特别是在使用屏片组合的情况下，入射高能辐射在屏中产生“光渗”，屏所发出的荧光在卤化银乳剂层中又产生光渗，这就使其MTF受到很大影响。从图6可以看出，当直接用X—光曝光时，在10周/毫米的空间频率以内响应可达100%，而使用增感屏时，在10周/毫米以内响应就迅速下降。表1列出了各类增感屏的传递函数。



1: 直接X光曝光 2: 屏片组合

图6 直接X—光曝光和屏片组合的MTF曲线

表1. 各类增感屏的MTF

增感屏的类型	响应为50%时的空间频率	响应为10%时的空间频率
高速屏	2	5.5
中速屏	2	7.5
细部屏	3	15.0
直接曝光	20	60.0

从表1的数据可以看出,屏的增感效率越高,它的细部还原能力也越差。

在使用屏片组合时,噪声的问题也特别突出。

由于光量子数的涨落而引起的所谓量子斑使影像质量受到严重影响。如果说在光线曝光时,噪声主要来源于胶片的粒度,那么在X—光曝光时,噪声主要来源于量子斑。无论是提高胶片的感光度和反差,增加荧光物质的量子产额,或者提高影像的清晰度,都会使量子斑的影响增大。近年来稀土增感屏的应用,固然使病人所受的照射剂量大为降低,但影像质量也相应下降。如何寻求一个优化方案就成了一个重要的研究课题。

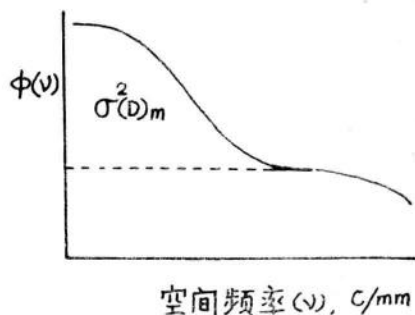


图7 屏片组合的维纳频谱

从屏片组合的维纳频谱(图7)可以看出,在低频区域的噪声功率主要是量子斑的贡献,胶片本身的粒度在屏片组合体系中不起主要作用。

表2中列出了各种增感屏的DQE值。由于测定方法的限制,这些数值的精确度是不高的,但仍可明显地看出,在使用稀土增感屏时,DQE有显著的提高。

表2 各种增感屏的检测量子效率(低频)

增感屏	相互作用效率 %	DQE %
PAR	21	15
高速钨酸钙屏 { TF—2	33	27
{ Hi—PLus	39	34
稀土屏 { Rarex—B(Ms)	43	35
{ Rarex—BG(Ms)	52	28
{ Lanex Regular	69	58

当然,要提高射线摄影系统的影像质量和检测能力不能只靠改进屏片的性能,还可以在摄影技术上进行革新。例如采用所谓“多狭缝扫描装置”(SMSA)来减少X—射线的散射,就可以使射线摄影系统的DQE得到很大提高。

从本文的简单介绍可以看出,由于引进了信息论的基本原理,发展了客观评价影像质量的新方法,射线摄影正在向一个新的水平迈进。

国产通用型医用X线胶片的结构、性能和应用技术

天津感光胶片厂 杨焕章

随着社会主义建设的发展,和人民生活的不不断提高,我国医疗保健事业取得了极大的发展,现代医疗科学技术普遍推广应用;过去曾经是极其昂贵、复杂的X射线照相,今天已成为广大人民群众日常可以利用的一种医疗诊断手段。在党的关怀下我国X线胶片生产,不但在数量上迅速增长,能够适应十亿人口的需要;而且在质量上已经基本上赶上国际先进水平。为了使广大X线照相专业人员进一步掌握X线胶片的性能特点,提高应用技术。本文拟根据我厂从1958年大量生产医用X线胶片以来接触广大使用单位提出的技术问题,提出下列概括介绍:

- 一、通用型X线胶片的结构和性能。
- 二、X线胶片加工基本条件和影响质量的因素。
- 三、X线胶片显影加工效果和要求以及对质量的影响。
- 四、X线胶片定影效果和对X线照片的影响。
- 五、X线胶片定影后的水洗。

一、通用型X线胶片的结构和性能

1. 通用型X线胶片的结构:

医用通用型X线胶片基本结构:主要是由卤化银感光乳剂和它的支持体片基所组成。其支持体是由三醋酸纤维或聚脂片基(涤纶片基)构成。其乳剂层基本成分是由明胶和卤化银,以及其它补加剂,所组成。感光乳剂层是属于卤化银系统,就是说感光乳剂中起光化学作用的物质是卤化银。卤化银有见光分解的特性,在光的作用下,它能还原出金属银,生成不可见的潜影。再经过显影剂的作用,就可以变成可见的黑色金属银影相。

2. 通用型X线胶片物理性能比较:

类 别	天津通用型(改进前)	天津通用型(改进后)	日本富士—RX
感光乳剂层厚度	33 微 米	19 微 米	9 微 米
感光乳剂层熔点	67 °C	80 °C	84 °C
吸 水 澎 胀 率	249 %	139.4 %	87 %
片 基 厚 度	三醋 0.19 聚脂0.175	同 左	0.175 毫米

3. 通用型X线胶片照相性能:

(1) 用 D—19b 显影液测试结果:

种 性 能 显影时间	天津通用型 X 线胶片				日本富士RX、X线胶片			
	感光度	反差系数	灰雾	最大密度	感光度	反差系数	灰雾	最大密度
5'	33	3.2	0.05	>3.0	38	2.4	0.07	2.3
7'	35	3.1	0.08	>3.0	40	2.05	0.09	2.26
9'	35	3.1	0.14	>3.0	45	2.2	0.12	2.3
11'	35	2.9	0.17	>3.0	48	2.0	0.13	2.3

(2) 用 Agfa—30 显影液测试结果:

种 性 能 显影时间	天津通用型 X 线胶片				日本富士RX、X线胶片			
	感光度	反差系数	灰雾	最大密度	感光度	反差系数	灰雾	最大密度
5'	32	2.9	0.07	>3.0	35	1.9	0.07	2.31
7'	37	2.8	0.09	>3.0	46	2.1	0.09	2.29
9'	38	2.7	0.12	>3.0	47	2.2	0.11	2.3
11'	38	2.65	0.15	>3.0	48	2.05	0.15	2.25

(3) 用 FD—111 显影液测试结果:

种 性 类 能 显影时间	天津通用型 X 线胶片				日本富士RX、X线胶片			
	感光度	反差系数	灰雾	最大密度	感光度	反差系数	灰雾	最大密度
5'	41	2.85	0.1	>3.0	42	2.35	0.1	2.36
7'	43	3.0	0.16	>3.0	48	2.3	0.15	2.4
9'	45	2.5	0.29	>3.0	49	2.3	0.14	2.47
11'	43	3.2	0.4	>3.0	54	2.35	0.22	2.52

(4) 用 GP—209 显影液测试结果:

种 性 类 能 显影时间	天津通用型 X 线胶片				日本富士RX、X线胶片			
	感光度	反差系数	灰雾	最大密度	感光度	反差系数	灰雾	最大密度
5'	36	2.95	0.07	>3.0	42	2.6	0.06	2.36
7'	38	3.2	0.09	>3.0	45	2.9	0.07	2.31
9'	39	3.05	0.1	>3.0	50	2.35	0.11	2.34
11'	39	3.0	0.15	>3.0	50	2.6	0.13	2.35

(5) 用北京金星显影液测试结果:

种 类 显影时间	天津通用型 X 线胶片				日本富士RX、X线胶片			
	感光度	反差系数	灰雾	最大密度	感光度	反差系数	灰雾	最大密度
5'	42	2.8	0.1	>3.0	48	2.0	0.11	2.28
7'	46	2.7	0.18	>3.0	49	1.8	0.15	2.36
9'	47	2.65	0.24	>3.0	53	1.8	0.18	2.32
11'	47	2.4	0.32	>3.0	56	1.7	0.25	2.27

(6) 用北京天鹅高反差显影液测试结果:

种 类 显影时间	天津通用型 X 线胶片				日本富士RX、X线胶片			
	感光度	反差系数	灰雾	最大密度	感光度	反差系数	灰雾	最大密度
5'	25	3.2	0.02	>3.0	30	2.6	0.04	2.7
7'	28	3.0	0.03	>3.0	31	2.6	0.06	2.76
9'	30	3.4	0.05	>3.0	33	2.75	0.07	2.67
11'	33	3.0	0.07	>3.0	36	2.7	0.09	2.78

根据以上几种显影液对天津通用型X线胶片测试结果,天津通用型X线胶片对以上几种显影液的适应性是有一定的区别的。因为胶片的构造不同,对显影液就有不同的适应性。天津通用型X线胶片,通过八一年下半年质量改进后,对GP—209显影液适应性比较强,其次对D—19b和Agfa—30也有一定的适应性。如果投照细软组织,要求高对比度,可用北京天鹅显影液比较好。根据初步预测结果,用GP—209或D—19b以及Agfa—30显影液;在统一的投照条件下,进行显影;每加仑显影液可以显X线胶片4.7平方米或可以换显:

5 × 7 - 210片 8 × 10 - 92片 10 × 12 - 61片
11 × 14 - 48片 12 × 15 - 41片 14 × 17 - 31片

这样在统一条件下投照的胶片,可以得出同样的效果,如果显影液已经显过以上某种规格的胶片所指定数量时,再继续显影,就应当延长显影时间;或补充新鲜显影液,以便达得原来的效果。

二、X线胶片加工基本条件和影响质量的因素

X线投照后,由于人体器官组织的密度和厚度的不同,在X线胶片上,形成不同程度的密度和影相;这些影相就是我们诊断的依据和基础。X线胶片本身应当具备有适当的密度和对比度;以及良好的清晰度和微小的失真度。所以一张理想的X线照片,必须具备以上四个优越条件。否则对于人体器官组织,不同的病变和细微的组织结构,就无法辨别。也更起不到X线照相检查作用。

一张良好的X线照片的形成,首先与X线胶片本身的质量有密切关系。X线胶片的生产要求是非常严格的;照好一张良好的X线照片,对X线胶片本身,要求具备以下几个基本条件:

1. X线胶片照相性能基本要求:

(1) X线胶片感光速度:在一般通用X线胶片来说当然高一些为佳;不但对X线机器设备有好处,对人的少吸收X线更有好处。同样对身体肥胖的人和孕妇都可以照出理想照片。根据我国目前使用的国产通用型X线胶片其感光速度为S0.85:等于30—50其求取方法公式是

$$S_{0.85} = \frac{1}{H(D_{0.85})}$$

注: S = 感光量

H = 曝光量

D_{0.85} = 灰 务

X线胶片的感光度是以D_{0.85}密度所需曝光量的倒数来计算的。

现在国际(ISO)感光度测定求取方法公式是

$$(ISO) \text{感光度}(S) = \frac{1}{H_m}$$

注: 式中H_m等于产生片基加灰务以上1.0密度所需的曝光量

上述通用型X线胶片感光度以及测试方法是满足一般性X线照相要求。(特殊情况例外)如果感光度太高,当然是有好处,但是也会带来一些问题;如效期保存,及操作要求严格,照明设备会遇到困难;显影加工操作也不方便。

(2)X线胶片的对比度:X线胶片的对比度,是阴影密度深浅的对比程度,也就是投照后人体内部正常组织间,与病变组织间,因密度不同而形成深浅对比程度。如果X线胶片对比度过高或过低,都对X线照片影相的清晰度,和影相的细部不利。

X线胶片的对比度(反差系数)或平均梯度(平均斜率 $\bar{G}$)与X线照片的对比度有直接关系。一般通用型X线胶片,它的对比度(反差系数)2.5—3.0之间。平均梯度(平均斜率)1.8—2.0之间。其计算方法:反差系数和平均斜率表示公式如下

$$\text{反差系数}(\gamma) = \frac{\Delta D}{\Delta \log H} = \frac{D_2 - D_1}{\log H_2 - \log H_1} \text{ 其表示方法见图 2}$$

$$\text{ISO平均斜率}(\bar{G}) = \frac{D_2 - D_1}{\log H_2 - \log H_1} \text{ 其表示方法见图 1}$$

影响对比度的因素:同一种通用型X线胶片,在同样曝光条件下,适当增加显影时间,可以增加对比度。但是过度延长显影时间或缩短显影时间能使对比度降低。

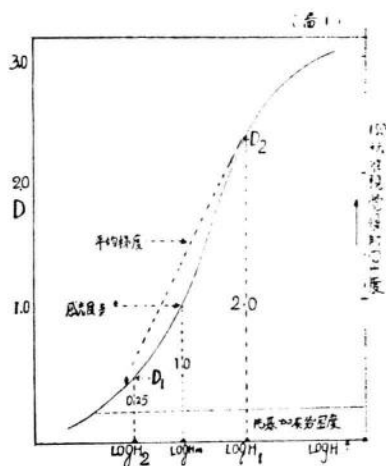


图 一

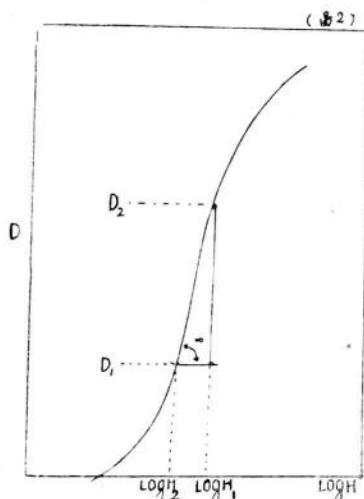


图 二

(3)X线胶片的灰雾和清晰度:胶片的清晰度好坏与胶片的灰雾大小有直接关系;胶片灰雾小,在显影加工过程中,就不容易受显影温度和时间的影响;对清晰度有很大好处。但是清晰度好坏,对投照条件,和显定影液的新旧程度,以及加工程序有着直接影响。当然胶片灰雾小耐冲性能高,在保存过程中,灰雾增长慢,衰退的也慢,一切性能都很稳定;对X线照相、投照、加工、都创造了有利条件。天津通用型X线胶片,目前已基本适应这些要求。

(4) X线胶片的物理性能: X线胶片物理性能, 是X线胶片投照和加工技术的基础条件。要提高X线胶片的解相力、清晰度、减少和缩小吸水膨胀率和失真度, 就必须减薄乳剂层厚度, 提高药膜熔点。这样可在高温下显影、定影、水洗、干燥, 同时也加快了速度。从而使X线照片提高了清晰度、解相力; 同样也减少了照片的失真度。天津通用型X线胶片在这方面的研究已收到了显著的成效。

三、X线胶片显影加工效果和要求以及对质量的影响

X线胶片在正确的曝光后, 要进行显影; 这种显影一定要标准化; 才能取得正确的照片。同时必须了解到显影条件和效果的影响; 显影效果, 通常是指的显影反差大小、速度的快慢, 影相密度的深浅、灰务的大小、清晰度的好坏, 失真度大小等。显影效果的好坏要注意以下几个问题;

1. 显影温度和时间对显影效果的影响:

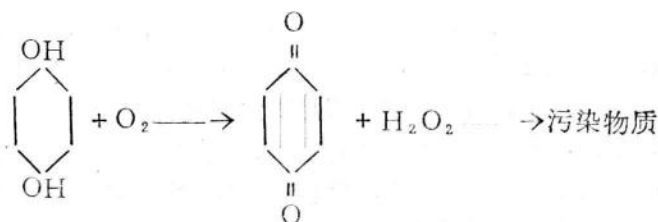
显影温度和时间, 在一定范围内, 影相的反差是随着温度和时间增高而增高。对一般显影来说, 当显影温度和时间增加时, 强光部分能得到充分的显影; 因而使照片影相的反差增大, 同时X线胶片的密度和感光速度随之增高; 胶片有些曝光不足部分, 也可以得到补救。但是显影温度过高, 或时间过长, X线胶片如果耐冲性能不好; 则灰雾容易增高; 同时清晰度也随之下降。天津通用型X线胶片, 最理想的显影温度和时间, 在正常曝光投照条件下 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$, 4—6分钟。如果用天津通用型X线胶片投照条件不足, 显影温度可以提高到 $20\sim 22^{\circ}\text{C}$, 显影时间5—11分钟; 效果虽然不十分理想; 也可用于诊断检查。原因是天津通用型X线胶片, 耐冲性能好; 显影温度稍高或者显影时间稍长, 灰务增的很少, 因此不至于影响诊断效果。这也是天津通用型X线胶片特点之一。

2. 显影液的新旧程度对显影效果的影响:

显影液的新旧与显影液中各个显影剂氧化程度有关。显影液浓度正常时, 显影速度快, 反差可以增大, 感光速度也可以增高。当显影液局部被氧化时, 浓度变小, X线投照强光部分不能得到充分显影, 密度不易增加, 相反胶片影相灰雾增加, 得不到良好的X线照片。防止显影液氧化的物质, 主要是亚硫酸钠。其反应式如下:



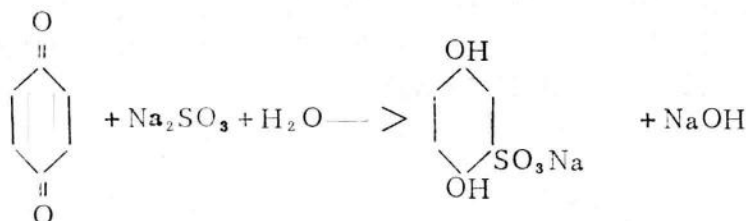
当显影液没有亚硫酸钠时显影剂就很快氧化为醌。以对苯二酚为例, 其反应式是:



对苯二酚 + 氧 $\longrightarrow$ 醌 + 过氧化氢 $\longrightarrow$ 污染物质

醌、进一步氧化成褐色的氧化醌, 氧化醌聚合而成暗褐色腐殖酸。这种物质能够污

染X线照片影相。当显影液内亚硫酸钠存在时，它能够迅速的与醌作用，产生无色可溶的对苯二酚单磺酸盐。因而防止了污染物质的形成；避免了影相的污染其反应式是：



因此可见：亚硫酸钠在显影液内起的作用是很大的。当显影液部分被氧化时，也能显出一定影相，但密度、对比度、清晰度不够理想。其原因为显影液显了若干胶片后，特别又隔了一段时间后，其中显影剂、促进剂、保护剂、等已消耗了一部分，如果再用这些显影液进行显影，胶片的感光速度、对比度、都有降低，而灰雾却要增大，清晰度也随之下降。关于显影液的保存要注意以下几点：

- (1) 显影液内绝对不能混进定影液。
 - (2) 不要用手特别汗手搅动显影液。
 - (3) 显影夹子经过显影定影完毕，要充分水洗，不要将洗不净的夹子上的定影液带进显影液中去。
 - (4) 注意定影后取出照片时，不要把定影液淋到显影液中去。
 - (5) 显影液配完或用完后，必须盖紧，以免接触空气氧化过快。
3. 显影时的搅动对显影效果的影响：

显影时不断搅动，能使显影均匀并加快显影速度。在同一显影液中显影搅动与不搅动，对显影速度有很大影响。如果显影时不搅动，胶片放入显影液内，静止不动，会出现密度不均、气泡、斑点或显影接触不良等缺陷，这是由于X线胶片显影时，已感光的卤化银颗粒周围的药液性能衰退的结果。如果显影时经常搅动，使胶片上已感光的卤化银，不断的接触新鲜显影液，这样可以提高显影速度，更可以使显影均匀；并能防止显影液中的不溶物污染胶片。这是提高显影质量的好方法。

四、X线胶片显影后定影效果和对X线照片的影响

X线胶片经过显影后，乳剂层仅有一部分卤化银还原成为金属银；构成可见的影相，而另一部分未见光的卤化银，在显影过程中未被还原，仍存在乳剂层中。由于卤化银的存在，一方面得不到透明的影相，另一方面卤化银见光后还会引起光化学作用；使已得到的影相遭到破坏。在显影后为了使影相固定下来能长久不变质，就必须将乳剂层中的剩余卤化银除掉，所以要对胶片进行定影。X线胶片投照后，能否得到一张理想的照片，除了合理的进行显影加工之外，定影工作也是非常重要的。定影质量，能直接影响X线照片的质量。影响定影质量的是：

- (1) X线胶片本身构造和乳剂层的性质。
- (2) 定影液的配制和成分。

(3) 定影液的浓度和消耗以及衰退程度。

(4) 定影过程中搅动情况。

(5) 显影后有无停显和水洗过程。

以上五个问题都对X线照片有直接影响。特别是显影后没有停显或水洗，对定影液失效影响很大。因为X线胶片在显影液取出后，很快放入定影液内，胶片表面虽然在定影，实际胶片内部仍然在显影。特别在酸性定影液酸度失效时尤为严重，这对X线照片质量是有影响的。

1. X线胶片定影速度：影响胶片定影速度因素，对于胶片本身乳剂膜厚，含银量高，颗粒粗，碘化银含量较高，会使定影速度减慢。但是在不影响照相性能情况下，乳剂膜尽量要薄，含银量要少，颗粒要细，可使定影速度加快。同时定影质量对比度、清晰度，都可以提高。天津通用型X线胶片近年来在这方面有显著的改进。

2. 定影液的消耗和衰退程度对X线照片的影响：

定影液在使用过程中，在不断的变化；因而降低了定影能力。怎样判断定影液衰退程度呢？常用的方法，是根据胶片在定影液中作用的时间，溶液外视情况，以及化学分析方法来鉴别：

(1) 根据定影液的颜色，和混浊情况，可以判断定影液的衰退程度。如溶液出现轻微混浊或微黄色，表明溶液已开始衰退。如溶液变成十分混浊，或呈棕色，则表明溶液中硫代硫酸钠几乎完全消耗，或者溶液中出现沉淀硫、氢氧化铝和氢氧化铬时，更表明溶液必须更换，不宜再用。

(2) 根据胶片在定影液中定透时间来判断；如果使用旧定影液，定影定透时间，等于新鲜定影液定透时间2倍时；说明该溶液不宜再用；否则会影响照片质量。

(3) 判断在使用的定影液有无定影能力，最简便的方法；用10%的碘化钾溶液3—4滴，滴入25毫升被检测的定影液中，如果不出现什么反应和变化，说明定影液是可以继续使用。如果发现有沉淀或发黄，就不能再继续使用。

3. 定影液中硫代硫酸钠浓度，对定影速度的影响。

硫代硫酸钠在较小的浓度时，增高浓度，能使定影速度加快；随后继续增加达到一定程度后定影速度逐步平稳，浓度再增高相反使定影速度减慢。硫代硫酸钠的浓度；为溶液的30—40%时定影最快。但是通常都是应用25—30%。因为40%浓度在定影过程中，容易使胶片上发生气泡，所以一般都用每立升定影液中加入硫代硫酸钠250—300克为适宜。

4. 酸性坚膜定影液：

酸性坚膜定影液，是加有明矾（硫酸铝钾）的；坚膜定影液最高的坚膜效果在PH值4—6时。铬矾坚膜定影液，在PH值3—4最有效。PH值超过7时，则不但无坚膜作用，反而生成沉淀物（铝的氢氧化物）。

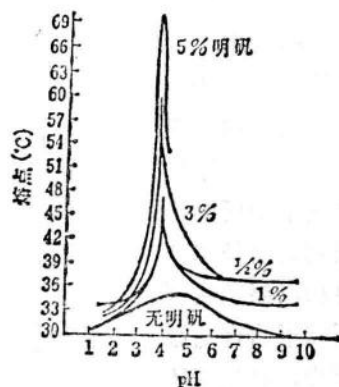


图3 乳剂膜的熔点