

# X 线照相化学

李浴中 编

陈玉人 审校



# X线照相化学

李浴中 编

陈玉人 审校

战士出版社

## 内 容 提 要

X线照相化学一书，首先介绍了化学的基础知识，然后系统的论述了X线照片的加工处理过程、操作技术及注意事项，很适合初等和中级X线技术人员学习参考。本书详细讲述了显影、定影的化学变化，以及各种药液的作用，并介绍了各种药液的配方。

为了提高X线照片质量，必须掌握照相化学，否则，即使有了很好的投照条件，也很难得到满意的照片，既浪费人力物力还要影响病人的诊断，因此广大X线技术人员一定要深入的学习照相化学，提高照相质量，更好的为伤病员服务。

## 前 言

在医学上利用X线作为诊断工具到目前已经有80多年的历史了(1895—1980)。随着科学技术的发展，X线技术也有了很大的进步，可以说是由不知到知，由知之很少到知之很多。对X线的认识过程也是这样的。目前X线诊断技术在我国广大农村已经普遍开展起来，不少人民公社都装备了X线机，这样就必须有大量技术人员去掌握它。更好的发挥它应有的作用。

X线诊断是以透视影象或照片影象为依据的。影象的质量如何，关系到诊断的正确性与患者的生命安全，因此在诊断中必须首先保证X线照片的质量。目前我们的技术还很落后，机械化自动化程度不高，我们的洗相工作还必须人工在暗室中操作，这就要求我们要有熟练的技术，充足的化学知识，否则是不能很好完成任务的。

在X线投照技术中，要求一次就能得到满意照片，反复照射对病人和工作人员都有害，这就对技术人员提出了更高的要求。以往对照片冲洗工作都不够重视致使废片率较高，因此广大X线技术人员必须全面考虑问题，深入学习基础理论知识，熟练掌握操作技能，更好地为科学技术现代化服务，这就是编写本书的目的。

本书插图大部分由北京军区军医学校制图室协助绘制，谨致谢意。

书中部分资料选自摄影、化学等方面书刊。

在本书编写与出版过程中，曾得到各级领导和同志们  
的热情鼓励和帮助，许多同志担负了稿件抄写工作，在此  
特表示衷心感谢。

由于编者水平的限制，本书难免有错误和不妥之处，  
希望读者多提宝贵意见。

编者 1980年5月

# 目 录

<b>第一章 普通化学</b> .....	(1)
<b>一、化学的基本概念</b> .....	(1)
分子论的基本概念.....	(1)
原子论的基本概念.....	(1)
化学元素.....	(2)
原子量、分子式、分子量、化学方程式.....	(2)
物质不灭定律.....	(2)
定比定律.....	(2)
化合价.....	(3)
克原子量和克分子量.....	(3)
<b>二、酸、碱、盐和氧化物的命名和分类</b> .....	(4)
酸.....	(4)
碱.....	(5)
氧化物.....	(5)
盐.....	(6)
酸、碱强弱的表示.....	(7)
<b>三、溶液</b> .....	(8)
溶液的概念.....	(8)
溶解过程.....	(8)
物质的溶解度.....	(8)
溶液的浓度.....	(9)
<b>四、原子结构</b> .....	(10)

原子的结构·····	(10)
原子核的组成及同位素·····	(10)
短周期里元素的原子结构·····	(11)
分子的组成·····	(12)
用原子结构理论解释元素的化合价·····	(14)
五、电离与电解·····	(16)
电离·····	(16)
电解·····	(17)
六、氧化还原反应·····	(18)
七、化学反应速度与化学平衡·····	(19)
八、有机化学基础知识·····	(20)
<b>第二章 X线照相及X线胶片的结构</b> ·····	(27)
一、X线照相·····	(27)
二、X线胶片的组成·····	(30)
X线胶片片基·····	(31)
乳剂层·····	(31)
<b>第三章 X线照相乳剂的制备及其配方</b> ·····	(36)
一、感光乳剂的制备·····	(36)
光敏性卤化银的形成·····	(36)
沉淀阶段·····	(36)
二、医用X线胶片常用乳剂配方·····	(45)
三、X线胶片再生用乳剂及其再生方法·····	(47)
废旧X线胶片的脱膜·····	(47)
涂布结合膜·····	(48)
再生乳剂配方及涂布·····	(49)
<b>第四章 X线胶片的潜影形成及其性质</b> ·····	(52)
一、潜影的实质及其分布·····	(52)

二、潜影的衰退	(53)
三、潜影的加强	(54)
<b>第五章 照相感光材料的特性曲线和有关性质</b>	<b>(55)</b>
一、感光材料之照相特性	(55)
二、光学密度	(55)
三、特性曲线	(57)
四、感光度	(60)
五、反差	(61)
六、照相宽容度	(65)
七、灰雾密度	(67)
八、颗粒性和解象力	(68)
九、光谱感光度	(69)
<b>第六章 几种X线胶片的感光性能和投照技术</b>	<b>(72)</b>
一、几种常用的X线胶片感光特性	(72)
二、几种常用X线胶片的照射条件	(74)
三、特殊情况下的照射条件	(78)
四、影响X线照片质量的因素	(80)
<b>第七章 显影化学及显影技术</b>	<b>(82)</b>
一、显影原理和方法	(82)
物理显影法	(82)
化学显影法	(85)
二、显影剂的结构,性能及其与银盐的反应	(86)
显影剂分类及结构	(86)
显影剂的性能	(89)
显影剂的电离	(93)
显影剂与卤化银的反应	(94)
三、显影液的成分和作用	(95)



显影剂 .....	( 95 )
保护剂 .....	( 97 )
促进剂 .....	( 99 )
抑制剂 .....	(103)
四、显影液配方 .....	(104)
五、显影液的配制法 .....	(111)
六、显影技术 .....	(113)
<b>第八章 显影液的各种性能</b> .....	(117)
一、显影液对感光度的影响 .....	(117)
二、显影液对照片反差的影响 .....	(118)
三、显影液对影相颗粒度的影响 .....	(119)
四、显影液温度对显影速度和性能的影响 .....	(119)
五、显影中常易产生的灰雾 .....	(122)
显影灰雾 .....	(122)
乳剂灰雾 .....	(122)
空气灰雾 .....	(124)
二色性灰雾 .....	(124)
光性灰雾 .....	(125)
压力和摩擦灰雾 .....	(125)
六、显影液性能的稳定 .....	(126)
<b>第九章 定影</b> .....	(129)
一、定影原理 .....	(129)
二、影响卤化银溶解度的几个因素 .....	(130)
三、定影液的配方 .....	(131)
一般定影液 .....	(131)
酸性定影液 .....	(132)
酸性坚膜定影液 .....	(134)

快速定影液 .....	(139)
四、影响定影速度的几个因素 .....	(140)
乳剂性质的影响 .....	(141)
硫代硫酸钠浓度的影响 .....	(142)
不同类别的硫代硫酸盐对定影速度 的影响 .....	(142)
温度对定影速度的影响 .....	(143)
定影液的消耗程度对定影速度的影响 .....	(143)
其它盐类存在对定影速度的影响 .....	(143)
五、胶片定影规则 .....	(144)
六、定影液的衰竭 .....	(144)
七、废定影液的提炼和再生 .....	(146)
八、定影中常易产生的几种异常现象 .....	(149)
<b>第十章 水洗</b> .....	(152)
一、水洗的目的 .....	(152)
二、X线胶片的水洗规则 .....	(153)
三、影响水洗速率的因素 .....	(154)
四、加速水洗的一些措施 .....	(156)
五、检验水洗程度的方法 .....	(159)
<b>第十一章 干燥</b> .....	(161)
一、X线照片干燥规则 .....	(161)
二、快速干燥 .....	(162)
三、干燥后出现的斑痕处理法 .....	(162)
<b>第十二章 照片上极易产生的几种缺点分析</b> .....	(164)
一、投照条件因素 .....	(164)
照射不足在照片上的表现 .....	(164)
照射过度在照片上的表现 .....	(165)

X线穿透性不足在照片上的表现 .....	(165)
X线穿透性过强在照片上的表现 .....	(165)
二、显影技术因素 .....	(165)
照射正常而显影不足在照片上的表现 .....	(165)
照射正常而显影过度在照片上的表现 .....	(166)
三、照片上其它方面的缺点 .....	(166)
小园形透亮斑点 .....	(166)
照片干燥后复盖的结晶层 .....	(166)
乳剂膜脱落和熔化 .....	(166)
月牙痕迹 .....	(166)
静电放电痕 .....	(167)
白色条痕 .....	(167)
白面积 .....	(167)
照片染黄 .....	(167)
黑面积 .....	(167)
<b>附录一 照片的减薄和加厚 .....</b>	<b>(168)</b>
减薄 .....	(168)
加厚 .....	(169)
<b>附录二 照相常用药品 .....</b>	<b>(172)</b>

# 第一章 普通化学

## 一、化学的基本概念

### (一) 分子论的基本概念：

1. 一切物质都由分子构成。分子是物质能独立存在，并保持其原有性质的最小微粒。

2. 同种物质的分子，在重量、大小和其它性质上完全相同；不同物质的分子在重量、大小和其他性质上，都不相同。

3. 一切分子都处于不断运动的状态。

4. 物质中，分子和分子间都具有间隔。

总之分子是分割物质而不失去它的化学性质的最小微粒。在物理现象中，由于构成物质的分子是不变的，所以物质保持不变。在化学反应里，由于物质的分子发生了变化，因而生成了新物质。化学所研究的就是一些物质变成另一些物质的变化，以及伴随这些变化所发生的各种现象。

### (二) 原子论的基本概念：

1. 原子是组成物质分子的更小微粒。在化学反应里，原子成了不能再分的最小微粒。原子一般不保持原物质的性质。

2. 同种的原子在数量、大小和其它性质上都相同。

3. 一切原子都处于不断的运动状态。

原子论和分子论并不抵触，原子论只是分子论的一种

补充。因分子是保持原物质全部化学性质的最小微粒。分子在一定条件下，虽然能进一步分解成更小的微粒——原子，但分解后生成的微粒，将不保持原物质的化学性质。

### **(三) 化学元素：**

具有相同化学性质的同种原子叫做元素。由同一种元素的原子所组成的分子为单质。由不同种的元素的原子组成的分子为化合物。

### **(四) 原子量、分子式、分子量、化学方程式：**

1. 用碳单位来表示的原子的重量叫做原子量。
2. 用元素符号来表示物质分子的组成式子为分子式。

分子式代表物质的一个分子；它表明组成物质的各种元素和各种元素的原子数；表明组成物质的各种元素的重量比；也表明物质的分子量。

3. 分子量：单质或化合物的分子量等于组成分子的所有原子量的总和。

4. 化学方程式是用分子式来表明物质的化学反应的式子。

**(五) 物质不灭定律：**即参加化学反应的各种物质的总重量，一定等于反应后生成的各种物质的总重量。

根据物质不灭定律，可以知道物质在化学反应里的重量关系。化学方程式就是依据物质不灭定律写出来的。如果在化学反应里，只有某一种物质的重量还是未知的，那么根据物质不灭定律，就可以计算出这一物质的重量来。

**(六) 定比定律：**即是任何纯净的化合物，在质的方面和量的方面都有固定的组成。

化合物之所以具有固定的组成，是因为组成这化合物

的每一种元素的原子数是一定的，而每一种原子又是具有一定的原子量的。

**(七) 化合价：**一种元素的原子能跟一定数目的其他元素的原子相化合。元素的这种性质叫做元素的化合价。

元素的化合价，就是根据在化合物里这种元素的一个原子能够跟几个氢原子相化合来决定的。例如，在HBr，HCL等化合物里，氯和溴都是一价；在H<sub>2</sub>O，H<sub>2</sub>S等化合物里，氧和硫都是二价。

化合物里元素的化合价，可以分做正价和负价。例如在水这个化合物里，氢元素是正价，氧元素是负价。在两种元素的化合物里，一种元素是正价，另一种元素是负价。一般来说在化合物里，金属元素是正价。非金属元素跟氢化合的时候是负价，跟氧化合的时候是正价。

两种元素组成的化合物，一种元素的正化合价的总数一定等于另一种元素的负化合价的总数。

**(八) 克原子量和克分子量：**克原子量和克分子量是用于化学上关于测定物质重量的一种特殊单位。应用了克原子量和克分子量，不但可以表示出物质的重量，而且还可以表示出一定重量的物质里所含的原子数和分子数。

元素的一定的量，用克作单位来表示，在数目上跟它的原子量相同，这一定的量叫做克原子量。氢的原子量是1，所以氢的克原子量就是1克。氧的原子量是16，所以氧的克原子量就是16克。

物质的一定的量，用克做单位来表示，在数目上跟它的分子量相同，这一定的量叫做克分子量。

计算物质的克分子量，首先算出它的分子量。把分子量的数目用克做单位来表示，就是这物质的克分子量。水

的分子量是18，所以水的克分子量是18克。

## 二、酸、碱、盐和氧化物的命名和分类

(一) 酸：在水中能产生氢离子的物质，叫做酸。它的分子是由能被金属原子置换的氢原子和酸根组成的。在跟碱进行反应时，又能生成盐和水，例如盐酸 $\text{HCl}$ ，硝酸 $\text{HNO}_3$ ，硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 等都是酸。

每种酸的酸根都有一定的化合价。根据酸中氢原子的数目，酸可以分成一元酸、二元酸等。

根据组成，酸可以分做含氧酸和无氧酸两种。含氧酸的组成里含有氧(例如 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\text{H}_2\text{CO}_3$ )；无氧酸的组成里没有氧(例如 $\text{HCl}$ )。

无氧酸的命名，是在“氢”字后面加上所含另一种元素的名字，叫做氢某酸，例如 $\text{HCl}$ 叫做氢氯酸，俗称盐酸。含氧酸里除氢、氧两元素以外，还有另一种元素。所以含氧酸的命名，就按照这一种元素的名称，叫做某酸，如 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 叫硫酸。

酸的化学性质：

1. 酸能和指示剂起反应：酸的溶液能使紫色的石蕊变成红色。无色酚酞在酸性溶液里不变色。

2. 酸和碱起反应：酸能够和碱起反应(中和反应)，生成盐和水。

3. 酸和碱性氧化物起反应生成盐和水。

4. 酸和金属起反应：酸能够和好多种金属起反应，生成盐并放出氢气。但是只有化学性质比氢活泼的金属才能置换酸里的氢。俄国化学家贝开托夫院士确定出一个金属活泼性顺序表。凡排在氢前面的金属都能置换酸里的氢，

排在氢后面的金属都不能置换酸里的氢。其顺序表简列如下：K、Na、Ca、Mg、Al、Zn、Fe、Sn、Pb、H、Cu、Hg、Ag、Pt、Au。从金属活泼顺序表里可以看出，钾是最活泼的金属，钠的活泼性次于钾。金是最不活泼的金属。

5. 许多酸都能和别种酸的盐进行复分解反应，生成新酸和新盐。

(二) 碱：在水中能产生氢氧离子的物质，叫做碱。它的分子是由一个金属原子和一个或几个氢氧根(-OH)组成的。在和酸进行反应的时候，又能生成盐和水。例如氢氧化钠(NaOH)和氢氧化钙(Ca(OH)<sub>2</sub>)都是碱。

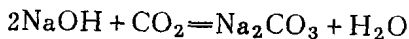
碱的命名法是根据组成的金属的名字叫做氢氧化某金属。或者根据这种金属化合价的高低而分别叫做氢氧化某金属或氢氧化亚某金属。例如NaOH叫做氢氧化钠，Fe<sup>+2</sup>(OH<sup>-1</sup>)<sub>2</sub>叫做氢氧化亚铁，Fe<sup>+3</sup>(OH<sup>-1</sup>)<sub>3</sub>叫做氢氧化铁。

碱的化学性质：

1. 碱能和指示剂起反应，碱溶液能够使紫色的石蕊变成蓝色，无色的酚酞变成红色。

2. 碱能和酸起反应而生成盐和水。

3. 碱能和酸酐起反应，如氢氧化钠和二氧化碳的反应就是这种反应的例子：



碱          碳酸酐          盐          水

4. 碱能和许多种盐起反应而生成一种新盐和一种新碱。

5. 有些碱类受热会发生分解。

(三) 氧化物：化合物的分子是由氧原子和另一种元



素的原子组成时，这种化合物叫做氧化物。例如氧化钠( $\text{Na}_2\text{O}$ )、氧化钙( $\text{CaO}$ )、水( $\text{H}_2\text{O}$ )等都是氧化物。

凡是氧化物能和酸起反应生成盐和水，而它的水化物是属于碱类的，这种氧化物叫做碱性氧化物。碱性氧化物是由金属和氧生成的。非金属和氧不能生成碱性氧化物。

如果某金属和氧只能生成一种氧化物，这种氧化物就叫做氧化某元素。如果某种金属能够和氧生成几种氧化物，那么这种金属显示较低化合价的那种氧化物，一般叫做氧化亚某元素。显示较高化合价的那种氧化物就叫做氧化某元素。

凡是氧化物能和碱起反应生成盐和水，而它的水化物是属于酸类的，这种氧化物叫做酸性氧化物。酸性氧化物一般是由非金属和氧生成的。

(四) 盐：化合物的分子是由金属原子和酸根组成的，这种化合物叫做盐。含氧酸的盐的命名法，是酸根相对应的酸的名称加上金属的名字就叫做某酸某金属。例如 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的名称是硫酸铝。

如果某金属在它的盐类里，具有可变的化合价，那么金属显低价的盐，叫做某酸亚某金属。金属显高价的盐叫做某酸某金属。

无氧酸的盐的命名法，是在非金属和金属元素的名称当中加一个“化”字。例如 $\text{NaCl}$ 叫做氯化钠， $\text{AgCl}$ 叫做氯化银。也由于金属具有不同的化合价，因而生成的盐的名称也就有某化亚某金属和某化某金属之分。

盐的化学性质：

1. 盐能和碱起反应生成一种新盐和一种新碱。
2. 盐能和酸起反应生成一种新酸和一种新盐。