发射光谱分析
背景扣除速查表

赵玉海 编著

内 容 简 介

《发射光谱分析背景扣除速查表》系根据函数式 $\log(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1)=M$ 编成，是一本手册式的光谱分析工具书。这本速查表较目前广泛采用的 D 表有显著的优点，可进行所有情况下的背景扣除，原理易懂，求解简便、快速，计算结果准确。书中除阐述了编表原理外，并推导和确立了一组新的背景扣除函数式。

本书可供厂矿企业、科研机关、学校等单位的光谱分析工作者及有关高等院校师生参考使用。

发射光谱分析背景扣除速查表

赵玉海 编著

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售

上海商务印刷厂承排　国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16　印张 36 1/4　插页 2　875 千字

1980 年 4 月第一版　1980 年 4 月第一次印刷　印数：0,001—3,700 册

统一书号：15034·1814　定价：5.20 元

前　　言

在英明领袖华主席"抓纲治国"的战略决策指引下，为了实现社会主义四个现代化的宏伟目标，亿万人民，特别是广大科技人员，积极响应党中央关于"极大地提高整个中华民族的科学文化水平"的伟大号召，努力学习，刻苦钻研，到处呈现出科学春天的生机勃勃景象。

在这一大好形势下，我们深深感到，在发射光谱分析的背景扣除中，目前国内外广泛采用的 D 表法，计算程序复杂，求解繁琐，并易产生差错，事倍功半。为了更好地适应四个现代化对光谱分析工作的需要，必须以一种求解简便、快速、准确的方法来取代 D 表法，以期创出我们在背景扣除中的新路。为此，结合工作需要，我们进行了理论推导，确立了 $\log\beta$、$\log\beta_V$ 等一组新的背景扣除函数式，并以函数式 $\log(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1)=M$ 编制了这本《发射光谱分析背景扣除速查表》。此表适用于所有情况下的背景扣除，表中 γ 范围为 0.20～3.00，间隔为 0.01；ΔS 为 0.001～2.09。

本书在编写过程中，曾请蔡华仪同志对原稿进行了审校，提出了宝贵意见。此外，还得到王进学、覃善章、麦伟麟、罗世栋、孙美文、崔凤青、李凤云等同志的大力支持和帮助，在此一并表示诚挚地谢意！

由于本人水平有限，经验缺乏，加之时间仓促，错误和缺点在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编　　者

1978.7 于哈尔滨

目　　录

M 表的编制原理与使用说明

一、概　　述

在发射光谱分析中，其放电云中的物理化学反应机理是极为复杂的，既有物理现象和化学反应，又有量子力学理论中所谈及的多种状态下的能量传递与释放，而在感光板上获得的谱线及其背景的黑度，则是这多种微观现象的综合反映。关于背景的成因一般可认为是由于放电过程中的分子辐射、离子复合、电极炽热端的连续辐射和自然光线的散射，以及谱线的扩散现象等等所致。在谱线上通常都迭加着一层连续辐射形成的所谓背景。

当分析线上的背景不是很浅时，则工作曲线斜率降低，并将出现工作曲线下部弯曲的现象；当内标线上迭加有较深的背景时，则造成工作曲线的平移。也就是说，由于有较深背景的存在，势必要改变工作曲线的形状和位置，因而影响光谱分析的准确度和灵敏度。因此，在发射光谱定量分析中，背景扣除常常是必不可少的工作，特别是对于有色金属、纯金属、超纯物质以及岩石、土壤、矿物、水质等多种物质的微量元素定量分析中，背景扣除显得更为重要。无论是国防工业还是一般部门的工厂、科研、学校等单位的光谱室，其背景扣除的工作量都是较为巨大的，所以对背景扣除理论及其计算方法的研究便是一项很有实际意义的工作。

基于背景扣除的重要性，多年来国内外均有人从事新原理的探讨和计算公式推导的研究，有的还进行了数据验证，对光谱分析背景扣除的发展作了不少工作，但由于没有推导出系统的、完整的背景扣除新公式，因而使这项工作至今仍基本上停留在 D 表水平上。为了推动光谱分析背景扣除工作的进一步发展，我们在前人工作的基础上，推导出一组完整的、适合于不同情况的背景扣除的函数式，并编制了背景扣除速查表——M 表。

从光谱理论可知，不能简单地从测得的谱线黑度(包括背景黑度)减去背景的黑度来扣除背景，因为谱线与其背景的迭加黑度，并不是谱线强度和背景强度所产生的两黑度的简单相加。为此，在编制 M 表时，引进了感光板的反衬度 γ，这样以 γ 及 ΔS (谱线与背景的合黑度减去背景黑度之差)扣除背景，就能更正确地反映实际情况。

《发射光谱分析背景扣除速查表》的原理易懂，求解简便、快速，结果准确，较 D 表法可提高效率数倍至十余倍。

二、M 表编制原理

M 表是根据与背景扣除后的最终结果直接相关的函数式 $\log R=\log(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1)$ 编制成的。亦即将黑度差 ΔS (其数值范围为 0.001～2.09) 诸值及特定的 γ 值依次代入上述函数式，即可编制成 M 表。γ 值的范围根据 γ-λ 曲线(反衬度和波长关系曲线) 确定为 0.20～3.00，其间隔为 0.01。γ 的低值部分的 M 表，主要供黑度处于乳剂特性曲线弯曲部分时扣除背景用。关于 $\log R=\log(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1)$，可见参考文献[3]第 20 页。

三、以背景为内标的背景扣除公式的推导

根据乳剂特性曲线(图 1) 可知

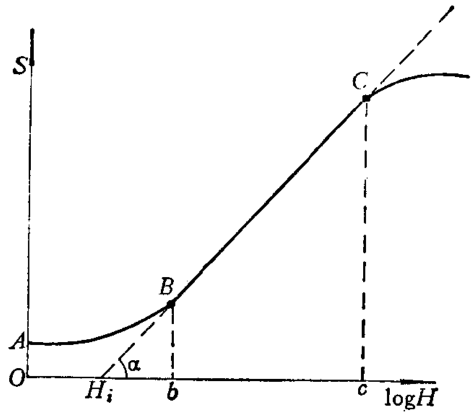

图1　乳剂特性曲线

$$\gamma = \text{tg}\,\alpha$$

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{S}{\log H - \log H_i} \tag{1}$$

式中　γ 为感光板的反衬度;

H 为曝光量;

H_i 为感光板的惰延量。

因而

$$S = \gamma \log H - \gamma \log H_i \tag{2}$$

令　$i = \gamma \log H_i$

则

$$S = \gamma \log H - i \tag{3}$$

如果谱线黑度为 S_{L_1}，其背景黑度为 S_{B_1}，则

$$S_{L_1} = \gamma_1 \log H_{L_1} - \gamma_1 \log H_i$$

$$S_{B_1} = \gamma_{B_1} \log H_{B_1} - \gamma_{B_1} \log H_i$$

若令　$i_1 = \gamma_1 \log H_i$，$i_0 = \gamma_{B_1} \log H_i$

则

$$S_{L_1} = \gamma_1 \log H_{L_1} - i_1 \tag{4}$$

$$S_{B_1} = \gamma_{B_1} \log H_{B_1} - i_0 \tag{5}$$

由于谱线和背景位置很接近，

故　$\gamma_1 = \gamma_{B_1}$，　令其为 γ

$i_1 = i_0$，　令其为 i

则

$$S_{L_1} = \gamma \log H_{L_1} - i$$

$$S_{B_1} = \gamma \log H_{B_1} - i$$

又因为 $H = Et$ (式中 E 为照度，t 为曝光时间)，而 E 又与 I (强度)成正比。

如令　$I_{L_1+B_1}$ 为分析线及其背景的合强度;

I_{L_1} 为分析线强度;

I_{B_1} 为分析线的背景强度，

则

$$S_{L_1} = \gamma \log I_{L_1} - i$$

$$S_{B_1} = \gamma \log I_{B_1} - i \tag{6}$$

$$S_{L_1+B_1} = \gamma \log I_{L_1+B_1} - i \tag{7}$$

因而

$$S_{L_1+B_1} - S_{B_1} = \gamma \log I_{L_1+B_1} - i - (\gamma \log I_{B_1} - i) = \gamma \log I_{L_1+B_1} - \gamma \log I_{B_1}$$

$$= \gamma (\log I_{L_1+B_1} - \log I_{B_1}) \tag{8}$$

$$= \gamma \log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}} \tag{9}$$

令

$$\Delta S = S_{L_1+B_1} - S_{B_1}$$

则

$$\Delta S = \gamma \log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}} \tag{10}$$

得

$$\frac{\Delta S}{\gamma} = \log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}} \tag{11}$$

根据对数性质(若 $a^x=M$，则 $\log_a M=x$)，将等式右边的常用对数符号取消，则等式变为

$$10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}=\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}} \tag{12}$$

对等式两边再取对数

$$\log 10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}=\log\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}} \tag{13}$$

由于以背景为内标，故背景扣除后的表达式应为 $\log\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}}$，令 $\log R=\log\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}}$，欲扣除背景就必须将 $\log\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}$ 变为 $\log\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}}$ 的形式，而 $\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\frac{I_{L_1}+I_{B_1}}{I_{B_1}}$，故必须把 $\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}$ 的分数式从分子中减去 I_{B_1}，即

$$\frac{I_{L_1+B_1}-I_{B_1}}{I_{B_1}}=\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}},\quad 而\quad \frac{I_{B_1}}{I_{B_1}}=1$$

因而

$$\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-1=\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}} \tag{14}$$

又因

$$\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=10^{\frac{\Delta S}{\gamma}} \quad 〔见公式(12)〕$$

故

$$10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1=\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-1$$

取对数

$$\log\left(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1\right)=\log\left(\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-1\right)=\log\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}}$$

$$=\log R \tag{15}$$

令

$$\log\left(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1\right)=M$$

则

$$\log R=M \tag{16}$$

公式(15)即为«背景扣除速查表»的编表所依据的公式；而公式(16)为以背景为内标的背景扣除查表公式。

四、以谱线为内标的背景全面扣除的公式推导

为了叙述方便，仍以“L”代表谱线，以“B”代表背景；并以“1”代表分析线，以“0”代表内标线。

根据公式(15)、(16)，同理可得

$$\log\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}}=M,$$

$$\log\frac{I_{L_0}}{I_{B_0}}=M。$$

为了使分析线及内标线扣除背景后并与背景之比的结果便于区分，令

$$\log\frac{I_{L_1}}{I_{B_1}}=M_1 \tag{17}$$

$$\log\frac{I_{L_0}}{I_{B_0}}=M_0 \tag{18}$$

式中 I_{L_0} 为内标线强度，I_{B_0} 为内标线背景强度。

因
$$\log \frac{I_{L_1}}{I_{B_1}} = M_1$$

故
$$\log I_{L_1} - \log I_{B_1} = M_1$$
$$\log I_{L_1} = M_1 + \log I_{B_1} \tag{19}$$

同理，
$$\log \frac{I_{L_0}}{I_{B_0}} = M_0$$
$$\log I_{L_0} - \log I_{B_0} = M_0$$
$$\log I_{L_0} = M_0 + \log I_{B_0} \tag{20}$$

因为以谱线为内标的背景全面扣除后的表达式应为
$$\log \frac{I_{L_1}}{I_{L_0}},$$

令
$$\log \beta = \log \frac{I_{L_1}}{I_{L_0}}$$

则
$$\log \beta = \log I_{L_1} - \log I_{L_0}$$

根据公式(19)及(20)，得
$$\log \beta = M_1 + \log I_{B_1} - (M_0 + \log I_{B_0}) = M_1 - M_0 + (\log I_{B_1} - \log I_{B_0}) \tag{21}$$

又根据推导公式(8)的相同推理可得
$$\log I_{B_1} - \log I_{B_0} = \frac{S_{B_1} - S_{B_0}}{\gamma}$$

若令 $\Delta S_B = S_{B_1} - S_{B_0}$，则
$$\log I_{B_1} - \log I_{B_0} = \frac{\Delta S_B}{\gamma} \tag{22}$$

将式(22)代入式(21)，得
$$\log \beta = M_1 - M_0 + \frac{\Delta S_B}{\gamma} \tag{23}$$

公式(23)即为以谱线为内标的背景全面扣除速查计算公式。

五、以谱线为内标的背景单一扣除的公式推导

以谱线为内标的背景单一扣除后的表达式应为 $\log \frac{I_{L_1}}{I_{L_0+B_0}}$

式中 $I_{L_0+B_0}$ 为内标线与其背景的合强度。

令
$$I_{0V} = I_{L_0+B_0},$$

则
$$\log \frac{I_{L_1}}{I_{L_0+B_0}} = \log \frac{I_{L_1}}{I_{0V}}$$

又令
$$\log \beta_V = \log \frac{I_{L_1}}{I_{0V}}$$

则得
$$\log \beta_V = \log I_{L_1} - \log I_{0V} \tag{24}$$

根据公式(19)可得
$$\log \beta_V = M_1 + \log I_{B_1} - \log I_{0V} = M_1 - (\log I_{0V} - \log I_{B_1}) \tag{25}$$

又根据与公式(8)的相同推理可得
$$\log I_{0V} - \log I_{B_1} = \frac{S_{0V} - S_{B_1}}{\gamma}$$

式中 S_{0V} 为内标线与其背景的合黑度，S_{B_1} 为分析线的背景的黑度。

因而

$$\log\beta_V = M_1 - \frac{S_{0V}-S_{B_1}}{\gamma} \tag{26}$$

若令

$$\Delta S_{0V} = S_{0V} - S_{B_1}$$

则得

$$\log\beta_V = M_1 - \frac{\Delta S_{0V}}{\gamma} \tag{27}$$

公式(27)即为以谱线为内标的背景单一扣除速查计算公式。

六、关于 $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ 的求法

1. $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ 以除法形式心算求得

根据 ΔS_B、ΔS_{0V} 及其 γ 值，可以心算方式（为了快速）求得，不赘述。

2. $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ 以乘法形式心算求得

令

$$\frac{1}{\gamma} = \alpha$$

则

$$\frac{\Delta S_B}{\gamma} = \alpha\cdot\Delta S_B \tag{28}$$

$$\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma} = \alpha\cdot\Delta S_{0V} \tag{29}$$

α 值标在 M 表的左或右下角。

3. $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ 以查表方式快速求得

当 $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ 不便于以心算方式求出时，则可以查 M 表的方式来求，也能达到快速、准确的目的。即根据其 ΔS_B、ΔS_{0V} 及其 γ 值查 M 表，分别得 M_B 及 M_{0V}；再依 M_B、M_{0V} 值逆查 $\gamma=1.00$ 的 M 表，其对应的 ΔS 便为 $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$。

这种逆查 M 表法的正确性，可从以下公式看出：

因为欲求得 $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 及 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ 值，其实质是“去掉”γ。如果令 $\gamma=1.00$，故 $\frac{\Delta S}{\gamma}$ 即为 ΔS_B。现以 $\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ 为例说明。

因

$$\log\left(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1\right) = M$$

故

$$\log\left(10^{\frac{\Delta S_B}{\gamma}}-1\right) = M_B \tag{30}$$

由于此处

$$\gamma = 1.00,$$

即得

$$M_B = \log\left(10^{\frac{\Delta S_B}{1}}-1\right)$$

则

$$\log\left(10^{\frac{\Delta S}{\gamma}}-1\right) = \log\left(10^{\frac{\Delta S}{1}}-1\right)$$

$$10^{\frac{\Delta S_B}{\gamma}}-1 = 10^{\frac{\Delta S}{1}}-1$$

得
$$\frac{\Delta S_B}{\gamma}=\Delta S \tag{31}$$

同理
$$\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}=\Delta S \tag{32}$$

因此，M 表不仅可以进行背景扣除，同时还可进行各种除法（也可进行各种乘法）运算，其结果可精确至有效数字3～4位。

上述内容可用箭头表示，以便于理解和记忆：

$$\xrightarrow{\hspace{12em}} \text{除法}$$

$$\Delta S_B \xrightarrow[\gamma]{} M_B \xrightarrow[\gamma=1.00]{} \Delta S=\frac{\Delta S_B}{\gamma}$$

$$\Delta S_{0V} \xrightarrow[\gamma]{} M_{0V} \xrightarrow[\gamma=1.00]{} \Delta S=\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$$

$$\text{乘法} \xleftarrow{\hspace{12em}}$$

例 1．已知 $\Delta S_B=0.04$，$\gamma=1.17$，求 $\frac{\Delta S_B}{\gamma}=?$

解：据 ΔS_B 及 γ 查 M 表，则 $M_B=-1.089$

再根据 -1.089 逆查 M 表（$\gamma=1.00$），$\Delta S=0.034$ 得

$$\frac{\Delta S_B}{\gamma}=0.034。$$

例 2．已知：$\Delta S_{0V}=0.10$，$\gamma=1.17$，求 $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}=?$

解：据 ΔS_{0V} 及 γ 查 M 表，$M_{0V}=-0.665$，

再根据 -0.665 逆查 $\gamma=1.00$ 表，$\Delta S=0.085$，得

$$\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}=0.085。$$

例 3．任意除法：$975\div117=?$

按 $0.975\div1.17$ 查 M 表，$M=0.764$，逆查 $\gamma=1.00$ 表，得 0.833，故

$$975\div117=8.33$$

例 4．任意乘法：$0.784\times1.17=?$

查 $\gamma=1.00$ 表，$M=0.706$，再逆查 $\gamma=1.17$ 表，得 0.917，故

$$0.784\times1.17=0.917。$$

七、M 表的使用方法

在进行各种情况下的背景扣除及乘、除法运算时，均可利用该表。该表查阅方法简单，即根据 γ 值找到表的页数，再根据 ΔS 便可查到 M 值。例如 $\gamma=1.05$，$\Delta S=0.806$，求 $M=?$

首先根据 γ 值找到185页表，在该表 ΔS 纵栏中找到 0.80，再在 ΔS 横栏找到 6，其交点一格便为 M 的具体数值：0.687。

乘、除法需查表两次即可。

当黑度处于乳剂特性曲线弯曲部分时，将其对应的局部斜率"γ'"视为 γ 查阅此表即可。此处 γ' 为乳剂特性曲线上水平投影相交两点间的直线段斜率，故称局部斜率。

为了便于了解 M 表的使用方法，表 I 中列出了有关公式和查找依据等。

表 I 公式及其查表依据一览表

欲求项目	公式	查表依据	备注
$\log R$	$\log R = M$	γ、$\Delta S \to M$	$\Delta S = S_{L_1+B_1} - S_{B_1}$
$\log \beta$	$\log\beta = M_1 - M_0 + \dfrac{\Delta S_B}{\gamma}$	γ、ΔS_1 ΔS_0、ΔS_B $\Delta S_1 \to M_1$ $\Delta S_0 \to M_0$ $\Delta S_B \to \dfrac{\Delta S_B}{\gamma}$	$\Delta S_1 = S_{L_1+B_1} - S_{B_1}$ $\Delta S_0 = S_{L_0+B_0} - S_{B_0}$ $\Delta S_B = S_{B_1} - S_{B_0}$
$\log \beta_V$	$\log\beta_V = M_1 - \dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$	γ、ΔS_1、ΔS_{0V} $\Delta S_1 \to M_1$ $\Delta S_{0V} \to \dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$	$\Delta S_1 = S_{L_1+B_1} - S_{B_1}$ $\Delta S_{0V} = S_{L_0+B_0} - S_{B_1}$
$\dfrac{\Delta S_B}{\gamma}$ $\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$	$\dfrac{\Delta S_B}{\gamma} = \Delta S$ $\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma} = \Delta S$	γ、ΔS_B γ、ΔS_{0V}	$\xrightarrow{\hspace{6em}} \div$ $\Delta S_B \xrightarrow[\gamma]{} M_B \xrightarrow[\gamma=1.00]{} \dfrac{\Delta S_B}{\gamma}$ $\Delta S_{0V} \xrightarrow[\gamma]{} M_{0V} \xrightarrow[\gamma=1.00]{} \dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ $\times \xleftarrow{\hspace{6em}}$

八、黑度处在乳剂特性曲线弯曲部分时的背景扣除

在微量元素的光谱定量分析中，背景黑度（甚至分析线及内标线黑度）常处在乳剂特性曲线的弯曲部分，这时 M 表仍然适用，但查表依据则有显著的差异，这一点必须注意。以 M 表扣除背景的各个公式都是建立在乳剂特性曲线的直线部分的基础上的。当黑度处在乳剂特性曲线弯曲部分时，查表及计算时除依据相应的 ΔS 外，还必须依据决定该 ΔS 的两个黑度（两个黑度或只其中的一个黑度处在乳剂特性曲线的弯曲部分时均应如此）在乳剂特性曲线上水平投影相交两点间的直线段的斜率 γ'（简称局部斜率）来求得（见图2）。这里的 γ' 已丝毫不具备感光板反衬度的含意了。

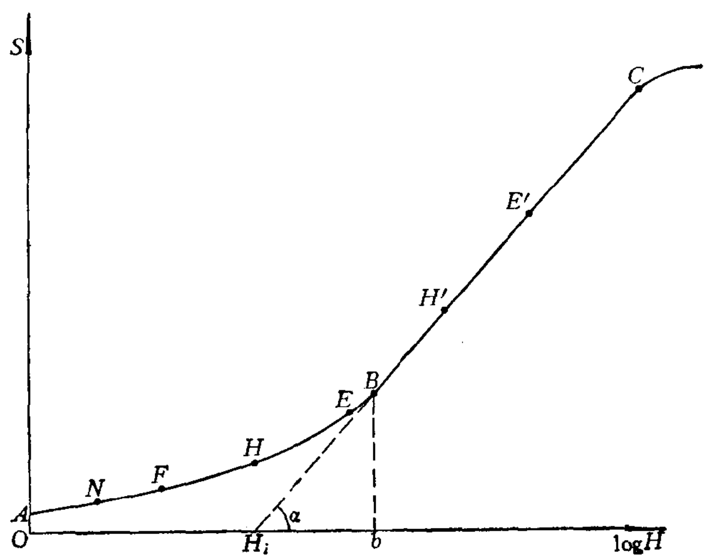

图2 在特性曲线上求局部斜率 γ'

例如某分析线（包括背景）的黑度为 $S_{L_1+B_1}$，其背景黑度为 S_{B_1}；内标线（包括背景）黑度为 $S_{L_0+B_0}$，其背景黑度为 S_{B_0}，在乳剂特性曲线上的投点分别为 E（或 E'——位于直线部分）、F；H（或 H'——位于直线部分）、N。令

γ'_1 为 EF 或 ($E'F$) 直线段的斜率;

γ'_0 为 HN 或 ($H'N$) 直线段的斜率;

γ'_B 为 FN 直线段的斜率;

γ'_{0V} 为 HF (或 $H'F$) 直线段的斜率。

当黑度处在乳剂特性曲线弯曲部分时（简称弯曲部分）的情况下(在进行背景扣除的查表或计算中涉及到的某个 ΔS 两个或只其中一个黑度处在弯曲部分)，在进行背景扣除时，应该而且必须依据该两点间的线段的斜率 γ' 进行，即在使用 M 表的原公式中将所涉及的 γ 均换为相应的 γ'。弯曲部分背景扣除公式及其查表依据列于表 II 中。

表 II 弯曲部分背景扣除公式及其查表依据一览表

项目	公式	查表依据	备注
$\log R$	$\log R=M$ $=\log\left(10^{\frac{\Delta S_1}{\gamma'_1}}-1\right)$	$\Delta S_1 \xrightarrow{\gamma'_1} M$	$\Delta S_1=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$
$\log\beta$	$\log\beta=M_1-M_0+\dfrac{\Delta S_B}{\gamma'_B}$	$\Delta S_1 \xrightarrow{\gamma'_1} M_1$ $\Delta S_0 \xrightarrow{\gamma'_0} M_0$ $\Delta S_B \xrightarrow{\gamma'_B} \dfrac{\Delta S_B}{\gamma'_B}$	$\Delta S_1=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $\Delta S_0=S_{L_0+B_0}-S_{B_0}$ $\Delta S_B=S_{B_1}-S_{B_0}$
$\log\beta_V$	$\log\beta_V=M_1-\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}$	γ'_1、$\Delta S_1 \rightarrow M_1$ γ'_{0V}、$\Delta S_{0V} \rightarrow \dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}$	$\Delta S_1=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $\Delta S_{0V}=S_{0V}-S_{B_1}$
$\dfrac{\Delta S_B}{\gamma'_B}$ $\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}$	$\dfrac{\Delta S_B}{\gamma'_B}=\Delta S$ $\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}=\Delta S$	$\Delta S_B \xrightarrow{\gamma'_B} \dfrac{\Delta S_B}{\gamma'_B}$ $\Delta S_{0V} \xrightarrow{\gamma'_{0V}} \dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}$	$\longrightarrow \div$ $\Delta S_B \xrightarrow{\gamma'_B} M_B \xrightarrow{\gamma=1.00} \dfrac{\Delta S_B}{\gamma'_B}$ $\Delta S_{0V} \xrightarrow{\gamma'_{0V}} M_{0V} \xrightarrow{\gamma=1.00} \dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}$ $\times \longleftarrow$

上表中的前三个公式所表示的黑度虽然处在乳剂特性曲线的“弯曲部分”，但它们所涉及的两黑度投点间的曲线是按直线考虑的，而且在应用时还要实测其斜率。这在原理上就其实质来说同直线部分的情况相同，即均为该两黑度间在乳剂特性曲线上投点所成直线段的斜率，只是直线部分 BC 的斜率代表感光板的反衬度罢了。而从斜率上讲，两者并无质的区别，因此，在查 M 表时将 γ' 视为 γ 就可以了。

M 表对于黑度处在乳剂特性曲线弯曲部分的背景扣除完全适用，但在实际应用中应尽量将黑度提高至乳剂特性曲线的直线部分，以减少一些不应有的误差产生。

提高背景及其分析线黑度的有效办法很多，如加大中间光栏；延长曝光时间；增加电流；甚至在分辨率允许的情况下，还可以适当地加大摄谱狭缝等，但究竟采取哪种方法为宜，应综合考虑各种因素，并经充分的试验而定。

这种适当提高背景及分析线黑度的做法，能否使高含量的样品黑度达到黑度过曝部分呢？可能是有的，但一套好的光谱标样其含量梯度是科学的、合理的，过大的梯度是标样制作规程所不允许的，同时一种准确的分析方法，也只能适用于分析一定的含量范围，含量分析范围过大，或一旦标样点子过多，含量梯度过大时，则有必要采用人们所常用的办法，即将标样分成两部分，采用两种分析规程，以确保分析结果的准确性。

九、背景扣除计算举例

现用速查表法(M)及修正值法(D)对比举例，以证明速查表法的快速、准确的优越性。

例 1. 已知 $S_{L_1+B_1}=1.00$, $S_{B_1}=0.50$, $\gamma=1.17$, 求 $\log R=?$

M 法	D 法
$\Delta S=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $=1.00-0.50$ $=0.50$ 查M表($\gamma=1.17$) $\log R=0.224$	据 $S_{L_1+B_1}=1.00$, $S_{B_1}=0.50$，查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.613$ $\log I_{B_1}=1.185$ $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.613-1.185=0.428$ 据 $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{L_1}}=0.428$ 查 D 表 $D=0.203$ $\log R=\log\dfrac{I_{L_1}}{I_{B_1}}=\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.428-0.203=0.225$

例 2. 已知 $S_{L_1+B_1}=0.60$, $S_{B_1}=0.53$, $\gamma=1.17$, 求 $\log R=?$

M 法	D 法
$\Delta S=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $=0.60-0.53$ $=0.07$ 查 $\gamma=1.17$ 表 $\log R=-0.829$	据 $S_{L_1+B_1}=0.60$, $S_{B_1}=0.53$，查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.273$ $\log I_{B_1}=1.213$ $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.273-1.213=0.060$ 据 $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.060$ 查 D 表 $D=0.889$ $\log R=\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.060-0.889=-0.829$

例 3. 已知 $S_{L_1+B_1}=1.45$, $S_{B_1}=0.46$, $\gamma=1.17$, 求 $\log R=?$

M 法	D 法
$\Delta S=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $=1.45-0.46$ $=0.99$ 查 $\gamma=1.17$ 表 $\log R=0.779$	据 $S_{L_1+B_1}=1.45$, $S_{B_1}=0.46$，查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=2.000$ $\log I_{B_1}=1.153$ $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=2.000-1.153=0.847$ 据 $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.847$ 查 D 表得 $D=0.067$ $\log R=\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.847-0.067=0.780$

例 4. 已知 $S_{L_1+B_1}=1.20$, $S_{B_1}=0.45$, $S_{L_0+B_0}=0.80$
$S_{B_0}=0.41$, $\gamma=1.17$, 求 $\log\beta=?$

M 法	D 法
$\Delta S_1=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $=1.20-0.45$ $=0.75$ $\Delta S_0=S_{L_0+B_0}-S_{B_0}$ $=0.80-0.41$ $=0.39$ $\Delta S_B=S_{B_1}-S_{B_0}$ $=0.45-0.41$ $=0.04$ 查 $\gamma=1.17$ 表 $M_1=0.528$ $M_0=0.062$ $M_B=-1.089$ 逆查 $\gamma=1.00$ 表 $\Delta S=0.034$ $\log\beta=M_1-M_0+\frac{\Delta S_B}{\gamma}$ $=0.528-0.062+0.034$ $=0.500$	据 $S_{L_1+B_1}=1.20$, $S_{B_1}=0.45$, $S_{L_0+B_0}=0.80$, $S_{B_0}=0.41$, 查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.785$ $\log I_{B_1}=1.143$ $\log I_{L_0+B_0}=1.443$ $\log I_{B_0}=1.110$ $\log\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.785-1.143=0.642$ 据 $\log\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.642$，查 D 表得 $D=0.112$ $\log I_{L_1}=\log I_{L_1+B_1}-D$ $=1.785-0.112=1.673$ $\log\frac{I_{L_0+B_0}}{I_{B_0}}=\log I_{L_0+B_0}-\log I_{B_0}$ $=1.443-1.110=0.333$ 据 $\log\frac{I_{L_0+B_0}}{I_{B_0}}=0.333$ 查 D 表 $D=0.271$ $\log I_{L_0}=\log I_{L_0+B_0}-D$ $=1.443-0.271=1.172$ $\log\beta=\log\frac{I_{L_1}}{I_{L_0}}=\log I_{L_1}-\log I_{L_0}$ $=1.673-1.172=0.501$

例 5. 已知 $S_{L_1+B_1}=0.95$, $S_{B_1}=0.50$, $S_{L_0+B_0}=0.70$
$\gamma=1.17$, 求 $\log\beta_V=?$

M 法	D 法
$\Delta S_1=S_{L_1+B_1}-S_{B_1}$ $=0.95-0.50$ $=0.45$ $\Delta S_{0V}=S_{L_0+B_0}-S_{B_1}$ $=0.70-0.50$ $=0.20$ 查 $\gamma=1.17$ 表 $M_1=0.154$ $M_{0V}=-0.316$ 逆查 $\gamma=1.00$ 表 $\Delta S=0.171$ $\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}=0.171$ $\log\beta_V=M_1-\frac{\Delta S_{0V}}{\gamma}$ $=0.154-0.171$ $=-0.017$	据 $S_{L_1+B_1}=0.95$ $S_{B_1}=0.50$ $S_{L_0+B_0}=0.70$ 查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.568$ $\log I_{B_1}=1.185$ $\log I_{L_0+B_0}=1.356$ $\log\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.568-1.185=0.383$ 据 $\log\frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.383$ 查 D 表得 $D=0.232$ $\log I_{L_1}=\log I_{L_1+B_1}-D$ $=1.568-0.232=1.336$ $\log\beta_V=\log\frac{I_{L_1}}{I_{L_0+B_0}}$ $=\log I_{L_1}-\log I_{L_0+B_0}$ $=1.336-1.356=-0.020$

例 6. 已知 $S_{L_1+B_1}=0.25$, $S_{B_1}=0.12$,

求 $\log R=?$

M 法	D 法
$\Delta S_1=0.25-0.12=0.13$ 测 0.25～0.12 间 EF 斜率 $\gamma_1'=0.62$ 查 $\gamma=0.62$ 表 $\log R=-0.206$	据 $S_{B_1+B_1}=0.25$　$S_{B_1}=0.12$　查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.680$ $\log I_{B_1}=1.469$ $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.680-1.469=0.211$ 根据 $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.211$　查 D 表得 $D=0.415$ $\log R=\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.211-0.415=-0.204$

例 7. 已知 $S_{L_1+B_1}=0.15$, $S_{B_1}=0.10$,

求 $\log R=?$

M 法	D 法
$\Delta S_1=0.15-0.10=0.05$ 测其 EF 斜率 $\gamma_1'=0.44$ 查 $\gamma=0.44$ 表 $\log R=-0.523$	据 $S_{L_1+B_1}=0.15$，$S_{B_1}=0.10$，查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.536$ $\log I_{B_1}=1.422$ $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.536-1.422=0.114$ 据 $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.114$　查 D 表得 $D=0.637$ $\log R=\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.114-0.637=-0.523$

例 8. 已知 $S_{L_1+B_1}=0.35$, $S_{B_1}=0.22$,

求 $\log R=?$

M 法	D 法
$\Delta S_1=0.35-0.22=0.13$ 测其 EF 斜率 $\gamma_1'=0.88$ 查 $\gamma=0.88$ 表 $\log R=-0.391$	据 $S_{L_1+B_1}=0.35$　$S_{B_1}=0.22$　查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.789$ $\log I_{B_1}=1.642$ $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.789-1.642=0.147$ 据 $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.147$　查 D 表得 $D=0.542$ $\log R=\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.147-0.542=-0.395$

例 9．已知 $S_{L_1+B_1}=0.70$,　　$S_{B_1}=0.20$,

求　$\log R=?$

M　　法	D　　法
$\Delta S_1=0.70-0.20=0.50$ 测其 $E'F$ 斜率 $\gamma_1=1.03$ 查 $\gamma=1.03$ 表 $\log R=0.313$	据 $S_{L_1+B_1}=0.70$，$S_{B_1}=0.20$，查特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=2.097$ $\log I_{B_1}=1.612$ $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=2.097-1.612=0.485$ 据 $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.485$　查 D 表得 $D=0.172$ $\log R=\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}-D$ $=0.485-0.172=0.313$

例 10．已知 $S_{L_1+B_1}=0.30$,　　$S_{B_1}=0.20$,　　$S_{L_0+B_0}=0.25$,　　$S_{B_0}=0.15$,

求　$\log \beta=?$

M　　法	D　　法
$\Delta S_1=0.30-0.20=0.10$ $\Delta S_0=0.25-0.15=0.10$ $\Delta S_B=S_{B_1}-S_{B_0}$ $=0.20-0.15=0.05$ 分别测得: EF 斜率 $\gamma_1=0.84$ HN 斜率 $\gamma_0=0.72$ FN 斜率 $\gamma_B=0.60$ 分别以 ΔS_1、γ_1，ΔS_0、γ_0， ΔS_B、γ_B 查 M 表，得 $M_1=-0.501$ $M_0=-0.423$ $\frac{\Delta S_B}{\gamma_B}=0.083$ $\log \beta=M_1-M_0+\frac{\Delta S_B}{\gamma_B}$ $=-0.501-(-0.423)$ $+0.083$ $=0.005$	据 $S_{L_1+B_1}=0.30$，$S_{B_1}=0.20$， $S_{L_0+B_0}=0.25$，$S_{B_0}=0.15$， 查乳剂特性曲线，得 $\log I_{L_1+B_1}=1.735$ $\log I_{B_1}=1.610$ $\log I_{L_0+B_0}=1.680$ $\log I_{B_0}=1.536$ $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.735-1.610$ $=0.125$ 据 $\log \frac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.125$，　查 D 表得 $D=0.602$ $\log I_{L_1}=\log I_{L_1+B_1}-D$ $=1.735-0.602$ $=1.133$ $\log \frac{I_{L_0+B_0}}{I_{B_0}}=\log I_{L_0+B_0}-\log I_{B_0}$ $=1.680-1.536$ $=0.144$ 据 $\log \frac{I_{L_0+B_0}}{I_{B_0}}=0.144$　查 D 表得 $D=0.549$ $\log I_{L_0}=\log I_{L_0+B_0}-D$ $=1.680-0.549$ $=1.131$ $\log \beta=\log \frac{I_{L_1}}{I_{L_0}}$ $=1.133-1.131$ $=0.002$

例 11. 已知 $S_{L_1+B_1}=0.45$, $S_{B_1}=0.18$, $S_{L_0+B_0}=0.40$,

求 $\log\beta_V=?$

M 法	D 法
$\Delta S_1=0.45-0.18=0.27$ $S_{0V}=0.40-0.18=0.22$ 分别测得: $E'F$ 的斜率 $\gamma'_1=0.90$ HF 的斜率 $\gamma'_{0V}=0.85$ 查 M 表得 $M_1=-0.002$ $\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}=0.259$ $\log\beta_V=M_1-\dfrac{\Delta S_{0V}}{\gamma'_{0V}}$ $=-0.002-0.259$ $=-0.261$	据 $S_{L_1+B_1}=0.45$, $S_{B_1}=0.18$, $S_{L_0+B_0}=0.40$, 查乳剂特性曲线,得 $\log I_{L_1+B_1}=1.882$ $\log I_{B_1}=1.585$ $\log I_{L_0+B_0}=1.837$ $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=\log I_{L_1+B_1}-\log I_{B_1}$ $=1.882-1.585=0.297$ 据 $\log\dfrac{I_{L_1+B_1}}{I_{B_1}}=0.297$ 查 D 表得 $D=0.305$ $\log I_{L_1}=\log I_{L_1+B_1}-D$ $=1.882-0.305=1.577$ $\log\beta_V=\log\dfrac{I_{L_1}}{I_{L_0+B_0}}$ $=\log I_{L_1}-\log I_{L_0+B_0}$ $=1.577-1.837=-0.260$