

响度计算和噪声分析方面,可用于计算频带谱。在电子测量仪器方面也有应用,如美国 HP 公司的示波器和频谱分析仪,已有用上 FFT 技术的商品。

参 考 文 献

[1] J. W. Cooley and J. W. Tukey, *Mathematics of Computation*, **19**(1965), 297.
 [2] William J. Cochran et al., *Proc. IEEE*, **55** (1967), 1664.
 [3] E. O. Brigham and R. E. Morrow, *IEEE Spectrum*, **4-12**(1967), 63.
 [4] R. C. Singleton, *IEEE Trans. Audio Electroacoust.*, **AU-15**(1967), 91.
 [5] P. D. Welch, *IEEE Trans. Audio Electroacoust.*, **AU-17**(1969), 151.

[6] J. W. Cooley et al., *IEEE Trans. Audio Electroacoust.*, **AU-15**(1967), 76.
 [7] M. J. Corinthios, *IEEE Trans. Comput.*, **C-20** (1971), 843.
 [8] A. V. Oppenheim and C. J. Weinstein, *Proc. IEEE*, **60**(1972), 957.
 [9] D. K. Kahaner, *IEEE Trans. Audio Electroacoust.*, **AU-18**(1970), 422.
 [10] J. R. Vernet, *Proc. IEEE*, **59**(1971), 1531.
 [11] E. O. Brigham, *The Fast Fourier Transform*, Prentice Hall, Inc., (1974).
 [12] 城户健一,电子通讯学会誌, **59-3**(1976), 245; **59-5** (1976), 509; **59-6**(1976), 618; **59-7**(1976), 749.
 [13] Abraham Peled and Bede Liu, *Digital Signal Processing*, New York, John Wiley & Sons, Inc., (1976), 142.
 [14] 安居院猛,中嶋正之,映像情报, **10-6**(1978), 10.
 [15] 織田照実,電子科学, **11**(1978), 53.

解释劳埃花样的一个新方法

吕 荣 邦

(北京钢铁学院金属物理教研室)

本文提出一个新的解释劳埃花样的方法,与其他方法比较,它具有原理和作图简单,前后反射利用同一曲线图形等特点,可供有关晶体 X 射线工作者参考。

一、作图原理

标定劳埃平板相衍射斑点的指数,一般应先求出对应晶面法线的极射赤面投影。X 射线衍射原理确定:入射 X 线、晶面法线和衍射 X 线在同一平面内。晶面法线极点的极射赤面投影,必然在底片上晶面衍射斑点与底片中心(入射 X 线与底片交点)的连线上。因而若已知晶面法线与入射 X 线夹角,便可得到晶面法线极点的极射赤面投影。此夹角可利用衍射斑点至底片中心距离和试样至底片的距离求出。以下分前后反射两部份讨论。

1. 前反射情况

参看图 1。σ₀ 为入射 X 线, K 为前反射记录底片,它与 σ₀ 垂直并交于 A 点。试样放于 O 处。L 为以 O 为圆心, OA 为半径作的参考球。

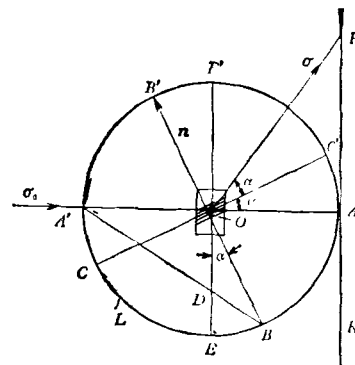


图 1 劳埃前反射照相示意图

衍射晶面的延长线与参考球交于 CC' 两点。n 为晶面法线,交参考球于 BB'。σ 为衍射线,与底片交于 P 点。EE' 为平行底片过参考球球心 O 的平面,此面作为投影面。

从图 1 的几何关系得

$$\angle AOP = 2\alpha \text{ (前反射 } \alpha \text{ 角等于 Bragg 角 } \theta \text{)}, \quad (1)$$

$$\angle AOC' = \alpha, \quad (2)$$

$$\angle AOB = 90^\circ - \alpha, \quad (3)$$

$$\therefore \angle EOB = \alpha. \quad (4)$$

以上四个等式只要 $\alpha < 45^\circ$, 就永远成立.

由图 1 又知, 衍射斑点 P 的晶面法线 BB' 的极射赤面投影, 若以 A' 为观察点, 则是 $A'B$ 与 EE' 的交点 D , 而 ED 对应的角度正是 EB 弧度, 即 α 角. 下面说明 α 角的求法.

$$\therefore \frac{AP}{AO} = \tan 2\alpha, \quad (5)$$

$$\therefore \alpha = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{AP}{AO}, \quad (6)$$

其中 AP 是衍射斑点至底片中心的距离, 可以从底片上量出; AO 是底片至试样的距离, 它由实验条件决定.

若 AO 为一定值 (实验中一般采用 3 厘米), 则 α 角与 AP 可以画成一曲线图形. 图 2 即以 AO 分别为 2.5 厘米, 3.0 厘米, 3.5 厘米画出的三条曲线. 为精确和方便起见, 可画在方格纸上. 因通常劳埃相匣直径为 15 厘米, $AP_{\text{最大}} = 7.5$ 厘米, 所以 α 值在 35° 以内就够用.

欲求某一衍射斑点 P 的晶面法线的 α 角时, 只要将此衍射斑点与底片中心 A 作连线, 使

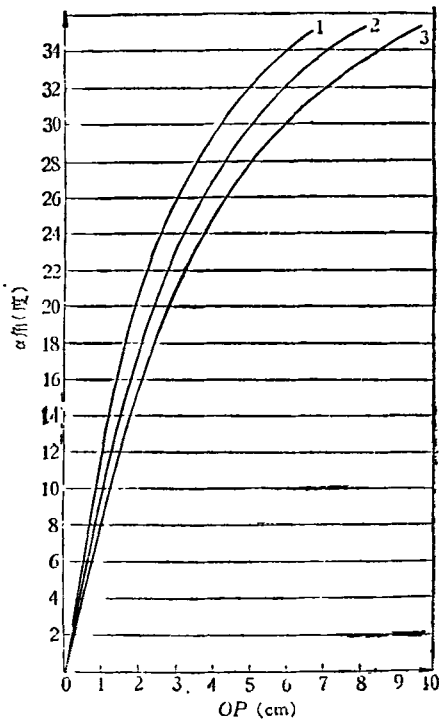


图 2 $\alpha-OP$ 曲线. 1 为 $AO = 2.5$ 厘米的曲线; 2 为 $AO = 3$ 厘米的曲线; 3 为 $AO = 3.5$ 厘米的曲线

此连线平行横坐标, A 点与曲线原点 O 重合, 平行向上移动, 当衍射斑点与曲线相交时, A 点与纵轴重合处的角度即 α 角.

知道 α 角以后, 借助吴氏网求晶面法线的极射赤面投影. 使底片 A 点与吴氏网中心重合, PA 线与赤道线 (或者与赤道线垂直的吴氏网直径线) 重合, 从吴氏网 E 点开始, 沿 EO 方向数 α 度得 D 点 (参看图 3), D 点即欲求之极射赤面投影点.

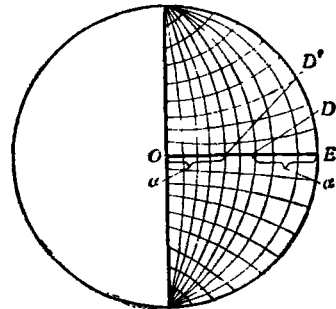


图 3 用吴氏网量度前、后反射衍射斑点的 α 角示意图

2. 后反射情况

参看图 4. 实验布置除底片 K' 位置与图 1 所示不同外, 其余均相同.

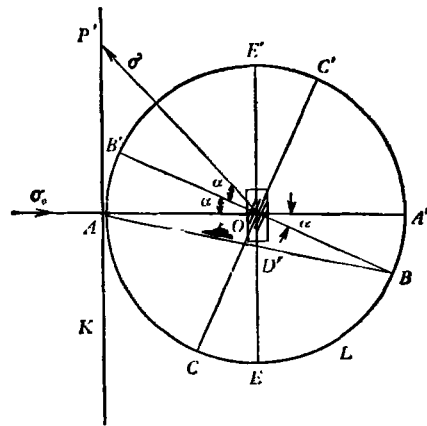


图 4 劳埃后反射示意图

图 4 中, σ_0 为入射 X 线, σ 为衍射 X 线, 交底片于 P' . CC' 为衍射晶面延长线与参考球 L 的交点. BB' 为衍射晶面法线与参考球 L 的交点. EE' 为过 O 点平行于底片的投影面. K' 为记录底片.

由图 4 可知

$$\angle AOP' = 2\alpha \text{ (此时 } \alpha = 90^\circ - \theta \text{)}, \quad (7)$$

$$\angle AOB' = \angle A'OB = \alpha. \quad (8)$$

若以 A 点作观察点, B 点的极射赤面投影是 D' . OD' 对应的角度是 $A'B$ 弧, 即 α 角.

又有

$$\frac{AP'}{AO} = \tan 2\alpha, \quad (9)$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{AP'}{AO}, \quad (10)$$

其中 AP' 为衍射斑点至底片中心的距离, 可以从底片上量出. AO 为试样至底片的距离.

式(10)和式(6)形式完全相同, 因而二者作出的曲线图形也必然完全相同. 所以求 α 角时, 前后反射利用同一条曲线即可.

从图 4 可以看出, 当得到后反射花样的 α 角以后, 利用吴氏网求晶面法线的极射赤面投影点时, 要在赤道线上(或者与赤道线垂直的吴氏网直径上)从吴氏网中心 O 向外数 α 角度得到 D' (如图 3 所示). 与前反射不同, 这一点要特别注意. 前后反射 α 角的这种关系, 也可以从式(1)和式(7)看出.

二、应用举例

图 5 是一铝单晶劳埃后反射花样, 照相时试样至底片的距离为 3 厘米. 为测定铝单晶位向, 选底片上 a, b, c 三个衍射斑点, 标定它们的指数步骤如下:

1. 用透明纸描下底片上的 a, b, c 三个斑点和底片中心(入射 X 线和底片交点) o' , 再作 ao', bo', co' 连线.

2. 将上述透明纸放在图 2 上, 使 o' 对准座标原点 O , $o'a$ 平行横轴向上移动, 至 a 点和曲线 2 ($OA = 3$ 厘米) 相交, 此时 o' 点与纵轴重合的 α 角度为 15.3° (参看图 6). 用同样的方

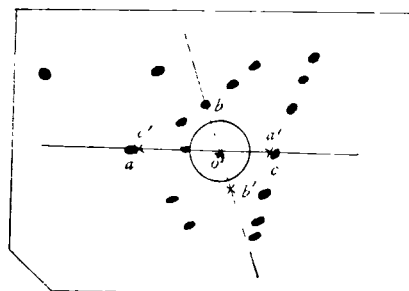


图 5 单晶铝的劳埃后反射花样

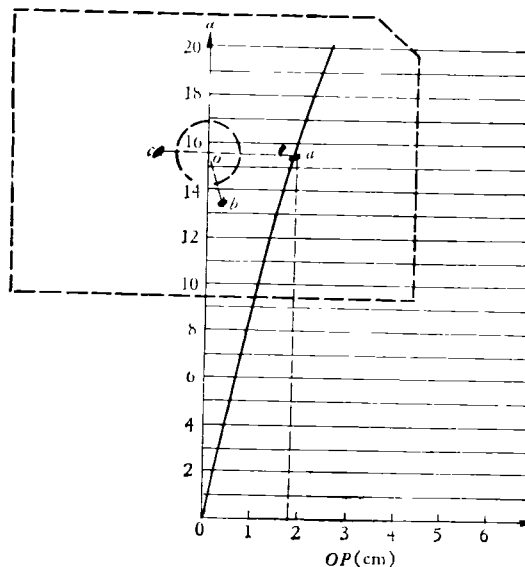


图 6 确定 α 角度示意图

法量出 $o'b, o'c$ 各自的 α 角, 它们分别是: $\alpha_b = 9.4^\circ, \alpha_c = 10.9^\circ$.

3. 利用吴氏网分别找出各自对应晶面法线的极射赤面投影点 a', b', c' (参看图 5 的 \times 符号).

4. 利用吴氏网量出它们之间的夹角, 它们分别是 $\widehat{a'b'} = 14^\circ, \widehat{a'c'} = 25.8^\circ, \widehat{b'c'} = 14^\circ$.

5. 利用立方晶体晶面夹角表和标准极图定出它们的晶向指数分别是: a 点 $[130]$, b 点 $[\bar{1}30]$, c 点 $[141]$.

(上接第 109 页)

参 考 文 献

[1] P. Chaudhari, *IEEE Transactions on Mag.*, **Mag.** 8(1972), 333.
 [2] Akira Nohara, Toru Imura, *J. Phys. Soc. Japan*, **27**(1969), 793.

[3] H. L. Glass, *Mat. Res. Bull.*, **7**(1972), 1087.
 [4] W. T. Stacy, *J. Crystal Growth*, **24/25**(1974), 137.
 [5] W. T. Stacy, *Appl. Phys. Letter*, **24**(1974), 254.
 [6] T. W. Mathews, *Acta Metallurgica*, **21**(1973), 203.
 [7] 高木一正, 第五回結晶成表国内会議(日本), (1973), 73.