

D H 9 2 6 B 型

微波分光仪

使用说明书

北京大华无线电仪器厂

目 录

一、概述.....	3
二、工作原理.....	3
三、仪器成套性.....	3
四、机械结构安装与调整.....	4
五、使用方法.....	5
六、保修期限.....	9
七、附录；六个实验的典型数据.....	10

一、概述

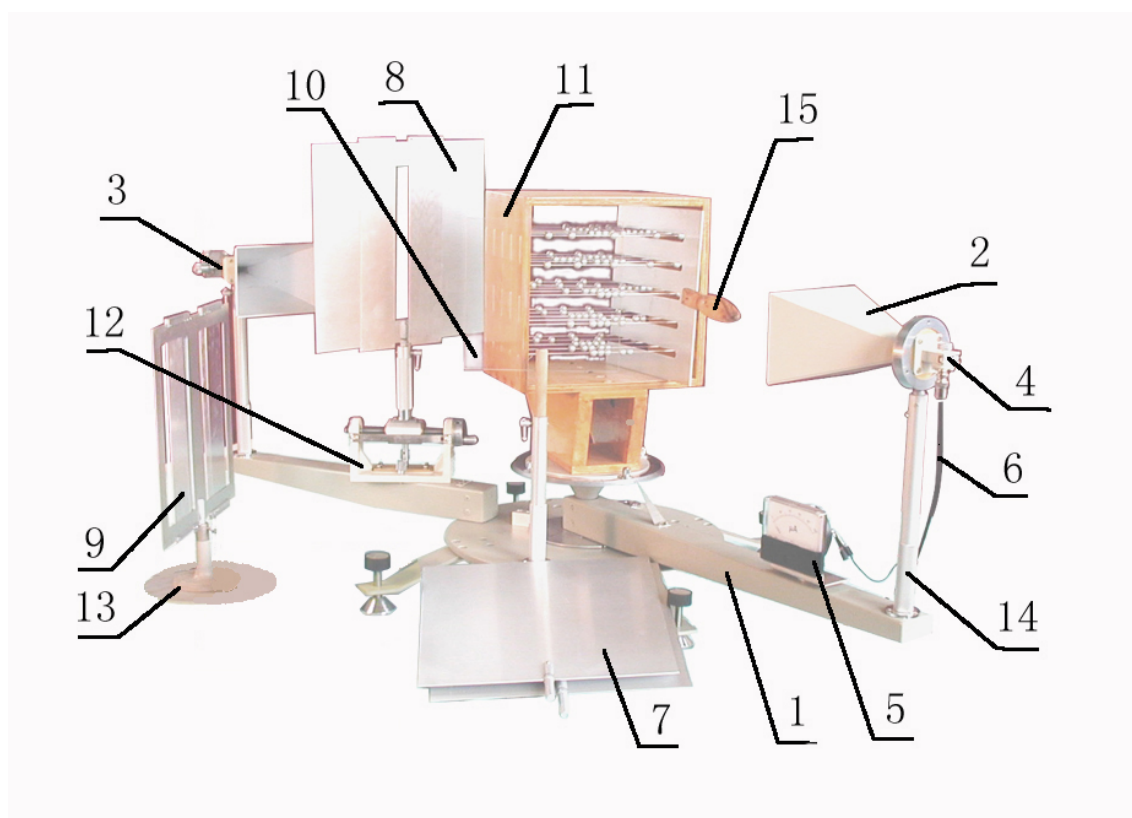
DH926B 型微波分光仪可作为普通物理教学的波动实验, 适合于高等院校和中等专业学校作教学实验。它与 DH926C 型的微波分光仪的不同之处是, DH926B 型的单缝及双缝板的缝隙周围加有微波吸收材料, 使单缝及双缝实验曲线更接近本说明书给出的典型数据。为便于计算机显示实验结果, 预留了角度传感器及距离传感器的安装位置, 用户安装传感器后可与计算机联机, 实验效果更直观、明显。

二、工作原理：

微波和光波都是电磁波，都具有波动这一共同性，即能产生反射、折射、干涉和衍射等现象。因此用微波作光波被动实验所说明的波动现象及其规律是一致的。由于微波的波长比光波的波长在量级上差一万倍左右，因此用微波设备作波动实验比光学实验要更直观、方便和安全，所需要设备制造也较容易。

三、仪器成套性:

成套微波分光仪如图一所示。



图一 微波分光仪

序号	名称	数量
1	分度转台	1
2	喇叭天线	2
3	可变衰减器	1
4	晶体检波器	1
5	检波指示器	1

6	视频电缆	1
7	反射板	2
8	单缝板	1
9	双缝板	1
10	半透射板	1
11	模拟晶体（模拟晶体及支架）	1
12	读数机构	1
13	支座	1
14	支柱	1
15	模片	1
16	说明书	1
17	装箱单	1

注：DH1121B 三厘米固态信号源（选件）使用方法另有说明书。

三厘米固态振荡器发出的信号具有单一的波长（出厂时信号调在 $\lambda = 32.02\text{mm}$ 上），这种微波信号就相当于光学实验中要求的单色光束。

喇叭天线的增益大约是 20 分贝，波瓣的理论半功率点宽度大约为：H 面是 20° ，E 面是 16° 。当发射喇叭口面的宽边与水平面平行时，发射信号电矢量的偏振方向是垂直的。

可变衰减器用来改变微波信号幅度的大小，衰减器的度盘指示越大，对微波信号的衰减也越大。

晶体检波器可将微波信号变成直流信号或低频信号（当微波信号幅度用低频信号调制时）。

当以上这些元件连接时，各波导端应对齐。如果连接不正确，则信号传输可能受破坏。

四、机械结构的安装与调整（参看图一）

1. 分光仪分度转台的安装与调整：

本仪器为了便于运输、包装，出厂包装时将分度转台做了必要的拆卸，用户在使用前需做如下安装与调整。

（1）基座（即喷漆的大圆盘）的安装：

（参看图 A）。将 $\Phi 40.5$ 的孔向上，将四个支脚按图安置在基座上。

（2）固定臂的安装：

在包装箱中有固定臂取出，将固定臂头部的 4 个 M5 螺钉通过基座（即喷漆的大圆盘）。四个沉孔拧入固定臂上并将指针摆正。

（3）活动臂的安装：

将喷漆的大圆盘上的两个 M3 螺钉（参看图 B）松开后，将活动臂上的三个 M4 螺钉拧紧，再把两个 M3 螺钉拧紧，使活动臂能自由旋转。拧紧大头螺钉即可使活动臂固紧，松开大头螺钉即可使活动臂自由旋转。

（4）铝制支柱的安装：

包装箱内有四根不同长度的铝制支柱，将其中最长的两根旋入固定臂螺孔中。次长的一根旋入活动臂（即可水平摆动的臂）螺孔中。最短的一根旋入读数机构中的滑行螺母上的螺孔中。

（5）发射和接收喇叭天线的安装：

将发射喇叭天线通过上面的 $\Phi 10$ 钢柱插入旋在固定臂上的铝制支柱的 $\Phi 10$ 孔中，并大致使喇叭天线口对正工作平台中心（既刻有 $0^\circ \sim 180^\circ$ 的圆盘）然后将铝制支柱上的大头螺钉拧紧。

将固态信号源的振荡器（带隔离器）用 $M4 \times 8$ 的螺钉固定在喇叭天线的短波导段上。

接收喇叭天线用 4 个 $M4 \times 8$ 的螺钉将检波器固定在一个可旋绕天线轴线旋转的波导段上。（可变衰减器的安装可根据用户的使用习惯，将其接在发射喇叭天线和振荡器之间或接收喇叭天线与检波器之间。）连接好后，通过波导段上的 $\Phi 10$ 钢柱插入活动臂上铝制支柱的 $\Phi 10$ 孔中，并大致使喇叭口对正工作平台中心，拧紧大头螺钉。

将微安表用它支架上的大头螺钉装在活动臂 $M4$ 螺孔中，视频电缆的两端分别接在检波器插座上，和微安表背面的接线柱上。

（6）整机机械调整：

首先旋转工作平台使 0° 刻线与固定臂上指针对正，再转动活动臂使活动臂上的指针对正在工作平台 180° 刻线上，然后将安装在基座上的滚花螺钉拧紧，使活动臂不易自动摆动（即锁紧）。

用一根细线绳，拉紧在发射，接收两个喇叭天线之间，先使喇叭天线上刻的短刻线（每个喇叭上和法兰上都有刻线）成一直线。这可以细绳为准绳，通过水平转动两个天线的角度来实现。然后，用一块反射板（本仪器所带的成套件）或一块大三角板垂直放在工作平台上，并使垂足通过工作平台中心。此时，看细线是否正与反射板或三角板垂直平台平面的一边正好靠上（允许误差上 2mm ）。如不符合规定要求，可重新调整固定臂的安装角度和指针，也可稍微摆动活动臂，使细线正与垂边靠上，然后调整活动臂上的指针位置，使其正指 180° 。

2. 成套件的安装：

（1）模拟晶体的调整：

出厂前初步做过调整，但由于运输振动铝制球会串动。所以用户在使用前需要调整。晶格常教设计为 4mm ，成套件中备有一叉形（梳形）模片，利用模片分别上下一层层拨动铝球，使球进入叉槽中，即可调好。

（2）其它成套件的安装调整工作可在做各项实验时，用户根据后面所述的使用方法进行。

五、使用方法：

本节以六个波动实验来说明本仪器的使用方法，用户可根据情况或再增加适当的附件做更多的实验。

1. 反射实验：

电磁波在传播过程中如遇到障碍物，必定要发生反对，本处以一块大的金属板作为障碍物来研究当电波以某一入射角投射到此金属板上所遵循的反射定律，即反射线在入射线和通过入射点的法线所决定的平面上，反射线和入射线分居在法线两侧，反射角等于入射角。

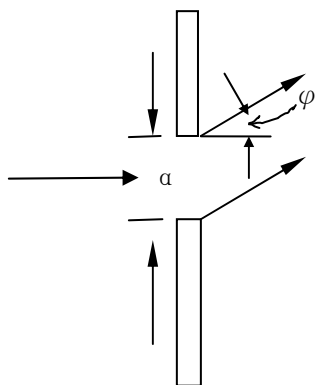
实验仪器布置如图二



图二 反射实验仪器的布置

仪器连接时，两喇叭口面应互相正对，它们各自的轴线应在一条直线上。指示两喇叭位置的指针分别指于工作平台的 90° 刻度处，将支座放在工作平台上，并利用平台上的定位销和刻线对正支座（与支座上刻线对齐）拉起平台上四个压紧螺钉旋转一个角度后放下，即可压紧支座。

反射全金属板放到支座上时，应使金属板平面与支座下面的小圆盘上的某一对刻线一致。而把带支座的金属反射板放到小平台上时，应使圆盘上的这对与金属板平面一致的刻线与小平台上相应 90° 刻度的一对刻线一致。这时小平台上的 0° 刻度就与金属板的法线方向一致。



图三

转动小平台，使固定臂指针指在某一角度处，这角度该数就是入射角，然后转动活动臂在表头上找到一最大指示，此时活动臂上的指针所指的刻度就是反射角。如果此时表头指示太大或太小，应调整衰减器、固态振荡器或晶体检波器，使表头指示接近满量程。做此项实验，入射角最好取 30° 至 65° 之间。因为入射角太大接收喇叭有可能直接接受入射波。做这项实验时应注意系统的调整和周围环境的影响。

2. 单缝衍射实验

如图三，当一平面波入射到一宽度和波长可比拟的狭缝时，就要发生衍射的现象。在缝后面出现的衍射波强度并不是均匀的，中央最强，同时也最宽。在中央的两侧衍射波强度迅速减小，直至出现衍射波强度的最小值，即一级极小，此时衍射角为 $\phi = \sin^{-1} \frac{\lambda}{a}$ ，其中 λ 是波长， a 是狭缝宽度。两者取同一长度单位，然后，随

着衍射角增大，衍射波强度又逐渐增大，直至出现一级极大值，角度为： $\phi = \sin^{-1} \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\lambda}{a} \right)$

实验仪器布置如图四

仪器连接时，预先接需要调整单缝衍射板的缝宽，当该板放到支座上时，应使狭缝平面与支座下面的小圆盘上的某一对刻线一致，此刻线应与工作平台上的 90° 刻度的一对线一致。转动小平台使固定臂的指针在小平台的 180° 处，此时小平台的 0° 就是狭缝平面的法线方向。这时调整信号电平使表头指示接近满度。然后从衍射角 0° 开始，在单缝的两侧使衍射角每改变 1° 读取一次表头读数，并记录下来，这时就可画出单缝衍射强度与衍射角的关系曲线，并



图四 单缝衍射实验的仪器布置

根据微波波长和缝宽算出一级极小和一级极大的衍射角，并与实验曲线上求得的一级极小和极大的衍射角进行比较。此实验曲线的中央较平，甚至还有稍许的凹陷，这可能是由于衍射板还不够大之故。

3. 双缝干涉实验

如图五，当一平面波垂直入射到一金属板的两条

狭缝上，则每一条狭缝就是次级波波源。由两缝发出的次级波是相干波，因此在金属板的背面空间中，将产生干涉现象。当然，光通过每个缝也有衍射现象。因此实验将是衍射和干涉两者结合的结果。为了只研究主要是由于来自双缝的两束中央衍射波相互干涉的结果，令双缝的缝宽 a 接近 λ ，例如： $\lambda=32\text{mm}$ 。 $a=40\text{mm}$ ，这时单缝的一级极小接近 53° 。因此取较大的 b ，则干涉强度受缝衍射的影响小，当 b 较小时，干涉强度受单缝衍射影

响大。干涉加强的角度为： $\varphi = \sin^{-1}\left(K \cdot \frac{\lambda}{a+b}\right)$,

式中 $K=1、2、\dots\dots$ 。干涉减弱的角度为：

$$\varphi = \sin^{-1}\left(\frac{2K+1}{2} \cdot \frac{\lambda}{a+b}\right) \text{ 式中 } K=1、2、\dots\dots$$

实验仪器布置同图四，仅将小平台上的单缝衍射板以双缝衍射板代替。调整过程也相同。

由于衍射板横向尺寸小，所以当 b 取得较大时，为了避免接收喇叭直接收到发射喇叭的发射波或通过板的边缘过来的波，活动臂的转动角度应小些。

4. 迈克尔逊干涉实验

迈克尔逊干涉实验的基本原理见图六，在平面波前进的方向上放置成 45° 的半透射板。

由于该板的作用，将入射波分成两束波，一束向 A 方向传播，另一束向 B 方向传播。由于 A、B 处全反射板的作用，两列波就再次回到半透射板并到达接收喇叭处。于是接收喇叭收到两束同频率，振动方向一致的两个波。如果这两个波的位相差为 2π 的整数倍。则干涉加

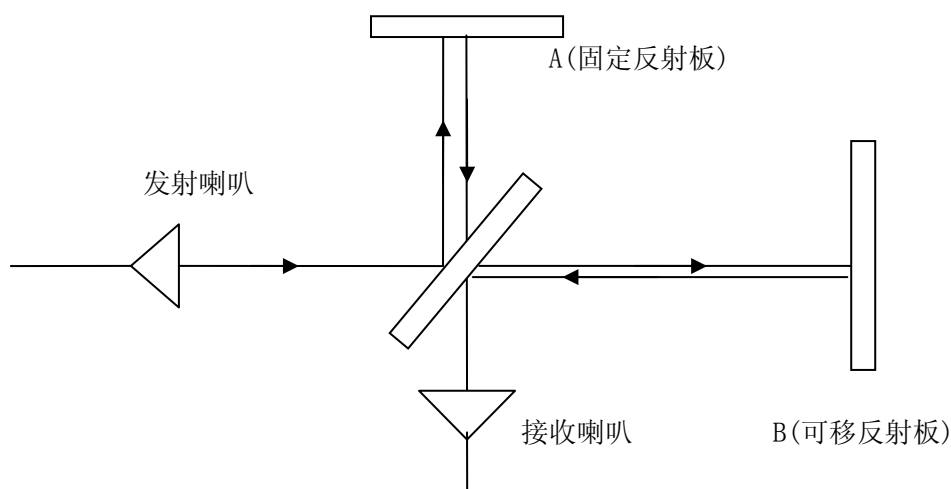
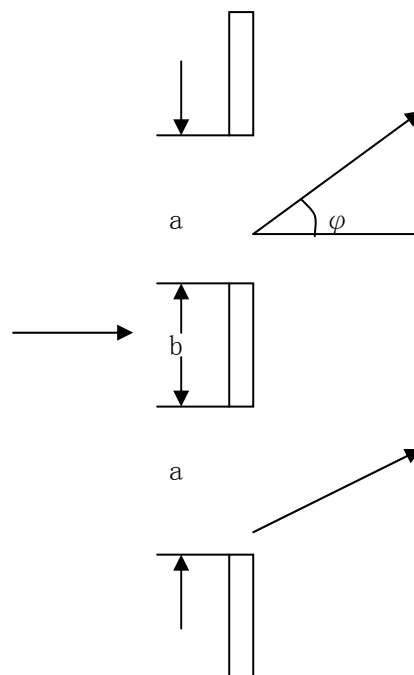


图 六：迈克尔逊干涉实验

强；当位相差为 π 的奇数倍则干涉减弱。因此在 A 处放一固定板，让 B 处的反射板移动，当表头指示从一次极小变到又一次极小时，则 B 处的反射板就移动 $\lambda / 2$ 的距离。因此有这个距离就可求得平面波的波长。

实验仪器布置如图七；使两喇叭口面互成 90° 。半透射板与两喇叭轴线互成 45° ，将读数机构



图七：迈克尔逊干涉实验的仪器布置

通过它本身上带有的两个螺钉旋入底座上，使其固定在底座上，再插上反射板，使固定反射板的法线与接受喇叭的轴线一致，可移反射板的法钱与发射喇叭轴线一致。实验时。将可移反射板移到读致机构的一端，在此附近测出一个极小的位置，然后旋转读数机构上的手柄使反射板移动，从表头上测出 $(n+1)$ 个极小值，并同时从读数机构上得到相应的位移读数，

从而求得可移反射板的移动距离 L 。则波长 $\lambda = \frac{2L}{n}$

5. 偏振实验：

平面电磁波是横波，它的电场强度矢量 E 和波长的传播方向垂直。如果 E 在垂直于传播方向的平面内沿着一条固定的直线变化，这样的横电磁波叫线极化波。在光学中也叫偏振波。

电磁场沿某一方向的能量有 $\sin^2 \varphi$ 的关系。这就是光学中的马吕斯 (Malus) 定律：

$I = I_0 \cos^2 \varphi$ ，式中 I 为偏振光的强度， φ 是 I 与 I_0 间的夹角。

实验仪器布置如图八

两喇叭口面互相平行，并与地面垂直，其轴线在一条直线上，由于接收喇叭是和一段旋



图八 偏振实验的仪器布置

转短波导连在一起的；在旋转短波导的轴承环的 90° 范围内，每隔 5° 有一刻度，所以接收喇叭的转角可以从此处读到。因此转动接收喇叭，就可以得到转角与微安表头指示的一组数据，并可与马吕斯定律进行比较。

做实验时为了避免小平台的影响，可以松开平台中心三个十字槽螺钉，把工作台取下。做实验时还要尽量减少周围环境的影响。

6. 布拉格衍射实验

任何的真实晶体，都具有自然外形和各向异性的性质，这和晶体的离子、原子或分子在空间按一定的几何规律排列密切相关。

晶体内的离子、原子或分子占据着点阵的结构，两相邻结点的距离叫晶体的晶格常数。真实晶体的晶格常数约在 10^{-8} 厘米的数量级。X射线的波长与晶体的常数属于同一数量级。实际上晶体是起着衍射光栅的作用。因此可以利用X射线在晶体点阵上的衍射现象来研究晶体点阵的间距和相互位置的排列，以达到对晶体结构的了解。

本实验是仿照X射线入射真实晶体发生衍射的基本原理，人为的制做了一个方形点阵的模拟晶体，以微波代替X射线，使微波向模拟晶体入射，观察从不同晶面上点阵的反射波产生干涉应符合的条件。这个条件就是布拉格方程，它是这样说的，当波长为 λ 的平面波射到间距为 a 的晶面上，入射角为 θ ，当满足条件 $n\lambda = 2a\cos\theta$ 时（ n 为整数），发生衍射。衍射线在所考虑的晶面反射线方向。在一般的布拉格衍射实验中采用入射线与晶面的夹角（即通称的掠射角） α ，这时布拉格方程为 $n\lambda = 2a\sin\alpha$ 我们这里采用入射线与靠面法线的夹角（即通称的入射角），是为了在实验时方便，因为当被研究晶面的法线与分光仪上度盘的 0° 刻度一致时，入射线与反射线的方向在度盘上有相同的示数，不容易搞错，操作方便。实验仪器布置如图九。



九 布拉格衍射实验的仪器布置

实验中除了两喇叭的调整同反射实验一样外，要注意的是模拟晶体球应用模片调得上下左右成为一方形点阵，模拟晶体架上的中心孔插在支架上与度盘中心一致的一个销了上。当把模拟晶体集放到小平台上时，应使模拟晶体架下面小圆盘的某一条与所研究晶面法线一致的刻线与度盘上的 0°刻线一致。为了避免两喇叭之间波的直接入射，入射角取值范围最好在 30°到 70°之间。

六： 保修期限

自本厂发货之日起十八个月内，凡用户遵守运输、贮存和使用规则而质量低于技术条件规定的产品，制造厂应负责免费修理或更换。

七 附录 ： 六个实验的典型征据

1. 入射实验：

入射角（度）		30	35	40	45	50	55	60	65
反射角 （度）	左侧	29.6	35.6	41.2	44.1	50.0	54.6	57.6	62.8
	右侧	32.0	36.0	42.0	43.4	50.0	54.0	58.0	63.0

4. 迈克尔逊干涉实验

$$\lambda = 32\text{mm}$$

相邻各最小点读数：（mm）

$$71.61, 55.28, 38.59, 23, 7.68, \therefore n=4$$

$$\lambda = \frac{2}{n} L = \frac{2}{4} (71.61 - 7.68) = 31.965(\text{mm})$$

5. 偏振实验

θ (度) I	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
理论值	100	96.98	83.3	75	58.68	41.32	25	11.7	3	0
实验值	100	98	90	77	59.5	40.5	22	8	1.5	0

6. 布拉格衍射实验

θ (度) I	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
100 面			65	7	9	12.5	196	19.5	21	20	17
110 面		0	2	3	4	3	1	0	0	0	0

θ (度) I	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
100 面	11.5	6	3	2	2	2	3.5	4	4	2.5	0.7
110 面	0	0	0	1	2	3	4.5	6.5	14	32	53.5

θ (度) I	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
100 面	0.5	0.5	1	2	3	3	3	3.5	5.5	6	12
110 面	69	81	85.5	76.5	73.5	72.5	60	40	19	6	0

θ (度) I	63	64	65	66	67	68	69	70			
100 面	22	3.	40.5	52	75	98	80	24			
110 面	0.5	2	45	0.5	1	8	2	0			

2. 单缝衍射实验 $a=70\text{mm}$, $\lambda=32\text{mm}$

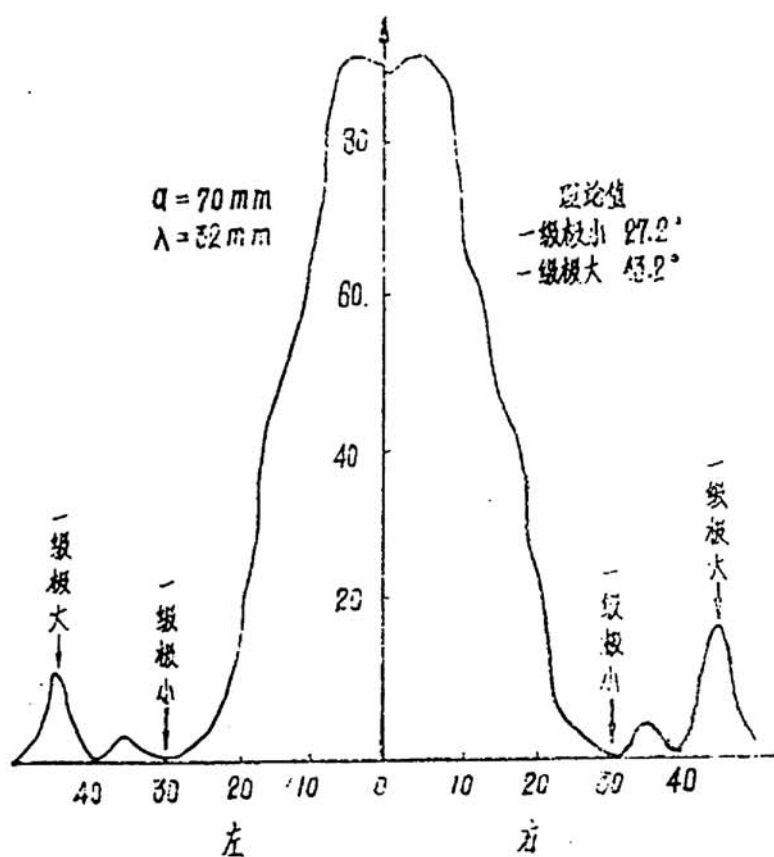
ψ°	I 右	I 左
0	90.5	90.5
2	92	91
4	94	93
6	90.5	92.5
8	84	82
10	73	64

3. 双缝衍射实验 $a=40$; $b=30$, $\lambda=32\text{mm}$

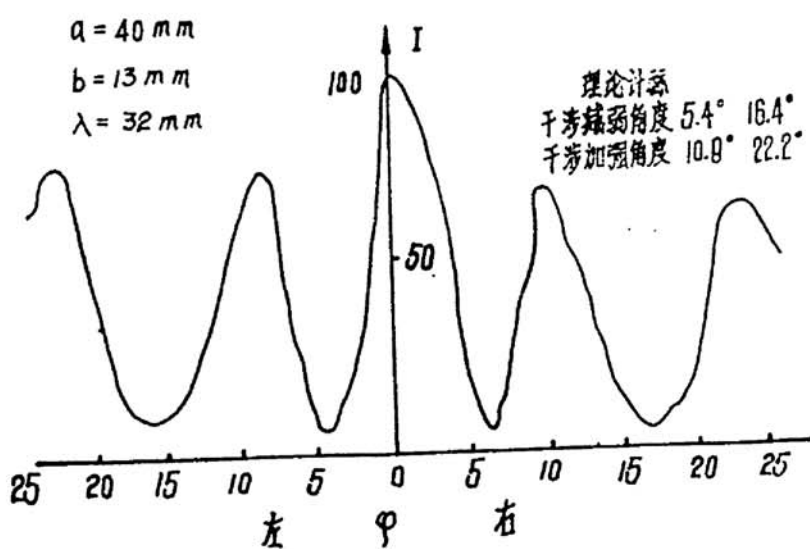
12	60	53
14	46	47
16	45	46
18	26	34
20	17	18
22	4	4
24	2	2

26	1	2
28	0	0
30	0	0
32	2	1
34	4.5	4
36	2	2
38	0	0
40	4	0.5
42	11	4
44	16	12
46	5	6
48	0	0
50	0.5	0
Ψ^0	I 右	I 左
0	102	102
1	96	76
2	80	48
3	56	20
4	34	9
5	10	4
6	4	7

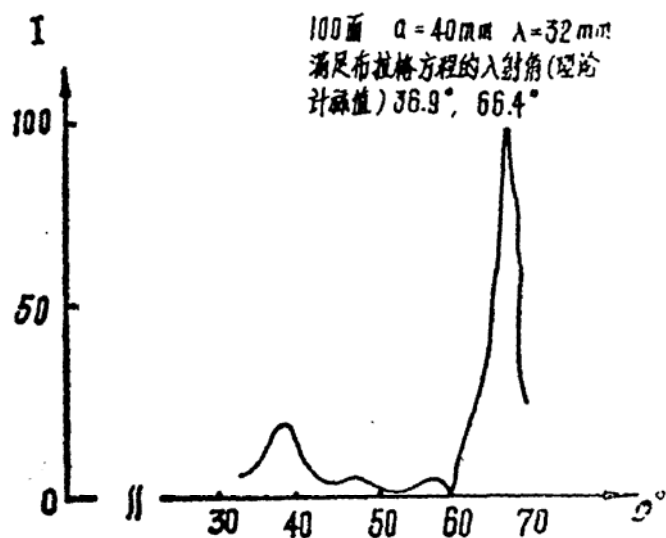
7	15	25
8	52	59
9	68	75
10	68	72
11	58	58
12	44	42
13	30	30
14	20	22
15	8.5	13
16	4	8
17	2.5	7
18	5	11
19	11	20
20	25	33
21	47	57
22	61	73
23	65	80
24	58	74
25	50	64



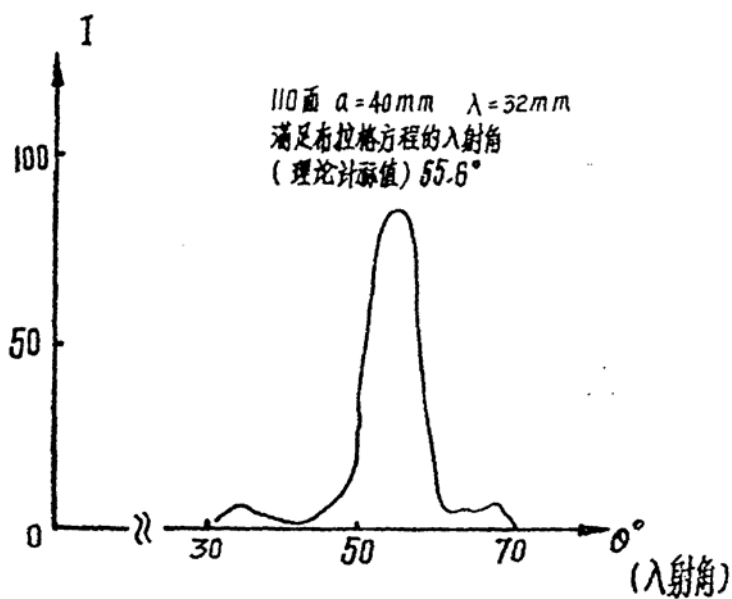
单缝衍射的 $I \sim \phi$ 曲线



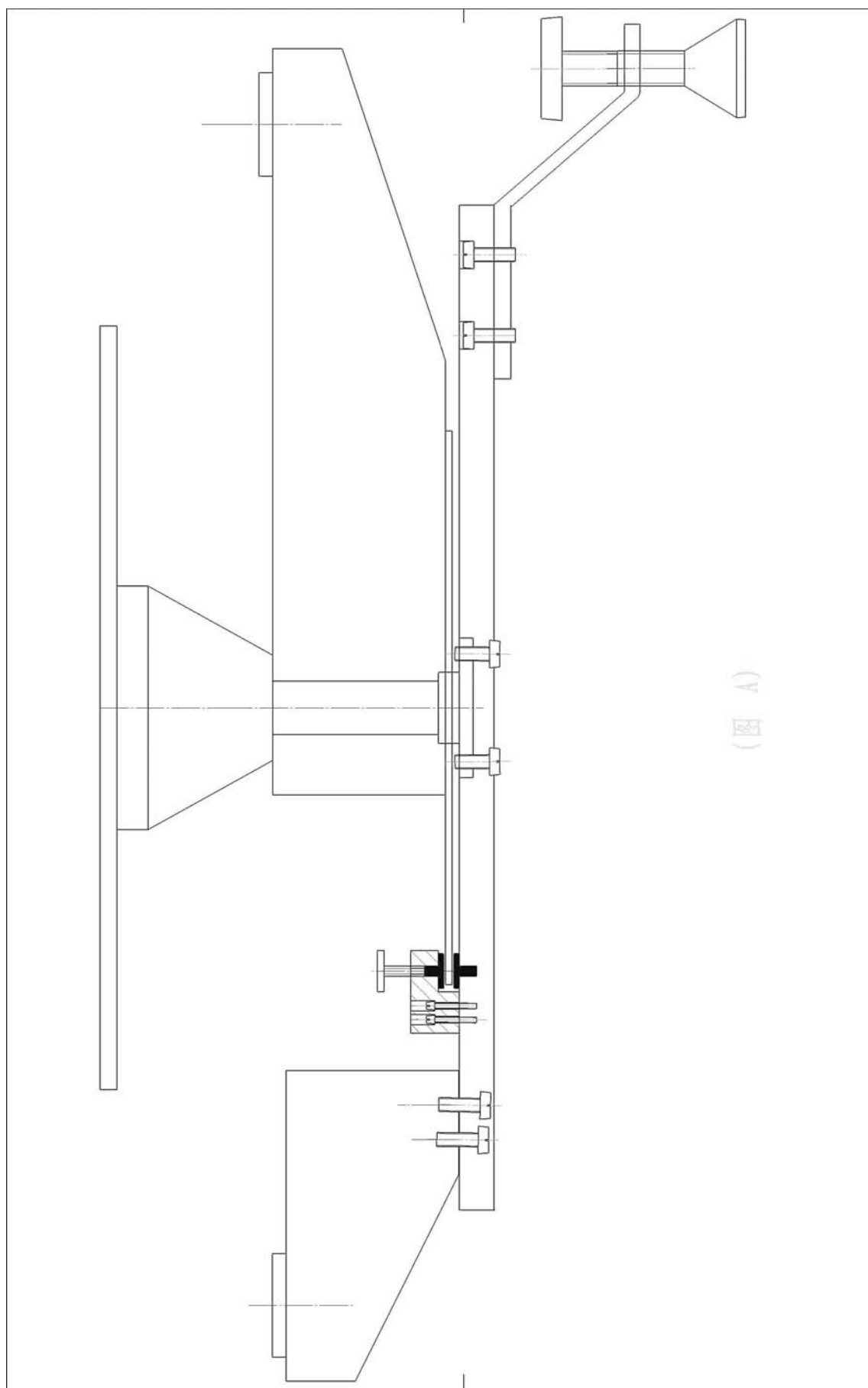
双缝干涉 $I \sim \phi$ 曲线

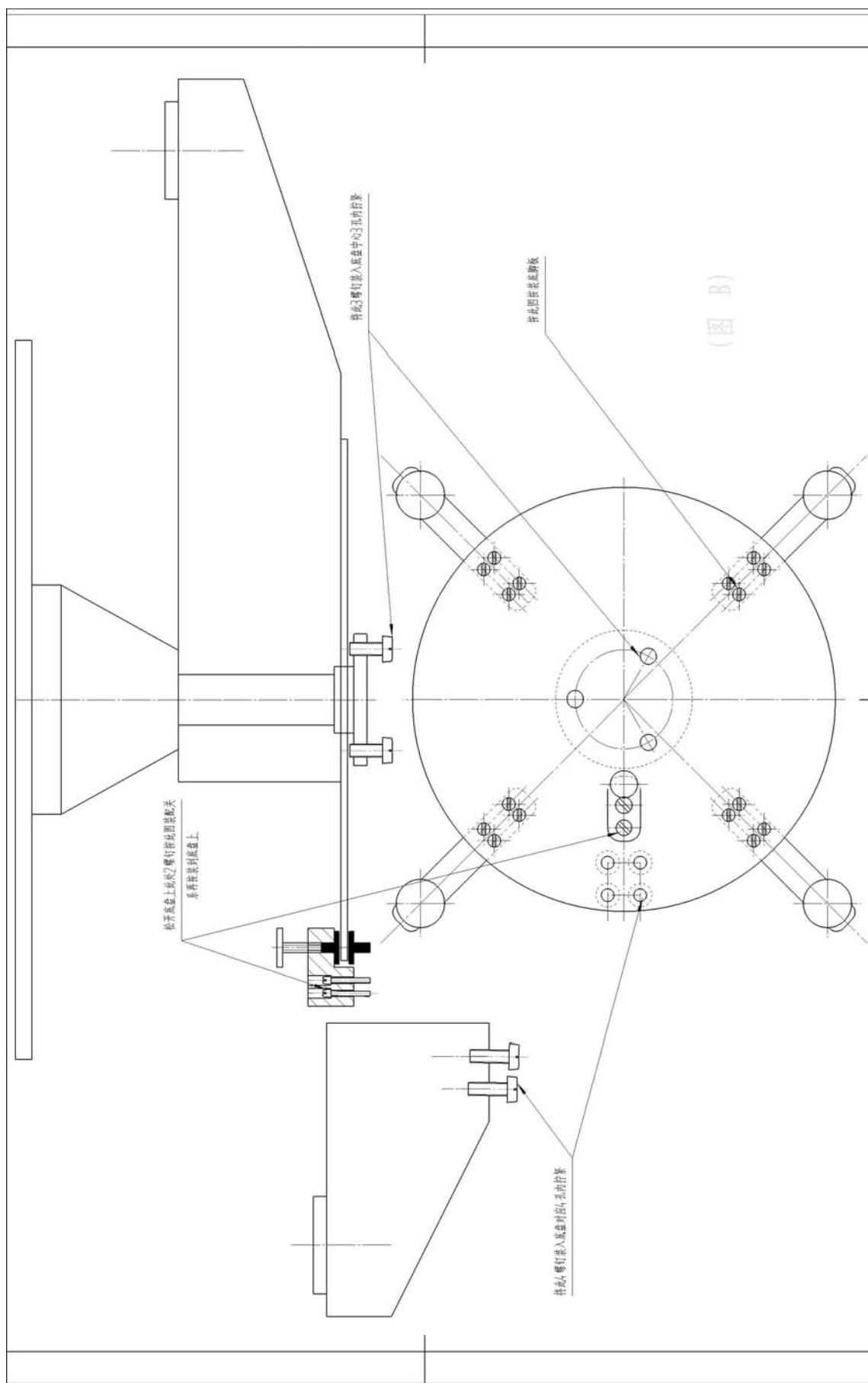


$I \sim \theta$ 关系曲线



$I \sim \theta$ 关系曲线





(图 B)

微波分光仪装箱单

序号	名 称	数量	单位	备 注
1	底盘	1	件	
2	分度盘	1	件	
3	固定支臂	1	件	
4	喇叭天线	2	件	
5	可变衰减器	1	件	
6	晶体检波器	1	件	
7	检波指示器	1	件	
8	视频电缆	1	根	
9	反射板	2	件	
10	单缝板	1	件	
11	双缝板	1	件	
12	半透射板	1	件	
13	模拟晶体及支架	1	套	
14	读数机构	1	件	
15	支座	1	件	
16	支柱	4	件	
17	模片	1	件	
18	螺钉 (M4X8)	8	件	
19	螺钉 (M4X12)	4	件	
20	螺母 (M4)	4	件	
21	说明书	1	本	