

# 单缝衍射光为缝边缘产生的次生光的依据及验证方法

作者：彭晓韬

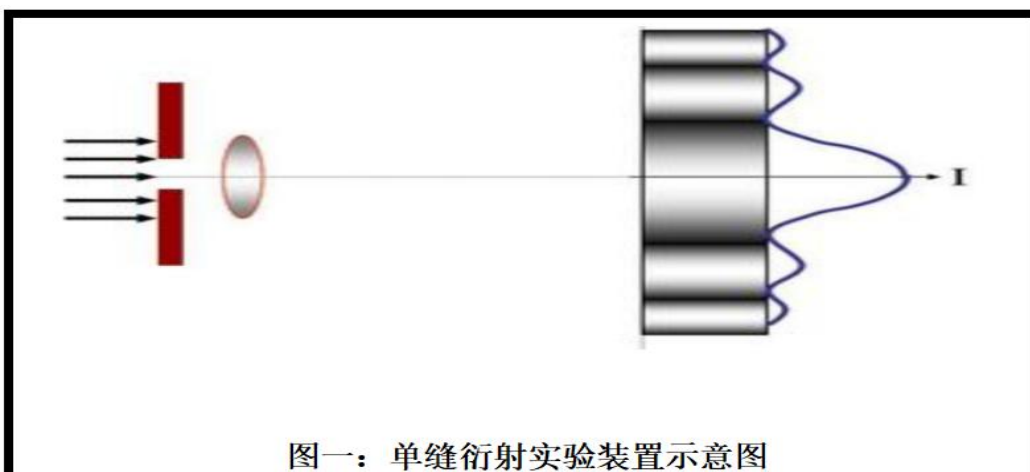
日期：2022.08.19

[文章摘要]：有不少人进行过单缝衍射实验并取得了一系列的实验研究成果，但这些成果均无法用光是电磁波或光子来同时解释。经本人长时间研究发现：用衍射光是由缝隙边缘产生的次生光则可以完美地解释这些研究成果。本文就此进行一些讨论并提出进一步检验验证方法，希望有兴趣和有条件的朋友们参与下一步的检验与验证工作。

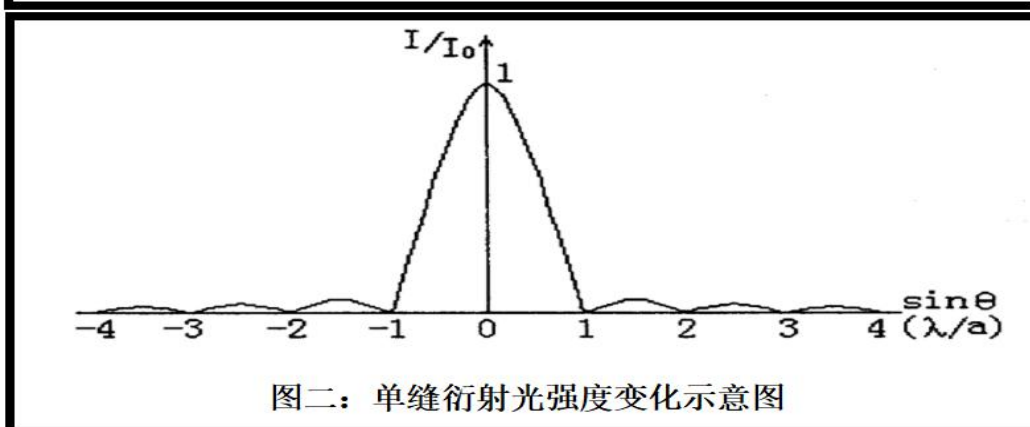
## 一、现有单缝衍射实验成果及衍射光为缝边缘产生的次生光的证据简介

衍射光至少有以下三种特性：一是强度不大于直射光的 20%；二是存在类似双缝干涉条纹的现象；三是当超黑材料覆盖单缝边缘或不让光照射单缝边缘时，则没有衍射光出现。

### 1、直射光强度是衍射光主瓣强度的 10 倍以上



图一：单缝衍射实验装置示意图



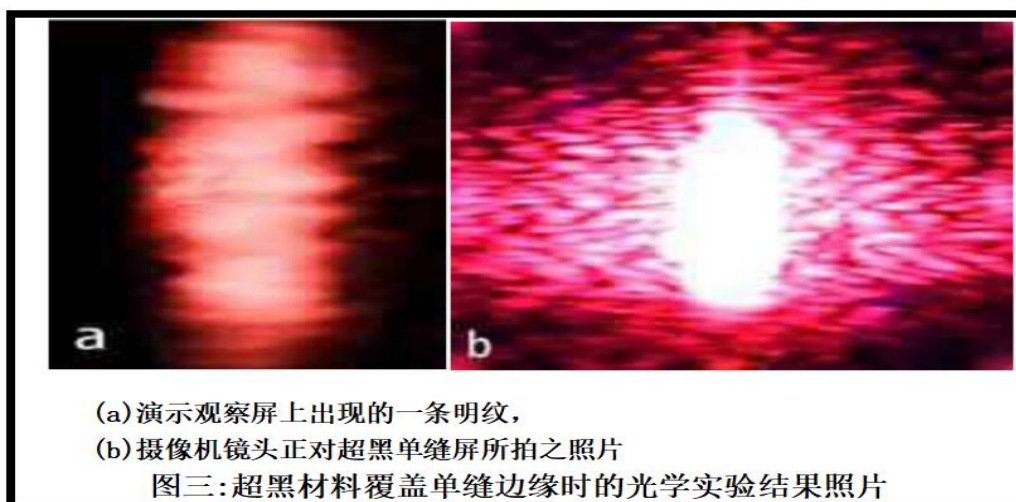
图二：单缝衍射光强度变化示意图

由上图二可知：直射光强度是衍射光主瓣强度的 10 倍以上，而衍射光第 1、2、3 瓣的强度差异则较小，强度差异应该在 20%以内。同时，直射光与衍射光各瓣间存在强度为 0 的分隔点。因此，衍射光的强度比直射光的强度弱得多，同时存在类似干涉的现象。这些规律应该体现为：衍射光并不是直射光绕射或衍射而成的，而是单缝的两条边缘产生的次生光的矢量叠加结果。

这样既可以很好地解释衍射光与直射光的强度差异,也可以解释衍射光存在的干涉条纹现象。否则,单个光源是不可能出现干涉现象的,用光具有波动性是无法解释干涉现象的。

## 2、用超黑材料覆盖单缝边缘时无衍射光

杨发成先生在《光学实验中的新发现》一文中公开了用超黑材料覆盖单缝边缘后就没有衍射光的实验结果,如下图三所示:



该实验结果直接证明:衍射光是由单缝边缘产生的次生光。当单缝边缘被超黑材料覆盖后就不能产生次生光了,自然衍射现象也就随之消失了。

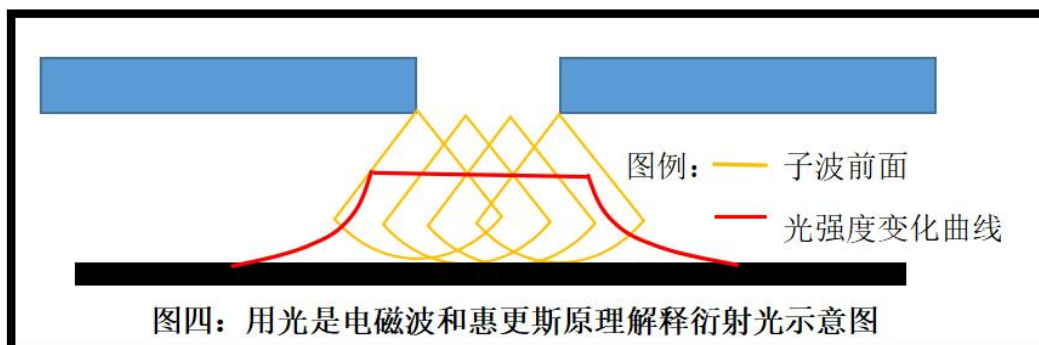
## 3、当光不照射到单缝边缘时无衍射光

季灏先生在《“衍射”、“干涉”现象的新研究》一文中指出:“另外,我们发现单缝一边被激光照射时,会出现直边衍射图像,当另一边逐渐靠近时,激光照射到这一边时一般都会出现较清晰的衍射图像,但条件是必须光源同时照射到两狭缝的边,否则即使狭缝的宽度小到足够产生单缝衍射的几何尺寸时也只出现一边的直边衍射图像,不会出现清晰的衍射图像”。

季灏先生的发现进一步证明:衍射光是由单缝边缘产生的次生光的矢量叠加结果。

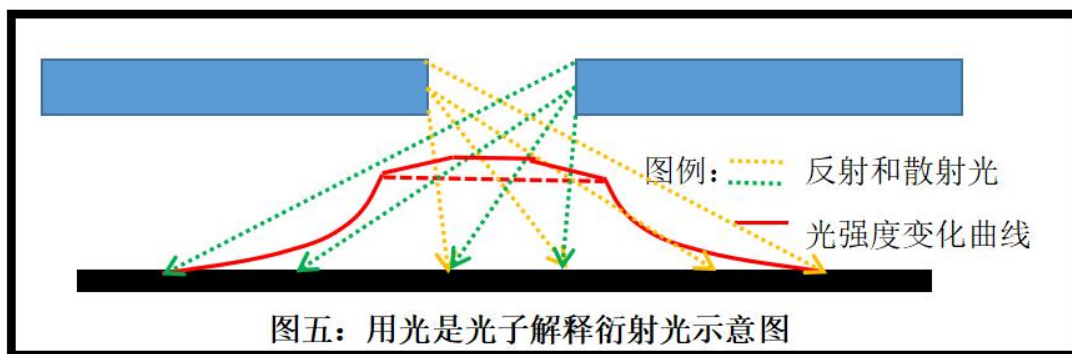
## 二、用光是电磁波或光子均难以解释上述衍射光实验结果的说明

### 1、用光是电磁波和惠更斯原理不能解释衍射光的全部特性



由上图四可知：用光是电磁波和惠更斯原理无法解释衍射光强度仅为直射光强度的 20%以下，更不能解释衍射光存在的类似干涉条纹的现象。同时，也不能解释当单缝边缘被超黑材料覆盖时或光不照射到单缝边缘时无衍射光的现象。由此可以证明：衍射光不可能是因光具有波动性而形成的绕射光或光的子波源形成的光的叠加结果，反而证明光不具有波动性。否则，当超黑材料覆盖单缝边缘时，衍射光应该仍然存在才行。

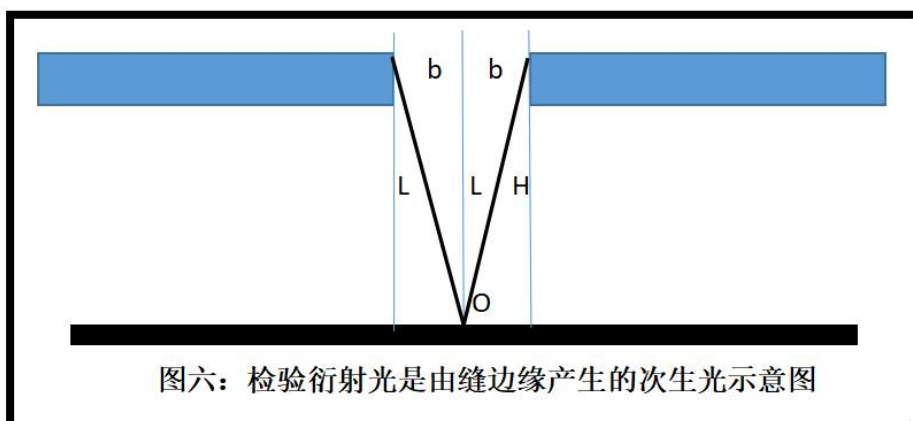
## 2、用光是光子更不能解释衍射光的全部特性



由上图五可知：用光是光子，衍射光是由单缝边缘产生的反射和散射光虽然能解释衍射光强度仅为直射光强度的 20%以下和当超黑材料覆盖单缝边缘或光不照射到单缝边缘时没有衍射光的现象，但无法解释衍射光存在类似双缝干涉的干涉条纹现象。由此可以证明：衍射光不可能是因为光为光子，光子被单缝边缘反射和散射产生的光。因为，即使是单缝边缘产生的反射和散射光可以相互叠加而形成干涉条纹，但按图五可知：单缝边缘产生的反射和散射光是不会在直射光两侧区域形成重合的叠加效应的。

## 三、检验衍射光是缝边缘产生的次生光的方法

实际上由单缝衍射条纹间距公式是： $x = \lambda \cdot \sin(b) / c$ （其中， $\lambda$  为波长， $b$  为第  $n$  个条纹与光源轴向的夹角， $c$  是单缝的缝宽）可知：当实验用光波长  $\lambda$  和单缝至显示屏的距离一定时，衍射光瓣与瓣间的距离由单缝宽度决定，这完全与双缝干涉公式类似。预示着衍射光就是单缝边缘产生的次生光的干涉结果。也就是单缝边缘为衍射光的两个次生光的干涉光源。



为进一步证明衍射光为单缝边缘产生的次生光，我们可以利用单缝板至显示屏的不同距离来观测直射光区域的光强度因单缝边缘产生的次生光相位变化所带来的影响，以证明单缝边缘才是衍射光的光源：当单缝边缘产生的次生光与直射光相位相同时，光强度增大；当单缝边缘产生的次生光与直射光的相位相反时，光强度减弱。这就是检验方法的基本原理。

如上图六所示：假设缝宽为  $2b$ ，单缝板到显示屏的距离为  $H$ ，实验光源的波长为  $\lambda = 400\text{nm}$ ，缝隙边缘到屏幕中点  $O$  的距离为  $L$ ，则有：

$$L = \sqrt{b^2 + H^2} \quad (\text{公式 1})$$

单缝边缘产生的次生光与直射光在  $O$  点处的光程差为：

$$\Delta s = L - H + \frac{\lambda}{2} = \sqrt{b^2 + H^2} - H + \frac{\lambda}{2} \quad (\text{公式 2})$$

当  $\Delta s = \lambda$  的倍数时，则直射光与单缝边缘产生的次生光在  $O$  点处的相位相同；当  $\Delta s = \lambda$  的倍数 + 半个波长时，则直射光与单缝边缘产生的次生光在  $O$  点处的相位相反。因此有：

当  $\Delta s = n\lambda$  ( $n$  为正整数) 时，(公式 2) 可修改为：

$$n\lambda = L - H + \frac{\lambda}{2} = \sqrt{b^2 + H^2} - H + \frac{\lambda}{2} \quad (\text{公式 3})$$

整理后可得  $H_1$ ：

$$H_1 = \frac{4b^2 - \lambda^2(2n-1)^2}{4\lambda(2n-1)} \quad (\text{公式 4})$$

当  $\Delta s = (n+1/2)\lambda$  ( $n$  为正整数) 时，(公式 2) 可修改为：

$$n\lambda + \frac{\lambda}{2} = L - H + \frac{\lambda}{2} = \sqrt{b^2 + H^2} - H + \frac{\lambda}{2} \quad (\text{公式 5})$$

整理后可得  $H_2$ ：

$$H_2 = \frac{b^2 - (n\lambda)^2}{2n\lambda} \quad (\text{公式 6})$$

假设单缝宽度为  $1\text{mm}$ ，即  $b=0.5\text{mm}$ ；波长  $\lambda = 400\text{nm}$ ，则利用 (公式 4) 和 (公式 6) 即可计算出不同的单缝至显示屏距离  $H$  时中心点  $O$  上的光强度分别为最大值和最小值，如下表示：

单缝衍射实验中心点处光强度极值与距离的关系计算表

序号	波长 (nm)	缝半宽 (mm)	光程差与波长比之倍数 (n)	H1 (m)	H2 (m)	备注
1	400.00	0.5	1	0.625000	0.312500	
2	400.00	0.5	2	0.208333	0.156250	
3	400.00	0.5	3	0.125000	0.104166	
4	400.00	0.5	4	0.089285	0.078124	
5	400.00	0.5	5	0.069444	0.062499	
6	400.00	0.5	6	0.056817	0.052082	
7	400.00	0.5	7	0.048076	0.044641	
8	400.00	0.5	8	0.041665	0.039061	
9	400.00	0.5	9	0.036763	0.034720	

假设单缝边缘产生的次生光强度是直射光强度的 5%，则两条缝隙边缘产生的次生光在 O 点的强度为直射光的 10% 时，当直射光与次生光相位相同，即单缝到显示屏的距离为  $H_1$  时，该点上的光强度比直射光强 10%，即为原强度的 1.1 倍左右；当直射光与次生光相位相差半个周期，即单缝到显示屏的距离为  $H_2$  时，该点上的光强度比直射光弱 10%，即为原强度的 0.9 倍左右。这一光的强度变化幅度应该是可以在实验中被观测到的。

如果中心点 O 点上的光强度随单缝到显示屏间的距离  $H$  变化规律与以上计算结果一致，则可证明衍射光是单缝的两条边缘产生的次生光的矢量叠加结果。也就证明了本文作者的推断是正确无误的了。