

视线的代价：含钷辐射目镜对眼睛的潜在危害科普 - 毒镜头

www.dujingtou.com/article_35124.shtml



在老镜头收藏界和军用光学设备领域，“辐射镜头”并不是一个新鲜词。为了追求极高的折射率和低色散，20世纪中叶的光学厂商（如宾得、徕卡等）常在玻璃中添加氧化钍。然而，当这些含钍玻璃被用于**目镜 (Eyepiece)**而非物镜时，其放射性直接作用于人体最脆弱的器官之一——眼睛，便产生了一系列值得警惕的健康风险。

一、为什么目镜里会有辐射？

钍 (Thorium-232) 是一种放射性金属元素。在光学工业中，将其添加到玻璃中（含量有时高达 **30% 质量比**）可以使玻璃的折射率大于 1.65，阿贝数大于 70。

虽然这种玻璃在普通镜头中很常见，但研究指出，当这种玻璃被制成**目镜**时，问题就变得严重了。因为在使用时，眼睛会近距离接触这些放射性物质产生的**阿尔法 (α)**、**贝塔 (β)** 和**伽马 (γ)** 射线。

二、核心危害：电离辐射与白内障

根据《有核辐射的目镜有什么危害：微波和电离辐射会造成白内障》的资料验证，电离辐射（如 X 射线和伽马射线）是导致白内障的明确诱因。

- 损伤机制**：辐射会破坏晶状体细胞的 DNA，导致保护酶产生减少，蛋白质浓度发生改变。此外，辐射还会破坏晶状体细胞膜，导致高分子量聚集体的形成，从而造成局部结构紊乱。
- 白内障类型**：由电离辐射引起的白内障通常表现为**后囊下白内障**。
- 潜伏期与剂量**：损伤可能需要数年甚至数十年才会显现。剂量越高，潜伏期越短。在低于 1 Gy 的低剂量暴露下，晶状体混浊可能在多年后才出现。

三、实验数据：目镜产生的辐射量究竟有多大？

根据美国陆军流动设备研发中心 McMillan 和 Horne 的研究报告，我们可以量化这种风险：

- 表面辐射率**：对于含钍量约为 **18%** 的目镜，其表面的贝塔-伽马平均暴露率约为 **1 mRem/hr**。
- 阿尔法射线的威胁**：虽然阿尔法粒子的穿透力弱，但其在眼球表面的吸收剂量率可能比贝塔-伽马高出 **50 到 1000 倍**。实验显示，含钍量 18.1% 的目镜在无屏蔽时，阿尔法计数可达 **1700 次/分钟**。
- 眼球吸收深度**：超过 **90%** 的阿尔法辐射在到达眼睛的第一个有丝分裂层 (Mitotic layer) 之前就被吸收了（通常在眼球表面 100 微米以内）。
- 距离的影响**：距离是最好的防护。对于含钍 0.005% 的透镜，在 **0.1cm** 距离处，眼部吸收的剂量率为 **155.62 μ rad/hr**；而当距离增加到 **3.0cm** 时，这一数值下降到 **16.220 μ rad/hr**。

四、验证与证明：危险是否超标？

根据国际放射防护委员会 (ICRP) 的建议，眼晶状体的等效剂量限值为**每年 20 mSv** (5 年平均，单年不超过 50 mSv)。

我们可以通过 McMillan 的数据进行简易验证：

- 如果一个 18% 含钷量的目镜产生 **1 mRem/hr** 的贝塔-伽马辐射。
- 由于 $1 \text{ mRem} = 0.01 \text{ mSv}$ 。
- 如果一名摄影师或观察员每年近距离使用该目镜 **2000 小时**，其眼部接收的剂量将达到 **20 mSv**，恰好触及 ICRP 的年度限值。

注意：这还没算上剂量率更高的阿尔法辐射对眼球表面的损伤。因此，《有核辐射的目镜有什么危害：微波和电离辐射会造成白内障》中提到的“建议对这些辐射进行机械屏蔽，以尽量减少白内障可能性”是非常合理的建议。

五、如何防护？

1. **物理屏蔽：**研究发现，在含钷目镜和眼睛之间插入一片薄薄的**非含钷玻璃罩**，可以**完全阻断**阿尔法粒子的辐射。
2. **增加距离：**尽量避免眼睛长时间紧贴目镜。
3. **识别设备：**一些知名的老款设备，如宾得 67 的非 TTL 棱镜取景器，已被证实含有放射性钷玻璃。

总结

含钷目镜并非“夺命符”，但其长期的累积辐射风险不容忽视。正如军事研究所证明的那样，虽然眼球表面的泪液层和上皮组织可以吸收大部分阿尔法射线，但长期的贝塔和伽马暴露仍可能跨越安全阈值。对于老相机爱好者，了解手中器材的物理特性，并采取适当的屏蔽措施，才是享受摄影乐趣的安全之道。

资料来源：

- (1) “有核辐射的目镜有什么危害：微波和电离辐射会造成白内障” – 毒镜头
- (2) “*Eye Exposure from Thoriated Optical Glass*” – Robert C. McMillan & Steven A. Horne, U.S. Army Mobility Equipment Research & Development Center

Posted In: 文章, 资料库

Tagged In: 含钷光学玻璃, 宾得67, 宾得67辐射目镜, 宾得目镜, 宾得相机辐射, 微波对眼睛的危害, 摄影和白内障, 核辐射, 核辐射对眼睛的危害, 核辐射镜头, 电离辐射和白内障, 白内障, 辐射值多大会有害, 辐射目镜, 辐射镜头, 钷玻璃