

# 20,000 倍放大倍率对于数字显微镜是否真的有用?

## 简介

数字显微镜只有一个用于观察图像的摄像头, 没有目镜。像立体显微镜等配有观察目镜的显微镜还可以装配数字摄像头。这两种类型的显微镜均可用于多种不同领域和行业的各项技术应用。

为了评估光学显微镜的性能, 了解其能够达到的最高放大倍率是非常重要的。关于数字显微镜, 有时会提到非常高的放大倍率, 例如, 20,000 倍。这篇报告提供了一些数字显微镜有效放大倍率范围方面的有用指南。

## 定义的放大倍率

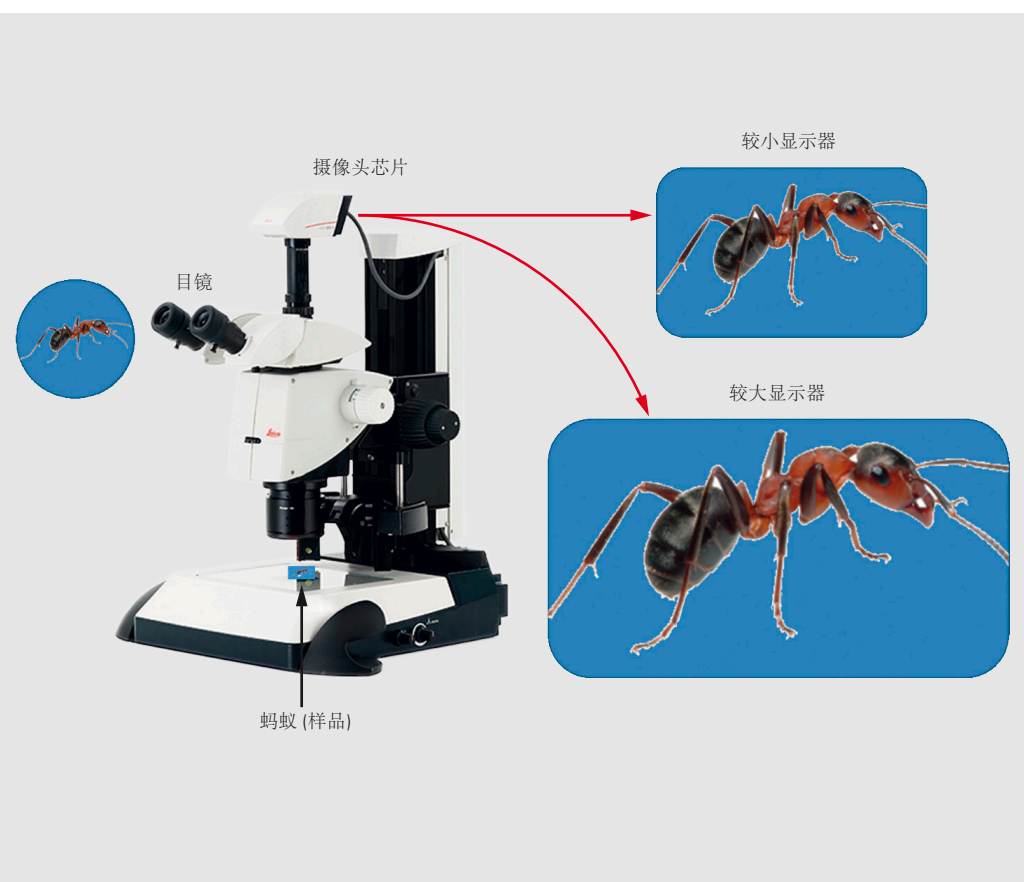
放大倍率被定义为一个物体在图像中所展现的大小与该物体实际大小之间的比率。可根据以下公式确定二维横向放大倍率:

$$\text{放大倍率} = \frac{\text{图像中的尺寸}}{\text{实际物体的尺寸}}$$

以下所示为数字显微镜以及配有目镜和数字摄像头的立体显微镜的示例。

左: 配有 Leica DFC450 数字摄像头的 Leica M205 C 立体显微镜。通过目镜或摄像头用于进行图像探测的显示器 (显示了两种大小) 都可以观察到蚂蚁标本。

右: 利用不同的显示器尺寸进行图像显示的 Leica DMS1000 数字显微镜。



## 数字显微镜的有效放大倍率范围

那么问题是, 如果 20,000 倍的放大倍率就超出了有效范围, 是否说明它就是无法再分辨出任何细节的**无效放大倍率**呢? 是什么决定了数字显微镜通过显示器的显示屏观察图像的有效放大倍率范围? 主要因素有两个: 显微镜系统的分辨率和图像的观察距离。

### 显微镜系统的分辨率

对于数字显微镜或目镜与数字摄像头共同使用的显微镜, 其系统分辨率受 3 个主要因素的影响:

- › 物镜镜头、变倍镜头、镜筒镜头以及摄像头安装镜头的光学分辨率
- › 摄像头芯片中图像传感器的分辨率
- › 电子显示器图像显示屏的分辨率

数字显微镜系统的分辨率限值由以上三个分辨率中的最小值决定。

### 有效放大倍率范围

首先, 假设观察距离 (观察者眼睛和显示的图像之间的距离) 始终处于有效范围内。观察距离的有效范围基于常规参考值 —— 25 cm, 即人眼可以汇聚清晰焦距的平均最近点。

数字显微镜的有效放大倍率范围定义如下:

$$\frac{\text{系统分辨率}}{6} < \text{有效放大倍率} < \frac{\text{系统分辨率}}{3}$$

因此, 有效放大倍率范围介于显微镜系统分辨率的  $\frac{1}{6}$  至  $\frac{1}{3}$  之间。

现代摄像头芯片的像素大小通常远低于  $10 \mu\text{m}$ , 而现代显示器的像素大小则远低于  $1 \text{mm}$ 。如果是从样品到摄像头芯片的高分辨率, 例如 150 倍, 则显微镜系统的分辨率由光学分辨率限值决定。最大数值孔径的光学分辨率限值 (1.3) 和可见光的最小波长 ( $400 \text{nm}$ ) 大约为  $5,400 \text{LP/mm}$  (每毫米线对)。符合前文所定义的有效范围的最大放大倍率为 1,800 倍。

在超低的放大倍率下, 例如从样品到摄像头芯片不到 1 倍, 数值孔径通常非常小, 但在摄像头芯片像素大小大于  $2 \mu\text{m}$  且显示器像素大小大于  $0.5 \text{mm}$  的情况下, 分辨率限值通常小于光学分辨率。因此, 在放大倍率非常低时, 通常芯片或显示器的分辨率限值是主导因素。

### 无效放大倍率

只要放大倍率的值超出数字显微镜的有效放大倍率范围 —— 1,800 倍, 就会导致无效放大倍率, 在这种倍率下, 显示的图像很大, 但无法进一步分辨样品细节。20,000 倍的放大倍率远远超出 1,800 倍, 因此很明显, 它属于无效放大倍率。

### 结论

数字显微镜和其它光学显微镜一样, 也有明确的有效放大倍率范围限值。超出这个放大倍率范围, 也就是超过 1,800 倍, 只会导致无效放大倍率。如要了解数字显微镜有效放大倍率范围的更多详细信息, 请补充阅读以下引用的技术报告作为参考。

### 补充阅读资料

[DeRose, J.A., Doppler, M.: 《30,000 倍放大倍率的真正意义何在?》《帮助指南 —— 了解当今数字显微镜新时代的放大倍率。》徕卡科学实验室, 2015 年 2 月](#)

作者: J.A. DeRose, M. Doppler, Leica Microsystems