

透射电子显微镜侧插式 CCD 相机数字图像放大倍数的解析

李 爽, 崔新明, 董 超, 李艳茹

(吉林大学 病理生物学教育部重点实验室, 吉林 长春 130021)

摘要: 针对数字化透射电子显微镜与传统透射电子显微镜在观察记录系统上存在的差异, 通过比较分析数字化透射电子显微镜侧插式电荷耦合器件(CCD)相机采集的图像、操作界面 View 视窗观察到的图像与电镜示数放大倍数之间的差异, 详细地分析了数字化透射电子显微镜侧插式 CCD 相机采集的数字图像的放大倍数发生变化的原因。可以帮助应用电镜的广大教师及科研工作者更加快速、直观地掌握数字图像确切的放大倍数, 更有利于结果的分析。

关键词: 透射电子显微镜; 侧插式电荷耦合器件相机; 数字化图像; 放大倍数

中图分类号: O657.3

文献标志码: B

文章编号: 1006-3757(2017)01-0055-03

DOI: 10.16495/j.1006-3757.2017.01.011

Magnification Analysis of Digital Image of Side-line Charge Coupled Device Camera of Transmission Electron Microscope

LI Shuang, CUI Xin-ming, DONG Chao, LI Yan-ru

(Key Laboratory of Pathobiology, Ministry of Education, Jilin University, Changchun 130021, China)

Abstract: According to the differences between digital transmission electron microscopy with conventional transmission electron microscope in observing and recording a system, we analysed the reasons for the change of magnification of the picture collected by digital transmission electron microscope through the comparison of the differences between the images collected by digital transmission electron microscopy with side-line charge coupled device(CCD) cameras, images observed by the interface view window and electron microscope in magnification. This study enables the teachers and researchers to grasp the exact magnification digital pictures more quickly and intuitively to analyze the results.

Key words: transmission electron microscope; side-line CCD camera; digital image; magnification

随着人类社会信息化、电子化、网络化的高速发展, 信息的数字化已成为信息传送、处理和存储的最有效方法。在电子显微镜领域, 数字化图像也取得了长足的进展。传统透射电子显微镜的观察记录系统包括荧光屏和照相机, 获取图像的方式是将胶片放在荧光屏位置通过荧光板感光成像, 因此胶片上图像的放大倍数与荧光屏上的图像放大倍数一致。

现代数字化透射电子显微镜观察记录系统是将带有图像信息的透射电子, 通过电光转换装置转换成光信号后传送到电荷耦合器件(CCD)上进行图像采集。然后, 通过图像采集卡传送到计算机上, 用户可根据需要进行图像的后处理^[1]。因此, CCD 采集到的数字化图像的放大倍数会由于 CCD 相机的插入方式不同而与荧光屏上的图像放大倍数(即电镜软

收稿日期: 2016-10-10; 修订日期: 2016-11-28。

作者简介: 李爽(1984-), 女, 工程师, 硕士研究生, 主要从事生物电镜技术研究, E-mail: lishuang1984@jlu.edu.cn

通信作者: 李艳茹(1974-), 女, 副教授, 博士研究生, 主要从事肝脏肿瘤病理研究, E-mail: liyr@jlu.edu.cn。

件信息栏内显示的放大倍数,也就是电镜荧光屏上投射图像的原始放大倍数)有所差异。

CCD 相机主要有底插式和侧插式两种。由于通过成像系统获得的光源由上至下呈逐渐发散状态,光学图像信号亦呈放大趋势。底插式 CCD 相机安装在电镜荧光屏的下方底部接口处,接收到的图像的放大倍数会比传统胶片成像放大倍数大很多。侧插式

CCD 相机安装在电镜 35 mm 接口处,因其收集图像信号的位置在荧光屏上方,所以得到图像信息实际放大倍数会比传统胶片成像放大倍数小。理论上,我们以胶片的原始放大倍数为 1,底插式 CCD 相机所在底部接口处放大倍数为 1.1 到 1.5,侧插式 CCD 相机所在 35 mm 接口处的放大倍数为 0.2 到 0.3^[2],具体放大倍数因透镜不同存在差异,如图 1 所示。

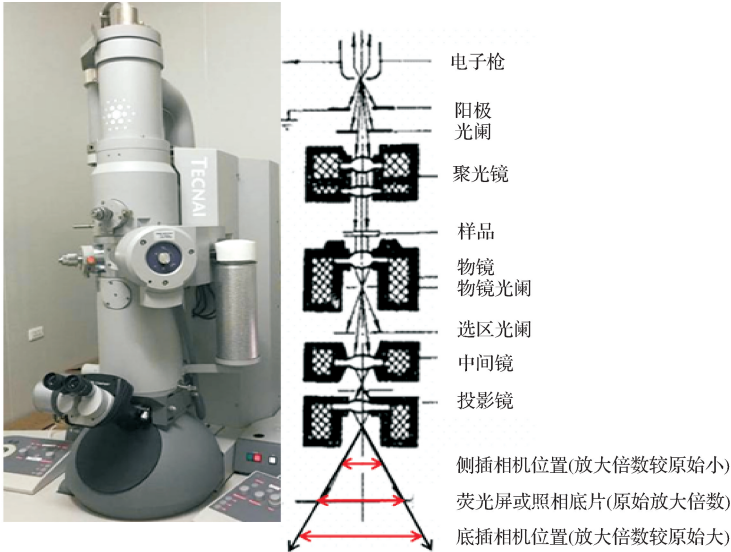


图 1 透射电子显微镜示意图

Fig. 1 Diagram of transmission electron microscope

1 数字化透射电子显微镜配置侧插式 CCD 相机所采集数字图像的放大倍数

1.1 侧插式 CCD 相机采集的图像信息放大倍数与电镜示数放大倍数的比较

因为本实验室主要观察生物样品,要求观察视野大,故选用了侧插式的 CCD 相机。通过像素计

算,查找 Gatan 相机提供软件工具栏“File—Global infor—CCD”中像素大小, pixel size (μm) 数值显示“7. 4 + i7. 4”。右键单击单张观察图像“Image display infor—image—infor—pixel size (μm)”,查找该图片放大倍数下像素大小,通过像素之间计算可以得出 CCD 采集到数字图像信号的放大倍数。例如,电镜放大倍数示数为 1700 时,按照像素值计算“7. 4/ 0. 014 ≈ 528”,依次类推。统计结果如表 1 所列。

表 1 CCD 相机放大倍数与电镜示数对照表

Table 1 Comparison table of CCD camera magnification and electron microscope display

CCD 像素大小/μm	图片像素大小/μm	电镜示数	CCD 图像放大倍数
7.4+i7.4	0.014×0.014	1 700	528
7.4+i7.4	0.009 1×0.009 1	2 550	813
7.4+i7.4	0.005 5×0.005 5	4 200	1 345
7.4+i7.4	0.003 9×0.003 9	6 000	1 897
7.4+i7.4	0.002 8×0.002 8	8 200	2 642
7.4+i7.4	0.002 4×0.002 4	9 900	3 083

统计结果显示,侧插式 CCD 相机所采集的图像信号放大倍数低于电镜显示放大倍数.

1.2 侧插式 CCD 相机操作界面 View 视窗观察到的图像放大倍数与电镜示数放大倍数的比较

通过侧插式 CCD 相机获得的数字化图片上均附有标尺.使用标尺计算,可以用 Gatan CCD 软件工具栏内提供的 Cal line 工具,测量图片上标尺的准确长度“L”,除以标尺在图片中标识的长度“Z”,即可计算出获得 View 视窗内显示图片的放大倍数“ $N=L/Z$ ”.以本实验室正在使用的设备 DELL 液晶显示器(P2214Hb)设置 Full CCD 模式为例,View 视窗观察图片放大倍数的测量计算统计结果如表 2 所列.

表 2 View 视窗放大倍数与电镜示数对照表
Table 2 Comparison table of view window magnification and electron microscope display

电镜示数	Z/ μm	L/cm	View 视窗图像
1 700	10	7.4	7 400
2 550	5	5.6	11 200
4 200	5	9.4	18 800
6 000	2	5.3	26 500
8 200	2	7.3	36 500
9 900	2	8.6	43 000

统计结果显示,侧插式 CCD 相机应用中 View 视窗观察到的实际图像放大倍数高于电镜示数放大倍数.

2 电镜用户如何获得数字图片确切的放大倍数,直观了解观察结构的大小

数字图片的放大倍数会因为播放设备的不同而存在差异.根据上述统计结果显示,侧插式 CCD 相机收集到的图像信号比原始荧光屏放大倍数小,但是在 view 视窗内观察到的图片的放大倍数却大于

原始荧光屏上观察到的放大倍数.这是因为显示器对于 CCD 收集到的图像信号具有放大作用的,而其放大系数的多少与显示器大小有关.因此,每张数字图片上的标尺就成为衡量图片放大倍数的标准.由于在透射电子显微镜使用过程中,受加速电压、电流稳定性及样品质量等诸多因素的影响,其标尺标识的放大倍率会产生一定的偏差.因此,需要定期使用可溯源的标准物质对透射电子显微镜的放大倍率进行校准^[3].

如果电镜用户想要获得数字图片的确切放大倍数,可以通过两种方法实现:一是除了通过标尺计算法获得数字图片的实际放大倍数;二是根据表 2 的统计结果,电镜示数与 View 视窗图像放大倍率之比大约为 1 : 4.4. 因此,可以将电镜实时显示放大倍数乘以 4.4 即可得到数字图片的实际放大倍数.第一种方法更加精确,第二种方法更加快速、简单.

3 结论

本实验室自使用 TECNAI SPIRIT 型透射电子显微镜以来,获得的数字图片结果均有明确标尺,实时精确标识图片放大倍率的改变.通过标尺简单计算即可获得图片准确放大倍数.同时,通过 CCD 相机软件工具的简单操作计算即可直观了解观察具体结构的长度、面积等量化数值.为观察者在观察中及时得到实时放大倍数,也可通过电镜示数乘以 4.4 的方法粗略计算.数字化透射电子显微镜能够为用户提供简单、快捷、准确的数字化图片,不但大大提高了电镜的使用效率,也为广大教师和科研工作者提供了更好的服务.

参考文献:

[1] 龚丹,曾立波,张宏波,等.透射电镜 CCD 数字图像系统的研制[J].分析测试技术与仪器,2005, 11 (2):133-136.
[2] 刘冰川,曲利娟,刘庆宏.透射电子显微镜成像方式综述[J].医疗设备信息,2007,22(9):43-46.
[3] 国凯.透射电子显微镜放大倍率校准的研究[J].山东化工,2014,6(43):93-95.