使用中子的新型显微镜

美国麻省理工学院(MIT)研究人员与美国宇航局同事一起研发了一种新概念显微镜(见图1)，它将使用中子(一种不带电的亚原子粒子)代替光束或电子，以获得高精度图像。

中子仪器的特性之一就是能够探测并研究金属物的内部详细结构，比如金属物内部的核燃料单元、电池和引擎等部件，即便是在使用中的部件。中子仪器对磁性以及构成生物材料的轻元素都异常敏感。

这种新概念主要基于今年的一系列研究文章，其中包括发表在*Nature Communications*上的一篇，其作者为MIT的博士后刘大志(Dazhi Liu的音译)，科学家Boris Khaykovich和David Moncton教授及其他四人。

中子与物质的相互作用很少，所以很难将中子束聚焦并应用于望远镜或显微镜上。1952年，Hans Wolter提出了一种针对X射线的基本概念，该概念后来在美国宇航局的赞助下得到进一步发展，并应用到轨道钱德拉X射线天文望远镜上(该望远镜由MIT的科学家设计并管理)。中子束与X射线一样，反应很弱，可以使用类似的光学系统进行聚焦。

众所周知，若光线沿着一个小角入射，它在表面上的相互作用会很小，最后会被反射出去。这也是海市蜃楼的基本物理原理，在沿着沙表面温度变化剧烈的空气入射的光线作用很弱。用同样的原理，不管中子的作用有多弱，含有特定涂层的镜片可以在小角度上反射中子。

在实际的仪器中，使用了几个相互嵌套的反射圆柱来增加其反射面积。据研究者说，该仪器最终可将现有的中子成像系统性能提升50倍，并且能够使图像变得更清晰，或者使设备变得更轻巧，或者二者兼得。

研究小组最初使用数字化技术设计并优化概念，然后制造了一个小型的测试仪器进行原理验证，并使用MIT核反应堆实验室的中子束装置进行了性能测试。后续工作还在橡树岭国家实验室(ORNL)及国家标准技术研究所(NIST)进行，他们在实验中使用了不同的中子能谱。

这样一种新仪器可用于观察和研究多种材料与生物样品的特性；其他使用中子散射技术的非成像方法也可能从中受益。Moncton介绍说，由于中子束能量相对较低，它们是“一种更加灵敏的散射探针，”适用于比如“原子或磁极如何在材料中移动”这类现象。

研究人员的下一步计划是与NIST合作制作一个优化的中子显微系统，主要原因是NIST有一个中子束研究装置。新仪器的估价在数百万美金。

Moncton指出，该领域目前的主要进展是制造一台价值14亿美金的设备，它可将中子束流强度提升十倍。“花大价钱制造中子束，更重要的是还要配备上最高效的光学系统了”。

除了MIT的研究人员外，该研究组还包括美国宇航局马歇尔太空飞行中心的Mikhail Gubarev和Brian Ramsey，以及橡树岭国家实验室的Lee Robertson和Lowell Crow。该研究项目得到了美国能源部的资助。

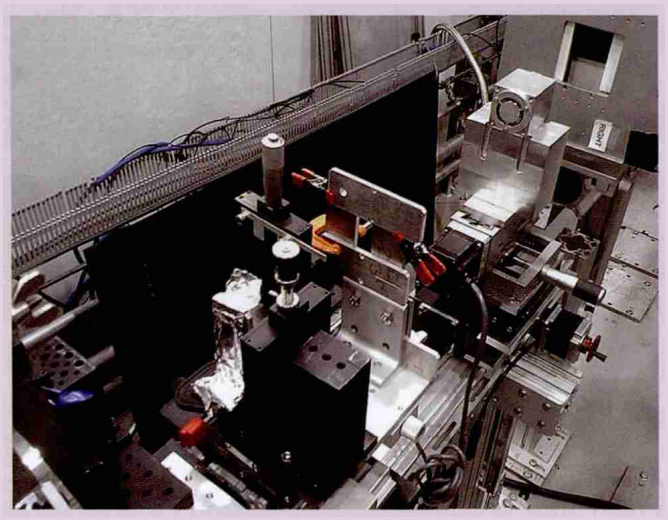


图1 使用中子的新型显微镜

(心 蛛 编译自MIT新闻网站 http://newsoffice.mit.edu/2013/new-kind-of-microscope-uses-neutrons-1004)

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net