

哈勃的发现改变了宇宙会如何结束的大体景象。引力会让膨胀的速率慢下来，科学家花了往后的70年，试着测量出此速率。假如他们知道膨胀的速率如何随着时间而改变的话，他们就可以推论出宇宙的形状，而大家相信宇宙的形状可以决定宇宙的命运。

若是宇宙的物质越多的话，引力就越强，所弯曲的空间也越大，很可能使得目前的膨胀停止下来，宇宙会“关闭”；换言之，它会“大崩坠”，整个崩溃挤压在一起。假如物质不够多的话，星系在相离得更远之际，引力就会逐渐减弱，而致宇宙“打开”；换句话说，它会毫无止境地永远膨胀。科学家相信，宇宙是平的，即是在打开与关闭的边缘，因此膨胀会持续地趋缓，但不会再崩溃。

正当物理学家越来越习惯于此想法时，事情却出现了出乎意料的转折。1998年，有两组不同的物理学家利用远方的超新星作为里程标志，来观测宇宙膨胀速率的变化。当哈勃于1929年做此观测时，最远的红移星系和我们的距离大约六百万光年。假如现在膨胀因引力的影响而迟缓下来，那么在最遥远星系中的超新星应该要看起来更亮，和我们的距离也要比红移所显示出的更近。可是相反地，在高红移的情形下，最远的那些超新星看起来却都更暗，说明宇宙的膨胀正加速进行着。

这证明爱因斯坦是个天才，因为甚至他的错误都证明是很重要。这意味着存在有相斥性的“重力”，而此力量似乎是宇宙加速膨胀的动力，被称之为暗能量（dark energy）。如果暗物质（dark matter）产生了引力，将宇宙聚合在一起的话，那么暗能量就

是将宇宙推开的相反力量。当宇宙继续膨胀时，暗物质的密度，以及因此而产生的引力，都会减少直到它比暗能量所造成的相斥力少为止。因此，目前占优势的暗能量一直以更快的速率将宇宙推开，而不是如预期的膨胀速率会减慢。

相斥重力最简单的例子可以在量子真空发现，它里面充满着虚粒子，很快地进入又消失，但数目不会增加。量子真空含有极大的能量密度：大约是为所需的 10^{120} 倍，因此，宇宙应该比它实际所增加的速率快速很多。另一个理论则主张，宇宙可能充满着一种甚至更奇特，由暗能量所衍生的被叫做“第五元素”（quintessence）的能量形式。

暗能量可能是弦理论所预测那些看不见的额外空间的影响所造成的结果。2004年，在西雅图华盛顿大学的科学家提出另一种理论说，暗能量可能是由微中子和叫做“加速子”（accelerons）的假想粒子相互作用而成；或也许根本没有暗能量，而广义相对论也并非为重力的正确解释。

由于宇宙的加速膨胀，它的形状将不再决定它的最终命运，它的命运反而决定于暗能量是否固定或改变。直至目前为止，所有观察到的结果都显示出暗能量是固定的。若真如此，那么宇宙将会无限期地继续加速膨胀，而物质也将会相互离得越来越远。在千亿年内，我们将只能看到几百个星系而已，不像我们现在可以看到好几千亿个。

（本文转载自2010年7月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；萧如珀，自由业；杨信男，台湾大学物理系，Email: snyang@phys.ntu.edu.tw）



科苑快讯

纳米激光让电子屏幕 可以随身携带

澳大利亚科学家发明“印制”激光技术，让便携超薄电视、可折叠电子报纸不再遥不可及。传统激光昂贵且不能印刷于介质，最近澳大利亚墨尔本大学和意大利帕多瓦大学的研究人员利用“量子点”（半导体材料的纳米晶体），终于开发出价格不贵、可以印刷的激光。

他们将这此纳米晶体悬浮于液体中制成“墨水”

（如图），印制在刻有很多纳米级凹槽、类似玻璃的介质上。激光被点亮时，量子点中的电子被激发到较高能级后随即发光，发出何种颜色的光决定于纳米晶体的大小。



（高凌云编译自2010年6月30日澳大利亚广播公司科技新闻）