

# 夜晚的天空为什么是黑的

吴胜杏 吕 慧

(蚌埠坦克学院理化室 安徽 233013)



夜晚的天空为什么是黑的？这是经典宇宙学中的一个著名的问题。自古以来，人们就不断地对宇宙进行种种猜测。古代的人们曾经认为星星是镶嵌在一个透明球面上的。中国最古老的宇宙结构学说盖天说的基本观点是天圆地方。托勒玫的地心宇宙体系和哥白尼的日心地动宇宙体系中都包括恒星天球的内容。中世纪的思想家尼古拉认为宇宙是无限的。牛顿把空间和时间的无限性作为他的理论的基本原理。他还推断：星星的数目必定是无限的，而且相当均匀地分布在空间。观测上，英国著名的天文学家威廉·赫歇耳和约翰·赫歇耳父子宣布至少某些可观测星云是与银河系具有相同尺度和结构的由分立的恒星组成的系统。这些星系居于整个宇宙之中。19世纪天文学家普遍认为可观测宇宙必须是静态、无限的和均匀的。而对静态、无限、均匀的宇宙的一个著名反对意见即夜黑问题，也称奥伯斯佯谬。这个佯谬是说，若恒星发出的光不变且都相同，而空间又是欧几里得的（平直的），则在此种宇宙中整个天空的亮度看起来是均匀的，且与太阳一般亮。因为无论从哪一个方向观看天空，视线都会碰到一个星星。这一点可以用一个简单的几何论证说明：现考虑进入人眼的一束细长的锥形光线。虽然恒星表面的视亮度与距离平方成反比，但锥体的截面积（或恒星的数目）随距离平方而增加，则集中在锥体内的光与它从什么地方发出没有关系，因而整个天空就要亮得像太阳一样，实际上夜空却是黑的。如何才能消除观测与理论之间的矛盾呢？

奥伯斯的推导基于以下的宇宙学观点：

1. 宇宙物质是均匀分布的。

2. 宇宙是静态的。

3. 宇宙是无限的。

4. 宇宙存在的时间已经无限长。

为了避免夜晚的天空像太阳那么亮的结论，我们必须重新考察上述观点。一个平均密度随观测距离的增大而减小，并以零为极限的等级式宇宙模型可以消除佯谬，但要付出失去均匀性的代价。但迄今为止的观测结果是：宇宙物质在大尺度空间内的分布是均匀和各向同性的。这个观点称为宇宙学原理，是现代宇宙学理论所必须依据的公理。上述第一点符合宇宙学原理，应予保留。这样等级式宇宙模型应该放弃。由于奥伯斯假定恒星发光不变，这一点今天看来最成问题。如果假定恒星并不是永远那么亮，而是在有限的过去才开始发光，由于远处恒星的光线尚未到达我们这儿，这也可以避免整个天空像太阳那么亮的结论。这使我们面临着是什么首次使恒星发光的问题。如此看来一个具有有限过去的宇宙可避免奥伯斯佯谬。此时宇宙在时间上有个开端。另外一个有足够大膨胀速率的宇宙也能避免奥伯斯佯谬，即使它具有无限的未来。因为根据量子理论的观点，光子的能量正比于其频率。远距离高速退行光源的光线将产生非常大的红移，因而其能量将相应减小，使其总和保持有限，甚至可忽略不计。由于观测上尚无放弃宇宙学原理的理由，第一条观点应该接受，而第二、第四条应该重新考虑。

20世纪初，爱因斯坦创立了广义相对论，这就为研究宇宙的整体结构提供了理论基础。宇宙的整体性质由引力场方程决定。荷兰物理学家德西特首先获得了引力场方程的一个宇宙解，但它是动态的而不可能是静态的：宇宙要么是膨胀的，要么是收缩的。观测上，哈勃发现河外星系的视向退行速度与距离成正比，即距离越远，视向速度越大。这说明宇宙空间中任意

她用物理的情趣，引我们科苑揽胜；  
她用知识的力量，助我们奋起攀登！

## 《现代物理知识》简介

《现代物理知识》创刊于1989年元月，是我国物理学界一份优秀的科普杂志。该刊主要介绍现代物理知识、物理学前沿的最新成果与发展动态、与物理学有关的交叉学科发展的信息、有关新技术及其应用，以及科学史和科学家。主要栏目有：物理知识、物理前沿、科技经纬、教学参考、中学园地、科学源流和科苑快讯。涉及的学科为：高能物理与核物理，原子分子物理和光物理，等离子体物理，凝聚态物理与材料科学，天文学和宇宙学，以及与物理交叉的其他学科。读者对象为科学家、科技管理干部、大、中学校教师、研究生、大学生、中学生和其他物理学爱好者。由于该刊文章具有很强的科学性、知识性和趣味性，因而赢得了广大读者的喜爱，在科技界和教育界有着广泛的影响。

《现代物理知识》由中国科学院主管、由高能物理研究所主办、由科学出版社出版。该刊一贯把社会效益放在首位，在传播和普及科技知识时能以严肃认真的态度做到正确和准确，能吸引和激励人们去进行科学实践和探索。正如读者们评价的：“她开阔了我们的视野，丰富了我们的知识，增强了我们攀登科学高峰的信心”，“阅过一本，每每得到一种无形的精神动力，她确实用物理的情趣引我们科苑揽胜，用知识的力量助我们奋起攀登”。

该刊国内外发行，各地邮局均可订阅（邮发代号：2-824）。在邮局漏订或需要过去杂志的读者，请按下列价格汇款到《现代物理知识》编辑部（100039，北京918信箱）补订。

1992年合订本，18元；1993年合订本，18元；1995年合订本，22元；1996年合订本，26元；1993年增刊，8元；1994年附加增刊合订本，36元；1996年增刊，15元；1997年合订本，30元；1998年合订本，30元；1999年合订本，32元；2000年全年6期，每期4元。以上所列，均含邮资或免邮资。

两个星系间的距离都在增大，宇宙在膨胀。如果一个膨胀的宇宙沿时间反溯回去将会达到一个原始的超密态，也就是宇宙于过去某一时刻创生于一次原初物质的大爆炸过程。这就是大爆炸宇宙学的宇宙模型。为了理论预言和实验观测相一致，宇宙在极早期曾经历一个暴胀阶段。显然一个具有有限过去而正在膨胀的大爆炸宇宙模型能避免奥伯斯佯谬。还有一个具有无限过去的稳恒态宇宙模型，它虽能消除佯谬，但却要破坏能量守恒且不能解释宇宙微波背景

辐射等，已经不再为人们所接受。

综上所述，现在观测到的宇宙在膨胀，这是科学界公认的。经历一个暴胀阶段的大爆炸宇宙学模型是一个成功的模型，其理论预言与实验观测十分吻合。显然这是一个动态的宇宙学模型，且宇宙在时间上可能有一个开端。这样看来，对于一个均匀、静态、无限的经典宇宙学模型，其第二、第四条观点不成立。如果放弃这两条，也就自然不会得出夜晚的天空像太阳那么亮的荒谬结论。