

暗物质之谜

杨金民

中国科学院理论物理研究所

----- 《物理教学》特约稿件（2011年33卷8期2-3页）

摘要： 介绍宇宙中的暗物质。宇宙中的物质主要是暗物质，它在宇宙中扮演什么角色？它有什么样的性质？它参与什么样的作用？寻找暗物质的实验为何要上天入地？这些实验前景如何？

关键词： 暗物质；超对称；对撞机

宇宙的神秘面纱渐渐被人类揭开，宇宙的创生、演化及其组分基本上被人类所了解。人类在愚昧的时候面对神秘的世界，总是感到迷茫、渺小和无助，总是需要有一个上帝来帮助和宽慰。但现在人类的智慧好像到了一个高的层次，宇宙已不再神秘莫测，以至于世界著名的英国科学家霍金（英文名：Stephen Hawking，他是一位身残志坚的宇宙之子！）高调宣称：宇宙的创生是自发的，不需要上帝的帮忙！其实宇宙还是有一些未被人类所洞悉的神秘之处，比如宇宙中有没有智慧不在人类之下的外星人？（霍金相信有外星人）；宇宙中有没有我们没见过的神秘物质？

外星人是否存在的问题不是我们讨论的重点，这儿仅指出一点可能：一些科学家相信，即使曾经存在高智慧的外星人，他们也早已相互残杀殆尽了，因为我们这些进化程度不算太高、智慧不算太高的生灵已经能够制造出灭绝自己毁掉自己星球的核武器，那些高智慧的外星人焉能制造不出毁灭自己的武器？我们看到了一个个闪亮的星星（其实是正在发生核聚变的核火海）是不是曾经居住在那儿的超智慧的外星人所搞的玩火自焚呢？

宇宙中还有没有我们没见过的神秘物质呢？答案是：有！天文观测已经表明宇宙中的主要物质不是我们看得见的大千世界的普通物质，而是我们看不见的暗物质。如果没有暗物质，宇宙的结构就难以形成，就没有天体星云，宇宙还处于一片混沌；如果没有暗物质提供的强大引力，宇宙中的一个个星体就会纷纷飞散，宇宙就会彻底散架，所以纽约时报说：暗物质就像是宇宙中的强力胶。

暗物质在137亿年前宇宙创生的时候就来到了世上，它一直弥漫于宇宙大漠之中无处不在，它就在我们生存的空间逍遥巡游，无影无踪。它巡游的速度是大约每秒二百多公里（远低于光的速度，但比飞机还是快了很多），密度大约是每一个茶杯里有一个暗物质粒子，其重量大约相当于金原子。虽然我们周围的暗物质很稀少，但星体（比如太阳）中心的暗物质密度可能很高，因为太阳老人在长达几十亿年的生涯中一直在银河中孤独运行，每时每刻都与暗物质摩肩接踵，

这样就会捕获越来越多的暗物质。

暗物质象鬼魂一样飘荡于我们周围，而我们却浑然不知，如何捕捉这缥缈的暗物质鬼影呢？人类目前正在尝试各种方法，全球各地的寻找暗物质实验正大张旗鼓的展开，一场轰轰烈烈的捕捉暗物质的运动正风起云涌，人们上天入地（上航天飞机，下阴森矿井），大有法网恢恢必逮暗物质小鬼儿之气势！

寻找暗物质为何要上天入地？这是因为地面背景太大，嘈杂的背景使得我们无法寻觅暗物质那圣洁而美丽的身影。暗物质粒子与地球上的普通物质碰撞会产生反冲能量，测量这种微小的反冲能量需要极安静的地方，而深深的洞穴正是理想之地。暗物质也许正在处于自我湮灭之中，它们湮灭会产生光子、中微子、正电子等可见粒子，远离尘世的空间站是测量这些粒子的天堂。至于太阳中心那浓密的暗物质湮灭所产生的各种粒子，它们大都会被太阳中的物质吸收掉而逃不出太阳的魔掌，只有产生出来的中微子会逃逸并以光速飞达地球，这些高能中微子碰撞地球物质后会产生出带电粒子而发光，在洁净的南极冰层之中放入光电管去窥视这些荧光正是美国人的高明之举。

寻找暗物质除了上面所说的守株待兔式的捕捉那些已经存在了 137 亿年的苍老暗物质，还可以在高等的对撞机上重新产生出一些新暗物质，这些重生的暗物质就可以在我们的控制之下得到仔细研究。欧洲核子研究中心 CERN 的大型质子对撞机 LHC 正在运行，它正在以极高的能量毁灭质子而创造出宇宙创生之初的粒子大家庭，这个大家庭的一个重要成员就是暗物质。暗物质粒子在 LHC 上产生出来后会悄无声息地逃离出庞大笨重的探测器，它们的私奔因带走能量而终究会路出马脚。

应该特别注意的是，所有寻找暗物质的实验都是在冒一无所获的极大风险，能否找到暗物质？答案是：谋事在人成事在天。尽管意大利人一再叫嚣他们发现了暗物质存在的间接证据，美国人也声称他们发现了暗物质与普通物质碰撞的两个事例，但都有哗众取宠之嫌而尚未令人信服。既然暗物质无处不在，为何就发现不了呢？主要原因在于暗物质的潇洒飘逸和洁身自好，它们不显摆不好色，也就是暗物质参与的作用极其微弱。

暗物质除了具有引力(也就是参与引力作用)还有没有其它作用呢？到目前为止我们知道自然界存在四种作用：引力作用、弱作用、强作用、电磁作用（当然可能还存在我们尚未认识的第五种、第六种作用），暗物质除了参与引力作用还参与别的作用吗？电磁作用是最为炫目的一种，正因为电磁作用，我们才有了绚丽的大千世界和多彩的物质生活。暗物质不参与电磁作用，否则它就发光或者反射光，就无法隐身而称为暗物质了。关于强作用，我们知道只有带色的粒子才进行强作用（注意强作用未必很强，距离产生美，它们距离越近强作用就越弱），暗物质不参与强作用，它不带色，是位不好色的真君子。那么关键的问题就是：它是否参与弱作用？如果它不参与弱作用，世界上所有寻找暗物质的实验都将一无所获。

从理论家的角度来看，暗物质是否参与弱作用呢？目前主流的理论是超对称理论，纽约时报称超对称是终极理论（theory of everything），并说‘没有超对称，世界就会变成一片死寂’（原因是如果不存在超对称，黑格斯粒子的质量就稳定不了，而由于所有粒子的质量都是由黑格斯给的，那么所有其它粒子也都会随着黑格斯变重而变重，这样就不会有氢原子，也就不会

有生命)。超对称预言的超粒子家族中的最轻的那一位是稳定的中性粒子，是暗物质的候选者。如果这个粒子是中性微子 (neutralino)，他就是自然的 WIMP(弱相互作用的重粒子)，它作为暗物质将会被暗物质实验所发现；如果这个粒子是引力微子 (gravitino)，它就不参与弱作用，就是一个不能被任何实验发现的粒子。那样，暗物质将永远是一个谜！

另外，也由实验暗示暗物质可能很轻，也有理论家去构造轻的暗物质并指出暗物质可能具有新的（不被人类所感知的）作用，通过这种新的作用暗物质可能会形成原子，这样也许会有由暗物质构成的聊斋世界。

由于揭示暗物质之谜是人类文明的又一个标志，尽管寻找暗物质的实验有一无所获的风险，但人们还是明知山有虎偏向虎山行，只有人类才有这样的好奇心和求知的欲望和干劲，不到暗物质的聊斋世界去看个究竟誓不罢休！