

暗物质

Ma Hongbao^{1,*}, Yang Yan¹, Margaret Young²

¹ Brookdale Hospital, Brooklyn, NY 11212, USA; ² Cambridge, MA 02138, USA
ma8080@gmail.com

Abstract: 暗物质 (Dark Matter) 是一种比电子和光子更小的物质, 不带电荷, 不与电子发生干扰, 能够穿越电磁波和引力场。暗物质的密度小, 数量大, 充满整个宇宙, 因此它的总质量很大, 占据了宇宙中 90% 以上的物质含量。1932 年, 暗物质作为理论的产物被提出, 现在我们知道暗物质是宇宙物理存在的组成部分, 主导了宇宙结构的形成。暗物质无法直接观测到, 但它却能干扰星体发出的光波或引力, 其存在能被明显地感受到。暗物质的本质还不得而知。有一种可能, 人类灵魂存在于暗物质粒子。灵魂的粒子在处于可见性时我们定性为常态宇宙物质, 处于非可见性时把它定性为宇宙暗物质。

[Ma H, Yang Y, Young M. 暗物质. *Academ Arena* 2015;7(2):51-54]. (ISSN 1553-992X).
<http://www.sciencepub.net/academia>. 8

Keywords: 暗物质 (Dark Matter); 电子; 光子; 电荷; 宇宙, 质量; 粒子

暗物质 (Dark Matter) 是一种比电子和光子更小的物质, 不带电荷, 不与电子发生干扰, 能够穿越电磁波和引力场。暗物质的密度小, 数量大, 充满整个宇宙, 因此它的总质量很大, 占据了宇宙中 90% 以上的物质含量。1932 年, 暗物质作为理论的产物被提出, 现在我们知道暗物质是宇宙物理存在的组成部分, 主导了宇宙结构的形成。暗物质无法直接观测到, 但它却能干扰星体发出的光波或引力, 其存在能被明显地感受到。暗物质的本质还不得而知。

暗物质存在的最早证据来源于对球状星系旋转速度的观测。现代天文学通过引力透镜、宇宙大尺度结构的形成、天文观测和膨胀宇宙论研究表明, 认为宇宙的密度可能由约 70% 的暗能量, 25% 的暗物质 (其中 5% 为热暗物质、20% 为冷暗物质) 及 5% 的普通物体组成。暗物质有中微子和黑洞, 但它们只占暗物质总量很小部分。大约 65 年前, 弗里兹·扎维奇发现, 大型星系团中的星系具有极高的运动速度, 除非星系团的质量是根据其中恒星数量计算所得到的值的 100 倍以上, 否则星系团根本无法束缚住这些星系, 这提示了暗物质的存在, 之后几十年的观测分析证实了这一点。

宇宙微波背景辐射 (cosmic microwave background radiation, 简称 CMB) 最初发现于 1964 年。物理学家 Dragan Slavkov Hajdukovic 提出, 量子真空中的虚引力偶极能被邻近重恒星与星系中的重子物质引力极化 (gravitationally polarized)。当虚偶极排列时, 它们能产生额外的引力场, 能与恒星及星系所产生的引力场结合, 在星系的旋转曲线上产生相同的“加速”效应。

宇宙在大尺度上表现出均匀和各向同性, 但是在小尺度上则存在着原子、分子、卫星、行星、

恒星、星系、星系团以及星系, 生物等, 在大尺度上能够促使物质运动的力只有引力。均匀分布的物质不会产生引力, 因此今天所有的宇宙结构必然源自于宇宙极早期物质分布的微小涨落, 而这些涨落会在宇宙微波背景中留下痕迹。然而普通物质不可能通过其自身的涨落形成实质上的结构而又不在于宇宙微波背景辐射中留下痕迹, 因为那时普通物质还没有从辐射中脱耦出来。不与辐射耦合的暗物质, 其微小的涨落在普通物质脱耦之前就放大了许多倍。在普通物质脱耦之后, 已经成团的暗物质就开始吸引普通物质, 进而形成了我们观测到的结构。这需要有一个初始的涨落, 但是它的振幅很小。2006 年, 美国天文学家利用钱德拉 X 射线望远镜对星系团 1E 0657-56 进行观测, 无意间观测到星系碰撞的过程, 星系团碰撞威力之猛, 使得黑暗物质与正常物质分开, 因此发现了暗物质存在的直接证据。

低温暗物质搜寻项目 (CDMS), 使用探测器探测粒子间的相互作用, 寻找暗物质粒子引起的运动。2009 年在位于美国加利福尼亚大学校园的隧道里的实验室检测到了两种可能来自暗物质粒子的信号。在美国明尼苏达州的 Souden 煤矿地下约 714 米处安装更高级的实验室设备, 进行了二期低温暗物质搜寻项目 (CDMS II)。暗物质现象会被进入地球的宇宙射线干扰, 要减少宇宙射线 μ 介子粒子的背景信号影响, 唯一的办法是到地底深处。2009 年 12 月 21 日, 人们在 Souden 煤矿中发现了暗物质。

宇宙中的物质组成了一张网, 宇宙网的丝状物将众多星系和星云串联起来在空旷的宇宙中扩展。这种丝状物由正常物质和暗物质构成。德国慕尼黑大学天文台的约尔格·迪特里希已探测到一个超星系团的丝状物中的暗物质成分。这个超星系团名为

“阿伯尔 222/223”，距地球约 27 亿光年。巨大的丝状物产生的引力使得从地球发射至遥远星系的光束发生弯曲。迪特里希利用这种光束，计算出“阿伯尔 222/223”超星系团丝状物的质量并绘制出它的形状。附近正常物质的炽热气体发出的 X 射线表明，正常物质是该超星系团丝状物的组成部分，但仅占其质量的 10%。其余部分是暗物质。2013 年 4 月 3 日，丁肇中宣布已发现 40 万个正电子，他们可能来自一个共同之源，即脉冲星或人们一直寻找的暗物质。

暗物质不发光，不发出电磁波，看不见，有引力作用。这个引力效应让天文学家在宇宙空间发现暗物质占宇宙的 23%，另外 73% 是暗能量。而组成我们身边这个世界的常规物质只占 4%。能量冷却后形成普通物质、暗物质和暗能量。暗物质具有引力作用，几十亿颗恒星依靠暗物质聚集到星系里。两个暗物质粒子撞在一起，它们就会彼此摧毁对方，产生伽马射线。霍普在银河核心处一个直径 100 光年的区域收集到的数据里发现这些信号。银河这个区域的暗物质密度，是银河边缘的 10 万倍。银河核心是一个暗物质大量聚集并经常相撞的地方。美国芝加哥大学的宇宙学家迈克尔·特纳对此提出质疑。相干锗中微子技术 (CoGeNT) 等深埋地下的探测器可对此进一步鉴定。

暗物质并不是无所不在，它们只在某些地方聚集成团状。有暗物质的地方，就有恒星和星系，没有暗物质的地方，就没有有恒星和星系。暗物质是一个隐形的、但必不可少的背景，星系存在。暗物质聚集在一起，星系挂靠在暗物质上。暗物质星系团距离地球 38 亿光年。通过研究这类星系团，人们可以测量出暗物质的不可见影响。由于暗物质既不释放任何光线，也不反射任何光线，因此最强大的天文望远镜都无法直接探测到它。自 20 世纪 70 年代以来，科学家们根据对许多大型天体之间，如星系之间的引力效果的观测发现，常规物质不可能引起如此大的引力，因此暗物质的存在理论被广泛认同。美国低温暗物质搜寻计划项目组指出，暗物质或许就存在于地球之上。暗物质能够直接穿越星球、山河及人体。

低温暗物质搜寻计划位于美国明尼苏达州地下大约 700 米的一个矿井中，矿井可以阻止除了暗物质的其他任何物质抵达实验设备，宇宙射线和其他粒子不可能与暗物质粒子混淆。探测器本身主要是由锗元素或硅元素组成的曲棍球形状的小块，如果锗或硅原子的原子核被暗物质粒子击中，它就会反弹并向探测器发送一个信号。另一种探寻暗物质的方法是粒子加速器，可以将亚原子粒子加速到接近光速，然后让它们相互碰撞，通过高速碰撞从而产生奇异粒子，其中可能包括暗物质粒子。然而，

即使采用最强大的粒子加速器，至今还没有发现暗物质，原因之一可能就是加速器还没达到足够强大。现在还没有确定暗物质粒子究竟有多大多重及需要多大的能量才能够在实验室中发现它们。

暗能量可以使物质的质量全部消失，完全转化为能量。宇宙中的暗能量是已知物质能量的 14 倍以上。因为暗能量，我们的宇宙之外可能有很多的宇宙，我们的宇宙在加速地膨胀且核能也许可以和宇宙中的暗能量相变相连。

基本暗性粒子：寿命长、温度低、无碰撞的特殊特性。温度低意味着在脱耦时它们是非相对论性粒子，只有这样它们才能在引力作用下迅速成团。寿命长意味着它的寿命必须与现今宇宙年龄相当，甚至更长。

低温无碰撞暗物质：CCDM 的结构形成数值模拟结果与观测相一致。作为一个特殊的亚类，弱相互作用大质量粒子 (WIMP) 可以很好的解释其在宇宙中的丰度。如果粒子间相互作用很弱，那么在宇宙最初的万亿分之一秒它们是处于热平衡的。之后，由于湮灭它们开始脱离平衡。根据其相互作用截面估计，这些物质的能量密度大约占了宇宙总能量密度的 20-30%。在一些理论模型中预言了一些非常有吸引力的候选粒子。

中性子：超对称理论是超引力和超弦理论的基础，它要求每一个已知的费米子都要有一个伴随的玻色子，同时每一个玻色子也要有一个伴随的费米子。如果超对称依然保持到今天，伴随粒子将都具有相同质量。但是由于在宇宙的早期超对称出现了自发的破缺，于是今天伴随粒子的质量也出现了变化。而且，大部分超对称伴随粒子是不稳定的，在超对称出现破缺之后不久就发生了衰变。但是，有一种最轻的伴随粒子（质量在 100GeV 的数量级）由于其自身的对称性避免了衰变的发生。在最简单模型中，这些粒子是呈电中性且弱相互作用的一是 WIMP 的理想候选者。如果暗物质是由中性子组成的，那么当地球穿过太阳附近的暗物质时，地下的探测器就能探测到这些粒子。另外有一点必须注意，这一探测并不能说明暗物质主要就是由 WIMP 构成的。

轴子：一种非常轻的中性粒子（其质量在 $1 \mu\text{eV}$ 的数量级上），它在大统一理论中起了重要的作用。轴子间通过极微小的力相互作用，由此它无法处于热平衡状态，因此不能很好的解释它在宇宙中的丰度。在宇宙中，轴子处于低温玻色子凝聚状态，已经建造了轴子探测器，探测工作也正在进行。

原质起源：将原子形成和暗物质联系在一起，有助于解开重子不对称的秘密，作为对整个暗物质加可见重子的平衡宇宙的一种重建。在物质形成景

象中，早期宇宙产生了一种新粒子 X 和它的反粒子 X-bar（带等量相反电荷）。X 和 X-bar 在可见部分能结合成为夸克（重子物质的基本组成，如质子和中子），在隐匿部分组成了粒子（由于这种粒子可见部分的相互反应是微弱的），如此，在大爆炸开始后的第一时刻，宇宙膨胀变热时会有 X 和 X-bar 产生。随后，X 和 X-bar 会衰变，部分变成可见的显重子（尤其是中子，由一个上夸克和两个下夸克组成），部分变成不可见的隐重子。据科学家解释，X 衰变成中子的频率比 X-bar 衰变成反中子的频率更高，同样地，X-bar 衰变为隐反粒子的频率比 X 衰变为隐粒子的频率要高。夸克形成的重子物质组成了我们所说的可见物质，隐反重子形成了我们所说的暗物质。这种阴—阳衰变方式使得可见物质的正重子数量和暗物质的负重子数量达到平衡。当暗物质反粒子和一个普通原子粒子相撞而湮灭时，就会产生爆发的能量。尽管这非常稀有，但在地球上寻找质子自发衰变的实验中，能探测到暗物质。在天体物理学观测和离子加速器数据中，也可能会出现其他原质起源的信号。

CCDM: CMB 的观测显示了原初的能量和物质分布，同时观测也显示这一分布几近均匀而没有结构。下一个尺度是星系的分布，从几个 Mpc 到近 1000 个 Mpc。在这些尺度上，理论和观测符合的很好，这也使得天文学家有信心将这一模型拓展到所有的尺度上。

中国首个极深地下实验室-中国锦屏地下实验室于 2010 年 12 月 12 日在四川雅砻江锦屏水电站揭牌并投入使用，锦屏地下实验室垂直岩石覆盖达 2400 米，是当前世界岩石覆盖最深的实验室，能够开展暗物质探测。在建设锦屏水电站过程中，四川锦屏山底曾修建了 18 公里可以通行汽车的隧道，上面是 2500 多米厚的山体岩石。

暗物质的探测在当代粒子物理及天体物理领域是一个很热门的研究领域。对于大质量弱相互作用粒子来说，物理学家可能通过放置在地下实验室，背景噪声减少到极低的探测器直接探测 WIMP，也可以通过地面或太空望远镜对这种粒子在星系中心，太阳中心或者地球中心湮灭产生的其他粒子来间接探测。暗物质的存在可以解决大爆炸理论中的不自洽性，对结构形成也非常关键。暗物质很有可能是一种或几种粒子物理标准模型以外的新粒子所构成。对暗物质和暗能量的研究是现代宇宙学和粒子物理的重要课题。

2012 年 4 月，密歇根大学的 Katherine Freese 与瑞典斯德哥尔摩大学的 Christopher Savage 计算出了暗物质和人体组织发生相互作用的几率。Freese 和 Savage 计算了在平均尺寸的人体中，有多少原子核与穿过的暗物质粒子发生了碰

撞。这里的平均尺寸，他们是指一块主要由氢、氧、碳、氮等元素构成的 70 公斤的肉块。他们说暗物质与人体中氢原子核和氧原子核发生碰撞的可能性很大。关于暗物质的一般假设认为，碰撞一般每天发生大约 30 次，得到的计算结果是，地球上每个人每年要承受 100000 次的暗物质粒子碰撞。

2012 年 5 月初，根据几项暗物质探测项目获得的数据进行计算的结果显示，平均大约 1 分钟就会有一颗暗物质粒子击中人体。由于它们和常规物质发生相互作用的几率非常低，这当然也就意味着 WIMP 的撞击将不会给人体带来什么大的风险。然而当两颗 WIMP 粒子相互撞击时会发生湮灭反应，在这一过程中所释放出的能量就会大的多。美国密歇根大学下属密歇根理论物理研究中心教授凯瑟琳·弗莱瑟(Katherine Freese)认为：这两颗粒子的质量都相当于质子质量的 100 倍，当两者相撞时，它们将拥有 200 倍质子质量的能量释放。这将是非常剧烈的。如果这种 WIMP 粒子湮灭反应发生在人体内，它将可能导致对人体有害的突变。当然，发生这种事件的概率非常低。

反物质是由反粒子构成的。在原子中质子带正电，电子带负电。但是在反原子中，质子带负电，电子带正电。每个物质都有其对应的反物质。因为电性相反。物质与反物质的结合，会如同粒子与反粒子结合一般，导致两者湮灭并释放出高能光子或伽玛射线。反物质粒子反氦 4 已经被发现。

暗物质与生命问题的猜测

生命是由蛋白质、DNA、RNA 等生命大分子构成的生物体所产生的各种层次的一切现象，它依生命大分子以及由其组成的细胞、组织、器官通过生物体本身新陈代谢存在而存在。人类生活之要素，能主宰人类之知觉与活动。原始人所具有的简单古朴之灵魂观念，往往含有强烈的物质性格。直至宗教、哲学渐次发达之后，人类之灵魂观始趋向非物质化之精神统一体。

有一种可能，人类灵魂存在于暗物质粒子。灵魂的粒子在处于可见性时我们定性为常态宇宙物质，处于非可见性时把它定性为宇宙暗物质。人死后，生命消失，肉体逐步分解，灵魂进入暗物质存在。意识是在神经网络中产生的，脑死即意识消失。灵魂是人的一种思维意识形态，在人死后，其意识波随其消失。生命的驱动力可能来自暗物质。灵魂可能就是暗物质。当人死亡时，暗物质就与人的肉体分离。暗物质有质量，人死亡后，人的质量会变轻。生命起源于暗物质与明物质的结合。不同的结合形式，导致了不同的生命形式。心理对肉体的作用，可能就是暗物质对肉体的反作用。人在死亡后，

肉体留给了常态物质世界，灵魂进入了暗物质的世界。

细胞是生物体的基本功能单位，具有自我复制并进行传种接代的功能。细胞是一个高度有序的结构体系，它可以与外界进行物质和能量上的交换。病毒生物体的一切生命现象，如生长、发育、繁殖、代谢和应激等，本质上都是由细胞单位的活动来体现并完成的。地球生命是可以自我复制自我繁衍的物质存在 (Ma and Cherng, 2005)，通过干细胞的自我更新及分化不断延续 (Ma and Chen, 2005; Ma and Cherng, 2007)。地球上的生命个体，到底有没有可能达到生物学上的永生？有一种生物叫做灯塔水母(*Turritopsis nutricula*)，就有可能具有永生的生物学特性 (Ma and Yang, 2012)。

References

1. 百度百科. 暗物质.
http://baike.baidu.com/link?url=8vC7JLNREz84Itrb5_dVNq7KBA7_Pr4LE8i2iFpvMpZrlNvbypuT9MA2rK85Yfi7N4pjDyJtglCFQFEvFc97_TYJvhXcdhXjXlJtXc6oz2q. 2015.
2. Wikipedia. 暗物质.
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9A%97%E7%89%A9%E8%B4%A8>. 2015.
3. Hongbao Ma, *George Chen*. Stem cell. *The Journal of American Science* 2005;1(2):90-92.
<http://www.jofamericanscience.org/journals>.
4. Hongbao Ma, Shen Cherng. Nature of Life. *Life Science Journal*. 2005: 2(1):7-15. (ISSN: 1097-8135).
<http://www.sciencepub.net/life/life0201/life-0201-03.pdf>.
5. Hongbao Ma, Yan Yang. *Turritopsis nutricula*. *Nature and Science* 2010;8(2):15-20. (ISSN: 1545-0740).
http://www.sciencepub.net/nature/ns0802/03_12_79_hongbao_turritopsis_ns0802_15_20.pdf.
6. Hongbao Ma. The nature of time and space. *Nature and Science* 2003;1(1):1-11.
<http://www.sciencepub.net/nature>.
7. Ma Hongbao, Cherng Shen. *Eternal Life and Stem Cell*. *Nature and Science*. 2007;5(1):81-96.
<http://www.sciencepub.net/nature>.
8. Ma Hongbao, Horng Deng-Nan, Cherng Shen. Colloidal Silver. *The Journal of American Science*. 2007;3(3):74-77. (ISSN: 1545-1003).
<http://www.jofamericanscience.org/journals>.
9. 百度百科. 量子纠缠.
<http://baike.baidu.com/view/95051.htm>. 2015.
10. 马宏宝 (b). 宇宙永恒吗? *New York Science Journal*. 2008;1(3):66-69. ISSN 1554-0200.
http://www.sciencepub.net/newyork/0103/07_00_26_mahongbao_universe.pdf.
11. 马宏宝. 论因果论与决定论. *New York Science Journal*. 2008;1(4):57-63. ISSN 1554-0200.

2/20/2015