

引力势、物质运动与时空结构 宇宙演化概略与“暗能量”

范 勇

(哈尔滨理工大学 材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要: 将物质运动和宇宙引力势之间的相互作用关系用于解释大爆炸理论模型,推论了宇宙演化概略. 分析了由各个层次物质运动与宇宙引力势之间的相互作用所产生的后果及其在宇宙演化过程中所起的作用,讨论了宇宙由减速膨胀转变为加速膨胀的基本原因,澄清了“暗能量”的本质.

关键词: 暴涨; 引力势; 惯性势^{*}; 宇宙膨胀; 暗能量

中图分类号: P159.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2010)04-0129-04

Gravitational Potential, Motion of Matter and Space-time Structure Outline of Universe Evolution and “Dark Energy”

FAN Yong

(School of Material Science and Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, China)

Abstract: Putting the relationship between motion of matter and gravitational potential into Big bang mode, this paper deduced the outline of universe evolution, especially pointed out that the result of the interaction between various motion of matter and cosmic gravitational potential has been playing very important roles during the universe evolution. The nature of “dark energy” is basically clarified.

Key words: inflation; gravitational potential; inertia potential^{*}; universe expansion; dark energy

0 引 言

宇宙学中,暗能量是某些人的猜想,指一种充盈空间的、具有负压强的能量.按照相对论,这种负压强在长距离类似于一种反引力.目前,这个猜想是解释宇宙加速膨胀和宇宙中失落物质等问题中的一个最流行的方案.本文认为,与暗能量有关的一些问题可以由物质运动和宇宙引力势之间的相互作用关系来解释.

备注:如果 v 是速度,本文中 $\frac{v^2}{2}$ 被定义为惯性势.

1 在宇宙演化过程中物质运动和宇宙引力势之间的关系所起的作用

依照宇宙大爆炸模型,宇宙从一种极端密集极端炽热的状态开始膨胀直到现在.一种普通而有用的类推解释说:空间本身夹带着星系像葡萄干夹在正发起的面包中那样在膨胀.然而,广义相对论的宇宙论实际上没有赋予空间任何物理实质.

暴涨理论基于这样的源于现代粒子物理学的建议:极端的高密度会形成反引力的物质,导致这种物质具有排斥力而不是吸引力,这种形式的物质称为

伪真空. 暴涨理论认为, 我们今天看到的宇宙膨胀是当初宇宙极早期的一秒钟的非常小的一个分数时间内充斥宇宙的伪真空的万有斥力的结果. 在此期间, 真空能驱使宇宙暴涨. 在暴涨理论中, 宇宙的极端均匀性在暴涨开始之前就已经建立起来了. 极端均匀性建立以后, 暴涨接手把空间拉大(相对于原有尺度). 在这个过程中, 物质和反物质在真空中产生以维持宇宙增长时保持密度不变. 到 10^{-32} s, 宇宙膨胀已经达到它原有直径的 100 倍左右, 至此暴涨停止. 这时宇宙经历一次相变进入低能态(真真空). 暴涨消除了不均匀性, 保障整个可见宇宙处于因果联系和宇宙几何平坦. 从那以后, 宇宙一直处于它的相对稳定膨胀的状态.

下面把物质运动和宇宙引力势之间的相互作用关系引入到宇宙大爆炸模型, 分析它在宇宙演化过程中的作用.

大爆炸开始, 随着暴涨, 原始基本粒子从真空中产生, 以极其密集极其炽热的状态沿半径方向运动(辐射), 这其中就包括引力势波(引力子). 因为是沿半径方向的球对称运动, 所以每一个基本粒子都会有一个与其对应的运动方向相反的基本粒子, 而且每一个基本粒子都以极限速度运动. 基本粒子是不可分的, 所以不会发射引力势波. 基本粒子都以极限速度运动, 因此不会与引力势波作用, 而且引力势波之间也不会相互作用, 更不存在迎面来的引力势波, 所有的基本粒子之间都不发生相互作用表示宇宙中没有因果联系, 这时的宇宙显得是完全平直的, 这可能就是所谓暴涨阶段的宇宙. 以上只是对暴涨的一种猜测.

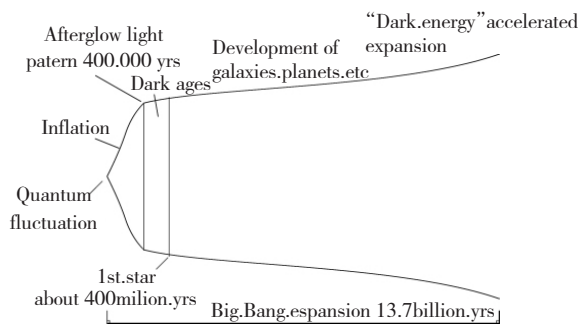


图1 宇宙演化概略示意图

随着宇宙暴涨, 温度急剧下降, 基本粒子之间的某些偶然的但其实也是必然的碰撞打乱了其直线运动模式, 至 10^{-32} s 暴涨结束, 基本粒子开始凝聚成初级复合粒子(相变). 在这一过程中, 凝聚成初级复合粒子的基本粒子突然转变了它们的运动模式,

从原来的在空间中的辐向直线运动模式转变成在初级复合粒子中的循环运动和随着初级复合粒子一起在空间中运动的组合模式. 初级复合粒子的整体运动速度相对比基本粒子慢, 必然会与外来引力势波相互作用, 由此初级复合粒子被“赋予”了质量. 按照定理 1 和定理 2^[1], 与引力势波相互作用的初级复合粒子向外传播的引力势包括牛顿引力势和整体运动产生的附加引力势. 因此, 在基本粒子开始凝聚成初级复合粒子的过程中, 突然产生了负的引力势(从伪真空转变为真真空), 同时相变释放的潜能重新加热宇宙. 从此, 引力开始主宰宇宙, 宇宙进入它的稳定膨胀的时期. 而且随后而来的自由基本粒子同这些初级复合粒子进一步碰撞. 这个时期宇宙引力势的高低取决于基本粒子凝聚成初级复合粒子的程度. 复合粒子具有物理意义上可测量时间间隔和空间间隔的能力, 除了原始的初级复合粒子外, 随后是大约迁延 4×10^5 年先后生成的夸克、电子, 以及进一步凝聚生成的质子、中子、氦核、氢原子等等(见图 1). 所有这些复合粒子在与引力势波相互作用中都会向外传播引力势波, 其中包括牛顿引力势和整体运动产生的附加引力势, 它们使周围空间“弯曲”了, 引发了原始的宇宙结构分布的微小的不均匀性, 为后来星云和星系的生成埋下了伏笔. 这个过程把原来的沿着宇宙辐向传播的各向异性的引力势波逐渐地向各向同性转变. 在那个时期, 这些复合粒子的相对固有时空尺度要比现在小得多, 因为那时的宇宙尺度很小, 粒子的运动速度非常快, 局域宇宙引力势的绝对值要比现在大得多.

随着物质粒子的逐渐生成过程的发展, 宇宙膨胀逐渐缓慢地减速. 宇宙在逐渐冷却, 所生成的原始的星云逐渐缓慢地凝聚成原始的星系, 其中物质微观粒子(包括粒子的热运动)贡献牛顿引力势, 整体和轨道运动贡献出附加引力势. 起初恒星的生成速率增加的很快, 经过极大值以后恒星的生成速率逐渐减慢. 原始物质的凝聚、生成星系使得物质轨道运动贡献的那部分附加引力势的比例增多, 其作用会导致宇宙膨胀进一步减速; 恒星的死亡使得天体和星际物质轨道运动贡献的那部分附加宇宙引力势的比例减小, 其作用会导致宇宙膨胀相对加速. 宇宙大爆炸经过暴涨以后, 减速膨胀持续了大约 60 多亿年. 随着宇宙平均温度进一步降低和恒星的死亡速率逐渐地超过了恒星的生成速率以及物质粒子的凝聚速率等因素, 大约从距今 50~60 亿年前左右开始, 宇宙膨胀逐渐从减速转变为加速. 伴随着这个过程, 不但星系团减慢了生

长速度,而且新的星系团的生成速度也减慢了.

由球对称物体 M 提供的牛顿引力场强是^[2]

$$-\frac{GM}{R^2} = -\frac{M}{R^2 m_i} (v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi}) =$$

$$-\frac{N}{R^2} (v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi})$$

R 是与 M 质心的距离, N 是物体中的核子数. 相应的牛顿引力势是

$$-\frac{GM}{R} = -\frac{N}{R} (v_i^2 r_{ai} \alpha_i + \sum_j v_{ij}^2 r_{aij} \alpha_{ij} + \cdots + B_{mi})$$

式中: R 是引力源质心和所考虑的时空点之间的距离; B_{mi} 代表平均到一个核子的热运动和电子的运动等因素对引力(势)的贡献. 在室温条件下,粒子的热运动速度相对很小. 但是,在恒星中物质粒子的热运动速度相当快. 随着宇宙膨胀,宇宙平均温度降低,但是恒星的温度是非常高的,尤其是中心温度. 因此恒星中粒子热运动对宇宙引力势的贡献是不容忽视的. 恒星的质量越大温度就越高,但是恒星的质量越大其寿命也越短,所以在分析恒星中粒子热运动对宇宙引力势的贡献时,不但要考虑恒星的生成速率,同时还要考虑恒星的寿命及寿命分布,而且恒星在其生成到解体的整个过程中不断地向外部空间抛撒能量或物质,导致自身发出的牛顿引力势逐渐减小. 另外,随着宇宙的演化,物质粒子的平均热运动动能会相应地发生变化,由物质粒子的热运动产生的宇宙引力势也会改变,由引力常数与各个层次物质粒子运动之间的关系可知,热运动产生的引力势是物质产生的牛顿引力势的组成部分之一,它的变化自然会导致牛顿引力势的变化. 随着牛顿引力势逐渐减小,相应地就会导致引力场中物质的轨道运动速度逐渐减小,也就会使得由于物质的轨道运动产生的附加宇宙引力势逐渐减小. 所有天体、恒星系统和星系的整体旋转和轨道运动都产生附加引力势,在星系际大尺度上,它们的贡献相对来说比牛顿引力势大得多,因此它们是比牛顿引力势更主要的宇宙引力势来源. 宇宙演化发展到一定阶段,以上这些变化过程将导致宇宙加速膨胀,结果好像宇宙中存在着反引力,即所谓的“暗能量”似的. 恒星形成高潮结束,星系合并几率暴跌,这一切发生的时间几乎与宇宙膨胀由减速转变为加速的时间完全一致,这决不是巧合.

大概可以推论,我们的宇宙是开放的宇宙.

在宇宙演化过程中,除了物质微观粒子运动产生的牛顿引力势外,所有的物质整体运动产生的附

加引力势也都会影响宇宙微波背景辐射. 宇宙由减速膨胀到加速膨胀和宇宙微波背景辐射的有关问题都可以由物质运动与宇宙引力势之间的相互作用关系及其演化来解释,不要求助于“暗能量”的帮助. 而爱因斯坦场方程中的宇宙常数更与此无关.

所谓的“暗物质”、“暗能量”和“Higgs 势”实际上分别是不同层次物质运动与宇宙引力势相互作用的结果,它们具有同一自然本质,它们必然要随着宇宙的演化发生、发展和消亡.

随着宇宙膨胀,由于物质牛顿引力势和轨道运动产生的附加引力势的变化,物质时空的相对空间间隔和相对时间间隔会相应地发生变化. 研究宇宙时空结构及其演化过程时应该予以考虑.

以上仅仅是讨论了宇宙演化的概略,大量的细节需要结合实际观测数据深入研究. 然而,物质的运动与宇宙引力势之间的相互作用关系在宇宙演化过程中一直都在起着非常重要的作用,这一点应该是确定无疑的.

2 结 论

本文把物质运动与宇宙引力势之间的关系引入宇宙大爆炸理论模型,描述了宇宙演化概略. “大爆炸”初期的暴涨结束时的宇宙膨胀的突然减速可解释为基本粒子开始凝聚成初级复合粒子的过程中,宇宙中突然产生了负的引力势. 此后的宇宙膨胀的缓慢减速过程可由一系列的生成复合粒子的凝聚过程和原始星云逐渐转变成原始星系的过程来解释. 后来宇宙从减速膨胀逐渐转变成加速膨胀的过程可解释为宇宙平均温度降低和恒星在其从生成到解体的整个过程中不断地向外部空间抛撒能量或物质等因素逐渐超过了星系和恒星的生成速率等因素的影响,以及物质粒子的凝聚速率等因素,导致牛顿引力势逐渐减小,相应地就会导致引力场中物质的轨道运动速度逐渐减小,也就会使得由于物质的轨道运动产生的附加宇宙引力势逐渐减小,结果导致宇宙加速膨胀. 所有天体、恒星系统和星系的整体旋转和轨道运动都产生附加引力势,在大尺度上它们比牛顿引力势大得多,因此它们和牛顿引力势同是宇宙引力势的主要来源.

物质各个层次的运动与宇宙引力势之间的相互作用关系决定了恒星、星系乃至整个宇宙的演化过程,决定了宇宙中所有事物的演化过程. 而时空结构是物质运动与宇宙引力势之间相互作用的

对立统一.

-117

参考文献:

- [1] 范 勇. 引力势、物质运动与时空结构. 物质运动与引力势之间的基本关系 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(4): 103

- [2] 范 勇. 引力势、物质运动与时空结构. 强相互作用力、弱相互作用力和引力 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(4): 118-124

(编辑: 温泽宇)

(上接第128页)

由于不掌握第一手相关的实验或天文观测数据, 本文只能是对相关问题的纯理论推导, 难免疏漏. 而上述结果可由实测天文数据具体检验和修正.

引力势作用的结果.

2 结 论

本文通过分析天体轨道运动和天体(或天体系统)整体自转运动产生的附加引力势, 揭示了漩涡星系旋转曲线平直问题和引力透镜效应异常的本质, 以及星系团中星系的运动速度远远超出由牛顿引力估算的结果的原因, 从而澄清了“暗物质”的本质是天体和星际物质的整体和轨道运动产生的附加

参考文献:

- [1] 范 勇. 引力势、物质运动与时空结构—物质运动与引力势之间的基本关系 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(4): 103-117.
- [2] 范 勇. 引力势、物质运动与时空结构—强相互作用力、弱相互作用力和引力 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(4): 118-124.
- [3] 须重明, 吴雪君. 广义相对论与现代宇宙学 [M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999: 188.

(编辑: 温泽宇)

附录与说明: 关于《非惯性参考系与惯性力》

物理学认为“虚拟力”与“真实力”的区别: (1) 不能指出是哪个物体作用; (2) 没有反作用力; (3) 所有质点都受惯性力; (4) 虚拟力可以消除.

惯性力是真还是假? 在导出非惯性系中运动定律的形式表示的过程中, 不时冠以虚拟力或假想力之定语于惯性力, 以与真实作用力相区别, 那是为了免除初学时概念上的混淆. 其实, 惯性力所产生的物理后果是真实的, 惯性力也可以由测力器测出, 过分强调惯性力的假想性, 这在物理思想上是要被质疑的.

爱因斯坦于1915年创立了广义相对论的理论基础, 其基本原理之一——等效原理, 最初表述是, 引力与惯性力实际上是等效的.

弱等效原理被表述为: 惯性力场与引力场的动力学效应局部不可区分. 而强等效原理认为: 引力与惯性力在物理效果上完全没有区别.

由文中揭示的惯性力的本质, 可以彻底理解一个非常简单的物理实验, 桌面上放一张纸, 在纸上放一物体, 当缓慢地拉动纸的时候, 物体随着纸一起移动, 当足够迅速地拉动纸的时候, 纸被抽出, 物体几乎不随纸移动, 这表明在低速范围, 同一物体的惯性与加速度有关, 加速度越大, 物体的惯性就越大, 这是由于加速度引起了局域宇宙引力势相对于它形成了相应的梯度. 进一步分析可知, 这梯度与加速度的方向一致, 加速运动会引起局域宇宙引力势的梯度和恒速运动会引起附加局域宇宙引力势, 两者在物理意义上是一致的. 因为纸受到的该物体的压力并不随加速度变化, 这表明垂直于加速度的方向没有引起惯性力, 这意味着文中提出的“由于没有发现地球周围的引力势存在明显的连续环向梯度, 这可以证明在其外部空间, M_1 的整体运动只在其平行于 v_1 方向的前后才产生附加引力势, 应该是由 M_1 在运动中向外传播的引力势与外来宇宙引力势之间相互作用的结果.”的推断是符合客观实际的. 若测力器吊一个物体, 向上移动测力器的一瞬间, 测力器显示的重量比其静止时的显示要大, 静止时的重量是由地球牛顿引力势梯度作用的结果, 向上移动的一瞬间, 附加的重量是由物体的加速运动引起的局域宇宙引力势的附加梯度对物体作用的结果.