***一些问题***

1. 位力化和位力温度：
2. 物质密度扰动谱（功率谱）Power spectrum of material density disturbance：

针对实际宇宙空间的物质分布，星系是散点分布，而星系处在的暗物质晕（可以简化的理解为一个东西处于的“背景”）认为是连续分布，对应星系的存在，星系存在的地方认为密度高，星系奚落得地方认为密度低。相对某个观察场，我们考虑（为宇宙平均密度），也即改观察区间的密度涨落分布，对涨落做空间傅里叶变化，转到相空间，在相空间对应的涨落，在分布上满足0附近的高斯分布。我们取对应物质密度功率。相应的分布为物质密度功率谱。

1. 冷暗物质模型（CDM模型）： 实际上描述的是冷暗物质+不为零的宇宙学常数的宇宙学模型，称为。在该模型的描述下，因为冷暗物质的速度弥散很小，倾向于小尺度结构优先形成，小尺度结构再在引力的作用下，凝聚形成尺度越来越大的结构。也即所谓的逐级成团模式，这种方式成为自下而上（bottom-up）。
2. 蒙特卡洛（Montecarlo数值模拟）方法：在解决问题时，利用大量的随机样本，通过对数据的概率分析来解决问题的办法。指代一种思考问题的方式。
3. 合并时标：星系并和作用过程所经历时间的度量。并和开始考虑为一个星系进入另一个的维里半径开始。
4. 维里半径:



也即星系依据速度弥散得到的半径为维里半径，相应的质量叫维里质量。

1. 库伦对数：等离子体研究领域，与等离子体的碰撞有关。
2. 矮星系：光度最弱的一类星系，在5万秒差距以外看不到。
3. 蓝致密星系：光度集中于中心核区域的星系，表面光度很高。
4. 冲压剥离：卫星星系及其子暗晕在热气体的“海洋”中运动, 外部热气体的“拖拽” 可以有效地剥夺子暗晕携带的热气体, 致使星系因为缺乏气体来源而停止形成恒星, 即所谓的“窒息”效应(Strangulation).冲压剥离的程度与星系相对于热气体的运动速度和星系内部物质密度有关, 快速运动星系的低密度成分(如冷气体) 尤其容易被剥离。
5. 星系的湿并合：在星系并合过程中，整个体系气体含量高的称为湿并合，相对的，气体含量低的叫干并合。
6. 暗晕的聚集偏差：指的是暗晕成团性对于暗晕的年龄存在依赖性的现象。
7. 后验分布：对模拟数据抽样之后得到的分布，称为后验分布。
8. HOD Model：Halo Occupation Distribution model。HOD是在讨论星系并合作用过程中的一个参数，也指代一种星系形成的描述的模型。HOD观点认为星系分布在看不见的暗物质晕中，星系的形成演化和暗物质晕的作用演化息息相关，在HOD模型中，主要分析（描述）三个相关性质：星系质量和宿主暗晕的概率分布关系，暗晕中的星系物质空间分布与暗晕的关系，星系的速度分布（速度弥散）和暗晕的质量关系。
9. 共动数密度：共动坐标下的计数称为共动计数，相应的密度为共动数密度。
10. HSB galaxies:hight surface brightness galaxies;高表面光度星系。
11. OGLE quasar:optical gravitational lensing experiment quasar.光致引力透镜实验类星体。
12. BTFR:Tully-Fisher relation,简称TF关系，反映的是星系内部的切向速度分布和星系光度函数的关系。BTFR，表示baryonic Tully-Fisher relation.表示的是星系切向速度分布和重子物质质量关系。
13. **宇宙恒星形成历史和星系形成演化半解析理论.赵东海.中国科学院上海天文台.（万方数据库）中国科学院研究生学位论文**

恒星的形成在星系演化历史中扮演着重要角色。而星系的形成和演化，在研究上目前接受比较普遍的是SAMs，即星系形成和演化的半解析模型。暗晕的圆周速度范围，旋转因子，气体盘尺度等因素对于SAMs的星系恒星形成描述不会产生明显作用。相应的，SAMs模型对于超新星反馈效率，气体中金属丰度和暗晕密度分布表现出更多的相关性。

SAMs模型的接受，来自于该模型的推到结果，我们可以推得恒星形成速率在高红移和低红移段都能够与观测结果有比较理想的符合。但是有一个现象：不论模型参数如何取值，在宏毅1.5左右的地方，理论值不能实现对观测值再现，这是因为没有考虑星系与星系之间的相互作用，也即在中等红移尺度上，我们要考虑在星系合并过程中产生的恒星形成过程。

此外，在预言了宇宙冷气体共动密度演化与实际观测符合的基础上，利用理论的CDM物质密度扰动谱为基础，SAMs模型可以给出对应所有CDM模型的接近SFR的观测结果的计算结果（具体到观测结果时具体的宇宙学参数有所改变）。另一个SAMs的优点是，可以再现差异变化大的新观测数据。

在星系形成和演化过程中，恒星的形成是活跃的一部分，并且也是星系信息的重要来源。因此恒星的形成研究室星系形成研究的重要一环。近几年基于观测技术的改进和应用可以得到红移到5的恒星形成演化图像。现有理论的主要问题是:理论能否再现观测到的从dark ages结束到现在的宇宙恒星形成历史。

有关工作最早是Madau等人在1996做的，其中红移在1.5以上时建立基础是哈勃深空观测（HDF）。在1999年，Steidel等人认为中高红移的恒星形成速率高于Matau等人的工作。此外，Steidel还提到尘埃小光问题，但半解析模型的分析下，结合逐级成团框架理论下气体冷却形成恒星的模型，可以认为z~3到z~4之间的恒星形成速率接近恒定的。

论文的目的是为了在更普遍的宇宙学基础上来讨论SAMs的有效性。采取的模型为大爆炸宇宙学模型，逐级成团理论框架，重点讨论了理论模型和观测特征能否相互对应的问题。

方法：讨论不同的模型参数对于最终理论结果的作用；试图找到与观测特征相一致的合适的参数取值。

创新：在引用模型理论的基础上，加入了Toomre气体盘，对半解析模型做出推广应用并给出对宇宙恒星演化史的理论预言。

半解析模型（SAMs）对于恒星形成，超新星反馈，金属产出等问题的分析是一个有效途径。主要原因是基于Montecarlo模拟计算可以实现单个对象追踪，同时不会花费太多机时。

1. **星系合并与相互作用的数值模拟和观测统计.中国科学院上海天文台.姜春艳.中国科学：物理学 力学 天文学**

在逐级成团理论框架下，星系的合并相互作用很普遍，而合并过程中，星系或星系团中星系高速交汇，会注入大量能量，改变星系结构形态。合并中卫星星系受到动力学摩擦作用，掉入暗晕，与中心星系合并，而星系高速交汇的地方，引力场的潮汐作用做种会将这些区域的星系打散剥离。

目前在宇宙学理论基础下，认为星系的形成和演化也是以等级成团的形式形成。星系合并过程中，合并星系的能量和角动量最终都会并入合并后的星系中。合并过程会对恒星的形成过程产生影响，会影响活动星系核的演化。而星系形成的数值模拟有助于人们改善合并时标的表述，并进一步认知合并时标和质量比、红移和星系间距之间等有关量的的依赖关系。

星系合并的作用机制：1）动力学摩擦和星系合并——通过背景中的暗物质相互作用而产生。作用过程：卫星星稀在合并时好比一个刚体落在一个彼此没有碰撞的粒子海洋里面，暗晕与卫星星稀的作用会使轨道发生偏转，偏转会使得星系后方的暗晕物质密度增大，产生拉拽作用，星系速度降低，最终慢慢调入中央星系，与之合并。但是在产生这一减速作用之前，星系需要先进入束缚轨道，而合并过程中有非束缚轨道到束缚轨道之间转变过程，实现的作用就是动力学摩擦。合并时表从卫星星系处于维里半径开始，直到合并结束。

计算，Chandrasekhar公式（钱德拉晒卡公式），考虑时标本身对轨道的依赖性，。

对于高速交汇部分，因为作用过强，卫星星系之间合并几率很小，在交汇中，恒星在星系内部的相对位置不会发生明显改变，因为相对速度几乎不随时间改变。

论文主要介绍了星系合并作用过程中的几个主要过程，包括动力学摩擦作用下的星系掉落，合并，高速交汇合并过程，潮汐力作用分析，同时结合数值模拟介绍了星系形成演化过程中的一些现象，作用。作用效果中有直接的影响改变恒星形成性质的作用，如密近星系的存在与恒星形成速率的提高相关联，但这是对晚型星系，早型星系中是恰恰相反的。有间接影响恒星形成速率的，如引发活动星系核，在黑洞的反馈作用下气体被驱散，恒星形成困难。

PS：动力学摩擦的描述最早由钱德拉赛卡给出，在此基础上，给出了合并时标的描述公式。

1. **星系恒星形成历史及特性演化研究.连建辉.中科大博士学位论文.（万方数据库）**

**星系形成和演化在现代宇宙学研究上起着重要作用。是现今天文学研究中重要而复杂的一个领域。**

论文第一部分重点介绍了星系恒星形成历史过程的重要阶段：恒星的形成和熄灭以及该过程的时标，速率研究。已有工作表示恒星形成速率从红移2开始下降。一是因为恒星所在星系自身恒星形成速率的缓慢下降，另一方面，星系中的恒星形成过程如果熄灭，横行的形成也会终止。

第二部分讲述星系质量——金属丰度关系。在红移0.1左右，较大质量的星系表现出星系质量和金属丰度很好的相关性——MZ关系。

第三部分讲述矮星系的结构演化。主要研究来自深度观测的近红外端数据对于蓝色致密矮星系的分析，分析中发现这类星系中具有年老星族。而对于这类型系的形成演化研究，也会为不同矮星系之间是否存在演化关系提供必要证据。研究结果显示蓝致密矮星系和早型矮星系的底盘结构非常一致，而所有的矮星系都保持着共同的光度—半径关系，证实了不同的矮星系之间演化是一致的。

星系的主要成分是气体和恒星，因此星系的形成演化可以通过恒星的演化和气体的作用过程来反映。但是到目前为止，在恒星形成和演化问题上，并没有一个基本原理上的认识。

对于高红移的星系，其还处于宇宙早期，暗晕还在形成，这使得恒星的形成活动受限。低红移端则因为哈勃膨胀导致了气体密度过低，恒星形成受到抑制。

在论文第二章节，重点讨论了恒星形成过程熄灭的两个关键问题：1）在变成宁静星系之前，恒星的形成速率应以多大的速率下降，这个速率与恒星形成星系的时标有什么关系2）星系熄灭的速率是多少，显然星系的熄灭速率和演化息息相关。

1. **星系中的恒星形成活动的熄灭过程.李成.中国科学院.上海天文台.中国科学：物理学 力学 天文学**

宇宙中平均恒星形成速率在z~2达到峰值之后，一直处于下降状态，也就是说就整体来说，宇宙中的恒星形成过程是减弱的，随着更远的星系观测，可以发现，这样的过程伴随了过去上百亿年的星系的形成和演化过程。论文主要研究的课题，即是讨论这种机制的过程。什么样的物理机制引起了熄灭，在不同星系中，不同的宇宙环境中有何不同。在论文中，讨论总结了三个主要的物理过程：大质量暗物质晕的Halo Quenching效应、棒状结构和次合并驱动的星系自演化（Morphology Quenching、活动星系核反馈）、中小质量星系的主合并。但是讨论的基础是针对观测特征的阶段性，经验型的分析总结。需要更多观测数据的检验和模型理论的验证。

星系分类：1）红星系具有光学颜色红色，恒星形成率低，冷气体含量少，形态为核球主导，特点是颜色与质量表现出正相关关系，弥散小，成为红序（Red Sequence）.2）蓝星系颜色为蓝色，恒星形成速率较高，富含冷气，为漩涡状或者不规则装，成为蓝云（Blue cloud）.最早根据SDSS做出星系颜色分布的是Strateva 等人，从光学上发现了星系的双模型。再后来的Kauffmann等人的工作中，分析了SDSS的星系光谱性质和结构参数，得到了类似的双模分布。基于SDSS数据分析的Baldry等人在分析二位光度分布的基础上，发现给定光度范围可以把星系颜色划分为两个高斯轮廓。

现有观测基础：星系的双模性在Z~2左右就开始表现出来，红移减小的方向红序星系比例增加，这表示星系形成和演化在逐渐减弱和熄灭。

主流理论的星系形成和演化理论：早期宇宙均匀分布的冷暗物质在局部引力不稳定的作用下形成物质晕，热气体掉落到暗物质晕中心，慢慢聚集形成分子云，分子云分裂形成恒星，星系等结构。过程中包含超新星爆发，活动星系核作用等过程。

在星系形成之初都位于暗物质晕中央的星系称为中央星系。中央星系的形成演化和寄主暗晕的热气体吸积过程息息相关。分析发现，中央星系的质量和暗物质晕的质量存在密切的联系，表现为双幂律函数关系。并且两者的质量比在大约10^12个太阳质量处达到极大，这说明在质量较小的中央星系，恒星的形成速率受到了抑制。在半解析模型中，在小质量端恒星形成速率的降低是因为超新星爆发的能量反馈。另一种熄灭形式描述为“Morphology Quenching”或者“两步走”模式：前者指的是星系中心核球结构与星系熄灭的条件关系。在MQ机制不足以产生冷按气体含量降低要求（已有观测事实）时，考虑“两步走”熄灭模式：先MQ机制起作用，此时星系核球的作用是的星系盘稳定；之后当暗晕质量超过某个阈值时，Halo Quenching机制开始发挥作用，冷气体的聚集受到抑制。需要注意的是，MQ和HQ两个过程是不一样的。分析显示暗晕的质量与星系质量和速度弥散都是正相关，相比之下与星系质量关联性更强。其他类似的工作也得到了类似的结论。既然速度弥散和质量影响不同，那么核球对应的MQ机制和暗晕的HQ机制不同。

（创新思路：直接测量暗晕的质量，而不是成团性幅度；之研究中央星系；对星系质量和速度弥散的合适的区间划分）

此后，作者进一步分析，核球的MQ过程自身的疑问：核球是如何增长的，核球是附带结果还是熄灭原因。对于前者，考虑星系并合过程中的潮汐力，以及星系中的棒状结构（在旋涡星系中存在比较普遍，在理论上，棒状结构在星系演化驱动上也表现出至关重要的作用）。作者在文中对于卫星星系的演化做简要提及。对于中央星系的演化机制对于卫星星系同样存在，但是对于卫星星系，显然外部环境影响更大（如潮汐剥离和冲压剥离）。

1. **星系形成专辑.中国科学：物理学 力学 天文学.2017第47卷第四期**

星系形成和演化的综述论文：(1)“星系形成演化模型中的冷气体成分”(富坚); (2)“星系空间取向的理论和观测研究”(康熙、王鹏、罗煜、夏千里、潘恒星); (3)“星系并合与相互作用的数值模拟和观测统计”(姜春艳);(4)“星系的暗晕占据分布模型”(郭宏); (5)“星系与子暗晕的统计联系”(王岚); (6)“高红移Lyα发射线星系观测研究”(郝彩娜、夏晓阳); (7)“高红移星系的结构与形态研究”(范璐璐、方官文); (8)“低红移河外星系中性氢原子气体观测”(王菁); (9)“星系中的恒星形成活动的熄灭过程”(李成).

1. **星系空间取向理论和观测研究.康熙 王鹏 罗煜 夏千里 潘恒星.中国科学：物理学 力学 天文学.**

星系的空间分布简单表现为：在星系和星系团等中小尺度上，卫星星系分布倾向于中央星系的主轴方向，而大尺度上中央星系的主轴倾向于指向大尺度的物质分布。在更大的尺度上，星系彼此之间取向也具有关联性。作者主要指出小尺度上星系的空间各异性的主要决定因素是暗物质晕的非球对称的空间分布，是冷暗物质模型（CDM）的典型特征。

现今认为的冷暗物质模型下，认为结构形成是自下而上，逐级成团的。星系的出生和成长都是在暗晕中，而暗晕的形成和发展则通过星系得以体现和被认知。研究星系的空间取向或排列，可以借以了解认识暗物质晕的形成和发展，进一步解释星系的形成过程。

涉及理论背景：Zel’dovich近似理论，角动量的潮汐作用起源和有关问题（Tidal Torque Theory）。

1. **星系体系的准平衡态统计模型.刘永镇 须重明.**

星系的主要观测参数和关系：

1. 谱线红移:红移和星系距离满足哈勃关系。
2. 星系年龄。
3. 星系质量和半径：考虑速度弥散，以维里半径和质量来衡量。R~10kpc.M~8\*10^10个太阳质量。
4. 随机性运动速度。
5. 角动量。
6. 转动和成团倾向（足够大尺度保持宇宙的各向同性）。
7. 旋涡星系的空间取向分布。

作者的模型建立基础：星系看作膨胀的旋转着的气体；也可以看作无规则相互作用的“分子”。随着星系的膨胀，无规相互作用可以想象会有一个统计平衡状态，可以用统计物理的原理来分析星系问题。在第二部的基础上，通过对星系的观测统计，可以发现作为平衡时期作用留下的痕迹。

1. **星系中恒星形成活动及演化的统计研究.郭可欣.（中国科学院紫金山天文台 博士学位论文）**

在星系的形成演化问题中，星系的恒星形成是一个关键的问题，也是星系形成和演化的重要组成部分。

本文主要分析星系的观测特征和恒星形成速率之间的相关关系，为恒星形成活动的有关物理机制提出观测上的约束条件。结论上作者认为，星系演化整体上是质量主导的过程，在中低红移星系，恒星形成的变化与恒星质量相关联。在低红移的宇宙中，大质量星系的恒星形成速率还与中心内部构成和星系晕有关。并且分析发现，和星系质量有关的作用机制里面，直接相关的试试星系中心的内在结构和星系盘上的恒星形成速率。而关于活动星系核的活动，作者认为和恒星形成很可能没有联系。作者主要分析的基础是COSMOS，SDSS巡天和WISE红外观测数据，分析了Z~0.7的质量从10^9.5到10^11.5范围的星系，主要考察恒星形成率，消光等参数。星系的消光特征随着星系质量的增大而增大，并在光学颜色上也表现出相关性。星系的比恒星形成率（SSFR=SFR/M\*）在对数空间服从正态分布。其特征宽度和SFR的起伏相关。首次发现大质量星系具有更高的SFR弥散。

对低红移端（0.01~0.03）的星系恒星形成速率，发现类似于前一步工作的现象，即大质量表现出大的SFR弥散。同时SSFR随着恒星质量变化而变化（这反映SSFR和星系中心的形成有关），并且统计分析发现，不同质量星系中SFR的中落物理机制是一致的，并猜想这种作用机制和星系晕的作用不同。

对于AGN对于星系演化的作用，作者认为宿主星系的恒星形成活动很可能和AGN的活动是相互独立的两个物理过程。

背景：在宇宙学模型取得暴涨模型和冷暗物质模型的同时，应运而生的，对于星系的形成演化有相应的理论描述，这就是等级成团理论（HCT）。值得指出的是，在分析讨论中作者说明直接从观测的大于动力学时标的星系演化是不能确认星系存在先后时间的。观测特征随着红移的变化的特征，应该说明的是改观测特征存在红移演化，但不能考虑的出其他性质的演化信息。但是再考虑星系分类的基础上，可以借助不同星系的参数函数的相对变化关系来推知不同分类之间可能存在的演化关系。

恒星形成停止和星系的被动演化问题：恒星形成停止活动，屏驱动星系演化的物理机制用时标分为两个：快速演化和慢速演化。从效果上，分为内部（以非恒星的形式消耗掉气体，）和外部两种过程。

在Toomre1972年提出星系的星系核球由星系合并而来，并且过程中会引发quenching，在观测得到吻合。在这一理论下，星系合并过程中，星系中心会发生强烈的星爆，这回事的星系的形态结构发生变化。星爆会使得大部分气体被驱散而迅速消耗，同时由于超新星或者AGN对于气体的辐射压和加热，会在星系中心出现恒星形成空洞——即不能形成恒星。在观测上该过程得到证实：年龄越大的星系具有更多的恒星质量和更少的气体。但实际讨论上该理论模型尚存在争议。

此外，作者还讨论了形态quenching，长期演化，星系晕临界质量等问题。

1. **星系形成演化模型中的冷气体成分.富坚.中国科学院上海天文台.中国科学：物理学 力学 天文学.**

星际介质中的冷气体是星系的重要组成，主要成分为分子气体H2和院子气体HI。两种气体参与到星系发展的各个阶段和物理过程，是SF过程的材料来源。目前对于该方面的研究主要有半解析模型或者流体动力学模拟。

星际气体氢元素按照所处状态可以分为热气体和冷气体，热气体处于电离状态，冷气体包括分子气体和原子气体。而星系中形成恒星的原材料就是分子气体和原子气体，并且冷气体和恒星形成的各个物理过程都息息相关。比如恒星的形成、光致电离、超新星爆发、AGN活动等消耗了冷气体，而再结合和气体冷却过程则增加了冷气体的含量。在观测上，HI的直接观测是H的21cm谱线（对低红移大的宇宙观测，高红移的观测需要中性氢的吸收间接观测）。中性氢则不能直接观测，需要借助CO的探测来间接得知。

问题一 分子—原子气体的转化：分子云内部，密度高的区域，中性原子在尘埃表面形成分子气体，而在星际紫外场的作用下分解为原子气体。Elmgreen等人研究了星际介质中分子——原子气体比例和尘埃、行际流体力学压强、紫外场辐射的关系，后者中星际压强对于比例的影响效果最明显。这一结果先后被Biltz、Rosolowsky和Krumholz等人发展，比例关系和星系的气体面密度、恒星面密度、金属丰度等物理观测联系起来并得到了实际观测支持。

问题二 模拟与分子、原子气体：目前星系形成和演化模型主要有两种：流体动力学模拟（Hydrodynamics Simulation）和半解析模型（Semi-Analytic Model）。研究方向都是顺着宇宙演化的时间来计算包括重子物质（如星系，气体云）和暗物质晕的形成与演化。前者包括了两种无知的模拟计算，而后者建立在暗物质多体模拟的基础上，分析重子物质的相关过程。现有流体力学模拟：Illustris，EAGLE，Horizon-AGN。建立在EAGLE模拟上的研究已有不少结果。在近几年，更常用的方法是半解析模型模拟。加入的物理过程包括气体冷却和吸积，分子原子气体转化，星际气体电离，恒星形成和演化，金属丰度等。在描述上采取唯象的方程，建立基础为观测数据的拟合或者已有模型的结果。但是半解析模型不完全自洽，在模拟中涉及的物理过程和成分无关，只与总的冷气提相关，而和气体有关的计算是在模拟之后，针对各个物理量分开计算（称后处理）。这样的模拟显然不能在计算处理中分析分子或原子气体对于恒星形成过程中物理过程的影响。首先引入气体成分在半解析模型中进行模拟的是Cook等人在2010年的工作，在工作中他们得到恒星形成速率和分子气体面密度有关。此外，国内的富坚等人利用L-Galaxies半解析模型和Millennium模拟的基础，考虑星系盘上的物理过程的径向分布，得到了一些能解释和符合部分观测结果的模型结论。

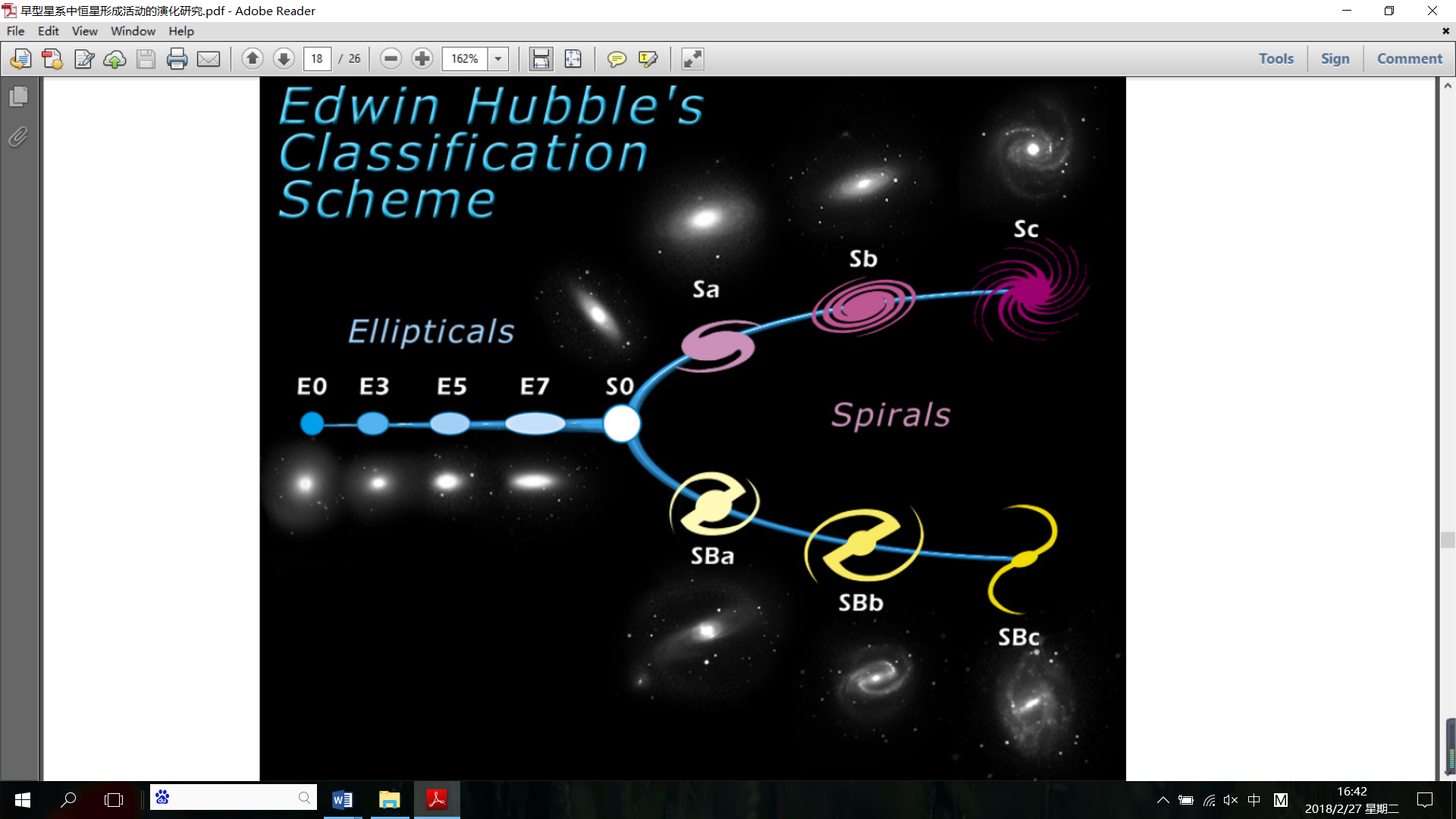
有关气体问题总结：1）计算问题：主要是计算量和计算时间，流体力学的模拟需要大量的时间和资源，而半解析模型偏重于重子物质的计算模拟（虽然方便参数调整）。2）物理过程的完备性上流体力学模拟更具有完整的物理图景，但是并不能从第一性原理出发对许多物理过程进行说明，解释是唯象的。3）模拟空间尺度有限，表现在模拟尺度上和模拟中对象星系的尺度上。4）运行结果上，半解析模型不能给出具体的物质分布信息，自然也不能具体的说明物质作用过程，给出的是星系总的描述量（质量，光度），相比之下流体动力学模拟能提供更多物质分布上的信息。

课题相关：恒星形成速率（SFR）在红移小于3的宇宙范围内大幅度降低，但中性氢在Z~3处没有明显演化，这说明分子——原子气体比例在随着红移减小逐渐降低。而恒星形成速率和分子气体有直接关系。

1. **早型星系中恒星形成活动的演化研究.王放. 郑宪忠.中国科学院紫金山天文台.2011年3月天文学报第52卷第二期**

文中主要stacking技术测量了样本星系的紫外与红外平均光速，对早型星系的恒星形成速率做出估计。结果显示随着红移减小，星系的恒星形成速率逐渐降低，并且早型星系中的恒星形成率较低。

星系的哈勃分类：椭球、漩涡和不规则星系。并且在图上：



左边的为早型星系，右边的称晚型。

绝对星等：与恒星的质量和动力学质量关联。星系的另一个分类：红色星系和蓝色星系。红色星系近期恒星较少，平均质量和金属丰度相对较高。蓝色星系具有较多近期恒星，其颜色变化同时反映着星系中近期恒星的比例变化情况。早型星系亮星占主导，而晚型则暗星占主导。观测表明，恒星的质量贡献主要来自于早型星系。早型星系一般为红色，星族年龄比较老，其光谱存在一些吸收特征，Lick指数可以用来描述这些光谱特征。

在Thomas等人的工作中（2005），研究了124个高密度和低密度的早型星系，发现星族年龄，金属丰度和[]与速度弥散都存在很强的线性对数关系。

作者主要讨论了早型星系的形成和演化的几个主要问题：早型星系可能的来源及其包含的一些观测特征的解释，比如：金属丰度。其中提到星系要停留在红序阶段，需要停止恒星的产生，或者说保持很低的恒星形成速率。这需要某种机制来实现。因此红序星系中的大质量恒星不可能自己产生。红序阶段的星系需要蓝星系活动停止或者已有的红序星系合并而来。接着作者阐述了早型星系的恒星形成活动的分析讨论。在分析讨论中，作者结合实际的恒星形成环境，考虑了尘埃消光和遮挡的影响。作者首先分析得出年老星族贡献的红外光度占较小，因此该部分的不确定性对于SFR影响较小。作者指出没有考虑紫外光波段的SFR数值估计会偏大。

1. **星系与子暗晕的统计联系.王岚.中国科学：物理学 力学 天文学.**

在N体模拟的精度不断提高的前提下，在暗物质晕的模拟过程中，子暗晕的演化发展可以实现跟踪统计。研究子暗晕是因为相对而言，子暗晕对于星系的行程和演化关系更为密切。作者主要介绍了这类统计方法。

星系形成模型的基础最早的工作是由Hoyle提出的，Holye在其工作Problems of Cosmical Aerodynamics（Dayton:Central Air Documents office,1949，195-197）中指出星系的旋转可能产生于塌缩过程中的潮汐力力矩作用，进一步的，在White和Rees的工作（Core condensation in heavy halos—A two-stage theory for galaxy formation and clustering.Mont Not R Astron Soc,1978,183:341-358）中提出了包含引力束缚结构的成团性、气体冷却等星系的描述模型。在后者的工作中，认为暗物质晕在无耗散引力塌缩过程中形成，星系在晕的结构中由重子物质冷却形成，同时考虑了反馈物理机制。在观测上的检测则依赖于星系的运动特征和引力透镜效应。统计上出发的星系形成模拟方法称为：暗物质晕占据分布模型（HOD模型）。HOD主要出发点是从统计的角度来分析暗物质晕的（星系）占据问题。在研究星系问题上主观性较多，分析是经验化的，性质是建设函数或公式的推理。问题：研究表明暗物质晕的分布存在聚集偏差效应，甚至星系的成团性和暗物质晕的年龄也存在关联。越早成团性越强。

N体模拟相对而言比较成熟，目前是一个标准化的工具，具有研究暗物质晕的内部结构的可能性。

实际模拟中直接替代存在的问题：在暗物质晕中模拟时，考虑的是最终的星系分布成型情况，而考虑子晕的时候，需要考虑在星系并合等过程中，成为卫星星系的星系和其星系晕的变化情况。而这些痕迹只能在数值模拟结果可以被察觉的情况下才能被检测，但是实际并合模拟过程中，越靠近中心的地方卫星星系和其暗晕会因为潮汐力的作用，被剥离分解，无法识别。合适的处理方法是进行追踪显示。在技术上，90年代已经可以实现模拟和追踪对于一个合并进入其他暗物质晕的暗晕的演化发展情况。

星系和子暗晕的统计关系：在吸积并合之后，星系的形态结构和质量都会发生变化。而星系的主要性质应该是由其被吸积之前的演化决定，也就是星系的性质和吸积并合之前的暗晕联系。第一次比较理想的实现模拟分析的是Millennium Simulation。这种关联性并不只存在于低红移宇宙，但是在红移增大时模拟控制相对困难。目前已有更细致的模型模拟，可以考虑星系和暗晕更细致的作用过程的演化。相比中心星系，卫星星系的光度低，质量小，并且在低暗晕质量时表现得更加明显。[PS:文中考虑了orphan星系——孤子星系的贡献，这类星系在并和过程中失去了其晕，研究结果表示在小质量区间，以及尺度小于1h^-1Mpc的情况，orphan星系对于相关函数的幅度影响不可忽略]。在这一方向的工作不确定行主要来自恒星的质量测量。但是因为模型的假设前提是只用质量函数就可以实现比较好的关系约束，因此星系成团性不能很好的恢复]。

1. **星系形成的半解析模型研究进展.康熙.天文学进展.2005年6月第23卷，第2期.**

在CDM框架下，认为在宇宙暴涨过程中，宇宙的原初微小扰动被放大，并在引力的不稳定下发生增长，较小的结构率先进入增长阶段并塌缩形成晕的结构，一个一个小的晕并合在一起，最终可以形成大的暗晕。星系就是在这些暗晕内部热气体冷却后形成的。SAM在处理问题上对于重子的物理过程假设过于简单，并且一系列的物理参数不能确定，对于一些已有的观测现象或特征也不能做出解释。SAM包括的物理过程有：暗晕的形成、气体的辐射冷却、恒星形成、超新星爆发和AGN能量反馈、恒星的光度演化等。在宇宙学参数测量精确的现在，数值模拟可以得到较好的分辨率，可以分析得到暗晕的形成历史。（在数值模拟中的寻找方法为FOF，即找邻法，得到与CDM理论预言相符合的结果）。

气体冷却与恒星形成：在位力化的暗晕中暗晕的温度约为位力温度。气体的冷却函数则考虑为气体温度和金属丰度的函数。气体的冷却半径：在半径处气体的冷却时标相当于当时宇宙学年龄，则这个地方对应半径为冷却半径。小质量的物质晕冷却半径大于位力半径，此时气体冷却很快。研究表明，以宇宙学年龄来作为冷却时标能更好的符合观测。在SAM中对于恒星的形成速率：，模型参数为，为冷气体含量，为恒星形成时标。模拟中时间是一个不确定的量。为了符合观测，需要考虑时间和星系旋转速度的关系。在演化过程中，金属丰度对演化也会有影响：金属丰度升高会加快气体冷却，冷气体含量增加，SFR增大，但与此同时，恒星的演化也会加快。SAM中认为，恒星演化会抛出金属，金属灰首先进入disk的冷气中，之后超新星爆发的冷气会进一步与之混合，同时也增加金属丰度；最后在disk的区域SFR增大。但实际观测发现会有金属亏损，这可能是SAM对于过程的简单假设引起的。在SAM之外，实际的金属不同相位演化上待研究。

SAM的优点：建立在CDM理论基础上，能解释许多临近宇宙星系的性质甚至部分高红移星系的性质。最大的优势在于对物理过程的合理描述。

SAM的问题：SAM在模型上需要回答临近的大质量星系怎么形成的问题。需要解释高红移的红星系，大质量星系问题。

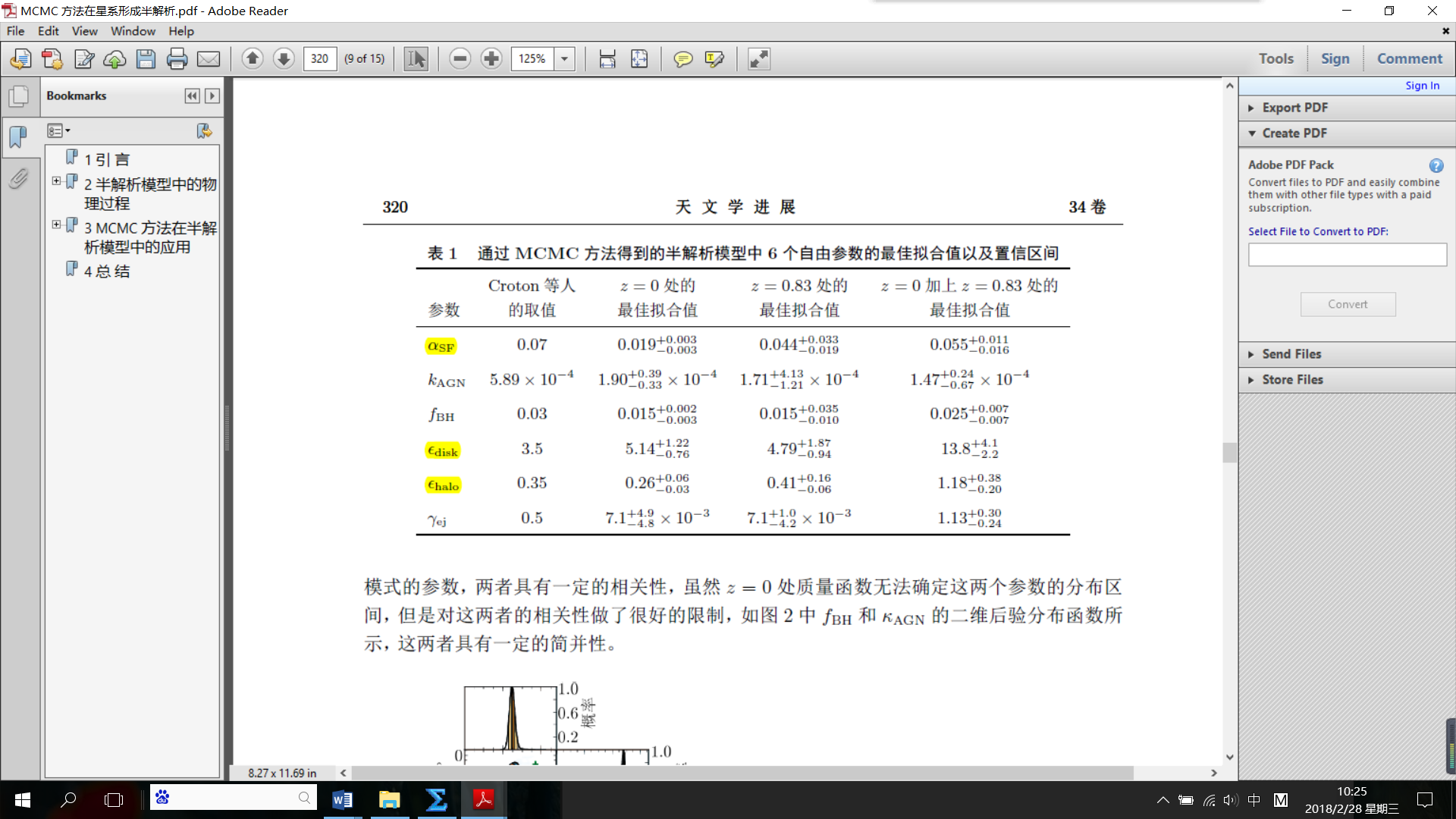
1. **MCMC方法在星系形成半解析模型中的应用.李仕杰，杨小虎.天文学进展。2016年8月，第34卷，第3期.**

SAM的主要缺点，参数过多，模拟控制复杂。这是因为对SAM涉及的物理过程了解还不够深入，对于物理过程的描述是唯象的，利用MCMC可以对SAM的参数范围给出限制。蒙特卡洛方法是依据给定的概率分布产生随机数，再利用随机数进行模拟的方法。而MCMC是基于马尔科夫链的采样方法，可以自搜索分布较大的区域，能更好的利用计算资源。MCMC应用于SAM，可以快速的确定参数空间，提高效率。

SAM研究最为成功的两个研究组：Munich group和Durhan group。

理论基础：现有的星系理论认为，暗物质晕塌缩过程中会对气体加热，使之达到位力温度，这种加热的气体分布为等温球队城径向分布。此外，在Munich的模型中，认为要形成恒星，气体需要有一个临界质量。气体质量小于了临界质量，SF过程会停止，气体质量在临界质量之上时，多余的气体才会参与SF过程。在星系形成演化理论中，有一个物理过程是并合，大的暗晕由小的并合而来，星系也是如此。并合过程中，除了中心核球会受到影响，中心的黑洞也会进入类星体模式。星系演化过程中，演化末期的恒星会产生超新星爆发，过程会抛射大量物质和能量，星系的冷气体成分会被加热，打散，这个过程称为超新星反馈，作用结果是不利于SF过程的。被抛射的气体最终会以再结合的形式回到星系暗晕。相比之下，AGN反馈主要是辐射对于气体的加热和下降抑制，对于SF过程也是抑制的。

接着作者从SAM模拟过程和MCMC分析开始，介绍MCMC方法在SAM的应用。最早的分析例子在Kampakoglou等人的工作（Kampakoglou M, Trotta R, Silk J. MNRAS, 2008, 384: 1414）中可以见到。文中分析以Mutch等人的Munich模型（Mutch S J, Poole G B, Croton D J. MNRAS, 2013, 428: 2001）为基础，提出了单独观测的参数限制和联合观测的参数限制。单独观测的参数限制中，为了提高模拟效率，采取了多组（512组）单独数据输入模拟的方式。模拟结果是：在Z=0处可以对三个一维后验分布为高斯分布的参数做出限制，对另外两个参数的关联性做出限制：



标色的三个参数在Z=0处可以被限制，第二个和第三个关联性被限制。并且和存在简并。在Z=0的黑洞——核球质量关系只能限制和。值得注意的是6个参数都是与并合过程无直接关联的。Mutch等人假设disk的恒星面密度超过某个值，disk会不稳定，会有恒星落入核球。此时核球的增长和SF过程联系起来。联合观测限制则是吧Z=0，Z=0.83处的质量函数和Z=0处的黑洞——核球质量函数联合起来限制6个参数。在联合限制模拟结果中，6个参数的边缘后验分布都表现出高斯分布，这表明做出的限制效果比较理想。

1. **高红移发射线星系观测研究.郝彩娜.夏晓阳.中国科学：物理学 力学 天文学.**

高红移****发射线星系是理解宇宙形成历史和早期星系的关键，是研究星系形成、宇宙恒星形成和结构形成历史的重要探针。作者主要分析了这类星系的成团性、恒星星族、发射线星云性质、恒星形成性质、紫外连续谱等以及与莱曼断裂星系的关系。并分析了这类型系对于宇宙恒星形成率密度的贡献。发射线波长短，可以观测距离最远，是高红移宇宙的绝佳指示剂。但同时该射线也容易被吸收，难以观测大质量星系。

发射线静止波长为：。是电离氢原子复合时电子由主量子数n=2向n=1状态跃迁时发出的辐射。可以用于探测正在形成的高红移年轻星系。射线产生于恒星形成区域，之后被星际介质中的中性氢共振散射，直到逸出和被尘埃吸收。所以研究射线可以得知恒星形成、星际介质以及星际介质组成和分布等信息。对于的观测结果分析，发现了不少高红移的LAEs候选体，同时关于红移6.6~7.7之间LAEs的光度函数是否存在演化尚不清楚。

对恒星形成率的体密度贡献：对LAEs的光度函数积分，得到的光度密度，进而得到恒星形成率密度，利用同样的处理过程得到紫外端的恒星形成率密度，两者的比值反映的就是LAEs对恒星形成的体密度贡献，该数值随着红移的增大而增大。但如果考虑消光以及积分光度的影响，该贡献值具有不确定性。对于成团性的影响分析发现：宇宙再电离应该发生在红移7以上。从临近宇宙到红移为6，星系的恒星质量和恒星形成率之间存在精密的相关性，这被称为恒星形成主序列。相关关系的弥散程度约为0.3dex。在主序列上的星系里，恒星的形成模式是disk中的稳定形成，而在这之上的主要由并合过程中的星暴模式产生。

相比于LBGs，LAEs的质量更小，消光，半径也更小，反映星系演化的早期阶段。目前该领域主要存在观测技术上的困难。

1. **低红移河外星系中性氢原子气体观测.王菁.中国科学：物理学 力学 天文学.**

文中分析了关于HI的研究进展，包括作用过程，分布等问题。星系团组尺度上局部的星系密度和星系中的HI密度有明显的联系。大致来说，不同的星系内部HI的分布是大致一样的。

在星系天文学的研究上，冷气体是一个十分关键的研究课题。关于星系演化发展的恒星和冷气体密切相关。冷气体按照状态，分为原子气体HI和分子气体。后者与恒星的形成过程关系密切。而前者是冷重物质的起点，关系着星系的演化。通过HI的运动和分布实现对冷气体的追踪，进一步可以预测恒星形成活动的将来发展。

在观测上，HI的观测除了定义不明，数据源各异，还有遗漏观测的问题（不少星系中的HI含量是可观的，但是不在观测考虑之内）。观测上发现，HI的恒星质量比和星系颜色、恒星面密度等关系密切。HI的质量函数则用于研究星系重子物质和暗物质之间的关系。在小质量的暗物质晕中，恒星形成效率较低，而很多物理机制可能导致这个结果。对HI的质量函数分析，可以对这个问题做出合适的模型选择和约束，此外，HI在不同的星系环境中表现出的观测特征也不一样。在星系中，HI的直径质量相关性很强，有直径质量关系——线性对数关系：。但其中的物理机制尚不清楚。SFR和HI的质量比成为HI恒星形成效率，其倒数称为气体耗尽时标。HI丰度越高，气体耗尽时标越长。在星系内部SFR和HI两者的面密度之间没有相关性。在单个星系中，SFR和HI的面密度存在幂律依赖关系，并随星系不同而改变。此外，环境密度对HI丰度的影响依赖于恒星的面密度，低密度的星系组环境则影响作用复杂。对于卫星星系而言，中央星系对于其HI的含量影响作用明显。

外文文献（1，2，3作为外文翻译）

1. **Mapping stellar content to dark matter haloes using galaxy clustering and galaxy–**

**galaxy lensing in the SDSS DR7.** **Mellon College of Science.Ying Zu, Rachel Mandelbaum.** **arXiv:1505.02781v1 [astro-ph.CO] 11 May 2015.**

Abstract:可观测的星系质量分布和暗物质晕之间的映射关系提供了从大尺度结构解释星系形成和演化的关键环节。作者在暗物质晕占态分布模型（HOD）的基础上发展了一套新的统计方法来分析认识这种关联性，这借助SDSS项目的星系团和星系-星系间透镜效应的观测数据——iHOD，相比传统的HOD分析，iHOD可以包含相比原来分析更多约80%的星系。得到的恒星暗晕质量关系不仅揭示了SDSS几乎四十年来的观测数据（星系族和透镜），而且成功的与策略SDSS观测到的恒星质量函数关系。iHOD分析能够把更多的星系纳入到模型的考虑范围内，并且可以进一步在统计一致的基础上考虑恒星质量的不完备性。考虑到iHOD模型可以模拟和分析更多的星系，因此不需要引入一个强的前散射或者以一个恒星质量函数作为输入就可以打破恒星质量和星系晕质量之间的对数散点退化或者是在大质量端两者质量关系斜率的退化。作者在论文中检测分析了这种分散随着星系晕的质量变化的变化情况，研究的星系质量为质量（误差）到（误差）。针对固定质量的星系晕，iHOD模型还可以控制卫星星系的质量函数，并借助Schechter函数形式预测在更高质量星系下会发生多大改变。相比传统的测量方法，iHOD模型可以更容易的应用到现有的和未来的光谱观测，在恒星质量和星系晕的关系上也可以提供更强的约束关系。

Background：星系的恒星质量分布可以为冷暗物质的宇宙学模型（）研究很多重要的问题提供重要的线索依据,具体来说，相对于被以尘埃和气体形式抛射出星系的重子，有多少比重的重子得以在星系里面凝聚形成恒星。在这些凝聚形成恒星，有多少处于星系中央的暗物质晕中，同时剩下的是怎么分布在卫星星系中的。在文中提出的是一种基于HOD模型的数据统计方法，借助SDSS的巡天观测的样品星系的空间聚集性和弱引力透镜效应，解释恒星质量和星系暗物质晕质量之间的关系。分析的得到的映射关系不仅解释了星系的自相关函数，星系质量关系，同时准确的预测了观测到的恒星质量函数关系，并对星系在暗物质晕中的分布给出了一个强的约束。综合全面的理解暗物质晕重星系的性质最直接的方式是假定一个合适的物理过程，包括了恒星和气体的作用和演化——通过流体力学模拟或者N体作用下的晕合并作用的半解析模型模拟。后一种模拟方法相对来说更容易实现（尽管有许多自由的参数）。然而，即使用流体力学模拟，一些关键的过程——分子云塌缩形成恒星，超行星爆发和星系风暴形成的恒星质量反馈，以及活动星系核的影响，都是远远在关系决定的极限一下，因此物理机制通常是次要的作用因素。尽管在过去几十年，两种模拟手段都比较广泛的星系观测性质，但任然有可以改善的部分。更重要的是，由于模拟的结果直接与规定的子网格物理及其参数联系在一起，通过用新的观测来不断的比较这种“前向建模”方法的预测，我们可以不断地在宇宙学背景下提供我们对星系形成物理的理解，特别是有助于塑造星系SMF的重子反馈机制。但是因为流体动力学模拟过于复杂和SAM模拟的简并性，我们很难对星系形成理论做出明确的判定。

值得一提的是，Leauthaud等人在2011年的工作中对HOD的框架做了更深一步的参数化。在统计上，为了解决针对各个样品需要计算参数的问题，人们考虑建立恒星——暗晕的质量关系（SHMR）。星系中心的平均SHMR反映了在宿主暗晕的质量一定的情况下星系中心恒星的质量大小。而卫星星系会以一定的恒星质量规模上以暗晕的形式存在。同时，Leauthaud等人展示了L11模型的有效性，通过对整个观测质量范围内的进行推断，利用SMF、角星系团等在COSMOS 曲线的质量约束条件下。但是和HOD模拟一样，L11模型也要求恒星质量样本的体积完整，因此在本质上，每一次取样都会丢失大量的数据信息。文中讨论的方法建立在L11模型的基础上，并且可以在一些临界恒星质量情况下，对星系簇和星系—星系透镜做出拟合。但是可以在统计学自洽的角度来分析信息的不完整性。讨论分析的模型具有灵活性，可以包含更多的SDSS的观测数据——在更低的质量范围，更高的红移范围，相当于取样区间两倍的分析量。

另一方面，Moster等人在分析暗晕问题时采用了SHAM（次晕丰度匹配技术）技术在N体模拟中把恒星质量、亮度分配给个体暗物质晕。在最简单的情况下，SHAM方法假设了星系取样中恒星质量函数（SMF）和暗晕质量函数之间的单调关系。大多数的SHAM研究利用的是infall mass:掉入质量——即一个次晕在加速到主晕之前的质量，而不是次晕的质量，也不是一些单调关系（假设固定的散射发生或者从外部的先验中得到散射）。利用了掉入质量之后，预测和观测的星系簇和透镜数据有很好的符合。SHAM的假设是在并合之前，各个卫星星系是其坐在次晕的中心星系。在合并成为卫星星系之后，由于潮汐剥离作用和动力学摩擦，次晕的质量会被消耗，但是次晕的恒星受到影响相对较小，会紧密的结合在一起。SHAM和HOD的关键区别在于：SHAM利用掉入质量来避免HOD模型遇到的需要对卫星星系参数化的问题，通常我们视为一个细微的差别。但是在我们的研究中发现，改进的HOD能够更大限度的从外部摄取信息，利用这一特点我们可以严格约束卫星星系的HOD，从而在分析为卫星星系时可以不借助中央的SHAM而减少分析卫星星系演化过程的信息引入。更重要的是，改进的模型可以打破SHMR中的散点分布和斜率的矛盾，在不引入固定值和前置条件的情况下自洽的得到散点分布。

思路：第一步分析了SDSS的观测数据，包括大尺度结构星系目录和匹配的恒星质量目录，此外还有两套星系样本。第二部介绍了用于描述样本星系团簇和星系——星系透镜数据的方法。第三部分介绍了改进的HOD模型，并用以分析星系簇和透镜信号。第四部分介绍了利用改进的HOD模型在理论上做出的预测。第五部分是说明模型的结果和结论，在新的HOD模型技术下。第六部分介绍了中央星系的SMF，SHAM，以及卫星星系的SMF预测。最后对于分析讨论做出总结，阐述进一步的深入和后续工作。

数据分析部分：首先建立一个CDM的宇宙学模型，参数如下：

。模拟过程中哈勃常数一直保持。每个单元的移动距离为或者，每个质量单位的质量为或，晕质量定为：200次迭代后的平均物质密度质量。光度法和光谱法的区别在于恒星的质光比。对于观测数据样本，我们假设恒星的质光比由光度法决定。使用MPA/JHU的观测目录数据，因为没有很好的修正或者描述适用于这部分观测目录，在这个观测目录中的恒星——暗晕质量关系是个特别的映射关系。分析的一个目的之一就是对于这部分数据实现合理的恒星质量估计。

模拟的恒星取样说明：

1. **Mapping stellar content to dark matter halos. II.Halo mass is the main driver of galaxy quenching. Ying Zu, Rachel Mandelbaum.** **arXiv:1509.06758v1 [astro-ph.GA] 22 Sep 2015.**

摘要：

1. **Mapping stellar content to dark matter halos III.Environmental dependence and conformity of galaxy colours. Ying Zu, Rachel Mandelbaum.** **arXiv:1703.09219v3 [astro-ph.GA] 21 Apr 2017.**

摘要：

1. **the small scatter of the baryonic tully-fisher relation. Federico Lelli, Stacy S. McGaugh, TamesM.Schombert.2016January 1, The American Society, All-rights reserved.**

The baryonic Tully-Fisher relation:重子的Tully-Fisher关系。Tully-Fisher关系是指星系的绝对星等和自转速度之间的关系：。表示星系的绝对星等，表示21cm射电观测的星系HI盘的旋转速度大小。，称为TF参数。再考虑星系的倾角时需要对速度项修正如下：，x表示星系的倾角大小。

在CDM的模型下，重子的Tully-Fisher关系将从暗物质晕质量和重子暗晕质量比反映出内在散射的结果。该工作在118个圆盘星系的样本得基础上研究分析了BTFR，分析包括HI的旋转曲线和Spitzer光度法的3.6谱线。假设星系的质光比在3.6谱线附近保持常量，分析发现BTFR的分布散点，斜率，归一化都会系统的随着恒星质光比的引入发生变化。在恒星质光比比太阳的大0.5倍以上是分布的离散程度是最小的，对应的最大磁表面亮度高星系，同时斜率保持在4左右。对于合理的任一星系质光比的值，内在散射的指数大概为10^0.1，这个数值是低于CDM模型的期望值的。分析发现过程的残差和星系的结构参数没有关系，这与部分星系形成模型的预测相反。

BTFR实际上是一个对于CDM模型的检测参数，在CDM框架下认为BTFR存在星系形成演化的全部阶段。BTFR在观测上已经利用HI的射电观测做了广泛研究。射电观测可以精确得到临近星系的HI运动分析，测绘出高精度的旋转曲线。单重的HI取样调查为BTFR的研究提供了足够多的样本，这些严格吧你对于星系距离和位置的估计预测很有用。但是世纪对于星系的分析，星系的演化会产生以一系列的效应，而HI只是其中一个，也就是说HI和星系的演化问题不存在必然的对应关系。并且分析发现用HI估计的BTFR斜率比用星系的径向速度估计的BTFR斜率小。工作建立基础是SPARC（Spitzer Photometry and Accurate Rotation Curvey）。数据基础是有关SP的3.6星系观测图像。在星系取样上，选取的是高光矮星系。通过Archangel推导出了表面亮度曲线和渐近模量（在本篇工作里面我们将主要利用渐近模量来估计恒星质量）。从经验上来判断，沿着flat部分的速度的旋转曲线可以把BTFR的分布离散程度变为最小。对于速度的选择，针对不同星系选择不同，如小质量的形象，对应的半径选取为RC增长的部分，对大质量的蓝色星系，对应的半径为RC下降的部分。简单来说，Vf的出现和重子物质的分布细节紧密相关。对重子质量的估计服从关系：，L为光度，为气体质量，为恒星的质光比。部分研究显示是一个常量在某个星系质量和类型范围内，出现的弥散误差大概为10^0.1。对于气体的质量估计，通常星系中存在更多的是原子气体，对分子气体需要CO的观测来确定（但是在低质量贫金属的星系中CO通常不能检测到）。有趣的是气体质量中，分子气体对于重子的质量贡献一般在10%以下，并且在disk区域，我们对于气体质量采取忽略不计。

选取的118星系从Vf划分为三类：32个分析对象具有精确的距离，这些星系来自红巨星系的分支，造父变星，超新星。26个对象来自大熊座星族。60个对象的哈勃关系被修正，根据Virgocentric掉落。

结果：

1. 针对质光比为0.1到1倍太阳值的BTFR关系做出了系统的分析，关系如下：。S是斜率，A是归一化常数。
2. 内在散射的观测：散射随着质光比增加而减小，在0.5倍太阳值及以上时出现平缓趋势。
3. 关于斜率、归一化、残差：BTFR的斜率随着质光比的增加而变大，这是因为气体比例系数（）随着Vf的变化在变化。低质量星系在BTFR的关系图上对于质光比的依赖性不是很强。相反的，大质量星系在BTFR关系图上表现出对质光比很强的依赖性。相比低质量星系，在质光比变小时，大质量星系的重子质量变快更快，更剧烈。
4. BTFR和星系的有效半径之间没有表现出相关性。同样的BTFR和有效表面光度也没有直接联系。
5. 结论上，星系的内在散射比CDM的期望估计值要小。BTFR的分布图显示星系的尺度，半径，表面有效光度和BTFR没有相互关系的表现，在星系形成理论上是一个新的挑战。
6. **IS Quasar optical variability a damped random walk? YingZu, C. S. Kochanek, Szymon Kozlowski, Andrzej Udalski. Depart Version February,25 2013.**

阻尼随机游走模型越来越多的用于分析类星体的光学变化曲线，但是阻尼随机走步模型是否能够在全部时间段上对类星体的光变做出描述是不确定的。以OGLE类星体的光变曲线为例，工作中考虑了四种对于DRW模型的修正，通过引入参数到协方差函数关系中，来分析DRW模型在类型提问题上的在长短两个时间尺度上的误差大小。我们发现DRW模型的结果在样本空间上与时间尺度有一个很好的符合。引入参数考虑可能会出现内在散射，但是结论的正确与否取决于统计上的测试，并且结果对光度函数的估计误差表现出敏感性（在误差10%就会表现出来）。在非常短的时间尺度下，我们发现了一些截断现象的存在，并且其相关性比DRW强。这与Mushotzky等人在2011年的工作发现一致，尽管Mushotzky等人利用的是开普勒的类星体光变曲线，时间尺度很大，并且光束曲线没有较为理想的约束，但是两个分析结果一致。

类星体的光变特性一直认为是类星体中心的特性。关于类星体的光变特性一直也是天文研究的开放问题，而近来的研究表明，关于类星体的光变特性可以由阻尼随机游走模型来做出很好的描述：把类星体的光变特性看为随机过程，该过程伴随一个指数式协方差函数（定义在一个特征时间段内）。已有研究表明DRW模型在对在异构类星体中发现单个类星体的可变性提供了可能性。

实际上DRW在筛选类星体上是一个有效的方法。 实际上DRW模型仅仅以两个参数，能否完全表征类星体的光变特性是不确定的。早期研究在小尺度时间规模下，发现一部分类星体的功率谱密度存在DRW表现的-2次方的幂律关系。从数学上来说，DRW是唯一一个存在不动点的高斯过程。利用DRW分析类星体的光变函数，主要考虑物理机制可以借助DRW的模型参数得以了解。传统的类星体光变函数的分析借助于PSD，PSD中有两个主要不足：一是测量，一是说明。在测量上，PSD需要对光曲线做划分（离散化处理），该过程通常会导致星系丢失。而合并点之间的不确定性彼此相关。最终没有正确的估计和解释。Monto Carlo方法可以建立PSD的经验协方差矩阵。在本工作中，建立简单的高斯过程统计模型，不涉及数据离散化处理。在统计上可以更好，更直接的实现分析结果。

研究上我们从三参数协方差函数出发，利用DRW模型来分析是否可以得到一个更好的类星体光变函数。

内容分布：数据分析——协方差函数引入并分析DRW和光变的符合问题——结论和讨论。重要假设：所有的光变曲线符合高斯过程描述。

模型引入的部分作者介绍了四个对于协方差函数的修正，并分析两个参数约束对于光变曲线的影响。关键参数：和。

结果：模型的估计结果依赖于DIA的光学分析误差多少DRW模型最终的符合结果和预期差距稍大。这可以从分数位移和最小化误差的到解释。结果显示，从分布函数轮廓来看，类星体的函数轮廓和DRW是一致的。

1. **SPARC: MASS MODELS FOR 175 DISK GALAXIES WITH SPITZER PHOTOMETRY AND ACCURATE ROTATION CURVES.Federico Lelli，Stacy S.McGaugh，Tames M.Schombert.The astronomical Journal,152:157(14pp),2016December.**

SPARC:Spitzer Photometry and Accurate Rotation Curves.这是一个建立在临近175个星系样本上的，从已有的研究出发的，在3.6um的高速旋转曲线的研究。SPARC跨越了一个大的形态结构尺度范围、光度尺度范围、表面光度范围。我们推到了表面光度函数，并研究了星系盘和恒星的质量关系。我们发现恒星质量和HI的质量关系，恒星半径和HI的半径关系都存在一个重要的内在散射（intrinsic scatter），而HI区的质量半径关系非常精密，稳定。我们建立了详细的质量模型，并且量化了不同特征半径下的重子速度和观测速度的比，正对不同的特征半径和恒星质光比。架设恒星的质光比约为太阳的0.5，我们发现：气体的比例和总的光度之间存在一个线性关系；根据密度波理论，从恒星星系向气体星系转变和从螺旋星系向矮化非规则星系的转化相类似；重子速度和观测速度的比值随着光度和表面亮度变化而变化：质量越大，表面亮度越高，该比例越大。现在SPRC可以做比较理想的星系形成理论模型测试。

星系的旋转曲线在研究星系的质量分布上十分重要。原子氢可以作为星系引力势的示踪物质：1）气体是扩散的，可以延伸到星系以外，因此，表现得引力效应可以为几个有效半径，对暗物质的估计将作为主要考虑因素；2）氢气动态冷的物质，遵循近似的圆形轨道，因此是很好的引力追踪物质。并且过程中不需要假设氢气的速度张量。但是在观测上要求比较高。

采用红外光度分析，可以大致了解星系的恒星质量聚集区域。

为了加深对于星系质量分布的认识，建立了SPARC的一个样本（SPARC数据）。

（待深入）

1. **The Intergrated Stellar Content of Dark Matter Halos.Alexie Leauthaud, Matthew R. George, Peter S. Behroozi, Kevin Bundy, Jeremy Tinker, Risa H. Wechsler, Charlie Conroy, Alexis Finoguenov, Masayuki Tanaka. Submitted to ApJ, Preprint typeset using Latex style emulateapj v. 11/10/09.**

要测定暗物质晕内部包含的恒星数目，需要测定其中的恒星形成速率。本文用了两种方法，测定了从Z~0.2到Z~1的全部恒星质量系数，该系数是暗物质晕质量的函数（）。首先我们利用透镜化、聚集和恒星质量函数的数据共同约束，得到暗物质晕的统计晕占据分布模型。这一模型使得在一个比星系团簇更大的质量尺度上描述恒星质量系数成为可能。

然后利用宇宙X射线群目录道出了星系裙上的恒星质量系数并且分析出两种方法有30%的部分是一致的。通过大量的匹配方法我们分析了恒星质量系数的不确定度和和恒星质量测量的不确定度联系在一起。并且我们发现在在和的尺度上，的估计值比已有的理论估计值低。这是因为先前的工作在估计时，因为恒星质量的估计错误和对星系的错误假设（假设全部星系是早型星系并且质光比为常数），把系数估计偏大。和之前的工作恰恰相反，我们分析发现，对于质量级别为13dex的星系，恒星质量系数总是要比气体质量系数低。结合之前已有的理论结果，把两个系数相加考虑，在处相比于宇宙平均值有一个数值上的缺失，并且这个缺失随着暗物质晕质量的下降而增大。

理论基础：暗物质晕包含着气体和恒星，两者一起作为重子物质的存在形式，但是关于重子系数方面存在着一些争议性的内容（重子系数），其中重子的相是关于暗物质晕的质量的函数。在星系中，大部分重子物质存在形式为炽热的，弥散的，X射线发射的簇内介质。在X射线波段的观测显示热气体分数低于星系内部的宇宙观测数值。在小的观测半径内部，气体分数需要考虑非引力作用的物理过程的影响，比如恒星的形成，AGN反馈。一些热源甚至能把小质量的暗物质晕中的气体移除。另一方面，小尺度上的气体分数地预测值，说明气体转化为其形式的可能的重子物质形式。对于星系团而言，更应该考虑的过程是非引力的物理过程。在星系团尺度上测量重子物质分数目前是分歧很大，争议颇多的一方面。争论的主要问题就是重子物质含量是否是由热气体控制，其他的重子物质形式有没有贡献（比如恒星质量和ICL）。X射线的观测研究发现，在更小的质量的晕内部，气体分数是下降的。而对于ICL测量是十分困难的，因为ICL分量是微弱的，漫射的。另一物质存在形式——恒星质量，恒星质量分数受到星系群的分配不确定的影响，同时恒星质量测量本身存在不确定度。对于恒星质量分数的估计实际需要考虑的不仅是质光比，还需要考虑星系颜色，金属丰度，星系年龄等问题，所以不可以从简单的质光比得到星系总数。在研究上，还不能解释完整的星系在群体中的形态混合，并使用光谱能量分布拟合得到恒星质量系数。

本文的研究工作中，将用全SED拟合从宇宙观测曲线，分析得到恒星质量分数。

第一步：用HOD模型来符合星系团的观测数据，引力透镜数据，并且把星系的恒星质量函数看作红移的函数。

第二步：利用已有的星系群观测数目直接对做预测。结果发现是不同于之前的工作的。

（待深入）

暗晕内部恒星质量的测量通过宇宙地面光度法—COSMOS ground-basedphotometry—来获得，测量中各波段精度至少是25级。

HOD模型：暗晕的质量和星系的横行质量之间的关系可以经过一个条件概率分布来表述（对于暗晕的质量有基本的质量限制或者光度函数限制），这种统计学上的方法就叫做HOD模型。HOD在估计星系的性质方面已经取得成功应用。虽然HOD模型建立在星系的两点关联函数上，但实际上HOD模型还可以用于其他观测量的分析，比如：星系与星系之间的透镜效应，恒星的质量函数。在本文中HOD模型用来建立可能的暗晕质量和星系恒星质量之间的关系，针对Z=0.2到Z=1的观测尺度。过程中通过对星系-星系透镜、星系聚类和星系恒星质量函数进行联合配合, 获得了约束条件。

在本文的讨论研究中认为：星系的恒星质量系数是暗晕质量的函数。模型假设：

1. 卫星星系和其宿主暗晕服从同样的剖面分布——NFW剖面分布。2）假设星系分布与恒星质量无关。
2. HOD模型分析和星系观测数据分析：后者更直接但系统误差更大，不确定性更多。前者约束性更好。后者的误差主要来源于两个因素：

关于成员星系选择的完整性和纯度；成员星系的恒星质量完整性。相比传统的数据统计分析，HOD模型或者观测目录的统计分析，引入的误差都比传统的数据统计分析要小。此外，在分析的几个红移距离，得到的利用观测目录的估计误差平均都比HOD模型更高。在模拟数据的基础上，作者进一步分析讨论，恒星质量分数的不确定性主要来源于SMF的不确定性，主要考虑两个因素：第一个系统误差来自IMF的选择，包括对于恒星质量来源的忽略和不同的IMF选择的误差；其余的全部的误差来源SMF。在进一步分析系讨论SMF的误差怎么传递到关于恒星分数的估计误差上。在分析上采取风度匹配的技术手段：相比之下丰度匹配的自由参数更少。

作者从HOD模型，丰度匹配和直接观测目录估计三个方面，给出了红移0.2到1的恒星系数，并且该系数为暗晕质量的函数。对比之前的工作，文中得到了更低的估计值。

对比发现，之前的工作在估计上是偏大了二到五倍。

1. **THE ARECIBO LEGACY FAST ALFA SURVEY: THE GALAXY POPULATION DETECTED BY ALFALFA. Shan Huang, Martha P. Haynes, Riccardo Giovanelli, Jarle Brinchmann. The Astrophysical Journal, 756:113(29pp),2012 September 10.**

通过SDSS巡天数据和对苜蓿的HI21cm光谱测量分析，研究分析了9千多个常见星系的星系尺度，星系基盘及其上的恒星以及所含的气体成分。从苜蓿的观测数据除了得到HI区的性质之外，通过拟合紫外光谱能量，还得到了恒星质量和恒星形成速率的关系。我们发现当恒星质量在9.5dex以下时，SF序列的斜率发生变化，特定恒星形成速率分布色散程度增加，而恒星形成效率略有增加。这种演化关系绘制在SSFR—图上，以及在颜色—幅度图上，演化轨迹都和HI有关。在这个质量之下时，SF过程会受到强烈的HI的影响。在相同的样本体积下，对比HI和光学选择样本，在给定恒星质量时，HI选择的粒子群演化程度较低。但是总体上具有较高的SFR和SSFR，但是SFE和消光率较低，这表示在HI向氢分子转化过程中存在某个限制，使得转化受限，或者说，在HI分布占主导的星系里面SF过程和一般的SF过程不同，这种过程SFE较低。一种趋势是对于给定恒星质量，高气体含量的星系会倾向于分布在具有大的自选参数的暗物质晕中。

分析的价值在于：对于苜蓿的分析实际上是一次对Z~0的HI分布的全面普查，因此在苜蓿上的分析关系可以用于评估HI探测率，这依赖于将来的工作。

总的来说本文在对苜蓿星系群的分析基础上，得到了关于和SFR的关系。此外还得到了SSFR，SFR和星系恒星质量见得变换关系。提出了关于分析中出现使得HI有关问题的思考和假设，对未来的工作很具备指导意义。

背景：在宇宙学观测数据上，得到了星系颜色——幅度图像表现为双峰分布，这说明存在星系的系列演化：蓝序星系慢慢的演化，其中的气体成分不断减少，恒星形成活动减弱，直到最后停止，蓝序星系最终变为红序星系。这一演化假设也得到了其他主流理论的支持（如：SFH，SSFR）。在研究中发现，实际上控制SF过程的量是恒星质量，在没有其他物理过程（并合，星爆）作用时，蓝序星系会向着更高恒星质量和更低SFR的红旭星系演化。

在观测上，HI的观测存在诸多限制。因为随着的减小而增大，所以HI的筛选样本总是包含更多的蓝序星系，相比光学波段的样本筛选。实际上几乎所有的SF存在的星系都包含中性氢，而HI的样本筛选实际上可以作为SF星系的取样。但是HI筛选会一楼一些早型星系，而这些星系中是存在中性氢的。实际上HI的取样只包含了小尺度范围内最少含量的星系。为了突破HI的取样问题，采取了ALFALFA观测项目。ALFALFA在灵敏度上，观测视场上都更具优势。

（待深入：）

1. **THE ARECIBO LEGACY FAST ALFA SURVEY: THE *α.*40 Hi SOURCE CATALOG, ITS CHARACTERISTICS AND THEIR IMPACT ON THE DERIVATION OF THE Hi MASS FUNCTION.Martha P. Haynes1, Riccardo Giovanelli1, Ann M. Martin1, Kelley M. Hess2, Am´elie Saintonge3,Elizabeth A. K. Adams1, Gregory Hallenbeck1, G. Lyle Hoffman4, Shan Huang1, Brian R. Kent5,Rebecca A. Koopmann6, Emmanouil Papastergis1, Sabrina Stierwalt7, Thomas J. Balonek8, David W. Craig9,Sarah J. U. Higdon10, David A. Kornreich11, Jeffrey R. Miller12, Aileen A. O’Donoghue12, Ronald P. Olowin13,Jessica L. Rosenberg14, Kristine Spekkens15, Parker Troischt16, and Eric M. Wilcots. The Astronomical Journal, 142:170 (28pp), 2011 November.**

本文主要针对ALFALFA的观测数据——21cmHI谱线观测数据做分析讨论。除了源质心位置、HI线通量密度、凹陷速度和线宽之外，观测目录还包括了HI线检测的最可能的光学对应物的坐标，并且单独汇编给出了与SDSS巡天测量数据——7相关联的光度和光谱目录的交叉匹配。其中只有2%一下的HI谱线源因为光学计数问题不能识别，一些数据甚至出现了罕见的OH脉泽。详细的分析包括alpha-40目录的完备性、宽度决定的灵敏度函数和固有偏差。评估了测量筛选、距离误差、当前体积覆盖和局部最大规模结构对HI质量函数的计算误差影响。虽然alpha-40的观测还不能提供宇宙学尺度下的样本采样，但是利用ALFALFA的数据分析可以对未来的HI质量函数最初进一步改善，并系统的分析其不确定性。

重子在暗物质晕中的演化和形成的系统的形态取决于母体晕的合并和吸积历史。今天星系演化研究的主要工作集中在星系是如何获取气体来形成恒星的，以及是什么过程驱动了红色序列和蓝色云之间的区别。尽管如此，我们对银河系外宇宙的看法和我们对构成它的星系进行编目的方法一样完整。虽然公共的广域光学/红外和相关的光谱测量在探测发光椭圆、亮螺旋以及爆发或活动星系方面很在行，但它们在追踪实际支配当地星系群的低表面亮度、矮化和富气星系群方面却远远不够完整。每一个从一个单独的调查中得到的目录都有其内在的局限性和偏见，它们影响着我们对当今宇宙进行真正普查的能力。

由于其相对简单的物理性质，Hi线提供了冷却气体质量和附近星系中恒星形成潜力的有用示踪剂，并探测中等光度、富气物体的数量，这些物体在光学/红外特性选择的勘测中往往代表性不足。虽然很明显，大多数恒星是由分子氢而不是原子氢形成的，但分子云本身是通过在更为弥散、中性的介质中超敏度的崩溃而形成的。因此，虽然Hi与恒星形成的联系在小尺度上是间接的，但全球Hi含量可作为相对恒星形成潜力的示踪剂。然而，目前，与光学/红外广域测量中可获得恒星质量的星系相比，Hi线测量产生的Hi质量MHi要少得多。事实上，直到现在，就体积敏感度而言，Hi测量才足以对宇宙有效体积进行采样。

（待深入：）

1. **Galaxy evolution in the metric of the CosmicWeb. K. Kraljic1, S. Arnouts1, C. Pichon2;3, C. Laigle4, S. de la Torre1, D. Vibert1, C. Cadiou2, Y. Dubois2, M. Treyer1, C. Schimd1, S. Codis5, V. de Lapparent2, J. Devriendt4, H.S. Hwang6, D. Le Borgne2, N. Malavasi7, B. Milliard1, M. Musso2;8, D. Pogosyan9, M. Alpaslan10, J. Bland-Hawthorn11, A. H. Wright. arXiv:1710.02676v1 [astro-ph.GA] 7 Oct 2017.**

在红移范围0 : 03～6 z～0 : 25的GAMA光谱测量中，研究了宇宙网在星系性质形成中的作用。分析了星系的恒星质量、ur尘埃校正颜色和特定恒星形成率( sSFR )与三维宇宙网络特征(如节点、细丝和壁)的距离的函数关系。在整个群体中发现了显著的质量和类型/颜色梯度，与质量较低和/或恒星形成的星系相比，质量较大和/或被动星系位于更靠近灯丝和壁的位置。星舰群之间的大规模隔离持续存在。星系的红色部分在接近节点时会增加，而在细丝上，无论到节点的距离如何。类似地，当接近细丝时，恒星形成群体在固定质量下变红(或降低其sSFR )，这意味着发生了一些猝灭。最先进的流体动力学模拟HORIZON - AGN也有类似的趋势。这些结果表明，除了恒星质量和大尺度密度外，各向异性大尺度环境中潮汐的无迹分量也决定了银河系的性质。对纤维潮汐漂移理论的一种扩展，从各向异性组装偏差的角度给出了定性解释:在给定质量下，吸积率随纤维的取向和距离纤维的距离而变化。它还解释了在较小的非线性标度上数据中没有类型/颜色梯度的原因。

背景：在冷暗物质模型下，星系的形成演化，宇宙结构，认为服从逐级成团模型。星系则在晕的中心形成。星系的自旋认为与初始暗晕塌缩的潮汐力场的力矩有关，即所谓的TTT理论。而暗物质晕和位于其中的星系视为更大尺度的宇宙结构的一部分（宇宙原初塌缩引起的波动各向异性）。宇宙的网状结构是通过对星系红移的分析发现的：大片的几乎真空的区域，和包裹着这些区域的壁组成。壁在星系的地方以细丝状的结构相互交汇。这些点称为大尺度结构的节点或者高密度点，包含大部分的暗物质质量。重子气体遵循暗物质分布所产生的重力市场，围绕多流、富涡丝震荡，缠绕。沿着由宇宙网的几何形状规定的特定方向的丝状流将角动量平流输送到新形成的低质量星系中，其中自旋通常与其相邻的丝状体对准。下一代星系是通过合并形成的，因为它们沿着这些细丝朝着宇宙网的节点漂移，合并后的自旋优先垂直于细丝，已经将它们的轨道动量转换成自旋。

在基于CDM宇宙学的分级结构形成的标准范式内，大规模环境对星系性质的影响在某种程度上是通过星系质量组装历史来预测的。星系的内在特性，例如星系的质量(以及与星系质量直接相关的内部过程)，确实是由星系的聚集过程形成的，而聚集过程又与星系目前所处的环境相关。例如，发现更大质量的星系优先居住在密度更大的环境中。这种关系可以通过大尺度结构的质量函数得到解释。其中暗物质场的增强密度可以让原来的晕更早的达到崩溃的阈值临界，这会导致在一个稠密的环境里存在大量的暗物质晕。然而，仍然有理由争论的是，大规模环境是否也在推动其他观察到的趋势，例如形态密度、颜色密度或者恒星形成密度，星系的角动量、取向和手性等等。

一方面，有证据表明宇宙网络影响星系的性质。发现空洞星系比空洞外的星系质量更小、更蓝、更致密，沿着纤丝进入星系团的星系甚至在成为这些系统的一部分之前就显示出某些物理机制在运行的迹象，而各向同性进入星系团区域的星系则没有。2017年发现了大质量星系具有高的HI分数（在接近丝状体的地方的星系，相比于在远离丝状体的势场的星系）。这被看作是从星际介质中能更有效的吸积冷气体的证据。当移近细丝时，椭圆与螺旋的比率较高，解释为细丝附近和内部气体供应的合并率或切断率增加。检测星系性质，如颜色、恒星质量、年龄和大小与到纤丝和星团的距离之间的强相关性，突出它们在环境密度效应之外的作用，与红色或高质量星系以及在固定恒星质量下的早期形成或大型星系相比，它们到纤丝和星团的距离比蓝色或低质量和晚期形成的星系或小型星系短，并与Tojeiro等人相关。( 2017 )解释从空隙到低质量暗物质晕节点的横行质量——晕质量的比稳步上升的现象，与在银河系和质量集合调查中发现的中心星系在高质量端的趋势相反( Driver等人)。2009，2011 )，作为晕圈组件偏差是几何环境的函数的证据。在红移比较大时，一个很小的但很重的对星系的分布性质有影响的趋势在VIPERS的谱线报告中被发现。这些研究都发现了重要的质量和类型分离，其中大多数质量较大或静止的星系比质量较小或活动较少的星系更接近纤丝，强调了大规模宇宙流在塑造星系特性中的作用。

实际上已有研究发现星系特性的决定因素更大的程度上是恒星质量而不是星系环境。而SFR与环境的相关性被定性为次要因素。研究认为，丝状环境对于SF过程会产生强烈影响，但另一方面，争论认为和结构没有关系，只是潜在的局部密度依赖驱动引起的作用。TTT理论则把大尺度结构和星系角动量联系起来。在最近重新讨论的条件公式中，条件公式预测了形成星系相对于宇宙网的角动量分布，宇宙网倾向于首先使它们的角动量与细丝的方向对准，而块状星系的自旋取向优先在垂直方向。尽管很难正确地模拟晕-星系连接，但由于所涉及的过程的复杂性、非线性和多尺度特性，现代宇宙学流体动力学模拟证实了星系相对于宇宙网的这种质量依赖角动量分布。因此，在星系尺度上，宇宙网络的动力学影响是通过星系的角动量和取向分布来追踪的，当相对于它们嵌入的大尺度环境进行测量时。最近才开始观察到这种环境对星系自旋的影响(证实了螺旋的自旋排列和椭圆的优选垂直取向)。

本文主要工作：利用离散持久结构提取程序，来表征宇宙网的三维结构特征，分析其在星系性质上的影响。GAMA是迄今为止的GAMA由于其独特的深度、面积、目标密度和高完整性的光谱组合以及宽的多波长覆盖，是迄今为止这类研究的最佳数据集。研究了恒星质量和颜色、红色分数和恒星形成活动随星系距离这三个特征的变化。本文的其余部分安排如下。第2节总结了数据并描述了样本选择。第3节介绍了重建宇宙网的方法。第四节研究宇宙网中星系的恒星质量、类型/颜色分离以及恒星形成活动。第5节显示了这些结果如何与HORIZON - AGN模拟( Dubois等人)中获得的结果进行比较。2014年)。第6节讨论密度对测量的朝向细丝和壁的梯度的影响。第7节结合Musso等人的预测讨论了结果。( 2017年)。最后，第8节得出结论。附录A和附录B分别提供了关于匹配技术和边界对测量梯度的影响的其他详细信息。附录C调查

平滑尺度对所发现梯度的影响，附录D简要介绍了水平- AGN模拟，附录F提供了中值梯度表，附录e简要总结了预测的梯度失调。

（待深入）

1. *COSMICFLOWS-2*: THE DATA. *R. Brent Tully1, H´el`ene M. Courtois1,2, Andrew E. Dolphin3, J. Richard Fisher4, Philippe H´eraudeau5, Bradley A. Jacobs1, Igor D. Karachentsev6, Dmitry Makarov6, Lidia Makarova6, Sofia Mitronova6, Luca Rizzi7, Edward J. Shaya8, Jenny G. Sorce2, and Po-Feng Wu1.*The Astronomical Journal, 146:86 (25pp), 2013 October.

这是一份数据汇编，包含了超过8000个星系的数据分析和分布图样。文中分析了光度，速度，TF关系等一系列的星系观测量。



小结：

1. 在星系形成理论上，比较成熟的为：流体动力学基础的N体模拟，半解析模型。
2. 星系形成主要理论基础为CDM模型，理论框架为逐级成团理论。星系演化和相互作用的过程则需要借助SAM更多，这是SAM本身的优势所在。但是SAM的物理过程描述是唯象的，这也是参数很多，调控复杂的原因。结合MCMC方法，可以实现SAM的模型参数合理的强化约束和规范取值。
3. 星系的演化发展离不开SF过程。而星系主要成分就是恒星和气体，因此星系的演化发展可以借助气体的相互作用过程来反映。星系的形成抑制作用和熄灭，可以借助气体——尤其是冷气体的作用物理机制分析描述。
4. 针对第3条的可行技术手段（若引力透镜观测数据，中性氢巡天数据）。
5. 结果展示：得到一个统计分布，大致的物理机制（作用过程）。