普通天文学

- 星际介质
  - 星际气体
    - 分子云：分子氢
      - 形成恒星
    - HI区：中性氢
      - 星际吸收线
    - HII区：电离氢
      - 发射星云：偏红
  - 星际尘埃
    - 证据
      - 星际消光：吸收
      - 红化：散射蓝光
    - 性质
      - 成分：硅或石墨
      - 形成：红巨星大气
    - 观测
      - 反射星云：反射蓝光
      - 暗星云：遮挡星光
  - 恒星形成
    - 金斯质量
      - 与温度正相关，分子数密度负相关；超过该质量则坍缩
    - 流程
      - 分子云坍缩–原恒星–主序星
- 恒星尺度
  - 物理参数
    - 距离
      - 观测方式：三角视差法
      - 适用范围：明亮、自行大、角距大的双星
      - 自行：横向速度/距离
    - 大小
      - 观测方式：直接测量
      - 间接测量：光度+表面温度 斯蒂芬–玻尔兹曼定律
    - 光度
      - 光度L：单位时间总辐射量
      - 亮度F：地球上单位时间单位面积接收辐射量
      - 色指数：温度；亮度+距离：光度；光度+表面温度：半径
    - 温度
      - 观测方法：光谱分析
      - 温度由高到低对光谱型分类：OBAFGKM
      - 叶凯士分类
        - 原理：谱线压力致宽
        - 光度由高到低分类：Ia Ib II … VII
      - 赫罗图
        - 光度：叶凯士分类
        - 温度：哈佛分类
    - 质量
      - 观测方法：双星系统
      - 质量与赫罗图
        - 质量大，光度高
    - 产能率，不透明度
  - 内部结构
    - 流体力学平衡：压力等于引力
    - 结构层次：越往里密度越大、温度越高、压强越大
    - 质量大，引力大，压力大，温度高，光度高
  - 恒星能量
    - 能源：核聚变
      - H燃烧
      - CNO循环
      - 其它燃烧：元素越重需要温度越高，最多到铁
    - 传输
      - 辐射
      - 传导
      - 对流
    - 不同质量恒星结构
      - 较大：对流核+辐射包层，CNO
      - 较小：辐射核+对流包层，pp
      - 极小：整体对流
  - 案例：太阳
    - 结构
      - 大气
        - 光球层、色球层、日冕
      - 内部
        - 核心区、辐射区、对流区
    - 活动
      - 黑子
        - 磁场影响对流
      - 日震
        - 表面气体起伏与亮度变化可反演内部结构
    - 中微子损失
      - 实时产生
      - 只产生e，离开后转化
  - 恒星演化
    - 演化时标
      - 核时标：核心区产能时间
      - 热时标：光子逃逸时间
      - 动力学时标：引力坍缩时间
    - 理论原理
      - 空间取代时间
        - 质量相同光谱型不同：不同阶段
        - 数量比例：演化时间长短
    - 主序星演化
      - H–R图：起始位置为零龄主序向右下方倾斜直线
      - 演化：向右上方演化 Rc减小，R增大，L增大
    - 主序后演化
      - 类太阳恒星
        - 亚巨星支–红巨星支–氦闪–水平支–渐进巨星支–白矮星+行星状星云–黑矮星
      - 中等质量
      - 高质量
        - 蓝超巨星–黄超巨星–红超巨星–超新星–中子星+超新星遗迹
      - 特大质量
        - 蓝超巨星–红超巨星–WR星–Ib/Ic型超新星–黑洞
    - 案例：超新星
      - 按光谱型分类：I型（无H）和II型（有H）
      - Ia型：白矮星核爆炸
      - Ib、Ic或II型：恒星核坍缩
    - 造父变星
      - 周光关系：脉动周期越长，光度越高
      - 演化中的不稳定现象
    - 致密双星
      - 相接类型：子星大小和洛希瓣的关系
      - 物质传输：星风俘获、洛希瓣渗溢
  - 致密星
    - 白矮星
      - 特点：热且暗（H–R图左下角）；质量大半径小
      - 质量上限：引力增速快于压力
      - 观测：冷却辐射、吸积活动辐射
        - 激变变星：白矮星+低质量恒星产生Ia型光谱辐射
    - 中子星
      - 机制：中子简并压与引力
      - 特点：质量大，半径小，有质量上限；高温，高速自转，强引力强磁场
      - 判断：脉动周期确定其大小；规则性确定产生原因
        - 双星轨道运动
        - 脉动
        - 转动
      - 辐射能源
        - 高速自转+强磁场
    - 黑洞
      - 无毛定理
        - 质量，角动量，电荷
      - 分类
        - 史瓦西黑洞：无电荷无转动
          - 视界半径=史瓦西半径
        - 克尔黑洞：无电荷有转动
          - 视界半径<史瓦西半径
        - 克尔–纽曼黑洞：有电荷有转动
        - 莱–诺黑洞：有电荷无转动
      - 现象
        - 动钟变慢、动尺缩短
        - 引力红移
        - 参考系拖曳
        - 黑洞蒸发
      - 观测
        - 直接证据：视界
        - 间接证据：引力场，光线折射和红移，黑洞并合引力波
          - 寻找超过中子星质量上限的脉冲星
  - 星团
    - 定义：引力束缚的恒星系统，起源于同一个分子云年龄相同
    - 分类
      - 球状星团：年老，贫金属
      - 疏散星团：年轻，富金属
    - 原理
      - 同一星团演化速度仅受质量影响
      - 脱离主序点反映星团年龄和距离
- 观测方式
  - 辐射/光谱
    - 连续谱形状：温度
    - 谱线强度：温度（维恩定律）化学成分（吸收线）
    - 谱线致宽：温度、密度、运动情况
    - 谱线位移：视向速度
  - 光学观测
    - 三角视差法测距
      - 计量单位：秒差距（1pc=3.26ly=2x10^5AU）
    - 直接测量
      - 直接成像
      - 光学干涉
      - 掩食法
    - 测光
      - 视星等
      - 色指数
        - 不同波段星等之差反映天体温度
    - 双星质量测量
      - 需知：半长径、周期、其中一颗恒星质量或质量比
      - 其它方法：目视双星、分光双星、天体测量双星、食双星
    - 光变曲线
      - 食双星时互相交食
        - 温度比、轨道倾角、恒星大小
    - 标准烛光测距
      - 标准烛光
        - O、B型星；新星；发射星云；造父变星；超新星
  - 赫罗图
    - 光度–表面温度的关系
      - 横坐标：温度递减
      - 纵坐标：光度递增
      - 半径：从左下到右上方递增
  - 哈勃定律
    - 退行速度与距离成正比
  - 引力透镜
    - 探究（暗）物质分布和大尺度结构信息
- 宇宙尺度
  - 宇宙起源
    - 牛顿宇宙观
    - 宇宙学原理
      - 宇宙大尺度均匀无边界
      - 宇宙各向同性无中心
    - 膨胀宇宙
      - 爱因斯坦广义相对论
      - 宇宙密度参数
        - Omega0>1 封闭 先膨胀后收缩
        - Omega0=1 平直 无限膨胀
        - Omega0<1 开放 无限膨胀
      - 大爆炸理论
    - 加速膨胀
      - 暗物质：负压，光滑，不结团
  - 微波背景辐射
    - 来源：大爆炸辐射红移至微波波段
    - 特征：偶极不对称
  - 热演化
  - 补充理论：暴胀宇宙
    - 宇宙不同视界范围为什么具有相同温度
      - 暴胀超车
    - 宇宙为什么始终平直
      - 暴胀铺平
  - 补充理论：大尺度结构
    - 宇宙结构形成不源于重子物质密度涨落
    - 宇宙结构形成源于暗物质密度涨落
      - 热暗物质：大尺度
      - 冷暗物质：小尺度
- 星系尺度
  - 星族
    - 根据恒星金属丰度分类
      - 星族I：年轻，富金属，疏散星团，偏蓝
      - 星族II：年老，贫金属，球状星团，偏红
  - 星系
    - 物理参数
      - 距离
        - 直接测量：三角视差、标准烛光
        - 间接测量：光度函数、哈勃定律+多普勒红移
      - 质量
        - 漩涡星系自转曲线：多普勒红移–速度–质量
        - 椭圆星系速度弥散：多普勒红移–速度–质量
        - 椭圆星系X射线晕：温度–气体热运动–引力质量
      - 年龄
        - Ca II吸收线强度
    - 银河系
      - 银盘与旋臂
        - 组成：星族I、气体、尘埃
        - 自转：较差自转（越远越慢）
        - 旋臂：非物质臂
          - 密度波理论
          - 自传播恒星形成理论
      - 核球与银晕
        - 核球：超大质量黑洞
        - 银晕：星族II恒星、热气体、暗物质
    - 星系演化
      - 哈勃分类
        - 椭圆星系：E（n椭率），无盘无臂
        - 漩涡星系：S（abc核球大小），有盘有臂
        - 棒旋星系：SB（abc棒核大小），有盘有臂
        - 透镜状星系：S0/SB0，有盘无臂
        - 不规则星系：Irr，无盘无臂
    - 星系形成
      - 自上而下：原始气体碎裂
      - 自下而上：不规则星系合并
      - 降序模式：大质量星系形成早于小质量星系；其恒星形成早且快
    - 活动星系核
      - 谱线特征：高强度非热辐射：相对论电子同步加速辐射
      - 分类
        - 塞弗特星系：来自漩涡星系
          - I型：宽发射线
          - II型：窄发射线
        - 射电星系：来自椭圆星系，宽发射线
        - 类星体：活动星系核亮度盖过星系
        - 耀变体：来自椭圆星系
      - 理论模型
        - 超大质量黑洞
          - 分类与观测角度有关
          - 证据：大小/质量
          - 结构：黑洞、吸积盘、宽线区、窄线区、喷流
      - 演化路径
        - 类星体–活动星系–正常星系
  - 星系集团
    - 案例：本星系群
      - 银河系和M31最大
      - 90%质量为暗物质
    - 相互作用
      - 并合、扰动
        - 形变、星暴、恒星形成终止
        - 合并为巨椭圆星系