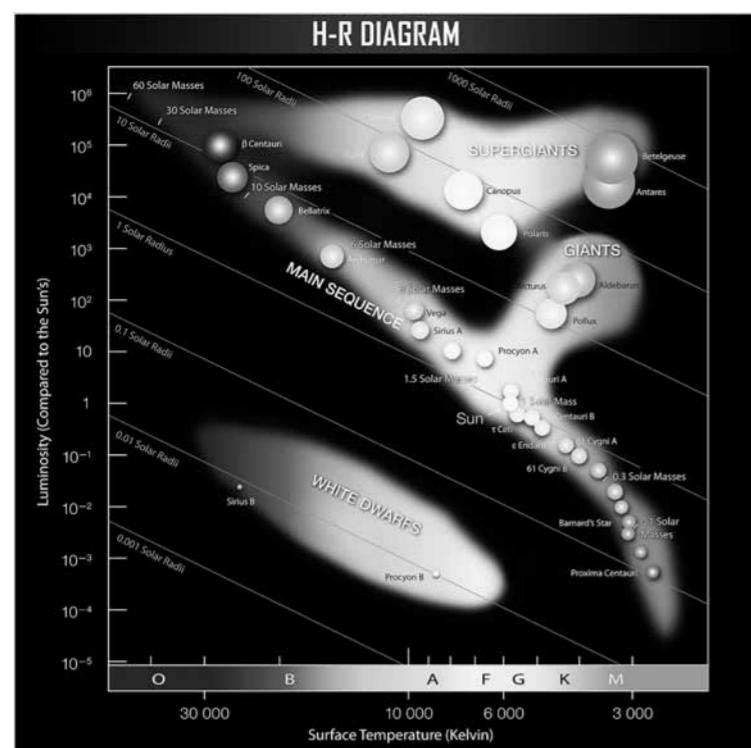


望远镜

LAMOST为星表「提纯」

本报见习记者 池涵



在天文学上,M巨星可以被用来对银河系的晕结构做示踪,一套纯净而完整的M型星表对于展现银河系的细微结构至关重要。然而,由于光谱样本的缺失,之前的样本主要是通过测光巡天数据获得,挑选方法主要基于近红外颜色挑选,该方法在保证样本纯净度的同时难以兼顾样本的完备性。

近日,中国科学院上海天文台副研究员钟靖和西华师范大学博士李静等人,与美国LSST项目及智利大学研究团队合作,利用郭守敬望远镜(LAMOST)DR5发布的900多万光谱数据,筛选得到了一个目前世界上最大的M型星增值星表,挑选出了39796颗M巨星和501152颗M矮星。评估后M巨星和M矮星样本的污染率分别为4.6%和0.48%。

该项研究成果近期发表在《天体物理学报增刊》上。

污染的烦恼

钟靖告诉《中国科学报》,M型星是表面温度小于4000K的一类低温恒星,根据光度和表面重力的不同又分为M巨星和M矮星两种恒星类型,它们各自具有不同的物理性质和研究价值。

M矮星又称红矮星,是一类小质量的主序恒星,约占银河系总恒星数目的70%。由于其体积小、光度低,只能在太阳邻域1~2 kpc的范围内被观测到,十分适合作为研究太阳邻域化学、动力学特征的示踪天体。此外,该型恒星也是

目前人类搜寻系外行星、寻找宜居天体的热门观测目标,对于行星科学的相关研究具有重要意义。

而M巨星是中小质量主序恒星演化到末期的产物,其光度约为太阳的1000~10000倍,是宇宙中最为明亮的一类恒星。在同等观测条件下,M巨星的探测距离是M矮星的成百上千倍,是研究银河系外盘和外晕结构的理想示踪天体,对揭示银河系的形成和演化历史具有重要作用。

李静告诉《中国科学报》,在LAMOST数据发布之前,M型星的数据多是从望远镜巡天的测光数据取得的。比如当2微米全天巡天(2MASS)发表数据的时候,美国科学家Majewski就想从这个巡天数据里把M巨星挑出来,这样可以用大样本数据做银河系晕的结构。然而,Majewski发现,他的星表遭遇了M矮星的污染。

钟靖说,这是由于所有的大样本都是基于一定的算法通过计算机选出来的,由于光谱样本的信噪比不一样,光谱特征也不完全一样,因而必然会存在错误筛选的问题,即星表的污染。样本的污染率也成为衡量样本好坏的重要标志。

LAMOST和Gaia

2015年,LAMOST取得的首批巡天光谱数据正式对全世界发布。作为目前世界上光谱获取率最高的大望远镜,LAMOST能够以每年百万条的速度获取高质

量光谱。这对于天文学家们来说是个振奋人心的消息。

钟靖说,LAMOST巡天数据的最大优势就是光谱数目多、光谱覆盖范围宽,这样可以找到很多稀有的恒星类型。并且,之前主要是用测光来区分M型星样本,现在有了光谱,可以得到的信息更多,因而更容易区分M型星样本。这项研究不但从光谱中挑选了M型星样本,还进一步利用Gaia数据对样本中的污染进行了细致研究,得到了一个更为纯净的M型星光谱样本。

Gaia最大的意义在于提供了非常高的精度的天体距离测量数据,这个数据可以用来估计天体的距离,而且精度比目前高很多,而距离是了解恒星性质的一个非常重要的参数,知道了距离就能知道恒星的光度,进而知道恒星的性质,把不属于M型星的恒星剔除干净。此外,Gaia还给出了非常高精度的恒星颜色,而颜色也是反映恒星温度和金属丰度的一个重要参数。

然而,钟靖等人发现,即便是光谱挑选出来的样本,也不是非常干净的。有没有其他的方法能够进一步提纯样本呢?

被算法拉开的样本

2016年一次很偶然的机会,李静发现,把处于近红外波段的2MASS数据和红外波段的广角红外巡天(WISE)数据结合起来使用,对测光数据得到的样本有很好的提纯效果。

这次用同样的方法,李静又发现,这种方法还能进一步把M巨星和M矮星的光谱样本提纯,将WISE数据作为横坐标,2MASS数据作为纵坐标,原本在一个波段上重叠在一起的恒星样本一下子被分开了。

最终,利用LAMOST DR5发布的900多万光谱数据和改进的算法,研究团队筛选得到了一个目前世界上最大的M型星增值星表,挑选出了39796颗M巨星和501152颗M矮星。

经过评估,新样本M巨星和M矮星的样本污染率分别为4.6%和0.48%。

相比于此前30%~40%的污染率,“这个结果非常优秀。”审稿人评价道。

钟靖说,有了这个比较纯净的星表,科学家们可以在其基础上尝试通过机器学习方法来确定恒星的大气参数,包括表面温度、表面重力加速度和金属丰度,也可以利用这个样本来搜寻银河系星流的成员星,通过这些成员星在速度空间和位置空间的分布来研究银河系对矮星系的吸积并合历史。另外,还可以利用这个样本尝试发现银河系中更多的星流结构。

相关论文信息:<https://doi.org/10.3847/1538-4365/ab3859>

到访地球的“天外来客”

■周琴

在前不久的10月11日凌晨,我国吉林松原上空有陨石坠落。

根据NASA近地天体研究中心的资料,吉林松原陨石降落的北京时间为2019年10月11日0点16分36秒,空爆中心位于东经122.9度、北纬44.3度,位于内蒙古通辽市东北75公里左右,距离长春西北部约200公里。陨石撞击体的直径2至4米左右,速度为14km/s,预估可能有1至10千克的陨石能够到达地面,撞击时释放的能量为570吨黄色炸药(TNT当量)。目前由于缺少样品的实验室分析,该陨石的具体分类尚未可知。

这并不是长春观察到的唯一一次陨石降落。早在1976年3月8日15时,吉林省永吉县及蛟河市就曾发生过目前世界上规模最大的一次陨石坠落事件,500平方公里的平原地域内共收集到较大陨石138块,总重2616公斤,其中最大的一块重量达1770公斤。后续的科学研究表明,该陨石属于H型球粒陨石。

除了长春陨石之外,2018年6月1日云南省西双版纳的曼桂陨石降落是最近发生在我国境内的另一次陨石降落事件。该陨石降落在20平方公里区域内,共收集到约500块样品,总重约50kg。根据中科院国家天文台电子探测实验室的成分分析结果,该陨石属于L型普通球粒陨石,曾经历过比较强烈的冲击变质作用。NASA的近地天体研究中心没有该次陨石降落的记录资料,可能是由于该次陨石撞击体直径较小。

作为“天外来客”的陨石,是科学家们了解宇宙的窗口。陨石指的是来自外太空,穿越地球(或其它行星)的大气层并与之撞击后,未被毁坏的小行星或流星体的残余部分。与深空探测采样返回的地外样品相比,降落在地球的陨石是自然免费赠予人类用于研究地外物质的天然“考古”样品。

根据化学成分、矿物结构和同位素组成等差异,陨石有多种分类方案,最常见的是将陨石分为球粒陨石和非球粒陨石两大类。其中,球粒陨石是最常见的一种陨石类型,占已收集陨石数量的85%以上。球粒陨石的主要特点是含有圆球状的硅酸盐矿物集合体球粒,而非球粒陨石的母体由于经历了不同程度的熔融分异作用,常常不含球粒。

根据化学成分的不同,球粒陨石又可以分为(陨石分类的单位为群):碳质球粒陨石、普通球粒陨石、顽辉石球粒陨石,以及后续发现的R(Rumuruti)群球粒陨石和K(Kakangari)群球粒陨石。前三类球粒陨石又可以细分为13个群。其中,碳质球粒陨石含有更多的碳和基质,成分更为原始,细分为8个群(CI, CM, CO, CR, CB, CH, CV和CK);普通球粒陨石包括3个群:高铁群(H群)、低铁群(L群)和低铁低金属(LL群);顽辉石球粒陨石可以分为高铁群(EH群)和低铁群(EL群)。每个群的全岩化学成分、矿物特征和同位素组成等均在特定的小范围内,不同群之间相互混合的情况较少,偶尔在陨石基质中出现其他陨石群的碎片,这说明每个群的球粒陨石的母体各不相同。

2013年2月15日,降落在俄罗斯车里雅宾斯克州的陨石是自1908年通古斯大爆炸以来,陆地上发生的最大一次陨石撞击事件。根据化学成分分析结果,该陨石属于LL型普通球粒陨石。车里雅宾斯克陨石撞击释放的总能量相当于44万吨黄色炸药(TNT当量),接近广岛核弹能量的34倍,是长春陨石降落的770倍。即使如此,车里雅宾斯克陨石撞击释放的能量仍不足以造成地震事件,长春陨石降落之前的地震与此次陨石降落关系不大。

俄罗斯车里雅宾斯克州的陨石降落不久,来自俄罗斯、美国、芬兰、荷兰、挪威、日本、韩国、中国、德国的科学家,对该陨石开展天文学、地球物理、气象学、宇宙化学等多学科综合研究,为近地小行星的研究和制定行星减灾保护战略提供依据。

截至2019年10月12日,国际陨石学会已正式命名的陨石多达61929个,其中大部分陨石是来自于火星和木星之间的小行星带。

陨石研究的重要性是毋庸置疑的。陨石研究可提供有关太阳系的平均化学成分、太阳系的形成与演化、有机质的起源、太阳系的空间环境等相关领域的科学信息。陨石降落过程的温度、压力和物质的烧蚀与变化过程,可以为计算人工飞行体重返大气层的过程提供有益的论据。因此,陨石是我们获取地外信息的重要依据。

(作者单位:中科院国家天文台)

纵览

量化宇宙最基本定律之一

科学家进一步精确宇宙膨胀速度

美国克莱姆森大学一个天体物理学团队运用最先进的技术和方法,量化宇宙最基本的定律之一。

在11月8日发表于《天体物理学杂志》的论文中,克莱姆森大学的Marco Ajello、Abhishek Desai、Lea Marcotulli、Dieter Hartmann与世界各地的其他6名科学家合作,设计了一种新方法测量哈勃常数,这是描述宇宙膨胀速率的计量单位。

“宇宙学是理解人们所处的宇宙的演变——它在过去是如何演化的、当前在做什么,以及将来会发生什么。”该校物理与天文系副教授Ajello说,“我们的知识基于包括哈勃常数在内的许多参数,我们在尽可能地对其进行精确测量。在这篇文章中,我们的团队分析了从轨道望远镜和地面望远镜获得的数据,得出了迄今为止关于宇宙膨胀速度的最新测量数据。”

宇宙膨胀的概念是由美国天文学家埃德温·哈勃(1889—1953)提出的,哈勃太空望远镜正是以他的名字命名。在20世纪早期,哈勃成为第一批推断宇宙是由多个星系组成的天文学家之一。他此后研究产生其最著名的发现:星系之间的相互远离速度与它们之间的距离成正比。

哈勃最初估计的宇宙膨胀速率是每百万秒差距每秒500公里,这意味着当两个星体间的远离时间每过一千万秒(相当于326万光年),它们之间的远离速度就会增加500千米/秒。哈勃得出的结论是,距离太阳系两百万秒差距的星系后退速度是距离太阳系1百万秒差距的星系后退速度的两倍。这一估计被称为哈勃常数,它首次证明了宇宙膨胀论。自那以后,天文学家一直在重新校准它,结果喜忧参半。

在飞速发展的技术的帮助下,天文学家得出了与哈勃最初的计算结果



图片来源:《自然》

“包括恒星、行星甚至是在内的物质,只是宇宙整体组成的一小部分。”Ajello解释道,“宇宙的大部分是由暗能量和暗物质组成的。我们认为是暗能量在‘吹大气球’。暗能量将物体相互推开。引力是物体相互吸引的力量,在局部水平上是更强的力量,这就是为什么一些星系会继续碰撞,但在宇宙距离中,暗能量是主导力量。”

“我们用伽马射线研究宇宙学,这一点非常突出。这一技术允许我们使用一种独立的策略,即独立于现有方法的新方法,来测量宇宙的关键属性。”研究合作者、马德里孔普卢腾斯大学的Alberto Dominguez说,“我们的研究结果表明,高能天体物理学这一相对较新的领域在过去十年中已经趋于成熟。我们开发的分析为将来使用切伦科夫望远镜阵列进行更好的测量铺平了道路,它将是有史以来最雄心勃勃

的地面高能望远镜阵列。”

新论文采用的许多技术与Ajello及其合作者此前的工作相关。在之前发表于《科学》杂志的一项研究中,Ajello和团队测量了宇宙历史上发出的所有星光。

“我们知道,来自银河系外的伽马射线光子在宇宙中向地球传播,在地球上,它们可以通过与来自恒星的光子相互作用而被吸收。”Ajello说,“相互作用的速度取决于它们在宇宙中传播的距离。而它们运动的距离取决于膨胀。如果膨胀率低,它们移动的距离就短。如果膨胀率高,它们则会移动更长的距离。所以我们测量的吸收量很大程度上取决于哈勃常数的值。我们所做的就是把它反过来,用它来约束宇宙膨胀率的值。”

(冯维维编译)

相关论文信息:<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab4a0e>

进展

研究发现新型双星轨道变化模式

本报讯 中科院云南天文台双星与变星研究组博士周肖等人对密近双星半人马座V752进行观测和分析研究,发现了一种双星轨道变化的新模式。研究成果于近期发表在英国《皇家天文学会月刊》上。

密近双星轨道周期变化是双星系统动力学相互作用的直接体现。周肖及合作者利用阿根廷60厘米光学望远镜对南天区半人马座一颗极其特殊的双星样本V752 Cen进行持续监测,获得了多波段完整光变曲线及系列的光极小时刻信息。

通过对光变曲线的分析,周肖等发现半人马座V752是一颗W次型全食相接双星系统。从1970年到2000年的三十年时间里,双星系统的轨道周期处于非常稳定的变态。不过,其轨道周期在2000年左

右出现了异常变化,即变成长期连续增加。

一直以来,研究人员认为密近双星的周期变化是由双星间的物质交流或者伴星天体的扰动引起的。半人马座V752是一颗由两个双星对组成的四星系统,其周围存在一个周期大约为5天的单谱分光双星系统。其周期的突变可能是受到了来自其伴星双星的动力学扰动,从而引起了其两子星间的物质交流,周期开始持续增加。半人马座V752这类周期发生突变之后并持续增加的现象尚属首次观测到,是一种新型的双星轨道变化模式,其产生的物理机制有待进一步的分析和研究。

(冯丽妃)

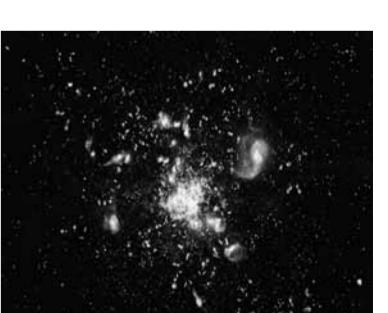
相关论文信息:<https://doi.org/10.1093/mnras/stz2508>

右出现了异常变化,即变成长期连续增加。

一直以来,研究人员认为密近双星的周期变化是由双星间的物质交流或者伴星天体的扰动引起的。半人马座V752是一颗由两个双星对组成的四星系统,其周围存在一个周期大约为5天的单谱分光双星系统。其周期的突变可能是受到了来自其伴星双星的动力学扰动,从而引起了其两子星间的物质交流,周期开始持续增加。半人马座V752这类周期发生突变之后并持续增加的现象尚属首次观测到,是一种新型的双星轨道变化模式,其产生的物理机制有待进一步的分析和研究。

在观察被称为类星体的明亮天体时,德国海德堡马克斯·普朗克学会天文研究所的Eduardo Banados领导的一个小组偶然发现了一种奇特的气体云团,它可以追溯到大爆炸后8.5亿年。光谱分析表明,云团中碳和其他元素的含量远低于现代恒星。这表明该星云是由早期宇宙物质组成的。

但在近日发表于《天体物理学学报》的报告中,作者表示,这些元素的比例与第一代恒星的残留物所占的比例并不匹配。相反,他们的观察表



早期宇宙中形成的一个星系团(艺术家的印象)。对这一时期的气体云的分析与目前对第一代恒星的看法相矛盾。

图片来源:ESO

明,在宇宙成长的早期阶段,至少有第二代恒星已经出现和消失。

(冯维维)

相关论文信息:<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab4129>