

## 讲座

## 太阳-恒星物理学简介

叶式辉

(中国科学院紫金山天文台)

## 提 要

“太阳-恒星物理学”目前是一个正在蓬勃发展的新的分支学科。它把太阳研究的大量成果推广到成千上万颗恒星,发现许多恒星都有类似太阳的活动周期以及黑子、耀斑等活动现象,此外恒星也有与太阳色球和日冕相对应的大气层次,并发射出与太阳风相似的粒子流。这门新学科的建立为恒星物理学开辟了广阔的新领域,它也促成太阳物理学的进一步发展。

## 一、引 言

太阳是距地球最近、对人类生活影响最大的一颗恒星。就我们看来,太阳是最明亮和庞大的恒星。但它与数以亿万计的繁星比较起来,并没有什么出类拔萃的特色。仅仅是由于太阳离地球比其他恒星近得非常,我们能看清太阳表面的细节,仔细研究它的活动现象,并探讨它对地球物理现象的影响。既然研究起来比较方便,人类对太阳的认识远比其他恒星更详细、更完整,也更深刻。近年来天文学家把对太阳的研究成果推广到其他恒星,创立了一门崭新的学科——太阳-恒星物理学。它给经典的恒星物理增添了大量生动精彩的新内容,同时又为太阳物理理论提供检验的机会并引导其进一步发展。

太阳是一颗平凡的恒星,也是具有广泛代表性的恒星。就体积、质量和年龄而言,它在恒星世界都属于“中游”。作为光谱型为dG2的一颗主序星,它在赫罗图上位于主星序的中央。此外,太阳不象变星、新星和耀星那样在短时间内有剧烈的变化。它和大多数恒星一样,基本上是稳定的。还应提到,太阳既不是一颗新诞生的幼年恒星,也并非处于垂暮之年的衰老恒星。这一切都使我们有理由把太阳称为亿万恒星的代表,而这一点可说是太阳-恒星物理学产生的前提。

人类研究太阳已有悠久历史。从伽利略用望远镜观察太阳算起,近代的太阳研究历时已近400年。当代太阳物理学已达到相当高的水平。仅就观测来说,空间分辨率已接近0.1弧秒,时间分辨率优于1秒,光谱分辨率接近100万。迅猛发展的太空探测,使太阳研究跨进全波段天文学的范畴。从 $\gamma$ 射线、X射线、紫外辐射到可见光,以至红外和射电波段,已全部联成一片。太阳黑子、耀斑、日珥、射电爆发等形形色色的活动现象,为我们提供许多有意义的研究题材。近年来,太阳风、冕洞、超米粒、整体振荡等一系列新奇现象相继发现,使太

1984年9月19日收到。

1985年2月9日收到修改稿。

阳物理学变得更加丰富多彩。在天文学家的眼里，太阳早已不是一颗宁静、平淡和枯燥乏味的恒星，而是一大团充满许多奇异变化和奥秘过程的高温等离子体了。

长时期来，天文工作者把一般恒星都看作为处于静力平衡、辐射平衡与热动平衡的状态，似乎它们都是完全稳定的气体球。太阳的研究使我们有理由彻底改变这种形象。既然太阳是一颗典型的恒星，人们自然会想到，恒星上也应有各式各样的活动现象，恒星也发射出紫外、X射线和射电辐射，恒星也有色球层与星冕，恒星也在刮“风”……。可是恒星太遥远了，这些现象和辐射过去很难直接观测到。可是近年来，由于太阳物理学的启示和观测技术的突飞猛进，它们一个个相继呈现在我们的眼前。这样一来，万千恒星正在变得象太阳那样充满着复杂的变化过程。这使恒星物理学正在经历一场深刻的变革——甚至可以说是革命。从以下几节所述太阳-恒星物理学的主要内容，读者可以了解这一重大事件的梗概。

## 二、恒星黑子

太阳黑子是太阳活动区的主体，也是日面上的强磁场区域。一般认为，黑子是日面下磁力线管浮现的产物。现在已经知道，许多恒星都有磁场，并且往往比太阳磁场强得多<sup>[1]</sup>，因此可以想到恒星上大概也有黑子。可是这在目前无法直接证实，因为即使用最大的望远镜看来，恒星整体都只是一个小小光点，而黑子只占恒星表面的一部分(就太阳来说，这个比值小于千分之一)。因此，目前只能用间接方法来推断恒星黑子的存在。

一个容易想到的方法是黑子可使恒星表面变暗，于是由亮度变化能够察觉黑子的存在。定量估计告诉我们，如果恒星黑子与太阳黑子差不多大，这种变化不超过千分之一星等，这正好落在现代天体光度测量的误差范围之内。但是，如果恒星黑子远大于太阳黑子，就能产生可以测出的光度变化。实际上，有些矮星(例如天龙座BY星)和亚巨星(例如猎犬座RS星)就呈现出30%以至50%的光度变化。现在的问题是要论证这样的变化是由它们表面亮度的不均匀性引起的。这些恒星都在作快速旋转。第一类星的自转周期小于4天，而第二类星是在1天与15天之间。但无论对哪一类星而言，光度变化周期都与自转周期相等。由此可以认为，

它们的光度变化是由表面亮度不均匀引起的。对此，最好还应有一些旁证。猎犬RS是一颗食双星，图1中的点号表示它的光度随时间的变化，而Eaton和Hall<sup>[2]</sup>用不同的食双星模型算出的理论光变曲线都与实测结果不符(见图1)。他们认为，只有表面不均匀性才能解释这颗星的光度变化。这是一个旁证。

太阳黑子的温度较低，因此黑子光谱中有一些分子谱带。不久前Ramsay和Nations<sup>[3]</sup>发现当猎犬RS型变星HR1099变暗时，它的光谱中的TiO谱带增强。这是恒星黑子存在的又一旁证。

不久前三位美国天文学家<sup>[4]</sup>找到一种确认恒星黑子的方法。它的原理是这样的：星恒光谱中有一些吸

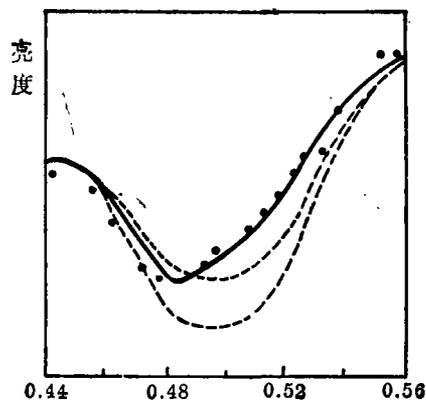


图1. 猎犬RS的光度变化。

收线对磁场很敏感。它们在磁场中会分裂和致宽。从磁敏谱线的分裂量和致宽量可以推求恒星黑子(严格说来,是恒星表面的强磁场区域)的磁场强度。然后通过傅立叶变换,便可求得黑子面积占恒星表面积的比值。他们用这样的办法发现两颗晚型矮星(牧夫座 $\zeta$ 和蛇夫座 $\eta 0$ )都有黑子。前者的磁场强度为2,550高斯,面积占恒星表面的20—40%,而后者的相应数值为1,880高斯和10%。与太阳黑子比较起来,这些恒星黑子的磁场不算很强,但面积却是很大的了。可是,对不同光谱型的恒星而言,黑子磁场的强度可以相差悬殊。例如文[5]认为,在冷矮星表面上的黑子具有强达 $10^4$ 高斯或甚至更强的磁场。这就比太阳黑子磁场强得多了。

至于恒星黑子的温度,由前面提到的光度测量资料可以推算出来。按[2]和[6]的研究结果,恒星黑子的温度比恒星光球约低300—400K。这个温度差远小于太阳上的相应数值(约为1,800K)。这和磁场强度及面积的测定结果都表明,恒星黑子的物理状态可能与太阳黑子有较大差异。这值得进一步探索。

还应提到,并非各种类型的恒星都有黑子。文[7]由观测资料分析指出,F型星就没有黑子。在这些恒星的表面上,磁力线管呈均匀分布,不会象在太阳上面那样密集而成黑子。

### 三、耀 星

耀斑是太阳上最强烈的活动现象。它呈现为日面上一小块刺目的亮斑,可以在十分钟左右的短时间内发射出 $10^{31}$ — $10^{33}$ 尔格的巨额能量。耀斑辐射的波段非常宽广,除整个电磁辐射外,还有高能宇宙射线。耀斑有强烈的地球物理效应,能引起磁暴、极光和电离层突扰。耀斑的产生、储能和爆发机理都还是深奥难解之谜。耀斑的研究已成为当代太阳物理学的中心课题之一。

恒星上也有耀斑吗?答案是肯定的,而且恒星耀斑的规模可以比太阳耀斑大得多。太阳耀斑只出现在日面局部区域,而恒星耀斑往往是整个星体突然增亮(因此被称为耀星),释放的能量可以比太阳耀斑大几个数量级。早在1924年,E. Hertzsprung(著名的丹麦天文学家,赫罗图的创始人之一)就观测到船底座DH星在极短时间内骤然增亮2个星等。但这一重大发现没有引起天文工作者的重视。1947年,有人观测到鲸鱼座UV星竟能在3分钟内变亮一个星等,并且可以间歇性地多次闪耀。在这以后,大量人力和仪器投入这方面的观测,发现的耀星多得不可胜数。例如在距太阳4秒差距范围内共有33颗耀星,其中至少有13颗是鲸鱼UV型的。下表列出六颗这类耀星的一些观测资料,可以使读者了解到它们的闪耀十分频繁。

恒 星	观测时段长度(小时)	发现闪耀次数	平均每小时闪耀数
鲸鱼UV	202.72	238	1.18
飞马EQ	281.12	77	0.27
小犬YZ	176.03	37	0.21
蝎虎EV	398.42	64	0.16
狮子AD	218.32	27	0.12
天龙BY	241.77	9	0.04

还应指出,耀星并非只在太阳附近才有。在一些星团和星协中存在大量耀星,例如猎户

座大星云中已找到300多颗，昴星团里有460多颗。当然，耀星光变的幅度可以相差悬殊，个别耀星可达10个星等以上，即增亮1万多倍。这种剧烈变化的物理实质值得深入研究。最近 Mirzoyan<sup>[8]</sup> 对这方面的问题进行全面论述。他指出耀星的连续辐射是非热的，并认为耀星是恒星演化的一个必经阶段。

耀星与太阳相似，都有很宽的辐射波段。实际上，除可见光外，在X射线和射电波区都已观测到耀星。此外，耀星大部分是晚型星，它们的光谱型在dKe和dMe之间，即与太阳的光谱型相近。这使天文工作者认为，太阳耀斑与耀星在产生机理上可能有若干共同之处，因此对它们的研究可以互相启发。

最近两位美国天文学家 Zarro和 Zirin<sup>[9]</sup> 拍到小犬座YZ星的耀斑光谱。光谱分辨率为1—2 Å，观测波段为3,200—4,100 Å。他们发现该恒星耀斑与太阳耀斑相似，发射线与连续光谱几乎同时达到极大，但在耀斑后的光度下降中，谱线比连续光谱约慢一倍。此外，他们拍摄氢的巴耳末线直达H<sub>14</sub>，并由此推算出该恒星耀斑的电子密度约为10<sup>18</sup>/厘米<sup>3</sup>。

#### 四、恒星活动周

太阳活动是周期性的，平均周期约为11年。既然若干恒星上有黑子、耀斑等活动体，它们的盛衰变化可能也有一定的周期。在这方面天文学家也做了一些研究。有人从美国威尔逊山天文台半个多世纪中逐日扫描的太阳CaII K线单色像资料，发现对整个日面总计的K辐射强度与太阳活动水平同起同落。这个规律不难理解，因为它表明钙谱斑的面积可以代表太阳活动的水平。现在需要谈到的是，在这一规律的启发下，Wilson<sup>[10]</sup> 对91颗恒星的K辐射进行长期系统的测量，并寻求这种辐射的变化周期。他由此发现，许多晚型星确实有活动周，其长度可以短到7年，长的为10—11年。至于更长的周期，在Wilson的资料中还显现不出来。在一个周期中K辐射的变幅，最小的不到10%，而最大的可达35%左右。

恒星的活动周是怎样产生的？这是一个很艰深的理论课题。对太阳来说，当前具有权威性的解释是Babcock<sup>[11]</sup> 所创立的较差自转学说。它把太阳的普遍磁场、较差自转和内部对流运动结合起来，能够解释黑子相对数的11年周期、黑子磁性变化的22年周期、黑子纬度分布的“蝴蝶图”以及其他一些现象。因此可以认为，对于具有对流运动的恒星来说，较差自转学说可认为是适用的。但是，值得问及，随着年龄的增长，这种适用性如何变化呢？Skumanich<sup>[12]</sup> 发现，主序星的CaII辐射随恒星年龄的平方根而衰减(见图2)。既然太阳活动水平与CaII K的强度大致成正比，可以认为随着恒星年龄的增长，较差自

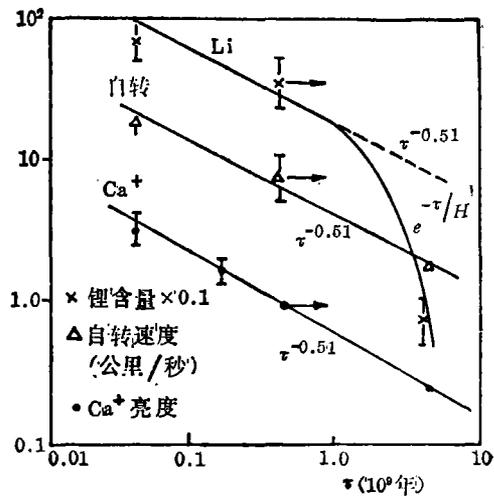


图2. Ca II 辐射、自转速度和锂含量随恒星年龄的变化。

转的作用以及恒星活动的水平都会逐渐衰减。应当说明,这只是目前的一种初步认识。

附带谈到,恒星自转速度和锂含量随年龄变化的规律,与CaII辐射几乎一致。这可从图2看出。

## 五、恒星色球和星冕

我们用肉眼或白光照片所看到的太阳是温度约为5,000多度的光球。在光球之上,温度逆升,色球温度为几万度,而日冕温度竟高达100—200万度。色球和日冕的研究是太阳物理的重要内容之一,这是因为它们是一系列活动现象(耀斑、日珥、射电爆发、日冕瞬变等)出现的场所,并且它们的高温等离子体发射出远紫外、X射线、 $\gamma$ 射线和射电辐射,蕴藏着大量信息。由于色球和日冕比光球暗弱得多,即使对太阳都不容易观测到,至少在目前还无法直接看到恒星色球与星冕。可是利用太阳研究所积累的经验,天文学家使用一些巧妙的方法已经肯定许多恒星都有色球和星冕。下面是这方面研究的概况。

在太阳光谱中最强的吸收线(主要是CaII H、K和MgII H、K)的中心区域,可以看到一些发射谱线,迭加在微弱的吸收背景上。这些发射线属于色球,要用色散度很大的光谱仪才能找到它们。近年来天文工作者用大型仪器发现船底座 $\alpha$ (F0型)、天鹰座 $\alpha$ (A7型)等亮星也有这样的发射线(例如见文[13]、[14]),因此可以肯定这些恒星也有色球。

更好的办法是直接观测紫外光谱中的色球发射线。在紫外区,光球的连续光谱很弱,色球发射线容易察觉。可是由于地球大气吸收紫外辐射,这样的观测只能用人造卫星或宇宙飞船在大气外进行。近年来发射成功的“国际紫外探测器”(IUE)和“爱因斯坦天文台”<sup>\*</sup>在这方面做了大量探测。结果在许多晚型星中发现属于色球的OI、SiII、FeII等紫外谱线以及连续光谱。可是早型星很少有这样的光谱特征。

IUE,尤其是“爱因斯坦天文台”,用成像正比计数器、固态光谱仪等设备进行X射线探测,证实了星冕的存在<sup>[16]</sup>。其依据是许多恒星都有极高度电离的金属离子(例如二十多次电离的铁离子),而这样高度的电离只有在 $10^6$ — $10^7$ K的高温区域才能出现。这样的区域就是星冕。值得注意的是已经探测的各型恒星都具有星冕,这与恒星色球的情况有所不同。

附带谈到,在太阳色球与日冕之间有一个过渡层。大致说来,它的辐射和物态介于色球与日冕之间。近年来的空间探测表明,若干恒星也有这样的过渡层<sup>[16]</sup>。最近文[17]还用XUV观测资料建立了半人马座 $\alpha$ 的A星的过渡层与日冕结构模型。

## 六、恒星的射电爆发

太阳的微波射电辐射主要来自日冕和色球上层。既然若干恒星有色球和日冕,那么恒星有射电辐射以及射电爆发就都是意料之中的事了。最近十余年来,随着一些高灵敏度和高分辨率的射电望远镜的制成,尤其是美国的甚长基线干涉仪的投入使用,这方面的探测已有重

<sup>\*</sup> 即第二号“高能天文台”,于1978年11月13日发射,是一颗主要从事太空X射线探测的人造卫星。详细描述见[15]。

大进展(详细描述见文[18]、[19])。

天文工作者发现,许多晚型星都有强烈的射电辐射,而射电爆发之频繁,每次爆发持续时间之长,圆偏振度之高,都远远超过太阳。这些情况可从下表看出。

	太阳	鲸鱼座UV	猎犬座RS	M1
最大流量 (尔格·秒 <sup>-1</sup> ·赫兹 <sup>-1</sup> )	$3 \times 10^{13}$	$2 \times 10^{15}$	$2 \times 10^{18}$	$6 \times 10^{18}$
持续时间	几秒—几小时	几十秒—几小时	40分钟—8天	<1天
出现频次	~3/月	~4/天	~4/天	~3/月
爆发源直径(厘米)	$< 2 \times 10^{10}$	?	$\lesssim 10^{12}$	?
亮度温度	$\lesssim 10^6 \text{K}$	?	$\sim 10^{10} \text{K}$	?
极大频率	~10京赫	~200兆赫	~5京赫	~10京赫
圆偏振度	<50%	$\lesssim 100\%$	$\lesssim 70\%$	?
线偏振度	~0%	~0%	~0%	?
辐射机制	同步回旋	同步回旋	同步回旋	非热

不久前 Fisher和 Gibson<sup>[20]</sup>用射电干涉仪测出M型矮星小犬座YZ的一次射电爆发,它的圆偏振度竟达100%。

太阳射电爆发是很复杂的现象。它们的产生机理可能是同步回旋过程,而在此过程中相对论性电子的能量可达几百万电子伏。现在发现若干恒星的射电爆发比太阳更为强烈,也更为频繁。这加深了问题的复杂性,也为理论工作者提供了有趣而艰深的研究题材。

## 七、恒 星 风

由于日冕有上百万度的高温,它的质点有极高的运动速度,使等离子体不断向外逃散,形成所谓的太阳风。这个概念是美国天文学家 Parker<sup>[21]</sup>于五十年代首先提出的。后来的空间观测证实了他的预见。太阳风以每秒300—1,000公里的速度吹遍整个太阳系,对行星际空间的物理状态起着决定性的作用。在近地空间,太阳风把地球磁场压缩成为磁层。近年来太阳风的研究引起天文和地球物理工作者浓厚的兴趣。那么,既然有太阳风,是否也有恒星风呢?从原理上说,太阳风是日冕延伸的一个直接的动力学后果,既然许多恒星都有星冕,它们也应当有恒星风。尽管过去没有这一概念,但有关的观测资料却早已取得了。

早在1935年,两位美国天文学家<sup>[22]</sup>用100英寸望远镜拍摄猎户座 $\beta$ 等一些晚型星的光谱,发现它们的NaI  $D_1, D_2$ 等谱线的轮廓不对称。仔细观察,这些谱线各包含两条支线。一条宽而浅,是正常的恒星谱线;另一条细而深,并有显著紫移,它的来源都是值得查考的。由于这些恒星距我们不算远,星际吸收对它们的光谱不会有重大影响。因此,天文学家认为紫移支线是在拱星物质的包层中形成的。谱线紫移,这意味着在靠近我们的一面,包层朝观测者移动,速度约为10公里/秒。由此可知,这些恒星有不断膨胀的包层。在太阳风的概念形成后,人们才了解到这种膨胀壳层就是恒星风。七十年代后期的观测可以把猎户座 $\beta$ 与拱星气壳分辨开来,并测出它们之间的距离约为恒星半径的600倍。上述这些观测都是在可见光区进行的。不久前IUE发射成功,天文工作者可以通过紫外发射线研究温度较高的拱星壳层的膨胀,从而发现更多的恒星都在“刮风”。

除掉晚型星外, 象 O 和 B 这样的早型星也在刮星风。其证据是它们的谱线具有像天鹅座 P 星那样的轮廓, 即发射线旁边也出现紫移的吸收支。由支线的位移量可以求得外流物质的速度约为每秒 1,000 多公里, 有的竟高达 3,000 公里/秒。

早型星与晚型星的星风有显著的差异。前者的速度比后者快得多。它们的形成机理大概截然不同。目前的看法是, 前者可能由快速自转和辐射压形成, 而后者大概类似于太阳风, 由波动传能给色球和星冕而成。

恒星风所引起的物质损耗, 对恒星来说是微不足道的。例如太阳风每年带走的物质只占太阳质量的  $2 \times 10^{-14}$ 。但是在长期演化中, 这种影响不容忽视。更重要的是星风带走恒星的自转角动量, 于是使恒星自转受到制动作用。这对恒星的结构和演化可能有重大的意义。

## 八、结 束 语

在以上几节, 我们扼要叙述了太阳-恒星物理学的一些研究课题。应当指出, 这并非全貌。还有不少饶有趣味的问题, 例如恒星的脉动<sup>[23]</sup>和恒星大气中的非热现象<sup>[24]</sup>, 都已着手研究, 但由于篇幅限制, 本文没有加以描述。在文章结束前, 我们还应指出: 太阳-恒星物理学的勃兴不仅使恒星物理变得丰富多彩, 对太阳物理本身也大有裨益。这至少有两个原因。第一, 研究不同年龄的恒星, 有助于了解太阳的过去与未来; 第二, 把太阳作为一颗恒星来观测(即不通过太阳成像, 而直接记录和分析总的太阳光束), 可以得出不少有意义的成果。太阳整体磁场的发现, 就是一个良好的例证。

太阳-恒星物理学是一门崭新的分支学科。在短短十几年中, 它已取得大量重要的成果, 并显示出蓬勃的生命力。近年来国外有一些专门的仪器投入这方面的观测, 举行过多次学术会议, 并出版了几本专著。现在我们高兴地看到, 这门新学科在我国已经有了一个良好的开端。在海野和三郎(W. Unno)教授的倡议下, 中日两国一些天文工作者于 1982 年 4 月和 1983 年 12 月在南京举行了两次“太阳-恒星物理学术会议”, 并出版了会议文集<sup>[25]</sup>。在这些会议的推动下, 中日双方协作进行的对流理论、发电机理论和磁场测量等项研究, 都逐步开展起来。我们相信, 这门前景广阔的新学科今后将会在我国取得重大的进展。

## 参 考 文 献

- [1] 叶式辉, 天体的磁场, 第九章, 科学出版社, (1978).
- [2] Eaton, J. A. and Hall, D. S., *Ap. J.*, **227** (1979), 907.
- [3] Ramsay, L. and Nations, H., *Smithsonian Astrophys. Obs. Spec. Rep.*, No. 389, (1980).
- [4] Robinson, R. D., Worden, S. P. and Harvey, J. W., *Ap. J.*, **236** (1980), L155.
- [5] Mullan, D. J., *Ap. J.*, **279** (1984), 746.
- [6] Oskanyan, V. S. et al., *Ap. J.*, **214** (1977), 430.
- [7] Giampara, M. S., *Bull. Am. Astr. Soc.*, **15** (1983), 947.
- [8] Mirzoyan, L. V., *Vistas in Astron.*, **27** (1984), 77.
- [9] Zarro, D. M. and Zirin, H., *Bull. Am. Astr. Soc.*, **16** (1984), 508.
- [10] Wilson, O. C., *Ap. J.*, **153** (1968), 221; **226** (1978), 379.
- [11] Babcock, H. W., *Ap. J.*, **133** (1961), 572.
- [12] Skumanich, A., *Ap. J.*, **171** (1972), 565.

- [13] Evans, R. G. et al., *MNRAS*, 172 (1975), 585.  
[14] Blanco, C. et al., in *Proc. of the Second Year of IUE, Tubingen*, (1980).  
[15] Giacconi, R. et al., *Ap. J.*, 230 (1979), 540.  
[16] Linsky, J. L., in *Solar Phenomena in Stars and Stellar Systems*, 99, ed. by R. M. Bonnet and A. K. Dupree, D. Reidel Publ. Co., (1981).  
[17] Monsignori, B. C. et al., in *Cool Stars, Stellar Systems and the Sun*, 202, ed. by S. L. Babiunas and L. W. Hartmann, Springer-Verlag, Berlin (1984).  
[18] Hjellming, R. M., Gibson, D. M., in *Radio Physics of the Sun (IAU Symp. 86)*, 209, ed. by M. R. Kundu and T. E. Gegerly, D. Reidel Publ. Co., (1980).  
[19] Gibson, D. M., in *Close Binary Stars: Observations and Interpretations (IAU Symp. 88)*, 31, ed. by M. J. Plavec et al., D. Reidel Publ. Co., (1980).  
[20] Fisher, P. L., Gibson, D. M., in *Proc. Southwest Reg. Conf. Astron. Astrophys.*, Vol. VI (1980).  
[21] Parker, E. N., *Ap. J.*, 128 (1958), 664.  
[22] Adams, W. S., McCormack, E., *Ap. J.*, 81 (1935), 119.  
[23] Fossat, E., in *Solar Phenomena in Stars and Stellar Systems*, 75, ed. by R. M. Bonnet and A. K. Dupree, D. Reidel Publ. Co., (1981).  
[24] Jordan, S. D., *Comments on Astrophys.*, 9 (1982), 211.  
[25] Unno, W. (ed.), *Japan-China Collaboration on Solar Physics of Stars*, Japan Society for the Promotion of Science, (1984).

(责任编辑 刘金铭)

## A BRIEF ACCOUNT OF SOLAR-STELLAR PHYSICS

Ye Shihui

(Purple Mountain Observatory, Academia Sinica)

### Abstract

The solar-stellar physics is a new branch of science which is developing rapidly. It applies the achievements of solar physics to thousands of stars and thereby discovers that many stars have cycles of activity as well as spots, flares and other active phenomena like those on the Sun. Besides, stars may possess chromospheres and coronae, which are similar to the corresponding layers in the solar atmosphere and they may emit corpuscular streams like the solar wind. The establishment of this new branch of science has opened a wide field of research for stellar physics and also promoted the further development of solar physics.

This paper presents a brief account of the main contents of solar-stellar physics, i. e., the stellar spots, flare stars, cycles of stellar activity, stellar chromospheres and coronae, the radio bursts of stars and stellar winds.