

耀斑氦线的观测和研究

尤 建 圻

(中国科学院紫金山天文台 南京 210008)

摘 要

介绍了耀斑各波区(从 EUV 到红外)氦线观测的进展,从中阐明氦线观测和研究在提供太阳耀斑物理参数,了解耀斑动力学过程、电场、能量平衡及高能粒子产生和传输方面的特殊意义,并分析了这个领域目前已经取得的研究结果和今后研究中在观测技术和理论分析两个方面尚需解决的关键问题。

关键词 太阳:耀斑 — 谱线:形成 — 谱线:轮廓 — 技术:分光

1 引 言

氦是太阳上丰度仅次于氢的元素,氦线的研究提出了许多使人着迷的问题,也是当今争论不休的一个主题,氦耀斑无疑是其焦点。但除了在 80 年代中后期 Zirin^[1,2] 曾对可见区 He I D₃ 和 He II 4686Å 两条线耀斑的二维观测做过一些总结之外,未见这方面的系统介绍。本文中拟对耀斑各波区氦线的观测和研究动态作一评述,而对作者所从事的 He I 10830Å 耀斑部分介绍稍详。

比之氢线和其他谱线(如 Ca II),用氦线观测和研究太阳耀斑有其特殊的意义:

(1) 氦的激发电位和电离电位远高于氢和 Ca II,对耀斑的高温高密度区有特殊的诊断价值^[3]。

(2) 可见区的氦线一般无宁静背景,耀斑中光学厚度又小,所以分析处理较为方便,且容易解释。

(3) 由于氦原子的特殊能态分布,所以其谱线有单重线和三重线两个系列,在探求耀斑物理参数时可减少许多不确定因素。

(4) 可以用氦线探测耀斑中的电场^[3,4]和高能粒子^[5]的加速和传播过程。

但目前耀斑氦线观测结果远比氢少,原因来自两个方面:首先是,观测上有困难。可见区虽有不少中性和电离氦线,但在耀斑中有反应的 He I 线不过十多条,He II 线则只有 4686Å 一条。而且仅在较强的耀斑中的局部区才有反应,平时连吸收线也没有。至于那些对耀斑反应较强的氦线,不是落在红外就是在远紫外,检测不易;其次是,即使有了观测资料,由于氦

线的激发机制至今尚无定论, 不可避免在资料的分析上带来一定困难。改进观测技术和探求氦的激发机制是今后氦耀斑研究领域必须解决的问题, 也是近年来正在奋斗的两个方面, 应该说已经有了不少进展, 下面几节中将对几个领域的动态逐一介绍。

2 氦线的激发机制

氦线的激发机制已争论了整整 50 年, 虽至今尚未定论, 但现在所掌握的观测证据和争论焦点与过去有所不同, 也就是说激发机制虽未最终解决, 但认识已有很大提高, 目前的争论是在更高、更深层次上的争论。

直到 70 年代中, 包括 Zirin 在内的不少著名太阳物理学家还相信太阳上氦线是该区局部热激发, 但很快为许多观测事实所否定, 如色球真热到可以激发氦线, 即这些波区的发射将比观测到的强度大几个量级^[6], 目前氦线的激发主要在下面两种机制间争论: 第一种是所谓的 P-R 模型, 即光致电离-复合模型 (photoionization-recombination)。这个模型认为太阳色球中的氦线是由日冕中的 UV 和 XUV 辐射使氦光致电离然后复合到三重态的方式激发的; 另一种机制是碰撞激发。Goldberg^[7] 早在 1939 年就提出日冕 UV 激发 He 线的观点, 陆续也有几个支持者^[8,9], 但只是到了 70 年代中有了新的观测结果, 如发现日面边缘冕洞上空 D₃ 线辐射减弱或消失^[2], 在一些恒星上 He I 10830Å 吸收与其软 X 射线 (SXR) 发射有极好的相关^[10] 等, P-R 模型才得到广泛承认并有所发展^[11-13]。但对 P-R 模型是否适用于太阳上不同客体的所有氦线的激发, 还是有争议的。Thompson 等人^[14] 比较了 SERTS-3 (solar extreme ultraviolet rocket telescope and spectograph) 观测到的 He II 304Å 和 He I 10830Å 的单色像之后, 发现在宁静区两者结构十分相似, 甚至定量相关, 但在活动区就不那么像, 暗示不同氦线的激发机制可能不同, 同一氦线在太阳上不同区哪种激发机制为主也不尽相同。最近几年来对 He II 共振线 304Å 激发机制的研究得出了截然不同的结论。Porter 等人^[15] 把 Skylab 上无缝太阳单色光照相机时间系列数据与 6 种不同的耀斑大气模型预测的强度比较之后认为, 耀斑亮核中 He II 的 L α 和 L β 以碰撞激发为主, 而边上冷一些但 SXR 仍很强的区则纯为 P-R 模式。与此正好相反的是 Jordan 等人^[16] 用 SERTS-3 数据和非热动平衡方法得出 He II 共振线 304Å 在太阳宁静区是碰撞激发的, 而在强的日冕活动区和耀斑中则不那么清楚, 但可能 P-R 模式在许多耀斑中占主导地位。氦共振线的激发机制对研究耀斑能量平衡至关重要, 因为 He I 304Å 和 He I 584Å 是 EUV 区最强的谱线, 如是碰撞激发, 那么它将对耀斑等离子体冷却贡献起主要作用, 如是 P-R 模式, 则氦只是日冕的软化剂, 对耀斑能量辐射相对作用就不大了。

3 可见区耀斑氦线的观测研究

可见区耀斑氦线观测做得最多的当推美国大熊湖天文台, 他们用万能滤光器做氦线单色像观测, 除取得了若干耀斑 D₃ 线单色像资料外, 还获得了极少数 He II 4686Å 的耀斑像。至于耀斑氦线光谱观测, 则数美国 Sac 峰天文台做得多一些。其主要结果如下:

D₃ 线是可见区最强的氦线, 在宁静区其吸收深度 < 1%, 小耀斑一般无反应, 中等耀斑则吸收增加, 只有较大耀斑中才会在脉冲相时沿中性线两侧出现一些亮核, 位置大致与 H α 亮

核及白光耀斑亮点一致,主相时可以看到亮双带,特别大的耀斑还可以看到亮或暗的后环。 D_3 线发射随 HXR 而上升,但极大值却与热相一致,观测到的极大强度可达光球的3倍。根据 Zirin 分析^[1,2],当 $n_e > 5 \times 10^{12}$ 时 D_3 线就会呈发射,若是这样, D_3 线发射与否可以用来作为 n_e 是否达到 5×10^{12} 的判据。一般,在脉冲相时出现的短寿命的亮点闪烁,认为是粒子流碰撞所致,而主相时的双带则是比较稠密的低层大气加热所致,所以预言边缘耀斑 D_3 线发射区的高度应当很低。

大熊湖天文台还曾用万能滤光器取得过两个强耀斑的 He II 4686Å 单色像^[17,18]。耀斑中 He II 4686Å 的发射随 HXR 上升和下降,并未像 D_3 那样显示出在热相时有一个极大值。极大强度可达光球的3.3倍。计算说明 He II 4686Å 激发源主要是复合,温度 5000K 时算出的辐射流与观测值一致^[17]。一般说 He II 线产生于 $T_e \geq 4 \times 10^4$ K, $n_e \geq 10^{13}$ 的区域,而 He I 线在同样 n_e 时 T_e 只要 3×10^4 K 就可以得出观测到的谱线强度比,因而得出如下结论:热相时在 $n_e \approx 10^{13}$ 处可能有很大的温度下降,这也造成此时 $H\alpha$ 轮廓变窄。

氦线不仅可以用来诊断耀斑中的温度和密度,而且对判别白光耀斑产生机制方面也可提供有价值的信息。Lites^[3]曾做过一项有趣的工作,他们选择了 Sac 峰拍得的最好的白光耀斑光谱,其狭缝正好切到两个耀斑亮核,一个有连续辐射,另一个基本没有。把两个耀斑核光谱中的14条 He I 线和一条 He II 线(4686Å)的强度进行对比,发现两者在测量误差范围内强度相等。其 He II 强度则比其他白光耀斑低2—3倍^[17,19],但考虑到观测系统差可认为这些结果基本相协。这个结果对 Dame 等人^[20]提出的白光耀斑机制提出了质疑, Dame 等人认为,白光耀斑的连续辐射产生于过渡区中一个稠密的高温平台(60000—90000K)。若真的如此,则且不说 He I,至少 He II 线强度在耀斑有连续辐射的亮核中,强度要大大高于那个无连续辐射的亮核。这个结果不仅否定了 Dame 等人的机制,而且得出 WLF 产生于温度不超过 20000K 区的结论。

可见波区有几条 He I 禁线可以用来测定耀斑电场,但其测量原理与氢线不同。由于氦原子的特殊结构,当有一定的等离子体电场存在时,会使允许跃迁和禁戒跃迁的上能级有些混合,造成禁戒谱线强度大为增加,有可能在氦单重态和三重态正常谱线附近观测到违反 $\delta_e = \pm 1$ 的禁线增强。耀斑等离子体中可以有以下几种原因引起禁戒线增强:(1)重联和电子束引起的空间电荷导致的宏观电场;(2)He II 原子附近相对运动较慢的离子引起的准静 Hotzmark 微观电场;(3)等离子体振荡。

氦线中最适宜作电场测定的是 He I 三重线 4026.19Å($2p^3P^0-5d^3D$),这是一条正常跃迁线,它附近有一条禁线 4025.53Å($2p^3P_0-5f^3F_0$)。Lites 等人^[3]曾用这个方法测定 1981年4月24日的一个白光耀斑电场,但未能找到这条禁线明显增加的证据,考虑了各种可能影响因素,他们估计耀斑中 He I 发射区电场上限为 $1400\text{V}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。Firstova^[21]探讨了用 He I 3819.606Å 附近的禁线来测定耀斑中湍动电场引起等离子体低频振荡的可能性并作了试观测,得出湍动电场 $\sim 1.5\text{kV}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。湍流振荡与等离子体热能比 ~ 0.02 。

4 He I 10830Å 耀斑

用 He I 10830Å 观测耀斑有许多优点,光学厚度适中,红外大气散射光小,它又是一条三重线,探求物理参数比较方便。但由于红外检测上的困难,过去几十年中 He I 10830Å 积累

的耀斑资料非常少,以致到 1988 年 Zirin 在他的专著^[2]中还说不知道有人观测到过 He I 10830Å 耀斑像。随着固体检测器的进展, He I 10830Å 线的观测逐渐增多,但主要集中在每天一张的全日面图以检测冕洞。由于 He I 10830Å 耀斑的重要性日益为人们所认识,紫金山天文台^[22]和日本^[23]近年来分别研制了可以取得 He I 10830Å 两维光谱的检测系统。同时,改进红外偏振器件以研制 He I 10830Å 滤光器的努力一直未曾中断过。北京天文台怀柔站正在作这方面的研究,美国 NSO 在 NASA 协助下研制了专供摄取 He I 10830Å 耀斑的滤光器,并在最近的 Newsletter^[24]中宣告即将获得成功。可以预料在不久的将来, He I 10830Å 耀斑观测结果将会大量增加。下面是对目前已有结果的概述。

4.1 日面耀斑 He I 10830Å 光谱特征

过去长期对日面耀斑中 He I 10830Å 线的发射特征看法不一, Tandberg-Hassen^[25]认为只有 2⁺ 级耀斑的核心区 He I 10830Å^[26]才呈发射,其他均为吸收,而 Rust 和 Bridges III^[26]用光谱仪配两极管阵扫太阳像,得出结论是即使亚耀斑的 He I 10830Å 像上也至少有 1 个或更多的强度超过连续谱的亮核,但亮核外,即使 H α 中呈发射的耀斑区,在 He I 10830Å 中仍为吸收,不受耀斑影响。Harvey 对美国 NSO 大量 He I 10830Å 全日面单色像作了统计,发现与 H α 亮双带对应的是 He I 10830Å 暗双带^[27]。也就是说直到现在,耀斑中 He I 10830Å 线的发射与否和耀斑级别、位置和位相等的关系还不明确。我们曾分析了用紫金山天文台一维 Reticon 系统在 1988—1989 年间观测到的 11 个 $\leq 1N$ 级小耀斑或亚耀斑的 He I 10830Å 光谱^[28],发现其中 7 例记录到 He I 10830Å 发射光谱,最高峰值强度可达连续谱的 1.38 倍,发射区一般 $\leq 10''$,多半位于黑子半影和 pore 中,亦有少数侵入本影或在黑子外,并与 H α 亮核对应很好。在 CCD 系统建好之后,我们观测到的多个耀斑 He I 10830Å 两维光谱,再次证实了这点。从我们的资料中可以初步得出这样的规律,即 He I 10830Å 中发射与否与 X 射线强度密切相关,一般当 GOES 的 SXR 达到 C4 或更高时,就往往可以观测到 He I 10830Å 中有发射,低于此值但在 C1.5 之上,耀斑 He I 10830Å 图中无高于连续谱的发射,但在线心剩余强度图上仍可以看到相对发亮的小结点。当 X 射线强度很低,如 1993 年 5 月 25 日的一个 B8.6 亚耀斑,即使在剩余强度图上也无法检测到亮点,可能其变化已低于我们系统的检测灵敏度。我们得到的日面耀斑 He I 10830Å 发射轮廓还显示出明显的红不对称和峰值红移,这种红移和红不对称随耀斑的发展而很快下降。从发射轮廓峰值红移可以得出耀斑有 4—15 km·s⁻¹ 的下落速度。这种红移定性上可以用色球凝聚区模型解释,但下落速度比耀斑中用 H α 远线翼对称中心得出的值 (40—60 km·s⁻¹)^[29] 要小。日本 CCD 系统建成后也观测到了耀斑中 He I 10830Å 的发射及红不对称现象^[30]。

4.2 边缘耀斑 He I 10830Å 光谱特征

我们在 1989 年 8 月 16 日和 17 日两天观测到两个大的边缘耀斑的 He I 10830Å 光谱,显示出一系列有趣的光谱特征。8/16 边缘耀斑脉冲相时,在色球上 ~ 7500 km 处观测到极大加宽的 He I 10830Å 轮廓,半宽 $\cong 4.2$ Å,全宽 ≥ 21 Å,轮廓可以用色散轮廓很好地拟合。如解释为 Stark 加宽所致,计算得出电子密度 $n_e \cong 4 \times 10^{17}$ ^[31],比别的方法高出近 4 个量级,如果不是 Stark 加宽,则只能解释为速度不符合 Maxwell 分布。另外,耀斑脉冲相时期还观测到轮廓蓝移和很强的蓝不对称,其对应最大的蓝移速度可达 135 km·s⁻¹,很难用现有理论,如凝聚区模型,色球蒸发,磁力线膨胀...等加以解释。

4.3 He I 10830Å线中“暗点”的研究

在宁静太阳的 He I 10830Å 单色像上可以证认出一些尺寸为 $8''$ — $40''$ 、寿命为几分钟—几小时的小尺标暗结构，一般称之为“暗点”。它们与 X 射线中亮点相符较好^[32]，但也不一定是—对—的^[33]。它们的强度常会有快速变化，并伴有 H α 变亮^[34] 和 CIV 增强^[35]，以及可能的 20cm 射电辐射增强^[36]。它们常与暗条、冲浪爆发有关^[34]，因此，人们把这种事件也称之为耀斑，只是尺标比较小罢了。近年来的研究发现它们常发生在相反磁极性相互作用区，约 2/3 发生在磁流对消的磁偶极区，1/3 与瞬现区浮现有关。但磁对消区和磁流浮现均非 He I 10830Å “暗点”产生的充分条件，近来有观测证据说明它们的形成与演化是由局部磁场重联引起的^[27]，很可能是日冕加热的源。

5 耀斑氦共振线的观测研究

氦共振线 He I 584Å 和 He II 304Å 是 EUV 区最强的谱线，观测需要在空间进行，过去不少卫星和火箭，如 OSO 系列，Skylab 和 SERTS 系列^[37] 均放有观测这个波区的仪器。观测是用光谱方法做的，其二维像有的采用太阳单色仪原理扫像而得，也有用无缝光谱仪摄得，目前观测的空间分辨率已可达到 $2''$ — $6''$ ，曝光时间则从 2.5 秒到几十秒不等。

这些共振线的光学厚度比较大，其单色像看上去与 Ca II 线和 H α 比较相似。在耀斑主相时，在 H α 亮双峰处可以看到 He II L α 对应的发射区。随着高 loop 形成，可以看到其亮足点逐渐远离中性线。目前这个波区的研究主要是利用这些线的轮廓和强度以及线对强度比，结合耀斑模型研究其形成区的温度、密度和能量损失，供研究耀斑能量平衡时参考。Porter 等人^[15] 的结果说明在耀斑亮核内 He II 线形成区的温度在 6×10^4 — 2×10^5 K 之间，边上亮区温度约在 2.5×10^4 K。

近年 Peter^[38] 提出，有可能用一种新型的无像散光谱仪观测 He II L α 的 Doppler 位移来研究耀斑中加速的离子流从日冕向下运动到色球的情况。

6 富 ^3He 耀斑

一般太阳中高能粒子相对丰度，除少数例外均与日冕相同。但最令人惊奇和不解的是发现了所谓的富 ^3He 事件^[39]。这种事件中， $^3\text{He}/^4\text{He}$ 可以达 0.2—8，比正常值 10^{-2} — 10^{-3} 高近 3—4 个量级。观测说明富 ^3He 事件中 Fe 含量和电离态 (约相当 10^7 K) 也比一般大耀斑高。现在已有观测证据说明这种粒子确系太阳耀斑发出，而且对应的都是一些没有任何特色的不起眼的小耀斑。关于耀斑中 ^3He 增加的原因有许多种说法，比较重要的有两种^[5]：一种解释为核反应，但由于 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 增加的耀斑事件中没有同时观测到氘和氦，从而遇到了困难；另一种提出在粒子加速前存在着一种对 ^3He 选择加热的机制，但这个理论要求富 ^3He 事件中那种质量—电荷比 A/Z 接近的离子也相应同步增加，但 22 周中的一些观测，如 ISEE-3 的结果^[40] 虽然显示出 Fe 和 Si 有些增加，但并未达到理论所要求的值，因此也有问题。Reames 等人^[41] 研究太阳富 ^3He 事件中 X 射线和射电辐射之后，认为大的高能耀斑中 ^3He 的增加被阻尼掉了。已提出了许多有关富 ^3He 的机制，但多数缺乏可靠的观测依据，所以有待于新理论的提出。

在地面上测定 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 是很困难的, 但陆续有人用 He I 10830.3Å 及其边上的 ^3He 的 10831.68Å 作尝试^[42], 得到的结果弥散比较大。近年来前苏联 С и т н и к 等人对宁静太阳和活动区在太阳活动峰年和谷年的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 作了长期的系统测量^[43], 并且已经用于太阳耀斑^[44]。其结果显示 ^3He 的丰度与耀斑发展的位相和耀斑中位置有关, 他们测得的耀斑的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 明显高于宁静区和活动区。

7 结 束 语

由以上可知观测和研究耀斑中的氦线可以提供以下几方面的信息: 太阳耀斑中 SXR、XUV 的辐射场, 从日冕到色球的高能粒子流运动情况以及色球凝聚区动力学过程, 耀斑中能量释放和平衡, 耀斑各个区的温度和密度, 磁场和电场, 耀斑高能粒子的产生、加速以及衰减等等。因此, 可以说有可能为太阳耀斑的能量释放、传输和耗散等方面提供有效的信息。但也应清楚看到由于耀斑激发机制没解决, 真正要把这些有用的信息提取出来, 现在还有很大困难。今后, 一方面要进行更多高时间、空间和光谱分辨率的观测, 特别要有从 SXR、EUV 到红外多波段的同时联合观测; 另一方面还需要不断完善其激发机制的研究, 才能用这些资料建立较合理的耀斑模型。

参 考 文 献

- [1] Zirin H. In: Neidig D F ed. The lower atmosphere of solar flares .Sunspot: NSO/Sac Peak, 1986. 78
- [2] Zirin H. Astrophysics of the Sun. Cambridge: Cambridge Univ. Press , 1988. 356
- [3] Lites B W, Neidig D F, Bueno J T. In: Neidig D F ed. The lower atmosphere of solar flares. Sunspot: NSO/Sac Peak, 1986. 101
- [4] Davis W D. Solar Phys., 1977, 54: 139
- [5] Ohki K. In: Kikuchi H ed. Laboratory and space plasma, Proceeding 2 , International workshop on the relation between laboratory and space plasma, Tokyo, 1986, NY: Springer, 1989: 441
- [6] Zirin H, Dietz D. Ap. J., 1963, 138: 664
- [7] Goldberg L. Ap. J., 1939, 89: 673
- [8] Hirayama T. Solar Phys., 1971, 17: 50
- [9] Nikalskaya K I. Astron. Zh., 1966, 43: 936
- [10] Zarro D M, Zirin H. Ap. J., 1986, 304: 365
- [11] Zirin H. Ap. J., 1975, 199: L63
- [12] Avrett E H, Vernazza J E, Linsky J L. Ap. J., 1976, 207: L199
- [13] Athay R G. Ap. J., 1988, 329: 482
- [14] Thompson W T et al. Solar Phys., 1993, 147: 29
- [15] Porter J G, Gebbie K B, November L J. Solar Phys., 1989, 120: 309
- [16] Jordan S D et al Ap. J., 1993, 406: 346
- [17] Zirin H, Hirayama T. Ap. J., 1985, 299: 536
- [18] Zirin H. Aust. J. Phys., 1986, 38: 961
- [19] Donati-Falchi A et al. Astron. Astrophys. Suppl., 1984, 55: 425
- [20] Dame L, Cram L E. Solar Phys., 1983, 87: 329
- [21] Firstova N M. Solar Phys., 1984, 90: 269
- [22] 尤建圻, 王传晋, 陆 静等. 天文学报, 1993, 34: 374
- [23] Hamana S et al. Publ. National Astron. Obs. Japan, 1990, 1: 13
- [24] Harvey J, Jones H P. NOAO Newsletter, 1993, 36: 40

- [25] Tandberg-Hassen E. *Solar activity*. Mass.: Blaisdell, Waltham, 1967. 250
- [26] Rust D M, Bridges III CA. *Solar Phys.*, 1975, 43: 129
- [27] Harvey K L. In: Rabin D M, Jefferies J T, Lindsey C eds. *Infrared solar physics*. Dordrecht: Kluwer, 1994. 71
- [28] You Jianqi, Wang Chuanjin, Fan Zhongyu. In: Ai Guoxiang et al eds. *Proceedings of the first China-Japan seminar on solar physics*, Kunming, 1991, Kunming: Kunming Tondar Institute, 1993: 148
- [29] Canfield R C et al. *Ap. J.*, 1990, 363: 325
- [30] Ichimoto K, Fang G, Hiei E. In: Ai Guoxiang et al eds. *Proceedings of the first China-Japan seminar on solar physics*, Kunming, 1991, Kunming: Kunming Tondar Institute, 1993: 158
- [31] You Jianqi, Oertel G K. *Ap. J.*, 1992, 389: L33
- [32] Harvey J W et al. *Observazioni e Memorie Osservatorio de Arcetri*, 1975, 104: 50
- [33] Golub L et al. *Solar Phys.*, 1989. 124: 211
- [34] Harvey K L. In: Uchida Y et al eds. *Flare physics in solar activity maximum 22*. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 62
- [35] Porter J G et al. *Ap. J.*, 1987, 380: 1987
- [36] Habbal S R, Harvey K I. *Ap. J.*, 1988, 326: 988
- [37] Neupert W M et al. *Solar Phys.*, 1992, 137: 87
- [38] Peter T et al. *Ap. J.*, 1990, 351: 317
- [39] Hurford G J et al. *Ap. J.*, 1975, 201: L95
- [40] Mazur L E et al. *Ap. J.*, 1993, 404: 810
- [41] Reames D V et al. *Ap. J.*, 1988, 327: 998
- [42] Hall D N B. *Ap. J.*, 1975, 197: 509
- [43] Ситник Г Ф, Козлова Л М, Дивлекеев М И. *Астрономический Журнал*, 1988, 65: 1283
- [44] Ситник Г Ф, Козлова Л М. *Астрономический Циркуль*, 1990, No.1545: 21

(责任编辑 刘金铭)

Observations and Researches of Solar Flares in Helium Lines

You Jianqi

(Purple Mountain Observatory, The Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

In this paper a brief survey about the recent results of the solar flares in the helium lines is given, including the new observations from EUV to infrared and their interpretation. It is shown that the helium lines can offer valuable diagnostic information about solar flares, such as the thermodynamic parameters, mass motion, electric fields, the dynamic characteristics of the accelerated ion beams and the energy balance of the flares. Also discussed are the key problems to be solved both in observation and theory.

Key words Sun: flares—line: formation—line: profiles—techniques: spectroscopic