

类星体吸收线红移系统的证认方法

崔振兴

(中国科学院北京天文台)

提 要

本文论述了类星体吸收线红移系统的证认方法在类星体吸收线研究中的地位和作用。介绍了它的现状和主要内容。对存在的问题也作了简要介绍和评述。

一、引 言

类星体吸收线的研究,作为三项重大课题之一已明确列入空间望远镜的第一期观测计划之内。显然,它的重要意义已被各国天文学家所公认,并成为现代天体物理的一支前沿领域。有关它的评述性文章,近几年来不断涌现,文献[1]中列出了最近的主要评述性文章。

我国的一些天文学家在80年代以后也活跃在这一领域,并取得了可喜的成绩。

不难预料,在空间望远镜上天之后,类星体吸收线的研究必将以更迅猛的趋势向前发展,达到它的高峰时期。

类星体吸收线是类星体与观测者之间视线方向上星系际介质或与类星体有关物质对类星体连续光谱吸收的结果。由于吸收物质处于不同的距离上,吸收线所对应的红移值也就不同,形成吸收线的多重红移系统。吸收线系统可分为三类:金属线系统,它是由非氢元素的离子吸收的结果;Ly α “森林”系统,它主要是氢的Ly α 吸收,这种吸收线密集于Ly α 发射线的短波侧,线又很锐,看上去犹如森林,故称为Ly α 森林;宽吸收线,它与前两者不同,其吸收线很宽,往往形成宽的吸收槽,一般认为它们是和类星体有关的物质吸收的结果。本文将仅局限于对金属线系统证认方法的讨论。

研究类星体吸收线的方法是:1. 通过观测发现类星体(或候选体),并获得高质量的吸收线光谱。2. 确定吸收线光谱中所含的吸收线。3. 对已确认的吸收线进行分析,找出吸收线的红移系统。4. 然后,对吸收线所蕴藏着的大量信息进行统计或理论上的研究,以揭示星系际吸收物质的物理特性、化学组成以及运动和分布的规律。当然,取得高质量吸收线光谱是相当困难的,它需要大口径望远镜、长时间的观测、高灵敏度的探测器。然而,在类星体吸收线研究中,还有另一特点,就是必须对吸收线红移系统进行证认。而它的证认和其他天体的光谱线证认有着很大的不同。它不但要证认出吸收物质的元素,还要同时证认出相应的红移值。这种“二元”证认,形成了类星体吸收线系统证认上的特殊困难(陈建生,1985^[2],见

后面论述)。目前, 由于Bahcall (1968)^[5]的率先研究, 以及Lynds(1971, 1972)^{[4], [5]}的 Ly α 森林假说的提出和观测验证 (Young et al. 1979^[6], Chen et al. 1981^[7]), 证认方法上的困难已经有所突破, 但仍然存在着有待克服的问题。

关于类星体吸收线红移系统的证认方法的评述文章, 还未曾有过。本文也只能从散见的文献中, 加以整理, 予以评述, 把它的现状展现于读者。

二、历史的回顾

类星体在1963年被证实为一种新型天体之后, Burbige et al. (1966)^[8]和Stockton and Lynds (1966)^[9]就在类星体3C191中观测到强的吸收线, 并发现这些吸收线只能是某些离子谱线当红移为1.947时的结果, 而3C191的发射线红移为1.953。这就第一次确定了类星体光谱中存在着吸收线的红移系统。不久, Arp et al. (1967)^[10]和Burbidge(1967)^[11]分别在 PKS 0237-23中证认出不相同的吸收线红移系统, $Z_0=2.201$ 和 $Z_0=1.950$ 。究竟是谁错了呢? 后来, Greentein和Schmidt (1967)^[12]确认谁也没错, 只不过在同一个类星体中同时存在着两个吸收线的红移系统。这种确认是认识上的一次飞跃。它说明吸收线的红移系统不只一个, 而发射线的红移值只有一个! 这就启发着人们去思考为什么会有多重的吸收线红移系统。

多重吸收线红移系统的出现以及吸收线红移一般都小于发射线红移的这个事实, 使持宇宙学红移观点的天文学家提出了“插入”假说(Intervening hypothesis), 即认为吸收线是类星体和观测者之间的星系际介质吸收的结果。另一派天文学家提出了另一假说, 认为吸收来自与类星体有关的抛射(或下落)物质, 称为“内禀假说”(Intrinsic hypothesis)。这两种假说迄今还在争论着, 成为七十年代天文学家所注目的一个中心。现在, 人们正翘首以待, 期望着空间望远镜上天后能为给出决定性的判断提供有力的证据。

多重吸收线系统的出现, 还促进了人们对吸收线系统证认方法的研究。按照插入假说, 类星体吸收光谱是由不同元素的离子在不同距离上的吸收结果。所以, 一根吸收线可以解释为不同红移系统中不同元素离子的吸收。这种不唯一性的“二元”证认, 是吸收线红移系统证认的主要困难来源。它要求我们必须对每一吸收线系统的真伪程度作出估计。而这种估计并非容易!

证认方法的研究现状并不能令人满意。往往不同的证认方法, 在同样的资料中会得到不同的吸收线系统。表1给出的是 Aarenson et al. (1975)^[21]与其他作者所证认的吸收系统数目上的差别。从表1可以看出, 这种数目上的差别竟达到一倍左右。

表2给出对于PHL957证认上的具体差别。由表2也可看出, 真正一致的系统只有2个, 而不一致的为6个。这种因证认方法的不同, 所得的红移系统上的差异, 在文献中是屡见不鲜的。有时, 甚至用同样的方法和同样的资料, 由于天体物理分析时的主观因素也会引起不同的结果。所以, 如何克服证认方法中的各种选择效应是非常重要的^[24]。本文将不去讨论这种选择效应。

证认方法的系统研究始于Bahcall^[5]。以后虽有改进, 但基本上是沿袭了Bahcall的几个证认步骤。这几个步骤是: 选择合理的标准线表, 用来对吸收线进行元素离子态的证认; 选择

合理的判据，它是标准线和吸收线相证认的条件；在判据和标准线表确定后，原则上就可以找出吸收线的红移系统，但一般这只能算作候选系统；接受系统的确定，它是通过天体物理分析或判据分析之后，从候选系统中选出的；吸收线系统的随机性估计。这几个步骤并不是截然分开的，由于方法的不同可以有交叉。

下面，我们将按证认方法的步骤，介绍其概貌。

表 1 Aareson et al. 与其他作者证认结果的比较

QSOs	Aareson et al.	其 他 作 者
4C 05.34	6 (4)	11(7) ^a
PHL 957	3 (1)	11(6) ^b
PKS 0237-23	5 (3)	7(4) ^c
1331+170	2 (2)	3(2) ^d
Ton 1530	4 (1)	6(4) ^e
3C 191	1 (1)	1(1) ^f
PHL 938	1 (1)	4(1) ^g
Mar 132	2 (2)	5(2) ^h
总 计	24(15)	48(27)

注：(1) 括号()内的数为可靠系统的数目；

(2) a, b, c, d, e, f, g, h 表示资料来源，请参看文献[21]的表 5。

表 2 在 PHL 957 证认上的差别举例

作 者	Bahcall ^[22]	Aareson ^[21]	Coleman ^[23]
红 移 值	2.309	2.309	2.309
	2.661	2.661	2.662
	2.225	2.227	—
	2.542	—	—
	2.551	—	—
	—	—	2.618
	—	—	1.797
	—	—	1.719
	—	—	—

注：红移值只取四位有效数字；“—”表示没有与右边或左边红移值相同的红移值。

三、标准线表的确定

它是用来确定吸收线是属于何种元素何种离子态的参考线表。根据多年来对星际云吸收线的研究，尤其是近年来对大气外紫外高色散光谱(900 Å 至 3,000 Å) 的观测，标准线表逐步建立起来了。目前，各国天文学家普遍将 Mordon(1978)^[25] 对 ξ Pup 远紫外的高色散光谱的观测结果作为标准线表选择的主要依据。但是，每个作者所使用的表都有差异。一般来说，几乎所有的作者都将标准线表分为两级：第一级是那些认为在吸收物质内最常见的离子的基态线，它主要用作第一步的计算机搜索，以确定候选的红移系统；第二级是一种扩充性的表，它包含了更多的离子谱线，用来在候选的红移值上作补充性的证认。这种第二级的标准线表

很少在文章中列出。

我们推荐下列几个第一级标准线表:

1. Bahcall在1968年所用的表^[6]。该表列出38条基态线,并说明了他选择的原则。他是唯一列出第二级表的作者,包括76条线。他在1971^[26]和1973^[22]年的文章中,对第一级表又补充了N II 0915.6, C II 1036.4和CIV双线的平均值 $CIV\bar{\lambda}=1549.06$ 。

2. Morton et al.(1980)^[27], Chen et al. (1981)^[7]所用的表。它含有50根线。同一元素同一离子的多重线系列在同一行,且以振子强度的递减为序。该表是最值得推荐的。

3. Aarenson et al.^[21]所用的表。该表的特点是:它按低、中、高电离态分成三个分表。因此,每一分表所给出的红移系统,就自动地相当于不同的电离态。

另外,因证认的方法或目的的不同,也有先把各种离子的共振双线作为第一级标准线表的情况。例如 Roberts et al.^[28], Coleman et al.^[23]所用的表主要就是一些双线。Levshakov, Varshalovich^[29]和Cui et al.^[30]为了寻找氢分子,就用的氢分子谱线表。Chen和Morton^[31]为了寻找CIV双线对,实际上只用了CIV双线来作为第一级标准线表。

至于第二级用的扩充表,各家都有相当庞大的标准谱线表存放于计算机之内。这里就无法给出了。

四、判据的选择

一根标准线和一根吸收线相证认,必须有一定的判据。这些判据主要是根据对星系际吸收物质的特性分析和估计,以及原子物理的要求确定下来的。目前,一些主要的判据还是比较一致的。这些判据为:

1. 一根标准线和一根吸收线的重合条件是:

$$|\lambda_{obs} - (1+Z)\lambda_{std}| \leq \delta \quad (1)$$

δ 为重合所允许的误差范围,它是由光谱的分辨率决定的。分辨率愈高, δ 就可以愈小。 λ_{obs} , λ_{std} 分别是观测的吸收线和标准线的波长。 Z 为搜索所用的红移值。

在实际工作中,往往根据光谱的特点和证认的情况,会把 δ 值适当扩大。

2. 振子强度要求:标准多重线中,弱线(振子强度值小)的被证认必须以强线的证认为前提。即,强线未证认上时,弱线就不能再去进行证认了(即便它可能符合判据1)。这个道理是很显然的,否则就不符合原子物理的要求。

3. 等值宽度的要求:如果一些观测吸收线和一个多重线系中的若干标准线相重合,则观测吸收线的等值宽度与相应多重线系中标准线的振子强度必须有相同的排序。这一判据,由于吸收线的混合效应及等值宽度的估计误差等原因,往往要求并不严格,因为上述原因使它不可能被满足。尤其是早期的观测,没有等值宽度资料,只能用目视的方法把吸收线的强度分为几级,所以这一判据完全不能应用。在我们所创立的方法中^[32-34],比较严格地采用了这一判据,并把它放到随机概率的计算中去了。

4. Ly α 线的要求:如果Ly α 标准线在 Z 值时落入窗口,则必须被证认上,否则此 Z 值红移系统就要被否定。这主要是考虑到Ly α 吸收线是最常见的吸收。有些作者还把Ly β 线也作类似的

规定。

5. 含强吸收线的规定。不少作者规定：在一个可接受的红移系统中必须含有一定数量的强吸收线，否则此系统将被否定。强吸收线数值一般取为 2。

6. 双线的要求。如果一共振双线被证认，它们的振子强度比值和相应吸收线强度（或等值宽度）的比值应该比较接近，如果不一致，也不能相差太大（如Bahcall规定不能相差到4倍）。有些作者还对双线之间的波长差与相应吸收线之间的波长差规定了比 δ 更小的允许误差范围。

7. 证认线的数目规定。一个可接受的红移系统，至少含有 4 根或 5 根证认线，而且要符合原子物理和电离方程的要求。否则，就舍弃这一系统。

上述只是一些主要的、常见的判据。在采用时也有取舍。例如我们只把 1, 2, 3 作为基本判据，并放入随机概率计算中去^[32]，即：要计算在满足 1, 2, 3 条件时的随机证认概率。把其他一些判据，都放入到对候选系统的天体物理分析中考虑。

在这些判据中，1, 2, 3, 6 是对一根证认线的判据，不满足某条判据时，只取消相应的一根证认线，4, 5, 7 是对系统的判据，违背其中一条就否定这个红移系统。

Aarensen et al.^[21]则把判据分为三级：基本判据（有 9 条），违背其中一条则否定整个的红移系统；次级判据（5 条）和细微判据（15 条），不符合这两种判据的一条，只取消一根证认上的线。他们的次级判据是以两个著名假定为依据制定的。这两个假定是：在吸收云中，氢应占绝对优势，来自同一离子的两根吸收线的观测相对强度，近似地由振子强度比值给出。细微判据在性质上更加特殊和具体，它都是对于一个个具体元素的离子或离子组的规定。这些规定的理论根据，强烈地依赖于光致电离和碰撞电离的平衡计算（Mckee et al. 1973^[35]）。Aarensen et al.^[21]所以把判据分得如此之细，主要是为了让计算机去自动进行判别，这样能节省大量人力和时间。但遗憾的是，如果要降低噪声，则需要大量的这种细微判据。这是他们这种做法的致命弱点。这种过分依赖于计算机的办法是不可取的。因为，它必然导致失去许多有用的信息，阻碍着新现象的发现。但另一个极端也是不足取的。像 Coleman et al.^[23]和 Roberts et al.^[28]，把判据定得太松，只要一个双线证认上，甚至只要一根 Ly α 线证认上就作为一候选红移系统；然后再对每一候选系统进行扩大证认并逐个分析。这不但工作量极大，而且多半是一种浪费。例如，Coleman et al.^[28]在对 PHL957 光谱分析时，竟从 96 根吸收线中，得到 200 个候选红移系统！这显然是不合理的。所以，在证认方法中，确实存在着如何恰当利用计算机的问题。目前还没有一个被大家所公认的最优方案。但我们认为，也许 Morton et al.^[27]以及我们后来修改过的两种基本判据^[32]，对高红移类星体来说是一个较合适的取舍方案。

五、候选红移系统的建立

一般而言，有了标准线表，有了判据，就可以让计算机在一定红移的步长下，对光谱吸收线进行逐一证认。然后按照一定的办法，获得候选的红移系统。

比较流行的办法是Bahcall创立的^[8]，其要点如下。

从吸收线表和标准线表, 我们总可以建立一个矩阵, 这些矩阵的元素满足条件:

$$Z_{ij} = [\lambda_{\text{obs}}(i) / \lambda_{\text{std}}(j)] - 1 \quad (2)$$

$\lambda_{\text{obs}}(i), \lambda_{\text{std}}(j)$ 是第 i 根吸收线和第 j 根标准线的波长。 Z_{ij} 是对应的红移值。

从 Z_{ij} 中最小的 Z_{min} 值到最大的 Z_{max} 值, 以步长为 ΔZ , 取红移值为 Z_1, Z_2, \dots, Z_n 。然后在每一 $Z_i (i=1, 2, \dots, n)$ 值上, 对落入区间 $(Z_i - \varepsilon, Z_i + \varepsilon)$ 内的矩阵元素 Z_{ij} 进行计数, 例如有 N_i 个 Z_{ij} 中的元素落入该区间。若 N_i 大于或等于某一指定的临界数值时 (Bahcall 用的是 5 或 6), 则此 Z_i 就定为一个候选红移系统。在这里, 当然要求 $\Delta Z < \varepsilon$ (例如取 $\Delta Z = 10^{-3}$, $\varepsilon = 10^{-2}$), 这样才能对起伏起到一定的平滑作用。

该方法的缺点是将 Z_{ij} 等权相待。后来, Young et al.^[6] 加以改进: 若标准线落在 Ly_α 发射线短波侧, 则权重 $\omega = 1$, 若落在长波侧, 则权重 $\omega > 1$, ω 理应是两侧的吸收线密度之比, 但实际上他们并未按此规则行事。Aarson et al.^[21] 则作了另一种更繁杂的改进, 以便得到候选系统。请参看他们的原文, 这里不作介绍。

与 Bahcall 的上述方法有较大不同的是 Roberts et al.^[20] 及 Coleman et al.^[23] 所采取的方法。他们是把共振双线作为主要的第一级标准线, 只要被证认上就可作为候选系统。他们方法的特点是把共振双线作为特殊的一类来对待。这也许是比较可取的, 尤其在 Ly_α 发射线长波侧, 双线的证认应给予较高的权重。另一优点是不会失去有用的信息。从这些特点看来, 人力和时间的耗费也不能说是不值得的。

由陈建生和作者发展起来的证认方法中^[32-34], 对选取候选系统作了较大的改变。我们是在一定判据下计算随机证认概率, 经过统计检验和信噪比的筛选后给出候选红移系统。我们方法的特点是 1. 初始用的判据适中, 并计入概率之中; 2. 划分红移区间进行统计检验, 在很大程度上避免了标准线不均匀的选择效应; 3. 统计检验和信噪比筛选相结合。与 Roberts 方法相比, 不足之处是双线没有给予较高的权重。

上述各种方法, 哪一个更好, 并无定论。看来还需继续试验一个时期, 再作比较为好。

六、随机性的估计

一个候选系统, 或经天体物理分析之后的一个可接收系统确定之后, 如何估计它的随机性大小, 是证认方法中一个最困难的问题。

目前, 主要是用两种方法来估计: 一是由 Bahcall 采用的 Monto Carlo 模拟法^[8], 二是用计算随机证认概率的方法。

Monto Carlo 模拟法的要点如下:

1. 计算机在观测窗口内产生一个均匀随机分布的光谱。随机光谱与观测光谱之间要满足 (1) 波长窗口相同, (2) 吸收线的数目相等, (3) 吸收线的强度 (或等值宽度) 分布相同, (4) 相邻两吸收线的最小间距相等。这些规定, 无非是让随机光谱具有与真实光谱相似的特性。所以, 后来有些作者也把 Ly_α 发射线两侧的吸收线密度的差异、在不同光谱段内灵敏度上的差异以及吸收槽的存在等等特点也体现到随机光谱内。

2. 用相同的标准线表和相同的判据对随机谱和真实谱进行红移系统的证认。令第 i 个

随机谱证认后, 获得 N_i 个红移系统。取平均值

$$\bar{N}_R = \sum_{i=1}^L N_i / L \quad (3)$$

L 为总共产生的随机谱数目。

3. 令真实谱获得的红移系统数为 N_0 。Bahcall 定义信噪比 S 为:

$$S = N_0 / \bar{N}_R \quad (4)$$

4. 从原理上说, 我们总可以不断地改变判据, 每改变一次就重复上述 1, 2, 3 步骤, 可得到一系列的 S 值。取其 S 值最大情况下的判据, 由它对真实谱分析所得到的红移系统作为候选系统或可接受的系统。这样的红移系统的随机性大小由 S 值表征出来。

但在实际工作中, 很少有第 4 步。因为判据是难以随意改变的。一般都是取尽量多的随机谱来求得噪声 \bar{N}_R 值。

与 Bahcall 的方法类似, Joss 和 Ruffa (1977)^[36] 提出另一种方案。他们是用 Monto Carlo 方法模拟许多随机的标准线表, 用这些随机标准线表去分析吸收谱, 得到噪声值 \bar{N}_R 。他们想绕过用随机谱来模拟吸收谱时, 遇到了在特征上总不能完全相似的困难。因为在模拟随机标准线表时, 完全可以保持标准线表的波长分布不变, 而只是让元素的离子态名称随机地分配到每一个标准线的波长上。遗憾的是, 他们得到的噪声值 \bar{N}_R 总比用 Bahcall 方法所得的噪声值大。他们认为由 Bahcall 方法所得的噪声值是下限, 而他们的值是上限。

以后, 有不少天文学家放弃了 Monto Carlo 模拟法, 而直接去计算随机证认概率来估计每个红移系统的随机性大小。Coleman et al. (1976)^[23], Young et al. (1979)^[6], Levshakov 和 Varshalovich (1979)^[29] 都曾这样做过。但他们的计算都比较简化, 难以利用统计检验理论。目前, 就随机证认概率的计算而言, 我们的方法考虑得最为严谨和合理。所以, 可以利用统计检验原理来进行统计上的筛选。当然, 仔细考虑, 我们的方法也不尽完美无缺^[34]。主要是: 在证认同样数目的吸收线情况下, 由于所含离子在标准表内的分布不同, 其概率也不相同(这些所有不同的概率在我们的方法中都可以计算出来)。我们是将它们加在一起, 得到一个证认一定数目线的概率。因此, 如果经过统计检验, 把某一类候选的红移系统(例如含 5 根线的红移系统)舍掉时, 也就把那些小随机概率所对应的含 5 根线的某种分布的红移系统也舍掉了。而这些小概率对应的红移系统有可能是真实的。因此, 这种大小概率混加在一起的做法, 将有可能遗漏一些真实系统。不过, 其他作者的概率计算, 由于更加简化, 这个问题比我们的更为严重。如果我们把概率严格加以区分(对于我们的方法是完全可以做得到的, 对其他作者就不能做到这一点), 则与概率相应的“实验次数”就显得太少, 而不能用统计检验了。如何解决这一难点, 还有待于找到更妥善的办法。

关于随机证认概率的计算方法, 由于比较繁琐, 这里不作介绍。有兴趣的读者可以参考有关的文献。

最后, 关于对每一个红移系统的天体物理分析, 则更为具体, 每个作者更不会采取相同的模式。当然, 其原则是按照原子物理和电离方程, 以及对星系际吸收云已有的知识来讨论。

七、结 束 语

通过上面介绍, 我们可以看到, 类星体吸收线红移系统的证认方法已有了一轮廓, 也有了可遵循的基本原则。但在每一环节上, 各人的具体做法都不尽一致, 也存在着一些问题。在标准线、判据的选取上比较一致。但在候选红移系统的提取, 随机性的估计上, 差异比较大。尤其是随机性的估计, 可以说还没有很好地解决。所以, 有些作者就绕过这一步, 不去对随机性进行估计。

另外, 还有一些其他因素, 例如吸收线的混合效应, 光谱质量的差异等, 也都会使证认的吸收线红移系统有所不同。因此, 在用类星体的吸收线系统来进行统计和理论分析时, 就必须注意资料中的选择效应。Chen(1983)^[24]曾就选择效应进行过讨论。最近, Carilli et al. (1985)^[27]已经把类星体的吸收线观测资料(包括吸收线波长, 各种红移系统等)编在一起。Crofts (1985)^[28]对此资料中所含的金属吸收线系统(在188篇文献中, 对193个类星体得到653个红移系统)进行了选择效应和演化效应的模型分析, 然后进行统计分析和理论探讨, 从另一条途径上开辟了研究物质的大尺度分布的方法。

目前, 人们还是把主要精力放在尽可能多地取得高质量的吸收线资料上。我们相信, 随着资料的积累, 如何进一步完善证认方法, 必然会再次引起天文学家们的关注。

参 考 文 献

- [1] 陈建生, 天文学进展, 3 (1985), 121.
- [2] 陈建生, 自然杂志, 5 (1985), 339.
- [3] Bahcall, J. N., *Ap. J.*, 153 (1968), 679.
- [4] Lynds, C. R., *Ap. J.*, 164 (1971), L73.
- [5] Lynds, C. R., *IAU Symp. No. 44*, p. 127, (1972).
- [6] Young, P. J., Sargent, W. L. W., Bokseberg, A., Carswell, R. F. and Whelan, J. A. J., *Ap. J.*, 229 (1979), 891.
- [7] Chen, J. S., Morton, D. C., Peterson, B. A., Wright, A. E. and Jauncey, D. L., *M.N.R.A.S.*, 196 (1981), 715.
- [8] Burbidge, E. M., Lynds, C. R. and Burbidge, G. R., *Ap. J.*, 144 (1966), 447.
- [9] Stockton, A. N. and Lynds, C. R., *Ap. J.*, 144 (1966), 451.
- [10] Arp, H. C., Bolton, J. G. and Kinman, T. D., *Ap. J.*, 147 (1967), 840.
- [11] Burbidge, E. M., *Ap. J.*, 147 (1967), 845.
- [12] Greenstein, J. L. and Schmidt, M., *Ap. J.*, 148 (1967), L13.
- [13] Bokseberg, A. and Sargent, W. L. W., in *Proc. of the 24th Liège International Astroph. Colloq.*, p. 504, (1983).
- [14] 卞毓麟, 天文学进展, 3 (1985), 129.
- [15] Peterson, B. A., *IAU Symp.*, No. 79, p. 389, (1978).
- [16] Sargent, W. L. W., Young, P. J. and Bokseberg A., *Ap. J., Suppl.*, 42 (1980), 41.
- [17] Young, P. J., Sargent, W. L. W. and Bokseberg, A., *Ap. J.*, 252 (1982), 10.
- [18] 邹振隆, 陈建生, 卞毓麟, 唐小英, 崔振兴, 天体物理学报, 2 (1982), 253.
- [19] Chen, J. S., Zou, Z. L., Cui, Z. X., Bian, Y. L., Tang, X. Y. and Sun, S. D., in *Proc. of the Third Marcel Grossmann Meeting on General Relativity*, p.855, ed. by Hu Ning, Beijing, Science Press, (1983).
- [20] Peterson, B. A., *IAU Symp.*, No. 104, p. 349, (1983).

- [21] Aarensen, M., Mckee, C. F. and Weisheit, J. C., *Ap. J.*, **198** (1975), 13.
- [22] Bahcall, J. N. and Joss, P. C., *Ap. J.*, **179** (1973), 381.
- [23] Coleman, G., Carswell, R. F., Strittmatter, P. A., Williams, R. E., Baldwin, J., Robinson, L. B. and Wampler, E. J., *Ap. J.*, **207** (1976), 1.
- [24] Chen, J. S., in Proc. of the 24th Liège International Astroph. Colloq., p.560, (1983).
- [25] Morton, D. C., *Ap. J.*, **222** (1978), 863.
- [26] Bahcall, J. N. and Goldsmith, S., *Ap. J.*, **170** (1971), 17.
- [27] Morton, D. C., Chen, J. S., Wright, A. E., Peterson, B. A. and Jauncey, D.L., *M.N.R.A.S.*, **193** (1980), 399.
- [28] Roberts, D. H., Burbidge, E. M., Burbidge, G. R., Crowne, A. H., Junkkarinen, V. T. and Smith, H. E., *Ap. J.*, **224** (1978), 344.
- [29] Levshakov, S. A. and Varsholovich, D. A., *Ap. J. L.*, **20**(1979), 67.
- [30] 崔振兴, 陈建生, 孙思东, *天文学报*, **24**(1983), 233.
- [31] Chen, J. S. and Morton, D. C., *M.N.R.A.S.*, **208** (1984), 167.
- [32] 崔振兴, 陈建生, 卞毓麟, 唐小英, 邹振隆, *天体物理学报*, **3** (1983), 122.
- [33] 陈建生, 崔振兴, 唐小英, 卞毓麟, 邹振隆, *天体物理学报*, **3** (1983), 189.
- [34] 崔振兴, *天体物理学报*, (已投稿, 1986).
- [35] Mckee, C. F., Tarter, C. B. and Weisheit, J. C., *Ap. J.*, **13** (1973), 13.
- [36] Joss, P. C. and Ruffa, G. J., *Ap. J.*, **218** (1977), 347.
- [37] Carilli, C., York, D. G., Crotts, A. P. S. and Matheson, L., *A. J.*, (1985), Submitted.
- [38] Crotts, A. P. S., *Ap. J.*, **298** (1985), 732.

(责任编辑 谢应纯)

The Method of Identifying the Redshift Systems of Absorption Lines in QSOs Spectra

Cui Zhenxing

(Beijing Astronomical Observatory, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, we state the position and the role of the method of identifying the redshift systems of absorption lines in the research in QSOs absorption lines and introduce its content and recent situation. Problems in the method are also described and discussed.