

讲座

Baade-Wesselink 方法在确定天琴 RR 型 变星绝对星等中的应用

毛 亚 庆 万 籟

(中国科学院上海天文台, 上海 200030)

提 要

天琴 RR 型变星是天文学上标定距离时的主要示距天体之一, 对它的绝对星等研究在银河系的结构、形成、演化乃至宇宙学上都具有重要意义。Baade-Wesselink 方法是唯一利用脉动变星的内禀物理参量来研究和确定天琴 RR 型变星绝对星等的方法, 本文介绍和评述了该方法研究天琴 RR 型变星绝对星等的最新结果和进展以及使用 Baade-Wesselink 方法确定天琴 RR 型变星绝对星等时应注意的几个问题。

一、前 言

天文学中距离的测定, 历来就是一个极其重要的课题。天琴 RR 型变星的绝对星等, 无论是场星, 球状星团成员星或者河外星系中的该类变星, 使用各种方法所测定的, 如目视绝对星等的结果, 大都在 0.4—1.0mag 之间, 这种特性, 使得该类变星成为天文学上标定 1Mpc 距离内的主要示距天体之一^[55], 用以测定球状星团、银心的距离; 后来在麦哲伦云^[1,2]和 M31^[3]中观测到该类变星, 在河外星系距离尺度的建立中, 跨出了重要的一步。另一方面, 该类变星的光度, 被用来确定球状星团的年龄^[3,4,5], 在银河系的形成、演化及宇宙学上都具有重要的意义。此外, 天琴 RR 变星这类脉动天体, 在恒星的脉动理论及演化的研究中, 也是极其重要的研究对象。天琴 RR 型变星在距离尺度标定中的地位, 在恒星结构与演化, 银河系的形成和宇宙学上的意义, 使得该类变星的实测和理论工作成为天文学中非常重要的领域之一。特别是近几年来, Baade-Wesselink 方法应用于天琴 RR 变星的绝对星等的研究及其基于绝对星等研究上的其他天体物理研究, 国际上有若干小组, 正不断地从事这方面的工作。在观测上, 多波段测光及视向速度的测定工作朝高精度方向发展, 理论上也不断趋向深入, 涌现出大量新的工作和结果, 形成新的高潮, 乃是十分活跃的天文学研究课题。

尽管近几年, 加强了测光和视向速度的观测, 使用 Baade-Wesselink 方法(下称 B-W 方法)利用天琴 RR 型变星的内禀物理参量来确定绝对星等, 取得了很大进展, 但在测定结

果上存在着不确定性,另外在绝对星等与金属含量的关系上,随着脉动恒星大气模型理论的深入研究,天琴 RR 型变星大气中激波现象,大气中湍流层深度的变化的研究,绝对星等的测定,无疑带来极有价值的改进,而且通过这条途径把天体物理和天体测量紧密联系起来,研究结果的影响将是深远的。

二、天琴 RR 型变星绝对星等的测定及其结果

过去确定天琴 RR 型变星绝对星等的方法有好几种,用得比较广泛的有:

1. 天琴 RR 型变星场星的统计视差;
2. 球状星团主序重迭法;
3. 麦哲伦云距离模数法;
4. Baade-Wesselink 法。

这些方法原理上都是彼此独立的,各种方法测定的结果为彼此的比较、分析和检核以及为使用观测来检验理论提供了条件。

1. 统计视差法

60年代, van Heck^[6], Woolley et al.^[7]; 70年代 Hemenway^[8], Heck and Laka-ye^[9]使用统计视差的方法来测定该类变星的平均绝对星等,到1980年,万籛,毛亚庆和季德盛发表了上海天文台编制的天琴 RR 型变星自行星表^[10],国内外学者多次利用它使用统计视差方法测定天琴 RR 型变星的平均绝对星等,取得了重要成果。万籛,毛亚庆和季德盛求得平均目视绝对星等 $\bar{M}_v = 0.46\text{mag} \pm 0.03\text{mag}$ ^[11]; Strugnell, Reid 和 Murray 使用极大似然法统计测定得 $\bar{M}_v = 0.75\text{mag} \pm 0.29\text{mag}$ ^[12]; Hawley, Jeffreys, Barnes 和 Lai, W(万籛)求得 $\bar{M}_v = 0.63\text{mag} \pm 0.10\text{mag}$ ^[13]; 赵君亮求得 $\bar{M}_v = 0.69\text{mag} \pm 0.16\text{mag}$ ^[14],绝对星等与该类变星的金属性的关系不明显。

2. 球状星团主序重迭法

由于有精确三角视差的贫金属主序星的星数不多,不足以建立一个参考主星序,因此这种方法受到很大的限制。除此之外,有些主序星已演化到离开主星序,且比真正的主序星还要亮,它们会带来一定的影响。Janes, Carney 及 Lathan^[42]在5个球状星团中,利用此法求得 $\langle M_v \rangle = 0.55\text{mag} \pm 0.07\text{mag}$,与金属含量的关系不明显。然后他们又对 M5 重新归算,仅从一颗晕族矮星 HD103095(与 M5 的金属含量相同 $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.4$,具有精确的三角视差)来确定 M5 的距离,求得 $M_v = 0.86\text{mag} \pm 0.12\text{mag}$ 。

此外, Sandage 和 Cacciari^[15]最近使用新标定的不同金属性的恒星的零龄主序位置,研究天琴 RR 型变星的绝对星等与金属标度 $[\text{Fe}/\text{H}]$ 的关系,分析天琴 RR 型变星的绝对光度。

3. 麦哲伦云距离模数法

这种方法依赖于利用其他类型恒星,如造父变星、薺藁增二型变星、OB 型星来测定麦哲伦云距离的精度。从麦哲伦云场星及星团中观测到的天琴 RR 型变星中,求得 LMC 的天琴 RR 型变星平均星等 $\langle V \rangle = 19.2\text{mag}$, SMC 的天琴 RR 型变星 $\langle V \rangle = 19.6\text{mag}$ 。然后利用

距离模数, 可得绝对星等 $M_v \sim 0.5 - 0.9 \text{ mag}$, 依距离模数而定。

4. Baade-Wesselink 法

近年来, 利用 Baade-Wesselink 法, 逐个对天琴 RR 型变星的测光和视向速度观测资料进行分析获得结果见表 1。表中对于第八列中有星号的是根据红外波段的资料(讨论见第三节)或根据不使用受激波影响的位相段的目视波段资料所得的结果。

表 1 根据 Baade-Wesselink 法测定的天琴 RR 型变星场星的目视绝对星等

Star	M_v	M_{bol}	[Fe/H]	T_e	M/M_\odot	Phot.	Comm	Ref.
SW And	0.9	—	-0.2	6680	0.60	b-y		20
	0.88 ± 0.20	.68		6640	0.60	V, V-I	*	43
X Ari	0.8	—	-2.2	6550	0.40	spect.		44
	0.59	—		—	—	V, V-R		45
	0.74 ± 0.15	.65		6315	0.52	K, V-K	*	42
	0.30	(.21)		—	—	V-K	*	46
RS Boo	0.95 ± 0.16	.94	-0.5	6795	0.56	K, V-K	*	42
YZ Cap	0.82 ± 0.20	.81	-1.3	7280	0.54	V, V-I	*	3
RR Cet	0.28	—	-1.3	6410	0.70	G B-V		22
DX Del	0.49	—	-0.2	6390	—	G B-V		23
SU Dra	0.8	—	-1.8	—	—	spect.		48
	0.4	—		6400	—	b-y		49
SW Dra	0.78 ± 0.15	.75	-0.8	6460	0.51	K, V-K	*	42
	0.86 ± 0.20	.81		6380	0.55	V, V-I	*	43
RX Eri	0.54	—	-1.8	—	0.45	B-V, V-I		50
	0.41	—		6300	—	b-y		49
SS For	0.73 ± 0.50	.67	-1.5	6710	0.61	V, V-I	*	43
TW Her	0.90 ± 0.15	.89	-0.5	6770	0.58	K, V-K	*	42
RR Lyr	0.6	—	-1.2	—	—	B-V		51
	0.61	—		—	—	V-R		45
	0.45	—		6480	—	b-y		49
UV Oct	0.09	—	-1.7	—	—	B-V, V-I		52
V445 Oph	1.08	—	-0.4	—	—	V-K	*	46
DH Peg	0.89 ± 0.18	.90	-0.8	7165	0.55	K, V-K	*	42
RV Phe	0.77 ± 0.20	.69	-1.5	6370	0.60	V, V-I	*	3
V440 Sgr	0.72 ± 0.20	.69	-1.4	6810	0.59	V, V-I	*	3
VY Ser	0.90 ± 0.15	.80	-1.8	6160	0.45	K, V-K	*	42
	0.55	(.45)		—	—	V-K	*	46
UU Vir	0.82 ± 0.15	.80	-0.7	6570	0.57	K, V-K	*	42
M5	1.05	—	-1.4	—	—	B-i	*	53

三、Baade-Wesselink 方法及应用中的几个问题

B-W 方法, 首先由 Baade 在 1926 年提出^[16], 后来又为 Wesselink 改进和应用^[17,18]。它利用脉动变星的内禀物理参量——有效温度及视向速度来求恒星的半径、距离及绝对星等。

Baade 根据

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_e^4$$

$$m = -2.5 \log \frac{L}{4\pi d^2} \quad (1)$$

得到

$$\log R_1/R_0 = -0.2(m_1 - m_0) - 2\log T_{e1}/T_{e0}$$

或

$$l_1/l_0 = L_1/L_0 = (R_1/R_0)^2 (T_{e1}/T_{e0})^4 \quad (2)$$

是基于脉动变星在不同时刻 t_0 和 t_1 (或光变曲线上位相 φ_0 和 φ_1) 的光度与半径、温度之间的关系, 后来由 Wesselink(1946)^[17] 按照色指数和表面亮度之间的单值关系由色指数求得 T_e (这里假设是单调函数), 而亮度 l 也可以从观测中测出, 因此半径比 R_1/R_0 就不难求得, 由观测所得的视向速度曲线上的相应时刻的值的分析, 可求得半径差 $R_1 - R_0$, 与上面的半径比相联合, 可求得半径 R_1 和 R_0 之值, 然后可求得相应的绝对光度 L , 与亮度相比, 又可求得距离。这就是 B-W 方法, 该法原理简单, 观测资料也可得到。自从提出上述原始公式后, 经过很多人的改进和提高, 比如利用测光、色指数及视向速度的全部观测资料, 而不单是利用一些色指数相等的位相对的资料; 引入了视表面亮度 S_ν 的概念^[18,19]; 在颜色-温度关系中, 考虑恒星大气中金属元素含量和恒星表面重力加速度的影响等^[19,20]。此外, 还用不同的数值方法及近似方法来进行分析、归算^[21-25], 使得 B-W 法在测定天琴 RR 型变星的绝对星等中, 取得了很大进展, 引起了大家的关注。下面我们着重讨论 B-W 法的应用中几个正在不断深入的问题。

1. 视表面亮度 S_ν 的引入

在上述的经典 B-W 方法中, 表面亮度为色指数的单值函数是其基本假设之一, 然而在实际工作中, 却往往会得出令人感到困惑的结果, 特别是在星族 II 的情况下, 这个假设无法得到证实, Caccin^[54] 指出表面亮度 S_ν 和色指数之间的关系十分复杂, Manduca^[19] 指出 S_ν 还与表面重力有关。表面亮度法试图建立起表面亮度与色指数之间的定量关系, 用严格的数学方法来求解平均半径。

从光度的定义 $L = (4\pi R^2)(\sigma T_e^4)$ 可以看出, 右边第一项是面积对光度的作用, 第二项是表面亮度的作用。在经典的 B-W 方法中, 通常是假设脉动变星的表面亮度是某一色指数的单值函数。在色指数相等的两个位相上, 它们的表面亮度也相等, 因此色指数相等的两个位相上的星等差, 只依其半径之比而变。把式(2)换为以星等表示的形式, 我们可得

$$V_0 = a' - 5\log\theta - (10\log T_e + BC_V) \quad (3)$$

式中最后一项是在 V 波内表面亮度的一种量度, 称为表面亮度参量。1969 年, Wesselink^[18] 设:

$$S_\nu = a' - (10\log T_e + BC) \quad (4)$$

可得:

$$S_\nu = V_0 + 5\log\theta = \text{const} - 10\log T_e - BC_V \quad (5)$$

式中 V_0 为未红化的 V 星等, θ 为角直径, T_e 为有效温度, BC_V 为 V 星等的热改正。利用织女星的大气模型 ($T_e = 9400\text{K}$, $\log g = 3.95$ 和 $BC_V = -0.159$), 观测所得的角直径 $\theta = 3.24 \text{ mas}$ ^[24] 及 $V_0 = 0.02 \text{ mag}$ ^[25], 求得常数值为 42.145。

Manduca 在文献[19]中利用恒星大气模型理论确定的表面亮度与色指数之间的关系, 从 BVRI 测光及视向速度观测中, 考虑表面重力的影响获得 RR Lyrae 和 X Ari 两颗天琴 RR 型变星的结果;

	RR Lyrae	X Ari
距 离	$263 \pm 39 \text{ pc}$	$495 \pm 50 \text{ pc}$
$\Delta R/R$	16.4%	16.3%
\bar{R}	$5.24 \pm 0.78 R_{\odot}$	$5.51 \pm 0.55 R_{\odot}$
ϕ	0.185 arc ms	0.103 arc ms
\bar{M}_v	$+0.61 \pm 0.35 \text{ mag}$	$+0.59 \pm 0.25 \text{ mag}$

2. 应用 Baade-Wesselink 方法时观测资料的选取

由于不能直接从观测中确定有效温度, 因此需要从恒星大气模型里获取信息, 以及从色指数中, 根据少数能直接确定有效温度的恒星中去内插得出有效温度。为了求得表面亮度, 需要知道红化值以及在不同金属标度和重力作用下的颜色—温度及颜色—热改正的关系。这些理论关系, 是建立在稳定恒星模型上的, 因此要假定它们也适用于一段很短的相位间的脉动变星上, 即脉动变星的大气, 可用稳定大气的时间序列来近似(准稳平衡近似)。这样从式(5)中, 可求得在整个脉动周期内的角直径 θ 。但是在某些脉动变星中, 巴尔末线和电离钙 Ca II 的 H 和 K 线观测到双线, 在巴尔末吸收线中有发射特征以及紫外超现象。Clementini 在欧洲南方天文台(ESO)La Silla 对球状星团 M4 中 RR Lyrae 型变星 V29 的观测, 获得相当于 $\phi = 0.96$, 就是达到极大亮度以前 CASPE 阶梯光谱^[41], 如图 1, 所有这些现象说明大气高层存在着激波。这些现象都发生在收缩相, 这时脉动星大气中前一个周期下落的物质同新的脉动周期里向外运动的物质猛烈撞击, 产生巴尔末发射线(U-B)超, 图 1 中表明这些发射, 同样出现在弱金属线。这些表明流体静力学近似不能成立; 即在光

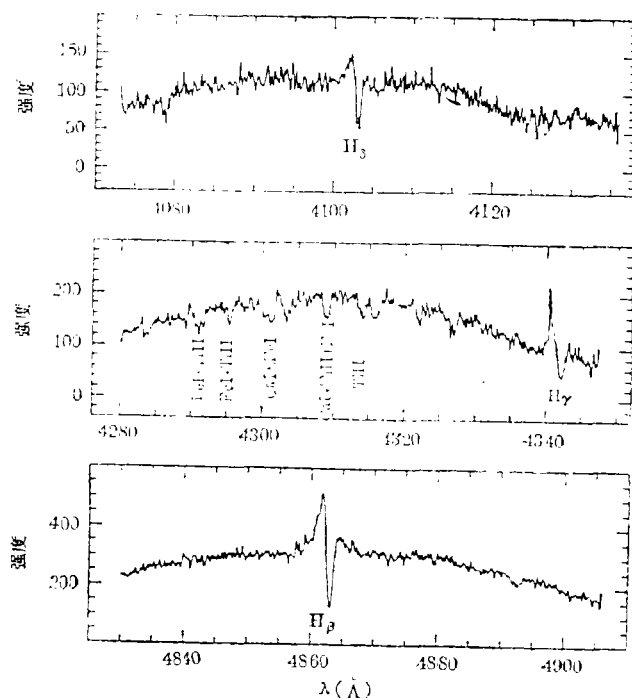


图 1

变曲线上上升阶段, 大气中有较大的加速度、温度及不透明度的变化。因此从稳定大气模型得出的色指数, 特别是蓝色的, 不能求得精确的有效温度, 这样求得的有效温度偏高, 使得导出的表面亮度及角直径偏低, 与分光观测得出的半径曲线相比, 出现“相位滞后”效应。

为了正确地描述脉动变星在这阶段中的行为, 就需要考虑激波现象的力学模型的网格图, 由于目前还没有这方面的详细图, 所以在资料处理时, 要避免应用这阶段的观测资料, 而只使用准稳平衡近似可以成立的那些观测资料。

3. 红外色指数的作用

在式(5)中, 有效温度是在大气模型、金属性及表面重力都已知的情况下, 从观测所得的色指数中求得的。金属性一般以 ΔS 来表示, 利用 Butler^[26] 或 Preston 及 Paczynski^[27] 的工作, 可把 ΔS 化为 $[Fe/H]$ 的表现形式, 对于恒星来说, ΔS 可认为是常数。

1979年, Kurucz 发表了稳定大气模型的网格图^[28], 其中包含了 590 个大气模型, 对于天琴 RR 型变星适用的参量区域: $5500 \leq T_e \leq 8500$, 步长 500K; $0.0 \leq \log g \leq 4.5$, 步长 0.5 及 $-3.0 \leq [m/H] \leq 1.0$, 步长 0.5。可以从这种网络图表中, 内插出有效温度及热改正之值。

g_{err} 对色指数—温度关系的效应, 对于 (B-V) 是不容忽视的。Barnes, Evans 及 Moffett^[26] 研究过视表面亮度与色指数 (B-V), (V-R) 及 (R-I) 的关系, 得出 (V-R) 与视表面亮度拟合得很好, 受视表面重力的影响很小, 但是这种关系是利用近距星、能精确测定角直径情况下得到的, 对于不同金属性的星, 可能并不适用。近年来, Longmore 及 Jones 等人^[30,31] 认为, 利用红外色指数如 (V-K) 来求表面亮度更为理想, 尤其是对于那些受到“位相滞后”效应影响的恒星更为适宜。利用近红外星等及色指数 (K, V-K) 可以减弱这种效应, 这是因为红外表面亮度比可见光对恒星半径的反应更为敏感 [$S_v \propto (-10 \log T_e)$], 而 $S_k \propto (-4 \log T_e)$ ^[32,33], 如果没有近红外观测资料, 用 VRI 测光系统时, 在分析处理中要避免采用受到温度反常时的观测资料。

过去在建立 S_v 与色指数的关系中, 大都使用 Johnson UBVR 系统, 现在发现 Johnson 的色指数 (V-R) 及 (R-I) 中, 存在着较大的偶然误差^[34,35], 它们可能大到 $\pm 0.03 \text{ mag}$ 。此外 Cousins^[36] 还发现 Johnson 系统的红色色指数存在有依 α 而变的零点漂移, 其幅度约 $\pm 0.018 \text{ mag}$, 而 Cousins 系统较为优越。在 (V-R) 色指数中, 如有 $\pm 0.02 \text{ mag}$ 的误差, 在有效温度上将引起 $\pm 1500 \text{ K}$ 的误差。因此在建立标定用的测光观测, 应采用 Cousins 系统, 在这个系统中, 建立新的 S_v —(V-R) 的关系式。

四、绝对星等 M_v 与金属标度 $[Fe/H]$ 的关系

表 1 是利用 Baade-Wesselink 方法确定的天琴 RR 型变星的绝对星等一览表。由于上述原因, 各系统之间是不均匀的, 不能简单地将表 1 中的所有结果取平均值。表 1 中备注栏中有 * 号的结果, 是采用红外观测资料 (K, V-K) 或者是在资料选取时, 作了一些限制, 以避免大气中的激波的影响。表 1 中最后一行, 是在 M5 球状星团中, 4 颗天琴 RR 型变星的平均绝对星等^[37]。同一颗星, 如有几个结果, 则取其平均值, 这样用最小二乘法来拟合, 结

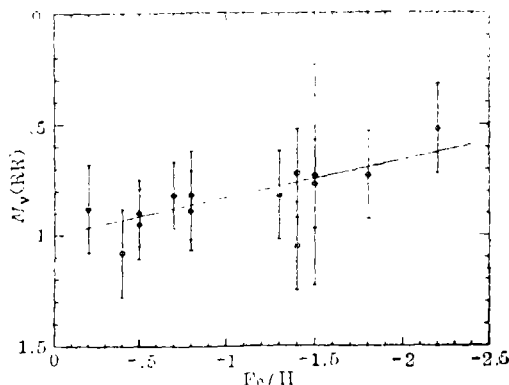


图 2 使用红外资料或在脉动周期内未受激波影响的资料根据 B-W 法来测定的目视绝对星等 $M_v(\text{RR})$ 与金属丰度 $[\text{Fe}/\text{H}]$ 的关系。由最小二乘法线性拟合的直线方程为 $M_v = 1.0 + 0.17[\text{Fe}/\text{H}]$

果见图 2, 同时得

$$M_v = (1.0 \pm 0.05) + (0.17 \pm 0.05)[\text{Fe}/\text{H}] \quad (6)$$

$$M_{\text{bol}} = (1.0 \pm 0.05) + (0.22 \pm 0.05)[\text{Fe}/\text{H}] \quad (7)$$

如果上述关系应用到 M31 中, 从 M31 中的晕红巨星, 求得 $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.6^{[38]}$, 由式 (6) 可得 M31 的 $M_v = 0.90 \pm 0.20$, 与 Pritohet 及 van den Bergh^[39] 对 30 颗天琴 RR 型变星的测光资料相结合, 求得 M31 的距离模数 $(m-M)_0 = 24.21 \pm 0.20$, 相应的距离为 $695 \pm 70 \text{ kpc}$ 与 Pritohet 等的不同测定中, 求得距离模数 $(m-M)_0 = 24.24 \pm 0.08$ 符合得很好。

上式 (6) 和 (7) 是由表 1 的资料拟合得出的关系, 最近 Sandage 及 Cacciari^[40] 和 Clementini 等人^[41] 采用由 B-W 方法测定的天琴 RR 型变星场星的绝对星等的不同子样, 由最小二乘法来拟合, 获得了天琴 RR 型变星的绝对星等随金属性而变的关系稍有不同。上述的结果是随机选取的子样, 随着使用 B-W 法测定的天琴 RR 型变星绝对星等有更多的结果, 关系式的不确定性可望不断得到改善。

参 考 文 献

- [1] Graham, J. A., In Structure and Evolution of the Magellanic Clouds, in IAU Symp., No. 108, p. 207, (1984).
- [2] Graham, J. A., Nemec, J. M., In Structure and Evolution of the Magellanic, in IAU Symp., No. 108, p. 37, (1984).
- [3] C. Cacciari, G. Clementini and R. Buser, *Astron. Astrophys.*, 209 (1989), 154.
- [4] Sandage, A. and Cacciar, C., *Astron. Astrophys.*, 350 (1990), 645.
- [5] Sandage, A., *Ap. J.*, 252 (1982), 553.
- [6] Van Herk, G., *Bull. Astron. Inst. Neth.*, 18 (1965), 71.
- [7] Woolley et al., *R. O. B.*, Nr. 97, (1965).
- [8] Hemenway, M. K., *Ap. J.*, 80 (1975), 199.
- [9] Heck, A. and Lakaye, J. M., *M. N. R. A. S.*, 184 (1978), 17.
- [10] 万 籁, 毛亚庆, 季德盛, 上海天文台年刊, No. 2, (1980), p. 1
- [11] Wan Lai, Mao Ya Qing, Ji De Sheng, Proceeding of Workshop on Stellar Activity and Observational Techniques, Sino Japan. Publication of the Beijing Astronomical Observatory, (1984), No. 6, 191.
- [12] Strugnell, P., Reid, N. and Murray, C. A., *M. N. R. A. S.*, 220 (1986), 413.
- [13] Hawley, S. L., Jeffreys, W. H., Barnes, T. G. and Lai, W., *Ap. J.*, 302 (1986), 626.
- [14] 赵君亮, 中国科学, A 辑, (1988), No. 1, 68.
- [15] Sandage, A. and Cacciari, C., *Ap. J.*, 350 (1990), 645.

- [16] Baade, W., *Astron. Nachr.*, 228 (1926), 359.
[17] Wesselink, A. J., *Bull. Astron. Inst. Neth.*, 368 (1946), 91.
[18] Wesselink, A. J., *M. N. R. A. S.*, 144 (1969), 297.
[19] Manduca, A. and Bell, R. A., *Ap. J.*, 250 (1981), 306.
[20] Mc Namara, D. H. and Feltz, K. A., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 89 (1977), 699.
[21] Balona, L. A., *M. N. R. A. S.*, 178 (1977), 231.
[22] Burki, G. and Meylan, G., *Astron. Astrophys.*, 156 (1986a), 131.
[23] Burki, G. and Meylan, G., *Astron. Astrophys.*, 159 (1986b), 255.
[24] Hanbury-Brown, R., Davis, J. and Allen, L. R., *M. N. R. A. S.*, 167 (1974), 121.
[25] Barnes, T. G., Evans, D. S. and Moffett, T. J., *M. N. R. A. S.*, 183 (1978), 285.
[26] Butler, D., *Ap. J.*, 200 (1975), 68.
[27] Preston, G. W. and Paczynski, B., *Ap. J.*, 140 (1964), 181.
[28] Kurucz, R. L., in *Problems of Calibration of Multicolor Photometric Systems*, ed. by A. G. Davis Philip, Dudley Obs. Rep., No. 14.(1979), 363.
[29] Longmore, et al., *M. N. R. A. S.*, 216 (1985), 873.
[30] Jones, R. V. et al., *Ap. J.*, 312 (1987), 254.
[31] Jones, R. V. et al., *Ap. J.*, 314 (1987), 605.
[32] Fernley, J. A. et al., *M. N. R. A. S.*, 226 (1987), 927.
[33] Jameson, R. F., *Vistas Astron.*, 29 (1986), 17.
[34] Barry, D. C. et al., *Ap. J.*, 212 (1977), 462.
[35] Kunkel, W. E. et al., *A. J.*, 84 (1979), 633.
[36] Cousins, A. W. J., *M. N. R. A. S.*, 40 (1981), 37.
[37] Cohen, J. G. and Gordon, G. A., *Ap. J.*, 318 (1987), 215.
[38] Mould, J. et al., *Ap. J.*, 305 (1986), 591.
[39] Pritchett, C. J. and van den Bergh, S., *Ap. J.*, 316 (1987), 517.
[40] Sandage, A. and Cacciari, C., *Ap. J.*, 350 (1990), 645.
[41] Clementini, G. et al., *The Messenger*, 65 (1991), 27.
[42] Jones, R. V., Carney, B. W. and Latham, D. W. *Ap. J.*, 332 (1988b), 206.
[43] Cacciari, C., Clementini, G., Prevot, L. and Buser, R., *Astron. Astrophys.*, 209 (1989), 141.
[44] Oke, J. B., *Ap. J.*, 145 (1966), 468.
[45] Manduca, A. et al., *Ap. J.*, 250 (1981), 312.
[46] Jameson, R. F., Fernley, J. A. and Longmore, A. J., *M. N. R. A. S.*, (1987),
[47] Storm, J. and Moneti, A., *The Messenger*, 70 (1992), 50.
[48] Oke, J. B., Giver, L. P. and Searle, L., *Ap. J.*, 136 (1962), 393.
[49] Siegel, M. J., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 94 (1982), 122.
[50] Woolley, R. and Dean, J., *M. N. R. A. S.*, 177 (1976), 247.
[51] Wallerstein, G. and Brugel, E. W., *A. J.*, 84 (1979), 1840.
[52] Davies, E., *M. N. R. A. S.*, 185 (1978), 573.
[53] Cohen, J. G. and Gordon, G. A., *Ap. J.*, 318 (1987), 215.
[54] Caccin, B., Onnermbo, A., Russo, G. and Sollazzo, C., *Astron. Astrophys.*, 97 (1981), 104.
[55] Jacoby, G. H., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 104 (1992), 599.

(责任编辑 舒似竹)

Application of the Baade-Wesselink Method to Absolute Magnitude Determination of RR Lyrae Stars

Mao Yaqing Wan Lai

(*Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030*)

Abstract

RR Lyrae variables represent one of the most effective distance indicators. They are of great significance not only for the distance-scale problems in the Galaxy and extragalactic system but also for the structure and the formation of the Galaxy, and of cosmological implication.

Among the methods used to determine the absolute magnitude of RR Lyrae stars, the Baade-Wesselink method is the only one that is based on the intrinsic properties of the stars, i. e. luminosity, colour, and radial velocity variations over the pulsation cycle. This paper gives a review of recent results of absolute magnitude of RR Lyrae stars with Baade-Wesselink method and points out that there are several problems which must be paid attention to for determining absolute magnitude of RR Lyrae stars using the B-W method.