

# 天琴 RR 型变星的绝对星等与运动学参数

须 同 祺      陆 佩 珍

(中国科学院上海天文台 上海 200030)

## 摘 要

对天琴 RR 型变星绝对星等与运动学参数的测定及其对确定距离、球状星团年龄估计的影响,并对它们和其他距离指示器求得的结果的比较作了评述。由于不同作者采用的方法和资料不同,结果的不确定性较大。例如由直接和间接测定方法决定的天琴 RR 型变星的绝对星等分成较暗和较亮两类,由天琴 RR 型变星和其他距离指示器决定的大麦哲伦云 (LMC) 的距离模数和球状星团年龄估计并不完全一致。这表明还有一些天体测量和天体物理问题需要深入研究。新的空间视差卫星和地基干涉测定计划将可能有助于这些问题的解决。

**关键词** 天体测量 — 天琴 RR 型变星 — 绝对星等 — 运动学参数

**分类号**: P145.2

## 1 引 言

天琴 RR 型变星是一种短周期造父变星,广泛存在于银道面、银晕和球状星团中。由于其光变特性和相对高光度,使这类天体很容易被辨认和观测。观测表明它们处于赫罗图不稳定带的一个很狭区域内,因而被认为有几乎相同的绝对星等。对于银河系以及邻近星系,天琴 RR 型变星是很有用的距离指示器之一。在银河系内,利用天琴 RR 型变星可决定球状星团距离,再和理论等龄线配合而定出其年龄<sup>[1]</sup>。它们亦用于决定本星系群其他成员的距离,例如通过哈勃空间望远镜,利用天琴 RR 型变星可检测到 3Mpc 的距离<sup>[2]</sup>。其测定的距离还为其他距离指示器(例如造父变星)测定的距离提供一种独立的校验。通过球状星团年龄和在一定宇宙模式下,与由哈勃常数得到的宇宙年龄相比,可对校验距离尺度、研究恒星演化和结构等提供重要的依据。通过对天琴 RR 型变星的运动学参数分析,可以研究银晕的运动性质,并进而对银河系动力学和演化等信息进行探索。

由于这些原因,对天琴 RR 型变星的绝对星等和运动学参数的研究是天文学中一个很受注意的问题。至今,人们正利用地面观测和依巴谷天体测量卫星得到的资料,以不同方法对这一问题进行广泛的讨论。

## 2 绝对星等

天琴 RR 型变星绝对星等的测定方法一般有:场星的统计视差法、球状星团恒星的

主序拟合、Baade-Wesselink 法和球状星团中天琴 RR 型变星的 Oosterhoff 周期效应分析等。

在表 1 中列出近期部分天琴 RR 型变星绝对星等的测定结果。其统计视差分析使用的资料主要有: 余山天琴 RR 型变星自行星表 (WMJ)<sup>[18]</sup>、Lick 北天自行星表 (NPM1)<sup>[19]</sup> 和依巴谷星表<sup>[20]</sup>。

NPM1 的自行是以河外星系为参考的绝对自行, 其自行精度为 5mas/yr。

表 1 天琴 RR 型变星绝对星等  $M_v(\text{RR})$  的测定结果

作者	方法	$M_v(\text{RR})/\text{mag}$
Barnes, Hawley (1986) <sup>[3]</sup>	统计视差, 142 颗场天琴 RR 型变星, [Fe/H] = -1.32	0.79 ± 0.14
Strugnell, Reid, Murry (1986) <sup>[4]</sup>	统计视差, 139 颗场天琴 RR 型变星, [Fe/H] = -1.32	0.77 ± 0.14
Hawley 等人 (1986) <sup>[5]</sup>	统计视差, WMJ <sup>[18]</sup> 天琴 RR 型变星自行星表	0.73 ± 0.18
Sandage (1990) <sup>[6]</sup>	周期移动效应	1.17 ± 0.2
Carney, Storm, Jones (1992) <sup>[7]</sup>	综合 $M_v(\text{RR})$ 结果	1.01 ± 0.08
Jones 等人 (1992) <sup>[8]</sup>	Baade-Wesselink 法, 18 颗场天琴 RR 型变星	1.02 ± 0.15
Walker (1992) <sup>[9]</sup>	大麦哲伦云 (LMC) 中天琴 RR 型变星, 通过造父变星距离尺度, [Fe/H] = -1.9	0.44 ± 0.11
Fernley (1993) <sup>[10]</sup>	周期移动, 通过 (V - K) 色指数	0.84
Sandage (1993) <sup>[11]</sup>	周期移动, 加了蓝基本界 (BFE) 有效温度改正	0.94
Bolte, Hogan (1995) <sup>[12]</sup>	M92 主序拟合	0.49
Gould (1995) <sup>[13]</sup>	LMC 中天琴 RR 型变星, 通过 SN1987A 环距 离测定, [Fe/H] = -1.9	> 0.57 ± 0.06
Layden 等人 (1996) <sup>[14]</sup>	统计视差, NPM1 星表 <sup>[19]</sup> 中的天琴 RR 型变 星和 WMJ 星表 <sup>[18]</sup>	0.71 ± 0.12
McNamara (1997) <sup>[15]</sup>	Baade-Wesselink 法, 30 颗天琴 RR 变星, [Fe/H] = -1.9	0.42
Tsujimoto 等人 (1997) <sup>[16]</sup>	统计视差, 依巴谷观测, [Fe/H] = -1.58	0.69 ± 0.10
Fernley 等人 (1998) <sup>[17]</sup>	统计视差, 依巴谷观测, [Fe/H] = -1.66	0.73 ± 0.12

WMJ 是由余山 40cm 望远镜观测所得天琴 RR 型变星自行星表<sup>[21]</sup> 加上其他星表综合而成。为了将其相对自行转换成绝对自行, WMJ 星表归算中, 将相对自行作了参考星平均视差动和银河系较差改正。由于 NPM1 星表不包含低银纬 ( $|b| < 10^\circ$ ) 和南天低于赤纬  $-23^\circ$  的这类天体, 为使样品较完整, Layden 等人<sup>[14]</sup> 作统计视差分析时, 将 WMJ 星表中部分星加入到 NPM1 星表中一起统计。为此他们对 WMJ 星表相对 NPM1 星表作了比较。首先在银道坐标中作两星表自行比较, 得到平均差为:

$$\langle \Delta \mu_l \rangle = (-0.23'' \pm 0.08'') \cdot 10^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$$

$$\langle \Delta \mu_b \rangle = (-0.03'' \pm 0.08'') \cdot 10^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$$

表明两星表在银经上有一很小差异。这个很小的差异对绝对星等的影响估计约为  $0.01\text{mag}$ ，所以认为 WMJ 星表转化为 NPM1 星表系统时，无须加系统改正。另外对 WMJ 星表自行误差分析，表明自行误差在赤经和赤纬上分别为  $0.69'' \cdot 10^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$  和  $0.61'' \cdot 10^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$ ，基本上和万籁等人<sup>[21]</sup>估计的  $0.5'' \cdot 10^{-2} \cdot \text{yr}^{-1}$  一致，因而在分析中，将 WMJ 和 NPM1 两星表取相同的权。

在依巴谷星表中，约有 180 颗天琴 RR 型变星。图 1 为依巴谷星表自行和地面观测结果的比较<sup>[17]</sup>，结果表明两者是一致的，只是依巴谷星表的观测误差较小，约为  $2.2\text{mas/yr}$ 。

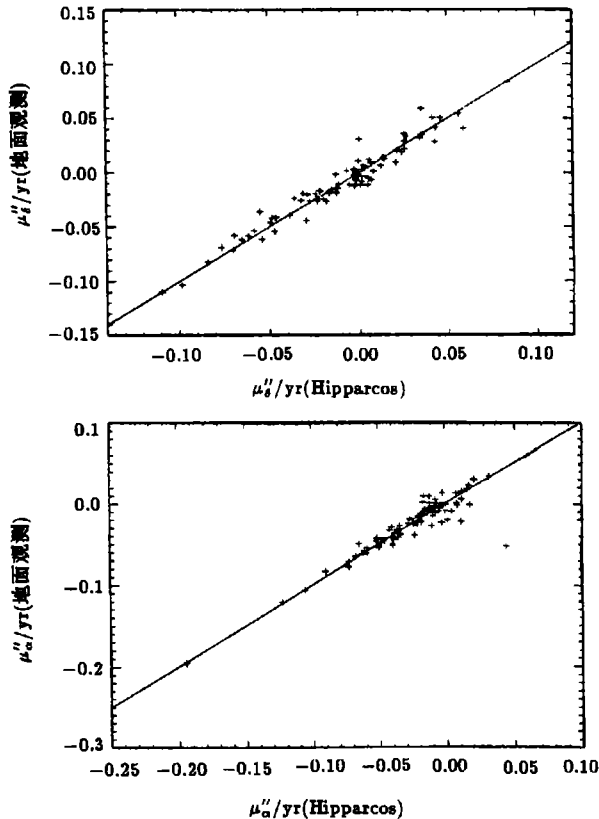


图 1 依巴谷星表和地面星表的自行比较<sup>[17]</sup>

观测值大于实际值的偏向，直接从观测导得的亮度会估计偏低，为补偿这个影响，需加 Lutz-Kelker 改正<sup>[22]</sup>。Tsujiimoto 等人<sup>[16]</sup>根据天琴 RR 型变星的不同空间分布，得到改正后的  $M_v(\text{RR}) = 0.62 \sim 0.72\text{mag}$ 。而前面由 Fernley 等人得到的绝对星等如修正 Lutz-Kelker 改正  $0.07\text{mag}$  后，两者是一致的，也和统计视差结果相符。

但根据用依巴谷卫星测定大麦哲伦云 (LMC) 中造父变星的视差所定的 LMC 距离模数以及 LMC 中天琴 RR 型变星的观测，对于  $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.9$ ，得到  $M_v(\text{RR}) = 0.25\text{mag}$ <sup>[23]</sup>。同样利用依巴谷卫星测得的亚矮星视差，由亚矮星主序拟合估计的球状星团距离尺度，对于  $[\text{Fe}/\text{H}] = -2.1$ ，给出  $M_v(\text{RR}) = 0.15\text{mag}$ <sup>[24]</sup>。因此由直接和间接方式得到的天琴 RR 型变星的绝对星等仍有不同。

在视差测定中，只有一颗天琴 RR 型变星 (依巴谷星表编号 HIP95497， $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.37$ ) 的相对误差  $\sigma_{\pi_H}/\pi_H$  较小，为 0.135。其余的天琴 RR 型变星的视差测定误差都较大，甚至出现负视差值，但包括低精度和负视差在内的所有依巴谷视差的平均和光度视差还是符合的。

从表 1 可见，各人所得天琴 RR 型变星绝对星等间存在明显差异。由造父变星距离尺度和超新星 SN1987A 环距离间接取得的天琴 RR 型变星绝对星等都较亮，而用统计视差得到的天琴 RR 型变星的绝对星等则一般在  $0.70 \sim 0.79\text{mag}$  范围之内。

由依巴谷卫星观测的 HIP95497 的视差  $\pi_H = (4.38 \pm 0.59)\text{mas}$ ，Fernley 等人<sup>[17]</sup>得到其绝对星等  $M_v(\text{RR}) = (0.78 \pm 0.29)\text{mag}$ 。由于测量误差以及所取观测对象因自行、视星等和光谱等的选取标准引入的选择效应对真视差概率分布的影响，两者结合使得三角视差测定可能有偏，其结果会产生

Baade-Wesselink 法分析中，由天琴 RR 型变星的光度、颜色、视向速度和有效温度等参数确定其绝对星等，发现所定绝对星等和其金属含量有关。用脉动理论说明 Oosterhoff 周期效应时认为是由于不同金属含量的天琴 RR 型变星的光度差引起的，也即天琴 RR 型变星的光度和金属含量有关。一般认为  $M_v(\text{RR})$  和  $[\text{Fe}/\text{H}]$  有线性关系。其中常数项涉及球状星团年龄的决定，而其斜率则强烈影响到年龄与金属含量的关系。图 2 为一些作者得到的  $M_v(\text{RR})$  和  $[\text{Fe}/\text{H}]$  的关系。可见， $M_v(\text{RR})$ - $[\text{Fe}/\text{H}]$  关系中的斜率和零点，不同作者的结果之间存在一定差别。由 Sandage 的脉动理论，得到较陡的斜率。用 Baade-Wesselink 法，通过  $M_v(\text{RR})$  和  $[\text{Fe}/\text{H}]$  线性拟合的结果，斜率一般在 0.15 ~ 0.2 范围内。而由统计视差分析，则认为  $M_v(\text{RR})$  和金属含量间关系很弱或无关系。

McNamara<sup>[15]</sup> 由新的 Kurucz 模型和光学与近红外色指数，得到的有效温度要比  $(V-K)$  色指数与老的 Kurucz 模型给出的有效温度高 200 ~ 300K。再用 Baade-Wesselink 法导出天琴 RR 型变星绝对星等，由此得到  $M_v(\text{RR})$  和  $[\text{Fe}/\text{H}]$  关系的斜率为  $0.287 \pm 0.052$ ，此值和根据脉动理论，用  $(B-V)$  色指数得到的斜率 0.30 一致<sup>[11]</sup>。然而，Fernley<sup>[10]</sup> 应用同样理论，但利用  $(V-K)$  色指数，则得到较小的斜率 0.19。

形成  $M_v(\text{RR})$  的不同结果的原因是较复杂的，其中包括处理的方法、依靠的基本假设、采用的资料等。例如，Baade-Wesselink 分析依赖所用的大气模式，在处理中它是决定面亮度常数和观测脉动速度改正的依据。在 Baade-Wesselink 法和脉动周期移动法中都涉及色指数和有效温度的关系，但有效温度又很难可靠决定，而不同色指数间也可能存在系统差别。在脉动周期移动法中还有质量和金属含量的关系，而由不同计算模式得到的质量互相也并不一致。所有这些关系，各人采用不同的处理，且对所用基本假设或模式则较少很好的检验。

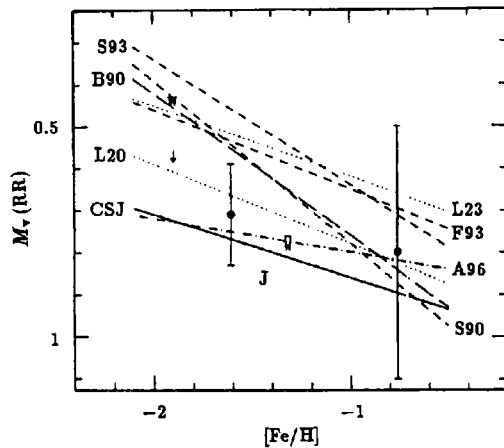


图 2  $M_v(\text{RR})$  和  $[\text{Fe}/\text{H}]$  关系<sup>[14]</sup>

图中圆点 (·) 及其误差为文献 [14] 的结果，其余各直线 (以直线旁的字符表示，如 L23 等)；对应的文献号分别为：S93: [11], B90: [25], L20: [26], CSJ: [7], L23: [26], F93: [10], A96: [27], S90: [6]

### 3 运动学参数

表 2 给出利用地面和依巴谷卫星观测资料，由统计视差得到的天琴 RR 型变星的空间速度在日心银道直角坐标中的分量 ( $U_{\odot}$ 、 $V_{\odot}$ 、 $W_{\odot}$ ) 的比较。表 2 表明，这些结果在误差范围内基本上是一致的。

将天琴 RR 型变星的空间速度 ( $U_{\odot}$ 、 $V_{\odot}$ 、 $W_{\odot}$ ) 按金属含量  $[\text{Fe}/\text{H}]$  分类，再扣除太阳长期运动和在太阳附近的银河系自转圆速度  $V_{C,0} = 220 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  后，得到天琴 RR 型变星在银河系框架中的空间运动。其中贫金属含量变星没有显著的转动，而富金属变星的运动类似典

表 2 统计视差分析结果

作者	星数	$\langle [Fe/H] \rangle$	$U_{\odot}$	$V_{\odot}$	$W_{\odot}$
Hawley 等人 (1986) [5]	77	-	$+21 \pm 19$	$-184 \pm 17$	$-4 \pm 11$
Layden 等人 (1996) [14]	162	-1.61	$-9 \pm 14$	$-210 \pm 12$	$-12 \pm 8$
Tsujimoto 等人 (1997) [16]	99	-1.58	$-12 \pm 17$	$-200 \pm 11$	$+2 \pm 3$

型的盘星。贫金属变星和富金属变星的平均运动差和  $V_{C,0} = 220 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  是符合的。Wielen 等人 [28] 由依巴谷星表自行和光度视差 [29] 资料, 亦得到相似结果 (图 3)。

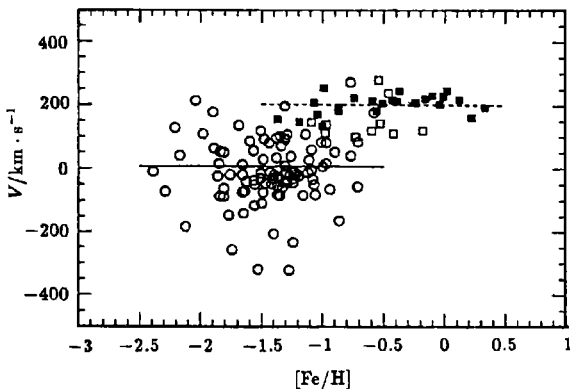


图 3 天琴 RR 型变星的速度分量  $V$  (沿银河系自转方向) 和金属含量  $[Fe/H]$  关系 [28]

图中圆圈 (○) 和方块 (□) 为晕星, 黑方块 (■) 为盘星。虚线和直线分别为盘星和晕星的平均速度

尺度提供独立检验。现在天琴 RR 型变星的绝对星等大体分为较亮和较暗两类, 较暗的绝对星等给出较短距离尺度, 或较大的球状星团年龄; 而较亮的绝对星等则给出较长距离尺度, 或较小的球状星团年龄。天琴 RR 型变星的绝对星等上的不同是比较球状星团年龄和在一定宇宙模式下由哈勃常数给出的宇宙年龄的主要不确定因素之一。而这些对银河系和河外天文学研究, 如恒星结构、演化等都是很重要的参数。

#### 4.1 大麦哲伦云 (LMC) 的距离模数

河外星系距离尺度是测定哈勃常数 ( $H_0$ ) 的重要手段之一 [30], 许多别的河外星系距离指示器也都是以 LMC 的距离模数 18.50 来校正的 [14], LMC 距离模数的不同, 就影响到  $H_0$  的大小。对于 LMC 距离模数, 长期来就通过各种距离指示器作了测定。表 3 为近期以不同距离指示器得到的 LMC 距离模数值。表 3 中, A、E、F、J 虽然观测资料来源相同, 都来自依巴谷星表, 但结果并不完全相符。其中 A 是由统计视差和 HIP95497 的三角视差的平均结果, 和 Fernley 等人 [35] 估计的斜率  $0.18 \pm 0.03$  结合得到绝对星等  $M_v(RR)$  与金属含量关系:  $M_v(RR) = (0.18 \pm 0.03)([Fe/H] + 1.53) + (0.77 \pm 0.15)$ , 再利用 LMC 星团中天琴 RR 型变星的观测求得的。E 是由场造父变星的依巴谷星表视差, 决定造父变星周光关系零点, 然后导得的 LMC 距离模数。F 是由依巴谷星表视差确定的昴星团距离模数  $5.33 \pm 0.06$  [36], 修正 Feast [37] 的星团造父变星的结果而求得的。J 则通过刍藁型变星的依巴谷星表视差, 校正刍藁型变星的周光关系后取得的。另外, 对同一类方法, 如 Baade-Wesselink 方法, 由于色指数和处理模

一般认为  $[Fe/H]$  低于  $-1.3$  的星属于晕星,  $[Fe/H]$  高于  $-0.8$  的属于盘星。但由于现在采样没有足够多的  $[Fe/H] \geq -0.8$  的目标, 因此还不能确定晕、盘星的运动学参数间是否有平滑转变的关系、两者是否是完全不同的星族。

#### 4 对距离、年龄等的影响

通过作为主要距离指示器之一的天琴 RR 型变星的绝对星等, 可决定球状星团距离, 并导出其年龄。由在邻近星系 (大麦哲伦云 (LMC)、M31、M33 等) 中的天琴 RR 型变星, 对这些本星系群星系的距离测定, 为河外星系距离

式不同, 同样也引起不同结果。其中 B 是用 Baade-Wesselink 法对天琴 RR 型变星分析的一些结果取得的平均绝对星等与金属含量关系  $M_v(\text{RR}) = (0.20 \pm 0.04)[\text{Fe}/\text{H}] + (1.03 \pm 0.14)$ , 以及采用和 A 相同的 LMC 中的星团中天琴 RR 型变星观测求得的。C 和 H 是采用光学和近红外资料, G 则纯粹采用光学资料。D 在处理  $M_v(\text{RR}) - [\text{Fe}/\text{H}]$  关系时, 用  $[\text{Fe}/\text{H}]$  对  $M_v(\text{RR})$  回归, 而不是一般采用的  $M_v(\text{RR})$  对  $[\text{Fe}/\text{H}]$  回归。

表 3 LMC 的距离模数

序号	资料来源或方法	$m - M$
天琴 RR 型变星		
A	依巴谷资料 <sup>[17]</sup>	$18.26 \pm 0.15$
B	Baade-Wesselink 法 <sup>[17]</sup>	$18.31 \pm 0.14$
C	Baade-Wesselink 法 <sup>[15]</sup>	$18.53 \pm 0.10$
D	Baade-Wesselink 法 <sup>[31]</sup>	$18.53 \pm 0.04$
造父变星		
E	场星, 依巴谷资料 <sup>[23]</sup>	$18.70 \pm 0.10$
F	星团星, 依巴谷资料 <sup>[17]</sup>	$18.33 \pm 0.10$
G	Baade-Wesselink 法 <sup>[32]</sup>	$18.65 \pm 0.10$
H	Baade-Wesselink 法 <sup>[33]</sup>	$18.49 \pm 0.05$
刍藁型变星		
J	依巴谷资料 <sup>[34]</sup>	$18.54 \pm 0.18$

这些结果间的不一致, 可能是多种因素造成。例如天琴 RR 型变星在或不在星团中, 即团星和场星可能是不同的。Storm 等人<sup>[38]</sup>对星团天琴 RR 型变星的分析表明, 在中等金属含量的星团中, 这些变星大多为“正常”星, 而在金属含量贫乏的星团中, 它们大多为“水平支后”星, 正处于不稳定带向渐近巨星支演化中, 一般“水平支后”天琴 RR 型变星亮于“正常”天琴 RR 型变星。如果是这样, 则金属含量贫乏星团中的天琴 RR 型变星就亮于场星估计的绝对星等, 从而应增加由其确定的 LMC 的距离值。不一致也可能与造父变星周光关系零点和金属含量有关。如果 LMC 中的造父变星的金属含量比银河系造父变星少, 那么造父变星周光关系零点对金属含量的敏感性, 将可能减小由 LMC 中造父变星决定的距离尺度。

在依巴谷星表中的造父变星不少是双星。Szabados<sup>[39]</sup>依据依巴谷星表观测结果, 由观测视差所得造父变星的绝对星等和其周期关系的统计分析表明, 如造父变星为单星, 其观测误差和拟合弥散度都较小; 而如其为双星, 则观测误差和拟合弥散度都较大, 而且所得周光关系零点明显较亮, 也即观测视差系统估计偏小。因而会导致太大的 LMC 距离模数。这些双星的轨道角半径都在毫角秒量级即和所得视差值在同一量级上, 或是分光双星。当在视向切面上观测时, 由于双星的轨道运动, 使主伴星的重心位置有所变化, 影响到视差观测值。事实上统计也表明, 周期短的影响大, 周期特长的(如  $\alpha\text{UMi}$ , 周期近 30yr)则影响很小。在表 3 中, B 和 F 的值很符合, 但问题是 F 的结果是以昴星团的距离模数为依据的。而 Mermilliod 等人<sup>[36]</sup>用依巴谷星表视差研究昴星团和近距星团距离, 得到昴星团同 IC2391、IC2602 星团是位于比鬼星团、Coma Ber、 $\alpha\text{Persei}$  等星团暗 0.5mag 的主星序上。这个问题现在还没有解决。还有像刍藁型变星具有一定角直径, 如果变星表面光度不均匀, 可能会引起测定视

差有偏,因而影响到最后的结果。

#### 4.2 球状星团年龄

球状星团是银河系中最老的天体,它们的年龄直接提供了宇宙年龄的下限。球状星团年龄可通过其主序折向点的绝对星等和理论等龄线比较决定。由于直接观测到的是折向点的视星等,须通过如天琴 RR 型变星、造父变星等距离指示器求得星团距离。

表 4 球状星团年龄

距离指示器	球状星团年龄 /Gyr	参考文献号
依巴谷卫星观测		
天琴 RR 型变星	$17.4 \pm 3.0$	[17]
造父变星	约 11	[23]
亚矮星	约 12	[17]
亚矮星	11.8	[39]
亚矮星	$14 \pm 1.2$	[40]
地面观测		
天琴 RR 型变星	16.5	[14]
天琴 RR 型变星	约 15	[15]
天琴 RR 型变星	12.6	[30]

表 4 为球状星团年龄的一些测定结果。由表 4 可见,通过不同观测方式和距离指示器,得到的球状星团年龄在 11 ~ 17Gyr 之间。根据近代的测定,哈勃常数  $H_0$  值在  $55 \sim 80 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$  之间。由此推得在 Einstein-de Sitter 模型中宇宙年龄小于 11.6Gyr,而在  $\Omega_m = 0.2$  的平直宇宙模型中小于 14.9Gyr。而从现在对球状星团年龄的估计,球状星团年龄仍和标准宇宙模型相矛盾。

Vandenberg 等人<sup>[42]</sup>和 Freedman<sup>[30]</sup>估计了恒星演化模型和球状星团距离尺度测定等方面的误差对球状星团年龄测定上的影响,认为球状星团距离尺度的不精确是主要误差来源。Layden 等人<sup>[14]</sup>由天琴 RR 型变星的地面观测资料,用统计视差法求得其较暗的绝对星等,并以此对 Chaboyer 等人<sup>[43]</sup>的 17 个球状星团估计其年龄为 16.5Gyr。但如用 Walker<sup>[9]</sup>由造父变星距离尺度间接得到的较亮的天琴 RR 型变星的绝对星等,则同样的球状星团其年龄估计为 13.1Gyr。在依巴谷星表中,因天琴 RR 型变星视差的相对误差较大,所以 Fernley 等人<sup>[17]</sup>用统计视差法求得其较暗的绝对星等,并由此得到球状星团年龄为 17.4Gyr。而 Reid 由依巴谷星表中亚矮星的视差,通过主序拟合得到的绝对星等,估计球状星团年龄为 12Gyr<sup>[17]</sup>,他所定的距离尺度较天琴 RR 型变星的要大。但同样用依巴谷星表中的亚矮星视差,Gratton 等人<sup>[40]</sup>和 Pont 等人<sup>[41]</sup>由于处理上的不同得到了不同结果。其中前者得到接近 Reid 的值,而后者则较类似 Fernley 等人的结果。这里使用的方法之间可能产生的系统差、同一资料中观测对象的三角视差偏离改正的不同,都可能引起距离尺度不确定,从而影响到年龄的测定。

## 5 结 束 语

综上所述,天琴 RR 型变星绝对星等与运动学参数的测定及其对距离、球状星团年龄

的影响, 以及和其他距离指示器结果的比较表明, 由于方法和资料的不同会引起结果的不完全一致。这就需要作更精细的研究。例如在三角视差资料应用上, 需要考虑如何作三角视差偏离改正的问题。如在表 4 中用亚矮星估计球状星团年龄中, 由于依巴谷星表中相对误差太大的视差值不适用于主序拟合, 而各人使用的相对误差选择标准不同, 这就可能在视差上引入偏离而影响最后结果。由于依巴谷星表中不少是双星, 在观测视差值中, 它们的轨道影响如何? 这将对造父变星周光关系零点校正等产生影响。如 Pont 等人<sup>[41]</sup>用亚矮星估算球状星团年龄时, 则采用平均双星改正的方法。对于有角直径的恒星(如刍藁型变星)就需考虑恒星表面亮度不均匀对观测视差的影响; 如用造父变星也要研究周光关系零点同金属含量的关系。在贫金属星团中, 天琴 RR 型变星的演化研究受其亮度的影响, 如果影响明显, 那么在星团中的天琴 RR 型变星的亮度增加, 将使 LMC 距离模数增加而减小了球状星团的年龄等。

在依巴谷星表中, 和最老的贫金属球状星团相应的、 $[Fe/H] < -2$  和相对误差小于 0.1 的星一颗也没有<sup>[30]</sup>。像天琴 RR 型变星是由统计视差法估计其绝对星等, 在其运动学参数分析中则利用的是测光视差<sup>[28]</sup>。在造父变星等分析中, 虽然用了依巴谷视差, 但因相对误差较大, 以及双星轨道运动等影响, 须加上视差偏离法改正。因此, 为了依据视差测量结果, 对计算距离和年龄等测定上可能存在的系统差进行比较, 不仅需要更高精度的视差测定值, 还要扩大观测样品的种类和数量。一些正在计划进行中的天体观测计划, 如用于天体物理的全球天体测量干涉卫星(GAIA)、空间干涉测量卫星(SIM)等, 将以比依巴谷卫星观测暗几个星等的观测星等和微角秒量级的精度, 对更大范围目标进行观测。以此通过地面和空间的干涉测量, 增加对双星轨道运动的几何参数的测定。所得结果将会取得更精确的视差值, 以更好改善对距离和年龄等问题的研究。

### 参 考 文 献

- 1 Chaboyer B, Demarque P, Sarajedini A. *Ap. J.*, 1996, 459: 558
- 2 Pritchett C J. In: van den Bergh S, Pritchett C J eds. *The Extragalactic Distance Scale*, ASP Conf. Series, V.4, 1988, 59
- 3 Barnes T G, Hawley S L. *Ap. J.*, 1986, 307: L9
- 4 Strugnell P, Reid N, Murray C A. *M.N.R.A.S.*, 1986, 220: 413
- 5 Hawley S L, Jeffreys W H, Barnes T G et al. *Ap. J.*, 1986, 302: 626
- 6 Sandage A. *Ap. J.*, 1990, 350: 631
- 7 Carney B W, Storm J, Jones R V. *Ap. J.*, 1992, 386: 663
- 8 Jones R V, Carney B W, Storm J et al. *Ap. J.*, 1992, 386: 646
- 9 Walker A R. *Ap. J.*, 1992, 390: L81
- 10 Fernley J. *Astron. Astrophys.*, 1993, 268: 591
- 11 Sandage A. A. J., 1993, 106: 703
- 12 Bolte M, Hogan C J. *Nature*, 1995, 376: 399
- 13 Gould A. *Ap. J.*, 1995, 452: 189
- 14 Layden A C, Hanson R B, Hawley S L et al. *A. J.*, 1996, 112: 2110
- 15 McNamara D H. *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 1997, 109: 857
- 16 Tsujimoto T, Miyamoto M, Yoshii Y. In: Perryman M A C, Bernacca P L eds. *Hipparcos Venice '97 Symposium*, Venice, Italy, 1997, Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division, C/O ESTEC, 1997, 639
- 17 Fernley J, Barnes T G, Skillen I et al. *Astron. Astrophys.*, 1998, 330: 515
- 18 万籁, 毛亚庆, 季德盛. *上海天文台年刊*, 1980, 2: 1



- 19 Klemola A R, Hanson R B, Jones B F. Lick Northern Proper Motion Program: NPM1 Catalog, National Space Science Data Center—Astronomical Data Center, Catalog No.A1199, 1980
- 20 ESA. The Hipparcos and Tycho Catalogues, 1997, SP-1200
- 21 万籁, 何妙福, 朱国良等. 天文学报, 1978, 19: 192
- 22 Lutz T E, Kelker D H. Publ. Astron. Soc. Pac., 1973, 85: 573
- 23 Feast M W, Catchpole R M. M.N.R.A.S., 1997, 286: L1
- 24 Reid I N. A. J., 1997, 114: 161
- 25 Buonanno R, Cacciari C, Corsi C E et al. Astron. Astrophys., 1990, 230: 315
- 26 Lee Y W. Ap. J., 1990, 363: 159
- 27 Ajhar E A, Grillmair C J, Lauer T R et al. Ap. J., 1996, 111: 1110
- 28 Wielen R, Fuchs B, Dettbarn C et al. In: Perryman M A C, Bernacca P L eds. Hipparcos Venice '97 Symposium, Venice, Italy, 1997 Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division, C/O ESTEC, 1997, 599
- 29 Rockmann J. Photometrische Entfernungen von Cepheiden und RR Lyrae-Sternen, Diplomarbeit, Heidelberg: Fak. F. Physik U. Astron., Univ. Heidelberg, 1995
- 30 Freedman W L. 1999, astro-ph/9905222
- 31 Feast M W. M.N.R.A.S., 1997, 284: 761
- 32 Gieren W P, Barnes T G, Moffett T J. Ap. J., 1993, 418: 135
- 33 Gieren W P, Fouque P, Gomez M. Ap. J., 1998, 496: 1
- 34 Van Leeuwen F, Feast M, Whitelock P et al. M.N.R.A.S., 1997, 287: 955
- 35 Fernley J, Carney B, Skillen I et al. M.N.R.A.S., 1998, 293: L61
- 36 Mermillod J C, Turon C, Robichan N et al. In: Perryman M A C, Bernacca P L eds. Hipparcos Venice '97 Symposium, Venice, Italy, 1997, Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division, C/O ESTEC, 1997, 643
- 37 Feast M W. In: Stobbe R, Whitelock P eds. Astrophysical Application of the Stellar Pulsation, ASP Conf. Series, 1995, 83: 209
- 38 Storm J, Carney B W, Latham D W. Astron. Astrophys., 1994, 290: 443
- 39 Szabados L. In: Perryman M A C, Bernacca P L eds. Hipparcos Venice '97 Symposium, Venice, Italy, 1997 Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division, C/O ESTEC, 1997, 657
- 40 Gratton R G, Fusi Pecci F, Carretta E et al. In: Perryman M A C, Bernacca P L eds. Hipparcos Venice'97 Symposium, Venice, Italy, 1997, Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division, C/O ESTEC, 1997, 651
- 41 Pont F, Charbonnel C, Lebreton Y et al. In: Perryman M A C, Bernacca P L eds. Hipparcos Venice'97 Symposium, Venice, Italy, 1997 Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division, C/O ESTEC, 1997, 651
- 42 van den Berg D A, Bolte M, Stetson P B. Annu. Rev. Astron. Astrophys., 1996, 34: 461
- 43 Chaboyer B, Demarque P, Kerman P J et al. Science, 1996, 271: 957

## Absolute Magnitude and the Kinematic Parameters of RR Lyrae Stars

Xu Tongqi Lu Peizhen

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

### Abstract

The determinations of the absolute magnitude and the kinematic parameters of RR Lyrae stars, their effects on the estimations of the distances and the ages of the globular clusters, and the comparisons between the results and ones from other indicators of distances are reviewed. Due to the differences of the methods and the data, the inconsistency of the results are still larger among each other. For example, the absolute magnitude of RR Lyrae stars determined from the direct and indirect measurement methods splits into fainter and brighter values, the distance modulus of Large Magellanic Cloud (LMC) and the estimate of the ages of Globular Clusters based on the RR Lyrae stars and the other indicators of distances are not fully coincided. It shows that these remain some astrometrical and astrophysical problems which require fully research. The planes of the new space parallax satellites and the ground-based speckle interferometry would be contributed better to resolve these problems.

**Key words** astrometry—RR Lyrae stars—absolute magnitude—kinematic parameters