第 46 卷 第 2 期 天 文 学 报 Vol.46 No.2
2005 年 4 月 ACTA ASTRONOMICA SINICA Apr., 2005

球状星团 M79 的自行测定和轨道运动*

王家骥 陈 力 陈 鼎

(中国科学院上海天文台 上海 200030)

摘要 利用上海天文台相隔 29 年的两期天体测量底片，测量了球状星团 M79 的绝对自行，采用 Harris 给出的这个星团离开太阳的距离和视向速度数据，计算了星团当前的空间运动速度；根据银河系引力势模型，进一步计算了该星团在银河系中的轨道参数. 还对利用自行数据所作的球状星团运动学研究的不确定性作了讨论.

关键词 **银河系，球状星团：** M79, **自行**

中图分类号： P 154; **文献标识码：** A

1 引言

在银河系中, 球状星团是最古老的天体类别之一, 年龄据估计至少在 100 亿年以上, 其中许多与银河系甚至宇宙的年龄接近. 因此，长期以来，球状星团一直被看作是银河系中的 “化石”, 载有银河系形成和早期演化的相关信息，在研究中受到重视.

为了解读球状星团中所包含的有关银河系形成和早期演化的信息，很重要的一点，是追溯当年球状星团形成时相对于银河系所处的位置，以及后来所发生的变化. 为此，通常的做法是从一个球状星团目前的空间位置和空间速度，采用某种静止的银河系势模型，不考虑动力学摩擦等等因素对球状星团运动轨道的影响，回退计算球状星团在银河系中的运动轨道. 在这种计算中，关键的问题是球状星团自行数据的获得.

早期的球状星团运动学研究，由于缺乏自行数据，只能依据视向速度数据进行统计研究. 近 20 多年来, 已有不少研究者对一些球状星团进行自行测定. Dauphole 等 (1996) 汇总了当时已有的 26 个球状星团的绝对自行数据, 对这些星团在银河系中的轨道运动作了讨论. Dinescu 等 (1999a) 汇总了 38 个球状星团的自行数据，其中与前者相比，主要是增加了不少南天星团.

38 个球状星团, 与银河系中球状星团的总数相比, 样本仍不算大. 但不管是 Dauphole 等 (1996) 的样本，还是 Dinescu 等 (1999a) 的样本，一个共同的问题是样本内部自行数据在系统上的不一致性. 这种系统差在数量级上与自行数据本身可比，从而给运动学讨论带来很大的不确定性.

考虑到 Dinescu 等 (1999a) 对球状星团 M79 (NGC 1904) 的自行只有他们自己的测定结果 (Dinescu 等 1999b), 而上海天文台也藏有这个星团相隔 29 年的两期天体测量底片,

2004-04-14 收到

* 国家自然科学基金 (10373020, 10333050) 、上海市科研计划 (04ZR14153) 和国家 973(G1999075406) 资助项目

因此我们用这些底片也测量了这个星团的绝对自行, 一方面是提供与 Dinescu 等 (1999b) 数据的一个比较, 另一方面我们将就此对利用自行数据所作的球状星团运动学研究的不确定性作一些讨论.

2 观测资料和星像交叉证认

本文使用的两期底片均为上海天文台佘山 40 厘米折射望远镜 (焦距 6895 mm) 拍摄, 具体情况见表 1. 这些底片拍摄时未用滤光片, 其敏感波段与 B 波段接近. 底片的扫描在加拿大 DAO 的 PDS 测量仪上进行. 对于早期和晚期两组底片, 每张底片上在球状星团 M79 中心周围 $15' \times 15'$ 的范围内采用全面积扫描. 另外, 对于这个星团中心周围约 $1^\circ \times 1^\circ$ 范围内的 63 颗 Tycho-2 星表星采用窗口扫描, 窗口的大小为 $480 \times 480\,\mu$m. 窗口扫描与全扫描之间的切换, 注意了保持底片在测量仪托架上的位置没有丝毫变化, 坐标的零点也保持一致. 扫描光栏为正方形, 边长 $11\,\mu$m; 扫描步长和线距均为 $10\,\mu$m, 扫描速度为 $15\,\mathrm{mm\,s^{-1}}$.

在全面积扫描区域, 对于用 DAO 软件处理所得的星像作了交叉证认, 在得到初步的证认表之后, 对于每一期底片, 通过把量度坐标用 6 个底片常数的线性变换, 统一到同一系统进行相互比较, 剔除了残差达 $15\,\mu$m 或更大的可能属于错误证认的星像. 这一交叉证认最后得到参加天体测量归算的恒星为 127 颗. 其中, 每一颗星像, 每期底片中至少出现在两张底片上. 这些在全面积扫描区域内证认得到的恒星, 加上 Tycho-2 星表星, 一共有 190 颗恒星进入天体测量归算.

表 1 底片观测资料

Table 1 Observational material of plates

Earlier epoch plates		Later epoch plates	
Plate no.	Observation date	Plate no.	Observation date
CL57057	1957−12−19	CL86034	1986−10−07
CL57058	1957−12−20	CL86035	1986−10−12
CL57059	1957−10−25	CL87036	1987−02−04
CL57060	1957−10−26	CL87037	1987−02−04
CL57061	1957−10−30	CL87038	1987−02−04
CL57062	1957−10−31	CL87039	1987−02−04
CL58007	1958−02−13	CL87040	1987−02−04
CL58008	1958−03−08		

3 自行归算和星等差的改正

自行归算采用中心重叠法迭代改进 (Russell 1976; Wang et al., 1996), 63 颗 Tycho-2 星表星用作为自行归算的参考星. 初步的天体测量归算表明, 尽管在底片归算中纳入了与星等有关的底片常数项, 可是最后得到的团星自行数据依然存在明显的星等差. 这是因为用作参考星的 Tycho-2 星表星星等几乎全都比团星明亮得多, 把依据这些参考星得

出的与星等有关的底片常数用于团星时需要做大跨度的外推，因此用底片常数法不能很好地改正星等差.

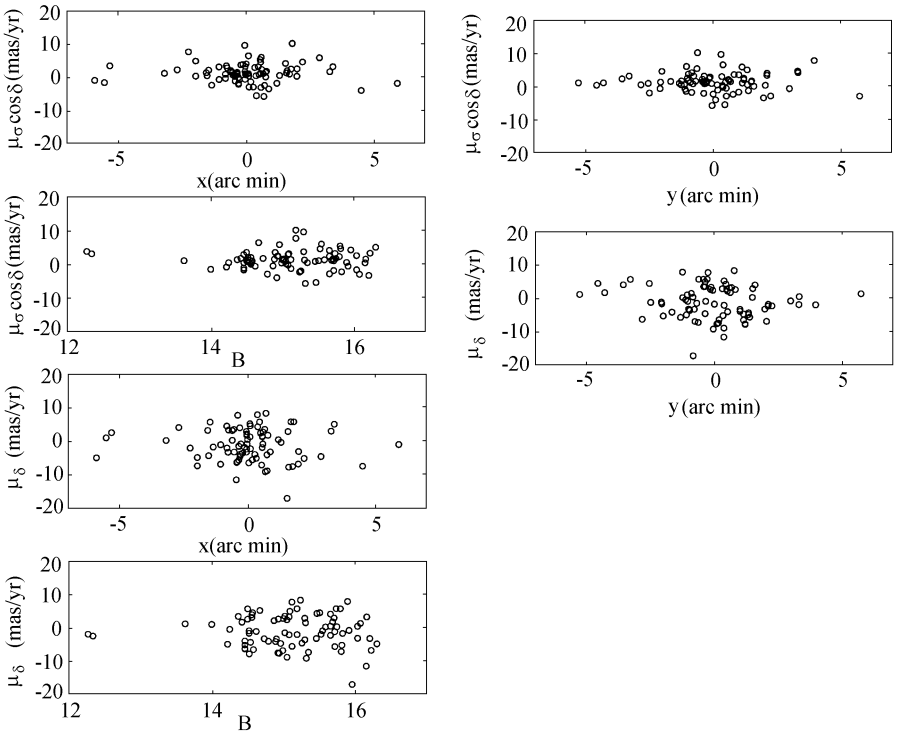

图 1　本工作中 $p > 0.5$ 的恒星自行系统误差检验

Fig. 1　Examination of systematic trends for proper motions from this work for $p > 0.5$ stars

对于天体测量归算中的星等差改正， Guo 等 (1993) 和 Kozhurina-Platais 等 (1995) 给出了一种在正式进行天体测量归算之前预先加以处理的较差改正方法. 我们采用了这种方法来对星等差进行预改正. 对于早期底片和晚期底片，分别以 CL58007 和 CL86035 作为标准底片，其余底片，按观测分期，分别用含有 12 个与坐标有关底片常数的完全二次模型归算，统一到上述标准底片系统，通过对应星像坐标比较得出残差，然后根据残差的脊线得出星等差改正. 为了避免具有过大测量误差的恒星的影响，在上述归算中，只采用在两张有关底片上量度坐标内部误差都不超过 3 μm 的星像.

经过上述对星等差的预改正之后，再进行自行归算. 所用的底片常数模型依然是只含有 12 个与坐标有关的底片常数的完全二次模型. 一共进行了 8 轮叠代，其中先后剔除了 21 颗具有大残差的恒星. 在最后一轮叠代中，位置改正值最大小于 $0''.01$, 均方根小于 1 mas; 自行改正值最大小于 $0.5\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$, 均方根小于 $0.1\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$. 最终得到 169 颗恒星 (其中包括 63 颗 Tycho-2 星表星) 的位置和自行数据. 这些位置和自行的内部误差分布情况见表 2. 图 1 给出了团星自行与坐标 x 、 y 和星等 B (这一星等是在底片扫描过程中得到的仪器星等，仅作了粗略的零点校准) 之间的关系，没有看到再有任何明显的系统差.

表 2 位置和自行内部误差分布

Table 2 Distribution of internal errors of positions and proper motions

Parameter	Median error	Maximum error
α	$0^s.0030$	$0^s.0128$
δ	0".074	0".286
$\mu_\alpha \cos\delta$	$1.20\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$	$4.88\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
μ_δ	$2.01\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$	$7.33\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$

4 星团自行成员概率估计

星团自行成员概率估计既考虑了恒星的自行分布，又考虑了它们的位置分布.

假定场星位置为均匀分布，平均密度为 n_f; 对于团星位置，则假定具有高斯分布，团心处密度为 n_0. 于是， Ψ_f 和 Ψ_c 分别表示场星和团星的位置分布，则有：

$$\Psi_f = n_f, \quad \Psi_c(r_i) = n_0 \exp\left(-\frac{r_i^2}{2\alpha^2}\right),$$

其中， α 为团星位置分布弥散度， r_i 为第 i 颗恒星在位置分布图上离团心距离. 根据归一化要求，以 ψ_f 和 ψ_c 分别表示 Ψ_f 和 Ψ_c 归一化后的结果，则应有 $\psi_f + \psi_c = 1$. 于是，有：

$$\psi_f(r_i) = \frac{1}{1 + g/\exp\left(\dfrac{r_i^2}{2\alpha^2}\right)},$$

$$\psi_c(r_i) = \frac{1}{1 + \exp\left(\dfrac{r_i^2}{2\alpha^2}\right)/g},$$

其中 $g = n_0/n_f$.

场星和团星的自行分布，均与位置分布互相独立. 假定场星自行分布遵从椭圆高斯分布，团星自行分布遵从圆高斯分布，则场星自行分布 Φ_f 和团星自行分布 Φ_c 可分别表示为：

$$\Phi_f(r_i, \mu_{xi}, \mu_{yi}, \varepsilon_{xi}, \varepsilon_{yi}) = \psi_f(r_i) \cdot \frac{1}{2\pi(1-\rho^2)^{1/2}(\sigma_{x0}^2 + \varepsilon_{xi}^2)^{1/2}(\sigma_{y0}^2 + \varepsilon_{yi}^2)^{1/2}} \cdot$$
$$\exp\left\{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{(\mu_{xi}-\mu_{xf})^2}{\sigma_{x0}^2 + \varepsilon_{xi}^2} - \frac{2\rho(\mu_{xi}-\mu_{xf})(\mu_{yi}-\mu_{yf})}{(\sigma_{x0}^2 + \varepsilon_{xi}^2)^{1/2}(\sigma_{y0}^2 + \varepsilon_{yi}^2)^{1/2}} + \frac{(\mu_{yi}-\mu_{yf})^2}{\sigma_{y0}^2 + \varepsilon_{yi}^2}\right]\right\},$$

$$\begin{aligned}\Phi_c(r_i, \mu_{xi}, \mu_{yi}, \varepsilon_{xi}, \varepsilon_{yi}) &= \psi_c(r_i) \cdot \frac{1}{2\pi(\sigma_0^2 + \varepsilon_{xi}^2)^{1/2}(\sigma_0^2 + \varepsilon_{yi}^2)^{1/2}} \cdot \\ &\exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(\mu_{xi}-\mu_{xc})^2}{\sigma_0^2 + \varepsilon_{xi}^2} + \frac{(\mu_{yi}-\mu_{yc})^2}{\sigma_0^2 + \varepsilon_{yi}^2}\right]\right\},\end{aligned}$$

其中，(μ_{x_i}, μ_{y_i}) 是第 i 颗星的自行，$(\varepsilon_{x_i}, \varepsilon_{y_i})$ 是 (μ_{x_i}, μ_{y_i}) 的观测误差估值，它们均为已知量；(μ_{x_f}, μ_{y_f}) 是自行矢点图上场星的分布中心，(μ_{x_c}, μ_{y_c}) 是自行矢点图上团星的分布中心，$(\sigma_{x_0}, \sigma_{y_0})$ 是场星自行的内禀弥散度，σ_0 是团星自行的内禀弥散度，ρ 是相关系数．后 8 个待定参数，加上 ψ_f 和 ψ_c 中的两个待定参数 α 和 g, 一共有 10 个待定参数．这些参数的取值用最大似然法估计，寻找似然函数的极大值采用了一种对分法 (Wang 1997), 参数估值的不确度用似然函数的二阶导数估计 (Zhao et al. 1987).

在上述参数估值确定以后，对于第 i 颗恒星，自行成员概率即可由下式算出：

$$p_i = \frac{\Phi_c(r_i, \mu_{xi}, \mu_{yi}, \varepsilon_{xi}, \varepsilon_{yi})}{\Phi_f(r_i, \mu_{xi}, \mu_{yi}, \varepsilon_{xi}, \varepsilon_{yi}) + \Phi_c(r_i, \mu_{xi}, \mu_{yi}, \varepsilon_{xi}, \varepsilon_{yi})} .$$

图 2 给出了 169 颗恒星的成员概率分布直方图．由直方图可以看到，成员判断是非常有效的，只有极少量恒星具有中间概率．在图 3 和图 4 中，分别给出了 169 颗恒星的位置分布图和自行矢点图，其中用不同符号表示相应恒星具有的不同成员概率．表 3 给出了有关参数的最大似然估值及其不确度.

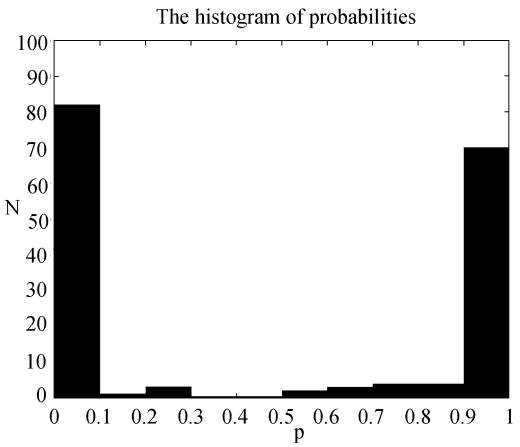

图 2　球状星团 M79 天区 169 颗恒星成员概率直方图

Fig. 2　Histogram of probabilities of 169 stars in the region of the globular cluster M79

5　星团自行及其误差的估值

由上述最大似然估计得到的星团自行估值，是相对于 Tycho-2 星表中所体现的自行系统而言的．然而，事实上，本工作最终得到的自行，与 Tycho-2 星表系统之间仍存在一定的系统差，这可以通过本工作得到的 63 颗 Tycho-2 星表星的自行数据与 Tycho-2 星表中这些星的自行数据比较而得．这一改正值为 $(0.89\pm0.36\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}, 0.56\pm0.45\,\mathrm{mas\,yr^{-1}})$.

总的而言，尽管 Tycho-2 星表是以 Hipparcos 星表系统为基础的，但在局部区域，也许会有微小的系统差．在我们的底片视场内，只有 1 颗 Hipparcos 星表星，不能依靠它来确定这种系统差．为此，我们在视场周围，连同这一视场内的 1 颗 Hipparcos 星表星，一

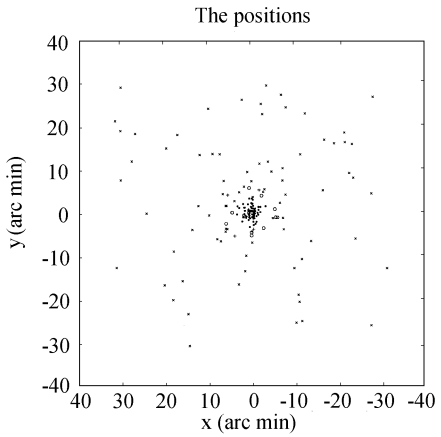

图 3 球状星团 M79 天区 169 颗恒星位置分布. ×: $0.0 \le p < 0.1$, +: $0.1 \le p < 0.5$, o: $0.5 \le p < 0.9$, •: $0.9 \le p \le 1.0$

Fig. 3 Distribution of positions of 169 stars in the region of the globular cluster M79. ×: $0.0 \le p < 0.1$, +: $0.1 \le p < 0.5$, o: $0.5 \le p < 0.9$, •: $0.9 \le p \le 1.0$

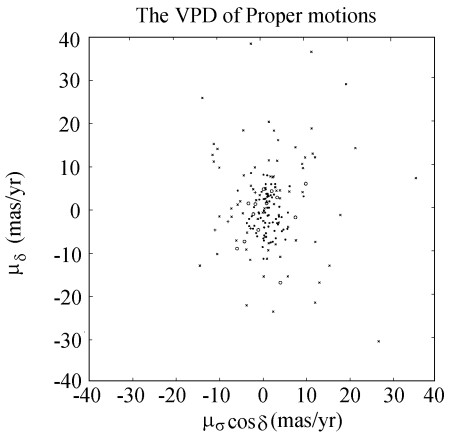

图 4 球状星团 M79 天区 169 颗恒星自行矢点图. ×: $0.0 \le p < 0.1$, +: $0.1 \le p < 0.5$, o: $0.5 \le p < 0.9$, •: $0.9 \le p \le 1.0$

Fig. 4 Vector point diagram of proper motions of 169 stars in the region of the globular cluster M79. ×: $0.0 \le p < 0.1$, +: $0.1 \le p < 0.5$, o: $0.5 \le p < 0.9$, •: $0.9 \le p \le 1.0$

表 3 自行分布参数估计

Table 3 Estimate of proper motion distribution parameters

Parameter	Estimate and uncertainty
μ_{xc}	$1.26\pm0.41\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
μ_{yc}	$-1.29\pm0.46\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
μ_{xf}	$2.12\pm0.47\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
μ_{yf}	$1.87\pm2.73\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
σ_0	$2.91\pm0.58\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
σ_{x0}	$8.70\pm0.60\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
σ_{y0}	$12.15\pm1.34\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$
ρ	-0.01 ± 0.06
α	1.93 ± 0.04 arc min
g	35.97 ± 6.31

共找到了 15 颗 Hipparcos 星表星，用它们的 Hipparcos 星表自行与 Tycho-2 星表自行比较，得到前者减去后者平均的系统差为 $(0.19\pm0.34\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}, 0.23\pm0.30\,\mathrm{mas\,yr^{-1}})$.

对于星团自行误差的估值，在表 3 中给出的不确度，改正到 Hipparcos 星表的系统时，应该同时计入上述两类改正值的误差. 然后，还要考虑 Hipparcos 星表系统的转动误差 $\pm\ 0.25\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}$ (Kovalevsky et al. 1997).

在作了上述改正之后，我们得到相对于 Hipparcos 星表所体现的自行系统，星团自行及其误差的估值为 $(2.34\pm0.69\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}, -0.50\pm0.75\,\mathrm{mas\,yr^{-1}})$. 这一估值，与 Dinescu 等 (1999a) 以河外星系作为参考得到的数值 $(2.12\pm0.64\,\mathrm{mas\,yr^{-1}}, -0.02\pm0.64\,\mathrm{mas\,yr^{-1}})$,

在误差范围内是完全符合的.

6　星团的轨道运动

根据上一节中得到的星团绝对自行数据 ($\mu_\alpha \cos\delta$, μ_δ), 并采用 Harris (1999) 给出的这个星团离开太阳的距离 ($R_{\rm SUN}$) 和视向速度 (V_r) 数据, 我们计算了星团当前的空间运动速度. 在计算中, 太阳的银心距取 Harris (1999) 所用的值, 太阳本动取 Ratnatunga 等 (1989) 给出的值, 本地静止标准绕银河系转动速度 ($V_{\rm LSR}$) 取 Kerr 等 (1986) 给出的值. 计算结果见表 4, 其中 x 、 y 、 z 是银心直角坐标, U 、 V 、 W 是在银心直角坐标系中相对于银河系静止标准的运动速度. 本文采用的银心坐标系 x 轴由银心指向太阳相反方向. 在表 4 中同时给出了星团在银心柱坐标系中的速度分量 Π 、 Θ 、 W, 其中 Π 的方向沿银心指向星团的方向, Θ 的方向与银河系自转方向相同, 分量 W 与直角坐标系中相同.

表 4　球状星团 M79 的空间运动

Table 4　Space motion of the globular cluster M79

Observational data		Parameters of Sun		Derived values	
α_{2000}	$5^{\rm h}24^{\rm m}10^{\rm s}.6$	x	$-8.0\,{\rm kpc}$	x	$-8.0\,{\rm kpc}$
δ_{2000}	$-24^\circ\,31'27''$	y	0	y	$15.8\,{\rm kpc}$
$R_{\rm SUN}$	$12.9\,{\rm kpc}$	z	0	z	$-6.3\,{\rm kpc}$
V_r	$206.0\pm0.4\,{\rm km\,s^{-1}}$	U	$11\,{\rm km\,s^{-1}}$	U	$-98\pm36\,{\rm km\,s^{-1}}$
$\mu_\alpha\cos\delta$	$2.34\pm0.69\,{\rm mas\,yr^{-1}}$	V	$14\,{\rm km\,s^{-1}}$	V	$6\pm35\,{\rm km\,s^{-1}}$
μ_δ	$-0.50\pm0.75\,{\rm mas\,yr^{-1}}$	W	$7\,{\rm km\,s^{-1}}$	W	$15\pm38\,{\rm km\,s^{-1}}$
		$V_{\rm LSR}$	$220\,{\rm km\,s^{-1}}$	Π	$83\pm36\,{\rm km\,s^{-1}}$
				Θ	$51\pm35\,{\rm km\,s^{-1}}$

采用 Allen 等 (1991) 给出的银河系引力势模型, 根据表 4 中的星团当前空间位置和速度, 计算了这个星团在过去 100 亿年中的运动轨道和某些轨道参数. 计算结果表明, 有些参数与 Dinescu 等 (1999a) 给出的数值相差很大. 这里面固然有所用的银河系引力势模型和太阳参数的差别造成的影响, 但自行的不确度, 或许也会带来很大影响. 为此, 我们还按照表 4 中给出的空间运动速度的误差, 把空间速度的数值减去和加上误差数值, 用相同的银河系引力势和太阳参数, 分别计算出相应的轨道参数. 这些结果与 Dinescu 等 (1999a) 给出的某些结果一同列于表 5, 以供比较.

在表 5 中 R 、 Z 、 V 和 J 分别为银心距、银面距、空间运动速度和角动量; e 表示轨道偏心率, 按 $e=(R_{\rm max}-R_{\rm min})/(R_{\rm max}+R_{\rm min})$ 计算; i 、 E 和 T 分别为轨道倾角、轨道运动总能量和轨道周期. 下标 $t=0$ 表示当前值, max 和 min 分别为最大值和最小值, mean 为平均值. $N_{\rm rev}$ 表示在过去 100 亿年内轨道运动的周数. J_z 是角动量的 z 分量; E/m 称为总比能, 即每单位质量的轨道运动总能量.

由表 5 可见, 自行的不确度, 对球状星团在银河系中运动轨道的某些参数, 有可能带来显著的影响. 另外, 在表 5 中就球状星团 M79 而言, 轨道运动有可能深入到核球里面, 在这种情况下, 核球对星团的动力学摩擦作用显然不能忽略, 而在上述计算中, 并没

有考虑这种作用的影响. 事实上, 在 Dauphole 等 (1996) 和 Dinescu 等 (1999a) 的计算中, 也有一些星团的运动轨道深入到了核球之内, 但都没有考虑这种影响. 因此, 对于这些星团, 回退 100 亿年计算得到的轨道参数, 显然会与实际情况有较大差别.

表 5 球状星团 M79 的轨道参数

Table 5 Orbital parameters of the globular cluster M79

Parameter	Unit	This work			Dinescu et al.(1999a)
		1	2	3	
$R_{t=0}$	kpc	18.8	18.8	18.8	
$R_{\max}$	kpc	20.2	18.9	22.6	19.9±1.0, 20.4±1.3
$R_{\min}$	kpc	2.5	4.1	1.2	4.2±1.3, 4.4±1.7
e		0.78	0.64	0.90	0.65±0.08, 0.64±0.10
$z_{\max}$	kpc	10.2	11.1	10.9	6.2±2.2, 6.6±2.9
$z_{\min}$	kpc	−10.0	−11.2	−10.9	
$V_{t=0}$	$\mathrm{km\,s^{-1}}$	99	91	128	
$V_{\max}$	$\mathrm{km\,s^{-1}}$	440	391	528	
$V_{\min}$	$\mathrm{km\,s^{-1}}$	50	77	29	
V_{mean}	$\mathrm{km\,s^{-1}}$	285	261	313	
T_{mean}	Gyr	0.41	0.39	0.46	0.388±0.025, 0.422±0.032
N_{rev}		24.6	25.6	21.9	
J_{mean}	$\mathrm{kpc\,km\,s^{-1}}$	1250	1563	879	
$J_{\max}$	$\mathrm{kpc\,km\,s^{-1}}$	1596	1969	1278	
$J_{\min}$	$\mathrm{kpc\,km\,s^{-1}}$	1020	1428	610	
i_{mean}		136°	134°	131°	
$i_{\max}$		150°	143°	152°	
$i_{\min}$		124°	125°	115°	
J_z	$\mathrm{kpc\,km\,s^{-1}}$	−881	−1143	−538	1269±401
E/m	$\mathrm{km^2\,s^{-1}}$	−112023	−112788	−108762	$-52600\pm3500, -79300\pm3600$

Notes: (1) Estimates of U 、 V 、 W in Table 4 are directly adopted. (2) Estimates of U 、 V 、 W in Table 4 plus 1σ are adopted. (3) Estimates of U 、 V 、 W in Table 4 minus 1σ are adopted.

7 结论

由表 5 可见, 尽管我们测定的球状星团 M79 的自行估值在误差范围内与 Dinascu 等 (1999a) 的数值相符合, 然而由此计算的轨道参数, 有的相差十分明显. 例如 $R_{\min}$, 只有在把我们得出的 U 、 V 、 W 估值加上误差估值之后, 得到的结果才与 Dinascu 等 (1999a) 的结果比较接近. 我们得出的这个球状星团的 $z_{\max}$ 数值, 明显地比 Dinascu 等 (1999a) 的数值大. 差别更大的是 J_z 和 E/m 两个积分不变量, 数值上有很大差别, 前者甚至符号也发生了改变, 意味着对于我们的工作, 这个星团是逆行的, 而对于 Dinascu 等 (1999a) 的工作, 却是顺行的.

造成上述差别的原因, 一方面是如上所述的自行测定误差的影响, 另外, 我们采用的

银河系引力势模型与 Dinascu 等 (1999a) 所采用的不同，也会产生一定的影响. 可是，正如我们给出的用同样的银河系引力势计算的但考虑了不同的误差影响所得出的 $R_{\min}$ 的数值所表明的，自行不确度的影响明显要比不同银河系引力势模型的影响更严重. 进一步，由于在 $R_{\min}$ 很小的情况下，核球对球状星团的动力学摩擦作用不能忽略不计，这就可能给球状星团在银河系中运动状况的研究带来更大的不确定性.

因此，我们认为，尽管现在已经有近 40 个球状星团作过自行测定，可是在使用自行测定结果来研究这些球状星团在银河系中的运动状况并据此得出与银河系结构和运动有关的某些推测时，必须十分谨慎小心.

参 考 文 献

Allen C, Santillan A. Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica, 1991, 22:255

Dauphole B, Geffert M, Colin J, et al. A&A, 1996, 313: 119

Dinescu D I, Girard T M, van Altena W F. AJ, 1999a, 117: 1792

Dinescu D I, van Altena W F, Girard T M, et al. AJ, 1999b, 117: 277

Guo X, Girard T M, van Altena W F. AJ, 1993, 105: 2182

Harris W E. http://physun.mcmaster.ca/~harris/mwgc.dat, 1999

Kerr F J, Lynden-Bell D. MNRAS, 1986, 221: 1023

Kovalevsky J, Lindegren L, Johnson K L, et al. A&A, 1997, 323: 620

Kozhurina-Platais V, Girard T M, Platais I, et al. AJ, 1995, 109: 672

Ratnatunga K U, Bahcall J N, Casertano S. ApJ, 1989, 291: 260

Russell J L. Ph D Thesis. University of Pittsburgh, 1976

Wang J J, et al. AcASn, 1996, 37: 68 (王家骥，等. 天文学报， 1996, 37: 68) (=Wang J J, et al. ChA&A, 1996, 20: 364)

Wang J J. Annals of Shanghai Observatory Academia Sinica 1997, 18: 45

Zhao J L, et al. AcASn, 1987, 28: 374 (赵君亮，等. 天文学报， 1987, 28: 374)

Proper Motion and Orbital Study of Galactic Globular Cluster M79

WANG Jia-ji CHEN Li CHEN Ding

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

Abstract Absolute proper motion determination is made for Galactic globular cluster M79 using photographic plates of Shanghai Observatory, with a time interval of 29 years. Adopting the distance and radial velocity data of this cluster from Harris (1999) and the Galactic gravitational potential model of Allen&Santillan (1991), it is calculated for M79 its present spatial velocity and orbital parameters as well. Further discussion is made on the uncertainties related to the study of the globular cluster kinematics with proper motion data.

Key words Galaxy, globular cluster: M79, proper motion