

银河系的星族成分及其结构参数值

容建湘^① R. Buser^②

(^①南京大学天文系, 南京 210093; ^②Astronomical Institute, University of Basel, Switzerland CH4102.
Email: elhu@netra.nju.edu.cn)

摘要 利用 M67U, SA51, SA71, SA82, SA94, SA107 和 NGC6171 等 7 个 Basel 天区最新校准的多色测光和现代恒星计数资料研究银河系的星族成分和结构参数值. 这是开展全方位银河系结构研究和建立统一的银河系模型的重要组成部分.

关键词 银河系 星族成分 结构参数值

从 20 世纪 80 年代初人们从河外星系的测光研究中发现厚盘星族成分以来, 有关银河系的星族成分及其结构参数的研究已成为现代银河系天文学的热点课题. 在过去几年里, 我们利用 Praesepe, M101, M67, SA54, SA57, SA141 和 M5 等 7 个 Basel 天区的最新校准资料, 就此有关问题进行过详细的研究, 取得了一批研究成果^[1~6]. 始于 1965 年的 Basel Halo Project, 开创了银晕结构的系统研究, 30 多年来, 它提供了近 20 个天区的几万颗星的 RGU 三色测光和恒星计数资料, 丰富了银河系的结构和星族成分的研究内容. 最后一批 7 个 Basel 天区的校准工作于 1999 年结束, 一个新的星表即将发表¹⁾, 这将是研究银河系结构的新的重要资料. 本文利用 7 个新 Basel 天区的资料(表 1), 对银河系的星族成分及其结构参数值进行了分析, 因为过去人们的研究未涉及到这些天区, 因此本文的结果不仅开拓了研究银河系结构的观测范围, 而且是研究银河系结构的局部特性和建立统一的银河系模型的组成部分.

表 1 7 个 Basel 天区

	天区	l	b	面积/($^{\circ}$) ²	$G_{\text{cat}}^{\text{a)}$	$E_{G-R}^{\text{b)}$	星数
1	M67U	215.7	+32.0	3.60	17.0	0.00	1 288
2	SA51	189.2	+20.9	0.45	19.0	0.00	1 131
3	SA71	167.0	-34.0	2.97	20.0	0.00	2 021
4	SA82	6.3	+66.3	1.20	19.0	0.00	1 030
5	SA94	175.3	-49.2	2.03	20.0	0.00	1 187
6	SA107	5.7	+41.3	0.95	17.0	0.15	532
7	NGC6171	3.3	+22.8	0.92	18.5	0.45	1 970

a) 星表的极限 G 星等, b) $G-R$ 色余

1 星族成分的结构参数和 X^2 分析

采用四星族成分(年轻薄盘、老薄盘、厚盘和晕)的标准银河系模型, 我们面对的星族结构参数如表 2 所示. 表中的 12 个参数分为两类, 根据现代对各参数的研究成果^[7~9]和优选模型的频数分布分析, 表 2 对每个参数确定了一个取值范围.

为了求解上述 12 个参数的期望值, 我们对每个参数分别在取值范围内给 4~8 个均匀分布的值. 当每个参数取一个确定的值后, 即获得一个理论模型, 通过恒星统计积分方程可计算出由这个理论模型所预言的恒星数 $N_{\text{mod}}(G)$, $N_{\text{mod}}(G-R)$, $N_{\text{mod}}(U-G)$, $N_{\text{mod}}(G, G-R)$ 和 $N_{\text{mod}}(G, U-G)$.

1) Buser R, Karaali S, Rong J X, et al. A new Basel catalog of homogeneous RGU data. A&A Suppl, 2000 (待发表)

再与观测资料 $N_{\text{obs}}(G)$, $N_{\text{obs}}(G-R)$, $N_{\text{obs}}(U-G)$, $N_{\text{obs}}(G, G-R)$ 和 $N_{\text{obs}}(G, U-G)$ 进行比较, 确定每个模型的拟合优度 X_i^2 和它们的最小值 $X_{i,\min}^2$ ($i=1,2,3$), 并优选可接受的模型和好模型, 然后求出每个参数的期望值(详细算法以及各星族成分的密度函数和光度函数参见文献[1]或[2]).

表 2 星族成分的结构参数及其变化范围

星族成分	参数	分类	符号	单位	参数取值范围	
薄盘	本地密度	II	n_0	星 pc ⁻³	0.08~0.14	
	老	标长	I	d_1	kpc	2.5~5.5
		矮星标高	I	h_1	325 pc	0.8~1.2
		巨星标高	II	h_2	kpc	0.15~0.35
	年轻	标长	II	d_2	kpc	2.5~5.5
		标高	I	h_3	kpc	0.10~0.25
厚盘	本地密度	I	n_1	n_0	0.00~0.07	
	标长	II	d_3	kpc	2.5~6.0	
	标高	I	h_4	kpc	0.7~1.3	
晕	本地密度	I	n_2	n_0	0.000 0~0.002 5	
	有效半径	II	R_{eff}	kpc	2.1~3.3	
	扁度	II	k_0	—	0.7~1.0	

2 结构参数优选值分析

表 3 列出利用表 1 的 7 个天区的现代恒星计数和多色测光资料通过 X^2 分析获得的各星族成分的结构参数优选值, 表中最后两行是 7 个天区联合研究的参数优选值及其弥散度.

表 3 星族成分结构参数的优选值

天区	第 1 类参数						第 2 类参数					
	薄盘			厚盘		晕	薄盘			厚盘	晕	
	d_1	h_1	h_3	n_1	h_4	n_2	n_0	h_2	d_2	d_3	R_{eff}	k_0
M67U	4.35	1.17	0.15	0.069	1.25	0.001 9	0.10	0.24	3.65	4.01	2.61	0.83
SA51	4.02	1.01	0.18	0.059	1.08	0.001 6	0.11	0.24	3.73	3.88	2.73	0.85
SA71	4.07	1.12	0.12	0.005	0.97	0.001 2	0.09	0.25	3.74	3.98	2.63	0.84
SA82	4.00	0.90	0.19	0.046	0.90	0.001 7	0.09	0.26	3.81	3.87	2.71	0.83
SA94	3.94	0.85	0.20	0.060	1.05	0.001 8	0.10	0.23	3.70	4.07	2.66	0.84
SA107	3.72	1.17	0.15	0.047	0.81	0.000 3	0.11	0.25	3.75	3.81	2.70	0.85
NGC6171	3.66	1.18	0.11	0.034	0.85	0.000 2	0.12	0.27	3.75	3.68	2.69	0.85
1~7 联合	4.02	1.10	0.15	0.040	0.98	0.000 7	0.11	0.25	3.74	3.90	2.68	0.84
	± 1.00	± 0.10	± 0.03	± 0.015	± 0.15	± 0.0003	± 0.01	± 0.05	± 1.00	± 1.00	± 0.15	± 0.10

优选模型相对于参数值变化的频数分布显示了真实模型参数值出现的几率分布. 图 1 是 7 个天区联合研究所获得的厚盘星族本地空间密度 n_1 的优选模型频数分布, 图中曲线从底部向上对应于 ξ 从 1.1 到 1.5 变化, 图中数字表示由此 ξ 所挑选出的模型个数. 图 1 显示了厚盘星族存在的必要性(由 $\xi < 1.4$ 优选的模型中不存在 $n_1=0.00$ 的模型).

图 2 的纵坐标是 $X_{1,\min}^2$, 横坐标是老薄盘矮星标高 h_1 , 图中曲线反映了 7 个天区联合研究情况下当 h_1 不同取值时相应的 $X_{1,\min}^2$ 的变化. 5 条曲线分别对应于: 1——设银河系只有老薄盘、厚盘和晕(即无年轻薄盘); 2——设只有年轻薄盘、厚盘和晕(即无老薄盘); 3——设只有年轻薄盘、老薄盘和晕(即无厚盘); 4——设只有年轻薄盘、老薄盘和厚盘(即无晕); 5——设

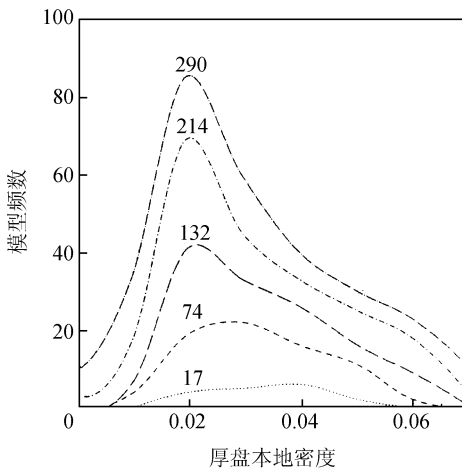


图 1 优选模型相对 n_1 的频数分布

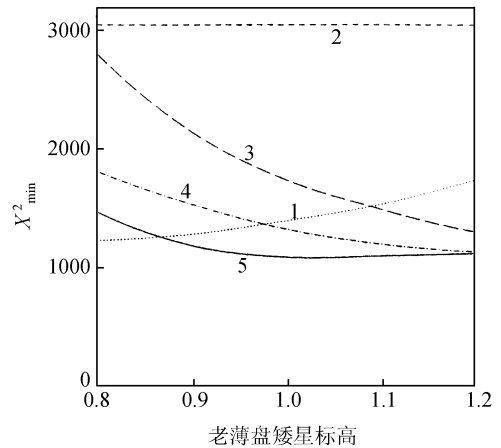


图 2 星族成分与 $X^2_{\text{L,min}}$

银河系由 4 个星族成分组成. 图 2 中 5 条曲线反映的 $X^2_{\text{L,min}}$ 变化充分显示了四成分的银河系模型与观测资料拟合得最好, 没有老薄盘的银河系模型最差, 而没有厚盘的模型也是不能接受的.

3 结论

(1) 由 7 个新 Basel 天区的恒星计数和多色测光资料通过 X^2 分析所获得的银河系各星族成分结构参数的优选值, 从总体上说与文献[1~6]的结果是相符的, 表明了建立一个统一的银河系模型的可能性.

(2) 14 个 Basel 天区的恒星计数和多色测光资料支持由 4 个星族成分(年轻薄盘、老薄盘、厚盘和晕)组成的银河系模型.

致谢 对叶叔华先生的帮助谨致谢意. 本工作为国家自然科学基金(批准号: 19733001)和瑞士国家自然科学基金资助项目.

参 考 文 献

- 1 Buser R, Rong J X, Karaali S. The new Basel high-latitude field star survey of the Galaxy I. A&A, 1998, 331: 934~948
- 2 容建湘, Buser R. 银河系厚盘星族成分的新研究. 中国科学, A 辑, 1999, 29: 1132~1140
- 3 Buser R, Rong J X, Karaali S. The new Basel high-latitude field star survey of the Galaxy II. A&A, 1999, 348: 98~112
- 4 Buser R, Rong J X. High-latitude survey of the Galaxy by homogeneous RGU photometry. Baltic Astronomy, 1995, 4: 1~24
- 5 Buser R, Rong J X. Metallicity structures of the Milky Way. In: Blitz L, Teuben P, eds. Unsolved Problem of Milky Way. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996, 169: 427~429
- 6 Buser R, Rong J X. The structural parameters of the Milky Way. In: Blitz L, Teuben P, eds. Unsolved Problem of the Milky Way. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996, 169: 707~709
- 7 Majewski S R. Galactic structure survey and evolution of the Milky Way. ARA&A, 1993, 31: 575~638
- 8 Morrison H L. Formation of the Galactic Halo. ASP Conf Ser, 1996, 92: 453~465
- 9 Chang R X, Hou J L, Shu C G, et al. Two-component model for the chemical evolution of the Galactic disk. A&A, 1999, 350: 38~48

(1999-10-09 收稿, 2000-02-24 收修改稿)