

依巴谷参考架惯性特征

朱 紫

(中国科学院陕西天文台 临潼 710600)

摘 要

通过分析和比较依巴谷自行系统与 FK5 及 SPM 2.0 自行系统之间的关系,研究了依巴谷系统的惯性问题,指出该系统可能仍然存在较大的非惯性剩余旋转。

关键词 天体测量 — 参考系 — 星表 — 自行系统

分类号 P129

1 引 言

含有 117 955 颗天体位置与自行的依巴谷星表于 1997 年 6 月发表。根据 IAU 决议,依巴谷参考架已于 1998 年 1 月起正式取代 FK5 系统,成为光学波段上新的实用参考架。早在 1991 年 21 届 IAU 大会(召开于 Buenos Aires)有关参考架问题的决议中就已经指出,新的空间天球参考架(指依巴谷)必须建立在射电 IERS 河外参考架基础上,并要求其空间指向的惯性精度优于 $0.5 \text{ mas} \cdot \text{yr}^{-1}$ 。因此,有关依巴谷架非惯性旋转问题便成为至关重要的问题。

依巴谷星表是通过大量对银河系天体的观测,并经由 FK5 向河外射电架的联接而建立的,其原点和基本面为 J2000.0 春分点及 J2000.0 平赤道面。据依巴谷工作组声称,建立在国际天球参考架(ICRF)上的依巴谷系统,其惯性精度为 $0.25 \text{ mas} \cdot \text{yr}^{-1[1]}$,完全符合 IAU 决议的要求。

众所周知,以 FK5 为代表的基本天球参考系为一动力学系统,其参考架特性依赖于分点运动的改正——岁差改正和春分点的虚运动改正值的测定。数十年来 VLBI、LLR 和地面照相观测所测定的岁差改正结果已十分一致,为 $-3.0 \text{ mas} \cdot \text{yr}^{-1[2,3]}$,这一结果已被人们所公认。建立在河外射电 IERS 上的依巴谷参考系为一运动学系统,它所构筑的参考架被认为是准惯性的。因此理论上在 J2000.0 历元,FK5 与依巴谷系统之间应存在一简单的随时间旋转关系,即两自行系统之间正好相差一岁差常数改正

和一分点虚运动改正。

通过对 FK5 和依巴谷自行系统之间的比较, 可以研究依巴谷参考架的惯性或非惯性特征。本文将 FK5 系统的扩展星表 ACRS 及 PPM(均分别含有约 320 000 颗星) 与依巴谷星表比较, 发现两系统之间的旋转矢量与岁差改正测定值不符。为了进一步验证这一结果, 我们对约 24 000 颗 K-M 型巨星(依巴谷与 ACRS 的共同星), 进行了银河系运动学分析, 发现由两系统所导出的银河系自转速度竟相差约 $70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 。两种方法所得到的结果都显示了依巴谷参考架可能仍然存在较大的剩余旋转, 从而提出, 对于依巴谷系统的问题必须进行多方面深入研究。

2 FK5 自行系统与依巴谷自行系统的比较

根据 ACRS Part 1(FK5 系统) 的自行资料和依巴谷自行, 我们曾用早型 O- B 型星和晚型 K-M 巨星研究过银河系的运动学问题。根据研究发现, 分别由这两种不同自行资料所导出的银河系自转速度之差约达 $70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1[4\sim 8]}$ 。其中, 在分析 ACRS Part 1 自行资料时, 已经考虑了岁差改正的影响。进一步分析发现, 两种自行系统之差恰恰反映出二者所导出的银河系运动学 Oort 常数 A 和 B 之差(参见文献 [9] 中的图 1), 表明 FK5 自行系统与依巴谷自行系统之间很难以分点的岁差改正及分点的虚运动来解释。

Mignard 和 Fraesché 直接用一千多颗 FK5 基本星的自行数据与依巴谷自行进行了比较, 得到两系统之间的空间旋转矢量^[10]。由于 FK5 星表中星数稀少等问题, 作者分别采用了两个大型地面天体测量星表 ACRS 和 PPM 的自行数据, 研究了它们与依巴谷系统之间的空间旋转关系^[11]。这两个星表均为 FK5 星表的扩展, 并且都包含了约十万颗依巴谷星。文献 [11] 中的表 1 分别给出了 FK5、ACRS、PPM 等星表系统相对于依巴谷系统之间的空间速度旋转关系, 结果表明, 不能简单地用分点的岁差改正及分点的虚运动的关系来理解传统的 FK5 参考架与依巴谷空间参考架之间的关系。

用 ACRS、PPM 星表的自行和依巴谷自行比较, 我们进一步研究了其自行局域相对误差分布^[11]。结果显示, ACRS 和 PPM 相对于依巴谷系统都存在着十分明显的局域自行误差, 且表现出非常相似的分布规律。这种分布主要显示出一种围绕南北天极轴旋转的特征, 而且南天区的误差又明显地大于北天区(文献 [11] 中的图 1 和图 2)。该分布特征可以部分解释为什么由 FK5 系统自行资料所导出的银河系自转常数明显小于由依巴谷自行所获得的这一常数的原因。另外, 我们还研究了 ACRS 和 PPM 相对于依巴谷自行系统之间的星等差及色差。分别以依巴谷 V_T 星等和 $B - V$ 色指数为横坐标, 文献 [11] 中的图 6 和图 7 给出了 ACRS 和 PPM 相对于依巴谷系统自行差变化规律。其结果显示, ACRS、PPM 相对于依巴谷自行系统都表现出十分明显的和相似的星等差及色差。因此可以得出结论: FK5 系统所构成的参考架, 其内部呈现出十分明显的非刚性特征, 即其参考架缺乏良好内部一致性; 这种非刚性特征表现在随空间指向、星等范围、光谱型乃至空间距离的不同而异。因而难以用分点的岁差改正及分点的虚运动的关系来理解传统的 FK5 参考架与依巴谷空间参考架之间的关系。

3 SPM 2.0 自行系统与依巴谷自行系统之间的关系

SPM 2.0 照相星表包含约 32 万颗恒星及星系，集中在赤纬 -43° 和 -22° 之间，共有 156 个天区的观测^[12]。由于自行的测定是直接相对于河外天体的，因而 SPM 2.0 的自行系统是绝对的。该星表含有 10957 颗依巴谷星，其中共有 9386 颗单星。每个天区所包含的依巴谷星 40~120 颗不等。

利用 9386 颗 SPM 2.0 和依巴谷共同星的自行数据，采用文献 [11] 所给出的方法，我们得到每一天区上 SPM 2.0 自行和依巴谷自行的平均差 (SPM 2.0 自行减依巴谷自行)，结果如图 1 所示，其中赤经自行和赤纬自行的平均差都约为 $0.8 \text{ mas} \cdot \text{yr}^{-1}$ 。

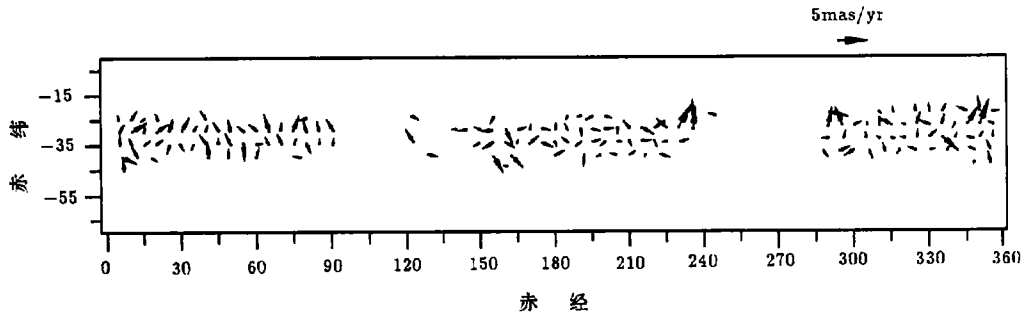


图 1 每一天区上 SPM 2.0 自行和依巴谷自行的平均差 (SPM 2.0-HIPPARCOS)

表 1 分别给出了 SPM 2.0 自行系统相对于依巴谷系统的空间旋转速度矢量的最小二乘解，其中解一由每个天区上的平均自行差导出，解二是用单个星的自行差求得的。比较两个结果发现，SPM 2.0 星表不同天区上的系统差似乎并不影响 SPM 2.0 自行系统；两个旋转分量 ω_x 和 ω_z 均明显小于 $0.25 \text{ mas} \cdot \text{yr}^{-1}$ (依巴谷系统的惯性精度)，而 ω_y 分量则几乎为依巴谷系统惯性精度值的两倍。另外，上述两组值与 Platais 等人研究结果的平均值一致^[13]。为了进一步研究 SPM 2.0 自行系统的星等差和色差，我们分别将所有样本按星等和色指数的大小再分成两组，计算出各组相对于依巴谷系统的空间旋转速度矢量，结果也在表 1 中列出。从结果中可以看出，旋转矢量与星等的相关不大，但显示出一定的色差。图 2 给出了 SPM 2.0 相对于依巴谷系统的赤经和赤纬自行差随 V_T 及 $B-V$ 的变化关系。

表 1 SPM 2.0 自行系统相对于依巴谷系统的空间旋转速度矢量

	星数	$\omega_x/\text{mas} \cdot \text{yr}^{-1}$	$\omega_y/\text{mas} \cdot \text{yr}^{-1}$	$\omega_z/\text{mas} \cdot \text{yr}^{-1}$
每个天区平均	156 个天区	-0.05 ± 0.18	-0.49 ± 0.15	$+0.15 \pm 0.16$
所有星平均	9356	-0.10 ± 0.17	-0.48 ± 0.14	$+0.17 \pm 0.15$
$V_T < 8.74$	4557	-0.13 ± 0.20	-0.50 ± 0.17	$+0.18 \pm 0.18$
$V_T \geq 8.74$	4550	-0.07 ± 0.28	-0.49 ± 0.23	$+0.18 \pm 0.25$
$B-V < 0.72$	4526	-0.22 ± 0.24	-0.36 ± 0.21	$+0.36 \pm 0.22$
$B-V \geq 0.72$	4598	$+0.01 \pm 0.24$	-0.61 ± 0.21	$+0.03 \pm 0.22$

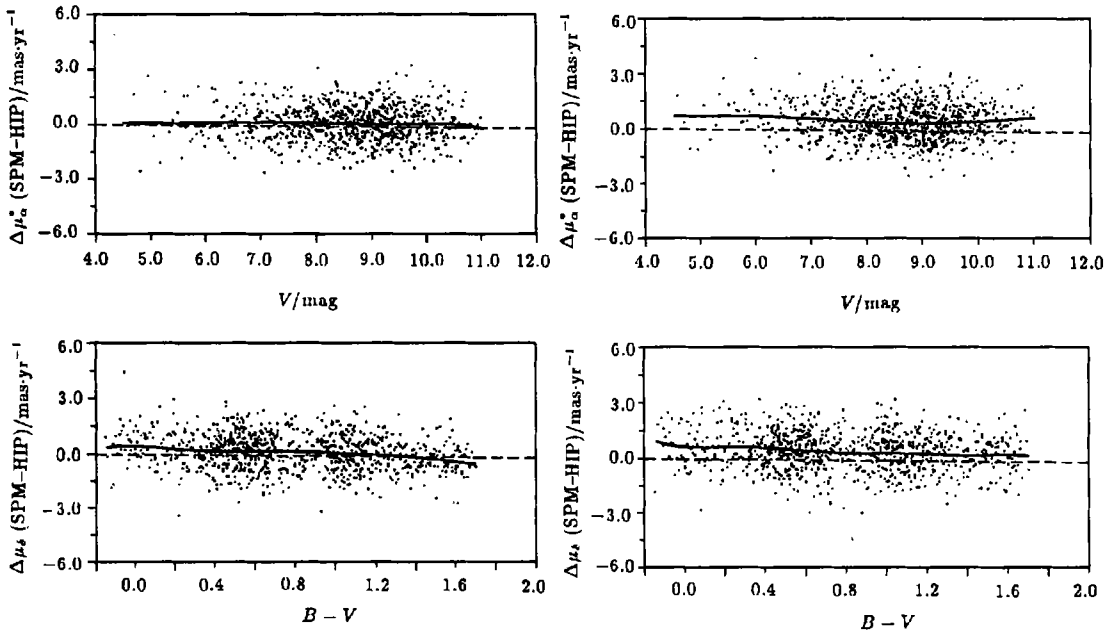


图 2 相对于依巴谷系统的赤经和赤纬自行差随 V_T 及 $B-V$ 的变化

4 讨 论

依巴谷卫星的大角度天体测量获得了一个高精度的和内部自恰的天体测量星表。由于观测模式的限制,依巴谷观测结果起初直接在 FK5 系统中归算,而后通过各种方法(主要是地面观测方法)的综合连接到 ICRS 系统^[14]。由于地面观测自身的限制和存在的问题以及其它方面的种种因素,其连接精度值得怀疑。通过对 FK5 与依巴谷自行系统的比较我们发现,两者之间的关系无法得到满意的解释;依巴谷自行系统与河外惯性系 SPM 2.0 系统之间的分析发现,它们存在一较大的系统旋转。这些问题可能显示依巴谷自行系统仍然有较大的剩余旋转。

参 考 文 献

- 1 Kovalevsky J et al. *Astron. Astrophys.*, 1997, 323: 620
- 2 Chapront J, Chapront-Touzé M, Francou G. *Astron. Astrophys.*, 1999, 343: 624
- 3 Charlot P et al. *A. J.*, 1995, 109: 418
- 4 Miyamoto M, Soma M. *A. J.*, 1993, 105: 691
- 5 Miyamoto M, Soma M, Yoshizawa M. *A. J.*, 1993, 105: 2138
- 6 Miyamoto M, Zhu Z. *A. J.*, 1998, 115: 1483
- 7 Zhu Z. *Astrophys. Space Sci.*, 2000, 271: 353
- 8 Zhu Z. *Publ. Astron. Soc. Jpn.*, 2000, in press

- 9 Zhu Z, Yang T G. A. J., 1999, 117: 1103
 10 Mignard F, Fraesché M. *Astron. Astrophys.*, 2000, 354: 732
 11 Zhu Z. *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 2000, 112: 1103
 12 Platais I et al. *A. J.*, 1998, 116: 2556
 13 Platais I et al. *Astron. Astrophys.*, 1998, 331: 1119
 14 Lindgren L, Kovalevsky J. *Astron. Astrophys.*, 1995, 304: 189

Hipparcos Reference Frame: Property of Inertiality

Zhu Zi

(*Shaanxi Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Lintong 710600*)

Abstract

Analyzing the Hipparcos proper-motion system compared the FK5 and SPM 2.0 systems, the inertiality of the Hipparcos system has been studied and a large remaining rotation of its proper-motion system has been hinted.

Key words astrometry—reference system—catalogue—proper-motion system



全国科学技术名词审定委员会公布

《天文学名词》第二版

全国科学技术名词审定委员会(原称全国自然科学名词审定委员会,简称全国名词委)曾于1987年1989年相继公布了《天文学名词》(1987)第一版和海外版。其中共载科研、教学、生产以及新闻出版等部门使用的天文学规范名词1956条。《天文学名词》(1987)是已公布出版的44个学科的规范名词中最早的一部。公布之后,全国天文学名词审定分委员会随即着手修订和对增补名词的审定,历时九年,于1998年完成了第二版的编辑。对入载的汉英对照的天文学基本名词和新词共2290条全部加上了定义性的注释。

《天文学名词》(1988)第二版已于2001年2月由科学出版社出版发行。

(全国科学技术名词审定委员会 郑南)