

视向速度标准星

沈良照

(中国科学院北京天文台)

提 要

本文简述至今仍在沿用的视向速度标准星体系及其主要特点, 这一体系的更新所面临的任务和已取得的某些进展, 为恒星视向速度实测基础在我国的建立提供参考。文末所写今后工作可作为对文献[12]的发挥和补充。

恒星视向速度的测定和其他观测参量一样, 需要定标, 需要归化到统一的国际测量系统, 因而需要观测一批视向速度标准星。为了监测控制有关仪器设备的主要功能及其稳定度, 也需要测标准星。显然, 这种标准星应该具有测定得足够精确的日心视向速度数值, 并且高度稳定。

一、IAU 视向速度标准星

国际天文学联合会(IAU)早在1922年第一届大会上, 就由第30专题组作了决议, 要尽早提出一份视向速度标准恒星表。1929年, 第一版这种标准星表由美国Frost、Moore和英国Jones发表在IAU会刊上。历经发展改进后, 加拿大自治领天体物理台(DAO) Pearce受IAU 1955年大会委托于1957年重新发表了视向速度标准星表^[1], 共60星, 分为目视星等亮于4.3的25星(习称IAU亮标准星)和目视星等在4.4与8.0之间的35星(习称IAU暗标准星), 总的光谱型范围为F0至M2。1973年, 加拿大Heard和法国Fehrenbach发表了21颗照相星等8.26至9.64的F至K型星表, 建议作为新标准星^[2], 其目的主要是考虑到物端棱镜巡天之用; 这批星获得IAU 1973年大会第30专题组通过, 并正式采用。以上IAU视向速度标准星共81星, 全部名单和有关数据可见美国和英国合编的天文年历, 见文献[3]。

关于这些标准星的历史沿革, 可见DAO台Batten写的文献[4], 英国剑桥天文台Griffin写的文献[5]。特别是IAU会刊有关各卷中第30专题组的记载。文献[4]是全面论述视向速度标准星的重要专文。

二、IAU 视向速度标准星的缺点

1. 某些星视向速度变化显著

IAU 亮标准星中的 α Per (F5 Ib) 和老人星即 α Car (F0 II), 由于视向速度显著变化, 已由 IAU 第 30 专题组决定从标准星表中删去^[6]。1973 年增补的 21 星^[2]之中, Griffin 用视向速度仪发现 HD 14969 是周期 1935 天左右, 视向速度半变幅 K 约为 $4.4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 的分光双星^[7]。IAU 暗标准星中的 HD 80170 即 HR 3694, 视向速度变化大到 $35 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ^[8]。暗标准星 HD 184467, 用 DAO 视向速度仪发现为双谱分光双星, 分光解之中 K_1 和 K_2 各为 9.5 和 $10.5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, 轨道周期 492 天, 偏心率 0.42 ^[9]。暗标准星 27 Ori 经 Batten 等观测研究, 确定为视向速度变星, 并猜测可能是分光双星^[10]。IAU 亮标准星 α^1 Her 和 α Lep、暗标准星 σ Vir 和 HD 44131, 由瑞士 Mayor 和法国 Maurice 用 CORAVEL 视向速度仪测知为视向速度变星, 分析认为前三星变化可能是由于恒星大气运动, HD 44131 则象是分光双星^[11]。以上共 10 例, 在 1990 使用年度的美英天文联合年历内视向速度标准星表中都已标明视向速度在改变。

IAU 视向速度标准星表中出现视向速度变星, 原因包括 (1) 早年使用的仪器色散不够高, Pearce 1957 年表^[1]所依据的许多观测色散为 $20-40 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$, 暗标准星的大量观测所用色散为 $30 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$ 或更低; 相比之下, 1983 年时恒星视向速度工作用 $10 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$ 或更高色散已属常事^[4,10]; (2) 不少标准星在入选前观测次数不够多或观测覆盖的年代不够长, 随着高色散高精度和长期监视观测的进展 (包括以高分辨、高灵敏度即测暗星能力较高和快速取得结果为特长的视向速度仪观测), 标准星表中视向速度变星的发现就愈来愈多。不过, 尽管 Batten 等明确认为 ϵ Leo、 β Vir、 ϵ Peg 等不应再用作标准星 (至少是对于约 $10 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$ 或更高色散的工作)^[10], 但美英天文联合年历的相应表中直到 1990 使用年度尚未如此标明。

2. 零点问题

Mayor 和 Maurice 1981—1984 年用 CORAVEL 视向速度仪在智利仔细观测研究, 发现 IAU 亮标准星和暗标准星的表列视向速度的基准零点存在系统性差异, 前者需加上约 $-0.8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 的改正值以归化到后者体系^[11], 并且将 DAO 视向速度仪的和这两组标准星的观测数据作对比, 也得出了类似结果。另外, 小行星的日心视向速度用天体力学计算能达到 $\pm 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 甚至更高的精度, IAU 标准星和小行星联测若干年的分析结果是, 小行星视向速度体系的绝对零点大致位于 IAU 亮标准星和暗标准星两体系零点的当中^[12]。

3. 其他不足

(1) 不同精度水平或色散范围的恒星视向速度实测要求建立不同层次的、相应的新的标准星体系; (2) 对于早型或自转速度视向投影较大的恒星, 相应的视向速度标准星体系实际上接近空白; (3) 用交叉相关法 (见文献^[13]) 测定两星视向速度差, 这类工作发展很快, 要求建立各种光谱类型都有, 并广布天空的视向速度标准星或仅作参考对比的参考星体系; (4) 物端棱镜或类似的光谱巡天工作需要相适应的视向速度标准星或参考星体系,

三、视向速度参考星

1. Fick 天文台视向速度参考星

美国 Iowa 州立大学 Fick 天文台 61cm 镜折轴视向速度仪, 为了控制零点, 起先主要试用一部分较亮的 Pearce 表 IAU 标准星^[11]以及选自 1953 视向速度表^[14]的一批星, 结果逐夜零点误差大于仪器观测弥散。后来改用一大批视向速度参考星, 主要选自 Lick 天文台早年亮于目视星等 5.5 的全天视向速度星表^[15], 情况即好。经过约三年勤测处理, 一批批筛选掉逐夜零点改正弥散过大的暂用星后, 留下 200 星仍可用, 其名单发表于 1979 年^[16](这些星都亮于目视星等 7, 光谱晚 F 至早 M 型)。文献[16]的标题虽然称作《视向速度标准星》, 文中也称作标准星, 实际上这 200 星中只有一小部分是视向速度标准星, 大部分是参考星。Fick 台 1986 年发表的阶段总结中已改称这批星的总体为视向速度参考星^[17]。经 1976—1984 年大量观测和归算, Fick 台视向速度仪体系的零点达到了很精确稳定的境界, 归化到 Lick 台体系所需加的改正值为 $(-0.08 \pm 0.07) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ^[17]。Neese 等于 1978—1981 年用基特峰台 0.9 米折轴辅助镜, 以色散 $17 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$ 对 Fick 视向速度参考星中 61 星进行了照相观测, 并兼测了伽里略木卫、天王星、海王星和 1—4 号小行星作为视向速度基准, 结果得到由 Fick 体系归化到上列太阳系天体视向速度体系所需加的改正值为 $(0.0 \pm 0.1) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, 并认为 Fick 体系的 200 视向速度参考星既经过筛选, 又遍布北天, 作为视向速度对比很有用处^[18]。

2. 剑桥天文台(Griffin)视向速度参考星

视向速度仪创始者 Griffin 选用了赤经大致均匀分布于全天, 赤纬在 $(+35^\circ \pm 10^\circ)$ 间。目视星等约 5 等的晚型巨星 HR 152、68Aur、41Com 和 λ Lyr 为视向速度参考星^[19], 其目的是用于视向速度较差测定。通过这 4 星视向速度的相互对比以及和一批选自文献[14]的恒星数据相互对比, 可测定这 4 星的相对和绝对视向速度。Griffin 的这些参考星被有的学者称为标准星(见文献[16,17]等)。实际上 Fick 参考星^[16]中就包括这 4 星, 并且受到分外重视, 观测次数特多^[17]。DAO 视向速度仪检验和建立仪器系统时的重点测试对象中, 也包括 Griffin 这些参考星^[20]。CORAVEL 视向速度仪在早年检验和建立仪器系统时也测了这些剑桥参考星^[21]。大量观测往往是发现的前驱, DAO 视向速度仪的实测首先察觉到 HR152 有变化, 尔后的观测积累反映其变化具有大约 600 天的周期性, 几方合作研讨后, 终于发现此星是周期约 576 天, 轨道偏心率约 0.3, K 只有约 $0.7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 的单谱分光双星^[21]。

3. 早期视向速度参考星

当代取得广泛成功的测甲乙两星视向速度差值的交叉相关法^[13], 要求视向速度参考星乙的光谱型连同自转速度视向投影值尽可能和待测星甲接近。视向速度仪实际上也是交叉相关法应用的一种体现。用交叉相关法测早期星和自转速度投影较大恒星的视向速度, 需要相应的参考星或标准星。多年来人们未能建立一套早期视向速度标准星体系, 主要困难是测量精度不高和早期星视向速度稳定性不清。不过, 前辈天文学家早已提出如下建议^[22]: 利用既包含早期星又包含晚期星的长周期目视双星或聚星和距我们适中的这种疏散星团来争取精测

早型星的视向速(度可见文献[22])。

建立早型视向速度参考星乃至标准星体系的工作, 显然是创业性研究课题, 知难而进的事例看来还相当少。美国 Fekel 用基特峰台 0.9 米折轴辅助镜以色散 $8.9 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$, 分辨率 0.17 \AA 测了 B 和 A 型 HR 亮星的照相光谱, 星数 29。初步结果认为其中的 $\theta \text{ Leo (A2 V)}$, 自转速度投影 $v \sin i = 20 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $\sigma \text{ Peg (A1 V)}$, $v \sin i = 12 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 似乎视向速度很稳定(文献[23]及其后的讨论)。丹麦 Andersen 和 Nordström 用欧南台 1.5 米镜折轴摄谱仪, 以色散 $20 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$ 对光谱型 B6 至 M0 的 80 星取得 340 条照相光谱, 分析其中 B6 至 F5 型的 68 星而选出了测视向速度时受光谱型和自转速度投影值影响最小的谱线, 提出了一张 B6 至 F8 型视向速度参考星的初步名单, 文章立标题为《计入自转影响的恒星视向速度标准化研究》^[24]。

四、近况和展望

1. 视向速度标准星工作小组 1988 年的汇报

IAU 第 30 专题组下属这一小组组长 Andersen 的这篇汇报发表于文献[12], 其结论、建议的要点和本文的某些说明如下: (1) 发表了一份需要在 1988—1991 年重点监测的一级标准星候选对象 25 星和重要参考星 6 星的名单。前者在 1990 使用年度美英天文联合年历 H42—H 43 页表中已全部标明, 赤经广布全天而赤纬在 $+20^\circ$ 与 -21° 之间(南北半球天文台都能方便观测), V 星等范围从最亮 -0.04 (大角星)到 7.70 (HD 213014), 光谱型 F6 至 M1.5, 日心视向速度最大绝对值达 $100 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ (31 Aql, $-100.5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$)。后者光谱型 G0 至 K5, 其中一半就是 Griffin 参考星 63Aur、41Com 和 $\lambda \text{ Lyr}$ ($\lambda \text{ Lyr}$ 在表中 V 星等误列为 1.47, 应为 4.93); 还有 IAU 暗标准星 HD 103095 即 HR 及 4550 或 CF UMa, Batten 等曾主张在色散不低于大约 $10 \text{ \AA} \cdot \text{mm}^{-1}$ 的视向速度工作中最好不用此星为标准星^[10], 但 Griffin 1974—1984 年用视向速度仪并未测得变化, 也没有发现 1955 年到 1984 年 2 月 9 日视向速度有明显改变^[25]; 再有两星是毕星团成员 $v \text{ B } 64$ ^[46] 即 HD 28099 (G0 V, $V = 8.10$) 和老年疏散星团 M67 成员 M67-978^[47, 48](K4: III, $V = 9.72$)。 (2) 鉴于一级标准星候选对象的稳定程度尚在观测鉴定中, 建议仍然沿用原先的 IAU 标准星体系, 并建议新版美英合编天文年历在相应表中删去变化达每秒好几千米的曾用标准星。 (3) 为了争取到 1991 年能提出一份精确到 $\pm 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的, 一级视向速度新标准星的正式采用名单, 要求协作观测者在此期间以尽可能高的精度继续监测附表即(1)中所述各星, 以及即将由本小组另行选定的若干晚型矮星。凡有能力并愿贡献 $100—500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 精度的视向速度观测数据的观测者, 我们都鼓励他们对上述附表各星进行这样的观测, 并将结果报给本小组, 以便吸收入新的标准星体系。 (4) 需要略为扩大小行星观测对象, 使新的视向速度标准星体系的实测绝对零点所依据的小行星数比以前更多些, 这样很可能使它理论零点的偏离保持在 $\leq 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的水平。 (5) 建立一套解决问题的 O—B—A 型视向速度标准星体系, 虽然还需要付出好些年的努力, 但是开发新观测技术方法和遴选并实测定标对象这类准备工作, 立即就可开始进行, 我们非常鼓励这种探索。

2. 一些较新的进展

(1) HD 114762 一级标准星候选对象 25 星^[12]之中, HD 114762(F7 V, $V = 7.31$)本是 IAU 暗标准星^[11]之一, 经美国 Latham 等用软件模板视向速度仪和 Mayor 等用 CORAVEL 视向速度仪多年监测分析, 已发现它是单谱分光双星。分光解包括轨道周期(84.05 ± 0.08)d, 偏心率 0.25 ± 0.06 , K 只有 $(0.57 \pm 0.04) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ ^[26]。北京天文台张尔和与张荣显参加了美中三处天文台协作的测光观测, 试图查探此星是否是食变星, 结果没有测得深度 $\geq 0.01B$ 星等的食象, 这反映其轨道倾角小于 89° ^[46]。

(2) 光纤分光试验 加拿大 Matthews 等以光纤代替常规狭缝, 用基特峰台折轴辅助镜 CCD 光谱仪试测 IAU 标准星的视向速度, 由于光谱仪入射孔径照明均匀, 导星误差大减, 精度提高, 得益远超过光力损失, 观测亮星时尤其如此; 几夜重复观测精度可达 $(0.2 - 0.5) \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这项研究所得数据和 CORAVEL 视向速度仪对 IAU 标准星 α Ari、43 Tau、 β Gem、HD 66141 及 16 Vir 的观测符合良好, 支持把这些星继续用为标准星, 但发现本文前面所述需要重点监测的一级标准星候选对象^[12]之中的 40 Leo, 其视向速度显著缓变, 10 Tau 的视向速度稳定性则可疑^[27]。

(3) 一批特亮 K 型标准星 加拿大 Campbell 和 Walker 等试验的氟化氢视向速度技术达到了 $13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的超高精度, 用于寻找可能存在的棕矮星和太阳以外恒星周围的大质量行星, 也测知了一些视向速度很稳定的晚型星^[28]; 1980—1986 年测得下列 IAU 标准星的视向速度对于长期平均值的标准偏离为: β Gem 26, α Ari 34, α Hya 102, 大角星 116, α Tau 117, ϵ Peg 346, 单位都是 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。前五星中除 α Hya 光谱为 K3 II-III 外都是 K 型巨星, ϵ Peg 为 K2 Ib。这项研究提出的初步建议是 ϵ Peg 不宜用作标准星(支持 Batten 等的建议^[10]), α Hya、大角星和 α Tau(都是一级标准星候选对象^[12])在一定条件下仍可用为标准星, 而 β Gem 和 α Ari(赤纬略偏北, 未选为一级标准星候选对象)除了超高精度要求外, 都能用作标准星^[29]。

(4) 大角星 Smith 等于 1985—1986 年在 Steward 台 0.91 米镜上用光纤 CCD 光谱仪观测这一特亮的历史悠久的 IAU 标准星, 并用 Fabry-Perot 干涉仪定标, 视向速度逐夜精度达 $13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。分析得知大角星具有周期 $(1.842 \pm 0.005) \text{ d}$, 变幅 $(160 \pm 10) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的视向速度变化, 而用同样设备测得的 β Gem 的视向速度变化则小得多^[30]。Cochran 于 1986 和 1987 年在 Mc Donald 台用 2.7 米镜折轴 Reticon 光谱仪及计算机控制的自动导星装置, 特地使星像在光缝上来回移动, 以避免准直镜照明不均匀所引起的系统误差, 并用地球大气 O_2 谱线为基准, 测量恒星光球吸收线相对位移, 细致处理分析后达到的较差视向速度精度为 $(15 - 20) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 结果以 5min 的时间分辨率测得大角星视向速度呈现周期大约为 2d, 变幅超过 $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的变化, 证实了文献[30]的结果, 并且还发现此星的视向速度曲线随时间而变化^[31]。Irwin 等从 1981 到 1985 年用 3.6 米 CFH 望远镜折轴光谱仪和氟化氢基准吸收谱线技术方法观测大角星, 典型外部误差为 $13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 测得大角星的视向速度呈现时标以天和年计的多重周期变化, 最大幅度达 $500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; 分析认为其中变幅较小的短周期起伏可能是反映和太阳 5 分钟振荡相对应的现象, 而幅度最大的变化成分具有 640d 或更长的周期性, 这一长周期变化的起因可能涉及恒星大气对流运动, 或自转效应, 或者双星轨道运

动^[32]。西班牙和英国学者合作,于1988年在4.2米 William Herschel 望远镜的 Nasmyth 焦点之一,用磁光滤光片(magneto-optical filter)式光谱仪测量7699 Å 钾线,研究大角星整体振荡,单一夜晚功率谱的噪声背景低到 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的量级,测得大角星振动谱中的最大变幅为 $60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,其周期为65h,而变幅 $43\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (第二大变幅),周期甚近200h(最低频)的可能是基谱振动模式,并测定大角星的质心视向速度为 $(-5021\pm 5)\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ^[31]。

(5) 织女星 尽管这颗北半天球最亮早型星的光谱、测光等种种研究资料极为丰富,而且用作视向速度参考星也已多年(见文献[34,49,50]等),但是视向速度的较高精度测定及其变化研究的专文实属少见。1969年,有的学者研究分析了1909、1910年的观测资料后,曾得出结果:织女星的视向速度呈现变幅约 $6\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$,周期0.1903d,持续370周期之久的变化^[35]。虽然这一周期和1985年版苏联《变星总表》中的测光周期0.19d符合甚好,但一直未见对这项视向速度观测的证实。与此相反,1984年 Batten 在一次讨论会上说,在 Victoria 进行的高色散观测没有显示织女星视向速度有变化的迹象^[36]。文献[50]列出1977—1980年用2.7米镜测8700 Å 区 N I 谱线所得13次织女星视向速度观测值,我们计算得知单独一次观测的标准偏离 $\sigma=0.85\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$,而对平均值的最大偏离小于 2σ ,可以认为未见视向速度有显著变化,并得到平均视向速度及其标准偏离为 $(-13.68\pm 0.24)\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。1990年织女星专文[37]报道,用 DAO 1.2米镜以色散 $2.4\text{Å}\cdot\text{mm}^{-1}$ 和连续区平均信噪比1000,在4313—4809 Å 范围比较了20条无混线的 Fe I 与 Fe II 线的波长,测得视向速度为 $(-13.26\pm 0.22)\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。我们注意到这一数据没有列出观测时刻和观测次数,没有提视向速度是否有变化。还注意到,该文重新测定的自转速度投影平均值和 Gray^[38]的相差不远。

(6) DAO 仪的稳定性 20年来用1.2米镜折轴摄谱仪以色散 $2.4\text{Å}\cdot\text{mm}^{-1}$ 观测IAU视向速度标准星的总结已发表^[39],每一光谱底片的均方根弥散为 $0.145\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$,反映该摄谱仪和所测标准星的视向速度在这20年期间稳定到这样的程度;但是和 CORAVEL 仪之间存在随光谱型而变的系统差,为了合并处理数据以用来建立更完善的标准星体系,必须先研讨解决这一问题。

3. 归纳与前景

以下用 RV 表示视向速度

(1) 要点归纳 仍在沿用的 IAU RV 标准星名单与数据可见1991使用年度的 The Astronomical Almanac H42-H43 页,其中已删去1990年度标明变化的10星(HD 80170 除外),因此星数共72,并标出 μ CMa、HD 65683 和 ϵ Peg 为 RV 变星,另有25星标明为1988—1991年需重点监测的一级标准星候选对象(应去掉 HD 114762)。1991年前后应当会发表一批关键性资料,在 IAU 的 Standard Star Newsletter、将来出版的 Transactions of the IAU 第30专题组的报告决议中,以及1992和其后使用年度的 The Astronomical Almanac 中,可以看到这方面的新进展。

(2) 今后工作 Griffin 主张每一标准星候选对象至少应观测10年, Batten 认为除了这样做以外,还需要由三、四个天文台每台至少每年观测10次,并要在整个观测季中均匀分布^[40]。不同的工作和精度需要,要求不同层次的标准星体系,可以试行一级、二级标准星、参考星、比较星之类的分层分工。目前看来, β Gem^[10,27,29,30] 和 α Ari^[10,27,29] 对北半

球许多 RV 工作都宜用作标准星, 把它们看作一级标准星候选对象, 进行 RV 测定并长期频繁监测, 一定会得益非浅。技术方法的提高推动着标准星体系的发展。探求超高精度 RV, 对标准星问题可能会打开另一种局面, 也许需要发展到用地面特殊高技术来补充甚至代替天体才能解决(这和原子钟代替地球自转测时多么类似?!)到那时标准星的作用将限于一般工作, 测定恒星 RV 的任务将面目全新。不过, 计入恒星自转^[24]和其他有关因素, 研讨试建早型 RV 标准星或参考星体系, 解决这方面几十年来久攻不下的, 尤其是 O 型星的问题, 显然是当前迫切应该大力加强的关键课题; 前辈学者提出的从目视双星和疏散星团中物色早型 RV 标准星候选对象的设想, 需要年富力强的志士去奋斗实现。1931 年德国 Guthnick 早就发表了同时观测的织女星光变曲线和 RV 曲线^[35], 与 1969 年至今的发展相比, 问题不少, 例如: 织女星是否有时不变, 有时这样变, 有时那样变? 看来, 为了试用织女星为 RV 参考星也好, 为了研讨其脉动变星或其他变化问题也好, 需要开展时间分辨率足够的, 较高精度的, 短时标(特别是和测光同时进行)的以及长期的织女星 RV 观测研究。DAO 织女星研究至少要将信噪比提高到 2000, 并扩展波长范围^[41]; “早型星视向速度的精密测量”一文将要发表^[42], 这都会带来新希望。观测 RV 标准星^[20,27,39,43,44]和小行星, 以检验控制光谱仪器的精度、零点和稳定性等, 反过来这又促使标准星体系更趋完善, 形成良性循环, 我国的恒星 RV 设备也需要这样发展提高, 争取具有特色, 有所创新。

感谢朱慈墟和高麟庄同志帮助提供资料。

参 考 文 献

- [1] Pearce, J. A., in *Trans. IAU*, 9 B (1957), 441.
- [2] Heard, J. F. and Fehrenbach, C., in *Trans. IAU*, 15 A (1973), 409.
- [3] *The Astronomical Almanac for the Year 1990*, Washington: U. S. Government Printing Office (1989), H42.
- [4] Batten, A. H., in *IAU Colloq. No. 88*, p. 325, (1985).
- [5] Griffin, R. F., *M. N. R. A. S.*, 171 (1975), 407.
- [6] Heard, J. F., in *Trans. IAU*, 10 (1960), 483.
- [7] Griffin, R. F., *M. N. R. A. S.*, 190 (1980), 711.
- [8] Ringuelet-Kaswalder, A. E., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 75 (1963), 372.
- [9] McClure, R. D., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 95 (1983), 201.
- [10] Batten, A. H. and Harris, H. C. et al., *Publ. Dominion Astrophys. Obs.*, 16 (1983), 143.
- [11] Mayor, M. and Maurice, E., in *IAU Colloq. No. 88*, p. 299, (1985).
- [12] Andersen, J., in *Trans. IAU*, 20 B (1990), 270.
- [13] Furenlid, I. and Furenlid, L., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 102 (1990), 592.
- [14] Wilson, R. E., *General Catalogue of Stellar Radial Velocities*, Carnegie Institution of Washington, Washington, D. C. (1953).
- [15] Campbell, W. W. and Moore, J. H., *Publ. Lick Obs.*, 16 (1928).
- [16] Beavers, W. I. and Eitter, J. J. et al., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 91 (1979), 698.
- [17] Beavers, W. I. and Eitter, J. J., *Ap. J. Suppl.*, 62 (1986), 147.
- [18] Neese, C., Detweiler, H. L. and Yoss, K. M., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 97 (1985), 78.
- [19] Griffin, R. F., *M. N. R. A. S.*, 145 (1969), 163.
- [20] Fletcher, J. M. and Harris, H. C. et al., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 94 (1982), 1017.
- [21] McClure, R. D. and Griffin, R. F. et al., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 97 (1985), 740.
- [22] Petrie, R. M., in *Astronomical Techniques*, ed. by W. A. Hiltner, p. 63, The Univ. of Chicago Press, (1962).
- [23] Fekel, F. C., in *IAU Colloq. No. 88*, p. 335, (1985).
- [24] Andersen, J. and Nordström, B., *Astron. Astrophys.*, 122 (1983), 23.

- [25] Griffin, R. F., *The Observatory*, 104 (1984), 192.
 [26] Latham, D. W. and Mazeh, T. et al., *Nature*, 339 (1989), 38.
 [27] Matthews, J. M. and Gieren, W. P., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 100 (1988), 1008.
 [28] Campbell, B., Walker, G. A. H. and Yang, S., *Ap. J.*, 331 (1988), 902.
 [29] Walker, G. A. H. and Yang, S. et al., *Ap. J.*, 343 (1989), L21.
 [30] Smith, P. H., McMillan, R. S. and Merline, W. J., *Ap. J.*, 317 (1987), L79.
 [31] Cochran, W. D., *Ap. J.*, 334 (1988), 349.
 [32] Irwin, A. W. and Campbell, B. et al., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 101 (1989), 147.
 [33] Belmonte, J. A. and Jones, A. R. et al., *Ap. J.*, 358 (1990), 595.
 [34] Abt, H. A. and Levy, S. G., *Ap. J. Suppl.*, 30 (1976), 273.
 [35] Wisniewski, W. Z. and Johnson, H. L., *Sky and Telescope*, 57 (1979), 4.
 [36] Batten, A. H., in IAU Symp. No. 111, p. 118, (1985).
 [37] Adelman, S. J. and Gulliver, A. F., *Ap. J.*, 348 (1990), 712.
 [38] Gray, D. F., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 92 (1980), 154.
 [39] Scarfe, C. D., Batten, A. H. and Fletcher, J. M., *Publ. Dominion Astrophys. Obs.*, 18 (1990), 21.
 [40] Batten, A. H., in IAU Symp. No. 111, p. 3, (1985).
 [41] Aikman, G. C. L., Annual Report of the Dominion Astrophysical Observatory for the Period 1. April 1989—31 March 1990, preprint (1990).
 [42] Morse, J. A., Mathieu, R. D. and Levine, S. E., *A. J.*, 101 (1991), 1495.
 [43] Garcia, J. M. and Andersen, J. et al., *A. Ap. Suppl.*, 66 (1986), 111.
 [44] Andersen, J., Nordström, B. and Jensen, K. S., *A. Ap. Suppl.*, 68 (1987), 347.
 [45] Robinson, E. L., Cochran, A. L. et al., *A. J.*, 99 (1990), 672.
 [46] Griffin, R. F. and Gunn, J. E. et al., *A. J.*, 96 (1988), 172.
 [47] Mathieu, R. D. and Latham, D. W. et al., *A. J.*, 92 (1986), 1100.
 [48] Taylor, B. J. and Jonev, M. D., *A. J.*, 96 (1988), 211.
 [49] Batten, A. H. and Fisher, W. A. et al., *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 95 (1983), 768.
 [50] Parthasarathy, M. and Lambert, D. L., *J. Astron. Astrophys.*, 8 (1987), 51.

(责任编辑 舒似竹)

Radial-velocity Standard Stars

Shen Liangzhao

(Beijing Astronomical Observatory, Academia Sinica)

Abstract

A brief description is given of the system of radial-velocity (RV) standard stars still in use (section I) and its shortcomings (section II). The Fick Observatory RV reference stars and Griffin's RV reference stars, both having been referred to as standard stars in some literature, receive some attention in section III along with efforts to establish a system of early-type RV reference stars. Section IV gives the salient points of the conclusions and recommendations of J. Andersen's report of the Working Group on RV standard stars in *Trans. IAU XXB* (1990), followed by recent progress concerning HD 114762, fibre spectroscopy performance, high-precision observations

of 6 bright K-type standards, Arcturus, Vega and the stability of the Dominion Astrophysical Observatory coude spectrograph. Among desirable future work frequent RV measurements of β Gem and α Ari from the northern hemisphere, greater effort in defining a system of early-type RV standard or reference stars properly allowing for stellar rotation, continued RV observations of asteroids, and a time-resolved precision RV study of Vega, both short-term (preferably simultaneously with photometry) and long-term, are suggested.