

文章编号: 1000-8349(2007)01-0001-12

天文底片保存和我国天文底片数字化的建议

金文敬¹, 唐正宏¹, 王叔和¹, 姚保安¹, 田凯平¹,
陈力¹, 赵永恒², 蒋世仰²

(1. 中国科学院 上海天文台, 上海 200030; 2. 中国科学院 国家天文台, 北京 100012)

摘要: 阐述了国际上天文照相底片数字化工作的进展: 底片的保存、底片数字化的意义和相关技术。扼要地介绍了国际虚拟天文台的情况及其与底片数字化的关系。分析了我国天文底片资料的保存现状, 并提出了底片数字化建议: 成立由各天文台专家组成的全国底片数字化协调小组, 建立各单位保存底片的信息库、改进底片的保存条件、有步骤地对有价值底片上的全部目标进行扫描, 以便将其与现代高精度的观测资料相结合, 开展有意义的课题研究。

关键词: 天文学; 天文照相底片的数字化; 综述; 底片的保存; 底片的扫描

中图分类号: P123, P141.1 **文献标识码:** A

1 引 言

天文观测技术的发展有 2 个众所周知的里程碑: 19 世纪末至 20 世纪初照相技术的应用; 20 世纪末随着显微密度测量技术和电荷耦合器件 CCD 的发展, 天文观测实现了数字化照相巡天。在 CCD 应用后, 出现了直接的数字巡天, 使小口径的望远镜能观测到更暗的天体, 并开始光学波段外的其他波段进行观测, 如口径 20 cm 的 CMT(Carlsberg Meridian Telescope) 和 2 MASS(Two-Micron Sky Survey) 等, 虽然其观测能力令照相技术望尘莫及, 然而一百多年来长期积累的大量天文照相底片的科研价值也是不容小觑的。可以通过快速测微密度计对这些天文照相底片进行全扫描后, 建立底片的数字化数据库, 如 COMPAS(Catalogs of Objects and Measured Parameters from All Sky Surveys)、SSS(SuperCOSMOS Sky Survey)、APM 星系数据库等^[1-3], 应用这些数据库的资料在太阳系动力学、恒星运动学、长周期双星、聚星的动力学和长时间尺度下天体光变等方面的研究取得了不少新发现。

为了使百年的底片在天文研究中发挥作用, 在国际天文学联合会 (IAU) 第 9(Instrumentation and Technique, 仪器和技术) 专业委员会下属的巡天工作组协调 (WGSS) 下, 从 1991

收稿日期: 2006-03-10; **修回日期:** 2006-5-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (10333050、10373021); LAMOST 工程课题 (合同号 00bJK003); 国家 973 资助项目 (G1999075406); 中国科学院知识创新重要方向项目 (KJCX2-SW-T1)

年开始保加利亚科学院空间研究所与天文研究所合作建立了大视场底片(视场大于 1°)档案库(Wide-Field Plate Archive),至1995年3月已发表CWPA 5.0(Catalogue of Wide Field Plate Archive 5.0)^[4],包括全球345个底片库200多架望远镜从19世纪末以来210万次以上的观测,该档案库可以通过法国斯特拉斯堡天文数据中心(CDS)进行在线交互式天文底片信息查询^[5]。继后,该单位又建立了WFPDB(Wide-Field Plate Database),收录了全世界117家天文研究机构的约64万张底片的详细信息(约占全球底片的30%),包括底片中心的赤道坐标、日期、仪器类型和口径、底片比例尺和大小、天体的名称、观测方法、滤光片、露光时间等。2000年ESO向保加利亚科学院空间研究所赠送了PDS 1010扫描仪,后者与Bamberg天文台合作对保存在Bamberg的1963–1971年南非Boyden站、新西兰Mount John和阿根廷San Miguel巡天的30 000张底片进行了扫描^[6]。

2000年IAU第5(学术资料与天文数据)专业委员会中成立了“底片保存与数字化工作组(PDPP)”,在该工作组的3个年度报告(PDPP Newsletter 2002, 2004, 2005)中,介绍了目前世界各国的底片保存情况与数字化工作的进展,同时呼吁各国天文台开展合作,采用各种技术尽快实现天文照相底片数字化,以便永久性地保存这些珍贵的历史资料^[7]。同时国际虚拟天文台正在将已经数字化的底片数据进行标准化管理,供全世界天文学家使用。本文第2章将介绍全球主要的底片库;第3章描述底片数字化的科学意义;第4章概述底片数字化的技术;第5章扼要介绍全球虚拟天文台和光谱虚拟天文台,以及与底片数字化的关系;第6章提出我国底片数字化的建议。

2 底片的保存

自1840年以来,各天文台把照相底片作为观测资料的档案保存在各自的底片库中,全球约有345个底片库。由于过去的天文底片都由玻璃制成,底片上的药膜以含有银颗粒影像的明胶为主,它对温度、湿度和化学物质非常敏感。在没有恒温设备的年代,大部分底片库建在冬暖夏凉的地下室或半地下室。为了防止底片发生霉点,库内放置干燥剂,并时常更换,尽可能使天文底片保存在较为适宜的环境中,如1930年拍摄的AGK2底片保存了70年之久,底片仍然完好。以下是世界上主要的几个底片库情况:

1) 比利时天文台底片库和欧洲Uccle天文底片中心。在比利时皇家天文台(ROB)的观测室的底层存放了ROB、国家地理研究所和中非皇家博物馆的航空和天文照相底片和胶片,约20万张左右。在比利时政府的支持下,计划改造底片库,使库房的温度和湿度分别控制在 $18^\circ\text{C}\pm 0.1^\circ\text{C}$ 和 $50\%\pm 1\%$,并打算用4年时间将这些底片数字化。与此同时2000年3月欧洲9个国家16位天文学家提出UDAPAC(Uccle Direct Astronomical Plate Archive Center)计划:由ROB在欧洲各单位存放的100万张天文底片中选择50万张进行扫描,建立一个欧洲底片数字化存档中心。为此两个目的,ROB订购了D4A(Digital Access to Aerial- and Astro-photographic Archives)扫描仪,预计2006年1月安装和调试该仪器^[8–10]。

2) 北美天文底片中心(North American Astronomical Photographic Plate Center, NAAPPC)。2003年第25届IAU会议的PDPP工作组会议的提出在美国North Carolina州西北的Pisgah国家森林处的Pisgah天文研究所(Pisgah Astronomical Research Institute, PARI)建立

NAAPPC。该处地质结构稳定; 库房原为 NASA 和全美的卫星监测中心, 无窗、恒温 and 恒湿, 系混凝土结构建筑, 面积约为 $11\,148\text{ m}^2$; 具有可使用几百小时的备用电源、光纤通信网络、防火和排水设施。该处可以存放 300 万张天文底片, 可以为无经费、无场地、无人力保存底片的单位提供保管服务。光谱虚拟天文台 (DAO, Canada, 主要对全球有缝光谱天文底片进行数字化) 也将数字化后的光谱片存放该处, 最近 Michigan 底片已搬至 PARI^[11-13]。2004 年 5 月 USNO 开始用 StarScan 量度 1977-1995 年 USNO 与汉堡天文台合作进行射电与光学参考架连接计划时拍摄的 3 500 张底片, 量度完毕后, 也将送 NAAPPC 保存。

3) 意大利 6 个天文台的底片库。尽管 2003 年意大利 6 个天文台联合启动了底片数字化计划, 但是各天文台的底片仍由各单位分别保管。Asiago 天文台在 1942-1997 年期间 4 架望远镜共拍摄 77 928 张底片, Torino 天文台在 1923-1994 年期间 3 架望远镜拍摄了 6 000 张底片, Catania 天文台在 1897-1992 年期间 3 架望远镜共拍摄 1950 张底片, Vaticana 天文台在 1894-1986 年期间 4 架望远镜共拍摄 9 815 张底片, 罗马大学天文系和罗马天文台有 2 000 张底片。以上共有天文底片 97 693 张, 其中光谱片 31 524 张。这些底片包括 1898 年天图星表、1910 年哈雷彗星等保存了近百年的底片^[14,15]。

4) 哈佛大学天文台 (Harvard College Observatory, HCO) 的底片库。该库保存了 1882-1989 年期间约 600 000 张底片, 约占全球底片的 25%, 其中大部分是尺寸为 $35.56\text{ cm}\times 43.18\text{ cm}$ 和 $20.32\text{ cm}\times 25.4\text{ cm}$ 的底片, 它们分别约为 35 000 和 400 000 张。由于底片尺寸大和数量多, 因此正在研制快速的量度仪, 使每张底片量度只需 $1\sim 2\text{ min}$, 这样将可在 3 年内扫描完所有的 HCO 底片^[16,17]。

另外还有英国剑桥、爱丁堡和格林威治天文台、美国海军天文台、德国 Sonneberg 天文台、捷克的 Ondrejov 天文台、俄罗斯科学院天文研究所等都有天文底片库^[18], 其具体情况这里不再详细描述, 感兴趣者可查阅各天文台和 PDPP 的网页。

3 底片数字化的意义

自 19 世纪中叶至 20 世纪 80 年代末由于 CCD 的应用, 照相技术在天文观测中已应用了约 150 年, 积累了近 200 多万张底片 (IAU PDPP 工作组估计全球有 300 万张底片), 它们不但对当时的天文研究工作发挥过支撑作用, 对现代甚至今后的天文研究工作也具有重要的意义。虽然照相技术存在着量子效率低和非线性等缺陷, 但是它具有能累积光流量和覆盖大天区的特点, 20 世纪 80 年代就己能观测到亮度为 23 mag 的天体, 并可以进行全天的巡天观测。1900 年左右的 AC (Astrographic Catalogue) 以及 20 世纪 50 和 80 年代的 POSS I (Palomar Observatory Sky Survey)、POSS II 和 SERC (Science and Engineering Research Council) 等巡天观测计划都采用了照相观测技术。照相观测技术所得的信息是现代用 CCD 进行遥远天体观测的基础, 也可以用于现代各种有关天文课题的研究。随着 20 世纪 80 年代末快速测微密度计的应用, 底片的数字化工作逐渐在各国开展, 将长期的照相观测与现代高精度的观测资料相结合己应用于现代天文研究, 并有新的发现。己在下列几个方面取得显著的成果:

1) 恒星运动学研究, 特别是大自行恒星运动的精确测定。如利用 AC 星表推算 Tycho-2^[19,20]、UCAC^[21]、ARIHIP^[22] 等星表中的自行数据。

2) 太阳系动力学研究,特别是新发现的近地天体的精确轨道推算。2002年发现了最大的柯伊伯天体 QUAOAR,其大小与冥王星卫星 Charon 相当(直径 1 250 km),它的轨道就是由 1997 年后的 CCD 观测与 20 世纪 80 年代 Charles Kowals 拍摄太阳系巡天底片相结合确定的,轨道确定后可以保证 20 年内 QUAOAR 不丢失。1997 年天王星卫星 S/1997 U1 和 S/1997 U2 的发现也有类似的情况^[23,24]。

3) 长周期双星、聚星的动力学研究。Torres 和 Stefanik^[25]分析了食双星 SS Lac 的百年历史(包括照相观测资料和现代的测光观测资料),发现它实际上是一个三体系统,很自然地解释了一直被认为是食双星的 SS Lac 为什么‘食’会消失。Girard 等人^[26]用相距 83 年的 250 张底片和 HST 的观测得到了 40 年周期的目视双星 Procyon(CMi α) 的质量,解决了由理论和天体测量轨道分别推导得到的主星质量不符合的问题。

4) 对长时间尺度光变天体(变星、AGN、类星体、耀星、 γ 暴、X 射线双星等)的研究。由于对这些天体的研究,发现了新星和超新星,如 Fresneau 等人^[27]用巴黎天文台、波尔多天文台和布鲁塞尔天文台 130 张百年的老底片检测耀星; Hollis 等人^[28]利用 80 年前 Lowell 天文台的老底片给出最早的有关 R Aqr 星喷流的观测证据,对喷流年龄的估计结果(约 100 年)也与射电观测结果相符; Hudec 等人^[29]通过哈佛大学底片库的资料寻找到一次伽马暴事件; Angione 和 Smith^[30]利用长达 93 年的观测资料研究活动星系核 3C 273 的光变特征,发现它存在周期约 16 年的光变规律。

5) 相关学科的研究。Griffin^[31]利用长期积累的底片上恒星光谱观测资料给出地球臭氧层变化的历史记录。

当然还有许多用百年老底片与现代观测相结合得到的研究成果,如 Oppenheimer 等人^[32]用 SSS 在南天极区的底片观测资料寻找暗冷白矮星,以证明暗晕物质的存在。随着全球各天文部门的底片数字化工作的展开和发挥作用,新的研究成果和新的发现将不断涌现。

4 底片数字化的技术

20 世纪 70 年代测微密度计 PDS 的应用和 90 年代 CCD 直接用于天文观测,标志着天文观测进入了数字化时代。由于 20 世纪 70 年代计算机技术水平有限,而 PDS 上的接收元件是光电倍增管,整台仪器用 VAX 控制,外围设备是磁带机,天文观测的数字化还处于初步阶段。随着 CCD 的应用,原有的 PDS 需要升级换代,USNO 和加拿大 David Dunlap 天文台改进了原有的 PDS;比利时 ROB、阿根廷 Cordoba 大学天文台和哈佛大学天文台重新订购和研制了扫描仪。新型的扫描仪可以将整张底片所有的信息扫描,利用 CCD 芯片生成数字化图像。

目前使用的 CCD 芯片有 3 种类型: 1) 线性阵的芯片,底片扫描时分别沿 X 和 Y 方向进行,测量精度为 $\pm(7\sim 20)\mu\text{m}$,量度 $20.32\text{ cm}\times 25.4\text{ cm}$ 的底片约 10~20 min; 2) 面 CCD 阵的芯片,同时对底片的 X 和 Y 方向扫描,感知器是像素 $11\mu\text{m}$ 的 $4\text{ k}\times 4\text{ k}$ 的 CCD,每条边为 45 mm,整个 CCD 在底片扫描区移动,这类扫描仪价格昂贵; 3) TDI(Time Delay and Integrate) 感知器,芯片成像介于线性和面阵之间, X 方向的 CCD 线性阵同时也扩展至 Y 方向,以产生移动的图像,这类 CCD 芯片的扫描仪使用于飞机、卫星或传送带的监测仪器

上。以前常用的扫描仪 APS, APM, PDS 1010 等都属于第一类的老式设备, 这些仪器稳定性好, 精度高, 但是速度较慢, 全扫描一张 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 的底片需要的 24 h 左右, 对于扫描上万张底片数量而言, 这样的速度是无法接受的, 因此研制快速的扫描设备是底片数字化的关键。目前国际上已经有不少天文研究机构在开展这方面的研究, 已投入应用的有: 英国爱丁堡天文台 SuperCOSMOS 采用 2048 pixel 的线 CCD 照相机, 2 h 可扫描一张 $35\text{ cm}\times 35\text{ cm}$ 的施密特底片; 美国海军天文台的 StarScan 采用二维 CCD 直接成像以达到快速扫描的目的, 扫描 $24\text{ cm}\times 24\text{ cm}$ 的底片约需 1 h。最近研制成功的还有 ROB 的 D4A, 扫描 $20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 的底片约 1 h, 哈佛大学正在研制速度更快的扫描仪, 扫描 $35.56\text{ cm}\times 43.18\text{ cm}$ 的底片仅需 1~2 min。表 1 列出部分专用底片量度仪的情况 (除 AstroScan 检测器用 Recticon 外, 其他都用 CCD; 扫描底片的最大尺寸为 $50\text{ cm}\times 50\text{ cm}$)。表中所列出的扫描仪都是微米精度, 个别扫描仪达到了亚微米, 如 StarScan 和 D4A。测量底片上星像光度的变化, 可以用商用的扫描仪 (如 EPSON Expression 1680 Pro^[43]、AgfaScan T5000^[44] 等)。

表 1 专用底片量度仪的概况

仪 器	安 放 地	扫描方式	扫描时间 /h	参考文献
APM	Cambridge(UK)	Flying spot	4~5	[33]
APS ¹	Minneapolis(USA)	Flying spot	3	[34]
AstroScan	Leiden(NL)	A line array		[35]
D4A	Brussels(BE)	A line array	1	[36]
GAMMA ²	Baltimore(USA)	Flying spot		[37]
HISS	Sonneberg(DE)	6 line array		[38]
MAMA	Paris(FR)	An area array	4~8	[39]
PDS 1010	Sofia(BU)	A line array	23	[40]
PMM ²	Flagstaff(USA)	A line array	1	
StarScan	Washington(USA)	A line array	1	[41]
SuperCOSMOS	Edinburgh(UK)	A line array	2	[42]

注: 1. APS 是唯一同时能测量 2 张底片的扫描仪, 测量一对底片的时间为 3 h
2. PMM 和 GAMMA 经多年使用, 仪器老化, 不再使用

5 底片数字化与虚拟天文台

随着 CCD 的应用以及计算机和互联网的发展, 巡天星表、光谱、图像等天文的数据已由 TB(1×10^{12} bit) 量级发展至 PB 量级 (1×10^{15} bit), 2001 年美国国家研究理事会首先提出建立国家虚拟天文台 (NVO)^[45,46]。嗣后, 许多国家均提出了虚拟天文台的计划, 如英国的天文网格计划 (AstroGrid)^[47]、欧洲 ESO、ESA、CDS、Jodrell Bank 天文台、英国 PPARC (Particle Physics and Astronomy Research Council) 和法国天体物理研究所的 TERAPIX (Traitement Elementaire Reduction et Analyse des PIXels de megacam) 天文资料归算中心 6 个单位参加的天体物理虚拟天文台计划 (AVO, 它于 2005 年 10 月 31 日结束, 并进入 EURO-VO)^[48]、加拿大虚拟天文台计划 (CVO)^[49]、澳大利亚虚拟天文台计划 (Aus-VO)^[50]、俄罗斯虚拟天文台

计划 (RVO) 等^[51]。目前,国际上影响最大的是建立全球虚拟天文台 (GOV)^[52]。2002 年 6 月 10–14 日在德国 Garching 召开 “Toward an International Virtual Observatory” 国际讨论会上,提出了成立国际虚拟天文台联盟 (IVOA)^[53]。2001 年 9 月我国建立了中国虚拟天文台 (China-VO)^[54,55],并于 2002 年底加入了 IVOA。

虚拟天文台也称为网络天文台,它与传统的天文台不同,它不具有大型的望远镜和空间计划,但能够把各种资源(如已有的巡天星表、各波段观测的光谱和图像、计算方法等)融合在一起;研究的方式和方法也与传统的天文方法不同,不再局限于短时间在某一或少数地点的观测资料,可以与全球可利用的长期的观测资料相结合进行综合研究,它的出现必将开辟天文研究的新领域。2003 年在第 25 届 IAU 大会的 JD 8 “Large Telescope and Virtual Observatory: Visions for the Future” 会议上,发表了许多用虚拟天文台资料得到的成果和新的发现。Berriman 等人^[56]在 NAO 平台上的 2MASS(J 波段)的 IDR2(Second Incremental Data Release)和 SDSS(z 波段)的 EDR 资料中用交叉证认方法寻找棕矮星的候选者,在 150 平方度天区中找到 2 颗已知的棕矮星和 3 颗棕矮星的候选者,其中一颗已用光谱观测证认为 L5 矮星。Padovant 等人^[57]通过在 AVO 平台上的 Great Observatory Origins Deep Survey(GOODS)两个天区(即 Hubble Deep Field-North 和 Chandra Deep Field-South)中的深空 X 射线星表和 HST 的 ACS(Advanced Camera for Surveys)的观测资料,发现了在光学波段没有观测到的 31 颗暗的 II 型类星体,比以前知道的这类天体暗 3 mag,数量是以前的 4 倍。

由于计算机的有限容量和天文研究的方向不同,各国的虚拟天文台有着不同的科学目标,如 NVO 功能在于活动星系核的多色统计、大尺度结构的形成和演化、数字化星系等; AstroGrid 功能在于高红移类星体的发现、一定红移范围的星系团定位、棕矮星的寻找、深空大视场巡天、低表面亮度星系的发现、类太阳恒星耀发的对比等 10 个目标;德国 GAVO 提出用 ROSAT 和 SDSS 数据,从星系团来探测宇宙大尺度结构和研究 Sachs-Wolfe 积分效应^[58]。China-VO 由 3 部分资源组成:过去天文底片数字化资料;现在 LAMOST 光纤观测和其他望远镜的观测资料;各种大型星表和数学方法。

除了 IVOA 以外,IAU Division 5(变星)设立了光谱资料存档工作组,照相光谱片在加拿大 Dominion Astrophysical Observatory 的扫描实验室进行,数字化的资料构成了光谱虚拟天文台 (Spectroscopic Virtual Observatory, SVO)^[59]。Griffin^[31]已用这些资料研究了地球臭氧层的变化。

6 我国底片情况简介以及数字化的建议

20 世纪初,随着西方近代科学技术的传入,在上海建立了佘山观象台,安放了 40 cm 折射望远镜,开始了我国照相天体测量的工作,现今仍完好保存着 1910 年哈雷彗星和 1930 年爱神星冲日等珍贵的底片。紫金山天文台和解放后建立的北京天文台也拍摄了不少天文底片,我国还添置了 60/90 cm 施密特望远镜、1.56 m 反射望远镜等天文照相观测设备,加强了天文照相观测的研究,积累了相当数量的天文底片。现将有关情况描述如下:

6.1 概况

我国从 1901 年至今,已有近百年的天文照相观测历史,总共拍摄了数万张天文照相底

片。上海天文台自 1900 年以来, 累计拍摄 7 000 多张底片, 现保存完好的约 4 000 张^[60], 原北京天文台和紫金山天文台也分别拍摄了近万张底片, 拍摄的对象包括了小行星、彗星、双星、变星、耀星、射电星、星团、星云、河外星系等天体。表 2 列出目前我国天文照相底片

表 2 我国天文照相底片资料情况

天文台	望远镜	起止年份	底片数量 / 张	底片存放处
上海天文台	40 cm 折光双筒镜	1901-1998	≈4 000	佘山站
	1.56 m 天测镜	1988-1994	≈ 350	
国家天文台	40 cm 双筒折光镜	1968-1990	≈4 000	兴隆基地
	60/90 cm 施密特镜	1968	≈3 200	
	加物端棱镜		≈1 600	
紫金山天文台	15 cm 折光镜	1949-1986	≈6 000	紫金山天文台
	40 cm 双筒折光镜	1964-1986	≈4 000	
	60 cm 反射镜	1954-1965	≈2 000	
	加棱镜摄谱仪	1956-1966	1 200	
云南天文台	1 m 反射镜	1979-1985	≈1 000	云台本部
	40 cm 太阳光谱仪	1976-1997	≈3 000	云台本部
青岛观象台	32 cm 天体折光镜	1960-1997	≈1 300	青岛观象台
西沙群岛	15 cm 天体照相机	1986.3-1986.4	27	青岛观象台
紫台云南站	10 cm Ross 广角镜	1935-1937	286	紫金山天文台
		1951-1957	153	紫金山天文台
合计			≈30 000	

资料情况, 表 3 列出上海天文台 40 cm 双筒望远镜在不同历元拍摄的底片数量情况, 表 4 列出我国各天文台的望远镜及其拍摄底片目标情况。图 1 是上海天文台佘山 40 cm 折光双筒镜历年来的拍摄底片数量分布, 图 2 是国家天文台(原北京天文台)各望远镜拍摄的底片数量分布。

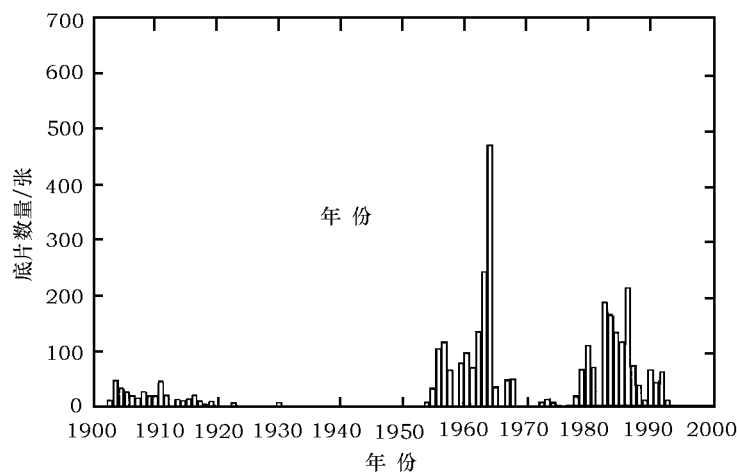


图 1 上海天文台佘山 40 cm 折光双筒镜历年来的拍摄底片数量分布

表 3 上海天文台佘山站现存的底片数量按年份分布

时间段	1901— 1910	1911— 1920	1921— 1930	1931— 1940	1941— 1950	1951— 1960	1961— 1970	1971— 1980	1981— 1990	1991— 1995
底片数量 / 张	182	147	9	8	3	415	1 180	133	1 151	191

表 4 国内天文台望远镜以及观测目标情况

天文台	望 远 镜	极限星等 /mag	观 测 对 象
上海天文台	40 cm 折光双筒镜	15	双星、变星、耀星、射电星、小行星、彗星、星团、星云、河外星系
	1.5 m 天测镜	19	视差星、河外星系
国家天文台	40 cm 双筒折光镜	19	变星、耀星、星团、新星、超新星
	60/90 cm 施密特镜 加物端棱镜	19	变星、耀星、星团、小行星、新星、超新星、河外星系 恒星、特殊变星
紫金山天文台	15 cm 折光镜	15	大小行星、变星、新星、超新星、星团
	40 cm 双筒折光镜	19	恒星、小行星、变星、耀星、活动星系核
	60 cm 反射镜	17	小行星、行星、球状星团
	加棱镜摄谱仪		共生星、新星
云南天文台	1 m 反射镜	19	变星、双星、射电星、球状星团
	40 cm 太阳光谱仪		太阳光谱 (65 mm×180 mm 玻璃干板)
紫台云南站	10 cm Ross 广角镜	15	十大天区变星 (巡天片)
青岛观象台	32 cm 天体折光镜	17	小行星、彗星、射电星、射电源、星团、星云、日月食
西沙群岛	15 cm 天体照相机		哈雷彗星

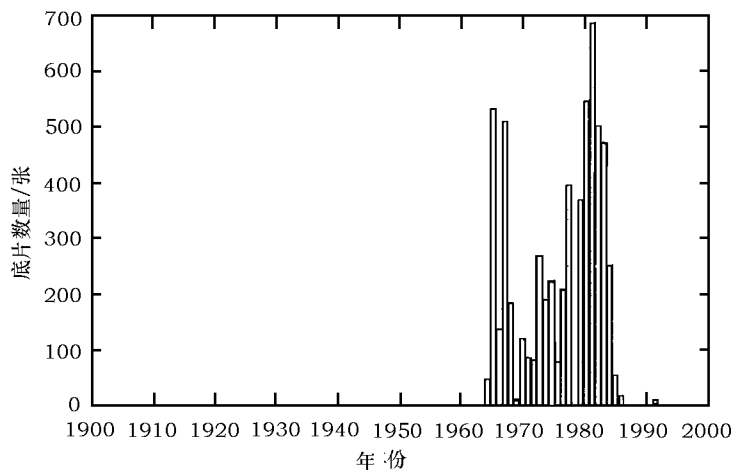


图 2 原北京天文台历年来拍摄的底片数量

经过初步调研统计可知国内现有底片总数约为 3 万张, 拍摄时间跨度长达百年, 大部分是在 20 世纪 70—80 年代拍摄的。这些底片不仅记录着当时目标天体的信息, 同时也记录着其

他大量的天文信息。尽管 20 世纪 80 年代我国购买了 PDS 量度仪, 但由于其扫描速度慢, 只能对底片上选择的目标进行量度, 不能对底片上全部目标进行扫描, 其量度结果显然不能达到天文底片数字化的要求。另外在现有底片中还有部分照相底片并没有处理过, 如北台施密特望远镜、北台和紫台两架 40 cm 双筒镜共同拍摄的耀星底片, 以及用这些望远镜拍摄的活动星系核底片等。

我国现有 5 个底片库, 在我国天文界尚无统一而明确的底片库管理规章制度的情况下, 除青岛观象台的底片库房能基本做到无尘、无霉变、分类排列清晰外, 其他 4 个天文台的底片库虽然也有人兼职管理, 但是情况均不能令人满意, 经常有底片的药膜脱落或出现霉点, 整张底片报废, 因此加强底片库的管理是迫不及待的事。

6.2 我国底片数字化的建议

中国天文学会 2004 年学术年会上本文作者唐正宏、王叔和、姚保安、田凯平等提出了进行我国天文照相底片数字化工程的提案, 得到了我国天文界同仁的大力支持。

国际上底片数字化的组织工作模式可以有 3 种情况: 1) 纳入虚拟天文台框架内; 2) 联合国内所有天文台作为国家支持的计划; 3) 各天文台分别进行, 天文底片都由各单位自行保存, 在底片数字化后, 由各地区的底片中心长期保存。

对于我国约 3 万张底片的数字化, 我们建议:

- 1) 我国底片数字化应成为虚拟天文台的研究课题之一。
- 2) 成立由各天文台参加的底片数字化协调小组, 其承担的“底片数字化”课题为虚拟天文台的子课题, 协调小组成员为各单位“底片数字化”课题的负责人。
- 3) 在底片协调小组领导下, 立即进行以下 5 项工作:

(1) 各天文台按 WFPDB 的输入格式建立底片信息库, 并进入全球的 WFPDB 库, 同时在我国虚拟天文台和各个天文台网页上给出此信息 (WFPDB 格式可以转换为虚拟天文台广泛采用的 Hierarchical Triangular Mesh 表示法, HTM);

(2) 加强底片库的管理和改善现有底片库的设施。天文底片是各天文台科研成果的组成部分, 既是科研的技术档案, 也是进一步开展天文科研工作的珍贵资源, 一旦遭到破坏就无法恢复, 必须采取切实有效的措施加以保护。在我国特殊情况下, 可以通过底片数字化小组与各天文台协商, 从现有 5 个底片库中选择一个扩建或者另外选择合适的地点建立恒温 and 恒湿的底片库, 并由专人负责。底片数字化前或数字化后, 在各台自主的情况下, 可以把各台的底片运送至该底片库妥善保存;

(3) 尽管“天文照相底片数字化”课题的投入与产出悬殊, 建议在全国协调小组中成立专家咨询小组, 结合我国各天文台拥有天文底片的情况与现有的研究课题, 尽可能地提出优先扫描的底片类目或进一步列出底片全扫描的先后次序;

(4) 在全国协调小组中成立底片扫描仪工作组, 尽快确定采用的扫描仪类型, 决定是订购还是使用国外有关单位的扫描仪进行天文底片的扫描, 并对所需经费提出解决方案;

(5) 建立数字化底片库。考虑到底片数字化将产生海量的数据, 为了便于保存和调用, 需要采用专门的图像压缩技术和数据库管理软件, 该项工作建议由我国虚拟天文台课题承担。

4) 底片数字化是天文界的共同任务, 希望得到中国科学院天文处和国家基金会在经费上给予支持。在经费使用上由底片数字化协调小组作统一安排。

国内天文底片是我国天文界同仁共有的资源,通过底片数字化工程将把有价值的天文信息抢救出来,使它们成为我国虚拟天文台资源库中的重要组成部分,为我国乃至全球的天文学家在有关研究领域提供长期的观测资料,为天文事业的发展作出贡献。

致谢 作者在进行国内各天文台底片库调研时得到国家天文台傅国宏、崔辰州,紫金山天文台张春生、汪琦,云南天文台钟树华、张文元,青岛观象台孙寿牲的协助;上海天文台黄乘利、侯金良等在出国访问和开会期间分别对比利时皇家天文台和意大利都灵天文台的底片数字化工作和扫描仪进行了深入了解,提供了许多有益的信息;国家天文台虚拟天文台课题组资助 1.5 万元调研费;第 10 届中国天文学会理事会对此项目给予支持;国家天文台、紫金山天文台、云南天文台、青岛观象台和上海天文台的同行也给予了大力支持和协助,有的还提供了具体的数据和建议,作者在此一并表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] Greene G, McLean B, Lasker B. *Journal of Future Generation Computing System*, 1999, 16: 29.
- [2] <http://www-wfau.roe.ac.uk/sss/index.html>, Feb 1, 2000.
- [3] Maddox S J, Sutherland W J, Efsathiou G E, et al. *MNRAS*, 1990, 243: 692.
- [4] Tsvektov M. *PDPP Newsletter No. 1*, 2003: 20.
- [5] <http://cdsweb.u-strasbg.fr/CDS.html>, Oct 25, 2005.
- [6] <http://www.skysurveys.org/>, Jan 16, 2003.
- [7] <http://www.lizardhollow.net/PDPP.htm>, Jan 25, 2006.
- [8] De Cuyper J-P, *PDPP Newsletter No.1*, 2003: 5.
- [9] De Cuyper J-P, Hudec R. *PDPP Newsletter No.1*, 2003: 17.
- [10] <http://www.lizardhollow.net/SCAN-IT-3.pdf>.
- [11] Griffin E. *PDPP Newsletter No. 2*, 2004: 4.
- [12] Castelaz M W, Cline J D. *BASS 206th AAS Session*, 2005: 2404.
- [13] <http://www.pari.edu/library>, Jan 21, 2006.
- [14] Bearbier C, Blanco C, Bucciarelli B, et al. *Mem. SAI Suppl.*, 3: 351.
- [15] Coluzzi R, Griffin E. *PDPP Newsletter No.1*, 2003:14.
- [16] Simcoe R J, *PDPP Newsletter No. 2*, 2004: 31.
- [17] <http://cfa-www.harvard.edu/hco/plates/index.html>, Oct 3, 2005.
- [18] Dluzhnevskaya O B. *PDPP Newsletter No. 3*, 2005: 10.
- [19] Urban S E, Corbin T E, Wycoff G L, et al. *AJ*, 1998, 115: 1212.
- [20] Hog E, Fabricius C, Makarov V V, et al. *A&A*, 2000, 357: 367.
- [21] Zacharias N, Urban S E, Zacharias M I, et al. *AJ*, 2004, 127: 3043.
- [22] Wielen R, Schwan H, Dettbaen C, et al. *Veroff. Astron. Rechen-Inst. Heidelberg*, No. 40, 2001: 1.
- [23] Kavelaars J J, *PDPP Newsletter No. 2*, 2004: 22.
- [24] <http://www.gps.caltech.edu/~chad/quaoar> Aug 6, 2003.
- [25] Torres G, Stefanik R P. *AJ*, 2000, 119: 1914.
- [26] Girard M, Wu H, Lee J T, et al. *AJ*, 2000, 119: 2428.
- [27] Fresneau A, Argyle R W, Marino G, et al. *AJ*, 2001, 121(1): 517.
- [28] Hollis J M, Bertram R, Wagner R M, et al. *ApJ*, 1999, 514(2): 895.
- [29] Hudec R, Dedoch A, Pravec P, et al. *A&A*, 1994, 284(3): 839.
- [30] Angione R J, Smith H J. *AJ*, 1985, 90: 2474.
- [31] Griffin R E. *PASP*, 2005, 117: 885.
- [32] Oppenheimer B R, Hambly N N, Digby A P, et al. *Science*, 2001, 292: 698.

- [33] <http://www.ast.cam.ac.uk/~mike/casu/apm/apm.html>.
- [34] Pennington R L, Humphreys R M, Odewahn S C, et al. PASP, 1993, 105: 521.
- [35] Deul E R. Digitised Optical Sky Survey. Dordrecht: Kluwer, 1992: 109.
- [36] De Cuyper J-P, Winter L, Vanommeslaeghe J. PDPP Newsletter No.2, 2004: 27.
- [37] <http://www-gsss.stsci.edu/Scanning/gamma.htm>, 2001.
- [38] http://www.stw.tu-ilmnau.de/science/plate/content_E.html, Jan 1, 2001.
- [39] <http://www.cai-mama.obspm.fr/mama.html>, December 2, 2003.
- [40] <http://www.nofs.navy.mil/>.
- [41] Zacharias N. PDPP Newsletter No.2, 2004: 24.
- [42] <http://www.roe.ac.uk/cosmos/scosmos.html>.
- [43] Mickaelian A M. PDPP Newsletter No.2, 2004: 16.
- [44] Davis A, Barkume K, Springob F, et al. JAVSO, 2004, 132(2): 117.
- [45] National Research Council. Astronomy and Astrophysics in the New Millennium. Washington: National Academy Press, 2001.
- [46] <http://www.us-vo.org>, Dec14, 2005.
- [47] <http://www.astrogrid.org>, May 17, 2005.
- [48] <http://www.eso.org/avo>, July 1, 2005.
- [49] <http://www2.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/cvo>.
- [50] <http://www.aus-vo.org>.
- [51] <http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo>.
- [52] <http://www.globus.org>, Feb 6, 2006.
- [53] <http://www.ivoa.net/>, May 2005.
- [54] <http://www.china-vo.org>, March 4, 2003.
- [55] 张彦霞, 赵永恒. 天文学进展, 2004, 22(4): 350.
- [56] Berriman B, Kirkpatrick D, Hanisch R, et al. IAU.JD, 2003, 8: 60.
- [57] Padovani P, Allen M G, Rosati P, et al. A&A, 2004, 424: 545.
- [58] <http://www.g-vo.org/portal>.
- [59] <http://www.konkoly.hu/SVO>.
- [60] 叶叔华, 何妙福. 奋进中的上海天文台. 上海: 中国科学院上海天文台, 1992: 19

Preservation Astronomical Photographic Plates and Suggestions of Plates Digitization in China

JIN Wen-jing¹, TANG Zheng-hong², WANG Shu-he¹, YAO Bao-an¹ TIAN Kai-ping¹,
CHEN Li¹, ZHAO Yong-heng², JIANG Shi-yang²

(1. Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030, China; 2. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: The progress on digitization of astronomical photographic plates, including plate preservation, the significance of digitizing plates and technique of plate digitization is described. The international Virtual Observatory Alliance (IVOA) and the Spectroscopic Virtual Observatory (SVO) as well as the relationship between plate digitization and VO are briefly introduced. Based on the investigation there are 30 000 archive plates including spectrogram, which were taken with 60/90 cm Schmidt telescope at National Astronomical Observatories and 60 cm

reflector at Purple Mountain Observatory. Most of these plates were photographed in 1970—1980. Now the work of plate digitization is not developed and plate preservation is not satisfactory expect those kept at plate archive room of Qing Dao Observatory. 5 suggestions about preservation and digitization of Chinese photographic plates are presented as follows:

1) The project of plate digitization in China will be included in the Virtual Observatory at National Astronomical Observatory.

2) The cooperative group will be organized and established. The members of this group coming from each observatory are responsible for this work. This “plate digitization” group is a subgroup of Virtual Observatory.

3) Under the leadership of cooperative group 5 items will be done as soon as possible.

4) Plate digitization is a common task for astronomy in China, which will be supported by Astronomy Division, Chinese Academy of Sciences and the National Nature Sciences Foundation. The cooperative group will arrange the finance.

Finally we recognize that the historic astronomical plates are common wealth for Chinese astronomers. Through the project of plate digitization will be rescued and become an important part of database in China-VO as well as the current astronomical research will be supported with using these information.

Key words: astronomy; digitization of astronomical photographic plate; review; plate preservation; plate scan.

* * * * *

《天文学进展》关键词的选用规则

关键词是学术论文进入流通和引用的窗口。规范关键词的选择有利于检索和引用。按中国科协学会学术部《关于在中国科协系统科技期刊中规范关键词选择的决定》，《天文学进展》要求发表在本刊的所有学术论文，必须在摘要后列出不少于 4 个关键词，但不应多于 10 个。其顺序如下：

第一个关键词为该文主要工作或内容所属二级学科名称。

第二个关键词为该文研究得到的成果名称或文内若干个成果的总类别名称。

第三个关键词为该文在得到上述成果或结论时采用的科学研究方法的具体名称。对于综述和评述性学术论文等，此位置分别写“综述”或“评论”等。对科学研究方法的研究论文，此处不写被研究的方法名称，而写所应用的方法名称。前者出现于第二个关键词的位置。

第四个及以后的关键词为在前三个关键词中没有出现的，但被该文作为主要研究对象的事或物质的名称，或者在题目中出现的作者认为重要的有利于检索和文献利用的名词。

例如综述《核纪年法确定银河系年龄的研究进展》的关键词可选为：天体物理学；银河系年龄；综述；核纪年法；恒星；中子俘获元素；丰度。

《天文学进展》编辑部

2007 年 3 月