

指尖上的天空

作者：Geoff Brumfiel (参见 *Nature* 420, 262; 2002)

译者：崔辰州 (ccz@bao.ac.cn)

一小撮正在不断扩大队伍的天文学家计划把夜空搬到互联网上。但是，透过望远镜寻奇的习惯能被凝视计算机屏幕所替代吗？Geoff Brumfiel 将带我们走入这奇妙之旅。

印度的 Pune 不是个建天文台的地方。位于孟买东南部 160 公里处的 Pune 每年有四个月是雨季。除了压在头上的厚厚云层和导致星光扭曲的高度潮湿空气，一架放在 Pune 的望远镜还不得不应付城内三百万居民带来的尘埃和光污染。

但是 Ajit Kembhavi, Pune 天文学和天体物理学英特尔 - 大学中心的一名天文学家，在那里发现了建立一种新型天文台的可能。他说：“我们没有希望在这儿建造大型天文望远镜和观测仪器，但我们能接触到它们得到的数据就足够了。”

Kembhavi 是许多有此梦想的天文学家中的一个。他们计划建造“虚拟天文台”（简称 VOs），一个通往世界上地基、空基望远镜观测图像的网关。大量数字化的天文图像就摆在面前。如果虚拟天文台能成功的解决技术和文化上的困难，实现这些海量数据的共享，那么这将非常有助于天文学的推广。George Djorgovski 是（美国）加州理工大学的一位天体物理学家，是美国国家虚拟天文台计划发起人之一。他表示：“（虚拟天文台）在一夜之间（使得）每个可以上网的人都能接触到难以置信数量的知识和信息，这是一个潜能巨大的技术。”

电子星表的想法不是什么新东西。位于法国斯特拉斯堡天文台的斯特拉斯堡天文数据中心（CDS）成立于 1972 年。它的职责就是用来收集、整理天文学家处理过的数量不断增长的数字化数据。其后，世界上其他的一些天文数据中心也相继建立。美国宇航局河外数据库（NED）从 1987 年开始收录银河系外天体的数据。现在，哈勃太空望远镜的数据也接入这个中心。

近年来，在新一代巡天观测的推动下，在线数据数量迅速增长。这些巡天项目使用数字相机和计算机程序来观测、证认，利用巨型的在线数据库来归档天体信息。比如，斯隆数字化巡天（SDSS）正利用美国新墨西哥州的一架望远镜进行巡天观测。到 2005 年，它将给出包含大约一百万星系位置的星图（参见 *Nature* 407, 557; 2000）。其他一些巡天项目已经得到了整个银河系的图像，此外新的望远镜项目将很快产出更多的数据（参见附文“在数据洪水中挺住”）。

寻找出路

CDS 的研究人员早就开始对出现在公开发表的文献中的天体进行编目整理工作。随着时间的推移，他们和其他数据中心的研究人员开发出各种工具来对他们的数据库进行分析。举个例子，利用这些技术，通过比对斯隆数字巡天得到的图像，天文学家们已经发现了一些宇宙如何构成的细节，比如星系聚合的方式。这些数据和检索工具现在已是非常的受欢迎。CDS 主任 Françoise Genova 女士透露她们的数据库每天的点击量达到一万次。这对一个仅由职业天文学家使用的站点来说可不是个小数目。

欧洲南方天文台（ESO）数据管理部门负责人 Peter Quinn 表示，虚拟天文台的主要职能是将十多个巡天项目产生的海量数据融合到一起。这些巡天数据来自斯隆（数字巡天）以及一些卫星和地面望远镜。三个雄心勃勃的虚拟天文台项目正在进行之中，它们是欧洲天体物理虚拟天

文台（由 Peter Quinn 牵头）、美国国家虚拟天文台、英国天文网格计划（AstroGrid）。几个较小的项目正在浮现成形（见下表）。

正在全球掀起的虚拟天文台浪潮			
项目	地区	资金 (百万美元)	资助年限
国家虚拟天文台 (NVO)	美国	10	5
AstroGrid	英国	7.8	3
天体物理虚拟天文台	欧洲	3.9	3
加拿大虚拟天文台	加拿大	2.8	2
印度虚拟天文台	印度	1.0	3
德国天体物理虚拟天文台	德国	0.6	2.5
澳大利亚虚拟天文台	澳大利亚	0.3	不明
日本虚拟天文台	日本	0.3	1
俄罗斯虚拟天文台	俄罗斯	0.01	3

目前，所有这些项目都还处在原型设计阶段。从绝大多数项目的情况来看，它们都将采用一个单一、易用的接口把现有的数据组合起来。很多情况下，在虚拟天文台把数据返回给他之前，研究人员根本就不清楚虚拟天文台在检索哪些数据库。有些项目，比如德国天体物理虚拟天文台，（在使用国际数据库的同时）还会建立和维护自己的数据库来保存本国科学家的图像数据。

美国佛吉尼亚州威廉斯堡威廉 & 玛丽学院的物理学教授 Stephen Landy 认为，尽管指望虚拟天文台有成果产出还为时过早，但巡天数据库系统可以让那些无法接触到尖端设备的科学家们体验一下儿它的威力。他说：“威廉 & 玛丽学院的研究人员无法接触到大型的天文望远镜”。Landy 对宇宙是否平坦，是否遵守通常的几何法则感兴趣。通过研究星系大尺度分布有望对此问题提供线索。虽然 Landy 无法得到望远镜观测时间，但他可以从斯隆巡天 (SDSS) 和位于澳大利亚英澳天文台的两度视场星系红移巡天数据库中下载成千上万星系的位置数据来开展这项研究。

Landy 认为，虚拟天文台将通过单一的访问点实现对大量数据库的访问，这将给那些小机构中的研究人员提供更多的机会。他预言这种访问方式比分别访问那些不协调的数据库要容易上百倍。

把不同的数据库综合起来也将增大天文研究的可能性。Djorgovski 认为，“这些空前数量和质的数据会促使你提出创新性的问题。”褐矮星搜寻就是一个例子。褐矮星是一种暗淡的天体，质量和体积介于行星和恒星之间，能量辐射主要在光学和红外波段。因此，同时搜寻光学和红外望远镜的观测数据是发现这类天体一种强有力的手段。

同样道理，综合利用 X 射线、光学、射电数据库对研究中心区有很强辐射的星系有很大的帮助。这些星系的中心区域能量辐射的波段覆盖范围比其他天体更宽，可以利用许多不同类型的望远镜进行研究。每个波段都有其各自的优缺点。比如射电波段，它可以穿透尘埃，所以对研究被尘埃包围的星系核非常有用；但另一方面，只有 10% 的活动星系核有射电辐射。

Djorgovski 认为，综合利用多波段的观测数据能让我们更好的了解这些星系的特性。

创建实现此类搜索的工具是虚拟天文台倡导者们面临的一个挑战。用来从数据库中提取信息并进行分析的软件工具早已存在，你现在就可以到互联网上购买这样的软件。只不过这些软件仅

适合于数百或者数千个数据点的情况。Djorgovski 指出，为了有生命力，虚拟天文台必须有对数十亿恒星的各异光谱进行处理的能力。这是一个很大的计算机工程难题！

Alex Szalay 是位于美国马里兰州巴尔的摩约翰·霍布金斯大学的一位天文学家。他现在正和其他的研究人员一起为斯隆的数据库开发更快更灵巧的检索工具。但他承认他的小组还有很长的路要走。他说：“我们现在还远没有解决这个问题”。他希望与公共部门和包括微软这样的商业公司的计算机专家们合作以取得更好的成绩。

但是，开发检索工具还不是虚拟天文台所面临的最大的技术障碍。当把许多数据库拼凑在一起工作的时候，如何使数据质量标准化便成了一个突出的问题。

图像的分辨率依赖于所使用的望远镜和观测时的天气情况。同时，不同的虚拟天文台用户由于所做的研究工作不同，对图像分辨率的要求也不同。按照 Quinn 的观点，虚拟天文台中的所有图像必须包含与这些图像的生成过程相关的详细信息，这样研究人员才可以判定这些数据的分辨率能否满足研究工作的要求。

数据和时间问题

许多的巡天项目已经把这些信息附加到了他们的图像数据中。但美国加利福尼亚大学天文学家 Sandra Faber 表示，让天文学家养成在把自己的数据加入到望远镜数据中心的数据库中时记录这些“元数据”的习惯，是件困难的事情。以地基光学望远镜为例，它的观测数据需要繁杂的定标过程。光是记录这些处理细节就能把天文学家有限的观测时间耗尽。她说：“这对实际的观测者来说绝对是件头痛的事。”一些机构，比如欧洲南方天文台（ESO）位于智利阿塔卡马沙漠 Paranal 天文台的甚大望远镜（VLT）就已经要求它的用户记录元数据。一旦虚拟天文台变得更受欢迎，虚拟天文台的倡导者们定会十分希望其他的天文台也能效仿这一做法。

元数据问题使得一个更广阔的文化挑战显得更加突出，这是虚拟天文台不得不面对的：天文学一向被看作是一种孤立的行动。爱丁堡大学天文学家，英国 AstroGird 项目负责人，Andrew Lawrence 指出：“在一个典型的地基天文台，如果你得到了某个望远镜三个晚上的观测时间，这三个晚上就是你的。”还有观测的数据，Faber 补充道。她说：“自己辛辛苦苦得到的数据一般都不情愿分发给他人。”比如，在那些由大学运作的天文台工作的天文学家就没有义务在更广的范围内共享他们的数据。虽然那些工作在公共天文台的天文学家们一般都要求把自己的原始数据共享，但他们并没有要求必须提供使得这些数据对其他人变得有用的元数据。

在美国，情况也不容乐观。事实上，许多最大规模的和最现代化的天文台都缺少经过良好规划的公共数据库。比如建在夏威夷的凯克天文台根本就没有数据库。公共运作的美国国家射电天文台（NRAO）把他们的数据保存在磁带上，根据需要由人工进行检索。这两个天文台已经开始了把数据向在线数据库迁移的工作。例如美国宇航局计划规定由他们资助在凯克天文台进行的研究工作要公开发布数据。但由于缺乏资金，进展很慢。Faber 表示：“确实需要资助。数据的整理和数据库的建立都需要钱，随后用户界面的开发也需要钱。”

天文文档在线化将被越来越广泛的采用，相关软件可以从已经存在的数据库系统中拷贝和优化，新系统的开发费用会不断降低。随着越来越多数据中心的出现，像凯克天文台这样的机构就会发现自己已经处于建立数据库的压力之下。Faber 指出：“设想当众多这样的天文台都已经使自己的数据在线服务时，凯克天文台会怎样？我想它必然会自惭形秽。”

但直到目前，虚拟天文台计划的倡导者们也不得不承认天文届的反映是冷淡的。Lawrence 指出：“人们一般会这样说：‘没错，这听起来很好，不过告诉我它何时能用？’”为了争取更

多的支持，虚拟天文台的倡导者们一开始就瞄准了那些最受欢迎的数据库和工具，把它们融入到他们的软件中。如果他们能成功的抓住研究人员的注意力，创新性的研究工作就可以开展起来。进而，如果其他的研究人员看到使用虚拟天文台的研究者取得好的成果，他们也会加入进来。美国国家虚拟天文台计划的负责人，巴尔的摩空间望远镜科学研究所的 Robert Hanisch 说道：“我认为虚拟天文台的使用需要一个对整个天文界的启迪过程。”

但 Kembhavi 认为，对于印度大学内的数百名天文学家来说，虚拟天文台的魅力无限，不容忽视。这些科学家也许永远无法得到足够的资助来建一架世界级的望远镜，但虚拟天文台只需要一根电话线就可以把他们的梦想变为现实。Kembhavi 说道：“他们当中的绝大多数都可以自己出钱买一台个人电脑，再加上很少的费用就可以上网。虚拟天文台将赋予他们开展相关高质量研究的机会。”

(附文) 在数据洪水中挺住

目前的巡天计划产生的这些“海量”数据若与一个正在酝酿中的新望远镜的数据产出相比，必会相形见绌。

美国的一群天文学家正在为一项 8.4 米口径大尺度概要巡天望远镜 (LSST) 计划做研发工作。根据该项目发言人，新泽西州墨里·希尔贝尔实验室的天文学家 Tony Tyson 透露，这个耗资 1.2 亿美元的项目将采用一种特殊的三镜面设计方案，在保证超大视场的前提下减小图像周边畸变。配以先进的数码相机，这架望远镜每晚产生的数据量可达 18TB，仅需三个夜晚就可以完成一次巡天观测。

LSST 空前的巡天速度使得天文学家几乎可以得到实时的星空图像，这对捕捉那些类似超新星和近地小行星等不寻常变化非常必要。

Tyson 表示：“与这架望远镜观测能力相匹配的令人兴奋的天体物理研究项目清单可以列的很长很长。”

探测不发光的物质 - ‘暗物质’ - 就是清单中的一项。由于它无法从天文图像中直接找到，暗物质的研究是非常困难的。但是密集的暗物质团带来的引力效应会使得从暗物质团背后来的星系光线发生扭曲。Tyson 相信，通过测量这些扭曲 LSST 可以帮助我们了解宇宙中暗物质的分布。在此过程中，还可以对‘暗能量’进行测量。这些‘暗能量’可能就是推动宇宙膨胀的神秘力量。

Tyson 表示，十年内 LSST 将产生 15PB 的数据，这足以灌满 150 万张光盘。LSST 的合作者们根本无法存储如此海量的数据。因此项目设想要以他们记录数据的速度实现数据在线，这是他们对数据共享的一个承诺。届时，虚拟天文台倡导者们的愿望会很快变为现实。

Tyson 透露 LSST 计划将通过私人 and 公共两种渠道筹集资金，争取在 10 年内完成。

参考网址：

美国国家虚拟天文台：www.us-vo.org

欧洲天体物理虚拟天文台：www.euro-vo.org

英国 AstroGrid 计划：www.astrogrid.org