

# 指尖上的宇宙

## ——虚拟天文台

崔辰州 (ccz@bao.ac.cn)

中国科学院国家天文台 (北京 100012)

2001年3月25日至27日是中国国家天文台兴隆观测站分配给张彦霞博士使用我国口径最大的2米光学望远镜进行观测的时间。

为了这次观测，张博士已经准备了很长时间。2000年她就向兴隆观测站提出了观测申请。由于国内外的天文学家都可以申请使用这架2米望远镜，观测站要从众多的申请中筛选出计划合理、目标明确且有较好科学价值的方案，然后才分配给这些申请者一般不超过3个夜晚的观测时间。为能申请成功，在向观测站提出观测申请之前，她必须花很多时间根据观测季节、观测站的地理位置选取观测目标，安排观测顺序；在观测时还要完成各种辅助工作，如望远镜的调试、校准等。观测后把观测数据刻成光盘或保存到磁带上带回天文台，最后才能进行数据分析处理工作。

为了这次观测，她花费了几个月的准备时间。但最倒霉的事情终于发生了：由于那几天华北地区沙尘暴强烈，望远镜无法观测，数月的准备不得不付诸东流。

事隔三年，张博士再次申请观测。碰巧的是正好赶上华北地区2004年的第一场春雨。春雨润物无声，但又差点儿让她无功而返。

“靠天吃饭”一直困扰着天文学家。变幻莫测的天气经常打乱天文学家的研究计划。同样，我们普通人要想观测有趣的天象也首先要查询天气预报。这两年的日全食、流星雨、火星大冲、水星凌日，就有许多朋友由于天气的原因而无法欣赏。

不过，这种受制于天的天文观测将随着虚拟天文台的诞生而发生彻底改变。

### 互联网，世界上最好的望远镜

四百年前伽利略首次把望远镜指向太空，使人类摆脱了仅能用肉眼直接观测太空的历史，为从哥白尼开始的天文学革命提供了大量的科学证据。历史悠久的天文学经过哥白尼、伽利略、开普勒和牛顿等人的发展，演变成了一门崭新的科学，同时也催生了现代科学技术。

到一百五十年前，由于照相技术和光谱技术在天文观测中的应用，用人眼作为唯一的天文探测器的时代结束，诞生了天文学的新分支——天体物理学，并发展成为现代天文学的主流。

五十多年前，在第二次世界大战中得到蓬勃发展的无线电技术使得人类的视野跃出了可见光的波段，发展成为射电天文学。之后不久，随着宇航时代的到来，空间天文学诞生，天文观测不再局限于地面。人类对宇宙的观测范围扩展到了伽马射线、X射线、紫外和红外波段。天文学开始进入全波段天文学时代。

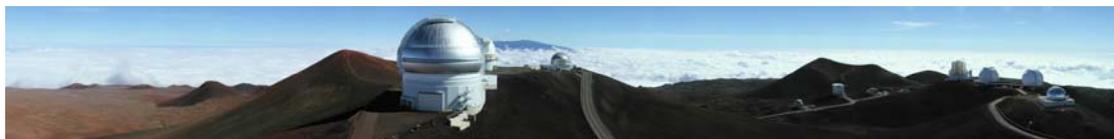
信息技术的发展所带来的影响已经渗透到社会的各个领域，成为国家进步和社会发展的重要标志。从上世纪90年代以来，随着更先进应用需求的不断提出，下一代互联网的应用及其关键技术的研究与开发又一次引起世界的关注。尤其近年来，世界科技界将其在未来研究领域中的重大突破寄厚望于以“下一代互联网”为基础的全球化信息化的科研环境的建立和科研项目的协同合作，提出了“e-Science”的概念。信息时代的天文学研究方式也正发生着重大的变化。这一变化是由前所未有的科技进步所推动的，特别是望远镜和探测器阵列

的设计和制造技术、高性能计算和互联网技术。

望远镜技术的进步使得人类可以建造大型的空间天文台，为伽马射线、X 射线、光学和红外天文学的发展开辟了崭新的窗口，同时也推动了新一代大口径地面光学望远镜和射电望远镜的建造。



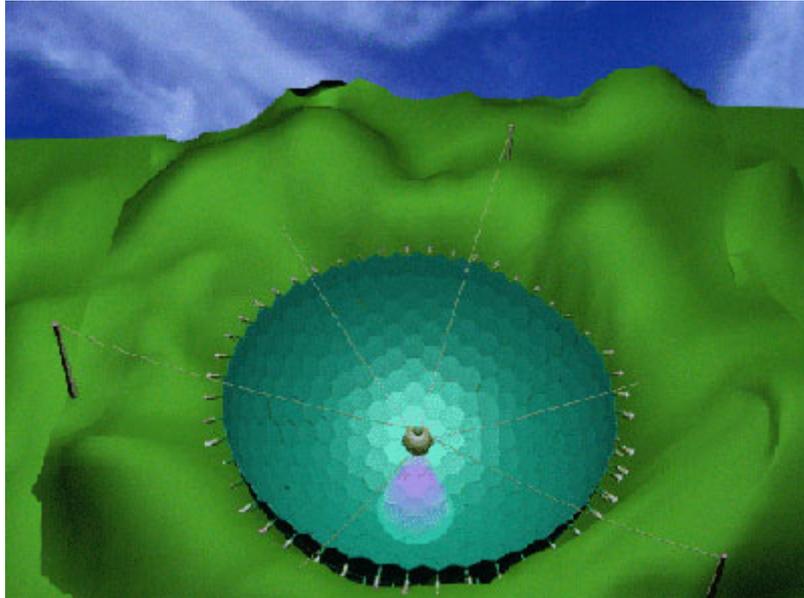
夕阳照耀下的凯克望远镜圆顶



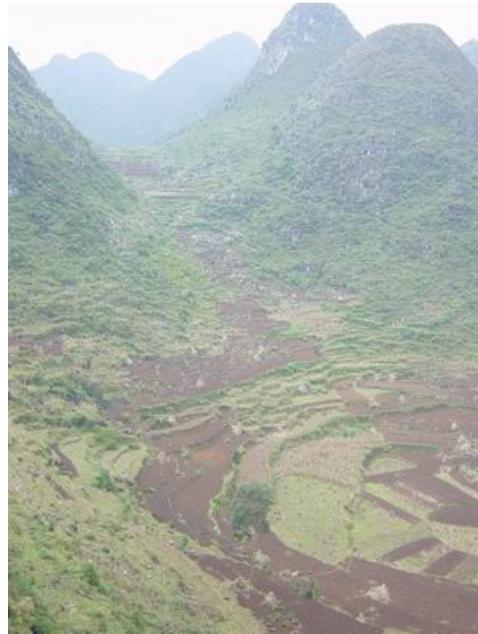
从加法夏威夷望远镜上环看莫纳克亚天文台（世界上最大的两架 10 米凯克望远镜和多架 8 米级望远镜就最落在这里）

**Photo Credit: “Jean-Charles Cuillandre/CFHT”**

望远镜制造技术可以说是一个时代的工程技术所能达到的最高水平的反映。由于许多崭新的技术的引入，人类可以制造出口径越来越大、技术越来越先进、观测效率越来越高的新型观测设备。现在世界上最大的光学望远镜口径是 10 米凯克望远镜。目前，30 米口径的拼合镜面望远镜的方案正在计划之中，雄心勃勃的 100 米口径光学望远镜方案也正在形成。当今世界最大的射电望远镜口径是 300 米，而我国的天文学家正在研究 500 米口径射电望远镜（简称 FAST）的设计方案，计划利用云贵高原上的喀斯特洼地建造新一代射电望远镜的巨无霸。国家天文台 FAST 研究小组更长远的目标则是要建造数十面 FAST 望远镜，使其总接收面积达到一平方公里。

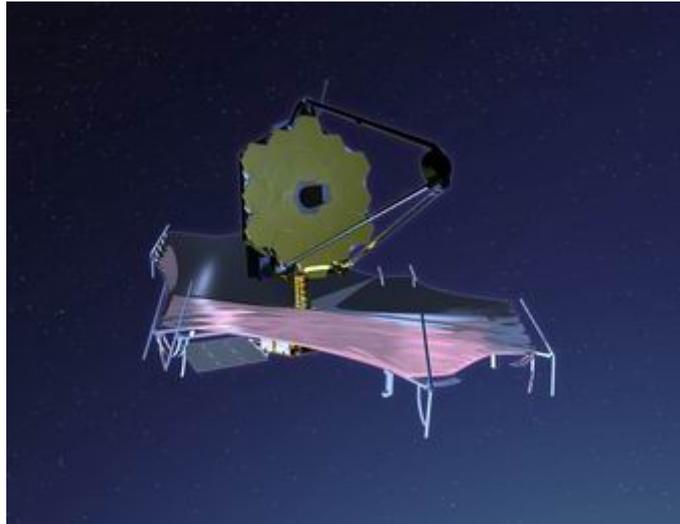


我国正在研究的 500 米直径射电望远镜模拟图



位于贵州省平塘县大窝凼村的一个喀斯特洼地，四周被山岭环绕，当地人称为‘坝子’。将来 500 米射电望远镜可能就建在这里。(Richard Schilizzi 拍摄)

新一代天文观测设备一个显著特点就是强大的数据收集能力。比如我国正在建造的直径 4 米的 LAMOST 望远镜每天的观测数据可达 3GB，哈勃太空望远镜每天的数据量约为 5GB。



作为空间哈勃望远镜的后继者，James Webb 空间望远镜是一个大型空间观测设备。主镜直径 6.5 米，由 18 面子镜拼接而成，预计 2011 年发射升空。

Credit: [Northrop Grumman Space Technology](#).

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，即 18000GB。仅需三个夜晚，它就可以完成一次全天区的观测。

LSST 空前的巡天观测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。比如，探测不发光的物质——‘暗物质’，就是一项重要的研究课题。因此，这架望远镜也被称为“暗物质望远镜”。由于暗物质无法从天文图像中直接找到，对它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，也就是 15,000,000 GB 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望远镜产生的海量数据，他们设想要以望远镜记录数据的速度实现数据上网。

按照天文界的传统，一个观测项目的数据将在一两年后向世界开放。这既维护了项目本身的科研权益，也有利于整个学科的发展。像 LSST 项目一样，许多天文观测项目都已经或计划把他们的观测数据通过互联网发布给全世界的天文学家。目前，大部分的天文数据都实现了在线服务，通过网络可以发现丰富的数据资源。

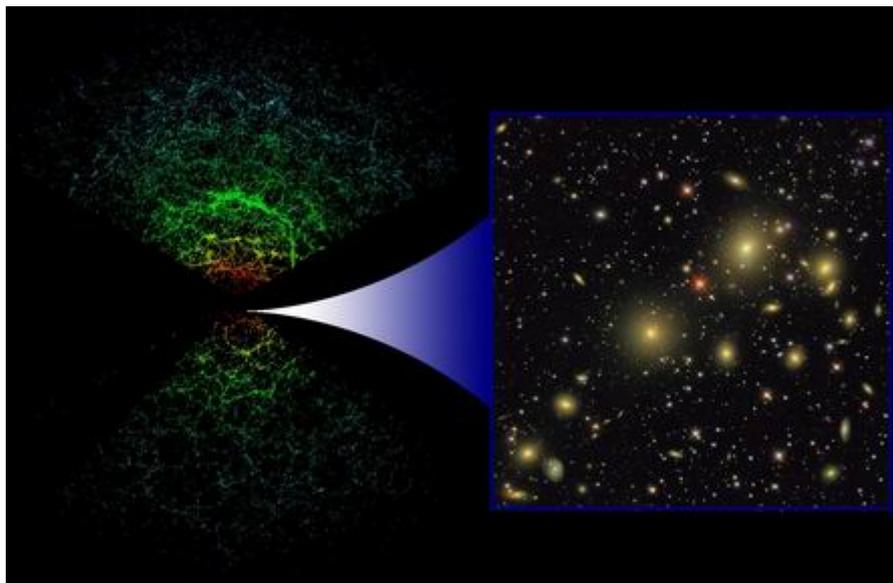
通过互联网检索天文数据有着特殊的优势。一架望远镜受到所处地理位置的限制只能观测到部分区域的天空，比如安装在我国境内的望远镜就无法全部观测到南天的星空。而互联网则完全不受地理位置的限制，可以拥有全部天空的数据。一架望远镜通常只配备一个或很少几个滤光片，也就是只能在某一波段或者少数几个波段观测天体。互联网则可以容纳世界上所有望远镜所有波段的观测数据，从射电、红外、光学、紫外、X 射线，一直到  $\gamma$  射线。

无论怎样的望远镜都无法实现全天候的观测。文章开头说到张彦霞博士就是因为沙尘暴的到来而不得不放弃观测。但互联网则能提供全天候的服务，它总是处于最佳的“观测条件”，没有月光的干扰，没有阴天，没有沙尘暴。通过借助数据库和各类软件工具，互联网

可以将多种天文资料，比如图像、光谱、文献、数字等集于一身，按照天文学家的要求提供关于特定位置、特定天体的多波段、多格式的综合性的资料信息。图灵奖获得者，美国科学院、工程院、艺术与科学院三院院士，微软旧金山研究院院长，Jim Gray 博士称互联网是“富于灵感的望远镜，是世界大小的望远镜”。



从一个老年恒星射出的光线在其周围的尘埃壳层中激起的“光涟漪”  
Credit: [NASA](#) and The Hubble Heritage Team ([STScI/AURA](#))



美国斯隆数字巡天计划给出的迄今为止最精确的三维宇宙图像

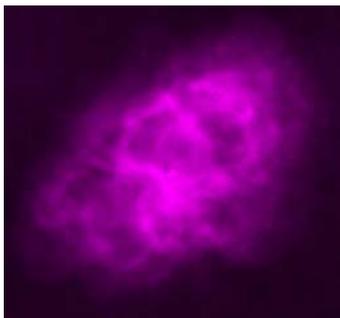


用于斯隆数字巡天计划的 2.5 米反射望远镜。图中最醒目是望远镜上独特的箱式防风罩。

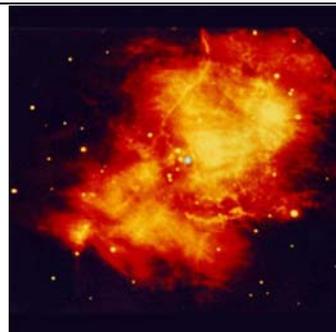
*(Image credit: Fermilab Visual Media Services)*

## 虚拟天文台，指尖上的宇宙

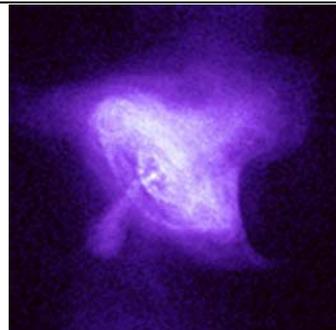
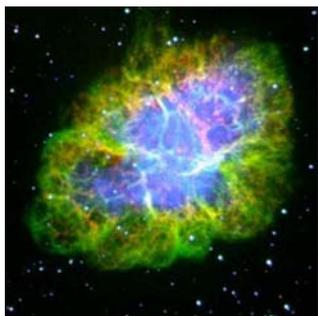
天体辐射是全波段的辐射，从射电到红外、光学到紫外、X 射线甚至到伽马射线。随着电磁波波长的变化，它们的能量不同，它们的形成机制也不同，它们所包含的宇宙奥秘也不一样。但由于技术的制约，人类只能从电磁波谱中的某个或者某些波段对这些辐射进行观测。这些观测所产生的数据只能包含天体部分的信息。从这些观测数据得到的对天体的认识往往就像“盲人摸象”一样是片面的。随着技术的进步，天文观测逐渐进入多波段时代。综合利用多个波段的观测数据，我们就能得到关于天体更全面的理解。



射电波段观测的蟹状星云

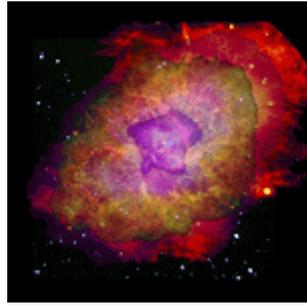


红外波段观测的蟹状星云



光学波段观测的蟹状星云

X 射线波段观测的蟹状星云



综合利用多波段的观测数据可以更好的研究蟹状星云的演化过程

天文学中现在一种非常重要的观测方式成为巡天观测。它就像我们社会中的人口普查一样，对整个天空中的所有天体或者某种类型的天体进行观测。如果说利用伽马射线巡天、X射线巡天、紫外巡天、光学巡天、红外巡天和射电巡天所得到的观测数据，用适合的方法对数据进行统一规范的整理、归档，便可以构成一个全波段的数字虚拟天空；而根据用户要求获得某个天区的各类数据，就仿佛是在使用一架虚拟的天文望远镜；如果再根据科学研究的要求开发出功能强大的数据处理和分析工具，这就相当于拥有了虚拟的各种探测设备。这样，由虚拟的数字天空、虚拟的望远镜和虚拟的探测设备所组成的便是一个独一无二的虚拟天文台。



由 6 张哈勃太空望远镜上的高级巡天照相机拍摄的照片拼合而成的草帽星系。这是哈勃望远镜最大的拼合图片之一，这个大星系的视直径接近满月直径的无分之一。

**Credit: [NASA](#) and The Hubble Heritage Team ([STScI/AURA](#))**

虚拟天文台利用最先进的信息技术和网络技术将各种天文研究资源，包括天文数据、天文文献、计算资源、存储资源、各种软件工具，甚至天文望远镜等观测设备，以某种统一的服务模式透明的汇集在统一的系统中。天文学家只需登陆到虚拟天文台系统便可以享受其提供的丰富资源和强大的服务，使自己从数据收集、数据处理这些繁琐的事务中彻底摆脱出来，而把精力集中在自己感兴趣的科学问题上。

虚拟天文台还是个刚刚兴起的研究方向，是主要由天文学和信息技术相结合形成的一门交叉学科。它从最初到成熟将经历三个不同阶段。第一阶段：实现世界上主要天文数据资源的无缝透明的统一访问。通过任意一个虚拟天文台门户，天文学家都可以方便的访问全球范围内虚拟天文台系统中的数据资源，而不用担心这些数据在哪里，由谁管理，是如何存储的。第二阶段：为用户提供强大的数据处理、数据挖掘和可视化等应用工具。天文学家不但可以得到原始观测数据，还可以利用虚拟天文台提供的工具对这些数据进行处理，最后得到的只是处理结果。第三阶段：实现世界上主要的天文研究资源，包括天文数据、应用服务、观测设备、计算、网络、存储等资源的无缝融合，成为一个数据密集型的在线科学研究平台。这时，天文学家利用虚拟天文台可以完成天文观测、数据处理、结果分析等一整套的科学研究过程。可以说，到虚拟天文台普及后，天文学家不再仅仅是属于某个大学或者天文台的职员，大家都是虚拟天文台的科学家。

通过开发虚拟天文台，天文望远镜等观测设备得到的数据能被不同的用户出于不同的目的重复使用，能大大提高昂贵的观测设备的科学效益。美国宇航局通过公开哈勃空间望远镜的观测数据，让全世界都来使用，大大丰富了这架耗资十多亿美元的科学设备的成果产出，成为有史以来功勋最为卓著的天文望远镜。



银河系的霸主

**Credit: NASA/CXC/MIT/F.K.Baganoff et al.**

钱德拉 X 射线望远镜经过两周 164 个小时的曝光拍摄的银河系中心黑洞人马座  $\alpha$ 。这是一个性情恶劣的家伙，经常发脾气引起巨大的爆炸。在这张照片拍摄的过程中它就爆发过近 10 次。

虚拟天文台把不同的数据库综合起来将增大天文研究的可能性。George Djorgovski 教授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。Djorgovski 教授认为，虚拟天文台中这些空前数量和质量的数据库会促使你提出创新性的问题。比如褐矮星的搜寻就是一个例子。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。同时搜寻光学和红外望远镜的观测数据是发现这类天体的一种强有力手段。

在虚拟天文台中，观测数据将按照统一的方式管理起来，有利于科学数据的长期保存和利用，使科学数据的价值最大化。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，尽管现在指望虚拟天文台有科学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，比如威廉玛丽学院的研究人员，体验一下它的威力。Landy 教授是一位宇宙学家，他对宇宙是否平坦，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 教授无法得到望远镜观测时间，但他可以从斯隆数字巡天 (SDSS) 和位于澳大利亚英澳天文台的两度视场星系红移巡天 (2dF) 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 教授认为，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，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。

虚拟天文台可被全球各种各样的群体访问，能大大促进发展中国家和不发达国家的天文研究。

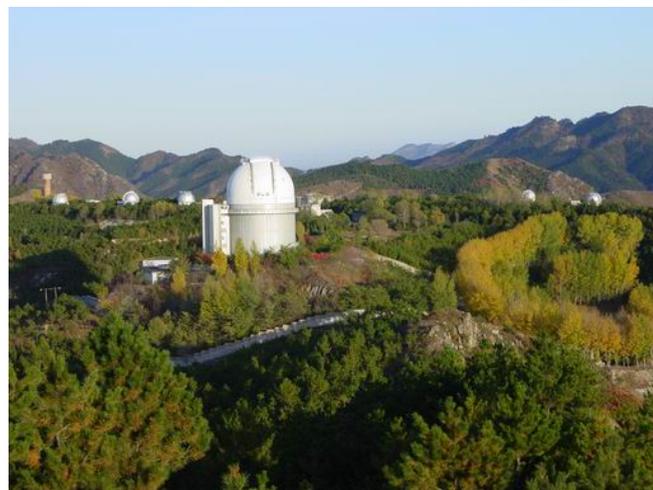
Pune 是位于印度孟买东南部 160 公里的一个拥有 300 万居民的城市。这里每年有四个月是雨季。Pune 根本不是个建天文台的地方。除了压在头上的厚厚云层和导致星光扭曲

的高度潮湿的空气，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 教授，印度大学联合天文学和天体物理学中心的一名天文学家，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 教授是许多有此梦想的天文学家中的一个。他们计划建造的就是“虚拟天文台”。这是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。Djorgovski 教授表示：“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。”

在中国，天文学家同样面临着缺乏一个好的天文台址的苦恼。位于河北省承德地区兴隆县境内的国家天文台兴隆观测站是目前我国最重要的光学天文观测基地。自上世纪 60 年代建站以来，近十台天文望远镜都落户这里，其中包括目前我国甚至远东地区最大的 2.16 米望远镜。正在建设中的直径 4 米的 LAMOST 望远镜也将安装在此。



国家天文台兴隆观测站 姜晓军摄

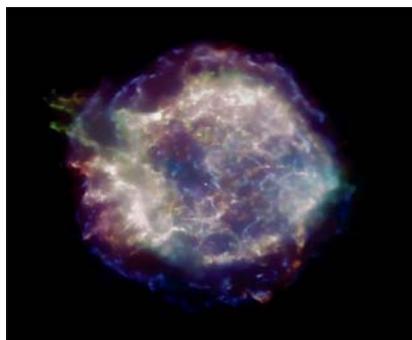
四十多年来，我国的国民经济和人民生活都发生了翻天覆地的变化。城市越来越发达，夜景越来越亮丽。但是，这些变化给天文学家带来了许多烦恼。随着经济的发展，周围环境不断恶化，兴隆观测站每年适合天文观测的时间越来越少。文章开头提到的张彦霞博士因为沙尘暴的到来而无法观测的现象就是很好的例子。随着首都北京“亮丽工程”的实施，虽然兴隆观测站距离北京 170 多公里，但北京的城市灯光已经严重污染了那里的天空。观测站西南方向几乎近三分之一的天空都被北京的灯光照亮。这里越来越不适合天文学家工作了。

无奈之下，为了给以后更大规模的天文望远镜寻找一个安身之处，国家天文台于 2003 年启动了西藏选址工程。力图用十年的时间，耗资数百万，在面积广阔，人烟稀少的青藏高原上找到一片“天文净土”。

在人迹罕至的荒漠进行天文观测，天文学家必须面对严酷的自然环境。然而，虚拟天文台将通过计算机网络实现对这些观测设备的远程控制和数据的采集。到那时，国家天文台的天文学家在北京总部就可以实时的了解远在西藏的望远镜的运行情况，并及时得到望远镜的观测资料。更为甚者，通过虚拟天文台还可以了解国内甚至国际其它望远镜的观测情况和观测数据。

虚拟天文台还是非常好的公众教育设施。它是面向全球、全社会的。它让普通公众和

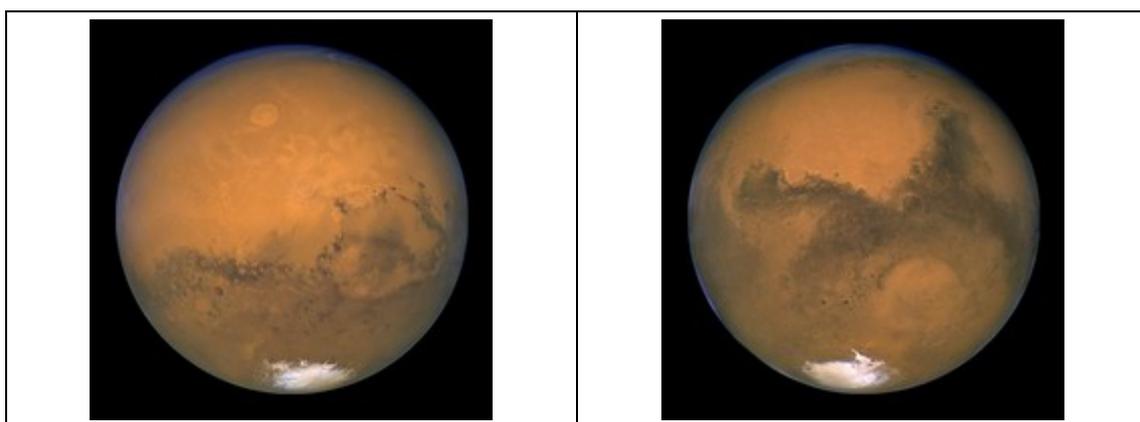
天文学家一样都能接触到真实的天文资源和服务。只要你能上网，一个数字化的宇宙就在你的指尖上。你就可以享受与天文学家一样的权利来利用世界上最好的望远镜在最好的观测条件下得到的数据和图像。只要你有能力就可以做出像专业天文学家一样的科学发现。



天堂的焰火

钱德拉 X 射线望远镜拍摄的仙后座  $\alpha$  超新星遗迹。这张照片展现了大量超新星爆炸的细节，爆炸中心可能是一个快速旋转的中子星或黑洞。这张照片开创了 X 射线天文学的一个新时代。

Credits: NASA/CXC/SAO



有史以来从地球轨道上拍摄的最清晰的火星照片

这是 2003 年 8 月 26 日哈勃太空望远镜拍摄的两张火星照片。拍摄时间相隔 11 小时，期间火星几乎正好转过 180 度。当时火星大冲，是近 6 万年来火星离地球最近的一刻。

Credit: [NASA](#), J. Bell (Cornell U.) and M. Wolff (SSI)

## 国际形势

1999 年，美国国家科学院召集全国最优秀的天文学家完成了一本名为“新千年的天文学和天体物理学”的科学发展规划。在这个十年发展规划中他们把建立国家虚拟天文台作为最优先推荐的中小型发展项目。

此后，世界各国的天文学家迅速响应，纷纷提出了各自的虚拟天文台计划，在全球掀起了一场虚拟天文台浪潮。为了将各国在虚拟天文台方面的努力联合在一起，2002 年 6 月在德国召开了一个名为“走向国际虚拟天文台”的国际会议。会上成立了国际虚拟天文台联盟（简称 IVOA）。

| 项目 | 地区 | 网址 |
|----|----|----|
|----|----|----|

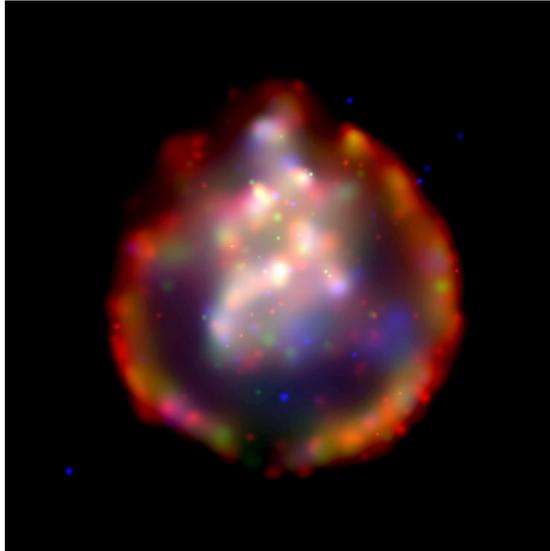
|                     |      |   |
|---------------------|------|---|
| 中国虚拟天文台 (China-V0)  | 中国   | <a href="http://www.china-vo.org">http://www.china-vo.org</a>   |
| 国家虚拟天文台 (NVO)       | 美国   | <a href="http://www.us-vo.org">http://www.us-vo.org</a>   |
| 英国虚拟天文台 (AstroGrid) | 英国   | <a href="http://www.astrogrid.org">http://www.astrogrid.org</a>   |
| 欧洲虚拟天文台 (Euro-V0)   | 欧洲   | <a href="http://www.euro-vo.org">http://www.euro-vo.org</a>   |
| 法国虚拟天文台 (V0-France) | 法国   |   |
| 加拿大虚拟天文台 (CVO)      | 加拿大  | <a href="http://services.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/cvo/">http://services.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/cvo/</a> |
| 印度虚拟天文台 (V0-India)  | 印度   | <a href="http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/">http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/</a>   |
| 德国天体物理虚拟天文台 (GAVO)  | 德国   | <a href="http://www.g-vo.org/">http://www.g-vo.org/</a>   |
| 澳大利亚虚拟天文台 (Aus-V0)  | 澳大利亚 | <a href="http://www.aus-vo.org/">http://www.aus-vo.org/</a>   |
| 日本虚拟天文台 (JVO)       | 日本   | <a href="http://jvo.nao.ac.jp/">http://jvo.nao.ac.jp/</a>   |
| 俄罗斯虚拟天文台 (RVO)      | 俄罗斯  | <a href="http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/">http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/</a>                                       |
| 意大利虚拟天文台 (DRACO)    | 意大利  | <a href="http://www.as.oat.ts.astro.it/draco/DRACO-home.htm">http://www.as.oat.ts.astro.it/draco/DRACO-home.htm</a>       |
| 韩国虚拟天文台 (KVO)       | 韩国   | <a href="http://kvo.kao.re.kr/">http://kvo.kao.re.kr/</a>   |
| 匈牙利虚拟天文台 (HVO)      | 匈牙利  |   |

表 1 国际上主要的虚拟天文台研究项目

Kembhavi 教授认为,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。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。

虽然虚拟天文台项目在信息技术得到了极高的评价,引起了广泛的注意。但直到目前,各国虚拟天文台计划的倡导者们不得不承认天文学家的反映是相对冷淡的。爱丁堡大学天文学教授,英国虚拟天文台 AstroGrid 项目负责人, Andrew 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从一开始就瞄准了那些最受天文学家欢迎的、使用频率最高的天文数据库和软件工具,把它们融入到虚拟天文台系统中。虚拟天文台如果拥有了 LSST、SDSS、LAMOST 等这些数据大餐,他们的愿望会很快变为现实。如果他们能成功的抓住天文学家的注意力,创新性的研究工作就可以开展起来。进而,如果其他的天文学家看到使用虚拟天文台的同行取得好的成果,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。”这个研究所负责哈勃空间望远镜的科学运行和数据的发布。



宇宙魔戒

超新星爆发产生的激波加热周围的富氧云层至数百万度高温。魔戒的直径大约 150 光年，由此可推断原恒星爆炸于大约一万年。

Credit: NASA/CXC/PSU/S.Park et al.

## 虚拟天文台在中国

2001 年 9 月的一个周末，数十位天文学家聚集在国家天文台的一间会议室里，召开了首次虚拟天文台研讨会。他们花了整整两天的时间来了解国际形式，探讨中国天文界的发展对策。与其说这是一次研讨会还不如说这是一个集体学习。因为当时国际上虚拟天文台也才崭露头角，初步探索，国内绝大多数天文学家都不知什么是虚拟天文台，甚至都没有听说过这个词儿。

2002 年初，我国天文界提出要建设“中国虚拟天文台”（简称 China-V0）的设想。中国虚拟天文台将“作为国际虚拟天文台不可或缺的一部分，完成它的中国部分，引领中国天文学进入数据密集型在线科学研究新时代。”同年 10 月，中国虚拟天文台成为国际虚拟天文台联盟成员。

2003 年 9 月，国内虚拟天文台领域相关的天文学家、计算机专家在此聚首国家天文台，召开了第二届中国虚拟天文台研讨会。会期仍然是两天。不过与两年前不同的是国际天文界对虚拟天文台的发展逐渐形成了思路，国内在虚拟天文台方面有了初步的研究进展，对虚拟天文台的认识不断加深。这次会议讨论了中国虚拟天文台的研究重点和发展方向。非常重要的一是成立了中国虚拟天文台工作组，成员中既有天文学家又有计算机专家，来自国家天文台、云南天文台、清华大学、中国科学技术大学、北京师范大学、华中师范大学、北京天文馆、中科院计算机网络信息中心等近十个单位的十多个部门。

在国际虚拟天文台社区内，我们通常将美国国家虚拟天文台、英国虚拟天文台和欧洲的天体物理虚拟天文台这三家得到资助较多、人员和开发实力较强的项目称为大型 V0 项目。其它项目，比如中国虚拟天文台、韩国虚拟天文台、俄罗斯虚拟天文台等，称为小型 V0 项目。

大型 V0 项目，由于在人力、物力和财力上占据优势，主要的研发重点放在了虚拟天文台数据互操作标准的制订和虚拟天文台基础架构的开发等领域。为了探讨小型虚拟天文台项目如何在国际虚拟天文台联盟中更好的发挥作用，由国际虚拟天文台联盟授权，国家天文台和 LAMOST（大天区面积多目标光纤光谱望远镜）大科学工程项目科学部共同主办的“国

际虚拟天文台联盟小项目研讨会 2003”于 2003 年 11 月 26 至 28 日在北京召开。

国际虚拟天文台联盟主席 Peter Quinn 博士，英国、印度、日本、韩国、中国虚拟天文台项目的负责人和主要开发人员以及台湾地区的代表近 40 人出席了会议。期间，Peter Quinn 博士介绍了 IVOA 的最新情况以及对小型 VO 项目的研发期望，其它各国 VO 项目都介绍了各自的最新进展。作为东道主，China-VO 项目的成员从各个方面介绍了自己的进展和计划，包括 China-VO 的发展历程、China-VO 的研发计划等。

这次研讨会让世界虚拟天文台的研发同行深入了解了中国虚拟天文台项目。Peter Quinn 博士在给国际虚拟天文台联盟执行委员会全体成员的邮件中认为，这次会议“极其成功的将多家虚拟天文台项目召集在了一起，讨论未来发展计划和共同关心的话题……我向地方组委会就会议成功举办表示祝贺，希望这样的会议能继续举办下去。”

按照工作组的发展规划，中国虚拟天文台的发展路线将分三步走。首先在国家天文台研发成功虚拟天文台原型系统。其次，以中国国家网络及中国自然科学基金委员会高性能试验网为平台实现北京地区的虚拟天文台系统。最后，将前面成功的经验推广到全国范围的天文研究和教育单位。在整个过程中，与国际虚拟天文台联盟的国际伙伴保持紧密的合作，在时机成熟的时候实现与国际虚拟天文台系统的互连。

说到中国虚拟天文台的建设，国家天文台赵永恒研究员表示要坚持“四项基本原则”，即“与国际虚拟天文台联盟标准兼容原则”、“以网格为基础架构原则”、“开放的软件、廉价的硬件原则”、“在战争中学习战争原则”。赵永恒研究员是 LAMOST 大科学工程项目的总经理，中国虚拟天文台计划的发起人和推动者之一。

首先，中国虚拟天文台开发和实现的功能与服务必须与国际虚拟天文台联盟制定推荐的标准或规范兼容。只有这样，我们的服务才能与同盟内其它伙伴的服务互连、实现互操作，成果才有可能被广泛的采用。

第二，中国虚拟天文台的系统架构要建立在网格技术，特别是开放网格服务架构（简称 OGSA），的基础上。利用网格技术作为基础设施发展虚拟天文台是必然的趋势。虚拟天文台的最终发展目标就是实现全球天文研究资源，特别是天文数据，的高级共享，同时提供一整套智能化的服务工具，这正是网格技术要实现的目标。网格被许多计算机界权威人士称作是第三代互联网，将实现把整个互联网整合成一台巨大的超级计算机，实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源的全面共享，为用户提供一步到位的服务。另一方面，虚拟天文台最终要实现对各种天文科研资源的融合，这样的目标为网格技术提供了独一无二的试验场。从网格基础设施的构建，到网格操作系统的开发，最后到网格应用服务的实现，虚拟天文台为网格技术提供了一整套的测试空间，是网格技术最好的试验场。

第三，按照天文界的传统和我国政府目前软件发展的政策，中国虚拟天文台将主要采取开放软件来实现，比如 Linux 操作系统、MySQL 开源数据库等。同时，使用物美价廉的硬件平台，比如 PC 集群、IDE 磁盘阵列等。这既为项目开发节省了资金，又可以在更大程度上锻炼队伍。

最后，虚拟天文台所处的技术背景和社会背景都在不断的变化之中。在具体技术路线的制定和开发合作的方式上，要在战争中不断的总结经验教训，不断调整和优化。

## 中国天文界的旗帜，LAMOST，与虚拟天文台

LAMOST 是目前我国天文学界唯一的大科学工程，是一架口径 4 米的光谱巡天望远镜。2005 或 2006 年建成后，它将取代现在的 2.16 米望远镜成为我国最大的望远镜。它同样将安放在国家天文台兴隆观测站。这是一架光谱巡天专用望远镜。LAMOST 每夜可观测上万个天文目标，每年可获得二二百万个天体的光谱。这将使我国在大规模天文光学光谱观测研究

中占据国际领先地位,为我国在天文学和天体物理学许多研究领域取得重大科研成果奠定基础。LAMOST 的观测数据将成为中国虚拟天文台的重要数据资源,为国际虚拟天文台和天文学的发展做出贡献。



LAMOST 望远镜效果图

LAMOST 项目是我国天文界目前唯一的一项大科学工程

中国虚拟天文台将与 LAMOST 大科学工程紧密配合,把 LAMOST 建成为“VO-enabled LAMOST”,这包括两层含义:

第一层含义是指“VO-enabled LAMOST Data”,即将 LAMOST 产生的数据产品通过虚拟天文台与全世界的天文学家进行共享。全世界的天文学家甚至公众都可以通过虚拟天文台利用 LAMOST 观测得到的光谱数据。

第二层含义是“VO-enabled LAMOST Telescope”,即实现 LAMOST 望远镜的 VO 化,让其成为虚拟天文台资源中的一个结点。虚拟天文台的用户可以通过系统实时了解到 LAMOST 望远镜的运行和观测情况。

## 展望似锦前程

中国虚拟天文台利用最新的以网格为代表的信息技术,实现国内天文数据的无缝透明互连并向国际虚拟天文台提供服务,实现与国际虚拟天文台资源的互联共享,同时配合国家重大科学工程 LAMOST 项目和国内知识创新的需求,逐步把自己建成连接国内外天文研究资源的“网关”,为我国的天文学科发展提供重要的基础科研环境。

中国虚拟天文台将利用中国国家网格(简称 CNGrid)这一良好桥梁,与国内信息领域的专家精诚合作,抓住“网格”这一新的互联网发展机遇,提高我国的网格研发和应用水平。

中国虚拟天文台将基于真实的天文观测数据把宇宙搬到大家的指尖上。通过轻轻点击小小的鼠标就可以像专业的天文学家一样探索无穷宇宙的奥秘,戏宇宙于掌上。



### 宇宙中的完美风暴

哈勃太空望远镜拍摄的天鹅星云 M17 的一小部分，是恒星产生的温床。美国宇航局(NASA) 用此照片纪念哈勃太空望远镜发射 13 周年（1990 年 4 月 24 日至 2003 年 4 月 24 日）。

Credit: [NASA](#), [ESA](#) and J. Hester (ASU)



虚拟天文台将利用丰富的数据资源实现对宇宙的深入了解

### 进一步参考

中国虚拟天文台, <http://www.china-vo.org>

国际虚拟天文台联盟, <http://www.ivoa.net>