

分类号_____

密级_____

UDC _____

编号_____

华中师范大学
硕士学位论文

虚拟天文台天文教育平台研究

学位申请人姓名：刘高潮

申请学位学科专业：物理课程与教学论

指导教师姓名：郑小平教授 赵永恒研究员



硕士学位论文
MASTER'S THESIS

The Studying of Astronomical Education Platform about Virtual Observatory

A Thesis

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the M.A Degree in Physics Education

BY

Liu Gaochao

Postgraduate Program

The College of Physics Science and Technology

Central China Normal University

Supervisor *Zheng Xiaoping Zhao Yongheng*

Academic Title *professor*

signature _____

Approved
May 2005



华中师范大学 学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权华中师范大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。本论文属于

保密，在_____年解密后适用本授权书。

不保密。（请在以上方框内打“ ”）

学位论文作者签名：

指导教师签名：

日期： 年 月 日

日期： 年 月 日



摘要

天文学可以说是最古老的科学,同时也是最前沿的科学,它伴随着人类文明进程的产生和发展,它是人类认识宇宙的科学。天文教育在培养学生科学世界观、科学兴趣、科学思想、科学思维、科学精神,破除迷信,开拓视野,树立创新精神等方面具有独特的优势。但在我国由于缺乏有效获取天文教育资源的方式以及天文教育师资力量匮乏等不利因素使得我国的天文教育普及程度很差。在这种情况下,建立一个怎样的机制,鼓励社会各方面发展天文教育资源的积极性,并把网络上众多分散的教育资源集中起来,使教师和学生能够方便地运用这些资源,已成为我国天文教育信息化亟待研究和解决的问题。

随着天文望远镜及终端设备的设计与制造技术的不断提高,天文观测能力大大增强,天文学已从古老的光学观测变为全波段的天文学,并正在进入一个“数据雪崩”时代。计算机与互联网技术的飞速发展,网格技术、XML技术、语义网技术等全新IT技术的涌现,使得海量、分布式、多波段天文数据的无缝融合和处理成为可能。在这样的背景下,旨在将世界范围内主要天文研究资源无缝透明地整合在一起的虚拟天文台(即virtual observatory,简称VO)设想应运而生。

VO将拥有每一部分天区的数据;拥有每个波段的观测数据,从射电、红外、.....到 射线;拥有最精细的观测结果;观测条件永远最佳,没有月光的干扰、没有阴天、没有沙尘暴,全天候的可用性;富于灵感的望远镜,并且集图像、光谱、数据、文献等于一身。这些丰富的资源和服务使它具有潜力成为提高普通大众科学文化素养和开展天文教育的强有力工具。

该论文首先对VO作了一个简单的介绍,其次提出了VO天文教育平台的体系结构并提出建设平台所需的技术以及工作流程,然后运用C语言、JSP语言、HTML语言开发了天文计算数字资源网站。该网站包括如下查询功能:九大行星以及太阳月亮的位置(赤道坐标系、黄道坐标系、直角坐标系)查询;全国主要城市的太阳月亮及九大行星的升落时间查询;全国主要城市的晨昏蒙影时间查询;1000余颗基本恒星位置的查询;日月食时间查询;跨越一万年的万



年历查询；年月日与儒略日之间的转换查询等。最后以天文计算数字资源建设中的万年历制作及恒星位置的计算为例展示了具体的程序编制过程，并对该天文计算服务运用网格技术在GLOBUS平台下进行了函数封装并将其注册到China-V0的注册中心使其可以远程调用。

由于V0将来能为天文教育提供一个实现互操作、资源高度融合的，能够迅速快捷定位资源的优越资源环境，所以该文接着提出了V0环境下一种可行的天文学习方式——探究式学习，并以“历法探究”和“太阳黑子与地震关系的探讨”为例展示了探究式学习的一般步骤和流程。

关键词：虚拟天文台 天文教育平台 天文教育 探究式学习



Abstract

Astronomy is both an age-old and advanced science .It always accompanies the civilization process of human being by which people know the cosmic. Astronomical education have unique advantages in cultivating students scientific world view, scientific interest, scientific thought and scientific spirit etc. But popularization of astronomical education of our country is bad because the source of astronomical education and the teachers are lack. In this status, it becomes an urgent problem that how to creat a mechanism to encourage people to built astronomical resource and centralize the disperse online resource in order to make it easy to use for teachers and students in the information process of astronomical education.

With the technological advances in design and manufacture of telescopes and instruments, the capability of astronomical observation is enhanced greatly. Astronomy has turned into a full electromagnetic waveband era from the traditional optical era, and is facing a data avalanche. With the breakthroughs in computer and Internet technology and emergences of brand new IT technologies, such as Grid, XML and semantic web, the concepts of seamless federation and analyzing of large distributed multi-band astronomical observation archives are no longer outlandish. Under such background, the concept of Virtual Observatory (VO) is brought forward.

VO will hold all sky and all wave band data from radio, infrared ray to gamma ray and it will get the most elaborate observation result. Without lunar disturbance, cloudy sky or dust strom, it always have best condition that can be used 24h every day. It will own rich resource and services such as image, spectrum, data , literature and so on which will make it become a powerful tool to develop astronomy education and to enhance science and culture accomplishment of common people.

Firstly, the paper gave a simple introduction about VO. Secondly,it put forward the system frame and discuss the correlative technology and work



flow. Thirdly, an astronomical calculation web was designed by procedure language such as C, JSP and HTML. The web included many functions, for instance, querying the position of nine planets, sun and moon; the rising and setting time of sun and moon in main city; the time of twilight; the position of bright fix star; the time of solar and lunar eclipse; calendar, conversion between date and Julian day. Fourthly, detailed course to program of calendar and fix star's position was given. Lastly, the calculation services were integrated under the GLOBUS platform and were registered to the registration center of China-VO which can be called from long distance.

Because VO will provide a super environment where inter-operation will be easy and resource is merged and can be located lightly, the paper put forward a feasible astronomical education mode — inquiry based learning, and it showed the common process through the example “exploration of calendar” and “discussion of the relationship between sunspot and earthquake”.

Key Words: Virtual Observatory platform of astronomical education
astronomical education inquiry based learning



目录

摘要	
Abstract	
前言	1
第一章 虚拟天文台简介	3
1.1 虚拟天文台概念产生的背景	3
1.2 VO	4
1.3 VO 的技术背景——网格	5
1.4 VO 研究现状	6
第二章 VO 天文教育平台的理论研究	8
2.1 建设 VO 天文教育平台的资源基础	8
2.2 VO 天文教育平台体系结构	8
2.3 建设平台所需技术	10
2.4 天文教育门户	15
2.5 VO 天文教育平台工作流程	17
第三章 VO 天文教育试验平台的开发	20
3.1 Swiss Ephemeris 软件包介绍	20
3.2 本地方式的电子天文年历开发	21
3.2.1 开发工具	21
3.2.2 系统计算流程	22
3.2.3 具体程序编制示例	23
3.3 运用网格技术封装函数	29



3.3.1 软件环境	31
3.3.2 服务端程序设计步骤	31
第四章 VO 环境下的天文教育	40
4.1 传统天文教育的局限及发展瓶颈	40
4.1.1 传统天文教育的局限	40
4.1.2 发展天文教育的瓶颈	41
4.2 利用 VO 的环境开展天文教育的优越性	42
4.3 VO 环境下一种可行的学习方式——探究式学习	44
4.3.1 探究式学习概述	44
4.3.2 天文教育探究式学习的必要性和可行性	48
4.3.3 天文教育探究式学习的实践探索	49
结束语	62
注释及参考文献	63
附录	68
致谢	75



前言

康德曾说：“世界上有两件东西深深的震撼人们的心灵，一件是我们心中崇高的道德准则，另一件是我们头顶上灿烂的星空。”^[1]

在很久很久以前，身处大自然的人类就开始对脚下的大地、头上的天空产生了浓厚的兴趣。如果把人类有意识地观察天体、纪录天象作为天文学的开端，那么到今天，天文学至少有五、六千年的历史。天文学在人类最早的文明史中，具有非常显著的地位，巴比伦的泥碑、埃及的金字塔、欧洲的巨石阵都是著名的史前天文遗迹。随着天文学的发展，现代天文学家研究的领域愈来愈广泛。据估计，现在我们能观察到的宇宙范围，半径已经超过一百亿光年。天空是深远的，宇宙是神秘的，古老的天文学充满了诱人的情趣，新的天文学发现更是妙趣横生，引人入胜。有人说，谁要是能对天文学一无所知，他就不能说已经受到了完整的教育。

天文教育在培养学生科学世界观、科学兴趣、科学思想、科学思维、科学精神，破除迷信，开拓视野，树立创新精神等方面具有独特的优势，并且天文资源越来越成为基础研究创新的园地之一。天文教育的重要性为越来越多的人所认识，发达国家无一例外的在天文领域投入了大量的资金，天文教育受重视的程度与日俱增。相比之下，中国的天文教育普及程度很差。在中学里，仅在地理课中有一章天文知识，而由于许多地理老师不懂天文，这章课的讲授也往往流于形式。在大学里，开设天文课的学校更是屈指可数。2004年7月27日——7月31日，在威海召开了全国高等院校天文学教育与发展研讨会——暨第三届高等院校天文选修课研讨会。会上，不少老师对如何开展天文教育提出了很多有建设性的意见，也有老师对在高校中开展天文选修课的困难和挑战作了认真的分析，如：如何整合天文教育网络资源；如何保持天文教学内容的动态更新；如何让学生主动参与到课程教学中来；如何开展天文观测让学生获得真实体验等等。同年8月，在福州召开了海峡两岸天文推广教育研讨会，很多与会者提出了建设网络天文台可以有效解决天文教育发展的瓶颈。如嘉义市天文学会总干事长黄传俊作了



“天文科学教育与基础科学研究新利器——网路天文台群的建置、发展与架构”^[2]的报告；台湾高雄天文协会陈辉桦作了“天文教育资讯网建置之探索”^[3]的报告，而我也作了关于“虚拟天文台与天文教育”^[4]的报告。这些报告都一致认为开展网络天文台的建设和研究有助于打破开展天文教育的瓶颈，对天文教育资源的有效获取和利用，方便天文观测，给学生提供探究学习环境等方面有着无可比拟的优越性。

1999年美国天文学家首先提出了“虚拟天文台”的计划，其目的是作为促进和协调的实体，为实现海量天文数据的全部科学潜在价值，实现数据的高度共享和融合，发展各种必要的手段工具，制定协议，组织合作。美国国家科学院天文学和天体物理学发展规划委员会在题为“新千年天文学和天体物理学”的未来十年发展规划中把建立国家虚拟天文台（NVO）做为最优先的推荐项目。2003年NVO已经获得国家科学基金立项，获得5年的资金资助1000万美元。

虚拟天文台的计划在各国天文界引起了广泛的反响，许多国家纷纷建立自己的虚拟天文台计划，在全球掀起了一场虚拟天文台的研究浪潮。2002年6月，国际虚拟天文台联盟（IVOA）成立，VO进入一个国际联合开发阶段。同年，以中国科学院国家天文台（NAOC）为代表的中国天文界提出中国虚拟天文台（China-VO）计划并于当年成为IVOA的成员。^[5]

虚拟天文台是一个网络化研究平台，是一个面向网络的天文研究基础设施，拥有极其丰富的、动态变化的各种天文资源。这个环境与传统的科研和教育环境都有很大的不同。如何建设这样的平台？如何利用这些丰富的资源开展天文教育，提高学生的科学素质？本课题希望从理论上探讨虚拟天文台天文教育平台的体系结构、工作流程以及建设平台所需技术，并以“天文计算资源建设”为例进行试验平台的试开发工作，最后结合虚拟天文台天文教育平台的优势和先进的教学理念设计两个天文教育范例，从而实现从理论到实现再到应用的有益探索。



第一章 虚拟天文台简介

1.1 虚拟天文台概念产生的背景^{[5],[6]}

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 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。

从 20 世纪 90 年代开始，天文学又经历着革命性的变化。这一变化是由前所未有的技术进步所推动的，即望远镜的设计和制造技术、大尺寸探测器阵列的设计和制造技术、高性能计算技术和互联网技术。

随着众多先进的地面与空间天文设备的投入使用，特别是大规模 CCD 探测器的使用，使得观测数据量急速增长。例如目前哈勃空间望远镜（HST）每天大约产生 5GB 的数据；我国正在建造的大天区面积多目标光纤光谱望远镜（LAMOST）也将每天产生 3GB 的数据^[7]；而美国计划建造的“大口径综合巡天望远镜（LSST）”，又称为“暗物质望远镜”，每天的观测数据将达到 18TB 的量级^[8]！

如此巨大的数据产出，在天文学历史上第一次使天文学家得到的数据多得用不了，使天文学进入一个数据富庶时代。以往那个辛辛苦苦观测许久但数据还是不够用的年代一去不复返。

随着天文望远镜及终端设备的设计与制造技术的不断提高，天文观测



能力大大增强，天文学已从古老的光学观测变为全波段的天文学，并正在进入一个“数据雪崩”时代。计算机与互联网技术的飞速发展，网格技术、XML技术、语义网技术等全新IT技术的涌现，使得海量、分布式、多波段天文数据的无缝融合和处理成为可能。在这样的背景下，旨在将世界范围内主要天文研究资源无缝透明地整合在一起的虚拟天文台（即virtual observatory, 简称VO）设想应运而生^[9]。

1.2 VO^[6]

如果说利用 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计算工具、统计分析工具和数据挖掘工具，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机构便是一个独一无二的虚拟天文台。由此可见，VO是在互联网时代里天文学发展的必然产物。

VO将使天文学取得前所未有的进展，它将成为开创“天文学发现新时代”的关键性因素^[10]。虚拟天文台将是独一无二的，它将TB甚至PB量级的数据库、波长遍及从 射线到射电波段的数十亿个天体的图像库、高度复杂的数据挖掘和分析工具、具有数千PB量级容量的存储设备和每秒运算次数达到万亿次的超级计算设备、以及各主要天文数据中心之间的高速网络连成一体；它使世界各地的天文学家可以快速查询各个PB量级大小的数据库；使埋藏在庞大星表和图像数据库中的多变量模式可视化；增加发现复杂规律和稀有天体的机会；鼓励研究团体间的实时合作；允许进行大规模的统计研究，首次使数据库的内容可以和复杂精密的数值模拟结果进行对比。虚拟天文台将促进我们对许多决定宇宙演化的天体物理过程的理解。它会用更经济的投资产生新的和更好的科学。虚拟天文台将作为一个协调性的和操作性的机构来促进新型的工具、协议和合作方面的发展，以充分实现现代天文数据库的科学潜能，从而将成为“天文学发现”的推进器。



V0的好处是显而易见的，主要表现在如下几个方面：

1. 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，提高了昂贵的观测设备的科学效益；
2. 观测数据按照统一的方式管理起来有利于长期的保存和利用，使科学数据的价值最大化；
3. V0可被全球各种各样的群体访问，包括那些没有经济能力建造和运行大型观测设备的群体，能大大促进发展中国家和不发达国家的天文研究；
4. V0是非常好的公众教育设施，V0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。这会激发大众对天文学的兴趣，提高大众的天文水平，促进天文学的普及。

1.3 V0的技术背景——网格

网格技术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。因此，中国虚拟天文台把网格技术作为自己的技术基础将是可行且明智的选择。

另一方面，虚拟天文台将为网格技术的发展提供最好的试验场。为什么这样说呢？这是因为e-Science时代的天文数据有着其他学科数据所无法比拟的特点：

1. 天文数据绝大部分是开放数据。国际上许多大型天文观测项目的观测数据都会及时在互联网上公布，这为数据共享提供了良好基础。
2. 天文数据很少有商业价值。这意味着相互之间不存在保密性的问题，可以将数据和结果进行自由共享，非常适合国际性的联合研究与试验。
3. 天文数据是海量的数据。例如美国正计划建造的“暗物质望远镜”，每天的观测数据高达 18TB。这非常适合网格环境下海量数据处理和数据挖掘算法的研究。
4. 天文数据是真实而归档完好的数据，并提供在线访问服务。



5. 天文数据是高度复杂的数据。海量高度复杂的数据对数据处理、数据挖掘、可视化等研究提出了挑战。

1.4 V0研究现状

1999年，美国国家科学院天文学及天体物理学发展规划委员会在题为“新千年的天文学和天体物理学”的十年发展规划中把建立国家虚拟天文台作为优先推荐项目^[11]。此后，各国天文学界迅速响应，纷纷提出了各自的V0计划，在全球掀起了一场虚拟天文台浪潮。当前国际上的主要项目如表1所示。

项目	地区
中国虚拟天文台 (China-V0) ^[12]	中国
国家虚拟天文台 (NVO) ^[13]	美国
英国虚拟天文台 (AstroGrid) ^[14]	英国
欧洲虚拟天文台 (AVO) ^[15]	欧洲
法国虚拟天文台 (V0-France) ^[16]	法国
加拿大虚拟天文台 (CVO) ^[17]	加拿大
印度虚拟天文台 (V0-India) ^[18]	印度
德国天体物理虚拟天文台 (GAVO) ^[19]	德国
澳大利亚虚拟天文台 (Aus-V0) ^[20]	澳大利亚
日本虚拟天文台 (JV0) ^[21]	日本
俄罗斯虚拟天文台 (RVO) ^[22]	俄罗斯
意大利虚拟天文台 (DRACO) ^[23]	意大利
韩国虚拟天文台 (KV0) ^[24]	韩国
匈牙利虚拟天文台 (HVO) ^[25]	匈牙利

表1 国际上主要的虚拟天文台研究项目

V0的运作方式决定了它的国际合作性。由欧洲南方天文台(简称ESO)、欧洲空间局(简称ESA)、美国宇航局(简称NASA)和美国国家科学基金会(简称NSF)共同资助的“通向国际虚拟天文台之路(Toward an International Virtual Observatory)^[26]”国际天文研讨会于2002年6月



在德国召开。会议期间，在NV0、AV0、AstroGrid的倡导下成立了国际虚拟天文台联盟（简称IVOA）^[27]。

在2003年的美国天文学会(AAS)201次会议上，NV0成功的展示了自己的三个演示(demo)。

1. 射线暴事件追踪

利用远程服务提供的标准协议，比如ConeSearch、SIAP、VOTable，和标准的语义编码（比如UCD）来进行数据提取和转换。在多个波段上收集关于某个天区或者有趣的瞬间事件，比如 射线暴的图像、星表等各种相关数据。这个demo重点测试了VOTable的使用。

2. 褐矮星候选体搜寻

对SDSS EDR光学巡天星表和 2MASS红外巡天点源星表进行交叉证认来搜寻褐矮星的候选体。这个demo重点测试了NV0对ConeSearch以及交叉证认功能的支持。

3. 星系形态学分析

利用V0提供的通过标准接口对分布式异构星表和图像数据的访问能力；建立在标准数据交换格式(FITS、VOTable)上的数据整合能力；网格环境下的高性能计算能力；对星系的表面亮度、集中指数(Concentration Index)和不对称指数(Asymmetry Index)进行了计算，并利用这些计算得到的参数与其他数据进行联合分析来进行星系团动力学研究和大尺度结构下的星系演化研究。这个demo重点测试了NV0正在开发的简单图像访问协议。

2004年1月，欧洲天文学家利用天体物理虚拟天文台(AV0)提供的工具，综合分析X射线、光学等多波段观测数据发现了68个2型AGN候选体，在GOODS区找到40个被光学掩盖了的2型类星体，9个为已知，31个为新发现。初步显示了虚拟天文台的科学价值和威力。

目前，国际虚拟天文台联盟已经发布了VOTable1.0标准，资源元数据1.01标准，开发了V0的查询语言VOQL，可视化工具VOPlot，资源注册与发现机制等。

前不久NV0发布了几个关于教育应用方面的“Use Case”，对V0在教育方面的潜能作了尝试。



第二章 V0天文教育平台的理论研究

2.1 建设V0天文教育平台的资源基础^[28]

目前，网上有大量的分散的不易查询的中文天文教育资源，这些资源的主要来源有：（1）天文研究机构，如国家天文台、上海天文台、紫金山天文台、云南天文台、国家授时中心、乌鲁木齐天文站等；（2）天文教育机构，如南京大学天文系、北京师范大学天文系、北京大学地球物理系天体物理专业、中国科技大学天体物理中心等；（3）科普机构，如天文馆。较大型的有北京天文馆，另外还有 100 个以上的中小型天文馆分布在我国各省市；（4）业余天文组织，如各种天文学会、天文社团等；（5）天文爱好者个人主页；（6）商业教学网站中与天文有关的板块；（7）各地的科学技术协会等。另外，国外也有非常多的教育资源，如：国际天文联合会（IAU），欧洲空间局（ESA），欧洲南方天文台，国立射电天文台，凯克天文台，国际流星组织，天空和望远镜，Astronomy Now, 哈佛——史密松天体物理中心，美国航天航空局（NASA）等机构的网站。这些网站的内容包罗万象，各种文献、数据、图片、软件等应有尽有，但一个关键的问题是这些网站非常分散，且缺乏资源共享和互操作性。这种状况明显不能满足教育者和学习者教学活动的需求。在这种情况下，建立一个怎样的机制，鼓励社会各方面发展天文教育资源的积极性，并把网络上众多分散的教育资源集中起来，使教师和学生能够方便地运用这些资源，已成为我国天文教育信息化亟待研究和解决的问题。

2.2 V0天文教育平台体系结构

天文教育资源除了包括我们在网络上常见的文字、图片、视频、音频、多媒体课件和相关软件外，还包括海量的数据以及与之相关的数据分析、数据挖掘和可视化等服务。而这两大类都可用来为教育服务，由于资源性质不太一样，所以其体系结构也略有不同，如图 2.1 所示。

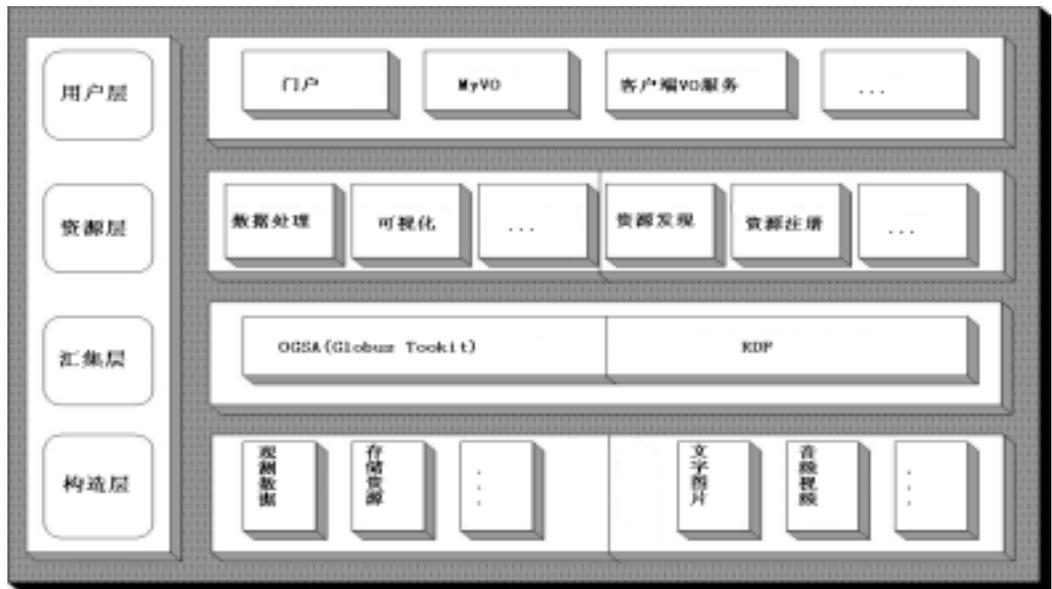


图 2.1 虚拟天文台教育平台体系结构

整个体系结构分为四层，从下到上依次是构造层、汇集层、资源层和用户层。

构造层是整个虚拟天文台系统的资源基础，也是教育平台的基础，其中包括各种数据资源，计算资源，存储资源，带宽资源，各种在线文字图片、音频视频等资源。数据资源主要包括星表、星图、光谱、时序数据、计数测量数据、模拟数据、多媒体数据、天文文献等。它为学生创建基于真实数据和计算的研究性学习环境提供了基础。

对于数据和服务等，汇集层将以开放网格服务架构（简称OGSA）为基础，配合其他网格系统服务工具，利用标准的数据模型和服务模型，通过抽象化实现统一的数据访问和统一的计算访问以及网格系统管理等功能。对于网络上已有的在线资源，汇集层将以资源描述结构（简称RDF）为基础，携带多种不同的元数据来往于网络上以方便网络上大量文件的管理和检索需求。

对于数据和服务等，资源层包括最能体现天文特色的各种VO服务，比如数据处理、数据挖掘、统计分析、可视化等应用服务。对于网络在线资



源，资源层包括资源发现和资源注册服务。

用户层，包括V0客户端服务和V0门户，是整个体系的最高层，直接与虚拟天文台用户接触。用户层的基本职能是用户任务提交和处理结果返回，主要功能包括用户登录、身份认证、V0资源浏览、任务编制和提交、结果显示、数据下载、偏好设置等。

物理上，整个系统是分布式的，在网络环境下实现的；逻辑上，通过网络操作系统的管理，它是一个统一的整体。

2.3 建设平台所需技术^{[5], [29], [30]}

1. Grid技术

Grid技术的产生、发展必须具备以下三个基本条件：计算资源的广域分布、网络技术（特别是互联网）以及不断增长的对资源共享的需求。在计算机技术发展的早期阶段，只有很少数量的大型计算机，它们通常被安装在相互独立的计算中心内，多个计算机用户通过使用终端来共享一台大型机的资源，但却不能同时共享多台大型机的计算资源。随着网络技术的发展，多台大型计算机可以在局域网内互连，用户通过网络便可以同时使用多台计算机的资源。而互联网的飞速发展普及使得网格计算技术的产生成为可能。图 2.2 显示了计算资源共享的发展过程。^[31]

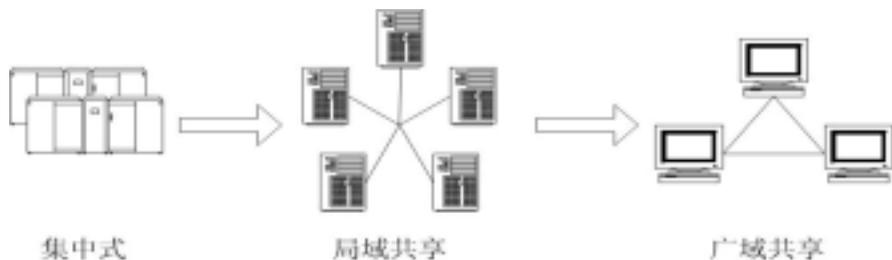


图 2.2 计算资源共享的发展过程

从上世纪 60 年代末开始研究计算机分组交换技术到今天，互联网已经走过两代历程。第一代是 20 世纪 70~80 年代，主要的成就是把分布在世界各地的计算机用 TCP/IP 协议连接起来，主要的应用是电子邮件。第二代是



20 世纪 90 年代，主要成就是把成千上万网站上的网页连接起来，主要的应用是Web信息浏览以及电子商务等信息服务。目前正处于从第二代互联网向第三代互联网过渡的转型期。第三代互联网也就是网格（Information Service Grid），它不同于第二代Internet，其主要特点是不仅仅包括计算机和网页、而且包括各种信息资源，例如数据库、软件以及各种信息获取设备等，它们都连接成一个整体，整个网络如同一台巨大无比的计算机，向每个用户提供一体化的服务。简单地讲，传统互联网实现了计算机硬件的连通，Web实现了网页的连通，而网格试图实现互联网上所有资源的全面连通。网格追求的最终目标是能够做到服务点播和一步到位的服务，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。

目前，在国际上影响最大的网格开发项目是Globus^[32]。这个项目的成员来自美国Argonne 国家实验室数学与计算机分部、南加州大学信息科学学院和芝加哥大学分布式系统实验室等单位，并与美国国家计算科学联盟、NASA 信息能源网格（IPG）项目、美国国家先进计算基础设施同盟（NPACI）等建立了伙伴关系。Globus项目的主要工作是开发、解决建立网格所需要的基本技术。Globus计划在2003 年6 月推出新的基于开放网格服务体系（简称OGSA）的版本，也就是Globus Toolkit 3.0（GT3）。目前Globus对OGSA实现的最新版本是Globus Toolkit 4.0。Globus Toolkit可以满足网格操作的主要需求，实现安全管理、资源管理、数据管理和信息管理等功能。

迄今为止，Globus 项目开发的Globus Toolkit 已经成为事实上的网格标准。一些重要的公司，包括IBM、Microsoft、Compaq、Cray、SGI、Sun、Fujitsu、Hitachi、NEC 等已经公开宣布支持Globus Toolkit。大多数网格项目也都是基于Globus Toolkit 所提供的协议及服务建设的，例如美国的物理网格GriPhyN、欧洲的数据网格DataGrid、荷兰的集群计算机网格DAS-2、美国能源部的科学网格和DISCOM 网格、美国学术界的TeraGrid 等等。

2. RDF^{[28], [33], [34]}

随着现代信息处理上的两大挑战：一是电子档案成为资料的主流，二是网络上大量文件的管理和检索需求，元数据日益受到重视。元数据是关



于数据的数据。简单的说，元数据具有传统目录之“著录”功能，即以简单的资料描述资源的内容，这将有助于资源的使用者及管理者，透过元数据了解并识别资源，进而去利用及管理资源。元数据具有以下几个显著优点：^[35]

(1) 元数据通常比整个资源的内容小很多，在资源的找寻过程中更容易处理。

(2) 目前的技术，仍很难做到以非文字物件做为搜寻或自动选取的基础，但我们可以利用元数据对非文字物件进行描述。即元数据可以做为非文字物件搜寻和自动选择的基础。

(3) 元数据可以提高检索之精确度。

(4) 元数据可以提供不存在于资源本身的信息，如主题、来源、管理信息等。

资源描述架构 (Resource Description Framework, 简称RDF) 是由万维网联盟 (W3C) 主导和结合多个元数据团体 (如Dublin Core等) 所发展而成的一个架构，用来携带多种元数据来往于网络上。

目前大部分的网站建设者是使用HTML语言描述他们的网页，背后的网络机器人就会自动卷动网页，挑出该信息。但这种搜索方法通常效率不佳，单一的搜寻会返回数万页，而有时对数百万页的搜寻却无法找到一条符合我们需要的信息。事实上，搜索引擎在“了解”所收到的信息上是十分笨拙的，举例来说：“比尔·克林顿是美国总统”的陈述句，与“美国总统是比尔·克林顿”意义上是相同的。但对电脑而言，这两句陈述是截然不同的。但RDF运用表达这些陈述的相关联方法，则可以让电脑了解他们意义是相同的。

3. 元数据标准的制定^{[6], [28], [36], [37]}

元数据的兴起和网络搜索引擎的盛行颇有关联。万维网盛行后，为了方便检索网页内容而产生了搜索引擎。目前搜索引擎的运作方式基本上属于全文检索，主要是透过自动抓取程序在网络上抓取网页，然后以自动拆字 (词) 作索引的方式来建立其信息库。这种操作方式的特点是高运作效率和一网打尽，因此有高回收率与低精确率的特性。这个低精确率的缺



点，随着网页数量的急速膨胀，成为无法忍受的致命伤。很明显的，我们只有从返回的条目中获取更多的信息，才能挑选出我们真正需要的资料。而这些信息必须由资料提供者来提供，因此如何制定一套资料的描述格式，来有效的描述收藏的资料，成为一个重要的课题，这正是元数据日益受到重视的原因。

在国际图书馆协会联盟网站的元数据资源的首页中，列举了很多的元数据种类，如Dublin Core^[37]、EAD (Encoded Archival Description)、DIF(Directory Interchange Format)等等。VO元数据标准和教育资源元数据标准在很大程度上都受到Dublin Core的影响，我们不妨先对Dublin Core作一简单的介绍。

Dublin Core是1995年3月由国际图书馆电脑中心(OCLC)和国家超级计算机应用中心(NCSA)联合赞助的研讨会上，邀请52位来自图书馆、电脑、网络方面的学者和专家共同研讨下的产物，目的是希望建立一套描述网络上电子文件特色的方法，来协助信息检索。研讨会的中心问题是如何用一个简单的元数据记录来描述种类繁多的电子物件？因为研讨会的目标是发展一个简单有弹性，各种专业人员都可轻易了解和使用的资源描述格式，所以Dublin Core只规定那些在大多数情况下，必须提及的资料特性。就项目的基本设计原则而言，基于与会者认为没有任何单一的元数据格式足以适用于任何作业环境的认知，他们主张先建立一套描述资料的最小核心项。因此Dublin Core的设计理念是元数据的资料项同时拥有意义明确、弹性、最小规模三种特色。在设计上所秉承的原则是：内在本质原则、易拓展原则、语法独立原则、无必须项原则、可重复原则、可修饰原则。

Dublin Core的15个基本栏目简介如下：

1. 主题与关键词 (Subject)：作品的主题或主要概念之关键字，以及代表与本物件重要相关之人、地、事件或其他背景资料等词语。
2. 题名 (Title)：作品被赋予一个或多个名称。
3. 著者 (Creator)：作品的创始者，可以是一位或一位以上之个人或机构。
4. 简述 (Description)：文件的摘要或影像资源内容的简述。



5. 出版者 (Publisher) : 负责发行作品之个人或机构。也可记录主要的资助单位或政府机构, 发行者与其他重要代理商也可记录于此。

6. 其他贡献者 (Contributor) : 除了著者外, 对作品创作有贡献的其他相关人士或机构 (例如编者或译者) 也可用来记录赞助者、捐赠者及负责人。

7. 日期 (Date) : 作品公开发表的日期, 建议使用如下格式YYYY-MM-DD。

8. 资源类型 (Type) : 作品的类型或所属的抽象范畴, 例如文字、声音、影像、实体物件、事件、原件或代理物件。

9. 资料格式 (Format) : 描述存取、呈现或使用此作品时, 可能所需之软、硬件工具。

10. 识别资料 (Identifier) : 用来有效识别此作品的文字或者号码, 例如URN, URL, ISSN等。

11. 关联 (Relation) : 与其他作品的关联或所属的系列和资源库。

12. 来源 (Source) : 作品的其他衍生来源。

13. 语言 (Language) : 作品本身所使用之语言。

14. 时空涵盖范围 (Coverage) : 作品涵盖的时期和地理区域。时间涵盖范围是指作品内容的相关时期, 例如新石器时代, 而非作品产生或创作的时间。空间涵盖范围若是一个实际地区, 则记录地名或坐标 (经纬度)。

15. 权限范围 (Rights) : 作品版权声明和使用规范。

以上 15 个基本栏目, 可以说是非常简单和易于使用, 几乎所有的栏目都有自我解释的功能, 因此大部分人在短时间内就知道如何使用。在 Dublin Core 中, 所有的栏目或修饰词都是可重复的或是可省略的。同时, 为了加强其拓展性, 它允许个别使用者加入自己的栏目或是修饰词, 虽然如此造成某种程度的混乱, 但从另外一个角度来看, 却可使都 Dublin Core 随着时势及环境的变化来调整, 以适应不同的时期及不同的变化。

建设 V0 天文教育平台的必要条件之一就是制定具体的元数据标准。当然, V0 也正在开发它自己的一套描述标准, 这套标准应该说主要是为了全世界的天文学家能更好的在线科研服务的。在建设天文教育门户中, 我们除了借鉴一部分之外, 当然还应加入一些作为教育资源所特有的元素。



V0元数据包括资源元数据和服务元数据。资源元数据有三部分组成：标识元数据、履历元数据、内容元数据。服务元数据包括接口元数据和功能元数据。接口元数据描述了如何访问服务，输入输出格式；功能元数据描述了服务能作什么、有哪些限制以及其它行为特征等。

作为教育门户的搜索引擎所用到的元数据不需要这么丰富，同时也应该加入一些教育资源所特有的元数据元素。这个可参照由教育部教育信息化技术标准委员会正式发布的《基础教育教学资源元数据规范》^[38]。它由三部分内容组成，一是提出了一组核心元素集；二是定义了一组限定修饰词汇，对核心元素的属性描述作进一步限定，以防止使用过程中的歧义和不同理解；三是定义了一组编目词汇表，对部分核心元素的赋值作进一步的界定，有助于实现元素的互操作。规范规定的描述基础教育资源的数据元素集包括 22 个元素，其中必需元素 13 个，可选数据元素 9 个。规范的核心元数据元素依据其描述的内容和类别分为三类，其中打*的元素为必需元素：

资源内容描述类，包括标题*、学科*、关键词*、描述*、相关资源、关系描述、语种*、覆盖范围、适用对象*等 9 个数据元素。

知识产权信息类，包括作者*、出版社、其它作者、权限、版本等 5 个数据元素。

外部属性描述类，包括日期*、类型*、格式*、标识*、评价、评价者、元数据方案*、元数据语种等 8 个数据元素。

V0元数据规范和基础教育教学元数据规范都受到《都柏林核心元数据标准》的影响，有很多相通之处，并且基础教育教学元数据规范允许用户在符合本规范元素定义格式和技术规范的前提下根据需要扩充元数据元素。这为教育资源元数据规范和V0元数据规范的融合提供了条件。

2.4 天文教育门户^{[28], [39]}

一个好的平台，为了方便用户的使用，必须提供一个简单、易用、友好的操作界面。门户就是V0与用户的直接接口，是访问V0服务的主要途径。为了有效解决天文教育资源的共享和发现问题，基于V0建设“一站式，可



达任何目的”的天文教育门户显得很有必要。也许有人说，现在天文学界已经存在许多很受用户欢迎的门户网站，如“skyview”^[40]等，为什么还要建设虚拟天文台的天文教育门户呢？这是因为这些门户虽然可以让用户以统一的方式访问大量的数据集，但前提条件是这些数据集必须在本地以一种特定的格式进行管理。VO的一个基本的目标就是实现数据集的统一访问，不过VO的数据集是分布式的，不可能存在统一的管理中心。所以VO的门户可以以统一的方式访问分布式的数据集，这是目前的一些门户网站所望尘莫及的。并且VO的天文教育门户希望设计一种搜索引擎，利用元数据，就能迅速查找到特定的被元数据标记的信息，而不是通过浏览整个HTML文档来搜寻关键词。天文教育门户反馈的结果将比较精确，而不用像目前的搜索工具那样还需要用户花大量的时间在众多的搜索结果里二次查找所需的信息。这样将大大节约用户的时间并提高资源的利用效率。

要真正实现“一站式”服务，需要解决三个问题，一是如何有效的注册和发现资源，二是如何有效的过滤和筛选资源，三是如何有效的描述资源。根据上面的介绍，我们知道用元数据来描述网上信息资源的属性，并应用资源描述结构作为携带多种元数据的工具实现网上资源交流是较好的问题解决途径。

要达到对网络在线资源快速检索的目的，首先需要利用VO的资源发现机制来收集网络上有用的天文教育资源。其次需要一个对发现的网络资源生成相应的元数据的机制。这些元数据记录对网络资源进行描述和定位，就像图书馆中的目录卡片。所形成的元数据有两种形式，一种嵌在资源之中，另一种可以把元数据记录为单独的文件。第三，元数据嵌入资源或存为单独文档后，需要一个负责收集所有资源的元数据的工具，以形成本地站点索引，并将其汇编后加入门户目录列表，也即对元数据记录进行管理的机制。第四，需要一个对上面元数据记录库进行查询并将查询结果以HTML页面返回的机制。

通过我们所制定的元数据规范，以及上面提到的技术工具，我们就可以建构一个巨大的描述教育资源的元数据记录库。在此基础上，根据用户的不同水平，我们可设计不同的查询界面，也即门户。这样就可以建立一



个天文教育平台，方便教师和学生以及公众高效而准确的获得这些组织化的信息。

2.5 V0天文教育平台工作流程^{[5], [13]}

天文教育平台是基于V0来建设的，对网络已有在线资源的使用将如同使用我们非常熟悉的搜索引擎一般简单，因此这部分的工作流程在这里就不多说。而对于数据和服务部分的使用，其工作流程同V0完全一样。因此我们以NVO最早实现的三个原型之一，褐矮星候选体的搜寻，作为范例阐述V0天文教育平台的工作流程。

近年来，深度巡天计划的开展，比如 2MASS、SDSS，使得褐矮星候选体的搜寻研究工作取得了突破性的进展。其中一个关键性的因素就是多波段巡天数据的联合应用。当前，巨型星表之间的交叉证认工作进行的特别费时费力，是天体物理学研究中经常面临的典型问题。

褐矮星候选体的搜寻，利用SDSS EDR光学巡天数据和 2MASS红外巡天点源星表作为数据源，通过基于WEB的V0服务实现两个大规模星表之间的交叉证认，寻找SDSS EDR星表中天体的红外对应体并从中寻找褐矮星候选体。

通过V0来实现这样的证认工作有两个突出的优点。第一，可以免去用户下载大量数据的烦恼。V0服务程序可以直接对分布式的数据进行操作。第二，V0中的交叉证认服务在算法和软硬件配置等方面进行了优化，可以在数分钟内将结果返回。如果用户在自己的桌面系统中进行同样的操作可能要耗费很长的时间，几个小时甚至几天。

NVO的褐矮星候选体搜寻演示已经取得了可喜的科学成果。在 2003 年 1 月美国西雅图举行的AAS第 201 次会议上NVO公布的 5 个最有可能的候选体中已经有一个经凯克望远镜光谱观测证实是褐矮星。通过对 2MASS 1DR2 和 SDSS EDR交叉证认，这个Demo得到了 326020 个对应体。经过进一步的分析，最后公布了 5 个最有可能的候选体，分别是：

- 2MASSI J0016084-004301
- 2MASSI J0104075-005328
- 2MASSI J0229279-005328



- 2MASSI J1326298-003831
- 2MASSI J1346464-003150

经凯克望远镜观测证实的是第二颗。其中后面两颗是早已经被确认的褐矮星。

范例在V0中的工作过程，大致可以描述如下：

1. 用户登陆V0门户，进入自己的工作室（MyV0）。这里需要进行身份认证。根据用户名确定用户类型及其相应的访问权限。当然V0也会允许公开访问，但访问权限与V0正常用户相比会有所限制。

2. 用户在线编写、制定工作计划并提交。修改任务和工作计划并在工作室保存。当用户设定的任务提交时刻到来时，工作室负责向V0门户提交工作任务。

3. V0门户分析作业，查找并选取用以完成任务所需的数据资源和服务。

4. 如果任务可行，则接受用户作业。如果不可行则告知用户无权执行此项作业或者找不到合适的资源完成作业并把信息反馈给用户。这里，需要利用V0信息和知识管理系统对所提交的问题进行合理性判断；利用资源注册机制获得可用资源信息；核实用户对资源的访问权限；根据可用资源情况编排工作计划，估计任务执行的工作量和其他相关信息。

5. V0门户针对所选取的不同数据服务提供者（Data Service Provider，DSP）的数据描述生成V0查询语句（VOQL）并分别提交到相应的数据服务提供者。

6. DSP接受V0门户提交的VOQL，根据当前资源的使用情况进行作业调度，给出作业调度报告。

7. VOQL解析。DSP利用数据集元数据信息将VOQL语句转换为与其（虚拟）主机环境对应的查询语句。VOQL解析过程需要用到VOQL解析器。

8. DSP数据访问服务执行查询操作，向DSP返回查询结果

9. DSP将查询结果转换成V0制定的统一的数据交换格式，比如V0Table、FITS等，返还给V0门户。

10. V0门户远程查询结果返回的过程中从V0资源管理系统接受系统检测



数据，跟踪作业的执行情况并及时通告用户。

11. 当所需远程结果返回后，进行质量评估。

12. 对来自不同DSP的查询结果利用Ontology/UCD进行必要的格式转换。然后调用相应的数据处理工具（如数据挖掘、统计分析等）。这里需要本体（Ontology）和格式转换服务来完成转换功能；数据处理过程还涉及数据缓存。

13. 最后对处理结果进行必要的整理，比如可视化，然后返回给用户。

14. 任务执行过程中，VO系统持续监听用户的请求和系统各部分的情况并做出相应的响应。如果在任务执行期间用户主动提出暂停或者终止的请求，VO门户要向相关的DSP或者数据处理等服务发出消息，终止作业，释放所占用的资源。如果系统的某个服务或者资源出现变化，比如服务访问被终止或者出现硬件故障，VO也将及时通告用户或者将任务转移到其他的服务上。这需要有保存中间结果的功能，暂停服务的重新激活功能，检查点设置等。

上面的流程显示出VO天文教育平台的工作过程大致可以分为四个阶段：

1. 作业提交：这其中包括用户登录，身份验证，工作计划编制，提交等操作。

2. 作业调度：其中可能涉及资源和服务的发现，访问权限认证，任务估计，系统监控等。

3. 作业处理：其中可能涉及数据集访问，计算服务，数据挖掘等。

4. 结果返回：其中可能涉及数据编码，格式转换，可视化等。



第三章 V0天文教育试验平台的开发

很多公众、学生和天文爱好者对太阳月亮等天体的位置，日月食发生的时间以及万年历等很感兴趣，因此下面我们以虚拟天文台天文计算数字资源建设为例进行天文教育试验平台的试开发。

3.1 Swiss Ephemeris软件包介绍^[41]

Swiss Ephemeris是由Astrodienst基于美国宇航局JPL实验室发布的DE406星表拓展而来的一个高精度的星历表。它不是一个面对终端用户的产品，而是面对天文软件程序开发者的一个工具集。它给我们提供了如下一些计算功能：行星和恒星的计算；食现象和行星现象的计算；日期和时间转换功能；初始化、安装和关闭的功能；黄道十二宫的计算以及一些辅助功能。

Swiss Ephemeris与其他星历表相比，具有如下一些优势：

1. Swiss Ephemeris是在NASA的JPL实验室最新的行星和月亮表DE405和DE406基础上拓展而来的。DE405星表的时间跨度为公元前3000年到公元3000年共6000年，它的数据总共需要550M的磁盘空间。DE406是它的压缩版本并且提高了精度。这些数据被Astrodienst利用复杂的压缩技术进一步压缩，对于6000年的行星数据只需5M磁盘空间，月亮数据需要13M空间，并且达到了0.001角秒的精度。此外他们还将时间跨度拓展为从公元前5400年到公元5400年。

2. 完成了从惯性参照系到以当日真春分点为原点的天文坐标系的转换。所有需要考虑的修正如相对论性偏差、光在太阳重力场中的弯曲等都以极高的精度加以考虑以使整体转换精度达到0.001角秒。

3. 可以利用三种不同的星表数据（DE406、Swiss Ephemeris、Moshier model）进行计算，该软件包将根据所安装的数据文件自动切换到精度最高的星历表进行计算。

4. 它还包含了所有已知的小行星甚至是假想天体的计算。它包含了55000颗小行星的数据。



5. 它不仅精度高, 并且运算速度很快。在一台 1000MHz 的奔三处理器的测试机器上, 计算 10000 颗星星的位置只需 9 秒钟。

基于以上的优势, 我们选择该软件包作为建设天文计算数字资源的工具包。

3.2 本地方式的电子天文年历开发

为了了解函数的调用方式以及实现的具体性能, 我们以开发一个电子版的天文年历为目标, 对其进行测试和调用。中国天文年历^[42]是由中国科学院紫金山天文台编著的, 按年度出版, 反映天体运动规律的历表。编算天文年历是历书天文学的组成部分。其主要内容有: 太阳、月球和各大行星在一年内不同时刻的位置表。1000 余颗基本恒星每 10 天的视位置表。用于天体各种坐标之间换算的数据, 如包含岁差、章动和光行差改正的贝塞尔日数、独立日数表。各种天象的预报表, 如日月食、月掩星、行星动态、日月出没和晨昏蒙影等。我们以 Swiss Ephemeris 为基础, 编制了面向终端用户的在线查询网站。该网站包括以下查询功能: 九大行星以及太阳月亮的位置(赤道坐标系、黄道坐标系、直角坐标系)查询; 全国主要城市的太阳月亮及九大行星的升落时间查询; 全国主要城市的晨昏蒙影时间查询; 1000 余颗基本恒星位置的查询; 日月食时间查询; 跨越一万年万年历查询; 年月日与儒略日之间的转换查询等。

3.2.1 开发工具

本系统主要采用 C, JSP, HTML 语言进行程序的编制。C 语言发展非常迅速, 而且成为最受欢迎的语言之一, 主要因为它具有强大的功能。许多著名的系统软件, 如 UNIX、LINUX 等都是由 C 语言编写的。由于 Swiss Ephemeris 提供了全部的 C 的开源原代码, 所以我们的底层也采用 C 语言编写。JSP (Java Server Pages) 技术是由 Sun 公司于 1999 年 6 月推出的一项新技术, 由 Sun 公司倡导、许多其它公司参与一起建立的一种动态网页技术标准。JSP 使用 Java 作为脚本语言, JSP 文件就是一些 JSP 定义的标记和 Java 程序段与 HTML 文件的混合体。JSP 技术有许多优点, 它继承了 Java 语言的一次编写, 处处运行的特点, 跨平台的可重复性, 易于维护性, 健壮性和安全性



等。由于C无法直接从客户端获取参数，所以我们利用JSP技术对其封装调用。HTML是互联网上的主要语言，主要用于给客户端提供一个简洁美观的查询界面。

3.2.2 系统计算流程

本系统计算流程图如图 3.1 所示。

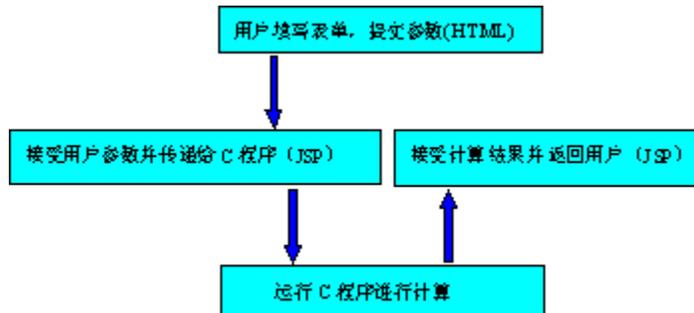


图 3.1 系统计算流程

流程图比较简单，对于每个功能的实现，我需要编写三个程序，以查询行星位置为例，需要编写planet.htm、planet.jsp、planet.c 三个程序。本电子天文年历编写的所有函数如表 2 所示。

功能	HTML	JSP	C
万年历查询		calendar.jsp	calendar.c
行星位置查询	planet.htm	planet.jsp	planet.c
亮星位置查询	fix.htm	fix.jsp	fix_star.c
恒星位置查询	file.htm	file.jsp	fixs.c
当地日食查询	eclipse_loc.htm	eclipse_loc.jsp	eclipse_loc.c
全球日月食查询	eclipse_glob.htm	eclipse_glob.jsp	eclipse_glob.c
行星升落时间查询	rise.htm	rise.jsp	rise.c
晨昏朦影时间查询	twilight.htm	twilight.jsp	sunlight.c
历元转换	epoch.htm	epoch.jsp	epoch_change.c
日期转换为儒略日	jul.htm	jul.jsp	jul.c
儒略日转换为日期	revday.htm	revday.jsp	revday.c

表 2 已实现的功能函数



制作的整个电子天文年历的首页如图 3.2 所示：



图 3.2 电子天文年历首页

3.2.3 具体程序编制示例

下面以万年历的编制和恒星位置的计算两个功能的实现为例来具体说明。

3.2.3.1 万年历的编写

首先介绍一下几个常用的概念：

儒略历：儒略历是公历的前身，它是公元前 46 年，罗马统治者儒略·凯撒采纳天文学家索西尼的意见而制定的。

儒略日（记为 $J D$ ）则是在此基础上确立的一种不用年和月的长期记日法。它的特点是在计算相隔若干年的两个日期（事件）间的天数方面比较方便。它以公元前 47 年儒略历 1 月 1 日，格林威治午时为起算日期，到目前已有 2440000 日的数量级。

1. C 程序计算步骤说明

具体计算步骤如下：



(1) 判断所求月份的阳历天数。平年二月份 28 天，闰年二月份 29 天。这主要涉及到置闰。置闰的规则可用三句话来表示：非世纪年的公元年数能被 4 整除的为闰年，世纪年（如 1900 年，2000 年）的公元年数能被 400 整除的为闰年，其余的年份为平年。其余月份天数是固定的，大月 31 天，小月 30 天。

(2) 计算该月第一天是星期几。首先调用日期转换为儒略日的函数计算该月第一天的儒略日 tjd 。然后利用公式

$$\text{week} = \text{fmod}((tjd - 1721088.5), 7.0)$$

求星期。fmod 是 C 的库函数，表示求余数。余数为 0 代表星期天，1 代表星期一，其余依次类推。

(3) 计算该年的天干 ytg 和地支 ydz 。计算公式为：

$$ytg = \text{fmod}(((\text{double})j \text{ year} - 3), 10.0), ydz = \text{fmod}(((\text{double})j \text{ year} - 3), 12.0)$$

其余数对应的天干地支如下表所示：

天干	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸		
余数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		
地支	子	丑	寅	卯	辰	巳	戊	未	申	酉	戌	亥
余数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0

(4) 定朔。从地球上看来，当太阳和月亮的黄经相等时对应的那一天定为农历初一。因此调用计算行星位置的函数来计算太阳和月亮的位置，并采用二分法来定出他们黄经相等的时刻。两个朔日之间的天数即为该农历月的天数。它有时 29 天，有时 30 天，但无规律可循，完全是依据计算数值来确定的。

(5) 定气。也即定出 24 节气所对应的儒略日。在古代，节气简称为气，这个气字实际是天气气候的意思。古代一年分为十二个月纪，每个月纪有两个节气。在前的为节气，在后的为中气，如立春为正月节，雨水为正月中，后人就把节气和中气统称为节气，合十二个月纪的节气而为廿四节气。它们的名称为立春、雨水、惊蛰、春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒、大寒。在历法中，主要依据太阳黄经来



确定。当太阳黄经等于 0° ，对应的节气是春分。每隔 15° 一个节气，如夏至对应太阳黄经 90° ，秋分对应太阳黄经 180° ，冬至对应太阳黄经 270° 。

(6) 确定所计算月份含有的节气和准确时间。该步比较简单，只需比较哪两个节气对应的儒略日在所计算月的第一天和最后一天所对应的儒略日之间即可。

(7) 根据节气判断该月所对应的农历月份。这里又涉及到置闰的问题。农历最大的问题是在如何置闰。其基本法则如下：

月朔日即是初一；月以中气得名，如以包含雨水中气月为正月，月无中气者为闰月，与前月同名。

一般人接触到的阴阳历是民用历法，它是政府颁令的以东经 120° 计算的历法或称中原标准时间或北京时。如果我们用不同时区、不同经度为子午线来重新计算阴阳历，民用历法的置闰法则出了很大的问题。不同时区的闰月可能落在不同月。换言之，在一百年内，任何两个时区的闰月顺序模式是会不相同的。

高平子曾提出“历理置闰法”^[43]。如果应用历理置闰法到不同时区，则所有不同时区的闰月都落在相同月。如此不同时区、不同经度的阴阳历置闰的问题就消失了。民用置闰和历理置闰的不同是：

在民用置闰，如果月朔日和中气同一天，则该阴历月包含那个中气。

在历理置闰，如果月朔日和中气同一天，月朔日时间必须在中气时间之前，则该阴历月才包含那个中气。

简言之，民用置闰比较月朔和中气日期；历理置闰比较月朔和中气日期、时、分、秒。由此可知，没有精确的太阳和月亮的时间数字，阴历的闰月可能会排错了。

在我们这个万年历的编制中，我们就采用了历理置闰的方法，依赖于 Swiss Ephemeris 提供的太阳和月亮的精度很高的数据来确定农历月的天数和月份。

(8) 确定所计算月的第一天所对应的农历月份和日期。

(9) 将以上计算的结果全部写入一个以所计算年份和月份动态命名的文件中。



2. JSP程序说明

因为要求在提交年月后立即能在同一页面上看到日历，所以我们将参数提交的页面和计算结果返回的页面都放在一起显示，而不再单独写一个接受参数的HTML页面。

该页面主要是将用户提交的参数即阳历年份和月份传递给C程序，C程序按照上述步骤运算后将计算结果存在计算机上的指定文件夹内，然后由JSP程序将这些数据从文件中读取出来，并结合HTML语言在需要显示的地方可视化出来，主要是一个页面的编辑和制作过程，在此就不用详述了。

3. 制作的整体页面效果如图 3.3 所示。



图 3.3 万年历页面

3.2.3.2 恒星位置的计算

虽然我们提供了一千多颗亮星位置直接查询的表单，但如果用户需要计算一个任意恒星的位置，怎么办呢？我们这里也编制了一个根据用户上传数据来计算恒星位置的方法。

1. C程序计算步骤说明



首先让我们来了解一下与恒星位置计算相关的一些知识点。^[44]影响天体位置有各种因素：大气折射、周日视差、周年视差、周日光行差、周年光行差、岁差和章动。这些因素使得天体的位置有观测位置、视位置、真位置、平位置和年首平位置等的区别。

恒星的位置对应的历元通常有星表历元，任意历元和观测历元。其所对应的参考系有恒星的位置参照于某一历元的平赤道和平春分点所确定的平赤道坐标系或真赤道和真春分点所确定的真赤道坐标系。不同历元的平赤道坐标系的变化是由于岁差引起的。同一历元的平赤道坐标系和真赤道坐标系的差异是由章动引起的。坐标系的定向历元和恒星的观测历元若不相同，其差异涉及到恒星的自行。

坐标系的原点（即天球的中心）由站心、地心、日心或太阳系质心。从站心和地心涉及到周日光行差和周日视差，从地心到日心或太阳系质心涉及到周年光行差和周年视差。具体的计算分以下步骤进行：

（1）推算基本历元至观测瞬间的儒略世纪数

岁差、章动使天体的坐标值不断变化，因此，给定一个天体的坐标必须指明他对于那一瞬间的坐标系，一个星表中的全部恒星坐标都归算到某一贝塞尔年首的平赤道坐标系，这一年称为该星表的历元。

星表里都给出了本星表所采用的历元，现在一般都采用J2000.0 历元。基本历元J2000.0 算起的儒略世纪数是从世界时 2001 年 1 月 1 日 12 时算起的日数除以 36525。

（2）自行改正

恒星并非真的不动，它相对恒星背景空间有着及其缓慢的自行。因此由历元年首平位置计算观测瞬间平位置，应加上观测历元年首到观测瞬间的自行改正。

（3）岁差改正

赤道、黄道和春分点都有以星空为背景的固有运动，因而，以它们为基本圈和基本点的赤道坐标系也将不断的变化着它们在天球的位置，也就是说，天体即使本身不动，表征天体位置的坐标值也将不断的变化着，这种现象叫岁差。因此由历元年首平位置计算观测瞬间平位置时，还应考虑



岁差改正。

(4) 章动修正

由于日月的引力对旋转着的地球的赤道环的摄动导致的真极对平极的振动叫章动。对观测瞬间的平赤经和平赤纬进行章动修正，计算观测瞬间恒星的真位置。

(5) 对观测瞬间恒星的真位置进行光行差修正

由于观测者具有一定的运动速度而引起天体方向的变化叫光行差现象。地球上的观测者在空间有三种运动：1 地球的自转；2 地球的公转；3 太阳系在星际空间的运动。由第一种运动引起的叫周日光行差，由第二种运动引起的叫周年光行差，第三种叫长期光行差，一般都要进行周日光行差和周年光行差改正。

(6) 对上一步的结果进行视差改正，得到最终的恒星视赤经和赤纬

视差改正包括周日视差改正和周年视差改正。首先介绍一下视差的概念，我们在不同的地点观测同一地面目标，所测得的目标方位是不同的，同样，对于某些离我们较近的天体，由于观测者空间位置的变化，它们在天球上的位置也不一样，这种现象叫视差现象。以地心为天球中心的天体坐标为地心坐标，以观测者为天球中心的天体坐标称为地面坐标，同一天体的地心坐标和地面坐标之差称为该天体的周日视差。同一天体的地心坐标与日心坐标之差称为周年视差。近距恒星的周年视差都在 1 秒以下，多数只有百分之几秒，可以忽略不记。

经过以上改正和修正，就可以得到观测瞬间的恒星的视位置。

2. JSP程序说明

因为涉及到文件上传，我们先介绍一个用于处理HTTP文件上传的组件。

文件上传在web应用中非常普遍，要在jsp环境中实现文件上传功能比较容易，因为网上有许多用java开发的文件上传组件，本文采用commons-fileupload组件^[45]为jsp应用添加文件上传功能。common-fileupload组件是apache的一个开源项目之一，可以从<http://jakarta.apache.org/commons/fileupload/>下载。用该组件可实现



一次上传一个或多个文件，并可限制文件大小。其所需的环境为：

(1) 下载并安装Tomcat；

(2) 下载Fileupload的jar包commons-fileupload-1.0-beta-1.jar，并将该文件拷贝到 $\{\$TOMCAT\}/common/lib$ 目录下（其中 $\{\$TOMCAT\}$ 为Tomcat的安装目录）；

(3) 由于Fileupload子项目同时需要用到另外一个项目commons-Beanutils，所以必须下载Beanutils，并将解压后的文件commons-beanutils.jar拷贝到 $\{\$TOMCAT\}/common/lib$ 目录下。

组件安装好后，我们就可以直接使用它的功能了。

具体计算流程为：实现文件上传功能以及读取HTML表单提交的参数；读取上传文件中所有的数据并传递给C程序进行计算，将C计算的结果返回用户。

3. HTML程序说明

这个页面非常简单，只需编写一个接受星表历元、计算的年、月、日及上传文件的表单即可。对用户上传的文件要求按照我们给定的格式进行排列，并以文本文件的形式上传。不过，需要注意的一点是，表单必须规定ENCTYPE属性，如：

```
<form name="uploadform" method="post"
action="fixsfile.jsp" ENCTYPE="multipart/form-data">
```

否则JSP程序将无法读取表单提交的参数。

4. 制作的整个页面效果如图 3.4, 3.5 所示

3.3 运用网格技术封装函数

以上功能的实现是基于Swiss Ephemeris的一种本地方式的开发，也就是我们必须将Swiss Ephemeris的软件包（包括源文件和数据文件）都下载到本机，才能对他们提供的函数进行调用，这样需要占用大量的磁盘空间，造成极大的资源浪费。而且本地方式开发的电子天文年历只能按照我提供的格式进行计算和查询，并不一定满足用户的要求，如果用户要求按照自己的需要进行计算，怎么办呢？方法之一就是利用网格技术将那些实现基

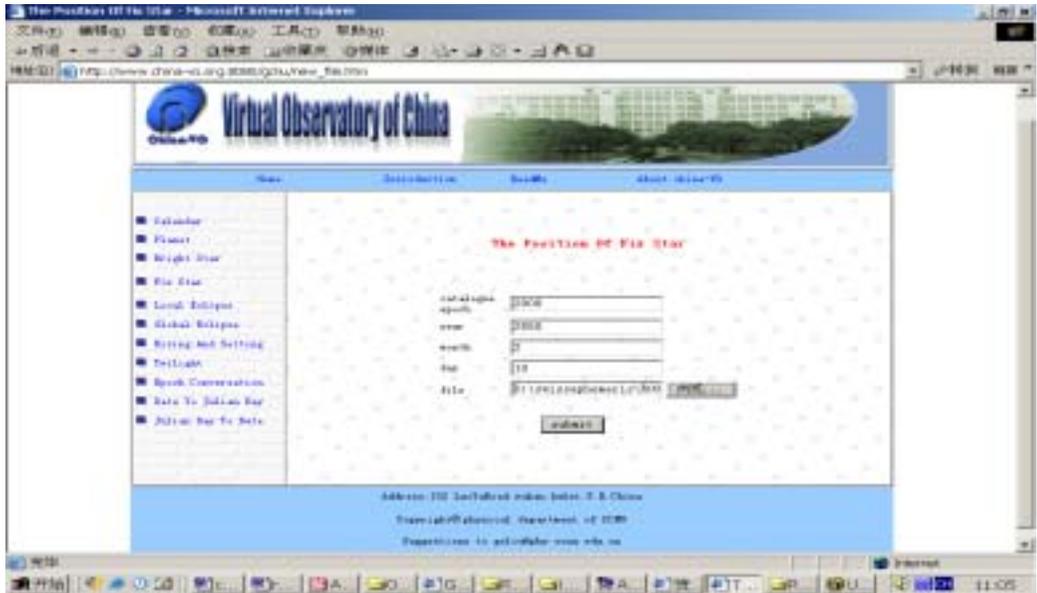


图 3.4 恒星位置查询页面



图 3.5 结果返回页面



本功能的函数封装成服务，那么任何人都可以象取一件商品一样直接在网络上使用，实现资源共享和动态配置。下面我们说说如何运用网格技术将函数封装成服务。

3.3.1. 软件环境

1. JDK1.4.2^[46]

JDK 是Java开发工具包 (Java Development Kit) 的缩写。它是一种用于构建在 Java 平台上发布的应用程序、applet 和组件的开发环境。JDK是一切java应用程序的基础，所有的java应用程序是构建在这个之上的。它是一组API，也可以说是一些java类。

2. ANT1.5.4^[47]

Ant是一个用于简单或复杂Java工程的自动化构建、部署工具。无论你的Java开发者使用什么操作系统、集成开发环境或者构建环境，Ant都可以将你的工程集合在一起，在构建和部署Java应用程序的时候，Ant处理着大量有用的任务。最基本的任务包括添加和移除目录、使用FTP拷贝和下载文件、创建JAR和ZIP文件以及创建文档。更高级的特性包括用源代码控制系统诸如CVS或者SourceSafe来检查源代码、执行SQL查询或脚本、将XML文件转换为人能识别的 HTML，以及为远程方法调用生成stub（存根）文件。

3. Tomcat5^[48]

Tomcat是一个免费的开源的Servlet容器，它是Apache基金会的Jakarta项目中的一个核心项目，由Apache，Sun和其它一些公司及个人共同开发而成。

4. GT3^[49]

GT3 (Globus tool kit 3.0) 是一个基于OGSI1.0 标准而实现的用于开发网格应用的工具包。作为国际上最有影响的和网格相关的项目之一，GT3 已经成为建造网格应用和网格环境的首选。国内外大部分的网格项目都是基于GT3 开发和运行的。

3.3.2 服务端程序设计步骤^[50]

写一个网格服务有以下 5 个步骤：

1. 定义服务接口，这是由GWSDL(Grid Web Service Description



Language)来完成的。

2. 实现服务，这是通过Java来完成的。

3. 部署服务，这是通过WSDD(Web Service Deployment Descriptor)来完成的。

4. 编译所有文件并产生GAR包，这是通过Ant工具实现的。

5. 发布服务，这也是通过Ant工具实现的。

下面我们以封装 Swiss Ephemeris 中的一个函数 swe_sol_eclipse_when_loc() 为例来对以上步骤作些细致的说明。该函数的功能是自某一给定日期开始寻找某一给定地理位置的下一次日食。其余函数的封装依此类推。

3.3.2.1 定义服务接口

在这步中，我们需要确定我们的服务将要向外界提供什么。这时我们不关心那个服务的内部工作（它用的算法，和访问哪个数据库等等）。我们只需要知道我们的用户可以用哪些操作。我们需要用一个特殊的XML语言（GWSDL）指定一个Web Service可以提供什么操作。下面我们用GWSDL给我们的Swiss Service写一个描述, 示例程序如下:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<definitions name="SwissService"
targetNamespace="http://www.chinaV0.org/namespaces/Swiss"
xmlns:tns="http://www.chinaV0.org/namespaces/Swiss"
xmlns:ogsi="http://www.griforum.org/namespaces/2003/03/OGSI"
xmlns:gwsdl="http://www.griforum.org/namespaces/2003/03/
griWSDLExtensions"
xmlns:sd="http://www.griforum.org/namespaces/2003/03/serviceData"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
<import location="../../../ogsi/ogsi.gwsdl"
namespace="http://www.griforum.org/namespaces/2003/03/OGSI"/>
<types>
<xsd:schema targetNamespace="http://www.chinaV0.org/namespaces/Swiss"
attributeFormDefault="qualified"
elementFormDefault="qualified"
xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
```



```
<xsd:element name="Ialmost_eclipse_when_loc"
  type="tns:Ialmost_eclipse_when_loc">
  <xsd:complexType name="Ialmost_eclipse_when_loc">
  <xsd:sequence>
  <xsd:element name="tjdstart" type="xsd:double"/>
  <xsd:element name="flag" type="xsd:int"/>
  <xsd:element name="geopos1" type="xsd:double"/>
  <xsd:element name="geopos2" type="xsd:double"/>
  <xsd:element name="geopos3" type="xsd:double"/>
  </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  </xsd:element>
  <xsd:element name="Ialmost_eclipse_when_locResponse" type="tns:
  Ialmost_eclipse_when_locResponse">
  <xsd:complexType name="Ialmost_eclipse_when_locResponse">
  <xsd:sequence>
  <xsd:element name="return" type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  </xsd:element>
  </xsd:schema>
  </types>

  <message name="Ialmost_eclipse_when_locInputMessage">
  <part name="parameters" element="tns:Ialmost_eclipse_when_loc"/>
  </message>
  <message name="Ialmost_eclipse_when_locOutputMessage">
  <part name="parameters"
  element="tns:Ialmost_eclipse_when_locResponse"/>
  </message>

  <gwsdl:portType name="SwissPortType"
  extends="ogsi:GridService ogsi:NotificationSource">
  <operation name="Ialmost_eclipse_when_loc">
  <input message="tns:Ialmost_eclipse_when_locInputMessage"/>
  <output message="tns:Ialmost_eclipse_when_locOutputMessage"/>
  <fault name="Fault" message="ogsi:FaultMessage"/>
  </operation>
  </gwsdl:portType></definitions>
```



将该文件保存为: TUTORIAL_DIR/tutorial/Swiss/schema/Swiss.gwsdl

在这个GWSDL文件中,它定义了一个操作: `l almost_eclipse_when_loc`和所有必需的信息和类型。让我们再仔细看看这个代码中的重要部分。首先注意网格服务的目的名称空间(the target namespace)是如何写的:

```
targetNamespace="http://www.chinaVO.org/namespaces/Swiss"
```

此外,我们必须包含下面这几行OGSI namespaces:

```
xmlns:ogsi="http://www.gri dforum.org/namespaces/2003/03/OGSI "  
xmlns:gwsdl="http://www.gri dforum.org/namespaces/2003/03/gri dWSDL  
Extensions"
```

还必须导入定义所有OGSI特殊的类型,消息和端口类型的GWSDL文件。

```
<import location=" ../.. /ogsi /ogsi .gwsdl "
```

```
namespace="http://www.gri dforum.org/namespaces/2003/03/OGSI "/>
```

最后,注意我们没有绑定任何内容。我们不需要手工添加它们,因为他们可以用GT3 工具自动添加。我们甚至不需要手动调用这个工具,这个工具也在定义好的Ant build文件中包含了。在我们每次从GWSDL文件生成 stubs时会自动为我们产生绑定操作。由上代码可以看出一个GWSDL文件都包含四部分:文件头;类型;消息和端口类型的定义。

3.3.2.2 实现服务

现在我们准备实现我们的服务了。网格服务的实现是满足一定要求的Java类。

我们创建一个新的文件SwissImpl.java。我们把网格服务的实现放在和服务接口定义相同的目录\$TUTORIAL_DIR/Swiss/impl/SwissImpl.java。

我们由通常的package声明和imports开始,注意我们必须引用一些实现网格服务必须的OGSA类。

```
package Swiss.impl;  
import org.globus.ogsa.impl.ogsi.GridServiceImpl;  
import Swiss.wsdl.SwissPortType;  
import java.rmi.RemoteException;
```

现在我们声明SwissImpl类,它将是我们的网格服务的实现类。



```
public class swissImpl implements OperationProvider,  
    GridServiceCallback
```

下面，我们必须为我们的网格服务写一个构造函数

```
public swissephImpl () { }
```

最后，我们实现在网格服务中说明的方法：`Ialmost_eclipse_when_loc`。注意，他们都能抛出`RemoteException`。因为他们是`remote methods`(可以通过网格服务远程调用的方法)，如果服务端与客户端出现问题(例如网络错误)，将会抛出异常。示例代码如下：

```
package SwissepH.impl ;  
import org.globus.ogsa.ServiceData;  
import org.globus.ogsa.ServiceDataAttributes;  
import org.globus.ogsa.impl.ogsi.GridServiceImpl ;  
import org.gridforum.ogsi.HandleType;  
import org.globus.ogsa.ServiceProperties;  
import javax.xml.namespace.QName;  
import org.globus.ogsa.OperationProvider;  
import org.globus.ogsa.GridServiceBase;  
import org.globus.ogsa.GridServiceCallback;  
import org.globus.ogsa.GridContext;  
import org.globus.ogsa.GridServiceException;  
import SwissepH.wsdl.SwissepHPortType;  
import org.apache.commons.logging.Log;  
import org.apache.commons.logging.LogFactory;  
import java.rmi.RemoteException;  
import java.io.*;  
import java.net.*;  
import java.util.Properties;  
import org.globus.ogsa.server.ServiceHost;  
import java.lang.*;  
public class swissepHImpl implements  
    OperationProvider, GridServiceCallback {  
    private static final QName[] _operations =  
        new QName[] {  
            new QName("", "**")};  
    private GridServiceBase _base;
```



```
private ServiceData serviceData;
static Log logger = LoggerFactory.getLog(SwissephImpl.class.getName());
public void initialize(GridServiceBase base) throws
GridServiceException {
    this._base = base;
}
public QName[] getOperations() {
    return _operations;
}
public SwissephImpl() { }

static {
    System.loadLibrary("Swisseph");
}
public String lamost_sol_eclipse_when_loc(double tjdstart, double geopos1,
double geopos2, double geopos3, int backward) {
    String results = "";
    double[] geopos=new double[3];
    geopos[0]=geopos1;geopos[1]=geopos2;geopos[2]=geopos3;
    results = whenloc(tjdstart,backward,geopos);
    return "(time of maximum eclipse is:)+"results;
}
public native static String eclipse_when_loc(double tjdstart, int flag,
double[] geopos);
public void postCreate(GridContext context) throws GridServiceException
{ }
public void preCreate(GridServiceBase base) throws GridServiceException
{ }
public void preDestroy(GridContext context) throws GridServiceException
{ }
public void activate(GridContext context) throws GridServiceException
{ }
public void deactivate(GridContext context) throws GridServiceException
{ }
}
```

这样我们完成了我们的网格服务的实现部分。现在在我们看到结果之前只需要做几个简单的步骤。

3.3.2.3 部署服务

在这里，它告诉web service如何发布我们的网格服务。示例代码如下：



```
<?xml version="1.0"?>
<deployment name="defaultServerConfig"
xml ns="http://xml.apache.org/axis/wsdd/"
xml ns:java="http://xml.apache.org/axis/wsdd/providers/java">
<service name="chinaVO/SwissFactoryService" provider="Handler"
style="wrapped">
<parameter name="name" value="Swiss"/>
<parameter name="instance-name" value="Swissinstance"/>
<parameter name="instance-schemaPath" value="schema/Swiss/Swiss/
Swiss_service.wsdl"/>
<parameter name="instance-operationProviders"
value="Swiss.impl.SwissImpl"/>
<parameter name="instance-className" value="Swiss.wsdl.SwissPortType"/>
<!-- Start common parameters -->
<parameter name="allowedMethods" value="*/>
<parameter name="persistent" value="true"/>
<parameter name="instance-baseClassName"
value="org.globus.ogsa.impl.ogsi.GridServiceImpl"/>
<parameter name="className"
value="org.gridforum.ogsi.NotificationFactory"/>
<parameter name="baseClassName"
value="org.globus.ogsa.impl.ogsi.PersistentGridServiceImpl"/>
<parameter name="schemaPath"
value="schema/ogsi/ogsi_factory_service.wsdl"/>
<parameter name="handlerClass"
value="org.globus.ogsa.handlers.RPCURIProvider"/>
<parameter name="factoryCallback"
value="org.globus.ogsa.impl.ogsi.DynamicFactoryCallbackImpl"/>
<parameter name="operationProviders"
value="org.globus.ogsa.impl.ogsi.FactoryProvider
org.globus.ogsa.impl.core.registry.RegistryPubliShProvider
org.globus.ogsa.impl.ogsi.NotificationSourceProvider"/>
<parameter name="registrationConfig"
value="etc/registration_config.xml"/>
<parameter name="activateOnStartup" value="true"/>
</service>
</deployment>
```

将该文件保存为\$TUTORIAL_DIR/swiss/Swiss.wsdd



3.3.2.4 生成JAR包

JAR包中包含网格服务容器中发布服务和能被有效调用的所有文件和信息。文件配置和调用如图 3.6 所示。但在这里我们直接利用gt3 tutorial 示例服务中已生成的Ant buildfile创建一个网格服务，在命令行中敲入以下命令即可：

```
./tutorial_build.sh $tutorial/Swiss/schema/Swiss.gwsdl
```

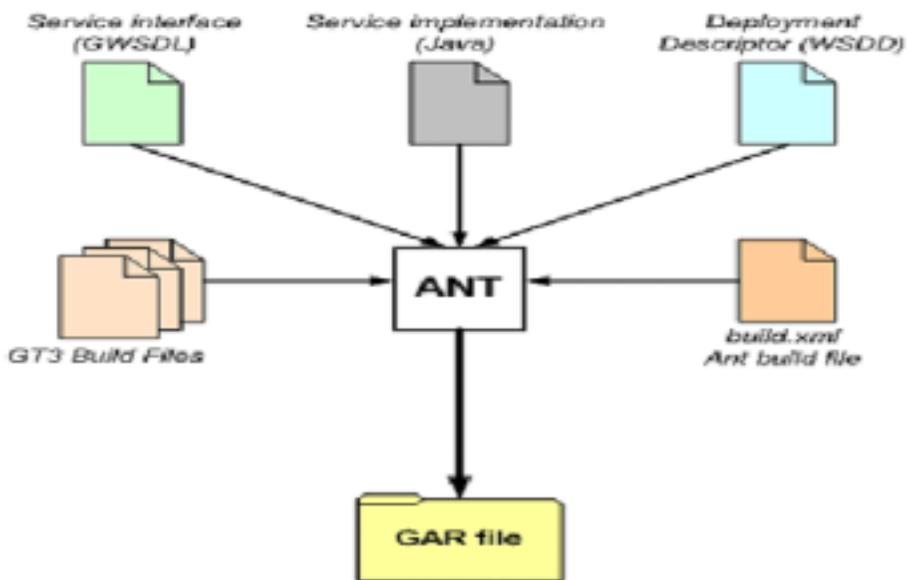


图 3.6 生成JAR包示意图

3.3.2.5 发布服务

该步将JAR包解压并将文件复制到GT3 目录树的正确位置，读取配置文件并正确配置web service。很简单，只需在命令行直接敲入：

```
ant deploy -Dgar.name=$TUTORIAL_DIR/build/lib/Swiss.swiss.gar
```

最后，开启网格服务的容器，并创建网格服务的一个我们的客户端要访问的实例。

```
globus-start-container
```

```
ogsi -create-service
```

```
http://localhost:8080/ogsa/services/tutorial/swiss/SwissFacto
```



ryService/swi ss

我将该服务注册到Chi na-V0的注册中心，便可在网络上直接调用了。注册和调用界面见附录 。

3.3.2.6 利用JNI 封装C的源代码

在前面实现服务时，已经明确说明了要使用Java语言实现，而我们已有的函数功能的实现是通过C语言实现的，这就存在一个相互调用的问题了。面对这个问题，Sun公司在JDK1.0 中就定义了JNI 规范，它规定了Java应用程序对本地方法的调用规则。在我们的这个示例中，调用C程序有以下步骤：

1. 创建Java文件，其中包含本地方法，这就是我们前面已经写好的Swi ssImpl . java。

2. 编译Java文件，生成cl ass文件Swi ssImpl . cl ass。

3. 创建头文件，直接在命令行敲入：`javah -jni Swi ssImpl . cl ass`，生成Swi ss_i mpl _Swi ssImpl . h

4. 重写C程序命名为swi ssweb. c，在该程序中包含前面生成的头文件并调用原来的库源函数，需要注意的是在该程序中不能使用数组，输入的数组必须用单个变量表示，而返回的数组全部用字符串。

5. 编译C文件。在命令行键入：

```
gcc -I/usr/local/java/j2sdk1.4.2/include/linux -fPIC -c swi ssweb. c
```

6. 将C程序打包成. so的库文件。在命令行键入：

```
gcc -shared -Wl, -soname, libSwi sseph. so. 1 -o libSwi sseph. so. 1. 0 swi ssweb. o
```

7. 将libSwi sseph. so. 1. 0 更名为libSwi sseph. so

8. 设置环境变量LD_LIBRARY_PATH指向库文件所在目录并导入该目录。

9. 在前面写的j ava文件中调用生成的库文件。

```
static{System. loadLi brary("Swi sseph"); }
```

经由以上步骤，我们就完成了对Swi ss Ephemeri s软件包中函数swe_sol _ecl ipse_when_loc的网格服务封装。



第四章 V0环境下的天文教育

天文学可以说是最古老的科学,同时也是最前沿的科学,它伴随着人类文明进程的产生和发展,它是人类认识宇宙的科学。然而在我国现代基础教育中,天文学长期处于无足轻重的地位,在六大基础学科中唯独天文学在中学课程没有它的一席之地。虽然现在中学自然地理和小学自然常识中的某些章节介绍了一些天文知识,但这远远不够,且由于中考和高考都不考这门功课,因此受到冷落,以致广大群众的天文知识非常浅薄,现代天文盲不是个别现象。这一状况与我国的天文大国地位很不相称,亟待予以改变。

4.1 传统天文教育的局限及发展瓶颈

4.1.1 传统天文教育的局限

我国传统知识教育的特征是:被动接受;知识的学习过程主要是记忆过程;知识的学习带有社会强制性。这些特征对现代天文教育具有难以摆脱的影响。我国天文教育的特点是进度快、难度高、知识点多。与其他国家比较,在同样的教学时间里,我们教的知识难于、多于他们,这意味着我们的教育必然比他国的教育省略了很多东西。省略的是什么呢?让我们以一个例子来说明。^[51]例如,美国小学科学课本中涉及季节产生的原因的教学花整整一堂课的时间来完成:教师指导学生利用一些书本、一个手电筒、纸张、铅笔、量角器、一张画有坐标方格的醋酸纸以及一个标有两级和赤道的泡沫塑料球利用地球——太阳模型来观测引起四季更替的因素,并让学生思考在地球绕着太阳公转时,地轴的倾斜对地球吸收太阳的光和热起着什么作用?我国的教学则是:教师照课本讲原理,一两句话就可以把这个讲完。不难发现,美国学校 45 分钟的课程,我们只用 2 分钟就可完成。正是由于进度快,所以讲授的知识点多,但我们省略了动手制作的全过程,因而我们的学生不会像美国学生那样尝试到成功,体验到失败;不会知道照着书上的程序做仍会遇到很多困难,包括材料的性质是否符合实验要求,也包括具体的操作细节是否有误差。在这样一个自己动手的全过程



中，学生必然要思考、要选择、要寻找失败的原因、要克服各种困难。如此学到的原理，就不只是书本上的抽象定义，而是包含着自己亲身经历和真实体验的科学方法、态度和精神。

除此之外，我国天文教育还存在一个问题：与信息技术的整合层次较低。

按照B. Means等人的观点，现代教育改革的核心是使学生变被动型的学习为投入型的学习，让他们在真实的环境中学习和接受挑战性的学习任务。在教育中应用信息技术的最终目标是促进学习形态由低投入（被动型）转向高投入（主动型）。按照信息技术与课程整合的层次^[52]来看，传统的科学教育主要集中在封闭式的、以知识为中心的初级整合层次中，信息技术主要用来作为演示工具、交流工具和个别辅导工具。而信息技术用来作为资源环境、信息加工工具和研发工具的开放式的、以资源为中心的较高整合层次目前尚少涉及。

因此，改革传统天文教育模式，加强与信息技术的整合已是大势所趋，刻不容缓的。

4.1.2 发展天文教育的瓶颈^{[21],[28]}

1. 天文学是一门观测学科，需要大量的人力财力物力投入其中，而一些学校由于经费欠缺，无力购买用于观测的各种天文仪器。学校较少开展气象观测活动，导致天文教育缺乏吸引力，不易开展起来。即使有观测仪器的学校，实际夜间观星活动因工商业发达，都市光害严重，学生课业压力大，夜间活动参与率本就不高，又往往在聚集了众多学生后，由于天公不作美，使大家败兴而归，使得实际观星活动陷入难以举办的境地。

2. 从事天文教学的师资力量匮乏。大多数天文学家和专业人士都把自己的目标定位于研究领域，很少从事教育。他们觉得不搞研究而干别的太不值得，甚至带有失败的意味，导致从事天文教育的师资力量薄弱。

3. 缺乏优秀的天文教材。教材是学生进行学习的主要载体，一套有特色，体系恰当，结构完美的教材可以为教师的教和学生的学带来极大的便利。而目前国内适合作为不同水平层次天文教育的教材还很少。教材内容不容易得到更新。



4. 缺乏获取真实天文数据的渠道。学生不能及时获得最新的研究进展,最新的发现和热门的天象,不能有效共享全世界的天文研究数据。

5. 社会缺乏对天文学科的了解,与物理、化学、生物等学科相比较,他们觉得天文高深莫测,并且不能带来很直接的经济效益,实用主义教育理念根深蒂固。

4.2 利用V0的环境开展天文教育的优越性^{[5], [53]}

以上所提到的一些局限和发展瓶颈可以通过V0天文教育平台的建设得到有效缓解。V0将拥有每一部分天区的数据;拥有每个波段的观测数据,从射电、红外、.....到 射线;拥有最精细的观测结果;观测条件永远最佳,没有月光的干扰、没有阴天、没有沙尘暴,全天候的可用性;富于灵感的望远镜,并且集图像、光谱、数据、文献等于一身。这些丰富的资源和服务使它具有潜力成为提高普通大众科学文化素养和开展天文教育的强有力工具。

V0环境下的天文教育特色在于:

1、数据密集型。V0是“数据密集型在线科研平台”。基于丰富的天文资源(数据、文献、图片、动画等等)开展教学活动,即以“事实”为基础。

2、资源融合性。V0中的资源不是简单的“资源仓库”,而是要实现全球资源的“互操作”,也就是要形成一个统一的整体。资源之间是有联系的或者说可以相互理解的。

3、网络性。V0以网络为基础,具有网络教育的许多优势,比如交互性、及时性等。

4、V0对天文设备的共享,比如网络天文台。能让学生参与实际观测,获得真实体验。

V0天文教育平台将具有以下优越性:

(1) 为天文教育提供丰富翔实、实时动态的资源和数据。以此为平台,可能的教育服务有:最受欢迎天体索引;最受欢迎天文数据索引;业余天体摄影数据库;面向公众的天文图像拼接服务;实时天文数据的访问;互联网天空数据库;天文及时消息服务;太空科学艺术资源目录等



等。其数量级、实时性是以往的天文教育所不能比拟的。

(2) 是探究式学习的良好平台。V0提供开放的学习环境,广大爱好者、学习者可以利用获得的真实数据,象天文学家那样进行分析、探索、研究甚至有所发现。这样不仅能提高昂贵观测设备的科学效益,使科学数据的价值最大化,增加发现复杂规律和稀有天体的机会;而且让学生在探索的过程中不仅学习了科学知识,还逐步培养科学方法、态度和精神。

(3) 可以实现多层面的学习需求。由于网络资源具有网状结构,因而学习者拥有学习过程的主动权,可以按照符合自己知识结构和兴趣特点的超链接构建自己的知识,可以体验多种情境和检验不同的观点。知识不再是必须被动接受的,需要机械记忆的东西。以量级天文学为例,普通爱好者和学习者可以通过图文了解从地球 10^7m 到宇宙 10^{27}m 的数量级,而更高层次的学习者可以通过相关的理论公式进入到数量级所对应的能量世界里。

(4) 突破学习的时空限制。学习者可以在课后的任何时间、教室以外的其他方便的地点,进入V0教育门户,自主学习或协作学习。

(5) 高度体验。在传统天文教育中,媒体主要是声音和文字,知识的情境主要靠想象。而对于一个好的V0教育网站,由于多媒体技术、网格技术和虚拟现实技术等的应用,媒体已不再仅仅是文字和声音,还有图像、视频等多媒体,能使埋藏在图像数据中的多变量模式可视化,富于生动性、形象性、过程性、启发性。知识的情境,可以模仿和虚拟,如虚拟宇宙、虚拟天空、模拟观测等,能够产生身临其境的逼真效果。天文设备也可以虚拟化,例如把真实的望远镜接入V0系统,实现远程观测,高度体验。

(6) 还能提供协作学习环境、有援学习环境等。V0是协作学习的平台,有利于各国专家、学者、爱好者之间进行讨论协商;提供在线帮助体系,方便学习者进行网上自我学习、自我评价等。

总之,基于V0的天文教育在网络学习环境中,向学习者提供海量的数据、大量的图文并茂、生动形象的天文教育资源和一定的协作学习交流工具,让学习者在高度体验的学习氛围中,在观察、记录、操作、整理、设想、学习、讨论分析、挖掘数据、动手实践的过程中亲历探究宇宙奥秘的



过程。基于V0的天文教育强调通过学习者主体性的探索、研究、协作、创新来求得问题解决，体验科学探索过程，提高学习者获取信息、分析信息、加工信息的实践能力和良好的创新意识，培养科学方法、科学态度和科学精神，提升科学素养。

4.3 V0环境下一种可行的学习方式——探究式学习

通过上面的介绍我们知道V0为天文教育提供了一个实现互操作、资源高度融合的，能够迅速快捷定位资源的优越资源环境。我认为这样一个优越的资源环境非常适合进行探究式学习。广义的探究泛指一切独立解决问题的活动，就是人们通常所说的对某个现象或问题追根究底、好奇爱问，试图弄清事理的行为。它既包括成人那种深思熟虑式的“思想实验”，又包括儿童那种尝试错误性的体验探索；既有自觉的，又有自发的；既可能是新颖独创的，又可能是模仿的。可以说，广义的探究倾向是人类的天性，人皆有之^[54]。

实际上，对自然界的探究有许多种形式和层面，从一个小孩想知道蚂蚁如何在地下生活，到科学家探寻科学规律，都可称为探究。因此，作为一种求知的过程，“探究”既指的是科学家研究自然世界所用的各种方法，也可指学生们用以获取知识、体会科学思想、领悟科学方法、实现科学态度和科学精神而进行的各种活动。^[55]

4.3.1 探究式学习概述^{[54], [56], [57]}

一. 探究式学习的涵义

探究式学习是20世纪50年代由美国芝加哥大学的施瓦布教授在“教育现代化运动”中倡导提出的。它是学生在教师指导下，以学生自主性、合作性、探究性的学习为基础，从学科领域或现实生活中选择和确定探究主题，以类似科学研究的方式获取知识、应用知识并解决问题的一种学习方式。具体说来，它包括两个相互联系的方面：一是有一个以“学”为中心的探究学习环境，这个环境中丰富的教学材料，各种教学仪器和设备等，而且这些材料是围绕某个知识主题来安排；二是给学生提供必要的帮助和指导，使学



生在探究中能明确方向。

二. 探究式学习的特点^{[54], [58]}

探究式学习就是要让学生在主动参与获得知识的过程中，培养研究自然所需的探究能力，形成探究未知世界的科学精神和科学态度。主要有以下特点：

1. 以培养科学素养为目的

探究式学习的根本目的不是要把少数学生培养成科学精英，而是要使他们都成为有科学素养的公民。科学素养包括科学知识、科学方法、科学态度和科学精神。探究式学习就是要让学生以能动的方式在学习科学的过程中，掌握科学知识和科学方法，养成科学态度和科学精神。这种学习要求学生亲自动手动脑，而不是别人做给他们看。他们需要描述物体和作用过程，提出问题，参与问题解决，参与小组讨论等。

2. 既重视结果，又重视知识的获得过程

培养学生的科学素养不能靠死记硬背科学知识，而是在能动的探究活动过程重完成的。因而探究式学习高度重视知识的获得过程。把学习方法和科学过程的训练放在极为重要的地位。在学习过程中，学生虽然必须掌握某些知识或技能，但更为关键的是要对所学的知识有所选择、批判、解释和运用，从而有所发现和创造。

3. 重应用

探究式学习的目的是发展运用科学知识解决实际问题的能力。所要解决的问题一般是具体的、有实际意义的。由于解决问题的途径多种多样，答案也不只一种甚至根本没有最佳答案，因而学生在解决问题的过程中，学生还能进而领悟科学的暂时性和发展性。

4. 重视全体参与

探究式学习提倡全体学生的积极参与。探究式学习的组织形式是独立学习与合作学习的结合，其中小组合作学习占有特别重要的地位。这种合作包括合作的精神和合作的能力。因此，通过探究式学习可以培养学生的合作意识与能力。

5. 以学生为中心



以学生为中心指探究过程的各种活动都应当与学生的兴趣和水平密切相关，由学生在教师的引导下独立完成，教师的职责在于促进这些活动的顺利进行。

6. 有意义

探究式学习过程中，学生不仅自行探究和发现，同时这种探究和发现也应该是意义的学习。

总之，探究式学习与传统的学习方式相比有其自身的特点。从教育目标上看，它着重于学生的素质教育，即除知识外，更强调学生价值观、态度、能力等方面的培养，更看重过程，而传统教育看重的是结果；从方法上看，它以探究的方式为主，与传统教育所采用的灌输式截然不同；从形式上看，它采用的是开放式教育，而传统教育采用的则是封闭式；从对学生的影响看，它更能使学生在受教育的过程中感到主动、更富于创新，与传统教育下学生被动、缺乏创造性的状况有天壤之别。

三. 探究式学习理论基础^{[59][60]}

探究式学习主要有哲学、教育学和心理学等三方面的理论基础，其中哲学基础主要是马克思的关于人的全面发展的理论和实践论，教育学基础主要是教育主体论和终生教育论，心理学基础主要是布鲁纳的认知结构学习理论、奥苏贝尔认知同化学习理论、现代建构主义学习理论等。

1. 哲学基础^{[61]. [62]}

(1). 马克思关于人的全面发展理论

马克思主义关于人的全面发展的涵义，指的是人的身心素质的全面发展，人的各种能力的充分发展以及个人能力与全体社会成员能力的统一发展。它的最终目的不只是为了实现个人的全面发展，而是为了解救全人类，从而使社会上的每一个人都能够得到全面、充分和统一发展。而探究式学习就是为了充分发挥学生的主动性和创造性，使每一个学生达到各自期望以及可能达到的发展目标，这正是学生实现全面发展的基本条件和关键所在。

(2). 马克思关于实践的理论

马克思主义者认为人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他



一切活动的东西：认识来源于实践，实践是检验一切真理的标准，理论要与实践相统一等。而探究式学习正是以实践为基础，强调学生的亲身体验并在实践中获得发展，因此在本质上是符合马克思主义实践论的。

2. 教育学基础^{[63], [64], [65], [66]}

(1). 主体教育论

所谓主体教育，简单地说就是依靠主体来培养主体的教育，具体说主要有三层含义：一把学生培养成未来社会生活的主体，弘扬人的主体性；二在教育活动中，学生是正在成长着的主体，他有一定的主体性，又需要进一步培养和提高；三只有发挥人（教育者和受教育者）的主体性，才能培养主体性强的人。主体教育的终极目标是使每个人全面、自由、充分的发展。因而，主体教育是为了人和依靠人的教育。

探究式学习是一种集自主学习和合作学习于一身的学习方式，重视学生的主体地位，重视学生在学习过程中与他人的合作和交流，通过主体的参与体验获得知识解决问题，最终使自己全面、自由、充分的发展。

(2). 终身教育论

现代终身教育的基本理念是：提倡“教育应贯穿于人的一生，”主张“学校不应成为年青人的专利”。终身教育的终极目标是期望建立“学习社会”。

探究式学习强调学习的过程，强调在学习过程中能力的培养和方法的掌握，旨在培养具有终生学习能力的人，体现了终身教育的理念。

3. 心理学基础^{[67], [68], [69], [70], [71]}

(1). 布鲁纳的认知结构学习理论

美国杰罗姆·布鲁纳（Jerome Seymour Bruner）认为：学生不是被动的知识接受者，而是积极的信息加工者。他提出“发现学习”的方法，强调学习过程、强调直觉思维、强调内在动机和强调信息提取。

探究式学习就是一种重视学习过程，重视学生对信息的获取、选择、分析、判断和运用能力的学习方式。

(2). 奥苏贝尔的“学与教”理论

奥苏贝尔的“学与教”理论内容很丰富，主要涉及三个方面：“有意



义接受学习“理论”、“先行组织者”教学策略和“动机理论”。有意义学习的心理机制是同化。其核心是：学生能否获得新信息，主要取决于他们认知结构中已有的相关概念；意义学习是通过新信息与学生认知结构中已有的概念的相互作用发生的、由于这种相互作用，导致了新旧知识意义的同化。

探究式学习就是运用情景创设等策略激发学生的探究热情和兴趣并在教师一定程度的引导下，学生进行自主探究，根据对已有的知识的综合和运用获得新知并发展能力的一种方式。

(3). 建构主义学习理论

建构主义学习观认为，知识不能通过教师讲授得到，而是学生在一定的情境下，借助他人的帮助，利用必要的学习资料，通过人际间的协作活动，依据已有的知识和经验主动地加以意义建构，因此“情境创设”“协作学习”“会话交流”“意义建构”是学习环境的基本要素。建构主义主张教师是意义建构的帮助者、促进者，学生是信息加工的主体，是意义的主动建构者，应充分利用各种学习资源并强调“情境创设”、“协作学习”的学习环境和“发现式”、“探索式”的学习策略，最终达到使学生有效的实现对当前所学知识意义建构的目的。

在探究式学习中，学生主动去搜集并分析有关的信息和资料，对问题提出各种假设并加以验证，学生把当前学习内容与已掌握知识相联系，并对这种联系认真思考，使建构意义的效率更高。教师充分利用情境、协作、会话等学习环境要素，充分发挥学生的主动性、积极性和首创精神，激发学习兴趣和学习的动机。学生是信息加工的主体、是意义的主动建构者，教师是学生意义建构过程中的帮助者和促进者。所以建构主义学习理论是探究式教学最重要的心理学基础。

4.3.2 天文教育探究式学习的必要性和可行性^{[53], [54]}

1. 必要性

天文学是“数理化天地生”六大基础研究学科之一。然而由于在各类考试中，它均不作为必考科目，长期以来都得不到重视，造成学生天文知识极度匮乏。因此在学校里开展天文教育，一是为了完善学生的知识结



构，二是转变学生的认识，使他们掌握科学的思维方法，树立正确的宇宙观，锻炼丰富的想象力，培养科学精神和探究能力，使之成为具有创新性、开拓性的人才。然而，在传统的天文教育过程中，传统的教学范式依然占据着统治地位，教学是传递固定的、程式化的“客观知识的过程”，在这样的教学范式下，学生的学习是被动的，教学即是对学生施加控制的过程；对学生实践能力和创新精神的培养不够；在教学过程中，只注意了认知过程，基本上忽视了学生积极情感的激发与培养；过分关注教师的教，而忽略了学生的学。因此将以“教师为中心”转变为“以学生为中心”，教学方式逐步向学习方式靠拢已是大势所趋。而探究式学习则强调以学生为中心，真正把发展学生的自主性、能动性、创造性，促进教育教学过程的个性化放在中心地位的一种学习方式。

2. 可行性

(1) 天文学科的特点适合采用探究式学习

作为一门科学普及形式的素质教育类课程，它与大部分的自然科学与应用技术都有结合点，与人文科学、社会科学都有交叉，而且天文学与人类生活密切相关，便于创设许多真实的学习情境，激发学生去探索宇宙的奥秘。另外人类与生俱来对宇宙的探究欲望及大量生动形象的图片和各种奇特的天象都有助于探究式学习的开展。

(2) 校园的软硬件环境为探究式学习创造了条件

目前，很多学校都建设了校园网，接入了internet，为便捷的获得网络资源创设了有利的硬件环境。另外，学校的图书馆，资料室等硬件设施以及购买的大量电子资源数据库也为学习资料的收集提供了方便。尤其是V0天文教育平台一旦建成，以其无可比拟的丰富资源及其互操作性将成为探究式学习的良好平台。

4.3.3 天文教育探究式学习的实践探索^[72]

前面我们从理论层面上探讨了V0环境下一种可行的学习方式——探究式学习。由于各国的V0项目都还处于不断发展创建中，离我们要达到的目标还有很长的路要走，V0天文教育平台的建设也仅仅处于起步阶段，所以在这里我们也只能通过两个范例来说明探究式学习的一些步骤和流程。目前这两



个范例中所采用的资源还是通过查找各种电子期刊、网络资源、数据库、书籍等获得，但当V0天文教育平台建设好后，这些资源都可以通过V0的单一入口、一站式服务来获取，这将大大节约探究的时间和精力。

依据学生在探究式学习中学习目标、学习内容不同，探究式学习的形式多种多样，如：问题解决、主题探究、论文设计、科技制作等等。下面我们以网络环境下的主题探究形式——WebQuest以及问题解决这两种形式来进行探讨。

4.3.3.1 WebQuest ^{[73][74],[76],[77],[78]}

WebQuest也即网络主题探究，是一种基于互联网环境下的探究式学习。它赋予学习者明确的方向，给学习者一个有趣且可行的任务，并提供必须的、能够指导他们完成任务的资源，而且还告诉他们未来的评价方式，以及概括和拓展课程的方式。它一般都有简介、任务、过程、资源、评估和结论共6个模块组成，其中每一个构建模板都自成一体，设计者可以通过改变各模板来实现不同的学习目标。

WebQuest有三个显著的特点：

第一，它有一个相对统一的任务，这是教师事先设计好的，以便教师在课堂上组织统一的教学活动，从而有助于解决学生选题范围太广使得教师指导和学生交流所带来的困难。不过“统一”仅限于此，最后活动的结果是开放性的。

第二，WebQuest提供了一个“脚手架”模式，它引导学生像熟练的研究者那样对问题进行思考和探究。“脚手架”的功能是将那些学生感到无从下手的大项目分成一个个小的任务目标，并将他们根据一定的规律“搭建”起来、问题一旦小了，也有了一定的方向性，学生就能很方便的知道自己要解决的问题是什么，并且能循着一定的思路探究下去，逐渐形成一套自己的思维模式。

第三，WebQuest的资源提供了可以便捷存取的、有质量的信息。这让学生能有效地收集信息，进而能够分配更多地时间用于解释、分析信息。

综上所述，WebQuest是从传统的课堂接受式学习向完全开放的研究性学习过渡的一种很好的学习方式。它能在原有的班级授课形式下，帮助学



生开展自主选题、自主探究和自由创造地探究性学习。

一. 实施步骤

首先，教师根据课程需要，选择合适的探究主题，注意并不是所有的课题都适合采用WebQuest进行教学的，只有那些有一定价值的、能体现学科综合且没有固定答案的主题才适合。其次，在进行教学设计前，我们必须先作一些前端分析，了解学习者的学科基础、学习态度、信息技术技能等，进而确定探究学习的目标和所使用的教学策略。然后，根据信息技术和课程整合的理念设计、制作和发布WebQuest支持网页。最后，组织学生参与。

下面我们以大学天文选修课中的“历法”专题为例来进行具体的教学设计。^[79]

二. 前端分析

1. 学科单元：大学天文选修课的“时间与历法”单元
2. 适用对象：大学二年级以上的各专业学生
3. 学习时间：时间跨度为八周，但课堂教学时间为六课时
4. 指导思想：从传统封闭式、知识为中心教学模式向开放式、能力培养为中心教学模式转变
5. 探究学习的目标：
 - (1) 了解有关历法的基础知识，如历法的起源、种类、编制原则等；
 - (2) 对自己感兴趣的某方面做深入的调查研究，形成自己的看法和观点；
 - (3) 在探究过程中，培养自己的信息收集和处理能力，分析问题和解决问题的能力；培养自己与他人的交流协作能力。
6. 学习者分析：
 - (1) 学科基础：作为一门素质教育课程，学生以前接触天文较少，因此教学中要尽量降低起点要求。
 - (2) 学习态度：对天文课程感兴趣，对网络探究学习及协作学习感到新奇，并具备一定的探究能力，对自己感兴趣的课题能排除万难的研究下去，但对文献调研、写论文等大作业存在怕麻烦的心理。



(3) 信息技术技能：大学生在一年级时就已经接受了基本的计算机知识学习，有一定的多媒体制作，网页制作以及编程基础。掌握word、powerpoint等软件的基本操作，了解简单的互联网文献检索方法，但不熟悉中国期刊网等专业文献的检索方法。

(4) 学习者差异：由于为全校公选课，学生的专业背景有很大差别，因此应该允许学生利用自己的专业优势从不同的角度对某一问题加以研究分析。

7. 教学策略分析：

在课堂上，先由教师对历法的基础知识进行简单的介绍，并展示一些对学生有吸引力的图片和作品，激发学生的探究兴趣。综合任务驱动、角色扮演、合作学习、问题解决等多种建构主义学习方法，设计并制作WebQuest学习支持网页。对编程爱好者，单独讲解Swiss Ephemeris软件包的功能及调用函数的方法，以减小他们的设计难度。

8. 注意事项：

教师对学生的指导主要从明确研究任务、如何借助WebQuest学习支持网页进行探究学习、使用文献检索及学习论坛等网络学习方法、开展小组合作学习等方面着手。

学生初次运用WebQuest展开探究性活动，既兴奋又茫然，会出现不知如何着手、研究离题等问题，应鼓励学习者通过网上答疑讨论、伙伴交流、合作学习等来提高个体的研究水平；学生分析研究能力存在较大差异，应及时根据学生反映的问题进行针对性辅导，恰当引导盲从或受挫的学习心理。

三. WebQuest网页设计

WebQuest学习支持网页是开展WebQuest学习不可缺少的网络支持工具，它向学习者描述WebQuest探究任务的目的、步骤和参考资源等，使得学习者能在复杂的任务情境中围绕探究主题进行学习；同时设置的留言本或论坛链接为学习者提供师生交流的网络空间。网页包括导言、任务、过程、资源、评价、结论六部分内容。本WebQuest支持网页设计如下：

首页 简单介绍该网页的适用对象、设计的指导思想以及探究学习的目



标等。如图 4.1 所示。



图 4.1 历法探究首页

导言 导言向学生概括说明活动的目的，激发学生探索学习的兴趣，使学生了解本次探究学习的意义。如图 4.2 所示。

任务 任务部分向学生描述他们要完成什么样的学习任务。根据前端分析，本WebQuest任务的内容是从不同的角度根据个人的兴趣自由选择探究的方向，建议他们可从科普作家、历史学家、改革家和编程爱好者四个角色角度进行探究。如果你是一名科普作家，你打算以什么样的方式向大家普及及有关历法知识并亲自实践一次？如果你是一名历史学家，你能向大家介绍一下历法的起源及其变革历史并给出你个人的一些独到看法吗？或者研究一下历法在社会中的各种功能吗？如果你是一名编程爱好者，不妨根据我们的提示尝试一下编制电子万年历吧？



图 4.2 导言页面

过程 这部分描述学习者完成任务应遵循的步骤、思考或讨论的方向等学习建议，目的是为学习者搭建完成任务的“脚手架”。主要过程有：1. 探究前的准备。包括学生自选角色，组建探究小组和组员分工。2. 收集和整理资料。包括阅读教师提供的参考资料和自己重新搜集资料，并对资料做好记录。3. 交流和讨论。组员间共享彼此的资料，交流各自的观点，经充分的讨论确定研究的切入点和重难点。4. 深入思考。围绕所探究的问题，组员们深入思考，充分交流讨论并得出本组的初步探究成果。5. 展示成果。各组选择合适的载体如科研小论文、演示文稿、网页、图片展、计算程序等方式来展示探究成果。在这部分如果学生需要帮助的话，在每一过程中都进一步给出了有助于该过程顺利完成的温馨提示。

资源 这部分描述学习者完成任务所需的参考资源。本WebQuest根据不同角色的研究需要分别提供了不同的资源。当V0教育平台建好后，这些资源均可从中便捷的获取。

评价 评价指标的公布有利于引导学习者的自我监督和相互评价，并注意将过程评价和结果评价相结合、学生自评、互评与教师评价相结合。本



WebQuest的评价从个人绩效、小组绩效两方面进行,由学生、组员、和教师三者评价相结合,个人的最后成绩由两部分得分累加而成。评价内容包括信息的收集、运用和交流能力,合作学习态度,任务完成的完整性、深刻性、创新性,成果展示的新颖性、独到性等四方面。

总结 总结部分概述学习者完成WebQuest任务后应能获得的深刻理解,鼓励学习者将学习内容向其他复杂问题情境迁移。

后面几部分的网页图示见附录。

四. 教学活动过程

教学准备阶段 教师向学生讲解与历法相关的一些日常小知识或小故事,如:阳历、阴历、阴阳历之间的区别,日历的由来,“节气”的由来,元旦、春节的由来等等。这些与我们日常生活紧密相关,但大多数同学对这些问题都是似懂非懂。通过对这些问题的阐释以激发他们的探究兴趣和热情。教师发布<历法探究>WebQuest学习支持网页,提醒学习者尽快熟悉网络留言本或学习论坛使用功能。

组建探究小组,明确任务、组织初期的研究 在计算机网络实验室实施一次任务布置课,教师指导学生阅读<历法探究>WebQuest网页,熟悉WebQuest的操作方法,明确学习任务。此外还根据部分学生存在的学习技能问题,个别辅导学生使用中国期刊网等文献检索工具,答疑网络留言本使用法及演示文稿制作技巧等常见问题。对编程爱好者,教师单独向他们介绍Swiss Ephemeris软件包的功能及调用函数的方法,以减小他们的设计难度。

自主探究、交流协作、小组讨论阶段 各探究小组围绕主题和角色分工深入研究,撰写研究报告,同时在学习论坛或留言本上提交阶段性研究成果,开展网上交流和讨论。

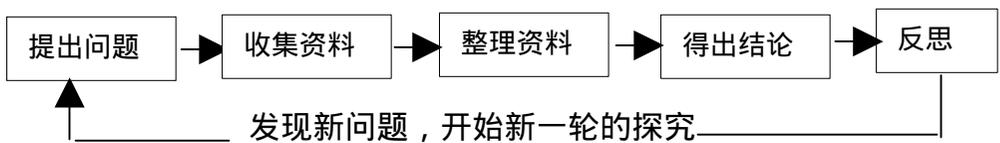
提交成果、共享讨论、评价筛选阶段 各小组在网站发布研究成果并开展自由讨论,提交研究成果给教师批改。

班级汇报、讨论评价、总结反思阶段 在班级成果汇报会上,各小组代表分别汇报研究成果,教师组织讨论评价、总结学习收获和存在问题。



4.3.3.2 基于问题解决的形式

基于问题解决的探究式学习,又称课题研究,即“以认识和解决某一问题为主要目的,包括调查研究,实验研究和文献研究等”。相对于知识的获取和记忆而言,现代学习理论把“问题解决”视为知识的应用。综合的、创造性的应用已有的知识去解决那些非单纯练习性的问题,意味着在“学中干”和“干中学”。简言之,它的学习过程必须围绕解决问题来组织,让学生在解决问题的氛围里学习。这种形式的基本环节如下:



下面我以上海南汇中学高一学生的“太阳黑子与地震关系的探讨”为例加以说明。

上海南汇中学是一所市重点高级中学。该校建立了以“天、地、人”为主线的校本课程框架,其中“天系列”校本课程之一“天文观察课程”已基本成形,并在课堂教学中广泛的开展了“自主、合作、探究”学习方式的实践。该校学生在樊忠玉等老师的指导下,利用学校现有的仪器:一架 220mm口径的大型折射式天文望远镜和校地震测报台的二台FD-105K射气仪(水氡仪)进行观测。前者主要用于观测太阳黑子,后者用于测定水氡值,通过深井水中氡的含量变化剧烈与否,可以观察地壳活动。他们的探究主要采用实际数据分析对比法和观察法,通过收集各方面的准确数据和资料,进行分析比较,研究现象及规律,从而得出结论。

一, 提出问题

从古至今,人们始终没有摆脱自然灾害的威胁,对于自然灾害的预防,一直是人们所面对的重大课题。而在此当中,地震的预防,一直是最薄弱的一环。因为人们对它的研究起步较晚,而且地震看不见也摸不着。随着各学科之间交融的加深,人们不禁把目光投向了宇宙,关注到了一直影响着地球活动的太阳。

从 1999 年开始太阳活动进入新的高峰年——第 23 周太阳活动高峰年。



在两次的太阳爆发期间（2001年4月和2001年8月），地震活动也十分剧烈，这个天体是否也在地震活动中起着作用呢？那么同样属于自然灾害的太阳活动（间接致灾）与地震（直接致灾）之间到底有什么样的关系呢？

二．收集资料

该研究主要利用了中国科学院紫金山天文台的太阳黑子相对数数据以及天津地震局的地震数据。另外还参考了学校天文台观测的太阳黑子数据和学校地震测报站的地下深井水中氡的含量数据。总共使用1473个数据。

三．整理资料

为了便于数据的分析，他们采用了手绘图表的方式。将太阳黑子相对数与全球历史地震次数（ $M_s \geq 5.5$ ）、水氡含量的变化分别统计及绘制成表格与曲线图（见表3~6，图4.3~4.6）。他们将太阳黑子相对数分别与地震次数、水氡含量进行了一一对比。

年份	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
年均值	16.3	9.6	32.3	92.5	151.5	136.2	135.1	83.9	69.4
年份	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
年均值	31.4	13.9	4.4	38.0	141.7	190.0	184.6	158.8	112.3
年份	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
年均值	53.9	37.6	27.1	10.2	15.1	46.9	93.7	105.9	105.6
年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976		
年均值	104.7	66.7	68.9	37.7	34.4	15.5	12.6		

表3 太阳黑子相对数（1943-1976）

年份	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
年次数	31	23	11	25	16	23	19	24	13
年份	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
年次数	21	23	17	22	18	33	18	21	29
年份	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
年次数	19	26	12	16	20	15	25	27	24
年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976		
年次数	22	16	18	16	10	21	29		

表4 全球地震数据（1943-1976， $M_s \geq 5.5$ ）



年份	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
年均值	95.1	35.7	20.7	8.9	22.3	70.0	108.3	134.0	124.0

表 5 太阳黑子相对数 (1993~2001)

年份	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
年均值	27.3	26.1	25.6	25.5	26.0	24.4	23.2	22.6	22.8

表 6 深井水氡含量 (Bq/L)

图示如下：

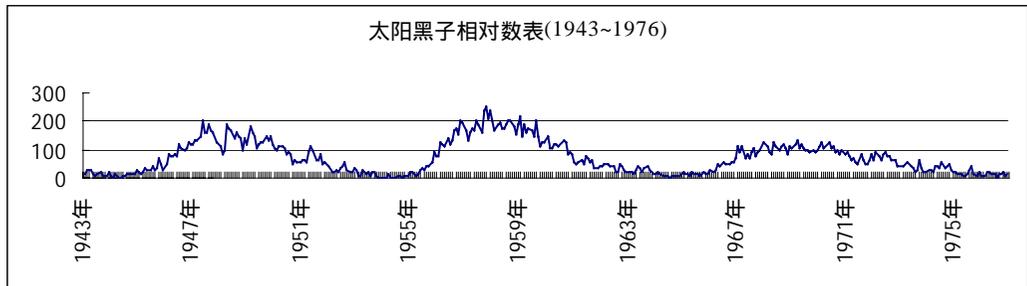


图 4.3 太阳黑子相对数(1943-1976)



图 4.4 太阳黑子相对数(1993-2001)

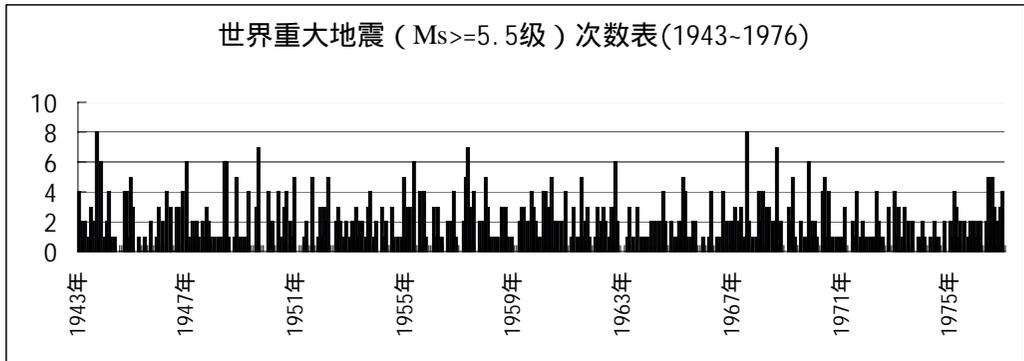


图 4.5 世界重大地震次数

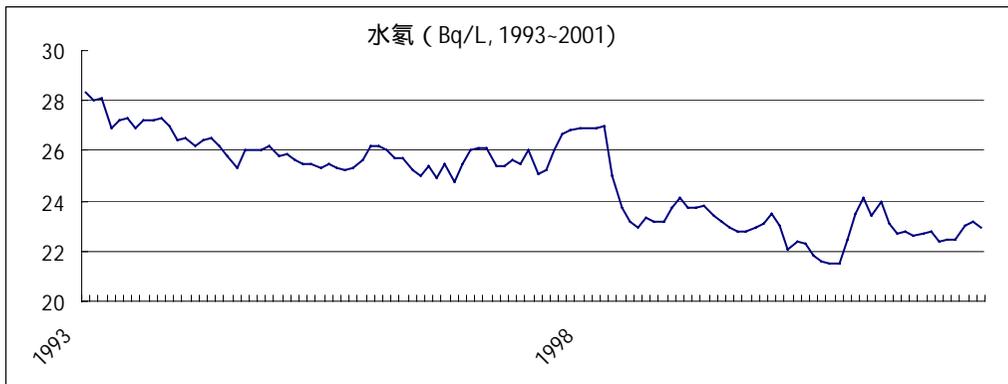


图 4.6 水氡含量

四. 分析结果和讨论

通过对上述图表的分析与讨论，他们看到了以下结果：

1 太阳与地震活动的周期规律的对比

他们使用的历史数据从 1943 年至 1976 年，包含了太阳活动的三个 11 年周期变化（18 周至 20 周）。

第一个周期从 1943 年至 1954 年。在这个周期中，1948 年为太阳活动峰年，而这一年全球共发生地震 23 次，5 月、6 月分别爆发了 6 次地震，10 月也出现了 5 次地震，可见这一年地壳活动较为频繁。1953、54 年为太阳活动的谷年，从 53 年 10 月至 54 年 11 月一年多的时间内，共发生地震 15 次，比前后几年较少。

1954 年至 1965 年为他们数据中太阳活动的第二个周期。其中 1957 年是



太阳活动的最高峰，这一年共发生地震 33 次，也是他们统计资料中的地震次数最多的一年，仅 4 月就发生地震 7 次，3 月与 12 月各发生地震 5 次。到了 1963 年，是太阳活动的一个下降年，接近谷年，这一年发生了地震 12 次，较之峰年数量有所减少。

最后是从 1965 年到 1976 年的这第三个周期。同样的，在 1967、68、69 这三个太阳活动的高峰年期间，地震爆发次数也较多。67 年发生地震 28 次，68 年 27 次，69 年 24 次。

由此，他们猜测，太阳活动与地震有着密切的联系：在太阳活动的峰年，地震较为频繁，而在太阳活动的谷年，地壳活动则相对较平静。

同时，他们注意到：在太阳活动的 18 周（即他们资料中的第 1 周），峰年的地震次数占整个周期地震次数的 10.04%；19 周为 14.29%；20 周为 11.1%。二个双年的百分比较为相近，他们表示这一点也可做进一步的深入研究。

2 地震多发于太阳活动高峰时或之后的 5 个月内

以 1948 年为例，这一年 4、5、6 三个月太阳活动剧烈，其中以 4 月为周期中的峰值，而在这一年的 5、6 月，相继爆发了为数不少（共 12 次）的地震。而在 1956 年，11 月是太阳活动的一个高峰，次年的 3、4 月，地震次数也较多（共 19 次）。再以 1968 年为例，5 月太阳活动剧烈，在 8 月就出现了 7 次地震。

在发现了这样的现象之后，他们猜测地震多发于太阳活动高峰时或之后，通常在 5 个月之内。但他们同时认为这一结论还不够成熟，有待于进一步验证。

他们以上所作的猜测是否合理呢，他们通过进一步收集新的数据来佐证。

3 最新数据的分析

他们主要采用中国科学院紫金山天文台 1993 年至 2001 年的太阳黑子数据，同学校地震测报站所测的水氢数据进行了比较。他们发现：在太阳活动的活跃期，水氢含量的变化较为剧烈；而在太阳活动的谷年，水氢数据变化幅度则不大。例如：1998~2001 年是太阳活动的高峰年，1998 年的 3



月至 10 月，水氡数据从 27 骤减至 23.2 (Bq/L)；2000 年 6 月至 12 月，水氡数据从 21.5 增至 24 (Bq/L)。而水氡含量的剧烈变化就证明了此段时间地壳活动的剧烈。

由此，进一步证明了太阳活动与地震的密切关系。

五 反思

通过这一课题的研究，同学们学会了资料收集与整理以及数据的统计与分析的科学研究方法。他们认为这些将对他们以后的学习也大有帮助，过程才是最重要的，他们感觉收获了很多。

另外，他们认为的研究还处于一个初步的阶段，而且，可能由于各种原因，他们得到的结论不一定十分科学，表示还会继续对其进行更深入的研究。他们的研究成果在 2002 年“第十七届英特尔上海市青少年科技创新大赛”中获得二等奖。第二年，沈雪同学作了以下的研究：她在前面作的《太阳黑子与地震关系的探讨》的文章基础上，结合高二所学的物理知识，并自学了部分大学电磁学相关知识，提出了“太阳黑子活动是否会通过自身磁场对地球磁场的力的作用来诱发地震的发生”的假设。虽然她最后的计算结果推翻了这个假设，但在这个研究与计算的过程中，她认为学习到了对问题进行进一步具体的量化分析的方法，通过这一步步的分析计算，使她在熟悉了高中阶段的力学、电磁学的知识的同时，也接触并运用了部分大学阶段的物理知识，这对她今后的学习有很大的帮助。她的研究论文在 2003 年“第十八届英特尔上海市青少年科技创新大赛”中获得二等奖。



结束语

由于喜欢天文，我这个既非天文专业又非计算机专业的学生却走进了天文和计算机这两个交叉学科的最前沿——V0。在国家天文台学习的一年里，在导师的指导下，从对编程一无所知到学会运用C语言、JAVA语言、JSP语言、HTML等语言开发了天文计算网站。并在赵老师的指导下，利用其提供的计算功能借鉴“夏商周断代工程”的研究思想采用天文历史年代学的方法探讨了传说中三皇五帝之一的颡顓帝所在的历史年代，该文发表于《科学》杂志上。在同V0项目组其他组员充分交流的基础上，我提出了V0天文教育平台的体系结构并提出建设平台所需的技术。并以天文计算数字资源建设中的万年历制作及恒星位置的计算为例展示了具体的程序编制过程，并对该天文计算服务运用网格技术在GLOBUS平台下进行了函数封装并将其注册到China-V0的注册中心使其可以远程调用。

由于V0天文教育平台将来能为天文教育提供一个实现互操作、资源高度融合的，能够迅速快捷定位资源的优越资源环境，所以我结合自己三年大学物理教学的工作经验提出了V0环境下一种有效的天文学习方式—探究式学习，并以“历法探究”和“太阳黑子和地震关系的探讨”为例展示了探究式学习的一般步骤和流程。

由于V0还处于初步建设阶段，它的很多标准和协议还在不断变化和完善中，所以天文教育试验平台的开发也仅仅以天文计算资源的建设为例从一个小的侧面作了探讨，其中运用网格技术封装天文计算的函数是基于GT3进行的试开发，虽跑通了这样的一条技术路线，但还较难真正达到实用的目的。今后将进一步探讨V0教育门户的开发和建设的一系列问题，加快其发展的步伐，努力将V0天文教育平台的建设构想变成现实。

尽管V0脚下的大地尚在不停的晃动，虽然我们的V0天文教育平台也还只是一个构想，但有了这理想的指引，我们有理由相信，随着科技的发展和时代的进步，基于V0的天文教育作为一种崭新的教学资源形态必将成为未来研究的热点。



注释及参考文献

- [1] 伊曼努尔·康德, 实践理性批判. 北京, 商务印书馆, 1999.
- [2] 黄傅俊. 天文科学教育与基础科学研究新利器——网路天文台群的建置、发展与架构. 福建天文, 2004, 10: 59~63.
- [3] 陈辉桦. 天文教育资讯网建制之探索. 福建天文, 2004, 10: 64~68.
- [4] 刘高潮, 乔翠兰, 赵永恒等. 虚拟天文台与天文教育. 福建天文, 2004, 10: 55~58.
- [5] 崔辰州. 中国虚拟天文台系统设计. 博士毕业论文. 2003.
- [6] 赵永恒. 互联网时代的天文学革命: 虚拟天文台. 科学, 2002, 54(2): 13
- [7] [LAMOST] Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope. <http://www.lamost.org>
- [8] [LSST] Large-aperture Synoptic Survey Telescope. http://www.lsst.org/lsst_home.html
- [9] Paul Messina, Alex Szalay. Project Description: Building the Framework for the National Virtual Observatory. <http://bill.cacr.caltech.edu/cfdocs/usvopubs/files/nvo-proj.pdf>
- [10] Brunner R., Djorgovski S., Szalay A. Towards a National Virtual Observatory. In: Virtual Observatory of the Future. Michigan: 2001, p. 343-372
- [11] [NAS99] National Academy of Science, Astronomy and Astrophysics Survey Committee. Astronomy and Astrophysics in the New Millennium (Decadal Survey). <http://www.nap.edu/books/0309070317/html/>
- [12] [China-V0] Chinese Virtual Observatory. <http://www.china-vo.org>
- [13] [NVO] US National Virtual Observatory. <http://www.us-vo.org>
- [14] [AstroGrid] V0 United Kingdom. <http://www.astrogrid.org>
- [15] [AVO] Astrophysics Virtual Observatory. <http://www.euro-vo.org>
- [16] [V0-France] France Virtual Observatory. <http://www.france-vo.org>



- [17] [CV0] Canadian Virtual Observatory.
<http://services.cadc-ccda.hia-ihp.nrcnrc.gc.ca/cvo/>
- [18] [V0-India] Virtual Observatory India.
<http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/>
- [19] [GAVO] German Astrophysical Virtual Observatory.
<http://www.g-vo.org/>
- [20] [Aus-V0] Australian Virtual Observatory. <http://www.aus-vo.org>
- [21] [JV0] Japanese Virtual Observatory. <http://jvo.nao.ac.jp/>
- [22] [RV0] Russian Virtual Observatory.
<http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/>
- [23] [DRACO] Datagrid for Italian Research in Astrophysics and Coordination with the Virtual Observatory.
<http://wwwas.oat.ts.astro.it/draco/>
- [24] [KVO] Korean Virtual Observatory. <http://kvo.kao.re.kr/>
- [25] [HVO] Hungarian Virtual Observatory. <http://hvo.elte.hu/en/>
- [26] [Garching2002] Toward an International Virtual Observatory: Scientific Motivation, Roadmap for Development and Current Status. <http://www.eso.org/gen-fac/meetings/vo2002/>
- [27] [IVOA] International Virtual Observatory Alliance.
<http://www.ivoa.net>
- [28] 刘高潮, 崔辰州, 郑小平等. 虚拟天文台教育门户建设构想. 天文研究与技术——国家天文台台刊, 2004, 1(2)
- [29] 刘鹏. 网格概念的界定.
<http://grid.cs.tsinghua.edu.cn/grid/paperppt/GridConcept.pdf>
- [30] 李国杰. 信息服务网格—第三代Internet. 计算机世界, 2001(40): B8-B10
- [31] 李伟. 万丈高楼平地起——浅谈网格计算基础. 计算机世界, 2001(43): B3-B5
- [32] [Globus] Globus Project. <http://www.globus.org>



- [33] [RDF] Resource Description Framework <http://www.w3.org/RDF/>
- [34] http://www.weco.net/~xml2002/ie905143/rdf_intro.htm
- [35] [元数据] <http://www.weco.net/~xml2002/ie905143/元数据.htm>
- [36] [Dublin Core] [<http://www.weco.net/~xml2002/ie905143/dubli.htm>]
- [37] 蒋鸣和. 基础教育教学资源的标准化与网上共享[J/OL].
<http://www.gdedul123.com/keti/zhunjiaonline/zhunjia4.html>,
2003-10-1/2004-3-26
- [38] 基础教育教学资源元数据规范, 教育部教育信息化技术标准委员会
(CELTS-42CDI1.6)
- [39] 黎家厚, 吴振华, 陈双寅, 陈晖. 美国教育资源门户及其对我国教育资
源建设的启迪[J]. 电化教育研究. 2003(8)
- [40] thegateway. www.thegateway.org
- [41] [Swiss Ephemeris] <http://www.astro.com/swiseph/?lang=e>
- [42] 中国天文年历. 中国科学院紫金山天文台. 科学出版社.
- [43] 历法中的置闰原则
http://211.90.145.155/klh/6/6102/text/6102_218.htm
- [44] 夏一飞, 黄天衣. 球门天文学. 南京大学出版社, 1995.
- [45] [fileupload] <http://jakarta.apache.org/commons/fileupload/>
- [46] [JDK] <http://java.sun.com/>
- [47] [ANT] Michel Casabianca ant 简介
http://www.oracle.com/global/cn/oramag/oracle/02-nov/062odev_ant.html
- [48] [Tomcat] 宗锋 Web开发轻平台——Tomcat简介
<http://www.chinaunix.net/jh/26/171270.html>
- [49] [GT] Globus Toolkit. <http://www.globus.org/toolkit/>
- [50] The Globus Project. The Globus Toolkit v3 Developers and
Administrators Tutorial. Session 1: Overview.
http://www.globusworld.org/globusworld_web/gt3/Session-1-Overview1.ppt



- [51] 顾雪梁艾. 科学探索者——天文学. 浙江教育出版社
- [52] 马宁、余胜泉, 信息技术与课程整合的层次, 中国电化教育, 2001, 1
- [53] 乔翠兰, 吴娟, 刘高潮等. 虚拟天文台与科学教育. 天文研究与技术——国家天文台台刊, 2004, 1(3)
- [54] 勒玉乐. 探究教学的学的学习与辅导. 北京: 中国人事出版社, 2003, 1.
- [55] 美国国家研究理事会. 美国科学教育标准、北京: 科学技术文献出版社, 1999
- [56] 王丹. 试论探究式教学的特点及教师的作用. 学科教育. 1998. 10
- [57] 刘高潮, 韩可芳, 沈健. 探究式教学在大学物理中的应用. 大学物理教育专刊, 2003, 2.
- [58] 罗星凯、李萍昌. 探究式学习、含义、特征及核心要素.
<http://www.being.org.cn/inquiry/inquirylearning.htm>
- [59] 李燕. 现代大学生学习方式研究. 硕士毕业论文, 2004
- [60] 施良方. 学习论——学习心理学的理论与原理. 北京: 人民教育出版社, 2003. 3
- [61] 马克思恩格斯选集(1)
- [62] 陈桂生. 马克思主义教育论著研究. 华东师范大学出版社. 1993
- [63] 吴咏诗. 终身学习——教育面向21世纪的重大发展. 教育研究, 1995, 12
- [64] 陈乃林. 面向21世纪中国终身教育体系研究. 北京: 高等教育出版社, 2001, 8
- [65] 全国首届主体教育理论研讨会综述.
<http://www.cnier.ac.cn/jyyj/2004032205.htm>
- [66] 终身教育背景下基础教育改革的国际动向——兼论对我国基础教育改革的几点启事. <http://www.lifelongedu.cn/showarticle.asp?id=354>
- [67] 施良方. 学习论——学习心理学的理论与原理. 北京: 人民教育出版社, 2003. 3
- [68] R. M加涅著. 皮连生等译. 学习的条件和教学论. 上海: 华东师范大学出版社, 2001, 12



- [69] 何克抗. 教学系统设计. 北京: 北京师范大学出版社, 2002, 10
- [70] 邵瑞珍, 皮连生等. 教育心理学. 上海: 上海教育出版社, 1998, 2
- [71] 张华. 课程与教学论. 人民教育出版社. 2000
- [72] 李远蓉, 朱霞, 邓磊. 物理探究式教学设计与案例分析. 北京: 高等教育出版社, 2003, 12
- [73] Bernie Dodge. Some Thoughts about WebQuests.
http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about_WebQuests.html
- [74] 沈娟. 我做WebQuest的体会.
<http://www.being.org.cn/webquest/wtihu.html>
- [75] 秦卫东. WebQuest: 因特网环境下的研究性学习.
http://xzhzx.51.net/yw_10.htm
- [76] 张来春. WEBQUEST——探究式学习的一种形式.
<http://www.being.org.cn/webquest/nr.htm>
- [77] 沈娟. 课桌椅的改进.
<http://enwage.org/webquest/deskandchair/deskandchair.htm>
- [78] 李翠白. 《教学设计应用模式调研》WebQuest教学设计.
<http://www.hainnu.edu.cn/licb/teacher/DesignForIDWebquest.htm>
- [79] 刘高潮, 郑小平, 赵永恒. 信息技术与天文课程整合的一种有效形式——WebQuest教学. 北京师范大学学报(自然科学版). 6月份刊发



附录

附录 服务注册和调用界面

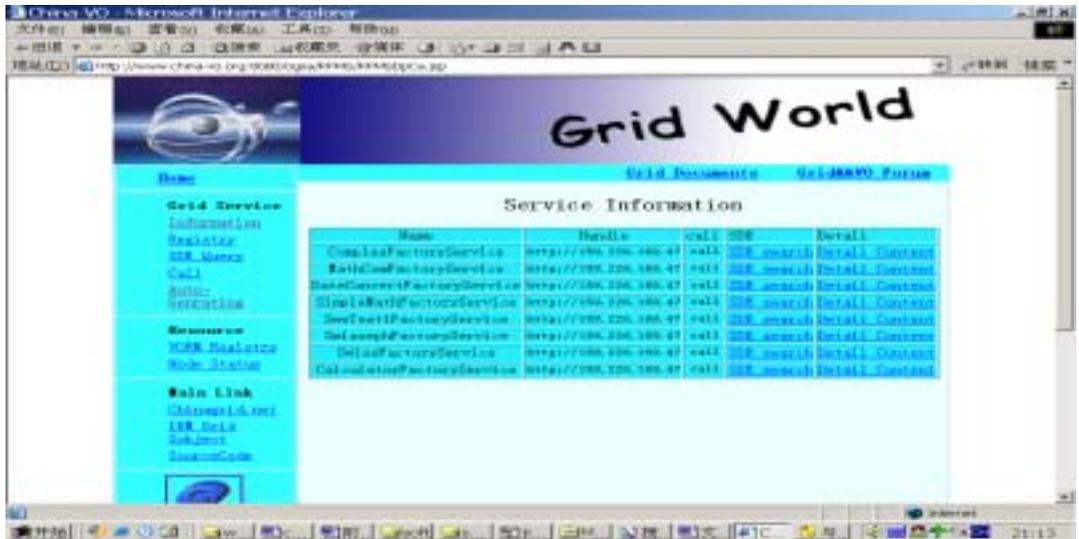


图 1 服务注册成功显示服务信息

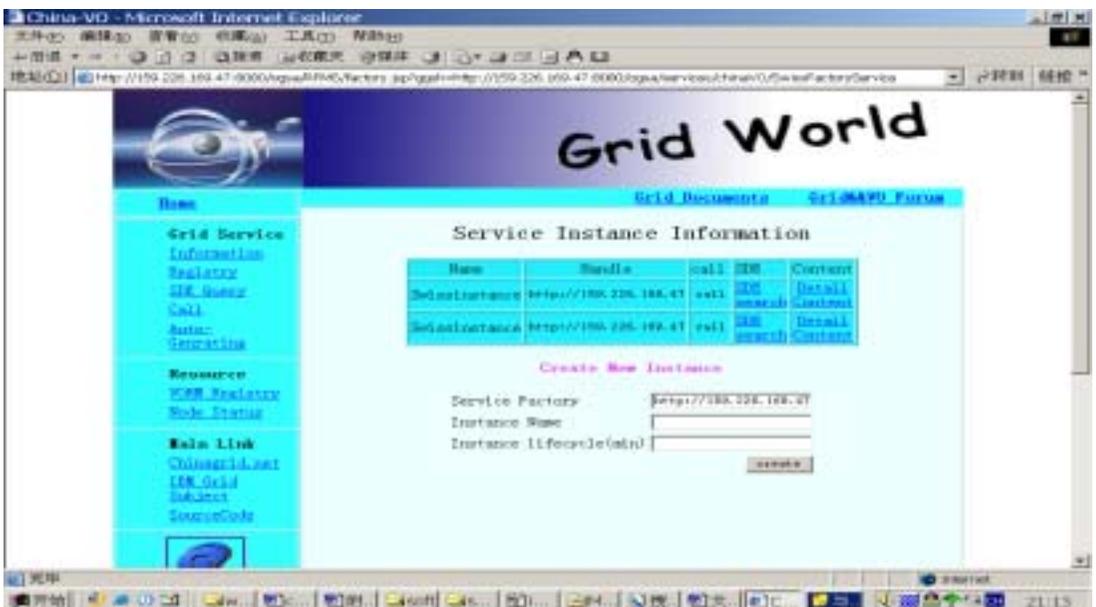


图 2 创建服务实例



附录 WebQuest教学支持网页



图5 历法探究任务



图6 历法探究过程



图 7 探究过程中的温馨提示



图 8 历法探究资源



图 9 历法探究评价



图 10 历法探究总结



附录 硕士学习期间科研情况

- 刘高潮, 崔辰州, 郑小平, 赵永恒. 虚拟天文台教育门户建设构想. 天文研究与技术. 2004(2)
- 刘高潮, 韩可芳, 沈健. 探究式教学在大学物理中的应用. 大学物理教育专刊. 2003(2)
- 刘高潮, 乔翠兰, 赵永恒, 郑小平. 虚拟天文台与天文教育. 福建天文. 2004(10)
- 刘高潮, 郑小平, 赵永恒. 信息技术与天文课程整合的一种有效形式——WebQuest教学. 北京师范大学学报(自然科学版). 6 月份刊发.
- 赵永恒, 刘高潮. 利用天文学方法确定颞颥所在的历史年代. 科学. 2004(6)
- 程正则, 刘高潮. 课堂提问与创新思维能力的培养. 咸宁学院学报. 2003(4)
- 乔翠兰, 吴娟, 刘高潮, 郑小平. V0与科学教育. 天文研究与技术. 2004(3)
- 刘高潮, 崔辰州. 无畏的太空探险者——“旅行者”1号. 天文爱好者. 2004(7)
- 刘高潮, 崔辰州. 星尘——让人类对彗星刮目相看. 世界科学. 2004(9)



致谢

研究生三年，得到三位名师的指导，感觉非常的幸运！研究生一年级在韩可芳教授的指导下完成了我们专业所有基础课程的学习；第二年我去国家天文台学习一年，导师是赵永恒研究员；最后一年我又回到华师在郑小平教授的指导下完成我研究生最后阶段的学习。三位导师无论在生活还是学习上，都给了我无微不至的关怀和帮助，尽可能为我的学习和研究创造良好的条件。导师们以渊博的学识、严谨的治学态度、一丝不苟的工作作风、勇于创新的进取精神教导着我。导师们的淡泊名利、真诚坦荡、正直无私的崇高人格堪为我终生学习的榜样。我充分领略到他们各具特色的学术思想和风采，这成为我攀行学术之路的重要力量。值此论文完成之际，谨向三年来为我付出大量心血的三位导师表示衷心的感谢！

感谢余兰山老师、陈义诚老师、杨丕博老师给我的指导和帮助，他们以专业上的深厚造诣，给了我众多的启迪。感谢周大金老师，熊水兵老师、马世豪老师、高闯老师、严建桥老师及物理学院全体教师三年来在生活和学习上给我的指导和帮助！

感谢国家天文台的崔辰州博士，本论文的架构得自于他的指导和建议。在天文台学习的一年中，他给了我兄长般的关爱！

感谢兰州大学的李常华同学、北京师范大学的李绍明同学，他们在编制程序方面给了我众多无私的帮助和启迪！

感谢上海南汇中学的樊忠玉老师，她为我的探究式学习案例提供了第一手的资料！

感谢南开大学的苏宜老师，北京师范大学的张燕平老师、杨静老师、杨致良老师，他们一直关心和支持着我！

感谢与我一起进行虚拟天文台研发工作的伙伴，他们是：桑健、邵惠娟、王小倩、高丹、刘波、王帆、王丹、刘超，吴娟，与他们的相互磋商和讨论让我受益匪浅！

感谢LAMOST大科学工程项目组中曾经和我一同生活、学习、工作的老师和



同学们。有他们的陪伴，自己仿佛置身于一个和睦的大家庭中，总有笑声和欢乐相伴随。他们是罗阿里老师、张彦霞老师、张昊彤老师，王伟、汴维豪、吴潮、尹红星、张旭、肖殷、江磊、王沙等同学。

感谢师姐冯秀梅、李志国、乔翠兰、吴含荣、李燕；师兄杨书华、张超、黄文涛；感谢同窗学友程正则、刘阳、沈健、桂容、左安友、蒋冰峰、翁祝林、刘学文、康缈、潘娜娜、周霞、俞云伟；师弟田海俊，程建生，师妹陈俊，彭玲等，他们的关心和帮助永远铭记在我的心中！

感谢与我共同生活过的室友，她们是：雷利华、马瑞敏、王威、刘轶、张宇庆、曹静、郭盈岑，她们在生活上给了我许多的帮助和关心，让我感受到寝室大家庭的温暖！

感谢我的爱人王习东，一直以来，他给了我无微不至的关心和爱护，他是我的生命支柱和我奋勇向前的力量之源！

最后，我要向自己的父母和家人表达最真挚的感激之情和无尽的谢意。二十多年来，父母含辛茹苦将我抚养长大，在我的身上注入了无穷的关爱，付出了太多的心血。没有他们时时的牵挂就没有我今天的成绩。

在此，我要将本论文献给最疼爱自己的爸爸。在与病魔搏斗十余年中，爸爸的乐观、坚强深深的影响着我。在他最后病重的日子里，怕影响我期末复习考试没让家人告诉我，等我赶到家中，他已人事不省，一句话都没来得及跟我说。至今每次想起，我都忍不住泪流满面。他于两年前离我而去。