

类号_____

密级_____

UD C _____

编号_____

华中师范大学

硕士学位论文

网络探究教学研究

学位申请人姓名：吴娟

申学位学科专业：物理课程与教学论

指导教师姓名：郑小平 教授

乔翠兰 老师

摘要

随着网络的兴起,尤其是 Internet (因特网)的迅猛发展和应用普及,基于网络的教学成为人们越来越关心的话题。与此同时,相对传统的教学方式,探究教学日益显示其重要性。网络所提供的海量集成的信息资源、强大的信息加工工具以及良好的互动交流环境,使得基于网络的探究学习突破了课堂探究教学的局限性,在当今开放的教育环境下,显得尤为必要。

如何界定基于网络的探究教学,如何利用现有的网络资源网络技术开展网络探究教学,如何依据网络探究活动的标准设计探究活动,成为目前急需解决的问题。本文详细论述了网络探究教学的本质、特征、标准以及教学设计等问题,以加深对其正确的理解和认识。

在此基础上,本文重点探讨了在虚拟天文台(VO)环境下开展天文网络探究学习的优势及技术上的相关问题。天文学的特点、传统天文教育方式与学生认知发展的矛盾,需要我们认真的思考网络探究教学在改变现有状况中的作用。而虚拟天文台是近年来提出的一个新概念,其主要目标是通过计算机网络,实现海量、分布式、多波段天文数据的无缝融合和高效处理,发挥出天文数据库的全部科学价值。虽然现在 web 上已经可以存在大量真实的数据及图像等资源,但是,VO 的出现使得数据查询处理更为方便和高效,为学生进行天文探究学习提供了良好的教育平台。

在如何利用 VO 开展探究教学方面,本文进行了尝试性的研究,从教师需要了解的获取发布资源、编写应用服务及设计探究活动三方面分别作了讨论,并结合相关的案例,进一步分析了利用 VO 开展探究教学的优势。

关键词: 网络探究教学;天文教育;虚拟天文台;资源;服务;探究活动设计

Abstract

With the appearance of network, especially the rapid development and popularization of the Internet, the web-based learning became a theme for which people cared more and more. Besides, relative to the conventional pedagogy, the inquiry-based teaching revealed its increasingly importance. The network provide us vast resources, powerful processing tools and convenient communication environment, which make the web-based inquiry teaching break through the limit of class-based inquiry teaching. Under the open educational environment, the web-based inquiry is necessary to us at present.

What is the web-based inquiry teaching? How can we put the inquiry teaching into practice based on the web resources? How to design web-based inquiry activities according to the standards? These questions all need to be explained. This paper discusses the theories of the web-based inquiry teaching, such as the essentials, the characteristics, the standards and the design of inquiry activity, to improve our understanding of it.

Then, the paper considers the advantages of carrying on the web-based inquiry teaching using Virtual Observatory (VO), and the relative technology. In view of the features of astronomy and the conflict between the traditional astronomy pedagogy and the student's cognitive development, we think the web-based inquiry teaching is a good choice in today's astronomy education. On the other hand, the concept of VO is put forward in the near years. The principal goal of VO is to integrate and utilize the worldwide major astronomical research resources transparently. Though

a great deal of data and images have already existed on the web, VO facilitates the query and process of data, what benefit the inquiry-based astronomy teaching.

Referring to using VO to carry on inquiry teaching, the paper emphasizes on data access and publish , VO service programming and inquiry activity design, and analyses the effect of VO more via some examples.

Keywords: web-based inquiry teaching; astronomy education; Virtual Observatory; resources; services; inquiry activity design

目 录

第1章	网络教学的现状分析	1
1. 1	网络教学产生的背景和意义	1
1. 2	网络教学的发展过程	2
1. 2. 1	网络教学的概念	2
1. 2. 2	网络教学的发展情况	3
1. 3	基于网络的探究学习的重要性和研究现状	5
第2章	网络探究学习概述	8
2. 1	探究教学的基本理念	8
2. 1. 1	探究教学的本质	8
2. 1. 2	探究教学的理论基础——建构主义学习理论	9
2. 1. 3	探究教学的特点	11
2. 2	网络探究学习的标准	16
2. 3	网络探究学习的设计	19
第3章	虚拟天文台在网络探究学习中的作用	26
3. 1	科学教育中的天文教育	26
3. 1. 1	天文科学教育的特点	26
3. 1. 2	天文科学教育的现状	27
3. 2	虚拟天文台概述	28
3. 2. 1	虚拟天文台产生的背景和研究现状	28
3. 2. 2	VO 提供的资源和服务	29
3. 2. 3	VO 的相关标准	32
3. 3	VO 为网络探究学习提供了平台	33
3. 3. 1	VO 在教育普及方面的目标	33
3. 3. 2	VO 在基于网络的天文探究学习方面的优势	34

3. 3. 3	China-VO 教育实验平台的体系结构	35
3. 4	China-VO 平台下探究活动的设计	37
第4章	利用 China-VO 开展网络探究学习	40
4. 1	资源的注册与获取	40
4. 2	应用服务	42
4. 2. 1	编写 VO 应用服务	43
4. 2. 2	范例	45
4. 2. 2. 1	依巴谷星表恒星星图服务的实现	45
4. 2. 3. 2	恒星星图中行星位置显示服务的实现	48
4. 2. 3. 3	日食可见区域服务的实现	50
4. 3	探究活动的设计案例	53
4. 3. 1	太阳系行星的轨道运动	53
4. 3. 2	星团的赫罗图	59
4. 3. 3	案例分析	64
第5章	总结与展望	65
参考资料		67
附录 A	关于天文知识普及状况的调查	70
1.	调查问卷	70
2.	问卷调查结果	71
附录 B	范例相关源程序	73
1.	恒星星图服务和行星位置显示	73
2.	日食	88
致谢		98

第1章 网络教学的现状分析

1.1 网络教学产生的背景和意义

20世纪70年代末，微型计算机的出现改变了主机模式的集中管理和运行方式，把强大的计算能力交到了个人手里，使得人们可以在自己的家里使用计算机，为计算机的普及奠定了基础。而计算机技术发展的另一个方面则表现在计算机网络技术的发展上。纵观人类历史，恐怕还没有一项技术像因特网

(Internet, 一个通过网络设备把世界各国的计算机相互连接在一起的计算机网络)一样，在不到半个世纪的时间里，迅速风靡世界并对人类进步产生巨大影响。1993年，美国政府提出兴建“信息高速公路(ISHW, 在政府、研究机构、大学、企业以及家庭之间建立以Internet为基础的可以交流各种信息的大容量、高速率的通信网络)”这一世纪工程几个月后，日本政府就提出了“信息高速公路”计划，1994年2月，欧洲也宣布兴建“信息高速公路”，接着，加拿大、韩国、新加坡、阿根廷、巴拉圭、乌拉圭等国家和我国台湾地区，相继提出兴建“信息高速公路”计划。如此之大的工程在如此之短的时间内达到如此之统一的共识，在人类历史上实属罕见。随之而来的发展更是令人惊叹：同是发展5000万用户，电话用了55年，广播用了38年，电视用了13年，而Internet却只用了不到3年时间；Internet从1993年到2000年7年的时间，已达到3亿用户。并且在美国，到1998年由网络促进其经济增长就占了1/3的份额。可以说，互联网以不可抗拒的趋势走进了我们的生活。

计算机和计算机网络技术发展的直接结果就是使全世界范围内的各种计算机资源得以共享。人们同外界的交流变得自由而畅通，获得各种信息的渠道则更为广泛。

技术发展同时导致人们对教育的需求呈现不断增长的趋势。

20世纪现代科学技术的发展，直接导致了人类知识总量的迅速增加，在20世纪50年代末以来每10年的发明比过去两千年的总和还要多，而知识技术更新的速度同样在不断加快。从刻板印刷的发明到活字印刷的发明，人类社会经历了几百年的时间。但是从Apple II微型计算机的出现到多媒体计算机的广

泛使用，现代人只用了不到 20 年的时间，这种发展速度是巨大的，也是史无前例的。面对这么多新知识和新技术，如何去面对、适应信息化社会的发展，成为每一个人必须思考的问题。人们期望能及时获得更多的教育，使自己跟上时代的发展^[1]。

另一方面，从教育理念来看，面对日新月异的知识更新和技术革命，面临学习化社会即将到来的挑战，“活到老，学到老”将成为人们唯一的选择。如何为由于种种原因而不能接受传统的面授教育的人们，提供一种灵活的高质量的教育机会，也就成为社会和教育界最为关注的焦点。人们希望突破传统的封闭的教育系统，让更多的人得到学习的机会，并使学生可以不受年龄、时间、地点、空间的限制，自由地选择课程，灵活地安排学习进度。这样一种崇尚弹性、自由、多样化的教育，正是所谓的开放教育。始于 20 世纪 70 年代英国的远程开放大学，标志着开放教育成为了各种教育形式的一个重要组成部分。远程开放教育突破学校围墙的限制，改变了传统学校教育的观念，为社会上任何一个有需要的人士提供受教育的机会。

网络技术的发展、人们不断增长的教育需求以及教育理念的变化，使得网络教学应运而生。通过网络教学灵活的教学模式，全球各地的人士可以不受时间地域的限制，在网络上迅速地获取和更新各方面的知识和信息。

1. 2 网络教学的发展过程

1. 2. 1 网络教学的概念

广义上讲，凡是在过程中运用了网络技术的教学活动均可称之为网络教学。而狭义上讲，网络教学还要考虑其区别于其他教学活动独特性^[2]。在本文中所提到的网络教学是从广义上来理解的。无论是通过网页发布教学内容；通过电子邮件与学生交流；通过网络传递视频信息，将一堂讲授型的课共享给另外一个课堂的样式（类似于电视直播）；或是基于网络信息资源的信息加工样式——WebQuest，以及基于网络的研究性课程等等，都属于“网络教学”的范畴。

1997 年，国外学者 Khan 将网络教学的特性概括为 28 个^[3]，这 28 个特性

可以分为两类：关键特性和附加特性。关键特性是指将网络已有的功能用于网络教学设计，包括交互性、多媒体、开放系统、网络搜索、跨越时空、全球进入、电子出版物、统一万维技术、电子资源、资料传递、跨文化的交流、多领域的专家、工业界的支持、学习反馈。附加特性包括学习方便、独立、操作便利、网络学习支持、仿真真实环境、课程安全(学生用密码进入课程)、友好气氛、无偏见、成本效益好、课程发展和更新容易、有助于协作学习、根据需要创造正规的和非正规的学习环境、网络评价、虚拟文化。然而，附加特性的体现则取决于网络教学设计的质量和水准，其有效性则取决于网络已有的功能在网络教学设计中良好应用的程度。

可以看出，网络教学相比其它的教学形式来说，至少有以下几方面独特的优势。首先，在时间和地域上完全独立，学习者可以不受时间和地点的限制，按自己的学习进度灵活地安排学习；第二，交互性强。计算机网络具有交互及通信性能，学生可以通过计算机参与网络教学的各个教学环节，并通过虚拟教学环境与教师或同学进行实时或非实时的交流；第三，全球性。网际网络可以与全球范围内的数据库相连，学习者可以广泛地获取最新的学习资料和参考文献；最后，开放性。网络教学是真正开放的，不论性别、年龄、种族、职业、信仰等，任何人只要有能够连入网际网络的计算机，均可以完全平等地参与学习。

值得注意的是，网络技术的诞生并不意味着要取代以前的技术，而只是在具体的情况下我们有了更多的选择。因此，网络教学并不要求所有的学习活动都在网络上开展，可以说，网络是新型学习生态环境中的一个有机组成部分。

1. 2. 2 网络教学的发展情况

Ginsberg (1998) 等人根据学生在学习交互性的程度把网络课程分为三代^[4]：

第一代网络课程主要是通过网页给学生提供教学材料和有关资料，以及与其它的有关教育网联接；

第二代网络课程除了在网络上提供学习材料外，还要求学生通过电子邮件、电子公告栏、网络练习和测验进行非同时性的交流（当前的主流）；

第三代除了第一和第二代的特征外，还包括通过网络交谈室、电话会议、

视频会议、或者多用户的多维系统(MUDs)和多用户的面向对象(MOOs)进行同时性的双向交流。

网络课程是网络教学的基本单元,是通过综合教学设计,以计算机互联网络为主要交流平台建设的教学科目内容及实施教学活动的总和^[5],可以说,网络课程与网络教学的发展是一致的。

从 Ginsberg 的划分来看,第一代网络教学在八十年代初开始发展,一些发达国家的少数高等院校开设了基于网络技术的网络课程。然而,在这一时期,由于技术和时间的限制,能够开发网络课程的只是部分具有教育技术力量优势的院校,它们安排专门的技术人员使用超文本标记语言(HTML)和标准通用标记语言(SGML)来设计网络课程。但是,大部分的教育机构缺乏这方面的专才和足够的时间,因而对开发网络课程望而却步。第二代网络教学于九十年代中期的兴起。为了迎合教育全民化和终身学习社会的需要,一些教育和商业机构开始开发专门的网络教学开发工具,由此出现了一系列集多种功能为一体的网络教学开发工具。著名的工具有 Convene、CourseInfo、FirstClassCollaborativeClassroom、Intraka、LearningSpace、MentorWare、TopClass、网络 CourseInaBox、网络 CT、网络 MentorEnterprise、Mallard 等。这些网络教学开发工具的功能可以概括为三个方面:网络课程设计、网络课程协作和网络课程管理。网络课程设计功能包括样板课程制作、课程模板、检索工具、学生个人网页;网络课程协作功能包括异步交流、同步交流、公告栏、电子邮件、文件共享、电子白板、学习小组等;网络课程管理功能包括评分、学习跟踪、测评工具、限时测验、保密和技术支持等。

有了这些功能全面、易于使用的网络教学软件平台,教育工作者开发网络课程不再需要使用超文本标记或标准通用标记的描述语言,同时,网络课程的部分自动管理又可以大大减少教师的工作时间和精力,由此促进了网络教学的大规模的发展。以美国为例,1998年62%的四年制大学都已提供网络远程教学,至2002年,这项比例将大幅升至84%。根据其教育中心的统计,1998年美国采用远程学习的大学生的人数是71万,占全美大学生的4.8%,政府预计到2002年远程学习的大学生的人数会达到223万,将占全美大学生人数的14.7%。

从上述对网络教学的理解及其发展情况来看，网络在教育中的具体应用可以有不同的深度。从只是在原有教学方式基础上通过静态网页发布教学内容，到完全用网络来管理学习活动，传输教学内容，协同交流等。网络学习环境所带来的新变化可以归为三个主要方面：信息资源传递与共享机制的集成性和跨时空性；信息表征与加工方式的超媒体化和灵活性；人际沟通互动方式的虚拟化和无限延伸。换句话说，网络学习环境为我们提供了海量集成的信息资源，为我们提供了灵活方便的信息加工的工具，为我们提供了更广域范围的互动交流环境。由于网络学习环境的上述特点，使得基于网络的探究学习具备了更多的潜在优势。

1.3 基于网络的探究学习的重要性和研究现状

有人说：如果非要用一个词语来描述近30年来科学教育工作者所努力追求的目的，这个词一定是“探究”。在当前众多的教学方法改革中，探究教学尤为引人注目。

2001年6月，我国教育部颁布的《基础教育课程改革纲要（试行）》^[6]在深刻分析基础教育存在的弊端和问题的基础上，鲜明的提出了“改变课程过于注重知识传授的倾向，强调形成积极主动的学习态度，使获得基础知识与基本技能的过程同时成为学会学习和形成正确价值观的过程”的改革思路。《纲要》颁布后不久，2001年7月，在数百名专家参与的课程标准研制工作组近两年时间研究的基础上，教育部又印发了18个学科国家课程表准（实验稿），目前已正式进入个实验区开展实验。新的国家课程标准无论从目标、要求还是结构、体例上都是全新的，蕴含着素质教育的理念，体现着鲜明的时代气息。在义务教育各科课程标准中，我们可以发现，几乎所有学科都在其“基本理念”或“课程目标”里，着重强调了“探究性学习”。自主、合作、探究的学习方式已经成为新课程教学与学习的基本要素。其中《科学课程标准》更是明确规定：“科学学习要以探究为核心。探究既是科学学习的目标，又是科学学习的方式。亲身经历以探究为主的学习活动使学生学习科学的主要途径。”可见，探究性学习是新的国家课程标准对学科教学模式改革提出的基本思路之一。与传统的讲

授式教学相比，探究教学不仅倡导学生主动参与探究活动，强调学生通过探究去学习知识，更关注在探究中学生综合运用所学知识的能力、收集和处理信息的能力、分析和解决问题的能力、语言文字表达的能力、团体协作能力的锻炼，以及创造精神、人生态度的培养。因此，探究教学改变了学生的学习方式，在知识更新越来越快的现代社会，具有传统接受教学不可替代的优势。

相对接受学习而言，探究学习需要更丰富的学习资源、特定的活动空间、更多的教师甚至社会专业人士某种程度的参与等。网络技术运用于探究学习方式，毫无疑问可以满足探究学习的要求。另外，网络技术自身的发展也要求人们能够具备更好的信息素养。这一需求，使得开展网络探究教学更具必要。

目前，世界各国都开展了探究教学的实践或是实验，而对于如何利用网络支持学习者的探究学习，也成为当前研究者所关注的热点问题。研究者们提出了一些网络环境下可以采用的探究学习模式。比如，道奇(B. Dodge)提出的“网络问题探究”(WebQuest)模式^[7]，让学生围绕特定的问题借助网络资源展开探究。瑞尔(M. Riel)提出了“学习圈”(Learning Circles)模式^[8]，若干个处于不同地方的教学班在一个学期中联合完成某个课程的学习。哈里斯(J. Harris)设计了“远程协作课题”(Telecollaborative Projects)模式^[9]，其中涉及到16种不同的具体活动形式。莱文(J. Levin)等提出了“远程师徒制教学”(Teaching Teleapprenticeships)模式^[10]等。近来，国内的研究者和一线教师在网络探究学习方面也进行了一些有意义的研究尝试，以WebQuest模式最为流行。这些模式的研究，对于我们理解和实施网络探究教学具有一定的指导作用。

虽然说网络探究教学引起了各国的普遍高度重视，但对全球范围的教育网站的分析表明，其中只有28.2%的网站包含有探究活动^[11]，相对而言，我国的网络探究活动的研究和实践更为单薄。究其原因，一方面是一些教育工作者对网络探究教学的认识还存在着不同的看法甚至是某些偏差，另一方面则是技术、政策、文化等多方面的因素，使得实施探究教学存在一定的困难。因此，如何利用现有的网络资源网络技术开展网络探究教学成为了一个急待探讨的问题。

本文拟结合自己的研究和工作的，谈谈对网络探究教学的认识及看法，重点讨论在虚拟天文台环境下开展网络探究学习的优势及技术上的相关问题，并选

取特定内容进行教学设计，以加强与其他教育工作者之间的合作及认识互补。

第2章 网络探究教学概述

2. 1 探究教学的基本理念

2. 1. 1 探究教学的本质

探究教学是20世纪50年代美国掀起的教育现代化运动中由美国著名科学家施瓦布提出的。由于对探究教学的研究主要集中在探究学习上，把学作为教的出发点，因此为了更好的理解探究教学，我们先来讨论一下探究学习。简单说，探究学习是指学生以类似或模拟科学研究的方式所进行的学习。这种学习活动需要观察，需要提问题，需要查阅资料，需要设计调查和研究方案，需要根据实验证据来核查已有的结论，需要运用各种手段来收集、分析和解释数据；需要提出答案、解释和预测，需要把结果告知与人，需要明确假设，需要运用判断思维和逻辑思维，需要考虑其他可能的解释^[12]。当然，这些活动不需要在一次学习过程中全部完成。

很多文章和书籍中又把探究学习等同于发现学习或是问题解决学习。实际上，可以说发现学习和问题解决学习是探究学习的两种表现形式。二者都强调学生在学习过程中的主体地位，根本目的都是为了培养和发展学生的学习能力，使学生领悟和掌握科学研究的方法等。但是，在解决问题的方式以及培养能力的侧重点上二者存在着一定的区别。“发现学习是以培养探究性思维的方法为目标，以基本教材为内容，使学生通过再发现的步骤来进行的学习。”^[13]它倾向于归纳的方法，主要是发展学生的归纳、推理的思维能力以及掌握探究思维的方法。而问题解决学习主要是指创设一定的问题情境，让学生发现并解决问题。它较为倾向于演绎的方法，在培养学生分析问题和解决问题的能力方面发挥着十分重要的作用。另外，我国也有相当一些人把采用类似科学研究方式进行的学习称作研究性学习，目前，全国普通高中普遍开设了“研究性学习”这门课程。从基本理念的角度分析，“研究性学习”的核心就是学生自主探究与合作学习，它与“探究性学习”没有实质上的差异^[14]。但是，从课程的角度而言，研究性学习课程与在学科教学中的探究学习是有一定的区别的。研究性学习课程基于学生的直接经验，面向学生的生活和丰富多彩的社会生活实

践，强调学生需要的优先性，强调操作与体验；学生拥有的时间、空间是开放的。而学科课程中的探究学习往往需要更多地考虑学生掌握、了解知识的需要，更侧重在手段和方法层面。它既可以运用于整个学习过程，也可以运用于某一学习环节。它需要基于某一学科的知识背景，在探究中掌握知识，获得体验，从而构建以学科知识内容为主的知识系统，并且领悟学习方法，培养探究意识和实践能力，从而改变应试教育下被动式与接受式的学习方式。

本文中的探究教学主要指的是学科教学中的探究教学。作为与知识接受教学相对应的一种教学方式，探究教学就是把探究学习引入到课堂教学中，让学生在老师的有效指导和相互的有效启发下，凭借教学材料，主动探索、主动思考，积极寻求多种解决问题的方式和方法，以获得一定的知识，锻炼自己的观察、收集资料、分析评价、创新、动手等各种探究技能。在探究教学的过程中，并不存在一个具有普遍适应性的教学程序，萨其曼的探究训练模式、施瓦布的生物科学探究模式、马希尔斯和考克斯的社会探究模式，以及学习环模式和5E模式等都存在着很大不同，而近年来我国各教育杂志上刊登的一些教育工作者提出的教学模式，其基本程序也颇为单一，大致上就是提出问题、建立假设、检验假设、上升到概念或原理“四步曲”。为了建立切合实际的探究教学程序，教师必须考虑到许多因素，其中尤为重要学生的兴趣和能力水平以及学科本身的性质，有效的把各种探究技能渗透到教学中去。

由上述论述，可以认为探究教学在实质上是一种模拟性的科学研究活动。具体来说它包括两个互相联系的方面：一是有一个以“学”为中心的探究环境，这种环境要使学生真正有独立探究的机会和愿望，而不是被教师直接引到问题的答案。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。这种指导主要是通过安排有一定内在结构，能揭示各现象间的联系的各种教学材料，以及在关键时候给学生必要的提示等。也就是说，开展探究教学就是要为学生创造这种探究学习的条件，使他们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。

2. 1. 2 探究教学的理论基础——建构主义学习理论

探究教学的理论基础是建立在认知学习理论基础上的建构主义。

建构主义学习理论认为，学习是学习者在外部环境下（包括书本、学习设

备、教师、同学甚至整个社会)主动建构意义的过程。按照这个理论,学习者是学习主体,环境是促进因素,学习是从简单到复杂的意义建构,思考与反思是其中重要的过程。建构主义教学模式把过去若干学习理论和经验较好地统一起来,设法利用信息技术来营造优化的学习环境,以促进学生高效学习,提高学习质量^[15]。

建构主义学习模式的心理学基础,源于瑞士心理学家皮亚杰提出的儿童认知发展学说,以及维果斯基、布鲁纳等人的思想。皮亚杰以内因和外因相互作用的观点来研究儿童的认知发展,认为儿童是在与周围环境相互作用的过程中,逐步建构起关于外部世界的知识,从而使自身认知结构得到发展。或者说,认识并非思维对外部或现象简单的、被动的反映,而是认识主体的一种主动构建活动。布鲁纳则认为,教育的主要目的是为学生提供一个现实世界的模式,学生可以借此解决生活中的一切问题。这个模式设计储存信息的内部系统,而信息是通过人与周围环境的相互作用获得的。学习任何一门学科时,总是由一系列的片断所组成,而每一片段总是设计到获得、转换和评价三个过程。布鲁纳由此认为,学生不是被动的知识接受者,而是积极的信息加工者。维果斯基在说明教学与发展的关系时,提出了“最近发展区”的理论。儿童发展存在着两种水平:一是现有的发展水平,二是在有指导的情况下借助成人的帮助可以达到的较高水平。这两者之间的差距,即儿童现有水平与经过他人帮助可以达到的较高水平之间的差距,就是“最近发展区”。这一思想对正确理解建构主义的学习观具有重要意义。

正如皮亚杰指出的那样:“认识既不能看作是在主体内部结构中预先决定了的——它们起因于有效地和不断地建构;也不能看做是在客体的预先存在着特性中预先决定了的,因为客体只是通过这些内部结构的中介作用才被认识的。”^[16]他使用了两个最重要的概念:“同化”与“顺应”,即学习者认识新事物的两种不同的功能。所谓“同化”,指的是学习者把外部环境中的有关信息吸收、纳入到自己的原有的知识结构中的过程。学习者总是试图用原有的认识结构去同化新事物,若能解释新的东西,便得到暂时的认识平衡。当原有的认知结构已不能同化新的知识,学习者便通过改变自身,调整和重组原有的认知结构或创立新的认知结构,以“顺应”现实世界。由此可见,“同化”是认知

结构数量的变化，而“顺应”则是认知结构性质的改变。学习者的认知结构就是通过“同化”和“顺应”的反复逐步建构起来，并在与外部环境的平衡与不平衡的循环中不断丰富、提高和发展。

根据上述的理论，当代建构主义的学习观提出，知识不能简单的通过教师传授得到，而是每个学生一定的情境即社会文化背景下，借助其他人（包括教师和同学）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”、“协作”、“会话”、“意义建构”是学习环境中的四大要素。

学习环境中的“情境”必须有利于学生对所学内容的意义建构。“协作”发生在学习过程的始终，从资料的搜集与分析、假设提出与验证、学习成果评价直至意义的最终建构均具有重要作用。“会话”是协作过程中不可缺少的环节，学习小组成员之间必须通过会话商讨如何完成规定的学习任务，每个学习者的智慧是整个学习群体的共享资源。“意义建构”是整个学习过程的终极目标，即认识事物的性质、规律以及事物之间的内在联系，通过“同化”和“顺应”来完善和丰富个体认知结构^[17]。

建构主义理论的内容很丰富，但其核心只用一句话就可以概括：以学生为中心，强调学生对知识的主动探索、主动发现和对所学知识意义的主动建构。因此，建构主义教学模式是一种在教师指导下的、以学习者为中心的教学模式。

建构主义对知识与学习的认识导致教学观念与教学设计原则的更新。建构主义的课程观主张用产生于真实背景中的问题启动学生的思维，由此支撑并鼓励学生解决问题的学习、基于案例的学习、拓展性的学习，并以此方式参与课程的设计与编制；它还努力为学生进行探索和建构知识提供大量认知工具，以拓展学习时空，增强学习能力；它还通过设计各种类型的问题，不断开拓学生的思维、创新与实践的空间，以支持学生在学习与生活中的成功^[18]。

探究教学以学生的探究学习为基础，选择和确定一定的学习主题，以个人或小组合作的方式展开探究教学，培养学生的创新精神和实践能力。可以说，建构主义学习理论为探究教学的开展提供了心理学依据。

2. 1. 3 探究教学的特点

通过对探究教学本质和理论基础的分析和，下面我们从两个方面来概括一下

探究教学的特点。

与非探究教学相比，探究教学的特点是^[19]：

(1) 培养全体学生的科学素养。探究教学就是要让学生以能动的方式在学习的过程中，掌握科学知识和科学方法，养成科学态度和科学精神。探究教学的根本目的不是针对少数学生，把他们培养成科学精英的，而是要使所有学生成为有科学素养的公民。

(2) 既重视结果，又重视知识的获得过程以及知识的应用。在探究教学过程中，学生虽然必须掌握知识，但是是在能动地探究活动过程中完成的，学生需要自己去发现某些规律，需要联系实际，对所学的知识有所选择、批判、解释和应用，从而对生活实际有更深入的认识，并有所发现创造。

(3) 以学生为中心。探究过程中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完成。

(4) 有意义。首先，探究的问题必须是有意义的。不仅要求问题本身能够引起学生强烈的探索欲望，还要求问题本身对于学生的认知结构或知识体系有一定的价值。而且，解决问题的过程是有意义的，学生不是靠盲目的猜测或毫无目的地尝试错误来获得问题的解决，学生必须真正理解结构以及课题所设计的有关知识经验。

与科学研究相比，探究教学的特点是^[20]：

(1) 提出问题：学习者投入到对科学型问题的探索中

所谓科学型问题，是指以物体、有机体和自然界的事件为中心，与学校科学教育内容标准中描述的那些科学概念和原理有紧密联系的问题，这些问题能引导学习者进行实证调查研究，通过收集和利用数据来形成对科学现象的解释。科学型问题与科学问题（scientific questions）在深度和广度上有所不同，提出问题的过程中接受的指导程度也不同。在课堂里，提出对学生有意义的有针对性的问题能够丰富学生的探究活动，但是它们不能是深不可测的，而必须能够通过学生的观察和从可靠的渠道获得的科学知识来解决。学生必须掌握解答问题的基本知识和步骤，这些知识与步骤必须是便于检索和利用的，必须适合学生的发展水平。问题的来源可以是学生、教师、教材、网络和其他一些资

源，或结合起来产生。教师在引导识别这些问题上起着关键的作用，熟练的教师能使学生研究的问题更加集中深入。例如学生们常常问“为什么”的问题，其中有些问题太大，教师可以把其中许多问题转变为“怎么样”的问题，这种改变使探究的问题更为集中、更深入、更加接近科学，从而把学生导向科学探究，使学生能够体验到又有趣又丰富的调查研究结果。

对于低龄学生来说，符合这一要求的问题例如，生于谷类、面粉中的甲虫之幼虫对光有怎么样的反应？对于高年级学生来说，例如：基因对眼睛的颜色有什么影响？不符合这一标准的问题例如，对低年级学生来说，为什么人们要做他们做的那种行为？这一问题太大了，难以作科学的界定。对高年级学生来说，不符合这一要求的问题例如，100年后全球的气候将会怎样？这一问题科学的，但是也是非常复杂的。要回答这个问题要求几乎考虑到各种各样观点和所有的实证材料，然后才能做出预测。学生们所能做的只是思考其中个别的因素，例如，云层的增加如何影响气候的变化？或者他们可以思考其中的因果关系，例如，使温度升高（或降低）5度会对植物产生什么影响？对气流、气候产生什么影响？

(2) 收集数据：学习者重视实证（evidence）在解释与评价科学型问题中的作用

实证是科学与其他知识的区别。科学家用感觉器官或借助工具、仪器，通过自然情境下的观察和测量以及在实验室中进行的实验和测量来收集实证资料。在某些情况下，科学家能够控制条件以获得实证资料和结果；在另一些情况下，他们不能控制条件或控制会歪曲现象，他们则通过对自然发生的情况进行大范围的观察来收集数据或通过长时间的观察来收集数据。科学家基于实证资料推断不同因素可能的影响。实证资料的正确性则通过检验性的测量、重复观察，或收集与同一现象有关的不同种类的数据来验证，并且要经受来自各方面的质疑和进一步的调查研究。上面一段解释了什么是科学中的实证。在探究性学习中，学生也要根据实证资料作出对科学现象的解释。一是观察，观察植物、动物和石头，描述他们的特征；二是测量，测量温度、距离和时间，认真地做记录；三是实验室中的实验、观察和测量，包括在控制条件下的化学反应、物理变化、生物反射等，将实验过程中的变化和发展情况记录在报告和

表格中；四是从教师、教学材料、网络或其他途径获得实证资料，来使他们的探究进行下去。与科学探究不同的是，探究性学习中收集实证资料的过程能够更多地获得和利用他人的帮助。

(3) 形成解释或得到结论：学习者根据实证形成对科学问题的解释或作出个人意义上的新结论和发现

学习者在实证的基础上，根据逻辑关系和推理，找到事件的因果关系和其他解释。他们的解释和观点必须与实验或观察得来的实证材料相一致。学习者必须尊重事实尊重规律，以开放的态度面对批评，运用与科学相联系的各种不同的认知过程——例如，归类、分析、推论、预测，以及像批判性推理和逻辑等一般方法。

所谓解释，指的是在学习新知识的过程中，将自然或实验室观察的结果与已有的知识联系起来，形成超越已有知识和当前观察结果的新的理解。例如，学生可以将观察结果与其他渠道获得的知识结合起来对月相变化提出自己的解释；运用已有的基本知识经验以及调查的结果来分析食物与健康的关系，等等。

探究性学习与科学探究都能够产生新的知识或发现，所不同的是，由于学生已有的知识有限，探究性学习所产生的新知识可能只是针对学生本人而言的，并非是指人类的新发现。

(4) 评价结果：学习者根据其他解释对自己的解释进行评价

评价以及对解释的排除或修正，是科学与其他形式的探究及其解释相区别的一个特征。人们可以问这样的问题：实证材料能够证明所提出的解释吗？解释是否足以回答问题？在将实证材料与解释联系起来的推理中有没有明显的偏见和缺点？根据实证材料能不能得出其他解释？

学生们能通过参与对话比较各自的研究结果，或把他们的结果与教师或教材提出的结果相比较来评价各种可能的解释。与科学探究不同的是，学生只要将他们的结果和适应他们的发展水平的科学知识相结合，就达到了探究性学习的目的。

(5) 检验结果：学习者交流和验证他们提出的解释

科学家通过重复他人的实验来验证其结果。这就要求对问题、步骤、证据、

提出的解释和对其他解释的评价进行明确清晰的描述。它使研究能够经受更多的质疑，也为其他科学家用这些解释来研究新问题提供机会。

让学生们交流他们的研究结果可以为其他人提供问问题、检验实证材料、找出错误的推理、出实证资料所不能证明的表述以及根据同一观察资料提出其他不同解释的机会。交流结果能够引入新问题，或者加强在实证资料与已有的科学知识以及学生提出的解释之间已有的联系。结果是学生们能够解决交流中遇到的矛盾，进一步确定以实证为基础的论证方法。

满足以上五个基本特征的探究称为“完全探究”。探究性学习应充分体现这五个基本特征，当然所有这些特征都可以有所变化，例如，每一次探究都使学生投入到科学型问题中去，但是在有些情况下，探究的问题首先是由学生提出的，而有些情况下，学生并没有直接提出问题，而是在教师提供的问题中选择一个问题进行研究，或者在别人提出的问题上稍加修改，使之更为深入。研究表明，探究性学习中学生的自主程度是很重要的，应该尽量使学生投入到自己发现问题或深化探究问题的活动中去。但是探究性学习也不是绝对的，只要围绕科学型问题的、使学生投入到思考中去的、适应特定的学习目标要求的，那么即使在这五个特征上有所变化，也可以认为是探究性学习。

另一方面，虽然探究式教学和教学资源要应该尽可能包含所有的上述五个基本特征，以充分发挥和利用探究的教育功能。然而，需要注意的是，并不是必须包含全部特征的科学学习活动才能称得上是探究式的学习。探究是科学研究的核心，但这并不妨碍他们积极学习和利用已有的、现成的知识。事实上，最有成就的科学家也最善于吸收前人已有的成果，站在巨人的肩膀上攀登科学的高峰。学生的学习就更不用说了，尽管基于直接经验的、探究式的学习最有利于学生的全面发展，但间接学习在学生的学习活动中毕竟是大量存在的，要组织起有效的探究式学习活动，除了受教师、学生和教学设施条件等因素制约以外，还与所学习的科学知识内容有关，有些知识内容，由于各种原因，不易于设计成通过探究式的学习活动去获取。因此，对于特定的学生来说，一些内容的学习，用探究的方式，不仅效率太低，而且效果往往不如直接学习。

2. 2 网络探究教学的标准

网络探究教学是指利用网络开展的探究教学。今天，学习科学已经不再局限于教师引导下的课本学习，网络为教师和学生提供了获取更多资源的途径，它能为学生提供大量的检验证据（数据），能对出版物上不同的观点做比较，能对存在的的数据集进行分析和综合以形成结论，能使学生获得时空分布更广的协作交流。网络还会提供丰富的教学资源来提高学生学习科学的能力，这些在传统课堂中都是难以获得的。网络技术所具备的优势使其受到越来越大的重视，它所具备的潜能为寻求新的探究教学模式提供了支持。

作为网络探究活动，必须满足 6 个标准^[21]：

（1）网络探究教学应该至少满足探究教学五个特征中的前三个：探究科学型问题、收集事实证据、形成解释/作出结论。

（2）网络探究活动必须是指向学生的，也就是说，活动中的表达必须让学生感觉到这个活动是指向他们的。在一个网络探究活动中，用得最多的应该是指向学生的措词（“你”），而非指向老师的措词（“你的学生”）。下面一个例子来自 *Albatross Project - Hawaii Study*

(<http://www.wfu.edu/albatross/hawaii/ideas.htm>)，这个学习活动明确的指向了学生：

你如何使用卫星跟踪数据？

首先确定你愿意测试以下那种猜测，也可以说你愿意回答哪个问题。下面是一些想法：

**猜测 1——Laysan 和黑脚信天翁 (albatrosses) 以一样的速度飞翔*

**猜测 2——雄性和雌性信天翁飞到同一个地方去寻找食物*

**猜测 3——大海的表面温度对信天翁的没有影响*

这些猜测对吗？如果是，保留它们，如果不是，放弃它们。

你可以思考一些其他的假设进行测试以推动信天翁的科学！尽力吧！另外，检验下面的一些细节，你需要知道它们。

在网络探究活动中，只要其主要措词针对的是学生，有一些混淆的辅助措

词也是可以接受的，例如，某些网络探究活动可能在同一个网页上会既指向学生又指向老师。下面这个例子来自*the Shell Island Dilemma* (<http://www.ncsu.edu/coast/shell/index.html>)，这个学习活动就是双指向的（用粗体表示的是指向教师的，加下划线是模糊不清是有歧义的指向）：

为你的学生分配不同的赌金保管者角色

当你进行探索的时候，记住你是一个赌金保管者。

思索并确定目前卡罗莱纳州北部关于大型建筑在如海滩等公众娱乐区域选址的政策。作为一个赌金保管者，目前的海岸政策是如何影响你原定计划的？

点击上面名字，阅读有关你作为赌金保管者所起作用的描述，注意推荐的关于可回顾的一些重要资源的目录。

浏览这些资源，准备一个陈述，根据来部署关于Shell Island Resort的下一步行动。你将会在一个决定Shell Island Resort将来的辩论中陈述你的观点。每个学生都应该完成一份选址综述稿。

学生在充足的时间里完成资源回顾并准备好他们的选址报告后，举办一次辩论以决定下一步的行动。

辩论结束后，为被提议的解决方案投票，当班级2/3的学生同意某个方案时结束辩论。

那些对象仅仅为教师的网站活动，譬如以教师为中心的课程计划，由于不满足第二个标准，因此不属于网络探究活动。例如，*Square of Life* (<http://k12science.org/curriculum/squareproj>)就是针对教师的活动：

步骤：

活动1：学习准备

在这个活动中，进行下述操作：

1、向学生说明他们将开始进行一项在学校操场进行的特殊计划，告诉他们一旦他们能够描述操场上的每一个细节以及他们发现了什么，他们将告诉其他世界各地的学生他们发现了什么。

2、主持一次讨论，让学生对他们可能在操场上找到的物体（有生命或无生命的）进行预测。

(3) 网络探究活动必须支持学生学习科学概念或科学内容。

基于网络的科学探究活动必须落实到一个公认的科学学科（生物、化学、物理、环境科学、天文、海洋学等）上。例如，科学概念可以是矿泉水中化学营养成分的关系，或是人类遗传特征的分布。类似的，科学内容可以包括对一些科学问题的研究，如光线是如何传播的？不同状态的物质材料是如何存在的？

（4）网络探究活动必须是基于网络的。

一个网络探究活动不仅仅是将一段文字内容放到网上，以描述一次探究活动如何完成，它应该在此基础上有所增强，应该充分利用网络的优势来进行教学。网络探究活动可以使用超链接来连接补充材料（包括数据）、email、视频、图形、动画、音频、虚拟现实、模拟仿真或其他形式的互动。

Space Food and Nutrition

(<http://spacelink.nasa.gov/products/Space.Food.and.Nutrition/>)是一个仅仅通过web来传递印刷材料的活动，这样的活动，仅仅只是在文档的内部使用了一些用于导航的超链接，本质上与不用网络没有区别，事实上，我们也可以在这个网站上下载到1.9MB的PDF文件获取相同的材料，因此我们不认为它属于网络探究活动。另一个网站*EnergyNet* (<http://www.energynet.net>)，则是由一些教师在课堂上使用的可供下载的PowerPoint组成，同样，它也不满足一个网络探究活动应该具备的条件。

（5）在网络探究活动中用到的证据必须与科学家在科研中用到的是同样的类型。

例如，网络探究活动可能包括一些数据库或实时科学数据的链接，像学生在研究天气变化趋势时用到的气象数据，另外也可以是学生收集并在网络数据库中与他人共享的实验数据。这样的数据既可以学生通过网站上提供实验方案收集的，也可以是以独立的数据集的方式提供给学生的。学生同样还可以通过收集数据进行实时或实时的远程分析。

（6）结论和（或）解释必须是经过论证的。

网络探究活动中的结论和（或）解释不能仅仅是简单的数据分析和报告。结论和（或）解释可以包括任务驱动的活动，例如为天文台寻找理想的地址，利用模拟计算出动物的预计寿命，或是解释观察事实（如面包铸模的外观）。

活动中往往包括一些提示或是及时的反馈以支持学生进行探究，如果学生在完成探究或是在对他们的发现有想法之前就使用了这种支持，那么探究过程将会“短路”。也就是说，这个活动不在是探究活动。

Fun With Fomites(<http://www.microbe.org/experiment/fomites.asp>)就是这样 一个“短路”探究的例子。如果学生在网站上访问及时反馈，他们将会被告知如何解释数据，如何进行推理以得出结论。如果在一个活动中学生的主要任务不再是进行数据分析或是逻辑推理，那这个活动也就是探究活动了。因此，只有在学生可以对提示和反馈是否显示进行控制并且不在完成探究活动之前不使用它们的情况下，这个活动才能称为探究活动。

2. 3 网络探究教学的设计要素

在学科课程教学中实施网络探究教学，既要体现探究性学习的思想，满足网络探究教学的标准；也要把握学科特色，落实到学科教学的知识目标和发展目标，还要以某一学科为依托，体现课程的综合性。一般说来，研究性学习的实施过程可分为三个阶段^[22]：进入问题情境阶段、实践体验阶段、表达和交流阶段。虽然上述过程主要是指的是综合课题研究，但是在学科探究教学中，也大致包括这三个阶段。将上述阶段细分为若干步骤，主要包括：明确目标、创设情境、任务驱动、研究设计、资料收集、资料分析、归纳整理解决问题（形成解释/得出结论）、交流评价。与探究教学的特征来看，其对应关系如表2-1所示。

探究教学实施的阶段	具体步骤
进入问题情境	明确目标
	创设情境
	任务驱动
实践体验	研究设计
	资料收集
	资料分析
	归纳整理解决问题
表达和交流	交流评价

表2-1 探究教学的实施

在网络探究教学中，应该尽可能的包含这些步骤，发挥网络的优势，以满足网络探究教学的标准。下面，笔者对探究教学的一些设计要素进行具体的说明^{[23][24]}。

1. 学习目标设计

在进行学习目标的分析与设计时，必须结合具体学科内容和学习对象，明确探究活动旨在达成的：（1）知识技能目标：希望学习者能综合应用哪些知识点或知识框架，或发现哪些新知识，或发展哪些新技能；（2）方法策略目标：希望学习者能够发展哪些解决问题策略、学习策略、合作交流策略以及信息素养等；（3）态度体验目标：希望学习者通过协作探究活动获得怎样的态度情感体验。这些目标是指引探究教学设计的旗帜。

2. 情境要素

创设情景，是实施探究教学的重要环节。探究性学习十分注重学生在真实的学习环境中去实践和探究。因此，教师应该针对学生的年龄特征和认知水平，围绕学科的教学内容或学生提出的问题，创设特定的情景，以有吸引力的方式提供问题的背景信息，把学生带入到真实的环境中，让学生充分体验和感受，引发学生的学习兴趣，引导学生在情境内发现情境外难以领略的东西，引出整体性的任务。具体来说，可以用讲故事、录像/录音剪辑等方式来呈现问题情境，比如在开展以鲸为主题的网络探究教学时，可以利用视频演示大海中虎鲸与须鲸喷潮的真实情景来创设情境，激发学生研究鲸的兴趣。

3. 任务要素

任务要素是网络探究教学的关键要素。在探究学习中，“任务”不同于传统教学的特点和意义。首先，任务具有实际意义，是真实的或接近真实的，能引发学生主动探索的欲望。其次，任务与教学目标是紧密联系在一起，既有学科性又有开放性，既有基础性又有延伸性，既有整体性又有部分性。

探究活动的任务类型归纳如下：

任务类型	特征
变量关系型任	按照假设—检验的思路，对一个或以上的自变量对因变

务	量的影响进行检验，发现规律性关系。比如让学生研究气候类型与植被的关系。
观测/调查任务	在关于科技和社会问题的探究中，常常需要进行客观的观测或调查，借助一定的仪器或调查工具来获得数据资料，建立共享数据库。比如研究当地河水中的生态系统。
逻辑推理任务	通过一系列的活动（往往是定性分析），借助所获得的资料，对某个问题的前因后果等进行深入分析，逐步找到问题的解决方法。比如电器故障排除；用水短缺问题的成因与解决方案。
资料分析任务	按照一定的主题搜集文献资料，进行汇总、分析和评价。
设计/工程任务	目的是找到解决问题的方法并检验其有效性，而不是考察背后的因素关系。比如设计一个具有最佳隔热效果的热水池；为老年公寓设计一种报警系统。
作品创作任务	按照一定要求创作某种作品，如文学或艺术作品等。
开放探索任务	作为最开放的任务形式，这种任务需要学生自己先明确问题，而后再去寻找解决问题的方法，具体解决方法可能是通过以上各个途径来实现，而且可能利用其它的相关资源。比如让学生找出全球面临的十大挑战，研究原因和出路。

表 2-2 探究活动的任务类型

以上几种任务实际上在具体的探究活动中具有交叠性，比如一个变量关系形任务也会包括资料分析任务等等。

另外，有时候提出的整体任务太复杂，需要根据教学内容和学生实际，把整体任务分成若干个子任务（小任务），让学生在任务驱动下进入探究。

4. 组织要素

协作探究学习活动是在一个学习共同体之中进行的，教学组织者要采取有效的措施创建基于网络的活跃的学习共同体。所谓学习共同体(learning community)即由学习者及其助学者（包括教师、专家、辅导者等）共同构成的

团体，他们彼此之间经常在学习过程中沟通交流，分享各种学习资源，共同完成一定的学习任务，因而在成员之间形成了相互影响、相互促进的人际联系。基于网络的学习共同体可能是联合不同学校的多个班级以及相关人士，可能来自不同地域甚至不同国家、具有地域和文化的差异。

为了组建基于网络的学习共同体，教师需要考虑探究学习的方式是合作学习还是独立学习。

合作学习中教师需要帮助小组成员进行明确分工，让每个成员都投入到学习活动中，教师需了解每个人的工作及进度等。*Sun Times: Global Sun Temperature Project* (<http://www.k12science.org/curriculum/tempproj3/en/>)就是一个典型的合作探究项目，它要求世界各地的学生对某星期里当地每天的温度和日光照射时间进行测量和记录，并与他人的结果进行比较和对照，从而确定地理位置及日照时间对温度的影响。

独立学习是探究教学中另一种可行的组织形式。独立学习的任务不仅需要具有丰富的内涵，同时必须是个人能够通过自主探索完成的。实际上，在合作学习中往往也包括了个人的独立学习过程。而独立学习也是在一个学习共同体之中进行的。

不管学生进行探究学习的方式是哪种，教师都需要考虑学习单元交给哪些教师负责组织，邀请哪些专家或实践工作者作为咨询顾问等等。要使学习者意识到自己是在一个团体中进行学习，而且能感受到团体的价值和意义。在学习的开始，可以让每个学习者写一份自我介绍，通过邮件列表发送给全体成员。每个学习者还可以建立个人主页，附上照片及个人资料。确定组织联络方式，鼓励学习者在学习过程中相互求助和提供帮助，而不只是把问题发给老师，这样更能使学习者感受到共同体的价值。

5. 过程要素

在探究学习过程中，学习者要明确和分析所探究的问题，制定探究方案，然后从多种渠道收集多种信息，对信息进行分析、综合和评价，得出适当的结论，最后用多种形式呈现自己的作品，交流探究结果。这种学习过程具有较大的自主性和开放性，但它并不因此而排斥外部引导和支持，教学组织者须对学习过程进行必要设计。探究教学需要围绕“意义建构”来制定学习方案，以学

生对“任务”的原有知识经验和认知结构为基础，规划整个学习的切入点；要根据网络教学的特点，制定探究教学活动的计划框架，突出完成任务的路径、方法和策略。

具体而言，学习过程设计主要应考虑：（1）活动框架设计：对通向最终问题解决方案的路线进行分析，在此基础上，设计出中间成果和最终成果的框架格式或基本要求。（2）学习策略指导建议：针对特定的探究任务提供具体的学习策略学习方法的指导建议，例如统计分析法、文献法、观察法等，说明在协作探究活动中应该注意的问题，以提高探究活动的效率和效果。（3）要明确在何种环节或活动上采用什么样的合作交流形式，有何具体要求，包括学习者相互之间的互动、师生互动以及学习者与应邀参与活动的专家顾问和实践工作者等的互动等。

6. 学习资源设计

围绕所确定的探究任务和活动框架，教师需要设计相应的学习资源，以促进学习者在相关领域知识的基础上展开探究，突出探究活动的意义性、理解性和反思性。

从探究学习的需求来看，学习资源有三种不同的层次：

（1）预设学习资源：根据探究学习的主题或项目要求，由教师预先制作或设定资源。其网络资源的表现形式为：预先制作的专题网页。

（2）相关学习资源：围绕探究主题或项目，由确定搜索范围的资源。其网络资源表现形式为相关资源网站，如科学探索网、科普学习网、虚拟博物馆等。这种资源，通常可由教师推荐，或发动学生推荐。

（3）泛在学习资源：即广泛存在的各种资源，它表现为整个互联网络拥有的信息资源，或者把整个社会和自然界都视为学习资源。这种资源不仅包括狭义理解的信息资源，也设计到技术资源、设施资源、人力资源和环境资源。

虽然这三类资源之间没有明显的界限，完成一项探究学习的任务通常需要同时使用，但是，各类资源的应用范围依然有其侧重点。学生年龄较小或探究能力较差时，教师需要更多地为学生准备预设资源，指定一些相关资源；学生年龄较大或探究能力较强时，可以为他们提供更多的相关资源索引，让他们自己采集泛在资源。另外，组织小组合作的探究学习活动，使用预设资源和相关

资源往往较为有效；个人探究则对泛在资源重视些，当然也要根据学生的学习能力而定。

为了更好的开展网络探究教学，资源的开发和设计将是教师的一个关键性任务，根据探究教学对资源的要求，组织大量有效的“预设资源”和“相关资源”，教师也可以指导学生自己构建和组织资源，鼓励学生向学习资源中心或资源数据库提供新的资源。为了更好的开发和利用网络资源，教师和学生需要努力在互联网这个“泛在资源”中构建支持探究活动的“相关资源”。

7. 评价要素

在设计协作探究学习活动时，需要根据活动的目标、任务和过程来设计适当的学习评价方式。教学设计者要对所设计的探究任务及其目标进行分析，确定其中所涉及到的具体侧面和因素，决定评价学习结果的标准。一般应在活动的最开始就把评价方式明确告知学习者，使他们明确活动的预期结果和努力方向。评价设计具体应注意：

(1) 外部评价与自我反思评价相结合，强调自我反思评价。在基于问题的知识建构活动中，学习者的反思概括是保证学习者在探究活动的基础上有实质性收获的重要条件。学习者需要在探究活动之中以及之后不断对自己的所做、所思和所得进行自我反思和提炼整合。为了促进学习者的自我反思，可以设计反思评价表，以问题提示的形式督促学习者反思。另外，也可以让学生在探究活动的各个阶段上撰写反思日记，对活动进行小结和反思。

(2) 个人评价与小组评价相结合，突出小组评价。协作学习的一个重要条件是学习小组的积极互赖。每个成员的成绩受制于小组的整体表现。同时，为了防止个别成员“偷懒”，在评价上也要考虑每个成员的贡献度。每个人的贡献可以通过个人提交的资料以及小组的活动记录来评价。

(3) 结果评价与过程评价相结合，突出过程评价。如前所述，电子学档是一种有效的过程性评价方法。建立学习档案的过程需贯串在协作探究活动的始终，让学生在活动过程中有意识地收集、选择和保留关于自己活动的资料（如调查数据、活动计划、反思性日记、作品草稿及正式稿等），以反映自己的努力程度、进展状况和成就水平，并结合这些资料进行自我反思。另外，对开放性成果的评价往往不易直接打分，教师常常需要设计多维度评价量规，规定学

习活动应该达到的若干侧面的要求及其表现等级。

总之，网络协作探究学习的实现需要精心的组织设计。笔者对协作探究学习的设计进行了分析讨论，其中每一个环节都需要认真权衡和系统规划，并需在实施过程中动态调整。对学习的设计规定与探究活动的开放性是一对矛盾。缺少设计规定将会导致探究活动的无序和低效，而过度的设计规定将导致探究活动的僵化而失去探究的意味。因此，必须针对探究任务、时空条件以及学习者的具体特征和需求等来辩证地处理这一对矛盾关系，使对学习过程的规定和指导必要而不过分，且具有一定的选择性和适应性。

第3章 虚拟天文台在网络探究学习中的作用

3.1 科学教育中的天文教育

半个世纪以来，世界科学技术突飞猛进，国际间的科技竞争日益激烈。为此，从20世纪60年代开始，各发达国家纷纷对自己的科学教育进行改革，尤其是现在，为了增强科技竞争实力，提高公众的科学素养，科学教育的改革更成了人们研究的重要课题，许多国家相继推出了自己的改革方案。如美国推出了“2061计划”，英国推出了新的初等、中等教育“科学课程大纲”，韩国也第六次对中学科学课程进行了修订。而我国也推出了中小学的“国家科学课程标准”。

3.1.1 天文科学教育的特点

作为科学教育的重要组成部分，天文教育在提高公众的科学素养方面有着明显的优势^[25]。

首先，天文虽然是一门深奥的学科，但同时又是一门通俗的学问，它是一项生动有趣、激动人心的智力探险活动；

其次，人们对自身以及自身环境的与生俱来的兴趣和探索欲望，是创造的原始动力。在自然科学中，天文学更直接的接触自然界的基本规律，它对生命、对宇宙的演化穷本极源，正是创造的良好原动力；

第三，天文学的包容性极好。它与物理、化学、生命科学、环境科学的紧密关系毋庸置疑，同时，宇宙的起源和形成还会极大地影响到社会哲学的形成与发展；

第四，现代天文学是一门与信息技术紧密结合的学科。定点观测和巡天观测每天都将产生GB甚至TB级的数据，且数据的格式多样，通过信息技术对观测数据有效挖掘，从而带来全新的现象或规律的发展。

天文在科学中的地位、天文与其他学科的紧密联系以及天文对社会生活的影响，使得在开展天文探究教学提高学生及公众的科学素养具有重要意义。而现代天文学与信息技术的紧密结合，则使得开展基于网络的天文探究教学显得更具必要。

3. 1. 2 天文科学教育的现状

一直以来，在我国中小学教育中，对天文教育缺乏足够的重视，忽略了天文学科的特点以及孩子们对天文知识的渴望。

我们对湖北省五个市青少年天文教育现状进行抽样调查的结果（见附录1）显示，对天文感兴趣的人超过了70%，却约有46.27%的青少年对天文知识不太了解。究其原因，一是中小学教育中天文学科的教学内容所占的比重太少；二是教育资源包括师资和教学设备等的缺乏使得开展天文教学备受阻碍，特别是在广大农村和中西部地区；三是传统的教学方式不符合学生的认知发展，传统的局限于教室的单向教导方式限制了学生对天文的理解。正是这三个方面的原因，导致了学生虽然在感性层面对天文具有浓厚的兴趣，却依然不知天文、不懂天文、不会用天文。

为了改变上述状况，首先需要加强对天文的重视，对传统的教学方式进行改革。2001年出炉的我国义务教育小学和初中的课程标准^{[26][27]}中，天文在科学教育中所占的比重较原来有了较大的提高，且重在引导学生体验科学探究历程。2003年，高中各科也颁布了新的课程标准，可以看到，在高中教学的各门学科中也非常强调探究。基础教育的改革使得天文探究教学引起了相当的重视，人们试图改变对单调枯燥的教学方式，使学生获得更大的发展。但是，在实践中，除了招生考试制度和师资的压力以外，由于无法满足探究教学对大量资源的需求以及初中和高中在天文知识的衔接上存在着的问题，致使很多开设科学课的学校又将其改为了选修课或是恢复原来的分科课程，并且照搬以前的教学模式。这也进一步解释了为什么我们在2004年的调查还会显示上述结果。虽然目前在天文科学课的实践过程中，很多老师认为障碍重重，但是，某记者对学生进行的采访表明，很多学生喜欢科学课，喜欢探究学习。科学课实验教学有关负责人陈系林通过抽样分析武汉市210名考生的试卷后说，学生科学的兴趣及相关能力有明显提高，学习方法和态度有了改进，特别是探究的热情被激发出来了。从符合学生的情感、价值观、个性、创造性发展角度出发，改革势在必行。

另外，在解决教育资源缺乏的问题上，越来越多的教育研究者认为网络提供了很好的机遇。除了常规的多媒体资源外，网络还能提供虚拟的仿真实验，

实现对仪器的远程遥控，相对于昂贵的实验设施与教学设备，网络实现了低成本高价值的资源共享。为了加强贫困地区的信息化建设，我国启动了诸如“全国农村中小学现代远程教育工程”及“西部大学校园网络建设工程”等项目，以促进教育的跨越式发展。

因此，在当前情况下，运用网络，有效地发挥天文教育推广的功能，更好的进行天文探究教学，是我们应该思考的重要课题。

3. 2 虚拟天文台概述

3. 2. 1 虚拟天文台产生的背景和研究现状

数百年来，天文学的研究方式通常都是单个或几个天文学家进行少数天体的观测，研究那些不需要大量数据就能解决的天体物理问题。而近十多年来，由于望远镜设计制造技术、大面积探测器阵列制造技术和计算机科学技术（主要包括计算技术、存储技术和网络技术）^[28]的发展，天文学步入了信息数据丰富的多波段、大范围数字巡天新时代。这些巡天数据量通常要以 TB (10^{12} Byte) 量级来衡量。以中国正在建造的 LAMOST^[29]望远镜为例，它每年产生的原始数据量就将在 7TB 以上，6 年观测将会观测 2 千万颗天体的光谱，产生超过 40TB 数据。各大型巡天计划所产生的包含数亿个天体的多波段的海量数据，其科学内容的丰富和深度是空前的，对这些巡天数据的联合使用，将涌现出全新的、无法预见的、意义重大的科学产出，而这些，是仅靠单独使用其中某一部分数据所不能产生的新科学。虚拟天文台，正是在这样的背景下提出的。

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；那么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；而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，则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（Virtual Observatory, VO）。由此可见，虚拟天文台是在互联网时代里天文学发展的必然产物。

当前国际上主要的虚拟天文台研究项目有美国国家虚拟天文台 (NVO)、英国虚拟天文台 (AstroGrid)、欧洲虚拟天文台 (Euro-VO、AVO)、法国虚拟天文台 (VO-France)、印度虚拟天文台 (VO-India)、德国天体物理虚拟天文台 (GAVO)、日本虚拟天文台 (JVO)、澳大利亚虚拟天文台 (Aus-VO) 及中国虚拟天文台 (China-VO) 等 15 个。虽然这些计划来自不同的国家, 有着不同的天文和信息技术背景, 但是他们之间有许多非常重要的共同点: 每个项目都在寻求数据密集型天文研究的出路, 都在力图挖掘现有以及未来海量天文数据的潜力^[30]。从整个天文界的眼光来看, 这些项目的最终目标就是建立国际虚拟天文台 (IVO)。为了推进国际合作与协作, 为建设一个能综合利用全球天文数据的、完整的、能协同工作的虚拟天文台, 开发、配置必要的工具、系统和组织结构。将各国在虚拟天文台方面的努力联合在一起, 2002 年 6 月成立了国际虚拟天文台联盟 (IVOA)。从 2002 年 6 月成立之初的 8 个成员, 到 2005 年 4 月 IVOA 已经发展到上述 15 个成员。这三年里, IVOA 促进了各个虚拟天文台项目间的合作与沟通, 加速了国际虚拟天文台的建设步伐。

在虚拟天文台的研究浪潮中, 以中国科学院国家天文台为首的中国天文界在 2002 年提出了“中国虚拟天文台 (China-VO)”计划。作为 IVOA 有机组成部分, China-VO 从基本功能模块的角度进行了体系结构的设计, 以网格为基础建立了 China-VO 的资源管理系统, 以现有的数据资源和网路技术为基础开发了星表数据查询、锥形检索、交叉认证、天文计算以及可视化等一系列服务, 并从实际实现的角度设计了建立于现存服务基础上的面向科学研究的 China-VO 原型, 此原型预计将于 2005 年 9 月实现。此原型的实现将为中国天文界展现一个全新的网络化研究平台, 引领中国天文学进入数据密集型在线科学研究新时代。

3. 2. 2 VO 提供的资源和服务

VO 为我们提供了丰富翔实、实时动态的资源, 包括巡天观测数据、个人观测数据、天文文献、计算资源、存储资源、各种软件工具等。

虽然 VO 中的资源复杂多样, 但我们也不难可以看出, 它的资源也具有很多的相似性, 我们大致可以简单的将其划分为三大类:

1. 数据资源

这里的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。天文观测的大量数据，是一种丰富且极为珍贵的资源，是天文学家从事天文研究的基础。如果世界各地的天文学家能够将自己观测的天文数据资料提供共享，那将可大大节省其它天文学家的时间、提高研究的效率。

2. 软件资源

软件资源就是指天文学家常用的各种天文数据处理软件、作图软件等工具。目前，基本上是每个研究天文的人都必须拥有一套相应的软件。

3. 硬件资源

硬件资源是一个比较宽泛的概念，包括计算方面的硬件资源，如 CPU，内存，磁盘空间，其它外设，也包括望远镜等各种观测设备或其他实验设备。VO 最终能实现各种硬件资源的远程共享与控制。

由于 China-VO 采用 OGSA 的体系结构，所有的资源都是以服务的方式发布出去，所以提供给用户可用的已经是经过封装的网格服务，通过此网格服务，用户可以对资源进行相关的操作。其中，在数据资源的发布上，采取对数据的访问封装成网格服务的方式，同时，也给用户提供简单的调用接口，以方便用户获取所需数据。在软件资源方面，可以按照需要进行开发和封装，也会对一些现有的软件进行服务化，对开源软件，我们可以在它的源代码的基础上加一些接口，以封装成一个服务，如我们现在已做的天文计算方面的软件，对非开源软件，就是软件本身不动，我们在其上加一个代理，负责软件与网格环境，用户之间的交互。对于硬件资源，很难有一种共同的方法进行服务化，只能具有针对性的来单独实现。共享 CPU、内存，我们开发了一个分布式计算服务，以充分利用 VO 中的计算资源，共享磁盘空间，我们开发了一个虚拟存储服务，而对于其它方面的设备资源的共享，是 VO 的高级目标，暂时未对其进行研究。

从 VO 现在可提供的资源服务的角度来看，VO 具有以下功能：

1. 提供无缝获取全球的分布式数据的功能

目前天文数据被分布存储在全球上千个地点的数据中心内，获取数据的原有方式是进入各数据中心的网站或镜像获取数据，这给天文学家造成了极大的不便。而将这些海量数据集中在一个地点存储显然是不现实的，为了使天文学

家和计算机程序能使用到这些分布式的数据，这些数据必须符合一定的元数据标准。VO 的一个挑战是扩展天文数据的语义标准，使得能通过一般术语描述查询数据的要求，并且查询结果能够被计算机和人都能理解。

VO 的一个重要的目标是实现分布式数据的统一访问机制，它能为天文学家提供一个统一的访问这些分布数据接口，并能为天文学家提供描述查询要求和获取查询结果的便利。这个访问机制不仅仅提供给天文学家，这个机制还提供给用户应用程序，使得程序也可以通过一个统一的访问接口来查询获取数据。

2. 融合全球的分布式数据

数据融合是指将多个独立的星表，数据库或数据集整合成一个整体，融合现有的数据集也能产生新的发现。一个融合星表的重要工作就是基于不同星表内的天体在位置上相关性，进行星表间的交叉认证工作。

3. 改造现有的数据管理系统

采用数据库管理系统来组织、管理和获取天文数据在近 10 年来得到显著的增长，增长的驱动力来自于数据量的飞速增长，对复杂查询需求的增长以及对低成本商业关系型数据库管理软件的采用。但是目前的数据库管理系统并不能满足未来 VO 海量数据的管理需要，虚拟天文台为未来的数据库管理系统提出了如下需求：

- (1) 提供数据元数据的高效管理；
- (2) 具备高速的数据导入数据库的能力；
- (3) 提供对复杂结构数据的高效管理；
- (4) 提供对海量数据的高效管理；
- (5) 提供高效的复杂查询功能，为用户提供天文专用的查询功能；
- (6) 提供优良的结构框架和接口，为基于数据库系统的数据融合和数据挖掘提供便利。

4. 开发高效的数据处理软件

由原始的数据由于缺乏统一的标准，且各数据中心的数据量有限，使得其开发的软件一方面只能对符合他们存储格式的数据进行处理，另一方面不能满足快速处理的要求。数据资源的标准化和有效管理，使得我们需要开发针对海量数据的高效的处理软件，建立完善的软件工具集，并实现软件代码的高度可

复用性。

5. 发展可视化技术和工具

虚拟天文台为天文学家提供了海量的数据信息，如何更加直观的对这些数据进行探索，需要为天文学家开发针对于星表、图像和数值模拟数据的可视化的技术和工具，虚拟天文台的用户们会经常处理 N-维参数空间，所以希望通过可视化理解参数间的相关性和找到离群数据。

6. 开发数据挖掘和知识发现的新算法和工具^[31]

数据挖掘包括在数据集中寻找模式，并能在其中证认出非正常事件，这些有可能是很稀有的现象或者是数据的缺陷。虚拟天文台必须提供运行于数据融合基础之上的回归分析、偏差分析、序列分析、通过聚类和相似性的分类的算法。新的数据挖掘工具必须融入到虚拟天文台中去，并且能够充分利用优化后的数据库结构和丰富的元数据信息带来的便利。

还需要开发能从数据挖掘的结果中导出新知识的知识发现的新工具。知识发现一个重要的作用就是实现天文学家和梗概数据（从数据挖掘分析中得到的结果）可交互性，使得天文学家直接从数据中寻找知识的过程更加便利，并能产生出科学结果——文字，图形或发表的文献。这是一个相当艰难的任务。

3. 2. 3 VO 的相关标准

为了实现虚拟天文台提出的功能，实现数据资源的互操作，必须制订和采纳一系列的虚拟天文台标准，这些标准的制定将使得新的数据集的设计和生成有规可循，并且能充分利用虚拟天文台提供的便利利用最小的成本实现最大的功能，降低数据发布的成本。目前各虚拟天文台都在积极地进行标准的研究和制订，IVOA 目前成立了多个工作组，统筹天文各方面的数据标准研究修订和应用工具的开发工作。目前比较热门的工作讨论组以及他们涉及的标准如下：

工作组和论坛	主题	涉及的标准
<u>dal@ivoa.net</u>	数据访问层	简单图像访问标准 简单光谱访问标准
<u>dm@ivoa.net</u>	数据模型	数据模型标准
<u>grid@ivoa.net</u>	Grid&Web 服务	服务标准

<u>registry@ivoa.net</u>	资源元数据/注册	资源元数据标准
<u>stdproc@ivoa.net</u>	标准化处理	文档标准
<u>ucd@ivoa.net</u>	UCD (统一内容描述)	元数据
<u>voql@ivoa.net</u>	VOQL (虚拟天文台查询语言)	查询语言标准
<u>voevent@ivoa.net</u>	VO 事件	
<u>votable@ivoa.net</u>	VOTable/XML	数据封装标准

表 3-1: IVOA 工作组和涉及的标准^[32]

正是由于这些标准的制定,才使得各国的 VO 建设保持了与 IVO 的一致性和互操作性,从而实现了 VO 的上述功能。在实现中国虚拟天文台的基于网格环境的数据获取服务中,我们也采纳了上述的一些数据标准:

(1) VOTable, 作为天文星表数据的标准封装格式。

(2) 统一内容描述符 UCD, 已经被包括到 VOTable 格式中, 用来作为列的语义元数据。

(3) 天文数据查询语言 ADQL, 作为描述查询星表数据库要求的标准语言。

(4) VO 资源元数据标准 (Resource Metadata Standard), 作为数据资源的元数据描述标准被应用到对数据服务资源的登记注册上。

3. 3 VO 为网络探究学习提供了平台

3. 3. 1 VO 在教育普及方面的目标

VO 的产生虽然主要是为科学研究服务的, 其发展使得实测天文的研究模式从巡天研究模式升级为 VO 研究模式。但与此同时, 它也使得原本由于观测仪器缺乏、教材内容陈旧、教学师资缺乏、观测活动受到时间天气的限制以及缺乏获取真实天文数据的渠道而无法有效开展天文教育的状况得到了很大的改变。目前, 越来越多的 VO 项目都将教育普及作为其重要研究领域, 如 NVO 成立了专门的 Outreach Workgroup, 而 AstroGrid、China-VO 等也与相关的学校及研究单位合作, 进行教育普及方面的研究。其目标是把 VO 建成天文学公众和教育门户, 针对不同层次的用户开发定制合适的界面和功能, 既要做到好

用，又要给用户充分的自由空间。

以 NVO 为例^[33]，其具体目标是提供一系列的服务基础措施，按照开发过程中的优先权和功能层次的不同，这些服务分为基础服务、优先服务等。其中，基础服务主要包括下面几个方面：

(1) 教育普及相关元数据。主要有描述天文数据的元数据（为非天文专业人员说明数据的适宜性）、单个天体相关元数据（提供在天文研究中不常用的信息，如天体类型、发现者、历史神话联系等）、教育资源相关元数据（描述资源类型、适合的用户、天文内容的类型，使得资源可以被索引工具迅速识别）

(2) 非专业查询协议。让各种教育普及服务都能够以统一的方式查询 VO。

(3) 最受欢迎天体索引。让非专业用户更容易找到他们感兴趣的目标。

(4) 最受公众欢迎的天文数据索引。可将需要最少专业背景的数据即可欣赏的数据最先列出，将需要最多背景才能理解的数据最后列出。

(5) 教育资源目录。方便定位与 VO 相关的教育资源。

而优先服务主要包括：

(1) 公开发布的图像的坐标数据。方便多波段的对比处理和将面向公众的图像整合到巡天图像中。

(2) 业余摄影档案。允许业余天文学家提交自己的作品到 VO 中。

(3) 面向公众的图像拼接服务。使得大规格大市场的图片可以创建，以满足数字天文馆的需要。

(4) 实时天文数据的访问。通过为学生提供最新的数据来激发学生的学习热情。

3.3.2 VO 在基于网络的天文探究学习方面的优势

前面我们对网络在开展探究教学上意义已有详细论述，那么有人也许会问：现在 web 上已经可以存在大量真实的数据及图像等资源了，不需要 VO 我们同样可以访问真实的数据。

事实上，确实存在很多基于 web 的探究实例。但是，从天文学的数据来看，庞大而且较为杂乱，各天文中心或天文台将数据发布到各自的网站上而没有系统的联系起来，用户必须通过打开一个个的网页进行查询，这显然非常低

效，另一方面，由于数据表格图像等都缺乏统一的标准，致使互操作成了一个严重问题，用户需要学会更多数据处理软件的使用方法，以世界各地天文望远镜拍摄的天文图片为例，通常情况下仅仅只有天文学家和技术工作者能够使用一些通常来说较为复杂的工具软件进行处理和显示。因而，对于一般的教师而言，他们必须通过较为复杂的过程才能得到想要的资源，也就间接导致虽然网络上存在大量数据，但是教学过程中依然存在数据缺乏的问题。

VO 的出现改变了这一切。它不仅将世界各地的数据进行了系统的汇集和有效的融合，更在此基础上提供了相对统一操作更简单的数据分析处理工具，提供了适用于教育普及的服务和平台。这就是现阶段我们可以看到的 VO 在教育普及上最现实的意义。因此，天文网络探究需要 VO，需要这个最终的多波段数字宇宙。作为天文观测数据与网络的良好生成物，由虚拟天空和虚拟探测设备所组成的虚拟天文台，为学生进行天文探究学习提供了非常好的教育平台。

3.3.3 China-VO 教育实验平台的体系结构^[34]

天文教育资源除了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工具，还包括我们在网络上常见的文字、图片、视频、音频、多媒体课件等。从基本的功能模块角度来分析，考虑到两类资源性质的不同，VO 教育平台的体系结构设计如图 3-1 所示。

整个体系结构分为四层，从下到上依次是构造层、资源层、汇集层和用户层。

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，软件资源和硬件资源，如观测数据、存储资源、带宽资源、各种在线文字图片、音频视频等。这些资源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。

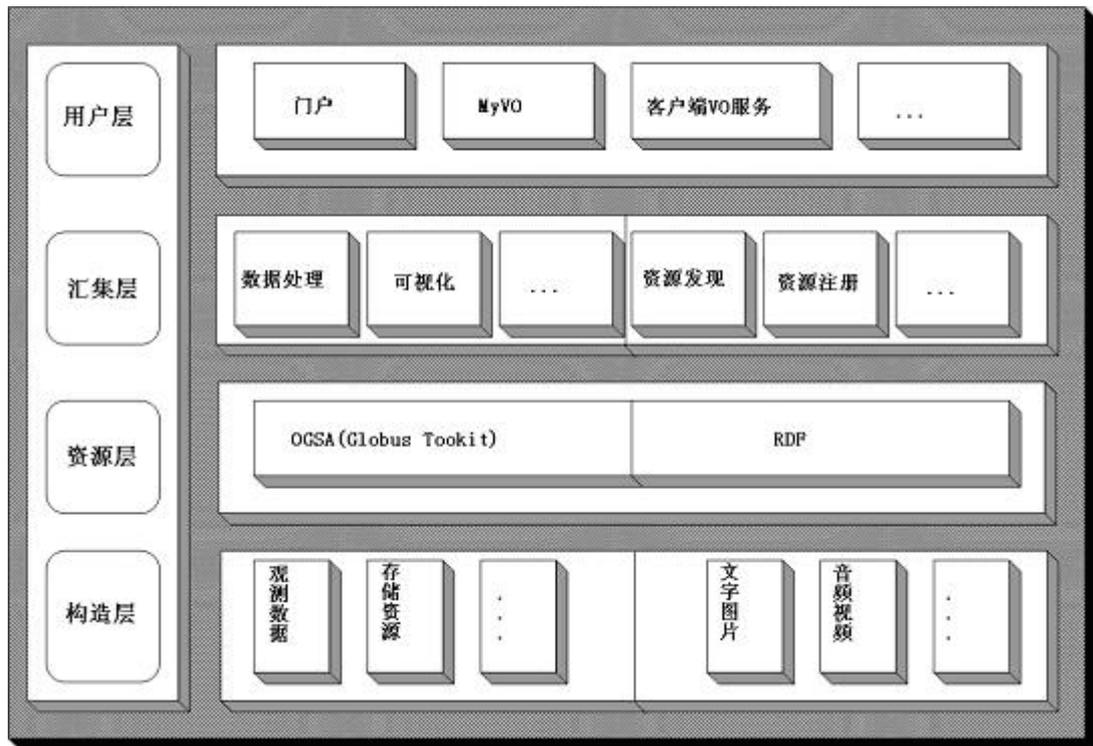


图 3-1 中国虚拟天文台教育平台体系结构

对于数据和服务等，资源层将以开放网格服务架构(Open Grid Services Architecture, 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。前面提到的数据访问层的功能将在这部分实现。这里，系统管理主要涉及作业管理、安全管理、资源状态管理、数据管理等。对于网络上已有的在线资源，资源层将以资源描述结构 (Resource Description Framework, 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，汇集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。当OGSA体系架构及其实现工具成熟以后，这些服务的开发和发布将是VO建设的重点。对于网络在线资源，汇集层起到了一个资源管理中心的作用，包括资源发现和资源注册服务。

用户层，包括VO客户端服务和VO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、VO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。

在此体系结构之下，我们开发了以 Swiss Ephemeris 为基础的 VO 天文教育试验平台，其主要实现机制是在 OGSA 的服务体系下，以 Swiss 的数据为基础，实现天文计算服务及面向用户的在线查询界面。其中，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 Astrodient 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。

3. 4 China-VO 平台下探究活动的设计

以上，我们探讨了 VO 在网络探究教学的作用，那么，如何在 China-VO 平台下开展探究活动呢？或者说，如何为学生提供以“学”为中心的探究环境，使学生真正有独立探究的机会和愿望，而不是被教师直接引到问题的答案？又如何通过安排有一定内在结构，能揭示各现象间的联系的各种教学材料，以及在关键时候给学生必要的提示等，使学生在探究中能明确方向呢？

依据第 2 章中我们对网络探究教学实施步骤和设计要素的探讨，现在我们结合 VO 的特点，探讨符合 VO 特色的探究学习的教学过程设计程序。

1. 明确学习目标

在知识技能目标上，不仅应该考虑天文的目标，同样应该考虑 VO 方面的目标。

2. 创设情境

根据某次天文课程的学习内容,选择适当的切入点,引用适当的媒体信息,如文本、图片、音像、视频剪辑等,引出探究的问题,通过外部刺激,激发学生的探究动机和需要。在使用多媒体资源时,可以通过VO的索引服务实现查询,快速的找到所需资源。另外,在实现引导学生发现问题的时候,可以让学生自己尝试使用VO工具,在体验的同时发现矛盾。

3. 任务驱动

在创设情境之后,引导学生进行思考,帮助学生引出或选择合适的学习任务。探究教学的“任务”是与学习目标相统一的。

4. 组建学习共同体

根据学习主题的需要,确定学习主体,为教学活动提供天文教师及VO技术服务者。

5. 设计活动板块

可依据选定的天文知识主题,按照上一章中探究教学设计中过程要素,设计一定的活动框架,并在活动框架中具体的渗透学习策略、互动、资源等要点。

在活动板块的设计过程中,针对网络探究教学的特征,应结合VO的特点,注重以下探究学习特征中VO资源和服务的应用:

(1) 收集实证。为学生提供必要的背景概念,帮助学生寻找入手的方向,指导学生学会使用VO索引服务及数据访问服务等。引导学生学会自己判断并收集不同类型的实证资料。VO中的实证资料^[35]主要包括:(a)通过协同实验得到的数据。我们将为学生提供一个协议来采集某些需要的数据,一旦得到了数据,指导学生将数据提交到一个集成的数据库中。然后,我们为学生提供这些由不同地理位置的学生收集到的数据集,并且指导学生如何分析它们;(b)实时信息。在基于VO的探究学习活动中使用的实时信息与科学家在实际研究中使用的是完全一样的。这使得这种探究成为一项可信的活动,有利于激励学生的学习动机;(c)数据档案。VO中的数据档案是长期积累的天文科学数据,可用来研究一些与时间有关或受时间限制的问题。另外,根据具体的学习要求,也可将数据集转换为学生们更容易掌握的形式,如数据可视化或简化数据集;(d)原始资料。原始资料主要是学生探究同时得到的一些实证资料,这些资料可能是用多媒体来表现内容的,如视频剪辑、动画、静态图片、360度全景

等。另外，原始资料也包括科学报告、报纸文章、政策文件等，因为这些信息实际上来自各种人，因此，需要在质量上对原始资料给予保证。

(2) 分析实证资料。VO 能提供功能强大的数据分析处理工具，因此，在学生进行数据分析之前，首先为学生介绍如何使用 VO 的数据分析处理工具，让学生学会自主的使用这些工具对收集的数据进行分析。对于不需要用工具处理的信息，可通过设计表格等方式给予提示让学生进行筛选、分类或是分析。需要注意的是，如果现有的 VO 服务不完全符合学习需要，教师可自己开发更适合的服务或指导具有一定编程基础的学生自主开发 VO 环境下的服务，以完成任务要求。

(3) 解释或解决问题。引导学生在收集分析实证的基础上，根据逻辑关系和推理，找到事件的因果关系或其他解释。

6. 资源设计

虽然 VO 提供了很多资源和服务，但是，针对某天文内容的教学，其资源还是应该进行一定的设计。除了在 VO 资源的基础上制作关联网页作为预设资源，也应该推荐一些相关学习资源，如提供优秀的专题网站的链接等。另外，泛在资源不具备可设计性，但是相应的索引工具教师可以提供，相对以往的搜索引擎工具，VO 环境下教师一般提供 VO 索引工具，由于目前这样一些工具还处在开发之中，因此这里无法具体用实例说明。

7. 成果展示、评价交流

在这一阶段，根据学习者任务的不同，要求学生提交不同形式的学习成果，可以是书面作业、多媒体创建、网页、学习建议等等。组织学生对结果进行交流和评价，也可在此基础上进一步探讨自己在上述活动中得到的结论，对学习成果进行扩展或推广，提出新的问题等。

第4章 利用 China-VO 开展网络探究学习

上一章中，通过对 VO 的分析，我们知道 VO 是有利于开展天文探究教学的。但是，在利用 VO 实施探究教学之前，教师首先必须学会如何发布数据，如何使用 VO 已有的资源与服务，如何按照需要开发新的服务，然后才能够更好的进行探究活动的设计。

4.1 资源的注册与获取

为了使资源注册中的资源元数据与服务本身紧密的结合起来，以便于用户对资源的定位与使用，China-VO 在注册的总体设计上采用了两套机制，一为资源元数据的注册，另一为服务的注册。两者之间通过资源服务化的手段联系起来。其结构图如下：

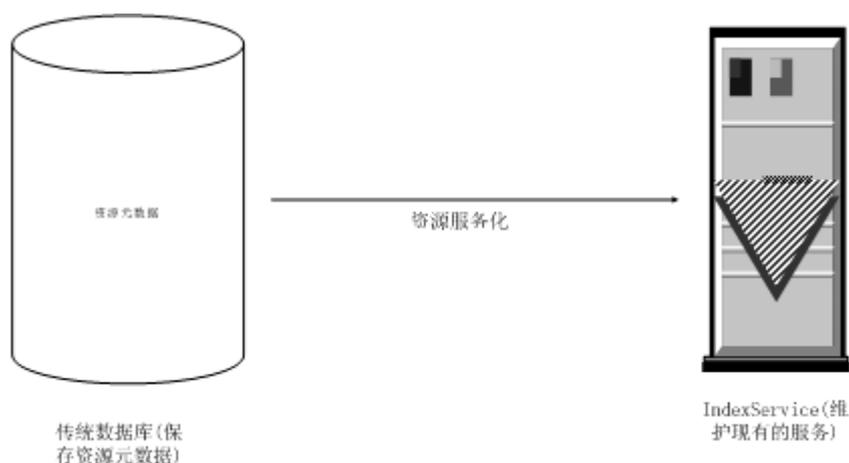


图 4-1：资源中心与服务中心^[36]

在这样的一种结构中，资源元数据与其相对应的服务必需维持动态的一致变化，在这样的结构下，资源使用的过程大致如下：

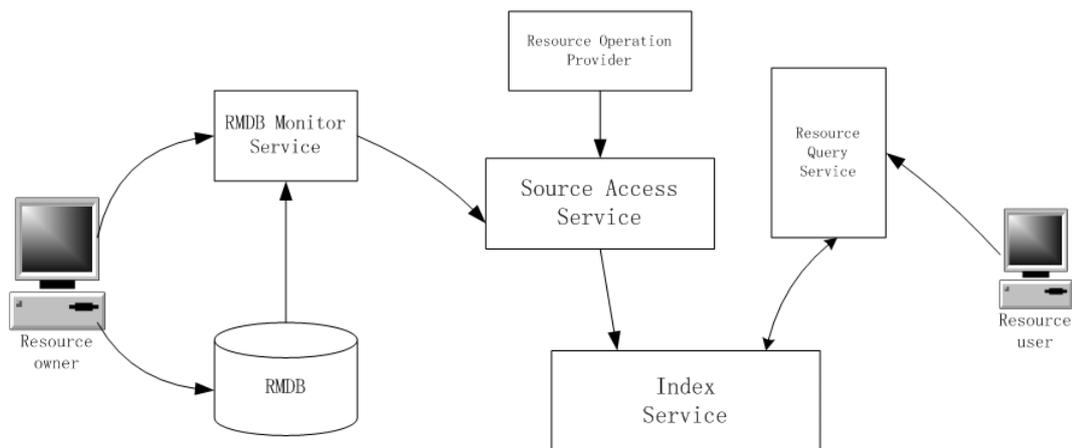


图 4-2：资源的服务化流程^[36]

可以看到，所有的资源和服务最终都集中到了 **Index Service** 上，**Index Service** 是 **GT3** 中信息管理的主要服务，负责网格服务的注册及发现，查询，以提供网格资源的信息。除了实现服务的注册功能之外，**Index Service** 最主要的功能就在于对服务数据的管理，包括服务数据的创建，查询，预定，通知，删除以及各种相关的服务数据的聚集机制。

对于资源服务化的方法，我们在前面已进行了描述，此处不再细说。

从图 4-2 可以看到，资源提供者（**Resource owner**）连接的是元数据库（**RMDB**）和元数据管理服务（**RMDB Monitor Service**），这里，我们采用的是传统数据库 **mysql**，资源提供者通过注册表单提供元数据信息，向注册中心注册资源。服务提供者（**Resource Operation Provider**）连接的是 **Source Access** 服务，注册动作本身与服务无关，我们以操作提供者的方式附加到服务中，服务提供者只需在服务发布描述符文件中加上，再写一个注册配置文件，就可以实现服务的自动注册^[37]。基本的配置文件如下：

.wsdd 文件，主要有以下一行：

```
<parameter name="operationProviders" value=" org.globus.ogsa.impl.core.
registry.RegistryPublishProvider "/>
```

registrationConfig.xml 注册配置文件的详细内容如下：

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<serviceConfiguration
xmlns:ogsi="http://www.gridforum.org/namespaces/2003/03/OGSI"
xmlns:aggr="http://www.globus.org/namespaces/2003/09/data_aggregator"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
<registrations>
<registration
registry="http://www.china-vo.org:8080/ogsa/services/base/index/IndexService"
keepalive="true"
lifetime="200"
remove="true">
</registration>
</registrations>
</serviceConfiguration>

```

主要参数:

registry: 指定服务注册中心的地址

lifetime: 查询周期

keepalive: 是否在整个周期内进行通知

remove: 服务失效时, 是否从注册中心去除再写一个注册配置文件。

资源（服务）使用者（Resource User）对应的是资源查询服务（Resource Query Service），由于针对资源元数据，我们实现了 IVOA 的标准注册接口，因此用户可以通过这些查询接口查询到自己想要的资源描述，同时，我们也提供了通过 IndexService 的查询接口，来实现服务的查询与调用。

通过上述方式，我们可以在 VO 上发布资源和服务，也可以通过使用 VO 提供的资源和服务。

4. 2 应用服务

在 VO 中，各种数据资源构成了数字星空，建立在标准数据模型基础上的数据访问服务实现了望远镜的功能。VO 让我们能够访问观测数据，同时也能

够对这些数据进行处理，从而获取知识和信息，减小数据与理解之间的鸿沟，最终加深我们对宇宙的理解，达到教育的目的。

4.2.1 编写 VO 应用服务

前面我们看到，VO 为开展探究教育提供了多种服务。大多数情况下，VO 提供服务可以满足我们的要求，但是，由于针对不同的学习侧重点，需要的信息也不同，因此，在某些时候，对教师而言，可以自己编写更适合教学目标的 VO 应用服务；对于有编程基础的学生而言，在探究过程中可以自己在 VO 环境中编写服务以满足探究的需要。

现有的 China-VO 的应用服务主要是采用基于 OGSA 的 GT3 部署实现的，因此，需要在实现软件功能后，对其进行网格封装，然后将其发布到 VO 中。其中，服务的发布在上一节中已经详细讲到。此处从对已有 VO 服务的程度的基础上对服务实现进行说明。

实现 VO 服务的方式可分为以下三种：

1、编写本地程序，再发布到 VO 上。

其实现流程图如图 4-1 所示。

分析网格服务编写的过程，发现在实现上有很多共同的东西，如生成 gwsdl、编写接口实现程序等方面有些是固定的步骤^[37]，这为服务封装的自动化提供了基础。考虑到服务提供者未必知道网格以及如何对自己的程序进行网格封装，因此，China-VO 考虑开发一个服务自动封装系统，用户只需提供自己的程序，就能直接在 VO 上将其发布为服务。这一程序大大方便了用户，同时也丰富了 VO 的资源。其关键步骤就是从源程序中提取出公共方法的说明就可以确定此方法的名字，参数个数及参数类型等信息。然后在服务实现文件中定义同样的方法，而此方法的内容就是调用用户提供的源程序中同名的方法，目前 China-VO 已经实现了 Java 源程序到网格服务的自动封装^[36]。

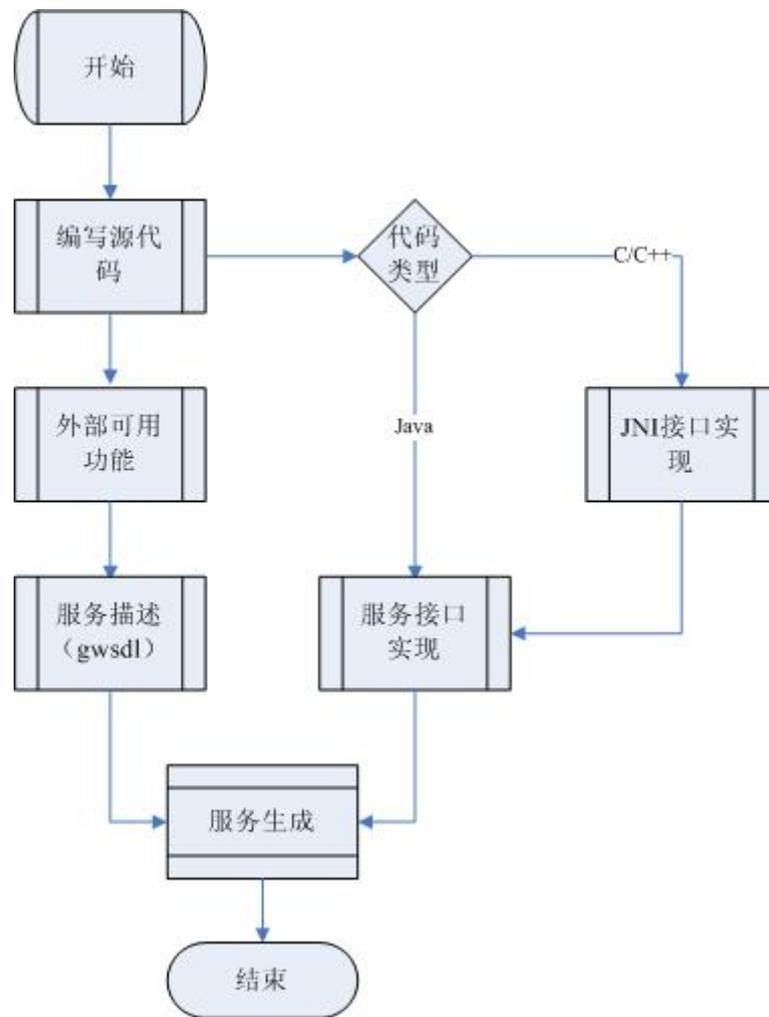


图 4-1 VO 服务实现 (1)

2、直接对 VO 服务进行组合。

中国虚拟天文台的体系结构划分为几个不同的层次，同时，在底层资源的组织上，我们采用了资源树的组织方式，通过树形结构来体现资源本身的层次性，一个资源可能由不同的子资源组成，因此，VO 在资源服务化的时候，首先要实现资源的原子化，将每个原子化的资源再封装成服务——原子服务。因此，我们可以通过组合不同的服务满足不同的资源需求。

3、编写基于 VO 已有服务的程序。

其实现流程图如图 4-2 所示。

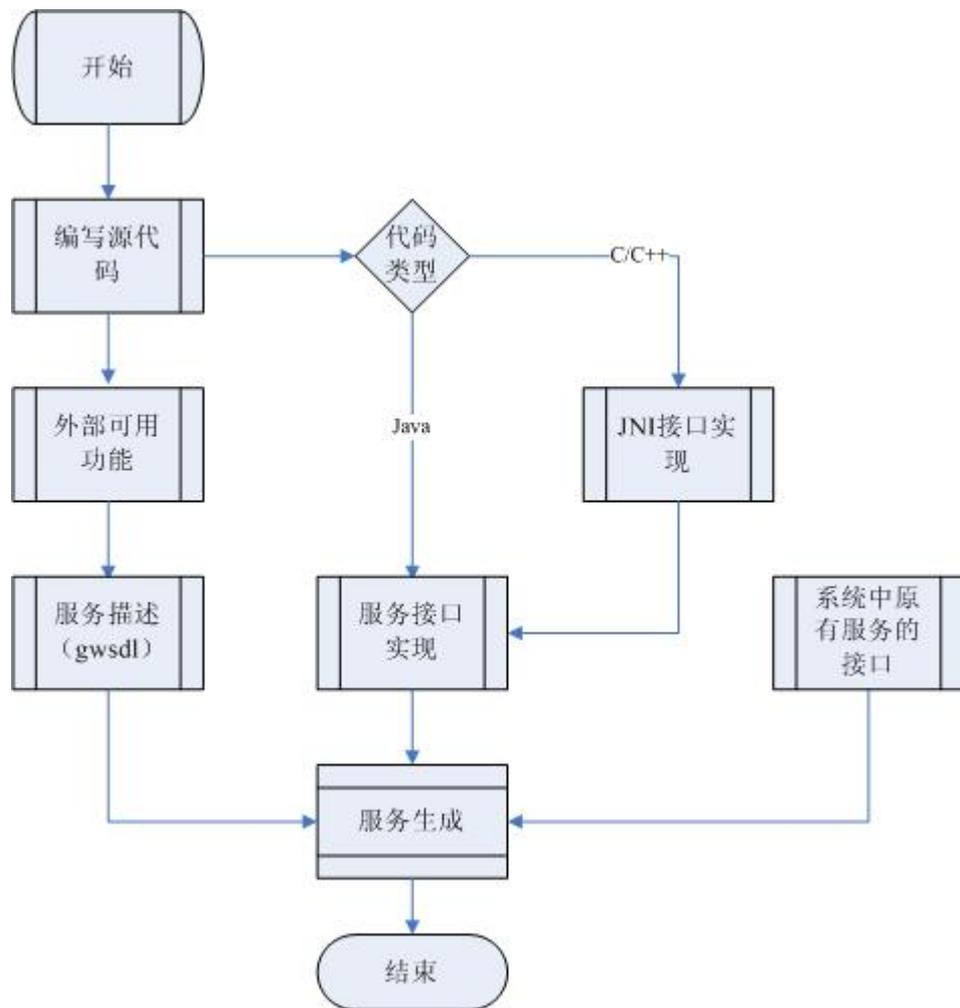


图 4-2 VO 服务实现 (2)

VO 提供的服务可以满足用户大部分的需要，因此，大多数情况下，用户并不需要完全从头开始编写一个程序，而只需在现有服务的基础上进行改进或者实现其他的功能。相对上一种情况，这种情况需要与原有 VO 服务接口连接起来，以实现需要的功能。

4. 2. 2 范例

下面，笔者针对上面三种情况以实例进行说明。以下三个服务均是在 Linux 平台下开发，源程序用 C 语言编写。源程序见附录 2。

4. 2. 3. 1 依巴谷星表恒星星图服务的实现

本服务实现的功能：通过输入观测时间地点、星等范围、需要显示的坐标系和星图中心坐标等参数，得到任意时刻任何天区的恒星星图。

依巴谷（Hipparcos）星表是欧洲空间局（简称 ESA）依巴谷天体测量卫星计划的主要成果。这颗卫星在 1989 年 11 月到 1993 年 3 月这三年的时间里得到了高质量的科学数据。1997 年发表第 2 版，是到现在位置精确度最高的科学数据。包括的恒星总数为 118 218 个，极限星等为 13 等。包括赤道坐标、自行、星等、颜色、光谱型等信息。Hipparcos 是我们最常用的恒星星表之一，其精确度高，因此，这里我们以 Hipparcos 星表为例实现星图服务。

编写服务的主要步骤是：读取星表；坐标转换；投影绘制；显示星图。

图 4-3 对整个服务的大致框架进行了说明，而图 4-4 则是对计算恒星在坐标系中的位置坐标（也就是坐标转换）这一部分的实现流程进行了详细的说明。

编程采用的软件开发包有 libastro 和 pgplot，其中 libastro 作为 linux 下著名天文开源软件 Xephem 的一部分，由 Elwood C. Downey 开发，开发语言是 C，其主要功能是实现天球坐标相关的天文计算。PGPLOT 由加州理工的 T. J. Pearson 等人开发的，是天文界广泛使用的免费图形库，可用 fortran, c 等多种语言调用。以上两种软件包用户都可以在自己编写的程序中方便地调用其子程序。

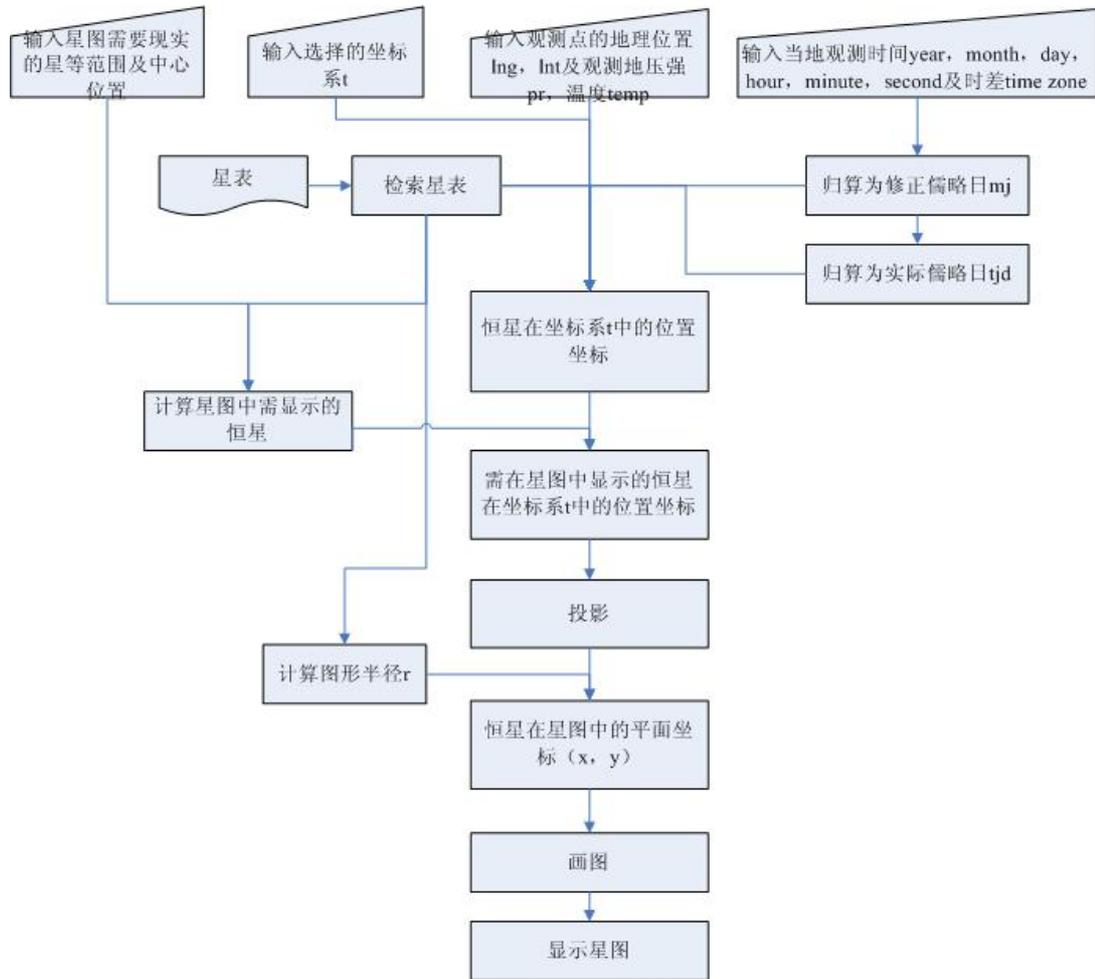
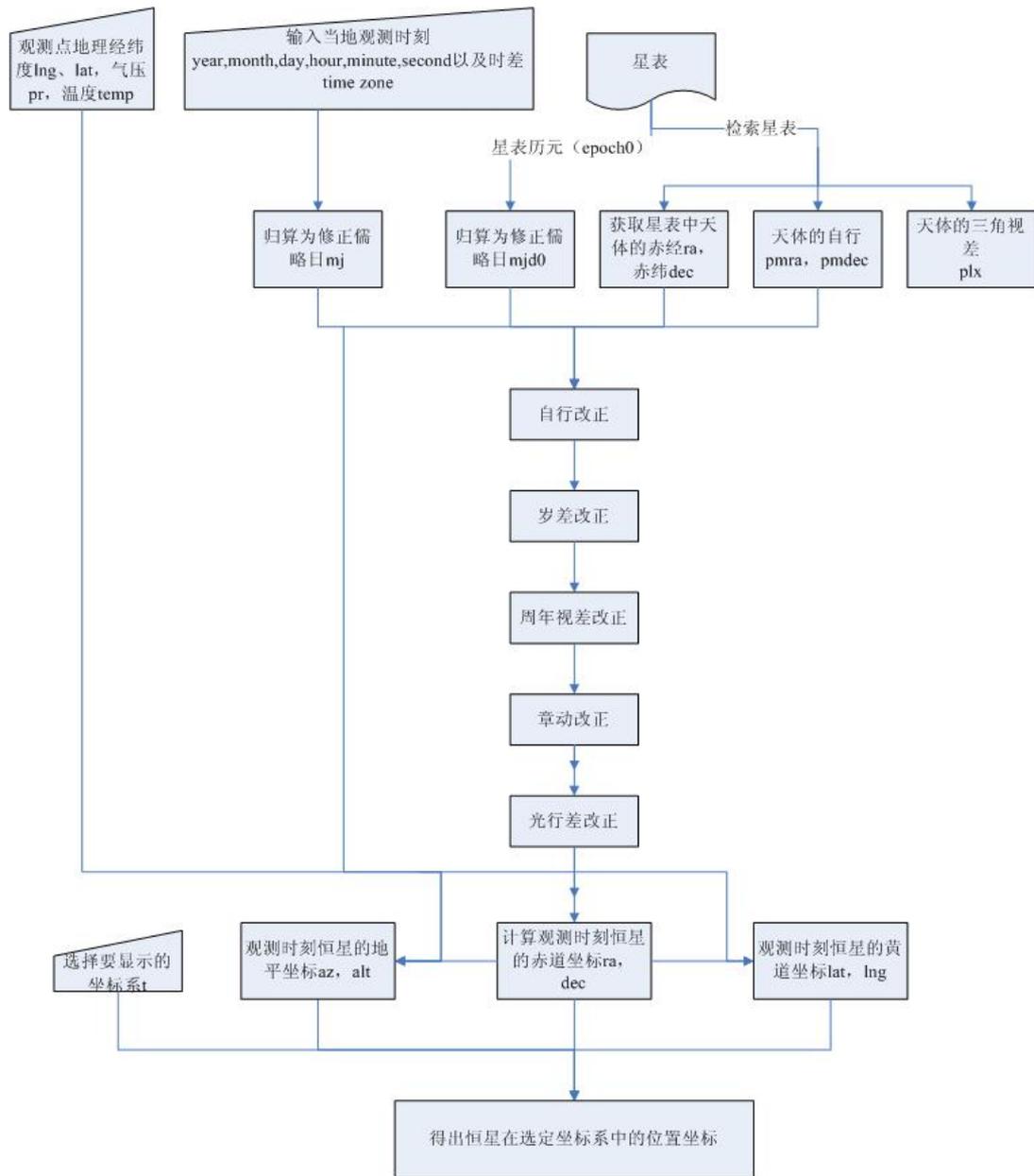


图 4-3 星图显示流程图



4-4 天体坐标转换流程图

由于下一节我们会使用插图说明以 Hipparcos 恒星星图为背景显示行星位置的结果，因此这里不再单独说明。

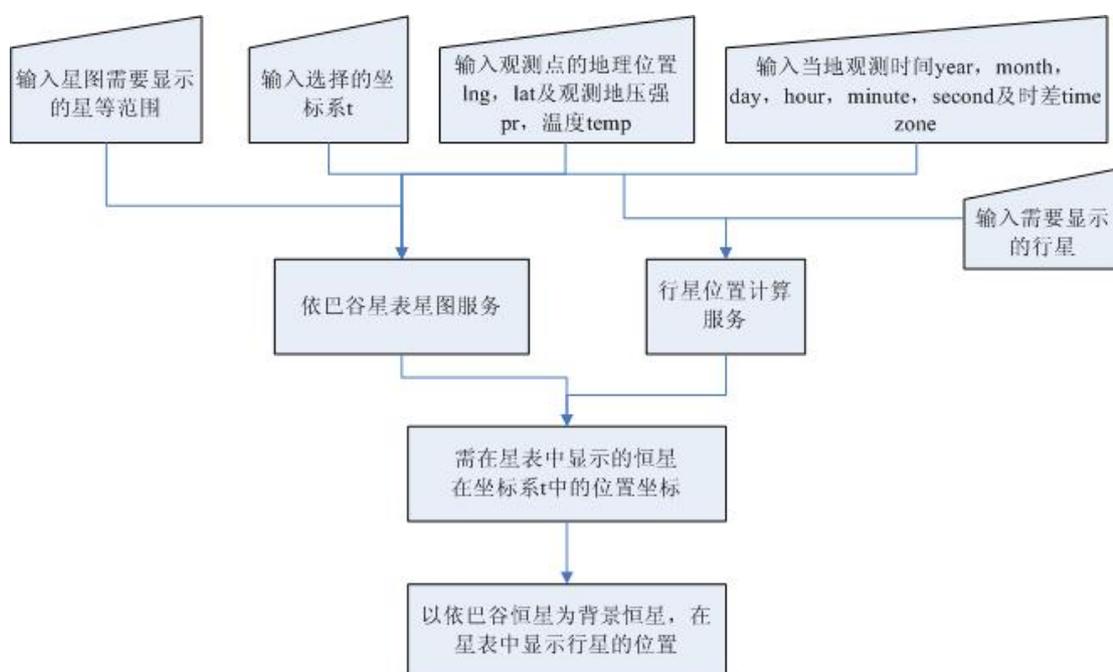
4. 2. 3. 2 恒星星图中行星位置显示服务的实现

本服务实现的功能：通过输入观测时间地点、星等范围等参数，选择坐标

系和需显示的行星，得到任意时刻以所选行星为中心以恒星为背景的星图。

这个服务的实现所利用的是 VO 中两个已经存在的服务，一个是上面的星图服务，另一个是 VO 教育试验平台中的行星位置计算服务^[34]，可以说，是两个服务的组合。通过行星计算服务得到行星在各坐标系中的位置，将 Hipparcos 恒星做为背景，行星的位置为星图中心坐标，实现显示行星位置的星图服务。虽然这个服务是 VO 已有服务的组合，但是，它实现了新的功能，使我们对行星位置有了感性的认识，从行星观测的角度，这个服务比使用单纯的行星位置计算服务方便很多。

图 4-5 是实现这一服务的流程图。



4-5 行星位置可视化流程图

对于这个服务，我们以火星为例来看看显示的结果。坐标系选择赤道坐标系，时间是 2005 年 1 月 1 日 0: 0: 0，时差为 8 小时，星等范围为-2.0 至 6.0，输入相应参数后，得到的结果如图 4-6 所示（其中，用五角星表示的是行星，用实心点表示的是背景恒星）：

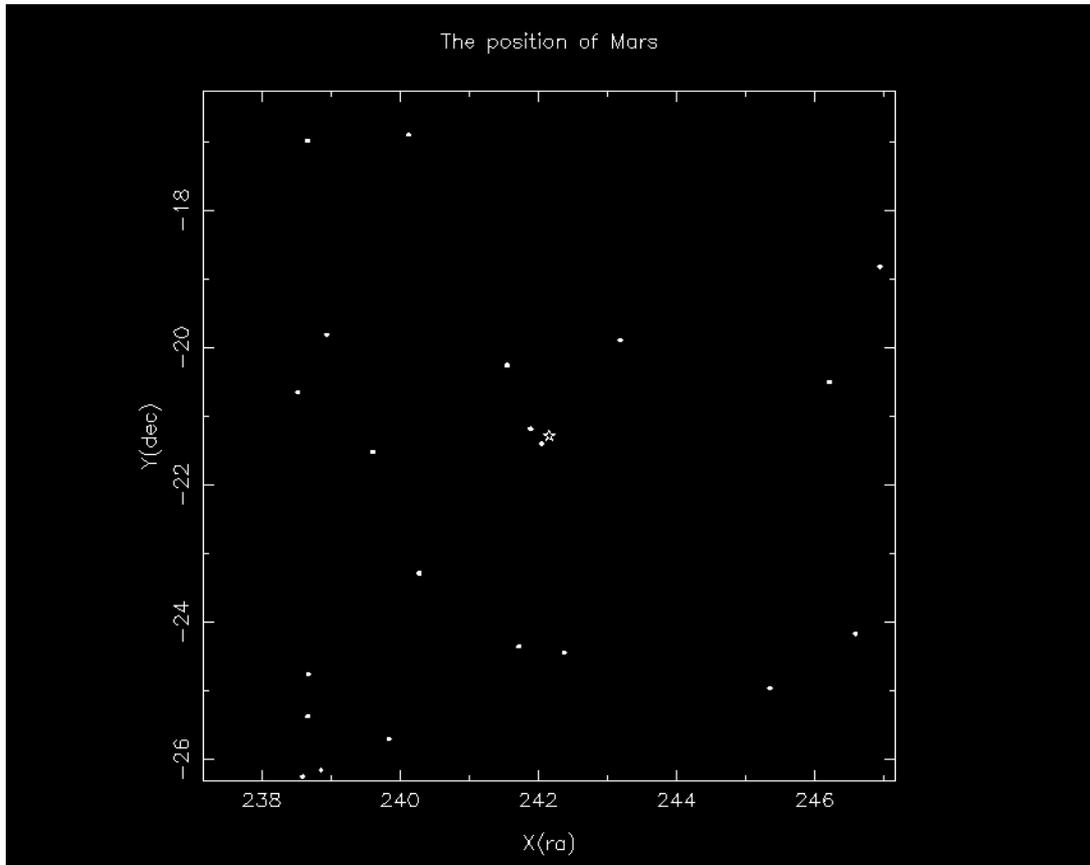


图 4-6 火星在赤道坐标系中的位置（北京时间 2005.1.1 0:0:0）

4. 2. 3. 3 日食可见区域服务的实现

本服务实现的功能：通过输入时间及查询方式（向前或向后），得到与输入时间最接近的一次日食发生时地球上的可见区域的坐标。

在 VO 的日食计算服务中，我们可以获得日食的一些信息，如最大食发生时间、日食开始和结束的时间等，还有可以见到最大食的地理位置。但是，对很多人而言，他们同时想知道地球上哪些地方可以看到日食。为了解决这个问题，我们可以在已有的日食计算服务的基础上开发新的服务，计算出可见日食区域的地理范围，并在地图上绘制出来。

为了方便计算，我们定义了一个坐标系：白塞尔坐标系。如图 4-7 所示，以地心 E 为直角坐标系的原点，通过地心引一条平行月影锥轴的直线作为 Z 轴，而通过地球中心垂直于 Z 轴的平面，称为这个坐标系的基本平面；基本平

面与赤道平面相交于一条直线，取为 X 轴，以赤经增加的方向为正； Y 轴时垂直于 XZ 平面的直线，取向北为 Y 轴的正方向。图中我们可以看到太阳 S 月亮 M 以及地球 E 之间的一些几何关系，计算时，使得所有的位置都相对于白塞尔坐标而言，然后描绘月亮的影子相对于地球表面的几何位置，并转化为地理坐标^[38]。其具体实现流程如图 4-8 所示。

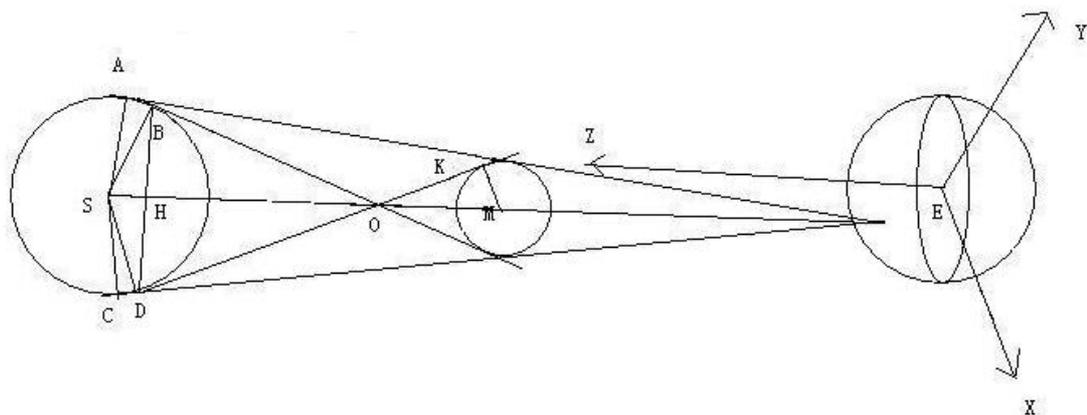
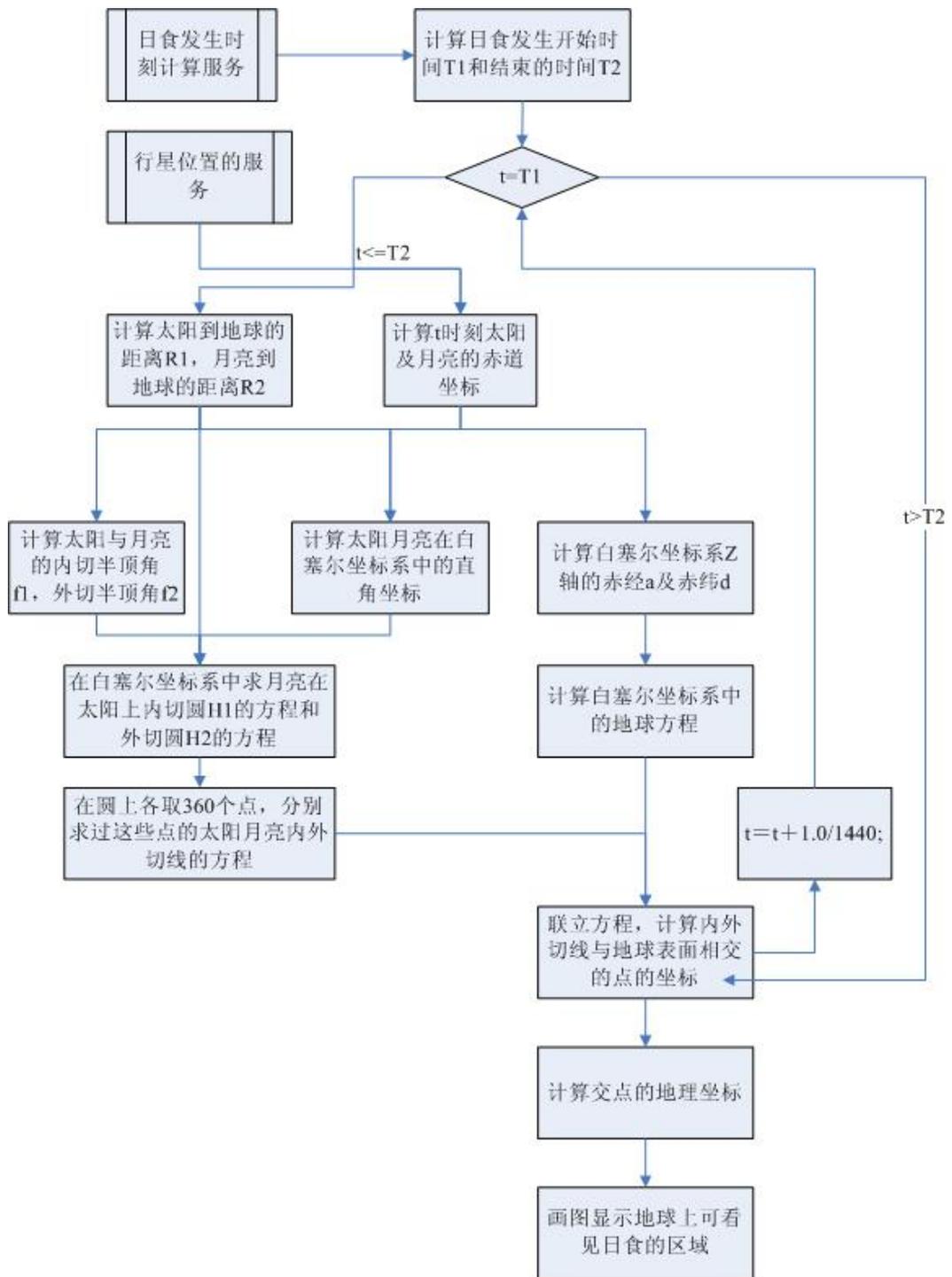


图 4-7



4-8 绘制日食可见区域流程图

目前已经计算出了可见日食的区域范围，但还没有根据已知的地图信息在绘制成图。其预期结果如图 4-9 所示。

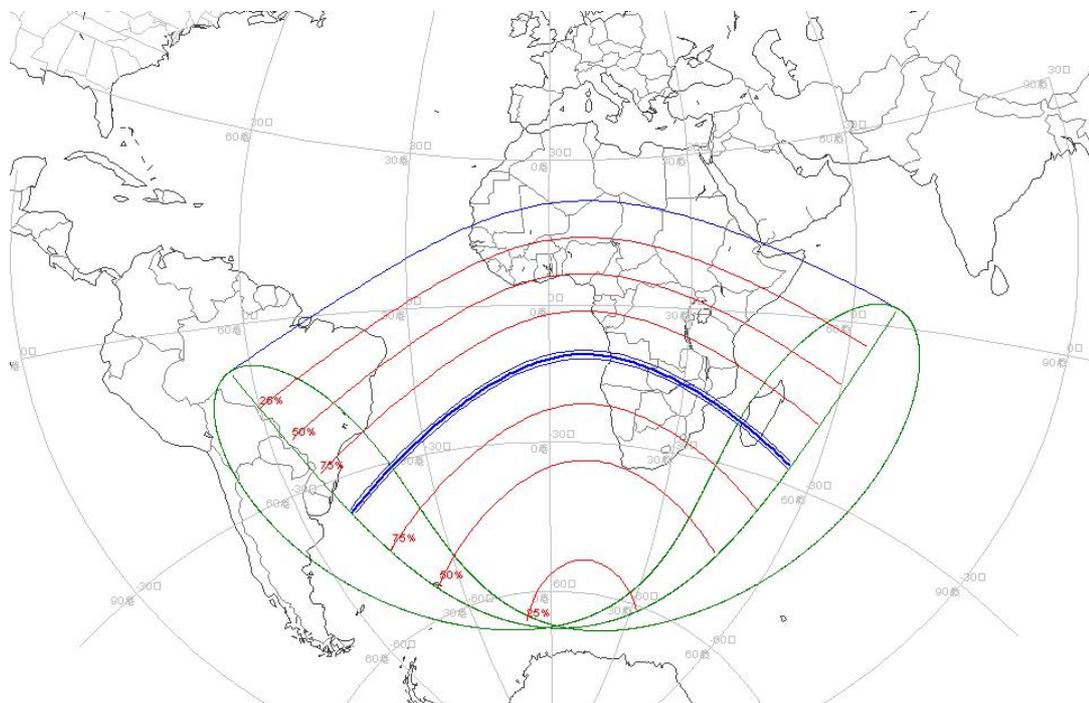


图 4-9 2001 年 6 月 21 日——日全食

4.3 探究活动的设计范例

现在,我们已经对 VO 环境下如何发布和获取资源和服务有了一定的了解,也知道如何按照自己的需求编写应用服务。下面,我们以两个案例来具体的说明如何设计 VO 环境下的探究性学习活动。

4.3.1 太阳系行星的轨道运动

适用学习对象: 初中学生

1. 学习目标设计

(1) 知识技能目标: 了解太阳系九大行星的轨道运动的特点, 学会使用 VO 的 Planet Position 计算服务和 VOPlot;

(2) 方法策略目标: 培养学生通过分析处理数据发现规律的能力;

(3) 态度体验目标：提高学生对行星运动的兴趣以及通过探索规律的成就感。

探究学习的重要原则是要有恰当的学习目标定向，以保证协作探究活动不只是形式上的“热闹”，而是能够达到实质性的学习效果。这里，再开展关于“太阳系行星的轨道运动”的探究教学之前，首先需要明确知识、方法、态度三方面学习目标，保证学习者在探究过程中进行的是有意义的问题解决活动。可以看到，上述学习目标与行星相关知识相联系，同时，也与探究学习过程中学生将会使用的探究技能和方法相联系。对目标的明确，会促使学生在学习过程中进行聚焦性、反思性的探究。

2. 创设情境

在前面我们提到，创设情境的方式有多种，可以利用多种网络手段，也可以引导学生创建情境。在这里，针对“太阳系行星轨道”这一内容，很显然，我们可以仅仅通过“文本+图片”形式对太阳系及各行星进行介绍，引出行星轨道特征，但考虑到初中学生的对新鲜事物更希望有直观感受和充分体验，为了达到最好的效果，这里我们加入了一段视频。

在通常情况下，我们可能需要利用 google 等搜索引擎输入“太阳系、视频”等关键词进行搜索，打开一个个网页进行查找，但是，从图 3-2 可以看出，如果 VO 教育平台实现了教育资源查询服务，我们只需要通过输入一系列参数，就可以很容易的找到相关视频。通过放映选择的视频，指出行星运动的轨道特征。另外，对各行星的解释都给出相应的链接说明。

创设情境的具体文本内容如下：

大家知道，我们生活在太阳系一个美丽的行星地球上，与太阳系其他行星比邻而居。在中心天体太阳周围，依次排开的是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。几十亿年间，太阳系的九大行星都在同一个“旋转舞台”上“同台演出”。但是，你了解地球的左邻右舍吗？你知道他们的绕日运动轨道与地球的类似和区别么？下面这个视频播放的是模拟的行星运动，我们可以看到行星公转轨道几乎都在一个平面上，绕太阳转动的方向也一样，而且轨道都接近正圆。或许在你平时看书看电视时，已经知道行星公转轨道具有三个特征：共面性、同向性和近圆性。那么，你是否希望能够通

过自己的努力来证实这三个特点呢？我们会帮助你实现这个愿望。

3. 任务驱动

通过上述情境引发任务：你将利用 VO 中有关行星位置的数据档案或计算行星位置的服务来探索太阳系九大行星绕太阳运动的规律。

此任务实际上是典型的变量关系型任务。只是假设已在情境中提出，也就是行星轨道的特征，而学生只需要对确定行星轨道与相关变量间的关系进行检验，发现其规律性是否符合即可。

在以往中学的天文教学中，让学生自己对这一行星轨道的规律进行证明几乎是不可能。即使在现有 web 资源的基础上，实现这一任务也非常困难。但是，利用 VO 提供的详尽真实的数据档案和数据可视化服务，问题变得非常简单，初中生也可以通过自己的探索来证明行星绕太阳运动的三大规律。

4. 组建学习共同体

由于问题相对简单，学生独立即可完成任务，因此，本活动主要采取的组织形式是独立探究形式。但是，不论任务多简单，学习过程中的交流都是重要且不可避免的。

本活动的学习共同体组建分两种情况：

- (1) 学生出于兴趣或知识需求自主参加本次探究活动。
- (2) 各地教师组织本班学生参加本次探究活动。

对于活动设计者而言，考虑到两种情况的异同点以及任务的难易度，可邀请一位初中天文教师 A 和一位 VO 技术工作者 B 作为咨询顾问。

在学生进入学习活动之前，要求他们加入联系方式，可使用如下建议方式：为了更有效的进行学习，请在进入学习活动之前，将你的邮件加入到邮件列表，邮件列表中 A 是你的天文老师，B 是 VO 技术工作者，其他的成员则是和你一样选择此项探究活动的同学，如果你希望能够增进与他人之间的了解，请提供简短的自我介绍，谢谢！

5. 设计活动板块

中间成果的设计是指引探究活动进行的路标。需要注意的是，它并不是要教师告知学生详细的解决问题的步骤，而是要设计出问题解决活动的中间状态和最终成果的框架格式或基本要求。

通过对任务完成方案的分析，本次活动的路线方案的框架和基本要求如下表 4-1 所示。表格左列是活动的主要中间状态，右边是包括一些引导学生进行资料收集和分析的提示及建议性文字，其中，也包括了一些学习策略指导、交流形式建议以及 VO 特有的服务推荐。

注意：

(1) 以下各步骤中的提示都应提供一个链接，只有学生需要的时候才去点击查看，而不是直接在同一页面中显示出来。

(2) 在推荐 VO 相关服务时，都要给出相应的说明文档，确保学生能较快的学会如何使用。

活动框架	给学生的引导和提示								
说明	在学习过程中如果你遇到困惑，请与邮件列表所列的小组其他成员进行交流讨论，若无法解决，请咨询 A 或 B，其中，A 将为你提供天文知识及学习方法方面的指导，B 将为你解决 VO 服务应用中遇到的困难。								
1: 思考如何证明	<p>从前面的模拟视频你是否受到了启发呢？如果我们利用数据得到真实的行星运动轨道的三维立体图，是否就可以说明行星轨道的性质呢？考虑通过真实轨道图，可以证明哪些特征，不能证明那些特征，为什么？如何解决这个矛盾呢？</p> <p>思考之后，请填写下列表格：</p> <table border="1" data-bbox="587 1323 1382 1541"> <thead> <tr> <th>轨道特征</th> <th>证明方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>共面性</td> <td></td> </tr> <tr> <td>同向性</td> <td></td> </tr> <tr> <td>近圆性</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>提示： 是否可以利用将前后两相连的时间段的轨迹相比较来得到行星运动的方向？</p>	轨道特征	证明方法	共面性		同向性		近圆性	
轨道特征	证明方法								
共面性									
同向性									
近圆性									
2: 确定需要的数	要实现你的证明，你需要些什么数据呢？请按照你的证明								

据	<p>方法进行分析推理，然后请将需要查询的数据记录在纸上。</p> <p>提示：</p> <p>由于考虑的是行星绕日运动的轨道，因此，你可能需要知道一定时间范围 $T_1 \sim T_2$（超过行星公转周期 T）各时刻的行星三维位置坐标（日心坐标），这里可选取一定的时间间隔（如 $T/90$），按此间隔获取 $T_1 \sim T_2$ 间行星的坐标。而在判断前后不同时间段的轨道时，你同样可选取某间隔（如 $T/10$），按此间隔获取 $T_1 \sim T_1 + T/10$ 和 $T_1 + T/10 \sim T_1 + T/5$ 的行星日心坐标，当然，也可任意选取某两段不等的时间段。</p>																																																																																																	
3: 记录数据	<p>按照你所确定的需要获取的数据进行查询，与最后画图相关的数据请按照一定的规格填写并以 VOTable 格式保存。</p> <p>提示：</p> <p>可按如下规格在空格中填写对应的位置坐标</p> <table border="1" data-bbox="592 1066 1382 1547"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">水星</th> <th colspan="3">金星</th> <th colspan="3">地球</th> <th rowspan="2">...</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T1+T/90</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T1+2T/90</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T1+9T/90</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>记录完毕，将以上数据结果以 VOTable 格式保存为文件 a； 选取 $T_1 \sim T_1 + 9T_1/90$ 这一段数据（10 行）保存在文件 b； 选取 $T_1 + 9T_1/90 \sim T_1 + 18T_1/90$ 这一段数据（10 行）保存在文件 c。</p>		水星			金星			地球			...	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	T1											T1+T/90											T1+2T/90											...											T1+9T/90											...											T2										
	水星			金星			地球			...																																																																																								
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z																																																																																									
T1																																																																																																		
T1+T/90																																																																																																		
T1+2T/90																																																																																																		
...																																																																																																		
T1+9T/90																																																																																																		
...																																																																																																		
T2																																																																																																		

	推荐服务：索引服务，Planet Position 计算服务，VOTFilter
4：绘制行星公转轨道图	你可以利用VO的数据可视化工具VOPlot 3D对你保存的各数据文档进行可视化处理。
5：分析解释图形，得出结论	对你自己得到的图形进行观察分析和解释，看是否能够证明行星轨道的共面性、同向性和近圆性。如果可以，将你的数据处理图形和分析结果写成小结。如果你觉得有问题，仔细分析哪一步出了问题，并试图与其他同学和老师进行交流。

表 4-1 “太阳系行星轨道”的活动板块设计

另外，将网络探究学习的特征与 VO 结合来看：“收集实证”这一部分为了研究与时间有关的行星位置问题，主要是利用行星位置计算服务来获取相关的数据档案；“分析实证资料”这一部分主要是利用了 VO 提供的天文可视化工具 VOPlot 3D 来帮助理解数据；“解释或解决问题”这一部分基本上依赖的是学生自身的学习方法和学习能力，这里学生通过简单的观察比较即可得出结论。

6. 学习资源设计

依据探究任务和活动框架，除了从创设情境开始的体现整个活动进程的学习主页面外，教师应提供如下资源。

预设资源：有关太阳系简介、九大行星特点描述的网页；VO 的 Planet Position 计算服务和 VOPlot 及它们的说明文档；数据处理方法的介绍网页。

相关资源：

(1) 专题科普网站，如太阳系探索者 (<http://www.solarsystemexplorer.org>)，宇宙小屋 (<http://xiaoxiaoxing.lamost.org/tsy.htm>)；

(2) 社区交流活动网站，如牧夫天文论坛

(<http://www.astronomy.com.cn/bbs/>)。

7. 成果展示、评价交流

要求学生提交自己的小结，在作业栏目中查看他人提交的作业，对其进行评价，撰写评论。并且，通过比较分析，反思自己活动过程中方法上的优劣。

这里，主要强调的是外部评价与自我反思评价的结合。

4.3.2 星团的赫罗图

适用学习对象：高中学生或大学非天文专业学生

1. 学习目标设计

(1) 知识技能目标：明确如何通过赫罗图比较星团的年龄，学会使用 VO 的索引服务、VOPlot 等。

(2) 方法策略目标：提高学生分析解释数据的能力，培养学生准确并有创造性地运用各种信息的能力和协作能力；

(3) 态度体验目标：提高学生对恒星演化的兴趣、体验通过与他人合作解决问题的喜悦。

赫罗图是研究恒星演化中的重要手段，在本次活动中主要是使学生在自主学习赫罗图相关内容的基础上，达到以上三个层次的目标。并且在这个活动中，非常强调学生协同解决问题能力的培养，这是和本次具体的探究活动相联系的。

2. 创设情境

创设情境最重要的地方在于吸引学生，使学生产生矛盾困惑和探究动机。因此，虽然情境可以从多方面创设，但是，针对特定的主题内容，要尽可能的选取最典型的事例进行问题导入。

这里，我们从金牛座著名昴星团入手，用文字和图片相结合的方式增强学生的感观刺激，从而介绍星团的概念，提出星团的年龄问题。利用 VO，可以通过索引服务找到最漂亮最具吸引力的图片。

创设情境的具体文本内容如下：

不知你是否听说过希腊神话中的“七姐妹”？在冬季夜空出现的金牛座中，轻易可见的一组明亮的蓝星就是我们著名的“七姐妹”星团，也叫昴星团，如下图。



昴星团，M45

星团是由成团的恒星组成的、被各成员星的引力束缚在一起的恒星群，分为疏散星团和球状星团两种。其中疏散星团指具有不规则的外形，结构松散的星团，如昴星团；而另一种结构教紧密的，呈球状的星团叫球状星团，如武仙星座中的 M13。由于每个星团大致在同一历元由同一星际物质凝聚而成，因此星团的成员具有同年龄、同初始化学组成，因此，星团是研究恒星演化理想的天空实验室。确定星团的年龄是确立星系、以及宇宙年龄的基础，在天文学中具有重要意义。

3. 任务驱动

通过上述情境引发任务：选择感兴趣的星团，利用 VO 服务绘制星团的赫罗图。与他人绘制的其他星团的赫罗图对照，比较不同星团的年龄。

从形式上看，此任务属于作品创作任务，要求学生最终得到星团的赫罗图，而在这个作品创作任务中，又包含了变量关系任务，引导学生分析假设温度与颜色的关系并通过数据分析进行检验。

以往关于赫罗图的研究，多只有天文学家才会花费大量的时间绘制具备大量样本的赫罗图，而在天文教学中，由于时间的限制，或者是直接讲述赫罗图的知识，或是为学生提供较少的数据，让他们绘制赫罗图。而现在，利用 VO 的数据档案及可视化服务，学生可在获取大量数据的基础上绘制赫罗图，同时，

也可利用 VO 提供协同实验数据及原始资料将自己的数据与他人的相比较，得出结论。可见，VO 使得这一学习更具科学性和效率性。

4. 组建学习共同体

由于问题较为复杂，且为了避免学生的重复劳动，本次活动主要采取的组织形式是协作探究形式。

本活动的学习共同体组建同样分两种情况：

- (1) 学生出于兴趣或知识需求自主参加本次探究活动。
- (2) 各地教师组织本班学生参加本次探究活动。

活动设计者可邀请一位高中天文教师 A、一位大学天文教师 B 和一位 VO 技术工作者 C 作为咨询顾问。

在学生进入学习活动之前，同样要求他们加入联系方式，可使用如下建议方式：为了更有效的进行学习，请在进入学习活动之前，将你的邮件加入到邮件列表，邮件列表中 A 和 B 是你的天文老师，C 是 VO 技术工作者，其他的成员则是和你一样选择此项探究活动的同学，点击可看到各人的相关介绍。由于此次活动需要大家协作完成，因此，请你提供自我介绍，谢谢！

5. 活动板块设计

通过对任务完成方案的分析，本次活动的路线方案的框架和基本要求如下表 4-2 所示。表格说明及注意事项与上个案例一样，可见 56 页，此处略。

活动板块设计：

活动框架	给学生的引导和提示
说明	在学习过程中如果你遇到困惑，请与邮件列表所列的小组其他成员进行交流讨论，若无法解决，请咨询 A、B 或 C，其中，A 和 B 将为你提供天文知识及学习方法方面的指导，C 将为你解决 VO 服务应用中遇到的困难。
1：背景知识学习	在你进入探究活动之前，你可能需要了解下述一些知识，以帮助你更好的完成本次活动。 1、赫罗图的历史及恒星在赫罗图上的理论演化程。 2、赫罗图的形式

	<p>(1) 光度与星等</p> <p>(2) 温度与颜色、光谱型</p> <p>3、星团介绍</p> <p>点击你感兴趣或认为有用的知识点，进入学习。如果你还有其他不明白的地方，请利用 VO 索引服务进行查询。</p> <p>提供服务：VO 索引服务</p>						
2: 确定需要的数据	<p>通过对以上背景知识的学习，你认为绘制星团的赫罗图需要知道哪些数据呢？请你对此进行分析推理，然后将需要查询的数据记录在纸上。</p> <p>提示：从赫罗图的形式，分析可以通过观测和计算可以获取哪些数据，确定需要查询的数据：星团中恒星的色指数 CI (或 B-V)、视星等 m 以及星团的距离 r。如果你不清楚赫罗图有哪几种形式以及之间的关系，请查看赫罗图的形式。</p>						
3: 记录数据	<p>请选择你感兴趣的星团，按照你所确定的需要查询的数据使用 VO 数据联合查询服务进行查询，在此基础上计算绘制赫罗图横坐标和纵坐标需要的数据，将最后得到的纵横坐标的数据以 VOTable 格式保存为文件 a。</p> <p>提示：</p> <p>最后保存的表格形式为：</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">X (_____)</th> <th style="text-align: center;">Y (_____)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>推荐服务：数据查询服务</p>	X (_____)	Y (_____)				
X (_____)	Y (_____)						
4: 绘制赫罗图	<p>在保存你的数据后，请将此文件导入到 VOPlot 中，绘制你所选择的星团的赫罗图。</p> <p>推荐工具：VOPlot</p>						
5: 分析赫罗图	<p>将得到的图形与理论赫罗图比较，如果你对理论赫罗图</p>						

	中的恒星演化不清楚，请查看赫罗图上的理论演化程。分析星团的年龄特征，并将你的图形提交到作业库中。
6: 比较不同星团的赫罗图，得出结论	<p>在作业库中查看他人提交的作业，将自己得到的赫罗图与小组其他成员得到的星团赫罗图进行比较分析，比较二个星团的年龄。将分析过程和比较结果以文本形式提交。</p> <p>建议：在比较过程中你可能会对其他小组成员提交的赫罗图产生困惑和疑问，在与他人的赫罗图进行比较时，请注意与小组成员的交流合作。如果在此过程中，你觉得你绘制的赫罗图有错误或需要改进，请确定你在哪一步出现了问题并返回，重新进入本次活动。</p>

从本活动板块中将网络探究学习的特征与 VO 结合来看：“收集实证”这一部分为了绘制赫罗图，主要是利用数据查询服务来获取有关赫罗图横坐标和纵坐标的相关数据档案；“分析实证资料”这一部分主要是利用了 VO 提供的天文可视化工具 VOPlot 来帮助理解数据；“解释或解决问题”这一部分基本则利用了学生上传的一些原始资料，通过学生之间的协作比较，得出结论。

6. 学习资源设计

依据探究任务和活动框架，除了从创设情境开始的体现整个活动进程的学习主页面外，教师应提供如下资源。

预设资源：有关赫罗图的历史及恒星在赫罗图上的理论演化程、赫罗图的形式、星团介绍的网页；VO 的数据查询服务和 VOPlot 及它们的说明文档；学生作品集。

相关资源：

(1) 专题科普网站，如南大天文科普

(<http://astronomy.nju.edu.cn/twkp/trans16.htm>)，天文学实验室

(http://www.phys.ncku.edu.tw/~astrolab/e_book/)；

(2) 互动学习网站，如斯隆巡天学习网站

(<http://cas.sdss.org/dr3/en/proj/advanced/hr/>)

(2) 社区交流活动网站，如牧夫天文论坛

(<http://www.astronomy.com.cn/bbs/>)。

7. 成果展示、评价交流

在学生通过将自己得到的图形与他人的赫罗图相比较以完成本次活动的任务的同时，也对他人和自己的活动成果进行了评价，只有在明确他人工作的基础上，才可能更好的分析他人的赫罗图。本次活动的完成，有利于促进学生在评价与协作中寻找平衡点，对学生的合作能力是很好的锻炼。

4. 3. 3 案例分析

(1) 按照网络探究活动的标准来分析，以上两个案例均满足要求。

(2) 以上两个案例，都具有变量关系型任务的特征，实际上在一定程度上这依赖于现阶段 VO 的特点：提供联合统一的数据及强大的数据分析处理工具，从而体现了现阶段 VO 相对现有 Web 资源所具有的优势所在。

(3) 上述提供的一些服务，如 VOPlot、VOTFilter、恒星计算服务等，都是 VO 现在可以提供的较为成熟的服务，以后 VO 还会实现第三章所述的一些非常强大的功能。

(4) 探究活动的设计在交流方式、资源设置形式、评价方式等方面具有一定的灵活性，相对笔者设计的案例，教师可以依据需要进行修改或完善，以更好为提高学生的知识兴趣以及探究能力服务。

第5章 总结与展望

网络探究教学在中国还处于一个初步的发展阶段，而虚拟天文台（VO）更是在 1999 年才诞生的新概念。将中国虚拟天文台应用到网络探究教学中，是一种理念的融合，也是天文教育发展的重要方向之一。

本论文着重介绍了网络探究教学的相关理论及 VO 环境下探究教学的应用。其主要内容如下：

- 第一章从网络教学产生的背景出发，在网络教学的发展阶段及特点的基础上说明了网络探究教学的重要性，最后介绍了网络探究教学的研究现状。
- 第二章阐述了网络探究教学的相关理论以及网络探究活动的标准，在此基础上分析了进行网络探究教学设计时需要注意的各个要素。
- 第三章讲述了天文学科的教育现状以及 VO 的相关知识，包括 VO 的概念、提供的资源与服务、采用的标准等等，在此基础上重点分析了 VO 在天文学科的网络探究教学中的作用。
- 第四章从一个探究教学设计者的角度，对技术与操作方面的相关内容，首先资源的注册与发布、应用服务的编写方式等进行了详尽的分析介绍，然后选择行星运动轨迹及星团的赫罗图这两部份天文内容进行了具体的探究活动案例设计，并对案例做了简单的分析。这是如何利用 VO 开展探究教学的初步探索。

通过以上论述，我们可以看到 VO 在天文网络探究教学中的显著意义。然而，由于 VO 特别是 China-VO 还处于一个开发前期或者说技术研究阶段，因此，本文在探讨 VO 与探究教学的结合时更多强调的是一种理念，从 VO 希望提供的资源和服务出发讨论其在探究教学中的作用。而在 VO 环境下开展探究活动这个问题上，也重点强调了编写应用程序这一部分，一方面这是为了满足教育工作者的需要，另一方面则是希望更多的教育和技术工作者能为 VO 提供更多更好的教育服务，使得其他教师能够利用这些服务设计出更多优质的探究教学活动。

另外，本文关于网络探究教学的设计是从具体的探究学习活动来谈的，而

实际上，除此之外，网络探究教学的设计还要考虑一个通用的网络支撑环境的问题，具体的活动与支撑环境之间有一定的对应关系，也就是说，只有以一定的网络支撑环境为基础，才能设计更有特色更具可操作性的探究活动，因此，在今后的 VO 教育平台的开发过程中，开发支持探究学习活动的网络学习管理系统将是重点之一，它将为各种具体的探究学习活动提供通用的工具和环境，以支持学习者的个人知识建构和协作知识建构，促进学习者更好的进行天文探究学习。

参考文献

- [1] 程智. 网络教育基础. 北京: 人民邮电出版社, 2002: 6-8
- [2] 柳栋. 网络教学的定义. <http://202.205.10.1/20020513/3025923.shtml>, 2002-05-13
- [3] Badrul Huda Khan. Web-Based Instruction. Educational Technology Publications Inc, 1997(2)
- [4] 张伟远, 黄慈. 发展网络教学——香港与台湾的对话. 隔空教育论丛, 2001(13):113-127
- [5] 单美贤, 李艺. 网络课程体系的构建原则.
<http://www.edu.cn/20011224/3015132.shtml>
- [6] 基础教育课程改革纲要(试行). <http://edu.cn/20010926/3002911.shtml>
- [7] Bernie Dodge. Some Thoughts About WebQuests.
http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html
- [8] Margaret Riel. Virtual Communities for Elementary and Secondary Schools. Education at a Distance, 1994(1)
- [9] Judi Harris. Organizing and facilitating telecollaborative projects. The Computing Teacher, 1995(5)
- [10] J. Levin, M. Waugh, D. Brown & R. Clift. Teaching apprenticeships: A new organizational framework for improving teacher education using electronic networks. Journal of Machine-Mediated Learning, 1994(4): 149-161
- [11] D. Mioduser, R. Nachmias, O. Lahav & A. Oren. Web-based learning environments: Current pedagogical and technological state. Journal of research on computing in education, 2000(1): 55-77
- [12] 靳玉乐. 探究教学论. 西南师范大学出版社, 2001
- [13] 钟启全编译. 现代教学论的发展. 上海教育出版社, 1998
- [14] 叶平, 姜瑛俐等. 研究性学习的原理、方法与实施: 中小学教学指导书. 武汉: 湖北教育出版社 2003(1): 18

- [15] 毛新勇. 建构主义学习环境的设计. 外国教育资料, 1999(1)
- [16] Jean Piaget 著, Wolfe Mays 译. The Principles of Genetic Epistemology. Routledge&Kegan Paul Ltd, 1972
- [17] 何克抗. 建构主义学习理论与教学模式. 北京师范大学学报, 1997 (5): 74
- [18] 钟启泉. 为了中华民族的复兴 为了每位学生的发展. 华东师范大学出版社: 25
- [19] 何善亮. 在探究中学习探究、理解探究. 物理教师. 2003 年第 3 期
- [20] Steve Olson and Susan Loucks-Horsley. Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, National Research Council, 2000
- [21] WEB-BASED INQUIRY FOR LEARNING SCIENCE (WBI) INSTRUMENT MANUAL < Beta version-09/19/01 >.
<http://www.lehigh.edu/~amb4/wbi/beta/beta2.pdf>
- [22] 普通高中“研究性学习”实施指南(试行). 教育部, 2001
- [23] 叶平、姜瑛俐等, 研究性学习的原理、方法与实施: 中小学教学指导书, 湖北教育出版社, 武汉: 湖北教育出版社, 2002: 73-96
- [24] 张建伟. 网络协作探究学习的设计.
http://www.pep.com.cn/200406/ca484067.htm#_edn1
- [25] 乔翠兰, 吴娟等. V0 与科学教育. 国家天文台台刊: 天文研究与技术, 2004(9)
- [26] 科学课程标准(3--6 年级). <http://www.being.org.cn/ncs/>
- [27] 科学课程标准(7--9 年级). <http://www.being.org.cn/ncs/>
- [28] 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
- [29] [LAMOST] The Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope. <http://www.lamost.org/>
- [30] 崔辰州. 中国虚拟天文台系统设计: [博士学位论文].
- [31] Peter Allan, Bob Bentley. THE SCIENCE PROGRAMME. AstroGrid.

<http://www.pparc.ac.uk/Pbl/Report2001Programme.pdf>

[32] Open Discussion Lists of IVOA Working Groups.

<http://www.ivoa.net/forum/>

[33] NVO Outreach Workshop. Enabling Outreach With NVO, 2002(6).

<http://us-vo.org/pubs/files/ACFBB6.doc>

[34] 刘高潮. 虚拟天文台环境下试验平台的开发及教育模式研究: [硕士学位论文]

[35] Alec M. Bodzin, Ward Mitchell Cates. What does evidence look like in a web-based inquiry? <http://www.lehigh.edu/~amb4/wbi/study3.pdf>

[36] 李常华. 中国虚拟天文台资源管理系统的设计: [硕士学位论文]

[37] The Globus Toolkit 3 Programmer' s Tutorial. <http://www.globus.org>

[38] 唐汉良, 余宗宽. 日月食计算. 江苏科学技术出版社, 1980(7)

附录 A 关于天文知识普及状况的调查

1. 调查问卷

亲爱的同学：

你们好！我们是华中师范大学物理学院的学生，我们很荣幸你能抽出一点宝贵的时间来参与我们的问卷调查。本问卷为科研提供重要参考，请如实填写，谢谢合作！

1. 你对天文方面的知识了解么？

- a. 很了解 b. 了解 c. 比较了解 d. 不是很了解

2. 你喜欢天文方面的知识么？

- a. 很喜欢 b. 喜欢 c. 比较喜欢 d. 有点喜欢 e. 不喜欢

3. 我们每天看到的太阳东升西落的现象是什么原因造成的？

- a. 地球自传 b. 地球公转 c. 太阳自转 d. 不知道

4. 你知道的有关太阳的天象知识有哪些？（本题多选）

- a. 日食 b. 日冕 c. 日珥 d. 耀斑 e. 太阳黑子 f. 太阳风暴

5. 你观察过星座么？

- a. 经常观察 b. 偶尔观察 c. 几乎不观察 d. 从不观察

6. 你平常都通过什么途径来获取天文知识？

- a. 课本 b. 报刊杂志 c. 电视 d. 网络 e. 其他

7. 你知道“黑洞”吗？

- a. 知道 b. 不知道 c. 有所了解

8. 你想过宇宙最终会是什么样子的吗？

- a. 没想过 b. 想过（说说你的想法_____）

9. 你知道虚拟天文台吗？

- a. 知道 b. 不知道 c. 听说过

虚拟天文台是通过计算机网络，实现海量、分布式、多波段天文数据的无缝融合和处理，使广大天文爱好者能借助它进行天空的观察，数据的获取，数

据的处理, 和发现新的现象等。

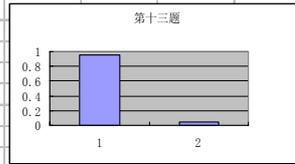
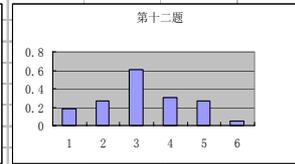
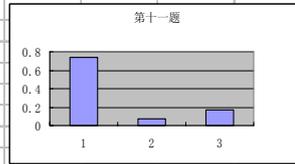
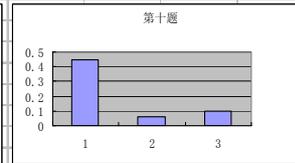
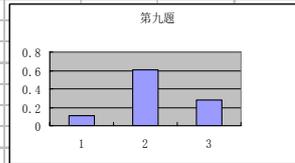
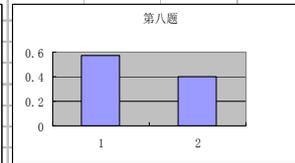
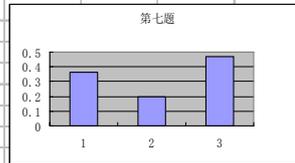
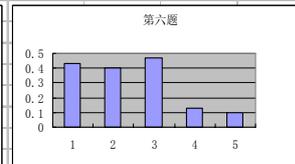
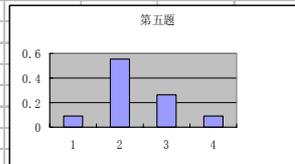
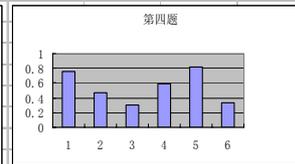
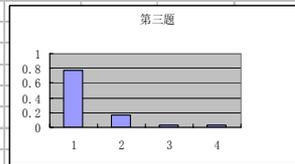
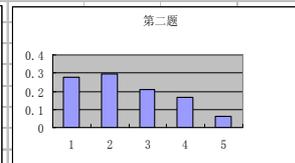
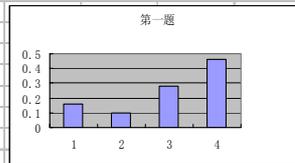
10. 你对我国建设虚拟天文台持何种态度?
 - a. 支持
 - b. 不支持
 - c. 无所谓
11. 中国虚拟天文台的建设正准备开始, 你愿意作出贡献吗?
 - a. 愿意
 - b. 不愿意
 - c. 不知道
12. 你希望虚拟天文台实现什么功能?
 - a. 数据的实时共享
 - b. 仪器的共享
 - c. 天文景象的观测
 - d. 新见解新理论的发布和讨论
 - e. 天文爱好者的交流
 - f. _____
13. 你上过有关天文方面的网站么?
 - a. 没上过
 - b. 上过 (是哪些_____)

2. 问卷调查结果

本次调查是在湖北地区武汉、宜昌等 5 个城市抽样选取 255 名学生进行的调查, 侧重了解的调查对象对天文的熟悉和爱好程度、获取天文知识的途径以及对虚拟天文台的态度等, 具有一定的代表意义。

问卷调查结果如下:

第一題	A	40	255	0.156863
	B	26	255	0.101961
	C	72	255	0.282353
	D	118	255	0.462745
第二題	A	70	255	0.27451
	B	76	255	0.298039
	C	54	255	0.211765
	D	42	255	0.164706
	E	15	255	0.058824
第三題	A	197	255	0.772549
	B	41	255	0.160784
	C	7	255	0.027451
	D	8	255	0.031373
第四題	A	195	255	0.764706
	B	120	255	0.470588
	C	77	255	0.301961
	D	150	255	0.588235
	E	208	255	0.815686
	F	86	255	0.337255
第五題	A	23	255	0.090196
	B	142	255	0.556863
	C	68	255	0.266667
	D	24	255	0.094118
第六題	A	111	255	0.435294
	B	102	255	0.4
	C	120	255	0.470588
	D	32	255	0.12549
	E	26	255	0.101961
第七題	A	92	255	0.360784
	B	50	255	0.196078
	C	119	255	0.466667
第八題	A	145	255	0.568627
	B	103	255	0.403922
第九題	A	29	255	0.113725
	B	155	255	0.607843
	C	72	255	0.282353
第十題	A	114	255	0.447059
	B	15	255	0.058824
	C	26	255	0.101961
第十一題	A	190	255	0.745098
	B	20	255	0.078431
	C	43	255	0.168627
第十二題	A	45	255	0.176471
	B	67	255	0.262745
	C	154	255	0.603922
	D	78	255	0.305882
	E	68	255	0.266667
	F	13	255	0.05098
第十三題	A	242	255	0.94902
	B	10	255	0.039216



附录 B 范例相关源程序

1. 恒星星图服务和行星位置显示

fixed.h

```
#define Hipobject struct hipobject
```

```
Hipobject  
{  
double vmag;  
double ra;  
double dec;  
double pmra;  
double pmdec;  
double plx;  
double x;  
double y;  
double alt;  
double az;  
double lats;  
double lngs;  
};
```

```
Hipobject obj[118218];  
int num[118218];
```

```
/*fixed.c*/
```

```
extern void calmjd();  
extern void fix_star();
```

```
extern int eq_geodeg();
extern int eq_ecldeg();
```

```
/*plot.c*/
```

```
extern int projmer();
extern int projait();
extern int plotmer();
extern int plotait();
```

```
/*readc.c*/
```

```
extern void readhip();
```

fixed.c

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include "astro.h"
#include "fixed.h"
```

```
/*计算本地时间的修正儒略日*/
```

```
void calmjd(double *mjdnow,double tzone,int year,int month,int date,int hour,int
minute,double second)
```

```
{
    double mjdd;
    double addeepoch;
    double day=date+hour/24.0+minute/24.0/60.0+second/24.0/3600.0;
```

```
    cal_mjd(month,day,year,&mjdd);
    addeepoch=tzone/24.0;
    *mjdnow=mjdd-addeepoch;
```

```

}

/*将星表历元下的天体赤经赤纬转换成观测时刻下天体的赤经赤纬*/
void fix_star(mjdnow,op)
double *mjdnow;
Hipobject *op;
{
double lsn,rsn;
double *ra,*dec;
double epoch0=1991.25;
double mjd0/* 2448349.0625 *//,mjedd;
year_mjd(epoch0,&mjd0);
ra=&(op->ra);
dec=&(op->dec);
*ra=degrad(*ra);
*dec=degrad(*dec);
/*自行改正*/
*ra+=op->pmra*(*mjdnow-mjd0)/365.25/1000/3600;
*dec+=op->pmdec*(*mjdnow-mjd0)/365.25/1000/3600;

/*岁差改正*/
precess(mjd0,*mjdnow,ra,dec);

/*周年视差改正*/
*ra+=op->plx/1000/3600;
*dec+=op->plx/1000/3600;

/*章动改正*/
nut_eq(*mjdnow,ra,dec);

```

```

/*光行差改正*/
mjedd=*mjdnow+deltat(*mjdnow)/86400.0;
    sunpos (mjedd, &lsn, &rnsn, 0);
ab_eq(*mjdnow,lsn,ra,dec);

*ra=raddeg(*ra);
*dec=raddeg(*dec);
}

/* given the local observing circumstances, *npp, and an equitorial ra and dec, each in
* degrees, find the corresponding geographical altitude (up+, radians), alt, and
* azimuth (angle round to the east from north+),az,also each in degrees.
*/
int eq_geodeg(Now *npp,double ra,double dec,double *alt,double *az)
{
double lst;
double ha;
double ta;

//当前时刻的当地恒星时
now_lst(npp, &lst);

ra=degrad(ra);
dec=degrad(dec);

//将赤道坐标系下的赤经赤纬转换为时角坐标系下的赤经赤纬
ha=hrrad(lst)-ra;
// printf("The hour angle and declination : %f  %f\n",ha,dec);

```

```

//将时角坐标转换为天体的真地平高度和方位角
hadec_aa(npp->n_lat,ha,dec,&ta,az);
//   printf("The true altitude and azimuth : %lf   %lf \n",ta,*az);

//蒙气差改正， 将真地平高度转化为视地平高度
refract(npp->n_pressure,npp->n_temp,ta,alt);
//   printf("The apparent altitude and azimuth : %lf   %lf \n",*alt,*az);

*alt=raddeg(*alt);
*az=raddeg(*az);

return 0;
}

/* given the modified Julian date, mj, and an equitorial ra and dec, each in
 * degrees, find the corresponding geocentric ecliptic latitude, *lat, and
 * longitude, *lng, also each in degrees.
 * correction for the effect on the angle of the obliquity due to nutation is
 * not included.
 */
int eq_ecldeg(double mj,double ra,double dec,double *lats,double *lngs)
{
ra=degrad(ra);
dec=degrad(dec);
eq_ecl (mj, ra, dec, lats, lngs);
*lats=raddeg(*lats);
*lngs=raddeg(*lngs);
return 0;
}

```

```
}
```

plot.c

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
#include <math.h>
```

```
#include "wcslib.h"
```

```
#include "cpgplot.h"
```

```
#include "fixed.h"
```

```
//projection
```

```
int projmer(double phi,double theta,double *x,double *y)
```

```
{
```

```
    const char pcode[4]="MER";
```

```
    struct prjprm prj;
```

```
    prj.r0=0.0;
```

```
    prj.flag=1;
```

```
    prjset(pcode, &prj);
```

```
    prjfld(phi,theta,&prj,x,y);
```

```
    return 1;
```

```
}
```

```
int plotmer(double mj,double raltc,double declgc,double *size,double *vmagmin,double
```

```
*vmagmax,int t,char *a,char *b,char *c)
```

```
{
```

```
    double ralt=raltc;
```

```
    double declg=declgc;
```

```
    double l=*size/2;
```

```
    double xsize=l;
```

```

double ysize=1;
double xmin,xmax,ymin,ymax;
double r;
int i;

xmin=ralt-xsize/2;
xmax=ralt+xsize/2;
ymin=declg-ysize/2;
ymax=declg+ysize/2;

//      if(cpgbeg(0,"planet1.gif/gif",1,1)!=1)
//          return 0;
if(t==1)
    {
        if(cpgbeg(0,"planet1.gif/gif",1,1)!=1)
            return 0;}
if(t==2)
    {
        if(cpgbeg(0,"planet2.gif/gif",1,1)!=1)
            return 0;
    }
if(t==3)
    {
        if(cpgbeg(0,"planet3.gif/gif",1,1)!=1)
            return 0;
    }
cpgenv(xmin, xmax, ymin, ymax, 1,0);
cpglab(a,b,c);
cpgpt1(ralt,declg,12);

```

```

for(i=0;i<118218;i++)
{
    fix_star(&mj,&obj[i]);
    if(obj[i].ra>=raltc-xsize&&obj[i].ra<=raltc+xsize&&obj[i].dec>=declgc-ysize&&obj[i].de
c<=declgc+ysize)
    {
        if(obj[i].vmag>=(*vmagmin)&&obj[i].vmag<=(*vmagmax))
        {
            cpgsfs(1);
//            projmer(obj[i].ra,obj[i].dec,&obj[i].x,&obj[i].y);
            r=(1-obj[i].vmag/20)/25;
            /*
            printf("vmag=%5.2f\n",obj[i].vmag);
            printf("ra=%12.8f\n",obj[i].ra);
                printf("x=%12.8f\n",obj[i].x);
            printf("dec=%12.8f\n",obj[i].dec);
                printf("y=%12.8f\n",obj[i].y);
            printf("num=%6d\n",num[i]);
                */
            cpgcirc(obj[i].ra,obj[i].dec,r);
//            sum=sum+1;
        }
    }
}
cpgend();
//    printf("sum=%d",sum);
return 1;
}

```

readc.c

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "fixed.h"

void readhip()
{
//The parameters needed.

FILE *fp;
static char a[5],b[12],c[12],d[8],e[8],f[6],g[7];
int i;

fp=fopen("hip_main.dat","rb");
if(fp==NULL)
printf("Can't read!\n");

printf("Please wait for a moment!\n");
for(i=0;i<118218;i++)
{
fpos_t pos;
fgetpos(fp,&pos);

/* get vmag*/
fseek(fp,i*451+41,1);
fread(a,5,1,fp);
obj[i].vmag=atof(a);

/*get ra*/

```

```
fsetpos(fp,&pos);
fseek(fp,i*451+51,1);
fread(b,12,1,fp);
obj[i].ra=atof(b);
```

```
/*get dec*/
fsetpos(fp,&pos);
fseek(fp,i*451+64,1);
fread(c,12,1,fp);
obj[i].dec=atof(c);
```

```
/*get parallax*/
fsetpos(fp,&pos);
fseek(fp,i*451+64,1);
fread(g,12,1,fp);
obj[i].plx=atof(g);
```

```
/*get proper motion of ra*/
fsetpos(fp,&pos);
fseek(fp,i*451+87,1);
fread(d,8,1,fp);
obj[i].pmra=atof(d);
```

```
/*get proper motion of dec*/
fsetpos(fp,&pos);
fseek(fp,i*451+96,1);
fread(e,8,1,fp);
obj[i].pmdec=atof(e);
```

```

fsetpos(fp,&pos);
fseek(fp,i*451+8,1);
fread(f,6,1,fp);
num[i]=atoi(f);

fsetpos(fp,&pos);
}
fclose(fp);
}

```

planet.c

```

/*calculate the planet(sun.moon.and nine planet) position*/

#include "swephexp.h" /* this includes "sweodef.h" */
#include "astro.h"
#include "fixed.h"
#include <string.h>
#include <math.h>

#define equator 1
#define ecliptic 2
#define geography 3

int main(int argc,char *argv[])
{
char snam[40], serr[AS_MAXCH];
int jday,jmon,jyear,jhour,jmin,jsec;
double jtz,jlat,jlng,jpr,jtemp;
double mj,tjd,alt,az, x2[6];

```

```

int32 iflag;
int p;
int t=1;
double deg[2],sec[2],min[2];
Now npp;

char a[6],b[6],c[50];

int i;
double vmagmin;
double vmagmax;
double size=1200.0;
size=size/60;

swe_set_ephe_path("/home/gcliu/swisseph/ephe");

sscanf(argv[1],"%d",&jyear);
sscanf(argv[2],"%d",&jmon);
sscanf(argv[3],"%d",&jday);
sscanf(argv[4],"%d",&jhour);
sscanf(argv[5],"%d",&jmin);
sscanf(argv[6],"%d",&jsec);
sscanf(argv[7],"%lf",&jtz);
sscanf(argv[8],"%lf",&jlat);
sscanf(argv[9],"%lf",&jlng);
sscanf(argv[10],"%lf",&jpr);
sscanf(argv[11],"%lf",&jtemp);
sscanf(argv[12],"%lf",&vmagmin);
sscanf(argv[13],"%lf",&vmagmax);

```

```

sscanf(argv[14], "%d", &p);
sscanf(argv[15], "%d", &t);

    npp.n_lat=jlat;
    npp.n_lng=jlng;
    npp.n_tz=jtz;
    npp.n_temp=jtemp;
    npp.n_pressure=jpr;

swe_get_planet_name(p, snam);
calmjd(&mj,8.0,2005,1,1,0,0,0);
// calmjd(&mj,jtz,jyear,jmon,jday,jhour,jmin,jsec);
npp.n_mjd=mj;
tjd=mj+2415020.0;
printf("tjd is:%f\n",tjd);
printf("Local time: %d.%d.%d at %d:%d:%d\n", jyear,jmon,jday,jhour,jmin,jsec);

readhip();
switch(t)
{
case 1:
    iflag = SEFLG_EQUATORIAL;strcpy(a,"X(ra)");strcpy(b,"Y(dec)");strcpy(c,"The
position of "); break;
case 2:
    iflag=SEFLG_NONUT|SEFLG_NOABERR;
    strcpy(a,"X(lng)");strcpy(b,"Y(lat)");strcpy(c,"The position of ");
    for(i=1;i<118218;i++)
    {
        eq_ecldeg(mj,obj[i].ra,obj[i].dec,&obj[i].lats,&obj[i].lngs);

```

```

        obj[i].ra=obj[i].lngs;
        obj[i].dec=obj[i].lats;
    }
    break;
case 3:
    strcpy(a,"X(az)");strcpy(b,"Y(alt)");strcpy(c,"The position of ");
    for(i=1;i<118218;i++)
    {
        eq_geodeg(&npp,obj[i].ra,obj[i].dec,&obj[i].alt,&obj[i].az);
        obj[i].ra=obj[i].az;
        obj[i].dec=obj[i].alt;
    }
    break;
}
strcat(c,snam);
swe_calc_ut(tjd, p, iflag, x2, serr);

if(t==3)
{
    swe_calc_ut(tjd, p, SEFLG_EQUATORIAL, x2, serr);
    eq_geodeg(&npp,x2[0],x2[1],&alt,&az);
    x2[0]=az;
    x2[1]=alt;
}

plotmer(mj,x2[0],x2[1],&size,&vmagmin,&vmagmax,t,a,b,c);

if(x2[0]>0)
{

```

```

if(iflag == SEFLG_EQUATORIAL)
    x2[0]=x2[0]/15;
deg[0]=floor(x2[0]);
min[0]=floor((x2[0]-deg[0])*60);
sec[0]=((x2[0]-deg[0])*60-min[0])*60;
}
else
{
    x2[0]*=-1;
    if(iflag == SEFLG_EQUATORIAL)
        x2[0]=x2[0]/15;
    deg[0]=floor(x2[0]);
    min[0]=floor((x2[0]-deg[0])*60);
    sec[0]=((x2[0]-deg[0])*60-min[0])*60;
    deg[0]*=-1;
}
if(x2[1]>0)
{
    deg[1]=floor(x2[1]);
    min[1]=floor((x2[1]-deg[1])*60);
    sec[1]=((x2[1]-deg[1])*60-min[1])*60;
    }
    else
{
    x2[1]*=-1;
    deg[1]=floor(x2[1]);
    min[1]=floor((x2[1]-deg[1])*60);
    sec[1]=((x2[1]-deg[1])*60-min[1])*60;
    deg[1]*=-1;
}

```

```

}

switch(t)
{
case 1:
printf("the %s right ascension(in hms) is
%3.0lf:%2.0lf:%3.1lf\n",snam,deg[0],min[0],sec[0]);
printf("the %s declination(in dms) is
%3.0lf:%2.0lf:%3.1lf\n",snam,deg[1],min[1],sec[1]);
printf("the %s distance(in AU) is :%lf\n",snam,x2[2]);
break;
case 2:
printf("the %s longitude(in dms)
is%3.0lf:%2.0lf:%3.1lf\n",snam,deg[0],min[0],sec[0]);
printf("the %s latitude(in dms) is%3.0lf:%2.0lf:%3.1lf\n",snam,deg[1],min[1],sec[1]);
printf("the %s distance(in AU) is :%lf\n",snam,x2[2]);
break;
case 3:
printf("the %s azimuth(in degrees) is :%lf\n",snam,x2[0]);
printf("the %s altitude(in degrees) is :%lf\n",snam,x2[1]);
break;
}
return 1;
}

```

2. 日食

eclilpse.c

```
#include "swephexp.h"
```

```

#include "cpgplot.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

#define PI 3.1415926

double julday(int year,int month,int day,double hour)
{
    int gregflag;
    if(year<1582||(year==1582&&month<10)||(year==1528&&month==10&&day<=4))
        gregflag=SE_JUL_CAL;
    else
        gregflag=SE_GREG_CAL;
    return swe_julday(year,month,day,hour,gregflag);
}

void revjul(double tjd,int *year,int *month,int *day,double *hour)
{
    int gregflag;
    if(tjd>=2299160.5)
        gregflag=SE_GREG_CAL;
    else
        gregflag=SE_JUL_CAL;
    swe_revjul(tjd,gregflag,year,month,day,hour);
}

/*输入参数 R1 为太阳中心到地心的距离，单位是赤道半径； ra1 是太阳赤经， decl1 是赤

```

纬，2 是月（类推）；输出参数，a 是贝塞尔 Z 轴的赤经，d 是赤纬，f1 是太阳月亮内切圆锥的半顶角*/

```
void BesserZ(double R1,double R2,double ra1,double dec1,double ra2,double dec2,double
*a,double *d,double *g)
{
    double b,c;
    b=R2/R1;
    *g=sqrt(1+b*b-2*b*cos(dec1)*cos(dec2)*cos(ra1-ra2)-2*b*sin(dec1)*sin(dec2));
    *d=asin((sin(dec1)-b*sin(dec2))/(*g));
    *a=atan((cos(dec1)*sin(ra1)-b*cos(dec2)*sin(ra2))/(cos(dec1)*cos(ra1)-b*cos(dec2)*cos(r
a2)));
    c=*a;
    if(c>0)
    {
        if(sin(c)<0)
            c=PI+c;
    }
    if(c<0)
    {
        if(sin(c)>0)
            c=PI+c;
        if(sin(c)<0)
            c=2*PI+c;
    }
    *a=c;
    printf("a=%f\n",c);
}

void coneangle(double g,double R1,double *f1)
```

```

{
    *f1=asin(0.0046640181/(g*R1*0.0000426345));
}

void SMcoortrans(double R1,double R2,double ra1,double dec1,double ra2,double dec2,double
a,double d,double *xm,double *ym,double *zm,double *xs,double *ys,double *zs)
{
    *xs=R1*cos(dec1)*sin(ra1-a);
    *ys=R1*(sin(dec1)*cos(d)-cos(dec1)*sin(d)*cos(ra1-a));
    *zs=R1*(sin(dec1)*sin(d)+cos(dec1)*cos(d)*cos(ra1-a));
    *xm=*xs;
    *ym=*ys;
    *zm=R2*(sin(dec2)*sin(d)+cos(dec2)*cos(d)*cos(ra2-a));
}

int earthposition(double d,double l,double h,double xs,double ys,double zs,double x,double
y,double z,double *phi,double *theta)
{
    double M,p1,p2,A,B,C,D,q,aa,bb,cc,k,phi1,F,G/*cos(theta)*/,H/*sin(theta)*/;
    double xp,yp,zp,ypp,zpp;

    M=0.00669454;/*M=e*e,eÎÀëÐÄÂÊ*/
    p1=sqrt(1-M*cos(d)*cos(d));
    p2=sqrt(1-M*sin(d)*sin(d));
    A=M*sin(d)*cos(d)/(p1*p2);/*sin(d1-d2)*/ //printf("A%f",A);
    B=sqrt(1-M)/(p1*p2);/*cos(d1-d2)*/ //printf("B%f",B);
    C=sin(d)/p1;/*sin(d1)*/ //printf("C%f",C);
    D=sqrt(1-M)*cos(d)/p1;/*cos(d1)*/ //printf("D%f",D);
}

```

```

aa=(x-xs)*(x-xs)+(1.0+A*A/B/B)*(y-ys)*(y-ys)/(p1*p1)+(1-h)*(1-h)/(B*B*p2*p2)+2.0*A
*(1-h)*(y-ys)/(B*B*p1*p2);

```

```

bb=2.0*xs*(x-xs)+2.0*(1.0+A/B/B)*ys*(y-ys)+2.0*(1-h)*(zs-1)/(B*B*p2*p2)+2*A*((1-h)
*ys+(zs-1)*(y-ys))/(B*B*p1*p2);

```

```

cc=xs*xs+(1.0+A*A/B/B)*ys*ys/(p1*p1)+(zs-1)*(zs-1)/(B*B*p2*p2)+2*A*(zs-1)*ys/(B*
B*p1*p2)-1.0;

```

```

//          printf("a=%f\n",a);          printf("b=%f\n",b);

```

```

printf("c=%f\n",c);

```

```

q=bb*bb-4*aa*cc;

```

```

//          printf("q=%f\n",q);

```

```

if(q<0)

```

```

{

```

```

    //  printf("Come On!  ");

```

```

    return 0;

```

```

}

```

```

k=(sqrt(q)-bb)/2/aa;

```

```

zp=k*(1-h)+zs-1;

```

```

if(zp<0)

```

```

{

```

```

    printf("There's an error!\n");

```

```

    return 0;

```

```

}

```

```

xp=k*x-k*xs+xs;

```

```

yp=k*y-k*ys+ys;

```

```

ypp=yp/p1;

```

```

zpp=sqrt(1-xp*xp-ypp*ypp);

```

```

// printf("step1 ok!");

phi1=asin(ypp*D+zpp*C);
*phi=atan(1.003364*tan(phi1));
F=cos(phi1);
G=(-ypp*C+zpp*D)/cos(phi1);
H=xp/cos(phi1);
*theta=asin(H);
if(G<0)
*theta=asin(H)+PI;
return 1;
}

```

```

double degrad(double a)
{
return PI*a/180.0;
}

```

```

double raddeg(double a)
{
return 180.0*a/PI;
}

```

```

int main(int argc,char *argv[])
{
int year,month,day;
double hour=0;
double jul_day_ut,S;
double tret1[10];

```

```

char serr1[AS_MAXCH];
char serr2[AS_MAXCH];
char serr3[AS_MAXCH];

double x1[6],x2[6];
int i,j=0;
AS_BOOL bl; /*the search time:future or past*/
int ifl=SEFLG_SWIEPH;
int32 iflag=SEFLG_SWIEPH|SEFLG_EQUATORIAL;
double t0,t1,t2,t;

double a,d,g;
double R1,R2,ra1,ra2,dec1,dec2;
double l,h,r0,r1;
double f1;
double xs,ys,zs,xm,ym,zm;
double x0[360],y0[360],z;
float x[360],y[360];
double phi,theta,lambda;

char a0[30],b0[30],c0[100];

if(cpgbeg(0,"eclipse.gif/gif",1,2)!=1)
return 0;
cpgenv(-180, 180, -90, 90, 1,2);
strcpy(a0,"X(geographic longitude)");strcpy(b0,"Y(geographic latitude)");strcpy(c0,"The
Place where we can observe Solor Eclipse ");
cpglab(a0,b0,c0);

```

```

swe_set_ephe_path("/home/gcliu/swisseph/ephe");
sscanf(argv[1],"%d",&year);
sscanf(argv[2],"%d",&month);
sscanf(argv[3],"%d",&day);
sscanf(argv[4],"%d",&bl);

jul_day_ut=julday(year,month,day,hour);
printf("julday is:%f\n",jul_day_ut);
swe_sol_eclipse_when_glob(jul_day_ut,ifl,0,tret1,bl,serr1);
t0=tret1[2];
t1=tret1[3];
t2=1.0/1440;
for(t=t0;t<t1;t=t+t2)
{
//   printf("t=%f\n",t);printf("t0=%f\n",t0);printf("t1=%f\n",t1);
swe_calc_ut(t, SE_SUN, iflag, x1, serr2);
    swe_calc_ut(t, SE_MOON, iflag, x2, serr3);
    S=swe_sidtime(t);
    S=S*2*PI/24;printf("S=%f\n",S);

    ra1=degrad(x1[0]);
    dec1=degrad(x1[1]);
    R1=x1[2]/0.0000426345;
printf("R1=%f\n",R1);
    ra2=degrad(x2[0]);
    dec2=degrad(x2[1]);
    R2=x2[2]/0.0000426345;
printf("R2=%f\n",R2);
    BesserZ(R1,R2,ra1,dec1,ra2,dec2,&a,&d,&g);

```

```

printf("g=%f\n",g);
    coneangle(g,R1,&f1);
printf("sin(f1)=%f\n",sin(f1));
    r0=0.0046524007/0.0000426345;
    h=r0*sin(f1);
    r1=r0*cos(f1); printf("r1=%f\n",r1);
    l=r0/sin(f1);
    SMcoortrans(R1,R2,ra1,dec1,ra2,dec2,a,d,&xm,&ym,&zm,&xs,&ys,&zs);

    z=zs-h;
printf("xs=%f\n",xs);printf("ys=%f\n",ys);printf("zs=%f\n",zs);printf("zm=%f\n",zm);
printf("l=%f\n",l); printf("h=%f\n",h);

for(i=0;i<360;i++)
{
    x0[i]=xs+r1*cos(2*PI*i/360);
    y0[i]=ys+r1*cos(2*PI*i/360);
    if(earthposition(d,l,h,xs,ys,zs,x0[i],y0[i],z,&phi,&theta)==1)
    {
        lambda=S-a-theta;
        x[j]=raddeg(lambda);
        y[j]=raddeg(phi);
        j++;
        printf("%f,%f\n",x[i],y[i]);
    }
}
printf("n=%d\n",j);
cppline(j,x,y);

```

```
        j=0;
    }
    cpgend();
    return 1;
}
```

致谢

转眼间，我的硕士学习生活即将结束。在此，我要对那些在此期间给予我悉心指导热心帮助的老师 and 同学表示衷心的感谢！

感谢我的导师郑小平。从本科到现在，我一直受益于郑老师的谆谆教诲。是他，指引我走进了虚拟天文台这个全新的领域，为我提供了在国家天文台学习的机会。一直以来，郑老师都为我们提供了优越的学习环境和良好的研究氛围，当我们学生上有任何问题时，他总是认真的和我们探讨，帮助我们找到解决问题的办法，并注重我们科研能力的锻炼。郑老师渊博的知识、深刻的见解、严谨的工作态度，时时刻刻潜移默化的影响着我们。

感谢我的导师乔翠兰。乔老师亲切热诚，积极乐观。她是我的老师，却更像我的姐姐，我们不仅经常一起探讨学习上的问题，也会一起谈论日常生活中的点点滴滴。她会在我遭遇挫折时给我鼓励，在我努力工作时给予我支持，在我伤心难过时给予我安慰。乔老师在教学论方面扎实的专业基础，使我在撰写论文的过程中获得了很大的帮助。乔老师，谢谢你，为我做的一切。

感谢国家天文台的赵永恒老师。来天文台一年，赵老师敏锐的思维、远见的卓识，都给我留下了深刻的印象。每当我有难以解决的问题时，和赵老师的谈话总会让我豁然开朗，而他在解答问题时的严谨态度也让我收益非浅。赵老师自由的学术风格，给予了我很大的发展空间，使我在顺利完成科研任务的同时自学及科研的能力都有了很大的提高。

感谢国家天文台的崔辰州博士。崔辰州是中国虚拟天文台项目的负责人，他思维敏捷，工作组织能力突出。他积极了解虚拟天文台最新动态，每周都会组织我们进行小组讨论。定期查看我们的每周报告，了解我们的工作情况，并及时给予我们工作指导。在我初来北京的时候，他给予了很多关心和帮助，使我能够迅速适应北京的生活。同时，他工作时认真负责的态度，对生活的理解对兴趣的执着，都给了我很大的影响。

感谢我的师姐刘高潮，她是我的好榜样。在我之前，她就对虚拟天文台教育平台进行有益探索并开展了一些前期工作，她的努力，给了我很大的信心，也为我的工作提供了方向。感谢她不厌其烦的为我答疑解惑。

感谢经常在一起进行讨论的虚拟天文台项目组的成员，他们是张彦霞、李常华、桑健、刘超、王丹、王小倩、刘波、高丹、陆鄂丰、江磊、徐祯。

感谢华师天体物理实验室的同学们，他们是刘学文、康渺、周霞、潘娜娜、俞云伟、杨书华、田海俊。硕士一年级期间我一直和他们一起学习娱乐，而我在北京期间也多谢他们经常帮我解决一切因地域原因不便处理的事情。

感谢天文台我所在实验室的同学们，他们是王沙、萧英、尹红星、吴潮、张旭。我和他们一起度过了一段快乐的日子，我将永远怀念。

最后感谢我的父母，亲情是最伟大的，是他们的关爱、照顾和支持使我得以集中精力完成学业。感谢我的父亲，他在重病之时依然支持我来到北京学习。感谢我的母亲，她一直对我的学习工作给予最无私的支持。