

分类号 _____
UDC _____

密级 _____
编号 _____

中国科学院研究生院

硕士学位论文

基于 MVC 设计模式的怀柔数据查询系统

赵 翠

指导教师 林钢华 研究员

中国科学院国家天文台

申请学位级别 硕士 学科专业名称 天文技术与方法

论文提交日期 2011.4 论文答辩日期 2011.5.25

培养单位 中国科学院国家天文台

学位授予单位 中国科学院研究生院

答辩委员会主席 _____

摘要

怀柔太阳观测基地自 1986 年起就陆续获取太阳观测数据，目前为止包括的观测数据类型有：20cm 全日面色球 H-alpha 数据、14cm 全日面色球 H-alpha 数据、10cm 全日面矢量磁场数据、35cm 局部矢量磁场和速度场数据以及 60cm 三通道局部磁场数据。目前数据容量已经接近 4TB，并且还在不断地增长当中。

然而，随着怀柔基地望远镜类型不断增加，观测数据的存储量、多样性以及数据内容都在不断增加，考虑如何对这些数据资源进行合理组织和管理、处理以及分析，为太阳物理工作者提供更加便捷的服务成为必要。本论文基于以上需求构建了怀柔数据查询系统。

在怀柔数据查询系统的构建过程中，首先基于 MVC 设计模式将系统分为了 Controller、View 和 Model 三个层次，将数据逻辑、业务逻辑和交互逻辑进行分离，可降低模块间的相互依赖程度，方便维护和扩展；其次在此基础上，分析怀柔太阳数据用户的需求，根据太阳观测数据的特点，构建了怀柔数据查询系统，该系统主要提供太阳观测资源检索服务、资源存储与访问服务、实时显示服务以及活动区可视化服务。

目前系统已基本完成调试，将投入运行，届时将为广大太阳物理工作者的研究、预报、教学等工作提供便利。

关键词： 怀柔太阳观测基地 MVC 设计模式 查询系统 天文

Abstract

Zhao Cui (Astronomical techniques and methods)

Directed by Prof. Lin Ganghua

Huairou Solar Observing Station (HSOS) has obtained all kinds of solar datum since it was constructed to observe the solar activities in year 1986. It has following kinds of datum: 20cm full disk H-alpha datum, 14cm full disk H-alpha datum, 10cm full disk vector magnetic datum, 35cm local vector magnetic datum and 60cm three channels local magnetic datum. The data capacity is close to 4TB and is increasing gradually.

However, as the increasing of the number of kinds of telescopes, the capacity, diversity and contents of datum are increasing gradually. It's necessary to consider how to manage, deal with and analysis the datum reasonably so as to provide convenient services for solar physical researchers. The huairou data query system is constructed in need above.

In the constructing of huairou data query system, the basic framework is constructed first based on MVC design pattern. It divides the system into three layers: Controller, View and Model. It also separates the data logic, business logic and interactive logic apart so as to reduce the mutual dependence of modules and be more convenient to maintain and expand the system. Then huairou data query system is constructed based on the basic framework by analysing user needs and the characteristics of solar data. The system can provides data querying service, data storing and visiting service, realtime image displaying service and active region visualization service.

The system has finished debugging already and is going to be used recently. It will provide convenience for the solar physical researchers' forecasting, education and so on.

Keywords: huairou solar observing station (HSOS); MVC; design pattern; query system; astronomy

目 录

第一章 怀柔数据查询系统产生的背景.....	1
1.1 怀柔太阳观测基地简介.....	1
1.2 怀柔太阳观测基地望远镜介绍.....	1
1.3 太阳观测数据服务情况.....	4
1.4 怀柔数据查询系统需求的提出.....	4
第二章 怀柔太阳观测数据介绍.....	6
2.1 怀柔太阳观测数据的数据类型及文件命名方式.....	6
2.2 数据格式 FITS	10
2.3 数据头文件处理.....	10
2.3.1 数据头文件格式.....	10
2.3.2 数据头文件处理.....	11
2.4 数据元数据信息.....	14
第三章 软件体系结构模式介绍.....	17
3.1 软件体系架构产生背景.....	17
3.2 管道/过滤器模式.....	17
3.2.1 概述.....	17
3.2.2 应用.....	18
3.2.3 优缺点.....	18
3.3 数据抽象和面向对象模式.....	19
3.3.1 概述.....	19
3.3.2 应用.....	20
3.3.3 优缺点.....	20
3.4 黑板模式.....	20
3.4.1 概述.....	20
3.4.2 应用.....	21
3.5 MVC 设计模式.....	21
3.5.1 概述.....	21
3.5.2 MVC 设计模式中的模型、视图和控制器类.....	22
3.5.3 基于 MVC 的怀柔数据查询系统架构介绍.....	23
3.6 基于 MVC 模式构建本系统的优势.....	24
3.7 小结.....	25
第四章 构建怀柔数据查询系统的其它相关技术.....	26
4.1 LAMP 网站架构方案.....	26
4.1.1 LAMP 的定义.....	26
4.1.2 LAMP 的组件.....	26
4.1.3 LAMP 的优势 ^[3]	27
4.2 IDL 技术.....	27
4.2.1 IDL 介绍.....	27
4.2.2 IDL 语言的特点.....	28
4.2.3 IDL 在天文学中的应用.....	28
4.2.4 太阳物理软件包 SSW 介绍.....	29

4.3 XML 技术.....	30
4.3.1 XML 文档的基本格式.....	30
4.3.2 XML 的主要特点.....	31
第五章 怀柔数据查询系统的设计与实现.....	32
5.1 概述.....	32
5.2 系统需求分析.....	32
5.3 数据库设计.....	32
5.4 核心服务介绍.....	33
5.4.1 门户服务.....	33
5.4.2 资源检索服务.....	33
5.4.3 日历导航服务.....	34
5.4.4 实时显示服务.....	34
5.4.5 活动区可视化服务.....	34
5.5 系统总体架构.....	35
5.6 模块工作的一般流程.....	35
5.7 核心模块运行展示.....	37
5.7.1 资源检索模块.....	37
5.7.2 日历导航模块.....	37
5.7.3 实时显示模块.....	38
5.7.4 活动区可视化模块.....	39
5.8 小结.....	39
第六章 总结与展望.....	41
参考文献.....	42
发表文章目录.....	46
附录.....	47
致谢.....	58
图 2.1 35cm 局部矢量磁场和速度场图.....	7
图 2.2 全日面 H-alpha 图.....	8
图 2.3 10cm 全日面矢量磁场图.....	9
图 2.4 60cm 三通道局部磁场图.....	9
图 2.5 活动区可视化.....	14
图 3.1 管道和过滤器体系结构.....	21
图 3.2 数据抽象和面向对象风格的体系结构.....	22
图 3.3 黑板系统的组成.....	24
图 5.1 怀柔数据查询系统架构.....	38
图 5.2 资源检索流程图.....	40
图 5.3 数据查询、下载模块图.....	41
图 5.4 日历快速导航模块图.....	41
图 5.5 图像实时显示模块图.....	42
图 5.6 活动区可视化模块图.....	43
表 2.1 10cm 全日面矢量磁场数据的元数据.....	15
表 4.1 XML 文档.....	33
表 5.1 数据库设计.....	36

第一章 怀柔数据查询系统产生的背景

1.1 怀柔太阳观测基地简介

中国科学院国家天文台怀柔太阳观测站始建于 1984 年，位于北纬 40.4°、东经 116.6°距北京 60 公里处的怀柔水库边。怀柔观测基地拥有一套高时空分辨率、高灵敏度、适当光谱分辨率和高科学含量的综合望远镜系统^[1]，能同时测量太阳上不同层次、不同尺度的矢量磁场和速度场，以及通过光谱扫描获得光谱轮廓和 Stokes 参数轮廓^[2]，主要用于太阳物理的基础研究，日地关系应用基础研究以及太阳活动对空间环境和通讯干扰预报等应用研究。现已发展成为国际著名的太阳磁场观测台站之一。其主要观测对象为太阳磁场、速度场和太阳爆发活动等太阳物理研究领域的前沿课题^[3,4,5]。

近十几年来，怀柔太阳观测基地先后发展和研制了怀柔太阳观测基地太阳磁场望远镜、太阳磁场多通道望远镜（分别获国家科学进步一、二等奖和中国科学院科技进步一等奖）、太阳磁场三通道望远镜以及全日面太阳光学和磁场监测望远镜，为我国太阳物理和太阳活动区观测事业做出了特殊的贡献，使我国在太阳活动区物理研究、太阳活动区磁场和速度场研究方向上达到国际先进和领先水平^[6]。

1.2 怀柔太阳观测基地望远镜介绍

怀柔太阳观测基地至 1984 年建立以来，至今已逐步建设了多种类型的太阳望远镜，从不同尺度、多层次、全方位的观测太阳活动。目前主要的观测仪器包括：35cm 太阳磁场望远镜、60cm 多通道太阳望远镜、10cm 全日面矢量磁场和视线速度场望远镜以及 14cm 色球望远镜^[7]。下面分别进行介绍：

(1) 35cm 太阳磁场望远镜

该望远镜能够获得光球($\lambda=5324\text{\AA}$)和色球($\lambda=4861\text{\AA}$)的矢量磁场及视线速度场。太阳磁场望远镜由 $1/8\text{\AA}$ 双折射滤光器、35cm 真空折射望远镜、3 组 KD*P 水晶制器、由 AST-386 电脑控制的 CCD 摄像机和 151 成像技术系统组成。能获得光球的多普勒图和矢量磁图，色球的纵磁图和多普勒图。具体数据参数如下：

物镜:

直径: 350mm, 焦距: 2800mm

视场: 3.75'×5.45'

CCD: 像素尺寸 0.4" × 0.7"

时间分辨率: 1 min

观测谱线: 光球 FeI 5324.19Å; 色球 Hβ 4861.34Å

双折射滤光器: 带宽 1/8Å, 可调范围 5324±0.15Å, 4861±0.125Å

速度纵场~± 10-20 m/s

灵敏度: 纵磁场~± 1-10 高斯; 横磁场~± 30-50 高斯

(2) 60cm 多通道太阳望远镜

该望远镜是真空格里高利式反射望远镜, 该系统装备了独一无二的多通道滤光器, 可以同时获得 5 幅单色像, 并能通过测量太阳大气不同高度上的 5 条光谱线得到太阳磁场和速度场的矢量图, 所选定的九条光谱线: CaII3968Å、HeII4686Å、MgI5173Å、FeI5247Å、5250Å、5576Å、6302Å、HeI5876Å 和 H6563Å。由于是万能可调型的滤光器, 所以该系统还能在其它谱线上进行观测, 并扫描谱线轮廓, 理论上该系统能同时测量除了 He4686Å、5876Å 和 FeI5576Å 之外的 6 条光谱线, 从而获得太阳磁场的三维结构^[8]。具体数据参数如下:

主镜:

直径: 600mm

焦比: 2.5

焦距: 600mm (配备多通道滤光器), 1200mm (没有滤光器)

副镜: 直径 154mm

视场: 5'× 4'

CCD: 9 个 1820 CCD

时间分辨率: 0.5-10 min

光谱分辨率: 0.05Å

像素大小: 10μ m×11μ m, 0.35"×0.38"

灵敏度: 纵场~± 1 高斯

横场~± 50 高斯

多通道滤光器：9 个通道，每一个通道都是万能可调的
带宽：

5173.699Å: 0.092Å

5247.063Å: 0.048Å

5250.211Å: 0.048Å

4686.750Å: 0.462Å

6302.511Å: 0.092Å

5576.106Å: 0.057Å

3968.468Å: 2.424Å

5875.989Å: 0.079Å

6562.808Å: 0.106Å

(3) 10cm 全日面矢量磁场和视线速度场望远镜

全日面磁场望远镜是配备有万能滤光器的 10cm 望远镜系统。这个系统能观测全日面矢量磁场、纵速度场和相应的光学图像。具体数据参数如下：

物镜：

口径：10cm，

焦比：12，

焦距：1198.563mm

系统焦距：698.5mm、1020.7mm

时间分辨率：1-5 秒

空间分辨率：5 弧秒

视场：全日面 32' × 32'

滤光器：带宽 0.1Å 的万能滤光器

灵敏度：纵磁场 ~ ± 1 高斯，横磁场 ~ ± 50 高斯

光谱线：测量磁场 5324Å，测量速度场 5576Å

(4) 14cm 色球望远镜

14cm 望远镜装备有万能可调的 H-alpha 滤光器、两个拍摄耀斑和其它突发现象的 CCD 摄像机。该望远镜数据已与其它四个台站组成国际联测网。具体数据参数如下：

滤光器：可调的 H-alpha 滤光器， $\pm 32\text{\AA}$ 范围内可调，带宽 0.5\AA

视场：全日面 $34' \times 34'$ ，局部 $10' \times 8'$

CCD：一个用于全日面 H-alpha 单色像 (2048×2048)，另一个用于局部像。

1.3 太阳观测数据服务情况

怀柔太阳观测基地在对国内开发的同时，国家交流不断加强，具有良好的国际合作关系。

以国家天文台怀柔太阳观测基地为主的中国太阳物理界，在国际上与美国、日本、俄罗斯、德国等国家签署了正式的中美、中日、中法、中俄太阳物理合作研究计划；多年来怀柔基地成功地与国际上著名观测站 SOHO、TRACE、YOHKON 等进行联测；与日本进行地基观测资料与空间资料的交换；与美国大熊湖天文台开展了“日不落”联合观测^[9]；在研究太阳活动区和宁静区磁场演化等方面取得重要研究成果，为国际太阳物理界所瞩目。另外，怀柔基地和日本、法国、俄罗斯等国的太阳物理学家进行了良好的合作，在太阳磁场的精细结构、磁场空间分布、非势能释放和磁螺度的观测和理论研究等方面取得重要进展^[10]。在国内，中科院国家天文台太阳活动预报中心和中国科学院科学与应用研究中心空间环境预报中心利用怀柔的 20cm 色球 H-alpha 等数据分别进行了太阳活动预报和日地物理预报，提高了日地物理预报水平，推进日地空间环境的研究和预报；中科院国家天文台太阳磁场和磁活动组，在“太阳磁场结构和演化”研究中，利用怀柔太阳基地的 35cm 太阳磁场数据，在太阳磁场的研究中做了大量工作。该科技成果获得了“2009 年度国家自然科学二等奖” [获奖编号：Z-102-2-02]，在太阳磁场研究领域做了突出和重大贡献。

这些研究成果建立和拓展了怀柔基地在国内和国际太阳物理研究领域中的地位和空间，怀柔基地逐渐成为国际上享有高知名度的太阳光学观测基地。

1.4 怀柔数据查询系统需求的提出

怀柔太阳观测基地自 1986 年起就陆续获取太阳观测数据，到目前为止包括的观测数据类型有：20cm 全日面色球 H-alpha 数据、14cm 全日面色球 H-alpha 数据、10cm 全日面矢量磁场数据、35cm 局部矢量磁场和速度场数据以及 60cm

三通道局部磁场数据等。目前数据容量已经接近 4TB, 并且还在不断地增长当中。

然而, 随着怀柔基地望远镜类型不断增加, 观测数据的存储量、多样性以及数据内容都在不断增加, 如何对这些数据资源进行合理组织和优化管理成为亟待解决的问题; 同时, 数据量的不断增长, 需要一种快速搜索手段, 提供数据高效查询; 再者, 观测数据包含大量特征信息, 对这些信息进行分析和处理将对太阳物理的研究提供快捷参考手段。因此, 建立科学合理的太阳数据信息系统成为必要。

构建怀柔数据查询系统, 能够科学高效地管理海量数据、提高检索速度、并向数据分析和处理方向发展, 最终为研究、预报、教学等工作提供更多便利。

第二章 怀柔太阳观测数据介绍

怀柔太阳望远镜为人们提供了高精度矢量磁场、速度场资料^[1,2]。构建怀柔数据查询系统，目的在于对怀柔太阳望远镜观测的数据进行管理、分析和处理^[3]。要构建出合理、完善的信息系统，首先必须对数据进行充分了解。本章主要从数据类型、文件命名方式、头文件信息及处理以、元数据描述等方面介绍了怀柔太阳观测数据，为构建信息系统作铺垫。

2.1 怀柔太阳观测数据的数据类型及文件命名方式

随着 CCD、计算机及其它相关终端技术的快速发展以及众多先进的地面和空间天文设备的投入使用，大规模的观测数据正在产生。目前怀柔太阳观测基地观测的数据包括：20cm 全日面色球 H-alpha 数据、14cm 全日面色球 H-alpha 数据、10cm 全日面矢量磁场数据、35cm 局部矢量磁场和速度场数据以及 60cm 三通道局部磁场数据。目前数据的容量已经达到 4TB。并且还在不断地增长当中。数据文件的命名方式如下^[4]：

(1) 35cm 局部矢量磁场和速度场数据文件的命名格式为：
X1X2X3X4X5X6X7.fit。

各字符位代表含义如下所示：

X1=代表观测类型[1 位]；

s:单色像

l:Stokes 的 L 分量

q:Stokes 的 L 分量

u:Stokes 的 L 分量

v:速度场

X2=观测位置[1 位]

5 代表：在观测谱线 FeI 5324.19Å 处

4 代表：在观测谱线 H 4861.34Å 处

X3=活动区[5 位]；X4=日[2 位]；X5=时[2 位]；X6=分[2 位]；X7=秒[2 位]；

例如：L50703405054422.fit 说明这是一个属于 07034 活动区、05 日 05:44:22

(世界时) 在谱线 FeI 5324.19Å 观测到的 StokesL 分量的数据。

图 2.1 是一幅典型的由 IDL 程序处理后生成的 35cm 局部矢量磁场和速度图。

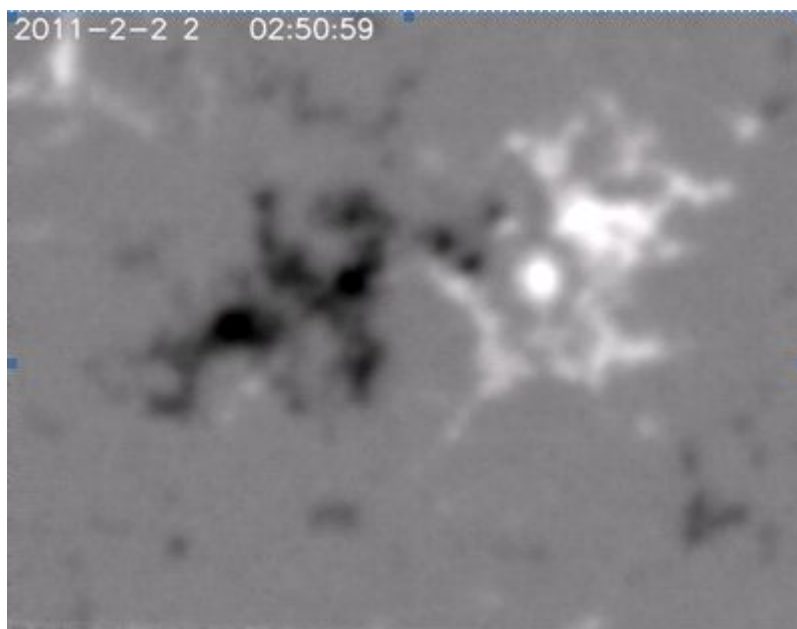


图 2.1 35cm 局部矢量磁场和速度场图

(2) 全日面 H-alpha 的数据文件命名格式为 X1X2X3X4X5X6X7.fit。各字符位代表含义如下所示：

X1=代表观测类型[4 位];

X2=年[2 位]; X3=月[2 位]; X4=日[2 位]; X5=时[2 位]; X6=分[2 位]; X7=秒[2 位];X8=待定[4 位];

例如：HrHa091018013804P00A.fit 说明这是在 2009 年 10 月 18 日 01:38:04 (世界时)观测到的 20cm 全日面 H-alpha 数据。

图 2.2 是一幅典型的由 IDL 程序处理后生成的全日面 H-alpha 图像。

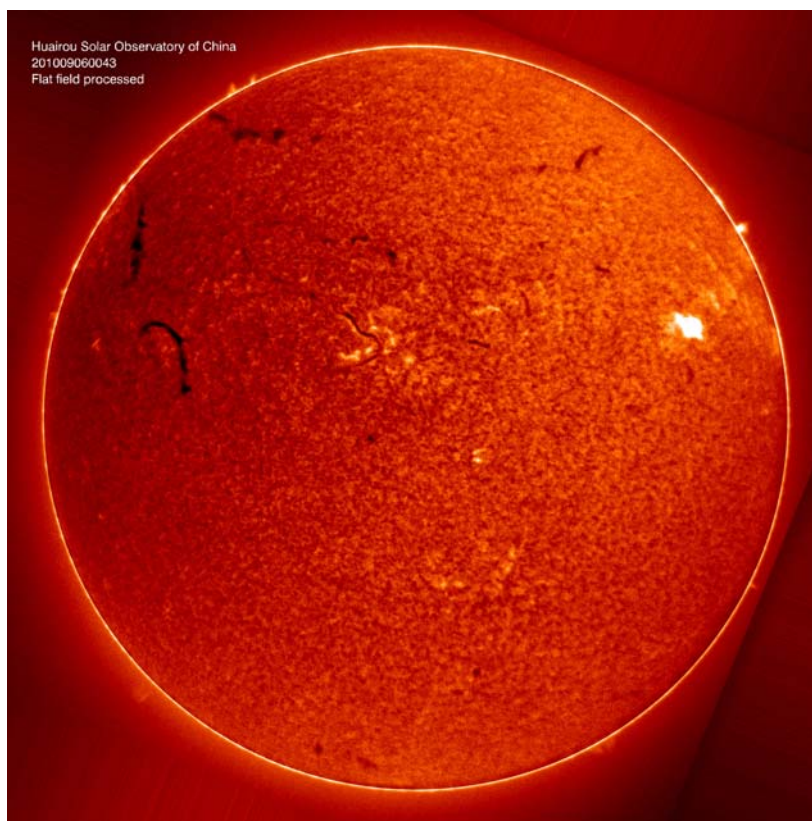


图 2.2 全日面 H-alpha 图

(3) 10cm 全日面矢量磁场数据文件命名格式为 X1X2X3X4X5X6X7.fit。各字符位代表含义如下所示：

X1=代表观测类型[2 位];

X2=年[2 位]; X3=月[2 位]; X4=日[2 位]; X5=时[2 位]; X6=分[2 位]; X7=秒[2 位];

X8=待定[4 位];

X9=Stokes 参数[1 位]

X10=观测谱线位置[1 位]

例如：Fm080501031536P00AU5.fit 说明这是 2008 年 05 月 01 日 03:15:36（世界时）在谱线 FeI 5324.19Å 处观测到的全日面矢量磁场的 Stokes U 分量的数据。

图 2.3 是一幅典型的由 IDL 程序处理后生成的 10cm 全日面矢量磁场图像。



图 2.3 10cm 全日面矢量磁场图

(4) 60cm 三通道局部磁场数据文件的命名格式为 X1X2X3X4X5_realtime.fit。各字符位代表的含义如下所示：

X1=年[4 位]; X2=月[2 位]; X3=日[2 位]; X4=时[2 位]; X5=分[2 位]

例如：201103220207_realtime.fit 说明这是 2011 年 03 月 22 日 02:07（世界时）观测到的 60cm 三通道局部磁场数据。

图 2.4 是一幅典型的由 IDL 程序处理后生成的 60cm 三通道局部磁场图像。

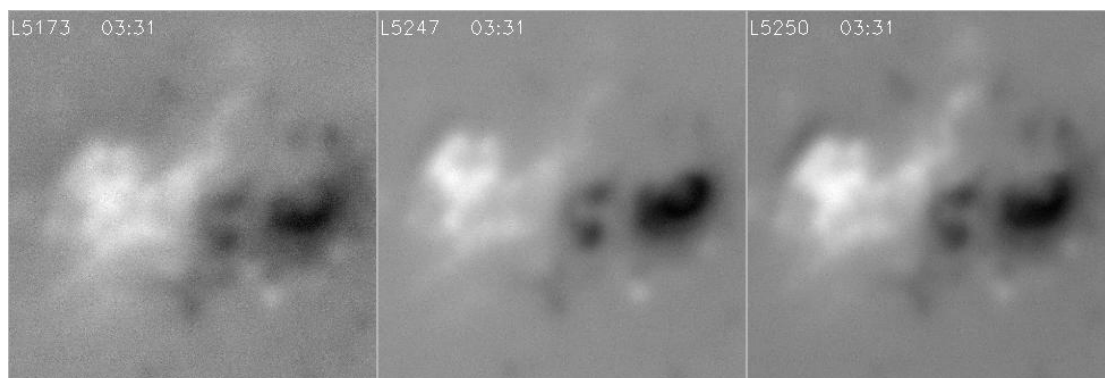


图 2.4 60cm 三通道局部磁场图

2.2 数据格式 FITS

目前怀柔太阳观测基地采集的数据主要为 FITS 格式进行存储，以下将对 FITS 格式进行介绍。

FITS 是 Flexible Image Transport System (灵活图像传输系统) 的首字母缩写，是目前天文学上标准的数据格式。1982 年，国际天文联合会 (IAU) 确定 FITS 为世界各国天文台之间用于数据传输、交换的统一标准格式^[5]。FITS 标准的维护当前主要有 NASA GSFC 的 FITS 支持办公室负责。

FITS 描述了数据定义和数据编码的一半方法，被用于多维矩阵数据（比如一维光谱、二维图像、三维数据立方体）、表列数据的传输、分析和存档。它是与机器无关的，提供了图像的单值转换，精度包括符号在内可以达到 32 位。对一维、二维、三维、甚至多维的数据类型都提供了合适的转换。

天文学上大量的数据都是以 FITS 文件形式存储的。但到目前为止还没有一个互联网标准可以让 WEB 服务器通知 WEB 客户端如何处理 FITS 文件，而只是简单的下载到本地。NRAO 天文台和 Lick 天文台的天文学家正努力，将 FITS 注册为 MIME 的一种类型^[6,7]。如果他们的努力成功，那么 FITS 文件类型将得到 Apache、Microsoft IIS 等这样 HTTP 服务器的支持，用现在流行的 IE、Netscape、Mozilla 等网络浏览器就可以显示甚至处理，将大大推动 FITS 格式的普及。

2.3 数据头文件处理

2.3.1 数据头文件格式

目前怀柔太阳观测基地获取的数据以 FITS 格式为主，这些 FITS 格式的数据头文件里包含有丰富的图像描述信息，包括：图片大小、视宁度、观测时间、观测波长、活动区经纬度、望远镜类型、观测台站等。利用 IDL 程序将对这些信息进行提取并实现可视化。

以 35cm 局部矢量磁场和速度场数据为例，以下是该 FITS 数据头文件信息：

```
SIMPLE = T
```

```
BITPIX = 32
```

```
NAXIS = 3
```



```
NAXIS1 = 992
NAXIS2 = 1000
NAXIS3 = 2
HSOS_NO = '11029' /Number of Active Region in HSOS
WAVELENG= '5324' /Wavelength: FeI5324 for Photosphere;
T_START = '2011-3-24 2:53:59' /Time of Start Observation
T_END = '2011-3-24 2:54:56' /Time of End Observation
QUALITY = 'C' /Quality of Image
SEEING = 'D'
TRANSPAR= 'C' /Transparency
CLIMATE = 'Clear'
CALIBRAT= '2000'
EXPOSURE= '100' /Exposure Time per Frame
FRAME = '256' /Number of Integrated frames
GAIN = '28' /Bright Level
OBS_TEMP= '42.14' /Temperature of filter
DARK_LEV= '1' /Black Level
OBSERVER= 'wgp'
TELESCOP= '35CM SMFT'
CAMERA = 'PULNIX 6701AN'
GRABBER = 'PULSAR, MATROX INC.'
SIZE_PIX= '0.3516 ARC. Second per Pixel'
END
```

2.3.2 数据头文件处理

运用 IDL 程序，提取 FITS 头文件中活动区号和经纬度，将这些信息标注于日球坐标中，进行可视化。

利用 IDL 实现可视化功能的代码如下：

```
myfile="E:\PHP\webservice\datasystem\map\my.fits"
```

```

myheader=headfits(myfile);
length=n_elements(myheader)
x=""
y=""
z=""
for i=0,length-1 do begin
    if strpos(myheader[i],"HSOS_NO") ne -1 then begin
        st1=strpos(myheader[i],"")
        en1=strpos(myheader[i],"",/REVERSE_SEARCH)
        x=strmid(myheader[i],st1+1,en1-st1-1) ; hsos_no
    endif
    if strpos(myheader[i],"LONGITUD") ne -1 then begin
        st2=strpos(myheader[i],"")
        en2=strpos(myheader[i],"",/REVERSE_SEARCH)
        y=strmid(myheader[i],st2+1,en2-st2-1) ;longitude
    endif
    if strpos(myheader[i],"LATITUDE") ne -1 then begin
        st3=strpos(myheader[i],"")
        en3=strpos(myheader[i],"",/REVERSE_SEARCH)
        z=strmid(myheader[i],st3+1,en3-st3-1) ; latitude
    endif
endifor
if y eq "" and z eq "" then x="no information in this file" else x= "HSOS_NO:"+x
y=FLOAT(y)
z=FLOAT(z)
;print,y
;print,z
entry_device=!d.name
set_plot,'Z'
xsize=640

```

```
ysize=512
device,z_buffering=0,set_resolution=[xsize,ysize],set_color=!d.table_size,set_character_size=[10,12]
lon=INTARR(1);
lat=INTARR(1);
num=STRARR(1);
lon[0]=y
lat[0]=z
num[0]=x
print, lon
print, lat
map_set,y,z,/orthographic,/isotropic,/horizon
map_grid
oplot,lon,lat,psym=1
lon[0]=y+2
lat[0]=z+2
xyouts,lon,lat,num,color=80,charthick=1,charsize=1,align=1
image=tvrd()
write_image, "E:\PHP\webservice\datsystem\map\map.png",'png',image
set_plot,entry_device
end
```

以文件 L50703305040240.fit 为例,经过 IDL 程序处理后的结果如图 2.5 所示:

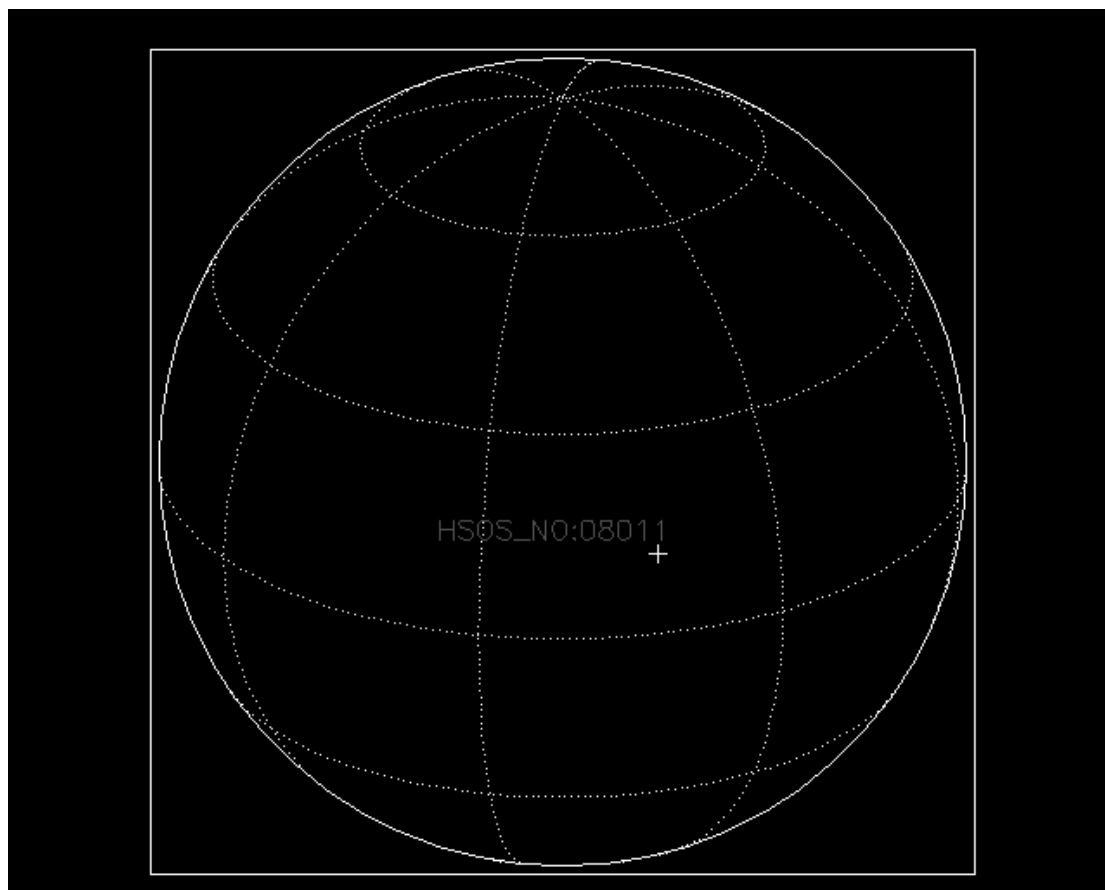


图 2.5 活动区可视化

2.4 数据元数据信息

元数据是与数据相关的信息，用于描述数据集或数据集系列的内容、覆盖范围、质量、管理方式、数据的所有者、数据的提供方式等有关的信息。

为了更加确切地描述怀柔太阳观测数据，本系统对每种数据分别提供了与之对应的元数据描述。元数据的主要内容包括：

资源名称 (NumericalData)

数据类型: string, list

定义: 数据资源的标识

观测台站 (Observatory)

数据类型: string, list

定义: 获取数据的天文台或研究机构

观测仪器 (Instrument)

数据类型: string, list

定义: 收集数据所用设备

联系人 (Person)

数据类型, string, list

定义: 元数据的构建者

以 10cm 全日面矢量磁场数据的元数据为例, 描述该数据的元数据如表 2.1 所示:

表 2.1 10cm 全日面矢量磁场数据的元数据

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
: <Spase>
  <Version>2.0.0</Version>
: <NumericalData>
  <ResourceID>spase://naoc/NumericalData/HSOS/10_FDVM/FIT</ResourceID>
: <ResourceHeader>
  <ResourceName>10cm Full-Disc Vector Magnetograph Data in FIT Format
    </ResourceName>
  <AlternateName>10_FDVM_FIT</AlternateName>
  <ReleaseDate>2010-6-7T16:01:47Z</ReleaseDate>
  <Description>10cm Full-Disc Vector Magnetograph Data in FIT Format
</Description>
± <Contact>
  </ResourceHeader>
± <AccessInformation>
  <MeasurementType>Magnetogram</MeasurementType>
  <ObservedRegion>Sun</ObservedRegion>
  </NumericalData>
: <Observatory>
  <ResourceID>spase://naoc/Observatory/HSOS</ResourceID>

```

```

± <ResourceHeader>
± <Location>
  </Observatory>
- <Instrument>
  <ResourceID>spase://naoc/Instrument/HSOS/10_FDVM</ResourceID>
± <ResourceHeader>
  <InstrumentType>Unspecified</InstrumentType>
  </Instrument>
- <Person>
  <ResourceID>spase://naoc/person/CuiZhao</ResourceID>
  <PersonName>Cui Zhao</PersonName>
  <OrganizationName>National Stronomical Observatories, Chinese Academy of
Sciences</OrganizationName>
  <Address>National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences
20A Datun Road, Chaoyang District, Beijing, China</Address>
  <Email>zhaocui1207@163.com</Email>
  <PhoneNumber>+86-010-64860252</PhoneNumber>
  </Person>
± <Person>
± <Person>
</Spase>

```

第三章 软件体系结构模式介绍

3.1 软件体系架构产生背景

在经历 60 年代的软件危机之后，人们开始重视软件工程的研究。来自不同应用领域的软件专家总结了大量有价值的知识。当初，人们把软件设计的重点放在数据结构和算法的选择上，但是随着软件系统规模越来越大、越来越复杂，使软件系统的架构越来越重要。软件危机的程度日益加剧，现有的软件系统架构显得力不从心。对于大规模的复杂软件系统来说，软件体系架构比起对程序的算法和数据结构的选择已经变得明显重要得多。在此种背景下，人们认识到软件体系架构的重要性，并认为对软件体系架构系统、深入的研究将会成为提高软件生产效率和解决软件危机的最有希望的途径^[1,2]。由此开始了对软件体系架构研究的重视。

软件设计的一个核心问题是能否使用重复的体系架构，即能否达到体系架构级的软件重用。也就是说，能否在不同的软件系统中，使用同一体系架构^[3,4]。基于这个目的，许多学者们开始研究和实践软件体系架构的模式问题。本文将对下以下几种体系结构模式进行介绍：管道/过滤器模式、数据抽象和面向对象模式、黑板模式以及 MVC 设计模式。

3.2 管道/过滤器模式

3.2.1 概述

管道和过滤器（Pipes and Filters）体系架构模式是为处理数据流的系统提供的一种模式。它是由过滤器和管道组成的。每个处理步骤都被封装在一个过滤器组件中，数据通过相邻过滤器之间的管道进行传输^[5]。

在管道/过滤器风格的软件体系结构中，每个构件都有一组输入和输出，构件读取输入的数据流^[6]，经过内部处理，然后产生输出数据流。在输入被完全消费之前，输出便产生了。因此，这里的构件被称为过滤器，这种风格的连接件就象是数据流传输的管道，将一个过滤器的输出传到另一过滤器的输入。此风格特

别重要的过滤器必须是独立的实体，它不能与其它的过滤器共享数据，而且一个过滤器不知道它上游和下游的标识。如图 3.1 所示。

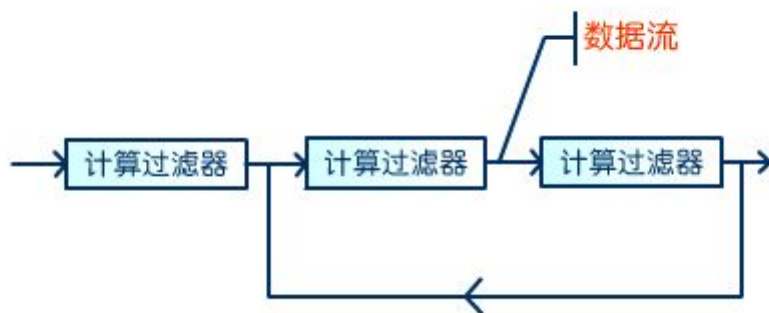


图 3.1 管道和过滤器体系结构

3.2.2 应用

一个典型的管道/过滤器体系结构的例子是以 Unix shell 编写的程序^[7]。Unix 既提供一种符号，以连接各组成部分(Unix 的进程)，又提供某种进程运行时机制以实现管道。另一个著名的例子是传统的编译器。传统的编译器一直被认为是一种管道系统，在该系统中，一个阶段（包括词法分析、语法分析、语义分析和代码生成）的输出是另一个阶段的输入。

3.2.3 优缺点

管道/过滤器风格的软件体系结构具有许多很好的特点^[8,9]：

- (1) 使得软构件具有良好的隐蔽性和高内聚、低耦合的特点；
- (2) 允许设计者将整个系统的输入/输出行为看成是多个过滤器的行为的简单合成；
- (3) 支持软件重用。重要提供适合在两个过滤器之间传送的数据，任何两个过滤器都可被连接起来；
- (4) 支持并行执行。每个过滤器是作为一个单独的任务完成，因此可与其它任务并行执行。

但是，这样的系统也存在着若干不利因素。

- (1) 通常导致进程成为批处理的结构。这是因为虽然过滤器可增量式地处

理数据，但它们是独立的，所以设计者必须将每个过滤器看成一个完整的从输入到输出的转换。

(2) 不适合处理交互的应用。当需要增量地显示改变时，这个问题尤为严重。

(3) 因为在数据传输上没有通用的标准，每个过滤器都增加了解析和合成数据的工作，这样就导致了系统性能下降，并增加了编写过滤器的复杂性。

3.3 数据抽象和面向对象模式

3.3.1 概述

数据抽象类型概念对软件系统有着重要作用，目前软件界已普遍转向使用面向对象系统。这种风格建立在数据抽象和面向对象的基础上，数据的表示方法和它们的相应操作封装在一个抽象数据类型或对象中。这种风格的构件是对象，或者说是抽象数据类型的实例。对象是一种被称作管理者的构件，因为它负责保持资源的完整性。对象是通过函数和过程的调用来交互的^[10,11]。图 3.2 是数据抽象和面向对象风格的示意图。

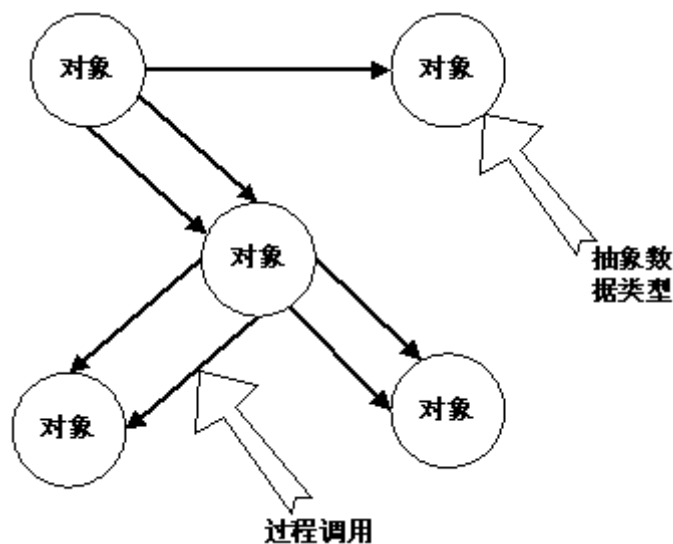


图 3.2 数据抽象和面向对象风格的体系结构

3.3.2 应用

数据库系统、交互式界面、应用结构、应用平台、分布式系统、网络管理结构、CAD 技术、人工智能等领域普遍都采用了数据抽象和面向对象的模式。

3.3.3 优缺点

面向对象的系统有许多的优点，并早已为人所知^[12]：

(1) 因为对象对其它对象隐藏它的表示，所以可以改变一个对象的表示，而不影响其它的对象。

(2) 设计者可将一些数据存取操作的问题分解成一些交互的代理程序的集合。

但是，面向对象的系统也存在着某些问题：

(1) 为了使一个对象和另一个对象通过过程调用等进行交互，必须知道对象的标识。只要一个对象的标识改变了，就必须修改所有其它明确调用它的对象。

(2) 必须修改所有显式调用它的其它对象，并消除由此带来的一些副作用。例如，如果 A 使用了对象 B，C 也使用了对象 B，那么，C 对 B 的使用所造成的对 A 的影响可能是料想不到的。

3.4 黑板模式

3.4.1 概述

黑板模式是一种常用的架构模式，应用中的多种不同数据处理逻辑相互影响和协同来完成数据分析处理。就好像多位不同的专家在同一黑板上交流思想，每个专家都可以获得别的专家写在黑板上的信息，同时也可以用自己的分析去更新黑板上的信息，从而影响其它专家^[13]。图 3.3 是黑板系统的组成：

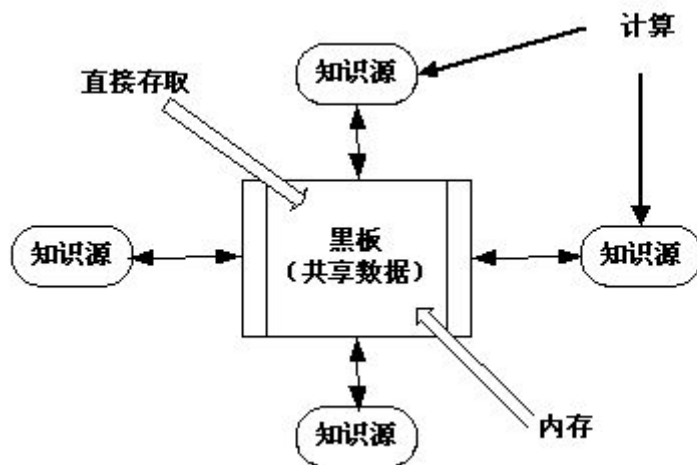


图 3.3 黑板系统的组成

黑板系统主要由三部分组成：

(1) 知识源。知识源中包含独立的、与应用程序相关的知识，知识源之间不直接进行通讯，它们之间的交互只通过黑板来完成。

(2) 黑板数据结构。黑板数据是按照与应用程序相关的层次来组织的解决问题的数据，知识源通过不断地改变黑板数据来解决问题。

(3) 控制。控制完全由黑板的状态驱动，黑板状态的改变决定使用的特定知识。

3.4.2 应用

黑板系统的典型应用是信号处理领域，如网络信息检索、电子商务、自动控制、办公自动化、商业管理智能决策、语音和模式识别、智能控制领域等。

3.5 MVC 设计模式

3.5.1 概述

MVC 模型在本质上是一种设计模式，它强制性地 将应用程序的输入、处理和输出分开^[14,15]。在 MVC 架构中，应用程序被分成三个部分：模型(Model)、视图(View)和控制器(Controller)。它们各自处理自己的任务。

MVC 是许多交互界面系统的构成基础，它把交互系统的组成分解成模型、视图、控制三个部件。

MVC 的优点表现在如下几个方面^[16]：

(1) 可以为一个模型在运行时同时建立和使用多个视图。变化-传播机制可以确保所有相关的视图及时得到模型数据变化，从而使所有关联的视图和控制器做到行为同步。

(2) 视图和控制器的可接插性，允许更换视图和控制器对象，而且可以根据需求动态的打开或关闭、甚至在运行期间进行对象替换。

(3) 模型的可移植性。因为模型是独立于视图的，所以可以把一个模型独立地移植到新的平台工作。需要做的只是在新平台上对视图和控制器进行新的修改。

(4) 潜在的框架结构。可以基于此模型建立应用程序框架，不仅仅是用在设计界面的设计中。

相比其它设计模式而言，MVC 设计模式的最大优势在于方便模型的移植，对应用程序的高度封装，方便其它系统借用，本文将采用这种设计模式进行怀柔数据查询系统的研发，一方面有利于系统扩展和维护，另一方面，对太阳物理相关类的高度封装，也为太阳物理类似信息系统的研发打下了一定基础。

3.5.2 MVC 设计模式中的模型、视图和控制器类

(1) 模型包含了应用问题的核心数据、逻辑关系和计算功能，它封装了所需的数据，提供了完成问题处理的操作过程。控制器依据 I/O 的需要调用这些操作过程。模型还为视图获取显示数据而提供了访问数据的操作。

这种变化-传播机制体现在各个相互依赖部件之间的注册关系上。模型数据和状态的变化会激发这种变化-传播机制，它是模型、视图和控制器之间联系的纽带。

(2) 视图通过显示的形式，把信息传达给用户。不同视图通过不同的显示，来表达模型的数据和状态信息。每个视图有一个更新操作，它可被变化-传播机制所激活。当调用更新操作时，视图获得来自模型的数据值，并用它们来更新显示。

在初始化时，通过与变化-传播机制的注册关系建立起所有视图与模型间的关联。视图与控制器之间保持着一对一的关系，每个视图创建一个相应的控制器。视图提供给控制器处理显示的操作。因此，控制器可以获得主动激发界面更新的能力。

(3) 控制器通过时间触发的方式，接受用户的输入。控制器如何获得事件依赖于界面的运行平台。控制器通过事件处理过程对输入时间进行处理，并为每个输入事件提供了相应的操作服务，把事件转化成为模型或相关视图的激发操作。

如果控制器的行为依赖于模型的状态，则控制器应该在变化-传播机制中进行注册，并提供一个更新操作。这样，可以由模型的变化来改变控制器的行为，如禁止某些操作。

3.5.3 基于 MVC 的怀柔数据查询系统架构介绍

怀柔数据查询系统利用开源的具有通用功能的基础架构。在此架构上进行面向太阳物理应用的二次开发，将大大减少开发时间，缩短维护周期，在数据处理方面让科研工作者把精力放在科学工作流和学科应用环境研究上。该基础架构的设计过程中，将怀柔数据查询系统的作用视为一个人机交互的过程。因而，该系统的功能是通过怀柔太阳数据应用环境的业务流与数据之间的相互作用，实现对科学研究与应用的支持。把怀柔太阳基础架构划分为三大部分：**Controller**（控制器）、**View**（视图）和**Model**（模型）。这三个部分形成了上松下紧的“漏斗式”的基础架构。

该基础架构的基本思想是分离用户界面与基本应用程序的数据，将一个信息系统分成三个部分：（1）逻辑描述部分（**Model**），也叫模型，用于描述该组件的逻辑状态和对这些状态信息的一些简单操作；（2）图形显示部分（**View**），也叫视图，即用户最终在屏幕上看到的表现形式；（3）控制流程部分（**Controller**），也叫控制器，用于描述逻辑描述部分对用户动作做出反应。

模型（**Model**）是软件处理问题逻辑在独立外在显示内容和形式情况下的内在抽象，封装了问题的核心数据、逻辑和功能的计算关系。它独立于具体的界面表达和 I/O 操作。模型是应用程序的主题部分，表示应用程序的状态和业务逻辑，

一个模型可以为多个视图提供数据。视图是用户看到并与之交互的界面，视图只是向用户显示相关的数据，并能接受用户的输入数据，但它进行任何实际的业务处理。控制器接收用户的输入并调用相应的模型组件去处理请求，然后调用相应的视图来显示模型返回的数据，与用户进行交互^[17]。

视图（View）是应用程序中用户界面相关的部分，是用户看到并与之交互的界面。通过访问模型对象中的数据，视图显示模型对象的状态。当模型对象中的状态发生改变时，视图对象所代表的用户界面内容也会相应改变，达到内容与形式的一致；对于同一模型对象，针对不同的用户请求，可以产生多个不同的视图对象^[18]。

控制（Controller）用于根据用户的输入，控制用户界面数据显示、更新模型对象状态。控制对象定义了应用程序的行为，负责视图对象与模型对象之间的同步，根据用户对视图对象的操作完成对模型对象的更新，并将模型对象状态的变化及时反映到视图对象上^[19]。

在这种设计理念下，系统的处理过程为，控制器接收用户的请求，并决定调用哪个模型进行处理；模型根据用户请求进行相应的业务逻辑处理，并返回数据；控制器调用相应的视图来格式化模型返回的数据，通过视图呈现给用户。如果用户通过某个视图的控制器改变了模型的数据，所有其它依赖于这些数据的视图都应反映到这些变化。因此，无论何时发生了何种数据变化，控制器都会将变化通知给所有视图，以此显示更新。

3.6 基于 MVC 模式构建本系统的优势

基于 MVC 技术来构建怀柔数据查询系统可满足系统需求。具体体现在如下几个方面：

（1）系统结构清晰、易维护：MVC 强制性地应用程序的输入、处理和输出分开，三个模块相互独立，改变其中一个不会影响其它两个，使得系统结构清晰、易维护。

（2）系统易扩展：运用 MVC 框架，只需将新的模块与原系统通过接口进行耦合，无需改动其它模块，对于怀柔太阳观测基地不断增长的数据类型以及潜在应用尤为重要。

(3) 模型方便移植, 提高代码利用率: 如需利用怀柔观测基地的数据构建其它系统, 则无需重复构建模型层, 只需在新系统上对视图和控制层进行修改即可。

3.7 小结

与软件所处理问题的内在模型相比较, 用户界面是需要经常发生变化的, 采用 MVC 设计模式可以在满足对界面要求的同时, 使软件的计算模型独立于界面的构成。

第四章 构建怀柔数据查询系统的其它相关技术

怀柔数据查询系统的构建运用当前流行的信息技术，以目前较为流行、安全可靠、可扩展的 LAMP 技术为平台，运用 IDL 软件进行数据分析和处理，并且结合可扩展标记语言（Extensible Markup Language）的应用，构建出符合需求的信息系统。为了能够方便地介绍怀柔数据查询系统，本章将先对这些技术做基本介绍。

4.1 LAMP 网站架构方案

基于本系统采用 LAMP 的网站架构方案，本文将对此方案进行介绍。

4.1.1 LAMP 的定义

LAMP 是一种 Web 网络应用和开发环境，是 Linux, Apache, MySQL, Php/Perl 的缩写，每一个字母代表了一个组件，每个组件就其本身而言都是在它所代表的方面功能非常强大的组件^[1]。

4.1.2 LAMP 的组件

平台由四个组件组成，呈分层结构，每一层都提供了整个架构的一个关键部分^[2]：

Linux: Linux 处在最底层，提供操作系统。它的灵活性和可定制化的特点意味着它能够产生一种高度定制的平台，让其它组件在上面运行。其它组件运行于 Linux 之上，但是，并不一定局限于 Linux，也可以在 Microsoft Windows、Mac OS X 或 UNIX 上运行。

Apache: Apache 位于第二层，它是一个 Web 服务平台，提供可让用户获得 Web 页面的机制。Apache 是一款功能强大、稳定、可支撑关键任务的 Web 服务器，Internet 上超过 50% 的网站都使用它作为 Web 服务器。

MySQL: MySQL 是最流行的开源关系数据库管理系统，是 LAMP 的数据存储端。在 Web 应用程序中，所有帐户信息、产品信息、客户信息、业务数据和其它类型的信息都存储于数据库中，通过 SQL 语言可以很容易地查询这些信息。

PHP: PHP 是一种被广泛应用的开放源代码的多用途脚本语言, 它可嵌入到 HTML 中, 尤其适合 web 开发。可以使用 PHP 编写能访问 MySQL 数据库中的数据和 Linux 提供的一些特性的动态内容。

4.1.3 LAMP 的优势^[3]

个性化: LAMP 组件是开源软件, 已经建立了大量的额外的组件和提供额外功能的模块, 能够让你个性化设置组件和功能以便满足你的需求。

易于开发: 用 LAMP 组件开发极其简单, 代码通常非常简洁, 甚至非程序员也能够修改或者扩展这个应用程序, 同时也给专业的程序员提供了各种高级的特性。

容易应用: 大多数主机服务都把基于 LAMP 的环境作为标准, 应用程序也不需要编译, 在新的主机上部署一个应用程序就像拷贝一个应用软件那样容易。

安全: 由于是开源软件, 大量的程序员关注这些软件的开发, 问题通常能够很快地修复, 不需要昂贵的技术支持合同。

成本低廉: LAMP 组件都是开源软件, 只要遵循 GPL 协议, 可以自由获得和免费使用, 极大降低了部署成本。

4.2 IDL 技术

本文将利用 IDL 技术, 实现对太阳观测数据的分析和处理, 并实现可视化。

4.2.1 IDL 介绍

交互数据语言 IDL(Interactive Data Language)是进行交互数据分析、可视化表达和跨平台应用开发的高效软件和理想工具。IDL 拥有丰富的分析工具包, 采用高速的图形显示技术, 是集可视化、交互数据分析、大型商业开发为一体的高级集成开发环境, 让用户的数据处理、科学研究和商用开发做到快捷有效^[4]。

IDL 使用者可以迅速且方便地运用此软件将数据转换为图像, 促进分析和理解。通过软件转化的图像既可以是简单彩色, 也可以是全色三维图像和模型。其用户涵盖 NASA、ESA、NOAA、Siemens、GEMedical 等。

4.2.2 IDL 语言的特点

IDL 的主要特点是拥有高级图像处理能力、交互二维和三维图形技术、面向对象的编程方式、量化可视化表示、集成数学与统计算法、灵活的数据输入输出方式、图形用户界面工具包等。在天文信息处理领域的具体表现为^[5]:

(1) 擅长于处理矢量或数组数据

有大量的 IDL 命令用于创建不同数据类型的矢量和数组。特别是,有许多创建各类数据类型的数组的函数,该数组的每个元素的初始值为零,同时还有许多创建各类数据类型的数组的函数,该数组的每个元素的初始值为其在数组中的索引位置。

(2) 动态改变变量的属性

IDL 最强大的功能之一是大多数过程或函数都能在任何数据类型或组织结构上生效。这是因为 IDL 在运行时能改变变量的数据类型和组织结构(像世界上其它强大的事物一样,这种动态改变变量的属性的能力也有潜在的巨大危险!必须小心,确信知道正在使用哪种数据)。

4.2.3 IDL 在天文学中的应用

由于 IDL 杰出的数据分析和可视化功能,使得它在天文学上得到了广泛的使用。天文学家利用 IDL 提供的编程环境开发了各式各样的程序库。应用范畴涉及许多方面^[6]:

常用的天文工具:

- 格式转换(度分秒,弧度,实数,十进制、六十进制)
- 坐标转换(赤道、黄道、银道坐标;地平、赤道)
- 基本绘图
- 文件读取
- 常用计算

图像处理:

- 图像与点扩展函数的卷积处理
- 图像相关处理
- 图像匹配
- 图像伸缩
- 中值滤波

数据库处理

FITS 数据处理

磁盘输入输出

在线数据访问与检索

数据和统计分析

绘图

4.2.4 太阳物理软件包 SSW 介绍

Solar SoftWare (SSW) 是一个提供应用于太阳物理的编程和数据分析环境，它包括一个丰富的与太阳物理相关的 IDL 程序包，主要由一系列数据库、软件包和系统应用组成。SSW 主要基于 Yohkoh, SOHO, SDAC 和天文库所开发。Dominic Zarro 等人利用 Map Software 写了一系列 IDL 程序，用于分析和处理太阳图像。该软件包可通过 http://lmsal.com/solarsoft/sswdoc/index_menu.html 下载。SSW 的主要目标在于^[7]：

- (1) 提供一个丰富的可重用太阳程序库
- (2) 提供一个与硬件和系统平台无关的系统
- (3) 促进用于协调数据处理规范的使用
- (4) 提供一个可维护、可扩展的环境
- (5) 提供支持辅助数据库的接口
- (6) 提供一个独立于处理环境的文件格式

4.3 XML 技术

XML 是 Extensible Markup Language(可扩展标记语言)的缩写,由 W3C 发布的一种标准,是 Web 上表示结构化信息的一种标准文本格式^[8]。使用 XML 是因为它提供了与平台无关的数据描述并能够很自然地描述数据的层次关系。它以一种开放的自我描述方式定义数据结构,在描述数据内容的同时能突出对结构的描述,从而体现出数据之间的关系,这样组织出来的数据对于应用程序和用户都很友好。XML 的优势之一就是它允许各个组织、个人建立适合自己需要的标记集合,并且这些标记可以迅速地投入使用。

4.3.1 XML 文档的基本格式

为了比较简略的了解 XML 文档的基本格式,下面以表 4.1 为例来说明它的主要内容。

这个文件分为两个部分,第一行是文件头,对文件的属性进行了说明。后面标签”<bookstore>”和”</bookstore>”之间的部分是文件的正文,描述了一本书的基本信息。对每本书又包括书名、作者、出版年和价钱,分别包含在 {<title>,</title>}、{<author>,</author>}、{<year>,</year>}、{<price>,</price>}之间。这里已经体现了 XML 语言的可扩展性,文中的许多标签都是自己定义的。

表 4.1 XML 文档

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<bookstore>
  <book catalog="Programming">
    <title lang="en">C++ Programming Language</title>
    <author>Bjarne Stroustrup</author>
    <year>1998</year>
    <price>98.0</price>
  </book>
  <book catalog="Networking">
    <title lang="en">TCP/IP Illustrated</title>
    <author>Richard Stevens</author>
```

```
<year>1996</year>  
<price>56.0</price>  
</book>  
</bookstore>
```

4.3.2 XML 的主要特点

XML 的主要特点包括^[9]:

自描述性: XML 文档通常包含一个文档类型声明, 因而 XML 文档是自描述的。不仅人能读懂 XML 文档, 计算机也能处理。XML 表示数据的方式真正做到了独立于应用系统, 并且数据能够重用。XML 文档被看作是文档的数据库化和数据的文档化。

可扩展性: 文档通过 XML Schema 或者 DTD (文档类型定义) 来定义文档结构, 使其它信息系统可以自动了解文档结构。

灵活性: XML 提供了一种结构化的数据表示方式, 使得用户界面分离于结构化数据。所以, Web 用户所追求的许多先进功能在 XML 环境下更容易实现。

由于 XML 和 HTML 有着本质的区别, XML 比 HTML 提供了更多对于内容和结构的说明和限制的机制, 使得存储、查询、管理 XML 文档相对而言更容易, 为基于 WEB 的应用提供了一个描述数据和交换数据的有效手段。XML 的应用从 WEB 网站的内容管理、内容表示起步, 已经并正在扩散到信息管理相关的各个领域, 比如内容管理发布、电子商务、数据集成、分布式系统集成、系统配置信息描述等。

第五章 怀柔数据查询系统的设计与实现

5.1 概述

怀柔数据查询系统的提出，主要为满足太阳物理研究工作信息化的需求。它以基于 MVC 设计模式的基础架构为平台，构建服务于天文研究的信息系统，让用户可以方便、高效地访问和使用资源，是一个可靠和易用的数据应用平台。

5.2 系统需求分析

怀柔太阳观测数据的数据类型丰富、数据量庞大，非常有必要设计科学合理的检索机制，满足天文工作者的个性化需求；同时，怀柔太阳观测基地的数据以 FITS 格式为主，这些 FITS 格式的数据头文件里包含有丰富的图像描述信息，对这些信息进行分析和处理将为科研工作者提供参考依据，带来极大便利，本系统目前提供太阳活动区的可视化服务，其它应用服务还在研发当中。该系统具体的功能模块包括：

(1) 资源检索服务：用户输入数据类型、起始时间作为条件进行检索，该模块查询得到符合条件的数据，返回至用户界面，并提供数据下载功能。

(2) 日历快速导航服务：用户输入数据类型和查询时间（年、月），通过日历导航功能，得到该种数据在此年月下的观测情况。能够比较直观地判断出哪些时段是否有观测；以及哪些时段太阳活动频繁、事件较为剧烈。

(3) 图像实时显示服务：通过实时地更新和显示太阳图像，从不同层面跟踪和显示太阳活动。

(4) 活动区可视化服务：对每一个太阳观测数据，提取头文件中的活动区号和经纬度信息，在日球坐标上刻画出该活动区号和经纬度，可提供事件可视化服务。

5.3 数据库设计

根据系统应用需求，以数据资源为出发点，本系统主要设计了以下数据库：20cm 全日面色球 H-alpha 数据库、14cm 全日面色球 H-alpha 数据库、10cm 全日

面矢量磁场数据库、35cm 局部矢量磁场和速度场数据库以及 60cm 三通道局部磁场数据库。

具体包括的数据表如表 5.1 所示（数据表结构见附录）：

表名	说明
10_full_jpg	10cm 全日面矢量磁场图
14_alpha_fit	14cm 全日面色球 H-alpha 数据
20_alpha_fit	20cm 全日面色球 H-alpha 数据
35_local_fit	35cm 局部矢量磁场和速度场数据
3channel_mag_fit	60cm 三通道局部磁场数据
3channel_mag_jpg	60cm 三通道局部磁场图
full_mag_fit	10cm 全日面矢量磁场数据
h_alpha_jpg	全日面色球 H-alpha 图
astro_event	太阳活动事件表
dataset	数据集类型说明

表 5.1 数据库设计

5.4 核心服务介绍

5.4.1 门户服务

门户提供了怀柔数据查询系统与用户的直接接口，是访问该系统服务的主要甚至唯一途径。用户通过门户访问怀柔数据查询系统的各种资源和服务。门户的基本职能是用户任务提交和处理结果返回。通过门户服务，系统向用户提供资源检索、资源访问、资源下载、学科应用等服务的访问接口。

5.4.2 资源检索服务

资源检索服务是怀柔数据查询系统为用户提供的核心功能之一，其目的是使得用户能够方便地发现和获取自己所需要的怀柔太阳观测数据资源。怀柔数据查询系统的资源检索服务紧密结合太阳观测数据的学科需求，针对怀柔太阳观测数据的物理要素内在特征，实现多维度的数据资源检索服务。它主要以核心描述属

性值为驱动进行数据检索。主要包含：基于观测仪器的检索、基于观测时间的检索以及基于数据类型的检索。

5.4.3 日历导航服务

指采用物理数据分类的思想，针对物理数据建立完整的分类索引，通过树型多叉查找法分级分层次进行导航式资源检索。该服务由两部分功能组成：①目录树的自动生成和更新；②目录导航的结果范围锁定和检索。目录树的自动生成，指系统依据分类的类型，比如基于数据类型等，自动的从全局元数据容器的核心描述属性中，提取出学科目录树的结构，表达到网页上。目录树的自动更新，指系统自动检测数据资源的变动和更新，并把变动和更新映射到目录树的变化上。目录导航的结果范围锁定和检索，指用户通过目录式的浏览，确定自己所要的资源后，请求下载该类数据。

5.4.4 实时显示服务

怀柔太阳观测基地拥有一套完备的观测系统用于实时监测和控制望远镜进行图像采集、存储。同时各种类型的望远镜也从不同层面对太阳活动进行了实时观测，其中观测类型包括：局部矢量磁场、多普勒速度场、全日面 H-alpha 和全日面矢量磁场观测等；观测的太阳活动现象包括：太阳黑子、耀斑、日珥、CME（日冕物质抛射）等，活动的观测频率最高达到 1s/次。为了方便用户观测到实时的太阳活动，非常有必要设计实时显示服务，将各种类型太阳活动图像及时呈现给用户。

5.4.5 活动区可视化服务

怀柔太阳观测数据的头文件内包含了大量太阳活动特征的信息，其中包括太阳活动的活动区号以及其经纬度信息，科研工作者要直观地观看太阳活动区在地球上的位置，按照传统的方式需先下载数据，再利用相关程序进行分析和计算，以得到活动区可视化信息，这种方式导致极低的科研效率。怀柔数据查询系统将提供该种可视化应用，用户通过该系统即可得到每份数据信息，进而提供活动区可视化服务。

5.5 系统总体架构

本系统运用 MVC 设计模式进行构建，系统结构图如图 5.1。该系统包括如下三个层次：

(1) Model 层：建设怀柔观测基地数据库，数据库包括：20cm 全日面色球 H-alpha 数据库、14cm 全日面色球 H-alpha 数据库、10cm 全日面矢量磁场数据库、35cm 局部矢量磁场和速度场数据库以及 60cm 三通道局部磁场数据库。对每个数据库建立一种与之对应的模型，用于对应业务数据并封装对数据的增、删、查、改等操作，以此把对数据的操作转换为对模型的操作。

(2) Controller 层：Controller 层处理功能模块的用户请求。由于该系统功能包括：资源检索、资源存储和访问、日历导航、图像实时显示、活动区可视化功能，因此，对应每一种功能，Controller 层设计出相应的函数进行处理，并调用相应视图显示处理结果。

(3) View 层：用于与用户交互，并展现 Controller 层的处理结果。对应于每一种功能，设计相应的页面，一方面用于获取用户需求参数，将参数返回给 Controller 层；另一方面，将 Controller 层的处理结果返回至页面呈现。

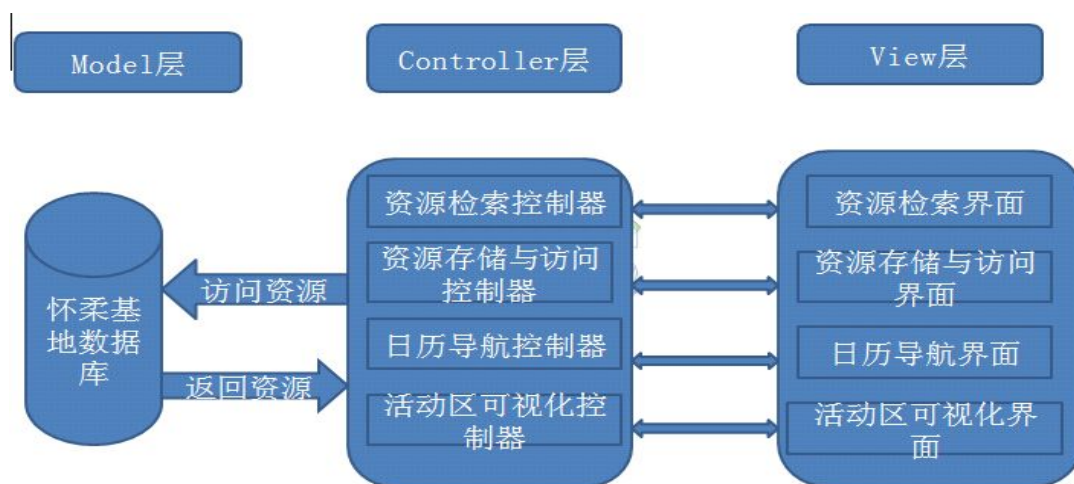


图 5.1 怀柔数据查询系统架构

5.6 模块工作的一般流程

本文将资源检索功能为例，来阐述系统的工作流程（流程图如图 5.2 所示）：

(1) 用户通过查询界面，选择起始时间和数据类型，系统将参数通过 URL 进行提交。此过程激发框架 framework 实体化，进入系统的入口文件 index.php，模块开始启动。

(2) 框架 Framework 启动后，将陆续实体化视图 (View)、控制器 (Controller) 和模型 (Model)。这三层模型分别是基类 View、Controller 和 Model 的子类，继承了基类的特性。

(3) 实体化结束后，控制器通过模型进行查询操作，将查询参数和提交给模型层。

(4) 模型层接收到查询条件后，将此条件翻译为 sql 语句，并在数据库表中执行 sql 语句。

(5) 数据库执行完 sql 操作后，将查询所得结果返回至模型层。

(6) 模型层得到数据后，将数据组织为结果数据对象，并传递给控制器层。

(7) 控制器层获得结果数据对象，将其转换为视图层可识别和利用的 XML 数据，再提交前台。

(8) 最后，视图层得到查询结果后，将其以合理的形式展现给用户。

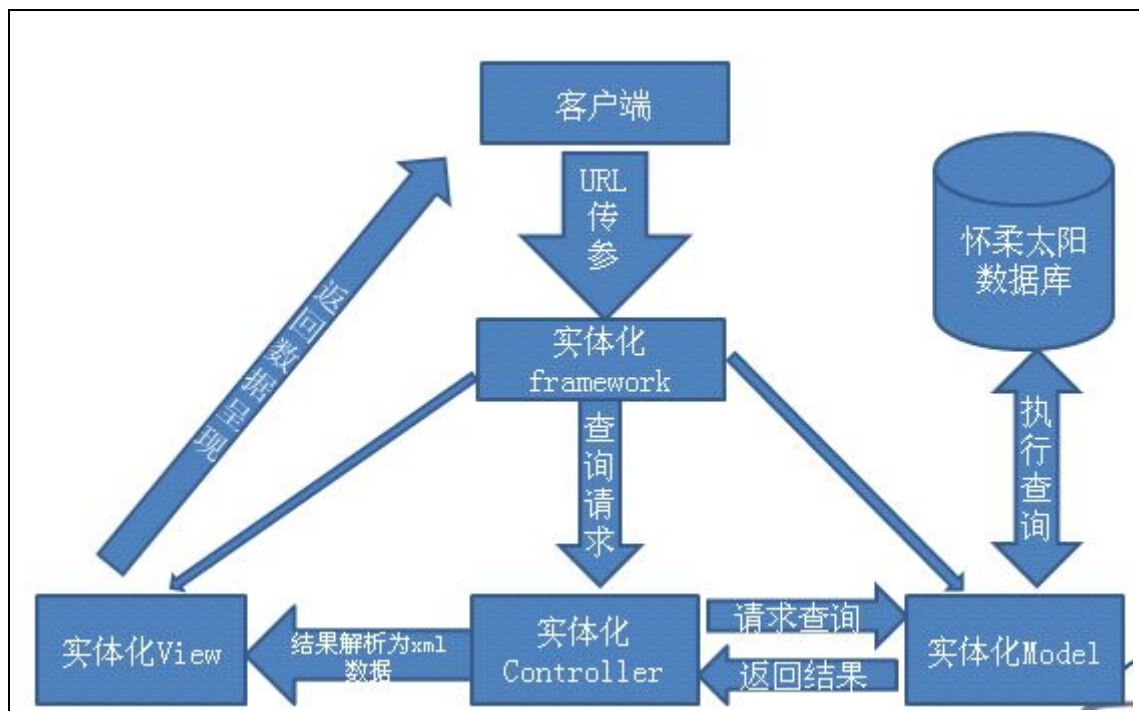


图 5.2 资源检索流程图

5.7 核心模块运行展示

5.7.1 资源检索模块

资源检索模块利用用户输入的数据类型、起始时间进行检索，将查询结果返回至页面，并提供下载功能。以查询 2009-11-10 00:00:00~2010-12-20 23:59:59 的 35cm 局部矢量磁场和速度场数据为例，经服务器处理后的返回结果如图 5.3 所示：

The screenshot displays the 'Data Query Form' for the Huairou Solar Observing Station. The search criteria are: telescope type '05_local_fit', start time '2009-11-10 00:00:00', and end time '2010-12-20 23:59:59'. The search results table is as follows:

id	name	start time	end time	download	hsos_no visualization
558827	L509min02020344.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558828	L509min02020513.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558829	L509min02021026.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558830	L509min02021850.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558831	L509min02022442.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558832	L509min02023837.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558833	L509min02024640.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558834	L509min02030257.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558835	L509min02030722.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示
558836	L509min02031818.fit	2009-12-02 00:00:00	2009-12-02 00:00:00	download	活动区位置显示

图 5.3 数据查询、下载模块图

5.7.2 日历导航模块

日历快速导航模块以数据类型、时间（年、月）为条件，经服务器处理后返回所需年月的数据观测情况，通过查询将已观测的日期进行显示，可以查看数据观测情况。以查询 2009 年 10 月的 20cm 全日面色球 H-alpha 数据为例，处理得到的结果如图 5.4 所示：

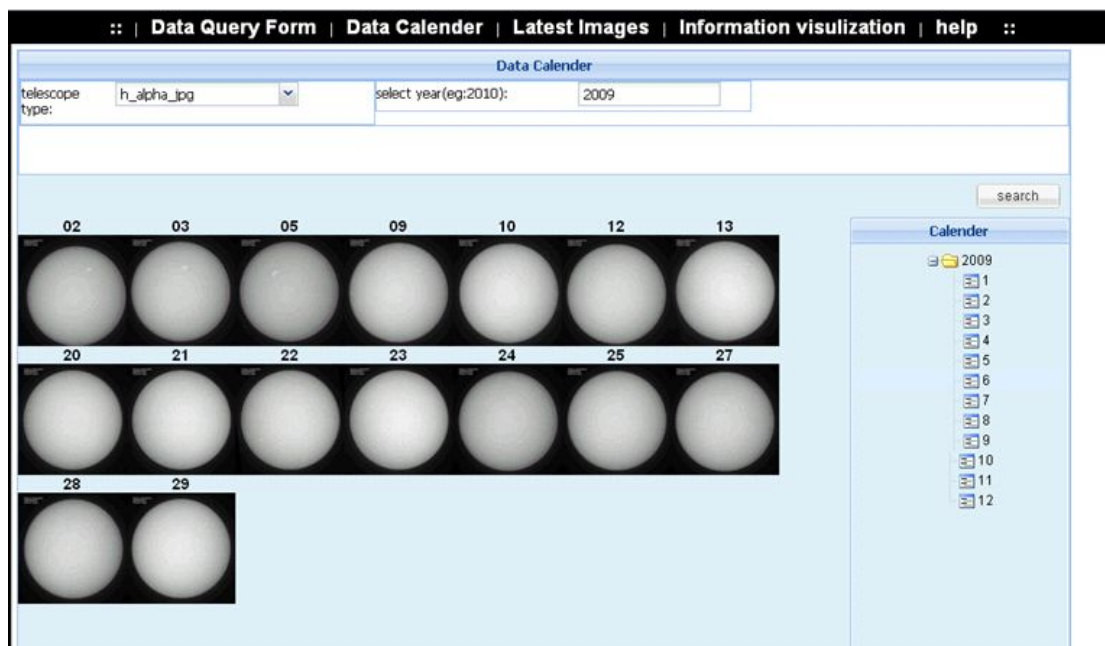


图 5.4 日历快速导航模块图

5.7.3 实时显示模块

该模块实时显示最新观测图像，将多种数据源的图像同时显示在一个页面上，能够更加全面的反应太阳活动，图 5.5 显示了最新 20cm 全日面色球 H-alpha 数据图像和 10cm 全日面矢量磁场图像。

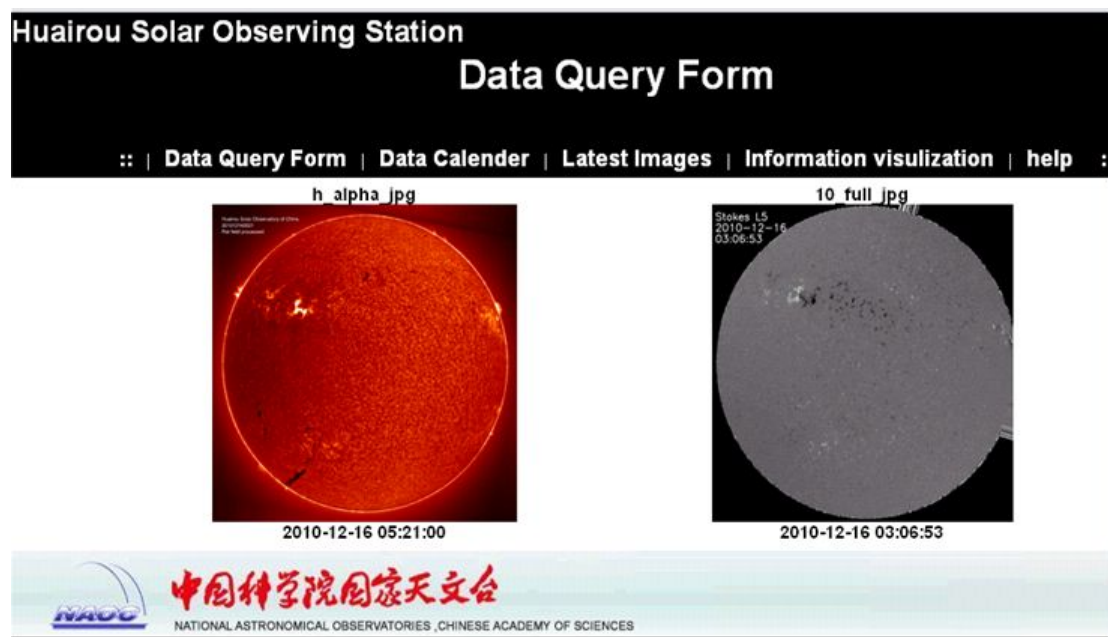


图 5.5 图像实时显示模块图

5.7.4 活动区可视化模块

该模块实现数据的活动区可视化功能，用户直接点击观测数据，即可查看该数据的活动区位置。以活动区 07033 为例，经服务器处理后，刻画出了该活动区在日球上的具体位置。如图 5.6 所示：

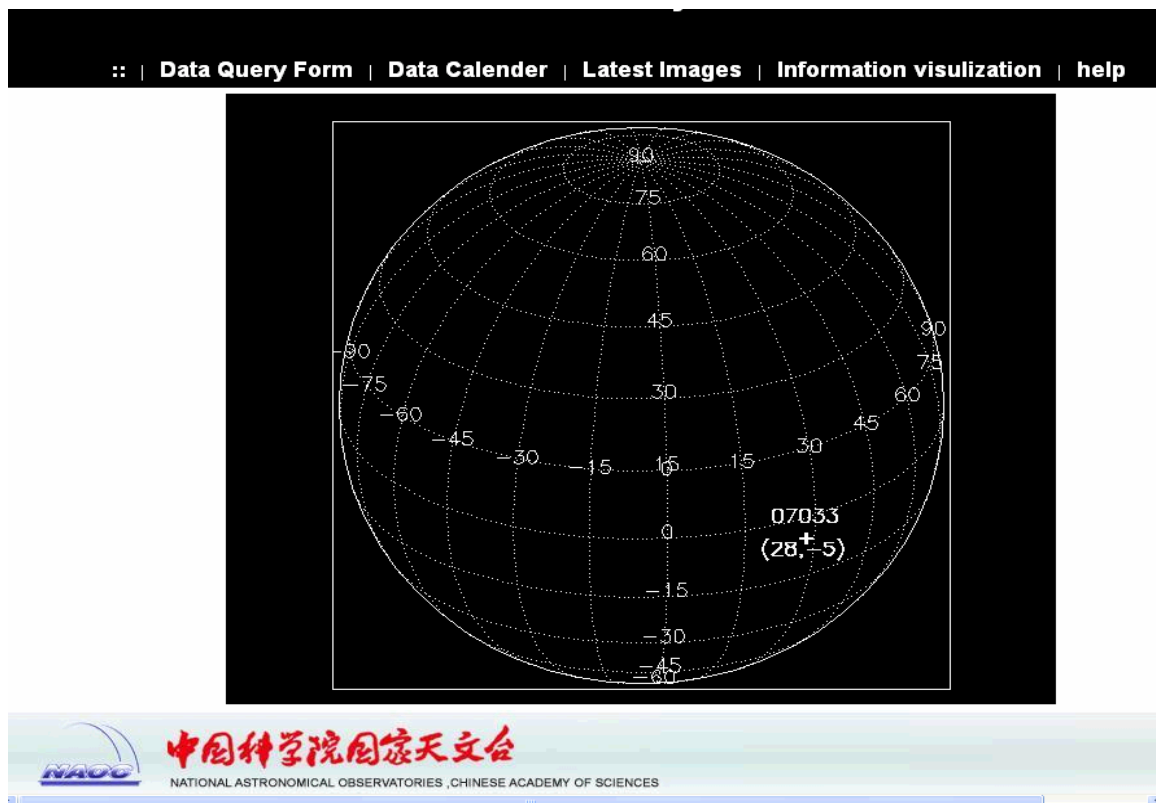


图 5.6 活动区可视化模块图

5.8 小结

相比于以前的数据查询系统，本系统在如下方面做了改进：

(1) 传统的数据查询系统以面向过程的方式进行编程，运用这种方式构建的系统虽然比较简单，但不利于系统扩展和维护；在本系统中运用了 MVC 的设计模式进行系统构建，能够使系统结构清晰、代码重用率高并且易于维护和扩展；

(2) 本系统对数据查询手段进行了扩充，相对于原来的查询系统，增加了基于数据类型的查询方式；

(3) 本系统开发了日历快速导航功能，相比于以前的数据查询系统，能够一目了然地看到特定年月数据的观测情况；

(4) 本系统提供了活动区可视化功能, 用户直接点击数据, 即可查看活动区的位置信息, 相比于以前必须先下载数据, 再进行数据分析和处理而言, 效率有很大提高。

在数据信息系统的建设中, 怀柔数据查询系统可扩展性是建设数据服务系统所必须重视的指标之一, 设计一个数据信息系统时, 不仅应重视其完成当前任务所需的功能模块设计工作, 还应考虑设计是否满足可扩展性要求。怀柔数据查询系统由于采用了 MVC 设计模式, 整个系统结构清晰, 代码复用率高, 易维护和扩展, 能够更好、更灵活的适应太阳物理研究中的各种需求。将信息技术应用于太阳物理的科学研究中, 对提高科研活动的效率、拓展科研深度等方面有着积极的意义。

第六章 总结与展望

本论文以 MVC 的设计模式为理念，首先构建出怀柔数据查询系统的架构，将系统架构分为了三个层次：Controller、View 和 Model，实现了数据逻辑、业务逻辑和交互逻辑的分离；然后进行了面向太阳物理应用的开发，分别实现了资源检索服务、资源存储与访问服务、实时显示服务、日历导航和活动区可视化服务等，这些服务针对太阳物理工作者的需求进行设计，能够方便科研工作者高效、便捷的获取数据资源，提供相关应用服务。论文的主要内容分布如下：

第一章主要介绍了怀柔太阳观测基地的相关背景，对基地望远镜类型和数据做了较为详细的介绍，在此基础上，提出了怀柔数据查询系统。

第二章对怀柔太阳观测数据进行了较为全面的分析和介绍，包括太阳观测数据的类型、文件命名方式、数据格式、头文件介绍及其处理手段等。

第三章主要介绍了构建软件系统的结构模式，包括：管道/过滤器模式、数据抽象和面向对象模式、黑板模式以及 MVC 模式。并介绍了基于 MVC 模式的怀柔数据查询系统的实现方法。

第四章主要介绍了构建怀柔数据查询系统所需的其它相关技术，包括 LAMP 网站架构方案、IDL 技术以及 XML 技术。

第五章主要介绍怀柔数据查询系统的实现，分别从需求分析、数据库设计、系统框架、服务设计等方面一一进行了详细地介绍。

本论文着重介绍了该系统实现的相关背景以及系统在此基础上的应用开发，该信息系统能够基本满足科研人员当前的需求。然而，仍需要在功能方面做进一步扩展，以便更好更广泛地支持科研活动。在接下来的开发阶段，将朝着数据探测方向做进一步的研究，届时将更有效地支持科研、预报、教学、科普等工作。

参考文献

第一章

- [1] Deng, Y. Y., Ai. G. X., Wang, J. S., et al., Reports on the test observation of multi-channel solar telescope, Solar Physics, 1997(173):207-221
- [2] Parker, E. N., 1979, Cosmical Magnetic Fields, Oxford: Clarendon Pre.; Parker, E. N., 1979, Cosmical Magnetic Fields, Oxford: Clarendon Pre.
- [3] Zhang, H., Formation of magnetic non-potentiality in solar active regions, 2007, ASPC, 369, 153
- [4] Zhang, H. Q., Magnetic Fields and Solar Activities, Astrophys. Space Sci., 2006(305):211-224
- [5] Zhang, H. Q., Observational study of solar magnetic active phenomena by Huairou vector magnetograph, Advances in Geosciences, Ed. by W. Ip and M. Duldin, 2006
- [6] <http://sun.bao.ac.cn/huairoubase/index.html>
- [7] 刘煜. Delta 黑子及磁场拓扑结构研究. 北京:中国科学院研究生院博士学位论文, 2002. 27-30.
- [8] http://sun.bao.ac.cn/smct/r602_e.html
- [9] 林钢华. 虚拟太阳天文台及其发展. 天文学进展, 2006, 24(2):93-99
- [10] 林钢华. 国内太阳数据 VO 化初步方案. 国家天文台台刊, 2004, 1(3):210-215

第二章

- [1] Wang, XF; Su, JT; Zhang, HQ. Calibration of a full-disc longitudinal magnetogram at the Huairou Solar Observing Station .MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 2010 (2): 1166-1176
- [2] Wang, XF; Su, JT; Zhang, HQ. The non-uniform pattern in full-disc vector magnetograms and its correction. MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY. 2008 (4):1463-1469.
- [3] Lin, GH; Wang, XF. Data provider system - research and development of data

service at Huairou Solar Observing Station (HSOS).Solar Workshop on Solar Magnetism, Corona and Space Weather - Chinese Space Solar Telescope Science. 2009(11): 1778-1784

[4] 刘健. 构建虚拟太阳天文台的中国数据结点. 北京: 中国科学院研究生院硕士学位论文,2008. 25-27.

[5] Hanisch R J, Farris A, Greisen E W, et al, Definition of the Flexible Image Transport System (FITS) A&A., 2001, 376:359-380.

[6] 崔辰州. 中国虚拟天文台系统设计. 北京: 中国科学院研究生院博士学位论文, 2003. 128-130.

[7] Definition of the Flexible Image Transport System (FITS), FITS Standard Version 3. 0 (DRAFT), 2007 July 23.

第三章

[1] 孙昌爱, 金茂忠, 刘超. 软件体系结构研究综述. 软件学报. 2002(13):1228-1237

[2] Feng, Tie, Zhang, Jia-cheng, Chen, Wei, et al. Software architecture specification based on framework and role model. Journal of Software, 2000(8):1078-1086 (in Chinese).

[3] Yu, Wei, Yang, Wei-hai, Cai, Xi-yao. Research on software architecture description. Computer Research and Development, 2000(10):1185-1191 (in Chinese).

[4] Perry, D.E. Software engineering and software architecture. In: Feng, Yu-lin, ed. Proceedings of the International Conference on Software: Theory and Practice. Beijing: Electronic Industry Press, 2000. 1~4.

[5] 李小龙, 毛文林. 管道-过滤器模式的软件体系结构及其设计. 计算机工程与应用. 2003(35):114-115.

[6] 杨世瀚, 王灏. “管道—过滤器”软件体系结构风格的形式化. 小型微型计算机系统. 2000(11):1214-1216.

[7] <http://blog.csdn.net/bingozq/archive/2008/04/01/2239208.aspx>

[8] 杨志明. 几种常见软件体系结构模型的分析. 计算机工程与设计. 2004(8): 1326-1328.

- [9] <http://www.uml.org.cn/zjjs/200909225.asp>
- [10] 叶钰, 应时, 李伟斋, 张韬. 面向服务体系结构及其系统构建研究. 计算机应用研究. 2005(2): 32-34.
- [11] Yau, S. S., et. al. Knowledge Representation of Software Component Interconnection Information for Large-Scale Software Modifications, IEEE Transactions of Software Engineering. 1987(3):545- 552.
- [12] Allen E B, Khoshgoftaar T M. Measuring Coupling and Cohesion: An Information-theory Approach. Software Metrics Symposium, 1999. Proceedings Sixth International, 1999:119- 127.
- [13] 江焯林,黎绍发,高东发. 基于黑板模式的人体检测系统设计与实现. 计算机工程, 2008(2): 196-198.
- [14] 张颖. PHP 实战. 北京: 人民邮电出版社, 2010. 102-123.
- [15] Jeffrey Palermo, Ben Scheirman, Jimmy Bogard. ASP.NET MVC in Action. Sound View Court 3B, Greenwich, CT 06830: Manning Publications. 2009:32-43
- [16] 曹春萍, 王志民. M VC 设计模式的研究及其应用. 计算机应用. 2005(211):80-82.
- [17] http://tech.163.com/tm/030517/030517_93870.html
- [18] <http://wenku.baidu.com/view/47457393daef5ef7ba0d3cb3.html>
- [19] <http://wenku.baidu.com/view/7326d764783e0912a2162a0a.html>

第四章

- [1] 杨明华,谭励,于重重. LAMP 网站开发黄金组合 Linux +Apache +MySQL +PHP. 北京: 电子工业出版社, 2007. 133-147.
- [2] <http://baike.baidu.com/view/365086.htm>
- [3] <http://www.php100.com/html/webkaifa/PHP/PHPyingyong/2010/0724/5033.html>
- [4] 韩培友. IDL 可视化分析与应用. 西安: 西北工业大学出版社, 2006:1-2.
- [5] 闫殿武. IDL 可视化工具入门与提高. 北京: 机械工业出版社,2003: 9-15.
- [6] 崔辰州.中国虚拟天文台系统设计. 北京: 中国科学院研究生院博士学位论文,2003. 142-143.
- [7] <http://www.lmsal.com/solarsoft/>

- [8] 郝兆平. XML 应用及发展趋势的探讨. 电脑知识与技术. 2009(9):2329-2330.
- [9] 郝莹. XML—电子商务发展的新技术. 微电子学与计算机. 2001(4):50-56.

发表文章目录

- [1] 赵翠, 林钢华. 浅析数据库技术发展. 计算机与信息技术, 2010.
- [2] 赵翠, 林钢华. 基于 MVC 设计模式的怀柔太阳信息系统. 科学技术与工程, 2011. (已接收).
- [3] 张岩, 颜毅华, 谭程明, 赵翠. 太阳射电频谱图的自动轮廓检测与信息提取. 现代电子技术, 2011.

附录

数据表结构及说明:

10_full_jpg:

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键, 自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

14_half_alpha_fit

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键, 自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

20_half_alpha_fit

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键, 自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

35_local_fit

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键, 自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

3channel_mag_fit

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键, 自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

3channel_mag_jpg

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
----	------	----	-----	-----	------

File_id	Int	11	No	无	主键，自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

astro_event

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
Event_id	Int	11	No	无	主键，自动增长
Region_num	Varchar	100	No	无	活动区号
Longitude	Double	100	No	无	经度值
Latitude	Double	100	No	无	纬度值
Start_time	Datetime	11	No	无	开始观测时间
End_time	Datetime	11	No	无	结束观测时间
Event_type	Varchar	100	No	无	太阳活动事件类型

dataset

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
Dataset_id	Int	11	No	无	主键，自动增长
Dataset_name	Varchar	100	No	无	数据集名
File_num	Int	11	No	无	文件数量
Data_type	Enum	5	No	'fit'	文件类型
Equipment	Varchar	100	No	无	观测仪器
Table_name	Varchar	100	No	无	对应的数据表
Dataset_path	Varchar	100	No	无	数据表的绝对路径
Update_time	Timestamp	11	No	Current_timestamp	文件最后更新时间

full_mag_fit

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键，自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

h_alpha_jpg

列名	数据类型	长度	允许空	默认值	字段说明
File_id	Int	11	No	无	主键，自动增长
File_name	Varchar	100	No	无	文件名
File_path	Varchar	100	No	无	文件路径
Obsv_start_time	Datetime	11	No	无	观测开始时间
Obsv_end_time	Datetime	11	No	无	观测结束时间

基础架构核心代码：Framework 模块

```
/**
framework
  model
    default.php
    Model.php
    ModelStore.php
    ModelRecord.php
    ObjectModel.php
    ObjectModelStore.php
    ObjectModelRecord.php
  view
    default.php
  <?php
  ActionMethod.php
  controller
    default.php
    ActionMethod.php
  plugin
    test
      beforeEvent.php
      Event.php
      afterEvent.php
*/
class framework {
  public $id;
  public $path;

  public $actions=array();
  public $plugins=array();
  public $models=array();
  public $base="";
  public $askmark="?";
  public $eqnmark="=";
  public $andmark="&";
  public $baseParams=array();
  public $value=array();
  public $action="default";
  public $method="Index";
  public $stdout=array();
  public $stderr=array();
  public function framework($id,$path="framework"){
    global $_FRAMEWORK;
    $this->id=$id;
```

```

    $_FRAMEWORK[$id]=&$this;
    $this->path=realpath($path);
    $this->setPlugins("{ $this->path}/plugin");
}
public function getInstance($id){
    global $_FRAMEWORK;
    return $_FRAMEWORK[$id];
}
public function setPlugins($path){
    $path=realpath($path);
    $plugins=@scandir($path);
    while(list($k,$v)=@each($plugins)){
        //avoid ., .., .svn, ....
        if(substr($v,0,1)!=".")$this->plugins["$path/$v"]=scandir("$path/$v");
    }
}
public function setModels($path){
    $path=realpath($path);
    $this->models[$path]=true;
}
public function getModel($id){
    require_once("Framework/model/ModelField.php");
    require_once("Framework/model/Model.php");
    $name="{ $id} Model";
    if(!class_exists($name))foreach($this->models as $path=>$model){
        $file="$path/$name.php";
        if(is_file($file))require_once($file);
        if(class_exists($name))break;
    }
    $model=new $name();
    $model->framework=&$this;
    $model->id=$id;
    $model->path=$path;
    $model->construct();
    return $model;
}
public function toUrl($value=array()){
    $value=array_merge($this->baseParams,$value);
    $s="{ $this->base} { $this->askmark}";
    while(list($k,$v)=each($value)){
        $v=urlencode($v);
        $s="$k { $this->eqnmark} $v { $this->andmark}";
    }
    return $s;
}

```



```

}
//Main
public function main(){
    //Initialize
    $framework_flag=$this->BAEvent("Initialize","before");
    $this->setModels("{ $this->path}/model");
    if(preg_match("/^([A-Za-z0-9]+)/",$ _SERVER['QUERY_STRING'],$framework_t)){
        $this->action=$framework_t[1];
    }
    $this->value=$_REQUEST;
    if(isset($this->value[$this->action])$this->method=$this->value[$this->action];
    if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Initialize");
    if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Initialize","after");
    //Route
    $framework_flag=$this->BAEvent("Route","before");
    $framework_path="{ $this->path}/model/{ $this->action}.php";
    if(is_file($framework_path)){
        require($framework_path);
    }
    require_once("Framework/controller/Controller.php");
    $framework_path="{ $this->path}/controller/{ $this->action}.php";
    if(is_file($framework_path)){
        require_once($framework_path);
    }
    $framework_path="{ $this->path}/controller/{ $this->action} { $this->method}.php";
    if(is_file($framework_path)){
        require_once($framework_path);
    }else{
        $framework_path="{ $this->path}/controller/{ $this->action} Index.php";
        if(is_file($framework_path)){
            require_once($framework_path);
        }
    }
    $framework_t="{ $this->action} Controller";
    if(class_exists($framework_t)&&is_subclass_of($framework_t,"Controller")){
        $this->controller=new $framework_t();
    }else{
        $this->controller=new Controller();
    }
    $this->controller->framework=&$this;
    $this->controller->{ $this->method}();
    if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Route");
    if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Route","after");
    //Render

```

```

$framework_flag=$this->BAEvent("Render","before");
require_once("Framework/view/View.php");
$framework_path="{ $this->path }/view/{ $this->action }.php";
if(is_file($framework_path)){
    require_once($framework_path);
}else{
    $framework_path="{ $this->path }/view/default.php";
    if(is_file($framework_path)){
        require($framework_path);
    }
}
$framework_path="{ $this->path }/view/{ $this->action } { $this->method }.php";
if(is_file($framework_path)){
    require_once($framework_path);
}else{
    $framework_path="{ $this->path }/view/{ $this->action }Index.php";
    if(is_file($framework_path)){
        require_once($framework_path);
    }
}
$framework_t="{ $this->action }View";
if(class_exists($framework_t)&&is_subclass_of($framework_t,"View")){
    $this->view=new $framework_t();
}else{
    $this->view=new View();
}
$this->view->framework=&$this;
$this->view->{ $this->method }();
if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Render");
if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Render","after");
//Output
$framework_flag=$this->BAEvent("Output","before");
echo implode("", $this->stdout);
if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Output");
if($framework_flag)$framework_flag=$this->BAEvent("Output","after");
}
//Event mechanism
private function BAEvent($framework_eventName,$framework_BA=""){
    $framework_flag=true;
    reset($this->plugins);
    while(list($framework_k,$framework_v)=each($this->plugins)){
        $framework_path="$framework_k/$framework_BA$framework_eventName.php";
        if(is_file($framework_path)){
            $framework_flag=require($framework_path);
        }
    }
}

```

```
        if($framework_flag){
            continue;
        }else break;
    }
}
return $framework_flag;
}
public function __get($name){
    if(property_exists($this->controller,$name))return $this->controller->$name;
}
}
?>
```

Controller 模块

```
<?php
class Controller{
    public $framework=null;
    public function index($request=null,$session=null){
        return true;
    }
    public function __call($method,$args){
        $this->index();
    }
    public function __get($name){
        return $this->framework->$name;
    }
}
?>
```

Model 模块

```
<?php
class Model{
    public $_record="ModelRecord";
    public $_store="ModelStore";
    public $framework=null;
    public $id="";
    public $path="";
    public $fields=array();
    function construct(){
        $this->Fields=array();
        foreach($this->fields as &$field){
            if(is_string($field))$field=new ModelField($field);
            elseif(is_array($field)){
                $name="Model{$field['type']}Field";
                $field=new $name($field);
            }
            $this->Fields[$field->name]=$field;
        }
        require_once("{ $this->_record}.php");
        $path="{ $this->path}/{ $this->id} { $this->_record}.php";
        if(is_file($path)){
            require_once($path);
            $this->_record="{ $this->id} { $this->_record}";
        }
        require_once("{ $this->_store}.php");
        $path="{ $this->path}/{ $this->id} { $this->_store}.php";
        if(is_file($path)){
            require_once($path);
            $this->_store="{ $this->id} { $this->_store}";
        }
    }
    public function hasField($name){
        return isset($this->Fields[$name]);
    }
    public function field($name){
        return $this->Fields[$name];
    }
    public function record($data=array(),$id=null){
        $name=$this->_record;
        $record=new $name();
        $record->model=&$this;
        $record->construct($data,$id);
        return $record;
    }
}
```

```
}  
public function store(){  
    $name=$this->_store;  
    $store=new $name();  
    $store->model=&$this;  
    $store->construct();  
    return $store;  
}  
}  
?>
```

View 模块

```
<?php
class View{
    public $framework=null;
    public function index($request=null,$session=null){
    }
    public function __call($method,$args){
        $this->index();
    }
    public function __get($name){
        return $this->framework->controller->$name;
    }
}
?>
```

致 谢

岁月如歌，光阴似箭，短短的三年研究生生活即将结束。回想起几年的点点滴滴，我深切感受到自己是在多位老师、同学和亲朋好友的关爱凝聚下，才一步一步走到今天。

至此，谨向三年来所有指导、帮助和关心过我的师友表示衷心的感谢！

三年来，我尊敬的导师林钢华研究员，在学习和生活等各个方面都给予了我最大的指导、关心和照顾。在工作中，林老师严谨求实，对我的工作更是认真负责，细心到为我的文章逐字逐句检查，一方面提高了我的科研能力和理论水平，另一方面，也更加端正了我治学的态度，这种科研精神让我敬佩，这种对学生认真负责的态度让我无比感动！在生活上，林老师平易近人、无微不至，总是如母亲般的关心我的生活，考虑到任何可以为我考虑的事情，这些点滴不一一讲述，却是我一生都不能忘却的感动，林老师是我一生的榜样！

要感谢怀柔太阳观测基地的研究员邓元勇老师。邓老师严谨的治学态度，精益求精的工作作风，是我学习的标杆；同时，邓老师为人谦和、活泼开朗，这几年，不管是在工作还是生活方面，我们之间的沟通都非常的愉快，我也得到了邓老师细心的关怀。

感谢张枚、张洪起两位研究员，虽然两位老师不是我的指导老师，但是对我的工作也给予了同样的关心、提出了很多宝贵的意见和建议，在此向二位表示深深的感谢。

感谢王东光老师，感谢王老师在百忙之中给予我的关心和照顾。

同时也要感谢怀柔基地的其他老师和同学，特别是王慧老师、李威老师、杨潇、郝娟、王晓帆、侯俊峰、李晓波、刘锁、赵明宇等同学以及秘书王绚。

最后，要感谢我的父母及家人对我工作的支持、生活的关系，他们的鼓励是我前进的动力！