

# “3S”技术在吴旗县生态环境 建设中的应用研究



汇报人：赵鹏祥

## 研究内容

- 基于GIS技术的生态环境数据库建立
- 基于RS技术的植被调查研究
- 基于DEM的吴旗县沟壑特征分析

# 第一部分

## 基于GIS技术的生态环境 数据库建立

# 基于GIS技术的生态环境 数据库建立

- 生态环境信息的数据分类
- 技术路线
- 系统操作平台的选择
- 数据库建库原则
- 数据表结构设计
- 生态环境数据库的建立
- 数据库的功能实现与数据管理

## 生态环境信息的数据分类

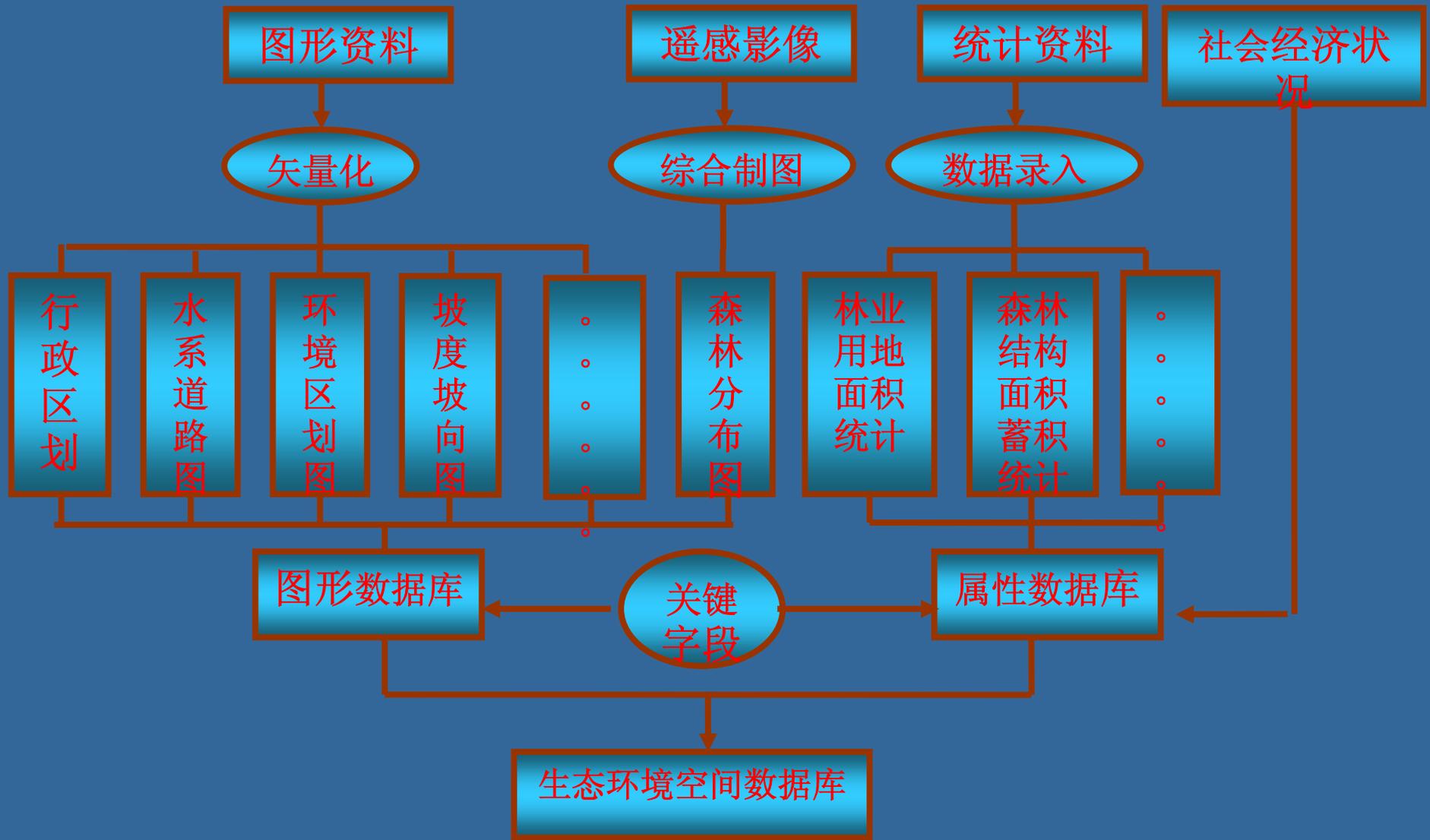
- 按信息内容及其在数据库中的组织与存放格式，将这次生态环境数据信息划分为：农业基础数据、林业基础数据、气候资料、植被数据、地形地貌数据等，各类数据包含若干个数据表格，其内容及其在数据库中的组织形式详见表1。

表1 生态环境数据分类

序号	数据分类	包含表格内容	数据库中组织形式
1	农业区划	农业综合区划	以乡镇为记录
2	林业区划	林业综合区划	以乡镇为记录
3	气候资料	降水量、热量、温度分布状况	以乡镇为记录
4	植被资料	植被分布、各类森林面积蓄积结构等	以乡镇为记录
5	地形地貌	DEM, DTM等数据	以乡镇为记录



# 技术路线：



## 系统操作平台的选择

- 选择**ArcView GIS**，其主要特点如下：**(1)**图形数据分层处理；
- **(2)**数据库管理；
- **(3)**数据查询及可视表达，可提供多种查询方式，采用多种图文方式输出结果；
- **(4)****AVENUE**系统开发工具；
- **(5)****OLE**功能；
- **(6)**无级缩放等。

## 数据库建库原则

- 数据层次明晰
- 功能模块化
- 系统操作简单易用
- 数据维护、更新便捷

## 属性数据库结构设计

- 根据数据内容以及建库的需求，对数据表字段名、数据类型、字段大小、关键字段和是否空值等内容进行定义，有利于规范数据以及数据库的查询和管理，例如表2和表3。

表2 行政区划层数据结构

字段名	数据类型	长度	小数位数	关键字段	备注
ID	Number	6	0	是	
行政单位	String	34	0	否	
面积	Number	15	3	否	

表 5 吴旗县生态公益林和商品林面积结构统计表结构

字段名	数据类型	长度	小数位数	关键字段	备注
ID	Number	6	0	是	
行政单位	String	34	0	否	
森林类别	String	20	0	否	
针叶乔木林面积	Number	8	2	否	
阔叶乔木林面积	Number	8	2	否	
疏林地面积	Number	8	2	否	
.....	.....	.....	.....	.....	.....



# 生态环境数据库的建立

## ■ 图形数据库的建立

- ◆ 基础地形数据图库
- ◆ 生态环境专题图库
- ◆ 影像图库

## ■ 属性数据库的建立

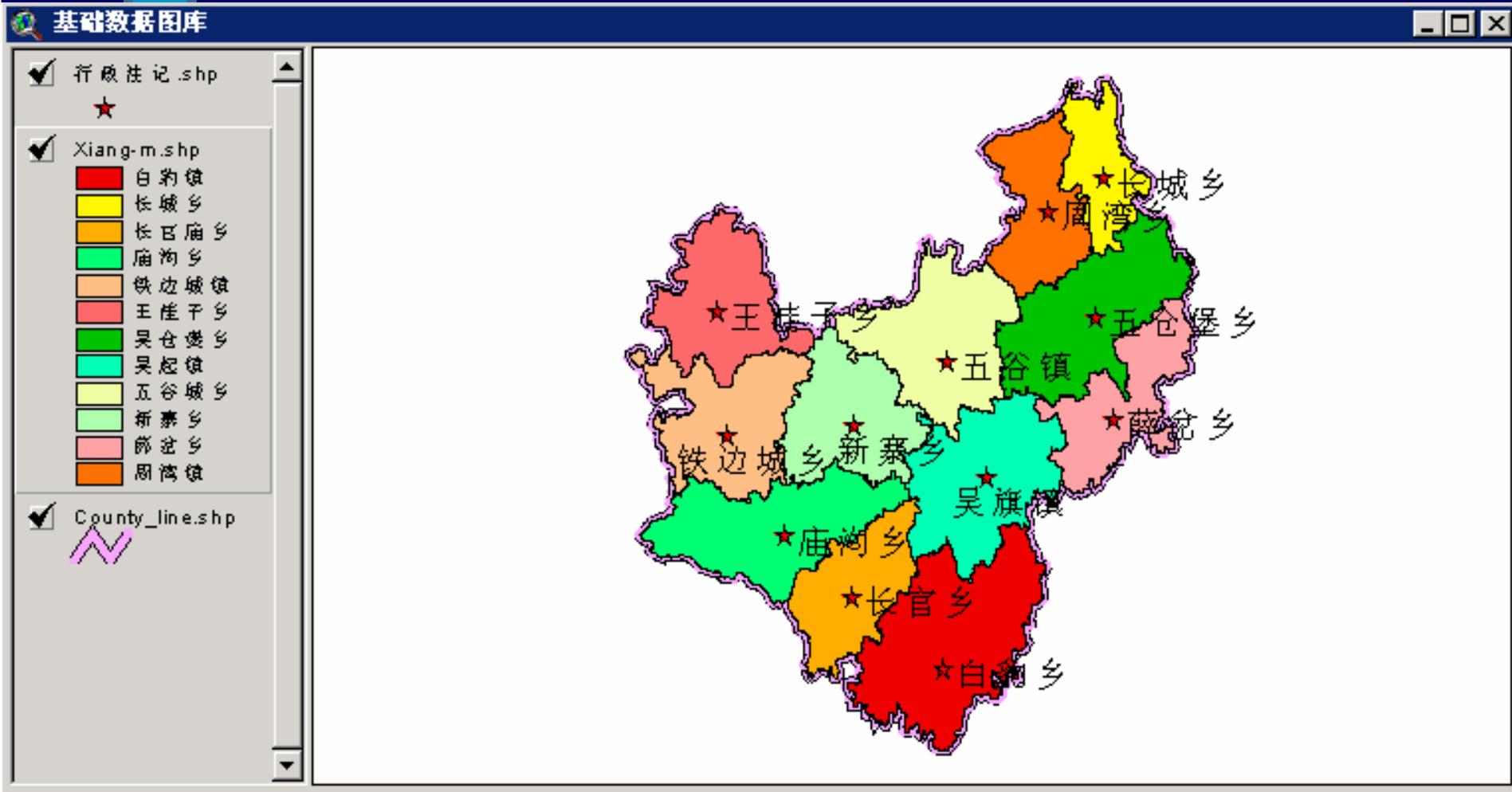
## ■ 图形数据库和属性数据库的连接

## 图形数据库的建立

### ■ 基础地形数据图库

- ◆ 经过编辑、处理和投影转换后的全县基础地形数据库，包括河流、行政区划、高程点、等高线、公路、居民地等；以及由DEM(数字高程模型)派生的坡向、坡度图等

# “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究

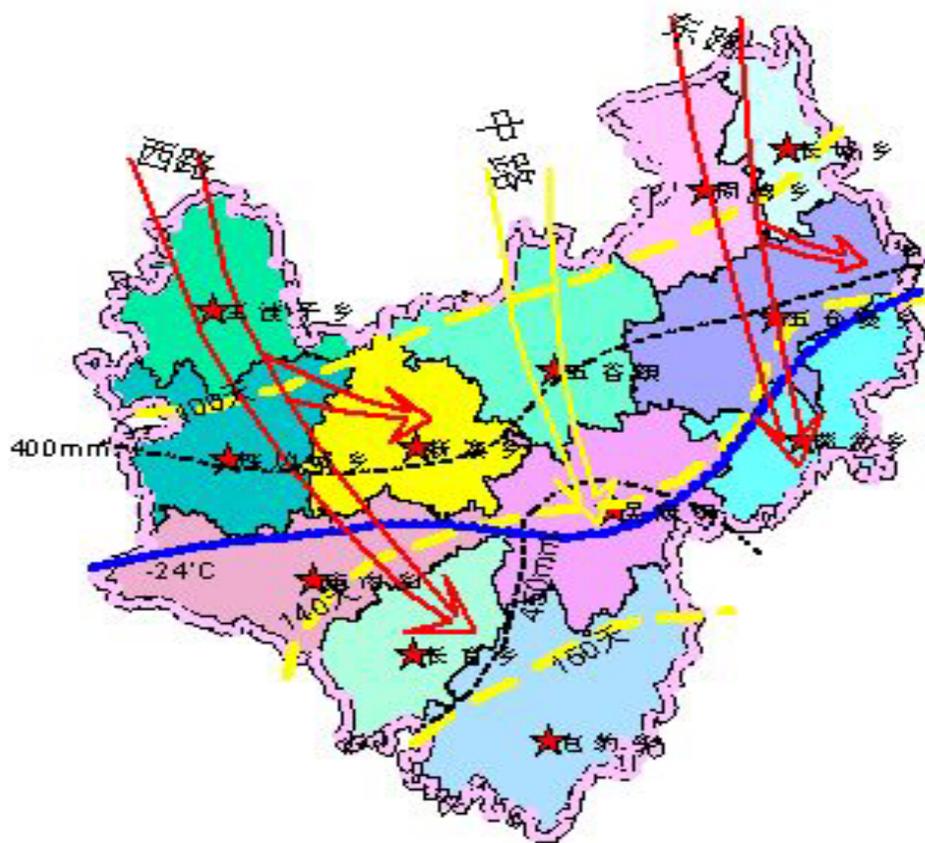


## 图形数据库的建立

### ■ 生态环境专题图库

- ◆ 生态环境专题图库：包括吴旗县农业区划图、林业区划图、热量资源分布图、降水量分布图、森林分布图等

# “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究



降水量，等温线及无霜期分布图

吴旗县热量资源分布图分布图

西北农林科技大学林学院



## 图形数据库的建立

### ■ 影像图库

- ◆ 遥感图像的处理与分析，包括SPOT影像校正、拼接、制图、识别和提取等

## “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究



长官庙乡SPOT影像图

铁边城乡 SPOT影像图

## 属性数据库的建立

- 用通用数据处理软件（如**EXCEL**，**FOXPRO**等），设计数据表样式，以乡镇为单位人工录入吴旗县生态环境数据资料；
- 通过遥感影像信息提取技术，直接获得吴旗县部分生态环境信息。如植被信息
- 将所有的属性数据以**DBF**格式保存

吴起县生态公益林和商品林面积结构统计表. dbf

乡	统计单位	森林类别	合计	有林地小计	乔木林小计
7	吴仓堡乡	生态公益林	29241	2468	2468
7	吴仓堡乡	商品林	744	387	387
8	吴起镇	商品林	535	28	28
8	吴起镇	生态公益林	31065	2840	2840
9	五谷城乡	生态公益林	32483	3787	3787
9	五谷城乡	商品林	173	18	18
10	新寨乡	商品林	711	346	346
10	新寨乡	生态公益林	24263	1871	1871
11	薛岔乡	商品林	233	0	0
11	薛岔乡	生态公益林	21609	3366	3366

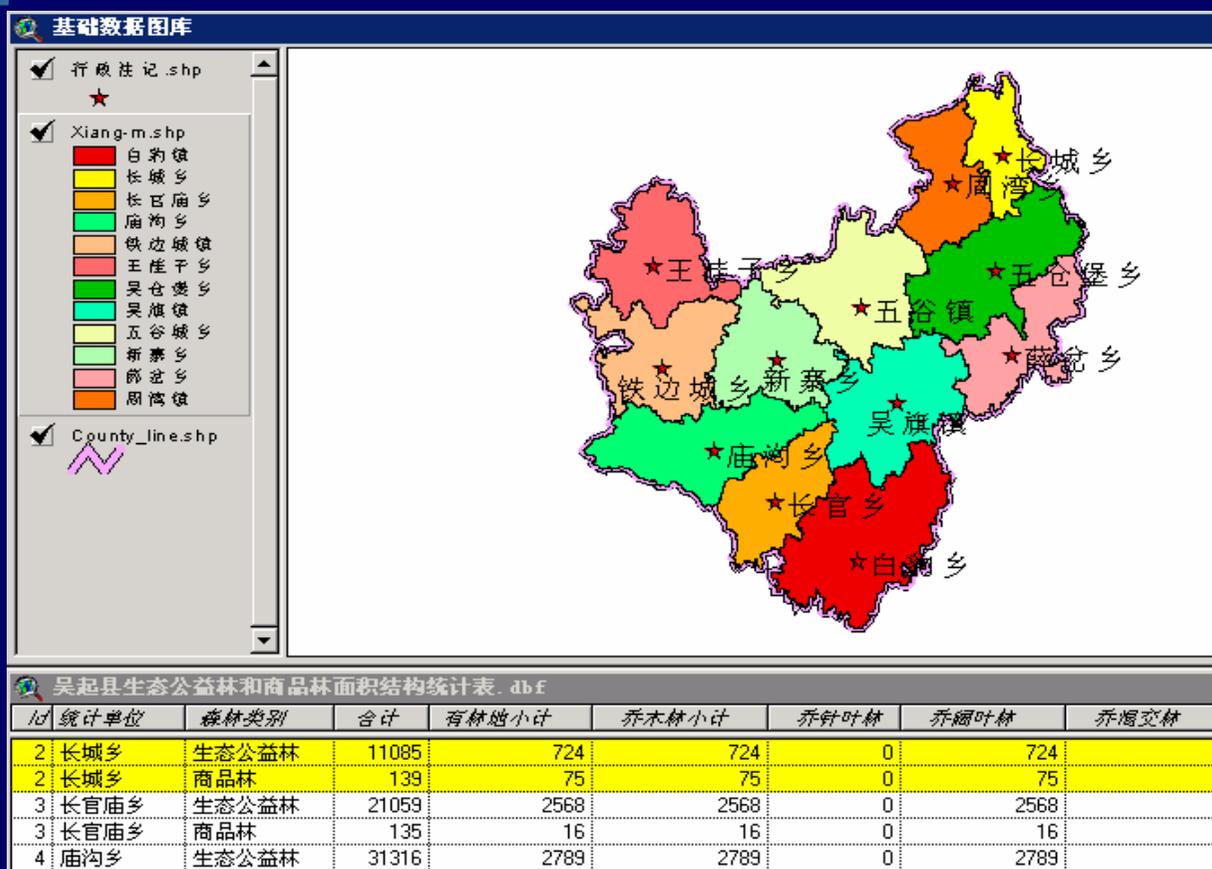
吴旗县生态公益林商品林面结构统计表



## 图形数据库和属性数据库的连接

- 利用操作平台提供的功能，实现了属性数据与图形的有机结合。
- 从外部获取的属性数据和不能直接关联到图形数据时，分别为图形和属性表建立“一一对应”的公共字段。

# “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究



图为吴旗县行政区划图和吴旗县生态公益林商品林面结构统计表通过关键字段“行政单位”连接起来，图中高亮度显示的为长城乡生态公益林和商品林面积结构情况。

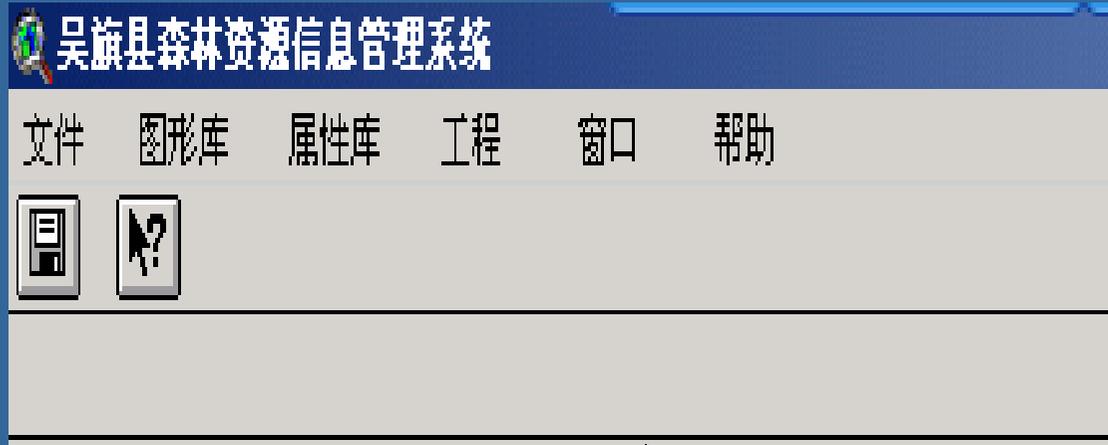


## 系统界面设计

- 本研究中采用**Visual Basic**设计系统的启动界面（见图1），应用系统提供的脚本编程语言**Avenue**，定制符合用户特定要求的图形界面和功能模块见图。



图1 数据库系统启动界面图



左图：工程操作界面

下图：属性表操作界面



上图：图形操作界面

# “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究

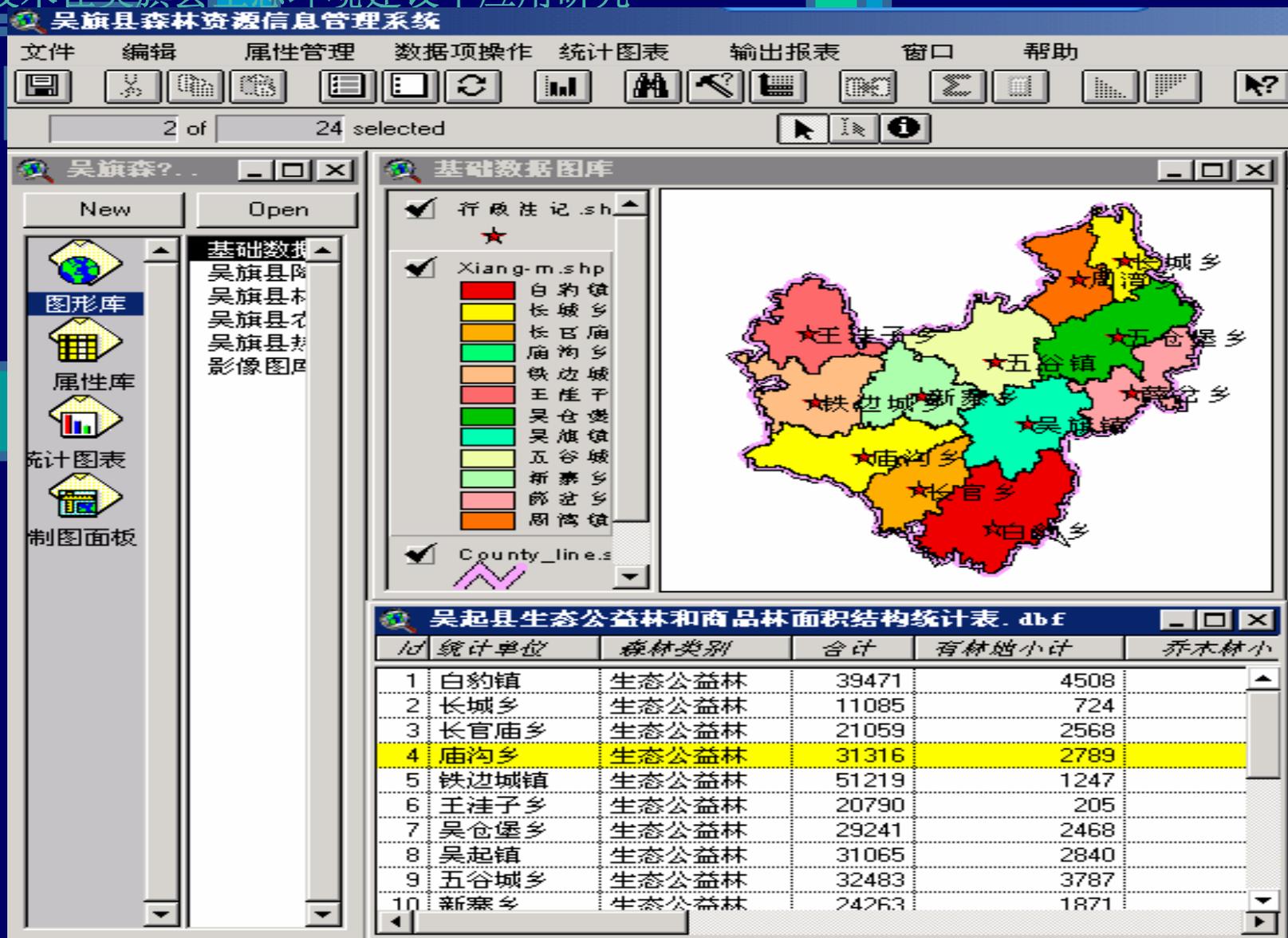


图2 数据库系统界面



## 系统窗口界面设定

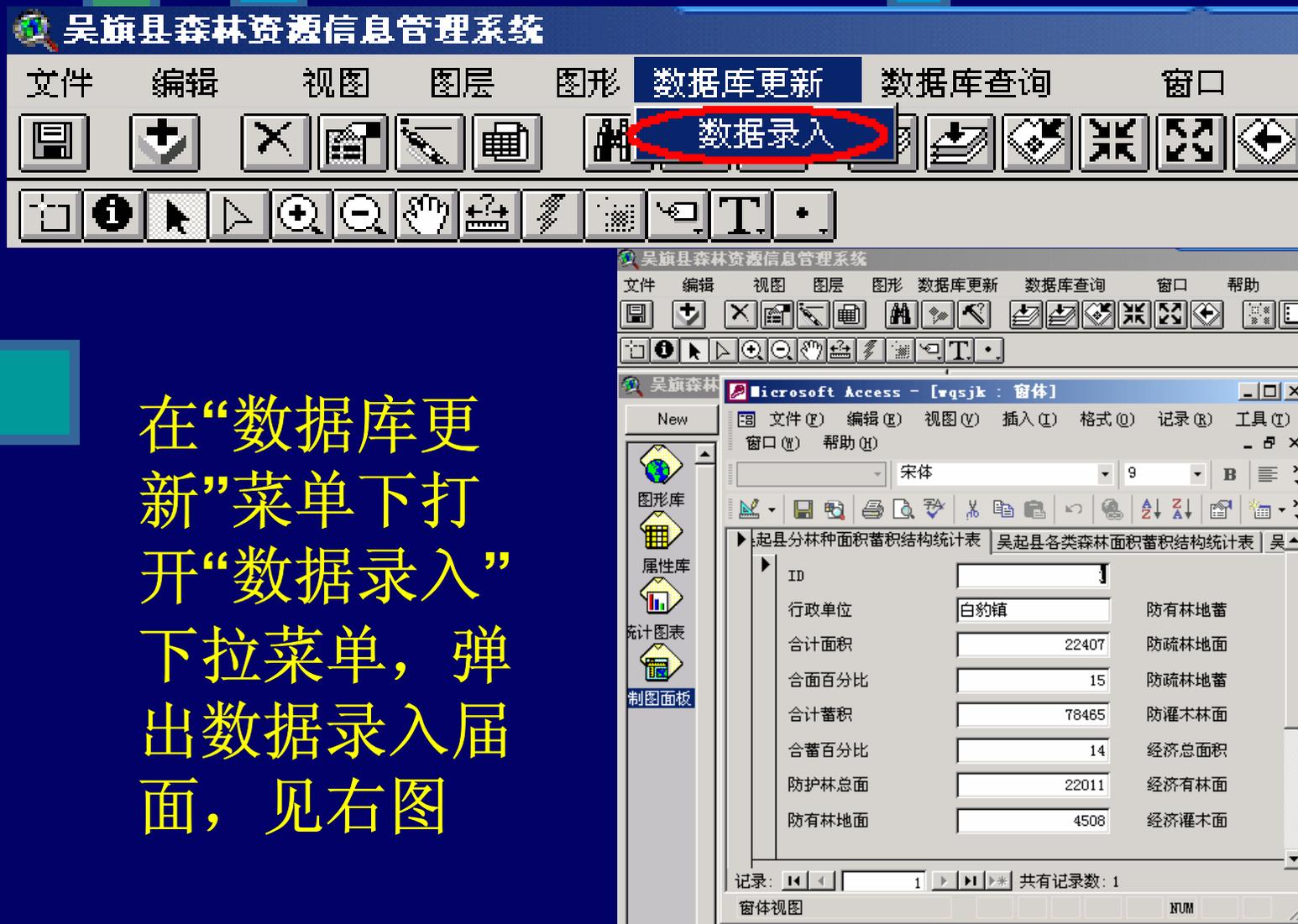


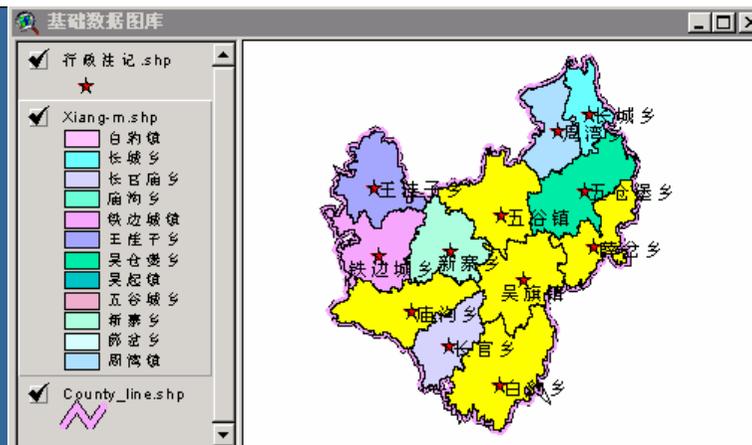
- 由于本系统既可以查询图形数据，同时也可以查询属性数据，虽然方便了用户查询，但是当查询结果较多时，窗口界面显得凌乱，对此开发了窗口初始化工具。无论在项目管理器操作界面、图形界面或者数据表操作界面都可以找到“窗口”菜单，运行“窗口初始化”，便使图形窗口和属性表窗口以及工程管理器窗口恢复到系统默认状态，极大方便了用户的操作

## 数据库的功能实现与数据管理

- 数据输入编辑功能
- 查询功能
- 浏览功能
- 统计功能
- 数据输出功能

## “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究





统计单位	森林类别	合计	有林地小计	乔木林小计	乔针叶林
1 白豹镇	生态公益林	39471	4508	4508	
4 庙沟乡	生态公益林	31316	2789	2789	
8 吴起镇	生态公益林	31065	2840	2840	
9 五谷城乡	生态公益林	32483	3787	3787	
11 薛岔乡	生态公益林	21609	3366	3366	
2 长城乡	生态公益林	11085	724	724	
3 长官庙乡	生态公益林	21059	2568	2568	
5 铁边城镇	生态公益林	51219	1247	1247	
6 王洼子乡	生态公益林	20790	205	205	



符合查询条件表达式“([森林类别] = "生态公益林") and ([乔木林小计] > 2568 )”，的白豹镇、庙沟乡、吴旗镇、五谷城乡、薛岔乡在图形中和属性表中高亮（黄色）显示

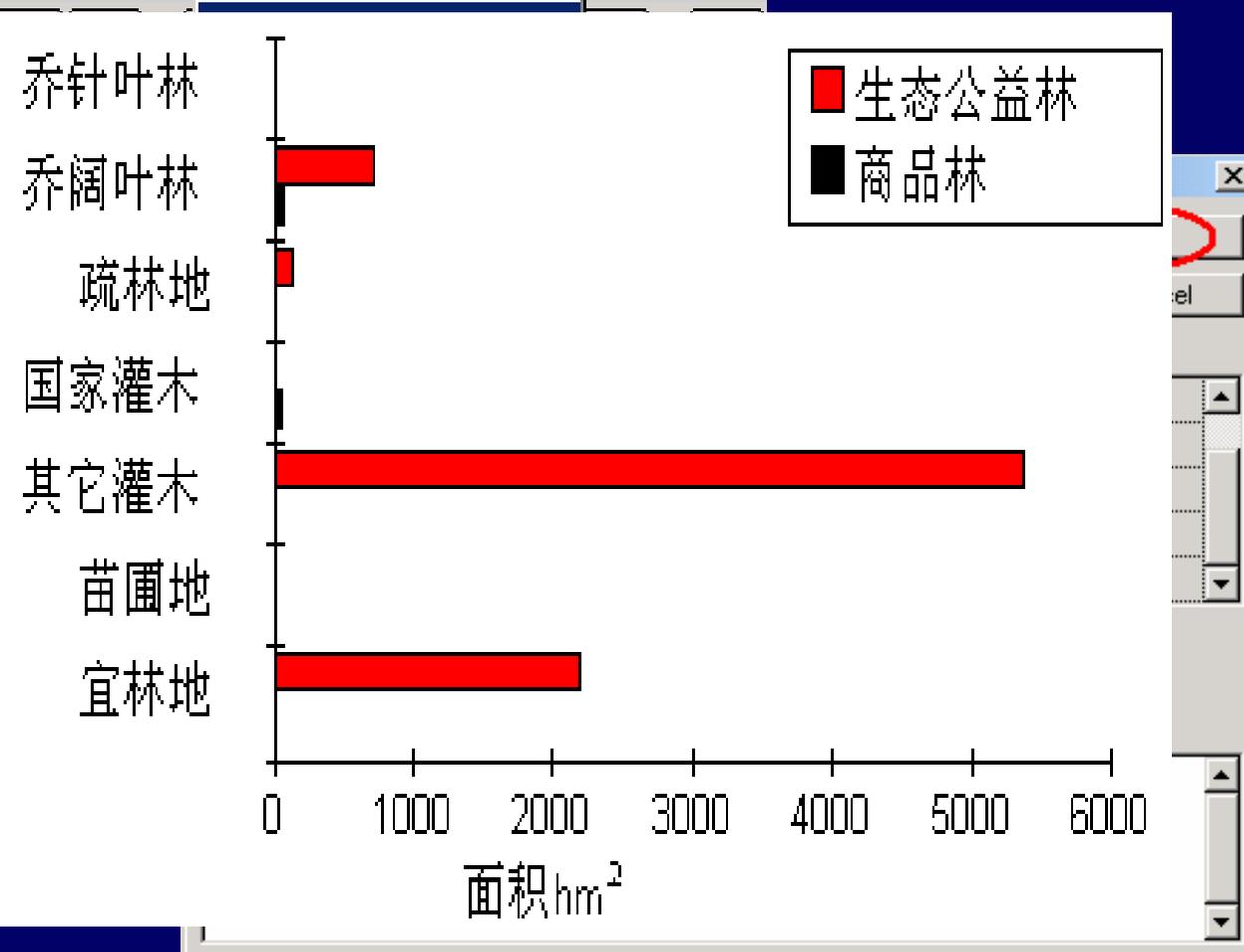
# “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究

吴旗县森林资源信息管理系统

文件 编辑 属性管理 数据项操作 统计图表 输出报表 窗口

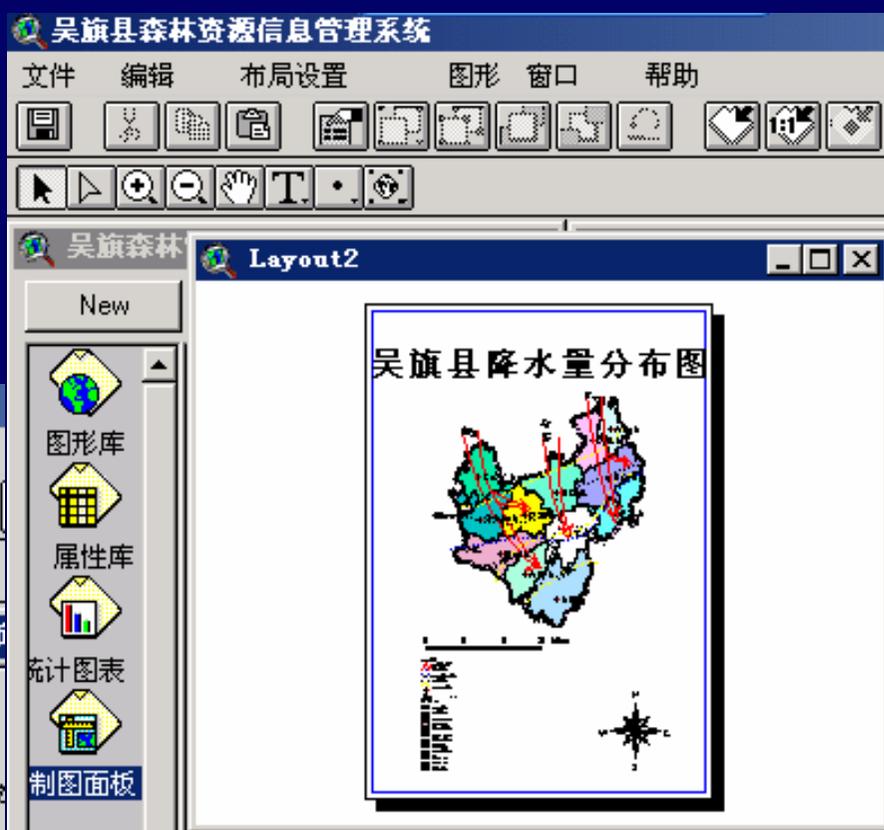
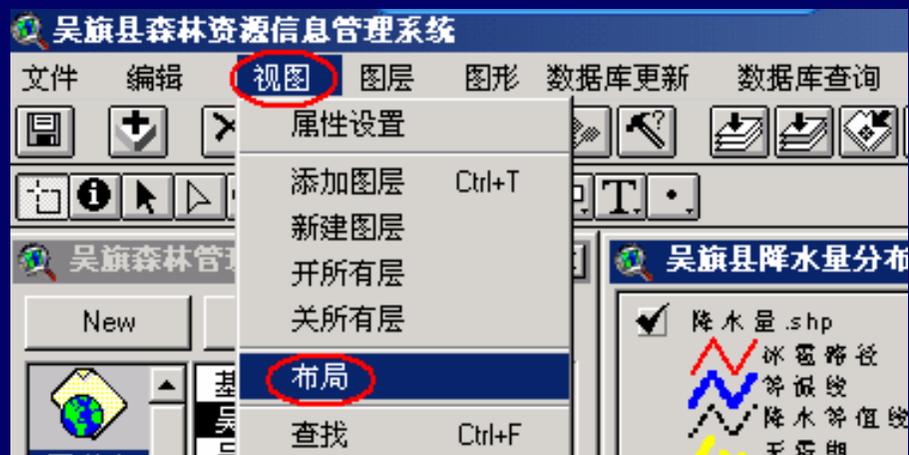


长城乡生态公益林和商品林中乔针叶林、乔阔叶林、疏林地、国家灌木、其它灌木、苗圃地、宜林地分别所占的面积统计图，从图可以非常直观的看出长城乡生态公益林面积占绝大部分，且大部分为其它灌木地。



## “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究

例如要将吴旗县降水量分布图制成专题图，在图形操作界面中，“视图”菜单下打开“布局”，进入制图面版，然后用户自定义图面要素，设置完成后便可打印出图



# “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究

吴旗县森林资源信息管理系统

文件 编辑 属性管理 数据项操作 统计图表 输出报表 窗口 帮助

报表生成向导

0 of 24 selected

七月 15, 2006

ID	统计单位	森林类别	合计	有林地小计
1.00	包豹镇	生态公益林	39,471.00	4,508.00
2.00	长城乡	生态公益林	11,085.00	724.00
3.00	长首庙乡	生态公益林	21,059.00	2,568.00
4.00	庙内乡	生态公益林	31,316.00	2,789.00
5.00	铁边城镇	生态公益林	51,219.00	1,247.00
6.00	王洼千乡	生态公益林	20,790.00	205.00
7.00	吴台梁乡	生态公益林	29,241.00	2,468.00
8.00	吴家镇	生态公益林	31,065.00	2,840.00
9.00	五谷城乡	生态公益林	32,483.00	3,787.00
10.00	新寨乡	生态公益林	24,263.00	1,871.00
11.00	陈寨乡	生态公益林	21,609.00	3,366.00
12.00	周湾镇	生态公益林	19,614.00	1,746.00
1.00	包豹镇	商品林	396.00	193.00
2.00	长城乡	商品林	139.00	75.00
3.00	长首庙乡	商品林	135.00	16.00

对经系统查询、统计、汇总等操作后形成的表格文本信息，在数据表操作界面中，打开“输出报表”的下拉菜单“报表生成向导”，按照提示就可以生成打印文档



## 第二部分

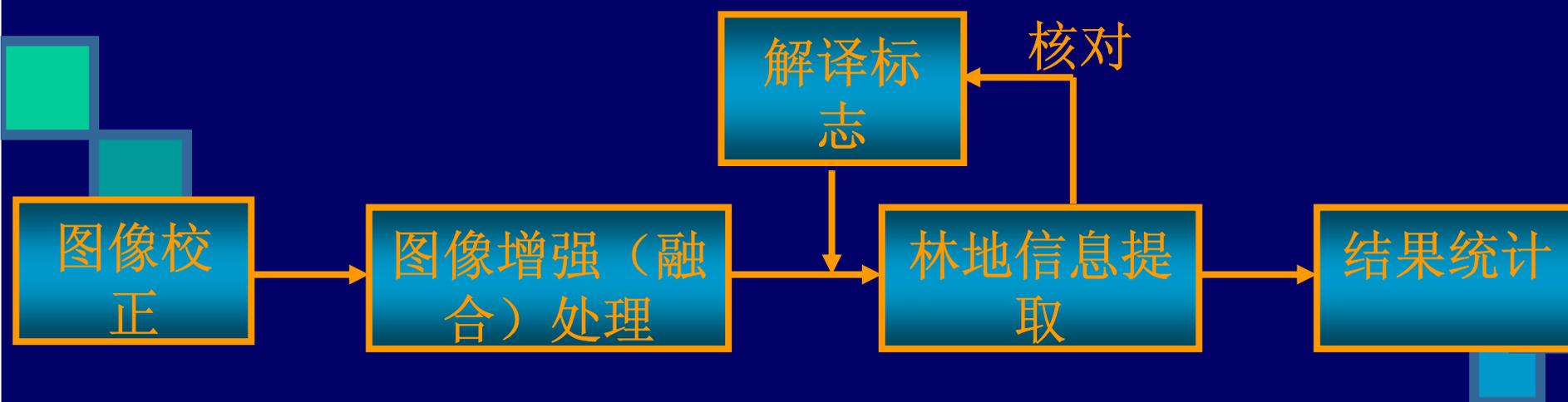
# 基于RS技术的植被 调查研究

# 基于遥感技术的植被调查研究

- 研究方法和技术路线
- 遥感影像预处理
- 遥感影像解译
- 结果统计

## 研究方法和技术路线

- 以研究区域**SPOT**卫星遥感图象为信息来源，通过实地调查，建立遥感影像解译标志，在遥感图像处理系统支持下，采用人机交互式解译方法获取吴旗县植被分布信息，并对植被覆盖率统计和各类林地的面积和蓄积量统计分析



基于遥感技术的植被调查技术流程图

## 遥感影像预处理

- 几何配准与图像匹配
- 图像增强处理

## 几何配准与图像匹配

- 通过野外**GPS**采点，选取明显的地物点作为特征匹配控制点，进行严格的图像空间配准，之后重采样为相同的空间分辨率，通常空间配准误差不得超过一个像素；为了使融合后的图像减少光谱畸变，易于人眼识别，将**SPOT**全色图像和相应的多光谱图像进行直方图匹配

## 图像增强处理

■ 应用数学方法对全色波段图像(P)和多光谱图像(PXS)进行融合:

◆ 蓝色波段  $PXS1 = (2P \cdot XS1) / (XS1 + XS2)$

◆ 绿色波段  $PXS2 = (2P \cdot XS2) / (XS1 + XS2)$

◆ 红色波段  $PXS3 = \alpha P + (1 - \alpha) XS3$

经过试验比较  $\alpha = 0.3$  融合效果最好

## “3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究



经过融合的庙沟乡SPOT影像图

## 遥感影像解译

- 建立林地分类系统
- 建立解译标志

## 建立林地分类系统

- 依据森林资源调查规范，结合吴旗县农业和林业综合区划报告集，对吴旗县森林类型进行实地调查，并建立本次研究的森林分类系统，见下表

序号	类型	定义
1	油松类	主要包括油松、杉类、柏类和其他松属
2	硬阔类	主要有栎类及其他硬阔叶树
3	软阔类	指杨类和其他软阔叶树种
4	农田	种植农作物的土地，包括新开荒地、休闲地、
5	灌林地	轮歇地、草田轮作地
6	疏林地	覆盖度>40%的灌木林地，灌丛 树木郁闭度>10%~30%的天然、人工林

# 建立解译标志

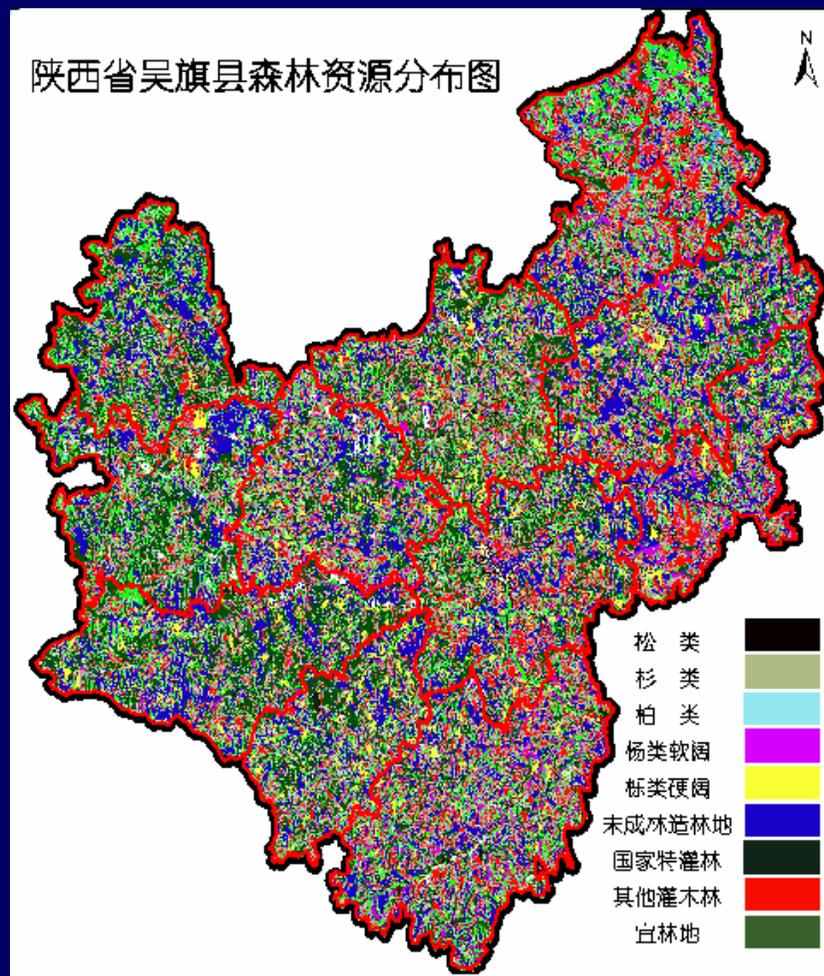
根据森林分类系统，分析各种土地类型在图像上的影像特征，建立吴旗县SPOT图像解译标志见表

序号	地类	颜色	形状、分布	影象图示	备注
1	油松林	暗紫色	位于胜利山阴坡		在吴旗分布很少，主要为人工林
2	栎类，硬阔	褐色	分布较少，颜色相比油松较浅		分布较少
3	牧草地	橙色，绿色	多位于河道，呈较规则块状分布		主要为苜蓿，沙打旺等牧草，人工栽种，多分布于川道
4	杨类、软阔	绿色，有褐色斑块分布	成片状分布，且范围较少		
5	草地、灌木	绿色	大部分为草地，灌木		禁牧后自然恢复起来，主要为草地，其上有少量乔木，灌木呈颗粒状分布，草主要有滨草，蒿草，沙打旺等
6	农田	白色	多为梯田，少量分布与川道		为退耕后农民的口粮田
7	退耕地	鲜红色、暗红色、红色	不规则片状		主要为柠条、沙棘

## 结果统计

- 森林分布情况
- 森林覆盖率按乡镇统计
- 各类林木面积和蓄积量按乡统计
- 乔木林各龄组面积和蓄积结构情况
- 森林面积变化分析
- 森林类别结构变化

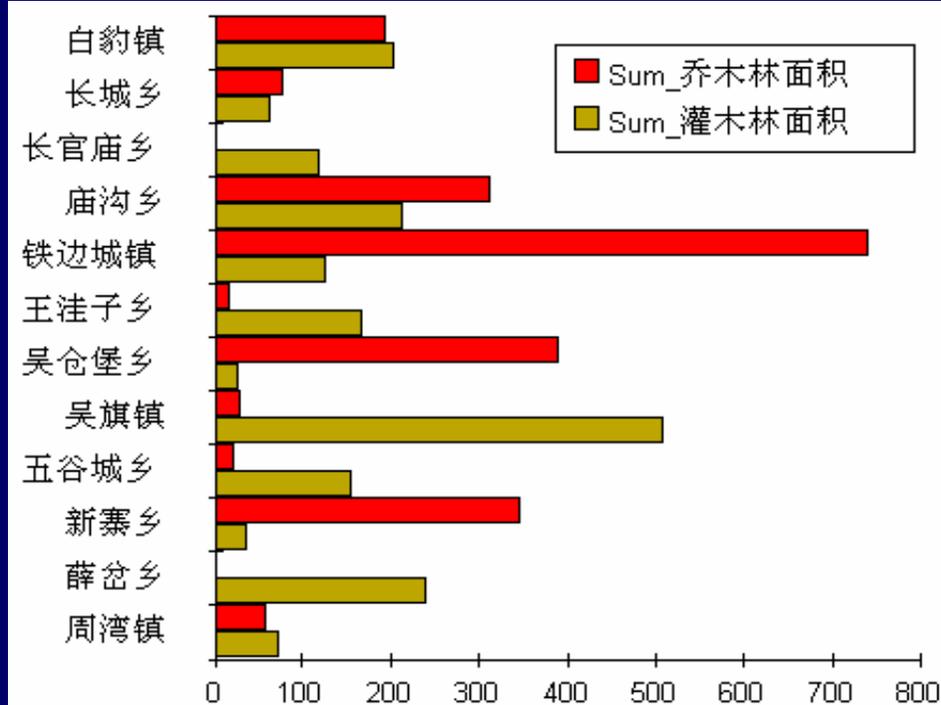
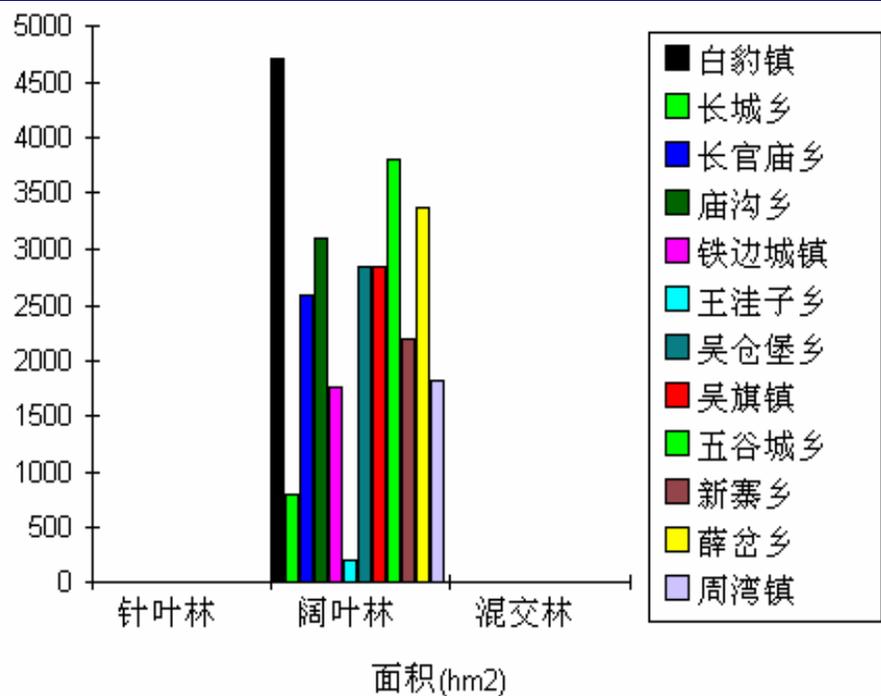
# 森林分布情况



## 森林覆盖率按乡镇分布情况

- 吴旗县土地总面积379100.0hm<sup>2</sup>，有林地面积30034.8 hm<sup>2</sup>，国家特别规定灌木林面积1937.9 hm<sup>2</sup>，森林覆盖率为8.5%。其中，铁边城林场为19.8%；周湾林场17.7%；薛岔乡14.2%、长官庙乡11.0%、白豹镇10.3%、五谷城乡10.2%，周湾镇5.9%、周湾镇5.9%、长城乡5.5%、铁边城镇3.7%、王洼子1.4%

# 各类林木面积统计

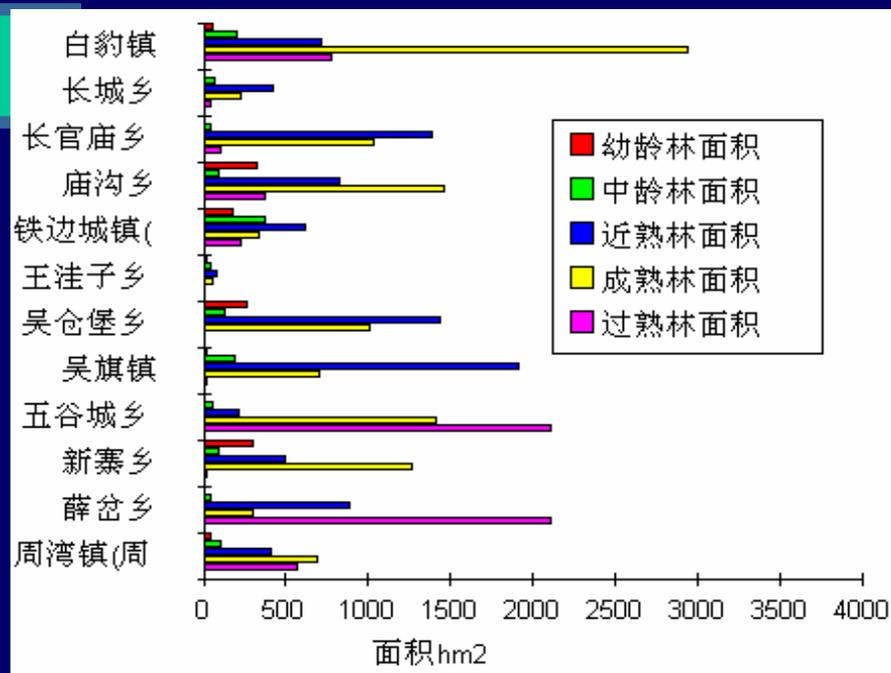


吴旗县各类林木面积统计

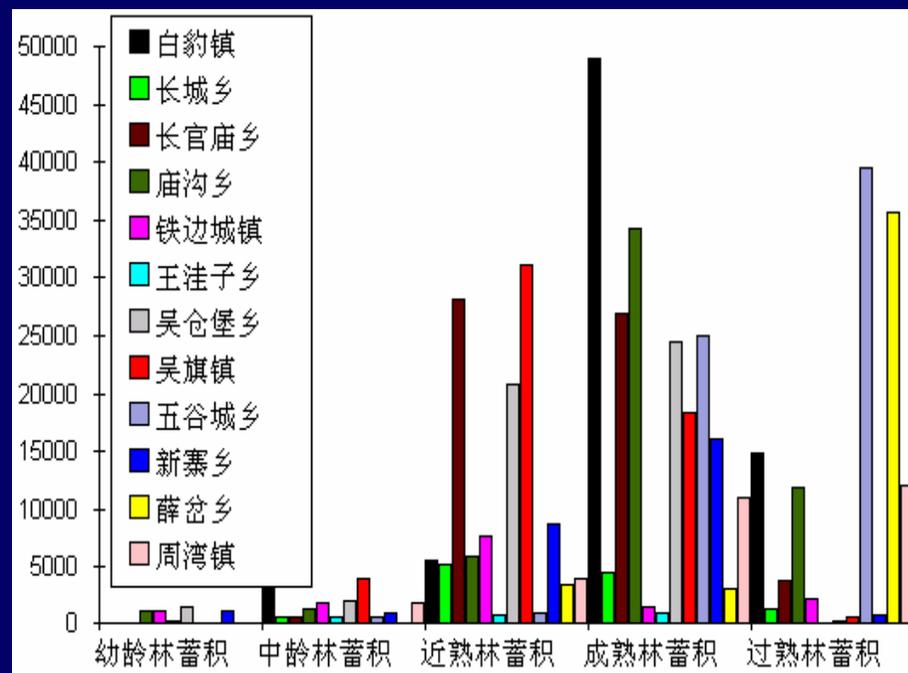
以乡为单位的乔木林和灌木林面积统计



# 乔木林各龄组面积和蓄积情况



乔木林地各龄组面积按乡统计



乔木林地各龄组蓄积按乡统计

“3S”技术在吴旗县生态环境建设中应用研究  
 各类土地面积变化对比表

地类	总面积 (hm <sup>2</sup> )	林业用地							森林 覆盖 率 (%)
		合计	有林地	疏林 地	灌木林 地	未成林 造林地	苗圃 地	无林地	
2005 年	379100	314289.4	30505.4	1718.1	113698.8	78297.0	90.8	90449.9	7
1986 年	378620	32745.4	26635.3	136.7		5776.4	197.0		8.5
增减 (+/- )	480.0	282014.6	3870.1	1581.4		72520.6	-106.2		1.5

■ 全县的森林覆盖率由1986年的7.0%上升至2005年的8.5%，提高了1.5%，植被覆盖率也由1986年的8.6%增加到2005年的59.2%，增加了50.6%。



森林类别变化情况对比表

林种 年度		生态林		商品林		
		防护林	特用林	用材林	薪炭林	经济林
吴旗县	2005年	309490.5		4798.9		
	1986年	4899.5		27845.9		
	增减 (+/-)	304591.0		-23047.0		

- 2005年：生态公益林/商品林面积结构=64：1；
  - 1986年：生态公益林/商品林面积=1：5.7；
- 生态公益林面积大幅增长，可以看出吴旗县近几年生态建设的成效显著。

# 第三部分

## 基于DEM的吴旗县沟壑 特征分析

# 基于DEM的吴旗县沟壑特征分析

- 研究方法
- 结果及分析
- 结论及建议

- 吴旗县是全国退耕还林先进县，地处黄土高原地区。其地貌特征绝大多数是自然侵蚀作用的结果。而且沟谷侵蚀是塑造地表形态的主要侵蚀方式。沟壑密度作为一种反映区域受沟蚀程度的重要的指标，对于揭示该地区的地面破碎程度与地貌发育进程以及间接监测林业生态工程建设的效果，具有重要的意义
- 本部分研究利用**DEM**空间分析方法提取沟壑密度、平均坡度等因子，研究因子之间的关系，并对吴旗县沟壑的空间分异规律进行分析，为间接评价生态环境变化提供参考。

## 研究方法

- 基于DEM提取沟壑密度、平均坡长、平均坡度、地形起伏度
- 计算沟壑密度、平均坡度、平均坡长和起伏度

## 数学模型:

### ■ 沟壑密度

$$D = \sum L / A$$

D是沟壑密度； $\sum L$ 是研究区域内的沟壑总长度(km)；  
A是特定研究区域的流域面积(km<sup>2</sup>)

### ■ 平均坡度

$$a = \sum a_i / n$$

a为平均坡度； $\sum a_i$ 为每个栅格单位坡度值的和；  
n为分析区域内栅格总数

### ■ 平均坡长

$$L = \sum L_i / n$$

### ■ 地形起伏度

$$RF_i = H_{\max} - H_{\min}$$

# 基于DEM提取沟壑密度、平均坡长、平均坡度、地形起伏度

## ■ 沟壑密度

- ◆ 原始DEM填洼处理，生成无洼地DEM。
- ◆ 对DEM每一个栅格点与它相邻的栅格点进行坡向分析，建立水流方向的数字矩阵。
- ◆ 根据水流方向矩阵，进行栅格的追踪累积计算，建立汇流累积量的数字矩阵。
- ◆ 设定合理的汇流累积量阈值，截获栅格化(或矢量化)的沟谷网络数据层面。
- ◆ 统计出沟谷总长度，求算研究区域面积。计算出沟壑密度值。

## ■ 平均坡长

- ◆ (1) 建立DEM，计算负地形； (2) 通过DEM建立水流方向；
- ◆ (3) 建立山脊网络数据图层； (4) 统计平均坡长；

## ■ 平均坡度

- ◆ (1) 建立DEM； (2) 自动建立坡度图； (3) 统计平均坡度；

## ■ 地形起伏度

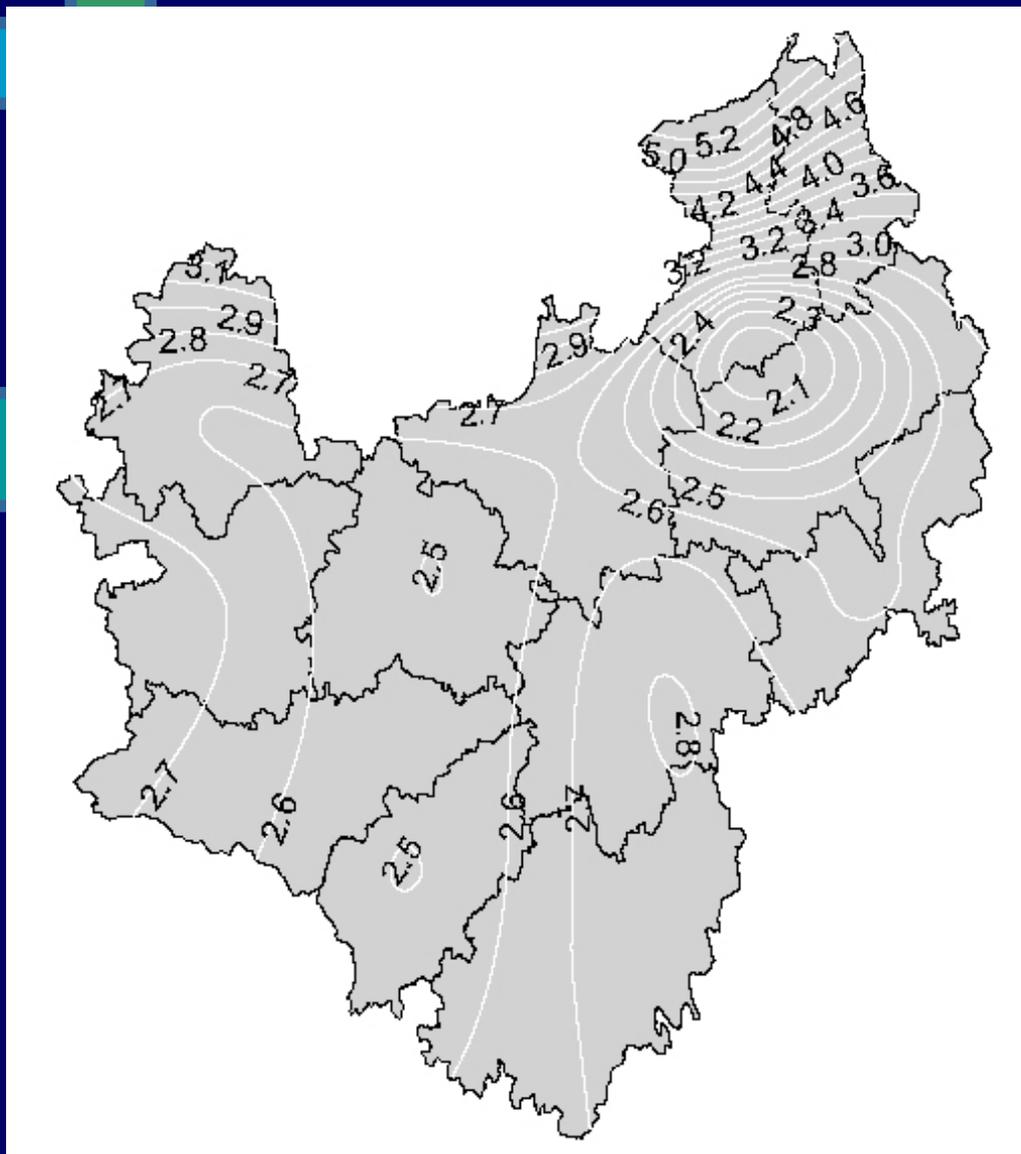
- ◆ (1) 建立DEM； (2) 运用常规统方法确定最大坡度和最小坡度； (3) 利用上述公式计算地形起伏度。

## 结果及分析

- 沟壑密度空间分异规律
- 沟壑密度与其它地形因子的关系
- 沟壑密度与平均坡度、平均坡长和地形起伏度的综合关系

## 沟壑密度空间分异规律

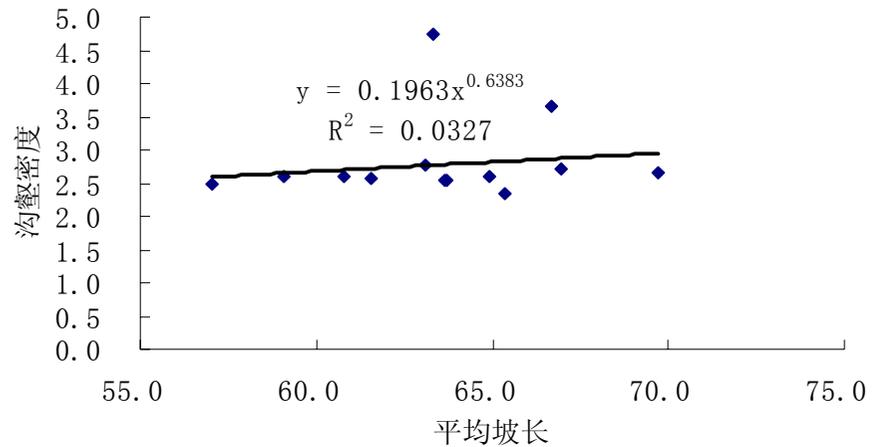
- 随机选取**12**块试验样区，以该县**1:1**万比例尺**DEM**数据为基础，应用上述沟壑密度提取的技术方法，求算各个样区沟壑密度值，并通过内插计算获得黄土高原沟壑密度图



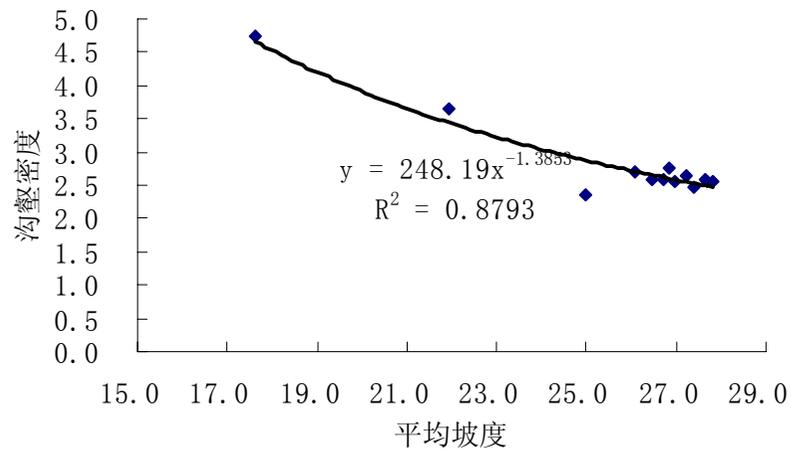
由左图可以看出，吴旗县沟壑密度最大值出现在长城乡、周湾镇米脂和王洼子乡一带，最大值达到  $5.2\text{km} / \text{km}^2$  左右；最小值出现在五谷乡小于  $1\text{km} / \text{km}^2$ ；由该中心向南沟壑密度逐渐降低，向南变化的梯度最小。这种沟壑密度的空间分布，揭示了吴旗县土壤侵蚀强度的空间分异规律，即东北部高于西南部

## 沟壑密度与其它地形因子的关系

- 以沟壑密度作为因变量，研究它与平均坡度、平均坡长、相对高差及起伏度之间的量化关系。以上述**12**样本作为实验样区，并提取了各样区的地形信息因子，见下一页图

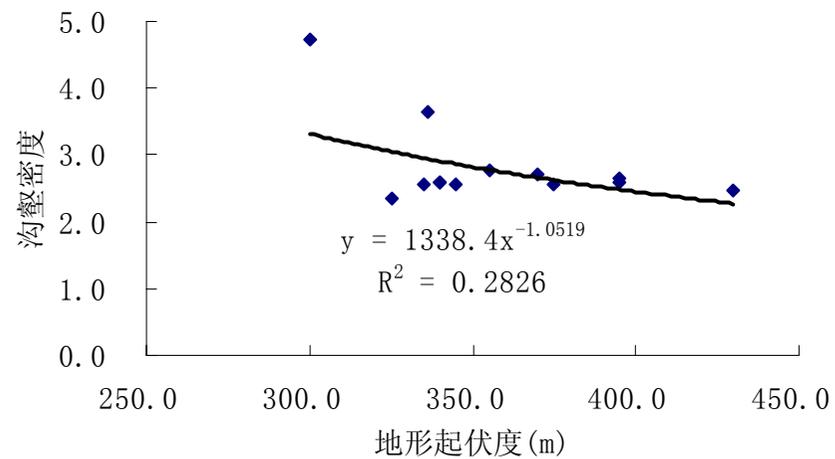


下图 沟壑密度  
与平均坡度的关系



上图 沟壑密度  
与平均坡长的关系

右图 沟壑密度与地  
形起伏度的关系



## 沟壑密度与平均坡度、平均坡长和地形起伏度的综合关系

- 以上述12样本数据为基础，研究得到沟壑密度与坡度、相对高差和坡长之间呈现一种很强的线性关系。具体量化指标见表

### 方差分析

方差来源	平方和	df	均方	F值	p-值
回归	4.2614	3	1.4205	24.1479	0.0001
剩余	0.5294	9	0.0588		
总的	4.7908	12	0.3992		

### 回归统计

相关系数R	决定系数RR	标准误差值	调整相关R'
0.943130	0.889494	0.4171	0.923395



- 以沟壑密度(Y)作为因变量, 以平均坡度(X1)、平均坡长(X2)和相对高差值(X3)为自变量, 进行线性的多元回归拟合, 得到回归方程:

$$Y=11.6503-0.2102X1-0.0098X2+0.0007X3$$

- 结果表明, 三个自变量对沟壑密度的影响程度为92.3%(回归统计表中的调整相关系数), 实际值与回归估计值之间的误差(标准误差值)为0.4171, F统计量的P值为0.0001, 小于显著水平的0.05, 说明方程的回归效果显著

## 结论及建议

- 全县的沟壑密度总体上东北部稍高于南部低，梯度变化不大，平均为**2.8km/km<sup>2</sup>**；
- 沟壑密度与平均坡度、平均坡度和起伏度的单个相关性较弱，但是，与三者的综合相关性显著，相关系数可达**0.94**，而且，存在显著线性的多元回归关系。
- 利用**DEM**提取沟壑密度的方法，为区域水土流失的监测和治理以及生态环境的间接评价提供了很好的途径。
- 由于**DEM**的精度限制，进行沟壑密度及其相关因子信息的提取必须严格遵守实验后推广的思路进行，如利用**1:1万DEM**提取沟壑密度时，最短舍取沟谷长度一般为**50m**，即沟谷的长度大于**50m**的才纳入该地区沟壑密度的计算。经测定在黄土梁状丘陵沟壑区，**10m**分辨率**DEM**提取沟壑的汇流累计量阈值测定为**100**，而在峁状丘陵沟壑区为**80**。



An aerial photograph of a terraced landscape, likely a rice paddy field, with a river or stream flowing through it. The terraces are arranged in a series of parallel, slightly curved lines, creating a rhythmic pattern. The colors range from light green to dark green, indicating different stages of crop growth or water levels. The river is a dark, narrow channel that winds through the terraces. The overall scene is a beautiful example of human-made agricultural terracing.

谢谢各位