

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.02.009

四川省林地落界成果质量检查系统的研建

王洪荣, 高飞, 张文, 刘波

(四川省林业调查规划院, 四川成都 600084)

摘要:林地落界成果质量检查是林地落界工作中的重点及关键。针对四川省林地落界成果质量检查需求,本文通过分析成果质量检查流程及内容,设定了成果质量检查项目,设计了质量检查系统功能,针对落界成果数据特点,对落界成果数据的存储、使用和管理方式进行分析比较,采用 SQL Server Express 和 ArcSDE 构建林地落界成果地理空间数据库,在此基础上利用 ArcObject 建立了四川省林地落界成果质量检查系统。系统成功应用于四川省林地落界成果质量检查工作中,有效的保证了全省林地落界成果数据符合国家要求。

关键词:林地落界;数据质量检查;ArcObject;空间数据库

中图分类号:TP399 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2017)03-0044-08

Establishment and Application of the Definition of Forestland Border Software in Sichuan

WANG Hong-rong GAO Fei ZHANG Wen LIU Bo

(Sichuan Forest Inventory and Plan Institute, Chengdu 610084, China)

Abstract: For implementing every forestland border and utilization to the land, the definition of forestland border was the foundation of implementing national provincial and county levels forestland planning, protection and utilization and it was also the basement of national forestland map establishment. This study focused on the needs of Sichuan province definition of forestland border, analyzed the workflow, built the methods of layers standardization, forestland polygons attributes complement, forestland polygons quick-merge and auto-merge, designed the structure and functions of Sichuan definition of forestland border software. The software has already been widely applied to the practical work of definition of forestland border in more than 100 counties of Sichuan Province, experience had proved that the application of the software not only effectively ensured the consistency of forestland polygons data, but also reduced the difficulty and complexity of definition of forestland border, it was easily realized and have very good practical value.

Key words: definition of forestland border, ArcObjects, Forestland Protection and Utilization Plan, GIS

林地落界工作是我国第一次在全国范围内综合使用 GIS 和 RS 技术,将林地及其利用现状落实于山头地块。四川省幅员辽阔,林地资源和森林资源丰富,地形地貌复杂多样,林牧农交错,森林资源情况本身就非常复杂,加之落界工作的精度要求高,四川省落界图斑总数量近 1700 万条,物理存储量近

200G。在大量的数据和相对薄弱的县级技术力量条件下,要保证落界成果数据的质量满足并达到国家林地落界成果数据的要求,必须建立可行、易用,全面的质量检查方法为落界成果数据把关。

针对四川省林地落界成果质量检查需求,本文通过分析落界成果数据特点和成果质量检查流程,

收稿日期:2017-02-09

作者简介:王洪荣(1984-),男,硕士,工程师,主要从事森林资源监测“3S”技术林业应用,林业信息化工作。

设定了成果质量检查项目,设计了质量检查系统功能,对落界成果数据的存储、使用和管理方式进行分析比较,最终采用 SQL Server Express 和 ArcSDE 构建林地落界成果地理空间数据库,在此基础上基于 ArcObject 建立了四川省林地落界成果质量检查系统。系统实现了对成果数据自动化检查,并提供了快捷的数据修改方法,使数据检查和修改同步,软件使用简单,分发方便,成功应用于四川省林地落界成果质量检查工作中,有效的保证了全省林地落界成果数据质量。

1 林地落界成果检查流程及内容

四川省林地落界成果认定与验收的流程分成果检查、成果认定、成果验收 3 个步骤。成果检查包括县级自检和省级检查,县级自检由林地落界工作单位负责,省级检查由省林业厅组织,市州林业主管部门具体承担检查任务。成果认定由县级人民政

府组织完成。成果验收由省林业厅组织完成。林地落界成果检查的主要内容和检查采取的方式如表 1 所示。

2 林地落界成果质量检查系统功能设计

根据林地落界成果检查流程及内容,四川省林地落界成果质量检查系统的功能设计如图 1 所示。

2.1 成果齐备性检查

系统通过图层数据命名识别图层是否存在,图层数据的命名规范为“县名全拼_图层名简拼,首字母大写”,例如康定县村界为“Kangding_cj”,通过“选择数据所属市县”功能确定县名全拼,遍历检索所有用户图层,如果所有用户图层符合命名要求并都存在,则成果齐备并命名规范,如果命名没有遵守“首字母大写”的命名规范要求,则命名规范性不通过。

表 1 林地落界成果数据检查内容和方式

内容	项目	检查方式
成果齐备性检查	林地落界成果是否齐全、完整	质量检查系统自动检查 *
	林地落界成果文件名是否规范	质量检查系统自动检查
	字段是否齐全、字段类型是否正确	质量检查系统自动检查
	投影和坐标系是否正确	质量检查系统自动检查
	成果说明报告、林地落界成果检查表等材料是否齐全	人工检查
图面检查	成果材料是否按照要求组织、上报	人工检查
	林地图斑区划是否准确	人机交互检查
属性逻辑检查	林地图斑界线与遥感影像特征吻合情况	人机交互检查
	属性逻辑关系是否正确	质量检查系统自动检查
区划体系检查	行政界线区划体系同小班图层区划体系匹配性检查	质量检查系统自动检查
	林地图斑是否存在多部要素	质量检查系统自动检查
拓扑检查	林地图斑编号是否存在重号	质量检查系统自动检查
	林地图斑有无拓扑错误	质量检查系统自动检查
指标检查	林地、森林保有量等指标监测	质量检查系统自动检查
	公益林指标监测	质量检查系统自动检查

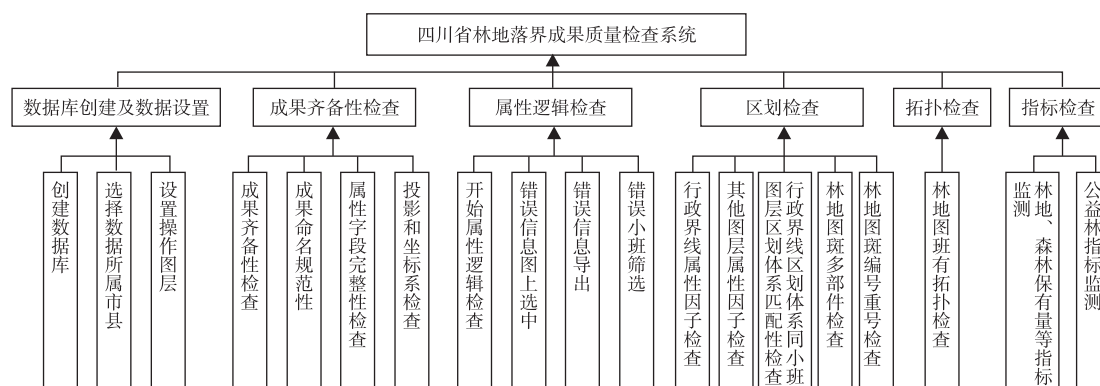


图 1 林地落界软件功能设计图

系统库中的标准图层包括了所有要求上报图层,并完全按照要求建立,其字段名称和字段类型均正确。用户图层被识别齐备后,将读取图层的字段名称及类型同林地落界成果地理空间数据库中与其对应的系统标准图层进行对比,如果标准图层中的字段在用户图层中没有对应,则字段缺失,如果标准图层同用户图层中同名字段的字段类型不同,则字段类型错误。

用户通过“选择数据所属市县”选定数据所属县时,读取了选择县的坐标信息和投影信息,读取用户图层的坐标信息和投影信息进行对比,如果一致则坐标信息和投影信息正确,否则提示错误。

2.2 属性逻辑检查

属性逻辑检查。主要对小班图层进行逻辑检查,遍历小班图层中的要素,对要素的每个字段值的值域以及各个字段间关系进行检查,对不符合要求的提出错误警示,将每个字段的错误信息进行组合,以小班区位编号存入逻辑错误列表中。

逻辑错误信息归类及修改。将所有的逻辑错误信息进行归类,相同逻辑错误信息归为一组,通过错误信息进行筛选出同类错误,通过错误小班的区位编号,可以定位图上每个同类错误小班,然后对选中的小班进行批量错误修改,按组修改完善。也可以小班编号进行定位,或将错误列表导出到 Excel 表中进行检查。

2.3 区划检查

行政界线类图层及其他图层的属性落界检查。由于相对字段数和逻辑关系较小班面的简单,将图层中所有要素的错误信息组合成一个错误提示信息进行显示。

行政界线区划体系同小班图层区划体系匹配性检查。为了避免在行政界线中存在的区划体系,在小班图层中没有对应的区划,或是在小班图层中有的区划体系,在行政界线中没有对应区划的错误。例如小班图中有代码为 23 的乡,但是由于错误操作在乡镇界图层中将其填为 32,这样两个图层中的区划体系就不对应,但无论是在小班图层还是行政界线的属性逻辑中都是无法检查的。

林地图斑多部件检查。为防止小班面图层中出现多部件要素,即多个分离的图斑对应一条属性记录,通过对小班面做多部件到单部件操作,对比前后小班图层要素个数,如果小班个数不一致,则存在多部件要素。林地图斑编号重号是逻辑中不允许,也会影响小班属性逻辑检查中图斑的图上选中定位。

通过在数据库中,通过 SQL 语句查询检查是否存在重号小班。

2.4 拓扑检查和指标检查

拓扑检查只针对小班图层,拓扑检查关系为“不许为空”和“不许重叠”,当存在飞地和县域边界时,拓扑检查结果中“不许为空”错误可以作为例外处理。

2.5 指标检查

指标检查是对落界成果数据中的统计数据指标,同数据库系统中的标准指标进行对比进行监测,或将指标数据导出以便汇总。主要监测指标数据是公益林数据,其分为四项,分别是国有国家级公益林、国有省级公益林、集体国家级公益林和集体省级公益林。这些数据与库中标准指标数据的差距不能超出要求范围,当超出范围时提示错误。重要落界成果指标包括林地保有量、森林保有量、林分公顷蓄积、林地生产率、林地保护等级等,统计其规划基期、规划末期及末期和基期差额数据量,并可将其导出成 Excel 表。

3 林地落界成果质量检查系统数据库设计

3.1 林地落界成果数据特点

林地落界成果数据以县域为单位进行上报,包含的数据如表 2 所示,本次四川省林地落界主要使用分辨率为 1:1 万的 DOM 数据,在保持原区划界线相对稳定的基础上,要以明显地形地物界限(如山脊线,山沟线,河流,道路等)对森林区划界线进行手工勾绘和更高精度的调整。由于数据精度的提高,有超过 20 多个县的小班数量超过 30 万条,单个小班面的数据量超过 2G,四川全省落界图斑总数量近 1 700 万条,物理存储量近 200G。

3.2 林地落界成果数据存储方案选择

目前 ArcGIS 对矢量数据进行存储主要有 4 种方式,分别是 shp 文件、个人数据库、文件数据库及 ArcSDE 配合关系数据库管理系统。对于四川省林地落界成果数据情况,单个图层数据库超过 2G 时,就无法使用 shp 文件和个人数据库进行存储。文件数据库具有数据存储容量大以及数据处理数据快的优势,但其无法具有数据库使用 SQL 语句访问的功能,在进行属性查询和统计的时候效率低下,故选择 ArcSDE 配合关系数据库管理系统的方式进行数据存储。

表 2 林地落界成果数据

类型	项目	名称
矢量数据和属性数据	行政界线数据	县级行政界面状矢量数据及属性数据 乡级行政界面状矢量数据及属性数据 林(村)班界面状矢量数据及属性数据
	林地图斑数据	林地图斑面状矢量数据和属性数据
林地专题数据	森林类别面状矢量数据和属性数据	林地质量等级面状矢量数据和属性数据
		林地保护等级面状矢量数据和属性数据
		林地功能分区面状矢量数据和属性数据
		主体功能区面状矢量数据和属性数据
		其他图层
	其他图层	大型居民地面状矢量数据和属性数据
		道路图层线状及面状矢量数据和属性数据
		水系图层线状及面状矢量数据和属性数据
		矿产资源点状矢量数据和属性数据
		水利资源开发面状矢量数据和属性数据
其他图层	自然保护区面状矢量数据和属性数据	国有森工局和国有林场面状矢量数据和属性数据
		风景区和森林公园面状矢量数据和属性数据
	大型基础设施建设规划面状矢量和属性数据	大中型木材加工企业分布点状矢量数据和属性数据
		文件材料

由于大型的关系数据库管理系统费用昂贵,安装和使用对于县级编制单位都相对困难,不适合广泛推广和大规模应用,而免费模式的个人 ArcSDE 和 SQL Server Express 不仅安装简单,其存储空间可以达到 4G,并且可以方便的使用 SQL 语句访问属性数据,综合以上特点,四川省林地落界成果质量检查系统的数据存储、管理和使用采用个人 ArcSDE 和 SQL Server Express 构建林地落界成果地理空间数据库。

3.3 林地落界成果地理空间数据库设计

根据成果检查的需要,在林地落界成果地理空间数据库中建立了成果数据的标准图层,以 system_ 开头,并存储在 system 数据集中,不仅用于对用户图层的字段及其类型的检查,用户也可以使用标准图层建立自己的图层,而不用自己创建。设计并建立市州代码表、县代码表、逻辑错误信息表和公益林指标表。

3.3.1 市州代码表和县代码表

市州代码表和县代码表用于用户选择数据所在市州和县,同时存储的市州和县的首字母大写全拼和投影带号,分别用于命名规范性检查和投影坐标系检查。市州代码表和县代码表的关系模式如下:

市州代码表(市州代码,市州名称,全拼,投影

带号)

县代码表(市州代码,市州名称,县代码,县名称,全拼,投影带号)

3.3.2 逻辑错误信息表

对小班图层属性落界检查后,要将错误信息存入逻辑错误信息表中,为是小班能在图上准确定位,同时保存小班的区划代码信息。逻辑错误信息表的关系模式如下:

逻辑错误信息表(林业局,林场,作业区,林班,小班,错误信息)

3.3.3 公益林指标表

公益林数据对于各个市县是固定而且重要的指标信息,每个县要完整落实公益林面积,公益林指标表中已经存储了各个县的公益林指标数据,通过查询统计小班图层中的公益林数据通公益林指标表中的数据进行对比,监测公益林面积落实情况。公益林指标表的关系模式如下:

公益林指标表(县代码,县名称,国有国家级公益林,国有省级公益林,集体国家级公益林,集体省级公益林)

4 林地落界成果质量检查系统实现

根据实际情况和需求分析,四川省林地落界成果质量检查系统采用 ArcObjects 自定义组件扩展 ArcGIS 桌面的方式,使用 C#高级程序设计语言在 VS2008 平台上进行开发,分别在 ArcGIS 9.3 和 ArcGIS 10.0 桌面产品平台上进行编译和打包,并且编辑帮助文档及使用视频,最终形成适用于 ArcGIS 9.3 和 ArcGIS 10.0 桌面产品的四川省林地落界软件各一套。软件以安装程序的方式发布,软件安装后以 ArcGIS 桌面工具条的形式显示和使用。

4.1 林地落界成果地理空间数据库构建与实现

4.1.1 使用 SQL Server Express 构建林地落界成果地理空间数据库

用户使用 ArcEditor 或 ArcInfo 许可级别的 ArcGIS 桌面产品就可以使用 SQL Server Express 创建地理空间数据库,在安装 Microsoft SQL Server 2005 Express Edition 后,需要指定 SQL Server Express 实例作为地理空间数据库的数据库服务,并需要在 ArcCatalog 的数据库连接中添加数据库连接才能进行连接使用。使用 SQL Server Express 构建林地落界成果地理空间数据库需要 6 个步骤:

第 1 步,安装 Microsoft SQL Server 2005 Express

Edition,并创建一个 SQL Server Express 默认实例 SQLExpress,数据库登录用户使用当前系统账户,授权方式为 Windows 授权模式。

第2步,指定数据库实例 SQLExpress 作为地理空间数据库的数据库服务。通过运行 ArcSdeSetup-SqlExpress.exe 文件,指定 SQL Server 实例名称为“计算机名\SQLEXPRESS”,登录使用默认操作系统登录。

第3步,创建地理空间数据库。地理空间数据库名称统一为 myGIS,存储路径为 C 盘下默认生成路径,初始大小为 100MB。

第4步,创建数据库连接文件。设置数据库平台为 SQL Server,“计算机名\SQLEXPRESS”,授权方式为操作系统授权,数据库为 myGIS,并将连接统一重命名为“双击连接数据库”。

第5步,导入安装文件中的 System.gdb 数据库中的系统要素和表。在安装过程中,将安装一个 System.gdb 的文件数据库,内保存了所有系统表和标准图层,要将其导入到 myGIS 数据库中使用。

第6步,用户导入自己的数据到库中。

4.1.2 使用 SQL Server Express 构建林地落界成果地理空间数据库的实现

使用 SQL Server Express 构建林地落界成果地理空间数据库的步骤比较繁琐和专业,对于用户尤其是县级林业工作者来说,是很困难的。系统提供“创建数据库”的功能,对用户以黑盒的方式为完成上述第2步至第5步的步骤。用户只需以默认方式安装完 Microsoft SQL Server 2005 Express Edition,使用创建地理空间数据库功能后,导入自己的数据,就构建成功了林地落界成果地理空间数据库。系统构建地理空间数据库的实现如下。

// 以命令行方式运行 ArcSdeSetupSqlExpress.exe sdepath 为 ArcSdeSetupSqlExpress.exe 文件存储位置

```
string myHostName = Dns.GetHostName();
string myServeName = myHostName + "\\sqlExpress";
string myInstallPath = sdePath + "\\ArcSdeSetupSqlExpress.exe";
string myInatallCommand = myInstallPath + "-silent -instance " + myServeName;

Process p = new Process();
p.StartInfo.FileName = "cmd.exe";
.....
```

```
p.Start();
p.StandardInput.WriteLine(myInatallCommand);
.....
// 创建 myGIS 数据库 datapath 为 C 盘下默认生成路径
IDataServerManager myDataServerManager = new DataServerManagerClass();
myDataServerManager.ServerName = myServeName;
myDataServerManager.Connect();
IDataServerManagerAdmin myDataServerManagerAdmin = myDataServerManager as IDataServerManagerAdmin;
string dataName = "myGIS";
myDataServerManagerAdmin.CreateGeodatabase(dataName, dataPath, 100, dataLogPath, 3);

//创建数据库连接文件 path 为 ArcGIS 连接文件存储目录
IPropertySet propertySet = new PropertySetClass();
propertySet.SetProperty("SERVER", myHostName);
propertySet.SetProperty("INSTANCE", "sde:sqlserver:" + myHostName + @"\sqlExpress");
propertySet.SetProperty("DATABASE", dataName);
propertySet.SetProperty("AUTHENTICATION_MODE", "OSA");
propertySet.SetProperty("VERSION", "dbo.DEFAULT");
```

```
Type factoryType = Type.GetTypeFromProgID("esriDataSourcesGDB.SdeWorkspaceFactory");
IWorkspaceFactory workspaceFactory = (IWorkspaceFactory)Activator.CreateInstance(factoryType);
IWorkspaceName myWorkspaceName = workspaceFactory.Create(path, "双击连接数据库.sde", propertySet, 0);
```

4.2 软件安装使用和数据库创建

安装相应 ArcGIS 桌面版本的林地落界成果检查系统软件,在打开 ArcGIS 桌面之后,在工具栏空白处右键,或者在菜单栏工具(Tools)-自定义(Customize)-Toolbars 中选择“林地落界成果质量检查工

具条”,如图 2 所示。

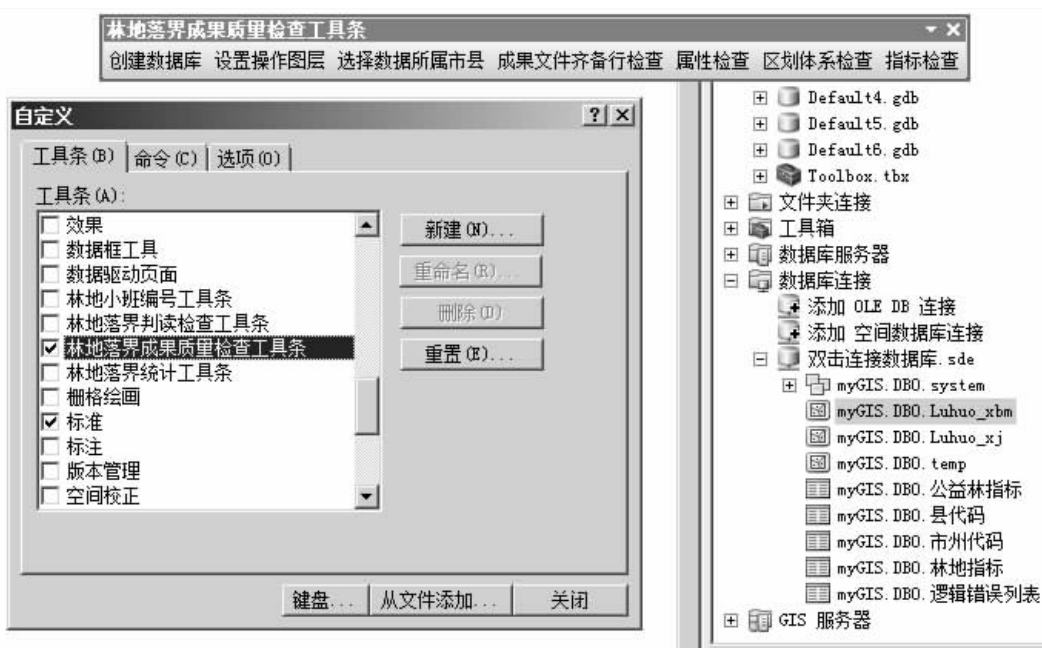


图 2 林地落界成果质量检查软件使用

点击“创建数据库”创建成功数据库后,双击 ArcCatalog - 数据库连接 - 双击连接数据库,在库中导入用户自己县域数据,就可以开始检查工作。

4.3 成果齐备性检查的实现

点击“选择数据所属市县”,选定检查数据所属市州和县,然后点击“成果齐备性检查”,系统弹出

成果齐备性检查的对话框,点击开始执行,则对所选的县域数据进行齐备性及坐标信息的检查,将检查信息进行检查,也可以点击“导出 Excel”,将信息导出到 Excel 中。成果齐备性检查的结果如图 3 所示。

检查步骤及内容	用户图层名	齐备性	命名规范	属性字段完整性	投影信息	坐标系信息
一、行政界线数据						
1 地级行政区面状矢量数据及属性数据		缺失				
2 县级行政区面状矢量数据及属性数据	Jiulong_xj	齐备	规范	正确	正确	正确
3 乡级行政区面状矢量数据及属性数据		缺失				
4 林地(村)界面状矢量数据和属性数据	Jiulong_cj	齐备	规范	正确	正确	正确
二、林地图斑数据						
1 林地图斑面状矢量数据和属性数据	Jiulong_xbm	齐备	规范	正确	正确	正确
三、林地现状专题数据						
1 森林类别面状矢量数据和属性数据	Jiulong_sllb	齐备	规范	正确	正确	正确
2 林地质量等级面状矢量数据和属性数据		缺失				
四、林地保护利用规划专题数据						
1 林地保护等级面状矢量数据和属性数据	Jiulong_baohu_dj	齐备	规范	错误'OBJECTID'字段类型错	正确	正确
2 林地功能分区面状矢量数据和属性数据	Jiulong_gnfg_jie	齐备	规范	正确	正确	正确
3 主体功能区范围面状矢量数据和属性数据		缺失				
五、其他图层						
1 地名点状矢量数据和属性数据		缺失				
2 大型居民地面状矢量数据和属性数据	JV_MIN_Di	齐备	规范	正确	正确	正确
3 道路面状矢量数据和属性数据		缺失				
4 道路线状矢量数据和属性数据		缺失				
5 水系面状矢量数据和属性数据	SHUI_XI_POLG	齐备	规范	正确	正确	正确
6 水系线状矢量数据和属性数据	SHUI_XI_LINE	齐备	规范	正确	正确	正确
7 矿产资源点状矢量数据和属性数据	KUANG_CHAN	齐备	规范	正确	正确	正确
8 水利设施面状矢量数据和属性数据	SHUI_IT	齐备	规范	正确	正确	正确

图 3 成果齐备性检查

4.4 属性逻辑检查的实现

首先加载林地图斑图层到 ArcMap 中,点击“设置操作图层”设置检查图层为林地图斑图层,然后点击“属性检查”,弹出属性检查对话框,点击“开始检查”,检查后的结果显示在错误列表中,通过错误

信息进行筛选同类错误小班,点击“图上选中”,将同类错误小班选中后,在 ArcMap 中打开图层属性表,显示选中要素,然后通过错误提示,利用字段计算等功能进行批量错误修改。属性逻辑检查的结果如图 4 所示。



图 4 属性落界检查

4.5 区划检查的实现

点击“区划检查”,弹出区划检查对话框,然后

点击“开始执行”,系统将检查结果显示在错误列表中,具体见图 5 所示。

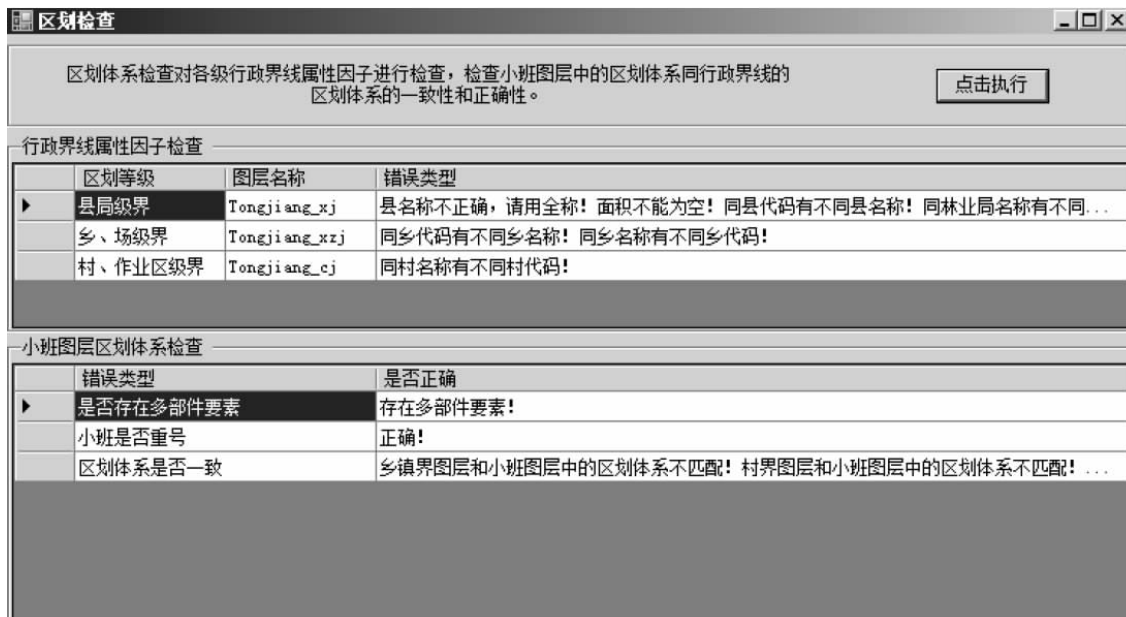


图 5 区划检查

4.6 拓扑检查和指标检查的实现

将拓扑检查的流程建立为地理处理 (GeoProcessing), 系统调用地理处理对数据集中的数据进行

拓扑验证, 将检查结果加入 ArcMap 中显示。拓扑检查的地理处理如图 6 所示。

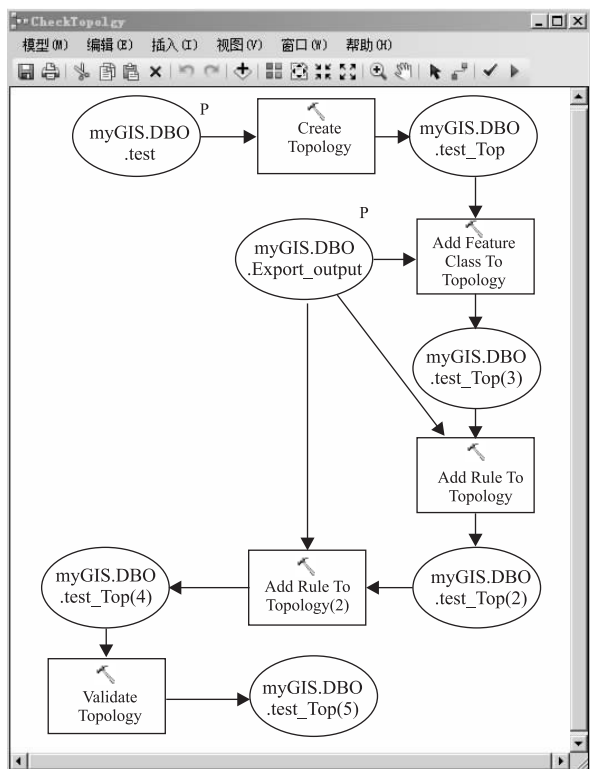


图 6 林地图斑拓扑检查模型框架图

点击“指标检查”后运行“点击执行”后,将公益林和关键指标数据的落实数据和下达数据进行对比,对差距较大的进行提示,如图 7 所示。

5 结果与讨论

本研究采用 SQL Server Express 和 ArcSDE 构建林地落界成果地理空间数据库,在分析四川省林地落界成果数据的特点和成果质量检查流程的基础上,设定了成果质量检查项目,设计了质量检查系统功能,建立四川省林地落界成果质量检查系统并将其成功的运用于四川省 181 个县县级检查和全省的省级检查中。实践证明,系统的建立保证全省林地落界成果质量在数据量大,精度要求高,技术难度大的情况下,通过国家的检查和验收,其性能和结果是准确可靠的。

《全国林地保护利用规划纲要(2010 - 2020 年)》是我国第一个中长期林地保护利用规划,林地落界工作作为其重要基础性工作也是首次开展,严格保证林地落界成果数据质量,制定可靠的数据检查和质量保证的办法和工具是非常必要的。四川省针对自身数据情况建立四川省林地落界成果质量检查系统进行数据自动化检查,并将数据修改和数据检查同步,即保证了数据质量,又提高了数据制作单位工作和修改错误的效率,具有实际应用意义。本研究的方法和系统可以修改后应用于林地年度更新调查工作。

对公益林指标进行检查,对地类,权属修改情况进行监测。

公益林指标检查 (显示单位是亩,要求相差不超过100亩或总数的10%)

指标名称	落实数	下达数	差	百分比	提示
国有国家级	2940495	2940495	0	0	
国有省级	24218.4	24212	6.3999999999...	0.0002643317...	
集体国家级	1693300.2	1693304	-3.8000000000...	-2.244133362...	
集体省级	89084.7	89084	0.6999999999...	7.8577522338...	

地类权属修改监测 (这不是下达指标,是监测编制单位是否对下发林保数据的地类,权属进行了修改,原则上是不允许对林保地类权属区划进行修改!)

指标名称	当前数	下发数	差	百分比	提示
林地 (除180)	387025	386948	77	0.0001989931...	
有疏灌	384945	384868	77	0.0002000685...	
非林地上资源	0	0	0	0	
国有林地 (除...)	218015	217552	463	0.0021282268...	国有林地 (除180) 发生变化差额超过100...
集体林地 (除...)	169011	169396	-385	-0.002272780...	集体林地 (除180) 发生变化差额超过100...
国有有疏灌	217824	217362	462	0.0021254865...	国有有疏灌发生变化差额超过100亩或超过...
集体有疏灌	187121	187507	-386	-0.002304381...	集体有疏灌发生变化差额超过100亩或超过...

图 7 指标检查

参考文献:

[1] 亢新刚. 森林资源经营管理 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.

[2] 高金萍. 基于时态 GIS 的森林资源基础空间数据更新管理技术的研究 [D]. 北京林业大学, 2006.

[3] 吴保国. 森林资源档案管理软件设计中几个问题探讨 [J]. 林业资源管理, 1994 (5): 90 ~ 96.

[4] 王东军, 彭松波. 全国森林资源管理县级地理信息系统的分析与设计 [J]. 中南林业调查规划, 2004 (2): 40 ~ 44.

[5] 张慧霞, 娄全胜, 夏斌. 基于 GIS 的森林资源信息管理关键技术 [J]. 中南林业学院学报, 2005 (5): 128 ~ 131.

[6] 杨毅, 周汝良, 李靖, 等. 基于 GIS 的营林信息系统的研究与开发 [J]. 林业资源管理, 2003 (2): 50 ~ 53.

[7] Baoguo Wu, Quanlong Ding, Liying Wan. A forestation planning expert decision advisory system [J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2007, vol. 50: 1399 ~ 1404.