

# 电力通道隐患房屋数字化统计方法研究

余婧峰<sup>1</sup>, 刘莹<sup>1</sup>, 余银普<sup>2</sup>

(1. 成都城电电力工程设计有限公司, 四川 成都 610041;

2. 四川省测绘地理信息局测绘产品质量监督检验站, 四川 成都 610041)

**摘要:** 对传统电力通道隐患房屋调查的全人力作业模式进行了改良, 形成了一套依托 GIS 空间分析技术与遥感影像解译技术的数字化通道隐患房屋统计分析方法, 实现了多元隐患房屋统计表单的快速输出以及分级化通道隐患房屋专题图的制作, 从而达到降低野外人力投入、提升调查工作效率的研究总体目标。

**关键词:** 隐患房屋统计调查; GIS 空间分析; 遥感影像解译

**Abstract:** The traditional methods of risky buildings survey along transmission line area by human resource are improved, and the new digital statistical methods based on GIS spatial analysis technique and remote sensing image interpretation technology is developed. With the help of the new digital statistical method, the multi-theme statistical data and the map of risky building can be rapidly produced. The purpose for reducing human resource and improving survey efficiency is finally achieved.

**Key words:** risky buildings survey; GIS spatial analysis; remote sensing image interpretation technology

中图分类号: TU7 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2016)06-0085-06

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2016.06.019

## 1 数字化电力通道隐患房屋调查方式的重要性

对于电力线路工程而言, 工程建设期间所涉及的沿线隐患房屋拆迁、青苗赔偿、经济类土地占用等因建设造成的工程衍生费用, 是电力设计方、建设方不可忽视的经济评估方向。在传统的电力勘察手段中, 对于房屋拆迁量统计及房屋属性信息调查工作, 均采用人力实地踏勘、现场纸质记录的方式。这种全人力的调查方式在工程的终勘及施工图阶段是必要的, 但在设计的可行性研究和初步设计阶段, 通道的路径走向还处于多方案比选、变更优化的状态, 若仍采用上述传统方式进行隐患房屋调查, 势必会造成重复人力资源的投入, 导致无谓工时的浪费。因此, 引入新型的勘测技术, 优化传统电力通道房屋信息调查的固有作业模式, 具有重要的实际意义。

充分利用现有公开卫星影像平台, 旨在以高分卫片资源为依托, 结合数字化新型勘测技术——地理信息系统技术 (geographic information system, GIS) 和遥感 (remote sensing, RS) 影像解译技术, 探讨一种高效、快速的房屋拆迁量调查自动化室内作业模

式, 提高房屋信息调查的效率, 减少工程前中期隐患房屋调查的人力投入, 达到勘测任务“创新创效”的最终目标。

## 2 研究区域及元数据概况

依托工程为国家电网 2016 年第一批设计竞赛输变电项目——湖北襄陵—石西 II 回 220 kV 线路工程。工程地理位置介于北纬  $29^{\circ}57'$  ~  $30^{\circ}30'$ , 东经  $115^{\circ}05'$  ~  $115^{\circ}40'$ , 沿线地形地貌以平原及丘陵地形为主, 沿线河流水系丰富, 房屋分布密集、形态规律。

元数据方面, 所研究影像源来自 Digital Global 公共卫星平台, 拍摄时间为 2015 年 12 月 31 日, 地面分辨率为 1 m, 对地覆盖面积为  $3.1 \text{ km}^2$ 。数据获取后, 利用人工现场实测的 GPS 控制点数据, 完成高分卫星影像的地球投影转化 (WGS84 - CGCS 2000) 和正摄影像纠正等前期处理工作。坐标纠正后, 在图面选取 6 对检校点与现场实测数据比对,  $\Delta\bar{x} = 1.2 \text{ m}$ ,  $\Delta\bar{y} = 1.41 \text{ m}$ , 满足电力通道工程初期阶段隐患房屋调查工作的数据精确需求, 可以作为开展后续工作的底层基础影像。

表 1 地物要素训练样本特征描述

类别号	类别名	要素特征描述
1	房屋	①农村房屋多为红砖屋顶;②城郊及城市房屋多为水泥建筑,屋顶在阳光下具有高反射性; ③工业性用地房屋屋顶多为蓝色玻璃钢或铝合金。
2	农田	光谱特征为浅绿色,表面有规则的横向纹理特征。
3	裸地	光谱特征为灰色、米白色,表面光滑,无明显纹理特征。
4	水体	光谱特征为蓝绿色,阳光下呈现低反射性。
5	道路	因建筑材料为水泥,光谱特征为白色,阳光下呈现极高反射性。
6	植被	光谱特征为深绿色,阳光下呈现中等反射性。

### 3 自动化地物信息快速提取——遥感监督分类影像解译

为能有效获取高分影像的地物要素属性信息,研究选用了遥感影像解译技术中的监督分类算法作为解译核心手段,用于自动化提取通道工程沿线基础地物要素的属性专题图层。

#### 3.1 监督分类算法原理概述

监督分类(supervised classification)又称训练场地法,原理是通过选择特征参数建立判别函数,依照已知训练区提供的样本(AOI),求出特征参数作为决策规则,实现对各待分类影像的图像解译,是模式识别的一种方法。在常用的监督分类判别函数中,以最大似然算法(Bayes)最为常用<sup>[1~2]</sup>,其核心算子公式如式(1)。

$$D = \ln(a_c) - [0.51 \ln(|Cov_c|)] - [0.5(x - M_c)^T (Cov_c)^{-1} (x - M_c)] \quad (1)$$

式中: $D$ 为加权距离(可能性); $c$ 为某一特征类型; $x$ 为像素的测量矢量; $M_c$ 为类型 $c$ 的样本平均矢量; $a_c$ 为任一像素属于类型 $c$ 的百分概率; $Cov_c$ 为类型 $c$ 的样本中的像素的协方差; $(|Cov_c|)$ 为 $Cov_c$ 差矩阵的行列式。

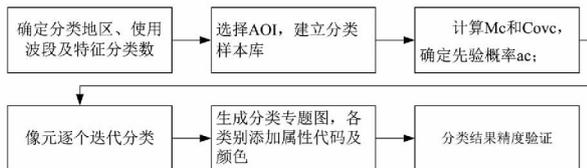


图 1 监督分类最大似然算法流程图

式(1)表明,最大似然算法充分利用训练样本数据在光谱空间的高斯正态分布,依托影像光谱中集群分布的统计特性开展解译。因前期训练区样本库建立期间的人工干预介入,此类算法属于分类精

度较高的一种宏观地物要素快速解译方式,被广泛应用于中、大型范围工程项目中。最大似然解译流程详见图 1。

#### 3.2 基于监督分类的地物属性快速提取

为实现监督分类方式下的遥感地物属性快速提取,针对不同种类的地物要素,在全图范围内选取相应的典型性光谱特征斑块,俗称训练区(AOI),从而建立解译影像的地物要素样本库。本次研究依据国土资源部 2001 年颁布的《一类土地分类》(国土资发[2001]255号)<sup>[3]</sup>,结合自身影像情况,拟定了如下 6 类一级地物解译种类,各类地物要素样本特征描述详见表 1。

依照表 1 典型地物要素分类样本,逐类别地在全图范围内对房屋、农田、裸地、水体、道路、植被 6 类地物要素开展随机化采样,每类地物要素的样本 AOI 采样量不少于 10 个。随后,对采样数据进行直方图均衡化处理(histogram equalization),以均衡化后形成的平均光谱样本,作为一类地物的最终判别标准。最终,自动获取了工程区域卫星影像的一类地物要素分类专题图层,详见图 2。采用分类精度评价模板(accuracy assessment),在分类结果中随机产生 40 个检校点,人工判读相应的地物属性,并与分类结果对比,评价专题图层地物要素分类精度<sup>[4]</sup>。经验证,研究范围影像的监督分类正确率为 76%,Kappa 系数为 0.72,符合中、大尺度的遥感影像解译精度,可作为后续研究的基础底层数据。

### 4 基于 GIS 技术的自动化隐患房屋属性获取

#### 4.1 隐患房屋分级标准制定

拟从通道房屋安全距离、房屋子类型 2 个方面,对一级地物要素中的房屋属性进行二次定级划分。



图 2 一级地物要素分类专题图

房屋安全距离: 按照国家颁布的 GB 50548 - 2010 《220 kV 架空输电线路勘测规范》<sup>[5]</sup>, 所提隐患房屋调查范围应分为如下 2 个等级区域:

1) 以通道中心线为轴, 左右各 15 m 形成缓冲区, 凡是与该区域形成包含、相交、接壤三类几何位置关系的房屋, 为占用通道左右边线范围, 阻碍了路径走向及总体方案, 属于一类隐患房屋;

2) 以通道中心线为轴, 左右距离在 15 ~ 30 m 间形成缓冲区域, 凡是与该区域形成包含、相交、接壤三类几何位置关系的房屋, 为受通道风偏位移、范围线等因素干扰区域, 存在安全隐患因素, 需经后期现场踏勘界定, 属于二类隐患房屋。

表 2 地物要素训练样本库二次分级编码

房屋安全距离	距离编码	房屋子类型	隐患房屋最终编码
一级隐患区域	15	农村平房	151
		农村多层	152
		城郊工厂	153
		城市独立型建筑	154
		城市集群式建筑	155
二级隐患区域	30	农村平房	301
		农村多层	302
		城郊工厂	303
		城市独立型建筑	304
		城市集群式建筑	305

房屋子类型: 按照农村 - 城郊 - 城区的地理走向, 本次研究将房屋隶属的子类型划分为农村平房、

城郊多层房屋、城郊工厂类房屋、城市独立型建筑(社会公共型建筑, 如学校)、城市集群式建筑(住宅小区)<sup>[6]</sup> 5 个子类。

按照上述通道房屋安全距离、房屋子类型两种分级思路, 对前期获取的所有一级房屋要素进行二次分级编码制定, 编码规则详见表 2。

#### 4.2 基于 GIS 技术的自动化房屋属性信息录入

在完成了相应的房屋隐患等级和房屋子类型编码规则制定后, 充分运用 GIS 技术中的空间分析运算( spatial analyst), 从一级地物要素专题图层中自动化的提取出符合相应判别条件的房屋类图斑, 为其添加二级属性信息<sup>[7]</sup>。

第 1 阶段: 房屋隐患等级属性录入。创建 Short Integer 型字段“DIST”, 用于存储隐患等级信息。以通道为中心, 进行 15 m、30 m 两次 Buffer 缓冲区分析, 获得相应距离的缓冲区范围。以 30 m 隐患区域房屋距离属性录入为例, 引入 Selection by Location (依托空间距离选择) 算法及判别条件语句“Query: CLASS = 1”, 仅让一级地物要素图层中的房屋类图斑与 30 米 buffer 图层进行空间相交( Intersect) 运算, 筛选出所有落在 30 m 隐患范围内的房屋类图斑, 并用 Field Calculators 编辑器完成命令“DIST = 30”, 使 30 m 范围内的隐患房屋图斑批量性地获得对应的距离属性值。同理, 进行 15 m 区域房屋隐患

表 3 隐患房屋信息统计表

ID	CLASS	DIST	SUB_CLASS	perimeter	AREA	POINT_X	POINT_Y	平面示意图
						626 072.289	3 290 301.95	
						626 080.035	3 290 292.9	
						626 068.181	3 290 282.1	
7	1	30	302	76 m	258 m <sup>2</sup>	626 064.16	3 290 286.34	
						626 057.598	3 290 279.78	
						626 052.941	3 290 284.86	
						626 072.289	3 290 301.95	

等级的属性录入。需要注意的是,此时被选中的图斑中,存在 DIST 属性已经被录入距离 30 的图斑,应将此类图斑的 DIST 属性覆盖,更新为“DIST = 15”,从而形成“中心线至 15 m”、“15 m ~ 30 m”两类毗邻的隐患范围,具体情况详见图 3。由图面可知,图上所示深蓝色区域为“二级房屋隐患区”,而洋红色区域则为“一级房屋隐患区”。



图 3 房屋隐患等级专题图

第 2 阶段:为房屋子类型属性录入。创建 Short Integer 型字段“SUB\_CLASS”,用于房屋子类型属性存储。由于一种房屋的子户型具有多种可能性,完全依托软件运算容易造成错判和误判。因此,研究的房屋子类型属性录入,采用 GIS 自动定位配套人工目视判读的半自动化模式。以 30 m 隐患区域房屋子类型录入为例,采用 Select by Attribute(依照属性值选取)算法及判别条件语句“Query: DIST = 30”将所有隶属于二级隐患区域的房屋图斑选中,依照 4.1 节制定的房屋子类型编码规则,在“SUB\_CLASS”属性字段中逐一为隐患房屋图斑赋予二级房屋子类型的属性编码值,录入具体情况详见图 4。

至此,一级地物要素专题图层的所有房屋图斑

均已拥有了相应的房屋隐患等级、房屋子类型属性信息,可以筛选出满足条件的房屋隐患图斑,作为开展后续房屋自动化统计研究的基础。

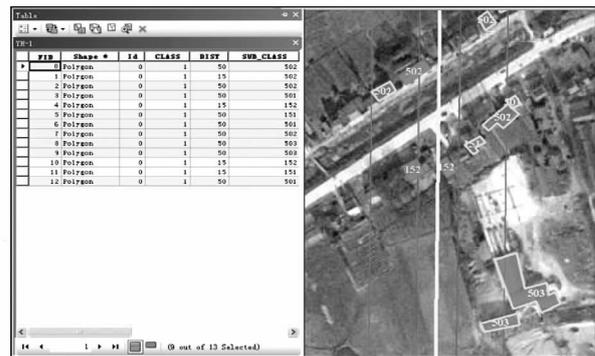


图 4 房屋隶属于类型专题图

#### 4.3 隐患房屋基本地理属性自动化获取

对于勘测专业“房屋一户一表信息统计卡”而言,除隐患房屋的产权行政区界隶属、户主使用情况需通过外业人员现场获取外,房屋几何信息(占地面积、房屋周长)、房屋形态结构点(俗称房角点)地理坐标位置、房屋结构平面示意图等基本房屋属性,均可通过 GIS 空间分析算法批量化、自动化的获取。本次研究,着重探讨房角点坐标信息的获取思路。

在传统的电力通道隐患房屋调查工作中,房角点的坐标情况采用 RTK - GPS 外业实测模式,人力及工时的投入量较大。通过影像解译手段实现了栅格化影像数据向矢量化专题图斑的形式转换,从而依托矢量化的数据介质,实现批量性的自动化 GIS 空间分析运算,这是传统人力工程测量手段所无法达到的。

采用 3D Analyst 分析功能中的“Feature Vertex to Point”算法,分析矢量化隐患房屋图斑的节点位

置 将其自动转化为 point 格式的矢量点文件,形成房屋角点的专题图层。该点图层与前阶段隐患房屋图层的房屋编码 ID 字段完全匹配,但不具有点坐标信息,需要进一步通过 GIS 空间运算的“Add XY Coordinate”算子,批量化赋予点要素坐标属性。最终,可导出带有房屋 ID 号的房角点坐标表单,并以房屋唯一编码 ID 号为同名链接字段,将房屋基础信息表单(含周长、占地面积、房角点坐标)与隐患房屋等级专题信息表单(含隶属隐患等级、房屋子类型)进行关联,合并为一张完整的隐患房屋信息统计表单,详情见表 3。

## 5 多元通道隐患房屋信息统计分析及专题图制作

本次数字化隐患房屋统计分析研究的另一大重点,是能够通过 GIS 的空间决策分析手段,按照工程所需的不同统计侧重点,分区域、分类别地快速输出符合筛选条件的隐患房屋属性表单。这种多元化的隐患房屋统计方式不仅大大提高了房屋信息的统计效率,还使得统计方式更为多元化、统计结果更具有针对性,从不同的角度挖掘统计信息的深层含义<sup>[8-9]</sup>,为工程后期的造价分析提供详实有力的数据支撑。

### 5.1 多元隐患房屋信息统计分析模式制定

按照工程具体需求,研究拟订了如下 3 种通道隐患房屋表单的统计主题:

1) Query 语句: NOT( DIST = 0) ——表示统计所有隐患类房屋总信息并输出相应表单,示意图见图 5。



图 5 隐患房屋信息总专题图

2) Query 语句 “DIST = 15” OR “DIST = 30” ——表示按照房屋的隐患等级输出 15 m、30 m 隐患范围的通道隐患房屋信息统计表单,示意图详见图 6。

3) Query 语句: NOT( SUB\_CLASS = 0) ——表示以房屋隶属的子户型情况为分级条件,输出落入 15 m、30 m 隐患范围的各类房屋种类统计表单,示意图详见图 7。

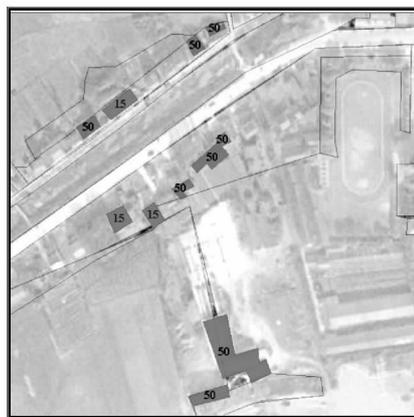


图 6 房屋隐患等级专题图



图 7 隐患房屋户型专题图



图 8 分级化通道隐患房屋专题图

### 5.2 分级化通道隐患房屋专题图制作

依托 GIS 技术与 RS 影像解译技术的集成应用

形式,制作了主题鲜明、标注清晰、色彩直观的分级化通道隐患房屋专题图,将抽象的各类表单统计结果以具象的形式予以表现,成为数字化勘测成果移交的重要组成部分。

采用 Categories 中的分层设色法,对 DIST 字段 15、30 和 0 三个类别赋予 3 种不同的颜色。随后,按照分级化多主题标注形式( Define Classes Of Feature Differently),对于隶属于 15 m、30 m 的隐患范围房屋图斑类别,标注 SUB\_CLASS 字段属性值(房屋隶属于类型);而对于 DIST 为 0 的图斑类型,有如下 2 种情况:1) 该图斑虽然属于房屋类型,但不处于房屋隐患范围内;2) 该图斑不属于房屋类型。因此,将此类图斑另行标注,显示字段 CLASS(一级地物原始类别)的属性信息。最终,分级化隐患房屋专题图的制图目标为,在查看图面上所有地物图斑的一级原始类别基础上,能够依据相应的颜色和属性标注信息,判别出隶属于隐患范围的房屋隐患等级范围和房屋户型情况,实现多主题的使用功能,专题图局部示意图详见图 8。

## 6 总 结

电力通道隐患房屋数字化统计方法研究旨在利用新型的数字化勘测技术,依托公开数据平台的高分辨率卫星影像,合理、高效地优化传统通道隐患房屋调查工作中的全人力外业调查模式,有效地提高了隐患房屋调查工作的整体效率,降低了作业过程中人工投入的总体比例。此外,通过 GIS 空间分析技术,实现了多元隐患房屋统计表单的快速输出以及分级化通道隐患房屋专题图的制作,为后续的施工造价控制提供了详实的基础数据资料和直观的图面表示。

综上所述,贯彻了国家电网公司“两型三新”的设计中心思想,将通道勘测手段由传统型人力工程测量模式向数字化、精细化、自动化的新型勘测作业体系进行转变,在勘测设计工作的“创新提效”方面取得了较好的成效,可在后续的日常生产工作中进一步加以延续应用。

### 参考文献

- [1] 张桂芳,单建新.基于高分辨率影像的房屋自动识别方法[J].测绘与空间地理,2014,04(2):157-192.
- [2] 杨鑫,张锦明.浅谈遥感图像监督分类与非监督分类[J].四川地质学报,2013,11(1):52-57.
- [3] GB/T 1014-2001,土地分类(国土资发[2001]255号)[S].北京:中国标准出版社,2001.
- [4] 曾招城,李利伟,王正海,等.基于监督分类的震后高分辨率影像倒塌房屋快速识别[J].遥感信息,2011,5(5):76-80.
- [5] GB 50548-2010,220 kV 架空输电通道勘测规范[S].
- [6] 郭利川.基于遥感影像和地形图的水体提取及其半自动化变化检测[J].国土技术,2014,40(3):262-264.
- [7] 黄昕,郭诗韵.高分辨率遥感影像的形态学房屋指数模型[J].武汉大学学报,2015,30(5):609-613.
- [8] 汤国安,宋佳. ArcGIS 地理信息系统空间分析[M].北京:中国高等教育出版社,2008.
- [9] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版社,2009.

作者简介:

余婧峰(1988),硕士研究生、工程师,主要从事电力 GIS、遥感与 GIS 集成应用方向的相关研究,目前从事三维航测电力通道优化设计工作。

(收稿日期:2016-06-29)

# 欢迎投稿      欢迎订阅

投稿邮箱:cdscdljs@163.com