

# 测调融合技术研究

王星星, 孙艳芳, 张正强, 胡燕, 贺鸿愿, 伍建红

湖南省第一测绘院, 湖南 长沙

收稿日期: 2023年3月31日; 录用日期: 2023年6月30日; 发布日期: 2023年7月7日

## 摘要

针对基础测绘成果不好用的难点、痛点, 本文提出一种基础测绘与国土调查数据成果融合方法。通过对比分析基础测绘和国土调查业务的区别和联系, 建立了两种业务工作分类的对应关系; 探讨了测调融合技术流程, 系统消除了数据之间几何图形、属性信息等方面的矛盾和边界不一致问题; 基于ArcGIS二次开发设计实现了测调融合工具, 并以水系数据为实验数据展示了测调融合效果。实验表明该方法兼顾了两种成果的数据优势, 能够建立数据之间广泛的关联关系, 并实现联动更新, 从而盘活信息脉络, 提升了数据应用价值, 为基础测绘全面融入自然资源管理业务奠定基础。

## 关键词

基础测绘, 国土调查, 分类, 融合, 自然资源

# Research on Data Fusion Technology of Basic Surveying and Mapping and Land Survey

Xingxing Wang, Yanfang Sun, Zhengqiang Zhang, Yan Hu, Hongyuan He, Jianhong Wu

The First Surveying and Mapping Institute of Hunan Province, Changsha Hunan

Received: Mar. 31<sup>st</sup>, 2023; accepted: Jun. 30<sup>th</sup>, 2023; published: Jul. 7<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In view of the difficulties and pain points for poor use of the basic surveying and mapping data, this paper proposes a fusion method of basic surveying and mapping and land survey data. By comparing and analyzing the difference and relationship between basic surveying and mapping and land survey, the corresponding relationship between the two business classifications is estab-

lished. The technical process of fusion is discussed, and the contradictions and boundary inconsistency in geometry, attribute information are systematically eliminated. Finally, based on the secondary development of ArcGIS, the fusion tool is designed and implemented. The fusion effect is demonstrated by taking the water data as the experimental data. The experiment shows that this method takes into account the data advantages of the two results, can establish a wide range of associations between data, and achieve linkage updating, thus activating the information context, improving the value of data application, and laying a foundation for the comprehensive integration of basic surveying and mapping into natural resource management business.

## Keywords

Basic Surveying and Mapping, Land Survey, Classification, Fusion, Natural Resource

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着测绘业务全面融入自然资源系统,其存在的重复测绘现象、精准服务能力不足等问题受到了广泛关注[1][2][3][4]。一些研究者已开展了相关研究:邹志平等[5]研究提出利用三调成果进行1:1万地形图数据更新方法,为改善省级基础测绘数据的完整性、跨行业应用等问题提供解决方案;程剑刚等[6]探索研究“测量”模式向“测调”模式转型,实现了传统测绘空间数据信息与信息调查的属性信息数据的有机融合;李卓[7]探讨了基础测绘与地理国情监测的数据之间区别与联系,并建立了基础测绘数据与地理国情监测数据协同更新机制。

为提升基础测绘成果应用价值,本文研究基础测绘与的国土调查业务对比融合。首先梳理基础测绘与国土调查业务工作要求,从数据、分类、采集要求等多个方面对比分析了两者的区别与联系,然后提出基础测绘与国土调查对比融合方法,解决两套成果数据类型矛盾或边界不一致的问题,实现其在几何图形、属性信息等方面的有机融合,促进基础测绘与自然资源管理业务的紧密耦合。

## 2. 测调融合技术

### 2.1. 测调融合概念

在测绘行业,测调融合通常定义为测绘与调查工作或成果有机融合。基础测绘与国土调查两种业务工作都是对地表现状的描述,按照地表分布状态来看,两种数据应该协调一致、互相对应。但由于作业的人员、时间和要求不一致,导致两套成果存在诸多类型矛盾和边界不一致的现象。为进一步促进基础测绘数据成果的深度应用,本文基于测调融合概念,探索研究基础测绘与国土调查对比融合。

### 2.2. 测调融合必要性

测调融合对于工作开展和成果利用具有重要意义,主要表现在以下四个方面:

- 1) 基础测绘和国土调查数据互相印证。两套数据可以互相印证,进而提高数据的准确率,例如用基础测绘与国土调查数据融合筛选出来的耕地,可应用于占补平衡。
- 2) 实现基础测绘与国土调查数据的联动更新。两套数据互相补充与反馈,发现变化后联动更新,能够提高更新效率,提升数据快速获取与处理能力。

3) 可以提升数据成果应用价值。开展测调融合能够促进基础测绘与自然资源业务的紧密耦合, 方便实现一次外业调查满足多种业务需求目标。

4) 可以降低社会使用成本。用基础测绘数据进行规划设计, 需套合国土调查数据核实是否占用基本农田, 是否占用生态保护红线。融合之后, 只需套合一次, 减少各项工作成本。

### 3. 基础测绘与国土调查对比分析

#### 3.1. 相同点和不同点

基础测绘与国土调查是自然资源系统下不同部门的两种业务工作, 二者既有相似又有不同。

相似之处主要表现在: ① 工作的对象基本一致, 都是对地表空间进行全覆盖表达; ② 采用技术方法类似, 都利用测绘遥感技术进行变化发现和底图制作; ③ 产生的数据格式相似, 所形成的数据库均采用 GDB 格式; ④ 都需要经过外业调查, 测绘行业称为外业调绘, 国土调查工作称为外业核查; ⑤ 对成果现势性的要求较高, 定期进行数据变更或更新。

不同之处主要表现在: ① 业务性质不同, 基础测绘主要特征是基础性、公益性, 国土调查主要特征是权威性、真实性; ② 目标不同, 基础测绘主要表达地表面地物、地貌的平面位置和高程, 国土调查则侧重表达土地利用现状; ③ 几何表达方式不同, 基础测绘基于不同比例尺成果要求采用不依比例尺(点)、半依比例尺(线)及依比例尺(面)表达, 而国土调查以面状图斑的形式表达; ④ 调查属性不同, 基础测绘主要调查地物要素的自然属性和人工属性, 而国土调查核查土地利用属性和权属性质; ⑤ 展现尺度不同, 基础测绘有 1:500~1:1 万等 11 种基本比例尺, 而国土调查主要采用 1:5000 比例尺; ⑥ 数据内容不同, 基础测绘数据内容主要包含数字线划图(DLG)、数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字栅格地图(DRG)等 4D 产品及相应的元数据, 而国土调查数据内容[8][9]主要包括基础地理要素、土地要素和独立要素等。

#### 3.2. 分类体系

基础测绘[10]分为 9 个大类, 包括定位基础、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质、地名与注记。国土调查[11]分为 13 个地类, 包括湿地、耕地、种植园用地、林地、草地、商业服务业用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。经过对比分析后形成如图 1 所示的对应关系图。

从图 1 中可发现, 基础测绘大类要素与国土调查地类存在对应关系, 其中, 水系与湿地、水域及水利设施用地有对应关系, 居民地及设施与商业服务业用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地有对应关系, 交通与交通运输用地有对应关系, 植被与土质同耕地、种植园用地、林地、草地、其他土地有对应关系。而基础测绘的大类要素定位基础、境界与政区、地貌分别对应国土调查的小类要素定位基础、境界与行政区、地貌, 管线要素、地名与注记两类要素无对应关系。

#### 3.3. 要素采集对比

基础测绘与国土调查对要素类型分类定义和选取指标有较大差异。基础测绘采用“所见即所得的方式”判断地物类型, 采集地物的轮廓范围。而国土调查据用途和权属分类, 采集地类图斑所占用的土地空间范围。两者分类采集的差异对比如图 2 所示, 左图中国土调查数据城镇住宅用地包含人们生活居住的房基地及其附属设施的土地范围, 右图中基础测绘数据中则对应房屋、亭、池塘、内部道路等多种地物要素, 各地物要素以外围轮廓进行采集。通过对比分析发现, 国土调查地类图斑与基础测绘地物要素具有包含对应关系, 且通常基础测绘地物范围应不超出国土调查地类图斑边界范围, 可作为测调融合方法实现的主要原则之一。

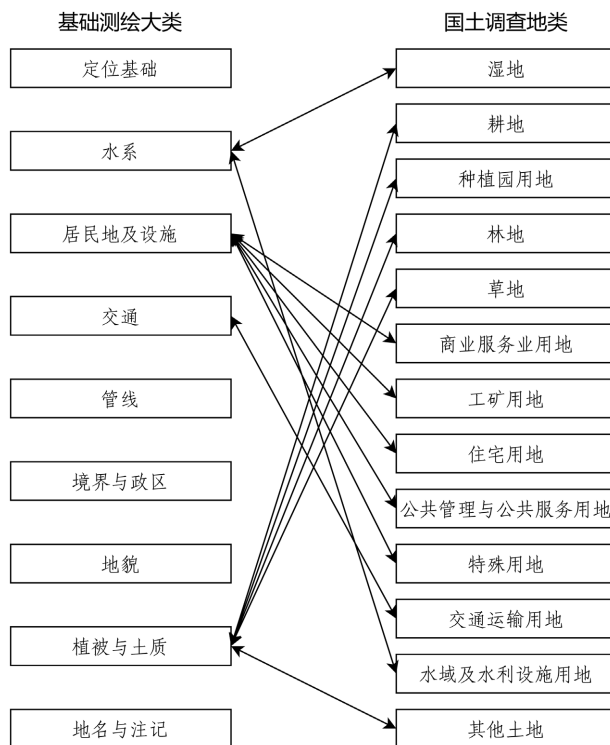


Figure 1. Correspondence between basic surveying and mapping and land types in land survey  
图 1. 基础测绘与国土调查分类对应关系



Figure 2. Comparison of basic surveying and mapping and land survey elements collection  
图 2. 基础测绘与国土调查要素采集对比

## 4. 测调融合方法实现

### 4.1. 测调融合流程

通过对比分析后发现，基础测绘与国土调查数据分类有较大对应关系，基于此，本文提出测调融合技术流程，如图 3 所示。首先，提取基础测绘的水系、居民地及设施、交通、植被与土质，以及国土调查数据地类图斑。然后，根据表 1 的分类对应关系，进行两套数据的类型比对，判断是否产生类型矛盾；



若类型不矛盾则直接进入边界调整处理，若类型矛盾则进一步进行要素取舍判断处理；结合遥感影像和其他专题数据综合判断后，确定舍弃的要素直接删除，确定不舍弃的要素进入下一步要素类型修改判断，不修改的要素进行差异提取，修改的要素进入边界调整处理。最后，输出经过测调融合的基础测绘数据和差异层数据成果。

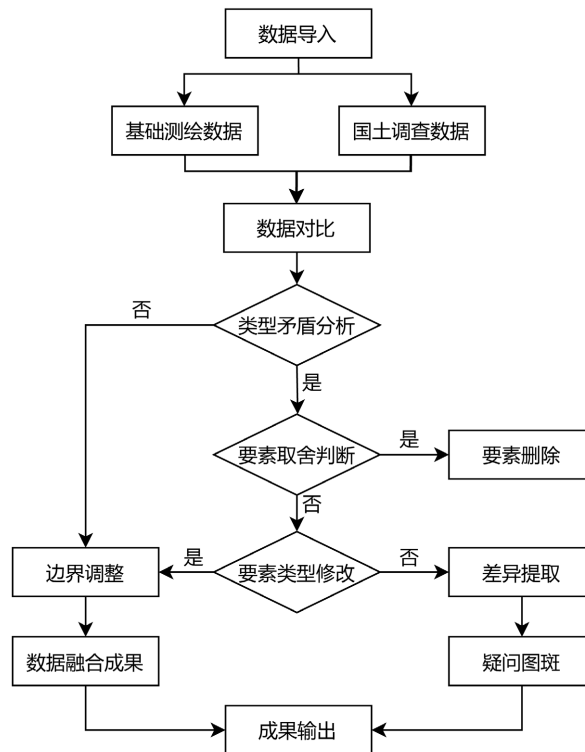


Figure 3. Processing flow of basic surveying and mapping and land survey data fusion  
图 3. 测调融合处理流程

### 1) 要素取舍

要素取舍是根据基础测绘与国土调查分类的对应关系，处理地物要素类型与地类图斑类型矛盾的情况。以水系为例，提取国土调查水域面数据(1101, 1102, 1103, 1104, 1107)数据为参考数据，与基础测绘水系进行比对：① 若基础测绘与国土调查数据都为水系面时，对基础测绘水系进行边界调整；② 若国土调查为水域面时，基础测绘无对应水系，则需要合理补充采集水系；③ 若基础测绘为水系面，而国土调查数据为其他地类时，应根据实际情况综合考虑是否删除该水系面。对照参考影像，当基础测绘水系面为小区内部人工河湖、公园内部水面或工矿企业内部固化池洗矿池等，国土调查对应地类为建设用地时，应合理保留；当基础测绘水系面对应的国土调查地类为耕地时，如参考影像上明显能看出水系面时，进行差异提取，否则删除基础测绘水系面。如图 4 所示，池塘 a、b 进行边界调整，池塘 c 删除，池塘 d 保留并进行差异提取。

### 2) 边界调整

基础测绘的地物要素类型与国土调查地图图斑类型不矛盾时，进行边界调整，地物范围面应不超出国土调查地类图斑边界范围，基础测绘线要素对照调整。例如，单线水系线作为地类分界线时，应根据国土调查图斑边界调整；基础测绘成果的交通道路面通常采集路面范围，而交通运输用地则采集占地空间，当基础测绘道路面或道路中心线超出国土调查交通用地面时，应进行边界调整。如图 5 所示为单线水系和道路中心线调整后对比。



Figure 4. Pond element selection  
图 4. 池塘要素取舍



Figure 5. Comparison before and after boundary adjustment  
图 5. 边界调整前后对比

为表示要素上下层空间关系，上层要素可与下层要素重叠表示。例如，当河流与沟渠遇桥梁、隧道、涵洞、水闸、水坝等附属要素时，保持水系连通，不做边界调整处理。

### 3) 差异提取

当发现基础测绘数据与国土调查地类图斑类型矛盾时，需对照参考影像进行差异提取。若参考影像与数据类型皆不相符，应提取变化图斑，表示该区域发生变化，需要进行数据更新；若参考影像与国土调查地类矛盾，但与基础测绘成果类型相符时，应提取疑问图斑，表示该范围内地类与实际不符；若参考影像与国土调查地类相符，但与基础测绘要素矛盾，需要对基础测绘数据进行更新。提取两类图斑数据作为差异层，通过建立数据实时互推与相互补充的交换机制，进行信息反馈，作为数据成果更新的参考。

由于国土调查成果是国家认可的具有权威性质的数据，真实、准确、可靠，且每年进行年度变更，成果现势性高，因此在进行测调融合处理时，不对国土调查数据成果进行编辑修改，若确有发现国土调查地类图斑数据不一致的范围提取差异层，并建立信息联络机制反馈给国土调查成果维护部门。

## 4.2. 测调融合实现

### 4.2.1. 测调融合工具设计与实现

基础测绘与国土调查数据融合处理，采用以计算机程序自动处理为主、人工编辑为辅的方式进行。

为提升测调融合速度，笔者基于 ArcGIS 平台开发了测调融合系列工具，主要包含类型比对工具、边界调整工具、补充采集工具、差异提取工具等四大功能模块，如图 6 所示。

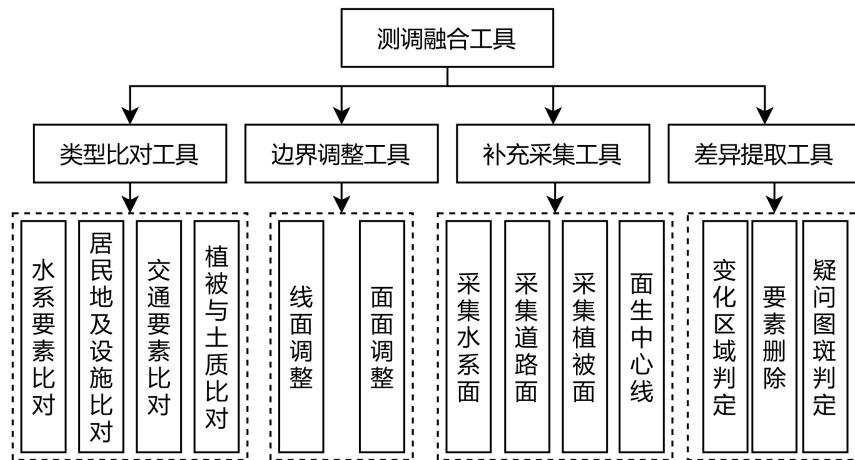


Figure 6. Tool set of basic surveying and mapping and land survey data fusion  
图 6. 测调融合工具

1) 类型比对工具，建立基础测绘与国土调查要素类型对应关系表，根据空间位置提取数据矛盾图斑和边界调整要素。以水系为例，二者对应关系见表 1。工具识别统一空间位置两种数据类型，判断是否具有对应关系。

Table 1. Corresponding relationship between water elements and land types in land survey  
表 1. 水系与国土调查地类对应关系

基础测绘要素		国土调查分类	
分类代码	分类名称	分类代码	分类名称
210000	河流	1101	河流水面
220000	沟渠	1107	沟渠
230101	湖泊	1102	湖泊水面
230102	池塘	1104	坑塘水面
240000	水库	1103	水库水面
260500, 260600	岸滩, 水中滩	1106	内陆滩涂
270000	水利及附属设施	1109	水工建筑用地
		0303	红树林地
		0304	森林沼泽
261200	沼泽、湿地	0306	灌丛沼泽
		0402	沼泽草地
		1108	沼泽地

2) 边界调整工具，对提取的边界调整要素与地类图斑进行边界比对，对于边界基本一致的要素，直接调整为国土调查地类图斑边界；对于边界差异较大的要素，提取作为待人工核实数据，结合影像综合

判断,若符合国土调查地类图斑边界的直接调整边界,若不符则进行差异提取。边界调整工具开发可通过多边形叠加分析,形成碎屑多边形后,设置面积阈值,将小面积碎屑多边形自动合并到相邻面,从而实现自动调整,大面积碎屑多边形需结合人工判断处理。

3) 补充采集工具,在完成类型比对后,没有与国土调查地类图斑对应的,工具直接拷贝地类图斑作为基础测绘水系面、道路面、植被面,并提取道路中心线、水系结构线。

4) 差异提取工具,类型比对工具得到的类型矛盾图斑作为疑问图斑初始数据,对照遥感影像及专题资料人工核实,逐一判断是否删除基础测绘要素或标记为变化区域或疑问图斑,并提取差异层。

#### 4.2.2. 测调融合效果

本文以某地区 1:10,000 基础测绘数据与第三次全国国土变更调查成果为实验数据,两套数据的时效一致,均为 2021 年底,利用测调融合工具采用人机交互方式进行数据融合处理,水系融合对比如图 7 所示。

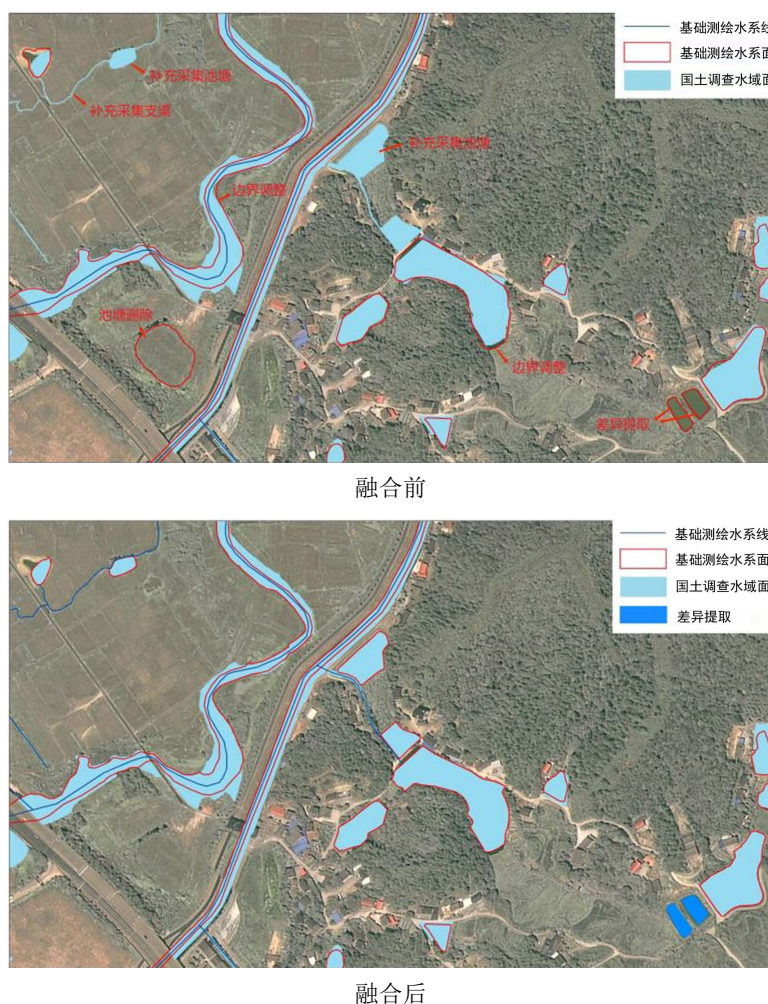


Figure 7. Measurement and survey fusion of water element  
图 7. 水系测调融合对比

测调融合后的基础测绘数据成果兼顾了国土调查成果的权威性与业务部门对地理信息要素的应用需求,相较于原始自行一套的基础测绘成果,盘活了信息脉络,挖掘了信息价值,便于进行深一步的数据分析和应用。



## 5. 结语

本文通过数据对比分析、抽取、边界调整以及差异提取等环节,实现基础测绘与国土调查两套数据融合。融合处理后能够消除数据之间的套合偏差,两套数据成果互相印证,实现数据的联动更新,从而降低数据建设成本,提升数据应用价值,为促进基础测绘与自然资源管理业务的紧密耦合奠定基础。下一步将探索建立基础测绘更新与国土变更调查的数据实时互推与相互补充的交换机制,实现数据联动更新,深度挖掘基础测绘成果的应用价值,充分发挥基础测绘的基础性、公益性作用。

## 基金项目

湖南省自然资源厅科技项目(编号:20230130LY;2021-12)资助。

## 参考文献

- [1] 李成名, 印洁, 刘晓丽, 武鹏达, 戴昭鑫. “实体中国”与新型基础测绘的思考[J]. 测绘科学, 2019, 44(6): 230-234.
- [2] 张凯, 吕志慧, 徐德. 江苏省基础测绘的现状与发展探讨[J]. 地理空间信息, 2020, 18(9): 119-121+8.
- [3] 王星星, 邹志平. 省级基础地理信息数据更新模式研究[J]. 测绘标准化, 2017, 33(4): 21-24.
- [4] 陈怀文, 王星星. 基础测绘现状及发展探讨——以湖南省为例[J]. 现代测绘, 2022, 45(4): 20-23+51.
- [5] 邹志平, 王娟. 三调成果在省级基础测绘中的应用研究[J]. 测绘标准化, 2022, 38(3): 19-24.
- [6] 程剑刚, 田文革, 王永国, 李敏. 北京市电力能源建设测绘工程中新技术的应用[J]. 北京测绘, 2019, 33(10): 1127-1131. <https://doi.org/10.19580/j.cnki.1007-3000.2019.10.003>
- [7] 李卓. 基础测绘数据与地理国情监测数据协同更新[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(4): 130-131+137.
- [8] 中华人民共和国自然资源部. TD/T 1057-2020, 国土调查数据库标准[S]. 北京: 中华人民共和国自然资源部, 2020.
- [9] 中华人民共和国自然资源部. TD/T 1058-2020, 第三次全国国土调查县级数据库建设技术规范[S]. 北京: 中华人民共和国自然资源部, 2020.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 13923-2006, 基础地理信息要素分类与代码[S]. 北京: 国家测绘局, 2006.
- [11] 中华人民共和国自然资源部. TD/T 1055-2019, 第三次全国国土调查技术规程[S]. 北京: 中华人民共和国自然资源部, 2019.