引文格式：徐涛,张颖,申亚斌,等. 降水产流下垫面调查统计方法研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(12): 122-124. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.12.030

降水产流下垫面调查统计方法研究
——以江苏省为例

徐　涛[1]，张　颖[2]，申亚斌[1]，管西柯[2]
（1. 江苏省基础地理信息中心，江苏 南京 210013；2. 江苏省水利工程规划办公室，江苏 南京 210029）

摘　要：为服务淮河、长江、太湖三大流域机构防洪规划修编，提供基础数据支撑服务，采用对比分析的方法对当前下垫面常规手段进行研究并总结其各自优缺点，结合江苏省2020年降水产流下垫面调查统计案例，重点对基于“三调”成果开展降水产流下垫面调查统计的技术流程和方法进行剖析，对部分特殊地类要素的下垫面分类调整做了进一步的分析与说明，开发形成调查统计软件、下垫面分类标准和系列调查统计成果，通过成果典型应用，进一步验证了软件的稳定性、分类标准合理性及成果的可利用性。

关键词：三调；降水产流；下垫面；调查统计；成果应用
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）12-0122-03

Research on the Investigation and Statistics Method of Underlying Surface of Precipitation Runoff: A Case Study of Jiangsu Province

XU Tao[1], ZHANG Yin[2], SHEN Yabin[1], GUAN Xike[2]
(1. Foundational Geography Information Center of Jiangsu Province, Nanjing 210013, China;
2. Jiangsu Water Resources Planning Bureau, Nanjing 210029, China)

Abstract: In order to serve the revision of flood control planning of HuaiRiver, Yangtze River and Taihu Lake, and provide basic data support services, we used comparative analysis method to study the current conventional means of underlying surface and summarized their advantages and disadvantages. Combined with the investigation and statistics case of precipitation runoff yield underlying surface in Jiangsu Province in 2020, we analyzed the technical process and method of conducting precipitation runoff yield underlying surface investigation and statistics based on the results of the third national landsurvey, and gave further analysis and explanation on the adjustment of underlying surface classification for some special land type elements. Finally, we developed investigation and statistical software, underlying surface classification standards, and achieved a series of investigation and statistical results. Through typical application of the results, we verified the stability of software, the rationality of classification standards, and the usability of results.

Keywords: the third national land survey, precipitation runoff, underlying surface, survey and statistic, achievement application

目前，降水产流下垫面调查受自然环境、基础数据资源质量、调查手段等因素制约，存在调查周期长，调查成果现势性差、外业投入相对较大，产能效益低等问题，同时由于调查手段比较单一，缺少多源数据横向比较和历史数据的纵向联系分析，成果质量缺少验证和合理性支撑。随着地理信息技术的发展，其调查方法和手段也取得了一些突破，特别是在国土调查数据基础上，开展下垫面调查统计路径研究，可利用GIS和RS技术对各类监测数据进行多重叠加运算，基于遥感解译深度学习、自动综合融合、空间叠加分析等关键技术，快速获取下垫面调查统计成果。

1　研究现状与不足分析

1.1　现状用地平衡表计算法

现状用地平衡表计算法是一种用于评估城市土地利用与城市发展之间关系的分析方法。该方法利用现有资料，方法简单，计算便捷。缺点是规划的编制具有周期性，规划的基准年一般早于现状，现状用地平衡表中统计资料有可能早于现状3~5 a时间，在此期间，随着城市发展建设、不透水等硬化面积加大，城区尤其是新城区下垫面可能发生显著变化，导致城市径流系数增大，从而致使该方法计算的综合径流系数比实际情况偏小，不能及时、准确反映海绵城市建设

收稿日期：2023-08-03。
第一作者简介：徐涛（1968—），高级工程师，研究方向为地理信息数据处理与计算机制图，E-mail：765419189@qq.com。

中下垫面现状。

1.2　遥感影像解析法

遥感影像分析法能够较高精度的解析新老城区城市建筑、道路、绿地、水体和其他下垫面情况高分辨率影像数据，及时、详尽地记录各类型地物信息，能够真实、客观的反映下垫面情况，通过面向对象的遥感影像分类法对影像数据进行解析，可得到较高精度的下垫面分类统计信息。由于影像清晰程度、地物景观复杂性等因素影响，解译结果需要对后期目视判读和外业调绘发现的错、漏对象进行修正，存在一定的内、外业人工工作量，不利于缩短工期及提高分类精度[3-4]。

1.3　调查数据GIS解析法

依据土地利用现状分类标准，利用GIS数据处理模型对调查用地数据进行融合处理、面积统计，可以得到各类面积汇总表。由于国土规范与水利规划在分类标准上有所不同，两者数据往往存在不一致的现象，难以建立精确的对应关系，因此需要根据地类含义以土地用途为依据，建立国土与下垫面分类之间的对应关系，再进行分类汇总，赋予径流系数，并进行二次加权平均计算，从而得到区域综合径流系数，最后汇总统计，形成统计成果为防洪规划提供支撑[3]。该方法的优点是空间矢量调查数据资源内容详实，能够准确地反映下垫面情况；缺点是国土调查数据有一定的周期性，也在一定程度上造成数据滞后，需要基于多种手段进行局部更新。

2　基于“三调”成果调查统计

2.1　“三调”成果介绍

第三次国土调查（以下简称“三调”）是由国务院统一部署开展的一次重大的国情国力调查，全面查清了全国国土利用状况[5]。“三调”调查地类共包括13个一级类、56个二级类。13个一级类分别为湿地、耕地、园地、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[6]。

2.2　调查统计总体思路

近年来，江苏省在“三调”成果的基础上结合生态修复、河湖治理、退耕还林还草等项目实时开展了日常变更和年度变更调查工作，结合日常变更和年度变更调查成果，开展降水产流下垫面调查统计研究，解决了数据现势性滞后的问题。

以2020年“三调”成果数据为基础数据源，按下垫面与土地利用分类的对应关系，采用空间数据关联运算等方法对数据进行处理，通过与已有成果的对比分析和典型变化区域调查，检验成果的准确性与合理性。

2.3　下垫面与“三调”数据分类映射

依据地类特性初步建立水面、建设用地、水田和旱地四类下垫面与“三调”数据各分类数据的对应关系，作为下垫面分类统计原则确定的基础。

1）水面涉及“三调”数据中的“水域及水利设施用地”和“湿地”2个一级分类，8个二级分类。

2）建设用地涉及“三调”数据中的“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”和“交通运输用地”5个一级分类，15个二级分类。

3）水田为“三调”数据耕地中二级分类的水田分类。

4）除水面、建设用地、水田外的土地分类全部纳入旱地，旱地涉及国土土地利用分类中的13个一级分类，38个二级分类。

2.4　分析与调整

“三调”数据分类规则是在“二调”数据的基础上部分拆分和归并调整形成，总体数据分类更细化，通过对两轮数据的定义比对和影像数据分析，对部分新增分类和拆分归并的分类项进行了调整和规定。

1）城市内公园与绿地调整。对城市内湖泊，明确产权归属的，属于城市园林行政主管部门管辖的城市内湖泊，“三调”成果数据采集为公园与绿地，按一定的面积指标进行筛选，公园与绿地调整为河道或湖泊水面，下垫面旱地修改为下垫面水面。

2）河道滩地调整。“三调”成果数据中双槽或复式河道中的洲滩均被计入耕地（少部分林地）类型，将两岸滩地范围内的耕地、林地进行修改，地类名称统一修改为内陆滩涂，下垫面旱地修改为下垫面水面。

3）全省湖泊保护名录范围内部分图斑“三调”成果数据原为小坑塘水面，地类名称修改为小湖泊水面，下垫面旱地修改为下垫面水面。

4）养殖坑塘和可调整养殖坑塘调整。养殖坑塘和可调整养殖坑塘为“三调”数据新增二级分类项。两者虽然归属一级分类水域及水利设施用地，根据其分布特征及土地用途，下垫面水面修改为下垫面旱地。

2.5　研究效果

2.5.1　调查统计软件

下垫面调查统计软件是基于Arcpy编写的可视化

工具软件。其4项基本功能分别为导入调查数据、配赋下垫面分类属性值、按水利分区进行数据融合、数据分类统计。

2.5.2 统计分类标准

以“三调”数据为基础数据，根据下垫面分类及特性，在典型区域调查和基于遥感影像校核分析的基础上，充分考虑与相关成果衔接，建立水面、建设用地、水田、旱地四类下垫面与“三调”成果数据中土地利用分类之间的对应关系，制作下垫面分类与国土土地利用分类对应关系表，形成下垫面调查统计分类标准。

2.5.3 调查统计成果

1）按照水面、建设用地、水田、旱地分类统计，形成水资源分区、防洪分区、治涝分区及全省行政分区下垫面成果。

2）对“三调”成果、行政区数据、水利分区数据成果进行融合处理，制作全省下垫面统计分析基础地理数据库，为下垫面动态更新、调整和分析工作提供数据基础。

3 成果应用与分析

3.1 建成区不透水率分析

城市下垫面不透水率是衡量城市雨洪模型中最重要的指标之一，对研究城市产汇流过程、推进城市洪涝防治及海绵城市建设具有重要意义。目前衡量城市不透水性最常用的指标为总不透水面积（TIA）和有效不透水面积（EIA）[7]。本项目针对2种不同体系的数据源，即三调分类体系和国情普查分类体系，采用土地利用类型确定法，选取苏南地区的南京和苏州、苏中地区的南通和泰州、苏北地区的徐州和宿迁共6个分析单元，经过空间聚合、数据融合、迭代运算、分类统计，完成矢量数据的异源同构，对城市不透水面积进行统计，形成城市下垫面不透水率成果，城市范围为2020年地理国情监测成果中城市中心城区（BOUA8）确定的范围，三调成果下垫面不透水要素引用本项目研究成果下垫面为建设用地的地类统计面积；国情普查为2020年地理国情监测成果中一级分类码中的房屋建筑区、铁路与道路、构筑物、人工堆掘地共4个一级分类项汇总统计面积，不透水要素为分析对比图如下，同一分析单元2种不同数据源城市下垫面不透水率基本一致，较差均小于6%，较差最大的为徐州为5.8%，最小的为泰州，较差为1.2%。

3.2 水田产流与用水分析

水田面积中，除水稻种植面积外，还包括水生作物种植和稻田养殖面积。基于本项目统计成果，结合2012年下垫面统计成果和2020年江苏省农村统计年鉴数据，形成江苏省13个设区市稻谷播种面积分析图，水田产流及用水与种植类型、水稻播种方式及灌溉制度等有关，水田面积应用时，应根据区域水稻种植实际情况采用适宜的计算方法，见图1。

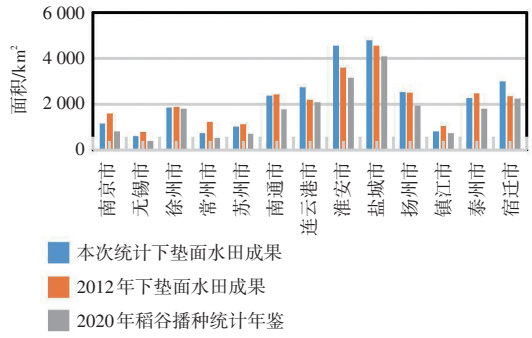


图1 不同时期水田面积（稻谷播种面积）对比图

4 结 语

以“三调”成果数据为基础，按照水面、建设用地、水田、旱地4种下垫面类型统计分析全省下垫面的组成及分布，得到防洪分区、水资源分区和治涝分区套县级行政区成果。在此基础上，调整、更新全省下垫面基础信息数据库，为江苏省三大流域防洪规划及相关水利规划、水资源分析评价以及下垫面分析等工作提供基础支撑和依据。

参考文献

[1] 陈涛,朱丽,任正情. 遥感技术在东江-韩江流域下垫面变化动态监测中的应用[J]. 安徽地质,2021,31(2):151-155

[2] 陆楠,毛媛媛,兰林,等. 江苏省降水产流下垫面调查统计及变化情势[J]. 江苏水利,2020(9):36-40

[3] 由阳,张洋,朱玲,等. 基于“面向对象的遥感影像分类”的海绵城市下垫面分析方法[J]. 给水排水,2018,44(1):61-64

[4] 汪权方,许纪承,陈媛媛,等. 遥感影像空间分辨率对居民地信息提取的影响[J]. 资源科学,2012,34(1):159-165

[5] 国务院第三次全国国土调查领导小组办公室. 第三次全国国土调查主要数据公报[EB/OL]. (2021-08-26)[2022-06-03]. https://www. mnr. gov. cn/dt/ywbb/202108/t20210826_2678340. html.

[6] 中国国家标准化管理委员会. 土地利用现状分类标准:GB/T 21010-2017)[S].

[7] 周宏,刘俊,丁华凯,等. 城市有效不透水下垫面及其识别研究进展与述评[J]. 水资源保护,2022,38(6):39-48