

doi: 10.16112/j.cnki.53-1223/n.2019.04.007

1949—1999年中国国土调查科学技术发展研究

朱明¹, 李加明¹, 许泉立², 潘纯建¹

(1. 云南省地矿测绘院, 云南 昆明 650218; 2. 云南师范大学 旅游与地理科学学院, 云南 昆明 650500)

摘要: 基于测绘科学技术在国土调查中的具体应用, 分1949—1977年和1978—1999年两个时间段, 对土地改革时期、社会主义计划经济时期和社会主义市场经济时期国土调查科学技术, 特别是1981—1999年开展的第一次全国国土调查科学技术的发展背景、现状、过程和特点进行表述、讨论、分析、归纳, 总结出测绘科学技术和国土调查科学技术的内在联系及相互影响的各个方面, 以及国土调查科学技术发展的一般规律。研究结论为: 50年来, 伴随测绘科学技术的发展和应用, 国土调查科学技术经历了丈量法、模拟法、解析法向数字化发展的历程; 国土调查经历了零星、非专业、简易和低精度调查到全国性、专业性、系统性和高精度调查的发展过程; 第一次全国国土调查建立了国土调查科学技术的基本体系; 国土调查科学技术在数据采集、图数处理和海量信息管理的软硬件系统方面的自主创新还不足。

关键词: 国土调查; 测绘; 科学技术; 丈量; 模拟法; 解析法; 数字化; 摄影测量

中图分类号: P20; P962 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-855X(2019)04-0040-08

A Research on the Development of Science and Technology in China's Land Survey from 1949 to 1999

ZHU Ming¹, LI Jiaming¹, XU Quanli², PAN Chunjian¹

(1. Yunnan Institute of Surveying and Mapping of Geology and Mineral Resources, Kunming 650218, China;

2. College of Tourism and Geography, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: Based on the application of surveying and mapping science and technology in land investigation, it could be divided into two periods, i. e. 1949—1977 and 1978—1999. By discussing, analyzing, inducing and concluding the background, present situation, process and characteristics of science and technology of surveying and mapping science and technology during the land reforming period, the socialist planned economy period and the period of socialist market economy of land investigation science and technology, especially for the first time in 1981—1999 national land survey of the development of science and technology, we summarized the internal relations and mutual influences between surveying and mapping science and technology and land survey science and technology, as well as the general rules of the development of land survey science and technology. It is concluded that in the past 50 years, with the development and application of surveying and mapping science and technology, land survey science and technology has gone through the development process from measurement, simulation and analysis to digitization. Land survey has experienced the development process from sporadic, non-professional, simple and low-precision survey to nationwide, professional, systematic and high-precision survey. The first national land survey established the basic system of land survey science and technology. The independent innovation of land survey science and technology in software, hardware system of data collection, figure number processing and mass information management is not enough.

Key words: land survey; surveying and mapping; science and technology; measurement; simulation; analysis; digitization; photogrammetry

收稿日期: 2019-07-16. 基金项目: 国家自然科学基金项目(41461038).

作者简介: 朱明(1966-), 男, 高级工程师. 主要研究方向: 测绘、国土调查与规划. E-mail: 161829670@qq.com

0 引言

广义地说,国土调查(为了与时代契合,本文根据具体情况也称“土地调查”)古已有之。古老的土地丈量法是最简易的土地测绘技术。历朝历代为了划分田亩、制作地契的土地丈量就是一种原始的土地调查。封建社会时期的土地丈量工具主要是木尺或绳索,计算方法是传统算术,地契图表则为简易的手工绘制,如明清时代出现的鱼鳞图册就是封建社会有资料可查的一种土地调查登记方式^[1]。

1949年新中国成立至1952年,中国进行了全国范围的土地改革^[2],为划分和分配土地进行了大量的土地丈量,并进行了以耕地为主的概略的土地面积统计汇总,这是现代国土调查的启蒙。

1953—1977年,中国没有进行过全国性的土地调查^[3],但这段时期为社会主义国民经济和国防建设的需要进行的土地测量及以地形测绘为基础进行的土地专项要素调查,可以说是现代国土调查的探索阶段。

1979年,国家结合第二次全国土壤普查组织进行了台账统计形式的土地概查^[4],此为全国性国土调查的端倪。

全国性、专业性和系统性的国土调查是全国土地利用现状调查(即土地详查,为契合当时的实际情况,并和现在的国土调查制度衔接,本文也称“第一次全国国土调查”)。第一次全国国土调查于1981年开始试点^[4],1999年底完成全国成果汇总,历时近20年,为以后的国土调查工作建立了基本的科学技术体系,是国土调查重要的里程碑。

科学技术是在总结和传承前人的基础上发展的。1949—1999年这段时期,测绘科学技术经历了从模拟测绘、光电测绘(笔者认为广泛使用光电测距、电子测角技术是测绘科学技术发展的一个重要阶段,可视为光电测绘或半数字化测绘阶段)向数字化测绘发展的过程^[5];作为测绘科学技术重要分支的摄影测量科学技术,经历了从模拟摄影测量、解析摄影测量到数字摄影测量的发展过程^[6]。在这50年里,随着测绘科学技术的发展及在国土调查中深入广泛的应用,给国土调查科学技术带来了内涵丰富、表达多元、方法多样、手段先进的深刻变化,实现了国土调查科学技术从丈量法、模拟法、解析法向数字化发展的跨越。

本文以1949—1999年作为时间维度,以测绘科学技术在国土调查中的应用为主线,全面地记述和归纳国土调查科学技术从丈量法、模拟法、解析法向数字化发展的背景、现状、过程和特点,分析国土调查科学技术与测绘科学技术的内在联系,反映测绘科学技术对国土调查科学技术的深刻影响,总结国土调查科学技术发展中存在的不足,为提高国土调查科学技术自主创新水平和促进国土资源工作科学化、规范化、专业化和数字化提供参考。

1 1949—1977年的国土调查科学技术

1.1 1949—1952年土地改革时期的国土调查科学技术

共和国成立之初,百废待兴。当时,国际上不同国家和地区,其土地测量或土地调查的科学基础和技术水平是不同的,差异是很大的。在欧美和苏联,已基本建成了统一的国家大地坐标系统和高程系统,具有了统一的测绘数学基础;光学理论的实际应用和精密机械制造技术的发展,制作出精度更高的光学测量仪器,使得土地测量精度和效率的提高有了质的飞跃;微积分也在曲边区域土地面积计算中得到广泛应用;大地测量和地图制图科学的发展和实际应用,实现了区域性、全国性甚至是全球性的地表面积投影计算和各种专题地图的编制。^[7]当时,中国才刚刚从半封建和半殖民地的废墟中站立起来,测绘科学技术人才和科学仪器设备异常缺乏,只有少数院校和科研技术单位进行一些测绘学术和理论上的初步研究,开始着手进行一些国防建设方面的大地测量、工程测量和地形图测绘工作,涉及经济建设方面的测绘科学技术工作进行得还非常少。

由于上述原因,当时国际上先进的测绘科学技术并未能应用于中国土地改革的土地测量和制图,土地改革主要还是采用古老的丈量方法进行土地划分^[2],土地分布情况仅仅是用简单的手绘示意图表示单个地块的四至并辅之于以字说明,单个地块或单户的土地面积则采用简单的图解法计算。这次全国性的土地改革既没有条件进行准确的地块测量和规范的制图,更没有条件进行区域性的土地分布制图、土地利用分

析和土地面积统计汇总。

如果以国土调查科学技术应用的角度来审视土地改革这项宏大的工作,其进行过程中科学技术发展应用水平是很低的,但在短短3年左右的时间就完成了如此复杂和浩大的工作量,其效率又是非常高的,这靠的是共和国强大的组织能力、动员能力和凝聚力。

1.2 1953—1977年计划经济时期的国土调查科学技术

1953—1977年,国家有关部门组织实施了大量的测绘工作,填补了许多测图空白区,但由于计划经济体制下土地使用方式的单一性等原因,全国性的或者区域性的国土调查工作并没有开展^[3],因此,这段时期也就没有构建规范的系统的国土调查科学技术体系。但是,测绘科学技术对国土调查科学技术的支撑作用日益凸显却是总的发展趋势。

1.2.1 1953—1959年的国土调查科学技术

1953—1959年是中国通过学习、借鉴苏联和欧美建立自己的测绘科学技术体系的快速发展时期。尽管当时的测绘科学技术主要是为国防和国家基本建设服务的,但实际上已为后来全面的规范的国土调查奠定了重要的科学技术基础。这段时期,大地测量、航空摄影测量、地图制图科学技术得到较快发展。1954年北京坐标系和1956年黄海高程系的建立及其在全国统一推广使用^[8],统一了全国测绘基准,标志着全国测绘科学技术体系初步建立,由此,国土调查直接或间接地获得了核心科学技术支撑。

1953—1959年,由于当时高度计划经济的社会背景,用地对象主要是全民国有单位,划拨或征用土地并不进行专门的土地权属勘界测绘和土地分类面积测量,征地面积多采用村集体参与丈量的数据,征地工作重心主要放在被征地村集体的经济补偿、公余粮减免和农民的工作安排上^[9]。尽管如此,在涉及较大面积征用土地时,一般都在国家控制网之下在征地区(即测区)分级布设测绘控制网测绘地形图供项目建设规划设计使用。地形图主要采用白纸模拟法测绘成图。主要为规划设计用途测绘的地形图,也相应地作为承载土地权属和地类要素的基本图。因此,这段时期的国土调查实际上是模拟法国土调查的最初形式。

1.2.2 1960—1969年的国土调查科学技术

1960—1969年,欧美和苏联已由光学机械模拟摄影测量全面进入机助虚拟控制解析摄影测量时代^[10]。此时中国相应的情况是,利用三角网、三角锁建网的大地测量技术、模拟摄影测量技术和采用手工绘图铅字制版的地图制印技术才得以全面推广应用。摄影测量可以快速获得大面积的内容丰富、层次分明的地表覆盖影像,满足了快速测制不同比例尺地形图和制作像片图的需要,还可以为各种规模和类型的建设项目测绘用于土建规划设计需要的地形图。

这段时期,在国家专业测绘部门和各行业组织下,利用摄影测量技术测制了大量的各种比例尺地形图和影像图。这些地形图和影像图主要作为国家基本图件为国民经济和国防建设需要服务。如果一些建设项目或其他专项工作需要处理与土地利用相关的业务,就利用地形图和像片图作为底图,用其标绘用地四至界线、用地面积和相关土地要素,如果实地埋设了用地界桩,这些界桩的点位也会测绘标注在底图上,以此制作简要的土地利用专业图件。这段时期国家虽然没有进行过全面的、系统的、规范的土地测量或土地调查,但为满足地质勘查、矿产开发、工程勘察、交通和水利建设等行业需要进行的测绘工作^[11],实际上直接或间接地满足了当时土地测量或土地调查的需要。由于这段时期土地调查专业底图已大量地使用模拟摄影测量测制的地形图和像片图,标志着模拟法国土调查技术已进入实际应用阶段。

1.2.3 1970—1977年的国土调查科学技术

1970—1977年,中国测绘科学技术具有显著进展的几个方面是:卫星多普勒定位技术在大地测量中得到初步应用^[12];摄影测量实现了模拟法向解析法的转变^[13];计算机辅助计算已开始应用于测量平差和一些测绘数据处理。测绘科学领域的这些发展变化,预示着解析法测绘已经基本成熟。鉴于当时国家仍没有大规模土地调查需求,这些已初具现代化特征的测绘科学技术并未能直接应用于区域性的国土调查,当然也没有条件全面转化为国土调查科学技术。但是,这些先进的测绘科学技术有效地提高了测绘生产力。这段时期,在国家统一规划指导下,应用这些先进的测绘科学技术,有关部门进一步组织了大量测图空白区的测图工作,获得了各种比例尺地形图和影像图^[14],为这段时期国家和地方处理土地利用相关工作提

供了专业底图资料,其中,1:50 000、1:25 000、1:10 000地形图和影像图成为了后来开展的第一次全国国土调查的主要基础图件。

2 1978—1999年的国土调查科学技术

1978—1999年,是国家改革开放由试验、逐步推进到深入发展并取得巨大成就的重要历史时期,在国土资源工作方面,历经了粗放管理到精细管理、局部管理到全面管理、经验管理到科学管理、传统方式管理到现代化管理的重要发展阶段。这个期间,历时近20年完成了第一次全国国土调查,是国土调查科学技术体系得以基本建立的重要阶段。

2.1 1978—1980年的国土调查科学技术

1978年,国家有关部门已逐步将开展全国性的国土调查提上议事日程,相关科研院所和技术单位也积极开始研究、探索全国性国土调查的相关科学技术。

1979—1980年,国家结合第二次全国土壤普查组织进行了土地概查。这次土地概查只进行了自下而上的土地分类面积台账统计,没有将土地分类图斑落实到图,即没有解决土地地块空间分布的问题^[4]。因此,这次土地概查的成果是粗略的,用途是极其有限的,但为以后的全国性国土调查工作作出了有益的探索。

2.2 第一次全国国土调查科学技术(1981—1999年)

全国性、规范性和专业性的国土调查起始于全国土地利用现状调查(即第一次全国国土调查)。第一次全国国土调查于1981年在全国9个县开始试点,1984年全面推进^[4],至1997年完成以1996年12月31日为统一时点的变更调查,1999年底完成全国成果汇总。第一次全国国土调查开全国性土地详查之先河,从试点到全部结束历时近20年,调查工作历尽艰辛,调查成果来之不易,为以后的国土调查工作建立了基本的科学技术体系,是国土调查重要的里程碑。

囿于当时的历史条件,作为国土调查核心科学技术的测绘科学技术水平还相对落后,对于全国性的国土调查工作的组织实施还缺乏经验,缺少仪器设备和科技人才,工作经费也较为紧促,因此,第一次全国国土调查历时较长。

第一次全国国土调查科学技术经历了传统测绘科学技术向数字测绘科学技术转变、传统国土调查科学技术向数字国土调查科学技术转变的重要过程,为以后的国土调查积累了宝贵的工作经验和奠定了坚实的科学技术基础,形成的调查成果是以后国土资源工作中重要的基础资料,特别是其中的权属调查成果时至今日仍然是土地权属界定的重要依据。

2.2.1 第一次全国国土调查起始时期的社会背景

1981年启动第一次全国国土调查的具体原因,当时的相关文件、资料的表述都比较原则,根据笔者多年来从事国土调查研究的总结,有以下见解。当时正值国家改革开放逐渐全面推进之际,全国各项工作逐步步入快速发展的轨道,国民经济呈现出蓬勃发展的景象,农村家庭联产承包责任制的全面实施^[15],城市化和各类园区的建设,招商引资的项目落地,国有企业经营模式的改革,乡镇企业和民营企业的发展,致使各类用地情况变得更加复杂多样,用地频率快速增长,用地规模越来越大,土地交易流转现象时常发生,由此产生了详细调查土地资源的迫切需求。此外,各口径统计的耕地、建设用地、林地、园地、草地的面积差异很大,国家土地资源家底不清,严重影响着国家粮食安全和资源安全,因此,摸清土地资源家底,为科学合理地管理和利用土地提供翔实的基础数据日益显得重要。第一次全国国土调查就是在这样的国情和社会背景之下酝酿筹划并开始启动的。

2.2.2 第一次全国国土调查测绘基准的现状、存在问题及处理方法

1981年第一次全国国土调查试点时,使用的测绘基准仍然是20世纪50年代初从苏联国家坐标系联测延伸^[16]而来的参考椭球精度较低且各区域网拼接精度误差较大的1954年北京坐标系^[17]。

中国自己独立自主建设的经过整网平差的1980西安坐标系在1982年开始推广使用。1980西安坐标系几乎综合了其建成之前中国约30年的天文测量、重力测量和三角测量的数据,由于进行了整网平差,且采用的参考椭球与国家大地水准面吻合得比较好,因此其精度比1954年北京坐标系有了大幅度提高^[16-17]。

由于各地收集到的可以作为第一次全国国土调查基础资料的图件大部分都是20世纪50年代至70年代测绘的基于1954年北京坐标系的成果^[17],以及全国各地测绘科学技术发展水平不同、各行业对1954年北京坐标系的使用惯性等原因,国家对第一次全国国土调查使用1980西安坐标系给予了过渡期,在过渡期内,1954年北京坐标系和1980西安坐标系可以并行,但在一个县域之内,要求尽可能使用一个平面坐标系。

全国各县第一次全国国土调查启动时间的差异是很大的,面临的工作条件和基础成果资料的差异也是很大的,测绘基准的使用情况也是因地制宜的。

有的县由于1954年北京坐标系基础成果资料基本全覆盖,没有启用1980西安坐标系,仍然使用1954年北京坐标系;有的县收集到不同坐标系的成果资料,有1954年北京坐标系成果资料、独立坐标系成果资料,甚至不知道是什么坐标系的成果资料,通过分析、甄别及与1954年北京坐标系联测,进而分片求解转换参数进行局部坐标转换^[14],基本实现一个县域内成果资料的坐标系统一。这两种情况,虽然实现了一个县域内平面坐标系统的统一,但因为仍然使用1954年北京坐标系,一定程度导致国土调查数学基础精度不高的状况。

有些偏远的县,由于测绘科学技术、经济及其他条件限制,没有使用统一的坐标系统,所收集成果资料没有进行坐标统一转换,而是分片分块利用已有成果图件直接作为外业地类调查底图,最后的县级调查成果也只是进行土地分类面积数据衔接处理,没有进行严格的图件接边。这给后来土地调查成果的实际使用带来不少问题,如后来土地征用转用报批中土地调查、规划和勘测定界坐标系统使用错误和跨坐标系地块图形和面积接边误差过大等问题时有发生。

有部分条件较好的县,基于1980西安坐标系进行了航空摄影,利用航空摄影测量方法完成了第一次全国国土调查,无论是调查工作效率还是成果精度都得到了较好保证。

在高程基准方面,1987年5月之前,全国使用的是1956年黄河高程系,有些地区也存在使用独立高程系统的情况;1987年5月国家正式启用1985国家高程基准^[8]。由于考虑两个高程系统的衔接和过渡,第一次全国国土调查的高程基准存在两个高程系统并行使用的情况,但在一个县域之内,会根据已有高程点成果情况,将高程系统经过换算统一到高程点成果数量和分布占主要地位的高程系统上。

第一次全国国土调查属于中小比例尺土地调查,对高程精度要求并不高,因此,其高程统一换算并没有要求使用严密换算的方法进行,特别在缺少重力异常参数的地区,高程换算仅仅只是改正两个高程系统的平均高差。这种非严密换算导致的高程误差对第一次全国国土调查的成果精度影响主要表现在耕地坡度改正精度上,但由此造成的土地面积计算误差较小。

2.2.3 第一次全国国土调查外业调查的科学技术

第一次全国国土调查外业地类调查使用的主要资料是影像图和地形图^[4]。由于航空摄影测量具有快速大面积获取地表土地分类影像信息的优势,被采用为第一次全国国土调查土地权属和地类调查的主流技术。

第一次全国国土调查外业调查从1981年试点、1984年全面铺开到1994年基本结束,历时大约14年。在此期间,根据摄影测量发展和应用的不同阶段采取相应的调查作业技术路线。1981—1984年试点时主要采用模拟摄影测量技术进行调查作业^[4];1985—1989年是全面推进时期,采用模拟摄影测量和解析摄影测量进行调查作业;1990—1994年工作收尾时期,采用解析摄影测量和数字摄影测量进行调查作业。

采用模拟摄影测量进行调查的技术方法。直接使用原始像片进行外业土地权属和地类调绘形成调绘底图;将调绘底图图斑清绘在聚脂薄膜上,在转绘底图上展绘纠正控制点,将清绘底图反拍成透明胶片或玻璃基片线划影像,利用机械投影仪进行调绘线划底图转绘制作正射投影土地分类图斑图;土地分类属性、地物和地貌注记及图斑注记采用胶片照相制版植字剪贴完成。

采用解析摄影测量进行调查的技术方法。进行像片控制测量和解析空中三角测量;利用解析空中三角测量坐标成果在解析纠正仪上进行原始影像正射纠正,利用经过倾斜和投影差改正的正射影像图进行外业调查,在聚脂薄膜上清绘外业调查底图获得正射投影土地分类图斑图;土地分类属性、地物和地貌注记及图斑注记采用胶片照相制版植字剪贴完成。

采用数字摄影测量进行土地调查的技术方法.在第一次全国国土调查外业调查的收尾阶段,数字摄影测量技术已逐渐从学习引进、研究开发转入具体应用,但囿于科技人才、资金和仪器设备缺乏,而且这时大部分地区外业调查已完成等情况,数字摄影测量技术并没有太多地应用于第一次全国国土调查.当时的具体情况是,调查工作启动较晚的部分地区,用数字摄影测量技术制作了正射影像图,为地类调查和土地利用现状图制作提供了影像清晰、影像变形小、投影差改正残差小的优质底图.这可以说是数字摄影测量技术对第一次全国国土调查的最大贡献.

2.2.4 第一次全国国土调查地图制图的科学技术

第一次全国国土调查的地图制图科学技术实现了从传统手绘制图向计算机机助制图再向彩色数字制图的跨越.

1981—1989年,地图制图技术仍然以传统手工分版清绘、复照缩编清绘和连编带绘为主,绘图的主要材料普遍使用聚脂薄膜.这段时期,第一次全国国土调查地图制图的总体技术方法是在聚脂薄膜上清绘、编绘土地利用现状图底图及其他专题土地要素图.为了满足复制和印刷需求,采用分版清绘或撕膜技术制作各个土地要素线划底图,土地要素符号、地理和地貌注记利用胶片照相制版植字剪贴在相应土地要素线划底图上,利用分版土地要素底图制作胶版印刷母版,以胶版印刷技术印制土地利用现状基本图、挂图和其他专题图.

1990—1995年,尽管已有专业技术单位和科研院所致力于机助制图技术的开发应用,但国外英文版的机助制图软件的引进及应用尚处于摸索阶段,国产机助制图软件也不够成熟,而且那时的计算机、扫描仪、绘图仪使用功能有限且十分昂贵,因此,机助制图技术也只在图形数据量较小的大比例尺地籍图、宗地图制图中得到推广使用.在图形数据量很大的中小比例尺制图中,机助制图还仅仅是在经济和技术发达的少数地区开始研究和探索.由此,基于机助制图的电子分色制版和四色印刷技术开始初步应用于彩色地图编辑出版^[18].这样,少数地区第一次全国国土调查图件成果实现了计算机彩色制图和电子分色制版及四色印刷.

1996—1999年,随着Windows视窗平台的深入应用,极大地拓展了计算机软件编程技术的发展空间;计算机及其输入输出设备图形数据处理容量、速度呈现几何级数的增长,给数字制图技术的发展和應用带来了极大变化.例如,基于Windows视窗的国外软件ARC/INFO和国内自主开发软件MAP/CAD(操作系统使用DOS和Windows)已具备编制第一次全国国土调查各类专题图件的基本功能^[19-20].电子分色制版技术的全面应用,为第一次全国国土调查大批量、高精度的彩色出图创造了充分条件^[19].

1995年底以前,所有县级第一次全国国土调查分幅土地利用现状图的制图工作已全部完成,大部分县级土地利用现状挂图编制工作也已完成.1996年以后,第一次全国国土调查制图剩余工作量主要是国家级、省级、地州级的分幅土地利用现状图、挂图及其他专题图件的编制.条件好的地区,采用彩色数字制图技术和电子分色制版及四色印刷技术制作和印刷土地调查汇总阶段的成果图件;如果小批量出图,则采用大幅面彩色绘图仪打印.尽管囿于当时条件的限制,彩色数字制图技术仅在部分地区第一次全国国土调查成果汇总阶段的制图工作中得到应用,但却因此实现了国土调查制图科学技术从手绘制图向彩色数字制图的跨越式发展.

2.2.5 第一次全国国土调查面积量算和汇总科学技术

第一次全国国土调查面积量算实现了从网格图解法、求积仪法、手扶跟踪数字化仪法到扫描矢量化法的发展历程,土地面积汇总实现了手工和珠算计算汇总、计算器编程辅助计算汇总和计算机编程自动化计算汇总的发展历程.

2.2.5.1 第一次全国国土调查试点阶段的土地面积量算和汇总科学技术

1981—1984年是第一次全国国土调查试点期,在此期间,计算器已全面应用于测绘数值计算;袖珍计算机也用于边角网和导线网的简易测量平差.但是,由于国土调查数据量庞大,土地分类数据关联复杂,计算器用来进行国土调查数据计算比传统的算盘珠算并没有什么优势.袖珍计算机由于可以计算边、角和坐标数据,在以测绘界址边长度、方位角即可完成主要数据采集的大比例尺城镇地籍测绘中发挥了极大作用,但因其内存极小且运算能力太弱和速度太慢,在庞大的第一次全国国土调查数据计算中则难于有所作为.

这段时期,中国已从发达国家引进计算机.当时的计算机内存较小、运算能力弱,其图形处理能力基本可以满足以折线或简单曲线构图为对象、数据量较小的大比例尺测绘的图形拓扑,但用来处理以任意曲线构图的国土调查图形拓扑还处于研究开发阶段.因此,这个时期的计算机还不能满足大数据量的国土调查图形拓扑处理的需要,也就不可能用其进行第一次全国国土调查面积量算.

基于以上所述客观情况,第一次全国国土调查试点阶段,图斑面积即土地面积量算是采用古老的网格图解法完成的,土地分类面积汇总主要是用珠算和计算器完成的,因此,数据计算耗时费工、错误多、修改频繁,工作推进非常艰辛.

2.2.5.2 第一次全国国土调查全面推进阶段的面积量算和汇总科学技术

1985—1989年是各地第一次全国国土调查全面推进阶段.

这个时期,电子求积仪和手扶跟踪数字化仪陆续在测绘工作中得到广泛运用^[21].电子求积仪是一种简便的面积量测仪器,手推电子求积仪,使仪器跟踪头上放大镜圆心的光标点匀速地沿地类图斑边界绕行一圈就可得到图斑面积.手扶跟踪数字化仪是一种手控机助的图形矢量化设备,将清绘在聚脂薄膜上的外业土地调查底图固定在数字化仪面板上,使数字化仪与计算机连接,利用数字化仪游标十字丝对准图角方格网交点采集坐标进行定向,定向结果同步展现在计算机屏幕上,以此人机交互方式完成需要矢量化的图纸定向,然后,利用数字化仪游标十字丝跟踪图形边界连续地采集闭合图形坐标(这个过程即图形矢量化),然后点击计算机屏幕上的对应下拉菜单面积计算功能选项就可获得所跟踪矢量化的图形面积.

得益于电子求积仪和手扶跟踪数字化仪在测绘工作中的广泛运用,这段时期,第一次全国国土调查土地分类图斑面积量算主要是利用电子求积仪和手扶跟踪数字化仪完成的^[21].土地分类面积汇总采用珠算和电子计算器完成,通过手工制作填写土地分类面积汇总表,效率较低.承担作业的技术单位具有一定的软件编程能力的,则开始了采用计算机程序设计语言如 Dbase 编制土地面积汇总程序的开发工作,但这段时间没有发现此类程序成功运用的报道.

在第一次全国国土调查全面推进阶段,由于面积量算和汇总技术瓶颈没有突破,因此,该工作是非常滞后的.

2.2.5.3 第一次全国国土调查中后期的面积量算和汇总科学技术

1990—1995年是第一次全国国土调查的中后期,也是整项工作的全面攻坚阶段,土地面积量算和汇总是这个阶段的主要工作.

这个时期的计算机已可以进行较大规模的图形、数据和文字处理;计算机外部设备如扫描仪、打印机、绘图仪的自动化程度越来越高,图形输入输出幅面越来越大.这打破了长期困扰测绘领域难以通过计算机处理大幅面、大数据量和任意曲边图形的技术瓶颈,这在一个方面标志着数字测绘技术已得到初步发展.

数字测绘技术在国土调查工作中的应用,迅速提高了国土调查的科学技术水平.利用 C 语言编制土地面积量算软件,通过土地分类调查底图扫描、矢量化、图形拓扑、图斑编号、地类和坡度编码赋值,实现了计算机地类图斑面积量算,自动生成了供计算机土地面积汇总的原始数据文件.在土地分类面积汇总方面,这时数据库程序设计语言已升级到 Dbase III,其数据关联、共享、调用和处理能力已显著增强,用其编程较好地实现了不同数据文件之间的数据交换和运算处理,并实现了大幅面二维表格的自动输出,这有效地解决了第一次全国国土调查面积汇总因为计算数据量大、专项表格繁多、数据修改关联复杂而导致工作推进缓慢的问题.如果没有计算机土地面积量算软件,也可以通过键盘录入编制图斑、地类、面积、权属、坡度等土地面积汇总原始数据文件,以原始数据文件为基础,利用 Dbase III 汇总程序进行土地分类面积汇总并自动输出土地分类面积汇总表.^[21]

2.2.5.4 第一次全国国土调查成果逐级上报阶段的面积汇总科学技术

1996—1999年是第一次全国国土调查成果逐级上报汇总阶段.

这个时期,关系型数据库管理系统及其程序设计语言已由 Dbase III、Dbase IV 升级到 Foxbase,测绘领域已开始利用 Foxbase 数据库管理系统处理测绘数据^[21-22].地州级、省级和国家级的土地分类面积汇总都是单纯的数值计算,利用 Foxbase 编程即可满足汇总技术要求.部分承担汇总任务的技术单位利用 Fox-

base 编制汇总软件进行土地分类面积汇总,有的单位还将所编软件协议提供给其他单位使用^[21]。由于汇总软件的应用,地州级、省级和国家级第一次全国国土调查土地面积汇总工作进行得比较顺利。

3 结论

科学技术是在总结、继承前人的基础上发展进步的。本文讨论、分析、归纳和总结了1949—1999年50年我国国土调查科学技术发展的背景、现状、过程和特点,得出以下结论:

1) 测绘科学技术经历了模拟测绘、光电测绘(半数字化测绘)向数字化测绘发展的历程;伴随测绘科学技术的不断发展和应用,国土调查科学技术经历了丈量法、模拟法、解析法向数字化发展的历程;

2) 国土调查科学技术的核心是测绘科学技术,测绘科学技术是国土调查科学技术的支撑,测绘科学技术的发展深刻地影响着国土调查科学技术的发展;

3) 测绘科学技术和国土调查科学技术总是在矛盾中发展的,先进的科学技术总是在和旧有的落后的科学技术的博弈中胜出的;

4) 测绘科学技术和国土调查科学技术通过自力更生及对外学习、借鉴和交流获得了快速发展,但数据采集、图数处理和海量信息管理的软硬件系统方面的自主创新还不足;

5) 国土调查经历了零星、非专业、简易和低精度调查到全国性、专业性、系统性和高精度调查的发展过程;

6) 第一次全国国土调查建立了国土调查科学技术的基本体系,为国土调查科学技术的自主创新和长足发展奠定了坚实基础;

7) 国土调查科学技术发展研究要重视对过去的总结、积累和传承,这对提高国土调查科学技术自主创新水平和促进国土资源工作科学化、规范化、专业化和数字化具有积极的现实意义。

参考文献:

- [1] 梁敬明. 鱼鳞图册研究综述[J]. 中国经济史研究, 2004(1): 135-141.
- [2] 黄忠华, 杜雪君. 两岸土地改革60年回顾、比较及启示[J]. 中国土地科学, 2010, 24(4): 70-74.
- [3] 张雅琼. 我国两次土地资源调查的对比分析[J]. 国土资源科技管理, 2013, 30(2): 100-104.
- [4] 全国农业区划委员会办公室. 九个县土地利用现状详查试点[J]. 农业区划, 1985(6): 32-33.
- [5] 周显平. 数字化测图与模拟法测图的比较与认识[J]. 矿山测量, 2010(3): 12-14.
- [6] 李德仁. 摄影测量与遥感的现状及发展趋势[J]. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(1): 1-5.
- [7] 廖克. 中国地图学发展的回顾与展望[J]. 测绘学报, 2017, 46(10): 1517-1525.
- [8] 张焕杰. 国家测绘基准简述[J]. 露天采矿技术, 2003(4): 19-20.
- [9] 周晓林. 征地工作中若干问题的思考[J]. 中国土地科学, 2001, 15(2): 38-41.
- [10] 龚健雅, 季顺平. 摄影测量与深度学习[J]. 测绘学报, 2018, 47(6): 693-704.
- [11] 张维宸. 地质勘查资质管理体制的历史沿革和未来选择[J]. 国土资源导刊, 2014(11): 66-68.
- [12] 陈俊勇. 卫星多普勒定位[M]. 1版. 北京: 测绘出版社, 1983: 1-2.
- [13] 张福安. 摄影测量数字化成图的发展与展望[J]. 遥感信息, 2000(4): 83-85.
- [14] 杨元喜. 中国大地坐标系建设主要进展[J]. 测绘通报, 2005(1): 6-9.
- [15] 徐俊如. 农村家庭联产承包责任制研究[J]. 江西社会科学, 1996(10): 21-24.
- [16] 董鸿闻. 一段难忘的历史[J]. 中国测绘, 2009(5): 42-45.
- [17] 顾旦生, 张莉, 程鹏飞, 等. 我国大地坐标系发展目标[J]. 测绘通报, 2003(3): 1-4.
- [18] 崔文宏. 计算机制图新技术对传统地图编辑的影响与要求[J]. 测绘标准化, 2000, 16(2): 16-18.
- [19] 安真臻. 地图桌面出版工艺的设计及其标准化、规范化作业的实施[J]. 地图, 2000(1): 9-11.
- [20] 王和根. 微机制图在土地详查中的应用[J]. 干旱区地理, 1994, 17(2): 87-94.
- [21] 朱明. 可进行网块面积量测和线物网面积扣除的土地利用调查面积量算系统(ZMTD-1)[J]. 地矿测绘, 1997(2): 11-17.
- [22] 董廷旭, 仇禹. 土地详查数据库管理系统[J]. 绵阳师专学报(自然科学版), 1995, 13(2): 55-58.