

土地资源调查方法的实践与探讨

宋桂琴 李 锐

(中国科学院西北水土保持研究所)

提 要

科学的土地研究方法,首先要建立一个能够体现土地分布与演变规律的概括性框架,即土地类型分类系统。有了这样一个框架,就能够对土地的共性加以定义和描述,也才能将地域上分隔的土地类型联系起来。土地作为一种可更新资源受社会和自然条件的影响,处于不停的变化之中。认真研究土地的动态变化规律,才能真正查清土地的性状,进而提出合理利用方案。多时相、多平台、多波段系列遥感资料,为土地资源调查提供了丰富的信息。充分发挥遥感技术在资源调查中应用的潜力,是今后土地调查方法研究的一个重要内容。

土地是农业生产最基本的生产资料,与社会经济发展的关系极为密切。近几十年,由于生态环境的日益恶化,使土地资源合理利用成为急需解决的问题;人口的剧增,全世界50亿人的吃穿住行等问题对自然资源,特别是对土地资源的压力很大,使得土地资源清查问题受到世界各国的普遍重视。

澳大利亚从1946年开始到七十年代,基本完成了北部和中部广大山区的土地调查,1975年重点已转移到南部沿海,初步完成了全国范围的土地资源调查,成图比例尺为1:100万和1:2.5万两种;英国七十年代已完成100万平方公里多种比例尺的土地资源调查与制图工作,相当于4倍英国国土面积,他们制订的“土地评价方案”被广泛采用;美国农业发达,耕地多(每人平均0.8公顷),土地资源调查工作开展早,是世界上第一个完成土地清查的国家,他们的“八级制”土地适宜能力评价系统被许多国家和地区参考和引用;日本七十年代完成了全国土地资源调查,有一套多种比例尺的土地分类图。

我国人多地少,每人平均国土面积和耕地均是世界平均数的1/3。随着国民经济的迅速发展,迫切需要拿出土地资源清单。目前沿用的耕地面积出入很大,据有关部门估算,全国耕地面积在册数与实有数至少有20%的误差,黄土高原尤为突出。

多年来,我们力图查清黄土高原的土地资源,作了从乡村和小流域到县,面积从十几平方公里到几千平方公里的大中各种比例尺的土地资源及利用规划图。下面谈谈我们进行土地资源调查的方法。

调查的主要步骤有:背景调查,路线调查,制订土地类型分类系统,典型地段调查,编制土地类型和土地利用现状图,土地适宜能力评价等。

一、背景调查

土地作为生产资料既是自然产物,又是人类社会经济活动的产物,前者是主导方面。因此,

我们不仅要认识土地的自然属性，而且还要了解有关的社会经济状况。我们把搜集调查有关的自然和社会经济资料称为土地资源的背景调查。背景调查的主要内容有：搜集调查区内的地形图、卫星相片、航空相片和地质、地貌、气候、土壤、植被等专业图和文字资料，农林牧各业生产力水平、产业结构、土地利用结构以及人口、劳力状况等。分析研究这些资料，以求对调查区有个概括了解，为选定调查路线和初步拟定土地类型分类系统提供依据。

二、路线调查

路线调查是土地资源调查中重要的一步，是不可缺少的，现在尚没有更有效的手段代替它。通过路线调查，对调查区的景观有个概括的认识，初步揭示地质、地貌、土地类型等的地域分异规律。

现在的路线调查比起五十年代，内容丰富，收获更大了。原因在于现在拥有大量的遥感资料，在路线调查中带上卫片和航片，与实地对照，建立解译标志，为室内判读打基础。室内判读的技术水平提高，既能减少野外调查工作量，又能在很大程度上提高调查的详尽程度和准确性。

调查路线的布局，直接影响工作进度与质量。布置得好，既可看到广泛的地形地物，又能避免走重复路线，要在熟悉资料的基础上在地形图上选定路线。路线的密度取决于调查的目的、调查区面积的大小、地形复杂程度和成图比例尺的大小。如果调查结果用于制订综合治理规划或在地形复杂地区、面积在几百平方公里以下、成图比例尺大于1:50,000的，路线要密集些，调查尽量详细；如果是用于国民经济发展预测的、大面积的小比例尺调查，调查路线密度可稀些，一般以驻地为中心呈放射状布局，以能够穿越各主要景观类型为宜。路线调查要与地貌、植被、土壤等专业人员结合进行，边填图边记录。

三、拟定土地类型分类系统

由于构成土地的因子繁多，内在关系复杂，因此，科学的土地研究方法要提出使人们认识土地属性，并能进行区别比较的客观标准，也就是要建立一个能体现土地分布和演变规律的概括性框架——土地类型分类系统。有了这样的框架，就能够对土地的共同特征加以定义和描述，也可以将地域上分隔的土地类型联系起来。

建立土地类型分类系统的方法概括起来有3种，即景观学方法、发生学方法和参数法。

1、景观学方法。这个方法主要是通过土地的外部形态特征揭示其固有特性。我们在固原县土地资源考察中用此方法划分土地类型（见下表）。

遥感技术的发展，为景观法的应用提供了有利条件，遥感资料把数万倍于人类视野的地理景观搬到室内，扩大了人的感官功能。过去只以抽象的概念逻辑思维形式，存在于人们意识中的宏观世界，现在变成高倍率缩小了的景观模型展现在我们面前，如同看到宏观世界的实体，使土地资源调查工作极大地前进了一步。

过去，土地资源调查中，土地类型的ABCD级界线是靠点线调查的资料加主观分析判断确定的，由于点线的密度所限，界线不可能很准确。现在使用卫星相片，使这个问题得到较好的解决。地面上大地域的过渡，都是逐渐的，没有截然分开的界线，无论是气候、土壤、植被都是如此。卫片提供的是高度综合了的地理景观模型，地理要素的细微变化已被掩盖，区域性特征显示清

固原县土地类型分类系统

土地系统	土地类型	土地亚类
I 河谷平原地系统	I A 阶地类	I _{A1} 川地 I _{A11} 河床、沟壑地 I _{A9} 沟圪地
	I B 台塬地类	I _{B6} 台塬地 I _{B9} 沟圪地 I _{B14} 沟壑
II 黄土丘陵地系统	II A 宽谷低丘陵地类	II _{A2} 川台地 II _{A8} 梁崩坡地 II _{A9} 沟圪地 II _{A14} 河床、沟壑地
	II B 残塬丘陵地类	II _{B2} 川台地 II _{B3} 台地 II _{B4} 塬地 II _{B8} 梁崩坡地 II _{B9} 沟圪地 II _{B14} 河床、沟壑地
	II C 浅切割丘陵地类	II _{C6} 壕掌地 II _{C3} 台地 II _{C8} 梁崩坡地 II _{C9} 沟圪地 II _{C14} 沟壑地
	II D 中切割丘陵地类	II _{D3} 台地 : :
III 山地系统	III A 石质山地类	III _{A7} 山谷台掌地 III _{A13} 石质山坡地 III _{A14} 沟壑地
	III B 土石山地类	III _{B7} 山谷台掌地 III _{B12} 土石山坡地 III _{B14} 沟壑地
	III C 山前土石丘陵地类	III _{C2} 川台地 III _{C10} 土石丘陵坡地 III _{C11} 土石丘陵 III _{C14} 河床、沟壑地

楚，这正是划分ABCD级土地类型界线所需要的。比如山地与黄土丘陵，梁状丘陵与崩状丘陵，沟谷地与沟间地等很容易区分。

我们用卫片判读划分固原县的土地系统，经过实地验证是准确的。该县东部的深切割区，在

卫片上黑白色调转换明显,反差大,图形有棱角,而浅切割区恰恰相反。实际情况正是如此,因为沟道下切深,甚至切割到基岩,两岸坡度很陡,反映在相片上阴影部分颜色必然很深。

2、发生学方法。发生学方法是根据土地发生演变的规律,应用环境营力等级作为划分土地类型的指标。这种分类方法比起景观法突出了土地类型的形成过程,这可以区分形态上类似而本质不同的土地类型。

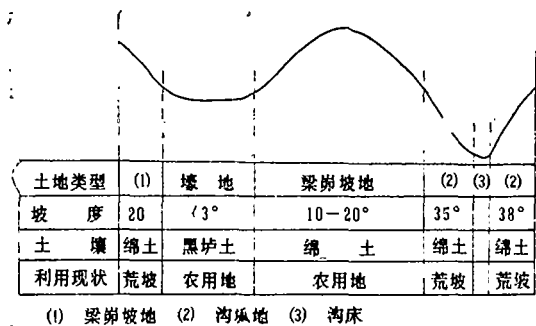
3、参数法。参数法是以数量化的形式描述土地特征,注重单项因子的区分,对综合特征强调不够。随着高级扫描仪器和电子计算机技术的发展,这种方法将会日益完善。

四、典型地段调查

为了详细、准确地划分ABCD级土地类型,进一步揭示其地域分异规律,同时也为定性定量地描述各种土地类型,需要在各个二级类型中选取既有典型性又有代表性的地段作详细解剖调查。

典型地段面积大小的选择,视成图比例尺大小而定。若作中比例尺图可选取5—10平方公里。所选范围力求有整体性,如河谷川台地,在选定的范围内要反映出川台地与上下其它土地类型的位置关系。又如,研究滑坡地,必须连同滑坡壁及其下面的沟道作为一个典型地段。这样便于研究土地类型相互之间的组合关系。在地形图上选定范围后,用相应的航空相片详细判读划分土地类型。航空相片比例尺大,信息量丰富,对于划分末级土地类型是极其有用的。

为了研究土地类型的综合特征,每个典型地段要作一个综合剖面图。剖面的位置可以在室内或野外选定。地形剖面线的绘制,既可以在野外用罗盘测方向,步测距离完成,也可以精确地用小平板仪完成,还可以在地形图上量测而成。我们多用后种方法。绘出地形剖面线后,在野外将土地类型、土壤、植被、土地利用现状等项目填到图上(见左图)。综合剖面图形象地显示出土地类型在地形横剖面上的更替规律,同时也反映出各种土地类型的



利用规律。

此外,在典型地段调查中,要进一步完善土地类型分类系统和图象解译标志,这是一项贯穿始终的工作。还要针对土地利用、土地类型命名等问题作社会调查,这部分“活资料”对研究土地问题是不可缺少的。

五、编制土地类型图和土地利用现状图

这两种图是土地资源的基本图件,有了图才能作出土地资源清单,同时又是土地能力评价图的基础。

土地类型图是根据土地类型分类系统,应用图象解译标志,在卫星相片和航空相片上判读土地类型界线,并参考地形图,将结果转绘到底图上即成。

我国将航空相片用于土地资源调查始于五十年代,七十年代应用逐渐广泛了。当时为了农

村社队规划的需要。我们用单张航片判读土地类型，并描绘、放大，所成的大比例尺地块图（即土地类型图）作为规划底图，所量面积误差在1%左右，完全满足了规划工作的需要。

航空相片在土地资源调查中有多方面的用途：

1、作大面积中小比例尺土地资源调查时，用以典型地段土地类型的划分。我们的体会是，在判读土地类型这点上黑白航片优于彩色片。黑白片纹理清晰，地面上的微起伏也能显示出来。这是由于黑白对比强烈，地面上的明暗差别正是通过黑白色调的变化体现出来的。

2、作小范围（一个小流域或一个村等）的大比例尺调查时，全部用航空相片判读转绘土地类型。航片比例尺越大判读越详细准确。大于1:2万的航片能显示出每个小地块，每一条地性线。各种土地类型都以不同的色调、纹理与形状互相区别。

有时航片质量不佳，影响判读。比如，航摄时光线很强，阳坡曝光过度，相片色调浅淡，使细沟、浅沟等模糊不清。在这种地方要参考地形图分析判断。

3、航空相片判读是作土地利用现状图的主要手段。这主要是针对成图比例尺大于1:50,000的土地利用现状调查而言。土地利用的界线不能采用以点连线的方法确定，因为土地利用的规律不是绝对的，往往有很多随意性。在林地中偶然也有农地，农地中也夹杂有荒地或草地，靠实地填图工作量太大，而且界线还未必填得准确。航空相片能令人满意地完成这项工作。过去用黑白航片，只能凭色调、形状、影纹特征判断，现在利用彩色片，解译标志丰富多了，对土地利用类型解译十分有利。根据地域特点、摄影季节及色形特征，很容易判读农林牧等各种用地，大片纯林、作物品种也能识别。彩色航片拍摄的时间是关键，一定选在大多数植物的生长旺季，否则会失掉大量信息。

4、航片用于土地的动态监测。土地在自然和人类活动的影响下始终处在变化中，质量的退化，各种用地面积的增减等。只有掌握了这些动态变化规律，才能制订出土地合理利用方案。通过实地测量可以作出动态变化的定量化评价，而航片的使用可以进一步达到省时、准确的目的。作法是在同地，不同年代的两组航片上进行量测、对比，用立体坐标量测仪，可以得到精确的结果，而且速度快，也可以手工量测，即将航片上要量测的地物点转绘到地形图上，在地形图上量测。我们曾在固原县用这种方法量算了侵蚀沟的发展和壕地被蚕食的数量，用的是1957和1979年两期航片。所量测的17条冲沟（沟长3公里以上），22年间平均每年沟头前进5.32米，最严重的赵新庄沟每年前进速度为15.7米。其次李寨科沟每年为10米，两条沟上游原来都是平展展的壕地，22年分别被蚕食近2公顷和1.3公顷。以上量测结果与访问当地农民结果是吻合的。用同样的方法，可以对土地利用的变化，水土流失及治理情况进行监测。

另外，还有些在土地资源调查中难以定量的问题，如工矿居民点占地比例，通过航片判读也能解决。作法是按人口密度大小分别在地形图上选“样方”（每个样方面积10平方公里以上），然后将航片上“样方”范围内的工矿、城乡居民点占地范围转绘到地形图上，量算出占地比例。同样人口密度的地域选若干个“样方”，取其平均值。根据我们在陕北的量算结果，人口密度在每平方公里50人以下的居民点占地在1%左右，人口密度每平方公里50—100人的，占地1—2%，这是七十年代的水平。随着人民生活水平的提高，社会经济的发展，工矿、城乡居民点占地比例都要增长。

在土地调查中应用航片节省人力和时间。我们粗算结果：一幅1:50,000的图两人乘车调查需4天，类型界线还没完全落实到图上，若用航片（比例尺为1:30,000的约20张），两人两天即可完成；若作一幅1:10,000图（面积24余平方公里）两人步行调查，至少两天野外工作，而

用航片（比例尺为 1 : 15,000 约 11 张）1 人 1 天可以完成；另外，用航片判读土地类型比地形图准确，尤其是大比例尺的。

我们采用目视判读。目视判读是最原始的判读方法，但也是最基本的方法，配合使用假彩色合成、密度分割等仪器，使目视判读功能及精度大大提高了。一些国家研制生产了多种计算机遥感数据图象处理系统，无疑为遥感应用揭开了新篇章，但由于价格昂贵而难以普及。

我国今后一段时间内，目视判读仍将广泛用于基层土地资源调查，这是客观条件决定的。我国土地的 2/3 是山地、丘陵，地块零碎。小比例尺的调查结果只能供国家政府部门作战略决策用，不能反映基层（主要是县级）的实际情况。比如在丘陵山区，在农业上占有重要位置的河谷川地、小盆地等，往往在中小比例尺图上被舍掉。县级土地资源详查是基础工作，必须作好。而县级的技术、仪器设备力量比较薄弱，尤其是地广人稀的贫困地区，因此，以现有的能力提高县级的技术、设备力量是必要的，比如在遥感资料的判读、转绘方面。

我们还要着眼新技术、新仪器。世界先进国家遥感技术发展迅速。1986 年 2 月，法国发射了高分辨率的测图卫星 SPOT—1 号，并有了相应的图象处理系统。这种处理系统的图象质量很高，目视观察负片上的地类界、景观纹理等影象细节十分清楚，地面分辨力接近 10 米，用于资源调查和动态监测是很理想的。我国已建成陆地卫星地面站并已运行，图象处理系统正在研制，技术、设备的现代化也并不遥远。

六、土地适宜能力评价

土地资源调查应该落脚于土地合理利用，调查结果要对下列问题作出明确答案：

- 1、各种土地类型及农林牧用地分布和数量；
- 2、土地利用中存在什么问题，后果如何；
- 3、各种土地的限制因素，最适合的用途和潜力；
- 4、对土地生产力降低采取什么措施。

这几个问题的核心是土地评价问题。

评价土地，我们认为首先要以土地的自然属性为指标，因为土地的自然属性是生产力的基础。但对一个特定的地域来说，又不能将所有的自然因素都进行评价，只能选其中几个与之关系密切的。如黄土丘陵区的土层厚度、土壤水分状况、坡度、土壤有机质含量等，是影响各类土地生产力的主要因素，因此要以它们为指标划分土地适宜能力级。

其次，我们的土地评价是以农业为出发点的，因此除自然因素外，还要考虑农业经济因素。比如：大量的丘陵坡地受种种因素限制，粮食的产出与投入比很低，已不适合种粮食，但考虑到当地农民要吃饭，全国的平川地也满足不了国民经济对粮食的需要，所以还要保留相当数量的坡耕地；有些山区的自然条件很适合发展水果，但不具备运输、加工条件，也不能发展。

第三，土地评价要考虑土地管理问题。我国某些粮食产区土地利用中问题多，耕地减少的趋势不能得到有效地控制；土地生产力降低，单位面积载人量、载畜量都在下降。产生这些问题的原因，土地管理问题是不容忽视的。前几年粮食丰收的表面现象，掩盖了小生产后劲不足的实质性问题。农民一般不从长远考虑提高地力、改善农业生产基本条件，不搞农田基本建设，不改土培肥，甚至破坏水利设施，使农业失去了抵御自然灾害的能力。在人多地少的地方不指望种田致富，对责任田采取敷衍了事的态度；在人少地多的贫穷山区只满足于广种薄收。这样下去，留给子

孙的将是贫瘠的土地、弱不经灾的农业、恶劣的生态环境。这种后果是不能允许出现的。

土地评级中有一项内容是：“实施改造措施后可提高为几等地？”就是说，土地的等级是可以改变的。利用价值很低的沙地，经改造后每公顷产5,250—6,000公斤水稻。丘陵、山区的坡地，修成水平梯田才能从根本上提高生产力。我们的政策应该是鼓励农民向土地投资。1984年中央一号文件中提到：“给土地定等定级或定等估价，作为土地使用权转移时实行投资补偿的参考”，这个办法很好，还可以推而广之——不仅限于“土地使用权转移时”用。采取定期评定土地等级，对于提高土地生产力的农民给予经济补偿，这样或许能有所裨益。

土地作为一种资源，既是永恒存在的，又有可更新的一面。比如耕地，用得好可以持续地为人类提供日益丰富的产品，否则可以因质量退化、面积减少而导致耕地消失。我国耕地减少的数量是惊人的。建国以来，每年减少耕地46.7万公顷，“六五”期间每年减少49.2万公顷。耕地变成了工矿企业和城乡居民点，也有的被沙漠、盐碱或水土流失等灾害吞噬。因此，土地资源调查，提供土地资源清单绝不是一次性任务。这就需要不断改进调查方法，提高调查速度和精度。充分发挥遥感技术在资源调查中的作用，是今后土地资源调查方法研究的重要方面。

Practices and approaches to land resources investigation methodology

Song Guiqin Li Rui

(Northwest Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica)

Abstract

As a scientific way of land resources research, it should be the top priority to build up a general framework, i.e., land classification system, which can embody distribution and evaluation of land resources. In this case, common land features can be defined and described, and land types spatially departed can be linked. Being a kind of renewable resources, land always is in variation due to influence of social and natural conditions. Only land dynamic law was studied deeply, all land features can be ascertained and reasonable land use plan can be worked out. A series of remotely sensed data of multi-times, spectra and platforms supply abundant information to land resources investigation. It is one of the most important task in the future land research to give a full play of remote sensing potentialities.