

黄土高原土地资源调查中 几个问题的讨论

杨勤科 宋桂琴 李 锐

(中国科学院 水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要

土地资源的基本特征是土地面积的有限性和土地生产能力的时空差异性。土地资源的数量、质量及其利用方式的短周期快速清查及其数据库的建立和定期更新是土地资源合理利用和科学管理的重要前提之一。本文综合运用科学实用的土地资源分类和分区、系统遥感影象和数据分析,多重系列的土地制图和数据库管理等先进技术方法,探索出一套实用化的土地资源快速清查方法。

关键词 黄土高原 土地资源 遥感制图 数据库

前 言

土地资源是人类社会赖以生存和发展的基本自然资源。对农业生产而言,土地资源的基本属性是土地面积的有限性和土地生产能力的时空差异性。所以对土地资源的数量、质量及利用形式的短周期快速清查及其数据库的定期更新,是土地资源合理利用和保护的基础性工作,同时随着调查研究工作的深入,对急剧增加的资料的计算机管理和分析,也成为土地资源研究的重要工作。

黄土高原土地资源调查工作,始于50年代的黄河中游水土保持综合科学考察,但深入细致的调查研究始于70年代后期。全国性的工作主要有:第二次土壤普查(其中包括了对土地利用的调查)^[3],土地资源概查和农业区划(1979—1989年),土地资源详查(1984年开始),1:100万土地资源系列制图(1980—1989年)。农业区划等项工作的完成,第一次全面清查了本区土地资源及其利用的基本情况,其成果已在生产中广泛应用。土地详查尚未全面完成,但其将使土地资源这本帐更加准确系统,也使土地资源管理走向正规化。1:100万土地系列图^[4]的编制,对当时已有的资料进行了系统的总结,其成果已对国家宏观决策提供了重要依据。地区性的工作有:“七五”期间黄土高原地区(62万km²)1:50万资源与环境遥感系列制图(1986—1990)年,黄河中游水土保持重点地区(10万km²)1:10万资源与环境遥感系列制图(1986—1990年)^①。这些工作着重强调了遥感技术手段的应用,

使之在本区资源调查中更为实用化,同时对资源数据管理等问题也进行了有益的探讨。然而本区(以至全国)土地资源调查中,仍然存在着一些尚待解决的问题。主要有:①调查工作周期太长,难以尽快的反映不断变化的土地资源利用状况,也难以满足农业生产发展的要求;②各种图件和数据资料(不同时期、不同部门调查所得。不同范围之间)不能完全地协调和衔接,缺乏可比性;③科研和生产联系不十分紧密、科研成果的实用性有待提高。

本文拟在现有调查研究的基础上,对黄土高原土地资源调查的一些问题进行初步讨论,以期促进土地资源调查的快速化、规范化和动态化。逐步形成快速清查土地资源的技术方法。本文讨论的区域为黄土高原重点水土流失区^①。其范围西自甘青交界处,东到吕梁山西麓,北起长城沿线的黄土—沙地交错带,南到渭北台塬北部,跨陕西的陕北、甘肃的陇中陇东、宁夏的宁南山区、山西的晋西和内蒙的南部,共100余县(市、旗),总面积约30万 km²。

1 土地资源类型划分

科学实用的类型划分,是土地资源调查和合理利用的前提。

1.1 分类依据——土地类型和利用的特点

(1) 水热条件、地表外营力作用方式及地质构造等的不同,使黄土高原分异为一些具有不同发生基础、外部形态和生产性能的区域类型单元——土地类型区。

(2) 土地类型的分异以地貌作为主导因子。地貌特征在一定程度上决定了土壤、植被水热再分配方式和土地利用的特点,因而成为土地类型分异的主要因子和主要划分指标。这种特征结合DTM和影像的复合分析为快速清查土地资源提供了良好的途径。

表1 高塬沟壑区地貌引起的分异

地 貌 线	塬 边 线		沟 边 线	坡 脚 线
地 貌	塬、梁塬	古阶地、古沟坡	现代沟坡	漫滩、阶地
坡 度	<3°	<25°	>25°	3°~10°
土壤类型	黑垆土、黄绵土	黄绵土、黑垆土	二色土、黄绵土	冲积土
土壤侵蚀	轻微侵蚀	轻度—中度侵蚀	重力侵蚀、沟蚀	堆积为主
植 被	耕地为主	农、果、林	林地、荒地	较高部位以农
土地利用	旱耕	旱耕(果)人工林		为次,滩地林
治理方式	保塬固沟	护坡	造林固沟	沟道打坝,造林

表2 丘陵沟壑区地貌引起的分异

地 貌 线	梁 峁 边 线		沟 边 线	坡 脚 线
地 貌	梁、峁顶	梁峁坡	现代沟坡	沟底、滩、阶地
坡 度	<3°	3°~25°	15°~25°以上	3°~10°
土壤类型	黄绵土	黄绵土	二色土黄绵土	冲积土、堆积物
土壤侵蚀	轻度面蚀、风蚀	中—轻度沟蚀	重力、严重沟蚀	以堆积为主
土地利用	耕地为主	农、草、林	荒、林、耕	台地农、滩林
治理方式	修梯田	生物+工程	造林固沟	平整、打坝淤地

① 中国科学院水利部西北水土保持研究所,黄土高原重点水土流失区1:25万土地利用图和土地类型图制图规程(试行草案),1992,4

(3) 土地利用类型和植被是同一问题的两个侧面。由于本区开发历史较长,大部分地面已垦殖成农田,而只在个别土石山地丘陵才可见到成片次生人工林。所以一定程度上讲,土地利用和植被是一致的。土地利用的这一特点中可以看出:黄土高原土地类型分类和命名可以用“土地利用(主导方式)——(土壤类型)——地貌部位”来代替传统的“植被——土壤——地貌”联合法。

(4) 黄土高原土壤类型以黄绵土占优势,类型比较均一^①,而且其分布与地形有良好地对应关系。所以在土地类型命名中可以不必过多的考虑,然而土地评价指标中,土壤属性占有重要地位。同时在黄土高原边缘地区河谷(平原区、风沙沿线…)地貌不能完全反映土壤类型或其生产性能的变化。所以对土壤养分,水分及其它属性的研究和观察仍然是

表3 黄土高原土地资源类型区及特征表

土地资源类型区	分布地区	水热条件	地 貌	土壤与侵蚀状况	土地利用
台塬类型区	北山以南,渭河三级阶地以上	年降水 $>600\text{mm}$ $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $3500^{\circ}\text{C}\sim 4500^{\circ}\text{C}$	黄土覆盖的阶地	塋土、黄绵土,以沟蚀为主, $<2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	以旱耕地为主有较多的果园
黄土塬类型区	陇东、陕北、晋西	$500\sim 600\text{mm}$; $2600^{\circ}\text{C}\sim 4000^{\circ}\text{C}$	塋、及其周边丘陵、沟谷	黑垆土,沟蚀为主有面蚀, $>5000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	塋地旱作,川道部分水浇地,较多果园
梁状丘陵类型区	陇东、宁南、陕北西部和晋西北	$450\sim 550\text{mm}$ $<3000^{\circ}\text{C}$	黄土梁,沟谷	黄绵土,沟蚀面蚀皆有 $>15000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	旱耕地为主,有一定面积草地
梁卯丘陵类型区	无定河流域,三川河流域	$400\sim 500\text{mm}$, $3000^{\circ}\text{C}\sim 3500^{\circ}\text{C}$	以卯为主切割破碎	黄绵土,面蚀、沟蚀皆有 $15000\sim 20000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	旱耕地为主
宽谷长梁丘陵类型区	陇中、宁南河源区	$300\sim 500\text{mm}$, $2000^{\circ}\text{C}\sim 3000^{\circ}\text{C}$	缓而长的梁和宽浅河沟谷	黄绵土、黑垆土,沟蚀为主, $>10000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	坡上旱耕地为主,沟道常有水浇地
片沙丘陵类型区	神、府、横、榆毛乌素沙地边缘	$270\sim 450\text{mm}$ $2200^{\circ}\text{C}\sim 3400^{\circ}\text{C}$	盖沙黄土丘陵,片沙,窄而深的沟	黄绵土,轻黑垆土,水蚀风蚀共有, $10000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	坡地耕地、草地、沙地造林、沟道多水浇地
风蚀沙化丘陵类型区	毛乌素沙地、宁中南土石波状丘陵	$250\sim 400\text{mm}$ $2500^{\circ}\text{C}\sim 3000^{\circ}\text{C}$	沙丘、波状土石风蚀沙化丘陵	风蚀沙土、灰钙土;水蚀较弱 $<5000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,风蚀强烈	草农兼营,农地水旱皆有,沙漠中以水浇地为主
土石丘陵山地类型区	子午岭、六盘山吕梁山	$>500\text{mm}$ $<2000^{\circ}\text{C}$	低山、丘陵	黄土或残积物,侵蚀轻但在坡耕地则极强	以林草为主,林缘林间有黄土质耕地

① 张淑光等。中国1:100万土壤图:太原幅;1:200万黄土高原典型区土壤图

十分重要的。

1.2 土地资源类型区的划分

1.2.1 划分目的 根据国家 1:100 万土地资源系列制图的经验^[4]和黄土高原土地资源及其利用的特点^[5~10],可以先划分土地资源类型区,然后进行分类研究。划分出的单元被认为是土地生产能力。利用改造措施等方面相对一致的。可以作为土地生产力计算分析、土地资源监测、土地利用调查抽样控制和土地合理利用规划的空间单元。

1.2.2 划分依据 类型区的划分主要依据水热条件的宏观地域分异、土地生产力、土地利用和改良的方式的空间相对一致性。较高级别以自然因子为主,较低级别则较多地考虑了社经因子。

1.2.3 黄土高原土地资源类型区划分(表 3)。

1.3 土地类型划分

1.3.1 分类原则

表 4 黄土高原土地类型分类系统(部分)

类型区	一级类	二级类	含 义
黄 土 原 区	1 塬地	11 耕作塬平地	塬中部平坦耕地
		12 条田塬坡地	塬边修成宽面水平梯田的耕地
		13 果园塬平地	建成果园的塬地
		14 梯田塬坡地	古沟坡上建成的梯田
		15 果园塬坡地	古沟坡上建成的梯田果园
		16 有林塬地	小片人工林覆盖的塬地
	2 沟坡地		现代沟谷坡地
		21 有林土质沟坡地	已造林绿化的沟坡地
		22 荒草土沟坡地	未造林绿化的沟坡地
梁 状 黄 土 丘 陵 区		23 石质沟坡地	基岩裸露的沟坡地
	3 沟底地		河流或沟道冲积平地
		31 川地	沟谷开阔度大于 500m 的低阶地,坡度 $<5^{\circ}$
		32 台地	沟谷开阔度小于 500m 的高阶地
		33 河滩地	能被洪水淹没的低阶地
	1 梁坡地		谷缘线以上的土地
		11 水平梯田梁坡地	在梁坡上修筑的水平梯田
		12 旱耕梁坡地	用于耕种的梁坡地
		13 林草梁坡地	林草覆盖的梁坡地
	2 沟坡地	14 垆地	河源或沟头汇合处未被沟谷切开的平坦部分
		21 耕地塌地	耕种的滑坡体
		22 有林塌地	造林的滑坡体
		23 有林土质沟坡地	林木覆盖的沟坡地
		24 荒草土质沟坡地	草本植物覆盖的土质沟坡地
		25 土石沟坡	岩石或石砾覆盖面积大于 50% 的沟坡地
	3 沟底地	26 耕种沟坡地	沟缘线以下开垦的农耕地
		31 川地	含义同黄土塬区
		32 台地	含义同黄土塬区
		33 河滩地	含义同黄土塬区
		34 坝地	沟谷中筑坝淤成的耕地

表5 黄土高原土地利用分类系统

一级类	二级类	三 级 类	含 义
1 耕地			种植农作物的土地，含轮歇地、草田轮作地、及以种植农作物为主间有零星树木的土地
	水田和水浇地		有水源和灌溉设施，在一般年景能正常灌溉，种植水生作物和非水生作物
		11 水田	种植水生作物的土地
		12 川水浇地	河川地，河谷开阔度大于 500m
		13 沟台水浇地	台地，沟谷开阔度小于 500m
		14 沟坝水浇地	坝地
		15 梯田水浇地	水平梯田上的水浇地
	旱 地		无灌溉条件，靠天然降雨生长作物的耕地
		16 川旱地	河川地上的旱耕地
		17 沟台旱地	沟台地上的旱耕地
		18 梯田旱地	梯田旱耕地
		19 塬面旱地	塬面平坦旱耕地，坡度 $<3^{\circ}$
		110 塬坡旱地	塬边缘部分的旱耕地，坡度一般 $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$
2 园地		111 塌地旱地	滑坡体上的旱耕地
		112 垆地旱地	垆地上的旱耕地
		113 挂坡旱地	谷缘线以下陡坡垦荒地
			种植以采集果、汁、根茎为主的木本和草本作物，覆盖度 50% 或每亩株数大于合理株数 70% 以上的土地
	果 园		种植果树为主的土地
		21 苹果园	
		22 枣 园	
		23 柿 园	
		24 其它园地	除上述果园以外的果园、药园、桑园等
3 林地	有林地	31 针叶林	生长乔、灌、竹类等林木的土地 树木郁闭度 $>30\%$ 的天然、人工林 松、柏、杉木等针叶树占 70% 以上的林地
		32 阔叶林	阔叶树占 70% 以上的林地
		33 针阔叶混交林	针叶树占 20%~30% 的混生林地
		34 经济林	生长板栗、核桃等工业原料，木本粮油等树的林地
	35 灌木林地		覆盖度 $>40\%$ 的灌木林地
	36 疏林地		树木郁闭度在 10%~30% 的林地
	37 未成林造林地		造林不满 3~5 年，飞播满 5~7 年，成活率达合理造林株数 40%，尚未郁闭，有成林希望的造林地
4 草地	41 天然草地		以天然草本植物为主的草地
	42 改良草地		采用补播、松耙等措施进行改良的草地
	43 人工草地		人工种植的牧草地
5 居民点及工矿用地	51 城乡居民点		指城乡居民点及其以外的工矿、国防、名胜古迹等企事业单位用地 市、乡(镇)、村居民点用地

续表 5

一级类	二级类	三 级 类	含 义
	52 独立工矿用地		居民点以外的工矿企业、采石场、砖瓦窑等用地
	53 盐田(场)		生产食盐等用地
	54 特殊用地		指国防、名胜古迹、风景旅游、陵园等用地
6 交通用地			居民地以外的各种道路及附属设施和民用机场
	61 铁 路		铁道及站场用地、含路堑、取土坑、护路林等
	62 公 路		指国家和地方公路、含路堤、路堑等
	63 农村道路		农村 ≥ 2 m 的道路
	64 民用机场		民用机场及其附属设施
7 水域			指陆地水域和水利设施用地
	71 河湖水面		天然形成或人工开挖河流、天然积水区常水位岸线以下的面积
	72 水库水面		人工修建水库, 库容 > 10 万 m^3
	73 沟 渠		人工修建用以排灌的沟渠
	74 滩 涂		河流、湖泊常水位与洪水位之间的滩地
8 未利用地			目前尚未利用土地、包括难利用地
	81 荒草地		树木郁闭度 $< 10\%$ 、土质、生长杂草、覆盖度 $< 30\%$ 的土地, 包括裸土地
	82 盐碱地		表层盐碱聚集、生长天然耐盐植物的土地
	83 沼泽地		经常积水或渍水, 一般生长湿生植物的土地
	84 沙 地		表层覆沙、基本无植被的土地, 含沙漠
	85 裸岩石砾地		表层为岩石或石砾、其覆盖面积 $> 50\%$ 的土地
	86 其 它		指其它未利用地

(1) 科学性与生产实用性相结合:既要求类型间有一定的逻辑关系,又要求划分出的类型具有资源的性质,反映利用和改造的成就,同时考虑群众的习惯分类和命名方法。例如把梯田和沟坝地作为特殊的类型予以区分,低级类型中可以根据需要考土地利用形式如水浇地、旱坡地、林地、草地、荒地……。

(2) 与制图目的、服务对象和调查比例尺相适应;其服务对象是县一级的资源评价,水土保持规划;同时为地理信息系统和综合治理模式提供资料。因调查的比例尺较小,同时用卫星影像作为主要信息源,所以三级类型的划分,带有综合归纳的成分在内。

1.3.2 系统结构 土地类型分类系统暂分三级,采用“类型区(零级)——一级类型——二级类型”的结构。“类型区”为归纳单元,据水热条件、内外营力作用方式和强度,土地生产力和利用改造方式,土壤侵蚀和水土保持条件等的相对一致性划分。可以作为地理信息系统的基本空间单元。一级类型是根据地貌部位、土壤侵蚀类型组合等划分。二级类型主要依据土地利用方式、地面坡度、土被组成结构划分,可作为中小比例尺(1:5万~1:25万)制图的基本上图单元。

1.3.3 黄土高原土地类型分类系统。

1.4 土地利用类型划分

1.4.1 分类原则 (1) 与全国和地方规范相一致;(2) 反映和总结群众中形成的分

类和命名习惯方法;(3)与土地类型分类和制图相协调。

1.4.2 分类级别及其依据 土地利用类型共分三级。第一级据资源利用价值和利用经济部类共分8大类;第二级据土地利用特点和经营方式、生物种类等划分;第三级只对耕地、园地和林地依据农业土地类型和影响农林牧业生产的土地立地条件予以划分。

1.4.3 土地利用分类系统(表5)。

2 遥感影像分析

2.1 土地资源遥感调查的基本情况^[11~14]

2.1.1 目视解译仍为基本方法,并日趋成熟 目视解译就是借助于简单的仪器、直接用肉眼观察和分析遥感影像,以获取所需要的地表信息。其基本程序是通过野外调绘和室内分析,建立土地资源类型的发生和形态特征与遥感影像特征(形状、颜色、纹理、阴影和立体、分布特征……)之间的对应关系(判读标志),直接或间接地辨识各类土地资源。这种方法简单易用,并已为广大的土地资源调查工作者所掌握和应用。

2.1.2 多种资料和多种方法的结合运用,是提高判读和转绘精度的有效方法 实践证明,遥感影像分析只能是资源调查的一种手段,野外调查及已有图件资料的应用仍是必不可少的。地学分析方法也必须予以充分运用。随着工作的深入,遥感调查不断向动态评价和预测方向发展。这要求对地面实验观测资料和历史资料进行充分地分析和结合运用。总之遥感影像分析必须结合多种图件、数据资料,才能不断提高判读精度。

2.1.3 多级影像分析为土地资源快速清查和监测提供了有效途径 众多的实验研究表明,1:1万彩色红外航片和黑白航片,可以满足重点治理(或监测)的小流域(1个或数个村,10~30km²)土地资源的详查和评价研究。1:5万~1:7万彩色红外片和黑白片可以满足乡—县级或相应面积小流域1:5万~1:10万土地资源调查和评价研究,调查精度可以达到土地利用三级分类。1:10万TM片结合航片的分析,可以满足县级到地区一级或重点治理区的资源清查,精度可以达到土地利用2~3级分类。TM片结合典型地段的抽样调查,用1:20万~1:50万比例尺,可以对较大区域(如全黄土高原地区)的土地资源进行调查或监测,精度可以达到土地利用的2级分类。由此看来,形成快速清查或监测评价土地资源的技术系统,必须运用多级遥感调查的方法,充分发挥各级遥感影像的优势。

2.2 土地类型和土地利用的目视解译

2.2.1 航空影像的判读分析 黑白像片主要分析其结构和灰阶。彩红外片则分析其色别、色调、结构和明亮程度。同时,都需要借助地理相关分析的方法,通过对其空间地域分布,相对位置及区域土地利用(包括农事活动)的分析,提取所需要的信息。从其可判性而言,地貌特征和植被覆盖是最易判读的,并由此入手进行土地利用和土地类型的判读。用1:1万~1:5万彩色红外航片判读精度可以达到3级以上土地利用类型及与小地貌特征和土地利用形式相关的土地类型。

已经完成的“七五”课题中,进行了一系列解译标志的总结。现据有关文献列成表6、表7。

2.2.2 TM片的判读分析 仅TM片而言,因为限于比例尺和分辨率,只能判读出土地类型和土地利用的主要的、面积较大的类型。对于零星分布,面积很小的类型,是不易

表6 航空像片的土地利用解译标志

土地利用分类			分 布 与 形 状	色 调	纹 理
一级	二 级	三 级			
耕 地	水浇地		河流阶地, 规则格网状田块	红色(作物)或蓝绿色(裸地)	边缘整齐均匀、规则的田块
	旱耕地	川台旱耕地	同上	同 上	同 上
		塬旱耕地	塬地, 被道路分成矩形田块	色同上, 但有红色条带(林带)	同 上
		梯田旱地	梁峁坡、塌地, 长条阶梯状	淡红色(作物)或灰绿色(裸地)	边缘规则均匀, 成带状有阴影
园 地		坡旱地	分布同梯田, 扇形或不规则	淡红(作物)或灰蓝(裸), 阳坡亮	均匀, 间有条纹或侵蚀沟
	果 园	苹 果 园	分布于各类地形, 规则块状	红—红褐, 背景有时灰蓝色较暗, 发芽开花晚	明显, 均匀, 排列有序颗粒
		枣 园	分布同上, 散生或排列不规则		不规则大而稀疏颗粒
林 地	乔木林	刺 槐 林	沟坡、沟底、滑坡等, 不规则状	鲜红色, 阳坡亮阴坡暗	颗粒明显, 立体感强
		杨 树 林	沟坡、四旁	同 上	同 上
		田间林带	耕地之中, 成带状	浅红—桔红	带状颗粒
	灌木林		沟坡、梁坡、沙地, 不规则	红色, 亮度与长势和密度有关	规则带状, 颗粒明显
草 地	幼林地		同 上	鲜艳红色	无明显颗粒, 无立体
	造林地		同 上	暗灰绿色	可见明显整地工程, 无纹理
	天然草地		沟坡, 不规则片状	桔红—暗红	无颗粒, 无阴影, 无立体
	人工草地		同坡耕地	鲜艳红色	同 上
非生产用地	灌丛草地		同 上	同上	有散生颗粒
	居民地		见于各种可利用地, 规则(城镇)或不规则(农村)状, 道路由此幅射出去	灰蓝、青灰、旷地白色、四旁树红色	规则几何图形, 被四旁树包围
	交通用地		规则线状与居民点连通	白色—青灰色	平滑无结构
未利用地	荒 坡		见于沟谷陡坡, 成对称带状	青灰色或淡红色	无结构
	裸 岩		同 上	青灰、丝绸光泽	呈层状或块状
	裸 沙		背风坡	白、灰白、明亮	无纹理或有沙波纹

或不能判读的, 只能依靠典型地段航片的补充。TM 片的判读主要依据影像的形态、色彩、明暗和阴影, 个别情况下可以分析其结构。主要的土地类型及其利用形式的判读标志如下(表8、表9)。

值得提出的是, “判读标志”只是一般性的描述, 只有具体到一定的时空条件下, 才有确切的标志。特别是色调, 因为其本身的不稳定性、洗印技术的不标准和描述的不规范等, 常使这一最基本的特征在不同片子间, 不同研究者的描述间缺乏可比性。只有充分利用地学分析, 综合研究土地类型和土地利用的地理分布和形态特征, 尽可能多地分析其

表7 航片的土地类型解译标志

类型区	一级类	二级类	分布和形态	色调	纹理
黄土塬区	塬地	旱作塬平地	见于塬区中部，被规则的道路分割，零星见有居民地，田块整齐规则	有作物时呈红色，或淡红色，无作物时灰白色或淡黄绿色	均匀细致，无颗粒，边缘清楚
		条田塬坡地	见于塬平地周边，除规则的道路外，可见条田坎	同上	与见田边埂形成的阴影和间作树呈红点状
		果园塬地	塬中或塬边，果树呈规则点状	果树呈红色斑点，有时见有整地措施	道路、阴影、红色斑点或颗粒
		梯田塬坡地	见于古沟坡，呈较窄田面条带状	有作物时淡红色，裸地灰色或淡黄绿色	边缘清晰，可见一系列田边阴影
		果园塬坡地	古沟坡梯田上造成的果园	同果园塬地	梯田纹理之上有规则分布红点或整地坑
	沟坡地	有林土质沟坡地	现代沟谷中，呈斑块状	红色、林间空地灰绿色	明显颗粒
		荒草土质沟坡地	现代沟谷，陡坡未造林处	灰绿色—淡红色	无颗粒，有阴阳坡不同
		石质沟坡地	沟道下游两侧，条带状	丝绢光泽，灰绿色	无颗粒
	沟底地	川地	较大河流两边，条带状	同农田塬地	规则格状
		台地	较小沟道两边，条带状	红色，有台坎阴影	条带状或格状
		河滩地	较大河流，流水线两边	淡红色—灰绿色，白色	无纹理
	梁坡地	水平梯田梁坡地	位于梁岭坡，呈阶梯状	红色(作物)—灰绿色(裸地)，有阴影相间	弧形层状
		旱耕梁坡地	不规则，扇形或环形	同上	均匀无纹理
		有林梁坡地	陡坡或远离居民点	红色	均匀颗粒(乔)，条带(灌)
		荒草沟坡地	同上	淡红—灰绿	均匀无纹理
	沟坡地	同塬沟坡地	同上		
	沟底地	同塬沟坡地			

表8 土地利用的TM片解译标志

利用类	分布与形态	色调与纹理	利用类	分布与形态	色调与纹理
水田	河川地，滩地	规则状，粉红—紫红	草地	主见于沟坡	片状，黄绿—浅灰绿
水浇地	河川地，沟台地	规则渠系，淡红—淡蓝色浅均一，淡红，灰绿	居民地	各类坡地	规则，星点状，青色边界不很清晰
旱地	梁坡、塬、川台地	片状棕红，红褐色	水域	河、湖、水库	淡蓝—蓝绿色
灌木林	沟坡，低山，土石丘陵	红色均匀颗粒	荒草地	陡坡，现代沟谷	浅红或浅绿
乔木林	零星见于沟坡，片状见于土石丘陵	点状，淡红色	裸土	强烈侵蚀地段	蓝青色—灰色，有阴影
疏林地	同上		裸岩	沟道下游，黄河沿岸	蓝青色—青色，黄褐色
造林地	同上	色同草地，偏绿蓝			

表9 土地类型的TM片解译标志

土地类型	分布与形态	色调与纹理	土地类型	分布与形态	色调与纹理
耕种沟间地	梁峁坡, 片状	均匀红色(作物), 灰色(裸地), 陡坡有明暗之分	有林沟坡地	沟谷坡	红, 有明显阴阳坡之分颗粒状
有林沟间地	同上	红色(乔), 褐色(灌), 乔木林有颗粒	荒沟塌地	陡沟坡滑坡	灰色, 阴阳坡反差大不均匀红色, 灰蓝色
荒草沟间地	陡坡, 无规则	浅红, 淡绿, 阳坡较亮而阴坡较暗	石质沟坡地	沟道下游, 黄河沿岸	同裸岩
沙盖坡地	沙地边缘背风坡梁地	色浅于附近黄土, 成不规则片状	耕种沟底地	沟台、坡台	红(作物), 灰绿(裸地)
陡坡耕地	沟谷中较缓部位, 不规则斑块	均匀灰蓝—淡红, 周边常有阴影	有林沟底地	沟底滩地	同沟坡林地

空间分布关系和影像纹理结构,才可以正确有效地运用判读标志。

2.3 土地类型和土地利用的机助分类^[15, 16]

黄土高原地形破碎,沟道纵横,遥感影像是地表植被、土被和地貌特征的共同记录,图像机助分类有别于地形平坦的地区。研究表明,运用下述方法可以得到比较满意的结果。

2.3.1 DTM及其它资料与数字化遥感资料的复合 DTM为地貌形态的定性和定量分析提供了基础,从而促进了土地类型的机助分类。DTM、其它数据和图形资料与数字化遥感资料的复合,可以极大地丰富遥感资料的信息量和分辨能力,提高分类精度。

2.3.2 必要的预处理 由于地形的影响,单纯依据光谱值进行机助分类,其效果常不尽理想。所以在分类之前,应对数字化遥感资料进行必要的预处理。根据需要,选择各种方法对地形的影响予以增强或消除。如采用“结构”图像计算,边界增强和提取,可以突出地形变化剧烈的线状特征,如沟缘线、坡脚线等。而利用边界保留滤波消除了图斑内的差异,使图斑更加清晰。另外,还可采用数学变换方式提高影像分辨率,通常可运用对数和指数变换,主成份图像变换,比值变换等。

2.3.3 “人机对话式”的分类过程 从分类“种子”确定到基本单元类型的合并,均有专业人员参加,可以充分发挥专业人员逻辑判断能力和专业经验与计算机自动识别运算速度快和客观性强的长处,以尽可能避免同物异谱和同谱异物的干扰。

3 系列制图

随着遥感影像分析在资源调查中得到日益广泛地运用,但传统的地图制图方法,特别是土地系列制图方法,愈益成为土地资源调查的重要技术手段之一。

3.1 多重系列制图

3.1.1 比例尺系列 据已有调查研究和土地资源详查技术规程^①,土地资源调查的比例尺系列如下表(表10)比例尺系列制图,各级比例尺均有自己明确的任务和目标。同

①陕西省土地资源调查办公室,陕西省土地利用现状调查技术规程,1985,5

表10 黄土高原土地资源调查比例尺系列

比例尺	适用范围	调查目的精度	主要信息源
1:5000~1:1万	小流域, 村级	小流域水保监测, 3—4级土地利用调查	1:1万~1:3万彩色红外航片, 1:1万黑白片
1:2.5万~1:5万	中型小流域, 县乡级	小尺度土地评价, 监测, 3级土地利用调查	1:5万~1:10万彩色红外片, 1:5万黑白航片
1:10万~1:20万 1:25万~1:100万	重点治理区, 地区级 大地区, 省级, 国家级	土地利用2—3级调查, 中尺度土地评价 大尺度评价、监测系统, 2级以上土地利用调查	TM片+航片 同上

时更重要的是较大比例尺制图可以作为较小比例尺制图的抽样图,如1:20万~1:50万比例尺的制图中,可以用1:1万~1:5万的典型地段抽样制图来求得小块分散分布的类型——如梯田、坝地、村庄、交通占地、农区草地、林区农地等的推算参数。小比例尺的制图可以为大比例尺制图的小区域提供区域地理背景。土地资源快速清查中所关心的正是这种不同比例尺之间相互关系的建立。

3.1.2 内容系列 土地资源的内容系列制图,涉及较多的专业和大量的专题图。但为了适应快速清查的要求,也考虑到遥感影像分析的难易程度,土地资源调查的最基本内容可以是土地类型和土地利用图^①。制图过程中,对土地因子、环境条件、土地生产状况等方面资料进行广泛收集和系统整理,据其派生和完成土地评价(生产潜力、适宜性、水保效益…)和林草资源图、植被图、土壤图等。最后完成土地资源数据库的建立和土地资源及其利用的深层评价和监测。

3.1.3 时间系列 黄土高原自50年代以来,已经积累了多期航片、卫片和普通地图与专题地图资料,为资源的动态研究提供了坚实的资料基础。特别是以“六五”以来,本区已积累了数期(1:100万土地系列制图、土地概查和农业区划、1:50万土地利用图和土地评价图)成套的土地资源调查图件和数据。小流域试验示范区的资料更加丰富。时间系列制图,关心的是资源的现状和动态,并以此为依据对不同区域级别的资源进行周期性清查和预测。

3.2 已有资料的分析整理

土壤普查、土地概查、农业区划、1:100万土地系列制图、1:50万~1:10万黄土高原遥感系列制图等工作,使黄土高原积累了大量的土地资源图件和数据资料。其全面整理和分析,是本区土地资源清查研究的重要工作。大量资料的整理和分析,应在多重系列制图思想方法的指导下,对多种资料进行协调分析整理,建立不同比例尺(不同大小的区域)间的协调和转换关系——大比例尺调查对小比例尺调查的补充和校核,小比例尺图对大比例尺图的控制;多种专题内容间——分类系统上的、制图方法上的、图件和数据资料上的相互转换关系和资料综合运用方法;多种时相的——资源及其利用、现状与变化趋

① 中国科学院水利部西北水土保持研究所黄土高原重点水土流失区1:25万土地利用图和土地类型图制图规程(试行草案),1992,4

势。最终使现有的资料能成为资源清查科学化、规范化和动态化的基础。

4 数据库建立和运用^①

随调查研究工作的深入和资料的积累,土地资源数据库的建立和应用已成必然。黄土高原土地资源数据库的建立,可以为国家经济建设决策和有关省区土地资源合理利用、水土保持规划提供服务,也将成为土地资源深层次研究的有力工具。

土地资源数据库的空间单元。根据自然条件,社会经济条件的相对一致性把黄土高原划为一系列的空间地域类型——土地类型区(类似于小流域的地块),行政区划方面可以保留乡一级区划的完整性。然后据其汇集土地资源及相关的信息。

土地资源数据库的数据内容:数字化的遥感影像和专题地图(土地系列图);土地资源面积数据(包括已整理的已往调查结果)数据;土地分异和土地利用条件数据;土地管理和生产力数据;有关折算和转换关系数据……。

土地资源数据库的功能——编辑更新功能:根据需要定期或不定期对库内数据进行编辑更新,以保持其现势性;分析评价功能:运用已存贮入库的数据,对土地资源进行多方面的动态评价和预测;咨询服务功能:为有关用户提供各级(行政区域、流域)单元的土地资源及其利用的咨询服务。

参 考 文 献

- [1] 宋桂琴等.土地资源调查方法的实践与探讨.水土保持通报,1988(1)
- [2] 李锐等.用遥感技术清查县级土地资源的实践.水土保持通报,1987(2)
- [3] 全国土壤普查办公室.全国第二次土壤普查技术规程.农业出版社,1979
- [4] 中国1:100万土地类型图编辑委员会.中国1:100万土地类型图制图规范(试行草案第三稿).中国土地类型研究,科学出版社,1986
- [5] 宋桂琴等.黄土高原综合治理试验示范区土地分类研究.中国科学院西北水土保持研究所集刊第10集,1989
- [6] 宋桂琴等.陕北黄土高原土地类型遥感调查.陕北黄土高原地区遥感应用研究,科学出版社,1991
- [7] 赵松乔.中国1:100万土地类型划分和制图.中国土地类型研究,科学出版社,1986
- [8] 张淑光等.1:100万中国土地资源图.太原幅.西安地图出版社,1988
- [9] 中国科学院西北水土保持研究所主编.黄土高原综合治理试验示范区专题地图集.测绘出版社,1992
- [10] 黄自立.陕北黄土高原土地类型及其利用问题.中国土地类型研究,科学出版社,1986
- [11] 宋桂琴等.遥感图像在土地分类中的应用.黄土高原遥感调查试验研究,科学出版社,1988
- [12] 全志杰等.小流域大比例尺航空遥感土地制图方法的探讨——以黄土高原沟壑区的长武县王东沟为例.黄土资源及生产力研究,科学技术文献出版社,1991
- [13] 孟国强等.应用红外航片在黄土高原丘陵沟壑区进行1:5万土地利用现状调查制图的方法研究——以陕西省米脂县为例.陕北黄土高原地区遥感应用研究,科学出版社,1991
- [14] 魏成阶等.TM图像和红外航空像片编制黄土丘陵沟壑区土地利用现状图的对比研究.陕北黄土高原地区遥感应用研究,科学出版社,1991
- [15] 李锐等.土地类型遥感分类系统与机助分类初步研究.陕北黄土高原地区遥感应用研究,科学出版社,1991
- [16] Li Rui et al. Using Remote Sensing to Map Landform and Cover in the Loess Plateau. China The 10th ACRS, Kuala Lumpo Nov, 1989
- [17] 刘胤汉著.陕北黄土高原土地类型系列制图研究.陕西师范大学出版社,1986
- [18] 李锐等.黄土高原小流域综合治理信息系统.中国科学院西北水土保持研究所集刊,第10集,1989

① 李锐(1990)黄土高原小流域水土保持遥感监测信息系统试验研究

[19] 郑新年. 区域土地资源管理决策系统初探. 黄土高原地区综合开发治理模式研究, 科学出版社, 1990

Approaches to Land Resources Surveying of Loess Plateau

Yang Qinke Song Guiqin Li Rui

*(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation Academia Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)*

Abstract

It is essential feature of land resources that the area is limited and the productivity is varying in time and space. Land resources inventory short-periodically, database building and updating is the basic task and important prerequisite of land optimum utilization and scientific management. In order to develop a rapid and practicable method, we integrated scientific and practical classification system, remotely sensed image analysis, multi-series mapping and database management technology, and achieved satisfactory results in land survey of Loess Plateau.

Key words loess plateau land resources remotely sensing mapping database.