

陕北黄土高原土地类型区域分异规律 遥感分析

陈楚群 陈捷

(中国科学院遥感应用研究所)

1991年7月8日收稿

摘 要

陕北黄土高原地形破碎、交通不便、土地利用不合理、水土流失严重、生态环境脆弱。为了扭转这种局面,必须查清区内土地资源的类型及其分布状况,以便合理地评价和利用土地资源,改善当地的经济状况和生态环境。

本文以陕北11个县(市)为例,对利用TM图像进行1:10万土地类型遥感调查与制图的工作方法和程序进行了讨论,对区内土地类型区域分异因素和分异规律进行了分析,并在此基础上,提出了土地类型分区及分区治理措施的建议。

关键词 遥感 土地类型 分区

土地是人类赖以生存的最基本的自然资源,它是由岩石、地貌、气候、植被、土壤、水文等要素构成的自然综合体,并受到人类社会生产活动的深刻影响。在现有技术条件下,土地是任何资源所不能替代的基础资源。

随着人类社会的发展,人类对自然资源的开发利用能力日益增强,为了满足人口增加对生活资料、生产资料不断增长的需求,人类对土地资源的开发利用日盛一日,以致进行掠夺性经营,造成水土流失、地力减退、生态环境恶化。为了扭转这种局面,更充分地发挥土地资源的生产品力,提高土地资源的生产品益和生态效益,必须对土地资源进行科学合理的分类和评价,并对不同类型的土地采取不同的开发利用方式。因此,研究土地类型及其区域分异规律,对合理规划和开发利用土地资源具有重要意义。

本文结合“七五”攻关课题,在利用TM图像编制了陕北地区11个县(市)1:10万土地类型图的基础上,对土地类型在区内的分异规律作了初步探讨,并对区域治理提出了一些粗浅的看法。

一、研究区自然条件概述^[1]

研究区包括榆林、横山、佳县、靖边、子洲、清涧、绥德、米脂、吴堡、延安、子长共11个县(市),它们分属榆林和延安两地区管辖,总土地面积为31522.3 km²。

本区在地质构造单元上属鄂尔多斯台向斜的一部分。第三纪时上升成为高原。第四纪以来在长城以北地台上形成了绵延不断的沙丘和沙地,在长城以南地台上部覆盖了厚层的风成黄土。区内海拔高度一般在1000 m以上,地势大致从西向东、从西北向东南倾

斜。根据地貌特点可以分为两个地貌区：北部风沙滩地区和南部黄土高原丘陵沟壑区。北部地势平缓，沙丘舒缓起伏，固定半固定沙丘为主，流动沙丘次之，以风沙地貌为特征。沙丘间滩地、海子星罗棋布，是沙区中的绿洲，多适于农牧业利用。区内风沙侵蚀严重，流动沙丘有的沿风口向东南方向呈舌状推进，对农业威胁很大。南部切割破碎，地形起伏大，沟道密布，土质松散，植被稀疏，流水侵蚀严重，具典型的流水侵蚀地貌景观。

气候上属暖温带和温带半干旱大陆性季风气候，降水量少，干燥多风，历年平均降水量从西北到东南为 350—550 mm 不等，光热资源丰富，年辐射总量 120—140 kcal/cm²，≥ 0℃ 积温在 2 600—3 400℃。本区地带性植被为草原，长城沿线以北为风沙干草原区，以南为草原化森林草原区。至于土壤的分布，大致上长城沿线两侧为栗钙土地带，往南为黑垆土地带。由于乱垦滥伐，自然植被遭破坏，使腐殖质积累减弱，钙化、盐碱化、沙化和侵蚀作用增强，使地带性土壤被破坏，现在出露的多为幼年土，从南到北依次为黄绵土、沙黄土和风沙土等。

区内河流多属黄河水系，主要有无定河、清涧河、延河等，分别发源于白于山和北部毛乌素沙漠，顺地势往东南方向汇入黄河。内流河仅分布于榆林、靖边等县北部沙区。

区内的地质地貌、植被、土壤、气候、水文是土地类型形成和演变的基本自然条件。

二、土地类型的遥感研究

1. 土地类型的划分原则、依据及分类系统

为了客观地体现区域土地类型特点，着重揭示其基本分异规律，为土地资源评价，制订区域土地开发利用规划和土地管理服务，故对陕北黄土高原土地类型进行划分时，遵循了以下原则。

(1) 发生学原则：不同的土地类型具有不同的发生演变过程，现有的土地类型只是处在其发生演替过程中的现实状态而已，它既是过去演替的结果，又是未来演替的基础。

(2) 主导因素与综合因素相结合的原则：土地类型是自然因素在地表某一地段的组合和相互作用的结果，不同的因素在其发生和演替过程中的作用是有区别的，但往往有一、二个因素起主导作用，影响和决定了土地的基本属性和土地的分异。因此，对土地类型的划分，首先必须以主导因素作为分类的依据，并兼顾其它自然因素。

(3) 坚持为生产服务的原则：即土地类型的划分既要考虑区域的地理环境特点，又要从合理利用区内土地资源和防治风沙、保持水土出发，为农牧林业生产发展和合理布局服务。

(4) 土地单元在 TM 图像上的可判读性和在 1:10 万比例尺制图中的可行性相结合的原则：TM 图像空间分辨率为 30 m，这使得一些细小的地物在影像上无法表现出来，如梯田、小坝地和小片林地等，这就需要在分类时予以考虑。

根据以上原则，本次工作中采用了二级分类系统。各级的划分依据如下：第一级土地(亚)类：以中等地貌形态为主要划分依据，并考虑地表岩性或物质组成。第二级土地单元：以土地利用现状及微地貌特征为主要划分依据。本区域土地类型分类系统见表 1。

表 1 本区土地类型分类系统及其影像特征

Table 1 Land types classification system and image features in this area

一级分类土地类型	二级分类土地单元	代号	土地单元影像特征
河谷地	河滩地	01	沿河分布,形状不规则,一般为灰白色,有植被时呈红色
	川地	02	沿河分布,多有作物,呈红色,具格子状纹理
	台地	03	影像特征基本上同 02,一般比 02 位置高,图斑较小,多为纺锤形
黄土丘陵沟间地	耕种沟间地	21	沟缘线之上,色调较浅且均匀,多为灰色,作物茂盛时呈红色
	有林沟间地	22	红—橙红色,色调不均匀,片状,延安以北零散分布,以南与 32 相连
	草灌沟间地	23	橙黄—淡棕红色,受阴阳坡或盖度影响色调不均,片状,形态不规则
	沙盖沟间地	25	表层为风沙土,反射率高,色调相对较浅,呈灰白—棕红色(与利用有关)
黄土丘陵沟坡地	耕种沟坡地	31	色调浅,浅灰—灰,沿沟呈条带状或块状分布
	有林沟坡地	32	同 22, 阴坡受阴影影响,色调变暗,延安以北呈零散片状分布
	草灌沟坡地	33	橙黄、棕褐、灰褐色等,色调不均匀,阳坡色淡
	荒沟坡地	34	灰色为主,阴阳坡色调反差较大。片状分布,形态不规则
	塌地	35	浅灰色,色调发虚而显得模糊,沿沟分布,上缘具弧形阴影
	坳地	36	红色,色调均匀,短条状一片状,有时具格状纹理
	石质沟坡地	37	石质反射率低,呈暗灰色,分布于近黄河深切河流两侧
黄土丘陵沟底地	有林沟底地	43	红色,颗粒状纹理,条带状分布
	草灌沟底地	43	褐—橙红色,沿沟底呈条带状分布
	裸露沟底地	44	浅灰—灰色,沿沟底呈条带状分布
	耕种沟底地	46	红色,色调均匀,为沟坝地,沟条地等,形状较规则
风沙地	流动沙丘	81	灰白—白色,具波状纹理
	半固定沙丘	82	灰—灰褐色,片状分布,有时具灰白褐相间纹理
	固定沙丘	83	棕红—褐红色,片状分布
	裸平沙地	84	灰白—白色,色调均匀,无纹理,片状分布
	草灌平沙地	85	灰—灰褐色,色调均匀,片状分布
	有林平沙地	86	棕红—红色,片状分布
	沙梁地	87	灰白—白色,片状或条状分布,位于沟间地貌部位
风沙滩地	耕种滩地	91	红色,片状,时有格状纹理,位于沙丘之间
	草灌滩地	92	暗灰,棕红色等,片状,位于沙丘间低洼处
	盐碱滩地	93	白—灰白色,片状,位于沙丘之间
水域	河流	95	蓝—蓝绿色,弯曲条带状
	湖泊	96	蓝—蓝绿色,斑状
	水库	97	蓝—蓝绿色,形状较规则
	水塘	98	蓝—蓝绿色,小斑状

据地方资料,本区有少量黄土塬,由于很破碎、塬面小,加之 TM 影像对地形坡度反映较差,很难将其与梁峁沟间地区区别开来,故未单独划分,统视为沟间地处理。

2. 土地类型遥感研究

土地类型是根据构成土地的基本要素特征和人类对其开发利用的状况而对土地所作的分类。TM 图像可以综合地反映土地要素的基本特征及人类对土地利用的状况,因此,此次工作主要是依据 TM 图像提供的信息进行的。在具体工作之前,对 TM 原始图像

首先进行了计算机几何精纠正处理,使其平面误差小于 0.5 个像元;之后分波段扫描输出

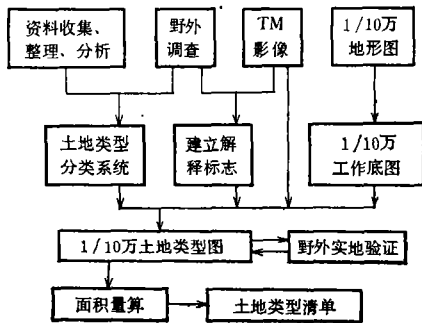


图 1 土地类型遥感调查工作程序框图
Fig. 1 Procedure frame map of land types investigation with remote sensing

负片,用 1:10 万地形图作控制,用 2, 3, 4 波段光学合成放大成 1:10 万的假彩色 TM 图像。在此基础上,结合彩色红外航空像片和野外实地调查,根据各土地单元的自然特征和影像特征,建立起了具体的判读标志(见表 1)。同时,利用 1:10 万地形图上的重要地物为几何定位参照要素,制作了全区域的透明工作底图。在具体的判读制图时,将工作底图蒙在同比例尺的假彩色 TM 图像上,根据影像特征直接进行勾绘,减除了通常的转绘工作,使制图质量和速度得以提高,具体的工作程序见图 1。

最终编制出的土地类型图,经野外实地验证,其定性判对率为 84.5%,达到了该地区调

查精度的要求。

三、土地类型的区域分异规律

1. 影响土地类型分异的因素

土地是个自然综合体,在其基本要素中地质地貌和土壤,是土地演化分异的内在因素,气候、植被和人类活动等则是土地演化分异的外在因素。引起本区土地类型分异的因素主要有:

地貌 地貌既是划分土地类型的主要依据,也是引起土地类型演化分异的重要因素。由于地貌差异,引起的地表水热条件的不同组合,直接影响土壤的形成过程和土壤侵蚀程度,从而也影响了土地利用方向和改造措施。

地面物质组成 地面物质组成直接影响土地的水文状态、植被发育程度、土地利用方式和改良措施等。北部风沙滩地区地面组成物质普遍带有沙性,结构疏松,极易风化吹蚀,是沙地的物质基础。南部黄土高原丘陵沟壑区广泛覆盖了一层很厚的风成黄土,一般厚约 50—150 m,个别地方厚薄略有差异。长城附近黄土颗粒较粗,由此向南颗粒渐细。

气候 引起土地类型演化分异的自然外营力都受气候的影响,气候直接影响成土过程、植被发育程度和土壤侵蚀状况等。如本区北部气候干旱少雨,西北风盛行,外营力以风力作用为主,引起风沙侵蚀,形成风沙地类型。南部黄土高原丘陵沟壑区,第四纪时风力作用盛行,吹来厚层黄土,经过现代的流水作用,加之风力、风化、重力等作用,导致成水土流失相当严重。

人类活动 人是地理环境中最活跃的因素,人类活动对本区土地类型分异的影响表现在两个方面:一是由于人口增加,人们滥垦坡地,过度放牧,砍伐森林,使地表植被遭破坏,加剧了土壤侵蚀,引起土地退化;二是通过打坝淤地,修筑梯田,使土地得到治理和改造,出现了有利于农业生产的人工土地类型,或通过植树种草,逐渐使植被恢复,防风固

沙,保持水土,减少土壤侵蚀,使土地朝有利于农业生产的方面发展演化。

2. 土地类型的区域分异规律

研究区位于鄂尔多斯高原毛乌素沙漠南缘、陕北风沙滩地区与黄土丘陵沟壑区的交错地带,从南到北,在地质地貌、气候、植被、土壤和水文等许多方面存在着明显的差异,从而导致土地类型的区域分异。据此,将本区分为两个土地类型区(图 2)。

I. 北部风沙滩地区

分布于长城沿线以北的榆林、横山、靖边、佳县境内,总面积 8 774 km²,占研究区总面积的 27.83%。主要土地类型有风沙地类、风沙滩地类、河谷地类及水域,前二类为本区主要土地类型。

在风沙地类中,各沙丘土地单元多分布在本区东北段,固定半固定沙丘不足 60%,流动沙丘占 40% 强,离城镇渐近,固定半固定沙丘增多,流动沙丘减少。本区西南段则以平沙地土地单元为主,经治理的草灌平沙地和有林平沙地占 60% 强,也是越近城镇越多,裸平沙地不足 40%,沙梁地是风沙南侵引起的,多分布在邻近黄土丘陵地的地段。风沙滩地散布于本区低洼处,以耕作滩地为主,草灌滩地和盐碱滩地只占 28%,有些盐碱滩地已种植了耐盐碱的植物。河谷地沿河分布,因本区处于河流上游,各土地单元较少且地块窄。沙丘间低洼地积水形成的湖沼或盐池,俗称为“海子”。这些湖沼可分为盐湖、碱湖和淡水湖。前者产盐,后者为本区农业生产提供宝贵的水资源。

II. 南部黄土丘陵地区

此类型区,占全区总面积的 72.17%。土地类型主要有:黄土丘陵沟间地类、黄土丘陵沟坡地类、黄土丘陵沟底地类、河谷地类和水域,前三个类型为本区的主要土地类型。人类活动对本区土地类型影响颇大,大量的梯田、人造小平原、坝地等农用人工土地类型较多,并成为本区农业生产的重要场所。

在沟间地类中,耕种沟间地面积占绝对优势,绥德、米脂、子洲三县耕种沟间地占沟间地的 98% 以上。吴堡、清涧、子长和佳县也高达 92% 以上。延安因有大量的沟间林地,故只占 65%。北部榆林、横山、靖边境内的耕作沟间地,只有 40—50%,显得比较少。这

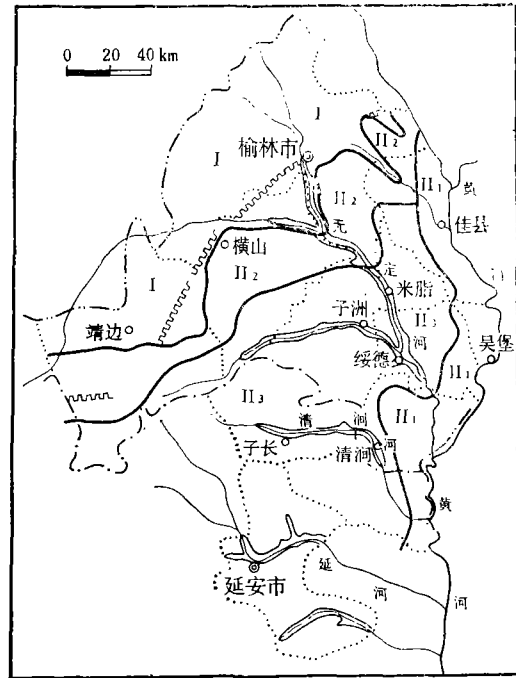


图 2 陕北黄土高原土地类型分区图

I 北部风沙地类区, II 南部黄土丘陵地类区:
II₁ 土石丘陵亚区, II₂ 沙盖黄土丘陵亚区,
II₃ 黄土丘陵亚区

Fig. 2 Regionalization map of land types in the Loess Plateau of North Shaanxi Province

主要是由于区内尚有大量已被耕种利用但未按土地利用状况细分的沙盖沟间地。由此可见,区内所有沟间地已被充分甚至过度开垦耕种。

在沟坡地类中,除延安以草灌沟坡地和有林沟坡地为主外,其它均以草沟坡地和荒坡地为主。尽管沟坡地坡度陡,不利耕种,但出于人口压力,农民自发开垦,遂造成水土流失严重。各地开垦量与其人口密度和人均基本农田数量有关,其中以绥德县最甚,耕种沟坡地占沟坡地类的 1/3。塌地从北往南逐渐增多,这很可能与降水量的空间变化及地质地貌区域差异有关。塌地只分布于西部的靖边、横山县境内。石质沟坡地主要分布于切割较深的沟谷两侧,佳县、吴堡和清涧较多,绥德、延安次之,其它地方只有零星分布。在沟底地类中,耕种沟底地最多,这是对区域水土流失采取工程治理措施的结果,这类地现已成为当地重要的基本农田。河谷地类主要分布在黄河西岸及无定河、延河、清涧河等黄河支流的中上游,下游因近黄河,河谷深且窄,比降大,反不利于河谷地类的形成。

根据地表物质组成,可将本区细分为三个亚区。

II₁. 土石丘陵亚区 沿黄河分布,地势相对较低,以石质沟坡地的大量出现为特征。

II₂. 沙盖黄土丘陵亚区 位于 II 区北部与 I 区风沙地接壤地带,地表物质成分为沙盖黄土,以沙盖沟间地为其特征性土地类型。沙盖黄土渗透性较好,降水易于转化为地下水,不易产生地表径流,流水侵蚀相对减弱,而风蚀相对增强。亚区内地下水相对较丰富,小水库星罗棋布。西段有塌地出露。

II₃. 黄土丘陵亚区 为 II 区主体,地表主要为黄绵土,北部边缘带(与 II₂ 亚区接壤带)有沙黄土出现,是黄土就地起沙而成。南部延安境内有次生林分布。

四、分区开发治理建议^[2]

区域治理的原则是,充分利用当地自然条件,发挥资源优势,先易后难,对不同类型区采用不同的治理方针,因地制宜、因害设防、治理与开发并举,工程措施与农业生产相结合,生物措施与林牧业生产相结合。

1. 风沙区的治理

该区光热资源条件较差, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2 950—3 250 $^{\circ}\text{C}$, 只能满足一季作物或牧草生长需要,降水少,年降水量 300—450 mm, 但因地表物质组成较粗,渗透性良好,不易产生地表径流,降水多以潜水形式滞蓄和保存下来,缓慢地补给河流。地下水储量亦较丰富,且埋藏浅,水质好,涌水量较大,易开采。同时,区内湖泊众多,大多数水质较好,矿化度多在 1 g/l 以下,是水资源条件最好的一个区。区内地势平缓,地域辽阔,大量的滩地为本区农业生产提供了良好条件,广阔的草灌沙地是较好的牧业基地。本区的不利因素是风蚀剧烈,流沙南侵,生态环境脆弱。对该区的治理就是要充分利用水资源、滩地和牧草资源,发展农牧业生产,治理方法应生物措施与兴修水利同时并举,在滩地四周营造环滩林带,滩地内则营造护田林网。在沙丘地以沙生草灌为主,低洼湿滩地、河沟地以乔木为主,乔、灌、草相结合,防风固沙,减弱风蚀,阻止沙漠南侵,改善区内生态环境和农牧业生产发展条件。同时要充分挖掘区内地表水和地下水潜力,兴修水利,发展灌溉,提高抗灾能力,

实现稳产高产。

2. 丘陵区的治理

(1) 沙盖黄土丘陵亚区的治理

该区具有过渡性特点,自然条件界于南北之间,土壤沙性较重,既有风蚀也有水蚀。沟底小水库星罗棋布,水资源条件较好。西部塬地是良好的农耕地。在治理中应实行草灌为主的生物措施与工程措施并用。对沟间地既要注意减少水蚀又要加强防治风蚀,阻止土地继续沙化,对沟坡地则主要是防止水蚀。治理本区对阻止沙漠南侵极重要。

(2) 土石丘陵亚区的治理

该区濒临黄河,地势低,处于各支流下游,地表径流量大,降水亦丰,光热水资源有一定优势。但大量基岩出露,土层瘠薄,山高坡陡,石质沟坡地多,宜农耕地少,土地质量很差,流水侵蚀严重。对该区的治理,也应该生物措施与工程措施并举,区内沟间地少沟坡地多,在沟间地修梯田,可限制土壤侵蚀,提高土地质量,以发展农业生产,争取粮食自给。在沟坡地采用以红枣等经济林为主、草灌为辅的生物措施,以充分利用该区光热水资源。根据区内高差大,土地质量垂直变化的特点,在沟底及沟坡下部,种植经济林,往上过渡到灌木和草本。

(3) 黄土丘陵亚区的治理

该区光热资源较丰富,降水较多,年降水量 400—600 mm,雨热同季,适宜发展雨养农业。但因降雨分配不均,暴雨多,加之黄土湿陷性明显,抗侵蚀能力弱,渗透性差,容易产流,造成严重的水土流失和水资源贫乏。区内人口稠密,粮食需求量大,沟间地几乎全被开垦耕种,已无后备耕地资源,沟坡地也被大量开垦,坡耕地所占比例大,土地质量差。根据该区自然条件和社会经济条件,我们认为在目前情况下,应实行以工程措施为主,将梁峁坡地修成梯田,并在沟底拦坝蓄水,改善水资源状况,增加水利设施,以改良土地质量,提高土地生产力。一般梯田产量是坡地产量的 3—5 倍,水浇地产量是坡地产量的 5—10 倍,只有通过大搞农田基本建设,才能达到少种高产,改变目前广种薄收的局面,争取粮食自给。在此基础上退耕才有可能。生物措施只有在不与农业生产争地的条件下,才会有保证。在实行生物措施时,应根据各类土地的立地条件,因地制宜,除南部延安一带沟间地可宜乔木外,广大的沟间地应以草为主,沟坡地则以灌木为主,沟底可以乔木为主。根据先易后难的原则,生物措施应从南往北逐渐推进。

五、结 语

陕北黄土高原地形切割破碎,交通不便,以 TM 卫星影像为主要信息源对该区土地类型进行遥感调查与制图,具有速度快、费用低、精度高(判对率 84.5%)等优点,故遥感技术是进行大面积土地资源调查与制图的有力手段。

通过此次工作,较好地表现出了该区土地类型的空间分布规律,并据此进行了类型区的划分,提出了风沙区以生物措施为主,沙盖黄土丘陵亚区与土石丘陵亚区则应采取生物与工程措施并重的方针,但前者生物措施以草灌为主,后者则以经济林等乔木为主。黄土

丘陵亚区则应以工程措施为主。

参 考 文 献

- [1] 陕西师范大学地理系,陕西省榆林地区地理志,陕西人民出版社,1987年。
[2] 朱显谟,陕西土地资源及其合理利用,陕西科学技术出版社,1981年。

Remote Sensing Analysis on the Regional Differentiation of Land Types in the Loess Plateau of the North Shaanxi Province

Chen Chuqun Chen Jie

(Institute of Remote Sensing Applications, Academia Sinica)

Abstract

The study area is situated in the Loess Plateau of the north Shaanxi province, with severely dissected landform, difficult transportations, irrational land-use, serious soil erosion and frail ecological environment. In order to change this situation, it is necessary to survey the land types and their distribution, which is the basis to evaluate and utilize the land resources rationally.

In this paper, the methods and procedure of surveying land types and mapping (1:100000) using TM imagery are discussed. The distributing regularity of the land type and the factors of forming the regional differentiation of the land types in this area are analyzed. Finally, the regionalization of land types and the measures to manage the regions are put forward.

Key words Remote sensing Land type Regionalization