

金衢盆地土地退化遥感研究

——以兰溪市上华试验区为例

卢金发 崔书红 林利

(中国科学院地理研究所 北京 100101)

黄秀华

(中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

摘要 在土地退化评价指标建立的基础上,利用两期航空象片和GIS,编制完成了浙江省兰溪市上华试验区50年代和80年代土地退化图。分析表明,全区64%以上土地已开垦利用,流水侵蚀引起的各级退化土地面积约占全区土地总面积的36%。其中,剧烈和严重退化土地约占5.11%,较严重和中度退化土地约占7.38%,轻度和微度退化土地约占23.43%。退化土地的空间分布具有明显的坡位分异性。目前本区以裸露的侵蚀劣地为主要特征的严重和剧烈退化土地,并非人们以往所认为的是近几十年间形成的。近几十年来,土地退化的发展主要表现为微度退化土地的急剧减少及轻度和中度退化土地的明显增加。

关键词 金衢盆地,土地退化,遥感和地理信息系统

荒漠化(土地退化)作为全球性环境问题,在1992年联合国环境与发展大会上已被列作《21世纪议程》第十二章,1994年10月签定了《荒漠化防治国际公约》。

我国是世界上土地荒漠化较严重的国家之一。除了北方干旱半干旱地区由于风力作用所造成的沙质荒漠化(简称沙漠化)外,南方还存在着由于流水侵蚀所引起的严重的土地退化。统计表明,南方安徽、浙江、福建、江西、湖北、湖南、广东等7省,由于流水侵蚀引起的土地退化面积约 $24.84 \times 10^4 \text{ km}^2$,随着该地区人口和经济的增长,仍在继续发展之中。从50年代到80年代,南方各省流水侵蚀所引起的土地退化增加了1.5—4.7倍^[1,2]。

强烈的水土流失,导致表土和土壤营养物质的大量流失,植被破坏,地表裸露,最终形成类似荒漠景观的“劣地”和“沙石化土地”,俗称“红色荒漠”,严重制约着当地农业生产的发展和人民生活水平的提高。水土流失产生的大量泥沙还导致下游湖泊、水库和河道淤积,给防洪和航运带来不利影响。

因此,土地退化及其整治研究,不仅对于生态环境的恢复重建具有重要的科学和实践意义,同时对于改善当地农业生产条件和人类生存环境具有重要的社会和经济意义。

收稿日期:1995年6月26日;收到修改稿日期:1996年2月2日

本研究选择兰溪市上华试验区作为典型研究区,在中国南方具有较好的代表性。其主要研究目的是利用遥感方法与地学分析相结合,在土地退化评价指标建立的基础上,弄清研究区土地退化现状及其时空分异规律,为退化土地的整治恢复提供科学依据,同时为中国南方同类地区提供经验和借鉴。

1 研究区区域概况

研究区位于浙江省中西部金华—衢州盆地,地跨兰溪市南郊和金华市西北郊,面积约19km²。地貌上属第四纪红色粘土丘陵岗地区,地势平缓,相对高度30—50m,坡度一般多在3—8°之间,是由金衢盆地分布最为广泛的第二级基座阶地经后期流水侵蚀切割而成。阶地的基座由白垩纪紫色砂页岩组成,上伏中更新世二元相河流堆积物,下部为砾石层,上部为网纹红土。

气候上,本区处于亚热带季风气候区,年平均气温17.7℃,年均降雨量1332.8mm,其中3—6月降水占全年降水量的56.2%。年均蒸发量1501.5mm,7—9月蒸发量687.4mm,是同期降水量的2.4倍,易形成高温伏旱。

红壤、潮土和水稻土是本区3种主要土类。本区红壤可分为原生红壤和次生红壤。原生红壤目前仅见于部分岗地顶部,厚度约2—3m,覆盖于母质网纹红土之上,而绝大部分地区的红壤则由于流水侵蚀已剥蚀殆尽。次生红壤的分布远较原生红壤广泛,多见于岗丘坡地下部,主要是由于坡地上部的红壤和网纹红土侵蚀剥蚀后在坡下堆积而成。潮土主要沿河流的两岸成条带状分布。水稻土主要分布于河谷平原和丘间垄畈及部分低丘岗地。

本区地带性植被是常绿阔叶林和常绿阔叶—落叶混交林,但由于长期的人类活动,目前所见植被类型较为单一,多为次生耐旱、耐瘠薄的人工针叶林,如马尾松林,以及算盘子、野棉皮、白檀和桔草等耐旱草本或灌木。

2 研究方法

本研究的工作方法可以用下列框图表示(图1)。

首先,在借鉴前人研究成果和野外调查的基础上,建立土地退化评价指标和分类系统。根据所建立的评价指标和分类系统,进而利用大比例尺航空象片和不同时相的TM影象,通过目视解释,建立土地利用、植被、侵蚀地貌形态和地面组成物质等均一的基本土地单元。并在此基础上,采集每一基本土地单元的植被、地貌、土地利用、地面物质等各项数据,建立了研究区50年代和80年代土地退化评价数据库和图形库。

本次土地退化等级评判,是在典型样方选取的基础上,通过土地退化评价指标分值表和不同土地退化等级分值表的确定,采用模糊数学方法在计算机上完成的。

土地退化程度图的编制及各级退化土地的面积统计借助了GIS方法,通过数据库和图形库的连接,自动进行各图斑土地退化程度评判、注记和类型归并,最后由计算机输出而完成的。

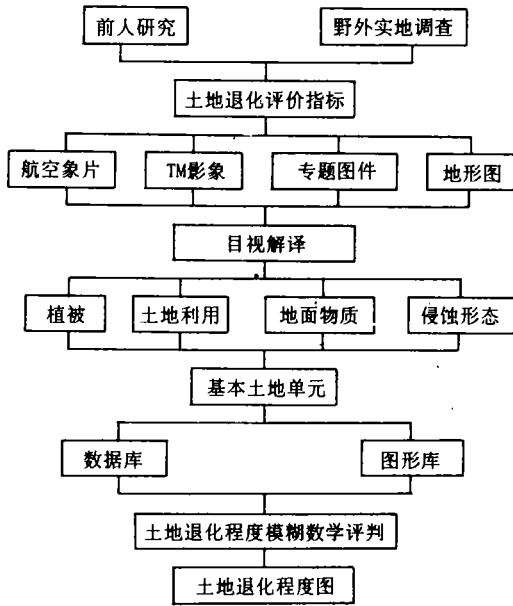


图1 工作流程框图

Fig.1 Flow chart of working procedure

本次研究的信息源主要采用 50 年代和 80 年代两期 1: 1.75 万黑白航空象片，同时参考了 1991 年 11 月和 1992 年 4 月两期模拟真彩色 TM 影像。成图 1:20000。地理底图采用浙江省测绘局所编 1:10000 地形图。

3 评价指标体系和分类系统

根据联合国最新定义^[1]，土地退化即由于土地利用或一种或数种过程共同作用而导致的雨养农田、灌溉农田、草场和林地生物或经济生产力或两者复合生产力的下降或丧失。这些过程包括人类活动和居住方式所引起的风蚀或水蚀作用，土壤物理、化学和生物或经济特性的恶化，自然植被的长期丧失等。

野外调查表明，本区土地退化主要表现为：(1)天然植被的破坏；(2)表土的流失；(3)侵蚀劣地的形成。根据联合国的土地荒漠化评价指标体系^[4, 5]，结合本区实际，我们

表1 土地退化评价指标等级划分

Table 1 Criteria for assessment of land degradation

等级	1	2	3	4	5
植被覆盖度(%)	>70	50—70	30—50	10—30	<10
侵蚀形态	无沟谷发育	U形沟	V形沟	盲沟	/
地面组成物质	红壤	红壤+网纹红土	网纹红土	网纹红土+砾石层	

采用以下因子作为本次土地退化程度评价指标: 植被覆盖度、侵蚀地貌形态和地面组成物质(表 1)。其中, 植被因子是第一位, 它既是表征土地退化特征的直接指标, 又是影响土地退化发展的重要因子。只有当植被的破坏达到一定程度而对地表失去保护作用以后, 其它因子对土地退化发展的影响作用才会逐渐显露出来。同样, 只有在植被状况基本均一的情况下, 侵蚀地貌形态和地面组成物质等因子对于土地退化程度的划分才有实际意义。

采用上述指标可操作性较好, 便于今后应用遥感方法在大范围内推广。

土地利用是建立基本土地单元和编制土地退化程度图的基础。土地利用分类主要参考国家和浙江省土地利用分类系统结合本区实际修订而成。其分类系统如下:

- | | | | |
|---------|----------|--------|-----------|
| 1. 水田 | 2. 旱地 | 3. 桔园 | 4. 茶园 |
| 5. 其它果园 | 6. 马尾松林 | 7. 杉树林 | 8. 疏林草地 |
| 9. 苗圃 | 10. 其它林地 | 11. 草地 | 13. 难利用土地 |
| 14. 库圩 | 15. 工矿用地 | 16. 村镇 | 17. 库坝 |

4 解释标志

在野外实地调查的基础上, 利用 1:1.75 万航空象片, 本区绝大多数地物都可以较容易地解译。例如, 在黑白航空象片上, 林地一般呈现为质地较粗糙、色调均一的黑色, 草地则呈现为均一的绒状暗灰色调, 而疏林草地则呈现为黑色疏林呈斑点状点缀于暗灰色草地之间。在林地中, 杉树林一般成行栽植, 边界较规则, 在航空象片上易与马尾松林区别。成行栽种的茶园易与农作物相区分。另外, 在黑白航空象片上, 根据辐射状沟谷纹理的粗细及沟缘线的清晰程度可以清晰地区分 V 形沟与盲沟。U 型沟一般难以与裸地区分, 但根据其一般分布于 V 形沟坡面上部, 宽度约 30—60m 左右, 可以较容易地予以推断。

在黑白航空象片上, 柑桔园、马尾松林与杉树林、旱地与灌溉水田、茶园与农作物等, 有时不易区分。然而, 借助于春秋两期模拟真彩色 TM 影象, 则可很容易得到解决。例如, 茶园在 TM 影象上呈现出均匀的黄绿色调, 可以很容易地与农作物相区分。杉树林呈现为黑色调, 柑桔园则呈现为边界规则的褐色调, 而马尾松林在 TM 影象上多呈暗红色调。除了在航空象片上依据灌溉系统的完善程度及色调等区别旱地与灌溉水田外, 在 TM 卫星象片上, 利用蓝色调的强弱可以将水田与旱地相区别。

地面组成物质在遥感图象上一般难以直接解译, 然而依据其所处地貌部位、植被覆盖状况及开垦情况可以间接地推断。例如在黑白航空象片上位于坡面上部的灰白色调的裸地, 一般都由网纹红土构成。分布在岗地顶部覆盖度较好的草地和疏林草地, 其地面组成物质多为红壤。砾石层在本区构成二级阶地的下部, 一般是在上部网纹红土侵蚀剥蚀后才露出地表, 往往构成高度相近的台状地形面。因而, 在野外调查的基础上, 根据相应的地形面, 可以间接地推断。栽植历史在 10 年以上的林地, 由于人工改良和土壤发育过程, 一般多形成十几厘米土壤层; 因而可以推断其地面物质为红壤和网纹红土。

5 土地退化区域分异规律

5.1 土地退化现状

统计表明, 全区 64% 以上约 11.9773km² 的土地已开垦利用为农田、果园、茶园和水库等。不同等级退化土地的面积约 6.7143km², 占全区土地总面积的 35.92%。其中, 严重退化等级以上的土地面积约 0.9550km², 占全区土地总面积的 5.11%, 占退化土地总面积的 14.22%。中度退化等级以上的土地面积约 2.3342km², 占全区土地总面积的 12.49%, 占退化土地总面积的 34.76%。轻度以下退化土地面积约 4.380km², 占全区土地总面积的 23.43%, 占退化土地面积的 65.24%。

5.2 坡位分异性

本区虽然地处第四纪红土低丘岗地区, 地形起伏较小, 坡度平缓, 但是从河谷至低丘岗地顶部, 无论是地面组成物质、地表侵蚀形态或植被状况都呈现出明显的坡位分异性, 大致可以概括为几种主要模式(表 2)。

上述地面物质、植物及侵蚀切割状况的坡位分异性, 导致本区不同等级退化土地的空间分布也具有明显的坡位分异性。

5.3 地域分异性

由于人口密度较高, 经济开发历史悠久, 本区一半以上土地已开垦利用, 土地退化的区域分异规律已受到严重扰动。研究表明, 区内严重退化土地主要分布在远离村镇, 人为干扰较少的不同行政区之间的结合部, 如试验示范区两侧, 界首村周围, 石宕金东北, 林业科学研究所以东及里坞砖厂和县苗圃一带。中度和轻度退化土地多分布于人类活动较频繁的居民点附近。

馒头山以东和以北一带, 植被覆盖良好, 几乎无大片网纹红土裸地出现, 地表侵蚀切割较轻, 原始宽谷缓丘地形保存较好, 与周围下切河谷呈现为明显的两个地形面, 是目前本区土地退化较轻微的地区, 除了远离村镇和后期植树造林外, 还与其位于诸支流分水岭地区, 现代沟谷溯源侵蚀尚未到达有关。

6 土地退化动态变化

据研究, 金衢盆地生态环境恶化始于明清年间(公元 1368—1911 年), 尤其是 16 至 17 世纪^[6]。目前本区劣地景观早在解放前业已存在。分析数据表明, 构成红色劣地的网纹红土小于 0.01 粘粒含量多在 70% 以上, 质地粘重, 渗水性差, 抗蚀性较强, 其侵蚀强度约每年 200—300t / km²。而目前本区野外实测红色劣地 V 形沟的沟宽约 350—550mm, 沟深 100—250mm。显然, 如此规模的沟谷在几十年间是难以形成的。因而, 在进行土地退化时间变化研究时, 可以认为近几十年来本区剧烈和严重退化土地的面积变化不大。

表 2 土地退化坡位分异模式
Table 2 Conceptual models for vertical zonation of land degradation

模式	地形部位	地面物质	植 被	侵蚀形态	影 象 特 征		土地退化等级
					黑白航空象片	卫星影像	
1	上部	红壤	草灌或林地	无沟 丘顶	均一暗灰色调(草灌), 内杂 黑色斑点(疏林)或均一黑色 调(人工林)	均匀红色调	6
	中部	网纹红土	裸 地	U形沟+ V形沟	白色或灰白色调及辐射状 沟谷纹理	白色调	1—3
	下部	次生红壤	草灌或林地	堆积坡	较均一暗灰色(草灌), 内杂 黑色斑点(疏林)或均一黑 色调(人工林), 稀疏平行状 沟谷纹理	较均匀红色调或 棕黑色调(杉林)	5—6
2	上部	网纹红土 或 红壤+网纹 红土	裸 地 或 草灌或林地	无沟 丘顶	白色或灰白色调 或 均一程度不一(多在10— 30%)的暗灰色调(草灌)或均 一黑色调(人工林)	白色调 或 均一程度不一的 红色调(草灌)或 棕黑色调(杉林)	3 或 3—6
	中部	网纹红土	裸 地	U形沟+ V形沟	白色调或灰白色调及辐射状 沟谷纹理	白色调	1—3
	下部	次生红壤	草灌或林地	堆积坡	较均一(多在50%以上)暗灰 色(草灌)内杂黑色斑点(疏 林)或均一黑色调(人工林), 稀疏平行状沟谷纹理	较均一红色调或 棕黑色调(杉林)	5—6
3	上部	网纹红土 或 红壤+网纹 红土	裸 地 或 草灌或林地	无沟 丘顶	白色或灰白色调 或 均一程度不一(多在10— 30%)的暗灰色调(草灌)或均 一黑色调(人工林)	白色调 或 均一程度不一的 红色调(草灌)或 棕黑色调(杉林)	3 或 3—6
	中部	网纹红土	裸 地	U形沟+ V形沟	白色或灰白色调, 辐射状沟 谷纹理	白色调	1—3
	中下部	次生红壤	草 灌	堆积坡	均一程度不一(30—70%)的 暗灰色调(草灌)	均一程度不一的 红色调	3—5
	下部	砾石层	草灌或林地	侵蚀剥 蚀坡	均一程度不一(30—70%)的 暗灰色调(草灌)内杂黑色斑 点(疏林)	均一程度不一的 红色调	3—5
	坡脚	次生红壤	草灌或林地	堆积坡	较均一(多在50%以上)暗灰 色调(草灌)或内杂黑色斑点 (疏林)或均一黑色调(人工林) 稀疏平行状沟谷纹理	较均一的红色调 (草灌或疏林)或 棕黑色调(杉林)	5—6

表3是80年代与50年代不同等级退化土地变化情况。由表可见,从50年代到80年代,本区微度退化土地的面积减少了23.06%,较严重退化土地面积减少4.7%。与此同时,开垦利用的土地面积增加了15.71%,中度和轻度退化土地分别增加了3.08%和6.99%。这说明30年来,本区微度退化土地的减少,主要是由于人类开垦利用所致,而真正由于土地退化而减少的面积约占10%,且主要是表现为从微度退化土地向轻度和中度退化土地的发展。

表3 50年代和80年代不同等级退化土地变化

Table 3 Temporal change of land degradation from 50's to 80's

面积 等级	50年代		80年代		面积变化	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
6	0.0842	0.44	0.0708	0.38	-0.0134	-0.06
5	0.4720	2.49	0.8842	4.73	+0.4122	+2.24
4	1.3726	7.25	0.4772	2.55	-0.8954	-4.70
3	0.3319	1.75	0.9020	4.83	+0.5701	+3.08
2	0.9072	4.79	2.2016	11.78	+1.2944	+6.99
1	6.6058	34.71	2.1785	11.65	-4.4273	-23.06
0	9.1501	48.35	11.9773	64.08	+2.8272	+15.73

表4是本区50年代和80年代植被覆盖度变化。由表可见,从50年代到80年代,植被覆盖度大于70%和小于10%的土地分别减少了22.95%和3.36%,而植被覆盖度10—30%和30—70%的土地分别增加了2.15%和8.44%,其变化趋势与不同等级退化土地的变化十分吻合。因而,可以认为,近几十年间本区土地退化的发展,主要与植被的破坏有关。由于植被覆盖度大于70%土地的减少和植被覆盖度10—30%和30—70%土地的增加,从而导致上述土地退化由微度退化向轻度和中度退化的发展。

表4 50年代与80年代植被覆盖度变化

Table 4 Temporal change of vegetation coverage from 50's to 80's

面积 等级	50年代		80年代		面积变化	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
5	1.8667	9.86	1.2154	6.50	-0.6513	-3.36
4	0.3760	1.99	0.7715	4.13	+0.3955	+2.15
3	0.9252	4.89	1.1673	6.24	+1.5664	+8.44
2	0.9252	4.89	1.3243	7.09	+1.5664	+8.44
1	6.6058	34.91	2.2358	11.96	-4.4150	-22.95
0	9.1501	48.35	11.9773	64.08	+2.8272	+15.73

7 结 论

1. 由于本区开发历史悠久, 经济较为发达, 64% 土地已开垦利用成为灌溉农田、旱作农田、茶园及果园等, 因流水侵蚀而引起的各级退化土地面积约占36%。从50 年代到80 年代这 30 年间, 新增开垦土地约 15.73%。

2. 统计表明, 各级退化土地中, 严重和剧烈退化土地约占全区土地总面积的 5.11%, 中度和较严重退化土地约占 7.38%, 轻度和微度退化土地约占 23.43%。

3. 本区属第四纪红色粘土丘陵岗地区, 由坡顶至坡脚无论是土壤、植被和侵蚀地形均具有明显的坡位分异性, 其空间组合大致可概括为 3 种模式, 这就导致退化土地的空间分布具有明显的坡位分异性。

4. 历史资料、实地访问及野外实测结果表明, 目前本区以裸露的侵蚀劣地为主要特征的严重和剧烈退化土地, 并非以往人们所认为的是由近几十年来乱砍乱伐所致, 其形成历史至少可以追溯至明清时期, 乃至唐、宋、元、金时期。

5. 近 30 年来, 土地退化的发展主要表现为微度退化土地的急剧减少及轻度和中度退化土地的明显增加。统计表明, 微度退化土地面积约减少 23%, 其中 13% 被开垦利用, 10% 退化成为轻度和中度退化土地。上述土地退化的发展主要是由于人类不合理活动对植被破坏的结果。

参 考 文 献

- [1] 郑度, 卢金发. 重视和加强中国东部地区土地退化整治研究. 地球科学进展, 1994, 9(5).
- [2] 中国科学院南方山区综合考察队. 中国亚热带东部丘陵山区水土流失与防治. 北京: 科学出版社, 1989.
- [3] UNEP. Status of desertification and implementation of United Nations Plan of Action to combat Desertification. 1992.
- [4] FAO /UNEP. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. 1984.
- [5] UNEP. World Atlas of Desertification. 1992.
- [6] 陈初才. 浙江省金衢盆地生态环境演变. 山地研究, 1991, 9(2).

作 者 简 介

卢金发, 男, 研究员, 1944 年 9 月生, 1965 年华东师范大学地理系地貌专业毕业, 1969 年硕士毕业。长期从事流水地貌、流域侵蚀与产沙和流水侵蚀引起的土地退化土地荒漠化研究与遥感制图, 曾主编大型遥感图件《黄土高原地区 1:500 000 侵蚀强度与类型图》一套和专题图件 3 幅, 以第一作者发表有关此专业论文 10 余篇, 参加主编专著 2 本。

Research on Land Degradation in Jinhua – Quzhou Basin by Remote Sensing: A Case Study

Lu Jinfa Cui Shuhong Lin Li

(Institute of Geography, CAS, Beijing 100101)

Huang Xiuhua

(Institute of Remote Sensing Application, CAS, Beijing 100101)

Abstract Based on the criteria for assessment of land degradation two synthetic maps of land degradation in different periods (1950' s and 1980' s) are prepared by using aerial photos and with the help of GIS. It has been shown that due to the long history of economic development more than 64% of land were cultivated or used in the studied area. Various grades of degraded land caused by water erosion occupied only 36% of the total land: some 5.11% of this are severely and very severely degraded, 7.38% moderately and more severely degraded and the other 23.43% slightly degraded and non-degraded. Since downslope zonation of soil, vegetation and erosional features is obvious from top to foot of hill, same situation happens to spatial variation of degraded land. It has been proved that severely and very severely degraded land characteristic of bared badlands were not formed in recent decades due to deforestation as it was commonly thought, but its history could be traced back to at least Ming and Qing Dynasties (350–650 years B. P.), even Tang, Song, Yuan and Jin Dynasties (650–1300 years B. P.). During the last few decades the development of land degradation manifests itself as drastic reduction of non-degraded land and parallel increase of slightly and moderately degraded land.

Key words Land degradation, Jinhua – Quzhou basin, Remote sensing and GIS