

泾川流域土地利用/覆被时间序列数据集(1976–2015)

王 荣^{1,3}, 王亚琴^{2,*}, 胡良柏¹

1. 天水师范学院资源与环境工程学院, 天水 741001; 2. 中国国土勘测规划院, 北京 100035; 3. 兰州交通大学测绘与地理信息学院, 兰州 730070

摘 要: 泾川流域指渭河的最大支流——泾河上游、泾川县城以上的河流汇水区。泾川流域土地利用/覆被分类体系由 6 个一级类与 14 个二级类组成, 一级类包括林地、草地、湿地、耕地及人工表面等 6 类。基于 1976–2015 年多时相 Landsat MSS/TM/OLI 系列影像及 eCognition、ENVI 平台, 采用决策树分类、面向对象基于知识规则集信息提取等方法, 得到泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集(1976–2015)。该数据集包括: (1) 泾川流域边界数据; (2) 1976–2015 年 10 期(包括: 1976、1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010、2013、2015)土地利用/覆被分布数据, 其中, 1976 年数据分辨率为 60 m; 2013、2015 年数据分辨率为 15 m; 其他年份数据分辨率为 30 m; (3) 1976–1991、1991–2000、2000–2015 年 3 期土地利用/覆被变化数据, 其中 2000–2015 年数据分辨率为 15 m; 其他 2 期数据分辨率为 30 m。数据集存储为.shp 和.tif 格式, 由 73 个文件, 数据量为 252 MB(压缩为 2 个文件, 数据量为 6.83 MB)。

关键词: 泾川流域; 土地利用/覆被; 1976–2015; 黄河流域

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2022.01.14>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2022.01.14>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.09.03.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.09.03.V1>

1 前言

泾河是黄河第一支流渭河的第一大支流, 发源于六盘山东麓, 位于西北黄土高原 106°14'E–108°42'E、34°46'N–37°19'N, 流经陕甘宁三省, 注入渭河。泾河流域灌溉条件良好, 农业发达, 经济开发潜力大, 是西北地区产粮区^[1], 但流域内地形支离破碎、植被覆盖度低, 林草地占流域总面积 10%左右, 水土流失严重, 因此, 2000 年被列为全国首批退耕还林(草)工程示范区, 2014 年被列为新一轮退耕还林脱贫攻坚工程^[2]。泾川流域指泾河上游流域泾川水文站以上的河流汇水区, 位于泾河流域西南部, 地势西高东低, 属于半湿

收稿日期: 2021-09-14; 修订日期: 2021-11-19; 出版日期: 2022-03-25

基金项目: 天水师范学院(CXJ2020-14); 甘肃省教育厅(2019B-134)

*通讯作者: 王亚琴, 中国国土规划勘测院, freely_99@126.com

数据引用方式: [1] 王荣, 王亚琴, 胡良柏. 泾川流域土地利用/覆被时间序列数据集(1976–2015)[J]. 全球变化数据学报, 2022, 6(1): 101–110. <https://doi.org/10.3974/geodp.2022.01.14>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2022.01.14>.

[2] 王荣, 王亚琴, 胡良柏. 泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集(1976–2015)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.09.03.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.09.03.V1>.

润过渡带，具有黄土高原暖温带气候和山地气候特点^[3]。根据流域内平凉气象站多年观测资料，泾川流域多年年均气温 8.9℃，年降水量 355–845 mm，夏季降水量偏多，降水年际间变化差异显著。近年，国家开展大规模黄河流域生态恢复工程建设，退耕还林(草)、限制乱采乱伐乱开发等土地利用方式的改变，使得泾河流域土地利用/覆被发生巨大变化^[4,5]，从而导致泾河流域生态系统结构发生相应变化。

因此，研究结合泾川流域区域特色，借鉴生态十年环境遥感土地利用/覆被分类体系^[6]，以美国陆地卫星 Landsat TM/OLI 系列遥感影像为基础数据源，采用面向对象基于规则集分类、决策树分类等信息提取与目视解译相结合的方法，提取泾川流域 1976–2015 年长时间序列土地利用/覆被分布及其变化数据集，并通过 Google 高分辨率影像、实地采样点数据及已有生态十年(2010 年)成果数据对提取的土地利用数据进行精度验证，以全面了解泾川流域土地利用/覆被类型及其动态变化趋势。

2 数据集元数据简介

《泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集(1976–2015)》^[7]的元数据简介见表 1。

表 1 《泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集(1976–2015)》元数据信息表

条目	描述
数据集名称	泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集(1976-2015)
数据集短名	LanduseJingChuanBasin_1976-2015
作者信息	王荣 0000-0001-5497-3447, 天水师范学院, 0119061@stu.lzjtu.edu.cn 王亚琴 0000-0002-1791-3741, 中国国土勘测规划院, freely_99@126.com 胡良柏 0000-0002-1265-5309, 天水师范学院, 398361732@qq.com
地理区域	泾川流域
空间分辨率	1976 年, 60 m×60m; 1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010 年, 30 m×30m; 2013、2015 年, 15 m×15m
数据年代	1976、1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010、2013、2015
数据格式	泾川流域边界数据, .shp; 泾川流域土地利用/覆被类型及其动态变化数据, .tif
数据量	252 MB 时间分辨率 年
数据集组成	1 : 50000 泾河流域边界.shp 格式数据; 1976–2015 年 10 期.tif 格式土地利用/覆被分布数据; 1976–1991、1991–2000 及 2000–2015 年 3 期.tif 格式土地利用/覆被类型变化数据
基金项目	天水师范学院(CXJ2020-14); 甘肃省教育厅(2019B-134)
数据制作工具	eCognition、ArcGIS10.2、ENVI5.3
出版及共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据(中英文)、通过《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》发表的实体数据集和通过《全球变化数据学报(中英文)》发表的数据论文。其共享政策如下:(1)“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载;(2)最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源;(3)增值服务用户或以任何形式散发和传播(包括通过计算机服务器)“数据”的用户需要与《全球变化数据学报(中英文)》编辑部签署书面协议, 获得许可;(4)摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[8]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

3 数据研发方法

3.1 数据来源

本数据集制作所采用 Landsat MSS/TM/OLI 系列影像数据来源于 USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)，根据土地利用/覆被解译需求，结合研究区影像云量及质量，获取 1976、1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010、2013、2015 共 10 期 21 幅影像，传感器、数据时间、空间分辨率及行列号如表 2；30 m 空间分辨率生态十年(2010 年)数据来源于中国生态系统调查与评价；辅助野外调查的 30 m DEM 数据来源于美国地质调查局；泾川流域平凉站逐月气象数据来源于国家气象科学数据中心中国地面气候资料月值数据集。结合信息提取结果地类面积，随机布设采样点，2013 年开展了泾川流域的实地考察，获得部分验证采样点土地利用/覆被信息。部分地区受交通条件限制，主要通过 Google Earth 获取验证点，最终，共获得地面验证采样点 177 个，实地调查采样点 89 个，Google Earth 影像布点 88 个，如图 1 所示。

表 2 《泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集（1976–2015）》产品数据源表

年份	传感器	数据时间	空间分辨率	轨道号
1976	MSS	1976-6-10	60 m	138035/138036
1991	TM	1991-8-23, 1991-8-30	30 m	128035/129035
1995	TM	1995-8-18, 1995-8-25	30 m	128035/129035
2000	TM	2000-4-16, 2000-7-30	30 m	128035/129035
2003	TM	2003-6-6, 2003-6-5	30 m	128035/129035
2005	TM	2003-8-15, 2005-7-12, 2005-10-7	30 m	128035/129035
2007	TM	2007-5-6, 2007-8-3, 2007-9-20	30 m	128035/129035
2010	TM	2010-4-28, 2010-5-23	30 m	128035/129035
2013	OLI	2013-10-6, 2013-11-14	15 m	128035/129035
2015	OLI	2015-5-12, 2015-7-24	15 m	128035/129035

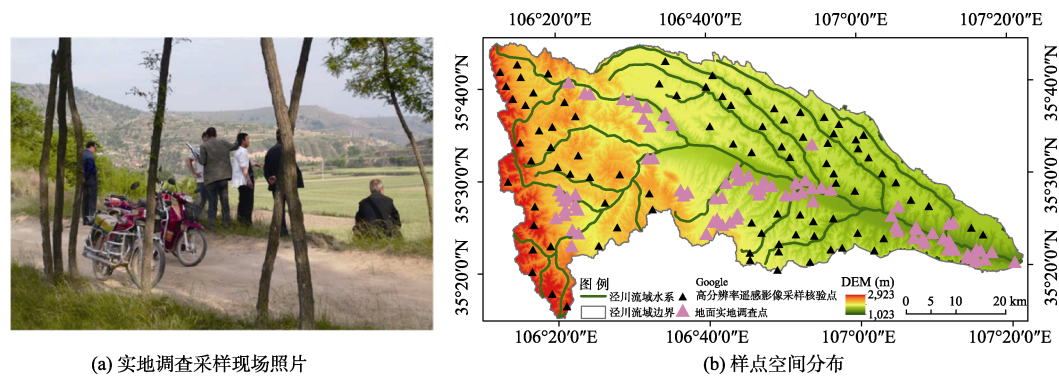


图 1 实地调查采样及样点空间分布

3.2 研发流程

研发结合泾川流域区域特色，以生态十年环境遥感监测土地覆盖分类体系^[6]为参考，制定泾川流域土地利用/覆被分类体系，删除林地对应的二级类中常绿阔叶林、常绿阔叶灌木林、常绿针叶灌木林及乔木、灌木园地等；泾川流域无湿地及湖泊，因此，湿地对应二级分类体系中仅保留水库/坑塘及河流；泾川流域土地利用/覆被分类体系及代码如表 3。其次，基于 Landsat MSS/TM/OLI 系列影像，在决策树分类及基于 eCognition 软件平台面向对

象多尺度分割的基础上，结合 DEM 及其衍生坡度等数据，确定各地物目标类的解译标志库，建立规则库，提取泾川流域土地利用/覆被类型，在此基础上，通过目视解译，对面向对象信息提取结果进一步处理；最后，基于 Google Earth 高分辨率遥感影像及实际调查采样点、生态十年数据(2010 年)数据对提取的泾川流域土地利用/覆被信息数据精度进行检验与评价，以分析 1976–2015 年泾川流域土地利用/覆被类型及其动态变化趋势，研发技术路线如图 2 所示。

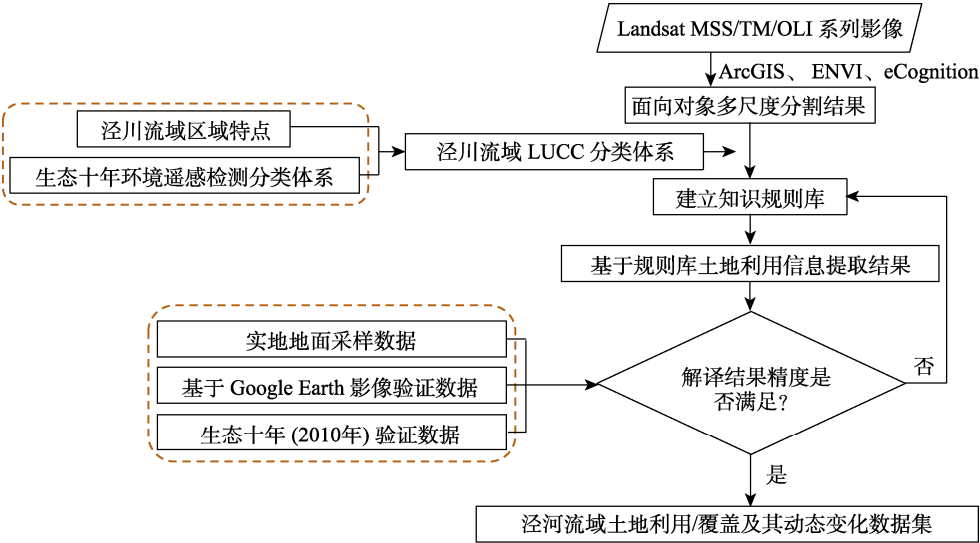


图 2 泾川流域土地利用/覆被及其动态变化数据集研发技术路线图

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

《泾河流域土地利用/覆盖时间序列数据集（1976–2015）》包括 73 个数据文件，分别为土地利用/覆被分布数据集、土地利用/覆被变化数据集、泾川流域边界数据集。由下列数据组成：

（1）土地利用/覆被分布数据集：包括 1976、1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010、2013、2015 年共 10 期土地利用/覆被类型分布数据（图 3），.tif 格式；时间分辨率为年，空间分辨率 1976 年为 60 m×60m，1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010 年为 30 m×30m，2013、2015 年为 15 m×15m；以“LandCover_JingchuanBasin_年份.tif”形式命名，其中栅格值代表土地利用/覆被类型代码，具体见表 3，如栅格值“41”表示“旱地”；

（2）土地利用/覆被变化数据集：包括 1976–1991、1991–2000 及 2000–2015 年共 3 期土地利用/覆被类型变化数据（图 4），.tif 格式；时间分辨率分别为 16、10、16 年，空间分辨率 1976–1991、1991–2000 年为 30 m×30 m，2013–2015 年为 15 m×15m；以“LandCoverChange_JingchuanBasin_起始年份_终止年份.tif”形式命名，如 1976–1991 年土地利用/覆被变化数据命名为 LandCoverChange_JingchuanBasin_1976_1991.tif，其中栅格值代表土地利用/覆被类型转化，如“4121”表示土地利用类型由“旱地（41）”转化为“草地（21）”；

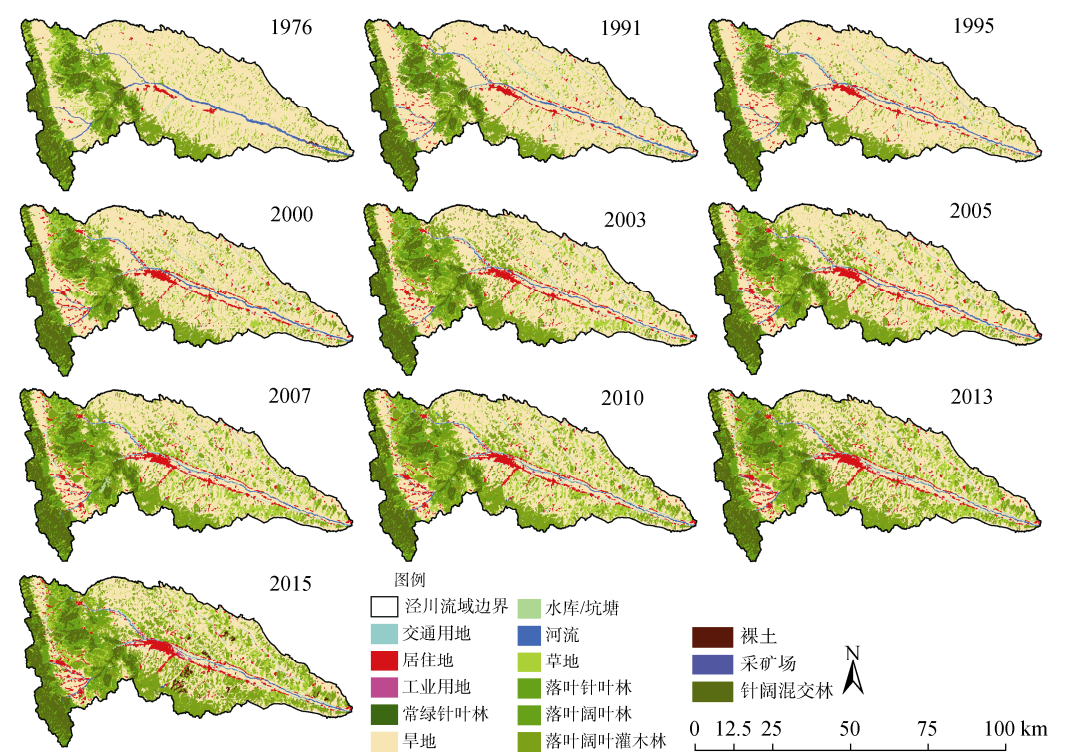


图 3 1976–2015 年泾川流域 10 期土地利用/覆被分类数据空间分布

表 3 数据集使用的分类体系

I 级分类及代码		II\Ⅲ级分类代码及分类体系		I 级分类及代码		II\Ⅲ级分类代码及分类体系	
1 林地	101	落叶阔叶林		3 湿地	32	河流	
	102	常绿针叶林		4 耕地	41	旱地	
	103	落叶针叶林		5 人工表面	51	居住用地	
	104	针阔混交林			52	工业用地	
	105	落叶阔叶灌木林			53	交通用地	
2 草地	21	草地			54	采矿场	
3 湿地	31	水库/坑塘		6 其他	61	裸土	

(3) 泾川流域边界数据集：“.shp”格式的 1：50000 泾川流域边界数据集以“Jingchuan Basin_Boundary.shp”形式命名。

4.2 数据结果

4.2.1 1976–2015 年泾川流域土地利用/覆盖

通过 1976–2015 年 10 期土地利用/覆被土地利用空间分布图(图 3) 对比分析可知：1976 年泾川流域土地利用类型相对单一，1991–2015 年土地利用类型趋于稳定，1991–2015 年草地及居住地面积显著增大，针阔混交林、落叶阔叶灌木林及落叶阔叶林主要分布在高海拔地区，居住地主要分布在泾河、颛河、后峡河源头及泾河两侧的河谷地带；2003 年以来采矿用地面积逐渐扩大，主要分布在平凉市崆峒区南部的岩石采矿区，而工业用地主要分布在崆峒区中部，泾河南侧的工业园区，水库主要以泾源县卧龙山水库为主。

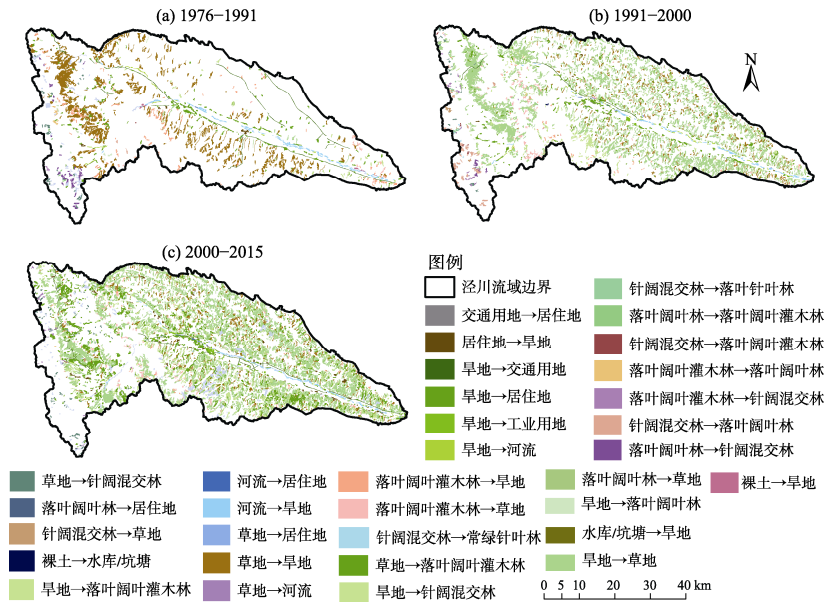


图 4 1976-2015 泾川流域 3 期土地利用/覆被动态变化可视化图

表 4 1976-2015 年泾川流域土地利用/覆被面积统计 (单位: km²)

土地利用 类型	年份(年)									
	1976	1991	1995	2000	2003	2005	2007	2010	2013	2015
X ₁	12.51	42.19	50.85	71.82	71.69	79.69	82.20	87.94	94.58	95.32
X ₂	15.03	17.29	18.11	18.19	22.68	22.62	22.61	22.93	22.80	22.83
X ₃	1,776.95	1,929.14	1,892.25	1,594.63	1,565.87	1,522.03	1,345.47	1,264.61	1,187.54	1,124.85
X ₄	43.20	32.12	27.20	29.32	20.78	24.55	20.83	20.67	18.49	21.28
X ₅	653.94	469.14	498.37	731.18	703.47	725.50	889.07	919.10	917.89	899.38
X ₆	153.76	152.37	162.16	164.61	161.77	161.37	160.73	163.70	166.30	166.59
X ₇	309.30	293.83	291.76	328.07	387.07	395.34	406.49	442.96	510.82	562.50
X ₈	1.80	0.21	—	—	—	—	—	—	—	19.62
X ₉	180.46	194.01	186.67	188.25	191.34	192.08	191.77	194.27	195.80	195.77
X ₁₀	0.92	9.22	10.84	10.62	11.30	12.38	14.47	16.23	16.89	17.13
X ₁₁	—	0.89	0.89	1.05	0.84	0.99	1.81	1.17	1.17	1.71
X ₁₂	4.13	12.41	13.70	13.66	13.74	13.75	13.76	13.88	13.86	13.83
X ₁₃	—	—	—	1.13	1.30	1.66	2.05	2.84	2.42	6.89
X ₁₄	—	0.01	0.05	0.06	0.84	0.71	1.42	2.40	3.61	4.56

注: 居住地(X₁)、常绿针叶林(X₂)、旱地(X₃)、河流(X₄)、草地(X₅)、落叶阔叶林(X₆)、落叶阔叶灌木林(X₇)、裸土(X₈)、针阔混交林(X₉)、交通用地(X₁₀)、水库/坑塘(X₁₁)、落叶针叶林(X₁₂)、工业用地(X₁₃)、采矿场(X₁₄); 表中“—”表示两类土地利用类型间无转换。

结合表 4 可知: 1976-2015 年泾川流域土地利用/覆被类型中旱地面积逐渐减少, 减少了 647.10 km², 草地、落叶阔叶灌木林面积逐年增加, 分别增加了 245.44、252.19 km²; 人类活动用地面积, 除居住地面积 1991 年扩张程度最大, 年均扩张面积达 2.12 km²/a, 1991-2015 年泾川流域交通用地、工业用地、采矿场及水库/坑塘等人类活动用地面积逐年增加, 且交通用地面积增加最多, 2015 年达 17.13 km², 是 1976 年的 18.62 倍。

4.2.2 1976–2015 年泾川流域土地利用/覆盖动态变化

1976–1991 年、1991–2000 年及 2000–2015 年三期土地利用动态变化数据(图 4)及其转移矩阵(表 5–表 7)。

表 5 1976–1991 年泾川流域土地利用/覆被动态转移矩阵(单位: km²)

转移前 类型	转移后的土地利用/覆被类型											求和
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	
X ₁	—	—	1.81	—	—	—	—	—	0.03	—	—	1.84
X ₂	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04
X ₃	19.05	—	—	2.32	1.41	1.40	5.42	—	4.89	—	—	15.44
X ₄	0.10	—	10.73	—	—	—	—	—	0.08	0.25	—	11.06
X ₅	0.16	0.88	146.78	—	—	2.89	11.86	5.20	0.24	—	3.22	170.19
X ₆	—	0.12	—	—	—	—	0.81	6.88	—	—	0.19	7.88
X ₇	—	—	19.82	—	2.64	—	—	0.85	—	0.28	2.76	27.59
X ₈	—	—	1.19	0.15	—	—	—	—	—	—	—	1.34
X ₉	—	—	—	—	0.07	0.31	0.04	—	0.06	—	—	0.48
求和	19.31	1.00	178.52	2.47	4.12	5.84	18.13	12.93	5.27	0.53	6.17	233.98

注：居住地(X₁)、常绿针叶林(X₂)、旱地(X₃)、河流(X₄)、草地(X₅)、落叶阔叶林(X₆)、落叶阔叶灌木林(X₇)、裸土(X₈)、针阔混交林(X₉)、交通用地(X₁₀)、水库/坑塘(X₁₁)、落叶针叶林(X₁₂)；表中“—”表示两类土地利用类型间无转换。

通过图 4a 及表 5 可知：1976–1991 年草地转化为其他土地利用类型的面积最大，总面积达 170.19 km²，年均转换率达 11.35 km²/a；其他土地利用类型，包括草地、落叶阔叶灌木林及河流等，转换为旱地的面积最大为 178.52 km²，其中草地转化为旱地的面积达到最大，为 146.78 km²；综上可知：1976–1991 年泾川流域大量开垦草地，增加旱地种植面积。该阶段人类活动用地以居住地、工业用地及交通用地为主，其他土地利用类型转化为人类活动用地总面积为 24.58 km²，且以转化为居住地和交通用地为主，人类活动用地转化为其他土地利用类型面积仅为 3.20 km²。

结合图 4b 与表 6 可知：1991–2000 年旱地转化为其他土地利用类型的面积最大，达 363.93 km²，主要分布在中低海拔地区，其中旱地转化为草地的面积最大，为 301.23 km²；其次为草地转化为旱地、旱地转化为落叶阔叶灌木林，面积分别为 37.99、32.13 km²，即 1991–2000 年泾川流域草地开垦为耕地的同时，大面积开始实施退耕还草还林。1991–2000 年以来，人类活动用地类型多样化，包括居住地、交通、采矿场及工业用地等，其他土地利用类型转化为人类活动用地的面积为 27.44 km²，且以转化为居住地和交通用地为主，相反，人类活动用地转化为其他土地利用/覆被类型的面积仅为 1.43 km²，即与 1976–1991 年相比，人类活动用地面积净增加了 26.01 km²。

图 4c 及表 7 表明：与 1991–2000 年的变化趋势相同，2000–2015 年旱地转化为其他土地利用/覆被类型的面积最大，达 509.31 km²，其中旱地转化为草地、落叶阔叶灌木林的面积最大，分别为 345.65、104.61 km²；其次为草地转化为落叶阔叶灌木林，转化面积达 129.99 km²，即 2000–2015 年仍实施退耕还林(草)工程，且草地转换为林地的面积有所增大，1991 年以来，国家开始注重泾川流域生态恢复与保护^[2]。该阶段其他土地利用/覆被转化为人类活动用地面积为 64.74 km²，但仍以转化为居住地为主，人类活动面积净增加了

53.8 km²，比 1991–2000 年增加了 27.79 km²，包括居住地、裸地、水库/坑塘、采矿用地、交通、工业用地等。

表 6 1991–2000 年泾川流域土地利用/覆被动态转移矩阵（单位：km²）

转移前类 型	转移后的土地利用/覆被类型												求和
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	
X ₁	—	—	1.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.08
X ₃	24.10	—	—	2.85	301.23	0.47	32.13	0.71	1.32	—	—	1.12	363.93
X ₄	0.31	—	7.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.35
X ₅	0.35	—	37.99	0.09	—	—	14.93	2.76	—	—	—	—	56.12
X ₆	0.04	—	—	—	0.30	—	1.31	2.26	—	—	—	—	3.91
X ₇	—	—	4.55	—	13.78	0.26	—	2.76	—	—	—	—	21.35
X ₈	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—	0.15	—	—	0.20
X ₉	—	0.74	—	—	1.86	10.89	0.82	—	—	—	1.33	—	15.64
X ₁₀	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05
X ₁₁	—	—	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10
求和	24.85	0.74	50.81	2.94	317.17	11.62	49.19	8.49	1.32	0.15	1.33	1.12	469.73

注：居住地(X₁)、常绿针叶林(X₂)、旱地(X₃)、河流(X₄)、草地(X₅)、落叶阔叶林(X₆)、落叶阔叶灌木林(X₇)、裸土(X₈)、针阔混交林(X₉)、交通用地(X₁₀)、水库/坑塘(X₁₁)、落叶针叶林(X₁₂)、工业用地(X₁₃)；表中“—”表示两类土地利用类型间无转换。

表 7 2000–2015 年泾川流域土地利用/覆被动态转移矩阵（单位：km²）

转移前 类型	转移后的土地利用/覆被类型														求和
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	
X ₁	—	—	8.25	0.35	1.23	—	0.24	—	—	0.07	—	—	0.69	—	10.83
X ₃	30.46	0.19	—	2.25	345.65	1.22	104.61	14.39	0.10	4.41	0.09	—	4.56	1.38	509.31
X ₄	0.42	—	7.02	—	0.19	—	—	—	—	0.56	—	—	—	—	8.19
X ₅	0.59	0.48	46.04	0.12	—	3.19	129.99	3.52	5.11	0.36	0.26	0.06	—	—	190.51
X ₆	—	1.32	0.24	0.16	0.28	—	0.86	—	0.13	—	—	—	—	—	3.03
X ₇	0.25	1.28	5.45	0.39	14.22	0.17	—	0.29	2.23	—	—	—	—	1.58	25.86
X ₉	—	—	0.03	—	0.46	—	0.24	—	—	—	0.03	—	—	—	0.76
X ₁₁	—	—	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08
X ₁₃	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03
求和	31.72	3.27	67.14	3.27	362.03	4.58	235.94	18.20	7.57	5.40	0.38	0.06	5.25	3.79	748.60

注：居住地(X₁)、常绿针叶林(X₂)、旱地(X₃)、河流(X₄)、草地(X₅)、落叶阔叶林(X₆)、落叶阔叶灌木林(X₇)、裸土(X₈)、针阔混交林(X₉)、交通用地(X₁₀)、水库/坑塘(X₁₁)、落叶针叶林(X₁₂)、工业用地(X₁₃)、采矿场(X₁₄)；表中“—”表示两类土地利用类型间无转换。

4.2.3 1960–2015 年泾川流域气象要素逐月变化趋势

泾川流域日照时数、月最低气温、月最高气温、月平均气温如图 5。图 5a 表明：月最低气温、最高气温及月平均气温变化趋势完全一致，呈拱型分布，1–7 月气温逐渐升高，7 月气温达到最大，7–12 月气温开始逐渐降低，且拱桥两端月平均气温与月最低气温差较小，

拱型中部 6、7 月的月最高温、月最低温与月平均气温的气温差最大；二次函数是拟合气温，包括月最低气温、月最高气温及月平均气温，与月份的最佳拟合函数关系， $R^2 \geq 0.910$ 。通过图 5b 可知：整体来看，1960–2015 年泾川流域日照时数平均日照时数在 200h 左右，月份上呈拱型分布，7 月日照时数较大，2 月、11 月日照时数相对较少，其中 2000 年 7 月日照时数最大，达 304.3 h；1975 年 9 月日照时数最小，仅为 60.2 h。1 月、3–5 月、12 月年际日照时数分布相对集中，而 2 月、9–11 月日照时数年际分布较分散。

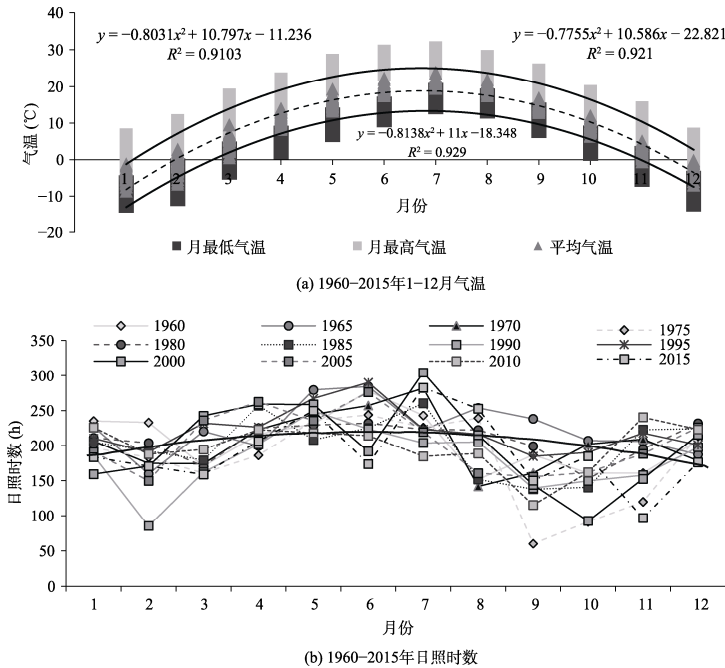


图 5 1960–2015 泾川流域气象要素变化趋势统计

4.3 数据结果验证

因数据集时间序列较长，对 1976–2015 年 10 期土地利用/覆被信息提取结果采用地面实地调查或高分辨率影像精度检验难度大，现实可行性差，因此，研究仅对 2010 年及 2013 年数据进行了精度检验，以代表所有时间序列影像解译精度。利用 2013 年实地调查采样点及高分辨率遥感影像采样点对 2013 年影像解译结果进行精度验证，基于已有生态十年 (2010 年) 数据及高分辨率遥感影像采样点数据对泾川流域 2010 年土地利用/覆被解译结果精度进行验证。从混淆矩阵看，Kappa 系数 ≥ 0.8532 ，二级分类精度 $\geq 86.65\%$ ，一级分类精度达 90% 以上。一般认为 Kappa 系数大于 0.61，分类效果较好，即研究获取的土地利用覆盖数据分类精度可靠。各土地利用类型中，水库/坑塘、居住地、裸地及工业用地等人类活动用地、草地、旱地、落叶阔叶灌木林的识别精度较高，达 82%–96% 之间，但针阔混交林与落叶阔叶林等有时较难区分，特别是光谱波段较接近的植被类型。

5 讨论与总结

泾河是黄河第一支流渭河的第一大支流，泾川流域位于泾川水文站以上的泾河上游流域，是退耕还林(草)工程及黄河流域生态保护与治理示范区，明确泾川流域土地利用/覆被

类型及其变化趋势对泾河流域生态保护、流域规划及制定引导政策等具有重要意义。研发基于 1976、1991、1995、2000、2003、2005、2007、2010、2013、2015 年 10 期 Landsat MSS/TM/OLI 系列不同分辨率影像数据集,采用遥感影像分割、基于知识规则集的面向对象与传统决策树分类等信息提取方法相结合,提取了 1976–2015 年泾川流域土地利用/覆被类型及其动态变化信息,二级分类精度 $\geq 86.65\%$,并分析了 1960–2015 年气象要素的变化趋势,为黄河流域典型示范区国家退耕还林(草)工程及生态恢复与保护提供支撑,主要结论如下:

(1) 1976–2015 年泾川流域土地利用/覆被类型中,旱地面积不断减小,草地及落叶阔叶灌木林面积逐年增加,旱地减少面积与草地及落叶阔叶灌木林地增加的面积基本一致;人类活动用地面积逐年略有增加,其中居住地 1991 年增加的程度最显著。

(2) 尽管 1976–2015 年人类活动用地面积不断略有增加,但 1991 年以来泾川流域土地利用/覆盖的类型基本保持稳定;1976–1991 年为大面积开垦草地为旱地的阶段,1991–2000 年以退耕还草为主,2000–2015 年落叶阔叶灌木林的面积不断增加,即 1991 年以来国家通过退耕还林(草)、退草还林等工程,逐渐开始重视及加强泾河流域生态恢复及保护,为黄河流域生态保护和高质量发展奠定了基础。

(3) 泾川流域日照时数、月最低气温、最高气温及月平均气温变化趋势基本一致,呈拱型分布,7 月份均达到最大,且二次函数是拟合 1960–2015 年泾川流域气温与月份间变化趋势的最佳函数, $R^2 \geq 0.9103$ 。

作者分工:王亚琴对数据集的研发做了总体指导;王荣分析并撰写了数据论文;胡良柏收集和处理了数据。

利益冲突声明:本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 刘芳,熊伟,王彦辉等. 基于 LUCC 的泾河流域景观格局与径流的响应关系[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(1): 137–141.
- [2] 李赛钰,刘瑞芳. 退耕还林视域下泾河流域生态保护治理综合效益研究:以生态泾川为例[J]. 现代商贸工业, 2021, 42(8): 162–163.
- [3] 党素珍,蒋晓辉,董国涛等. 泾河上游流域实际蒸散发变化趋势及成因分析[J]. 水土保持研究, 2016, 23(2): 143–147.
- [4] 刘昌明,刘小莽,田巍等. 黄河流域生态保护和高质量发展亟待解决缺水问题[J]. 人民黄河, 2020, 42(9): 6–9.
- [5] 刘芳. 泾河流域土地利用景观格局变化及其对径流的影响[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2018.
- [6] 欧阳志云,王桥,郑华等. 全国生态环境十年变化(2000–2010)遥感调查评估[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 462–466.
- [7] 王荣,王亚琴,胡良柏. 泾川流域时间序列土地利用/覆被变化数据集(1976–2015) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.09.03.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.09.03.V1>.
- [8] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. [https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05\(2017年更新\)](https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05(2017年更新)).