

陇东黄土高原中沟、纸纺沟小流域不同土地覆盖土壤含水量实测数据集（2017–2019）

张立俞¹, 邸利^{1*}, 吴贤忠^{2*}, 张军¹, 王安民³, 汝海丽³, 倪帆¹, 赵子龙¹,
张瑞锋⁴, 吴雷¹, 李浩强¹, 苏兴龙⁵, 刘俊俊⁶, 赵宝转¹, 杨婷¹

1. 甘肃农业大学资源与环境学院, 兰州 730070; 2. 兰州城市学院地理与环境工程学院, 兰州 730070;
3. 平凉市水土保持科学研究所, 平凉 744000; 4. 甘肃农业大学生命学院, 兰州 730070;
5. 甘肃农业大学农学院, 兰州 730070; 6. 平凉市泾川县自然资源局, 平凉 744000

摘要: 陇东黄土高原中沟、纸纺沟小流域不同土地覆盖土壤含水量实测数据集（2017–2019）覆盖区域为陇东黄土高原中沟小流域与纸纺沟小流域。数据选取地点为中沟，生态环境为上世纪七十年代末期大面积种植的人工刺槐林及退耕后依靠自然恢复的草坡。数据内容综合考虑其生态环境的坡向、林龄、种植密度等因素按照植被类型、立地特征等变化，选取了10个林地和3个草地样地；在纸纺沟小流域选取5°、10°、15°、20°四个坡度等级分别种植欧李灌木、苜蓿、荒草地与裸地四种覆盖的7个样地；于2016年埋设TRIME管，采用时域反射仪法（TDR）进行了土壤水分测定，获取了2017–2019年生长季内体积含水量的实测数据。该数据集包括：（1）样地基本信息表（包括地形、坡度、坡向等基本地理信息，植被类型、林龄、密度、胸径等主要林分结构信息，TRIME管理设数量与深度等）；（2）中沟小流域2017年5–10月13个样地（13号样地为后补充样地）、2018年4–10月13个样地和2019年7–10月7个样地的体积含水量数据；纸纺沟小流域2017年5–7月、2018年4–9月与2019年2–7月体积含水量数据。数据集存储为.xlsx和.shp格式，由8个数据文件组成，数据量为420 KB（压缩为2个文件，225.9 KB）。
关键词: 土壤体积含水量；人工刺槐林；欧李灌木林；退耕草地；陇东黄土高原

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2020.04.09>

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.2020.09.10.V1>

<https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.11.V1>

收稿日期：2020-11-01；修订日期：2020-12-20；出版日期：2020-12-24

基金项目：国家自然科学基金（31660235）；甘肃农业大学（202010733033）

*通讯作者：邸利，甘肃农业大学资源与环境学院，dili@gsau.edu.cn

吴贤忠，兰州城市学院地理与环境工程学院，wxx315@163.com

数据引用方式: [1] 张立俞, 邸利, 吴贤忠等. 陇东黄土高原中沟、纸纺沟小流域不同土地覆盖土壤含水量实测数据集（2017–2019）[J]. 全球变化数据学报, 2020, 4(4): 380–386. <https://doi.org/10.3974/geodp.2020.04.09>.
[2] 张立俞, 邸利, 吴贤忠等. 陇东黄土高原中沟小流域人工刺槐林地-退耕草坡样地土壤含水量实测数据集（2017–2019）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.10.V1>.
[3] 张立俞, 邸利, 吴贤忠等. 陇东黄土高原纸纺沟小流域四种植被下土壤含水量实测数据集（2017–2019）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.11.V1>.

1 前言

陇东黄土高原气候干旱, 降水量少且分配不均, 森林植被覆盖率低, 生态环境恶化, 水土流失严重, 植被与水的关系问题是陇东黄土高原生态恢复与植被建设的核心问题。国家先后在这一区域投入一系列林业重点生态工程, 营造了大面积的刺槐、油松、侧柏、沙棘、柠条等生态林木, 不同植被类型和植物种群形成了对水分利用的适应性策略, 但大面积营造人工林, 尤其是人工纯林, 完全忽略了区域本底自然环境条件及土壤水分时空分布特征, 大片栽种的人工林为了满足植物强烈蒸散发需要, 根系迅速扩展, 无限制地利用深层土壤储水, 而天然降水总量、土壤水分补给深度和总量有限, 导致多年生人工林草地出现了以土壤旱化为主要特征的土壤退化现象^[1-2]; 从而造成造林成活率与保存率低, 即使成活生长速度也十分缓慢, 并提早进入退化期, 没能达到预期的生态工程建设效果^[3-4]; 早期栽种的大片刺槐随着林龄的增加, 结构简单、物种单一的人工纯林的弊端逐渐显现; 因其生长迅速, 水分消耗大, 随着林龄的增大, 林下土壤干燥化严重, 形成土壤干层, 水分生态环境日趋恶化^[5-7]。这些问题的出现与最初建设生态恢复林的目的截然相反, 没有达到真正的预期目标, 反而使后期的林木看护保养成本增加。本文选取同属陇东黄土高原的一个有着 40 余年人工林种植的中沟小流域与位于城郊的以种植灌草为主的纸纺沟小流域为采样区, 对两种不同恢复方式小流域的土壤水分进行测定分析, 分析不同恢复措施对区域土壤水分分布状况, 指导该地区人工林植被的恢复和生态可持续发展。

2 数据集元数据简介

《陇东黄土高原中沟、纸纺沟小流域不同土地覆盖土壤含水量实测数据集 (2017–2019)》包括两个数据集^[8-9], 其名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

3 研究区概况

纸坊沟小流域 (35°26'N–35°33'N, 106°37'E–106°42'E), 位于甘肃省平凉市, 属于黄土高原残塬, 该流域属泾河干流的一级支沟, 流域内径流场是全国水土保持监测网络和信息系统建设二期工程在甘肃的监测点之一, 属于泾河流域重点治理区的水蚀监测点; 流域总面积 18.98 km², 海拔 1,365.0–2,104.0 m。多年平均气温 8.8 °C, 年日照时数 2,381 h, 年蒸发量 1,499.2 mm, 年降水量 551.2 mm, 其中 7–9 月占 58%, 土壤类型主要是黄绵土^[11]。从上游至下游植被覆盖度由高到低; 上游区气候相对阴湿, 生长有次生乔灌木, 草丛茂密, 植被覆盖度约 70%, 阴坡可达 90%; 中游植被以杂草为主, 阴坡局部有点片状灌丛, 植被覆盖度为 40%–50%; 下游植被较差, 覆盖率为 20%–40%, 以杂草和人工林为主。在纸坊沟建有径流小区 7 个, 在半阴坡坡度为 5°、10°、15° (2 个)、20° (3 个) 的径流场内分别栽植欧李 (*Cerasus humilis* (Bge.) Sok.), 此外 15°为草坡, 20°是裸地, 20°坡为苜蓿; 径流小区均设在下游沟底。

表 1 《陇东黄土高原中沟、纸纺沟小流域不同土地覆盖土壤含水量实测数据集（2017–2019）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称/ 短名	陇东黄土高原中沟小流域人工刺槐林地-退耕草坡样地土壤含水量实测数据集（2017–2019）/ SoilMoistureZhonggouRiverBasin 陇东黄土高原纸纺沟小流域四种植被下土壤含水量实测数据集（2017–2019）/ SoilMoistureZhifangRiverBasin
作者信息	张立俞，甘肃农业大学，1397437506@qq.com 邸利，甘肃农业大学，dili@gsau.edu.cn 吴贤忠，兰州城市学院，wxz315@163.com 张军，甘肃农业大学，zhangjun@gsau.edu.cn 王安民，平凉水土保持研究所，593928177@qq.com 汝海丽，平凉水土保持研究所，1175332809@qq.com 倪帆，甘肃农业大学，1356159486@qq.com 赵子龙，甘肃农业大学，1259701979@qq.com 张瑞锋，甘肃农业大学，2757779009@qq.com 吴雷，甘肃农业大学，2889543138@qq.com 李浩强，甘肃农业大学，1824047417@qq.com 苏兴龙，甘肃农业大学，3091274177@qq.com 刘俊俊，平凉市泾川县国土资源局，1939225224@qq.com 赵宝转，甘肃农业大学，2388455308@qq.com 杨婷，甘肃农业大学，1305004933@qq.com
地理区域	陇东黄土高原中沟、纸纺沟小流域
数据年代	2017–2019
数据格式	.xlsx
基金项目	国家自然科学基金（31660235）
出版与共享 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）》出版的实体数据（中英文）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 ^[10]
数据和论文 检索系统	DOI, DCI, CSCD, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS, Crossref

中沟小流域（35°12'N，107°27'E），位于甘肃省平凉市，属于黄土高原残塬，面积为 2.09 km²，海拔 1,005–1,351 m，属温带半湿润气候区，6–9 月降水量约占全年总量的 66%；年均气温 10.7 °C^[11]；全年无霜期约 180 d。研究区主要地形由塬面、梁坡、沟台和沟谷构成，在小流域中部相对高差约为 350 km，土壤主要有四种类型，黑垆土多分布于黄土塬面，黄绵土多分布于梁坡，粉壤土多分布于沟台地，红粘土多分布于沟谷^[12–14]。研究区内土壤侵蚀较严重。官山林场中沟小流域地处森林草原过渡带，现有植被均是近 40 年来人工种植，官山林场多种植乔木树种刺槐（*Robiniapseudoacacia* L.）。



图 1 纸坊沟小流域与中沟小流域相对位置图

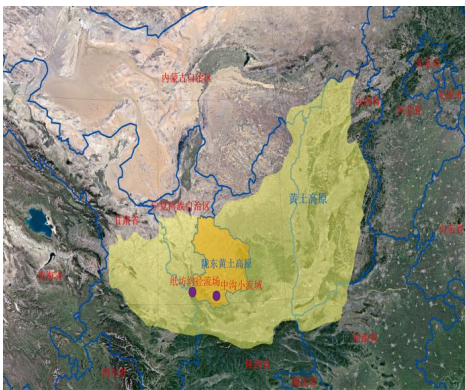


图 2 中沟小流域观测样地分布图

纸坊沟小流域和小流域样地信息分别列于表 2 和表 3

表 2 纸坊沟流域样地信息

样地	坡度	坡位	植被类型	整地方法	播种方法	密度（株·hm ⁻² ）
1 号	5°	坡底	欧李	水平阶	穴播	20,000
2 号	10°	坡底	欧李	水平阶	穴播	20,000
3 号	15°	坡中	欧李	水平阶	穴播	20,000
4 号	15°	坡中	荒草	撂荒		
5 号	20°	坡中	欧李	水平阶	穴播	20,000
6 号	20°	坡中	裸地	撂荒		
7 号	20°	坡中	苜蓿	撂荒	撒播	

*所有样地在一个坡向方向（313°），并均埋设有 3 根 2 m 长 TRIME 管，受测试条件限制各个样地测试深度不一；欧李于 2017 年春季种植，当年有过 4 次浇灌，之后再无灌溉。

表 3 中沟流域样地信息

样地	经纬度	林龄	样地类型	地貌部位	坡向	坡度	密度（株·hm ⁻² ）	平均胸径（cm）	平均树高（m）	郁闭度	导管数量（根）	测管埋设深度（m）
1 号	35°20'25"N 107°31'2"E	35 年	刺槐	梁坡	233°	35°	4,563	7.83	5.63	0.87	3	3
2 号	35°20'32"N 107°31'9"E	30 年	刺槐	塬面	339°	15°	2,196	13.22	11.90	0.82	3	3
3 号	35°20'41"N 107°31'11"E	25 年	刺槐	塬面	332°	13°	750	16.24	13.88	0.8	3	3
4 号	35°20'47"N 107°31'11"E	25 年	刺槐	塬面	9°	2°	1,600	15.66	12.83	0.83	3	3
5 号	35°20'44"N 107°31'55"E	20 年	刺槐	沟台	218°	17°	5,400	9.16	11.07	0.86	3	3
6 号	35°20'22"N 107°31'6"E	35 年	刺槐	梁坡	227°	16°	3,780	11.54	8.36	0.82	2	2
7 号	35°21'1"N 107°31'36"E	25 年	刺槐	塬面	341°	8°	1,227	15.50	14.46	0.8	2	3
8 号	35°20'56"N 107°31'34"E	25 年	刺槐	塬面	216°	2°	1,625	16.94	13.24	0.79	2	3
9 号	35°20'51"N 107°31'33"E	25 年	刺槐	塬面	247°	18°	1,000	14.20	11.96	0.82	2	3

续表

样地	经纬度	林龄	样地类型	地貌部位	坡向	坡度	密度 (株·hm ⁻²)	平均 胸径 (cm)	平均 树高 (m)	郁闭度	导管数 量 (根)	测管埋设 深度 (m)
10 号	35°20'10"N 107°31'7.5"E	25 年	刺槐	梁坡	255°	29°	3,550	6.15	7.6	0.88	2	3
11 号	35°20'42"N 107°31'8.5"E		撂荒 草地	塬面	239°	22°					2	2
12 号	35°20'44"N 107°31'2"E		撂荒 草地	梁坡	225°	35°					3	3
13 号	35°20'43"N 107°31'53"E		撂荒 草地	沟台	257°	10°					2	3

4 土壤水分观测

土壤含水量测定通常采用土壤水分速测仪（TRIME-PICO）及烘干法分别测定土壤体积含水量与土壤重量含水量^[15]。

土壤体积含水量测定

仪器：土壤水分速测仪、TRIME 管

方法：头一年将 TRIME 管埋设到所选的样地中，率定后于次年 4 月中下旬树木萌发开始到 11 月初叶落这个完整的生长季，每隔 15 天测定一次，雨后加测。

原理：根据探测器发出的电磁波在具有不同介电常数的物质中传输时间的不同，计算被测物的含水量。测定深度各样地不一，最大测试深度为 300 cm，每隔 20 cm 读取一个数据并做记录，与土钻观测同步。

采用土壤水分速测仪测量土壤含水量的优点是操作简便，测量速度快，可连续测量；既可测量土壤表层水分，也可用于测量剖面水分；且测量数据易于处理。但 TRIME 管埋设的头三个月会对土体产生扰动而不宜测量。



图 3 土壤水分速测仪观测



图 4 中沟小流域实验样地



图 5 纸坊沟小流域实验样地

5 数据结果与分析

将 2018 年同一时期中沟小流域人工刺槐林与纸坊沟小流域欧李灌木林及中沟林间撂荒草地与纸坊沟荒草坡土壤水分进行对比得出：

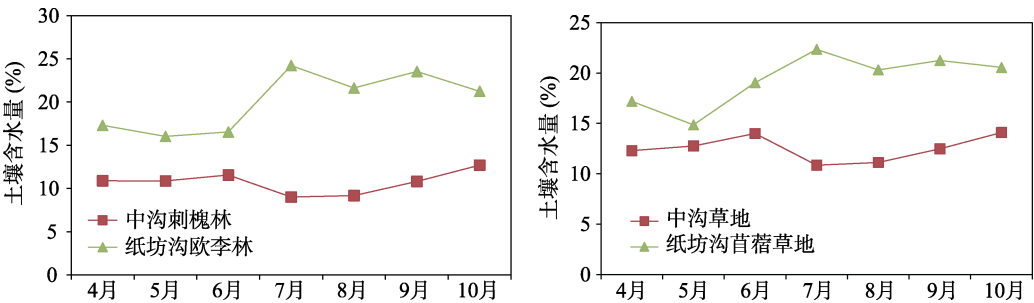


图 6 人工刺槐林与欧李灌木林土壤含水量对比图 图 7 中沟草地与纸坊沟草地土壤含水量对比图

纸坊沟欧李林的土壤含水量高于中沟刺槐林的土壤含水量；中沟刺槐林土壤含水量在 4–6 月份略有上升，6–7 月份呈下降态势，进入 8 月缓慢上升；而纸坊沟欧李林在 4 到 5 月份土壤含水量是略有下降，5–7 月呈现急速上升状态，然后呈下降–上升–下降的动态；中沟刺槐林土壤含水量在 7 月为最小值 9.01%，纸坊沟欧李林土壤含水量却在 7 月达到最大值 24.22%。

纸坊沟苜蓿草地的土壤含水量也高于中沟草坡的土壤含水量；中沟草地土壤含水量在 4–6 月份缓慢上升，6–7 月份明显下降，然后逐渐上升；而纸坊沟苜蓿草地在 4–5 月份土壤含水量是明显下降的，5–7 月份表现为快速上升；同样，中沟草地土壤含水量在 7 月达最低值 10.86%，纸坊沟草坡土壤含水量则在 7 月达到最高值 22.35%。

2018 年同一时期纸坊沟流域不同植被下撂荒地土壤含水量和中沟流域不同地貌类型下撂荒地土壤含水量动态示于图 8 和图 9。

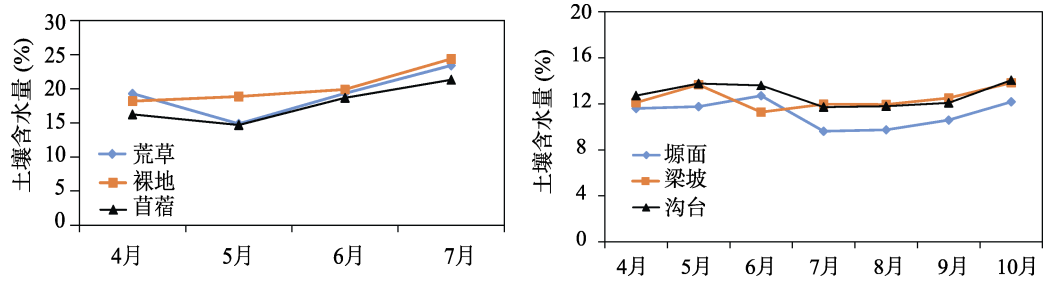


图 8 纸坊沟流域不同植被下撂荒地土壤含水量对比图

图 9 中沟流域不同地貌类型下撂荒地土壤含水量对比图

纸坊沟流域裸地土壤含水量明显高于荒草地和苜蓿地，荒草地和苜蓿地土壤含水量变化趋势一致，均先下降再上升，其中荒草地土壤含水量略高于苜蓿地土壤含水量。不同植被下撂荒地土壤含水量均在 7 月份达到峰值；

中沟流域沟台撂荒地土壤含水量高于塬面和梁坡。不同地貌类型下撂荒地含水量均呈现先上升再下降的“S”型波动。沟台和塬面土壤含水量变化 4–6 月份上升，6–8 月份下降，8–10 月又上升，变化趋势基本一致，梁坡土壤含水量变化为：更早的在 5 月份达到第一个峰值，5–6 月土壤水分含量下降，6–10 月土壤水分含量持续缓慢上升最后于 10 月达到第二个峰值。

总之，无论是林地还是草地的土壤含水量均是纸坊沟大于中沟，其原因可能与纸坊沟

小流域内的径流小区均位于流域下游并靠近谷底有关,在下一步的研究中已考虑在纸坊沟上游不同坡位构建新的径流观测场。

作者分工: 邸利对实验的布设与数据集的开发做了总体设计;吴贤忠协助实验设计与野外观测布设;张立俞、任艺彬、倪帆主要负责数据分析;王安民、汝海丽、赵子龙、吴雷、张瑞峰等负责数据采集;邸利、张立俞、张军、吴贤忠进行数据验证并撰写数据论文。

参考文献

- [1] 许鹏辉,陈云明,吴芳.黄土丘陵半干旱区退化刺槐林不同改造方式效果分析[J].西北林学院学报,2009,24(4): 109–113.
- [2] 刘潇潇,何秋月,闫美杰等.黄土丘陵区辽东栎群落优势种和主要伴生种树干液流动态特征[J].生态学报,2018,38(3): 4744–4751.
- [3] 张军,邸利,李小英等.陇东黄土高原中沟小流域土壤水分实测数据集(2018)[J].全球变化数据学报,2019,3(4): 349–355.
- [4] 刘建立,程丽莉,余新晓.乔木蒸腾耗水的影响因素及研究进展[J].世界林业研究,2009,22(4): 34–40.
- [5] 邵明安,贾小旭,王云强等.黄土高原土壤干层研究进展与展望[J].地球科学进展,2016,31(1): 14–22.
- [6] 王力,邵明安,王全九等.黄土高原子午岭天然林与刺槐人工林地土壤干化状况对比[J].西北植物学报,2005(7): 1279–1286.
- [7] Jia, X. X., Shao, M. A., Zhu, Y. J., *et al.* Soil moisture decline due to afforestation across the Loess Plateau, China [J]. *Journal of Hydrology*, 2017, 546: 113–122.
- [8] 张立俞,邸利,吴贤忠等.陇东黄土高原中沟小流域人工刺槐林地-退耕草坡样地土壤含水量实测数据集(2017–2019)[J/DB/OL].全球变化数据仓储电子杂志,2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.10.V1>.
- [9] 张立俞,邸利,吴贤忠等.陇东黄土高原纸坊沟小流域四种植被下土壤含水量实测数据集(2017–2019)[J/DB/OL].全球变化数据仓储电子杂志,2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.11.V1>.
- [10] 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).
- [11] 王明玉,王百田.不同水土保持措施对黄土高原小流域年径流和产沙的影响——以平凉纸坊沟为例[J].林业科学,2016,52(8): 10–20.
- [12] 韩芬,任烨,王安民等.甘肃泾川中沟流域刺槐林地土壤水分对降雨的响应关系[J].农业科技与信息,2015(1): 31–33.
- [13] 景贵阳.陇东黄土高原人工刺槐林枯落物层和土壤层生态水文功能研究[D].兰州:甘肃农业大学,2017.
- [14] 景贵阳,邸利,王安民等.甘肃泾川不同林龄人工刺槐林的土壤水分物理特性及渗透性研究[J].四川农业大学学报,2017,35(2): 193–198.
- [15] 中华人民共和国国家标准《森林生态系统长期定位观测方法》(GB/T33027—2016)简介[J].温带林业研究,2018,1(1): 6, 36.