

和田绿洲、水系、流域山区部分及高程 分类数据集的内容与研发

林敬梧^{1,2,3}, 桂东伟^{1,2,3*}, 张思源^{1,3}, 刘 闯⁴

1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 策勒 848300

4. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

摘 要: 绿洲作为干旱区的非地带性地理单元, 承载着干旱地区居民的生产和生活, 对于该地区的社会经济发展具有无可替代的重要意义。本研究以 Google Earth Pro 上的遥感影像为主要数据来源, 通过目视解译制作了 2015 年和田河绿洲和水系数据, 同时运用数字高程模型 (DEM) 和 ArcGIS 水文分析工具, 获取了和田河流域山区部分的范围和高分分类数据。研究结果显示, 和田绿洲的总面积为 4,820.94 km², 流域山区部分的面积为 40,812.80 km²。利用六边形格网法对数据进行精度检验, 得到准确率为 96.58%。数据集包括以下内容: (1) 和田绿洲的边界数据; (2) 滋养和田绿洲的水系数据; (3) 流域山区部分的边界数据; (4) 流域山区部分的高程分类数据。这些数据集共包含 49 个数据文件, 以 .kmz、.shp 和 .tif 数据格式存储, 总数据量为 91.40 MB (已压缩成 5 个文件, 总计 45.80 MB)。

关键词: 绿洲; 和田; 水系; 流域; 高程

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.03.10>

CSTR: <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2023.03.10>

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.2020.09.13.V1> 和 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2020.09.13.V1>.

<https://doi.org/10.3974/geodb.2022.07.02.V1> 和 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2022.07.02.V1>.

1 前言

干旱区是地球地理构成的一个重要方面, 约占全球陆地面积的 45%^[1]。这些地区降水

收稿日期: 2023-03-10; 修订日期: 2023-07-26; 出版日期: 2023-09-25

基金项目: 国家自然科学基金 (42361144792, 42171042)

*通讯作者: 桂东伟, 中国科学院新疆生态与地理研究所, guidwei@ms.xjb.ac.cn

数据引用方式: [1] 林敬梧, 桂东伟, 张思源等. 和田绿洲、水系、流域山区部分及高程分类数据集的内容与研发[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(3): 314–320. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.03.10>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2023.03.10>.

[2] 桂东伟, 薛杰, 刘毅等. 和田绿洲——全球变化数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.13.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2020.09.13.V1>.

[3] 桂东伟, 李伯骥, 张思源等. 和田河上游水系、流域 (山区) 及高程分类数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2022. <https://doi.org/10.3974/geodb.2022.07.02.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2022.07.02.V1>.

稀少而蒸发量大,生态环境非常脆弱,对气候变化和人类活动极其敏感^[2]。绿洲是干旱地区自然与人文相结合的特殊景观,干旱区以荒漠为景观基质,绿洲为景观镶嵌。中国是世界上绿洲面积最大的国家^[3],绿洲覆盖区域广,类型复杂多样。绿洲以丰富的水源、肥沃的土壤和茂盛的植被与干旱贫瘠的环境形成鲜明对比,在中国西北干旱地区发挥着重要作用。绿洲不仅是干旱地区粮食和棉花等的重要生产基地,还扮演了自然资源加工中心的角色^[4]。同时,绿洲作为人类定居和活动的中心,是城市定位的首选,容纳了干旱地区 95%以上的人口,并为社会财富的创造贡献了超过 90%的产出^[5]。

因此,绿洲已成为干旱地区研究的热点和关注的焦点。但由于绿洲学科发展较晚且相对小众的特点,绿洲的概念一直没有明确,不同的研究者出于不同的研究目的和需求往往对绿洲提出不同的定义^[6-8],导致绿洲的精确分布一直受到基础记录不清和数据差异较大的困扰,阻碍了绿洲学科的发展。本文通过综合比较各种观点,结合遥感图像和实地调查数据中的绿洲特征,最终本文明确了绿洲必须具备以下三个特征:(1)存在于干旱和半干旱地区,(2)位于荒漠基质上,(3)有稳定的水源供给,形成一定植被覆盖或经济生产力的异质性景观单元。

绿洲的准确定义是确定其空间范围以及与荒漠背景区分的基础,是进行绿洲边界范围提取的依据。在明确绿洲的定义后,本文基于高精度遥感影像、地形数据等多源数据,以和田绿洲为例,对和田绿洲及其和田河流域的空间范围进行了精确定位和界定,研发出《和田绿洲、水系、流域山区部分及高程数据集》。这一数据集不仅对和田地区的发展和规划提供了数据支持,还为未来中国其他地区绿洲数据集的制作和出版奠定了基础和明确了方向。

2 数据集元数据简介

《和田绿洲、水系、流域山区部分及高程数据集研发》^[9,10]的名称、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 数据研发方法

3.1 研究区概况

和田地区是新疆维吾尔自治区的 5 大地区之一,拥有悠久的历史,以产出优质的和田玉而著名,在新疆的经济中占有重要地位。和田地区是多民族聚居区,维吾尔族、汉族等多民族文化在这里相互交融,为古代丝绸之路要冲,对于新疆的历史文化传承具有重要价值。该地区夏季炎热少雨,冬季干燥寒冷,属于极端干旱地区^[10]。和田绿洲又称和-墨-洛绿洲,是昆仑山北坡最大的绿洲。如图 1 所示,和田绿洲地处塔里木盆地的南缘,被天山山脉和帕米尔高原环绕,面向广袤的塔克拉玛干沙漠。和田绿洲经过长期的人类活动和开发利用,大部分区域已从自然绿洲转变为人工绿洲。和田绿洲是和田地区人民社会经济活动的主要依托,无论是进行农业生产还是工业建设都需要以绿洲为基底。

3.2 数据来源与研发方法

本研究的数据主要包括和田绿洲数据、和田水系数据、和田河流域山区部分范围数据

表 1 《和田绿洲、水系、流域山区部分及高程数据集》元数据简表

| 条 目 | 描 述 |
|-----------|--|
| 数据集名称 | 和田绿洲——全球变化数据大百科辞条/ 和田河上游水系、流域（山区）及高程分类数据集 |
| 数据集短名 | HotanOasis/HotanUpperRiverBasinElvc |
| 作者信息 | 林敬梧，中国科学院新疆生态与地理研究所，linjingwu21@ms.xjb.ac.cn 桂东伟，中国科学院新疆生态与地理研究所，guidwei@ms.xjb.ac.cn 张思源，中国科学院新疆生态地理研究所，zhangsy@ms.xjb.ac.cn 刘闯，中国科学院地理科学与资源研究所，lchuang@igsnr.ac.cn |
| 地理区域 | 新疆和田地区 |
| 数据年代 | 2015 年 |
| 数据格式 | .kmz、.shp、.tif |
| 数据量 | 91.40 MB（压缩后为 45.80 MB） |
| 数据集组成 | （1）和田绿洲边界数据；（2）滋养和田绿洲的水系数据；（3）流域山区部分的边界数据；（4）流域山区部分高程分类数据。 |
| 基金项目 | 国家自然科学基金（42361144792，42171042） |
| 数据计算环境 | ArcGIS |
| 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 | （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 ^[9] |
| 数据和论文检索系统 | DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS |

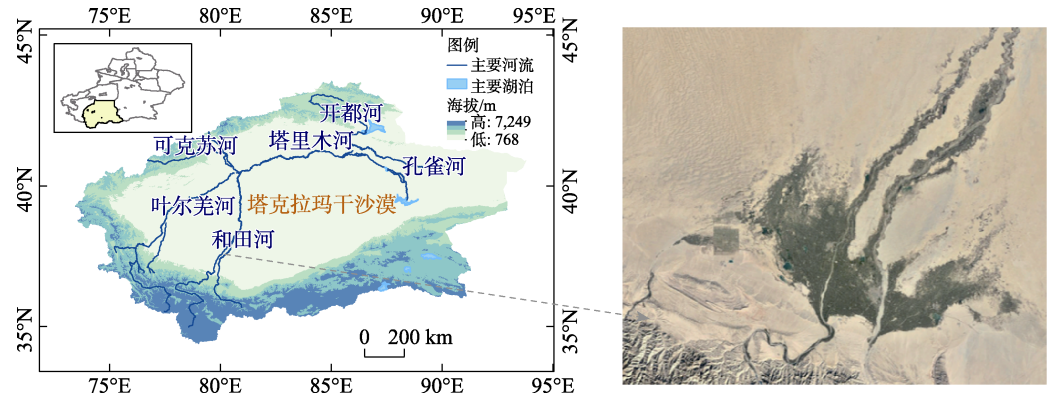


图 1 和田地区位置及和田绿洲遥感影像图

及高程分类数据。绿洲、和田水系的数据来源于 Google Earth Pro 上的遥感影像数据。该数据集由 DigitalGlobe、EarthSat、SPOT 等多个商业图像提供商或政府机构提供，形成多套卫星地图数据，具有不同的缩放级别，地理覆盖面很广，光学传感器空间分辨率高（可达亚米级水平）。这有利于我们能够获取高质量、详细的和田地区地理信息数据，用于进一步的分析和提取。

虽然目前已有一些自动^[11]或半自动^[12]的方法用于地物提取,但由于绿洲内植被类型的空间异质性和绿洲边界模式的多样性,提取的精度往往不高。所以我们采用目视解译的方法对绿洲数据和水系数据进行提取,以确保数据的高精度和高质量。首先,我们选择了2015年夏季的遥感图像进行绿洲边界的提取。因为夏季是绿洲内植被生长最为茂盛的季节,且没有积雪覆盖,绿洲与荒漠之间的差异最为明显,有利于利用图像特征区分不同的地物类型。其次,我们在 Google Earth Pro 上将图像放大到最大级别,最低要求为视图高度低于 1.5 km,空间分辨率小于 1 m。接着,我们根据实际地面情况,判断不同地物类型,使用测绘功能来设置控制点,并将绘制好的绿洲边界和水系数据保存为 .kmz 文件。随后,我们将 .kmz 文件导入到 ArcGIS 中,并将其转换为 .shp 格式的矢量文件,以便进行后续的地理信息分析和处理。在 ArcGIS 中,我们进行了详尽的空间拓扑关系检查,包括连接悬浮点、消除多余的线段以及纠正多边形几何变形等问题,从而保证数据的一致性和准确性。最后,我们将绿洲数据 Polyline 文件转换为 Polygon 文件,在属性表中添加中英文名称,面积,长度等信息,并删除了面积不足 0.01 km² 的斑块,以更好地表示绿洲和空间范围和地理特征。

和田河流域山区部分范围数据及高程分类数据由 ASTER GDEM 30 m 产品研发而来,源自地理空间数据云网站¹。流域的提取过程依赖于 ArcGIS 软件中的水文分析工具,具体过程如下:首先,对和田地区 DEM 表面进行填洼,防止水流方向分析时因凹陷区域的存在产生不合理甚至错误的水流方向。然后,计算栅格中每个像元的水流方向并生成汇流累积量。接着利用栅格计算器,设置计算表达式为 Con(“DEM_流量”>1000,1),生成河网栅格数据。然后,将生成的栅格河网转为矢量格式,并设置出水口,就能得到粗略的和田河流域范围。最后,将得到的粗略流域范围导入到 Google Earth Pro 作为基准线,根据影像上山区部分的地形绘制出高精度的和田河流域山区部分边界数据。高程分类数据的制作则是先在得到和田河流域山区部分范围后,以其为掩膜对 DEM 数据进行提取。然后,通过叠加河流数据,并根据“水往低处流”的自然法则对异常的像素值进行修正。最后,在 ArcGIS 中利用栅格重分类工具以 500 m 为间隔对和田河流域山区部分高程数据进行分类。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

数据集共包含 49 个数据文件,以 .kmz、.shp 和 .tif 数据格式存储,总数据量为 91.40 MB (已压缩成 5 个文件,总计 45.80 MB)。

4.2 数据结果

如图 2 所示,和田绿洲的具体地理位置为 36°55'45"N-37°55'11"N, 78°3'11"E-80°32'52"E。2015 年和田绿洲基于 Albers 投影计算的总面积为 4,820.94 km²,基于 Lambert 投影计算的总周长为 2,358.08 km。和田地区的各个县中,和田绿洲主要在墨玉县(34.32%),其次是

¹ 地理空间数据云网. <http://www.gscloud.cn/>.

和田县(28.46%)和洛浦县(20.71%),而和田市(8.40%)、昆玉市(5.08%)和皮山县(3.03%)面积较小。

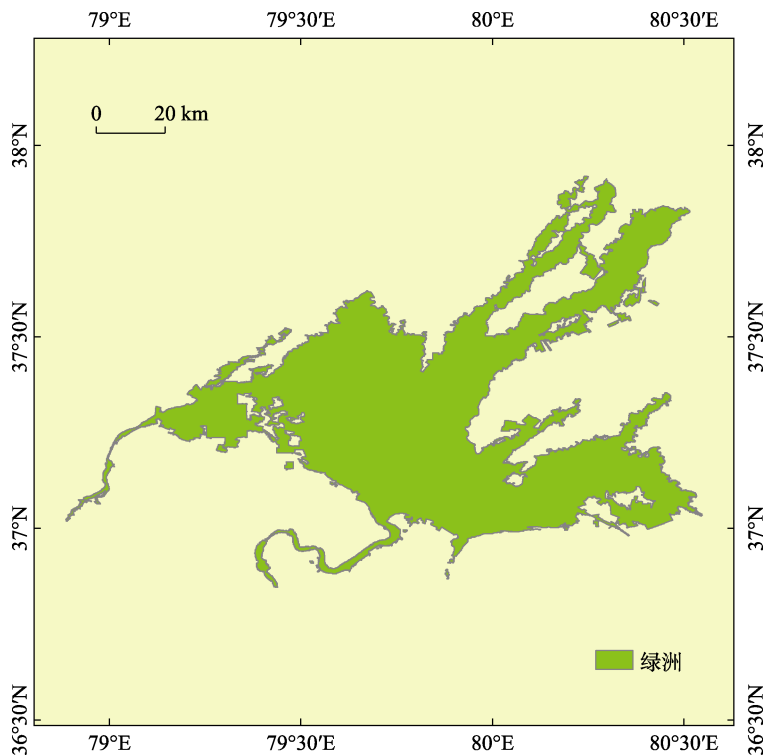


图 2 和田绿洲范围数据可视化图

有水是绿洲，无水为荒漠。和田绿洲的生存和发展主要依赖来源于昆仑山上的高山冰雪融水和少量大气降水组成的和田河地表径流。和田河及其支流是形成和田绿洲的核心驱动因素，它的空间变化对和田绿洲空间分布具有重要影响。和田河水系主要由东西两支流组成：东支玉龙喀什河（简称玉河）发源于昆仑山北麓，长为 554.84 km；西支喀拉喀什河（简称喀河）发源于喀喇昆仑山北麓，长为 797.21 km。以两源为中线，次级河流及灌溉渠道为纽带,在昆仑山口冲积平原处灌溉出和田绿洲景观。如图 3 所示，和田河流域山区部分的地理位置是 34°50′40″N–37°11′37″N，77°23′55″E–81°40′52″E。该流域山区部分的面积为 40,812.80 km²，边界长度为 1,829.46 km。和田河流域山区部分高程从低到高分为 12 类，最低处<1,500 m，最高处>6,500 m。

4.3 数据集验证

我们采用了一种通常用于验证遥感分类准确性的方法验证和田绿洲数据集的精度。首先，构建了一个 500 m × 500 m 的六边形网格以覆盖所有和田绿洲区域。随后，根据每个六边形网格单元内绿洲覆盖面积的比例随机生成了不同数量的验证点：其中 0%–20%覆盖面

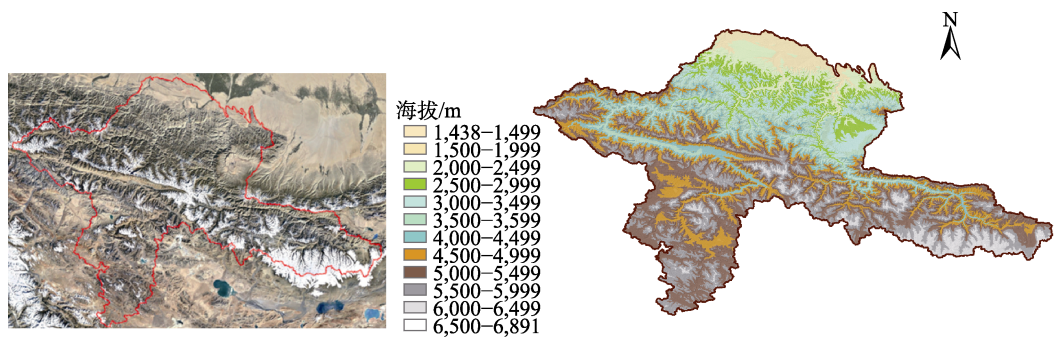


图 3 和田河流域山区部分范围及高程分类图

积比例的区域生成 5 个点，20%–40%区域生成 10 个点，41%–60%区域生成 15 个点，61%–80%区域生成 20 个点，80%–100%区域生成 25 个点。接着，提取每个验证点的经纬度坐标并确定它们是否位于数据集指定的绿洲区域后，我们将这些点导入 Google Earth Pro，以直观地判断它们是否真的是绿洲。如图 5 所示，经过这一过程，最终生成了 332 个格网，评估了 5,549 个点，并且共有 5,359 个点被正确归类为绿洲，准确率达到 96.58%。

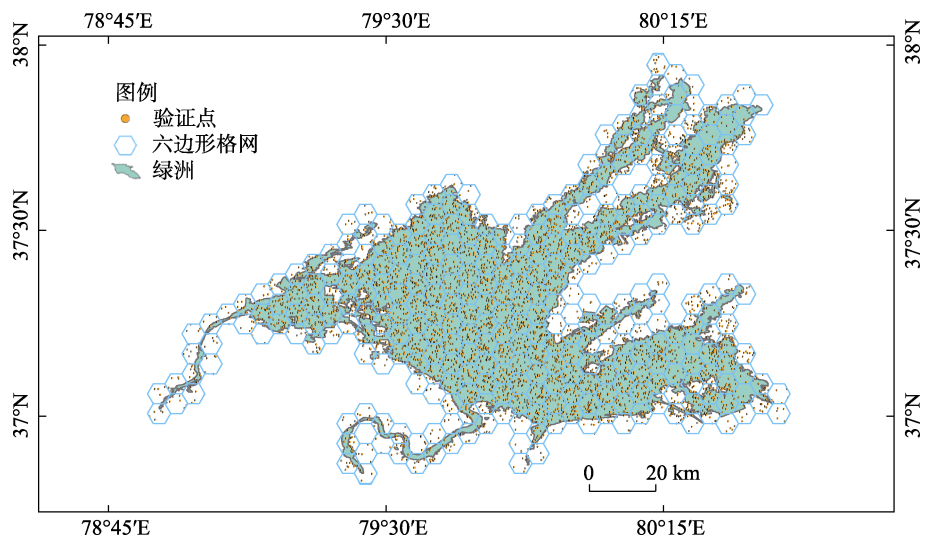


图 4 六边形格网及验证点分布图

5 讨论和总结

本研究基于 Google Earth Pro 影像和 DEM 数据构建了和田绿洲、水系、流域山区部分及高程分类数据集。该数据集是中国第一个绿洲高精度数据集，精细刻画了 2015 年和田绿洲的空间分布，推动了绿洲研究从定性向量化发展。研究表明，2015 年和田河绿洲的面积为 4,820.94 km²，和田河流域山区部分的面积为 40,812.80 km²。需要指出的是，本数据集是基于 Google Earth Pro 特定时间影像制作的，使用时可能需要调整影像的时间，以免影像更新导致其与数据集不对应。

作者分工：桂东伟与刘闯对数据集的开发做了总体设计；林敬梧采集和处理了数据；张思源做了数据验证；林敬梧撰写了数据论文等。

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] Právělie, R. J. E-S R. Drylands extent and environmental issues [J]. *A Global Approach*, 2016, 161: 259–278.
- [2] 陈发虎, 黄伟, 靳立亚等. 全球变暖背景下中亚干旱区降水变化特征及其空间差异[J]. *中国科学: 地球科学*, 2011, 41(11): 11–27.
- [3] Liu, X., Wang, Y., Xin, L., *et al.* China's oases have expanded by nearly 40% over the past 20 years [J]. *Land Degradation and Development*, 2022, 33(18): 3817–3828.
- [4] 韩德林. 新疆人工绿洲[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.
- [5] Gui, D. W., Zeng, F. J., Lei, J. Q., *et al.* Suggestions for sustainable development of the oases in the South Rim of Tarim Basin [J]. *Journal of Desert Research*, 2016, 36(1): 6–11.
- [6] 贾宝全. 绿洲景观若干理论问题的探讨[J]. *干旱区地理*, 1996, 19(3): 8–15.
- [7] 申元村, 汪久文, 伍光平等. 中国绿洲[M]. 郑州: 河南大学出版社, 2001.
- [8] 陈曦, 罗格平. 干旱区绿洲生态研究及其进展[J]. *干旱区地理*, 2008, 26(4): 7–15.
- [9] 桂东伟, 薛杰, 刘毅等. 和田绿洲——全球变化数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.09.13.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2020.09.13.V1>.
- [10] 桂东伟, 李伯驊, 张思源等. 和田河上游水系、流域(山区)及高程分类数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2022. <https://doi.org/10.3974/geodb.2022.07.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2022.07.02.V1>.
- [11] 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/geodb.2021.10.01.V1>.
- [12] 董弟文. 城镇化背景下的和田绿洲时空演变分析[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2019.
- [13] Yao, J., Wu, J., Xiao, C., *et al.* The classification method study of crops remote sensing with deep learning, machine learning, and Google Earth engine [J]. *Remote Sensing*, 2022, 14(12): 2758.
- [14] Cheng, Y., Wang, W., Ren, Z., *et al.* Multi-scale Feature Fusion and Transformer Network for urban green space segmentation from high-resolution remote sensing images [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2023, 124: 103514.