

# 世界绿洲分布数据与编目

桂东伟<sup>1,2\*</sup>, 林敬梧<sup>1,2</sup>, 刘云飞<sup>1,3</sup>, 刘琦<sup>1,3</sup>, Sameh Kotb Abd-Elmabod<sup>4</sup>,  
Zeeshan Ahmed<sup>1,3</sup>, 刘闯<sup>5\*</sup>

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. Soils & Water Use Department, Agricultural and Biological Research Institute, National Research Centre, Cairo 12622, Egypt;
5. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

**摘要:** 绿洲是干旱区荒漠基质上因稳定水源驱动形成的非地带性地理单元, 是干旱区生物的重要栖息地, 也是人类生产生活的基地和人类文明的重要载体。绿洲在维护干旱区陆地生态系统的稳定、防止土地退化、调节局部气候以及提升生态福祉等方面发挥着关键作用。目前全球绿洲分布数字化的基础性研究和工作尚未开展, 不利于绿洲科学的发展。为弥补这一缺失, 本研究基于 Google Earth Pro 平台提供的高分辨率遥感影像数据, 采用目视解译技术人工提取了全球绿洲的分布及边界范围, 构建了以 2020 年为基准年的全球绿洲数据集, 并系统性地首次完成全球绿洲编目工作。数据集共包含 54 个数据文件, 由全球变化科学研究数据出版系统世界数据中心出版并提供共享服务, 向全世界开放。研究结果显示, 全球绿洲 5 个大洲均有分布, 其中包括 54 个国家, 总面积为 2,482,193.27 km<sup>2</sup>, 总数量为 4,850 独立绿洲分布区(块)。其中, 绿洲面积最大的国家为中国, 面积为 275,535.39 km<sup>2</sup>, 数量为 1,398 块。基于这一高精度数据, 选取绿洲所在的大洲、国家、河流和绿洲面积这四个最能体现绿洲特征的属性, 对全球绿洲进行编码, 每个大于 1 km<sup>2</sup> 的绿洲都被赋予唯一的 ID, 有了明确的“身份”, 填补了绿洲编目的空白。未来通过定期更新编目信息, 可以精准捕捉绿洲的扩张、萎缩等动态过程, 为科学评估生态系统健康状况和演变趋势提供量化依据。

**关键词:** 绿洲; 世界; 空间分布; 编目; 数据集

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.01>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.01>

## 1 前言

干旱区是地球地理格局的重要组成部分, 覆盖全球约 41% 的陆地面积, 支撑着超过 25 亿人口的生存<sup>[1]</sup>。绿洲作为干旱区独特的自然-人文复合景观<sup>[2]</sup>, 是在荒漠基质上因稳定水源形成的异质性地理单元<sup>[3]</sup>, 具有重要的生态、社会和文化价值, 在维持生物多样性、保持生态完整性以及传承丰富文化遗产方面发挥着不可替代的作用<sup>[4]</sup>。绿洲的稳健不仅关系

收稿日期: 2025-06-05; 修订日期: 2025-08-27; 出版日期: 2025-09-25

基金项目: 中国人与生物圈国家委员会(2023); 新疆维吾尔自治区(2023TSYCLJ0049); 国家自然科学基金(42361144792)

\*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](mailto:guidwei@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](mailto:lchuang@igsnr.ac.cn)

引用方式: 桂东伟, 林敬梧, 刘云飞等. 世界绿洲分布数据与编目[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(3): 247-261.  
<https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.01>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.01>.

到当地居民的福祉，也直接影响区域生态系统健康与经济可持续发展<sup>[5]</sup>。鉴于绿洲高度的地方特异性，迫切需要全球性的保护策略，这与联合国教科文组织（UNESCO）、联合国环境规划署（UNEP，2002）、千年生态系统评估（MA，2005）以及最新的全球生物多样性与生态系统服务平台（IPBES，2019）倡导的方法论相吻合<sup>[6]</sup>。

然而，目前关于全球绿洲的研究仍存在明显不足，其中最突出的问题是当我们都在强调绿洲重要性、绿洲生态安全与可持续发展等研究时，全球绿洲分布底账这一基础性问题仍然没有厘清，存在绿洲分布底账不清、数据不明等问题。目前的绿洲分布数据多集中于某些特定流域<sup>[7,8]</sup>或国家<sup>[9,10]</sup>，全球尺度上绿洲的数量、面积及空间分布到底是什么？目前仍然不清。更值得一提的是，现阶段可开放共享的全球绿洲分布数据仍然缺失，严重制约了绿洲科学的定量研究与系统性发展。

对特定地理单元进行分类与编目是地理学研究的基础，是理解其空间分布与演化规律的重要前提<sup>[11]</sup>。绿洲这一干旱区非地带性地理单元，同样需要开展编目工作，其本质是建立“绿洲户口簿”的过程，详尽记录每个绿洲的地理位置、范围及水文等核心生态要素。这为理解绿洲生态系统的结构、功能以及其与周边荒漠环境的相互作用提供了基础、客观的本底数据。在更大景观尺度上，绿洲编目能够揭示分散绿洲斑块之间的潜在联系，为生态廊道规划、物种迁移与基因交流提供科学依据，从而增强区域生态网络的连通性与韧性<sup>[12]</sup>，有效应对气候变化引发的生境碎片化风险。然而因绿洲底账数据不清，全球绿洲编目工作也一直没有开展，该工作的缺失实际上导致绿洲科学系统的不完整，不利于绿洲科学的深入发展。

因此，本研究以2020年为基准年，利用Google Earth Pro夏季高精度遥感影像为主要数据来源，通过目视解译方法提取绿洲边界，历时5年，经过30余名地理工作者的不懈努力，最终构建了世界绿洲高精度数据集，全面厘定了全球绿洲的确切数量和面积。这不仅为全球绿洲提供了可靠的基线信息，也为后续生态研究和管理实践提供了坚实基础。基于这一高精度数据集，确定编码规则后系统性开展了世界绿洲的编目工作，开拓性地填补了绿洲编目工作的空白。更为关键的是全球绿洲分布数据及绿洲编目全面响应“开放科学”倡议，实现完全免费开放共享，这对完善和丰富绿洲科学有重要意义。

## 2 数据来源与研发方法

### 2.1 数据来源

本研究的数据来源主要包括遥感影像数据、世界干旱区分区数据、世界国家行政边界数据、全球流域数据、全球植被覆盖数据。遥感影像数据主要来自Google Earth Pro，空间分辨率较高，大部分数据空间分辨率为米级，部分数据可达亚米级水平。世界干旱区分区数据来源于联合国环境规划署世界保护监测中心<sup>1</sup>，为干旱区的区域划分提供了权威依据。世界国家行政边界数据来源于全球行政区划数据库<sup>2</sup>，该数据库提供了全球各国及地区的详细行政边界信息。全球流域数据来源于*Scientific Data*期刊发布的关联数据集<sup>[13]</sup>，涵盖了全球范围内的流域信息。全球土地覆盖数据来源于欧洲航天局提供的全球土地覆盖

<sup>1</sup> WCMC. <https://www.wcmc.org.uk/>.

<sup>2</sup> GADM. <https://gadm.org/>.

产品<sup>3</sup>，其空间分辨率为 10 m，这些数据支持了本研究土地利用与环境变化的监测与分析。

## 2.2 数据提取方法

尽管当前已有研究提出半自动<sup>[14,15]</sup>或全自动<sup>[16,17]</sup>的地物提取方法，但这些技术在应对绿洲内部植被类型的空间异质性（如不同作物类型、灌木与乔木的混合分布）以及绿洲边界模式的形态多样性时（如河流边缘的渐变过渡带、农田与荒漠的交错带等复杂场景），仍存在分类精度不稳定、边界模糊等问题。为确保绿洲边界数据的一致性与高质量，最终选择了目视解译方法为主<sup>[18]</sup>，结合地理信息系统的空间校验，构建了严谨的技术流程（图 1）。首先，选择 2020 年夏季遥感图像。因为该时期绿洲内部植被生长茂盛，叶面积指数较高，且无积雪干扰，为目视解译提供了高对比度的视觉基础。其次，通过 Google Earth Pro 平台对影像进行多级缩放，要求为视角海拔高度低于 1.5 km，空间分辨率优于 1 m，以清晰呈现绿洲边缘的细节特征（如植被树冠形态、农田边界等）。接着，根据实际地面情况，以植被覆盖数据为辅助，对不同土地利用类型（如水体、裸地、农田、荒漠）进行逐像元判读，利用平台测绘工具精确设置控制点，并将绿洲边界以 .kmz 格式导出。随后，将 .kmz 文件导入到 ArcGIS10.8 中，转换为 .shp 格式的矢量文件后，执行空间拓扑关系检查。最后，将校验后的折线型（polyline）边界数据转换为面状（polygon）多边形文件，在属性表中补充基础地理信息，并剔除面积小于 0.01 km<sup>2</sup> 的微小斑块，以消除噪声干扰，更精准地表征绿洲的整体空间范围与地理特征。

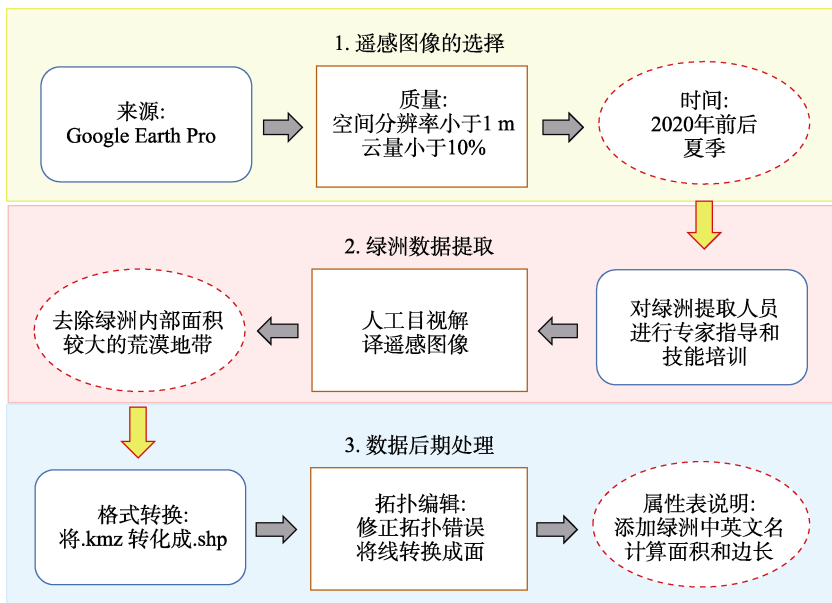


图 1 数据研发技术流程图

## 2.3 编码规则

为实现对全球绿洲的科学识别、分类与管理，本研究设计了一套多层次、多维度的绿洲编码体系，为每块绿洲赋予唯一的 ID。由于面积太小的绿洲易受环境变化的影响，且变

<sup>3</sup> ESA. <https://esa-worldcover.org/>.

化随机性较大,本研究为了提高准确性和实用性,仅选取了面积大于 1 km<sup>2</sup>的绿洲进行编码。在编码字段的选取上,实际上存在多种可能的逻辑设计。例如,可以引入“水源”字段,通过该字段判断绿洲是由地表水还是地下水驱动;或设置“气候属性”字段,以区分绿洲是冷沙漠类型还是热沙漠类型等。但由于这些字段在某些绿洲上难以准确界定,且可能引发歧义,因此最终未选用。经过专家咨询,本研究中绿洲 ID 用大洲、国家、河流和面积这四个最能代表绿洲的属性进行逐级编码(图 2)。

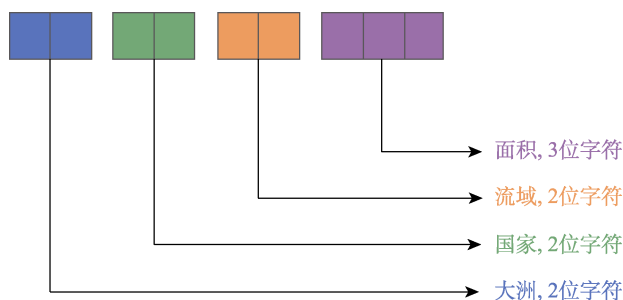


图 2 世界绿洲编码规则示意图

**大洲字段(2字符):**第一级字段也是层级最高字段,通过该字段可直接体现出绿洲分布在哪个大洲。大洲作为高于国家的地理层级,不仅有助于构建清晰的分层体系,还能在统计分析与时空查询中实现由大洲到国家的逐级汇总与下钻,从而显著提升数据聚合与检索的效率。此外,该字段的设置能够有效避免因国家跨洲或特殊地理划分所引发的歧义,减少重复映射逻辑带来的冗余。世界绿洲共分布在亚洲、非洲、北美洲、南美洲及大洋洲,在绿洲 ID 中的编码分别为 AS、AF、NA、SA 和 OA。

**国家字段(2字符):**第二级字段,通过该字段可以进一步明确该绿洲是属于哪个或哪些国家。选取国家为编码字段,旨在突出国家层级在绿洲治理与发展中的核心作用。国家边界明确了绿洲的行政归属和空间范围,为其内部与外部的空间组织奠定了制度基础。世界绿洲分布于 54 个国家,涵盖中国、美国、埃及、巴基斯坦等具有典型绿洲的国家。在编码过程中,每个国家以国际标准化组织(ISO)制定的两位字母英文简称表示,以保证数据结构的规范性和国际化的兼容性。如果一个绿洲横跨多个国家,则该字段的第一位数字代表所跨越的国家数量,第二位字母则依据绿洲所跨越国家的地理位置,按自东北向西南的顺序递增编码(表 1)。

**流域字段(2字符):**第三级字段,通过该字段可以进一步知悉该绿洲隶属于哪个流域。选取流域为编码字段,核心是因为水资源是绿洲的生命之源,在塑造绿洲生态系统、维持植被覆盖和支撑人类社会方面发挥着重要作用。在实际中,一块绿洲通常由一个或者多个流域形成,本研究采用驱动绿洲的最主要流域作为流域字段的标识。流域编码规则参考了全球流域编码的相关成果,并结合绿洲的实际需求进行了适当调整,表 2 为全球流域编码与本研究绿洲编码之间的对应关系。

**面积字段(3字符):**第四级也是最后一级字段,同一个流域往往会孕育出多个绿洲,鉴于有些流域形成的绿洲数量较多,采用 3 字符。同一流域下的绿洲按照面积大小进行排序并编号,即面积最大的绿洲编号为 001,依次类推。通过该字段可以最终确定该绿洲在

表1 绿洲编码中的国家(地区)代码对应表

国家名称	国家代码	国家名称	国家代码
阿尔及利亚	DZ	塔吉克斯坦	TJ
埃及	EG	土耳其	TR
埃塞俄比亚	ET	土库曼斯坦	TM
安哥拉	AO	乌兹别克斯坦	UZ
肯尼亚	KE	叙利亚	SY
利比亚	LY	亚美尼亚	AM
马里	ML	也门	YE
毛里塔尼亚	MR	伊拉克	IQ
纳米比亚	NA	伊朗	IR
苏丹	SD	以色列	IL
索马里	SO	约旦	JO
南非	ZA	中国 & 哈萨克斯坦	2A
阿富汗	AF	土库曼斯坦 & 乌兹别克斯坦	2B
吉尔吉斯斯坦	KG	土库曼斯坦 & 阿富汗	2C
科威特	KW	阿富汗 & 塔吉克斯坦	2D
黎巴嫩	LB	阿富汗 & 伊朗	2E
突尼斯	TN	巴基斯坦 & 伊朗	2F
尼日尔	NE	阿塞拜疆 & 伊朗	2G
尼日利亚	NG	科威特 & 沙特阿拉伯	2H
塞内加尔	SN	叙利亚 & 约旦	2I
乍得	TD	以色列 & 约旦	2J
阿根廷	AR	阿联酋 & 沙特阿拉伯	2K
玻利维亚	BO	阿联酋 & 阿曼	2L
秘鲁	PE	阿曼 & 沙特阿拉伯	2M
智利	CL	沙特阿拉伯 & 也门	2N
美国	US	埃及 & 利比亚	2O
墨西哥	MX	阿尔及利亚 & 突尼斯	2P
澳大利亚	AU	阿尔及利亚 & 摩洛哥	2Q
厄立特里亚	ER	厄立特里亚 & 苏丹	2R
佛得角	CV	埃塞俄比亚 & 索马里	2S
吉布提	DJ	尼日尔 & 马里	2T
喀麦隆	CM	马里 & 毛里塔尼亚	2U
摩洛哥	MA	毛里塔尼亚 & 塞内加尔	2V
阿联酋	AE	纳米比亚 & 南非	2W
阿曼	OM	美国 & 墨西哥	2X
阿塞拜疆	AZ	叙利亚 & 以色列 & 约旦	3A
巴基斯坦	PK	哈萨克斯坦 & 吉尔吉斯斯坦 & 乌兹别克斯坦 & 塔吉克斯坦	4A
巴林	BH	乌兹别克斯坦 & 塔吉克斯坦 & 阿富汗 & 土库曼斯坦	4B
哈萨克斯坦	KZ	土耳其 & 亚美尼亚 & 阿塞拜疆 & 伊朗	4C
卡塔尔	QA	尼日尔 & 乍得 & 喀麦隆 & 尼日利亚	4D
蒙古	MN	伊朗 & 伊拉克 & 科威特 & 土耳其 & 叙利亚 & 黎巴嫩	6A
沙特阿拉伯	SA		

表2 全球流域代码和绿洲编码系统代码对照表

全球流域代码	绿洲 ID 代码	全球流域代码	绿洲 ID 代码
21A	01	53A	27
22B	02	53B	28
23A	03	53D	29
24A	04	53E	30
24B	05	53F	31
24C	06	53G	32
24D	07	53H	33
25A	08	53J	34
25B	09	53K	35
25C	10	54A	36
25D	11	54C	37
25E	12	54D	38
25F	13	54E	39
25G	14	55A	40
25H	15	55B	41
25I	16	56A	42
25J	17	56B	43
42B	18	56C	44
42C	19	64A	45
42F	20	65A	46
42G	21	72B	47
43B	22	72C	48
43C	23	73D	49
45A	24	73I	50
45B	25	75A	51
45C	26		

其流域下的地位。选取该字段，是因为绿洲面积的大小直接决定绿洲的重要性，其不仅是一个空间量化指标，更是生态学、社会学与资源管理交叉意义的重要参数，如绿洲面积的大小决定了其承载生态系统的能力、绿洲面积直接关联到水资源的分布与可利用性等，相较之下，小型绿洲则在水资源配置和承载能力上更为脆弱，容易受到外界环境变化的影响。

### 3 研究结果

#### 3.1 世界绿洲数据集构成

本研究共形成 54 个绿洲数据集<sup>[18-71]</sup>，和 1 个全球绿洲编码表，各数据集以.kmz 和.shp 数据格式存储。全部数据集出版于全球变化科学研究数据出版系统，供全球免费下载。具体数据集列表见表 3。

#### 3.2 世界绿洲洲际分布

如图 3 所示，世界绿洲分布的地理位置为 34°9'5.95"S-50°55'8.14"N, 122°24'35.25"W-110°12'42.16"E，最东端位于澳大利亚的维多利亚州，最西端是美国的加利福尼亚州，最北端在蒙古的乌布苏湖，最南端处于南美洲的安第斯山脉东侧。2020 年全球绿洲基于 Albers

表3 世界绿洲词条出版情况一览表

绿洲名称	DOI	数据量	数据格式
埃及绿洲	10.3974/geodb.2025.02.10.V1	649 MB	.kmz、.shp
埃塞俄比亚绿洲	10.3974/geodb.2025.03.10.V1	22.5 MB	.kmz、.shp
阿尔及利亚绿洲	10.3974/geodb.2025.04.07.V1	730 MB	.kmz、.shp
安哥拉绿洲	10.3974/geodb.2025.04.08.V1	31 MB	.kmz、.shp
利比亚绿洲	10.3974/geodb.2025.04.09.V1	255 MB	.kmz、.shp
马里绿洲	10.3974/geodb.2025.04.10.V1	60.8 MB	.kmz、.shp
毛里塔尼亚绿洲	10.3974/geodb.2025.04.11.V1	94.4 MB	.kmz、.shp
肯尼亚绿洲	10.3974/geodb.2025.04.12.V1	15.1 MB	.kmz、.shp
纳米比亚绿洲	10.3974/geodb.2025.05.03.V1	7.98 MB	.kmz、.shp
南非绿洲	10.3974/geodb.2025.05.04.V1	10.6 MB	.kmz、.shp
苏丹绿洲	10.3974/geodb.2025.05.06.V1	392 MB	.kmz、.shp
索马里绿洲	10.3974/geodb.2025.05.07.V1	12.3 MB	.kmz、.shp
突尼斯绿洲	10.3974/geodb.2025.06.02.V1	180 MB	.kmz、.shp
阿富汗绿洲	10.3974/geodb.2025.06.03.V1	680 MB	.kmz、.shp
吉尔吉斯斯坦绿洲	10.3974/geodb.2025.06.04.V1	249 MB	.kmz、.shp
科威特绿洲	10.3974/geodb.2025.06.06.V1	28.1 MB	.kmz、.shp
黎巴嫩绿洲	10.3974/geodb.2025.06.07.V1	9.20 MB	.kmz、.shp
秘鲁绿洲	10.3974/geodb.2025.06.08.V1	332 MB	.kmz、.shp
智利绿洲	10.3974/geodb.2025.06.09.V1	84.9 MB	.kmz、.shp
阿根廷绿洲	10.3974/geodb.2025.07.05.V1	116 MB	.kmz、.shp
澳大利亚绿洲	10.3974/geodb.2025.07.06.V1	123 MB	.kmz、.shp
玻利维亚绿洲	10.3974/geodb.2025.07.07.V1	7.29 MB	.kmz、.shp
墨西哥绿洲	10.3974/geodb.2025.07.08.V1	262 MB	.kmz、.shp
叙利亚绿洲	10.3974/geodb.2025.07.09.V1	32.6 MB	.kmz、.shp
也门绿洲	10.3974/geodb.2025.07.10.V1	202 MB	.kmz、.shp
以色列绿洲	10.3974/geodb.2025.07.11.V1	21.3 MB	.kmz、.shp
美国西南部绿洲	10.3974/geodb.2025.07.12.V1	1.04 GB	.kmz、.shp
阿联酋绿洲	10.3974/geodb.2025.07.13.V1	52.6 MB	.kmz、.shp
阿曼绿洲	10.3974/geodb.2025.07.14.V1	121 MB	.kmz、.shp
阿塞拜疆绿洲	10.3974/geodb.2025.07.15.V1	11.6 MB	.kmz、.shp
巴基斯坦绿洲	10.3974/geodb.2025.08.05.V1	670 MB	.kmz、.shp
巴林绿洲	10.3974/geodb.2025.08.06.V1	41.6 MB	.kmz、.shp
厄立特里亚绿洲	10.3974/geodb.2025.08.11.V1	28.7 MB	.kmz、.shp
佛得角绿洲	10.3974/geodb.2025.08.12.V1	6.57 MB	.kmz、.shp
吉布提绿洲	10.3974/geodb.2025.08.13.V1	5.03 MB	.kmz、.shp
哈萨克斯坦绿洲	10.3974/geodb.2025.08.14.V1	727 MB	.kmz、.shp

续表 3

绿洲名称	DOI	数据量	数据格式
卡塔尔绿洲	10.3974/geodb.2025.08.15.V1	6.44 MB	.kmz、.shp
蒙古绿洲	10.3974/geodb.2025.08.16.V1	80.9 MB	.kmz、.shp
沙特阿拉伯绿洲	10.3974/geodb.2025.08.17.V1	879 MB	.kmz、.shp
土耳其绿洲	10.3974/geodb.2025.08.18.V1	90.4 MB	.kmz、.shp
土库曼斯坦绿洲	10.3974/geodb.2025.08.19.V1	116 MB	.kmz、.shp
乌兹别克斯坦绿洲	10.3974/geodb.2025.08.20.V1	199 MB	.kmz、.shp
亚美尼亚绿洲	10.3974/geodb.2025.08.21.V1	11.1 MB	.kmz、.shp
伊拉克绿洲	10.3974/geodb.2025.08.22.V1	139 MB	.kmz、.shp
伊朗绿洲	10.3974/geodb.2025.09.03.V1	2.18 GB	.kmz、.shp
约旦绿洲	10.3974/geodb.2025.09.04.V1	40 MB	.kmz、.shp
乍得绿洲	10.3974/geodb.2025.09.05.V1	6.35 MB	.kmz、.shp
喀麦隆绿洲	10.3974/geodb.2025.09.07.V1	1.77 MB	.kmz、.shp
摩洛哥绿洲	10.3974/geodb.2025.09.08.V1	621 MB	.kmz、.shp
尼日尔绿洲	10.3974/geodb.2025.09.09.V1	26.5 MB	.kmz、.shp
尼日利亚绿洲	10.3974/geodb.2025.09.10.V1	19.5 MB	.kmz、.shp
塞内加尔绿洲	10.3974/geodb.2025.09.11.V1	75.8 MB	.kmz、.shp
塔吉克斯坦绿洲	10.3974/geodb.2025.09.12.V1	134 MB	.kmz、.shp
中国绿洲	10.3974/geodb.2025.09.13.V1	763 MB	.kmz、.shp

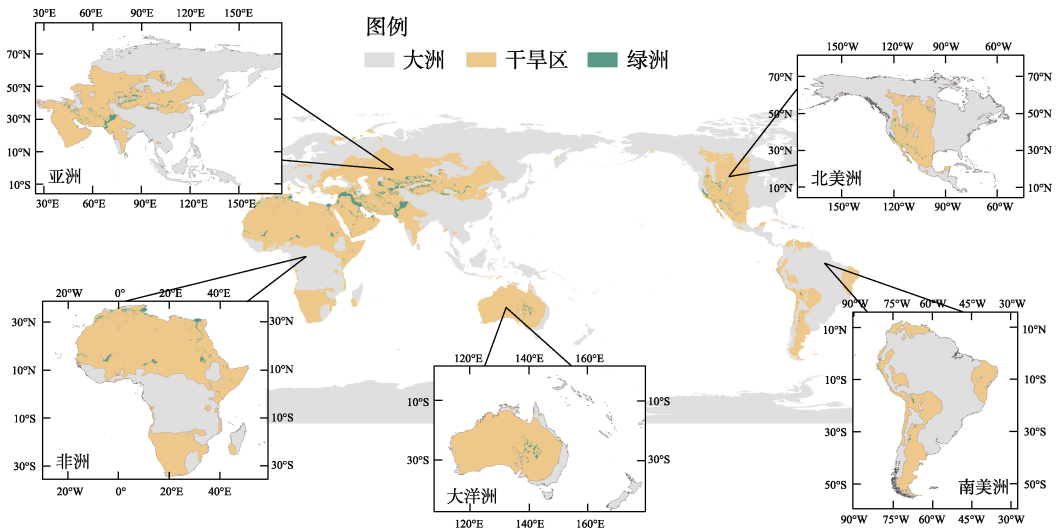


图3 世界绿洲分布图(2020)

投影计算的总面积为 2,482,193.27 km<sup>2</sup>, 总数量为 4,850 块, 其中大于 1 km<sup>2</sup> 的有 3,274 块。

通过对全球各国绿洲数据的系统统计与分析可见, 全球绿洲分布呈现出明显的地域集中特征。从洲际分布来看, 亚洲的绿洲面积最大, 总计 1,666,863.36 km<sup>2</sup>, 占全球总绿洲面

积的 67.15%，同时亚洲的绿洲数量也最多，共计 2,701 块，显示出该地区干旱与半干旱环境中绿洲高度密集的特征。非洲绿洲面积位列第二，总计 432,312.48 km<sup>2</sup>，占比 17.42%，绿洲数量为 1,289 块，多集中分布在撒哈拉沙漠周边地区。北美洲、大洋洲及南美洲的绿洲面积相对较小，分别为 233,638.00 km<sup>2</sup> (9.41%)、93,648.42 km<sup>2</sup> (3.77%) 和 55,731.01 km<sup>2</sup> (2.25%)，其绿洲数量分别为 654、49 和 157 块，数量与面积的比例显示出各洲绿洲在空间分布上存在差异：北美洲绿洲虽数量较多，但面积相对分散；南美洲绿洲面积小而数量中等；大洋洲绿洲面积较大但数量稀少（表 4）。

表 4 世界各洲绿洲面积及数量统计表

大洲	绿洲面积 (km <sup>2</sup> )	绿洲数量
亚洲	1,666,863.36	2,701
非洲	432,312.48	1,289
北美洲	233,638.00	654
大洋洲	93,648.42	49
南美洲	55,731.01	157

### 3.3 世界绿洲国家分布

如表 5 所示，世界绿洲分布面积最大的 10 个国家为：中国、巴基斯坦、伊朗、美国、哈萨克斯坦、伊拉克、乌兹别克斯坦、澳大利亚、埃及和沙特阿拉伯。中国的绿洲面积最大，达 275,535.39 km<sup>2</sup>，数量为 1,398 块，分布广泛，尤其在西部的新疆、甘肃和内蒙古等干旱地区，不仅是农业灌溉的关键资源，还在生态保护和水资源管理中发挥着重要作用。紧随其后的是巴基斯坦，绿洲面积为 267,969.51 km<sup>2</sup>，数量为 67 块。巴基斯坦的绿洲主要分布在西部干旱地区，如俾路支省，虽然数量相较于中国少了很多，但其面积也同样庞大。伊朗以 239,371.98 km<sup>2</sup> 的绿洲面积和 494 块绿洲位居第三，尽管绿洲数量较多，但分布在广阔的沙漠区，水资源的利用效率对该国至关重要。美国的绿洲面积为 183,177.03 km<sup>2</sup>，绿洲数量为 512 块，主要集中于加利福尼亚州和内华达州，尽管美国的绿洲面积不如前面的国家大，但绿洲数量较多，分布相对均匀，这使得美国在水资源管理、农业灌溉等方面具有良好的资源基础。哈萨克斯坦的绿洲面积为 152,213.99 km<sup>2</sup>，数量为 24 块，主要分布在该国西部和南部的干旱区。尽管绿洲数量不多，但这些绿洲对于当地的农业和生态环境保护具有重要意义，特别是在一些边远地区，它们成为了生命维持的关键。其他国家如伊拉克（151,340.55 km<sup>2</sup>）、乌兹别克斯坦（111,055.10 km<sup>2</sup>）和澳大利亚（93,648.42 km<sup>2</sup>），尽管绿洲面积较大，但数量相对较少，且其绿洲主要集中在特定区域，分布较为局限。埃及（82,453.44 km<sup>2</sup>）和沙特阿拉伯（78,730.10 km<sup>2</sup>）的绿洲也在各自的干旱区内扮演着重要角色，特别是在农业灌溉和水资源利用方面。

### 3.4 世界十大绿洲

根据本研究构建的绿洲编码体系，表 6 展示了世界面积最大的十大绿洲。这十大绿洲总面积为 1,062,883.77 km<sup>2</sup>，约占全球绿洲总面积的 42.82%。换言之，全球不足 0.2% 的绿洲单体数目，却囊括了近一半的绿洲面积，充分显示了绿洲格局的“巨头效应”。其中，AS6A04001 与 ASPK05001 两大绿洲合计面积 548,876.35 km<sup>2</sup>，占全球总量的 22.12%，其

表5 世界各国(地区)绿洲面积及数量统计表

国家(地区)	绿洲面积(km <sup>2</sup> )	绿洲数量	国家(地区)	绿洲面积(km <sup>2</sup> )	绿洲数量
中国	275,535.39	1,398	阿根廷	15,698.77	60
巴基斯坦	267,969.51	67	玻利维亚	14,626.14	7
伊朗	239,371.98	494	乍得	14,498.03	62
美国	183,177.03	512	塔吉克斯坦	13,662.60	26
哈萨克斯坦	152,213.99	24	阿曼	12,504.42	79
伊拉克	151,340.55	1	毛里塔尼亚	10,855.64	68
乌兹别克斯坦	111,055.10	19	约旦	9,210.02	39
澳大利亚	93,648.42	49	尼日尔	8,371.91	12
埃及	82,453.44	168	塞内加尔	8,289.08	3
沙特阿拉伯	78,730.10	264	埃塞俄比亚	7,865.62	8
叙利亚	76,873.99	4	肯尼亚	7,829.66	12
土库曼斯坦	65,661.65	27	科威特	5,639.11	21
苏丹	54,463.08	46	卡塔尔	5,584.19	1
阿富汗	53,891.97	46	以色列	4,000.97	26
墨西哥	50,460.97	142	智利	3,548.53	41
马里	49,979.07	24	亚美尼亚	3,028.22	1
土耳其	48,815.65	11	厄立特里亚	2,228.50	14
突尼斯	46,506.30	77	喀麦隆	2,035.32	1
阿尔及利亚	46,119.34	448	索马里	1,689.99	15
摩洛哥	36,161.74	111	黎巴嫩	1,607.14	1
利比亚	30,955.73	131	阿塞拜疆	1,066.61	9
吉尔吉斯斯坦	26,414.91	58	安哥拉	835.04	20
阿联酋	24,825.24	14	南非	676.01	8
秘鲁	21,857.57	49	巴林	570.99	1
蒙古	19,937.56	23	纳米比亚	231.51	15
尼日利亚	19,932.49	12	吉布提	167.72	4
也门	17,351.50	47	佛得角	167.26	30

表6 世界十大绿洲统计表

编码	大洲	所属国家(地区)	流域	面积(km <sup>2</sup> )
AS6A04001	亚洲	伊朗 & 伊拉克 & 科威特 & 土耳其 & 叙利亚 & 黎巴嫩	04	300,023.58
ASPK05001	亚洲	巴基斯坦	05	248,852.77
AS4A10001	亚洲	哈萨克斯坦 & 吉尔吉斯斯坦 & 乌兹别克斯坦 & 塔吉克斯坦	10	127,200.28
AF2P27001	非洲	埃及 & 利比亚	27	75,328.00
AS4B10002	亚洲	乌兹别克斯坦 & 塔吉克斯坦 & 阿富汗 & 土库曼斯坦	10	71,848.91
ASCN12001	亚洲	中国	12	52,719.28
AFSD27002	非洲	苏丹	27	48,430.33
AF2U28001	非洲	尼日尔 & 马里	28	47,756.96
ASKZ11001	亚洲	哈萨克斯坦	11	45,745.37
AF2Q32001	非洲	阿尔及利亚 & 突尼斯	32	44,978.29

重要性不言而喻。从大洲分布来看，亚洲和非洲处于绝对主导地位：十大绿洲中有6块位于亚洲，总面积846,390.19 km<sup>2</sup>；非洲则有4块，总面积216,493.59 km<sup>2</sup>。从国家或跨国组合角度看，中亚-西亚地区是世界绿洲的核心带。例如，6A（西亚六国组合）、4A（中亚四国）、4B（中亚及阿富汗）、2P（埃及和利比亚）等跨国绿洲均进入前十。这说明该区域绿洲的形成与维系往往跨越国界，不仅反映自然地理上的连通性，也揭示了绿洲治理必然伴随跨国水资源管理的复杂性。

## 4 总结与展望

本研究基于 Google Earth Pro 影像，利用人工目视解译和与文献对比综合分析方法，经过30余位地理工作者的共同努力，历时5年，构建了全球首个高精度绿洲数据集。该数据集虽然存在着一定的人工误差，需要后续进行更细致地修订，但其完整地描绘了2020年世界绿洲的空间分布，标志着绿洲研究从定性分析迈向量化的新阶段，为绿洲科学研究提供了崭新的视角与方法。所有全球绿洲分布数据均可免费下载使用，这充分响应了联合国教科文组织（UNESCO）提出的“开放科学”倡议，也是对绿洲科学的重要贡献，相信对推动绿洲科学发展有重要意义。然而，这些数据虽然精准，但其获取过程依赖大量的时间和人力成本。因此，为了实现数据的持续更新和长期应用，绿洲边界的智能自动提取技术成为下一步的主要技术方法。要实现这一目标，技术上的突破是必不可少的，尤其需要更多学者，特别是人工智能领域的专家，开展跨学科的合作研究，从而提升绿洲科学的研究效率和实用价值。

绿洲编目工作填补了绿洲科学的空白，标志着对绿洲科学的一项开拓性贡献。但绿洲编目不是一个静态的、一劳永逸的任务，而是一个需要持续投入、不断更新与完善的动态系统工程。在全球绿洲边界智能提取突破后，绿洲将能够实现实时更新，如绿洲面积的变化、土地利用类型的调整等信息将能够及时通过编目信息反映出来。理想情况下，全球绿洲编目工作应当每年进行一次更新，以保证数据的时效性和准确性。然而，如果更新成本过高，至少也应确保每5年进行一次全面更新。

必须指出的是，绿洲编目所体现的绿洲属性是可以不断扩展和丰富的。每个绿洲对应一个唯一的编码，进而可以建立一个动态更新的属性库。在这个库中，随着研究的深入，可以持续增加与绿洲相关的各种属性数据，如物种数量、濒危物种数量、人口、GDP、教育水平、产业结构等自然和社会经济因素。基于这些信息的不断丰富和完善，未来每块绿洲的发展将能够依托精确的数据库，制定更具针对性和可行性的解决方案。在当今气候变化日益严峻、人类与自然资源矛盾加剧的背景下，强化绿洲编目的广度、深度和精度，建设标准化、规范化的国家或区域级绿洲数据库以及信息共享机制，显得尤为迫切。未来需要更多的绿洲数据填充进来，共享起来，只有这样才可以深度促进绿洲可持续发展。

**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；刘琦和刘云飞对论文写作进行了指导；Sameh Kotb Abd-Elmabod 和 Zeeshan Ahmed 做了数据验证；桂东伟和林敬梧撰写了数据论文。

**致谢：**谨向中国科学院科技战略咨询研究院、新疆维吾尔自治区以及国家自然科学基金对本研究给予的资助表示衷心的感谢；同时，感谢中国科学院地理科学与资源研究所的

石瑞香博士在全球绿洲数据审核过程中所提出的宝贵建议与细致勘误。

**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] Prvlie, R. Drylands extent and environmental issues. a global approach [J]. *Earth-Science Reviews*, 2016, 161: 259–278.
- [2] 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, 31(4): 487–495.
- [3] Lin, J. W., Gui, D. W., Liu, Y. F., *et al.* A high-precision oasis dataset for China from remote sensing images [J]. *Scientific Data*, 2024, 11(1): 726.
- [4] D’Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, K. F., *et al.* Global desertification: drivers and feedbacks [J]. *Advances in Water Resources*, 2013, 51: 326–344.
- [5] Liu, X. Y., Wang, Y. J., Xin, L. J. China’s oases have expanded by nearly 40% over the past 20 years [J]. *Land Degradation and Development*, 2022, 33(18): 3817–3828.
- [6] Hernández-Agüero, J. A., Falkenhahn, M., Hetzer, J., *et al.* Mapping the global distribution and conservation status of oases-ecosystems of pivotal biocultural relevance [J]. *PeerJ*, 2025, 13: e18884.
- [7] Hailong, L., Peiji, S., Huali, T., *et al.* Characteristics and driving forces of spatial expansion of oasis cities and towns in Hexi Corridor, Gansu Province, China [J]. *Chinese Geographical Science*, 2015, 25(2): 250–262.
- [8] Qiao, X., Yang, G., Shi, J., *et al.* Remote sensing data fusion to evaluate patterns of regional evapotranspiration: a case study for dynamics of film-mulched drip-irrigated cotton in China’s manas river basin over 20 years [J]. *Remote Sensing*, 2022, 14(14): 3438.
- [9] Allouche, F. K., Abidi, I., Delatre, E., *et al.* Assessing Tunisian Oasis Dynamics Using Earth Observation and Landscape Metrics: Case of Djerid and Nefzaoua Regions [M]//Allouche, F. K., Negm, A. M. *Environmental Remote Sensing and GIS in Tunisia*. Cham: Springer Cham, 2021: 285–301.
- [10] 高华君. 我国绿洲的分布和类型[J]. *干旱区地理*, 1987(4): 27–33.
- [11] 桂东伟, 林敬梧, 刘云飞. 中国绿洲分布及编目研究[J]. *全球变化数据学报*, 2025, 9(1): 1–13. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.01.01>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.01.01>.
- [12] 罗格平, 周成虎, 陈曦. 干旱区绿洲景观尺度稳定性初步分析[J]. *干旱区地理*, 2004, 27(4): 6.
- [13] Yan, D., Li, C., Zhang, X., *et al.* A data set of global river networks and corresponding water resources zones divisions v2 [J]. *Scientific Data*, 2022, 9(1): 770.
- [14] Notti, D., Cignetti, M., Godone, D., *et al.* Semi-automatic mapping of shallow landslides using free sentinel-2 images and Google earth engine [J]. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2023, 23(7): 2625–2648.
- [15] 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.
- [16] Rostami, E., Sharifi, M. A., Hasanlou, M. Shoreline extraction using time series of sentinel-2 satellite images by Google earth engine platform [J]. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2023, X-4-W1-2022: 653–659.
- [17] Hafner, S., Ban, Y., Nascetti, A. Unsupervised domain adaptation for global urban extraction using Sentinel-1 SAR and Sentinel-2 MSI data [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2022, 280: 113192.
- [18] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 埃及绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. *全球变化数据仓储电子杂志*, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.02.10.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.02.10.V1>.
- [19] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 埃塞俄比亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. *全球变化数据仓储电子杂志*, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.03.10.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.03.10.V1>.
- [20] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 阿尔及利亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. *全球变化数据仓储电子杂志*, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.04.07.V1>.

- <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.04.07.V1>.
- [21] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 安哥拉绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.04.08.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.04.08.V1>.
- [22] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 利比亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.04.09.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.04.09.V1>.
- [23] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 马里绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.04.10.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.04.10.V1>.
- [24] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 毛里塔尼亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.04.11.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.04.11.V1>.
- [25] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 肯尼亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.04.12.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.04.12.V1>.
- [26] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 纳米比亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.03.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.03.V1>.
- [27] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 南非绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.04.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.04.V1>.
- [28] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 苏丹绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.06.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.06.V1>.
- [29] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 索马里绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.07.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.07.V1>.
- [30] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 突尼斯绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.02.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.02.V1>.
- [31] 桂东伟, 林敬梧, Peter Goethals 等. 阿富汗绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.03.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.03.V1>.
- [32] 桂东伟, 林敬梧, Peter Goethals 等. 吉尔吉斯斯坦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.04.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.04.V1>.
- [33] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 科威特绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.06.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.06.V1>.
- [34] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 黎巴嫩绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.07.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.07.V1>.
- [35] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 秘鲁绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.08.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.08.V1>.
- [36] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 智利绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.06.09.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.06.09.V1>.
- [37] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 阿根廷绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.05.V1>. <https://cstr.science.org>.

- cn/CSTR:20146.11.2025.07.05.V1.
- [38] 桂东伟, 林敬梧, Jaime Martinez-Valderrama 等. 澳大利亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.06.V1>.
- [39] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 玻利维亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.07.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.07.V1>.
- [40] 桂东伟, 林敬梧, Jaime Martinez-Valderrama 等. 墨西哥绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.08.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.08.V1>.
- [41] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 叙利亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.09.V1>.
- [42] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 也门绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.10.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.10.V1>.
- [43] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 以色列绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.11.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.11.V1>.
- [44] 桂东伟, 林敬梧, Jaime Martinez-Valderram 等. 美国西南部绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.12.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.12.V1>.
- [45] 桂东伟, 林敬梧, Peter Goethals 等. 阿联酋绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.13.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.13.V1>.
- [46] 桂东伟, 林敬梧, Peter Goethals 等. 阿曼绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.14.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.14.V1>.
- [47] 桂东伟, 林敬梧, Muhammad Shareef 等. 阿塞拜疆绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.07.15.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.07.15.V1>.
- [48] 桂东伟, 林敬梧, Muhammad Shareef 等. 巴基斯坦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.05.V1>.
- [49] 桂东伟, 林敬梧, Muhammad Shareef 等. 巴林绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.06.V1>.
- [50] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 厄立特里亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.11.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.11.V1>.
- [51] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 佛得角绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.12.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.12.V1>.
- [52] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 吉布提绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.13.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.13.V1>.
- [53] 桂东伟, 林敬梧, Peter Goethals 等. 哈萨克斯坦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.14.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.14.V1>.
- [54] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 卡塔尔绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.15.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.15.V1>.

- cn/CSTR:20146.11.2025.08.15.V1.
- [55] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 蒙古绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.16.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.16.V1>.
- [56] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 沙特阿拉伯绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.17.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.17.V1>.
- [57] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 土耳其绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.18.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.18.V1>.
- [58] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 土库曼斯坦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.19.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.19.V1>.
- [59] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 乌兹别克斯坦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.20.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.20.V1>.
- [60] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 亚美尼亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.21.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.21.V1>.
- [61] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 伊拉克绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.08.22.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.08.22.V1>.
- [62] 桂东伟, 林敬梧, Peter Goethals 等. 伊朗绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.03.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.03.V1>.
- [63] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 约旦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.04.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.04.V1>.
- [64] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 乍得绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.05.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.05.V1>.
- [65] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 喀麦隆绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.06.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.06.V1>.
- [66] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 摩洛哥绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.07.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.07.V1>.
- [67] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 尼日尔绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.08.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.08.V1>.
- [68] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 尼日利亚绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.09.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.09.V1>.
- [69] 桂东伟, 林敬梧, Remonda Dimian 等. 塞内加尔绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.10.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.10.V1>.
- [70] 桂东伟, 林敬梧, Sameh Kotb Abd-Elmabod 等. 塔吉克斯坦绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.11.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.11.V1>.
- [71] 桂东伟, 林敬梧, 刘闯. 中国绿洲——世界地理数据大百科辞条[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.12.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.12.V1>.